



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΠΛΟΙΟΥ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ
ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ

"ΜΕΛΕΤΗ ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗΣ ΤΑΧΥΠΛΟΟΥ ΔΙΓΑΣΤΡΟΥ Ε/Γ ΠΛΟΙΟΥ"

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΣΟΥΒΑΤΖΗΔΑΚΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΜΕΛΗ ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ Δ. ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ (ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΕΜΠ, ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ)

ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΖΑΡΑΦΩΝΙΤΗΣ (ΑΝ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΕΜΠ)

ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ Σ.ΣΑΜΟΥΗΛΙΔΗΣ (ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΕΜΠ)

Αθήνα, Ιούνιος 2015

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1) ΠΡΟΛΟΓΟΣ	7
2) ΣΤΟΧΟΙ - ΚΙΝΗΤΡΟ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	8
3) ΠΟΡΕΙΑ - ΒΗΜΑΤΑ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	9
4) ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΡΟΥΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ W_{STEEL}	11
4.1) ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΡΟΥΣ ΓΑΣΤΡΑΣ (W_{HULL})	12
4.2) ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΡΟΥΣ WEB Frames (W_{WEBS})	14
4.3) ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΡΟΥΣ ΦΡΑΚΤΩΝ ($W_{BULKHEADS}$)	16
4.4) ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ (W_{STEEL})	17
5) ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΡΟΥΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ (W_{MACH})	18
5.1) ΒΑΡΟΣ ΚΥΡΙΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ DIESEL (W_{DIESEL})	18
5.2) ΒΑΡΟΣ WATER JETS ($W_{WATERJETS}$)	19
5.3) ΒΑΡΟΣ ΚΥΡΙΟΥ SET ΗΛΕΚΤΡΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ($W_{GEN.SET}$)	19
5.4) ΒΑΡΟΣ ΗΛΕΚΤΡΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ ΕΚΤΑΚΤΟΥ ΑΝΑΓΚΗΣ ($W_{AUX. GEN.}$)	20
5.5) ΒΑΡΟΣ ΛΟΙΠΩΝ ΒΟΗΘΗΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ ($W_{MISC. MACH.}$)	20
5.6) ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ (W_{MACH})	21

6)	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΡΟΥΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ (W_{OUTFIT})	22
6.1)	ΒΑΡΟΣ ΕΞΑΡΤΙΣΜΟΥ (W_{EN})	22
6.2)	ΒΑΡΟΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ (W_{AC})	23
6.3)	ΒΑΡΟΣ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ ($W_{PLUMBING}-W_{PL}$)	24
6.4)	ΒΑΡΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ($W_{ELECTRICAL NETWORK}-W_{EL}$)	26
6.5)	ΒΑΡΟΣ ΛΟΙΠΩΝ ΒΟΗΘΗΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ (W_{MISC})	27
6.6)	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ (W_{OUTFIT})	28
7)	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΡΟΥΣ ΕΝΔΙΑΙΤΗΣΗΣ ($W_{ACCOMMODATION}-W_{ACC}$)	29
8)	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΡΟΥΣ ΑΦΟΡΤΟΥ ΣΚΑΦΟΥΣ ($W_{LIGHTSHIP}$)	33
9)	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ AUTOSHIP	34
10)	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΡΟΥΣ ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΕΚΤΟΠΙΣΜΑΤΟΣ (DWT, ∇)	34
11)	ΕΛΕΓΧΟΣ ΥΨΟΥΣ ΕΞΑΛΩΝ	36
12)	ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ	39
12.1)	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΘΙΚΤΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ (INTACT)	39
12.2)	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΥΣΤΕΡΑ ΑΠΟ ΒΛΑΒΗ (DAMAGE)	45

13) ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ	49
13.1) ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ ΑΘΙΚΤΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ	49
13.1.1) LIGHTSHIP	50
13.1.2) FULL LOAD DEPARTURE	59
13.1.3) FULL LOAD ARRIVAL	69
13.1.4) ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ	79
13.2) ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΥΠΟ ΒΛΑΒΗ	80
13.2.1) ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ	103
14) ΚΑΤΑΜΕΤΡΗΣΗ	104
14.1) ΣΥΝΘΕΣΗ ΠΛΗΡΩΜΑΤΟΣ	111
15) ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ - ΩΣΗΣ	112
16) ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΡΩΣΗΣ - ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	133
17) ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ - ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΜΕΤΑΣΚΕΥΗΣ	144
18) ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	164

19) ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ166

- ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ
- ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ
- ΤΟΜΕΣ MARSPEED
- MARINE GENERATOR SET 3304B, CATERPILLAR

1. ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το κείμενο αυτό αποτελεί τη διπλωματική εργασία που εκπονήθηκε στα πλαίσια της φοίτησης μου στη Σχολή Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. Επιστημονικός υπεύθυνος της διπλωματικής αυτής, ήταν ο καθηγητής της σχολής Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών, Απόστολος Δ. Παπανικολάου. Αντικείμενο της είναι η μελέτη επιμήκυνσης του υπάρχοντος δίγαστρου πλοίου Flying Cat 3, κατά 10 μέτρα. Ο λόγος αυτής της μελέτης είναι το υπάρχων πρόβλημα χωρητικότητας του συγκεκριμένου πλοίου κτήσης της ναυτιλιακής εταιρίας Hellenic Seaways. Το υπό μελέτη πλοίο θα ονομαστεί "SOPHIE".

Αδιαμφισβήτητα, τα δίγαστρα πλοία αποτελούν μια δοκιμασμένη λύση στο χώρο των επιβατηγών - ταχυπλόων σκαφών, έχοντας ως πρώτο παράδειγμα την ύπαρξη τους στον ελληνικό χώρο, για την εξυπηρέτηση της ελληνικής ακτοπλοΐας. Τα συγκεκριμένα πλοία λόγω των απίστευτα μεγάλων ταχυτήτων τους, προσφέρουν μία ταχύτατη πρόσβαση στα περισσότερα μέρη της Ελλάδας, πράγμα το οποίο τα καθιστά μοναδικά.

2. ΣΤΟΧΟΙ - ΚΙΝΗΤΡΟ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Κίνητρο της εκπόνησης αυτής της Διπλωματικής Εργασίας δημιουργήθηκε από προσωπική μου εμπειρία, όταν ταξίδεψα τυχαία με ένα ταχύπλοο Catamaran το καλοκαίρι του 2014-2015, όπου και ήταν η πρώτη φορά που μπαίνω σε ένα τόσο ταχύ πλοίο.

Το εν λόγω πλοίο ήταν το Flying Cat 4 και η διαδρομή ήταν πολύ μικρή (Τήνος - Μύκονος). Η ιπποδύναμη του πλοίου, συγκριτικά με το μέγεθος του έδινε ένα αποτέλεσμα άξιο θαυμασμού, καθώς σου έδινε την αίσθηση ενός 5μετρου σκάφους με συνολική ιπποδύναμη αεροπλάνου. Πράγματι πάντως, όπως θα αναφερθεί και παρακάτω, το εν λόγω πλοίο έχει μηχανές αεροπλάνου. Όλα αυτά, συνάμα και ο αρκετά επιθετικός σχεδιασμός του, ήταν το κίνητρο που με ώθησε στην μελέτη του πλοίου αυτού.

Κάτω από συζήτηση με τον υπεύθυνο της διπλωματικής μου, τον κύριο Παπανικολάου, κατευθύνθηκα στην Hellenic Seaways όπου και είχα μια συζήτηση με τον τεχνικό διευθυντή, τον κύριο Κουκλάκη. Η πρόταση για μελέτη επιμήκυνσης του δίγαστρου πλοίου Flying Cat 3 κατά 10 μέτρα, μας έγινε από το συγκεκριμένο κύριο.

Επομένως, στόχος της υπάρχουσας διπλωματικής εργασίας είναι η προσέγγιση, η μελέτη και η μετασκευή του υπάρχοντος πλοίου Flying Cat 3 κατά 10 μέτρα, με απώτερο σκοπό την μεγιστοποίηση του κέρδους λόγω θέματος χωρητικότητας.

3.ΠΟΡΕΙΑ - ΒΗΜΑΤΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

Για την εκπόνηση της μελέτης αυτής και την σχεδίαση του υπό μελέτη πλοίου ακολουθήθηκε η παρακάτω διαδικασία :

- A. Αρχικά έγινε αναζήτηση σχεδίων για τα πλοία Flying Cat 3 και Flying Cat 4. Η αναζήτηση αυτή ήταν πάρα πολύ δύσκολη και χρονοβόρα. Τελικά, τα απαραίτητα σχέδια συλλέχθηκαν μέσα από το πλοία με τη συγκατάβαση της εταιρίας και τη βοήθεια του πρώτου μηχανικού.
- B. Έχοντας όλα τα απαραίτητα σχέδια ξεκινήσαμε την κατασκευή του πατρικού πλοίου Flying Cat 3 στο προγραμματιστικό περιβάλλον Avena Lines.
- C. Ολοκληρώνοντας την κατασκευή στο Lines μεταφέραμε το πλοίο μας στο πρόγραμμα Autocad όπου και έγινε η επιμήκυνση του πλοίου.
- D. Κατασκευάστηκε βήμα- βήμα το Σχέδιο Γενικής Διάταξης (General Arrangement).
- E. Αφού είχαμε πλέον τα σχέδια του πλοίου μας είχαμε τη δυνατότητα να περάσουμε στη μελέτη του. Αρχικά υπολογίστηκε το βάρος του άφορτου σκάφους. Η μελέτη αυτή αποτελείται από τέσσερις μεγάλες κατηγορίες, τη μελέτη της μεταλλικής κατασκευής, της μηχανολογικής εγκατάστασης, του εξοπλισμού και της ενδιαίτησης. Σημειώνεται εδώ, ότι για την ολοκλήρωση της μελέτης της μεταλλικής κατασκευής του πλοίου και συγκεκριμένα για των υπολογισμό των web frames, χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Marspeed του Γαλλικού Νηογνώμονα (Bureau Veritas).
- F. Με την ολοκλήρωση του υπολογισμού των βαρών, κατευθυνθήκαμε στο πρόγραμμα Autoship, όπου και σχεδιάσαμε από τη αρχή το μοντέλο μας.
- G. Στο προγραμματιστικό περιβάλλον Autoship περάσαμε και τις νέες φρακτές του πλοίου μας καθώς και τις δεξαμενές.

- H. Με χρήση προγραμματιστικών εντολών εξάγαμε το εκτόπισμα και την μεταφορική ικανότητα του υπό μελέτη πλοίου.
- I. Στο σημείο αυτό έγινε ο έλεγχος του ύψους των εξάλων και κατά συνέπεια η μελέτη της γραμμής φόρτωσης.
- J. Με την ολοκλήρωση των παραπάνω περάσαμε στον έλεγχο της ευστάθειας (άθικτης - υπό βλάβη) και στη δημιουργία των καταστάσεων φόρτωσης. Για την εκπλήρωση των παραπάνω αξιοποιήθηκαν οι κανόνες του High Speed Code του 2012[B.].
- K. Ύστερα έγινε ο υπολογισμός της καταμέτρησης του σκάφους.
- L. Ακολούθως έγινε μελέτη αντίστασης. Στην μελέτη αυτή αξιοποιήθηκε η σειρά αντίστασης Molland [F.] για ταχύπλοα catamaran.
- M. Προχωρήσαμε στην προσέγγιση της πρόωσης. Συνεπώς, με την ολοκληρωμένη μελέτη αντίστασης και πρόωσης του σκάφους καταφέραμε και προσεγγίσαμε τη ταχύτητα του υπό μελέτη πλοίου.
- N. Τέλος, έγινε και μία οικονομική μελέτη στην οποία υπολογίστηκε το κόστος μετασκευής του σκάφους και κατά συνέπεια ο χρόνος απόσβεσης αυτής της μετασκευής.

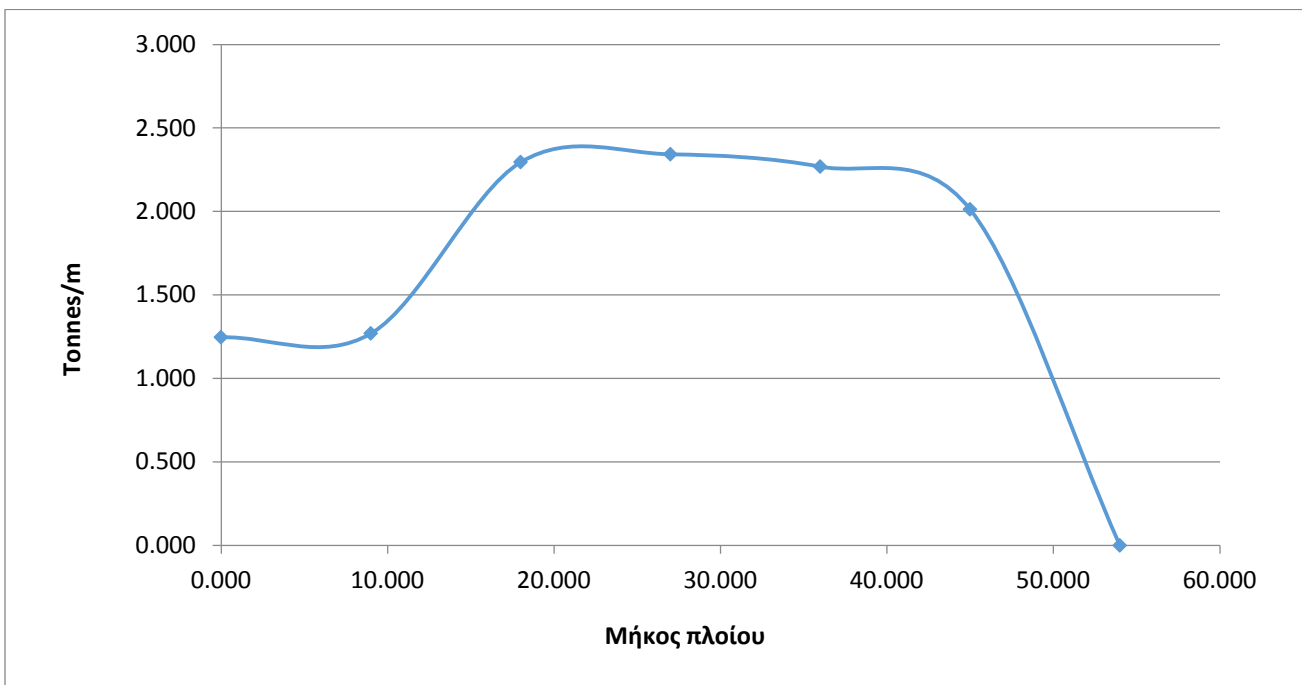
4. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΡΟΥΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ (W_{STEEL})

Το κεφάλαιο αυτό έχει ως αντικείμενο τον υπολογισμό του βάρους της μεταλλικής κατασκευής μέσω της επιμέρους μελέτης του βάρους της γάστρας, των web frames και των φρακτών του πλοίου. Κατά την μελέτη αυτή εξετάσαμε ξεχωριστά τα εγκάρσια και τα διαμήκη στοιχεία που συνεισφέρουν στο βάρος της μεταλλικής κατασκευής. Ως διαμήκη στοιχεία λάβαμε υπόψη το βάρος της γάστρας όπου έγινε αναλυτική μελέτη των βαρών σύμφωνα με το πρόγραμμα Marspeed του γαλλικού νηογνώμονα Bureau Veritas. Η ανάγκη ύπαρξης ενισχυτικών όπως είναι προφανές, έκανε αναγκαία την μελέτη των web frames τα οποία εντάσσονται στα εγκάρσια στοιχεία που συνεισφέρουν στο βάρος της μεταλλικής κατασκευής. Τα web frames είναι εγκάρσια ενισχυτικά που τοποθετούνται ανά 2 - 2.5 m στην πλευρά του πλοίου καθώς και κάτω από τα καταστρώματα. Επίσης προεκτείνονται έως και κάτω από το διπύθμενο, όπου σχηματίζουν είτε ανοιχτές είτε συμπαγείς έδρες. Τέλος υπολογίστηκε και το βάρος των εγκάρσιων φρακτών με αποτέλεσμα το άθροισμά τους να μας δώσει το τελικό βάρος της μεταλλικής κατασκευής.

4.1. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΡΟΥΣ ΓΑΣΤΡΑΣ (W_{HULL})

Κατά τον υπολογισμό του βάρους της γάστρας χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Stronbusch. Αρχικά, αξιοποιήσαμε το πρόγραμμα Avena όπου δημιουργήθηκε το μοντέλο στο προγραμματιστικό περιβάλλον Lines. Κάνοντας plotting και σκανάρωντας τους νομείς καταφέραμε να τους περάσουμε στο πρόγραμμα AutoCad όπου και μπορούσαμε να μελετήσουμε πολύ καλύτερα τους νομείς του πλοίου μας. Στην συνέχεια όπως προαναφέρθηκε χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Marspeed όπου έγινε υπολογισμός των βαρών 7 ισοκατανεμημένων νομέων (0-9-18-27-36-45-54). Αυτό έγινε με σκοπό τη δημιουργία μιας ενιαίας καμπύλης που θα μας έδινε το βάρος ανά μέτρο οποιουδήποτε νομέα καθ'όλο το μήκος του πλοίου (πίνακας 1). Ολοκληρώνοντας αυτήν την καμπύλη είχαμε το συνολικό βάρος της γάστρας. Εξάγοντας τα συμπεράσματα από το Marspeed δημιουργήσαμε ένα excel (πίνακας 2), όπου με τη βοήθεια των ροπών υπολογίσαμε τα KG και LCG για τους 7 αυτούς ισοκατανεμημένους νομείς. Τέλος με την θεώρηση των ροπών καταφέραμε και υπολογίσαμε τα KG και LCG του συνόλου της γάστρας. Σημειώνεται ότι στο τελικό αποτέλεσμα του βάρους της γάστρας προστέθηκε ένα σφάλμα 10% για τυχόν λάθη μετρήσεων.

πίνακας 1



πίνακας 2

FRAMES	WEIGHT	LCG	KG	MT	ML
	tn/m	m	m	tnm	tnm
FR0	1.247	0.000	3.111	3.879	0.000
FR9	1.270	9.000	3.322	4.219	11.430
FR18	2.296	18.000	5.544	12.729	41.328
FR27	2.343	27.000	5.557	13.020	63.261
FR36	2.269	36.000	5.639	12.795	81.684
FR45	2.013	45.000	5.431	10.933	90.585
FR54	0.000	54.000	0.000	0.000	0.000
TOTAL HULL	11.438	25.204	5.034	57.575	288.288
Whull	49.719	27.43	5.034		
Final Whull + 10%	54.691	27.43	5.034		

✓ Σημειώνεται εδώ ότι οι ονομασίες των frames ανταποκρίνονται σε μέτρα από το 0.

4.2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΡΟΥΣ WEB FRAMES (W_{WEBS})

Στο σημείο αυτό θεωρήσαμε web frames ανά 2m κατά μήκος του πλοίου. Η διαδικασία που ακολουθήσαμε για τον υπολογισμό των web frames θα περιγραφεί μέσω βημάτων :

- a) Στο περιβάλλον AutoCad απομονώθηκαν οι εξής νομείς 0-9-18-27-36-45-54.
- b) Υπολογίστηκε το εμβαδόν και τον 7 αυτών νομέων.
- c) Επιλέγοντας τον μέσο νομέα 27 ,με την βοήθεια της εντολής offset και πάχος 0.2 m δημιουργήσαμε το web του συγκεκριμένου νομέα.
- d) Δημιουργήσαμε τον λόγο $\lambda = \frac{A_{27}}{A_{WEB.27}} \rightarrow \lambda = 4,956$.
- e) Έχοντας υπολογίσει ήδη τα εμβαδά των νομέων 0-9-18-27-36-45-54 , με την βοήθεια του λόγου που βρήκαμε παρά πάνω και κάνοντας μια απλή διαίρεση βρήκαμε τα webs όλων των νομέων (πίνακας 3) .
- f) Θεωρούμε ένα πάχος της τάξης των 10 mm σε όλα τα webs.
- g) Δημιουργήσαμε ένα excel όπου με την βοήθεια του θεωρήματος ροπών μπορέσαμε να υπολογίσουμε το συνολικό βάρος των webs καθώς και τα KG και LCG αυτών (πίνακας 4).
- h) Στο συνολικό βάρος των webs προστέθηκε ένα 10% για τυχόν λάθη μετρήσεων.

πίνακας 3

FRAMES	A_{FRAME}	λ	A_{WEB}
m	m^2		m^2
0	20.266	4.956	4.089
9	17.51	4.956	3.533
18	17.94	4.956	3.619
27	17.26	4.956	3.482
36	15.33	4.956	3.093
45	8.873	4.956	1.790
54	0	4.956	0

πίνακας 4

WEB	Aweb	Thickness	LCG	Wweb	MT
FRAMES	m2	mm	m	tn	
2	3.33	10	2	0.090	0.179
4	3.39	10	4	0.091	0.365
6	3.45	10	6	0.093	0.557
8	3.51	10	8	0.094	0.755
10	3.52	10	10	0.095	0.947
12	3.52	10	12	0.095	1.136
14	3.55	10	14	0.095	1.337
16	3.59	10	16	0.097	1.545
18	3.61	10	18	0.097	1.748
20	3.62	10	20	0.097	1.948
22	3.59	10	22	0.097	2.125
24	3.55	10	24	0.095	2.292
26	3.5	10	26	0.094	2.448
28	3.46	10	28	0.093	2.606
30	3.41	10	30	0.092	2.752
32	3.34	10	32	0.090	2.875
34	3.21	10	34	0.086	2.936
36	3.09	10	36	0.083	2.992
38	2.88	10	38	0.077	2.944
40	2.62	10	40	0.070	2.819
42	2.31	10	42	0.062	2.610
44	1.97	10	44	0.053	2.332
46	1.61	10	46	0.043	1.992
48	1.23	10	48	0.033	1.588
50	0.83	10	50	0.022	1.116
52	0.42	10	52	0.011	0.587
54	0	10	54	0	0
WEB WEIGHT				2.047	47.531
LCG WEB				23.216	
KG WEB				3.105	
TOTAL WEB WEIGHT + 10%				2.252	

✓ Σημειώνεται εδώ ότι οι ονομασίες των frames ανταποκρίνονται σε μέτρα από το 0.

4.3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΡΟΥΣ ΦΡΑΚΤΩΝ ($W_{\text{BULKHEADS}}$)

Για τον υπολογισμό του βάρους των φρακτών ακολουθήθηκε παρόμοια διαδικασία με αυτή για τον υπολογισμό των web frames. Επιλέξαμε να πάρουμε τις ίδιες φρακτές με το πατρικό πλοίο, με την προσθήκη άλλης μίας φρακτής στο παράλληλο τμήμα που δημιουργήθηκε κατά την επέκταση.

Η φρακτή προστέθηκε στο σημείο 13D, όπου 13 είναι ο νομέας που κόπηκε το πλοίο και οι 13A, 13B, 13C, 13D, 13E, 13F, 13G, 13H, είναι οι νομείς που απαρτίζουν το παράλληλο μας τμήμα. Έχοντας τις ακριβείς θέσεις των φρακτών κατασκευάσαμε πάλι ένα excel όπου με την βοήθεια του θεωρήματος των ροπών εξάγαμε το συνολικό βάρος των φρακτών καθώς και το LCG του συνόλου. Για τον υπολογισμό του KG χρησιμοποιήθηκε η εντολή Massprop στο AutoCad. Παρατηρούμε ωστόσο ότι εξήχθη το ίδιο αποτέλεσμα με το KG των webs. Στο τελικό αποτέλεσμα για λόγους έλλειψης ακρίβειας προστέθηκε πάλι ένας συντελεστής 10% του συνολικού βάρους των φρακτών. Τα αποτελέσματα φαίνονται παρακάτω (πίνακας 5).

πίνακας 5

BHD	ABHD	Thickness	LCG	WBHD	MT
	m ²	mm	m	tn	
0	20.267	12	0	0.654	0
2	16.066	12	2	0.518	1.037
10	16.513	12	10	0.533	5.330
13D	17.941	12	23.65	0.579	13.696
15	17.571	12	31.15	0.567	17.668
21	16.809	12	38.65	0.542	20.971
27	11.304	12	46.15	0.364	16.839
TOTAL BHD WEIGHT				3.760	75.543
TOTAL BHD WEIGHT + 10%				4.136	
LCG BHD				20.093	
KG BHD				3.105	

4.4 ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ (W_{STEEL})

Έχοντας υπολογίσει το συνολικό βάρος της γάστρας, των web frames και των φρακτών καθώς και τα KG και LCG αυτών δημιουργώντας ένα excel και χρησιμοποιώντας πάντα το θεώρημα των ροπών εξάγαμε το συνολικό βάρος και κατ'επέκταση το KG και το LCG της μεταλλικής κατασκευής. Τα τελικά αποτελέσματα επισυνάπτονται παρακάτω (πίνακας 6).

πίνακας 6

	WEIGHT	KG	LCG	ML	MT
	tn	m	m	tn*m	tn*m
HULL	54.692	5.034	27.43	275.317	1500.188
WEBS	2.252	3.105	23.216	6.993	52.285
BHDS	4.136	3.105	20.093	12.841	83.098
SUM	61.079			295.151	1635.570
KGsteel	4.832				
LCGsteel	26.778				
Wsteel	61.079				

5. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΡΟΥΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ (W_{MACH})

Για τον υπολογισμό του συγκεκριμένου βάρους βοηθηθήκαμε από την διδακτορική διατριβή του Διπλωματούχου Ναυπηγού Μηχανολόγου Μηχανικού Ε.Μ.Π , Σωτήριου Α. Σκούπα [Ο.]. Παίρνοντας ως δεδομένα τα αποτελέσματα από την παραμετρική μελέτη του δημιουργήσαμε μια πολύ καλή βάση για τον υπολογισμό του βάρους μεταλλικής κατασκευής. Η μηχανολογική εγκατάσταση του πλοίου μας θεωρείται ότι αποτελείται από τις κύριες μηχανές, τα water jets, το κύριο set ηλεκτρογεννητριών, την ηλεκτρογεννήτρια εκτάκτου ανάγκης καθώς και τα λοιπά βοηθητικά μηχανήματα.

5.1. ΒΑΡΟΣ ΚΥΡΙΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ DIESEL (W_{DIESEL})

Έχουν επιλεγεί οι ίδιες δύο κύριες μηχανές με αυτές του πατρικού μας πλοίου, TAURUS MAR 60 MT-7002 M, με κατασκευαστή CATERPILLAR. Οι δύο αυτές μηχανές έχουν συνολική ισχύ 9050 kW, συνολικό βάρος 41.437tn και ταχύτητα ίση με 14500 RPM. Αναζητήσαμε την συγκεκριμένη μηχανή στο internet, από όπου και αντλήσαμε τις απαραίτητες πληροφορίες .Το κέντρο βάρους υπολογίζεται από το Σχέδιο Γενικής Διάταξης.

WEIGHT	LCG	KG
41.437	7.000	3.000

5.2. ΒΑΡΟΣ WATER JETS ($W_{\text{WATERJETS}}$)

Επιλέχθηκαν όμοια water jet units με το πατρικό πλοίο , 2 KAMEWA 590 Steering Water jet 90 SII, με εύρος ιπποδύναμης 4000-10000 kW. Τα στοιχεία βρέθηκαν, όπως και πριν, στο internet όπου συγκεντρώσαμε όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για τα εν λόγω water jets [C.].

WEIGHT	LCG	KG
15.616	0.000	3.000

5.3. ΒΑΡΟΣ ΚΥΡΙΟΥ SET ΗΛΕΚΤΡΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ($W_{\text{GEN. SET}}$)

Ως κύριο set ηλεκτρογεννητριών διαλέξαμε το ήδη υπάρχων στο πατρικό μας πλοίο, 3304 B-T 101 kW με κατασκευαστή την Caterpillar. Το επιλεγθέν set αποτελείται από δύο ηλεκτρογεννήτριες ισχύος 106 kW έκαστος, δηλαδή 212 kW στο σύνολο. Τα χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου set βρέθηκαν στο internet από το site της Caterpillar. Το κέντρο βάρους του υπολογίσθηκε ίδιο με το κέντρο βάρους των κύριων μηχανών diesel (παρατίθενται στα παραρτήματα.).

WEIGHT	LCG	KG
3.000	7.000	3.000

5.4. ΒΑΡΟΣ ΗΛΕΚΤΡΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ ΕΚΤΑΚΤΟΥ ΑΝΑΓΚΗΣ ($W_{AUX. GEN.}$)

Επιλέγοντας συχνότητα 50Hz και ακολουθώντας τα βήματα της διδακτορικής διατριβής του Σκούπα, επιλέξαμε ηλεκτρογεννήτρια έκτακτης ανάγκης με ισχύ 53 kW και βάρος περίπου το μισό από εκείνο του κύριου set ηλεκτρογεννήτριας. Το κέντρο βάρους της υπολογίστηκε από το Σχέδιο Γενικής Διάταξης.

WEIGHT	LCG	KG
1.489	5.000	7.000

5.5. ΒΑΡΟΣ ΛΟΙΠΩΝ ΒΟΗΘΗΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ ($W_{MISC. MACH.}$)

Το βάρος των λοιπών βοηθητικών μηχανημάτων υπολογίστηκε με βάση των παρακάτω τύπο, σύμφωνα με την μελέτη του Σκούπα [Ο.] :

$$0.002 \times (P_{DIESEL} + P_{EG}) \quad \text{όπου :}$$

P_{DIESEL} : Ισχύς των κύριων μηχανών Diesel

P_{EG} : Ισχύς του κύριου set ηλεκτρογεννητριών

Το κέντρο βάρους υπολογίστηκε όμοια από το σχέδιο Γενικής Διάταξης.

WEIGHT	LCG	KG
18.524	7.400	3.000

5.6. ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ($W_{MACH.}$)

Έχοντας υπολογίσει το βάρος των κύριων μηχανών diesel, το βάρος των water jets, το βάρος της κύριας και της εφεδρικής ηλεκτρογεννήτριας και το βάρος των λοιπών βοηθητικών μηχανημάτων, παραλλήλως έχουμε υπολογίσει και τα LCG και KG αυτών. Δημιουργώντας έτσι ένα excel και χρησιμοποιώντας το θεώρημα των ροπών, εξάγαμε το συνολικό βάρος της μηχανολογικής εγκατάστασης καθώς και το LCG και KG. Τα επιμέρους στοιχεία που απαρτίζουν το βάρος της μηχανολογικής εγκατάστασης παρουσιάζονται συνολικά στον παρακάτω πίνακα (πίνακας 7).

πίνακας 7

ITEMS	QUANTITY	WEIGHT	LCG	KG	ML	MT
Main Engine Set	2	41.437	7.000	3.000	290.057	124.310
Water jet unit	2	15.616	0.000	3.000	0.000	46.848
Main Gen Set	2	3.000	7.000	3.000	21.000	9.000
Aux Gen	1	1.489	5.000	7.000	7.445	10.423
Miscellaneous Machinery	-	18.524	7.400	3.000	137.078	55.572
SUM		80.066			455.580	246.153
TOTAL MACHINERY		80.066	5.690	3.074		

6. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΡΟΥΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ (W_{OUTFIT})

Κατά τον υπολογισμό του βάρους εξοπλισμού μελετήσαμε ξεχωριστά το βάρος εξαρτισμού, το βάρος της κεντρικής μονάδας κλιματισμού, το βάρος των ηλεκτρικών δικτύων, το βάρος των σωληνώσεων και το βάρος των λοιπών βοηθητικών μηχανημάτων. Στην συνέχεια, συνυπολογίστηκαν τα βάρη τους καθώς και η διαμήκη και κατακόρυφη θέση του κέντρου βάρους (LCG, KG) αυτών και με το θεώρημα των ροπών εξάγαμε το συνολικό βάρος του εξοπλισμού καθώς επίσης και την ακριβής θέση του κέντρου βάρους.

6.1. ΒΑΡΟΣ ΕΞΑΡΤΙΣΜΟΥ (W_{EN})

Ο δείκτης εξαρτισμού (EN) περιλαμβάνει το σύνολο των συστημάτων πρόσδεσης ρυμούλκησης και αγκυροβόλησης του πλοίου. Ο υπολογισμός του έγινε με την βοήθεια της διδακτορικής διατριβής του Σωτήριου Α. Σκούπα [Ο.] όπου βρήκαμε $EN=150$. Για τον υπολογισμό του βάρους χρησιμοποιήθηκε ο εξής τύπος :

$$W_{EN} = 6.549 * 0.01 * EN + 4.101 \rightarrow W_{EN} = 13.925 \text{ tn}$$

Για τον υπολογισμό των KG, LCG θεωρήθηκαν τα εξής :

- Για την κατακόρυφη θέση του κέντρου βάρους KG, θεωρήσαμε πως βρίσκεται στο 2ο κατάστρωμα επιβατών διότι εκεί τοποθετούνται τα συστήματα πρόσδεσης, αγκυροβολίας και ρυμούλκησης.
- Όσον αφορά τη διαμήκη θέση του κέντρου βάρους θεωρήσαμε πως βρίσκεται λίγο πρώραθεν από το μέσο του πλοίου καθώς οι άγκυρες, που καταλαμβάνουν ένα μεγάλο κομμάτι αυτού, βρίσκονται στην πλώρη του πλοίου.

Άρα έχουμε :

WEIGHT	LCG	KG
tn	m	m
13.925	25.000	7.700

6.2. ΒΑΡΟΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ (W_{AC})

Για την κεντρική μονάδα κλιματισμού συμβουλευτήκαμε πάλι την διδακτορική διατριβή του Σκούπα [Ο.] . Σύμφωνα με αυτήν, η κεντρική μονάδα κλιματισμού τοποθετείται συνήθως στο ανώτερο κατάστρωμα και αποτελείται από τρεις ανεξάρτητες υπομονάδες :

- A. Την μονάδα κλιματισμού ιδιωτικών χώρων (καμπίνες),
- B. Την μονάδα κοινόχρηστων χώρων,
- C. Την μονάδα χώρων όπου εργάζεται το πλήρωμα.

Στο υπό μελέτη πλοίο δεν είναι τοποθετημένη η πρώτη υπομονάδα, δηλαδή καμπίνες. Συνεπώς στον υπολογισμό της κεντρικής μονάδας κλιματισμού χρησιμοποιήθηκαν μόνο οι υπομονάδες B, C. Ακολουθώντας τα βήματα του Σκούπα και θεωρώντας την μέγιστη παροχή ανά άτομο (12 lt/s) καθώς και μέσο επίπεδο άνεσης βρίσκουμε :

- $W_B = 3.716$ tn
- $W_C = 0.539$ tn Θεωρώντας αριθμό προσωπικού ίσο με $N=13$ άτομα, (ο ακριβής υπολογισμός παρουσιάζεται σε επόμενο κεφάλαιο).

Επομένως στο σύνολο έχουμε , $W_{AC} = W_B + W_C$ άρα και :

WEIGHT	LCG	KG
tn	m	m
4.255	14.75	2.7

6.3. ΒΑΡΟΣ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ ($W_{PLUMBING} - W_{PL}$)

Για το βάρος των σωληνώσεων χρησιμοποιήθηκε ο προσεγγιστικός τύπος του Σκούπα [Ο.] :

$W_{PLUMBING} = 0.03 \cdot A_{CC} + 0.02 \cdot A_{GAR}$, όπου :

A_{CC} : Η συνολική επιφάνεια ενδιαίτησης

A_{GAR} : Ο χώρος μεταφοράς οχημάτων

Στην περίπτωση μας το A_{CC} υπολογισμένο από το σχέδιο γενικής διάταξης είναι :

○ $A_{CC} = 510,5 \text{ m}^2$,

και

○ $A_{GAR} = 0$, λόγω ότι το πλοίο μας δεν μεταφέρει οχήματα αλλά μόνο επιβάτες.

Συνεπώς εξάγουμε τα συνολικά αποτελέσματα :

WEIGHT	LCG	KG
tn	m	m
15.315	26.500	5.900

(Τα KG, LCG υπολογίστηκαν προσεγγιστικά από το Σχέδιο Γενικής Διάταξης.)

6.4. ΒΑΡΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ($W_{\text{ELECTRICAL NETWORK}} - W_{\text{EL}}$)

Το βάρος του ηλεκτρικού δικτύου υπολογίστηκε ομοίως μέσω ενός προσεγγιστικού τύπου :

$$W_{\text{ELECTRICAL NETWORK}} = 0.03 \cdot A_{\text{CC}} + 0.01 \cdot A_{\text{GAR}}$$

Ομοίως και εδώ :

- $A_{\text{CC}} = 510,5 \text{ m}^2$
- $A_{\text{GAR}} = 0$

Επομένως, θεωρώντας τη διαμήκη και την κατακόρυφη θέση του κέντρου βάρους όμοια με εκείνη των σωληνώσεων, έχουμε τα συνολικά αποτελέσματα :

WEIGHT	LCG	KG
tn	m	m
10.210	26.500	5.900

6.5. ΒΑΡΟΣ ΛΟΙΠΩΝ ΒΟΗΘΗΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ (W_{MISC})

Σύμφωνα με την διδακτορική διατριβή του Σκούπα [Ο.] το βάρος των λοιπών βοηθητικών μηχανημάτων δίνεται από τον παρακάτω προσεγγιστικό τύπο :

$$W_{MISC} = 0,03 * (W_{EN} + W_{AC} + W_{EL} + W_{PL})$$

- ✓ Να σημειωθεί εδώ ότι στη συγκεκριμένη ομάδα βαρών συμπεριλαμβάνονται και τυχόν λάθη κατά τους υπολογισμούς.

Επομένως έχουμε :

WEIGHT	LCG	KG
tn	m	m
1.311	25	7.7

(Τα KG, LCG υπολογίστηκαν προσεγγιστικά από το Σχέδιο Γενικής Διάταξης)

6.6. ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ (W_{OUTFIT})

Έχοντας υπολογίσει ξεχωριστά το βάρος εξαρτισμού, το βάρος κεντρικής μονάδας κλιματισμού, το βάρος σωληνώσεων ,ηλεκτρικών δικτύων και των λοιπών βοηθητικών μηχανημάτων καθώς και τα KG και LCG αυτών, μπορούμε εύκολα να υπολογίσουμε το συνολικό βάρος εξοπλισμού με τη βοήθεια του θεωρήματος των ροπών. Παρακάτω παρουσιάζεται ο συνοπτικός πίνακας (πίνακας 8) :

πίνακας 8

OUTFIT	WEIGHT	LCG	KG	ML	MT
	tn	m	m		
EN	13.925	25.000	7.700	348.113	107.219
A/C	4.255	14.750	2.700	62.767	11.490
ELECTRICAL NETWORK	10.210	26.500	5.900	270.565	60.239
PLUMBING	15.315	26.500	5.900	405.848	90.359
MISCALLENIOUS	1.311	25.000	7.700	32.779	10.096
TOTAL	45.016	24.882	6.207	1120.071	279.402
WOUTFIT	45.016				
LCG	24.882				
KG	6.207				

7.ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΡΟΥΣ ΕΝΔΙΑΙΤΗΣΗΣ ($W_{ACCOMMODATION}-W_{ACC}$)

Το βάρος της ενδίαιτησης περιλαμβάνει τα βάρη του εξοπλισμού που χρησιμοποιείται στα σαλόνια αναμονής των επιβατών, στους κοινόχρηστους δημόσιους χώρους και γενικά σε όλους τους χώρους που ενδίαιτώνται το πλήρωμα και οι επιβάτες. Επιγραμματικά στα βάρη αυτά συμπεριλαμβάνονται τα βάρη των καθισμάτων αεροπορικού τύπου, των κοινόχρηστων εσωτερικών χώρων υγιεινής, των self-service (Bar), των οριζόντιων και κατακόρυφων panels, της μοκέτας (Moquette), των σκαλών (Ladders), της γκαρνταρόμπας-χώρος αποσκευών (Wardrobe - Luggages), rest room, καθώς επίσης και των υπόλοιπων βαρών (Miscellaneous).

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται αναλυτικά ορισμένα από τα παραπάνω βάρη με την μέγιστη και ελάχιστη τιμή τους ανά τετραγωνικό μέτρο κατά Σκούπα [O.] (πίνακας 9), έτσι όπως υπολογίσθηκαν:

πίνακας 9

ΠΕΡΙΟΧΗ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΒΑΡΟΥΣ (t/m ²)	
	ΕΛΑΧΙΣΤΟ W _{min}	ΜΕΓΙΣΤΟ W _{max}
Καθίσματα αεροπορικού τύπου	0.0686	0.0758
Κοινόχρηστοι χώροι υγιεινής εσωτερικοί	0.0466	0.0515
Self-service (bar)	0.565	0.0624

- ✓ Για τα καθίσματα αεροπορικού τύπου θεωρήσαμε ότι το κάθε κάθισμα έχει βάρος 20 kg.
- ✓ Τα συγκεκριμένα βάρη τα θεωρήσαμε ίσα με την ελάχιστη τους τιμή.

Τα υπόλοιπα βάρη υπολογίστηκαν ξεχωριστά :

Wall Panels : 12.5 kg/m²

Moquette : 2.4 kg/m²

Ladders : 3.5 kg/item

Wardrobe - Luggages : 32 kg/item

Rest Room : 0.0466 tn/m²

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει συνοπτικά όλα τα υπολογισθέντα βάρη καθώς και τα LCG και KG αυτών (πίνακας 10) :

πίνακας 10

ACCOMMODATION	WEIGHT	LCG	KG	ML	MT
	tn	m	m	tn*m	tn*m
Καθίσματα αεροπορικού τύπου	9.640	27.800	7.250	267.992	69.890
Κοινόχρηστοι χώροι υγιεινής εσωτερικοί	1.518	19.650	7.250	29.829	11.006
Self-service (bar)	0.774	24.750	7.700	19.157	5.960
Wall panels	4.815	27.800	7.700	133.857	37.076
Moquette	1.210	30.000	7.700	36.300	9.317
Ladder	0.011	15.000	7.700	0.158	0.081
Wardrobe/Luggages	0.160	15.000	7.700	2.400	1.232
Rest Room	0.156	32.200	5.900	5.023	0.920
Miscallenious	0.549	30.000	5.900	16.455	3.236

Εδώ πρέπει να σημειωθούν τα εξής :

- Ο υπολογισμός των εμβαδών των εν λόγω χώρων καθώς και ο υπολογισμός της διαμήκης και κατακόρυφης θέσης του κέντρου βάρους, έγινε σύμφωνα με το Σχέδιο Γενικής Διάταξης.
- Τα λοιπά βάρη (Miscellaneous) υπολογίστηκαν ως το 3% του αθροίσματος των υπόλοιπων βαρών, στα οποία περιλαμβάνονται στοιχεία που δεν υπολογίστηκαν καθώς επίσης καλύπτεται και το περιθώριο λάθους κατά τον υπολογισμό.

Σύμφωνα με τον πίνακα 10 και αξιοποιώντας το θεώρημα των ροπών εξάγαμε το τελικό βάρος ενδιαίτησης και την ακριβή θέση αυτού (πίνακας 11):

πίνακας 11

ACCOMMODATION	WEIGHT	LCG	KG	ML	MT
	tn	m	m	tn*m	tn*m
Καθίσματα αεροπορικού τύπου	9.640	27.800	7.250	267.992	69.890
Κοινόχρηστοι χώροι υγιεινής εσωτερικοί	1.518	19.650	7.250	29.829	11.006
Self-service (bar)	0.774	24.750	7.700	19.157	5.960
Wall panels	4.815	27.800	7.700	133.857	37.076
Moquette	1.210	30.000	7.700	36.300	9.317
Ladder	0.011	15.000	7.700	0.158	0.081
Wardrobe/Luggages	0.160	15.000	7.700	2.400	1.232
Rest Room	0.156	32.200	5.900	5.023	0.920
Miscallenious	0.549	30.000	5.900	16.455	3.236
TOTAL	18.832	27.144	7.366	511.170	138.717
WACCOMMODATION	18.832				
LCG	27.144				
KG	7.366				

8.ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΡΟΥΣ ΑΦΟΡΤΟΥ ΣΚΑΦΟΥΣ ($W_{\text{LIGHTSHIP}}$)

Έχοντας προϋπολογίσει τις τέσσερις μεγάλες ομάδες βαρών (Steel, Machinery, Outfit, Accommodation) καθώς και τη διαμήκη και κατακόρυφη θέση αυτών, καταφέραμε να υπολογίσουμε το συνολικό βάρος του άφορτου σκάφους και να εντοπίσουμε και τα LCG και KG του.

