



## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν κείμενο αποτελεί τη Διπλωματική Εργασία που εκπονήθηκε στο πλαίσιο της φοίτησης μου στη Σχολή Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών και αφορά την μελέτη και σχεδίαση ενός ωκεανογραφικού σκάφους.

Στη πορεία της Διπλωματικής Εργασίας έγινε ενασχόληση με τα βασικά ζητήματα της μελέτης ενός ερευνητικού πλοίου. Αρχικό βήμα αποτέλεσε η απόκτηση γνώσεων περί ωκεανογραφικών πλοίων. Αυτές οι γνώσεις αφορούσαν τον εξοπλισμό, τα εργαστήρια, τα μηχανήματα καταστρώματος και τα συστήματα πρόωσης που φέρουν καθώς και τη φύση των ερευνών που εκτελούν και τις απαιτήσεις που πρέπει να καλύπτουν. Έπειτα επιλέχθηκαν οι κύριες διαστάσεις του υπό μελέτη πλοίου και ακολούθησε η σχεδίαση του σχεδίου Γενικής Διάταξης. Μετά την ολοκλήρωση του σχεδίου Γενικής Διάταξης, πραγματοποιήθηκε η διαμερισματοποίηση του ερευνητικού πλοίου στο πρόγραμμα Surface and Compartment και ορίστηκαν οι καταστάσεις φόρτωσης και ο έλεγχος των κριτηρίων άθικτης και βεβλαμμένης ευστάθειας του πλοίου. Στη συνέχεια έγινε υπολογισμός της αντίστασης και της απαιτούμενης ισχύος πρόωσης και η επιλογή των κύριων μέσων πρόωσης και παραγωγής ενέργειας. Τέλος πραγματοποιήθηκε η καταμέτρηση του ερευνητικού σκάφους και ο έλεγχος του κανονισμού της Γραμμής Φόρτωσης. Για τη συγγραφή της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας και για την εκτέλεση των παραπάνω υπολογισμών αντλήθηκαν πληροφορίες από σχετική βιβλιογραφία και ιστοσελίδες στο διαδίκτυο και χρησιμοποιήθηκαν κανονισμοί Νηογνωμόνων καθώς και τα προγράμματα ηλεκτρονικών υπολογιστών AVEVA Hydrostatics and Hydrodynamics, AVEVA Surface and Compartment, AutoCAD, SHIPFLOW.

Στόχος της Διπλωματικής Εργασίας ήταν, μέσω των παραπάνω διαδικασιών, η σχεδίαση ενός ωκεανογραφικού σκάφους το οποίο θεωρείται αξιόπλοο, αποδοτικό και ικανό στην εκτέλεση ερευνών στον απαιτητικό και σύγχρονο κλάδο της ωκεανογραφίας.

Κατά την ενασχόληση με την παρούσα Διπλωματική Εργασία είχα την ευκαιρία της εξοικείωσης με γνώσεις και διαδικασίες που μου έχουν προσφερθεί στη σχολή καθώς και την εμπάθυνση του γνωσιακού μου επιπέδου με καινούργιες.

Κλείνοντας θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Ζαραφωνίτη για την βοήθεια και την συνεργασία του στη διάρκεια της εργασίας μου. Η ευγενική και εμπνευσμένη καθοδήγηση του με ενέπνευσε και με οδήγησε στην επίτευξη των στόχων μου και οι συμβουλές και οι παρατηρήσεις που μου πρόσφερε με βοήθησαν στην ανάπτυξη καλύτερης κατανόησης του αντικείμενου της εργασίας.

Συνεχίζοντας, ευχαριστώ θερμά τον κ. Γεώργιο Παπατζανάκη και τον κ. Δημήτριο Μουρκογιάννη, μέλη του Ειδικού και Εργαστηριακού Διδακτικού Προσωπικού, για την πολύτιμη βοήθεια τους στα τεχνικά θέματα της εργασίας που απαιτούσαν τη χρήση υπολογιστικών προγραμμάτων.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου και τους στενούς μου φίλους που με υποστήριξαν σε όλη την πορεία των σπουδών μου.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΑΣ , ΟΙ ΚΛΑΔΟΙ ΤΗΣ ΚΑΙ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΠΛΟΙΑ.....	8
1.1 : ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΦΟΡΑ ΤΗΣ ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	8
1.2 : ΚΛΑΔΟΙ ΤΗΣ ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	11
1.3 : ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΠΛΟΙΑ .....	12
1.3.1 : ΟΡΙΣΜΟΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΥ ΠΛΟΙΟΥ.....	12
1.3.2 : ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΩΝ ΠΛΟΙΩΝ.....	12
1.3.3 : ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΩΝ ΠΛΟΙΩΝ.....	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΠΛΟΙΟ ΜΟΒΥ.....	26
2.1 : ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΥ ΠΛΟΙΟΥ ΜΟΒΥ.....	26
2.2 : ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΒΑΡΟΥΣ ΑΦΟΡΤΟΥ ΣΚΑΦΟΥΣ.....	27
2.3 : ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΠΛΟΙΟΥ ΜΟΒΥ.....	28
2.3.1 : ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΓΕΝΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ ΕΝΟΣ ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΠΛΟΙΟΥ.....	28
2.3.2 : ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΓΕΝΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ .....	29
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ.....	46
3.1 : ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΑΡΧΕΙΟΥ ΓΑΣΤΡΑΣ.....	46
3.2 : ΑΘΙΚΤΗ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ.....	49
3.2.1 : ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ FULL LOAD DEPARTURE.....	51
3.2.2 : ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ FULL LOAD ARRIVAL.....	52
3.2.3 : ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ PARTIAL SUBDIVISION.....	53
3.3 : ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΒΛΑΒΗ.....	54
3.3.1 : ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΩΝ.....	54
3.3.2 : ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΒΕΒΛΑΜΕΝΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ.....	55
3.4 : ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ SOLAS 2018, CH.II-1, Part B-1 REGULATION 8.....	58
3.5 : ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ SOLAS 2018, CH.II-1, Part B-1 REGULATION 9.....	58
3.5 : ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ SOLAS 2018 [3], CH.II-1, Part B-1 REGULATION 12.....	59
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΩΣΗ.....	60
4.1 : ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ.....	60
4.2 : ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΡΟΩΣΤΗΡΙΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....	64
4.3 : ΕΠΙΛΟΓΗ ΗΛΕΚΤΡΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ.....	66
4.4 : ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΥΤΟΔΥΝΑΜΙΑΣ ΠΛΟΙΟΥ.....	70
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΚΑΤΑΜΕΤΡΗΣΗ ΠΛΟΙΟΥ.....	71
5.1 : ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΔΙΕΘΝΟΥΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥ ΚΑΤΑΜΕΤΡΗΣΗΣ ΠΛΟΙΩΝ.....	71
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : ΓΡΑΜΜΗ ΦΟΡΤΩΣΗΣ.....	74
6.1 : ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΓΡΑΜΜΗΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ.....	74



6.2	: ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ.....	74
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7	: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	77
7.1	: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	77
7.2	: ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΠΕΚΤΑΣΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	78
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α	.....	79
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β	.....	81
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ	.....	106
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ	.....	157
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	.....	164
ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ	.....	164
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	.....	165
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	.....	166
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ Η/Υ	.....	167

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία αφορά τον σχεδιασμό και τη μελέτη ενός σύγχρονου ωκεανογραφικού σκάφους με μέγεθος και ικανότητες που το καθιστούν κατάλληλο να εκτελεί τα καθήκοντα του στην ωκεανογραφική έρευνα στις περιοχές της Μεσόγειου θάλασσας και του Ατλαντικού ωκεανού σε βάθος χρόνου τουλάχιστον 30 ετών.

Για τη σχεδίαση του υπό μελέτη πλοίου ελήφθησαν πληροφορίες από την Διπλωματική Εργασία της Κας Τριανταφύλλης-Αναστασίας Καψάλη [1] όπου έγινε μια προκαταρκτική σχεδίαση ενός παρόμοιου ωκεανογραφικού πλοίου, την Διπλωματική της Κας Κωνσταντίας Αλεξανδρή που την ακολούθησε και αφορούσε τον επανασχεδιασμό και περαιτέρω μελέτη του πλοίου [2] και από την Διπλωματική Εργασία του κ. Ευάγγελου Χονδροδήμου [9] όπου έγινε ο ηλεκτρικός ισολογισμός του ίδιου πλοίου. Επιπλέον αντλήθηκαν στοιχεία από σύγχρονα υφιστάμενα ωκεανογραφικά πλοία από διάφορες χώρες μέσω του διαδικτύου.

Τα κύρια χαρακτηριστικά του υπό μελέτη πλοίου παρουσιάζονται παρακάτω.

-Ολικό μήκος:  $L_{oa} = 80 \text{ m}$

-Μήκος μεταξύ καθέτων:  $L_{bp} = 70 \text{ m}$

-Πλάτος:  $B = 15 \text{ m}$

-Βύθισμα:  $T = 4.7 \text{ m}$

-Κοίλο ως το κύριο κατάστρωμα:  $D = 6.5 \text{ m}$

-Εκτόπισμα:  $\Delta = 3199.6 \text{ t}$

-Ενδιαίτηση: 10 αξιωματικοί, 25 επιστήμονες, 16 πλήρωμα, 1 ΑΜΕΑ

-Ταχύτητα υπηρεσίας:  $V_s = 13 \text{ knots}$

Η δομή της Διπλωματικής Εργασίας συνοψίζεται ως εξής:

Στο Κεφάλαιο 1 δίνεται ο ορισμός του ωκεανογραφικού πλοίου, γίνεται σύντομη ιστορική αναφορά στην ιστορία της επιστήμης της ωκεανογραφίας και η κατηγοριοποίηση των τομέων της και παρουσιάζονται τρία ερευνητικά πλοία που εκτελούν παρόμοιους τύπους έρευνας με το υπό σχεδίαση.

Στο Κεφάλαιο 2 αναφέρονται οι βασικές πληροφορίες και τα χαρακτηριστικά του υπό μελέτη πλοίου, το οποίο ονομάστηκε MOBY και έγινε εκτίμηση του βάρους άφορτου σκάφους. Στη συνέχεια ορίστηκαν οι κύριες απαιτήσεις που πρέπει να τηρεί το σχέδιο Γενικής Διάταξης ενός ερευνητικού πλοίου και έγινε αναλυτική περιγραφή του σχεδίου Γενικής Διάταξης του πλοίου MOBY.

Το Κεφάλαιο 3 αφορά τον έλεγχο της άθικτης ευστάθειας και της ευστάθειας μετά από βλάβη του υπό εξέταση πλοίου. Στην αρχή του κεφαλαίου πλαισιώθηκαν οι 3 κύριες καταστάσεις φόρτωσης για τις οποίες χρειάστηκαν οι υπολογισμοί. Ακολούθησε η παρουσίαση των κανονισμών της άθικτης και βεβλαμμένης ευστάθειας καθώς και οι σχετικοί υπολογισμοί τους μέσω του προγράμματος AVEVA Hydrostatics and Hydrodynamics.

Στο Κεφάλαιο 4 υπολογίστηκε η αντίσταση του πλοίου χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα SHIPLOW και στη συνέχεια η ισχύς ρυμούλκησης. Ακολούθησε επιλογή του συστήματος πρόωσης και των ηλεκτρογεννητριών για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του πλοίου. Στο τέλος υπολογίστηκε η αυτοδυναμία του υπό μελέτη πλοίου.

Στο Κεφάλαιο 5 εφαρμόστηκε ο κανονισμός καταμέτρησης για τον υπολογισμό της ολικής και καθαρής χωρητικότητας του πλοίου για τον καθορισμό των οικονομικών απαιτήσεων του.

Στο Κεφάλαιο 6 πραγματοποιήθηκε έλεγχος της Διεθνούς Σύμβασης περί Γραμμών Φόρτωσης. Υπολογίστηκε, σύμφωνα με τους κανονισμούς της, η μέγιστη δυνατή ίσαλος πλεύσης του πλοίου MOBY σε πλήρως φορτωμένη κατάσταση και ελέγχθηκε αν το πραγματικό μέγιστο βύθισμα του πλοίου τηρεί τον κανονισμό αυτό.

Στο Κεφάλαιο 7 προτείνονται θέματα για περαιτέρω επέκταση και εμπάθυνση της έρευνας και της μελέτης του ερευνητικού πλοίου της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας.

# Κεφάλαιο 1 : ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΑΣ , ΟΙ ΚΛΑΔΟΙ ΤΗΣ ΚΑΙ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΠΛΟΙΑ

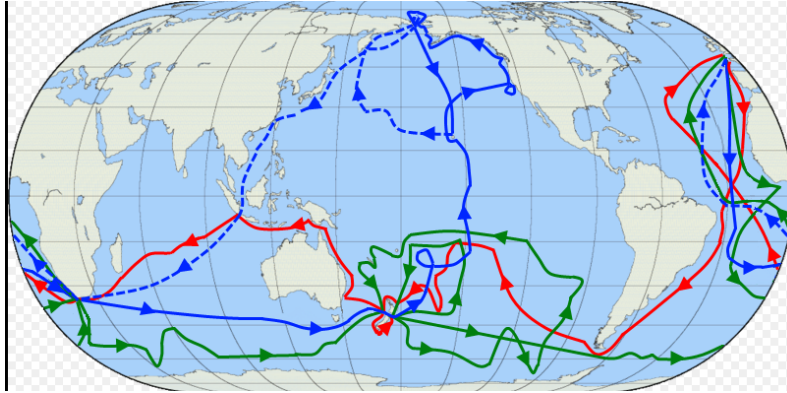
## 1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΦΟΡΑ ΤΗΣ ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΑΣ

Η ωκεανογραφία ως επιστήμη κατατάσσεται στη κατηγορία της Γεωεπιστήμης , και αφορά τη μελέτη της βιολογικής, χημικής, γεωλογικής, φυσικής σύστασης των ωκεανών , των θαλασσών και των υδάτινων οικοσυστημάτων με στόχο την προστασία και τη διατήρηση τους και για τον εμπλουτισμό των γνώσεων της ιστορίας και της εξέλιξης του πλανήτη. Καλύπτει ένα πολυσύνθετο φάσμα θεμάτων για το θαλάσσιο και παράκτιο περιβάλλον, για τη δυναμική των οικοσυστημάτων και για τις κινήσεις και αλληλεπιδράσεις των θαλάσσιων ρευμάτων και των κυμάτων. Επιπλέον ασχολείται με τη γεωλογία του πυθμένα, τη τεκτονική των λιθοσφαιρικών πλακών, την ποιότητα των υδάτων για ύδρευση και άρδευση και την ποικιλότητα των θαλάσσιων βιολογικών ειδών. Για την ανταπόκριση σε αυτή τη μεγάλη ποικιλία θεμάτων και των διεργασιών τους, η επιστήμη της ωκεανογραφίας και οι επιστήμονες της χρησιμοποιούν γνώσεις από πολυάριθμες επιστήμες όπως: Αστρονομία, Βιολογία, Ιχθυολογία, Βοτανολογία, Γεωλογία, Χαρτογραφία, Χημεία, Κλιματολογία, Υδρολογία, Ζωολογία, Γεωδαισία, Φυσική. <sup>(1)</sup>

Ιστορικά, η αρχή της ωκεανογραφίας βασίστηκε σε καθαρά γεωγραφικές μελέτες των ωκεανών για την αξιοποίηση τους στη ναυσιπλοΐα, την εξέλιξη του ωκεάνιου εμπορίου και στην εξερεύνηση άγνωστων περιοχών. <sup>(2)</sup>

Οι Πολυνήσιοι μέσω της γνώσης τους των θαλάσσιων ρευμάτων, των παλιρροιών, των θαλάσσιων οδών και του αστρονομικού προσανατολισμού αποίκισαν σε πολυάριθμα νησιά της Πολυνησίας στον Νότιο Ειρηνικό και επεκτάθηκαν ακόμα και σε νησιά όπως Νέα Ζηλανδία, Ταϊτή και Χαβάη (4000 π.Χ – 500 π.Χ). <sup>(3)</sup>

Ο πλοίαρχος James Cook θεωρείται ο πρώτος θαλασσοπόρος επιστήμονας. Στα 3 ταξίδια του μεταξύ του 1768 -1779 χαρτογράφησε για πρώτη φορά τον Ειρηνικό και την Νέα Ζηλανδία σε μεγάλη λεπτομέρεια και πραγματοποίησε την πρώτη επίσημη ευρωπαϊκή αποστολή στο νησί της Χαβάης και την ανατολικής ακτής της Αυστραλίας. Τα ταξίδια του συμπεριλάμβαναν στο πλήρωμα του πλοίου ομάδα επιστημόνων και αστρονόμων η οποία ήταν υπεύθυνη για τη συλλογή επιστημονικών στοιχείων, τη μελέτη και εύρεση άγνωστων μέχρι τότε ρευμάτων και την παρακολούθηση αστρολογικών σωμάτων. Με τις επιτυχίες του ο James Cook έθεσε νέα πρότυπα στην ανακάλυψη, τη ναυσιπλοΐα και τη χαρτογραφία και καθιέρωσε τη χρήσιμη αρχή της αποστολής επιστημόνων σε ναυτικά ταξίδια. <sup>(4)</sup>



Εικόνα 1: Τα ταξίδια του James Cook , με κόκκινο χρώμα το πρώτο , πράσινο το δεύτερο και μπλε το τρίτο του ταξίδι.

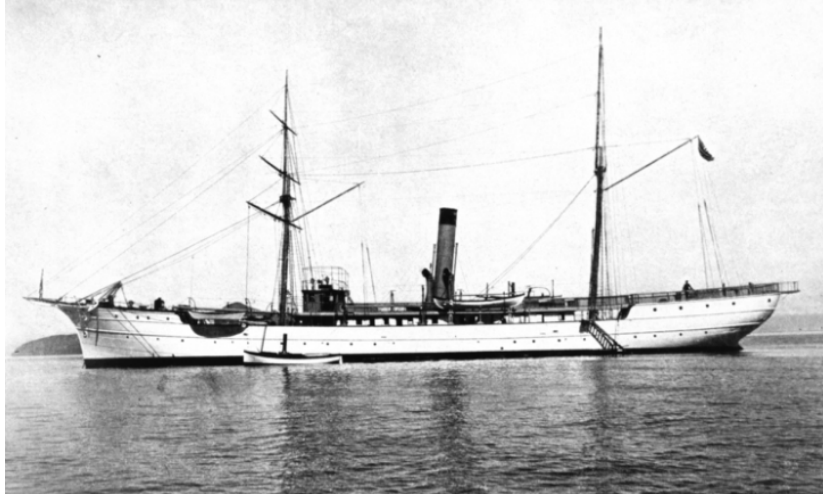
Το ερευνητικό ταξίδι του H.M.S Challenger (1872-1876), χρηματοδοτημένο από τη Royal Society of London, αποτέλεσε την πρώτη επίσημη ωκεανογραφική αποστολή και σηματοδότησε τη γέννηση της Ωκεανογραφίας. Το πλοίο Challenger ήταν αρχικά πλοίο του πολεμικού ναυτικού που μετατράπηκε σε ερευνητικό σκάφος και πλωτό εργαστήριο. Σε αυτό το παγκόσμιο ταξίδι διένυσε 68.890 ναυτικά μίλια, κατέγραψε δεδομένα σε περισσότερους από 360 ερευνητικούς σταθμούς και μετέφερε πλήρωμα 243 ατόμων που αποτελούσαν από αξιωματικούς, επιστήμονες και ναύτες. Ήταν εξοπλισμένο με δειγματοληπτικές συσκευές (π.χ. βάζα και μπουκάλια νερού), με αιθανόλη για τη διατήρηση των δειγμάτων, με θερμομέτρα, με μικροσκόπια, με συσκευές συλλογής ιζημάτων από τον πυθμένα και με σχοινιά μεγάλου μήκους για την ανάπτυξη και ανάκτηση ερευνητικού εξοπλισμού από μεγάλα βάθη. Επίσης εγκαταστάθηκαν εργαστήρια χημείας και βιολογίας και επιπλέον καμπίνες. Για να δημιουργηθεί χώρος για όλα αυτά τα επιστημονικά εργαλεία και τα εργαστήρια χρειάστηκε να αφαιρεθεί μεγάλο τμήμα του πολεμικού εξοπλισμού του πλοίου. Σκοπός του ταξιδιού ήταν η έρευνα για τη χημική σύσταση του θαλασσινού νερού, για την κατανομή ζωής ανάλογα με το βάθος, για τα παράκτια και ωκεάνια ρεύματα και για τα ιζήματα των ωκεάνιων βαθών. Στο τέλος της, η αποστολή κατάφερε να εντοπίσει όλες τις σημαντικές ωκεάνιες λεκάνες και ρεύματα του κόσμου, 4.700 νέα είδη θαλάσσιων πλασμάτων και φυτών καθώς και το βαθύτερο γνωστό μέχρι και τώρα σημείο του πυθμένα του πλανήτη. Το σημείο αυτό ονομάστηκε Challenger Deep, έχει βάθος 10.902 μέτρα και βρίσκεται στο δυτικό Ειρηνικό ωκεανό κοντά στις Μαριάνες Νήσοι. Το μέγεθος των δεδομένων και ανακαλύψεων που κατέγραψαν οι επιστήμονες του H.M.S Challenger απαιτήσαν μια τεράστια ερευνητική επιχείρηση για να μπορέσουν να δημοσιευτούν όλα τα ευρήματα. Ειδικό στη θαλάσσια επιστήμη από όλο τον κόσμο ανέλυσαν τα δείγματα που συλλέχθηκαν και έγραψαν αναφορές σχετικά με αυτά. Χρειάστηκαν 20 χρόνια για να εκδοθούν 50 τόμοι των εκθέσεων και των δεδομένων.<sup>(5)</sup>



Εικόνα 2: Το πλοίο H.M.S Challenger

Παρόλα αυτά, τα σκάφη που χρησιμοποιούνταν μέχρι και αυτήν την εποχή αποτελούσαν μετασκευές άλλου τύπου σκαφών. Με την ραγδαία εξέλιξη των επιστημών και τεχνολογιών που ακολούθησε δημιουργήθηκε η ανάγκη για πιο απαιτητική και λεπτομερής έρευνα των θαλασσών, η οποία μπορεί μόνο να πραγματοποιηθεί από ειδικά πλοία με συγκεκριμένες προδιαγραφές.

Το πρώτο ερευνητικό σκάφος που κατασκευάστηκε αποκλειστικά για θαλάσσια έρευνα αποτέλεσε το πλοίο Albatros (1882-1921) των Ηνωμένων Πολιτειών. Ήταν ένα ατμόπλοιο μήκους 71 μέτρων με πανιά επιφάνειας πάνω από 700 m<sup>2</sup>. Εκτέλεσε την πρώτη του αποστολή το καλοκαίρι του 1883 μεταξύ της Ουάσιγκτον και του Woods Hole, ερευνώντας τα ψάρια και τον πυθμένα σε μια ευρεία περιοχή της υφαλοκρηπίδας και του Gulf Stream. Το Gulf Stream του Ατλαντικού ωκεανού είναι γνωστό ως ένα από τα πιο σημαντικά κύρια ρεύματα του κόσμου. Είναι ένα ισχυρό, ταχύ και θερμό ρεύμα που δημιουργείται στο κόλπο του Μεξικού. Σε όλα τα χρόνια της λειτουργίας του, το Albatros πραγματοποίησε έρευνες στον Ειρηνικό και Ατλαντικό ωκεανό και υπηρέτησε για μικρό χρονικό διάστημα σε δύο πολέμους.<sup>(6)</sup>



Εικόνα 3: Το ερευνητικό πλοίο Albatros

## 1.2: ΚΛΑΔΟΙ ΤΗΣ ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΑΣ

A) Βιολογική Ωκεανογραφία-Θαλάσσια Βιολογία: Ασχολείται με την κατανόηση και την μελέτη της ζωής μέσα στη θάλασσα από τους θαλάσσιους οργανισμούς (π.χ. ψάρια, μαλάκια, θηλαστικά) μέχρι και τη χλωρίδα (π.χ φύκια, κοράλλια) των βυθών, ακτών και των θαλάσσιων οικοσυστημάτων. Εξετάζει τις πολύπλοκες σχέσεις μεταξύ των παραπάνω οργανισμών και του φυσικού τους περιβάλλοντος. Ο κλάδος αυτός φέρει σημαντική επιρροή στην αλιεία, στα ιχθυοαποθέματα, στη καταγραφή και χαρτογράφηση αλιευτικών πεδίων, τα οποία αποτελούν πηγή οικονομικού και περιβαλλοντικού πλούτου για πολλές χώρες. Οι έρευνες του τομέα αυτού βοηθά στην αντιμετώπιση του νέου προβλήματος της υπεραλίευσης. Επιπλέον, καταγράφει και παρακολουθεί τα θαλάσσια θηλαστικά, τους λειμώνες Ποσειδωνίας (είδος πανίδας, λιβάδι “φυκιού” μεγάλων εκτάσεων) και τα κοράλλια, στα οποία υπάρχει ευρεία βιοποικιλότητα. Με αυτό το τρόπο συμβάλει σε μεγάλο βαθμό στην προστασία και διατήρηση προστατευόμενων ειδών, των ενδιαιτήσεων τους και των οικοσυστημάτων στα οποία βασίζονται.<sup>(7)</sup>

B) Γεωλογική Ωκεανογραφία: Έχει αντικείμενο την έρευνα της γεωλογίας και της μορφής του θαλάσσιου πυθμένα και των ορυκτών πόρων που βρίσκονται σε αυτόν. Συμπεριλαμβάνει την τεκτονική γεωλογία που μελετά την κίνηση των λιθοσφαιρικών πλακών και την ηφαιστειακή δραστηριότητα στα μεγάλα βάθη. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον σε αυτόν τον κλάδο επίσης παρουσιάζει και η μελέτη των θαλάσσιων ιζημάτων (π.χ. χαλίκια, πηλός, άμμος). Ο κλάδος αυτός, εκτός των παραπάνω, εξετάζει και προσφέρει πολύτιμες πληροφορίες για την γεωλογική ιστορία του ωκεανού αλλά και του πλανήτη στον οποίο ζούμε.<sup>(8)</sup>

Γ) Φυσική Ωκεανογραφία: Ονομάζεται ο τομέας της ωκεανογραφίας ο οποίος μελετά και καταγράφει όλες τις ιδιότητες και την κατάσταση της θάλασσας. Πιο συγκεκριμένα, ασχολείται με την θερμοκρασία, την πυκνότητα, αγωγιμότητα, αλατότητα των υδάτων και με τα ρεύματα, τις παλίρροιες και την κυματική δράση. Η καταγραφή αυτών των παραμέτρων και των χωροχρονικών μεταβολών τους έχει ιδιαίτερη σημασία για όλους τους τομείς της ωκεανογραφίας, καθώς αλληλεπιδρούν με τις χημικές ισορροπίες και με τα θαλάσσια οικοσυστήματα. <sup>(9)</sup>

Δ) Χημική Ωκεανογραφία: Συμβάλει στην κατανόηση της θάλασσας, όπως και η φυσική ωκεανογραφία, με τη διαφορά πως οι ωκεανοί θεωρούνται ως ένα ενιαίο και πολυσύνθετο χημικό σύστημα. Στόχος της είναι ο προσδιορισμός και η μελέτη των χημικών ενώσεων, στοιχείων και συστατικών που βρίσκονται στο θαλάσσιο περιβάλλον. Εξετάζονται ως προς τις ιδιότητες τους, την φύση τους, την δυναμική τους, τις συγκεντρώσεις τους καθώς και τις αλληλεπιδράσεις τους με τις ακτές, την ατμόσφαιρα και τους βυθούς. Οι καταγραφές αυτών των χημικών στοιχείων των υδάτων γίνονται παράλληλα με αυτές τις Φυσικής Ωκεανογραφίας. Μέσω της Χημικής Ωκεανογραφίας επιπλέον, προκύπτουν σημαντικές πληροφορίες σχετικά με την ρύπανση των θαλασσών από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. <sup>(10)</sup>

### **1.3: ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΠΛΟΙΑ**

#### **1.3.1: Ορισμός ερευνητικού πλοίου**

Ωκεανογραφικό, ονομάζεται το πλοίο, το οποίο είναι σχεδιασμένο και κατάλληλα εξοπλισμένο για τις ερευνητικές ανάγκες και αποστολές της επιστήμης της Ωκεανογραφίας και των κλάδων της. Ανήκει στην κατηγορία πλοίων ειδικού προορισμού. Επιπρόσθετα τα ερευνητικά πλοία μπορούν να εξυπηρετούν διάφορους ρόλους, ανάλογα της έρευνας που επιτελούν. Αυτοί οι ρόλοι μπορούν να συνυπάρχουν συνδυαστικά σε μερικά πλοία, ενώ άλλα απαιτούνται να έχουν μοναδικούς ρόλους για περισσότερο εξειδικευμένες έρευνες. <sup>(11)</sup>

#### **1.3.2 Κατηγορίες ερευνητικών πλοίων**

Οι κατηγορίες-ρόλοι των ερευνητικών πλοίων είναι οι εξής:

Α)Υδρογραφικά: Εκτελούν καθήκοντα υδρογραφικής έρευνας και καταγραφής. Από αυτήν την έρευνα παράγονται ναυτικοί χάρτες για την ασφαλή πλοήγηση στρατιωτικών και πολιτικών ακτοπλοϊκών μεταφορών. Έχουν την δυνατότητα, μέσω του κατάλληλου εξοπλισμού, να εξετάσουν και την τεκτονική του πυθμένα και της γεωλογίας του.

Β)Ωκεανογραφικά: Ερευνούν τις φυσικές, χημικές και βιολογικές παραμέτρους της θάλασσας, της ατμόσφαιρας και του κλίματος μέσω δειγματοληψιών υδάτων σε διάφορα βάθη και περιοχές.



Γ)Αλιευτικά: Εκτελούν αλιευτικές μελέτες, φέρουν εξοπλισμό ικανό για τη ρυμούλκηση αλιευτικών δικτύων, για τη συλλογή δειγμάτων πλαγκτόν και νερού και για την εύρεση ψαριών. Σχεδιάζονται με παρόμοιες γραμμές εμπορικών αλιευτικών πλοίων, με τη διαφορά ότι υπάρχουν χώροι για τα εργαστήρια και τον ειδικό εξοπλισμό. Από τις έρευνες τους προκύπτουν σημαντικά στοιχεία που βοηθάνε τη διατήρηση και προστασία διάφορων θαλάσσιων ειδών.

Δ)Ναυτικής έρευνας: Εκτελούν ναυτικές αποστολές, όπως ανίχνευση υποβρυχίων, ναρκών και για δοκιμές σόναρ και όπλων.

Ε) Πολικής έρευνας: Τα πολικά ερευνητικά πλοία κατασκευάζονται με παγοθραυστική γάστρα ώστε να αντιμετωπίζουν τον πάγο για την ασφαλή πλοήγηση τους στα πολικά ύδατα. Στην περιοχή της Ανταρκτικής κατέχουν το ρόλο ανεφοδιαστικού σκάφους για τις ερευνητικές βάσεις που έχουν εγκατασταθεί εκεί.

ΣΤ) Έρευνας πετρελαίου: Η εξερεύνηση πετρελαίου γίνεται με κινητές πλατφόρμες γεώτρησης ή με πλοία που μετακινούνται από περιοχή σε περιοχή για τη γεώτρηση του βυθού της θάλασσας. Επιπλέον η ανίχνευση των κοιτασμάτων πετρελαίου πετυχαίνεται και μέσω ωκεανογραφικών που φέρουν ειδικά sonars. Σκοπός των γεωτρήσεων αποτελεί η εκμετάλλευση των κοιτασμάτων που βρίσκονται κάτω από τους βυθούς.

### **1.3.3 Παραδείγματα ερευνητικών πλοίων**

Παρακάτω, θα αναφερθούν και θα περιγραφούν ερευνητικά πλοία τα οποία έχουν όμοιο μέγεθος και εκτελούν τις ίδιες ερευνητικές αποστολές με το υπό σχεδίαση πλοίο.

#### **A) R/V Neil Armstrong (AGOR 27) <sup>(11)</sup>**

Το ερευνητικό πλοίο Neil Armstrong είναι το καινούργιο πλοίο του στόλου του ινστιτούτου ωκεανογραφίας WHOI (Wood's Hole Oceanographic Institution). Πληροί τις ανάγκες εύρους και τις τεχνικές απαιτήσεις για την διεξαγωγή προηγμένης έρευνας στους τομείς της γεωλογικής, φυσικής και χημικής ωκεανογραφίας σε τροπικούς και εύκρατους ωκεανούς.





Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται σχετικές πληροφορίες με τα κύρια χαρακτηριστικά του πλοίου και τον εξοπλισμό του.

