



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

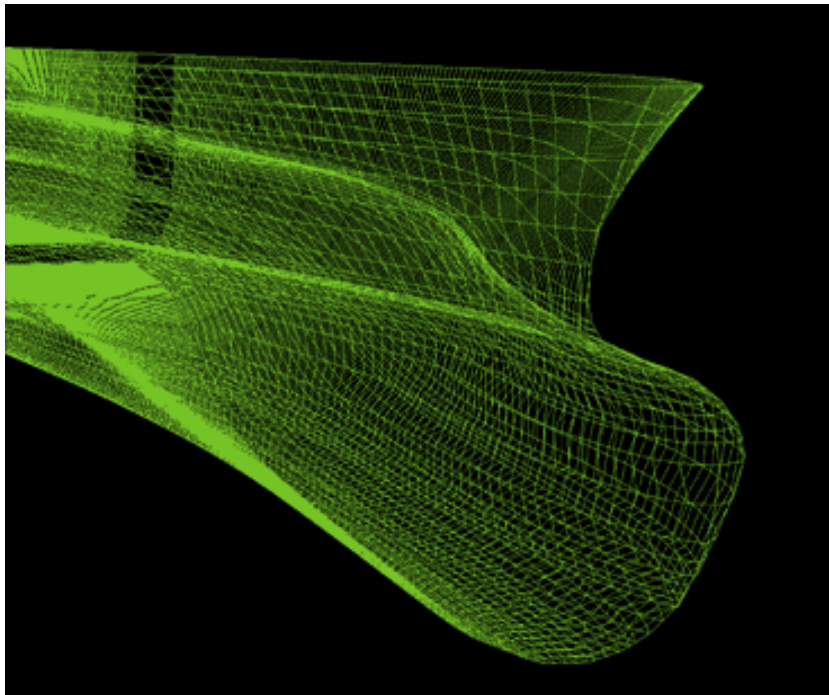
ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

«Ναυτική και Θαλάσσια Τεχνολογία και Επιστήμη»

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

« ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΦΟΡΟΥ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ DWT 1450 ΤΝ »



ΠΑΠΑΝΑΚΛΗΣ ΑΝΔΡΕΑΣ

ΜΕΛΗ ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

**Α. ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ
Γ. ΖΑΡΑΦΩΝΙΤΗΣ
Α. ΓΚΙΝΗΣ**

ΑΘΗΝΑ ΙΟΥΛΙΟΣ 2007

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

0. ΕΙΣΑΓΩΓΗ
1. ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΣΚΑΦΟΥΣ
 - 1.1 Επιλογή κυρίων διαστάσεων και συντελεστών μορφής.
 - 1.2 Προκαταρκτική προσέγγιση ισχύος πρόωσης και επιλογή προωστήριου εγκατάστασης.
 - 1.3 Προϋπολογισμός μεταφορικής ικανότητας και έλεγχος κανονισμού φόρτωσης.
 - 1.4 Προϋπολογισμός βάρους πλήρως εξοπλισμένου αλλά άφορτου πλοίου.
 - 1.5 Προκαταρκτικός έλεγχος κανονισμών ασφαλείας με έμφαση στην ευστάθεια.
2. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ ΝΑΥΠΗΓΙΚΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ ΚΑΙ ΓΕΝΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ
 - 2.1 Ανάπτυξη προκαταρκτικού σχεδίου ναυπηγικών γραμμών
 - 2.2 Ανάπτυξη προκαταρκτικού σχεδίου γενικής διάταξης.
 - 2.3 Δείκτης Εξαρτισμού
3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ
 - 3.1 Υδροστατικοί υπολογισμοί
 - 3.2 Υπολογισμός Κατακλυσίμων Μηκών.
 - 3.3 Έλεγχος Χωρητικότητας
 - 3.4 Stability Book
4. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥ ΚΑΤΑΜΕΤΡΗΣΗΣ
 - 4.1 Εισαγωγή
 - 4.2 Εφαρμογή Διεθνών Κανονισμών Καταμέτρησης
 - 4.2.1 Υπολογισμός Ολικής Χωρητικότητας
 - 4.2.2 Υπολογισμός Καθαρής Χωρητικότητας
 - 4.3 Σύνθεση Πληρώματος
5. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗ ΕΛΙΚΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΩΣΤΗΡΙΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ
 - 5.1 Υπολογισμός Αντίστασης
 - 5.1.1.Εισαγωγή
 - 5.1.2 Μέθοδος FORMDATA
 - 5.1.3 Υπολογισμός C_R
 - 5.1.4 Υπολογισμός C_F
 - 5.1.5 Υπολογισμός C_T

- 5.1.6 Υπολογισμός των συντελεστών t, w ,
 - 5.1.6.1 Υπολογισμός συντελεστή ομόρρου w
 - 5.1.6.2 Υπολογισμός συντελεστή μείωσης ώσης t
 - 5.1.6.3 Υπολογισμός συντελεστή απόδοσης σχετικής περιστροφής n_R, n_H, n_S
- 5.2. Επιλογή -Σχεδίαση Έλικας και Προωστήριου Εγκατάστασης
 - 5.2.1 Εισαγωγή
 - 5.2.2 Επιλογή Έλικας
 - 5.2.3 Έλεγχος σε Σπηλαίωση
 - 5.2.4 Έλεγχος πάχους πτερυγίου της έλικας
 - 5.2.5 Έλεγχος ανοχών έλικας – γάστρας
 - 5.2.6 Χρήση του προγράμματος grid
- 5.3 Επιλογή κύριας μηχανής

6. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΑΝΤΟΧΗΣ ΜΕΣΗΣ ΤΟΜΗΣ – ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ ΜΕΣΗΣ ΤΟΜΗΣ

- 6.1 Εισαγωγή
- 6.2 Υπολογισμός Μέσης Τομής
- 6.3 Επιλογή κατασκευαστικών στοιχείων
 - Έλασμα Πλευράς (Side Shell Plating)
 - Έλασμα ζωστήρα (Sheerstrake)
 - Εγκαρσιώματα (Transverses)
 - Διαμήκη ενισχυτικά πλευρικού ελάσματος (Longitudinal Frames)
 - Έλασμα πυθμένα (Bottom shell plating)
 - Έλασμα τρόπιδας (Plate keel)
 - Παρατροπίδια (Bilge Keels)
 - Συμπαγείς έδρες (Solid floors)
 - Κεντρική Σταθμίδα (Center Girder)
 - Διαμήκη ενισχυτικά πυθμένα (Bottom longitudinals)
 - Έλασμα εσωτερικού πυθμένα (Inner - bottom plating)
 - Διαμήκη ενισχυτικά εσωτερικού πυθμένα (Inner - bottom longitudinals)
 - Πλευρικές σταθμίδες (Side girders)
 - Αγκώνες (Brackets)
 - Έλασμα Κυρίου καταστρώματος (Main deck plating)
 - Έλασμα υδροροής Κυρίου καταστρώματος (Main deck stringer plating)
 - Διαμήκη Ενισχυτικά Κυρίου καταστρώματος

(Main deck longitudinals)

- Έλασμα Πλευρικών Δεξαμενών (Side Tanks Plating)

- Διαμήκη ενισχυτικά Ελάσματα Πλευρ. Δεξαμενών
(Side Tanks Longitudinals)

6.4 Υπολογισμός Ροπής Αντίστασης Μέσης Τομής

6.5 Υπολογισμός Βάρους Χάλυβα ανά τρέχον Μέτρο Μεταλλικής κατασκευής

6.6 Πίνακες Υπολογισμών

7. ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

7.1 Εισαγωγή

7.2 Κόστος Μεταλλικής Κατασκευής

7.3 Κόστος Εξοπλισμού

7.4 Κόστος Μηχανολογικής Εγκατάστασης

7.5 Κόστος Εκμετάλλευσης Πλοίου

7.6 Υπολογισμός Ελαχίστου Απαιτούμενου Ναύλου

8. ΣΧΕΔΙΑ

- Σχέδιο γραμμών υπό μελέτη πλοίου.

- Υδροστατικό Διάγραμμα.

- Διάγραμμα Καμπυλών Ευστάθειας.

- Σχέδιο γραμμών Bonjean.

- Διάγραμμα Κατακλισίμων Μηκών.

- Σχέδιο Δεξαμενών.

- Καμπύλη Κυβισμού.

- Σχέδιο Γενικής Διάταξης.

- Σχέδιο Μέσης Τομής.

- Κατασκευαστικό σχέδιο Μέσης Τομής

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η συγκεκριμένη Διπλωματική Εργασία πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του Διατμηματικού Μεταπτυχιακού Προγράμματος «Ναυτική και Θαλάσσια Τεχνολογία και Επιστήμη».

Το υπό μελέτη πλοίο θα έχει χωρητικότητα DWT 1450 tn θα μπορεί να μεταφέρει πετρελαίο $V_{liq} = 1100 \text{ m}^3$ καθώς και 100 m^3 πόσιμο ύδωρ. Το σκάφος δύναται να επιχειρεί στη θαλάσσια περιοχή του Αιγαίου Πελάγους και του Ιονίου. Αναφέρεται χωρίς περισσότερα και αναλυτικότερα στοιχεία ότι οι απαιτήσεις του "πλοιοκτήτη" έχουν προέλθει μετά από συνεργασία του γράφοντος με το τμήμα καυσίμων και την Στατιστική Υπηρεσία Του Πολεμικού Ναυτικού. Στην εργασία αυτή γίνεται η επιλογή των κυρίων διαστάσεων και των συντελεστών μορφής του σκάφους μία προκαταρκτική προσέγγιση ισχύος πρόωσης και επιλογή προωστικής εγκατάστασης, προϋπολογισμός μεταφορικής ικανότητας και έλεγχος κανονισμού φόρτωσης, προϋπολογισμός βάρους πλήρως εξοπλισμένου αλλά άφορτου πλοίου, προκαταρκτικός έλεγχος κανονισμών ασφαλείας με έμφαση στην ευστάθεια.

Στην συνέχεια αναπτύσσεται προκαταρκτικό σχέδιο ναυπηγικών γραμμών με χρήση της σειράς FORMDATA και του σχεδιαστικού προγράμματος TRIBON M3. Ακολουθούν υπολογισμοί Υδροστατικών μεγεθών, υπολογισμός Κατακλυσίμων Μηκών, Έλεγχος Χωρητικότητας και έλεγχος ευστάθειας σκάφους σε άθικτη κατάσταση (INTACT STABILITY) σε τέσσερις καταστάσεις φόρτωσης (Full Load Departure, Full Load Arrival, Ballast Departure, Ballast Arrival) όπου και παρατίθενται αναλυτικά χωρητικότητες και αποτελέσματα.

Στην συνέχεια υπολογίζεται με χρήση της συστηματικής σειράς FORMDATA η αντίσταση σκάφους και επιλέγεται έλικα και προωστήρια εγκατάσταση. Ακολουθεί υπολογισμός στοιχείων αντοχής και κατασκευαστικό σχέδιο μέσης τομής σκάφους ενώ η εργασία τελειώνει με προϋπολογισμό κόστους κατασκευής και χρήσης του σκάφους.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Αναστασόπουλο Κ. τον κ. Ζαραφωνίτη Γ. για τον προσωπικό χρόνο τις υποδείξεις και τις παρεμβάσεις τους ώστε να είναι όσο το δυνατόν πιο πλήρης αυτή η εργασία καθώς επίσης και τους κ. Σκούπα Σ. και Παπαντζανάκη Γ. για την προσωπική τους βοήθεια σε πολλά σημεία της εν λόγω εργασίας. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την συμπαράστασή τους όλη αυτή την περίοδο.

1. ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΣΚΑΦΟΥΣ

Ξεκινώντας τη μελέτη και σχεδίαση του πλοίου που μας ζητείται (σε επίπεδο προμελέτης), παραθέτουμε ορισμένα εισαγωγικά στοιχεία. Κατ' αρχήν οι απαιτήσεις του πλοιοκτήτη φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί.

	ΤΥΠΟΣ ΠΛΟΙΟΥ	TANKER DOUBLE SKIN
1	Ωφέλιμο Φορτίο	$V_{liq} = 1200 \text{ m}^3$
		$V_{FUEL} = 1100 \text{ m}^3$
		$V_{WATER} = 100 \text{ m}^3$
2	Ακτίνα ενέργειας	$A.R = 3700 \text{ sm}$
3	Ταχύτητα Υπηρεσίας	$v_s = 13 \text{ kn}$
4	Περιορισμοί Ναυσιπλοΐας	$T_{MAX} = 4.5 \text{ m}$
		$B_{max} = 12.8 \text{ m}$
5	Νηογνώμονας	Οποιοσδήποτε Αναγνωρισμένος
6	Πρόσθετες Απαιτήσεις	A) Marpol B) IMO Intact stability Criteria Γ)Π.Δ. 1337/81

Ακολουθούν στην συνέχεια οι ΠΙΝΑΚΕΣ ΟΜΟΙΩΝ ΠΛΟΙΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΜΟΙΩΝ ΠΛΟΙΩΝ

ΓΕΝΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	Ο Ν Ο Μ Α Σ Κ Α Φ Ο Υ Σ		TK1	TK2		
	ΧΡΟΝΟΣ ΝΑΥΠΗΓΗΣΗΣ		1977	1985		
	Ν Η Ο Γ Ν Ω Μ Ο Ν Α Σ		ΓΑΛΛΙΚΟΣ	ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ		
ΚΥΡΙΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	L	m	60.35	60.29		
	B	m	10.00	10.004		
	D	m	4.65	4.65		
	DTD	m				
	T	m	4.14	4.2		
ΒΑΡΗ/ΟΓΚΟΙ	DWT	ton	1325.81	1251		
	Δ	ton	1855	1882		
	LS	ton	529.19	631		
	V _{liquid}	m ³	1180	1323		
	VFO	m ³	49.7	166.5		
	VWB	m ³	0	190 DEPARTURE 308 ARRIVAL		
ΠΡΟΩΣΗ	V _{SERVICE}	Kn	10.6	10.98		
	V _{TRIAL}	Kn				
	P _B /RPM	HP/RPM	1750/1000	1611/1000		
	Τύπος μηχανής		MWM-TBD-484-8V ΜΕΣΟΣΤΡΟΦΗ-ΜΕΙΩΤΗΡΑΣ	MAN-BW 12V 2027 ΜΕΣΟΣΤΡΟΦΗ-ΜΕΙΩΤΗΡΑΣ		
	Τύπος Ηλεκτρογεννητριών	Main Generators	2X MERCEDES OM 355 A 150 KVA	2x IVECO AIFO 160 KVA		
	Auxilliary Generators	1x MERCEDES OM 314 A 30 KVA	1X DAF 35 KVA			
ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ	FULL LOAD ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	DEPARTURE	KG	(m)	2.71	2.9
			LCG	(m)	29.36 from AP	29.165 from AP
	ΛΟΦΟΡΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ (LIGHT SHIP)	ARRIVAL	KG	(m)	2.66	2.8
			LCG	(m)	29.89 from AP	30.425 from AP
	ΛΟΦΟΡΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ (LIGHT SHIP)		KG	(m)	2.98	3.1
			LCG	(m)	26.32 from AP	24.035 from AP

ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΜΟΙΩΝ ΠΛΟΙΩΝ

ΓΕΝΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	Ο Ν Ο Μ Α Σ Κ Α Φ Ο Υ Σ		ΤΚ-1	ΤΚ-2
	ΧΡΟΝΟΣ ΝΑΥΠΗΓΗΣΗΣ		1977	1985
	Ν Η Ο Γ Ν Ω Μ Ο Ν Α Σ		ΓΑΛΛΙΚΟΣ	ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ
	L/B		6.035	6.026
	L/D		12.978	12.965
	D/T		1.123	1.107
	C _B		0.720*	0.721 *
	C _M			
	DWT/Δ		0.720	0.665
	w _{LS}	t/m ³	0.189	0.224
	C _N		102.748	125.253
FULL LOAD	DEPARTURE	KG/D	0.580	0.623
		LCG/L	0.486	0.484
	ARRIVAL	KG/D	0.572	0.709
		LCG/L	0.495	0.505
	ΑΦΟΡΤΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ (LIGHT SHIP)	KG/D	0.64	0.666
		LCG/L	0.437	0.400

1.1 ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΥΡΙΩΝ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΜΟΡΦΗΣ

Ο υπολογισμός των κύριων διαστάσεων και των συντελεστών μορφής της γάστρας θα γίνει με βάση τη μέθοδο των όμοιων πλοίων. Πιο πάνω δίνονται πίνακες με τα κύρια χαρακτηριστικά δύο πλοίων με στοιχεία παραπλήσια με το υπό μελέτη πλοίο. Για την πρώτη εκτίμηση των διαστάσεων του πλοίου χρησιμοποιούνται οι λόγοι και οι συντελεστές των ομοίων πλοίων. Οι τελικές διαστάσεις του υπό μελέτη πλοίου θα προκύψουν ύστερα από ανακυκλώσεις, ώστε αφενός να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις του πλοιοκτήτη και αφετέρου οι κανονισμοί ασφαλείας. Το υπό μελέτη πλοίο θα ονομαστεί "ΚΡΑΤΑΙΟΣ".

ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΛΑΤΟΥΣ ΚΑΙ ΒΥΘΙΣΜΑΤΟΣ

Η επιλογή του πλάτους και του βυθίσματος γίνεται από τις απαιτήσεις που θέτει ο πλοιοκτήτης. Έτσι επιλέγεται το μέγιστο επιτρεπόμενο πλάτος και βύθισμα:

$$\boxed{B= 12.8m \quad T_{max}= 4.5m}$$

ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΗΚΟΥΣ L_{BP}

Η αρχική τιμή του μήκους L_{BP} επιλέγεται από το μέσον όρο των λόγων L/B των ομοίων πλοίων.

$$(L/B)_m = (6,035+ 6,026)/2 =12,061/2= 6,03$$

Για $(L/B)_m=6.03$ και $B=12.8m$ βρίσκουμε $L= 77.144m$

Για αυτές τις τιμές $L= 77.144m$, $B= 12.8m$, $T= 4.5m$ και $C_B=0.72$ βρίσκουμε $\Delta= 3295 tons$

Αυτό το Δ δεν είναι αποδεκτό επομένως και το αντίστοιχο μήκος δεν είναι αποδεκτό.

Θεωρώντας $L_{BP}=64m$ (κοντά στις διαστάσεις των ομοίων πλοίων) ακολουθεί η διαδικασία υπολογισμού

της ισχύος BHP της Κ.Μ. και ο υπολογισμός των ωφέλιμου φορτίου DWT.

ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΟΙΛΟΥ D

Η αρχική τιμή του κοίλου επιλέγεται από την μέγιστη τιμή του λόγου D/T των ομοίων πλοίων.

Έτσι έχοντας $D/T=1.123$ και $T_{max}=4.5m$ έχουμε $D= 5.1m$

$$\boxed{D= 5.1m}$$

ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΜΟΡΦΗΣ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ C_B

Ο συντελεστής γάστρας επιλέγεται από το μέσον όρο των αντίστοιχων συντελεστών των ομοίων πλοίων.

Έτσι έχουμε

$$\boxed{C_B= 0.72}$$

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΜΕΣΗΣ ΤΟΜΗΣ C_M :

Ο συντελεστής μέσης τομής υπολογίζεται από τους τύπους¹:

· V. Lammeren	:	$C_M = 0.9 + 0.1 \cdot C_B$	$C_{M1} = 0.9 + 0.1 \cdot 0.72 = 0.972$	0.97
· H. Kerlen	:	$C_M = 1.006 - 0.0056 \cdot C_B^{-3,56}$	$C_{M2} = 1.006 - 0.0056 \cdot 0,72^{-3,56} = 0.988$	0.986
· Εργαστήριο HSVA	:	$C_M = 1 / (1 + (1 - C_B)^{3,5})$	$C_{M3} = 1 / (1 + (1 - 0.72)^{3,5}) = 0.988$	

0.985

Επιλέγεται ο μέσος όρος

$$C_M = (0.972 + 0.988 + 0.988) / 3 = 0.983$$

$C_M = 0.983$

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΡΙΣΜΑΤΙΚΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ C_P :

Ο πρισματικός συντελεστής δίνεται από την σχέση:

$$C_P = C_B / C_M = 0.72 / 0.983 = 0.732$$

$C_P = 0.732$

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΙΣΑΛΟΥ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ C_{WL} :

Ο συντελεστής ισάλου επιφανείας υπολογίζεται από τον εμπειρικό τύπο²:

$$C_{WL} = (1 + 2 \cdot C_B) / 3 = (1 + 2 \cdot 0.72) / 3 = 0.813$$

$C_{WL} = 0.813$

Μια πρώτη εκτίμηση του εκτοπίσματος Δ_T του πλοίου δίνεται από τον τύπο:

$$\Delta_T = c \cdot \gamma \cdot L \cdot B \cdot T \cdot C_B = 1.030 \cdot 64 \cdot 12.8 \cdot 4.5 \cdot 0.72 = 2734$$

$\Delta_T = 2734 \text{ tons}$

¹ Σελ. 59, Μελέτη Πλοίου Τόμος Α: Μεθοδολογία Προμελέτης

² Σελ. 38, Μελέτη και Εξοπλισμός Πλοίου Ι Μεθοδολογία Προμελέτης Συλλογή Βοηθημάτων

1.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΙΣΧΥΟΣ (BHP) ΣΚΑΦΟΥΣ ΚΑΙ ΕΙΔΟΥΣ ΠΡΩΩΣΤΗΡΙΟΥ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Για τον υπολογισμό της απαιτούμενης ισχύος, σε πρώτη προσέγγιση, θα χρησιμοποιήσουμε το μέσον όρο των συντελεστών αγγλικού ναυαρχείου των ομοίων πλοίων. Η μηχανή θα είναι μεσόστροφος κινητήρας Diesel με μειωτήρα αντίστοιχος αυτού των ομοίων πλοίων, ενώ η απαίτηση του πλοιοκτήτη είναι η ταχύτητα υπηρεσίας να είναι $V_s = 13 \text{ kn}$. Για συντελεστή Βρετανικού Ναυαρχείου $C_N = 114$

(μέσος όρος) και από τον τύπο του Ναυαρχείου $C_N = (\Delta^{2/3} * V^3) / P(\text{BHP})$ υπολογίζουμε εγκατεστημένη ισχύ

$$\text{Κ.Μ. } P_{(\text{BHP})} = 3768 \text{ HP}$$

$$P_{(\text{BHP})} = 3768 \text{ HP}$$

Επίσης, τα όμοια πλοία έχουν 3 ηλεκτρογεννήτριες, δύο (2) κύριες (main generators) 2x 150 kW και μία ανάγκης (emergency) 30 kW. Θεωρώ ότι και το υπό μελέτη πλοίο θα διαθέτει ηλεκτρογεννήτριες ίδιας ισχύος.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ DWT ΣΚΑΦΟΥΣ

Το TANKER θα μεταφέρει 1100 M³ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ (F-76) και 100 M³ ΝΕΡΟ. ΑΥΤΟ ΣΥΝΕΠΑΓΕΤΑΙ Βάρος Ωφέλιμου φορτίου W_{LO} ως ακολούθως.

$$W_{\text{water}} = 100 \text{ tons}$$

$$W_{F-76} = 1200 * 0.883 = 1059.6$$

$$W_{PL} = W_{\text{water}} + W_{F-76} = 1159.6 \text{ tons}$$

Το βάρος ωφέλιμου φορτίου DWT δίδεται από

$$DWT = W_{LO} + W_F + W_{PR} + W_P + W_{CR} + B$$

Έχουμε

$$W_{PLO} = 1159.6 \text{ tons}$$

ΒΑΡΟΣ ΚΑΥΣΙΜΩΝ (DIESEL OIL)

Για τον υπολογισμό του $W_F = W_{F1} + W_{F2}$ (περιέχει και τα λιπαντικά) θεωρώ:

- Μέση κατανάλωση καυσίμου για μεσόστροφη DIESEL 190gr/KWh
- Κατανάλωση βοηθητικών μηχανημάτων το 6% της κατανάλωσης καυσίμων της Κ. Μηχανής.
- Βάρος λιπαντικών W_{F2} αντιστοιχεί περίπου στα 4% του βάρους των καυσίμων W_{F1}
- Εφεδρεία για υπερκατανάλωση λόγω αλλαγής πορείας, απρόβλεπτης αναμονής, αρωγή σε περίπτωση ανάγκης και κατάλοιπα δεξαμενών 2-4%

Από την υπολογισθείσα ανωτέρω ισχύ $P_{(BHP)} = 3768 \text{ HP}$ και με βάσει τις προηγούμενες παραδοχές θα έχω

$$W_{F1} = (P_{B,1} * b_1 * t_1 + P_{B,2} * b_2 * t_2) * C * 10^{-6} \text{ (tons)} \text{ υπολογίζω } 205 \text{ tons}$$

$$W_{F1} = 205 \text{ tons}$$

όπου

W_{F1} : βάρος καυσίμων ltl

$P_{B,1}$: εγκατεστημένη ισχύς Κ. Μηχανής σε kWl

b_1 : ειδική κατανάλωση Κ.Μ. lgr/kW*hl

t_1 : χρόνος ταξιδιού μετ' επιστροφής lhrsI με βάση την υπηρεσιακή ταχύτητα και ακτίνα δράσης (12 ημέρες)

$P_{B,2}$: απαιτούμενη μέση ισχύς ηλεκτρογεννητριών

b_2 : ειδική κατανάλωση Ηλεκτρογεννητριών σε lgr/kW*hl

t_2 : χρόνος λειτουργίας ηλεκτρογεννητριών lhrsI

C : 1,2 Εφεδρεία για υπερκατανάλωση λόγω αλλαγής πορείας, απρόβλεπτης αναμονής, αρωγή σε περίπτωση ανάγκης και κατάλοιπα δεξαμενών

ΒΑΡΟΣ ΛΙΠΑΝΤΙΚΩΝ W_{F2}

$$W_{F2} = 0.04 * W_{F1} = 8.2 \text{ tons}$$

$$W_{F2} = 8.2 \text{ tons}$$

$$\text{ΣΥΝΟΛΟ : } W_F = W_{F1} + W_{F2} = 205 + 8,2 = 213,2 \text{ tons}$$

$$W_F = 213.2 \text{ tons}$$

ΕΦΟΔΙΑ ΝΕΡΟΥ : 200 kg/ανθρωποημέρα

ΠΛΗΡΩΜΑ : 18

ΑΚΤΙΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ: 3744 sm που αντιστοιχεί σε 12 ημέρες ταξιδιού.

Αυτό αντιστοιχεί σε $200 \text{ kg} \times 18 \times 12 \text{ ΗΜΕΡΕΣ} = 43,2 \text{ tons}$ Νερού.

$$W_{\text{FRESH WATER}} = 43.2 \text{ tons}$$

ΒΑΡΟΣ ΕΦΟΔΙΩΝ-ΤΡΟΦΙΜΩΝ : 16Kg/ ανθρωποημέρα

Βάρος Εφοδίων Τροφίμων : $16 \text{ kg} \times 18 \times 12 = 3,456 \text{ Tons}$

$$W_{\text{PROVISIONS}} = 3.456 \text{ tons}$$

Βάρος Πληρώματος – Αποσκευών :

75 Kg/μέλος (βάρος ανά άτομο) + 60Kg/μέλος (Αποσκευές)

18 x (75+60) = 2,43 tons

$W_{CREW} = 2.43 \text{ tons}$
--

Βάρος Υγρού Έρματος Β (το θεωρούμε 0)

Αθροίζοντας έχουμε:

$DWT = W_{LO} + W_F + W_{PR} + W_P + W_{CR} + B = 1159,6 + 205 + 43,2 + 3,456 + 2,43 = 1413,68 \text{ tons}$

$DWT = 1413.68 \text{ tons}$
--

ΠΙΝΑΚΑΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ "ΚΡΑΤΑΙΟΣ".

	ΟΝΟΜΑ ΠΛΟΙΟΥ	ΚΡΑΤΑΙΟΣ
ΚΥΡΙΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	L_{BP} (m)	64
	B (m)	12,8
	D (m)	5,1
	T (m)	4,5
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΡΩΩΣΗΣ	V_S (kn)	13
	P_B (HP)	3768
ΛΟΓΟΙ -ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ	L/B	5
	L/D	12,55
	B/T	2,844
	D/T	1,133
	DWT / Δ	0,554
	C_B	0,72
	C_M	0,983
	C_P	0,732
	C_{WL}	0,813

ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΒΥΘΙΣΜΑΤΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟΥΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥΣ

Ο κανονισμός (MARPOL) καθορίζει τα ελάχιστα βυθίσματα που πρέπει να ικανοποιούνται. Για TANKER ως ακολούθως:

$$D_{\varepsilon\lambda} = (0.66 \div 0.7) \cdot T_D = 2.75 \text{ m}$$

$$T_A = D_{\varepsilon\lambda} + 600 \text{ mm} = 3.35 \text{ m}$$

$$T_A \geq 3.35 \text{ m}$$

$$T_F = 2,7\% \cdot L_{BP} = 1.73 \text{ m}$$

$$T_F \geq 1.73 \text{ m}$$

Τέλος για την Διαγωγή θα πρέπει να ισχύει $t \leq 0.015 \cdot L_{BP}$

$$t \leq 0,015 \cdot L_{BP} \quad t \leq 0.96 \text{ m}$$

$$\text{Οπότε } T_M = (3.35 + 1.73) / 2 = 2.515 \text{ m}$$

$$t = 0.9 \text{ m} \leq 0.96 \text{ m}$$

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ Δ_{WB}

Από τους εμπειρικούς τύπους³:

$$\nabla_1 = \nabla_0 \cdot \left(\frac{T_1}{T_0}\right)^{\frac{C_{WL0}}{C_{B0}}}$$

$$\text{με } C_{B0} = 0.72$$

$$C_{WL0} = 0.813$$

$$T_1 = 2.515 \text{ m}$$

$$T_0 = 4.5 \text{ m}$$

$$\Delta_0 = 2734 \text{ tons} \Rightarrow \nabla_0 = 2654 \text{ m}^3$$

$$\text{Αντικαθιστώντας θα έχουμε } \nabla_1 = 2654 \cdot \left(\frac{2.515}{4.5}\right)^{\frac{0.813}{0.72}} = 1375$$

$$\nabla_{WB} = 1375.9 \text{ m}^3$$

$$\text{Με } c\gamma = 1.03 \text{ tons/m}^3$$

$$\Delta_{WB} = 1417 \text{ tons}$$

$$WB_{\min} = \Delta_{WB} - L.S. - \text{crew} - \text{constants} - 10\% \text{ ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ}$$

Για L.S. θεωρώ το συντελεστή $w_{LS} = 0.224 \text{ tons/m}^3$

$$L.S. = w_{LS} \cdot L \cdot B \cdot D = 936 \text{ tons}$$

$$L.S. = 936 \text{ tons}$$

Και με αντικατάσταση βρίσκω

$$WB_{\min} = \Delta_{WB} - L.S. - \text{crew} - \text{constants} - 10\% (W_F + W_{FW} + W_{PROVISIONS})$$

$$WB_{\min} = 1417 - 936 - 2.43 - 0.1 \cdot (213.2 + 43.2 + 3.360) = 452$$

$$WB_{\min} = 452 \text{ tons}$$

³ Σελ. 38, Μελέτη και Εξοπλισμός Πλοίου Ι Μεθοδολογία Προμελέτης Συλλογή Βοηθημάτων

Έχουμε και

$$\Delta_r = c\gamma \cdot C_B \cdot L \cdot B \cdot T = 1,03 \cdot 0,72 \cdot 64 \cdot 12,8 \cdot 4,5 = 2733,834 \text{ tons}$$

$$\Delta_r = 2734 \text{ tons}$$

$$\Delta_B = \text{DWT} + \text{L.S.} = 1413.68 + 936 = 2350 \text{ tons}$$

$$\Delta_B = 2350 \text{ tons}$$

ΕΚΤΙΜΗΣΗ L_{CARGO}

$$\text{Ισχύει } L_{\text{CARGO}} = L_{\text{BP}} - (L_{\text{AFT}} + L_{\text{ER}} + L_{\text{FP}} + L_{\text{PROOM}})$$

$$\text{Ακόμη έχουμε } 0,05 \cdot L_{\text{BP}} \leq L_{\text{FP}} \leq 0,05 \cdot L_{\text{BP}} + 3,05 \text{ m} \Rightarrow 3.2 \leq L_{\text{FP}} \leq 6.25$$

$$3.2 \leq L_{\text{FP}} \leq 6.25$$

Από τον υπολογισμό την απόστασης των κατασκευαστικών νομέων (Frame spacing)

$$\text{Θα έχουμε } s \leq 2.08 \cdot L_{\text{BP}} + 438 \text{ mm} \Rightarrow$$

$$s \leq 571 \text{ mm}$$

$$\text{Θεωρώ } L_{\text{FP}} = 10 \times 570 = 5700 \text{ mm} \quad L_{\text{FP}} = 5,7 \text{ m}$$

$$L_{\text{AFT}} = 9 \times 570 = 4560 \text{ mm} \quad L_{\text{AFT}} = 5,13 \text{ m}$$

$$L_{\text{PROOM}} = 3 \times 570 = 1710 \text{ mm} \quad L_{\text{PROOM}} = 1,71 \text{ m}$$

* Για το μήκος μηχανοστασίου από πίνακες κατασκευαστών κινητήρων και για ισχύ παραπλήσια με $P_{(\text{BHP})} = 3768 \text{ HP}$ το μήκος του κινητήρα μαζί με τον μειωτήρα είναι περίπου 8,5 m. Υπολογίζοντας και τις ηλεκτρογεννήτριες, αλλά και από πλοία με παραπλήσια ισχύ μηχανής (αναφέρομαι σε μονέλικο σκάφος)

$$\text{το εκτιμώμενο μήκος μηχανοστασίου θα είναι } 25 \times 570 \text{ mm} = 14250 \text{ mm} \Rightarrow L_{\text{ER}} = 14,250 \text{ m}$$

$$L_{\text{FP}} = 5.7 \text{ m}$$

$$L_{\text{AFT}} = 5.13 \text{ m}$$

$$L_{\text{PROOM}} = 1.71 \text{ m}$$

$$L_{\text{ER}} = 14.250 \text{ m}$$

$$\text{ΟΤΟΤΕ ΤΟ } L_{\text{CARGO}} = L_{\text{BP}} - (L_{\text{AFT}} + L_{\text{ER}} + L_{\text{FP}} + L_{\text{PROOM}}) = 37.26 \text{ m} \Rightarrow$$

$$L_{\text{CARGO}} = 37.26 \text{ m}$$

Με βάση τους κανονισμούς MARPOL για το ύψος διπυθμένων και το ύψος h δεν θα πρέπει να είναι λιγότερο από $h = B/15$ ή $h = 2.0 \text{ m}$ (το μικρότερο από τα δύο) Στο υπό μελέτη σκάφος θεωρώ $h = 1.2 \text{ m}$

$$h_{\text{DB}} = 1.2 \text{ m}$$

Ακόμη σχετικά με το πλάτος των πλευρικών δεξαμενών θεωρείται με βάση τους κανονισμούς της MARPOL ότι αυτές πρέπει να εκτείνονται καθ' όλο το ύψος του βυθίσματος της πλευράς του πλοίου, ή απ' το διπύθμενο μέχρι το ανώτατο κατάστρωμα. Το πλάτος τους w δεν πρέπει να είναι λιγότερο απ' το μικρότερο των:

$$w=0.5+DWT/20,000 \text{ (m)} \quad \text{και} \quad w=2.0 \text{ m}$$

Το ελάχιστο επιτρεπόμενο πλάτος είναι 1.0 m. Για το υπό μελέτη σκάφος θεωρείται ότι το πλάτος είναι ίσο με

w=1.4 m

ΑΡΧΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΟΓΚΩΝ

Από το πατρικό σκάφος το οποίο είναι το TK-1

$$Cv_{total} = \frac{\nabla_{cargo} + \nabla_{WB} + \nabla_{DO}}{L_c \cdot B \cdot D} \quad \text{υπολογίζω το } Cv_{total}$$

$\nabla_{cargo} = 1177 \text{ m}^3$

$\nabla_{WB} = 308 \text{ m}^3$

$\nabla_{DO} = 125 \text{ m}^3$

$$L_{cargo} = 36.72 \text{ m}$$

$$B=B_c = 10.004 \text{ m}$$

$$D=D_c = 4.65 \text{ m}$$

$Cv_{total} = 0.942$

Χρησιμοποιώντας τον ανωτέρω συντελεστή για το υπό μελέτη σκάφος θα υπολογίσουμε αν ο διαθέσιμος όγκος ικανοποιεί τις απαιτήσεις για μεταφορά του ζητούμενου όγκου καυσίμου- νερού
Θεωρώντας για το υπό μελέτη σκάφος

$L_{cargo} = 37.26 \text{ m}$

$B = 12.8 - (2 \cdot 1.4) = 10 \text{ m}$

$D = 5.1 \text{ m}$

Βρίσκουμε ΔΙΑΘΕΣΙΜΟ ΟΓΚΟ=1790 m³

ΠΡΑΓΜΑΤΙ το απαιτούμενο $\nabla_{WB} = 452 / 1,025 = 441 \text{ m}^3$

$\nabla_{WB} = 441 \text{ m}^3$

$\nabla_{cargo} = 1200 \text{ m}^3$

TOTAL = 1641 m³

Επομένως μπορώ στο χώρο του CARGO να αποθηκεύσω

$\nabla_{DO-CARGO} = \text{ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΣ ΟΓΚΟΣ-TOTAL} = 1790-1641=149 \text{ m}^3$ και το υπόλοιπο καύσιμο στον χώρο του μηχανοστασίου $\nabla_{DO-engroom} = (213.2/0.883)-149=92.45 \text{ m}^3$

ΕΛΕΓΧΟΣ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΜΗΧΑΝΟΣΤΑΣΙΟΥ ΓΙΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ

Daily Service Diesel oil και Settling Diesel oil

Από την ποσότητα του Diesel oil που θα αποθηκευθεί στο χώρο του Μηχανοστασίου έχουμε

$$\nabla_{DAILY-SERVICE} = \nabla_{DO-TOTAL} / 12 = 241.45/12 = 20.125 \text{ m}^3$$

$$\nabla_{DAILY-SERVICE} = 20.125 \text{ m}^3$$

$$\nabla_{DO-SETTLING} = 30 \text{ m}^3$$

Απομένει επομένως $\nabla_{DO-ENGROOM} = 92.45 - (20.125 \text{ m}^3 + 30) \text{ m}^3 = 50.125 \text{ m}^3$

$$\nabla_{DO-ENGROOM} = 42.32 \text{ m}^3$$

$$\nabla_{DO-ENGROOM-TOTAL} = 92.45 \text{ m}^3$$

1.3 ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥ ΦΟΡΤΩΣΗΣ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ

Υπολογισμός ύψους Εξάλων

Βασικό Ύψος Εξάλων

Θεωρώ μήκος του πλοίου $L=64.6 \text{ m}$ (από το σχέδιο του πατρικού σκάφους και για βύθισμα στα

0,85D βρίσκω συντελεστή $\lambda_L = \frac{L_{0.85D}}{L_{BP}} = 1.009375$ και αντίστοιχα πολλαπλασιάζοντας με το L_{BP} του

υπό μελέτη σκάφους βρίσκω το $L=64.6 \text{ m}$.

Το σκάφος που μελετούμε είναι τύπου "A" επομένως προκύπτει από τον πίνακα I⁴ το βασικό ύψος εξάλων με γραμμική παρεμβολή (B.Y.E.) = $573 + [(639-573)/(65-60)] * (L-60) = 633 \text{ mm}$

B.Y.E=633 mm

$$\text{B.Y.E}=633.72 \text{ mm}$$

Δεν υφίσταται διόρθωση για πλοία κάτω των εκατό μέτρων γιατί το σκάφος είναι τύπου "A".

⁴ Σελ. Δ-14, Μελέτη και Εξοπλισμός Πλοίου I Μεθοδολογία Προμελέτης Συλλογή Βοηθημάτων.

Καλύμματα στομίων Κυτών

Θεωρούμε ότι τα καλύμματα των στομίων των κυτών είναι σύμφωνα με τους κανονισμούς. Οπότε δεν γίνεται ουδεμία διόρθωση.

Διόρθωση για τον συτελεστή γάστρας C_B

Βρίσκω το $C_{B0.85D}$

Θα ισχύει ο τύπος $C_{B0.85D} = C_{B0} \cdot \left(\frac{T_{0.85D}}{T_0}\right)^{\frac{C_{WL0}}{C_{B0}} - 1}$ από και αντικαθιστώντας θα έχουμε

με $C_{B0} = 0,72$

$C_{WL0} = 0,813$

$T_{0.85D} = 0,85D = 4,335m$

$T_0 = 4,5m$

$C_{B0.85D} = 0,72 \cdot \left(\frac{4,335}{4,5}\right)^{(0,813/0,72)-1} = 0,716$

Έχουμε επομένως την παρακάτω διόρθωση

$$Y.E_2 = \left(\frac{C_{B0.85D} + 0.68}{1.36}\right) * B.Y.E = \frac{0.716 + 0.68}{1.36} * 633,72 = 650,5mm$$

$Y.E_2 = 650,5mm$

Διόρθωση για το πλευρικό ύψος D_F

Το πλευρικό ύψος $D_F = D+t$

(όπου t είναι το πάχος του ελάσματος της υδρορροής του καταστρώματος εξάλων).

Θεωρώ ότι $t=12 mm$

Έχουμε $D_F = D+t = 5,1+0,012=5,112m$

$D_F = 5,112m$

Επειδή $D_F > L/15 \Rightarrow 5,112 > 64/15 = 4,266 m$

το ύψος εξάλων **πρέπει να αυξηθεί** κατά $(D_F - L/15) * R$ {mm} όπου $R = L/0,48$ γιατί $L < 120m$

άρα προσαύξηση κατά $(5,112 - (64/15)) * (64/0,48) = 112,711mm$

$Y.E_3 = Y.E_2 + 112,711 = 650,5 + 112,711 = 763,211mm$

$Y.E_3 = 763 mm$

⁵ Σελ. 38, Μελέτη και Εξοπλισμός Πλοίου Ι Μεθοδολογία Προμελέτης Συλλογή Βοηθημάτων.

Διόρθωση για υπερκατασκευές και πυργωτά υπερκατασκευάσματα

Το πρόστεγο έχει μήκος σύμφωνα με τους κανονισμούς $5\%L_{BP} \leq L_{BACK} \leq 5\%L_{BP}+3,05 \text{ m}$
 $3,2 \leq L_{BACK} \leq 6,25 \text{ m}$ Στο υπό μελέτη πλοίο έχουμε θεωρήσει $L_{BACK} = 5,7 \text{ m}$ και λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς της γραμμής φόρτωσης.

Η υπερκατασκευή του πλοίου έχει πλάτος $b=12,8-(2*1,2)=10,4 \text{ m} > 19,32 \text{ m} > 0,6 \cdot B=7,68 \text{ m}$ και απέχει απόσταση από τα πλαϊνά του σκάφους $1,2 \text{ m} > 0,512 \text{ m} = 0,04 \cdot B$, και επομένως θεωρείται υπερκατασκευή.

Κατασκευάζω τον παρακάτω πίνακα:

	Πραγματικό μήκος l (m)	Πραγματικό ύψος h (m)	Κανονικό ύψος h _s (m)	Πλάτος b σε 0,5*l (m)	Πλάτος πλοίου B _s σε 0,5*l (m)	Δρών μήκος LE (m)
ΠΡΟΣΤΕΓΟ	5,7	2,5	1,8	9	9	5.7
ΥΠΕΡΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	19.38	2.5	1.8	10.4	12.8	15.75
ΣΥΝΟΛΟ	S=25.08					E=21.45

Στο εν λόγω πλοίο το ύψος υπερκατασκευής θα είναι μεγαλύτερο του κανονικού και επομένως καμία αύξηση του δρώντος μήκους ϵ δεν γίνεται για ύψος υπερκατασκευής μεγαλύτερο από το κανονικό. Επειδή έχουμε ($h > h_s$) το δρων μήκος του πρόστεγου υπολογίστηκε με τον τύπο:

$$L_{Ei} = L \cdot (b/B_s)$$

Ολικό πραγματικό μήκος υπερκατασκευών : $S = \sum L_i = 25.08 \text{ m}$

Ολικό δρων μήκος υπερκατασκευών : $E = \sum L_{Ei} = 21.45 \text{ m}$

$E = 0,332L$

Μείωση ύψους εξάλων για $E=1,0L$: 689.44 mm

Ποσοστό έκπτωσης για $E = 0,332L$: 24.2%

Μείωση ύψους εξάλων για $E=0,332L$: $689.44 \cdot 0.242 = 166.844 \text{ mm}$

ΜΕΙΩΣΗ Β.Υ.Ε.= 166.844 mm

Επομένως $Y.E_4 = Y.E_3 - 166.844 = 763 - 166.844 \text{ mm} = 596.156 \text{ mm}$

Y.E₄ = 596,156mm

Διόρθωση για σιμότητα

Θεωρούμε ότι το πλοίο που μελετούμε κατασκευάζεται με μηδενική σιμότητα επομένως θα υπάρχει έλλειψη σιμότητας και επομένως υπολογίζουμε την διόρθωση με βάση την κανονική σιμότητα για την οποία παίρνω τον μέσο όρο την ΠΡ και την ΠΜ σιμότητας

Πρωραία Σιμότητα. $M_{NF} = 16,6750 \cdot (L/3 + 10) = 16,6750 \cdot (64,6/3 + 10) = 525,818 \Rightarrow M_{NF} = 525,818$

Πρυμναία Σιμότητα. $M_{NA} = 8,3375 \cdot (L/3 + 10) = 8,3375 \cdot (64,6/3 + 10) = 262,909 \Rightarrow M_{NA} = 262,909$

Μέση Σιμότητα $M_N = (M_{NF} + M_{NA})/2 = (525,818 + 262,909)/2 = 394,3635 \Rightarrow M_N = 394,3635$

Συνολικό Έλλειμμα

$$M_N = 394,3635$$

$$\underline{\text{Διόρθωση}} (0,75-S/2*L)*M_N = (0.75-25.08/2*64.6)*394.3635=219,219\text{mm}$$

$$\text{Επομένως } Y.E_5 = Y.E_4 + 219.219 = 596,156 + 219,219 = 815,375\text{mm}$$

$$Y.E_5 = 815,375 \text{ mm}$$

Ελάχιστο Ύψος Πρώρας

Το ελάχιστο απαιτούμενο ύψος πρώρας ή ελάχιστο ύψος εξάλων στην πρωραία κάθετο είναι συναρτήσεϊ του μήκους του πλοίου και υπολογίζεται ως κάτωθι:

$$E.Y.P. = 56*L*(1-L/500)*\frac{1.36}{C_{B0.85D} + 0.68} \{\text{mm}\} = 56*64.6(1-64.6/500) * \frac{1.36}{0.716 + 0.68} = 3069\text{mm}$$

$$E.Y.P. = 3069\text{mm}$$

Υπάρχον Ύψος πρώρας

$$\text{ΥΠΑΡΧΟΝ ΥΨΟΣ ΠΡΩΡΑΣ} = Y.E_5 + h_{\text{FORECASTLE}} = 815,375 + 2500 = 3315,375 \text{ mm}$$

Επομένως το υπάρχον ύψος πρώρας είναι μεγαλύτερο από το E.Y.P.

$$\text{ΥΠΑΡΧΟΝ ΥΨΟΣ ΠΡΩΡΑΣ} > E.Y.P. \Rightarrow 3315\text{mm} > 3069\text{mm}$$

Επιπρόσθετα από την στιγμή που το απαιτούμενο E.Y.P. ικανοποιείται με την ύπαρξη προστέγου. Το πρόστεγο εκτείνεται σε μήκος τουλάχιστον $0,07L=4.48\text{m}$. Πράγματι το μήκος προστέγου είναι **LBACK = 5.7m.**

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΥΨΟΥΣ ΕΞΑΛΩΝ

Το τελικό ύψος εξάλων (θέρους) είναι:

$$F_b = Y.E_5 \Rightarrow F_B = 815,375 \text{ mm} \approx 815\text{mm}$$

$$F_B = 815\text{mm}$$

ΜΕΓΙΣΤΟ ΕΜΦΟΡΤΟ ΒΥΘΙΣΜΑ

Το μέγιστο επιτρεπόμενο βύθισμα από τη Γραμμή Φόρτωσης είναι ίσο με:

$$T_{\Gamma.\Phi} = D_F - F_B = 5112 - 815 = 4297\text{mm}$$

$$T_{\Gamma.\Phi} = 4297 = 4.3\text{m}$$

$$T_{\Gamma.\Phi} = 4297 = 4.3 \text{ m}$$

Για το συγκεκριμένο βύθισμα θα βρω το αντίστοιχο C_B

Από τους εμπειρικούς τύπους⁶ θα έχουμε τον ακόλουθο τύπο.

$$C_{B_1} = C_{B_0} \left(\frac{T_1}{T_0} \right)^{\frac{C_{WL_0}-1}{C_{B_0}}} \Rightarrow C_{B_1} = 0.72 * (4.3/4.5)^{(0.813/0.72-1)} = 0.72 * (0.954)^{0.1291} = 0.7157$$

Για το βύθισμα $T=4.297m$ υπολογίζω το $\Delta_{\Gamma} = c_{\gamma} * L * B * T = 1.03 * 0.716 * 64 * 12.8 * 4.297 = 2594 \text{ tons}$

$$\Delta_{\Gamma} = 2594 \text{ tons}$$

$$\Delta_B = DWT + L.S. = 1413,68 + 877 = 2290 \text{ tons} \quad \Delta_B = 2290 \text{ tons}$$

$$\Delta_B = 2290 \text{ tons}$$

Οπότε μεταβάλλοντας το βύθισμα θα μπορέσουμε να μειώσουμε το Δ_{Γ} ώστε να πλησιάσει την τιμή του Δ_B . Η διαφορά ανάμεσα σε Δ_{Γ} και Δ_B θα πρέπει να είναι $\Delta_{\Gamma} > \Delta_B + 0.5\% \Delta$ δηλαδή κοντά στα 2335 tons περίπου

καταλήγουμε μετα από αρκετούς ελέγχους στον παρακάτω πίνακα στοιχείων κρατώντας πάντα σταθερά το μήκος L, το πλάτος B και το κοίλο D.

$$\Delta_{\Gamma} = 2335 \text{ tons}$$

1ΟΣ ΚΥΚΛΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΒΑΣΙΚΩΝ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ ΣΚΑΦΟΥΣ

L	64.00m
B	12.80m
ΔΓ	2335 tons
Cb1	0.70
T1	4.00m
D	5.1m

ΕΛΕΓΧΟΣ ΟΓΚΩΝ – ΝΕΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΤΕΛΕΥΤΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ

ΕΚΤΙΜΗΣΗ Δ_{WB}

Από τους εμπειρικούς τύπους⁷:

$$\nabla_1 = \nabla_0 \cdot \left(\frac{T_1}{T_0} \right)^{\frac{C_{WL_0}}{C_{B_0}}}$$

$$\text{με } C_{B_0} = 0,7$$

$$C_{WL_0} = 0,8$$

$$T_1 = 2.515m$$

$$T_0 = 4 m$$

$$\Delta_0 = 2335 \text{ tons} \Rightarrow \nabla_0 = 2170 \text{ m}^3$$

$$\text{Αντικαθιστώντας θα έχουμε } \nabla_1 = 2170 \cdot \left(\frac{2.54}{4} \right)^{0.8} = 1277$$

⁶ Σελ. 38, Μελέτη και Εξοπλισμός Πλοίου I Μεθοδολογία Προμελέτης Συλλογή Βοηθημάτων

⁷ Σελ. 38, Μελέτη και Εξοπλισμός Πλοίου I Μεθοδολογία Προμελέτης Συλλογή Βοηθημάτων

$$\nabla_{WB} = 1277 \text{ m}^3$$

Με $\gamma = 1.03 \text{ tons/m}^3$

$$\Delta_{WB} = 1315 \text{ tons}$$

$WB_{min} = \Delta_{WB} - L.S. - \text{crew} - \text{constants} - 10\% \text{ ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ}$

Για **L.S.** θεωρώ το συντελεστή $w_{LS} = 0.21 \text{ tons/m}^3$

$L.S. = w_{LS} * L * B * D = 877 \text{ tons}$

$$W_{L.S.} = 877 \text{ tons}$$

Και με αντικατάσταση βρίσκω $WB_{min} = 1315 - 877 - 2.43 - 0.1 * (213.2 + 43.2 + 3.360) = 407 \text{ tons}$

$$WB_{min} = 407 \text{ tons}$$

Από το πατρικό σκάφος το οποίο είναι το TK-1

Έχουμε υπολογίσει το

$$Cv_{total} = \frac{\nabla_{cargo} + \nabla_{WB} + \nabla_{DO}}{L_C \cdot B \cdot D} \text{ υπολογίζω το } Cv_{total}$$

$$\nabla_{cargo} = 1177 \text{ m}^3$$

$$\nabla_{WB} = 308 \text{ m}^3$$

$$\nabla_{DO} = 125 \text{ m}^3$$

$$L_{cargo} = 36,72 \text{ m}$$

$$B = B_c = 10,004 \text{ m}$$

$$D = D_c = 4,65 \text{ m}$$

$$Cv_{total} = 0.942$$

Χρησιμοποιώντας τον ανωτέρω συντελεστή για το υπό μελέτη σκάφος θα υπολογίσουμε αν ο διαθέσιμο όγκος ικανοποιεί τις απαιτήσεις για μεταφορά **του ζητούμενου όγκου καυσίμου- νερού- καυσίμου ελικοπτέρου.**

Θεωρώντας για το υπό μελέτη σκάφος

$$L_{cargo} =$$

$$37.26 \text{ m}$$

$$B = 10 \text{ m}$$

$$D = 5.1 \text{ m}$$

Βρίσκουμε ΔΙΑΘΕΣΙΜΟ ΟΓΚΟ= 1790 m³

Το απαιτούμενο $\nabla_{WB} = 407/1,025 = 397 \text{ m}^3$

$\nabla_{WB} = 397 \text{ m}^3$
$\nabla_{cargo} = 1200 \text{ m}^3$
TOTAL =1597 m³

Επομένως μπορώ στο χώρο του CARGO να αποθηκεύσω

$\nabla_{DO-CARGO} = \text{ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΣ ΟΓΚΟΣ-TOTAL} = 1790-1597 = 193 \text{ m}^3$

$\nabla_{DO-CARGO} = 193 \text{ m}^3$

ΕΛΕΓΧΟΣ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΜΗΧΑΝΟΣΤΑΣΙΟΥ ΓΙΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ

Daily Service Diesel oil και Settling Diesel oil

Από την ποσότητα του Diesel oil που θα αποθηκευθεί στο χώρο του Μηχανοστασίου έχουμε

$\nabla_{DAILY-SERVICE} = \nabla_{DO-TOTAL} / 10 = 241.5/12 = 20,125 \text{ m}^3$

$\nabla_{DAILY-SERVICE} = 20.125 \text{ m}^3$

$\nabla_{DO-SETTLING} = 50 \text{ m}^3$

Απομένει επομένως $\nabla_{DO-CARGO} = 241,5 \text{ m}^3 - 20.125 \text{ m}^3 - 50 \text{ m}^3 \approx 171.355 \text{ m}^3$

$\nabla_{DO-CARGO} = 171.355 \text{ m}^3$

Ο ανωτέρω όγκος καυσίμου μπορεί να τοποθετηθεί στο χώρο του CARGO.

Με **L.S. =877 tons** έχουμε τις παρακάτω τιμές

$\Delta_B = \text{DWT} + \text{L.S.} = 1416 + 877 = 2293 \text{ tons}$

$\Delta_B = 2293 \text{ tons}$
--

Οπότε μεταβάλλοντας το βύθισμα θα μπορέσουμε να μειώσουμε το Δ_r ώστε να πλησιάσει την τιμή του Δ_B . Η διαφορά ανάμεσα σε Δ_r και Δ_B θα πρέπει να είναι **$\Delta_r > \Delta_B + 0.5\% \Delta$** δηλαδή κοντά στα **$\Delta_r = 2300 \text{ tons}$** περίπου καταλήγουμε μετά από αρκετούς ελέγχους στον παρακάτω πίνακα στοιχείων κρατώντας πάντα σταθερά το μήκος L, το πλάτος B και το κοίλο D.

$\Delta_r = 2300 \text{ tons}$
--

2^οΣ ΚΥΚΛΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΒΑΣΙΚΩΝ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ ΣΚΑΦΟΥΣ

L	64,00 m
B	12,80 m
ΔΓ	2300 tons
C _B	0.70
T1	3.9 m
D	5,1 m

1.4 ΒΑΡΟΣ ΠΛΗΡΩΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΑΛΛΑ ΑΦΟΡΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

Για να επαληθευτεί η ορθότητα ή μη των μεθόδων που θα χρησιμοποιηθούν για το υπολογισμό του L.S. του υπό μελέτη πλοίου, θα εφαρμοστούν αρχικά στο πατρικό πλοίο και θα συγκριθούν με το πραγματικό L.S. του πατρικού πλοίου για να ληφθεί ο συντελεστής συσχέτισης.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ LIGHT SHIP ΠΑΤΡΙΚΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

Βάρος Μεταλλικής Κατασκευής (W_{ST})

Αρχικά θα υπολογιστεί το βάρος της μεταλλικής κατασκευής του πατρικού πλοίου. Για το σκοπό αυτό θα εφαρμοστούν η μέθοδος των συντελεστών, η μέθοδος Watson και η μέθοδος Schneekluth με Muller-Koster για τις υπερκατασκευές.

➤ Μέθοδος των συντελεστών

Από πίνακα⁸, παίρνω $w_{st} = 120 \text{ kp/m}^3$. Άρα:

$$W_{ST} = w_{st} \cdot L \cdot B \cdot D = 120 \cdot 60.35 \cdot 10 \cdot 4.65 \rightarrow W_{ST1} = 336,753 \text{ tons}$$

$W_{ST1} = 336,753 \text{ tons}$

➤ Μέθοδος Schneekluth με Muller-Koster

Θα υπολογιστεί το W_{ST} κάτωθεν του κυρίου καταστρώματος με τη μέθοδο Schneekluth και θα προστεθεί στο βάρος των υπερκατασκευών που θα βρεθεί με τη μέθοδο Muller-Koster.

➤ Μέθοδος Schneekluth

Ο όγκος κάτωθεν του ανωτάτου συνεχούς καταστρώματος δίνεται από την σχέση :

$$\nabla_U = \nabla_D + \nabla_S + \nabla_b + \nabla_H$$

όπου :

∇_D : όγκος μέχρι το κοίλο D

∇_S : αύξηση όγκου λόγω σιμότητας

⁸ Σελ. 85, Μελέτη και Εξοπλισμός Πλοίου Ι Μεθοδολογία Προμελέτης Συλλογή Βοηθημάτων

∇_b : αύξηση όγκου λόγω κυρτότητας καταστρώματος

∇_H : αύξηση όγκου λόγω στομίων κυτών

Είναι:

$$C_{BD} = C_B + C_1 \cdot \frac{D-T}{T} \cdot (1-C_B) = 0.72 + 0.25 \cdot \frac{4.65-4.14}{4.14} \cdot (1-0.72) \rightarrow \quad \mathbf{C_{BD} = 0.730}$$

$$\nabla_D = L \cdot B \cdot D \cdot C_{BD} = 60.35 \cdot 10 \cdot 4.65 \cdot 0.730 \rightarrow \quad \mathbf{\nabla_D = 2048.256m^3}$$

Έλαβα $C_1 = 0.25^9$

$L_S = 30 \text{ m}$

$S_F = 0.556 \text{ m}$

$S_A = 0.22 \text{ m}$

$$C_2 = \frac{C_{BD}^{2/3}}{6} = \frac{0.835^{2/3}}{6} \rightarrow \quad \mathbf{C_2 = 0.135073}$$

$$\nabla_S = L_S \cdot B \cdot (S_F + S_A) \cdot C_2 = 30 \cdot 10 \cdot (0.556 + 0.22) \cdot 0.135073 \rightarrow \quad \mathbf{\nabla_S = 31.35877 \text{ m}^3}$$

$$\nabla_H = 0$$

$$C_3 = 0.7 \cdot C_{BD} = 0.7 \cdot 0.73 \rightarrow \quad \mathbf{C_3 = 0,510715}$$

$$\nabla_b = L \cdot B \cdot b \cdot C_3 = L \cdot B \cdot \frac{B}{50} \cdot C_3 = 60.35 \cdot 10 \cdot \frac{10}{50} \cdot 0.510715 \rightarrow \quad \mathbf{\nabla_b = 61,69259m^3}$$

Άρα:

$$\nabla_U = \nabla_D + \nabla_S + \nabla_b + \cancel{\nabla_H} = 2048.356 + 31.35877 + 61.69259 \rightarrow \quad \mathbf{\nabla_U = 2141,307218 \text{ m}^3}$$

Τα στοιχεία που απαιτούνται για τον υπολογισμό του W_{ST} είναι τα ακόλουθα:

☞ Ο συντελεστής μέσης τομής:

V. Lammeren : $C_{M_1} = 0.9 + 0.1 \cdot C_B = 0.9 + 0.1 \cdot 0.72 \rightarrow C_{M_1} = 0.972$

H. Kerlen : $C_{M_2} = 1.006 - 0.0056 \cdot C_B^{-3.56} = 1.006 - 0.0056 \cdot 0.72^{-3.56} \rightarrow C_{M_2} = 0.9879$

Εργαστήριο HSVA: $C_{M_3} = \frac{1}{1+(1-C_B)^{3.5}} = \frac{1}{1+(1-0.72)^{3.5}} \rightarrow C_{M_3} = 0.9885$

Από τους οποίους επιλέγεται ο μέσος όρος των C_{M_2} και C_{M_3} που είναι πιο κοντά.

Άρα:

⁹ Μικρό άνοιγμα νομέων υπεράνω της ισάλου

$$C_M = \frac{C_{M_2} + C_{M_3}}{2} = \frac{0.9879 + 0.9885}{2} \rightarrow$$

$$C_M = 0,9882$$

$$\Rightarrow D_0 = 4 \text{ m}$$

$$\Rightarrow L/D = 12,978 > 9$$

$$\Rightarrow n = 1$$

$$\Rightarrow C'_{ST} = 0.103 \cdot \left| 1 + 17 \cdot (L - 110)^2 \cdot 10^{-6} \right| = 0.103 \cdot \left| 1 + 17 \cdot (60.35 - 110)^2 \cdot 10^{-6} \right| \rightarrow$$

$$\Rightarrow C'_{ST} = 0,107316429$$

Το βάρος της μεταλλικής κατασκευής χωρίς υπερκατασκευές δίνεται από την σχέση :

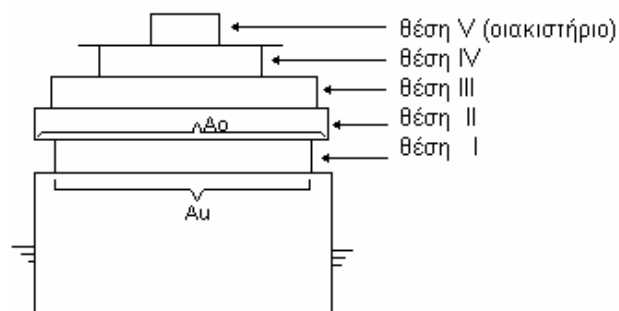
$$\begin{aligned}
 W'_{ST} &= \nabla_U \cdot C'_{ST} \cdot & W'_{ST} &= 2141.307 \cdot 0.107316429 \cdot \\
 &\cdot \left| 1 + 0.033 \cdot \left(\frac{L}{D} - 12 \right) \right| \cdot & &\cdot \left| 1 + 0.033 \cdot (12.978 - 12) \right| \cdot \\
 &\cdot \left| 1 + 0.06 \cdot \left(n - \frac{D}{D_0} \right) \right| \cdot & &\cdot \left| 1 + 0.06 \cdot \left(1 - \frac{4.65}{4} \right) \right| \cdot \\
 &\cdot \left| 1 + 0.05 \cdot \left(1.85 - \frac{B}{D} \right) \right| \cdot & \rightarrow &\cdot \left| 1 + 0.05 \cdot \left(1.85 - \frac{10}{4.65} \right) \right| \cdot & \rightarrow & \mathbf{W'_{ST} = 232,6654 \text{ ton}} \\
 &\cdot \left| 1 + 0.2 \cdot \left(\frac{T}{D} - 0.85 \right) \right| \cdot & &\cdot \left| 1 + 0.2 \cdot \left(\frac{4.14}{4.65} - 0.85 \right) \right| \cdot \\
 &\cdot \left| 0.92 + (1 - C_{BD})^2 \right| \cdot & &\cdot \left| 0.92 + (1 - 0.730)^2 \right| \cdot \\
 &\cdot \left| 1 + 0.75 \cdot C_{BD} \cdot (C_M - 0.98) \right| & &\cdot \left| 1 + 0.75 \cdot 0.730 \cdot (0.9882 - 0.98) \right|
 \end{aligned}$$

Το βάρος αυτό θα πρέπει να προσαυξηθεί κατά 2.5 % για εγκάρσιο σύστημα ναυπήγησης, οπότε είναι:

$$W_{ST} = W'_{ST} \cdot 1.0305 = 232.6654 \cdot 1.025 \rightarrow$$

$$\mathbf{W_{ST} = 238,48 \text{ ton}}$$

➤ **Μέθοδος Muller-Koster**



Από το G.A. παρατηρώ ότι υπάρχει 1 τμήμα υπερκατασκευής ΠΜ και το τμήμα υπερκατασκευής του προστέγου. Σε αντιστοιχία με το παραπάνω σχήμα, υπάρχουν 2 τμήματα στη θέση I, και ένα στην θέση II και ένα στο οιακιστήριο. Το βάρος ενός τμήματος υπερστεγάσματος προκύπτει από τον τύπο:

$$W_{DH} = C_{DH} \cdot A_m \cdot h \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3$$

όπου :

C_{DH}^{10} : Ογκομετρικός συντελεστής βάρους (κρ/μ³)

A_m : Μέση επιφάνεια στεγάσματος = $0.5(A_0 + A_U)$ (μ²)

h : Ύψος στεγάσματος

A_0 : Επιφάνεια υπερκείμενου καταστρώματος, συμπεριλαμβανόμενης της επιφάνειας των εξωτερικών αστέγαστων διαδρομών (μ²).

A_U : Επιφάνεια πραγματικά στεγασμένου καταστρώματος (μ²).

k_1 : Διόρθωση για ύψος στεγάσματος διάφορο του 2.6 m : $k_1 = 1 + 0.02 \cdot (h - 2.6)$

k_2 : Διόρθωση για μήκος εσωτερικών τοιχωμάτων διάφορο του κανονισμού¹¹

$$k_2 = 1 + 0.05 \cdot (4.5 - l_1 / l_{DH})^{12}$$

k_3 : Διόρθωση για μήκος πλοίου διάφορο του κανονικού¹³

Ο υπολογισμός των βαρών των υπερστεγασμάτων γίνεται μέσω του ακόλουθου πίνακα:

Θέση στεγάσματος	I	ΠΡΟΣΤΕΓΟ	II	ΟΙΑΚΙΣΤΗΡΙΟ
A₀ (μ²)	195	49.75	140	43.61
A_U (μ²)	195	86.5	195	140
A₀/ A_U	1	1	1	1
A_m (μ²)	195	68.125	167	91.805
C_{DH} (κρ/μ³)	57	57	55	40
h (m)	2.4	2.4	2.4	2.4
k₁	0.996	0.996	0.996	0.996
k₂	1.175	1.175	1.175	1.175
k₃	0.9	0.9	0.9	0.9
W_{DH} (ton)	28.097	9.815	23.218	9.282
Σ W_{DH} (ton)	70.412			

¹⁰ Πίνακας 2.9, σελ. 101, Μελέτη Πλοίου Τόμος Α: Μεθοδολογία Προμελέτης

¹¹ 4.5·(μήκος στεγάσματος)

¹² l_1 : ολικό μήκος εσωτερικών τοιχωμάτων, l_{DH} : μήκος στεγάσματος

¹³ $L_{BP} = 60.35m$

Αθροίζοντας τα βάρη από τις μεθόδους Schneekluth και Muller-Koster έχω τελικά:

$$W_{ST2} = W_{SCHNEEKLUTH} + W_{SS} = 238.48 + 70.412 = 308.892$$

$$W_{ST2} = 309 \text{ ton}$$

➔ Μέθοδος Watson

Για να υπολογίσουμε τον δείκτη εξοπλισμού E_N , θα πρέπει να προσδιορίσουμε τον αριθμό, το μήκος και το ύψος των υπερκατασκευών και των υπερστεγασμάτων. Από το σχέδιο γενικής διάταξης (General Arrangement) του πατρικού πλοίου παρατηρώ ότι υπάρχουν 2 καταστρώματα υπερκατασκευών. Ακολουθεί ο αντίστοιχος πίνακας:

ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΠΕΡΣΤΕΓΑΣΜΑΤΩΝ

Χώρος Νο.	L_{2i} (m)	h_{2i} (m)	$h_{2i} \cdot l_{2i}$
1	19	2.4	45.6
2	6.9	2.4	16.56
$\sum h_{2i} \cdot l_{2i}$	-	-	62.16

Ο δείκτης εξοπλισμού θα είναι:

$$E_N = L \cdot (B + T) + 0.8 \cdot L \cdot (D - T) + 0.85 \cdot \sum h_{1i} \cdot l_{1i} + 0.75 \cdot \sum h_{2i} \cdot l_{2i} \rightarrow$$

$$E_N = 60.35 \cdot (10 + 4.14) + 0.8 \cdot 60.35 \cdot (4.65 - 4.14) + 0.75 \cdot 62.16 \rightarrow$$

$$E_N = 924,591$$

Από το σχήμα 2.20¹⁴ βρίσκω:

$$W_{ST}^* = 295 \text{ ton}$$

Είναι:

$$C_B^* = C_B + \frac{(1 - C_B) \cdot (0.8 \cdot D - T)}{3 \cdot T} = 0.72 + \frac{(1 - 0.72) \cdot (0.8 \cdot 4.65 - 4.14)}{3 \cdot 4.14} \rightarrow$$

$$C_B^* = 0,71$$

$$W_{ST2} = W_{ST}^* \cdot [1 + 0.5 \cdot (C_B^* - 0.7)] = 295 \cdot [1 + 0.5 \cdot (0.71 - 0.7)]$$

$$W_{ST3} = 296,475 \text{ ton}$$

Για το βάρος της μεταλλικής κατασκευής θα πάρω το μέσον όρο των μεθόδων:

$$W_{ST} = \frac{W_{ST1} + W_{ST2} + W_{ST3}}{3} = \frac{336.753 + 309 + 296.475}{3}$$

$$W_{ST-FINAL} = 314,076 \text{ ton}$$

Άρα ο συντελεστής w_{st} θα είναι:

¹⁴ Σελ. 85, Μελέτη Πλοίου Τόμος Α: Μεθοδολογία Προμελέτης

$$w_{st} = \frac{W_{st}}{L \cdot B \cdot D} = \frac{314.076}{60.35 \cdot 10 \cdot 4.65} \Rightarrow w_{st} = 0,112$$

$$w_{st} = 112 \text{ kp/m}^3 \quad \checkmark$$

Βάρος Εξοπλισμού (W_{OT})

→ Μέθοδος των Συντελεστών

Από τον ίδιο πίνακα¹⁵ θεωρώ $w_{OT} = 40 \text{ kp/m}^3$. Άρα:

$$W_{OT} = w_{OT} \cdot L \cdot B \cdot D = 45 \cdot 60.35 \cdot 10 \cdot 4.65$$

$$W_{OT1} = 126,156 \text{ tons}$$

→ Χρήση Προσεγγιστικών τύπων

Με χρήση προσεγγιστικών τύπων¹⁶, για δεξαμενόπλοια (με $L = 172.5 \text{ m}$), λαμβάνω

$K_{OT} = 0.2 \text{ t/m}^2$. Άρα:

$$W_{OT2} = K_{OT} \cdot L \cdot B = 0.20 \cdot 60.35 \cdot 10 = 120.7$$

$$W_{OT2} = 120,7 \text{ ton}$$

→ Ομάδα Βαρών κατά Scheencluth (Υποδιαίρεση σε επιμέρους ομάδες Βαρών)

I. Καλύμματα Στομιών Κυτών.

Δεν υπάρχουν στόμια κυτών στο πετρελαιοφόρο.

