

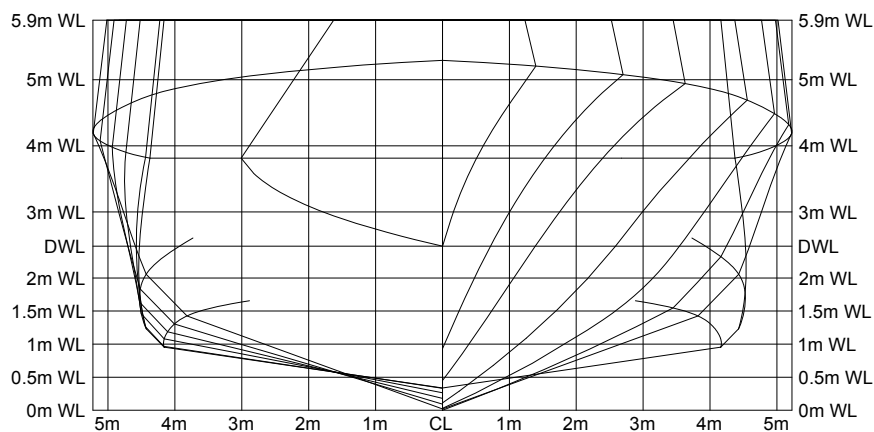


**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**  
**ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

*Κωνσταντίνου Κυριάκου*

**ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΤΑΧΥΠΛΟΥΟΥ**  
**ΠΕΡΙΠΟΛΙΚΟΥ ΑΝΟΙΚΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΗΣ**



**ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2008**

Επιβλέπων: Γ. Ζαραφωνίτης, Επικ. Καθ. ΕΜΠ



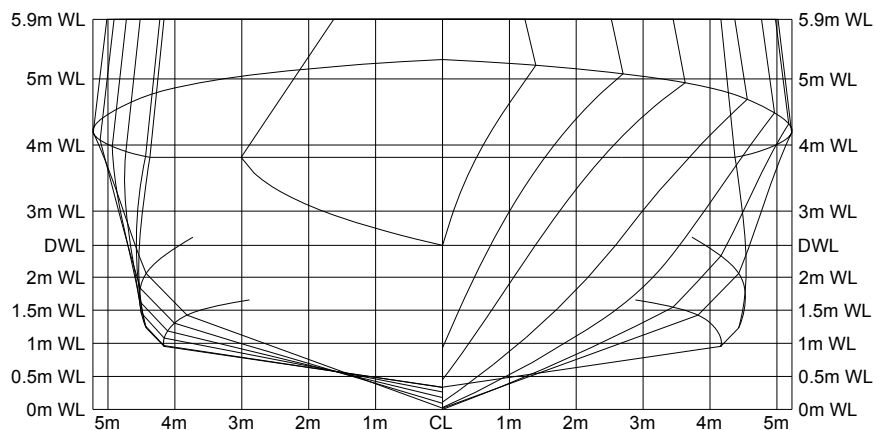


**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**  
**ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

*Κωνσταντίνου Κυριάκου*

**ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΤΑΧΥΠΛΟΥΟΥ**  
**ΠΕΡΙΠΟΛΙΚΟΥ ΑΝΟΙΚΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΗΣ**



**ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2008**

Επιβλέπων: Γ. Ζαραφωνίτης, Επικ. Καθ. ΕΜΠ



Τριμελής Επιτροπή: Α. Παπανικολάου, Καθηγητής Ε.Μ.Π.  
Γ. Ζαραφωνίτης, Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π. (Επιβλέπων)  
Κ. Σπύρου, Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή επιτροπή την 5<sup>η</sup> Δεκεμβρίου 2008.

Αθήνα, 5 Δεκεμβρίου 2008

Κυριάκου Κωνσταντίνος

Copyright © Κυριάκου Κωνσταντίνος 2008  
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσης εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευτεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου.

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επικ. Καθ. ΕΜΠ κ. Ζαραφωνίτη Γ. που μου έδωσε το έρεισμα και την ευκαιρία να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο αντικείμενο, τον Δρ. κ. Μπουλουγούρη Ε. για τον χρόνο, τις υποδείξεις και τις παρεμβάσεις του ώστε να είναι κατά το δυνατό πλήρης η συγκεκριμένη εργασία, τον κ. Αλούρδα Π. (Απχο (Μ) ε.α.) για την συμβολή του στη συγκέντρωση στοιχείων και το Πολεμικό Ναυτικό που μου επέτρεψε να πραγματοποιήσω την επιθυμία μου για περαιτέρω επιμόρφωση. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την σύζυγό μου Καραγιάννη Ευαγγελία για την αμέριστη συμπαράστασή της σε όλη τη διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών. Η εργασία αυτή αφιερώνεται στους γιους μου, τον Μάνο και τον Ιάσωνα.





# ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

0.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	1
0.1.	ΟΡΙΣΜΟΙ.....	1
0.2.	ΣΥΝΤΟΜΗ ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΤΑΧΕΩΝ ΕΠΙΘΕΤΙΚΩΝ ΣΚΑΦΩΝ ....	1
1.	ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ .....	5
1.1.	ΚΥΡΙΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ .....	5
1.2.	ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ.....	6
1.3.	ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ.....	6
2.	ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΙΚΤΟΤΗΤΑΣ .....	9
2.1.	ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΥΡΙΩΝ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ .....	9
2.1.1.	Προεκτίμηση Εκτοπίσματος Σκάφους.....	9
2.2.	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ - ΙΣΧΥΟΣ (BHP).....	15
2.2.1.	Εισαγωγή.....	15
2.2.2.	Το Μαθηματικό Μοντέλο Εκτίμησης της Αντίστασης της Σειράς Διπλής Ακμής του Ε.Μ.Π.....	15
2.2.3.	Υπολογισμός $C_R$ .....	18
2.2.4.	Υπολογισμός $C_F$ .....	18
2.2.5.	Υπολογισμός $C_T - R_T$ .....	19
2.2.6.	Αρχική Εκτίμηση Ισχύος Πέδης (BHP).....	19
2.3.	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΡΟΥΣ ΤΟΥ ΣΚΑΦΟΥΣ.....	21
2.3.1.	Κατηγοριοποίηση Βαρών του Ναυτικού των Ηνωμένων Πολιτειών [Expanded Ship Work Breakdown Structure (ESWBS)].....	21
2.3.2.	Υπολογισμός Φορτίου Κατά Την Αναχώρηση .....	21
2.3.3.	Βάρος Πλήρως Εξοπλισμένου Αφορτου Πλοίου.....	30
2.4.	ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΓΚΑΡΣΙΑΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΤΟΥ ΣΚΑΦΟΥΣ .....	37
2.5.	ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΔΙΑΓΩΓΗΣ ΤΩΝ ΣΚΑΦΩΝ ΤΗΣ ΣΕΙΡΑΣ ΔΙΠΛΗΣ ΑΚΜΗΣ ΤΟΥ ΕΜΠ .....	41
2.5.1.	Έλεγχος Ορθής Παρεμβολής στην Σειρά.....	42
2.5.2.	Σύγκριση «ΙΑΣΩΝ» με το Σκάφος που Προκύπτει από Μεθοδολογία .....	44
2.5.3.	Αρχική Εκτίμηση Ισχύος Πέδης (BHP).....	46
2.6.	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΡΟΣΘΕΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΣΕ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΛΗΡΗ ΦΟΡΤΟΥ (FULL LOAD CONDITION).....	47
2.7.	ΒΑΡΟΣ ΠΛΗΡΩΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΑΦΟΡΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ .....	51
2.8.	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΕΝΤΡΩΝ ΒΑΡΟΥΣ .....	61
	ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ RAM Mk-49.....	65
	(Block 1).....	65
2.9.	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΕΝΤΡΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΟΥ ΠΡΟΣΘΕΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ (DWT) ΤΟΥ ΠΑΤΡΙΚΟΥ ΣΚΑΦΟΥΣ .....	71
2.10.	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΡΩΝ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΩΝ ΚΕΝΤΡΩΝ ΒΑΡΟΥΣ ΤΟΥ ΠΡΟΣΘΕΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ (DWT) ΑΝΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΟΡΤΩΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟ «ΙΑΣΩΝ» .....	74
2.11.	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΕΝΤΡΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΟΥ ΕΜΦΟΡΤΟΥ ΚΑΙ ΠΛΗΡΩΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΑΦΟΥΣ.....	78
3.	ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ ΝΑΥΠΗΓΙΚΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ ....	81
4.	ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΗΔΑΛΙΩΝ - ΕΛΙΚΩΝ – WATERJETS ΚΑΙ ΠΡΩΣΤΗΡΙΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ.....	83

4.1.	ΠΗΔΑΛΙΑ .....	83
4.2.	ΕΛΙΚΕΣ .....	85
4.2.1.	Επιλογή Έλικας .....	85
4.2.2.	Έλεγχος σε Σπηλαίωση .....	87
4.3.	WATER JETS .....	89
4.3.1.	Εισαγωγή .....	89
4.3.2.	Επιλογή Water Jets .....	89
4.4.	ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΥΡΙΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ .....	91
5.	ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΤΟΥ ΣΚΑΦΟΥΣ .....	97
5.1.	ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΓΕΝΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ .....	97
5.2.	ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΣΚΑΦΟΥΣ .....	97
5.3.	ΔΙΑΤΑΞΗ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΣΚΑΦΟΥΣ .....	98
5.4.	ΚΑΤΑΚΛΥΣΙΜΑ ΜΗΚΗ .....	98
6.	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΤΟΥ ΣΚΑΦΟΥΣ .....	105
6.1.	ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΑΥΤΟΗΥΔΡΟ .....	105
6.2.	ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ .....	106
6.3.	ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΚΑΦΟΥΣ .....	116
6.4.	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΩΝ ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ .....	118
6.5.	ΕΛΕΓΧΟΣ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΥΓΡΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ .....	124
6.6.	ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ .....	125
6.7.	ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΑΘΙΚΤΟΥ ΣΚΑΦΟΥΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΒΛΑΒΗ .....	130
6.7.1.	ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥ DDS079-1 .....	130
6.8.	STABILITY BOOK .....	135
7.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	191
7.1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	191
7.2.	ΜΕΡΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	191
7.3.	ΘΕΜΑΤΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΤΟΥ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ .....	191
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α .....	193
8.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	195

## 0. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

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

Το υπό μελέτη σκάφος θα είναι ένα Ταχύπλοο Περιπολικό Ανοικτής Θαλάσσης.

### 0.1. ΟΡΙΣΜΟΙ <sup>[1]</sup>

**Πολεμικό Πλοίο:** Νοείται «το σκάφος εκείνο όπερ ανήκει στις ένοπλες δυνάμεις μίας πολιτείας υπό την διοίκηση αξιωματικού τοποθετούμενου από την κυβέρνηση του κράτους του οποίου φέρει τη σημαία και επανδρωμένο με πλήρωμα υπό στρατιωτική πειθαρχία»

Τον αυτό ορισμό έδωσε η Διακήρυξη του Προέδρου των ΗΠΑ στις 23 Μαρτίου 1917. Τον ορισμό αυτό έχει υιοθετήσει και η Σύμβαση της Γενεύης «Περί ανοικτών θαλασσών» 1958 στο άρθρο 8.2 όσο και η Σύμβαση του ΟΗΕ για το Δίκαιο της Θαλάσσης 1982, στο άρθρο 29.

Έτσι σύμφωνα με το παραπάνω ορισμό το πολεμικό πλοίο ορίζεται να είναι σκάφος, με κυβερνήτη αξιωματικό των ενόπλων δυνάμεων χώρας και να διέπεται εσωτερικά από στρατιωτικούς κανονισμούς (χωρίς να γίνεται μνεία σε χωρητικότητα πλοίου, αυτοδυναμία κίνησης, εξοπλισμό ή οπλισμό)

**Τορπιλοβόλο:** Παλαιό σκάφος μεγαλύτερο της Τορπιλακάτου με κύριο οπλισμό τορπίλες. Ο τύπος αυτός δημιουργήθηκε στο τελευταίο τέταρτο του 19<sup>ου</sup> αιώνα και χρησιμοποιήθηκε στις πρώτες δεκαετίες του 20<sup>ου</sup> αιώνα με εκτόπισμα 150-300 τον. Στην αρχή ήταν μικρότερο. Σήμερα έχει εκλείψει.

**Πυραυλάκατος (ΤΠΚ):** Σύγχρονο μικρό και ευέλικτο πολεμικό πλοίο με κύριο οπλισμό πυραύλους που φέρει στο κατάστρωμα.

**Κορβέτα (Κ/Β):** Εκ του Corvette. Πλοίο με εκτόπισμα μέχρι 400 τον. Με πλήρη ιστιοφορία και οπλισμό 25 πυροβόλα επί του καταστρώματος. Από το Β' ΠΠ ο όρος αφορά πλοία με εκτόπισμα 800 - 1200 τον. κυρίως συνοδευτικά.

### 0.2. ΣΥΝΤΟΜΗ ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΤΑΧΕΩΝ ΕΠΙΘΕΤΙΚΩΝ ΣΚΑΦΩΝ

Μικρά σκάφη που αναλάμβαναν επιθετικές επιχειρήσεις ήταν ήδη σε χρήση από τον Αμερικανικό Εμφύλιο Πόλεμο (1861-1865). Επρόκειτο για ξύλινα ακόμη σκάφη τα οποία έφεραν τοποθετημένη εκρηκτική γόμωση σε ένα μακρύ στύλο στην πλώρη και η αποτελεσματικότητά τους κρίνεται αμφίβολος.

Στα τέλη του 19<sup>ου</sup> αιώνα σαν αποτέλεσμα της ανακάλυψης της αυτοπρωθούμενης τορπίλης κάνουν την εμφάνισή τους τα κατά πολύ

αποτελεσματικότερα τορπιλοβόλα, η εξέλιξη των οποίων συνεχίστηκε και στους δύο Παγκόσμιους Πολέμους. Το Τορπιλοβόλο ήταν ένα σχετικά μικρό ταχύπλοο σκάφος σχεδιασμένο να εξαπολύει τορπίλες έναντι μεγαλύτερων στόχων επιφανείας. Το Τορπιλοβόλο αποτέλεσε τον πρόπομπό των Ταχέων Σκαφών με την μορφή που έχουν σήμερα.

Μετά την ολοκλήρωση του 2<sup>ου</sup> Παγκοσμίου Πολέμου η χρήση των σκαφών αυτών σταδιακά μειωνόταν αν και η Σοβιετική Ένωση διατηρούσε σε ενέργεια μεγάλο αριθμό Τορπιλοβόλων.

Το ενδιαφέρον για τη χρήση ταχέων σχετικά μικρών επιθετικών σκαφών επανήλθε στο προσκήνιο περί τα τέλη του 1960 με την αυξανόμενη απαίτηση εγκατάστασης συστημάτων Πυραύλων Επιφανείας – Επιφανείας. Συγκεκριμένα το 1959 έκανε για πρώτη φορά την εμφάνιση της μία Τορπιλάκατος P-6 του Σοβιετικού Ναυτικού η οποία δεν έφερε τορπίλες αλλά δύο μεγάλα «κιβώτια» με σχήμα πεπλατυσμένου κυλίνδρου που καταλάμβαναν όλο το κατάστρωμα πίσω από τη γέφυρα. Το NATO ονόμασε την κλάση αυτών των σκαφών «Komar» και ήταν τα πρώτα σκάφη που έφεραν κατευθυνόμενα βλήματα τα P-51 ή SS-N-2A (Styx) για το NATO.

<b>ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΛΑΣΕΩΣ «KOMAR»</b>	
ΜΗΚΟΣ (L <sub>OA</sub> )	25.4 m
ΠΛΑΤΟΣ	6.24 m
ΒΥΘΙΣΜΑ	1.24 m
ΕΚΤΟΠΙΣΜΑ	85 tons full load
ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ	30 kts
ΚΑΤΕΥΘΥΝΟΜΕΝΑ ΒΛΗΜΑΤΑ	2 x SS-N-2A Styx single tube SSM
ΠΥΡΟΒΟΛΑ	25mm twin barrel
ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	1959-1965

Το 1961 οι Σοβιετικοί ναυπήγησαν την κλάση «Osa» που έφερε τους βελτιωμένους «Styx», τους SS-N-2B.



**ΕΙΚΟΝΑ 1: ΣΚΑΦΟΣ «OSA 1» CLASS**

<b>ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΛΑΣΕΩΣ «OSA»</b>	
ΜΗΚΟΣ	37.5 m
ΠΛΑΤΟΣ	7.64 m
ΒΥΘΙΣΜΑ	3.8 m
ΠΡΩΩΣΗ	3× M504 B2 waterjets; 12.500 hp
ΕΚΤΟΠΙΣΜΑ	210 tons full load
ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ	38 kts
ΑΥΤΟΝΟΜΙΑ	500 NM at 35 knots
ΟΠΛΙΣΜΟΣ	2× AK-230 30 mm/65 1× 12.7 mm machine gun 4× SS-N-2AStyx

Η Γαλλία (ναυπηγεία Constructions Mecaniques de Normandie, γνωστότερα ως CMN) και η Γερμανία (ναυπηγεία Lürssen) ήταν οι επόμενες χώρες που προχώρησαν στην ναυπήγηση σκαφών που έφεραν κατευθυνόμενα βλήματα.

Το επόμενο γεγονός που οδήγησε στην αναθεώρηση των απαιτήσεων σχεδίασης των σκαφών αυτών ήταν η βύθιση μοίρας Ιρακινών ΤΠΚ από Βρετανικά Ελικόπτερα τα οποία έφεραν πυραύλους Sea Skua κατά τον πρώτο Πόλεμο του Κόλπου. Το μικρό μέγεθος των ΤΠΚ δεν επέτρεπε την εγκατάσταση συστημάτων προστασίας έναντι από αέρος απειλής.

Οι σύγχρονες ΤΠΚ φέρουν Πυραύλους Επιφανείας – Αέρος και το μέγεθος τους έχει αυξηθεί, έως τους 800 τόνους, πλησιάζοντας το μέγεθος των Κορβετών. Οι μεγαλύτερες δε εξ αυτών έχουν τη δυνατότητα μεταφοράς ελικοπτέρου.



**ΕΙΚΟΝΑ 2: ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΤΠΚ ΤΥΠΟΥ SUPER VITA ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΠΟΛΕΜΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ**

Στα πλαίσια της παρούσης εργασίας γίνεται αναφορά στις Επιχειρησιακές Απαιτήσεις Σκάφους της υπό εξέταση κατηγορίας. Κατά την μελέτη εφικτότητας εξετάζεται η χρήση γάστρας της Σειράς Διπλής Ακμής του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου και με χρήση των μοντέλων αυτής έχει γίνει αρχικά η επιλογή των κυρίων διαστάσεων και ο υπολογισμός της αντίστασης του σκάφους με βάση το μαθηματικό μοντέλο που έχει αναπτυχθεί σχετικά<sup>[2]</sup>. Ακολουθεί ο προϋπολογισμός του βάρους του σκάφους ακολουθώντας την κατηγοριοποίηση βαρών του Ναυτικού των Ηνωμένων Πολιτειών {Expanded Ship Work Breakdown Structure}<sup>[3]</sup>.

Στη συνέχεια αναπτύσσεται προκαταρκτικό σχέδιο ναυπηγικών γραμμών με χρήση της σειράς Διπλής Ακμής του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου και του σχεδιαστικού προγράμματος RHINOCEROS. Ακολουθούν η επιλογή έλικας και προωστηρίου εγκατάστασης και η ανάπτυξη του σχεδίου γενικής διάταξης.

Η μελέτη ολοκληρώνεται με τον υπολογισμό των υδροστατικών μεγεθών και τον έλεγχο ευστάθειας του σκάφους σε άθικτη κατάσταση (INTACT STABILITY) και σε κατάσταση βλάβης (DAMAGE STABILITY) με χρήση του προγράμματος AUTO HYDRO σε δύο καταστάσεις φόρτωσης (Full Load και Minimum Operational Condition) επί τη βάση του κανονισμού του Ναυτικού των Ηνωμένων Πολιτειών (DDS079-1)<sup>[4]</sup>.

# 1. ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Με βάση τις απαιτήσεις που έχει θέσει το Πολεμικό Ναυτικό για νεότευκτο σκάφος της ίδιας αποστολής το πλοίο θα πρέπει να είναι ικανό να επιχειρεί στην θαλάσσια περιοχή του Αιγαίου και Ιονίου Πελάγους με τις ακόλουθες επιχειρησιακές και μαχητικές δυνατότητες:

## 1.1. ΚΥΡΙΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

α. Γενική επιτήρηση του θαλασσίου και εναερίου επιχειρησιακού περιβάλλοντος με χρήση ραντάρ επιτήρησης αέρος / επιφανείας και συστημάτων IFF και Electronic Support Measures (ESM).

β. Επιπρόσθετη δυνατότητα επιτήρησης και οπτικής ένδειξης στόχου από τις Θέσεις Κατάδειξης Στόχου.

γ. Αισθητήρες επιτήρησης οι οποίοι θα παρέχουν κατάδειξη στόχου στο ραντάρ και τα ηλεκτροπτικά Συστήματα Ελέγχου Βολής.

δ. Αντιαεροπορική αυτοπροστασία εναντίον ιπταμένων απειλών μέσω πυροβόλων μέσου και μικρού διαμετρήματος καθώς και συστήματος Close-In Weapons System (CIWS).

ε. Επιχειρήσεις Επιφανείας με δυνατότητα ανάληψης επιθετικών επιχειρήσεων μέσω Πυραύλων Επιφανείας-Επιφανείας και πυροβόλων μέσου διαμετρήματος.

στ. Παροχή Ναυτικής Πυροβολικής Υποστήριξης με δυνατότητα ανάληψης επιθετικών επιχειρήσεων εναντίον στόχων ξηράς μέσω πυροβόλων μέσου διαμετρήματος.

ζ. Επίλυση Βολής μέσω των Συστημάτων Ελέγχου Βολής για τα πυροβόλα μέσου και μικρού διαμετρήματος.

η. Ανταλλαγή τακτικών δεδομένων με άλλες μονάδες (ξηράς, θαλάσσης, αέρος) μέσω Data Link 11.

θ. Δυνατότητες Ηλεκτρονικού Πολέμου που θα καθιστούν το σκάφος ικανό να εποπτεύει το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα και να εκτελεί αμυντικές επιχειρήσεις μέσω ESM, chaffs και if decoys.

Επίσης το σκάφος θα πρέπει να έχει τη δυνατότητα να επιχειρεί ικανοποιητικά σε πυρηνικά-χημικά- βιολογικά μολυσμένο περιβάλλον.

Οι ανωτέρω απαιτήσεις θα αποτελέσουν τον οδηγό της σχεδίασης κυρίως σε ότι αφορά τα βάρη των επιμέρους κατηγοριών που αυτές επηρεάζουν καθώς

και στην διάθεση των απαραίτητων χώρων για την εγκατάσταση των συστημάτων που τις ικανοποιούν.

## 1.2. ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

α. Το σκάφος θα πρέπει να είναι ικανό να αναπτύσσει μέγιστη ταχύτητα 39 Knots σε κατάσταση πλήρους φόρτου με φορτίο κυρίων μηχανών 100% σε βαθύ νερό με κατάσταση θαλάσσης 2 ή μικρότερη και καθαρή γάστρα.

β. Η ταχύτητα υπηρεσίας καθορίζεται στους 18 Knots.

γ. Η ακτίνα ενεργείας του σκάφους σε ταχύτητα υπηρεσίας καθορίζεται στα 1450 νμ.

δ. Η αυτονομία του σκάφους καθορίζεται στις επτά (7) ημέρες με φόρτο για πλήρωμα 45 ανδρών.

## 1.3. ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ

Το υλικό κατασκευής της γάστρας του σκάφους θα είναι mild steel και της υπερκατασκευής Marine Grade Aluminum Alloy.

Η προωστήρια εγκατάσταση θα αποτελείται από Δηζελοκινητήρες.

Για την προώθηση του σκάφους θα εγκατασταθούν δύο έλικες και δύο υδροπροωθητήρες (water jets) με σκοπό τον περιορισμό ακουστικής υπογραφής σε υψηλές ταχύτητες.

Η συγκριτική ανάλυση των αποτελεσμάτων έχει στηριχθεί σε τέσσερα σκάφη ίδιας αποστολής εκ των οποίων δύο είναι υπαρκτά και τα άλλα δύο αποτελούν σχεδιάσεις. Τα χαρακτηριστικά των σκαφών αυτών παρατίθενται στους Πίνακες που ακολουθούν.

ΓΕΝΙΚΑ	ΟΝΟΜΑ ΣΚΑΦΟΥΣ		F.A.C. 1	F.A.C. 2	F.A.C. 3	FAC. 4 <sup>[5]</sup>
	ΕΤΟΣ ΝΑΥΠΗΓΗΣΗΣ		1980	DESIGN	2005	DESIGN
ΒΑΡΗ LIGHT SHIP	W <sub>HST</sub>	ton	111.9	-	-	-
	W <sub>OT</sub>	ton	59.7	-	-	-
	W <sub>PROP. PLANT</sub>	ton	83.5	-	-	-
	W <sub>ELEC. PLANT</sub>	ton	-	-	-	29.179
	W <sub>AUX</sub>	ton	-	-	-	78.1
	W <sub>ARM</sub>	ton	-	-	-	28.865
	W <sub>C3</sub>	ton	-	-	-	42.479

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1: Στοιχεία Βαρών Light Ship Σκαφών Όμοιας Αποστολής**



ΓΕΝΙΚΑ	ΟΝΟΜΑ ΣΚΑΦΟΥΣ		F.A.C. 1	F.A.C. 2	F.A.C. 3	FAC. 4 <sup>[5]</sup>	
	ΕΤΟΣ ΝΑΥΠΗΓΗΣΗΣ		1980	DESIGN	2005	DESIGN	
ΚΥΡΙΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	L <sub>OA</sub>	m	56.20	64.35	61.9	64.62	
	L <sub>WL</sub>	m	52.45	60	58.33	61	
	B <sub>OA</sub>	m	8	9.2	9.5	-	
	B <sub>WL</sub>	m	6.844	-	8.733	8.7	
	D	m	4.5	5	6	6.4	
	T	m	2.1	2.8	2.755	2.83	
ΒΑΡΗ	DTW	ton	111	176.3	148.25	173.01	
	Δ	ton	442	645	677.19	763	
	LS	ton	331	468.7	528.94	589.99	
	LIGHT OPERATIONAL CONDITION	ton	-	562.4	-	644.07	
ΠΡΩΣΗ	V <sub>service</sub>	Kn	-	18	18	15	
	V <sub>max</sub>	Kn	32.5	35	34	35.5	
	P <sub>B</sub> /RPM	HP/RPM		23172/1800	23172/1800	29320/-	
	ΤΥΠΟΣ ΜΗΧΑΝΗΣ	-	4*MTU MD 20V 538 TB91	4*MTU 16V595 TE90	4*MTU 16V595 TE90	-	
	ΤΥΠΟΣ ΗΖ	MAIN	-		3*MTU 6R 183 TE52 (250 KW)	3*MTU 6R 183 TE52 (250 KW)	3*300 KW
AUX.		-		1*CUMMINS 6CTA83G2 (210 KVA)	1*MTU 6R 099 TA51	-	
ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ	FULL LOAD CONDITION	KG	m	-	3.51	3.94	4.63
		LCG	m	-	26.8	25.97	-
		KG/D	-	-	0.702	0.6567	0.7234
		LCG/L <sub>WL</sub>	-	-	0.4476	0.4452	-
	LIGHT OPERATIONAL CONDITION	KG	m	-	3.78	-	4.99
		LCG	m	-	26.1	-	-
		KG/D	-	-	0.756	-	0.7797
		LCG/L <sub>WL</sub>	-	-	0.435	-	-
	LIGHT SHIP CONDITION	KG	m	-	-	4.14	5.047
		LCG	m	-	-	25.9	-
		KG/D	-	-	-	0.69	0.7886
		LCG/L <sub>WL</sub>	-	-	-	0.444	-
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ	L <sub>OA</sub> /B <sub>OA</sub>		7.025	6.995	6.516	-	
	L <sub>OA</sub> /D		12.489	12.87	10.317	10.097	
	D/T		2.1429	1.786	2.1779	2.261	
	C <sub>B</sub>		0.572	-	0.4707	0.4956	
	DTW/Δ		0.251	0.273	0.2189	0.2267	
	w <sub>LS</sub>		0.1636	0.15834	0.1499	-	
	C <sub>N</sub>		116.7578	138.1276	130.8018	127.410	
C <sub>DL</sub>		2.9886	2.9134	3.329	3.279		

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.2: Γενικά Στοιχεία Σκαφών Όμοιας Αποστολής**

Σημείωση: Το σύμβολο (-) αντιστοιχεί σε τιμές που δεν ευρέθησαν

**ΣΕΛΙΔΑ ΣΚΟΠΙΜΑ ΚΕΝΗ**

## 2. ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΙΚΤΟΤΗΤΑΣ

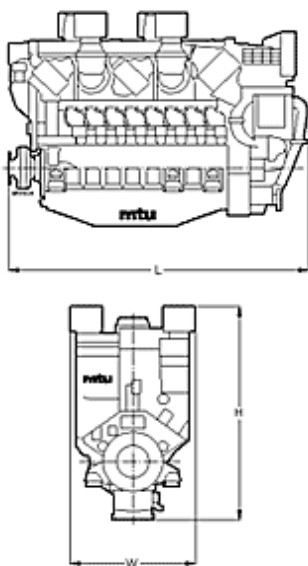
### 2.1. ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΥΡΙΩΝ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ

Το σκάφος σχεδιάστηκε με βάση την συστηματική σειρά διπλής ακμής του Ε.Μ.Π. Για να καταστεί δυνατή η επιλογή των κυρίων διαστάσεων του υπό μελέτη σκάφους με βάση την συστηματική σειρά αρκεί να προσδιορισθεί το εκτόπισμά του και να επιλεγούν οι λόγοι  $L_{0A}/B_{0A}$  και ο συντελεστής λυγηρότητας  $\{(M) = L/\nabla^{1/3}\}$  ή εναλλακτικά ο λόγος όγκου προς μήκος υπολογισμών  $C_{DL} = \nabla / (0.1 * L)^3$ , όπου το μήκος υπολογισμών είναι το μήκος ισάλου  $L=L_{WL}$ . Οι τελικές διαστάσεις του πλοίου θα προκύψουν ύστερα από ανακυκλώσεις ώστε να ικανοποιηθούν οι απαιτήσεις του πλοιοκτήτη καθώς και οι κανονισμοί ασφαλείας. Το υπό μελέτη πλοίο θα ονομασθεί «ΙΑΣΩΝ».

#### 2.1.1. Προεκτίμηση Εκτοπίσματος Σκάφους

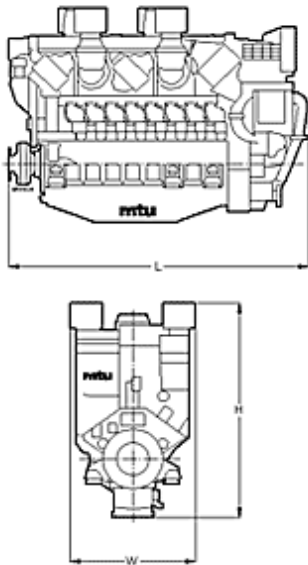
Δεδομένης της απαίτησης για επίτευξη μέγιστης ταχύτητας μεγαλύτερης των υπάρχοντων σκαφών όμοιας αποστολής αναμένεται μια αύξηση του εκτοπίσματος η οποία θα οφείλεται στην αύξηση του βάρους των προωπηρίων μηχανών καθώς και του φόρτου καυσίμων για την επίτευξη της ακτίνας ενεργείας.

Η διαδικασία αρχικής εκτίμησης του εκτοπίσματος έχει ως ακολούθως: Εκτιμάται ένα αρχικό εκτόπισμα το οποίο προκύπτει θεωρώντας ότι η απαιτούμενη αύξηση της ταχύτητας του σκάφους θα οδηγήσει κατ' ελάχιστο στην επιλογή κυρίων μηχανών με την αμέσως επόμενη μεγαλύτερη ισχύ από τις διατιθέμενες της κατασκευάστριας εταιρείας. Το πατρικό σκάφος φέρει εγκατεστημένες τέσσερις MTU 16V 595 TE 90 με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά <sup>[6]</sup>:



<b>ΜΟΝΤΕΛΟ</b>		<b>16V 595TE 90</b>
<b>Μέγιστη Αποδιδόμενη Ισχύ</b>	<b>KW (BHP)</b>	<b>4320(5793)</b>
<b>Στροφές Κινητήρα</b>	<b>rpm</b>	<b>1800</b>
<b>Κατανάλωση Καυσίμου</b>		
<b>Σε μέγιστη Ισχύ</b>	<b>g/kWh</b>	<b>228</b>
<b>Ελάχιστη Κατανάλωση (Βέλτιστη)</b>	<b>g/kWh</b>	<b>205</b>
<b>Διαστάσεις και Βάρη</b>		
<b>Μήκος (L)</b>	<b>mm (in)</b>	<b>3980 (156.7)</b>
<b>Πλάτος (W)</b>	<b>mm (in)</b>	<b>1660 (65.4)</b>
<b>Ύψος (H)</b>	<b>mm (in)</b>	<b>2870 (113)</b>
<b>Βάρος (dry)</b>	<b>kg (lbs)</b>	<b>13000 (28660)</b>
<b>Βάρος (wet)</b>	<b>kg (lbs)</b>	<b>14200 (31305)</b>
<b>Κύρια Χαρακτηριστικά</b>		
<b>Αρ. Κυλίνδρων</b>		<b>16</b>
<b>Διάμετρος/Διαδρομή</b>	<b>mm (in)</b>	<b>190/210 (7.5/8.3)</b>
<b>Ολικό Εκτόπισμα</b>	<b>l (cu in)</b>	<b>95.3 (5816)</b>

Το μοντέλο με την αμέσως μεγαλύτερη ισχύ για την ίδια χρήση (κύριες μηχανές πρόωσης για ταχύπλοα σκάφη με χαμηλό συντελεστή φόρτωσης και υψηλή απόδοση) που διατίθεται από την MTU έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά [6]:



<b>ΜΟΝΤΕΛΟ</b>		<b>16V 1163 TB 93</b>
<b>Μέγιστη Αποδιδόμενη Ισχύ</b>	<b>KW (BHP)</b>	<b>5920(7939)</b>
<b>Στροφές Κινητήρα</b>	<b>rpm</b>	<b>1300</b>
<b>Κατανάλωση Καυσίμου</b>		
<b>Σε μέγιστη Ισχύ</b>	<b>g/kWh</b>	<b>225</b>
<b>Ελάχιστη Κατανάλωση (Βέλτιστη)</b>	<b>g/kWh</b>	<b>210</b>
<b>Διαστάσεις και Βάρη</b>		
<b>Μήκος (L)</b>	<b>mm (in)</b>	<b>4660 (183.5)</b>
<b>Πλάτος (W)</b>	<b>mm (in)</b>	<b>1895 (74.6)</b>
<b>Ύψος (H)</b>	<b>mm (in)</b>	<b>3520 (138.6)</b>
<b>Βάρος (dry)</b>	<b>kg (lbs)</b>	<b>19700 (43431)</b>
<b>Βάρος (wet)</b>	<b>kg (lbs)</b>	<b>21130 (46583)</b>
<b>Κύρια Χαρακτηριστικά</b>		
<b>Αρ. Κυλίνδρων</b>		<b>16</b>
<b>Διάμετρος/Διαδρομή</b>	<b>mm (in)</b>	<b>230/280 (9.1/11)</b>
<b>Ολικό Εκτόπισμα</b>	<b>l (cu in)</b>	<b>186.1 (11357)</b>

Παρατηρούμε ότι προκύπτει μεταβολή του βάρους των κυρίων μηχανών ίση με:

$$\Delta W_{\text{ENGINES}} = 4 * (W_{16V1163} - W_{16V595}) = 4 * (19700 - 13000) = 26.8 \text{ tons}$$

Επιπρόσθετα αναμένεται αύξηση του απαιτούμενου φόρτου καυσίμου για την επίτευξη της ίδιας αυτονομίας η οποία, θεωρώντας ότι δεν μεταβάλλεται η απαιτούμενη εγκατεστημένη ισχύ γεννητριών, εκτιμάται ως ακολούθως:

$$\Delta W_{\text{FO}} = (P_{b2} * b_2 * t_2 - P_{b1} * b_1 * t_1) * 10^{-6} =$$

$$(4 * 5920 * 225 * \frac{1000}{39} - 4 * 4320 * 228 * \frac{1000}{35}) * 10^{-6} = 24.048 \approx 24.05 \text{ tons}$$

και αύξηση του φόρτου λιπαντικών η οποία λαμβάνεται ίση με:

$$\Delta W_{\text{L.O}} = 4\% * \Delta W_{\text{FO}} = 0.962 \text{ tons}$$

Προσθέτουμε το σύνολο των μεταβολών βάρους στο εκτόπισμα της FAC2 και προκύπτει το αρχικό εκτιμώμενο εκτόπισμα ίσο με:

$$\Delta_{\text{estimated\_initial}} = \Delta_{\text{F.A.C.2}} + \Delta W_{\text{ENGINES}} + \Delta W_{\text{FO}} + \Delta W_{\text{L.O}} = 645 + 26.8 + 24.05 + 0.962$$

$$\Rightarrow \Delta_{\text{estimated\_initial}} = 696.812 \text{ tonnes} \approx 700 \text{ tons}$$

Με βάση το αρχικό εκτιμώμενο εκτόπισμα αυτό τα μοντέλα της σειράς υπόκεινται σε ομόλογη παραμόρφωση με συντελεστή  $\lambda = \frac{\nabla_s^{1/3}}{\nabla_m^{1/3}}$  ώστε να προκύψει

το υπό μελέτη σκάφος. Στη συνέχεια για κάθε σκάφος που έχει προκύψει από την παραμόρφωση του μοντέλου της σειράς υπολογίζεται η αντίστασή του με βάση το μαθηματικό μοντέλο που έχει αναπτυχθεί σχετικά και προσδιορίζεται η απαίτηση ισχύος (BHP) για την επίτευξη της μέγιστης ταχύτητας των 39 Knots (εκτιμάται αρχικά ολικός συντελεστής απόδοσης  $n_{opc}=0.5$ ). Με δεδομένη την απαιτούμενη ισχύ επιλέγονται μηχανές από το Δικτυακό τόπο της MTU και προσδιορίζεται η απαίτηση φόρτου καυσίμων και λιπαντικών με βάση την απαιτούμενη ακτίνα ενεργείας στις ταχύτητες των 18, 30 και 35 Knots και επιλέγεται ο μέγιστος απαιτούμενος. Στη συνέχεια η μεταβολή του βάρους των μηχανών και η μεταβολή του φόρτου καυσίμου προστίθενται στο εκτόπισμα πλήρους φόρτου της F.A.C.2,  $\Delta_{FL\ F.A.C.2} = 645\ tons$ , και προσδιορίζεται ένα νέο εκτόπισμα για το υπό σχεδίαση σκάφος. Η όλη διαδικασία επαναλαμβάνεται εωσότου επιτευχθεί σύγκληση του υπολογιζόμενου εκτοπίσματος.

Για τον υπολογισμό του απαραίτητου φόρτου καυσίμου έχουν χρησιμοποιηθεί, στην παρούσα φάση, οι σχέσεις [7]:

$$W_F = W_{F1} + W_{F2}$$

όπου

$$W_{F1} = (P_{B1} * b_1 * t_1 + P_{B2} * b_2 * t_2) * C * 10^{-6} (tons)$$

όπου

$W_{F1}$  : βάρος καυσίμων [t]

$P_{B1}$  : απαραίτητη εγκατεστημένη ισχύς Κ. Μηχανών για επίτευξη αντίστοιχης Ταχύτητας [kW]

$b_1$  : ειδική κατανάλωση Κ.Μ. [gr/kWh]

$t_1$  : συνολικός χρόνος ταξιδιού [hours] με βάση αντίστοιχη ταχύτητα και ακτίνα δράσης

$P_{B2}$  : απαιτούμενη μέση ισχύς Ηλεκτρογεννητριών [kW]

$b_2$  : ειδική κατανάλωση Ηλεκτρογεννητριών [gr/kWh]

$t_2$  : χρόνος λειτουργίας Ηλεκτρογεννητριών

$C$  : 1.3 Εφεδρεία για υπερκατανάλωση λόγω αλλαγής πορείας, απρόβλεπτης αναμονής, αρωγή σε περίπτωση ανάγκης και κατάλοιπα δεξαμενών. και

$W_{F2}$  : βάρος λιπαντικών

με

$$W_{F2} = 0.04 * W_{F1}$$

Στοιχεία των αποτελεσμάτων των ως άνω υπολογισμών που προέκυψαν από την τελική ανακύκλωση παρατίθενται στους πίνακες που ακολουθούν:

MODEL	MODEL No.	LOA/BOA	Scale Factor (λ)	L <sub>WL</sub>	B <sub>WL</sub>	T	Δ <sub>S</sub>	C <sub>B</sub>	CDL	Fn	R <sub>TS</sub>	EHP	ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΒHP
			–	[m]	[m]	[m]	[tn]			–	[Kp]	[HP]	[KW]
<b>1.000000</b>	<b>113/95</b>	4.0000	<b>29.567</b>	<b>62.03</b>	<b>14.43</b>	<b>2.34</b>	<b>733.881</b>	<b>0.3430</b>	<b>3.0000</b>	<b>0.813</b>	<b>63346.336</b>	<b>16945.83</b>	<b>25273.02</b>
	113/95		27.967	59.01	13.76	2.44	762.338	0.3750	3.6200	0.834	68642.843	18362.71	27386.14
	113/95		26.549	56.36	13.12	2.54	776.802	0.4030	4.2300	0.853	71691.577	19178.28	28602.48
<b>2.000000</b>	<b>154/99</b>	4.7500	<b>32.089</b>	<b>67.45</b>	<b>13.16</b>	<b>2.18</b>	<b>697.696</b>	<b>0.3510</b>	<b>2.2300</b>	<b>0.780</b>	<b>54434.033</b>	<b>14561.70</b>	<b>21717.31</b>
	<b>154/99</b>		<b>29.110</b>	<b>61.83</b>	<b>12.11</b>	<b>2.36</b>	<b>733.242</b>	<b>0.4050</b>	<b>3.0000</b>	<b>0.815</b>	<b>60621.201</b>	<b>16216.83</b>	<b>24185.78</b>
	154/99		27.602	58.99	11.59	2.48	756.611	0.4350	3.6200	0.834	66098.030	17681.94	26370.85
	154/99		26.219	56.37	11.06	2.62	779.661	0.4650	4.2300	0.853	70404.748	18834.04	28089.08
<b>3.000000</b>	<b>118/96</b>	5.5000	<b>25.821</b>	<b>88.57</b>	<b>14.49</b>	<b>1.98</b>	<b>730.569</b>	<b>0.2810</b>	<b>1.0000</b>	<b>0.681</b>	<b>67432.978</b>	<b>18039.06</b>	<b>26903.45</b>
	118/96		21.207	74.16	12.51	2.05	675.535	0.3470	1.6100	0.744	49425.182	13221.77	19718.95
	097/94		31.701	67.37	11.35	2.23	702.093	0.4030	2.2300	0.781	53670.912	14357.55	21412.85
	<b>097/94</b>		<b>28.993</b>	<b>62.19</b>	<b>10.50</b>	<b>2.42</b>	<b>739.407</b>	<b>0.4570</b>	<b>3.0000</b>	<b>0.812</b>	<b>61296.196</b>	<b>16397.40</b>	<b>24455.08</b>
	097/94		27.405	59.22	10.03	2.59	770.048	0.4890	3.6200	0.833	68181.323	18239.25	27202.01
	097/94		26.634	57.93	9.80	2.81	842.408	0.5160	4.2300	0.842	79400.388	21240.47	31678.03
<b>4.000000</b>	<b>146/98</b>	6.2500	<b>30.882</b>	<b>74.36</b>	<b>10.99</b>	<b>2.07</b>	<b>679.264</b>	<b>0.3910</b>	<b>1.6100</b>	<b>0.743</b>	<b>48589.334</b>	<b>12998.18</b>	<b>19385.48</b>
	146/98		27.710	67.47	10.03	2.26	702.241	0.4490	2.2300	0.780	51814.541	13860.95	20672.23
	<b>146/98</b>		<b>25.283</b>	<b>62.25</b>	<b>9.30</b>	<b>2.51</b>	<b>742.145</b>	<b>0.4980</b>	<b>3.0000</b>	<b>0.812</b>	<b>61519.969</b>	<b>16457.26</b>	<b>24544.36</b>
	146/98		23.920	59.37	8.85	2.71	779.979	0.5330	3.6200	0.831	71065.190	19010.71	28352.58
<b>5.000000</b>	<b>116/96</b>	7.0000	<b>27.822</b>	<b>75.51</b>	<b>10.02</b>	<b>2.07</b>	<b>679.858</b>	<b>0.4240</b>	<b>1.6100</b>	<b>0.737</b>	<b>45382.862</b>	<b>12140.41</b>	<b>18106.21</b>
	116/96		24.672	67.82	9.03	2.30	698.853	0.4850	2.2300	0.778	49406.441	13216.76	19711.48
	<b>116/96</b>		<b>22.385</b>	<b>62.32</b>	<b>8.28</b>	<b>2.61</b>	<b>742.768</b>	<b>0.5390</b>	<b>3.0000</b>	<b>0.812</b>	<b>61118.357</b>	<b>16349.83</b>	<b>24384.13</b>

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1 : Στοιχεία Υπολογισμών Προεκτίμησης Εκτοπίσματος**

MODEL	MODEL No.	ΛοΑ/ΒοΑ	ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ Κ.ΜΗΧ MTU	ΠΑΡΑΓΩΜΕΝΗ ΒΗΡ	ΒΑΡΟΣ Κ.ΜΗΧ	Δ <sub>αρχικό</sub>	Δ <sub>τελικό</sub>	ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΑΠΟΚΛΙΣΗ ΕΚΤΟΠΙΣΜΑΤΟΣ
				[KW]	[tn]	[tn]	[tn]	
<b>1.000000</b>	<b>113/95</b>	4.0000	<b>2*16V1163 &amp; *20V1163</b>	<b>26640.000</b>	<b>85.000</b>	<b>733.977</b>	<b>733.881</b>	<b>0.0131</b>
	113/95		4*20V1163	29600.000	91.200	763.077	762.338	0.0969
	113/95		4*20V1163	29600.000	91.200	777.336	776.802	0.0687
<b>2.000000</b>	<b>154/99</b>	4.7500	<b>4*16V1163</b>	<b>23680.000</b>	<b>78.800</b>	<b>697.692</b>	<b>697.696</b>	<b>-0.0006</b>
	<b>154/99</b>		<b>2*16V1163 &amp; 2*20V1163</b>	<b>26640.000</b>	<b>85.000</b>	<b>733.602</b>	<b>733.242</b>	<b>0.0491</b>
	154/99		2*16V1163 & 2*20V1163	26640.000	85.000	757.143	756.611	0.0702
	154/99		4*20V1163	29600.000	91.200	780.836	779.661	0.1506
<b>3.000000</b>	<b>118/96</b>	5.5000	<b>4*20V1163</b>	<b>29600.000</b>	<b>91.200</b>	<b>731.554</b>	<b>730.569</b>	<b>0.1347</b>
	118/96		4*16V1163	23680.000	78.800	675.482	675.535	-0.0079
	097/94		4*16V1163	23680.000	78.800	702.098	702.093	0.0006
	<b>097/94</b>		<b>2*16V1163 &amp; 2*20V1163</b>	<b>26640.000</b>	<b>85.000</b>	<b>739.967</b>	<b>739.407</b>	<b>0.0757</b>
	097/94		4*20V1163	29600.000	91.200	772.235	770.048	0.2832
	097/94		2*20V1163 & 2*20V8000	33000.000	137.700	855.723	842.408	1.5559
<b>4.000000</b>	<b>146/98</b>	6.2500	<b>4*16V1163</b>	<b>23680.000</b>	<b>78.800</b>	<b>679.199</b>	<b>679.264</b>	<b>-0.0096</b>
	146/98		4*16V1163	23680.000	78.800	702.245	702.241	0.0006
	<b>146/98</b>		<b>2*16V1163 &amp; 2*20V1163</b>	<b>26640.000</b>	<b>85.000</b>	<b>742.736</b>	<b>742.145</b>	<b>0.0796</b>
	146/98		4*20V1163	29600.000	91.200	781.162	779.979	0.1514
<b>5.000000</b>	<b>116/96</b>	7.0000	<b>4*16V1163</b>	<b>23680.000</b>	<b>78.800</b>	<b>679.830</b>	<b>679.858</b>	<b>-0.0042</b>
	116/96		4*16V1163	23680.000	78.800	698.851	698.853	-0.0003
	<b>116/96</b>		<b>2*16V1163 &amp; 2*20V1163</b>	<b>26640.000</b>	<b>85.000</b>	<b>743.353</b>	<b>742.768</b>	<b>0.0786</b>

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.2 : Στοιχεία Υπολογισμών Προεκτίμησης Εκτοπίσματος**

## ΕΠΙΛΟΓΗ $L_{OA}/B_{OA}$ ΚΑΙ $C_{DL}$ ΣΚΑΦΟΥΣ

Με βάση τα χαρακτηριστικά της F.A.C. 2 ( $L_{OA}/B_{OA} = 6.995$  και  $C_{DL} = 2.9134$ ) από τα μοντέλα της σειράς επιλέγεται εκείνο με χαρακτηριστικά  $L_{OA}/B_{OA} = 7$  και  $C_{DL} = 3$  για το οποίο με βάση την προεκτίμηση εκτοπίσματος έχουν προκύψει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά μεγέθη για το υπό μελέτη σκάφος:

$$L_{WL} = 62.32 \text{ m}$$

$$B_{WL} = 8.283 \text{ m}$$

$$T = 2.605 \text{ m}$$

$$\Delta_T = 742.768 \text{ tons}$$

$$C_B \text{ ΣΕΙΡΑΣ} = 0.5390$$

Για το μοντέλο  $L_{OA}/B_{OA} = 7$  και  $C_{DL} = 3$  ισχύει <sup>[13]</sup>:

$$\frac{L_{OA}}{L_{WL}} = \frac{2.917}{2.783} = 1.048149479$$

και θεωρώ ότι η αναλογία διατηρείται για το υπό μελέτη σκάφος οπότε προκύπτει:

$$\frac{L_{OA\_s}}{L_{WL\_s}} = 1.048149479 \Rightarrow L_{OA\_s} = 1.048149479 * 62.32 \Rightarrow$$

$$L_{OA\_s} = 65.32 \text{ m}$$

και

$$\frac{L_{OA\_s}}{B_{OA\_s}} = 7 \Rightarrow B_{OA\_s} = \frac{L_{OA\_s}}{7} = \frac{65.32}{7} \Rightarrow$$

$$B_{OA\_s} = 9.3 \text{ m}$$

## ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΟΙΛΟΥ D

Ως αρχική τιμή του κοίλου θα μπορούσε να επιλεγεί αυτή που προκύπτει από τη μέγιστη τιμή του λόγου  $D/T$  των ομοίων πλοίων.

Έτσι έχοντας  $D/T \text{ max} = 2.1779$  και  $T = 2.605 \text{ m}$  προκύπτει  $D = 5.67 \text{ m}$  το οποίο μπορεί να θεωρηθεί ως το ελάχιστο απαιτούμενο από πλευράς επίτευξης ικανοποιητικής συμπεριφοράς ως προς την ευστάθεια του σκάφους.

Εξαιτίας απαιτήσεων που προκύπτουν από τη γενική διάταξη του σκάφους σύμφωνα με το σχέδιο γενικής διάταξης της F.A.C.3 (ύπαρξη δύο καταστρωμάτων κάτω από το κύριο με  $h_{\text{between decks}} = 2.35 \text{ m}$  και  $h_{\text{tank top}} = 1.2 \text{ m}$ ) επιλέγεται



$$D = 2 * h_{\text{betweendecks}} + h_{\text{tanktop}} = 2 * 2.35 + 1.2 \Rightarrow$$

$$D = 5.9 \text{ m}$$

## 2.2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ - ΙΣΧΥΟΣ (BHP)

### 2.2.1. Εισαγωγή

Ο συντελεστής Αγγλικού Ναυαρχείου για την υπό εξέταση περίπτωση θα έδινε [7]:

$$C_{N\_MED\_FAC2\_FAC3} = 135.9055 \Rightarrow BHP_{\text{ΙΑΣΩΝ}} = \frac{742.768^{(2/3)} * 39^3}{135.9055} = 35798.02 [\text{HP}]$$

Δεδομένης της διαφορετικής γεωμετρίας της γάστρας των σκαφών (round bilge και V αντίστοιχα) καθώς και των διαφορετικών μέσων προώθησης (τέσσερις προπέλες έναντι δύο προπελών και δύο water jets) η χρήση του απορρίφθηκε.

Σε αυτό το στάδιο της μελέτης γίνεται υπολογισμός της αντίστασης πρόωσης του υπό μελέτη σκάφους με τη χρήση του μαθηματικού μοντέλου όπως αυτό έχει αναπτυχθεί για την εκτίμηση της αντίστασης των μελών της Σειράς Διπλής Ακμής του Ε.Μ.Π. και περιγράφεται αναλυτικά στη συνέχεια. Θα χρησιμοποιηθούν αρχικά ως δεδομένα τα αποτελέσματα που έχουν προκύψει από την προεκτίμηση του εκτοπίσματος του σκάφους.

### 2.2.2. Το Μαθηματικό Μοντέλο Εκτίμησης της Αντίστασης της Σειράς Διπλής Ακμής του Ε.Μ.Π.

Το Μαθηματικό Μοντέλο Εκτίμησης της Αντίστασης της Σειράς Διπλής Ακμής του Ε.Μ.Π. όπως έχει δημοσιευθεί από τους Radojčić et al [2] έχει προκύψει με την εφαρμογή αναδρομικής (regression) ανάλυσης για την εξομάλυνση (fairing) των πειραματικών δεδομένων. Οι ανεξάρτητες μεταβλητές, όπως και η βρεχόμενη επιφάνεια, αφορούν την στατική ίσαλο (static waterline) καθώς οι τιμές τους είναι σχεδόν ίσες με τις αντίστοιχες της ισάλου σε κίνηση (running waterline).

Ως ανεξάρτητες μεταβλητές λαμβάνονται :

$$F_N = \frac{V}{\sqrt{g * L}} \quad : \quad \text{Αριθμός Froude}$$

$$\frac{L_{WL}}{B_{WL}} = \frac{L}{B} \quad : \quad \text{Λόγος Μήκους Ισάλου προς Πλάτος στην Ίσαλο}$$

$$\frac{B_{WL}}{T} = \frac{B}{T} \quad : \quad \text{Λόγος Πλάτους στην Ίσαλο προς Βύθισμα}$$

$$(M) = \frac{L_{WL}}{\nabla^3} = \frac{L}{\nabla^3} \quad : \quad \text{Συντελεστής Λυγηρότητας}$$

καθώς και τα παράγωγα των μεταξύ τους διαφορετικών δυνάμεων, υψωμένων σε δυνάμεις από 0 έως 7, γινομένων.

Οι τιμές του συντελεστή υπολοίπου αντιστάσεως  $C_R$  προκύπτουν τότε από τον τύπο:

$$10^3 * C_R = \sum a_i * x_i$$

όπου:

VARIABLES	COEFFICIENTS
$x_i$	$a_i$
1	81.947561
$F_N * (M)^2$	-18.238522
(M)	-44.28338
(B/T)	-7.775629
(L/B) *(B/T)	1.731934
$F_N^2 * (M)^2$	17.075124
$F_N^2 * (B/T)^2$	12.079902
$F_N^5 * (B/T)$	273.294648
$F_N^5 * (B/T)^2$	-16.121701
(B/T) <sup>2</sup>	1.29473
$F_N * (B/T)^3$	-0.1877
$F_N^7 * (B/T)^3$	-1.459234
$F_N^6 * (B/T)^3$	3.399356
(L/B) *(B/T) <sup>2</sup>	-0.235111
(M) <sup>2</sup>	5.3231
(L/B) <sup>2</sup> * (M)	-0.021188
$F_N * (M)$	108.448244
$F_N^2 * (M)$	-92.667206
$F_N^7 * (B/T) * (M)^2$	0.176635
$F_N^6 * (B/T)$	-216.313
$F_N^6 * (B/T) * (M)$	-3.35416
$F_N * (M)^4$	0.070018
$F_N * (B/T) * (M)$	1.145943
(M) <sup>4</sup>	-0.01759
$F_N^2 * (M)^4$	-0.062264
$F_N^7 * (B/T) * (L/B)$	-0.264296
$F_N^3 * (B/T)$	-105.05911
$F_N^7 * (B/T)$	55.703462
$F_N^5 * (B/T)^3$	-1.81086
$F_N^7 * (B/T)^2$	4.310164
$F_N^3 * (M)^2$	-1.240887

Ο συντελεστής της αντίστασης τριβής  $C_F$  υπολογίζεται με βάση την ITTC 1957 :

$$C_F = \frac{0.075}{(\log_{10} R_n - 2)^2}$$

$$\mu \epsilon R_n = \frac{V_s * L_{WL}}{v}$$

όπου:

$v = 1.18831 * 10^6$  [m<sup>2</sup>/sec] κινηματικό ιξώδες του θαλασσινού νερού στους 15 °C  
**V<sub>s</sub>: Ταχύτητα Σκάφους [m/s]**

Ο συντελεστής ολικής αντίστασης **C<sub>T</sub>** είναι :

$$C_T = C_R + C_F$$

Επομένως η συνολική αντίσταση είναι:

$$R_T = R_R + R_F = 0.5 * \rho * WS * V_s^2 * (C_R + C_F)$$

όπου:

$\rho = 104.61$  [kp\*sec<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>] η πυκνότητα του θαλασσινού νερού στους 15 °C.  
**WS: Βρεχόμενη Επιφάνεια Σκάφους**

Έτσι η ισχύς ρυμουλκήσεως (EHP) του σκάφους είναι:

$$EHP = R_T * V_s / 75 \text{ [PS]}$$

Πρέπει να σημειωθεί ότι τα όρια εφαρμογής του μαθηματικού μοντέλου είναι:

Για την αντίσταση (**C<sub>R</sub>**) :

$$\bullet L_{WL}/B_{WL} > 4.2935 \equiv (L_{WL}/B_{WL})_{MIN1} \quad (1)$$

$$\bullet (M) > 6.183 \equiv (M_{MIN1}) \quad (2)$$

$$\bullet (M) > 0.070288 * (L_{WL}/B_{WL})^2 - 0.477113 * (L_{WL}/B_{WL}) + 6.544157 \equiv (M_{MIN2}) \quad (3)$$

$$\bullet L_{WL}/B_{WL} < 7.525 \equiv (L_{WL}/B_{WL})_{MAX1} \quad (4)$$

$$\bullet (M) < 8.532 \equiv (M_{MAX1}) \quad (5)$$

$$\bullet (M) \leq 0.115364 * (L_{WL}/B_{WL})^2 - 0.195794 * (L_{WL}/B_{WL}) + 5.648 \equiv (M_{MAX2}) \quad (6)$$

$$\bullet F_N \geq 0.23 \equiv F_{N MIN1} \quad (7)$$

$$\bullet (M) \leq 12.7 * F_N^2 - 34.75 * F_N + 29.05 \equiv (M_{MAX3}) \quad (8)$$

Για την δυναμική ανύψωση (**τ**):

$$\bullet L_{WL}/B_{WL} > 4.2935 \equiv (L_{WL}/B_{WL})_{MIN1} \quad (1)$$

- $(M) > 6.183 \equiv (M_{MIN1}) \quad (2)$
- $(M) > 0.070288 * (L_{WL}/B_{WL})^2 - 0.477113 * (L_{WL}/B_{WL}) + 6.544157 \equiv (M_{MIN2}) \quad (3)$
- $L_{WL}/B_{WL} < 7.525 \equiv (L_{WL}/B_{WL})_{MAX1} \quad (4)$
- $(M) < 8.532 \equiv (M_{MAX1}) \quad (5)$
- $(M) \leq 0.115364 * (L_{WL}/B_{WL})^2 - 0.195794 * (L_{WL}/B_{WL}) + 5.648 \equiv (M_{MAX2}) \quad (6)$
- $F_N \geq 0.3 \equiv F_{N MIN2} \quad (9)$
- $F_N \leq 1.1 \equiv F_{N MAX1} \quad (10)$
- $(M) \leq 17.312 - 8.78 * F_N \equiv (M_{MAX4}) \quad (11)$
- $L_{WL}/B_{WL} < 14.742 - 8.02 * F_N \quad (12)$
- $F_N \leq 1.0 \text{ [ για } (L_{WL}/B_{WL}) > 6.722 ]} \equiv F_{N MAX2} \quad (13)$

### 2.2.3. Υπολογισμός $C_R$

Οι ανεξάρτητες μεταβλητές λαμβάνουν τις ακόλουθες τιμές:

$$F_N = \frac{V}{\sqrt{g * L}} = \frac{20.063}{\sqrt{9.80665 * 62.32}} = 0.812$$

όπου:  $V \text{ [m/s]} = V \text{ [Kn]} * 0.514444 = 39 * 0.514444 = 20.063$   
 και  $g = 9.80665 \text{ [m/s}^2\text{]}$

$$\frac{L}{B} = 7.525$$

$$(M) = 6.934$$

και με αντικατάσταση προκύπτει:

$$C_R = 3.604 * 10^{-3}$$

### 2.2.4. Υπολογισμός $C_F$

$$\text{Είναι : } R_n = \frac{V_s * L_{WL}}{v} = \frac{20.063 * 62.32}{1.18831 * 10^{-6}} = 1.052 * 10^9$$

Οπότε προκύπτει:

$$C_F = \frac{0.075}{(\log_{10} R_n - 2)^2} = 1.521 * 10^{-3}$$

### 2.2.5. Υπολογισμός $C_T - R_T$

Ο συντελεστής ολικής αντίστασης είναι:

$$C_T = C_R + C_F = 3.604 * 10^{-3} + 1.521 * 10^{-3} \Rightarrow C_T = 5.125 * 10^{-3}$$

Η βρεχόμενη επιφάνεια του σκάφους προκύπτει από τον συντελεστή βρεχόμενης επιφάνειας (S) ως ακολούθως:

$$(S) = \frac{WS}{\nabla^{2/3}} \Rightarrow WS = (S) * \nabla^{2/3} = 7.02 * 724.652^{2/3} = 566.36 [m^2]$$

όπου ο συντελεστής (S) = 7.02 προκύπτει από το μοντέλο της σειράς και  $\nabla$  είναι ο όγκος εκτοπίσματος του σκάφους. ( $\nabla = \frac{\Delta}{\gamma} = \frac{742.768}{1.025} = 724.652 [m^3]$ )

Επομένως η αντίσταση είναι:

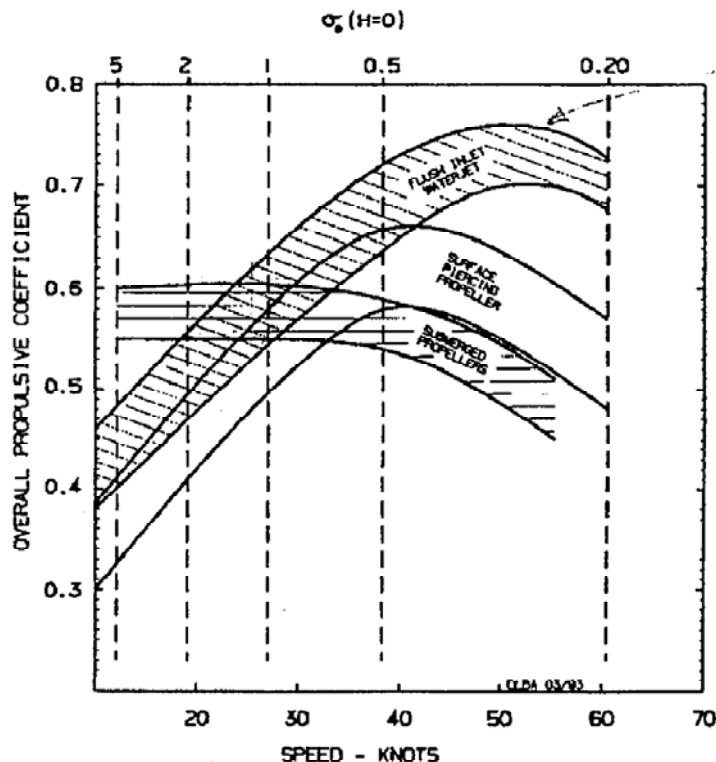
$$R_T = R_R + R_F = 0.5 * \rho * WS * V_S^2 * (C_R + C_F) = 0.5 * 104.61 * 566.36 * 20.063^2 * 5.125 * 10^{-3} \Rightarrow$$

$$R_T = 61118.357 [Kp]$$

Η ισχύς ρυμουκίσεως (EHP) του σκάφους είναι:

$$EHP = R_T * V_s / 75 \Rightarrow EHP = 16349.83 [PS] = 16125.84 [HP]$$

### 2.2.6. Αρχική Εκτίμηση Ισχύος Πέδης (BHP)



**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.1: Απόδοση Waterjets και λοιπών Μέσων Προώθησης Τεχνολογίας Αιχμής**

Δεδομένης της απαίτησης ύπαρξης περιθωρίου ασφαλείας 20% επί της EHP προκύπτει:

$$EHP_{W.MARGIN20\%} = EHP + 20\% * EHP = 16125.84 + \left(\frac{20}{100}\right) * 16125.84 \Rightarrow$$

$$EHP_{W.MARGIN20\%} = 19351[HP]$$

Από το διάγραμμα 2.1<sup>[9]</sup> για Waterjets, που αποτελούν το μέσο προώθησης σε πλήρη ισχύ, και για την ταχύτητα των 39 Kn παρατηρούμε ότι ο συνολικός συντελεστής απόδοσης αναμένεται να λαμβάνει τιμές μεγαλύτερες του 0.6 έως και 0.72. Λαμβάνουμε ολικό συντελεστή απόδοσης 0.67. Έτσι προκύπτει:

$$P_D = \frac{19351}{0.67} = 28882.09[HP]$$

$$P_B = \frac{P_D}{\eta^*} = \frac{28882.09}{0.98} = 29471.5[HP] = 21976.9[KW]$$

Με βάση την ως άνω απαιτούμενη Ισχύ Πέδης επιλέγονται ως Κύριες Μηχανές Πρόωσης κινητήρες Diesel από το Δικτυακό Τύπο της MTU με τα χαρακτηριστικά του πίνακα που ακολουθεί :

<b>ΜΟΝΤΕΛΟ</b>		<b>16V 1163 TB 93</b>
<b>Μέγιστη Αποδιδόμενη Ισχύ</b>	<b>KW (BHP)</b>	<b>5920(7939)</b>
<b>Στροφές Κινητήρα</b>	<b>Rpm</b>	<b>1300</b>
<b>Κατανάλωση Καυσίμου</b>		
<b>Σε μέγιστη Ισχύ</b>	<b>g/kWh</b>	<b>225</b>
<b>Ελάχιστη Κατανάλωση (Βέλτιστη)</b>	<b>g/kWh</b>	<b>210</b>
<b>Διαστάσεις και Βάρη</b>		
<b>Μήκος (L)</b>	<b>mm (in)</b>	<b>4660 (183.5)</b>
<b>Πλάτος (W)</b>	<b>mm (in)</b>	<b>1895 (74.6)</b>
<b>Ύψος (H)</b>	<b>mm (in)</b>	<b>3520 (138.6)</b>
<b>Βάρος (dry)</b>	<b>kg (lbs)</b>	<b>19700 (43431)</b>
<b>Βάρος (wet)</b>	<b>kg (lbs)</b>	<b>21130 (46583)</b>
<b>Κύρια Χαρακτηριστικά</b>		
<b>Αρ. Κυλίνδρων</b>		<b>16</b>
<b>Διάμετρος/Διαδρομή</b>	<b>mm (in)</b>	<b>230/280 (9.1/11)</b>
<b>Ολικό Εκτόπισμα</b>	<b>l (cu in)</b>	<b>186.1 (11357)</b>

Έτσι η μέγιστη αποδιδόμενη Ισχύς Πέδης είναι:

$$BHP_{PRODUCED\_MAX} = 4 * 5920 [kW] = 23680 [kW] = 31756 [HP]$$

## 2.3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΡΟΥΣ ΤΟΥ ΣΚΑΦΟΥΣ

### 2.3.1. Κατηγοριοποίηση Βαρών του Ναυτικού των Ηνωμένων Πολιτειών [Expanded Ship Work Breakdown Structure (ESWBS)]

Σύμφωνα με το σύστημα κατηγοριοποίησης βαρών του Ναυτικού των Η.Π.Α. <sup>[3]</sup> υπάρχουν εννέα (9) ομάδες βαρών οι οποίες συνθέτουν την εκτίμηση βάρους του σκάφους. Οι ομάδες αυτές είναι:

<u>ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ</u>	<u>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ</u>	<u>DESCRIPTION</u>
1	ΜΕΤΑΛΛΙΚΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	HULL STRUCTURE
2	ΠΡΩΩΣΤΗΡΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	PROPULSION PLANT
3	ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	ELECTRIC PLANT
4	ΔΙΟΙΚΗΣΕΩΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ	COMMAND & SURVEILLANCE
5	ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	AUXILIARY SYSTEMS
6	ΕΞΑΡΤΗΣΗ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	OUTFIT & FURNISHINGS
7	ΟΠΛΙΣΜΟΣ	ARMAMENT
M	ΠΕΡΙΘΩΡΙΟ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	MARGINS, ACQUISITION
F	ΦΟΡΤΙΟ, ΠΛΗΡΕΣ ΑΝΑΧΩΡΗΣΗΣ	LOADS, DEPARTURE FULL

Οι ομάδες βαρών 1-7 και M αντιστοιχούν στην κατάσταση φόρτωσης A, Βάρος Πλήρως Εξοπλισμένου αλλά Άφορτου Σκάφους συμπεριλαμβανομένου Περιθωρίου Ασφαλείας Υπολογισμών (Condition A Lightship w/ Margins). Η πρόσθεση της ομάδας βαρών F (Φορτίο) στο Βάρος Πλήρως Εξοπλισμένου αλλά Άφορτου Σκάφους συμπεριλαμβανομένου Περιθωρίου Ασφαλείας Υπολογισμών οδηγεί στην κατάσταση φόρτωσης D, Βάρος κατά την αναχώρηση με πλήρες φορτίο (Condition D Departure Full Load).

Η κατηγοριοποίηση βαρών είναι ένα αριθμητικά ιεραρχημένο σύστημα. Οι κατηγορίες βαρών με ένα ψηφίο αντιστοιχούν στα βάρη επιπέδου συστήματος τα δε βάρη των υποσυστημάτων που συνθέτουν το σύστημα καθορίζονται με τρία ψηφία.

### 2.3.2. Υπολογισμός Φορτίου Κατά Την Αναχώρηση

#### ΒΑΡΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ $W_{F1}$ (ESWBS F41)

Για τον υπολογισμό του απαραίτητου φόρτου καυσίμων θα χρησιμοποιηθεί η οδηγία DDS200-1 του Αμερικανικού Ναυτικού. Τα στοιχεία που απαιτούνται και η διαδικασία που ακολουθείται για τον υπολογισμό του φόρτου καυσίμων έχουν ως ακολούθως:

### **Απαραίτητα Δεδομένα:**

**Αυτονομία:** Η οποία ορίζεται ως η απόσταση την οποία μπορεί να διανύσει θεωρητικά ένα σκάφος χρησιμοποιώντας το σύνολο του διατιθέμενου καυσίμου (εκτός του καυσίμου του ωφέλιμου φορτίου), σε καθορισμένη ταχύτητα και συνθήκες περιβάλλοντος θαλάσσης και αέρος, σε βαθύ νερό σε κατάσταση πλήρους φόρτου.

**Ισχύς Αυτονομίας:** Η οποία ορίζεται ως η ισχύ στον άξονα στην καθορισμένη ταχύτητα αυτονομίας, όπως προσδιορίζεται από την τελευταία διαθέσιμη καμπύλη Ταχύτητας – Ισχύος του πλοίου ή του σκάφους. Η καμπύλη είτε έχει προκύψει από το αρχικό στάδιο της μελέτης και βασίζεται στην αναμενόμενη απόδοση του πλοίου είτε βασίζεται σε πειράματα αυτό-πρόωσης του πλοίου. Συνήθως περιλαμβάνει μια διόρθωση ( $\Delta C_f$ ) ίση με 0.0005 που αντιστοιχεί σε πρόσφατη βαφή του σκάφους με χρώματα βινυλίου. Η τιμή 0.0005 αποτελεί ικανοποιητική προσέγγιση για τις περισσότερες περιπτώσεις υπολογισμού αυτονομίας αν και δεν αποτελεί σταθερά για το σύνολο των σχεδιάσεων. Σε περίπτωση αυξημένης τραχύτητας, χρήση ετέρου υλικού βαφής, ο συντελεστής θα πρέπει να διορθωθεί.

**Μέση Ισχύς Αυτονομίας:** Η οποία ορίζεται ως η ισχύς Αυτονομίας προσαυξημένη κατά 10%. Η αύξηση είναι διόρθωση που αφορά αντιμετώπιση αντίξων συνθηκών και τη μέση ρύπανση της γάστρας για ένα διάστημα δύο (2) ετών.

**Μέσο Ηλεκτρικό Φορτίο εντός ενός εικοσιτετραώρου:** Το οποίο ορίζεται ως το μέσο εκτιμώμενο ηλεκτρικό φορτίο, χωρίς προσαύξηση κατά το διάστημα ενός εικοσιτετραώρου στην καθορισμένη ταχύτητα και σε καθορισμένες συνθήκες περιβάλλοντος θαλάσσης και αέρος.

**Υπολογιζόμενη Συνολική Ειδική Κατανάλωση Καυσίμου:** Ορίζεται ως η ειδική κατανάλωση καυσίμου σε lbs/SHP-hr η οποία προκύπτει από την κατανάλωση της προωστήριας εγκατάστασης, των ηλεκτροπαραγωγών ζευγών και τυχόν λοιπών καταναλώσεων στην καθορισμένη ταχύτητα και σε καθορισμένες συνθήκες περιβάλλοντος θαλάσσης και αέρος. Στην περίπτωση εγκαταστάσεων ατμοστροβίλων είναι η τιμή που προκύπτει από τους υπολογισμούς του θερμικού ισοζυγίου. Για εγκαταστάσεις μηχανών εσωτερικής καύσης και αεροστροβίλων απαιτείται να καθορισθεί η κάθε κατανάλωση ξεχωριστά για να καταλήξουμε στην συνολική ειδική κατανάλωση καυσίμου.