Πίνακας 1: Χαρακτηριστικά R/V Armstrong

<b>Κατασκευή</b>	
Ναυπηγείο	Dakota Creek Shipyard , Anocartes WA
Παράδοση	Σεπτέμβριος 23 , 2015
<b>Κύρια Χαρακτηριστικά</b>	
Ολικό Μήκος	72.5 m
Μέγιστο Πλάτος	15.24 m
Κοίλο μέχρι Main Deck	6.7 m
Βύθισμα	4.57 m
Μέση Ταχύτητα	12 knots
Μέγιστη εγκατεστημένη ισχύ	3.952 kW
Μέγιστο εκτόπισμα	3255 t
Βάρος άφορτου σκάφους	2058 t
Αντοχή	11500 nm 40 days
Ενδιαίτηση	20 μονές καμπίνες πληρώματος 12 διπλές καμπίνες επιστημόνων

Πίνακας 2: Εξοπλισμός R/V Armstrong

<b>Μηχανικός Εξοπλισμός</b>	
Κύρια Μηχανή	(x2) Siemens AC Electric Motors , 876 kW , 1752 kW total
Bow Thruster	White-Gill , 686 kW
Stern Thruster	Schottel , 620 kW
Ηλεκτρογεννήτριες	(x4) Cummins Diesels , 1044 kW ea , 4176 kW total
Ηλεκτρογεννήτρια έκτακτης ανάγκης	MTU Diesel , 210 kW
<b>Επιστημονικός Εξοπλισμός</b>	
Acoustics/Sonars	Kongsberg EM122 Multibeam Knudsen 3260 Sub Bottom Profiler Kongsberg EM170 Multibeam Kongsberg Sonar Synchronization System Sonardyne USBL Simrad EK80 Mid-Water Echo Sounder

	Massa TR109 3.5Khz Transducer Array
Profilers	38 kHz RDI Ocean Surveyor ADCP 150 kHz RDI Ocean Surveyor ADCP 300 RDI Workhorse Mariner
Water Sampling and Sensing	Seabird TGS Seabird CTD Rosette
Navigation and Communication	POS/MV Precision GPS Satellite Communication System Acoustic Monitoring System Science Seawater Distribution System Radar Wave Height Measurement System
<b>Εξοπλισμός Καταστρώματος</b>	
Hydrographic Winches	(x2) Markey CAST-6-125 , rated for 24000 lbs each
Traction Winch	Markey DETW-9-11 , rated for 25000 lbs and capable of 12000 meters of wire
Cranes	Allied Systems stern hydraulic A-Frame Model A-30 (30000 lbs) Allied Systems main crane TK70-70 (10000 lbs) Allied Systems portable crane model TK4-30 (2000 lbs)

Πίνακας 3: Εργαστηριακοί Χώροι και χώροι καταστρώματος R/V Armstrong

<b>Εργαστήρια</b>	
Main Lab Area	95.04 m <sup>2</sup>
Wet Lab Area	36.98 m <sup>2</sup>
Computer Lab Area	28.89 m <sup>2</sup>
Staging bay Lab Area	28.15 m <sup>2</sup>
Science Storage	142.05 m <sup>2</sup>
<b>Χώροι εργασίας καταστρώματος</b>	
Working Deck Area	Deck Area Aft 174 m <sup>2</sup> Deck Area Stern 237.55 m <sup>2</sup> Deck Area on one side 7.43 m <sup>2</sup>
Container labs	Χώρος για 3 εργαστήρια-containers μήκους 6m

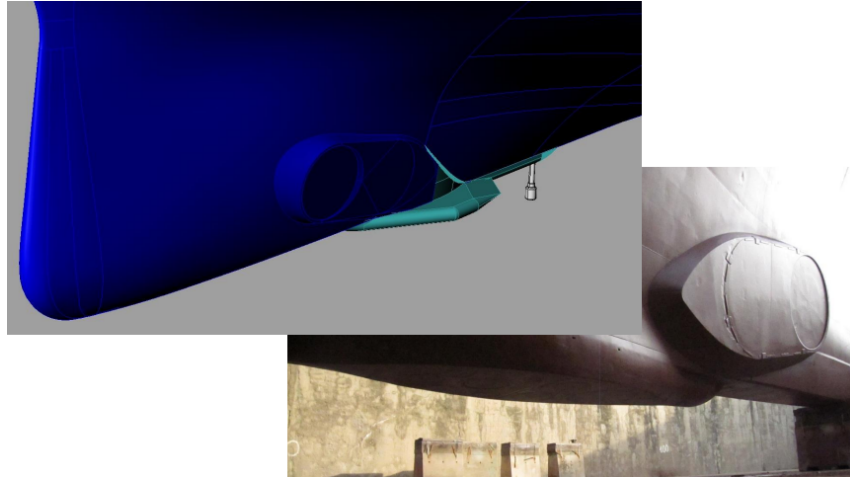
## B) R/V Thalassa <sup>(12)</sup>

Το ερευνητικό πλοίο Thalassa αποτελεί ιδιοκτησία του Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER), ινστιτούτο της Γαλλίας για την έρευνα και εξερεύνηση της θάλασσας.

Κατασκευάστηκε το 1995 στο ναυπηγείο Manche Industrie Marine, Dieppe. Ανήκει στην κατηγορία των αλιευτικών ερευνητικών πλοίων με κύριους στόχους την μελέτη του πληθυσμού της θαλάσσιας ζωής και της κατανομής της στον χώρο και το χρόνο, την αξιολόγηση του αλιευτικού αποθέματος και την έρευνα σε θέματα τεχνικών αλιείας και επεξεργασίας των προϊόντων της. Επιπλέον έχει και την δυνατότητα εκτέλεσης γεωλογικών αποστολών και την χρησιμοποίηση του υποθαλάσσιου drone ROV VICTOR 600. Το έτος 2017, δέχτηκε ένα πρόγραμμα επισκευών και ανασχεδιασμών. Σκοπός των επισκευών ήταν η αύξηση των ερευνητικών δυνατοτήτων του και ο εκσυγχρονισμός του ως ένα αξιόπιστο και αποτελεσματικό ερευνητικό πλοίο για τα επόμενα 20 χρόνια. Πιο συγκεκριμένα, παλιά επιστημονικά εξαρτήματα αντικαταστάθηκαν με πιο σύγχρονες εκδόσεις τους, όπως τα sonars αλιείας και προστέθηκε νέος ακουστικός εξοπλισμός στην γόνδολα, η οποία σχεδιάστηκε πάνω στη γάστρα του πλοίου. Στο κατάστρωμα τοποθετήθηκαν νέοι ειδικοί γερανοί. Όσον αφορά το μηχανολογικό μέρος, εγκαταστάθηκε νέο σύστημα πρόωσης με ηλεκτροκινητήρα και οι τέσσερις παλιές γεννήτριες αντικαταστάθηκαν με πιο σύγχρονες.



Εικόνα 7: R/V Thalassa



Εικόνα 8: Η νέα γόνδολα του R/V Thalassa

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται σχετικές πληροφορίες με τα κύρια χαρακτηριστικά του πλοίου και τον εξοπλισμό του.

Πίνακας 4: Χαρακτηριστικά του R/V Thalassa

<b>Κατασκευή</b>	
Ναυπηγείο	Manche Industrie Marine , Dieppe
Παράδοση	Μάιος 16 , 1995
<b>Κύρια Χαρακτηριστικά</b>	
Ολικό Μήκος	73.65 m
Μήκος μεταξύ καθέτων	64.49 m
Μέγιστο Πλάτος	14.9 m
Κοίλο μέχρι Main Deck	6.45 m
Βύθισμα	6.02 m
Μέση Ταχύτητα	11 knots
Μέγιστη εγκατεστημένη ισχύ	4512 kW
Μέγιστο εκτόπισμα	3022 t
Βάρος άφορτου σκάφους	2067 t
Ενδιαίτηση	25 επιστήμονες 16-25 crew
Αντοχή	60 ημέρες



Πίνακας 5: Εξοπλισμός R/V Thalassa

<b>Μηχανικός Εξοπλισμός</b>	
Κύρια Μηχανή	1 synchronous electric motor RP 38P 12/12 (2 200 kW - 150 tr/mn) Cegelec
Electrical Bow Thruster	Supersilent 440 kW - Brünlvol
Hydraulic Rear Thruster	264 kW - Brünlvol
Ηλεκτρογεννήτριες	(x4) TBD 604 BV 12 (1 128 kW at 1 500 tr/mn) - MWM Deutz
Εναλλακτές	Caterpilard 2*1500KVA & 2 * 1000 KVA
<b>Επιστημονικός Εξοπλισμός</b>	
Fishery/Echo Sounders	1)Multibeam ME 70 - 70 to 120 kHz - Simrad 2)Simple beam ER 60 -18/38/70/120/200/333 kHz - Simrad 3)Omnidirectional fishing sonar SR 240 - 24 kHz-Simrad
Profilers	Doppler current profilers 150 kHz BB and 38 kHz NB - RDI
Λοιποί επιστημονικοί εξοπλισμοί	Trawl explorer – Marport Marport trawl sensors - 42/75 kHz Thermosalinograph SBE 21 – Seabird Bathythermograph MK 12 – Sippican Central clock - SofyM90 – ACEB Weather station MILOS 500 - Vaisala
Navigation and Communication	Integrated navigation computer-CINNA Electronic Map-MAXSEA (X2) GPS NR-103-DASAULT SERCEL Receiver Syledis-VEGA-Sercel (x2) Radars ARPA-340 (x2) Gyro compasses-SGB 1000S Electromagnetic log-Galatee MK3 Navigation sounder GDS 101 Automatic pilot 828-Neco marine systems Dynamic positioning-DPS 901 Meteofax Receiver Radio station SMDSM Sailor (x2) INMARSAT Standard B ABB Nera VHF-RT 4800 E/R-Sailor Radio telephone ITINERIS 8W
<b>Εξοπλισμός Καταστώματος</b>	
Winches	1)Swinging double-clearance stern A-frame (ALM) -in fixed position (for fishing) by the bogie –



	<p>SWL 22 t</p> <p>-in mobile position (for oceanography) with the swinging beam and lifting winch - SWL 10 t ALM</p> <p>-lifting winch, <math>\varnothing</math> 52 mm soft line - SWL 10 t ALM/23 m</p> <p>2)2x side points to attach deep-water pulleys - SWL 15 t ALM</p> <p>3)Articulated side A-frame for bathysouder hydrology - SWL 5 t ALM</p> <p>-hydrological winch with <math>\varnothing</math> 10,8 mm stainless steel cable - SWL 5 t / 8.000 m -</p> <p>-bathysouder winch with <math>\varnothing</math> 10,8 mm electrical conductor core cable - SWL 5 t / 8.000 m</p> <p>3)2x Drum winches, <math>\varnothing</math> 26 mm steel cable – SWL 15 t / 4.500 m</p> <p>-Marelec SYNCHROMAR II system used to check tension and length reeled out</p> <p>4)2x Trawl reels of 12 m<sup>3</sup> and 16 m<sup>3</sup> - SWL 30 t</p> <p>netsonde winch, electrical conductor core cable <math>\varnothing</math> 12 mm - SWL 1 t / 2.000 m</p> <p>5)1x Dredging winch, <math>\varnothing</math> 12 mm steel cable – SWL 2,5 t / 600 m</p> <p>6)2x Travocéan type moon pools for through the hull launches of scientific equipment (<math>\varnothing</math> 300 mm and <math>\varnothing</math> 500 mm)</p> <p>ALM telescoping quarterdeck crane - SWM 10 t at 10 m, 4 t at 18,50 m</p>
Cranes	<p>Plankton crane (aft starboard) - SWL 1 t</p> <p>ALM telescoping quarterdeck crane - SWM 10 t at 10 m, 4 t at 18,50 m</p>
Container labs	<p>Χώρος για 5 εργαστήρια-containers μήκους 6m</p>

Πίνακας 6: Εργαστηριακοί Χώροι R/V Thalassa

Εργαστήρια	
4x Laboratories	84 m <sup>2</sup>
Hydrology	24 m <sup>2</sup>
Physics	18 m <sup>2</sup>
Chemistry	15 m <sup>2</sup>
Biology	27 m <sup>2</sup>
Scientific HQ and Processing room	70 m <sup>2</sup>
Mission HQ	35 m <sup>2</sup>
Automated Sorting room	130 m <sup>2</sup>

### Γ) R/V Sarmiento de Gamboa <sup>(13)</sup>

Το ερευνητικό σκάφος Sarmiento de Gamboa ανήκει στο The Marine Technology Unit (UTM) του Εθνικού Συμβουλίου Έρευνας της Ισπανίας. Είναι κατάλληλα εξοπλισμένο με σύγχρονη τεχνολογία και εκτελεί έρευνα στο τομέα της γεωλογικής, γεωφυσικής, βιολογικής, φυσικής και χημικής ωκεανογραφίας και της υδρογραφίας. Επιπλέον το σκάφος έχει την δυνατότητα χειρισμού και καθέλκυσης μηχανημάτων ROV και ροζετών CTD. Είναι ικανό για ταξίδια και έρευνα σε παγκόσμια ύδατα, εκτός των πολικών περιοχών.



Εικόνα 9: R/V Sarmiento de Gamboa

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται σχετικές πληροφορίες με τα κύρια χαρακτηριστικά του πλοίου και τον εξοπλισμό του.

Πίνακας 7: Κύρια χαρακτηριστικά R/V Sarmiento de Gamboa

<b>Κατασκευή</b>	
Παράδοση	Vigo, Spain 2006
<b>Κύρια Χαρακτηριστικά</b>	
Ολικό Μήκος	70.5 m
Μήκος μεταξύ καθέτων	62 m
Μέγιστο Πλάτος	15.5 m
Κοίλο μέχρι Main Deck	5 m
Βύθισμα	4.6 m
Μέση Ταχύτητα	14 knots
Μέγιστη εγκατεστημένη ισχύ	2400 kW
Μέγιστο εκτόπισμα	1979 t
Ενδιαίτηση	26 επιστήμονες 16 crew
Αντοχή	40 ημέρες

Πίνακας 8: Εργαστηριακοί Χώροι R/V Sarmiento de Gamboa

<b>Εργαστήρια</b>	
Σύνολο εργαστηρίων General Laboratory Electronic equipment laboratory Processing laboratory Thermo regulated laboratory Analysis laboratory Chemical laboratory	250 m <sup>2</sup>
CTD Hangar	55 m <sup>2</sup>
Freezing Storage	50 m <sup>2</sup>

Πίνακας 9: Εξοπλισμός R/V Sarmiento de Gamboa

<b>Μηχανικός Εξοπλισμός</b>	
Κύρια Μηχανή	2 reversible electric motors 1200 kW
Forward Thruster	Azimuthal 590 kW
Aft transverse thruster	Azimuthal 350 kW
Ηλεκτρογεννήτριες	1800 KW / 690 volt / Three phase
<b>Επιστημονικός Εξοπλισμός</b>	
Acoustic/Geophysical Instrumentation	Hydrographic Kongsberg Maritime AS EA 600 singlebeam echosounder Atlas Hydrosweep DS-3 1 <sup>o</sup> x 1 <sup>o</sup> multibeam deep-water echosounder Atlas FS-20-100 Fansweep Shallow water multibeam echosounder Applied Microsystems SV Plus V2 Speed sound profiler Kongsberg Maritime AS EK 60 biological Echosounder Teledyne RD Instruments ADCP Ocean Surveyor 75 and 150 kHz Doppler Current profiler
Sampling of water and atmosphere	2x CTD SeaBird SBE911 plus CTD Sea-Bird SBE 25 Chelsea Technologies Group SeaSoar 3016 Geónica Meteodata Meteorological station PRR-800 Multispectral Radiometer (Biospherical)
Fishing material	OSU (Oregon State University) Piston sediment core KC Denmark Multisampler Multicorer 6 x ø100 x 600 IKMT net (2 sizes) of 3 and 9 m <sup>2</sup> Pelagic fishing gear (+ Apollo pelagic doors) Bottom fishing gear (baca), trawl doors, blocks and fishing accessories Scanmar Multisampler cod end closing system
Navigation and communication	2x ARPA ECDIS radars for navigation with dynamic positioning 2 x DGPS GMDSS communications Communications Fleet 77 Inmarsat-F system Furuno FELCOM 70

	<p>MaxSea Navigation system (Plotter)  Applanix POS MV GPS of attitude  Simrad HS50 orientation sensor (heading)  EIVA NaviPac integrated navigation system</p>
<b>Εξοπλισμός Καταστρώματος</b>	
Winches	<p>1) Plankton winch: traction cable of 6,000 m and 6 mm in diameter.  2) CTD winch :coaxial cable of 8000 m and 11 mm diameter  3) Electronic nets winch:coaxial cable of 7000 m and 14 mm in diameter.  4) Corer winch :traction cable of 8,000 m cable and 16 mm diameter  4) 2 x Mobile fishing machines:traction cable of 5500 m and 22 mm of diameter+200 m of cable and 44 mm diameter.  5) Net drum winch:for a 15 m<sup>3</sup> net, pelagic nets capacity: 2 x 250 m 26 mm diameter, or 2 x 200 m 50 mm diameter  6) 2x Mobile multipurpose winches: for 8000 m of cable and 13 mm diameter . Can be used alone or in pairs for fishing</p>
Boats	<p>1)Valiant service boat Valiant DR 620 / MERCURY 200 engine 4 times 115 hp  2) Valiant PT 650 rescue boat / Tohatsu 100 hp engine  3) Duarry S8 service boat / Yamaha 100 hp engine (independent auxiliary boat)</p>

## Κεφάλαιο 2 : ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΠΛΟΙΟ ΜΟΒΥ

### 2.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΥ ΠΛΟΙΟΥ ΜΟΒΥ

Το υπό σχεδίαση πλοίο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, ονόματι R/V MOBY, αποτελεί ωκεανογραφικό πλοίο ολικού μήκους 80 μέτρων και πλάτους 15 μέτρων. Διαθέτει εξοπλισμό και εργαστήρια ικανά για την εκτέλεση ερευνητικού έργου της βιολογικής, γεωλογικής, χημικής και φυσικής ωκεανογραφίας. Έχει σχεδιαστεί κατάλληλα για την πραγματοποίηση αποστολών στην περιοχή της Μεσογείου και του Ατλαντικού. Μπορεί να μεταφέρει συνολικά 25 επιστήμονες, 16 ναύτες και 10 αξιωματικούς. Διαθέτει σύστημα ηλεκτροπρόωσης με 2 πρυμναίους αζιμουθιακούς προωθητήρες (azimuth thrusters) και ένα βοηθητικό πρωραίο προωθητήρα (transverse bow thruster) για την αύξηση των ικανοτήτων ελιγμού. Η αυτοδυναμία του πλοίου είναι ίση με 22 μέρες για ταχύτητα υπηρεσίας 13 knots.

Για την εκπόνηση του σχεδίου γενικής διάταξης του πλοίου μελετήθηκαν και αντλήθηκαν πληροφορίες από τα εξής πλοία:

1)Ερευνητικό Πέλαγος, Διπλωματική Κ. Αλεξανδρή, “Σχεδίαση και μελέτη πλοίου ωκεανογραφίας”, ΕΜΠ 2021 [2]

2)Διπλωματική Τ. Καψάλη “Μελέτη και σχεδίαση ωκεανογραφικού σκάφους ανοιχτής θαλάσσης”, ΕΜΠ 2016 [1]

3)R/V Neil Armstrong

4)R/V Thalassa

Παρακάτω, ακολουθεί πίνακας με τα βασικά χαρακτηριστικά του R/V MOBY.

Πίνακας 10: Κύρια χαρακτηριστικά R/V MOBY

Ολικό μήκος	Loa = 80 m
Μήκος μεταξύ καθέτων	Lbp = 70 m
Πλάτος	B = 15 m
Βύθισμα	T= 4.7 m
Κοίλο ως το κύριο κατάστρωμα	D = 6.5 m
Βάρος άφορτου σκάφους	W <sub>LS</sub> = 2222 t
Deadweight	DWT = 974.6 t
Εκτόπισμα	Δ = 3199.6 t
Ενδιαίτηση	10 officers 25 scientists

	16 crew 1 AMEA
Αντοχή	22 days
Μέγιστη εγκατεστημένη ισχύ	4665 kW
Ταχύτητα υπηρεσίας	13 knots

## 2.2 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΒΑΡΟΥΣ ΑΦΟΡΤΟΥ ΣΚΑΦΟΥΣ

Το βάρος άφορτου σκάφους (Lightship) είναι το βάρος του ετοιμοπαράδοτου πλοίου χωρίς φορτίο, επιβάτες, προμήθειες, αναλώσιμα (πετρέλαιο, λιπαντέλαιο, φρέσκο νερό) και έρμα. Αποτελεί δηλαδή το καθαρό βάρος της μεταλλικής κατασκευής του πλοίου μαζί με τον εξοπλισμό που έχει φορτωμένο πάνω του. Θα γίνει μια προκαταρκτική εκτίμηση του Lightship του ερευνητικού πλοίου MOBY καθώς είναι απαραίτητο μέγεθος για τους υπολογισμούς που θα ακολουθήσουν στα επόμενα κεφάλαια.

Οι τιμές του βάρους του άφορτου σκάφους των πλοίων R/V Armstrong, R/V Thalassa, R/V Πέλαγος [2] παρουσιάζονται στο παρακάτω πίνακα, μαζί με τις κύριες διαστάσεις τους.

Πίνακας 11: Κύριες διαστάσεις και Lightship ερευνητικών πλοίων

	Πέλαγος	R/V Armstrong	R/V Thalassa
<b>Ολικό μήκος L<sub>OA</sub> (m)</b>	85	72.54	73.65
<b>Πλάτος B (m)</b>	14	15.24	14.9
<b>Βύθισμα T (m)</b>	4	4.57	6.1
<b>Κοίλο μέχρι κύριο κατάστρωμα D (m)</b>	6.5	6.7	6.45
<b>Βάρος άφορτου σκάφους LS (tons)</b>	1498.08	2058	2067
<b>Συντελεστής W<sub>LS</sub></b>	0.194	0.277	0.292

Ο συντελεστής W<sub>LS</sub> υπολογίστηκε μέσω του εξής τύπου:

$$W_{LS} = \frac{LS}{L_{oa} * B * D}$$

Συγκρίνοντας τις τιμές του βάρους LS και του συντελεστή W<sub>LS</sub> στο Πίνακα 11 παρατηρούμε πως οι τιμές αυτές του πλοίου Πέλαγος [2] έχουν αρκετή απόκλιση από αυτές των άλλων δύο ερευνητικών πλοίων. Γι'αυτό το λόγο για την εκτίμηση του βάρους LS του υπό εξέταση πλοίου θα ληφθούν υπόψιν μόνο οι τιμές των πλοίων Armstrong και Thalassa. Επιπλέον ακόμα ένας λόγος είναι πως αυτά τα δύο πλοία αφορούν υπαρκτές κατασκευές ενώ το πλοίο Πέλαγος [2] είναι μόνο θεωρητικό.

Για τον υπολογισμό του βάρους LS του πλοίου MOBY θα θεωρηθεί πως η τιμή του συντελεστή  $W_{LS}$  του θα είναι ίση με το μέσο όρο των τιμών των άλλων δύο πλοίων.

$$W_{LS} = \frac{0.277 + 0.292}{2} = 0.285$$

Εισάγοντας τις κύριες διαστάσεις του πλοίου MOBY στο τύπο υπολογισμού του συντελεστή  $W_{LS}$  καταλήγουμε στο εξής αποτέλεσμα:

$$LS = W_{LS} * L_{oa} * B * D = 0.285 * 80 * 15 * 6.5 = 2222 \text{ tons}$$

Επομένως το βάρος άφορτου σκάφους του υπό μελέτη πλοίο εκτιμήθηκε σε πρώτη φάση πως είναι **LS = 2222 tons**

## 2.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΥ ΠΛΟΙΟΥ MOBY

### 2.3.1 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΓΕΝΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ ΕΝΟΣ ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

Για να μπορέσει ένα ωκεανογραφικό να εκτελεί με ασφάλεια και απόδοση την επιστημονική έρευνα που του έχει ανατεθεί, ο σχεδιασμός του πρέπει να βασίζεται σε κάποιες σημαντικές αρχές. Στόχοι της σχεδίασης της γενικής διάταξης ενός ερευνητικού πλοίου αποτελούν οι εξής:

- Οργανωμένα και ευρύχωρα εργαστήρια και αποθήκες. Τα εργαστήρια και οι ειδικές αποθήκες που χρησιμοποιούν, θα πρέπει να είναι διαρρυθμισμένα και ομαδοποιημένα με τρόπο που να διευκολύνει το έργο των επιστημόνων και να επικοινωνούν εύκολα μεταξύ τους. Επιπλέον μερικά εργαστήρια χρειάζονται να έχουν πρόσβαση σε ανοιχτό κατάστρωμα έτσι ώστε να λαμβάνουν και να επεξεργάζονται τα δείγματα της θάλασσας που συλλέγουν τα υδρογραφικά βαρούλκα.
- Μεγάλο κύριο ανοιχτό κατάστρωμα καθώς χρειάζεται να υπάρχει αρκετός ελεύθερος χώρος καταστρώματος για τις διάφορες εργασίες που εκτελούνται σε αυτό και για την πιθανή εγκατάσταση μικρότερων ερευνητικών σκάφων-rovers. Ευρύχωρο ανώτερο ανοιχτό καταστρώμα για την έδραση των κινητών εργαστηρίων-containers και των γερανών γενικής χρήσης. Όλα τα παραπάνω πρέπει να είναι τοποθετημένα έτσι ώστε να βελτιστοποιείτε η χρήση τους, να μην παρεμποδίζει το ένα το άλλο και να ικανοποιούνται τα θέματα ασφάλειας.
- Ευρύχωρες εγκαταστάσεις ενδιαίτησης για το πλήρωμα, τους επιστήμονες και τους αξιωματικούς του πλοίου, διαχωρισμένες από τους χώρους των εργαστηρίων. Η



διαμονή των επιβατών στο πλοίο θα πρέπει να είναι άνετη και με όλες τις παροχές που θα χρειαστούν σε τυχόν ταξίδια μεγάλης διάρκειας.

- Διάταξη δεξαμενών η οποία συμβάλει στην διόρθωση και διατήρηση της σωστής διαγωγής του πλοίου.
- Δεξαμενές φρέσκου και πόσιμου νερού και αποθήκες εφοδίων κατάλληλης χωρητικότητας ώστε να διαρκούν και να εξυπηρετούν την αυτοδυναμία του πλοίου.

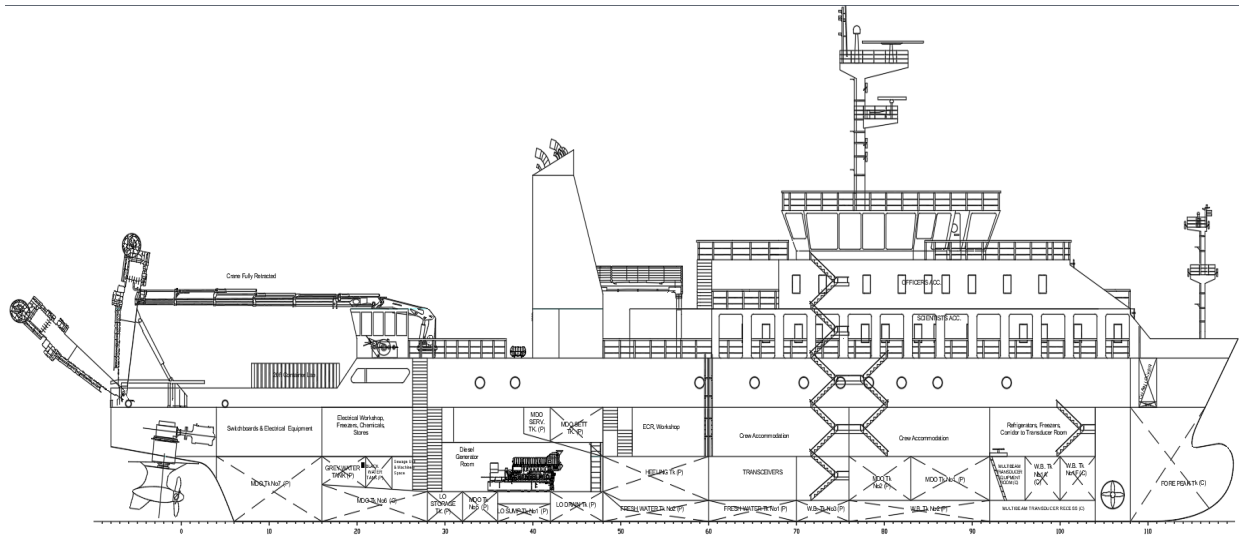
### 2.3.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΓΕΝΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ

Ακολουθεί περιγραφή της τελικής γενικής διάταξης του ερευνητικού πλοίου MOBY, ξεκινώντας από τα χαμηλότερα καταστρώματα και συνεχίζοντας στα υψηλότερα.

Η ισαπόσταση των κατασκευαστικών νομέων (frame spacing) ορίστηκε στα 600mm και οι ενισχυμένοι νομείς (web frames) τοποθετήθηκαν ανά 4 κατασκευαστικούς νομείς, δηλαδή με ισαπόσταση 2400 mm. Λόγω του σχετικού μικρού μήκους του πλοίου επιλέχθηκε εγκάρσιο σύστημα ενίσχυσης της μεταλλικής κατασκευής. Το πλοίο διαμερισματοποιήθηκε σε 10 στεγανά διαμερίσματα μέσω 9 εγκάρσιων φρακτών. Οι κύριες φρακτές τοποθετήθηκαν στους εξής νομείς:

Πίνακας 12: Οι εγκάρσιες φρακτές του ερευνητικού πλοίου MOBY

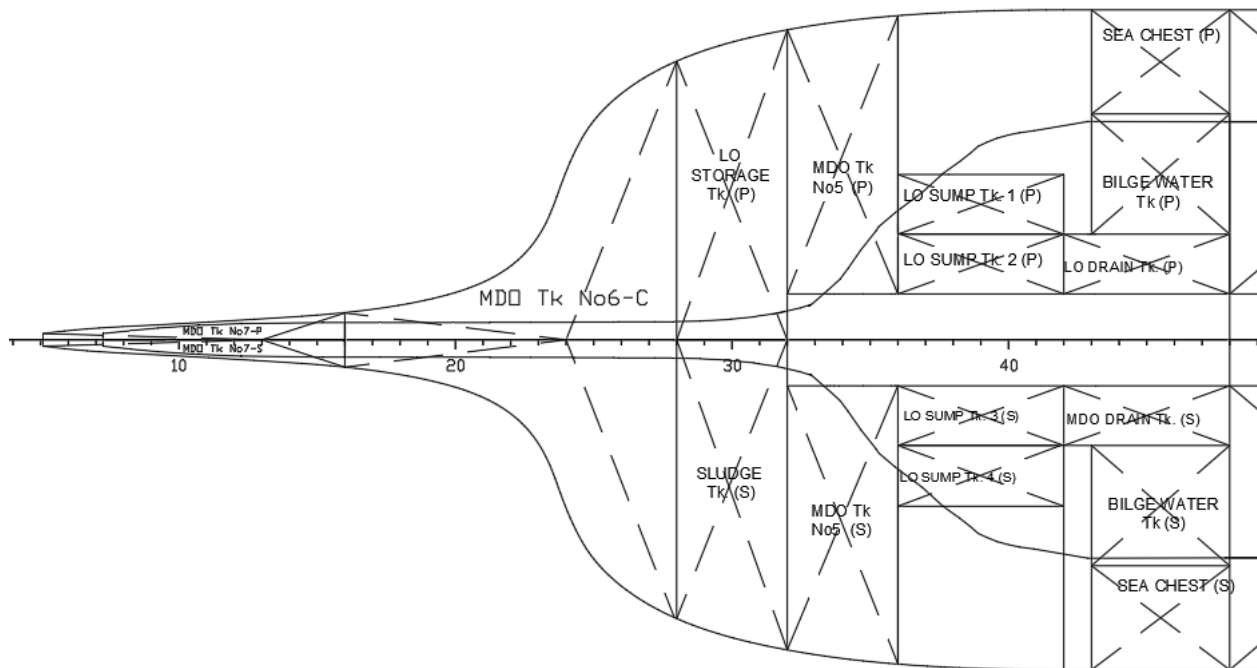
Φρακτές	1 <sup>η</sup>	2 <sup>η</sup>	3 <sup>η</sup> (Πρυμναία μηχανοστασίου)	4 <sup>η</sup> (Πρωραία μηχανοστασίου)	5 <sup>η</sup>	6 <sup>η</sup>	7 <sup>η</sup>	8 <sup>η</sup>	9 <sup>η</sup> (Φρακτή Σύγκρουσης)
Νομέας	4	16	28	48	60	76	92	104	108



Εικόνα 10: Το προφίλ του πλοίου MOBY

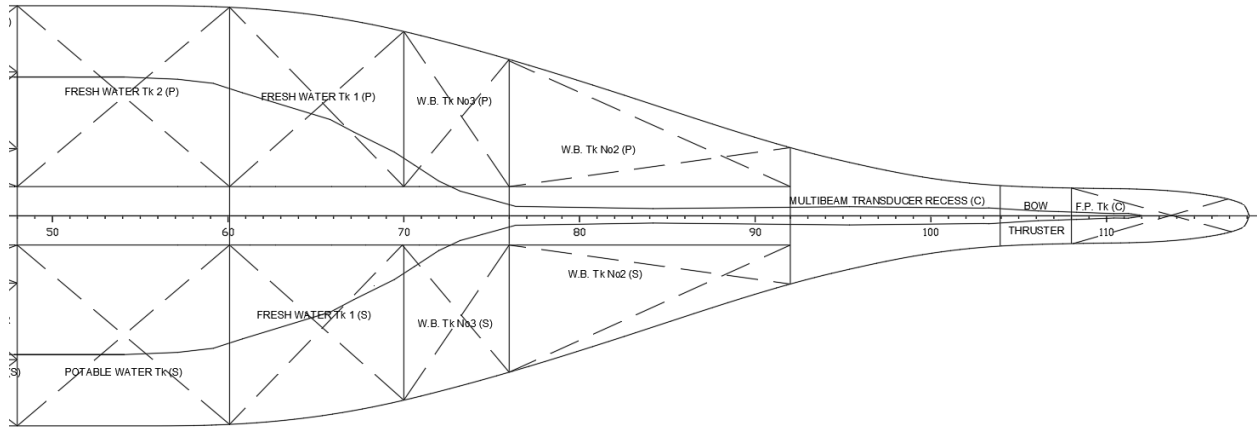
Το κατάστρωμα του διπυθμένου έχει διάφορα επίπεδα υψών. Αρχίζει από το νομέα 16 ως ένα επικλινές επίπεδο από ύψος 2.1 μέτρων και καταλήγει στα 1.7 μέτρα στο νομέα 28. Παραμένει σε αυτό το ύψος μέχρι και το νομέα 48. Έπειτα συνεχίζει ως ένα επικλινές επίπεδο μέχρι το νομέα 50 στο ύψος των 1.2 μέτρων και επεκτείνεται έως το νομέα 104, όπου συναντά την πρυμναία φρακτή του διαμερίσματος του bow thruster. Με ελάχιστο ύψος διπύθμενου στα 1.2 μέτρα ικανοποιεί τον κανονισμό της SOLAS 2018 [3] Chapter II-1 REGULATION 9, ο οποίος απαιτεί διπύθμενο ελάχιστου ύψους  $h = B/20 = 15/20 = 0.75\text{m}$ .