II. Φορτοεκφορτωτικά μέσα.

Περιστρεφόμενος γερανός Μεγίστου βάρους ανύψωσης 5 τόνων. **Βάρος Γερανού 11.5 Τόννοι.**

III. Ενδιαίτηση.

Για φορτηγά μικρού ή μεσαίου μεγέθους ($60-70 \text{ kp/m}^3$) για τον αντίστοιχο όγκο ενδιαίτησης ο οποίος στο πατρικό πλοίο ανέρχεται σε 440 m^3 οπότε **$W_{III}=30,8 \text{ tons}$**

IV. Λοιπά Βάρη

Από προσεγγιστικό τύπο θα έχουμε $W_{IV} = (LBD)^{2/3} c_1 = (60.35 \cdot 10 \cdot 4.65)^{2/3} = 51,73 \text{ tons}$

$$W_{IV} = 51,73 \text{ tons}$$

Προσθέτοντας τα ανωτέρω βάρη υπολογίζουμε

$$W_{OT3} = 97,53 \text{ tons}$$

Από τις τρεις τιμές του W_{OT} θα χρησιμοποιήσω τις δύο πρώτες

$$W_{OT} = (W_{OT1} + W_{OT2})/2 = (126.156 + 120,7)/2 = 123.42$$

¹⁵ Σελ. 85,86 Μελέτη και Εξοπλισμός Πλοίου I Μεθοδολογία Προμελέτης Συλλογή Βοηθημάτων

¹⁶ Σελ. 119, Μελέτη Πλοίου Τόμος Α: Μεθοδολογία Προμελέτης

$$W_{OT-AVERAGE}=123,42 \text{ tons}$$

Βάρος Μηχανολογικής εγκατάστασης (W_M)

1^{ος} ΤΡΟΠΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Στην περίπτωση του βάρους της μηχανολογικής εγκατάστασης W_M από τον πίνακα¹⁷ θεωρώ

$$W_M = 65 \text{ Kg/HP} \rightarrow W_{ST} = 1611 \cdot 65 = 105.6 \text{ tons}$$

$$W_{M1} = 105.6 \text{ tons}$$

2^{ος} ΤΡΟΠΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Χρησιμοποιώντας την αναλυτική μέθοδο υπολογισμού του βάρους μηχανολογικής εγκατάστασης¹⁸

$$\text{θα έχουμε } W_M = W_{MM} + W_{MS} + W_{MR}$$

$$w_1 = W_{MR}/LBD \text{ (5 Kp/m}^3\text{) για το πατρικό πλοίο.}$$

$$w_2 = W_{MR}/SHP \text{ (35 Kp/SHP) για το πατρικό πλοίο.}$$

$$w_3 = W_{MS}/SHP \text{ (4 Kp/SHP) για το πατρικό πλοίο..}$$

$$w_4 = W_{MM}/SHP \text{ (30 Kp/SHP) για το πατρικό πλοίο.}$$

$$w_5 = W_M/SHP \text{ (60 Kp/SHP) για το πατρικό πλοίο.}$$

Εφαρμόζοντας αναλυτικά υπολογίζω

$$W_{MR1} = w_1(LBD) = 14,031 \text{ tons}$$

$$W_{MR2} = w_2(SHP) = 48 \text{ tons}$$

$$W_{MS} = w_3(SHP) = 5,5 \text{ tons}$$

$$W_{MM} = w_4(SHP) = 41,08 \text{ tons}$$

$$W_M = W_{MR1} + W_{MR2} + W_{MS} + W_{MM} = 108.53 \text{ tons}$$

$$W_{M2} = 108 \text{ tons}$$

Και θεωρώντας τον μέσο όρο των δύο θα έχουμε

$$W_M = (W_{M1} + W_{M2})/2 = 106.8 \text{ tons}$$

$$W_{M-AVERAGE} = 106.8 \text{ tons}$$

Οπότε συνολικά θα έχουμε:

$$L.S. = W_{ST} + W_{OT} + W_M = 544 \text{ tons}$$

$$L.S. = 544 \text{ tons}$$

Από τους πίνακες ομοίων πλοίων έχουμε ότι το L.S. ($L.S_{ΠΑΤΡΙΚΟ} = 529,19 \text{ tons}$)

Επομένως έχουμε ένα συντελεστή

¹⁷ Σελ. 90, Μελέτη και Εξοπλισμός Πλοίου Ι Μεθοδολογία Προμελέτης Συλλογή Βοηθημάτων.

¹⁸ Σελ. 133, Μελέτη Πλοίου Τόμος Α: Μεθοδολογία Προμελέτης

$$\lambda_{LS}=547.5/529,19=1.028$$

$\lambda_{LS} = 1.028$

Ακολουθεί ο παρακάτω πίνακας για το πατρικό πλοίο

W_M	W_{OT}	W_{ST}	
$W_{M1}= 105.6 \text{ tons}$	$W_{OT1} = 126,156 \text{ tons}$	$W_{ST1} = 336,753 \text{ tons}$	
$W_{M2}= 108 \text{ tons}$	$W_{OT2} = 120,7 \text{ ton}$	$W_{ST2} = 309 \text{ tons}$	
	$W_{OT3}=97,53 \text{ tons}$	$W_{ST3} =296,475 \text{ tons}$	
$W_{M \text{ AVERAGE}}= 106,7 \text{ tons}$	$W_{OT \text{ AVERAGE}}= 123,242 \text{ tons}$	$W_{ST \text{ -AVERAGE}} = 314,076 \text{ tons}$	$W_{LS}=544 \text{ tons}$
$W_{M \text{ -FINAL}}= 103,783 \text{ tons}$	$W_{OT \text{ -FINAL}}= 119,885 \text{ tons}$	$W_{ST \text{ -FINAL}}= 305,521 \text{ tons}$	$W_{LS \text{ -FINAL}}=529,19 \text{ tons}$

Επομένως μετά από αυτό τον έλεγχο στο πατρικό πλοίο θα εφαρμόσω τις αντίστοιχες μεθόδους και για το υπο μελέτη σκάφος.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ LIGHT SHIP ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΣΚΑΦΟΥΣ

Βάρος Μεταλλικής Κατασκευής (W_{ST})

Αρχικά θα υπολογιστεί το βάρος της μεταλλικής κατασκευής του υπό μελέτη πλοίου. Για το σκοπό αυτό θα εφαρμοστούν η μέθοδος των συντελεστών, και η μέθοδος Schneekluth με Muller-Koster για τις υπερκατασκευές.

➔ Μέθοδος των συντελεστών

Από πίνακα¹⁹ παίρνω $w_{st} = 122 \text{ kp/m}^3$ (Ακτοπλοϊκά φορτηγά –Μικρά πετρελαιοφόρα). Άρα:

$$W_{ST} = w_{st} \cdot L \cdot B \cdot D = 122 * 64 * 12.8 * 5.1 = 509.706$$

$W_{ST1} = 509,706 \text{ tons}$

➔ Μέθοδος Schneekluth με Muller-Koster

Θα υπολογιστεί το W_{ST} κάτωθεν του κυρίου καταστρώματος με τη μέθοδο Schneekluth και θα προστεθεί στο βάρος των υπερκατασκευών που θα βρεθεί με τη μέθοδο Muller-Koster.

➤ Μέθοδος Schneekluth

Ο όγκος κάτωθεν του ανωτάτου συνεχούς καταστρώματος δίνεται από την σχέση :

$$\nabla_U = \nabla_D + \nabla_S + \nabla_b + \nabla_H$$

¹⁹ Σελ. 85, Μελέτη και Εξοπλισμός Πλοίου Ι Μεθοδολογία Προμελέτης Συλλογή Βοηθημάτων

όπου :

∇_D : όγκος μέχρι το κοίλο D

∇_S : αύξηση όγκου λόγω σιμότητας

∇_b : αύξηση όγκου λόγω κυρτότητας καταστρώματος

∇_H : αύξηση όγκου λόγω στομιών κυτών

Είναι:

$$C_{BD} = C_B + C_1 \cdot \frac{D-T}{T} \cdot (1-C_B) = 0.7 + 0.25 \cdot \frac{5.1-3.93}{3.93} \cdot (1-0.7) \rightarrow$$

$$C_{BD} = 0,723$$

$$\nabla_D = L \cdot B \cdot D \cdot C_{BD} = 64 \cdot 12,8 \cdot 5.1 \cdot 0.723 \rightarrow$$

$$\nabla_D = 3021.063m^3$$

$$\text{Έλαβα } C_1 = 0.25^{20}$$

$$L_S = 0 \text{ m}$$

$$S_F = 0 \text{ m}$$

$$S_A = 0 \text{ m}$$

$$C_2 = \frac{C_{BD}^{2/3}}{6} = \frac{0.723^{2/3}}{6} \rightarrow$$

$$C_2 = 0.134258$$

$$\nabla_S = L_S \cdot B \cdot (S_F + S_A) \cdot C_2 = 0 \cdot 12,8 \cdot (0+0) \cdot 0.13401 \rightarrow$$

$$\nabla_S = 0 \text{ m}^3$$

$$\nabla_H = 0$$

$$C_3 = 0.7 \cdot C_{BD} = 0.7 \cdot 0.722 \rightarrow$$

$$C_3 = 0.506171$$

$$\nabla_b = L \cdot B \cdot b \cdot C_3 = L \cdot B \cdot \frac{B}{50} \cdot C_3 = 64 \cdot 12.8 \cdot \frac{12.8}{50} \cdot 0.506171$$

$$\nabla_b = 106.1518m^3$$

\rightarrow

Άρα:

$$\nabla_U = \nabla_D + \cancel{\nabla_S} + \nabla_b + \cancel{\nabla_H} = 3010.714 + 105.7882 \rightarrow$$

$$\nabla_U = 3123.867867 \text{ m}^3$$

Τα στοιχεία που απαιτούνται για τον υπολογισμό του W_{ST} είναι τα ακόλουθα:

☞ Ο συντελεστής μέσης τομής:

V. Lammeren :

$$C_{M_1} = 0.9 + 0.1 \cdot C_B = 0.9 + 0.1 \cdot 0.7 \rightarrow C_{M_1} = 0.97$$

²⁰ Μικρό άνοιγμα νομέων υπεράνω της ισάλου

H. Kerlen : $C_{M_2} = 1.006 - 0.0056 \cdot C_B^{-3.56} = 1.006 - 0.0056 \cdot 0.7^{-3.56} \cdot C_{M_2} = 0.986$

Εργαστήριο HSVA: $C_{M_3} = \frac{1}{1+(1-C_B)^{3.5}} = \frac{1}{1+(1-0.7)^{3.5}} \rightarrow C_{M_3} = 0.9854$

Από τους οποίους επιλέγεται ο μέσος όρος των C_{M_2} και C_{M_3} που είναι πιο κοντά. Άρα:

$$C_M = \frac{C_{M_2} + C_{M_3}}{2} = \frac{0.986 + 0.9854}{2} \rightarrow \mathbf{C_M = 0.9857}$$

☞ $D_0 = 5.1 \text{ m}$

☞ $L/D = 12.49 > 9$

☞ $n = 1$

☞ $C'_{ST} = 0.103 \cdot \left| 1 + 17 \cdot (L - 110)^2 \cdot 10^{-6} \right| = 0.103 \cdot \left| 1 + 17 \cdot (60.35 - 110)^2 \cdot 10^{-6} \right| \rightarrow$

☞ $\mathbf{C'_{ST} = 0.106705116}$

Το βάρος της μεταλλικής κατασκευής χωρίς υπερκατασκευές δίνεται από την σχέση :

$$\begin{aligned} W'_{ST} &= \nabla_U \cdot C'_{ST} \cdot & W'_{ST} &= 3123.867867 \cdot 0.106705116 \cdot \\ &\cdot \left| 1 + 0.033 \cdot \left(\frac{L}{D} - 12 \right) \right| \cdot & &\cdot \left| 1 + 0.033 \cdot (12.549 - 12) \right| \cdot \\ &\cdot \left| 1 + 0.06 \cdot \left(n - \frac{D}{D_0} \right) \right| \cdot & &\cdot \left| 1 + 0.06 \cdot \left(1 - \frac{5.1}{4} \right) \right| \cdot \\ &\cdot \left| 1 + 0.05 \cdot \left(1.85 - \frac{B}{D} \right) \right| \cdot & \rightarrow &\cdot \left| 1 + 0.05 \cdot \left(1.85 - \frac{12.8}{5.1} \right) \right| \cdot & \rightarrow & \mathbf{W'_{ST} = 317.0405337 \text{ ton}} \\ &\cdot \left| 1 + 0.2 \cdot \left(\frac{T}{D} - 0.85 \right) \right| \cdot & &\cdot \left| 1 + 0.2 \cdot \left(\frac{3.899}{5.1} - 0.85 \right) \right| \cdot \\ &\cdot \left| 0.92 + (1 - C_{BD})^2 \right| \cdot & &\cdot \left| 0.92 + (1 - 0.73)^2 \right| \cdot \\ &\cdot \left| 1 + 0.75 \cdot C_{BD} \cdot (C_M - 0.98) \right| & &\cdot \left| 1 + 0.75 \cdot 0.723 \cdot (0.9882 - 0.98) \right| \end{aligned}$$

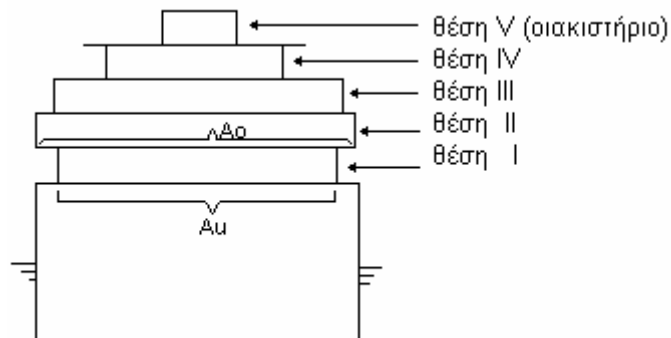
Το βάρος αυτό θα πρέπει να διορθωθεί για εγκάρσιο σύστημα ναυπήγησης, και για βολβοειδή πλώρα αλλά και για την ύπαρξη διπυθμένων οπότε θα είναι:

$$W_{ST} = W'_{ST} \cdot 1.2 = 317.0405337 \cdot 1.2 = 380.46$$

→

$\mathbf{W_{ST-SCHNEEKLUTH} = 380.46 \text{ ton}}$

Μέθοδος Muller-Koster



Από το G.A. παρατηρώ ότι υπάρχει 1 τμήμα υπερκατασκευής ΠΜ και το τμήμα υπερκατασκευής του προστέγου. Σε αντιστοιχία με το παραπάνω σχήμα, υπάρχουν 2 τμήματα στη θέση I, και ένα στην θέση II και ένα στο οικιστήριο. Το βάρος ενός τμήματος υπερστεγάσματος προκύπτει από τον τύπο:

$$W_{DH} = C_{DH} \cdot A_m \cdot h \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3$$

όπου :

C_{DH}^{21} : Ογκομετρικός συντελεστής βάρους (kr/m^3)

A_m : Μέση επιφάνεια στεγάσματος $= 0.5(A_0 + A_u)$ (m^2)

h : Ύψος στεγάσματος

A_0 : Επιφάνεια υπερκείμενου καταστρώματος, συμπεριλαμβανόμενης της επιφάνειας των εξωτερικών αστέγαστων διαδρομών (m^2).

A_u : Επιφάνεια πραγματικά στεγασμένου καταστρώματος (m^2).

k_1 : Διόρθωση για ύψος στεγάσματος διάφορο του 2.6 m : $k_1 = 1 + 0.02 \cdot (h - 2.6)$

k_2 : Διόρθωση για μήκος εσωτερικών τοιχωμάτων διάφορο του κανονισμού²²

$$k_2 = 1 + 0.05 \cdot (4.5 - l_1 / l_{DH})^{23}$$

k_3 : Διόρθωση για μήκος πλοίου διάφορο του κανονικού²⁴

²¹ Πίνακας 2.9, σελ. 101, Μελέτη Πλοίου Τόμος Α: Μεθοδολογία Προμελέτης

²² 4.5·(μήκος στεγάσματος)

²³ l_1 : ολικό μήκος εσωτερικών τοιχωμάτων, l_{DH} : μήκος στεγάσματος

²⁴ $L_{BP} = 60.35m$

Ο υπολογισμός των βαρών των υπερστεγασμάτων γίνεται μέσω του ακόλουθου πίνακα:

Θέση στεγάσματος	I	ΠΡΟΣΤΕΓΟ	II	ΟΙΑΚΙΣΤΗΡΙΟ
A_0 (m ²)	250	92	195	80
A_U (m ²)	250	140	250	195
A_0/A_U	1	1	1	1
A_m (m ²)	250	116	222.5	137.5
C_{DH} (kp/m ³)	57	57	55	40
h (m)	2.4	2.4	2.4	2.4
k_1	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996
k_2	1.175	1.175	1.175	1.175
k_3	0.908	0.908	0.908	0.908
W_{DH} (ton)	36.475	16.923	31.33	14.078
ΣW_{DH} (ton)	99			

$W_{SS}=99$ tons

Αθροίζοντας τα βάρη από τις μεθόδους Schneekluth και Muller-Koster έχω τελικά:

$$W_{ST_2} = W_{ST-schneekluth} + W_{SS} = 380.46 + 99 = 480$$

$W_{ST_2} = 480$ tons

✦ Μέθοδος Watson

Για να υπολογίσουμε τον δείκτη εξοπλισμού E_N , θα πρέπει να προσδιορίσουμε τον αριθμό, το μήκος και το ύψος των υπερκατασκευών και των υπερστεγασμάτων. Από το σχέδιο γενικής διάταξης (General Arrangement) του πατρικού πλοίου παρατηρώ ότι υπάρχουν 2 καταστρώματα υπερκατασκευών. Ακολουθεί ο αντίστοιχος πίνακας:

ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΠΕΡΣΤΕΓΑΣΜΑΤΩΝ

Χώρος No.	L_{2i} (m)	h_{2i} (m)	$h_{2i} \cdot l_{2i}$
1	20	2.5	50
2	9	2.5	22.5
$\Sigma h_{2i} \cdot l_{2i}$	-	-	72.5

Ο δείκτης εξοπλισμού θα είναι:

$$E_N = L \cdot (B + T) + 0.8 \cdot L \cdot (D - T) + 0.85 \cdot \sum h_{1i} \cdot l_{1i} + 0.75 \cdot \sum h_{2i} \cdot l_{2i} \rightarrow$$
$$E_N = 64 \cdot (12.8 + 3.9) + 0.8 \cdot 64 \cdot (5.1 - 3.9) + 0.75 \cdot 68.75 \rightarrow \mathbf{E_N = 1184}$$

Από το σχήμα 2.20²⁵ βρίσκω:

$$W_{ST}^* = 540 \text{ ton}$$

Είναι:

$$C_B^* = C_B + \frac{(1 - C_B) \cdot (0.8 \cdot D - T)}{3 \cdot T} = 0.72 + \frac{(1 - 0.72) \cdot (0.8 \cdot 4.65 - 4.14)}{3 \cdot 4.14} \rightarrow \mathbf{C_B^* = 0.71}$$

$$W_{ST2} = W_{ST}^* \cdot [1 + 0.5 \cdot (C_B^* - 0.7)] = 540 \cdot [1 + 0.5 \cdot (0.71 - 0.7)]$$

$$\mathbf{W_{ST3} = 543 \text{ ton}}$$

Για το βάρος της μεταλλικής κατασκευής θα πάρω το μέσον όρο:

$$W_{ST} = \frac{W_{ST1} + W_{ST2} + W_{ST3}}{3} = \frac{543 + 513 + 480}{3}$$

$$\mathbf{W_{ST-FINAL} = 512 \text{ ton}}$$

ο συντελεστής w_{st} θα είναι:

$$w_{st} = \frac{W_{st}}{L \cdot B \cdot D} = \frac{432.04}{64 \cdot 12.8 \cdot 5.1} \rightarrow$$

$$\mathbf{w_{st} = 0.119 \quad (\text{πολύ κοντά στο συντελεστή } 0.122 \text{ που επιλέξαμε)}$$

Βάρος Εξοπλισμού (W_{OT})

➤ Μέθοδος των συντελεστών

Από τον ίδιο πίνακα²⁶ θεωρώ $w_{OT} = 45 \text{ kp/m}^3$. Άρα: $W_{OT} = w_{OT} \cdot L \cdot B \cdot D = 45 \cdot 64 \cdot 12.8 \cdot 5.1 = 188$

$$\mathbf{W_{OT1} = 188 \text{ tons}}$$

➤ Χρήση Προσεγγιστικών τύπων

Με χρήση προσεγγιστικών τύπων²⁷, για δεξαμενόπλοια λαμβάνω $K_{OT} = 0.24 \text{ t/m}^2$. Άρα:

$$W_{OT2} = K_{OT} \cdot L \cdot B = 0.24 \cdot 64 \cdot 12.8 = 196.6$$

$$\mathbf{W_{OT2} = 196,6 \text{ ton}}$$

²⁵ Σελ. 85, Μελέτη Πλοίου Τόμος Α: Μεθοδολογία Προμελέτης

²⁶ Σελ. 85, Μελέτη και Εξοπλισμός Πλοίου Ι Μεθοδολογία Προμελέτης Συλλογή Βοηθημάτων

²⁷ Σελ. 119, Μελέτη Πλοίου Τόμος Α: Μεθοδολογία Προμελέτης

➔ Ομάδα Βαρών κατά Scheencluth (Υποδιαίρεση σε επιμέρους ομάδες Βαρών)

I. Καλύμματα Στομίων Κυτών.

Δεν υπάρχουν στόμια κυτών στο πετρελαιοφόρο.

II. Φορτοεκφορτωτικά μέσα.

Περιστρεφόμενος γερανός Μεγίστου βάρους ανύψωσης 5 τόννων. **Βάρος Γερανού 20 Τόννοι.**

III. Ενδιαίτηση.

Για φορτηγά μικρού ή μεσαίου μεγέθους (60-70 κρ/μ³) για τον αντίστοιχο όγκο ενδιαίτησης ο οποίος στο πατρικό πλοίο ανέρχεται σε 660m³ (θεωρώ 720 m³ στο υπό μελέτη πλοίο) οπότε **W_{III}=49 tons**

IV. Λοιπά Βάρη

Από προσεγγιστικό τύπο θα έχουμε $W_{IV} = (LBD)^{2/3} C_1 = (64 * 12,8 * 5,1)^{2/3} C_1 = 67.444 \text{ tons}$

W_{IV}=67,444 tons

Προσθέτωντας τα ανωτέρω μερικά βάρη βρίσκω

$$W_{OT3} = 123,644 \text{ ton}$$

Από τις τρεις τιμές του **W_{OT}** θα χρησιμοποιήσω τις δύο πρώτες γιατί πλησιάζουν πολύ κοντά μεταξύ τους.

$$W_{OT} = (W_{OT1} + W_{OT2})/2 = (188 + 196,6)/2 = 192.3$$

$$W_{OT-FINAL} = 192,3 \text{ tons}$$

Βάρος Μηχανολογικής εγκατάστασης (W_M)

1^{ος} ΤΡΟΠΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Στην περίπτωση του βάρους της μηχανολογικής εγκατάστασης **W_M** εφόσον καταλήξαμε σε $\Delta = 2300$ tons από τον συντελεστή Ναυαρχείου και για την ίδια τιμή 114 έχουμε **C_N = ($\Delta^{2/3} * V^3$)/ P(BHP)** βρίσκουμε

P(BHP) = 3360 BHP και από τον πίνακα²⁸ θεωρώ

$$w_M = 50 \text{ Kg/HP} \rightarrow W_{ST} = 3360 * 50 = 168 \text{ tons}$$

$$W_{M1} = 168 \text{ tons}$$

2^{ος} ΤΡΟΠΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Χρησιμοποιώντας την αναλυτική μέθοδο υπολογισμού του βάρους μηχανολογικής εγκατάστασης²⁹

θα έχουμε **W_M = W_{MM} + W_{MS} + W_{MR}**

$$w_1 = W_{MR}/LBD \text{ (3 Κρ/μ}^3\text{)}$$

$$w_2 = W_{MR}/SHP \text{ (22 Κρ/SHP)}$$

$$w_3 = W_{MS}/SHP \text{ (4 Κρ/SHP)}$$

$$w_4 = W_{MM}/SHP \text{ (22 Κρ/SHP)}$$

²⁸ Σελ. 90, Μελέτη και Εξοπλισμός Πλοίου Ι Μεθοδολογία Προμελέτης Συλλογή Βοηθημάτων.

²⁹ Σελ. 133, Μελέτη Πλοίου Τόμος Α: Μεθοδολογία Προμελέτης

Εφαρμόζοντας αναλυτικά υπολογίζω

$$W_{MR1}=w_1(LBD)=12.5 \text{ tons}$$

$$W_{MR2}= w_2(SHP)= 73.9 \text{ tons}$$

$$W_{MS}= w_3(SHP)=13.4 \text{ tons}$$

$$W_{MM}= w_4(SHP)= 73.9 \text{ tons}$$

$$W_M= W_{MR1}+ W_{MR2} + W_{MS} + W_{MM} =173,7 \text{ tons}$$

$$W_{M2}= 173,7 \text{ tons}$$

Και θεωρώντας τον μέσο όρο των δύο θα έχουμε

$$W_M= (W_{M1} + W_{M2})/2= 172,68 \text{ tons}$$

$$W_{M-FINAL}=170,8 \text{ tons}$$

Οπότε συνολικά θα έχουμε: $L.S.= W_{ST} + W_{OT} + W_M =512+192,3+170,8 =875,5 \text{ tons}$

$$L.S.= 876 \text{ tons}$$

Το L.S. του υπό μελέτη σκάφους με βάση τον συντελεστή από το πατρικό σκάφος $\lambda_{LS}=1.028$ θα είναι

$$L.S.=876/1.028=853 \text{ tons}$$

Ακολουθεί ο παρακάτω πίνακας για το υπό μελέτη σκάφος

W_M	W_{OT}	W_{ST}	
$W_{M1} = 168 \text{ tons}$	$W_{OT1} = 188 \text{ tons}$	$W_{ST1} = 510 \text{ tons}$	
$W_{M2} = 173,7 \text{ tons}$	$W_{OT2} = 196.6 \text{ tons}$	$W_{ST2} = 480 \text{ tons}$	
	$W_{OT3}=123.644 \text{ tons}$	$W_{ST3} = 543 \text{ tons}$	
$W_M \text{ AVERAGE} = 170,9 \text{ tons}$	$W_{OT \text{ AVERAGE}} = 192.3 \text{ tons}$	$W_{ST \text{ -AVERAGE}} = 512 \text{ ton}$	$W_{LS}=876.9 \text{ tons}$
$W_{M-FINAL} = 166 \text{ tons}$	$W_{OT-FINAL} = 188 \text{ tons}$	$W_{ST-FINAL} = 499 \text{ tons}$	$W_{LS-FINAL}=853 \text{ tons}$
$\Delta_B = 2290,7 \text{ tons}$	$\Delta_\Gamma \approx 2300 \text{ tons}$	$DWT = 1413,7 \text{ tons}$	

Για το συγκεκριμένο $\Delta_\Gamma = 2300 \text{ tons}$ υπολογίζω το αντίστοιχο βύθισμα

$$T = \Delta_\Gamma / (c_\gamma \cdot C_b \cdot L \cdot B) = 2300 / (1,03 \cdot 0,7 \cdot 64 \cdot 12,8) = 3,89 \text{ m}$$

$$T = 3,9 \text{ m}$$

ΝΕΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ

Υπολογισμός ύψους Εξάλων

Βασικό Ύψος Εξάλων

Θεωρώ μήκος του πλοίου $L=64,6$ m (από το σχέδιο του πατρικού σκάφους και για βύθισμα στα

0,85D βρίσκω συντελεστή $\lambda_L = \frac{L_{0,85D}}{L_{BP}} = 1,009375$ και αντίστοιχα πολλαπλασιάζοντας με το L_{BP} του

υπό μελέτη σκάφους βρίσκω το $L=64,6$ m.

Το σκάφος που μελετούμε είναι τύπου "Α" επομένως προκύπτει από τον πίνακα I³⁰ το βασικό ύψος εξάλων με γραμμική παρεμβολή (B.Y.E.) = $573 + [(639-573)/(65-60)] * (L-60) = 633$ mm

B.Y.E=633 mm

B.Y.E=633,72 mm

Δεν υφίσταται διόρθωση για πλοία κάτω των εκατό μέτρων γιατί το σκάφος είναι τύπου "Α".

Καλύμματα στομίων Κυτών

Θεωρούμε ότι τα καλύμματα των στομίων των κυτών είναι σύμφωνα με τους κανονισμούς. Οπότε δεν γίνεται ουδεμία διόρθωση.

Διόρθωση για τον συντελεστή γάστρας C_B

Βρίσκω το $C_{B0,85D}$. Θα ισχύει ο τύπος³¹ $C_{B0,85D} = C_{B0} \cdot \left(\frac{T_{0,85D}}{T_0}\right)^{\frac{C_{WL0}}{C_{B0}} - 1}$ και αντικαθιστώντας θα έχουμε

με $C_{B0} = 0,7$

$C_{WL0} = 0,8$

$T_{0,85D} = 0,85D = 4,335$ m

$T_0 = 3.899$ m $C_{B0,85D} = 0,7 * (4,335/3.899)^{[(0,8/0,7)-1]} = 0,710$

Έχουμε επομένως την παρακάτω διόρθωση

$$Y.E_2 = \left(\frac{C_{B0,85D} + 0.68}{1.36}\right) * B.Y.E = \frac{0.710 + 0.68}{1.36} * 633,72 = 647,699 \text{mm}$$

Y.E₂ = 647,699mm

Διόρθωση για το πλευρικό ύψος D_F

Το πλευρικό ύψος $D_F = D+t$

(όπου t είναι το πάχος του ελάσματος της υδροροής του καταστρώματος εξάλων).

Θεωρώ ότι $t=12$ mm

Έχουμε $D_F = D+t = 5,1+0,012=5,112$ m

D_F = 5,112m

³⁰ Σελ. Δ-14, Μελέτη και Εξοπλισμός Πλοίου I Μεθοδολογία Προμελέτης Συλλογή Βοηθημάτων.

³¹ Σελ. 38, Μελέτη και Εξοπλισμός Πλοίου I Μεθοδολογία Προμελέτης Συλλογή Βοηθημάτων.

Επειδή $D_F > L/15 \Rightarrow 5,112 > 64/15 = 4,266 \text{ m}$

το ύψος εξάλων **πρέπει να αυξηθεί** κατά $(D_F - L/15) \cdot R \text{ \{mm\}}$ όπου $R = L/0,48$ γιατί $L < 120 \text{ m}$

άρα προσαύξηση κατά $(5,112 - (64/15)) \cdot (64/0,48) = 112,711 \text{ mm}$

$Y.E_3 = Y.E_2 + 112,711 = 647,76 + 112,711 = 760,478 \text{ mm}$

Y.E₃ = 760,5mm

Διόρθωση για υπερκατασκευές και πυργωτά υπερκατασκευάσματα

Το πρόστεγο έχει μήκος σύμφωνα με τους κανονισμούς $5\%L_{BP} \leq L_{BACK} \leq 5\%L_{BP} + 3,05 \text{ m}$

$3,2 \leq L_{BACK} \leq 6,25 \text{ m}$ Στο υπό μελέτη πλοίο έχουμε θεωρήσει $L_{BACK} = 5,7 \text{ m}$ και λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς της γραμμής φόρτωσης.

Η υπερκατασκευή του πλοίου έχει πλάτος $b = 12,8 - (2 \cdot 1,2) = 10,4 \text{ m} > 19,32 \text{ m} > 0,6 \cdot B = 7,68 \text{ m}$ και απέχει απόσταση από τα πλαϊνά του σκάφους $1,2 \text{ m} > 0,512 \text{ m} = 0,04 \cdot B$, και επομένως θεωρείται υπερκατασκευή.

Κατασκευάζω τον παρακάτω πίνακα:

	Πραγματικό μήκος l (S) (m)	Πραγματικό ύψος h (m)	Κανονικό ύψος h _s (m)	Πλάτος b σε 0,5·l (m)	Πλάτος πλοίου B _s σε 0,5·l (m)	Δρών μήκος L _E E (m)
ΠΡΟΣΤΕΓΟ	5,7	2,5	1,8	9	9	5,7
ΥΠΕΡΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	19,38	2,5	1,8	10,4	12,8	15,75
ΣΥΝΟΛΟ	S=25.08					E=21.45

Στο εν λόγω πλοίο το ύψος υπερκατασκευής θα είναι μεγαλύτερο του κανονικού και επομένως καμία αύξηση του δρώντος μήκους ϵ δεν γίνεται για ύψος υπερκατασκευής μεγαλύτερο από το κανονικό.

Επειδή έχουμε ($h > h_s$) το δρων μήκος του πρόστεγου υπολογίστηκε με τον τύπο:

$$L_{Ei} = L \cdot (b/B_s)$$

Ολικό πραγματικό μήκος υπερκατασκευών : $S = \sum L_i = 25.08 \text{ m}$

Ολικό δρων μήκος υπερκατασκευών : $E = \sum L_{Ei} = 21.45 \text{ m}$

$E = 0,332L$

Μείωση ύψους εξάλων για $E = 1,0L$: 689.44 mm

Ποσοστό έκπτωσης για $E = 0,332L$: 24.2%

Μείωση ύψους εξάλων για $E = 0,332L$: $689.44 \cdot 0.242 = 166.844 \text{ mm}$

ΜΕΙΩΣΗ B.Y.E. = 166.844 mm

Επομένως $Y.E_4 = Y.E_3 - 166.844 = 760,478 - 166.844 = 593,634 \text{ mm}$

Y.E₄ = 593,634mm

Διόρθωση για σιμότητα

Θεωρούμε ότι το πλοίο που μελετούμε κατασκευάζεται με μηδενική σιμότητα επομένως θα υπάρχει έλλειψη σιμότητας και επομένως υπολογίζουμε την διόρθωση με βάση την κανονική σιμότητα για την οποία παίρνω τον μέσο όρο την ΠΡ και την ΠΜ σιμότητας

$$\text{Πρωραία Σιμότητα. } M_{NF}=16,6750*(L/3 +10) = 16,6750*(64,6/3 +10)=525,818 \Rightarrow M_{NF}= 525,818$$

$$\text{Πρυμναία Σιμότητα. } M_{NA}=8,3375*(L/3 +10) = 8,3375*(64,6/3 +10) = 262,909 \Rightarrow M_{NA}= 262,909$$

$$\text{Μέση Σιμότητα } M_N= (M_{NF}+ M_{NA})/2= (525,818+262,909)/2=394,3635 \Rightarrow M_N= 394,3635$$

Συνολικό Έλλειμμα

$$M_N= 394,3635$$

$$\text{Διόρθωση } (0,75-S/2*L)*M_N = (0.75-25.08/2*64.6)*394.3635=219,219\text{mm}$$

$$\text{Επομένως } Y.E_5 = Y.E_4 +219.219=593,634 +219,219 =812,853\text{mm}$$

$$Y.E_5 = 812,853 \text{ mm}$$

Ελάχιστο Ύψος Πρώρας

Το ελάχιστο απαιτούμενο ύψος πρώρας ή ελάχιστο ύψος εξάλων στην πρωραία κάθετο είναι συναρτήσει του μήκους του πλοίου και υπολογίζεται ως κάτωθι:

$$E.Y.P.= 56*L*(1-L/500)*\frac{1.36}{C_{B0.85D} + 0.68} \{\text{mm}\} =56*64.6(1-64.6/500) * \frac{1.36}{0.710 + 0.68} =3082.923\text{mm}$$

$$E.Y.P.= 3083 \text{ mm}$$

Υπάρχον Ύψος πρώρας

$$\text{ΥΠΑΡΧΟΝ ΥΨΟΣ ΠΡΩΡΑΣ} = Y.E_5 + h_{\text{FORECASTLE}}= 812,853+ 2500= 3312.853 \text{ mm}$$

Επομένως το υπάρχον ύψος πρώρας είναι μεγαλύτερο από το Ε.Υ.Π.

$$\text{ΥΠΑΡΧΟΝ ΥΨΟΣ ΠΡΩΡΑΣ} > E.Y.P. \Rightarrow 3313\text{mm} > 3087\text{mm}$$

Επιπρόσθετα από την στιγμή που το απαιτούμενο Ε.Υ.Π. ικανοποιείται με την ύπαρξη προστέγου το πρόστεγο εκτείνεται σε μήκος τουλάχιστον $0,07L=4.48\text{m}$. Πράγματι το μήκος προστέγου είναι $L_{\text{BACK}}=5.7\text{m}$.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΥΨΟΥΣ ΕΞΑΛΩΝ

Το τελικό ύψος εξάλων (θέρους) είναι:

$$F_b = Y.E_5 \Rightarrow F_B= 812,853 \text{ mm} \approx 813\text{mm}$$

$$F_B= 813 \text{ mm}$$

ΜΕΓΙΣΤΟ ΕΜΦΟΡΤΟ ΒΥΘΙΣΜΑ

Το μέγιστο επιτρεπόμενο βύθισμα από τη Γραμμή Φόρτωσης είναι ίσο με:

$$T_{Γ.Φ.} = D_F - F_B = 5112 - 813 = 4299 \text{ mm}$$

$$T_{Γ.Φ.} = 4299 = 4.299 \text{ m}$$

$$T_{Γ.Φ.} = 4.3 \text{ m}$$

Αυτό είναι το μέγιστο βύθισμα στο οποίο μπορεί το πλοίο να πλεύσει και είναι $T_{Γ.Φ.} = 4.3 \text{ m} > T_d = 3.9 \text{ m}$

Επομένως οι υπολογισμοί μας είναι εντάξει από την πλευρά της γραμμής φόρτωσης και για τις νέα τιμές συνεχίζουμε την εργασία μας με βύθισμα $T = \min\{T_{design}, T_{Γ.Φ.}\} = T_D = 3.9 \text{ m}$

ΕΛΕΓΧΟΣ ΟΓΚΩΝ – ΝΕΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΤΕΛΕΥΤΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ Δ_{WB}

Από τους εμπειρικούς τύπους³²:

$$\text{με } C_{B0} = 0.7$$

$$C_{WL0} = 0.8$$

$$T_1 = 2.515 \text{ m}$$

$$T_0 = 3.9 \text{ m}$$

$$\Delta_0 = 2300 \text{ tons} \Rightarrow \nabla_0 = 2233 \text{ m}^3$$

Αντικαθιστώντας θα έχουμε

$$\nabla_1 = \nabla_0 \cdot \left(\frac{T_1}{T_0}\right)^{\frac{C_{WL0}}{C_{B0}}} = 2233 \cdot \left(\frac{2.515}{3.9}\right)^{\frac{0.8}{0.7}} = 1353$$

$$\nabla_{WB} = 1353 \text{ m}^3$$

$$\text{Με } \gamma = 1.03 \text{ tons/ m}^3$$

$$\Delta_{WB} = 1394 \text{ tons}$$

$$WB_{min} = \Delta_{WB} - L.S. - \text{crew} - \text{constants} - 10\% \text{ ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ}$$

$$W_{L.S.} = 853 \text{ tons}$$

$$\text{Και με αντικατάσταση βρίσκω } WB_{min} = 1394 - 853 - 2.43 - 0.1 \cdot (213.2 + 43.2 + 3.360) = 512.5 \text{ tons}$$

$$WB_{min} = 512.5 \text{ tons}$$

Από το πατρικό σκάφος το οποίο είναι το TK-1

Έχουμε υπολογίσει το

³² Σελ. 38, Μελέτη και Εξοπλισμός Πλοίου Ι Μεθοδολογία Προμελέτης Συλλογή Βοηθημάτων

$$Cv_{total} = \frac{\nabla_{cargo} + \nabla_{WB} + \nabla_{DO}}{L_c \cdot B \cdot D} \text{ υπολογίζω το } Cv_{total}$$

$$\nabla_{cargo} = 1177 \text{ m}^3$$

$$\nabla_{WB} = 308 \text{ m}^3$$

$$\nabla_{DO} = 125 \text{ m}^3$$

$$L_{cargo} = 36.72 \text{ m}$$

$$B = B_c = 10.004 \text{ m}$$

$$D = D_c = 4.65 \text{ m}$$

$$Cv_{total} = 0.942$$

Χρησιμοποιώντας τον ανωτέρω συντελεστή για το υπό μελέτη σκάφος θα υπολογίσουμε αν ο διαθέσιμο όγκος ικανοποιεί τις απαιτήσεις για μεταφορά του ζητούμενου όγκου καυσίμου- νερού. Θεωρώντας για το υπό μελέτη σκάφος

$$L_{cargo} = 37.26 \text{ m}$$

$$B = 10 \text{ m}$$

$$D = 5.1 \text{ m}$$

Βρίσκουμε ΔΙΑΘΕΣΙΜΟ ΟΓΚΟ = 1790 m³

Το απαιτούμενο $\nabla_{WB} = 512.5 / 1.025 = 500 \text{ m}^3$

$$\nabla_{WB} = 500 \text{ m}^3$$

$$\nabla_{cargo} = 1200 \text{ m}^3$$

$$\text{TOTAL} = 1700 \text{ m}^3$$

Επομένως μπορώ στο χώρο του CARGO να αποθηκεύσω

$$\nabla_{DO-CARGO} = \text{ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΣ ΟΓΚΟΣ-TOTAL} = 1790 - 1700 = 90 \text{ m}^3$$

$$\nabla_{DO-CARGO} = 90 \text{ m}^3$$

Από το σύνολο των 213,2 tons καυσίμου D.O. (213,2/0.883=241,5m³) θα αποθηκευθούν κατά το μήκος του $L_{cargo} = 90 \text{ m}^3$.

Το υπόλοιπο D.O. θα αποθηκευθεί στο χώρο του μηχανοστασίου

$$\nabla_{DO-ENGROOM} = 241.5 - 90 = 151.5 \text{ m}^3$$

$$\nabla_{DO-ENGROOM-REST} = 151.5 \text{ m}^3$$

$$\nabla_{DO-CARGO} = 90 \text{ m}^3$$

$$\nabla_{DS+SETTLING} = 70.125 \text{ m}^3$$

ΕΛΕΓΧΟΣ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΜΗΧΑΝΟΣΤΑΣΙΟΥ ΓΙΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ

Daily Service Diesel oil και Settling Diesel oil

Από την ποσότητα του Diesel oil που θα αποθηκευθεί στο χώρο του Μηχανοστασίου έχουμε

$$\nabla_{DAILY-SERVICE} = \nabla_{DO-TOTAL} / 10 = 241.5 / 12 = 20.125 \text{ m}^3$$

$$\nabla_{DAILY-SERVICE} = 20.125 \text{ m}^3$$

$$\nabla_{DO-SETTLING} = 50 \text{ m}^3$$

Απομένει επομένως $\nabla_{DO-ENGROOM} = 151.5 \text{ m}^3 - 20.125 \text{ m}^3 - 50 \text{ m}^3 \approx 33 \text{ m}^3$

$$\nabla_{DO-ENGROOM} = 81.375 \text{ m}^3$$

Ο ανωτέρω όγκος καυσίμου μπορεί να τοποθετηθεί στο χώρο του μηχ/σίου.

1.4 ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΩΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΜΕ ΕΜΦΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ

ΑΡΧΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ Κ.Γ. ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΟΥ ΚΡΑΤΑΙΟΣ

Από τους πίνακες ομοίων πλοίων και για το πατρικό σκάφος θα έχουμε

KG/D=0.58 (FULL LOAD DEPARTURE)

οπότε θα έχουμε για υπό μελέτη σκάφος

$$\mathbf{KG=0.58*5.1=2.958}$$

Διόρθωση λόγω ελευθέρων επιφανειών.

Το L_{cargo} του υπό μελέτη σκάφους είναι $L_{\text{cargo}}=37.28\text{m}$ και υποδιαιρείται σε 4 τμήματα

$$\text{μήκους } l_{\text{cargo}} = L_{\text{cargo}} / 4 = 9.32\text{m}$$

Από το γενικό σχέδιο του σκάφους και για τις οχτώ (8) δεξαμενές του χώρου cargo κάνω την διόρθωση για το KG.

$$\mathbf{\Delta KG = \Sigma i\gamma / \Delta = \Sigma (li \cdot bi^3) \cdot \gamma / \Delta \cdot 12 = 8 \times [(9.32 \times 3.9^3) \times 0.86 / 2300 \times 12] = 0.138\text{m}}$$

$$\mathbf{KG_{corrected} = KG + \Delta KG = 2.958 + 0.138 = 3.096 \text{ m}}$$

$$\mathbf{KG_{corrected} = 3.096 \text{ m}}$$

Από εμπειρικούς τύπους³³ για το KB και το BM κάνω μία πρώτη εκτίμηση του GM

$$KB = T \cdot \frac{C_{WL}}{C_{WL} + C_B} = 3.9 \cdot \frac{0.8}{0.8 + 0.7} = 2.08$$

$$\mathbf{KB = 2.08 \text{ m}}$$

³³ Σελ. 38, Μελέτη και Εξοπλισμός Πλοίου Ι Μεθοδολογία Προμελέτης Συλλογή Βοηθημάτων

$$BM = (0.008 + 0.0745 \cdot C_{WL}^2) \cdot \frac{B^2}{C_B \cdot T} = (0.008 + 0.0745 \cdot 0.8^2) \cdot \frac{12,8^2}{0.7 \cdot 3,899} = 3.342$$

BM=3.342 m

Οπότε $GM=KB+BM-KG= 2.08+3.342-3.096=2.326$ m

GM=2.326 m ✓

KB=	2.080 m
BM=	3.342 m
KG_{corrected}=	3.096 m
GM=	2.326 m

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΕΝΤΡΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΟΥ LIGHT SHIP ΤΟΥ ΠΑΤΡΙΚΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

Από πίνακες³⁴ και το G.A.³⁵ του πατρικού πλοίου, για δεξαμενόπλοια παίρνω τους λόγους KG/D και LCG/L και στη συνέχεια κατασκευάζω πίνακα για τον υπολογισμό του καθ' ύψους και διαμήκους κέντρου βάρους του πατρικού πλοίου³⁶. Τις ομάδες βαρών τις λαμβάνω από τον υπολογισμό του L.S. του πατρικού, διαιρούμενες με το συντελεστή συσχέτισης $\lambda = 1.028$. Είναι:

Από το πατρικό πλοίο παίρνω τα εξής δεδομένα για τη Light Ship Condition:

$$KG_{LS} = 2.98 \text{ m} \quad \text{και} \quad LCG_{LS} = 26.32 \text{ m}$$

Έχουμε τον ακόλουθο πίνακα:

Ομάδες Βαρών	Tons	KG / D	KG' (m)	M _T (t□m)	LCG /L _{BP}	LCG' (m)	M _L (t□m)
W_{ST}	305.521	0.58	2.697	823.990137	0.500	30.175	9219.09618
W_{OT}	119.885	0.98	4.557	546.315945	0.550	33.1925	3979.28286
W_M	104	0.49	2.279	236.469566	0.216	13.0356	1352.87367
L.S.	529.19	0.69	3.036	1606.77565	0.450	27.497	14551.2527

Αρα λαμβάνω συντελεστή διόρθωσης για το KG και LCG του πατρικού πλοίου:

$$\lambda_{KG} = \frac{KG_{\text{ΠΠ}}}{KG_{\text{ΥΠ}}} = \frac{2.98}{3.036} \rightarrow$$

$$\lambda_{KG} = 0.982 \quad \checkmark$$

$$\lambda_{LCG} = \frac{LCG_{\text{ΠΠ}}}{LCG_{\text{ΥΠ}}} = \frac{26.32}{27.497} \rightarrow$$

$$\lambda_{LCG} = 0.957 \quad \checkmark$$

³⁴ Σελ. 101 – 102, Μελέτη και Εξοπλισμός Πλοίου Ι Μεθοδολογία Προμελέτης Συλλογή Βοηθημάτων

³⁵ Για την εύρεση του LCG_M

³⁶ Με D = 4.65 m και L_{BP} = 60.35 m

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΕΝΤΡΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΟΥ LIGHT SHIP ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

"ΚΡΑΤΑΙΟΣ"

Με τους ίδιους λόγους KG/D και LCG/L_{BP} με το πατρικό πλοίο, κατασκευάζω τον αντίστοιχο πίνακα του πλοίου μου:

Ομάδες Βαρών	Tons	KG / D	KG' (m)	M _T (t-m)	LCG /L _{BP}	LCG' (m)	M _L (t-m)
W _{ST}	499.3000	0.5800	2.9580	1476.9294	0.5000	32.0000	15977.600
W _{OT}	188.9000	0.9800	4.9980	944.1222	0.5500	35.2000	6649.280
W _M	164.9000	0.4900	2.4990	412.0851	0.2160	13.0000	2143.700
L.S.	853.1000	0.6512	3.3210	2833.1367	0.4350	29.0360	24770.580

Το τελικό κέντρο βάρους του L.S. του πλοίου θα είναι:

$$KG_{LS} = KG' \cdot \lambda_{KG} = 3.321 \cdot 0.982 \rightarrow$$

$$LCG_{LS} = LCG' \cdot \lambda_{LCG} = 26,32 \cdot 0.957 \rightarrow$$

$$KG_{LS} = 3.26 \text{ m}$$

$$LCG_{LS} = 27.8 \text{ m}$$

$$KG_{LS} = 3.26 \text{ m}$$

$$LCG_{LS} = 27.8 \text{ m}$$

ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΡΟΣΘΕΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ (DWT)

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ DWT ΣΚΑΦΟΥΣ

Από τους ανωτέρω υπολογισμούς και έχοντας υπολογίσει

$$W_{LS-FINAL} = 853.1 \text{ tons και } \Delta_T = 2300 \text{ tons}$$

Για το συγκεκριμένο $\Delta_T = 2300 \text{ tons}$ έχουμε υπολογίσει το αντίστοιχο βύθισμα

$$T = \Delta_T / (c_y \cdot C_b \cdot L \cdot B) = 2300 / (1,03 \cdot 0.7 \cdot 64 \cdot 12.8) = 3.89 \text{ m}$$

$$T = 3.9 \text{ m}$$

Το βάρος ωφέλιμου φορτίου DWT θα δίδεται από:

$$DWT = \Delta_T - W_{LS-FINAL} = 2300 - 853.1 = 1446.9 \text{ tons}$$

$$DWT = 1446.9 \text{ tons}$$

Έχουμε:

ΒΑΡΟΣ ΚΑΥΣΙΜΩΝ (DIESEL OIL)

Για τον υπολογισμό του $W_F = W_{F1} + W_{F2}$ (περιέχει και τα λιπαντικά) θεωρώ:

- Μέση κατανάλωση καυσίμου για μεσόστροφη DIESEL 190gr/KWh
- Κατανάλωση βοηθητικών μηχανημάτων το 6% της κατανάλωσης καυσίμων της Κ. Μηχανής.
- Βάρος λιπαντικών W_{F2} αντιστοιχεί περίπου στα 4% του βάρους των καυσίμων W_{F1}
- Εφεδρεία για υπερκατανάλωση λόγω αλλαγής πορείας, απρόβλεπτης αναμονής, αρωγή σε περίπτωση ανάγκης και κατάλοιπα δεξαμενών 2-4%

Από την υπολογισθείσα ανωτέρω ισχύ $P_{(BHP)} = 3358 \text{ HP}$ και με βάσει τις προηγούμενες παραδοχές θα έχω

$$W_{F1} = (P_{B,1} * b_1 * t_1 + P_{B,2} * b_2 * t_2) * C * 10^{-6} \text{ (tons)} \text{ υπολογίζω } 184.34 \text{ tons}$$

$$W_{F1} = 184.340 \text{ tons}$$

όπου

W_{F1} : βάρος καυσίμων Itl

$P_{B,1}$: εγκατεστημένη ισχύς Κ. Μηχανής σε IkWl

b_1 : ειδική κατανάλωση Κ.Μ. Igr/kW*hl

t_1 : χρόνος ταξιδιού μετ' επιστροφής lhrsI με βάση την υπηρεσιακή ταχύτητα και ακτίνα δράσης (10 ημέρες)

$P_{B,2}$: απαιτούμενη μέση ισχύς ηλεκτρογεννητριών

b_2 : ειδική κατανάλωση Ηλεκτρογεννητριών σε Igr/kW*hl

t_2 : χρόνος λειτουργίας ηλεκτρογεννητριών lhrsI

C : 1,2 Εφεδρεία για υπερκατανάλωση λόγω αλλαγής πορείας, απρόβλεπτης αναμονής, αρωγή σε περίπτωση ανάγκης και κατάλοιπα δεξαμενών

ΒΑΡΟΣ ΛΙΠΑΝΤΙΚΩΝ W_{LO}

$$W_{LO} = 0,04 * W_{F1} = 7.4 \text{ tons}$$

$$W_{LO} = 7.4 \text{ tons}$$

$$\underline{\text{ΣΥΝΟΛΟ}} : W_F = W_{F1} + W_{LO} = 184.34 + 7.4 = 191.8 \text{ tons}$$

$$W_F = 191.8 \text{ tons}$$

ΕΦΟΔΙΑ ΝΕΡΟΥ : 200 kg/ανθρωποημέρα

ΠΛΗΡΩΜΑ : 18

ΑΚΤΙΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ: 3744 sm που αντιστοιχεί σε 12 ημέρες ταξιδιού.

Αυτό αντιστοιχεί σε $200 \text{ kg} \times 18 \times 12 \text{ ΗΜΕΡΕΣ} = 43.2 \text{ tons}$ Νερού.

$$W_{\text{FRESH WATER}} = 43.2 \text{ tons}$$

ΒΑΡΟΣ ΕΦΟΔΙΩΝ-ΤΡΟΦΙΜΩΝ : 16Kg/ ανθρωποημέρα

Βάρος Εφοδίων Τροφίμων : $16 \text{ kg} \times 18 \times 12 = 3,456 \text{ Tons}$

$$W_{\text{PROVISIONS}} = 3.456 \text{ tons}$$

Βάρος Πληρώματος – Αποσκευών :

75 Kg/μέλος (βάρος ανά άτομο) + 60Kg/μέλος (Αποσκευές)

$$18 \times (75+60) = 2,43 \text{ tons}$$

$$W_{\text{CREW}} = 2.43 \text{ tons}$$

Βάρος Υγρού Έρματος Β (το θεωρούμε 0)

Από τις ανωτέρω τιμές υπολογίζω το W_{PLO} το οποίο θα δίδεται σαν η παρακάτω διαφορά.

$$W_{PLO} = DWT - (W_F + W_{FW} + W_{PROV} + W_{CREW}) = 1446.9 - (191.8 + 43.2 + 3.456 + 2.43) = 1206 \text{ tons}$$

$$W_{PLO} = 1206 \text{ tons}$$

Συγκεντρωτικά, η ανάλυση του DWT δίνεται στον ακόλουθο πίνακα:

Ομάδες Βαρών	(tons)
W_{PLO}	1206.000
W_{DO-FO}	184.340
W_{LO}	7.400
W_{FW}	43.200
W_{PROV}	3.456
W_{CR}	2.430
DWT	1446.900

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΕΝΤΡΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΟΥ DWT ΤΟΥ ΠΑΤΡΙΚΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

Στον παρακάτω πίνακα υπολογίζεται το κέντρο βάρους του DWT του πατρικού πλοίου για τις καταστάσεις αναχώρησης (Full Load Departure) και άφιξης (Full Load Arrival).

FULL LOAD DEPARTURE								
SPACE DISCRIPTION	FRAME	WEIGHT (tons)	KG (m)	KG/D	M _T (t□m)	LCG (m)	LCG/L	M _L (t-m)
CARGO TK 2 P+S	73-88	148.68	2.87	0.562	426.563	43.27	0.676	6,433
CARGO TK 2 C	73-88	178.08	2.60	0.509	463.008	43.40	0.678	7,729
CARGO TK 3 P+S	58-73	157.64	2.44	0.478	385.115	35.37	0.552	5,576
CARGO TK 3 C	58-73	157.92	2.32	0.454	366.374	35.37	0.552	5,586
CARGO TK 4 P+S	43-58	152.88	2.44	0.478	373.180	27.27	0.426	4,169
CARGO TK 4 C	43-58	162.92	2.32	0.454	377.974	27.27	0.426	4,443
CARGO TK 5 P+S	28-43	149.48	2.58	0.505	386.256	19.32	0.301	2,888
CARGO TK 5 C	31-43	134.78	2.38	0.466	320.776	19.98	0.312	2,693
TOTAL PAYLOAD		1242.38	2.50	0.490	3,099.247	31.81	0.497	39,516
FUEL OIL P+S	24-28	35.28	2.89	0.566	102	14.07	0.219	496
DAILY TKS P+S	27-29	8.15	4.10	0.803	33	15.12	0.236	123
TOTAL FO-DO		43.43	3.11	0.609	135	14.27	0.222	620
LUB OIL TKS P+S	6-9	1.26	3.30	0.647	4.16	4.09	0.063	5
LUB OIL TKS P+S	30	1.62	3.75	0.735	6.08	16.34	0.255	26
TOTAL LO		2.88	3.55	0.696	10.23	10.99	0.171	32
FRESH WATER P+S	6-9	20	4.37	0.856	87.38	4.09	0.063	82
CREW+ PROV. +STORES	-	20	6.00	1.176	120.00	9.00	0.140	180
TOTAL		1325.81	2.60	0.509	3452.09	30.12	0.470	39933

FULL LOAD ARRIVAL								
SPACE DISCRIPTION	FRAME	WEIGHT (tons)	KG (m)	KG/D	M _T (t□m)	LCG (m)	LCG/L	M _L (t-m)
CARGO TK 2 P+S	73-88	148.68	2.87	0.562	426.56292	43.27	0.676	6433.38 36
CARGO TK 2 C	73-88	178.08	2.60	0.509	463.008	43.4	0.678	7728.67 2
CARGO TK 3 P+S	58-73	157.64	2.44	0.479	385.11452	35.37	0.552	5575.72 68
CARGO TK 3 C	58-73	157.92	2.32	0.454	366.3744	35.37	0.552	5585.63 04
CARGO TK 4 P+S	43-58	152.88	2.44	0.478	373.18008	27.27	0.426	4169.03 76
CARGO TK 4 C	43-58	162.92	2.32	0.454	377.9744	27.27	0.426	4442.82 84
CARGO TK 5 P+S	28-43	149.48	2.58	0.506	386.25632	19.32	0.302	2887.95 36
CARGO TK 5 C	31-43	134.78	2.38	0.466	320.7764	19.98	0.312	2692.90 44
TOTAL PAYLOAD		1242.38	2.50	0.489	3099.247	31.806	0.496	39516.1
SPACE DISCRIPTION	FRAME	WEIGHT (tons)	KG (m)	KG/D	M _T (t□m)	LCG (m)	LCG/L	M _L (t-m)
FUEL OIL P+S (10%)	24-28	3.5	0.78	0.152	2.73	14.220	0.221	49.77
DAILY TKS P+S	27-29	8.15	4.10	0.803	33.415	15.120	0.236	123
TOTAL FO-DO		11.65	3.10	0.608	36	14.849	0.232	173
LUB OIL TKS P+S	6-9	1.26	3.30	0.647	4	4.090	0.063	5
LUB OIL TKS P+S	30	1.62	3.75	0.735	6	16.340	0.255	26
TOTAL LO		2.88	3.55	0.696	10	10.994	0.171	32
FRESH WATER P+S (10%)	6-9	2	3.60	0.705	7	4.080	0.063	8
CREW+ PROV. +STORES	-	10	6.00	1.176	60	9.000	0.140	90
TOTAL		1268.91	2.53	0.496	3213	31	0.484	39819

Για τον προσδιορισμό της καθ' ύψους θέσης του κέντρου βάρους του ωφέλιμου φορτίου για το υπό μελέτη πλοίο θα χρησιμοποιηθεί ο παρακάτω τύπος:

$$KG = h_{D.B.} + 0.52 \cdot (D - h_{D.B.})$$

Επομένως ο τύπος αυτός θα χρησιμοποιηθεί και στο υπό μελέτη πλοίο ώστε να προκύψει ο απαραίτητος συντελεστής διόρθωσης.

Είναι:

$$KG_{YII} = h_{D.B.} + 0.52 \cdot (D - h_{D.B.}) = 0 + 0.52 \cdot (4,65 - 0) \rightarrow \quad \mathbf{KG_{YII} = 2.418 \text{ m}}$$

$$\lambda_{KG} = \frac{KG_{IP}}{KG_{YII}} = \frac{2,497}{2,418} \rightarrow$$

$$\lambda_{KG} = 1.032 \checkmark$$

Για τον προσδιορισμό της κατά μήκος θέσης του κέντρου βάρους του ωφέλιμου φορτίου για το υπό μελέτη πλοίο θα χρησιμοποιηθεί ο παρακάτω λόγος και θα είναι ίσος με αυτόν του πατρικού πλοίου:

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΕΝΤΡΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΟΥ DWT ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ "ΚΡΑΤΑΙΟΣ"

Με δεδομένους τους λόγους KG/D και LCG/L του πατρικού πλοίου για κάθε ομάδα βαρών του DWT, θα σχηματίσω τον αντίστοιχο πίνακα για το πλοίο "ΚΡΑΤΑΙΟΣ" στις καταστάσεις Departure και Arrival³⁷. Το KG και το LCG του W_{PLO} για τις δύο καταστάσεις θα είναι αντίστοιχα:

$$^{38} KG' = h_{D.B.} + 0.52 \cdot (D - h_{D.B.}) = 1,2 + 0.52 \cdot (5,1 - 1,2) \rightarrow \quad \mathbf{KG' = 3.228 \text{ m}}$$

$$KG = \lambda_{KG} \cdot KG' = 1,032 \cdot 3,228 \rightarrow \quad \mathbf{KG = 3.331 \text{ m}}$$

$$\frac{LCG}{L_{cargo}} = 0.996 \rightarrow LCG = 0.996 \cdot L_{cargo} = 0.996 \cdot 37,26 \rightarrow \quad \mathbf{LCG = 37.146 \text{ m}}$$

FULL LOAD DEPARTURE							
Ομάδες Βαρών	WEIGHT (tons)	KG (m)	KG/D	M_T (t·m)	LCG (m)	LCG/L	M_L (t·m)
W_{PLO}	1206.00	3.331	0.653	4017.186	37.146	0.589	44798.076
W_{DO}	184.340	2.200	0.117	405.548	12.00	0.766	2212.08
W_{LO}	7.400	0.700	0.633	5.180	7.150	0.111	52.910
W_{FW}	43.200	3.331	0.882	143.899	4.288	0.067	185.241
$W_{PROV-STORES}$	3.456	6.000	1.290	20.736	9.536	0.149	32.956
W_{CREW}	2.430	6.000	1.290	14.580	9.536	0.149	23.172
DEPARTURE	1446.900	3.184	0.596	4607.130	32.69	0.510	47304.43

FULL LOAD ARRIVAL							
Ομάδες Βαρών	WEIGHT (tons)	KG (m)	KG/D	M_T (t·m)	LCG (m)	LCG/L	M_L (t·m)
W_{PLO}	1206	3.331	0.650	4017.186	37.150	0.580	44798.080
W_{DO}	18.43	2.000	0.390	36.860	12.00	0.228	221.208
W_{LO}	0.850	2.000	0.390	1.700	7.150	0.111	6.077
W_{FW}	4.200	3.000	0.590	12.600	4.290	0.067	18.009
$W_{PROV-STORES}$	0.345	6.000	1.180	2.074	9.540	0.149	3.295
W_{CREW}	2.430	6.000	1.180	14.58	9.540	0.149	23.172
ARRIVAL	1232.000	3.315	0.650	4.085	36.582	0.57	45069.57

³⁷ Στην κατάσταση Arrival θεωρώ ότι τα αναλώσιμα υπάρχουν σε ποσότητα 10 % των αρχικών και ότι δεν έχω έρμα, αφού δεν έχω υπολογίσει αν και σε τι ποσότητα είναι αυτό απαραίτητο

³⁸ $h_{D.B.}$ καθώς και το L_{cargo} του υπό μελέτη πλοίου έχουν υπολογιστεί ανωτέρω στην σελίδα 13 της παρούσας εργασίας

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΕΝΤΡΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΟΥ ΕΜΦΟΡΤΟΥ ΚΑΙ ΠΛΗΡΩΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

Έχοντας υπολογίσει τα κέντρα βαρών του Light Ship και του DWT του πλοίου μου, υπολογίζω το τελικό κέντρο βάρους για τις δύο καταστάσεις. Ο υπολογισμός γίνεται στους παρακάτω πίνακες:

FULL LOAD DEPARTURE					
Ομάδες Βαρών	WEIGHT (tons)	KG (m)	M _T (t-m)	LCG (m)	M _L (t-m)
L.S	853.1	3.26	2781.10	27.80	23716.18
DWT	1446.9	3.18	4607.13	32.69	47304.43
Δ	2300.0	3.21	7388	30.878	71020.61

FULL LOAD ARRIVAL					
Ομάδες Βαρών	WEIGHT (tons)	KG (m)	M _T (t-m)	LCG (m)	M _L (t-m)
L.S	853.1	3.26	2781.1	27.8	23716.18
DWT	1232	3.32	4084.08	36.58	45069.57
Δ	2085.1	3.29	6,865	32.989	68785.75

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΕΝΤΡΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΟΥ ΑΦΟΡΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ (BALLAST ARRIVAL CONDITION)

Ομάδες Βαρών	WEIGHT (tons)	KG (m)	M _T (t-m)	LCG (m)	M _L (t-m)
L.S	853.1	3.26	2781.1	27.8	23716.18

BALLAST ARRIVAL							
Ομάδες Βαρών	WEIGHT (tons)	KG (m)	KG/D	M _T (t-m)	LCG (m)	LCG/L	M _L (t-m)
W _{DO}	18.43	2.000	0.39	36.86	12.00	0.187	221.16
W _{LO}	0.85	2.000	0.39	1.7	7.15	0.111	6.07
W _{FW}	4.2	3.000	0.59	12.6	4.29	0.067	18.00
W _{PROV-STORES}	0.3456	6.000	1.18	2.0736	9.54	0.149	3.29
W _{CREW}	2	6.000	1.18	14.58	9.54	0.149	23.17
ARRIVAL	26	2.6	0.509	67.813	10.468	0.163	272.86

ΜΗ ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ

BALLAST ARRIVAL							
Ομάδες Βαρών	WEIGHT (tons)	KG (m)	KG/D	M _T (t·m)	LCG (m)	LCG/L	M _L (t·m)
W_{CREW}	0	0	0	0	0	0	0
WB_{MIN}							
ΠΡ ΔΕΞ ΖΥΓΟΣΤΑΘ.	12	3.8	0,745	45.6	62	0.96800	744.00
ΠΜ ΔΕΞ ΖΥΓΟΣΤΑΘ.	20	4	0,784	80.0	0.3	0.00468	6.00
No1 PS DS	36	2.95	0,584	106.2	53.64	0,838	1931.040
No1 STBD DS	36	2.95	0,584	106.2	53.64	0,838	1931.040
No2 PS DS	36	2.95	0,584	106.2	44.32	0,6925	1594.52
No2 STBD DS	36	2.95	0,584	106.2	44,32	0,6925	1594.52
No3 PS DS	36	2.95	0,584	106.2	35	0,5468	1260.00
No3 STBD DS	36	2.95	0,584	106.2	35	0,5468	1260.00
No4 PS DS	36	2.95	0,584	106.2	25.68	0,40125	924.48
No4 STBD DS	36	2.95	0,584	106.2	25,68	0,40125	924.48
No3 DB	96.25	0.6	0.117	57.5	35	0,5468	3368.75
No4 DB	96.25	0.6	0.117	57.5	25.68	0,40125	2471.70
TOTAL	512.5	2.127	0.417	1090.2	35.142	0.549	18010.53

TOTAL (BALLAST ARRIVAL)

BALLAST ARRIVAL							
Ομάδες Βαρών	WEIGHT (tons)	KG (m)	KG/D	M _T (t·m)	LCG (m)	LCG/L	M _L (t·m)
W_{DO}							
STDR+DS+SETTLING	18.43	2.000	0.39	36.86	12.00	0.187	221.16
W_{LO}	0.85	2.000	0.39	1.7	7.15	0.111	6.07
W_{FW}	4.2	3.000	0.59	12.6	4.29	0.067	18.00
W_{PROV}	0.3456	6.000	1.18	2.0736	9.54	0.149	3.29
TOTAL							
ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ	23.8256	2.234	0.438	53.2336	10.43	0.163	248.52
W_{CREW}	0	0	0	0	0	0	0

WB _{MIN}							
	WEIGHT (tons)	KG (m)	KG/D	M _T (t-m)	LCG (m)	LCG/L	M _L (t-m)
ΠΡ ΔΕΞ ΖΥΓΟΣΤΑΘ.	12	3.8	0,745	45.6	62	0.96800	744.00
ΠΜ ΔΕΞ ΖΥΓΟΣΤΑΘ.	20	4	0,784	80.0	0.3	0.00468	6.00
No1 PS DS	36	2.95	0,584	106.2	53.64	0,838	1931.040
No1 STBD DS	36	2.95	0,584	106.2	53.64	0,838	1931.040
No2 PS DS	36	2.95	0,584	106.2	44.32	0,6925	1594.52
No2 STBD DS	36	2.95	0,584	106.2	44,32	0,6925	1594.52
No3 PS DS	36	2.95	0,584	106.2	35	0,5468	1260.00
No3 STBD DS	36	2.95	0,584	106.2	35	0,5468	1260.00
No4 PS DS	36	2.95	0,584	106.2	25.68	0,40125	924.48
No4 STBD DS	36	2.95	0,584	106.2	25,68	0,40125	924.48
No3 DB	96.25	0.6	0.117	57.5	35	0,5468	3368.75
No4 DB	96.25	0.6	0.117	57.5	25.68	0,40125	2471.70
TOTAL	512.5	2.127	0.417	1090.2	35.142	0.549	18010.53
CARGO	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	536.3256	2.131	0.418	1142.90	34.044	0.531	18259.05

BALLAST ARRIVAL					
Ομάδες Βαρών	WEIGHT (tons)	KG (m)	M _T (t-m)	LCG (m)	M _L (t-m)
L.S	853.1000	3.26	2781.1	27.8	23716.18
DWT	536.3256	2.131	1142.90	34.044	18010.53
Δ	1389.42	2.824	3924	30.031	41726.71

ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΓΚΑΡΣΙΑΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

Στο αρχικό αυτό στάδιο επαρκεί η εξέταση της ευστάθειας μικρών κλίσεων (αρχική ευστάθεια), δηλαδή ο έλεγχος του μετακεντρικού ύψους GM. Το μετακεντρικό ύψος δίνεται από τη σχέση³⁹:

$$GM = KB + BM - KG$$

Για να υπολογίσουμε τα KB και BM πρέπει να γνωρίζουμε το βύθισμα T και τους συντελεστές C_B, C_M, C_{WL} για τις καταστάσεις Departure και Arrival. Για την κατάσταση αναχώρησης τα στοιχεία αυτά είναι γνωστά, άρα πρέπει να τα υπολογίσουμε και για την κατάσταση άφιξης⁴⁰.