**Συνθήκες Περιβάλλοντος:** Οι συνθήκες περιβάλλοντος που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό της συνολικής ειδικής κατανάλωσης καυσίμου είναι 100 F και 40% σχετική υγρασία αέρα.

**Ειδική Κατανάλωση Καυσίμου:** Είναι η υπολογιζόμενη συνολική ειδική κατανάλωση καυσίμου προσαυξημένη κατά ένα διορθωτικό συντελεστή ως ανοχή για να καλυφθούν ανακρίβειες οργάνων καθώς και αλλαγές μικρής εκτάσεως επί των μηχανημάτων κατά την διάρκεια της κατασκευής. Ο συντελεστής αυτός, χρησιμοποιείται ως πολλαπλασιαστής, λαμβάνεται ίσος με 1.04 αν η μέση ισχύ αυτονομίας είναι μικρότερη η ίση του 1/3 της μέγιστης ισχύος της εγκατάστασης πρόωσης, 1.03 αν η μέση ισχύ αυτονομίας είναι μεταξύ του 1/3 και των 2/3 της μέγιστης ισχύος της εγκατάστασης πρόωσης και 1.02 αν η μέση ισχύ αυτονομίας είναι μεταξύ των 2/3 και της μέγιστης ισχύος της εγκατάστασης πρόωσης.

**Μέση Κατανάλωση Καυσίμου:** Είναι η ειδική κατανάλωση καυσίμου προσαυξημένη κατά 5%. Η προσαύξηση καλύπτει την φθορά της εγκατάστασης σε περίοδο δύο ετών.



**Καύσιμα Αυτονομίας (δυνάμενα να χρησιμοποιηθούν):** Είναι ο πραγματικός φόρτος καυσίμων, σε τόνους, ο οποίος απαιτείται για να επιτευχθεί η καθορισμένη αυτονομία.

**Ανοχή Δικτύων:** Είναι συντελεστής που εφαρμόζεται στο καύσιμο αυτονομίας (δυνάμενα να χρησιμοποιηθούν) ως ανοχή που θα καλύψει τα καύσιμα που δεν είναι δυνατό να αντληθούν και παραμένουν στις δεξαμενές χαμηλότερα από τα δίκτυα αναρρόφησης. Ο συντελεστής παίρνει την τιμή 0.95 αν οι περισσότερες δεξαμενές είναι μεγάλου πλάτους και μικρού ύψους και την τιμή 0.98 αν οι περισσότερες δεξαμενές είναι μικρού πλάτους και μεγάλου ύψους.

**Φόρτος Καυσίμου Αυτονομίας:** Είναι ο φόρτος καυσίμων που προκύπτει αν διαιρέσουμε τα καύσιμα αυτονομίας (δυνάμενα να χρησιμοποιηθούν) με την ανοχή δικτύων. Αποτελεί το φορτίο καυσίμων σε κατάσταση πλήρους φόρτου για το οποίο θα πρέπει να διατεθούν δεξαμενές ώστε να επιτευχθούν οι απαιτήσεις αυτονομίας. Δεν περιλαμβάνεται η απαίτηση προσαύξησης του διατιθέμενου όγκου για την κάλυψη διαστολής του καυσίμου.

#### **Διαδικασία Υπολογισμού:**

Μετά τον υπολογισμό της Μέσης Ισχύος Αυτονομίας και της Μέσης Κατανάλωσης Καυσίμου οι απαιτήσεις φόρτου προκύπτουν από τις ακόλουθες σχέσεις:

**Καύσιμα Αυτονομίας (δυνάμενα να χρησιμοποιηθούν), tons =**

$$\frac{\text{Αυτονομία} * \text{Μέση Ισχύς Αυτονομίας} * \text{Μέση Κατανάλωση Καυσίμου}}{\text{Ταχύτητα Υπολογισμού Αυτονομίας} * 2240}$$

**Φόρτος Καυσίμου Αυτονομίας, tons =**

$$\frac{\text{Καύσιμα Αυτονομίας (δυνάμενα να χρησιμοποιηθούν)}}{\text{Ανοχή Δικτύων}}$$

#### **Υπολογισμοί:**

$$\text{Μέγιστη Απαιτούμενη Ισχύ στον Άξονα} \equiv P_{D \max} = \frac{EHP_{\max}}{n_D} = \frac{16358.509}{0.581} \Rightarrow$$

$$\text{Μέγιστη Απαιτούμενη Ισχύ στον Άξονα} \equiv P_{D \max} = 28155.78 \text{ SHP}$$

Όπου έχουν ληφθεί:

$EHP_{\max} = 16358.509$  [HP], όπως προκύπτει από το μαθηματικό μοντέλο υπολογισμού αντιστάσεως της Σειράς Διπλής Ακμής Ε.Μ.Π. και την διόρθωση ( $\Delta C_f$ ) = 0.0005

και  $n_D = n_R * n_0 * n_H = 0.581$  με βάση τα ακόλουθα:

Η έλλειψη πειραμάτων αυτοπρόωσης για τα μοντέλα της σειράς οδήγησε στην αναγκαιότητα εκτιμήσεως τιμής για το συντελεστή ομόρρου ( $w$ ) καθώς οι γνωστοί εμπειρικοί τύποι του Taylor ή του Heckser αφορούν συμβατική μορφής

πρύμνης και μάλλον στην περίπτωση μας υπερεκτιμούν το συντελεστή ομόρρου (Ενδεικτικά με βάση τον Taylor προκύπτει για διπλέλικο σκάφος  $w = 0.55 * C_B - 0.2 = 0.55 * 0.539 - 0.2 = 0.09645$ ).

**ΕΚΤΙΜΗΣΗ 1 :**

$$w \text{ (estimated)} = 0.04 \text{ [10]}$$

**ΕΚΤΙΜΗΣΗ 2 :**

Για διπλέλικο σκάφος αναμένεται  $t > w$  ενώ για σκάφος με συμβατική μορφή πρύμνης αναμένεται  $0.95 < n_H = \frac{1-t}{1-w} < 1.05$ . [8]

Για να μειωθούν σφάλματα κατά τις εκτιμήσεις και να ληφθεί  $n_H < 1$  ώστε η περαιτέρω εκτίμηση της BHP να είναι ασφαλέστερη επιλέγεται:

$$t \text{ (estimated)} = 0.05$$

Έτσι προκύπτει:

$$n_H = \frac{1-t}{1-w} = \frac{1-0.05}{1-0.04} = 0.99$$

Επίσης έχουν ληφθεί:

$$n_R \text{ (estimated)} = 0.975 \text{ [8]}$$

$n_o = 0.602$ , όπως προκύπτει από την βελτιστοποίηση των ελίκων του σκάφους και θα δειχθεί στο κεφάλαιο 4 της παρουσίασης.

$$n^* = 0.98 \text{ [11]}$$

Με βάση τα προηγούμενα προκύπτουν:

$$n_D = n_R * n_o * n_H = 0.581$$

$$\text{Ισχύς Αυτονομίας}_{(V_{\text{aut}}=18\text{knots})} = \frac{EHP_{\text{at } V_{\text{aut}}=18\text{Knots}}}{n_D} = \frac{3184.4705}{0.581} \Rightarrow$$

$$\text{Ισχύς Αυτονομίας}_{(V_{\text{aut}}=18\text{knots})} = 5481 \text{ SHP}$$

Όπου έχουν ληφθεί όπως προηγούμενα:

$$EHP_{\text{at } V_{\text{aut}}=18\text{Knots}} = 3184.4705 \text{ [HP]} \text{ και}$$

$$n_D = n_R * n_o * n_H = 0.581$$

$$\text{Μέση Ισχύς Αυτονομίας} = 1.10 * \text{Ισχύς Αυτονομίας}_{(V_{\text{aut}}=18\text{knots})} \Rightarrow$$

$$\text{Μέση Ισχύς Αυτονομίας} = 6029.1 \text{ SHP}$$

$$\frac{\text{Λόγος Μέσης Ισχύος Αυτονομίας προς Μέγιστη Απαιτούμενη Ισχύ} = \text{Μέση Ισχύς Αυτονομίας}}{\text{Μέγιστη Ισχύς Άξονα}} = \frac{6029.1}{28155.78} = 0.2144 < 0.33 \Rightarrow$$

Διορθωτικός Συντελεστής Ειδικής Κατανάλωσης Καυσίμου = 1.04

$$\text{Μέση Ισχύς Πέδης Αυτονομίας} = \frac{\text{Μέση Ισχύς Αυτονομίας}}{\text{Βαθμός Απόδοσης Μετάδοσης}} = \frac{\text{Μέση Ισχύς Αυτονομίας}}{\eta^*} = \frac{6029.1}{0.98} \Rightarrow$$

$$\text{Μέση Ισχύς Πέδης Αυτονομίας} = 6152.14 \text{ BHP}$$

Μέσο Ηλεκτρικό Φορτίο εντός ενός εικοσιτετραώρου = 400 KW, έχει ληφθεί ίσο με εκείνο του πατρικού (FAC 3).

Θεωρώ Κατανάλωση Καυσίμου  $v_{\text{end}=18 \text{ Knots}} = 217.5 \text{ gr/KWh} = 0.1622 \text{ Kgr/HPh}$

και προκύπτει:

$$\text{Υπολογιζόμενη Κατανάλωση Καυσίμου Προωστήριας Εγκατάστασης} = \text{Μέση Ισχύς Πέδης Αυτονομίας} * \text{Κατανάλωση Καυσίμου}_{v_{\text{end}=18 \text{ Knots}}} = 6152.14 * 0.1622 \Rightarrow$$

Υπολογιζόμενη Κατανάλωση Καυσίμου Προωστ. Εγκατάστασης = 997.877 Kgr/ hr

Θεωρώ Κατανάλωση Καυσίμου ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΩΝ = 0.1970 Kgr/KW hr

και προκύπτει:

$$\text{Υπολογιζόμενη Κατανάλωση Καυσίμου Ηλεκτρομηχανών} = \text{Μέσο Ηλεκτρικό Φορτίο εικοσιτετραώρου} * \text{Κατανάλωση Καυσίμου ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΩΝ} = 0.1970 \text{ Kgr/KW hr} * 400 \text{ KW} \Rightarrow$$

Υπολογιζόμενη Κατανάλωση Καυσίμου Ηλεκτρομηχανών = 78.8 Kgr/ hr

Συνολική Κατανάλωση Καυσίμου = Υπολογιζόμενη Κατανάλωση Καυσίμου Προωστήριας Εγκατάστασης + Υπολογιζόμενη Κατανάλωση Καυσίμου Ηλεκτρομηχανών = 997.877 + 78.8 Kgr/ hr  $\Rightarrow$

$$\text{Συνολική Κατανάλωση Καυσίμου} = 1076.677 \text{ Kgr/ hr}$$

Προκύπτει:

Ειδική Συνολική Κατανάλωση Καυσίμου =

$$\frac{\text{Συνολική Κατανάλωση Καυσίμου}}{\text{Μέση Ισχύς Αυτονομίας}} = \frac{1076.677}{6029.1} \Rightarrow$$

$$\text{Ειδική Συνολική Κατανάλωση Καυσίμου} = 0.17858 \text{ Kgr/SHP hr}$$

Υπολογισθείσα Ειδική Συνολική Κατανάλωση Καυσίμου =  
 Διορθωτικός Συντελεστής Ειδικής Κατανάλωσης Καυσίμου \* Ειδική  
 Συνολική Κατανάλωση Καυσίμου =  $1.04 * 0.17858 \text{ Kgr/SHP hr} \Rightarrow$

Υπολογισθείσα Ειδική Συνολική Κατανάλωση Καυσίμου =  $0.1857 \text{ Kgr/SHP hr}$

Μέση Ειδική Κατανάλωση Καυσίμου Αυτονομίας =  
 $1.05 * \text{Υπολογισθείσα Ειδική Συνολική Κατανάλωση Καυσίμου} \Rightarrow$

Μέση Ειδική Κατανάλωση Καυσίμου Αυτονομίας =  $0.1950 \text{ Kgr/SHP hr}$

Φόρτος Καυσίμων Αυτονομίας (δυνάμεθα να καταναλωθούν) =  
 $\frac{\text{Αυτονομία} * \text{Μέση Ισχύς Αυτονομίας} * \text{Μέση Ειδική Κατανάλωση Αυτονομίας}}{V_{\text{endurance}} * 1000} =$

$$\frac{1450 * 6029.1 * 0.195}{18 * 1000} \Rightarrow$$

Φόρτος Καυσίμων Αυτονομίας (δυνάμεθα να καταναλωθούν) =  $94.71 \text{ tons}$

Θεωρώ Συντελεστή Ανοχής Δικτύων =  $0.98$   
 ΚΑΙ ΠΡΟΚΥΠΤΕΙ:

Φόρτος Καυσίμου Αυτονομίας =  
 $= \frac{\text{Φόρτος Καυσίμων Αυτονομίας (δυνάμεθα να καταναλωθούν)}}{\text{Συντελεστή Ανοχής Δικτύων}} = \frac{94.71}{0.98} \Rightarrow$

$$W_{F1} \equiv \text{Φόρτος Καυσίμου Αυτονομίας} = 96.64 \text{ tons}$$

**ΒΑΡΟΣ ΛΙΠΑΝΤΙΚΩΝ  $W_{F2}$  (ESWBS F46)**

Για τον υπολογισμό του βάρους λιπαντικών του υπό μελέτη σκάφους  
 χρησιμοποιήθηκε ο λόγος  $\frac{W_{F2}}{W_{F1}} = \frac{\text{ΒΑΡΟΣ ΛΙΠΑΝΤΙΚΩΝ}}{\text{ΒΑΡΟΣ ΚΑΥΣΙΜΩΝ}}$  της FAC 3 και προκύπτει:

$$\frac{W_{F2\_FAC3}}{W_{F1\_FAC3}} = \frac{90.99}{1.6} = 0.01758 \text{ ΟΠΩΣΤΕ:}$$

$$W_{F2\_SHIP} = 0.01758 * W_{F1\_SHIP} = 0.01758 * 96.64 = 1.7 \text{ tons} \Rightarrow$$

$$W_{F2} \equiv \text{Φόρτος Λιπαντικών} = 1.7 \text{ tons}$$

## ΒΑΡΟΣ ΕΦΟΔΙΩΝ ΝΕΡΟΥ

Η σύνθεση του πληρώματος παρουσιάζεται στον ακόλουθο πίνακα:

ΠΛΗΡΩΜΑ :	ΒΑΘΜΟΣ ΚΑΘΗΚΟΝΤΑ	-	ΠΛΗΘΟΣ
	ΚΥΒΕΡΝΗΤΗΣ		1
	ΑΞΙΩΜΑΤΙΚΟΙ		8
	ΑΝΘΥΠΑΣΠΙΣΤΕΣ		12
	ΥΠΑΞΙΩΜΑΤΙΚΟΙ		12
	ΕΙΔΙΚΗΣ ΜΟΝΙΜΟΤΗΤΑΣ		12
	<b>ΣΥΝΟΛΟ ΠΛΗΡΩΜΑΤΟΣ</b>		<b>45</b>

Θεωρώντας απαραίτητο φόρτο νερού 40 γαλόνια /ανθρωποημέρα <sup>[12]</sup> για την προβλεπόμενη **Ακτίνα Ενεργείας** των **1450 NM** σε ταχύτητα  $V_{end} = 18 \text{ Knots}$  στην οποία αντιστοιχούν **3.356 ημέρες** ταξιδιού προκύπτει:

$W_{\text{FRESH WATER}} = \text{Απαραίτητος Φόρτος} * \text{Πλήρωμα} * \text{Ημέρες Ταξιδιού} \Rightarrow$

$W_{\text{FRESH WATER}} = 40 \text{ gal} * 45 * 3.356 \Rightarrow W_{\text{FRESH WATER}} = 6042 \text{ gallons} \Rightarrow$

$W_{\text{FRESH WATER}} = 22.87 \text{ tons}$

Το βάρος που υπολογίσθηκε θεωρείται ιδιαίτερα μεγάλο για σκάφος της κατηγορίας και έτσι επιλέχθηκε το βάρος εφοδίων νερού να είναι ίσο με εκείνο της FAC3 και να εγκατασταθεί αφαλατωτής αντιστρόφου οσμώσεως με δυνατότητα ελάχιστης ημερήσιας παραγωγής **7.5 tons**, όπως προκύπτει από την ημερήσια αναγκαία αναμενόμενη κατανάλωση προσαυξημένη κατά 10%.

Έτσι λαμβάνουμε :

$$W_{\text{FRESH WATER}} = 5.8 \text{ tons}$$

## ΒΑΡΟΣ ΕΦΟΔΙΩΝ – ΤΡΟΦΙΜΩΝ

Ο υπολογισμός εκτελείται για αυτονομία επτά (7) ημερών και 45 μέλη πληρώματος.

Θεωρώντας απαιτούμενο φόρτο 0.0036 t / ανθρωποημέρα <sup>[12]</sup> προκύπτει:

$W_{\text{PROVISIONS\&STORES}} = \text{Απαιτούμενος Φόρτος} * \text{Πλήρωμα} * \text{Αυτονομία} \Rightarrow$

$W_{\text{PROVISIONS\&STORES}} = 0.0036 * 45 * 7 \Rightarrow$

$W_{\text{PROVISIONS\& STORES}} = 1.134 \text{ tons}$

Για την FAC 3 είναι  $W_{\text{PROVISIONS \& STORES}} = 2.43 \text{ tons}$  και θεωρώ ίσο απαραίτητο φόρτο εφοδίων και τροφίμων καθώς αποτελεί ασφαλέστερη πρόβλεψη, οπότε είναι:

$$W_{\text{PROVISIONS\& STORES}} = 2.43 \text{ tons}$$

### ΒΑΡΟΣ ΠΛΗΡΩΜΑΤΟΣ – ΑΠΟΣΚΕΥΩΝ

Θεωρώντας 180 Kg / Αξιωματικό και 104 Kg / Μέλος Πληρώματος προκύπτει:

$$W_{\text{CREW \& EFFECTS}} = 9 \cdot 180 + 36 \cdot 104 = 5.364 \text{ tons}$$

Για την FAC 3 είναι  $W_{\text{CREW \& EFFECTS}} = 4.3 \text{ tons}$  και θεωρώ ίσο φόρτο πληρώματος και αποσκευών, οπότε είναι:

$$W_{\text{CREW \& EFFECTS}} = 4.3 \text{ tons}$$

### ΒΑΡΟΣ ΠΥΡΟΜΑΧΙΚΩΝ

Το οπλικό σύστημα του σκάφους είναι ίδιο με αυτό της FAC 3 με την μόνη διαφορά ότι αντί των 8 EXOCET MM40 Κατευθυνόμενων Βλημάτων Επιφανείας – Επιφανείας θα φέρει 8 Naval Strike Missiles (NSM).



**ΕΙΚΟΝΑ 2.1 : KONGSBERG Naval Strike Missile (NSM)**

### ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ KONGSBERG NSM :

Άνοιγμα Πτερυγίων	1.4 m
Μήκος Ολικό	3.95 m
Συνολικό Βάρος	420 Kg (προσέγγιση)
Βάρος Γόμωσης Κεφαλής	120 Kg
Ταχύτητα	high subsonic
Ακτίνα Ενέργειας	> 150 Km



**ΕΙΚΟΝΑ 2.2 : EXOCET MISSILE**

**ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ EXOCET MM40 :**

<b>Άνοιγμα Πτερυγίων</b>	<b>- m</b>
<b>Μήκος Ολικό</b>	<b>5.64 m</b>
<b>Συνολικό Βάρος</b>	<b>825 Kg</b>
<b>Βάρος Γόμωσης Κεφαλής</b>	<b>165 Kg</b>
<b>Ταχύτητα</b>	<b>-</b>
<b>Ακτίνα Ενεργείας</b>	<b>70 Km</b>

Με την συγκεκριμένη τροποποίηση παρατηρούμε ότι αυξάνεται η ακτίνα δράσης των Κατευθυνόμενων Βλημάτων ενώ μειώνεται παράλληλα το βάρος του φόρτου πυρομαχικών. Η μείωση του βάρους μπορεί να προσεγγισθεί ως ακολούθως καθώς δεν βρέθηκαν στοιχεία για το βάρος των φορέων (canisters):

Για την FAC 3 το βάρος των 8 Exocet Missiles and Canisters είναι 10.08 tons άρα είναι για κάθε βλήμα μαζί με το φορέα  $W_{\text{EXOCET \& CANISTER}} = \frac{10.08}{8} = 1.26 \text{ tons}$  και προκύπτει

$$W_{\text{EXOCET CANISTER}} = W_{\text{EXOCET \& CANISTER}} - W_{\text{EXOCET}} = 1.26 - 0.825 \text{ tons} = 0.435 \text{ tons}$$

και

$$\frac{W_{\text{EXOCET CANISTER}}}{W_{\text{EXOCET}}} = \frac{0.435}{0.825} = 0.5273 \text{ και εκτιμάται αντίστοιχη αναλογία βαρών για τα Κ/Β}$$

NSM οπότε προκύπτει:

$$\frac{W_{\text{NSM CANISTER}}}{W_{\text{NSM}}} = 0.5273 \Rightarrow W_{\text{NSM CANISTER}} = 0.5273 * W_{\text{NSM}} = 0.5273 * .42 = 0.221 \text{ tons και}$$

$$W_{NSM\&CANISTER} = W_{NSM} + W_{NSMCANISTER} = 0.221 + 0.42 = 0.641\text{tons}$$
 και λαμβάνεται τελικά

$$W_{NSM \& CANISTER} = 0.7 \text{ tons}$$
 οπότε προκύπτει συνολικό βάρος Κ/Β και Φορέων

$$W_{NSM \text{ TOTAL}} = \text{αριθμός Κ/Β} * W_{NSM \& CANISTER} = 8*0.7 = 5.6 \text{ tons}$$

και κατά συνέπεια έχω μείωση του βάρους των πυρομαχικών ίση με:

$$\Delta W_{AMMO} = W_{EXOCET \& CANISTERS} - W_{NSM \& CANISTERS} = 10.08 - 5.6 = 4.48 \text{ tons}$$

και προκύπτει :

$$W_{AMMO} = W_{AMMO \text{ FAC } 3} - \Delta W_{AMMO} = 24.85 - 4.48 \Rightarrow$$

<b><math>W_{AMMO} = 20.37 \text{ tons}</math></b>
---

Συγκεντρωτικά υπό μορφή πίνακα τα βάρη που συνθέτουν το βάρος των φορτίων του σκάφους σε πλήρη φόρτο έχουν ως ακολούθως:

<b><math>W_{F1} \equiv W_{FO} =</math></b>	<b>96.64</b>	<b>Tons</b>
<b><math>W_{F2} \equiv W_{LO} = 1.7\text{tons}</math></b>	<b>1.7</b>	<b>Tons</b>
<b><math>W_{\text{FRESH WATER}} =</math></b>	<b>5.8</b>	<b>Tons</b>
<b><math>W_{\text{PROVISIONS\&amp; STORES}} =</math></b>	<b>2.43</b>	<b>Tons</b>
<b><math>W_{\text{CREW \&amp; EFFECTS}} =</math></b>	<b>4.3</b>	<b>Tons</b>
<b><math>W_{AMMO} =</math></b>	<b>20.37</b>	<b>Tons</b>
<b>DWT =</b>	<b>131.24</b>	<b>Tons</b>

### 2.3.3. Βάρος Πλήρως Εξοπλισμένου Άφορτου Πλοίου

Για να επαληθευτεί η ορθότητα ή μη των υπολογισμών που θα χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό του L.S. του υπό μελέτη σκάφους θα εφαρμοσθούν αρχικά στο πατρικό πλοίο (F.A.C.3) και θα συγκριθούν με το πραγματικό L.S. αυτού για να προσδιορισθεί ο συντελεστής συσχέτισης.

#### ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ LIGHT SHIP ΠΑΤΡΙΚΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

##### Βάρος Μεταλλικής Κατασκευής ( $W_{HST} \equiv W_1$ )

Αρχικά θα υπολογισθεί το βάρος της μεταλλικής κατασκευής του πατρικού πλοίου (F.A.C 3). Θα εφαρμοσθεί η μέθοδος κυβικού συντελεστή CNC (Cubic Number Coefficient) <sup>[7]</sup> θεωρώντας ως πατρικό της F.A.C 3 την F.A.C 1.

Δεδομένα:

$$W_{HST\_F.A.C.1} = 111.9 \text{ tons}$$

$$L_{OA\_F.A.C.1} = 56.2 \text{ m}$$

$$B_{OA\_F.A.C.1} = 8 \text{ m}$$



$$\begin{aligned}
D_{F.A.C.1} &= 4.5 \text{ m} \\
L_{OA\_F.A.C.3} &= 61.9 \text{ m} \\
B_{OA\_F.A.C.3} &= 9.5 \text{ m} \\
D_{F.A.C.3} &= 6 \text{ m}
\end{aligned}$$

Προκύπτει:

$$CNC_0 = 111.9 / (56.2 * 8 * 4.5) \Rightarrow CNC_0 = 0.055308$$

Διορθώσεις:

Για διαφορετικό  $C_B$  :

$$K_1 = (1 + 0.5 * C_B)_1 / (1 + 0.5 * C_B)_0 \Rightarrow K_1 = (1 + 0.5 * 0.4707) / (1 + 0.5 * 0.572) \Rightarrow K_1 = 0.9606$$

Για διαφορετικό  $L_{OA}/D$  :

$$K_2 = (L/D)_1 / (L/D)_0 \Rightarrow K_2 = 10.317 / 12.489 \Rightarrow K_2 = 0.82607$$

Έτσι είναι:

$$CNC = CNC_0 * K_1 * K_2 \Rightarrow CNC = 0.055308 * 0.9606 * 0.82607 \Rightarrow CNC = 0.043889$$

Οπότε :

$$W_{HST\_F.A.C.3} \text{ (υπολογισθέν)} = CNC * L_{OA\_F.A.C.3} * B_{OA\_F.A.C.3} * D_{F.A.C.3} \Rightarrow$$

$$W_{HST\_F.A.C.3} \text{ (υπολογισθέν)} = 154.853 \text{ tons}$$

### Βάρος Εξάρτησης και Εξοπλισμού ( $W_{OT} \equiv W_6$ )

Θα εφαρμοσθεί η μέθοδος κυβικού συντελεστή CNC (Cubic Number Coefficient) θεωρώντας ως πατρικό της F.A.C 3 την F.A.C 1.

Δεδομένα:

$$\begin{aligned}
W_{OT\_F.A.C.1} &= 59.7 \text{ tons} \\
L_{OA\_F.A.C.1} &= 56.2 \text{ m} \\
B_{OA\_F.A.C.1} &= 8 \text{ m} \\
D_{F.A.C.1} &= 4.5 \text{ m} \\
L_{OA\_F.A.C.3} &= 61.9 \text{ m} \\
B_{OA\_F.A.C.3} &= 9.5 \text{ m} \\
D_{F.A.C.3} &= 6 \text{ m}
\end{aligned}$$

Προκύπτουν:

$$CNC_{OT} = \frac{W_{OT\_F.A.C.1}}{L_{OA\_F.A.C.1} * B_{OA\_F.A.C.1} * D_{F.A.C.1}} = \frac{59.7}{56.2 * 8 * 4.5} \Rightarrow CNC_{OT} = 0.029508$$

$$W_{OT\_F.A.C.3} = CNC_{OT} * (L_{OA\_F.A.C.3} * B_{OA\_F.A.C.3} * D_{F.A.C.3}) = 0.029508 * (61.9 * 9.5 * 6) \Rightarrow$$

$$W_{OT\_F.A.C.3} \text{ (υπολογισθέν)} = 104.112 \text{ tons}$$

### Βάρος Προωστήριας Εγκατάστασης ( $W_{prop. plant} \equiv W_2$ )

Θεωρώ το βάρος προωστήριας εγκατάστασης ανάλογο της εγκατεστημένης ισχύος των κυρίων μηχανών και με βάση το λόγο  $w_{prop.plant} \left[ \frac{\text{tons}}{\text{HP}} \right] = \frac{W_{prop.plant\_F.A.C.1}}{BHP_{F.A.C.1}}$  υπολογίζω το  $W_{prop.plant\_F.A.C.3}$  θεωρώντας ως πατρικό της F.A.C 3 την F.A.C 1.

Δεδομένα:

$$W_{prop.plant\_F.A.C.1} = 83.5 \text{ tons}$$

$$BHP_{F.A.C.1} = 17060 \text{ HP}$$

$$BHP_{F.A.C.3} = 23172 \text{ HP}$$

Προκύπτει:

$$w_{prop.plant} \left[ \frac{\text{tons}}{\text{HP}} \right] = \frac{W_{prop.plant\_F.A.C.1}}{BHP_{F.A.C.1}} = \frac{83.5}{17060} \Rightarrow w_{prop.plant} \left[ \frac{\text{tons}}{\text{HP}} \right] = 0.00489449$$

και

$$W_{prop.plant\_F.A.C.3} [\text{tons}] = w_{prop.plant} \left[ \frac{\text{tons}}{\text{HP}} \right] * BHP_{F.A.C.3} = 0.00489449 * 23172 \Rightarrow$$

$$W_{prop.plant\_F.A.C.3} \text{ (υπολογισθέν)} = 113.415 \text{ tons}$$

### Βάρος Ηλεκτρικής Εγκατάστασης ( $W_{el. plant} \equiv W_3$ )

Θεωρώ το βάρος ηλεκτρικής εγκατάστασης ανάλογο της ισχύος των ηλεκτροπαραγωγών ζευγών και με βάση το λόγο  $w_{el.plant} \left[ \frac{\text{tons}}{\text{KW}} \right] = \frac{W_{el.plant\_FAC4}}{BHP_{FAC4}}$  υπολογίζω το  $W_{el.plant\_F.A.C.3}$ . Ελλείπει λοιπόν στοιχείων για την F.A.C.1 έχουν χρησιμοποιηθεί τα στοιχεία μελέτης της FAC4. Η εκτίμηση θεωρείται ικανοποιητική αν υποτεθεί ότι το επίπεδο ενδιαίτησης είναι κοινό μεταξύ των σκαφών και η γάστρα έχει κατασκευασθεί από χάλυβα, ενώ δεν αναμένεται να επηρεαστεί το βάρος της ηλεκτρικής εγκατάστασης από διαφορές στην μέγιστη ταχύτητα των σκαφών και την αυτονομία τους. Τυχόν μεταβολές του βάρους της κατηγορίας εξαιτίας διαφορών των κυρίων διαστάσεων των δύο σκαφών αμελούνται.

Δεδομένα:

**FAC 4**

$$W_{el. plant} = 29.179 \text{ tons}$$

$$\text{Ισχύς Γεννητριών} = 3*300 \text{ KW}$$

**F.A.C.3**

**Ισχύς Γεννητριών = 3\*250 KW**

Προκύπτουν:

$$W_{el.plant} \left[ \frac{\text{tons}}{\text{KW}} \right] = \frac{W_{el.plant\_FAC4}}{BHP\_FAC4} = \frac{29.179}{3 * 300} = 0.032421111$$

$$W_{el.plant\_F.A.C.3} = w_{el.plant} \left[ \frac{\text{tons}}{\text{KW}} \right] * \text{Ισχύς\_Γεν.}_{F.A.C.3} = 0.032421111 * (3 * 250) \Rightarrow$$

$$W_{el.plant\_F.A.C.3} \text{ (υπολογισθέν)} = 24.316 \text{ tons}$$

**Βάρος Συστημάτων Διοικήσεως και Ελέγχου ( $W_{C3} \equiv W_4$ )**

Αποτελεί μέρος του Pay Load και θεωρούμε ότι:

$$W_{C3\_FAC4} \equiv W_{C3\_F.A.C.3} \Rightarrow$$

$$W_{C3\_F.A.C.3} \text{ (υπολογισθέν)} = 42.479 \text{ tons}$$

**Βάρος Βοηθητικών Συστημάτων ( $W_{AUX} \equiv W_5$ )**

Θεωρώ το βάρος βοηθητικών συστημάτων ανάλογο της ισχύος των ηλεκτροπαραγωγών ζευγών και με βάση το λόγο

$$W_{AUX} \left[ \frac{\text{tons}}{\text{KW}} \right] = \frac{W_{AUX\_FAC4}}{\text{ΙΣΧΥ\_ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ}_{FAC4}} \text{ ΥΠΟΛΟΓΙΖΩ ΤΟ } W_{AUX\_F.A.C.3}$$

Δεδομένα:

**FAC 4**

**$W_{AUX} = 78.1 \text{ tons}$**

**Ισχύς Γεννητριών = 3\*300 KW**

**F.A.C.3**

**Ισχύς Γεννητριών = 3\*250 KW**

Προκύπτουν:

$$W_{AUX} \left[ \frac{\text{tons}}{\text{KW}} \right] = \frac{W_{AUX\_FAC4}}{\text{ΙΣΧΥ\_ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ}_{FAC4}} = \frac{78.1}{3 * 300} = 0.086788977$$

ΚΑΙ

$$W_{AUX\_F.A.C.3} = w_{AUX} \left[ \frac{\text{tons}}{\text{KW}} \right] * \text{Ισχύς\_Γεν.}_{F.A.C.3} = 0.086788977 * (3 * 250) \Rightarrow$$

$$W_{AUX\_F.A.C.3} \text{ (υπολογισθέν)} = 65.0917 \text{ tons}$$

## Βάρος Οπλικών Συστημάτων ( $W_{ARM} \equiv W_7$ )

Αποτελεί μέρος του Pay Load και θεωρούμε ότι:

$$W_{ARM\_FAC4} \equiv W_{ARM\_F.A.C.3} \Rightarrow$$

$$W_{ARM\_F.A.C.3} \text{ (υπολογισθέν)} = 28.865 \text{ tons}$$

Με βάση τα προηγούμενα συνολικά είναι:

$$\begin{aligned} L.S.\text{-F.A.C.3(υπολογισθέν)} &= W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5 + W_6 + W_7 \equiv \\ &W_{HST\_F.A.C.3(υπολογισθέν)} + W_{prop.plant\_F.A.C.3(υπολογισθέν)} + W_{el.plant\_F.A.C.3(υπολογισθέν)} \\ &+ W_{C3\_F.A.C.3(υπολογισθέν)} + W_{AUX\_F.A.C.3(υπολογισθέν)} + W_{OT\_F.A.C.3(υπολογισθέν)} + W_{ARM\_F.A.C.3(υπολογισθέν)} = \\ &154.853 + 113.415 + 24.316 + 42.479 + 65.0917 + 104.112 + 28.865 \Rightarrow \end{aligned}$$

$$L.S.\text{-F.A.C.3 (υπολογισθέν)} = 533.132 \text{ tons}$$

Από τους πίνακες ομοίων πλοίων είναι  $L.S.\text{-F.A.C.3} = 528.940 \text{ tons}$ .

Επομένως έχουμε ένα συντελεστή

$$\lambda_{L.S.} = \frac{L.S.\text{-F.A.C.3(υπολογισθέν)}}{L.S.\text{-F.A.C.3}} = \frac{533.132}{528.940} \Rightarrow$$

$$\lambda_{L.S.} = 1.008$$

Τα αποτελέσματα των ως άνω υπολογισμών για το πατρικό σκάφος παρουσιάζονται ακολούθως υπό μορφή πίνακα.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΒΑΡΩΝ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΘΕΙΣΑ ΤΙΜΗ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΤΙΜΗ
$W_1 \equiv W_{HST}$ [tons]	154.853	153.635
$W_2 \equiv W_{prop.plant}$ [tons]	113.415	112.523
$W_3 \equiv W_{el.plant}$ [tons]	24.316	24.125
$W_4 \equiv W_{C3}$ [tons]	42.479	42.145
$W_5 \equiv W_{AUX.}$ [tons]	65.0917	64.580
$W_6 \equiv W_{OT}$ [tons]	104.112	103.293
$W_7 \equiv W_{ARM.}$ [tons]	28.865	28.638
<b>L.S.</b> [tons]	<b>533.132</b>	<b>528.940</b>

## ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ LIGHT SHIP ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΣΚΑΦΟΥΣ

### Βάρος Μεταλλικής Κατασκευής ( $W_{HST} \equiv W_1$ )

Θα εφαρμοσθεί η μέθοδος κυβικού συντελεστή CNC (Cubic Number Coefficient)

Δεδομένα:

$$L_{OA\_IAΣΩΝ} = 65.32 \text{ m}$$

$$B_{OA\_IAΣΩΝ} = 9.3 \text{ m}$$

$$D_{IAΣΩΝ} = 5.9 \text{ m}$$

$$\mathbf{CNC}_0 = 0.055308$$

Διορθώσεις:

Για διαφορετικό  $C_B$  :

$$\mathbf{K}_1 = (1+0.5 \cdot C_B)_1 / (1+0.5 \cdot C_B)_0 \Rightarrow \mathbf{K}_1 = (1+0.5 \cdot 0.539) / (1+0.5 \cdot 0.572)$$

$$\Rightarrow \mathbf{K}_1 = 0.9872$$

Για διαφορετικό  $L_{OA}/D$  :

$$\mathbf{K}_2 = (L/D)_1 / (L/D)_0 \Rightarrow \mathbf{K}_2 = 11.071 / 12.489 \Rightarrow \mathbf{K}_2 = 0.8865$$

Έτσι είναι:

$$\mathbf{CNC} = \mathbf{CNC}_0 \cdot \mathbf{K}_1 \cdot \mathbf{K}_2 \Rightarrow \mathbf{CNC} = 0.055308 \cdot 0.9872 \cdot 0.8865 \Rightarrow \mathbf{CNC} = 0.048399$$

Οπότε :

$$\mathbf{W}_{HST\_IAΣΩN} \text{ (υπολογισθέν)} = \mathbf{CNC} \cdot \mathbf{L}_{OA\_IAΣΩN} \cdot \mathbf{B}_{OA\_IAΣΩN} \cdot \mathbf{D}_{IAΣΩN} \Rightarrow$$

$$\mathbf{W}_{HST\_IAΣΩN} \text{ (υπολογισθέν)} = 173.466 \text{ tons}$$

### Βάρος Εξάρτησης και Εξοπλισμού ( $W_{OT} \equiv W_6$ )

Θα εφαρμοσθεί η μέθοδος κυβικού συντελεστή CNC (Cubic Number Coefficient).

Δεδομένα:

$$\mathbf{CNC}_{OT} = 0.029508$$

$$\mathbf{W}_{OT\_IAΣΩN} = \mathbf{CNC}_{OT} \cdot (\mathbf{L}_{OA\_IAΣΩN} \cdot \mathbf{B}_{OA\_IAΣΩN} \cdot \mathbf{D}_{IAΣΩN}) = 0.029508 \cdot (65.32 \cdot 9.3 \cdot 5.9) \Rightarrow$$

$$\mathbf{W}_{OT\_IAΣΩN} \text{ (υπολογισθέν)} = 105.757 \text{ tons}$$

### Βάρος Προωστήριας Εγκατάστασης ( $W_{prop. plant} \equiv W_2$ )

Θα χρησιμοποιηθεί ο συντελεστής που υπολογίσθηκε κατά την εκτίμηση του βάρους της προωστήριας εγκατάστασης του πατρικού.

Δεδομένα:

$$w_{prop. plant} \left[ \frac{\text{tons}}{\text{HP}} \right] = 0.00489449$$

$$\mathbf{BHP}_{IAΣΩN} [\text{HP}] = 31.756$$

Και προκύπτει:

$$W_{\text{prop.plant\_ΙΑΣΩΝ}} [\text{tons}] = w_{\text{prop.plant}} \left[ \frac{\text{tons}}{\text{HP}} \right] * \text{BHP}_{\text{ΙΑΣΩΝ}} = 0.00489449 * 31756 \Rightarrow$$

$$W_{\text{prop.plant\_ΙΑΣΩΝ}} (\text{υπολογισθέν}) = 155.429 \text{ tons}$$

### Βάρος Ηλεκτρικής Εγκατάστασης ( $W_{\text{el. plant}} \equiv W_3$ )

Θεωρώ ότι το υπό μελέτη πλοίο έχει τρεις κύριες ηλεκτρογεννήτριες (3\*250 KW) και μία ανάγκης (emergency) όπως το πατρικό. (Αμελούνται τα βάρη της κατηγορίας που προκύπτουν από διαφορές διαστάσεων). Με βάση την θεώρηση που έχει προηγηθεί για την εκτίμηση του βάρους της αντίστοιχης κατηγορίας του πατρικού προκύπτει:

$$W_{\text{el.plant\_ΙΑΣΩΝ}} \equiv W_{\text{el.plant\_F.A.C.3}} = w_{\text{el.plant}} \left[ \frac{\text{tons}}{\text{KW}} \right] * \text{Ισχύς\_Γεν.}_{\text{JASON}} = 0.032421111 * (3 * 250) \Rightarrow$$

$$W_{\text{el.plant\_ΙΑΣΩΝ}} (\text{υπολογισθέν}) = 24.316 \text{ tons}$$

### Βάρος Συστημάτων Διοικήσεως και Ελέγχου ( $W_{\text{C3}} \equiv W_4$ )

Αποτελεί μέρος του Pay Load και θεωρούμε ότι:

$$W_{\text{C3\_ΙΑΣΩΝ}} \equiv W_{\text{C3\_F.A.C.3}} \Rightarrow$$

$$W_{\text{ΙΑΣΩΝ}} (\text{υπολογισθέν}) = 42.479 \text{ tons}$$

### Βάρος Βοηθητικών Συστημάτων ( $W_{\text{AUX}} \equiv W_5$ )

Με βάση την θεώρηση που έχει προηγηθεί για την εκτίμηση του βάρους της αντίστοιχης κατηγορίας του πατρικού προκύπτει:

$$W_{\text{AUX\_ΙΑΣΩΝ}} \equiv W_{\text{AUX\_F.A.C.3}} = w_{\text{AUX}} \left[ \frac{\text{tons}}{\text{KW}} \right] * \text{Ισχύς\_Γεν.}_{\text{JASON}} = 0.086788977 * (3 * 250) \Rightarrow$$

$$W_{\text{AUX\_ΙΑΣΩΝ}} (\text{υπολογισθέν}) = 65.0917 \text{ tons}$$

### Βάρος Οπλικών Συστημάτων ( $W_{\text{ARM}} \equiv W_7$ )

Αποτελεί μέρος του Pay Load και θεωρούμε ότι:

$$W_{\text{ARM\_ΙΑΣΩΝ}} \equiv W_{\text{ARM\_F.A.C.3}} \Rightarrow$$

$$W_{\text{ARM\_ΙΑΣΩΝ (υπολογισθέν)}} = 28.865 \text{ tons}$$

Με βάση τα προηγούμενα συνολικά είναι:

$$\begin{aligned} L.S._{\text{ΙΑΣΩΝ(υπολογισθέν)}} &= W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5 + W_6 + W_7 \equiv \\ &W_{\text{HST\_ΙΑΣΩΝ(υπολογισθέν)}} + W_{\text{prop.plant\_ΙΑΣΩΝ(υπολογισθέν)}} + W_{\text{el.plant\_ΙΑΣΩΝ(υπολογισθέν)}} \\ &+ W_{\text{C3\_ΙΑΣΩΝ(υπολογισθέν)}} + W_{\text{AUX\_ΙΑΣΩΝ(υπολογισθέν)}} + W_{\text{OT\_ΙΑΣΩΝ(υπολογισθέν)}} + W_{\text{ARM\_ΙΑΣΩΝ(υπολογισθέν)}} = \\ &173.466 + 155.429 + 24.316 + 42.479 + 65.0917 + 105.757 + 28.865 \end{aligned}$$

$$L.S._{\text{ΙΑΣΩΝ (υπολογισθέν)}} = 595.405 \text{ tons}$$

Το L.S. του υπό μελέτη σκάφους με βάση τον συντελεστή του πατρικού θα είναι:

$$\lambda_{L.S.} = \frac{L.S._{\text{ΙΑΣΩΝ(υπολογισθέν)}}}{L.S._{\text{ΙΑΣΩΝ}}} = 1.008 \Rightarrow L.S._{\text{ΙΑΣΩΝ}} = \frac{L.S._{\text{ΙΑΣΩΝ(υπολογισθέν)}}}{\lambda_{L.S.}} \Rightarrow$$

$$L.S._{\text{ΙΑΣΩΝ}} = 590.723 \text{ tons}$$

Τα αποτελέσματα των ως άνω υπολογισμών για το υπό μελέτη σκάφος παρουσιάζονται ακολούθως υπό μορφή πίνακα.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΒΑΡΩΝ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΘΕΙΣΑ ΤΙΜΗ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΤΙΜΗ
$W_1 \equiv W_{\text{HST}}$ [tons]	173.466	172.102
$W_2 \equiv W_{\text{prop.plant}}$ [tons]	155.429	154.207
$W_3 \equiv W_{\text{el.plant}}$ [tons]	24.316	24.125
$W_4 \equiv W_{\text{C3}}$ [tons]	42.479	42.145
$W_5 \equiv W_{\text{AUX.}}$ [tons]	65.0917	64.580
$W_6 \equiv W_{\text{OT}}$ [tons]	105.757	104.926
$W_7 \equiv W_{\text{ARM.}}$ [tons]	28.865	28.638
<b>L.S. [tons]</b>	<b>595.405</b>	<b>590.723</b>

$$\text{Τελικά είναι } \Delta_{\text{B ΙΑΣΩΝ}} = LS_{\text{ΙΑΣΩΝ}} + \text{LOADS} = 590.723 + 131.24 \Rightarrow$$

$$\Delta_{\text{B ΙΑΣΩΝ}} = 721.963 \text{ tons}$$

Παρατηρούμε ότι:

$$\frac{\Delta_{\text{Γ ΙΑΣΩΝ}} - \Delta_{\text{B ΙΑΣΩΝ}}}{\Delta_{\text{Γ ΙΑΣΩΝ}}} = \frac{742.768 - 721.963}{742.768} = 0.028 < 3\% \checkmark$$

## 2.4. ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΓΚΑΡΣΙΑΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΤΟΥ ΣΚΑΦΟΥΣ

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

$$\boxed{GM=KB+BM-KG}$$

Για το πατρικό πλοίο FAC 3 σε κατάσταση πλήρους φόρτου ισχύει:

$$\frac{KG}{D} = \frac{3.94}{6} = 0.6567$$

και θεωρώ προσεγγιστικά για το «ΙΑΣΩΝ» ότι διατηρείται η αναλογία οπότε είναι

$$\frac{KG_{\text{ΙΑΣΩΝ}}}{D_{\text{ΙΑΣΩΝ}}} = 0.6567 \Rightarrow KG_{\text{ΙΑΣΩΝ}} = 0.6567 * 5.9 \Rightarrow$$

$$\boxed{KG_{\text{ΙΑΣΩΝ}} = 3.874 \text{ m}}$$

Η χρήση των γνωστών Εμπειρικών Τύπων θεωρήθηκε ότι δεν θα αποδώσει ικανοποιητικά προσεγγιστικά αποτελέσματα εξαιτίας των ιδιοτήτων των γραμμών της σειράς (ανύψωση πυθμένα, διπλή ακμή, μορφή πρύμνης) και υιοθετήθηκε η χρήση του προγράμματος RHINOCEROS 4.0 για την σχεδίαση του σκάφους και ο προκαταρκτικός έλεγχος των υδροστατικών χαρακτηριστικών του με χρήση του προγράμματος RHINO MARINE.

### Χρήση του Υπολογιστικού Προγράμματος RHINO MARINE για τον Έλεγχο Αρχικής Εγκάρσιας Ευστάθειας του Σκάφους

Η σχεδίαση στο RHINOCEROS 4.0 έγινε ακολουθώντας την ακόλουθη διαδικασία:

Το μοντέλο του οποίου διαθέτουμε τις γραμμές είναι το **5.5 big** της σειράς το οποίο έχει ήδη υποστεί ομόλογη παραμόρφωση με συντελεστή (scale factor)  $\lambda_2=10$  και είναι μήκους  $LOA= 38.32 \text{ m}$  (RHINO MEASUREMENT). Τα μέλη της σειράς με διαφορετικό  $LOA/BOA$  προκύπτουν από το πατρικό ( $LOA/BOA=5.5$ ) διατηρώντας την ίδια μέση τομή (κατά συνέπεια σταθερό  $BOA$  και  $D$ ) και μεταβάλλοντας κατάλληλα την απόσταση μεταξύ σταθμών (γραμμική κατά το μήκος παραμόρφωση). Δεδομένου ότι το υπό μελέτη σκάφος ανήκει στο μέλος της σειράς με  $LOA/BOA=7$  θα πρέπει να προκύψει με ομόλογη παραμόρφωση αυτού του μέλους. Έτσι θα πρέπει αρχικά να υποστεί γραμμική παραμόρφωση το πατρικό μοντέλο ( $LOA/BOA=5.5$ ) ώστε να προκύψει το μέλος της σειράς με  $LOA/BOA=7$ . Ο συντελεστής γραμμικής παραμόρφωσης κατά το μήκος προκύπτει ως ο λόγος  $LOA(7)/LOA(5.5)$  των μοντέλων. Το  $LOA(7)$  <sup>[11]</sup> είναι  $4.8617 \text{ m}$  ή για αντίστοιχο (scale factor)  $\lambda_2=10$  με τις γραμμές που διαθέτουμε είναι  $LOA(7)=48.617 \text{ m}$ . Έτσι προκύπτει συντελεστής γραμμικής παραμόρφωσης, από μοντέλο  $LOA/BOA=5.5$  σε μοντέλο  $LOA/BOA=7$ ,

$$\lambda_3 = \frac{L_{OA\_7}}{L_{OA\_5.5}} = \frac{48.617}{38.32} = 1.2687$$

και το μοντέλο που προκύπτει έχει  $LOAm = 48.63 \text{ m}$  (RHINO MEASUREMENT).

Με δεδομένο το ζητούμενο  $LOA= 65.32 \text{ m}$  ο συντελεστής ομόλογης παραμόρφωσης του μοντέλου είναι τελικά:



$$\lambda_4 = \frac{L_{OA\_ΙΑΣΩΝ}}{L_{OAm}} = \frac{65.32}{48.63} = 1.3432$$

Το σκάφος που προκύπτει έχει τις ακόλουθες διαστάσεις:

**L<sub>OAs</sub> = 65.32m**

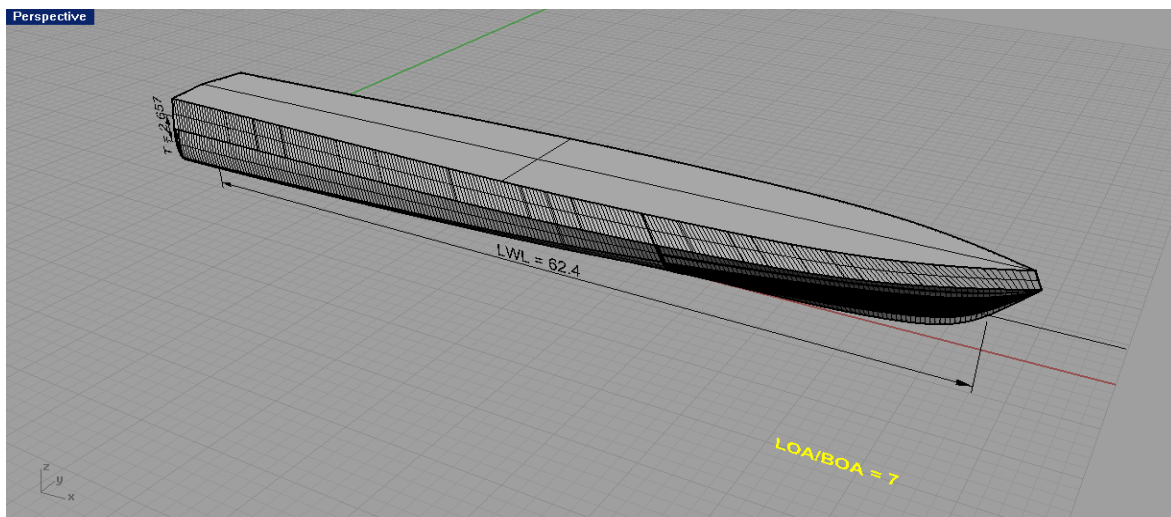
**B<sub>OAs</sub> = 9.3 m**

**D<sub>max\_initial</sub> = 4.167 m**

Στη γάστρα που έχει προκύψει έγιναν οι ακόλουθες τροποποιήσεις:

α. Αλλαγή των γραμμών της πρύμνης διατηρώντας σταθερό το **L<sub>OAs</sub>** και πρόσκτηση ακμοειδούς μορφής με σκοπό την μείωση του Radar Cross Section (R.C.S.) του σκάφους.

β. Αύξηση του υπάρχοντος Κοίλου σε **D<sub>final</sub>=5.9 m** όπως έχει προεπιλεγεί. Από το αρχικό κατάστρωμα (**D<sub>initial</sub>=4.167 m**) στο τελικό κύριο κατάστρωμα (**D<sub>final</sub> = 5.9 m**) οι γραμμές ακολουθούν μορφή tumblehome με γωνία 6° ώστε να επιτυγχάνεται μείωση του R.C.S. και παράλληλα να μην μειώνεται αισθητά το διαθέσιμο πλάτος στο κύριο κατάστρωμα για την κάλυψη των απαιτήσεων χωροταξικής διάταξης.



#### Γραφική Αναπαράσταση Σκάφους L<sub>OΔ</sub>/B<sub>OΔ</sub> = 7 με RHINOCEROS 4

Δίδοντας στο **RHINO MARINE** ως δεδομένα για το σκάφος που έχει σχεδιασθεί **Δ=742.768 tons** και **KG = 3.874 m** προκύπτουν τα ακόλουθα μεγέθη:

<b>Displacement</b>	<b>Tons</b>	<b>742.768</b>
▽	m <sup>3</sup>	724.016
L <sub>OA</sub>	m	65.32
L <sub>WL</sub>	m	62.4
B <sub>OA</sub>	m	9.3
B <sub>WI</sub>	m	8.455
D	m	5.9
Freeboard	m	3.242
Draft	m	2.657
LCB/LWL	-	0.392
LCB	m	24.468
VCB	m	1.697
Wet. Surface	m <sup>2</sup>	574.843
Area WP	m <sup>2</sup>	420.477
LCF	m	26.115
LCF/LWL	-	0.4184
BM <sub>trans</sub>	m	2.87564
BM <sub>long</sub>	m	140.182
C <sub>B</sub>	-	0.516
C <sub>WP</sub>	-	0.79694

Αρχικά παρατηρήθηκε ότι ο λόγος  $B_{WLmax}/D = 8.455/5.9 = 1.433$  είναι μικρότερος από την τιμή **1.55** <sup>[12]</sup> κάτω από την οποία αναμένεται να εμφανισθούν προβλήματα εγκάρσιας ευστάθειας στη συνέχεια της μελέτης.

Στη συνέχεια και με βάση τα στοιχεία του ανωτέρω πίνακα προκύπτει:

$$VCB + BM_{trans} = KM_S = 1.697 + 2.87564 = 4.5726 \text{ m}$$

και

$$GM_S = KM_S - KG_S = 4.5726 - 3.874 = 0.6986 \text{ m}$$

Θα πρέπει επίσης <sup>[5]</sup> :  
**0.09 < GM<sub>S</sub> / B<sub>WL</sub>**

ενώ για το υπό μελέτη πλοίο προκύπτει:

$$GM_S / B_{WL} = 0.08225 < 0.09.$$

Με βάση της παρατηρήσεις που προαναφέρθηκαν αποφασίστηκε να απορριφθεί η περαιτέρω εξέταση του σκάφους με  $L_{OA}/B_{OA} = 7$  να διατηρηθούν σταθερά το μήκος και κοίλο του σκάφους και να προχωρήσουμε σε αύξηση του πλάτους του ώστε να ικανοποιηθούν κατά ελάχιστο οι ανωτέρω συνθήκες.

Μετά από μια σειρά γραμμικών κατά το πλάτος παραμορφώσεων καταλήξαμε με συντελεστή  $\lambda = 1.12376$  στο σκάφος για το οποίο είναι  $L_{OA}/B_{OA} = 6.25$ .

Με χρήση του RHINO MARINE επιλέγεται αρχικό  $\Delta_F = 750.358 \text{ tons}$  καθώς αναμένεται αύξηση του  $\Delta_B$  τόσο λόγω της αύξησης των  $W_{ST}$ ,  $W_{OT}$  όσο και της αντίστασης του σκάφους που θα οδηγήσει πιθανά σε αύξηση του  $W_{prop. plant}$  καθώς και του φόρτου σε καύσιμα και λιπαντικά. Τα αποτελέσματα του προγράμματος παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί:

$\Delta_F$	Tons	750.358
$\nabla$	$m^3$	731.415
$L_{OA}$	m	65.32
$L_{WL}$	m	62.16
$B_{OA}$	m	10.45
$B_{WL}$	m	9.408
D	m	5.9
Freeboard	m	3.417
Draft	m	2.48
LCB/LWL	-	0.3899413
LCB	m	24.235
VCB	m	1.59849
Wet. Surface	$m^2$	595.474
Area WP	$m^2$	463.518
LCF	m	25.7775
LCF/LWL	-	0.41476
BMtrans	m	3.8923
BMlong	m	150.659
$C_B$	-	0.50398
$C_{WP}$	-	0.7927

Διαπιστώνουμε ότι:

$$VCB + BM_{trans} = KM_S = 1.59849 + 3.8923 = 5.49079 \text{ m}$$

$$KG_{\text{ΙΑΣΩΝ}} = 3.874 \text{ m}$$

και

$$GM_S = KM_S - KG_{\text{ΙΑΣΩΝ}} = 5.49079 - 3.874 = 1.61769 \text{ m}$$

$$GM_S / B_{WL} = 1.61769 / 9.408 = 0.1718 > 0.09 \checkmark$$

ενώ

$$B_{WL} / D = 9.408 / 5.9 = 1.5946 > 1.55 \checkmark$$

το οποίο καλύπτει τις προϋποθέσεις που έχουν τεθεί προηγουμένα και θα μελετηθεί στη συνέχεια (ενδεικτικά αναφέρονται  $VCB_{\text{FAC3}} = 1.86 \text{ m}$  και  $BM_{\text{FAC3}} = 3.357 \text{ m}$  για λόγους σύγκρισης)

## 2.5. ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΗΣ

## **ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΔΙΑΓΩΓΗΣ ΤΩΝ ΣΚΑΦΩΝ ΤΗΣ ΣΕΙΡΑΣ ΔΙΠΛΗΣ ΑΚΜΗΣ ΤΟΥ ΕΜΠ**

Το «**ΙΑΣΩΝ**» δεν έχει προκύψει με την μεθοδολογία που αναπτύχθηκε προηγούμενα και η οποία θα απαιτούσε την μετάβαση από την πατρική γάστρα της Σειράς ( $L_{OA}/B_{OA}=5.5$ ), με γραμμική παραμόρφωση κατά μήκος, στο μέλος με  $L_{OA}/B_{OA}=6.25$  και στη συνέχεια ομόλογη παραμόρφωση αυτού ώστε να προκύψει το υπό μελέτη σκάφος. Έτσι το «**ΙΑΣΩΝ**» μπορεί να θεωρηθεί ως παρεμβολή μεταξύ των μελών της σειράς και κατά συνέπεια θα πρέπει να ελεγχθεί η ισχύς εφαρμογής του μαθηματικού μοντέλου της Σειράς.

### **2.5.1. Έλεγχος Ορθής Παρεμβολής στην Σειρά**

Τα όρια εφαρμογής του μαθηματικού μοντέλου είναι:

Για την αντίσταση ( $C_R$ ) :

- $L_{WLS}/B_{WLS} > 4.2935 \equiv (L_{WL}/B_{WL})_{MIN1}$  (1)

- $(M_s) > 6.183 \equiv (M_{MIN1})$  (2)

- $(M_s) > 0.070288*(L_{WL}/B_{WL})^2 - 0.477113*(L_{WL}/B_{WL}) + 6.544157 \equiv (M_{MIN2})$  (3)

- $L_{WLS}/B_{WLS} < 7.525 \equiv (L_{WL}/B_{WL})_{MAX1}$  (4)

- $(M_s) < 8.532 \equiv (M_{MAX1})$  (5)

- $(M_s) \leq 0.115364*(L_{WL}/B_{WL})^2 - 0.195794*(L_{WL}/B_{WL}) + 5.648 \equiv (M_{MAX2})$  (6)

- $F_{Ns} \geq 0.23 \equiv F_{N MIN1}$  (7)

- $(M_s) \leq 12.7* F_N^2 - 34.75* F_N + 29.05 \equiv (M_{MAX3})$  (8)

Για την δυναμική ανύψωση ( $\tau$ ):

- $L_{WLS}/B_{WLS} > 4.2935 \equiv (L_{WL}/B_{WL})_{MIN1}$  (1)

- $(M_s) > 6.183 \equiv (M_{MIN1})$  (2)

- $(M_s) > 0.070288*(L_{WL}/B_{WL})^2 - 0.477113*(L_{WL}/B_{WL}) + 6.544157 \equiv (M_{MIN2})$  (3)

- $L_{WLS}/B_{WLS} < 7.525 \equiv (L_{WL}/B_{WL})_{MAX1}$  (4)

- $(M_s) < 8.532 \equiv (M_{MAX1})$  (5)

- $(M_s) \leq 0.115364* (L_{WL}/B_{WL})^2 - 0.195794*(L_{WL}/B_{WL}) + 5.648 \equiv (M_{MAX2})$  (6)

- $F_{Ns} \geq 0.3 \equiv F_{N \text{ MIN}2}$  (9)
- $F_{Ns} \leq 1.1 \equiv F_{N \text{ MAX}1}$  (10)
- $(M_s) \leq 17.312 - 8.78 * F_N \equiv (M_{\text{MAX}4})$  (11)
- $L_{WLS}/B_{WLS} < 14.742 - 8.02 * F_N$  (12)
- $F_{Ns} \leq 1.0$  [ για  $(L_{WL}/B_{WL}) > 6.722$ ]  $\equiv F_{N \text{ MAX}2}$  (13)

και με αντικατάσταση των μεγεθών που έχουμε προσδιορίσει προκύπτουν τα ακόλουθα για το υπό μελέτη σκάφος :

$$L_{WLS}/B_{WLS} = 62.16/9.408 = 6.607$$

$$(M_s) = L_{WLS} / \text{Volume}_s^{1/3} \Rightarrow (M_s) = 6.8991$$

$$V_s \text{ [m/s]} = V_s \text{ [Knots]} * 0.514444 \Rightarrow V_s \text{ [m/s]} = 39 * 0.514444 = 20.063316$$

$$g = 9.80665 \text{ [m/sec}^2\text{]}$$

$$F_{Ns} = V \text{ [m/s]} / (g * L_{WLS})^{1/2} \Rightarrow F_{Ns} = 20.063316 / (9.80665 * 62.16)^{1/2} \Rightarrow F_{Ns} = 0.81262$$

και τα όρια είναι:

$$(M_{\text{MIN}2}) = 0.070288 * (L_{WLS}/B_{WLS})^2 - 0.477113 * (L_{WLS}/B_{WLS}) + 6.544157 \Rightarrow$$

$$(M_{\text{MIN}2}) = 6.46017927$$

$$(M_{\text{MAX}2}) = 0.115364 * (L_{WLS}/B_{WLS})^2 - 0.195794 * (L_{WLS}/B_{WLS}) + 5.648 \Rightarrow$$

$$(M_{\text{MAX}2}) = 9.390499974$$

$$(M_{\text{MAX}3}) = 12.7 * F_{Ns}^2 - 34.75 * F_{Ns} + 29.05 = 9.1979328$$

$$(M_{\text{MAX}4}) = 17.312 - 8.78 * F_N = 10.17720682$$

κατά συνέπεια προκύπτει

$$M_{\text{min}} \equiv \max [(M_{\text{MIN}1}), (M_{\text{MIN}2})] \Rightarrow M_{\text{min}} = 6.46017927$$

και ισχύει

$$(M_s) = 6.8991 > M_{\text{min}} = 6.46017927 \quad \checkmark$$

ενώ

$$M_{\text{max}} \equiv \min [(M_{\text{MAX}1}), (M_{\text{MAX}2}), (M_{\text{MAX}3}), (M_{\text{MAX}4})] \Rightarrow M_{\text{max}} = 8.532$$

και ισχύει

$$(M_s) = 6.8991 < M_{max} = 8.532 \checkmark$$

επίσης

$$(L_{WL}/B_{WL})_{MIN1} = 4.2935 < L_{WLS}/B_{WLS} = 6.607 < 7.525 = (L_{WL}/B_{WL})_{MAX1} \checkmark$$

και

$$F_{N MIN} = \max [F_{N MIN1}, F_{N MIN2}] = 0.3 < F_{Ns} = 0.81262 \checkmark$$

ενώ

$$F_{N MAX} = F_{N MAX1} \text{ (καθώς } L_{WLS}/B_{WLS} = 6.607 < 6.722)$$

$$\text{Και είναι : } F_{Ns} = 0.81262 < F_{N MAX} \checkmark$$

Διαπιστώνουμε ότι το «ΙΑΣΩΝ», ως παρεμβολή στη σειρά, είναι εντός των ορίων που τίθενται για χρήση του μαθηματικού μοντέλου υπολογισμού τόσο της αντίστασης όσο και της δυναμικής διαγωγής.

### 2.5.2. Σύγκριση «ΙΑΣΩΝ» με το Σκάφος που Προκύπτει από Μεθοδολογία

Το σκάφος που θα προέκυπτε αν είχε ακολουθηθεί επακριβώς η μεθοδολογία θα είχε με βάση τα χαρακτηριστικά της Σειράς και για το ίδιο εκτόπισμα με το «ΙΑΣΩΝ» ( $\Delta = 750.358 \text{ tons}$ ) τα ακόλουθα κύρια χαρακτηριστικά:

$$L_{WL} = 62.48 \text{ m}$$

$$B_{WL} = 9.34 \text{ m}$$

$$T = 2.52 \text{ m}$$

$$\Delta = 750.358 \text{ tons}$$

$$C_B \text{ ΣΕΙΡΑΣ} = 0.4980$$

Με δεδομένο  $L_{OA6.25@CDL3} / L_{WL6.25@CDL3} = 1.0556$  <sup>[13]</sup> προκύπτει για το σκάφος

$$L_{OA6.25@CDL3} / L_{WLS6.25@CDL3} = 1.0556 \Rightarrow L_{OA6.25@CDL3} = 1.0556 * L_{WLS6.25@CDL3} \\ \Rightarrow L_{OA6.25@CDL3} = 1.0556 * 62.48 \text{ m} = 65.954 \text{ m} \Rightarrow$$

$L_{OA} = 65.954 \text{ m}$
-----------------------------

και

$$B_{OA} = 65.954 / 6.25 \Rightarrow B_{OA} = 10.553 \text{ m}$$

και

$$\text{Wetted Surface} = 588.81 \text{ m}^2$$

$$R_{TS} = 63135.514 [\text{kp}] \Rightarrow \text{EHP [PS]} = R_{TS} [\text{kp}] * V [\text{m/sec}] / 75 \Rightarrow$$

$$\text{EHP [PS]} = 16889.437$$

Ενώ τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά του «ΙΑΣΩΝ», όπως έχουν προκύψει από το πρόγραμμα RHINO MARINE είναι:

$$L_{WL} = 62.16 \text{ m}$$

$$B_{WL} = 9.408 \text{ m}$$

$$T = 2.48 \text{ m}$$

$$\Delta = 750.358 \text{ tons}$$

$$C_B = 0.50398$$

$$L_{OA} = 65.32 \text{ m}$$

$$B_{OA} = 10.45 \text{ m}$$

και

$$\text{Wetted Surface} = 595.474 \text{ m}^2$$

Με αντικατάσταση οι ανεξάρτητες μεταβλητές λαμβάνουν τις ακόλουθες τιμές:

$$F_N = \frac{V}{\sqrt{g * L}} = \frac{20.063}{\sqrt{9.80665 * 62.16}} = 0.8126$$

όπου:  $V \text{ [m/s]} = V \text{ [Kn]} * 0.514444 = 39 * 0.514444 = 20.063$   
και  $g = 9.80665 \text{ [m/s}^2\text{]}$

$$\frac{L}{B} = 6.607$$

$$(M) = 6.899$$

και έτσι με βάση το μαθηματικό μοντέλο προκύπτει:

$$C_R = 3.586 * 10^{-3}$$

$$\text{Είναι: } R_n = \frac{V_s * L_{WL}}{\nu} = \frac{20.063 * 62.16}{1.18831 * 10^{-6}} = 0.662278011 * 10^9$$

Οπότε προκύπτει:

$$C_F = \frac{0.075}{(\log_{10} R_n - 2)^2} = 1.612 * 10^{-3}$$

Ο συντελεστής ολικής αντίστασης είναι:

$$C_T = C_R + C_F = 3.586 * 10^{-3} + 1.612 * 10^{-3} \Rightarrow C_T = 5.198 * 10^{-3}$$

Επομένως η αντίσταση είναι:

$$R_T = R_R + R_F = 0.5 * \rho * WS * V_S^2 * (C_R + C_F) = 0.5 * 104.61 * 595.474 * 20.063^2 * 5.198 * 10^{-3} \Rightarrow$$

$$R_T = 65171.372 \text{ [Kp]}$$

Η ισχύς ρυμουλκήσεως (EHP) του σκάφους είναι:

$$EHP = R_T * V_S / 75 \Rightarrow EHP = 17434.05 \text{ [PS]} = 17195.205 \text{ [HP]}$$

και παρατηρούμε ότι για το ίδιο εκτόπισμα υφίσταται μια μικρή αύξηση των κυρίων διαστάσεων του σκάφους που προκύπτει ακολουθώντας την μεθοδολογία και σε μείωση της απαιτούμενης **EHP (=17434.05- 16889.437=544.613 [PS])**. Η αύξηση των κυρίων διαστάσεων δεν είναι επιθυμητή καθώς θα οδηγήσει στη συνέχεια σε αύξηση του  $\Delta_B$ , ιδιαίτερα δε η αύξηση του βυθίσματος δεν είναι επιθυμητή και λόγω της χρήσης water jets, η δε μείωση της απαιτούμενης EHP στα πλαίσια της παρούσης θεωρείται μικρή. Με βάση τα προηγούμενα θεωρούμε ότι οι διαστάσεις που έχουμε επιλέξει για το «ΙΑΣΩΝ» αποτελούν καλύτερη λύση από αυτές που θα προέκυπταν με την ακριβή μεθοδολογία.