Τα τελικά αποτελέσματα επισυνάπτονται στον παρακάτω πίνακα (πίνακας 12) :

πίνακας 12

	WEIGHT	LCG	KG	ML	MT
	tn	m	m	tn*m	tn*m
STEEL	61.08	26.78	4.83	1635.57	295.13
OUTFIT	45.16	24.88	6.21	1123.67	280.31
MACHINERY	80.07	5.69	3.07	455.58	246.12
ACCOMMODATION	18.83	27.14	7.37	511.18	138.72
LIGHTSHIP	205.14	18.16	4.68	3726.00	960.28
WLIGHTSHIP	205.14				
LCG	18.16				
KG	4.68				

9.ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ AUTOSHIP

Ύστερα από την εύρεση των επιμέρους βαρών που απαρτίζουν το βάρος του άφορτου σκάφους, είχαμε όλα τα δεδομένα για να περάσουμε το πλοίο μας στο προγραμματιστικό περιβάλλον Autoship. Εκεί δημιουργήσαμε ένα σκαρίφημα του πλοίου και τοποθετήσαμε καταλλήλως τις δεξαμενές, οι θέσεις των οποίων υπολογίστηκαν στο Σχέδιο Γενικής Διάταξης. Έχοντας το μοντέλο μας κατασκευασμένο, είχαμε την δυνατότητα να περάσουμε στον υπολογισμό της μεταφορικής ικανότητας και κατ'επέκταση στον υπολογισμό του εκτοπίσματος του πλοίου. Επιπροσθέτως προχωρήσαμε στον υπολογισμό της άθικτης και ύστερα από βλάβη ευστάθειας.

10.ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΡΟΥΣ ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΕΚΤΟΠΙΣΜΑΤΟΣ (DWT, ∇)

Με την εισαγωγή του υπό μελέτη πλοίου στο συγκεκριμένο προγραμματιστικό περιβάλλον είχαμε την δυνατότητα, όπως προαναφέρθηκε, και υπολογίσαμε την μεταφορική ικανότητα καθώς και το εκτόπισμα του πλοίου μας (όπως φαίνεται στο παρακάτω πίνακα).

Loading Summary

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
Light Ship (LS)	205.14	18.160f	0.000	4.680
Deadweight (DWT)	107.19	26.510f	0.000	3.540
Displacement (∇)	312.33	21.026f	0.000	4.289

Συγκεντρωτικά με τη χρήση του προγράμματος Autoship εξάγαμε τα παρακάτω βασικά στοιχεία (πίνακας 1):

πίνακας 1

Μήκος Ολικό	L _{OA}	=	57.5	m
Μήκος ισάλου	L _{wl}	=	50.289	m
Μέγιστο πλάτος	B	=	11.8	m
Κοίλο	D	=	5	m
Βύθισμα σχεδίασης	T	=	1.846	m
Συντελεστής γάστρας	C _B	=	0.464	
Εκτόπισμα	Δ	=	312.33	MT
Deadweight	DWT	=	107.19	MT
Light Ship	LS	=	205.14	MT

- ✓ Σημειώνεται ότι ο μέγιστος αριθμός επιβατών θα μελετηθεί εκτενώς σε επόμενο κεφάλαιο.

11.ΕΛΕΓΧΟΣ ΥΨΟΥΣ ΕΞΑΛΩΝ

ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΛΟΙΟΥ :

- ◆ $L = 50,289\text{m}$
- ◆ $B = 11,8\text{m}$
- ◆ $D = 5\text{m}$
- ◆ $T = 1,846\text{m}$
- ◆ Πάχος ελάσματος υδροροής $t_g = 10\text{mm}$.
- ◆ Συντελεστής γάστρας $C_B = 0.4644$

ΤΥΠΟΣ ΠΛΟΙΟΥ : CATAMARAN (Κατηγορία Β)

1. ΒΑΣΙΚΟ ΥΨΟΣ ΕΞΑΛΩΝ :

Με γραμμική παρεμβολή ανάμεσα στα μήκη 50m - 65m έχουμε :

$$BYE1 = 501,8 \text{ mm}$$

ΔΙΟΡΘΩΣΕΙΣ:

2. ΓΙΑ ΠΛΟΙΑ ΚΑΤΩ ΤΩΝ 100 m :

$$L_{BP} = 50.289 \text{ m}$$

Καμία διόρθωση δεν γίνεται διότι δεν έχω υπερκατασκευές πάνω από 0,6 L.

$$BYE2 = 501,8 \text{ mm}$$

3. ΓΙΑ ΤΟΝ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΓΑΣΤΡΑΣ :

Είναι $c_{B,0,85D} < 0,68$ άρα δεν έχουμε διόρθωση:

$$BYE3 = 501,8 \text{ mm}$$

4. ΓΙΑ ΤΟ ΠΛΕΥΡΙΚΟ ΥΨΟΣ :

❖ Είναι $D_F = 5,01 \text{ m}$ και

❖ $\frac{L}{15} = 3,83$ άρα έχουμε προσαύξηση του ύψους εξάλων κατά :

$$(D_F - L/15) * 250 = 166,8 \text{ mm}$$

$$BYE4 = BYE3 + 166,8 = 668,6 \text{ mm}$$

$$BYE4 = 668,6 \text{ mm}$$

5. ΓΙΑ ΤΙΣ ΥΠΕΡΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ & ΠΥΡΓΩΤΑ ΥΠΕΡΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΑΤΑ :

Υπολογίζουμε κατά πόσο απέχει η πλευρά της υπερκατασκευής από την πλευρά του πλοίου :

$$\frac{(B - b)/2}{B} = \frac{(11,8 - 11,52)/2}{11,8} = 0,019 > 0,04$$

Άρα έχουμε **υπερκατασκευή** , και θα δούμε παρακάτω εάν συμμετέχει στον υπολογισμό του ύψους εξάλων.

Ολικό πραγματικό μήκος υπερκατασκευών :

$$S = 1L \text{ m}$$

Το δρών μήκος των υπερκατασκευών είναι ίσο με το μήκος του πλοίου άρα θα έχω μείωση του ύψους εξάλων ίση με **1070 mm**.

$$BYE5 = BYE4 - 339,25 = 329,35 \text{ mm}$$

$$BYE5 = 329,35 \text{ mm}$$

6. ΓΙΑ ΤΗ ΣΙΜΟΤΗΤΑ (Κανονισμός 38) :

Μέσο μέτρο κανονικής σιμότητας :

❖ Για όλο το πλοίο :

$$M_N = 12.5063 * \left(\frac{L}{3} + 10\right) = 12.5063 * \left(\frac{57,5}{3} + 10\right) = 334 \text{ mm}$$

Άρα η διόρθωση είναι : $\delta = 334 \cdot 0,334 \Rightarrow \delta = 144,88 \text{ [mm]}$

$$BYE6 = BYE5 + 144,88 = 474,23 \text{ mm}$$

$$BYE6 = 474,23 \text{ mm}$$

Έχοντας υπολογίσει λοιπόν το βασικό ύψος πλώρας μπορούμε να υπολογίσουμε και τα εξής :

- **ΜΕΓΙΣΤΟ ΕΜΦΟΡΤΟ ΒΥΘΙΣΜΑ**

Το μέγιστο επιτρεπόμενο με βάση τους κανονισμούς βύθισμα πλεύσης του πλοίου προκύπτει :

$$T_{\Gamma\Phi} = 4,569 \text{ m}$$

$$T_{\Gamma\Phi} = 4,569$$

- **ΥΨΟΣ ΠΡΩΡΑΣ (Κανονισμός 39)**

Ελάχιστο απαιτούμενο ύψος πλώρας σύμφωνα με τους κανονισμούς :

$$Fb_{FP} = 2,251 \text{ m}$$

12. ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ

Για τον έλεγχο της ευστάθειας μελετήσαμε ξεχωριστά την άθικτη ευστάθεια και την ευστάθεια ύστερα από βλάβη. Τα δύο αυτά κεφάλαια μελετήθηκαν σύμφωνα με τους Διεθνείς Κανόνες Ταχυπλόων Σκαφών του 2012 (High Speed Code) [B.].

12.1. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΘΙΚΤΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ (INTACT)

Για τον υπολογισμό της άθικτης ευστάθειας χρησιμοποιήθηκε όπως προαναφέρθηκε ο High Speed Code 2012 [B.] και συγκεκριμένα, η ενότητα Annex 7 η οποία εστιάζει και καθορίζει τις παραμέτρους και τους κανονισμούς για την ευστάθεια πολύγαστρων σκαφών (στην συγκεκριμένη περίπτωση θα μελετήσουμε ότι αφορά δίγαστρα σκάφη.)

ΡΟΠΗ ΕΓΚΑΡΣΙΑΣ ΚΛΙΣΗΣ ΛΟΓΩ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗΣ ΕΠΙΒΑΤΩΝ

Με στόχο τον υπολογισμό της εγκάρσιας ροπής, έπρεπε να καθορίσουμε πλήρως τις θέσεις των επιβατών μέσα από το Σχέδιο Γενικής Διάταξης. Αυτό μας έδωσε τη δυνατότητα να υπολογίσουμε τον εγκάρσιο μοχλοβραχίονα των επιβατών και ως αποτέλεσμα και τη ροπή αυτών ως προς την centerline. Τα παραπάνω παρουσιάζονται συγκεντρωμένα στο παρακάτω σχήμα :

- ✓ Σημειώνεται ότι το βάρος κάθε επιβάτη θεωρήθηκε σύμφωνα με το HSC [B.] ίσο με 75 kg.

σχήμα 1

ΠΕΡΙΟΧΗ	Πραγματικοί Επιβάτες	ΒΑΡΟΣ	Εγκάρσιος Μοχλ.	ΡΟΠΗ
		(tn)	(m)	(tn*m)
LOUNGE DECK	352	26.4	2.806	74.078
NAV. BRIDGE	130	9.75	1.729	16.857
TOTAL	482	36.15	2.515	90.936

Όμως στην συγκεκριμένη περίπτωση για τον υπολογισμό της άθικτης ευστάθειας έπρεπε να χρησιμοποιήσουμε τη χειρίστη ροπή των επιβατών και όχι τη ροπή που δίνουν όταν είναι όλοι καθισμένοι όπως προϋπολογίστηκε. Συνεπώς, η μέγιστη ροπή υπολογίστηκε σύμφωνα το HSC [B.], που αναφέρει τον τρόπο υπολογισμού της, στο Lounge Deck καθώς και στο Navigation Bridge.

Σε αυτό τον υπολογισμό θεωρήθηκαν τα εξής σύμφωνα με το HSC [B.]:

- A. 4 άτομα ανά τετραγωνικό μέτρο ,
- B. 75 kg ανά άτομο ,
- C. KG ανθρώπου που κάθετοι = 0,3 m πάνω από το κάθισμα ,
- D. KG ανθρώπου που στέκεται όρθιος = 1 m πάνω από το Deck.

Η παρουσίαση του εν λόγω υπολογισμού γίνεται παρακάτω (σχήμα 2) :

σχήμα 2

ΠΕΡΙΟΧΗ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (m ²)	ΣΥΝΤ.	ΑΡ. ΕΠΙΒΑΤΩΝ ΣΤΗ ΜΙΑ ΠΛΕΥΡΑ	ΒΑΡΟΣ (tn)	ΜΟΧΛ. (m)	ΡΟΠΗ (tn*m)
LOUNGE DECK	132	4	528	39.6	2.806	111.1176
NAV. BRIDGE	49	4	196	14.7	1.729	25.4163
TOTAL	-	-	724	54.3		136.53

Όπως είναι προφανές η μέγιστη ροπή που παίρνουμε τώρα δεν ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα διότι υπολογίζεται με βάση την ύπαρξη 724 επιβατών, κάτι το οποίο είναι άτοπο, διότι στο πλοίο χωράνε 482 επιβάτες. Παρά ταύτα, για τον υπολογισμό της μέγιστης ροπής εγκάρσιας κλίσης λόγω μετακίνησης επιβατών θα ληφθεί υπόψη η ροπή του σχήματος 2 (με τους 724 επιβάτες). Ο λόγος που επιλέχθηκε αυτό είναι γιατί, αν ευσταθεί το πλοίο με αυτή την ροπή, θα ευσταθεί σίγουρα και για την πραγματική κατάσταση (σχήμα 1). Άρα :

$$MT_{MAX} = 136.53 \text{ (tn*m)}$$

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ

Για να καταφέρουμε να ελέγξουμε αν το πλοίο μας έχει ικανοποιητική ευστάθεια, θα πρέπει πρώτα να εξετάσουμε αν ικανοποιούνται τα κριτήρια ευστάθειας του όπως αναφέρονται στον διεθνή κώδικα ταχυπλόων σκαφών. Σύμφωνα λοιπόν, με το High Speed Code [B.], το πλοίο μας αρχικά χαρακτηρίζεται σαν Ε/Γ Ο/Γ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ ΙΙ: Πλοία που εκτελούν πλόες ακτοπλοΐας. Συνεπώς πρέπει να διασφαλίζονται τα παρακάτω :

- **Επιφάνεια κάτω από την καμπύλη GZ**

A. Η επιφάνεια (A_1) κάτω από την καμπύλη GZ έως μια γωνία θ πρέπει να είναι τουλάχιστον :

$$A_1 = 0.055 \times 30^\circ / \theta \text{ (m.rad)}$$

όπου η θ θεωρείται η ελάχιστη από τις παρακάτω :

1. γωνία εισροής υδατών (downflooding angle) ,
2. γωνία στην οποία εμφανίζεται το μεγαλύτερο GZ, ή
3. 30°

- **Απόσταση GZ**

✓ Η μεγαλύτερη τιμή του GZ πρέπει να εμφανίζεται σε γωνία $> 10^\circ$,

- **Απόσταση GM**

Καθώς στο High Speed Code δεν αναφέρεται περιορισμός για το GM, θα συμπεριλάβουμε τον αντίστοιχο από τους διεθνείς κανονισμούς του IMO :

✓ $GM > 0,15\text{m}$

- **Γωνία κλίσης λόγω μετακίνησης επιβατών**

✓ Η γωνία εγκάρσιας κλίσης λόγω μετακίνησης επιβατών δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 10 μοίρες.

- **Γωνία κλίσης λόγω ανέμου**

- ✓ Ο μοχλοβραχίονας της ροπής κλίσης λόγω ανέμου πρέπει να θεωρείται συνεχής σε όλες τις γωνίες κλίσης, καθώς επίσης και να υπολογίζεται ως εξής :

$$\diamond HL_1 = \frac{P1 \cdot A \cdot Z}{9800 \cdot \Delta} \text{ (m)}$$

$$\diamond HL_2 = 1.5 \cdot HL_1 \text{ (m)}$$

όπου :

1. $P1 = 500 (V_w / 26)^2$.
2. V_w = Ταχύτητα του ανέμου στις χειρίστες καιρικές συνθήκες.
3. A = Προβολή της πλευρικής επιφάνειας του τμήματος του σκάφους πάνω από την μικρότερη ίσαλο γραμμή πλεύσης.
4. Z = Κατακόρυφη απόσταση από το κέντρο της επιφάνειας A μέχρι ενός σημείου του ελάχιστου βυθίσματος πλεύσης.
5. Δ = Εκτόπισμα

- **Γωνία κλίσης λόγω στρέψης**

- ✓ Η γωνία εγκάρσιας κλίσης λόγω στροφής πλοίου, δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 10 μοίρες.

Έχοντας τώρα τα κριτήρια ευστάθειας, μπορούμε να μελετήσουμε την ευστάθεια του πλοίου μας σε διάφορες καταστάσεις φόρτωσης.

Οι υπό μελέτη καταστάσεις φαίνονται παρακάτω :

1) Lightship

2) Full Load Departure

3) Full Load Arrival

Στο επόμενο κεφάλαιο θα γίνει περαιτέρω ανάλυση και επεξήγηση των παραπάνω καταστάσεων φόρτωση.

12.2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΥΣΤΕΡΑ ΑΠΟ ΒΛΑΒΗ (DAMAGE)

Η μελέτη της ευστάθειας ύστερα από βλάβη, πραγματοποιήθηκε μόνο για την κατάσταση αναχώρησης πλήρους φορτίου "Full Load Departure", καθώς αυτή κρίθηκε ως η πιο δυσμενής. Τα εν λόγω κριτήρια ευστάθειας αναφέρονται και προσδιορίζονται επ'ακριβώς μέσα από το High Speed Code [B.].

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ

- **Τελική κατάσταση του πλοίου μετά από βλάβη**

- ✓ Η απαιτούμενη περιοχή A_2 δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 0.028 m.rad,

$$A_2 > 0.028 \text{ m.rad}$$

- **Γωνία κλίσης λόγω ανέμου**

- ✓ Ο μοχλοβραχίονας της ροπής κλίσης λόγω ανέμου πρέπει να θεωρείται συνεχής σε όλες τις γωνίες κλίσης, καθώς επίσης και να υπολογίζεται ως εξής :

$$\diamond HL_3 = \frac{Pd \cdot A \cdot Z}{9800 \cdot \Delta} \text{ (m)}$$

όπου :

1. $Pd = 500 (V_w / 26)^2$.
 2. **A** = Προβολή της πλευρικής επιφάνειας του τμήματος του σκάφους πάνω από την μικρότερη ίσαλο γραμμή πλεύσης.
 3. **Z** = Κατακόρυφη απόσταση από το κέντρο της επιφάνειας A μέχρι ενός σημείου του ελάχιστου βυθίσματος πλεύσης.
 4. **Δ** = Εκτόπισμα
- ✓ Η συνολική γωνία κλίσης κατά την ισορροπία ύστερα από βλάβη πρέπει να είναι μικρότερη από 15 μοίρες,

Angle at equilibrium < 15 deg

- **Συνολική μέγιστη ροπή**

- ✓ Υπολογίζεται ως το άθροισμα της ροπής λόγω ανέμου με τη ροπή λόγω μετακίνησης επιβατών.
- ❖ Σημειώνεται εδώ ότι ως ροπή μετακίνησης επιβατών θεωρείται όμοια με αυτήν που υπολογίστηκε στην άθικτη ευστάθεια.

HMMT = 226.467 m-MT

- **Επέκταση της πλευρικής βλάβης**

1) Διαμήκης επέκταση :

I. $0.75 \nabla^{1/3} = 5\text{m}$

II. $3 \text{ m} + 0.225 \nabla^{1/3} = \mathbf{4.51\text{m}}$

III. 11 m

❖ Ως δεκτή θεωρείται η μικρότερη από τις τρεις παραπάνω τιμές. Στην συγκεκριμένη περίπτωση η δεύτερη.

2) Εγκάρσια επέκταση :

Ως εγκάρσια επέκταση θεωρείται η εξής τιμή :

$$\mathbf{0.2 \nabla^{1/3} = 1.346}$$

3) Κάθετη επέκταση :

Ως κάθετη επέκταση θεωρείται όλο το D.

- **Επέκταση βλάβης στην πλώρη και στην πρύμνη**

✓ Τα κριτήρια θεωρούνται ίδια με εκείνα της επέκτασης της πλευρικής βλάβης που αναφέρθηκαν παραπάνω.

Από τα παραπάνω και ειδικότερα από την πλευρική επέκταση κατά το διάμηκες, συμπεραίνουμε ότι πρέπει να μελετήσουμε τη βλάβη ανά δύο διαμερίσματα.

Στο παρακάτω κεφάλαιο παρατίθενται όλα τα αποτελέσματα κατά την μελέτη του damage stability, όπως αυτή πραγματοποιήθηκε στο προγραμματιστικό περιβάλλον Autoship.

- ✓ Σημειώνεται εδώ ότι τα διαμερίσματα τα πήραμε όπως ακριβώς μας δόθηκαν μετά την εισαγωγή φρακτών από το Σχέδιο Γενικής Διάταξης.

13. ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ

Πρώτα μελετήθηκαν οι καταστάσεις φόρτωσης του πλοίου σε **intact stability** . Οι καταστάσεις φόρτωσης αυτές παρουσιάζονται παρακάτω :

13.1. ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ ΑΘΙΚΤΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ

A. Lightship

Στην συγκεκριμένη κατάσταση φόρτωσης το πλοίο δεν μεταφέρει επιβάτες και τα αναλώσιμα θα θεωρηθούν ως μηδενικό βάρος.

B. Full Load Departure

Το πλοίο θα μεταφέρει το μέγιστο αριθμό επιβατών. Όλα τα αναλώσιμα θα είναι στο μέγιστο επιτρεπόμενο βάρος τους (FO=98%, FW=100%) και θα μεταφέρει το μέγιστο αριθμό φορτίου, έτσι ώστε το ύψος εξάλων να είναι το ελάχιστο δυνατό.

C. Full Load Arrival

Το πλοίο θα μεταφέρει το μέγιστο αριθμό επιβατών. Όλα τα αναλώσιμα θα είναι στο 10% του συνολικού τους βάρους, καθώς επίσης θα χρειαστούμε και έρμα (10%, port-starboard) για να ικανοποιούνται τα κριτήρια του ανέμου.

Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικά όλες οι μετρήσεις στις προαναφερθέντες καταστάσεις φόρτωσης.

13.1.1 LIGHTSHIP

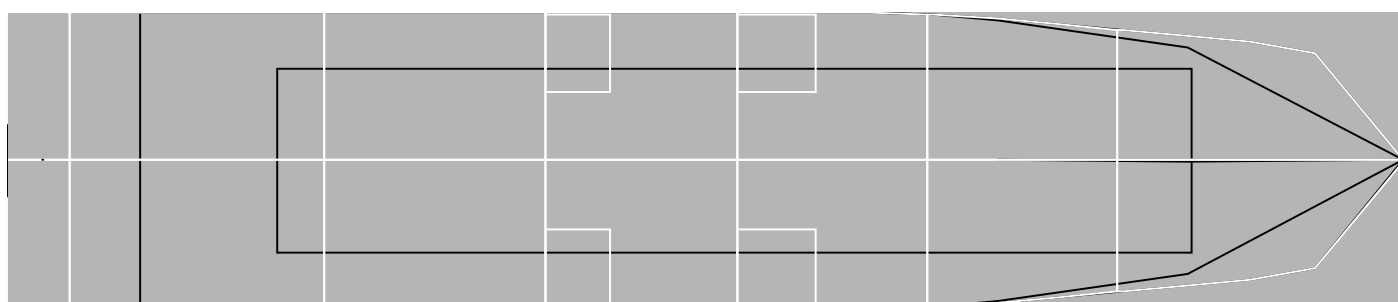
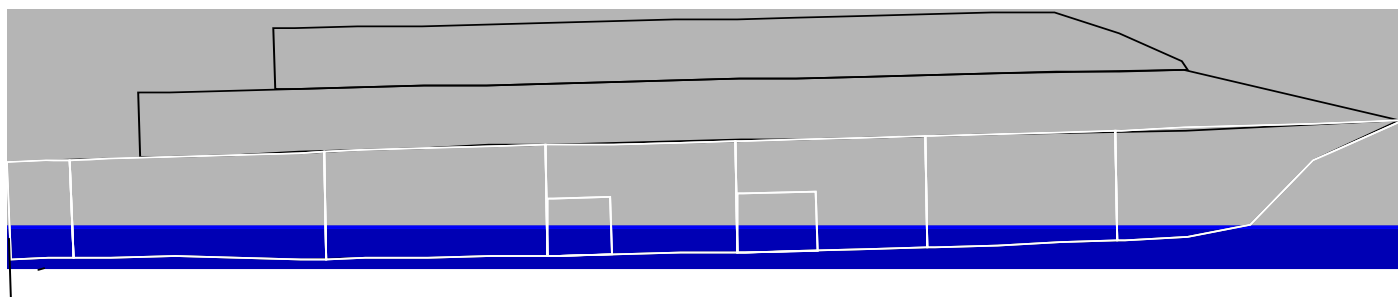
INTACT STABILITY CHECK TOWARDS IMO 749 (18)

Floating Status

Draft FP	0.517 m	Heel	stbd 8.29 deg.	GM(Solid)	14.519 m
Draft MS	1.191 m	Equil	Yes	F/S Corr.	0.000 m
Draft AP	1.865 m	Wind	0.0 kn	GM(Fluid)	14.519 m
Trim	aft 1.333/55.000	Wave	No	KMT	19.043 m
LCG	18.160f m	VCG	4.680 m	TPcm	2.08

Loading Summary

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
Light Ship	205.14	18.160f	0.000	4.680
Displacement	205.14	18.160f	0.000	4.680



Fixed Weight Status

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
LIGHT SHIP	205.14	18.160f	0.000	4.680u
Total Weight:	205.14	18.160f	0.000	4.680u

Displacer Status

Item	Status	Spgr	Displ (MT)	LCB (m)	TCB (m)	VCB (m)	Eff /Perm
HULL	Intact	1.025	205.20	18.066f	2.867s	1.149	1.000
A DECK	Intact	1.025	0.00	0.000	0.000	0.000	1.000
B DECK	Intact	1.025	0.00	0.000	0.000	0.000	1.000
SubTotals:			205.20	18.066f	2.867s	1.149	

Unprotected Flood Points

Name	L,T,V (m)	Height (m)
(1) UF.S	5.300f, 1.770s, 5.300	3.271
(2) UF.p	5.300f, 1.770p, 5.300	3.782

Residual Righting Arms vs Heel Angle

Heel Angle (deg)	Trim Angle (deg)	Origin Depth (m)	Residual Arm (m)	Area (m-Rad)	Flood Pt Height (m)	Notes
0.00	1.31a	1.889	-2.326	0.000	3.530 (1)	
5.00s	1.33a	1.873	-0.875	-0.140	3.374 (1)	
8.30s	1.39a	1.846	0.001	-0.164	3.270 (1)	Equil
10.00s	1.46a	1.828	0.390	-0.159	3.217 (1)	
15.00s	1.86a	1.729	0.980	-0.095	3.102 (1)	
20.00s	1.89a	1.337	0.711	-0.015	3.211 (1)	
25.00s	1.83a	0.893	0.353	0.032	3.330 (1)	
29.71s	1.77a	0.465	0.001	0.047	3.423 (1)	
30.00s	1.76a	0.439	-0.021	0.047	3.428 (1)	RaZero
35.00s	1.67a	-0.024	-0.407	0.028	3.503 (1)	
40.00s	1.57a	-0.489	-0.798	-0.025	3.555 (1)	
45.00s	1.45a	-0.954	-1.189	-0.111	3.584 (1)	
50.00s	1.33a	-1.417	-1.572	-0.232	3.591 (1)	
55.00s	1.20a	-1.871	-1.932	-0.385	3.572 (1)	
60.00s	1.08a	-2.316	-2.271	-0.568	3.533 (1)	
65.00s	0.95a	-2.755	-2.574	-0.780	3.479 (1)	
70.00s	0.83a	-3.187	-2.800	-1.015	3.413 (1)	
75.00s	0.71a	-3.618	-2.894	-1.264	3.346 (1)	
80.00s	0.65a	-4.037	-2.804	-1.514	3.274 (1)	
85.00s	0.68a	-4.408	-2.719	-1.755	3.170 (1)	
90.00s	0.77a	-4.735	-2.685	-1.991	3.037 (1)	

Weight and C.G. used above include tank loads.

The tank load centers were not allowed to shift with heel and trim changes.

Note:

Residual Righting Arms shown above are in excess of the overturning arms derived from this moment (in m-MT):

Stbd heeling moment = 477.43

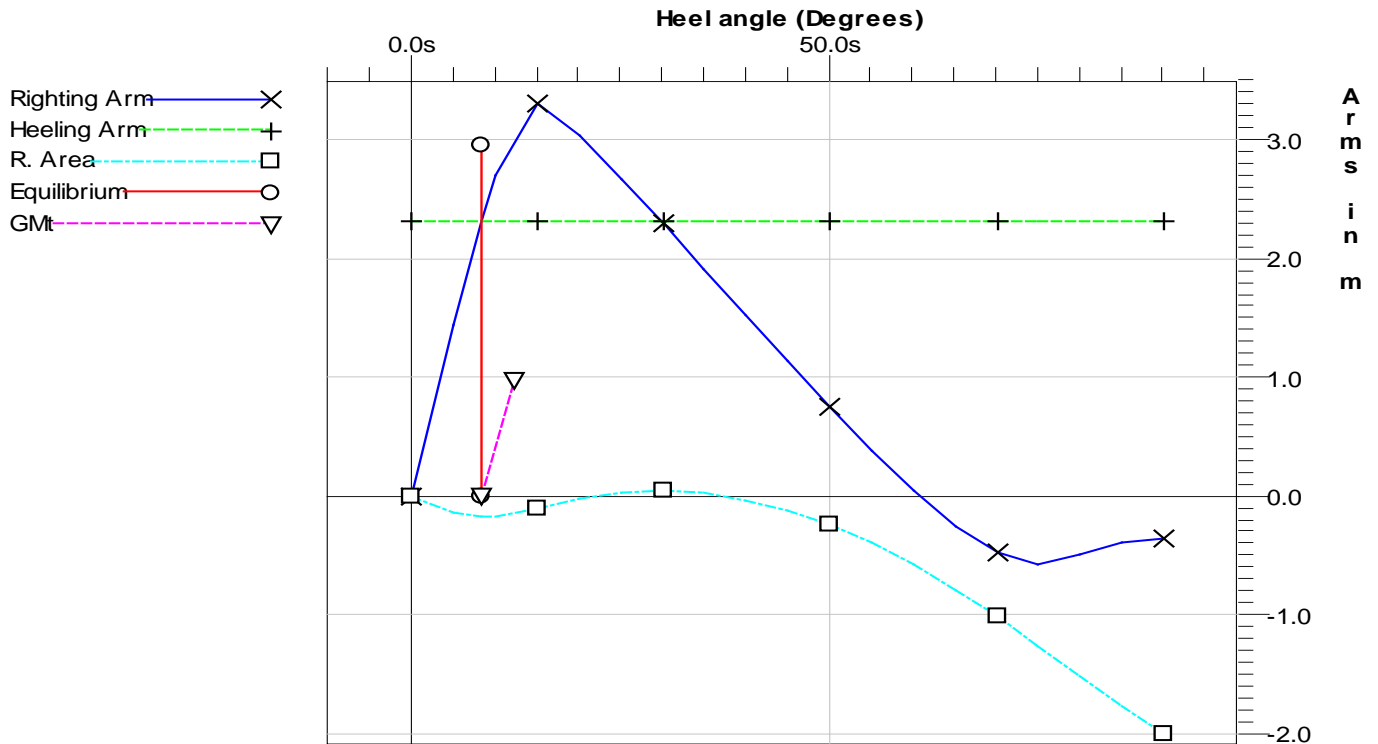
Unprotected Flood Points

Name	L,T,V (m)	Height (m)
(1) UF.S	5.300f, 1.770s, 5.300	3.530

HSC 2012, INTACT STABILITY

Limit	Min/Max	Actual	Margin	Pass
(1) Area from Equilibrium to Flood or MaxRA	>0.0550 m-R	0.069	0.014	Yes
(2) Absolute Angle at MaxRA	>10.00 deg	15.00	5.00	Yes
(3) GMt at Equilibrium	>0.150 m	14.179	14.029	Yes

Righting Arms vs. Heel



Heeling Moment Derivation

Part	LPA (m ²)	HCP (m)	Arm (m)	Pressure (MT/m ²)	Moment (m-MT)
HULL	182.1	1.803	2.449	0.050	22.476
A DECK	124.4	4.907	5.552	0.050	34.823
B DECK	91.5	7.585	8.231	0.050	37.960

Total wind heeling moment 95.259 to starboard

Residual Righting Arms vs Heel Angle

Heel Angle (deg)	Trim Angle (deg)	Origin Depth (m)	Residual Arm (m)	Area (m-Rad)	Flood Pt Height (m)	Notes
29.47p	1.77a	0.487	-3.043	0.000	3.418 (2)	Roll
24.47p	1.84a	0.943	-3.416	-0.282	3.316 (2)	
19.47p	1.90a	1.383	-3.774	-0.596	3.197 (2)	
14.47p	1.81a	1.750	-3.988	-0.935	3.105 (2)	
9.47p	1.43a	1.832	-3.301	-1.260	3.235 (2)	
4.47p	1.33a	1.877	-1.997	-1.496	3.390 (2)	
0.53s	1.31a	1.890	-0.538	-1.608	3.513 (1)	
2.36s	1.31a	1.886	0.000	-1.616	3.457 (1)	Equil
5.53s	1.34a	1.869	0.902	-1.591	3.358 (1)	
10.53s	1.49a	1.821	2.127	-1.458	3.202 (1)	
15.53s	1.89a	1.704	2.616	-1.246	3.101 (1)	
20.53s	1.89a	1.290	2.306	-1.025	3.224 (1)	
25.53s	1.83a	0.845	1.946	-0.839	3.341 (1)	
30.53s	1.75a	0.389	1.569	-0.686	3.437 (1)	
35.53s	1.66a	-0.073	1.183	-0.565	3.510 (1)	
40.53s	1.56a	-0.538	0.792	-0.479	3.559 (1)	
45.53s	1.44a	-1.003	0.402	-0.427	3.586 (1)	
50.00s	1.33a	-1.417	0.061	-0.409	3.590 (1)	
50.81s	1.31a	-1.491	0.001	-0.409	3.588 (1)	
55.00s	1.20a	-1.873	-0.304	-0.420	3.574 (1)	RaZero
60.00s	1.08a	-2.316	-0.643	-0.461	3.533 (1)	

Note:

Residual Righting Arms shown above are in excess of the wind heeling arms derived from this moment (in m-MT):

Stbd heeling moment = 142.89

Roll angle is 31.04

Equilibrium for load condition without gust is 1.57s

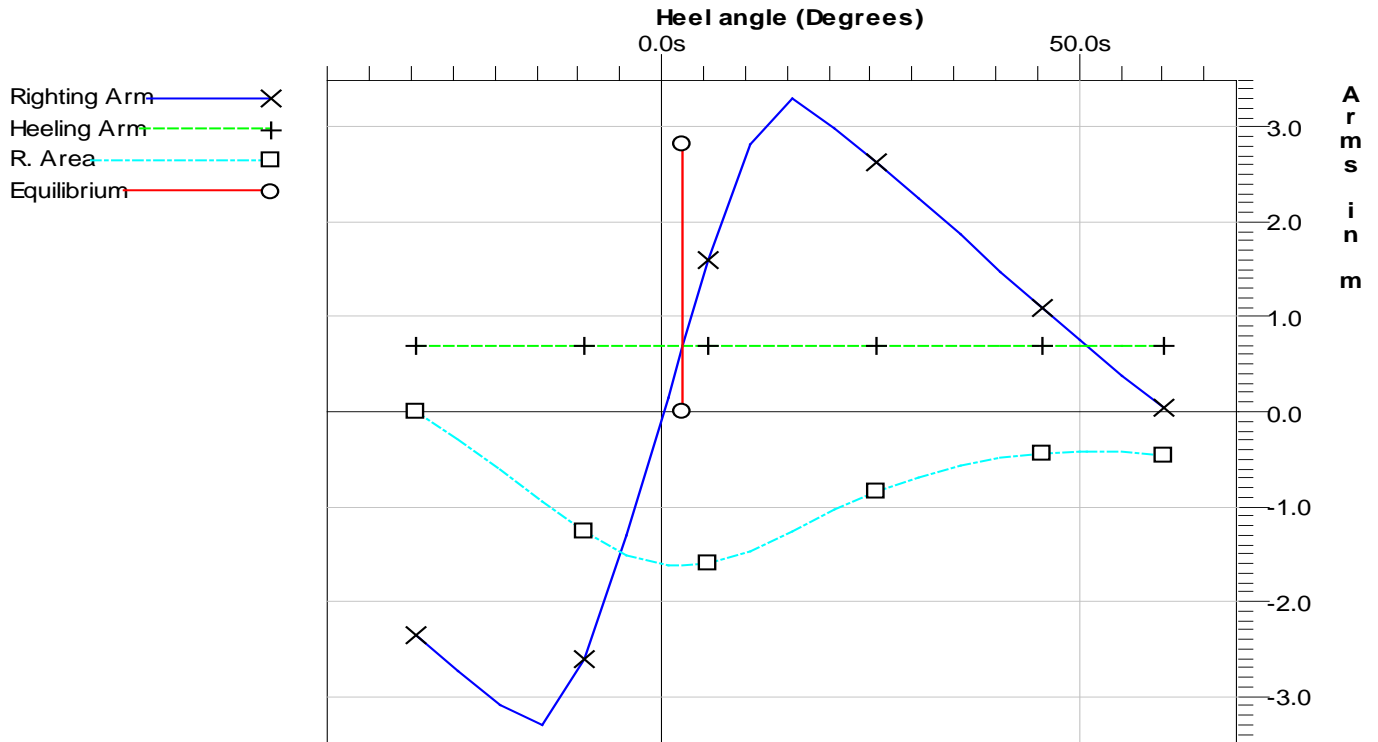
Unprotected Flood Points

Name	L,T,V (m)	Height (m)
(1) UF.S	5.300f, 1.770s, 5.300	3.513
(2) UF.p	5.300f, 1.770p, 5.300	3.418

IMO SEVERE WIND & ROLLING

Limit	Min/Max	Actual	Margin	Pass
(1) Res. Ratio from Roll to Abs 50.00 deg or Flood	>1.000	0.747	<u>-0.253</u>	<u>No</u>
(2) Absolute Angle at Equilibrium	<16.00 deg	2.36	13.64	Yes

Righting Arms vs. Heel



Heeling Moment Report
 Heeling moment: 136.53 m-MT to starboard

Residual Righting Arms vs Heel Angle

Heel Angle (deg)	Trim Angle (deg)	Origin Depth (m)	Residual Arm (m)	Notes
0.00	1.31a	1.890	-0.665	
2.26s	1.31a	1.885	0.000	Equil
5.00s	1.33a	1.873	0.786	
10.00s	1.46a	1.827	2.051	
15.00s	1.86a	1.729	2.643	
20.00s	1.89a	1.337	2.374	
25.00s	1.83a	0.893	2.016	
30.00s	1.76a	0.438	1.641	
35.00s	1.67a	-0.024	1.255	
40.00s	1.57a	-0.489	0.864	
45.00s	1.45a	-0.954	0.474	
50.00s	1.33a	-1.417	0.092	
51.23s	1.30a	-1.529	0.001	
55.00s	1.20a	-1.873	-0.273	RaZero
60.00s	1.08a	-2.316	-0.612	

Note:

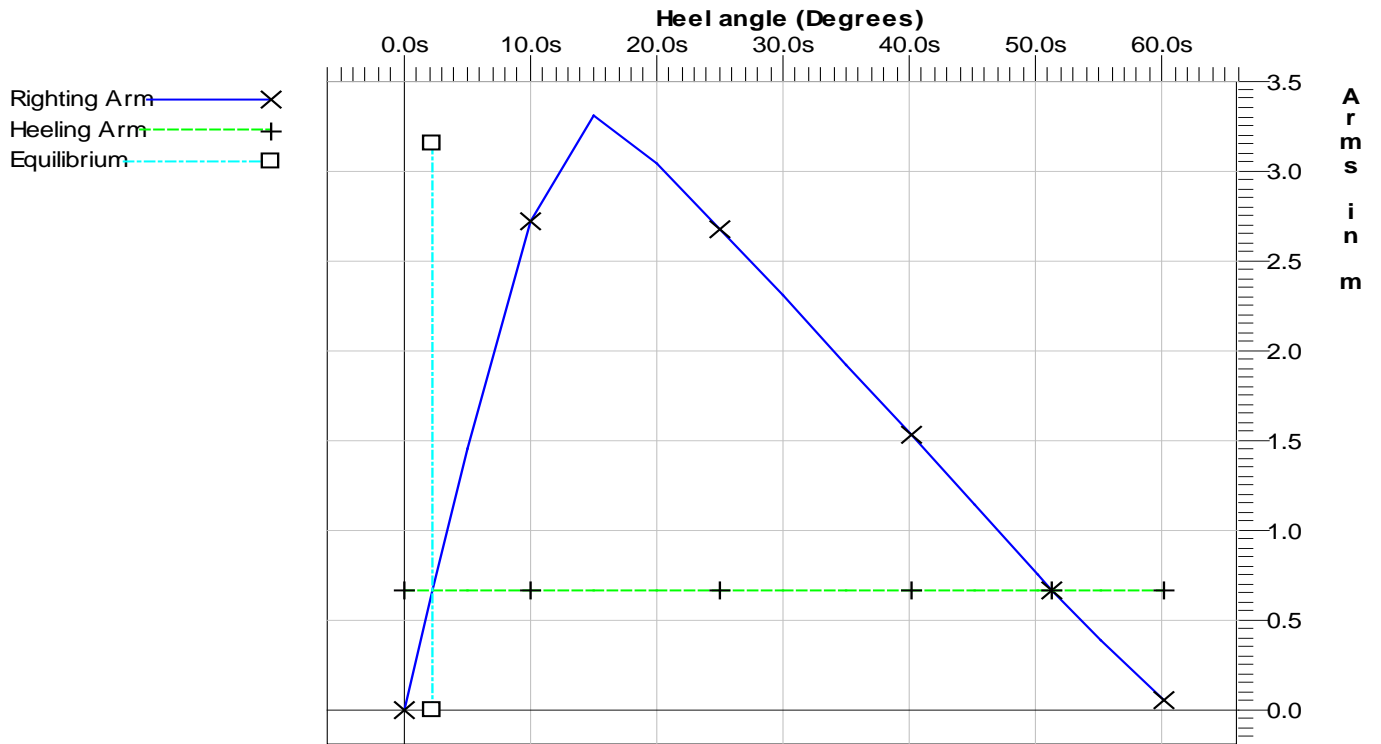
Residual Righting Arms shown above are in excess of the overturning arms derived from this moment (in m-MT):

Stbd heeling moment = 136.53

HSC PASSENGER CROWDING

Limit	Min/Max	Actual	Margin	Pass
(1) Absolute Angle at Equilibrium	<10.00 deg	2.26	7.74	Yes

Righting Arms vs. Heel



Heeling Moment Report
 Heeling moment: 477.43 m-MT to starboard

Residual Righting Arms vs Heel Angle

Heel Angle (deg)	Trim Angle (deg)	Origin Depth (m)	Residual Arm (m)	Notes
0.00	1.31a	1.889	-2.326	
5.00s	1.33a	1.873	-0.875	
8.30s	1.39a	1.846	0.001	Equil
10.00s	1.46a	1.828	0.390	
15.00s	1.86a	1.729	0.980	
20.00s	1.89a	1.337	0.711	
25.00s	1.83a	0.893	0.353	
29.71s	1.77a	0.465	0.001	
30.00s	1.76a	0.439	-0.021	RaZero
35.00s	1.67a	-0.024	-0.407	
40.00s	1.57a	-0.489	-0.798	
45.00s	1.45a	-0.954	-1.189	
50.00s	1.33a	-1.417	-1.572	
55.00s	1.20a	-1.871	-1.932	
60.00s	1.08a	-2.316	-2.271	

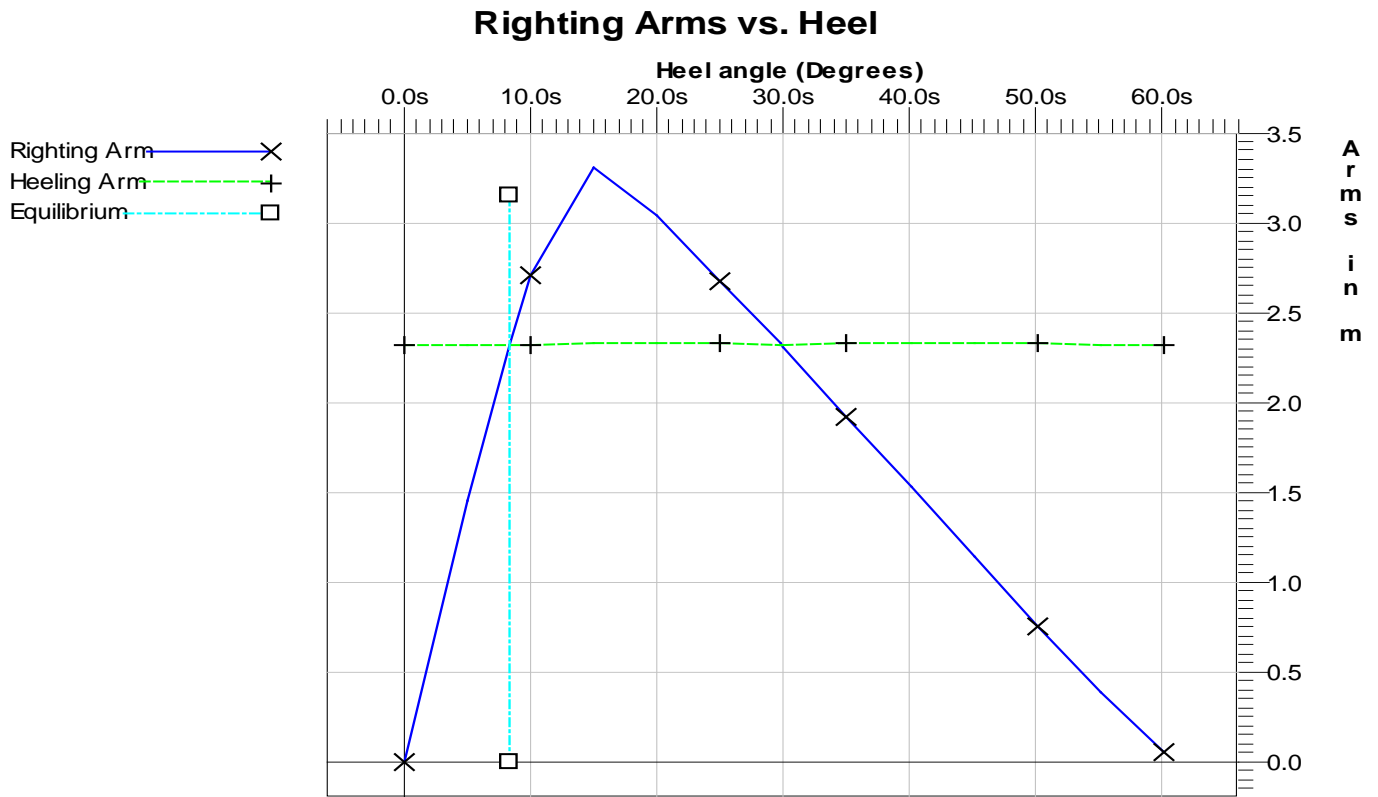
Note:

Residual Righting Arms shown above are in excess of the overturning arms derived from this moment (in m-MT):

Stbd heeling moment = 477.43

HSC TURNING MOMENT

Limit	Min/Max	Actual	Margin	Pass
(1) Absolute Angle at Equilibrium	<10.00 deg	8.30	1.70	Yes



- ✓ Παρατηρούμε ότι το 1ο κριτήριο λόγω ύπαρξης ανέμου δεν πληρείται. Αυτό θεωρούμε ότι δεν είναι λάθος, λόγω του γεγονότος ότι το πλοίο δεν πρόκειται ποτέ να βρεθεί εν πλω σε κατάσταση Lightship και κατ'επέκταση δεν πρόκειται να εφαρμοστούν σε αυτό ποτέ αυτές οι θεωρητικές ροπές.