³⁹ Σελ. 189, Μελέτη Πλοίου Τόμος Α: Μεθοδολογία Προμελέτης

⁴⁰ Σελ. 39, Μελέτη και Εξοπλισμός Πλοίου Ι Μεθοδολογία Προμελέτης Συλλογή Βοηθημάτων

$$T_{\text{FLAR}} = T \cdot \left(\frac{\nabla_{\text{FLAR}}}{\nabla} \right)^{\frac{C_B}{C_{\text{WL}}}} = T \cdot \left(\frac{\Delta_{\text{FLAR}}}{\Delta} \right)^{\frac{C_B}{C_{\text{WL}}}} = 3.9 \cdot \left(\frac{2085.1}{2300} \right)^{\frac{0.7}{0.8}} \rightarrow \quad T_{\text{FLAR}} = 3.579 \text{ m}$$

$$T_{\text{WBAR}} = T \cdot \left(\frac{\nabla_{\text{WBAR}}}{\nabla} \right)^{\frac{C_B}{C_{\text{WL}}}} = T \cdot \left(\frac{\Delta_{\text{WBAR}}}{\Delta} \right)^{\frac{C_B}{C_{\text{WL}}}} = 3.9 \cdot \left(\frac{1389.42}{2300} \right)^{\frac{0.7}{0.8}} \rightarrow \quad T_{\text{WBAR}} = 2.509 \text{ m}$$

$$C_{\text{B(FLAR)}} = C_B \cdot \left(\frac{T_{\text{AR}}}{T} \right)^{\frac{C_{\text{WL}}-1}{C_B}} = 0.7 \cdot \left(\frac{3.579}{3.9} \right)^{\frac{0.8}{0.7}-1} \rightarrow \quad C_{\text{B(FLAR)}} = 0.691$$

$$C_{\text{B(WBAR)}} = C_B \cdot \left(\frac{T_{\text{BAR}}}{T} \right)^{\frac{C_{\text{WL}}-1}{C_B}} = 0.7 \cdot \left(\frac{2.509}{3.9} \right)^{\frac{0.8}{0.7}-1} \rightarrow \quad C_{\text{B(WBAR)}} = 0.657$$

$$C_{\text{WL(FLAR)}} = \frac{1 + 2 \cdot C_{\text{B(FLAR)}}}{3} = \frac{1 + 2 \cdot 0.691}{3} \rightarrow \quad C_{\text{WL(FLAR)}} = C_{\text{WL}} = 0.794$$

$$C_{\text{WL(WBAR)}} = \frac{1 + 2 \cdot C_{\text{B(WBAR)}}}{3} = \frac{1 + 2 \cdot 0.657}{3} \rightarrow \quad C_{\text{WL(WBAR)}} = 0.771$$

Ο συντελεστής μέσης τομής υπολογίζεται από τους τύπους⁴¹:

○ **V. Lammeren:**

$$C_{\text{M(FLAR)}}_1 = 0.9 + 0.1 \cdot C_{\text{B(FLAR)}} = 0.9 + 0.1 \cdot 0.691 \rightarrow C_{\text{M(FLAR)}}_1 = 0.969$$

$$C_{\text{M(WBAR)}}_1 = 0.9 + 0.1 \cdot C_{\text{B(WBAR)}} = 0.9 + 0.1 \cdot 0.657 \rightarrow C_{\text{M(WBAR)}}_1 = 0.965$$

○ **H. Kerlen:**

$$C_{\text{M(FLAR)}}_2 = 1.006 - 0.0056 \cdot C_{\text{B(FLAR)}}^{-3.56} = 1.006 - 0.0056 \cdot 0.691^{-3.56} \rightarrow C_{\text{M(FLAR)}}_2 = 0.985$$

$$C_{\text{M(WBAR)}}_2 = 1.006 - 0.0056 \cdot C_{\text{B(WBAR)}}^{-3.56} = 1.006 - 0.0056 \cdot 0.657^{-3.56} \rightarrow C_{\text{M(WBAR)}}_2 = 0.981$$

○ **Εργαστήριο HSVA:**

$$C_{\text{M(FLAR)}}_3 = \frac{1}{1 + (1 - C_{\text{B(FLAR)}})^{3.5}} = \frac{1}{1 + (1 - 0.691)^{3.5}} \rightarrow C_{\text{M(FLAR)}}_3 = 0.983$$

$$C_{\text{M(WBAR)}}_3 = \frac{1}{1 + (1 - C_{\text{B(WBAR)}})^{3.5}} = \frac{1}{1 + (1 - 0.657)^{3.5}} \rightarrow C_{\text{M(WBAR)}}_3 = 0.977$$

Από τους οποίους επιλέγεται ο μέσος όρος των $C_{\text{M(FLAR)}}_2$ και $C_{\text{M(FLAR)}}_3$ που είναι πιο κοντά. Άρα:

⁴¹ Σελ. 59, Μελέτη Πλοίου Τόμος Α: Μεθοδολογία Προμελέτης

$$C_{M(FLAR)} = \frac{C_{M(FLAR)_2} + C_{M(FLAR)_3}}{2} = \frac{0.985 + 0.983}{2} \rightarrow \quad C_{M(FLAR)} = C_M = 0.984$$

Από τους οποίους επιλέγεται ο μέσος όρος των $C_{M(WBAR)_2}$ και $C_{M(WBAR)_3}$ που είναι πιο κοντά. Άρα:

$$C_{M(WBAR)} = \frac{C_{M(WBAR)_2} + C_{M(WBAR)_3}}{2} = \frac{0.981 + 0.977}{2} \rightarrow \quad C_{M(WBAR)} = 0.979$$

Κατακόρυφη Θέση Κέντρου Άντωσης KB^{42}

▪ Normand I :

$$KB_{(FLDE)_1} = T \cdot (0.9 - 0.36 \cdot C_M) = 3.9 \cdot (0.9 - 0.36 \cdot 0.984) \rightarrow \quad KB_{(FLDE)_1} = 2.128 \text{ m}$$

$$KB_{(FLAR)_1} = T_{AR} \cdot (0.9 - 0.36 \cdot C_{M(AR)}) = 3.579 \cdot (0.9 - 0.36 \cdot 0.984) \rightarrow \quad KB_{(FLAR)_1} = 1.953 \text{ m}$$

$$KB_{(WBAR)_1} = T_{WBAR} \cdot (0.9 - 0.36 \cdot C_{M(WBAR)}) = 2.509 \cdot (0.9 - 0.36 \cdot 0.979) \rightarrow \quad KB_{(WBAR)_1} = 1.374 \text{ m}$$

▪ Schneekluth :

$$KB_{(FLDE)_2} = T \cdot (0.9 - 0.3 \cdot C_M - 0.1 \cdot C_B) = 3.9 \cdot (0.9 - 0.3 \cdot 0.984 - 0.1 \cdot 0.7) \rightarrow \quad KB_{(FLDE)_2} = 2.08572 \text{ m}$$

$$KB_{(FLAR)_2} = T_{FLAR} \cdot (0.9 - 0.3 \cdot C_{M(FLAR)} - 0.1 \cdot C_{B(FLAR)}) = 3.579 \cdot (0.9 - 0.3 \cdot 0.984 - 0.1 \cdot 0.691) \rightarrow$$

$$KB_{(FLAR)_2} = 1.917 \text{ m}$$

$$KB_{(WBAR)_2} = T_{AR} \cdot (0.9 - 0.3 \cdot C_{M(WBAR)} - 0.1 \cdot C_{B(WBAR)}) = 2.507 \cdot (0.9 - 0.3 \cdot 0.979 - 0.1 \cdot 0.657) \rightarrow$$

$$KB_{(WBAR)_2} = 1.355 \text{ m}$$

▪ Normand II :

$$KB_{(FLDE)_3} = T \cdot \left(\frac{5}{6} - \frac{C_B}{3 \cdot C_{WL}} \right) = 3.9 \cdot \left(\frac{5}{6} - \frac{0.7}{3 \cdot 0.8} \right) \rightarrow \quad KB_{(FLDE)_3} = 2.1125 \text{ m}$$

$$KB_{(FLAR)_3} = T_{AR} \cdot \left(\frac{5}{6} - \frac{C_{B(FLAR)}}{3 \cdot C_{WL(FLAR)}} \right) = 3.579 \cdot \left(\frac{5}{6} - \frac{0.691}{3 \cdot 0.794} \right) \rightarrow \quad KB_{(FLAR)_3} = 1.944 \text{ m}$$

$$KB_{(WBAR)_3} = T_{WBAR} \cdot \left(\frac{5}{6} - \frac{C_{B(WBAR)}}{3 \cdot C_{WL(WBAR)}} \right) = 2.507 \cdot \left(\frac{5}{6} - \frac{0.657}{3 \cdot 0.771} \right) \rightarrow \quad KB_{(WBAR)_3} = 1.377 \text{ m}$$

Από τα οποία επιλέγεται ο μέσος όρος των $(KB_{(FLDE)_1}, KB_{(FLDE)_3})$, $(KB_{(FLAR)_1}, KB_{(FLAR)_3})$ και $(KB_{(WBAR)_1}, KB_{(WBAR)_3})$ που είναι πιο κοντά.

⁴² Σελ. 190, Μελέτη Πλοίου Τόμος Α: Μεθοδολογία Προμελέτης

Άρα:

$$KB_{(FLDE)} = \frac{KB_{(FLDE)1} + KB_{(FLDE)3}}{2} = \frac{2.128 + 2.1125}{2} \rightarrow KB_{(FLDE)} = 2.12 \text{ m}$$

$$KB_{(FLAR)} = \frac{KB_{(FLAR)1} + KB_{(FLAR)3}}{2} = \frac{1.953 + 1.944}{2} \rightarrow KB_{(FLAR)} = 1.948 \text{ m}$$

$$KB_{(WBAR)} = \frac{KB_{(WBAR)1} + KB_{(WBAR)3}}{2} = \frac{1.374 + 1.377}{2} \rightarrow KB_{(WBAR)} = 1.375 \text{ m}$$

Μετακεντρική Ακτίνα BM⁴³

➤ **Normand :**

$$C_1 = 0.096 + 0.89 \cdot C_{WL}^2 = 0.096 + 0.89 \cdot 0,793^2 \rightarrow C_1 = C_{(AR)1} = 0,655$$

$$BM_{(DE)1} = C_1 \cdot \frac{B^2}{12 \cdot T \cdot C_B} = 0,655 \cdot \frac{12,8^2}{12 \cdot 3,9 \cdot 0,7} \rightarrow BM_{(FLDE)1} = 3.275 \text{ m}$$

$$BM_{(FLAR)1} = C_1 \cdot \frac{B^2}{12 \cdot T_{AR} \cdot C_{B(FLAR)}} = 0.655 \cdot \frac{12.8^2}{12 \cdot 3.579 \cdot 0.691} \rightarrow BM_{(FLAR)1} = 3.616 \text{ m}$$

$$BM_{(WBAR)1} = C_1 \cdot \frac{B^2}{12 \cdot T_{AR} \cdot C_{B(WBAR)}} = 0.655 \cdot \frac{12.8^2}{12 \cdot 2.507 \cdot 0.657} \rightarrow BM_{(WBAR)1} = 5.429 \text{ m}$$

➤ **Schneekluth :**

$$C_1 = C_{WL}^{1.8} = 0,793^{1.8} \rightarrow C_1 = C_{(AR)1} = 0.658$$

$$BM_{(FLDE)2} = C_1 \cdot \frac{B^2}{12 \cdot T \cdot C_B} = 0.658 \cdot \frac{12.8^2}{12 \cdot 3.9 \cdot 0.7} \rightarrow BM_{(FLDE)2} = 3.29 \text{ m}$$

$$BM_{(FLAR)2} = C_1 \cdot \frac{B^2}{12 \cdot T_{FLAR} \cdot C_{B(FLAR)}} = 0.658 \cdot \frac{12.8^2}{12 \cdot 3.579 \cdot 0.691} \rightarrow BM_{(FLAR)2} = 3.632 \text{ m}$$

$$BM_{(WBAR)2} = C_1 \cdot \frac{B^2}{12 \cdot T_{WBAR} \cdot C_{B(WBAR)}} = 0.658 \cdot \frac{12.8^2}{12 \cdot 2.507 \cdot 0.657} \rightarrow BM_{(WBAR)2} = 5.454 \text{ m}$$

➤ **Bauer :**

$$C_1 = 0.0372 \cdot (2 \cdot C_{WL} + 1)^3 = 0.0372 \cdot (2 \cdot 0.793 + 1)^3 \rightarrow C_1 = C_{(AR)1} = 0.643$$

$$BM_{(FLDE)3} = C_1 \cdot \frac{B^2}{12 \cdot T \cdot C_B} = 0.643 \cdot \frac{12.8^2}{12 \cdot 3.9 \cdot 0.7} \rightarrow BM_{(FLDE)3} = 3.215 \text{ m}$$

⁴³ Σελ. 191, Μελέτη Πλοίου Τόμος Α: Μεθοδολογία Προμελέτης

$$BM_{(FLAR)_3} = C_1 \cdot \frac{B^2}{12 \cdot T_{FLAR} \cdot C_{B(FLAR)}} = 0.643 \cdot \frac{12.8^2}{12 \cdot 3.579 \cdot 0.691} \rightarrow \quad \mathbf{BM_{(FLAR)_3} = 3.549 \text{ m}}$$

$$BM_{(AR)_3} = C_1 \cdot \frac{B^2}{12 \cdot T_{AR} \cdot C_{B(AR)}} = 0.643 \cdot \frac{12.8^2}{12 \cdot 2.509 \cdot 0.657} \rightarrow \quad \mathbf{BM_{(WBAR)_3} = 5.33 \text{ m}}$$

Άρα τα BM_{FLDE} , BM_{FLAR} και BM_{WBAR} θα είναι:

$$BM_{(FLDE)} = \frac{BM_{(FLDE)_1} + BM_{(FLDE)_2} + BM_{(FLDE)_3}}{3} = \frac{3.275 + 3.29 + 3.215}{3} \rightarrow \quad \mathbf{BM_{(FLDE)} = 3.260 \text{ m}}$$

$$BM_{FLAR} = \frac{BM_{(FLAR)_1} + BM_{(FLAR)_2} + BM_{(FLAR)_3}}{3} = \frac{3.616 + 3.632 + 3.549}{3} \rightarrow \quad \mathbf{BM_{(FLAR)} = 3.600 \text{ m}}$$

$$BM_{WBAR} = \frac{BM_{(WBAR)_1} + BM_{(WBAR)_2} + BM_{(WBAR)_3}}{3} = \frac{5.429 + 5.454 + 5.33}{3} \rightarrow \quad \mathbf{BM_{(WBAR)} = 5.404 \text{ m}}$$

Έχοντας υπολογίσει τα KB, BM και KG⁴⁴, μπορώ να υπολογίσω το μετακεντρικό ύψος για τις τρεις καταστάσεις του πλοίου:

Διόρθωση λόγω ελευθέρων επιφανειών.

Το L_{cargo} του υπό μελέτη σκάφους είναι $L_{cargo}=37.28\text{m}$ και υποδιαιρείται σε 4 τμήματα

μήκους $l_{cargo} = L_{cargo}/4=9.32\text{m}$

Από το γενικό σχέδιο του σκάφους και για τις οχτώ (8) δεξαμενές του χώρου cargo κάνω την διόρθωση για το KG.

$\Delta KG_{FULL \text{ LOAD DEPARTURE}} = \Sigma i\gamma/\Delta = \Sigma (li \cdot bi^3) \cdot \gamma/\Delta \cdot 12 = 8x[(9.32x3.9^3) \times 0,86/(2300x12)] = 0.138\text{m}$

Η διόρθωση για την Full load arrival condition θα είναι:

$\Delta KG_{FULL \text{ LOAD ARRIVAL}} = \Sigma i\gamma/\Delta = \Sigma (li \cdot bi^3) \cdot \gamma/\Delta \cdot 12 = 8x[(9.32x3.9^3) \times 0,86/(2300x12)] = 0.138\text{m}$

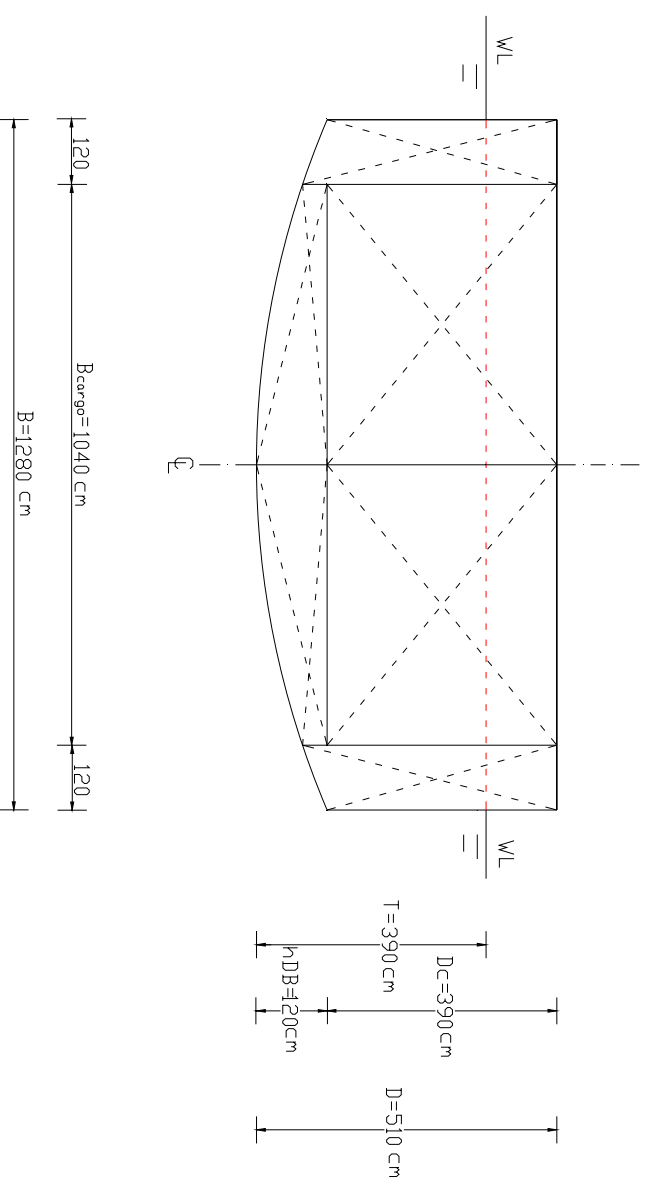
⁴⁴ Πίνακες σελ. 50-52

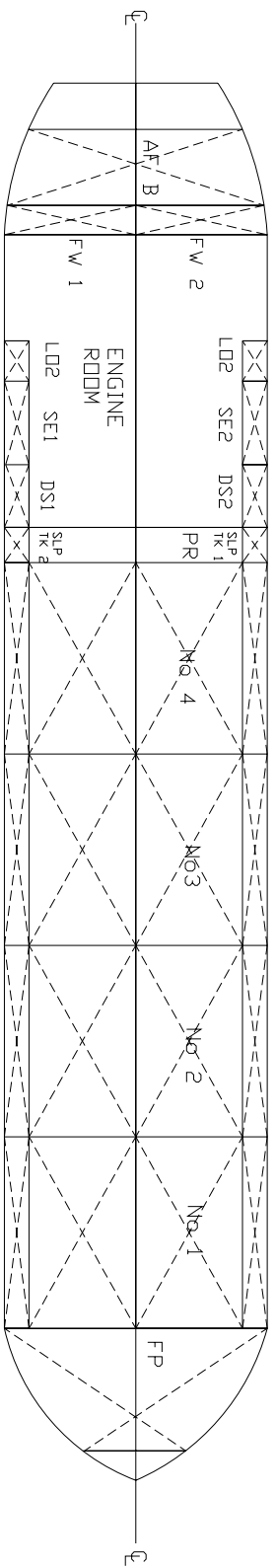
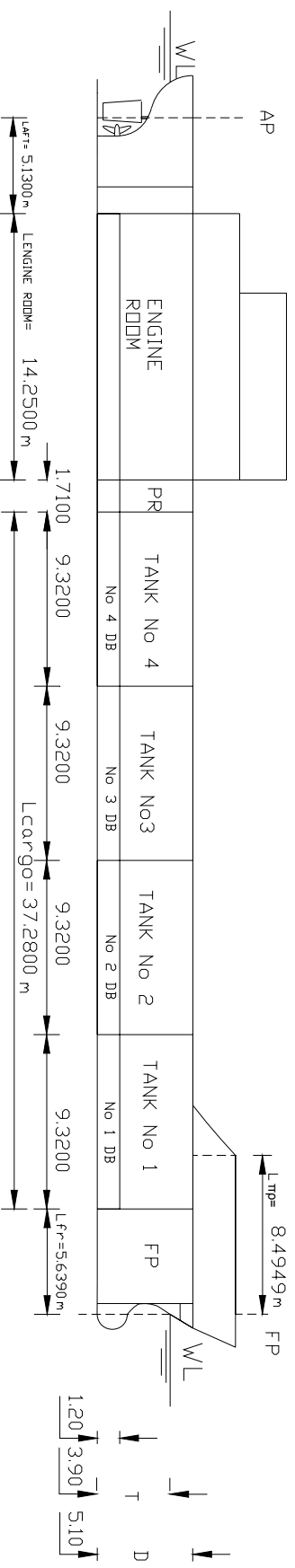
	Full Load Departure	Full Load Arrival	Ballast Arrival
KB (m)	2.12	1.948	1.375
BM (m)	3.26	3.600	5.404
KM=KB+BM (m)	5.38	5.548	6.779
KG (m)	3.21	3.29	2.824
GM=KM-KG (m)	2.17	2.258	3.955
$\Delta KG = \Sigma iy / \Delta$ (m)	0.138	0.138	0.000
$KG' = KG + \Sigma iy / \Delta$ (m)	3.348	3.428	2.824
$GM_{corrected} =$ GM- ΔKG (m)	2.032	2.12	3.955

Οι τιμές αυτές του μετακεντρικού ύψους είναι ικανοποιητικές και μέσα στα όρια των συνήθων τιμών των δεξαμενόπλοιων (1 – 6 m)⁴⁵. ✓

⁴⁵ Σελ. 196, Μελέτη Πλοίου Τόμος Α: Μεθοδολογία Προμελέτης

MESH TOMH





ΓΕΝΙΚΑ	ΟΝΟΜΑ ΠΛΟΙΟΥ		ΚΡΑΤΑΙΟΣ
ΚΥΡΙΕΣ	L	m	64.00
	B	m	12.80
	D	m	5.10
	D _{TD}	m	5.10
	T _{Γ.Φ.}		4.30
	T _{DESUGN}	m	3.90
ΒΑΡΗ	Δ	ton	2300.00
	DWT	ton	1446.90
	W _{LOAD}	ton	1206
	W _{DO}	ton	184.34
	W _{LO}	ton	7.40
	W _{FRESH WATER}	ton	43.20
	W _{PROVISIONS- STORES}	ton	3.45
	W _{CREW}	ton	2.43
	L.S.	ton	853.10
	W _M	ton	164.90
	W _{OUTFIT}	ton	188.90
W _{ST}	ton	499.30	
ΟΓΚΟΙ	∇ _{CARGO}	m ³	1200.00
	∇ _{DO}	m ³	208.77
	∇ _{LO}	m ³	7.95
	∇ _{WB}	m ³	957.00
ΠΡΟΣΗ	V _{SERVICE}	Kn	13
	V _{TRIAL}	Kn	14
	P _B	HP	3358
	ΤΥΠΟΣ ΜΗΧΑΝΗΣ	ΜΕΣ. ΜΕ ΜΕΙΩΤ.	1000 RPM MAX
ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ	FULL LOAD	KG (m)	3.210
	DEPARTURE	LCG (m)	30.878
	FULL LOAD	KG (m)	3.290
	ARRIVAL	LCG (m)	32.989
	BALLAST	KG (m)	2.824
	ARRIVAL	LCG (m)	30.031

ΓΕΝΙΚΑ	ΟΝΟΜΑ ΠΛΟΙΟΥ	ΚΡΑΤΑΙΟΣ		
ΛΟΓΟΙ-ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ	L/B		5.000	
	L/D		12.549	
	B/T		3.282	
	D/T		1.307	
	C _B		0.700	
	C _{WL}		0.800	
	C _M		0.980	
	C _P		0.714	
	DWT/Δ		0.629	
	W _{L.S.}	tons/m ³	0.2041	
	W _{OUTFIT}	tons/m ³	0.045	
	W _M	tons/BHP	0.049	
	W _{ST}	tons/m ³	0.119	
	C _N		114	
	ΛΟΓΟΙ-ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ	L.S.	KG/D	0.639
LCG/L			0.4343	
FULL LOAD DEPARTURE		Δ	KG/D	0.6294
			LCG/L	0.482
		DWT	KG/D	0.623
			LCG/L	0.510
FULL LOAD ARRIVAL		Δ	KG/D	0.645
			LCG/L	0.515
		DWT	KG/D	0.650
			LCG/L	0.571
BALLAST ARRIVAL		Δ	KG/D	0.554
			LCG/L	0.469
		DWT	KG/D	0.417
			LCG/L	0.531

2. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ ΝΑΥΠΗΓΙΚΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ ΚΑΙ ΓΕΝΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ

2.1 Ανάπτυξη προκαταρκτικού σχεδίου ναυπηγικών γραμμών

Για την ανάπτυξη προκαταρκτικού σχεδίου ναυπηγικών γραμμών θα χρησιμοποιηθούν τα διαγράμματα γραμμών της συστηματικής σειράς **FORMDATA**.

Η συστηματική σειρά FORMDATA αναπτύχθηκε στο Δανικό Πολυτεχνείο της Κοπεγχάγης και δίνει επαρκή στοιχεία για την χάραξη των ναυπηγικών γραμμών του πλοίου.

Καλύπτει συνηθισμένες μορφές πλοίων με μέση τομή η οποία έχει κατακόρυφες πλευρές. Η σειρά περιλαμβάνει τρεις βασικές μορφές γραμμών πλοίου **U,N,V** που σχηματίζονται με συνδυασμό δύο σειρών AF πρυμναίου και FW πρωραίου τμήματος αντίστοιχα. Οι μορφές των γραμμών μεταβάλλονται συστηματικά με τον συντελεστή μέσης τομής C_M και με το συντελεστή γάστρας του πρυμναίου και του πρωραίου τμήματος του πλοίου C_{BA} και C_{BF} αντίστοιχα. Τα διαγράμματα της συστηματικής σειράς FORMDATA δίνουν τις καμπύλες εγκάρσιων τομών σε αδιάστατη μορφή.

Τα διαγράμματα της συστηματικής σειράς FORMDATA δίνουν παραμετρική οικογένεια νομέων για το πρωραίο και πρυμναίο ήμισυ του πλοίου χωριστά. Σε κάθε πλοίο αντιστοιχούν 11 θεωρητικοί νομείς. Ο σταθμός 0 αντιστοιχεί στην πρυμναία κάθετο και ο 10 στην πρωραία κάθετο. Κάθε οικογένεια νομέων χαρακτηρίζεται από ένα αλφαριθμητικό σύμβολο. Ο πρώτος χαρακτήρας είναι ένα γράμμα που προσδιορίζει την μορφή των γραμμών του υπ' όψη τμήματος. Συγκεκριμένα η μορφή U συμβολίζει πλοίο με "πλήρεις" γραμμές (full), η μορφή N πλοίο με "κανονικές" γραμμές (normal) και η μορφή V συμβολίζει πλοίο με "λεπτές" γραμμές (fine). Η μορφή τύπου B συμβολίζει πλοίο με βολβοειδή πλώρα. Η μορφή C συμβολίζει πλοίο με πρύμνη άβακος. Στο υπό μελέτη σκάφος θα χρησιμοποιηθούν γραμμές με βολβοειδή πλώρα και πρύμνη άβακος.

Ο δεύτερος χαρακτήρας είναι ένας ακέραιος που προσδιορίζει τον συντελεστή μέσης τομής C_M .

Συγκεκριμένα για το υπό μελέτη σκάφος ο συντελεστής μέσης τομής έχει τιμή $C_M=0.985$ επομένως ο δεύτερος χαρακτήρας θα είναι 2.

Ο τρίτος χαρακτήρας είναι το γράμμα A ή F που συμβολίζει το πρυμναίο ή το πρωραίο τμήμα του πλοίου αντίστοιχα.

Ο δείκτης 0,4,5,8 και 10 στις μορφές της πλώρας B δίνει τον λόγο επί τοις εκατό της επιφάνειας του βολβού στην πρωραία κάθετο προς την επιφάνεια της μέσης τομής του πλοίου.

Τέλος ο δείκτης A, B, C, D στις μορφές πρύμνης C (άβακος) υποδηλώνει της σχετική κλίση της εκάστοτε πρύμνης έναντι της κατακόρυφης πρύμνης (δείκτης D).

ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΧΑΡΑΞΗ ΝΑΥΠΗΓΙΚΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ

Για την χάραξη των ναυπηγικών γραμμών του πλοίου με βάση την συστηματική σειρά FORMDATA απαιτούνται εκτός από τα κύρια χαρακτηριστικά στοιχεία του σκάφους :

- Μήκος μεταξύ καθέτων L_{BP}
- Πλάτος B
- Βύθισμα T_d
- Κοίλο D
- Συντελεστής μέσης τομής C_M
- Θέση διαμήκους κέντρου αντώσεως x_B (LCB)

και τα ακόλουθα στοιχεία:

- Πρωραίος συντελεστής γάστρας C_{BF}
- Πρυμναίος συντελεστής γάστρας C_{BA}

Οι συντελεστές αυτοί υπολογίζονται εδώ σαν συνάρτηση του συντελεστή γάστρας του πλοίου C_B του διαμήκους κέντρου αντώσεως x_B (LCB) και του μήκους μεταξύ καθέτων του πλοίου L_{BP} από τους ακόλουθους τύπους:

$$C_{BA} = C_B \cdot \left(0.997 - 3.5 \cdot \frac{x_B}{L_{BP}}\right)$$

$$C_{BF} = C_B \cdot \left(1.003 + 3.5 \cdot \frac{x_B}{L_{BP}}\right)$$

όπου για την θέση του διαμήκους κέντρου αντώσεως x_B ισχύουν τα πρόσημα:

- + για θέση του κέντρου αντώσεως πλώραθεν μέσου νομέως
- για θέση του κέντρου αντώσεως πρύμνηθεν μέσου νομέως.

Αντικαθιστώντας τις αριθμητικές τιμές στις παραπάνω σχέσεις θα έχουμε

$$C_{BA} = C_B \cdot \left(0.997 - 3.5 \cdot \frac{x_B}{L_{BP}}\right) = 0.7 \cdot \left[0.997 - 3.5 \cdot \frac{0.11}{64}\right] = 0.69$$

$$C_{BA}=0,69$$

$$C_{BF} = C_B \cdot \left(1.003 + 3.5 \cdot \frac{x_B}{L_{BP}}\right) = 0.7 \cdot \left[1.003 + 3.5 \cdot \frac{0.11}{64}\right] = 0.7$$

$$C_{BF}=0,7$$

Οι πίνακες⁴⁶ I,II,III, δίνουν τους δυνατούς συνδυασμούς διαγραμμάτων οικογενειών νομέων για διάφορους τύπους πλώρας και πρύμνης που υπάρχουν στην συστηματική σειρά FORMDATA. Για κάθε οικογένεια νομέων που χαρακτηρίζεται από ένα αλφαριθμητικό σύμβολο, δίνονται τα όρια της μεταβολής του συντελεστή γάστρας C_{BF} και C_{BA} του πρωραίου ή του πρυμναίου τμήματος του πλοίου αντίστοιχα. Για τον συνδυασμό πρωραίου και πρυμναίου τμήματος δίνονται τα όρια μεταβολής του συντελεστή γάστρας C_B του πλοίου και του διαμήκους κέντρου ανώσεως x_B σαν ποσοστό του μήκους μεταξύ καθέτων L_{BP} .

Για τις παραπάνω τιμές των C_{BF} και C_{BA} ο συνδυασμός γραμμών πλώρης και πρύμνης θα είναι ο ακόλουθος B_82F και C_B2A

Με αυτές τις καμπύλες της FORMDATA και για C_{BA} και C_{BF} ίσα με 0,7 κατασκευάζουμε τα αρχεία τεταγμένων τετμημένων και τεταγμένων-κατηγμένων τα οποία και χρησιμοποιούμε στο πρόγραμμα ναυπηγικής σχεδίασης TRIBON-LINES.

Στο παράρτημα Α παρατίθεται το προκαταρκτικό σχέδιο Ναυπηγικών Γραμμών

2.2 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ ΓΕΝΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ ΓΕΝΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ

Παρατίθεται το προκαταρκτικό σχέδιο Γενικής διάταξης Σκάφους

⁴⁶ Πίνακες I,II,III σελ. Γ-12,13,14 Συλλογή Βοηθημάτων -Μεθοδολογία προμελέτης Α.Παπαναικόλαου- Κ.Αναστασόπουλος

2.3 ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΞΑΡΤΙΣΜΟΥ

Ο Δείκτης Εξαρτισμού ενός πλοίου δίνεται από την σχέση:

$$E.N = \Delta^{\frac{2}{3}} + 2Bh + 0.1A$$

όπου Δ το εκτόπισμα στην θερινή έμφορτη ίσαλο

B το θεωρητικό πλάτος

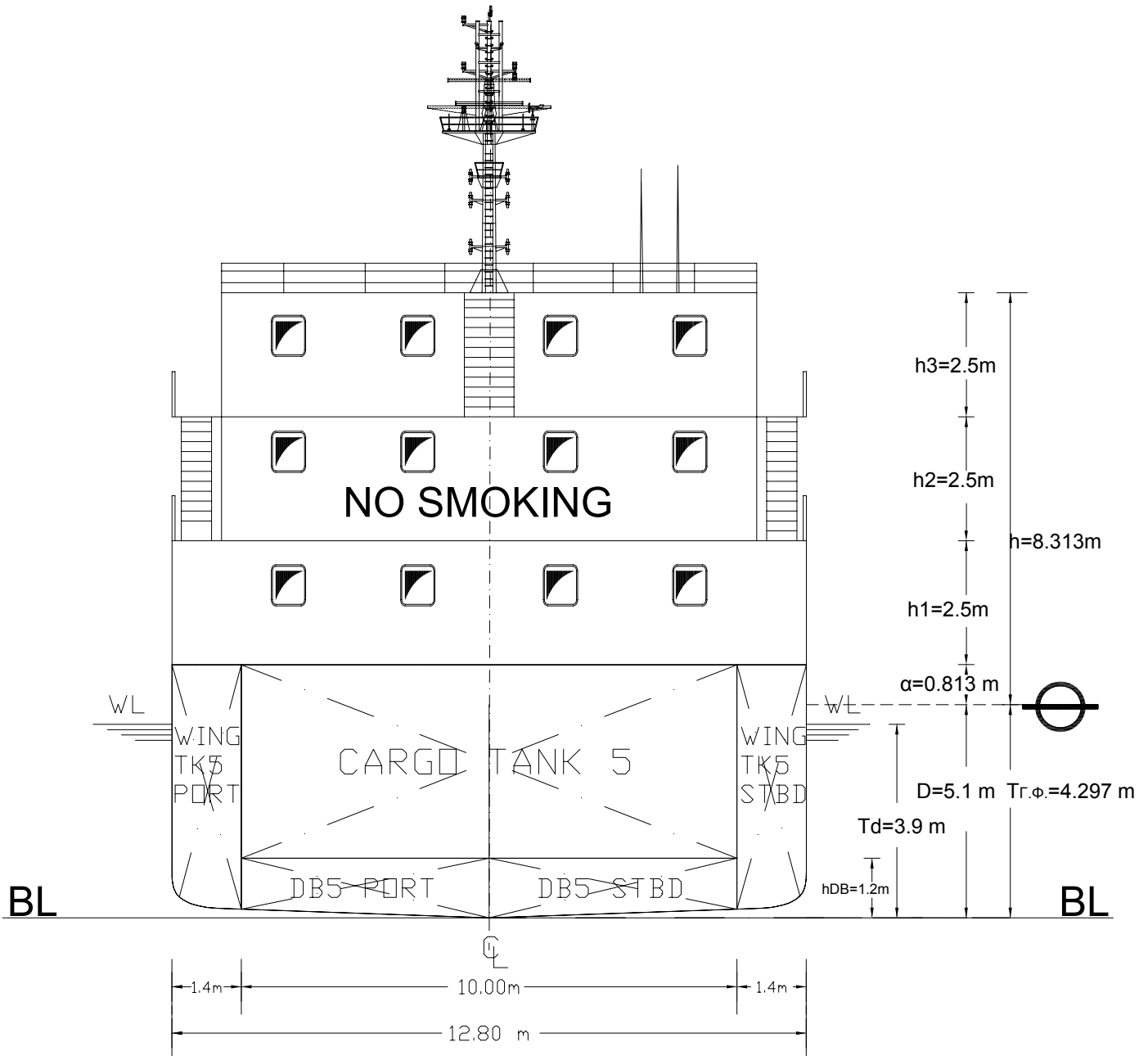
h ύψος υπερκατασκευών όπως προκύπτει από τον κανονισμό

A εμβαδόν της πάνω από την ίσαλο πλευρικής επιφάνειας του πλοίου
το Δ που προκύπτει από το υδροστατικό διάγραμμα για $T = 4.297 \text{ m}$ είναι

$\Delta = 2588 \text{ tonnes}$

Το πλάτος B είναι 12.8 m

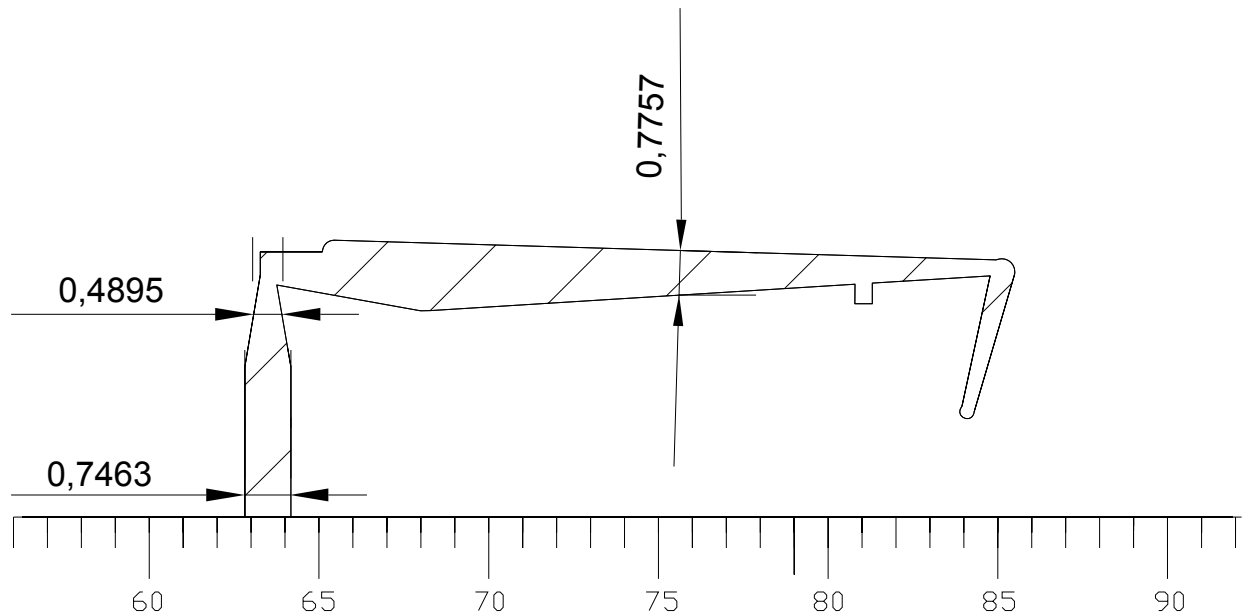
Το ύψος h υπολογίζεται από τα παρακάτω σχέδια:



Το ύψος h τελικά είναι:

$$h = a + h_1 + h_2 + h_3 = 0.813 + 3 \cdot 2.5 = 8.313 \text{ m}$$

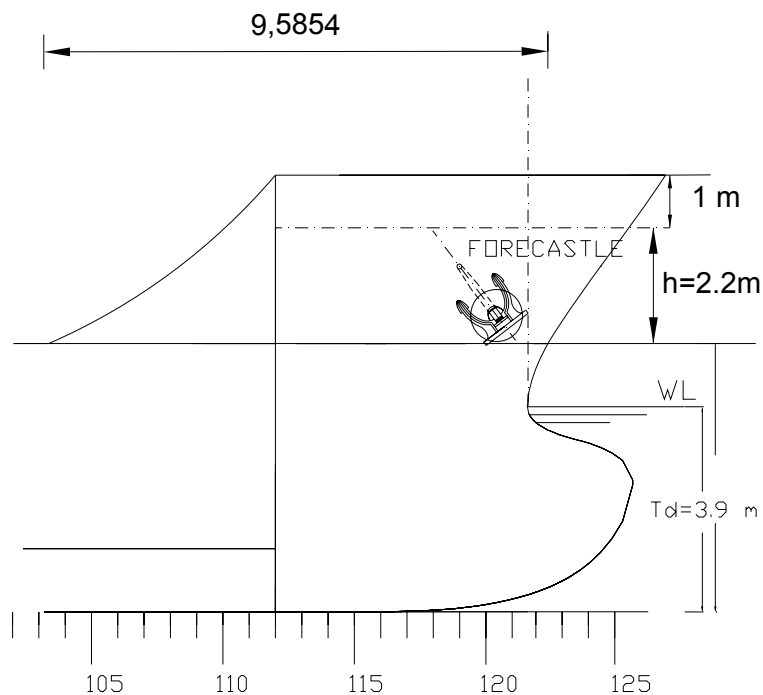
Στην πλευρική επιφάνεια συμπεριλαμβάνεται και αυτή του γερανού:



$$F.S. = 2.08 \cdot L + 436 = 2.08 \cdot 64 + 436 = 570 \text{ mm}$$
$$S_A = S_F = 500 \text{ mm}, S = 550 \text{ mm}$$

η πλευρική επιφάνεια του οποίου είναι (AUTOCAD MEASUREMENT):
 $A_{GP} = 11.8267 \text{ m}^2$

του προστέγου



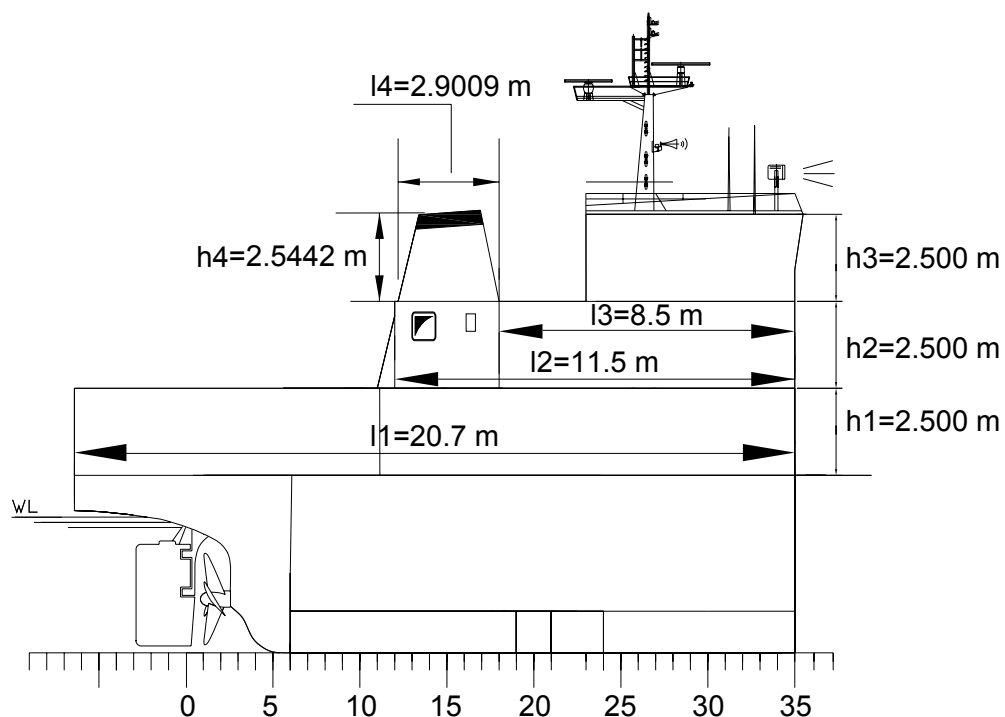
F.S. =2.08*L +436 =2.08*64+436=570mm

S_A=S_F=500mm ,S =550mm

η πλευρική επιφάνεια του οποίου είναι (AUTOCAD MEASUREMENT):

A_{ΠΡ}=22,8894 m²

των υπερκατασκευών:

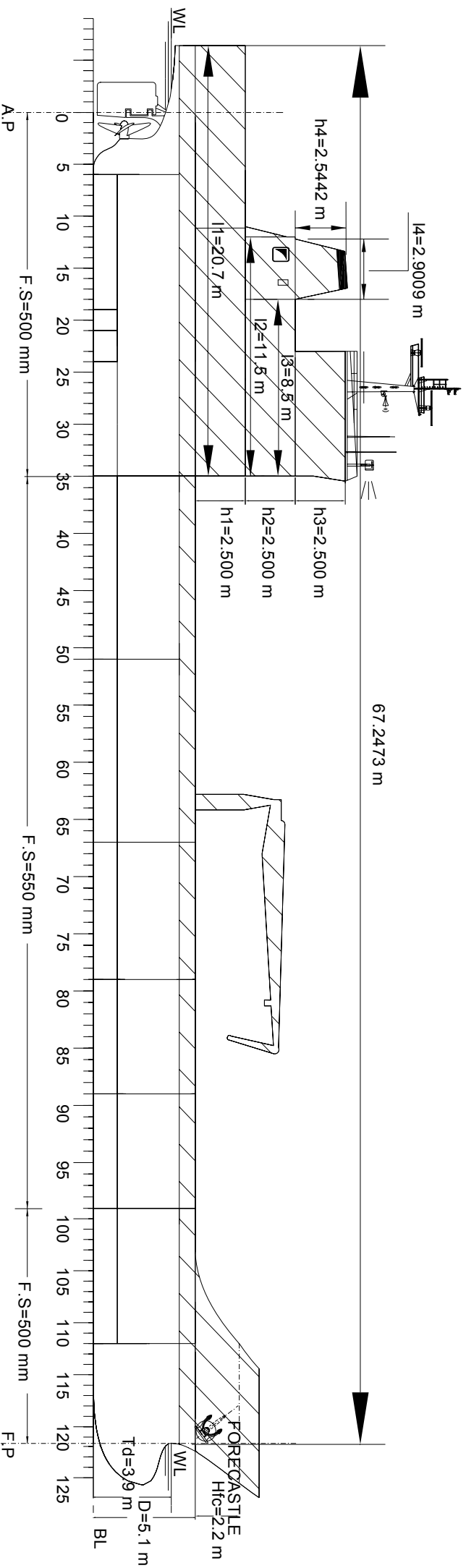


F.S. =2.08*L +436 =2.08*64+436=570mm

S_A=S_F=500mm ,S =550mm

η πλευρική επιφάνεια των οποίων είναι (AUTOCAD MEASUREMENT): **A_{ΥΠΕΡ}=102.2185 m²**

Και της FREEBOARD



F.S. =2.08*L +436 =2.08*64+436=570mm

S_A=S_F=500mm , S =550mm

η τλευρική επιφάνεια της οτοίας είναι (AUTOCAD MEASUREMENT): **A_{FREB}=53,8435m²**

Συνολικά θα έχουμε

A _{ΠΡΟΣΤΕΓΟΥ}	22.8894	m²
A _{ΓΕΡΑΝΟΥ}	11.8267	m²
A _{ΥΠΕΡΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ}	102.2185	m²
A _{FREEBOARD}	53.8435	m²
A	190.7781	m²

Ο δείκτης εξαρτισμού τελικά υπολογίζεται σύμφωνα με τα παραπάνω δεδομένα:

$$E.N = \Delta^{2/3} + 2Bh + 0.1A = 2558^{2/3} + 2 \cdot 12.8 \cdot 8.313 + 0.1 \cdot 190.7781 = 420.3898$$

$$E.N = 420.3898$$

Επιλέγουμε την τυποποιημένη προς τα κάτω τιμή:

$$E.N = 400$$

$$\Delta = 2588 \text{ tonnes}$$

$$B = 12.800 \text{ m}$$

$$h = 8.313 \text{ m}$$

$$\Delta^{2/3} \dots\dots\dots 188.5$$

$$2Bh \dots\dots\dots 212.5568$$

$$A = 190.7781 \text{ m}^2$$

$$A/10 \dots\dots\dots 19.07781$$

EQUIPMENT NUMBER : 400

EQUIPMENT LETTER : U13

STOCKLES ANCHORS

Bower Anchors Number:.....3

Weight per Anchor: 1290 kg

CHAIN CABLE

StudLink Bower Chain Length:385 m

Diameter: GRADE 1.....36 mm

GRADE 2.....32 mm

GRADE 3.....28 mm

TOW LINE

Minimum Length:180 m

Breaking Strength:..... 25500 kgs

MOORING LINES

Number:4

Min Length of each:140m

Min. Breaking Strength:11000 kgs

$$E.N = \Delta^{2/3} + 2Bh + 0.1A$$

$\Delta = 2588$ tonnes
 $B = 12.800$ m
 $h = 8.313$ m

$\Delta^{2/3} \dots\dots\dots 188.5$
 $2Bh \dots\dots\dots 212.5568$

$A = 190.7781$ m²

$A/10 \dots\dots\dots 19.07781$

$$E.N = \Delta^{2/3} + 2Bh + 0.1A = 2558^{2/3} + 2 * 12.8 * 8.313 + 0.1 * 190.7781 = 420.3898$$

EQUIPMENT NUMBER : 400

EQUIPMENT LETTER : U13

STOCKLES ANCHORS

Bower Anchors Number:.....3
Weight per Anchor: 1290 kg

CHAIN CABLE

StudLink Bower Chain Length:385 m
Diameter: GRADE 1.....36 mm
 GRADE 2.....32 mm
 GRADE 3.....28 mm

TOW LINE

Minimum Length:180 m
Breaking Strength:..... 25500
kgs

MOORING LINES

Number:4
Min Length of each:140m
Min. Breaking Strength:11000
kgs

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ

3.1 ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

Με βάση το σχήμα των νομέων όπων προκύπτουν από την συστηματική σειρά FORMDATA και την σχεδίαση των ναυπηγικών Γραμμών του πλοίου ΚΡΑΤΑΙΟΣ με βάση το πρόγραμμα TRIBON m3 συμπληρώνεται ο πίνακας 1^A για τους νομείς του πλοίου 0 έως 10.

Ακολουθούν οι παρακάτω πίνακες.

Ακολουθούν οι παρακάτω πίνακες.

			Επιφάνεια Ax		Κατακόρυφη Ροπή Mvx		ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΘΕΣΗ ΝΟΜΕΑ			0.000	m
WL/Tdg	WL	Ημιπλάτη1/2 b(z)	Συντελ. Simpson	Συναρτ. Ημιτετ/νων	Βραχίονες	Συναρτ. Κατακορ. Ροπών	ΑΡΙΘΜΟΣ ΝΟΜΕΑ			0	
	[1]	[2]	[3]	[4] = [2]x[3]	[5]	[6] = [4]x[5]					
0.000	0.0000	0.0000	1	0.000	0	0.000	Ισαπόσταση Ισάλων	h =	0.4875	m	
0.125	0.4875	0.0000	4	0.000	1	0.000					
0.250	0.9750	0.0000	2	0.000	2	0.000	Επιφάνεια Εγκάρσιας Τομής				
0.375	1.4625	0.0000	4	0.000	3	0.000	έως WL =	3.900	m		
0.500	1.9500	0.0000	2	0.000	4	0.000	Ax = (2/3)*h*f(A)				
0.625	2.4375	0.0000	4	0.000	5	0.000	Ax =	0.673	m ²		
0.750	2.9250	0.0000	2	0.000	6	0.000					
0.875	3.4125	0.0000	4	0.000	7	0.000	Κατακόρυφη Ροπή Εγκάρσιας Τομής				
1.000	3.9000	2.0717	1	2.072	8	16.574	έως WL =	3.900	m		
			f(A) =	2.072	f(M) =	16.574	Mvx = (2/3)*h ² *f(M)				
						Mvx =	2.626	m ³			

			Επιφάνεια Ax		Κατακόρυφη Ροπή Mvx		ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΘΕΣΗ ΝΟΜΕΑ			3.200	m
WL/Tdg	WL	Ημιπλάτη1/2 b(z)	Συντελ. Simpson	Συναρτ. Ημιτετ/νων	Βραχίονες	Συναρτ. Κατακορ. Ροπών	ΑΡΙΘΜΟΣ ΝΟΜΕΑ			0.5	
	[1]	[2]	[3]	[4] = [2]x[3]	[5]	[6] = [4]x[5]					
0.000	0.0000	0.0000	1	0.000	0	0.000	Ισαπόσταση Ισάλων	h =	0.4875	m	
0.125	0.4875	0.6877	4	2.751	1	2.751					
0.250	0.9750	0.8904	2	1.781	2	3.562	Επιφάνεια Εγκάρσιας Τομής				
0.375	1.4625	1.0126	4	4.050	3	12.151	έως WL =	3.900	m		
0.500	1.9500	1.1178	2	2.236	4	8.942	Ax = (2/3)*h*f(A)				
0.625	2.4375	1.2948	4	5.179	5	25.896	Ax =	10.940	m ²		
0.750	2.9250	1.6515	2	3.303	6	19.818					
0.875	3.4125	2.6186	4	10.474	7	73.321	Κατακόρυφη Ροπή Εγκάρσιας Τομής				
1.000	3.9000	3.8881	1	3.888	8	31.105	έως WL =	3.900	m		
			f(A) =	33.662	f(M) =	177.546	Mvx = (2/3)*h ² *f(M)				
						Mvx =	28.130	m ³			

			Επιφάνεια Ax		Κατακόρυφη Ροπή Mvx		ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΘΕΣΗ ΝΟΜΕΑ		6.400	m
WL/Tdg	WL	Ημιπλάτη 1/2 b(z)	Συντελ. Simpson	Συναρ. Ημιτετ/νων	Βραχίονες	Συναρ. Κατακορ. Ροπών	ΑΡΙΘΜΟΣ ΝΟΜΕΑ		1	
	[1]	[2]	[3]	[4] = [2]x[3]	[5]	[6] = [4]x[5]				
0.000	0.0000	0.0000	1	0.000	0	0.000	Ισαπόσταση Ισάλων	h =	0.4875	m
0.125	0.4875	1.4420	4	5.768	1	5.768				
0.250	0.9750	1.8681	2	3.736	2	7.472	Επιφάνεια Εγκάρσιας Τομής			
0.375	1.4625	2.2198	4	8.879	3	26.638	έως WL =	3.900	m	
0.500	1.9500	2.5414	2	5.083	4	20.331	Ax = (2/3)*h*f(A)			
0.625	2.4375	2.8804	4	11.522	5	57.608	Ax =	20.790	m ²	
0.750	2.9250	3.3568	2	6.714	6	40.282				
0.875	3.4125	4.3077	4	17.231	7	120.616	Κατακόρυφη Ροπή Εγκάρσιας Τομής			
1.000	3.9000	5.0375	1	5.038	8	40.300	έως WL =	3.900	m	
			f(A) =	63.970	f(M) =	319.014	Mvx = (2/3)*h ² *f(M)			
					Mvx =	50.544	m ³			

			Επιφάνεια Ax		Κατακόρυφη Ροπή Mvx		ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΘΕΣΗ ΝΟΜΕΑ		12.800	m
WL/Tdg	WL	Ημιπλάτη 1/2 b(z)	Συντελ. Simpson	Συναρ. Ημιτετ/νων	Βραχίονες	Συναρ. Κατακορ. Ροπών	ΑΡΙΘΜΟΣ ΝΟΜΕΑ		2	
	[1]	[2]	[3]	[4] = [2]x[3]	[5]	[6] = [4]x[5]				
0.000	0.0000	0.0000	1	0.000	0	0.000	Ισαπόσταση Ισάλων	h =	0.4875	m
0.125	0.4875	3.2444	4	12.978	1	12.978				
0.250	0.9750	3.9515	2	7.903	2	15.806	Επιφάνεια Εγκάρσιας Τομής			
0.375	1.4625	4.4988	4	17.995	3	53.986	έως WL =	3.900	m	
0.500	1.9500	4.9778	2	9.956	4	39.822	Ax = (2/3)*h*f(A)			
0.625	2.4375	5.4138	4	21.655	5	108.276	Ax =	36.667	m ²	
0.750	2.9250	5.7995	2	11.599	6	69.594				
0.875	3.4125	6.1072	4	24.429	7	171.002	Κατακόρυφη Ροπή Εγκάρσιας Τομής			
1.000	3.9000	6.3063	1	6.306	8	50.450	έως WL =	3.900	m	
			f(A) =	112.821	f(M) =	521.914	Mvx = (2/3)*h ² *f(M)			
					Mvx =	82.691	m ³			

			Επιφάνεια Ax		Κατακόρυφη Ροπή Mvx		ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΘΕΣΗ ΝΟΜΕΑ		19.200	m
WL/Tdg	WL	Ημιπλάτη 1/2 b(z)	Συντελ. Simpson	Συναρ. Ημιτετ/νων	Βραχίονες	Συναρ. Κατακορ. Ροπών	ΑΡΙΘΜΟΣ ΝΟΜΕΑ		3	
	[1]	[2]	[3]	[4] = [2]x[3]	[5]	[6] = [4]x[5]				
0.000	0.0000	0.0000	1	0.000	0	0.000	Ισαπόσταση Ισάλων	h =	0.4875	m
0.125	0.4875	5.0060	4	20.024	1	20.024				
0.250	0.9750	5.6680	2	11.336	2	22.672	Επιφάνεια Εγκάρσιας Τομής			
0.375	1.4625	6.0614	4	24.246	3	72.737	έως WL =	3.900	m	
0.500	1.9500	6.3119	2	12.624	4	50.495	Ax = (2/3)*h*f(A)			
0.625	2.4375	6.4000	4	25.600	5	128.000	Ax =	45.055	m ²	
0.750	2.9250	6.4000	2	12.800	6	76.800				
0.875	3.4125	6.4000	4	25.600	7	179.200	Κατακόρυφη Ροπή Εγκάρσιας Τομής			
1.000	3.9000	6.4000	1	6.400	8	51.200	έως WL =	3.900	m	
			f(A) =	138.629	f(M) =	601.128	Mvx = (2/3)*h ² *f(M)			
					Mvx =	95.241	m ³			

			Επιφάνεια Ax		Κατακόρυφη Ροπή Mvx		ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΘΕΣΗ ΝΟΜΕΑ			25.600	m
WL/Tdg	WL	Ημιπλάτη 1/2 b(z)	Συντελ. Simpson	Συναρτ. Ημιτετ/νων	Βραχίονες	Συναρτ. Κατακορ. Ροπών	ΑΡΙΘΜΟΣ ΝΟΜΕΑ			4	
	[1]	[2]	[3]	[4] = [2]x[3]	[5]	[6] = [4]x[5]					
0.000	0.0000	0.0000	1	0.000	0	0.000	Ισαπόσταση Ισάλων	h =	0.4875	m	
0.125	0.4875	6.0097	4	24.039	1	24.039					
0.250	0.9750	6.3356	2	12.671	2	25.342	Επιφάνεια Εγκάρσιας Τομής				
0.375	1.4625	6.4000	4	25.600	3	76.800	έως WL =	3.900	m		
0.500	1.9500	6.4000	2	12.800	4	51.200	Ax = (2/3)*h*f(A)				
0.625	2.4375	6.4000	4	25.600	5	128.000	Ax =	47.291	m ²		
0.750	2.9250	6.4000	2	12.800	6	76.800					
0.875	3.4125	6.4000	4	25.600	7	179.200	Κατακόρυφη Ροπή Εγκάρσιας Τομής				
1.000	3.9000	6.4000	1	6.400	8	51.200	έως WL =	3.900	m		
			f(A) =	145.510	f(M) =	612.581	Mvx = (2/3)*h ² *f(M)				
						Mvx =	97.056	m ³			

			Επιφάνεια Ax		Κατακόρυφη Ροπή Mvx		ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΘΕΣΗ ΝΟΜΕΑ			32.000	m
WL/Tdg	WL	Ημιπλάτη 1/2 b(z)	Συντελ. Simpson	Συναρτ. Ημιτετ/νων	Βραχίονες	Συναρτ. Κατακορ. Ροπών	ΑΡΙΘΜΟΣ ΝΟΜΕΑ			5	
	[1]	[2]	[3]	[4] = [2]x[3]	[5]	[6] = [4]x[5]					
0.000	0.0000	0.0000	1	0.000	0	0.000	Ισαπόσταση Ισάλων	h =	0.4875	m	
0.125	0.4875	6.3096	4	25.238	1	25.238					
0.250	0.9750	6.4000	2	12.800	2	25.600	Επιφάνεια Εγκάρσιας Τομής				
0.375	1.4625	6.4000	4	25.600	3	76.800	έως WL =	3.900	m		
0.500	1.9500	6.4000	2	12.800	4	51.200	Ax = (2/3)*h*f(A)				
0.625	2.4375	6.4000	4	25.600	5	128.000	Ax =	47.722	m ²		
0.750	2.9250	6.4000	2	12.800	6	76.800					
0.875	3.4125	6.4000	4	25.600	7	179.200	Κατακόρυφη Ροπή Εγκάρσιας Τομής				
1.000	3.9000	6.4000	1	6.400	8	51.200	έως WL =	3.900	m		
			f(A) =	146.838	f(M) =	614.038	Mvx = (2/3)*h ² *f(M)				
						Mvx =	97.287	m ³			

			Επιφάνεια Ax		Κατακόρυφη Ροπή Mvx		ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΘΕΣΗ ΝΟΜΕΑ		38.400	m
WL/Tdg	WL	Ημιπλάτη 1/2 b(z)	Συντελ. Simpson	Συναρ. Ημιτετ/ωνων	Βραχίονες	Συναρ. Κατακορ. Ροτών	ΑΡΙΘΜΟΣ ΝΟΜΕΑ		6	
	[1]	[2]	[3]	[4] = [2]x[3]	[5]	[6] = [4]x[5]				
0.000	0.0000	0.0000	1	0.000	0	0.000	Ισαπόσταση Ισάλων	h =	0.4875	m
0.125	0.4875	6.1108	4	24.443	1	24.443				
0.250	0.9750	6.3559	2	12.712	2	25.424	Επιφάνεια Εγκάρσιας Τομής			
0.375	1.4625	6.4000	4	25.600	3	76.800	έως WL =	3.900	m	
0.500	1.9500	6.4000	2	12.800	4	51.200	Ax = (2/3)*h*f(A)			
0.625	2.4375	6.4000	4	25.600	5	128.000	Ax =	47.435	m ²	
0.750	2.9250	6.4000	2	12.800	6	76.800				
0.875	3.4125	6.4000	4	25.600	7	179.200	Κατακόρυφη Ροπή Εγκάρσιας Τομής			
1.000	3.9000	6.4000	1	6.400	8	51.200	έως WL =	3.900	m	
			f(A) =	145.955	f(M) =	613.067	Mvx = (2/3)*h ² *f(M)			
					Mvx =	97.133	m ³			

			Επιφάνεια Ax		Κατακόρυφη Ροπή Mvx		ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΘΕΣΗ ΝΟΜΕΑ		44.800	m
WL/Tdg	WL	Ημιπλάτη 1/2 b(z)	Συντελ. Simpson	Συναρ. Ημιτετ/ωνων	Βραχίονες	Συναρ. Κατακορ. Ροτών	ΑΡΙΘΜΟΣ ΝΟΜΕΑ		7	
	[1]	[2]	[3]	[4] = [2]x[3]	[5]	[6] = [4]x[5]				
0.000	0.0000	0.0000	1	0.000	0	0.000	Ισαπόσταση Ισάλων	h =	0.4875	m
0.125	0.4875	5.3136	4	21.254	1	21.254				
0.250	0.9750	5.7836	2	11.567	2	23.134	Επιφάνεια Εγκάρσιας Τομής			
0.375	1.4625	5.9841	4	23.936	3	71.809	έως WL =	3.900	m	
0.500	1.9500	6.0759	2	12.152	4	48.607	Ax = (2/3)*h*f(A)			
0.625	2.4375	6.1443	4	24.577	5	122.886	Ax =	44.603	m ²	
0.750	2.9250	6.2057	2	12.411	6	74.468				
0.875	3.4125	6.2591	4	25.036	7	175.255	Κατακόρυφη Ροπή Εγκάρσιας Τομής			
1.000	3.9000	6.3046	1	6.305	8	50.437	έως WL =	3.900	m	
			f(A) =	137.239	f(M) =	587.851	Mvx = (2/3)*h ² *f(M)			
					Mvx =	93.138	m ³			

			Επιφάνεια Ax		Κατακόρυφη Ροπή Mvx		ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΘΕΣΗ ΝΟΜΕΑ		51.200	m
WL/Tdg	WL	Ημιπλάτη 1/2 b(z)	Συντελ. Simpson	Συναρ. Ημιτετ/ωνων	Βραχίονες	Συναρ. Κατακορ. Ροτών	ΑΡΙΘΜΟΣ ΝΟΜΕΑ		8	
	[1]	[2]	[3]	[4] = [2]x[3]	[5]	[6] = [4]x[5]				
0.000	0.0000	0.0000	1	0.000	0	0.000	Ισαπόσταση Ισάλων	h =	0.4875	m
0.125	0.4875	3.7494	4	14.998	1	14.998				
0.250	0.9750	4.2292	2	8.458	2	16.917	Επιφάνεια Εγκάρσιας Τομής			
0.375	1.4625	4.4607	4	17.843	3	53.528	έως WL =	3.900	m	
0.500	1.9500	4.5953	2	9.191	4	36.762	Ax = (2/3)*h*f(A)			
0.625	2.4375	4.7006	4	18.802	5	94.012	Ax =	33.690	m ²	
0.750	2.9250	4.8072	2	9.614	6	57.686				
0.875	3.4125	4.9242	4	19.697	7	137.878	Κατακόρυφη Ροπή Εγκάρσιας Τομής			
1.000	3.9000	5.0576	1	5.058	8	40.461	έως WL =	3.900	m	
			f(A) =	103.661	f(M) =	452.242	Mvx = (2/3)*h ² *f(M)			
					Mvx =	71.652	m ³			

			Επιφάνεια Ax		Κατακόρυφη Ροπή Mvx		ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΘΕΣΗ NOMEA		57.600	m
WL/Tdg	WL	Ημιπλάτη 1/2 b(z)	Συντελ. Simpson	Συναρ. Ημιτετ/ωνων	Βραχίονες	Συναρ. Κατακορ. Ροτών	ΑΡΙΘΜΟΣ NOMEA		9	
	[1]	[2]	[3]	[4] = [2]x[3]	[5]	[6] = [4]x[5]				
0.000	0.0000	0.0000	1	0.000	0	0.000	Ισαπόσταση Ισάλων	h =	0.4875	m
0.125	0.4875	1.7920	4	7.168	1	7.168				
0.250	0.9750	2.1231	2	4.246	2	8.492	Επιφάνεια Εγκάρσιας Τομής			
0.375	1.4625	2.2597	4	9.039	3	27.116	έως WL =	3.900	m	
0.500	1.9500	2.3188	2	4.638	4	18.550	Ax = (2/3)*h*f(A)			
0.625	2.4375	2.3581	4	9.432	5	47.162	Ax =	16.987	m ²	
0.750	2.9250	2.4176	2	4.835	6	29.011				
0.875	3.4125	2.5373	4	10.149	7	71.044	Κατακόρυφη Ροπή Εγκάρσιας Τομής			
1.000	3.9000	2.7597	1	2.760	8	22.078	έως WL =	3.900	m	
			f(A) =	52.267	f(M) =	230.622	Mvx = (2/3)*h ² *f(M)			
					Mvx =	36.539			m ³	

			Επιφάνεια Ax		Κατακόρυφη Ροπή Mvx		ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΘΕΣΗ NOMEA		60.800	m
WL/Tdg	WL	Ημιπλάτη 1/2 b(z)	Συντελ. Simpson	Συναρ. Ημιτετ/ωνων	Βραχίονες	Συναρ. Κατακορ. Ροτών	ΑΡΙΘΜΟΣ NOMEA		9 1/2	
	[1]	[2]	[3]	[4] = [2]x[3]	[5]	[6] = [4]x[5]				
0.000	0.0000	0.0000	1	0.000	0	0.000	Ισαπόσταση Ισάλων	h =	0.4875	m
0.125	0.4875	1.0189	4	4.076	1	4.076				
0.250	0.9750	1.2703	2	2.541	2	5.081	Επιφάνεια Εγκάρσιας Τομής			
0.375	1.4625	1.4028	4	5.611	3	16.834	έως WL =	3.900	m	
0.500	1.9500	1.4870	2	2.974	4	11.896	Ax = (2/3)*h*f(A)			
0.625	2.4375	1.5202	4	6.081	5	30.404	Ax =	9.945	m ²	
0.750	2.9250	1.4567	2	2.913	6	17.480				
0.875	3.4125	1.2480	4	4.992	7	34.944	Κατακόρυφη Ροπή Εγκάρσιας Τομής			
1.000	3.9000	1.4133	1	1.413	8	11.306	έως WL =	3.900	m	
			f(A) =	30.601	f(M) =	132.021	Mvx = (2/3)*h ² *f(M)			
					Mvx =	20.917			m ³	

			Επιφάνεια Ax		Κατακόρυφη Ροπή Mvx		ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΘΕΣΗ NOMEA		64.000	m
WL/Tdg	WL	Ημιπλάτη 1/2 b(z)	Συντελ. Simpson	Συναρ. Ημιτετ/ωνων	Βραχίονες	Συναρ. Κατακορ. Ροτών	ΑΡΙΘΜΟΣ NOMEA		10	
	[1]	[2]	[3]	[4] = [2]x[3]	[5]	[6] = [4]x[5]				
0.000	0.0000	0.0000	1	0.000	0	0.000	Ισαπόσταση Ισάλων	h =	0.4875	m
0.125	0.4875	0.3576	4	1.430	1	1.430				
0.250	0.9750	0.6842	2	1.368	2	2.737	Επιφάνεια Εγκάρσιας Τομής			
0.375	1.4625	0.8531	4	3.412	3	10.237	έως WL =	3.900	m	
0.500	1.9500	0.9600	2	1.920	4	7.680	Ax = (2/3)*h*f(A)			
0.625	2.4375	1.0034	4	4.014	5	20.068	Ax =	4.934	m ²	
0.750	2.9250	0.8818	2	1.764	6	10.582				
0.875	3.4125	0.3179	4	1.272	7	8.901	Κατακόρυφη Ροπή Εγκάρσιας Τομής			
1.000	3.9000	0.0000	1	0.000	8	0.000	έως WL =	3.900	m	
			f(A) =	15.180	f(M) =	61.635	Mvx = (2/3)*h ² *f(M)			
					Mvx =	9.765			m ³	

Με βάση τις τιμές Ax και Mvx που προκύπτουν από τους παραπάνω πίνακες, συμπληρώνεται ο πίνακας 1 που ακολουθεί.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ

ΣΤΑΘΜΟΙ	Αx	Συντελ. Simpson	Συνεπτ. Επιφαν.	Βραχίονες (τροπήμ.)	Συνεπτ. Διμήκων Ποτών	Μνχ	Συνεπτ. Κατακορ. Ποτών	1/2 Τεταγμ. Ισάδου	Συνεπτ. Ημιτεταγ.	Συνεπτ. 1 ^{uv} Ποτών Ισάδου	Συνεπτ. 2 ^{uv} Ποτών Ισάδου	Κύβοι Ημιτ. Ισάδου	Συνεπτ. Κύβων Ημιτετ.
[1]	[2]	[3]	[4]=[2]x[3]	[5]	[6]=[4]x[5]	[7]	[8]=[3]x[7]	[9]	[10]=[3]x[9]	[11]=[5]x[10]	[12]=[5]x[11]	[13]=[9]x[3]	[14]=[3]x[13]
0	0.673	0.5	0.337	-5	-1.683	2.626	1.313	2.0717	1.036	-5.179	25.896	8.892	4.446
1/2	10.940	2	21.880	-4.5	-98.462	28.130	56.260	3.8881	7.776	-34.993	157.468	58.778	117.555
1	20.790	1.5	31.185	-4	-124.741	50.544	75.816	5.0375	7.556	-30.225	120.900	127.834	191.750
2	36.667	4	146.667	-3	-440.001	82.691	330.763	6.3063	25.225	-75.676	227.027	250.798	1003.192
3	45.055	2	90.109	-2	-180.218	95.241	190.482	6.4000	12.800	-25.600	51.200	262.144	524.288
4	47.291	4	189.163	-1	-189.163	97.056	388.223	6.4000	25.600	-25.600	25.600	262.144	1048.576
5	47.722	2	95.445	0	0.000	97.287	194.573	6.4000	12.800	0.000	0.000	262.144	524.288
6	47.435	4	189.742	1	189.742	97.133	388.531	6.4000	25.600	25.600	25.600	262.144	1048.576
7	44.603	2	89.206	2	178.411	93.138	186.275	6.3046	12.609	25.218	50.437	250.595	501.190
8	33.690	4	134.759	3	404.276	71.652	286.608	5.0576	20.230	60.691	182.074	129.370	517.480
9	16.987	1.5	25.480	4	101.921	36.539	54.809	2.7597	4.140	16.558	66.233	21.018	31.527
9 1/2	9.945	2	19.891	4.5	89.508	20.917	41.834	1.4133	2.827	12.720	57.239	2.823	5.646
10	4.934	0.5	2.467	5	12.334	9.765	4.883	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Σf(V) = 1036.330		Σf(M_L) = -58.077		Σf(M_ν) = 2200.371			Σf(A_{wL}) = 158.199	Σf(M_{wL}) = -56.485	Σf(I_w) = 989.673		Σf(I_T) = 5518.514

Με Χρήση των στοιχείων που προκύπτουν από τον παραπάνω πίνακα, πραγματοποιούνται οι ακόλουθοι υπολογισμοί των υδροστατικών μεγεθών.

$$L_{BP} = 64.00 \text{ m}$$

$$B = 12.80 \text{ m}$$

$$D = 5.10 \text{ m}$$

$$T = 3.90 \text{ m}$$

ΘΕΜΑ ΜΕΛΕΤΗΣ & ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΦΟΡΟΥ- ΠΛΑΤΑΝΑΚΗΣ ΑΝΔΡΕΑΣ

ΙΣΑΠΟΣΤΑΣΗ ΣΤΑΘΜΩΝ

$$s = 6.40 \text{ m}$$

ΟΓΚΟΣ ΕΚΤΟΠΙΣΜΑΤΟΣ

$$\nabla = (1/3)s\Sigma f(V) = (1/3) \cdot 6.4 \cdot 1036.330 = 2210.837$$

$$\nabla = 2210.837 \text{ m}^3$$

ΕΚΤΟΠΙΣΜΑ ΣΕ ΘΑΛΑΣΣΙΝΟ ΝΕΡΟ

$$c = 1.0049$$

$$\gamma = 1.025$$

$$\Delta = c \cdot \gamma \cdot \nabla = 1.0049 \cdot 1.025 \cdot 2210.837 = 2277.438 \text{ t}$$

$$\Delta = 2277.438 \text{ t}$$

ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΙΣΑΛΟΥ

$$A_{WL} = (2/3)s \Sigma f(A_{WL}) = (2/3) \cdot 6.4 \cdot 158.199 = 674.983$$

$$A_{WL} = 674.983 \text{ m}^2$$

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ ΑΝΤΩΣΗΣ

$$KB = f(M_V)/f(V) = 2200.371/1036.330 = 2.123$$

$$KB = 2.123 \text{ m}$$

ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΘΕΣΗ ΚΕΝΤΡΟΥ ΑΝΤΩΣΗΣ

$$X_B = s \cdot \Sigma f(M_L)/\Sigma f(V) = 6.4 \cdot (-58.077/1036.330) = -0.3586$$

$$X_B = -0.3586 \text{ m}$$
$$LCB = 31.6414 \text{ m from A.P.}$$

ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΘΕΣΗ ΚΕΝΤΡΟΥ ΠΛΕΥΣΤΟΤΗΤΑΣ

$$X_F = s \cdot \Sigma f(M_{WL})/\Sigma f(A_{WL}) = 6.4 \cdot (-56.485/158.199) = -2.285$$

$$X_F = -2.285 \text{ m}$$

ΔΕΥΤΕΡΗ ΡΟΠΗ ΙΣΑΛΟΥ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΟΝ ΚΥΡΙΟ ΑΞΟΝΑ ΤΗΣ ΙΣΑΛΟΥ

$$I_{LM} = (2/3) s^3 \Sigma f(I_{LM}) = (2/3) \cdot (6.4)^3 \cdot 989.673 = 172957.884 \text{ m}^4$$

$$I_L = I_{LM} - A_{WL} X_F^2 = 172957.884 - 674.983 \cdot (-2.285)^2 = 169433.247 \text{ m}^4$$

$$I_L = 169433.247 \text{ m}^4$$

ΔΕΥΤΕΡΗ ΡΟΠΗ ΙΣΑΛΟΥ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΟΝ ΔΙΑΜΗΚΗ ΑΞΟΝΑ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

$$I_T = (2/9) s \Sigma f(I_T) = (2/9) \cdot 6.4 \cdot 5518.514 = 7848.553$$

$$I_T = 7848.553 \text{ m}^4$$

ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΜΕΤΑΚΕΝΤΡΙΚΗ ΑΚΤΙΝΑ

$$BM_T = I_T/\nabla = 7848.553 / 2210.837 = 3.550$$

$$BM_T = 3.550 \text{ m}$$

ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΜΕΤΑΚΕΝΤΡΙΚΗ ΑΚΤΙΝΑ

$$BM_L = I_L / \nabla = 169433.247 / 2210.837 = 76.638 \text{ m}$$

$$BM_L = 76.638 \text{ m}$$

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΘΕΣΗ ΜΕΤΑΚΕΝΤΡΟΥ

$$KM = KB + BM = 2.123 + 3.550 = 5.673$$

$$KM = 5.673 \text{ m}$$

ΤΟΝΝΟΙ ΑΝΑ ΕΚΑΤΟΣΤΟ ΒΥΘΙΣΗΣ

$$TPC = \gamma A_{WL} / 100 = 1.025 \cdot 674.983 / 100 = 6.919$$

$$TPC = 6.919 \text{ t/cm}$$

ΡΟΠΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΔΙΑΓΩΓΗΣ ΑΝΑ ΕΚΑΤΟΣΤΟΜΕΤΡΟ

$$MT1 = \gamma I_L / L_{BP} = 1.025 \cdot 169433.247 / (64 \cdot 100) = 27.13579$$

$$MT1 = 27.13579 \text{ (t-m)/cm}$$

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΜΟΡΦΗΣ ΓΑΣΤΡΑΣ

$$C_B = \nabla / (L_{BP} \cdot B_{WL} \cdot T_{WL}) = 2210.837 / (64 \cdot 12.8 \cdot 3.9) = 0.692$$

$$C_B = 0.692$$

$$A_M = 47.72 \text{ m}^2 \text{ (από ανωτέρω πίνακα)}$$

$$C_M = A_M / (B_{WL} T_{WL}) = 47.72 / (12.8 \cdot 3.9) = 0.956$$

$$C_M = 0.956$$

$$C_{WP} = A_{WL} / (L_{BP} B_{WL}) = 674.983 / (64 \cdot 12.8) = 0.824$$

$$C_{WP} = 0.824$$

$$C_P = C_B / C_M = 0.692 / 0.956 = 0.724$$

$$C_P = 0.724$$

Τα αποτελέσματα των παραπάνω υδροστατικών υπολογισμών, οι αντίστοιχες τιμές του προγράμματος TRIBON M3, καθώς και αυτές της προμελέτης, είναι συγκεντρωμένα στον παρακάτω πίνακα.