### 2.5.3. Αρχική Εκτίμηση Ισχύος Πέδης (BHP)

Δεδομένης της απαίτησης ύπαρξης περιθωρίου ασφαλείας 20% επί της EHP προκύπτει:

$$EHP_{W.MARGIN20\%} = EHP + 20\% * EHP = 17195.205 + \left(\frac{20}{100}\right) * 17195.205 \Rightarrow$$

$$EHP_{W.MARGIN20\%} = 20634.246 \text{ [HP]}$$

Από το διάγραμμα 2.1<sup>[9]</sup> για Waterjets, που αποτελούν το μέσο προώθησης σε πλήρη ισχύ, και για την ταχύτητα των 39 Km παρατηρούμε ότι ο συνολικός συντελεστής απόδοσης αναμένεται να λαμβάνει τιμές μεγαλύτερες του 0.6 έως και 0.72. Λαμβάνουμε ολικό συντελεστή απόδοσης 0.67. Έτσι προκύπτει:

$$P_D = \frac{20634.246}{0.67} = 30797.38 \text{ [HP]}$$

$$P_B = \frac{P_D}{\eta^*} = \frac{28882.09}{0.98} = 29471.5 \text{ [HP]} = 21976.9 \text{ [KW]}$$

Με βάση την ως άνω απαιτούμενη Ισχύ Πέδης επιλέγονται οι κινητήρες Diesel τις παραγράφου 2.2.5



## 2.6. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΡΟΣΘΕΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΣΕ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΛΗΡΗ ΦΟΡΤΟΥ (FULL LOAD CONDITION)

ΒΑΡΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ  $W_{F1}$  (ESWBS F41)

Υπολογισμοί:

$$\text{Μέγιστη Απαιτούμενη Ισχύ στον Άξονα} \equiv P_{D \max} = \frac{EHP_{\max}}{n_D} = \frac{17197.871}{0.581} \Rightarrow$$

$$\text{Μέγιστη Απαιτούμενη Ισχύ στον Άξονα} \equiv P_{D \max} = 29600.466 \text{ SHP}$$

Όπου έχει ληφθεί:

$EHP_{\max} = 17197.871$  [HP], όπως προκύπτει από το μαθηματικό μοντέλο υπολογισμού αντιστάσεως της Σειράς Διπλής Ακμής Ε.Μ.Π. και την διόρθωση ( $\Delta C_f$ ) = 0.0005 και  $n_D = n_R * n_0 * n_H = 0.581$

$$\text{Ισχύς Αυτονομίας (Vaut=18knots)} = \frac{EHP_{\text{atVaut=18Knots}}}{n_D} = \frac{3415.445}{0.581} \Rightarrow$$

$$\text{Ισχύς Αυτονομίας (Vaut=18knots)} = 5878.5627 \text{ SHP}$$

Όπου έχει ληφθεί όπως προηγούμενα:  $EHP_{\text{atVaut=18Knots}} = 3415.445$  [HP]

$$\text{Μέση Ισχύς Αυτονομίας} = 1.10 * \text{Ισχύς Αυτονομίας (Vaut=18knots)} \Rightarrow$$

$$\text{Μέση Ισχύς Αυτονομίας} = 6466.4189 \text{ SHP}$$

Λόγος Μέσης Ισχύος Αυτονομίας προς Μέγιστη Απαιτούμενη Ισχύ =

$$\frac{\text{Μέση Ισχύς Αυτονομίας}}{\text{Μέγιστη Ισχύς στον Άξονα}} = \frac{6466.4189}{29600.466} = 0.2185 < 0.33 \Rightarrow$$

Διορθωτικός Συντελεστής Ειδικής Κατανάλωσης Καυσίμου = 1.04

$$\begin{aligned} \text{Μέση Ισχύς Πέδης Αυτονομίας} &= \frac{\text{Μέση Ισχύς Αυτονομίας}}{\text{Βαθμός Απόδοσης Μετάδοσης}} \\ &= \frac{\text{Μέση Ισχύς Αυτονομίας}}{n^*} = \frac{6466.4189}{0.98} \Rightarrow \end{aligned}$$

$$\text{Μέση Ισχύς Πέδης Αυτονομίας} = 6598.3867 \text{ BHP}$$

Μέσο Ηλεκτρικό Φορτίο εντός ενός εικοσιτετραώρου = 400 KW, έχει ληφθεί ίσο με εκείνο του πατρικού (FAC 3).

$$\text{Θεωρώ Κατανάλωση Καυσίμου } v_{\text{end}=18 \text{ Knots}} = 217.5 \text{ gr/KWh} = 0.1622 \text{ Kgr/HPH}$$

και προκύπτει:

Υπολογιζόμενη Κατανάλωση Καυσίμου Προωστήριας Εγκατάστασης =  
Μέση Ισχύς Πέδης Αυτ. \* Κατανάλωση Καυσίμου<sub>V<sub>end</sub></sub> = 6598.3867 \* 0.1622 →  
Υπολογιζόμενη Κατανάλωση Καυσίμου Προωστήριας Εγκατάστασης = 1070.1907  
Kgr/ hr

Θεωρώ Κατανάλωση Καυσίμου ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΩΝ = 0.1970 Kgr/KW hr

και προκύπτει:

Υπολογιζόμενη Κατανάλωση Καυσίμου Ηλεκτρομηχανών =  
Μέσο Ηλεκτρικό Φορτίο εικοσιτετραώρου\* Κατανάλωση Καυσίμου  
ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΩΝ =  
= 0.1970 Kgr/KW hr \* 400KW ⇒  
Υπολογιζόμενη Κατανάλωση Καυσίμου Ηλεκτρομηχανών = 78.8 Kgr/ hr

Συνολική Κατανάλωση Καυσίμου = Υπολογιζόμενη Κατανάλωση Καυσίμου  
Προωστήριας Εγκατάστασης + Υπολογιζόμενη Κατανάλωση Καυσίμου Ηλεκτρομηχανών  
= 1070.1907 + 78.8 Kgr/ hr ⇒  
Συνολική Κατανάλωση Καυσίμου = 1148.9907 Kgr/ hr

Προκύπτει:

Ειδική Συνολική Κατανάλωση Καυσίμου =  $\frac{\text{Συνολική Κατανάλωση Καυσίμου}}{\text{Μέση Ισχύ Αυτονομίας}}$   
=  $\frac{1148.9907}{6466.4189} \Rightarrow$

Ειδική Συνολική Κατανάλωση Καυσίμου = 0.1777 Kgr/SHP hr

Υπολογισθείσα Ειδική Συνολική Κατανάλωση Καυσίμου =  
Διορθωτικός Συντελεστής Ειδικής Κατανάλωσης Καυσίμου \* Ειδική  
Συνολική Κατανάλωση Καυσίμου = 1.04 \* 0.1777 Kgr/SHP hr ⇒  
Υπολογισθείσα Ειδική Συνολική Κατανάλωση Καυσίμου = 0.1848 Kgr/SHP hr

Μέση Ειδική Κατανάλωση Καυσίμου Αυτονομίας =  
1.05 \* Υπολογισθείσα Ειδική Συνολική Κατανάλωση Καυσίμου ⇒  
Μέση Ειδική Κατανάλωση Καυσίμου Αυτονομίας = 0.1940 Kgr/SHP hr

Φόρτος Καυσίμων Αυτονομίας (δυνάμεθα να καταναλωθούν) =

$\frac{\text{Αυτονομία} * \text{Μέση Ισχύς Αυτονομίας} * \text{Μέση Ειδική Κατανάλωση Αυτονομίας}}{V_{\text{endurance}} * 1000} =$   
 $\frac{1450 * 6466.4189 * 0.194}{18 * 1000} \Rightarrow$

Φόρτος Καυσίμων Αυτονομίας (δυνάμεθα να καταναλωθούν) = 101.0729  
Θεωρώ Συντελεστή Ανοχής Δικτύων = 0.98

και προκύπτει:

Φόρτος Καυσίμου Αυτονομίας =

$$= \frac{\text{Φόρτος Καυσίμων Αυτονομίας (δυνάμενα να καταναλωθούν)}}{\text{Συντελεστή Ανοχής Δικτύων}} = \frac{101.0729}{0.98} \Rightarrow$$

**Φόρτος Καυσίμου Αυτονομίας = 103.1356 tons**

Τα αποτελέσματα των ανωτέρω υπολογισμών εμφανίζονται συγκεντρωτικά στον πίνακα που ακολουθεί:

A/A	Απαραίτητα Δεδομένα	Μονάδες	Τιμή
1	ENDURANCE REQUIRED	NM	1450
2	ENDURANCE SPEED	KNOTS	18.0000
3	FULL LOAD DISPLACEMENT	TONS	750.3580
4	RATED FULL POWER, SHP	HP	29600.4661
5	DESIGN ENDURANCE POWER@(2)&(3),SHP	HP	5878.5627
6	AVERAGE ENDURANCE POWER,SHP =(5)*1.10	HP	6466.4189
7	RATIO AVERAGE ENDURANCE POWER/RATED FULL POWER=(6)/(4)	-	0.2185
8	AVERAGE ENDURANCE BHP=(6)/TRANSMITION EFFICIENCY	HP	6598.3867
9	24 HOURS AVERAGE ELECTRIC LOAD	KW	400.0000
10	CALCULATED PROPULSION FUEL RATE@(8)	Kgr/BHP hr	0.1622
11	CALCULATED PROPULSION FUEL CONSUMPTION=(10)*(8)	Kgr/ hr	1070.1907
12	CALC GENERATORS FUEL RATE @ (9)	Kgr/KW hr	0.1970
13	CALC GENERATORS FUEL CONSUMPTION=(12)*(9)	Kgr/ hr	78.8000
14	CALC FUEL CONSUMPTION FOR OTHER SERVICES	Kgr/ hr	-
15	TOTAL CALCULATED ALL PURPOSE FUEL CONSUMPTION=11+13+14	Kgr/ hr	1148.9907
16	CALCULATED ALL PURPOSE FUEL RATE=(15)/(6)	Kgr/SHP hr	0.1777
17	FUEL RATE CORRECTION BASED ON (7)	-	1.0400
18	SPECIFIED FUEL RATE=(16)*(17)	Kgr/SHP hr	0.1848
19	AVERAGE ENDURANCE FUEL RATE=(18)*1.05	Kgr/SHP hr	0.1940
20	ENDURANCE FUEL(BURNABLE) =(1)*(6)*(19)/(2)*1000	TONS	101.0729
21	TAILPIPE ALLOWANCE FACTOR	-	0.9800
22	ENDURANCE FUEL LOADS (20)/(21)	TONS	<b>103.1356</b>
	EHP FULL POWER	HP	17197.871
	$\eta_D$	-	0.5810
	RATED FULL POWER, SHP	HP	29600.4661
	EHP DESIGN ENDURANCE POWER@(2)&(3)	HP	3415.445
	$\eta_D$	-	0.5810
	DESIGN ENDURANCE POWER@(2)&(3),SHP	HP	5878.5627
	TRANSMITION EFFICIENCY	-	0.9800

### ΒΑΡΟΣ ΛΙΠΑΝΤΙΚΩΝ $W_{F2}$ (ESWBS F46)

Για τον υπολογισμό του βάρους λιπαντικών του υπό μελέτη σκάφους χρησιμοποιήθηκε ο λόγος  $\frac{W_{F2}}{W_{F1}} = \frac{\text{ΒΑΡΟΣ ΛΙΠΑΝΤΙΚΩΝ}}{\text{ΒΑΡΟΣ ΚΑΥΣΙΜΩΝ}}$  της FAC 3 και προκύπτει:

$$\frac{W_{F2\_FAC3}}{W_{F1\_FAC3}} = \frac{90.99}{1.6} = 0.01758 \text{ οπότε:}$$

$$W_{F2\_SHIP} = 0.01758 * W_{F1\_SHIP} = 0.01758 * 103.1356 = 1.7 \text{ tons} \Rightarrow$$

$$W_{F2} \equiv \text{Φόρτος Λιπαντικών} = 1.8 \text{ tons}$$

### ΒΑΡΟΣ ΕΦΟΔΙΩΝ ΝΕΡΟΥ

Δεν υπάρχει μεταβολή σε σχέση με την σχεδίαση για LOA/BOA = 7 και έτσι λαμβάνουμε :

$$W_{\text{FRESH WATER}} = 5.8 \text{ tons}$$

### ΒΑΡΟΣ ΕΦΟΔΙΩΝ – ΤΡΟΦΙΜΩΝ

Ομοίως λαμβάνουμε:

$$W_{\text{PROVISIONS\& STORES}} = 2.43 \text{ tons}$$

### ΒΑΡΟΣ ΠΛΗΡΩΜΑΤΟΣ – ΑΠΟΣΚΕΥΩΝ

Ομοίως λαμβάνουμε:

$$W_{\text{CREW \& EFFECTS}} = 4.3 \text{ tons}$$

### ΒΑΡΟΣ ΠΥΡΟΜΑΧΙΚΩΝ

Ομοίως λαμβάνουμε:

$$W_{\text{AMMO}} = 20.37 \text{ tons}$$

Συγκεντρωτικά υπό μορφή πίνακα τα βάρη που συνθέτουν το βάρος των φορτίων του σκάφους σε πλήρη φόρτο έχουν ως ακολούθως:

$W_{F1} \equiv W_{FO} =$	103.135	tons
$W_{F2} \equiv W_{LO} =$	1.8	tons
$W_{\text{FRESH WATER}} =$	5.8	tons
$W_{\text{PROVISIONS\& STORES}} =$	2.43	tons
$W_{\text{CREW \& EFFECTS}} =$	4.3	tons
$W_{\text{AMMO}} =$	20.37	tons
$DWT =$	137.835	tons

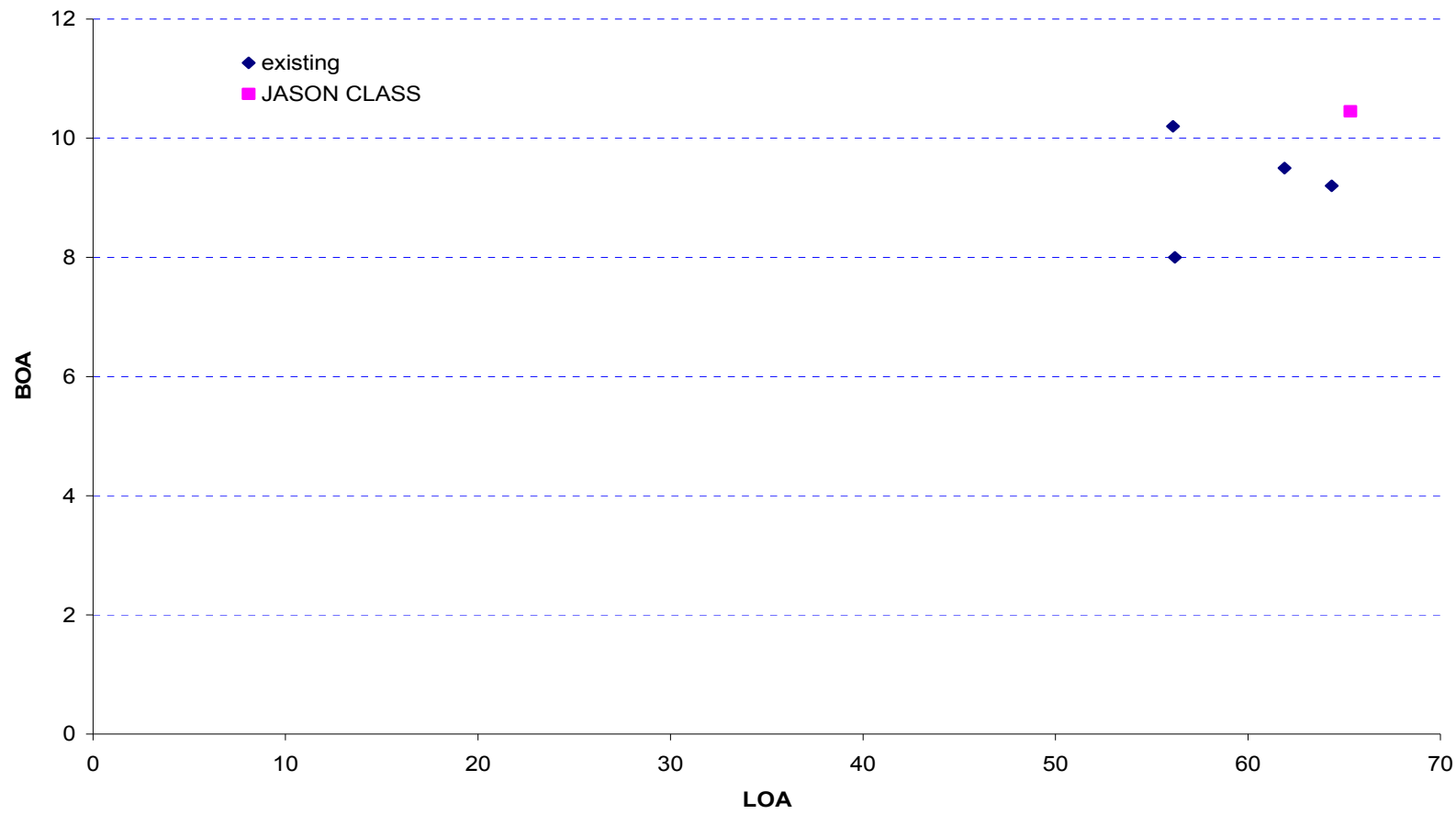
## 2.7. ΒΑΡΟΣ ΠΛΗΡΩΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΑΦΟΡΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

Ακολουθώντας την ίδια διαδικασία υπολογισμών λαμβάνουμε τα αποτελέσματα που ακολουθούν υπό μορφή πίνακα:

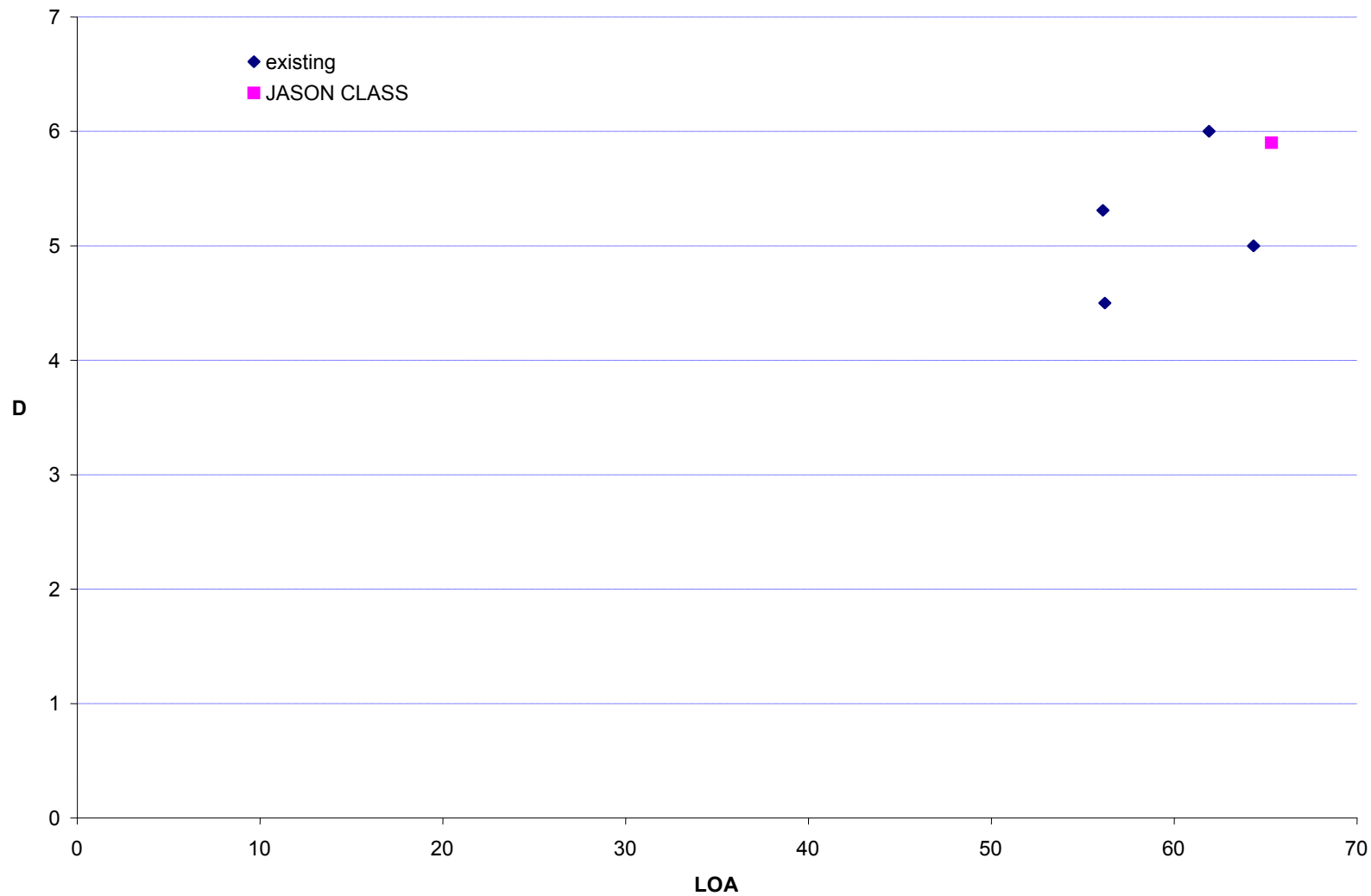
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΒΑΡΩΝ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΘΕΙΣΑ ΤΙΜΗ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΤΙΜΗ
$W_1 \equiv W_{HST}$ [tons]	176.768	175.378
$W_2 \equiv W_{prop.plant}$ [tons]	155.429	154.207
$W_3 \equiv W_{el.plant}$ [tons]	24.316	24.125
$W_4 \equiv W_{C3}$ [tons]	42.479	42.145
$W_5 \equiv W_{AUX.}$ [tons]	65.0917	64.580
$W_6 \equiv W_{OT}$ [tons]	118.846	117.912
$W_7 \equiv W_{ARM.}$ [tons]	28.865	28.638
<b>L.S.</b> [tons]	<b>611.795</b>	<b>606.985</b>

Κατά συνέπεια είναι:  $\Delta_B = LS + DWT = 606.985 + 137.835 = 744.82$  tons

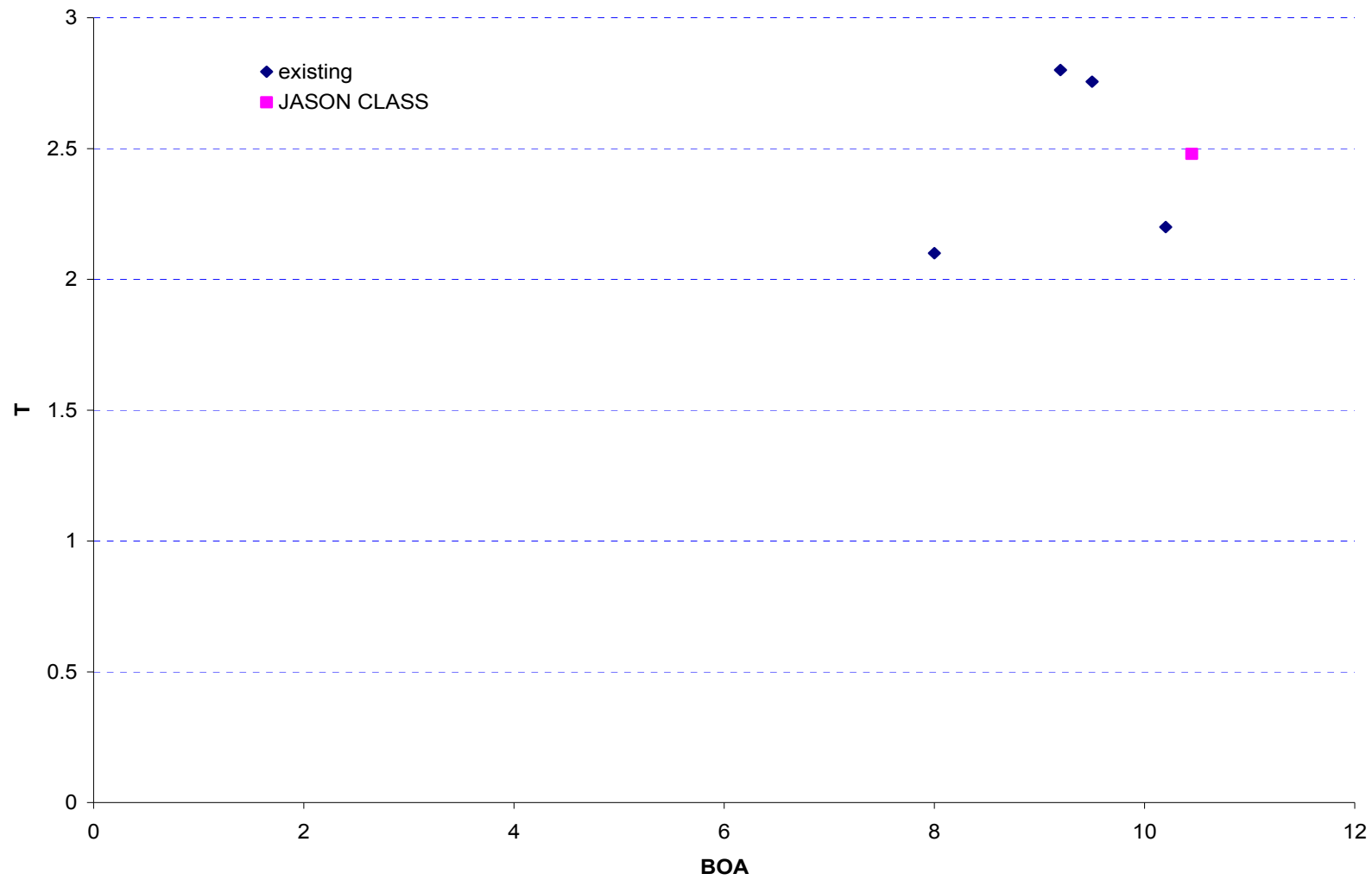
Ακολουθούν γραφήματα απεικόνισης των διαστάσεων του «ΙΑΣΩΝ» σε σχέση με υπάρχουσες σχεδιάσεις, τα διαγράμματα  $R_T$  vs  $V_s$ , EHP vs  $V_s$ , και γράφημα απεικόνισης μέγιστης αυτονομίας του «ΙΑΣΩΝ» σε σχέση με εύρος ταχυτήτων (για την απεικόνιση της αυτονομίας θεωρήθηκε σταθερή ειδική κατανάλωση καυσίμου σε όλο το εύρος στροφών Κ. Μηχανών καθώς δεν εντοπίστηκε η σχετική καμπύλη).



**ΓΡΑΦΗΜΑ 2.1 : Απεικόνιση  $L_{OA}$  -  $B_{OA}$**

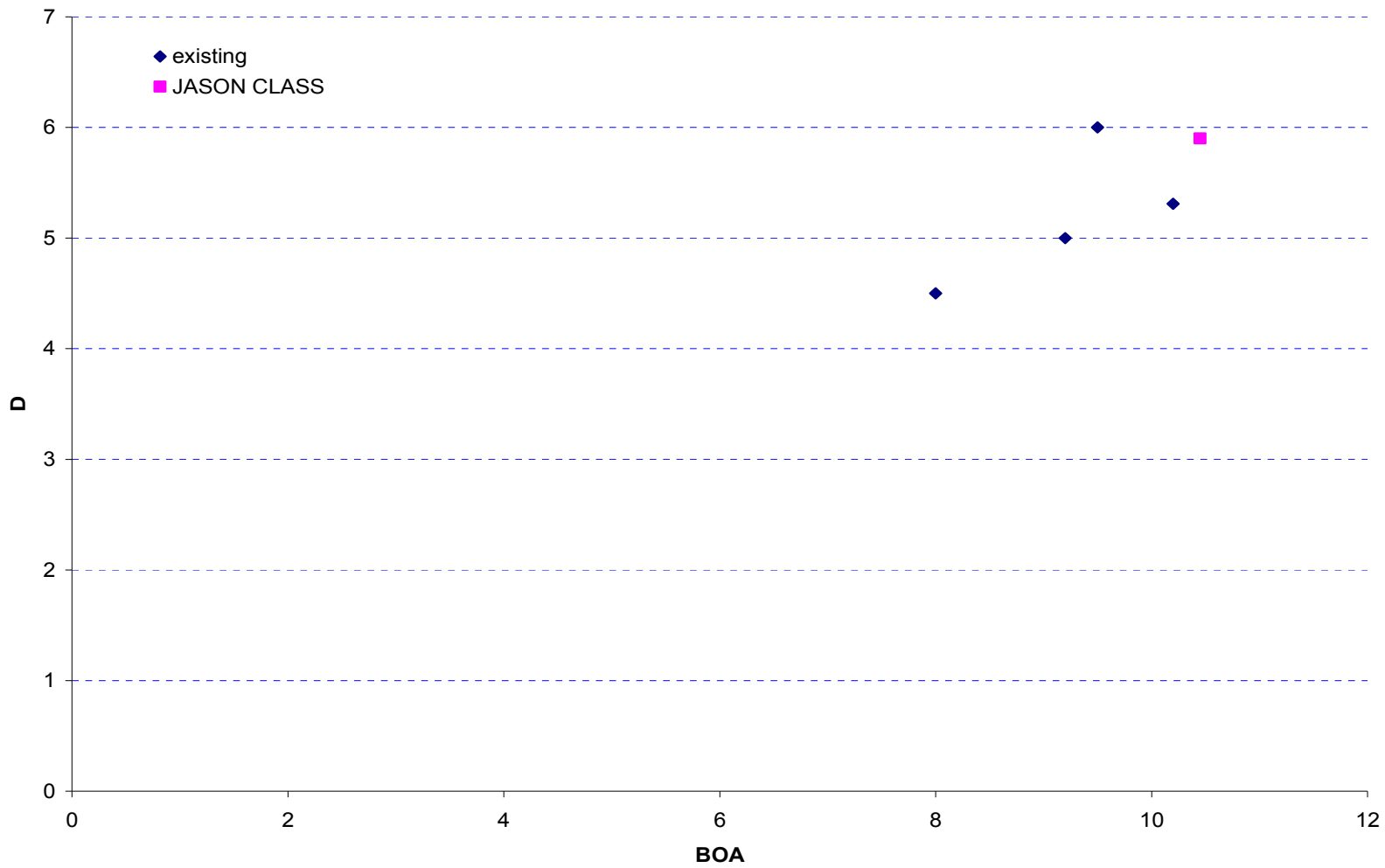


**ΓΡΑΦΗΜΑ 2.2 : Απεικόνιση L<sub>0A</sub> – D**

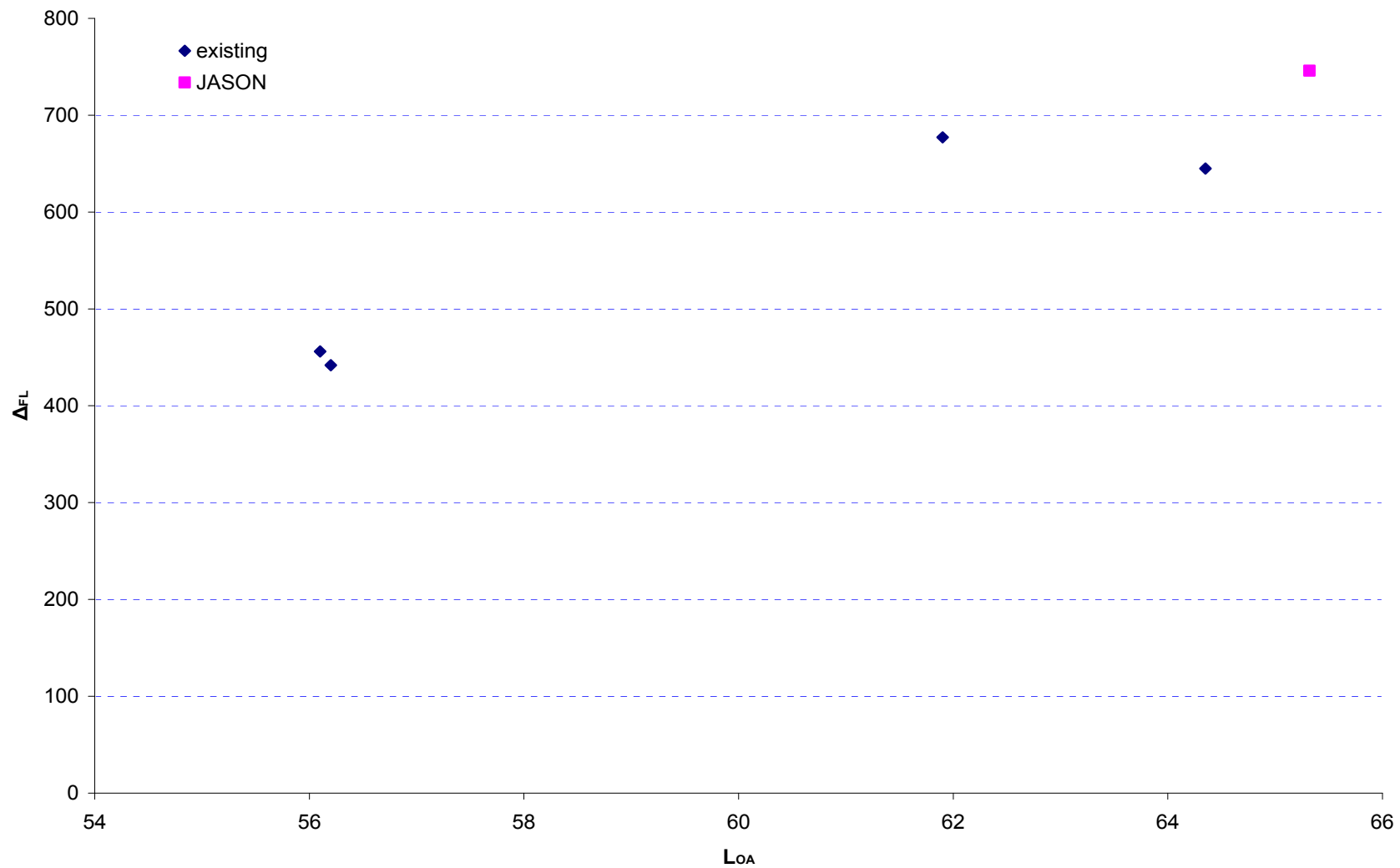


**ΓΡΑΦΗΜΑ 2.3 : Απεικόνιση Β<sub>ΟΑ</sub> – Τ**

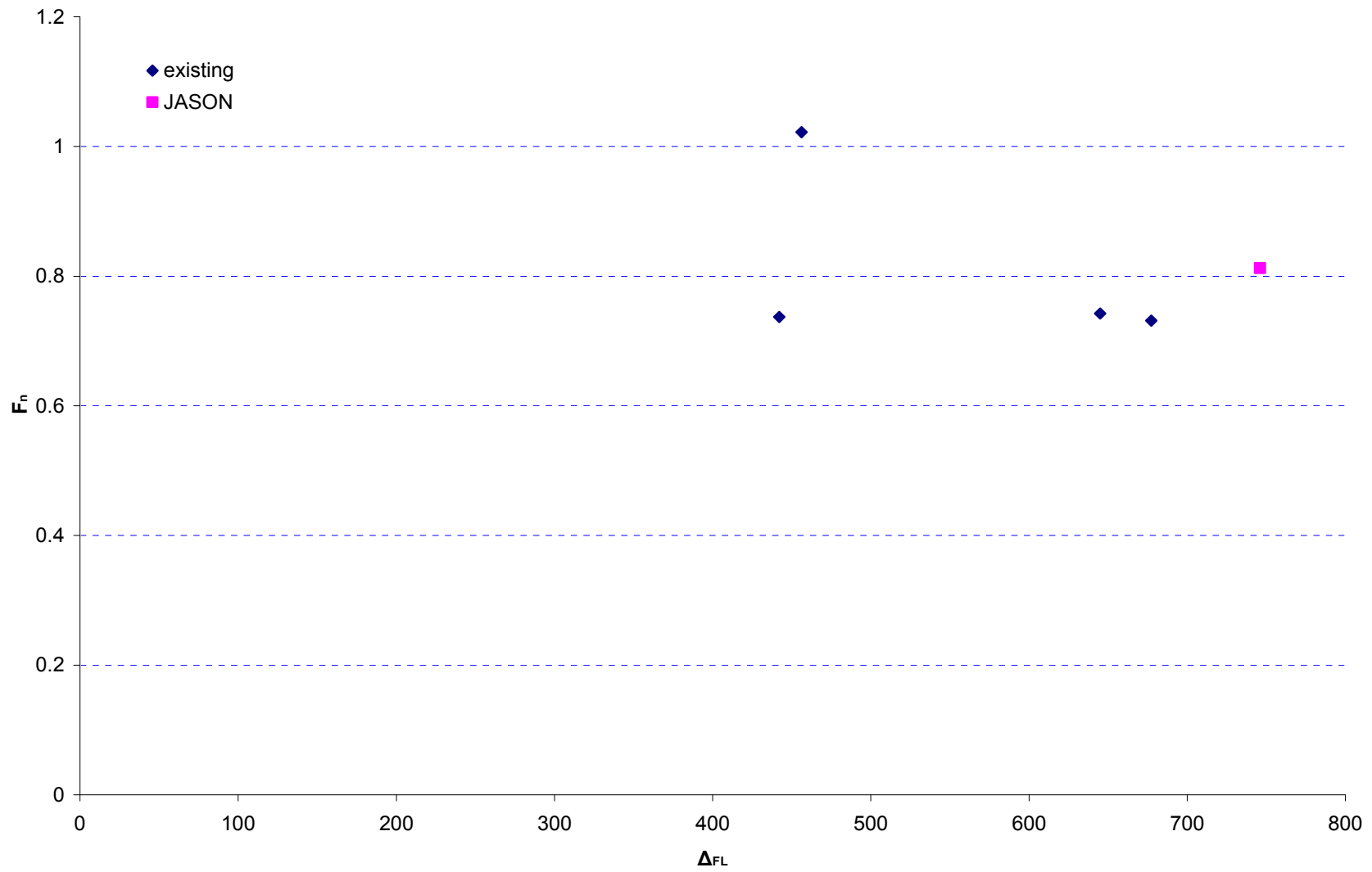




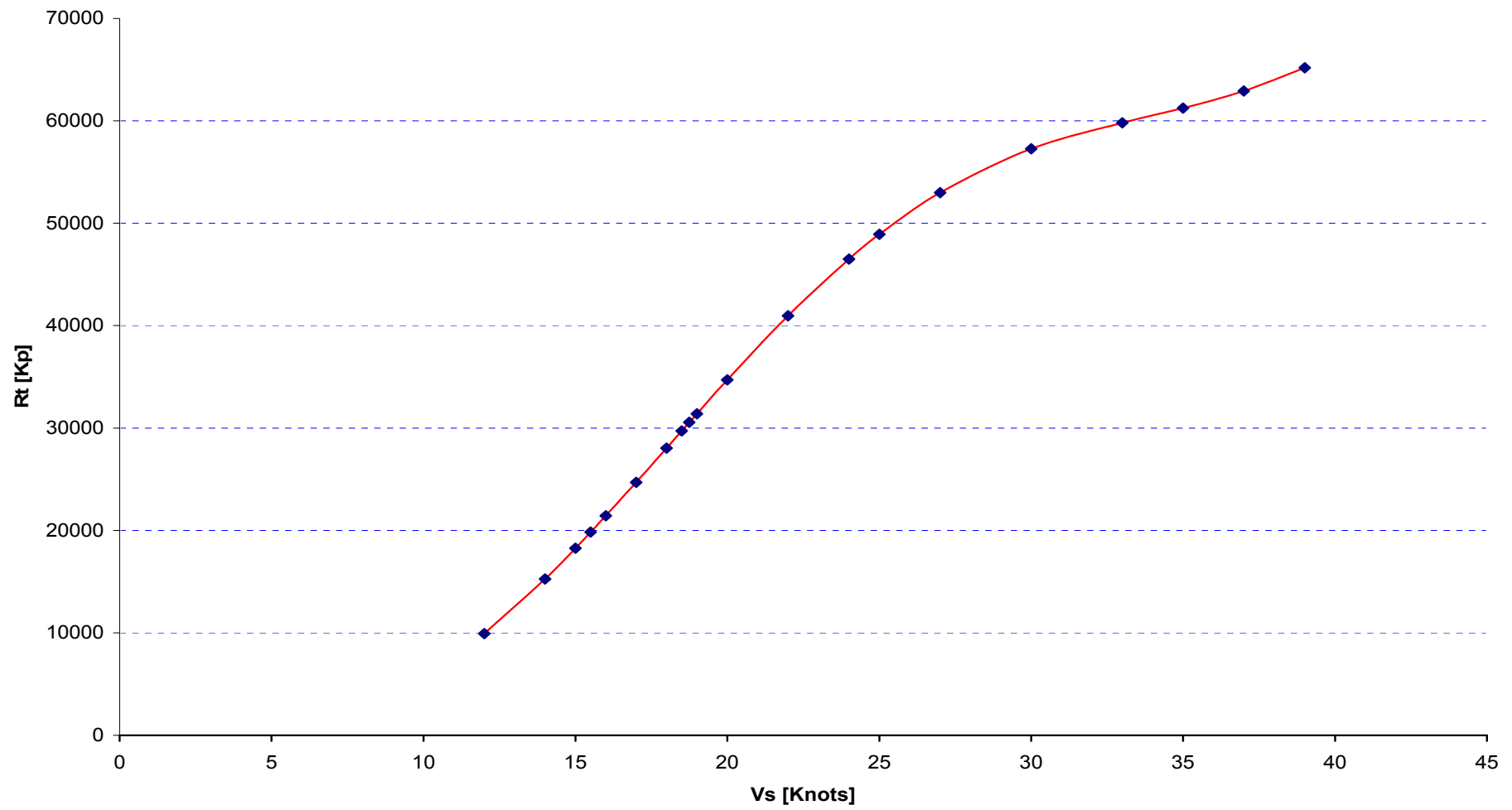
**ΓΡΑΦΗΜΑ 2.4 : Απεικόνιση Β<sub>ΟΑ</sub> – D**



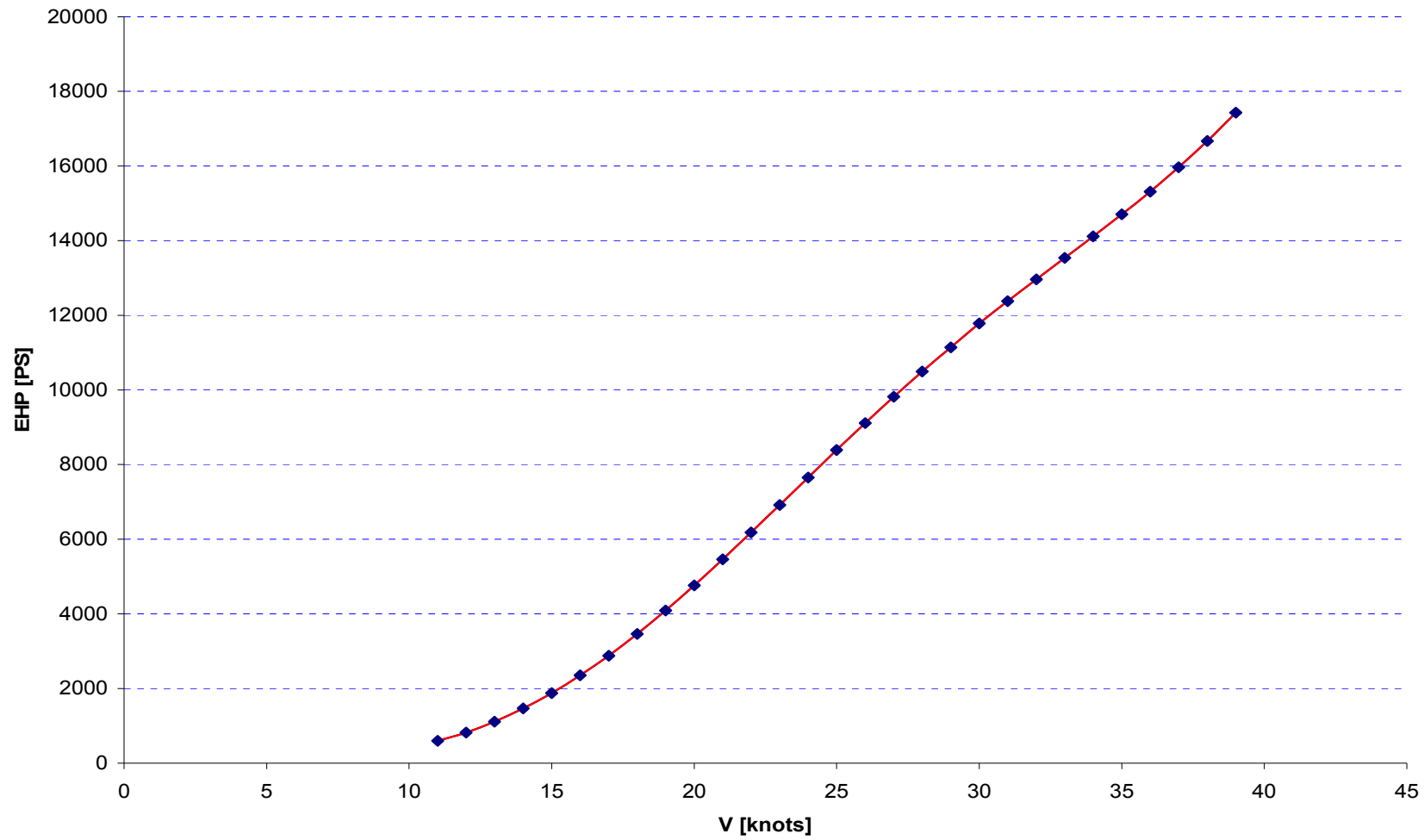
**ΓΡΑΦΗΜΑ 2.5 : Απεικόνιση  $\Delta_{FL}$  -  $L_{οΑ}$**



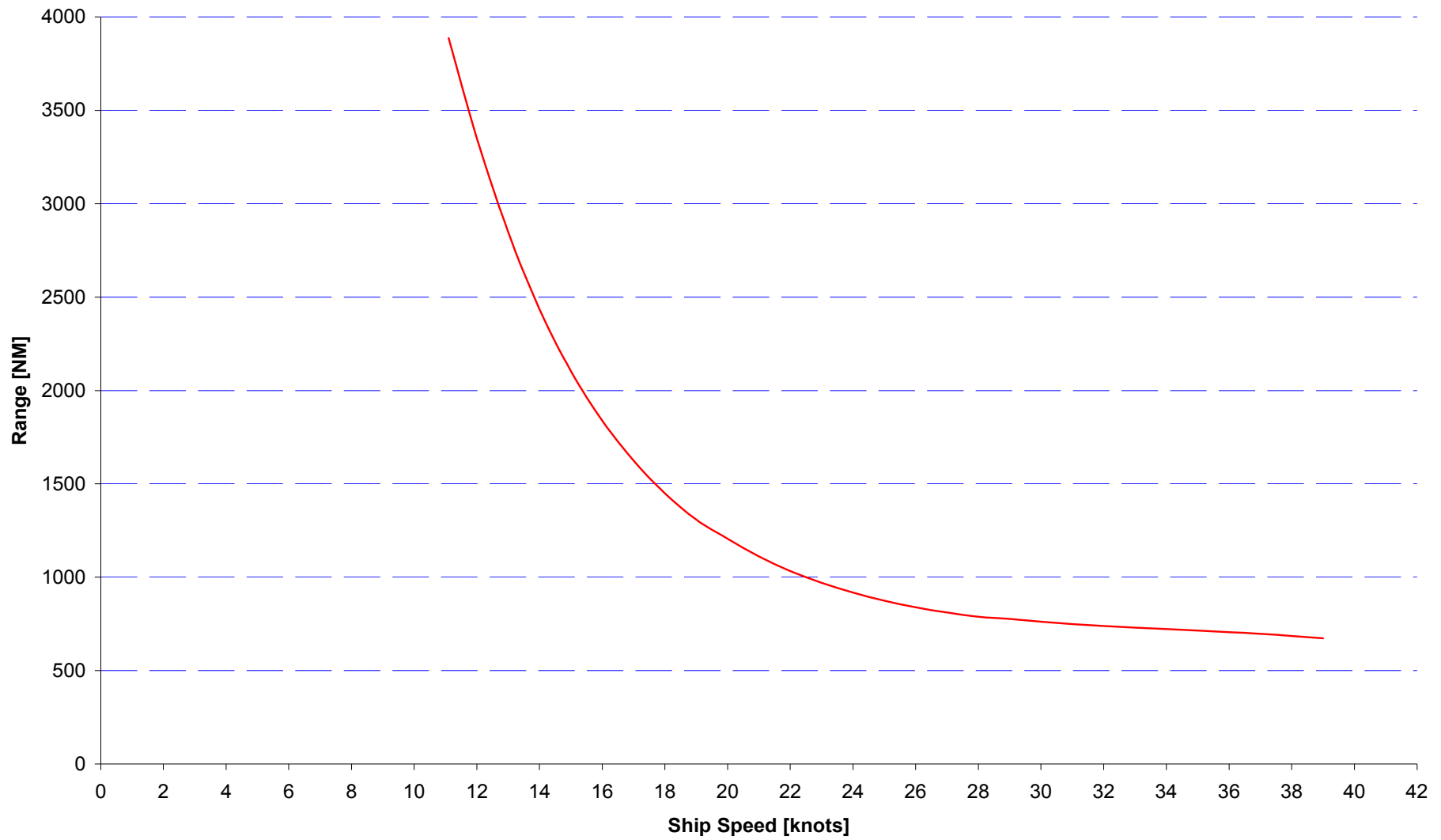
**ΓΡΑΦΗΜΑ 2.6 : Απεικόνιση  $\Delta_{FL} - F_n$**



**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.2 : Συνολική Αντίσταση Σκάφους «ΙΑΣΩΝ»**



**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.3 : Ισχύς Ρυμουκλήσεως Σκάφους «ΙΑΣΩΝ»**



**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.4 : Αυτονομία Σκάφους «ΙΑΣΩΝ»**

## 2.8. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΕΝΤΡΩΝ ΒΑΡΟΥΣ

### ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΕΝΤΡΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΟΥ LIGHT SHIP ΤΟΥ ΠΑΤΡΙΚΟΥ ΣΚΑΦΟΥΣ

Από το σχέδιο Γενικής Διάταξης του πατρικού σκάφους εκτιμώ τους λόγους **KG/D** και **LCG/L<sub>WL</sub>** και κατασκευάζω πίνακα για τον υπολογισμό της καθ' ύψους και διαμήκους θέσης του κέντρου βάρους του πατρικού. Τις ομάδες βαρών που συνθέτουν το LS τις λαμβάνω σύμφωνα με τον υπολογισμό που έχει προηγηθεί ενώ είναι γνωστό ότι:

$$\mathbf{KG}_{LS} = 4.14 \text{ m και } \mathbf{LCG}_{LS} = 25.9 \text{ m}$$

Προκύπτει ο ακόλουθος πίνακας:

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΒ <sub>LS</sub> ΠΑΤΡΙΚΟΥ FAC 3							
L <sub>WL</sub> =58.300 m		D=6 m					
ΟΜΑΔΕΣ ΒΑΡΩΝ	W (tons)	KG/D	KG'	M <sub>T</sub> (t*m)	LCG/L <sub>WL</sub>	LCG'	M <sub>L</sub> (t*m)
W <sub>STR ACTUAL</sub>	153.635	0.6	3.6	553.0871869	0.45	26.235	4030.6229
W <sub>OT ACTUAL</sub>	103.293	0.8	4.8	495.8086886	0.5	29.15	3011.0048
W <sub>PROP. PLANT ACTUAL</sub>	112.523	0.45	2.7	303.8131789	0.25	14.575	1640.0285
W <sub>EL ACTUAL</sub>	24.125	0.55	3.3	79.61189305	0.28	16.324	393.8135
W <sub>AUX ACTUAL</sub>	64.580	0.45	2.7	174.3657791	0.7	40.81	2635.5065
W <sub>ARM ACTUAL</sub>	28.638	1.2	7.2	206.1939577	0.35	20.405	584.3594
W <sub>C3 ACTUAL</sub>	42.145	1.6	9.6	404.5920956	0.6	34.98	1474.2324
W <sub>LS</sub>	528.94		4.192	2217.47278		26.0324	13769.5681

Άρα οι συντελεστές διόρθωσης για το KG και LCG του πατρικού πλοίου είναι:

$$\lambda_{KG} = \frac{KG_{\text{ΠΡ}}}{KG'} = \frac{4.14}{4.192} \Rightarrow \lambda_{KG} = 0.9875$$

$$\lambda_{LCG} = \frac{LCG_{\text{ΠΡ}}}{LCG'} = \frac{25.9}{26.0324} \Rightarrow \lambda_{LCG} = 0.9949$$

### ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΕΝΤΡΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΟΥ LIGHT SHIP ΤΟΥ ΣΚΑΦΟΥΣ «ΙΑΣΩΝ»

Με τους ίδιους λόγους **KG/D** και **LCG/L<sub>WL</sub>** με το πατρικό πλοίο, κατασκευάζω τον αντίστοιχο πίνακα του «ΙΑΣΩΝ»:

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΒ <sub>LS</sub> «ΙΑΣΩΝ»							
L <sub>WL</sub> =62.16 m		D=5.9 m					
ΟΜΑΔΕΣ ΒΑΡΩΝ	W (tons)	KG/D	KG'	M <sub>T</sub> (t*m)	LCG/L <sub>WL</sub>	LCG'	M <sub>L</sub> (t*m)
W <sub>STR</sub> ACTUAL	175.378	0.6	3.54	620.8385259	0.45	27.972	4905.6766
W <sub>OT</sub> ACTUAL	117.912	0.8	4.72	556.5436023	0.5	31.08	3664.6981
W <sub>PROP.</sub> PLANT ACTUAL	154.207	0.45	2.655	409.4205559	0.25	15.54	2396.3825
W <sub>EL</sub> ACTUAL	24.125	0.55	3.245	78.28502816	0.28	17.4048	419.8876
W <sub>aux</sub> ACTUAL	64.580	0.45	2.655	171.4596828	0.7	43.512	2810.0014
W <sub>ARM</sub> ACTUAL	28.638	1.2	7.08	202.7573917	0.35	24.864	712.0565
W <sub>C3</sub> ACTUAL	42.145	1.6	9.44	397.848894	0.6	37.296	1571.8403
W <sub>LS</sub>	606.985		4.0152	2437.153681		27.1514	16480.5430

Και το τελικό κέντρο βάρους από τους συντελεστές διόρθωσης θα είναι:

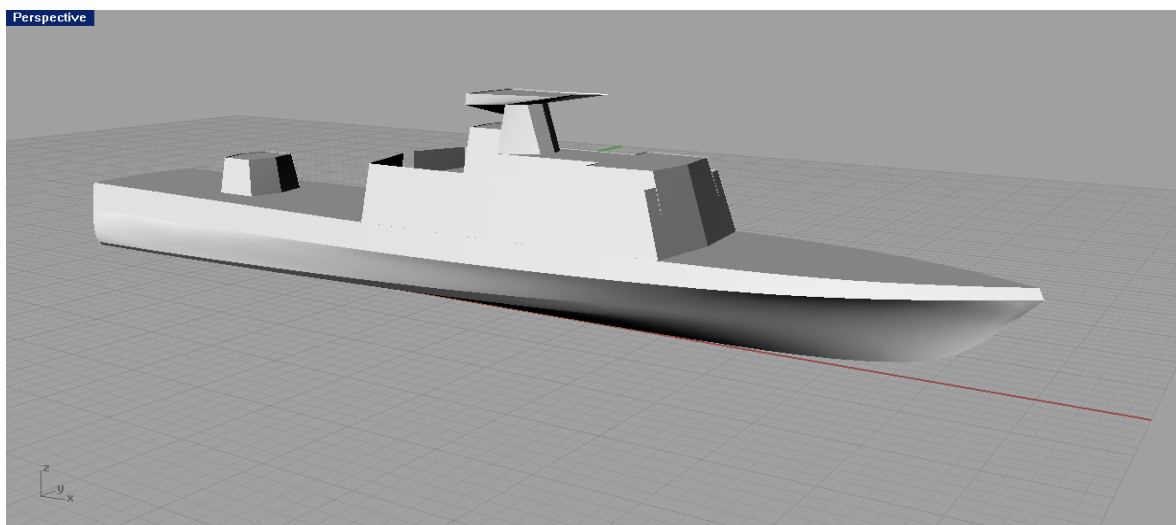
$$KG_{LS\_ΙΑΣΩΝ} = KG' * \lambda_{KG} = 4.0152 * 0.9875 \Rightarrow KG_{LS\_ΙΑΣΩΝ} = 3.965m$$

$$LCG_{LS\_ΙΑΣΩΝ} = LCG' * \lambda_{LCG} = 27.1514 * 0.9949 \Rightarrow LCG_{LS\_ΙΑΣΩΝ} = 27.1m$$

### ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

Είναι  $LCB_{LS\_FAC3} = 26.23m$  και  $LCG_{LS\_FAC3} = 25.9m$  ενώ  $LCB_{LS\_ΙΑΣΩΝ} = 23.93m$  (αποτέλεσμα από RHINO MARINE για trim=0, VCG=3.965m, Δ=606.985 tonnes) και  $LCG_{LS\_ΙΑΣΩΝ} = 27.1m$ . Παρατηρούμε λοιπόν ότι εξαιτίας της διαφορετικής μορφής της γάστρας του «ΙΑΣΩΝ» (θέση LCB) η κατανομή βαρών, που συνθέτουν το LS, του πατρικού πλοίου θα οδηγούσε σε διαγωγή του σκάφους ίση με:

$t = 1.014418m$  (αποτέλεσμα RHINO MARINE για Δ=606.985 tonnes,  $LCG_{LS\_ΙΑΣΩΝ} = 27.1m$ , VCG=3.965m)



**Γραφική Αναπαράσταση Σκάφους με Κατανομή Βαρών LS Πατρικού**



Η διαγωγή που παρουσιάζει το σκάφος σε Light Ship Condition δεν είναι δυνατό να διορθωθεί με την κατανομή βαρών των φορτίων σε Full Load Condition.

Για να λυθεί το πρόβλημα που παρουσιάζεται θα απαιτηθεί να γίνει ανακατανομή των βαρών που συνθέτουν το LS (πιθανή μετακίνηση πρύμνηθεν των ομάδων βαρών  $W_{C3}$ ,  $W_{ARM}$ ,  $W_{aux}$ ,  $W_{STR}$ , όχι όμως του  $W_{PROP. PLANT}$  του οποίου η θέση θεωρείται ήδη αρκετά πρύμνηθεν και περαιτέρω μετακίνησή του αναμένεται να οδηγήσει σε μεγάλες γωνίες κλίσης αξόνων που θα πρέπει να αποφευχθούν).

## ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ ΟΜΑΔΩΝ ΒΑΡΩΝ – ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΘΕΣΗΣ ΚΕΝΤΡΩΝ ΒΑΡΟΥΣ

### ΥΠΕΡΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

Αρχικά μετακινήθηκε η υπερκατασκευή από την αρχική της θέση ( $x_{forward}=48m$ ,  $x_{aft}= 27m$ ) στη θέση ( $x_{forward}=35, x_{aft}= 6m$ ) και υποθέτω ότι η διαμήκης θέση του κέντρου βάρους της είναι στο μέσο αυτής άρα:

$$L_{ΥΠΕΡΚΑΤΑΣΚ} = x_{forward} - x_{aft} = 35 - 6 = 29m$$

$$LCG_{ΥΠΕΡΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ} = x_{aft} + \frac{L_{ΥΠΕΡΚΑΤΑΣΚ.}}{2} = 6 + \frac{29}{2} = 20.5m$$

Για να υπολογισθεί η μεταβολή της θέσης του  $LCG_{LS}$  θα πρέπει να εκτιμηθεί αρχικά το βάρος της υπερκατασκευής. Λαμβάνοντας ως δεδομένη τη σχετική κατανομή βαρών Γάστρας – Υπερκατασκευής Σκάφους με αντίστοιχες σχετικές διαστάσεις καταλήγω στο βάρος της υπερκατασκευής από το γνωστό  $W_{STR}$ .

### Δεδομένα από σκάφος αντίστοιχων σχετικών διαστάσεων

<b>Hull</b>	<b>128.9 tons</b>
<b>Superstructure</b>	<b>21.3 tons</b>
<b><math>W_{STR}</math></b>	<b>189.7 tons</b>

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ:

Είναι:

$$\frac{W_{SUPERSTR}}{W_{HULL}} = \frac{21.3}{128.29} = 0.16524$$

Θεωρούμε ότι τα λοιπά βάρη και οι ανοχές που προστίθενται στα βάρη  $W_{SUPERSTR}$  και  $W_{HULL}$  για να καταλήξουμε στο  $W_{STR}$  κατανέμονται στα  $W_{SUPERSTR}$  και  $W_{HULL}$  αναλογικά με βάση τον λόγο  $\frac{W_{SUPERSTR}}{W_{HULL}}$ .

Τα λοιπά βάρη είναι:

$$W_{RESIDUAL} = W_{STR} - (W_{SUPERSTR} + W_{HULL}) = 189.7 - (21.3 + 128.29)$$

$$W_{RESIDUAL} = 40.11 \text{ tons}$$

Έτσι προκύπτει:

$$W_{\text{SUPERSTR\_FINAL}} = W_{\text{SUPERSTR}} + \frac{W_{\text{SUPERSTR}}}{W_{\text{HULL}}} * W_{\text{RESIDUAL}} = 21.3 + 0.16524 * 40.11 \Rightarrow$$

$$W_{\text{SUPERSTR\_FINAL}} = 27.95947 \text{ tons}$$

και

$$\frac{W_{\text{SUPERSTR\_FINAL}}}{W_{\text{STR}}} = \frac{27.95947}{189.7} = 0.147388$$

Έτσι προκύπτουν:

Για το πατρικό σκάφος

$$W_{\text{SUPERSTR}} = 0.147388 * W_{\text{STR}} \Rightarrow W_{\text{SUPERSTR}} = 0.147388 * 153.635 \Rightarrow$$

$$W_{\text{SUPERSTR}} = 22.644 \text{ tons}$$

$$W_{\text{HULL}} = W_{\text{STR}} - W_{\text{SUPERSTR}} = 153.635 - 22.644 = 130.991 \text{ tons}$$

Για το «ΙΑΣΩΝ»

$$W_{\text{SUPERSTR}} = 0.147388 * W_{\text{STR}} \Rightarrow W_{\text{SUPERSTR}} = 0.147388 * 175.378$$

$$W_{\text{SUPERSTR}} = 25.849 \text{ tons}$$

$$W_{\text{HULL}} = W_{\text{STR}} - W_{\text{SUPERSTR}} = 175.378 - 25.849 = 149.529 \text{ tonnes}$$

$W_{\text{C3}}$

Η μετακίνηση της υπερκατασκευής, διατηρώντας την σχετική θέση του ιστού σε αυτή σταθερή, οδηγεί σε μετακίνηση μέρους του βάρους της κατηγορίας  $W_{\text{C3}}$ . Το βάρος που έχει μετακινηθεί μπορεί να εκτιμηθεί ως ακολούθως:

Διανέμουμε το βάρος  $W_{\text{C3}}$  σε αυτό άνωθεν κυρίου καταστρώματος, έστω  $W_{\text{C3}_a}$  και κάτω από το κύριο κατάστρωμα, έστω  $W_{\text{C3}_b}$  τότε είναι:

$$W_{\text{C3}} = W_{\text{C3}_a} + W_{\text{C3}_b} = 42.145 \text{ tons}$$

Ενώ θα πρέπει να ισχύει και:

$$W_{\text{C3}} * \text{KG}_{\text{C3}} = W_{\text{C3}_a} * \text{KG}_{\text{C3}_a} + W_{\text{C3}_b} * \text{KG}_{\text{C3}_b}$$

Από το σχέδιο γενικής διάταξης του πατρικού εκτιμώ τα  $\text{KG}_{\text{C3}_a}$  και  $\text{KG}_{\text{C3}_b}$  ως το  $W_{\text{C3}_b}$  στο μέσο του διαμερίσματος Κέντρου Πληροφοριών Μάχης (C.I.C) άρα

$$\text{KG}_{\text{C3}_b} = h_{\text{TANK TOP}} + \frac{h_{\text{between decks}}}{2} = 1.3 + \frac{2.35}{2} = 2.475 \text{ m}$$

Και το  $KG_{C3\_a}$  στο ύψος του ιστού άρα  $KG_{C3\_a} = 14\text{ m}$

Από τα παραπάνω προκύπτει:

$$W_{C3} * KG_{C3} = W_{C3\_a} * KG_{C3\_a} + W_{C3\_b} * KG_{C3\_b} \Rightarrow$$

$$42.145 * 9.6 = W_{C3\_a} * 14 + W_{C3\_b} * 2.475 \Rightarrow$$

$$404.592 = W_{C3\_a} * 14 + (42.145 - W_{C3\_a}) * 2.475 \Rightarrow W_{C3\_a} = 26.055\text{ tons}$$

Λαμβάνω τη διαμήκη θέση κέντρου βάρους του  $W_{C3\_a}$  στο μέσο της υπερκατασκευής, άρα:

$$LCG_{W_{C3\_a}} = x_{aft\_ΥΠΕΡΚ} + \frac{L_{ΥΠΕΡΚ}}{2} = 6 + \frac{29}{2} = 20.5\text{ m}$$

$W_{ARM}$

Εξαιτίας της μετακινήσεως της υπερκατασκευής μετακινήθηκαν πρύμνηθεν τα δύο πυροβόλα των 30 mm. Η αρχική τους θέση είχε προσδιορισθεί να έχει  $LCG_{30\text{mm guns initial}} = 28.2\text{ m}$  κατά αντιστοιχία με τη θέση τους στο πατρικό σκάφος ενώ η τελική τους θέση έχει προσδιορισθεί να έχει  $LCG_{30\text{mm guns final}} = 15.2\text{ m}$ . Το βάρος του κάθε πυροβόλου είναι  $W_{30\text{ mm gun}} = 1.5\text{ tons}$ .

Η μετακίνηση της υπερκατασκευής οδήγησε επίσης στη μετακίνηση του συστήματος πυραύλων Επιφανείας – Αέρος (Rolling Airframe Missile) από την αρχική του θέση, με βάση τη γενική διάταξη του πατρικού, με  $LCG_{RAM\text{ INITIAL}} = 4.35\text{ m}$  στη τελική του θέση με  $LCG_{RAM\text{ FINAL}} = 7.35\text{ m}$  ενώ μεταβλήθηκε επίσης το  $VCG_{RAM}$  καθώς μετακινήθηκε από το κύριο κατάστρωμα στο κατάστρωμα 01, οπότε:

$\Delta VCG_{RAM} = h_{\text{between decks}} = 2.35\text{ m}$ . Το βάρος του συστήματος εκτόξευσης των πυραύλων είναι  $W_{RAM} = 5.8\text{ tons}$ .



### ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ RAM Mk-49 (Block 1)

Κύρια Λειτουργία: Εκτόξευση Πυραύλων Επιφανείας- Αέρος

Προμηθευτής : Raytheon, Diehl BGT Defence

Μήκος: 2780 mm

Διάμετρος: 127 mm

Άνοιγμα Πτερυγίων: 445 mm

Ταχύτητα: Mach 2.0+

Ακτίνα Ενεργείας: 7.5 km

Σύστημα Κατεύθυνσης: three modes—passive radio frequency/infrared homing, infrared only, or infrared dual mode enabled (radio frequency and infrared homing)

Κόστος Μονάδας: \$444,000

Βάρος Συστήματος Εκτόξευσης Mk-49: 5.8 tons

EΙΚΟΝΑ 2.3 : RAM LAUNCHER

$W_{OT}$

Ακολουθώντας τον καταμερισμό του  $W_{OT}$  όπως προτείνεται από τον Lamb και αναφέρεται από τον Parsons <sup>[12]</sup>, δηλαδή υποθέτουμε 25%  $W_{OT}$  με διαμήκη θέση κέντρου βάρους,  $LCG_{OT1}$ , ίση με τη διαμήκη θέση του  $W_{PROP. PLANT}$ , 37.5%  $W_{OT}$  με διαμήκη θέση κέντρου βάρους,  $LCG_{OT2}$ , ίση με τη διαμήκη θέση του  $W_{SUPERSTR}$  και 37.5%  $W_{OT}$  με διαμήκη θέση κέντρου βάρους,  $LCG_{OT3}$  στον μέσο νομέα για το πατρικό με βάση την αρχική εκτίμηση των ανωτέρω θέσεων προκύπτουν:

$$W_{OT1} = \frac{25}{100} * W_{OT} = 0.25 * 103.293 = 25.82 \text{ tons}$$

$$LCG_{OT1} = LCG_{PROP.PLANT} = 14.575 \text{ m}$$

$$W_{OT2} = \frac{37.5}{100} * W_{OT} = 0.375 * 103.293 = 38.735 \text{ tons}$$

$$LCG_{OT2} = LCG_{SUPERSTR} = 35 \text{ m}$$

$$\text{Όπου έχει ληφθεί } LCG_{SUPERSTR} = x_{aft} + \frac{L_{ΥΠΕΡΚΑΤΑΣΚ.}}{2} = 25 + \frac{45 - 25}{2} = 35 \text{ m}$$

$$W_{OT3} = \frac{37.5}{100} * W_{OT} = 0.375 * 103.293 = 38.735 \text{ tons}$$

$$LCG_{OT3} = \frac{L_{WL}}{2} = \frac{58.3}{2} = 29.15 \text{ m}$$

Έτσι συνολικά είναι:

$$LCG_{OT} = \frac{W_{OT1} * LCG_{OT1} + W_{OT2} * LCG_{OT2} + W_{OT3} * LCG_{OT3}}{W_{OT}} \Rightarrow$$

$$LCG_{OT} = \frac{25.82 * 14.575 + 38.735 * 35 + 38.735 * 29.15}{103.293} = 27.7 \text{ m}$$

$$\text{Άρα } \frac{LCG_{OT}}{L_{WL}} = \frac{27.7}{58.3} = 0.475$$

Αντίστοιχα για το «ΙΑΣΩΝ» με τη νέα θέση της υπερκατασκευής προκύπτουν:

$$W_{OT1\_ΙΑΣΩΝ} = \frac{25}{100} * W_{OT\_ΙΑΣΩΝ} = 0.25 * 117.912 = 29.478 \text{ tons}$$

$$LCG_{OT1\_ΙΑΣΩΝ} = LCG_{PROP.PLANT\_ΙΑΣΩΝ} = 15.54 \text{ m}$$

$$W_{OT2\_ΙΑΣΩΝ} = \frac{37.5}{100} * W_{OT\_ΙΑΣΩΝ} = 0.375 * 117.912 = 44.217 \text{ tons}$$

$$LCG_{OT2\_ΙΑΣΩΝ} = LCG_{SUPERSTR\_ΙΑΣΩΝ} = 20.5 \text{ m}$$

$$W_{OT3\_ΙΑΣΩΝ} = \frac{37.5}{100} * W_{OT\_ΙΑΣΩΝ} = 0.375 * 117.912 = 44.217 \text{ tons}$$

$$LCG_{OT3\_ΙΑΣΩΝ} = \frac{L_{WL}}{2} = \frac{62.16}{2} = 31.08 \text{ m}$$

Έτσι συνολικά είναι:

$$LCG_{OT\_IAΣΩN} = \frac{W_{OT1\_IAΣΩN} * LCG_{OT1\_IAΣΩN} + W_{OT2\_IAΣΩN} * LCG_{OT2\_IAΣΩN} + W_{OT3\_IAΣΩN} * LCG_{OT3\_IAΣΩN}}{W_{OT}}$$

$$\Rightarrow LCG_{OT\_IAΣΩN} = \frac{29.478 * 15.54 + 44.217 * 20.5 + 44.217 * 31.08}{117.912} = 23.227 \text{ m}$$

Κατασκευάζω νέο πίνακα για τον υπολογισμό της καθ' ύψους και διαμήκους θέσης του κέντρου βάρους του πατρικού με διαχωρισμό του  $W_{STR}$  σε  $W_{HULL}$  και  $W_{SUPERSTR}$

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΒ <sub>LS</sub> ΠΑΤΡΙΚΟΥ FAC 3							
L <sub>WL</sub> =58.300 m		D=6 m					
ΟΜΑΔΕΣ ΒΑΡΩΝ	W (tons)	KG/D	KG'	M <sub>T</sub> (t*m)	LCG/L <sub>WL</sub>	LCG'	M <sub>L</sub> (t*m)
W <sub>HULL STR</sub>	130.991	0.5	3	392.9740665	0.44	25.652	3360.1903
W <sub>SUPERSTR</sub>	22.644	1.4	8.4	190.2093833	0.6	34.98	792.0862
W <sub>OT</sub>	103.293	0.8	4.8	495.8086886	0.475	27.6925	2860.4546
W <sub>PROP. PLANT</sub>	112.523	0.45	2.7	303.8131789	0.25	14.575	1640.0285
W <sub>EL</sub>	24.125	0.55	3.3	79.61189305	0.28	16.324	393.8135
W <sub>aux</sub>	64.580	0.45	2.7	174.3657791	0.7	40.81	2635.5065
W <sub>ARM</sub>	28.638	1.2	7.2	206.1939577	0.35	20.405	584.3594
W <sub>C3</sub>	42.145	1.6	9.6	404.5920956	0.6	34.98	1474.2324
W <sub>LS</sub>	528.94000		4.249	2247.569043		25.978	13740.6714

Άρα οι νέοι συντελεστές διόρθωσης για το KG και LCG του πατρικού πλοίου είναι:

$$\lambda_{KG} = \frac{KG_{PP}}{KG'} = \frac{4.14}{4.249} \Rightarrow \lambda_{KG} = 0.9743$$

$$\lambda_{LCG} = \frac{LCG_{PP}}{LCG'} = \frac{25.9}{25.978} \Rightarrow \lambda_{LCG} = 0.997$$

Αν το υπό μελέτη σκάφος είχε την ίδια κατανομή βαρών θα προέκυπταν τα κέντρα βάρους του πίνακα που ακολουθεί:

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΒ <sub>LS</sub> «ΙΑΣΩΝ»							
L <sub>WL</sub> =62.16 m		D=5.9 m					
ΟΜΑΔΕΣ ΒΑΡΩΝ	W (tons)	KG/D	KG'	M <sub>T</sub> (t*m)	LCG/L <sub>WL</sub>	LCG'	M <sub>L</sub> (t*m)
W <sub>HULL STR</sub>	149.529	0.5	2.95	441.1104056	0.44	27.3504	4089.6766
W <sub>SUPERSTR</sub>	25.849	1.4	8.26	213.51274	0.6	37.296	964.0643
W <sub>OT</sub>	117.912	0.8	4.72	556.5436023	0.475	29.526	3481.4632
W <sub>PROP. PLANT</sub>	154.207	0.45	2.655	409.4205559	0.25	15.54	2396.3825
W <sub>EL</sub>	24.125	0.55	3.245	78.28502816	0.28	17.4048	419.8876
W <sub>aux</sub>	64.580	0.45	2.655	171.4596828	0.7	43.512	2810.0014
W <sub>ARM</sub>	28.638	1.2	7.08	202.7573917	0.35	21.756	623.0494
W <sub>C3</sub>	42.145	1.6	9.44	397.848894	0.6	37.296	1571.8403
W <sub>LS</sub>	606.985		4.0708	2470.9383		26.947	16356.3653

Οπότε με βάση τους νέους συντελεστές διόρθωσης για το **KG** και **LCG** του πατρικού πλοίου είναι:

$$\mathbf{KG}_{LS\_IAΣΩN} = \mathbf{KG}' * \lambda_{KG} = 4.0708 * 0.9743 \Rightarrow \mathbf{KG}_{LS\_IAΣΩN} = 3.966 \text{ m}$$

$$\mathbf{LCG}_{LS\_IAΣΩN} = \mathbf{LCG}' * \lambda_{LCG} = 26.947 * 0.997 \Rightarrow \mathbf{LCG}_{LS\_IAΣΩN} = 26.866 \text{ m}$$

Οι μεταβολές του **LCG<sub>LS\_IAΣΩN</sub>** εξαιτίας της μετακινήσεως υπερκατασκευής προκύπτουν από τις μεταβολές των ροπών κατά το διάμηκες των βαρών που μετακινούνται:

$$\mathbf{\Delta LCG}_{LS\_IAΣΩN} 1 = (\mathbf{LCG}'_{SUPERSTR} - \mathbf{LCG}_{SUPERSTR\_NEW}) * \lambda_{LCG} * \frac{\mathbf{W}_{SUPERSTR}}{\mathbf{W}_{LS}} \Rightarrow$$

$$\mathbf{\Delta LCG}_{LS\_IAΣΩN} 1 = (37.296 - 20.5) * 0.997 * \frac{25.849}{606.985} = 0.713$$

Οπότε είναι:

$$\mathbf{LCG}_{LS\_IAΣΩN} 1 = \mathbf{LCG}_{LS\_IAΣΩN} - \mathbf{\Delta LCG}_{LS\_IASVN} 1 = 26.866 - 0.713 = 26.153 \text{ m}$$

Ομοίως εξαιτίας της μετακίνησης μέρους του βάρους κατηγορίας **W<sub>C3</sub>**:

$$\mathbf{\Delta LCG}_{LS\_IAΣΩN} 2 = (\mathbf{LCG}'_{C3} - \mathbf{LCG}_{C3\_NEW}) * \lambda_{LCG} * \frac{\mathbf{W}_{C3\_a}}{\mathbf{W}_{LS}} \Rightarrow$$

$$\mathbf{\Delta LCG}_{LS\_IAΣΩN} 2 = (37.296 - 20.5) * 0.997 * \frac{26.055}{606.985} = 0.719 \text{ m}$$

και

$$\mathbf{LCG}_{LS\_IAΣΩN} 2 = \mathbf{LCG}_{LS\_IAΣΩN} 1 - \mathbf{\Delta LCG}_{LS\_IASVN} 2 = 26.153 - 0.719 = 25.434 \text{ m}$$

Εξαιτίας της μετακίνησης μέρους του βάρους κατηγορίας **W<sub>ARM</sub>**:

$$\mathbf{\Delta LCG}_{LS\_IAΣΩN} 3 = \left[ - \frac{(\mathbf{LCG}_{RAM\_final} - \mathbf{LCG}_{RAM\_initial}) * \mathbf{W}_{CIWS}}{\mathbf{W}_{LS}} + \frac{2 * \mathbf{W}_{30mmgun} * (\mathbf{LCG}_{30mmgun\_final} - \mathbf{LCG}_{30mmgun\_initial})}{\mathbf{W}_{LS}} \right] * \lambda_{LCG} \Rightarrow$$

$$\mathbf{\Delta LCG}_{LS\_IAΣΩN} 3 = \left[ - \frac{(7.35 - 4.35) * 5.8}{606.985} + \frac{2 * 1.5 * (28.2 - 15.2)}{606.985} \right] * \lambda_{LCG} \Rightarrow$$

$$\mathbf{\Delta LCG}_{LS\_IAΣΩN} 3 = 0.03548 \text{ m}$$

και

$$\mathbf{LCG}_{LS\_IAΣΩN} 3 = \mathbf{LCG}_{LS\_IAΣΩN} 2 - \mathbf{\Delta LCG}_{LS\_IASVN} 3 = 25.434 - 0.03548 = 25.399 \text{ m}$$

Εξαιτίας της μετακίνησης μέρους του βάρους κατηγορίας **W<sub>OT</sub>**:

$$\Delta LCG_{LS\_IAΣΩN} 4 = (LCG'_{OT} - LCG_{OT\_NEW}) * \lambda_{LCG} * \frac{W_{OT}}{W_{LS}} \Rightarrow$$

$$\Delta LCG_{LS\_IAΣΩN} 4 = (29.526 - 23.227) * 0.997 * \frac{117.912}{606.985} = 1.22$$

ΟΠΌΤΕ ΕΊΝΑΙ:

$$LCG_{LS\_IAΣΩN} 4 = LCG_{LS\_IAΣΩN} 3 - \Delta LCG_{LS\_IASVN} 4 = 25.399 - 1.22 = 24.179 \text{ m}$$

Τέλος θεωρείται ότι εξαιτίας της διαφορετικής γεωμετρίας της γάστρας το διάμηκες κέντρο βάρους της κατηγορίας  $W_{HULL\_STR}$  βρίσκεται ελαφρώς πρὺμνηθεν του κέντρου όγκου της γάστρας έως το κύριο κατάστρωμα. Λαμβάνοντας από το πρόγραμμα **RHINO MARINE** το διάμηκες κέντρο όγκου ίσο με **27.2 m** θεωρούμε με ικανοποιητική προσέγγιση  $LCG_{HULL\_STR} = 27\text{m}$ . Έτσι τελικά προκύπτει:

$$\Delta LCG_{LS\_IAΣΩN} 5 = (LCG'_{HULLSTR} - LCG_{HULLSTR\_NEW}) * \lambda_{LCG} * \frac{W_{OT}}{W_{LS}} \Rightarrow$$

$$\Delta LCG_{LS\_IAΣΩN} 5 = (27.3504 - 27) * 0.997 * \frac{149.529}{606.985} = 0.086$$

ΟΠΌΤΕ ΕΊΝΑΙ:

$$LCG_{LS\_IAΣΩN} 5 = LCG_{LS\_IAΣΩN} 4 - \Delta LCG_{LS\_IASVN} 5 = 24.179 - 0.086 = 24.1 \text{ m}$$

Και

$$LCG_{LS\_IAΣΩN\_ΤΕΛΙΚΟ} = LCG_{LS\_IAΣΩN} 5 = 24.1 \text{ m} \Rightarrow$$

$$LCG_{LS\_IAΣΩN\_ΤΕΛΙΚΟ} = 24.1 \text{ m}$$

Εξαιτίας της μετακίνησης του Συστήματος Εκτόξευσης Πυραύλων Επιφανείας –Αέρος (RAM LAUNCHER) προκύπτει μεταβολή της κατακόρυφης θέσης του κέντρου βάρους του LS του «ΙΑΣΩΝ» η οποία είναι:

$$\Delta KG_{LS\_IAΣΩN} = \frac{(KG_{RAM\_final} - KG_{RAM\_initial}) * W_{RAM}}{W_{LS}} \Rightarrow$$

$$\Delta KG_{LS\_IAΣΩN} = \frac{(\Delta KG_{RAM}) * 5.8}{606.985} = \frac{h_{betweendecks} * 5.8}{606.985} \Rightarrow$$

$$\Delta KG_{LS\_IAΣΩN} = 0.02245 \text{ m}$$

Και

$$KG_{LS\_IAΣΩN} = (KG' + \Delta KG_{LS\_IASVN}) * \lambda_{KG} = (4.0708 + 0.02245) * 0.9743 \Rightarrow$$

$$KG_{LS\_IAΣΩN} = 4.093 * 0.9743 = 3.988 \text{ m}$$

Επιπλέον εξαιτίας της διαφορετικής μορφής της γάστρας λαμβάνεται ως περιθώριο λάθους ποσοστό **2.7%** του  $KG_{LS}$ <sup>[3]</sup> και προκύπτει τελικά:

$$KG_{LS\_IAΣΩN\_ΤΕΛΙΚΟ} = KG_{LS\_IAΣΩN} + \frac{2.7}{100} * KG_{LS\_IAΣΩN} = 4.096 \text{ m} \Rightarrow$$

$$KG_{LS\_ΙΑΣΩΝΤΕΛΙΚΟ} = 4.096 \text{ m}$$

Τα αποτελέσματα των ως άνω υπολογισμών υπό μορφή πίνακα έχουν ως ακολούθως:

ΤΕΛΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΒ <sub>LS</sub> «ΙΑΣΩΝ»					
L <sub>WL</sub> =62.16 m		D=5.9 m			
ΟΜΑΔΕΣ ΒΑΡΩΝ	W (tons)	KG'	M <sub>T</sub> (t*m)	LCG'	M <sub>L</sub> (t*m)
W <sub>HULL STR</sub>	149.529	2.950	441.111	27.000	4037.283
W <sub>SUPERSTR</sub>	25.849	8.260	213.513	20.500	529.905
W <sub>OT 1</sub>	29.478	4.720	139.136	15.540	458.088
W <sub>OT 2</sub>	44.217	4.720	208.704	20.500	906.449
W <sub>OT 3</sub>	44.217	4.720	208.704	31.080	1374.264
W <sub>OT TOTAL</sub>	117.912	4.720	556.545	23.228	2738.801
W <sub>PROP. PLANT</sub>	154.207	2.655	409.420	15.540	2396.377
W <sub>EL</sub>	24.125	3.245	78.286	17.405	419.891
W <sub>aux</sub>	64.580	2.655	171.460	43.512	2810.005
W <sub>RAM</sub>	5.800	9.430	54.694	7.350	42.630
W <sub>30mm guns</sub>	3.000	7.080	21.240	15.200	45.600
W <sub>ARM RES</sub>	19.838	7.080	140.453	25.871	513.219
W <sub>ARM TOTAL</sub>	28.638	7.556	216.387	21.002	601.449
W <sub>C3 a</sub>	26.055	13.767	358.691	20.500	534.128
W <sub>C3 b</sub>	16.090	2.434	39.158	37.296	600.093
W <sub>C3</sub>	42.145	9.440	397.849	26.912	1134.220
W <sub>LS</sub>	606.985	4.093	2484.569	24.165	14667.930

Από τον ανωτέρω πίνακα με βάση τους συντελεστές διόρθωσης και το περιθώριο σφάλματος του KG που έχουμε θέσει προκύπτουν:

$$KG_{LS\_ΙΑΣΩΝ} = KG' * \lambda_{KG} = 4.093 * 0.9743 \Rightarrow \quad KG_{LS\_ΙΑΣΩΝ} = 3.988 \text{ m}$$

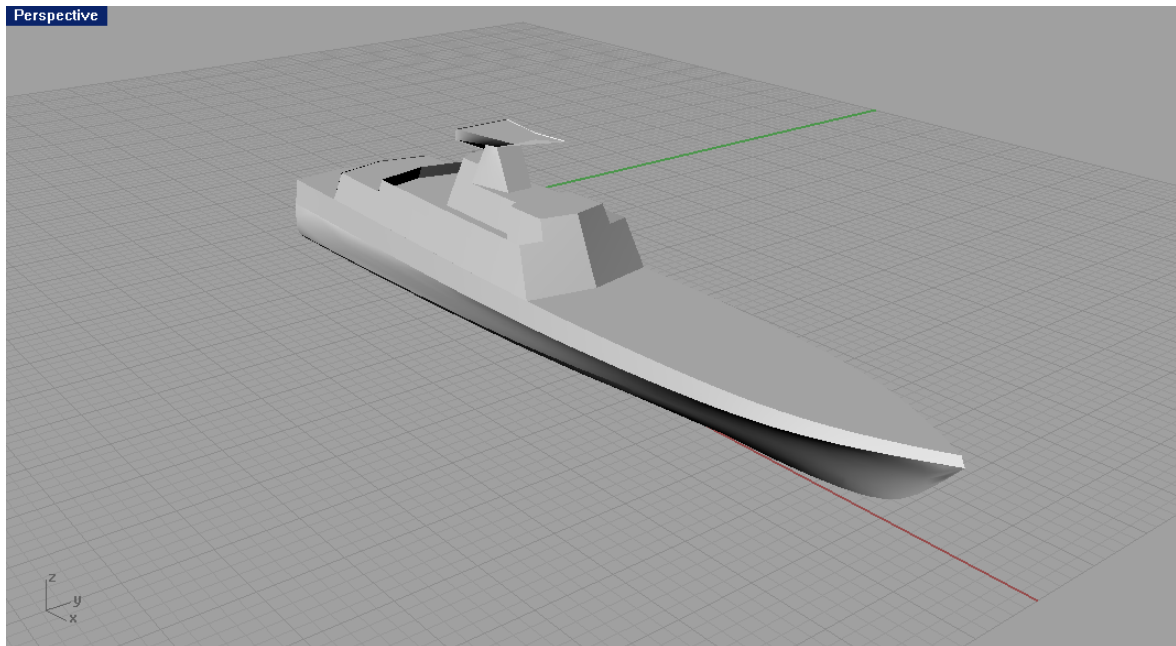
$$KG_{LS\_ΙΑΣΩΝΤΕΛΙΚΟ} = KG_{LS\_ΙΑΣΩΝ} + \frac{2.7}{100} * KG_{LS\_ΙΑΣΩΝ} = 4.096 \text{ m} \Rightarrow$$

$$KG_{LS\_ΙΑΣΩΝΤΕΛΙΚΟ} = 4.096 \text{ m}$$

$$LCG_{LS\_ΙΑΣΩΝ} = LCG' * \lambda_{LCG} = 24.165 * 0.997 \Rightarrow$$

$$LCG_{LS\_ΙΑΣΩΝ\_ΤΕΛΙΚΟ} = 24.1 \text{ m}$$





**Γραφική Αναπαράσταση Σκάφους με Τελική Κατανομή Βαρών LS**

## **2.9. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΕΝΤΡΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΟΥ ΠΡΟΣΘΕΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ (DWT) ΤΟΥ ΠΑΤΡΙΚΟΥ ΣΚΑΦΟΥΣ**

Στους πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζονται τα φορτία και η αντίστοιχη θέση κέντρου βάρους αυτών για το πατρικό σκάφος σε κατάσταση πλήρη φόρτου:

<b>FULL LOAD FAC 3</b>											
Space Description	Frame	Fullness [%]	Specific Gravity [t/m <sup>3</sup> ]	Weight	VCG [m]	VCG/D	M <sub>T</sub> [t*m]	LCG [m]	LCG/L <sub>WL</sub>	M <sub>L</sub> [t*m]	FREE SURFACE MOMENT
<b>Fuel</b>											
F.O No. 1(S)	31-41	95	0.84	9.61	0.59	0.098	5.6699	35.6	0.6106	342.116	8.09
F.O No. 2 (P)	31-41	95	0.84	9.61	0.59	0.098	5.6699	35.6	0.6106	342.116	8.09
F.O No. 3 (S)	25-31	95	0.84	7.23	0.85	0.1417	6.1455	28.25	0.4846	204.2475	3.06
F.O No. 4(P)	25-31	95	0.84	7.23	0.85	0.1417	6.1455	28.25	0.4846	204.2475	3.06
F.O No. 5(S)	25-27	95	0.84	10.46	2.22	0.37	23.2212	25.95	0.445	271.437	2.79
F.O No. 6(P)	25-27	95	0.84	10.22	2.24	0.373	22.8928	25.95	0.445	265.209	2.79
F.O Service No. 1 (S)	25-27	95	0.84	6.05	2.39	0.398	14.278	25.95	0.445	156.9975	0.67
F.O Service No. 2 (P)	25-27	95	0.84	6.05	2.39	0.398	14.278	25.95	0.445	156.9975	0.67
F.O Service No. 3 (S)	6_9	80	0.84	12.85	2.16	0.36	27.756	7.48	0.128	96.118	15.99
F.O Service No. 4 (P)	6_9	80	0.84	11.68	2.12	0.353	24.7616	7.44	0.1276	86.8992	10.35
<b>Total Fuel</b>	-	-	-	<b>90.99</b>	<b>1.66</b>	<b>0.2767</b>	151.1814	<b>23.37</b>	<b>0.401</b>	<b>2126.3852</b>	<b>55.56</b>
<b>FRESH WATER</b>											
FW (P)	43-45	85	1	2.9	0.74	0.123	2.146	44.39	0.76	128.731	0.59
FW (S)	43-45	85	1	2.9	0.74	0.123	2.146	44.39	0.76	128.731	0.59
<b>Total FW</b>				<b>5.8</b>	<b>0.74</b>	<b>0.123</b>	<b>4.292</b>	<b>44.39</b>	<b>0.76</b>	<b>257.462</b>	<b>1.19</b>
<b>LUB OIL</b>											
LO 1 (C)	40-41	83	0.90	0.8	1	0.1667	0.8	17.46	0.2995	13.968	0.31
LO (S)	41-42.5	89	0.90	0.8	1.48	0.2467	1.184	16.22	0.2782	12.976	0.23
<b>Total LO</b>				<b>1.6</b>	<b>1.24</b>	<b>0.2067</b>	<b>1.984</b>	<b>16.84</b>	<b>0.2888</b>	<b>26.944</b>	<b>0.54</b>

Description	FULL LOAD FAC 3							FREE SURFACE MOMENT
	Weight	VCG [m]	VCG/D	M <sub>T</sub> [t*m]	LCG [m]	LCG/L <sub>WL</sub>	M <sub>L</sub> [t*m]	
<b>FIXED WEIGHTS</b>								
Customer Growth	18.3	3.82	0.6367	69.906	29.15	0.5000	533.445	
Crew & Effects	4.3	3.89	0.6483	16.727	34.77	0.5964	149.511	
Dry Provisions 100%	1.5	4.7	0.7833	7.05	43.15	0.7401	64.725	
Mess & Galley Gear 100%	0.28	4.8	0.8000	1.344	38.15	0.6544	10.682	
Foulweather Gear 100%	0.12	7.8	1.3000	0.936	9.9	0.1698	1.188	
Medical Stores 100%	0.07	9	2.3136	0.63	35.87	0.6153	2.5109	
Stores in Named Naval Stores 100%	0.06	4	0.6667	0.24	5.1	0.0875	0.306	
Machinery Spares 100%	0.2	2.5	0.4167	0.5	16.15	0.2770	3.23	
Weapon Control Stores 100%	0.2	4.8	0.8000	0.96	10.15	0.1741	2.03	
<b>Total Provision &amp; Stores</b>	<b>2.43</b>	<b>4.798354</b>	<b>0.7997</b>	<b>11.66</b>	<b>34.8444</b>	<b>0.5977</b>	<b>84.6719</b>	
76 mm Ammunition	7.69	4.6	0.7667	35.374	53.52	0.9180	411.5688	
30 mm Ammunition in Magazine	1.37	3.8	0.6333	5.206	4.15	0.0712	5.6855	
Ram	2.23	<b>7.8</b>	1.3000	17.394	<b>4.35</b>	0.0746	9.7005	
0.5" Ammunition	0.33	<b>3.8</b>	0.6333	1.254	<b>5.4</b>	0.0926	1.782	
Sippican Decoy Rounds and Containers	1.15	<b>9.5</b>	1.5833	10.925	<b>31.95</b>	0.5480	36.7425	
Stinger	0.16	9.5	1.5833	1.52	33.9	0.5815	5.424	
30 mm Ammunition in Ready Use Locker	1.37	9.5	1.5833	13.015	31.9	0.5472	43.703	
Exocet Missiles and Canisters	10.08	<b>7.65</b>	1.2750	77.112	<b>17.3</b>	0.2967	174.384	
Flares and Pyrotechnics	0.03	8.8	1.4667	0.264	36.15	0.6201	1.0845	
Small Arms Ammunition	0.44	4.6	0.7667	2.024	45.15	0.7744	19.866	
<b>Total Ammunition</b>	<b>24.85</b>	<b>6.603139</b>	<b>1.1005</b>	<b>164.088</b>	<b>28.56905</b>	<b>0.4900</b>	<b>709.9408</b>	
<b>Total Deadweight</b>	<b>148.25</b>	<b>2.83</b>			<b>26.22</b>			<b>57.28</b>

## 2.10. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΡΩΝ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΩΝ ΚΕΝΤΡΩΝ ΒΑΡΟΥΣ ΤΟΥ ΠΡΟΣΘΕΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ (DWT) ΑΝΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΟΡΤΩΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟ «ΙΑΣΩΝ»

### ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ

Οι καταστάσεις φόρτωσης που θα εξετασθούν, σύμφωνα με την οδηγία DDS 079 -1 είναι αυτές του Πλήρη Φόρτου και του Ελάχιστου Επιχειρησιακού Φόρτου, στις οποίες τα φορτία καθορίζονται ως ακολούθως:

### ΠΛΗΡΗΣ ΦΟΡΤΟΣ (FULL LOAD CONDITION)

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΦΟΡΤΙΟΥ	ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΠΛΗΡΟΤΗΤΑ
CREW& EFFECTS	100%
PROVISION & CONSUMABLES	100%
PERMANENT STORES	100%
LUBE OIL	95% (FULL CAPACITY)
AMMUNITION	100%
RESERVE FEED	100%
FRESH WATER TANKS	100%
SMALL TANKS	ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΕΩΣ:100% ΑΛΛΕΣ : ΣΕ ΣΤΑΘΜΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ
SEWAGE HOLDING TANKS	ΚΕΝΕΣ
FUEL TANKS	95% (FULL CAPACITY)

### ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΤΑΘΕΡΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ

Τα βάρη αυτά έχουν ήδη υπολογισθεί στην παράγραφο 2.6 και είναι:

**W** PROVISIONS& STORES =2.43 tons

**W** CREW & EFFECTS =4.3 tons

**W** AMMO =20.37 tons

### ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΕΝΤΡΩΝ ΒΑΡΟΥΣ ΤΩΝ ΣΤΑΘΕΡΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ (FIXED WEIGHTS)

Από τους πίνακες του πατρικού σκάφους που προηγήθηκαν θα χρησιμοποιηθούν τα στοιχεία που αφορούν τα σταθερά βάρη (**FIXED WEIGHTS**) ανά κατηγορία φόρτωσης ώστε να υπολογισθούν τα αντίστοιχα κέντρα βάρους του «ΙΑΣΩΝ». Η διαδικασία που θα ακολουθηθεί έχει ως εξής:

Για τον υπολογισμό της κατακόρυφης θέσης του **K.B.** θα χρησιμοποιηθούν οι λόγοι  $\frac{VCG}{D}$  για τον προσδιορισμό της θέσης του κέντρου βάρους αν είχε ακολουθηθεί η γενική διάταξη του πατρικού. Στην προσδιορισμένη όπως προηγούμενα θέση θα προστεθούν οι μεταβολές εξαιτίας της μετακίνησης των βαρών ώστε να προσδιορισθεί η τελική κατακόρυφος θέση του κέντρου βάρους. Έτσι είναι:

$$VCG_{CREW\&EFFECTS\_IAΣΩN} = \left(\frac{VCG}{D}\right)_{CREW\&EFFECTS\_FAC\_3} * D_{IAΣΩN} = 0.6483 * 5.9 \Rightarrow$$

$$VCG_{CREW\&EFFECTS\_IAΣΩN} = 3.825 \text{ m}$$

$$VCG_{STORES\&PROVISIONS\_IAΣΩN} = \left(\frac{VCG}{D}\right)_{STORES\&PROVISIONS\_FAC\_3} * D_{IAΣΩN} = 0.7997 * 5.9 \Rightarrow$$

$$VCG_{STORES\&PROVISIONS\_IAΣΩN} = 4.718 \text{ m}$$

Για την κατηγορία AMMUNITION ακολουθεί πίνακας στον οποίο τα  $VCG_{FINAL}$  για τις κατηγορίες βαρών **30 mm Ammunition in Magazine, Ram και 0.5" Ammunition** προκύπτουν εξαιτίας της μετακίνησής τους από το N<sup>ο</sup> 1 DECK στο N<sup>ο</sup> 01 DECK βάση της σχέσης:

$$VCG_{FINAL} = VCG_{INITIAL} + h_{between\ decks} = VCG_{INITIAL} + 2.35$$

AMMUNITION	WEIGHT	KG/D	VCG initial	VCG final	M <sub>T</sub> [t*m]
76 mm Ammunition	7.69	0.7667	4.5233	4.5233	34.7844
30 mm Ammunition in Magazine	1.37	0.6333	3.7367	6.0867	8.3387
Ram	2.23	1.3000	7.6700	10.0200	22.3446
0.5" Ammunition	0.33	0.6333	3.7367	6.0867	2.0086
Sippican Decoy Rounds and Containers	1.15	1.5833	9.3417	9.3417	10.7429
Stinger	0.16	1.5833	9.3417	9.3417	1.4947
30 mm Ammunition in Ready Use Locker	1.37	1.5833	9.3417	9.3417	12.7981
NSM Missiles and Canisters	5.6	1.2750	7.5225	7.5225	42.1260
Flares and Pyrotechnics	0.03	1.4667	8.6533	8.6533	0.2596
Small Arms Ammunition	0.44	0.7667	4.5233	4.5233	1.9903
<b>TOTAL</b>	<b>20.37</b>		<b>6.267</b>	<b>6.7201</b>	<b>136.8879</b>

$$VCG_{AMMUNITION\_IAΣΩN} = 6.72 \text{ m}$$

Για τον υπολογισμό της θέσης του **K.B.** κατά το διάμηκες για την κατηγορία **CREW&EFFECTS** θεωρήθηκε αρχικά βάρος για κάθε μέλος πληρώματος ίσο με

$$95.555 \text{ Kg} \left( = \frac{W_{CREW\&EFFECTS}}{\text{ΠΛΗΘΟΣ ΠΛΗΡΩΜΑΤΟΣ}} = \frac{4.3}{45} \right).$$

Με βάση την γενική διάταξη του πατρικού σκάφους και θεωρώντας το βάρος του πληρώματος στο μέσο των χώρων ενδιαίτησης προκύπτει:

$$\begin{aligned} W_{CREW\&EFFECTS} * LCG_{CREW\&EFFECTS\_ΥΠΟΛ} &= W_{JR's} * LCG_{JR's\ CABIN} + W_{PO's} * LCG_{PO's\ CABIN} \\ &+ W_{CPO's} * LCG_{CPO's\ CABIN} + W_{3OFF} * LCG_{3OFF\ CABINS} + W_{2OFF} * LCG_{2OFF\ CABINS} \\ &+ W_{2OFF} * LCG_{2OFF\ CABINS} + W_{2OFF} * LCG_{2OFF\ CABINS} = (12 * 95.555) * 45.5 + \\ &(12 * 95.555) * 31.5 + (12 * 95.555) * 31 + (3 * 95.555) * 36.3 + (2 * 95.555) * 38.9 + \\ &(2 * 95.555) * 41.5 + (2 * 95.555) * 43.3 = 157885.5 \Rightarrow \end{aligned}$$

$$LCG_{CREW\&EFFECTS\_ΥΠΟΛ} = \frac{157885.5}{4300} \Rightarrow LCG_{CREW\&EFFECTS\_ΥΠΟΛ} = 36.718 \text{ m}$$

Παρατηρούμε ότι προκύπτει συντελεστής συσχέτισης:

$$\lambda = \frac{LCG_{CREW\&EFFECTS\_ΠΡ}}{LCG_{CREW\&EFFECTS\_ΥΠ}} = \frac{34.77}{36.718} = 0.947$$

Ακολουθώντας την ίδια διαδικασία υπολογισμών για το «ΙΑΣΩΝ» προκύπτει με βάση την νέα θέση της υπερκατασκευής:

$$\begin{aligned} W_{CREW\&EFFECTS} * LCG_{CREW\&EFFECTS\_ΥΠΟΛ} &= W_{JR's} * LCG_{JR's\ CABIN} + W_{PO's} * LCG_{PO's\ CABIN} \\ &+ W_{CPO's} * LCG_{CPO's\ CABIN} + W_{3OFF} * LCG_{3OFF\ CABINS} + W_{2OFF} * LCG_{2OFF\ CABINS} \\ &+ W_{2OFF} * LCG_{2OFF\ CABINS} + W_{2OFF} * LCG_{2OFF\ CABINS} = (12 * 95.555) * 45.5 + \\ &(12 * 95.555) * 31.5 + (12 * 95.555) * 31 + (3 * 95.555) * 30.675 + (2 * 95.555) * 27.55 + \\ &(2 * 95.555) * 24.95 + (2 * 95.555) * 22.325 = 146932.5 \Rightarrow \end{aligned}$$

$$LCG_{CREW\&EFFECTS\_ΥΠΟΛ} = \frac{146932.5}{4300} \Rightarrow LCG_{CREW\&EFFECTS\_ΥΠΟΛ} = 34.17 \text{ m}$$

και έτσι με βάση τον συντελεστή συσχέτισης προκύπτει:

$$\lambda = \frac{LCG_{CREW\&EFFECTS\_ΠΡ}}{LCG_{CREW\&EFFECTS\_ΥΠ}} = \frac{LCG_{CREW\&EFFECTS\_ΠΡ}}{34.17} = 0.947 \Rightarrow$$

$$LCG_{CREW\&EFFECTS\_ΠΡ} = 0.947 * 34.17 \Rightarrow LCG_{CREW\&EFFECTS\_ΠΡ} = 32.3579 \cong 32.358 \text{ m} \Rightarrow$$

$$LCG_{CREW\&EFFECTS\_ΙΑΣΩΝ} = 32.358 \text{ m}$$

Για τον υπολογισμό της θέσης του **K.B.** κατά το διάμηκες για την κατηγορία **STORES&PROVISIONS** θα χρησιμοποιηθεί ο λόγος  $\frac{LCG_{PROV\&STORES}}{L_{WL}}$  όπως προκύπτει από το πατρικό καθώς δεν υπάρχουν σημαντικές μεταβολές των θέσεων των βαρών της κατηγορίας κατά το διάμηκες. Έτσι προκύπτει για το πατρικό:

$$\begin{aligned} LCG_{PROV\&STORES} * W_{PROV\&STORES} &= LCG_{DRY} * W_{DRY} + LCG_{MESS} * W_{MESS} \\ &+ LCG_{FOULWEAT.} * W_{FOULWEAT.} + LCG_{MED.} * W_{MED.} + LCG_{NAV.} * W_{NAV.} \\ &+ LCG_{MACH.SPARES} * W_{MACH.SPARES} + LCG_{WEAPS\_CONTROL} * W_{WEAPS\_CONTROL} \\ \Rightarrow LCG_{PROV\&STORES} &= 34.844 \text{ m} \end{aligned}$$

$$ΚΑΙ \quad \frac{LCG_{PROV\&STORES}}{L_{WL}} = \frac{34.844}{58.3} = 0.5977$$

Οπότε για το «ΙΑΣΩΝ» προκύπτει:

$$LCG_{PROV\&STORES} = 0.5977 * L_{WL} = 0.5977 * 62.16 = 37.153 \text{ m} \Rightarrow$$

$$LCG_{PROV\&STORES\_ΙΑΣΩΝ} = 37.153 \text{ m}$$

Για την κατηγορία AMMUNITION ακολουθεί πίνακας όπου το LCG των ομάδων που συνθέτουν το σύνολο προκύπτει από το  $LCG_{\text{ΟΜΑΔΟΣ}}$  του πατρικού προσθέτοντας την μετακίνηση της ομάδας σύμφωνα με την προτεινόμενη θέση της στη νέα γενική διάταξη. Έτσι είναι:

AMMUNITION	WEIGHT	LCG	$M_L$ [t*m]
76 mm Ammunition	7.69	55.5	426.795
30 mm Ammunition in Magazine	1.37	7.15	9.796
Ram	2.23	7.35	16.391
0.5" Ammunition	0.33	8.4	2.772
Sippican Decoy Rounds and Containers	1.15	21.2	24.380
Stinger	0.16	19.5	3.120
30 mm Ammunition in Ready Use Locker	1.37	17.5	23.975
NSM Missiles and Canisters	5.6	4.3	24.080
Flares and Pyrotechnics	0.03	21.75	0.653
Small Arms Ammunition	0.44	47.15	20.746
<b>TOTAL</b>	<b>20.37</b>	<b>27.133</b>	<b>552.707</b>

$$LCG_{\text{AMMUNITION\_ΙΑΣΩΝ}} = 27.133\text{m}$$

#### ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΡΩΝ ΥΓΡΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ

Τα βάρη αυτά έχουν ήδη υπολογισθεί στην παράγραφο 2.6 και είναι:

$$W_{F1} \equiv W_{FO} = 103.135 \text{ tons}$$

$$W_{F2} \equiv W_{LO} = 1.8 \text{ tons}$$

$$W_{\text{FRESH WATER}} = 5.8 \text{ tons}$$

#### ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΕΝΤΡΩΝ ΒΑΡΟΥΣ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ

Για τον υπολογισμό του κέντρου βάρους των υγρών φορτίων θα χρησιμοποιηθούν οι λόγοι  $\frac{VCG}{D}$  και  $\frac{LCG}{L_{WL}}$  του πατρικού σκάφους.

Έτσι προκύπτουν:

ΒΑΡΗ ΥΓΡΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ							
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΒΑΡΟΣ (tons)	VCG/D	VCG	$M_T$ (t*m)	LCG/ $L_{WL}$	LCG	$M_L$ (t*m)
$W_{FO}$	103.135	0.277	1.634	168.523	0.401	24.926	2570.743
$W_{LO}$	1.8	0.207	1.221	2.198	0.289	17.964	32.335
$W_{\text{FRESH WATER}}$	5.8	0.123	0.726	4.211	0.761	47.304	274.363

Με βάση τους υπολογισμούς που έχουν προηγηθεί προκύπτει για το πρόσθετο βάρος του σκάφους συνολικά:

ΠΛΗΡΗΣ ΦΟΡΤΟΣ (FULL LOAD CONDITION)							
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΒΑΡΟΣ (tons)	VCG/D	VCG	M <sub>T</sub> (t*m)	LCG/L <sub>WL</sub>	LCG	M <sub>L</sub> (t*m)
W <sub>CREW&amp;EFFECTS</sub>	4.3	0.648	3.825	16.448	0.5206	32.358	139.1394
W <sub>PROVISIONS&amp; STORES</sub>	2.43	0.8	4.718	11.323	0.5978	37.153	90.28179
W <sub>AMMO</sub>	20.37	1.139	6.72	136.886	0.4365	27.133	552.707
W <sub>FO</sub>	103.135	0.277	1.634	168.523	0.401	24.926	2570.743
W <sub>LO</sub>	1.8	0.207	1.221	2.198	0.289	17.964	32.335
W <sub>FRESH WATER</sub>	5.8	0.123	0.726	4.211	0.761	47.304	274.363
DWT	137.835	0.418	2.464	339.589	0.427	26.55	3659.5692

## 2.11. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΕΝΤΡΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΟΥ ΕΜΦΟΡΤΟΥ ΚΑΙ ΠΛΗΡΩΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΑΦΟΥΣ

Έχοντας υπολογίσει τα κέντρα βάρους του Light Ship και του DWT του σκάφους υπολογίζω το τελικό κέντρο βάρους σε πλήρη φόρτο στον πίνακα που ακολουθεί:

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΒΑΡΟΣ (tons)	VCG	M <sub>T</sub> (t*m)	LCG	M <sub>L</sub> (t*m)
LS	606.985	4.096	2486.2	24.1	14628.339
DWT	137.835	2.464	339.589	26.55	3659.5692
Δ	744.82	3.794	2825.789	24.553	18287.91

## ΕΛΑΧΙΣΤΟΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟΣ ΦΟΡΤΟΣ (MIN. OPERATIONAL)

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΦΟΡΤΙΟΥ	ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΠΛΗΡΟΤΗΤΑ
CREW& EFFECTS	100%
PROVISION & CONSUMABLES	33%
PERMANENT STORES	75%
LUBE OIL	31.6% (1/3 FULL CAPACITY)
AMMUNITION	1. Αν το Κ.Β. της κυρίας αποθήκης πυρομαχικών είναι κάτω από το Κ.Β. <sub>FL</sub> τότε στο 1/3 πλήρη φόρτου με μέγιστο φόρτο σε θέση προς χρήση. 2. Αν το Κ.Β. της κυρίας αποθήκης πυρομαχικών είναι πάνω από το Κ.Β. <sub>FL</sub> τότε πλήρη φόρτο στην χειρότερη κατανομή.
RESERVE FEED	66.7%
FRESH WATER TANKS	66.7%
SEWAGE HOLDING TANKS	100%
FUEL TANKS	ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΕΩΣ 31.6%(ΣΤΟ 1/3 ΠΛΗΡΗ ΦΟΡΤΟΥ) ΟΜΟΙΟΜΟΡΦΑ ΚΑΤΑΝΕΜΗΜΕΝΟ ΣΕ ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ



## ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΤΑΘΕΡΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΩΝ ΚΕΝΤΡΩΝ ΒΑΡΟΥΣ

Με βάση την ποσοστιαία πληρότητα που προβλέπεται για την κάθε κατηγορία φορτίου προκύπτουν:

$$W_{\text{CREW\&EFFECTS\_ΙΑΣΩΝ}} = 4.3 \text{ tons}$$

$$LCG_{\text{CREW\&EFFECTS\_ΙΑΣΩΝ}} = 32.358 \text{ m}$$

$$VCG_{\text{CREW\&EFFECTS\_ΙΑΣΩΝ}} = 3.825 \text{ m}$$

Δεδομένου ότι με βάση τους υπολογισμούς που έχουν προηγηθεί έχει προκύψει  $VCG_{\text{FL}}=3.794 \text{ m}$  και  $VCG_{\text{ΚΥΡΙΑΣ ΑΠΟΘ. ΠΥΡ}} \equiv VCG_{76 \text{ mm Ammunition}}=4.5233 \text{ m}$  παρατηρούμε ότι είναι  $VCG_{\text{ΚΥΡΙΑΣ ΑΠΟΘ. ΠΥΡ}} > VCG_{\text{FL}}$  άρα λαμβάνουμε πλήρη φόρτο πυρομαχικών:

$$W_{\text{AMMO\_ΙΑΣΩΝ}} = 20.37 \text{ tons}$$

$$VCG_{\text{AMMUNITION\_ΙΑΣΩΝ}} = 6.72 \text{ m}$$

$$LCG_{\text{AMMUNITION\_ΙΑΣΩΝ}} = 27.133 \text{ m}$$

Για την κατηγορία **PROVISIONS & STORES** ακολουθεί πίνακας για τον υπολογισμό των κέντρων βάρους με βάση τις επιμέρους ομάδες βαρών:

PROVISIONS & STORES					
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	W	LCG	ML	VCG	MT
Dry Provisions 33.3%	0.4995	45.15	22.55243	4.622	2.308689
Mess & Galley Gear 75%	0.21	40.15	8.4315	4.72	0.9912
Foulweather Gear 75%	0.09	14.9	1.341	7.67	0.6903
Medical Stores 33.3%	0.02331	37.87	0.88275	8.85	0.206294
Stores in Named Naval Stores 75%	0.045	7.1	0.3195	3.93	0.17685
Machinery Spares 75%	0.15	18.15	2.7225	2.458	0.3687
Weapon Control Stores 75%	0.15	12.15	1.8225	4.72	0.708
<b>TOTAL PROVISIONS &amp; STORES</b>	<b>1.168</b>	<b>32.600</b>	38.07217	<b>4.667</b>	5.450033

## ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΕΝΤΡΩΝ ΒΑΡΟΥΣ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ

Η έλλειψη δεδομένων για την συγκριμένη κατάσταση φόρτωσης του πατρικού δεν επιτρέπει στη φάση αυτή της μελέτης ασφαλή πρόβλεψη της θέσης του κέντρου βάρους των υγρών φορτίων του «ΙΑΣΩΝ» και θα μελετηθεί στη συνέχεια με χρήση του προγράμματος AUTO HYDRO.

**ΣΕΛΙΔΑ ΣΚΟΠΙΜΑ ΚΕΝΗ**

### 3. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ ΝΑΥΠΗΓΙΚΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ

Το σκάφος έχει μοντελοποιηθεί με χρήση του προγράμματος RHINOCEROS 4.0 όπως περιγράφεται στην παράγραφο 2.4 της παρούσης εργασίας.

Οι κύριες διαστάσεις του σκάφους παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα:

<b>L<sub>OA</sub> (m)</b>	<b>65.32</b>
<b>L<sub>WL</sub>(m)</b>	<b>62.16</b>
<b>B<sub>OA</sub>(m)</b>	<b>10.45</b>
<b>B<sub>WL</sub> (m)</b>	<b>9.41</b>
<b>D (m)</b>	<b>5.9</b>
<b>T (m)</b>	<b>2.48</b>

Το σχέδιο των ναυπηγικών γραμμών παρατίθεται στο Παράρτημα “Α”

**ΣΕΛΙΔΑ ΣΚΟΠΙΜΑ ΚΕΝΗ**

## 4. ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΗΔΑΛΙΩΝ - ΕΛΙΚΩΝ – WATERJETS ΚΑΙ ΠΡΟΩΣΤΗΡΙΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Έχει τεθεί ως προαπαιτήση της σχεδίασης η χρήση δύο ελίκων και δύο water – jets για την προώθηση του σκάφους καθώς και η εγκατάσταση κινητήρων Diesel.

#### 4.1. ΠΗΔΑΛΙΑ

Το πηδάλιο, τυχόν λοιπές επιφάνειες ελέγχου, καθώς και μέσα ελέγχου (π.χ. bow thrusters) αποτελούν κρίσιμες παραμέτρους στην επίτευξη των στόχων διεύθυνσης του σκάφους. Αν και άλλα μέσα είναι δυνατό να υποβοηθήσουν στην επίτευξη διεύθυνσης του σκάφους το πηδάλιο αποτελεί σχεδόν πάντα το κύριο μέσο.

Κατά την μελέτη εφικτότητας ο ναυπηγός διαθέτει λίγα δεδομένα στα οποία μπορεί να βασισθεί ώστε να προχωρήσει στη λήψη αποφάσεων σχετικά με το πηδάλιο. Κατά τη σχεδίαση του προφίλ του σκάφους επαρκεί προσωρινά να ληφθεί μέριμνα για την ύπαρξη επαρκούς χώρου για την εγκατάσταση πηδαλίου που απλά μοιάζει σωστό: ένα λογικού μεγέθους πηδάλιο του τύπου που είναι σύνηθες για πλοία ανάλογης κλάσης και χρήσης.

Κατά την φάση της προμελέτης και ενώ έχουν ληφθεί αποφάσεις σχετικά με την μορφή των υφάλων του σκάφους, την μορφή των νομέων και την κατανομή της άντωσης το μέγεθος και η θέση του πηδαλίου και των ελίκων μπορούν να προσδιορισθούν.

Τύπος Πηδαλίου:

Η συνήθης πρακτική για σκάφη με πρύμνη άβακος οδηγεί στην επιλογή ανακρεμασμένου πηδαλίου<sup>[14]</sup>.

Αριθμός Πηδαλίων:

Γενικά η χρήση περισσοτέρων του ενός πηδαλίου αυξάνει τη δυνατότητα διεύθυνσης του σκάφους, ενώ θα πρέπει να αποφεύγεται η χρήση ενός πηδαλίου και δύο ελίκων. Δεδομένης της ύπαρξης δύο ελίκων με βάση τα προηγούμενα επιλέγεται εγκατάσταση δύο πηδαλίων.

Επιφάνεια Πηδαλίων:

Κύρια παράμετρος επιλογής της προβεβλημένης επιφάνειας του πηδαλίου ( $A_R$ ), για την επίτευξη ικανοποιητικών ελικτικών ικανοτήτων, αποτελεί η διαμήκης προβολή της επιφάνειας υφάλων ( $L_{WL} * T$ )<sup>[7]</sup> και ο τύπος του πλοίου.

Ως πρώτη προσέγγιση της προβεβλημένης επιφάνειας του πηδαλίου χρησιμοποιήθηκε η ελάχιστη απαιτούμενη επιφάνεια σύμφωνα με την τιμή του Det norske Veritas (DnV) <sup>[14]</sup> και λαμβάνουμε:

$$A_{R\_min} = \frac{T * L_{WL}}{100} * \left[ 1 + 25 * \left( \frac{B_{WL}}{L_{WL}} \right)^2 \right] = \frac{2.48 * 62.16}{100} * \left[ 1 + 25 * \left( \frac{9.408}{62.16} \right)^2 \right] \Rightarrow$$

$$A_{R\_min} = 2.42 m^2$$

Στη συνέχεια λάβαμε για δύο έλικες και δύο πηδάλια<sup>[14]</sup>, που αφορά τη σχεδιάσή μας:

$$A_{R\_TOTAL} = 2.1\% * L_{WL} * T = \frac{2.1}{100} * 62.16 * 2.48 \Rightarrow A_{R\_TOTAL} = 3.237 \Rightarrow$$

$$A_{R\_EACH\_ONE} \cong 1.6 m^2$$

Με βάση μετρήσεις επί του σχεδίου γενικής διάταξης του πατρικού προκύπτουν:

$$\left. \begin{array}{l} \text{TipChord} \equiv C_t = 1.1m \\ \text{RootChord} \equiv C_R = 1.3 \end{array} \right\} \Rightarrow \bar{C} = \frac{C_t + C_R}{2} = 1.2m$$

$$\left. \begin{array}{l} Sp_{trail} = 1.4 \\ Sp_{leading} = 1.4 \end{array} \right\} \Rightarrow \bar{b} = \frac{Sp_{trail} + Sp_{leading}}{2} = 1.4m$$

Και έτσι προκύπτουν:

$$A_{R\_FAC3} = \bar{C} * \bar{b} = 1.2 * 1.4 = 1.68 m^2$$

$$\frac{L_{WL\_FAC3} * T_{FAC3}}{A_{R\_FAC3}} = \frac{58.3 * 2.755}{1.68} = 95.605$$

Αν θεωρήσουμε τον ίδιο λόγο  $\frac{L_{WL} * T}{A_R} = 95.605$  για το «ΙΑΣΩΝ» προκύπτει:

$$A_{R\_EACH\_ONE} = \frac{L_{WL\_ΙΑΣΩΝ} * T_{ΙΑΣΩΝ}}{95.605} = \frac{62.16 * 2.48}{95.605} = 1.61 m^2$$

Καταλήγουμε:  $A_{R\_EACH\_ONE} \cong 1.61 m^2$  με  $C_t = 1.0m$ ,  $C_R = 1.3$  και  $\bar{b} = 1.4m$  ενώ ο άξονας του πηδαλίου τοποθετείται σε απόσταση 2m από Α.Ρ. όπως στο πατρικό.

Ο λόγος επιφανείας πηδαλίου πρῶραθεν του άξονα πηδαλίου ως προς την συνολική επιφάνεια του πηδαλίου (balance ratio), ο οποίος σαν μια αρχική εκτίμηση μπορεί να προκύψει με βάση το συντελεστή γάστρας, επιλέγεται με βάση στοιχεία της FAC2 και λαμβάνει περίπου την τιμή 0.22.

## 4.2. ΕΛΙΚΕΣ

### 4.2.1. Επιλογή Έλικας

Οι έλικες που θα επιλεγούν πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να προωθούν το σκάφος μέχρι την ταχύτητα υπηρεσίας των 18 Kn. Αρχικά με βάση το μαθηματικό μοντέλο υπολογισμού της αντίστασης για σκάφη της σειράς για την υπηρεσιακή ταχύτητα των 18 Kn προκύπτουν:

$$R_T = 28044.78 \text{ [Kp]}$$

$$EHP = 3415.155 \text{ [HP]}$$

ενώ εκτιμώνται:

$$w=0.04$$

$$t=0.05$$

$$n_R=0.975$$

$$n^* = 0.98$$

Οι έλικες θα είναι 5-πτερες, τύπου Wageningen B-Series. Έτσι προκύπτουν:

$$T_{\text{total}} = \frac{R_T}{1-t} = \frac{28044.78}{1-0.05} = 29520.82 \text{ [Kp]}$$

$$T_{\text{ΕΛΙΚΑΣ}} = \frac{T_{\text{total}}}{2} = \frac{29520.82}{2} = 14760.41 \text{ [Kp]}$$

$$V_A = V_S * (1-w) = 9.26(1-0.04) = 8.8896 \text{ [m/sec}^2] = 17.28 \text{ [Kn]}$$

Επιλέγεται διάμετρος έλικας  $D=1.8 \text{ m}$ , ενώ είναι  $T_d=2.48 \text{ m}$ .

Ο λόγος εκτεταμένης επιφάνειας επιλέγεται με βάση το κριτήριο «αποδεκτής σπηλαίωσης» σε όλες τις καταστάσεις λειτουργίας της προωστήριας εγκατάστασης. Μία αρχική εκτίμηση μπορούμε να έχουμε από τον ακόλουθο τύπο του Keller:

$$\frac{A_E}{A_O} = \frac{(1.3 + 0.3 * z) * T}{(p_o - p_v) * D_p^2} + K$$

όπου :

- $K = 0.0$  για διπλέλικά

- $z = 5$
- $p_v = 175.7 [\text{Kp/m}^2]$
- $T \equiv T_{\text{ΕΛΙΚΑΣ}} = 14760.41 [\text{Kp}]$
- $D_p = 1.8 [\text{m}]$
- $h$ , η απόσταση του άξονα της έλικας από την επιφάνεια της θάλασσας  
 $h = T_d + 0.3 = 2.48 + 0.3 = 2.51 [\text{m}]$ , καθώς έχει ληφθεί ο άξονας της έλικας  
 0.3 m χαμηλότερα της BL.
- $p_o = p_{\text{atm}} + \rho * g * h = 10200 \text{ Kp/m}^2 + 104.69 \text{ Kp sec}^2/\text{m}^4 * 2.51 \text{ m} \Rightarrow$   
 $p_o = 13185.0847 [\text{Kp/m}^2]$

Άρα είναι:

$$\frac{A_E}{A_O} = \frac{(1.3 + 0.3 * z) * T}{(p_o - p_v) * D_p^2} + K \Rightarrow \frac{A_E}{A_O} = \frac{(1.3 + 0.3 * 5) * 14760.41}{(13185.0847 - 175.7) * 1.8^2} \Rightarrow$$

$$\frac{A_E}{A_O} = 0.9805$$

Με βάση τον παραπάνω λόγο εκτεταμένης επιφάνειας από τον τύπο του Keller, επιλέγεται έλικα **Wageningen B5-100** καθώς ο τύπος του Keller υποεκτιμά την εκτεταμένη επιφάνεια.

Στη συνέχεια από την μέθοδο των πολυωνύμων Κουρματζή, ώστε να βρεθούν οι βέλτιστες στροφές της έλικας, λαμβάνουμε τα ακόλουθα δεδομένα:

Number of blades: z=5			Optimum RPM Coefficients				
$X = \ln \left( \text{sqrt} \left( \frac{K_T}{J^2} \right) \right)$			$P/D = a_0 * X^0 + a_1 * X^1 + a_2 * X^2 + a_3 * X^3 + a_4 * X^4 + a_5 * X^5 + a_6 * X^6$				
$\frac{A_E}{A_O}$	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$
1.0	0.97792	-0.29926	0.10775	-0.01672	0.04628	-0.03955	0.00866

Number of blades: z=5		Optimum RPM Coefficients			
$X = \ln \left( \text{sqrt} \left( \frac{K_T}{J^2} \right) \right)$		$1/J = a_0 * X^0 + a_1 * X^1 + a_2 * X^2 + a_3 * X^3 + a_4 * X^4$			
$\frac{A_E}{A_O}$	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$
1.0	1.95068	1.75510	0.80437	0.25768	0.17267

Number of blades: z=5		Optimum RPM Coefficients			
$X = \ln \left( \text{sqrt} \left( \frac{K_T}{J^2} \right) \right)$		$n_0 = a_0 * X^0 + a_1 * X^1 + a_2 * X^2 + a_3 * X^3 + a_4 * X^4$			
$\frac{A_E}{A_O}$	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$
1.0	0.51118	-0.28305	-0.02232	0.053446	-0.01119



Κάνοντας χρήση των πολυωνύμων Κουρματζή με αντικατάσταση υπολογίζονται τα ακόλουθα:

$$\frac{K_T}{J^2} = \frac{T}{\rho * V_A^2 * D_p^2} = \frac{14760.41}{104.69 * 8.8896^2 * 1.8^2} \Rightarrow \frac{K_T}{J^2} = 0.550661$$

$$X = \ln\left(\sqrt{\frac{K_T}{J^2}}\right) \Rightarrow X = -0.298318$$

$$\frac{P}{D} = a_0 * X^0 + a_1 * X^1 + a_2 * X^2 + a_3 * X^3 + a_4 * X^4 + a_5 * X^5 + a_6 * X^6 \Rightarrow$$

$$\frac{P}{D} = 1.077694$$

$$\frac{1}{J} = a_0 * X^0 + a_1 * X^1 + a_2 * X^2 + a_3 * X^3 + a_4 * X^4 \Rightarrow \frac{1}{J} = 1.493213 \Rightarrow$$

$$J = 0.669697$$

$$n_0 = a_0 * X^0 + a_1 * X^1 + a_2 * X^2 + a_3 * X^3 + a_4 * X^4 \Rightarrow$$

$$n_0 = 0.592125$$

Κατά συνέπεια προκύπτουν:

- Συντελεστής Απόδοσης Πρόωσης (OPC):

$$OPC = n_0 * n_R * n^* * n_H = n_0 * n_R * n^* * \frac{1-t}{1-w} = 0.592125 * 0.975 * 0.98 * \frac{1-0.05}{1-0.04} \Rightarrow$$

$$\boxed{OPC = 0.5599}$$

- Στροφές Έλικας:

$$n = \frac{V_A}{J * D_p} = \frac{V_s * (1-w)}{J * D_p} * 60 = \frac{9.2599 * (1-0.04)}{0.669697 * 1.8} * 60 \Rightarrow$$

$$n = 442.468 \approx 443RPM$$

#### 4.2.2. Έλεγχος σε Σπηλαίωση

Οι έλικες που υπολογίστηκαν θα ελεγχθούν ως προς την σπηλαίωση με βάση το κριτήριο του Burill. Προκειμένου να χρησιμοποιηθεί το διάγραμμα πρέπει να υπολογίσουμε τον αριθμό σπηλαίωσης και το συντελεστή φορτίσεως.

Ο αριθμός σπηλαίωσης, υπολογίζεται με βάση τη σχετική ταχύτητα στο  $r = 0.7R$  :

$$\sigma_{0.7R} = \frac{p_o - p_v}{q_{0.7R}}$$

Είναι:

$$q_{0.7R} = \frac{1}{2} * \rho * (v_A^2 + (0.7 * \pi * n * D)^2) \Rightarrow$$

$$q_{0.7R} = 0.5 * 104.69 * \left( 8.8896^2 + \left( 0.7 * 3.14 * \frac{442.468}{60} * 1.8 \right)^2 \right) \Rightarrow$$

$$q_{0.7R} = 48695.78591 \left[ \frac{\text{Kp}}{\text{m}^2} \right]$$

όπου n σε rps.

Έτσι προκύπτει:

$$\sigma_{0.7R} = \frac{p_o - p_v}{q_{0.7R}} = \frac{13185.08474 - 175.7}{48695.87591} \Rightarrow \sigma_{0.7R} = 0.267$$

Ο συντελεστής φορτίσεως είναι:

$$T_c = \frac{T/A_p}{q_{0.7R}}$$

όπου

$A_p$  προβεβλημένη επιφάνεια, η οποία προσεγγιστικά κατά Taylor είναι:

$$A_p = A_D * \left( 1.067 - 0.229 * \frac{P}{D} \right) = 2.5434 * (1.067 - 0.229 * 1.077694) \Rightarrow$$

$$A_p = 2.086117468 \text{ m}^2$$

όπου

$$A_D = A_E = \frac{A_E}{A_0} * A_0 = 1 * \left( \frac{\pi * D^2}{4} \right) = 1 * \left( \frac{3.14 * 1.8^2}{4} \right) \Rightarrow$$

$$A_D = 2.5434 \text{ m}^2$$

Έτσι προκύπτει:

$$\tau_c = \frac{T/A_p}{q_{0.7R}} = \frac{14760.41/2.086}{48695.87591} \Rightarrow \tau_c = 0.145$$

Αναπαριστώντας το ζεύγος  $\tau_c = 0.145$ ,  $\sigma_{0.7R} = 0.267$  πάνω στο διάγραμμα Burill διαπιστώνουμε ότι το ποσοστό σπηλαίωσης είναι χαμηλότερα από την προτεινόμενη ανώτερη τιμή για πολεμικά πλοία που πλησιάζει αυτή της σπηλαίωσης 10%.

### 4.3. WATER JETS

#### 4.3.1. Εισαγωγή

Στα αρχικά στάδια παραγωγής τους τα water jets χρησιμοποιήθηκαν για την πρόωση μικρών ταχέων ή και πειραματικών σκαφών. Οι πρώτες εφαρμογές πρόωσης μέσω water jets κάνουν την εμφάνισή τους σε ταχύπλοα σκάφη όπως τα υδροπτέρυγα, τα Surface Effect Ships (SES) και τα δίγαστρα με ισομεγέθεις γάστρες (Catamarans). Κοινό χαρακτηριστικό των αρχικών εφαρμογών ήταν ότι αφορούσαν σκάφη μικρού εκτόπισματος (περί τους 100 tons) και ιδιαίτερα υψηλών ταχυτήτων (50 – 80 Knots). Η εικόνα άλλαξε όταν υπήρξε απαίτηση για ναυπήγηση επιβατηγών πλοίων υψηλών ταχυτήτων με εκτόπισμα περί τους 1000 tons. Από το 1990 η πρόωση μέσω water jets εφαρμόστηκε σε μεγάλο αριθμό εμπορικών πλοίων. Χαρακτηριστικό παράδειγμα χρήσης water jets για την πρόωση πολεμικού πλοίου αποτελεί η Κορβέτα "VISBY" του Βασιλικού Σουηδικού Ναυτικού με εκτόπισμα 800 tons, πρόωση μέσω συστήματος CODAG και δύο water jets της KaMeVa και ταχύτητα 35 Knots περίπου.

#### 4.3.2. Επιλογή Water Jets

Τα water jets που θα επιλεγούν πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να προωθούν το σκάφος μέχρι την μέγιστη ταχύτητα των 39 Kn. Αρχικά με βάση το μαθηματικό μοντέλο υπολογισμού της αντίστασης για σκάφη της σειράς για την μέγιστη ταχύτητα των 39 Kn προκύπτουν:

$$R_T = 65171.372 \text{ [Kp]}$$

$$EHP = 17195.205 \text{ [HP]}$$

Δεδομένης της απαίτησης ύπαρξης περιθωρίου ασφαλείας 20% επί της EHP προκύπτει:

$$EHP_{W.MARGIN20\%} = EHP + 20\% * EHP = 17195.205 + \left(\frac{20}{100}\right) * 17195.205 \Rightarrow$$

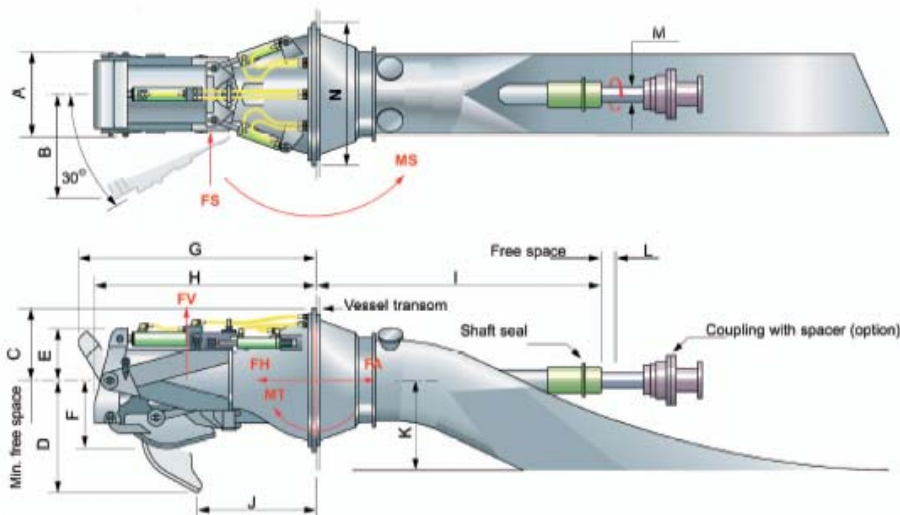
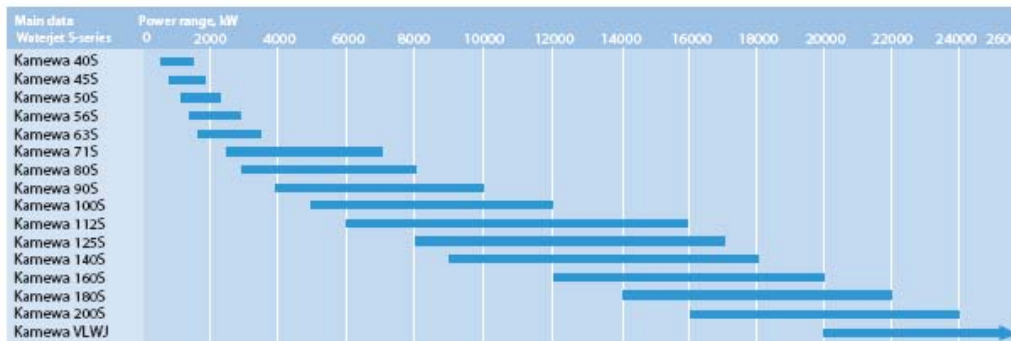
$$EHP_{W.MARGIN20\%} = 20634.246 \text{ [HP]}$$

Από το διάγραμμα 2.1<sup>[9]</sup> για Waterjets, που αποτελούν το μέσο προώθησης σε πλήρη ισχύ, και για την ταχύτητα των 39 Kn παρατηρούμε ότι ο συνολικός

συντελεστής απόδοσης αναμένεται να λαμβάνει τιμές μεγαλύτερες του 0.6 έως και 0.72. Λαμβάνουμε ολικό συντελεστή απόδοσης 0.67. Έτσι προκύπτει:

$$P_D = \frac{20634.246}{0.67} = 30797.38 [\text{HP}] = 22.965.608 [\text{KW}]$$

Από τον δικτυακό τόπο της ROLLS ROYCE για τα water jets KAMEWA S-series λαμβάνουμε τα ακόλουθα δεδομένα:



**Main data**

SIZE	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	1S	2	3S
40SII	449	545	400	442	267	248	1275	1213	1675	692	400	100	80	790	530	270	57
45SII	482	630	450	474	235	261	1407	1345	1808	772	450	100	90	845	650	380	57
50SII	484	675	500	707	320	428	1515	1460	2023	798	500	100	100	945	880	510	57
56SII	545	740	550	595	375	341	1675	1610	2133	885	560	100	110	1030	1160	710	111
63SII	688	831	600	883	460	537	1881	1746	2376	1011	630	100	120	1120	1790	1020	111
71SII	743	885	650	1000	459	595	2110	1973	2566	1072	710	100	130	1280	2420	1450	123
80SII	873	958	750	1081	514	662	2313	2174	2897	1184	800	100	150	1450	3230	2080	123
90SII	999	1073	850	1214	557	740	2590	2440	3139	1329	900	100	170	1660	4530	2940	336
100SII	1086	1193	1000	1358	622	837	2875	2707	3464	1425	1000	100	190	1714	6380	4050	336
112SII	1224	1195	1000	1504	662	905	2938	2781	3836	1593	1120	100	210	1920	7650	5700	336
125SII	1346	1492	1100	1683	784	1028	3597	3390	4136	1779	1250	100	240	2140	11360	7910	375
140SII	1515	1727	1400	1887	890	1150	3992	3753	4590	1962	1400	100	270	2218	15210	11130	470
160SII	1730	1882	1300	2159	995	1319	4538	4277	5300	2227	1600	100	310	2640	22870	16790	470
180SII	1940	2135	1500	2424	1105	1478	5147	4871	5831	2574	1800	100	350	2970	30880	23660	470
200SII	2155	2372	1666	2693	1227	1642	5718	5411	6475	2860	2000	100	390	3300	41220	32470	907

1S - Total dry weight of unit including shaft and sealingbox but excluding other shaft details, hydraulics, inlet and remote control

2 - Weight of water in pump and inlet duct

3S - Hydraulics including PTO pump (dry weight)

Από τον πίνακα ισχύος διαπιστώνουμε ότι η απαιτούμενη ισχύ είναι δυνατό να αποδοθεί από τους ακόλουθους συνδυασμούς water jets:

- Ένα (1) 200SII με μέγιστη αποδιδόμενη ισχύ 24000 [KW]
- Δύο (2) 100SII με μέγιστη αποδιδόμενη ισχύ 12000 [KW] το καθένα.
- Τέσσερα (4) 71SII με μέγιστη αποδιδόμενη ισχύ 7000[KW] το καθένα.

Από τον πίνακα κυρίων χαρακτηριστικών των water jets λαμβάνουμε τα ακόλουθα στοιχεία για τους ως άνω συνδυασμούς:

- Βάρος :  $W_{200SII} = 41220 [Kgr]$ ,  
Ελάχιστο απαιτούμενο διαθέσιμο πλάτος στη πρύμνη του σκάφους  
 $B_{ΑΠΑΙΤ.} \equiv N_{200SII} = 3.300 [m]$
- Βάρος :  $W_{ΣΥΝΔ2} = 2 * W_{100SII} = 2 * 6380 [Kgr] = 12760 [Kgr]$ ,  
Ελάχιστο απαιτούμενο διαθέσιμο πλάτος στη πρύμνη του σκάφους  
 $B_{ΑΠΑΙΤ.} \equiv 2 * N_{100SII} = 2 * 1.714 = 3.428 [m]$
- Βάρος :  $W_{ΣΥΝΔ3} = 4 * W_{71SII} = 4 * 2420 [Kgr] = 9680 [Kgr]$ ,  
Ελάχιστο απαιτούμενο διαθέσιμο πλάτος στη πρύμνη του σκάφους  
 $B_{ΑΠΑΙΤ.} \equiv 4 * N_{71SII} = 4 * 1.280 = 5.120 [m]$

Οι συνδυασμοί 1 και 3 απορρίπτονται, ο πρώτος εξαιτίας του μεγάλου βάρους ενώ ο τρίτος εξαιτίας του απαιτούμενου ελάχιστου διαθέσιμου πλάτους στην πρύμνη του σκάφους. Επιλέγεται η εγκατάσταση δύο (2) Kamewa 100SII, ενώ θα διατεθεί πλάτος 3.56m στην πρύμνη του σκάφους.

#### **4.4. ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΥΡΙΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ**

Για την κατάσταση λειτουργίας κατά την οποία δύο μηχανές και δύο έλικες (ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ 1) αναλαμβάνουν την πρόωση του σκάφους έχουν υπολογισθεί τα ακόλουθα:

$$EHP = 3415.155 [HP]$$

$$OPC = 0.5599$$

Η απαιτούμενη ισχύς των κυρίων μηχανών είναι τότε:

$$BHP_{ΚΑΤ1} = \frac{EHP}{OPC} = \frac{3415.155}{0.5599} = 6099.58 [HP] = 4.548.457 [KW]$$

Για την κατάσταση λειτουργίας κατά την οποία τέσσερις μηχανές και δύο water jets (**ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ 2**) αναλαμβάνουν την πρόωση του σκάφους έχουν υπολογισθεί τα ακόλουθα:

$$P_D = \frac{20634.246}{0.67} = 30797.38 [\text{HP}] = 22.965.608 [\text{KW}]$$

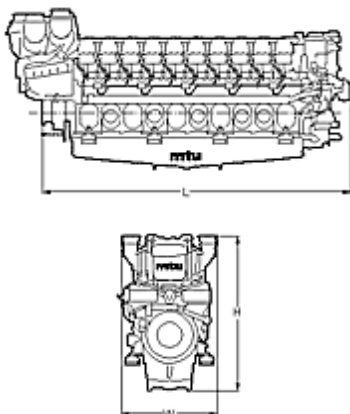
και για  $n^* = 0.98$  προκύπτει:

$$\text{BHP}_{\text{ΚΑΤ2}} = \frac{P_D}{n^*} = \frac{22.965.608}{0.98} = 23.158.784 [\text{KW}]$$

Για την κατάσταση λειτουργίας 1 θα αρκούσε η εγκατάσταση δύο δηζελοκινητήρων συνολικής ισχύος 4600 [KW], και τότε για να καλυφθούν οι ανάγκες σε ισχύ για την κατάσταση λειτουργίας 2 θα έπρεπε να εγκατασταθούν δύο δηζελοκινητήρες συνολικής ισχύος:

$$\text{BHP}_{\text{ΥΠΟΛ.}_\text{ΑΠΑΙΤ.}} = \text{BHP}_{\text{ΚΑΤ2}} - 4600 = 23158.784 - 4600 = 18558.784 [\text{KW}]$$

Από τον δικτυακό τόπο της MTU οι κινητήρες με την μεγαλύτερη ισχύ που διατίθενται για χρήση έχουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:



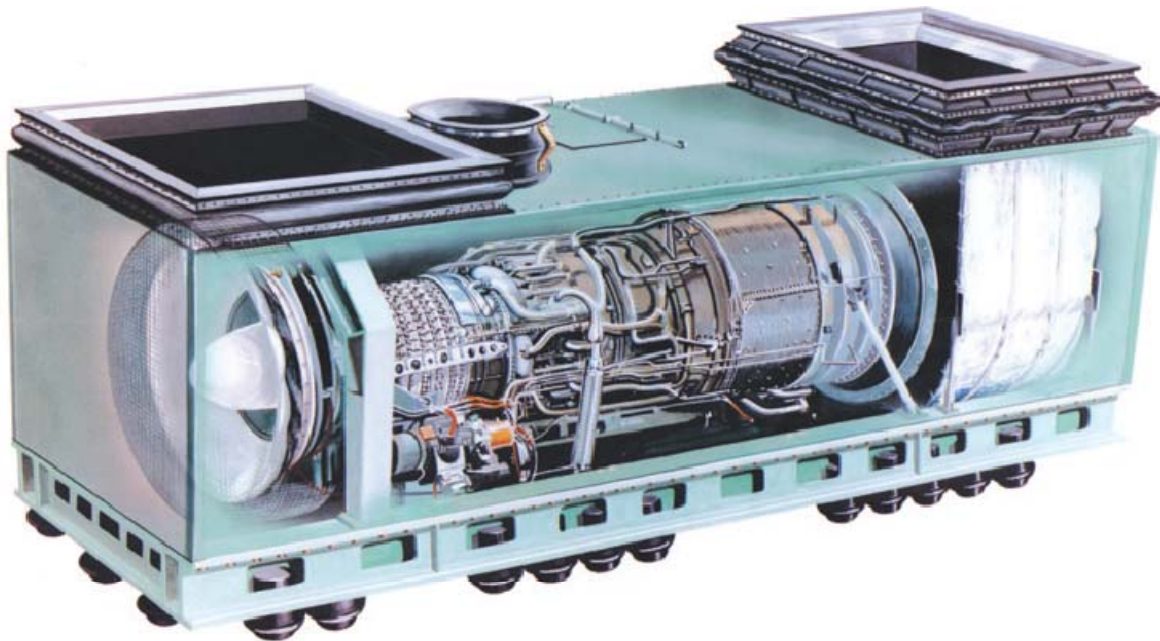
<b>ΜΟΝΤΕΛΟ</b>		<b>20V 8000 M91</b>
<b>Μέγιστη Αποδιδόμενη Ισχύ</b>	<b>KW (BHP)</b>	<b>9100(12203)</b>
<b>Στροφές Κινητήρα</b>	<b>rpm</b>	<b>1150</b>
<b>Κατανάλωση Καυσίμου</b>		
<b>Σε μέγιστη Ισχύ</b>	<b>g/kWh</b>	<b>189</b>
<b>Ελάχιστη Κατανάλωση (Βέλτιστη)</b>	<b>g/kWh</b>	<b>185</b>
<b>Διαστάσεις και Βάρη</b>		
<b>Μήκος (L)</b>	<b>mm (in)</b>	<b>6620 (260.6)</b>
<b>Πλάτος (W)</b>	<b>mm (in)</b>	<b>1885 (74.2)</b>
<b>Ύψος (H)</b>	<b>mm (in)</b>	<b>3330 (131.1))</b>
<b>Βάρος (dry)</b>	<b>kg (lbs)</b>	<b>46000 (101412))</b>
<b>Βάρος (wet)</b>	<b>kg (lbs)</b>	<b>49500 (109128))</b>
<b>Κύρια Χαρακτηριστικά</b>		
<b>Αρ. Κυλίνδρων</b>		<b>20</b>
<b>Διάμετρος/Διαδρομή</b>	<b>mm (in)</b>	<b>265/315 (10.4/12.4)</b>
<b>Ολικό Εκτόπισμα</b>	<b>l (cu in)</b>	<b>347.4 (21200)</b>

Από τα ως άνω δεδομένα παρατηρούμε ότι η μέγιστη αποδιδόμενη ισχύ δύο κινητήρων 20V 8000 M91 είναι  $9.100 \cdot 2 = 18200$  [KW] και δεν ικανοποιεί την απαίτηση των 18558.784 [KW] αλλά ακόμη και αν θεωρηθεί ότι η απαίτηση ισχύος δύναται να ικανοποιηθεί το βάρος του κάθε κινητήρα είναι 46000 [Kgr] και κρίνεται απαγορευτικό για σκάφη της κατηγορίας.