13.1.2 FULL LOAD DEPARTURE

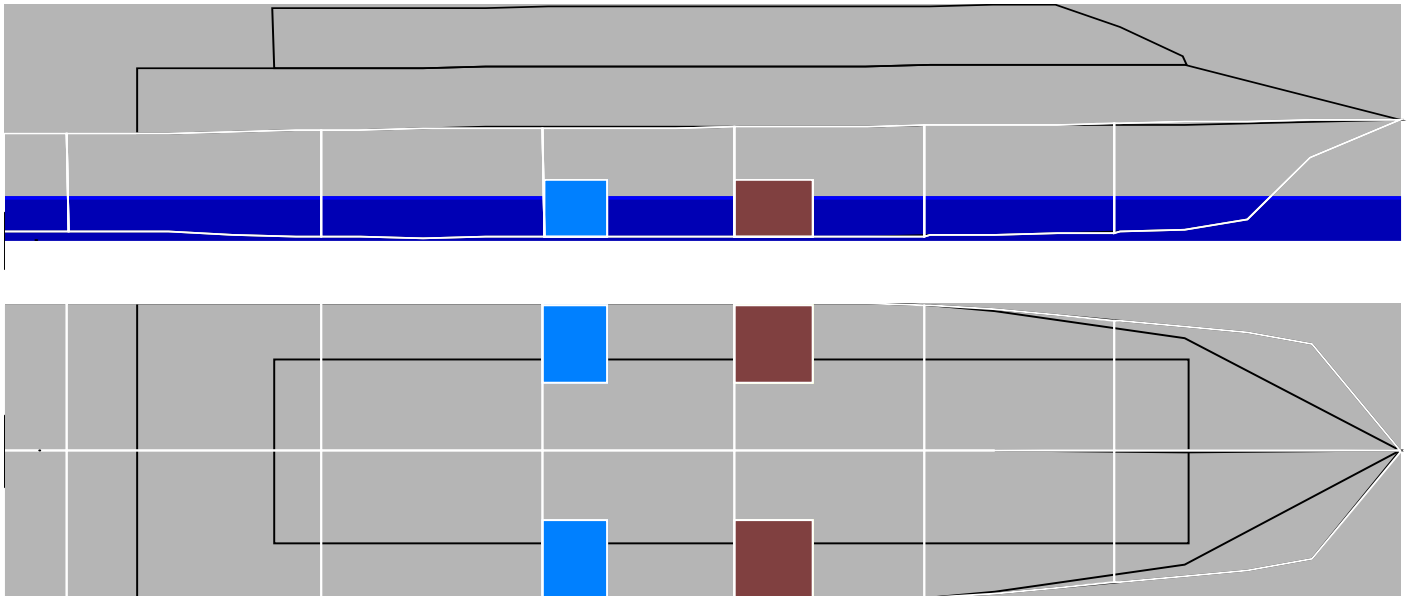
INTACT STABILITY CHECK TOWARDS IMO 749 (18)

Floating Status

Draft FP	1.730 m	Heel	zero	GM(Solid)	11.700 m
Draft MS	1.846 m	Equil	Yes	F/S Corr.	0.048 m
Draft AP	1.963 m	Wind	0.0 kn	GM(Fluid)	11.652 m
Trim	aft 0.233/55.000	Wave	No	KMT	15.988 m
LCG	21.026f m	VCG	4.289 m	TPcm	2.48

Loading Summary

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
Light Ship	205.14	18.160f	0.000	4.680
Deadweight	107.19	26.510f	0.000	3.540
Displacement	312.33	21.026f	0.000	4.289



Fluid Legend

Fluid Name	Legend	Weight (MT)	Load%
FUEL OIL		36.39	98.00%
FRESH WATER		28.85	100.00%

Fixed Weight Status

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
LIGHT SHIP	205.14	18.160f	0.000	4.680u
CREW	0.98	35.500f	0.000	8.700u
LUGGAUGES	4.82	22.520f	0.000	6.000u
PAX ON LOUNGE DECK	26.40	27.511f	0.000	6.000u
PAX ON NAV BRIDGE DECK	9.75	22.520f	0.000	8.700u
Total Fixed:	247.08	19.485f	0.000	5.021u

Tank Status

FUEL OIL (SpGr 0.980)

Tank Name	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Perm	Volume (m ³)	FSM (MT-m)
FOT.P	98.00%	18.20	30.320f	4.251p	1.487	0.985	18.6	7.42
FOT.S	98.00%	18.20	30.320f	4.251s	1.487	0.985	18.6	7.42
Subtotals:	98.00%	36.39	30.320f	0.000	1.487		37.1	14.84

FRESH WATER (SpGr 1.000)

Tank Name	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Perm	Volume (m ³)	FSM (MT-m)
FWT.P	100.00%	14.43	22.500f	4.254p	1.552	0.985	14.4	0.00
FWT.S	100.00%	14.43	22.500f	4.254s	1.552	0.985	14.4	0.00
Subtotals:	100.00%	28.85	22.500f	0.000	1.552		28.9	0.00

All Tanks

	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Perm	Volume (m ³)	FSM (MT-m)
Totals:		65.25	26.862f	0.000	1.515		66.0	14.84

Displacer Status

Item	Status	Spgr	Displ (MT)	LCB (m)	TCB (m)	VCB (m)	Eff /Perm
HULL	Intact	1.025	312.33	21.013f	0.000	1.162	1.000
A DECK	Intact	1.025	0.00	0.000	0.000	0.000	1.000
B DECK	Intact	1.025	0.00	0.000	0.000	0.000	1.000
SubTotals:			312.33	21.013f	0.000	1.162	

Unprotected Flood Points

Name	L,T,V (m)	Height (m)
(1) UF.S	5.300f, 1.770s, 5.300	3.360
(2) UF.p	5.300f, 1.770p, 5.300	3.360

Righting Arms vs Heel Angle

Free Surface Adjustment 0.048
Adjusted VCG 4.336

Heel Angle (deg)	Trim Angle (deg)	Origin Depth (m)	Righting Arm (m)	Area (m-Rad)	Flood Pt Height (m)	Notes
0.00	0.24a	1.963	0.000	0.000	3.360 (1)	Equil
5.00s	0.26a	1.949	1.019	0.044	3.200 (1)	
10.00s	0.29a	1.900	2.005	0.177	3.038 (1)	
15.00s	0.33a	1.792	2.886	0.391	2.900 (1)	
20.00s	0.33a	1.517	3.249	0.662	2.888 (1)	
25.00s	0.32a	1.065	2.943	0.937	3.019 (1)	
30.00s	0.30a	0.606	2.618	1.180	3.127 (1)	
35.00s	0.29a	0.139	2.278	1.394	3.214 (1)	
40.00s	0.27a	-0.331	1.928	1.577	3.278 (1)	
45.00s	0.26a	-0.799	1.574	1.730	3.320 (1)	
50.00s	0.25a	-1.263	1.222	1.852	3.337 (1)	
55.00s	0.25a	-1.717	0.880	1.944	3.329 (1)	
60.00s	0.24a	-2.160	0.561	2.007	3.300 (1)	
65.00s	0.23a	-2.601	0.283	2.043	3.258 (1)	
70.00s	0.20a	-3.043	0.081	2.059	3.211 (1)	
74.82s	0.15a	-3.477	0.000	2.061	3.170 (1)	RaZero
75.00s	0.15a	-3.493	-0.002	2.061	3.169 (1)	
80.00s	0.11a	-3.912	-0.041	2.059	3.100 (1)	
85.00s	0.10a	-4.291	-0.061	2.054	2.999 (1)	
90.00s	0.14a	-4.623	-0.115	2.047	2.867 (1)	

Weight and C.G. used above include tank loads.

The tank load centers were not allowed to shift with heel and trim changes.

A Free Surface Moment of 14.8 MT-m was used to adjust the VCG.

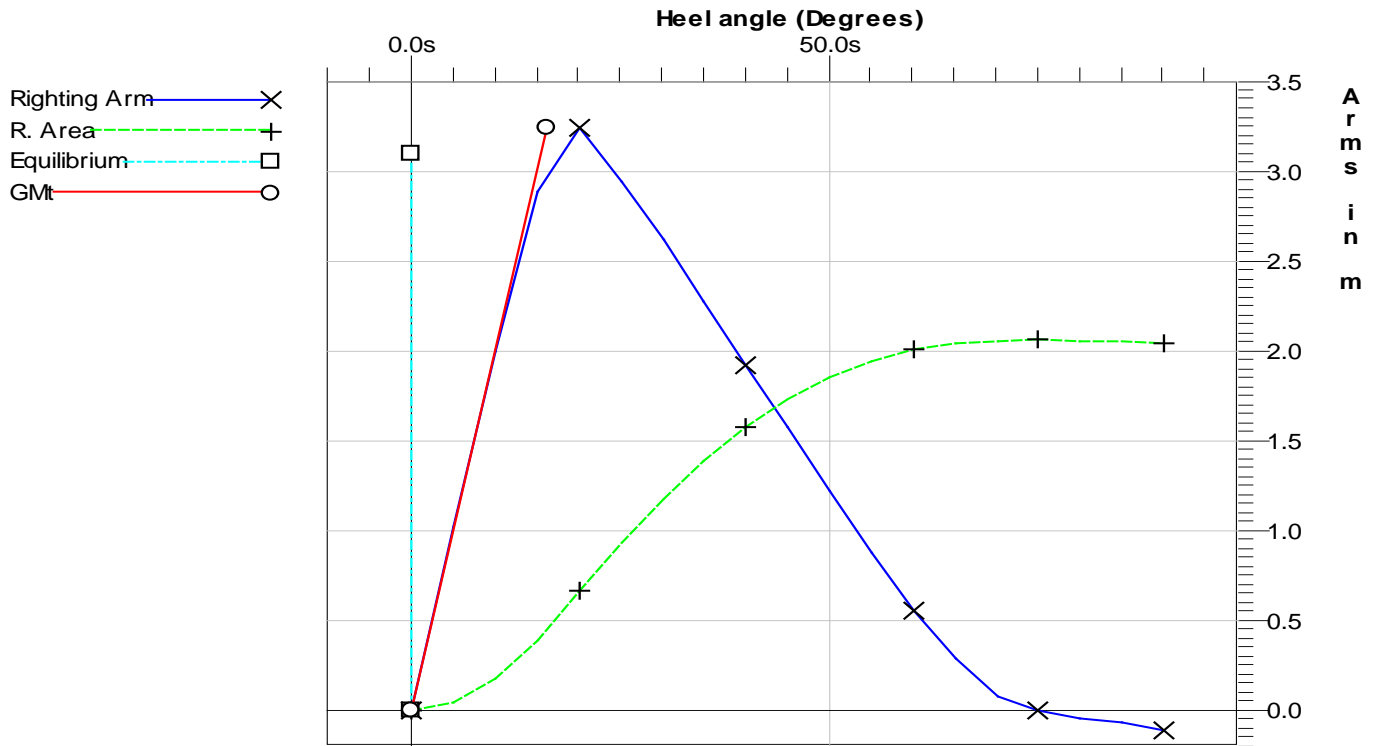
Unprotected Flood Points

Name	L,T,V (m)	Height (m)
(1) UF.S	5.300f, 1.770s, 5.300	3.360

HSC 2012, INTACT STABILITY

Limit	Min/Max	Actual	Margin	Pass
(1) Area from Equilibrium to Flood or MaxRA	>0.0550 m-R	0.662	0.607	Yes
(2) Absolute Angle at MaxRA	>10.00 deg	20.00	10.00	Yes
(3) GM at Equilibrium	>0.150 m	11.653	11.503	Yes

Righting Arms vs. Heel



Heeling Moment Derivation

Part	LPA (m ²)	HCP (m)	Arm (m)	Pressure (MT/m ²)	Moment (m-MT)
HULL	159.6	1.574	2.441	0.050	19.631
A DECK	124.4	4.457	5.325	0.050	33.396
B DECK	91.5	7.136	8.003	0.050	36.911

Total wind heeling moment 89.937 to starboard

Residual Righting Arms vs Heel Angle

Heel Angle (deg)	Trim Angle (deg)	Origin Depth (m)	Residual Arm (m)	Area (m-Rad)	Flood Pt Height (m)	Notes
24.05p	0.32a	1.155	-3.452	0.000	2.993 (2)	Roll
19.05p	0.34a	1.598	-3.733	-0.313	2.865 (2)	
14.05p	0.32a	1.818	-3.177	-0.621	2.924 (2)	
9.05p	0.28a	1.913	-2.259	-0.861	3.069 (2)	
4.05p	0.25a	1.955	-1.259	-1.015	3.230 (2)	
0.95s	0.24a	1.962	-0.237	-1.080	3.330 (1)	
2.11s	0.25a	1.961	0.000	-1.083	3.293 (1)	Equil
5.95s	0.26a	1.943	0.781	-1.057	3.169 (1)	
10.95s	0.30a	1.886	1.759	-0.946	3.009 (1)	
15.95s	0.33a	1.761	2.603	-0.754	2.879 (1)	
19.15s	0.33a	1.589	2.869	-0.601	2.868 (1)	MaxRa
20.95s	0.33a	1.433	2.775	-0.512	2.914 (1)	
25.95s	0.31a	0.978	2.468	-0.279	3.042 (1)	
30.95s	0.30a	0.517	2.144	-0.078	3.146 (1)	
35.95s	0.29a	0.049	1.805	0.095	3.228 (1)	
40.95s	0.27a	-0.420	1.457	0.237	3.288 (1)	
45.95s	0.26a	-0.889	1.106	0.349	3.325 (1)	
50.00s	0.25a	-1.262	0.825	0.417	3.336 (1)	
55.00s	0.25a	-1.717	0.484	0.474	3.329 (1)	
60.00s	0.24a	-2.160	0.168	0.502	3.300 (1)	

Note:

Residual Righting Arms shown above are in excess of the wind heeling arms derived from this moment (in m-MT):

Stbd heeling moment = 134.91

Roll angle is 25.45

Equilibrium for load condition without gust is 1.41s

Unprotected Flood Points

Name	L,T,V (m)	Height (m)
(1) UF.S	5.300f, 1.770s, 5.300	3.330
(2) UF.p	5.300f, 1.770p, 5.300	2.993

Residual Righting Arms vs Heel Angle

Heel Angle (deg)	Trim Angle (deg)	Origin Depth (m)	Residual Arm (m)	Notes
0.00	0.24a	1.964	-0.437	
2.13s	0.25a	1.960	0.000	Equil
5.00s	0.26a	1.949	0.584	
10.00s	0.29a	1.900	1.574	
15.00s	0.33a	1.792	2.459	
20.00s	0.33a	1.517	2.826	
25.00s	0.32a	1.065	2.523	
30.00s	0.30a	0.605	2.201	
35.00s	0.29a	0.139	1.865	
40.00s	0.27a	-0.331	1.518	
45.00s	0.26a	-0.800	1.168	
50.00s	0.25a	-1.263	0.819	
55.00s	0.25a	-1.717	0.479	
60.00s	0.24a	-2.160	0.163	

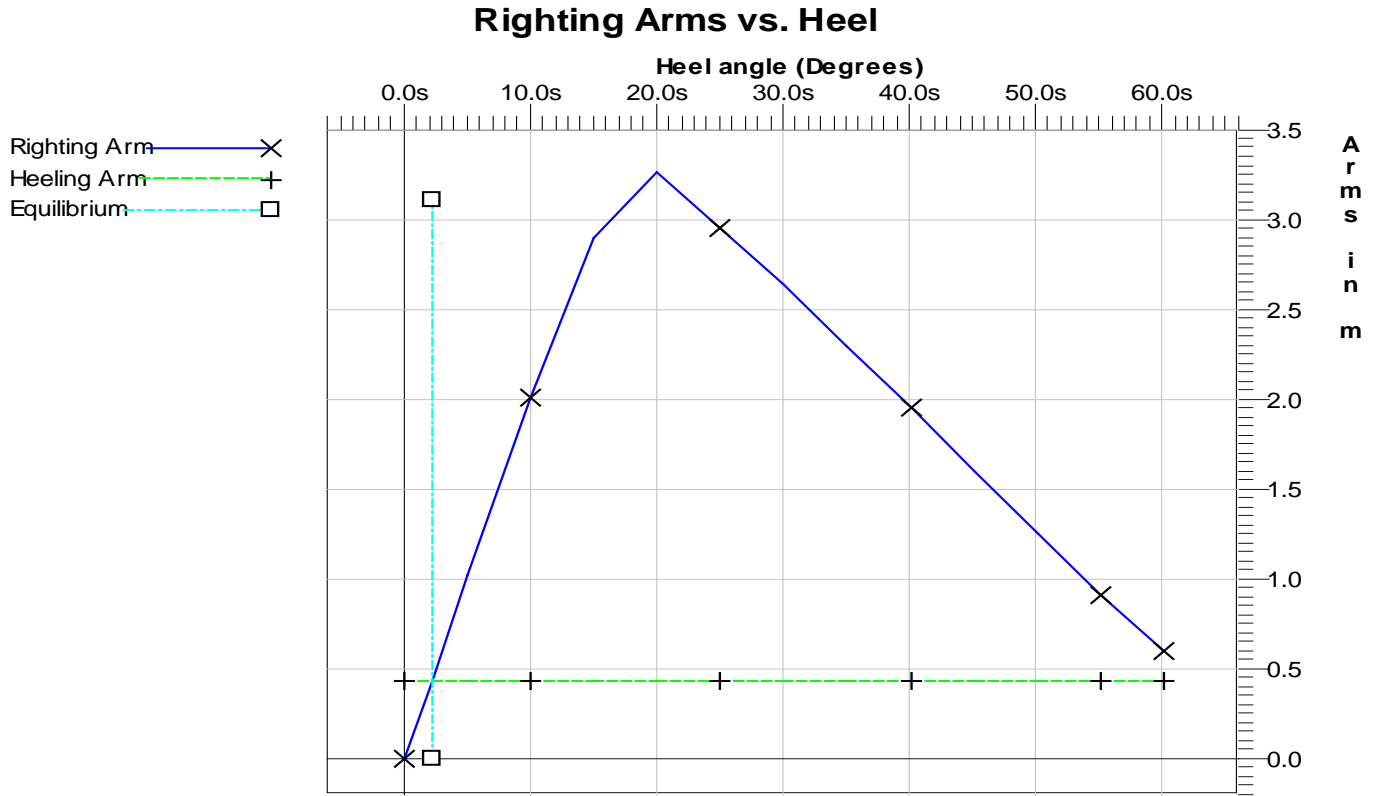
Note:

Residual Righting Arms shown above are in excess of the overturning arms derived from this moment (in m-MT):

Stbd heeling moment = 136.53

HSC PASSENGER CROWDING

Limit	Min/Max	Actual	Margin	Pass
(1) Absolute Angle at Equilibrium	<10.00 deg	2.13	7.87	Yes



Heeling Moment Report
Heeling moment: 477.43 m-MT to starboard

Residual Righting Arms vs Heel Angle

Heel Angle (deg)	Trim Angle (deg)	Origin Depth (m)	Residual Arm (m)	Notes
0.00	0.24a	1.963	-1.529	
5.00s	0.26a	1.949	-0.508	
7.53s	0.27a	1.929	0.000	Equil
10.00s	0.29a	1.900	0.483	
15.00s	0.33a	1.792	1.368	
20.00s	0.33a	1.517	1.734	
25.00s	0.32a	1.065	1.430	
30.00s	0.30a	0.605	1.109	
35.00s	0.29a	0.139	0.772	
40.00s	0.27a	-0.331	0.426	
45.00s	0.26a	-0.800	0.076	
46.08s	0.26a	-0.899	0.002	
50.00s	0.25a	-1.262	-0.272	RaZero
55.00s	0.25a	-1.717	-0.614	
60.00s	0.24a	-2.160	-0.929	

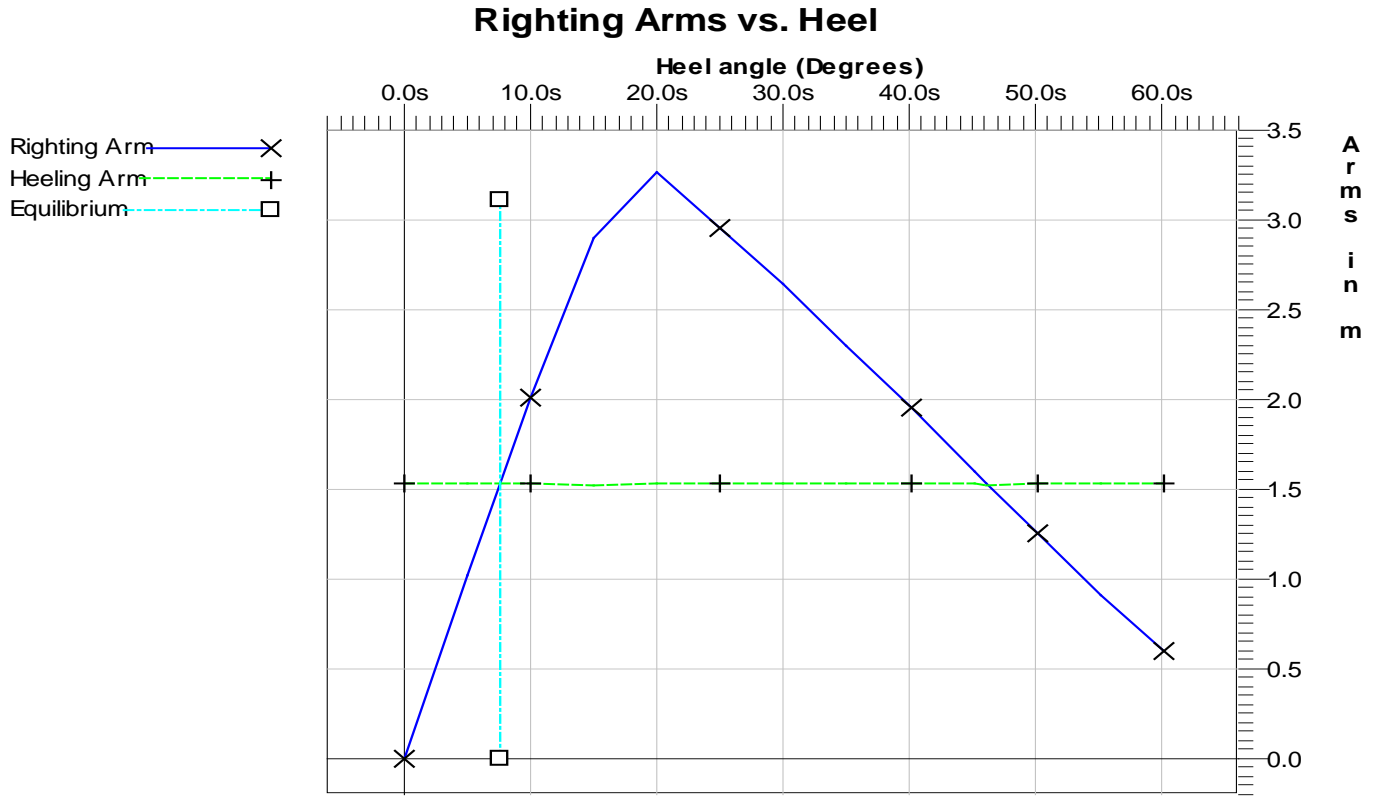
Note:

Residual Righting Arms shown above are in excess of the overturning arms derived from this moment (in m-MT):

Stbd heeling moment = 477.43

HSC TURNING MOMENT

Limit	Min/Max	Actual	Margin	Pass
(1) Absolute Angle at Equilibrium	<10.00 deg	7.53	2.47	Yes



13.1.3 FULL LOAD ARRIVAL

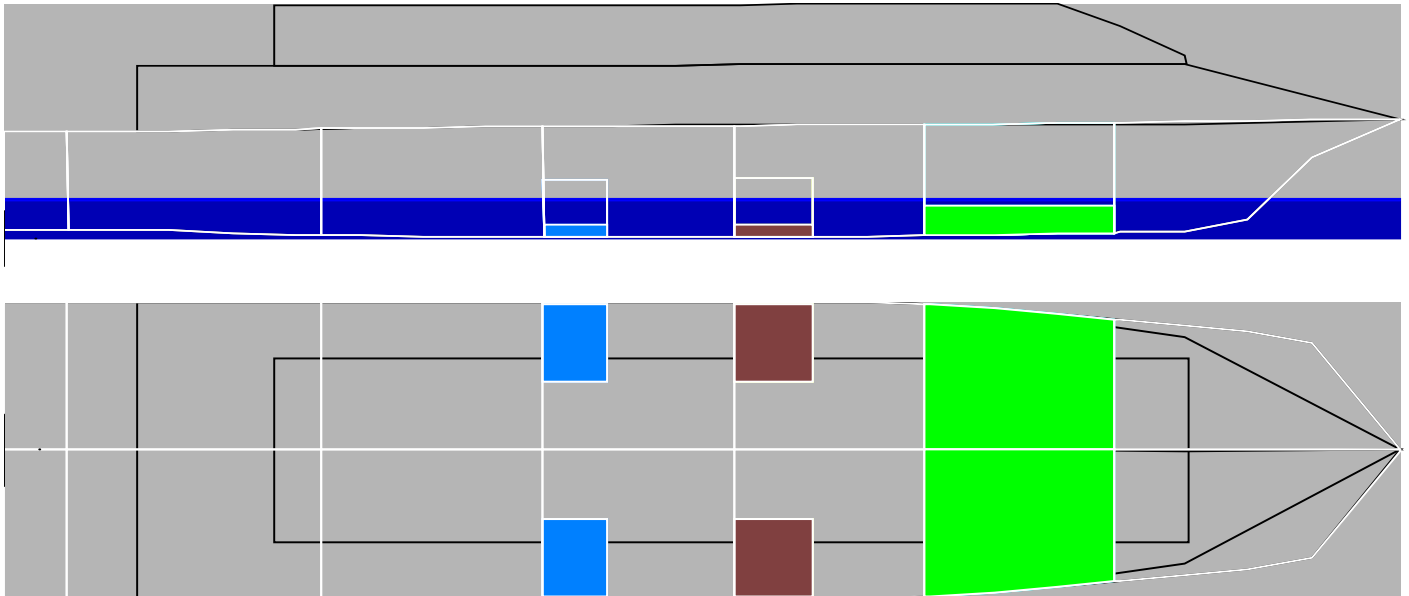
INTACT STABILITY CHECK TOWARDS IMO 749 (18)

Floating Status




Draft FP	1.647 m	Heel	zero	GM(Solid)	12.874 m
Draft MS	1.714 m	Equil	Yes	F/S Corr.	0.040 m
Draft AP	1.781 m	Wind	0.0 kn	GM(Fluid)	12.834 m
Trim	aft 0.134/55.000	Wave	No	KMT	17.438 m
LCG	21.303f m	VCG	4.564 m	TPcm	2.43

Loading Summary

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
Light Ship	205.14	18.160f	0.000	4.680
Deadweight	71.40	30.334f	0.000	4.229
Displacement	276.54	21.303f	0.000	4.564



Fluid Legend

Fluid Name	Legend	Weight (MT)	Load%
WATER BALLAST		22.85	6.09%
FUEL OIL		3.72	10.00%
FRESH WATER		2.89	10.00%

Fixed Weight Status

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
LIGHT SHIP	205.14	18.160f	0.000	4.680u
CREW	0.98	35.500f	0.000	8.700u
LUGGAUGES	4.82	22.520f	0.000	6.000u
PAX ON LOUNGE DECK	26.40	27.511f	0.000	6.000u
PAX ON NAV BRIDGE DECK	9.75	22.520f	0.000	8.700u
Total Fixed:	247.08	19.485f	0.000	5.021u

Tank Status

WATER BALLAST (SpGr 1.025)

Tank Name	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Perm	Volume (m ³)	FSM (MT-m)
WBT1.P	10.00%	11.43	39.345f	4.249p	0.830	1.025	11.1	2.97
WBT1.S	10.00%	11.43	39.345f	4.249s	0.830	1.025	11.1	2.97
Subtotals:	6.09%	22.85	39.345f	0.000	0.830		22.3	5.95

FUEL OIL (SpGr 0.980)

Tank Name	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Perm	Volume (m ³)	FSM (MT-m)
FOT.P	10.00%	1.86	30.342f	4.245p	0.326	0.985	1.9	1.56
FOT.S	10.00%	1.86	30.342f	4.245s	0.326	0.985	1.9	1.56
Subtotals:	10.00%	3.72	30.342f	0.000	0.326		3.8	3.11

FRESH WATER (SpGr 1.000)

Tank Name	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Perm	Volume (m ³)	FSM (MT-m)
FWT.P	10.00%	1.44	22.496f	4.251p	0.391	0.985	1.4	1.07
FWT.S	10.00%	1.44	22.496f	4.251s	0.391	0.985	1.4	1.07
Subtotals:	10.00%	2.89	22.496f	0.000	0.391		2.9	2.13

All Tanks

	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Perm	Volume (m ³)	FSM (MT-m)
Totals:		29.45	36.559f	0.000	0.723		29.0	11.19

Displacer Status

Item	Status	Spgr	Displ (MT)	LCB (m)	TCB (m)	VCB (m)	Eff /Perm
HULL	Intact	1.025	276.89	21.295f	0.000	1.078	1.000
A DECK	Intact	1.025	0.00	0.000	0.000	0.000	1.000
B DECK	Intact	1.025	0.00	0.000	0.000	0.000	1.000
SubTotals:			276.89	21.295f	0.000	1.078	

Unprotected Flood Points

Name	L,T,V (m)	Height (m)
(1) UF.S	5.300f, 1.770s, 5.300	3.532
(2) UF.p	5.300f, 1.770p, 5.300	3.532

Righting Arms vs Heel Angle

Free Surface Adjustment 0.040

Adjusted VCG 4.604

Heel Angle (deg)	Trim Angle (deg)	Origin Depth (m)	Righting Arm (m)	Area (m-Rad)	Flood Pt Height (m)	Notes
0.00	0.14a	1.780	0.000	0.000	3.533 (1)	Equil
5.00s	0.15a	1.763	1.119	0.049	3.376 (1)	
10.00s	0.16a	1.703	2.184	0.193	3.225 (1)	
15.00s	0.16a	1.563	3.067	0.424	3.113 (1)	
17.71s	0.09a	1.386	3.261	0.574	3.132 (1)	MaxRa
20.00s	0.08a	1.188	3.123	0.702	3.195 (1)	
25.00s	0.07a	0.743	2.784	0.963	3.319 (1)	
30.00s	0.07a	0.294	2.429	1.191	3.417 (1)	
35.00s	0.06a	-0.159	2.061	1.387	3.491 (1)	
40.00s	0.06a	-0.613	1.685	1.551	3.541 (1)	
45.00s	0.06a	-1.066	1.308	1.681	3.567 (1)	
50.00s	0.05a	-1.515	0.937	1.779	3.571 (1)	
55.00s	0.05a	-1.958	0.579	1.845	3.552 (1)	
60.00s	0.04a	-2.389	0.245	1.881	3.510 (1)	
64.14s	0.04a	-2.741	0.000	1.890	3.464 (1)	RaZero
65.00s	0.04a	-2.814	-0.046	1.889	3.453 (1)	
70.00s	0.01a	-3.239	-0.263	1.875	3.390 (1)	
75.00s	0.03f	-3.675	-0.346	1.848	3.334 (1)	
80.00s	0.08f	-4.098	-0.336	1.817	3.268 (1)	
85.00s	0.09f	-4.479	-0.314	1.789	3.169 (1)	
85.07s	0.09f	-4.483	-0.314	1.788	3.167 (1)	
90.00s	0.05f	-4.816	-0.333	1.761	3.041 (1)	
95.00s	0.03a	-5.112	-0.397	1.729	2.889 (1)	

Weight and C.G. used above include tank loads.

The tank load centers were not allowed to shift with heel and trim changes.

A Free Surface Moment of 11.2 MT-m was used to adjust the VCG.

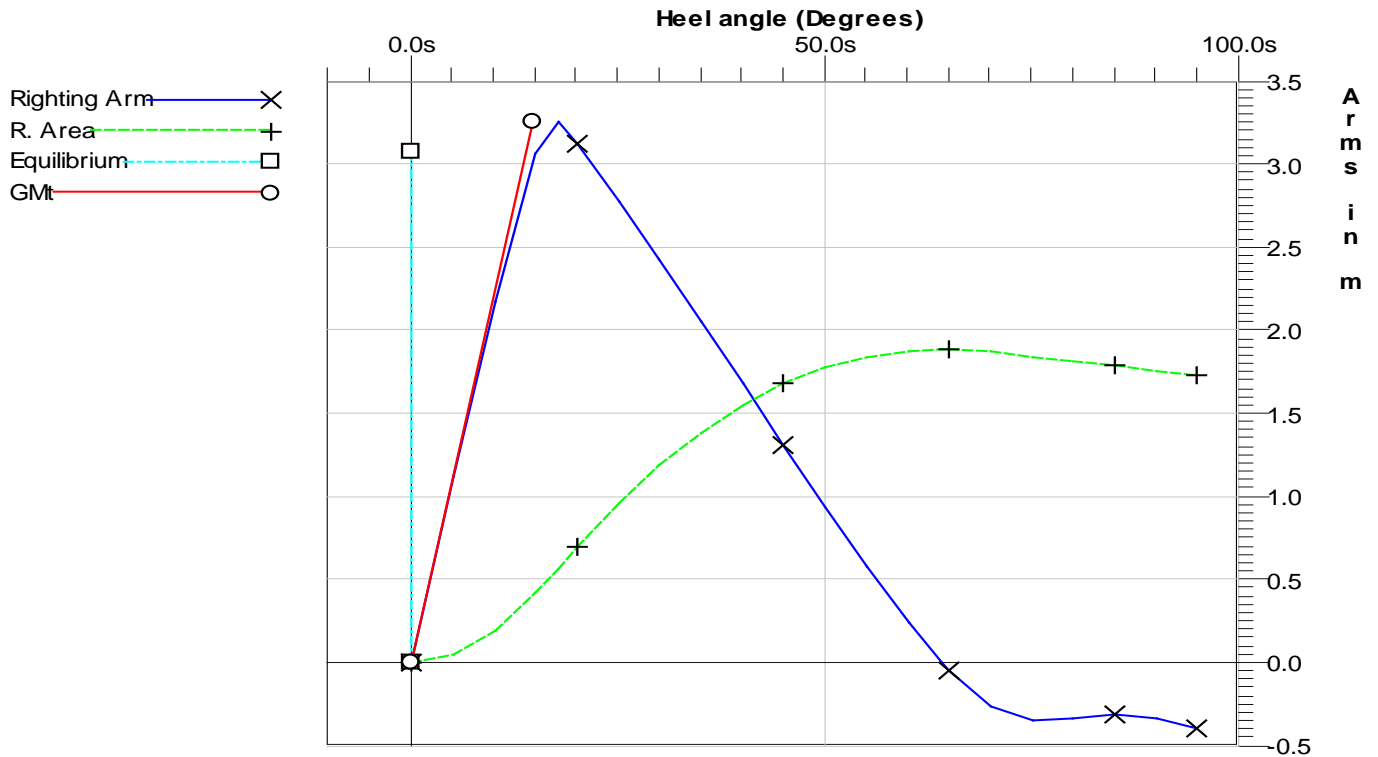
Unprotected Flood Points

Name	L,T,V (m)	Height (m)
(1) UF.S	5.300f, 1.770s, 5.300	3.533

HSC 2012, INTACT STABILITY

Limit	Min/Max	Actual	Margin	Pass
(1) Area from Equilibrium to Flood or MaxRA	>0.0550 m-R	0.574	0.519	Yes
(2) Absolute Angle at MaxRA	>10.00 deg	17.71	7.71	Yes
(3) GM at Equilibrium	>0.150 m	12.853	12.703	Yes

Righting Arms vs. Heel



Heeling Moment Derivation

Part	LPA (m ²)	HCP (m)	Arm (m)	Pressure (MT/m ²)	Moment (m-MT)
HULL	166.9	1.648	2.443	0.050	20.550
A DECK	124.4	4.603	5.398	0.050	33.857
B DECK	91.5	7.282	8.077	0.050	37.250

Total wind heeling moment 91.657 to starboard

Residual Righting Arms vs Heel Angle

Heel Angle (deg)	Trim Angle (deg)	Origin Depth (m)	Residual Arm (m)	Area (m-Rad)	Flood Pt Height (m)	Notes
25.69p	0.07a	0.682	-3.232	0.000	3.333 (2)	Roll
20.69p	0.08a	1.128	-3.574	-0.297	3.212 (2)	
15.69p	0.15a	1.531	-3.647	-0.614	3.106 (2)	
10.69p	0.17a	1.690	-2.819	-0.903	3.205 (2)	
5.69p	0.15a	1.757	-1.769	-1.104	3.355 (2)	
0.69p	0.14a	1.779	-0.653	-1.211	3.512 (2)	
2.21s	0.14a	1.777	0.000	-1.227	3.464 (1)	Equil
4.31s	0.15a	1.768	0.469	-1.219	3.398 (1)	
9.31s	0.16a	1.714	1.546	-1.130	3.244 (1)	
14.31s	0.16a	1.591	2.471	-0.954	3.123 (1)	
17.53s	0.10a	1.402	2.764	-0.806	3.127 (1)	MaxRa
19.31s	0.08a	1.248	2.671	-0.721	3.176 (1)	
24.31s	0.07a	0.805	2.333	-0.499	3.304 (1)	
29.31s	0.07a	0.357	1.979	-0.311	3.405 (1)	
34.31s	0.06a	-0.096	1.605	-0.154	3.482 (1)	
39.31s	0.06a	-0.551	1.194	-0.032	3.536 (1)	
44.31s	0.06a	-1.005	0.765	0.054	3.566 (1)	
49.31s	0.05a	-1.455	0.340	0.102	3.573 (1)	
50.00s	0.05a	-1.516	0.283	0.106	3.572 (1)	
53.53s	0.04a	-1.830	0.000	0.115	3.560 (1)	RaZero
55.00s	0.04a	-1.959	-0.112	0.113	3.553 (1)	
60.00s	0.04a	-2.392	-0.462	0.088	3.512 (1)	

Note:

Residual Righting Arms shown above are in excess of the wind heeling arms derived from this moment (in m-MT):

Stbd heeling moment = 137.49

Roll angle is 27.16

Equilibrium for load condition without gust is 1.47s

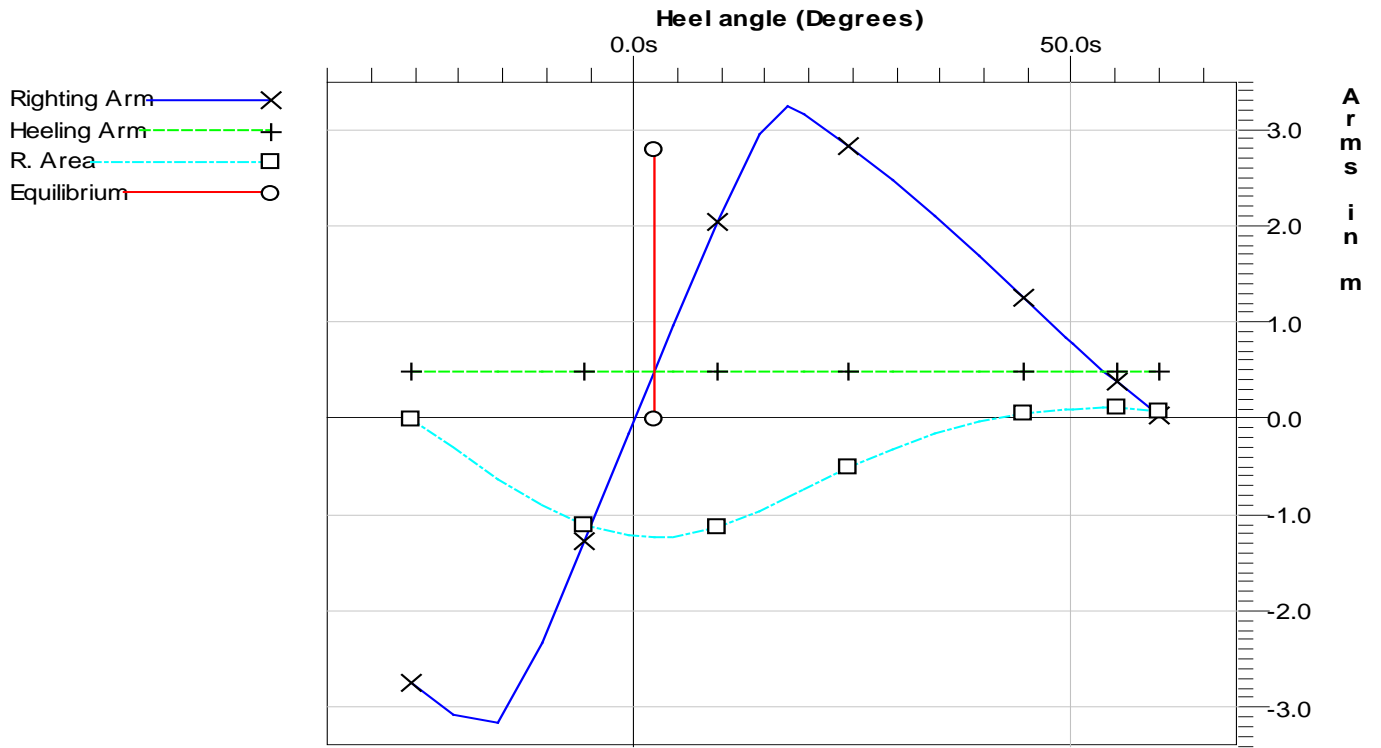
Unprotected Flood Points

Name	L,T,V (m)	Height (m)
(1) UF.S	5.300f, 1.770s, 5.300	3.464
(2) UF.p	5.300f, 1.770p, 5.300	3.333