Φάση Μελέτ. Μέγεθος	Εκτίμηση Προμελέτης	Αναλυτικοί Υπολογισμοί	Υπολογισμοί H/Y
Δ_{Γ} (tones)	2300	2278	2305.1
DWT (tones)	1446.9	1425	1452
LCB (m f.A.P)	33.1	31.65	31.766
KB (m)	2.12	2.123	2.097
A_{WL} (m ²)	-	674.983	677.970
BM_{Γ} (m)	3.27	3.55	3.495
TPC (tn/cm)	-	6.919	6.980
MT1 (tn-m-cm)	-	27.14	27.77
C_B	0.7	0.692	0.7
C_M	0.980	0.956	0.968
C_P	0.714	0.724	0.723
C_{WL}	0.80	0.824	0.827

Έλεγχος εκτοπίσματος:

Από τη φάση της προμελέτης είναι γνωστό ότι:

$$\Delta_B = 2293 \text{ tn.}$$

Οπότε παρατηρείται ότι:

$$\Delta_{\Gamma} = \Delta_{H/Y} = 2305.1 \text{ tn} > 2293 \text{ tn} = \Delta_B$$

Ενώ η διαφορά τους είναι της τάξης:

$$\frac{\Delta_{\Gamma} - \Delta_B}{\Delta_{\Gamma}} = \frac{23051 - 2293}{23051} = 0.005 = 0.5\% \leq 0.5\%.$$

Δηλαδή αποδεκτό αποτέλεσμα.

Έλεγχος ευστάθειας μικρών κλίσεων:

Για την ίδια κατάσταση φόρτωσης έχει εκτιμηθεί από τη προμελέτη:

$$KG_{FLD} = 3.209 \text{ m.}$$

Οπότε σύμφωνα με τα παραπάνω στοιχεία ισχύει:

$$GM_{FLD} = KB_{H/Y} + BM_{H/Y} - KG_{FLD} = 2.097 + 3.495 - 3.209 \Rightarrow$$

$$GM_{FLD} = 2.383 \text{ m.}$$

Το παραπάνω αποτέλεσμα καλύπτει πλήρως το Π.Δ. 1337/81, που απαιτεί

$$GM_{req} = 0.15m.$$

Δηλαδή: $GM > GM_{req}$.

Έλεγχος διαγωγής:

Από τη φάση της προμελέτης και για τη κατάσταση σχεδίασης ισχύει:

$$LCG_{FLD} = 30.878 \text{ m.}$$

Οπότε ο υπολογισμός για τη διαγωγή έχει ως εξής:

$$t = \frac{|LCB - LCG|}{MT1} = \frac{(31.76 - 30.878) \cdot 2305.1}{27.77} \left(\frac{m \cdot tn}{tn \cdot m/cm} \right) \Rightarrow$$

$$t = 16.435 \text{ cm} = 0.16435 \text{ m} < 0.30 \text{ m}.$$

Δηλαδή εντός των απαιτήσεων.

Στη συνέχεια με τα στοιχεία του προγράμματος TRIBON M3 χαράσσουμε το υδροστατικό διάγραμμα, πάνω στο οποίο έχουν σημειωθεί και τα αντίστοιχα μεγέθη όπως προκύπτουν από τους υδροστατικούς υπολογισμούς.

3.4 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΩΝ ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ

Το διάγραμμα παραμετρικών καμπυλών ευστάθειας (KZ'- φ) χαράχθηκε με βάση τα αποτελέσματα του προγράμματος TRIBON M3. Το πρόγραμμα εκτελέστηκε για τις ακόλουθες γωνίες. Πιο συγκεκριμένα απεικονίζεται το KZ' για τις γωνίες φ: 5°, 10°, 12°, 15°, 20°, 25°, 40°, 45°, 65° και 75°.

Ακολουθώς έγιναν αναλυτικοί υπολογισμοί, οι οποίοι παρατίθενται παρακάτω, χρησιμοποιώντας ένα συνδυασμό της μεθόδου των σφηνών και της μεθόδου των παραλλήλων ισάλων για βύθισμα T=3,9 m και για γωνία εγκάρσιας κλίσης 10°. Το αποτέλεσμα των αναλυτικών υπολογισμών, απεικονίζεται ως σημείο πάνω στο διάγραμμα παραμετρικών καμπυλών ευστάθειας.

Η μέθοδος των σφηνών (ΠΙΝΑΚΑΣ II) μας δίνει:

$$KZ'_1 = 0,990 \text{ m}, \quad V_1 = 2224,256 \text{ m}^3$$

Η μέθοδος των παραλλήλων ισάλων (ΠΙΝΑΚΑΣ III) μας δίνει:

$$KZ'_2 = 0,995 \text{ m}, \quad V_2 = 2210,8506 \text{ m}^3$$

$$\text{Πρέπει: } \frac{|V_2 - V_1|}{V} = \frac{|2210,8506 - 2224,256|}{2210,837} = 0.00606 < 0.10 \div 0.15 \text{ που ισχύει.}$$

Οπότε με γραμμική παρεμβολή λαμβάνουμε:

$$KZ' = 0,995 \text{ m}, \quad V = 2210,837 \text{ m}^3$$

Ο παραπάνω όγκος εκτοπίσματος με γραμμική παρεμβολή στους πίνακες παραμετρικών καμπυλών ευστάθειας του προγράμματος TRIBON M3 αντιστοιχεί σε εκτόπισμα $\Delta = 2266,108 \text{ tons}$. Έτσι το σημείο που τοποθετείται στο διάγραμμα των Παραμετρικών Καμπυλών Ευστάθειας είναι το:

$KZ'=0,995 \text{ m}$, $\Delta = 2266,108 \text{ tons}$

Ακολουθούν οι πίνακες II και III.

**ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ
ΠΙΝΑΚΑΣ II**

Γωνία εγκάρσιας κλίσης $\varphi = 10^\circ$									
		Αναδεδυόμενη σφήνα				Καταδεδυόμενη σφήνα			
Σταθμοί	Simpson	Επιφάνεια σφήνας	Συναρτ. Επιφανειών	Βραχίονας	Συναρτ. Ροπών	Επιφάνεια σφήνας	Συναρτ. Επιφανειών	Βραχίονας	Συναρτ. Ροπών
[1]	[2]	[3]	[4]=[2]*[3]	[5]	[6]=[4]*[5]	[7]	[8]=[2]*[7]	[9]	[10]=[8]*[9]
0	0,5	0,2091	0,1046	1,0736	0,1122	0,6794	0,3397	1,9065	0,6476
0,5	2	0,9494	1,8988	2,2207	4,2167	1,6957	3,3914	2,9367	9,9595
1	1,5	1,7760	2,6640	3,0131	8,0269	2,5779	3,8669	3,6114	13,9647
1,5	2	2,5860	5,1720	3,6204	18,7247	3,2527	6,5054	4,0541	26,3735
2	1,5	3,2467	4,8701	4,0474	19,7110	3,5888	5,3832	4,2544	22,9023
3	4	3,6106	14,4424	4,2668	61,6228	3,6106	14,4424	4,2668	61,6228
4	2	3,6106	7,2212	4,2668	30,8114	3,6106	7,2212	4,2668	30,8114
5	4	3,6106	14,4424	4,2668	61,6228	3,6106	14,4424	4,2668	61,6228
6	2	3,6106	7,2212	4,2668	30,8114	3,6106	7,2212	4,2668	30,8114
7	4	3,4446	13,7784	4,1672	57,4173	3,5457	14,1828	4,2287	59,9748
8	1,5	2,1520	3,2280	3,2938	10,6324	2,3841	3,5762	3,4701	12,4096
8,5	2	1,3168	2,6336	2,5769	6,7865	1,5455	3,0910	2,7966	8,6443
9	1,5	0,6168	0,9252	1,7638	1,6319	0,7584	1,1376	1,9615	2,2314
9,5	2	0,1578	0,3156	0,8926	0,2817	0,2032	0,4064	1,0159	0,4129
10	0,5	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0	0,0000	0,0000	0,0000
		$\Sigma f(A)=$	78,9174	$\Sigma f(M)=$	312,4099	$\Sigma f(A')=$	85,2077	$\Sigma f(M')=$	342,389189

$L_{BP}=$	64,00 m	Όγκος αναδεδυόμενης σφήνας: $V_a=1/3s\Sigma f(A)=$	168,357 m³
$B=$	12,80 m	Όγκος καταδεδυόμενης σφήνας: $V_b=1/3s\Sigma f(A')=$	181,776 m³
$T=$	3,90 m	Διαφορά όγκου σφηνών: $\delta V=V_b-V_a=$	13,419 m³
$V=$	2210,837 m³	Όγκος εκτοπίσματος: $V_1=V+\delta V=$	2224,256 m³
$KB=$	2,097 m	Βραχίονας αναδεδυόμενης σφήνας: $g_a=\Sigma f(M)/\Sigma f(A)=$	3,959 m
$s=$	6,40 m	Βραχίονας καταδεδυόμενης σφήνας: $g_b=\Sigma f(M')/\Sigma f(A')=$	4,018 m
$\sin\varphi=$	0,1736482	Ροπή αναδεδυόμενης σφήνας: $M_a=V_a g_a=$	666,474 m⁴
		Ροπή καταδεδυόμενης σφήνας: $M_b=V_b g_b=$	730,430 m⁴
		Ροπή μεταφοράς: $M_a+M_b=$	1396,905 m⁴
		Βραχίονας μεταφοράς: $g=M/V_1=$	0,628 m
		Μοχλοβραχίονας ευστάθειας: $KZ_1'=g+(V/V_1)KB\sin\varphi=$	0,990 m

ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙΙ

Γωνία εγκάρσιας κλίσης $\varphi = 10^\circ$							
Υπολογισμός Αποστάσεως Παράλληλης Ισάλου				Υπολογισμός Στοιχείων Στερεού μεταξύ W_1L_1 & W_2L_2			
Σταθμός	Συντελεστής Simpson	Πλάτ. κεκ. Ισ. W_1L_1	Συνάρτ. πλατών	Επιφάν. μεταξύ W_1L_1 & W_2L_2	Συναρτήσεις επιφανειών	Βραχίονας	Συνάρτ. Ροπών
[1]	[2]	[3]	[4]=[2]*[3]	[5]	[6]=[2]*[5]	[7]	[8]=[6]*[7]
0	0,5	4,51690	2,2585	0,0861	0,0430	1,1429	0,0492
0,5	2	7,54960	15,0992	0,1448	0,2897	1,0663	0,3089
1	1,5	9,70440	14,5566	0,1865	0,2797	0,9286	0,2597
1,5	2	11,32230	22,6446	0,2178	0,4356	0,6819	0,2970
2	1,5	12,35450	18,5318	0,2378	0,3567	0,3218	0,1148
3	4	12,99640	51,9856	0,2503	1,0011	-0,0017	-0,0017
4	2	12,99640	25,9928	0,2503	0,5005	-0,0017	-0,0009
5	4	12,99640	51,9856	0,2503	1,0011	-0,0017	-0,0017
6	2	12,99640	25,9928	0,2503	0,5005	-0,0017	-0,0009
7	4	12,75690	51,0276	0,2456	0,9825	0,0896	0,0880
8	1,5	10,34650	15,5198	0,1991	0,2987	0,2616	0,0781
8,5	2	8,25830	16,5166	0,1589	0,3178	0,3269	0,1039
9	1,5	5,77310	8,6597	0,1109	0,1664	0,2925	0,0487
9,5	2	2,95420	5,9084	0,0553	0,1106	0,2119	0,0234
10	0,5	0,00000	0,0000	0,0001	0,0001	-0,0023	0,0000
		$\Sigma f(A) = 326,6794$			$\Sigma f(A') = 6,283926076$	$\Sigma f(M') = 1,36665044$	
$L_{BP} =$	64m	Επιφάνεια ισάλου W_1L_1: $A_{W1} = 1/3s\Sigma f(A) =$		696,9161 m²			
B =	12,8m						
T =	3,9m	Παράλληλη μετατόπιση ισάλου: $\epsilon = \delta V / A_{W1} =$		0,0192553 m			
V =	2210,8m³	Μεταβολή όγκου εκτοπίσματος: $\delta V_1 = 1/3s\Sigma f(A') =$		13,4057 m³			
$\delta V =$	13,419m³	Όγκος εκτοπίσματος: $V_2 = V_1 - \delta V_1 =$		2210,8506 m³			
$V_1 =$	2224,256m³	Μεταβολή ροπής όγκου: $\delta M = 1/3s\Sigma f(M') =$		2,9155 m⁴			
$KZ_1' =$	0,990m						
s =	6,4m	Μοχλ/νας ευστάθειας: $KZ_2' = (V_1/V_2)KZ_1' - (\delta M/V_2) =$		0,995 m			

3.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΚΛΥΣΙΜΩΝ ΜΗΚΩΝ

Αρχικά χαράσσονται οι καμπύλες BONJEAN πάνω στο διάμηκες περίγραμμα του πλοίου, η γραμμή ορίου βυθίσεως σε απόσταση 76 mm κάτω από το υδατοστεγές κατάστρωμα, η ίσαλος πλεύσεως του άθικτου πλοίου ($T = 3,9 \text{ m}$) για την οποία θα υπολογιστούν τα κατακλύσιμα μήκη .

Ορίζεται η απόσταση : $h = 1,6 \cdot (D - 76 \text{ mm}) - 1,5T = 1,6 \cdot (5,1 - 0,076) - 1,5 \cdot 3,9 \Rightarrow h = 2,1884 \text{ m}$

Στη συνέχεια χαράσσονται οι τρεις ζητούμενες ίσαλοι βλάβης 1F,2F,3F σε απόσταση $h/3 = 0,7294 \text{ m}$, $2h/3 = 1,4589 \text{ m}$, $h = 2,1884 \text{ m}$ αντίστοιχα από τη γραμμή ορίου βυθίσεως, επάνω στην AP.

Για την ίσαλο 3F η απόσταση του κέντρου βάρους του νερού κατάκλυσης είναι μεγαλύτερη από το μισό του μήκους του πλοίου, επομένως η περίπτωση αυτή είναι αδύνατη. Έτσι αντί για την ίσαλο αυτή χαράσσουμε την 2,45F σε απόσταση $2,45 h/3 = 1,787 \text{ m}$ από τη γραμμή ορίου βυθίσεως

Για τις καταστάσεις 1F,2F,2.45F ακολουθούν οι παρακάτω πίνακες $\mu = 0,95$, οπότε προκύπτουν τα αντίστοιχα κατακλύσιμα μήκη.

ΚΑΤΑΚΛΥΣΙΜΑ ΜΗΚΗ ΠΙΝΑΚΑΣ 1									
ΙΣΑΠΟΣΤΑΣΗ ΝΟΜΕΩΝ					ΟΓΚΟΙ ΚΑΙ ΚΕΝΤΡΑ ΒΑΡΟΥΣ ΙΣΑΛΩΝ ΒΛΑΒΗΣ				
S = 6,4 m									
Νομέας	Συντ. Simpson Όγκου	Συντ. Simpson Ροπών	ΕΓΚΑΡΣΙΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΙΣΑΛΟΥΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ						
			Ίσ. Υποδ.	3A	P	1F	2F	2.45F	3F
0	0,5	-2,5	0,673	0,000	8,022	2,926	0,056	0,0308	0,000
0,5	2	-9	10,940	19,354	21,062	14,696	9,190	7,690	5,858
1	1,5	-6	20,790	29,576	33,032	26,028	19,386	17,083	14,270
2	4	-12	36,667	44,036	51,314	44,496	37,518	34,3635	30,508
3	2	-4	45,055	49,454	60,022	54,278	48,360	45,615	42,262
4	4	-4	47,291	48,946	62,294	57,530	52,624	50,348	47,568
5	2	0	47,722	46,646	62,694	58,884	54,960	53,140	50,916
6	4	4	47,435	43,962	62,694	59,832	56,884	55,517	53,846
7	2	4	44,603	38,394	59,398	57,446	55,438	54,509	53,374
8	4	12	33,690	26,978	45,814	44,792	43,752	43,275	42,692
9	1,5	6	16,987	12,616	24,194	23,872	23,548	23,401	23,222
9,5	2	9	9,945	7,394	14,372	14,064	13,970	13,927	13,874
10	0,5	2,5	4,934	2,950	5,206	5,206	0,000	0,000	0,000
Σf(V)			1036,330	1042,940	1416,013	1304,300	1191,377	1144,525	1087,262
Σf(M)			-58,077	-470,900	-187,174	12,508	188,012	257,1374	341,624
Εκτόπισμα [1] = ΣF(V)*S/3			V 2210,837	V2 2224,930	V2 3020,827	V2 2782,400	V2 2541,604	V2 2441,653	V2 2319,492
Όγκος νερού κατακλίσεως [2] = v2 = V2 - V				v2 14,0911	v2 809,991	v2 571,570	v2 330,767	v2 230,817	v2 108,655
Διάμηκες κέντρο άντωσης [3] xB . xB2 = [ΣF(M)/ΣF(V)]*S			xB -0,359	xB2 -2,889	xB2 -0,846	xB2 0,061	xB2 1,001	xB2 1,437	xB2 2,011
Μετακίνηση του LCB [4] = xB2 - xB				-2,531	-0,487	0,420	1,367	1,796	2,369
Απόσταση κέντρου βάρους νερού κατακλίσεως από LCB [5] = (V2/v2)*[4]				-399,64	-1,817	2,045	10,517	19,004	50,583
Απόσταση κέντρου βάρους νερού κατακλίσεως από μέσο νομέα [6] = xv = [3] + [5]				-402,53	-2,663	2,106	11,527	20,442	52,595

ΚΑΤΑΚΛΥΣΙΜΑ ΜΗΚΗ ΠΙΝΑΚΑΣ 2								
ΙΣΑΛΟΣ ΒΛΑΒΗΣ Υπ'Αριθ.: 1F					ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΚΛΥΣΙΜΟΥ ΜΗΚΟΥΣ			
Απόσταση κέντρου βάρους του νερού κατάκλισης από το μέσο νομέα					xv = 2,1061			
Όγκος νερού κατάκλισης					v2 = 571,5674			
Όγκος διαμερίσματος (διαχωρητικότητα = 0,95)					vc = 601,6499			
ΠΡΩΤΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΚΑΤΑΚΛΥΣΙΜΟΥ ΜΗΚΟΥΣ					ισοποσταση νομεων= 6,4 m			
					Xv=(5+xv/ισαποσταση νομεων)=5,329			
[1] = vc / (Μέση εγκάρσια επιφάνεια) = l = 10,1637					μέση εγκάρσια επιφάνεια στο xv :			
[2] = Πρώτη προσέγγιση xm = 0,0000					Am = 59,19597 m²			
[3] = Αντίστοιχο xc = 2,1061					xv+s= 4,6471			
[4] = s = l/4 = 2,5409					xv+2s= 7,187991			
s/3 = 0,847 m								
ΝΟΜΕΑΣ	Νομεις	ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	Σ.Σ. ΟΓΚΟΥ	Σ.Σ. ΡΟΠΗΣ		f(V)	f(M)	
ΠΜ								
0	3,876876	57,1296021	1	-2		57,1296	-114,2592	
1	4,273896	57,9008549	4	-4		231,6034	-231,60342	
2	5,329085	59,1959724	2	0		118,3919	0	
3	5,726104	59,5723468	4	4		238,2894	238,289387	
ΠΡ	4	6,123124	68,5420	1	2		68,54199	137,083988
ΣF(V) =		713,956348				sum =	713,9563	29,5107516
ΣF(M) =		29,5107516						
[5] Όγκος διαμερίσματος = s/3 * ΣF(V) = 604,703 m ³								
[6] Αληθής τιμή xm = s [ΣF(M)/ΣF(V)] = 0,105 m								
[7] Διόρθωση κατακλύσιμου μήκους = l*vc/[5] = 10,112 m								
[8] Νέα τιμή του xc = xv - xm = 2,001 m								

ΔΕΥΤΕΡΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΚΑΤΑΚΛΥΣΙΜΟΥ ΜΗΚΟΥΣ 1F							
I = [7] = 10,112 m				ισοποσταση νομεων= 6,4 m			
				Χν=(5+χν/ισαποσταση νομεων)= 5,329 m			
xc = [8] = 2,001 m				μέση εγκάρσια επιφάνεια στο χν :			
				Am= 59,1959 m²			
				χν+s= 4,6342 m			
[9] s = I/4 = 2,528 m		s/3 = 0,843 m		χν+2s=7,162333 m			
ΝΟΜΕΑΣ	Νομεις	ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	Σ.Σ. ΟΓΚΟΥ	Σ.Σ. ΡΟΠΗΣ		f(V)	f(M)
ΠΜ	0	3,880885	57,1426394	1	-2	57,14264	-114,28528
	1	4,2759	57,903569	4	-4	231,6143	-231,61428
	2	5,329085	59,1959724	2	0	118,3919	0
	3	5,7241	59,5704465	4	4	238,2818	238,281786
ΠΡ	4	6,119115	68,5927	1	2	68,59272	137,185448
ΣF(V) =		714,02337				sum =	714,0234
ΣF(M) =		29,5676794					29,5676794
[10] Όγκος διαμερίσματος = s/3 * ΣF(V) = 601,7064 m							
[11] Αληθής τιμή χm = s [ΣF(M)/ΣF(V)] = 0,1047 m							
[12] Διόρθωση κατακλύσιμου μήκους= I*vc/[10] = 10,1114 m							
[13] Νέα τιμή του χc = χv - χm = 2,0015 m							

ΙΣΑΛΟΣ ΒΛΑΒΗΣ Υπ'Αριθ.: 2F				ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΚΛΥΣΙΜΟΥ ΜΗΚΟΥΣ			
Απόσταση κέντρου βάρους του νερού κατάκλυσης από το μέσο νομέα χv = 11,52665419							
Όγκος νερού κατάκλυσης v2 = 330,7673787							
Όγκος διαμερίσματος (διαχωρητότητα = 0,95)vc = 348,1761881							
ΠΡΩΤΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΚΑΤΑΚΛΥΣΙΜΟΥ ΜΗΚΟΥΣ							
[1] = vc / (Μέση εγκάρσια επιφάνεια) = I = 6,2480 m				ισοποσταση νομεων=6,4 m			
[2] = Πρώτη προσέγγιση χm = 0,0000 m				Χν=(5+χν/ισαποσταση νομεων)=6,801 m			
[3] = Αντίστοιχο χc = 11,5267 m				μέση εγκάρσια επιφάνεια στο χν :			
[4] = s = I/4 = 1,5620 m				Am = 55,7257 m²			
				χν+s= 13,0887			
				χν+2s= 14,65067 m			
s/3 = 0,52066971							
ΝΟΜΕΑΣ	Νομεις	ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	Σ.Σ. ΟΓΚΟΥ	Σ.Σ. ΡΟΠΗΣ		f(V)	f(M)
ΠΜ	0	2,710832	45,2248	1	-2	45,22485	-90,44969
	1	2,954896	47,8710	4	-4	191,4839	-191,48395
	2	6,80104	55,7257	2	0	111,4514	0
	3	7,045104	54,9109	4	4	219,6437	219,643675
ΠΡ	4	7,289168	52,0588	1	2	52,05879	104,117576
ΣF(V) =		619,8626				sum =	619,8626
ΣF(M) =		41,8276					41,8276152
[5] Όγκος διαμερίσματος = s/3 * ΣF(V) = 322,7437 m ³							
[6] Αληθής τιμή χm = s [ΣF(M)/ΣF(V)] = 0,1054 m							
[7] Διόρθωση κατακλύσιμου μήκους = I*vc/[5] = 6,7404 m							
[8] Νέα τιμή του χc = χv - χm = 11,4213 m							

ΔΕΥΤΕΡΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΚΑΤΑΚΛΥΣΙΜΟΥ ΜΗΚΟΥΣ 2F							
I = [7] = 6,7404 m						ισοποσταση νομεων= 6,4 m Xv=(5+xv/ισαποσταση νομεων)= 6,801 m	
xc = [8] = 11,4213 m						μέση εγκάρσια επιφάνεια στο xv : Am = 55,7257 m²	
[9] s = l/4 = 1,6851 m						xv+s= 13,2118 m	
s/3 = 0,5617 m						xv+2s= 14,89685 m	
ΝΟΜΕΑΣ	Νομεις	ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	Σ.Σ. ΟΓΚΟΥ	Σ.Σ. ΡΟΠΗΣ		f(V)	f(M)
ΠΜ	0	2,672368	44,8078	1	-2	44,80781	-89,615618
	1	2,935664	47,6625	4	-4	190,6499	-190,64987
	2	6,80104	55,7257	2	0	111,4514	0
	3	7,064336	54,6862	4	4	218,7447	218,744674
ΠΡ	4	7,327632	51,6093	1	2	51,60929	103,218574
ΣF(V) =		617,2630				sum = 617,263	41,6977577
ΣF(M) =		41,6978					
[10] Όγκος διαμερίσματος = s/3 * ΣF(V) = 346,7160 m ³							
[11] Αληθής τιμή xm = s [ΣF(M)/ΣF(V)] = 0,1138 m							
[12] Διόρθωση κατακλύσιμου μήκους= l*vc/[10] = 6,7688 m							
[13] Νέα τιμή του xc = xv - xm = 11,4128 m							

ΙΣΑΛΟΣ ΒΛΑΒΗΣ Υπ'Αριθ.: 2.45F				ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΚΛΥΣΙΜΟΥ ΜΗΚΟΥΣ			
Απόσταση κέντρου βάρους του νερού κατάκλυσης από το μέσο νομέα xv = 20,442 m							
Όγκος νερού κατάκλυσης v2 = 230,8169787 m ³							
Όγκος διαμερίσματος (διαχωρητότητα = 0,95) vc = 242,965 m							
ΠΡΩΤΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΚΑΤΑΚΛΥΣΙΜΟΥ ΜΗΚΟΥΣ							
[1] = vc / (Μέση εγκάρσια επιφάνεια) = l = 6,1639 m						Ισοπόσταση νομέων =6,4m Xv=(5+xv/ισαποσταση νομεων)= 8,1940 m	
[2] = Πρώτη προσέγγιση xm = 0,0000 m						μέση εγκάρσια επιφάνεια στο xv :	
[3] = Αντίστοιχο xc = 20,4422 m						Am = 39,41775 m²	
[4] = s = l/4 = 1,5410 m						xv+s= 21,9831m xv+2s= 23,52409	
s/3 = 0,5137 m							
ΝΟΜΕΑΣ	Νομεις	ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	Σ.Σ. ΟΓΚΟΥ	Σ.Σ. ΡΟΠΗΣ		f(V)	f(M)
ΠΜ	0	1,324361	22,6887	1	-2	22,68866	-45,377313
	1	1,565136	26,8492	4	-4	107,3967	-107,39674
	2	8,194088	39,4177	2	0	78,8355	0
	3	8,434864	34,6326	4	4	138,5306	138,530596
ΠΡ	4	8,675639	29,8475	1	2	29,84755	59,6950968
ΣF(V) =		377,299043				sum = 377,299	45,4516378
ΣF(M) =		45,4516378					
[5] Όγκος διαμερίσματος = s/3 * ΣF(V) = 193,8013 m ³							
[6] Αληθής τιμή xm = s [ΣF(M)/ΣF(V)] = 0,1856 m							
[7] Διόρθωση κατακλύσιμου μήκους = l*vc/[5] = 7,7275 m							
[8] Νέα τιμή του xc = xv - xm = 20,2565 m							

ΔΕΥΤΕΡΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΚΑΤΑΚΛΥΣΙΜΟΥ ΜΗΚΟΥΣ 2.45F								
l = [7] = 7,7275 m				ισοποσταση νομεων= 6,4 m				
xc = [8] = 20,2565 m				Xv=(5+xv/ισαποσταση νομεων)=8,194m				
				μέση εγκάρσια επιφάνεια στο xv :				
				Am= 39,41775 m²				
[9] s = l/4= 1,9319 m		s/3 = 0,6440 m		xv+s=21,0861 m				
				xv+2s= 21,73008 m				
ΝΟΜΕΑΣ	Νομεις	ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	Σ.Σ. ΟΓΚΟΥ	Σ.Σ. ΡΟΠΗΣ		f(V)	f(M)	
ΠΜ 0	1,604675	27,5324	1	-2		27,53239	-55,064789	
	1	1,705293	29,2711	4	-4	117,0842	-117,08422	
	2	8,194088	39,4177	2	0	78,8355	0	
	3	8,294707	37,4181	4	4	149,6723	149,67234	
ΠΡ 4	8,395325	38,8338	1	2		38,83383	77,6676692	
ΣF(V) =		411,9583				sum =	411,9583	55,1910022
ΣF(M) =		55,1910						
[10] Όγκος διαμερίσματος = s/3 * ΣF(V) = 265,2844 m ³								
[11] Αληθής τιμή xm = s [ΣF(M)/ΣF(V)] = 0,2588 m								
[12] Διόρθωση κατακλύσιμου μήκους= l*vc/[10] = 7,0774 m								
[13] Νέα τιμή του xc = xv - xm = 20,1833 m								

ΙΣΑΛΟΣ ΒΛΑΒΗΣ Υπ'Αριθ.: P					ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΚΛΥΣΙΜΟΥ ΜΗΚΟΥΣ			
Απόσταση κέντρου βάρους του νερού κατάκλισης από το μέσο νομέα xv = -2,66339172 m								
Όγκος νερού κατάκλισης v2 = 809,9908453 m								
Όγκος διαμερίσματος (διαχωρητικότητα = 0,95) vc = 852,6219425								
ΠΡΩΤΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΚΑΤΑΚΛΥΣΙΜΟΥ ΜΗΚΟΥΣ								
[1] = vc / (Μέση εγκάρσια επιφάνεια) = l = 13,6359 m				ισοποσταση νομεων= 6,4 m				
[2] = Πρώτη προσέγγιση xm = 0 m				Xv=(5+xv/ισαποσταση νομεων)= 4,583 m				
[3] = Αντίστοιχο xc = -2,6634 m				μέση εγκάρσια επιφάνεια στο xv :				
[4] = s = l/4 = 3,4090 m				Am = 62,52754 m²				
				xv+s= 0,7456 m				
				xv+2s= 4,15458 m				
s/3 = 1,13632858								
ΝΟΜΕΑΣ	Νομεις	ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	Σ.Σ. ΟΓΚΟΥ	Σ.Σ. ΡΟΠΗΣ		f(V)	f(M)	
ΠΜ 0	4,350847	62,294	1	-2		62,294	-124,588	
	1	4,883501	62,6474	4	-4	250,5896	-250,5896	
	2	4,583845	62,5275	2	0	125,0551	0	
	3	5,116499	62,6940	4	4	250,776	250,776	
ΠΡ 4	5,649153	62,6940	1	2		62,694	125,388	
ΣF(V) =		751,408678				sum =	751,4087	0,98639851
ΣF(M) =		0,98639851						
[6] Αληθής τιμή xm = s [ΣF(M)/ΣF(V)] = 0,0045 m								
[7] Διόρθωση κατακλύσιμου μήκους = l*vc/[5] = 13,6164								
[8] Νέα τιμή του (m) xc = xv - xm = -2,6679 m								

ΔΕΥΤΕΡΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΚΑΤΑΚΛΥΣΙΜΟΥ ΜΗΚΟΥΣ Ρ							
l = [7] = 13,6164 m				ισοποσταση νομεων= 6,4 m			
xc = [8] = -2,6679 m				μέση εγκάρσια επιφάνεια στο xv :			
				Am = 62,52754 m ²			
[9] s = l/4 = 3,4041 m			s/3 = 1,1347			xv+s= -1,5287 m	
						xv+2s= -0,394 m	
ΝΟΜΕΑΣ	Νομεις	ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	Σ.Σ. ΟΓΚΟΥ	Σ.Σ. ΡΟΠΗΣ		f(V)	f(M)
ΠΜ 0	5,061562	62,6940	1	-2		62,694	-125,388
	1 5,238858	62,6940	4	-4		250,776	-250,776
	2 4,583845	62,5275	2	0		125,0551	0
	3 4,761142	62,5985	4	4		250,3938	250,393827
ΠΡ 4	4,938438	62,6694	1	2		62,66938	125,338751
	ΣF(V) =	751,588278			sum =	751,5883	-0,4314229
	ΣF(M) =	-0,43142288					
[10] Όγκος διαμερίσματος = s/3 * ΣF(V) = 852,8257 m ³							
[11] Αληθής τιμή xm = s [ΣF(M)/ΣF(V)] = -0,0020 m							
[12] Διόρθωση κατακλύσιμου μήκους= l*vc/[10] = 13,6131 m							
[13] Νέα τιμή του xc = xv - xm = -2,6614 m							

Τα αποτελέσματα των δια χειρός υπολογισμών καταχωρούνται στον πίνακα που ακολουθεί , ενώ επίσης αναπαρίστανται στο διάγραμμα των κατακλύσιμων μηκών.

Permeability	Ίσαλος Βλάβης	xc (from M.S)	xc (from A.P)	F.L
0,9500	P(margin line)	-2,6614	29,3386	13,6131
	1F	2,0015	34,0015	10,1114
	2F	11,4128	43,4128	6,7688
	2.45F	20,1833	52,1833	7,0774

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ END POINT							
ΘΕΣΗ END POINT: FP				L= 64 m			
S= 6,4 m							
ΔΙΑΧΩΡΗΤΟΤΗΤΑ μ= 0,95							
ΥΠΟΘΕΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ "Α"							
ΥΠΟΘΕΤΙΚΟ ΚΑΤΑΚΛΥΣΙΜΟ ΜΗΚΟΣ = l' = 9,9569 m	ΝΟΜΕΑΣ	ΝΟΜΕΑΣ	ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΕΠΙΦ.	Σ.Σ. ΟΓΚΟΥ	Σ.Σ. ΡΟΠΗΣ	f(V)	f(M)
ΙΣΑΠΟΣΤΑΣΗ ΝΟΜΕΩΝ = S = 2,489225 m	ΠΜ 0	10	2,9500	1	0	2,95	0
S/3 = 0,8297	1	9,611059	6,9005	4	4	27,60182	27,60182
ΟΓΚΟΣ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ = vc' = Σf(V)*(S/3) = 111,2764 m ³	2	9,222117	11,4561	2	4	22,91221	45,82442
	3	8,833176	15,0119	4	12	60,04772	180,1432
ΟΓΚΟΣ ΝΕΡΟΥ ΚΑΤΑΚΛΙΣΗΣ = Dw= μ*vc' = 105,7125 m ³	ΠΡ 4	8,444234	20,5979	1	4	20,59791	82,39162
	ΣF(V) =		134,10965			134,1097	335,961
ΚΕΝΤΡΟ Dw ΑΠΟ ΝΟΜ.0 = C =[Σf(M)/Σf(V)]*S = 6,2358 m	ΣF(M) =		335,96102				
ΚΕΝΤΡΟ Dw ΑΠΟ ΜΕΣΟ ΝΟΜΕΑ = x'w = (L/2)-C = 25,7642 m							

ΥΠΟΘΕΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ "B"								
ΥΠΟΘΕΤΙΚΟ ΚΑΤΑΚΛΥΣΙΜΟ ΜΗΚΟΣ = $l' = 9,98$ m	ΝΟΜΕΑΣ		ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΕΠΙΦ.	Σ.Σ. ΟΓΚΟΥ	Σ.Σ. ΡΟΠΗΣ	f(V)		f(M)
	ΙΣΑΠΟΣΤΑΣΗ ΝΟΜΕΩΝ = $S = 2,495$ m	ΠΜ				0	2,9500	1
$S/3 = 0,831667$ m		1	9,610156	6,9045	4	4	27,61786	27,61786
ΟΓΚΟΣ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ = $v_c'' = \Sigma f(V) \cdot (S/3) = 111,7360$ m ³		2	9,220313	11,4655	2	4	22,93106	45,86211
		3	8,830469	15,0508	4	12	60,20323	180,6097
ΟΓΚΟΣ ΝΕΡΟΥ ΚΑΤΑΚΛΙΣΗΣ = $D_w = \mu \cdot v_c'' = 106,1492$ m ³	ΠΡ	4	8,440625	20,6497	1	4	20,64974	82,59898
		ΣF(V) =		134,3519			134,3519	336,6886
ΚΕΝΤΡΟ D_w ΑΠΟ ΝΟΜ.0 = C = $[\Sigma f(M)/\Sigma f(V)] \cdot S = 6,2525$ m		ΣF(M) =		336,6886				
ΚΕΝΤΡΟ D_w ΑΠΟ ΜΕΣΟ ΝΟΜΕΑ = $x'_w = (L/2) - C = 25,747$ m								
ΟΓΚΟΣ ΝΕΡΟΥ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ ΑΚΡΑΙΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ = $D_w = 105,715$								
ΟΓΚΟΣ ΑΚΡΑΙΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ = $v_c = D_w/\mu = 105,715$ m								
ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΚΑΤΑΚΛΥΣΙΜΟΥ ΜΗΚΟΥΣ ΑΠΟ Α.Ρ = $x_c = 61,6$ m								
ΚΑΤΑΚΛΥΣΙΜΟ ΜΗΚΟΣ ΣΤΟ END POINT = $l = l' + [(v_c - v_c')/(v_c'' - v_c')] \cdot (l'' - l') = 9,9570$ m								

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ END POINT	
ΘΕΣΗ END POINT: AP	$L = 64$ m
$S = 6,4$ m	
ΔΙΑΧΩΡΗΤΟΤΗΤΑ $\mu = 0,95$	

ΥΠΟΘΕΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ "A"								
ΥΠΟΘΕΤΙΚΟ ΚΑΤΑΚΛΥΣΙΜΟ ΜΗΚΟΣ = $l' = 4,8$ m	ΝΟΜΕΑΣ		ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΕΠΙΦ.	Σ.Σ. ΟΓΚΟΥ	Σ.Σ. ΡΟΠΗΣ	f(V)		f(M)
	ΙΣΑΠΟΣΤΑΣΗ ΝΟΜΕΩΝ = $S = 1,2$ m	ΠΜ				0	10,000	2,950
$S/3 = 0,4000$ m		1	9,8125	6,005	4	4	24,021	24,021
ΟΓΚΟΣ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ = $v_c' = \Sigma f(V) \cdot (S/3) = 37,3136$ m ³		2	9,625	6,838	2	4	13,677	27,354
		3	9,4375	10,331	4	12	41,3255	123,976
ΟΓΚΟΣ ΝΕΡΟΥ ΚΑΤΑΚΛΙΣΗΣ = $D_w = \mu \cdot v_c' = 35,4479$ m ³	ΠΡ	4	9,250	11,310	1	4	11,3105	45,242
		ΣF(V) =		93,284			93,284	220,593
ΚΕΝΤΡΟ D_w ΑΠΟ ΝΟΜ.0 = C = $[\Sigma f(M)/\Sigma f(V)] \cdot S = 2,8377$ m		ΣF(M) =		220,593				
ΚΕΝΤΡΟ D_w ΑΠΟ ΜΕΣΟ ΝΟΜΕΑ = $x'_w = (L/2) - C = 29,1623$ m								

ΥΠΟΘΕΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ "B"								
ΥΠΟΘΕΤΙΚΟ ΚΑΤΑΚΛΥΣΙΜΟ ΜΗΚΟΣ = $l'' = 4,85$ m	ΝΟΜΕΑΣ		ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΕΠΙΦ.	Σ.Σ. ΟΓΚΟΥ	Σ.Σ. ΡΟΠΗΣ			
						f(V)	f(M)	
ΙΣΑΠΟΣΤΑΣΗ ΝΟΜΕΩΝ = $S = 1,2125$ m	ΠΜ	0	10	0,0000	1	0	0	0
$S/3 = 0,404167$ m		1	9,810547	9,5655	4	4	38,2618	38,261
ΟΓΚΟΣ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ = $v_c'' = \Sigma f(V) \cdot (S/3) = 42,3457$		2	9,621094	6,8559	2	4	13,7117	27,423
		3	9,431641	10,3620	4	12	41,4478	124,343
ΟΓΚΟΣ ΝΕΡΟΥ ΚΑΤΑΚΛΙΣΗΣ = $D_w = \mu \cdot v_c'' = 40,2284$ m ³	ΠΡ	4	9,242188	11,3513	1	4	11,3513	45,405
	$\Sigma F(V) =$			104,7728			104,772	235,434
ΚΕΝΤΡΟ D_w ΑΠΟ ΝΟΜ.0 = $C = [\Sigma f(M)/\Sigma f(V)] \cdot S = 2,7246$ m	$\Sigma F(M) =$			235,4342				
ΚΕΝΤΡΟ D_w ΑΠΟ ΜΕΣΟ ΝΟΜΕΑ = $x''_w = (L/2) - C = 29,2754$ m								
ΟΓΚΟΣ ΝΕΡΟΥ ΚΑΤΑΚΛΙΣΗΣ ΑΚΡΑΙΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ = $D_w = 300$ m ³								
ΟΓΚΟΣ ΑΚΡΑΙΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ = $v_c = D_w/\mu = 315,7895$ m ³								
ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΚΑΤΑΚΛΥΣΙΜΟΥ ΜΗΚΟΥΣ ΑΠΟ Α.Ρ = $x_c = 2,35$ m								
ΚΑΤΑΚΛΥΣΙΜΟ ΜΗΚΟΣ ΣΤΟ END POINT = $l = l'' + [(v_c - v_c'')/(v_c'' - v_c'')] \cdot (l'' - l') = 7,5670$ m								

Στη συνέχεια γίνεται καθορισμός των θέσεων των στεγανών φρακτών, έτσι ώστε σε περίπτωση κατάκλισης ενός οποιουδήποτε διαμερίσματος να μη βυθίζεται η γραμμή ορίου βυθίσεως. Για να ικανοποιείται η παραπάνω συνθήκη θα πρέπει το μήκος κάθε διαμερίσματος να είναι μικρότερο ή ίσο από το κατακλύσιμο μήκος που αντιστοιχεί στο μέσο του.

Οι διαχωρητότητες ανά είδος διαμερίσματος είναι:

- Μηχανοστάσιο : $\mu = 0,85$
- Χώροι υγρού φορτίου: $\mu = 0,95$
- Χώροι εφοδίων - ξηρού φορτίου: $\mu = 0,60$

Πέρα από τα παραπάνω η θέση μιας στεγανής φρακτής πρέπει να είναι τέτοια ώστε:

- Τα διαμερίσματα να έχουν ικανό μέγεθος για την παραλαβή του απαιτούμενου φορτίου
- Κάθε στεγανή φρακτή πρέπει να βρίσκεται επί κατασκευαστικού νομέα
- Η απόσταση μεταξύ δυο στεγανών φρακτών πρέπει να είναι ακέραιο πολλαπλάσιο της ισαπόστασης των νομέων.
- Το διάφραγμα της πρωραίας δεξαμενής ζυγοσταθμίσεως θα τοποθετηθεί σε απόσταση μεγαλύτερη του 5% $L_{BP} = 3.2$ m από την πρωραία κάθετο και σε μικρότερη από 5% $L_{BP} + 3.05 = 6.25$.
- Η ελάχιστη απόσταση μεταξύ φρακτών για τον υπολογισμό των κατακλυσίμων μηκών είναι 3% $L_{BP} + 3,05m = 4.97$ m

Για τη χάραξη του διαγράμματος των Κατακλύσιμων Μηκών υπολογίσαμε την ισαπόσταση (frame spacing) των κατασκευαστικών νομέων (έτσι ώστε να τοποθετήσουμε τις εγκάρσιες φρακτές) από τη σχέση :

$$S \leq (2.08 \cdot L_{BP} + 438) \text{ mm} = 2.08 \cdot 64 + 438 = 571,12 \text{ mm} = 571 \text{ mm}$$

Στα ερωτήματα 1 – 5 είχαν επιλεγεί:

$L_{FP} = 5,7\text{m}$
$L_{AFT} = 5,13\text{m}$
$L_{PROOM} = 1,71\text{m}$
$L_{ER} = 14,250\text{m}$
$L_{CARGO} = 37,26\text{m}$

Με βάση τους κανονισμούς και τα παραπάνω μήκη γίνεται η ακόλουθη επιλογή frames:

ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΑ	ΑΡΧΙΚΟΣ ΝΟΜΕΑΣ	ΤΕΛΙΚΟΣ ΝΟΜΕΑΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΝΟΜΕΩΝ	ΙΣΑΠΟΣΤΑΣΗ ΝΟΜΕΩΝ m	ΜΗΚΟΣ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ m
ΑΡ ΕΩΣ ΠΜ ΦΡΑΚΤΗ AFT ENGINE ROOM	0	6	6	0.5	3
AFT ENGINE ROOM	6	24	18	0.5	9
FRONT ENGINE ROOM- CONTROL ROOM-PUMP ROOM	24	35	11	0.5	5.5
CARGO OIL TK 6	35	51	16	0.55	8.8
CARGO OIL TK 5	51	67	16	0.55	8.8
CARGO OIL TK 4	67	79	12	0.55	6.6
CARGO OIL TK 3	79	89	10	0.55	5.5
CARGO OIL TK 2	89	99	10	0.55	5.5
DO OIL STORAGE TK 1	99	112	13	0.55	6.5
FOREPEAK -FP	112	FP	9.5	0.5	4.75

Στη συνέχεια χαράσσουμε το διάγραμμα κατακλύσιμων μηκών του πλοίου σύμφωνα με τα αποτελέσματα του προγράμματος TRIBON , πάνω στο οποίο σημειώνουμε τα σημεία που προκύπτουν από τους υπολογισμούς των ανωτέρων πινάκων για τις ίσαλους 1F, 2F και 2,45F.

3.3 ΕΛΕΓΧΟΣ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Με χρήση του προγράμματος TRIBON SURFACE AND COMPARTMENT και διαμερισματοποιώντας το σκάφος κατά τέτοιο τρόπο ώστε να πληρούνται οι κανονισμοί για trim σε διάφορες καταστάσεις φόρτωσης και έχοντας υπολογίσει τα μήκη των διαμερίσεων προηγουμένως κατά τον υπολογισμό των κατακλύσιμων μηκών, προκύπτουν οι χωρητικότητες των δεξαμενών φορτίου, στον πίνακα που ακολουθεί.

Σημειωτέων ότι ο ελεύθερος όγκος των δεξαμενών είναι μειωμένος στο 98% λόγω των ενισχύσεων των δεξαμενών, (χωρητικότητα 100%), ενώ ο όγκος του φορτίου (FUEL OIL) που μπορεί να δεχθεί, μειώνεται επιπλέον στο 98% λόγω αναθυμιάσεων του φορτίου (χωρητικότητα 98%). Ο τελευταίος είναι και ο όγκος φορτίου των δεξαμενών φορτίου. Ο όγκος των δεξαμενών ΥΔΑΤΟΣ μειώνεται μόνο κατά 98% λόγω των ενισχυτικών .

Τελικά προκύπτουν οι παρακάτω πίνακες :

FRESH WATER IN CARGO TANKS									
SG (1.000 t/m³)									
CAPACITY OF FRESH WATER TANKS (100%)									
COMPARTMENT	Frames	Volume 100% (m³)	Volume 98% (m³)	Weight (t)	LCG (m)	ML (t-m)	VCG (m)	MT (t-m)	FSM (t-m)
WING TK 1 PORT	99-112	41.8		41.8	55.95	2338.71	2.76	115.368	0.0
WING TK 1 STBD	99-112	41.8		41.8	55.95	2338.71	2.76	115.368	0.0
TOTAL WATER IN CARGO TANKS		83.7		83.7	55.95	4677.42	2.76	231.012	0.0

FUEL OIL IN CARGO TANKS									
SG (0.883 t/m³)									
CAPACITY OF FUEL OIL CARGO TANKS (98%)									
COMPARTMENT	Frames	Volume 100%	Volume 98% (m³)	Weight (t)	LCG (m)	ML (t-m)	VCG (m)	MT (t-m)	FSM (t-m)
CARGO TANK 2	89-99	158.823	155.647	137.436	49.77	6840.205	3.19	438.42	245.3
CARGO TANK 3	79-89	200.600	196.588	173.587	44.4	7707.272	3.14	545.06	378.9
CARGO TANK 4	67-79	251.980	246.941	218.049	38.4	8373.078	3.11	678.13	475.9
CARGO TANK 5	51-67	336.374	329.647	291.078	30.7	8936.104	3.11	905.25	634.6
CARGO TANK6	35-51	334.333	327.647	289.312	21.92	6341.726	3.12	902.65	634.6
TOTAL FUEL OIL IN CARGO TANKS		1282.112	1256.470	1109.463	34.43	38198.384	3.13	3469.53	2369.2

Από τους παραπάνω πίνακες προκύπτει ότι:

$$V_{\text{liquid}} = 1256.47 + 83.7 = 1340 \text{ m}^3 \quad (\text{από την προμελέτη η απαίτηση ήταν } 1200 + 100 = 1300 \text{ m}^3)$$

$$V_{\text{liquid-WATER}} = 83.7 \text{ m}^3$$

Το ωφέλιμο φορτίο σύμφωνα με την προμελέτη είναι:

$$W_{\text{payload}} = W_{\text{FUEL}} + W_{\text{WATER}} = 100 + 1200 \cdot 0.883 = 1159.6 \text{ tons}$$

Το ειδικό βάρος γ του φορτίου για την ομογενή φόρτωση θα είναι:

$$\gamma = \frac{W_{\text{payload}}}{V_{\text{liquid}}} = \frac{1159.6}{1340} = 0.865 \text{ ton/m}^3$$

από τις καμπύλες κυβισμού προκύπτει το θαλάσσιο έρμα σε κάθε διαμέριση, αφαιρώντας σε κάθε διαμέριση τον όγκο φορτίου, από το συνολικό της όγκο. Το θαλάσσιο έρμα κατανέμεται για κάθε διαμέριση σε δυο ισόογκες και συμμετρικές ως προς την διαμήκη τομή του πλοίου.

Ο όγκος έρματος που δέχεται κάθε δεξαμενή μειώνεται στο 98% λόγω ενισχύσεων του πλοίου.

Αναλυτικά το έρμα κατανέμεται στις αντίστοιχες δεξαμενές σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα:

WATER BALLAST TANKS SG (1.025 t/m³)									
CAPACITY OF WATER BALLAST TANKS (100%)									
COMPARTMENT	Frames	Volume 100% (m3)	Volume 98% (m3)	Weight (t)	LCG (m)	ML (t-m)	VCG (m)	MT (t-m)	FSM (t-m)
BALLAST TK 1	24-35	46.03	45.109	47.108	14.854	699.742	0.66	31.091	0
AFTER PEAK No1	1-6	36.23	35.5054	37.135	1.918	71.224	3.962	147.128	0
AFTER PEAK No2	(-5)-1	22.75	22.295	23.318	-1.065	-24.833	4.567	106.493	0
DB2 PORT	89-99	20.2	19.796	20.705	49.74	1029.866	0.63	13.044	0
DB2 STBD	89-99	20.2	19.796	20.705	49.74	1029.866	0.63	13.044	0
DB3 PORT	79-89	27.15	26.607	27.828	44.371	1234.756	0.639	17.782	0
DB3 STBD	79-89	27.15	26.607	27.828	44.371	1234.756	0.639	17.782	0
DB4 PORT	67-79	35.67	34.9566	36.561	38.383	1403.320	0.642	23.472	0
DB4 STBD	67-79	35.67	34.9566	36.561	38.383	1403.320	0.642	23.472	0
DB5 PORT	51-67	47.98	47.0204	49.179	30.7	1509.795	0.642	31.572	0
DB5 STBD	51-67	47.98	47.0204	49.179	30.7	1509.795	0.642	31.572	0
DB6 PORT	35-51	45.32	44.4136	46.453	22.029	1023.313	0.642	29.822	0
DB6 STBD	35-51	45.32	44.4136	46.453	22.029	1023.313	0.642	29.822	0
DB1	99-112	20.36	19.9528	20.869	55.117	1150.236	0.616	12.855	0
FOREPEAK	112-126	63.62	62.3476	65.21	61.468	4008.328	2.753	179.523	0
WING TK 2 PORT	89-99	35.19	34.4862	36.069	49.951	1801.682	2.802	101.065	0
WING TK 2 STBD	89-99	35.19	34.4862	36.069	49.951	1801.682	2.802	101.065	0
WING TK 3 PORT	79-89	35.29	34.5842	36.172	4.458	161.254	2.791	100.956	0
WING TK 3 STBD	79-89	35.29	34.5842	36.172	44.458	1608.134	2.791	100.956	0
WING TK 4 PORT	67-79	43	42.14	44.075	37.384	1647.699	2.722	119.970	0
WING TK 4 STBD	67-79	43	42.14	44.075	38.384	1691.774	2.722	119.970	0
WING TK 5 PORT	51-67	58.07	56.9086	59.521	30.712	1828.008	2.693	160.290	0
WING TK 5 STBD	51-67	58.07	56.9086	59.521	30.712	1828.008	2.693	160.290	0
WING TK 6 PORT	35-51	29.84	29.2432	30.586	21.992	672.647	1.751	53.556	0
WING TK 6 STBD	35-51	29.84	29.2432	30.586	21.99	672.586	1.751	53.556	0
TOTAL WATER BALLAST		944.41	925.5214	967.938	33.080	32020.283	1.839	1780.159	0

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι:

$$V_{W.B. TOTAL} = 944 \text{ m}^3$$

Με βάση τους κανονισμούς $T_f \geq 2.7 \cdot L = 1.73 \text{ m}$ και $T_a \geq D_{\text{ελ}} + 600 = 3.35 \text{ m}$

Οπότε προκύπτει $T_a = 2.515 \text{ m}$

Ισχύει ότι:

$$W.B._{min} = \Delta - (DWT_R + L.S.)$$

Όπου

Δ: το εκτόπισμα σε κατάσταση ερματισμού,

DWT_R: το άθροισμα του υπόλοιπου ωφέλιμου φορτίου, υπολοίπων εφοδίων και βάρος πληρώματος με τις αποσκευές

L.S.: το βάρος του κενού σκάφους.

Το εκτόπισμα σε κατάσταση ερματισμού είναι αυτό που προκύπτει από τους υδροστατικούς πίνακες του προγράμματος TRIBON για βύθισμα **T= 2.515 m**

Hydrostatics table

Draft (m)	Displt (t)	LCB (m)	VCB (m)	WPA (m²)	LCF (m)	KML (m)	KMT (m)	WSA (m²)	TPI (t/cm)	MCT (t-m/cm)
0.65	276.97	32.815	0.375	523.45	32.761	366.852	18.808	545.21	5.39	15.86
0.66	282.36	32.814	0.381	524.59	32.758	361.256	18.544	546.99	5.40	15.92
0.67	287.77	32.813	0.386	525.72	32.755	355.852	18.287	548.77	5.41	15.98
0.68	293.18	32.812	0.391	526.84	32.753	350.631	18.040	550.54	5.42	16.04
0.69	298.61	32.811	0.397	527.95	32.750	345.580	17.800	552.30	5.43	16.11
0.70	304.05	32.809	0.402	529.04	32.747	340.690	17.567	554.05	5.44	16.17
0.71	309.50	32.808	0.407	530.12	32.744	335.954	17.340	555.79	5.45	16.23
0.72	314.96	32.807	0.413	531.18	32.741	331.367	17.120	557.53	5.47	16.29
0.73	320.43	32.806	0.418	532.23	32.738	326.919	16.904	559.26	5.48	16.35
0.74	325.91	32.805	0.423	533.24	32.734	322.564	16.695	560.96	5.49	16.40
0.75	331.40	32.804	0.429	534.20	32.730	318.243	16.492	562.64	5.50	16.46
0.76	336.90	32.802	0.434	535.15	32.726	314.048	16.294	564.30	5.51	16.51
0.77	342.42	32.801	0.439	536.09	32.722	309.976	16.101	565.97	5.52	16.56
0.78	347.94	32.800	0.445	537.01	32.718	306.022	15.913	567.62	5.53	16.61
0.79	353.47	32.799	0.450	537.92	32.714	302.177	15.729	569.27	5.54	16.66
0.80	359.00	32.797	0.455	538.82	32.710	298.454	15.550	570.91	5.54	16.72
0.81	364.56	32.796	0.461	539.72	32.706	294.824	15.377	572.56	5.55	16.77
0.82	370.11	32.794	0.466	540.61	32.702	291.295	15.208	574.20	5.56	16.82
0.83	375.68	32.793	0.471	541.49	32.698	287.857	15.043	575.83	5.57	16.87
0.84	381.26	32.792	0.477	542.36	32.694	284.509	14.881	577.45	5.58	16.92
0.85	386.84	32.790	0.482	543.21	32.690	281.246	14.723	579.07	5.59	16.97
0.86	392.43	32.789	0.487	544.04	32.685	278.068	14.568	580.68	5.60	17.02
0.87	398.04	32.787	0.493	544.88	32.681	274.962	14.417	582.29	5.61	17.07
0.88	403.65	32.786	0.498	545.71	32.676	271.942	14.271	583.90	5.62	17.12
0.89	409.27	32.784	0.503	546.53	32.672	268.996	14.127	585.50	5.62	17.17
0.90	414.90	32.783	0.509	547.34	32.667	266.124	13.987	587.10	5.63	17.22
0.91	420.54	32.781	0.514	548.15	32.663	263.321	13.849	588.69	5.64	17.27
0.92	426.18	32.779	0.519	548.94	32.658	260.587	13.714	590.28	5.65	17.32
0.93	431.80	32.778	0.524	549.72	32.654	257.939	13.583	591.87	5.66	17.37
0.94	437.49	32.776	0.530	550.52	32.649	255.313	13.455	593.46	5.66	17.42
0.95	443.16	32.775	0.535	551.32	32.645	252.769	13.331	595.05	5.67	17.47
0.96	448.84	32.773	0.540	552.10	32.640	250.282	13.209	596.63	5.68	17.51
0.97	454.52	32.771	0.546	552.87	32.636	247.851	13.089	598.21	5.69	17.56
0.98	460.22	32.770	0.551	553.63	32.631	245.474	12.971	599.79	5.70	17.61
0.99	465.92	32.768	0.556	554.37	32.627	243.148	12.855	601.36	5.70	17.66
1.00	471.63	32.766	0.562	555.11	32.623	240.873	12.741	602.93	5.71	17.71
1.01	477.34	32.764	0.567	555.75	32.618	238.518	12.629	604.45	5.72	17.75
1.02	483.06	32.763	0.572	556.39	32.614	236.215	12.519	605.96	5.73	17.79

Draft (m)	Displt (t)	LCB (m)	VCB (m)	WPA (m ²)	LCF (m)	KML (m)	KMT (m)	WSA (m ²)	TPI (t/cm)	MCT (t-m/cm)
1.03	488.79	32.761	0.578	557.02	32.609	233.962	12.412	607.48	5.73	17.82
1.04	494.53	32.759	0.583	557.65	32.605	231.757	12.306	608.99	5.74	17.86
1.05	500.27	32.757	0.588	558.28	32.600	229.599	12.203	610.50	5.74	17.90
1.06	506.02	32.755	0.593	558.90	32.596	227.486	12.102	612.01	5.75	17.94
1.07	511.77	32.754	0.599	559.51	32.591	225.417	12.002	613.52	5.76	17.98
1.08	517.53	32.752	0.604	560.12	32.587	223.391	11.905	615.03	5.76	18.02
1.09	523.30	32.750	0.609	560.71	32.582	221.405	11.808	616.53	5.77	18.05
1.10	529.07	32.748	0.615	561.30	32.578	219.458	11.714	618.03	5.78	18.09
1.11	534.85	32.746	0.620	561.89	32.574	217.552	11.621	619.53	5.78	18.13
1.12	540.62	32.744	0.625	562.48	32.569	215.690	11.531	621.04	5.79	18.17
1.13	546.45	32.743	0.631	563.07	32.565	213.844	11.442	622.54	5.79	18.20
1.14	552.22	32.741	0.636	563.67	32.560	212.057	11.356	624.04	5.80	18.24
1.15	558.03	32.739	0.641	564.26	32.556	210.297	11.272	625.54	5.81	18.28
1.16	563.83	32.737	0.646	564.85	32.551	208.571	11.189	627.04	5.81	18.32
1.17	569.65	32.735	0.652	565.43	32.547	206.877	11.108	628.54	5.82	18.36
1.18	575.47	32.733	0.657	566.01	32.542	205.216	11.027	630.03	5.82	18.39
1.19	581.30	32.731	0.662	566.59	32.538	203.585	10.949	631.53	5.83	18.43
1.20	587.13	32.729	0.668	567.16	32.534	201.984	10.871	633.02	5.84	18.47
1.21	592.97	32.727	0.673	567.72	32.529	200.412	10.794	634.51	5.84	18.51
1.22	598.82	32.725	0.678	568.27	32.525	198.867	10.719	636.00	5.85	18.54
1.23	604.67	32.723	0.683	568.83	32.521	197.350	10.645	637.49	5.85	18.58
1.24	610.51	32.721	0.689	569.37	32.516	195.860	10.572	638.98	5.86	18.62
1.25	616.38	32.719	0.694	569.89	32.511	194.375	10.500	640.46	5.86	18.65
1.26	622.27	32.717	0.699	570.39	32.506	192.900	10.428	641.93	5.87	18.69
1.27	628.12	32.715	0.705	570.90	32.500	191.466	10.359	643.40	5.87	18.72
1.28	634.00	32.713	0.710	571.41	32.494	190.050	10.291	644.87	5.88	18.76
1.29	639.88	32.711	0.715	571.91	32.489	188.659	10.224	646.34	5.88	18.79
1.30	645.77	32.709	0.720	572.42	32.483	187.291	10.158	647.82	5.89	18.83
1.31	651.66	32.707	0.726	572.92	32.477	185.947	10.093	649.29	5.90	18.86
1.32	657.56	32.705	0.731	573.42	32.472	184.625	10.029	650.76	5.90	18.89
1.33	663.46	32.703	0.736	573.91	32.466	183.325	9.966	652.23	5.91	18.93
1.34	669.37	32.701	0.742	574.40	32.461	182.046	9.904	653.70	5.91	18.96
1.35	675.28	32.699	0.747	574.88	32.456	180.788	9.843	655.16	5.92	19.00
1.36	681.20	32.697	0.752	575.36	32.450	179.549	9.782	656.63	5.92	19.03
1.37	687.14	32.695	0.758	575.83	32.445	178.326	9.723	658.09	5.93	19.06
1.38	693.05	32.692	0.763	576.31	32.439	177.133	9.665	659.56	5.93	19.10
1.39	698.98	32.690	0.768	576.80	32.434	175.955	9.608	661.03	5.94	19.13
1.40	704.92	32.688	0.773	577.29	32.428	174.796	9.553	662.50	5.94	19.17
1.41	710.87	32.686	0.779	577.78	32.423	173.656	9.499	663.97	5.95	19.20
1.42	716.81	32.683	0.784	578.27	32.417	172.533	9.445	665.44	5.95	19.24
1.43	722.77	32.681	0.789	578.76	32.412	171.426	9.392	666.90	5.96	19.27
1.44	728.72	32.679	0.794	579.24	32.406	170.336	9.340	668.37	5.96	19.30
1.45	734.69	32.677	0.800	579.71	32.401	169.263	9.288	669.84	5.97	19.34
1.46	740.65	32.675	0.805	580.19	32.395	168.205	9.238	671.30	5.97	19.37
1.47	746.63	32.672	0.810	580.66	32.390	167.163	9.188	672.76	5.97	19.41
1.48	752.60	32.670	0.816	581.13	32.385	166.135	9.138	674.23	5.98	19.44
1.49	758.59	32.668	0.821	581.59	32.379	165.123	9.090	675.69	5.98	19.47
1.50	764.57	32.665	0.826	582.05	32.374	164.125	9.042	677.15	5.99	19.51
1.51	770.57	32.663	0.831	582.46	32.368	163.090	8.994	678.59	5.99	19.54
1.52	776.56	32.661	0.837	582.86	32.363	162.070	8.947	680.03	6.00	19.56
1.53	782.56	32.659	0.842	583.26	32.357	161.065	8.901	681.47	6.00	19.59
1.54	788.56	32.656	0.847	583.66	32.351	160.073	8.856	682.91	6.01	19.62
1.55	794.57	32.654	0.853	584.06	32.345	159.096	8.811	684.35	6.01	19.65

Draft (m)	Displt (t)	LCB (m)	VCB (m)	WPA (m ²)	LCF (m)	KML (m)	KMT (m)	WSA (m ²)	TPI (t/cm)	MCT (t-m/cm)
1.56	800.58	32.652	0.858	584.45	32.340	158.133	8.766	685.79	6.01	19.67
1.57	806.60	32.649	0.863	584.84	32.334	157.182	8.723	687.23	6.02	19.70
1.58	812.62	32.647	0.868	585.23	32.329	156.245	8.680	688.66	6.02	19.73
1.59	818.64	32.645	0.874	585.62	32.323	155.321	8.637	690.10	6.03	19.76
1.60	824.67	32.642	0.879	586.01	32.317	154.410	8.595	691.54	6.03	19.78
1.61	830.70	32.640	0.884	586.39	32.312	153.511	8.554	692.97	6.03	19.81
1.62	836.74	32.637	0.889	586.78	32.306	152.624	8.513	694.41	6.04	19.84
1.63	842.78	32.635	0.895	587.16	32.301	151.749	8.473	695.85	6.04	19.87
1.64	848.82	32.633	0.900	587.54	32.295	150.885	8.434	697.28	6.05	19.89
1.65	854.87	32.630	0.905	587.92	32.290	150.033	8.395	698.72	6.05	19.92
1.66	860.92	32.628	0.911	588.29	32.284	149.191	8.356	700.15	6.05	19.95
1.67	866.98	32.625	0.916	588.67	32.279	148.361	8.318	701.58	6.06	19.97
1.68	873.04	32.623	0.921	589.04	32.273	147.541	8.280	703.02	6.06	20.00
1.69	879.10	32.621	0.926	589.41	32.268	146.732	8.243	704.45	6.07	20.03
1.70	885.17	32.618	0.932	589.77	32.263	145.932	8.207	705.88	6.07	20.05
1.71	891.24	32.616	0.937	590.14	32.257	145.143	8.170	707.31	6.07	20.08
1.72	897.31	32.613	0.942	590.50	32.252	144.363	8.135	708.74	6.08	20.11
1.73	903.39	32.611	0.947	590.85	32.247	143.593	8.099	710.17	6.08	20.14
1.74	909.47	32.608	0.953	591.20	32.242	142.831	8.064	711.60	6.08	20.16
1.75	915.53	32.606	0.958	591.56	32.237	142.084	8.030	713.03	6.09	20.19
1.76	921.65	32.603	0.963	591.92	32.231	141.339	7.996	714.46	6.09	20.22
1.77	927.74	32.601	0.968	592.29	32.226	140.607	7.963	715.90	6.09	20.24
1.78	933.84	32.598	0.974	592.66	32.220	139.885	7.931	717.33	6.10	20.27
1.79	939.94	32.596	0.979	593.03	32.214	139.172	7.899	718.77	6.10	20.30
1.80	946.04	32.594	0.984	593.40	32.209	138.468	7.868	720.20	6.11	20.32
1.81	952.15	32.591	0.990	593.76	32.203	137.771	7.837	721.64	6.11	20.35
1.82	958.26	32.589	0.995	594.13	32.197	137.083	7.806	723.07	6.11	20.38
1.83	964.38	32.586	1.000	594.49	32.192	136.403	7.776	724.51	6.12	20.40
1.84	970.50	32.584	1.005	594.86	32.186	135.731	7.746	725.94	6.12	20.43
1.85	976.62	32.581	1.011	595.22	32.181	135.067	7.717	727.37	6.12	20.46
1.86	982.75	32.578	1.016	595.58	32.175	134.410	7.688	728.80	6.13	20.48
1.87	988.87	32.576	1.021	595.94	32.169	133.762	7.659	730.24	6.13	20.51
1.88	995.01	32.573	1.026	596.30	32.164	133.119	7.631	731.67	6.14	20.54
1.89	1001.15	32.571	1.032	596.65	32.158	132.484	7.603	733.10	6.14	20.56
1.90	1007.29	32.568	1.037	597.01	32.153	131.857	7.575	734.53	6.14	20.59
1.91	1013.43	32.566	1.042	597.36	32.147	131.237	7.548	735.96	6.15	20.62
1.92	1019.58	32.563	1.047	597.71	32.142	130.623	7.521	737.39	6.15	20.64
1.93	1025.73	32.561	1.053	598.06	32.137	130.016	7.494	738.82	6.15	20.67
1.94	1031.89	32.558	1.058	598.41	32.131	129.416	7.468	740.25	6.16	20.70
1.95	1038.05	32.556	1.063	598.76	32.126	128.822	7.441	741.68	6.16	20.72
1.96	1044.21	32.553	1.068	599.11	32.120	128.235	7.416	743.11	6.16	20.75
1.97	1050.38	32.551	1.074	599.45	32.115	127.654	7.390	744.54	6.17	20.77
1.98	1056.55	32.548	1.079	599.80	32.110	127.079	7.365	745.97	6.17	20.80
1.99	1062.72	32.545	1.084	600.14	32.105	126.511	7.340	747.39	6.18	20.83
2.00	1068.90	32.543	1.090	600.48	32.099	125.948	7.316	748.82	6.18	20.85
2.01	1075.08	32.540	1.095	600.80	32.093	125.377	7.292	750.25	6.18	20.88
2.02	1081.26	32.538	1.100	601.13	32.087	124.812	7.268	751.67	6.19	20.90
2.03	1087.45	32.535	1.105	601.45	32.081	124.253	7.244	753.09	6.19	20.92
2.04	1093.64	32.533	1.111	601.77	32.074	123.700	7.221	754.52	6.19	20.95
2.05	1099.84	32.530	1.116	602.10	32.068	123.152	7.198	755.94	6.20	20.97
2.06	1106.03	32.527	1.121	602.42	32.062	122.611	7.175	757.36	6.20	21.00
2.07	1112.23	32.525	1.126	602.73	32.056	122.074	7.153	758.79	6.20	21.02
2.08	1118.44	32.522	1.132	603.05	32.050	121.544	7.131	760.21	6.21	21.04