Με βάση τα προηγούμενα επιλέγεται η εγκατάσταση τεσσάρων **MTU 16V1163TB93** με συνολική αποδιδόμενη ισχύ:

$$\text{BHP}_{4 \times 16\text{V}1163\text{TB}93} = 4 * 5920 [\text{KW}] = 23680 [\text{KW}]$$

Αν και δεν εξετάσθηκε αναλυτικά, εξαιτίας της αρχικής απαίτησης εγκατάστασης δηζελοκινητήρων και μόνο για την πρόωση του σκάφους που αποτελεί τη συνήθη πρακτική ευρωπαϊκών σχεδιάσεων, αξίζει να σημειωθεί ότι για το συγκεκριμένο σκάφος η εγκατάσταση ενός συνδυασμού αεροστροβίλου - δηζελοκινητήρων (Combined Diesel or Gas) αποτελεί μία λύση που χρήζει διερεύνησης λαμβάνοντας υπόψη το προφίλ ταχυτήτων του σκάφους. Σε αυτή την περίπτωση οι ανάγκες ισχύος του σκάφους για ταχύτητες μεγαλύτερες των 18 Κn θα μπορούσαν να καλυφθούν είτε με την εγκατάσταση ενός LM 2500 με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά<sup>[15]</sup>:



**ΕΙΚΟΝΑ 4.1 : Αεροστρόβιλος LM 2500 της ROLLS ROYCE**

#### **Performance**

Output 33,600 shp (25,060 kW)

SFC .373 lb/shp-hr

Heat rate 6,860 Btu/shp-hr

9,200 Btu/kWs-hr

9,705 kJ/kWs-hr

Exhaust gas flow 155 lb/sec (70.5 kg/sec)

Exhaust gas temperature 1,051°F (566°C)

Power turbine speed 3600 rpm

Είτε με την εγκατάσταση δύο LM 1600M με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά<sup>[16]</sup>:

#### **Performance**

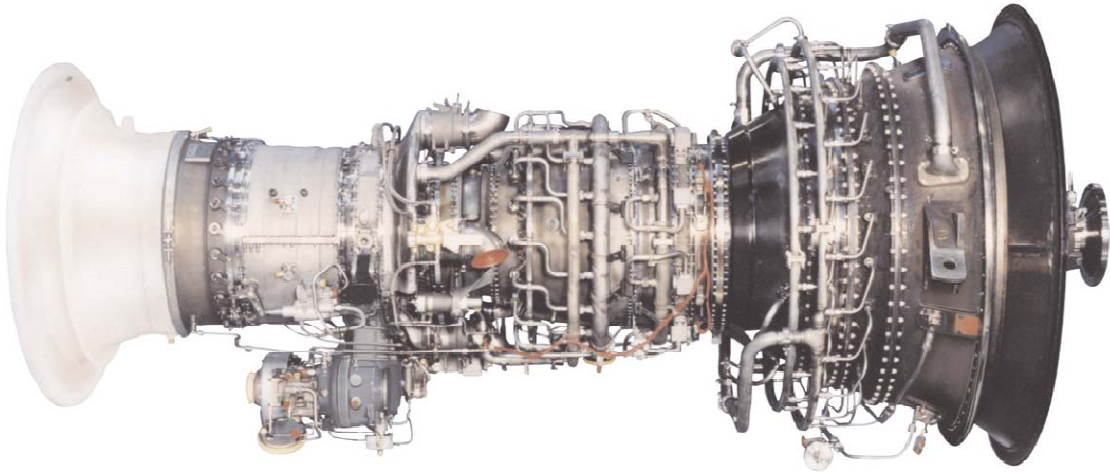
Output 20,000 shp (14,920 kW)

SFC (lb/shp-hr) .376

Heat rate 6,928 Btu/shp-hr

9,290 Btu/kW-hr

9,801 kJ/kW-hr  
Exhaust gas flow 104 lb/sec (47.3 kg/sec)  
Exhaust gas temperature 950°F (510°C)  
Power turbine speed 7,000 rpm



**ΕΙΚΟΝΑ 4.2 : Αεροστροβίλος LM 1600 της ROLLS ROYCE**

Η εγκατάσταση CODOG κρίνεται επωφελής σε ότι αφορά το βάρος της κατηγορίας  $W_{prop. plant}$  καθώς το βάρος του LM1600 είναι 10.909 [Kgr] και του LM2500 είναι 22.000 [Kgr] ενώ το βάρος της κάθε MTU 16V1163TB93 είναι 19.700 [Kgr] αλλά ο απαιτούμενος διαθέσιμος όγκος είναι μεγαλύτερος καθώς οι διαστάσεις του LM1600 είναι  $L=6.8\text{ m} \times B= 2.4\text{ m} \times H= 2.8\text{ m}$  και του LM2500 είναι  $L=8.23 \times B= 2.74 \times H=3.05\text{ m}$  ενώ των MTU 16V1163TB93 είναι  $L=4.66 \times B= 1.895 \times H=3.52\text{ m}$ . Επιπρόσθετα η εγκατάσταση αεροστροβίλων απαιτεί μεγαλύτερη εισαγωγή αέρα (1.9 sq m για LM1600 και 4.48 sq m για LM2500) και εξαγωγή καυσαερίων (2.88 sq m για LM1600 και 3.34 sq m για LM2500) σε σχέση με τους δηζελοκινητήρες ενώ εξαιτίας της αυξημένης ροής καυσαερίων λειτουργεί αρνητικά ως προς τη θερμική υπογραφή του σκάφους γεγονός που μπορεί να αντιμετωπισθεί με ψύξη του κελύφους της εξαγωγής καυσαερίων στα πρότυπα της Κορβέτας "Visby" όπως παρουσιάζεται στην εικόνα που ακολουθεί



**ΕΙΚΟΝΑ 4.3: Κορβέτα Τύπου "VISBY"**



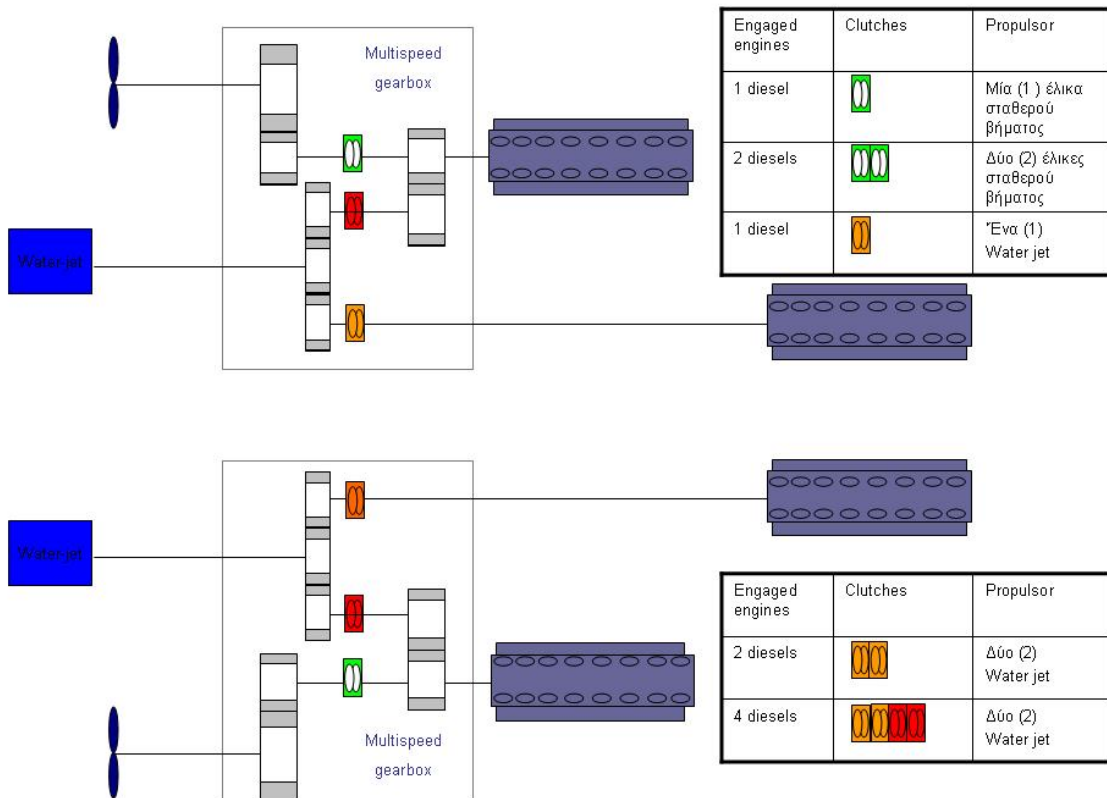
#### 4.5 ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΕΙΩΤΗΡΑ

Η εγκατάσταση τεσσάρων δηζελοκινητήρων συνολικής ισχύος 23680[KW] οδηγεί με βάση την απαιτούμενη ισχύ σε μέγιστη ταχύτητα στην επιλογή ενός συστήματος Combined Diesel And Diesel (CODAD).

Έως την ταχύτητα των 18 [Kn] κάθε μία μηχανή του Πρυμναίου Μηχανοστασίου κινεί μία έλικα, ενώ για ταχύτητες μεγαλύτερες των 18 [Kn] δύο μηχανές (μία Πρωραίου Μηχανοστασίου και μία Πρυμναίου Μηχανοστασίου) κινούν ένα Water jet. Κατά συνέπεια απαιτείται η εγκατάσταση δύο μειωτήρων διπλής εισόδου- διπλής εξόδου. Ο λόγος μειώσεως για την λειτουργία των ελίκων είναι:

$$\text{reductionratio} = \frac{\text{eng.RPM}}{\text{prop.RPM}} = \frac{1300}{443}$$

Στην εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζεται μια γραφική αναπαράσταση της προβλεπόμενης διάταξης.



**ΕΙΚΟΝΑ 4.4: Αναπαράσταση Διάταξης Συστήματος CODAD**

Η διαστασιολόγηση ενός τέτοιου μειωτήρα δεν κατέστη δυνατή από ανοικτές πηγές.

Δεδομένου ότι μέχρι την ταχύτητα των 18 [Kn] η απαιτούμενη ισχύ των 4528.457[KW] είναι δυνατό να καλυφθεί με την λειτουργία ενός και μόνο από τους

εγκατεστημένους κινητήρες {μέγιστη ισχύς 5920 [KW]} η εγκατάσταση ενός και μόνο μειωτήρα ο οποίος να μεταδίδει κίνηση από ένα κινητήρα και στις δύο έλικες και ταυτόχρονα να είναι ικανός εναλλακτικά να μεταδίδει κίνηση από κάθε κινητήρα σε μία έλικα και από το σύνολο των κινητήρων στα waterjets εμφανίστηκε αρχικά ως μία ελκυστική λύση. Οι αναμενόμενες αυξημένες απαιτήσεις χώρου για μία τέτοια εγκατάσταση καθώς και η αύξηση του βάρους της εγκατάστασης οδήγησαν στην απόρριψή του.

## 5. ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΤΟΥ ΣΚΑΦΟΥΣ

### 5.1. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΓΕΝΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ

Το σκάφος θα πρέπει να διαθέτει ενδαιτήσεις για 45 μέλη πληρώματος συμπεριλαμβανομένων του Κυβερνήτη και του Υπάρχου. Επιπρόσθετα οι δεξαμενές σχεδιάστηκαν ώστε να μεταφέρουν τα φορτία που υπολογίσθηκαν στο Κεφάλαιο 2 της παρούσης εργασίας και έχουν ως ακολούθως:

$W_{F1} \equiv W_{FO} =$	<b>103.135</b>	<b>tons</b>
$W_{F2} \equiv W_{LO} =$	<b>1.8</b>	<b>tons</b>
$W_{FRESH WATER} =$	<b>5.8</b>	<b>tons</b>

### 5.2. ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΣΚΑΦΟΥΣ

Η ισαπόσταση μεταξύ κατασκευαστικών νομέων έχει ληφθεί ίση με του πατρικού και είναι  $s = 1m$ . Το μήκος των επιμέρους διαμερισμάτων πλην των μηχανοστασίων έχει ληφθεί ίσο με το αντίστοιχο του πατρικού εξασφαλίζοντας έτσι, δεδομένου του μεγαλύτερου πλάτους του σκάφους και του ίδιου ύψους μεταξύ καταστρωμάτων, ικανοποιητικό όγκο ανά διαμέρισμα για χρήση.

Το μήκος του Πρυμναίου Μηχανοστασίου έχει προκύψει από το μήκος του αντίστοιχου διαμερίσματος του πατρικού προσθέτοντας την διαφορά μήκους μεταξύ των δεξαμενοκινητήρων των δύο σκαφών, υποθέτοντας ότι το μήκος του μειωτήρα δεν θα μεταβληθεί σημαντικά και λαμβάνοντας υπόψη την ισαπόσταση μεταξύ των κατασκευαστικών νομέων. Έτσι είναι:

$$\Delta L_{ENG} = L_{16V1163TB93} - L_{16V595TE90} = 4660 - 3980 = 680 \text{ cm} \text{ και με δεδομένο } s = 1m$$

απαιτείται επιμήκυνση του μηχανοστασίου του πατρικού κατά 1m. Οπότε προκύπτει  $L_{AFTENG\_ROOM\_ΙΑΣΩΝ} = L_{AFTENG\_ROOM\_FAC3} + 1 = 8 + 1 = 9m \Rightarrow$

$$L_{AFTENG\_ROOM\_ΙΑΣΩΝ} = 9m$$

Το μήκος του πρωραίου μηχανοστασίου προκύπτει θεωρώντας ελάχιστη απόσταση μεταξύ κινητήρων και νομέων 1m και είναι:

$$L_{FWDENG\_ROOM\_ΙΑΣΩΝ} = L_{16V1163TB93} + 2 = 4.66 + 2 = 6.66 \text{ και με δεδομένο } s = 1m$$

προκύπτει:

$$L_{FWDENG\_ROOM\_ΙΑΣΩΝ} = 7m$$

Η απαίτηση το σκάφος να είναι ικανό να επιχειρεί ικανοποιητικά σε πυρηνικά-χημικά- βιολογικά μολυσμένο περιβάλλον εξασφαλίζεται καθιστώντας αεροστεγανούς τους χώρους ενδαιτήσεων, γεφύρας, ελέγχου Κυρίων Μηχανών και Κέντρου Πληροφοριών Μάχης(Κ.Π.Μ.)

### 5.3. ΔΙΑΤΑΞΗ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΣΚΑΦΟΥΣ

Οι δεξαμενές καυσίμου έχουν κατανεμηθεί σχεδόν στο σύνολο του διαθέσιμου προς τούτο μήκος του σκάφους. Δεν έχουν τοποθετηθεί δεξαμενές καυσίμου κάτω από αποθήκες πυρομαχικών ενώ το μέγιστο ύψος αυτών έχει περιορισθεί στο  $T_d = 2.48 \text{ m}$  για λόγους ασφαλείας. Οι δεξαμενές χρήσεως έχουν τοποθετηθεί πλησίον των μηχανοστασίων, ενώ οι δεξαμενές ελαίου και ακαθάρτων έχουν τοποθετηθεί εντός των μηχανοστασίων. Οι δεξαμενές ποσίμου ύδατος έχουν τοποθετηθεί πλησίον του διαμερίσματος βοηθητικών μηχανημάτων όπου είναι εγκατεστημένος ο αφαλατωτής για περιορισμό του μήκους των απαιτητών δικτύων.

### 5.4. ΚΑΤΑΚΛΥΣΙΜΑ ΜΗΚΗ

Η ελάχιστη απόσταση μεταξύ υδατοστεγών νομέων έχει υπολογισθεί από τη σχέση <sup>[4]</sup>:

$$L_{\text{WATERTIGHT\_MIN}} = 3 + 0.03 * L_{\text{WL}} = 3 + 0.03 * 62.16 = 4.8648 \text{ m}$$

και με δεδομένο  $s = 1\text{m}$  λαμβάνεται:  $L_{\text{WATERTIGHT\_MIN}} = 5\text{m}$

Αρχικά ο πρυμναίος νομέας του Πρυμναίου Μηχανοστασίου είχε ληφθεί στην ίδια απόσταση από Α.Ρ. με το πατρικό (9 m), στη συνέχεια εξαιτίας των κατακλυσίμων μηκών μετακινήθηκε πρώραθεν κατά 2m γεγονός που λειτουργεί θετικά τόσο ως προς την κλίση των αξόνων των ελίκων η οποία δεν είναι επιθυμητό να υπερβαίνει τις  $5^\circ$  όσο και ως προς την διάθεση ικανοποιητικού όγκου για δεξαμενές καυσίμου πρύμνηθεν των μηχανοστασίων η ύπαρξη των οποίων είναι επιβεβλημένη ώστε σε πλήρη φόρτο το σκάφος να πλέει σχεδόν ισοβύθιστο όπως θα φανεί στο Κεφάλαιο 6.

Με χρήση του προγράμματος AUTOHYDRO για βύθισμα  $T_d = 2.480 \text{ m}$ , κατάσταση πλήρη φόρτου, και γραμμή ορίου βυθίσεως στο υδατοστεγές κατάστρωμα <sup>[17]</sup> υπολογίσθηκαν τα κατακλύσιμα μήκη του σκάφους για διαχωρητότητες  $\mu=0.95$ ,  $\mu=0.85$ ,  $\mu=0.65$  και οι τιμές παρουσιάζονται στις σελίδες που ακολουθούν:

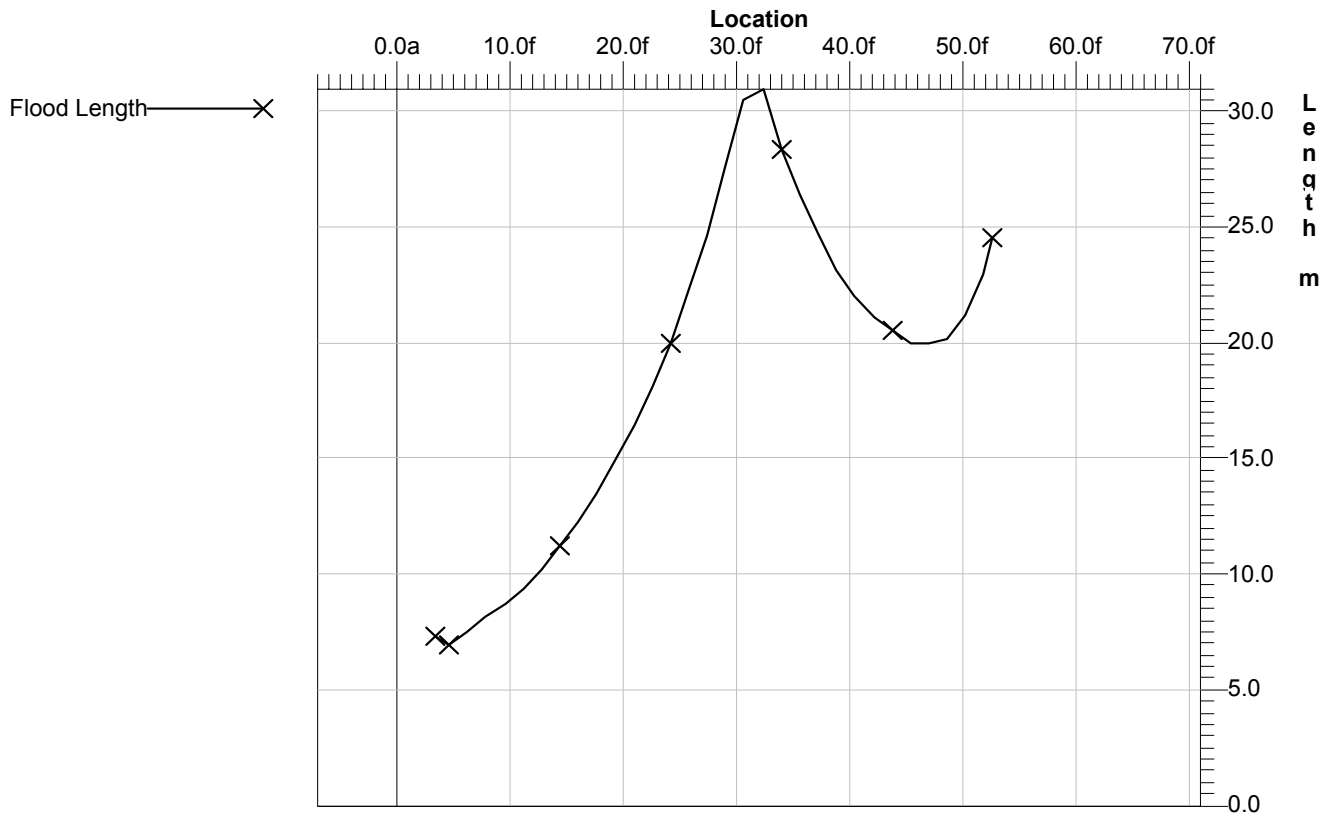
### Floodable Length Calculation

Displacement: 747.83MT    Water Specific Gravity: 1.025    Draft: 2.48 m  
L: 24.184f    T: 0.000    V: 0.000 m

**Uniform Permeability: 0.95**

Center (m)	Length (m)	Trim (deg)
52.633f	24.54	3.146f
51.837f	23.00	3.129f
50.204f	21.21	3.132f
48.571f	20.21	3.070f
46.938f	20.05	3.023f
45.305f	20.05	2.928f
43.672f	20.58	2.870f
42.039f	21.17	2.760f
40.406f	22.04	2.647f
38.773f	23.22	2.512f
37.141f	24.73	2.352f
35.508f	26.46	2.148f
33.875f	28.41	1.876f
32.242f	31.00	1.531f
30.609f	30.52	0.988f
28.976f	27.66	0.470f
27.343f	24.63	0.049f
25.710f	22.32	0.303a
24.077f	20.06	0.582a
22.444f	18.18	0.824a
20.811f	16.47	1.023a
19.178f	14.93	1.187a
17.545f	13.53	1.321a
15.912f	12.26	1.428a
14.279f	11.30	1.545a
12.646f	10.24	1.615a
11.013f	9.44	1.692a
9.380f	8.70	1.762a
7.747f	8.16	1.866a
6.114f	7.52	1.902a
4.481f	6.99	1.954a
3.282f	7.40	1.998a

# Floodable Lengths



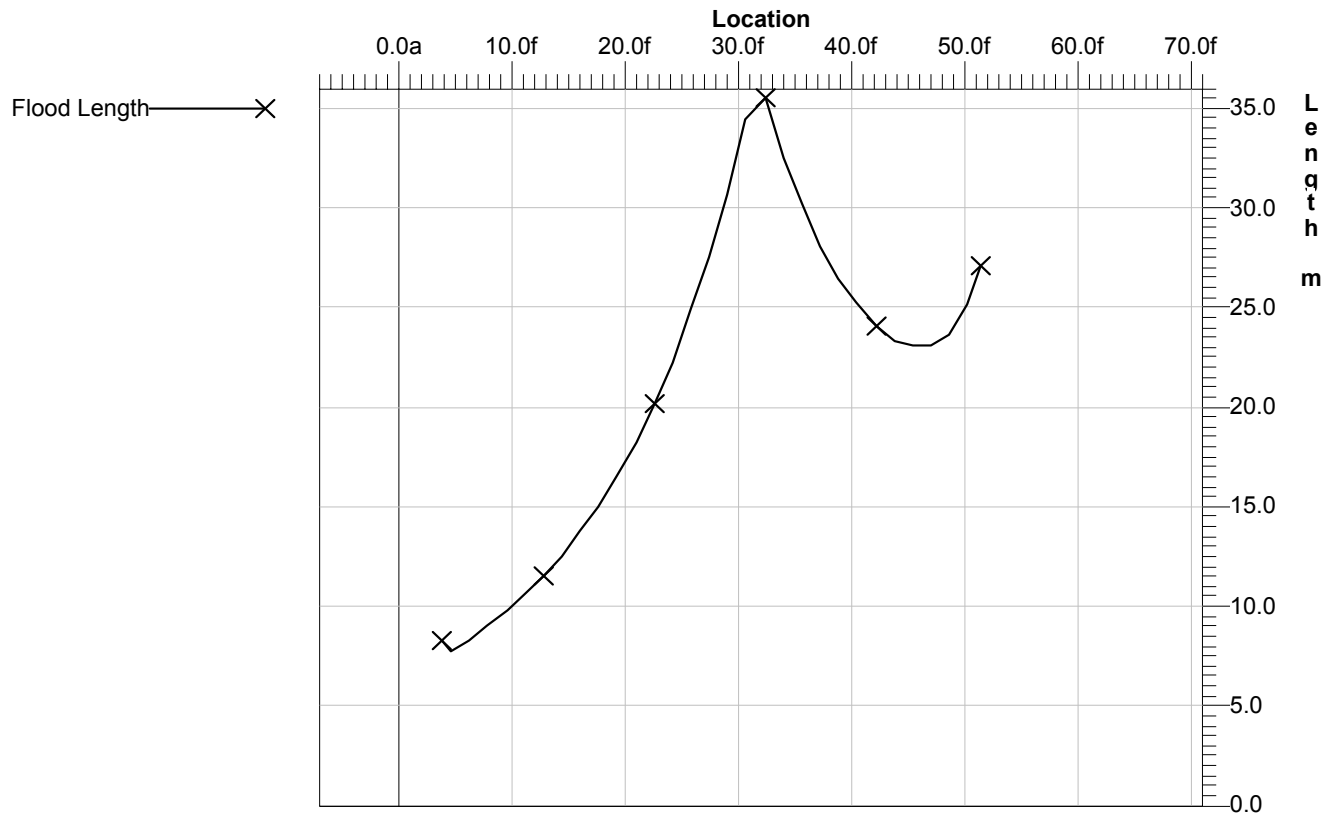
### Floodable Length Calculation

Displacement: 747.83MT    Water Specific Gravity: 1.025    Draft: 2.48 m  
L: 24.184f    T: 0.000    V: 0.000 m

**Uniform Permeability: 0.85**

Center (m)	Length (m)	Trim (deg)
51.330f	27.14	3.100f
50.204f	25.23	3.083f
48.571f	23.66	3.047f
46.938f	23.10	3.006f
45.305f	23.10	2.925f
43.672f	23.40	2.835f
42.039f	24.10	2.736f
40.406f	25.27	2.637f
38.773f	26.53	2.496f
37.141f	28.12	2.328f
35.508f	30.28	2.135f
33.875f	32.51	1.855f
32.242f	35.59	1.482f
30.609f	34.47	0.925f
28.976f	30.70	0.429f
27.343f	27.58	0.019f
25.710f	25.00	0.325a
24.077f	22.26	0.591a
22.444f	20.18	0.826a
20.811f	18.29	1.021a
19.178f	16.57	1.182a
17.545f	15.02	1.313a
15.912f	13.84	1.450a
14.279f	12.55	1.540a
12.646f	11.57	1.636a
11.013f	10.66	1.722a
9.380f	9.83	1.792a
7.747f	9.06	1.846a
6.114f	8.35	1.884a
4.481f	7.83	1.957a
3.728f	8.29	1.959a

# Floodable Lengths



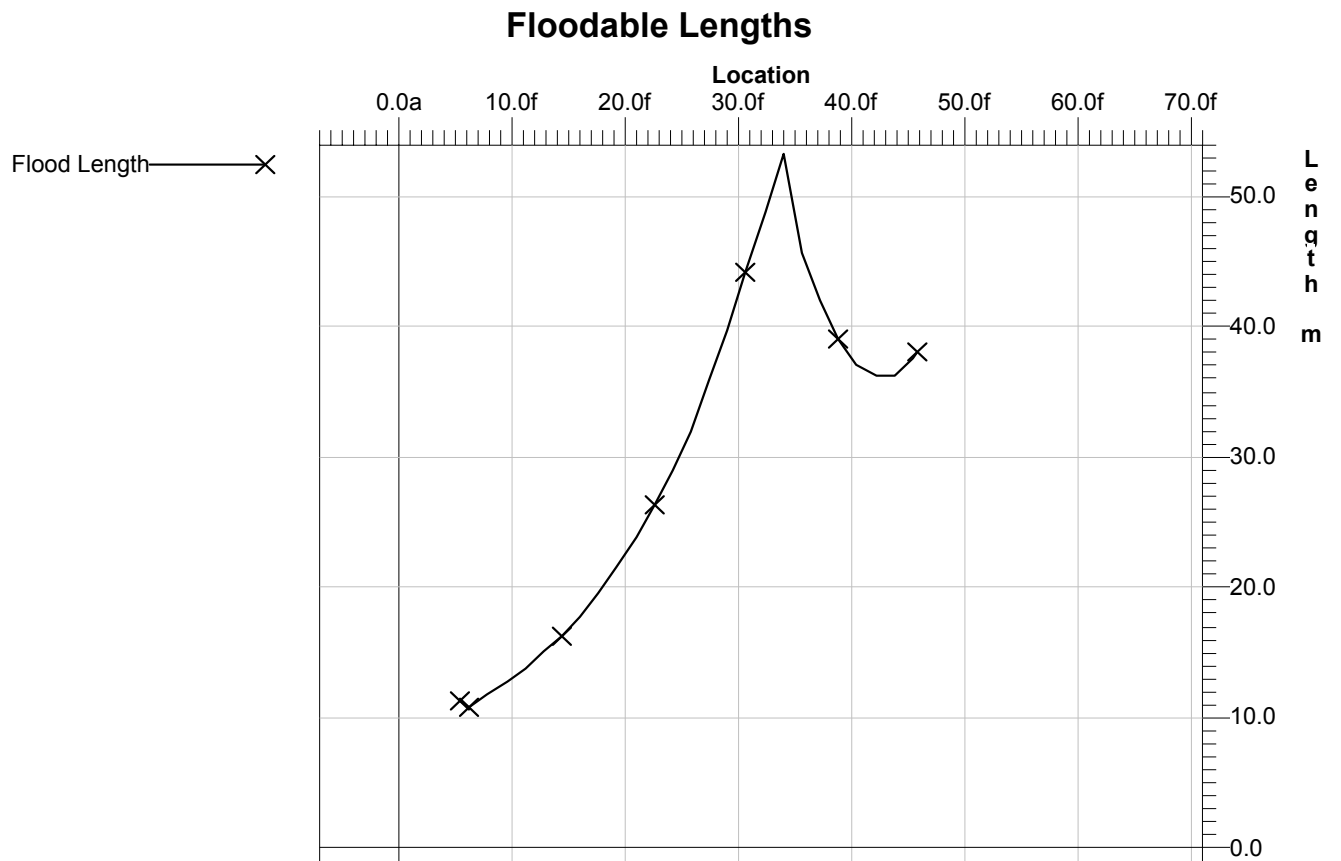


### Floodable Length Calculation

Displacement: 747.83MT    Water Specific Gravity: 1.025    Draft: 2.48 m  
L: 24.184f    T: 0.000    V: 0.000 m

**Uniform Permeability: 0.65**

Center (m)	Length (m)	Trim (deg)
45.816f	38.17	2.780f
45.305f	37.57	2.772f
43.672f	36.40	2.741f
42.039f	36.40	2.651f
40.406f	37.19	2.532f
38.773f	39.07	2.387f
37.141f	42.15	2.204f
35.508f	45.79	1.918f
33.875f	53.41	1.268f
32.242f	48.82	0.979f
30.609f	44.25	0.604f
28.976f	39.75	0.235f
27.343f	36.03	0.111a
25.710f	32.09	0.391a
24.077f	29.08	0.649a
22.444f	26.35	0.869a
20.811f	23.88	1.053a
19.178f	21.64	1.207a
17.545f	19.61	1.331a
15.912f	17.77	1.431a
14.279f	16.39	1.543a
12.646f	15.11	1.644a
11.013f	13.93	1.728a
9.380f	12.84	1.796a
7.747f	11.83	1.848a
6.114f	10.91	1.883a
5.259f	11.35	1.932a

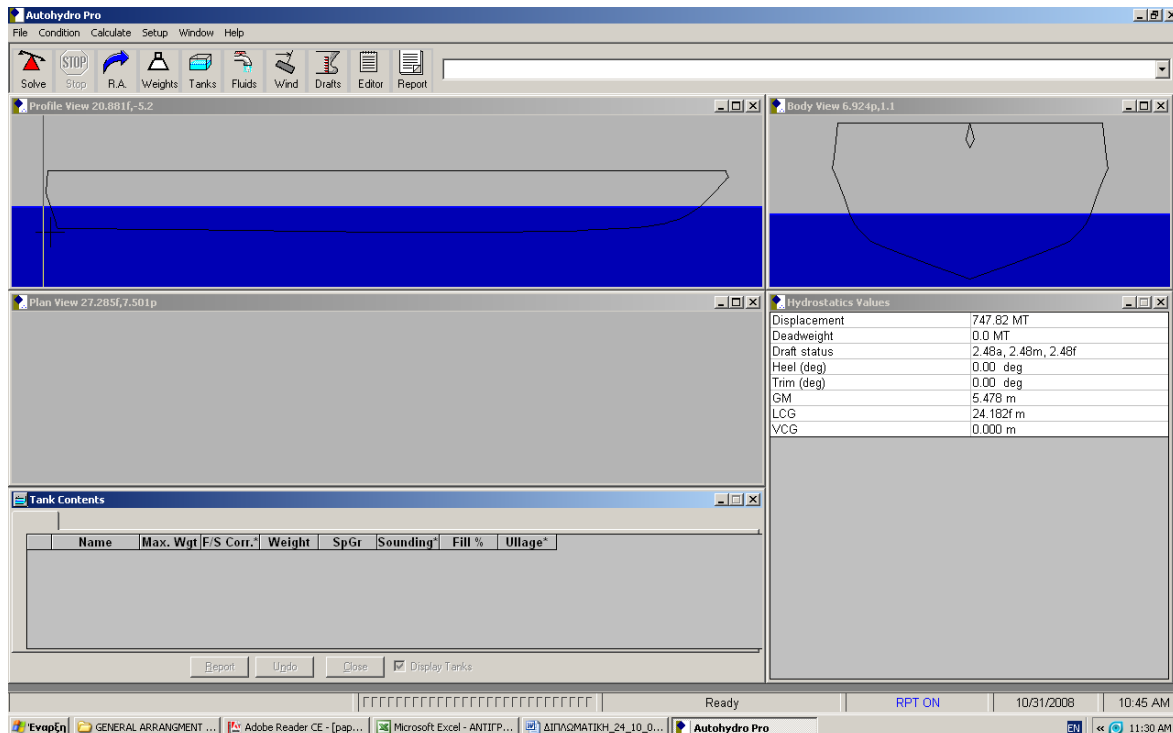


Το σχέδιο γενικής διάταξης παρέχεται στο Παράρτημα “Α”.

## 6. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΤΟΥ ΣΚΑΦΟΥΣ

### 6.1. ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΑΥΤΟΗΥΔΡΟ

Η ευστάθεια καθώς και τα υδροστατικά χαρακτηριστικά του σκάφους ελέγχθηκαν με χρήση του προγράμματος ΑΥΤΟΗΥΔΡΟ 5.2.0. Αρχικά κατασκευάσαμε τα αρχεία τεταγμένων - τμημένων και τεταγμένων - κατηγμένων του σκάφους με τομές του μοντέλου στο RHINOCEROS 4 ώστε να σχεδιασθεί – μοντελοποιηθεί το σκάφος σε ΑΥΤΟΗΥΔΡΟ.



**ΕΙΚΟΝΑ 6.1 : Απεικόνιση Μοντελοποίησης Γάστρας Σκάφους σε ΑΥΤΟΗΥΔΡΟ**

Τα υδροστατικά χαρακτηριστικά του σκάφους σύμφωνα με το ΑΥΤΟΗΥΔΡΟ επιλέγοντας βύθισμα  $Td = 2.480 \text{ m}$  είναι:

#### **Hull Data (with appendages)**

**Baseline Draft: 2.480, Trim: zero, Heel: zero**

#### **DIMENSIONS**

**Length Overall: 65.319 m LWL: 62.160 m Beam: 10.442 m BWL: 9.408 m**

**Volume: 729.572 m<sup>3</sup> Displacement: 747.815 MT**

#### **COEFFICIENTS**

**Prismatic: 0.724 Block: 0.503 Midship: 0.695 Waterplane: 0.790**

#### **RATIOS**

**Length/Beam: 6.256 Displacement/length: 86.772 Beam/Depth: 4.212**

MT/ cm Immersion: 4.735

### AREAS

Waterplane: 461.972 m<sup>2</sup> Wetted Surface: 577.713 m<sup>2</sup>

Under Water Lateral Plane: 137.775 m<sup>2</sup>

Above Water Lateral Plane: 219.102 m<sup>2</sup>

### CENTROIDS (Meters)

Buoyancy: LCB = 24.182 fwd TCB = 0.000 port VCB = 1.599

Flotation: LCF = 25.799 fwd

Under Water LP: 30.384 fwd of Origin, 1.140 below waterline.

Above Water LP: 31.760 fwd of Origin, 1.724 above waterline.

Note: Coefficients calculated based on waterline length at given draft

### Hydrostatic Properties

Draft is from Baseline.

No Trim, No heel, VCG = 0.000

Draft at 32.242f (m)	Displ (MT)	LCB (m)	VCB (m)	LCF (m)	TPcm (MT/cm)	MTcm (MT-m /deg)	KML (m)	KMT (m)
2.480	747.815	24.182f	1.599	25.799f	4.74	1978.03	151.537	5.478

Water Specific Gravity = 1.025.

## 6.2. ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ

Με βάση την παραμόρφωση των αρχικών ναυπηγικών γραμμών του μοντέλου της σειράς όπως έχει αναφερθεί στο Κεφάλαιο 1 της παρούσης εργασίας και την σχεδίαση της γάστρας του σκάφους με βάση το σχεδιαστικό πρόγραμμα RHINOCEROS 4.0 εκτελούνται τομές του σκάφους στη θέση των θεωρητικών νομέων και λαμβάνονται τα ημιπλάτη για την συμπλήρωση του πίνακα 1<sup>Α</sup>.

Έχουμε λάβει  $L_{WL} = 62.16m$  άρα προκύπτει:

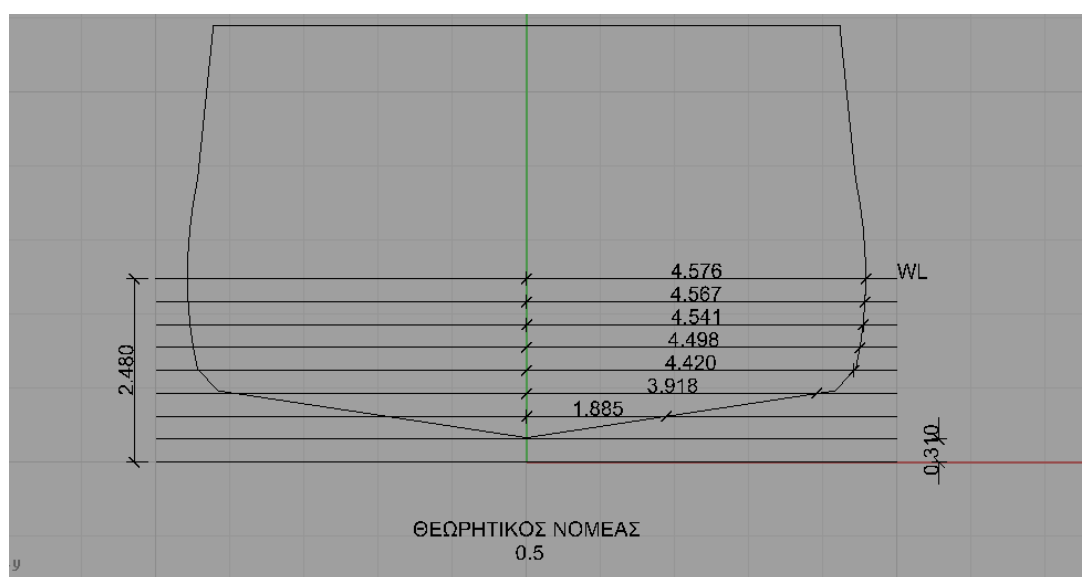
$$\text{Ισαπόσταση Θεωρητικών Νομέων} \equiv s = \frac{L_{WL}}{10} = 6.216m$$

$$\text{και } T_d = 2.48m \text{ άρα Ισαπόσταση Ισάλων} \equiv h = \frac{2.48}{8} = 0.31m$$

Έτσι με βάση μετρήσεις του RHINOCEROS 4.0 προκύπτουν οι πίνακες που ακολουθούν:

		Επιφάνεια Ax			Κατακόρυφη Ροπή Mvx		ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΘΕΣΗ NOMEA		0.000	[m]
WL/T <sub>d</sub>	WL	Ημιπλάτη 1/2 b(z)	Συντελ. Simpson	Συνάρτ. Ημιτετ/νων	Βραχίονες	Συνάρτ. Κατακ. Ροπών	<b>ΑΡΙΘΜΟΣ NOMEA</b>		<b>0</b>	
	[1]	[2]	[3]	[4]=[2]*[3]	[5]	[6]=[4]*[5]	Ισαπόσταση Ισάλων	h=	0.31	[m]
0.000	0.000	0	1	0	0	0				
0.125	0.310	0	4	0	1	0	Επιφάνεια Εγκάρσιας Τομής			
0.250	0.620	0	2	0	2	0	έως WL =	2.480	[m]	
0.375	0.930	0	4	0	3	0	Ax=(2/3)*h*f(A)			
0.500	1.240	0	2	0	4	0	<b>Ax=</b>	<b>0</b>	m <sup>2</sup>	
0.625	1.550	0	4	0	5	0				
0.750	1.860	0	2	0	6	0	Κατακόρυφη Ροπή Εγκάρσιας Τομής			
0.875	2.170	0	4	0	7	0	έως WL =	2.480	[m]	
1.000	2.480	0	1	0	8	0	Mvx=(2/3)*h <sup>2</sup> *f(M)			
			<b>f(A)=</b>	<b>0</b>	<b>f(M)=</b>	<b>0</b>	<b>Mvx=</b>	<b>0</b>	[m] <sup>3</sup>	

		Επιφάνεια Ax			Κατακόρυφη Ροπή Mvx		ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΘΕΣΗ NOMEA		3.108	[m]
WL/T <sub>d</sub>	WL	Ημιπλάτη 1/2 b(z)	Συντελ. Simpson	Συνάρτ. Ημιτετ/νων	Βραχίονες	Συνάρτ. Κατακ. Ροπών	<b>ΑΡΙΘΜΟΣ NOMEA</b>		<b>0.5</b>	
	[1]	[2]	[3]	[4]=[2]*[3]	[5]	[6]=[4]*[5]	Ισαπόσταση Ισάλων	h=	0.31	[m]
0.000	0.000	0.000	1	0	0	0				
0.125	0.310	0.000	4	0	1	0	Επιφάνεια Εγκάρσιας Τομής			
0.250	0.620	1.885	2	3.77	2	7.54	έως WL =	2.480	[m]	
0.375	0.930	3.918	4	15.672	3	47.016	Ax=(2/3)*h*f(A)			
0.500	1.240	4.420	2	8.84	4	35.36	<b>Ax=</b>	<b>16.161</b>	m <sup>2</sup>	
0.625	1.550	4.498	4	17.992	5	89.96				
0.750	1.860	4.541	2	9.082	6	54.492	Κατακόρυφη Ροπή Εγκάρσιας Τομής			
0.875	2.170	4.567	4	18.268	7	127.876	έως WL =	2.480	[m]	
1.000	2.480	4.576	1	4.576	8	36.608	Mvx=(2/3)*h <sup>2</sup> *f(M)			
			<b>f(A)=</b>	<b>78.2</b>	<b>f(M)=</b>	<b>398.852</b>	<b>Mvx=</b>	<b>25.553</b>	[m] <sup>3</sup>	



**ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΗΜΙΠΛΑΤΩΝ ΣΤΟ ΝΟΜΕΑ 0.5**

		Επιφάνεια Ax			Κατακόρυφη Ροπή Mvx		ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΘΕΣΗ NOMEA		6.216	[m]
WL/T <sub>d</sub>	WL	Ημιπλάτη 1/2 b(z)	Συντελ. Simpson	Συνάρτ. Ημιτετ/νων	Βραχίονες	Συνάρτ. Κατακ. Ροπών	<b>ΑΡΙΘΜΟΣ NOMEA</b>		<b>1</b>	
	[1]	[2]	[3]	[4]=[2]*[3]	[5]	[6]=[4]*[5]	Ισαπόσταση Ισάλων	h=	0.31	[m]
0.000	0.000	0.000	1	0.000	0	0				
0.125	0.310	0.000	4	0.000	1	0	Επιφάνεια Εγκάρσιας Τομής			
0.250	0.620	1.857	2	3.714	2	7.428	έως WL =	2.480	[m]	
0.375	0.930	3.751	4	15.004	3	45.012	Ax=(2/3)*h*f(A)			
0.500	1.240	4.392	2	8.784	4	35.136	<b>Ax=</b>	<b>16.034</b>	m <sup>2</sup>	
0.625	1.550	4.502	4	18.008	5	90.04				
0.750	1.860	4.550	2	9.100	6	54.6	Κατακόρυφη Ροπή Εγκάρσιας Τομής			
0.875	2.170	4.589	4	18.356	7	128.492	έως WL =	2.480	[m]	
1.000	2.480	4.617	1	4.617	8	36.936	Mvx=(2/3)*h <sup>2</sup> *f(M)			
			<b>f(A)=</b>	<b>77.583</b>	<b>f(M)=</b>	<b>397.644</b>	<b>Mvx=</b>	<b>25.476</b>	[m] <sup>3</sup>	

		Επιφάνεια Ax			Κατακόρυφη Ροπή Mvx		ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΘΕΣΗ NOMEA		12.432	[m]
WL/T <sub>d</sub>	WL	Ημιπλάτη 1/2 b(z)	Συντελ. Simpson	Συνάρτ. Ημιτετ/νων	Βραχίονες	Συνάρτ. Κατακ. Ροπών	<b>ΑΡΙΘΜΟΣ NOMEA</b>		<b>2</b>	
	[1]	[2]	[3]	[4]=[2]*[3]	[5]	[6]=[4]*[5]	Ισαπόσταση Ισάλων	h=	0.31	[m]
0.000	0.000	0.000	1	0	0	0				
0.125	0.310	0.243	4	0.972	1	0.972	Επιφάνεια Εγκάρσιας Τομής			
0.250	0.620	1.823	2	3.646	2	7.292	έως WL =	2.480	[m]	
0.375	0.930	3.391	4	13.564	3	40.692	Ax=(2/3)*h*f(A)			
0.500	1.240	4.304	2	8.608	4	34.432	<b>Ax=</b>	<b>15.941</b>	m <sup>2</sup>	
0.625	1.550	4.515	4	18.06	5	90.3				
0.750	1.860	4.565	2	9.13	6	54.78	Κατακόρυφη Ροπή Εγκάρσιας Τομής			
0.875	2.170	4.620	4	18.48	7	129.36	έως WL =	2.480	[m]	
1.000	2.480	4.673	1	4.673	8	37.384	Mvx=(2/3)*h <sup>2</sup> *f(M)			
			<b>f(A)=</b>	<b>77.133</b>	<b>f(M)=</b>	<b>395.212</b>	<b>Mvx=</b>	<b>25.320</b>	[m] <sup>3</sup>	

		Επιφάνεια Ax			Κατακόρυφη Ροπή Mvx		ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΘΕΣΗ NOMEA		18.648	[m]
WL/T <sub>d</sub>	WL	Ημιπλάτη 1/2 b(z)	Συντελ. Simpson	Συνάρτ. Ημιτετ/νων	Βραχίονες	Συνάρτ. Κατακ. Ροπών	<b>ΑΡΙΘΜΟΣ NOMEA</b>		<b>3</b>	
	[1]	[2]	[3]	[4]=[2]*[3]	[5]	[6]=[4]*[5]	Ισαπόσταση Ισάλων	h=	0.31	[m]
0.000	0.000	0.000	1	0	0	0				
0.125	0.310	0.522	4	2.088	1	2.088	Επιφάνεια Εγκάρσιας Τομής			
0.250	0.620	1.794	2	3.588	2	7.176	έως WL =	2.480	[m]	
0.375	0.930	3.074	4	12.296	3	36.888	Ax=(2/3)*h*f(A)			
0.500	1.240	4.158	2	8.316	4	33.264	<b>Ax=</b>	<b>15.802</b>	m <sup>2</sup>	
0.625	1.550	4.448	4	17.792	5	88.96				
0.750	1.860	4.569	2	9.138	6	54.828	Κατακόρυφη Ροπή Εγκάρσιας Τομής			
0.875	2.170	4.635	4	18.54	7	129.78	έως WL =	2.480	[m]	
1.000	2.480	4.704	1	4.704	8	37.632	Mvx=(2/3)*h <sup>2</sup> *f(M)			
			<b>f(A)=</b>	<b>76.462</b>	<b>f(M)=</b>	<b>390.616</b>	<b>Mvx=</b>	<b>25.025</b>	[m] <sup>3</sup>	

		Επιφάνεια Αx			Κατακόρυφη Ροπή Μνx		ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΘΕΣΗ ΝΟΜΕΑ		24.864	[m]
WL/T <sub>d</sub>	WL	Ημιπλάτη 1/2 b(z)	Συντελ. Simpson	Συνάρτ. Ημιτετ/νων	Βραχίονες	Συνάρτ. Κατακ. Ροπών	ΑΡΙΘΜΟΣ ΝΟΜΕΑ		4	
	[1]	[2]	[3]	[4]=[2]*[3]	[5]	[6]=[4]*[5]	Ισαπόσταση Ισάλων	h=	0.31	[m]
0.000	0.000	0.000	1	0	0	0				
0.125	0.310	0.709	4	2.836	1	2.836	Επιφάνεια Εγκάρσιας Τομής			
0.250	0.620	1.745	2	3.49	2	6.98	έως WL =	2.480	[m]	
0.375	0.930	2.788	4	11.152	3	33.456	Ax=(2/3)*h*f(A)			
0.500	1.240	3.803	2	7.606	4	30.424	Ax=	15.350	m <sup>2</sup>	
0.625	1.550	4.245	4	16.98	5	84.9				
0.750	1.860	4.525	2	9.05	6	54.3	Κατακόρυφη Ροπή Εγκάρσιας Τομής			
0.875	2.170	4.615	4	18.46	7	129.22	έως WL =	2.480	[m]	
1.000	2.480	4.701	1	4.701	8	37.608	Μνx=(2/3)*h <sup>2</sup> *f(M)			
			<b>f(A)=</b>	<b>74.275</b>	<b>f(M)=</b>	<b>379.724</b>	<b>Μνx=</b>	<b>24.328</b>	<b>[m]<sup>3</sup></b>	

		Επιφάνεια Αx			Κατακόρυφη Ροπή Μνx		ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΘΕΣΗ ΝΟΜΕΑ		31.080	[m]
WL/T <sub>d</sub>	WL	Ημιπλάτη 1/2 b(z)	Συντελ. Simpson	Συνάρτ. Ημιτετ/νων	Βραχίονες	Συνάρτ. Κατακ. Ροπών	ΑΡΙΘΜΟΣ ΝΟΜΕΑ		5	
	[1]	[2]	[3]	[4]=[2]*[3]	[5]	[6]=[4]*[5]	Ισαπόσταση Ισάλων	h=	0.31	[m]
0.000	0.000	0.000	1	0	0	0				
0.125	0.310	0.818	4	3.272	1	3.272	Επιφάνεια Εγκάρσιας Τομής			
0.250	0.620	1.674	2	3.348	2	6.696	έως WL =	2.480	[m]	
0.375	0.930	2.513	4	10.052	3	30.156	Ax=(2/3)*h*f(A)			
0.500	1.240	3.334	2	6.668	4	26.672	Ax=	14.479	m <sup>2</sup>	
0.625	1.550	3.938	4	15.752	5	78.76				
0.750	1.860	4.238	2	8.476	6	50.856	Κατακόρυφη Ροπή Εγκάρσιας Τομής			
0.875	2.170	4.475	4	17.9	7	125.3	έως WL =	2.480	[m]	
1.000	2.480	4.591	1	4.591	8	36.728	Μνx=(2/3)*h <sup>2</sup> *f(M)			
			<b>f(A)=</b>	<b>70.059</b>	<b>f(M)=</b>	<b>358.44</b>	<b>Μνx=</b>	<b>22.964</b>	<b>[m]<sup>3</sup></b>	

		Επιφάνεια Αx			Κατακόρυφη Ροπή Μνx		ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΘΕΣΗ ΝΟΜΕΑ		37.296	[m]
WL/T <sub>d</sub>	WL	Ημιπλάτη 1/2 b(z)	Συντελ. Simpson	Συνάρτ. Ημιτετ/νων	Βραχίονες	Συνάρτ. Κατακ. Ροπών	ΑΡΙΘΜΟΣ ΝΟΜΕΑ		6	
	[1]	[2]	[3]	[4]=[2]*[3]	[5]	[6]=[4]*[5]	Ισαπόσταση Ισάλων	h=	0.31	[m]
0.000	0.000	0.000	1	0	0	0				
0.125	0.310	0.791	4	3.164	1	3.164	Επιφάνεια Εγκάρσιας Τομής			
0.250	0.620	1.527	2	3.054	2	6.108	έως WL =	2.480	[m]	
0.375	0.930	2.212	4	8.848	3	26.544	Ax=(2/3)*h*f(A)			
0.500	1.240	2.851	2	5.702	4	22.808	Ax=	12.895	m <sup>2</sup>	
0.625	1.550	3.448	4	13.792	5	68.96				
0.750	1.860	3.744	2	7.488	6	44.928	Κατακόρυφη Ροπή Εγκάρσιας Τομής			
0.875	2.170	4.025	4	16.1	7	112.7	έως WL =	2.480	[m]	
1.000	2.480	4.245	1	4.245	8	33.96	Μνx=(2/3)*h <sup>2</sup> *f(M)			
			<b>f(A)=</b>	<b>62.393</b>	<b>f(M)=</b>	<b>319.172</b>	<b>Μνx=</b>	<b>20.448</b>	<b>[m]<sup>3</sup></b>	

		Επιφάνεια Αx			Κατακόρυφη Ροπή Μνx		ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΘΕΣΗ ΝΟΜΕΑ		43.512	[m]
WL/T <sub>d</sub>	WL	Ημιπλάτη 1/2 b(z)	Συντελ. Simpson	Συνάρτ. Ημιτετ/νων	Βραχίονες	Συνάρτ. Κατακ. Ροπών	ΑΡΙΘΜΟΣ ΝΟΜΕΑ		7	
	[1]	[2]	[3]	[4]=[2]*[3]	[5]	[6]=[4]*[5]	Ισαπόσταση Ισάλων	h=	0.31	[m]
0.000	0.000	0.000	1	0	0	0				
0.125	0.310	0.597	4	2.388	1	2.388	Επιφάνεια Εγκάρσιας Τομής			
0.250	0.620	1.186	2	2.372	2	4.744	έως WL =	2.480	[m]	
0.375	0.930	1.720	4	6.88	3	20.64	Ax=(2/3)*h*f(A)			
0.500	1.240	2.211	2	4.422	4	17.688	Ax=	10.212	m <sup>2</sup>	
0.625	1.550	2.649	4	10.596	5	52.98				
0.750	1.860	3.009	2	6.018	6	36.108	Κατακόρυφη Ροπή Εγκάρσιας Τομής			
0.875	2.170	3.299	4	13.196	7	92.372	έως WL =	2.480	[m]	
1.000	2.480	3.543	1	3.543	8	28.344	Μνx=(2/3)*h <sup>2</sup> *f(M)			
			<b>f(A)=</b>	<b>49.415</b>	<b>f(M)=</b>	<b>255.264</b>	<b>Μνx=</b>	<b>16.354</b>	<b>[m]<sup>3</sup></b>	

		Επιφάνεια Αx			Κατακόρυφη Ροπή Μνx		ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΘΕΣΗ ΝΟΜΕΑ		49.728	[m]
WL/T <sub>d</sub>	WL	Ημιπλάτη 1/2 b(z)	Συντελ. Simpson	Συνάρτ. Ημιτετ/νων	Βραχίονες	Συνάρτ. Κατακ. Ροπών	ΑΡΙΘΜΟΣ ΝΟΜΕΑ		8	
	[1]	[2]	[3]	[4]=[2]*[3]	[5]	[6]=[4]*[5]	Ισαπόσταση Ισάλων	h=	0.31	[m]
0.000	0.000	0.000	1	0	0	0				
0.125	0.310	0.279	4	1.116	1	1.116	Επιφάνεια Εγκάρσιας Τομής			
0.250	0.620	0.688	2	1.376	2	2.752	έως WL =	2.480	[m]	
0.375	0.930	1.067	4	4.268	3	12.804	Ax=(2/3)*h*f(A)			
0.500	1.240	1.420	2	2.84	4	11.36	Ax=	6.735	m <sup>2</sup>	
0.625	1.550	1.748	4	6.992	5	34.96				
0.750	1.860	2.050	2	4.1	6	24.6	Κατακόρυφη Ροπή Εγκάρσιας Τομής			
0.875	2.170	2.328	4	9.312	7	65.184	έως WL =	2.480	[m]	
1.000	2.480	2.584	1	2.584	8	20.672	Μνx=(2/3)*h <sup>2</sup> *f(M)			
			<b>f(A)=</b>	<b>32.588</b>	<b>f(M)=</b>	<b>173.448</b>	<b>Μνx=</b>	<b>11.112</b>	<b>[m]<sup>3</sup></b>	

		Επιφάνεια Αx			Κατακόρυφη Ροπή Μνx		ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΘΕΣΗ ΝΟΜΕΑ		55.944	[m]
WL/T <sub>d</sub>	WL	Ημιπλάτη 1/2 b(z)	Συντελ. Simpson	Συνάρτ. Ημιτετ/νων	Βραχίονες	Συνάρτ. Κατακ. Ροπών	ΑΡΙΘΜΟΣ ΝΟΜΕΑ		9	
	[1]	[2]	[3]	[4]=[2]*[3]	[5]	[6]=[4]*[5]	Ισαπόσταση Ισάλων	h=	0.31	[m]
0.000	0.000	0.000	1	0	0	0				
0.125	0.310	0.000	4	0	1	0	Επιφάνεια Εγκάρσιας Τομής			
0.250	0.620	0.127	2	0.254	2	0.508	έως WL =	2.480	[m]	
0.375	0.930	0.348	4	1.392	3	4.176	Ax=(2/3)*h*f(A)			
0.500	1.240	0.561	2	1.122	4	4.488	Ax=	2.872	m <sup>2</sup>	
0.625	1.550	0.769	4	3.076	5	15.38				
0.750	1.860	0.974	2	1.948	6	11.688	Κατακόρυφη Ροπή Εγκάρσιας Τομής			
0.875	2.170	1.179	4	4.716	7	33.012	έως WL =	2.480	[m]	
1.000	2.480	1.387	1	1.387	8	11.096	Μνx=(2/3)*h <sup>2</sup> *f(M)			
			<b>f(A)=</b>	<b>13.895</b>	<b>f(M)=</b>	<b>80.348</b>	<b>Μνx=</b>	<b>5.148</b>	<b>[m]<sup>3</sup></b>	



		Επιφάνεια Ax			Κατακόρυφη Ροπή Mvx		ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΘΕΣΗ NOMEA		59.052	[m]
WL/T <sub>d</sub>	WL	Ημιπλάτη 1/2 b(z)	Συντελ. Simpson	Συνάρτ. Ημιτετ/νων	Βραχίονες	Συνάρτ. Κατακ. Ροπών	ΑΡΙΘΜΟΣ NOMEA		9.5	
	[1]	[2]	[3]	[4]=[2]*[3]	[5]	[6]=[4]*[5]	Ισαπόσταση Ισάλων	h=	0.31	[m]
0.000	0.000	0.000	1	0	0	0				
0.125	0.310	0.000	4	0	1	0	Επιφάνεια Εγκάρσιας Τομής			
0.250	0.620	0.000	2	0	2	0	έως WL =	2.480	[m]	
0.375	0.930	0.000	4	0	3	0	Ax=(2/3)*h*f(A)			
0.500	1.240	0.135	2	0.27	4	1.08	<b>Ax=</b>	<b>1.060</b>	m <sup>2</sup>	
0.625	1.550	0.271	4	1.084	5	5.42				
0.750	1.860	0.412	2	0.824	6	4.944	Κατακόρυφη Ροπή Εγκάρσιας Τομής			
0.875	2.170	0.559	4	2.236	7	15.652	έως WL =	2.480	[m]	
1.000	2.480	0.716	1	0.716	8	5.728	Mvx=(2/3)*h <sup>2</sup> *f(M)			
			<b>f(A)=</b>	<b>5.13</b>	<b>f(M)=</b>	<b>32.824</b>	<b>Mvx=</b>	<b>2.103</b>	[m] <sup>3</sup>	

		Επιφάνεια Ax			Κατακόρυφη Ροπή Mvx		ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΘΕΣΗ NOMEA		62.160	[m]
WL/T <sub>d</sub>	WL	Ημιπλάτη 1/2 b(z)	Συντελ. Simpson	Συνάρτ. Ημιτετ/νων	Βραχίονες	Συνάρτ. Κατακ. Ροπών	ΑΡΙΘΜΟΣ NOMEA		10	
	[1]	[2]	[3]	[4]=[2]*[3]	[5]	[6]=[4]*[5]	Ισαπόσταση Ισάλων	h=	0.31	[m]
0.000	0.000	0.000	1	0	0	0				
0.125	0.310	0.000	4	0	1	0	Επιφάνεια Εγκάρσιας Τομής			
0.250	0.620	0.000	2	0	2	0	έως WL =	2.480	[m]	
0.375	0.930	0.000	4	0	3	0	Ax=(2/3)*h*f(A)			
0.500	1.240	0.000	2	0	4	0	<b>Ax=</b>	<b>0</b>	m <sup>2</sup>	
0.625	1.550	0.000	4	0	5	0				
0.750	1.860	0.000	2	0	6	0	Κατακόρυφη Ροπή Εγκάρσιας Τομής			
0.875	2.170	0.000	4	0	7	0	έως WL =	2.480	[m]	
1.000	2.480	0.000	1	0	8	0	Mvx=(2/3)*h <sup>2</sup> *f(M)			
			<b>f(A)=</b>	<b>0</b>	<b>f(M)=</b>	<b>0</b>	<b>Mvx=</b>	<b>0</b>	[m] <sup>3</sup>	

Με βάση τις τιμές  $A_x$  και  $M_{vx}$  που προκύπτουν από τους πίνακες που προηγήθηκαν συμπληρώνεται ο πίνακας 1 που ακολουθεί:

ΠΙΝΑΚΑΣ 1 : ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ															
ΣΤΑΘΜΟΙ	$A_x$	Συντελ. Simpson	Συνάρτ. Επιφάν.	Βραχίονες (Προσημ.)	Συνάρτηση Διαμήκων Ροπών	$M_{vx}$	Συνάρτ. Κατακορ. Ροπών	1/2 Τεταγμ. Ισάλου	Συνάρτ. Ημιτεταγ.	Συνάρτ. 1 <sup>ωv</sup> Ροπών Ισάλου	Συνάρτ. 2 <sup>ωv</sup> Ροπών Ισάλου	Κύβοι Ημιτ. Ισάλου	Συνάρτ. Κύβων Ημιτεταγ.		
[1]	[2]	[3]	[4]=[2]*[3]	[5]	[6]=[4]*[5]	[7]	[8]=[3]*[7]	[9]	[10]=[3]*[9]	[11]=[5]*[10]	[12]=[5]*[11]	[13]=[9]^3	[14]=[3]*[13]		
0	0	0.5	0.000	-5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
0.5	16.161	2	32.323	-4.5	-145.452	25.553	51.106	4.576	9.152	-41.184	185.328	95.820	191.641		
1	16.034	1.5	24.051	-4	-96.203	25.476	38.214	4.617	6.926	-27.702	110.808	98.419	147.629		
2	15.941	4	63.763	-3	-191.290	25.320	101.280	4.673	18.692	-56.076	168.228	102.044	408.176		
3	15.802	2	31.604	-2	-63.209	25.025	50.051	<b>4.704</b>	9.408	-18.816	37.632	104.088	208.177		
4	15.35	4	61.401	-1	-61.401	24.328	97.311	4.701	18.804	-18.804	18.804	103.889	415.557		
5	14.479	2	28.958	0	0.000	22.964	45.928	<b>4.591</b>	9.182	0.000	0.000	96.766	193.532		
6	12.895	4	51.578	1	51.578	20.448	81.793	4.245	16.980	16.980	16.980	76.495	305.980		
7	10.212	2	20.425	2	40.850	16.354	32.708	3.543	7.086	14.172	28.344	44.475	88.949		
8	6.7349	4	26.939	3	80.818	11.112	44.449	2.584	10.336	31.008	93.024	17.254	69.014		
9	2.8716	1.5	4.307	4	17.230	5.148	7.721	1.387	2.081	8.322	33.288	2.668	4.002		
9.5	1.0602	2	2.120	4.5	9.542	2.103	4.206	0.716	1.432	6.444	28.998	0.367	0.734		
10	0	0.5	0.000	5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
		<b><math>\Sigma f(V) = 347.470</math></b>		<b><math>\Sigma f(M_L) = -357.536</math></b>		<b><math>\Sigma f(M_v) = 554.766</math></b>		<b><math>\Sigma f(A_{WL}) = 110.078</math></b>		<b><math>\Sigma f(M_{WL}) = -85.656</math></b>		<b><math>\Sigma f(I_{LM}) = 721.434</math></b>		<b><math>\Sigma f(I_r) = 2033.391</math></b>	

Χρησιμοποιώντας τα στοιχεία που προκύπτουν από τον παραπάνω πίνακα πραγματοποιούνται οι ακόλουθοι υπολογισμοί των υδροστατικών μεγεθών:

$$L_{WL} = 62.16m$$

$$B_{WL\_MAX} = B_{WL} = 9.408m, B_{WL\_ΜΕΣΟ\_ΝΟΜΕΑ} = 9.182m$$

$$T_d = 2.48m$$

### ΙΣΑΠΟΣΤΑΣΗ ΣΤΑΘΜΩΝ

$$s = 6.216\text{m}$$

### ΟΓΚΟΣ ΕΚΤΟΠΙΣΜΑΤΟΣ

$$\nabla = \frac{1}{3} * s * \Sigma f(V) = \frac{1}{3} * 6.216 * 347.470 = 719.957\text{m}^3$$

$$\nabla = 719.957\text{m}^3$$

### ΕΚΤΟΠΙΣΜΑ ΣΕ ΘΑΛΑΣΣΙΝΟ ΝΕΡΟ

$$c = 1.0049$$

$$\gamma = 1.025$$

$$\Delta = c * \gamma * \nabla = 1.0049 * 1.025 * 719.957 = 741.572\text{t}$$

$$\Delta = 741.572\text{t}$$

### ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΙΣΑΛΟΥ

$$A_{WL} = \frac{2}{3} * s * \Sigma f(A_{WL}) = \frac{2}{3} * 6.216 * 110.078 = 456.163\text{m}^2$$

$$A_{WL} = 456.163\text{m}^2$$

### ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΘΕΣΗ ΚΕΝΤΡΟΥ ΑΝΤΩΣΗΣ

$$KB = \frac{\Sigma f(M_V)}{\Sigma f(V)} = \frac{554.766}{347.470} = 1.597\text{m}$$

### ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΘΕΣΗ ΚΕΝΤΡΟΥ ΑΝΤΩΣΗΣ

$$X_B = s * \frac{\Sigma f(M_L)}{\Sigma f(V)} = 6.216 * \frac{-357.536}{347.470} = -6.396\text{m}$$

$$X_B = -6.396\text{m}$$

$$LCB = \frac{L_{WL}}{2} + X_B = 31.08 - 6.396 = 24.684\text{m from A.P}$$

### ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΘΕΣΗ ΚΕΝΤΡΟΥ ΠΛΕΥΣΤΟΤΗΤΑΣ

$$X_F = s * \frac{\Sigma f(M_{WL})}{\Sigma f(A_{WL})} = 6.216 * \frac{-85.656}{110.078} = -4.8369\text{m}$$

$$X_F = -4.8369\text{m}$$

**ΔΕΥΤΕΡΗ ΡΟΠΗ ΙΣΑΛΟΥ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΠΕΡΙ ΤΟΝ ΚΥΡΙΟ ΑΞΟΝΑ ΤΗΣ ΙΣΑΛΟΥ**

$$I_{LM} = \frac{2}{3} * s^3 * \Sigma f(I_{LM}) = \frac{2}{3} * 6.216 * 721.434 = 115514.9952 \text{ m}^4$$

$$I_L = I_{LM} - A_{WL} * X_F^2 = 115514.9952 - 456.163 * (-4.8369)^2 = 104842.7251 \text{ m}^4$$

$$I_L = 104842.7251 \text{ m}^4$$

**ΔΕΥΤΕΡΗ ΡΟΠΗ ΙΣΑΛΟΥ ΠΕΡΙ ΤΟΝ ΔΙΑΜΗΚΗ ΑΞΟΝΑ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ ΤΟΥ ΣΚΑΦΟΥΣ**

$$I_T = \frac{2}{9} * s * \Sigma f(I_T) = \frac{2}{9} * 6.216 * 2033.391 = 2808.7906 \text{ m}^4$$

$$I_T = 2808.7906 \text{ m}^4$$

**ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΜΕΤΑΚΕΝΤΡΙΚΗ ΑΚΤΙΝΑ**

$$BM_T = \frac{I_T}{\nabla} = \frac{2808.7906}{719.957} = 3.901 \text{ m}$$

$$BM_T = 3.901 \text{ m}$$

**ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΜΕΤΑΚΕΝΤΡΙΚΗ ΑΚΤΙΝΑ**

$$BM_L = \frac{I_L}{\nabla} = \frac{104842.7251}{719.957} = 145.6235 \text{ m}$$

$$BM_L = 145.6235 \text{ m}$$

**ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΘΕΣΗ ΜΕΤΑΚΕΝΤΡΟΥ**

$$KM = KB + BM_T = 1.597 + 3.901 = 5.498 \text{ m}$$

$$KM = 5.498 \text{ m}$$

**ΤΟΝΝΟΙ ΑΝΑ ΕΚΑΤΟΣΤΟ ΒΥΘΙΣΗΣ**

$$TPC = \gamma * \frac{A_{WL}}{100} = 1.025 * \frac{456.163}{100} = 4.676 \text{ t/cm}$$

$$TPC = 4.676 \text{ t/cm}$$

**ΡΟΠΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΔΙΑΓΩΓΗΣ ΑΝΑ ΕΚΑΤΟΣΤΟΜΕΤΡΟ**

$$MT1 = \gamma * \frac{I_L}{L_{WL}} = 1.025 * \frac{104842.7251}{(62.16 * 100)} = 17.28826 \text{ tm/cm}$$

$$MT1 = 17.28826 \text{ tm/cm}$$

## ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΜΟΡΦΗΣ ΓΑΣΤΡΑΣ

$$C_B = \frac{\nabla}{(L_{WL} * B_{WL} * T_d)} = \frac{719.957}{(62.16 * 9.408 * 2.48)} = 0.4964$$

$$C_B = 0.4964$$

$$C_M = \frac{A_M}{B_{WL\_ΜΕΣΟ\_ΝΟΜΕΑ} * T_d} = \frac{14.479}{9.182 * 2.48} = 0.63584$$

$$C_M = 0.63584$$

$$C_{WP} = \frac{A_{WL}}{L_{WL} * B_{WL}} = \frac{456.163}{62.16 * 9.408} = 0.78$$

$$C_{WP} = 0.78$$

$$C_P = \frac{\nabla}{A_M * L_{WL}} = \frac{719.957}{14.479 * 62.16} = 0.7999$$

$$C_P = 0.7999$$

Τα αποτελέσματα των ως άνω υπολογισμών καθώς και οι αντίστοιχες τιμές του προγράμματος AUTOHYDRO, παρουσιάζονται συγκεντρωμένα στον πίνακα που ακολουθεί:

ΜΕΓΕΘΟΣ	ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ Η/Υ
$\Delta_T$ (tons)	741.572	747.815
LCB (m f. A.P.)	24.684	24.182
KB (m)	1.597	1.599
$A_{WL}$ (m <sup>2</sup> )	456.163	461.972
$BM_T$ (m)	3.901	
KM (m)	5.498	5.478
TPC (tn/cm)	4.676	4.74
MT 1 (tnm/cm)	17.288	
$C_B$	0.4964	0.503
$C_M$	0.6358	0.695
$C_P$	0.7999	0.724
$C_{WP}$	0.780	0.790

### Έλεγχος Εκτοπίσματος:

Από τη φάση της προμελέτης είναι γνωστό ότι:

$$\Delta_B = 744.82 \text{tn}$$

Οπότε παρατηρούμε ότι:

$$\Delta_{\Gamma} \equiv \Delta_{H/Y} = 747.815 \text{tn} > 744.82 \text{tn} = \Delta_B$$

Ενώ είναι:  $\frac{\Delta_{\Gamma} - \Delta_B}{\Delta_{\Gamma}} = \frac{747.815 - 744.82}{747.815} = 0.004 = 0.4\% \leq 0.5\%$

Το ανωτέρω αποτέλεσμα είναι αποδεκτό.

### 6.3. ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΚΑΦΟΥΣ

Το υδροστατικό διάγραμμα του σκάφους με βάση το AUTOHYDRO έχει ως ακολούθως:

#### Hydrostatic Properties

Draft is from Baseline.