Κάτω από το κατάστρωμα του διπυθμένου, πρύμα του πλοίου, από το νομέα 5 έως το νομέα 32 ο χώρος έχει χωριστεί σε δεξαμενές καυσίμου πετρελαίου, λιπαντελαίου και ακάθαρτων υδάτων (sludge tank). Στο χώρο ακριβώς κάτωθεν του μηχανοστασίου από νομέα 32 μέχρι νομέα 48 βρίσκονται επιπλέον δεξαμενές αποθήκευσης πετρελαίου, οι δεξαμενές κατακαθήσεως των λιπαντελαίων και του πετρελαίου καθώς και διάφορων μηχανολογικών αποβλήτων.

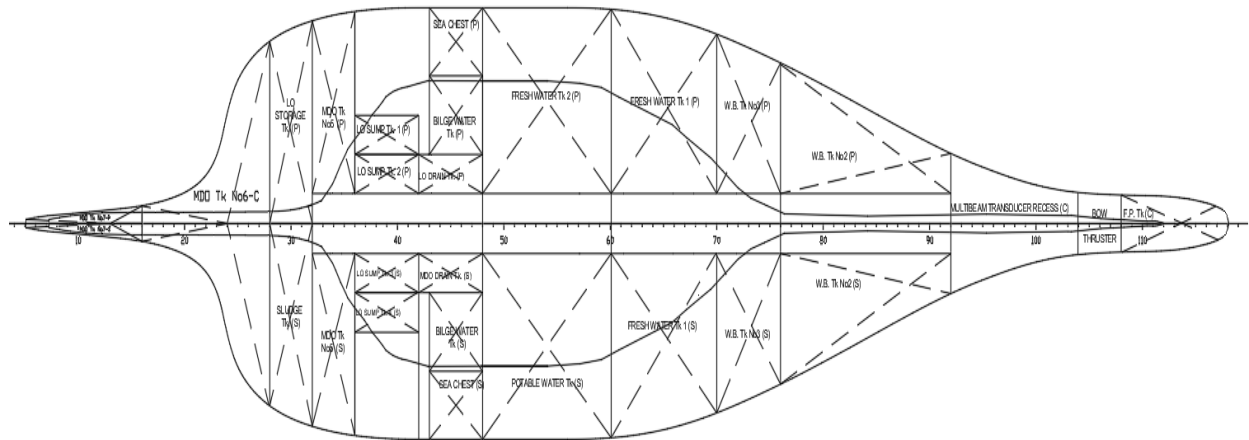


Εικόνα 11: Κάτοψη πυρναίου τμήματος κάτωθεν του Floor Deck

Συνεχίζοντας πλώρα της φρακτής του μηχανοστασίου, από το νομέα 48 έως το νομέα 76 έχουν σχεδιαστεί δεξαμενές φρέσκου και πόσιμου νερού καθώς και δεξαμενές έρματος. Στο κέντρο του πλοίου, ανάμεσα από αυτές τις δεξαμενές από το νομέα 32 έως μέχρι το νομέα 100, υπάρχει ένα τούνελ από το οποίο διέρχεται μεγάλο μέρος των σωληνώσεων του πλοίου. Κοντά στη πλώρη του πλοίου βρίσκεται, από το νομέα 92 έως τη φρακτή στο νομέα 104 ένα διαμέρισμα για την εγκατάσταση ωκεανογραφικού εξοπλισμού. Μεταξύ των νομέων 104 και 108 παρατηρείται το διαμέρισμα για το πρωαίο thruster και μετά την φρακτή σύγκρουσης στο νομέα 108 υπάρχει η πρωαία δεξαμενή έρματος. Όλοι οι παραπάνω χώροι και οι δεξαμενές είναι προσβάσιμοι μέσω ανθρωποθυρίδας.



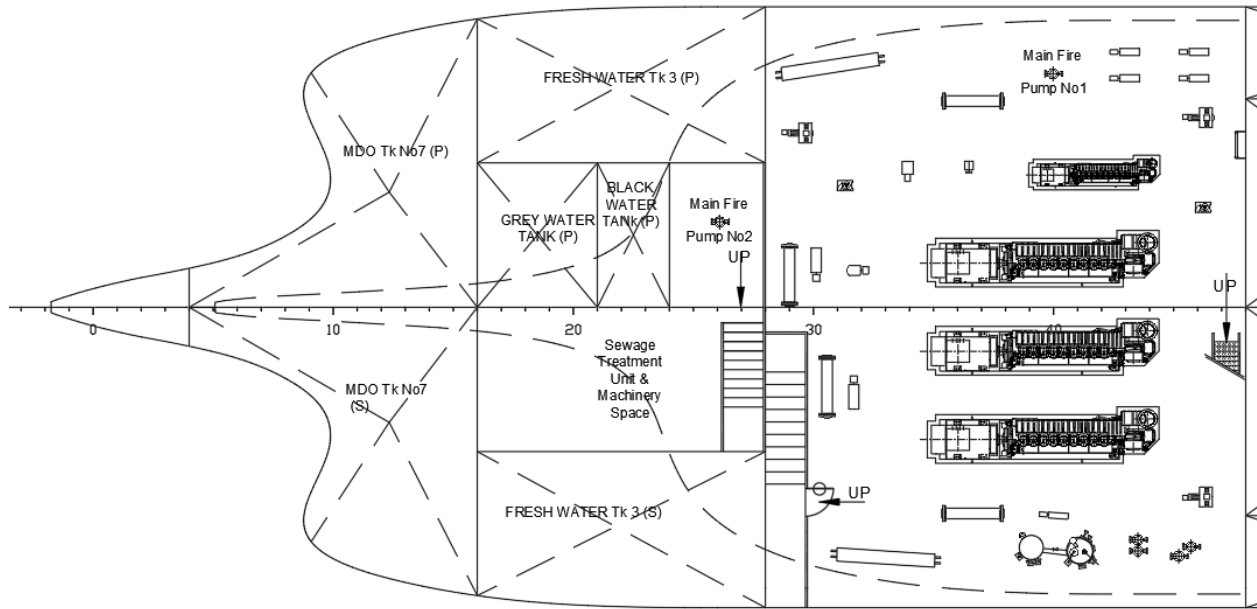
Εικόνα 12: Κάτοψη πρωραίου τμήματος κάτωθεν του καταστρώματος του διπύθμενου



Εικόνα 13: Κάτοψη κάτωθεν τμήματος του καταστρώματος του διπύθμενου

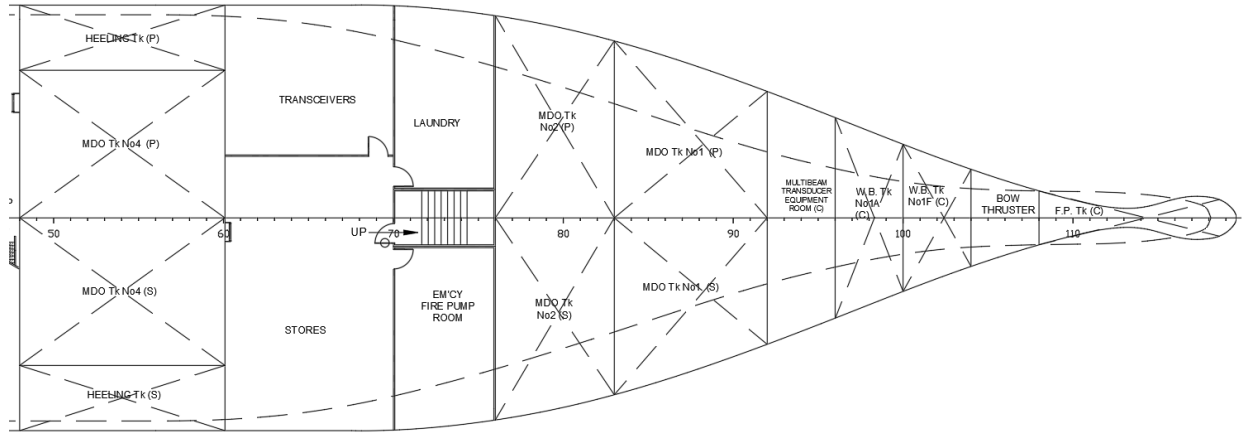
Άνωθεν του καταστρώματος του διπυθμένου στη πρυμναία άκρη του πλοίου από το νομέα 4 μέχρι το νομέα 16 παρατηρούνται δύο μεγάλες δεξαμενές πετρελαίου. Στο 3<sup>ο</sup> από την πρύμνη του πλοίου στεγανό διαμέρισμα, από το νομέα 16 έως το νομέα 28 βρίσκονται δεξαμενές φρέσκου νερού και ακάθартου νερού. Ανάμεσα από αυτές τις δεξαμενές νερού, βρίσκεται ο χώρος της δεύτερης κύριας αντλίας νερού πυρόσβεσης και ο χώρος επεξεργασίας λυμάτων. Επιπλέον σε αυτόν τον χώρο υπάρχει κλιμακοστάσιο, το οποίο οδηγεί στο ακριβώς ανώτερο κατάστρωμα. Από το νομέα 28 μέχρι το νομέα 48 εκτείνεται το μηχανοστάσιο του πλοίου. Ως διαμέρισμα, εκτείνεται καθ' ύψος από το διπύθμενο μέχρι το κύριο κατάστρωμα. Μέσα σε αυτό εδράζονται οι 4 ηλεκτρογεννήτριες και όλος ο μηχανολογικός εξοπλισμός του μηχανοστασίου, όπως πίνακες, αεροσυμπιεστές, αντλίες και πολλά άλλα. Πάνω από τις ηλεκτρογεννήτριες υπάρχει περιμετρικά μια πλατφόρμα για τις διάφορες εργασίες επισκευής, συντήρησης και επιθεώρησης. Επίσης πάνω σε αυτή την πλατφόρμα εδράζονται και βοηθητικά

μηχανήματα και εξοπλισμοί του μηχανοστασίου. Η επικοινωνία του μηχανοστασίου με το ανώτερο κατάστρωμα επιτυγχάνεται μέσω της σκάλας που βρίσκεται μεταξύ των νομέων 28 και 30, στη δεξιά πλευρά του διαμερίσματος.



Εικόνα 14: Κάτοψη πρυμναίου τμήματος Floor Deck

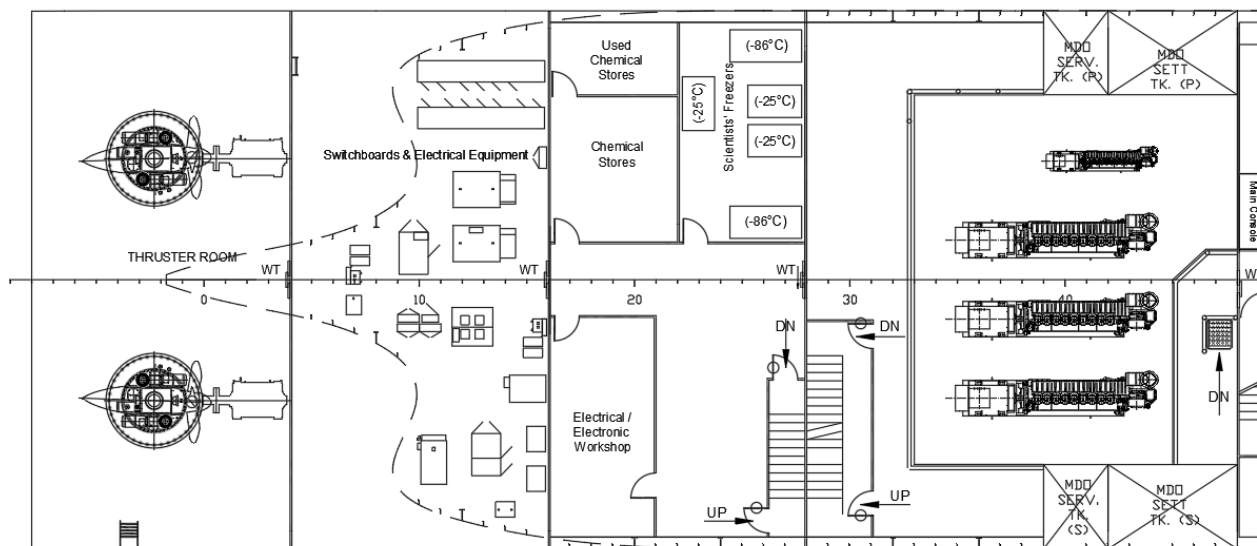
Μετά το μηχανοστάσιο, έχουν σχεδιαστεί με τη σειρά, από το νομέα 48 μέχρι το νομέα 60 δύο δεξαμενές πετρελαίου και δύο δεξαμενές αντισταθμίσεως (heeling tanks). Μετά την 6<sup>η</sup> φρακτή στο επόμενο διαμέρισμα από νομέα 60 έως νομέα 70 σχεδιάστηκε ένας γενικός αποθηκευτικός χώρος και ένα δωμάτιο για την εγκατάσταση των πομποδεκτών στη αριστερή πλευρά του πλοίου. Επιλέχθηκε αυτή η τοποθεσία για το δωμάτιο των πομποδεκτών (transceivers room) καθώς οι πομποδέκτες πρέπει να βρίσκονται μακριά από άλλες μηχανολογικές και ηλεκτρονικές συσκευές για να μην παρεμβάλλονται τα σήματα που δέχονται. Αριστερά του κύριου κλιμακοστασίου από το νομέα 70 μέχρι το νομέα 76 βρίσκεται το δωμάτιο πλυντηρίων ενώ δεξιά βρίσκεται η κύρια αντλία έκτακτης ανάγκης. Συνεχίζοντας προς την πλώρη μεταξύ των νομέων 76 και 92 υπάρχουν τέσσερις δεξαμενές πετρελαίου. Μετά την φρακτή στο νομέα 92 παρατηρείται ο χώρος ελέγχου ωκεανογραφικού εξοπλισμού ο οποίος εκτείνεται μέχρι το νομέα 96. Ακολουθούν 2 δεξαμενές έρματος από το νομέα 96 έως 104, το διαμέρισμα του bow thruster και η πρωραία δεξαμενή έρματος.



Εικόνα 15: Κάτοψη πρωραίου τμήματος Floor Deck



Το Κατώτερο κατάστρωμα (Lower Deck), το οποίο βρίσκεται στα 3.7 μέτρα από το βασικό επίπεδο, ξεκινάει από το νομέα 4 και διακόπτεται από το μηχανοστάσιο στο νομέα 28. Συνεχίζει από το νομέα 48 και σταματάει στο νομέα 104, όπου συναντά το διαμέρισμα του bow thruster. Αρχίζοντας από την πρύμνη, διακρίνεται το πρώτο στεγανό διαμέρισμα όπου εδράζονται οι 2 πρυμναίο προωθητήρες (rods). Στο ακριβώς επόμενο διαμέρισμα βρίσκονται οι πίνακες διανομής και ηλεκτρονικού εξοπλισμού. Τα δύο αυτά διαμερίσματα συνδέονται μεταξύ τους μέσω υδατοστεγούς θύρας. Στη συνέχεια, από το νομέα 16 έως 28 στην αριστερή πλευρά του πλοίου έχουν εγκατασταθεί ειδικές αποθήκες και ψυγεία για την αποθήκευση χημικών ουσιών και δειγμάτων. Απέναντι από αυτές τις αποθήκες βρίσκεται το εργαστήριο ηλεκτρονικού εξοπλισμού του πλοίου και μια σκάλα, η οποία οδηγεί στο ανώτερο κατάστρωμα και στο κατάστρωμα διπυθμένου. Το διαμέρισμα με τους χώρους αυτούς είναι συνδεδεμένο με τα γειτονικά του μέσω υδατοστεγών θυρών. Μέσα στο μηχανοστάσιο από το νομέα 28 μέχρι το νομέα 30 υπάρχει περικλειστο κλιμακοστάσιο το οποίο εξασφαλίζει την πρόσβαση του πληρώματος από το κύριο κατάστρωμα στο μηχανοστάσιο. Στο ύψος του κατώτερου καταστρώματος εδράζονται στις πλευρές του μηχανοστασίου οι δεξαμενές καθίζησης και service πετρελαίου των ηλεκτρογεννητριών.

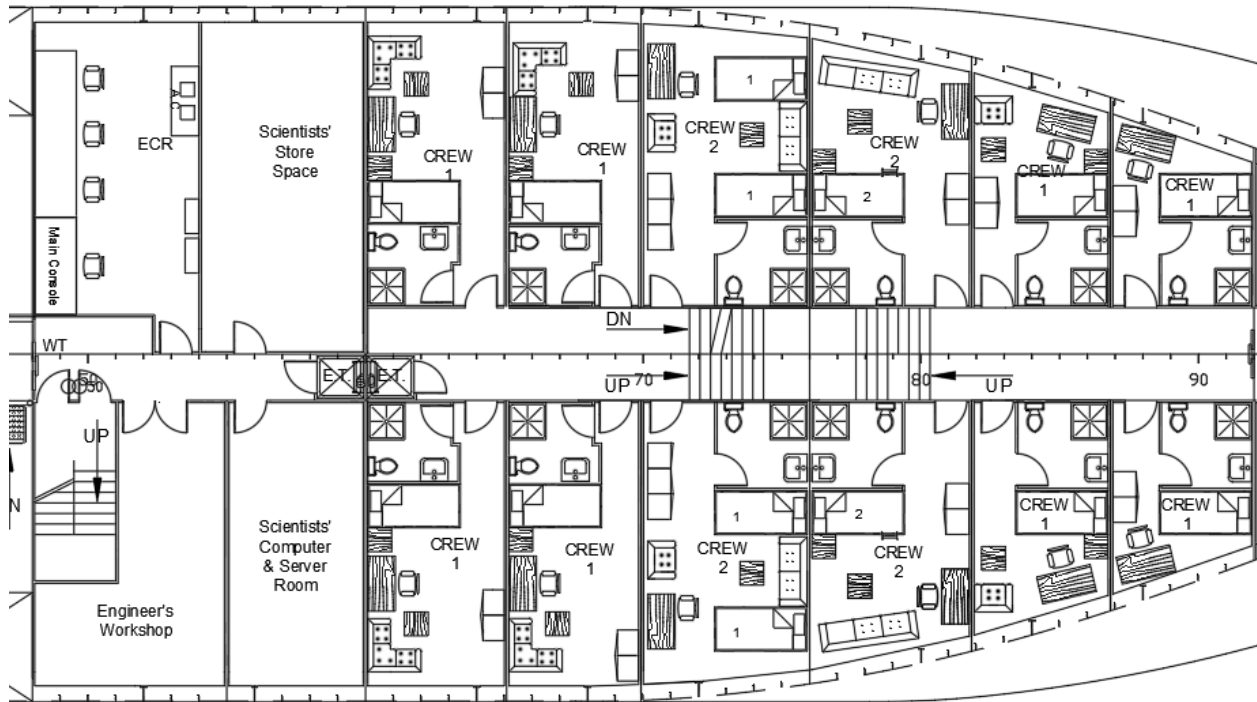


Εικόνα 17: Κάτοψη του πρυμναίου τμήματος Lower Deck

Μετά την πρυμναία φρακτή του μηχανοστασίου στο νομέα 48, παρατηρείται ο χώρος ελέγχου των ηλεκτρομηχανών, ο χώρος διακομιστών (servers) και υπολογιστών, ένας αποθηκευτικός χώρος των επιστημόνων και το μηχανουργείο, οι οποίοι εκτείνονται μέχρι το νομέα 60. Στη μέση του διαδρόμου αυτών των χώρων υπάρχει καταπακτή με κατακόρυφη σκάλα η οποία

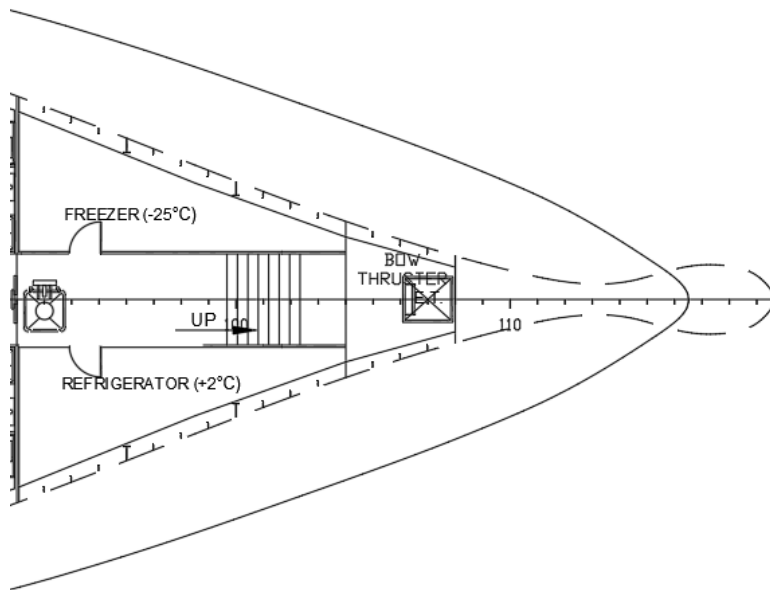


οδηγεί στα ανώτερα καταστρώματα και λειτουργεί ως διέξοδος σε έκτακτη ανάγκη. Από το νομέα 60 ξεκινάνε οι ενδιαιτήσεις του πληρώματος και εκτείνονται έως το νομέα 92, οι οποίες αποτελούνται από 8 μονόκλινες και 4 δίκλινες καμπίνες, στεγάζοντας συνολικά 16 ναύτες. Οι καμπίνες χωρίζονται συμμετρικά από το κεντρικό κλιμακοστάσιο. Οι κύριες σκάλες που βρίσκονται στο νομέα 72 οδηγούν κάτω στο χώρο αποθήκης, πομποδεκτών και πλυντηρίων και πάνω στο κύριο κατάστρωμα, στις ενδιαιτήσεις των επιστημόνων και των αξιωματικών. Το κλιμακοστάσιο στο νομέα 80 προσφέρει πρόσβαση προς τα άνω στο κύριο κατάστρωμα.

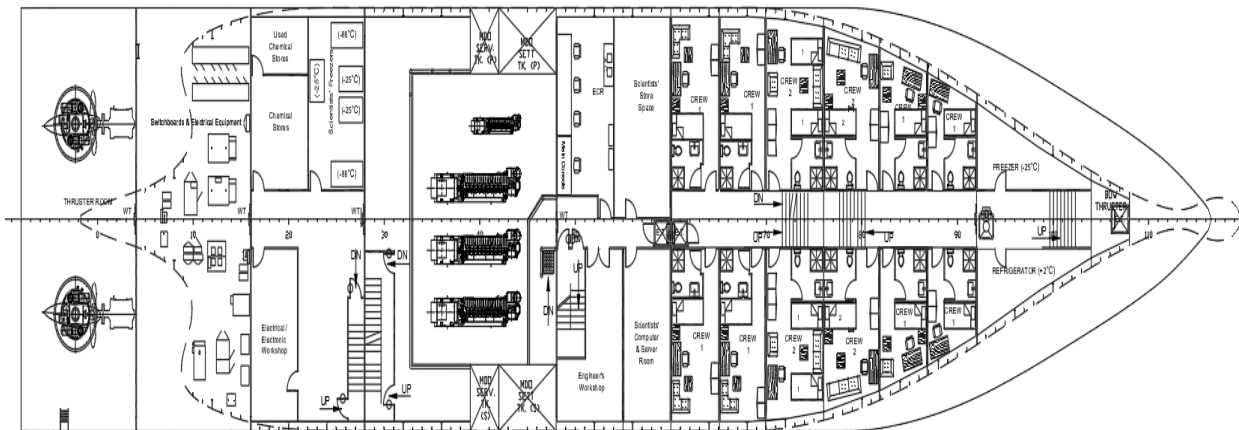


Εικόνα 18: Κάτοψη κεντρικού τμήματος Lower Deck

Στο τέλος των καμπινών, μετά την εγκάρσια φραγή στο νομέα 92, είναι εγκατεστημένοι οι δύο μεγάλοι χώροι ψυγείου και καταψύκτη τροφίμων, οι οποίοι είναι άμεσα προσβάσιμοι μέσω σκάλας από την κουζίνα, που βρίσκεται ακριβώς από πάνω. Το στεγανό διαμέρισμα των ψυγείων συνδέεται μέσω υδατοστεγούς πόρτας με το αμέσως πρύμνηθεν διαμέρισμα ενδιαίτησης του πληρώματος. Στο νομέα 93 υπάρχει σύστημα ανθρωποθύριδας-σκάλας η οποία οδηγεί στους κάτωθεν χώρους ωκεανογραφικού εξοπλισμού. Στο διαμέρισμα του bow thruster εντοπίζεται σύστημα κατακόρυφης σκάλας, η οποία προσφέρει πρόσβαση σε αυτό από τα ανώτερα καταστρώματα.



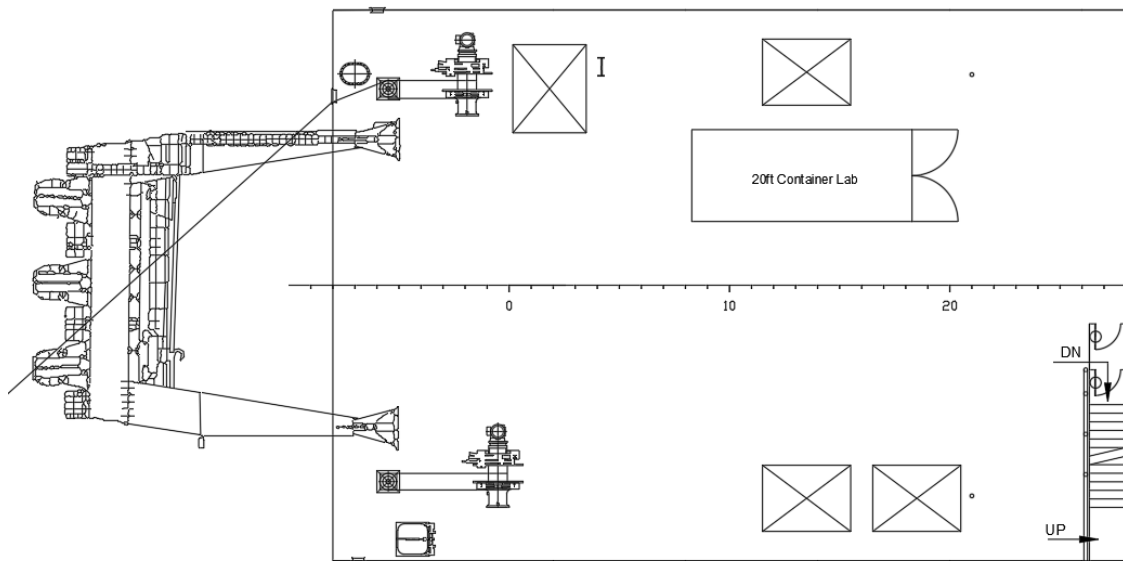
Εικόνα 19: Κάτοψη πρωραίου τμήματος Lower Deck



Εικόνα 20: Κάτοψη του Κατώτερου Καταστρώματος

Το επόμενο κατάστρωμα αποτελεί το Κύριο Κατάστρωμα του πλοίου στα 6.5 μέτρα από το βασικό επίπεδο. Αποτελείται, στο πρυμναία άκρο του πλοίου από το νομέα -8 έως το νομέα 28, από ανοιχτό κατάστρωμα επιφάνειας 317 m<sup>2</sup>. Προχωρώντας προς τα πώρα παρατηρείται η υπερκατασκευή που φιλοξενεί τις κύριες εργαστηριακές μονάδες του πλοίου από το νομέα 28 μέχρι το νομέα 48, τις εγκαταστάσεις σίτισης και ψυχαγωγίας του πληρώματος και την κουζίνα από το νομέα 68 έως το νομέα 92. Ξεκινώντας από το ανοιχτό μέρος του

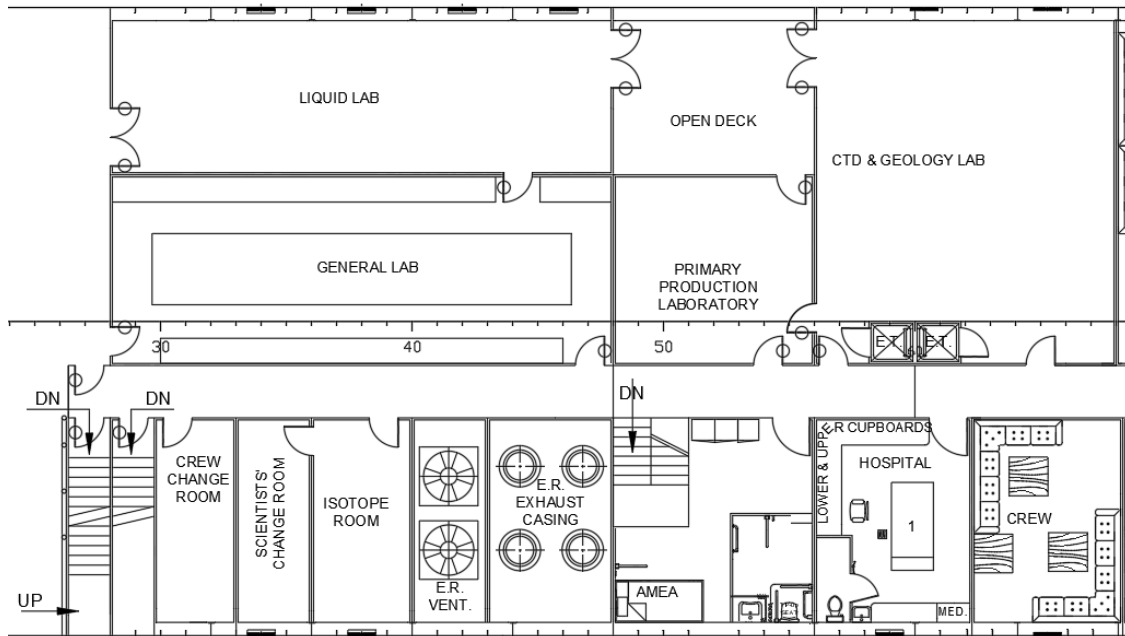
καταστρώματος, στην άκρη της πρύμνης εδράζεται το A-frame το οποίο συνεργάζεται με τα διάφορα βαρούλκα ωκεανογραφίας του πλοίου. Στον ελεύθερο χώρο υπάρχει η δυνατότητα τοποθέτησης ενός κινητού εργαστηρίου-container και στις δύο πλευρές του πλοίου. Ο εναπομένοντας κεντρικός ελεύθερος χώρος διατίθεται για τις διάφορες εργασίες ωκεανογραφίας που εκτελούνται σε αυτό. Στον ίδιο χώρο εντοπίζονται και 4 καπάκια διαστάσεων 2.4m x 1.8m τα οποία προσφέρουν πρόσβαση στους κάτωθεν μηχανολογικούς χώρους.