Draft (m)	Displt (t)	LCB (m)	VCB (m)	WPA (m ²)	LCF (m)	KML (m)	KMT (m)	WSA (m ²)	TPI (t/cm)	MCT (t-m/cm)
2.09	1124.65	32.520	1.137	603.37	32.044	121.019	7.109	761.63	6.21	21.07
2.10	1130.86	32.517	1.142	603.69	32.038	120.499	7.087	763.06	6.21	21.09
2.11	1137.07	32.514	1.147	604.00	32.032	119.984	7.066	764.48	6.22	21.11
2.12	1143.29	32.512	1.153	604.31	32.025	119.475	7.045	765.90	6.22	21.14
2.13	1149.51	32.509	1.158	604.63	32.019	118.971	7.024	767.32	6.22	21.16
2.14	1155.73	32.506	1.163	604.94	32.013	118.472	7.003	768.74	6.22	21.18
2.15	1161.96	32.504	1.168	605.25	32.007	117.977	6.982	770.16	6.23	21.21
2.16	1168.19	32.501	1.174	605.56	32.001	117.487	6.962	771.59	6.23	21.23
2.17	1174.42	32.498	1.179	605.87	31.995	117.004	6.942	773.01	6.23	21.25
2.18	1180.65	32.496	1.184	606.17	31.989	116.524	6.922	774.43	6.24	21.28
2.19	1186.89	32.493	1.190	606.48	31.984	116.049	6.903	775.85	6.24	21.30
2.20	1193.14	32.490	1.195	606.78	31.978	115.578	6.883	777.27	6.24	21.32
2.21	1199.38	32.488	1.200	607.09	31.972	115.112	6.864	778.69	6.25	21.35
2.22	1205.63	32.485	1.205	607.39	31.966	114.651	6.845	780.10	6.25	21.37
2.23	1211.88	32.482	1.211	607.69	31.960	114.193	6.826	781.52	6.25	21.39
2.24	1218.14	32.480	1.216	607.98	31.954	113.740	6.808	782.94	6.26	21.42
2.25	1224.39	32.477	1.221	608.29	31.948	113.293	6.789	784.36	6.26	21.44
2.26	1230.65	32.474	1.226	608.60	31.942	112.848	6.772	785.79	6.26	21.46
2.27	1236.92	32.471	1.232	608.90	31.936	112.407	6.754	787.21	6.27	21.49
2.28	1243.19	32.469	1.237	609.21	31.930	111.970	6.737	788.63	6.27	21.51
2.29	1249.46	32.466	1.242	609.51	31.923	111.537	6.719	790.06	6.27	21.53
2.30	1255.73	32.463	1.247	609.81	31.917	111.107	6.702	791.48	6.27	21.56
2.31	1262.01	32.461	1.253	610.11	31.911	110.682	6.685	792.90	6.28	21.58
2.32	1268.28	32.458	1.258	610.41	31.905	110.260	6.669	794.32	6.28	21.60
2.33	1274.57	32.455	1.263	610.70	31.899	109.842	6.652	795.74	6.28	21.62
2.34	1280.85	32.452	1.268	611.00	31.893	109.428	6.635	797.16	6.29	21.65
2.35	1287.14	32.450	1.274	611.29	31.886	109.018	6.619	798.58	6.29	21.67
2.36	1293.43	32.447	1.279	611.59	31.880	108.612	6.603	800.00	6.29	21.69
2.37	1299.72	32.444	1.284	611.89	31.874	108.211	6.588	801.42	6.30	21.71
2.38	1306.03	32.441	1.289	612.18	31.868	107.811	6.572	802.84	6.30	21.74
2.39	1312.33	32.439	1.295	612.48	31.862	107.415	6.557	804.26	6.30	21.76
2.40	1318.63	32.436	1.300	612.77	31.855	107.023	6.541	805.69	6.31	21.78
2.41	1324.94	32.433	1.305	613.07	31.849	106.633	6.526	807.11	6.31	21.81
2.42	1331.25	32.430	1.310	613.36	31.843	106.247	6.511	808.53	6.31	21.83
2.43	1337.56	32.427	1.316	613.65	31.837	105.864	6.497	809.95	6.31	21.85
2.44	1343.88	32.425	1.321	613.93	31.830	105.484	6.482	811.37	6.32	21.87
2.45	1350.20	32.422	1.326	614.22	31.824	105.107	6.467	812.79	6.32	21.89
2.46	1356.52	32.419	1.332	614.51	31.818	104.734	6.453	814.21	6.32	21.92
2.47	1362.84	32.416	1.337	614.79	31.812	104.364	6.439	815.62	6.33	21.94
2.48	1369.17	32.413	1.342	615.08	31.806	103.997	6.425	817.04	6.33	21.96
2.49	1375.50	32.411	1.347	615.36	31.800	103.633	6.411	818.46	6.33	21.98
2.50	1381.83	32.408	1.353	615.64	31.794	103.272	6.397	819.88	6.33	22.01
2.51	1388.17	32.405	1.358	615.94	31.785	102.913	6.384	821.32	6.34	22.03
2.52	1394.51	32.402	1.363	616.24	31.777	102.557	6.371	822.76	6.34	22.05
2.53	1400.85	32.399	1.368	616.53	31.768	102.204	6.358	824.20	6.34	22.07
2.54	1407.20	32.396	1.374	616.83	31.760	101.855	6.345	825.64	6.35	22.09
2.55	1413.55	32.394	1.379	617.13	31.751	101.508	6.333	827.08	6.35	22.12
2.56	1419.90	32.391	1.384	617.42	31.742	101.164	6.320	828.52	6.35	22.14
2.57	1426.25	32.388	1.389	617.72	31.734	100.823	6.308	829.96	6.36	22.16
2.58	1432.61	32.385	1.395	618.01	31.725	100.485	6.296	831.39	6.36	22.18
2.59	1438.97	32.382	1.400	618.30	31.717	100.149	6.284	832.83	6.36	22.20
2.60	1445.34	32.379	1.405	618.59	31.708	99.816	6.272	834.27	6.37	22.22
2.61	1451.70	32.376	1.410	618.89	31.700	99.486	6.260	835.71	6.37	22.25

Draft (m)	Displt (t)	LCB (m)	VCB (m)	WPA (m ²)	LCF (m)	KML (m)	KMT (m)	WSA (m ²)	TPI (t/cm)	MCT (t-m/cm)
2.62	1458.07	32.373	1.416	619.18	31.691	99.158	6.248	837.15	6.37	22.27
2.63	1464.45	32.370	1.421	619.46	31.683	98.833	6.237	838.59	6.37	22.29
2.64	1470.82	32.367	1.426	619.75	31.674	98.511	6.225	840.03	6.38	22.31
2.65	1477.20	32.364	1.431	620.04	31.665	98.191	6.214	841.47	6.38	22.33
2.66	1483.58	32.361	1.437	620.33	31.657	97.873	6.202	842.91	6.38	22.35
2.67	1489.97	32.358	1.442	620.61	31.648	97.557	6.191	844.35	6.39	22.38
2.68	1496.35	32.355	1.447	620.89	31.640	97.243	6.180	845.79	6.39	22.40
2.69	1502.74	32.352	1.453	621.18	31.631	96.931	6.169	847.23	6.39	22.42
2.70	1509.14	32.349	1.458	621.46	31.622	96.621	6.158	848.67	6.39	22.44
2.71	1515.53	32.346	1.463	621.74	31.613	96.314	6.148	850.12	6.40	22.46
2.72	1521.93	32.343	1.468	622.02	31.605	96.010	6.137	851.56	6.40	22.48
2.73	1528.33	32.339	1.474	622.29	31.596	95.707	6.127	853.00	6.40	22.50
2.74	1534.74	32.336	1.479	622.57	31.587	95.407	6.116	854.44	6.41	22.52
2.75	1541.15	32.333	1.484	622.85	31.579	95.109	6.106	855.88	6.41	22.55
2.76	1547.56	32.330	1.489	623.12	31.570	94.814	6.096	857.32	6.41	22.57
2.77	1553.97	32.327	1.495	623.40	31.560	94.516	6.086	858.78	6.41	22.59
2.78	1560.39	32.324	1.500	623.70	31.549	94.225	6.076	860.25	6.42	22.61
2.79	1566.81	32.321	1.505	623.99	31.537	93.938	6.067	861.72	6.42	22.63
2.80	1573.22	32.317	1.510	624.29	31.526	93.654	6.058	863.20	6.42	22.65
2.81	1579.65	32.314	1.516	624.59	31.514	93.372	6.049	864.67	6.43	22.67
2.82	1586.08	32.311	1.521	624.89	31.503	93.091	6.040	866.15	6.43	22.69
2.83	1592.52	32.308	1.526	625.19	31.491	92.813	6.031	867.63	6.43	22.71
2.84	1598.95	32.304	1.532	625.48	31.479	92.536	6.022	869.11	6.44	22.74
2.85	1605.39	32.301	1.537	625.77	31.468	92.260	6.013	870.59	6.44	22.76
2.86	1611.83	32.298	1.542	626.06	31.456	91.986	6.004	872.06	6.44	22.78
2.87	1618.27	32.294	1.547	626.34	31.444	91.715	5.995	873.54	6.45	22.80
2.88	1624.72	32.291	1.553	626.63	31.432	91.445	5.986	875.03	6.45	22.82
2.89	1631.17	32.287	1.558	626.92	31.420	91.178	5.978	876.51	6.45	22.84
2.90	1637.62	32.284	1.563	627.22	31.408	90.914	5.970	877.99	6.45	22.86
2.91	1644.08	32.280	1.568	627.52	31.396	90.653	5.962	879.48	6.46	22.88
2.92	1650.53	32.277	1.574	627.82	31.383	90.394	5.954	880.97	6.46	22.91
2.93	1657.00	32.273	1.579	628.12	31.371	90.136	5.946	882.46	6.46	22.93
2.94	1663.46	32.270	1.584	628.41	31.358	89.881	5.938	883.95	6.47	22.95
2.95	1669.93	32.266	1.589	628.71	31.346	89.628	5.930	885.43	6.47	22.97
2.96	1676.40	32.263	1.595	629.01	31.333	89.376	5.922	886.93	6.47	22.99
2.97	1682.87	32.259	1.600	629.30	31.320	89.126	5.915	888.42	6.48	23.01
2.98	1689.35	32.256	1.605	629.60	31.308	88.878	5.907	889.91	6.48	23.04
2.99	1695.83	32.252	1.611	629.89	31.295	88.631	5.899	891.40	6.48	23.06
3.00	1702.31	32.248	1.616	630.18	31.282	88.386	5.892	892.90	6.48	23.08
3.01	1708.80	32.245	1.621	630.52	31.266	88.148	5.886	894.46	6.49	23.10
3.02	1715.29	32.241	1.626	630.86	31.249	87.911	5.879	896.02	6.49	23.13
3.03	1721.78	32.237	1.632	631.20	31.232	87.677	5.873	897.59	6.50	23.15
3.04	1728.28	32.233	1.637	631.54	31.215	87.446	5.867	899.15	6.50	23.17
3.05	1734.78	32.229	1.642	631.89	31.198	87.218	5.861	900.73	6.50	23.20
3.06	1741.28	32.225	1.647	632.23	31.181	86.992	5.854	902.30	6.51	23.22
3.07	1747.79	32.222	1.653	632.58	31.164	86.769	5.849	903.88	6.51	23.24
3.08	1754.30	32.218	1.658	632.93	31.147	86.547	5.843	905.46	6.51	23.27
3.09	1760.82	32.214	1.663	633.29	31.129	86.328	5.837	907.04	6.52	23.29
3.10	1767.32	32.210	1.669	633.64	31.112	86.112	5.831	908.63	6.52	23.32
3.11	1773.86	32.206	1.674	634.00	31.094	85.896	5.826	910.22	6.52	23.34
3.12	1780.38	32.201	1.679	634.36	31.076	85.683	5.820	911.82	6.53	23.37
3.13	1786.91	32.197	1.684	634.71	31.057	85.471	5.815	913.42	6.53	23.39
3.14	1793.45	32.193	1.690	635.07	31.039	85.261	5.809	915.02	6.53	23.42

Draft (m)	Displt (t)	LCB (m)	VCB (m)	WPA (m ²)	LCF (m)	KML (m)	KMT (m)	WSA (m ²)	TPI (t/cm)	MCT (t-m/cm)
3.15	1799.98	32.189	1.695	635.43	31.020	85.053	5.804	916.63	6.54	23.44
3.16	1806.52	32.185	1.700	635.79	31.001	84.846	5.799	918.24	6.54	23.47
3.17	1813.07	32.180	1.706	636.15	30.982	84.643	5.793	919.85	6.55	23.50
3.18	1819.62	32.176	1.711	636.52	30.963	84.441	5.788	921.46	6.55	23.52
3.19	1826.17	32.172	1.716	636.89	30.944	84.244	5.783	923.09	6.55	23.55
3.20	1832.72	32.167	1.721	637.26	30.924	84.049	5.778	924.72	6.56	23.58
3.21	1839.28	32.163	1.727	637.64	30.903	83.856	5.773	926.36	6.56	23.60
3.22	1845.85	32.158	1.732	638.02	30.883	83.665	5.769	928.00	6.57	23.63
3.23	1852.41	32.154	1.737	638.40	30.862	83.476	5.764	929.65	6.57	23.66
3.24	1858.98	32.149	1.743	638.78	30.841	83.288	5.759	931.30	6.57	23.69
3.25	1865.56	32.144	1.748	639.17	30.820	83.106	5.755	932.96	6.58	23.72
3.26	1872.14	32.140	1.753	639.61	30.799	82.939	5.751	934.63	6.58	23.75
3.27	1878.72	32.135	1.759	640.04	30.777	82.774	5.747	936.31	6.59	23.78
3.28	1885.31	32.130	1.764	640.50	30.755	82.616	5.743	938.00	6.59	23.82
3.29	1891.90	32.125	1.769	640.95	30.733	82.462	5.739	939.69	6.60	23.85
3.30	1898.50	32.120	1.774	641.41	30.711	82.311	5.735	941.38	6.60	23.89
3.31	1905.10	32.115	1.780	641.88	30.688	82.162	5.732	943.08	6.60	23.93
3.32	1911.71	32.111	1.785	642.35	30.666	82.019	5.728	944.77	6.61	23.97
3.33	1918.32	32.105	1.790	642.83	30.643	81.882	5.725	946.48	6.61	24.01
3.34	1924.94	32.100	1.796	643.32	30.621	81.747	5.721	948.18	6.62	24.05
3.35	1931.56	32.095	1.801	643.80	30.598	81.613	5.718	949.89	6.62	24.09
3.36	1938.19	32.090	1.806	644.28	30.575	81.480	5.714	951.60	6.63	24.13
3.37	1944.82	32.085	1.812	644.78	30.553	81.356	5.711	953.29	6.63	24.17
3.38	1951.46	32.080	1.817	645.30	30.531	81.243	5.708	954.98	6.64	24.22
3.39	1958.10	32.074	1.822	645.81	30.510	81.132	5.704	956.67	6.65	24.27
3.40	1964.75	32.069	1.828	646.33	30.489	81.023	5.701	958.36	6.65	24.31
3.41	1971.40	32.064	1.833	646.85	30.468	80.914	5.698	960.04	6.66	24.36
3.42	1978.06	32.058	1.838	647.37	30.447	80.807	5.695	961.73	6.66	24.41
3.43	1984.73	32.053	1.844	647.89	30.425	80.698	5.692	963.43	6.67	24.45
3.44	1991.40	32.047	1.849	648.41	30.403	80.595	5.689	965.13	6.67	24.50
3.45	1998.07	32.042	1.854	648.95	30.382	80.503	5.686	966.82	6.68	24.55
3.46	2004.75	32.036	1.860	649.50	30.362	80.416	5.683	968.50	6.68	24.61
3.47	2011.44	32.031	1.865	650.05	30.341	80.330	5.680	970.18	6.69	24.66
3.48	2018.13	32.025	1.870	650.60	30.321	80.245	5.677	971.86	6.69	24.71
3.49	2024.83	32.019	1.876	651.15	30.300	80.162	5.674	973.54	6.70	24.77
3.50	2031.53	32.014	1.881	651.71	30.280	80.081	5.672	975.23	6.71	24.82
3.51	2038.24	32.008	1.886	652.31	30.262	80.026	5.669	976.90	6.71	24.89
3.52	2044.95	32.002	1.892	652.92	30.245	79.974	5.666	978.58	6.72	24.95
3.53	2051.68	31.996	1.897	653.53	30.227	79.923	5.663	980.26	6.72	25.01
3.54	2058.40	31.991	1.902	654.15	30.209	79.874	5.661	981.94	6.73	25.08
3.55	2065.14	31.985	1.908	654.77	30.192	79.828	5.658	983.62	6.74	25.14
3.56	2071.88	31.979	1.913	655.39	30.174	79.784	5.656	985.31	6.74	25.21
3.57	2078.63	31.973	1.918	656.02	30.156	79.742	5.653	987.00	6.75	25.28
3.58	2085.38	31.967	1.924	656.66	30.138	79.704	5.651	988.69	6.76	25.34
3.59	2092.14	31.961	1.929	657.30	30.120	79.668	5.649	990.39	6.76	25.41
3.60	2098.91	31.955	1.934	657.95	30.102	79.632	5.646	992.08	6.77	25.48
3.61	2105.68	31.949	1.940	658.59	30.084	79.599	5.644	993.78	6.78	25.55
3.62	2112.46	31.943	1.945	659.25	30.066	79.567	5.642	995.48	6.78	25.62
3.63	2119.25	31.937	1.951	659.91	30.048	79.539	5.640	997.19	6.79	25.69
3.64	2126.04	31.931	1.956	660.57	30.030	79.516	5.638	998.89	6.80	25.76
3.65	2132.84	31.925	1.961	661.24	30.012	79.494	5.636	1000.61	6.80	25.84
3.66	2139.65	31.919	1.967	661.92	29.994	79.476	5.634	1002.32	6.81	25.91
3.67	2146.47	31.913	1.972	662.60	29.976	79.459	5.632	1004.05	6.82	25.99

Draft (m)	Displt (t)	LCB (m)	VCB (m)	WPA (m ²)	LCF (m)	KML (m)	KMT (m)	WSA (m ²)	TPI (t/cm)	MCT (t-m/cm)
3.68	2153.29	31.907	1.978	663.28	29.957	79.443	5.631	1005.77	6.83	26.06
3.69	2160.12	31.900	1.983	663.96	29.939	79.428	5.629	1007.49	6.83	26.14
3.70	2166.95	31.894	1.988	664.65	29.921	79.414	5.627	1009.22	6.84	26.22
3.71	2173.79	31.888	1.994	665.32	29.903	79.397	5.625	1010.94	6.85	26.29
3.72	2180.65	31.882	1.999	665.99	29.885	79.378	5.623	1012.65	6.85	26.37
3.73	2187.50	31.875	2.005	666.64	29.868	79.353	5.622	1014.35	6.86	26.44
3.74	2194.37	31.869	2.010	667.28	29.852	79.329	5.620	1016.04	6.87	26.51
3.75	2201.23	31.863	2.015	667.93	29.836	79.307	5.618	1017.74	6.87	26.58
3.76	2208.11	31.856	2.021	668.58	29.820	79.290	5.616	1019.44	6.88	26.66
3.77	2214.99	31.850	2.026	669.25	29.805	79.279	5.614	1021.14	6.89	26.74
3.78	2221.88	31.844	2.032	669.92	29.789	79.269	5.612	1022.84	6.89	26.81
3.79	2228.78	31.837	2.037	670.59	29.774	79.259	5.610	1024.55	6.90	26.89
3.80	2235.68	31.831	2.042	671.26	29.759	79.249	5.608	1026.26	6.91	26.97
3.81	2242.59	31.824	2.048	671.92	29.744	79.239	5.607	1027.96	6.91	27.05
3.82	2249.51	31.818	2.053	672.59	29.729	79.230	5.605	1029.67	6.92	27.13
3.83	2256.44	31.812	2.059	673.25	29.714	79.219	5.603	1031.37	6.93	27.20
3.84	2263.37	31.805	2.064	673.91	29.699	79.208	5.602	1033.08	6.93	27.28
3.85	2270.30	31.799	2.070	674.58	29.684	79.199	5.600	1034.78	6.94	27.36
3.86	2277.25	31.792	2.075	675.25	29.668	79.192	5.598	1036.50	6.95	27.44
3.87	2284.20	31.786	2.081	675.92	29.653	79.187	5.597	1038.21	6.96	27.52
3.88	2291.16	31.779	2.086	676.60	29.637	79.185	5.595	1039.94	6.96	27.60
3.89	2298.13	31.773	2.091	677.28	29.621	79.186	5.594	1041.67	6.97	27.68
3.90	2305.10	31.766	2.097	677.97	29.605	79.189	5.592	1043.40	6.98	27.77
3.91	2312.08	31.760	2.102	678.66	29.588	79.193	5.591	1045.14	6.98	27.85
3.92	2319.07	31.753	2.108	679.35	29.572	79.198	5.589	1046.88	6.99	27.93
3.93	2326.06	31.747	2.113	680.05	29.555	79.203	5.588	1048.62	7.00	28.02
3.94	2333.06	31.740	2.119	680.74	29.539	79.209	5.586	1050.37	7.00	28.10
3.95	2340.07	31.733	2.124	681.44	29.522	79.216	5.585	1052.11	7.01	28.19
3.96	2347.08	31.727	2.130	682.13	29.506	79.224	5.584	1053.86	7.02	28.27
3.97	2354.11	31.720	2.135	682.83	29.489	79.233	5.582	1055.61	7.03	28.36
3.98	2361.14	31.713	2.141	683.55	29.471	79.249	5.581	1057.38	7.03	28.45
3.99	2368.18	31.707	2.146	684.28	29.453	79.274	5.580	1059.17	7.04	28.54
4.00	2375.22	31.700	2.152	685.04	29.433	79.307	5.579	1060.98	7.05	28.63
4.01	2382.27	31.693	2.157	685.81	29.417	79.347	5.578	1062.79	7.06	28.73
4.02	2389.33	31.686	2.163	686.58	29.400	79.388	5.576	1064.60	7.06	28.83
4.03	2396.40	31.680	2.168	687.35	29.383	79.430	5.575	1066.41	7.07	28.93
4.04	2403.48	31.673	2.174	688.12	29.366	79.472	5.574	1068.22	7.08	29.03
4.05	2410.56	31.666	2.179	688.89	29.349	79.515	5.573	1070.04	7.09	29.13
4.06	2417.66	31.659	2.185	689.67	29.332	79.560	5.572	1071.86	7.10	29.23
4.07	2424.76	31.652	2.190	690.47	29.314	79.617	5.571	1073.71	7.10	29.33
4.08	2431.87	31.646	2.196	691.33	29.293	79.696	5.570	1075.61	7.11	29.45
4.09	2438.99	31.639	2.201	692.27	29.268	79.814	5.569	1077.60	7.12	29.58
4.10	2446.11	31.632	2.207	693.18	29.244	79.919	5.568	1079.57	7.13	29.70
4.11	2453.25	31.625	2.212	694.03	29.223	79.998	5.567	1081.48	7.14	29.82
4.12	2460.40	31.618	2.218	694.81	29.206	80.046	5.566	1083.33	7.15	29.92
4.13	2467.55	31.611	2.223	695.58	29.189	80.085	5.565	1085.15	7.16	30.02
4.14	2474.71	31.604	2.229	696.32	29.173	80.118	5.565	1086.97	7.17	30.12
4.15	2481.88	31.597	2.234	697.04	29.158	80.141	5.564	1088.76	7.17	30.21
4.16	2489.06	31.590	2.240	697.74	29.144	80.155	5.563	1090.53	7.18	30.30
4.17	2496.24	31.583	2.245	698.42	29.132	80.158	5.562	1092.28	7.19	30.39
4.18	2503.43	31.575	2.251	699.07	29.120	80.154	5.561	1094.01	7.19	30.47
4.19	2510.63	31.568	2.256	699.72	29.108	80.148	5.561	1095.74	7.20	30.56
4.20	2517.83	31.561	2.262	700.37	29.097	80.140	5.560	1097.47	7.21	30.64

Draft (m)	Displt (t)	LCB (m)	VCB (m)	WPA (m ²)	LCF (m)	KML (m)	KMT (m)	WSA (m ²)	TPI (t/cm)	MCT (t-m/cm)
4.21	2525.04	31.554	2.268	701.00	29.086	80.125	5.559	1099.18	7.21	30.72
4.22	2532.26	31.547	2.273	701.61	29.076	80.103	5.559	1100.87	7.22	30.79
4.23	2539.49	31.540	2.279	702.20	29.067	80.076	5.558	1102.55	7.23	30.87
4.24	2546.71	31.533	2.284	702.77	29.059	80.043	5.557	1104.22	7.23	30.94
4.25	2553.94	31.526	2.290	703.34	29.051	80.006	5.556	1105.88	7.24	31.01
4.26	2561.18	31.519	2.295	703.89	29.043	79.968	5.556	1107.54	7.24	31.08
4.27	2568.43	31.512	2.301	704.44	29.035	79.929	5.555	1109.19	7.25	31.15
4.28	2575.68	31.505	2.306	704.98	29.028	79.887	5.554	1110.84	7.25	31.22
4.29	2582.94	31.498	2.312	705.52	29.022	79.842	5.553	1112.48	7.26	31.29
4.30	2590.20	31.491	2.318	706.05	29.015	79.795	5.553	1114.11	7.27	31.36
4.31	2597.47	31.484	2.323	706.57	29.009	79.746	5.552	1115.74	7.27	31.42
4.32	2604.74	31.477	2.329	707.09	29.003	79.696	5.551	1117.37	7.28	31.49
4.33	2612.02	31.471	2.334	707.60	28.997	79.645	5.551	1118.99	7.28	31.55
4.34	2619.30	31.464	2.340	708.12	28.992	79.593	5.550	1120.62	7.29	31.62
4.35	2626.59	31.457	2.345	708.62	28.986	79.539	5.549	1122.24	7.29	31.68
4.36	2633.89	31.450	2.351	709.12	28.981	79.481	5.549	1123.85	7.30	31.74
4.37	2641.19	31.443	2.357	709.60	28.977	79.422	5.548	1125.45	7.30	31.80
4.38	2648.49	31.436	2.362	710.09	28.972	79.360	5.548	1127.05	7.31	31.86
4.39	2655.80	31.429	2.368	710.57	28.968	79.298	5.547	1128.65	7.31	31.92
4.40	2663.11	31.423	2.373	711.04	28.963	79.236	5.547	1130.25	7.32	31.98
4.41	2670.43	31.416	2.379	711.51	28.959	79.172	5.546	1131.84	7.32	32.04
4.42	2677.76	31.409	2.384	711.99	28.955	79.108	5.546	1133.44	7.33	32.10
4.43	2685.09	31.403	2.390	712.46	28.951	79.044	5.545	1135.03	7.33	32.16
4.44	2692.42	31.396	2.395	712.92	28.948	78.977	5.545	1136.62	7.34	32.22
4.45	2699.76	31.389	2.401	713.37	28.944	78.909	5.544	1138.20	7.34	32.27
4.46	2707.10	31.383	2.407	713.82	28.941	78.840	5.544	1139.78	7.35	32.33
4.47	2714.45	31.376	2.412	714.28	28.938	78.771	5.544	1141.36	7.35	32.39
4.48	2721.80	31.369	2.418	714.72	28.934	78.701	5.543	1142.94	7.35	32.44
4.49	2729.16	31.363	2.423	715.17	28.931	78.631	5.543	1144.52	7.36	32.50
4.50	2736.52	31.356	2.429	715.61	28.928	78.561	5.543	1146.10	7.36	32.55
4.55	2773.39	31.324	2.457	717.79	28.925	78.206	5.541	1153.94	7.39	32.83

προκύπτει ότι είναι: $\Delta_{T=2.515\text{ m}}=1391.34\text{ tons}$.

Το $W_{L.S.}=\Delta_{Td}-DWT=2305.1-1452\Rightarrow W_{L.S.}=853.1\text{ tons}$.

Συνεπώς το ελάχιστο απαιτούμενο έρμα είναι:

$$W_{B.\min} = \Delta - W_{L.S.} - 10\%(W_{D.O.} + W_{L.O.} + W_{FW} + W_{PR}) - W_{CR} =$$

$$= 1391.34 - 853.1 - 0,1(194.3 + 8 + 50.7 + 3) - 2.8 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow W_{B.\min} = 512.5\text{ tons}$$

$$\Rightarrow V_{W.B.\min} = 512.5/1,025 \Rightarrow V_{W.B.\min} = 500\text{ m}^3$$

$$\text{Επομένως: } V_{W.B.\text{total}} = 944\text{ m}^3 > V_{W.B.\min} = 500\text{ m}^3$$

Οι δεξαμενές έρματος του υπό σχεδίαση πλοίου έχουν την απαραίτητη χωρητικότητα για να δεχθούν το ελάχιστο απαιτούμενο έρμα.

3.4 STABILITY BOOK

LIGHTSHIP CONDITION

		Weight (t)	LCG (m)	ML (t-m)	VCG (m)	MT (t-m)	FSM (t-m)
W_{ST}		499.30	31.48	15717.46	3.00	1497.90	0.0
W_{OT}		188.90	31.00	5855.90	5.00	944.50	0.0
W_M		164.90	13.00	2143.70	2.06	338.87	0.0
LIGHTSHIP		853.1	27.8	23717.06	3.26	2781.10	0.0

Drafts at equilibrium angle

Draft at LCF	1.667	metres
Draft aft at marks	2.683	metres
Draft fwd at marks	0.595	metres
Draft at AP	2.683	metres
Draft at FP	0.595	metres
Mean draft at midships	1.639	metres

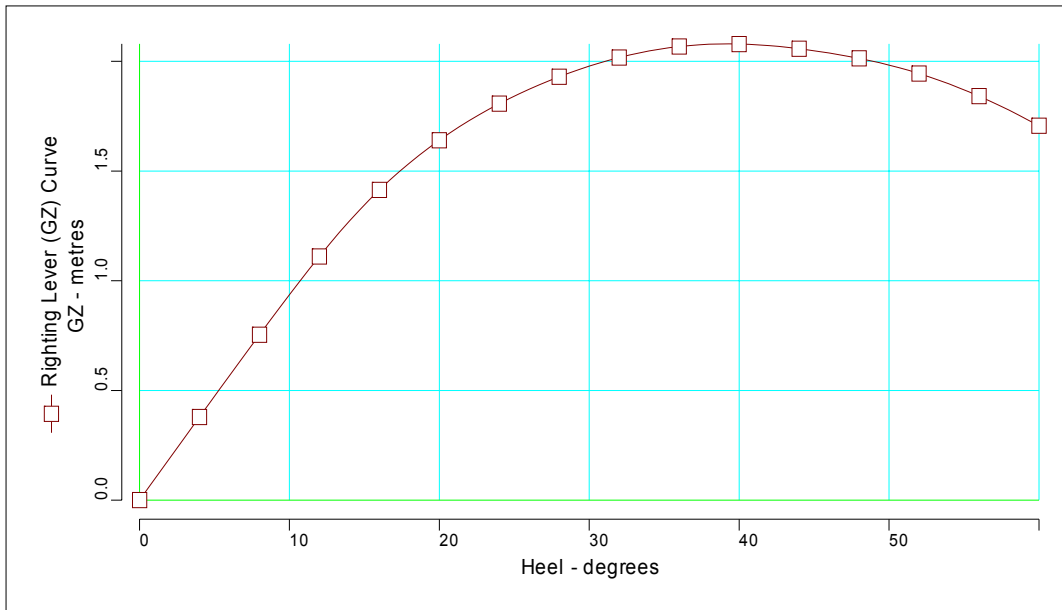
Hydrostatics at equilibrium angle

Density of water	1.0290 tonnes/cu.m
Heel	No heel
Trim by the stern	2.088 metres
KG	3.260 metres
FSC	0.000 metres
KGf	3.260 metres
GMt	5.446 metres
BMt	7.722 metres
BMI	150.236 metres
Waterplane area	593.514 sq.metres
LCF	31.088 metres
TCF	0.000 metres
TPI	6.107 tonnes/cm

Propeller Immersion

Propeller tip immersion	-0.225	metres
Required percentage immersion	110.000	%
Actual percentage immersion	91.803	%

Righting Lever (GZ) Curve



Heel to Stbd (deg)	GZ (m)	GM (m)	Trim (m)	WLrad (m)	Freeboard (m)	Unprotected (m)
0.00	0.0000	5.4457	-2.088	1.638	2.51	5.78
2.00	0.1898	5.4373	-2.086	1.636	2.34	5.59
4.00	0.3792	5.4180	-2.079	1.631	2.17	5.40
6.00	0.5673	5.3773	-2.068	1.621	2.00	5.20
8.00	0.7536	5.3060	-2.053	1.606	1.82	5.00
10.00	0.9360	5.1568	-2.034	1.587	1.62	4.79
12.00	1.1109	4.8726	-2.013	1.562	1.41	4.58
14.00	1.2722	4.3706	-1.989	1.529	1.21	4.38
16.00	1.4138	3.7877	-1.967	1.486	1.00	4.17
18.00	1.5358	3.2555	-1.945	1.434	0.80	3.97
20.00	1.6404	2.7934	-1.922	1.373	0.60	3.77
22.00	1.7301	2.3988	-1.898	1.303	0.41	3.57
24.00	1.8069	2.0599	-1.872	1.224	0.23	3.37
26.00	1.8732	1.7702	-1.845	1.137	0.05	3.18
28.00	1.9297	1.5204	-1.816	1.043	-0.12	2.98
30.00	1.9778	1.2833	-1.787	0.941	-0.29	2.79
32.00	2.0172	1.0190	-1.759	0.834	-0.45	2.60
34.00	2.0472	0.7398	-1.732	0.721	-0.61	2.42
36.00	2.0673	0.4572	-1.706	0.604	-0.77	2.23
38.00	2.0777	0.1811	-1.678	0.482	-0.93	2.04
40.00	2.0786	-0.0611	-1.646	0.358	-1.08	1.85
42.00	2.0715	-0.2622	-1.608	0.231	-1.23	1.66
44.00	2.0575	-0.4252	-1.562	0.102	-1.37	1.47
46.00	2.0378	-0.5525	-1.508	-0.029	-1.50	1.29
48.00	2.0132	-0.6545	-1.445	-0.163	-1.63	1.11
50.00	1.9829	-0.8555	-1.374	-0.298	-1.76	0.93
52.00	1.9441	-1.0974	-1.300	-0.434	-1.88	0.75
54.00	1.8967	-1.3280	-1.222	-0.570	-1.99	0.57
56.00	1.8410	-1.5494	-1.140	-0.706	-2.10	0.39
58.00	1.7772	-1.7501	-1.053	-0.843	-2.21	0.21
60.00	1.7064	-1.9310	-0.961	-0.979	-2.31	0.03

IMO A167 Intact Stability criteria

	Criterion	Actual Value	Critical Value	Critical KGf	Critical GMf
1	Area under GZ curve up to 30 degrees > 0.055	0.633	0.055	7.649	1.057
2	Area under GZ curve from 30 to 40 deg. or downflood > 0.03	0.357	0.030	6.537	2.169
3	Area under GZ curve up to 40 deg. or downflood > 0.09	0.991	0.090	7.319	1.387
4	Maximum GZ to be at least 0.20 metre at 30 degrees or above	2.079	0.200	7.693	1.013
5	Maximum GZ to be at an angle > 25 degrees	39.101	25.000	5.348	3.358
6	Initial GM to be at least 0.15 metres	5.446	0.150	8.556	0.150
	Critical			5.348	3.358
	Actual			3.260	5.446

Condition complies with the regulations

Immersion Particulars

State of Openings = X-ray: Normal condition

Unprotected Openings

Point #	X position (m)	Y position (m)	Z position (m)	Ht. above WL (m)	Flood Angle (deg)	Downflood Compartment
0	17.500	5.400	7.900	5.785	58.000	ACCOMODATION

Deck Edge

Point #	X position (m)	Y position (m)	Z position (m)	Ht. above WL (m)	Flood Angle (deg)
0	-3.200	2.704	6.097	3.308	58.000
1	-3.200	-2.704	6.097	3.308	58.000
2	0.000	3.316	6.097	3.412	58.000
3	0.000	-3.316	6.097	3.412	58.000
4	0.500	4.241	6.097	3.428	56.973
5	0.500	-4.241	6.097	3.428	58.000
6	3.000	4.888	5.100	2.513	33.801
7	3.000	-4.888	5.100	2.513	58.000
8	5.000	5.444	5.100	2.579	29.984
9	5.000	-5.444	5.100	2.579	58.000
10	8.000	6.052	5.100	2.676	27.244
11	8.000	-6.052	5.100	2.676	58.000
12	10.000	6.302	5.100	2.742	26.580
13	10.000	-6.302	5.100	2.742	58.000
14	12.000	6.400	5.100	2.807	26.734
15	12.000	-6.400	5.100	2.807	58.000
16	17.500	6.400	5.100	2.986	28.506
17	17.500	-6.400	5.100	2.986	58.000
18	20.000	6.400	5.100	3.068	29.314
19	20.000	-6.400	5.100	3.068	58.000
20	32.000	6.400	5.100	3.459	33.160
21	32.000	-6.400	5.100	3.459	58.000
22	42.800	6.399	5.100	3.811	36.578
23	42.800	-6.399	5.100	3.811	58.000
24	47.200	6.175	5.100	3.955	39.633

Point #	X position (m)	Y position (m)	Z position (m)	Ht. above WL (m)	Flood Angle (deg)
25	47.200	-6.175	5.100	3.955	58.000
26	52.700	5.060	5.100	4.134	52.102
27	52.700	-5.060	5.100	4.134	58.000
28	58.700	3.195	5.100	4.330	58.000
29	58.700	-3.195	5.100	4.330	58.000
30	59.200	4.082	7.300	6.545	58.000
31	59.200	-4.082	7.300	6.545	58.000
32	64.000	2.239	7.300	6.701	58.000
33	64.000	-2.239	7.300	6.701	58.000
34	65.923	0.000	7.300	6.764	58.000
35	65.923	0.000	7.300	6.764	58.000

FULL LOAD DEPARTURE CONDITION

	Weight (t)	LCG (m)	ML (t-m)	VCG (m)	MT (t-m)	FSM (t-m)
TOTAL FRESH WATER IN CARGO TANKS	83.7	55.95	4677.420	2.760	231.010	0.0
TOTAL FUEL OIL IN CARGO TANKS	1109.5	34.43	38200.085	3.130	3472.735	2369.2
TOTAL DIESEL OIL	194.3	27.63	5368.510	3.239	629.337	141.4
TOTAL FRESH WATER	50.7	21.90	1112.52	4.05	205.740	0.0
TOTAL LUB OIL	7.8	10.75	83.875	0.60	4.680	5.1
TOTAL CREW	2.8	13.75	38.5	6.35	17.780	0.0
TOTAL PROVISIONS 100%	3	8.750	26.250	6.000	18.000	0.0
DEADWEIGHT	1452	34.1	49516.85	3.148	4572.09	2515.8
LIGHTSHIP	853.1	27.8	23716.18	3.260	2781.10	0.0
DISPLACEMENT	2305.1	31.77	73233.03	3.190	7353.27	2515.8

SUMMARY TABLE

Items	Units	FULL LOAD DEPARTURE
Water Ballast	tonnes	0.0
Fresh Water in Cargo Tank	tonnes	83.7
Fuel Oil in Cargo Tanks	tonnes	1109.5
Fuel Oil	tonnes	194.3
Other Tanks	tonnes	0.0
Fresh Water	tonnes	50.7
Lub Oil	tonnes	7.8
Other Compartments	tonnes	
Containers	tonnes	0.0
Fixed Weights	tonnes	5.9
Deadweight	tonnes	1451.9
Lightship	tonnes	853.1
Displacement	tonnes	2305.0
LCG	metres	31.768
LCB	metres	31.768
TCG	metres	0.000
TCB	metres	0.000
VCB	metres	2.097
FSM	tonnes-metres	8056.2
FSC	metres	1.091
KGf	metres	4.283
Buoyancy	tonnes	2305.1
Grain Heeling Moment	tonnes-metres	0.0
Density of Water	tonnes/cu.m	1.029
Angle of Heel	degrees	0.000
Draft at LCF	metres	3.900
Draft Aft at Marks	metres	3.899
Draft Fwd at Marks	metres	3.901
Draft at AP	metres	3.899
Draft at FP	metres	3.901
Mean Draft at Midships	metres	3.900
Trim by Bow	metres	0.001
Trim by Stern	metres	-0.001
BMT	metres	3.495
Effective GM	metres	1.308
BMI	metres	77.084
Waterplane Area	sq.metres	677.94

Items	Units	FULL LOAD DEPARTURE
LCF	metres	-2.394
TCF	metres	0.000
TPI	tonnes/cm	6.976
MCT	tonnes-m/cm	27.763
Propeller Tip Immersion	metres	0.974
Required % Immersion	%	110.000
Actual % Immersion	%	135.429
Area under GZ curve up to 30 degrees > 0.055	m-rads	0.136
Area under GZ curve from 30 to 40 deg. or downflood > 0.03	m-rads	0.041
Area under GZ curve up to 40 deg. or downflood > 0.09	m-rads	0.177
Maximum GZ to be at least 0.20 metre at 30 degrees or above	metres	0.357
Maximum GZ to be at an angle > 25 degrees	degrees	26.380
Initial GM to be at least 0.15 metres	metres	1.308
Unprotected Opening Angle	degrees	36.709
Unprotected Opening Distance	metres	4.000
Deck Edge Angle	degrees	10.682
Deck Edge Distance	metres	1.200

FRESH WATER IN CARGO TANKS									
SG (1.000 t/m³)									
CAPACITY OF FRESH WATER IN CARGO TANKS (100%)									
COMPARTMENT	Frames	Volume 100% (m³)	Volume 98% (m³)	Weight (t)	LCG (m)	ML (t-m)	VCG (m)	MT (t-m)	FSM (t-m)
WING TK 1 PORT	99-112	41.8		41.8	55.95	2338.71	2.76	115.368	0.0
WING TK 1 STBD	99-112	41.8		41.8	55.95	2338.71	2.76	115.368	0.0
TOTAL WATER IN CARGO TANKS		83.7		83.7	55.95	4677.42	2.76	231.012	0.0

FUEL OIL IN CARGO TANKS									
SG (0.883 t/m³)									
CAPACITY OF FUEL OIL CARGO TANKS (98%)									
COMPARTMENT	Frames	Volume 100%	Volume 98% (m³)	Weight (t)	LCG (m)	ML (t-m)	VCG (m)	MT (t-m)	FSM (t-m)
CARGO TANK 2	89-99	158.823	155.647	137.5	49.77	6843.375	3.19	438.625	245.3
CARGO TANK 3	79-89	200.600	196.588	173.6	44.40	7707.840	3.14	545.104	378.9
CARGO TANK 4	67-79	251.980	246.941	218.0	38.40	8371.200	3.11	677.980	475.9
CARGO TANK 5	51-67	336.374	329.647	291.0	30.70	8933.700	3.11	905.010	634.6
CARGO TANK6	35-51	334.333	327.647	289.3	21.92	6341.456	3.12	902.616	634.6
TOTAL FUEL OIL IN CARGO TANKS		1282.112	1256.470	1109.5	34.43	38200.08	3.13	3472.735	2369.2

DIESEL OIL									
SG (0.883 t/m³)									
CAPACITY OF DIESEL OIL TANKS (98%)									
COMPARTMENT	Frames	Volume 100% (m³)	Volume 98% (m³)	Weight (t)	LCG (m)	ML (t-m)	VCG (m)	MT (t-m)	FSM (t-m)
DO STOR TK No1	99-112	91.470	89.640	79.2	55.270	4377.384	3.365	266.508	81.5
DO STOR TK 2 PORT	6-15	15.126	14.823	13.1	5.614	73.5434	4.283	56.1073	5.3
DO STOR TK 2 STBD	6-15	15.126	14.823	13.1	5.614	73.5434	4.283	56.1073	5.3
DO DAILY SER TK PORT	21-24	13.685	13.411	11.8	11.269	132.9742	3.542	41.7956	4.2
DO DAILY SER TK STBD	21-24	13.685	13.411	11.8	11.269	132.9742	3.542	41.7956	4.2
DO DAILY SERVICE GEN PORT TK	24-26	3.001	2.9411	2.6	12.514	32.5364	3.910	10.166	0.2
DO DAILY SERVICE GEN STBD TK	24-26	3.001	2.941	2.6	12.514	32.5364	3.910	10.166	0.2
DO SETTLING PORT	15-21	20.408	20.000	17.7	9.121	161.4417	3.807	67.3839	7.0
DO SETTLING STBD	15-21	20.408	20.000	17.7	9.121	161.4417	3.807	67.3839	7.0
DO STOR 3 PORT	6-24	14.405	14.117	12.5	7.813	97.6625	0.712	8.9	13.3
DO STOR 3 STBD	6-24	14.405	14.117	12.5	7.813	97.6625	0.712	8.9	13.3
TOTAL DIESEL OIL		224.723	220.224	194.3	27.630	5368.51	3.239	629.337	141.4

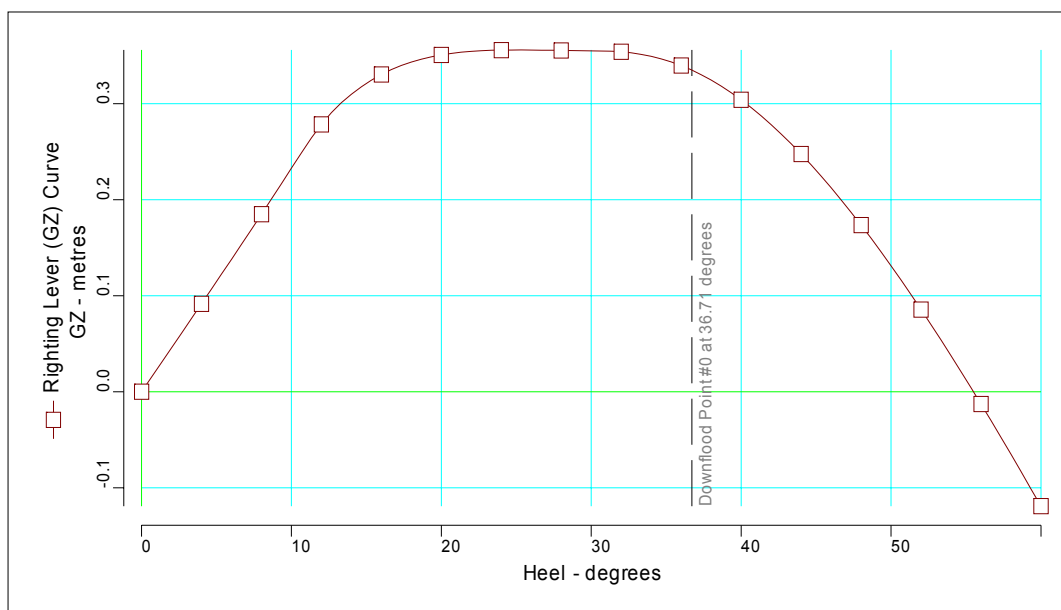
FRESH WATER									
SG (1.000 t/m³)									
CAPACITY OF FRESH WATER TANKS (100%)									
COMPARTMENT	Frames	Volume 100% (m³)	Volume 98% (m³)	Weight (t)	LCG (m)	ML (t-m)	VCG (m)	MT (t-m)	FSM (t-m)
FRESH WATER TK PORT	35-51	25.4		25.4	21.90	556.26	4.05	102.87	0.0
FRESH WATER TK STBD	35-51	25.4		25.4	21.90	556.26	4.05	102.87	0.0
TOTAL FRESH WATER		50.7		50.7	21.90	1112.52	4.05	205.74	0.0

LUB OIL									
SG (0.93 t/m³)									
CAPACITY OF LUB OIL TANKS (98%)									
COMPARTMENT	Frames	Volume 100% (m³)	Volume 98% (m³)	Weight (t)	LCG (m)	ML (t-m)	VCG (m)	MT (t-m)	FSM (t-m)
LUB OIL SETTL TK	21-24	5.156	5.053	4.7	11.25	52.875	0.60	2.82	3.1
LUB OIL SUMP TK	19-21	3.401	3.333	3.1	10.00	31.000	0.60	1.86	2.1
TOTAL LUB OIL		8.558	8.387	7.8	10.75	83.875	0.60	4.68	5.1

CREW									
				Weight (t)	LCG (m)	ML (t-m)	VCG (m)	MT (t-m)	FSM (t-m)
TOTAL				2.8	13.75	38.5	6.35	17.78	0.0

PROVISIONS 100%									
				Weight (t)	LCG (m)	ML (t-m)	VCG (m)	MT (t-m)	FSM (t-m)
TOTAL				3	8.750	26.250	6.000	18.000	0.0

Righting Lever (GZ) Curve



Heel to Stbd (deg)	GZ (m)	GM (m)	Trim (m)	WLRad (m)	Freeboard (m)	Unprotected (m)
0.00	0.0000	1.3085	0.001	3.900	1.20	4.00
2.00	0.0457	1.3120	0.004	3.897	0.98	3.81
4.00	0.0916	1.3213	0.011	3.888	0.75	3.62
6.00	0.1379	1.3368	0.024	3.873	0.53	3.42
8.00	0.1848	1.3622	0.041	3.851	0.30	3.23
10.00	0.2328	1.3996	0.062	3.824	0.08	3.03
12.00	0.2785	1.1186	0.088	3.793	-0.15	2.83
14.00	0.3100	0.7598	0.129	3.766	-0.39	2.62
16.00	0.3305	0.5289	0.186	3.741	-0.63	2.41
18.00	0.3434	0.3811	0.259	3.719	-0.89	2.18
20.00	0.3508	0.2924	0.350	3.697	-1.15	1.96
22.00	0.3545	0.2480	0.457	3.676	-1.42	1.73
24.00	0.3558	0.2371	0.577	3.654	-1.69	1.50
26.00	0.3559	0.2490	0.708	3.629	-1.97	1.26
28.00	0.3554	0.2737	0.849	3.603	-2.25	1.03
30.00	0.3550	0.3018	0.995	3.572	-2.52	0.79
32.00	0.3541	0.2368	1.144	3.537	-2.80	0.56
34.00	0.3493	0.0805	1.289	3.498	-3.07	0.32
36.00	0.3397	-0.0933	1.428	3.455	-3.33	0.08
38.00	0.3247	-0.2725	1.562	3.409	-3.59	-0.16
40.00	0.3041	-0.4438	1.691	3.358	-3.85	-0.40
42.00	0.2783	-0.6023	1.817	3.304	-4.10	-0.64
44.00	0.2476	-0.7457	1.941	3.246	-4.35	-0.88
46.00	0.2125	-0.8747	2.063	3.186	-4.59	-1.12
48.00	0.1736	-0.9898	2.183	3.122	-4.83	-1.36
50.00	0.1311	-1.0923	2.301	3.055	-5.07	-1.59
52.00	0.0857	-1.1828	2.417	2.985	-5.29	-1.83
54.00	0.0376	-1.2629	2.531	2.912	-5.52	-2.06
56.00	-0.0128	-1.3339	2.642	2.837	-5.73	-2.30
58.00	-0.0651	-1.3967	2.749	2.758	-5.94	-2.53
60.00	-0.1192	-1.4508	2.854	2.678	-6.15	-2.76

IMO A167 Intact Stability criteria

#	Criterion	Actual Value	Critical Value	Critical KGf	Critical GMf
1	Area under GZ curve up to 30 degrees > 0.055	0.136	0.055	4.891	0.701
2	Area under GZ curve from 30 to 40 deg. or downflood > 0.03	0.041	0.030	4.453	1.139
3	Area under GZ curve up to 40 deg. or downflood > 0.09	0.177	0.090	4.724	0.868
4	Maximum GZ to be at least 0.20 metre at 30 degrees or above	0.357	0.200	4.757	0.835
5	Maximum GZ to be at an angle > 25 degrees	26.380	25.000	4.285	1.307
6	Initial GM to be at least 0.15 metres	1.308	0.150	5.442	0.150
	Critical			4.285	1.307
	Actual			4.283	1.308

Condition complies with the regulations

Immersion Particulars

State of Openings = X-ray: Normal condition

Unprotected Openings

Point #	X position (m)	Y position (m)	Z position (m)	Ht. above WL (m)	Flood Angle (deg)	Downflood Compartment
0	17.500	5.400	7.900	4.000	36.709	ACCOMODATION

Deck Edge

Point #	X position (m)	Y position (m)	Z position (m)	Ht. above WL (m)	Flood Angle (deg)
0	-3.200	2.704	6.097	2.198	51.242
1	-3.200	-2.704	6.097	2.198	58.000
2	0.000	3.316	6.097	2.198	40.465
3	0.000	-3.316	6.097	2.198	58.000
4	0.500	4.241	6.097	2.198	31.207
5	0.500	-4.241	6.097	2.198	58.000
6	3.000	4.888	5.100	1.201	14.736
7	3.000	-4.888	5.100	1.201	58.000
8	5.000	5.444	5.100	1.201	13.123
9	5.000	-5.444	5.100	1.201	58.000
10	8.000	6.052	5.100	1.201	11.707
11	8.000	-6.052	5.100	1.201	58.000
12	10.000	6.302	5.100	1.200	11.199
13	10.000	-6.302	5.100	1.200	58.000
14	12.000	6.400	5.100	1.200	10.999
15	12.000	-6.400	5.100	1.200	58.000
16	17.500	6.400	5.100	1.200	10.939
17	17.500	-6.400	5.100	1.200	58.000
18	20.000	6.400	5.100	1.200	10.912
19	20.000	-6.400	5.100	1.200	58.000
20	32.000	6.400	5.100	1.200	10.787
21	32.000	-6.400	5.100	1.200	58.000
22	42.800	6.399	5.100	1.200	10.682

Point #	X position (m)	Y position (m)	Z position (m)	Ht. above WL (m)	Flood Angle (deg)
23	42.800	-6.399	5.100	1.200	58.000
24	47.200	6.175	5.100	1.200	11.014
25	47.200	-6.175	5.100	1.200	58.000
26	52.700	5.060	5.100	1.200	13.168
27	52.700	-5.060	5.100	1.200	58.000
28	58.700	3.195	5.100	1.199	18.404
29	58.700	-3.195	5.100	1.199	58.000
30	59.200	4.082	7.300	3.399	32.027
31	59.200	-4.082	7.300	3.399	58.000
32	64.000	2.239	7.300	3.399	39.563
33	64.000	-2.239	7.300	3.399	58.000
34	65.923	0.000	7.300	3.399	54.367
35	65.923	0.000	7.300	3.399	54.367

FULL LOAD ARRIVAL CONDITION

	Weight (t)	LCG (m)	ML (t-m)	VCG (m)	MT (t-m)	FSM (t-m)
TOTAL FRESH WATER IN CARGO TANKS	83.700	55.95	4677.420	2.760	231.012	0.0
TOTAL FUEL OIL IN CARGO TANKS	1109.5	34.43	38200.085	3.130	3472.735	2369.2
TOTAL DIESEL OIL	28.8	11.49	330.912	3.578	103.046	8.7
TOTAL OTHER TANKS	43.700	15.46	673.924	3.190	139.340	0.0
TOTAL FRESH WATER	5.100	21.90	109.500	3.100	15.810	3.9
TOTAL LUB OIL	0.800	10.76	8.628	0.090	0.068	5.1
TOTAL CREW	2.800	13.75	38.500	6.350	17.780	0.0
TOTAL PROVISIONS 10%	0.3	8.75	2.625	6.00	1.800	0.0
DEADWEIGHT	1274.6	34.56	44051.06	3.126	3984.986	2387.0
LIGHTSHIP	853.1	27.8	23716.18	3.26	2781.100	0.0
DISPLACEMENT	2127.7	31.85	67767.24	3.18	6766.086	2387.0

SUMMARY TABLE

Items	Units	FULL LOAD ARRIVAL
Water Ballast	tonnes	0.0
Fresh Water in Cargo Tank	tonnes	83.7
Fuel Oil in Cargo Tanks	tonnes	1109.5
Fuel Oil	tonnes	28.8
Other Tanks	tonnes	43.7
Fresh Water	tonnes	5.1
Lub Oil	tonnes	0.8
Other Compartments	tonnes	
Containers	tonnes	0.0
Fixed Weights	tonnes	3.1
Deadweight	tonnes	1274.6
Lightship	tonnes	853.1
Displacement	tonnes	2127.7
LCG	metres	31.848
LCB	metres	31.845
LCF	metres	-2.053
TCF	metres	0.000
VCB	metres	1.957
TCB	metres	0.000
TCG	metres	0.000
VCG	metres	3.177
FSM	tonnes-metres	7845.5
FSC	metres	1.122
KGf	metres	4.299
Buoyancy	tonnes	2127.7
Grain Heeling Moment	tonnes-metres	0.0
Density of Water	tonnes/cu.m	1.029
Angle of Heel	degrees	0.000
Draft at LCF	metres	3.642
Draft Aft at Marks	metres	3.675
Draft Fwd at Marks	metres	3.606
Draft at AP	metres	3.675

Items	Units	FULL LOAD ARRIVAL
Draft at FP	metres	3.606
Mean Draft at Midships	metres	3.640
Trim by Bow	metres	-0.069
Trim by Stern	metres	0.069
BMt	metres	3.687
Effective GM	metres	1.346
BMI	metres	78.029
Waterplane Area	sq.metres	662.06
TPI	tonnes/cm	6.813
MCT	tonnes-m/cm	25.941
Propeller Tip Immersion	metres	0.750
Required % Immersion	%	110.000
Actual % Immersion	%	127.289
Area under GZ curve up to 30 degrees > 0.055	m-rads	0.162
Area under GZ curve from 30 to 40 deg. or downflood > 0.03	m-rads	0.073
Area under GZ curve up to 40 deg. or downflood > 0.09	m-rads	0.235
Maximum GZ to be at least 0.20 metre at 30 degrees or above	metres	0.467
Maximum GZ to be at an angle > 25 degrees	degrees	28.447
Initial GM to be at least 0.15 metres	metres	1.346
Unprotected Opening Angle	degrees	39.295
Unprotected Opening Distance	metres	4.244
Deck Edge Angle	degrees	13.029
Deck Edge Distance	metres	1.471

FRESH WATER IN CARGO TANKS
SG (1.000 t/m³)
CAPACITY OF FRESH WATER IN CARGO TANKS (100%)

COMPARTMENT	Frames	Volume 100% (m ³)	Volume 98% (m ³)	Weight (t)	LCG (m)	ML (t-m)	VCG (m)	MT (t-m)	FSM (t-m)
WING TK 1 PORT	99-112	41.8		41.8	55.95	2338.71	2.76	115.368	0.0
WING TK 1 STBD	99-112	41.8		41.8	55.95	2338.71	2.76	115.368	0.0
TOTAL WATER IN CARGO TANKS		83.7		83.7	55.95	4677.42	2.76	231.012	0.0

FUEL OIL IN CARGO TANKS
SG (0.883 t/m³)
CAPACITY OF FUEL OIL CARGO TANKS (98%)

COMPARTMENT	Frames	Volume 100%	Volume 98% (m ³)	Weight (t)	LCG (m)	ML (t-m)	VCG (m)	MT (t-m)	FSM (t-m)
CARGO TANK 2	89-99	158.823	155.647	137.5	49.77	6843.375	3.19	438.625	245.3
CARGO TANK 3	79-89	200.600	196.588	173.6	44.40	7707.840	3.14	545.104	378.9
CARGO TANK 4	67-79	251.980	246.941	218.0	38.40	8371.200	3.11	677.980	475.9
CARGO TANK 5	51-67	336.374	329.647	291.0	30.70	8933.700	3.11	905.010	634.6
CARGO TANK 6	35-51	334.333	327.647	289.3	21.92	6341.456	3.12	902.616	634.6
TOTAL FUEL OIL IN CARGO TANKS		1282.112	1256.470	1109.5	34.43	38200.08	3.13	3472.735	2369.2

DIESEL OIL
SG (0.883 t/m³)
CAPACITY OF DIESEL OIL TANKS (98%)

COMPARTMENT	Frames	Volume 100%	Volume 98% (m ³)	Weight (t)	LCG (m)	ML (t-m)	VCG (m)	MT (t-m)	FSM (t-m)
DO DAILY SER TK PORT	21-24	13.685	13.411	11.8	11.27	132.986	3.51	41.418	4.2
DO DAILY SER TK STBD	21-24	13.685	13.411	11.8	11.27	132.986	3.51	41.418	4.2
DO DAILY SERVICE GEN PORT TK	24-26	3.001	2.9411	2.6	12.51	32.526	3.89	10.114	0.2
DO DAILY SERVICE GEN STBD TK	24-26	3.001	2.941	2.6	12.51	32.526	3.89	10.114	0.2
TOTAL DIESEL OIL		33.373	32.706	28.8	11.49	330.912	3.578	103.046	8.7

OTHER TANKS
SG (1.000 t/m³)
CAPACITY OF OTHER TANKS (100%)

COMPARTMENT	Frames	Volume 100%	Volume 98% (m ³)	Weight (t)	LCG (m)	ML (t-m)	VCG (m)	MT (t-m)	FSM (t-m)
DIRTY OIL TANK	26-35	4.4		4.4	15.88	69.872	1.40	6.16	0.0
SLOPE TK PORT	26-35	17.4		17.4	15.35	267.090	3.65	63.51	0.0
SLOPE TK STBD	26-35	17.4		17.4	15.35	267.090	3.65	6.51	0.0
SLUDGE TK	26-35	4.4		4.4	15.88	69.872	1.40	6.16	0.0
TOTAL OF OTHER TANKS		43.7		43.7	15.46	673.924	3.19	139.34	0.0

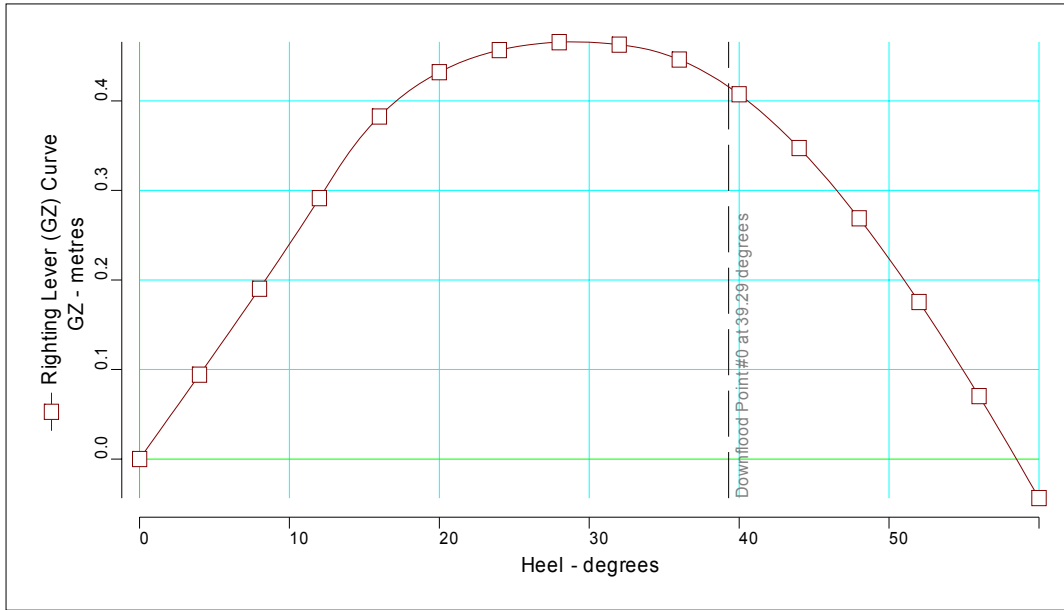
FRESH WATER SG (1.000 t/m ³) CAPACITY OF FRESH WATER TANKS (10%)									
COMPARTMENT	Frames	Volume 100%	Volume 10% (m ³)	Weight (t)	LCG (m)	ML (t-m)	VCG (m)	MT (t-m)	FSM (t-m)
FRESH WATER TK PORT	35-51		2.5	2.5	21.90	54.75	3.10	7.75	2.0
FRESH WATER TK STBD	35-51		2.5	2.5	21.90	54.75	3.10	7.75	2.0
TOTAL FRESH WATER			5.1	5.1	21.90	109.5	3.10	15.81	3.9

LUB OIL SG (0.93 t/m ³) CAPACITY OF LUB OIL TANKS (10%)									
COMPARTMENT	Frames	Volume 100%	Volume 10% (m ³)	Weight (t)	LCG (m)	ML (t-m)	VCG (m)	MT (t-m)	FSM (t-m)
LUB OIL SETTLE TK	21-24		0.517	0.5	11.25	5.625	0.08	0.04	3.1
LUB OIL SUMP TK	19-21		0.343	0.3	10.01	3.003	0.09	0.027	2.1
TOTAL LUB OIL			0.861	0.8	10.76	8.628	0.09	0.068	5.1

CREW									
				Weight (t)	LCG (m)	ML (t-m)	VCG (m)	MT (t-m)	FSM (t-m)
TOTAL				2.8	13.75	38.5	6.35	17.78	0.0

PROVISIONS 10%									
				Weight (t)	LCG (m)	ML (t-m)	VCG (m)	MT (t-m)	FSM (t-m)
TOTAL PROVISIONS 10%				0.3	8.75	2.625	6.00	1.8	0.0

Righting Lever (GZ) Curve



Heel to Stbd (deg)	GZ (m)	GM (m)	Trim (m)	WLrad (m)	Freeboard (m)	Unprotected (m)
0.00	0.0000	1.3456	-0.069	3.640	1.43	4.24
2.00	0.0470	1.3491	-0.066	3.637	1.22	4.05
4.00	0.0942	1.3589	-0.057	3.629	0.99	3.86
6.00	0.1418	1.3791	-0.041	3.614	0.78	3.67
8.00	0.1903	1.4116	-0.020	3.594	0.56	3.47
10.00	0.2400	1.4570	0.005	3.568	0.34	3.28
12.00	0.2913	1.5140	0.034	3.536	0.12	3.08
14.00	0.3430	1.3527	0.066	3.500	-0.11	2.87
16.00	0.3827	1.0008	0.108	3.466	-0.35	2.66
18.00	0.4114	0.7590	0.164	3.435	-0.59	2.45
20.00	0.4321	0.5930	0.235	3.405	-0.84	2.23
22.00	0.4468	0.4802	0.321	3.375	-1.10	2.00
24.00	0.4567	0.4012	0.421	3.346	-1.36	1.77
26.00	0.4628	0.3446	0.536	3.316	-1.63	1.54
28.00	0.4656	0.2962	0.662	3.284	-1.90	1.31
30.00	0.4655	0.2458	0.797	3.248	-2.17	1.07
32.00	0.4628	0.1953	0.938	3.208	-2.43	0.84
34.00	0.4572	0.0797	1.081	3.162	-2.70	0.61
36.00	0.4462	-0.1165	1.221	3.112	-2.95	0.38
38.00	0.4296	-0.3046	1.353	3.057	-3.21	0.15
40.00	0.4074	-0.4846	1.479	2.997	-3.45	-0.08
42.00	0.3799	-0.6528	1.599	2.934	-3.69	-0.31
44.00	0.3473	-0.8059	1.715	2.866	-3.93	-0.55
46.00	0.3101	-0.9448	1.828	2.796	-4.16	-0.78
48.00	0.2688	-1.0692	1.938	2.722	-4.39	-1.01
50.00	0.2238	-1.1806	2.046	2.645	-4.61	-1.24
52.00	0.1755	-1.2796	2.150	2.566	-4.83	-1.47
54.00	0.1242	-1.3675	2.252	2.484	-5.04	-1.70
56.00	0.0703	-1.4454	2.352	2.399	-5.25	-1.93
58.00	0.0143	-1.5139	2.449	2.312	-5.45	-2.15
60.00	-0.0437	-1.5740	2.543	2.223	-5.64	-2.37

IMO A167 Intact Stability criteria

#	Criterion	Actual Value	Critical Value	Critical KGf	Critical GMf
1	Area under GZ curve up to 30 degrees > 0.055	0.162	0.055	5.098	0.547
2	Area under GZ curve from 30 to 40 deg. or downflood > 0.03	0.073	0.030	4.765	0.880
3	Area under GZ curve up to 40 deg. or downflood > 0.09	0.235	0.090	4.940	0.705
4	Maximum GZ to be at least 0.20 metre at 30 degrees or above	0.467	0.200	4.984	0.660
5	Maximum GZ to be at an angle > 25 degrees	28.447	25.000	4.474	1.171
6	Initial GM to be at least 0.15 metres	1.346	0.150	5.495	0.150
	Critical			4.474	1.171
	Actual			4.299	1.346

Condition complies with the regulations

Immersion Particulars

State of Openings = X-ray: Normal condition

Unprotected Openings

Point #	X position (m)	Y position (m)	Z position (m)	Ht. above WL (m)	Flood Angle (deg)	Downflood Compartment
0	17.500	5.400	7.900	4.244	39.295	ACCOMODATION

Deck Edge

Point #	X position (m)	Y position (m)	Z position (m)	Ht. above WL (m)	Flood Angle (deg)
0	-3.200	2.704	6.097	2.419	57.355
1	-3.200	-2.704	6.097	2.419	58.000
2	0.000	3.316	6.097	2.422	45.385
3	0.000	-3.316	6.097	2.422	58.000
4	0.500	4.241	6.097	2.423	34.852
5	0.500	-4.241	6.097	2.423	58.000
6	3.000	4.888	5.100	1.428	17.748
7	3.000	-4.888	5.100	1.428	58.000
8	5.000	5.444	5.100	1.431	15.795
9	5.000	-5.444	5.100	1.431	58.000
10	8.000	6.052	5.100	1.434	14.092
11	8.000	-6.052	5.100	1.434	58.000
12	10.000	6.302	5.100	1.436	13.488
13	10.000	-6.302	5.100	1.436	58.000
14	12.000	6.400	5.100	1.438	13.254
15	12.000	-6.400	5.100	1.438	58.000
16	17.500	6.400	5.100	1.444	13.211
17	17.500	-6.400	5.100	1.444	58.000
18	20.000	6.400	5.100	1.447	13.192
19	20.000	-6.400	5.100	1.447	58.000
20	32.000	6.400	5.100	1.460	13.104
21	32.000	-6.400	5.100	1.460	58.000
22	42.800	6.399	5.100	1.471	13.029
23	42.800	-6.399	5.100	1.471	58.000
24	47.200	6.175	5.100	1.476	13.453
25	47.200	-6.175	5.100	1.476	58.000
26	52.700	5.060	5.100	1.482	16.064

Point #	X position (m)	Y position (m)	Z position (m)	Ht. above WL (m)	Flood Angle (deg)
27	52.700	-5.060	5.100	1.482	58.000
28	58.700	3.195	5.100	1.489	22.246
29	58.700	-3.195	5.100	1.489	58.000
30	59.200	4.082	7.300	3.689	35.085
31	59.200	-4.082	7.300	3.689	58.000
32	64.000	2.239	7.300	3.694	43.738
33	64.000	-2.239	7.300	3.694	58.000
34	65.923	0.000	7.300	3.696	58.000
35	65.923	0.000	7.300	3.696	58.000

BALLAST DEPARTURE CONDITION

	Weight (t)	LCG (m)	ML (t-m)	VCG (m)	MT (t-m)	FSM (t-m)
TOTAL WATER BALLAST	417.5	38.7	16157.25	2.17	905.975	0
TOTAL DIESEL OIL	194.3	27.63	5368.510	3.239	629.337	141.4
TOTAL FRESH WATER	50.7	21.90	1112.52	4.05	205.740	0.0
TOTAL LUB OIL	7.8	10.750	83.875	0.600	4.680	5.1
TOTAL CREW	2.8	13.750	38.500	6.350	17.780	0.0
TOTAL PROVISIONS 100%	3	8.750	26.250	6.000	18.000	0.0
DEADWEIGHT	676.1	33.7	22786.905	2.634	1781.51	146.5
LIGHTSHIP	853.100	27.8	23716.18	3.26	2781.10	0.0
DISPLACEMENT	1529.2	30.41	46503.085	2.983	4562.61	146.5