IMO SEVERE WIND & ROLLING

Limit	Min/Max	Actual	Margin	Pass
(1) Res. Ratio from Roll to Abs 50.00 deg or Flood	>1.000	1.086	0.086	Yes
(2) Absolute Angle at Equilibrium	<16.00 deg	2.21	13.79	Yes

Righting Arms vs. Heel



Heeling Moment Report

Heeling moment: 136.53 m-MT to starboard

Residual Righting Arms vs Heel Angle

Heel Angle (deg)	Trim Angle (deg)	Origin Depth (m)	Residual Arm (m)	Notes
0.00	0.14a	1.781	-0.493	
2.19s	0.14a	1.777	0.000	Equil
5.00s	0.15a	1.763	0.625	
10.00s	0.16a	1.703	1.690	
15.00s	0.16a	1.562	2.574	
17.71s	0.09a	1.387	2.767	MaxRa
20.00s	0.08a	1.188	2.629	
25.00s	0.07a	0.743	2.288	
30.00s	0.07a	0.294	1.932	
35.00s	0.06a	-0.159	1.554	
40.00s	0.06a	-0.614	1.139	
45.00s	0.06a	-1.067	0.709	
50.00s	0.05a	-1.516	0.287	
53.58s	0.04a	-1.834	0.000	RaZero
55.00s	0.04a	-1.959	-0.109	
60.00s	0.04a	-2.392	-0.459	

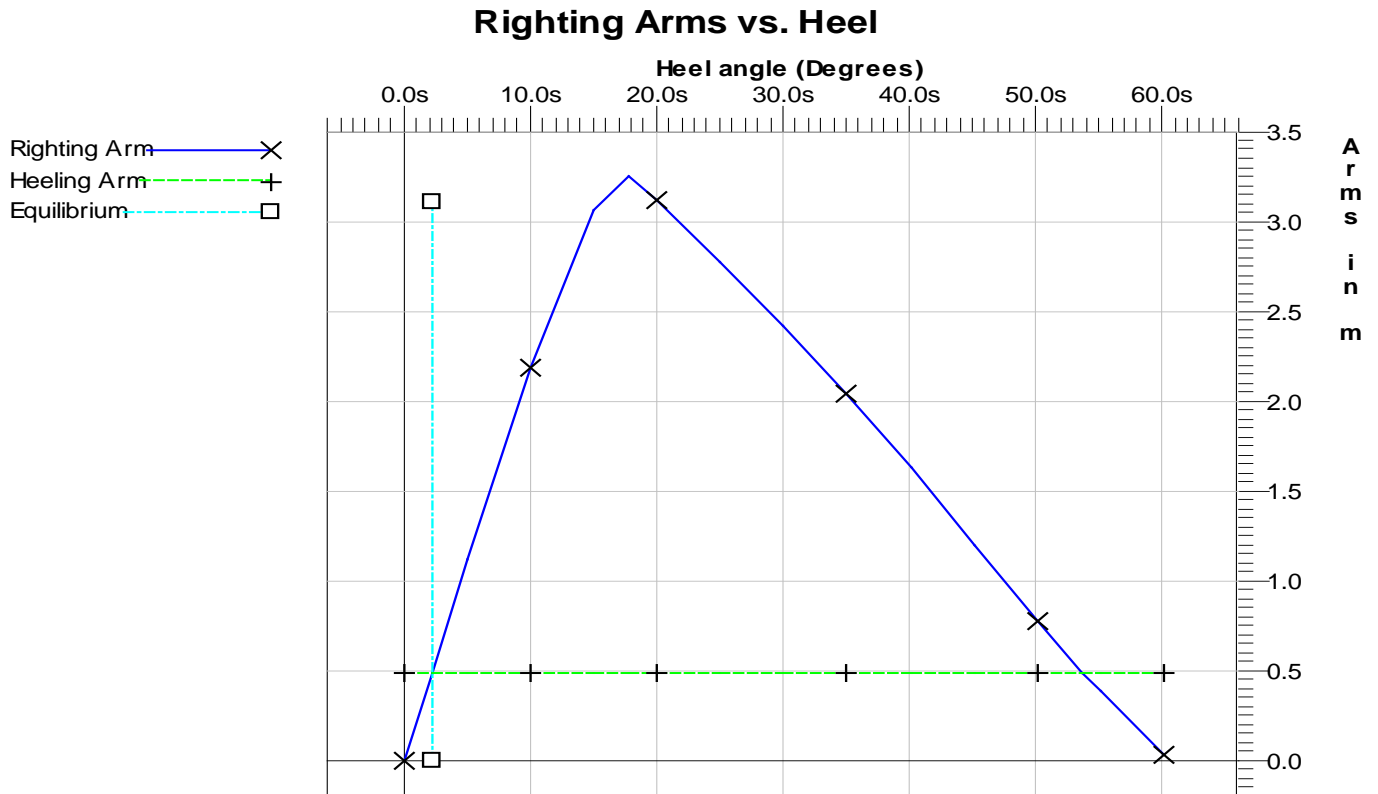
Note:

Residual Righting Arms shown above are in excess of the overturning arms derived from this moment (in m-MT):

Stbd heeling moment = 136.53

HSC PASSENGER CROWDING

Limit	Min/Max	Actual	Margin	Pass
(1) Absolute Angle at Equilibrium	<10.00 deg	2.19	7.81	Yes



Heeling Moment Report
Heeling moment: 477.43 m-MT to starboard

Residual Righting Arms vs Heel Angle

Heel Angle (deg)	Trim Angle (deg)	Origin Depth (m)	Residual Arm (m)	Notes
0.00	0.14a	1.780	-1.726	
5.00s	0.15a	1.763	-0.607	
7.80s	0.16a	1.736	0.000	Equil
10.00s	0.16a	1.703	0.457	
15.00s	0.16a	1.562	1.341	
17.71s	0.09a	1.386	1.534	MaxRa
20.00s	0.08a	1.188	1.396	
25.00s	0.07a	0.743	1.054	
30.00s	0.07a	0.294	0.698	
35.00s	0.06a	-0.159	0.320	
38.85s	0.06a	-0.510	0.001	
40.00s	0.06a	-0.612	-0.093	RaZero
45.00s	0.06a	-1.067	-0.525	
50.00s	0.05a	-1.516	-0.947	
55.00s	0.04a	-1.961	-1.344	
60.00s	0.04a	-2.392	-1.691	

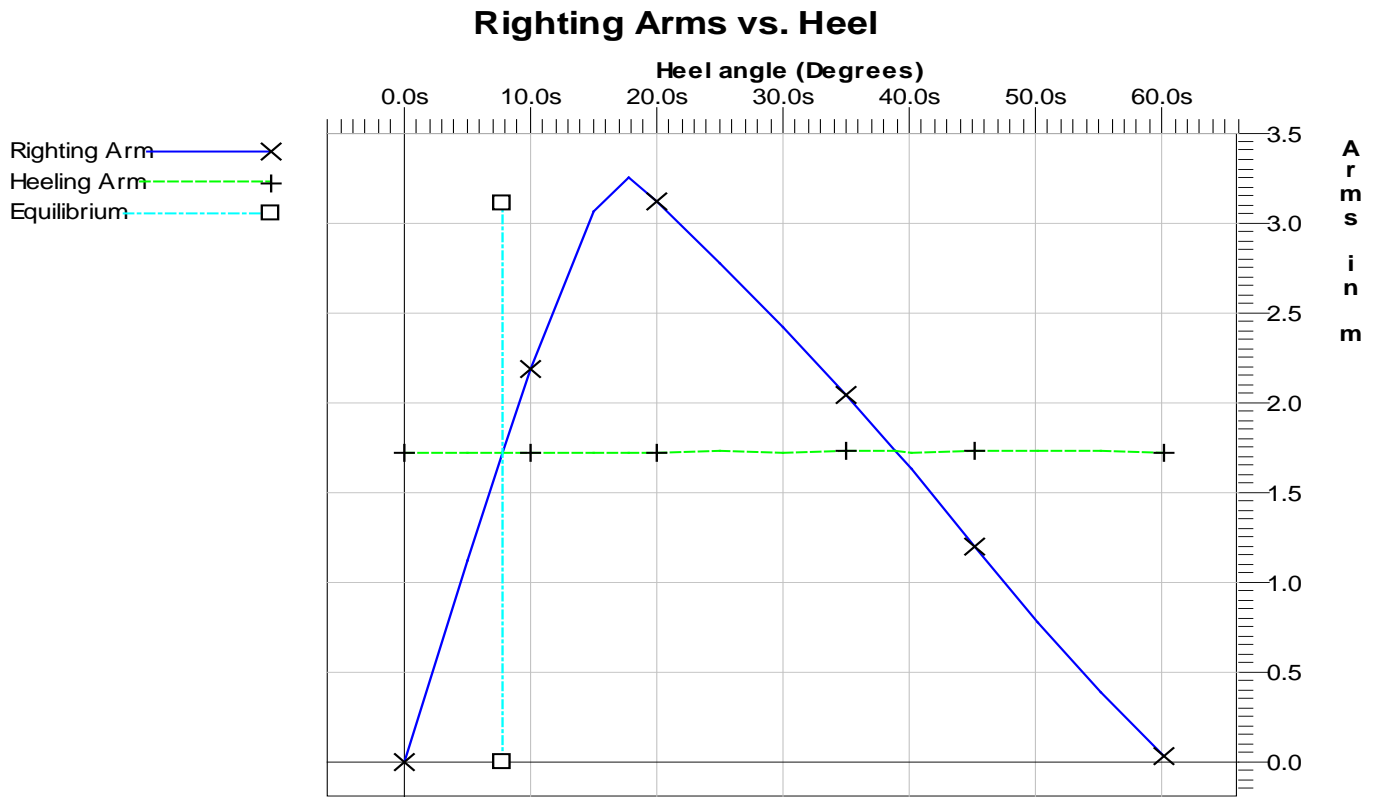
Note:

Residual Righting Arms shown above are in excess of the overturning arms derived from this moment (in m-MT):

Stbd heeling moment = 477.43

HSC TURNING MOMENT

Limit	Min/Max	Actual	Margin	Pass
(1) Absolute Angle at Equilibrium	<10.00 deg	7.80	2.20	Yes



Παρακάτω παρουσιάζονται συνοπτικά σε ένα πίνακα όλα τα αποτελέσματα και για τις τρεις καταστάσεις φόρτωσης :

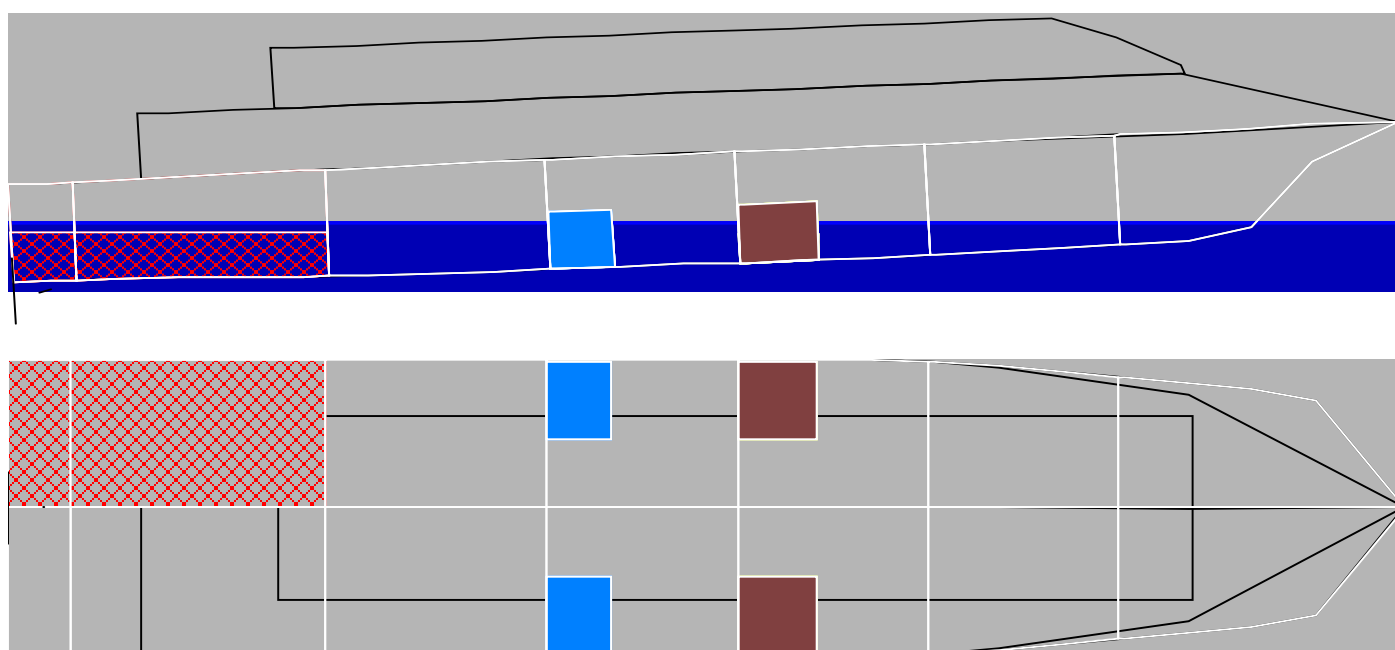
13.1.4. ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ

		ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ			
			LIGHTSHIP	FULL LOAD DEPARTURE	FULL LOAD ARRIVAL
	DISPLACEMENT	tn	205.14	312.33	276.54
	DEADWEIGHT	tn	0	107.19	71.4
	LIGHTSHIP	tn	205.14	205.14	205.14
	GM(SOLID)	m	14.519	11.7	12.874
	GM(FLUID)	m	14.519	11.652	12.834
	LCG	m	18.16	21.026	21.303
	KG	m	4.68	4.289	4.564
	KM	m	19.043	15.988	17.438
	TP	cm	2.08	2.48	2.43
	DRAFT FWD.	m	0.517	1.73	1.647
	DRAFT MS.	m	1.191	1.846	1.714
	DRAFT AFT.	m	1.865	1.963	1.781
	TRIM	m	1.333 AFT	0.233 AFT	0.134 AFT
	HEEL	deg	8.29 STBD	0	0
	AREA FROM EQU TO FLOOD OR MAXRA	m ²	0.069	0.662	0.574
	ABSOLUTE ANGLE AT MAXRA	deg	15	20	17.71
	GM AT EQUILIBRIUM	m	14.179	11.653	12.853
PASSENGER CROWDING	ABSOLUTE ANGLE AT EQU.	deg	2.26	2.13	2.19
TURNING MOMENT	ABSOLUTE ANGLE AT EQU.	deg	8.3	7.53	2.2
WIND & ROLLING	RES.RATIO FROM ROLL TO ABS OR FLOOD	-	0.747	1.385	1.086
	ABSOLUTE ANGLE AT EQU.	deg	2.36	2.11	2.21



13.2. ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΥΠΟ ΒΛΑΒΗ

Παρακάτω επισυνάπτονται οι εκτενείς μελέτες για ευστάθεια υπό βλάβη.

A. Μελέτη βλάβης ανάμεσα στα δύο πρώτα διαμερίσματα AFTT.P, ERT.P



Fluid Legend

Fluid Name	Legend	Weight (MT)	Load%
FUEL OIL		36.39	98.00%
FRESH WATER		28.85	100.00%

Floating Status

Draft FP	0.710 m	Heel	port 9.74 deg.	GM(Solid)	10.043 m
Draft MS	1.917 m	Equil	Yes	F/S Corr.	0.003 m
Draft AP	3.125 m	Wind	0.0 kn	GM(Fluid)	10.040 m
Trim	aft 2.381/55.000	Wave	No	KMT	14.178 m
LCG	21.025f m	VCG	4.289 m	TPcm	2.18

Loading Summary

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
Light Ship	205.14	18.160f	0.000	4.680
Deadweight	107.19	26.508f	0.008p	3.541
Displacement	312.33	21.025f	0.003p	4.289

Fixed Weight Status

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
LIGHT SHIP	205.14	18.160f	0.000	4.680u
CREW	0.98	35.500f	0.000	8.700u
LUGGAUGES	4.82	22.520f	0.000	6.000u
PAX ON LOUNGE DECK	26.40	27.511f	0.000	6.000u
PAX ON NAV BRIDGE DECK	9.75	22.520f	0.000	8.700u
Total Fixed:	247.08	19.485f	0.000	5.021u

Tank Status

FUEL OIL (SpGr 0.980)

Tank Name	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Perm
FOT.P	98.00%	18.20	30.315f	4.273p	1.488	0.985
FOT.S	98.00%	18.20	30.315f	4.229s	1.488	0.985
Subtotals:	98.00%	36.39	30.315f	0.022p	1.488	

FRESH WATER (SpGr 1.000)

Tank Name	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Perm
FWT.P	100.00%	14.43	22.500f	4.254p	1.552	0.985
FWT.S	100.00%	14.43	22.500f	4.254s	1.552	0.985
Subtotals:	100.00%	28.85	22.500f	0.000	1.552	

All Tanks

	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Perm
Totals:		65.25	26.859f	0.012p	1.516	

Displacer Status

Item	Status	Spgr	Displ (MT)	LCB (m)	TCB (m)	VCB (m)	Eff /Perm
HULL	Intact	1.025	414.58	17.198f	1.967p	1.642	1.000
A DECK	Intact	1.025	0.00	0.000	0.000	0.000	1.000
B DECK	Intact	1.025	0.00	0.000	0.000	0.000	1.000
AFTT.P	Flooded	1.025	-24.33	1.234f	4.193p	2.339	0.950
ERT.P	Flooded	1.025	-77.86	7.350f	4.252p	2.151	0.850
SubTotals:			312.39	20.896f	1.224p	1.460	

Heeling Moment Report

Heeling moment:226.47 m-MT to port

Residual Righting Arms vs Heel Angle with Damage

Heel Angle (deg)	Trim Angle (deg)	Origin Depth (m)	Residual Arm (m)	Area (m-Rad)	Flood Pt Height (m)	Notes
0.00	1.57a	2.676	-1.544	0.000	2.768 (1)	
5.00p	2.02a	2.892	-0.750	-0.100	2.417 (2)	
9.74p	2.48a	3.075	0.000	-0.131	2.073 (2)	Equil
10.00p	2.51a	3.087	0.041	-0.131	2.053 (2)	
15.00p	3.15a	3.282	0.748	-0.096	1.663 (2)	
20.00p	4.06a	3.479	1.237	-0.008	1.260 (2)	
25.00p	4.99a	3.565	1.561	0.116	0.936 (2)	
30.00p	5.76a	3.514	1.760	0.261	0.704 (2)	
33.75p	6.15a	3.366	1.815	0.379	0.606 (2)	MaxRa
35.00p	6.24a	3.290	1.812	0.418	0.592 (2)	
40.00p	6.23a	2.818	1.668	0.571	0.663 (2)	
45.00p	5.85a	2.161	1.386	0.706	0.862 (2)	
50.00p	5.39a	1.468	1.091	0.814	1.071 (2)	
55.00p	4.88a	0.754	0.795	0.896	1.281 (2)	
60.00p	4.35a	0.034	0.509	0.953	1.481 (2)	
65.00p	3.83a	-0.674	0.247	0.986	1.662 (2)	
70.00p	3.35a	-1.351	0.026	0.998	1.810 (2)	
70.70p	3.29a	-1.439	0.001	0.998	1.824 (2)	
75.00p	2.97a	-1.969	-0.147	0.992	1.905 (2)	RaZero
80.00p	2.67a	-2.525	-0.285	0.973	1.950 (2)	
85.00p	2.47a	-3.011	-0.407	0.943	1.939 (2)	
90.00p	2.35a	-3.438	-0.525	0.902	1.887 (2)	

Note:

Residual Righting Arms shown above are in excess of the overturning arms derived from this moment (in m-MT):

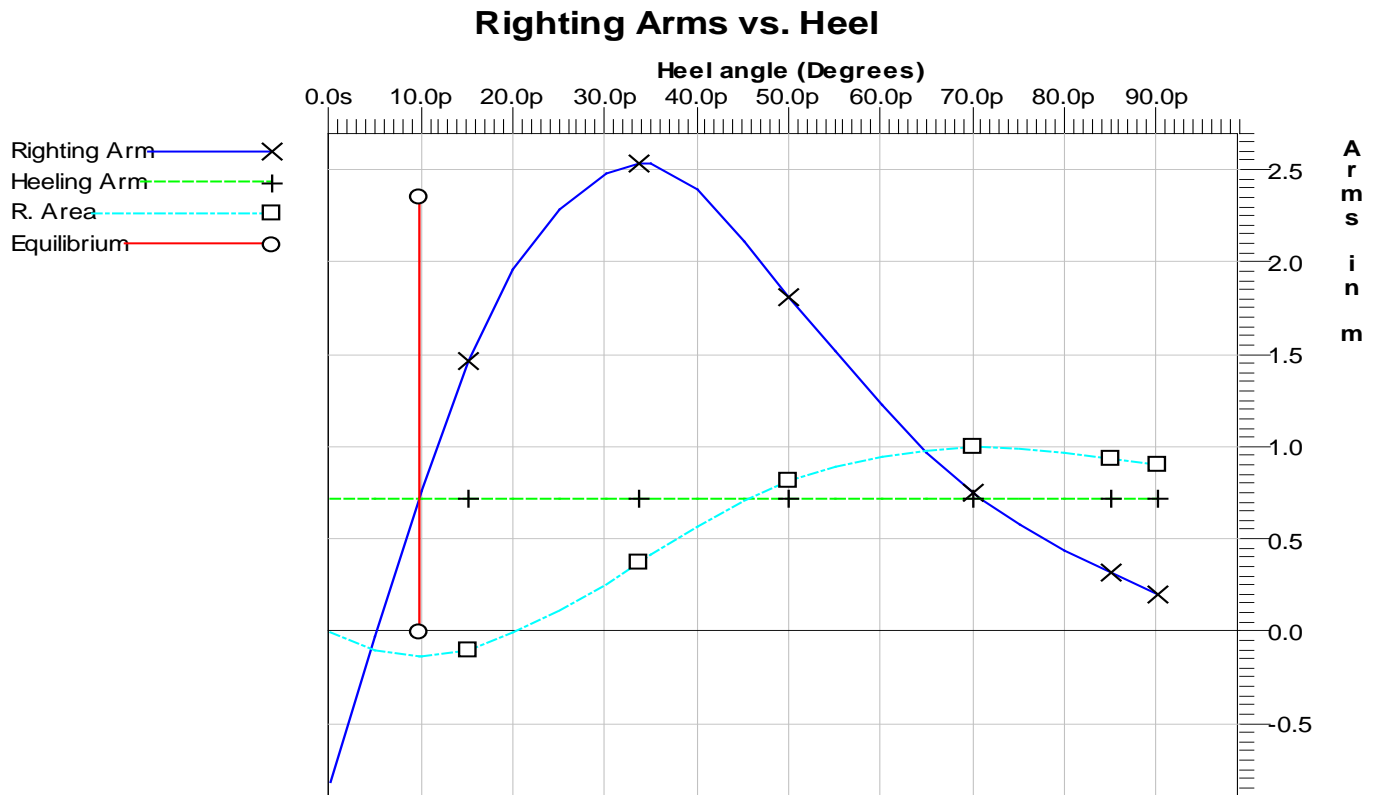
Port heeling moment = 226.47

Unprotected Flood Points

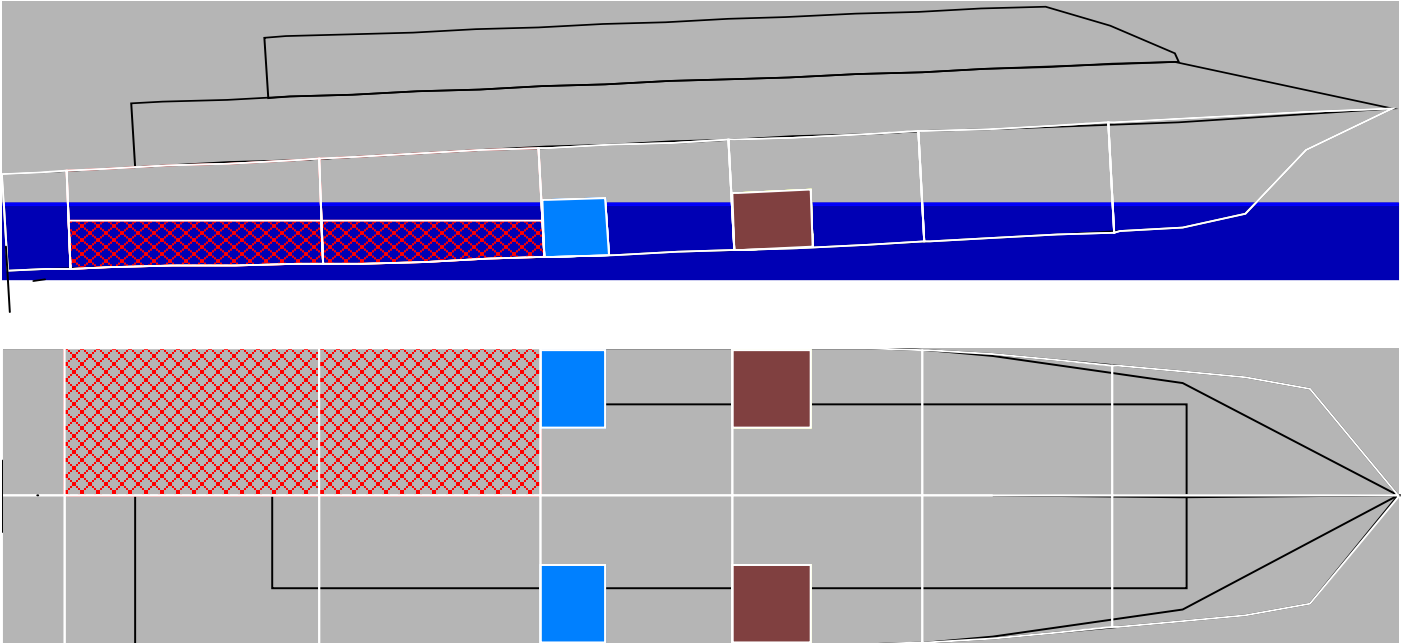
Name	L,T,V (m)	Height (m)
(1) UF.S	5.300f, 1.770s, 5.300	2.768
(2) UF.p	5.300f, 1.770p, 5.300	2.417

DAMAGE STABILITY

Limit	Min/Max	Actual	Margin	Pass
(1) Area from Equilibrium to Flood or 15.00 deg	>0.0280 m-R	0.035	0.007	Yes
(2) Absolute Angle at Equilibrium	<15.00 deg	9.74	5.26	Yes



Β. Μελέτη βλάβης ανάμεσα στα διαμερίσματα ERT.P, VST.P



Fluid Legend

Fluid Name	Legend	Weight (MT)	Load%
FUEL OIL		36.39	98.00%
FRESH WATER		28.85	100.00%

Floating Status

Draft FP	1.149 m	Heel	port 10.15 deg.	GM(Solid)	9.978 m
Draft MS	2.033 m	Equil	Yes	F/S Corr.	0.008 m
Draft AP	2.918 m	Wind	0.0 kn	GM(Fluid)	9.970 m
Trim	aft 1.740/55.000	Wave	No	KMT	14.110 m
LCG	21.003f m	VCG	4.293 m	TPcm	2.17

Loading Summary

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
Light Ship	205.14	18.160f	0.000	4.680
Deadweight	106.45	26.482f	0.013p	3.548
Displacement	311.59	21.003f	0.005p	4.293

Fixed Weight Status

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
LIGHT SHIP	205.14	18.160f	0.000	4.680u
CREW	0.98	35.500f	0.000	8.700u
LUGGAUGES	4.82	22.520f	0.000	6.000u
PAX ON LOUNGE DECK	26.40	27.511f	0.000	6.000u
PAX ON NAV BRIDGE DECK	9.75	22.520f	0.000	8.700u
Total Fixed:	247.08	19.485f	0.000	5.021u

Tank Status

FUEL OIL (SpGr 0.980)

Tank Name	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Perm
FOT.P	96.00%	17.83	30.314f	4.292p	1.467	0.985
FOT.S	96.00%	17.83	30.314f	4.211s	1.467	0.985
Subtotals:	96.00%	35.65	30.314f	0.040p	1.467	

FRESH WATER (SpGr 1.000)

Tank Name	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Perm
FWT.P	100.00%	14.43	22.500f	4.254p	1.552	0.985
FWT.S	100.00%	14.43	22.500f	4.254s	1.552	0.985
Subtotals:	100.00%	28.85	22.500f	0.000	1.552	

All Tanks

	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Perm
Totals:		64.51	26.819f	0.022p	1.505	

Displacer Status

Item	Status	Spgr	Displ (MT)	LCB (m)	TCB (m)	VCB (m)	Eff /Perm
HULL	Intact	1.025	421.69	18.358f	2.041p	1.629	1.000
A DECK	Intact	1.025	0.00	0.000	0.000	0.000	1.000
B DECK	Intact	1.025	0.00	0.000	0.000	0.000	1.000
ERT.P	Flooded	1.025	-66.03	7.394f	4.268p	2.099	0.850
VST.P	Flooded	1.025	-44.38	16.784f	4.307p	1.866	0.950
SubTotals:			311.29	20.909f	1.245p	1.496	

Heeling Moment Report

Heeling moment:226.47 m-MT to port

Residual Righting Arms vs Heel Angle with Damage

Heel Angle (deg)	Trim Angle (deg)	Origin Depth (m)	Residual Arm (m)	Area (m-Rad)	Flood Pt Height (m)	Notes
0.00	1.18a	2.560	-1.632	0.000	2.848 (1)	
5.00p	1.48a	2.730	-0.839	-0.108	2.531 (2)	
10.00p	1.80a	2.869	-0.026	-0.146	2.208 (2)	
10.16p	1.81a	2.872	0.000	-0.146	2.198 (2)	Equil
15.00p	2.17a	2.978	0.775	-0.113	1.881 (2)	
20.00p	2.76a	3.098	1.406	-0.016	1.527 (2)	
25.00p	3.56a	3.178	1.758	0.124	1.199 (2)	
30.00p	4.26a	3.107	1.915	0.285	0.982 (2)	
31.30p	4.39a	3.056	1.924	0.329	0.948 (2)	MaxRa
35.00p	4.59a	2.802	1.857	0.452	0.938 (2)	
40.00p	4.44a	2.239	1.598	0.604	1.085 (2)	
45.00p	4.19a	1.622	1.313	0.731	1.255 (2)	
50.00p	3.89a	0.973	1.023	0.833	1.433 (2)	
55.00p	3.54a	0.304	0.736	0.910	1.610 (2)	
60.00p	3.16a	-0.375	0.460	0.962	1.783 (2)	
65.00p	2.78a	-1.041	0.216	0.991	1.933 (2)	
70.00p	2.42a	-1.685	0.010	1.001	2.058 (2)	
70.32p	2.40a	-1.724	-0.001	1.001	2.064 (2)	RaZero
75.00p	2.13a	-2.276	-0.147	0.994	2.135 (2)	
80.00p	1.90a	-2.807	-0.272	0.976	2.161 (2)	
85.00p	1.75a	-3.278	-0.385	0.947	2.140 (2)	
90.00p	1.66a	-3.695	-0.502	0.909	2.080 (2)	

Note:

Residual Righting Arms shown above are in excess of the overturning arms derived from this moment (in m-MT):

Port heeling moment = 226.47

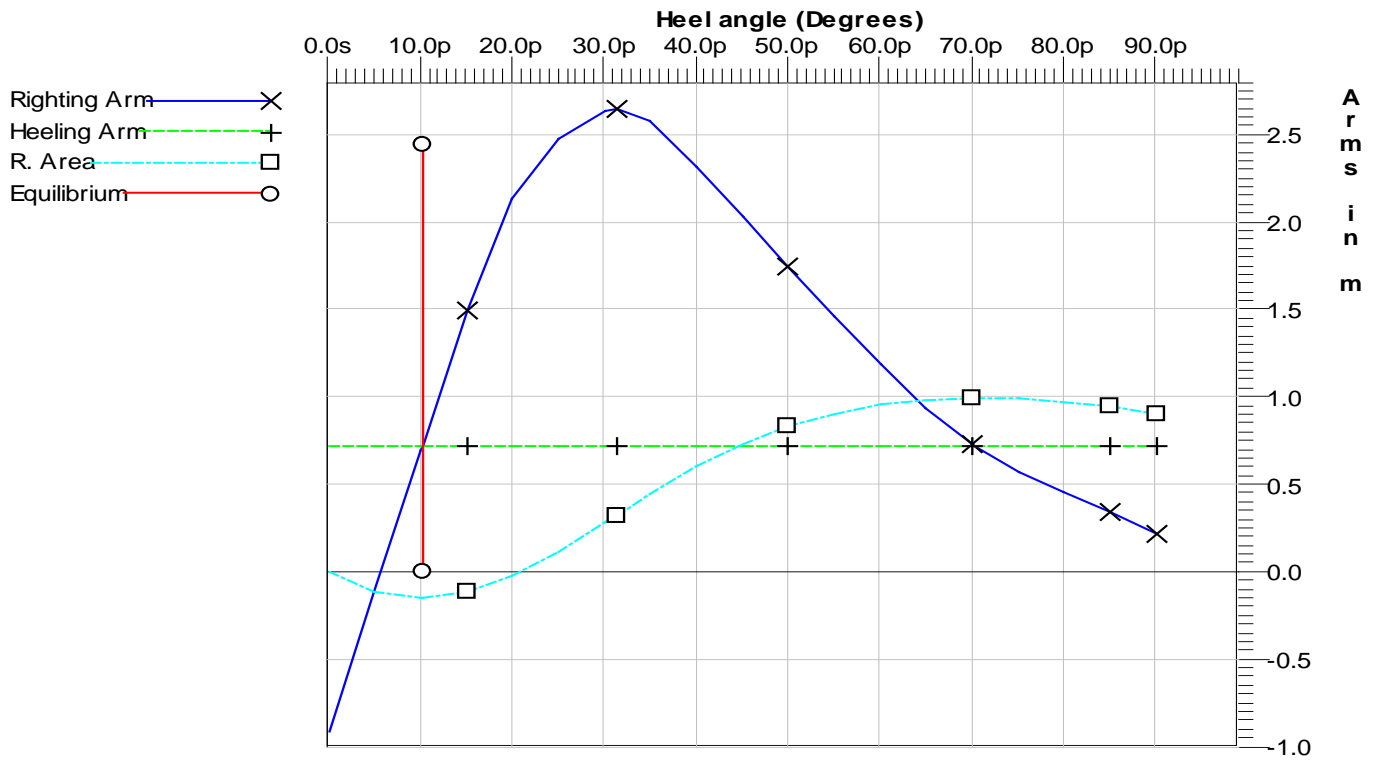
Unprotected Flood Points

Name	L,T,V (m)	Height (m)
(1) UF.S	5.300f, 1.770s, 5.300	2.848
(2) UF.p	5.300f, 1.770p, 5.300	2.531

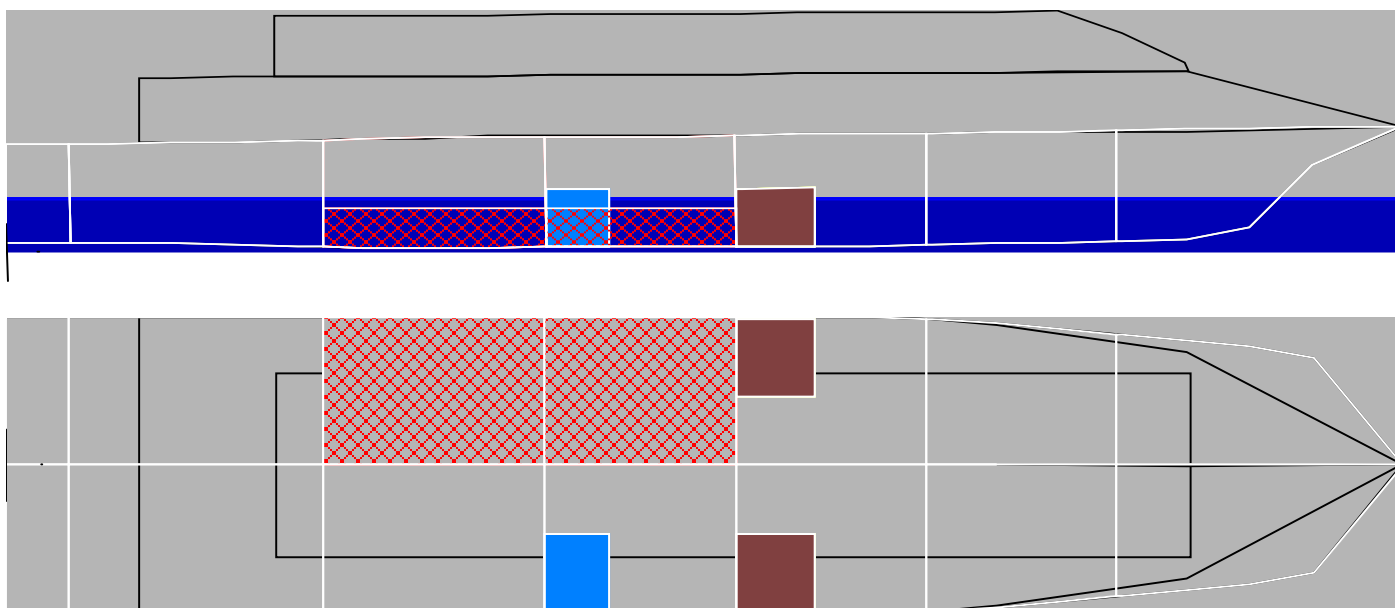
DAMAGE STABILITY

Limit	Min/Max	Actual	Margin	Pass
(1) Area from Equilibrium to Flood or 15.00 deg	>0.0280 m-R	0.033	0.005	Yes
(2) Absolute Angle at Equilibrium	<15.00 deg	10.16	4.84	Yes

Righting Arms vs. Heel



C. Μελέτη βλάβης ανάμεσα στα διαμερίσματα VST.P, COMPT1.P



Fluid Legend

Fluid Name	Legend	Weight (MT)	Load%
FUEL OIL		36.39	98.00%
FRESH WATER		28.85	100.00%

Floating Status

Draft FP	2.001 m	Heel	port 9.78 deg.	GM(Solid)	10.124 m
Draft MS	2.201 m	Equil	Yes	F/S Corr.	0.003 m
Draft AP	2.402 m	Wind	0.0 kn	GM(Fluid)	10.121 m
Trim	aft 0.395/55.000	Wave	No	KMT	14.266 m
LCG	21.026f m	VCG	4.289 m	TPcm	2.20

Loading Summary

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
Light Ship	205.14	18.160f	0.000	4.680
Deadweight	107.19	26.510f	0.008p	3.541
Displacement	312.33	21.026f	0.003p	4.289

Fixed Weight Status

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
LIGHT SHIP	205.14	18.160f	0.000	4.680u
CREW	0.98	35.500f	0.000	8.700u
LUGGAUGES	4.82	22.520f	0.000	6.000u
PAX ON LOUNGE DECK	26.40	27.511f	0.000	6.000u
PAX ON NAV BRIDGE DECK	9.75	22.520f	0.000	8.700u
Total Fixed:	247.08	19.485f	0.000	5.021u

Tank Status

FUEL OIL (SpGr 0.980)

Tank Name	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Perm
FOT.P	98.00%	18.20	30.320f	4.275p	1.488	0.985
FOT.S	98.00%	18.20	30.320f	4.228s	1.488	0.985
Subtotals:	98.00%	36.39	30.320f	0.023p	1.488	

FRESH WATER (SpGr 1.000)

Tank Name	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Perm
FWT.P	100.00%	14.43	22.500f	4.254p	1.552	0.985
FWT.S	100.00%	14.43	22.500f	4.254s	1.552	0.985
Subtotals:	100.00%	28.85	22.500f	0.000	1.552	

All Tanks

	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Perm
Totals:		65.25	26.862f	0.013p	1.516	

Displacer Status

Item	Status	Spgr	Displ (MT)	LCB (m)	TCB (m)	VCB (m)	Eff /Perm
HULL	Intact	1.025	419.80	20.835f	2.008p	1.572	1.000
A DECK	Intact	1.025	0.00	0.000	0.000	0.000	1.000
B DECK	Intact	1.025	0.00	0.000	0.000	0.000	1.000
VST.P	Flooded	1.025	-61.25	16.855f	4.312p	1.794	0.950
COMPT1.P	Flooded	1.025	-45.90	24.997f	4.312p	1.751	0.850
SubTotals:			312.65	21.004f	1.218p	1.502	

Heeling Moment Report

Heeling moment:226.47 m-MT to port

Residual Righting Arms vs Heel Angle with Damage

Heel Angle (deg)	Trim Angle (deg)	Origin Depth (m)	Residual Arm (m)	Area (m-Rad)	Flood Pt Height (m)	Notes
0.00	0.29a	2.245	-1.642	0.000	3.082 (1)	
5.00p	0.33a	2.319	-0.818	-0.107	2.837 (2)	
9.77p	0.41a	2.364	0.000	-0.142	2.596 (2)	Equil
10.00p	0.42a	2.366	0.039	-0.141	2.584 (2)	
15.00p	0.54a	2.380	0.916	-0.100	2.331 (2)	
20.00p	0.69a	2.341	1.759	0.017	2.097 (2)	
25.00p	0.94a	2.234	2.315	0.197	1.908 (2)	
30.00p	1.02a	1.824	2.114	0.396	1.975 (2)	
35.00p	1.01a	1.337	1.828	0.568	2.083 (2)	
40.00p	0.99a	0.825	1.531	0.715	2.189 (2)	
45.00p	0.96a	0.295	1.225	0.835	2.289 (2)	
50.00p	0.91a	-0.246	0.918	0.929	2.381 (2)	
55.00p	0.86a	-0.797	0.618	0.996	2.466 (2)	
60.00p	0.79a	-1.350	0.341	1.037	2.540 (2)	
65.00p	0.72a	-1.902	0.111	1.057	2.604 (2)	
68.11p	0.68a	-2.235	0.000	1.060	2.632 (2)	RaZero
70.00p	0.66a	-2.432	-0.061	1.059	2.642 (2)	
75.00p	0.62a	-2.925	-0.203	1.047	2.644 (2)	
80.00p	0.57a	-3.385	-0.318	1.024	2.615 (2)	
85.00p	0.52a	-3.810	-0.409	0.992	2.557 (2)	
90.00p	0.51a	-4.194	-0.510	0.952	2.471 (2)	

Note:

Residual Righting Arms shown above are in excess of the overturning arms derived from this moment (in m-MT):