No Trim, No heel, VCG = 0.000

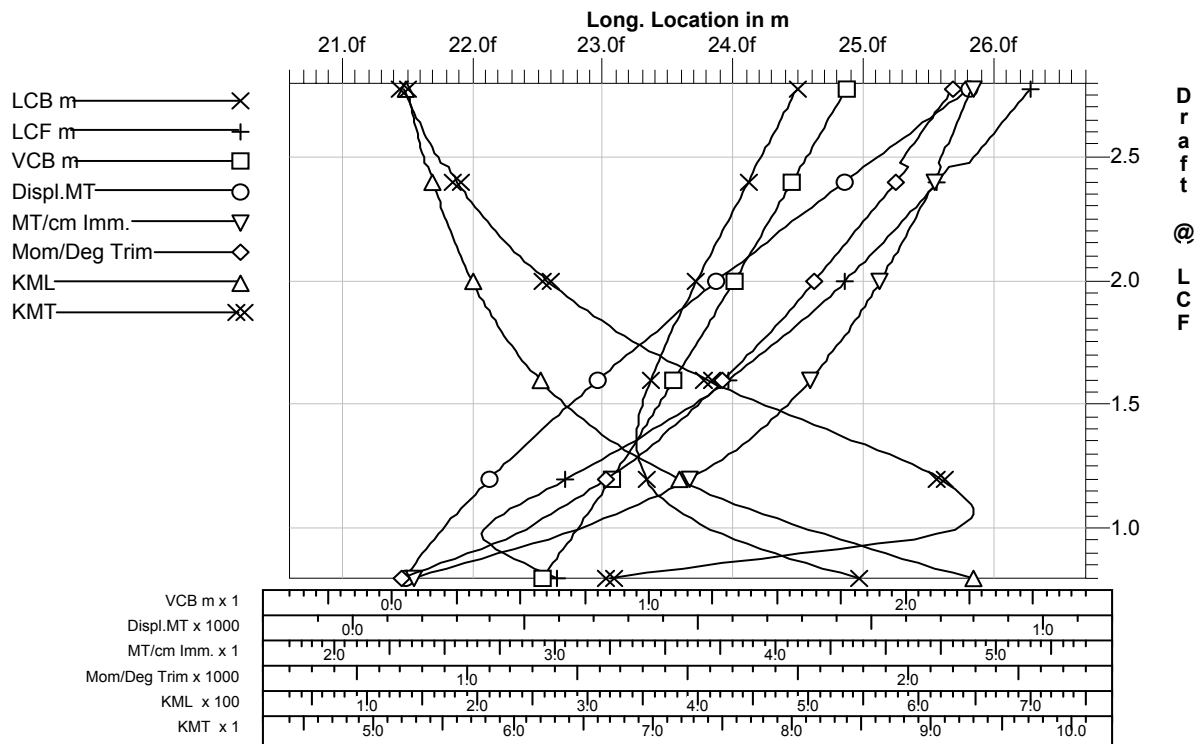
LCF Draft (m)	Displ (MT)	LCB (m)	VCB (m)	LCF (m)	TPcm (MT/cm)	MTcm (MT-m/deg)	KML (m)	KMT (m)
0.800	75.270	24.953f	0.580	22.640f	2.35	851.58	648.163	6.685
0.820	80.055	24.812f	0.594	22.551f	2.43	880.95	630.432	6.952
0.840	84.994	24.678f	0.608	22.467f	2.51	910.39	613.648	7.222
0.860	90.085	24.551f	0.621	22.387f	2.58	939.92	597.744	7.494
0.880	95.330	24.431f	0.635	22.311f	2.66	969.53	582.657	7.769
0.900	100.727	24.316f	0.649	22.239f	2.74	999.24	568.331	8.047
0.920	106.278	24.206f	0.662	22.170f	2.81	1029.08	554.731	8.328
0.940	111.981	24.101f	0.676	22.120f	2.89	1057.00	540.768	8.599
0.960	117.835	24.002f	0.690	22.070f	2.96	1085.71	527.863	8.864
0.980	123.834	23.908f	0.703	22.064f	3.03	1109.84	513.454	9.036
1.000	129.966	23.821f	0.717	22.081f	3.10	1131.87	498.936	9.159
1.020	136.223	23.742f	0.730	22.122f	3.16	1151.82	484.408	9.222
1.040	142.598	23.670f	0.744	22.169f	3.22	1171.23	470.552	9.272
1.060	149.087	23.606f	0.757	22.227f	3.27	1189.74	457.184	9.286
1.080	155.683	23.549f	0.770	22.287f	3.32	1208.01	444.535	9.295
1.100	162.385	23.498f	0.784	22.355f	3.38	1225.76	432.454	9.277
1.120	169.184	23.454f	0.797	22.427f	3.42	1243.23	420.990	9.240
1.140	176.079	23.415f	0.810	22.496f	3.47	1260.78	410.214	9.212
1.160	183.068	23.382f	0.823	22.568f	3.52	1278.17	399.996	9.162
1.180	190.145	23.353f	0.836	22.639f	3.56	1295.62	390.366	9.116
1.200	197.310	23.329f	0.849	22.709f	3.60	1313.12	381.272	9.064
1.220	204.556	23.308f	0.861	22.779f	3.64	1330.69	372.685	9.002
1.240	211.882	23.292f	0.874	22.851f	3.68	1347.65	364.388	8.933
1.260	219.280	23.279f	0.887	22.916f	3.72	1362.36	355.934	8.854
1.280	226.748	23.269f	0.899	22.982f	3.75	1376.55	347.798	8.776
1.300	234.282	23.261f	0.912	23.049f	3.79	1390.63	340.056	8.691
1.320	241.880	23.256f	0.925	23.115f	3.82	1404.54	332.669	8.605
1.340	249.538	23.253f	0.937	23.181f	3.85	1418.12	325.579	8.512
1.360	257.253	23.252f	0.949	23.249f	3.87	1431.44	318.780	8.419
1.380	265.025	23.253f	0.962	23.314f	3.90	1444.69	312.295	8.331
1.400	272.851	23.256f	0.974	23.377f	3.93	1457.83	306.096	8.240
1.420	280.729	23.261f	0.986	23.442f	3.95	1470.68	300.129	8.150
1.440	288.659	23.267f	0.998	23.505f	3.98	1483.41	294.413	8.062

LCF Draft (m)	Displ (MT)	LCB (m)	VCB (m)	LCF (m)	TPcm (MT/cm)	MTcm (MT-m/deg)	KML (m)	KMT (m)
1.460	296.636	23.275f	1.011	23.564f	4.00	1495.96	288.918	7.973
1.480	304.661	23.284f	1.023	23.624f	4.03	1508.32	283.632	7.885
1.500	312.730	23.294f	1.035	23.683f	4.05	1520.53	278.550	7.798
1.520	320.843	23.304f	1.047	23.740f	4.07	1532.46	273.638	7.711
1.540	328.998	23.316f	1.059	23.796f	4.09	1544.36	268.927	7.630
1.560	337.195	23.329f	1.071	23.849f	4.11	1556.08	264.380	7.550
1.580	345.431	23.342f	1.083	23.902f	4.13	1567.48	259.967	7.469
1.600	353.706	23.356f	1.095	23.954f	4.15	1578.85	255.727	7.391
1.620	362.018	23.371f	1.106	24.004f	4.17	1589.97	251.615	7.316
1.640	370.368	23.386f	1.118	24.053f	4.19	1600.99	247.647	7.244
1.660	378.754	23.402f	1.130	24.102f	4.20	1611.93	243.820	7.173
1.680	387.176	23.418f	1.142	24.150f	4.22	1622.74	240.115	7.103
1.700	395.631	23.435f	1.154	24.198f	4.24	1633.53	236.545	7.036
1.720	404.122	23.452f	1.165	24.246f	4.26	1644.29	233.102	6.972
1.740	412.647	23.469f	1.177	24.293f	4.27	1655.04	229.778	6.911
1.760	421.206	23.487f	1.189	24.340f	4.29	1665.72	226.562	6.851
1.780	429.796	23.504f	1.200	24.387f	4.31	1676.45	223.464	6.792
1.800	438.419	23.522f	1.212	24.434f	4.32	1687.14	220.465	6.735
1.820	447.075	23.541f	1.223	24.480f	4.34	1697.80	217.563	6.682
1.840	455.763	23.559f	1.235	24.526f	4.35	1708.45	214.754	6.629
1.860	464.484	23.578f	1.247	24.572f	4.37	1719.07	212.032	6.577
1.880	473.234	23.597f	1.258	24.612f	4.38	1728.53	209.257	6.524
1.900	482.012	23.616f	1.270	24.653f	4.40	1737.98	206.569	6.473
1.920	490.818	23.636f	1.281	24.693f	4.41	1747.42	203.965	6.423
1.940	499.652	23.655f	1.293	24.733f	4.43	1756.84	201.439	6.375
1.960	508.513	23.674f	1.304	24.772f	4.44	1766.26	198.990	6.330
1.980	517.403	23.694f	1.316	24.812f	4.45	1775.66	196.612	6.285
2.000	526.319	23.713f	1.327	24.850f	4.47	1785.04	194.302	6.241
2.020	535.261	23.733f	1.338	24.889f	4.48	1794.41	192.059	6.199
2.040	544.231	23.752f	1.350	24.927f	4.49	1803.78	189.880	6.158
2.060	553.227	23.772f	1.361	24.965f	4.51	1813.12	187.760	6.119
2.080	562.248	23.792f	1.373	25.003f	4.52	1822.44	185.696	6.080
2.100	571.296	23.811f	1.384	25.040f	4.53	1831.74	183.689	6.042
2.120	580.369	23.831f	1.395	25.076f	4.54	1841.00	181.731	6.005
2.140	589.467	23.851f	1.407	25.112f	4.56	1850.26	179.825	5.969
2.160	598.590	23.870f	1.418	25.148f	4.57	1859.50	177.969	5.935
2.180	607.738	23.890f	1.430	25.184f	4.58	1868.73	176.160	5.902
2.200	616.911	23.910f	1.441	25.220f	4.59	1877.95	174.398	5.870
2.220	626.108	23.930f	1.452	25.255f	4.61	1887.13	172.676	5.839
2.240	635.330	23.949f	1.463	25.289f	4.62	1896.26	170.992	5.808
2.260	644.576	23.969f	1.475	25.324f	4.63	1905.38	169.350	5.778
2.280	653.846	23.989f	1.486	25.357f	4.64	1914.49	167.748	5.750
2.300	663.139	24.008f	1.497	25.391f	4.65	1923.59	166.183	5.722
2.320	672.457	24.028f	1.509	25.425f	4.67	1932.69	164.655	5.696
2.340	681.799	24.048f	1.520	25.458f	4.68	1941.70	163.157	5.670
2.360	691.164	24.067f	1.531	25.490f	4.69	1950.67	161.690	5.644
2.380	700.552	24.087f	1.543	25.522f	4.70	1959.64	160.256	5.620
2.400	709.963	24.106f	1.554	25.554f	4.71	1968.59	158.854	5.596
2.420	719.397	24.126f	1.565	25.585f	4.72	1977.46	157.477	5.573
2.440	728.853	24.145f	1.576	25.616f	4.74	1986.30	156.129	5.550
2.460	738.333	24.164f	1.588	25.647f	4.75	1995.13	154.810	5.529
<b>2.480</b>	<b>747.834</b>	<b>24.184f</b>	<b>1.599</b>	<b>25.799f</b>	<b>4.74</b>	<b>1977.99</b>	<b>151.529</b>	<b>5.477</b>

LCF Draft (m)	Displ (MT)	LCB (m)	VCB (m)	LCF (m)	TPcm (MT/cm)	MTcm (MT-m/deg)	KML (m)	KMT (m)
2.500	757.315	24.204f	1.610	25.832f	4.75	1986.12	150.248	5.455
2.520	766.815	24.225f	1.621	25.864f	4.76	1994.25	148.993	5.433
2.540	776.335	24.245f	1.632	25.897f	4.77	2002.38	147.767	5.413
2.560	785.876	24.265f	1.644	25.929f	4.78	2010.51	146.565	5.392
2.580	795.437	24.285f	1.655	25.960f	4.79	2018.65	145.390	5.373
2.600	805.018	24.305f	1.666	25.992f	4.80	2026.79	144.239	5.355
2.620	814.619	24.325f	1.677	26.024f	4.81	2034.93	143.111	5.337
2.640	824.240	24.345f	1.688	26.055f	4.82	2043.08	142.007	5.319
2.660	833.882	24.365f	1.699	26.086f	4.83	2051.23	140.925	5.303
2.680	843.543	24.385f	1.710	26.117f	4.84	2059.39	139.865	5.287
2.700	853.225	24.405f	1.722	26.148f	4.85	2067.57	138.827	5.271
2.720	862.927	24.425f	1.733	26.178f	4.86	2075.75	137.810	5.256
2.740	872.650	24.445f	1.744	26.209f	4.87	2083.95	136.813	5.242
2.760	882.393	24.464f	1.755	26.239f	4.88	2092.09	135.830	5.228
2.780	892.156	24.484f	1.766	26.269f	4.89	2100.31	134.872	5.215

Water Specific Gravity = 1.025.

### Hydrostatic Properties at Trim = 0.00, Heel = 0.00



## 6.4. ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΩΝ ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ

Εκτελώντας το πρόγραμμα ΑΥΤΟΗΥΔΡΟ για γωνίες 5<sup>0</sup>, 10<sup>0</sup>, 15<sup>0</sup>, 20<sup>0</sup>, 25<sup>0</sup>, 30<sup>0</sup>, 35<sup>0</sup>, 40<sup>0</sup>, 45<sup>0</sup>, 50<sup>0</sup>, 55<sup>0</sup>, 60<sup>0</sup>, 65<sup>0</sup>, 70<sup>0</sup>, 75<sup>0</sup>, 80<sup>0</sup>, 85<sup>0</sup>, 90<sup>0</sup> το διάγραμμα παραμετρικών καμπυλών ευστάθειας (ΚΖ'-φ).που προκύπτει έχει ως ακολούθως:



### Cross Curves of Stability

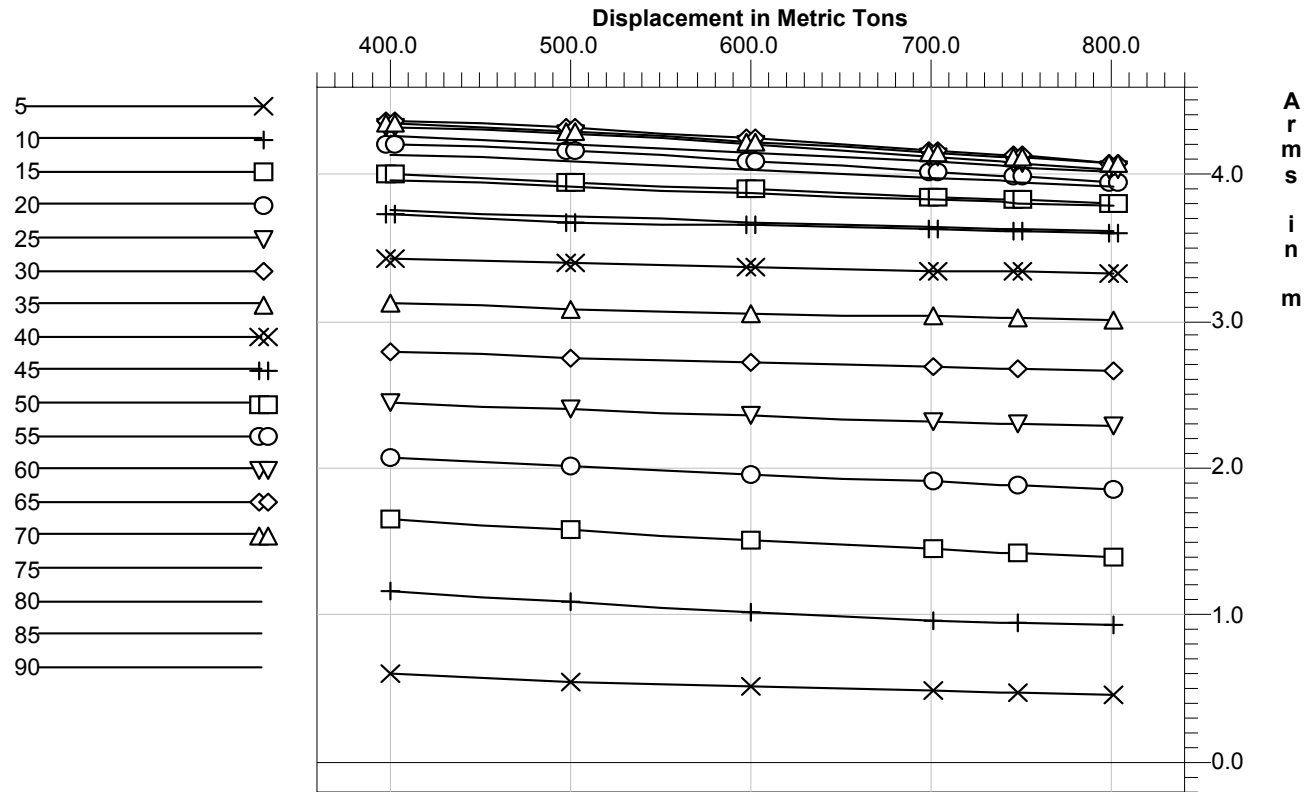
Righting Arms(heel) for VCG = 0.00  
Trim zero at heel = 0 (RA Trim = 0)

Water Specific Gravity = 1.025.

Displ (MT)	5s	10s	15s	20s	25s	30s	35s	40s	45s
400.000	0.605s	1.174s	1.660s	2.079s	2.453s	2.800s	3.130s	3.439s	3.732s
450.000	0.576s	1.131s	1.622s	2.047s	2.426s	2.779s	3.109s	3.417s	3.705s
500.000	0.552s	1.091s	1.585s	2.017s	2.403s	2.760s	3.092s	3.399s	3.684s
550.000	0.532s	1.055s	1.549s	1.989s	2.382s	2.743s	3.077s	3.384s	3.668s
600.000	0.515s	1.024s	1.515s	1.962s	2.362s	2.727s	3.064s	3.371s	3.657s
650.000	0.500s	0.997s	1.483s	1.937s	2.343s	2.713s	3.050s	3.360s	3.645s
700.000	0.488s	0.974s	1.454s	1.913s	2.325s	2.699s	3.039s	3.351s	3.633s
<b>737.955</b>	0.479s	<b>0.959s</b>	1.434s	1.895s	2.312s	2.688s	3.031s	3.346s	3.622s
747.834	0.478s	0.955s	1.429s	1.890s	2.308s	2.686s	3.029s	3.344s	3.619s
800.000	0.468s	0.938s	1.407s	1.867s	2.290s	2.672s	3.019s	3.336s	3.601s

Displ (MT)	50s	55s	60s	65s	70s	75s	80s	85s	90s
400.000	4.008s	4.208s	4.327s	4.372s	4.350s	4.271s	4.143s	3.971s	3.762s
450.000	3.984s	4.191s	4.309s	4.350s	4.326s	4.246s	4.118s	3.948s	3.740s
500.000	3.953s	4.167s	4.283s	4.321s	4.296s	4.218s	4.092s	3.924s	3.720s
550.000	3.928s	4.136s	4.250s	4.288s	4.264s	4.187s	4.065s	3.901s	3.701s
600.000	3.905s	4.100s	4.213s	4.252s	4.230s	4.156s	4.037s	3.878s	3.683s
650.000	3.881s	4.062s	4.172s	4.213s	4.194s	4.124s	4.009s	3.855s	3.666s
700.000	3.857s	4.026s	4.130s	4.172s	4.157s	4.091s	3.981s	3.833s	3.649s
737.955	3.837s	3.996s	4.096s	4.141s	4.128s	4.066s	3.960s	3.816s	3.636s
747.834	3.831s	3.988s	4.088s	4.132s	4.120s	4.059s	3.955s	3.811s	3.633s
800.000	3.803s	3.949s	4.044s	4.088s	4.080s	4.024s	3.925s	3.788s	3.617s

### Cross Curves



Στη συνέχεια έγιναν αναλυτικοί υπολογισμοί χρησιμοποιώντας ένα συνδυασμό της μεθόδου των σφηνών και της μεθόδου των παραλλήλων ισάλων για βύθισμα  $T=2.48$  m και για γωνία εγκάρσιας κλίσης  $10^0$ .

Η μέθοδος των σφηνών (ΠΙΝΑΚΑΣ II) μας δίνει:

$$KZ'_1 = 0.967 \text{ m}, V_1=729.894 \text{ m}^3$$

Η μέθοδος των παραλλήλων ισάλων (ΠΙΝΑΚΑΣ III) μας δίνει:

$$KZ'_2 = 0.997 \text{ m}, V_2=719.971 \text{ m}^3$$

$$\text{Πρέπει: } \frac{|V_2 - V_1|}{V} = \frac{729.894 - 719.971}{719.957} = 0.013783 \leq 0.10 \div 0.15, \text{ που ισχύει.}$$

Έτσι με γραμμική παρεμβολή λαμβάνουμε:

$$KZ' = 0.997 \text{ m}, V = 719.957 \text{ m}^3$$

Ο παραπάνω όγκος εκτοπίσματος με γραμμική παρεμβολή στους πίνακες παραμετρικών καμπυλών ευστάθειας του προγράμματος AUTOHYDRO αντιστοιχεί σε εκτόπισμα  $\Delta = 737.955$  tons. Διαπιστώνουμε διαφορά μεταξύ των τιμών  $KZ'$  που προκύπτουν με τους αναλυτικούς υπολογισμούς και του προγράμματος ίση με:

$$\Delta KZ' = KZ'_{\text{ΑΝΑΛ. ΥΠΟΛ.}} - KZ'_{\text{ΑΥΤΟΗΥΔΡΟ}} = 0.997 - 0.959 = 0.038 \text{ m}, \text{ η οποία μπορεί να αποδοθεί σε θέματα ακρίβειας και ολοκλήρωσης κατά τους αναλυτικούς υπολογισμούς.}$$

Ακολουθούν οι πίνακες II και III.

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙ

Γωνία Εγκάρσιας Κλίσης $\varphi=10^\circ$									
		Αναδυόμενη Σφήνα				Καταδυόμενη Σφήνα			
Σταθμός	Simpson	Επιφάνεια Σφήνας	Συναρτ. Επιφανειών	Βραχίονας	Συναρτ. Ροπών	Επιφάνεια Σφήνας	Συναρτ. Επιφανειών	Βραχίονας	Συναρτ. Ροπών
[1]	[2]	[3]	[4]=[2]*[3]	[5]	[6]=[4]*[5]	[7]	[8]=[2]*[7]	[9]	[10]=[8]*[9]
0	0.5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.5	2.0	1.8305	3.6610	3.0378	11.1214	1.8342	3.6683	3.0408	11.1547
1	1.5	1.8461	2.7692	3.0839	8.5399	1.8866	2.8299	3.0839	8.7272
1.5	2.0	1.8586	3.7173	3.0613	11.3796	1.9322	3.8644	3.1210	12.0608
2	1.5	1.8685	2.8027	3.0694	8.6028	1.9706	2.9559	3.1520	9.3171
3	4.0	1.8787	7.5146	3.0780	23.1296	2.0260	8.1039	3.1963	25.9026
4	2.0	1.8502	3.7003	3.0553	11.3057	2.0451	4.0903	3.2118	13.1372
5	4.0	1.7115	6.8458	2.9413	20.1360	1.9780	7.9118	3.1592	24.9953
6	2.0	1.4046	2.8093	2.6675	7.4938	1.7379	3.4758	2.9628	10.2980
7	4.0	0.9697	3.8790	2.2163	8.5969	1.2662	5.0648	2.5320	12.8242
8	1.5	0.5143	0.7714	1.6139	1.2450	0.6830	1.0246	1.8607	1.9064
8.5	2.0	0.3139	0.6277	1.2605	0.7912	0.4128	0.8256	1.4464	1.1942
9	1.5	0.1516	0.2274	0.8757	0.1992	0.1930	0.2895	0.9885	0.2862
9.5	2.0	0.0414	0.0828	0.4573	0.0379	0.0498	0.0996	0.5016	0.0500
10	0.5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		<b>Σf(A)=</b>	<b>39.4086</b>	<b>Σf(M)=</b>	<b>112.5787</b>	<b>Σf(A')=</b>	<b>44.2044</b>	<b>Σf(M')=</b>	<b>131.8537</b>
<b>L<sub>WL</sub> [m]=</b>	<b>62.16</b>		<b>ΟΓΚΟΣ ΑΝΑΔΥΟΜΕΝΗΣ ΣΦΗΝΑΣ V<sub>a</sub> [m<sup>3</sup>]=1/3*s*Σf(A)=</b>						<b>81.6545</b>
<b>B [m]=</b>	<b>10.451</b>		<b>ΟΓΚΟΣ ΚΑΤΑΔΥΟΜΕΝΗΣ ΣΦΗΝΑΣ V<sub>b</sub> [m<sup>3</sup>]=1/3*s*Σf(A')=</b>						<b>91.5914</b>
<b>T [m]=</b>	<b>2.48</b>		<b>ΔΙΑΦΟΡΑ ΟΓΚΟΥ ΣΦΗΝΩΝ ΔV [m<sup>3</sup>]=V<sub>b</sub>-V<sub>a</sub></b>						<b>9.9369</b>
<b>Volume [m<sup>3</sup>]= V=</b>	<b>719.957</b>		<b>ΟΓΚΟΣ ΕΚΤΟΠΙΣΜΑΤΟΣ (φ=10°) V<sub>1</sub> [m<sup>3</sup>]=V+ΔV=</b>						<b>729.8939</b>
<b>KB [m]=</b>	<b>1.5966</b>		<b>ΒΡΑΧΙΟΝΑΣ ΑΝΑΔΥΟΜΕΝΗΣ ΣΦΗΝΑΣ g<sub>a</sub> [m]=Σf(M)/Σf(A)=</b>						<b>2.8567</b>
<b>s [m]=</b>	<b>6.216</b>		<b>ΒΡΑΧΙΟΝΑΣ ΚΑΤΑΔΥΟΜΕΝΗΣ ΣΦΗΝΑΣ g<sub>b</sub> [m]=Σf(M')/Σf(A')=</b>						<b>2.9828</b>
<b>sinφ=</b>	<b>0.1736</b>		<b>ΡΟΠΗ ΑΝΑΔΥΟΜΕΝΗΣ ΣΦΗΝΑΣ m<sub>a</sub> [m<sup>4</sup>]=V<sub>a</sub>*g<sub>a</sub></b>						<b>233.2632</b>
			<b>ΡΟΠΗ ΚΑΤΑΔΥΟΜΕΝΗΣ ΣΦΗΝΑΣ m<sub>b</sub> [m<sup>4</sup>]=V<sub>b</sub>*g<sub>b</sub></b>						<b>273.2008</b>
			<b>ΡΟΠΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ m [m<sup>4</sup>]=m<sub>a</sub>+m<sub>b</sub></b>						<b>506.4640</b>
			<b>ΜΟΧΛΟΒΡΑΧΙΟΝΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ g [m]=m/V<sub>1</sub></b>						<b>0.6939</b>
			<b>ΜΟΧΛΟΒΡΑΧΙΟΝΑΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΚΖ1' [m]=g+(V/V<sub>1</sub>)*KB*sinφ=</b>						<b>0.9674</b>

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙΙ**

Γωνία Εγκάρσιας Κλίσης $\varphi=10^\circ$							
Υπολογισμός Αποστάσεως Παράλληλης Ισάλου				Υπολογισμός Στοιχείων Στερεού μεταξύ $W_1L_1$ & $W_2L_2$			
Σταθμός	Simpson	Πλάτος Κεκλιμένης Ισάλου $W_1L_1$	Συνάρτηση Πλατών	Επιφάνεια μεταξύ $W_1L_1$ & $W_2L_2$	Συνάρτηση Επιφανειών	Βραχίονας	Συνάρτηση Ροπών
[1]	[2]	[3]	[4]=[2]*[3]	[5]	[6]=[2]*[5]	[7]	[8]=[6]*[7]
0	0.5	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0
0.5	2.0	9.188	18.376	0.1928	0.3856	0.0072	0.0028
1	1.5	9.279	13.9185	0.1948	0.2921	0.0465	0.0136
1.5	2.0	9.365	18.73	0.1965	0.3931	0.0827	0.0325
2	1.5	9.442	14.163	0.1982	0.2972	0.1148	0.0341
3	4.0	9.554	38.216	0.2005	0.8020	0.1699	0.1363
4	2.0	9.471	18.942	0.1986	0.3971	0.2717	0.1079
5	4.0	9.158	36.632	0.1920	0.7679	0.3790	0.2910
6	2.0	8.479	16.958	0.1777	0.3554	0.4643	0.1650
7	4.0	7.243	28.972	0.1517	0.6067	0.4812	0.2919
8	1.5	5.33	7.995	0.1115	0.1673	0.3718	0.0622
8.5	2.0	4.161	8.322	0.0870	0.1740	0.2785	0.0485
9	1.5	2.863	4.2945	0.0598	0.0897	0.1685	0.0151
9.5	2.0	1.468	2.936	0.0306	0.0612	0.0659	0.0040
10	0.5	0	0	0	0	0.0000	0
<b><math>\Sigma f(A) = 228.455</math></b>			<b><math>\Sigma f(A') = 4.789165604</math></b>		<b><math>\Sigma f(M') = 1.204910219</math></b>		
<b><math>L_{WL} [m] =</math></b>	<b>62.16</b>	<b>Επιφάνεια ισάλου <math>W_1L_1</math>: <math>A_{WL1} [m^2] = 1/3s\Sigma f(A) =</math></b>		<b>473.35876</b>			
<b><math>B [m] =</math></b>	<b>10.451</b>	<b>Παράλληλη μετατόπιση ισάλου: <math>\epsilon [m] = \delta V / A_{WL1} =</math></b>		<b>0.0209923</b>			
<b><math>T [m] =</math></b>	<b>2.48</b>	<b>Μεταβολή όγκου εκτοπίσματος: <math>\delta V_1 [m^3] = 1/3s\Sigma f(A') =</math></b>		<b>9.9232</b>			
<b>Volume <math>[m^3] = V =</math></b>	<b>719.957</b>	<b>Όγκος εκτοπίσματος: <math>V_2 [m^3] = V_1 - \delta V_1 =</math></b>		<b>719.9707</b>			
<b><math>\delta V [m^3] =</math></b>	<b>9.9369</b>	<b>Μεταβολή ροπής όγκου: <math>\delta M [m^4] = 1/3s\Sigma f(M') =</math></b>		<b>2.4966</b>			
<b><math>V1 [m^3] =</math></b>	<b>729.8939</b>	<b>Μοχλ/νας ευστάθειας: <math>KZ_2' [m] = (V_1/V_2)KZ_1' - (\delta M/V_2) =</math></b>		<b>0.977</b>			
<b><math>KZ1' [m] =</math></b>	<b>0.9674</b>						
<b><math>s [m] =</math></b>	<b>6.216</b>						

## 6.5. ΕΛΕΓΧΟΣ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΥΓΡΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ

Διαμερισματοποιώντας το σκάφος, έχοντας υπολογίσει τα μήκη των διαμερίσεων μετά τον υπολογισμό των κατακλισίμων μηκών, προκύπτουν οι χωρητικότητες των δεξαμενών οι οποίες υπό μορφή πίνακα έχουν ως ακολούθως:

### Tank Status

#### FUEL OIL (SpGr 0.840)

Tank Name	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Perm
B02_FO8.P	95.00%	8.15	4.500f	3.149p	1.816	0.970
B03_FO7.S	95.00%	8.15	4.500f	3.149s	1.816	0.970
C02_FOS4.P	95.00%	13.67	8.501f	3.158p	1.818	0.970
C03_FOS3.S	95.00%	13.67	8.501f	3.158s	1.818	0.970
F_FO4.P	94.98%	8.98	29.967f	1.074p	0.790	0.970
F_FO3.S	94.98%	8.98	29.967f	1.074s	0.790	0.970
F_FO6.P	94.99%	3.52	27.992f	3.409p	1.874	0.970
F_FO5.S	94.99%	3.52	27.992f	3.409s	1.874	0.970
F_FOS2.P	95.00%	4.95	28.000f	1.250p	1.808	0.970
F_FOS1.S	95.00%	4.95	28.000f	1.250s	1.808	0.970
G02_FO2.P	95.01%	12.72	37.744f	0.889p	0.776	0.970
G01_FO1.S	95.01%	12.72	37.744f	0.889s	0.776	0.970
<b>Subtotals:</b>	<b>95.00%</b>	<b>103.95</b>	<b>21.914f</b>	<b>0.000</b>	<b>1.388</b>	

#### LUBE OIL (SpGr 0.900)

Tank Name	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Perm
D02_LO2.P	94.98%	0.36	18.967f	3.231p	1.084	0.970
D01_LO3.S	94.98%	0.36	18.967f	3.231s	1.084	0.970
E01_LO1.C	95.00%	1.39	20.501f	0.000	0.710	0.970
<b>Subtotals:</b>	<b>94.99%</b>	<b>2.11</b>	<b>19.974f</b>	<b>0.000</b>	<b>0.839</b>	

#### FRESH WATER (SpGr 1.000)

Tank Name	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Perm
H02_FW2.P	95.02%	2.85	46.435f	0.576p	0.791	0.970
H03_FW1.S	95.02%	2.85	46.435f	0.576s	0.791	0.970
<b>Subtotals:</b>	<b>95.02%</b>	<b>5.71</b>	<b>46.435f</b>	<b>0.000</b>	<b>0.791</b>	

Όπως φαίνεται και στους πίνακες ο όγκος των δεξαμενών είναι μειωμένος στο 97% λόγω των ενισχύσεων, οι όγκοι των δεξαμενών πετρελαίου και ελαίου μειώνονται περαιτέρω στο 95% λόγω αναθυμιάσεων ενώ ο όγκος των δεξαμενών ύδατος μειώνεται στο 95% καθώς καλύπτονται οι ανάγκες φόρτου.

Κατά τη μελέτη εφικτότητας έχουμε υπολογίσει:

**$W_{FO}=103.135$  tons**

**$W_{LO}=1.8$  tons**

**$W_{FRESH\ WATER}=5.8$  tons**

και διαπιστώνουμε ότι καλύπτονται οι ανάγκες υγρών φορτίων.

## 6.6. ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ

Με την διαμερισματοποίηση που έχει προηγηθεί και τα κέντρα βάρους που έχουν υπολογισθεί για το Light Ship και τα σταθερά βάρη προκύπτουν με χρήση του AUTOHYDRO τα ακόλουθα για τις καταστάσεις φόρτωσης:

### FULL LOAD CONDITION

#### Floating Status

Draft FP	2.463 m	Heel	zero	GM(Solid)	1.722 m
Draft MS	2.474 m	Equil	Yes	F/S Corr.	0.116 m
Draft AP	2.485 m	Wind	0.0 kn	GM(Fluid)	1.606 m
Trim	0.02 deg.	Wave	No	KMT	5.479 m
LCG	24.127f m	VCG	3.756 m	TPcm	4.73

#### Loading Summary

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
Light Ship	606.99	24.100f	0.000	4.096
Deadweight	138.87	24.247f	0.000	2.271
Displacement	745.86	24.127f	0.000	3.756

#### Fixed Weight Status

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
LIGHT SHIP	606.99	24.100f	0.000	4.096u
AMMUNITION	20.37	27.133f	0.000	6.720u
CREW AND EFFECTS	4.30	32.358f	0.000	3.825u
STORES	2.43	37.153f	0.000	4.718u
Total Fixed:	634.09	24.303f	0.000	4.181u

#### Tank Status

##### FUEL OIL (SpGr 0.840)

Tank Name	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Perm
B02_FO8.P	95.00%	8.15	4.500f	3.149p	1.816	0.970
B03_FO7.S	95.00%	8.15	4.500f	3.149s	1.816	0.970
C02_FOS4.P	95.00%	13.67	8.501f	3.158p	1.818	0.970
C03_FOS3.S	95.00%	13.67	8.501f	3.158s	1.818	0.970
F_FO4.P	94.98%	8.98	29.967f	1.074p	0.790	0.970
F_FO3.S	94.98%	8.98	29.967f	1.074s	0.790	0.970
F_FO6.P	94.99%	3.52	27.992f	3.409p	1.874	0.970
F_FO5.S	94.99%	3.52	27.992f	3.409s	1.874	0.970
F_FOS2.P	95.00%	4.95	28.000f	1.250p	1.808	0.970
F_FOS1.S	95.00%	4.95	28.000f	1.250s	1.808	0.970
G02_FO2.P	95.01%	12.72	37.742f	0.889p	0.776	0.970
G01_FO1.S	95.01%	12.72	37.742f	0.889s	0.776	0.970
Subtotals:	95.00%	103.95	21.913f	0.000	1.388	

**LUBE OIL (SpGr 0.900)**

Tank Name	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Perm
D02_LO2.P	94.98%	0.36	18.966f	3.231p	1.084	0.970
D01_LO3.S	94.98%	0.36	18.966f	3.231s	1.084	0.970
E01_LO1.C	95.00%	1.39	20.501f	0.000	0.710	0.970
<b>Subtotals:</b>	<b>94.99%</b>	<b>2.11</b>	<b>19.974f</b>	<b>0.000</b>	<b>0.839</b>	

**FRESH WATER (SpGr 1.000)**

Tank Name	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Perm
H02_FW2.P	95.02%	2.85	46.435f	0.576p	0.791	0.970
H03_FW1.S	95.02%	2.85	46.435f	0.576s	0.791	0.970
<b>Subtotals:</b>	<b>95.02%</b>	<b>5.71</b>	<b>46.435f</b>	<b>0.000</b>	<b>0.791</b>	

**Displacer Status**

Item	Status	Spgr	Displ (MT)	LCB (m)	TCB (m)	VCB (m)	Eff /Perm
HULL	Intact	1.025	746.03	24.127f	0.000	1.597	1.000
<b>SubTotals:</b>			<b>746.03</b>	<b>24.127f</b>	<b>0.000</b>	<b>1.597</b>	

**Hydrostatic Properties**

Draft is from Baseline.

Trim: 0.02 deg., No heel, VCG = 4.181

LCF Draft (m)	Displ (MT)	LCB (m)	VCB (m)	LCF (m)	TPcm (MT/cm)	MTcm (MT-m/deg)	KML (m)	KMT (m)
2.476	746.026	24.127f	1.597	25.777f	4.73	1918.85	151.536	5.479

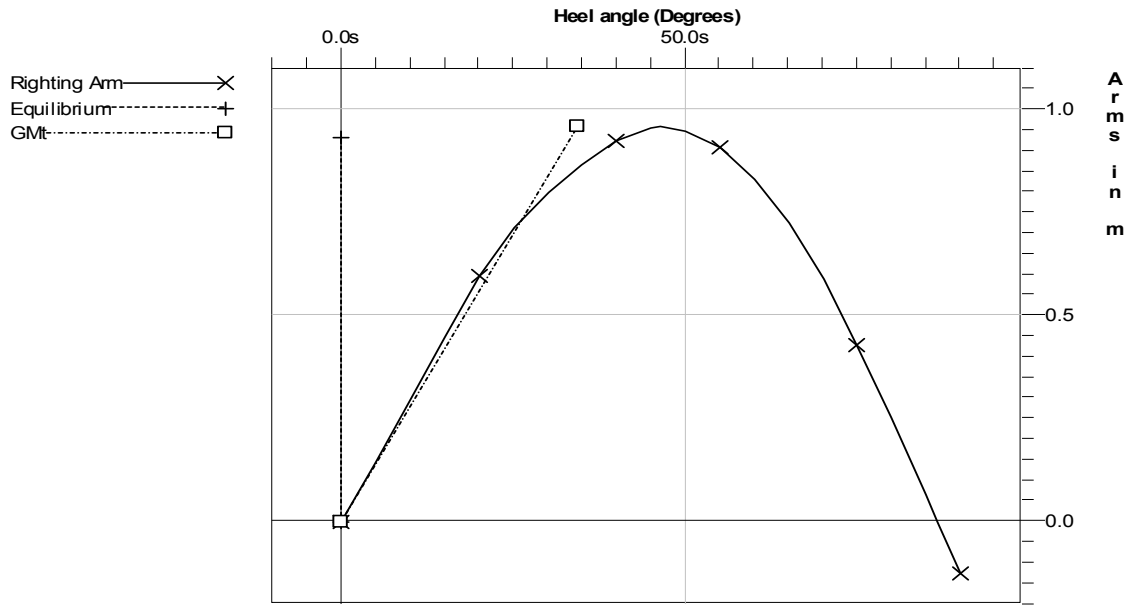
Water Specific Gravity = 1.025.

**Righting Arms vs Heel Angle**

Heel Angle (deg)	Trim Angle (deg)	Origin Depth (m)	Righting Arm (m)
0.00	0.02a	2.485	0.000
5.00s	0.03a	2.475	0.144
10.00s	0.06a	2.445	0.296
15.00s	0.11a	2.394	0.449
20.00s	0.18a	2.312	0.598
25.00s	0.24a	2.181	0.713
30.00s	0.29a	2.003	0.800
35.00s	0.32a	1.782	0.867
40.00s	0.33a	1.521	0.923
45.00s	0.33a	1.231	0.956
46.45s	0.33a	1.143	0.958
50.00s	0.33a	0.934	0.948
55.00s	0.34a	0.639	0.907
60.00s	0.37a	0.348	0.831
65.00s	0.41a	0.065	0.724
70.00s	0.47a	-0.216	0.587
75.00s	0.54a	-0.495	0.427
80.00s	0.62a	-0.771	0.252
85.00s	0.70a	-1.041	0.066
86.72s	0.72a	-1.133	0.000
90.00s	0.78a	-1.304	-0.126



### Righting Arms vs. Heel



## LIGHT OPERATIONAL CONDITION

### Floating Status

Draft FP	2.348 m	Heel	zero	GM(Solid)	1.709 m
Draft MS	2.344 m	Equil	Yes	F/S Corr.	0.059 m
Draft AP	2.339 m	Wind	0.0 kn	GM(Fluid)	1.649 m
Trim	0.01 deg.	Wave	No	KMT	5.667 m
LCG	24.073f m	VCG	3.959 m	TPcm	4.68

### Loading Summary

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
Light Ship	606.99	24.100f	0.000	4.096
Deadweight	76.23	23.860f	0.000	2.864
Displacement	683.22	24.073f	0.000	3.959

### Fixed Weight Status

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
LIGHT SHIP	606.99	24.100f	0.000	4.096u
AMMUNITION	20.37	27.133f	0.000	6.720u
CREW AND EFFECTS	4.30	32.358f	0.000	3.825u
STORES	1.17	32.600f	0.000	4.667u
Total Fixed:	632.83	24.269f	0.000	4.180u

### Tank Status

#### FUEL OIL (SpGr 0.840)

Tank Name	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Perm
B02_FO8.P	30.03%	2.57	4.498f	3.114p	1.399	0.970
B03_FO7.S	30.03%	2.57	4.498f	3.114s	1.399	0.970
C02_FOS4.P	63.38%	9.12	8.500f	3.141p	1.616	0.970
C03_FOS3.S	63.38%	9.12	8.500f	3.141s	1.616	0.970
F_FO4.P	29.99%	2.83	30.017f	0.609p	0.458	0.970
F_FO3.S	29.99%	2.83	30.017f	0.609s	0.458	0.970
F_FO6.P	30.00%	1.11	27.986f	3.229p	1.460	0.970
F_FO5.S	30.00%	1.11	27.986f	3.229s	1.460	0.970
F_FOS2.P	63.36%	3.30	28.000f	1.250p	1.605	0.970
F_FOS1.S	63.36%	3.30	28.000f	1.250s	1.605	0.970
G02_FO2.P	30.01%	4.02	37.753f	0.515p	0.438	0.970
G01_FO1.S	30.01%	4.02	37.753f	0.515s	0.438	0.970
Subtotals:	41.96%	45.92	19.576f	0.000	1.234	

#### LUBE OIL (SpGr 0.900)

Tank Name	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Perm
D02_LO2.P	30.00%	0.11	18.951f	3.043p	0.991	0.970
D01_LO3.S	30.00%	0.11	18.951f	3.043s	0.991	0.970
E01_LO1.C	30.00%	0.44	20.503f	0.000	0.402	0.970
Subtotals:	30.00%	0.67	19.970f	0.000	0.604	

**FRESH WATER (SpGr 1.000)**

Tank Name	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Perm
H02_FW2.P	63.36%	1.90	46.432f	0.480p	0.654	0.970
H03_FW1.S	63.36%	1.90	46.432f	0.480s	0.654	0.970
<b>Subtotals:</b>	<b>63.36%</b>	<b>3.81</b>	<b>46.432f</b>	<b>0.000</b>	<b>0.654</b>	

**Displacer Status**

Item	Status	Spgr	Displ (MT)	LCB (m)	TCB (m)	VCB (m)	Eff /Perm
HULL	Intact	1.025	683.05	24.074f	0.000	1.521	1.000
<b>SubTotals:</b>			<b>683.05</b>	<b>24.074f</b>	<b>0.000</b>	<b>1.521</b>	

**Hydrostatic Properties**

Draft is from Baseline.

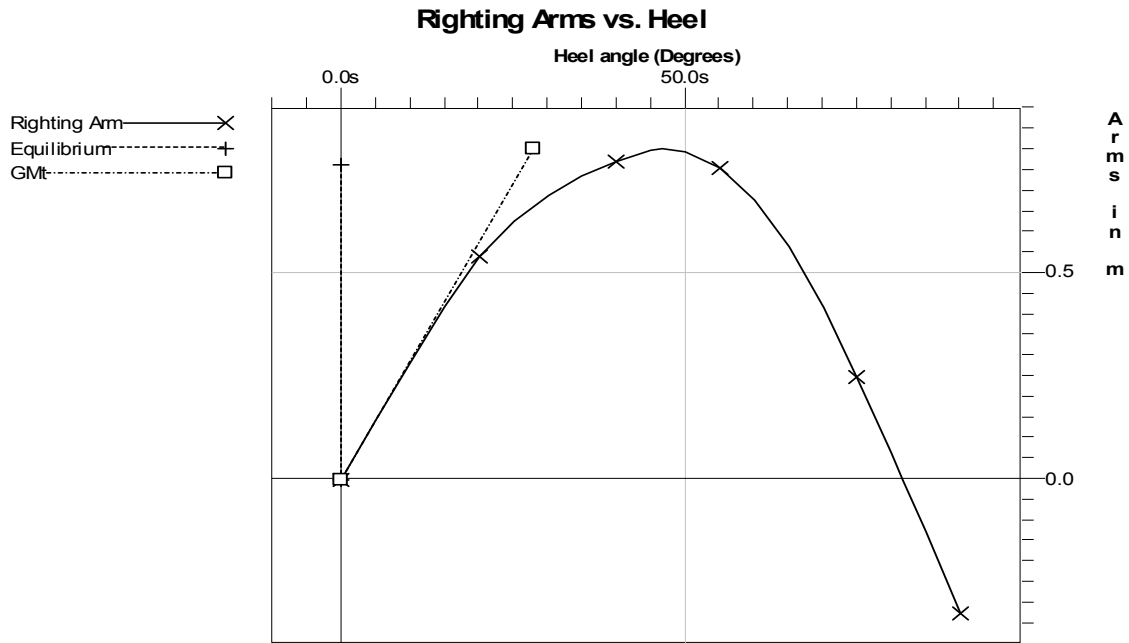
Trim: 0.01 deg., No heel, VCG = 4.180

LCF Draft (m)	Displ (MT)	LCB (m)	VCB (m)	LCF (m)	TPcm (MT/cm)	MTcm (MT-m /deg)	KML (m)	KMT (m)
2.343	683.055	24.074f	1.521	25.470f	4.68	1894.34	163.064	5.667

Water Specific Gravity = 1.025.

**Righting Arms vs Heel Angle**

Heel Angle (deg)	Trim Angle (deg)	Origin Depth (m)	Righting Arm (m)
0.00	0.01f	2.339	0.000
5.00s	0.00a	2.330	0.141
10.00s	0.03a	2.300	0.283
15.00s	0.08a	2.248	0.421
20.00s	0.14a	2.157	0.542
25.00s	0.18a	2.015	0.628
30.00s	0.21a	1.827	0.689
35.00s	0.23a	1.599	0.734
40.00s	0.24a	1.333	0.770
45.00s	0.23a	1.038	0.798
46.75s	0.23a	0.930	0.800
50.00s	0.22a	0.728	0.793
55.00s	0.22a	0.420	0.756
60.00s	0.24a	0.120	0.679
65.00s	0.28a	-0.175	0.563
70.00s	0.34a	-0.466	0.416
75.00s	0.41a	-0.754	0.248
80.00s	0.49a	-1.036	0.064
81.67s	0.52a	-1.129	0.000
85.00s	0.57a	-1.311	-0.128
90.00s	0.66a	-1.576	-0.325



## **6.7. ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΑΘΙΚΤΟΥ ΣΚΑΦΟΥΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΒΛΑΒΗ**

### **(INTACT AND DAMAGED STABILITY)**

Η ευστάθεια του σκάφους σε άθικτη κατάσταση όσο και μετά από βλάβη θα ελεγχθεί με βάση τον κανονισμό του Ναυτικού των Ηνωμένων Πολιτειών (DDS079-1) και χρήση του προγράμματος AUTOHYDRO. Το κριτήριο που θα πρέπει να πληρεί το σκάφος είναι να διαθέτει επαρκή ευστάθεια σε πλάγιο άνεμο καθώς οι λοιπές απαιτήσεις του κανονισμού είτε δεν θα εμφανισθούν στο σκάφος (συγκέντρωση πάγου -Topside icing, ανακρέμαση βάρους στην πλευρά του σκάφους - lifting of heavy weights over the side,), είτε η επίδρασή τους σε σχέση με την ευστάθεια σε πλάγιο άνεμο κρίνεται ασθενέστερη (στροφή με υψηλή ταχύτητα - high speed turning, συγκέντρωση προσωπικού στη μία πλευρά - crowding of passengers). Οι καταστάσεις φόρτωσης που θα εξετασθούν είναι αυτές του πλήρη φόρτου (FULL LOAD CONDITION) και του ελάχιστου επιχειρησιακού φόρτου (MIN. OPERATIONAL CONDITION)

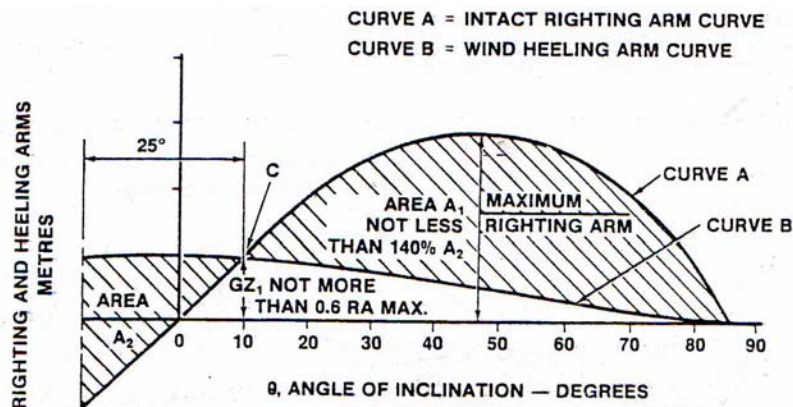
### **6.7.1. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥ DDS079-1**

#### **6.7.1.1 ΑΘΙΚΤΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ – ΠΛΑΓΙΟΣ ΑΝΕΜΟΣ**

Το κριτήριο για επαρκή ευστάθεια σε πλάγιους ανέμους στηρίζεται στη σύγκριση της καμπύλης του μοχλοβραχίονα επαναφοράς του σκάφους και της καμπύλης του μοχλοβραχίονα εκτροπής του σκάφους εξαιτίας του ανέμου. Η ευστάθεια κρίνεται επαρκής αν όπως φαίνεται και στο σχήμα που ακολουθεί:

α.  $GZ \leq 0.6 * RA_{\text{MAXIMUM}}$

β.  $A_1 \geq 1.4A_2$ , όπου η επιφάνεια  $A_2$  καθορίζεται για γωνία  $25^\circ$ .



**ΕΙΚΟΝΑ 6.2 : ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΣΕ ΑΘΙΚΤΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ**

Η ροπή εκτροπής εξαιτίας του ανέμου υπολογίζεται από τον τύπο:

$$\text{Heeling Moment (t * m)} = \frac{0.0195 * V^2 * A * h * \cos^2 \theta}{1000},$$

όπου:

V : ταχύτητα ανέμου

h : απόσταση κέντρου επιφάνειας εξάλων πάνω από το  $\frac{T}{2}$  σε m.

A : Επιφάνεια εξάλων πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας σε m<sup>2</sup>.

θ : Γωνία εκτροπής

[4] Η ταχύτητα ανέμου για σκάφη της κατηγορίας λαμβάνεται ίση με 60 Knots

Η προβαλόμενη επιφάνεια εξάλων πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας για κατάσταση πλήρη φόρτου με μετρήσεις σε RHINOCERO είναι 340.78 m<sup>2</sup>, του RAM είναι 7.8 m<sup>2</sup>, του ΠΒ 30mm είναι 3.14 m<sup>2</sup>, του ΠΒ 76mm είναι 5 m<sup>2</sup> και έχει τελικά ληφθεί A=374 m<sup>2</sup> και για ελάχιστο επιχειρησιακό φόρτο έχει ληφθεί A=382.2.

Η απόσταση κέντρου επιφάνειας εξάλων πάνω από το  $\frac{T}{2}$  για κατάσταση πλήρη φόρτου είναι 4.726m και για ελάχιστο επιχειρησιακό φόρτο 4.7185m

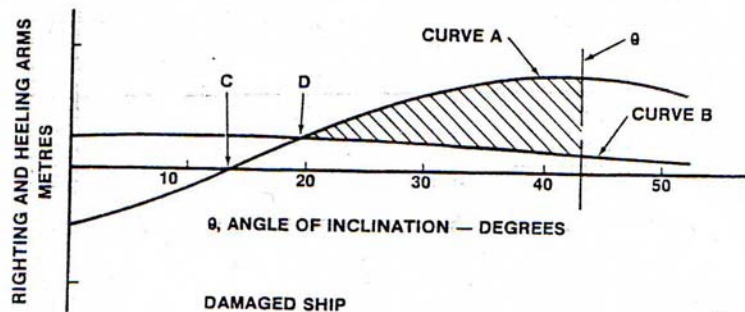
Με τα ανωτέρω δεδομένα υπολογίζονται οι τιμές της ροπής εκτροπής εξαιτίας του ανέμου για εύρος γωνιών και εισάγονται ως δεδομένα στο πρόγραμμα AUTOHYDRO.

### 6.7.1.2 ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΒΛΑΒΗ – ΠΛΑΓΙΟΣ ΑΝΕΜΟΣ

Τα σκάφη με μήκος μεταξύ 100ft και 300ft πρέπει να είναι ικανά να ανταπεξέλθουν κατ'ελάχιστο στην κατάκλιση οποιονδήποτε δύο γειτονικών διαμερισμάτων. Το ελάχιστο μήκος διαμερίσματος δεν πρέπει να είναι μικρότερο από:  $L_{\text{WATERTIGHT\_MIN}} = 3 + 0.03 * L_{\text{WL}} = 3 + 0.03 * 62.16 = 4.8648 \text{ m}$ .

Τα κριτήρια για επαρκή ευστάθεια, σύμφωνα με το σχήμα που ακολουθεί είναι:

- α. Η αρχική γωνία κλίσης, σημείο C, είναι μικρότερη των  $15^\circ$ .
- β. Η εναπομένουσα δυναμική ευστάθεια του σκάφους μετά το σημείο D και μέχρι τη γωνία  $\theta$  (γραμμοσκιασμένη περιοχή) δεν είναι μικρότερη από την τιμή που προκύπτει από το διάγραμμα της εικόνας 6.4<sup>[4]</sup>. Η γωνία  $\theta$  είναι η γωνία στην οποία λαμβάνει χώρα ανεμπόδιστη κατάκλιση ή  $45^\circ$ , όποιο από τα δύο είναι μικρότερο.



**ΕΙΚΟΝΑ 6.3 : ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΒΛΑΒΗ**

Η ροπή εκτροπής εκτροπής εξαιτίας του ανέμου υπολογίζεται από τον τύπο:

$$\text{Heeling Moment (t * m)} = \frac{0.0195 * V^2 * A * h * \cos^2 \theta}{1000},$$

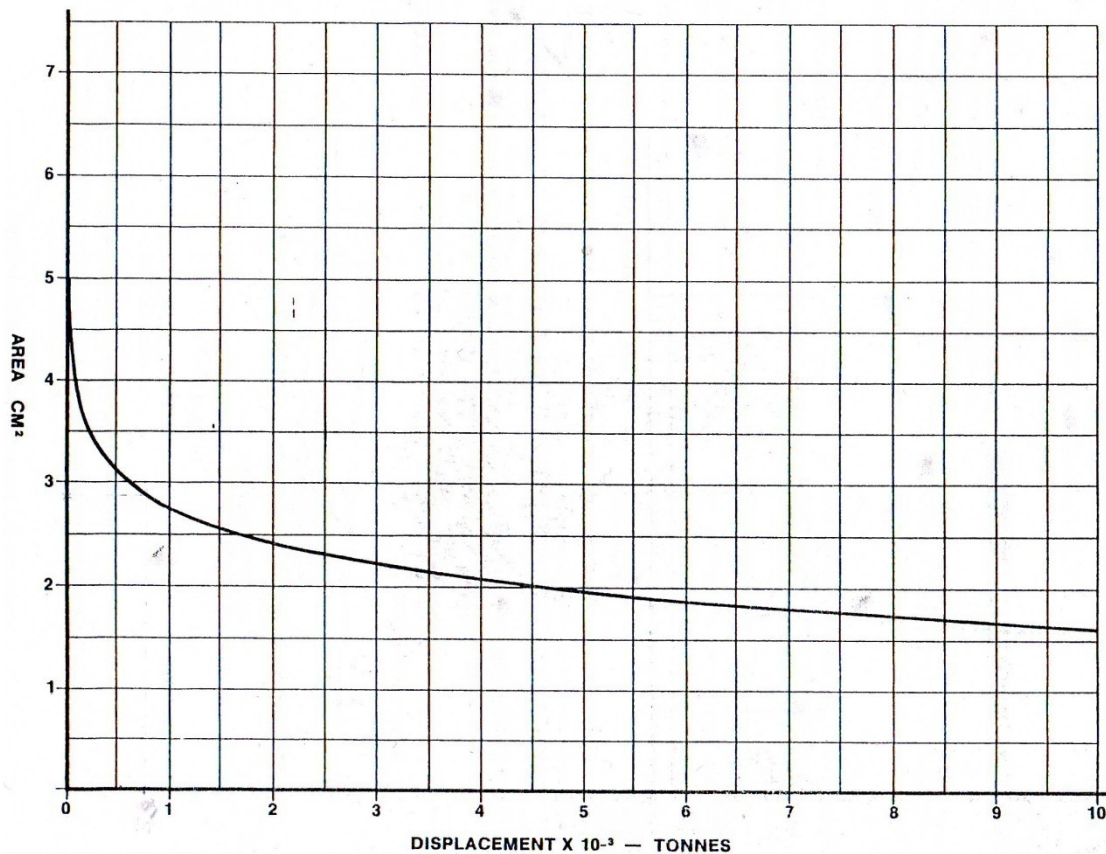
όπου:

V : ταχύτητα ανέμου

h : απόσταση κέντρου επιφάνειας εξάλων πάνω από το  $\frac{T}{2}$  σε m.

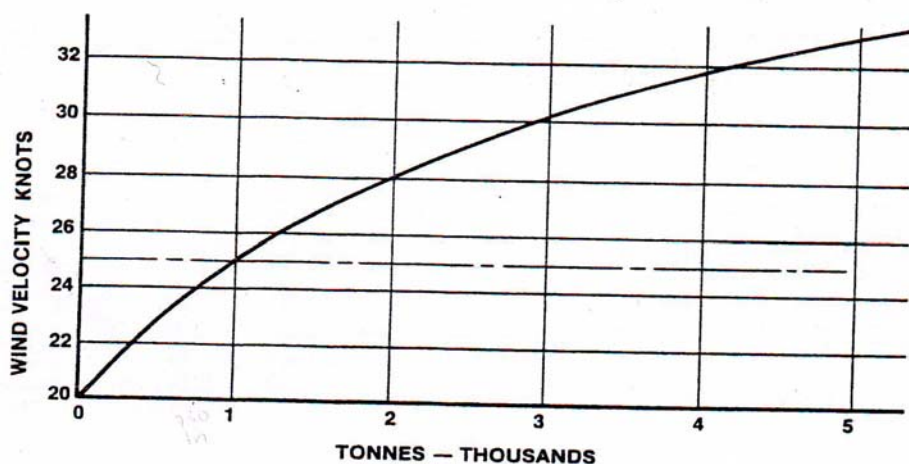
A : Επιφάνεια εξάλων πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας σε  $\text{m}^2$ .

$\theta$  : Γωνία εκτροπής



**ΕΙΚΟΝΑ 6.4 : ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΓΙΑ ΤΟΝ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΗΣ ΕΝΑΠΟΜΕΝΟΥΣΑΣ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΒΛΑΒΗ**  
 (ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Η κλίμακα του διαγράμματος είναι 1cm = 0.1m, 1cm = 5 degrees)

Η ταχύτητα ανέμου για σκάφη της κατηγορίας σε βλάβη λαμβάνεται ίση με 24 Knots <sup>[4]</sup>, όπως φαίνεται και στο διάγραμμα της εικόνας που ακολουθεί.



**ΕΙΚΟΝΑ 6.5 : ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΝΕΜΟΥ ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΡΟΠΗΣ ΕΚΤΡΟΠΗΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΒΛΑΒΗ**

Οι διαχωρητότητες των διαμερισμάτων σε κατάσταση βλάβης έχουν ληφθεί από τον πίνακα που ακολουθεί <sup>[4]</sup> :

	DEEP	OPERATIONAL LIGHT
Living Spaces	0.95	0.95
Offices, Radio Rooms and Shops	0.95	0.95
Boiler Room	0.90	0.90
Engine Room (Steam)	0.80	0.80
Engine Room (Diesel)	0.85	0.85
Engine Room (Gas Turbine)	0.85	0.85
Auxiliary Machinery	0.85	0.85
Pump Rooms	0.90	0.90
Steering Gear	0.90	0.90
Stores and Provisions	0.80-0.90	0.95
Refrigerator Spaces	0.80	0.90
Handling Rooms	0.80	0.95
Torpedo Stowage	0.70	0.95
Rocket Stowage	0.80	0.95
Chain Locker	0.65	0.65
Magazines Powder	0.60	0.90
Small Arms Ammunition	0.60	0.95
Small Arms	0.80	0.95
Cargo	0.60-0.80	0.95
Empty Tanks	0.97	0.97

PERM FACTOR

Fuel Tanks

One-third Capacity	( 31.6%)	0.66
One-half Capacity	( 47.5%)	0.51
Two-thirds Capacity	( 63.2%)	0.355
Full Capacity	( 95 %)	0.048

Water Tanks

One-third Capacity	( 33.3%)	0.65
One-half Capacity	( 50 %)	0.485
Two-thirds Capacity	( 66.7%)	0.32
Full Capacity	(100 %)	0.0



## 6.8. STABILITY BOOK

### INTACT CONDITION

#### Full Load Condition

#### Heeling Moment Report

Heel(deg)	Mmt(m-MT)
20.000p	109.566s
15.000p	115.768s
5.000p	123.138s
0.000	124.080s
5.000s	123.138s
10.000s	120.339s
15.000s	115.768s
20.000s	109.566s
30.000s	93.060s
40.000s	72.813s
50.000s	51.267s
60.000s	31.020s
70.000s	14.515s
80.000s	3.742s
85.000s	0.943s
89.000s	0.038s

#### Floating Status

Draft FP	2.447 m	Heel	stbd 5.71 deg.	GM(Solid)	1.756 m
Draft MS	2.465 m	Equil	Yes	F/S Corr.	0.020 m
Draft AP	2.484 m	Wind	0.0 kn	GM(Fluid)	1.736 m
Trim	0.03 deg.	Wave	No	KMT	5.504 m
LCG	24.128f m	VCG	3.756 m	TPcm	4.74

#### Loading Summary

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
Light Ship	606.99	24.100f	0.000	4.096
Deadweight	138.87	24.250f	0.034s	2.272
Displacement	745.86	24.128f	0.006s	3.756

#### Fixed Weight Status

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
LIGHT SHIP	606.99	24.100f	0.000	4.096u
AMMUNITION	20.37	27.133f	0.000	6.720u
CREW AND EFFECTS	4.30	32.358f	0.000	3.825u
STORES	2.43	37.153f	0.000	4.718u
<b>Total Fixed:</b>	<b>634.09</b>	<b>24.303f</b>	<b>0.000</b>	<b>4.181u</b>

## Tank Status

### FUEL OIL (SpGr 0.840)

Tank Name	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Perm
B02_FO8.P	94.99%	8.15	4.500f	3.108p	1.817	0.970
B03_FO7.S	94.99%	8.15	4.500f	3.190s	1.817	0.970
C02_FOS4.P	94.99%	13.66	8.500f	3.116p	1.819	0.970
C03_FOS3.S	94.99%	13.66	8.501f	3.200s	1.819	0.970
F_FO4.P	94.99%	8.98	29.977f	1.020p	0.791	0.970
F_FO3.S	95.01%	8.98	29.964f	1.136s	0.792	0.970
F_FO6.P	94.99%	3.52	27.992f	3.380p	1.875	0.970
F_FO5.S	94.99%	3.52	27.992f	3.438s	1.875	0.970
F_FOS2.P	94.99%	4.95	28.000f	1.216p	1.809	0.970
F_FOS1.S	94.99%	4.95	28.000f	1.284s	1.809	0.970
G02_FO2.P	95.00%	12.72	37.777f	0.845p	0.778	0.970
G01_FO1.S	95.03%	12.72	37.729f	0.936s	0.778	0.970
<b>Subtotals:</b>	<b>95.00%</b>	<b>103.95</b>	<b>21.918f</b>	<b>0.044s</b>	<b>1.389</b>	

### LUBE OIL (SpGr 0.900)

Tank Name	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Perm
D02_LO2.P	94.98%	0.36	18.971f	3.208p	1.085	0.970
D01_LO3.S	94.96%	0.36	18.966f	3.257s	1.085	0.970
E01_LO1.C	94.99%	1.39	20.501f	0.025s	0.711	0.970
<b>Subtotals:</b>	<b>94.98%</b>	<b>2.11</b>	<b>19.974f</b>	<b>0.025s</b>	<b>0.839</b>	

### FRESH WATER (SpGr 1.000)

Tank Name	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Perm
H02_FW2.P	95.00%	2.85	46.441f	0.551p	0.793	0.970
H03_FW1.S	95.00%	2.85	46.432f	0.602s	0.792	0.970
<b>Subtotals:</b>	<b>95.00%</b>	<b>5.71</b>	<b>46.436f</b>	<b>0.025s</b>	<b>0.792</b>	

## Displacer Status

Item	Status	Spgr	Displ (MT)	LCB (m)	TCB (m)	VCB (m)	Eff /Perm
HULL	Intact	1.025	745.76	24.127f	0.386s	1.616	1.000
<b>SubTotals:</b>			<b>745.76</b>	<b>24.127f</b>	<b>0.386s</b>	<b>1.616</b>	

## Hydrostatic Properties

Draft is from Baseline.

Trim: 0.03 deg., No heel, VCG = 4.181

LCF Draft (m)	Displ (MT)	LCB (m)	VCB (m)	LCF (m)	TPcm (MT/cm)	MTcm (MT-m /deg)	KML (m)	KMT (m)
2.457	736.858	24.074f	1.586	25.613f	4.74	1935.12	154.635	5.529

Water Specific Gravity = 1.025.

### Residual Righting Arms vs Heel Angle

Heel Angle (deg)	Trim Angle (deg)	Origin Depth (m)	Residual Arm (m)	Area (m-Deg)	Notes
20.00p	0.18a	2.311	-0.744	0.000	Roll
15.00p	0.11a	2.394	-0.604	-3.371	
10.00p	0.06a	2.444	-0.457	-6.027	
5.00p	0.03a	2.475	-0.309	-7.943	
0.00	0.02a	2.485	-0.166	-9.130	
5.00s	0.03a	2.475	-0.021	-9.599	
5.67s	0.03a	2.472	0.000	-9.606	Equil
10.00s	0.06a	2.445	0.134	-9.319	
15.00s	0.11a	2.394	0.294	-8.252	
20.00s	0.18a	2.312	0.451	-6.390	
25.00s	0.24a	2.181	0.577	-3.808	
30.00s	0.29a	2.003	0.675	-0.668	
35.00s	0.32a	1.782	0.755	2.915	
40.00s	0.33a	1.521	0.825	6.871	
45.00s	0.33a	1.231	0.873	11.125	
48.32s	0.33a	1.033	0.882	14.042	MaxRa
50.00s	0.33a	0.934	0.880	15.523	
55.00s	0.34a	0.639	0.853	19.869	
60.00s	0.37a	0.348	0.789	23.988	
65.00s	0.41a	0.065	0.694	27.710	
70.00s	0.47a	-0.216	0.567	30.878	
75.00s	0.54a	-0.495	0.416	33.346	
80.00s	0.62a	-0.771	0.247	35.011	
85.00s	0.70a	-1.041	0.065	35.795	
86.69s	0.72a	-1.132	0.001	35.851	RaZero
90.00s	0.78a	-1.304	-0.126	35.645	

Note:

Residual Righting Arms shown above are in excess of the heel moments from tabular input.

Roll angle is 25.00

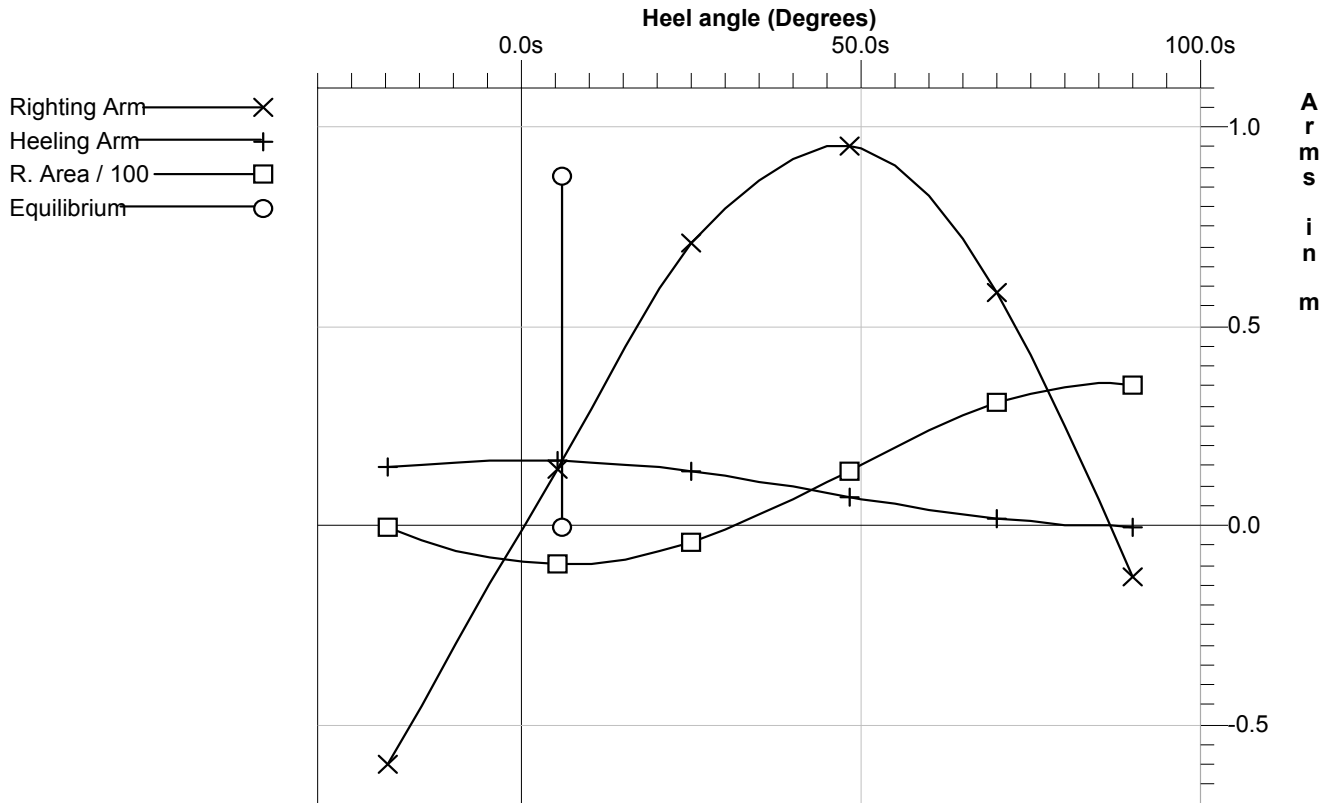
Equilibrium for load condition without gust is 5.69s

USN DDS-079-1

Limit	Min/Max	Actual	Margin	Pass
(1) Rise in Abs. RA from Equilibrium to MaxRA	>60.0%	4.799	4.199	Yes
(2) Absolute Area Ratio from Roll to RAzero	>1.400	4.354	2.954	Yes

CONDITION COMPLIES WITH THE REGULATIONS

### Righting Arms vs. Heel



## Light Operational Condition

### Heeling Moment Report

Heel(deg)	Mmt(m-MT)
20.000p	111.790s
15.000p	118.119s
5.000p	125.638s
0.000	126.599s
5.000s	125.638s
10.000s	122.782s
15.000s	118.119s
20.000s	111.790s
30.000s	94.950s
40.000s	74.292s
50.000s	52.308s
60.000s	31.650s
70.000s	14.809s
80.000s	3.817s
85.000s	0.962s
89.000s	0.039s

### Floating Status

Draft FP	2.327 m	Heel	stbd 6.48 deg.	GM(Solid)	1.743 m
Draft MS	2.332 m	Equil	Yes	F/S Corr.	0.063 m
Draft AP	2.338 m	Wind	0.0 kn	GM(Fluid)	1.680 m
Trim	0.01 deg.	Wave	No	KMT	5.691 m
LCG	24.073f m	VCG	3.959 m	TPcm	4.69

### Loading Summary

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
Light Ship	606.99	24.100f	0.000	4.096
Deadweight	76.23	23.857f	0.061s	2.868
Displacement	683.22	24.073f	0.007s	3.959

### Fixed Weight Status

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
LIGHT SHIP	606.99	24.100f	0.000	4.096u
AMMUNITION	20.37	27.133f	0.000	6.720u
CREW AND EFFECTS	4.30	32.358f	0.000	3.825u
STORES	1.17	32.600f	0.000	4.667u
<b>Total Fixed:</b>	<b>632.83</b>	<b>24.269f</b>	<b>0.000</b>	<b>4.180u</b>

## Tank Status

### FUEL OIL (SpGr 0.840)

Tank Name	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Perm
B02_FO8.P	30.03%	2.57	4.498f	2.938p	1.409	0.970
B03_FO7.S	30.02%	2.57	4.497f	3.296s	1.409	0.970
C02_FOS4.P	63.38%	9.12	8.499f	3.050p	1.622	0.970
C03_FOS3.S	63.38%	9.12	8.500f	3.235s	1.622	0.970
F_FO4.P	30.00%	2.84	30.021f	0.529p	0.463	0.970
F_FO3.S	30.00%	2.83	29.995f	0.740s	0.467	0.970
F_FO6.P	30.00%	1.11	27.988f	3.165p	1.464	0.970
F_FO5.S	30.00%	1.11	27.983f	3.306s	1.464	0.970
F_FOS2.P	63.37%	3.30	28.000f	1.177p	1.610	0.970
F_FOS1.S	63.37%	3.30	28.000f	1.323s	1.610	0.970
G02_FO2.P	30.02%	4.02	37.794f	0.456p	0.441	0.970
G01_FO1.S	30.00%	4.02	37.665f	0.603s	0.443	0.970
<b>Subtotals:</b>	<b>41.96%</b>	<b>45.92</b>	<b>19.570f</b>	<b>0.097s</b>	<b>1.239</b>	

### LUBE OIL (SpGr 0.900)

Tank Name	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Perm
D02_LO2.P	30.01%	0.11	18.960f	3.001p	0.993	0.970
D01_LO3.S	30.00%	0.11	18.926f	3.131s	0.996	0.970
E01_LO1.C	30.00%	0.44	20.503f	0.110s	0.409	0.970
<b>Subtotals:</b>	<b>30.00%</b>	<b>0.67</b>	<b>19.967f</b>	<b>0.095s</b>	<b>0.610</b>	

### FRESH WATER (SpGr 1.000)

Tank Name	Load (%)	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	Perm
H02_FW2.P	63.36%	1.90	46.440f	0.445p	0.656	0.970
H03_FW1.S	63.37%	1.90	46.420f	0.525s	0.656	0.970
<b>Subtotals:</b>	<b>63.36%</b>	<b>3.81</b>	<b>46.430f</b>	<b>0.040s</b>	<b>0.656</b>	

## Displacer Status

Item	Status	Spgr	Displ (MT)	LCB (m)	TCB (m)	VCB (m)	Eff /Perm
HULL	Intact	1.025	683.00	24.072f	0.465s	1.548	1.000
<b>SubTotals:</b>			<b>683.00</b>	<b>24.072f</b>	<b>0.465s</b>	<b>1.548</b>	

## Hydrostatic Properties

Draft is from Baseline.

Trim: 0.01 deg., No heel, VCG = 4.180

LCF Draft (m)	Displ (MT)	LCB (m)	VCB (m)	LCF (m)	TPcm (MT/cm)	MTcm (MT-m/deg)	KML (m)	KMT (m)
2.319	671.796	24.001f	1.508	25.414f	4.66	1881.64	164.644	5.697

Water Specific Gravity = 1.025.

### Residual Righting Arms vs Heel Angle

Heel Angle (deg)	Trim Angle (deg)	Origin Depth (m)	Residual Arm (m)	Area (m-Deg)	Notes
20.00p	0.14a	2.157	-0.706	0.000	Roll
15.00p	0.08a	2.248	-0.594	-3.248	
10.00p	0.03a	2.300	-0.463	-5.897	
5.00p	0.00a	2.330	-0.325	-7.870	
0.00	0.01f	2.339	-0.185	-9.148	
5.00s	0.00a	2.330	-0.042	-9.719	
6.45s	0.01a	2.323	0.000	-9.750	Equil
10.00s	0.03a	2.300	0.103	-9.567	
15.00s	0.08a	2.248	0.248	-8.689	
20.00s	0.14a	2.157	0.378	-7.117	
25.00s	0.18a	2.015	0.476	-4.967	
30.00s	0.21a	1.827	0.550	-2.393	
35.00s	0.23a	1.599	0.610	0.513	
40.00s	0.24a	1.333	0.661	3.695	
45.00s	0.23a	1.038	0.706	7.114	
48.75s	0.22a	0.805	0.717	9.787	MaxRa
50.00s	0.22a	0.728	0.716	10.683	
55.00s	0.22a	0.420	0.696	14.226	
60.00s	0.24a	0.120	0.632	17.563	
65.00s	0.28a	-0.175	0.530	20.485	
70.00s	0.34a	-0.466	0.394	22.810	
75.00s	0.41a	-0.754	0.235	24.394	
80.00s	0.49a	-1.036	0.059	25.137	
81.56s	0.52a	-1.123	0.001	25.183	RaZero
85.00s	0.57a	-1.311	-0.129	24.964	
90.00s	0.66a	-1.576	-0.325	23.831	

**Note:**

Residual Righting Arms shown above are in excess of the heel moments from tabular input.