SUMMARY TABLE

Items	Units	BALLAST DEPARTURE
Water Ballast	tonnes	417.5
Fresh Water in Cargo Tank	tonnes	0.0
Fuel Oil in Cargo Tanks	tonnes	0.0
Fuel Oil	tonnes	194.3
Other Tanks	tonnes	0.0
Fresh Water	tonnes	50.7
Lub Oil	tonnes	7.8
Other Compartments	tonnes	
Containers	tonnes	0.0
Fixed Weights	tonnes	5.9
Deadweight	tonnes	676.2
Lightship	tonnes	853.1
Displacement	tonnes	1529.3
LCG	metres	30.406
TCG	metres	0.000
VCG	metres	2.985
FSM	tonnes-metres	7313.6
FSC	metres	0.096
KGf	metres	3.080
Buoyancy	tonnes	1529.4
LCB	metres	30.374
TCB	metres	0.000
VCB	metres	1.495
Grain Heeling Moment	tonnes-metres	0.0
Density of Water	tonnes/cu.m	1.029
Angle of Heel	degrees	0.000
Draft at LCF	metres	2.740
Draft Aft at Marks	metres	3.364
Draft Fwd at Marks	metres	2.070
Draft at AP	metres	3.364
Draft at FP	metres	2.070
Mean Draft at Midships	metres	2.717
Trim by Bow	metres	-1.294
Trim by Stern	metres	1.294
BMt	metres	4.782
Effective GM	metres	3.196
BMI	metres	100.964

Items	Units	BALLAST DEPARTURE
Waterplane Area	sq.metres	637.68
Propeller Tip Immersion	metres	0.449
Required % Immersion	%	110.000
Actual % Immersion	%	116.329
Area under GZ curve up to 30 degrees > 0.055	m-rads	0.445
Area under GZ curve from 30 to 40 deg. or downflood > 0.03	m-rads	0.285
Area under GZ curve up to 40 deg. or downflood > 0.09	m-rads	0.730
Maximum GZ to be at least 0.20 metre at 30 degrees or above	metres	1.668
Maximum GZ to be at an angle > 25 degrees	degrees	40.381
Initial GM to be at least 0.15 metres	metres	3.196
Protected Opening Angle	degrees	N/A
Protected Opening Distance	metres	N/A
Unprotected Opening Angle	degrees	47.439
Unprotected Opening Distance	metres	4.889
Deck Edge Angle	degrees	18.334
Deck Edge Distance	metres	1.938

WATER BALLAST SG (1.025 t/m ³) CAPACITY OF WATER BALLAST TANKS (100%)									
COMPARTMENT	Frames	Volume 100% (m ³)	Volume 98% (m ³)	Weight (t)	LCG (m)	ML (t-m)	VCG (m)	MT (t-m)	FSM (t-m)
BALLAST TK AFT 1	1-6	36.23	35.50	37.1	1.92	71.232	3.96	146.916	0.0
DB 1 CNTR	99-112	20.36	19.95	20.9	55.12	1152.008	0.62	12.958	0.0
DB2 PORT	89-99	20.2	19.796	20.7	49.74	1029.618	0.63	13.041	0.0
DB2 STBD	89-99	20.2	19.796	20.7	49.74	1029.618	0.63	13.041	0.0
FOREPEAK	112-126	63.62	62.347	65.2	61.47	4007.844	2.75	179.3	0.0
WING TK 2 PORT	89-99	35.19	34.486	36.1	49.95	1803.195	2.80	101.08	0.0
WING TK 2 STBD	89-99	35.19	34.486	36.1	49.95	1803.195	2.80	101.08	0.0
WING TK 3 PORT	79-89	35.29	34.584	36.2	44.46	1609.452	2.79	100.99	0.0
WING TK 3 STBD	79-89	35.29	34.585	36.2	44.46	1609.452	2.79	100.99	0.0
WING TK 6 PORT	35-51	29.84	29.243	30.6	21.99	672.894	1.75	53.55	0.0
WING TK 6 STBD	35-51	29.84	29.243	30.6	21.99	672.894	1.75	53.55	0.0
BALLAST TANK 1	24-35	46.03	45.109	47.2	14.85	700.920	0.66	31.152	0.0
TOTAL WATER BALLAST		407.317	399.170	417.5	38.70	16157.25	2.17	905.975	0

DIESEL OIL SG (0.883 t/m ³) CAPACITY OF DIESEL OIL TANKS (98%)									
COMPARTMENT	Frames	Volume 100% (m ³)	Volume 98% (m ³)	Weight (t)	LCG (m)	ML (t-m)	VCG (m)	MT (t-m)	FSM (t-m)
DO STOR TK No1	99-112	91.470	89.640	79.2	55.270	4377.384	3.365	266.508	81.5
DO STOR TK 2 PORT	6-15	15.126	14.823	13.1	5.614	73.5434	4.283	56.1073	5.3
DO STOR TK 2 STBD	6-15	15.126	14.823	13.1	5.614	73.5434	4.283	56.1073	5.3
DO DAILY SER TK PORT	21-24	13.685	13.411	11.8	11.269	132.9742	3.542	41.7956	4.2
DO DAILY SER TK STBD	21-24	13.685	13.411	11.8	11.269	132.9742	3.542	41.7956	4.2
DO DAILY SERVICE GEN PORT TK	24-26	3.001	2.9411	2.6	12.514	32.5364	3.910	10.166	0.2
DO DAILY SERVICE GEN STBD TK	24-26	3.001	2.941	2.6	12.514	32.5364	3.910	10.166	0.2
DO SETTLING PORT	15-21	20.408	20.000	17.7	9.121	161.4417	3.807	67.3839	7.0
DO SETTLING STBD	15-21	20.408	20.000	17.7	9.121	161.4417	3.807	67.3839	7.0
DO STOR 3 PORT	6-24	14.405	14.117	12.5	7.813	97.6625	0.712	8.9	13.3
DO STOR 3 STBD	6-24	14.405	14.117	12.5	7.813	97.6625	0.712	8.9	13.3
TOTAL DIESEL OIL		224.723	220.224	194.3	27.630	5368.51	3.239	629.337	141.4

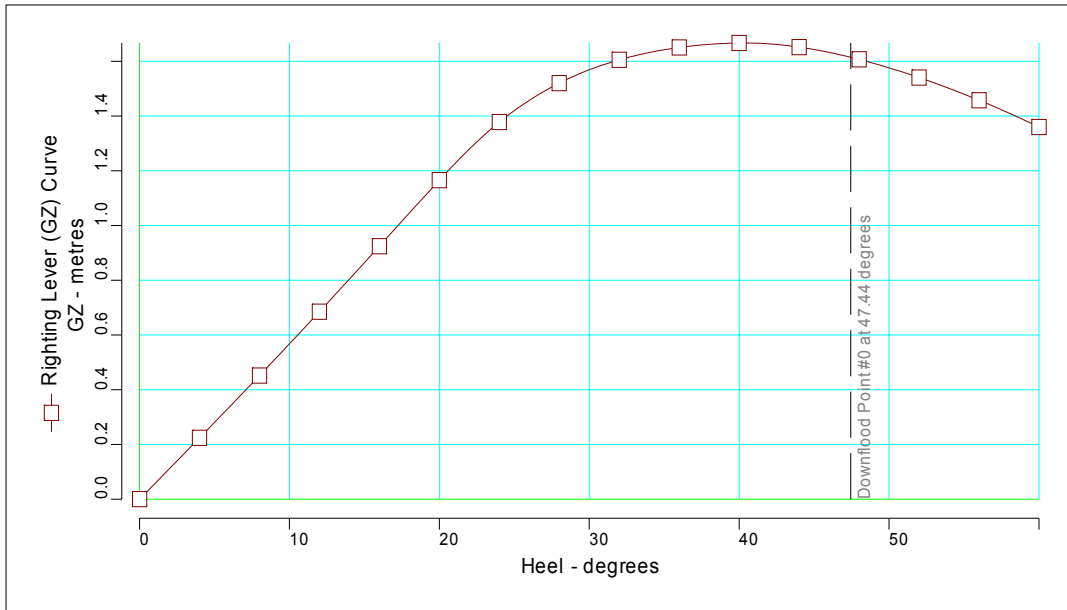
FRESH WATER SG (1.000 t/m ³) CAPACITY OF FRESH WATER TANKS (100%)									
COMPARTMENT	Frames	Volume 100% (m ³)	Volume 98% (m ³)	Weight (t)	LCG (m)	ML (t-m)	VCG (m)	MT (t-m)	FSM (t-m)
FRESH WATER TK PORT	35-51	25.4		25.4	21.90	556.26	4.05	102.87	0.0
FRESH WATER TK STBD	35-51	25.4		25.4	21.90	556.26	4.05	102.87	0.0
TOTAL FRESH WATER		50.7		50.7	21.90	1112.52	4.05	205.74	0.0

LUB OIL SG (0.93 t/m ³) CAPACITY OF OIL TANKS (98%)									
COMPARTMENT	Frames	Volume 100% (m ³)	Volume 98% (m ³)	Weight (t)	LCG (m)	ML (t-m)	VCG (m)	MT (t-m)	FSM (t-m)
LUB OIL SETTLE TK	21-24	5.156	5.053	4.7	11.25	52.875	0.60	2.82	3.1
LUB OIL SUMP TK	19-21	3.401	3.333	3.1	10.00	31.000	0.60	1.86	2.1
TOTAL LUB OIL		8.558	8.387	7.8	10.75	83.875	0.60	4.68	5.1

CREW									
TOTAL				Weight (t)	LCG (m)	ML (t-m)	VCG (m)	MT (t-m)	FSM (t-m)
				2.8	13.75	38.5	6.35	17.78	0.0

PROVISIONS 100%									
TOTAL PROVISIONS 100%				Weight (t)	LCG (m)	ML (t-m)	VCG (m)	MT (t-m)	FSM (t-m)
				3	8.75	26.25	6.00	18.00	0.0

Righting Lever (GZ) Curve



Righting Lever (GZ) Curve

Heel to Stbd (deg)	GZ (m)	GM (m)	Trim (m)	WLrad (m)	Freeboard (m)	Unprotected (m)
0.00	0.0000	3.1961	-1.294	2.717	1.80	4.89
2.00	0.1116	3.2083	-1.289	2.714	1.63	4.70
4.00	0.2240	3.2363	-1.276	2.707	1.46	4.51
6.00	0.3372	3.2744	-1.256	2.695	1.27	4.31
8.00	0.4517	3.3213	-1.228	2.679	1.07	4.11
10.00	0.5676	3.3731	-1.193	2.657	0.86	3.91
12.00	0.6851	3.4284	-1.153	2.632	0.65	3.71
14.00	0.8041	3.4808	-1.107	2.601	0.44	3.51
16.00	0.9245	3.5231	-1.056	2.566	0.24	3.30
18.00	1.0455	3.5353	-1.001	2.525	0.03	3.09
20.00	1.1657	3.4691	-0.944	2.479	-0.17	2.88
22.00	1.2795	3.1443	-0.887	2.427	-0.37	2.67
24.00	1.3778	2.6215	-0.830	2.371	-0.57	2.46
26.00	1.4574	2.1194	-0.768	2.311	-0.77	2.25
28.00	1.5201	1.6940	-0.701	2.247	-0.97	2.03
30.00	1.5687	1.3439	-0.626	2.179	-1.16	1.82
32.00	1.6053	1.0602	-0.544	2.107	-1.34	1.61
34.00	1.6320	0.8297	-0.455	2.031	-1.52	1.40
36.00	1.6503	0.6450	-0.358	1.951	-1.70	1.19
38.00	1.6618	0.5002	-0.254	1.866	-1.87	0.98
40.00	1.6669	0.3072	-0.141	1.778	-2.03	0.77
42.00	1.6635	0.0564	-0.028	1.687	-2.19	0.56
44.00	1.6517	-0.1746	0.085	1.594	-2.38	0.36
46.00	1.6325	-0.3821	0.197	1.498	-2.59	0.15
48.00	1.6069	-0.5663	0.307	1.401	-2.80	-0.06
50.00	1.5760	-0.7279	0.413	1.302	-2.99	-0.27
52.00	1.5405	-0.8707	0.514	1.199	-3.19	-0.47
54.00	1.5010	-1.0027	0.609	1.095	-3.38	-0.68
56.00	1.4577	-1.1272	0.700	0.988	-3.56	-0.89
58.00	1.4107	-1.2449	0.787	0.880	-3.74	-1.09
60.00	1.3601	-1.3561	0.870	0.769	-3.91	-1.30

IMO A167 Intact Stability criteria

#	Criterion	Actual Value	Critical Value	Critical KGf	Critical GMf
1	Area under GZ curve up to 30 degrees > 0.055	0.445	0.055	5.990	0.287
2	Area under GZ curve from 30 to 40 deg. or downflood > 0.03	0.285	0.030	5.633	0.644
3	Area under GZ curve up to 40 deg. or downflood > 0.09	0.730	0.090	5.826	0.450
4	Maximum GZ to be at least 0.20 metre at 30 degrees or above	1.668	0.200	5.976	0.300
5	Maximum GZ to be at an angle > 25 degrees	40.381	25.000	5.547	0.730
6	Initial GM to be at least 0.15 metres	3.196	0.150	6.127	0.150
	Critical			5.547	0.730
	Actual			3.080	3.196

Condition complies with the regulations

Immersion Particulars

State of Openings = X-ray: Normal condition

Unprotected Openings

Point #	X position (m)	Y position (m)	Z position (m)	Ht. above WL (m)	Flood Angle (deg)	Downflood Compartment
0	17.500	5.400	7.900	4.889	47.439	ACCOMODATION

Deck Edge

Point #	X position (m)	Y position (m)	Z position (m)	Ht. above WL (m)	Flood Angle (deg)
0	-3.200	2.704	6.097	2.668	58.000
1	-3.200	-2.704	6.097	2.668	58.000
2	0.000	3.316	6.097	2.732	56.492
3	0.000	-3.316	6.097	2.732	58.000
4	0.500	4.241	6.097	2.743	41.859
5	0.500	-4.241	6.097	2.743	58.000
6	3.000	4.888	5.100	1.796	22.957
7	3.000	-4.888	5.100	1.796	58.000
8	5.000	5.444	5.100	1.837	20.648
9	5.000	-5.444	5.100	1.837	58.000
10	8.000	6.052	5.100	1.897	18.840
11	8.000	-6.052	5.100	1.897	58.000
12	10.000	6.302	5.100	1.938	18.334
13	10.000	-6.302	5.100	1.938	58.000
14	12.000	6.400	5.100	1.978	18.336
15	12.000	-6.400	5.100	1.978	58.000
16	17.500	6.400	5.100	2.089	19.150
17	17.500	-6.400	5.100	2.089	58.000
18	20.000	6.400	5.100	2.140	19.508
19	20.000	-6.400	5.100	2.140	58.000
20	32.000	6.400	5.100	2.382	21.135
21	32.000	-6.400	5.100	2.382	58.000
22	42.800	6.399	5.100	2.601	22.477
23	42.800	-6.399	5.100	2.601	58.000

Point #	X position (m)	Y position (m)	Z position (m)	Ht. above WL (m)	Flood Angle (deg)
24	47.200	6.175	5.100	2.690	23.770
25	47.200	-6.175	5.100	2.690	58.000
26	52.700	5.060	5.100	2.801	29.086
27	52.700	-5.060	5.100	2.801	58.000
28	58.700	3.195	5.100	2.922	41.713
29	58.700	-3.195	5.100	2.922	58.000
30	59.200	4.082	7.300	5.132	50.773
31	59.200	-4.082	7.300	5.132	58.000
32	64.000	2.239	7.300	5.229	58.000
33	64.000	-2.239	7.300	5.229	58.000
34	65.923	0.000	7.300	5.268	58.000
35	65.923	0.000	7.300	5.268	58.000

BALLAST ARRIVAL CONDITION

	Weight (t)	LCG (m)	ML (t-m)	VCG (m)	MT (t-m)	FSM (t-m)
TOTAL WATER BALLAST	417.5	38.7	16157.25	2.17	905.975	0
TOTAL DIESEL OIL	28.8	11.49	330.912	3.578	103.046	8.7
TOTAL FRESH WATER	5.100	21.90	109.500	3.100	15.810	3.9
TOTAL LUB OIL	0.8	10.760	8.628	0.090	0.068	5.1
TOTAL OTHER TANKS	43.7	15.460	673.924	3.190	139.340	0
TOTAL CREW	2.8	13.750	38.500	6.350	17.780	0
TOTAL PROVISIONS 100%	0.3	8.75	2.625	6.00	1.800	0.0
DEADWEIGHT	499	34.712	17321.339	2.372	1183.819	17.7
LIGHTSHIP	853.1	27.8	23716.18	3.26	2781.100	0.0
DISPLACEMENT	1352.1	30.35	41037.52	2.932	3964.92	17.7

SUMMARY TABLE

Items	Units	BALLAST ARRIVAL
Water Ballast	tonnes	417.5
Fresh Water in Cargo Tank	tonnes	0.0
Fuel Oil in Cargo Tanks	tonnes	0.0
Fuel Oil	tonnes	28.8
Other Tanks	tonnes	43.7
Fresh Water	tonnes	5.1
Lub Oil	tonnes	0.8
Other Compartments	tonnes	
Containers	tonnes	0.0
Fixed Weights	tonnes	3.1
Deadweight	tonnes	498.9
Lightship	tonnes	853.1
Displacement	tonnes	1352.0
LCG	metres	30.354
TCG	metres	0.000
VCG	metres	2.934
LCF	metres	-0.823
TCF	metres	0.000
TPI	tonnes/cm	6.419
MCT	tonnes-m/cm	22.778
FSM	tonnes-metres	7096.6
FSC	metres	0.013
KGf	metres	2.947
Buoyancy	tonnes	1352.2
LCB	metres	30.322
TCB	metres	0.000
VCB	metres	1.349
Grain Heeling Moment	tonnes-metres	0.0
Density of Water	tonnes/cu.m	1.029
Angle of Heel	degrees	0.000
Draft at LCF	metres	2.460
Draft Aft at Marks	metres	3.080

Items	Units	BALLAST ARRIVAL
Draft Fwd at Marks	metres	1.808
Draft at AP	metres	3.080
Draft at FP	metres	1.808
Mean Draft at Midships	metres	2.444
Trim by Bow	metres	-1.272
Trim by Stern	metres	1.272
BMt	metres	5.248
Effective GM	metres	3.650
BMI	metres	107.810
Waterplane Area	sq.metres	623.85
Propeller Tip Immersion	metres	0.165
Required % Immersion	%	110.000
Actual % Immersion	%	106.009
Area under GZ curve up to 30 degrees > 0.055	m-rads	0.501
Area under GZ curve from 30 to 40 deg. or downflood > 0.03	m-rads	0.320
Area under GZ curve up to 40 deg. or downflood > 0.09	m-rads	0.820
Maximum GZ to be at least 0.20 metre at 30 degrees or above	metres	1.869
Maximum GZ to be at an angle > 25 degrees	degrees	40.521
Initial GM to be at least 0.15 metres	metres	3.650
Protected Opening Angle	degrees	N/A
Protected Opening Distance	metres	N/A
Unprotected Opening Angle	degrees	50.832
Unprotected Opening Distance	metres	5.167
Deck Edge Angle	degrees	20.912
Deck Edge Distance	metres	2.258

WATER BALLAST SG (1.025 t/m ³) CAPACITY OF WATER BALLAST TANKS (100%)									
COMPARTMENT	Frames	Volume 100% (m ³)	Volume 98% (m ³)	Weight (t)	LCG (m)	ML (t-m)	VCG (m)	MT (t-m)	FSM (t-m)
BALLAST TK AFT 1	1-6	36.23	35.50	37.1	1.92	71.232	3.96	146.916	0.0
DB 1 CNTR	99-112	20.36	19.95	20.9	55.12	1152.008	0.62	12.958	0.0
DB2 PORT	89-99	20.2	19.796	20.7	49.74	1029.618	0.63	13.041	0.0
DB2 STBD	89-99	20.2	19.796	20.7	49.74	1029.618	0.63	13.041	0.0
FOREPEAK	112-126	63.62	62.347	65.2	61.47	4007.844	2.75	179.3	0.0
WING TK 2 PORT	89-99	35.19	34.486	36.1	49.95	1803.195	2.80	101.08	0.0
WING TK 2 STBD	89-99	35.19	34.486	36.1	49.95	1803.195	2.80	101.08	0.0
WING TK 3 PORT	79-89	35.29	34.584	36.2	44.46	1609.452	2.79	100.99	0.0
WING TK 3 STBD	79-89	35.29	34.585	36.2	44.46	1609.452	2.79	100.99	0.0
WING TK 6 PORT	35-51	29.84	29.243	30.6	21.99	672.894	1.75	53.55	0.0
WING TK 6 STBD	35-51	29.84	29.243	30.6	21.99	672.894	1.75	53.55	0.0
BALLAST TANK 1	24-35	46.03	45.109	47.2	14.85	700.920	0.66	31.152	0.0
TOTAL WATER BALLAST		407.317	399.170	417.5	38.70	16157.25	2.17	905.975	0

DIESEL OIL SG (0.883 t/m ³) CAPACITY OF DIESEL OIL TANKS (98%)									
COMPARTMENT	Frames	Volume 100%	Volume 98% (m ³)	Weight (t)	LCG (m)	ML (t-m)	VCG (m)	MT (t-m)	FSM (t-m)
DO DAILY SER TK PORT	21-24	13.685	13.411	11.8	11.27	132.986	3.51	41.418	4.2
DO DAILY SER TK STBD	21-24	13.685	13.411	11.8	11.27	132.986	3.51	41.418	4.2
DO DAILY SERVICE GEN PORT TK	24-26	3.001	2.9411	2.6	12.51	32.526	3.89	10.114	0.2
DO DAILY SERVICE GEN STBD TK	24-26	3.001	2.941	2.6	12.51	32.526	3.89	10.114	0.2
TOTAL DIESEL OIL		33.373	32.706	28.8	11.49	330.912	3.578	103.046	8.7

OTHER TANKS SG (1.000 t/m ³) CAPACITY OF OTHER TANKS (100%)									
COMPARTMENT	Frames	Volume 100% (m ³)	Volume 98% (m ³)	Weight (t)	LCG (m)	ML (t-m)	VCG (m)	MT (t-m)	FSM (t-m)
DIRTY OIL TANK	26-35	4.4		4.4	15.88	69.872	1.40	6.16	0.0
SLOPE TK PORT	26-35	17.4		17.4	15.35	267.090	3.65	63.51	0.0
SLOPE TK STBD	26-35	17.4		17.4	15.35	267.090	3.65	6.51	0.0
SLUDGE TK	26-35	4.4		4.4	15.88	69.872	1.40	6.16	0.0
TOTAL OF OTHER TANKS		43.7		43.7	15.46	673.924	3.19	139.34	0.0

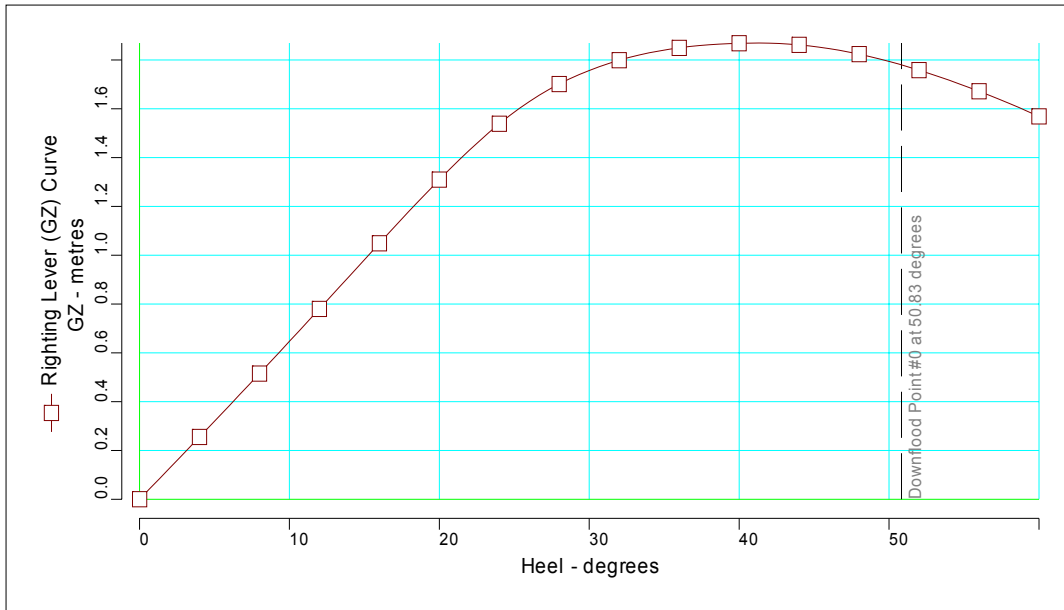
FRESH WATER SG (1.000 t/m ³) CAPACITY OF FRESH WATER TANKS (10%)									
COMPARTMENT	Frames	Volume 100% (m ³)	Volume 10% (m ³)	Weight (t)	LCG (m)	ML (t-m)	VCG (m)	MT (t-m)	FSM (t-m)
FRESH WATER TK PORT	35-51		2.5	2.5	21.90	54.75	3.10	7.75	2.0
FRESH WATER TK STBD	35-51		2.5	2.5	21.90	54.75	3.10	7.75	2.0
TOTAL FRESH WATER			5.1	5.1	21.90	109.5	3.10	15.81	3.9

LUB OIL SG (0.93 t/m ³) CAPACITY OF LUB OIL TANKS (10%)									
COMPARTMENT	Frames	Volume 100% (m ³)	Volume 10% (m ³)	Weight (t)	LCG (m)	ML (t-m)	VCG (m)	MT (t-m)	FSM (t-m)
LUB OIL SETTLE TK	21-24		0.517	0.5	11.25	5.625	0.08	0.04	3.1
LUB OIL SUMP TK	19-21		0.343	0.3	10.01	3.003	0.09	0.027	2.1
TOTAL LUB OIL			0.861	0.8	10.76	8.628	0.09	0.068	5.1

CREW									
				Weight (t)	LCG (m)	ML (t-m)	VCG (m)	MT (t-m)	FSM (t-m)
TOTAL				2.8	13.75	38.5	6.35	17.78	0.0

PROVISIONS 10%									
				Weight (t)	LCG (m)	ML (t-m)	VCG (m)	MT (t-m)	FSM (t-m)
TOTAL PROVISIONS 10%				0.3	8.75	2.625	6.00	1.800	0.0

Righting Lever (GZ) Curve



Heel to Stbd (deg)	GZ (m)	GM (m)	Trim (m)	WLrad (m)	Freeboard (m)	Unprotected (m)
0.00	0.0000	3.6501	-1.272	2.444	2.08	5.17
2.00	0.1275	3.6582	-1.269	2.442	1.91	4.98
4.00	0.2555	3.6844	-1.259	2.435	1.74	4.78
6.00	0.3845	3.7266	-1.242	2.424	1.55	4.59
8.00	0.5149	3.7740	-1.218	2.409	1.34	4.39
10.00	0.6468	3.8257	-1.187	2.389	1.13	4.18
12.00	0.7800	3.8713	-1.149	2.365	0.92	3.98
14.00	0.9142	3.9016	-1.106	2.336	0.71	3.77
16.00	1.0486	3.8945	-1.058	2.302	0.50	3.56
18.00	1.1813	3.8181	-1.006	2.262	0.30	3.35
20.00	1.3093	3.6439	-0.951	2.215	0.09	3.15
22.00	1.4296	3.3809	-0.895	2.160	-0.11	2.94
24.00	1.5382	2.9546	-0.840	2.098	-0.30	2.73
26.00	1.6293	2.3988	-0.786	2.029	-0.50	2.53
28.00	1.7013	1.8962	-0.729	1.956	-0.69	2.32
30.00	1.7568	1.4822	-0.667	1.879	-0.87	2.11
32.00	1.7986	1.1445	-0.599	1.799	-1.05	1.90
34.00	1.8288	0.8673	-0.524	1.714	-1.23	1.70
36.00	1.8495	0.6430	-0.442	1.626	-1.40	1.49
38.00	1.8621	0.4632	-0.353	1.534	-1.57	1.29
40.00	1.8680	0.3205	-0.256	1.438	-1.73	1.08
42.00	1.8684	0.1987	-0.152	1.339	-1.88	0.88
44.00	1.8614	-0.0444	-0.044	1.237	-2.03	0.68
46.00	1.8463	-0.2728	0.065	1.133	-2.20	0.48
48.00	1.8235	-0.4838	0.173	1.028	-2.40	0.28
50.00	1.7938	-0.6787	0.282	0.922	-2.59	0.08
52.00	1.7579	-0.8517	0.389	0.814	-2.78	-0.12
54.00	1.7168	-1.0041	0.494	0.704	-2.97	-0.32
56.00	1.6713	-1.1395	0.594	0.593	-3.15	-0.52
58.00	1.6220	-1.2660	0.690	0.480	-3.32	-0.72
60.00	1.5689	-1.3878	0.782	0.365	-3.49	-0.91

IMO A167 Intact Stability criteria

#	Criterion	Actual Value	Critical Value	Critical KGf	Critical GMf
1	Area under GZ curve up to 30 degrees > 0.055	0.501	0.055	6.274	0.323
2	Area under GZ curve from 30 to 40 deg. or downflood > 0.03	0.320	0.030	5.843	0.754
3	Area under GZ curve up to 40 deg. or downflood > 0.09	0.820	0.090	6.091	0.506
4	Maximum GZ to be at least 0.20 metre at 30 degrees or above	1.869	0.200	6.238	0.359
5	Maximum GZ to be at an angle > 25 degrees	40.521	25.000	5.791	0.806
6	Initial GM to be at least 0.15 metres	3.650	0.150	6.447	0.150
	Critical			5.791	0.806
	Actual			2.947	3.650

Condition complies with the regulations

Immersion Particulars

State of Openings = X-ray: Normal condition

Unprotected Openings

Point #	X position (m)	Y position (m)	Z position (m)	Ht. above WL (m)	Flood Angle (deg)	Downflood Compartment
0	17.500	5.400	7.900	5.167	50.832	ACCOMODATION

Deck Edge

Point #	X position (m)	Y position (m)	Z position (m)	Ht. above WL (m)	Flood Angle (deg)
0	-3.200	2.704	6.097	2.952	58.000
1	-3.200	-2.704	6.097	2.952	58.000
2	0.000	3.316	6.097	3.016	58.000
3	0.000	-3.316	6.097	3.016	58.000
4	0.500	4.241	6.097	3.026	47.695
5	0.500	-4.241	6.097	3.026	58.000
6	3.000	4.888	5.100	2.079	26.836
7	3.000	-4.888	5.100	2.079	58.000
8	5.000	5.444	5.100	2.119	23.906
9	5.000	-5.444	5.100	2.119	58.000
10	8.000	6.052	5.100	2.178	21.627
11	8.000	-6.052	5.100	2.178	58.000
12	10.000	6.302	5.100	2.218	20.975
13	10.000	-6.302	5.100	2.218	58.000
14	12.000	6.400	5.100	2.258	20.912
15	12.000	-6.400	5.100	2.258	58.000
16	17.500	6.400	5.100	2.367	21.686
17	17.500	-6.400	5.100	2.367	58.000
18	20.000	6.400	5.100	2.417	22.025
19	20.000	-6.400	5.100	2.417	58.000
20	32.000	6.400	5.100	2.655	23.607
21	32.000	-6.400	5.100	2.655	58.000
22	42.800	6.399	5.100	2.870	24.922

Point #	X position (m)	Y position (m)	Z position (m)	Ht. above WL (m)	Flood Angle (deg)
23	42.800	-6.399	5.100	2.870	58.000
24	47.200	6.175	5.100	2.957	26.324
25	47.200	-6.175	5.100	2.957	58.000
26	52.700	5.060	5.100	3.067	32.418
27	52.700	-5.060	5.100	3.067	58.000
28	58.700	3.195	5.100	3.186	47.148
29	58.700	-3.195	5.100	3.186	58.000
30	59.200	4.082	7.300	5.396	54.670
31	59.200	-4.082	7.300	5.396	58.000
32	64.000	2.239	7.300	5.491	58.000
33	64.000	-2.239	7.300	5.491	58.000
34	65.923	0.000	7.300	5.529	58.000
35	65.923	0.000	7.300	5.529	58.000

4. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥ ΚΑΤΑΜΕΤΡΗΣΗΣ

4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός της καταμετρήσεως είναι η εύρεση του όγκου ή της χωρητικότητας των κλειστών χώρων ενός πλοίου. Έτσι μπορεί να εκφραστεί ένα επίσημο μέγεθος εκφρασμένο σε μονάδες όγκου που χρησιμεύει στην ρύθμιση όλων των οικονομικών σχέσεων του πλοίου. Πιο συγκεκριμένα η καταμέτρηση επιδρά στα εξής:

- λιμενικά τέλη
- φαρικά τέλη
- τέλη διωρύγων
- δεξαμενιστικά έξοδα
- σύνθεση πληρώματος
- μισθολογική κλίμακα πληρώματος
- έξοδα ρυμούλκησης
- έξοδα επιθεώρησης

Οι λόγοι της προτιμήσεως της χωρητικότητας έναντι του **DWT** για την έκφραση των οικονομικών υποχρεώσεων του πλοίου είναι κυρίως οι κάτωθι:

- Η μεταφορική ικανότητα περιορίζεται για τα περισσότερα φορτία από έλλειψη όγκου παρά βάρους. Έτσι ο όγκος αποτελεί ουσιωδέστερο στοιχείο εμπορικής αξίας από το **DWT**,
- Για τα επιβατηγά και τα μικρά πλοία, το βάρος του μεταφερόμενου φορτίου είναι ελάχιστο και η εμπορική αξία του εξαρτάται κυρίως από τη χωρητικότητα.

Το 1849 συστάθηκε στην Αγγλία μία επιτροπή υπό τον **George Moorsom** για τη μελέτη του προβλήματος της καταμετρήσεως των πλοίων. Οι εισηγήσεις της επιτροπής αυτής νομοθετήθηκαν το 1854 και αποτελούν, με μερικές παραλλαγές, τη βάση των Κανόνων Καταμέτρησης της χωρητικότητας των πλοίων μέχρι και σήμερα.

Η βασική αρχή του συστήματος καταμετρήσεως που προτάθηκε από τον Moorsom, είναι ότι ο όγκος των χώρων φορτίου και επιβατών είναι ένα μέτρο της (οικονομικής) αποδόσεως του πλοίου και, επομένως, η χωρητικότητα πρέπει να είναι ανάλογη του όγκου των χώρων αυτών.

Το σύστημα **Moorsom** προβλέπει δύο χωρητικότητες : την “ολική χωρητικότητα” (**Gross Tonnage**) και την “καθαρή χωρητικότητα” (**Net Tonnage**).

Όλοι οι κανονισμοί καταμέτρησης που εφαρμόστηκαν έκτοτε περιείχαν τις παραπάνω έννοιες αν και οι διάφοροι κανονισμοί διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους ως προς ποιοι χώροι συμπεριλαμβάνονται στον υπολογισμό της ολικής και καθαρής χωρητικότητας. Για πρακτικούς λόγους ο **IMO** πρότεινε τους διεθνείς κανονισμούς καταμέτρησης το 1969.

Ακολουθεί εφαρμογή των διεθνών κανονισμών καταμέτρησης για το υπό μελέτη πλοίο “**KRATAIOS**”

Τα κύρια χαρακτηριστικά του πλοίου “**ΚΡΑΤΑΙΟΣ**” συνομίζονται στον παρακάτω πίνακα:
ΠΙΝΑΚΑΣ MAIN PARTICULARS

ΓΕΝΙΚΑ	ΟΝΟΜΑ ΠΛΟΙΟΥ		ΚΡΑΤΑΙΟΣ
ΚΥΡΙΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	L	m	64.00
	B	m	12.80
	D	m	5.10
	D _{TD}	m	5.10
	T _{Γ.Φ.}		4.30
	T _{DESUGN}	m	3.90
ΒΑΡΗ	Δ	ton	2305.10
	DWT	ton	1452
	W _{LOAD}	ton	1194.1
	W _{DO}	ton	194.3
	W _{LO}	ton	7.8
	W _{FRESH WATER}	ton	50.7
	W _{PROVISIONS-STORES}	ton	3
	W _{CREW}	ton	2.8
	L.S.	ton	853.1
	W _M	ton	164.9
	W _{OUTFIT}	ton	188.9
W _{ST}	ton	499.3	
ΟΓΚΟΙ	∇ _{CARGO}	m ³	1365.812
	∇ _{DO}	m ³	220.224
	∇ _{LO}	m ³	8.387
	∇ _{WB}	m ³	944.410
ΠΡΟΩΣΗ	V _{SERVICE}	Kn	13.00
	V _{TRIAL}	Kn	14.00
	P _B	HP	3285
	ΤΥΠΟΣ ΜΗΧΑΝΗΣ	ΜΕΣ. ΜΕ ΜΕΙΩΤ.	1000 RPM MAX
ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ	FULL LOAD DEPARTURE	KG (m)	3.190
		LCG (m)	31.77
	FULL LOAD ARRIVAL	KG (m)	3.18
		LCG (m)	31.85
	BALLAST ARRIVAL	KG (m)	2.932
		LCG (m)	30.35

ΓΕΝΙΚΑ	ΟΝΟΜΑ ΠΛΟΙΟΥ		ΚΡΑΤΑΙΟΣ		
ΛΟΓΟΙ-ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ	L/B			5	
	L/D			12.549	
	B/T			3.282	
	D/T			1.307	
	C _B			0.7	
	C _{WL}			0.827	
	C _M			0.968	
	C _P			0.723	
	DWT/Δ			0.6299	
	w _{L.S.}		tons/m ³	0.2041	
	w _{OUTFIT}		tons/m ³	0.045	
	w _M		tons/BHP	0.050	
	w _{ST}		tons/m ³	0.1190	
	C _N			114	
	ΛΟΓΟΙ-ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ	L.S.		KG/D	0.640
			LCG/L	0.434	
FULL LOAD DEPARTURE		Δ		KG/D	0.625
				LCG/L	0.496
		DWT		KG/D	0.617
				LCG/L	0.532
FULL LOAD ARRIVAL		Δ		KG/D	0.623
				LCG/L	0.497
		DWT		KG/D	0.613
				LCG/L	0.540
BALLAST ARRIVAL		Δ		KG/D	0.574
				LCG/L	0.474
	DWT		KG/D	0.465	
			LCG/L	0.542	
ΚΑΤΑΜΕΤΡΗΣΗ	ΠΛΗΡΩΜΑ			18	
	G.T.	ΚΟΡΟΙ		1137.4579	
	N.T.	ΚΟΡΟΙ		358.798	

4.2 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΔΙΕΘΝΩΝ ΚΑΝΟΝΙΣΜΩΝ ΚΑΤΑΜΕΤΡΗΣΗΣ

4.2.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΟΛΙΚΗΣ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

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

$$GT = K_1 \cdot \nabla$$

όπου:

- ∇ = συνολικός όγκος όλων των κλειστών χώρων του πλοίου σε m^3
- $K_1 = 0,2 + 0,02 \cdot \log_{10} \nabla$

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 κοίλο ($D = 5.1 \text{ m}$) από τους Υδροστατικούς Πίνακες του υπό μελέτη πλοίου που παρατίθενται στο παράρτημα 'Α' και ο οποίος υπολογίζεται $V_D = 3095.1 m^3$
- Όγκος υπερκατασκευών V_s
- Όγκος προστέγου V_{FR}
- Όγκος στομίων κύτους και καλυμμάτων V_{HOLD} που για τον συγκεκριμένο τύπο πλοίου θεωρείται μηδενικός

Ακολούθως παρατίθεται ο αναλυτικός υπολογισμός των κλειστών χώρων των υπερκατασκευών όπως υπολογίζονται από το σχέδιο της γενικής διάταξης όπου οι κατόψεις τους φαίνονται στο τέλος του κεφαλαίου

	FRAMES	A _i (m ²)	A (m ²)	h (m)	V analytic (m ³)	V tribon(m ³)
HULL-MAIN DECK (V _D)				-	-	3095.1
MAIN DECK	- 35	A1=72.409 A2=166.8406 A3=151.84	A _{MDECK} =A1+(A2+A3)/2 =231.75	2.5	579.37825	582.21
A DECK	12-35	A4=8.0539 A5=8.9541 A6=91.803	A _{ADECK} =A4+A5+A6+A7 =108.81	2.5	272.0285	272.3
BRIDGE DECK	23-35	A7= 4.6187	A _{BR DECK} =A7	2.5	161.54675	161.55
FORE CASTLE	122-	A _{FR UP} =37.1628 A _{FR DOWN} =19.5310	A _{FR} =(A _{FR UP} + A _{FR DOWN})/2=28.3469	2.2	62.36	63.72
V_{TOTAL}	-	-	-	-		4175.69

Επομένως έχουμε συνολικό όγκο κλειστών χώρων

$$V_{total}=4175.69 \text{ m}^3$$

Επομένως έχουμε για τον συντελεστή **k1**:

$$k1=0.2+0.02 \cdot \log_{10}(4175.69)=0.2724$$

$$k1=0.2724$$

Συνεπώς:

$$G.T.= k1 \cdot V_{TOTAL}=0.2724 \cdot 4175.69=1137.4579$$

$$G.T.=1137.4579 \text{ ΚΟΡΟΙ}$$

4.2.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Η καθαρή χωρητικότητα δίνεται από τον τύπο:

$$N.T. = k_2 \cdot V_c \cdot \left(\frac{4 \cdot T}{3 \cdot D} \right)^2 + k_3 \cdot \left(N_1 + \frac{N_2}{10} \right)$$

όπου:

- $k_2 = 0,2 + 0,02 \cdot \log_{10}(V_c)$
- $k_3 = 1,25 \cdot \frac{(G.T. + 10000)}{10000}$

Ο συνολικός όγκος χώρων φορτίου υπολογίζεται από το *AutoCAD* και επιβεβαιώθηκε από το ερώτημα 7 και την καμπύλη κυβισμού. Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται ο αναλυτικός υπολογισμός του V_{cargo} .

FRESH WATER IN CARGO TANKS									
SG (1000 t/m ³)									
CAPACITY OF FRESH WATER TANKS (100%)									
COMPARTMENT	Frames	Volume 100% (m ³)	Volume 98% (m ³)	Weight (t)	LCG (m)	ML (t-m)	VCG (m)	MT (t-m)	FSM (t-m)
WING TK 1 PORT	99-112	41,8		41,8	55,95	2338,71	2,76	115,368	0,0
WING TK 1 STBD	99-112	41,8		41,8	55,95	2338,71	2,76	115,368	0,0
TOTAL WATER IN CARGO TANKS		83,7		83,7	55,95	4677,42	2,76	231,012	0,0

FUEL OIL IN CARGO TANKS									
SG (0850 t/m ³)									
CAPACITY OF FUEL OIL CARGO TANKS (98%)									
COMPARTMENT	Frames	Volume 100%	Volume 98% (m ³)	Weight (t)	LCG (m)	ML (t-m)	VCG (m)	MT (t-m)	FSM (t-m)
CARGO TANK 2	89-99	158,823	155,647	132,3	49,77	6584,571	3,19	422,037	236,1
CARGO TANK 3	79-89	200,600	196,588	167,1	44,40	7419,240	3,14	524,694	364,7
CARGO TANK 4	67-79	251,980	246,941	209,9	38,40	8060,160	3,11	652,789	458,2
CARGO TANK 5	51-67	336,374	329,647	280,2	30,70	8602,14	3,11	871,422	610,9
CARGO TANK 6	35-51	334,333	327,647	278,5	21,92	6104,720	3,12	868,920	610,9
TOTAL CARGO FUEL OIL		1282.112	1256.470	1068,0	34.43	36770.830	3.13	3342.840	2280.7
TOTAL CARGO	-	1365.812	-	-	-	-	-	-	-

Έτσι για $T = T_{Γ.Φ} = 4.297$ και $D = 5.1m$ παίρνουμε:

$$k_2 = 0.2 + 0.02 \cdot \log_{10}(V_c) = 0.2 + 0.02 \cdot \log_{10}(1365.812) = 0.2627$$

$$k_2 = 0.2627$$

$$k_3 = 1.25 + [(G \cdot T + 10000) / 10000] = 1.25 + [(1137.4579 + 10000) / 10000] = 1.4$$

$$k_3 = 1.4$$

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

N_2 : λοιποί επιβάτες.

Για το πλοίο μας ισχύει ότι :

$$N_1 + N_2 < 13 \Rightarrow \begin{cases} N_1 = 0 \\ N_2 = 0 \end{cases}$$

Στην περίπτωση μας έχουμε

$$\left(\frac{4 \times T}{3 \times D} \right)^2 = \left(\frac{4 \cdot 3.9}{3 \cdot 5.1} \right)^2 = 1.2956 \geq 1 \text{ οπότε το κλάσμα επιλέγεται ίσο με 1}$$

και αντικαθιστώντας στον τύπο της καθαρής χωρητικότητας θα έχουμε

$$N.T = k_2 \cdot V_c \cdot \left(\frac{4 \cdot T}{3 \cdot D}\right)^2 + k_3 \cdot \left(N_1 + \frac{N_2}{N_3}\right) = 0.2627 \cdot 1365.812 \cdot 1 + 0 = 358.798$$

N.T=358.798

Έλεγχος περιορισμών καθαρής χωρητικότητας

1) $k_2 \times V_c \times \left(\frac{4 \times T}{3 \times D}\right)^2 \geq 0,25 \times G.T.$ και

2) $N.T. \geq 0,3 \times G.T.$

Αντικαθιστώντας έχουμε

1) $k_2 \times V_c \times \left(\frac{4 \times T}{3 \times D}\right)^2 = 0.2627 * 1365.812 * 1 = 359 \geq 0.2 * 1137.4579 = 284 = 0,25 \times G.T.$

2) $N.T. \geq 0,3 \times G.T. \Rightarrow 358 \geq 0.3 * 1137.4579 \Rightarrow 358 \geq 341.2377$

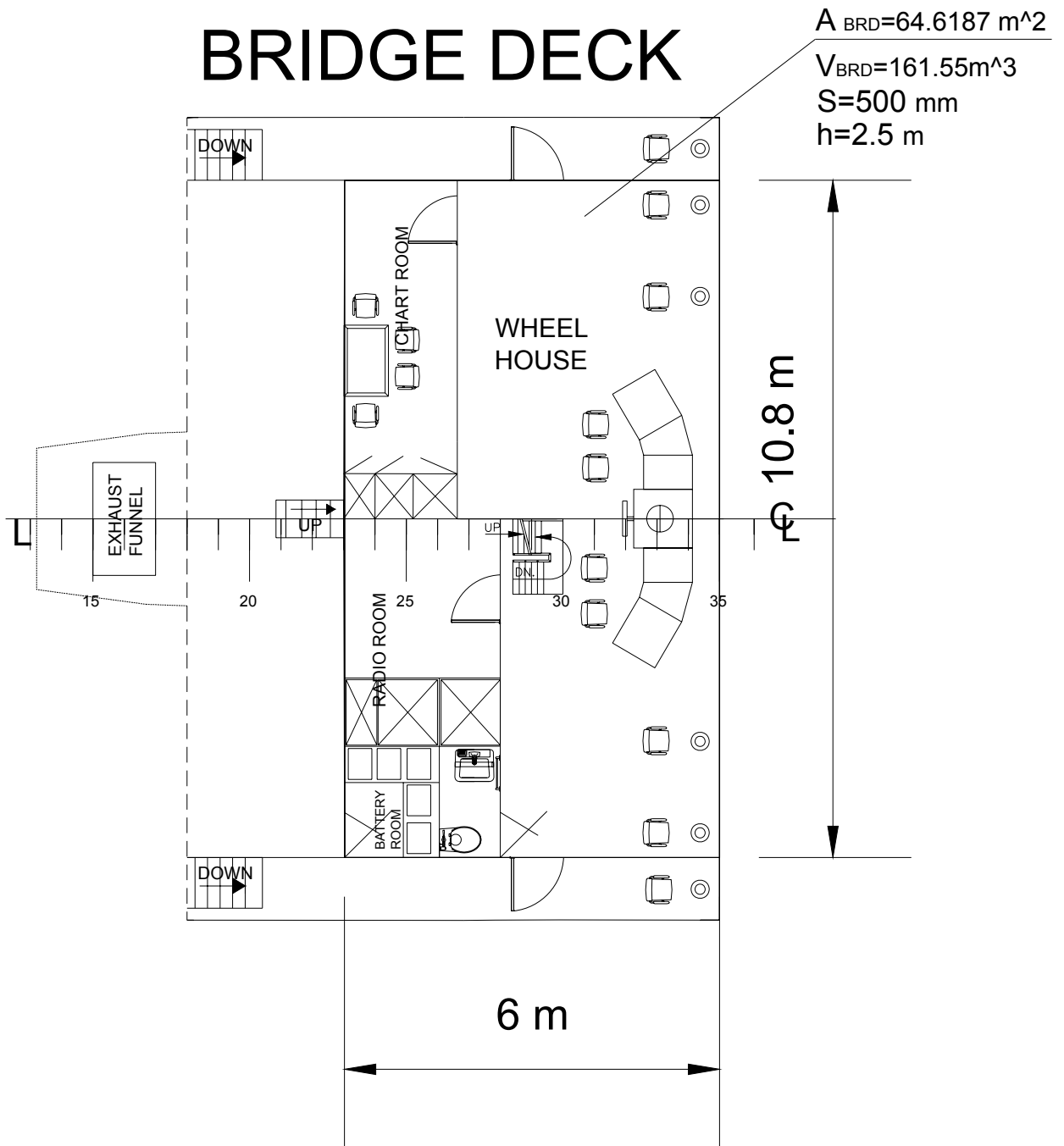
οπότε καταλήγουμε σε

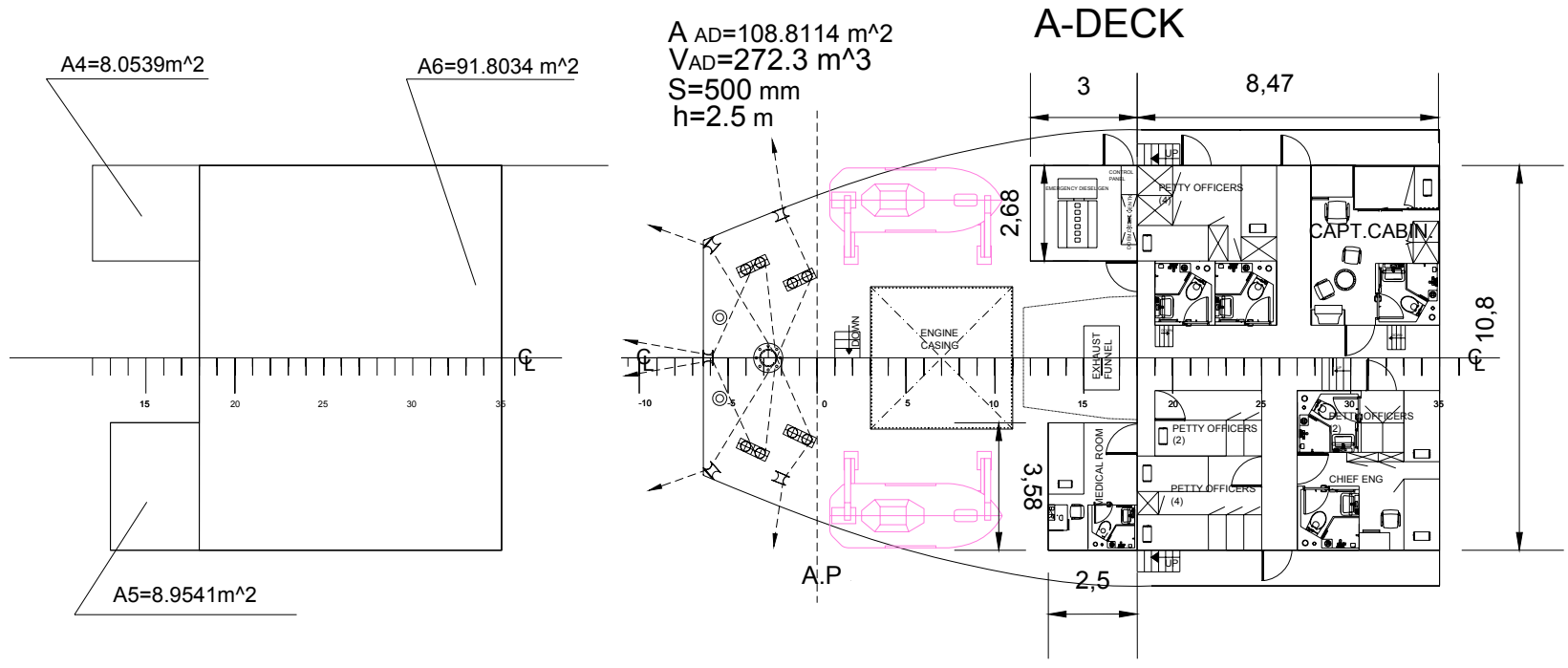
G.T=1137.4579

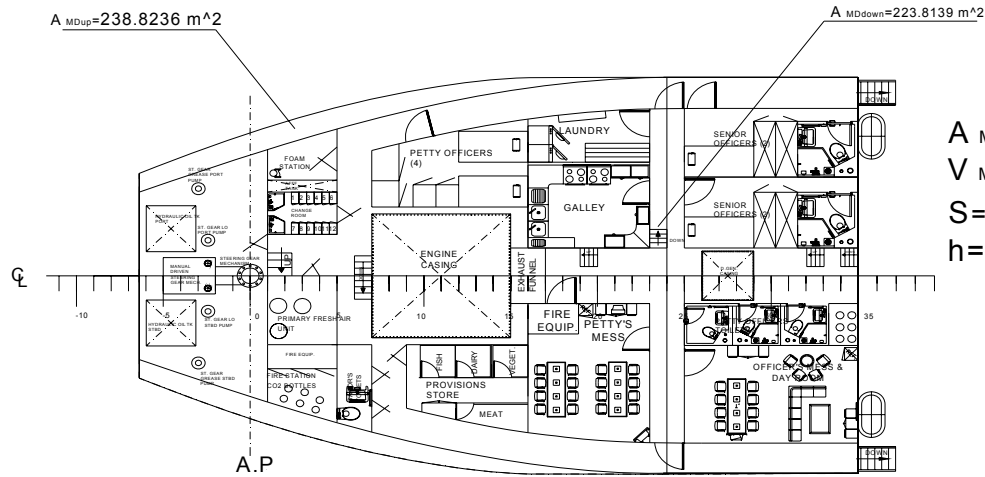
N.T=358.798

Draft (m)	Volume m ³	Displ (t)	LCB (m)	VCB (m)	WPA (m ²)	LCF (m)	KML (m)	KMT (m)	WSA (m ²)	TPI (t/cm)	MCT (t-m/cm)
0.7	295.481	304.05	32.809	0.402	529.04	32.747	340.69	17.567	554.05	5.44	16.17
0.9	403.206	414.9	32.783	0.509	547.34	32.667	266.124	13.987	587.1	5.63	17.22
1.1	514.159	529.07	32.748	0.615	561.3	32.578	219.458	11.714	618.03	5.78	18.09
1.3	627.570	645.77	32.709	0.72	572.42	32.483	187.291	10.158	647.82	5.89	18.83
1.5	743.022	764.57	32.665	0.826	582.05	32.374	164.125	9.042	677.15	5.99	19.51
1.7	860.223	885.17	32.618	0.932	589.77	32.263	145.932	8.207	705.88	6.07	20.05
1.9	978.901	1007.29	32.568	1.037	597.01	32.153	131.857	7.575	734.53	6.14	20.59
2.1	1098.98	1130.86	32.517	1.142	603.69	32.038	120.499	7.087	763.06	6.21	21.09
2.3	1220.34	1255.73	32.463	1.247	609.81	31.917	111.107	6.702	791.48	6.27	21.56
2.5	1342.88	1381.83	32.408	1.353	615.64	31.794	103.272	6.397	819.88	6.33	22.01
2.7	1466.60	1509.14	32.349	1.458	621.46	31.622	96.621	6.158	848.67	6.39	22.44
2.9	1591.46	1637.62	32.284	1.563	627.22	31.408	90.914	5.97	877.99	6.45	22.86
3.1	1717.51	1767.32	32.21	1.669	633.64	31.112	86.112	5.831	908.63	6.52	23.32
3.3	1844.99	1898.5	32.12	1.774	641.41	30.711	82.311	5.735	941.38	6.6	23.89
3.5	1974.27	2031.53	32.014	1.881	651.71	30.28	80.081	5.672	975.23	6.71	24.82
3.7	2105.87	2166.95	31.894	1.988	664.65	29.921	79.414	5.627	1009.22	6.84	26.22
3.9	2240.13	2305.1	31.766	2.097	677.97	29.605	79.189	5.592	1043.4	6.98	27.77
4.1	2377.17	2446.11	31.632	2.207	693.18	29.244	79.919	5.568	1079.57	7.13	29.7
4.3	2517.20	2590.2	31.491	2.318	706.05	29.015	79.795	5.553	1114.11	7.27	31.36
4.5	2659.39	2736.52	31.356	2.429	715.61	28.928	78.561	5.543	1146.1	7.36	32.55
4.7	2803.37	2884.67	31.231	2.54	723.98	28.925	77.092	5.54	1177.3	7.45	33.6
4.9	2948.93	3034.45	31.118	2.652	731.48	28.950	75.527	5.544	1208.18	7.53	34.55
5.1	3095.91	3185.7	31.016	2.763	738.32	28.995	73.939	5.555	1734.33	7.6	35.43

BRIDGE DECK







$A_{MDECK}=231.7513 \text{ m}^2$

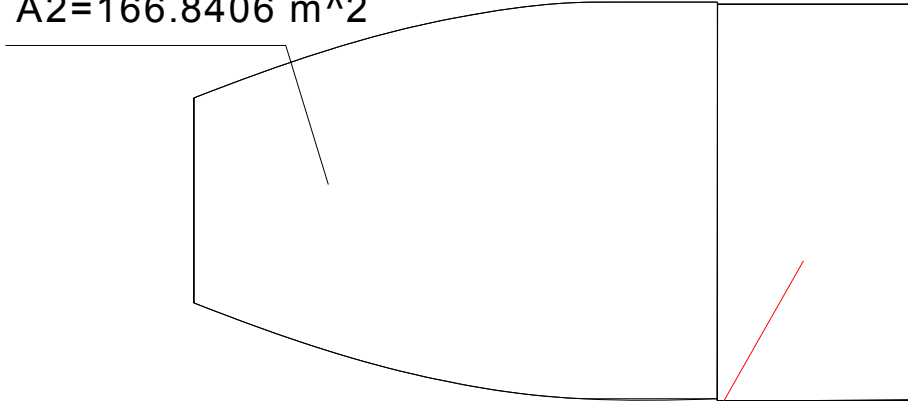
$V_{MDECK}=582.21 \text{ m}^3$

$S=500 \text{ mm}$

$h=2.5 \text{ m}$

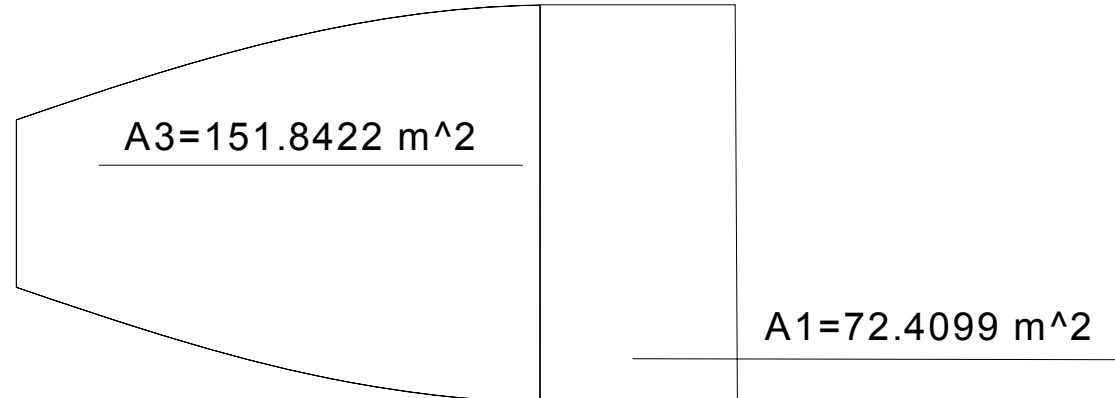
MAIN DECK

$A_2=166.8406 \text{ m}^2$



$A_1=72.4099 \text{ m}^2$

$A_3=151.8422 \text{ m}^2$



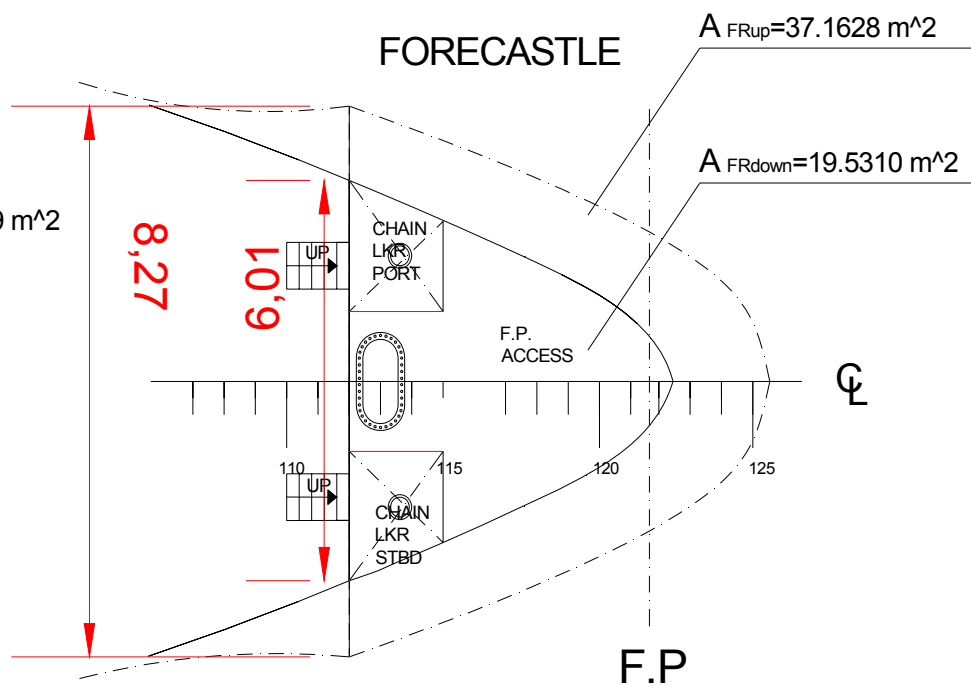
$A_1=72.4099 \text{ m}^2$

$$A_{FR} = (A_{FRup} + A_{FRdown}) / 2 = 28.3469 \text{ m}^2$$

$$V_{Fp} = 63.72 \text{ m}^3$$

$$h = 2.2 \text{ m}$$

$$S = 500 \text{ mm}$$



4.3 ΣΥΝΘΕΣΗ ΠΛΗΡΩΜΑΤΟΣ

Το πλοίο έχει ολική χωρητικότητα:

GT = 1137.4579 RT.

Και ιπποδύναμη μηχανής:

BHP = 3360 PS.

Οπότε η σύνθεση του πληρώματος γίνεται σύμφωνα με το ΠΔ 238/1987, για πλοία χωρητικότητας κάτω των 3.000 κόρρων.

Με βάση τους πίνακες του διατάγματος προκύπτει η παρακάτω σύνθεση:

Στην έως τώρα μελέτη έχει εκτιμηθεί αριθμός ατόμων:

Crew = 18 άτομα

Οπότε ο έλεγχος κρίνεται θετικός.

ΣΥΝΘΕΣΗ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΙΣΧΥΟΥΣΑ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ
(ΠΔ 238/1987)

ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ	
ΠΛΟΙΑΡΧΟΣ Α	1
ΠΛΟΙΑΡΧΟΣ Β	1
ΔΟΚ. ΠΛΟΙΑΡΧΟΣ	1
ΝΑΥΚΛΗΡΟΣ	1
ΝΑΥΤΕΣ	4
ΣΥΝΟΛΟ	8
ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ ΜΗΧΑΝΗΣ	
ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ Α	1
ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ Β	1
ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ Γ	1
ΔΟΚΙΜΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ	1
ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΣ	1
ΚΑΘΑΡ. ΜΗΧ	1
ΣΥΝΟΛΟ	6

ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ ΓΕΝΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ	
ΜΑΓΕΙΡΑΣ	1
ΒΟΗΘΟΣ ΜΑΓΕΙΡΑ	1
ΘΑΛΑΜΗΠΟΛΟΣ	1
ΒΟΗΘΟΣ ΘΑΛΑΜ.	1
ΣΥΝΟΛΟ	4

ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ	8
ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ ΜΗΧΑΝΗΣ	6
ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ ΓΕΝΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ	4
ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ	18

5. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗ ΕΛΙΚΑΣ ΚΑΙ ΠΡΩΩΣΤΗΡΙΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

5.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ

5.1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κατά τη σχεδίαση ενός πλοίου, ο πλοιοκτήτης προσδιορίζει την ταχύτητα σχεδίασεως και το ωφέλιμο φορτίο, ο δε ναυπηγός καλείται να σχεδιάσει μορφή γάστρας και έλικα, ο συνδυασμός των οποίων θα εξασφαλίσει τη μικρότερη δυνατή εγκατεστημένη ισχύ, με τις παραπάνω προϋποθέσεις αφού ληφθούν υπόψη και πλείστες άλλες απαιτήσεις μιας καλής σχεδίασης.

Η εκτίμηση της αντίστασης ενός πλοίου είναι απαραίτητη κατά την προκαταρκτική σχεδίαση του πλοίου οπότε ο ναυπηγός εξετάζει διάφορες εναλλακτικές λύσεις. (Φυσικά η τελική τιμή της αντίστασης είναι δυνατό να προσδιορισθεί μόνο πειραματικά). Ακόμα, όταν οικονομικά δεδομένα ή χρονικοί περιορισμοί δεν επιτρέπουν τη διεξαγωγή πειραμάτων, τότε η εκτίμηση της αντίστασης είναι απαραίτητη. Πληροφορίες για την εκτίμηση της αντίστασης υπάρχουν στη βιβλιογραφία είτε σαν μεμονωμένα παραδείγματα είτε σαν συλλογές πειραματικών καμπυλών αντίστασης είτε σαν συστηματικές σειρές αντίστασης.

Σε αυτό το στάδιο της μελέτης γίνεται υπολογισμός της αντίστασης πρόωσης του υπό μελέτη πλοίου 'KRATAIOS' με τη χρήση συστηματικών σειρών. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται γι' αυτό το σκοπό είναι η FORMDATA επειδή και οι γραμμές του σκάφους έχουν σχεδιαστεί με την συστηματική σειρά FORMDATA.

Η μέθοδος αυτή, η οποία παρουσιάζεται αναλυτικά στη συνέχεια, χρησιμοποιεί ως δεδομένα τιμές μεγεθών που προέρχονται από τα αποτελέσματα του προγράμματος **TRIBON M2**. Οι υπολογισμοί θα γίνουν για ένα εύρος ταχυτήτων γύρω από την ταχύτητα υπηρεσίας $V_s = 13 \text{ kn}$

5.1.2 ΜΕΘΟΔΟΣ FORMDATA

Στη μέθοδο αυτή, που οφείλεται στο Πολυτεχνείο της Δανίας και δημοσιεύθηκε στην πιο πρόσφατη μορφή της από τους Gudhammer και Harvald το 1974, γίνεται προσπάθεια συνδυασμού των αποτελεσμάτων των μεθοδικών σειρών Taylor, 60, S.S.P.A., N.P.L. όπως και των αποτελεσμάτων του Lar. Τα αποτελέσματα της μεθόδου αυτής έχουν ταξινομηθεί σύμφωνα με το λόγο μήκους- εκτοπίσματος $L/\nabla^{1/3}$ και τον πρισματικό συντελεστή C_p . Οι τιμές του συντελεστή υπολοίπου αντιστάσεως C_R δίνονται από τα Σχ, 1 – 9. Πρέπει να σημειωθεί ότι οι καμπύλες αντιστοιχούν σε πλοία που έχουν "πρότυπη" μορφή, δηλαδή πρότυπη θέση του LCB, πρότυπη τιμή του B/H , κανονικά σχήματα εγκάρσιων τομών, πρύμνη τύπου καταδρομικού και πλήρη με κλίση χωρίς βολβό.

Για την εφαρμογή της μεθόδου αυτής χρειάζονται τα παρακάτω στοιχεία:

$$L_{BP}=64\text{m}$$

$$L_{OA}=69.82\text{m}$$

$$L_{WL}=65.11\text{m}$$

$$B=12.8\text{m}$$

$$T=3.9\text{m}$$

$$C_M=0.968$$

$$C_B=0.7$$

$$C_P=0.723$$

$$LCB=31.766\text{m}$$

$$\Delta=2305.1\text{t}$$

$$\nabla=2240.136\text{m}^3$$

$$V_S=13\text{ kn}$$

$$WS=1022.704\text{m}^2$$

$$Fn = \frac{V_s}{\sqrt{g \times L}} = 0,263$$

Αρχικά θα υπολογίσουμε την αντίσταση για την ταχύτητα υπηρεσίας και κατόπιν για άλλες ταχύτητες περί την ταχύτητα υπηρεσίας.

5.1.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ C_R

Από τα διαγράμματα 2 και 3 της σειράς για λόγο $L/V^{1/3} = 4.9$ και με γραμμική παρεμβολή μεταξύ των λόγων $L/V^{1/3} = 4.5$ και $L/V^{1/3} = 5.0$ για $F_n = 0,263$ και για $C_p = 0.723$ βρίσκουμε συντελεστή υπόλοιπης αντίστασης ίσο με:

$$10^3 C_{R1} = 3.131$$

- Θα γίνει διόρθωση λόγω διαφορετικού λόγου $B/T = 3.282$ από το λόγο $B/T = 2.50$ για την οποία δίνεται ο συντελεστής από τα διαγράμματα της σειράς με βάση τη σχέση:

$$10^3 \cdot C_{R2} = 10^3 \cdot C_{R1} + 0.16 \cdot \left(\frac{B}{T} - 2.5 \right) = 3.131 + 0.16 \cdot (3.282 - 2.5) = 3.256$$

Άρα ο συντελεστής γίνεται:

$$10^3 \cdot C_{R2} = 3.256$$

- Πρέπει να γίνει διόρθωση λόγω διαφορετικού LCB. Το LCB_{st} βρίσκεται από τα διαγράμματα της σειράς και είναι ίσο με $LCB_{st} = 3.2\%$ πρύμνηθεν της μέσης τομής ενώ το πραγματικό είναι 0.365% πρύμνηθεν.

Το $\Delta LCB = 1.99\%$ πρύμνηθεν και από το συνημμένο διάγραμμα προκύπτει:

$$\sigma\chi.11 \Rightarrow \frac{\partial 10^3 C_R}{\partial LCB} = 0.35$$

τέλος η διόρθωση δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$\left[10^3 C_R \right]_B = \left[10^3 C_R \right]_B + \frac{\partial 10^3 C_R}{\partial LCB} \cdot \Delta LCB \Rightarrow$$

$$\left[10^3 C_R \right]_3 = 2.645 + 0.35 \times (1.99)$$

Συνεπώς γίνεται καμία διόρθωση για θέση του LCB πιο πρύμα από το LCB_{st}

$$10^3 C_{R3} = 3.602$$

- Λόγω ύπαρξης βολβού πρέπει να γίνει διόρθωση. Η επιφάνεια του βολβού από το σχέδιο γραμμών υπολογίζεται ίση με 4.7499 m^2 και ο λόγος της επιφάνειας του βολβού προς τη επιφάνεια της μέσης τομής του πλοίου είναι

$$\frac{A_{BT}}{A_x} = \frac{4.7499}{63.645} = 0.075$$

έτσι προκύπτει διόρθωση με γραμμική παρεμβολή από τον πίνακα ίση με:

$$10^3 C_{R4} = (10^3 C_{R3} - 0.2466) \cdot 1.06 = 3.518$$

Άρα:

$$10^3 C_{R4} = 3.518$$

- Επιπλέον αύξηση του συντελεστή πρέπει να γίνει λόγω πηδαλιουχίας κατά $0,07$ και ανέμου κατά $0,04$. Η αύξηση αυτή είναι $+0,11$ έτσι ο συντελεστής γίνεται:

$$10^3 C_{R5} = 10^3 C_{R4} + 0,11 = 3.601$$

Άρα:

$$10^3 C_{R5} = 3.628$$

5.1.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ C_F

Ο συντελεστής αντίστασης τριβής C_F υπολογίζεται μέσω της αναλυτικής μορφής της Ι.Τ.Τ.Τ. του 1957 ως εξής :

$$C_F = \frac{0.075}{(\log_{10} Re - 2)^2},$$

$$\text{όπου } Re = \frac{V_s \times L_{WL}}{\nu} = \frac{13 \times 0.514 \times 65.11}{1.18831 \times 10^{-6}} = 0,366 \times 10^9$$

Άρα

$$10^3 \cdot C_{F1} = 1.741$$

- Ο συντελεστής C_F που έχει υπολογιστεί ανωτέρω πρέπει να διορθωθεί για τις επιδράσεις της τραχύτητας και της κλίμακας με τον συντελεστή συσχέτισης C_A ο οποίος δίνεται από πίνακα και με γραμμική παρεμβολή ίσο με 0.55 οπότε $10^3 \cdot C_{F2} = 10^3 \cdot C_{F1} + 0.55 = 2.291$

$$10^3 \cdot C_{F2} = 2.291$$

- Τέλος η διόρθωση του C_F για τα παρελκόμενα οποία γίνεται με απλή προσαύξηση του ανάλογα με τη βρεχόμενη επιφάνεια των παρελκομένων.