Εικόνα 21: Κάτοψη ανοιχτού καταστρώματος του Main Deck

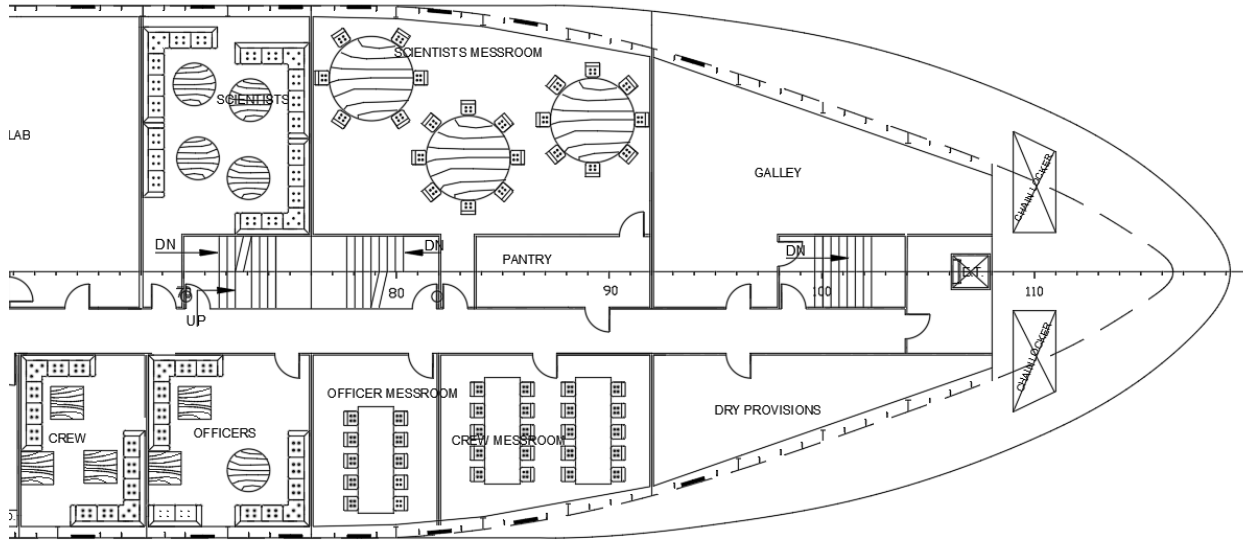
Συνεχίζοντας στους κλειστούς χώρους, στην αριστερή πλευρά του πλοίου παρατηρείται πρώτα το υγρό εργαστήριο (wet lab), το γενικό εργαστήριο (general lab), το εργαστήριο γεωλογίας (geology lab) και το εργαστήριο παραγωγής (primary production lab). Τα εργαστήρια αυτά έχουν πρόσβαση σε ανοιχτό χώρο καταστρώματος που βρίσκεται ανάμεσα τους. Σκοπός αυτού του ανοιχτού χώρου είναι η άμεση παραλαβή από τους επιστήμονες των δειγμάτων και εξαρτημάτων που θα ανακτά από την θάλασσα το σύστημα CTD, για την καθέλκυση του οποίου τοποθετείται πλευρικός βοηθητικός γερανός που εδράζεται στη πλευρική φρακτή. Στην δεξιά πλευρά βρίσκονται δωμάτια ενδυμασίας του πληρώματος και των επιστημόνων, το δωμάτιο φύλαξης ισοτόπων (isotope room), μια ειδική καμπίνα για διαμονή επιβάτη με κινητικά προβλήματα και το ιατρείο. Στο κύριο διάδρομο παρατηρούνται δύο σκάλες. Η πρώτη, στο νομέα 27 οδηγεί από την εξωτερική πλευρά προς το ανώτερο ανοιχτό κατάστρωμα και από την εσωτερική προς τα κάτω στις ειδικές αποθήκες των επιστημόνων. Η δεύτερη σκάλα που βρίσκεται ακριβώς δίπλα της προηγούμενης στο νομέα 29 οδηγεί στο

μηχανοστάσιο. Ένα ακόμη κλιμακοστάσιο, κοντά στην ειδική καμπίνα AMEA στο νομέα 49, προσφέρει πρόσβαση προς τα κάτω στο δωμάτιο ελέγχου των ηλεκτρογεννητριών, των διακομιστών και υπολογιστών και στο μηχανουργείο.

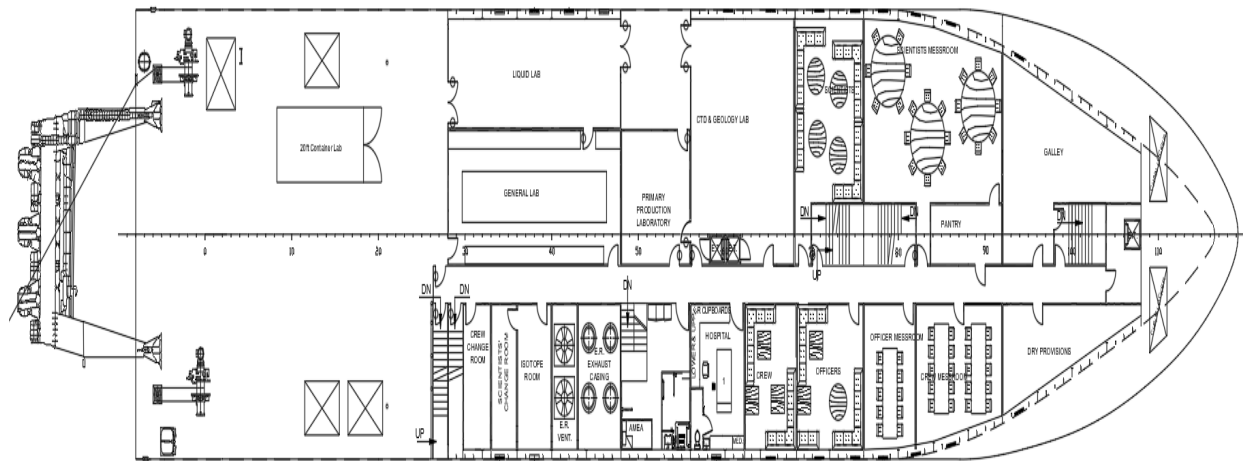


Εικόνα 22: Κάτοψη των εργαστηρίων και του ιατρείου στο Main Deck

Προς το πρωαίο τμήμα υπάρχουν οι ξεχωριστοί χώροι ψυχαγωγίας και σίτησης του πληρώματος, των επιστημόνων και των αξιωματικών, η κουζίνα και η αποθήκη ξηρών προμηθειών. Ακριβώς έξω από τα σαλόνια ψυχαγωγίας βρίσκονται οι κύριες σκάλες που οδηγούν στα ανώτερα καταστρώματα ενδιαιτήσεις των επιστημόνων και των αξιωματικών και στο κατώτερο κατάστρωμα με τις ενδιαιτήσεις του πληρώματος. Στο τέλος του διαδρόμου στο νομέα 106 βρίσκεται μια κατακόρυφη σκάλα. Όδηγεί στο κάτωθεν χώρο του bow thruster και στο άνωθεν κατάστρωμα των επιστημόνων. Η κατακόρυφη αυτή σκάλα λειτουργεί ως τρόπος διαφυγής των επιβατών προς το ανώτερο κατάστρωμα και τα ανοιχτά καταστρώματα του πλοίου σε περίπτωση ανάγκης, η οποία αποκλείει την πρόσβαση στο κεντρικό κλιμακοστάσιο.



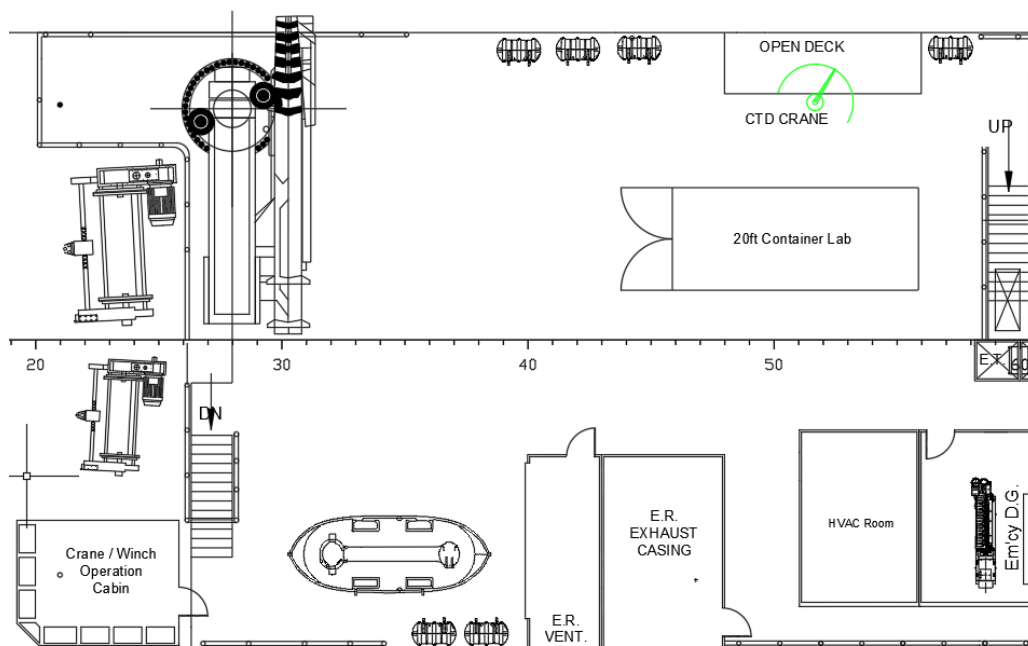
Εικόνα 23: Κάτοψη πρωραίου τμήματος Main Deck



Εικόνα 24: Κάτοψη του Κύριου Καταστρώματος

Το Ανώτερο Κατάστρωμα (Upper Deck) βρίσκεται στα 9.3 μέτρα από το βασικό επίπεδο και εκτείνεται από το νομέα 20 μέχρι το νομέα 124. Στο πρυμναίο τμήμα από το νομέα 20 έως το νομέα 58, αποτελείται από ανοιχτό κατάστρωμα μεγέθους 250 m<sup>2</sup>. Σε αυτό το ανοιχτό κατάστρωμα υπάρχει δυνατότητα έδρασης ενός κινητού εργαστηρίου-container και ενός βοηθητικού σκάφους 13.5 μέτρων. Για την εγκατάσταση του πλευρικού γερανού CTD της εταιρίας Allied Systems <sup>(15)</sup> στην πλευρική φρακτή κόπηκε τμήμα του καταστρώματος στην άκρη του πλοίου για να δημιουργηθεί ελεύθερος χώρος. Σκοπός του είναι η καθέλκυση και ανάκτηση επιστημονικών εξαρτημάτων από την θάλασσα. Παράδειγμα των εξαρτημάτων αποτελούν οι ροζέτες CTD, που είναι συσκευές που μετράνε φυσικές και χημικές ιδιότητες του

νερού. Ο συγκεκριμένος CTD γερανός έχει την ιδιότητα αυτοματοποιημένης λειτουργίας, γεγονός που διευκολύνει την λειτουργία του σε κακές καιρικές συνθήκες όπου το πλοίο μπορεί να αποκτά στιγμαία μεγάλες εγκάρσιες και διαμήκης κλίσεις. Η τοποθέτηση του επιλέχθηκε έτσι ώστε να συνεργάζεται άμεσα με το ανοιχτό κατάστρωμα που βρίσκεται από κάτω του και ανάμεσα από τα εργαστήρια ωκεανογραφίας. Με αυτό το τρόπο οι επιστήμονες μπορούν να έχουν εύκολη επαφή με τα εξαρτήματα και τα δείγματα που ανακτά. Μεταξύ του νομέα 20 και 26 στην δεξιά πλευρά του καταστρώματος βρίσκεται η καμπίνα ελέγχου των γερανών και των βαρούλκων και η καπνοδόχος του μηχανοστασίου. Συνεχίζοντας προς την υπερκατασκευή, από το νομέα 51 έως 62 συναντάται το δωμάτιο HVAC και της ηλεκτρογεννήτριας έκτακτης ανάγκης.

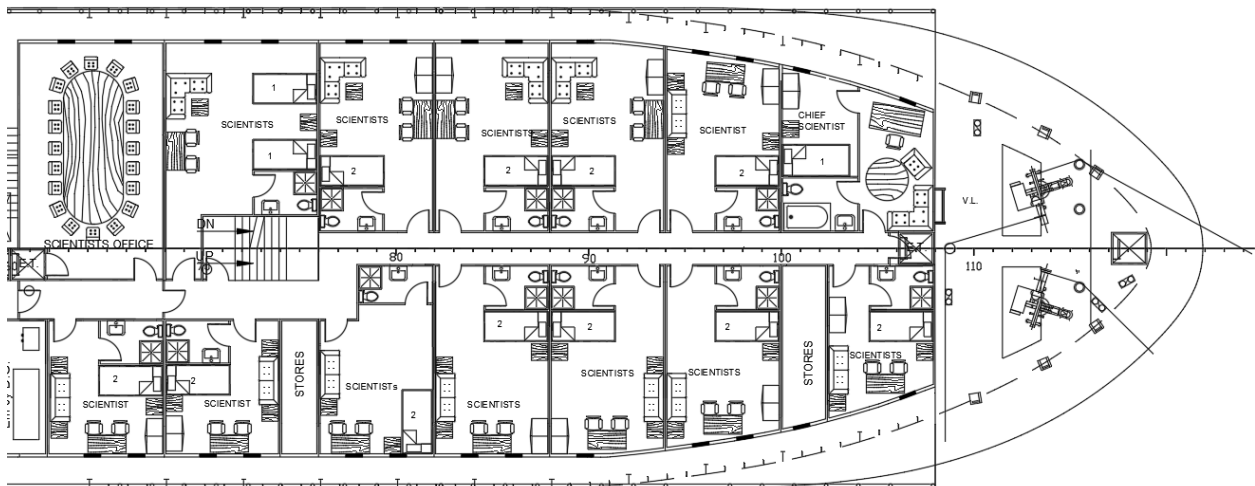


Εικόνα 25: Κάτοψη ανοιχτού καταστρώματος Upper Deck



Εικόνα 26: Ο CTD πλευρικός γερανός του R/V Armstrong εν ώρα λειτουργίας

Έπειτα ακολουθεί το δωμάτιο σύσκεψης των επιστημόνων και των αξιωματικών και 13 καμπίνες ενδιαίτησης των επιστημόνων. Οι δώδεκα από αυτές είναι αρκετά ευρύχωρες ώστε να είναι δίκλινες και η τελευταία είναι η master καμπίνα του επικεφαλής επιστήμονα. Στο κατάστρωμα υπάρχουν τρεις κατακόρυφες σκάλες εκτάκτου ανάγκης. Η πρώτη βρίσκεται στο νομέα 59 στο ανοιχτό κατάστρωμα. Η δεύτερη παρατηρείται στο νομέα 61 μέσα στο δωμάτιο σύσκεψης των επιστημόνων. Η τελευταία βρίσκεται στο νομέα 107, στο τέλος του διαδρόμου. Στο νομέα 72 υπάρχει το κεντρικό κλιμακοστάσιο που οδηγεί προς το άνω κατάστρωμα των αξιωματικών και προς τα κατώτερα καταστρώματα. Εξωτερικά της υπερκατασκευής, στις πλευρές του πλοίου, υπάρχει ανοιχτός διάδρομος που συνδέει τα ανοιχτά καταστρώματα πρύμα και πλώρα του πλοίου.

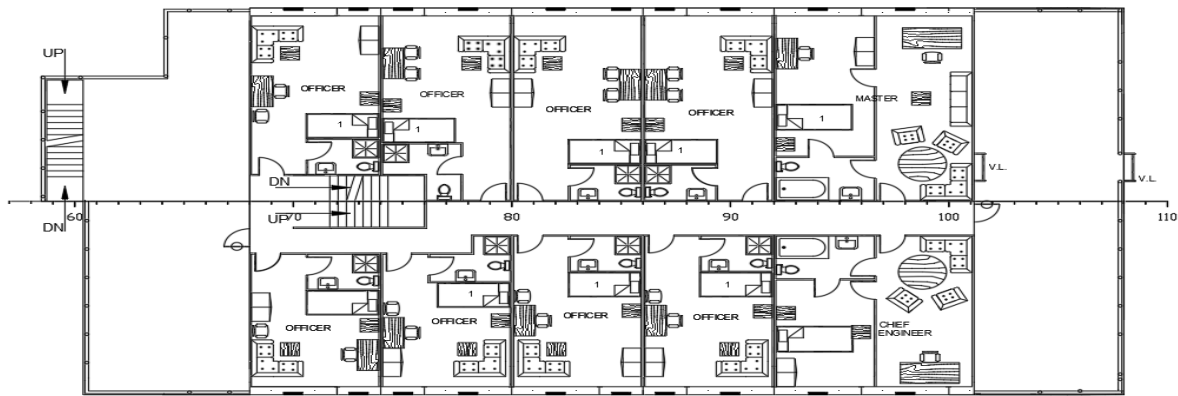


Εικόνα 27: Κάτοψη των ενδιαιτήσεων των επιστημόνων στο Upper Deck



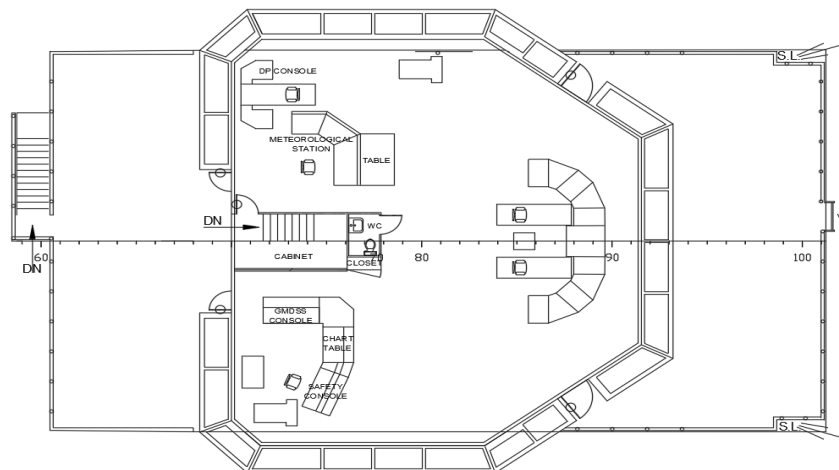


Επόμενο κατάστρωμα αποτελεί το A Deck, στο ύψος 12.1 μέτρων από το βασικό επίπεδο, το οποίο αρχίζει από το νομέα 60 και τελειώνει στο νομέα 108. Σε αυτό το κατάστρωμα βρίσκονται οι 8 μονόκλινες καμπίνες των αξιωματικών και οι 2 καμπίνες master του καπετάνιου και του πρώτου μηχανικού. Στο πρυμναίο ανοιχτό μέρος υπάρχει κλιμακοστάσιο στο νομέα 60 που οδηγεί προς το ανώτερο κατάστρωμα της γέφυρας του πλοίου και προς το κάτωθεν ανοιχτό κατάστρωμα. Στο νομέα 101 υπάρχει κατακόρυφη σκάλα που προσφέρει πρόσβαση στο πάνω κατάστρωμα της γέφυρας και στο νομέα 108 μια επιπλέον κατακόρυφη σκάλα που οδηγεί στο κατάστρωμα που εδράζονται οι μηχανισμοί πρόσδεσης



Εικόνα 30: Κάτοψη του A Deck

Τελευταίο, το κατάστρωμα Navigation Deck, στο ύψος 14.9 μέτρων από το βασικό επίπεδο, εκτείνεται από το νομέα 59 έως το νομέα 101. Στο κλειστό χώρο μεταξύ των νομέων 70 και 92 στεγάζονται όλα τα όργανα ναυσιπλοΐας. Μέσα σε αυτό το χώρο, στο νομέα 72 βρίσκεται το κύριο κλιμακοστάσιο που συνδέει την γέφυρα με τα κατώτερα καταστρώματα.



Εικόνα 31: Κάτοψη του Navigation Deck

## Κεφάλαιο 3 : ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ

### 3.1 Προετοιμασία αρχείου γάστρας

Πριν την εκτέλεση αναλυτικών υπολογισμών άθικτης ευστάθειας και ευστάθειας μετά από βλάβη του υπό-μελέτη πλοίου απαιτείται κατάλληλη προετοιμασία του αρχείου της γάστρας του πλοίου, το οποίο θα εισαχθεί σε παρακάτω βήμα στο υπολογιστικό λογισμικό HYDROSTATICS AND HYDRODYNAMICS της εταιρίας AVEVA.

Για τις γραμμές του πλοίου χρησιμοποιήθηκαν γραμμές παρόμοιου σκάφους οι οποίες λήφθηκαν από την βάση δεδομένων της Σχολής Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών ΕΜΠ. Οι γραμμές αυτές δέχτηκαν μερικές μορφοποιήσεις ώστε να εξυπηρετήσουν το ολικό μήκος και πλάτος του πλοίου MOBY.

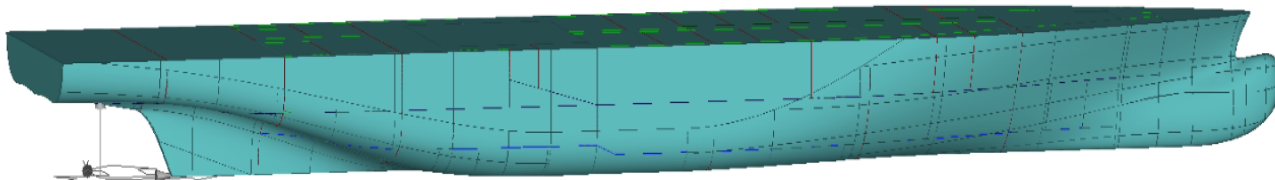
Στη συνέχεια, το αρχείο των γραμμών εισάχθηκε στο σχεδιαστικό πρόγραμμα RHINOCEROS 3D. Μέσω αυτού του λογισμικού δημιουργήθηκαν όλες οι επιφάνειες που συνιστούν την γάστρα του πλοίου και ενώθηκαν μεταξύ τους ώστε να ληφθεί η συνολική επιφάνεια της γάστρας.

Επόμενο βήμα αποτέλεσε η διαμερισματοποίηση των χώρων και των δεξαμενών. Έγινε εξαγωγή της γεωμετρίας της γάστρας από το αρχείο του Rhinoceros και ακολούθησε η εισαγωγή της στο πρόγραμμα SURFACE AND COMPARTMENT της εταιρίας AVEVA. Αρχικά ορίστηκαν οι κύριες διαστάσεις του πλοίου όπως ολικό μήκος, μήκος μεταξύ καθέτων, κοίλο, βύθισμα και πλάτος καθώς και το frame table. Μέσω του Internal Surface Editor δημιουργήθηκαν οι εγκάρσιες φρακτές, τα καταστρώματα, το διπύθμενο και διάφοροι εγκάρσιοι και διαμηκείς φρακτές που λειτουργούν ως τα όρια των διαμερισμάτων και των δεξαμενών. Χρησιμοποιώντας το Compartment Editor σχεδιάστηκαν όλα τα στεγανά διαμερίσματα και οι δεξαμενές του πλοίου που βρίσκονται κάτω από το Main Deck (6.5m above B.L). Επιπλέον ορίστηκαν οι τιμές της διαπερατότητας τους σύμφωνα με τον κανονισμό του SOLAS 2018 [3] Chapter II-1 Regulation 7-3. Σύμφωνα με την παράγραφο 1 του κανονισμού αυτού οι διαπερατότητες των χώρων και των δεξαμενών δίνεται από τον παρακάτω πίνακα :

Πίνακας 13: Τιμές διαπερατότητας SOLAS 2018

Spaces	Permeability
Stores	0.6
Accommodation	0.95
Machinery	0.85
Void	0.95
Liquids	0.95

Οι χώροι πάνω από το Main Deck δεν χρειάστηκαν καθώς δεν επηρεάζουν τους υπολογισμούς ευστάθειας, αφού βρίσκονται αρκετά πιο ψηλά από την βαθύτερη ίσαλο πλεύσης που είναι στα 4.7m.



Εικόνα 32: Η διαμερισματοποιημένη γάστρα του πλοίου MOBY, στο πρόγραμμα Surface and Compartment

Μετέπειτα, έγινε εισαγωγή του αρχείου της διαμερισματοποιημένης γεωμετρίας του υπό-μελέτη πλοίου στο υπολογιστικό πρόγραμμα Hydrostatics and Hydrodynamics. Ακολούθησαν οι εξής ενέργειες:

- Ορισμός περιεχομένων δεξαμενών στην καρτέλα Tank Plan και των τιμών των πυκνοτήτων τους. Ομαδοποιήθηκαν οι δεξαμενές στις κατηγορίες πετρελαίου καυσίμου (MDO tanks), λιπαντελαίου (LO tanks), φρέσκου νερού (FW tanks) και έρματος (WB tanks).
- Εισαγωγή συντεταγμένων ακραίων σημείων του ανοιχτού καταστρώματος και των σημείων που ορίζουν το προφίλ του πλοίου στη καρτέλα Other Data.
- Ορισμός βάρους άφορτου σκάφους στη καρτέλα Lightweight.
- Δημιουργία των απαιτούμενων καταστάσεων φόρτωσης επιδιώκοντας μικρές τιμές διαγωγής και όσο πιο κοντά στο μηδέν τιμή εγκάρσιας κλίσης.

Ακολουθούν οι τρεις καταστάσεις φόρτωσης του ερευνητικού πλοίου MOBY, διευκρινήσεις για αυτές και τα βασικά υδροστατικά χαρακτηριστικά τους.

**FULL LOAD DEPARTURE:** Σε αυτή τη κατάσταση οι δεξαμενές πετρελαίου καύσιμου και αποθήκευσης λιπαντέλαιου είναι γεμάτες κατά 98% και οι δεξαμενές του φρέσκου και πόσιμου νερού κατά 100%. Οι δεξαμενές κατακαθίσεως πετρελαίου, λιπαντελαίου και των ακάθαρτων ουσιών είναι πλήρες κατα 10%. Όσον αναφορά τις δεξαμενές έρματος, για την βέλτιστη διαγωγή και εγκάρσια κλίση οι δεξαμενές WB1A-C, WB2-P, WB2-S είναι φορτωμένες στο 100% και η δεξαμενή Heeling-S στο 40%. Επιπλέον έχουν φορτωθεί δύο εμπορευματοκιβώτια-εργαστήρια και δύο τηλεμεταχειριζόμενα οχήματα (ROV)

**FULL LOAD ARRIVAL:** Αντίθετα με την Full Load Departure, όλες οι δεξαμενές αποθήκευσης πετρελαίου, λιπαντελαίου και φρέσκου νερού φέρουν μόνο 10% του όγκου τους, ενώ οι δεξαμενές ακάθαρτων ουσιών και κατακαθίσεων φέρουν το 98%. Φορτώθηκαν κατά 100% επιπλέον οι δεξαμενές έρματος FPTK, WB1F-C και η Heeling-S κατά 60%. Τα εμπορευματοκιβώτια και τα ROV παραμένουν στο πλοίο.

**PARTIAL SUBDIVISION:** Αφορά κατάσταση φόρτωσης ενδιάμεσης των Full Load Departure και Full Load Arrival. Οι δεξαμενές αποθήκευσης φρέσκου νερού και λιπαντέλαιων, κατακαθίσεων και ακάθαρτων ουσιών είναι φορτωμένες στο 50%. Οι δεξαμενές αποθήκευσης πετρελαίου φέρουν διάφορες αναλογίες χωρητικότητας. Σχετικά με τις δεξαμενές έρματος φέρουν την ίδια ποσότητα έρματος με την Full Load Departure και τα εμπορευματοκιβώτια και τα ROV μένουν φορτωμένα.

Στο παρακάτω πίνακα διατίθενται τα κύρια στοιχεία και υδροστατικά μεγέθη των τριών καταστάσεων φόρτωσης

Πίνακας 14: Κύρια υδροστατικά στοιχεία των καταστάσεων φόρτωσης

Καταστάσεις φόρτωσης	Εκτόπισμα (t)	Deadweight (t)	Βύθισμα LCF (m)	Διαγωγή (m)	Εγκ. Κλίση (degrees)	LCG (m)	VCG (m)	GM (m)	LCF (m)
FLD	3199.6	974.6	4.77	0.056	0.02	32.62	4.92	2.57	28.31
FLA	2649.6	424.6	4.18	0.2	0.08	33.44	5.49	2.03	29.76
Partial Subdivision	2908.5	683.5	4.47	0.186	0.19	33.03	5.12	2.32	28.3

Αναλυτικά στοιχεία για τις φορτώσεις των δεξαμενών και επιπλέον λεπτομέρειες για τις καταστάσεις φόρτωσης παρουσιάζονται στο Παράρτημα Γ.

## 3.2 Άθικτη ευστάθεια

Ο έλεγχος της άθικτης ευστάθειας του ερευνητικού πλοίου θα γίνει εφαρμόζοντας το “CODE OF SAFETY FOR SPECIAL PURPOSE SHIPS 2008, Resolution MSC.266(84)”[4] καθώς τα ερευνητικά πλοία θεωρούνται ως πλοία ειδικού προορισμού. Σύμφωνα με το “CHAPTER-2: Stability and Subdivision” και την παράγραφο 2.1, η άθικτη ευστάθεια των πλοίων ειδικού προορισμού πρέπει να τηρεί τους κανονισμούς του Intact Stability Code.

Παρακάτω παρουσιάζονται τα κριτήρια άθικτης ευστάθειας του IMO Resolution A.749(18) [5] του Code of Intact Stability for all types of ships covered by IMO instruments.

### CHAPTER 3 – DESIGN CRITERIA APPLICABLE TO ALL SHIPS

#### 3.1 General intact stability criteria for all ships

##### 3.1.1 Scope

The following criteria are recommended for passenger and cargo ships.

##### 3.1.2 Recommended general criteria

**3.1.2.1** The area under the righting lever curve (GZ curve) should not be less than 0.055 metre-radian up to  $\theta = 30^\circ$  angle of heel and not less than 0.09 metre-radian up to  $\theta = 40^\circ$  or the angle of flooding  $\theta_f$  if this angle is less than  $40^\circ$ . Additionally, the area under the righting lever curve (GZ curve) between the angles of heel of  $30^\circ$  and  $40^\circ$  or between  $30^\circ$  and  $\theta_f$ , if this angle is less than  $40^\circ$ , should not be less than 0.03 metre-radian.

**3.1.2.2** The righting lever GZ should be at least 0.20 m at an angle of heel equal to or greater than  $30^\circ$ .

**3.1.2.3** The maximum righting arm should occur at an angle of heel preferably exceeding  $30^\circ$  but not less than  $25^\circ$ .

**3.1.2.4** The initial metacentric height  $GM_0$  should not be less than 0.15 m.

**3.1.2.5** In addition, for passenger ships, the angle of heel on account of crowding of passengers to one side as defined in paragraphs 3.5.2.6 to 3.5.2.9 should not exceed  $10^\circ$ .

**3.1.2.6** In addition, for passenger ships, the angle of heel on account of turning should not exceed  $10^\circ$  when calculated using the following formula:

$$M_R = 0.02 \frac{V_o^2}{L} \Delta \left( KG - \frac{d}{2} \right)$$

$M_R$  = heeling moment (m-t)

$V_o$  = service speed (m/s)

$L$  = length of ship at waterline (m)

$\Delta$  = displacement (t)

$d$  = mean draught (m)

$KG$  = height of centre of gravity above keel (m)

Εικόνα 33: Κριτήρια άθικτης ευστάθειας κανονισμού IMO

Επιπρόσθετα, επειδή το ερευνητικό πλοίο αντιμετωπίζεται από τους κανονισμούς ως επιβατηγό πλοίο, χρειάζεται έλεγχο των κριτηρίων καιρού τα οποία είναι τα εξής:

### 3.2 Severe wind and rolling criterion (weather criterion)

#### 3.2.1 Scope

This criterion supplements the stability criteria given in section 3.1. The more stringent criteria of section 3.1 given above and the weather criterion should govern the minimum requirements for passenger or cargo ships of 24 m in length and over.