Roll angle is 25.00

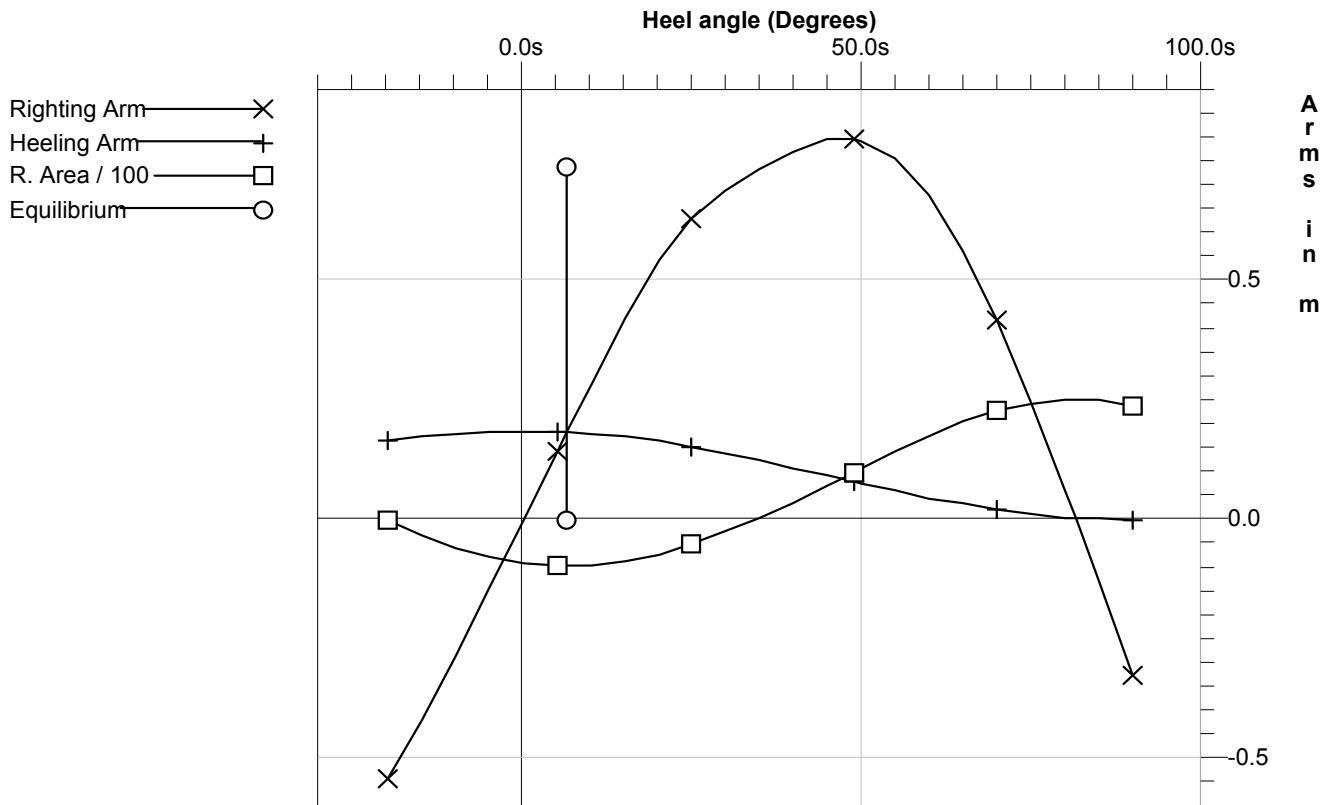
Equilibrium for load condition without gust is 6.47s

USN DDS-079-1

Limit	Min/Max	Actual	Margin	Pass
(1) Rise in Abs. RA from Equilibrium to MaxRA	>60.0%	3.358	2.758	Yes
(2) Absolute Area Ratio from Roll to RAzero	>1.400	3.117	1.717	Yes

CONDITION COMPLIES WITH THE REGULATIONS

### Righting Arms vs. Heel





## DAMAGED CONDITION

Full Load Condition

### Heeling Moment Report

Heel(deg)	Mmt(m-MT)
20.000p	17.531s
15.000p	18.523s
5.000p	19.702s
0.000	19.853s
5.000s	19.702s
10.000s	19.254s
15.000s	18.523s
20.000s	17.531s
30.000s	14.890s
40.000s	11.650s
50.000s	8.203s
60.000s	4.963s
70.000s	2.322s
80.000s	0.599s
85.000s	0.151s
88.000s	0.024s

### Damage Case 01

The screenshot displays the Autohydro Pro software interface. The main window is divided into several panes:

- Profile View:** Shows a side view of the ship's hull and deck structure.
- Body View:** Shows a top-down view of the ship's hull structure.
- Plan View:** Shows a top-down view of the ship's deck and hull structure.
- Hydrostatics Values:** A table showing key stability parameters:

Parameter	Value
Displacement	745.86 MT
Deadweight	0.0 MT
Draft status	4.16a, 2.66m, 1.15f
Heel (deg)	1.25s deg
Trim (deg)	2.64a deg
GM	1.225 m
LCG	24.127f m
VCG	3.756 m

At the bottom, the **Tank Contents** window is open, showing a table of tank data:

Name	Max. Wgt	F/S Corr.	Weight	SpGr	Sounding	Fill %	Ullage*
AG1.C	121.7	146	78.9	1.025	None	65	None
B01.C	13.7	0	13.7	1.025	None	100	None
B02.F06.P	0.5	0	0.5	1.025	None	100	None
B03.F07.S	0.5	0	0.5	1.025	None	100	None
B04.C	13.6	0	13.6	1.025	None	100	None
B05.C	74.8	147	32.6	1.025	None	44	None

The status bar at the bottom indicates the software is ready, with the date 11/21/2008 and time 07:54 PM.

### Floating Status

Draft FP	1.149 m	Heel	stbd 1.25 deg.	GM(Solid)	1.225 m
Draft MS	2.657 m	Equil	Yes	F/S Corr.	0.000 m
Draft AP	4.164 m	Wind	0.0 kn	GM(Fluid)	1.225 m
Trim	aft 2.64 deg.	Wave	No	KMT	4.979 m
LCG	24.127f m	VCG	3.756 m	TPcm	3.73

### Loading Summary

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
Light Ship	745.86	24.127f	0.000	3.756
Displacement	745.86	24.127f	0.000	3.756

### Fixed Weight Status

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
LIGHT SHIP	745.86	24.127f	0.000	3.756u
<b>Total Weight:</b>	<b>745.86</b>	<b>24.127f</b>	<b>0.000</b>	<b>3.756u</b>

### Displacer Status

Item	Status	Spgr	Displ (MT)	LCB (m)	TCB (m)	VCB (m)	Eff /Perm
HULL	Intact	1.025	984.26	19.472f	0.064s	1.986	1.000
A01.C	Flooded	1.025	-78.90	1.577f	0.041s	2.452	0.900
B01.C	Flooded	1.025	-13.74	4.496f	0.000	0.896	0.970
B02_F08.P	Flooded	1.025	-0.52	4.500f	3.151p	1.847	0.048
B03_F07.S	Flooded	1.025	-0.52	4.500f	3.151s	1.847	0.048
B04.C	Flooded	1.025	-13.59	4.500f	0.000	1.840	0.970
B05.C	Flooded	1.025	-32.64	4.481f	0.098s	3.206	0.800
C01.C	Flooded	1.025	-22.42	8.488f	0.000	0.891	0.970
C02_FOS4.P	Flooded	1.025	-0.87	8.502f	3.160p	1.849	0.048
C03_FOS3.S	Flooded	1.025	-0.87	8.502f	3.160s	1.849	0.048
C04.C	Flooded	1.025	-22.65	8.500f	0.000	1.840	0.970
C05.C	Flooded	1.025	-51.50	8.434f	0.122s	3.117	0.850
<b>SubTotals:</b>			<b>746.05</b>	<b>24.040f</b>	<b>0.068s</b>	<b>1.865</b>	

### Hydrostatic Properties with Damage

Draft is from Baseline.

Trim: aft 2.64 deg., No heel, VCG = 3.756

LCF Draft (m)	Displ (MT)	LCB (m)	VCB (m)	LCF (m)	TPcm (MT/cm)	MTcm (MT-m/deg)	KML (m)	KMT (m)
2.807	745.684	24.038f	1.864	28.985f	3.73	994.53	80.083	4.978

Water Specific Gravity = 1.025.

### Residual Righting Arms vs Heel Angle with Damage

Heel Angle (deg)	Trim Angle (deg)	Origin Depth (m)	Residual Arm (m)	Area (m-Deg)	Notes
12.75p	2.67a	4.049	-0.303	0.000	Roll
7.75p	2.65a	4.106	-0.193	-1.240	
2.75p	2.64a	4.135	-0.085	-1.933	
1.25s	2.64a	4.138	0.000	-2.103	Equil
2.25s	2.64a	4.137	0.021	-2.092	
7.25s	2.65a	4.110	0.129	-1.716	
12.25s	2.67a	4.056	0.241	-0.791	
17.25s	2.70a	3.979	0.359	0.707	
22.25s	2.79a	3.899	0.488	2.821	
27.25s	2.93a	3.809	0.621	5.592	
32.25s	3.11a	3.710	0.738	8.994	
37.25s	3.32a	3.606	0.810	12.882	
42.25s	3.56a	3.493	0.834	17.013	
43.02s	3.60a	3.473	0.834	17.653	MaxRa
47.25s	3.81a	3.371	0.817	21.158	

**Note:**

Residual Righting Arms shown above are in excess of the heel moments from tabular input.

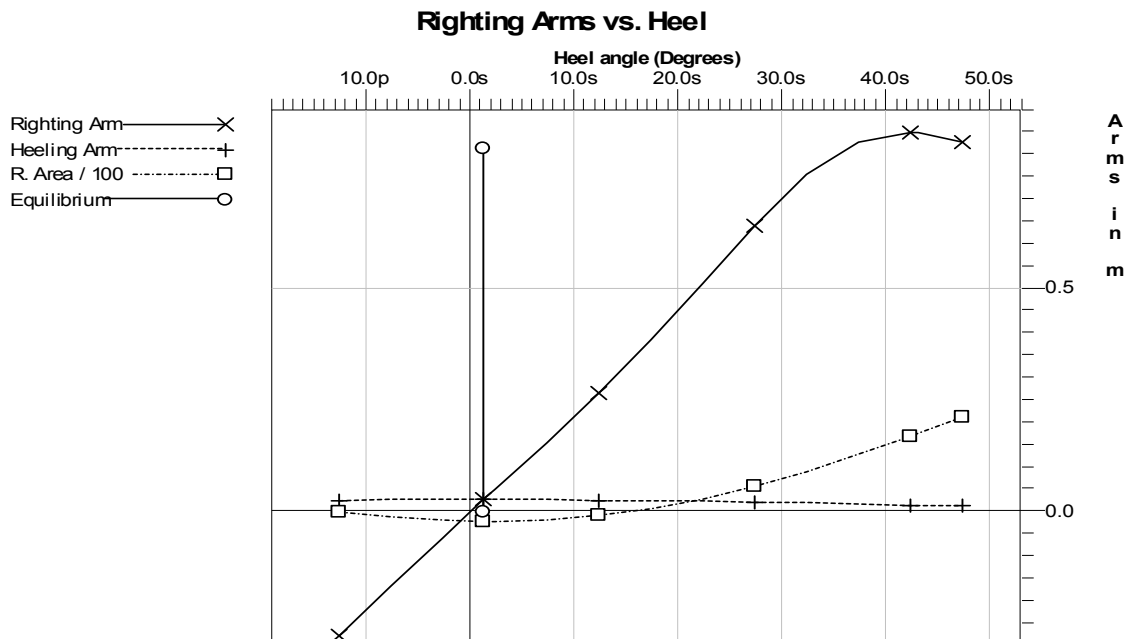
Roll angle is 14.00

Equilibrium for load condition without gust is 1.25s

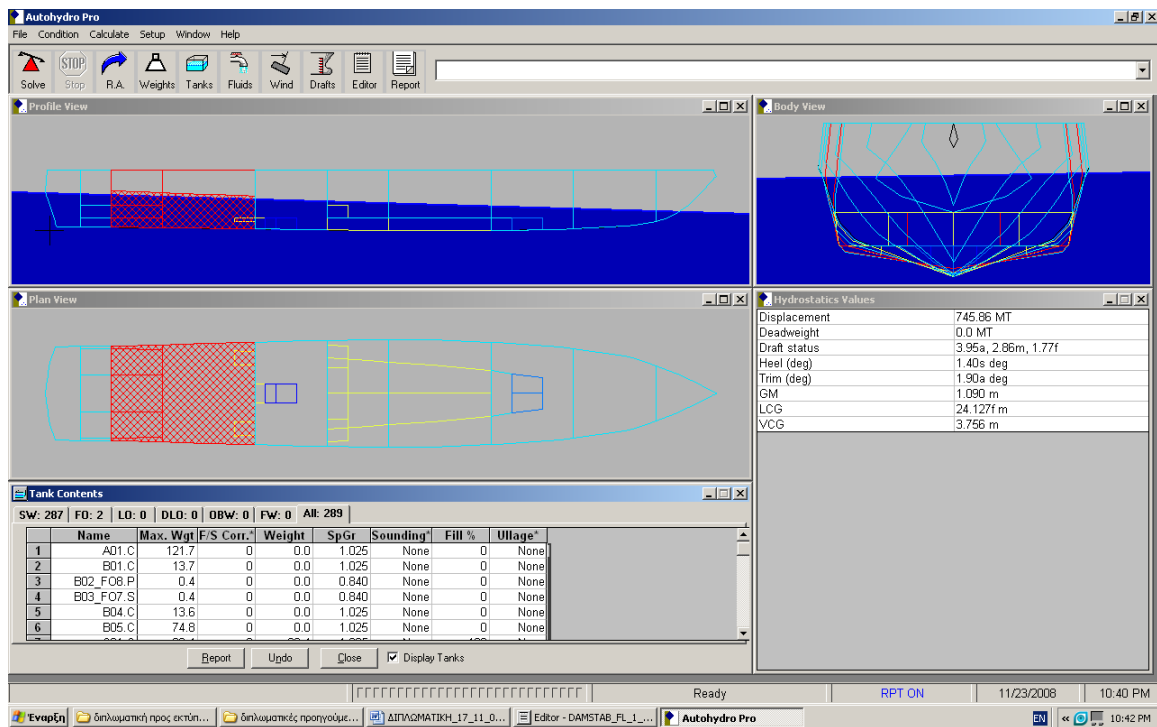
USN DDS-079-1

Limit	Min/Max	Actual	Margin	Pass
(1) Absolute Angle at Equilibrium	<15.00 deg	1.25	13.75	Yes
(2) Area from Equilibrium to 45.00 deg	>1.440 m-D	11.097	9.657	Yes
(3) Absolute Area Ratio from Roll to 45.00 deg	>1.400	9.125	7.725	Yes

**CONDITION COMPLIES WITH THE REGULATIONS**



## Damage Case 02



### Floating Status

Draft FP	1.773 m	Heel	stbd 1.40 deg.	GM(Solid)	1.090 m
Draft MS	2.859 m	Equil	Yes	F/S Corr.	0.000 m
Draft AP	3.946 m	Wind	0.0 kn	GM(Fluid)	1.090 m
Trim	aft 1.90 deg.	Wave	No	KMT	4.845 m
LCG	24.127f m	VCG	3.756 m	TPcm	3.61

### Loading Summary

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
Light Ship	745.86	24.127f	0.000	3.756
Displacement	745.86	24.127f	0.000	3.756

### Fixed Weight Status

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
LIGHT SHIP	745.86	24.127f	0.000	3.756u
<b>Total Weight:</b>	<b>745.86</b>	<b>24.127f</b>	<b>0.000</b>	<b>3.756u</b>

## Displacer Status

Item	Status	Spgr	Displ (MT)	LCB (m)	TCB (m)	VCB (m)	Eff /Perm
HULL	Intact	1.025	1,034.87	21.019f	0.072s	1.988	1.000
C01.C	Flooded	1.025	-22.42	8.488f	0.000	0.891	0.970
C02_FOS4.P	Flooded	1.025	-0.87	8.502f	3.160p	1.849	0.048
C03_FOS3.S	Flooded	1.025	-0.87	8.502f	3.160s	1.849	0.048
C04.C	Flooded	1.025	-22.65	8.500f	0.000	1.840	0.970
C05.C	Flooded	1.025	-47.36	8.450f	0.149s	3.066	0.850
D03_ENG2.C	Flooded	1.025	-194.61	15.408f	0.073s	2.076	0.850
<b>SubTotals:</b>			<b>746.10</b>	<b>24.067f</b>	<b>0.071s</b>	<b>1.934</b>	

## Hydrostatic Properties with Damage

Draft is from Baseline.

Trim: aft 1.90 deg., No heel, VCG = 3.756

LCF Draft (m)	Displ (MT)	LCB (m)	VCB (m)	LCF (m)	TPcm (MT/cm)	MTcm (MT-m /deg)	KML (m)	KMT (m)
2.958	745.645	24.062f	1.932	29.241f	3.60	1425.01	113.183	4.842

Water Specific Gravity = 1.025.

## Residual Righting Arms vs Heel Angle with Damage

Heel Angle (deg)	Trim Angle (deg)	Origin Depth (m)	Residual Arm (m)	Area (m-Deg)	Notes
12.60p	1.94a	3.843	-0.276	0.000	Roll
7.60p	1.92a	3.897	-0.173	-1.122	
2.60p	1.90a	3.924	-0.076	-1.743	
1.40s	1.90a	3.927	0.000	-1.895	Equil
2.40s	1.91a	3.927	0.019	-1.885	
7.40s	1.92a	3.900	0.117	-1.546	
12.40s	1.94a	3.845	0.221	-0.706	
17.40s	1.99a	3.771	0.335	0.678	
22.40s	2.07a	3.684	0.460	2.661	
27.40s	2.18a	3.577	0.586	5.276	
32.40s	2.33a	3.461	0.694	8.483	
37.40s	2.51a	3.338	0.761	12.137	
42.40s	2.69a	3.200	0.782	16.016	
47.40s	2.87a	3.046	0.764	19.898	

Note:

Residual Righting Arms shown above are in excess of the heel moments from tabular input.

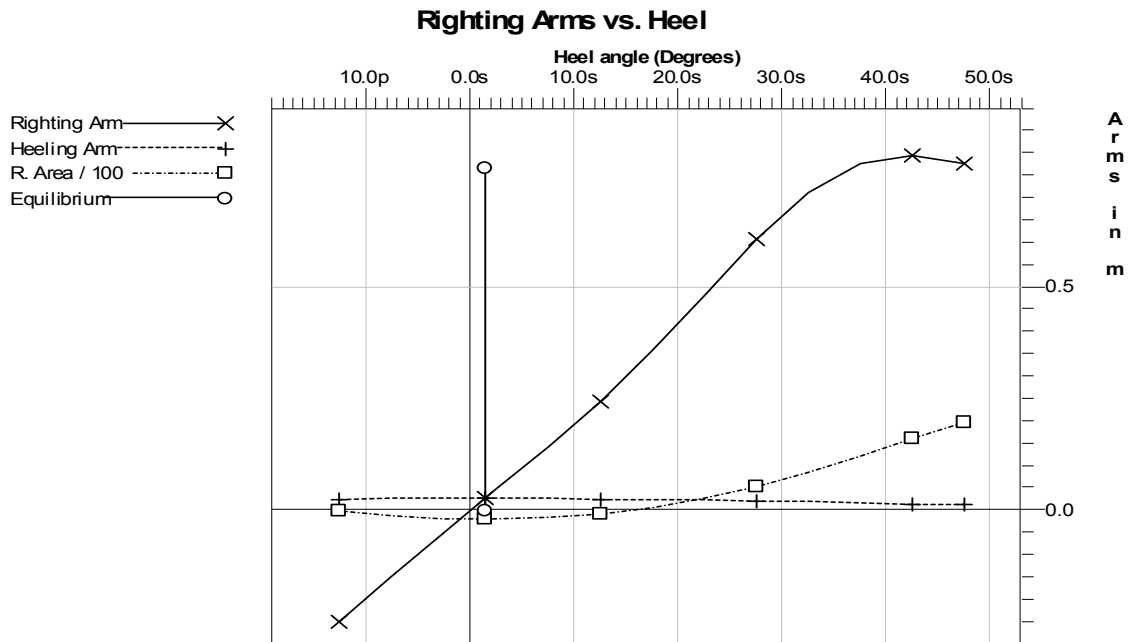
Roll angle is 14.00

Equilibrium for load condition without gust is 1.40s

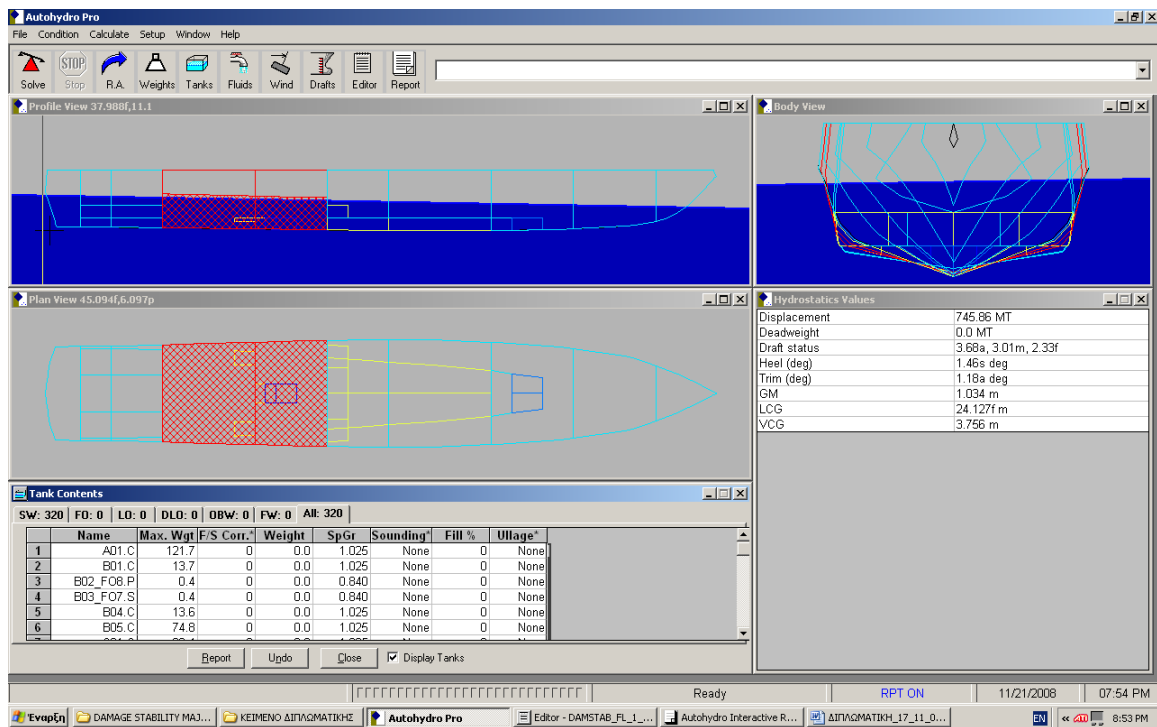
USN DDS-079-1

Limit	Min/Max	Actual	Margin	Pass
(1) Absolute Angle at Equilibrium	<15.00 deg	1.40	13.60	Yes
(2) Area from Equilibrium to 45.00 deg	>1.440 m-D	10.378	8.938	Yes
(3) Absolute Area Ratio from Roll to 45.00 deg	>1.400	8.670	7.270	Yes

CONDITION COMPLIES WITH THE REGULATIONS



## Damage Case 03



### Floating Status

Draft FP	2.333 m	Heel	stbd 1.46 deg.	GM(Solid)	1.034 m
Draft MS	3.008 m	Equil	Yes	F/S Corr.	0.000 m
Draft AP	3.683 m	Wind	0.0 kn	GM(Fluid)	1.034 m
Trim	aft 1.18 deg.	Wave	No	KMT	4.789 m
LCG	24.127f m	VCG	3.756 m	TPcm	3.55

### Loading Summary

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
Light Ship	745.86	24.127f	0.000	3.756
Displacement	745.86	24.127f	0.000	3.756

### Fixed Weight Status

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
LIGHT SHIP	745.86	24.127f	0.000	3.756u
<b>Total Weight:</b>	<b>745.86</b>	<b>24.127f</b>	<b>0.000</b>	<b>3.756u</b>

## Displacer Status

Item	Status	Spgr	Displ (MT)	LCB (m)	TCB (m)	VCB (m)	Eff /Perm
HULL	Intact	1.025	1,066.28	22.475f	0.076s	1.986	1.000
D03_ENG2.C	Flooded	1.025	-189.95	15.439f	0.078s	2.043	0.850
E04_ENG1.C	Flooded	1.025	-130.32	23.483f	0.092s	2.019	0.850
<b>SubTotals:</b>			<b>746.01</b>	<b>24.090f</b>	<b>0.072s</b>	<b>1.965</b>	

## Hydrostatic Properties with Damage

Draft is from Baseline.

Trim: aft 1.18 deg., No heel, VCG = 3.756

LCF Draft (m)	Displ (MT)	LCB (m)	VCB (m)	LCF (m)	TPcm (MT/cm)	MTcm (MT-m /deg)	KML (m)	KMT (m)
3.083	745.517	24.086f	1.963	28.553f	3.55	1793.04	141.514	4.786

Water Specific Gravity = 1.025.

## Residual Righting Arms vs Heel Angle with Damage

Heel Angle (deg)	Trim Angle (deg)	Origin Depth (m)	Residual Arm (m)	Area (m-Deg)	Notes
12.53p	1.24a	3.597	-0.264	0.000	Roll
7.53p	1.20a	3.646	-0.165	-1.073	
2.53p	1.18a	3.670	-0.073	-1.665	
1.47s	1.18a	3.671	0.000	-1.810	Equil
2.47s	1.19a	3.671	0.018	-1.801	
7.47s	1.20a	3.646	0.112	-1.477	
12.47s	1.24a	3.597	0.212	-0.671	
17.47s	1.29a	3.523	0.321	0.658	
22.47s	1.36a	3.425	0.436	2.547	
27.47s	1.45a	3.299	0.551	5.013	
32.47s	1.56a	3.150	0.655	8.034	
37.47s	1.68a	2.992	0.716	11.479	
41.79s	1.80a	2.844	0.732	14.619	MaxRa
42.47s	1.81a	2.820	0.731	15.117	
47.47s	1.93a	2.634	0.710	18.737	

Note:

Residual Righting Arms shown above are in excess of the heel moments from tabular input.

Roll angle is 14.00

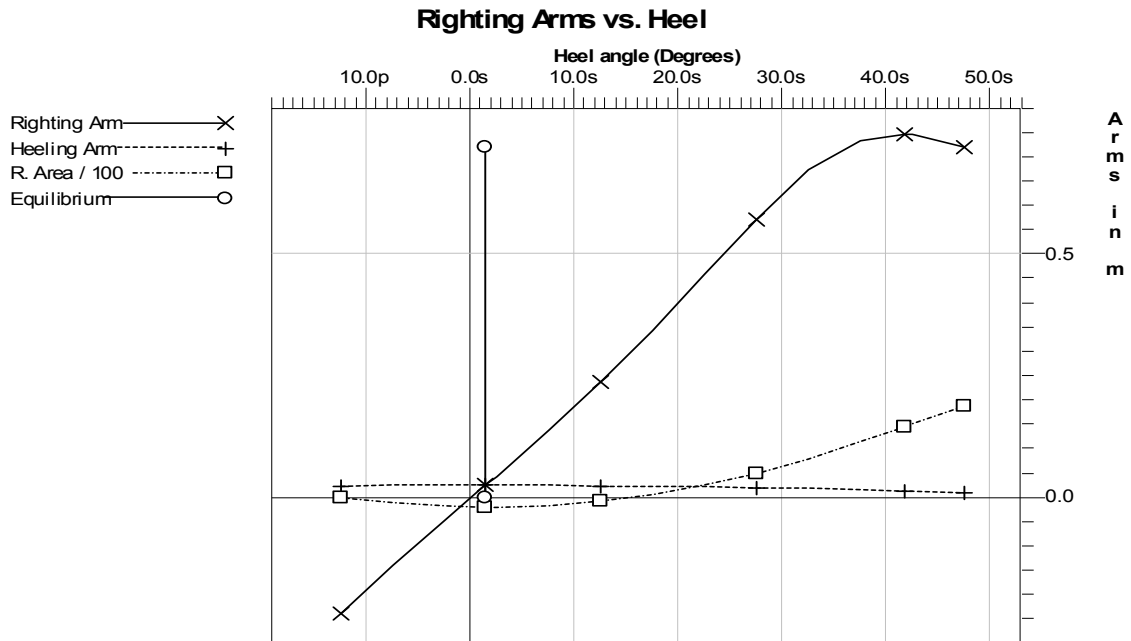
Equilibrium for load condition without gust is 1.47s



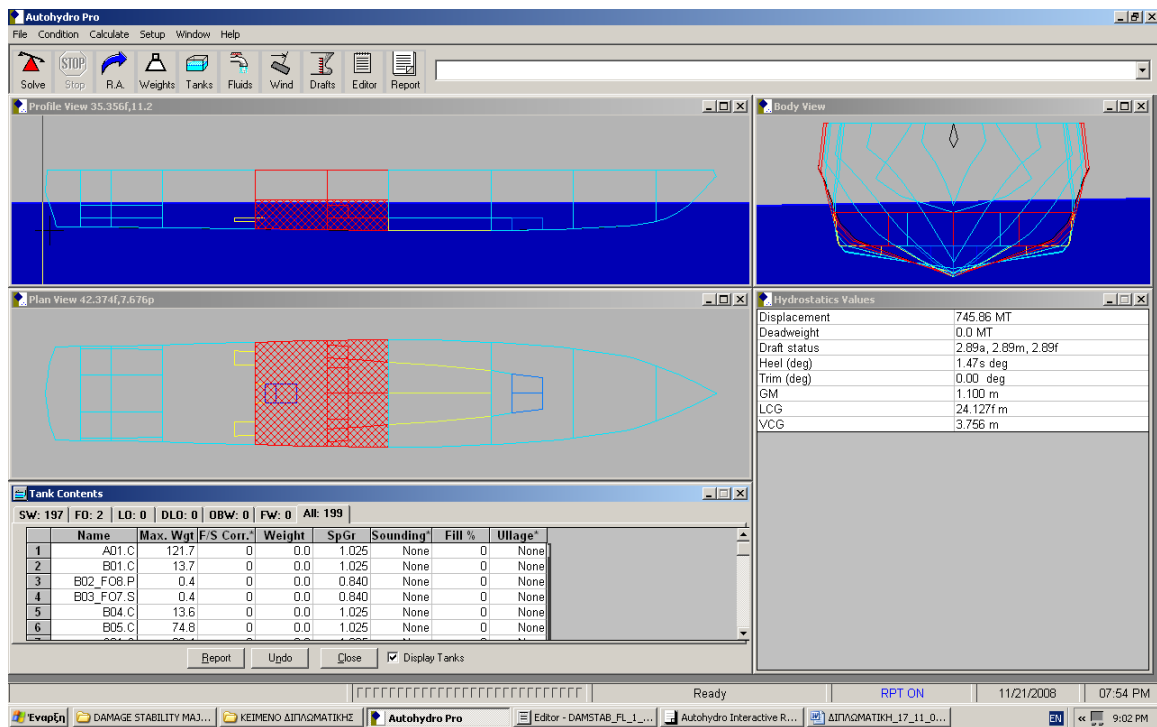
USN DDS-079-1

Limit	Min/Max	Actual	Margin	Pass
(1) Absolute Angle at Equilibrium	<15.00 deg	1.47	13.53	Yes
(2) Area from Equilibrium to 45.00 deg	>1.440 m-D	9.843	8.403	Yes
(3) Absolute Area Ratio from Roll to 45.00 deg	>1.400	8.268	6.868	Yes

CONDITION COMPLIES WITH THE REGULATIONS



## Damage Case 04



### Floating Status

Draft FP	2.886 m	Heel	stbd 1.47 deg.	GM(Solid)	1.100 m
Draft MS	2.887 m	Equil	Yes	F/S Corr.	0.000 m
Draft AP	2.887 m	Wind	0.0 kn	GM(Fluid)	1.100 m
Trim	0.00 deg.	Wave	No	KMT	4.856 m
LCG	24.127f m	VCG	3.756 m	TPcm	3.80

### Loading Summary

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
Light Ship	745.86	24.127f	0.000	3.756
Displacement	745.86	24.127f	0.000	3.756

### Fixed Weight Status

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
LIGHT SHIP	745.86	24.127f	0.000	3.756u
<b>Total Weight:</b>	<b>745.86</b>	<b>24.127f</b>	<b>0.000</b>	<b>3.756u</b>

## Displacer Status

Item	Status	Spgr	Displ (MT)	LCB (m)	TCB (m)	VCB (m)	Eff /Perm
HULL	Intact	1.025	944.80	24.588f	0.085s	1.827	1.000
E04_ENG1.C	Flooded	1.025	-112.51	23.525f	0.102s	1.858	0.850
F_FO4.P	Flooded	1.025	-0.57	29.967f	1.102p	0.810	0.048
F_FO3.S	Flooded	1.025	-0.57	29.967f	1.102s	0.810	0.048
F_FO6.P	Flooded	1.025	-0.22	27.992f	3.417p	1.903	0.048
F_FO5.S	Flooded	1.025	-0.22	27.992f	3.417s	1.903	0.048
F_FOS2.P	Flooded	1.025	-0.31	28.000f	1.250p	1.840	0.048
F_FOS1.S	Flooded	1.025	-0.31	28.000f	1.250s	1.840	0.048
F07.C	Flooded	1.025	-84.18	29.982f	0.140s	2.086	0.950
<b>SubTotals:</b>			<b>745.89</b>	<b>24.127f</b>	<b>0.077s</b>	<b>1.794</b>	

## Hydrostatic Properties with Damage

Draft is from Baseline.

Trim: 0.00 deg., No heel, VCG = 3.756

LCF Draft (m)	Displ (MT)	LCB (m)	VCB (m)	LCF (m)	TPcm (MT/cm)	MTcm (MT-m /deg)	KML (m)	KMT (m)
2.886	745.375	24.123f	1.793	26.356f	3.80	2060.19	162.104	4.852

Water Specific Gravity = 1.025.

## Residual Righting Arms vs Heel Angle with Damage

Heel Angle (deg)	Trim Angle (deg)	Origin Depth (m)	Residual Arm (m)	Area (m-Deg)	Notes
12.53p	0.07a	2.821	-0.278	0.000	Roll
7.53p	0.02a	2.863	-0.175	-1.132	
2.53p	0.00a	2.884	-0.077	-1.760	
1.46s	0.00	2.886	0.000	-1.913	Equil
2.47s	0.00a	2.885	0.019	-1.903	
7.47s	0.02a	2.863	0.118	-1.560	
12.47s	0.07a	2.822	0.223	-0.709	
17.47s	0.14a	2.761	0.338	0.688	
22.47s	0.24a	2.676	0.456	2.671	
27.47s	0.33a	2.553	0.562	5.222	
32.47s	0.40a	2.380	0.648	8.255	
37.47s	0.45a	2.161	0.718	11.678	
42.47s	0.50a	1.926	0.746	15.356	
43.00s	0.50a	1.900	0.746	15.756	MaxRa
47.47s	0.55a	1.685	0.732	19.067	

Note:

Residual Righting Arms shown above are in excess of the heel moments from tabular input.

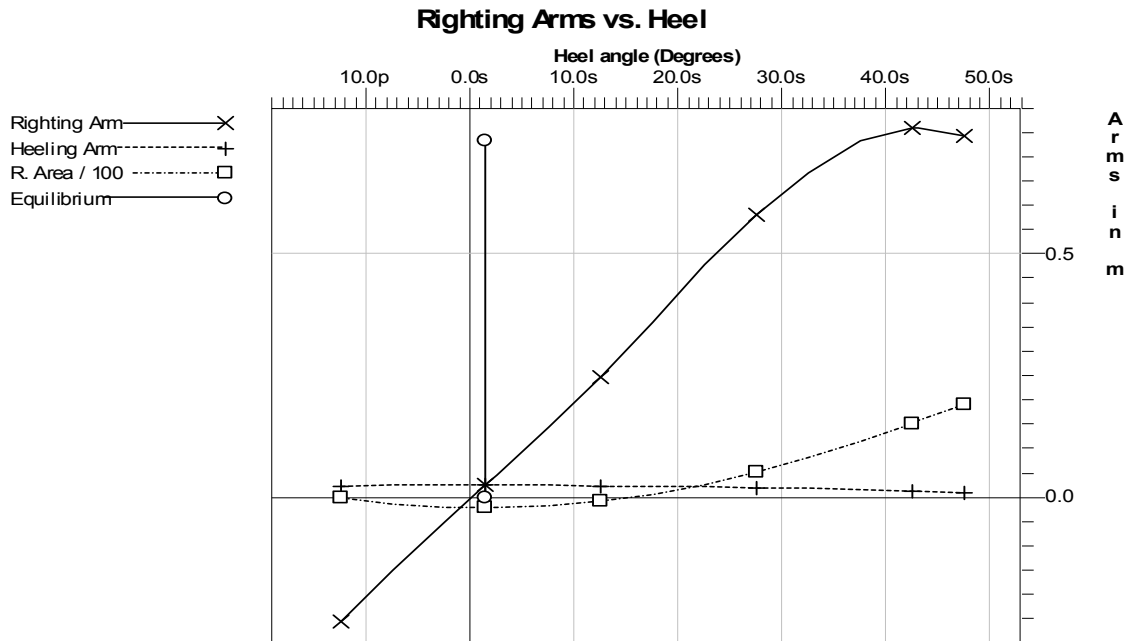
Roll angle is 14.00

Equilibrium for load condition without gust is 1.47s

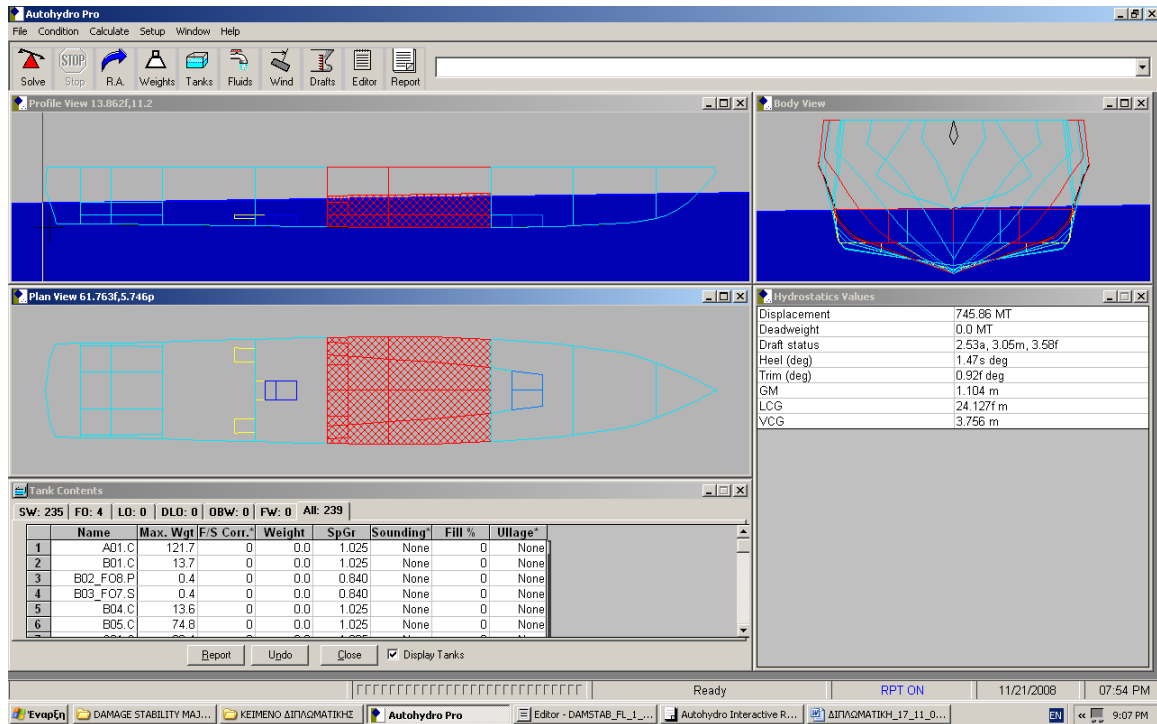
USN DDS-079-1

Limit	Min/Max	Actual	Margin	Pass
(1) Absolute Angle at Equilibrium	<15.00 deg	1.46	13.54	Yes
(2) Area from Equilibrium to 45.00 deg	>1.440 m-D	10.168	8.728	Yes
(3) Absolute Area Ratio from Roll to 45.00 deg	>1.400	8.467	7.067	Yes

CONDITION COMPLIES WITH THE REGULATIONS



## Damage Case 05



### Floating Status

Draft FP	3.580 m	Heel	stbd 1.47 deg.	GM(Solid)	1.104 m
Draft MS	3.054 m	Equil	Yes	F/S Corr.	0.000 m
Draft AP	2.529 m	Wind	0.0 kn	GM(Fluid)	1.104 m
Trim	fwd 0.92 deg.	Wave	No	KMT	4.859 m
LCG	24.127f m	VCG	3.756 m	TPcm	3.68

### Loading Summary

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
Light Ship	745.86	24.127f	0.000	3.756
Displacement	745.86	24.127f	0.000	3.756

### Fixed Weight Status

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
LIGHT SHIP	745.86	24.127f	0.000	3.756u
<b>Total Weight:</b>	<b>745.86</b>	<b>24.127f</b>	<b>0.000</b>	<b>3.756u</b>

## Displacer Status

Item	Status	Spgr	Displ (MT)	LCB (m)	TCB (m)	VCB (m)	Eff /Perm
HULL	Intact	1.025	985.37	26.740f	0.086s	1.889	1.000
F_FO4.P	Flooded	1.025	-0.57	29.967f	1.102p	0.810	0.048
F_FO3.S	Flooded	1.025	-0.57	29.967f	1.102s	0.810	0.048
F_FO6.P	Flooded	1.025	-0.22	27.992f	3.417p	1.903	0.048
F_FO5.S	Flooded	1.025	-0.22	27.992f	3.417s	1.903	0.048
F_FOS2.P	Flooded	1.025	-0.31	28.000f	1.250p	1.840	0.048
F_FOS1.S	Flooded	1.025	-0.31	28.000f	1.250s	1.840	0.048
F07.C	Flooded	1.025	-91.48	30.011f	0.132s	2.156	0.950
G02_FO2.P	Flooded	1.025	-0.81	37.746f	0.910p	0.797	0.048
G01_FO1.S	Flooded	1.025	-0.81	37.746f	0.910s	0.797	0.048
G03.C	Flooded	1.025	-143.98	37.876f	0.104s	2.246	0.950
<b>SubTotals:</b>			<b>746.07</b>	<b>24.159f</b>	<b>0.077s</b>	<b>1.792</b>	

## Hydrostatic Properties with Damage

Draft is from Baseline.

Trim: fwd 0.92 deg., No heel, VCG = 3.756

LCF Draft (m)	Displ (MT)	LCB (m)	VCB (m)	LCF (m)	TPcm (MT/cm)	MTcm (MT-m/deg)	KML (m)	KMT (m)
2.927	745.583	24.156f	1.790	24.360f	3.68	2017.27	158.741	4.856

Water Specific Gravity = 1.025.

## Residual Righting Arms vs Heel Angle with Damage

Heel Angle (deg)	Trim Angle (deg)	Origin Depth (m)	Residual Arm (m)	Area (m-Deg)	Notes
12.53p	0.83f	2.475	-0.279	0.000	Roll
7.53p	0.89f	2.513	-0.175	-1.134	
2.53p	0.92f	2.533	-0.077	-1.760	
1.46s	0.92f	2.533	0.000	-1.913	Equil
2.47s	0.92f	2.533	0.019	-1.904	
7.47s	0.89f	2.514	0.118	-1.561	
12.47s	0.84f	2.476	0.224	-0.709	
17.47s	0.75f	2.421	0.340	0.697	
22.47s	0.64f	2.338	0.451	2.678	
27.47s	0.56f	2.207	0.536	5.154	
32.47s	0.49f	2.028	0.600	8.002	
37.47s	0.45f	1.807	0.649	11.131	
42.47s	0.43f	1.556	0.666	14.431	
47.47s	0.43f	1.297	0.644	17.721	

Note:

Residual Righting Arms shown above are in excess of the heel moments from tabular input.

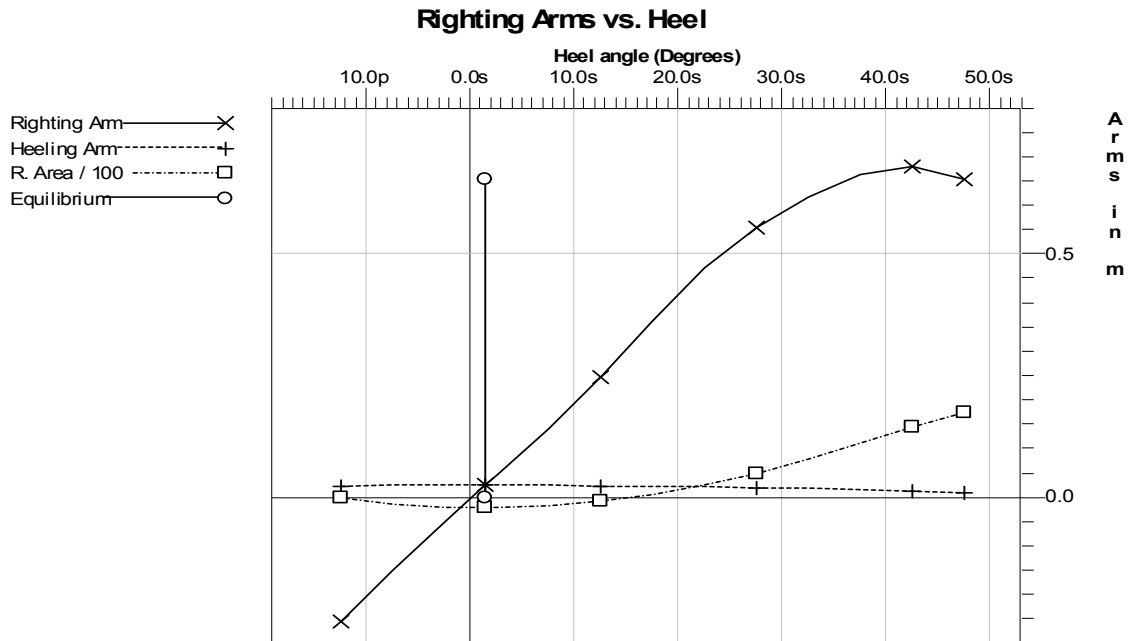
Roll angle is 14.00

Equilibrium for load condition without gust is 1.47s

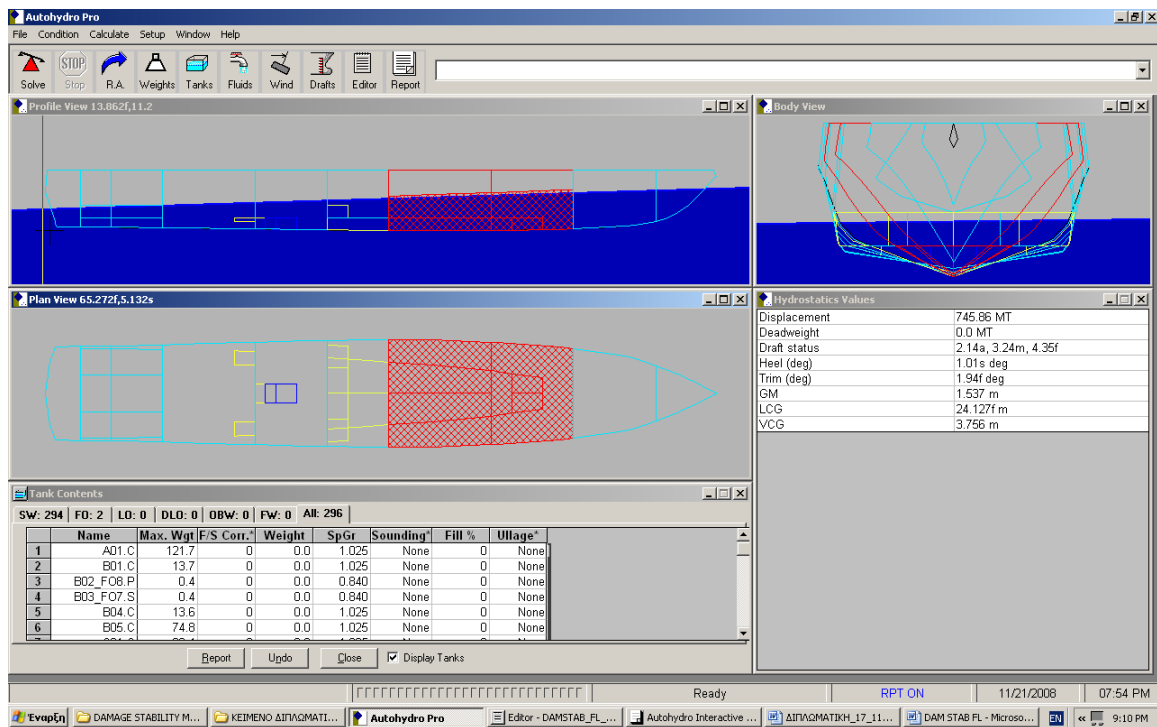
USN DDS-079-1

Limit	Min/Max	Actual	Margin	Pass
(1) Absolute Angle at Equilibrium	<15.00 deg	1.46	13.54	Yes
(2) Area from Equilibrium to 45.00 deg	>1.440 m-D	9.915	8.475	Yes
(3) Absolute Area Ratio from Roll to 45.00 deg	>1.400	8.238	6.838	Yes

CONDITION COMPLIES WITH THE REGULATIONS



## Damage Case 06



### Floating Status

Draft FP	4.351 m	Heel	stbd 1.01 deg.	GM(Solid)	1.537 m
Draft MS	3.244 m	Equil	Yes	F/S Corr.	0.000 m
Draft AP	2.137 m	Wind	0.0 kn	GM(Fluid)	1.537 m
Trim	fwd 1.94 deg.	Wave	No	KMT	5.292 m
LCG	24.127f m	VCG	3.756 m	TPcm	3.85

### Loading Summary

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
Light Ship	745.86	24.127f	0.000	3.756
Displacement	745.86	24.127f	0.000	3.756

### Fixed Weight Status

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
LIGHT SHIP	745.86	24.127f	0.000	3.756u
<b>Total Weight:</b>	<b>745.86</b>	<b>24.127f</b>	<b>0.000</b>	<b>3.756u</b>



## Displacer Status

Item	Status	Spgr	Displ (MT)	LCB (m)	TCB (m)	VCB (m)	Eff /Perm
HULL	Intact	1.025	1,041.99	29.159f	0.059s	2.011	1.000
G02_FO2.P	Flooded	1.025	-0.81	37.746f	0.910p	0.797	0.048
G01_FO1.S	Flooded	1.025	-0.81	37.746f	0.910s	0.797	0.048
G03.C	Flooded	1.025	-169.60	37.957f	0.067s	2.406	0.950
H01.C	Flooded	1.025	-5.03	43.974f	0.000	0.802	0.970
H02_FW2.P	Flooded	1.025	-0.15	46.435f	0.589p	0.811	0.048
H03_FW1.S	Flooded	1.025	-0.15	46.435f	0.589s	0.811	0.048
H04.C	Flooded	1.025	-119.40	46.909f	0.047s	2.491	0.900
<b>SubTotals:</b>			<b>746.04</b>	<b>24.192f</b>	<b>0.060s</b>	<b>1.855</b>	

## Hydrostatic Properties with Damage

Draft is from Baseline.

Trim: fwd 1.94 deg., No heel, VCG = 3.756

LCF Draft (m)	Displ (MT)	LCB (m)	VCB (m)	LCF (m)	TPcm (MT/cm)	MTcm (MT-m/deg)	KML (m)	KMT (m)
2.933	745.794	24.191f	1.854	23.084f	3.85	1815.06	143.104	5.290

Water Specific Gravity = 1.025.

## Residual Righting Arms vs Heel Angle with Damage

Heel Angle (deg)	Trim Angle (deg)	Origin Depth (m)	Residual Arm (m)	Area (m-Deg)	Notes
12.99p	1.83f	2.091	-0.383	0.000	Roll
7.99p	1.90f	2.127	-0.240	-1.558	
2.99p	1.94f	2.146	-0.106	-2.419	
1.01s	1.94f	2.149	0.000	-2.630	Equil
2.01s	1.94f	2.148	0.026	-2.617	
7.01s	1.91f	2.132	0.161	-2.150	
12.01s	1.84f	2.099	0.303	-0.994	
17.01s	1.75f	2.047	0.451	0.888	
22.01s	1.66f	1.959	0.576	3.464	
27.01s	1.58f	1.823	0.668	6.588	
32.01s	1.52f	1.640	0.732	10.100	
37.01s	1.48f	1.414	0.765	13.856	
39.45s	1.48f	1.291	0.769	15.730	MaxRa
42.01s	1.48f	1.156	0.765	17.694	
47.01s	1.50f	0.879	0.733	21.452	

Note:

Residual Righting Arms shown above are in excess of the heel moments from tabular input.

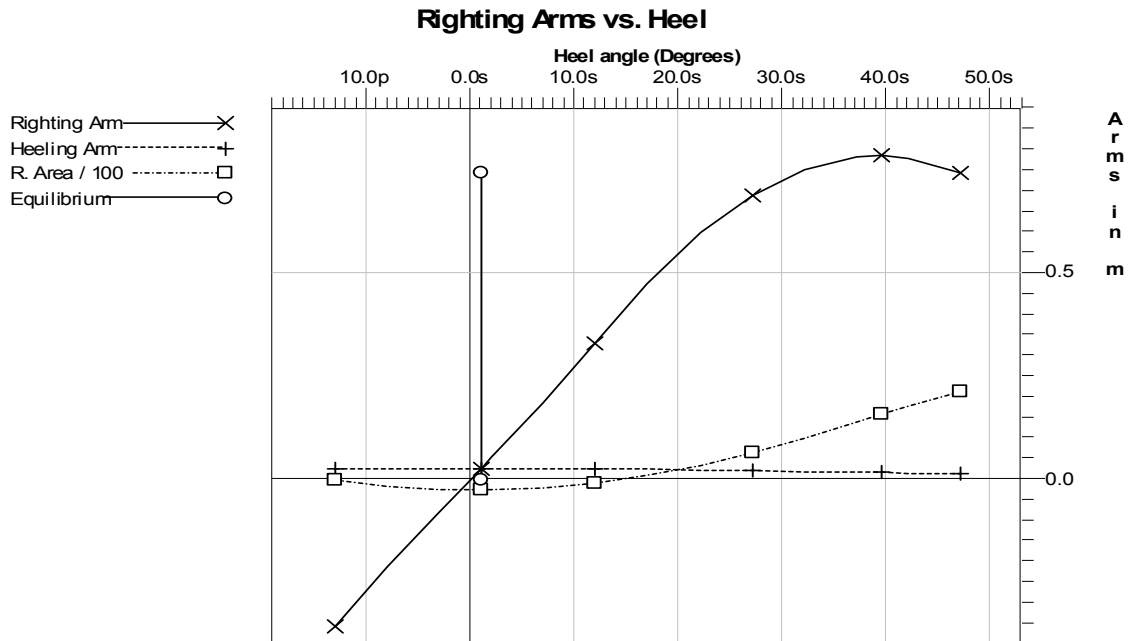
Roll angle is 14.00

Equilibrium for load condition without gust is 1.01s

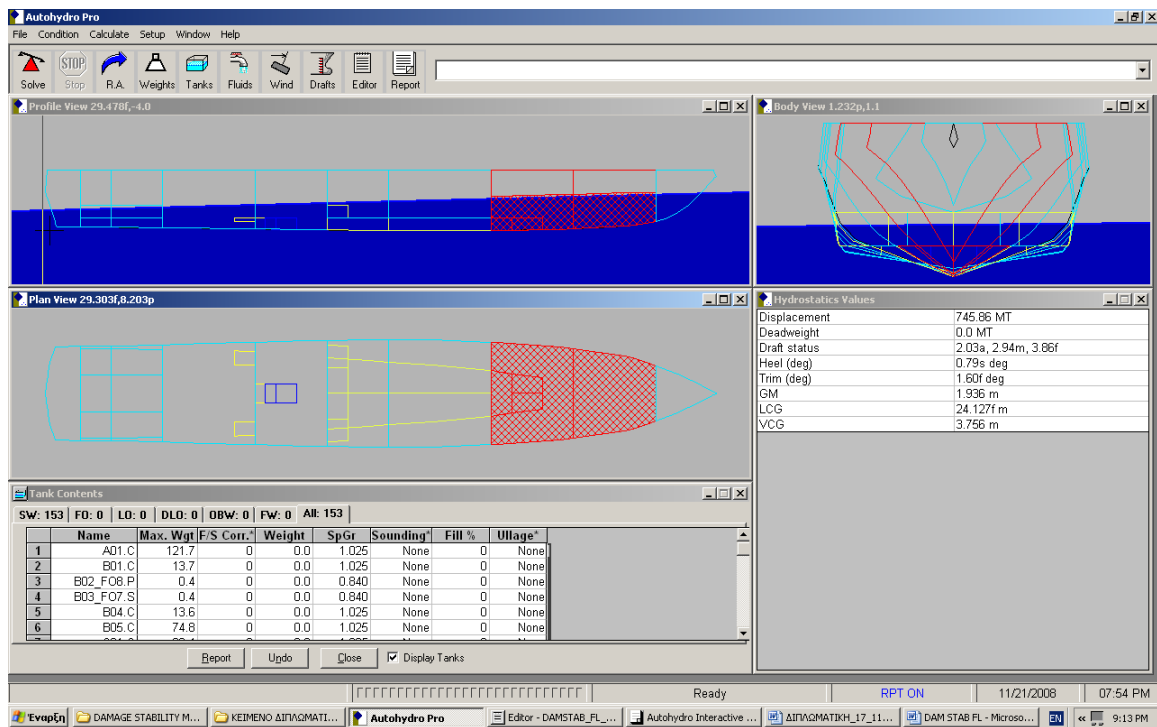
USN DDS-079-1

Limit	Min/Max	Actual	Margin	Pass
(1) Absolute Angle at Equilibrium	<15.00 deg	1.01	13.99	Yes
(2) Area from Equilibrium to 45.00 deg	>1.440 m-D	12.730	11.290	Yes
(3) Absolute Area Ratio from Roll to 45.00 deg	>1.400	10.112	8.712	Yes

CONDITION COMPLIES WITH THE REGULATIONS



## Damage Case 07



### Floating Status

Draft FP	3.859 m	Heel	stbd 0.79 deg.	GM(Solid)	1.936 m
Draft MS	2.944 m	Equil	Yes	F/S Corr.	0.000 m
Draft AP	2.029 m	Wind	0.0 kn	GM(Fluid)	1.936 m
Trim	fwd 1.60 deg.	Wave	No	KMT	5.691 m
LCG	24.127f m	VCG	3.756 m	TPcm	4.27

### Loading Summary

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
Light Ship	745.86	24.127f	0.000	3.756
Displacement	745.86	24.127f	0.000	3.756

### Fixed Weight Status

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
LIGHT SHIP	745.86	24.127f	0.000	3.756u
<b>Total Weight:</b>	<b>745.86</b>	<b>24.127f</b>	<b>0.000</b>	<b>3.756u</b>

## Displacer Status

Item	Status	Spgr	Displ (MT)	LCB (m)	TCB (m)	VCB (m)	Eff /Perm
HULL	Intact	1.025	898.80	28.449f	0.050s	1.831	1.000
H01.C	Flooded	1.025	-5.03	43.974f	0.000	0.802	0.970
H02_FW2.P	Flooded	1.025	-0.15	46.435f	0.589p	0.811	0.048
H03_FW1.S	Flooded	1.025	-0.15	46.435f	0.589s	0.811	0.048
H04.C	Flooded	1.025	-97.66	46.907f	0.036s	2.252	0.900
I01.C	Flooded	1.025	-50.00	54.360f	0.018s	2.494	0.800
<b>SubTotals:</b>			<b>745.80</b>	<b>24.182f</b>	<b>0.054s</b>	<b>1.738</b>	

## Hydrostatic Properties with Damage

Draft is from Baseline.

Trim: fwd 1.60 deg., No heel, VCG = 3.756

LCF Draft (m)	Displ (MT)	LCB (m)	VCB (m)	LCF (m)	TPcm (MT/cm)	MTcm (MT-m /deg)	KML (m)	KMT (m)
2.687	745.639	24.182f	1.738	23.077f	4.27	1423.88	113.115	5.690

Water Specific Gravity = 1.025.

## Residual Righting Arms vs Heel Angle with Damage

Heel Angle (deg)	Trim Angle (deg)	Origin Depth (m)	Residual Arm (m)	Area (m-Deg)	Notes
13.20p	1.49f	1.979	-0.483	0.000	Roll
8.20p	1.56f	2.017	-0.305	-1.970	
3.20p	1.60f	2.037	-0.134	-3.063	
0.80s	1.60f	2.040	0.000	-3.330	Equil
1.80s	1.60f	2.040	0.033	-3.314	
6.80s	1.58f	2.024	0.203	-2.722	
11.80s	1.52f	1.992	0.382	-1.264	
16.80s	1.43f	1.937	0.559	1.089	
21.80s	1.35f	1.837	0.709	4.271	
26.80s	1.29f	1.687	0.815	8.098	
31.80s	1.25f	1.495	0.890	12.372	
36.80s	1.21f	1.261	0.941	16.960	
40.55s	1.21f	1.062	0.953	20.519	MaxRa
41.80s	1.22f	0.991	0.953	21.711	
46.80s	1.25f	0.696	0.927	26.425	

Note:

Residual Righting Arms shown above are in excess of the heel moments from tabular input.

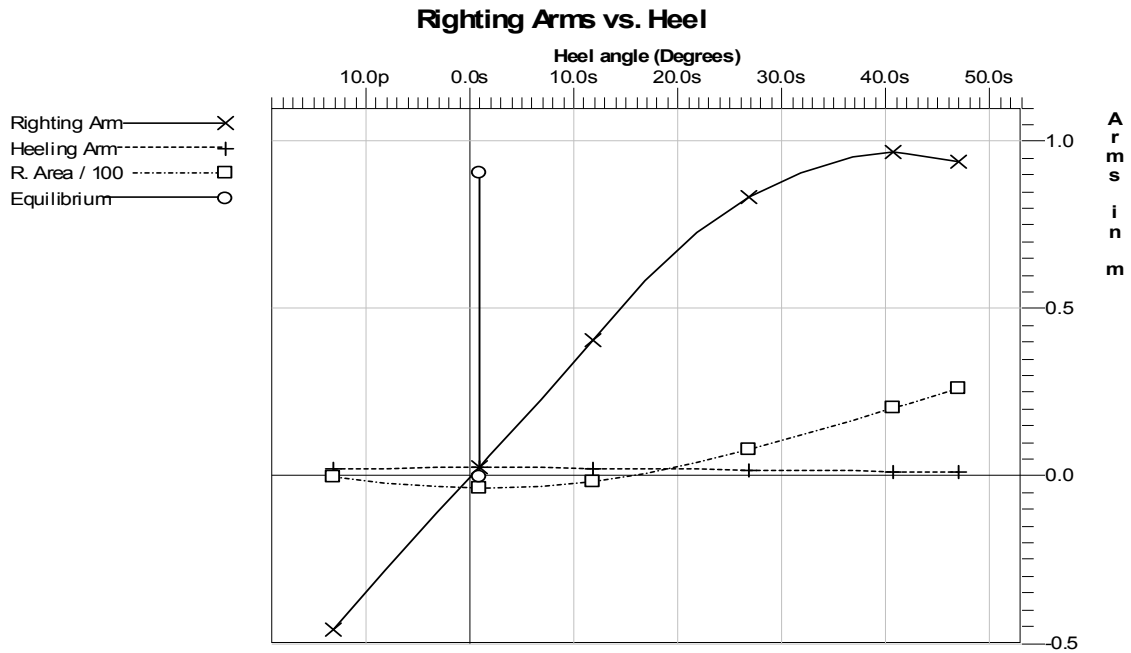
Roll angle is 14.00

Equilibrium for load condition without gust is 0.80s

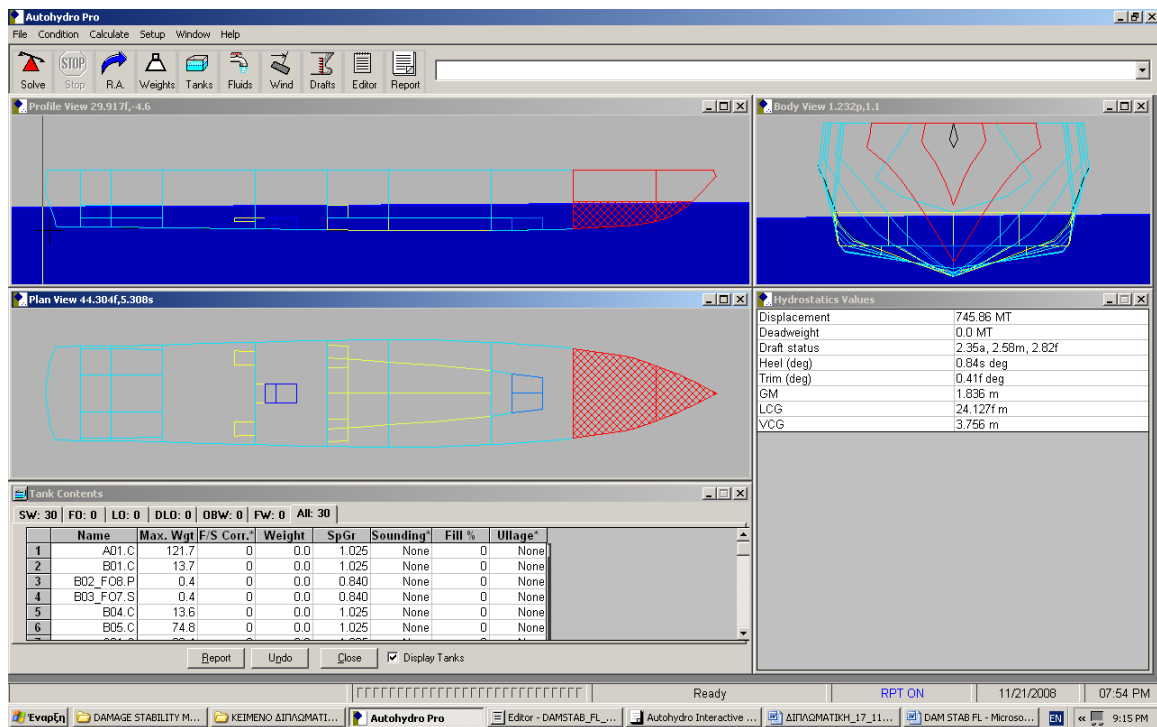
USN DDS-079-1

Limit	Min/Max	Actual	Margin	Pass
(1) Absolute Angle at Equilibrium	<15.00 deg	0.80	14.20	Yes
(2) Area from Equilibrium to 45.00 deg	>1.440 m-D	15.702	14.262	Yes
(3) Absolute Area Ratio from Roll to 45.00 deg	>1.400	12.150	10.750	Yes

CONDITION COMPLIES WITH THE REGULATIONS



## Damage Case 08



### Floating Status

Draft FP	2.821 m	Heel	stbd 0.84 deg.	GM(Solid)	1.836 m
Draft MS	2.585 m	Equil	Yes	F/S Corr.	0.000 m
Draft AP	2.349 m	Wind	0.0 kn	GM(Fluid)	1.836 m
Trim	fwd 0.41 deg.	Wave	No	KMT	5.592 m
LCG	24.127f m	VCG	3.756 m	TPcm	4.58

### Loading Summary

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
Light Ship	745.86	24.127f	0.000	3.756
Displacement	745.86	24.127f	0.000	3.756

### Fixed Weight Status

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
LIGHT SHIP	745.86	24.127f	0.000	3.756u
<b>Total Weight:</b>	<b>745.86</b>	<b>24.127f</b>	<b>0.000</b>	<b>3.756u</b>

## Displacer Status

Item	Status	Spgr	Displ (MT)	LCB (m)	TCB (m)	VCB (m)	Eff /Perm
HULL	Intact	1.025	776.20	25.326f	0.056s	1.636	1.000
I01.C	Flooded	1.025	-28.11	54.167f	0.014s	1.941	0.800
K01.C	Flooded	1.025	-2.07	59.996f	0.003s	2.302	0.900
<b>SubTotals:</b>			<b>746.02</b>	<b>24.143f</b>	<b>0.058s</b>	<b>1.623</b>	

## Hydrostatic Properties with Damage

Draft is from Baseline.

Trim: fwd 0.41 deg., No heel, VCG = 3.756

LCF Draft (m)	Displ (MT)	LCB (m)	VCB (m)	LCF (m)	TPcm (MT/cm)	MTcm (MT-m /deg)	KML (m)	KMT (m)
2.529	745.826	24.142f	1.622	24.489f	4.58	1638.67	129.626	5.592

Water Specific Gravity = 1.025.

## Residual Righting Arms vs Heel Angle with Damage

Heel Angle (deg)	Trim Angle (deg)	Origin Depth (m)	Residual Arm (m)	Area (m-Deg)	Notes
13.16p	0.32f	2.289	-0.449	0.000	Roll
8.16p	0.38f	2.328	-0.286	-1.837	
3.16p	0.41f	2.348	-0.126	-2.868	
0.84s	0.41f	2.351	0.000	-3.120	Equil
1.84s	0.41f	2.350	0.032	-3.104	
6.84s	0.39f	2.334	0.191	-2.547	
11.84s	0.34f	2.301	0.355	-1.182	
16.84s	0.25f	2.246	0.519	1.002	
21.84s	0.16f	2.154	0.666	3.971	
26.84s	0.08f	2.014	0.773	7.587	
31.84s	0.01f	1.828	0.853	11.664	
36.84s	0.05a	1.602	0.914	16.089	
41.84s	0.09a	1.338	0.961	20.783	
45.14s	0.10a	1.149	0.972	23.973	MaxRa
46.84s	0.10a	1.050	0.969	25.627	

Note:

Residual Righting Arms shown above are in excess of the heel moments from tabular input.

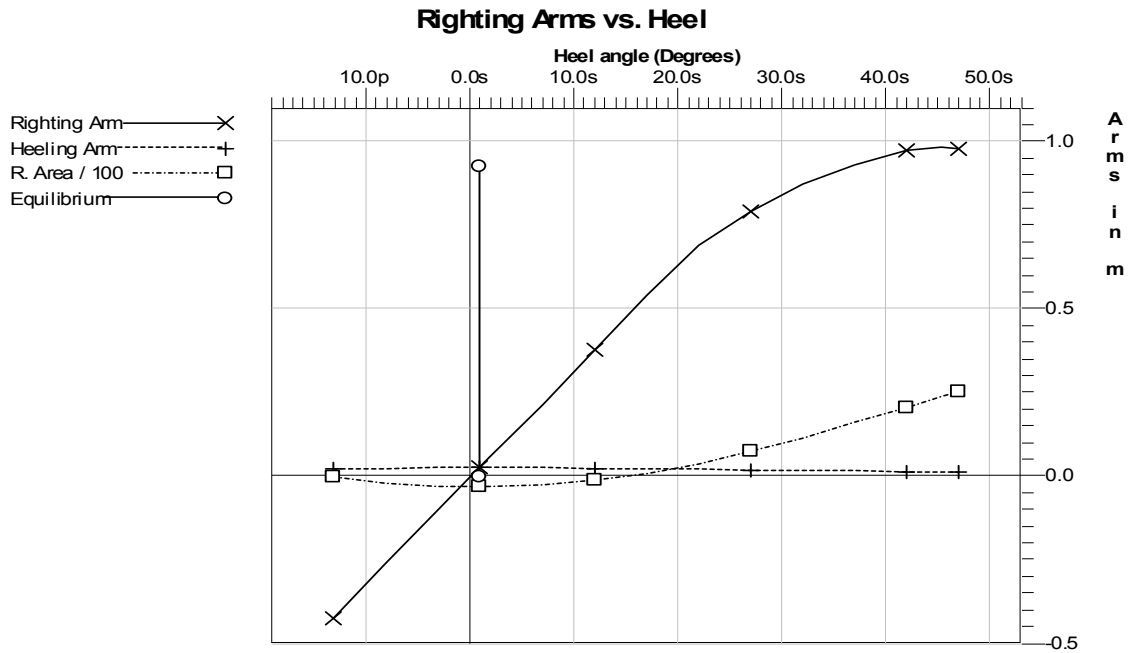
Roll angle is 14.00

Equilibrium for load condition without gust is 0.84s

USN DDS-079-1

Limit	Min/Max	Actual	Margin	Pass
(1) Absolute Angle at Equilibrium	<15.00 deg	0.84	14.16	Yes
(2) Area from Equilibrium to 45.00 deg	>1.440 m-D	14.784	13.344	Yes
(3) Absolute Area Ratio from Roll to 45.00 deg	>1.400	11.515	10.115	Yes

CONDITION COMPLIES WITH THE REGULATIONS





## Light Operational Condition

### Heeling Moment Report

Heel(deg)	Mmt(m-MT)
20.000p	17.886s
15.000p	18.899s
5.000p	20.102s
0.000	20.256s
5.000s	20.102s
10.000s	19.645s
15.000s	18.899s
20.000s	17.886s
30.000s	15.192s
40.000s	11.887s
50.000s	8.369s
60.000s	5.064s
70.000s	2.370s
80.000s	0.611s
85.000s	0.154s
89.000s	0.006s

### Damage Case 01

The screenshot displays the Autohydro Pro software interface. The main window shows a 3D model of a ship's hull in a blue water environment. The interface includes several panels:

- Profile View 29.917f,-4.6**: Shows the ship's profile from the side.
- Body View 1:232p,1.1**: Shows the ship's hull from a top-down perspective.
- Plan View 44.304f,5.308s**: Shows the ship's plan view from above.
- Hydrostatics Values**: A table of key stability parameters.
 