Έτσι έχουμε $C'_F = C_F (S1/S)$ όπου S είναι η βρεχόμενη επιφάνεια της γάστρας και $S1$ το άθροισμα των βρεχόμενων επιφανειών της γάστρας και των παρελκομένων.

Θεωρούμε με αρκετή ακρίβεια ότι ο λόγος της συνολικής βρεχόμενης επιφάνειας ως προς τη βρεχόμενη επιφάνεια της γάστρας είναι 1.02.

$$10^3 \cdot C_{F3} = 1.02 \times 2.291 = 2.337$$

Άρα:

$$10^3 \cdot C_{F3} = 2.337$$

5.1.5 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ C_T

Ο συντελεστής ολικής αντίστασης C_T είναι :

$$10^3 \cdot C_T = 10^3 \cdot C_R + 10^3 \cdot C_F = 3.628 + 2.337 = 5.964$$

Άρα:

$$10^3 C_T = 5.964$$

Επομένως, η αντίσταση R_T θα είναι :

$$R_T = 0,5 \times C_T \times \rho \times V_s^2 \times S \Leftrightarrow R_T = 0,5 \times 5.964 \times 10^{-3} \times 104,61 \times (13 \times 0,5144)^2 \times 1022.704 \Leftrightarrow$$

$$R_T = 14269.688 \text{ Kp}$$

Συνεπώς , είναι :

$$EHP = \frac{R_T \times V_s}{75} = \frac{14269.688 \times 13 \times 0.5144}{75} = 1272.432 \text{ PS}$$

EHP = 1272.432 PS

Αντίστοιχα με παραπάνω υπολογίζουμε την ισχύ ρυμούλκησης για τις παρακάτω ταχύτητες

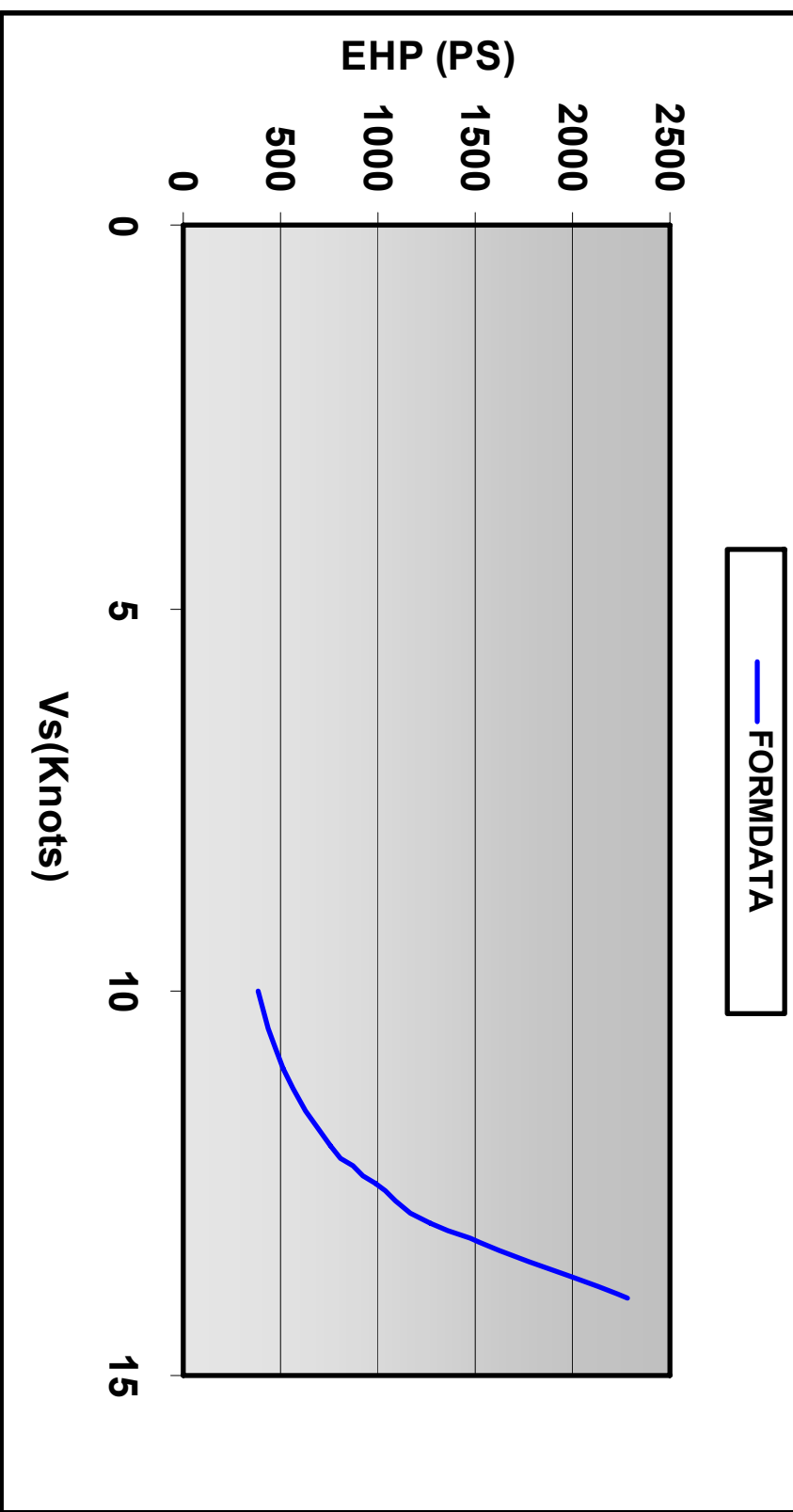
V (kn)	F _n	C _{R1} 10 ³	C _{R2} 10 ³	LCB _{stan} (%)	ΔLCB (%)	$\frac{\partial 10^3 C_R}{\partial LCB}$	C _{R3} 10 ³	C _{R4} 10 ³	C _{R5} 10 ³
10	0.204	1.136	1.260	0.45	0.00		1.261	1.506	1.616
11	0.224	1.381	1.506	-0.50	0.00		1.506	1.497	1.607
12	0.244	2.013	2.138	-1.60	0.00		2.138	2.040	2.150
12.5	0.254	2.520	2.645	-1.75	0.54	0.31	2.812	2.719	2.829
13	0.265	3.131	3.256	-2.20	0.99	0.35	3.602	3.518	3.628
14	0.285	5.080	5.205	-3.20	1.99	0.45	6.100	6.148	6.258

V (kn)	R _n (10 ⁹)	C _{F1} 10 ³	C _{F2} 10 ³	C _A 10 ³	C _{F3} 10 ³
10	0.281874669	1.803	2.353	0.55	2.400
11	0.310062136	1.780	2.330	0.55	2.377
12	0.338249603	1.759	2.309	0.55	2.356
12.5	0.352343337	1.750	2.300	0.55	2.346
13	0.366437070	1.741	2.291	0.55	2.337
14	0.394624537	1.724	2.274	0.55	2.319

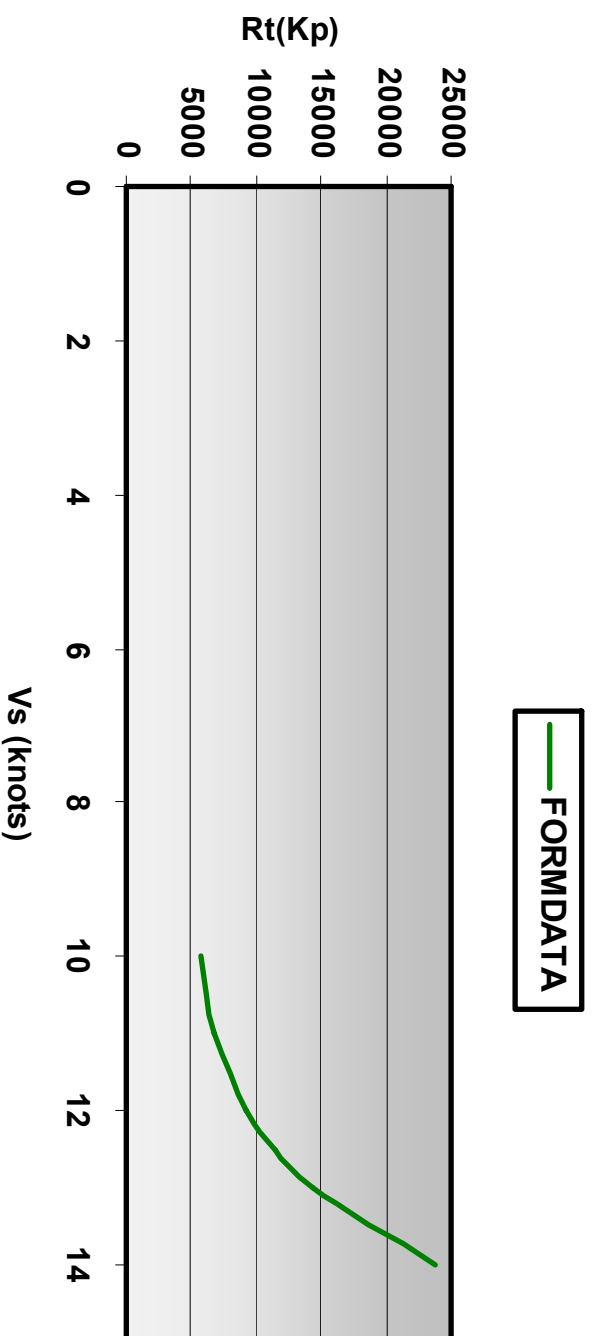
V (kn)	R _n (10 ⁹)	F _n	C _{R5} 10 ³	C _{F3} 10 ³	C _T 10 ³	R _t (Kp)	EHP (PS)
10	0.281874669	0.204	1.616	2.400	4.015947	5685.352	389.973
11	0.310062136	0.224	1.607	2.377	3.983976	6824.509	514.921
12	0.338249603	0.244	2.150	2.356	4.505923	9185.772	756.090
12.5	0.352343337	0.254	2.829	2.346	5.175109	11447.453	981.512
13	0.366437070	0.265	3.628	2.337	5.964285	14269.688	1272.432
14	0.394624537	0.285	6.258	2.319	8.577644	23800.905	2285.590

Με τα παραπάνω στοιχεία κατασκευάζουμε τα διαγράμματα EHP – V_s και F_n – C_T και R_t-V_s που παρατίθενται παρακάτω

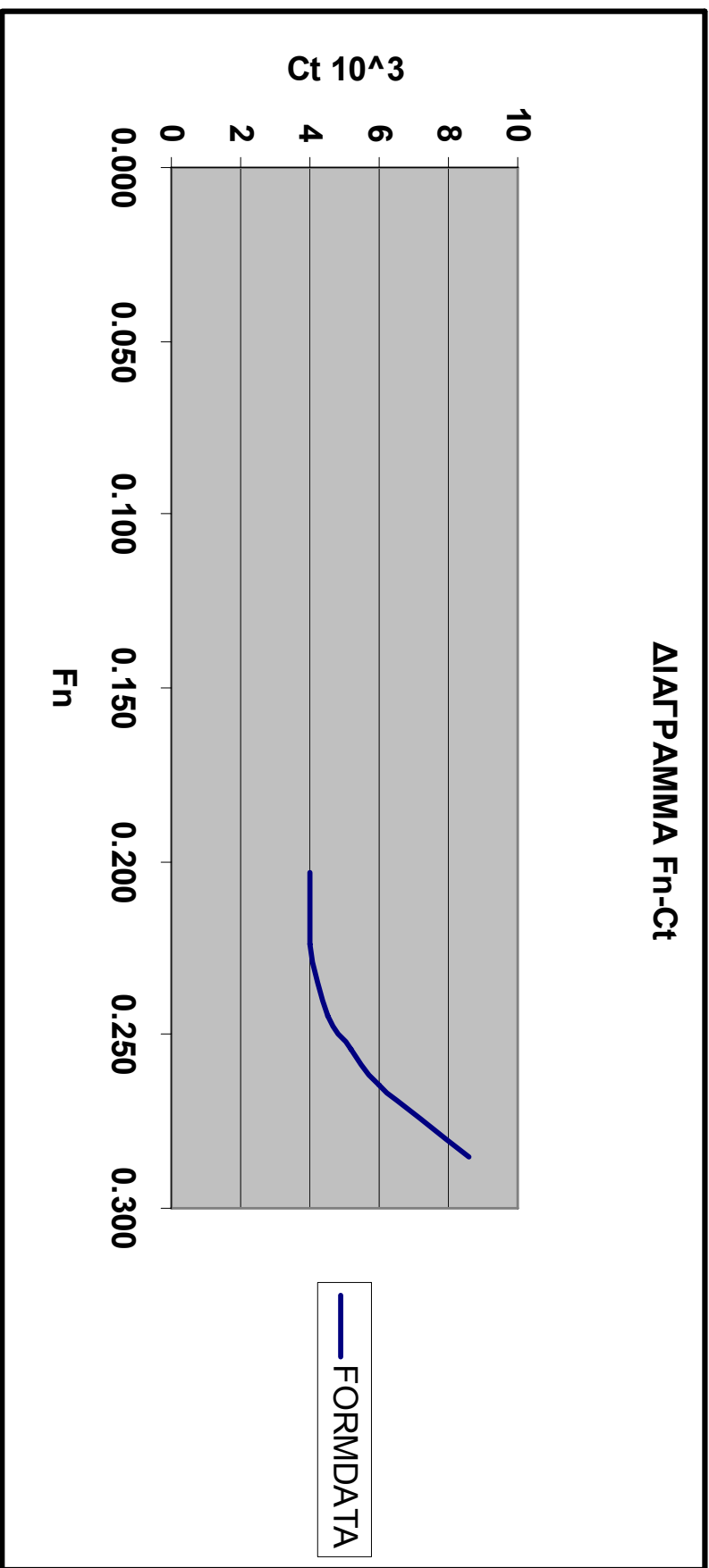
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ EHP-Vs



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Rt -Vs



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Fn-Ct



5.1.6 Υπολογισμός των συντελεστών t,w

5.1.6.1 Υπολογισμός συντελεστή ομόρρου w

Taylor (μονέλικα)

$$w = 0.50 \cdot C_B - 0.05 = 0.5 \cdot 0.700 - 0.05 \Rightarrow w = 0.300$$

Schneekluth (μονέλικα, σύγχρονα σκάφη)

$$w = 0.5 C_p \frac{2.6}{2 + D_p/T} \cdot \frac{16}{10 + L/B} = 0.5 \cdot 0.723 \frac{2.6}{2 + 2.8/3.9} \cdot \frac{16}{10 + 64/12.8} \Rightarrow \\ \Rightarrow w = 0.2673$$

Heckser (μονέλικα)

$$w = 0.70 \cdot C_p - 0.18 = 0.70 \cdot 0.723 - 0.18 \Rightarrow w = 0.3261$$

Troost

$$w = 0.25 + 2.5 \cdot (C_B - 0.6)^2 = 0.25 + 2.5 \cdot (0.7 - 0.6)^2 \Rightarrow w = 0.2750$$

B.S.R.A (μονέλικα)

Για να υπολογιστεί ο συντελεστής ομόρρου πρέπει να υπολογιστεί η ποσότητα:

$$D_w = \frac{B/\nabla^{1/3}}{\sqrt{D/\nabla^{1/3}}} = \frac{12,8/2240,136^{1/3}}{\sqrt{2,75/2240,136^{1/3}}} = 2.133$$

Όπου D η διάμετρος της έλικας η οποία έχει ληφθεί ίση με 2.75 m βάσει των επιτρεπόμενων ανοχών από το νηογνώμονα.

Και με γνωστό τον αριθμό Froude ο οποίος είναι $F_n = 0,254$ και το συντελεστή γάστρας $C_B = 0,700$ από το διάγραμμα 31 της σελίδας 42 του φυλλαδίου B.S.R.A. προκύπτει συντελεστής ομόρρου: $w = 0,35$

Τελικά λαμβάνουμε ως τιμή του w τη μέση τιμή των τιμών που προκύπτουν από τις παραπάνω μεθόδους:

$$w = (0.2673 + 0.300 + 0.3261 + 0.35 + 0.2750)/5 \Rightarrow w = 0.30$$

w=0.30

5.1.6.2 Υπολογισμός συντελεστή μείωσης ώσης t

SSPA (Goteborg)

$$t = w[a - (2.3 - 1.5 \cdot C_{WL})C_B/C_{WL}]$$

με $a = 1.57$ (μονέλικα)

$$\text{Άρα } t = 0.3017 \cdot [1.57 - (2.3 - 1.5 \cdot 0.827) \cdot 0.700 / 0.827] \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t = 0.2031$$

Heckser (μονέλικα)

$$t = 0.50 \cdot C_p - 0.12 = 0.50 \cdot 0.723 - 0.12 \Rightarrow t = 0.2415$$

B.S.R.A (μονέλικα)

Για να υπολογιστεί ο συντελεστής μείωσης τάσης πρέπει να υπολογιστεί η ποσότητα:

$$D_T = B / \nabla^{1/3} \times D / \nabla^{1/3} = 12.8 / 2240.136^{1/3} \times 2.75 / 2240.136^{1/3} = 0,205$$

Όπου D η διάμετρος της έλικας η οποία έχει ληφθεί ίση με 2.75 m όπως παραπάνω

Και με γνωστή τη θέση του LCB=0.365% AFT και το συντελεστή γάστρας $C_B=0,700$ από το διάγραμμα 32 της σελίδας 43 του φυλλαδίου B.S.R.A. προκύπτει συντελεστής μείωσης τάσης: $t=0,235$

Danckwardt :

$$t = 0,5 \cdot C_B - 0,15 \Rightarrow t = 0.2$$

Τελικά λαμβάνουμε ως τιμή του t τη μέση τιμή των τιμών που προκύπτουν από τις παραπάνω μεθόδους:

$$t = (0.2415 + 0.2031 + 0.235 + 0.2) / 4 \Rightarrow t = 0.2153$$

$$t = 0.215$$

5.1.6.3 Υπολογισμός συντελεστών απόδοσης n_R, n_H, n_S

Συντελεστής απόδοσης σχετικής περιστροφής n_R

Για το υπολογισμό του συντελεστή απόδοσης σχετικής περιστροφής n_R πρέπει να υπολογιστούν οι ποσότητες:

$$\frac{D}{\nabla^{1/3}} = \frac{2.75}{2240.136^{1/3}} = 0.210 \text{ και } \frac{D}{L_{BP}} = \frac{2.75}{64} = 0.0429$$

Όπου D η διάμετρος της έλικας η οποία έχει ληφθεί ίση με 2,75 m όπως παραπάνω

Και με γνωστό το συντελεστή γάστρας $C_B=0,700$ από το διάγραμμα 33 της σελίδας 44 του φυλλαδίου B.S.R.A. προκύπτει συντελεστής απόδοσης σχετικής περιστροφής:

$$n_R = 1.0325$$

Συντελεστής απόδοσης άξονα n_S

Ο συντελεστής απόδοσης άξονα περιλαμβάνει τις απώλειες στα έδρανα του άξονα και της χοάνης και για πλοία με μηχανοστάσιο πρύμνηθεν λαμβάνει την τιμή : $n_S=0.98$

Συντελεστής απόδοσης γάστρας n_H

Ο συντελεστής απόδοσης γάστρας περιλαμβάνει τις απώλειες στα έδρανα του άξονα και της χοάνης Έχοντας υπολογίσει τους συντελεστές ποσοστού μείωσης ώσης (t) και ομόρρου (w) μπορούμε να υπολογίσουμε τον συντελεστή απόδοσης γάστρας :

$$n_H = \frac{1-t}{1-w} = \frac{1-0.215}{1-0.3} \Rightarrow n_H = 1.1212$$

5.2 Επιλογή και Σχεδίαση Έλικας και Προωστήριου Εγκατάστασης

5.2.1.Εισαγωγή

Η αντίσταση που υφίσταται ένα πλοίο λόγω της επιδράσεως του νερού και του αέρα πρέπει να υπερνικηθεί από την ώση του προωστήριου μέσου κίνησης. Αναζητώντας πιο αποδοτικά και λιγότερο κοπιαστικά μέσα κίνησης ο άνθρωπος χρησιμοποίησε κατά καιρούς κουπιά, ιστία και τέλος μηχανές που έδιναν κίνηση σε πλευρικούς τροχούς, έλικες διαφόρων τύπων, προωθητές αντίδρασης κλπ. Από τα μέσα του 19^{ου} αιώνα οπότε και διαδόθηκε η χρήση της η ναυτική έλικα έχει κυριαρχήσει σχεδόν τελείως σαν το κύριο μέσο πρόωσης πλοίων.

5.2.2.Επιλογή Έλικας

Για τον υπολογισμό των στοιχείων της έλικας που θα χρησιμοποιηθεί θα λάβουμε υπ'όψη μας τα αποτελέσματα της μεθόδου FORMDATA ενώ η έλικα θα είναι 4-πτερη, τύπου Wageningen B – Series.

Τα στοιχεία που έχουμε για την ταχύτητα υπηρεσίας είναι :

$$V_s = 13 \text{ kn} = 6.648 \text{ m/sec}$$

$$R_T = 14269.69 \text{ Kp}$$

$$\text{EHP} = 1272.432 \text{ PS}$$

$$w = 0.30$$

$$t = 0.215$$

$$\eta_R = 1,018$$

$$T = \frac{Rt}{1-t} = \frac{14269.68798}{1-0.215} = 18185 \text{ Kp}$$

$$D = 2.75 \text{ m}$$

$$T_{DES.} = 3,9 \text{ m}$$

$$V_A = V_s \times (1-w) = 6.648 \times (1-0.3) = 4.653 \text{ m/sec (9.052 knots)}$$

Ο λόγος εκτεταμένης επιφάνειας επιλέγεται με βάση το κριτήριο "αποδεκτής σπηλαίωσης σε όλες τις καταστάσεις λειτουργίας της προωστήριας εγκατάστασης". Μια αρχική εκτίμηση μπορούμε να έχουμε από τον ακόλουθο τύπο του Keller :

$$\frac{A_E}{A_0} = \frac{(1,3 + 0,3 \cdot z) \cdot T}{(p_0 - p_v) \cdot D^2} + K$$

όπου :

- $K = 0,2$ (για μονέλικά πλοία)

- $z = 4$

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

$$T = 18185 \text{ kp}$$

- $D = 2.75 \text{ m}$
- h (η απόσταση του άξονα της έλικας από την επιφάνεια της θάλασσας)
 $h = T - D/2 = 3.9 - 2.75/2 = 2.525 \text{ m}$
- $\rho_0 = \rho_{\text{atm}} + \rho \cdot g \cdot h = 10200 \text{ kp/m}^2 + 104.61 \text{ (kp}\cdot\text{sec}^2\text{)/m}^4 \times 9.81 \text{ m/sec}^2 \times 2.525 \text{ m} \Rightarrow$
 $\rho_0 = 12791,2 \text{ kp/m}^2$

Άρα

$$\frac{A_E}{A_0} = \frac{(1,3 + 0,3 \cdot z) \cdot T}{(\rho_0 - \rho_v) \cdot D^2} + K = \frac{(1,3 + 0,3 \times 4) \times 18185}{(12842,5 - 175,7) \times 2,75^2} + 0,2$$

$$\frac{A_E}{A_0} = 0.67653$$

Με βάση τον παραπάνω λόγο εκτεταμένης επιφάνειας από τον τύπο του Keller, επιλέγεται έλικα **Wageningen B4-70**, αφού εξάλλου ο τύπος του Keller υποεκτιμά την εκτεταμένη επιφάνεια.

Για τη χρήση των πολυωνύμων *Κουρματζή* ώστε να βρεθούν οι βέλτιστες στροφές της έλικας πρέπει

να υπολογίσουμε την παράσταση $\frac{K_T}{J^2}$. Είναι:

$$\frac{K_T}{J^2} = \frac{T}{\rho \cdot V_A^2 \cdot D^2} = \frac{18185}{104,61 \times 4,653^2 \times 2,75^2} \Rightarrow$$

$$\frac{K_T}{J^2} = 1.0577$$

Χρησιμοποιώντας την μέθοδο των πολυωνύμων *Κουρματζή* για την έλικα που επιλέξαμε παίρνουμε ότι :

Number of blades: z=4			Optimum RPM Coefficients				
X=ln(sqrt(K _T /J ²))			P/D=a ₀ X ⁰ +a ₁ X ¹ +a ₂ X ² +a ₃ X ³ +a ₄ X ⁴ +a ₅ X ⁵ +a ₆ X ⁶				
A _E /A ₀	a ₀	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅	a ₆
0,70	0.8325	-0.2699	0.2590	-0.1652	0.0241	0.0128	-0.0028

Number of blades: z=4			Optimum RPM Coefficients		
$X=\ln(\sqrt{K_T/J^2})$			$1/J=a_0X^0+a_1X^1+a_2X^2+a_3X^3+a_4X^4$		
A_E/A_0	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4
0,70	2.2334	2.2740	0.7251	-0.0979	0.3755

Number of blades: z=4			Optimum RPM Coefficients		
$X=\ln(\sqrt{K_T/J^2})$			$n_0=a_0X^0+a_1X^1+a_2X^2+a_3X^3+a_4X^4$		
A_E/A_0	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4
0,7	0.5151	-0.2779	-0.1810	-0.1810	-0.0061

Και με χρήση των πολυωνύμων Κουρματζή προκύπτουν οι εξής τιμές από τους τύπους που εμφανίζονται στους πίνακες για

$$X=\ln\sqrt{\frac{K_T}{J^2}}=\ln\sqrt{0,9178}=-0,04288$$

$$\frac{P}{D}=0.82513$$

$$J=0.4352$$

$$n_0=0.5071$$

Έτσι υπολογίζονται και τα παρακάτω:

- Συντελεστής Πρόωσης (PC):

$$P.C. = \eta_0 \times \eta_R \times \eta_S \times \eta_H = \eta_0 \times \eta_R \times \eta_S \times \frac{1-t}{1-w} = 0.5071 \times 1.018 \times 0,98 \times \frac{1-0,215}{1-0,30} \Rightarrow$$

Όπου θεωρήθηκε $\eta_S=0,98$

$$P.C.=0.568$$

- Στροφές της έλικας

$$n = \frac{V_A}{J \cdot D} = \frac{V_S \cdot (1-w)}{J \cdot D} \cdot 60 = \frac{6,648 \times (1-0,3)}{0,4352 \times 2,75} \times 60 \Rightarrow$$

$$n = 233.4 \approx 234 \text{ RPM}$$

- Ισχύς στον άξονα :

$$SHP = \frac{EHP}{P.C.} = \frac{1272.432263}{0,568} \Rightarrow$$

$$SHP = 2231 \text{ PS}$$

5.2.3.Ελεγχος σε σπηλαίωση

Η έλικα που υπολογίστηκε παραπάνω πρέπει να ελεγχθεί αν πληρεί τα κριτήρια σπηλαίωσης. Θα ελέγξουμε αν η έλικα πληρεί το κριτήριο του Burill. Προκειμένου να χρησιμοποιήσουμε το διάγραμμα του Burill πρέπει να υπολογίσουμε τον αριθμό σπηλαίωσης και το συντελεστή φορτίσεως

Ο αριθμός σπηλαίωσης:

$$\sigma_{0.7R} = \frac{p_0 - p_v}{q_{0.7R}}$$

υπολογίζεται με βάση τη σχετική ταχύτητα στο $r = 0.7R$.

Οπότε έχουμε

$$q_{0.7R} = 1/2 \cdot \rho \cdot (V_A^2 + (0,7 \cdot \pi \cdot n \cdot D)^2) = 0,5 \times 104,61 \times (4.653^2 + (0,7 \times 3,14 \times \frac{233.4}{60} \times 2,75)^2) \Rightarrow$$
$$q_{0.7R} = 33242.6238 \text{ kp/m}^2$$

όπου n σε rpm

Οπότε τελικά προκύπτει

$$\sigma_{0.7R} = \frac{p_0 - p_v}{q_{0.7R}} = \frac{15462,7 - 175,7}{33242.6238} \Rightarrow$$

$$\sigma_{(0.7R)} = 0.379$$

Ο συντελεστής φορτίσεως

$$\tau_c = \frac{T / A_p}{q_{0.7R}}$$

όπου

A_p = προβεβλημένη επιφάνεια ,

V_R = σχετική επιφάνεια σε $r = 0.7R$

$$A_p = A_D \times (1,067 - 0,229 \times \frac{P}{D}) = 4,155 \times (1,067 - 0,229 \times 0.82513) \Rightarrow$$

$$A_p = 3.650653339 \text{ m}^2$$

Όπου

$$A_D = A_E = 0,7 \times A_0 = 0,7 \times \left(\frac{\pi \cdot D^2}{4} \right) = 0,7 \times \left(\frac{3.14 \times 2,75^2}{4} \right) \Rightarrow$$

$$A_D = 4,155 \text{ m}^2$$

Και συνεπώς

$$\tau_c = \frac{T / A_p}{q_{0.7R}} = \frac{18185 / 3,65}{33242.6238} \Rightarrow$$

$$\tau_c = 0.150$$

Προέκυψε το ζεύγος : $\tau_c = 0.150$ και $\sigma_{0.7R} = 0.379$ από την αναπαράσταση του οποίου πάνω στο διάγραμμα Burill βλέπουμε ότι το ποσοστό σπηλαίωσης είναι χαμηλότερα από την προτεινόμενη ανώτερη τιμή για εμπορικά πλοία που πλησιάζει αυτή της σπηλαίωσης 5%.

5.2.4 Έλεγχος πάχους πτερυγίου της έλικας

Το ελάχιστο πάχος του πτερυγίου της έλικας, σύμφωνα με τις απαιτήσεις του Αμερικανικού Νηογνώμονα (ABS), θα πρέπει να έχει κατ' ελάχιστον τιμή στο $0,25R$ αυτή που ορίζεται από την παρακάτω σχέση :

$$t_{0.25R} = S \left[K_1 \sqrt{\frac{AH}{C_n CRN}} \pm \left(\frac{C_s}{C_n} \right) \left(\frac{BK}{4C} \right) \right]$$

όπου τα μεγέθη A , B , C , S και C_s δίνονται από τις σχέσεις :

$$S = 1 \text{ για } D < 6.1 \text{ m}$$

$$K_1 = 289$$

$$A = 1.0 + \frac{6.0}{P_{0.70}} + 4.3P_{0.25} = 1.0 + \frac{6.0}{0.84457} + 4.3 \cdot 0.70507 = 11.303$$

$$B = \left(\frac{4300\omega \cdot a}{N} \right) \left(\frac{R}{100} \right)^2 \left(\frac{D}{20} \right)^3 =$$

$$= \left(\frac{4300 \cdot 7.5 \cdot 0.7}{4} \right) \left(\frac{233.4}{100} \right)^2 \left(\frac{2.75}{20} \right)^3 = 79.951$$

$$C = (1 + 1.5P_{0.25})(wf - B) =$$

$$= (1 + 1.5 \cdot 0.70507)(853.775 \cdot 2,62 - 63.948) = 4432.740$$

$$C_s = \frac{a_s}{wT} = \frac{56285}{852.750 \cdot 94.875} = 0.696$$

όπου :

H = 1666.64 KW : η ισχύς στον άξονα

R = 233.4 rpm : οι στροφές της έλικας στη μέγιστη συνεχόμενη ισχύ (MCR)

N = 4 : ο αριθμός των πτερυγίων

$P_{0.25} = 0.70507$: το βήμα της έλικας στο $0,25R$ διαιρεμένο με την διάμετρό της D

$P_{0,7} = 0.82513$: το βήμα της έλικας στο $0,7R$ διαιρεμένο με την διάμετρό της D

D = 2.75 m : η διάμετρος της έλικας

f = 2,62 , $\omega = 7,5$: σταθερές που εξαρτώνται από το υλικό της έλικας (Ni-Al-Bronze)

w = 852.775 mm : το πλάτος του πτερυγίου στο $0,25R$

$\alpha = 0.7$: ο λόγος της εκτεταμένης επιφάνειας της έλικας

$\epsilon = 15^\circ$: rake angle

$$K = 500D \tan \epsilon = 500 \cdot 2.75 \cdot \tan 15^\circ = 368.43$$

$$C_n = 0,1$$

$a_s = 56285 \text{ mm}^2$: η επιφάνεια μιας κυλινδρικής τομής του πτερύγιου της έλικας στο 0,25R

$T = 94.875 \text{ mm}$: το μέγιστο πάχος της κυλινδρικής τομής στο 0,25R

Συνεπώς από τις προηγούμενες σχέσεις έχουμε ότι :

$$\Rightarrow t_{0,25R} = t_{0,25R,\min} = 73.162 \text{ mm}$$

Το πάχος του πτερυγίου της έλικας εάν χρησιμοποιήσουμε της B4-70 στο 0,25R είναι :

$$t_{0,25R,\text{actual}} = 94.875 \text{ mm} > t_{0,25R,\min} = 73.162 \text{ mm}$$

και άρα ικανοποιεί τις απαιτήσεις του Νηογνώμονα.

5.2.5 Έλεγχος ανοχών έλικας – γάστρας

Οι ανοχές γάστρας έλικας θα ελεγχθούν και αυτές με βάση κανονισμούς του Γαλλικού Νηογνώμονα. Οι κανονισμοί αυτοί προβλέπουν τις αποστάσεις που θα πρέπει να υπάρχουν μεταξύ έλικας και γάστρας. Αυτές φαίνονται στο παρακάτω σχήμα:

Δεδομένου ότι η έλικα έχει 4 πτερύγια καταλήγουμε στους παρακάτω κανονισμούς για τις αποστάσεις a, b και c:

$$a = 1,00 \times K \times \delta = 1,00 \times 0,156 \times 2,75$$

$$a = 0,429 \text{ m}$$

$$b = 1,50 \times K \times \delta = 1,50 \times 0,156 \times 2,75$$

$$b = 0,643 \text{ m}$$

$$c = 0,12 \times \delta = 0,12 \times 2,75$$

$$c = 0,33 \text{ m}$$

$$d = 0,03 \times \delta = 0,03 \times 2,75$$

$$d = 0,08255 \text{ m}$$

Όπου:

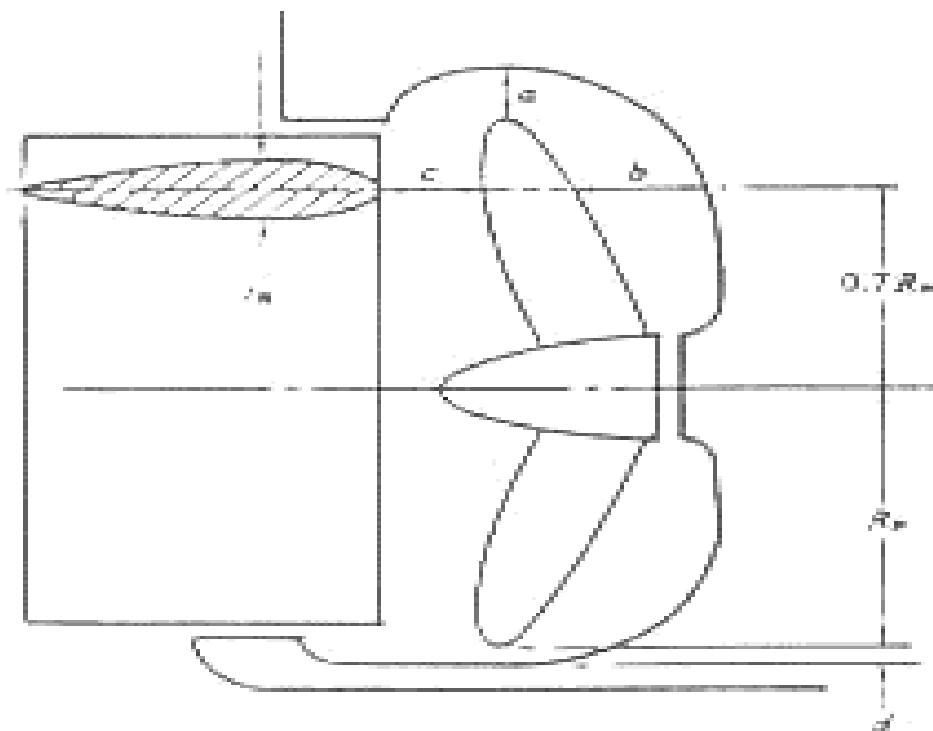
- K σταθερά που δίνεται από τη σχέση

$$K = \left(0.1 + \frac{L}{3050} \right) \cdot \left(\frac{3.48 \cdot C_b \cdot P}{L^2} + 0.3 \right) \Rightarrow K = \left(0.1 + \frac{64}{3050} \right) \cdot \left(\frac{3.48 \cdot 0.7 \cdot 1666.64}{L^2} + 0.3 \right)$$

$$K = 0,156$$

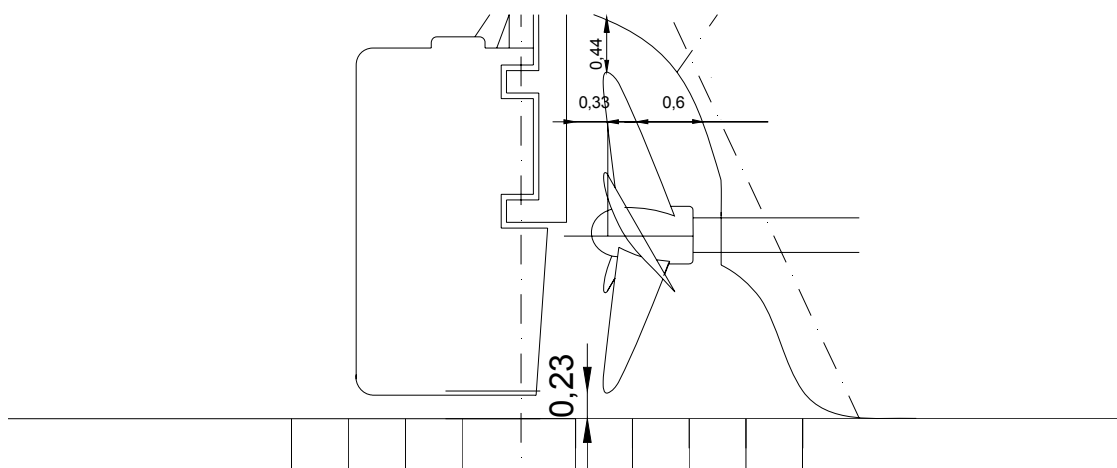
- $\delta = D = 2.75 \text{ m}$
- $R = D/2 = 1,375 \text{ m}$

- $L_{BP} = 64 \text{ m}$
- $C_b = 0,7$
- $P = 1666.64 \text{ KW}$



Ανοχές που υπάρχουν στο υπό μελέτη πλοίο παρατίθενται σε επισυναπτόμενο σκαρίφημα.

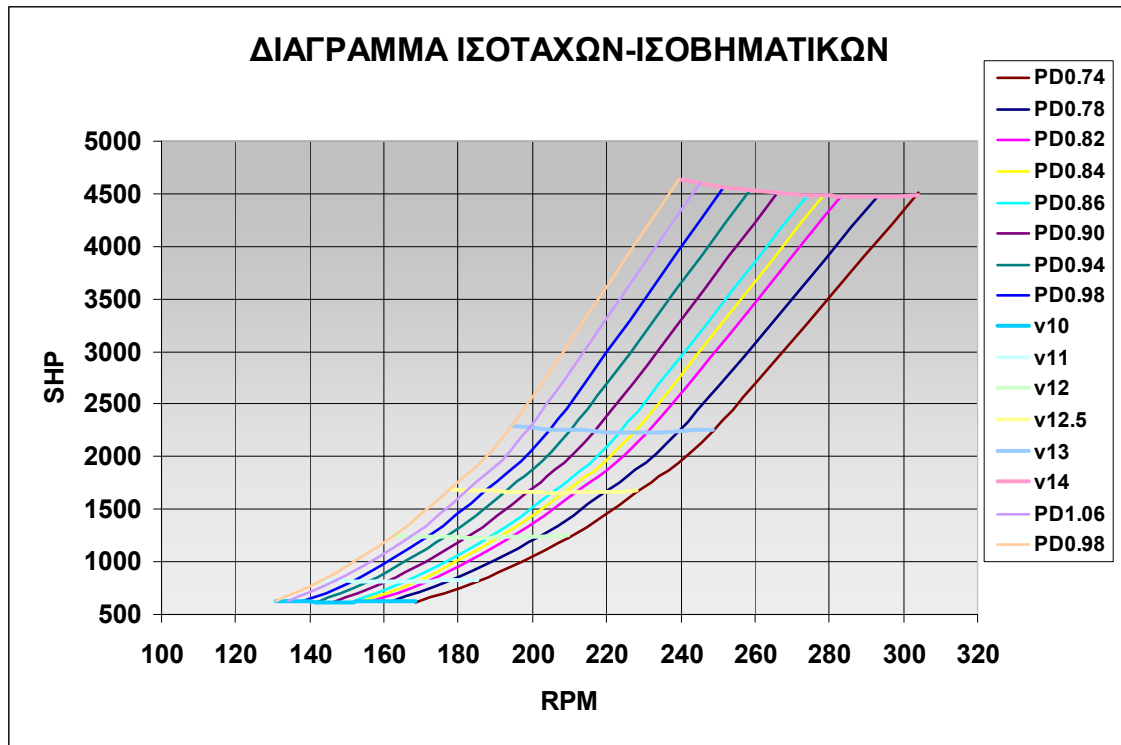
Ανατρέχοντας στις γραμμές και το πηδάλιο του πλοίου μας βρίσκουμε τις αντίστοιχες ανοχές οι οποίες είναι $a=0.44$ $b=0.6$ $c=0.33$ $d= 0.23$



5.2.6 Χρήση του προγράμματος grid

Με τη βοήθεια του προγράμματος GRID υπολογίζονται οι ισοβηματικές και οι ισοταχείς για διάμετρο έλικας $D=2.75 \text{ m}$ και το διάγραμμα παρατίθεται παρακάτω. Τα αναλυτικά αποτελέσματα του

προγράμματος για την ανωτέρω διάμετρο και για λόγους P/D από 0.74 έως 1.06 παρουσιάζονται ακολούθως



Σχ. 1 Διάγραμμα Ισοβηματικών-Ισοταχών για D=2.75 m

Diam	(m)=	2.75	AE/A0=0.7	No of blades=	4
Shaft efficiency= 0.98					
No of propellers= 1					
Fluid density (kp*s ² /m ⁴)= 104.61					
Wagenigen	B-series				
V(m/s)	R(kp)	w	t	nr	F(kp)
5.144	5685.4	0.3	0.215	1.018	0
5.659	6824.5	0.3	0.215	1.018	0
6.173	9185.8	0.3	0.215	1.018	0
6.431	11447.5	0.3	0.215	1.018	0
6.688	14269.7	0.3	0.215	1.018	0
7.202	23800.9	0.3	0.215	1.018	0

P/D=	0.74	number	of	propellers=	1	
rpm	V(knots)	T(kp)	Q(kp*m)	DHP(PS)	SHP(PS)	P.C.
168.6	10.001	7242.5	2621.3	617.2	629.8	0.619
185	11.001	8693.6	3149.1	813.6	830.2	0.62
209.6	12.001	11701.6	4189.1	1225.9	1251	0.604
228.1	12.501	14582.7	5158	1643	1676.5	0.585
248.6	13.001	18177.9	6358.2	2207.1	2252.1	0.565
304	14.001	30319.6	10353.6	4395.1	4484.8	0.51

P/D=	0.78	number	of	propellers=	1	
rpm	V(knots)	T(kp)	Q(kp*m)	DHP(PS)	SHp(PS)	P.C.
162.2	10.001	7242.5	2699.4	611.4	623.9	0.625
178	11.001	8693.6	3242.7	805.9	822.3	0.626
201.7	12.001	11701.6	4318	1216	1240.9	0.609
219.6	12.501	14582.7	5322.3	1632.1	1665.4	0.589
239.4	13.001	18177.9	6566.9	2195.5	2240.3	0.568
293.1	14.001	30319.6	10714.9	4384.9	4474.4	0.511

P/D=	0.82	number	of	propellers=	1	
rpm	V(knots)	T(kp)	Q(kp*m)	DHP(PS)	SHp(PS)	P.C.
156.4	10.001	7242.5	2783.3	607.8	620.2	0.629
171.6	11.001	8693.6	3343.2	801.1	817.5	0.63
194.5	12.001	11701.6	4455.7	1210.4	1235.1	0.612
211.9	12.501	14582.7	5496.8	1626.6	1659.8	0.591
231.1	13.001	18177.9	6787.7	2190.6	2235.3	0.569
283.2	14.001	30319.6	11093.6	4386.5	4476.1	0.511

P/D=	0.84	number	of	propellers=	1	
rpm	V(knots)	T(kp)	Q(kp*m)	DHP(PS)	SHp(PS)	P.C.
153.7	10.001	7242.5	2827	606.7	619.1	0.63
168.7	11.001	8693.6	3395.6	799.6	816	0.631
191.2	12.001	11701.6	4527.3	1208.8	1233.5	0.613
208.4	12.501	14582.7	5587.3	1625.4	1658.6	0.592
227.3	13.001	18177.9	6901.9	2190.3	2235	0.569
278.6	14.001	30319.6	11288.4	4391	4480.6	0.51

P/D=	0.86	number	of	propellers=	1	
rpm	V(knots)	T(kp)	Q(kp*m)	DHP(PS)	SHp(PS)	P.C.
151.1	10.001	7242.5	2871.8	606	618.4	0.631
165.8	11.001	8693.6	3449.3	798.7	815	0.632
188.1	12.001	11701.6	4600.6	1208	1232.6	0.613
204.9	12.501	14582.7	5679.7	1625.2	1658.4	0.592
223.6	13.001	18177.9	7018.3	2191.1	2235.8	0.569
274.2	14.001	30319.6	11486.5	4397.6	4487.3	0.509

P/D=	0.9	number	of	propellers=	1	
rpm	V(knots)	T(kp)	Q(kp*m)	DHP(PS)	SHp(PS)	P.C.
146.3	10.001	7242.5	2964.2	605.6	617.9	0.631
160.5	11.001	8693.6	3560.2	798.1	814.4	0.632
182.1	12.001	11701.6	4751.4	1208.3	1232.9	0.613
198.5	12.501	14582.7	5869.6	1627.2	1660.4	0.591
216.7	13.001	18177.9	7257.1	2195.9	2240.7	0.568
266	14.001	30319.6	11891.5	4416.2	4506.3	0.507

P/D=	0.94	number	of	propellers=	1	
rpm	V(knots)	T(kp)	Q(kp*m)	DHP(PS)	SHp(PS)	P.C.
141.9	10.001	7242.5	3059.9	606.3	618.7	0.63
155.7	11.001	8693.6	3675	799	815.3	0.632
176.7	12.001	11701.6	4907.2	1210.7	1235.4	0.612
192.7	12.501	14582.7	6065.3	1631.9	1665.2	0.589
210.4	13.001	18177.9	7502.7	2204.1	2249.1	0.566
258.5	14.001	30319.6	12306.5	4441	4531.6	0.504

P/D=	0.98	number	of	propellers=	1	
rpm	V(knots)	T(kp)	Q(kp*m)	DHP(PS)	SHP(PS)	P.C.
137.9	10.001	7242.5	3158.2	607.9	620.3	0.629
151.3	11.001	8693.6	3792.9	801.1	817.4	0.63
171.7	12.001	11701.6	5067.1	1214.8	1239.6	0.61
187.3	12.501	14582.7	6265.8	1638.9	1672.3	0.587
204.6	13.001	18177.9	7754	2215.2	2260.4	0.563
251.5	14.001	30319.6	12730	4470.9	4562.1	0.501

P/D=	1.02	number	of	propellers=	1	
rpm	V(knots)	T(kp)	Q(kp*m)	DHP(PS)	SHP(PS)	P.C.
134.1	10.001	7242.5	3258.7	610.3	622.7	0.626
147.2	11.001	8693.6	3913.6	804.1	820.5	0.628
167.1	12.001	11701.6	5230.3	1220.3	1245.2	0.607
182.4	12.501	14582.7	6470.3	1647.5	1681.2	0.584
199.3	13.001	18177.9	8010	2228.5	2274	0.56
245.2	14.001	30319.6	13160.4	4504.9	4596.8	0.497

P/D=	1.06	number	of	propellers=	1	
rpm	V(knots)	T(kp)	Q(kp*m)	DHP(PS)	SHP(PS)	P.C.
130.7	10.001	7242.5	3361	613.2	625.7	0.623
143.4	11.001	8693.6	4036.3	807.9	824.4	0.625
162.8	12.001	11701.6	5396.2	1226.9	1252	0.604
177.8	12.501	14582.7	6677.8	1657.6	1691.5	0.58
194.3	13.001	18177.9	8269.7	2243.7	2289.4	0.556
239.3	14.001	30319.6	13596.5	4542.2	4634.9	0.493

V	(knots)=	10.001	number	of	propellers=	1
rpm	P/D	T(kp)	Q(kp*m)	DHP(PS)	SHP(PS)	P.C.
168.6	0.74	7242.5	2621.3	617.2	629.8	0.619
162.2	0.78	7242.5	2699.4	611.4	623.9	0.625
156.4	0.82	7242.5	2783.3	607.8	620.2	0.629
153.7	0.84	7242.5	2827	606.7	619.1	0.63
151.1	0.86	7242.5	2871.8	606	618.4	0.631
146.3	0.9	7242.5	2964.2	605.6	617.9	0.631
141.9	0.94	7242.5	3059.9	606.3	618.7	0.63
137.9	0.98	7242.5	3158.2	607.9	620.3	0.629
134.1	1.02	7242.5	3258.7	610.3	622.7	0.626
130.7	1.06	7242.5	3361	613.2	625.7	0.623

V	(knots)=	11.001	number	of	propellers=	1
rpm	P/D	T(kp)	Q(kp*m)	DHP(PS)	SHP(PS)	P.C.
185	0.74	8693.6	3149.1	813.6	830.2	0.62
178	0.78	8693.6	3242.7	805.9	822.3	0.626
171.6	0.82	8693.6	3343.2	801.1	817.5	0.63
168.7	0.84	8693.6	3395.6	799.6	816	0.631
165.8	0.86	8693.6	3449.3	798.7	815	0.632
160.5	0.9	8693.6	3560.2	798.1	814.4	0.632
155.7	0.94	8693.6	3675	799	815.3	0.632
151.3	0.98	8693.6	3792.9	801.1	817.4	0.63
147.2	1.02	8693.6	3913.6	804.1	820.5	0.628
143.4	1.06	8693.6	4036.3	807.9	824.4	0.625

V	(knots)=	12.001	number	of	propellers=	1
rpm	P/D	T(kp)	Q(kp*m)	DHP(PS)	SHP(PS)	P.C.
209.6	0.74	11701.6	4189.1	1225.9	1251	0.604
201.7	0.78	11701.6	4318	1216	1240.9	0.609
194.5	0.82	11701.6	4455.7	1210.4	1235.1	0.612
191.2	0.84	11701.6	4527.3	1208.8	1233.5	0.613
188.1	0.86	11701.6	4600.6	1208	1232.6	0.613
182.1	0.9	11701.6	4751.4	1208.3	1232.9	0.613
176.7	0.94	11701.6	4907.2	1210.7	1235.4	0.612
171.7	0.98	11701.6	5067.1	1214.8	1239.6	0.61
167.1	1.02	11701.6	5230.3	1220.3	1245.2	0.607
162.8	1.06	11701.6	5396.2	1226.9	1252	0.604

V	(knots)=	12.501	number	of	propellers=	1
rpm	P/D	T(kp)	Q(kp*m)	DHP(PS)	SHP(PS)	P.C.
228.1	0.74	14582.7	5158	1643	1676.5	0.585
219.6	0.78	14582.7	5322.3	1632.1	1665.4	0.589
211.9	0.82	14582.7	5496.8	1626.6	1659.8	0.591
208.4	0.84	14582.7	5587.3	1625.4	1658.6	0.592
204.9	0.86	14582.7	5679.7	1625.2	1658.4	0.592
198.5	0.9	14582.7	5869.6	1627.2	1660.4	0.591
192.7	0.94	14582.7	6065.3	1631.9	1665.2	0.589
187.3	0.98	14582.7	6265.8	1638.9	1672.3	0.587
182.4	1.02	14582.7	6470.3	1647.5	1681.2	0.584
177.8	1.06	14582.7	6677.8	1657.6	1691.5	0.58

V	(knots)=	13.001	number	of	propellers=	1
rpm	P/D	T(kp)	Q(kp*m)	DHP(PS)	SHP(PS)	P.C.
248.6	0.74	18177.9	6358.2	2207.1	2252.1	0.565
239.4	0.78	18177.9	6566.9	2195.5	2240.3	0.568
231.1	0.82	18177.9	6787.7	2190.6	2235.3	0.569
227.3	0.84	18177.9	6901.9	2190.3	2235	0.569
223.6	0.86	18177.9	7018.3	2191.1	2235.8	0.569
216.7	0.9	18177.9	7257.1	2195.9	2240.7	0.568
210.4	0.94	18177.9	7502.7	2204.1	2249.1	0.566
204.6	0.98	18177.9	7754	2215.2	2260.4	0.563
199.3	1.02	18177.9	8010	2228.5	2274	0.56
194.3	1.06	18177.9	8269.7	2243.7	2289.4	0.556

V	(knots)=	14.001	number	of	propellers=	1
rpm	P/D	T(kp)	Q(kp*m)	DHP(PS)	SHP(PS)	P.C.
304	0.74	30319.6	10353.6	4395.1	4484.8	0.51
293.1	0.78	30319.6	10714.9	4384.9	4474.4	0.511
283.2	0.82	30319.6	11093.6	4386.5	4476.1	0.511
278.6	0.84	30319.6	11288.4	4391	4480.6	0.51
274.2	0.86	30319.6	11486.5	4397.6	4487.3	0.509
266	0.9	30319.6	11891.5	4416.2	4506.3	0.507
258.5	0.94	30319.6	12306.5	4441	4531.6	0.504
251.5	0.98	30319.6	12730	4470.9	4562.1	0.501
245.2	1.02	30319.6	13160.4	4504.9	4596.8	0.497
239.3	1.06	30319.6	13596.5	4542.2	4634.9	0.493

Από τις ανωτέρω τιμές και για την καθορισμένη ταχύτητα των 13 Knots διαπιστώνουμε ότι ο μέγιστος συνολικός βαθμός απόδοσης P.C είναι ίσος με 0.569 με βήμα $P/D=0.84$ και αριθμό στροφών RPM =227.3

Από τους ανωτέρω πίνακες παρατηρείται ότι για την δεδομένη ταχύτητα μπορούμε να πετύχουμε την ταχύτητα υπηρεσίας 13 kn ενώ μπορεί να επιτευχθεί υψηλότερη ταχύτητα με αύξηση των στροφών και μείωση του συνολικού βαθμού απόδοσης.

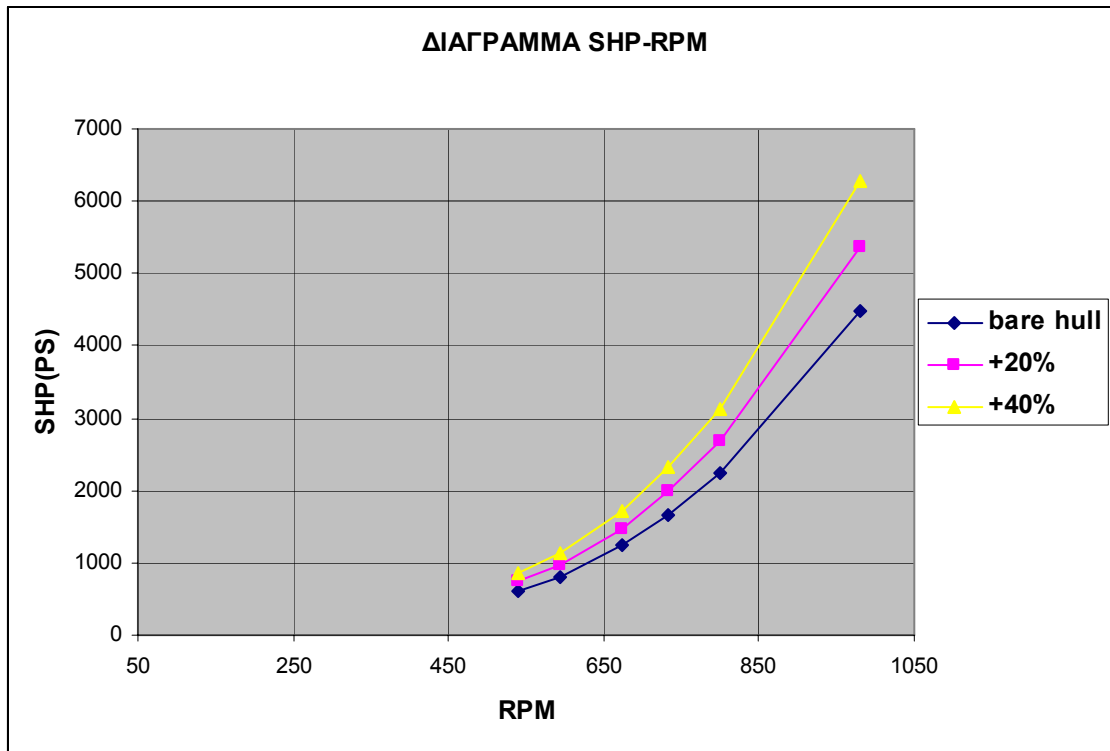
Με τη διάμετρο D που έχει ήδη επιλεγεί η ταχύτητα υπηρεσίας επιτυγχάνεται είτε αυξάνοντας είτε μειώνοντας τις στροφές. Τα ποσοστά σπηλαίωσης κυμαίνονται σε αρκετά ικανοποιητικά επίπεδα πάντα κάτω από το προτεινόμενο όριο του 5 % για τα εμπορικά σκάφη. Ακόμη με περαιτέρω αύξηση της διαμέτρου της έλικας θα μπορούσε να επιτευχθεί μεγαλύτερη αύξηση ταχύτητας όμως η διάμετρος της έλικας περιορίζεται από το χώρο που υπάρχει στην πρύμνη του πλοίου καθώς επίσης και από προβλήματα που πιθανόν να δημιουργηθούν λόγω των κανονισμών των Νηογνομόνων σε ζητήματα ευστάθειας όπου γίνεται χρήση της διαμέτρου της έλικας για να προσδιοριστεί η ποσότητα του έρματος. Μεγάλη διάμετρος ισοδυναμεί με πολύ μεγάλη ποσότητα έρματος που σημαίνει ασύμφορη λειτουργία του πλοίου (water ballast condition). Επιπλέον μεγάλη διάμετρος σημαίνει αυξημένη φόρτιση του ακροπτερυγίου και άρα προβλήματα αντοχής και αξιοπιστίας.

5.3 Επιλογή κύριας μηχανής

Χρησιμοποιώντας τα αποτελέσματα του προγράμματος GRID και για την επιλεγμένη έλικα σειρά **Wageningen B4-70**, υπολογίζονται οι χαρακτηριστικές του συστήματος SHP-N για τις τρεις παρακάτω καταστάσεις με λόγο μειώσεως 1: 3.519578 :

- SHP σε ήρεμο νερό χωρίς ρύπανση
- SHP προσαυξημένη κατά 20%
- SHP προσαυξημένη κατά 40%

Το διάγραμμα παρατίθεται παρακάτω



Από το ανωτέρω διάγραμμα λειτουργίας της έλικας με τον ανωτέρω λόγο μείωσης που προηγήθηκαν με τις τρεις καταστάσεις φόρτισης (SHP-N), επιλέγουμε την ισχύ της κύριας μηχανής, έτσι που η προωστήρια εγκατάσταση να μπορεί να διατηρήσει την ταχύτητα σχεδίασης σε ισχύ λειτουργίας στο 85% και με ισχύ ρυμούλκησης προσαυξημένη κατά 20%.

Από τις χαρακτηριστικές SHP-N στην προαναφερθείσα κατάσταση, θα πρέπει να έχουμε :

$V_s = 13$ knots

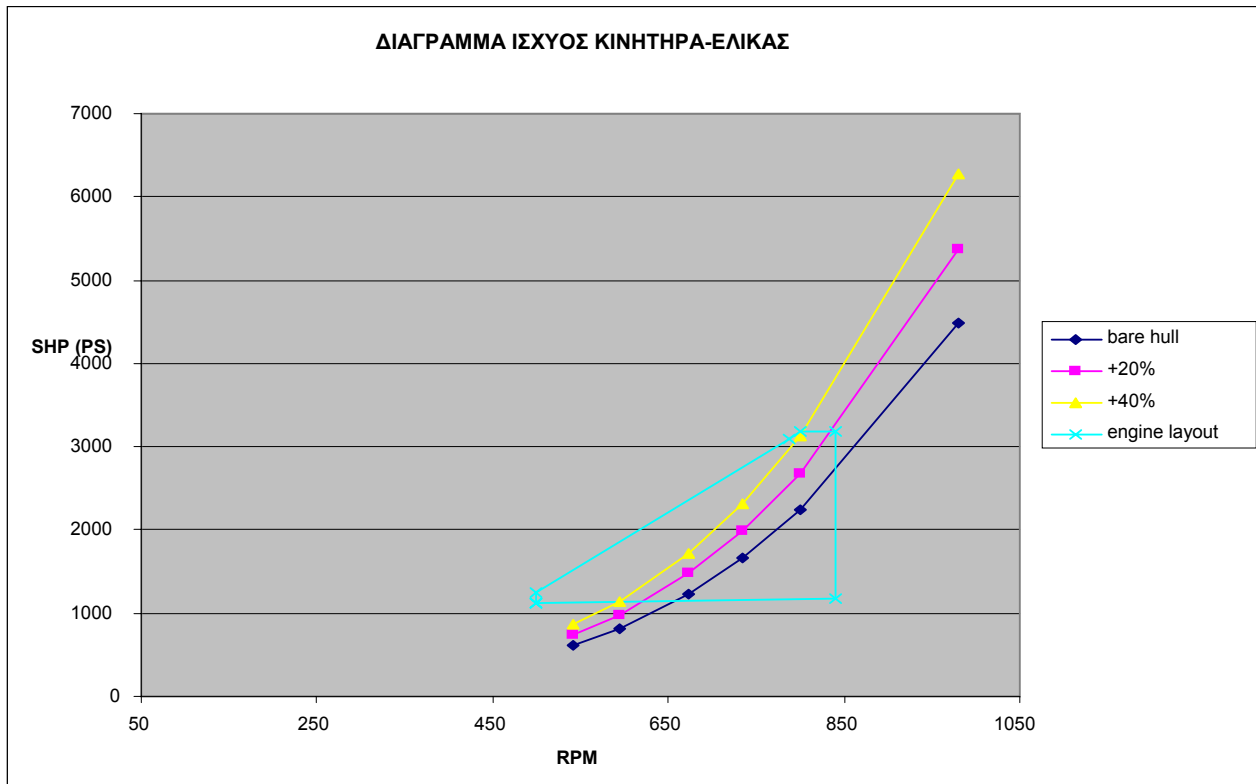
$N = 800$ RPM

$SHP = 3285$ PS

Η επιλογή της κύριας μηχανής γίνεται από το δικτυακό τόπο της εταιρείας **MAN** και συγκεκριμένα επιλέγεται ο τύπος **7L27/38** με τα ακόλουθα στοιχεία **MCR : 3200 PS**

MAX RPM: 800

Με βάση τα σημεία λειτουργίας της επιλεγμένης μηχανής όπως αυτά δίδονται από το project guide του κατασκευαστή σχεδιάζουμε το layout out του επιλεγμένου κινητήρα όπως αυτό παρατίθεται στο παρακάτω σχέδιο.



Ο Μειωτήρας θα είναι απλού τύπου μειωτήρας μονής εσόδου εξόδου με λόγο μειώσεως **1:3.52** κάτω που δίδεται και από τον κατασκευαστή του κινητήρα MAN και θα είναι ο SERIES AMG28EV TYPE 31VO20 .

6. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΑΝΤΟΧΗΣ ΜΕΣΗΣ ΤΟΜΗΣ – ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ ΜΕΣΗΣ ΤΟΜΗΣ

6.1 Εισαγωγή

Στο σημείο αυτό της εργασίας θα μελετήσουμε την μέση τομή του πλοίου μας , υπολογίζοντας τα στοιχεία αντοχής που την αποτελούν . Συγκεκριμένα , θα υπολογίσουμε τα πάχη του πυθμένα , του περιβλήματος , των διπυθμένων και των εσωτερικών πλευρικών ελασμάτων με βάση τους κανονισμούς που προδιαγράφει ο Αμερικανικός νηογνώμονας ABS . Το σύστημα ενίσχυσης που θα χρησιμοποιήσουμε είναι το διάμηκες σύστημα .

Τα κύρια χαρακτηριστικά του πλοίου μας ('ΚΡΑΤΑΙΟΣ') φαίνονται στον παρακάτω πίνακα .

TANKER 'ΚΡΑΤΑΙΟΣ'	
$L_{OA} =$	69.12 m
$L_{BP} =$	64 m
$B =$	12.8 m
$D =$	5.1 m
$T_d =$	3.9 m
$\Delta =$	2305.1 tn
DWT =	1452 tn
$C_B =$	0.700
$V_S =$	13.00 kn

6.2 Υπολογισμός Μέσης Τομής

Σύμφωνα με τους κανονισμούς του ABS η απαιτούμενη ροπή αντίστασης της μέσης τομής και σε μήκος 0.2 L εκατέρωθεν της μέσης τομής και περί τον ουδέτερο άξονα αυτής ως προς το κατάστρωμα αντοχής και την τρόπιδα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από την μέγιστη τιμή που προκύπτει αν εφαρμοστούν οι δύο παρακάτω σχέσεις .

$$SM_1 = C_1 * C_2 * L^2 * B * (C_B + 0.7) \text{ σε m-cm}^2$$

$$SM_2 = \frac{|M_{sw} + M_w|}{f_p}$$

όπου ,

$$C_1 = 0.0451 \cdot L + 3.65 \text{ για πλοία με μήκος } 61 \leq L \leq 90$$

$$C_1 = 0.0451 \cdot 64 + 3.65 = 6.5364$$

$$C_2 = 0.01$$

$$L = L_{BP} = 64 \text{ m}$$

$$B = 12.8 \text{ m}$$

$$C_B = 0.700$$

Αντικαθιστώντας τις ανωτέρω τιμές παίρνουμε

$$SM_1 = C_1 \cdot C_2 \cdot L^2 \cdot B \cdot (C_B + 0.7) = 6.5364 \cdot 0.01 \cdot (64)^2 \cdot 12.8 \cdot (0.7 + 0.7) = 4797.738$$

$$SM_1 = 4797.738 \text{ m-cm}^2$$

Υπολογίζουμε στην συνέχεια την καμπτική ροπή λόγω κυματισμού σε κατάσταση Hogging και Sagging οι οποίες και δίδονται από τους ακόλουθους τύπους.

$$M_{WS} = -k_1 \cdot c_1 \cdot L^2 \cdot B \cdot (C_b + 0.7) \cdot 10^{-3} \text{ με}$$

$$k_1 = 110 \text{ και } C_1 = 0.044 \cdot L + 3.75 = 0.044 \cdot 64 + 3.75 = 6.566$$

$$\text{Αντικαθιστώντας θα έχουμε } M_{WS} = -k_1 \cdot C_1 \cdot L^2 \cdot B \cdot (C_b + 0.7) = -110 \cdot 6.566 \cdot (64)^2 \cdot (0.7 + 0.7) = -49700$$

$$M_{WS} = -49700 \text{ KN-m}$$

$$M_{WH} = k_2 \cdot C_1 \cdot L^2 \cdot B \cdot C_b \cdot 10^{-3} \text{ με}$$

$$k_2 = 190$$

Αντικαθιστώντας θα έχουμε

$$M_{WH} = k_2 \cdot C_1 \cdot L^2 \cdot B \cdot C_b = 190 \cdot 6.566 \cdot (64)^2 \cdot 12.8 \cdot 0.7 = 45784.917$$

$$M_{WH} = 45784.917 \text{ KN-m}$$

Η καμπτική ροπή σε ήρεμο νερό θα δίνεται από τον ακόλουθο τύπο.

$$M_{SW} = C_{st} \times L_{BP}^{2.5} \times B \times (C_B + 0.5)$$

όπου:

$$C_{st} = \left[0.564 + \frac{160 - L}{925} \right] \times 10^{-2} \Rightarrow \left[0.564 + \frac{160 - 64}{925} \right] \times 10^{-2} \Rightarrow$$

$$C_{st} = 0.0066778$$

Αντικαθιστώντας θα έχουμε

$$M_{SW} = C_{st} \times L_{BP}^{2.5} \times B \times (C_B + 0.5) = 0.0066778 \times (64)^{2.5} \times 12.8 \times (0.7 + 0.5) = 32963.455 \text{ t-m}$$

$$M_{SW} = 32963.455 \text{ kN-m}$$

Συνεπώς η συνολική καμπτική ροπή που ασκείται στο πλοίο είναι για τις καταστάσεις Sagging και Hogging αντίστοιχα:

- Sagging Condition

$$M_{TS} = M_{SW} + M_{WS} = 32963.455 - 49700 \Rightarrow$$

$$M_{TS} = -16736.545 \text{ kN-m}$$

- Hogging Condition

$$M_{TH} = M_{SW} + M_{WH} = 32963.455 + 45784.917 \Rightarrow$$

$$M_{TH} = 78748.372 \text{ kN-m}$$

Τα παραπάνω συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα:

Καμπτικές ροπές (kN-m)	
Still Water	32963.455
Hogging	78748.372
Sagging	-16736.545

Αντικαθιστώντας τις ανωτέρω τιμές τις καμπτικής ροπής σε ήρεμο νερό και της μέγιστης πρόσθετης καμπτικής ροπής λόγω κυματισμού θα έχουμε

$$SM = \frac{M_t}{f_p} \text{ (m-cm}^2\text{)}$$

όπου :

- M_t : είναι η μέγιστη καμπτική ροπή στη μέση τομή, η οποία έχει τιμή:

$$M_t = M_{sw} + M_{wh} \Rightarrow$$

$$\mathbf{M_{TH} = 78748.372 \text{ kN-m}}$$

- $f_p = 17.5 \text{ kN/cm}^2$: η ονομαστική επιτρεπόμενη ορθή τάση λόγω κάμψης

και με αντικατάσταση θα έχουμε $SM = \frac{M_t}{f_p} = \frac{78748.372}{17.5} = 4499.906 \text{ m-cm}^2$

$$\mathbf{SM_2 = 4499.906 \text{ m-cm}^2}$$

Επομένως , από τις παραπάνω δύο σχέσεις προκύπτουν τα εξής αποτελέσματα ,

$$\begin{cases} SM_1 = C_1 * C_2 * L^2 * B * (C_B + 0.7) \\ SM_2 = \frac{|M_{sw} + M_w|}{f_p} \end{cases} \Rightarrow$$

$$SM_{req} = \max(SM_1, SM_2) \Rightarrow$$

$$\mathbf{M_{REQ} = 4797.738 \text{ m-cm}^2}$$

Επίσης , σύμφωνα με τους κανονισμούς του νηογνώμονα , η ελάχιστη ροπή αδράνειας της μέσης τομής θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από αυτήν που προκύπτει από την σχέση ,

$$I_{req} = \frac{L * SM_{req}}{33.3} \text{ m}^2 * \text{cm}^2 \Rightarrow I_{req} = \frac{64 * 4797,738}{33.3} \Rightarrow$$

$$\boxed{I_{req} = 9220.87 \text{ m}^2 * \text{cm}^2}$$

Τα κατασκευαστικά στοιχεία που θα λάβουν μέρος στον υπολογισμό της ροπής αντίστασης της μέσης τομής του 'ΚΡΑΤΑΙΟΣ' είναι τα εξής (κατά ABS) ,

- *Ελάσματα κύριου και ενδιάμεσων καταστρωμάτων*
- *Ελάσματα περιβλήματος , πυθμένα και εσωτερικού πυθμένα*
- *Διαμήκη ενισχυτικά καταστρωμάτων , πλευρών , πυθμένα και εσωτερικών πλευρών και πυθμένα*
- *Κεντρικές και πλευρικές σταθμίδες πυθμένα*
-

6.3 Επιλογή κατασκευαστικών στοιχείων

Στη συνέχεια υπολογίζουμε τις διαστάσεις όλων των στοιχείων που αποτελούν την μέση τομή του σκάφους μας , με βάση πάντα τους κανονισμούς του Αμερικανικού νηογνώμονα .

Έλασμα Πλευράς (Side Shell Plating)

Το ελάχιστο πάχος του πλευρικού ελάσματος για πλοία με μήκος $L \leq 305$ m , δίνεται από την σχέση ,

$$t = \frac{s \cdot \sqrt{h}}{268} + 2.5mm$$

όπου ,

s =550 mm : η ισαπόσταση σε mm των εγκάρσιων νομέων

h = 5.1 m : το κοίλο του πλοίου σε m

Αντικαθιστώντας θα έχουμε t= 7.134 mm

Από τον ABS όμως το πάχος δεν θα πρέπει να είναι μικρότερο από 8.5 mm αφού το συγκεκριμένο σκάφος είναι offshore vessel.