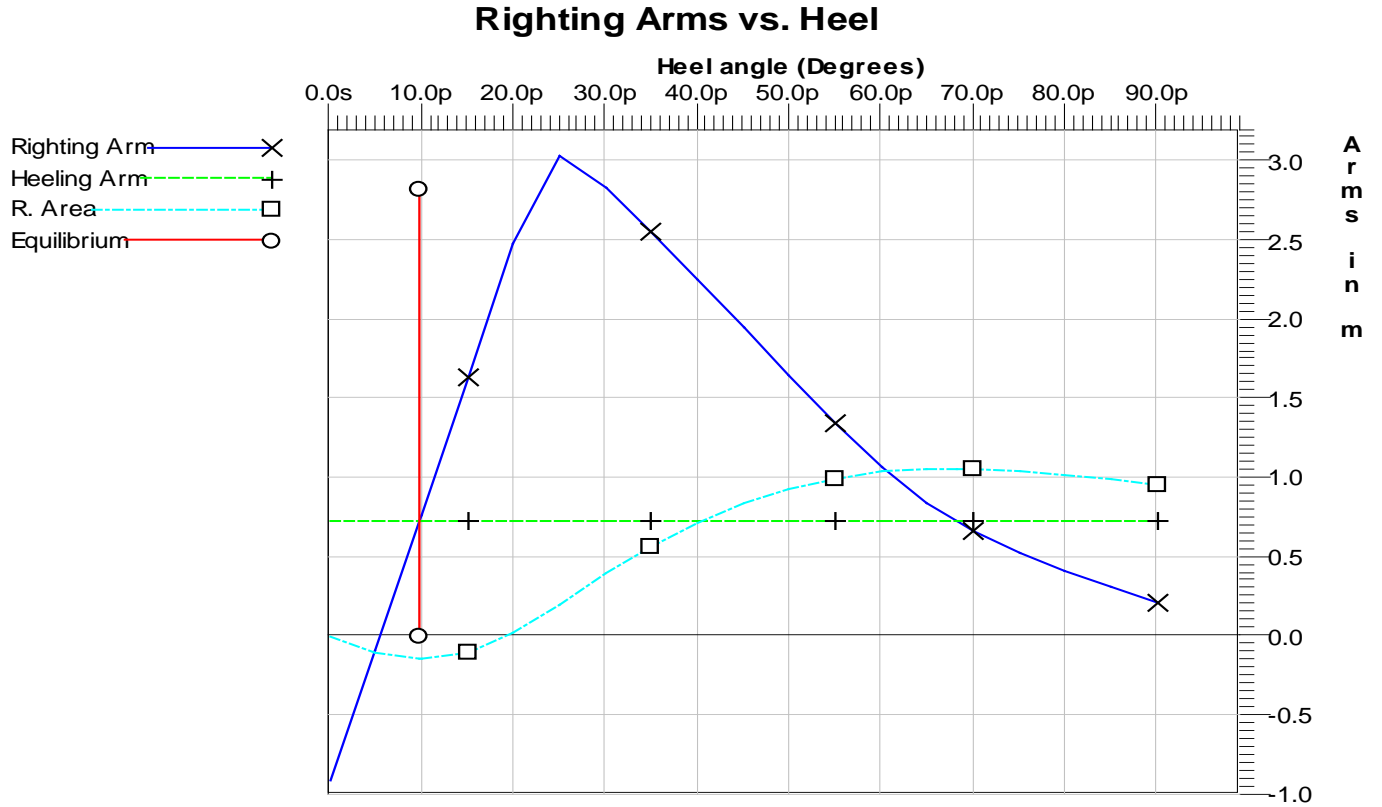
Port heeling moment = 226.47

Unprotected Flood Points

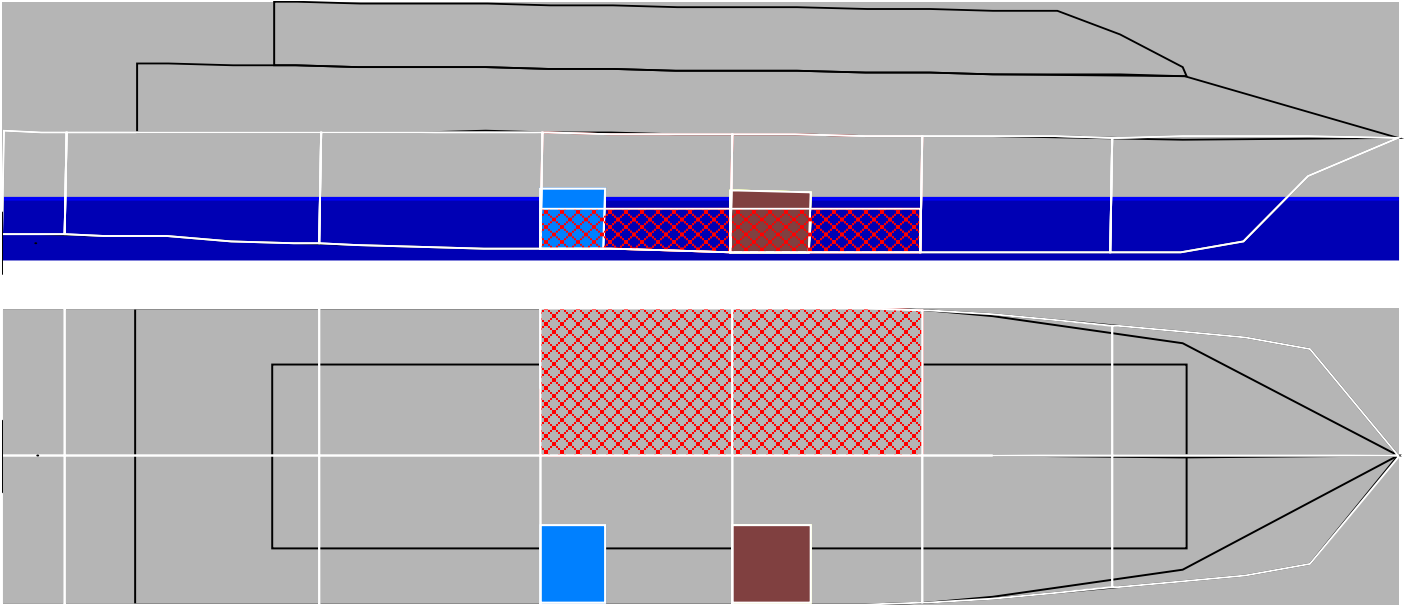
Name	L,T,V (m)	Height (m)
(1) UF.S	5.300f, 1.770s, 5.300	3.082
(2) UF.p	5.300f, 1.770p, 5.300	2.837

DAMAGE STABILITY

Limit	Min/Max	Actual	Margin	Pass
(1) Area from Equilibrium to Flood or 15.00 deg	>0.0280 m-R	0.042	0.014	Yes
(2) Absolute Angle at Equilibrium	<15.00 deg	9.77	5.23	Yes



D. Μελέτη βλάβης ανάμεσα στα διαμερίσματα COMPT1.P, COMPT2.P



Fluid Legend

Fluid Name	Legend	Weight (MT)	Load%
FUEL OIL		36.39	98.00%
FRESH WATER		28.85	100.00%

Floating Status

Draft FP	2.605 m	Heel	port 9.11 deg.	GM(Solid)	10.558 m
Draft MS	2.283 m	Equil	Yes	F/S Corr.	0.003 m
Draft AP	1.962 m	Wind	0.0 kn	GM(Fluid)	10.555 m
Trim	fwd 0.635/55.000	Wave	No	KMT	14.713 m
LCG	21.026f m	VCG	4.289 m	TPcm	2.27

Loading Summary

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
Light Ship	205.14	18.160f	0.000	4.680
Deadweight	107.19	26.511f	0.008p	3.541
Displacement	312.33	21.026f	0.003p	4.289

Fixed Weight Status

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
LIGHT SHIP	205.14	18.160f	0.000	4.680u
CREW	0.98	35.500f	0.000	8.700u
LUGGAUGES	4.82	22.520f	0.000	6.000u
PAX ON LOUNGE DECK	26.40	27.511f	0.000	6.000u
PAX ON NAV BRIDGE DECK	9.75	22.520f	0.000	8.700u
Total Fixed:	247.08	19.485f	0.000	5.021u

Tank Status

FUEL OIL (SpGr 0.980)

Tank Name	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Perm
FOT.P	98.00%	18.20	30.323f	4.274p	1.488	0.985
FOT.S	98.00%	18.20	30.323f	4.228s	1.487	0.985
Subtotals:	98.00%	36.39	30.323f	0.023p	1.488	

FRESH WATER (SpGr 1.000)

Tank Name	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Perm
FWT.P	100.00%	14.43	22.500f	4.254p	1.552	0.985
FWT.S	100.00%	14.43	22.500f	4.254s	1.552	0.985
Subtotals:	100.00%	28.85	22.500f	0.000	1.552	

All Tanks

	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Perm
Totals:		65.25	26.864f	0.013p	1.516	

Displacer Status

Item	Status	Spgr	Displ (MT)	LCB (m)	TCB (m)	VCB (m)	Eff /Perm
HULL	Intact	1.025	411.06	22.886f	1.935p	1.544	1.000
A DECK	Intact	1.025	0.00	0.000	0.000	0.000	1.000
B DECK	Intact	1.025	0.00	0.000	0.000	0.000	1.000
COMPT1.P	Flooded	1.025	-50.91	25.039f	4.308p	1.741	0.950
COMPT2.P	Flooded	1.025	-48.05	32.457f	4.275p	1.748	0.850
SubTotals:			312.10	21.061f	1.188p	1.481	

Heeling Moment Report

Heeling moment:226.47 m-MT to port

Residual Righting Arms vs Heel Angle with Damage

Heel Angle (deg)	Trim Angle (deg)	Origin Depth (m)	Residual Arm (m)	Area (m-Rad)	Flood Pt Height (m)	Notes
0.00	0.47f	1.956	-1.609	0.000	3.301 (1)	
5.00p	0.61f	1.954	-0.741	-0.103	3.116 (2)	
9.10p	0.66f	1.938	-0.002	-0.129	2.954 (2)	Equil
10.00p	0.67f	1.932	0.163	-0.128	2.918 (2)	
15.00p	0.69f	1.869	1.073	-0.074	2.728 (2)	
20.00p	0.76f	1.718	1.894	0.056	2.586 (2)	
25.00p	1.04f	1.342	2.301	0.242	2.617 (2)	
30.00p	1.12f	0.862	2.097	0.438	2.739 (2)	
35.00p	1.14f	0.374	1.809	0.609	2.847 (2)	
40.00p	1.13f	-0.120	1.511	0.754	2.938 (2)	
45.00p	1.09f	-0.614	1.205	0.873	3.009 (2)	
50.00p	1.02f	-1.100	0.899	0.965	3.056 (2)	
55.00p	0.92f	-1.577	0.600	1.030	3.081 (2)	
60.00p	0.80f	-2.044	0.322	1.070	3.087 (2)	
65.00p	0.67f	-2.504	0.087	1.088	3.078 (2)	
67.32p	0.61f	-2.716	0.001	1.089	3.070 (2)	
70.00p	0.55f	-2.962	-0.085	1.087	3.061 (2)	RaZero
75.00p	0.43f	-3.399	-0.227	1.073	3.021 (2)	
80.00p	0.33f	-3.803	-0.349	1.048	2.950 (2)	
85.00p	0.26f	-4.184	-0.450	1.013	2.858 (2)	
90.00p	0.24f	-4.540	-0.530	0.970	2.748 (2)	

Note:

Residual Righting Arms shown above are in excess of the overturning arms derived from this moment (in m-MT):

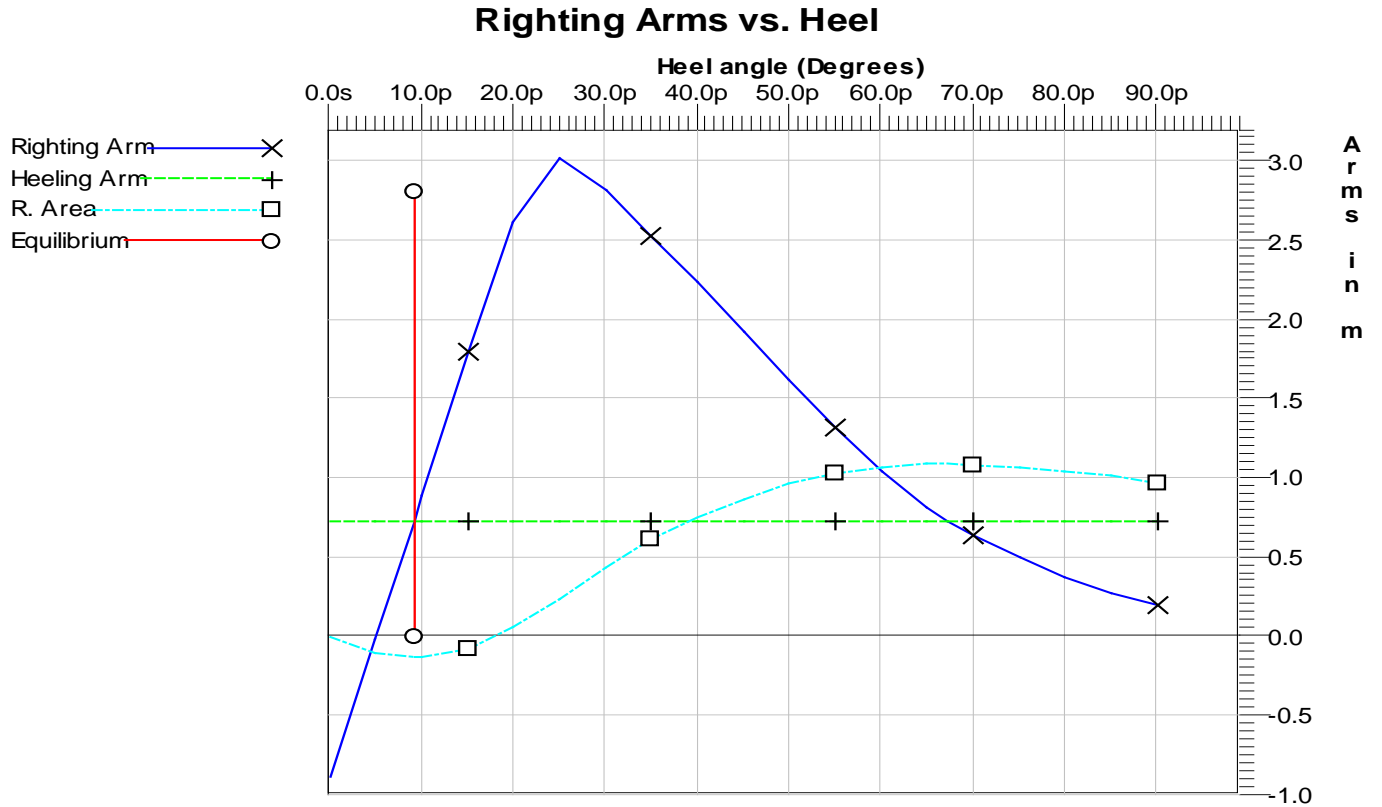
Port heeling moment = 226.47

Unprotected Flood Points

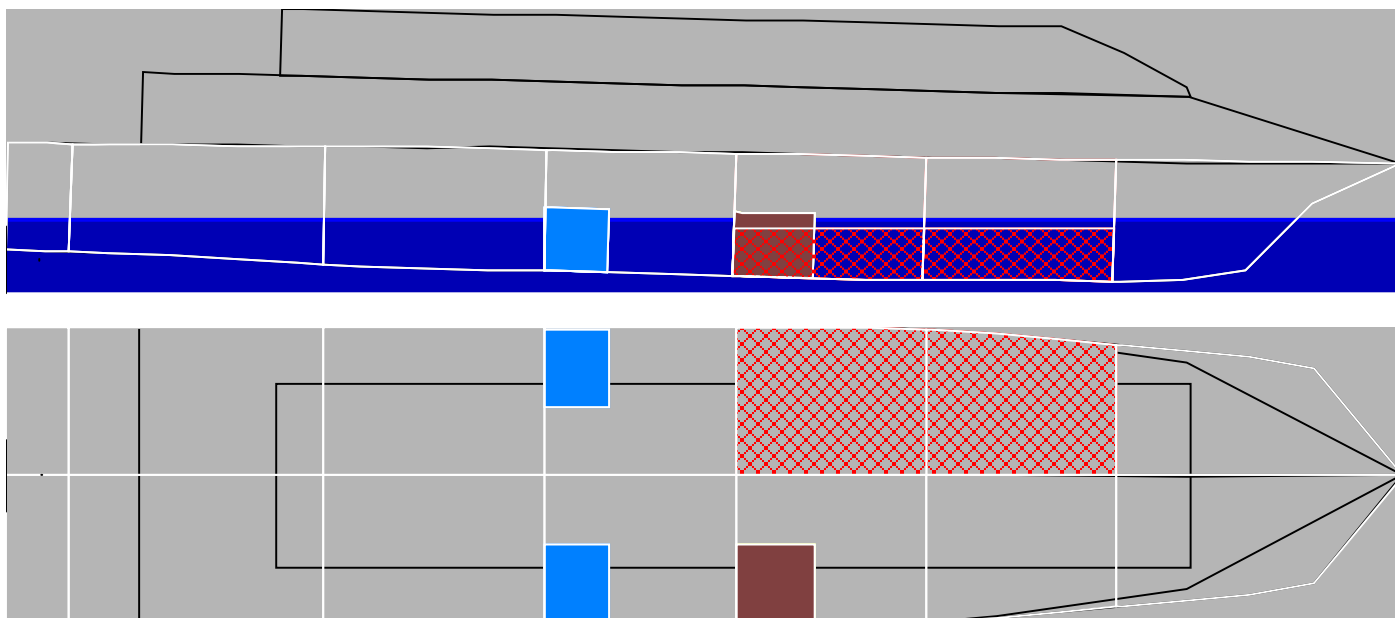
Name	L,T,V (m)	Height (m)
(1) UF.S	5.300f, 1.770s, 5.300	3.301
(2) UF.p	5.300f, 1.770p, 5.300	3.116

DAMAGE STABILITY



Limit	Min/Max	Actual	Margin	Pass
(1) Area from Equilibrium to Flood or 15.00 deg	>0.0280 m-R	0.055	0.027	Yes
(2) Absolute Angle at Equilibrium	<15.00 deg	9.10	5.90	Yes



Ε. Μελέτη βλάβης ανάμεσα στα διαμερίσματα COMPT2.P, WBT1.P



Fluid Legend

Fluid Name	Legend	Weight (MT)	Load%
FUEL OIL		36.39	98.00%
FRESH WATER		28.85	100.00%

Floating Status

Draft FP	2.561 m	Heel	port 8.70 deg.	GM(Solid)	10.605 m
Draft MS	2.255 m	Equil	Yes	F/S Corr.	0.003 m
Draft AP	1.949 m	Wind	0.0 kn	GM(Fluid)	10.602 m
Trim	fwd 0.605/55.000	Wave	No	KMT	14.771 m
LCG	21.026f m	VCG	4.289 m	TPcm	2.28

Loading Summary

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
Light Ship	205.14	18.160f	0.000	4.680
Deadweight	107.19	26.511f	0.008p	3.541
Displacement	312.33	21.026f	0.003p	4.289

Residual Righting Arms vs Heel Angle with Damage

Heel Angle (deg)	Trim Angle (deg)	Origin Depth (m)	Residual Arm (m)	Area (m-Rad)	Flood Pt Height (m)	Notes
0.00	0.44f	1.949	-1.551	0.000	3.310 (1)	
5.00p	0.58f	1.944	-0.673	-0.097	3.128 (2)	
8.69p	0.63f	1.928	-0.002	-0.119	2.986 (2)	Equil
10.00p	0.64f	1.918	0.238	-0.116	2.935 (2)	
15.00p	0.67f	1.850	1.150	-0.056	2.749 (2)	
20.00p	0.75f	1.687	1.959	0.081	2.618 (2)	
25.00p	1.03f	1.296	2.320	0.271	2.664 (2)	
30.00p	1.09f	0.818	2.086	0.467	2.785 (2)	
35.00p	1.10f	0.333	1.793	0.637	2.891 (2)	
40.00p	1.09f	-0.158	1.490	0.780	2.979 (2)	
45.00p	1.06f	-0.648	1.180	0.897	3.046 (2)	
50.00p	0.99f	-1.131	0.870	0.986	3.090 (2)	
55.00p	0.89f	-1.604	0.568	1.049	3.112 (2)	
60.00p	0.78f	-2.068	0.287	1.086	3.113 (2)	
65.00p	0.65f	-2.525	0.048	1.100	3.100 (2)	
66.23p	0.62f	-2.636	0.000	1.101	3.095 (2)	RaZero
70.00p	0.53f	-2.979	-0.123	1.097	3.080 (2)	
75.00p	0.42f	-3.416	-0.260	1.080	3.039 (2)	
80.00p	0.32f	-3.820	-0.376	1.052	2.967 (2)	
85.00p	0.26f	-4.199	-0.471	1.015	2.874 (2)	
90.00p	0.23f	-4.554	-0.547	0.970	2.763 (2)	

Note:

Residual Righting Arms shown above are in excess of the overturning arms derived from this moment (in m-MT):

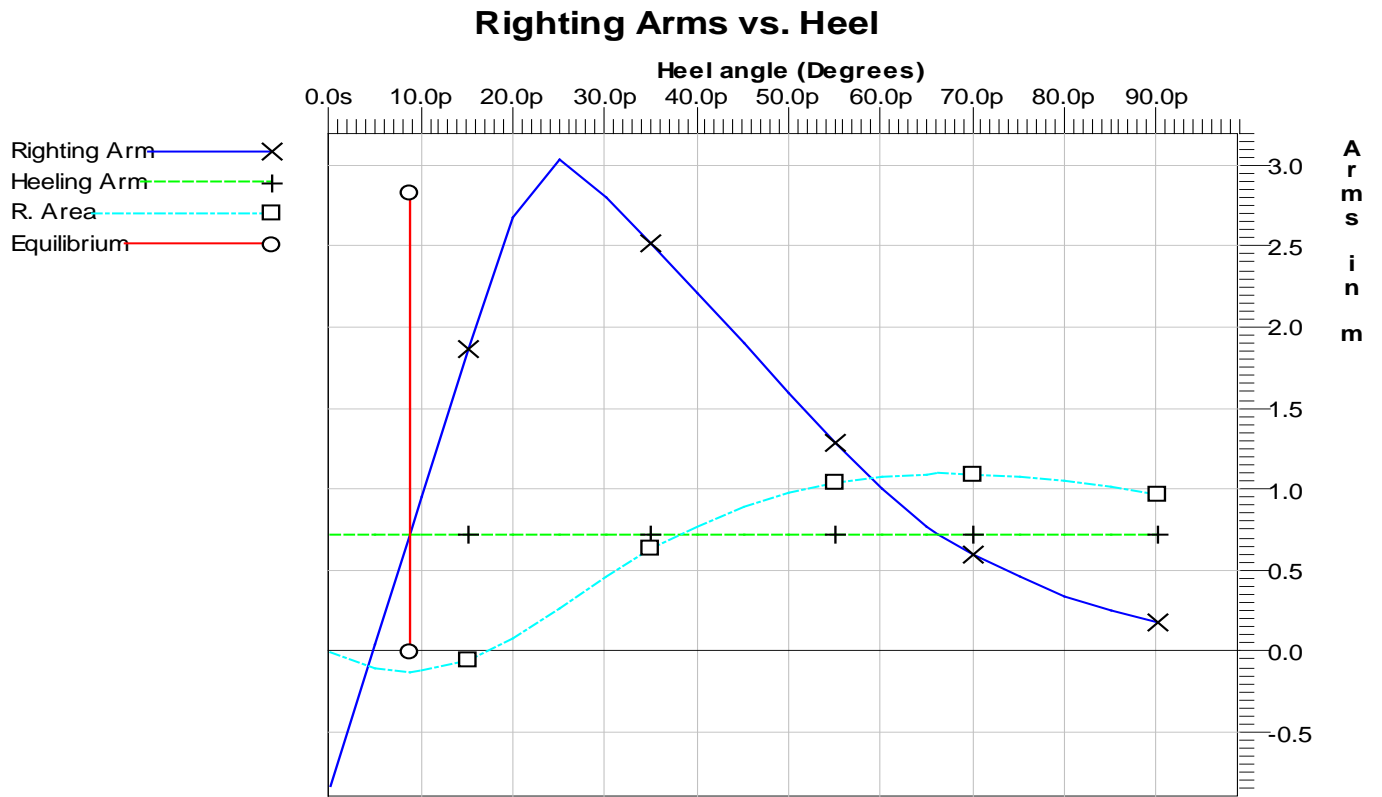
Port heeling moment = 226.47

Unprotected Flood Points

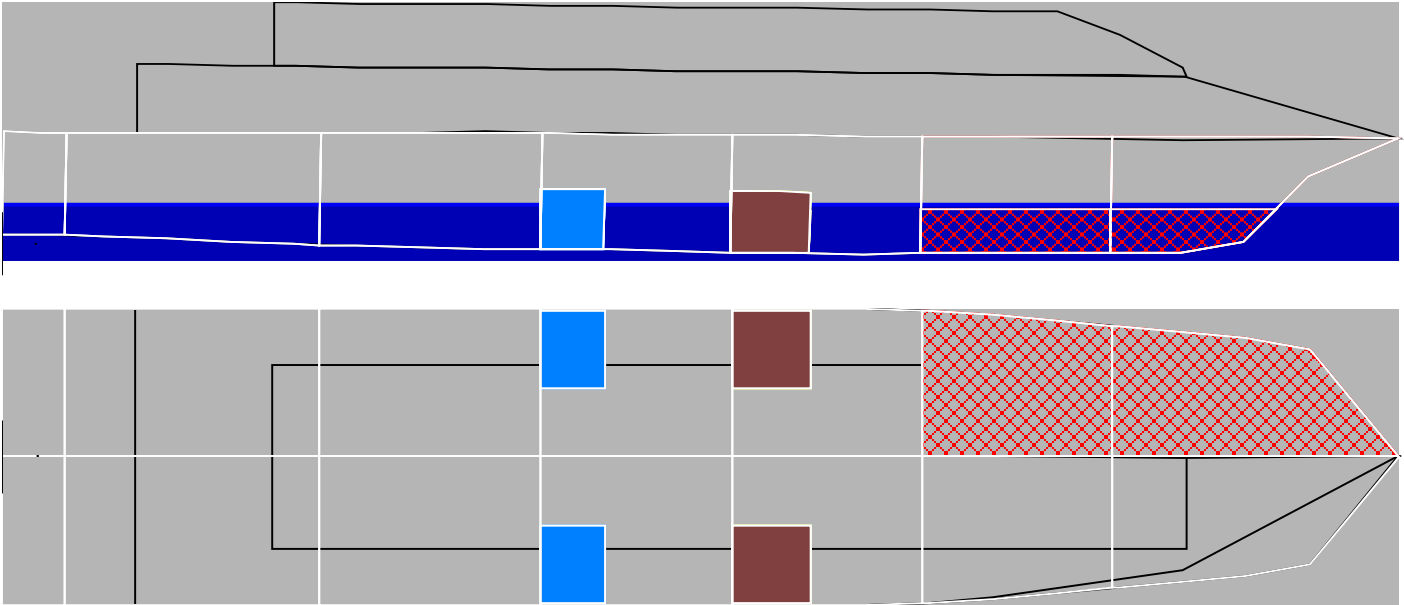
Name	L,T,V (m)	Height (m)
(1) UF.S	5.300f, 1.770s, 5.300	3.310
(2) UF.p	5.300f, 1.770p, 5.300	3.128

DAMAGE STABILITY

Limit	Min/Max	Actual	Margin	Pass
(1) Area from Equilibrium to Flood or 15.00 deg	>0.0280 m-R	0.063	0.035	Yes
(2) Absolute Angle at Equilibrium	<15.00 deg	8.69	6.31	Yes



Φ. Μελέτη βλάβης ανάμεσα στα δειμερίσματα WBT1.P,WBT2.P



Fluid Legend

Fluid Name	Legend	Weight (MT)	Load%
FUEL OIL		36.39	98.00%
FRESH WATER		28.85	100.00%

Floating Status

Draft FP	2.421 m	Heel	port 5.57 deg.	GM(Solid)	11.036 m
Draft MS	2.074 m	Equil	Yes	F/S Corr.	0.007 m
Draft AP	1.727 m	Wind	0.0 kn	GM(Fluid)	11.030 m
Trim	fwd 0.691/55.000	Wave	No	KMT	15.272 m
LCG	21.026f m	VCG	4.289 m	TPcm	2.35

Loading Summary

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
Light Ship	205.14	18.160f	0.000	4.680
Deadweight	107.19	26.511f	0.007p	3.541
Displacement	312.33	21.026f	0.002p	4.289

Fixed Weight Status

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
LIGHT SHIP	205.14	18.160f	0.000	4.680u
CREW	0.98	35.500f	0.000	8.700u
LUGGAUGES	4.82	22.520f	0.000	6.000u
PAX ON LOUNGE DECK	26.40	27.511f	0.000	6.000u
PAX ON NAV BRIDGE DECK	9.75	22.520f	0.000	8.700u
Total Fixed:	247.08	19.485f	0.000	5.021u

Tank Status

FUEL OIL (SpGr 0.980)

Tank Name	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Perm
FOT.P	98.00%	18.20	30.324f	4.272p	1.487	0.985
FOT.S	98.00%	18.20	30.324f	4.231s	1.487	0.985
Subtotals:	98.00%	36.39	30.324f	0.020p	1.487	

FRESH WATER (SpGr 1.000)

Tank Name	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Perm
FWT.P	100.00%	14.43	22.500f	4.254p	1.552	0.985
FWT.S	100.00%	14.43	22.500f	4.254s	1.552	0.985
Subtotals:	100.00%	28.85	22.500f	0.000	1.552	

All Tanks

	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Perm
Totals:		65.25	26.864f	0.011p	1.516	

Displacer Status

Item	Status	Spgr	Displ (MT)	LCB (m)	TCB (m)	VCB (m)	Eff /Perm
HULL	Intact	1.025	346.92	23.040f	1.347p	1.316	1.000
A DECK	Intact	1.025	0.00	0.000	0.000	0.000	1.000
B DECK	Intact	1.025	0.00	0.000	0.000	0.000	1.000
WBT1.P	Flooded	1.025	-27.94	39.483f	4.240p	1.579	0.950
WBT2.P	Flooded	1.025	-6.85	45.966f	4.214p	1.882	0.950
SubTotals:			312.13	21.065f	1.025p	1.280	

Heeling Moment Report

Heeling moment:226.47 m-MT to port

Residual Righting Arms vs Heel Angle with Damage

Heel Angle (deg)	Trim Angle (deg)	Origin Depth (m)	Residual Arm (m)	Area (m-Rad)	Flood Pt Height (m)	Notes
0.00	0.46f	1.801	-1.056	0.000	3.456 (1)	
5.00p	0.69f	1.731	-0.107	-0.051	3.330 (2)	
5.57p	0.72f	1.719	0.000	-0.051	3.317 (2)	Equil
10.00p	0.94f	1.612	0.819	-0.019	3.213 (2)	
15.00p	1.29f	1.394	1.643	0.089	3.147 (2)	
20.00p	2.01f	0.920	2.108	0.255	3.266 (2)	
25.00p	2.58f	0.478	2.206	0.446	3.468 (2)	
30.00p	2.92f	-0.167	2.020	0.632	3.597 (2)	
35.00p	2.79f	-0.599	1.709	0.796	3.663 (2)	
40.00p	2.63f	-1.023	1.388	0.931	3.698 (2)	
45.00p	2.44f	-1.445	1.055	1.038	3.713 (2)	
50.00p	2.23f	-1.854	0.728	1.116	3.697 (2)	
55.00p	1.99f	-2.259	0.405	1.165	3.664 (2)	
60.00p	1.75f	-2.653	0.107	1.187	3.608 (2)	
61.97p	1.65f	-2.804	0.000	1.189	3.580 (2)	RaZero
65.00p	1.49f	-3.033	-0.150	1.185	3.531 (2)	
70.00p	1.22f	-3.409	-0.343	1.163	3.446 (2)	
75.00p	1.01f	-3.789	-0.454	1.128	3.358 (2)	
80.00p	0.81f	-4.148	-0.538	1.084	3.250 (2)	
85.00p	0.62f	-4.474	-0.620	1.034	3.115 (2)	
90.00p	0.44f	-4.772	-0.710	0.976	2.961 (2)	

Note:

Residual Righting Arms shown above are in excess of the overturning arms derived from this moment (in m-MT):

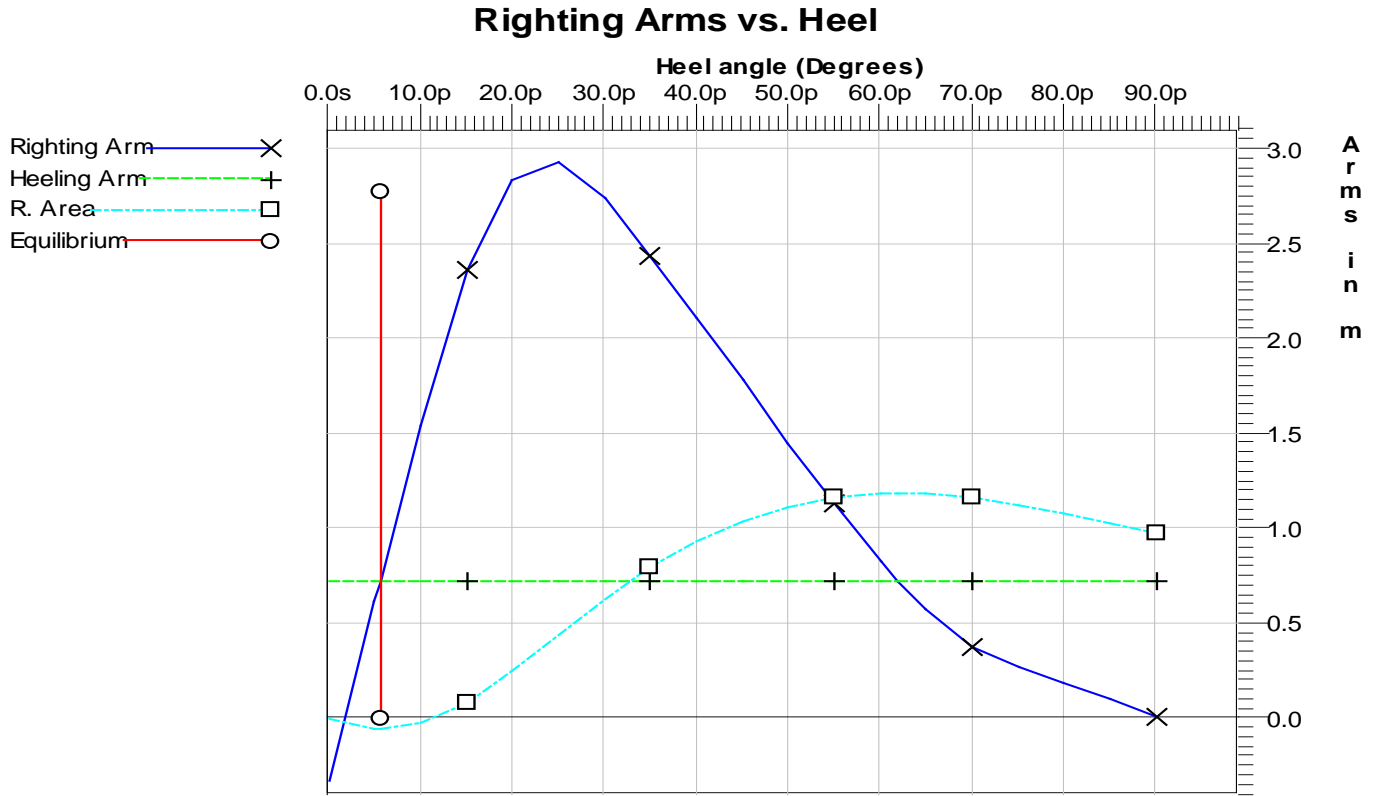
Port heeling moment = 226.47

Unprotected Flood Points

Name	L,T,V (m)	Height (m)
(1) UF.S	5.300f, 1.770s, 5.300	3.456
(2) UF.p	5.300f, 1.770p, 5.300	3.330

DAMAGE STABILITY

Limit	Min/Max	Actual	Margin	Pass
(1) Area from Equilibrium to Flood or 15.00 deg	>0.0280 m-R	0.140	0.112	Yes
(2) Absolute Angle at Equilibrium	<15.00 deg	5.57	9.43	Yes



Παρακάτω παρουσιάζονται σε ένα πίνακα όλα τα αποτελέσματα για όλους τους πιθανούς συνδυασμούς διαμερισμάτων που θα μπορούσαν να υποστούν βλάβη, σύμφωνα πάντα με το damage extend όπως αναφέρεται στο High Speed Code :

13.2.1) ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ

		FULL LOAD DEPARTURE						
		ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΑ ΣΤΑ ΟΠΟΙΑ ΜΕΛΕΤΑΤΑΙ Η ΒΛΑΒΗ						
		AFTT.P	ERT.P	VST.P	COMPT1.P	COMPT2.P	WBT1.P	
		-	-	-	-	-	-	-
		ERT.P	VST.P	COMPT1.P	COMPT2.P	WBT1.P	WBT2.P	
	GM(SOLID)	m	10.043	9.978	10.124	10.558	10.605	11.036
	GM(FLUID)	m	10.04	9.97	10.121	10.555	10.602	11.03
	LCG	m	21.025	21.003	21.026	21.026	21.026	21.026
	KG	m	4.289	4.293	4.289	4.289	4.289	4.289
	KM	m	14.178	14.11	14.266	14.713	14.771	15.272
	TP	cm	2.18	2.17	2.2	2.27	2.28	2.35
	DRAFT FWD.	m	0.71	1.149	2.001	2.605	2.561	2.421
	DRAFT MS.	m	1.917	2.033	2.201	2.283	2.255	2.074
	DRAFT AFT.	m	3.125	2.918	2.402	1.962	1.949	1.727
	TRIM	m	2.381	1.74	0.395 AFT	0.635	0.605	0.691
			AFT	AFT		FWD	FWD	FWD
	HEEL	deg	9.74	10.15	9.78 PORT	9.11 PORT	8.7 PORT	5.57
			PORT	PORT				PORT
DAMAGE STABILITY	AREA FROM EQU TO FLOOD OR 15.00 DEG	m ²	0.035	0.033	0.042	0.055	0.063	0.14
	ABSOLUTE ANGLE AT EQUILIBRIUM	deg	9.74	10.16	9.77	9.1	8.69	5.57

14.ΚΑΤΑΜΕΤΡΗΣΗ

Καταμέτρηση είναι ο υπολογισμός δύο λογιστικών μεγεθών που αντικατοπτρίζουν ως ένα βαθμό την μεικτή και καθαρή χωρητικότητα ενός πλοίου κατά τη διεθνή σύμβαση International Convention on Tonnage Measurement of Ships, 1969 [P.] που μπήκε σε ισχύ το 18 Ιουλίου 1982.

Σκοπός της καταμέτρησης είναι να δώσει ένα επίσημο μέτρο του μεγέθους ενός πλοίου που χρησιμεύει στην ρύθμιση όλων των οικονομικών σχέσεων του πλοίου. Πιο συγκεκριμένα η καταμέτρηση δυνητικά επιδρά στα παρακάτω:

- ✓ λιμενικά και φαρικά τέλη
- ✓ έξοδα σημαίας/φόρους
- ✓ τέλη διωρύγων
- ✓ δεξαμενιστικά έξοδα
- ✓ σύνθεση πληρώματος
- ✓ μισθολογική κλίμακα πληρώματος
- ✓ έξοδα ρυμούλκησης
- ✓ έξοδα επιθεώρησης

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΟΛΙΚΗΣ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

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

$$GT=K_1 \times V$$

όπου V ο συνολικός όγκος όλων των κλειστών χώρων του πλοίου σε m^3

$$\text{και } K_1=0.2+0.02\log_{10} V .$$

Ως κλειστοί χώροι θεωρούνται εδώ όλοι οι χώροι που περικλείονται από το περίβλημα του πλοίου, κινητά ή μόνιμα διαφράγματα, καταστρώματα ή καλύμματα εκτός των σκιάστρων.

Ο συνολικός όγκος των κλειστών χώρων χωρίζεται στα εξής μέρη :

- Όγκος κάτωθεν του κυρίου καταστρώματος V_1 .
- Όγκος κλειστών χώρων υπερκατασκευών V_2 .

✓ **Όγκος κάτωθεν του κυρίου καταστρώματος.**

Υπολογίστηκε από το πρόγραμμα AUTOSHIP για T=D και είναι ίσο με :

$$V_1 = 1635.086 \text{ tn} = 1595.2m^3.$$

Για λόγους πληρότητας επισυνάπτονται παρακάτω υδροστατικοί πίνακες της γάστρας έως **T=D**

Hydrostatic Properties

Draft is from Baseline.

No Trim, No heel, VCG = 4.680

LCF Draft (m)	Displ (MT)	LCB (m)	VCB (m)	LCF (m)	TPcm (MT/cm)	MTcm (MT-m /cm)	KML (m)	KMT (m)
5.000	1635.086	23.539f	3.216	28.140f	5.461	17.712	64.257	6.691

Water Specific Gravity = 1.025.

Trim is per 55.00m

✓ Όγκος κλειστών χώρων υπερκατασκευών

Στον επόμενο πίνακα δίνονται οι όγκοι μεταξύ των διαφόρων καταστρώματων, όπως προκύπτουν από το σχέδιο γενικής διάταξης.

ITEM	VOLUME
	H/Y
Κλειστός χώρος κύριου καταστρώματος	1169.1
Κλειστός χώρος υπερκατασκευών	501.498
SUM	1670.598

Επομένως ο συνολικός όγκος των υπερκατασκευών είναι :

$$V_2 = 1670.598 \text{ m}^3.$$

✓ Συνολικός όγκος κλειστών χώρων:

Ο συνολικός όγκος των κλειστών όγκων του πλοίου είναι το άθροισμα όλων των παραπάνω χωρητικότητων :

Όγκος κάτωθεν του κυρίου καταστρώματος.	V_1	1595.2
Όγκος υπερκατασκευών	V_2	1670.598
ΣΥΝΟΛΟ	V	3265.8

Ο συντελεστής K_1 είναι :

$$K_1 = 0.2 + 0.02 \log_{10} V = 0.2703$$

Η ολική χωρητικότητα δίνεται από τη σχέση:

$$GT = K_1 \cdot V = 0.2703 \cdot 3265.8 \rightarrow$$

$GT = 883 \text{ RT}$

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Η καθαρή χωρητικότητα NT υπολογίζεται από τη σχέση :

$$NT = K_2 V_c \left(\frac{4T}{3D} \right)^2 + K_3 \left(N_1 + \frac{N_2}{10} \right)$$

$$V_c = A \text{ Deck} + B \text{ Deck} \rightarrow$$

$$V_c = 347.94 \cdot 2.7 + 155.21 \cdot 2.7 = 1358.5 \text{ m}^3$$

όπου V_c ο συνολικός όγκος χώρων επιβατών

Επίσης έχουμε :

$$K_2 = 0.2 + 0.02 \cdot \log_{10}(V_c) = 0.2 + 0.02 \cdot \log_{10}(1358.5) = 0.273$$

$$K_3 = 1.25 \frac{GT + 10000}{10000} = 1.25 \frac{883 + 10.000}{10.000} = 1.36$$

- ✓ $D=5\text{m}$ το πλευρικό ύψος και $T_{\max} = T_{\gamma,\phi} = 4.569 \text{ m}$ το μέγιστο βύθισμα σύμφωνα με την γραμμή φόρτωσης
- ✓ $N_1 = 0$ (Δεν υπάρχουν καμπίνες επιβατών)
- ✓ $N_2 = 482$ (αριθμός επιβατών)

Ακόμη είναι:

$$\left(\frac{4T}{3D} \right)^2 = \left(\frac{4 \cdot 4.569}{3 \cdot 5} \right)^2 = 1.4845 > 1,00$$

Άρα έχουμε :

$$A) K_2 V_c \left(\frac{4T}{3D} \right)^2 = 0.273 \times 1358.5 \times 1.4845 = 551$$

$$B) 0.25 \times GT = 220.75 \text{ GT}$$

Εδώ διαπιστώνεται ότι από τα Α) και Β) ότι (Α) > (Β) και επομένως λαμβάνεται ίσος με 551

$$K_2 V_c \left(\frac{4T}{3D} \right)^2 = 551 \text{ GT}$$

Άρα η καθαρή χωρητικότητα είναι :

$$NT = K_2 V_c \left(\frac{4T}{3D} \right)^2 + K_3 \left(N_1 + \frac{N_2}{10} \right) = 551 + 1.36 \cdot \left(0 + \frac{482}{10} \right) = 616.552 \text{ GT} > 0.30 \text{ GT} = 264.9 \text{ GT}$$

NT = 617 RT

Άρα έχουμε :

GT = 883 RT

NT = 436 RT

14.1. ΣΥΝΘΕΣΗ ΠΛΗΡΩΜΑΤΩΣ

ΣΥΝΘΕΣΗ ΠΛΗΡΩΜΑΤΩΣ (Ν 3511,1/ 17/13.11.2014)

COMPLEMENT					
DECK DEP.		ENG. DEP.			
ΠΛΟΙΑΡΧΟΣ Β΄	1	ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ Α΄	1		
ΚΥΒΕΡΝΗΤΗΣ Α	1	ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ Γ΄	1		
ΝΑΥΤΗΣ	2				
TOTAL NUMBER OF OFFICER			2	PERSONS	
TOTAL NUMBER OF CREW			4	PERSONS	
TOTAL NUMBER OF EMPLOYEES (3 BARS)			7	PERSONS	
GRAND TOTAL			13	P	

15. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ - ΩΣΗΣ

Στο κεφάλαιο αυτό θα ασχοληθούμε με τον υπολογισμό της αντίστασης του υπό μελέτη επεκταμένου πλοίου καθώς και του πατρικού με απώτερο σκοπό τον υπολογισμό της ταχύτητας. Για τον παραπάνω υπολογισμό χρησιμοποιήθηκε η σειρά αντίστασης Molland [F.] (Resistance experiments on a systematic series of high speed displacement catamaran forms).