#### 3.2.2 Recommended weather criterion

3.2.2.1 The ability of a ship to withstand the combined effects of beam wind and rolling should be demonstrated for each standard condition of loading, with reference to figure 3.2.2.1 as follows:

- .1 the ship is subjected to a steady wind pressure acting perpendicular to the ship's centreline which results in a steady wind heeling lever ( $l_{w_1}$ ).
- .2 from the resultant angle of equilibrium ( $\theta_0$ ), the ship is assumed to roll owing to wave action to an angle of roll ( $\theta_1$ ) to windward. Attention should be paid to the effect of steady wind so that excessive resultant angles of heel are avoided†;
- .3 the ship is then subjected to a gust wind pressure which results in a gust wind heeling lever ( $l_{w_2}$ );
- .4 under these circumstances, area  $b$  should be equal to or greater than area  $a$ ;
- .5 free surface effects (section 3.3) should be accounted for in the standard conditions of loading as set out in section 3.5.

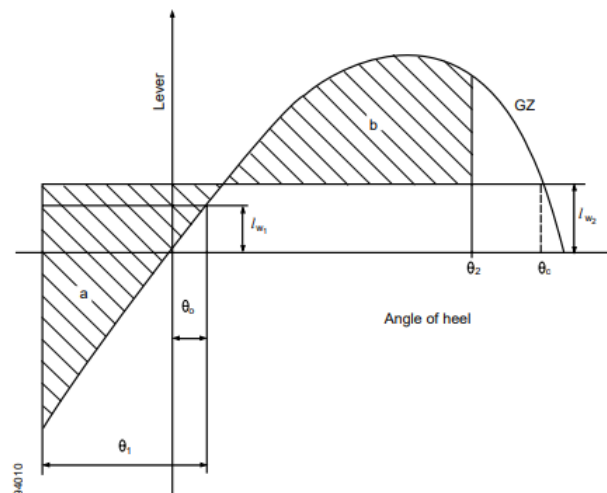


Figure 3.2.2.1 - Severe wind and rolling

Εικόνα 34: Κριτήρια καιρού κανονισμού IMO

Καθώς παρουσιάστηκαν οι κανονισμοί και τα κριτήρια που πρέπει να καλύπτει το υπό μελέτη πλοίο στη συνέχεια παρουσιάζονται οι υπολογισμοί της άθικτης ευστάθειας για τις τρεις καταστάσεις φόρτωσης που πραγματοποιήθηκαν μέσω του λογισμικού Hydrostatics and Hydrodynamics.

### 3.2.1 Κατάσταση Full Load Departure

Ακολουθεί πίνακας σύγκρισης των πραγματικών τιμών με αυτές που είναι απαιτούμενες από τα κριτήρια των κανονισμών στη κατάσταση φόρτωσης Full Load Departure.

Πίνακας 15: Υπολογισμός κριτηρίων άθικτης ευστάθειας FLD

#	Criterion	Actual	Critical
		Value	Value
1	Area under GZ curve up to 30 degrees > 0.055	0.337	0.055
2	Area under GZ curve from 30 to 40 deg. or downflood > 0.03	0.262	0.030
3	Area under GZ curve up to 40 deg. or downflood > 0.09	0.599	0.090
4	Initial GM to be at least 0.15 metres	2.57	0.150
5	GZ to be at least 0.20m at an angle > 30 degrees	1.288	0.200
6	Max GZ to be at an angle > 30 degrees	75.000	30.000
7	Angle of heel for passenger crowding < 10 degrees	3.406	10.000
8	Angle of heel for turning < 10 degrees	2.579	10.000
9	IMO Weather Criterion ( Maximum Initial Angle Of Heel )	1.295	16.000
10	IMO Weather Criterion ( Areas )	587.105	1.000

### 3.2.2. Κατάσταση Full Load Arrival

Ακολουθεί ο σχετικός πίνακας στη κατάσταση φόρτωσης Full Load Arrival.

Πίνακας 16: Υπολογισμός κριτηρίων άθικτης ευστάθειας FLA

#	Criterion	Actual	Critical
		Value	Value
1	Area under GZ curve up to 30 degrees > 0.055	0.276	0.055
2	Area under GZ curve from 30 to 40 deg. or downflood > 0.03	0.206	0.030
3	Area under GZ curve up to 40 deg. or downflood > 0.09	0.481	0.090
4	Initial GM to be at least 0.15 metres	2.031	0.150
5	GZ to be at least 0.20m at an angle > 30 degrees	1.039	0.200
6	Max GZ to be at an angle > 30 degrees	75.000	30.000
7	Angle of heel for passenger crowding < 10 degrees	5.196	10.000
8	Angle of heel for turning < 10 degrees	4.292	10.000
9	IMO Weather Criterion ( Maximum Initial Angle Of Heel )	2.184	16.000
10	IMO Weather Criterion ( Areas )	196.377	1.000



### 3.2.3 Κατάσταση Partial Subdivision

Ακολουθεί ο σχετικός πίνακας στη κατάσταση φόρτωσης Partial Subdivision.

Πίνακας 17: Υπολογισμός κριτηρίων άθικτης ευστάθειας Partial Subdivision

#	Criterion	Actual	Critical
		Value	Value
1	Area under GZ curve up to 30 degrees > 0.055	0.291	0.055
2	Area under GZ curve from 30 to 40 deg. or downflood > 0.03	0.223	0.030
3	Area under GZ curve up to 40 deg. or downflood > 0.09	0.513	0.090
4	Initial GM to be at least 0.15 metres	2.318	0.150
5	GZ to be at least 0.20m at an angle > 30 degrees	1.107	0.200
6	Max GZ to be at an angle > 30 degrees	75.000	30.000
7	Angle of heel for passenger crowding < 10 degrees	4.419	10.000
8	Angle of heel for turning < 10 degrees	3.650	10.000
9	IMO Weather Criterion ( Maximum Initial Angle Of Heel )	1.832	16.000
10	IMO Weather Criterion ( Areas )	287.458	1.000

Μελετώντας τους τρεις παραπάνω πίνακες συμπεραίνεται πως το ερευνητικό πλοίο MOBY καλύπτει επαρκώς όλα τα κριτήρια άθικτης ευστάθειας και το κριτήριο καιρού του κανονισμού Intact Stability Code του IMO [5].

### 3.3 Ευστάθεια μετά από βλάβη

#### 3.3.1 Απαιτήσεις κανονισμών

Η ευστάθεια βεβλαμένου πλοίου καθορίζεται με βάση τους κανονισμούς SOLAS 2018 [3], Chapter II-1, Part B. Η παράγραφος 2.6.2 ορίζει πως για πλοία ειδικού προορισμού χρησιμοποιούνται οι κανονισμοί του Resolution MSC.266(84) [6]. Σύμφωνα με αυτούς, για το ερευνητικό πλοίο για υπολογισμούς ευστάθειας εφαρμόζονται οι ανάλογοι κανονισμοί των επιβατηγών πλοίων.

Οι κανονισμοί βεβλαμένης ευστάθειας για επιβατηγά πλοία του SOLAS 2018 [3], ορίζουν πως για τους υπολογισμούς χρησιμοποιείται το πιθανοτικό μοντέλο (Probabilistic Damage Stability check). Το πιθανοτικό μοντέλο εκτιμά την πιθανότητα του πλοίου να μην ανατραπεί και βυθιστεί μετά από διαμηκές ρήγμα στη γάστρα του. Σε κάθε ρήγμα αναλογεί ένα σενάριο βλάβης και η πιθανότητα επιβίωσης του πλοίου. Το μοντέλο αθροίζει το σύνολο συνδυασμών των βλαβών και πιθανοτήτων και δίνει την τελική πιθανότητα επιβίωσης του πλοίου η οποία ονομάζεται “Επιτευκτός Δείκτης Υποδιαίρεσης” A (Attained Subdivision Index). Με βάση τους κανονισμούς SOLAS 2018, τα επιβατηγά πλοία πρέπει να πληρούν τον ελάχιστο “Απαιτούμενο Δείκτη Υποδιαίρεσης” R. Επομένως για να θεωρηθεί το υπό μελέτη πλοίο ασφαλές μετά από βλάβη πρέπει να ισχύει πως  $A \geq R$ .

Σύμφωνα με το Regulation 6 του SOLAS 2018 [3], Chapter II-1, ο απαιτούμενος δείκτης R για επιβατικά πλοία με λιγότερους από 400 επιβάτες είναι  $R=0.722$ .

Συνδυαστικά με την παράγραφο 2.2.2 του Chapter 2 του Resolution MSC.266(84) [6], σε επιβατηγό που φέρει λιγότερους από 60 επιβάτες εφαρμόζεται δείκτης 0.8R.

Επομένως ο τελικός απαιτούμενος δείκτης υποδιαίρεσης θα είναι  $R_{FINAL} = 0.8R = 0.8 \cdot 0.722 = 0.577$

Με βάση το Regulation 7 του SOLAS 2018 [3], Chapter II-1 απαιτείται ο υπολογισμός των επιτευκτών δεικτών  $A_s, A_L, A_p$  που αντιστοιχούν στα βύθισμα  $d_s, d_p, d_l$  τα οποία ορίζονται από τις παραγράφους 10,11,12 του Regulation 2 και αφορούν τις εξής τρεις καταστάσεις φόρτωσης:

1) Deepest Subdivision Draught ( $D_s$ ) που αφορά το βαθύτερο βύθισμα του πλοίου, στην κατάσταση Full Load Departure.

2) Light Subdivision Draught ( $D_L$ ) που αφορά στο βύθισμα το πλοίου με την μικρότερη φόρτωση, δηλαδή στην κατάσταση Full Load Arrival.

3) Partial Subdivision Draught ( $D_p$ ) όπου ισχύει  $D_p = D_L + 0.6 \cdot (D_s - D_L) = 4.52$  m και αντιστοιχεί στην κατάσταση Partial Subdivision.

Ο συνολικός δείκτης A δίνεται από τον τύπο  $A = 0.4A_s + 0.4A_p + 0.2A_L$

### 3.3.2 Υπολογισμοί βεβλαμμένης ευστάθειας

Οι υπολογισμοί ευστάθειας μετά από βλάβη του ερευνητικού πλοίου MOBY πραγματοποιήθηκαν μέσω του προγράμματος Hydrostatics and Hydrodynamics.

Στο υπολογιστικό πρόγραμμα αρχικά έπρεπε να εισαχθούν οι εξής πληροφορίες:

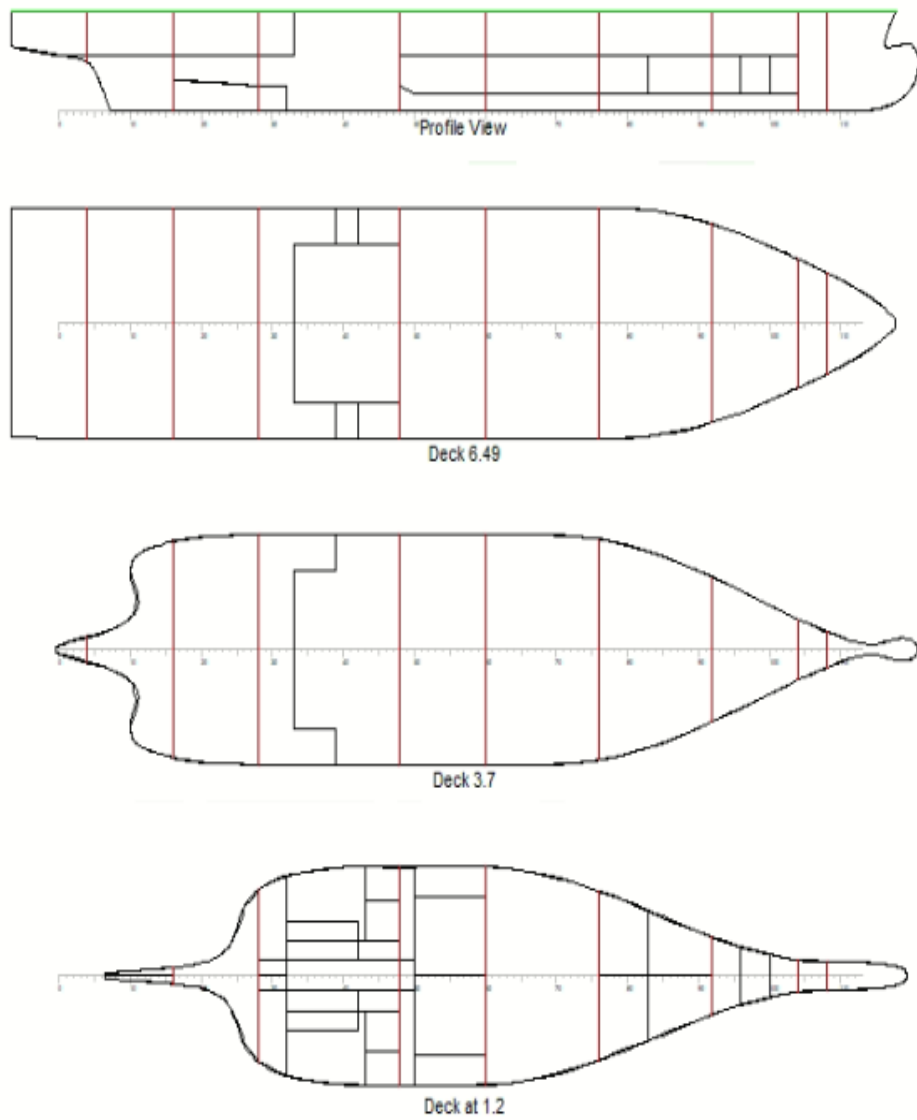
- Επιλογή των κανονισμών που θα χρησιμοποιήσει το πρόγραμμα για τους υπολογισμούς. Επιλέχθηκε η ρύθμιση SOLAS 2008.
- Αριθμός επιβατών που εξυπηρετούνται από σωσίβια λέμβο  $N=52$ .
- Subdivision Waterline  $L_s$ . Σύμφωνα με το Regulation 2 του SOLAS 2018 [3] ορίζεται ως το μεγαλύτερο προβλεπόμενο μήκος στο τμήμα του πλοίου ανάμεσα των στεγανών καταστρωμάτων που βρίσκεται το βαθύτερο βύθισμα υπηρεσίας. Μελετώντας το σχέδιο γενικής διάταξης του πλοίου αυτό το μεγαλύτερο μήκος εντοπίζεται στο ύψος του Main Deck και είναι ίσο με  $L_s = 74.7 \text{ m}$
- Η μετρούμενη από την κάθετο AP απόσταση της ισάλου  $L_s$  μέχρι το ακραίο πρυμναίο σημείο, η οποία μετρήθηκε ίση με  $4.8 \text{ m}$
- Οι τιμές του βαθύτερου και του χαμηλότερου βυθίσματος πλευσης  $D_s=4.77\text{m}$  και  $D_l=4.18\text{m}$  αντίστοιχα.
- Επιλογή των δεξαμενών και διαμερισμάτων που πρέπει να συμπεριληφθούν στους υπολογισμούς.
- Επιλογή των κύριων εγκάρσιων φρακτών που καθορίζουν την διαμερισματοποίηση του πλοίου ώστε να οριστούν οι ζώνες του πλοίου. Για τα επιβατηγά πλοία τα καταστρώματα παραλείπονται.
- Ενεργοποίηση της επιλογής Drop Out για τις δεξαμενές υγρών. Αυτή η επιλογή δηλώνει πως το περιεχόμενο της δεξαμενής διαρρέει έξω από αυτήν λόγω του ρήγματος και αντικαθίσταται από θαλασσινό νερό.
- Ορισμός των τιμών διαπερατότητας των δεξαμενών και των χώρων του πλοίου. Όπως προαναφέρθηκε οι τιμές αυτές δίνονται από τον Πίνακα 13.
- Εισαγωγή των τριών απαιτούμενων βυθισμάτων και κύριων μεγεθών τους. Οι τιμές αυτές παρουσιάζονται στη παρακάτω εικόνα. Η στήλη  $W_t$  αναφέρεται στο συντελεστή βαρύτητας που έχει η κάθε κατάσταση φόρτωσης στον υπολογισμό του συνολικού δείκτη A. Η στήλη  $VCG_{min}$  δίνει την χαμηλότερη τιμή του κέντρου βάρους που μπορεί να δώσει το πρόγραμμα στη κατάσταση φόρτωσης σε περίπτωση μη συμμόρφωσης με τις ελάχιστες απαιτήσεις.

Loading Conditions					
Name	Draft	Wt fact.	Trim	VCG	VCG min
Ds	4.770	0.400	0.051	4.905	0.000
DI	4.180	0.200	0.202	5.490	0.000
Dp	4.468	0.400	0.192	5.210	0.000

Εικόνα 35: Απαιτούμενα στοιχεία καταστάσεων φόρτωσης

-Στη ρύθμιση compartment standard επιλέχθηκε η τιμή 3. Αυτή η ρύθμιση ορίζει το μέγιστο αριθμό συνεχόμενων ζωνών του πλοίου, που χωρίζονται από τις κύριες φρακτές που μπορούν να κατακλυσθούν ταυτόχρονα. Δεν επιλέχθηκε αριθμός μεγαλύτερος των 3 ζωνών καθώς όπως θα παρατηρηθεί και στα αποτελέσματα παρακάτω η πιθανότητα επιβίωσης του πλοίου μετά από τόσο μεγάλη κατάκλιση είναι μηδενική για κάθε σενάριο ρήγματος.

Στη παρακάτω εικόνα παρουσιάζονται οι ζώνες του πλοίου. Με τις κόκκινες γραμμές αναπαριστώνται οι κύριες εγκάρσιες φρακτές, με την πράσινη γραμμή το Main Deck του πλοίου και με μαύρες γραμμές η γάστρα και τα όρια των δεξαμενών.



Εικόνα 36: Οι ζώνες υποδιαίρεσης του πλοίου MOBY

Τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα των υπολογισμών ευστάθειας για την περίπτωση κατάκλισης μέχρι 3 ζωνών αποτελούν τα εξής:

Πίνακας 18: Αποτελέσματα δείκτη A στις 3 καταστάσεις φόρτωσης

ID	Loadline	Draft (m)	VCG (m)	Weight Factor (wt)	Attained Index (A)	A * wt	Required Index	OK?
C1	Ds	4.77	4.92	0.4000	0.7324	0.2930	0.577	YES
C2	DI	4.18	5.49	0.2000	0.8614	0.1723	0.577	YES
C3	Dp	4.47	5.12	0.4000	0.8042	0.3217	0.577	YES
	<b>Total</b>					<b>0.7869</b>	<b>0.577</b>	<b>YES</b>

Από το πίνακα παρατηρείται πως το ερευνητικό πλοίο MOBY πληροί τον Απαιτούμενο Δείκτη Υποδιαίρεσης R των κανονισμών καθώς ισχύει  $A=0.7869 > R=0.577$

### 3.4 Κανονισμός SOLAS 2018 [3], CH.II-1, Part B-1 REGULATION 8

Σύμφωνα με τον κανονισμό SOLAS 2018 [3], CH.II-1, Part B-1 REGULATION 8 στα επιβατικά πλοία που μεταφέρουν παραπάνω από 36 επιβάτες η πιθανότητα  $s_i$  για πλευρικές ζημιές δεν θα πρέπει να είναι μικρότερη της τιμής 0.9 για τον υπολογισμό του επιτευκτού δείκτη υποδιαίρεσης. Επομένως όσες περιπτώσεις ζημίας παρουσιάζουν τιμή  $s_i$  μικρότερη από 0.9 δεν λήφθηκαν υπόψιν στον υπολογισμό του δείκτη A.

### 3.5 Κανονισμός SOLAS 2018 [3], CH.II-1, Part B-1 REGULATION 9

Σύμφωνα με τον κανονισμό SOLAS 2018 [3], CH.II-1, Part B-1 REGULATION 9 για επιβατηγά πλοία η πιθανότητα  $s_i$  για βλάβη στη περιοχή του διπυθμένου δεν πρέπει να είναι μικρότερη της τιμής 1. Ο κανονισμός αυτός όμως εφαρμόζεται μόνο στα πλοία τα οποία δεν φέρουν συνεχές διπύθμενο η διπύθμενο με ύψος μικρότερου του B/20. Καθώς το ερευνητικό πλοίο MOBY πληροί τις παραπάνω προϋποθέσεις δεν χρειάστηκε ο έλεγχος του.

### 3.6 Κανονισμός SOLAS 2018 [3], CH.II-1, Part B-1 REGULATION 12

Ιδιαίτερη βαρύτητα χρειάστηκε στη θέση της φρακτής σύγκρουσης, η οποία πρέπει να τηρεί τον ειδικό κανονισμό της SOLAS 2018 [3], Chapter II-1, Part B-1 REGULATION 12. Σύμφωνα με τον κανονισμό αυτό η φρακτή σύγκρουσης πρέπει να εκτείνεται σε ύψος μέχρι το κατάστρωμα στεγανών φρακτών. Η θέση της καθορίζεται ως εξής:

Μετρώντας από την πρωραία κάθετο, η απόσταση δεν πρέπει να είναι μικρότερη από όποια τιμή είναι μικρότερη μεταξύ των  $0.05L=3.5m$  ή  $10m$ . Επίσης αυτή η απόσταση απαιτείται να είναι όχι μεγαλύτερη από τη μεγαλύτερη μεταξύ των τιμών  $0.08L=5.6m$  ή  $0.05L+3m=6.5m$  (Παράγραφος 1 Κανονισμού 12)

Καθώς το υπό σχεδίαση πλοίο διαθέτει βολβοειδή πλώρη, εφαρμόζεται η παράγραφος 3 του κανονισμού 12, σύμφωνα με τον οποίο η απόσταση που υπολογίζεται στη παράγραφο 1 θα μετρηθεί από ένα από τα εξής σημεία:

- 1) Το μέσο της απόστασης της πρωραίας κάθετου και του άκρου το βολβού, το οποίο ισούται με  $1.41m$
- 2) Με απόσταση  $0.015L=1.05m$  πρῶταθεν της πρωραίας κάθετου
- 3) Με απόσταση  $3m$  πρῶταθεν της πρωραίας κάθετου

Η επιλογή του σημείου μέτρησης της απόστασης γίνεται η μικρότερη μεταξύ των παραπάνω τιμών, δηλαδή το σημείο  $1.05m$  μπροστά της πρωραίας κάθετου

Για να τηρείται ο παραπάνω κανονισμός του SOLAS 2018, η φρακτή σύγκρουσης τοποθετήθηκε στο νομέα 108, απέχοντας  $5.21m$  ( $3.5m < 5.21m < 5.6m$  , παράγραφος 1) από το σημείο υπολογισμών που ορίστηκε από την παράγραφο 2.

## Κεφάλαιο 4 : ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΩΣΗ

### 4.1 Υπολογισμός αντίστασης

Στο κεφάλαιο αυτό θα πραγματοποιηθεί ο υπολογισμός της αντίστασης του ερευνητικού πλοίου MOBY. Η αντίσταση θα πραγματοποιηθεί με τη χρήση του προγράμματος SHIPFLOW της εταιρίας FLOWTECH. Το πρόγραμμα SHIPFLOW είναι ένα λογισμικό το οποίο αφού διαβάσει τη γεωμετρία του πλοίου και του δοθεί η ταχύτητα κίνησης, προσομοιώνει την κίνηση του πλοίου σε πολυάριθμες καταστάσεις κυματισμού θάλασσας και υπολογίζει τους συντελεστές αντίστασης και τις τιμές αντιστάσης που παρουσιάζει το πλοίο.

Αρχικά, χρειάστηκε η εισαγωγή της γεωμετρίας της γάστρας του πλοίου σε μορφή αρχείου IGES, του βυθίσματος στη κατάσταση FLD T=4.77m και του μήκους μεταξύ καθέτων  $L_{BP} = 70$  m στο πρόγραμμα. Έπειτα, όπως και στο πρόγραμμα Rhino, επιλέχθηκαν όλες οι επιμέρους επιφάνειες της γάστρας και ενώθηκαν ώστε να δημιουργηθεί η ενιαία επιφάνεια της γάστρας. Το εύρος ταχυτήτων για το οποίο υπολογίστηκαν τα μεγέθη της αντίστασης του υπό μελέτη πλοίου είναι το εξής:

$V_s = 10, 10.5, 11, 11.5, 12, 12.5, 13, 13.5, 14, 14.5, 15, 15.25, 15.5, 15.75, 16$  knots

Στο παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα αντίστασης από το πρόγραμμα SHIPFLOW

Πίνακας 19: Αποτελέσματα αντίστασης SHIPFLOW

Ταχύτητα (knots)	Συνολική Αντίσταση $R_T$ (kN)
10	64.889
10.5	71.24
11	78.143
11.5	86.987
12	95.889
12.5	103.496
13	112.083
13.5	122.21
14	135.76
14.5	151.1
15	167.07
15.25	175.69
15.5	181.688
15.75	189.795
16	195.173



16.25	196.38
16.5	198.866

Στο πρόγραμμα SHIPFLOW, η αντίσταση του πλοίου υπολογίζεται σε ιδανικές συνθήκες θάλασσας. Γι' αυτό το λόγο θα εφαρμοστεί μια αύξηση 5% στις παραπάνω τιμές της ολικής αντίστασης  $R_T$ .

Πίνακας 20: Τιμές ολικής αντίστασης  $R_T$  αυξημένες κατά 5%

Ταχύτητα $V_s$ (knots)	Συνολική Αντίσταση $R_T$ (kN)
10	68.13345
10.5	74.802
11	82.05015
11.5	91.33635
12	100.68345
12.5	108.6708
13	117.68715
13.5	128.3205
14	142.548
14.5	158.655
15	175.4235
15.25	184.4745
15.5	190.7724
15.75	199.28475
16	204.93165
16.25	206.199
16.5	208.8093

Η ισχύς ρυμούλκησης EHP υπολογίζεται σε ίππους (PS) σύμφωνα με τον παρακάτω τύπο:

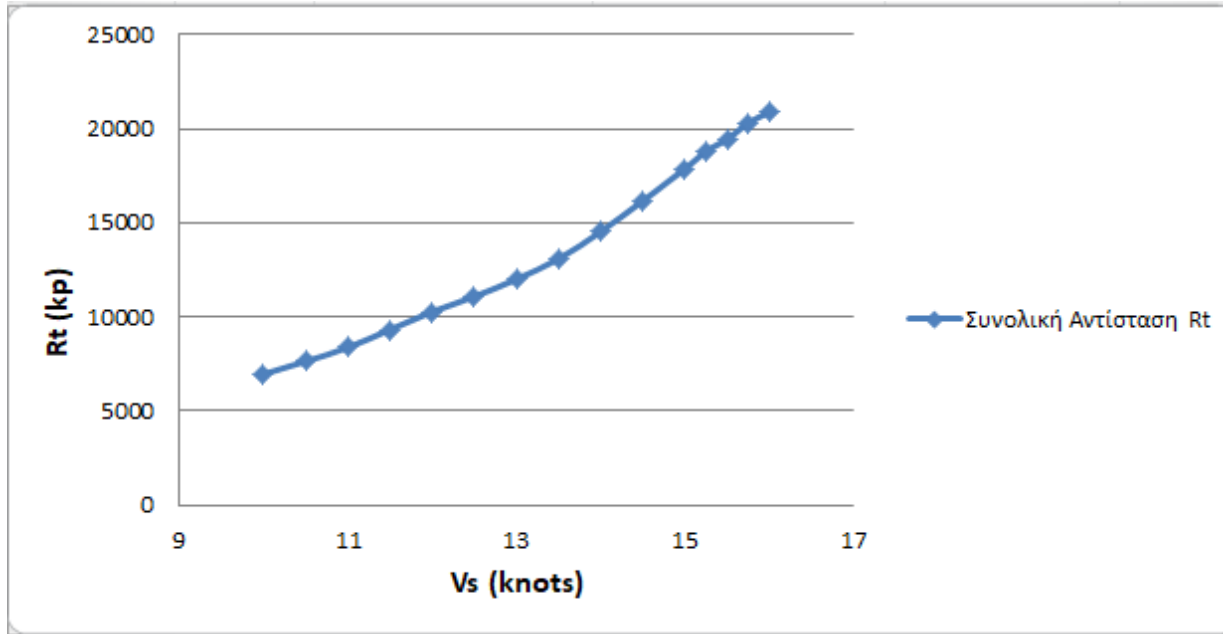
$$EHP = \frac{R_T * V_s}{75}, \text{ όπου } R_T \text{ σε kN και } V_s \text{ σε knots}$$

Ο ακόλουθος πίνακας περιέχει τα αποτελέσματα της ισχύος ρυμούλκησης EHP του ερευνητικού πλοίου MOBY.

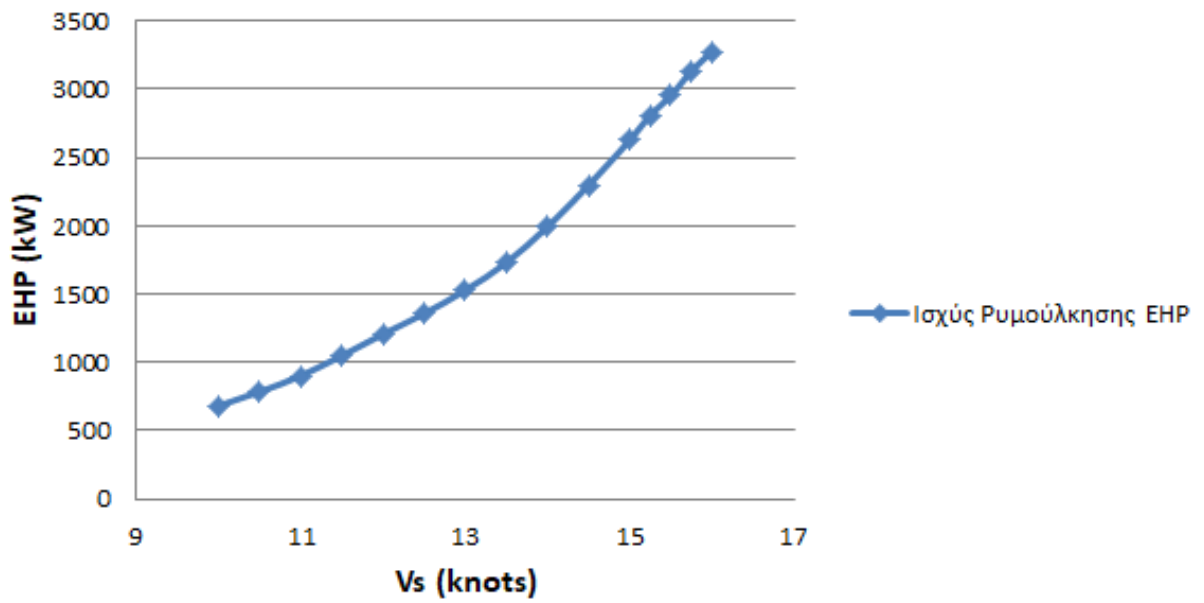
Πίνακας 21: Συνολική αντίσταση και ισχύς ρυμούλκησης

Ταχύτητα $V_s$ (knots)	Συνολική Αντίσταση $R_T$ (kp)	Ισχύς Ρυμούλκησης EHP (PS)	Ισχύς Ρυμούλκησης EHP (kW)
10	68.133	926.342	680.861
10.5	74.802	1067.858	784.875
11	82.05	1227.109	901.925
11.5	91.336	1428.080	1049.639
12	100.683	1642.670	1207.362
12.5	108.67	1846.860	1357.442
13	117.687	2080.096	1528.871
13.5	128.32	2355.271	1731.124
14	142.548	2713.315	1994.287
14.5	158.655	3127.756	2298.9
15	175.423	3577.586	2629.526
15.25	184.474	3824.875	2811.283
15.5	190.772	4020.299	2954.92
15.75	199.284	4267.423	3136.556
16	204.931	4458	3276.63

Στις παρακάτω εικόνες παρουσιάζονται τα διαγράμματα της συνολικής αντίστασης  $R_T$  και της ισχύς ρυμούλκησης EHP σε συνάρτηση της ταχύτητας του πλοίου.