Displacement	683.22 MT
Deadweight	0.0 MT
Draft status	4.42a, 2.55m, 0.68f
Heel (deg)	1.56s deg
Trim (deg)	3.28a deg
GM	1.095 m
LCG	24.073f m
VCG	3.959 m
- Tank Contents**: A table showing the status of various tanks.
 

Name	Max. Wgt	F/S Corr.	Weight	SpGr	Sounding	Fill %	Ullage
A01.C	121.7	143	84.6	1.025	None	70	None
B01.C	13.7	0	13.7	1.025	None	100	None
B02_F06.P	7.1	0	7.1	1.025	None	100	None
B03_F07.S	7.1	0	7.1	1.025	None	100	None
B04.C	13.6	0	13.6	1.025	None	100	None
B05.C	88.9	172	44.0	1.025	None	50	None

The status bar at the bottom indicates the software is ready, with the date 11/21/2008 and time 07:54 PM.

### Floating Status

Draft FP	0.679 m	Heel	stbd 1.56 deg.	GM(Solid)	1.095 m
Draft MS	2.550 m	Equil	Yes	F/S Corr.	0.000 m
Draft AP	4.421 m	Wind	0.0 kn	GM(Fluid)	1.095 m
Trim	aft 3.28 deg.	Wave	No	KMT	5.052 m
LCG	24.073f m	VCG	3.959 m	TPcm	3.52

### Loading Summary

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
Light Ship	683.22	24.073f	0.000	3.959
Displacement	683.22	24.073f	0.000	3.959

### Fixed Weight Status

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
LIGHT SHIP	683.22	24.073f	0.000	3.959u
<b>Total Weight:</b>	<b>683.22</b>	<b>24.073f</b>	<b>0.000</b>	<b>3.959u</b>

### Displacer Status

Item	Status	Spgr	Displ (MT)	LCB (m)	TCB (m)	VCB (m)	Eff /Perm
HULL	Intact	1.025	976.18	18.361f	0.079s	2.033	1.000
A01.C	Flooded	1.025	-84.65	1.568f	0.046s	2.572	0.900
B01.C	Flooded	1.025	-13.74	4.496f	0.000	0.896	0.970
B02_F08.P	Flooded	1.025	-7.12	4.500f	3.151p	1.847	0.660
B03_F07.S	Flooded	1.025	-7.12	4.500f	3.151s	1.847	0.660
B04.C	Flooded	1.025	-13.59	4.500f	0.000	1.840	0.970
B05.C	Flooded	1.025	-44.00	4.479f	0.107s	3.306	0.950
C01.C	Flooded	1.025	-22.42	8.488f	0.000	0.891	0.970
C02_FOS4.P	Flooded	1.025	-6.42	8.502f	3.160p	1.849	0.355
C03_FOS3.S	Flooded	1.025	-6.42	8.502f	3.160s	1.849	0.355
C04.C	Flooded	1.025	-22.65	8.500f	0.000	1.840	0.970
C05.C	Flooded	1.025	-64.59	8.427f	0.135s	3.196	0.950
<b>SubTotals:</b>			<b>683.46</b>	<b>23.953f</b>	<b>0.087s</b>	<b>1.852</b>	

### Hydrostatic Properties with Damage

Draft is from Baseline.

Trim: aft 3.28 deg., No heel, VCG = 3.959

LCF Draft (m)	Displ (MT)	LCB (m)	VCB (m)	LCF (m)	TPcm (MT/cm)	MTcm (MT-m/deg)	KML (m)	KMT (m)
2.739	682.907	23.948f	1.850	28.924f	3.52	832.43	73.679	5.050

Water Specific Gravity = 1.025.

### Residual Righting Arms vs Heel Angle with Damage

Heel Angle (deg)	Trim Angle (deg)	Origin Depth (m)	Residual Arm (m)	Area (m-Deg)	Notes
12.44p	3.30a	4.300	-0.269	0.000	Roll
7.44p	3.28a	4.357	-0.171	-1.101	
2.44p	3.28a	4.385	-0.076	-1.719	
1.56s	3.28a	4.387	0.000	-1.870	Equil
2.56s	3.28a	4.385	0.019	-1.861	
7.56s	3.28a	4.355	0.116	-1.524	
12.56s	3.30a	4.298	0.215	-0.699	
17.56s	3.33a	4.215	0.318	0.632	
22.56s	3.40a	4.118	0.427	2.494	
27.56s	3.51a	4.008	0.538	4.906	
32.56s	3.66a	3.892	0.631	7.835	
37.56s	3.86a	3.774	0.684	11.139	
40.96s	4.02a	3.693	0.694	13.485	MaxRa
42.56s	4.10a	3.657	0.692	14.597	
47.56s	4.38a	3.541	0.660	17.994	

**Note:**

Residual Righting Arms shown above are in excess of the heel moments from tabular input.

Roll angle is 14.00

Equilibrium for load condition without gust is 1.56s

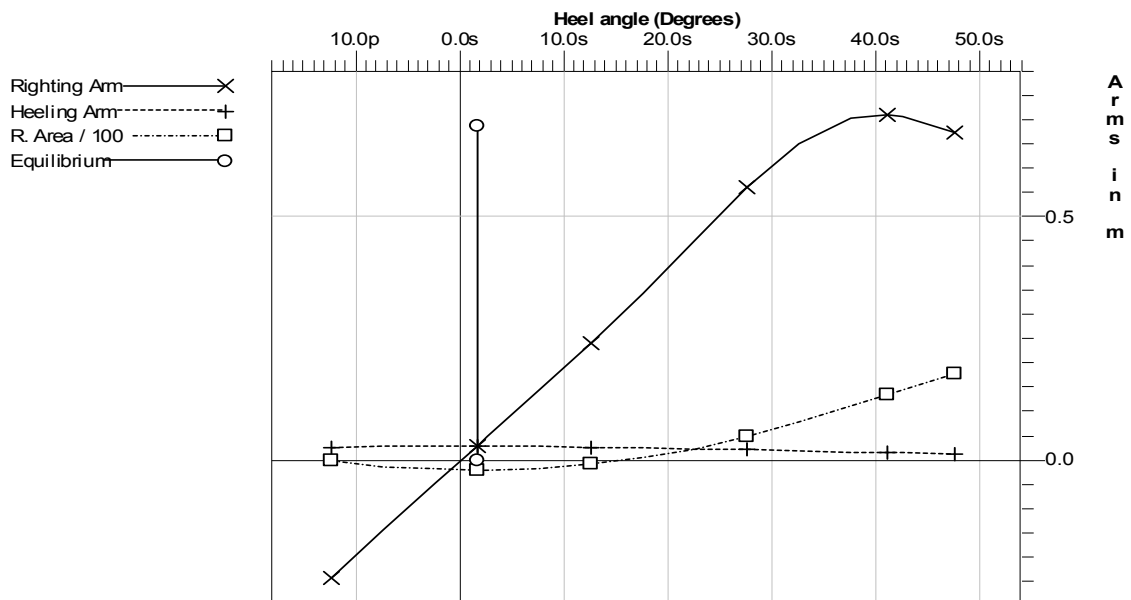
USN DDS-079-1

**Limit**

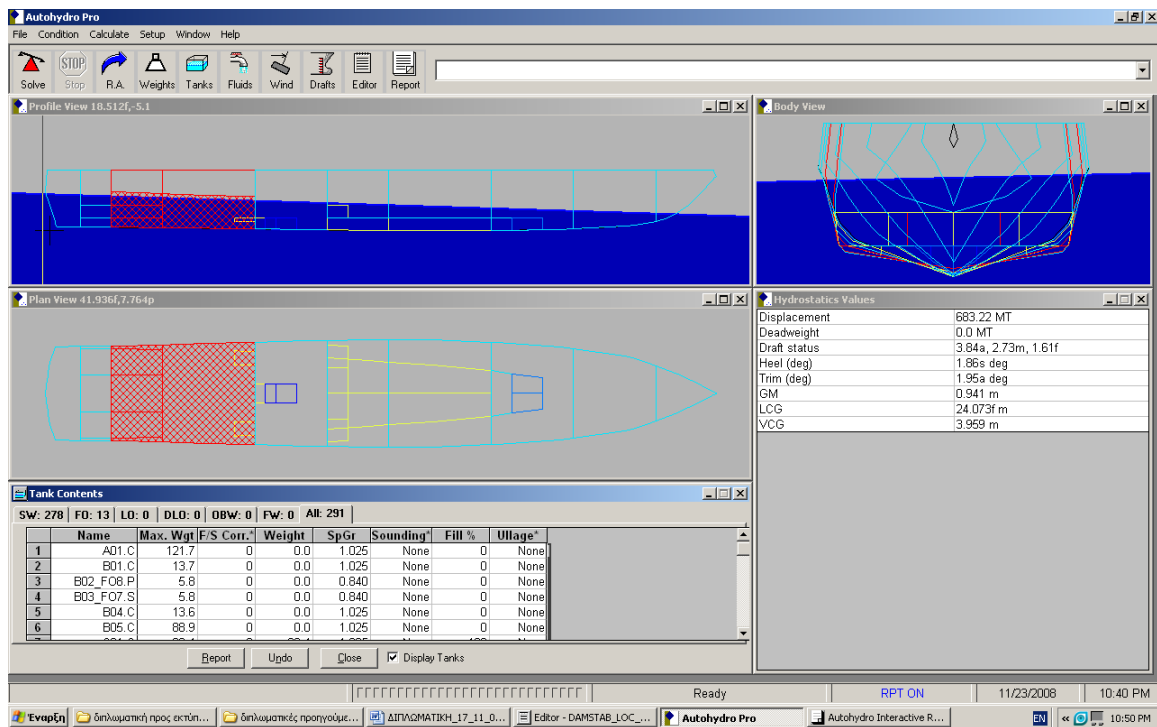
	Min/Max	Actual	Margin	Pass
(1) Absolute Angle at Equilibrium	<15.00 deg	1.56	13.44	Yes
(2) Area from Equilibrium to 45.00 deg	>1.440 m-D	9.705	8.265	Yes
(3) Absolute Area Ratio from Roll to 45.00 deg	>1.400	7.366	5.966	Yes

**CONDITION COMPLIES WITH THE REGULATIONS**

**Righting Arms vs. Heel**



## Damage Case 02



### Floating Status

Draft FP	1.614 m	Heel	stbd 1.86 deg.	GM(Solid)	0.941 m
Draft MS	2.726 m	Equil	Yes	F/S Corr.	0.000 m
Draft AP	3.838 m	Wind	0.0 kn	GM(Fluid)	0.941 m
Trim	aft 1.95 deg.	Wave	No	KMT	4.898 m
LCG	24.073f m	VCG	3.959 m	TPcm	3.50

### Loading Summary

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
Light Ship	683.22	24.073f	0.000	3.959
Displacement	683.22	24.073f	0.000	3.959

### Fixed Weight Status

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
LIGHT SHIP	683.22	24.073f	0.000	3.959u
<b>Total Weight:</b>	<b>683.22</b>	<b>24.073f</b>	<b>0.000</b>	<b>3.959u</b>

## Displacer Status

Item	Status	Spgr	Displ (MT)	LCB (m)	TCB (m)	VCB (m)	Eff /Perm
HULL	Intact	1.025	974.50	20.681f	0.099s	1.926	1.000
C01.C	Flooded	1.025	-22.42	8.488f	0.000	0.891	0.970
C02_FOS4.P	Flooded	1.025	-6.42	8.502f	3.160p	1.849	0.355
C03_FOS3.S	Flooded	1.025	-6.42	8.502f	3.160s	1.849	0.355
C04.C	Flooded	1.025	-22.65	8.500f	0.000	1.840	0.970
C05.C	Flooded	1.025	-47.73	8.441f	0.221s	3.011	0.950
D03_ENG2.C	Flooded	1.025	-185.40	15.397f	0.104s	2.015	0.850
<b>SubTotals:</b>			<b>683.45</b>	<b>24.001f</b>	<b>0.098s</b>	<b>1.865</b>	

## Hydrostatic Properties with Damage

Draft is from Baseline.

Trim: aft 1.95 deg., No heel, VCG = 3.959

LCF Draft (m)	Displ (MT)	LCB (m)	VCB (m)	LCF (m)	TPcm (MT/cm)	MTcm (MT-m /deg)	KML (m)	KMT (m)
2.828	682.690	23.994f	1.862	29.211f	3.49	1353.59	117.484	4.896

Water Specific Gravity = 1.025.

## Residual Righting Arms vs Heel Angle with Damage

Heel Angle (deg)	Trim Angle (deg)	Origin Depth (m)	Residual Arm (m)	Area (m-Deg)	Notes
12.20p	1.98a	3.741	-0.237	0.000	Roll
7.20p	1.96a	3.792	-0.150	-0.968	
2.20p	1.95a	3.816	-0.066	-1.506	
1.85s	1.95a	3.817	0.000	-1.641	Equil
2.80s	1.95a	3.817	0.016	-1.633	
7.80s	1.96a	3.788	0.100	-1.344	
12.80s	1.98a	3.733	0.191	-0.619	
17.80s	2.03a	3.660	0.294	0.587	
22.80s	2.12a	3.569	0.404	2.328	
27.80s	2.22a	3.453	0.512	4.619	
32.80s	2.34a	3.318	0.604	7.417	
37.80s	2.49a	3.169	0.661	10.595	
41.70s	2.62a	3.044	0.675	13.209	MaxRa
42.80s	2.65a	3.006	0.674	13.951	
47.80s	2.81a	2.830	0.647	17.271	

Note:

Residual Righting Arms shown above are in excess of the heel moments from tabular input.

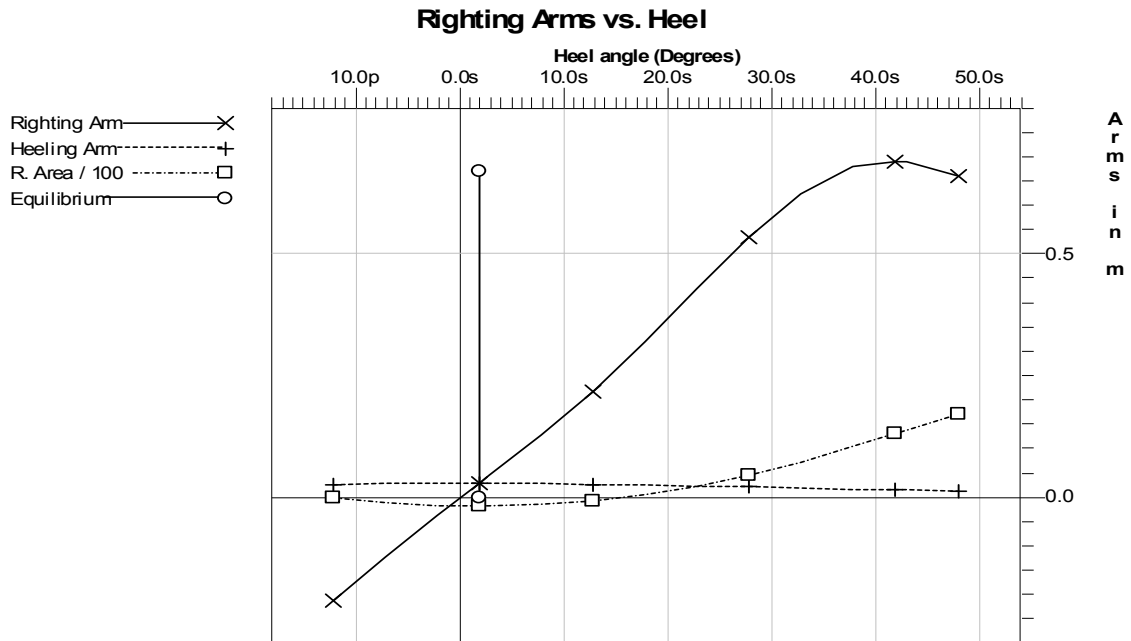
Roll angle is 14.00

Equilibrium for load condition without gust is 1.80s

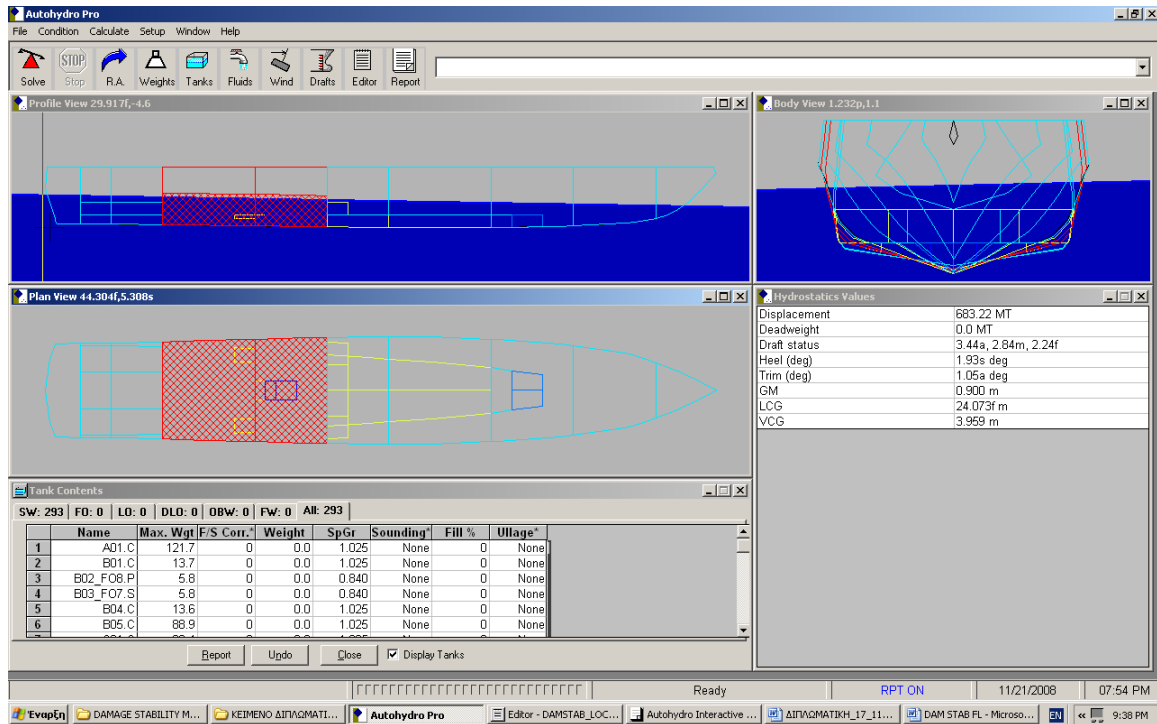
USN DDS-079-1

Limit	Min/Max	Actual	Margin	Pass
(1) Absolute Angle at Equilibrium	<15.00 deg	1.85	13.15	Yes
(2) Absolute Area Ratio from Roll to 45.00 deg	>1.400	7.036	5.636	Yes
(3) Area from Equilibrium to 45.00 deg	>1.440 m-D	9.058	7.618	Yes

CONDITION COMPLIES WITH THE REGULATIONS



## Damage Case 03



### Floating Status

Draft FP	2.237 m	Heel	stbd 1.93 deg.	GM(Solid)	0.900 m
Draft MS	2.838 m	Equil	Yes	F/S Corr.	0.000 m
Draft AP	3.439 m	Wind	0.0 kn	GM(Fluid)	0.900 m
Trim	aft 1.05 deg.	Wave	No	KMT	4.858 m
LCG	24.073f m	VCG	3.959 m	TPcm	3.49

### Loading Summary

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
Light Ship	683.22	24.073f	0.000	3.959
Displacement	683.22	24.073f	0.000	3.959

### Fixed Weight Status

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
LIGHT SHIP	683.22	24.073f	0.000	3.959u
<b>Total Weight:</b>	<b>683.22</b>	<b>24.073f</b>	<b>0.000</b>	<b>3.959u</b>

## Displacer Status

Item	Status	Spgr	Displ (MT)	LCB (m)	TCB (m)	VCB (m)	Eff /Perm
HULL	Intact	1.025	976.71	22.434f	0.106s	1.883	1.000
D03_ENG2.C	Flooded	1.025	-174.19	15.435f	0.114s	1.936	0.850
E04_ENG1.C	Flooded	1.025	-119.12	23.486f	0.130s	1.919	0.850
<b>SubTotals:</b>			<b>683.40</b>	<b>24.035f</b>	<b>0.100s</b>	<b>1.864</b>	

## Hydrostatic Properties with Damage

Draft is from Baseline.

Trim: aft 1.05 deg., No heel, VCG = 3.959

LCF Draft (m)	Displ (MT)	LCB (m)	VCB (m)	LCF (m)	TPcm (MT/cm)	MTcm (MT-m /deg)	KML (m)	KMT (m)
2.909	682.592	24.027f	1.861	28.302f	3.49	1754.97	151.229	4.854

Water Specific Gravity = 1.025.

## Residual Righting Arms vs Heel Angle with Damage

Heel Angle (deg)	Trim Angle (deg)	Origin Depth (m)	Residual Arm (m)	Area (m-Deg)	Notes
12.07p	1.10a	3.362	-0.228	0.000	Roll
7.07p	1.07a	3.407	-0.143	-0.927	
2.07p	1.05a	3.428	-0.063	-1.440	
1.92s	1.05a	3.428	0.000	-1.566	Equil
2.93s	1.06a	3.426	0.016	-1.558	
7.93s	1.07a	3.401	0.098	-1.275	
12.93s	1.11a	3.352	0.185	-0.570	
17.93s	1.17a	3.278	0.282	0.595	
22.93s	1.24a	3.179	0.384	2.260	
27.93s	1.33a	3.052	0.485	4.435	
32.93s	1.42a	2.885	0.576	7.094	
37.93s	1.51a	2.695	0.630	10.124	
41.62s	1.58a	2.546	0.642	12.481	MaxRa
42.93s	1.61a	2.494	0.641	13.318	
47.93s	1.70a	2.284	0.613	16.468	

Note:

Residual Righting Arms shown above are in excess of the heel moments from tabular input.

Roll angle is 14.00

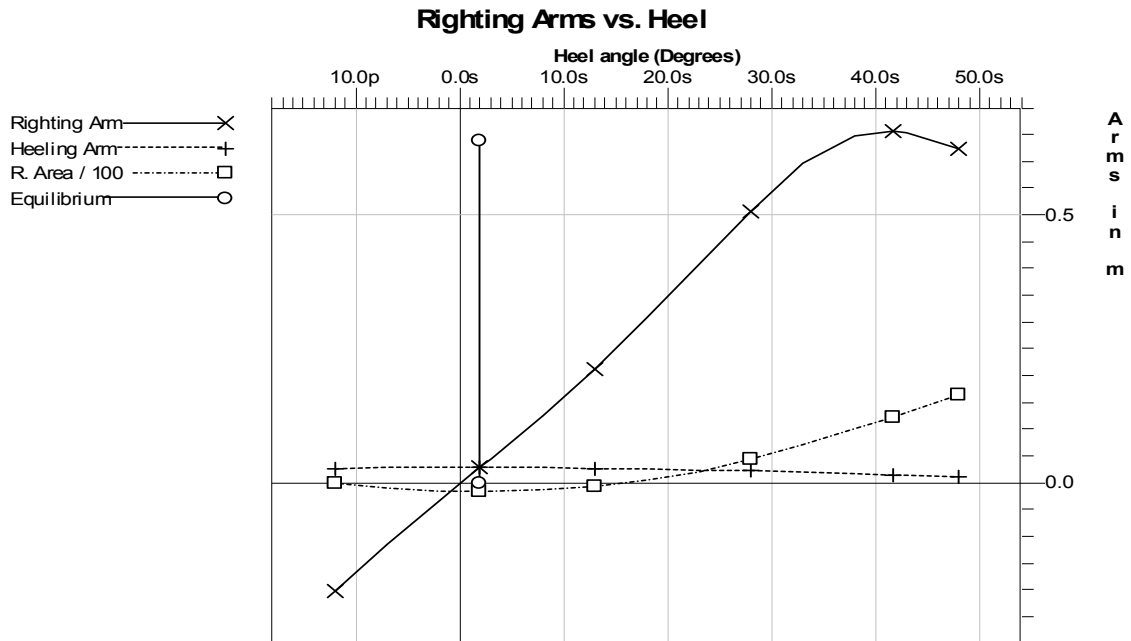
Equilibrium for load condition without gust is 1.93s



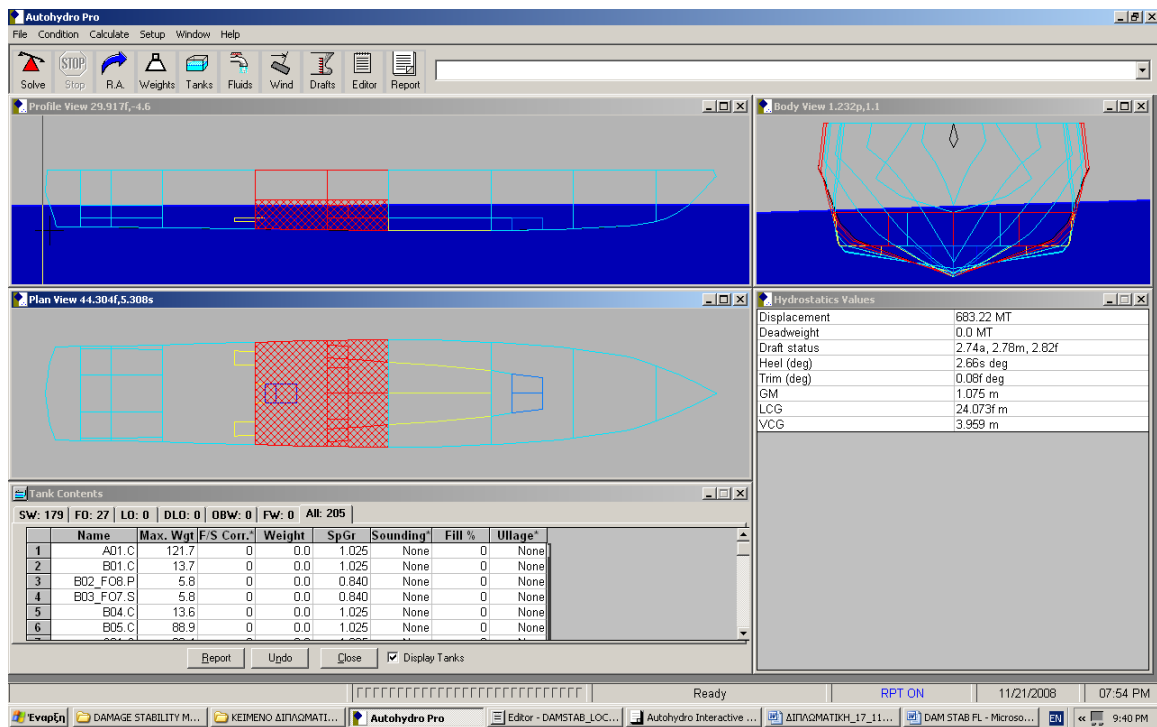
USN DDS-079-1

Limit	Min/Max	Actual	Margin	Pass
(1) Absolute Angle at Equilibrium	<15.00 deg	1.92	13.08	Yes
(2) Absolute Area Ratio from Roll to 45.00 deg	>1.400	6.777	5.377	Yes
(3) Area from Equilibrium to 45.00 deg	>1.440 m-D	8.659	7.219	Yes

CONDITION COMPLIES WITH THE REGULATIONS



## Damage Case 04



### Floating Status

Draft FP	2.823 m	Heel	stbd 2.66 deg.	GM(Solid)	1.075 m
Draft MS	2.780 m	Equil	Yes	F/S Corr.	0.000 m
Draft AP	2.736 m	Wind	0.0 kn	GM(Fluid)	1.075 m
Trim	fwd 0.08 deg.	Wave	No	KMT	5.032 m
LCG	24.073f m	VCG	3.959 m	TPcm	3.77

### Loading Summary

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
Light Ship	683.22	24.073f	0.000	3.959
Displacement	683.22	24.073f	0.000	3.959

### Fixed Weight Status

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
LIGHT SHIP	683.22	24.073f	0.000	3.959u
<b>Total Weight:</b>	<b>683.22</b>	<b>24.073f</b>	<b>0.000</b>	<b>3.959u</b>

## Displacer Status

Item	Status	Spgr	Displ (MT)	LCB (m)	TCB (m)	VCB (m)	Eff /Perm
HULL	Intact	1.025	888.81	24.661f	0.161s	1.766	1.000
E04_ENG1.C	Flooded	1.025	-105.64	23.529f	0.194s	1.798	0.850
F_FO4.P	Flooded	1.025	-7.85	29.967f	1.102p	0.810	0.660
F_FO3.S	Flooded	1.025	-7.85	29.967f	1.102s	0.810	0.660
F_FO6.P	Flooded	1.025	-3.08	27.992f	3.417p	1.903	0.660
F_FO5.S	Flooded	1.025	-3.08	27.992f	3.417s	1.903	0.660
F_FOS2.P	Flooded	1.025	-2.33	28.000f	1.250p	1.840	0.355
F_FOS1.S	Flooded	1.025	-2.33	28.000f	1.250s	1.840	0.355
F07.C	Flooded	1.025	-73.32	30.116f	0.439s	2.043	0.950
<b>SubTotals:</b>			<b>683.35</b>	<b>24.076f</b>	<b>0.132s</b>	<b>1.752</b>	

## Hydrostatic Properties with Damage

Draft is from Baseline.

Trim: fwd 0.08 deg., No heel, VCG = 3.959

LCF Draft (m)	Displ (MT)	LCB (m)	VCB (m)	LCF (m)	TPcm (MT/cm)	MTcm (MT-m /deg)	KML (m)	KMT (m)
2.769	681.741	24.062f	1.746	26.211f	3.76	2025.53	174.174	5.021

Water Specific Gravity = 1.025.

## Residual Righting Arms vs Heel Angle with Damage

Heel Angle (deg)	Trim Angle (deg)	Origin Depth (m)	Residual Arm (m)	Area (m-Deg)	Notes
11.35p	0.02f	2.681	-0.260	0.000	Roll
6.35p	0.06f	2.720	-0.167	-1.066	
1.35p	0.08f	2.735	-0.074	-1.669	
2.63s	0.08f	2.733	0.000	-1.817	Equil
3.65s	0.07f	2.731	0.019	-1.808	
8.65s	0.05f	2.706	0.116	-1.471	
13.65s	0.00a	2.661	0.221	-0.632	
18.65s	0.08a	2.596	0.335	0.753	
23.65s	0.18a	2.500	0.446	2.706	
28.65s	0.25a	2.357	0.533	5.163	
33.65s	0.31a	2.165	0.601	8.006	
38.65s	0.35a	1.930	0.654	11.150	
42.87s	0.37a	1.712	0.671	13.961	MaxRa
43.65s	0.38a	1.674	0.671	14.480	
48.65s	0.41a	1.412	0.646	17.788	

Note:

Residual Righting Arms shown above are in excess of the heel moments from tabular input.

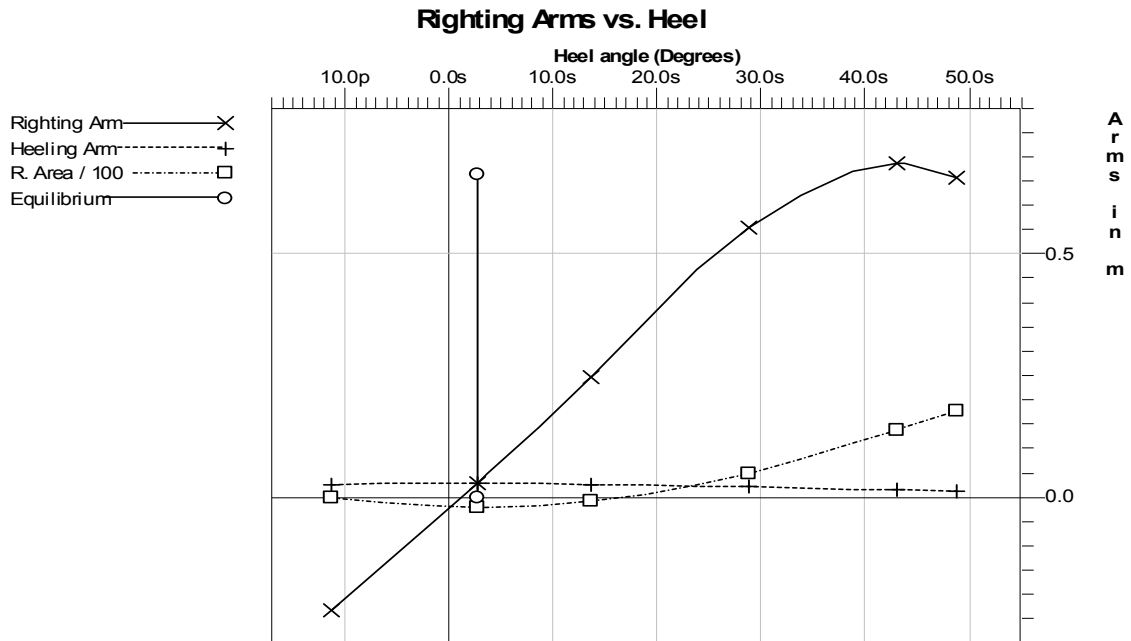
Roll angle is 14.00

Equilibrium for load condition without gust is 2.65s

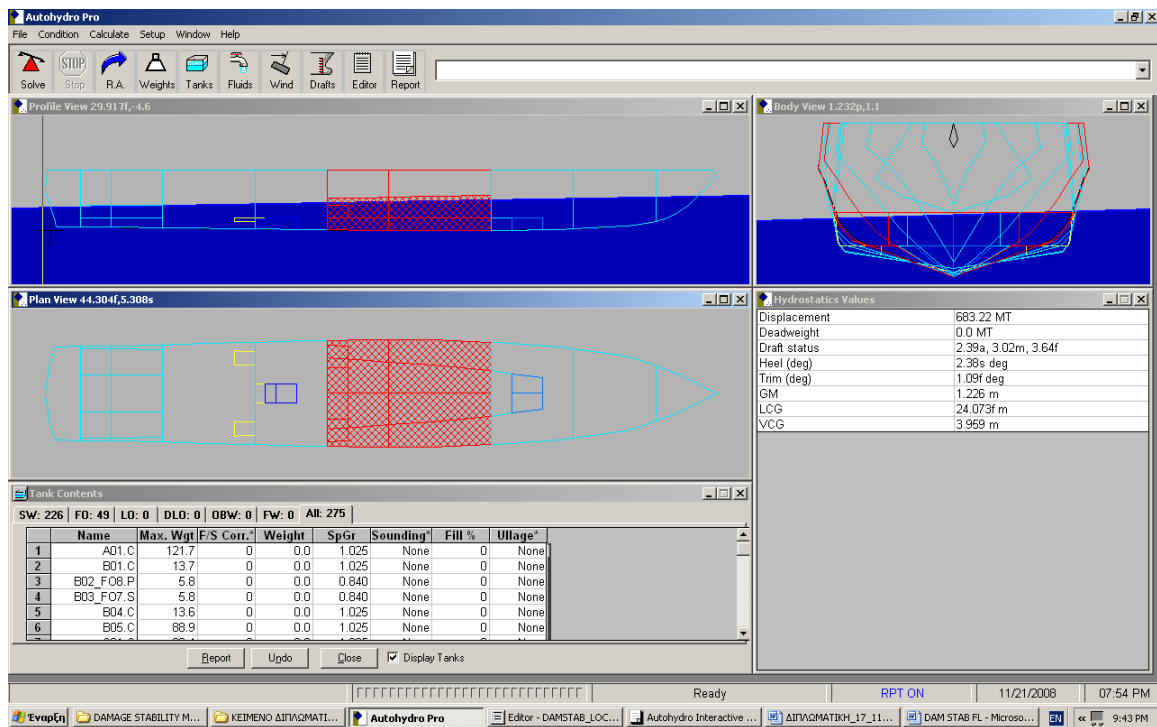
USN DDS-079-1

Limit	Min/Max	Actual	Margin	Pass
(1) Absolute Angle at Equilibrium	<15.00 deg	2.63	12.37	Yes
(2) Absolute Area Ratio from Roll to 45.00 deg	>1.400	7.550	6.150	Yes
(3) Area from Equilibrium to 45.00 deg	>1.440 m-D	9.824	8.384	Yes

CONDITION COMPLIES WITH THE REGULATIONS



## Damage Case 05



### Floating Status

Draft FP	3.639 m	Heel	stbd 2.38 deg.	GM(Solid)	1.226 m
Draft MS	3.016 m	Equil	Yes	F/S Corr.	0.000 m
Draft AP	2.392 m	Wind	0.0 kn	GM(Fluid)	1.226 m
Trim	fwd 1.09 deg.	Wave	No	KMT	5.184 m
LCG	24.073f m	VCG	3.959 m	TPcm	3.70

### Loading Summary

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
Light Ship	683.22	24.073f	0.000	3.959
Displacement	683.22	24.073f	0.000	3.959

### Fixed Weight Status

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
LIGHT SHIP	683.22	24.073f	0.000	3.959u
<b>Total Weight:</b>	<b>683.22</b>	<b>24.073f</b>	<b>0.000</b>	<b>3.959u</b>

## Displacer Status

Item	Status	Spgr	Displ (MT)	LCB (m)	TCB (m)	VCB (m)	Eff /Perm
HULL	Intact	1.025	958.36	27.143f	0.142s	1.868	1.000
F_FO4.P	Flooded	1.025	-7.85	29.967f	1.102p	0.810	0.660
F_FO3.S	Flooded	1.025	-7.85	29.967f	1.102s	0.810	0.660
F_FO6.P	Flooded	1.025	-3.08	27.992f	3.417p	1.903	0.660
F_FO5.S	Flooded	1.025	-3.08	27.992f	3.417s	1.903	0.660
F_FOS2.P	Flooded	1.025	-2.33	28.000f	1.250p	1.840	0.355
F_FOS1.S	Flooded	1.025	-2.33	28.000f	1.250s	1.840	0.355
F07.C	Flooded	1.025	-84.14	30.135f	0.368s	2.150	0.950
G02_FO2.P	Flooded	1.025	-11.11	37.746f	0.910p	0.797	0.660
G01_FO1.S	Flooded	1.025	-11.11	37.746f	0.910s	0.797	0.660
G03.C	Flooded	1.025	-142.19	37.891f	0.170s	2.237	0.950
<b>SubTotals:</b>			<b>683.30</b>	<b>24.114f</b>	<b>0.119s</b>	<b>1.816</b>	

## Hydrostatic Properties with Damage

Draft is from Baseline.

Trim: fwd 1.09 deg., No heel, VCG = 3.959

LCF Draft (m)	Displ (MT)	LCB (m)	VCB (m)	LCF (m)	TPcm (MT/cm)	MTcm (MT-m/deg)	KML (m)	KMT (m)
2.862	682.015	24.105f	1.811	24.293f	3.70	2048.34	175.991	5.179

Water Specific Gravity = 1.025.

## Residual Righting Arms vs Heel Angle with Damage

Heel Angle (deg)	Trim Angle (deg)	Origin Depth (m)	Residual Arm (m)	Area (m-Deg)	Notes
11.62p	1.02f	2.348	-0.293	0.000	Roll
6.62p	1.07f	2.383	-0.187	-1.201	
1.62p	1.09f	2.399	-0.083	-1.875	
2.37s	1.09f	2.397	0.000	-2.041	Equil
3.38s	1.09f	2.396	0.021	-2.030	
8.38s	1.06f	2.374	0.129	-1.657	
13.38s	0.99f	2.334	0.245	-0.727	
18.38s	0.90f	2.274	0.372	0.813	
23.38s	0.80f	2.179	0.479	2.949	
28.38s	0.72f	2.034	0.556	5.549	
33.38s	0.66f	1.841	0.611	8.476	
38.38s	0.63f	1.608	0.647	11.630	
41.09s	0.62f	1.467	0.652	13.397	MaxRa
43.38s	0.62f	1.344	0.648	14.882	
48.38s	0.62f	1.069	0.613	18.050	

Note:

Residual Righting Arms shown above are in excess of the heel moments from tabular input.

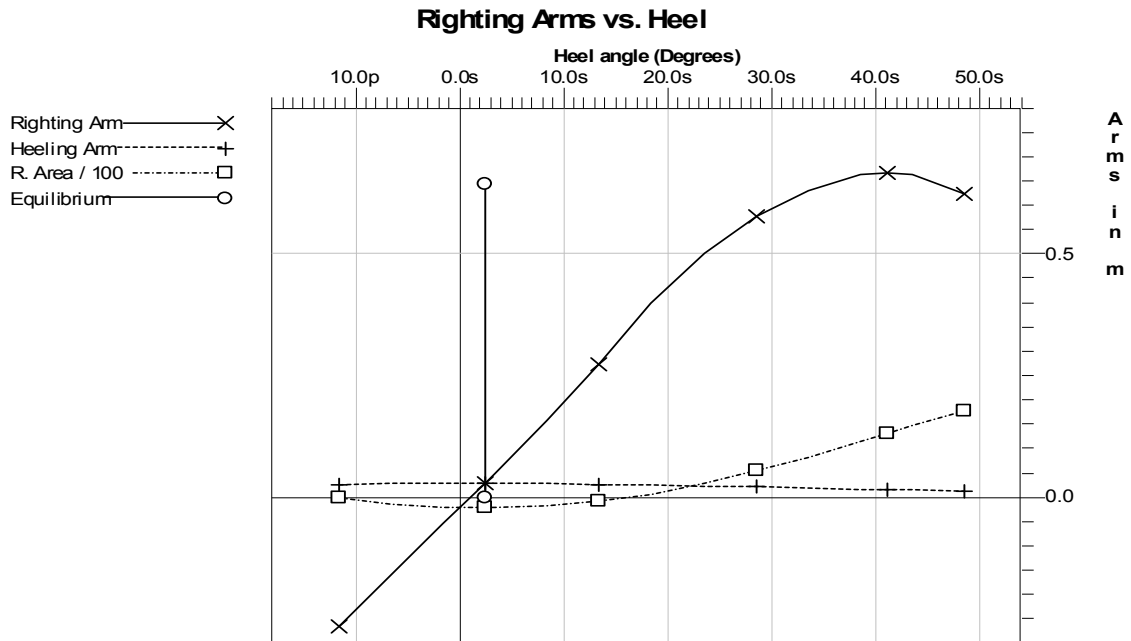
Roll angle is 14.00

Equilibrium for load condition without gust is 2.38s

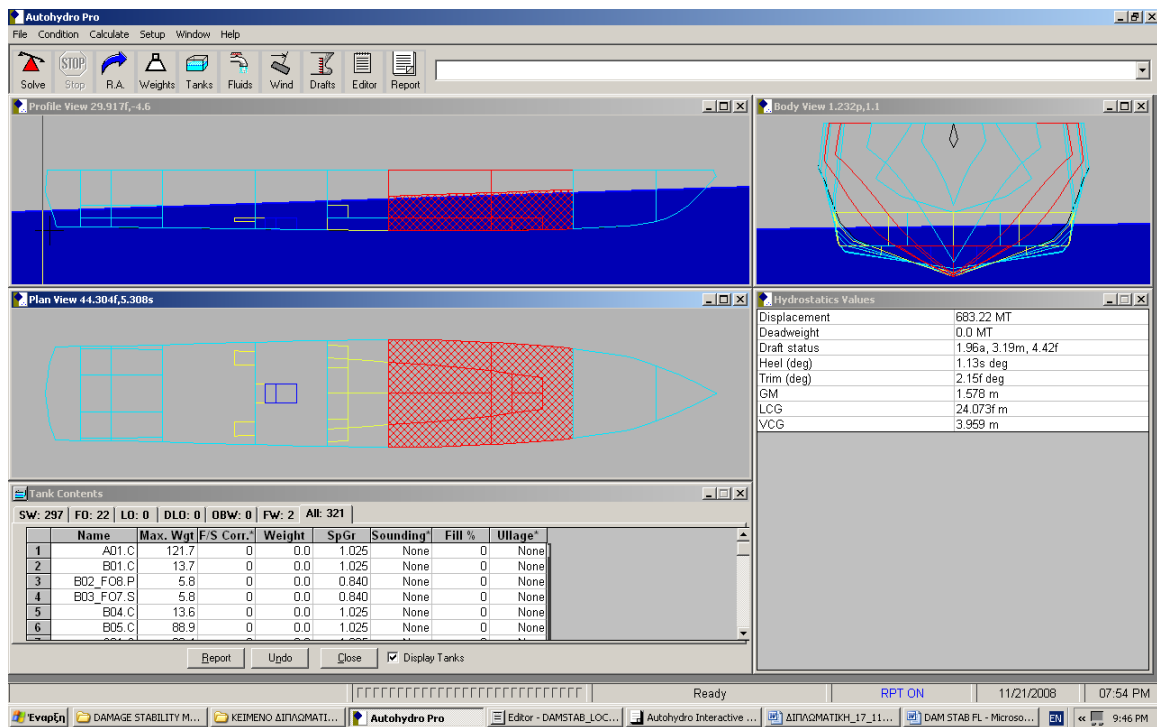
USN DDS-079-1

Limit	Min/Max	Actual	Margin	Pass
(1) Absolute Angle at Equilibrium	<15.00 deg	2.37	12.63	Yes
(2) Absolute Area Ratio from Roll to 45.00 deg	>1.400	7.922	6.522	Yes
(3) Area from Equilibrium to 45.00 deg	>1.440 m-D	10.517	9.077	Yes

CONDITION COMPLIES WITH THE REGULATIONS



## Damage Case 06



### Floating Status

Draft FP	4.417 m	Heel	stbd 1.13 deg.	GM(Solid)	1.578 m
Draft MS	3.188 m	Equil	Yes	F/S Corr.	0.000 m
Draft AP	1.960 m	Wind	0.0 kn	GM(Fluid)	1.578 m
Trim	fwd 2.15 deg.	Wave	No	KMT	5.536 m
LCG	24.073f m	VCG	3.959 m	TPcm	3.81

### Loading Summary

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
Light Ship	683.22	24.073f	0.000	3.959
Displacement	683.22	24.073f	0.000	3.959

### Fixed Weight Status

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
LIGHT SHIP	683.22	24.073f	0.000	3.959u
<b>Total Weight:</b>	<b>683.22</b>	<b>24.073f</b>	<b>0.000</b>	<b>3.959u</b>



## Displacer Status

Item	Status	Spgr	Displ (MT)	LCB (m)	TCB (m)	VCB (m)	Eff /Perm
HULL	Intact	1.025	1,004.60	29.730f	0.068s	1.990	1.000
G02_FO2.P	Flooded	1.025	-11.11	37.746f	0.910p	0.797	0.660
G01_FO1.S	Flooded	1.025	-11.11	37.746f	0.910s	0.797	0.660
G03.C	Flooded	1.025	-166.51	37.975f	0.075s	2.388	0.950
H01.C	Flooded	1.025	-5.03	43.974f	0.000	0.802	0.970
H02_FW2.P	Flooded	1.025	-1.02	46.435f	0.589p	0.811	0.320
H03_FW1.S	Flooded	1.025	-1.02	46.435f	0.589s	0.811	0.320
H04.C	Flooded	1.025	-125.37	46.916f	0.057s	2.499	0.950
<b>SubTotals:</b>			<b>683.43</b>	<b>24.153f</b>	<b>0.071s</b>	<b>1.852</b>	

## Hydrostatic Properties with Damage

Draft is from Baseline.

Trim: fwd 2.15 deg., No heel, VCG = 3.959

LCF Draft (m)	Displ (MT)	LCB (m)	VCB (m)	LCF (m)	TPcm (MT/cm)	MTcm (MT-m /deg)	KML (m)	KMT (m)
2.840	683.133	24.152f	1.850	22.994f	3.80	1792.60	154.186	5.534

Water Specific Gravity = 1.025.

## Residual Righting Arms vs Heel Angle with Damage

Heel Angle (deg)	Trim Angle (deg)	Origin Depth (m)	Residual Arm (m)	Area (m-Deg)	Notes
12.91p	2.04f	1.917	-0.395	0.000	Roll
7.91p	2.11f	1.952	-0.248	-1.609	
2.91p	2.15f	1.971	-0.109	-2.499	
1.12s	2.15f	1.973	0.000	-2.719	Equil
2.09s	2.15f	1.973	0.026	-2.706	
7.09s	2.12f	1.957	0.165	-2.229	
12.09s	2.05f	1.924	0.312	-1.039	
17.09s	1.96f	1.868	0.460	0.892	
22.09s	1.88f	1.771	0.577	3.497	
27.09s	1.82f	1.625	0.656	6.594	
32.09s	1.76f	1.435	0.707	10.013	
37.09s	1.73f	1.203	0.730	13.617	
37.67s	1.73f	1.173	0.731	14.041	MaxRa
42.09s	1.73f	0.939	0.718	17.254	
47.09s	1.75f	0.654	0.677	20.754	

Note:

Residual Righting Arms shown above are in excess of the heel moments from tabular input.

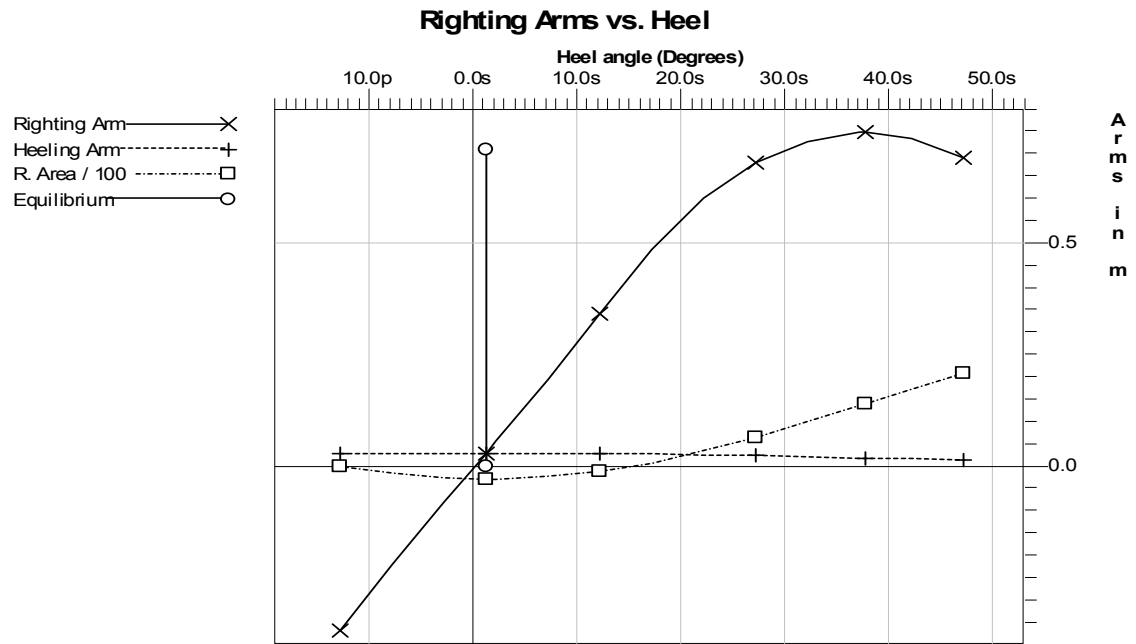
Roll angle is 14.00

Equilibrium for load condition without gust is 1.09s

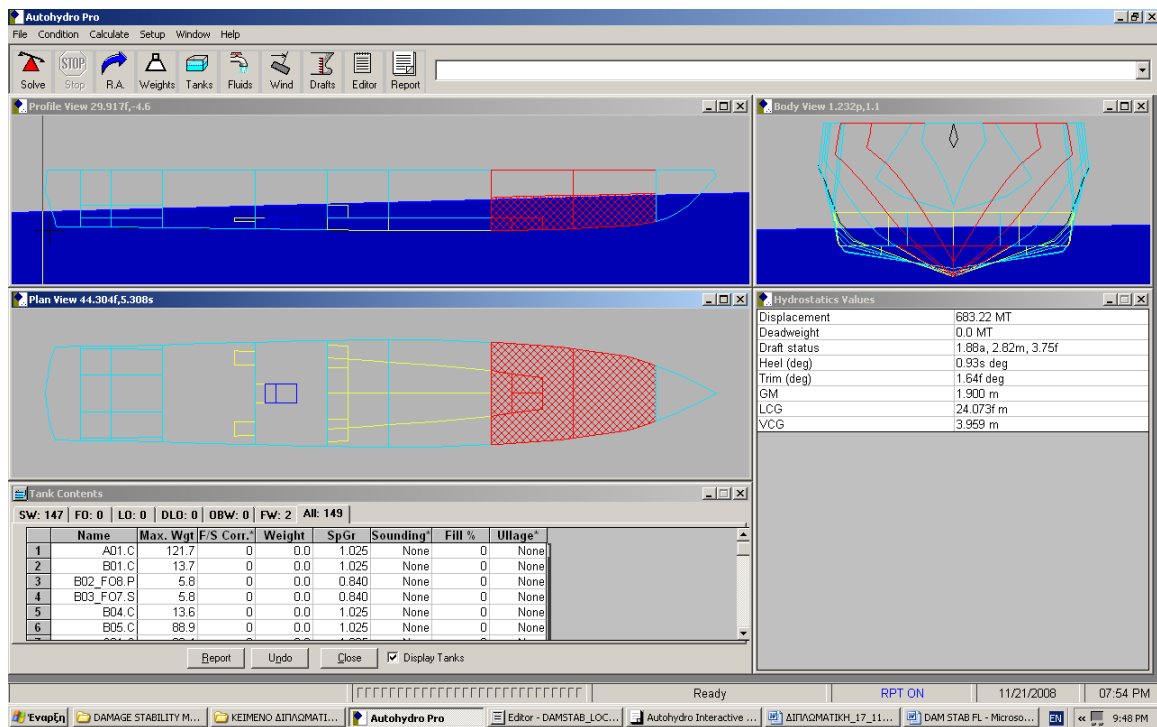
## USN DDS-079-1

Limit	Min/Max	Actual	Margin	Pass
(1) Absolute Angle at Equilibrium	<15.00 deg	1.12	13.88	Yes
(2) Absolute Area Ratio from Roll to 45.00 deg	>1.400	9.114	7.714	Yes
(3) Area from Equilibrium to 45.00 deg	>1.440 m-D	12.732	11.292	Yes

CONDITION COMPLIES WITH THE REGULATIONS



## Damage Case 07



### Floating Status

Draft FP	3.749 m	Heel	stbd 0.93 deg.	GM(Solid)	1.900 m
Draft MS	2.816 m	Equil	Yes	F/S Corr.	0.000 m
Draft AP	1.883 m	Wind	0.0 kn	GM(Fluid)	1.900 m
Trim	fwd 1.64 deg.	Wave	No	KMT	5.858 m
LCG	24.073f m	VCG	3.959 m	TPcm	4.20

### Loading Summary

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
Light Ship	683.22	24.073f	0.000	3.959
Displacement	683.22	24.073f	0.000	3.959

### Fixed Weight Status

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
LIGHT SHIP	683.22	24.073f	0.000	3.959u
<b>Total Weight:</b>	<b>683.22</b>	<b>24.073f</b>	<b>0.000</b>	<b>3.959u</b>

## Displacer Status

Item	Status	Spgr	Displ (MT)	LCB (m)	TCB (m)	VCB (m)	Eff /Perm
HULL	Intact	1.025	832.51	28.620f	0.062s	1.760	1.000
H01.C	Flooded	1.025	-5.03	43.974f	0.000	0.802	0.970
H02_FW2.P	Flooded	1.025	-1.02	46.435f	0.589p	0.811	0.320
H03_FW1.S	Flooded	1.025	-1.02	46.435f	0.589s	0.811	0.320
H04.C	Flooded	1.025	-95.76	46.910f	0.047s	2.187	0.950
I01.C	Flooded	1.025	-46.50	54.348f	0.020s	2.416	0.800
<b>SubTotals:</b>			<b>683.19</b>	<b>24.139f</b>	<b>0.067s</b>	<b>1.666</b>	

## Hydrostatic Properties with Damage

Draft is from Baseline.

Trim: fwd 1.64 deg., No heel, VCG = 3.959

LCF Draft (m)	Displ (MT)	LCB (m)	VCB (m)	LCF (m)	TPcm (MT/cm)	MTcm (MT-m /deg)	KML (m)	KMT (m)
2.547	682.980	24.138f	1.665	22.819f	4.20	1361.63	118.129	5.857

Water Specific Gravity = 1.025.

## Residual Righting Arms vs Heel Angle with Damage

Heel Angle (deg)	Trim Angle (deg)	Origin Depth (m)	Residual Arm (m)	Area (m-Deg)	Notes
13.10p	1.54f	1.833	-0.471	0.000	Roll
8.10p	1.60f	1.872	-0.300	-1.929	
3.10p	1.63f	1.892	-0.132	-3.008	
0.93s	1.64f	1.894	0.000	-3.273	Equil
1.90s	1.63f	1.894	0.032	-3.258	
6.90s	1.61f	1.878	0.199	-2.680	
11.90s	1.55f	1.845	0.373	-1.253	
16.90s	1.48f	1.782	0.538	1.027	
21.90s	1.42f	1.668	0.667	4.055	
26.90s	1.37f	1.508	0.751	7.620	
31.90s	1.33f	1.307	0.806	11.525	
36.90s	1.30f	1.068	0.841	15.649	
39.71s	1.30f	0.918	0.846	18.021	MaxRa
41.90s	1.30f	0.794	0.843	19.872	
46.90s	1.34f	0.493	0.810	24.018	

Note:

Residual Righting Arms shown above are in excess of the heel moments from tabular input.

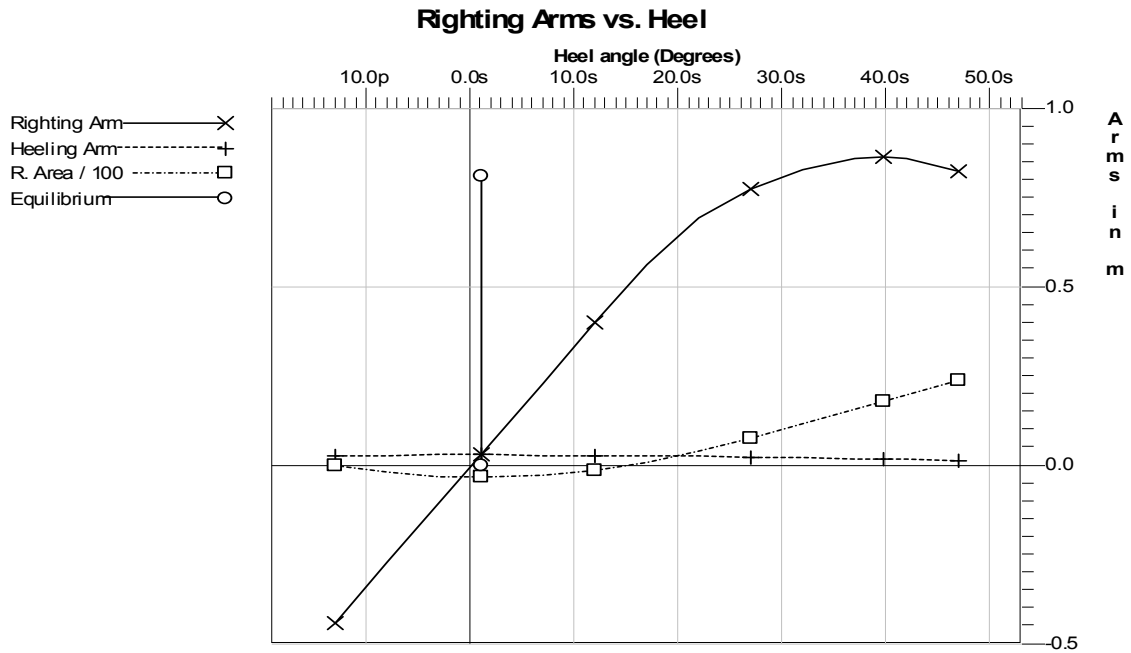
Roll angle is 14.00

Equilibrium for load condition without gust is 0.90s

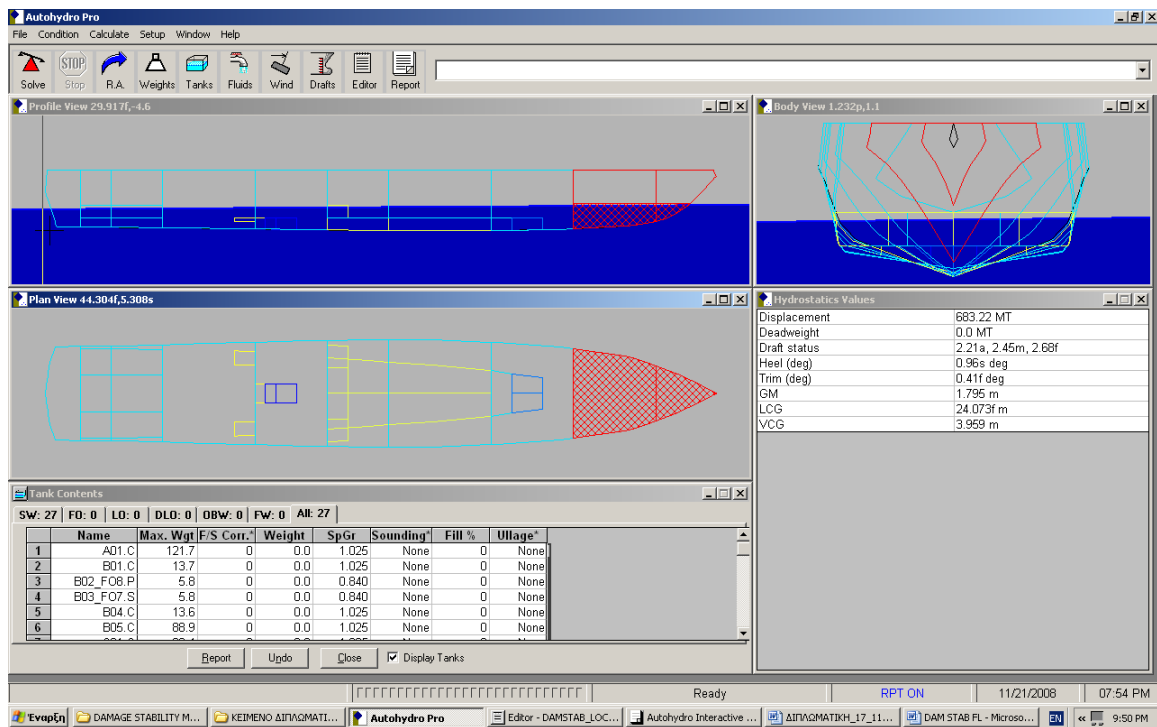
USN DDS-079-1

Limit	Min/Max	Actual	Margin	Pass
(1) Absolute Angle at Equilibrium	<15.00 deg	0.93	14.07	Yes
(2) Absolute Area Ratio from Roll to 45.00 deg	>1.400	10.331	8.931	Yes
(3) Area from Equilibrium to 45.00 deg	>1.440 m-D	14.798	13.358	Yes

CONDITION COMPLIES WITH THE REGULATIONS



## Damage Case 08



### Floating Status

Draft FP	2.678 m	Heel	stbd 0.96 deg.	GM(Solid)	1.795 m
Draft MS	2.446 m	Equil	Yes	F/S Corr.	0.000 m
Draft AP	2.215 m	Wind	0.0 kn	GM(Fluid)	1.795 m
Trim	fwd 0.41 deg.	Wave	No	KMT	5.753 m
LCG	24.073f m	VCG	3.959 m	TPcm	4.52

### Loading Summary

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
Light Ship	683.22	24.073f	0.000	3.959
Displacement	683.22	24.073f	0.000	3.959

### Fixed Weight Status

Item	Weight (MT)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
LIGHT SHIP	683.22	24.073f	0.000	3.959u
<b>Total Weight:</b>	<b>683.22</b>	<b>24.073f</b>	<b>0.000</b>	<b>3.959u</b>

## Displacer Status

Item	Status	Spgr	Displ (MT)	LCB (m)	TCB (m)	VCB (m)	Eff /Perm
HULL	Intact	1.025	710.21	25.239f	0.068s	1.559	1.000
I01.C	Flooded	1.025	-24.98	54.140f	0.016s	1.847	0.800
K01.C	Flooded	1.025	-1.80	59.954f	0.003s	2.198	0.970
<b>SubTotals:</b>			<b>683.42</b>	<b>24.091f</b>	<b>0.070s</b>	<b>1.546</b>	

## Hydrostatic Properties with Damage

Draft is from Baseline.

Trim: fwd 0.41 deg., No heel, VCG = 3.959

LCF Draft (m)	Displ (MT)	LCB (m)	VCB (m)	LCF (m)	TPcm (MT/cm)	MTcm (MT-m /deg)	KML (m)	KMT (m)
2.390	683.188	24.090f	1.546	24.351f	4.52	1599.53	138.087	5.752

Water Specific Gravity = 1.025.

## Residual Righting Arms vs Heel Angle with Damage

Heel Angle (deg)	Trim Angle (deg)	Origin Depth (m)	Residual Arm (m)	Area (m-Deg)	Notes
13.04p	0.31f	2.156	-0.433	0.000	Roll
8.04p	0.37f	2.195	-0.279	-1.780	
3.04p	0.40f	2.214	-0.123	-2.786	
0.96s	0.41f	2.216	0.000	-3.032	Equil
1.96s	0.40f	2.216	0.031	-3.017	
6.96s	0.38f	2.200	0.187	-2.473	
11.96s	0.33f	2.166	0.344	-1.147	
16.96s	0.25f	2.107	0.494	0.949	
21.96s	0.18f	2.001	0.616	3.735	
26.96s	0.11f	1.848	0.700	7.040	
31.96s	0.05f	1.654	0.760	10.700	
36.96s	0.01f	1.421	0.802	14.612	
41.96s	0.03a	1.154	0.836	18.710	
45.60s	0.04a	0.940	0.847	21.774	MaxRa
46.96s	0.05a	0.859	0.846	22.928	

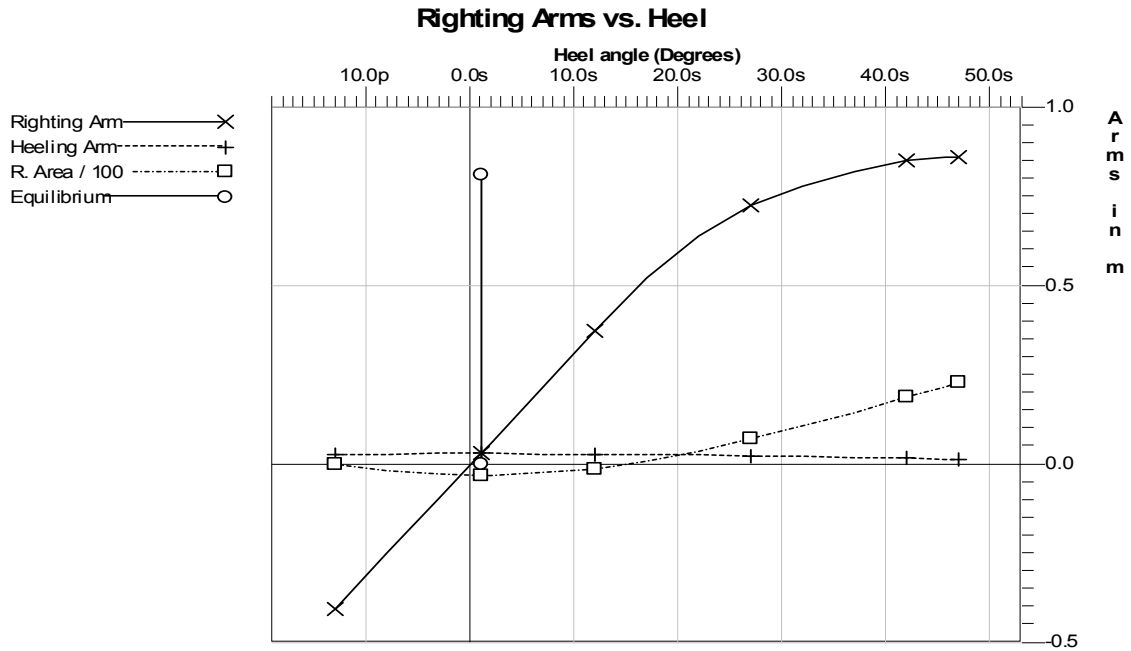
Note:

Residual Righting Arms shown above are in excess of the heel moments from tabular input.

Roll angle is 14.00

Equilibrium for load condition without gust is 0.96s

Limit	Min/Max	Actual	Margin	Pass
(1) Absolute Angle at Equilibrium	<15.00 deg	0.96	14.04	Yes
(2) Absolute Area Ratio from Roll to 45.00 deg	>1.400	9.666	8.266	Yes
(3) Area from Equilibrium to 45.00 deg	>1.440 m-D	13.733	12.293	Yes





## **7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

### **7.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Η σχεδίαση του «ΙΑΣΩΝ» αποτέλεσε μία δύσκολη και παράλληλα προκλητική προσπάθεια. Η δυσκολία προσδιορισμού – εύρεσης στοιχείων σκαφών ανάλογης γεωμετρίας (V HULL) και η επακόλουθη κατ' ανάγκη χρήση δεδομένων σκαφών στρογγυλής γάστρας (Round Bilge) οδήγησε στην μεταβολή θέσεων ομάδων βαρών ώστε το σκάφος να πλέει ισοβύθιστο.

### **7.2. ΜΕΡΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Αν και το σκάφος είναι δυνατό να κατασκευασθεί όπως έχει προκύψει από την μελέτη που προηγήθηκε η μορφή του δεν είναι η συνήθης (υπερκατασκευή πρύμνηθεν) με αποτέλεσμα να είναι περιορισμένος ο διαθέσιμος χώρος στην πρύμνη του σκάφους ενώ σε περίπτωση που απαιτηθεί για λόγους συντήρησης – επισκευής να απομακρυνθεί από το σκάφος κάποια από τις κύριες μηχανές θα πρέπει να κοπεί πλευρικό έλασμα στον αντίστοιχο χώρο μηχανοστασίου. Βέβαια η μετακίνηση αυτή έχει και θετικές επιδράσεις στις επιχειρησιακές δυνατότητες του σκάφους όπως για παράδειγμα αύξηση του επιτρεπόμενου κύκλου στροφής του Πρωραίου Πυροβόλου των 76mm της τάξης των 15°. Η γεωμετρία της γάστρας του σκάφους καθιστά την ναυπήγησή του μάλλον ταχύτερη και ευκολότερη σε σύγκριση με τα σκάφη στρογγυλού πυθμένα, ενώ τα χαρακτηριστικά της αντίστασής του είναι συγκρίσιμα με αυτά των σκαφών στρογγυλού πυθμένα. Η έλλειψη πειραμάτων αυτοπρόωσης για τον προσδιορισμό των συντελεστών ομόρρου και μείωσης ώσης αποτελεί αρνητικό παράγοντα στον προσδιορισμό ισχύος πύδης της προωστήριας εγκατάστασης.

### **7.3. ΘΕΜΑΤΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΤΟΥ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ**

Μελλοντικά θα μπορούσε να υπολογισθεί με περισσότερο σύνθετες μεθόδους το βάρος της μεταλλικής κατασκευής του σκάφους, μετά και την μελέτη των στοιχείων αντοχής. Θα πρέπει να εξετασθεί η χρήση σύνθετων υλικών (GRP) για την κατασκευή της γάστρας και της υπερκατασκευής για μείωση του βάρους τους. Ένα στοιχείο βελτίωσης των επιχειρησιακών δυνατοτήτων του σκάφους θα ήταν η εγκατάσταση των πυραύλων εντός της γάστρας του σκάφους (καθέτου εκτοξεύσεως). Εκτιμάται τελικά ότι τα σκάφη της Σειράς Διπλής Ακμής του ΕΜΠ θα ήταν μάλλον περισσότερο κατάλληλα για σκάφη μεγαλύτερου εκτοπίσματος (Κορβέτα). Αν και γενικά η συμπεριφορά των σκαφών αυτών σε κυματισμούς υπερέχει των αντιστοίχων στρογγυλού πυθμένα θα πρέπει και το αντικείμενο αυτό να εξετασθεί.



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

- α. Σχέδιο Ναυπηγικών Γραμμών
- β. Σχέδιο Γενικής Διάταξης



## 8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Πολεμικό Πλοίο <<http://www.wikipedia.org>>
2. Radojcic D., Grigoropoulos G.J., Rodic T. Kuvelic T., Damala D.P. “The Resistance and Trim of Semi – Displacement, Double Chine, Transom Stern Hull Series”
3. Marine Systems Government – Industry Workshop, Society of Allied Weight Engineers “Weight Estimating and Margin Manual for Marine Vehicles”
4. DND Canada “Stability and Buoyancy for Canadian Armed Forces Surface Ships”
5. NATO Naval Group 6 Specialist Team on Small Ship Design “NATO/PfP Working Paper on Small Ship Design”, May 2004
6. Engines for Governmental Vessels <<http://www.mtu-online>>
7. Παπανικολάου Α. “Μελέτη Πλοίου – Τόμος Α – Μεθοδολογία Προμελέτης”
8. Παπανικολάου Α. “Μελέτη Πλοίου – Τόμος Β – Εγχειρίδιο Μελέτης”
9. McKesson C. “Hull Form and Propulsor Technology for High Speed Sealift”
10. Wesse J., Blohm+Voss “Waterjet Propulsion for a 3.500 TON Corvette from Blohm+Voss”
11. Κυρτάτος Ν. “Βασικές Αρχές Πρόωσης Πλοίων”, Σεπ. 2004
12. Parsons M. “Parametric Design”, ‘Ship Design and Construction’, SNAME, 2005
13. Grigoropoulos G., Loukakis T. “Resistance and Seakeeping Characteristics of a Systematic Series in the Pre – planning Condition”
14. Society of Naval Architects and Marine Engineers, “Principles of Naval Architecture – Vol III- Motions in Waves and Controllability”
15. LM 2500 Marine Gas Turbine  
<[http://www.geae.com/engines/marine/pdf/datasheet\\_lm2500.pdf](http://www.geae.com/engines/marine/pdf/datasheet_lm2500.pdf)>
16. LM 1600 Marine Gas Turbine  
<[http://www.geae.com/engines/marine/pdf/datasheet\\_lm1600.pdf](http://www.geae.com/engines/marine/pdf/datasheet_lm1600.pdf)>
17. BV Booklet 1030 -1 Section 2 “Stability and Buoyancy of Damaged Ships”
18. JANES FIGHTING SHIPS 2005
19. Society of Naval Architects and Marine Engineers, “Principles of Naval Architecture – Vol I- Stability and Strength”