Παρατηρήθηκε από αναζήτηση στο διαδίκτυο ότι το πόρισμα για τη ταχύτητα προκύπτει μέσω ενός διαγράμματος Ώσης - Ταχύτητας. Αρχικός στόχος λοιπόν, είναι πρώτα υπολογισμός της αντίστασης και κατά συνέπεια ο υπολογισμός της ώσης.

Λόγω του γεγονότος ότι δεν γνωρίζουμε κατά πόσο ακριβής είναι η συγκεκριμένη σειρά αντίστασης, αποφασίσαμε να τρέξουμε πρώτα ένα μοντέλο του πατρικού πλοίου, στο οποίο γνωρίζουμε ήδη την ταχύτητα από τα Main Particulars που μας δόθηκαν από την Hellenic Seaways. Αυτή η κίνηση αποσκοπεί στον απολύτως ακριβή προσδιορισμό της καμπύλης της αντίστασης και κατ'επέκταση της καμπύλης της ώσης, μέσω ενός διορθωτικού συντελεστή. Όπως είναι προφανές θα γίνει χρήση του ίδιου διορθωτικού συντελεστή και στο επιμηκυμένο πλοίο με σκοπό την αποφυγή λαθών και αποκλίσεων από την πραγματική τιμή της ταχύτητας.

- ✓ **Σημειώνεται ότι** : Ο υπολογισμός του διορθωτικού συντελεστή και κατά συνέπεια και της ταχύτητας και της πραγματικής καμπύλης της αντίστασης και ώσης, θα γίνουν στο αμέσως επόμενο κεφάλαιο.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ - ΩΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΠΑΤΡΙΚΟ ΠΛΟΙΟ FLYING CAT 3

Για τον υπολογισμό της αντίστασης προσδιορίστηκαν κάποια μεγέθη τα οποία απεδείχθη απαραίτητα για την ολοκλήρωση της μελέτης και τα οποία παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα. Διευκρινήσεις για τα εν λόγω μεγέθη δίνονται ακριβώς κάτω από τον πίνακα.

LOA	44.15m
LWL	44.15m
BWL	11.8m
Tmax	1.62m
Δ	184.69tn
FN	1.0433
S	8.5m
Bp	2.939
S/L	0.1925
B/T	1.8141
L/VOLUME^(1/3)	7.8167
VOLUME	180.18m ³
β	1.43
A_{ws}	354.2m ²

Διευκρινήσεις :

L_{BP} : Μήκος μεταξύ καθέτων. Στην συγκεκριμένη περίπτωση επειδή το υπό μελέτη πλοίο είναι catamaran η απόσταση αυτή θεωρείται ίδια με το μήκος ισάλου.

L_{WL} : Μήκος ισάλου.

B_{WL} : Πλάτος ισάλου.

T_{MAX} : Μέγιστο βύθισμα.

Δ : Εκτόπισμα σε κατάσταση Full Load Departure.

B_p : Πλάτος της καθεμίας πλατφόρμας.

S : Απόσταση των δύο πλωτήρων από το γεωμετρικό τους μέσο.

S / L_{WL} : Ο λόγος της απόστασης των δύο πλωτήρων προς το μήκος ισάλου.

B_{WL} / T_{MAX} : Ο λόγος του πλάτους ισάλου προς το μέγιστο βύθισμα.

Volume : Ο όγκος του πλοίου.

L_{WL}/Volume^(1/3) : Το πηλίκο του μήκους ισάλου προς τον εν λόγω όγκο σε δύναμη 1/3.

β : Αδιάστατος συντελεστής παρεμβολής ιξώδους αντίστασης.

A_{WS} : Εμβαδόν βρεχόμενης επιφάνειας.

- ✓ Σημειώνεται εδώ ότι για την κινηματική συνεκτικότητα θεωρήθηκε η τιμή $v = 1,18831 \times 10^{-6}$, καθώς και για την πυκνότητα του νερού $\rho = 1,025 \text{ t/m}^3$ v

Έχοντας λοιπόν υπολογίσει αυτά τα μεγέθη, προχωρήσαμε στη διαδικασία εύρεσης της αντίστασης, η οποία έγινε βρίσκοντας πρώτα την αντίσταση ενός μοντέλου του πατρικού πλοίου μας και ύστερα την αντίσταση του υπάρχοντος πλοίου.

Ακολουθώντας τα βήματα σύμφωνα με την εκτενή μελέτη του Molland [F.], υπολογίσαμε αρχικά τις ταχύτητες του μοντέλου για κάποιους συγκεκριμένους αριθμούς Froude. Αυτή η σειρά αντίστασης έχει ομαδοποιημένες τιμές Froude - CR_{MODEL} για διάφορες τιμές του λόγου S/L, για αρκετά διαφορετικά μοντέλα, επομένως βρήκαμε το μοντέλο που αντιστοιχεί στο πατρικό πλοίο και σύμφωνα με τη δικιά μας τιμή S/L βρήκαμε το CR του μοντέλου του για διάφορες τιμές του αριθμού Froude. Με τη χρήση του Microsoft Excel τα αποτελέσματα ομαδοποιήθηκαν και παρατίθενται παρακάτω.

Fn	V(m/s)	V(kn)	CRmodel
0.2	4.162	8.082	2.983
0.25	5.203	10.103	3.718
0.3	6.243	12.123	4.401
0.35	7.284	14.144	5.336
0.4	8.325	16.164	5.905
0.45	9.365	18.185	8.567
0.5	10.406	20.205	9.474
0.55	11.446	22.226	8.316
0.6	12.487	24.246	6.845
0.65	13.527	26.267	5.584
0.7	14.568	28.287	4.718
0.75	15.608	30.308	4.216
0.8	16.649	32.328	3.784
0.85	17.690	34.349	3.459
0.9	18.730	36.369	3.276
0.95	19.771	38.390	3.076
1	20.811	40.410	2.904
1.05	21.852	42.431	2.779
1.1	22.892	44.451	2.662
1.15	23.933	46.472	2.546
1.2	24.974	48.492	2.441

Έχοντας τώρα τα CR του μοντέλου υπολογίσαμε τα CF, CT, CW σύμφωνα με τους παρακάτω τύπους:

$$a) \quad CFm = \frac{0.075}{(\log(Fn \cdot 5,56 \cdot 10^6) - 2)^2} \cdot 1000$$

$$b) \quad CTm = CRm + CFm$$

$$c) \quad CWm = CTm - \beta \cdot CFm$$

Έτσι παίρνουμε τις παρακάτω τιμές:

Fn	V(m/s)	V(kn)	CRmodel	CFmodel	Ctmodel	Cwmodel
0.2	4.162	8.082	2.983	4.581	7.564	1.013
0.25	5.203	10.103	3.718	4.369	8.087	1.839
0.3	6.243	12.123	4.401	4.207	8.608	2.592
0.35	7.284	14.144	5.336	4.077	9.413	3.583
0.4	8.325	16.164	5.905	3.969	9.874	4.198
0.45	9.365	18.185	8.567	3.877	12.444	6.900
0.5	10.406	20.205	9.474	3.798	13.272	7.841
0.55	11.446	22.226	8.316	3.728	12.044	6.713
0.6	12.487	24.246	6.845	3.666	10.511	5.269
0.65	13.527	26.267	5.584	3.610	9.194	4.032
0.7	14.568	28.287	4.718	3.560	8.278	3.187
0.75	15.608	30.308	4.216	3.514	7.730	2.705
0.8	16.649	32.328	3.784	3.471	7.255	2.291
0.85	17.690	34.349	3.459	3.432	6.891	1.983
0.9	18.730	36.369	3.276	3.396	6.672	1.816
0.95	19.771	38.390	3.076	3.363	6.439	1.630
1	20.811	40.410	2.904	3.331	6.235	1.472
1.05	21.852	42.431	2.779	3.301	6.080	1.359
1.1	22.892	44.451	2.662	3.274	5.936	1.254
1.15	23.933	46.472	2.546	3.247	5.793	1.150
1.2	24.974	48.492	2.441	3.223	5.664	1.055

Στην συνέχεια υπολογίστηκε ο αριθμός Reynolds με την βοήθεια του οποίου μπορούμε να εστιάσουμε στο CF και CT του πατρικού πλοίου μας.

Οι τύποι παρατίθενται παρακάτω :

$$d) \quad RE = \frac{V \left(\frac{m}{s} \right) \cdot L_{wl}}{\nu}$$

$$e) \quad CF_{ship} = \frac{0.075}{\log(RE - 2)^2} \cdot 1000$$

$$f) \quad CT_{ship} = CF_{ship} + CR_m - \beta \cdot (CF_m - CF_{ship})$$

Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα έχουμε :

Fn	V(m/s)	V(kn)	CRmodel	CFmodel	Ctmodel	Cwmodel	Reynolds	Cfship	Ctship
0.2	4.162	8.082	2.983	4.581	7.564	1.013	154643193.406	1.958	1.189
0.25	5.203	10.103	3.718	4.369	8.087	1.839	193303991.757	1.898	2.082
0.3	6.243	12.123	4.401	4.207	8.608	2.592	231964790.109	1.851	2.883
0.35	7.284	14.144	5.336	4.077	9.413	3.583	270625588.460	1.813	3.911
0.4	8.325	16.164	5.905	3.969	9.874	4.198	309286386.812	1.780	4.556
0.45	9.365	18.185	8.567	3.877	12.444	6.900	347947185.163	1.753	7.282
0.5	10.406	20.205	9.474	3.798	13.272	7.841	386607983.515	1.728	8.244
0.55	11.446	22.226	8.316	3.728	12.044	6.713	425268781.866	1.707	7.133
0.6	12.487	24.246	6.845	3.666	10.511	5.269	463929580.217	1.688	5.704
0.65	13.527	26.267	5.584	3.610	9.194	4.032	502590378.569	1.670	4.480
0.7	14.568	28.287	4.718	3.560	8.278	3.187	541251176.920	1.654	3.647
0.75	15.608	30.308	4.216	3.514	7.730	2.705	579911975.272	1.640	3.176
0.8	16.649	32.328	3.784	3.471	7.255	2.291	618572773.623	1.626	2.771
0.85	17.690	34.349	3.459	3.432	6.891	1.983	657233571.975	1.614	2.472
0.9	18.730	36.369	3.276	3.396	6.672	1.816	695894370.326	1.602	2.312
0.95	19.771	38.390	3.076	3.363	6.439	1.630	734555168.678	1.591	2.134
1	20.811	40.410	2.904	3.331	6.235	1.472	773215967.029	1.581	1.982
1.05	21.852	42.431	2.779	3.301	6.080	1.359	811876765.381	1.571	1.875
1.1	22.892	44.451	2.662	3.274	5.936	1.254	850537563.732	1.562	1.776
1.15	23.933	46.472	2.546	3.247	5.793	1.150	889198362.084	1.553	1.676
1.2	24.974	48.492	2.441	3.223	5.664	1.055	927859160.435	1.545	1.587

Έχοντας κάνει όλους αυτούς τους υπολογισμούς έχουμε την δυνατότητα να υπολογίσουμε την αντίσταση του πατρικού πλοίου Flying cat 3, σύμφωνα με τον τύπο :

$$RT(KN) = 2 \cdot 0.5 \cdot 1.025 \cdot A_{ws} \cdot CT_{ship} \cdot 0.001 \cdot V\left(\frac{m}{s}\right)^2$$

Έχουμε τα αποτελέσματα :

Fn	V(m/s)	V(kn)	CRmodel	CFmodel	Ctmodel	Cwmodel	Reynolds	Cfship	Ctship	RT (kn)
0.2	4.162	8.082	2.983	4.581	7.564	1.013	154643193.406	1.958	1.189	7.480
0.25	5.203	10.103	3.718	4.369	8.087	1.839	193303991.757	1.898	2.082	20.458
0.3	6.243	12.123	4.401	4.207	8.608	2.592	231964790.109	1.851	2.883	40.797
0.35	7.284	14.144	5.336	4.077	9.413	3.583	270625588.460	1.813	3.911	75.334
0.4	8.325	16.164	5.905	3.969	9.874	4.198	309286386.812	1.780	4.556	114.627
0.45	9.365	18.185	8.567	3.877	12.444	6.900	347947185.163	1.753	7.282	231.870
0.5	10.406	20.205	9.474	3.798	13.272	7.841	386607983.515	1.728	8.244	324.061
0.55	11.446	22.226	8.316	3.728	12.044	6.713	425268781.866	1.707	7.133	339.291
0.6	12.487	24.246	6.845	3.666	10.511	5.269	463929580.217	1.688	5.704	322.881
0.65	13.527	26.267	5.584	3.610	9.194	4.032	502590378.569	1.670	4.480	297.634
0.7	14.568	28.287	4.718	3.560	8.278	3.187	541251176.920	1.654	3.647	281.037
0.75	15.608	30.308	4.216	3.514	7.730	2.705	579911975.272	1.640	3.176	280.895
0.8	16.649	32.328	3.784	3.471	7.255	2.291	618572773.623	1.626	2.771	278.898
0.85	17.690	34.349	3.459	3.432	6.891	1.983	657233571.975	1.614	2.472	280.802
0.9	18.730	36.369	3.276	3.396	6.672	1.816	695894370.326	1.602	2.312	294.471
0.95	19.771	38.390	3.076	3.363	6.439	1.630	734555168.678	1.591	2.134	302.781
1	20.811	40.410	2.904	3.331	6.235	1.472	773215967.029	1.581	1.982	311.602
1.05	21.852	42.431	2.779	3.301	6.080	1.359	811876765.381	1.571	1.875	325.119
1.1	22.892	44.451	2.662	3.274	5.936	1.254	850537563.732	1.562	1.776	337.897
1.15	23.933	46.472	2.546	3.247	5.793	1.150	889198362.084	1.553	1.676	348.617
1.2	24.974	48.492	2.441	3.223	5.664	1.055	927859160.435	1.545	1.587	359.329

Για να μπορέσουμε να μεταπηδήσουμε από την αντίσταση στην ώση χρησιμοποιήθηκε ο εξής τύπος :

$$g) \quad T = \frac{\frac{RT}{2}}{1-t}$$

όπου,

t : Ο συντελεστής μείωσης ώσης

Ο εν λόγω συντελεστής t υπολογίστηκε από ένα διάγραμμα Fn-t που εμπεριέχεται στην εκτενή μελέτη του Tom J.C. Van Terwisga με τίτλο Waterjet-Hull Interaction, [A.].

Οι υπολογισθέντες τιμές παρουσιάζονται παρακάτω :

Fn	t (μείωση ώσης)
0.2	0.500
0.25	0.380
0.3	0.300
0.35	0.250
0.4	0.220
0.45	0.200
0.5	0.100
0.55	0.000
0.6	-0.060
0.65	-0.070
0.7	-0.069
0.75	-0.068
0.8	-0.067
0.85	-0.063
0.9	-0.061
0.95	-0.060
1	-0.050
1.05	-0.045
1.1	-0.040
1.15	-0.037
1.2	-0.035

Αφού λοιπόν έχουμε υπολογίσει και τον συντελεστή ώσης μπορούμε ακολούθως να υπολογίσουμε τις τιμές της ώσης :

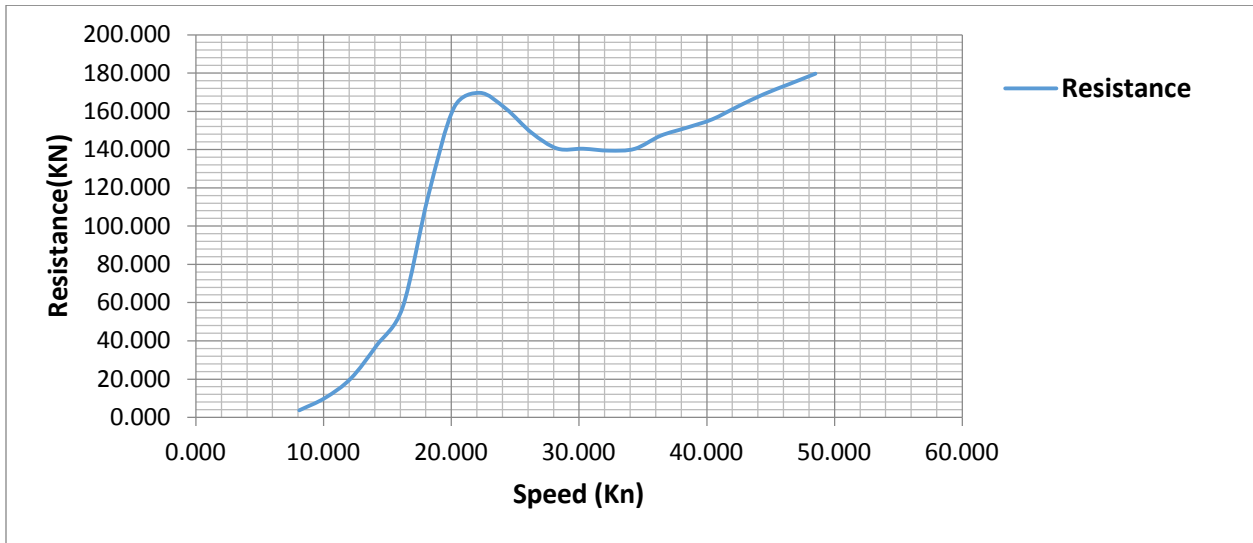
Fn	t (μείωση ώσης)	Thrust (kn)
0.2	0.500	7.480
0.25	0.380	16.498
0.3	0.300	29.140
0.35	0.250	50.223
0.4	0.220	73.479
0.45	0.200	144.919
0.5	0.100	180.034
0.55	0.000	169.645
0.6	-0.060	152.302
0.65	-0.070	139.081
0.7	-0.069	131.448
0.75	-0.068	131.505
0.8	-0.067	130.693
0.85	-0.063	132.080
0.9	-0.061	138.770
0.95	-0.060	142.821
1	-0.050	148.382
1.05	-0.045	155.559
1.1	-0.040	162.451
1.15	-0.037	168.089
1.2	-0.035	173.589

Στο επόμενο φύλλο παρατίθεται ένας συγκεντρωτικός πίνακας με όλα τα υπολογισθέντα μεγέθη :

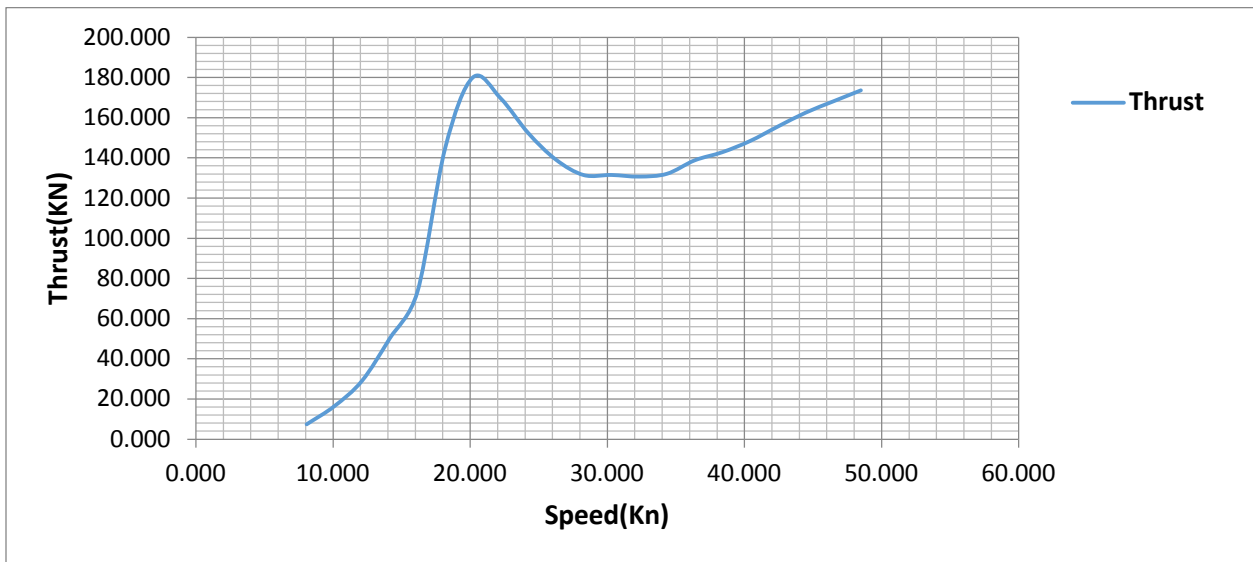
Fn	V(m/s)	V(kn)	CRmodel	CFmodel	Ctmodel	Cwmodel	Reynolds	Cfship	Ctship	RT (kn)	t (μείωση ώσης)	Thrust (kn)
0.2	4.162	8.082	2.983	4.581	7.564	1.013	154643193.406	1.958	1.189	7.480	0.500	7.480
0.25	5.203	10.103	3.718	4.369	8.087	1.839	193303991.757	1.898	2.082	20.458	0.380	16.498
0.3	6.243	12.123	4.401	4.207	8.608	2.592	231964790.109	1.851	2.883	40.797	0.300	29.140
0.35	7.284	14.144	5.336	4.077	9.413	3.583	270625588.460	1.813	3.911	75.334	0.250	50.223
0.4	8.325	16.164	5.905	3.969	9.874	4.198	309286386.812	1.780	4.556	114.627	0.220	73.479
0.45	9.365	18.185	8.567	3.877	12.444	6.900	347947185.163	1.753	7.282	231.870	0.200	144.919
0.5	10.406	20.205	9.474	3.798	13.272	7.841	386607983.515	1.728	8.244	324.061	0.100	180.034
0.55	11.446	22.226	8.316	3.728	12.044	6.713	425268781.866	1.707	7.133	339.291	0.000	169.645
0.6	12.487	24.246	6.845	3.666	10.511	5.269	463929580.217	1.688	5.704	322.881	-0.060	152.302
0.65	13.527	26.267	5.584	3.610	9.194	4.032	502590378.569	1.670	4.480	297.634	-0.070	139.081
0.7	14.568	28.287	4.718	3.560	8.278	3.187	541251176.920	1.654	3.647	281.037	-0.069	131.448
0.75	15.608	30.308	4.216	3.514	7.730	2.705	579911975.272	1.640	3.176	280.895	-0.068	131.505
0.8	16.649	32.328	3.784	3.471	7.255	2.291	618572773.623	1.626	2.771	278.898	-0.067	130.693
0.85	17.690	34.349	3.459	3.432	6.891	1.983	657233571.975	1.614	2.472	280.802	-0.063	132.080
0.9	18.730	36.369	3.276	3.396	6.672	1.816	695894370.326	1.602	2.312	294.471	-0.061	138.770
0.95	19.771	38.390	3.076	3.363	6.439	1.630	734555168.678	1.591	2.134	302.781	-0.060	142.821
1	20.811	40.410	2.904	3.331	6.235	1.472	773215967.029	1.581	1.982	311.602	-0.050	148.382
1.05	21.852	42.431	2.779	3.301	6.080	1.359	811876765.381	1.571	1.875	325.119	-0.045	155.559
1.1	22.892	44.451	2.662	3.274	5.936	1.254	850537563.732	1.562	1.776	337.897	-0.040	162.451
1.15	23.933	46.472	2.546	3.247	5.793	1.150	889198362.084	1.553	1.676	348.617	-0.037	168.089
1.2	24.974	48.492	2.441	3.223	5.664	1.055	927859160.435	1.545	1.587	359.329	-0.035	173.589

Έχοντας συγκεντρωμένα όλα τα αποτελέσματα μπορούμε να παρουσιάσουμε διαγραμματικά την καμπύλη της αντίστασης καθώς και την καμπύλη της ώσης συναρτήσει της ταχύτητας με τη βοήθεια της χρήσης του Microsoft Excel. Τα διαγράμματα φαίνονται παρακάτω :

Διάγραμμα Αντίστασης - Ταχύτητας



Διάγραμμα Ώσης - Ταχύτητας



ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ - ΩΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΕΠΙΜΗΚΥΜΕΝΟ ΠΛΟΙΟ "ΣΟΡΗΙΕ"

Η διαδικασία που ακολουθήθηκε είναι ακριβώς η ίδια με αυτήν που έχει περιγραφεί από επάνω.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη του πλοίου μας δίνονται παρακάτω :

LBP	50.289m
LWL	50.289m
BWL	11.8m
Tmax	1.846m
Δ	312.33tn
FN	0.9274
S	8.5m
Bp	2.939m
S/L	0.1690
B/T	1.5920
L/VOLUME^(1/3)	7.4732
VOLUME	304.712m ³
β	1.43
A_{ws}	456.723m ²

Με βάση τα χαρακτηριστικά μεγέθη εξάγεται ο παρακάτω πίνακας :

Fn	V(m/s)	V(kn)
0.2	4.442	8.626
0.25	5.553	10.782
0.3	6.663	12.939
0.35	7.774	15.095
0.4	8.884	17.251
0.45	9.995	19.408
0.5	11.106	21.564
0.55	12.216	23.721
0.6	13.327	25.877
0.65	14.437	28.033
0.7	15.548	30.190
0.75	16.658	32.346
0.8	17.769	34.503
0.85	18.879	36.659
0.9	19.990	38.816
0.95	21.101	40.972
1	22.211	43.128
1.05	23.322	45.285
1.1	24.432	47.441
1.15	25.543	49.598
1.2	26.653	51.754

Όπως προαναφέρθηκε η διαδικασία είναι πανομοιότυπη με αυτήν που χρησιμοποιήθηκε για το πατρικό, πράγμα που έχει ως απόρροια την εκμετάλλευση των ίδιων τύπων :

$$a) \quad CF_m = \frac{0.075}{(\log(Fn \cdot 5,56 \cdot 10^6) - 2)^2} \cdot 1000$$

$$b) \quad CT_m = CR_m + CF_m$$

$$c) \quad CW_m = CT_m - \beta \cdot CF_m$$

$$d) \quad RE = \frac{V\left(\frac{m}{s}\right) \cdot Lwl}{v}$$

$$e) \quad CF_{ship} = \frac{0.075}{\text{Log}(RE - 2)^2} \cdot 1000$$

$$f) \quad CT_{ship} = CF_{ship} + CR_m - \beta \cdot (CF_m - CF_{ship})$$

$$g) \quad RT(KN) = 2 \cdot 0.5 \cdot 1.025 \cdot A_{ws} \cdot CT_{ship} \cdot 0.001 \cdot V\left(\frac{m}{s}\right)^2$$

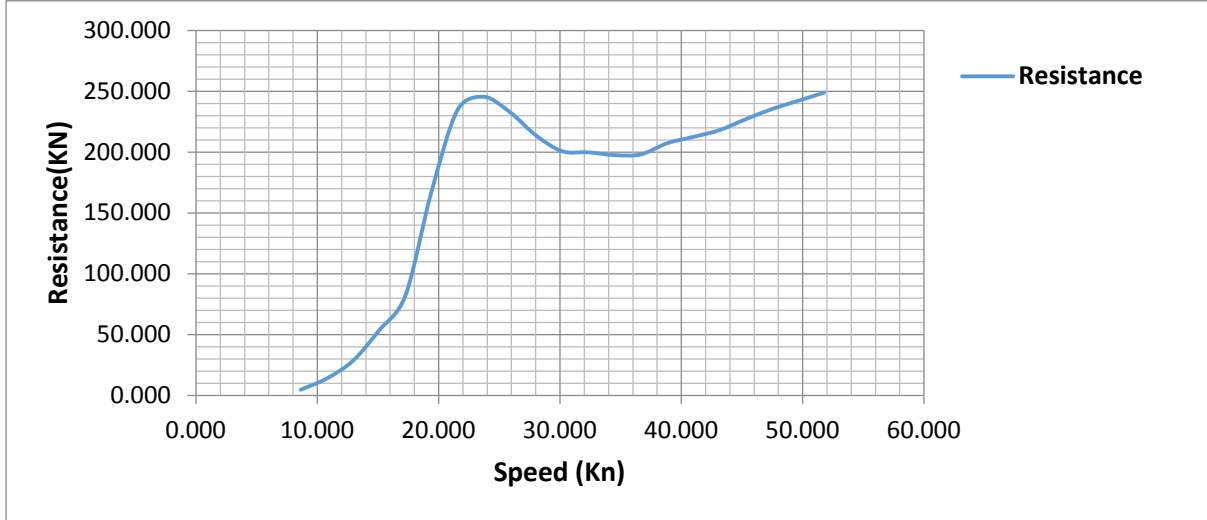
$$h) \quad T = \frac{\frac{RT}{2}}{1-t}$$

Έτσι παρουσιάζεται ο παρακάτω συνοπτικός πίνακας :

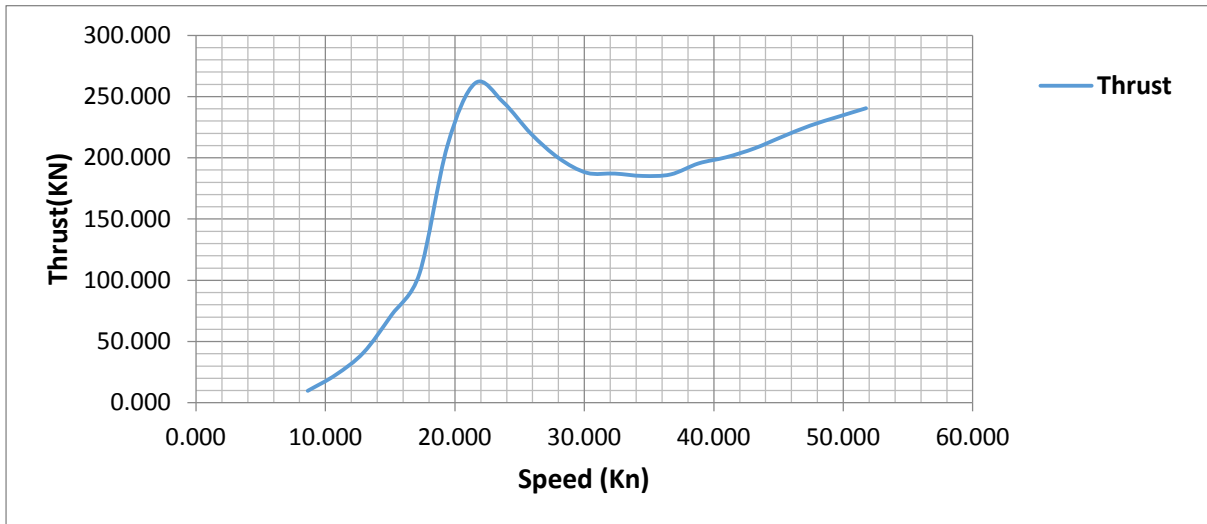
Fn	V(m/s)	V(kn)	CRmodel	CFmodel	Ctmodel	Cwmodel	Reynolds	Cfship	Ctship	RT (kn)	t (μείωση ώσης)	Thrust (kn)
0.2	4.442	8.626	2.983	4.581	7.564	1.013	187994111.902	1.905	1.062	9.806	0.500	9.806
0.25	5.553	10.782	3.718	4.369	8.087	1.839	234992639.877	1.848	1.960	28.286	0.380	22.812
0.3	6.663	12.939	4.401	4.207	8.608	2.592	281991167.853	1.803	2.765	57.477	0.300	41.055
0.35	7.774	15.095	5.336	4.077	9.413	3.583	328989695.828	1.766	3.797	107.424	0.250	71.616
0.4	8.884	17.251	5.905	3.969	9.874	4.198	375988223.804	1.735	4.445	164.260	0.220	105.295
0.45	9.995	19.408	8.567	3.877	12.444	6.900	422986751.779	1.708	7.174	335.492	0.200	209.682
0.5	11.106	21.564	9.474	3.798	13.272	7.841	469985279.755	1.685	8.137	469.837	0.100	261.021
0.55	12.216	23.721	8.316	3.728	12.044	6.713	516983807.730	1.664	7.029	491.056	0.000	245.528
0.6	13.327	25.877	6.845	3.666	10.511	5.269	563982335.706	1.645	5.601	465.717	-0.060	219.678
0.65	14.437	28.033	5.584	3.610	9.194	4.032	610980863.681	1.629	4.379	427.312	-0.070	199.679
0.7	15.548	30.190	4.718	3.560	8.278	3.187	657979391.657	1.613	3.548	401.525	-0.069	187.804
0.75	16.658	32.346	4.216	3.514	7.730	2.705	704977919.632	1.599	3.078	399.822	-0.068	187.183
0.8	17.769	34.503	3.784	3.471	7.255	2.291	751976447.608	1.586	2.674	395.312	-0.067	185.244
0.85	18.879	36.659	3.459	3.432	6.891	1.983	798974975.583	1.574	2.376	396.447	-0.063	186.476
0.9	19.990	38.816	3.276	3.396	6.672	1.816	845973503.558	1.563	2.217	414.781	-0.061	195.467
0.95	21.101	40.972	3.076	3.363	6.439	1.630	892972031.534	1.552	2.040	425.163	-0.060	200.549
1	22.211	43.128	2.904	3.331	6.235	1.472	939970559.509	1.542	1.889	436.217	-0.050	207.722
1.05	23.322	45.285	2.779	3.301	6.080	1.359	986969087.485	1.533	1.783	454.087	-0.045	217.267
1.1	24.432	47.441	2.662	3.274	5.936	1.254	1033967615.460	1.524	1.685	470.793	-0.040	226.343
1.15	25.543	49.598	2.546	3.247	5.793	1.150	1080966143.436	1.516	1.586	484.398	-0.037	233.557
1.2	26.653	51.754	2.441	3.223	5.664	1.055	1127964671.411	1.508	1.497	497.913	-0.035	240.538

Τέλος παρακάτω παρατίθενται τα διαγράμματα αντίστασης-ταχύτητας καθώς και ώσης-ταχύτητας :

Διάγραμμα Αντίστασης - Ταχύτητας



Διάγραμμα Ώσης - Ταχύτητας



16. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΡΟΩΣΗΣ - ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ

Στο κεφάλαιο αυτό θα εξετάσουμε την πρόωση του μετασκευασμένου πλοίου πράγμα που θα μας δώσει τη δυνατότητα να προσεγγίσουμε την ταχύτητα του σκάφους. Προφανώς όλη αυτή η διαδικασία είναι επιτεύξιμη με την προϋπόθεση ότι έχει γίνει μια σωστή προσέγγιση της καμπύλης της αντίστασης. Η λεπτομερής ανάλυση βρίσκεται παρακάτω.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΡΩΣΗΣ

Για τον προσδιορισμό των κύριων μηχανών Diesel, των Water-Jets καθώς και την ισχύ και ιπποδύναμη αυτών, έγινε η εξής απλούστευση-θεώρηση :

Στο υπό μελέτη πλοίο δεν αλλοιώθηκαν καθόλου τα χαρακτηριστικά του μηχανοστασίου κατά την επιμήκυνση του. Αυτό βεβαίως είναι απολύτως λογικό διότι στο πατρικό πλοίο προστέθηκε απλά 10 μέτρα παράλληλου τμήματος. Κατά συνέπεια οι κύριες μηχανές Diesel, τα Water-Jets καθώς και η ισχύς κίνησης αυτών, θεωρήθηκε ότι δεν αλλάζουν κατά την επιμήκυνση. Επομένως για την πρόωση του πλοίου δεχόμαστε τις ίδιες τιμές με του πατρικού :

➤ MAIN ENGINES

- A. MAKER : CATERPILLAR
- B. TYPE : TAURUS MAR 60 MT-7002M
- C. POWER : 2 x 4525 kW
- D. SPEED : 14500 RPM

➤ PROPULSION SYSTEM

- A. 2 KAMEWA 590 STEERING WATERJET 90 SII

➤ GENERATORS

- A. MAKER : CATERPILLAR
- B. TYPE : 3304 B-T 101 kW
- C. POWER : 2 x 6108 kW

➤ GEARBOXES

- A. MAKER : PHILADELPHIA
- B. TYPE : 1000 VMGH-HP25-IIA

ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ

Έχοντας επιλέξει λοιπόν τις κύριες μηχανές πρόωσης και τα Water Jets, μπορούμε να κατασκευάσουμε τις καμπύλες ώσης-ταχύτητας.

Δημιουργήθηκαν δύο τέτοιες καμπύλες για το πατρικό πλοίο και δύο ακόμα για το επιμηκυμένο, οι οποίες αναφέρονται στο 95% και 100% του MCR και 91% και 100% αντίστοιχα. Οι καμπύλες αυτές δημιουργήθηκαν σύμφωνα με ένα φύλλο της Rolls-Royce για τα KAMEWA WATERJET [C.] και συγκεκριμένα για το 90 SII, που βρήκαμε στο διαδίκτυο.

- ✓ Σημειώνεται εδώ ότι οι καμπύλες αυτές εμπεριέχουν την συνολική ώση που επιτυγχάνεται από τις μηχανές και τα Water-Jets.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΣΤΟ ΠΑΤΡΙΚΟ ΠΛΟΙΟ FLYING CAT 3

Αν και την ταχύτητα του πατρικού πλοίου τη γνωρίζουμε από τα Main Particulars του, η διαδικασία αυτή είναι αναγκαία για να διασταυρώσουμε αν η σειρά αντίστασης Molland [F.] και κατ'επέκταση η καμπύλη της ώσης - ταχύτητας του πλοίου, ανταποκρίνεται με ακρίβεια στην πραγματικότητα.

Όπως αναφέρθηκε και στο προηγούμενο κεφάλαιο, ο σκοπός και η διαδικασία που ακολουθήθηκε δίνεται παρακάτω :

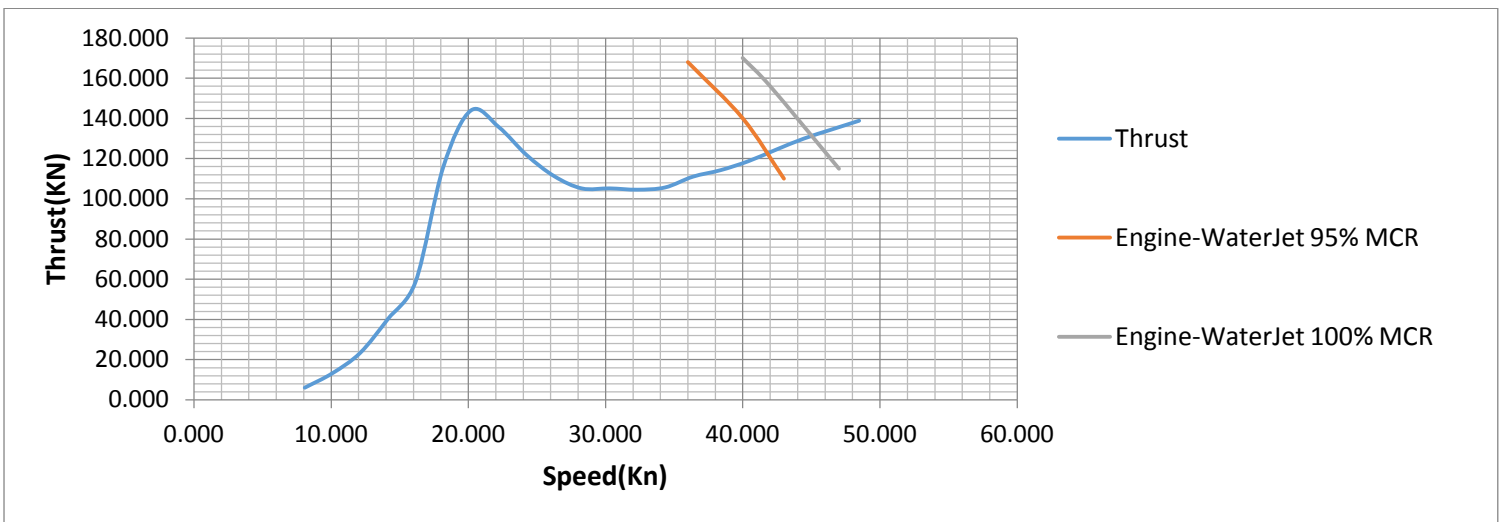
- A. Υπολογισμός της αντίστασης καθώς και της ώσης του πατρικού πλοίου Flying Cat 3, για διάφορους αριθμούς Froude, σύμφωνα πάντα με την σειρά αντίστασης του Molland [F.].
- B. Σχεδιασμός των καμπυλών αντίστασης - ταχύτητας και ώσης - ταχύτητας
- C. Συγχώνευση της καμπύλης ώσης - ταχύτητας των μηχανών - Water Jets με την καμπύλη ώσης - ταχύτητας του πλοίου.
- D. Μετακίνηση της καμπύλης της ώσης του πλοίου μέσω ενός διορθωτικού συντελεστή που επιβλήθηκε στις τιμές της αντίστασης, με σκοπό να επιτευχθεί η ακριβής τομή των καμπυλών 95% και 100% του MCR με την καμπύλη της ώσης, στα σημεία με ταχύτητες 42kn και 45kn αντίστοιχα.

Η παραπάνω διαδικασία παρατίθεται διαγραμματικά παρακάτω :

- Οι καμπύλες ώσης - ταχύτητας για τη μηχανή - Water Jet δημιουργήθηκαν από τα παρακάτω σημεία :

Μηχανή-waterjet 95%		Μηχανή-waterjet 100%	
Thrust	V	Thrust	V
168	36	170	40
140	40	156	42
110	43	115	47

- Συγχώνευση της καμπύλης ώσης - ταχύτητας των μηχανών - Water Jets με την καμπύλη ώσης - ταχύτητας του πλοίου.