Εικόνα 37: Διάγραμμα Συνολικής Αντίστασης  $R_T$ - $V_s$



Εικόνα 38: Διάγραμμα Ισχύος Ρυμούλκησης EHP- $V_s$

## 4.2 Επιλογή προωστήριου συστήματος

Μεταξύ των διαθέσιμων ειδών πρόωσης και μελετώντας και την πρόωση των ερευνητικών πλοίων που παρουσιάστηκαν στο Κεφάλαιο 1, για το ωκεανογραφικό πλοίο MOBY επιλέχθηκε σύστημα ηλεκτροπρόωσης με δύο electric podded Azimuth Thrusters στη πρύμνη (stern thrusters) και με ένα Transverse Thruster στη πλώρη (bow thruster). Αυτός ο τύπος αζιμουθιακού προωθητήρα έχει ενσωματωμένο ηλεκτρικό κινητήρα που του παρέχει την ζητούμενη ισχύ. Οι κύριοι λόγοι που επιλέχθηκε αυτός ο τύπος πρόωσης είναι οι εξής:

- Οι δύο προωθητήρες στη πρύμνη έχουν την δυνατότητα πλήρους περιστροφής 360°. Ως αποτέλεσμα αυξάνονται οι δυνατότητες ελιγμών του πλοίου προς όλες τις κατευθύνσεις και καλύπτεται ο ρόλος του πηδαλιού.
- Εξοικονόμηση χώρου μεταξύ των νομέων 0 και 28 (δηλαδή από την πρωραία κάθετο μέχρι το μηχανοστάσιο). Η έλλειψη της απαίτησης άξονα και μειωτήρων στροφών μεταξύ των ελίκων και των κύριων μηχανών βοηθά σε σημαντικό βαθμό την καλύτερη εκμετάλλευση αυτού του χώρου, ειδικά σε ερευνητικά πλοία όπου οι χώροι είναι περιορισμένοι.
- Ευελιξία στην επιλογή των προωθητήρων και των ηλεκτρογεννητριών. Η απουσία ανάγκης κινητήρα υπεύθυνου για την παροχή ισχύος στους προωθητήρες μειώνει τους περιορισμούς στις διαθέσιμες επιλογές. Το μόνο κριτήριο που παραμένει είναι η ισχύς των γεννητριών να καλύπτει τις απαιτήσεις ισχύος για την λειτουργία των προωθητήρων.
- Δεν χρειάζεται μελέτη της συνεργασίας κινητήρα και έλικα, αφού αυτό έχει ήδη ερευνηθεί σε βάθος από την κατασκευάστρια εταιρία.

Η μέση υπηρεσιακή ταχύτητα που έχει επιλεγεί για το υπό εξέταση πλοίο είναι  $V_s = 13$  knots. Λαμβάνοντας υπόψιν την κατάσταση ρυπασμένης γάστρας, εφαρμόζεται αύξηση 20% της αντίστασης και της ισχύς ρυμούλκησης. Επομένως η ζητούμενη ισχύς ρυμούλκησης που θα απαιτεί το πλοίο στην ταχύτητα υπηρεσίας του είναι:

Πίνακας 22: Ισχύς ρυμούλκησης για ρυπασμένη γάστρα στη ταχύτητα υπηρεσίας

Ταχύτητα $V_s$ (knots)	Καθαρή γάστρα EHP (kW)	Ρυπασμένη γάστρα EHP (kW)
13	1528.871	1834.64

Η ζητούμενη ισχύς ρυμούλκησης θα παρέχεται από τους 2 αζιμουθιακούς προωθητήρες. Ο κάθε προωθητήρας χρειάζεται να παρέχει ισχύ  $P_{POD} = \frac{1834.64}{2} = 917.32 \text{ kW}$ .

Μετά απο μελέτη αγοράς στους καταλόγους εταιριών για Azimuth Thrusters με ενσωματωμένο ηλεκτροκινητήρα, έγινε επιλογή του Rim Drive Azimuth Thruster 1900 της εταιρίας KONGSBERG <sup>(16)</sup> για προωθητήρες πρύμνης. Αποτελεί ένα προηγμένης τεχνολογίας προωθητήρα με ελάχιστες απώλειες ενέργειας και παραγωγή χαμηλών περιβαλλοντικών ρύπων. Στη παρακάτω εικόνα παρουσιάζονται τα κύρια χαρακτηριστικά του.



	RD-AZ-1900
Power (kW)	500 - 1100
Thruster (kN)	191kN at 0knot
RPM	252
Propeller diameter (mm)	1900
Propeller type	Monobloc/FP
Direction of rotation	CW/CCW
Drive	AFE or 12-pulse drive

Εικόνα 39: Ο RD-AZ-1900 και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του

Όσον αφορά το Transverse Thruster, η τιμή ισχύος των Stern Thrusters των ερευνητικών πλοίων Armstrong, Thalassa, Sarmiento De Gamboa είναι 620 kW, 264 kW, 350 kW αντίστοιχα. Επομένως επιλέχθηκε, με βάση αυτό το εύρος τιμών ισχύος, για πρωαίο προωθητήρα ο Transverse Thruster 1450 της εταιρίας MAN Energy Solutions [8] με μέγιστη ισχύ 550 kW.

Standard thruster range									
Thruster type	Propeller diameter [mm]	Max input power [kW]	Input speed 50 Hz [r/min]	Input speed 60 Hz [r/min]	Propeller speed 50 Hz [r/min]	Propeller speed 60 Hz [r/min]	Side force* 50 Hz [kN]	Side force* 60 Hz [kN]	Hub type
TT1200	1,200	350	1,440	1,740	411	497	50.6	50.2	VBS360
TT1300	1,300	425	1,440	1,740	384	464	59.7	60.0	VBS360
TT1450	1,450	550	1,440	1,740	347	419	77.6	77.1	VBS360
TT1650	1,650	750	1,440	1,740	210	274	104.0	102.4	VBS440
TT1900	1,900	1,000	960	1,150	274	329	138.4	137.4	VBS440

Εικόνα 40: Τεχνικά χαρακτηριστικά του TT1450, MAN-ES

### 4.3 Επιλογή ηλεκτρογεννητριών

Για να γίνει επιλογή των γεννητριών Diesel πρέπει να υπολογίσουμε τις ενεργειακές ανάγκες για πρόωση και για γενική λειτουργία του πλοίου.

Για την πρόωση του πλοίου έχει ήδη υπολογιστεί πως απαιτείται ισχύς ρυμούλκησης  $EHP = 1834.64$  kW. Για την παραγωγή αυτής της τιμής της ισχύος ρυμούλκησης απαιτείται απόδοση ισχύος (Shaft Horse Power) στην ελίκια ίση με  $SHP = \frac{EHP}{P.C}$ , όπου  $P.C = 0.5-0.7$ , βαθμός απόδοσης πρόωσης.

Ο βαθμός απόδοσης πρόωσης εξαρτάται από τη μορφή της γάστρας και της έλικας. Σε αυτό το στάδιο της μελέτης θα θεωρηθεί πως  $P.C = 0.63$  η οποία είναι μια συνήθης τιμή για ένα καλομελετημένο και σχεδιασμένο πλοίο.

$$SHP = \frac{1834.64}{0.63} = 2912.13 \text{ kW}$$

Στο σύστημα πρόωσης και παραγωγής ενέργειας που έχει επιλεγεί υπάρχουν επιπλέον απώλειες από τα κύρια στοιχεία του συστήματος, δηλαδή από τις ηλεκτρογεννήτριες, τους πίνακες διανομής, τους μετασχηματιστές και τους ηλεκτροκινητήρες. Λαμβάνοντας υπόψιν όλες αυτές τις απώλειες θεωρείται συνολικός βαθμός απόδοσης του συστήματος ηλεκτροπρόωσης ίσος με  $\eta = 0.9$ , η οποία αποτελεί μια τυπική τιμή γι'αυτά τα συστήματα. Επομένως η συνολική ενέργεια που πρέπει να παράγεται για την πρόωση του πλοίου στην επιθυμητή ταχύτητα υπηρεσίας θα είναι :

$$P_{\text{πρόωσης}} = \frac{SHP}{\eta} = 3235.7 \text{ kW}$$

Η ισχύς όλων των καταναλωτών του πλοίου εκτός του συστήματος πρόωσης στη κατάσταση κανονικής πορείας θα θεωρηθεί ίση με την ισχύ που έχει υπολογιστεί στην Διπλωματική Εργασία του Ε.Χονδροδήμου [9] όπου έχει γίνει ο ηλεκτρικός ισολογισμός του ερευνητικού πλοίου της Διπλωματικής Εργασίας της Τ.Καψάλη [1].

$$-P_{\text{electrical}} = 788.11 \text{ kW}$$

Επιπλέον σε αυτόν τον ηλεκτρικό ισολογισμό έχει υπολογιστεί και η ενέργεια που χρειάζεται το πλοίο σε κατάσταση εν όρμω (rest in port).

$$-P_{\text{port}} = 252.82 \text{ kW}$$

Συνεπώς μπορεί να υπολογιστεί η συνολική ενέργεια που πρέπει να παράγουν οι ηλεκτρογεννήτριες του πλοίου.

$$P_{\text{TOTAL}} = P_{\text{electrical}} + P_{\text{πρόωσης}} = 788.11 + 3235.7 = 4023.81 \text{ kW}$$

Ανατρέχοντας στους καταλόγους εταιριών για ηλεκτρογεννήτριες DIESEL , επιλέχθηκαν **3 x MAN-12V175D-MEM Genset** της εταιρίας MAN Energy Solutions <sup>(17)</sup>. Στις παρακάτω εικόνες φαίνονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά του μοντέλου και οι διαστάσεις του.

Output MAN 12V175D				
Engine model	MAN 12V175D-MEM			
Rating definitions	Diesel-electric - Medium duty			
MCR (kW)	1,440	1,620	1,800	1,920
Rated electrical output (kWe)*	1,382	1,555	1,728	1,843
Speed (rpm)	1,500	1,500	1,800	1,800
Average load (%)	75.0	50.0	75.0	50.0
Frequency (Hz)	50	50	60	60
SFOC at 100% MCR, Tier II (g/kWh)	184.0	183.0	190.0	189.0
SFOC at 100% MCR, Tier III (g/kWh)	185.0	184.0	191.0	190.0

Εικόνα 41: Τεχνικά χαρακτηριστικά MAN-12V175D-MEM

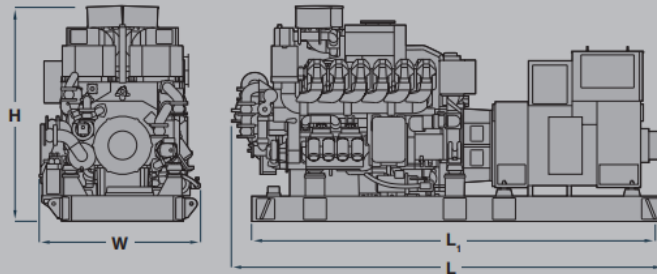
# MAN 175D

## GenSet

### Dimensions

Cyl. No.		12V	16V	20V
L	mm	5,140	5,780	6,330
L <sub>1</sub>	mm	4,900	5,500	6,000
H	mm	2,555	2,575	2,555
W	mm	1,880	1,880	1,980
Dry mass	t	18.9	22.6	26.7

Weight and dimensions are subject to confirmation and have to be adjusted acc. to the various configuration possibilities. Please request installation drawing for planning purposes.



Εικόνα 42: Διαστάσεις του MAN-12V175D-MEM

Η συνολική ηλεκτρική ισχύς που παράγουν αυτές οι 3 ηλεκτρογεννήτριες στο MCR θα είναι:

$$P_{MCR} = 3 \times 1555 = 4665 \text{ kWe.}$$

Επομένως καλύπτονται πλήρως οι ενεργειακές ανάγκες του ερευνητικού πλοίου MOBY σε κατάσταση κανονικής πορείας.

Για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών εν όρμω (rest in port) θα επιλεγθεί και θα λειτουργεί η ηλεκτρογεννήτρια **YANMAR 6EY18LW**.

Engine Model	6EY18LW		
No. of Cylinder	6		
Cylinder Bore×Stroke [mm]	180×280		
Rated Output [kW(PS)]	400 (544)	450 (612)	500 (680)
Genetator Capacity [kWe]	360	400	440
Rated Engine Speed [min <sup>-1</sup> ]	720/750		
Dry Weight (Engine) [kg]	6600		
Dry Weight (Gen Set) [kg]	11200		

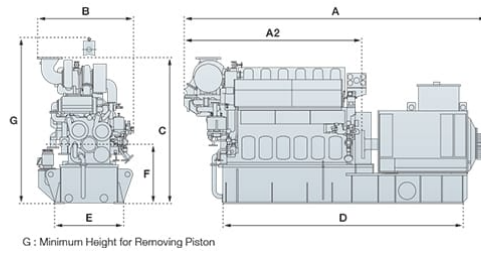
Εικόνα 43: Τεχνικά χαρακτηριστικά YANMAR 6EY18LW



Dimensions [mm]

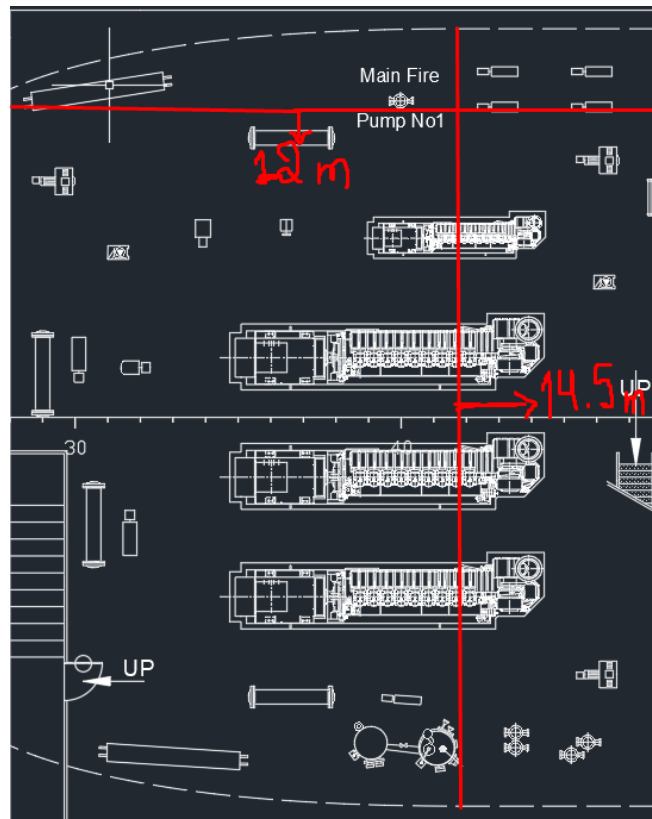
Engine Model		A	A2	B	C	D	E	F	G
6EY18LW	400~615kW	4441	2751	1493	2255	3620	1070	915	2564
6EY18ALW	455~615kW	4391	2751	1489	2255	3620	1070	915	2564
	660~800kW	4680	2751	1489	2255	3720	1070	915	2564

6EY18LW/6EY18ALW



Εικόνα 44: Διαστάσεις YANMAR 6EY18LW

Ακολουθεί έλεγχος του διαθέσιμου χώρου του μηχανοστασίου που διατίθεται για την έδραση των 4 παραπάνω ηλεκτρογεννητριών. Οι διαστάσεις του μηχανοστασίου μετρήθηκαν από το σχέδιο της Γενικής Διάταξης.



Εικόνα 45: Διαθέσιμος χώρος μηχανοστασίου

Όσον αφορά το διαθέσιμο μήκος του μηχανοστασίου υπεραρκεί για τις ηλεκτρογεννήτριες και για τα άλλα μηχανήματα που χρειάζονται καθώς οι γεννήτριες έχουν μήκη 5.14 m και 4.44m. Για το πλάτος οι γεννήτριες χρειάζονται διαθέσιμο πλάτος  $b = 3 \times 1.8 + 1.49 = 6.89$  m. Απομένουν επομένως  $14.5 - 6.89 = 7.61$  m ελεύθερα για τη σωστή παράλληλη διάταξη των γεννητριών και για τα υπόλοιπα μηχανήματα και τις αντλίες τα οποία είναι αρκετά.

Η επιλογή 3 ηλεκτρογεννητριών βασίζεται στο γεγονός πως αυξάνεται η αξιοπιστία του συστήματος παραγωγής ενέργειας, καθώς το πλοίο θα μπορεί να πλέει και να καλύπτονται οι ενεργειακές ανάγκες του με τη λειτουργία των δύο από τις τρεις ηλεκτρογεννήτριες σε περίπτωση που μια από αυτές έχει βλάβη και είναι εκτός λειτουργίας. Η ταχύτητα του πλοίου σε αυτή τη κατάσταση θα είναι μεν μικρότερη από αυτή της επιλεγμένης ταχύτητας των 13 knots.

Τέλος, πρέπει να επιλεγθεί η γεννήτρια έκτακτης ανάγκης, η οποία σύμφωνα με τους κανονισμούς SOLAS [3] πρέπει να τοποθετηθεί σε κατάστρωμα πάνω από το κύριο κατάστρωμα. Σύμφωνα με τον ηλεκτρικό ισολογισμό της Διπλωματικής Εργασίας Ε.Χονδροδήμου [9] στη κατάσταση έκτακτης ανάγκης απαιτείται ισχύς :

$$-P_{\text{emergency}} = 145.12 \text{ kW}$$

Επιλέχθηκε η **YC6M300C, 200 kW** της εταιρίας ZCGenset <sup>(18)</sup>.

#### 4.4 Υπολογισμός αυτοδυναμίας πλοίου

Έχοντας υπολογίσει τις ενεργειακές ανάγκες του πλοίου και επιλέξει τις ηλεκτρογεννήτριες θα ακολουθήσει η εκτίμηση της αυτοδυναμίας του υπό μελέτη πλοίου.

Το βάρος του καυσίμου Diesel σε τόνους υπολογίζεται μέσω του εξής τύπου:

$$W_{\text{DO}} = P \times b \times t_s \times C \times 10^{-6} \text{ (tons)}, \text{ όπου}$$

- $W_{\text{DO}} = 507$  tons, διαθέσιμο diesel oil σύμφωνα με το compartment data του Παραρτήματος Γ στην κατάσταση FLD
- $P = P_{\text{TOTAL}} = 4023.81$  kW, απαιτούμενη ισχύ στη κανονική πορεία
- $t_s$  = χρόνος λειτουργίας των γεννητριών σε ώρες
- $C = 1.3$ , εφεδρεία δεξαμενών σε περίπτωση ανάγκης
- $b = 184$  gr/kWh, ειδική κατανάλωση των ηλεκτρογεννητριών σύμφωνα με την Εικόνα 41.

Λύνοντας το παραπάνω τύπο ως προς τις ώρες λειτουργίας:

$$t_s = \frac{Wdo}{P*b*C*10^{-6}} = 526.75 \text{ hours} = 21.95 \text{ days.}$$

Επομένως η αυτοδυναμία του ερευνητικού πλοίου MOBY υπολογίστηκε πως είναι ίση με **22 μέρες**.

## Κεφάλαιο 5 : ΚΑΤΑΜΕΤΡΗΣΗ ΠΛΟΙΟΥ

### 5.1 Εφαρμογή Διεθνούς Κανονισμού καταμέτρησης πλοίων

Ο προσδιορισμός της χωρητικότητας ενός πλοίου είναι απαραίτητος καθώς καθορίζει διάφορους κανονισμούς που πρέπει να τηρεί το πλοίο και τις οικονομικές υποχρεώσεις που πρέπει να αναλάβει. Οι οικονομικές υποχρεώσεις αυτές αφορούν την σύνθεση και τη μισθολόγηση του πληρώματος, τα τέλη και τους φόρους και άλλα έξοδα όπως δεξαμενισμού, επισκευής, βαφής και επιθεώρησης.

Η καταμέτρηση της χωρητικότητας του ερευνητικού πλοίου MOBY θα υπολογιστεί εφαρμόζοντας τους κανονισμούς του “The International Convention on Tonnage Measurement of Ships, 1969, adapted by IMO” [7].

Η ολική (gross) χωρητικότητα ενός πλοίου αφορά όλο τον όγκο του πλοίου κάτω από το κύριο κατάστρωμα μαζί με τον όγκο όλων των υπερκατασκευών και δεν συνοδεύεται από κάποια μονάδα μέτρησης. Υπολογίζεται σύμφωνα με τους κανονισμούς από τον εξής τύπο :

$$GT = k_1 \times V_{TOTAL} , \text{ όπου}$$

- $V_{TOTAL}$ = ο ολικός όγκος κλειστών χώρων του πλοίου σε  $m^3$

$$-k_1 = 0.2 + 0.02 \log_{10}(V_{TOTAL})$$

Ο ολικός όγκος κλειστών χώρων του πλοίου  $V_{TOTAL}$  αναλύεται στο συνολικό όγκο της γάστρας έως το κύριο κατάστρωμα  $V_D$ , και στο συνολικό κλειστό όγκο των υπερκατασκευών  $V_S$ .

Ο όγκος  $V_D$  υπολογίστηκε μέσω του προγράμματος Hydrostatics and Hydrodynamics.

$$V_D = 4804.65 \text{ m}^3$$

Ο όγκος  $V_S$  υπολογίστηκε αναλυτικά μελετώντας το σχέδιο γενικής διάταξης και σύμφωνα με το παρακάτω πίνακα προέκυψαν τα εξής αποτελέσματα:

Πίνακας 23: Πίνακας στοιχείων υπερκατασκευών R/V MOBY

Επιφάνεια Υπερκατασκευών			Ύψος Υπερκατασκευών		Όγκος Υπερκατασκευών	
<b>Main Deck</b>	665	$m^2$	2.8	<b>m</b>	1862	$m^3$
<b>Upper Deck</b>	375	$m^2$	2.8	<b>m</b>	1050	$m^3$
<b>A Deck</b>	296	$m^2$	2.8	<b>m</b>	828.8	$m^3$
<b>Bridge</b>	211	$m^2$	2.8	<b>m</b>	590.8	$m^3$
				<b>VS =</b>	<b>4331.6</b>	<b><math>m^3</math></b>

Επομένως αθροίζοντας τους 2 επιμέρους όγκους προκύπτει ο συνολικός όγκος κλειστών χώρων του πλοίου.

$$V_{TOTAL} = V_D + V_S = 9136.25 \text{ m}^3$$

$$\text{και } k_1 = 0.2 + 0.02 \log_{10}(V_{TOTAL}) = 0.279$$

$$\text{οπότε } GT = k_1 \times V_{TOTAL} = 2550.98$$

Οι κανονισμοί προϋποθέτουν και το προσδιορισμό της καθαρής χωρητικότητας του πλοίου, η οποία προκύπτει από τη συνολική χωρητικότητα αφαιρώντας τους χώρους που δεν προσδιορίζονται για τη μεταφορά φορτίου και επιβατών. Όπως και με την ολική χωρητικότητα, δεν συνοδεύεται από μονάδα μέτρησης. Η καθαρή χωρητικότητα υπολογίζεται σύμφωνα με την εξής σχέση:

$$NT = k_2 V_c \left( \frac{4T}{3D} \right)^2 + k_3 \left( N_1 + \frac{N_2}{10} \right)$$

Όπου:

- $V_C$  = ολικός όγκος χώρων φορτίου και καπακιών σε  $m^3$

- $k_2 = 0.2 + 0.02 \log_{10}(V_C)$

- $k_3 = 1.25(GT + 10000)/10000$

- $D$  = πλευρικό ύψος σε  $m$

- $N_1$  = αριθμός επιβατών σε κοιτώνες με όχι περισσότερες από 8 κρεβάτια

- $N_2$  = αριθμός λοιπών επιβατών

- $GT$  = ολική χωρητικότητα υπό τις προϋποθέσεις ότι

$$1) \left(\frac{4T}{3D}\right)^2 < 1$$

$$2) K_2 * V_C * \left(\frac{4T}{3D}\right)^2 > 0.25GT$$

$$3) NT > 0.3GT$$

Το ερευνητικό πλοίο MOBY, ως ωκεανογραφικό, δεν φέρει χώρους φορτίων και καπάκια αυτών. Γι' αυτό το λόγο η καθαρή χωρητικότητα  $NT$  θα υπολογιστεί σύμφωνα με την παραπάνω 3<sup>η</sup> προϋπόθεση, δηλαδή:

$$NT = 0.3GT = 765.29$$

## Κεφάλαιο 6: Γραμμή Φόρτωσης

### 6.1: Γενικά περί Γραμμής Φόρτωσης και προϋπολογισμοί

Απαραίτητη προϋπόθεση για κάθε πλοίο αποτελεί ο έλεγχος της Γραμμής Φόρτωσης. Η Γραμμή Φόρτωσης είναι η μέγιστη δυνατή ίσαλος όπου το πλοίο μπορεί να πλέει σε κατάσταση πλήρους φόρτωσης. Σε αυτή αντιστοιχεί το μέγιστο επιτρεπόμενο βύθισμα από τους νηογνώμονες. Συνδέεται άμεσα με την ασφαλή πλεύση του πλοίου και σε περίπτωση μη συμμόρφωσης με τους κανονισμούς επιβάλλονται σοβαρές κυρώσεις. Η Γραμμή Φόρτωσης απεικονίζεται με ειδική σήμανση στο μέσο του πλοίου και στις δύο πλευρές του.

Οι αναλυτικοί υπολογισμοί που θα πραγματοποιηθούν βασίζονται στους κανονισμούς της “Εφημερίδα της Κυβέρνησης: Τεύχος Πρώτο, Αριθμός φύλλου 154, 12 Ιουλίου 2007” η οποία περιλαμβάνει τους κανονισμούς της Διεθνούς Σύμβασης περί Γραμμών Φόρτωσης IMO 1966 και όλες τις σύγχρονες τροποποιήσεις τους.

Μερικά κύρια μεγέθη του πλοίου ορίζονται κατά διαφορετικό τρόπο στους υπολογισμούς σχετικά με τη Γραμμή Φόρτωσης.

Μήκος L : Λαμβάνεται ίσο με το 96% του ολικού μήκους της ισάλου στο 85% του κοίλου D ή με το μήκος μετρούμενο από το πρωραίο άκρο έως τον άξονα του πηδαλίου στην ίδια ίσαλο, όποιο από αυτά είναι μεγαλύτερο. Μελετώντας το σχέδιο Γενικής Διάταξης προκύπτει πως  $L_{LLC} = \max [ L_{BP}(0.85D) , 0.96L_{WL}(0.85D)] = \max (70.5 , 0.96*74.16) = \max(70.5, 71.19) = 71.19 \text{ m}$

Κοίλο D : Περιλαμβάνει και το έλασμα καταστρώματος

$$D_F = D + t_{DECK} = 6.5 + 0.025 = 6.525 \text{ m}$$

Επιπλέον υπολογίζονται και οι παρακάτω συντελεστές:

$$C_{WLO} = \frac{1+2Cb}{3} = \frac{1+2*0.63}{3} = 0.753$$

$$Cb_{0.85D} = Cb * \left( \frac{0.85D}{T} \right)^{\frac{C_{WLO}}{Cb} - 1} = 0.63 * 1.032 = 0.65$$

### 6.2 : Υπολογισμός Γραμμής Φόρτωσης

Ακολουθούν οι υπολογισμοί των ύψων εξάλλων έτσι όπως ορίζονται από την εφημερίδα της κυβέρνησης και της διεθνούς σύμβασης.

**YE1** : Το ερευνητικό σκάφος MOBY θεωρείται κατηγορίας B και σύμφωνα με τον πίνακα 28.2 προκύπτει μέσω γραμμικής παρεμβολής

Για  $L=71.19$  , **YE1=741.04 mm**

**YE2-YE4** : Δεν εφαρμόζονται στο σκάφος καθώς δεν διαθέτει υπερκατασκευή με μήκος μέχρι το 35% του L.

**YE5** : Δεν εφαρμόζεται διότι  $C_b(0.85D) = 0.65 < 0.68$

**YE6** : Διόρθωση για πλευρικό ύψος  $D_F = 6.525 > L/15 = 4.746$  m

$YE6 = (D_F - L/15) R$ , όπου  $R = L/0.48 = 148.31$

Επομένως **YE6 = 260.13 mm**

**YE7** : Διορθώσεις για υπερκατασκευές.

Για τις υπερκατασκευές του καταστρώματος ισχύουν τα εξής:

-Ενεργή υπερκατασκευή θεωρείται αυτή που η πλευρά της απέχει από την πλευρά του πλοίου λιγότερο από  $0.04B = 0.6$  m

-Αν απέχει παραπάνω ορίζεται ως πυργωτό υπερκατασκεύασμα και θεωρείται ενεργό όταν υπάρχουν ενεργές υπερκατασκευές και έχει πλάτος μεγαλύτερο του  $0.6B = 9$  m  
Στην περίπτωση του ερευνητικού πλοίου MOBY, στο Main Deck υπάρχουν ενεργές υπερκατασκευές ενώ το Upper Deck θεωρείται πυργωτό υπερκατασκεύασμα  
Συμπληρώνεται ο παρακάτω πίνακας με τα μεγέθη των υπερκατασκευών και χρησιμοποιώντας τους εξής τύπους:

Δρων μήκος  $l_e = l \frac{h b}{h_s B_s}$  αν  $h/h_s < 1$ , όπου h ύψος υπερκατασκευής,  $h_s$  ελάχιστο ύψος κανονισμού, b πλάτος υπερκατασκευής,  $B_s$  πλάτος πλοίου

Αλλιώς  $l_e = l \frac{b}{B_s}$

Το ελάχιστο ύψος υπερκατασκευής θεωρείται ίσο με  $h_s = 1.8$  σύμφωνα με τον πίνακα 33.1 των κανονισμών.

Πίνακας 24: Υπολογισμός ενεργού μήκους υπερκατασκευών Γραμμής Φόρτωσης

Υπερκατασκευές	Μήκος l (m)	Ύψος h (m)	Ύψος $h_s$ (m)	Πλάτος b (m)	Πλάτος $B_s$ (m)	Δρων μήκος $l_e$ (m)
Main Deck	53	2.8	1.8	15	15	53
Σύνολο						53

Το ενεργό μήκος των υπερκατασκευών σε ποσοστό του μήκους το πλοίου είναι  $\frac{L_e}{L} = 0.744$

Σύμφωνα με τον πίνακα 37.1 της εφημερίδας της κυβέρνησης και μέσω γραμμικής παρεμβολής προκύπτει πως θα εφαρμοστεί 68.41% της έκπτωσης.

Για πλοία με 24m μήκος εφαρμόζεται έκπτωση 350mm και για πλοία με μήκος 85m εφαρμόζεται 860mm. Μέσω γραμμικής παρεμβολής η έκπτωση υπολογίζεται 744 mm

Επομένως προκύπτει πως  $YE7 = 0.6841 * 744 = 508.97\text{mm}$

**YE8** : Διόρθωση για σιμότητα.

Κανονική σιμότητα:

Πρωραία  $M_{NF} = 16.6750(L/3+10) = 562.44\text{ mm}$

Πρυμνάια  $M_{NA} = 8.3375(L/3+10) = 281.14\text{ mm}$

Μέση  $M_N = (M_{NF} + M_{NA}) = 421.79$

Πραγματική σιμότητα  $M_S = 0$

$YE8 = M_N - M_S (0.75 - \sum L_{υπερ}/2L) = 159.43$

**YE8 = 159.43 mm**

**Τελικό ύψος εξάλλων**

$$\sum YE = (YE1 + YE2 + +YE3 + YE4) * YE5 + YE6 + +YE7 + EY8 = 1669.57\text{ mm}$$

**Μέγιστο έμφορτο βύθισμα**

$$T(\Gamma.\Phi) = D_F - \sum YE / 1000 = 4.85\text{ m}$$

Το μέγιστο πραγματικό βύθισμα του ερευνητικού πλοίου MOBY στη κατάσταση FLD είναι  $T=4.73\text{m} < T(\Gamma.\Phi) = 4.85\text{ m}$ , επομένως τηρείται ο κανονισμός της Διεθνούς Σύμβασης περί Γραμμής Φόρτωσης.

Στον έλεγχο της Γραμμής Φόρτωσης συμπεριλαμβάνεται ο υπολογισμός του ελάχιστου ύψους πλώρας. Σε περίπτωση μη τήρησης του ελάχιστου ύψους το ερευνητικό πλοίο θα χρειαστεί προσθήκη πρόστεγου.

Το ελάχιστο ύψος πλώρας σύμφωνα με τους κανονισμούς δίνεται από τον εξής τύπο:

$$-F_B = \left( \frac{6075 * L}{100} - 1085 * \left( \frac{L}{100} \right)^2 + 200 * \left( \frac{L}{100} \right)^3 \right) * (2.08 + 0.609Cb - 1.603 * C_{WL}(0.85D) - 0.0129 * \left( \frac{L}{0.85 * DF} \right)), \text{ όπου}$$

$$C_{WL(0.85D)} = C_{WL0} \left( \frac{0.85D}{T} \right)^{\frac{C_{WL0}}{C_b} - 1} = 0.773$$



Επομένως υπολογίζεται πως  $F_B = 4120.79 \text{ mm} = 4.12 \text{ m}$

Το πραγματικό ύψος της πλώρας στο σχέδιο Γενικής Διάταξης του πλοίου MOBY μετρήθηκε  $F_{B-MOBY} = 10.4 \text{ m}$

Συνεπώς το ερευνητικό πλοίο πληροί τον κανονισμό περί ελάχιστου ύψους πλώρας.

## **Κεφάλαιο 7: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ**

### **7.1: Συμπεράσματα**

Μέσα από την παρούσα Διπλωματική Εργασία εξάγεται το συμπέρασμα ότι η σχεδίαση του ερευνητικού πλοίου MOBY το καθιστά αξιόπλο, ικανό να ανταπεξέλθει στις σύγχρονες ανάγκες της ωκεανογραφικής έρευνας και ανταγωνιστικό σε σύγκριση με ήδη υπάρχοντα διεθνή ωκεανογραφικά σκάφη.