Λαμβάνοντας λοιπόν υπ' όψιν τους παραπάνω υπολογισμούς επιλέγουμε να χρησιμοποιήσουμε έλασμα περιβλήματος πάχους ,

$$t = 9 \text{ mm}$$

Έλασμα ζωστήρα (Sheerstrake)

Το ελάχιστο πλάτος του ελάσματος του Ζωστήρα για πλοία μήκους μικρότερο από 200 m δίνεται από την σχέση ,

$$b = 5 \cdot L + 800 \text{ mm} \Rightarrow b = 5 \cdot 64 + 800 \text{ mm} \Rightarrow$$

$$b = 1120 \text{ mm}$$

Επίσης , το πάχος του ελάσματος Ζωστήρα δεν θα πρέπει να είναι μικρότερο από το πάχος του πλευρικού ελάσματος το οποίο επιλέξαμε προηγουμένως να είναι t = 8 mm .

Συνεπώς , επιλέγουμε το έλασμα του Ζωστήρα να έχει πάχος ,

$$t = 9 \text{ mm}$$

και πλάτος ,

$$b = 1250 \text{ mm}$$

Εγκαρσιώματα (Transverses)

Στην περιοχή της μέσης τομής του πλοίου πρέπει να τοποθετούνται εγκαρσιώματα το πολύ κάθε 3.66 m σε συνδυασμό με διαμήκη ενισχυτικά . Τα εγκαρσιώματα τοποθετούνται περιμετρικά της μέσης τομής του πλοίου , σε θέσεις όπου υπάρχουν διαμήκη ενισχυτικά Θα τοποθετήσουμε λοιπόν , εγκαρσιώματα κάθε πέντε κατασκευαστικούς νομείς , δηλαδή κάθε $5 \cdot 0.55 \text{ m} = 2.75 \text{ m}$ (0.55 είναι η ισαπόσταση των κατασκευαστικών νομέων) .

Το ελάχιστο πάχος του ελάσματος των εγκαρσιωμάτων δίνεται από την σχέση ,

$$t = 0.036 \cdot L + 4.7 + c \text{ mm}$$

όπου , $c = 1.5 \text{ mm}$ για διαμήκη ενίσχυση πυθμένα και εσωτερικού πυθμένα . Επομένως , το ελάχιστο πάχος είναι ,

$$t = 0.036 \cdot 64 + 4.7 + 1.5 \text{ mm} \Rightarrow$$

$$t = 8.504 \text{ mm}$$

Συνεπώς , επιλέγουμε πάχος εγκαρσιωμάτων ίσο με ,

$$t = 9 \text{ mm}$$

Διαμήκη ενισχυτικά πλευρικού ελάσματος (Longitudinal Frames)

Η ροπή αντίστασης του συνδυασμού πλευρικού ελάσματος - ενισχυτικού θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από αυτή που δίνεται από την παρακάτω σχέση ,

$$SM = 7.8 \cdot c \cdot h \cdot s \cdot l^2$$

όπου ,

$$c = 0.55$$

h : η απόσταση σε m από το διάμηκες ενισχυτικό μέχρι το κύριο κατάστρωμα πολλαπλασιασμένη με 0.75 , η οποία δεν θα πρέπει να είναι μικρότερη από

$0.5 \cdot D = 0.5 \cdot 5.1 \text{ m} = 2.55 \text{ m}$. Στην περίπτωση μας , η δυσμενέστερη περίπτωση είναι $h = 4.0 \text{ m}$.

$s = 0.8 \text{ m}$: η ισαπόσταση των διαμήκων ενισχυτικών που έχουμε εκλέξει

$l = 2.75 \text{ m}$: η απόσταση στήριξης των διαμήκων ενισχυτικών

Επομένως , η ροπή αντίστασης θα πρέπει να είναι τουλάχιστον ,

$$SM = 7.8 \cdot 0.55 \cdot 4.0 \cdot 0.800 \cdot 2.75^2 \text{ cm}^3 \Rightarrow$$

$$\mathbf{SM = 103.818 \text{ cm}^3}$$

Αν θεωρήσουμε ισοδύναμο πλάτος ελάσματος ίσο με την ισαπόσταση των ενισχυτικών και έχοντας επιλέξει πλάτος πλευρικού ελάσματος ίσο με 9 mm , τότε το εμβαδόν του συνεργαζόμενου ελάσματος θα είναι $80 \cdot 0.9 \text{ cm}^2 = 72 \text{ cm}^2$.

Επομένως , από διαγράμματα του ABS με διατομές τυποποιημένων ενισχυτικών εκλέγουμε ενισχυτικό **HP 160x7** , το οποίο έχει ροπή αντίστασης **SM = 108.45 cm³** (όπως προκύπτει από τα διαγράμματα) .

Έλασμα πυθμένα (Bottom shell plating)

Το ελάχιστο πάχος του ελάσματος του πυθμένα για πλοία με μήκος $L \leq 90 \text{ m}$ και διαμήκη ενίσχυση δίνεται από την σχέση ,

$$t = \frac{s \cdot \sqrt{h}}{254} + 2.5 \text{ mm}$$

όπου ,

$s = 1000 \text{ mm}$: η ισαπόσταση σε mm των διαμήκων ενισχυτικών του πυθμένα

$h = 5.1 \text{ m}$: το κοίλο του πλοίου σε m

$$t = \frac{1000 \cdot \sqrt{5.1}}{254} + 2.5 \text{ mm}$$

Επομένως , από την παραπάνω σχέση έχουμε ότι το ελάχιστο πάχος είναι ,

$$t = 11.39 \text{ mm}$$

Η ισαπόσταση των ενισχυτικών του πυθμένα θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από την μικρότερη απόσταση που προκύπτει από τις δύο παρακάτω σχέσεις ,

$$s_1 = 0.88 \cdot (2.08 \cdot L + 438) \text{ mm} = 0.88 \cdot (2.08 \cdot 64 + 438) \text{ mm} = 502.585 \text{ mm}$$

$$s_2 = 813 \text{ mm}$$

Έχοντας εκλέξει ισαπόσταση ενισχυτικών πυθμένα ίση με 1040 mm ικανοποιούμε την παραπάνω απαίτηση .

Λαμβάνοντας λοιπόν , υπόψη τα παραπάνω επιλέγουμε να χρησιμοποιήσουμε έλασμα πυθμένα πάχους

$$\mathbf{t = 12 \text{ mm}}$$

Έλασμα τρόπιδας (Plate keel)

Το έλασμα της τρόπιδας εκτείνεται σε απόσταση 1500 mm εκατέρωθεν της Center Line (C.L.) του πλοίου . Επίσης , ο νηογνώμονας καθορίζει πως το πάχος του ελάσματος της τρόπιδας θα πρέπει να είναι κατά 1.5 mm μεγαλύτερο από το πάχος του ελάσματος του πυθμένα , το οποίο είναι ίσο με 12 mm . Δηλαδή , το πάχος θα πρέπει να είναι κατ' ελάχιστον ίσο με $11.39 + 1.5 \text{ mm} = 12.89 \text{ mm}$. Επομένως , επιλέγουμε έλασμα τρόπιδας πάχους ,

$$t = 13 \text{ mm}$$

Παρατροπίδια (Bilge Keels)

Το απαιτούμενο πάχος των παρατροπιδίων θα πρέπει να ισούται με το πάχος του ελάσματος του πυθμένα . Συνεπώς , εκλέγουμε πάχος ,

$$t = 12 \text{ mm}$$

Συμπαγείς έδρες (Solid floors)

Στην περιοχή της μέσης τομής του πλοίου , πρέπει να τοποθετούνται συμπαγείς έδρες το πολύ κάθε 3.66 m σε συνδυασμό με ενδιάμεσες ανοικτές έδρες ή με διαμήκεις νομείς του πυθμένα ή του εσωτερικού πυθμένα . Στην περιοχή όμως του μηχανοστασίου οι συμπαγείς έδρες θα πρέπει να τοποθετούνται σε κάθε κατασκευαστικό νομέα . Επομένως , θα τοποθετήσουμε έδρες κάθε τρεις κατασκευαστικούς νομείς , δηλαδή κάθε $5 \cdot 0.550 \text{ m} = 2.75 \text{ m}$. Το πάχος του ελάσματος των εδρών δίνεται από την σχέση ,

$$t = 0.036 \cdot L + 4.7 + c \text{ mm}$$

όπου , $c = 1.5 \text{ mm}$ για διαμήκη ενίσχυση . Επομένως , το ελάχιστο πάχος είναι ,

$$t = 0.036 \cdot 64 + 4.7 + 1.5 \text{ mm} \Rightarrow$$

$$t = 8.5 \text{ mm}$$

Συνεπώς , επιλέγουμε συμπαγείς έδρες πάχους ,

$$t = 9 \text{ mm}$$

Κεντρική Σταθμίδα (Center Girder)

Το έλασμα της κεντρικής σταθμίδας θα πρέπει να εκτείνεται όσο είναι αυτό δυνατόν σε όλο το μήκος του πλοίου . Το ελάχιστο πάχος του ελάσματος της κεντρικής σταθμίδας δίνεται από την σχέση ,

$$t = 0.056 \cdot L + 5.5 \text{ mm} \Rightarrow t = 0.056 \cdot 64 + 5.5 \text{ mm} \Rightarrow$$

$$t = 9.08 \text{ mm}$$

Συνεπώς , επιλέγουμε το έλασμα της κεντρικής σταθμίδας να έχει πάχος ,

$$t = 10 \text{ mm}$$

Κεντρική Σταθμίδα Κυρίου Καταστρώματος (Center Girder-Main Deck)

Το έλασμα της κεντρικής σταθμίδας του κυρίου καταστρώματος θα πρέπει να εκτείνεται όσο είναι αυτό δυνατόν σε όλο το μήκος του πλοίου . Το πάχος του ελάσματος της κεντρικής σταθμίδας κυρίου καταστρώματος θα είναι ίσο με αυτό της κύριας σταθμίδας δίνεται από την σχέση ,
Συνεπώς , επιλέγουμε το έλασμα της σταθμίδας να έχει πάχος ,

$$t = 10 \text{ mm}$$

Διαμήκη ενισχυτικά πυθμένα (Bottom longitudinals)

Η ροπή αντίστασης του συνδυασμού ελάσματος πυθμένα - ενισχυτικού πρέπει να είναι μεγαλύτερη από αυτή που δίνεται από την σχέση ,

$$SM = 7.80 \cdot c \cdot h \cdot s \cdot l^2$$

όπου ,

$$c = 0.5$$

h: η απόσταση σε m από την τρόπιδα μέχρι τη γραμμή φόρτωσης (4.299 m) ή τα 2/3 της απόστασης από την τρόπιδα μέχρι το κατάστρωμα εξάλων ($2D/3 = 2 \cdot 5.1/3 \text{ m} = 3.4 \text{ m}$) , όποια από τις δύο είναι μεγαλύτερη . Στην περίπτωση μας $h = 4.299 \text{ m}$.

s = 1.000 m : η ισαπόσταση των ενισχυτικών

l : η απόσταση σε m μεταξύ των εδρών ή $l = 1.83 \text{ m}$, όποιο από τα δύο νούμερα είναι μεγαλύτερο . Στην περίπτωση μας $l = 2.75 \text{ m}$.

Επομένως , από την παραπάνω σχέση προκύπτει ότι ο συνδυασμός ελάσματος – ενισχυτικού θα πρέπει να έχει ελάχιστη ροπή αντίστασης ,

$$SM = 7.80 \cdot c \cdot h \cdot s \cdot l^2 \Rightarrow SM = 7.80 \cdot 0.5 \cdot 4.299 \cdot 1.000 \cdot 2.75^2 \text{ cm}^3 \Rightarrow$$

$$SM = 126.793 \text{ cm}^3$$

Αν θεωρήσουμε ισοδύναμο πλάτος ελάσματος ίσο με την ισαπόσταση των ενισχυτικών και έχοντας επιλέξει πάχος ελάσματος πυθμένα ίσο με 12 mm , τότε το εμβαδόν του συνεργαζόμενου ελάσματος θα είναι $100 \cdot 1.2 = 120 \text{ cm}^2$.

Επομένως , από διαγράμματα του ABS με διατομές τυποποιημένων ενισχυτικών εκλέγουμε

ενισχυτικό **HP 160x9 HP** , το οποίο έχει ροπή αντίστασης

SM = 130.63 cm³ (όπως προκύπτει από τα διαγράμματα).

Έλασμα εσωτερικού πυθμένα (Inner - bottom plating)

Το πάχος του ελάσματος του εσωτερικού πυθμένα θα πρέπει να είναι τουλάχιστον τόσο όσο δίνεται από την σχέση ,

$$t = 0.037*L + 0.009*s - c \text{ mm}$$

όπου ,

s = 1000 mm : η ισαπόσταση των ενισχυτικών του εσωτερικού πυθμένα , την οποία εκλέγουμε να είναι ίση με την ισαπόσταση για τα ενισχυτικά του πυθμένα .

c = 1.5 mm : για διαμήκη ενίσχυση του εσωτερικού πυθμένα

Επομένως , από την παραπάνω σχέση προκύπτει ότι το ελάχιστο πάχος είναι ,

$$t = 0.037*64 + 0.009*1000 - 1.5 \text{ mm} \Rightarrow$$

$$t = 9.868 \text{ mm}$$

Συνεπώς , επιλέγουμε να χρησιμοποιήσουμε έλασμα εσωτερικού πυθμένα πάχους ,

$$t = 11 \text{ mm}$$

Διαμήκη ενισχυτικά εσωτερικού πυθμένα (Inner - bottom longitudinal)

Η ροπή αντίστασης του συνδυασμού ελάσματος εσωτερικού πυθμένα - ενισχυτικού πρέπει να είναι τουλάχιστον το 85% αυτής που υπολογίσαμε για τα ενισχυτικά του πυθμένα . Επομένως , θα πρέπει να είναι ,

$$SM = 0.85*126.793 \text{ cm}^3 \Rightarrow$$

$$SM = 107 \text{ cm}^3$$

Αν θεωρήσουμε ισοδύναμο πλάτος ελάσματος ίσο με την ισαπόσταση των ενισχυτικών και έχοντας επιλέξει πάχος ελάσματος εσωτερικού πυθμένα ίσο με

11 mm , τότε το εμβαδόν του συνεργαζόμενου ελάσματος θα είναι $100 * 1.1 \text{ cm}^2 = 110 \text{ cm}^2$.

Επομένως , από διαγράμματα του ABS με διατομές τυποποιημένων ενισχυτικών εκλέγουμε ενισχυτικό **Inverted Unequal Angle GUA 100I 100x75x11** , το οποίο έχει ροπή αντίστασης **SM = 107.41 cm³** (όπως προκύπτει από τα διαγράμματα).

Πλευρικές σταθμίδες (Side girders)

Στην περιοχή της μέσης τομής του πλοίου οι πλευρικές σταθμίδες πρέπει να τοποθετηθούν έτσι ώστε η απόσταση μεταξύ της κεντρικής και της πρώτης πλευρικής σταθμίδας , των πλευρικών σταθμίδων μεταξύ τους και μεταξύ της τελευταίας πλευρικής σταθμίδας και του κέντρου του ελάσματος υδρορροής του εσωτερικού πυθμένα να είναι μικρότερη από 4.57 m . Επομένως , τοποθετούμε μία πλευρική σταθμίδα κάθε τέσσερα διαμήκη ενισχυτικά .

Επίσης , το πάχος των πλευρικών σταθμίδων θα πρέπει να είναι ίσο με το πάχος των συμπαγών εδρών . Συνεπώς , επιλέγουμε να χρησιμοποιήσουμε πλευρικές σταθμίδες πάχους ,

$$t = 9 \text{ mm}$$

Αγκώνες (Brackets)

Σε πυθμένες με διάμηκες σύστημα ενίσχυσης πρέπει να τοποθετούνται αγκώνες κάτω από το έλασμα υδρορροής του εσωτερικού πυθμένα σε κάθε νομέα μεταξύ των εδρών . Το πάχος των αγκώνων πρέπει να είναι ίσο με το πάχος των εδρών , οπότε επιλέγουμε αγκώνες πάχους ,

$$t = 9 \text{ mm}$$

Έλασμα Κυρίου καταστρώματος (Main deck plating)

Σύμφωνα με τους κανονισμούς του νηογνώμονα το πάχος του ελάσματος του κυρίου καταστρώματος θα πρέπει να είναι μεγαλύτερο από αυτό που δίνει η παρακάτω σχέση

$$t = \frac{s \cdot \sqrt{h}}{254} + 2.5 \text{ mm}$$

όπου ,

s = 1000 mm : η ισαπόσταση των διαμήκων ενισχυτικών του κυρίου καταστρώματος

$$h = 0.028 \cdot L + 0.66 = 0.028 \cdot 64 + 0.66 = 2.452 \text{ m}$$

Επομένως , από την παραπάνω έχουμε ότι ,

$$t = \frac{s \cdot \sqrt{h}}{254} + 2.5 \text{ mm} = \frac{1000 \cdot \sqrt{2.452}}{254} + 2.5 = 8.66$$

Συνεπώς , επιλέγουμε να χρησιμοποιήσουμε έλασμα κυρίου καταστρώματος πάχους ,

$$t = 9 \text{ mm}$$

Έλασμα υδρορροής Κυρίου καταστρώματος (Main deck stringer plating)

Το πάχος του ελάσματος της υδρορροής του Κυρίου καταστρώματος θα πρέπει να είναι τουλάχιστον ίσο με το πάχος του ελάσματος του Κυρίου καταστρώματος , που είναι ίσο με 10 mm .

Επομένως , επιλέγουμε να χρησιμοποιήσουμε έλασμα υδρορροής Κυρίου καταστρώματος πάχους ,

$$t = 9 \text{ mm}$$

και πλάτους ,

$$b = 1000 \text{ mm}$$

Διαμήκη Ενισχυτικά Κυρίου καταστρώματος (Main deck longitudinals)

Η ροπή αντίστασης του συνδυασμού ελάσματος Κυρίου καταστρώματος - ενισχυτικού δίνεται από την σχέση ,

$$SM = 7.8 \cdot c \cdot h \cdot s \cdot l^2 \text{ cm}^3$$

όπου ,

$$h = 0.02 \cdot L + 0.76 = 0.02 \cdot 64 + 0.76 = 2.04 \text{ m}$$

$s = 1.000 \text{ m}$: είναι η ισαπόσταση των ενισχυτικών

l : είναι η απόσταση στήριξης των διαμήκων ενισχυτικών , η οποία είναι ίση με $l = 5 \cdot 0.550 = 2.75 \text{ m}$

c : είναι μια σταθερά που για διαμήκη ενισχυτικά καταστρωμάτων αντοχής δίνεται από την σχέση ,

$$c = \frac{1}{1.709 - 0.651 \cdot k}$$
$$k = \frac{SM_{req} \cdot Y}{I_A}$$

SM_{req} : είναι η ελάχιστη απαιτούμενη ροπή αντίστασης της μέσης τομής , που προηγουμένως έχουμε υπολογίσει ότι είναι **$SM_{req} = 4797.738 \text{ m} \cdot \text{cm}^2$** .

Y : είναι η απόσταση σε m από τον ουδέτερο άξονα μέχρι το κατάστρωμα που εξετάζουμε (λαμβάνεται πάντα θετική)

I_A : είναι η ροπή αδράνειας της μέσης τομής σε $\text{m}^2 \cdot \text{cm}^2$.

Επειδή δεν έχουμε ακόμα τα στοιχεία που χρειάζονται για να υπολογίσουμε το k , θα χρησιμοποιήσουμε για τη σταθερά c τις τιμές που έδιναν οι παλιότεροι κανονισμοί του A.B.S. και όταν υπολογίσουμε τη ροπή αδράνειας της μέσης τομής και την ακριβή θέση του ουδέτερου άξονα θα ελέγξουμε την επάρκεια ή όχι των

ενισχυτικών . Επομένως , έχουμε $c = 0.5$ για το κύριο κατάστρωμα .

Συνεπώς , από την προηγούμενη σχέση έχουμε ότι ,

$$SM = 7.8 \cdot 0.5 \cdot 2.04 \cdot 1.000 \cdot (2.75)^2 \text{ cm}^3 \Rightarrow$$

$$\mathbf{SM = 60.167 \text{ cm}^3}$$

Αν θεωρήσουμε ισοδύναμο πλάτος ελάσματος ίσο με την ισαπόσταση των ενισχυτικών και έχοντας επιλέξει πάχος ελάσματος Κυρίου καταστρώματος , τότε το εμβαδόν του συνεργαζόμενου ελάσματος θα είναι $100 \cdot 0.9 \text{ cm}^2 = \mathbf{90 \text{ cm}^2}$ για το κύριο κατάστρωμα.

Επομένως , από διαγράμματα του ABS με διατομές τυποποιημένων ενισχυτικών εκλέγουμε ενισχυτικό **Bulb Flat 120x8** , το οποίο έχει ροπή αντίστασης **$SM = 63.83 \text{ cm}^3$** (όπως προκύπτει από τα διαγράμματα) .

Έλασμα Πλευρικών Δεξαμενών (Side Tanks Plating)

Το πάχος του ελάσματος των πλαϊνών δεξαμενών θα πρέπει να είναι τουλάχιστον ίσο με αυτό που καθορίζεται από την σχέση ,

$$t = s * k * \frac{\sqrt{q * h}}{254} + 1.5 \text{ mm}$$

όπου ,

$s = 600 \text{ mm}$: είναι η ισαπτόσταση των διαμήκων ενισχυτικών

$h = 5.1 \text{ m}$: η καθ' ύψος απόσταση κατά την οποία εκτείνεται η πλαϊνή δεξαμενή

$$\alpha = 5.1 / 5.1 = 1$$

$$k = \frac{3.075 * \sqrt{\alpha} - 2.077}{\alpha + 0.272} = \frac{3.075 * \sqrt{1} - 2.077}{1 + 0.272} = 0.784$$

$q = \frac{235}{\gamma} \text{ N/mm}^2$, όπου γ είναι το ελάχιστο σημείο διαρροής για το υλικό που χρησιμοποιούμε .

Επιλέγουμε υλικό που έχει ελάχιστο σημείο διαρροής 235 N/mm^2 . Άρα $q = 1.0$.

Επομένως , από την παραπάνω σχέση προκύπτει ότι το ελάχιστο πάχος του ελάσματος των πλαϊνών δεξαμενών είναι ,

$$t = 600 * 0.784 * \frac{\sqrt{1.0 * 5.1}}{254} + 1.5 \text{ mm} \Rightarrow$$

$$t = 5.7 \text{ mm}$$

Επίσης , το πάχος του ελάσματος δεν θα πρέπει να είναι μικρότερο από ,

$$t = \frac{600}{200} + 2.5 \text{ mm} \Rightarrow t = \frac{600}{200} + 2.5 \text{ mm} \Rightarrow$$

$$t = 5.5 \text{ mm}$$

Επομένως , επιλέγουμε πάχος ελάσματος πλαϊνών δεξαμενών ,

$$t = 7 \text{ mm}$$

Διαμήκη ενισχυτικά Ελάσματος Πλευρ. Δεξαμενών (Side Tanks Longitudinals)

Η ροπή αντίστασης του συνδυασμού ελάσματος - ενισχυτικού πρέπει να είναι μεγαλύτερη από αυτή που δίνεται από την σχέση ,

$$SM = 7.80 * c * h * s * I^2 \text{ cm}^3$$

όπου ,

$$c = 0.5$$

h : η απόσταση σε m από το διάμηκες ενισχυτικό μέχρι το Κύριο κατάστρωμα πολλαπλασιασμένη με $2/3$. Στην περίπτωση μας η δυσμενέστερη περίπτωση είναι

$$h = (2/3) * (5.1 - 1.2) \text{ m} = 2.6 \text{ m} .$$

$s = 0.8 \text{ m}$: η ισαπόσταση των ενισχυτικών .

$l = 2.75 \text{ m}$: η απόσταση στήριξης των διαμήκων ενισχυτικών .

Επομένως , από την παραπάνω σχέση προκύπτει ότι η ελάχιστη ροπή αντίστασης θα πρέπει να είναι

$$SM = 7.80 * 0.5 * 2.6 * 0.8 * 2.75^2 \text{ cm}^3 \Rightarrow$$

$$SM = 61.33 \text{ cm}^3$$

Αν θεωρήσουμε ισοδύναμο πλάτος ελάσματος ίσο με την ισαπόσταση των ενισχυτικών και έχοντας επιλέξει πάχος ελάσματος πλαϊνών δεξαμενών ίσο με

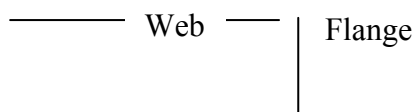
7 mm , τότε το εμβαδόν του συνεργαζόμενου ελάσματος θα είναι $60 * 0.6 = 36 \text{ cm}^2$.

Επομένως , από διαγράμματα του ABS με διατομές τυποποιημένων ενισχυτικών εκλέγουμε ενισχυτικό **HP 120x8** , το οποίο έχει ροπή αντίστασης **SM = 61.68 cm³** (όπως προκύπτει από τα διαγράμματα) .

6.4 Υπολογισμός Ροπής Αντίστασης Μέσης Τομής

Ο υπολογισμός της ροπής αντίστασης γίνεται σε έναν πίνακα , στον οποίο αναφέρονται αναλυτικά τα χαρακτηριστικά όλων των κατασκευαστικών στοιχείων που συνεισφέρουν στην αντοχή της μέσης τομής . Σχετικά με τον πίνακα αυτό , ο οποίος παρουσιάζεται στη συνέχεια , αναφέρουμε τα εξής :

- b είναι το πλάτος του κάθε στοιχείου και t το πάχος του .
- Y είναι η απόσταση του ουδέτερου άξονα του κάθε στοιχείου από την baseline , η οποία λαμβάνεται στην κορυφή της τρόπιδας .
- h είναι η κατακόρυφη προβολή του κάθε στοιχείου .
- όσον αφορά τα ενισχυτικά, web είναι το μακρύτερο τμήμα τους ενώ flange το βραχύτερο.



- Οι πλευρικές σταθμίδες του πυθμένα (side girders) έχουν ανοίγματα (deduct.open) , τα οποία λαμβάνονται υπ' όψιν στον υπολογισμό της ροπής αδράνειας τους .

Πρέπει επίσης να σημειώσουμε ότι στη στήλη $A*Y^2$ του πίνακα , το Y είναι η απόσταση του ουδέτερου άξονα του κάθε στοιχείου , όχι από την baseline , την οποία θεωρούμε αρχικά ως τον ουδέτερο άξονα της μέσης τομής , αλλά από τον πραγματικό ουδέτερο άξονα , ο οποίος υπολογίζεται ως το πηλίκο του αθροίσματος της έκτης στήλης ($A*Y$) προς το άθροισμα της τέταρτης στήλης (A) .

Δηλαδή ,

$$\text{Neutral Axis from keel : N.A.} = \frac{\sum(A * Y)}{\sum A}$$

Η ροπή αδράνειας της διατομής δίνεται από την σχέση ,

$$I = 2 * \left[\sum \left(\frac{A * h^2}{12} \right) + \sum (A * Y^2) \right]$$

Η ροπή αντίστασης της διατομής δίνεται από την σχέση ,

$$SM = \frac{I}{D - \text{N.A.}}$$

Οι τιμές των ανωτέρω μεγεθών , οι οποίες παρουσιάζονται στο τέλος του πίνακα , είναι οι εξής :

<p>N.A. = 2.14883 m above BL I = 24864.38m²*cm² = 2.4864 m⁴ SM = 8425.262m*cm² = 0.8425 m³</p>
--

Τελικά , όπως παρατηρούμε ικανοποιούνται οι απαιτήσεις των κανονισμών του νηογνώμονα , καθώς οι προκύπτουσες τιμές της ροπής αντίστασης και της ροπής αδράνειας της μέσης τομής , είναι μεγαλύτερες από τις ελάχιστες απαιτούμενες .

Απομένει πλέον να ελέγξουμε την επάρκεια των ενισχυτικών του Κυρίου καταστρώματος . Οι σταθερές k και c παίρνουν τις τιμές :

$$k = \frac{SM_R * Y}{I} = \frac{0.4790 * (5.1 - 2.02)}{2.69756} = 0.546$$

$$c = \frac{1}{1.709 - 0.651 * k} = \frac{1}{1.709 - 0.651 * 0.546} = 0.7$$

Παρατηρούμε ότι η σταθερά c που υπεισέρχεται στη σχέση υπολογισμού της ροπής αντίστασης του συνδυασμού ελάσματος Κυρίου καταστρώματος - ενισχυτικού (SM = 7,8*c*h*s*I²) είναι περίπου ίδια με αυτή που αρχικά είχαμε θεωρήσει (0.55) , άρα και η ελάχιστη ροπή αντίστασης είναι αντίστοιχα ίδια από την αρχικά θεωρούμενη . Συνεπώς , τα ενισχυτικά είναι επαρκή .

6.5 Υπολογισμός Βάρους Χάλυβα ανά τρέχον Μέτρο Μεταλλικής κατασκευής

Τα στοιχεία που λαμβάνονται υπόψη κατά τον υπολογισμό της ροπής αντίστασης της μέσης τομής έχουν συνολικό εμβαδόν $\Sigma a = 0.6630\text{m}^2$. Για πυκνότητα χάλυβα

$\rho = 8.025 \text{ t / m}^3$, βρίσκουμε ότι το βάρος w , ανά τρέχον μέτρο των στοιχείων αυτών είναι :

$$w = \rho \cdot \Sigma a = 8.025 \cdot 0.6630 \text{ t/m} \Rightarrow$$

$$w = 5.32 \text{ t/m}$$

Στην συνέχεια παραθέτουμε τον πίνακα υπολογισμού της μέσης τομής του πλοίου .

6.6 Πίνακες Υπολογισμών

TANKER 'KRATAIOS' - MIDSHIP SECTION									
SM CALCULATION									
BOTTOM , DECK & SIDE ITEMS									
ITEM	b (cm)	t (cm)	AREA (cm ²)	Y (m)	AY (m*cm ²)	AY ² (m ² *cm ²)	h (m)	Ah ² /12 (m ² *cm ²)	
1	MAIN DECK PLATE 500X9	50	0.9	45.00	5.096	229.298	390.729	0.009	0.000
2	MAIN DECK PLATE 1000X9	100	0.9	90.00	5.096	458.595	781.458	0.009	0.001
3	MAIN DECK PLATE 1000X9	100	0.9	90.00	5.096	458.595	781.458	0.009	0.001
4	MAIN DECK PLATE 1000X9	100	0.9	90.00	5.096	458.595	781.458	0.009	0.001
5	MAIN DECK PLATE 1000X9	100	0.9	90.00	5.096	458.595	781.458	0.009	0.001
6	MAIN DECK PLATE 1000X9	100	0.9	90.00	5.096	458.595	781.458	0.009	0.001
7	MAIN DECK PLATE 900X9	90	0.9	81.00	5.096	412.736	703.312	0.009	0.001
8	SIDE SHELL PLATE 1000X9	100	0.9	90.00	4.600	414.000	540.741	1.000	7.500
9	SIDE SHELL PLATE 1000X9	100	0.9	90.00	3.600	324.000	189.531	1.000	7.500
10	SIDE SHELL PLATE 1000X9	100	0.9	90.00	2.600	234.000	18.320	1.000	7.500
11	SIDE SHELL PLATE 1000X9	100	0.9	90.00	1.650	148.500	22.395	1.000	7.500
12	BILGE KEEL PLATE	125.00	1.200	150.000	0.436	65.408	440.039	0.900	10.125
13	BOTTOM PLATE 1000X12	100	1.2	120.00	0.207	24.780	452.717	0.105	0.110
14	BOTTOM PLATE 1000X12	100	1.2	120.00	0.160	19.200	474.653	0.035	0.012
15	BOTTOM SIDE GIRDER PLATE	108.00	0.900	97.200	0.659	64.055	215.744	1.080	9.448
	DEDUCT OPEN	65.00	-0.900	-58.500	0.600	-35.100	-140.334	0.650	-2.060
16	BOTTOM PLATE 1000X12	100	1.2	120.00	0.160	19.200	474.653	0.035	0.012
17	BOTTOM PLATE 1000X12	100	1.2	120.00	0.082	9.780	512.862	0.035	0.012
18	BOTTOM PLATE 1000X12	100	1.2	120.00	0.043	5.100	532.395	0.035	0.012
19	KEEL	62.500	1.300	81.250	-0.0065	-0.528	377.442	0.013	0.001
20	BOTTOM CENTER GIRDER	120.00 0	1.000	120.000	0.6000	72.000	287.865	1.200	14.400
21	INNER BOTTOM PLATE 500X11	50.000	1.100	55.000	1.2000	66.000	49.515	0.011	0.001
22	INNER BOTTOM PLATE 1000X11	100.00 0	1.100	110.000	1.2000	132.000	99.031	0.011	0.001
23	INNER BOTTOM PLATE 1000X11	100.00 0	1.100	110.000	1.2000	132.000	99.031	0.011	0.001
24	INNER BOTTOM PLATE 1000X11	100.00 0	1.100	110.000	1.2000	132.000	99.031	0.011	0.001
25	INNER BOTTOM PLATE 1000X11	100.00 0	1.100	110.000	1.2000	132.000	99.031	0.011	0.001
26	INNER BOTTOM PLATE 500X11	120.00 0	1.000	120.000	0.6000	72.000	287.865	1.200	14.400
27	BOTTOM SIDE GIRDER PLATE	114.00	0.900	102.600	0.629	64.535	236.994	1.140	11.112
	DEDUCT OPEN	65.000	-0.900	-117.000	0.629	-73.593	-270.256	0.650	-4.119

	ITEM	b (cm)	t (cm)	AREA (cm ²)	Y (m)	AY (m*cm ²)	AY ² (m ² *cm ²)	h (m)	Ah ² /12 (m ² *cm ²)
28	SIDE TANK PLATE 1000X7	100.00	0.70	70.000	4.600	322.000	420.577	1.000	5.833
29	SIDE TANK PLATE 1000X7	100.00	0.70	70.000	3.600	252.000	147.413	1.000	5.833
30	SIDE TANK PLATE 1000X7	100.00	0.70	70.000	2.600	182.000	14.249	1.000	5.833
31	SIDE TANK PLATE 1000X7	100.00	0.70	70.000	1.600	112.000	21.085	1.000	5.833
32	SIDE TANK PLATE 925X7	92.500	0.70	64.750	0.638	41.278	147.897	0.925	4.617
33	MAIN DECK CENTER GIRDER	40.000	1.000	40.000	4.900	196.000	302.758	0.400	0.533

LONGITUDINALS									
	ITEM	b (cm)	t (cm)	AREA (cm ²)	Y (m)	AY (m*cm ²)	AY ² (m ² *cm ²)	h (m)	Ah ² /12 (m ² *cm ²)
34	INNER BOTTOM (100X75X11)								
	WEB	10.00	1.10	11.000	1.150	12.650	10.974	0.100	0.009
	FLANGE	7.50	1.10	8.250	1.095	9.034	9.171	0.075	0.004
35	INNER BOTTOM (100X75X11)								
	WEB	10.00	1.10	11.000	1.150	12.650	10.974	0.100	0.009
	FLANGE	7.50	1.10	8.250	1.095	9.034	9.171	0.075	0.004
36	INNER BOTTOM (100X75X11)								
	WEB	10.00	1.10	11.000	1.150	12.650	10.974	0.100	0.009
	FLANGE	7.50	1.100	8.250	1.095	9.034	9.171	0.075	0.004
37	INNER BOTTOM (100X75X11)								
	WEB	10.00	1.10	11.000	1.150	12.650	10.974	0.100	0.009
	FLANGE	7.50	1.10	8.250	1.095	9.034	9.171	0.075	0.004
38	BOTTOM (160x9 HP)	16.00	0.90	14.400	0.115	1.656	59.565	0.160	0.031
39	BOTTOM (160x9 HP)	16.00	0.90	14.400	0.150	2.160	57.533	0.160	0.031
40	BOTTOM (160x9 HP)	16.00	0.90	14.400	0.180	2.592	55.819	0.160	0.031
41	BOTTOM (160x9 HP)	16.00	0.90	14.400	0.210	3.024	54.130	0.160	0.031
42	BOTTOM (160x9 HP)	16.00	0.90	14.400	0.280	4.032	50.292	0.160	0.031
43	MAIN DECK (120x8 HP)	12.00	0.80	9.600	5.035	48.336	79.968	0.120	0.012
44	MAIN DECK (120x8 HP)	12.00	0.80	9.600	5.035	48.336	79.968	0.120	0.012
45	MAIN DECK (120x8 HP)	12.00	0.80	9.600	5.035	48.336	79.968	0.120	0.012
46	MAIN DECK (120x8 HP)	12.00	0.80	9.600	5.035	48.336	79.968	0.120	0.012
47	SIDE TANK (120x8 HP)	12.00	0.800	9.600	4.250	40.800	42.383	0.008	0.0001
48	SIDE TANK (120x8 HP)	12.00	0.800	9.600	3.400	32.640	15.028	0.008	0.0001
49	SIDE TANK (120x8 HP)	12.00	0.800	9.600	2.550	24.480	1.545	0.008	0.0001
50	SIDE TANK (120x8 HP)	12.00	0.800	9.600	1.700	16.320	1.934	0.008	0.0001
51	SIDE TANK (120x8 HP)	12.00	0.800	9.600	0.850	8.160	16.195	0.008	0.0001
52	SIDE SHELL (160x7 HP)	16.00	0.700	11.200	4.250	47.600	49.447	0.067	0.004
53	SIDE SHELL (160x7 HP)	16.00	0.700	11.200	3.400	38.080	17.533	0.067	0.004
54	SIDE SHELL (160x7 HP)	16.00	0.700	11.200	2.550	28.560	1.803	0.067	0.004
55	SIDE SHELL (160x7 HP)	16.00	0.700	11.200	1.700	19.040	2.256	0.007	0.0000
56	SIDE SHELL (160x7 HP)	16.00	0.700	11.200	0.850	9.520	18.894	0.007	0.0000
	SUM			6630.400		14247.600	12608.099		126.871

FINAL RESULTS
TOTAL AREA (HALF SECTION) = 6630.40 cm²
TOTAL MOMENT(HALF SECTION)= A*Y=14247.600 m*cm²
N.A. ABOVE BL= (TOTAL MOMENT/TOTAL AREA)= 2.14883m
N.A. FROM MAIN DECK= D- (N.A. ABOVE BL)=5.1- 2.14883 = 2.95117m
MOMENT OF INERTIA (WHOLE SECTION) $I=2 * \left[\sum \left(\frac{A * h^2}{12} \right) + \sum (A * Y^2) \right] =24864.38 \text{ m}^2 * \text{cm}^2$
SM_{TOP} =(MOMENT OF INERTIA / N.A. FROM MAIN DECK) = 8425 m*cm²
SM_{BOT.} =(MOMENT OF INERTIA / N.A. ABOVE BL) = 11571.13 m*cm²
SM_{req}= 4797.738516 m*cm²
I_{req} =9220.87883 m²*cm²

7. ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

7.1 Εισαγωγή

Στο σημείο αυτό, θα κάνουμε μια προκαταρκτική μελέτη οικονομικής σκοπιμότητας για το υπό μελέτη πλοίο. Συγκεκριμένα, θα κάνουμε μια εκτίμηση για τα εξής οικονομικά μεγέθη :

- (α) Κόστος κτήσης του πλοίου
- (β) Κόστος εκμετάλλευσης του πλοίου
- (γ) Ελάχιστος απαιτούμενος ναύλος

ΠΙΝΑΚΑΣ MAIN PARTICULARS

ΓΕΝΙΚΑ	ΟΝΟΜΑ ΠΛΟΙΟΥ		ΚΡΑΤΑΙΟΣ
ΚΥΡΙΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	L	m	64.00
	B	m	12.80
	D	m	5.10
	D _{TD}	m	5.10
	T _{Γ.Φ.}		4.30
	T _{DESIGN}	m	3.90
ΒΑΡΗ	Δ	ton	2305.10
	DWT	ton	1452
	W _{LOAD}	ton	1194.1
	W _{DO}	ton	194.3
	W _{LO}	ton	7.8
	W _{FRESH WATER}	ton	50.7
	W _{PROVISIONS-STORES}	ton	3
	W _{CREW}	ton	2.8
	L.S.	ton	853.1
	W _M	ton	164.9
	W _{OUTFIT}	ton	188.9
	W _{ST}	ton	499.3
ΟΓΚΟΙ	∇ _{CARGO}	m ³	1365.812
	∇ _{DO}	m ³	220.224
	∇ _{LO}	m ³	8.387
	∇ _{WB}	m ³	944.410
ΠΡΟΣΗ	V _{SERVICE}	Kn	13.00
	V _{TRIAL}	Kn	14.00
	P _B	HP	3285
	ΤΥΠΟΣ ΜΗΧΑΝΗΣ	ΜΕΣ. ΜΕ ΜΕΙΩΤ.	800 RPM MAX

ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ	FULL LOAD DEPARTURE	KG (m)	3.190
		LCG (m)	31.770
	FULL LOAD ARRIVAL	KG (m)	3.180
		LCG (m)	31.850
	BALLAST ARRIVAL	KG (m)	2.917
		LCG (m)	29.966

ΓΕΝΙΚΑ	ΟΝΟΜΑ ΠΛΟΙΟΥ	ΚΡΑΤΑΙΟΣ		
ΛΟΓΟΙ-ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ	L/B		5	
	L/D		12.549	
	B/T		3.282	
	D/T		1.307	
	C _B		0.7	
	C _{WL}		0.827	
	C _M		0.968	
	C _P		0.723	
	DWT/Δ		0.6299	
	W _{L.S.}	tons/m ³	0.2041	
	W _{OUTFIT}	tons/m ³	0.045	
	W _M	tons/BHP	0.050	
	W _{ST}	tons/m ³	0.1190	
	C _N		114	
ΛΟΓΟΙ-ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ	L.S.	KG/D	0.640	
		LCG/L	0.434	
	FULL LOAD DEPARTURE	Δ	KG/D	0.625
			LCG/L	0.496
		DWT	KG/D	0.617
			LCG/L	0.532
	FULL LOAD ARRIVAL	Δ	KG/D	0.623
			LCG/L	0.497
		DWT	KG/D	0.613
			LCG/L	0.540
	BALLAST ARRIVAL	Δ	KG/D	0.572
			LCG/L	0.468
		DWT	KG/D	0.431
			LCG/L	0.538

ΚΑΤΑΜΕΤΡΗΣΗ	ΠΛΗΡΩΜΑ		18
	G.T.	ΚΟΡΟΙ	1137.4579
	N.T.	ΚΟΡΟΙ	358.798

7.2. Κόστος Μεταλλικής Κατασκευής

Αν θεωρήσουμε ένα ποσοστό 10% για φυρά στο χάλυβα, τότε το κόστος C_{ST1} του χάλυβα δίνεται από τη σχέση : $C_{ST1} = 1,10 \cdot K_{ST1} \cdot W_{ST}$

όπου K_{ST1} είναι το κόστος ανά τόνο ανεπεξεργαστου χάλυβα, το οποίο είναι $K_{ST1} = 1000\$/\text{ton} = 1000 \$/\text{Kg}$

Άρα λοιπόν έχουμε : $C_{ST1} = 1.15 \cdot K_{ST1} \cdot W_{ST} = 1.10 \cdot 1000 \cdot 499.3 = 549230 \$$

$C_{ST1} = 549230 \$$

Οι εργατοώρες που απαιτούνται για την μεταλλική κατασκευή, μπορούν να προσεγγιστούν από τις εξής σχέση κατά Johnson και Rumble $MHS_{ST} = 420 \cdot W_{ST}^{0,765} = 420 \cdot 499.3^{0,765} = 48696 \text{ mhrs}$

$MHS_{ST} = 48696 \text{ mhrs}$

Το κόστος εργατωρών C_{ST2} δίνεται από τη σχέση : $C_{ST2} = K_{MHS} \cdot MHS_{ST}$,

όπου K_{MHS} είναι το κόστος εργατικών ανά ώρα, το οποίο είναι $K_{MHS} = 21\$/\text{mhr}$

Άρα λοιπόν έχουμε : $C_{ST2} = 26 \cdot 48696 = 1266096 \$$

$C_{ST2} = 1266096 \$$

Το συνολικό κόστος της μεταλλικής κατασκευής C_{ST} , είναι ίσο με :

$C_{ST} = C_{ST1} + C_{ST2} \Rightarrow C_{ST} = 549230 + 1266096 = 1815326 \$$

$C_{ST} = 1815326 \$$

Από τα παραπάνω προκύπτει και το κόστος ανά τόνο ναυπηγηθέντος χάλυβα που προκύπτει από την παρακάτω σχέση: **$C_{st}/W_{st} = 1815326/499,3 \Rightarrow \frac{C_{ST}}{W_{ST}} = 2.889\$/\text{Kg}$**

ΜΕΤΑΛΛΙΚΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ			
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΟΣΤΟΥΣ	\$	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	Τιμή/ Kg
Εργατικά	1266096	69,8%	2.635 \$/Kg
Υλικά	549230	30,2%	1.000 \$/Kg
Συνολο	1815326	100%	3.635 \$/Kg



7.3 Κόστος Εξοπλισμού & Ενδιαίτησης

Το κόστος των υλικών, C_{OT1} , για τον εξοπλισμό του πλοίου μπορεί να προσεγγιστεί από τη σχέση :

$$C_{OT1} = A_0 \cdot W_{OT}^{0,95}$$

όπου A_0 είναι σταθερά που παίρνει την τιμή $A_0 = 6000\$/t$ Οπότε, από την παραπάνω σχέση έχουμε :

$$C_{OT1} = 6000 \cdot 188,9^{0,95} = 872110.69 \$$$

$C_{OT1}=872110.69 \$$

Το κόστος ανά τόνο υλικών θα είναι $C_{OT1}/W_{OT} = 4616,785\$/TON = 4616,785 \cdot w_{OT} = 207,75 \$/m^3$

Οι εργατοώρες για τον εξοπλισμό του πλοίου δίνονται κατά Benford από τη σχέση :

$$MHS_{OT} = 1625 \cdot W_{OT}^{0,50} = 1625 \cdot 188,9^{0,50} = 22334.145 \text{ mhrs}$$

Το κόστος των εργατικών C_{OT2} , ($K_{MHS}=21\$/\text{ton}$) δίνεται από τη σχέση :

$$C_{OT2} = K_{MHS} \cdot MHS_{OT} = 19 \cdot 22334.145 = 424348 \text{ \$}$$

$$C_{OT2} = 424348\text{\$}$$

Το κόστος ανά τόνο των εργατικών θα είναι $C_{OT2}/W_{OT}=1773.48 = 2246,42 \cdot w_{OT} = 101,01 \text{ \$/m}^3$

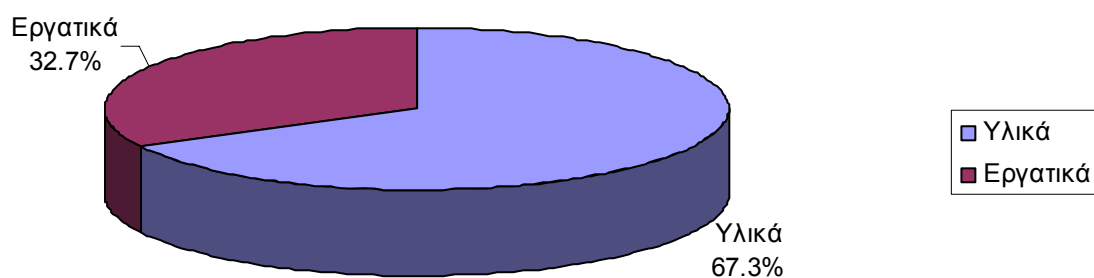
Άρα, το συνολικό κόστος εξοπλισμού, C_{OT} , είναι :

$$C_{OT} = C_{OT1} + C_{OT2} \Rightarrow C_{OT} = 872110.69 + 424348 = 1296458,69 \text{ \$}$$

$$C_{OT} = 1296458,69 \text{ \$}$$

ΕΝΔΙΑΙΤΗΣΗ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ			
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΟΣΤΟΥΣ	\$	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	Τιμή \$/ m ³
Εργατικά	424348	32,7%	101,01 \$/m ³
Υλικά	872110,69	67,3%	207,75 \$/m ³
Συνολο	1296458,69	100%	308,83 \$/m³

ΚΟΣΤΟΣ ΕΝΔΙΑΙΤΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ



7.4 Κόστος Μηχανολογικής Εγκατάστασης

Από τα στοιχεία του κ. Κυρτάτου καθηγητή του τομέα Ναυτικής Μηχανολογίας της Σχολής Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών αλλά και από έρευνα αγοράς τόσο στην διεθνή όσο και στην εγχώρια αγορά το κόστος της μηχανολογικής εγκατάστασης μεσόστροφων κινητήρων ανέρχεται σε 300-600\$/BHP για την συγκεκριμένη εγκατάσταση επιλέγεται η τιμή των 400\$/BHP.

Το κόστος των υλικών, C_{M1} , για την μηχανολογική εγκατάσταση του πλοίου μπορεί να προσεγγιστεί από τη σχέση : $BHP \cdot 400 = 3285 \cdot 400 = 1314000$ \$

$$C_{M1} = 1314000 \$$$

Το κόστος ανά BHP είναι $C_{M1}/BHP = 1314000/3285 = 400$ \$/BHP

Οι εργατώρες για τη μηχανολογική εγκατάσταση δίνονται από τη σχέση :

$$MHS_M = 12000 \times \left(\frac{BHP}{1000} \right)^{0,30} = 12000 \times \left(\frac{3285}{1000} \right)^{0,30} = 17145 \text{ mhrs}$$

Το κόστος των εργατικών C_{M2} , δίνεται από τη σχέση :

$$C_{M2} = K_{MHS} \cdot MHS_M = 15 \cdot 17145 = 2571175 \$$$

$$C_{M2} = 2571175 \$$$

Το κόστος ανά BHP των εργατικών είναι $C_{M2}/BHP = 2571175/3285 = 78.28$ \$/BHP

Άρα, το συνολικό κόστος μηχανολογική εγκατάστασης, C_M , είναι :

$$C_M = C_{M1} + C_{M2} = 1314000 + 2571175 \Rightarrow C_M = 1571175 \$$$

$$C_M = 1571175 \$$$

ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ			
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΟΣΤΟΥΣ	\$	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	Τιμή \$/ BHP
Εργατικά	257175	16,4%	78.28 \$/ BHP
Υλικά	1314000	83,6%	400 \$/ BHP
Σύνολο	1571175	100%	478.28 \$/ BHP



Έτσι, το συνολικό κόστος κήσης του πλοίου, C_T , είναι :

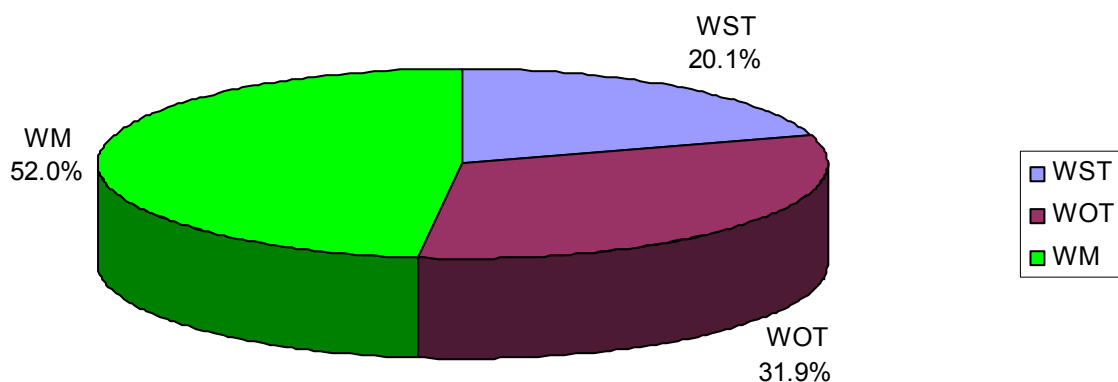
$$C_T = C_{ST} + C_{OT} + C_M = 1815326 + 1296458 + 1571175 \Rightarrow C_T = 4682959 \text{ \$}$$

$C_T = 4682959 \text{ \$}$

Από τα ανωτέρω αποτελέσματα σχηματίζονται οι παρακάτω πίνακες και τα ακόλουθα διαγράμματα:

ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΥΛΙΚΩΝ		
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΟΣΤΟΥΣ	\$	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ (ΚΜΣΤ)	549230	21.1
ΕΝΔΙΑΙΤΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ (ΚΜΟΤ)	872110	31.9
ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ (ΚΜΜ)	1314000	52.0
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΥΛΙΚΩΝ ΚΜ(L.S)	2735340	100

ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΥΛΙΚΩΝ



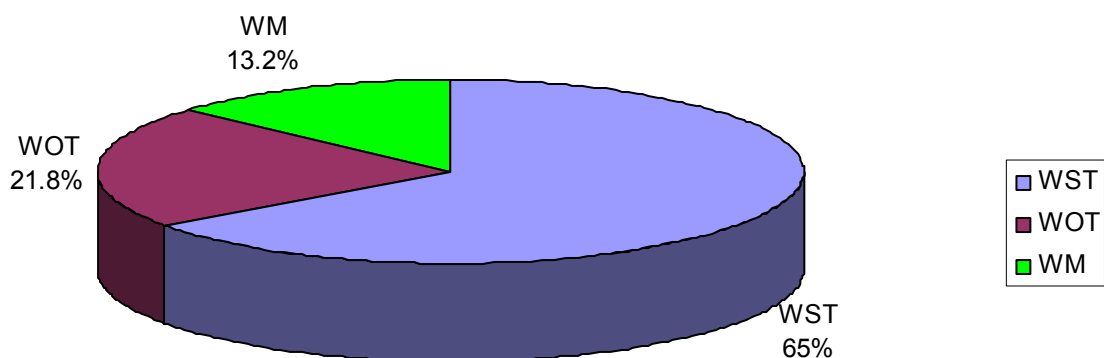
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΚΤΗΣΕΩΣ ΠΛΟΙΟΥ

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΟΣΤΟΥΣ	\$	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ (ΚΜΣΤ)	1815326	38.8
ΕΝΔΙΑΙΤΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ (ΚΜΟΤ)	1296458	27.7
ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ (ΚΜΜ)	1571175	33.5
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΥΛΙΚΩΝ ΚΜ(L.S)	4682960	100

ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΕΡΓΑΤΙΚΩΝ

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΟΣΤΟΥΣ	\$	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ (ΚΜΣΤ)	1266096	65
ΕΝΔΙΑΙΤΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ (ΚΜΟΤ)	424348	21.8
ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ (ΚΜΜ)	257175	13.2
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΥΛΙΚΩΝ ΚΜ(L.S)	1947619	100

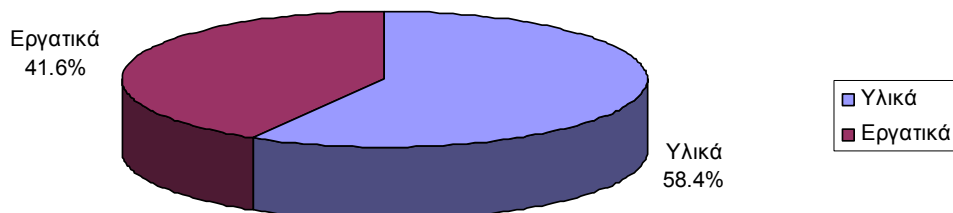
ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΕΡΓΑΤΙΚΩΝ



ΚΟΣΤΟΣ ΚΤΗΣΕΩΣ ΠΛΟΙΟΥ

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΟΣΤΟΥΣ	\$	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (KW)	1947619	41.6
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΥΛΙΚΩΝ (KM)	2735341	58.4
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ (Κ = ΚΜ +ΚW)	4682959	100

ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΤΗΣΕΩΣ



7.5 Κόστος Εκμετάλλευσης Πλοίου

Για να υπολογίσουμε το κόστος εκμετάλλευσης του πλοίου, θα θεωρήσουμε ότι το πλοίο προορίζεται για να καλύψει τις ανάγκες μιας συγκεκριμένης γραμμής μεταφοράς από κάποιο λιμάνι αφητηρίας σε κάποιο λιμάνι προορισμού, τα οποία απέχουν μεταξύ τους απόσταση S ίση με την ακτίνα ενεργείας του πλοίου. Επίσης, θα θεωρήσουμε ότι τα ταξίδια κατά τη διάρκεια του έτους είναι συνεχή. Οι παραδοχές αυτές οπωσδήποτε δεν ανταποκρίνονται στις πραγματικές συνθήκες λειτουργίας του πλοίου και τα αποτελέσματα στα οποία θα καταλήξουμε μάλλον θα διαφέρουν από τα δεδομένα που ισχύουν στην πράξη. Παρ' όλα αυτά, θα τις χρησιμοποιήσουμε, αφού δεν έχουμε πιο λεπτομερή στοιχεία. Εξάλλου, η μελέτη που κάνουμε είναι **προκαταρκτική**.

Ο χρόνος εισόδου και εξόδου από κάθε λιμάνι είναι περίπου 1 ώρα, οπότε για ένα κυκλικό ταξίδι είναι 2 ώρες. Θεωρούμε ρυθμό φόρτωσης και εκφόρτωσης του πετρελαίου-ύδατος ίσο με 200 ton/h. Οπότε, για ένα κυκλικό ταξίδι, ο χρόνος φορτοεκφόρτωσης είναι ίσος με :

$$2 \cdot \frac{\text{CARGO}}{200} = 2 \cdot \frac{1366}{200} \cong 13.66 \text{ h} = 0.569 \text{ days.}$$

Έτσι, ο συνολικός χρόνος παραμονής σε λιμάνι, C , για ένα κυκλικό ταξίδι είναι :

$$C = 13.66 + 2 = 15.66 \text{ h} = 0.652 \text{ days.}$$

Ο χρόνος που βρίσκεται το πλοίο εν πλω ανά κυκλικό ταξίδι έχει δοθεί ως 12 ημέρες

Άρα, ο συνολικός χρόνος ταξιδιού του πλοίου ανά κυκλικό ταξίδι, D_n , δίνεται από τη σχέση :

$$D_N = T + C = 12 + 0.652 = 12.652 \text{ days.}$$

Αν θεωρήσουμε ότι το πλοίο βρίσκεται σε υπηρεσία 255 ημέρες το χρόνο, ενώ οι υπόλοιπες διατίθενται για επισκευές, τότε ο αριθμός ταξιδιών ανά έτος N_Y , είναι :

$$N_Y = \frac{250}{D_N} = \frac{255}{12.652} = 20.15 \cong 20 \text{ trips/year.}$$

Οπότε, ο συνολικός χρόνος ανά έτος D_Y που το πλοίο βρίσκεται εν πλω είναι :

$$D_Y = N_Y \cdot T = 20 \cdot 12.652 = 253 \text{ days/year.}$$

Στη συνέχεια, θα υπολογίσουμε τα επιμέρους κόστη ανά έτος που απαρτίζουν το συνολικό κόστος εκμετάλλευσης του πλοίου. Έτσι έχουμε :

- **Κόστος Diesel Oil**

$$C_{D.O.} = c_{D.O.} \cdot DOC \cdot D_Y \cdot N_Y = 220 \cdot 15.94 \cdot 12.652 \cdot 20 \Rightarrow C_{D.O.} = 887360 \$$$

- **Κόστος Lubricating Oil**

$$C_{S.O.} = c_{S.O.} \cdot LOC \cdot D_Y = 1200 \cdot 0.571 \cdot 12.652 \cdot 20 \Rightarrow C_{L.O.} = 173383 \$$$

- **Κόστος Fresh Water**

$$C_{F.W.} = c_{F.W.} \cdot FWC \cdot D_Y = 0.5 \cdot 2.8 \cdot 12.652 \cdot 20 \Rightarrow C_{F.W.} = 354 \$$$

- **Κόστος Τροφοδοσίας Πληρώματος**

Το πλήρωμα είναι 14 άτομα. Συνεπώς για κόστος provisions ίσο με: **10 \$/άτομο/μέρα** (Παράρτημα 12) και καθώς το πλοίο ταξιδεύει **253 ημέρες/έτος**, το συνολικό κόστος τροφοδοσίας ανά έτος είναι:

$$C_{prov.} = 10 \cdot 14 \cdot 253 \$/\acute{\epsilon}τος \Rightarrow C_{prov.} = 35420 \$/\acute{\epsilon}τος$$

- **ΛΟΙΠΑ ΚΟΣΤΗ**

- **Κόστος Μισθοδοσίας**

Το πλήρωμα είναι 14 άτομα. Συνεπώς αν το μέσο κόστος μισθοδοσίας είναι 1.000 \$/άτομο/μήνα (Παράρτημα 12) και το πλοίο ταξιδεύει περίπου $253/30 = 8.43$ μήνες/έτος, το συνολικό κόστος μισθοδοσίας ανά έτος είναι :

$$C_{PM} = 14 \cdot 1000 \cdot 8.43 \$/\acute{\epsilon}τος \Rightarrow C_{PM} = 118020 \$/\acute{\epsilon}τος$$

- **Κόστος Συντήρησης και Επισκευών**

Οι δαπάνες συντηρήσεως & επισκευών της μεταλλικής κατασκευής δίνονται από την παρακάτω εμπειρική σχέση:

$$\begin{aligned} & 25.000 \cdot [(L_{BP} \cdot B \cdot D) / 10^5]^{2/3} = \\ & = 25.000 \cdot [(209,973 \cdot 41,994 \cdot 16,732) / 10^5]^{2/3} = 32399 \$/\acute{\epsilon}τος \end{aligned}$$

όπου: $L_{BP} = 64/0.3048 = 209,973$ ft, το μήκος του πλοίου σε ft

$B = 12,8/0.3048 = 41,994$ ft, το πλάτος του πλοίου σε ft

$D = 5,1/0.3048 = 16,732$ ft, το κοίλο του πλοίου σε ft.

Οι δαπάνες συντηρήσεως & επισκευών της μηχανολογικής εγκαταστάσεως δίνονται από την παρακάτω εμπειρική σχέση:

$$5.44 \cdot \text{BHP} = 5.44 \cdot 3285 = \mathbf{17870 \text{ \$/έτος}}$$

όπου: BHP = 3285 PS , η ισχύς της κύριας μηχανής.

Συνεπώς οι συνολικές δαπάνες συντηρήσεως & επισκευών είναι:

$$C_{\text{REP}} = 32399 + 17870 \Rightarrow C_{\text{REP}} = 50269 \text{ \$/έτος}$$

$$\mathbf{C_{\text{REP}} = 50269\$/έτος}$$

Κόστος Ασφαλίσεως

Το κόστος ασφαλίσεως δίνεται από την εξής σχέση:

$$C_{\text{INS}} = 770 \cdot (N_{\text{CREW}} + \text{GRT} / 100) =$$

$$= 770 \cdot (14 + 1137.4579 / 100) \Rightarrow \mathbf{C_{\text{INS}} = 19538 \text{ \$/έτος}}$$

όπου: $N_{\text{Crew}} = 14$, ο αριθμός ατόμων πληρώματος και

$\text{GRT} = 1137.4579 \text{ RT}$ η ολική χωρητικότητα

Έξοδα Λιμένων

Τα έξοδα για κάθε προσέγγιση λιμένα δίνονται από την εξής σχέση:

$$600 + 50 \cdot [(L_{\text{BP}} \cdot B \cdot D) / 10^5] = 600 + 50 \cdot [(209,973 \cdot 41,994 \cdot 16,732) / 10^5] =$$

$$\mathbf{674 \text{ \$ / προσέγγιση}}$$

όπου: $L_{\text{BP}} = 64 / 0.3048 = 209,973 \text{ ft}$, το μήκος του πλοίου σε ft

$B = 12,8 / 0.3048 = 41,994 \text{ ft}$, το πλάτος του πλοίου σε ft

$D = 5,1 / 0.3048 = 16,732 \text{ ft}$, το κοίλο του πλοίου σε ft.

Εφόσον το πλοίο ταξιδεύει 20 ταξίδια / έτος και "πιάνει" ένα λιμάνι σε κάθε ταξίδι, το συνολικό κόστος για ελλιμενισμό το έτος, θα είναι:

$$C_{\text{PORT}} = 20 \cdot 676 \Rightarrow \mathbf{C_{\text{PORT}} = 13580 \text{ \$/έτος}}$$

Τα γενικά έξοδα ανά έτος, είναι:

$$C_{\text{GEN}} = 6.500 + 70 \cdot (L_{\text{BP}} \cdot B \cdot D / 100) =$$

$$= 6500 + 70 \cdot (64 \cdot 12.8 \cdot 5.1 / 100) \Rightarrow \mathbf{C_{\text{GEN}} = 9424.544 \text{ \$/έτος}}$$

όπου: $L_{\text{BP}} = 64 \text{ m}$, το μήκος του πλοίου σε m

$B = 12.8 \text{ m}$, το πλάτος του πλοίου σε m

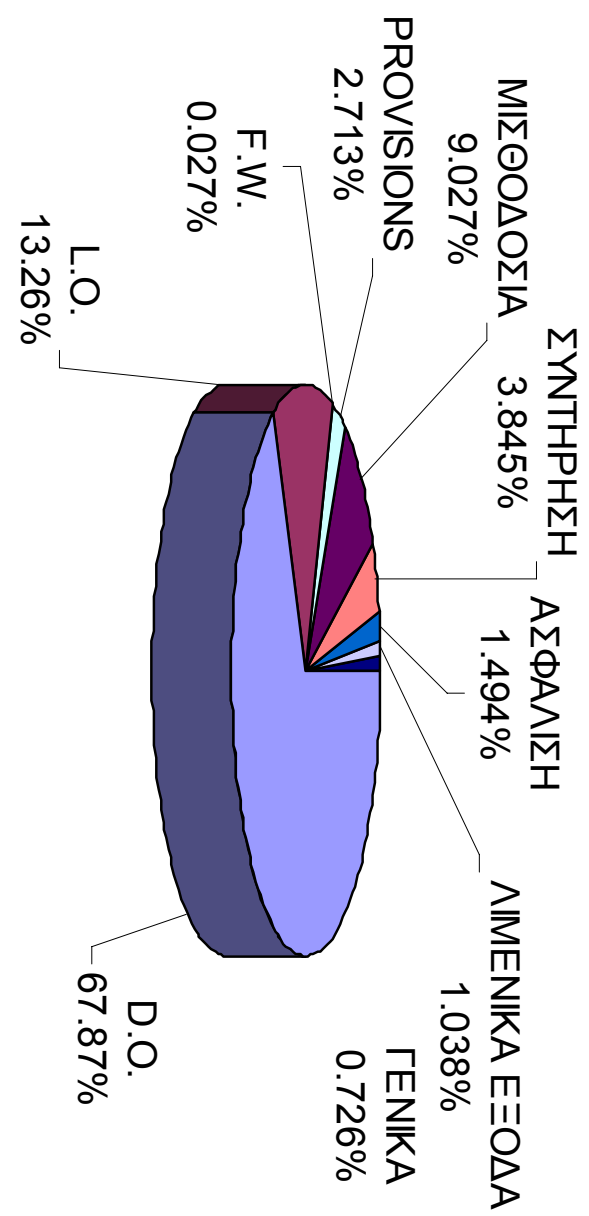
$D = 5.1 \text{ m}$, το κοίλο του πλοίου σε m

Συγκεντρωτικά το ετήσιο λειτουργικό κόστος φαίνεται στον πίνακα που ακολουθεί:

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΟΣΤΟΥΣ	ΥΠΟΟΜΑΔΑ	\$	ΠΟΣΟΣΤΟ % ΕΠΙ ΤΟΥ GRAND TOTAL
ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΑΛΩΣΙΜΩΝ	D.O	887360	67.87
	L.O	173383	13.26
	F.W	354	0.027
	PROVISIONS	35420	2.713
TOTAL 1		1096517	83.87
ΛΟΙΠΑ ΚΟΣΤΗ	ΜΙΣΘΟΔΟΣΙΑΣ	118020	9.027
	ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	50269	3.845
	ΑΣΦΑΛΙΣΕΩΝ	19538	1.494
	ΛΙΜΕΝΩΝ	13580	1.038
	ΓΕΝΙΚΑ	9425	0.726
TOTAL 2		210832	16.13
GRAND TOTAL (T1 +T2)		1307349	100,00

Το συνολικό λειτουργικό κόστος ανά έτος λοιπόν του υπό μελέτη πλοίου είναι: **C_{TOTAL}=1248893 \$**

ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ



7.6 Υπολογισμός Ελαχίστου Απαιτούμενου Ναύλου

Υποθέτουμε το εξής σενάριο αποπληρωμής του πλοίου:

Το δανειακό κεφάλαιο είναι το 60% του κόστους κτήσεως του πλοίου, ενώ η αποπληρωμή του δανείου γίνεται σε 20 χρόνια με δανειακό τόκο 8%. Δηλαδή είναι:

$$\text{Δανειακό Κεφάλαιο: } K_{\Delta} = 0.60 \cdot 4682959 \Rightarrow K_{\Delta} = \mathbf{2809775.4 \$}$$

$$\text{Κεφάλαιο Πλοιοκτήτη: } K_{\Pi} = 0.4 \cdot 4682959 \Rightarrow K_{\Pi} = \mathbf{1837183.6 \$}$$

Η διάρκεια εκμετάλλευσης του πλοίου είναι 20 χρόνια, η προσδοκώμενη απόδοση του επενδεδυμένου κεφαλαίου 12%, ενώ η αξία του πλοίου στο τέλος της διάρκειας ζωής του είναι σύμφωνα με τη θεωρία στο 2.5% της αρχικής τιμής, δηλαδή:

$$\Pi_{20} = 0.025 \cdot 4682959 \Rightarrow \Pi_{20} = \mathbf{1117074 \$}$$

Ο υπολογισμός του ελάχιστου απαιτούμενου ναύλου F^* γίνεται με το μηδενισμό της εξίσωσης της Καθαρής Παρούσας Αξίας (Κ.Π.Α.) του πλοίου για την αναμενόμενη διάρκεια ζωής του. Η Κ.Π.Α. δίνεται από τον γενικό τύπο:

$$\text{Κ.Π.Α.} = \sum \left(\frac{E\Sigma_t - E\Xi_t}{(1+i)^t} \right)$$

Αναλύοντας την παραπάνω σχέση προκύπτει:

$$\text{ΚΠΑ} = -K_{\Pi} + \Pi_{20} / (1+i)^{20} + (F \cdot \sum PL - E_{\Lambda} - \Delta) \sum_{j=1}^{20} (1+i)^{-j} \quad (1)$$

Τα μεγέθη που εμφανίζονται στην παραπάνω σχέση είναι:

Κεφάλαιο Πλοιοκτήτη: $K_{\Pi} = 2027257.6 \$$

Υψος Δανείου: $K_{\Delta} = 2809775.4 \$$

Δανειακός Τόκος: $r = 0.08$

Οικονομική Διάρκεια Ζωής του πλοίου: $N = 20$

Προσδοκώμενη απόδοση επενδεδυμένου κεφαλαίου: $i = 12\%$

$E_{\Lambda} = 1307349 \$$ λειτουργικά έξοδα/έτος γιατί:

$$E_{\Lambda} = C_{D.O} + C_{L.O} + C_{F.W.} + C_{PR} + C_{PM} + C_{Rep} + C_{INS} + C_{PortTotal} + C_{Gen} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E_{\Lambda} = 887360 + 173383 + 354 + 35420 + 118020 + 50269 + 19538 + 13580 + 9425 = 1248893\$$$

Σ_{PL} , το σύνολο του φορτίου που μεταφέρεται σε ένα έτος. Το ωφέλιμο φορτίο που μεταφέρεται είναι ίσο με $\text{payload} = PL = 1194.1t$ ανά μονό ταξίδι (θεωρούμε ότι το πλοίο είναι γεμάτο μόνο στην μία κατεύθυνση). Το σύνολο, λοιπόν, του φορτίου που μεταφέρεται σε ένα έτος είναι:

$$\Sigma PL = 1194.1 (t/\text{ταξίδι}) \cdot 20 (\text{ταξίδια}/\text{έτος}) = 23882 \text{ t}/\text{έτος}$$

Αξία του πλοίου στο τέλος της διάρκειας ζωής του:

$$P_{20} = 1117074 \$$$

Δόση Δανείου (σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του πλοίου):

$$\Delta = K_{\Delta} \cdot \frac{r(1+r)^N}{(1+r)^N - 1} = 2809775.4 \cdot \frac{0.08(1+0.08)^{20}}{(1+0.08)^{20} - 1} \Rightarrow \Delta = 286181.83\$$$

Είναι επίσης :

$$\sum_{j=1}^{20} (1+i)^{-j} = \sum_{j=1}^{20} (1,12)^{-j} = 7.46944$$

Αντικαθιστώντας τα παραπάνω στην (1) και λύνοντας την εξίσωση για $K.P.A. = 0$ προκύπτει ο ελάχιστος απαιτούμενος ναύλος για να είναι το πλοίο οικονομικά βιώσιμο:

$i=$	0.12
$r=$	0.08
$K_{\Pi}=$	1837183.6 \$
$\Pi_{20}=$	1117074 \$
$(1+i)^{20}$	9.646293093
$\Sigma PL=$	23882 $\text{t}/\text{έτος}$
$E_{\Lambda}=$	1248893 \$
$\Delta=$	286181.83\$
$\Sigma(1+i)^j$	7,469443624

$$F^* = RFR = 73.92 \$$$