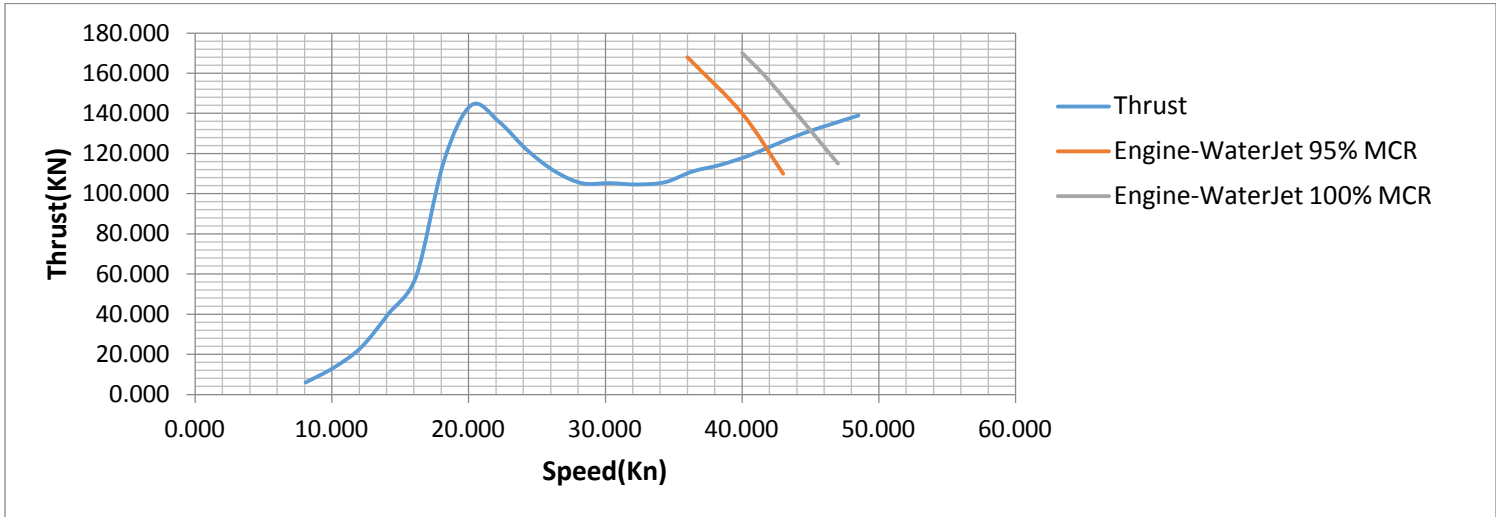
- ✓ Όπως παρατηρούμε το σημείο τομής της καμπύλης Engine-WaterJet 95% MCR με τη καμπύλη της ώσης βρίσκεται λίγο πριν τους 40kn ενώ κανονικά θα έπρεπε να ήταν στους 42kn. Ομοίως και με το σημείο τομής της καμπύλης Engine-WaterJet 100% MCR με την καμπύλη της ώσης θα έπρεπε να βρίσκεται στους 45kn και βρίσκεται στους 42kn.

- Επιβολή διορθωτικού συντελεστή *0,8 στις τιμές που απαρτίζουν την καμπύλη της αντίστασης.

Οι τελικές τιμές αντίστασης και ώσης του πατρικού φαίνονται στο παρακάτω συνοπτικό πίνακα :

Fn	V(m/s)	V(kn)	CRmodel	CFmodel	Ctmodel	Cwmodel	Reynolds	Cfship	Ctship	RT (kn)	t (μείωση ώσης)	Thrust (kn)
0.2	4.162	8.082	2.983	4.581	7.564	1.013	154643193.406	1.958	1.189	5.984	0.500	5.984
0.25	5.203	10.103	3.718	4.369	8.087	1.839	193303991.757	1.898	2.082	16.366	0.380	13.198
0.3	6.243	12.123	4.401	4.207	8.608	2.592	231964790.109	1.851	2.883	32.637	0.300	23.312
0.35	7.284	14.144	5.336	4.077	9.413	3.583	270625588.460	1.813	3.911	60.267	0.250	40.178
0.4	8.325	16.164	5.905	3.969	9.874	4.198	309286386.812	1.780	4.556	91.701	0.220	58.783
0.45	9.365	18.185	8.567	3.877	12.444	6.900	347947185.163	1.753	7.282	185.496	0.200	115.935
0.5	10.406	20.205	9.474	3.798	13.272	7.841	386607983.515	1.728	8.244	259.249	0.100	144.027
0.55	11.446	22.226	8.316	3.728	12.044	6.713	425268781.866	1.707	7.133	271.433	0.000	135.716
0.6	12.487	24.246	6.845	3.666	10.511	5.269	463929580.217	1.688	5.704	258.305	-0.060	121.842
0.65	13.527	26.267	5.584	3.610	9.194	4.032	502590378.569	1.670	4.480	238.107	-0.070	111.265
0.7	14.568	28.287	4.718	3.560	8.278	3.187	541251176.920	1.654	3.647	224.829	-0.069	105.159
0.75	15.608	30.308	4.216	3.514	7.730	2.705	579911975.272	1.640	3.176	224.716	-0.068	105.204
0.8	16.649	32.328	3.784	3.471	7.255	2.291	618572773.623	1.626	2.771	223.118	-0.067	104.554
0.85	17.690	34.349	3.459	3.432	6.891	1.983	657233571.975	1.614	2.472	224.641	-0.063	105.664
0.9	18.730	36.369	3.276	3.396	6.672	1.816	695894370.326	1.602	2.312	235.577	-0.061	111.016
0.95	19.771	38.390	3.076	3.363	6.439	1.630	734555168.678	1.591	2.134	242.224	-0.060	114.257
1	20.811	40.410	2.904	3.331	6.235	1.472	773215967.029	1.581	1.982	249.282	-0.050	118.706
1.05	21.852	42.431	2.779	3.301	6.080	1.359	811876765.381	1.571	1.875	260.095	-0.045	124.448
1.1	22.892	44.451	2.662	3.274	5.936	1.254	850537563.732	1.562	1.776	270.318	-0.040	129.961
1.15	23.933	46.472	2.546	3.247	5.793	1.150	889198362.084	1.553	1.676	278.894	-0.037	134.471
1.2	24.974	48.492	2.441	3.223	5.664	1.055	927859160.435	1.545	1.587	287.463	-0.035	138.871

- Συγχώνευση της καμπύλης ώσης - ταχύτητας των μηχανών - Water Jets με τη διορθωμένη καμπύλη ώσης - ταχύτητας του πλοίου.



- ✓ Με την επιβολή του διορθωτικού συντελεστή τα σημεία τομής τώρα είναι με ακρίβεια αυτά που ζητούσαμε δηλαδή, η καμπύλη Engine-WaterJet 95% και η καμπύλη Engine-WaterJet 100% τέμνουν την καμπύλη της ώσης ακριβώς στα σημεία με $V=42kn$ και $V=45kn$ αντίστοιχα.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΣΤΟ ΕΠΙΜΗΚΥΜΕΝΟ ΠΛΟΙΟ "ΣΟΡΗΙΕ"

Στόχος είναι αφού έχουμε προσδιορίσει το διορθωτικό συντελεστή, με τη μέθοδο που περιγράφηκε από επάνω, να τον εφαρμόζουμε και στην δικιά μας καμπύλη αντίστασης με σκοπό τον ακριβή υπολογισμό της ταχύτητας.

Αρχικά προσδιορίζουμε τις συντεταγμένες των σημείων για τη δημιουργία των καμπυλών ώσης - ταχύτητας για τη μηχανή - Water Jet :

Μηχανή-waterjet 95%		Μηχανή-waterjet 100%	
Thrust	V	Thrust	V
165	37	170	40
140	40.4	156	42
100	45	115	47

- ✓ Τονίζεται ότι οι καμπύλες αυτές δεν είναι ίδιες για το πατρικό και για το υπό μελέτη, διότι στο πατρικό υπολογίσαμε την ώση μηχανής - water jet στο 95% και στο 100% του MCR, ενώ στο υπό μελέτη υπολογίζουμε την ώση του συνόλου αυτού στο 91% και στο 100% του MCR.

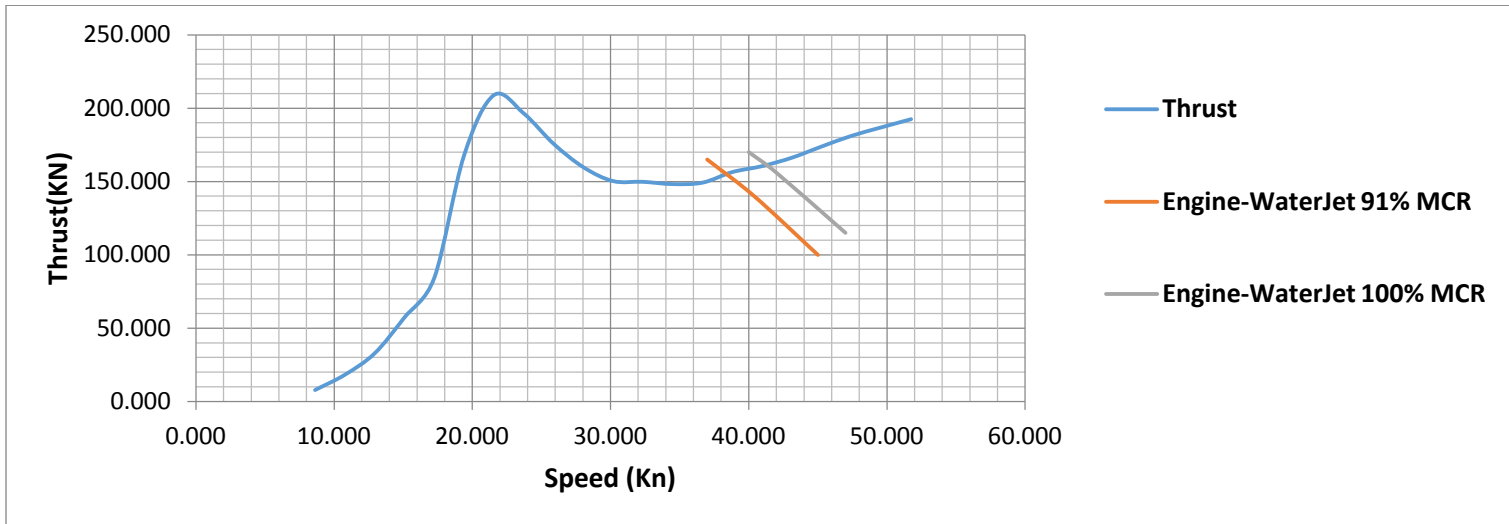
Με την επιβολή λοιπόν του ίδιου διορθωτικού συντελεστή *0,8 στις τιμές που απαρτίζουν την καμπύλη της αντίστασης, έχουμε τα τελικά αποτελέσματα για τις τιμές αντίστασης και ώσης.

Ο συγκεντρωτικός πίνακας φαίνεται παρακάτω :

Fn	V(m/s)	V(kn)	CRmodel	CFmodel	Ctmodel	Cwmodel	Reynolds	Cfship	Ctship	RT (kn)	t (μείωση ώσης)	Thrust (kn)
0.2	4.442	8.626	2.983	4.581	7.564	1.013	187994111.902	1.905	1.062	7.845	0.500	7.845
0.25	5.553	10.782	3.718	4.369	8.087	1.839	234992639.877	1.848	1.960	22.629	0.380	18.249
0.3	6.663	12.939	4.401	4.207	8.608	2.592	281991167.853	1.803	2.765	45.982	0.300	32.844
0.35	7.774	15.095	5.336	4.077	9.413	3.583	328989695.828	1.766	3.797	85.939	0.250	57.293
0.4	8.884	17.251	5.905	3.969	9.874	4.198	375988223.804	1.735	4.445	131.408	0.220	84.236
0.45	9.995	19.408	8.567	3.877	12.444	6.900	422986751.779	1.708	7.174	268.393	0.200	167.746
0.5	11.106	21.564	9.474	3.798	13.272	7.841	469985279.755	1.685	8.137	375.870	0.100	208.817
0.55	12.216	23.721	8.316	3.728	12.044	6.713	516983807.730	1.664	7.029	392.845	0.000	196.423
0.6	13.327	25.877	6.845	3.666	10.511	5.269	563982335.706	1.645	5.601	372.574	-0.060	175.742
0.65	14.437	28.033	5.584	3.610	9.194	4.032	610980863.681	1.629	4.379	341.850	-0.070	159.743
0.7	15.548	30.190	4.718	3.560	8.278	3.187	657979391.657	1.613	3.548	321.220	-0.069	150.243
0.75	16.658	32.346	4.216	3.514	7.730	2.705	704977919.632	1.599	3.078	319.857	-0.068	149.746
0.8	17.769	34.503	3.784	3.471	7.255	2.291	751976447.608	1.586	2.674	316.249	-0.067	148.196
0.85	18.879	36.659	3.459	3.432	6.891	1.983	798974975.583	1.574	2.376	317.158	-0.063	149.180
0.9	19.990	38.816	3.276	3.396	6.672	1.816	845973503.558	1.563	2.217	331.825	-0.061	156.374
0.95	21.101	40.972	3.076	3.363	6.439	1.630	892972031.534	1.552	2.040	340.131	-0.060	160.439
1	22.211	43.128	2.904	3.331	6.235	1.472	939970559.509	1.542	1.889	348.973	-0.050	166.178
1.05	23.322	45.285	2.779	3.301	6.080	1.359	986969087.485	1.533	1.783	363.270	-0.045	173.813
1.1	24.432	47.441	2.662	3.274	5.936	1.254	1033967615.460	1.524	1.685	376.634	-0.040	181.074
1.15	25.543	49.598	2.546	3.247	5.793	1.150	1080966143.436	1.516	1.586	387.518	-0.037	186.846
1.2	26.653	51.754	2.441	3.223	5.664	1.055	1127964671.411	1.508	1.497	398.331	-0.035	192.430

Με την συγχώνευση της καμπύλης ώσης - ταχύτητας των μηχανών - Water Jets με τη διορθωμένη καμπύλη ώσης - ταχύτητας του πλοίου, θα έχουμε τα πραγματικά σημεία τομής αυτών των καμπυλών και επομένως και τις ζητούμενες ταχύτητες.

Το διάγραμμα επισυνάπτεται παρακάτω :



Επομένως οι ταχύτητες που επιτυγχάνονται μετά την επέκταση του πλοίου είναι οι εξής :

- **V=38kn** , στο 95% του MCR, BEFORE (V=42 kn)
- **V=41kn** , στο 100% του MCR. BEFORE (V=45 kn)

➤ **Σημειώνεται εδώ**, ότι υπάρχει το ενδεχόμενο σε ταχύτητες κοντά στους 20 kn να μην έχουμε την απαραίτητη ώση για να καταφέρουμε να προσπεράσουμε την καμπάνα που φαίνεται στο διάγραμμα, με αποτέλεσμα να εγκλωβιστούμε σε ταχύτητες 19-21 kn. Το θετικό είναι ότι το πατρικό πλοίο για να φτάνει τους 40 kn σημαίνει ότι έχει την απαραίτητη ώση εκεί, πράγμα που μας καθιστά αισιόδοξους και για το υπό μελέτη.

✚ $\Delta\Delta = \Delta_{\text{ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ}} - \Delta_{\text{ΠΑΤΡΙΚΟΥ}} = 312,33\text{tn} - 184,69\text{tn} = 127,64 \text{ tn}$

17. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ - ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΜΕΤΑΣΚΕΥΗΣ

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει μια οικονομική μελέτη για το υπό μετασκευή πλοίο, με σκοπό τον καλύτερο δυνατό κατά προσέγγιση υπολογισμό του κόστους μετασκευής. Επιπροσθέτως, θα γίνει και μία εκτίμηση του χρόνου απόσβεσης αυτού του ποσού.

Τα γενικά χαρακτηριστικά του πλοίου μας θα μας φανούν χρήσιμα καθ'όλη τη διάρκεια της οικονομικής αυτής μελέτης. Ο συνοπτικός πίνακας επισυνάπτεται παρακάτω :

ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ Ε/Γ "SOPHIE"

Μήκος Ολικό	L _{OA}	=	57.5	m
Μήκος ισάλου	L _{BP}	=	50.289	m
Μέγιστο πλάτος	B	=	11.8	m
Κοίλο	D	=	5	m
Βύθισμα σχεδίασης	T	=	1.846	m
Μεγιστος Αριθμος Επιβατων	PAX	=	482	Prs
Συντελεστής γάστρας	C _B	=	0.464	
Εκτόπισμα	Δ	=	312.33	
Deadweight	DWT	=	107.19	MT
Light Ship	LS	=	205.14	MT
Ταχύτητα υπηρεσίας	V _S	=	38	kn
Required HorsePower	hp		12308	hp

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΣΚΟΠΙΜΟΤΗΤΑΣ

Στην παρούσα μελέτη, πραγματοποιείται προμελέτη οικονομικής σκοπιμότητας του υπό μελέτη πλοίου. Το υπό σχεδίαση πλοίο υποτίθεται ότι έχει εξασφαλισμένη ναύλωση στην εξυπηρέτηση της γραμμής: «Λιμάνι Α – Λιμάνι Β», για τα επόμενα 20 χρόνια, τουλάχιστον. Η υπηρεσιακή ταχύτητα του είναι 38Kn, δηλαδή 70.376 km/h, ενώ η μεταφορική του ικανότητα είναι : 482 pas. Επιβάτες.

Η διαδρομή «Λιμάνι Α – Λιμάνι Β», είναι συνολικά 100 NM ναυτικά μίλια (ή 185.32m) και θα καλύπτεται εν πλω, από το υπό σχεδίαση πλοίο, μαζί με τις καθυστερήσεις εξόδου-εισόδου από τα λιμάνια κατά μέσο όρο, σε 2.7 ώρες (2.7 hours).

Το συνολικό κόστος κτήσεως - κατασκευής της δεκάμετρης επέκτασης του υπό σχεδίαση πλοίου, θα αναλυθεί στις επιμέρους δύο παρακάτω κατηγορίες :

C_{ST} : Μικτό κόστος μεταλλικής κατασκευής.

C_{OT} : Μικτό κόστος ενδιαιτήσεως και εξοπλισμού.

Ως λογιστική μονάδα υπολογισμού κόστους λαμβάνεται το αμερικάνικο δολάριο (\$) U.S.D.

- ✓ Δεν χρειάζεται μελέτη κόστους μηχανολογικής εγκατάστασης λόγω ότι στο πρόσθετο παράλληλο τμήμα δεν περιλαμβάνονται οι μηχανολογικές εγκαταστάσεις.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗΣ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	
Κόστος αλουμινίου	$C_{st} = 26000 \text{ \$/t}$
Κόστος εργατοώρας	$C_{mhr} = 21-25 \text{ \$/t}$
Κόστος καυσίμου Diesel Oil	$C_{30/6/2015d.o.} = 220 \text{ \$/t}$
Κόστος ποσίμου νερού	$C_{f.w.} = 0.5 \text{ \$/t}$
Κόστος μισθοδοσίας	$C_{sal} = 1000 \text{ \$/άτομο, μήνα}$
Κόστος τροφοδοσίας	$C_{sup} = 10 \text{ \$/άτομο, μέρα}$

✓ Σημειώνεται εδώ ότι ήρθαμε σε επαφή με το ναυπηγείο στο Πέραμα, από όπου και πληροφορηθήκαμε για την τιμή του αλουμινίου.

ΚΟΣΤΟΣ ΚΤΗΣΗΣ ΤΗΣ ΔΕΚΑΜΕΤΡΗΣ ΜΕΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

Το κόστος κτήσης αποτελείται από το κόστος μεταλλικής κατασκευής K_{ST} , το κόστος ενδιαίτησης και εξοπλισμού K_{OT} και το κόστος μηχανολογικής εγκατάστασης K_M :

$$\text{Κόστος Κτήσης} = K_{KT} = K_{ST} + K_{OT} + K_M$$

ΚΟΣΤΟΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Οι υπολογισμοί θα βασισθούν σε εμπειρικούς τύπους οι οποίοι έχουν προκύψει βάσει στατιστικής ανάλυσης.

Στο σημείο αυτό είναι απαραίτητο να υπολογιστεί ξεχωριστά το βάρος της μεταλλικής μετασκευής του πλοίου.

Ο συγκεντρωτικός πίνακας φαίνεται παρακάτω :

	WEIGHT (tn)
HULL	21.53
WEBS	0.577
BHDS	0.579
SUM	22.686

Επομένως το βάρος της μεταλλικής μετασκευής του πλοίου είναι :

$$W_{ST} = 22.686 \text{ tons}$$

για το οποίο προκύπτει :

- **ΕΡΓΑΤΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ**

Απαιτούμενες εργατώρες (mhs) :

$$MHS_{ST} = 243 \cdot W_{ST}^{0.86} = 243 \cdot 22.686^{0.86} \Rightarrow MHS_{ST} = 3561 \text{ mhs}$$

Το κόστος της εργατοώρας λαμβάνεται 25\$. Έτσι τελικά προκύπτει εργατικό κόστος της μεταλλικής κατασκευής του πλοίου :

$$CMH_{ST} = 25\$ \cdot MHS_{ST} = 25 \cdot 3561 \Rightarrow CMH_{ST} = 89.025\$$$

• ΚΟΣΤΟΣ ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ

Το κόστος των πρώτων υλών της μεταλλικής κατασκευής, για μικτή τιμή αλουμινίου $26000\$/ton$ και αναπόφευκτη φύρα κατά την διαμόρφωση-κατεργασία 15%, προκύπτει :

$$CS_{ST} = 1,15 \cdot 26.000\$/ton \cdot W_{ST} = 1,15 \cdot 26.000 \cdot 22,686 \Rightarrow CS_{ST} = 678.311\$$$

✓ Το συνολικό κόστος ανέγερσης της μεταλλικής κατασκευής τελικά προκύπτει :

$$C_{ST} = CMH_{ST} + CS_{ST} = 89.025 + 678.311 = 767.336\$$$

Wst	ΚΟΣΤΟΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ
ΥΛΙΚΑ	678.311\$	88,4
ΕΡΓΑΤΙΚΑ	89.025\$	11,6
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ Wst	678.311\$	100.00

ΚΟΣΤΟΣ ΕΝΔΙΑΙΤΗΣΕΩΣ & ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ

Και εδώ, οι υπολογισμοί θα βασισθούν σε εμπειρικούς τύπους οι οποίοι έχουν προκύψει βάσει στατιστικής ανάλυσης.

- **ΕΡΓΑΤΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ**

Οι απαιτούμενες εργατοώρες για την κατασκευή-εγκατάσταση του εξοπλισμού του πλοίου, λαμβάνονται από την εμπειρική σχέση :

$$MHS_{OT} = 8160 \cdot \left(\frac{L_{BP} \cdot B_{mld} \cdot D}{1000} \right)^{0,75} = 8160 \cdot \left(\frac{50,289 \cdot 11,8 \cdot 5}{1000} \right)^{0,75} \Rightarrow$$

$$MHS_{ST} = 18447 mhs$$

Λαμβάνοντας το κόστος της εργατοώρας 21\$, προκύπτει συνολικό εργατικό κόστος κατασκευής-εγκατάστασης του εξοπλισμού του πλοίου:

$$CMH_{OT} = 21\$ \cdot MHS_{OT} = 21 \cdot 18447 \Rightarrow CMH_{OT} = 387.387\$$$

• ΚΟΣΤΟΣ ΥΛΙΚΩΝ

Για τον υπολογισμό του κόστους των υλικών εξοπλισμού και ενδιαίτησης, θα χρειαστούμε τα αντίστοιχα βάρη για τη δεκάμετρη μετασκευή.

Οι συνοπτικοί πίνακες φαίνονται παρακάτω :

Για την ενδιαίτηση :

ACCOMMODATION	WEIGHT(tn)
Καθίσματα αεροπορικού τύπου	2.720
Κοινόχρηστοι χώροι υγιεινής εσωτερικοί	0.009
Self-service (bar)	0.010
Wall panels	0.002
Moquette	0.000
Ladder	0.000
Wardrobe/Luggages	0.032
Miscallenious	0.083
TOTAL	2.857

Για τον εξοπλισμό :

OUTFIT	WEIGHT(tn)
A/C	0.8
ELECTRICAL NETWORK	5.5
PLUMBING	5.5
MISCALLENIOUS	0.354
TOTAL	12.154

Επομένως εξάγεται ο τελικός πίνακας :

	WEIGHT(tn)
ACCOMMODATION	2.857
OUTFIT	12.154
TOTAL (W_{OT-ACC})	15.011

Συνεπώς το κόστος των υλικών του εξοπλισμού, λαμβάνεται από την εμπειρική σχέση :

$$CS_{OT} = 5500 \cdot W_{OT-ACC}^{0.95} (\$) = 5500 \cdot 15,011^{0.95} \Rightarrow CS_{OT} = 72.103\$$$

- ✓ Το συνολικό κόστος του εξοπλισμού και της ενδιαίτησεως του πλοίου, τελικά προκύπτει :

WOT	ΚΟΣΤΟΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ
ΥΛΙΚΑ	72.103\$	15.7
ΕΡΓΑΤΙΚΑ	387.387\$	84.3
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ Wot	459490\$	100.00

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΚΤΗΣΗΣ ΜΕΤΑΣΚΕΥΗΣ

Το συνολικό κόστος κτήσεως της μετασκευής του υπό μελέτη ποίου Ε/Γ - Ο/Γ "FLASH" στην παρούσα προμελέτη τελικά προκύπτει :

	ΕΡΓΑΤΙΚΑ (\$)	%	ΥΛΙΚΑ(\$)	%
Wst	89.025	18,7	678.311	90,4
Wot	387.387	81,3	72.103	9,6
ΣΥΝΟΛΟ	476412	100.00	750.414	100.00
LIGHTSHIP	1.226.826 \$			

ΚΟΣΤΟΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ ΠΛΟΙΟΥ

ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΠΛΟΙΟΥ

Ο μέσος χρόνος ολοκλήρωσης της διαδρομής “Λιμάνι Α – Λιμάνι Β”, υπολογίζεται ως εξής:

- **Μέσος χρόνος κάλυψης διαδρομής**

Ο μέσος χρόνος κάλυψης της διαδρομής “Λιμάνι Α – Λιμάνι Β” εν πλω, χωρίς τις καθυστερήσεις εισόδου - εξόδου στα λιμάνια Α, Β είναι $T_p = 2.7\text{hour}$ ή $T_p = 162\text{min}$.

Η συνολική διαδρομή είναι 100 ναυτικά μίλια, ενώ η υπηρεσιακή ταχύτητα του πλοίου υπενθυμίζεται ότι είναι 38 Κn.

- **Μέση καθυστέρηση εξόδου – εισόδου στα λιμάνια Α,Β**

Ο χρόνος αυτός είναι 5min, οπότε ανά διαδρομή σημειώνεται καθυστέρηση :

$$T_w = 2 \times 5 = 10\text{min}.$$

Έτσι ο συνολικός χρόνος πραγματοποίησης της διαδρομής “Α – Β” τελικά προκύπτει :

$$T_{TR} = T_p + T_w = 162 + 10 = 172 \text{ min}$$

Θεωρώντας ότι το πλοίο έχει την δυνατότητα να πραγματοποιεί (X) διαδρομές “Α – Β” σε ένα “Ταξίδι”, χωρίς ανεφοδιασμό αναλωσίμων (Κάλυψη συνολικής ακτίνας ενεργείας, $A.R.$ = 500 sm), τελικά προκύπτει :

$$AR = X \cdot V_s \cdot T_p \Rightarrow X = \frac{AR}{V_s \cdot T_p} = \frac{500(sm)}{38(sm / hour) \cdot 2.7(hour)} \Rightarrow X = 4$$

Δηλαδή το υπό σχεδίαση πλοίο με την δεδομένη ακτίνα ενεργείας $A.R. = 500sm$, είναι σε θέση να πραγματοποιήσει $X = 4$ διαδρομές “Λιμάνι Α – Λιμάνι Β”, χωρίς ανεφοδιασμό.

Ο συνολικός χρόνος πραγματοποίησης ενός ταξιδιού ή $X = 4$ διαδρομών, όπως αυτές ορίσθηκαν παραπάνω, βρίσκεται :

$$T_{AR} = X \cdot T_{TR} = 4 \cdot 172 = 688 \text{ min} \quad \text{ή} \quad T_{AR} = 11.5 \text{ hours}$$

Ο χρόνος ανεφοδιασμού του πλοίου, προϋπολογίζεται περίπου σε 8-10 ώρες, οπότε μπορούμε να πούμε ότι η συνολική διάρκεια πραγματοποίησης ενός ταξιδιού είναι περίπου :

$$T_{AR} = 1 \text{ day}, \quad (\text{ανά ταξίδι}).$$

Η συνολική διάρκεια λειτουργίας του πλοίου, δεδομένης της ανάγκης δεξαμενισμού επιθεώρησης και συντήρησης, είναι 10 μήνες ανά έτος. Όμως το συγκεκριμένο πλοίο λόγω καιρικών συνθηκών λειτουργεί περίπου 5 μήνες ανά έτος.

Έτσι ο συνολικός αριθμός ταξιδιών που μπορεί να πραγματοποιήσει το υπό σχεδίαση πλοίο ανά έτος, τελικά προκύπτει :

$$JN = 5 \cdot 30 = 150 \text{ (Ταξίδια ανά έτος)}$$

Δηλαδή το υπό σχεδίαση πλοίο είναι σε θέση να πραγματοποιήσει Y διαδρομές “Λιμάνι Α – Λιμάνι Β” ανά έτος, όπου :

$$Y = 150 \cdot 4 \Rightarrow Y = 600 \text{ (διαδρομές “Α – Β”, ανά έτος).}$$

ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΑΛΩΣΙΜΩΝ ΠΛΟΙΟΥ

- Κόστος Diesel Oil C_{DO} ανά ταξίδι :

$$C_{DO} = D.O. \times 220\$ / ton = 36,39tons \times 220\$ / ton \Rightarrow C_{DO} = 8.006\$$$

- Κόστος Fresh Water C_{FW} ανά ταξίδι :

$$C_{FW} = F.W. \times 0,5\$ / ton = 28,85tons \times 0,5\$ / ton \Rightarrow C_{FW} = 14,425\$$$

- Συνολικό κόστος αναλωσίμων C_{CNSM} ανά ταξίδι :

$$C_{CM} = C_{DO} + C_{FW} = 8006 + 14,425 \Rightarrow C_{CM} = 8.020,4\$$$

Δηλαδή τελικά προκύπτει συνολικό κόστος αναλωσίμων ανά έτος :

$$CY_{CM} = C_{CM} \times JN = 8020,4 \times 150 \Rightarrow$$

$$\boxed{CY_{CM} = 1.203.000 \text{ \$/year}}$$

ΚΟΣΤΟΣ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΠΛΟΙΟΥ

Οι συνολικές ημέρες λειτουργίας του πλοίου όπως αναφέρθηκε παραπάνω είναι, $WD = 150days$. Λαμβάνοντας ως κόστος τροφοδοσίας $10\$/\acute{\alpha}τομο/ημέρα$, για το πλήρωμα του πλοίου $13p.$ (*crew*), το ετήσιο κόστος τροφοδοσίας προκύπτει :

$$CY_F = WD \times N_{CREW} = 150 \times 13 \Rightarrow$$

$$\boxed{CY_F = 1.950\$/year}$$

ΚΟΣΤΟΣ ΜΙΣΘΟΔΟΣΙΑΣ ΠΛΗΡΩΜΑΤΟΣ ΠΛΟΙΟΥ

Το κόστος της μισθοδοσίας, για μικτά έξοδα ανά μέλος του πληρώματος $1000\$/\acute{\alpha}τομο/μήνα$, προκύπτει :

$$CY_{PM} = 12m / year \times N_{CREW} \times 1000 = 12 \times 13 \times 1000 \Rightarrow$$

$$\boxed{CY_{PM} = 156.000\$/year}$$

ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΠΛΟΙΟΥ

Το ετήσιο κόστος συντήρησης του σκάφους CMY_H , δίνεται κατά προσέγγιση από την εμπειρική σχέση :

$$CMY_H = 22000 \cdot \left(\frac{(L_{BP} \cdot B_{mld} \cdot D) / (0,3048m / ft)^3}{10^5} \right)^{2/3} (\$/ year) \Rightarrow$$

$$CMY_H = 22000 \cdot \left(\frac{50,289 \cdot 11,8 \cdot 5}{0,3048^3 \cdot 10^5} \right)^{2/3} \Rightarrow$$

$$\boxed{CMY_H = 4.656\$/year}$$

Το κόστος συντήρησης της εγκατάστασης πρόωσης του πλοίου CMY_{ME} , δίνεται κατά προσέγγιση από την εμπειρική σχέση :

$$CMY_{ME} = 13,60 \times BHP (\$/ year) = 13,60 \times 12.131HP \Rightarrow$$

$$\boxed{CMY_{ME} = 164.981\$/year}$$

Το συνολικό ετήσιο κόστος συντήρησης του πλοίου CMY_{TOT} , τελικά προκύπτει :

$$CMY_{TOT} = CMY_H + CMY_{ME} = 4.656 + 164.981 \Rightarrow$$

$$\boxed{CMY_{TOT} = 169.637\$/year}$$

ΚΟΣΤΟΣ ΑΣΦΑΛΙΣΗΣ ΠΛΟΙΟΥ

Το ετήσιο κόστος ασφάλισης του πλοίου, δίνεται από την εμπειρική σχέση :

$$CIY_{TOT} = 1925 \cdot \left(N_{CREW} + \frac{GT}{1000} \right) (\$/year) = 1925 \cdot \left(13 + \frac{883}{1000} \right) \Rightarrow$$

$$\boxed{CIY_{TOT} = 26.725\$/year}$$

- ✓ $GT = 883$ RT κόροι, η Καθαρή Χωρητικότητα του πλοίου.

ΚΟΣΤΟΣ ΛΙΜΕΝΩΝ

Το ετήσιο κόστος λιμενισμού του πλοίου, για την εκμετάλλευση και παραμονή στα δύο λιμάνια της διαδρομής Α, Β, βρίσκεται κατά προσέγγιση από την σχέση :

$$CPY_1 = 600 + 50 \cdot \left(\frac{(L_{BP} \cdot B_{mld} \cdot D) / (0,3048m / ft)^3}{10^5} \right) =$$

$$= 600 + 50 \cdot \left(\frac{50,289 \cdot 11,8 \cdot 5}{0,3048^3 \cdot 10^5} \right) \Rightarrow$$

$$\boxed{CPY_1 = 652,4\$/year}$$

Δηλαδή συνολικό κόστος και στα δύο λιμάνια :

$$\boxed{CPY_{TOT} = 652,4 \times 2 = 1.304,8\$/year}$$

ΓΕΝΙΚΑ ΕΞΟΔΑ

Λαμβάνουμε εμπειρικά $\boxed{GCY = 10000\$/year}$.

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ ΠΛΟΙΟΥ

$$COY_{TOT} = CY_{CM} + CY_F + CY_{PM} + CMY_{TOT} + CIY_{TOT} + CPY_{TOT} + GCY \Rightarrow$$

$$COY_{TOT} = 1.203.000 + 1.950 + 156.000 + 169.637 + 26.725 + 1.304,8 + 10.000 \Rightarrow$$

$$\boxed{COY_{TOT} = 1.568.616,8 \text{ \$/year}}$$

Έχοντας το συνολικό κόστος εκμετάλλευσης θα ψάξουμε να βρούμε το ποσό του εισιτηρίου έτσι ώστε ο πλοιοκτήτης να έχει έσοδα = έξοδα. Τονίζεται εδώ ότι για τον υπολογισμό αυτό θα θεωρήσουμε μια δυσμενέστερη περίπτωση, δηλαδή την περίπτωση που το πλοίο είναι γεμάτο με τους μισούς επιβάτες. Τότε θα έχουμε :

Τιμή εισιτηρίου :

$$price = \frac{1.568.616,8}{600 \cdot 241} = 10.85\$$$

Έστω ότι ο πλοιοκτήτης επιβάλλει μια τιμή της τάξης των 20\$ κατά μέσο όρο (παιδιά, ενήλικες, φοιτητές, ηλικιωμένοι). Τότε τα καθαρά του έσοδα θα είναι :

$$\text{int } akes = (20 - 10,85) \cdot 241 \cdot 600 = 1.323.090\$$$

Με την προϋπόθεση ότι ο πλοιοκτήτης θα πάρει δάνειο για την ανέγερση της μετασκευής, το δανειακό κεφάλαιο K_L , θα ανέρχεται στο 60% του συνολικού κόστους κτήσης της μετασκευής, $CB_{TOT} = 1.226.826\$$. Δηλαδή το δανειακό κεφάλαιο θα ισούται με :

$$K_L = 60\% \cdot CB_{TOT} = 0,6 \cdot 1.226.826 \Rightarrow K_L = 736.096\$$$

Θεωρούμε επιτόκιο ετήσιο της τάξης των 10%, επομένως το συνολικό ποσό εξόφλησης του δανείου θα είναι :

$$736.096 + 736.096\$ \cdot 10\% = 809.705,6\$$$

Επομένως ψάχνουμε το χρόνο t (χρόνια) που θα έχει εξοφληθεί το δάνειο. Με την προϋπόθεση ότι το 65% του κέρδους το κρατάει για προσωπική χρήση ο πλοιοκτήτης, το υπόλοιπο 35% που μένει μπορεί να το καταθέτει για την εξόφληση του δανείου. Αυτό το 35% θα είναι συγκεκριμένα :

$$35\% \cdot 1.323.090\$ = 463.081.5\$$$

Αν ο πλοιοκτήτης διαθέτει στο τέλος του χρόνου για την εξόφληση του δανείου του 463.081,5 \$, τότε η μετασκευή αυτή θα αποφέρει καθαρό κέρδος μετά από :

$$t \geq \frac{809.705,6\$}{463.081\$} = 1,75 \text{ χρόνια}$$

Άρα ο χρόνος εξόφλησης του δανείου και κατά συνέπεια ο χρόνος απόσβεσης της μετασκευής, είναι :

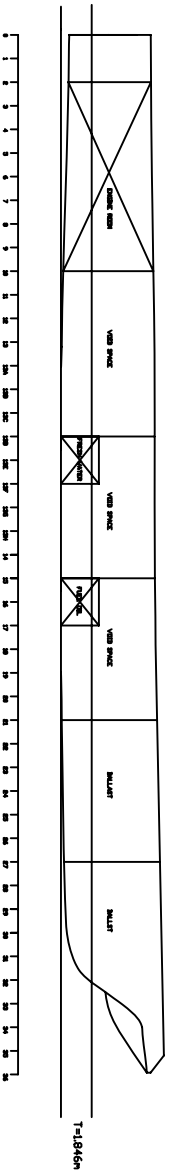
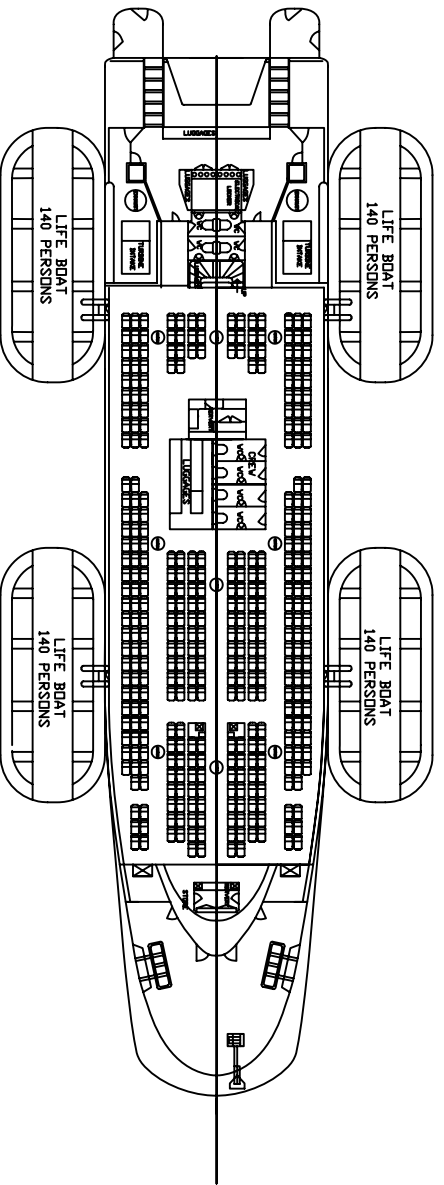
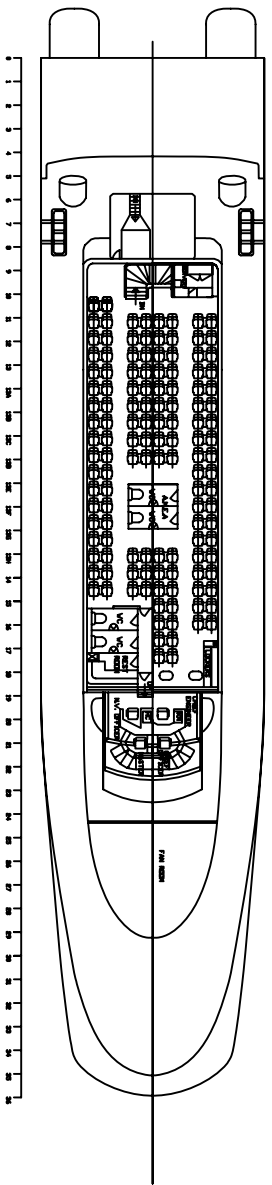
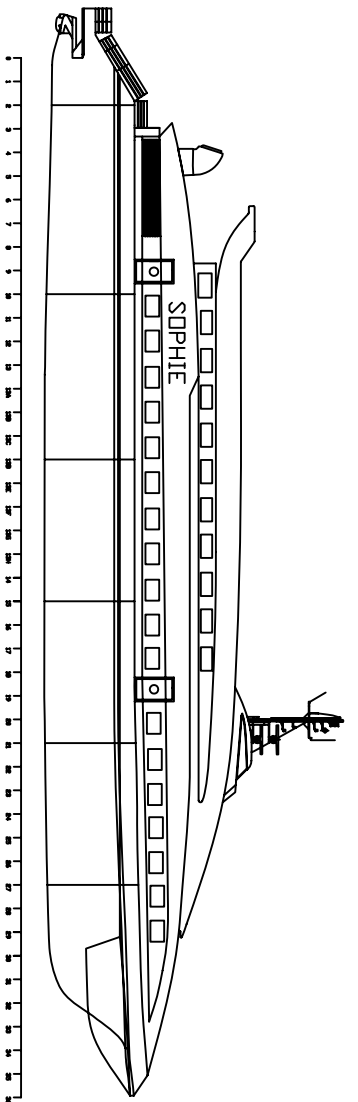
$$\boxed{t = 2 \text{ χρόνια}}$$

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- A. WATERJET-HULL INTERACTION, BY TOM J.C. VAN TERWISGA
- B. HIGH SPEED CODE 2012
- C. KAMEWA WATERJETS, S-SERIES BY ROLLS - ROYCE
- D. IMO 74918
- E. BV RULES NR 600
- F. BV RULES NR 566
- G. RESISTANCE EXPERIMENTS ON A SYSTEMATIC SERIES OF HIGH SPEED DISPLACEMENT CATAMARAN FORMS : VARIATION OF LENGTH - DISPLACEMENT RATIO AND BREADTH - DRAUGHT, BY A.F. MOLLAND
- H. WATERJET PROPULSION SYSTEMS, COMPACT PROPULSION PACKAGE, BY ULTRAJET
- I. ΜΕΛΕΤΗ ΠΛΟΙΟΥ - ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΕΣ ΠΡΟΜΕΛΕΤΗΣ ΤΕΥΧΟΣ 2, ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ Δ. ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ
- J. FAST'91 PROCEEDINGS FROM THE FIRST INTERNATIONAL CONFERENCE ON FAST SEA TRANSPORTATION, VOLUME 1, BY K.O. HOLDEN, O. FALTINSEN AND T. MOAN
- K. FAST'91 PROCEEDINGS FROM THE FIRST INTERNATIONAL CONFERENCE ON FAST SEA TRANSPORTATION, VOLUME 2, BY K.O. HOLDEN, O. FALTINSEN AND T. MOAN
- L. JANE'S HIGH SPEED MARINE CRAFT 1994-1995, BY STEVEN J. PHILLIPS
- M. JANE'S HIGH SPEED MARINE CRAFT 1990, BY ROBERT L. TRILLO
- N. JANE'S HIGH SPEED MARINE CRAFT 1991, BY ROBERT L. TRILLO

- O. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΗ - ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΕΠΙΒΑΤΗΓΩΝ ΟΧΗΜΑΤΑΓΩΓΩΝ ΠΛΟΙΩΝ ΝΕΑΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
- P. INTERNATIONAL CONVENTION ON TONNAGE MEASUREMENT OF SHIPS, 1969
- Q. CONCEPTUAL DESIGNS OF FAST SEA TRANSPORTATION, WEGEMENT WORKSHOP HOSTED BY THE UNIVERSITIES OF STRATHCLYDE AND GLASGOW SCOTLAND

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ



T-1.846n

GENERAL PARTICULARS

Length overall	57.5m
Length waterline	50.28m
Breadth	11.5m
Depth	5m
Draft	1.26m
Block Coefficient	0.44

DESIGNED BY: THE NAVAL ARCHITECT
 DRAWN BY: THE NAVAL ARCHITECT
 CHECKED BY: THE NAVAL ARCHITECT
 APPROVED BY: THE NAVAL ARCHITECT

Scale: 1/100	Revision: 00
Drawn by: SDW/ZN/MS	Date: 06/2015
Checked by:	
Title: GENERAL ARRANGEMENT	
Type of Ship: E/F 'SOPHIE'	

Hydrostatic Properties

Draft is from Baseline.