Σημαντική βαρύτητα δόθηκε στο σχεδιασμό και τη βελτιστοποίηση της Γενικής Διάταξης για την κάλυψη των απαιτήσεων ενός ωκεανογραφικού πλοίου.

Σχεδιάστηκαν μεγάλα ανοιχτά καταστρώματα για την έδραση των γερανών και των ερευνητικών μηχανημάτων και με διαθέσιμους ελεύθερους χώρους για την εκτέλεση ωκεανογραφικών εργασιών.

Η Γενική Διάταξη διαθέτει ευρήχωρα και ομαδοποιημένα εργαστήρια και τις αντίστοιχες αποθήκες τους τα οποία επικοινωνούν άμεσα μεταξύ τους και με τις ενδιαιτήσεις των επιστημόνων για τη διευκόλυνση και την αποδοτικότητα της επιστημονικής έρευνας.

Οι χώροι ενδιαίτησης και ψυχαγωγίας, οι οποίοι είναι απομακρυσμένοι από τα πρύμνηθεν ανοιχτά καταστρώματα και το μηχανοστάσιο για αποφυγή θορύβων, παρέχουν στους επιβάτες του πλοίου όλες τις παροχές που χρειάζονται για μια άνετη διαμονή στα ταξίδια του πλοίου.

Μέσω των πολυάριθμων κλιμακοστασίων, των κατακόρυφων σκαλών και των υδατοστεγών θυρών εξασφαλίζεται η διαφυγή των επιβατών σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης από κάθε διαμέρισμα του σκάφους.

Από τον έλεγχο της άθικτης ευστάθειας και της ευστάθειας μετά από βλάβη και του κανονισμού Γραμμής φόρτωσης συμπεραίνεται πως το πλοίο θεωρείται αξιόπλοο και ασφαλές και τηρεί τους ειδικούς κανονισμούς των Νηογνομόνων περί ερευνητικών πλοίων.

Μέσω της εκτίμησης της αντίστασης του υπό μελέτη πλοίου υπολογίστηκε η απαιτούμενη ισχύς ρύμουλκησης και επιλέχθηκε κατάλληλο σύστημα πρόωσης και σύστημα παραγωγής ενέργειας για τη λειτουργία του.

Εν κατακλείδι, το υπό μελέτη πλοίο MOBY που μελετήθηκε στη παρούσα Διπλωματική Εργασία αποτελεί ένα σύγχρονο ερευνητικό πλοίο το οποίο είναι κατάλληλα εξοπλισμένο και σχεδιασμένο και ικανό να αναλάβει την εκτέλεση προηγμένης επιστημονικής έρευνας στη θάλασσα της Μεσογείου και του Ατλαντικού ωκεανού.

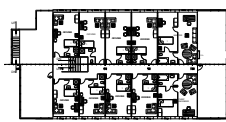
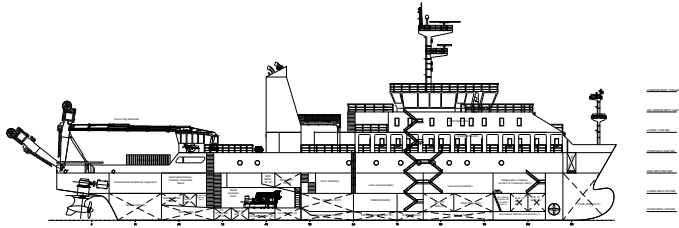
## **7.2: Προτάσεις για μελλοντική επέκταση της εργασίας**

Η μελέτη και η σχεδίαση ενός πλοίου αποτελεί μια πολυσύνθετη και δυναμική διαδικασία, η οποία με ελικοειδή πορεία έχει ως στόχο την τελική και ολοκληρωτική σχεδίαση του πλοίου. Όλοι οι τομείς αυτής της προμελέτης αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και έχουν διαφορετικά επίπεδα λεπτομέρειας και εμβάθυνσης που μπορούν να ερευνηθούν. Ως αποτέλεσμα το θέμα της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι ανοιχτό σε περαιτέρω μελέτη και επέκταση, σε τροποποίηση και βελτίωση των ήδη εξετασμένων ζητημάτων.

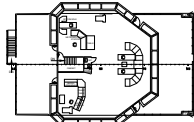
Μερικές από αυτές τις προτάσεις και τα θέματα παρουσιάζονται παρακάτω:

1. Αναλυτικός υπολογισμός και σχεδίαση των στοιχείων της μεταλλικής κατασκευής (ελάσματα, ενισχυτικά κ.α.) για την λεπτομερή εκτίμηση του βάρους Lightship.
2. Μελέτη αντοχής του πλοίου σε δυναμικές φορτίσεις με τη χρήση πεπερασμένων στοιχείων και με κατάλληλα προγράμματα Η/Υ.
3. Μελέτη συμπεριφοράς του πλοίου σε κυματισμούς (sea keeping) και των ελκτικών ικανοτήτων του (maneuvering).
4. Λεπτομερής μελέτης προωστήριας εγκατάστασης.
5. Αναλυτική σχεδίαση των μηχανών και των μηχανημάτων του χώρου του μηχανοστασίου.
6. Λεπτομερής σχεδίαση των εργαστηριακών χώρων και καθορισμός του επιστημονικού εξοπλισμού που χρειάζονται.
7. Υδροδυναμική βελτιστοποίηση της γάστρας για τη μείωση της αντίστασης και την αύξηση της υπηρεσιακής ταχύτητας.
8. Τεχνοοικονομική μελέτη με στόχο τον υπολογισμό των κοστώςπν κατασκευής και λειτουργίας.
9. Λεπτομερής ηλεκτρικός ισολογισμός
10. Μελέτη και σχεδίαση των βοηθητικών δικτύων (σωληνώσεις, αεραγωγοί, ηλεκτρολογικά καλώδια).

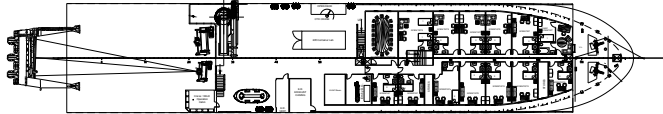
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α  
ΣΧΕΔΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ



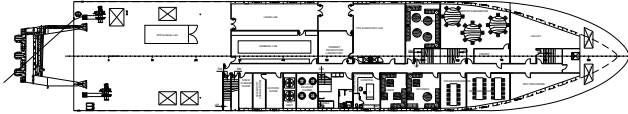
A DECK 1000M  
10 OFFICERS



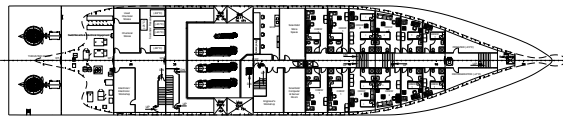
NAV BRIDGE DECK 1980 M



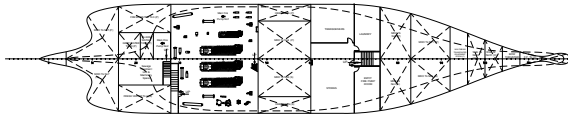
UPPER DECK 2000 M  
20 SCIENTISTS



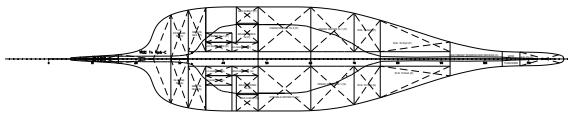
MAIN DECK 2000 M  
1 SCIENTIST



LOWER DECK 2000M  
16 CREW



FLOOR DECK 1200M




BOTTOM

**PRINCIPAL DIMENSIONS**

LENGTH (O.A.)	80.00 m
LENGTH (P.P.)	70.00 m
BREADTH (O.B.)	15.00 m
DEPTH (O.B.D.)	6.5 m
SCANTLING (BRAFT)	4.77 m
DEADWEIGHT (AT SCANTLING (BRAFT))	974.6 tons
DISPLACEMENT (AT SCANTLING (BRAFT))	3199.6 tons

**PROPUSSION-GENERATOR SETS**

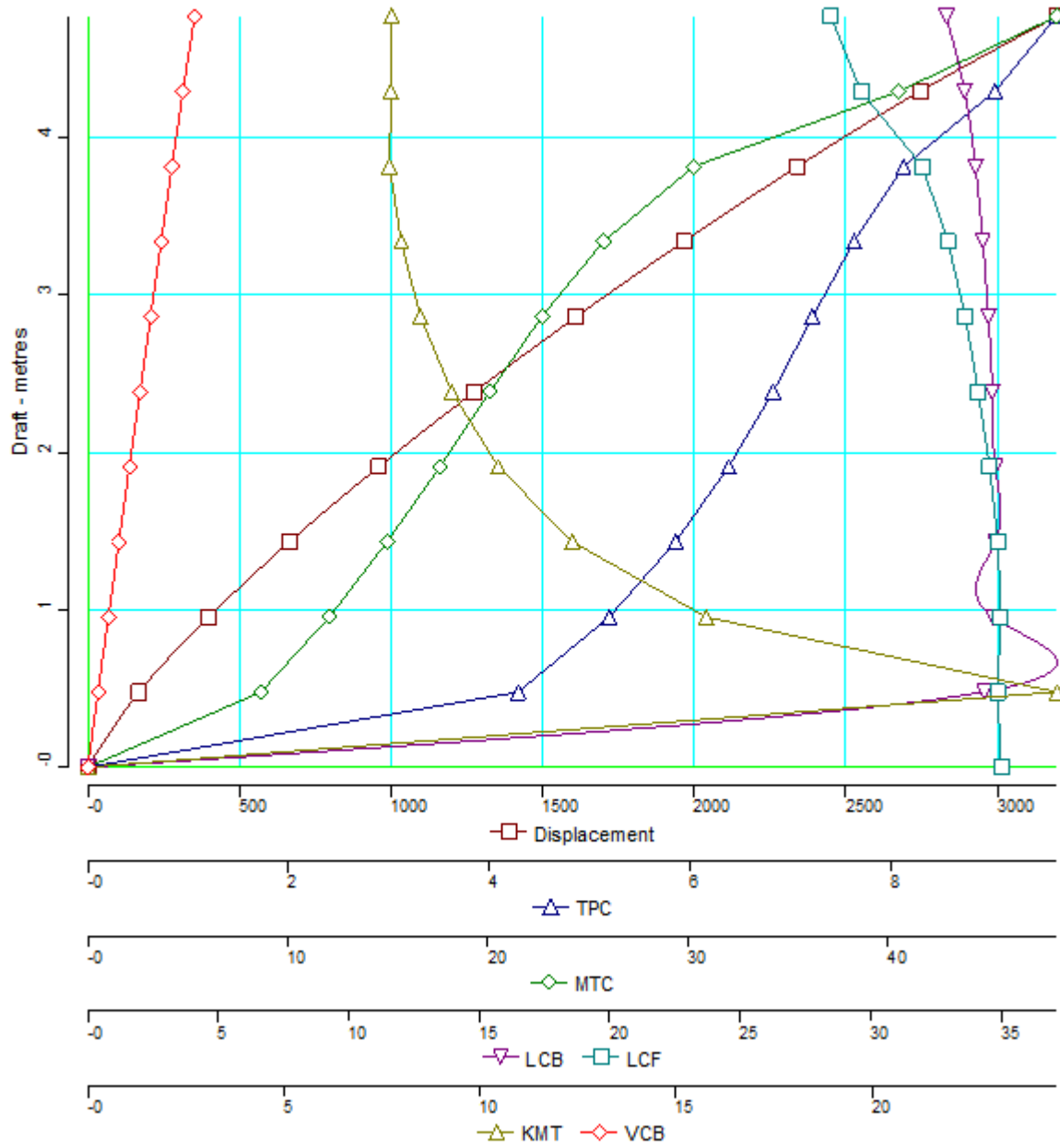
Propulsion System	Rn Drive Azimuth Thruster 1900, 1000 kW, 250 RPM
Diesel Generators	3 x MAN 12V175D-MCN GenSet, 1555 kW, 600 Hz 1 x JANKOP AC 200 kVA, 200 kVA, 400 Hz
EM/CM Diesel Generator	YCBK300C, 200 kW

	EGNKO METSOBIO POLYTECHNEIO
	TIMMIA NAVTYKHON MIPONAOYHTEN EPHEMAYHON NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE AND MARINE ENGINEERING
Type of Ship: <b>RESEARCH VESSEL</b>	
Title: <b>General Arrangement</b>	
Designed: Fountas Alexandros	

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β  
ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΙΝΑΚΕΣ

# Hydrostatics

## Curves



### Hydrostatics

Draft	Displt	LCB	VCB	WPA	LCF	KML	KMT	WSA	TPC	MTC
(m)	(t)	(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(t/cm)	(t-m/cm)
0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	35.000	0.000	0.000	183.03	0.00	0.00
0.48	169.12	34.329	0.259	417.99	34.845	358.214	24.709	438.31	4.28	8.65
0.95	399.05	34.664	0.525	506.41	34.979	212.163	15.764	555.66	5.19	12.06
1.43	664.82	34.770	0.793	570.89	34.864	158.178	12.359	655.10	5.85	14.95
1.91	958.70	34.765	1.062	622.42	34.543	129.513	10.469	748.12	6.38	17.59
2.38	1274.81	34.649	1.331	665.57	34.114	111.688	9.278	838.66	6.82	20.10
2.86	1611.24	34.503	1.601	704.11	33.620	100.139	8.480	928.95	7.22	22.68
3.34	1964.94	34.290	1.871	744.28	32.944	93.669	7.992	1023.29	7.63	25.77
3.82	2340.43	34.009	2.145	792.33	31.974	92.704	7.694	1126.72	8.12	30.28
4.29	2743.98	33.590	2.427	881.18	29.619	105.826	7.730	1273.12	9.03	40.53
4.77	3195.28	32.891	2.724	941.26	28.467	108.795	7.745	1393.72	9.65	48.42

# Deadweight Scale

**Table**

Freeboard Depth	=	6.5000	metres
Summer Freeboard	=	1.6690	metres
Lightship weight	=	2225.0000	tonnes
Shell thickness	=	0.0000	mm
Water density	=	1.0250	tonnes/cu.m

All drafts are moulded

Draft	Displ Salt water	Displ Fresh water	Deadweight Salt water	Deadweight Fresh water	Free- board	TPI	MCT
(m)	(t)	(t)	(t)	(t)	(m)	(t/cm)	(t- m/cm)
0.94	391.80	382.24			5.56	5.169	11.98
0.99	416.77	406.60			5.51	5.241	12.27
1.03	441.73	430.96			5.47	5.311	12.56
1.08	466.90	455.51			5.42	5.381	12.86
1.13	492.43	480.42			5.37	5.449	13.15
1.17	518.21	505.57			5.33	5.515	13.43
1.22	544.49	531.21			5.28	5.580	13.72
1.27	571.07	557.14			5.23	5.643	14.00
1.32	598.06	583.48			5.18	5.705	14.28
1.36	625.13	609.89			5.14	5.766	14.55
1.41	652.39	636.48			5.09	5.825	14.83



Draft	Displt	Displt	Deadweight	Deadweight	Free-	TPI	MCT
	Salt water	Fresh water	Salt water	Fresh water	board		
(m)	(t)	(t)	(t)	(t)	(m)	(t/cm)	(t-m/cm)
1.46	680.24	663.65			5.04	5.884	15.10
1.50	708.02	690.75			5.00	5.940	15.37
1.55	736.17	718.22			4.95	5.995	15.64
1.60	764.70	746.05			4.90	6.048	15.90
1.64	793.43	774.08			4.86	6.101	16.16
1.69	822.36	802.30			4.81	6.153	16.42
1.74	851.49	830.73			4.76	6.203	16.68
1.79	880.92	859.44			4.71	6.254	16.94
1.83	910.45	888.25			4.67	6.303	17.19
1.88	940.30	917.36			4.62	6.351	17.44
1.93	970.93	947.25			4.57	6.399	17.69
1.97	1001.14	976.72			4.53	6.445	17.94
2.02	1031.95	1006.78			4.48	6.490	18.18
2.07	1062.60	1036.68			4.43	6.535	18.43
2.11	1093.51	1066.84			4.39	6.579	18.68
2.16	1124.51	1097.09			4.34	6.622	18.92
2.21	1155.73	1127.54			4.29	6.665	19.17
2.26	1187.41	1158.45			4.24	6.708	19.42
2.30	1219.04	1189.30			4.20	6.750	19.66
2.35	1250.99	1220.47			4.15	6.791	19.91
2.40	1283.00	1251.71			4.10	6.833	20.16
2.44	1315.34	1283.26			4.06	6.873	20.41
2.49	1347.93	1315.05			4.01	6.913	20.67

Draft	Displ	Displ	Deadweight	Deadweight	Free-	TPI	MCT
	Salt water	Fresh water	Salt water	Fresh water	board		
(m)	(t)	(t)	(t)	(t)	(m)	(t/cm)	(t-m/cm)
2.54	1380.52	1346.84			3.96	6.953	20.92
2.59	1413.32	1378.85			3.91	6.992	21.18
2.63	1446.28	1411.01			3.87	7.032	21.43
2.68	1480.23	1444.13			3.82	7.070	21.69
2.73	1513.64	1476.72			3.77	7.108	21.94
2.77	1547.19	1509.45			3.73	7.146	22.20
2.82	1581.01	1542.45			3.68	7.184	22.45
2.87	1614.85	1575.47			3.63	7.221	22.71
2.91	1648.77	1608.55			3.59	7.259	22.97
2.96	1682.97	1641.92			3.54	7.296	23.23
3.01	1717.36	1675.48			3.49	7.334	23.51
3.06	1751.92	1709.19			3.44	7.374	23.79
3.10	1786.54	1742.96			3.40	7.415	24.10
3.15	1821.49	1777.06			3.35	7.456	24.41
3.20	1856.64	1811.35			3.30	7.498	24.73
3.24	1892.03	1845.88			3.26	7.540	25.05
3.29	1927.67	1880.65			3.21	7.583	25.39
3.34	1963.41	1915.53			3.16	7.627	25.75
3.38	1999.34	1950.58			3.12	7.672	26.13
3.43	2035.51	1985.87			3.07	7.718	26.52
3.48	2071.88	2021.35			3.02	7.764	26.92
3.53	2108.55	2057.12			2.97	7.811	27.34
3.57	2145.39	2093.07			2.93	7.859	27.77

Draft	Displt	Displt	Deadweight	Deadweight	Free-	TPI	MCT
	Salt water	Fresh water	Salt water	Fresh water	board		
(m)	(t)	(t)	(t)	(t)	(m)	(t/cm)	(t-m/cm)
3.62	2182.44	2129.21			2.88	7.907	28.21
3.67	2219.73	2165.59			2.83	7.956	28.67
3.71	2257.18	2202.13	32.18		2.79	8.007	29.15
3.76	2295.30	2239.32	70.30	14.32	2.74	8.058	29.65
3.81	2333.12	2276.22	108.12	51.22	2.69	8.111	30.17
3.85	2371.28	2313.45	146.28	88.45	2.65	8.171	30.78
3.90	2409.81	2351.03	184.81	126.03	2.60	8.238	31.46
3.95	2448.14	2388.42	223.14	163.42	2.55	8.313	32.24
4.00	2487.28	2426.62	262.28	201.62	2.50	8.390	33.05
4.04	2526.90	2465.26	301.90	240.26	2.46	8.466	33.87
4.09	2566.80	2504.19	341.80	279.19	2.41	8.543	34.72
4.14	2607.14	2543.55	382.14	318.55	2.36	8.622	35.60
4.18	2647.85	2583.27	422.85	358.27	2.32	8.702	36.52
4.23	2688.83	2623.25	463.83	398.25	2.27	8.795	37.61
4.28	2730.34	2663.75	505.34	438.75	2.22	8.962	39.65
4.32	2772.14	2704.53	547.14	479.53	2.18	9.177	42.41
4.37	2815.49	2746.82	590.49	521.82	2.13	9.360	44.88
4.42	2859.04	2789.31	634.04	564.31	2.08	9.416	45.56
4.47	2903.36	2832.55	678.36	607.55	2.03	9.457	46.06
4.51	2947.99	2876.09	722.99	651.09	1.99	9.494	46.51
4.56	2992.68	2919.69	767.68	694.69	1.94	9.526	46.90
4.61	3037.60	2963.51	812.60	738.51	1.89	9.555	47.26
4.65	3082.59	3007.41	857.59	782.41	1.85	9.584	47.61

Draft	Displ't	Displ't	Deadweight	Deadweight	Free-	TPI	MCT
	Salt water	Fresh water	Salt water	Fresh water	board		
(m)	(t)	(t)	(t)	(t)	(m)	(t/cm)	(t-m/cm)
4.70	3127.71	3051.42	902.71	826.42	1.80	9.610	47.95
4.75	3173.10	3095.71	948.10	870.71	1.75	9.636	48.27
4.79	3218.39	3139.90	993.39	914.90	1.71	9.660	48.57
4.84	3263.86	3184.25	1038.86	959.25	1.66	9.684	48.87
4.89	3309.43	3228.71	1084.43	1003.71	1.61	9.707	49.17
4.93	3355.20	3273.36	1130.20	1048.36	1.57	9.730	49.46
4.98	3400.98	3318.03	1175.98	1093.03	1.52	9.752	49.75
5.03	3446.88	3362.81	1221.88	1137.81	1.47	9.773	50.03
5.08	3492.83	3407.64	1267.83	1182.64	1.42	9.794	50.30
5.12	3538.96	3452.65	1313.96	1227.65	1.38	9.814	50.56
5.17	3585.13	3497.69	1360.13	1272.69	1.33	9.833	50.83
5.22	3631.41	3542.84	1406.41	1317.84	1.28	9.852	51.09
5.26	3677.76	3588.06	1452.76	1363.06	1.24	9.871	51.34
5.31	3724.14	3633.31	1499.14	1408.31	1.19	9.890	51.60
5.36	3770.67	3678.70	1545.67	1453.70	1.14	9.908	51.85
5.40	3817.32	3724.22	1592.32	1499.22	1.10	9.925	52.09
5.45	3864.01	3769.77	1639.01	1544.77	1.05	9.942	52.33
5.50	3910.78	3815.40	1685.78	1590.40	1.00	9.959	52.57
5.55	3957.63	3861.10	1732.63	1636.10	0.95	9.976	52.81
5.59	4004.64	3906.96	1779.64	1681.96	0.91	9.993	53.04
5.64	4051.66	3952.83	1826.66	1727.83	0.86	10.009	53.27

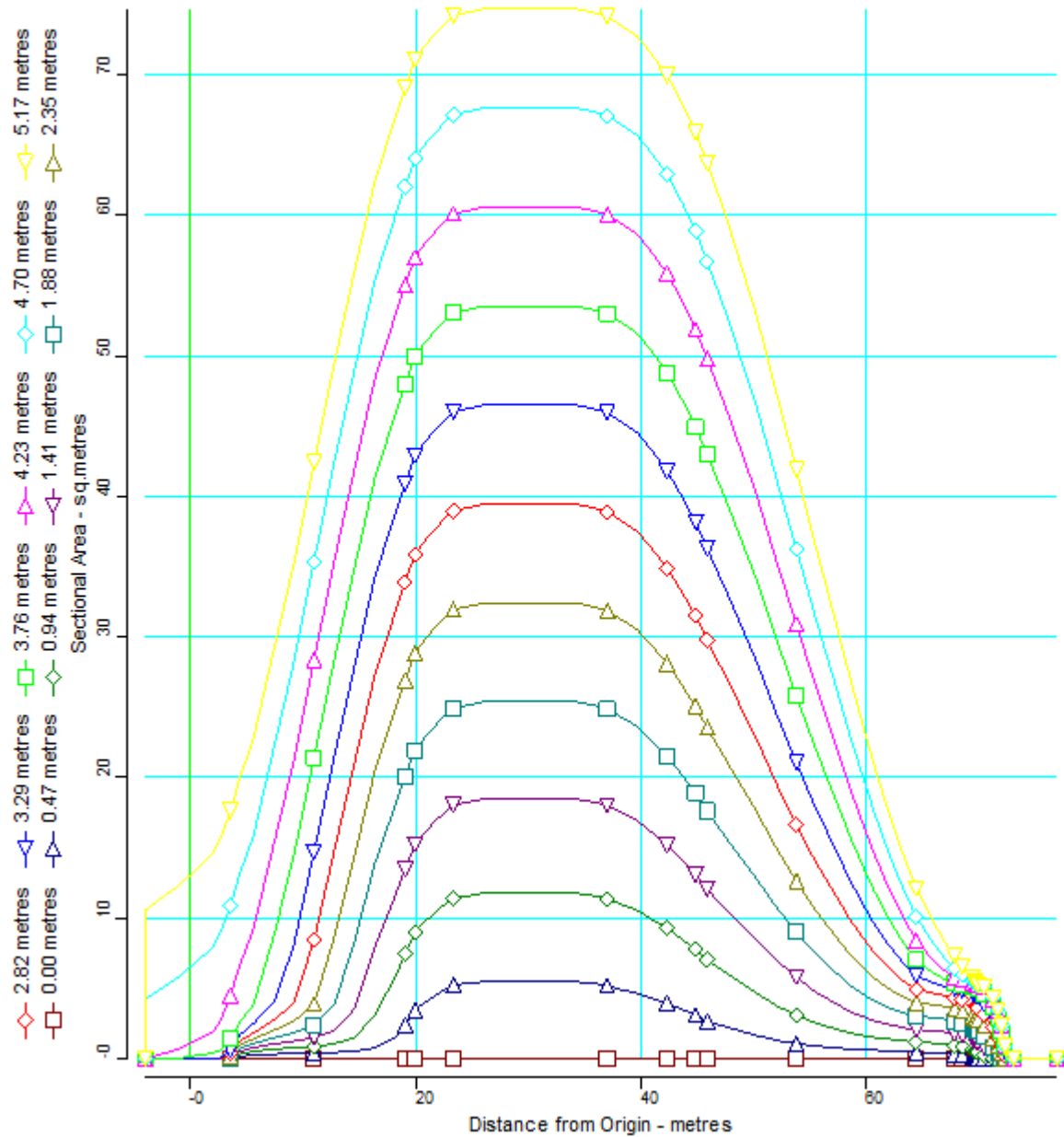
# Scale

All drafts are moulded

Draft (m)	Displ. SW	Displ. FW	Deadweight SW	Deadweight FW	Freeboard (m)	TPI (t/cm)	MCT (t-m/cm)
5			1800	1800	1		
			1600	1400			
		3500	1400	1200			50
	3500		1200	1000			
			1000	800			
4		3000	800	800	2		
			600	600		9	40
			400	400			
	2500	2500	200	200			30
			200			8	
3	2000	2000	Constant at 0		3		
2	1500	1500	Constant at 0		4	7	20
1	1000	1000	Constant at 0		5	8	
	500	500	Constant at 0				

# Sectional Area Curves

## Curves



## Table

Trim	0.00	metres	AP is at Station	0
Heel	0.00	degrees	FP is at Station	10

### Sectional Areas - sq.metres

WL Heights	0.00	0.47	0.94	1.41	1.88	2.35	2.82	3.29	3.76	4.23	4.70	5.17
Station												
-0.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.118	4.528	10.868
-0.375	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.314	4.989	11.385
-0.250	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.509	5.450	11.901
-0.125	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.020	0.732	5.936	12.442
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.136	1.085	6.539	13.095
0.250	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.368	1.790	7.745	14.400
0.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.022	0.155	0.335	0.618	1.353	4.408	10.784	17.542
0.750	0.000	0.218	0.452	0.703	0.974	1.273	1.654	2.255	3.466	8.476	15.079	21.965
1.000	0.000	0.302	0.634	0.990	1.378	1.878	2.555	3.663	7.631	13.907	20.710	27.690
1.500	0.000	0.381	0.840	1.423	2.242	3.555	7.235	12.949	19.577	26.475	33.489	40.534
2.000	0.000	0.487	1.342	3.047	6.887	12.563	19.041	25.852	32.826	39.862	46.909	53.956
2.500	0.000	1.201	4.774	10.181	16.430	23.124	30.033	37.044	44.087	51.135	58.182	65.229
3.000	0.000	4.082	9.854	16.251	23.016	29.967	36.995	44.042	51.089	58.136	65.184	72.231
3.500	0.000	5.325	11.559	18.223	25.123	32.134	39.180	46.227	53.274	60.321	67.369	74.416
4.000	0.000	5.464	11.766	18.464	25.382	32.402	39.449	46.496	53.544	60.591	67.638	74.685
5.000	0.000	5.409	11.681	18.363	25.273	32.286	39.332	46.379	53.426	60.473	67.520	74.568
6.000	0.000	4.026	9.444	15.440	21.823	28.462	35.280	42.223	49.231	56.272	63.319	70.366
6.500	0.000	2.842	7.336	12.509	18.167	24.197	30.530	37.086	43.825	50.686	57.650	64.657
7.000	0.000	1.939	5.366	9.516	14.219	19.374	24.901	30.738	36.844	43.162	49.675	56.334

WL Heights	0.00	0.47	0.94	1.41	1.88	2.35	2.82	3.29	3.76	4.23	4.70	5.17
Station												
7.500	0.000	1.244	3.601	6.732	10.365	14.436	18.907	23.746	28.926	34.405	40.146	46.134
8.000	0.000	0.861	2.443	4.553	7.142	10.098	13.445	17.150	21.190	25.554	30.233	35.216
8.500	0.000	0.638	1.687	3.068	4.748	6.712	8.932	11.430	14.236	17.353	20.798	24.583
9.000	0.000	0.510	1.311	2.264	3.362	4.544	5.798	7.179	8.761	10.634	12.831	15.384
9.250	0.000	0.433	1.161	2.041	3.004	3.973	4.903	5.835	6.893	8.199	9.818	11.759
9.500	0.000	0.383	1.076	1.934	2.865	3.774	4.584	5.258	5.899	6.689	7.745	9.101
9.750	0.000	0.285	0.919	1.712	2.588	3.479	4.295	4.921	5.316	5.686	6.209	6.962
10.000	0.000	0.024	0.455	1.126	1.918	2.753	3.599	4.402	5.023	5.259	5.259	5.259
10.125	0.000	0.000	0.122	0.635	1.259	1.964	2.740	3.535	4.282	4.802	4.840	4.840
10.250	0.000	0.000	0.000	0.033	0.443	0.989	1.603	2.259	2.916	3.457	3.565	3.565
10.375	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Vertical Moments of Sectional Areas - cu.metres

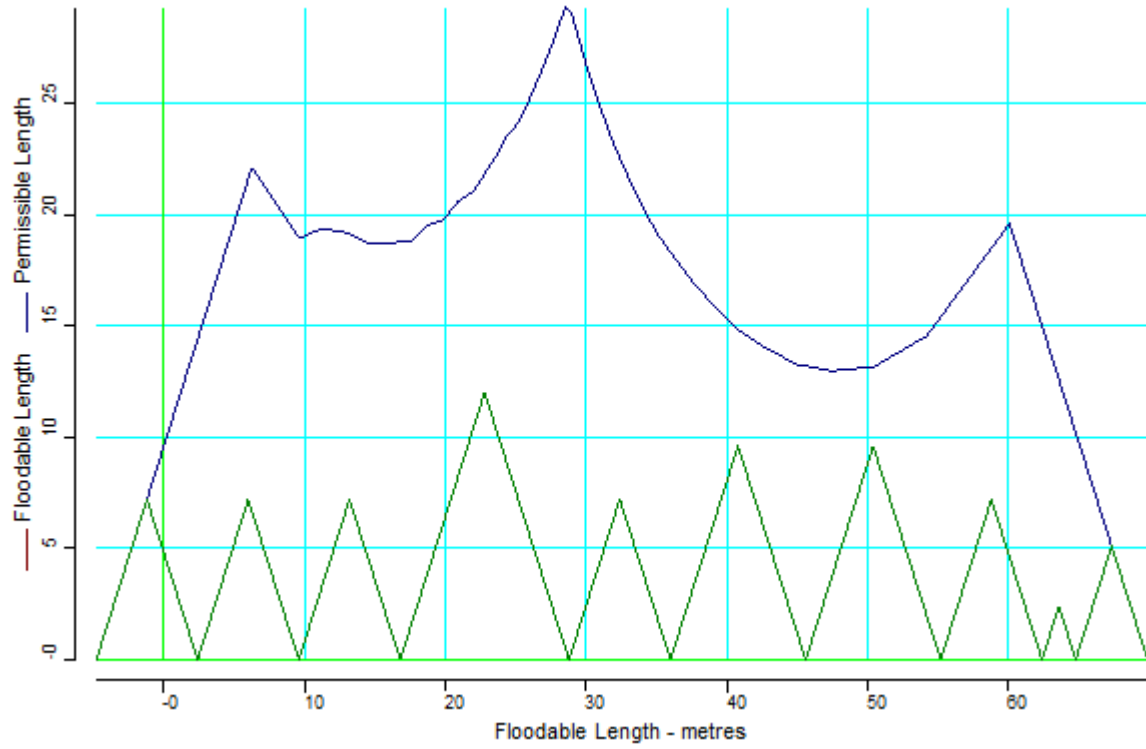
WL Heights	0.00	0.47	0.94	1.41	1.88	2.35	2.82	3.29	3.76	4.23	4.70	5.17
Station												
-0.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.483	20.412	51.719
-0.375	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.281	22.368	53.947
-0.250	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.079	24.323	56.176
-0.125	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.071	2.976	26.365	58.487
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.491	4.342	28.820	61.186
0.250	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.330	7.074	33.730	66.586
0.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.040	0.323	0.789	1.661	4.281	16.724	45.217	78.580
0.750	0.000	0.052	0.217	0.512	0.959	1.594	2.584	4.434	8.737	28.944	58.440	92.432