No Trim, No heel, VCG = 5.034

LCF Draft (m)	Displ (MT)	LCB (m)	VCB (m)	LCF (m)	TPcm (MT/cm)	MTcm (MT-m/cm)	KML (m)	KMT (m)
<und>	0.000							
0.100	0.868	29.101f	0.073	28.065f	0.217	0.164	1 044.502	442.199
0.200	4.656	27.587f	0.142	26.708f	0.537	0.672	798.440	205.240
0.300	11.193	26.990f	0.207	26.116f	0.766	1.248	618.360	121.794
0.400	19.855	26.480f	0.271	25.183f	0.983	1.908	533.664	89.124
0.500	31.076	25.643f	0.337	23.270f	1.261	3.143	561.228	74.151
0.600	44.748	24.746f	0.403	22.238f	1.460	3.851	478.337	59.917
0.700	60.202	24.040f	0.467	21.708f	1.620	4.360	403.350	49.654
0.800	77.044	23.497f	0.529	21.417f	1.748	4.756	344.569	42.205
0.900	95.124	23.080f	0.590	21.218f	1.864	5.118	300.931	36.694
1.000	114.276	22.760f	0.651	21.125f	1.966	5.430	266.383	32.405
1.100	134.376	22.503f	0.711	20.983f	2.053	5.656	236.532	28.960
1.200	155.312	22.291f	0.770	20.877f	2.134	5.852	212.280	26.226
1.300	176.993	22.114f	0.829	20.804f	2.200	6.025	192.250	23.929
1.400	199.289	21.964f	0.887	20.755f	2.258	6.185	175.734	21.978
1.500	222.153	21.838f	0.945	20.717f	2.314	6.343	162.061	20.361
1.600	245.557	21.734f	1.003	20.751f	2.366	6.489	150.368	18.978
1.700	269.475	21.648f	1.061	20.789f	2.416	6.629	140.325	17.797
1.800	293.847	21.579f	1.118	20.835f	2.458	6.760	131.570	16.726
1.900	318.625	21.524f	1.175	20.889f	2.497	6.888	123.939	15.792
2.000	343.796	21.480f	1.232	20.942f	2.536	7.016	117.279	14.984
2.100	369.417	21.449f	1.289	21.095f	2.587	7.248	112.941	14.308
2.200	395.551	21.431f	1.346	21.246f	2.639	7.483	109.081	13.706
2.300	422.231	21.423f	1.403	21.387f	2.697	7.723	105.637	13.163
2.400	449.503	21.426f	1.461	21.531f	2.758	7.987	102.756	12.683
2.500	477.391	21.436f	1.519	21.669f	2.820	8.251	100.093	12.249
2.600	506.002	21.455f	1.577	21.905f	2.903	8.684	99.428	11.886
2.700	535.460	21.486f	1.636	22.127f	2.991	9.126	98.776	11.549
2.800	565.866	21.525f	1.696	22.327f	3.094	9.582	98.164	11.249
2.900	597.323	21.571f	1.757	22.502f	3.202	10.044	97.514	10.967
3.000	629.860	21.622f	1.819	22.684f	3.312	10.537	97.041	10.701
3.100	663.639	21.680f	1.882	22.909f	3.454	11.225	98.062	10.480
3.200	698.906	21.745f	1.946	23.108f	3.619	11.956	99.119	10.275
3.300	735.977	21.814f	2.012	23.258f	3.812	12.743	100.264	10.081
3.400	774.982	21.887f	2.080	23.423f	4.011	13.594	101.508	9.883
3.500	815.943	21.963f	2.149	23.583f	4.212	14.468	102.561	9.683
3.600	858.816	22.039f	2.219	23.537f	4.391	14.962	100.850	9.488
3.700	903.917	22.116f	2.291	23.646f	4.632	15.878	101.643	9.299
3.800	951.478	22.195f	2.364	23.744f	4.880	16.812	102.213	9.082
3.900	1001.791	22.277f	2.439	23.892f	5.214	18.064	104.209	8.862
4.000	1056.606	22.361f	2.517	24.153f	5.810	20.449	111.477	8.636
4.100	1114.964	22.461f	2.598	24.367f	5.860	21.014	108.692	8.415
4.200	1173.915	22.564f	2.676	24.692f	5.936	21.882	107.553	8.217
4.300	1233.479	22.672f	2.752	24.873f	5.976	22.403	104.928	8.039
4.400	1293.875	22.788f	2.827	25.460f	6.107	24.136	107.631	7.893
4.500	1354.525	22.899f	2.900	25.467f	6.106	24.181	103.219	7.720
4.600	1415.198	23.002f	2.971	25.472f	6.104	24.222	99.169	7.567

4.700	1475.890	23.097f	3.040	25.476f	6.102	24.260	95.440	7.430
4.800	1534.092	23.220f	3.105	28.910f	5.279	15.831	61.790	6.692
4.900	1582.453	23.442f	3.159	32.317f	4.467	9.675	38.662	6.027
5.000	1615.424	23.701f	3.195	43.082f	1.980	0.626	7.166	4.212

Water Specific Gravity = 1.025.

Trim is per 55.00m

Hydrostatic Properties

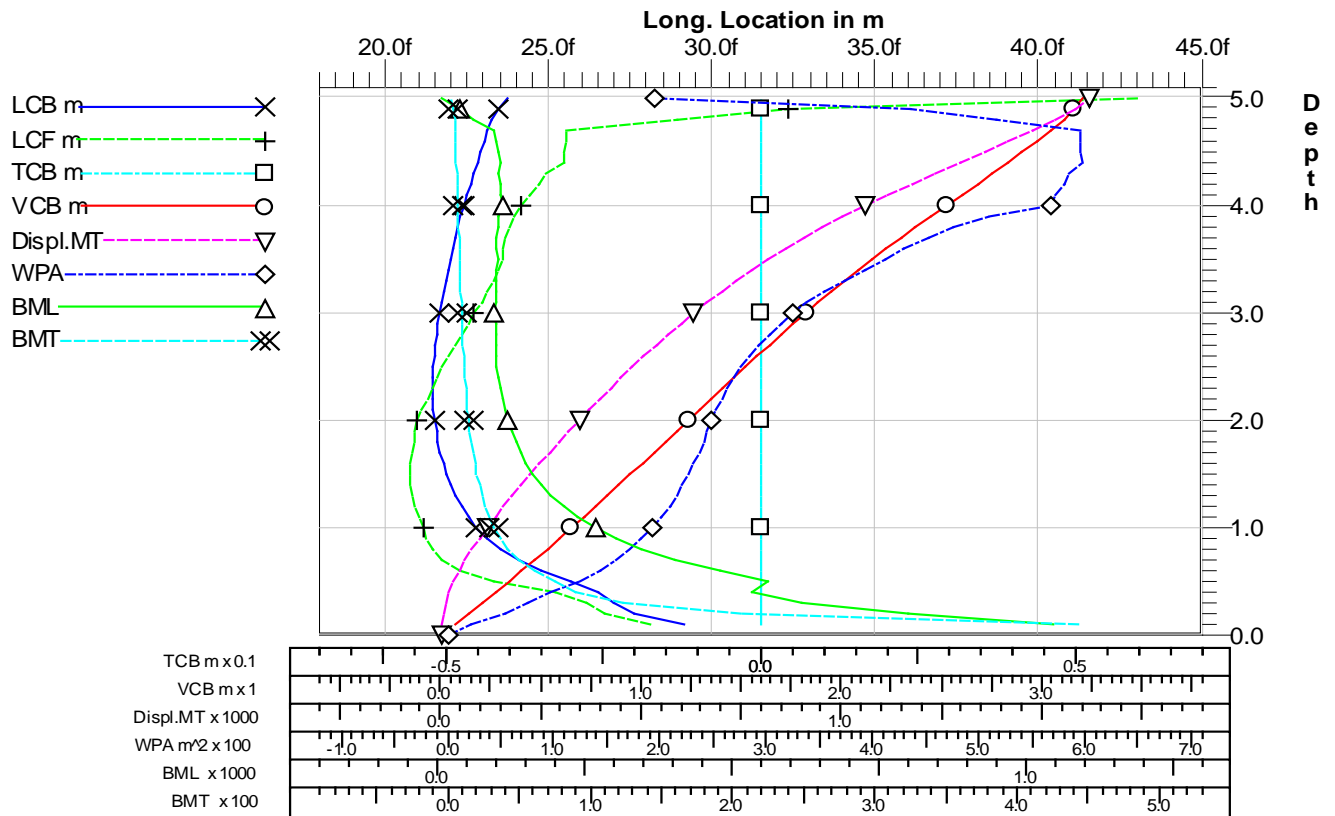
No Trim, No heel

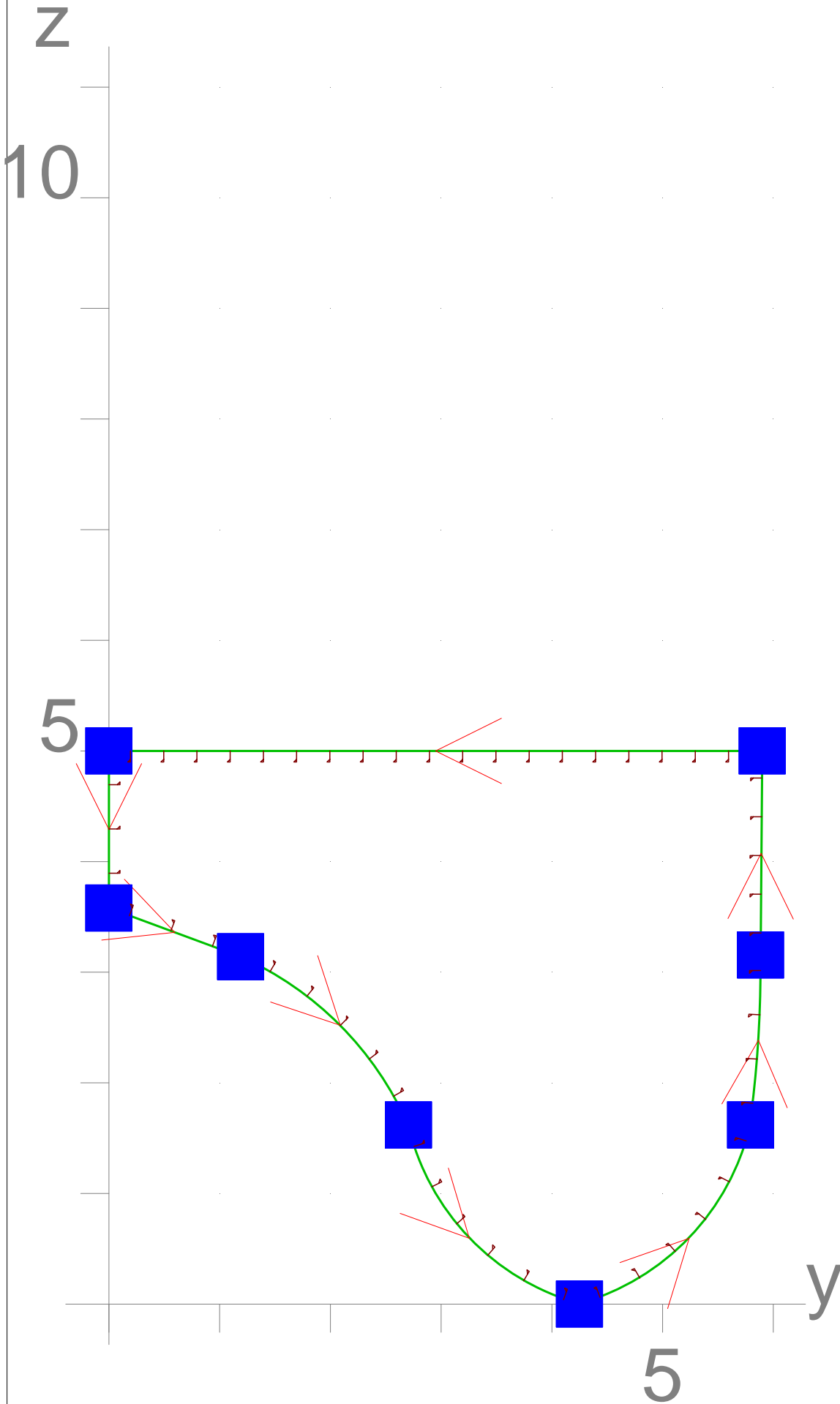
Depth (m)	Displ (MT)	LCB (m)	TCB (m)	VCB (m)	WPA (m ²)	LCF (m)	BML (m)	BMT (m)
0.000	0.000							
0.100	0.868	29.101f	0.000	0.073	21.2	28.065f	1 044.429	442.127
0.200	4.656	27.587f	0.000	0.142	52.4	26.708f	798.297	205.098
0.300	11.193	26.990f	0.000	0.207	74.8	26.116f	618.153	121.587
0.400	19.855	26.480f	0.000	0.271	95.9	25.183f	533.393	88.853
0.500	31.076	25.643f	0.000	0.337	123.1	23.270f	560.891	73.815
0.600	44.748	24.746f	0.000	0.403	142.4	22.238f	477.934	59.515
0.700	60.202	24.040f	0.000	0.467	158.0	21.708f	402.883	49.187
0.800	77.044	23.497f	0.000	0.529	170.5	21.417f	344.040	41.677
0.900	95.124	23.080f	0.000	0.590	181.8	21.218f	300.341	36.104
1.000	114.276	22.760f	0.000	0.651	191.8	21.125f	265.733	31.754
1.100	134.376	22.503f	0.000	0.711	200.3	20.983f	235.821	28.249
1.200	155.312	22.291f	0.000	0.770	208.2	20.877f	211.510	25.456
1.300	176.993	22.114f	0.000	0.829	214.7	20.804f	191.421	23.100
1.400	199.289	21.964f	0.000	0.887	220.3	20.755f	174.846	21.090
1.500	222.153	21.838f	0.000	0.945	225.7	20.717f	161.115	19.416
1.600	245.557	21.734f	0.000	1.003	230.8	20.751f	149.364	17.975
1.700	269.475	21.648f	0.000	1.061	235.7	20.789f	139.265	16.736
1.800	293.847	21.579f	0.000	1.118	239.8	20.835f	130.452	15.608
1.900	318.625	21.524f	0.000	1.175	243.6	20.889f	122.764	14.617
2.000	343.796	21.480f	0.000	1.232	247.4	20.942f	116.047	13.752
2.100	369.417	21.449f	0.000	1.289	252.4	21.095f	111.652	13.019
2.200	395.551	21.431f	0.000	1.346	257.5	21.246f	107.735	12.360
2.300	422.231	21.423f	0.000	1.403	263.1	21.387f	104.234	11.760
2.400	449.503	21.426f	0.000	1.461	269.1	21.531f	101.295	11.222
2.500	477.391	21.436f	0.000	1.519	275.1	21.669f	98.575	10.730
2.600	506.002	21.455f	0.000	1.577	283.3	21.905f	97.851	10.309
2.700	535.460	21.486f	0.000	1.636	291.8	22.127f	97.140	9.913
2.800	565.866	21.525f	0.000	1.696	301.8	22.327f	96.468	9.552
2.900	597.323	21.571f	0.000	1.757	312.3	22.502f	95.757	9.210
3.000	629.860	21.622f	0.000	1.819	323.1	22.684f	95.221	8.882
3.100	663.639	21.680f	0.000	1.882	337.0	22.909f	96.180	8.598
3.200	698.906	21.745f	0.000	1.946	353.1	23.108f	97.173	8.328
3.300	735.977	21.814f	0.000	2.012	371.9	23.258f	98.252	8.068
3.400	774.982	21.887f	0.000	2.080	391.3	23.423f	99.428	7.803
3.500	815.943	21.963f	0.000	2.149	410.9	23.583f	100.412	7.534
3.600	858.816	22.039f	0.000	2.219	428.4	23.537f	98.631	7.269
3.700	903.917	22.116f	0.000	2.291	451.9	23.646f	99.352	7.008
3.800	951.478	22.195f	0.000	2.364	476.1	23.744f	99.849	6.718
3.900	1001.791	22.277f	0.000	2.439	508.6	23.892f	101.770	6.423
4.000	1056.606	22.361f	0.000	2.517	566.9	24.153f	108.960	6.119

4.100	1114.964	22.461f	0.000	2.598	571.7	24.367f	106.094	5.817
4.200	1173.915	22.564f	0.000	2.676	579.1	24.692f	104.877	5.541
4.300	1233.479	22.672f	0.000	2.752	583.0	24.873f	102.176	5.286
4.400	1293.875	22.788f	0.000	2.827	595.8	25.460f	104.804	5.066
4.500	1354.525	22.899f	0.000	2.900	595.7	25.467f	100.319	4.820
4.600	1415.198	23.002f	0.000	2.971	595.5	25.472f	96.198	4.596
4.700	1475.890	23.097f	0.000	3.040	595.3	25.476f	92.400	4.390
4.800	1534.092	23.220f	0.000	3.105	515.0	28.910f	58.685	3.587
4.900	1582.453	23.442f	0.000	3.159	435.8	32.317f	35.504	2.869
5.000	1615.424	23.701f	0.000	3.195	193.2	43.082f	3.971	1.017

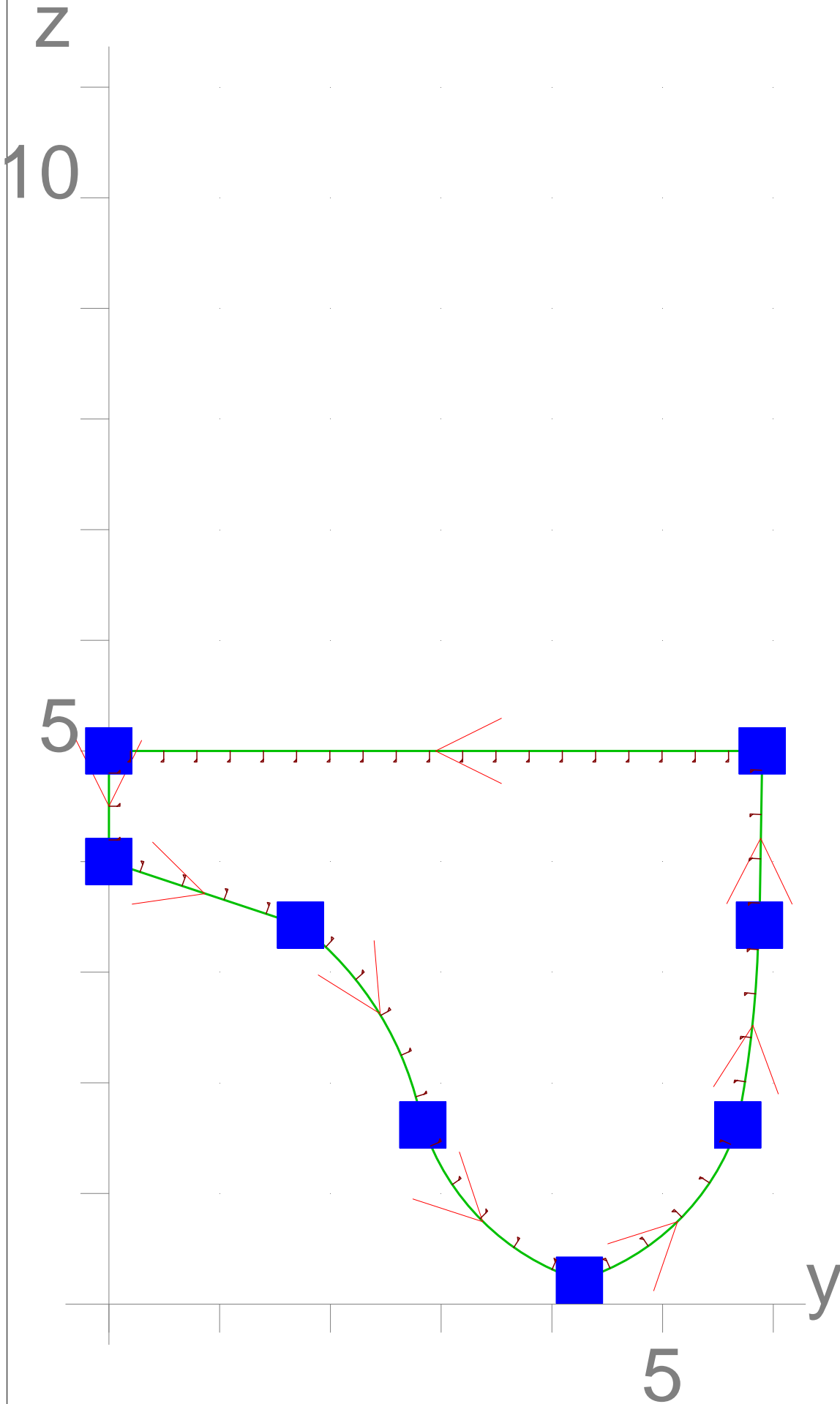
Water Specific Gravity = 1.025.

Hydrostatic Properties at zero, Heel = 0.00

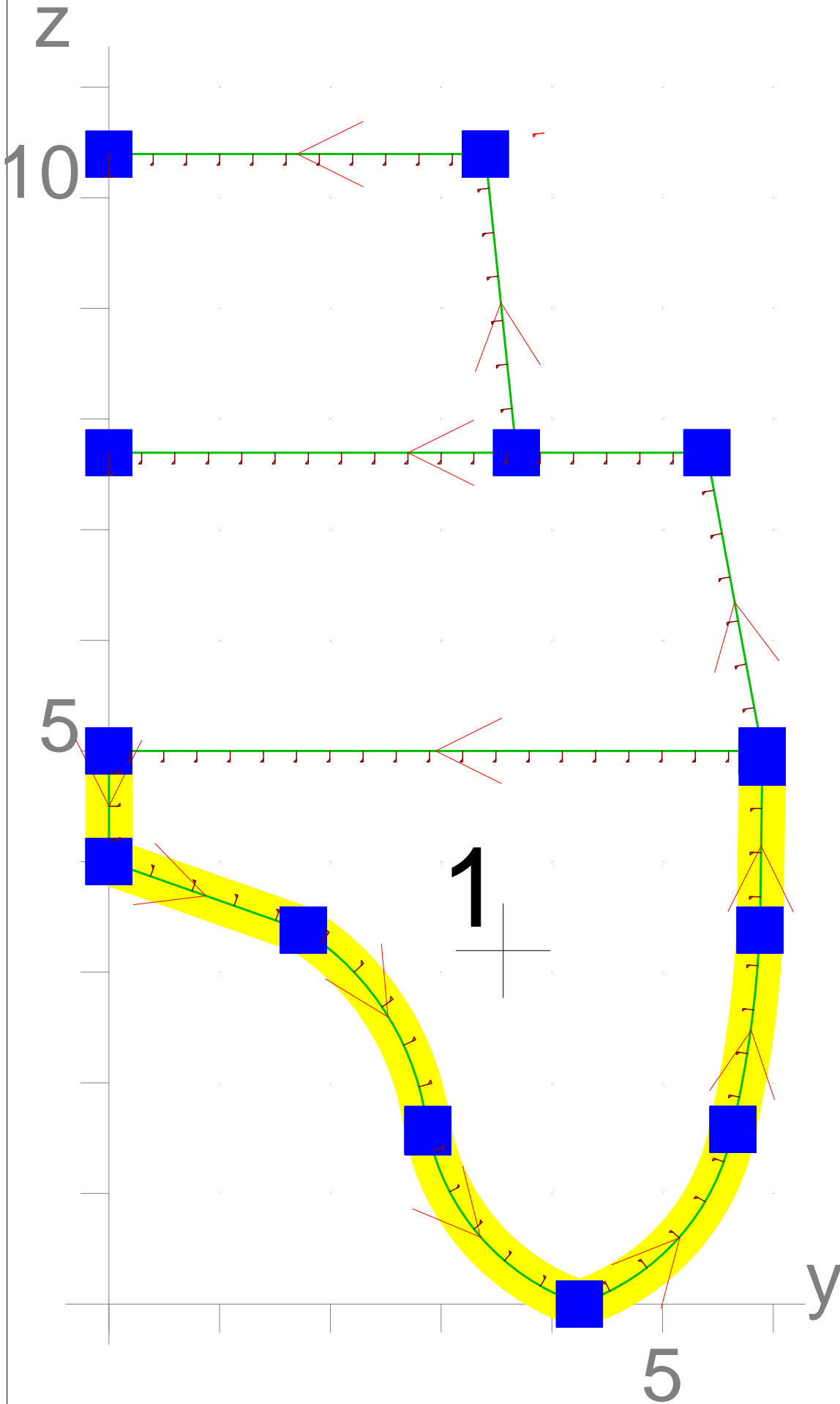




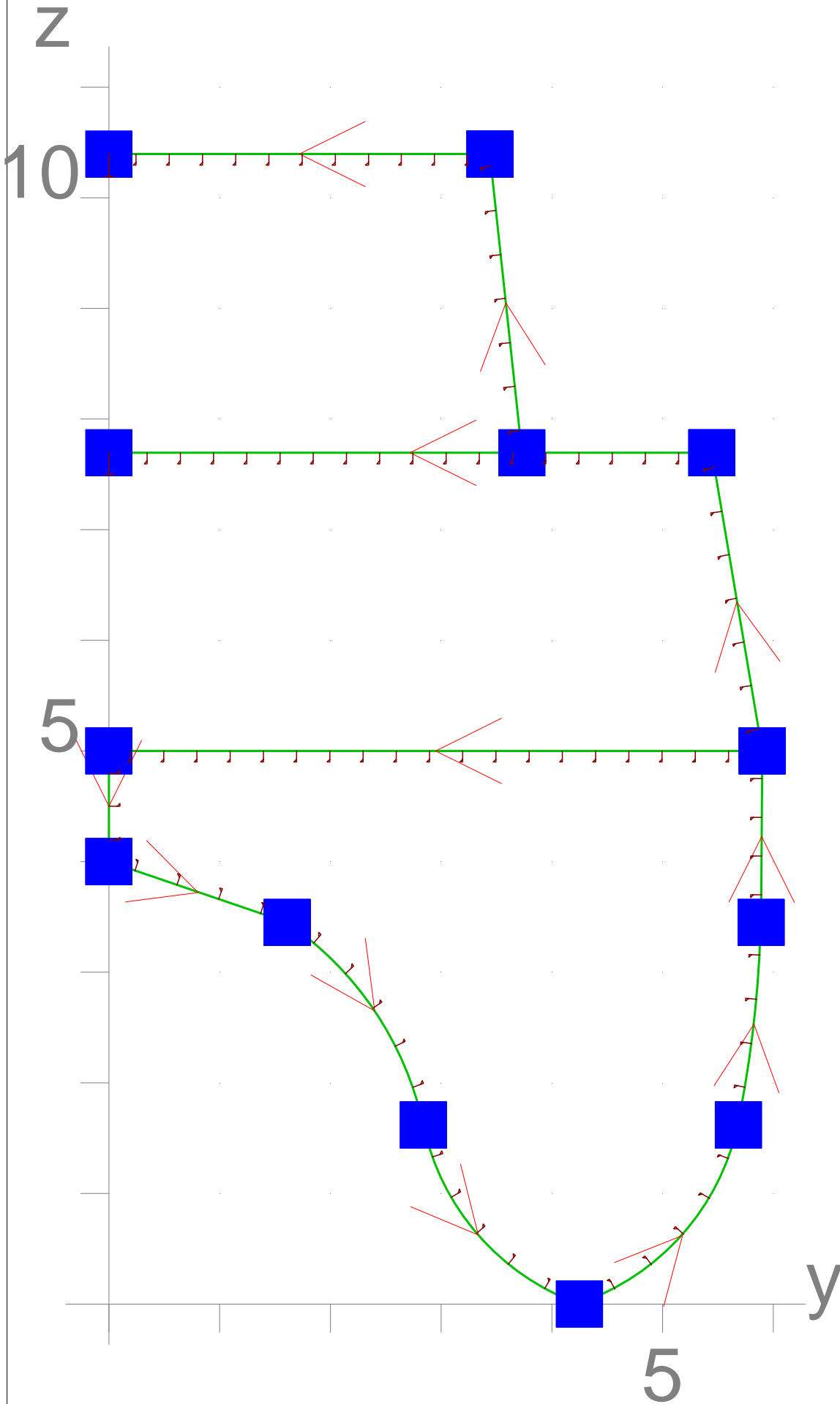
scale : 1 / 50



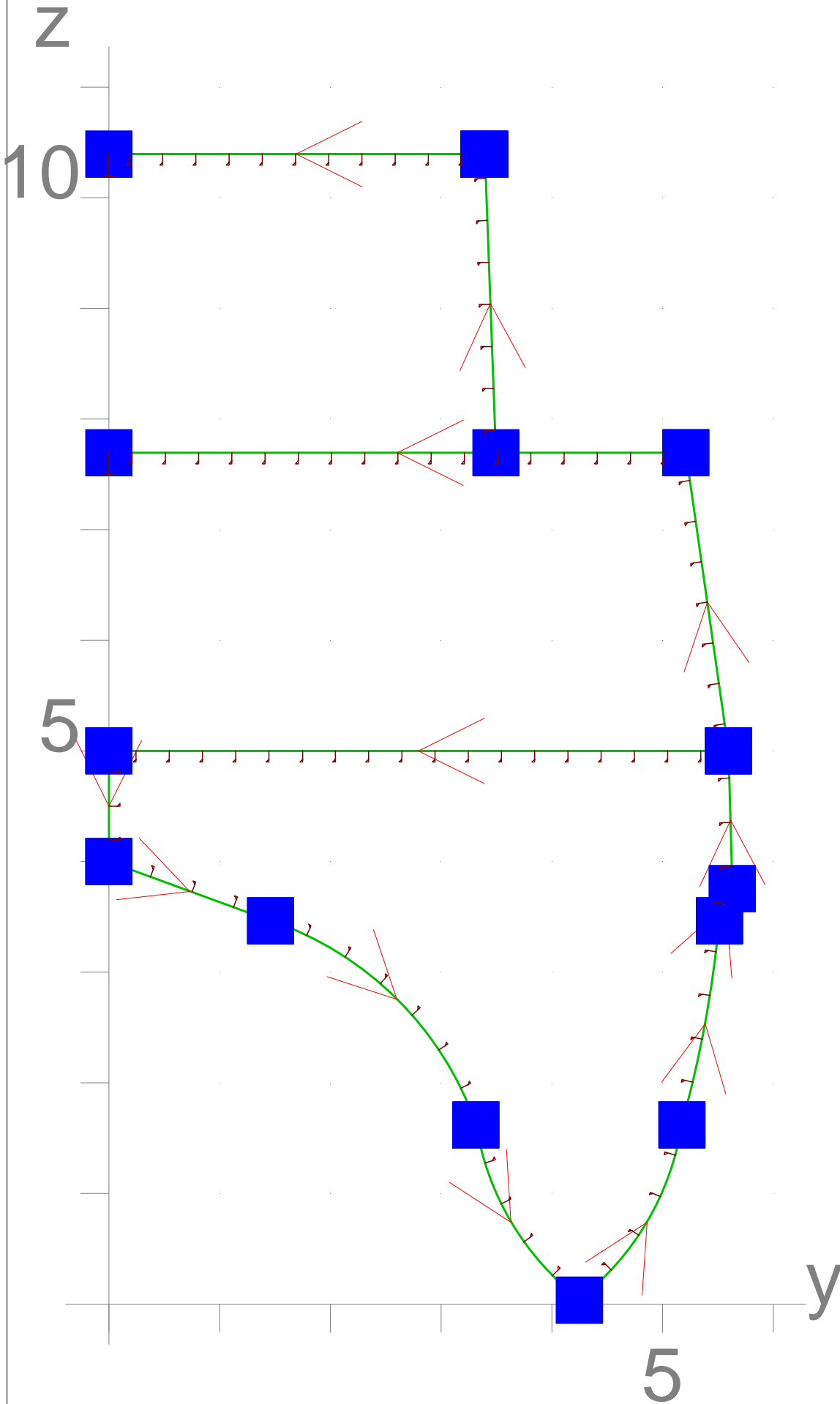
scale : 1 / 50



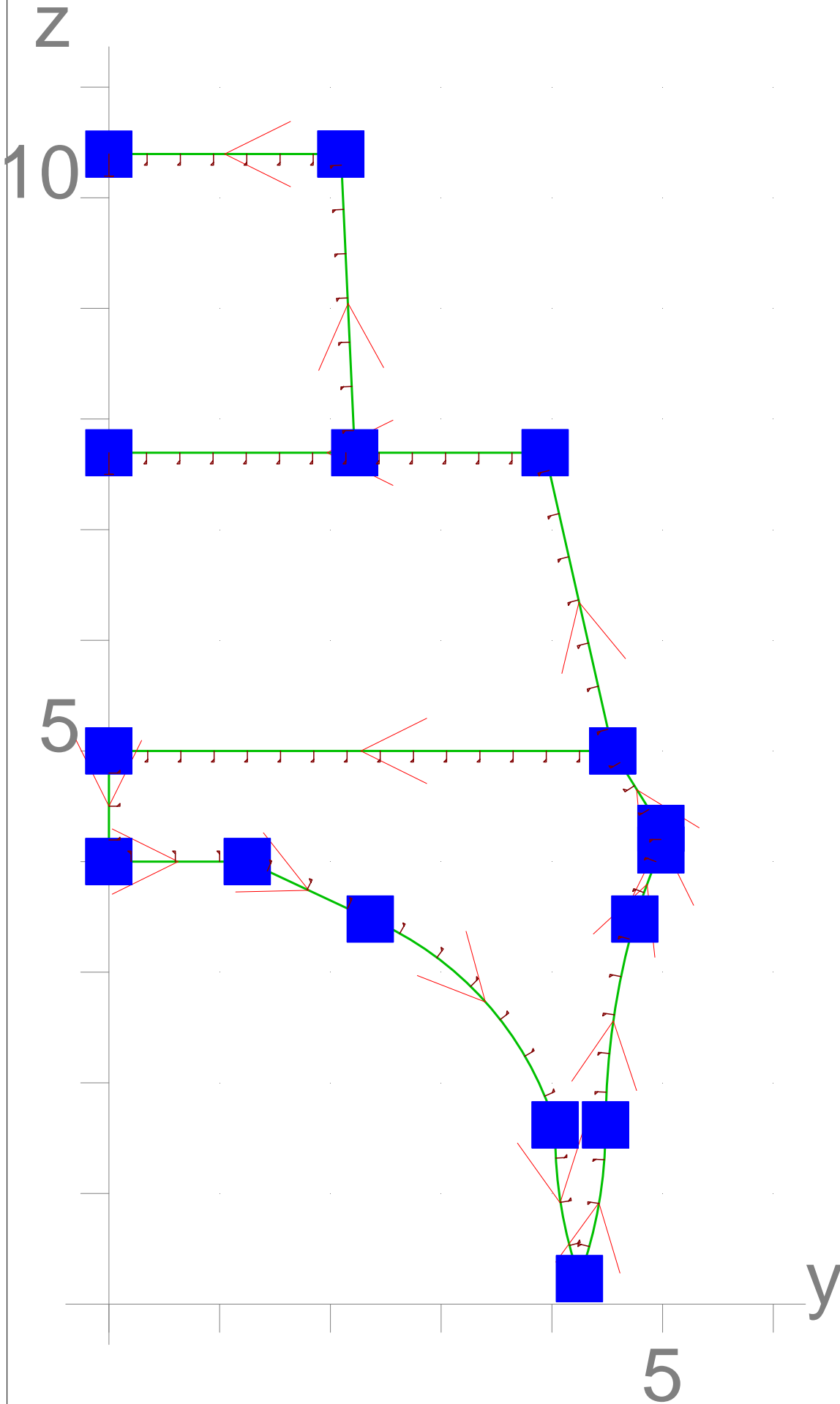
scale : 1 / 50



scale : 1 / 50



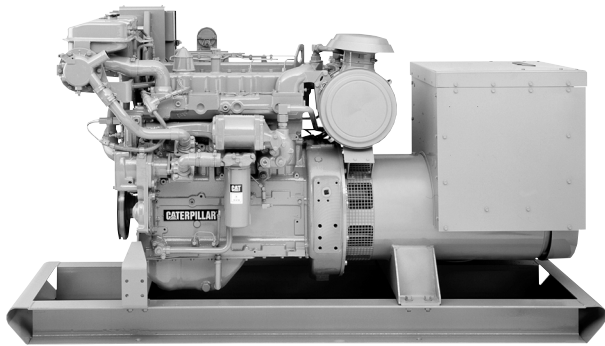
scale : 1 / 50





Marine Generator Set 3304B

105 kW (131 kVA) 60 Hz @ 1800 rpm



Shown with Accessory Equipment

STANDARD EQUIPMENT

Air Inlet System

Regular duty single stage air cleaner, rain cap

Charging System

24V 35 Amp alternator

Cooling System

Gear driven self priming centrifugal auxiliary water pump with rubber impeller (heat exchanger engines), gear driven centrifugal jacket water pump, oil cooler, engine mounted heat exchanger with removable tube bundle and replaceable copper-nickel tubes (heat exchanger engines), expansion tank, thermostat and housing

Exhaust System

Watercooled manifold and turbocharger; dry elbow and flange, 102 mm (4 in.)

Flywheel and Flywheel Housing

SAE No. 1 (156 teeth)

Fuel System

Fuel priming pump, fuel transfer pump, fuel filter, primary fuel filter, flexible fuel lines

Generator and Attachments

Brushless PM excited SR4 generator

Instruments

RH instrument panel with oil pressure, water temperature, and fuel pressure gauges; service meter

Lube System

Top-mounted crankcase breather, oil filter, LH oil level gauge, oil pan

Mounting System

Supports

Starting System

24 Volt electric starting motor

General

Caterpillar yellow paint, lifting eyes

SPECIFICATIONS

I-4, 4-Stroke-Cycle-Diesel

Emissions IMO compliant
 Displacement 7.0 L (425 cu. in.)
 Bore 121 mm (4.75 in.)
 Stroke 152 mm (6.0 in.)
 Aspiration Turbocharged
 Governor Hydra-mechanical or PSG
 Engine Weight, Net Dry (approx)
 Heat Exchanger Cooled 1356 kg (2990 lb)
 Keel Cooled 1334 kg (2940 lb)
 Capacity for Liquids
 Cooling System (engine only) ... 13 L (3.5 U.S. gal)
 Lube Oil System (refill) 22 L (5.7 U.S. gal)
 Oil Change Interval 250 hr
 Caterpillar DEO 10W30 or 15W40
 Rotation (from flywheel end) Counterclockwise

ACCESSORY EQUIPMENT

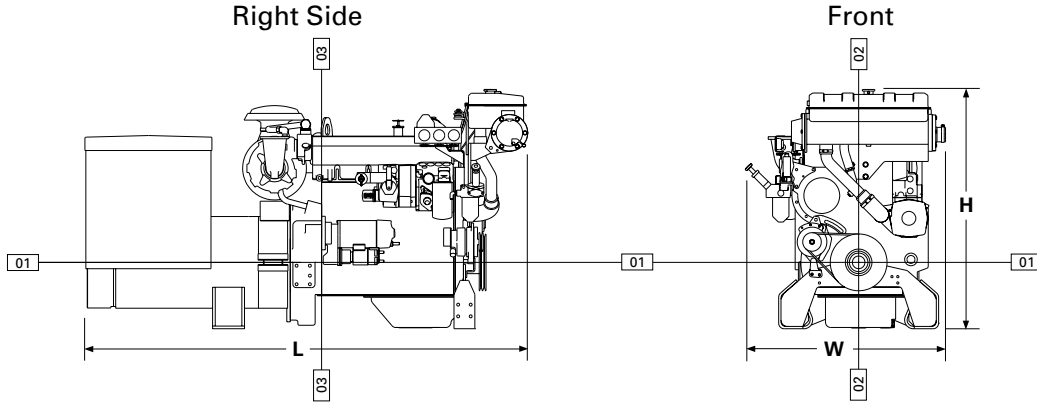
Air Starting Motor
 Alarm Contactor — Oil Pressure, Water Temperature
 12V 51 Amp, 24V 35 Amp or 60 Amp Alternator
 Auxiliary Drive Pulley
 Digital Tachometer
 Double Wall Fuel Lines and Drain
 12V Electric Gauges — Oil Pressure, Water Temperature
 24V or 32V Electric Gauges — Oil Pressure, Water Temp.
 Electric Shutoffs — Oil Pressure, Water Temperature,
 Overspeed
 12V Electric Starting Motor
 Ether Starting Aid
 Exhaust Elbow, Pipe, Flexible Fittings
 Extension Terminal Box
 Fuel Ratio Control
 Hydraulic Pump Drive and Adapter
 Low Voltage Connections
 Magnetic Pickup
 Manual Shutoff Lever
 Manual Voltage Control
 Mechanical Tachometer Drive
 Mechanical Overspeed Contactor
 Paralleling Kit
 RFI Filter
 RH Oil Level Gauge
 Solenoid Shutoff — 12V or 24V, ETR or ETS
 Spare Parts Kit
 Terminal Strip Connections

PERFORMANCE DATA

Turbocharged

TM7786-01

105 kW (.8 pf) 131 kVA			
% load	ekW	Lph	gph
100	105	33.0	8.7
76	80	25.1	6.6
48	50	16.9	4.5
29	30	11.9	3.1



DIMENSIONS*

	mm	in.
Overall Length	2118.5	83.4
Length from front to rear face of block	986.6	38.8
Length from rear face of block to back of generator	1131.9	44.6
Overall Height	1145.2	45.1
Height from crankshaft centerline to top of engine	827.7	32.6
Height from crankshaft centerline to bottom of rails	317.5	12.5
Overall Width	917.7	36.1
Width from crankshaft centerline to port side (left side)	374.9	14.8
Width from crankshaft centerline to starboard side (right side)	542.8	21.4

	Front		Rear	
	mm	in.	mm	in.
Customer mounting hole diameter	17.5	0.7	22.5	0.9
Width from crankshaft centerline to side	285.8	11.3	285.8	11.3
Length from rear face of block to mounting holes			407.1	16.0
			483.3	19.0

*Illustrations and dimensions from drawing: 118-7826.

CATERPILLAR SR4 GENERATOR

- Type Brushless, revolving field, permanent magnet excited
- Construction Single bearing, close coupled
- Three-phase . . . 12 wire, wye or delta connected
- Insulation. Class F with tropicalization and anti-abrasion
- Voltage Regulator Generator mounted, volts-per-hertz
- Voltage Regulation. ±1/2%
- Voltage Gain Adjustable
- Generator Weight, Net (approx)
368 frame. 511 kg (1127 lb)
- Space Heater
- Voltages Available (adjustable +10%, -5%)
60 Hz — 220-440 volts
- Meets or exceeds Marine Society requirements

RATING CONDITIONS

- Engine Performance Parameters**
- Power. ±3%
 - Specific Fuel Consumption ±3%
 - Fuel Rate ±5%

Ratings are based on SAE J1228/ISO8665 standard conditions of 100 kPa (29.61 in. Hg), 25°C (77°F), and 30% relative humidity. These ratings also apply at ISO3046/1, DIN6271/3, and BS5514 conditions of 100 kPa (29.61 in. Hg), 27°C (81°F), and 60% relative humidity.

Fuel rates are based on fuel oil of 35° API [16°C (60°F)] gravity having an LHV of 42 780 kJ/kg (18,390 Btu/lb) when used at 29°C (85°F) and weighing 838.9 g/L (7.001 lb/U.S. gal).

Additional ratings may be available for specific customer requirements. Consult your Caterpillar representative for additional information.

Performance data is calculated in accordance with tolerances and conditions stated in this specification sheet and is only intended for purposes of comparison with other manufacturers' engines. Actual engine performance may vary according to the particular application of the engine and operating conditions beyond Caterpillar's control.

TMI Reference No.: TM7786-01 (6-15-01)

Materials and specifications are subject to change without notice.

The International System of Units (SI) is used in this publication.