WL Heights	0.00	0.47	0.94	1.41	1.88	2.35	2.82	3.29	3.76	4.23	4.70	5.17
Station												
1.000	0.000	0.072	0.307	0.727	1.367	2.430	4.190	7.600	21.766	46.889	77.272	111.722
1.500	0.000	0.092	0.419	1.110	2.470	5.276	14.923	32.454	55.834	83.398	114.716	149.483
2.000	0.000	0.125	0.747	2.811	9.206	21.264	38.029	58.843	83.433	111.542	143.007	177.785
2.500	0.000	0.355	2.967	9.366	19.668	33.837	51.704	73.123	97.953	126.106	157.572	192.350
3.000	0.000	1.081	5.182	12.718	23.855	38.562	56.731	78.259	103.101	131.254	162.720	197.498
3.500	0.000	1.313	5.730	13.573	24.929	39.761	57.974	79.503	104.344	132.498	163.963	198.741
4.000	0.000	1.340	5.803	13.684	25.071	39.921	58.137	79.666	104.507	132.661	164.126	198.904
5.000	0.000	1.330	5.773	13.636	25.009	39.845	58.058	79.587	104.428	132.581	164.047	198.825
6.000	0.000	1.050	4.901	11.963	22.474	36.525	54.156	75.371	100.074	128.203	159.669	194.447
6.500	0.000	0.791	3.992	10.092	19.416	32.182	48.562	68.600	92.361	119.777	150.870	185.453
7.000	0.000	0.551	3.004	7.905	15.660	26.579	40.879	58.724	80.257	105.505	134.591	167.458
7.500	0.000	0.355	2.047	5.750	11.744	20.371	31.944	46.741	65.014	86.913	112.554	142.116
8.000	0.000	0.239	1.379	3.878	8.152	14.418	23.086	34.419	48.671	66.120	87.024	111.624
8.500	0.000	0.173	0.925	2.561	5.336	9.500	15.249	22.890	32.795	45.261	60.655	79.346
9.000	0.000	0.138	0.710	1.836	3.646	6.147	9.394	13.618	19.204	26.700	36.524	49.137
9.250	0.000	0.119	0.641	1.679	3.265	5.313	7.716	10.566	14.303	19.533	26.772	36.364
9.500	0.000	0.108	0.605	1.618	3.151	5.072	7.161	9.213	11.477	14.642	19.368	26.074
9.750	0.000	0.088	0.545	1.481	2.924	4.807	6.914	8.817	10.200	11.683	14.026	17.754
10.000	0.000	0.010	0.328	1.123	2.428	4.194	6.383	8.831	11.012	11.934	11.934	11.934
10.125	0.000	0.000	0.105	0.713	1.742	3.238	5.244	7.673	10.302	12.366	12.527	12.527
10.250	0.000	0.000	0.000	0.046	0.728	1.885	3.475	5.480	7.796	9.947	10.412	10.412
10.375	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

# Floodable Length 0.6

## Curves



*Compartment Standard = 1*

*Bulkhead positions from Origin in metres*

Aft terminal	-4.800
	2.400
	9.590
	16.790
	28.790
	36.000
	45.600
	55.200
	62.400

Aft terminal	-4.800
	64.800
Forward terminal	69.900

### Tables

Mean draft	4.770	metres
Trim over LBP	0.000	metres
Subdivision displacement	3187.441	tonnes
Water density	1.025	tonnes/cu.m
L.C.B. from origin	32.843	metres
Criterion of Service	0.000	
Subdivision Factor	1.000	
Margin Line below Deck	76.000	mm

Region = 60.000

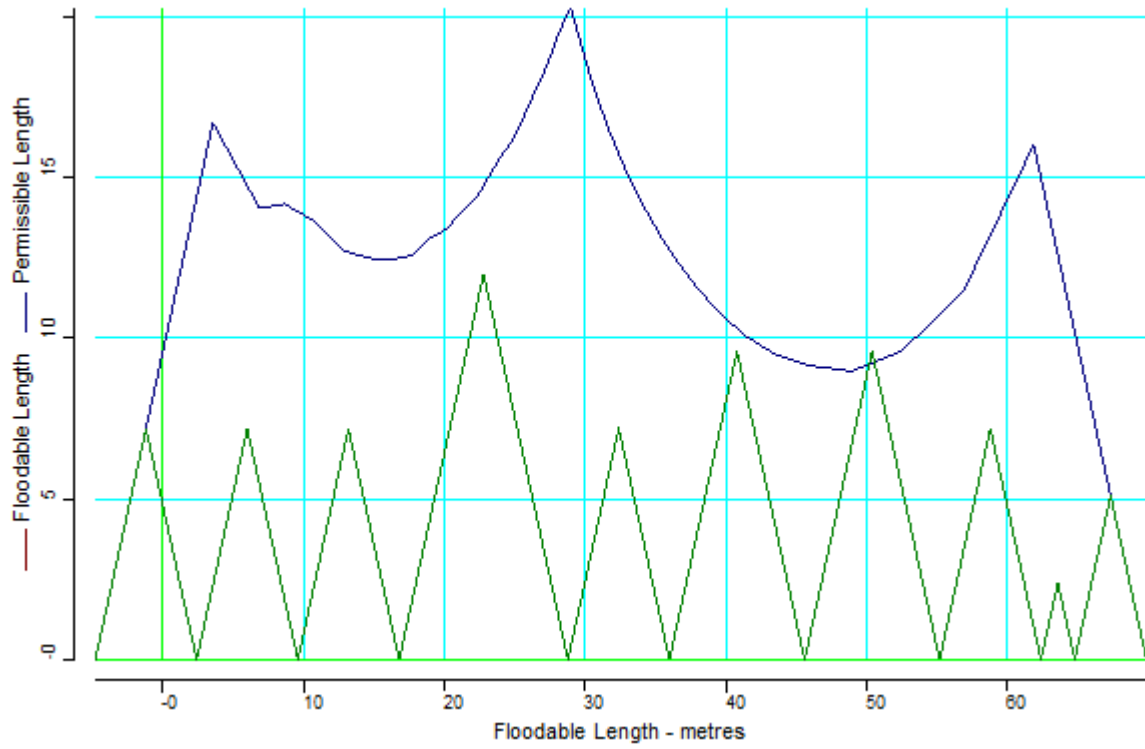
Lost	LCB of FL	Floodable	Centre of FL	Mean	Trim
buoyancy	from Origin	Length	from Origin	draft	by head
cu.metres	metres	metres	metres	metres	metres
577.89	8.650	22.103	6.252	5.140	-2.253
615.61	10.864	18.939	9.633	5.190	-2.166
657.53	12.610	19.335	11.071	5.242	-2.075
700.46	14.206	19.254	12.700	5.295	-1.982
742.61	15.666	18.706	14.507	5.350	-1.885
793.02	17.014	18.735	16.085	5.407	-1.785
837.84	18.256	18.783	17.540	5.466	-1.683
886.60	19.400	19.472	18.663	5.526	-1.578
937.05	20.462	19.789	19.929	5.587	-1.470

Lost	LCB of FL	Floodable	Centre of FL	Mean	Trim
buoyancy	from Origin	Length	from Origin	draft	by head
cu.metres	metres	metres	metres	metres	metres
990.31	21.446	20.598	20.916	5.649	-1.360
1041.09	22.358	21.029	21.997	5.713	-1.248
1096.25	23.209	21.876	22.854	5.778	-1.135
1149.47	24.000	22.670	23.650	5.844	-1.019
1206.79	24.737	23.533	24.389	5.911	-0.902
1262.46	25.431	24.120	25.200	5.978	-0.784
1319.44	26.074	24.958	25.842	6.046	-0.664
1380.80	26.679	25.866	26.446	6.115	-0.543
1439.44	27.251	26.706	27.018	6.184	-0.422
1500.78	27.781	27.586	27.547	6.254	-0.300
1562.34	28.286	28.457	28.054	6.323	-0.177
1622.30	28.762	29.285	28.532	6.393	-0.054
1607.61	29.189	29.043	28.970	6.390	0.069
1536.25	29.627	27.866	29.489	6.328	0.192
1464.55	30.106	26.718	30.023	6.267	0.314
1392.77	30.632	25.639	30.561	6.206	0.437
1321.33	31.213	24.522	31.167	6.146	0.558
1250.59	31.851	23.413	31.824	6.085	0.679
1180.46	32.560	22.306	32.545	6.026	0.798
1111.12	33.347	21.201	33.344	5.967	0.916
1041.89	34.222	20.083	34.229	5.908	1.033
974.32	35.206	18.983	35.222	5.851	1.149
908.06	36.311	18.090	36.249	5.794	1.262

Lost	LCB of FL	Floodable	Centre of FL	Mean	Trim
buoyancy	from Origin	Length	from Origin	draft	by head
cu.metres	metres	metres	metres	metres	metres
843.38	37.558	17.019	37.529	5.738	1.374
779.78	38.979	15.948	39.009	5.683	1.483
716.54	40.601	14.855	40.729	5.630	1.591
657.66	42.464	14.051	42.651	5.577	1.695
597.64	44.620	13.270	44.933	5.526	1.797
544.24	47.054	12.969	47.496	5.476	1.897
489.05	49.872	13.168	50.467	5.428	1.993
437.82	53.220	14.538	54.205	5.381	2.087
360.64	58.115	19.597	60.101	5.336	2.177
		0.000	69.900		

# Floodable Length 0.85

## Curves



*Compartment Standard = 1*

*Bulkhead positions from Origin in metres*

Aft terminal	-4.800
	2.400
	9.590
	16.790
	28.790
	36.000
	45.600
	55.200
	62.400

Aft terminal	-4.800
	64.800
Forward terminal	69.900

### Tables

Mean draft	4.770	metres
Trim over LBP	0.000	metres
Subdivision displacement	3187.441	tonnes
Water density	1.025	tonnes/cu.m
L.C.B. from origin	32.843	metres
Criterion of Service	0.000	
Subdivision Factor	1.000	
Margin Line below Deck	76.000	mm

Region = 85.000

Lost	LCB of FL	Floodable	Centre of FL	Mean	Trim
buoyancy	from Origin	Length	from Origin	draft	by head
cu.metres	metres	metres	metres	metres	metres
507.40	4.975	16.713	3.557	5.053	-2.406
548.05	7.445	14.061	6.869	5.104	-2.316
589.44	9.676	14.186	8.685	5.158	-2.222
636.67	11.692	13.647	10.755	5.214	-2.125
682.65	13.515	12.718	12.931	5.271	-2.024
728.39	15.154	12.499	14.666	5.330	-1.920
777.23	16.646	12.458	16.273	5.391	-1.813
829.06	18.009	12.593	17.744	5.454	-1.704
881.98	19.252	13.122	18.953	5.518	-1.592

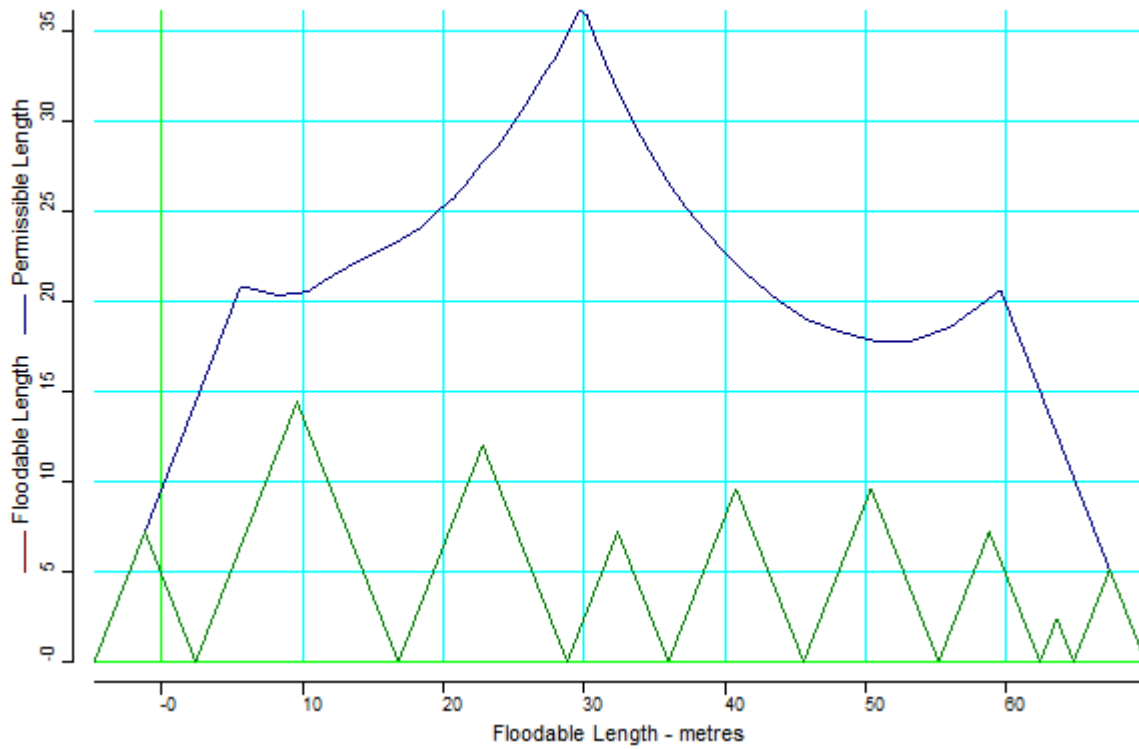
Lost	LCB of FL	Floodable	Centre of FL	Mean	Trim
buoyancy	from Origin	Length	from Origin	draft	by head
cu.metres	metres	metres	metres	metres	metres
934.79	20.394	13.420	20.203	5.583	-1.477
987.72	21.445	13.974	21.251	5.649	-1.360
1042.19	22.413	14.390	22.304	5.717	-1.241
1104.34	23.310	15.079	23.205	5.786	-1.121
1160.56	24.137	15.673	24.040	5.856	-0.998
1218.52	24.906	16.187	24.863	5.927	-0.874
1280.60	25.625	16.841	25.585	5.998	-0.748
1344.10	26.288	17.498	26.247	6.070	-0.622
1400.34	26.915	18.043	26.872	6.143	-0.494
1465.41	27.498	18.690	27.452	6.216	-0.366
1535.34	28.039	19.356	28.005	6.289	-0.237
1594.75	28.558	19.904	28.520	6.363	-0.108
1636.95	29.030	20.298	28.988	6.413	0.021
1563.60	29.476	19.591	29.440	6.349	0.151
1488.53	29.966	18.850	29.934	6.284	0.280
1406.60	30.507	18.002	30.478	6.220	0.409
1332.87	31.106	17.242	31.080	6.156	0.537
1257.64	31.770	16.449	31.742	6.093	0.664
1185.21	32.510	15.672	32.481	6.030	0.790
1109.67	33.338	14.831	33.310	5.967	0.915
1039.94	34.266	14.064	34.239	5.905	1.039
967.57	35.317	13.241	35.296	5.844	1.161
897.75	36.509	12.436	36.498	5.784	1.281



Lost	LCB of FL	Floodable	Centre of FL	Mean	Trim
buoyancy	from Origin	Length	from Origin	draft	by head
cu.metres	metres	metres	metres	metres	metres
829.10	37.869	11.629	37.878	5.725	1.399
761.77	39.438	10.819	39.489	5.667	1.515
695.41	41.251	10.105	41.328	5.610	1.629
629.01	43.375	9.523	43.460	5.555	1.740
569.42	45.845	9.153	45.982	5.500	1.849
510.96	48.680	8.980	48.928	5.447	1.955
433.78	52.339	9.596	52.456	5.396	2.057
399.53	56.185	11.443	56.844	5.346	2.157
384.38	59.877	16.032	61.884	5.298	2.253
		0.000	69.900		

# Floodable Length 0.95

## Curves



*Compartment Standard = 1*

*Bulkhead positions from Origin in metres*

Aft terminal	-4.800
	2.400
	16.800
	28.800
	36.000
	45.600
	55.200
	62.400
	64.800

Aft terminal	-4.800
Forward terminal	69.900

**Tables**

Mean draft	4.770	metres
Trim over LBP	0.000	metres
Subdivision displacement	3187.857	tonnes
Water density	1.025	tonnes/cu.m
L.C.B. from origin	32.844	metres
Criterion of Service	0.000	
Subdivision Factor	1.000	
Margin Line below Deck	76.000	mm

Region = 95.000

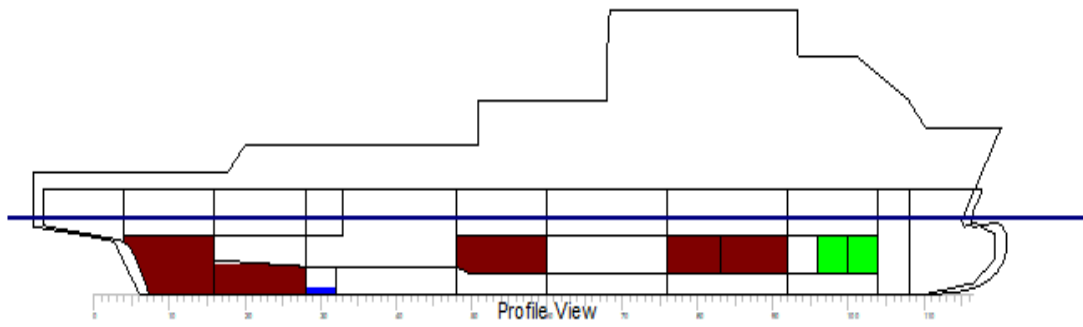
Lost	LCB of FL	Floodable	Centre of FL	Mean	Trim
buoyancy	from Origin	Length	from Origin	draft	by head
cu.metres	metres	metres	metres	metres	metres
1461.19	6.603	20.814	5.607	5.609	-6.317
1569.56	9.027	20.327	8.315	5.752	-6.069
1682.77	11.024	20.519	10.354	5.899	-5.811
1805.32	12.846	21.358	12.008	6.052	-5.545
1931.75	14.515	22.079	13.644	6.210	-5.270
2059.08	16.045	22.690	15.248	6.372	-4.988
2194.12	17.456	23.328	16.791	6.538	-4.698
2331.22	18.751	23.978	18.240	6.709	-4.400
2471.80	19.956	24.928	19.468	6.883	-4.096
2621.78	21.081	25.707	20.737	7.061	-3.786

Lost	LCB of FL	Floodable	Centre of FL	Mean	Trim
buoyancy	from Origin	Length	from Origin	draft	by head
cu.metres	metres	metres	metres	metres	metres
2771.71	22.135	26.676	21.812	7.242	-3.471
2935.02	23.126	27.730	22.814	7.426	-3.150
3098.00	24.059	28.548	23.847	7.612	-2.824
3266.47	24.938	29.557	24.729	7.801	-2.494
3438.56	25.766	30.548	25.558	7.992	-2.160
3611.38	26.550	31.496	26.343	8.185	-1.823
3798.15	27.293	32.524	27.083	8.379	-1.484
3980.78	27.997	33.337	27.848	8.574	-1.142
4169.15	28.661	34.290	28.505	8.770	-0.798
4365.66	29.294	35.272	29.131	8.966	-0.453
4556.20	29.896	36.156	29.727	9.163	-0.108
4481.68	30.385	35.852	30.202	9.105	0.238
4269.78	30.870	34.734	30.722	8.933	0.583
4063.82	31.403	33.712	31.246	8.761	0.927
3860.79	31.990	32.594	31.865	8.589	1.270
3658.96	32.640	31.459	32.534	8.418	1.611
3459.64	33.360	30.335	33.256	8.249	1.950
3257.11	34.163	29.101	34.073	8.080	2.286
3060.03	35.061	27.870	34.983	7.913	2.618
2860.22	36.070	26.552	36.008	7.748	2.947
2669.96	37.208	25.265	37.170	7.585	3.271
2478.25	38.497	24.087	38.404	7.424	3.590
2292.50	39.962	22.764	39.925	7.266	3.903

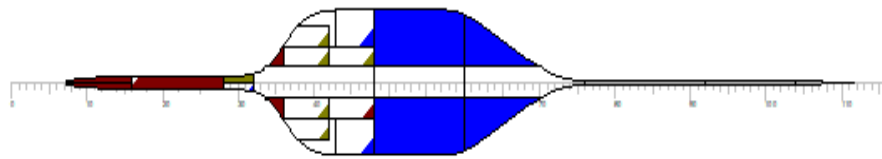
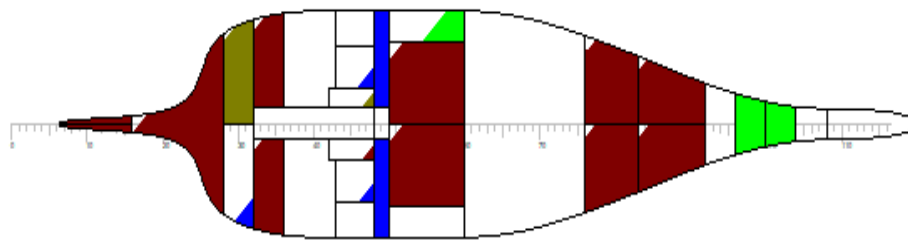
Lost	LCB of FL	Floodable	Centre of FL	Mean	Trim
buoyancy	from Origin	Length	from Origin	draft	by head
cu.metres	metres	metres	metres	metres	metres
2111.52	41.629	21.416	41.694	7.111	4.211
1939.50	43.507	20.078	43.747	6.960	4.513
1769.83	45.552	18.939	45.933	6.811	4.807
1620.62	47.709	18.292	48.192	6.666	5.095
1476.89	49.934	17.807	50.576	6.525	5.374
1347.36	52.314	17.761	53.217	6.388	5.646
1227.04	54.875	18.583	56.089	6.256	5.909
1114.30	57.946	20.607	59.596	6.127	6.163
		0.000	69.900		

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ  
ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ

# FULL LOAD DEPARTURE



|



### Key

Key	Name	Density
		(t/m3)
	WB	1.0250
	FW	1.0000
	MDO	0.8600
	LO	0.9000

### COMPARTMENT DATA

Title	Frames	Cargo	% full	SG	Weight	LCG	TCG	VCG	FSM
				(t/m3)	(t)	(m)	(m)	(m)	(t-m)
<i>FW</i>									
Bilge-Water-P	43-48	FW	10.0	1.000	1.3	27.295	-3.596	0.085	4.3
Bilge-Water-S	43-48	FW	10.0	1.000	1.3	27.295	3.596	0.085	4.3
Black-Water-P	21-24	FW	10.0	1.000	1.2	13.583	-1.798	1.972	6.9
FW1-P	60-74	FW	100.0	1.000	46.6	39.941	-3.464	0.658	0.0
FW1-S	60-74	FW	100.0	1.000	46.6	39.941	3.464	0.658	0.0
FW2-P	48-60	FW	100.0	1.000	48.0	32.268	-3.768	0.664	0.0
FW3-P	16-28	FW	100.0	1.000	37.4	13.773	-5.296	2.909	0.0
FW3-S	16-28	FW	100.0	1.000	37.4	13.773	5.296	2.909	0.0
Grey-Water-P	16-21	FW	10.0	1.000	1.6	11.581	-1.231	2.140	6.2
Potable-Water-S:	48-60	FW	100.0	1.000	48.0	32.268	3.768	0.664	0.0
Sludge	28-32	FW	10.0	1.000	1.8	18.240	1.182	0.295	10.1
<b>Total FW</b>					<b>271.2</b>	<b>29.458</b>	<b>-0.007</b>	<b>1.288</b>	<b>31.8</b>
<i>WB</i>									
Heeling-P	48-60	WB	40.0	1.025	16.0	32.520	-6.291	1.756	7.2
WB1A-C	96-100	WB	100.0	1.025	30.3	58.738	-0.000	2.589	0.0
WB1F-C	100-104	WB	100.0	1.025	21.6	61.126	0.000	2.581	0.0
WB2-P	76-92	WB	100.0	1.025	21.7	49.271	-2.313	0.759	0.0
WB2-S	76-92	WB	100.0	1.025	21.7	49.271	2.313	0.759	0.0
<b>Total WB</b>					<b>111.3</b>	<b>51.737</b>	<b>-0.905</b>	<b>1.753</b>	<b>7.2</b>
<i>MDO</i>									
MDO-Drain-S	42-48	MDO	10.0	0.860	0.7	26.995	1.650	0.085	0.6
MDO1-P	83-92	MDO	98.0	0.860	51.7	52.327	-2.382	2.526	70.0
MDO1-S	83-92	MDO	98.0	0.860	51.7	52.327	2.382	2.526	70.0
MDO2-P	76-83	MDO	98.0	0.860	52.6	47.638	-3.057	2.492	95.7



Title	Frames	Cargo	% full	SG	Weight	LCG	TCG	VCG	FSM
				(t/m3)	(t)	(m)	(m)	(m)	(t-m)
MDO2-S	76-83	MDO	98.0	0.860	52.6	47.638	3.057	2.492	95.7
MDO4-P	48-60	MDO	98.0	0.860	76.1	32.451	-2.600	2.444	71.2
MDO4-S	48-60	MDO	98.0	0.860	76.1	32.451	2.600	2.444	71.2
MDO5-P	32-36	MDO	98.0	0.860	16.5	20.438	-3.617	0.953	40.0
MDO5-S	32-36	MDO	98.0	0.860	16.5	20.438	3.617	0.953	40.0
MDO6-C	16-28	MDO	98.0	0.860	35.5	14.380	0.001	1.240	19.4
MDO7-P	4-16	MDO	98.0	0.860	16.3	7.536	-1.512	2.749	93.2
MDO7-S	4-16	MDO	98.0	0.860	16.3	7.536	1.512	2.749	93.2
MDO-Serv-P	39-42	MDO	98.0	0.860	5.8	24.342	-6.319	5.645	1.7
MDO-Serv-S	39-42	MDO	98.0	0.860	5.8	24.342	6.319	5.645	1.7
MDO-Sett-P	42-48	MDO	98.0	0.860	16.4	27.113	-6.319	5.289	3.3
MDO-Sett-S	42-48	MDO	98.0	0.860	16.4	27.113	6.319	5.289	3.3
<b>Total MDO</b>					<b>507.0</b>	<b>35.473</b>	<b>0.002</b>	<b>2.564</b>	<b>770.2</b>
<i>LO</i>									
LO-Drain-P	42-48	LO	10.0	0.900	0.7	26.995	-1.650	0.085	0.6
LO-Stor-P	28-32	LO	98.0	0.900	16.2	18.068	-2.749	1.044	57.4
LO-Sump-2-P	36-42	LO	10.0	0.900	0.4	23.400	-1.650	0.042	0.6
LO-Sump2-S	36-42	LO	10.0	0.900	0.4	23.400	1.650	0.042	0.6
LO-Sump1-P	36-42	LO	10.0	0.900	0.4	23.416	-2.946	0.043	0.6
LO-Sump1-S	36-42	LO	10.0	0.900	0.4	23.416	2.946	0.043	0.6
<b>Total LO</b>					<b>18.5</b>	<b>18.818</b>	<b>-2.497</b>	<b>0.931</b>	<b>60.4</b>
<i>Upper Deck Container</i>									
Upper Deck Cont					22.5	30.600	2.460	8.300	0.0
<b>Total Upper Deck Container</b>					<b>22.5</b>	<b>30.600</b>	<b>2.460</b>	<b>8.300</b>	<b>0.0</b>
<i>Scientists</i>									
Scientists					2.1	49.000	0.000	10.100	0.0
<b>Total Scientists</b>					<b>2.1</b>	<b>49.000</b>	<b>0.000</b>	<b>10.100</b>	<b>0.0</b>
<i>Provisions</i>									
Provisions					6.6	60.000	0.000	5.100	0.0
<b>Total Provisions</b>					<b>6.6</b>	<b>60.000</b>	<b>0.000</b>	<b>5.100</b>	<b>0.0</b>
<i>Main Deck Container</i>									
Main Deck Cont					22.5	8.000	5.000	7.500	0.0
<b>Total Main Deck Container</b>					<b>22.5</b>	<b>8.000</b>	<b>5.000</b>	<b>7.500</b>	<b>0.0</b>
<i>Luggage</i>									
Luggage					3.1	45.500	0.000	8.320	0.0

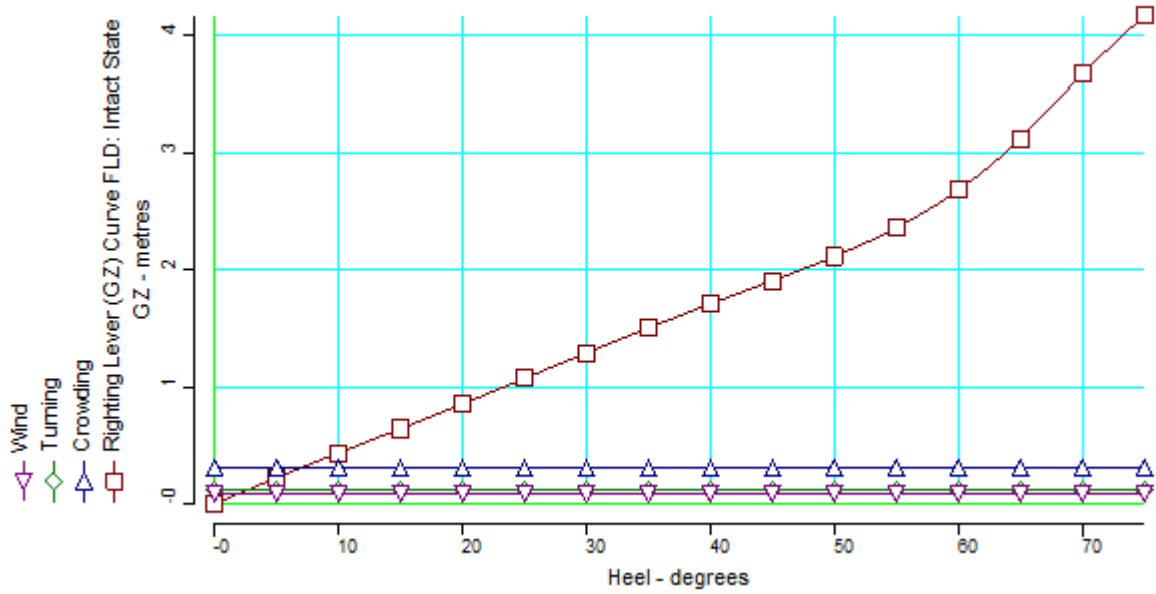
Title	Frames	Cargo	% full	SG	Weight	LCG	TCG	VCG	FSM
				(t/m3)	(t)	(m)	(m)	(m)	(t-m)
<b>Total Luggage</b>					<b>3.1</b>	<b>45.500</b>	<b>0.000</b>	<b>8.320</b>	<b>0.0</b>
<i>Crew</i>									
Crew					3.9	45.500	0.000	8.320	0.0
<b>Total Crew</b>					<b>3.9</b>	<b>45.500</b>	<b>0.000</b>	<b>8.320</b>	<b>0.0</b>
<i>3.4m Rover</i>									
Rover					5.3	19.700	-4.500	10.000	0.0
<b>Total 3.4m Rover</b>					<b>5.3</b>	<b>19.700</b>	<b>-4.500</b>	<b>10.000</b>	<b>0.0</b>
<i>2.2m ROVER</i>									
Rover					0.8	5.000	0.000	7.600	0.0
<b>Total 2.2m ROVER</b>					<b>0.8</b>	<b>5.000</b>	<b>0.000</b>	<b>7.600</b>	<b>0.0</b>
<b>Lightweight</b>					<b>2225.0</b>	<b>31.960</b>	<b>0.000</b>	<b>5.980</b>	<b>0.0</b>
<b>Deadweight</b>					<b>974.6</b>	<b>34.754</b>	<b>-0.003</b>	<b>2.451</b>	<b>869.1</b>
<b>Total Displacement</b>					<b>3199.6</b>	<b>32.811</b>	<b>-0.001</b>	<b>4.905</b>	<b>869.1</b>
<b>Buoyancy</b>					<b>3199.7</b>	<b>32.809</b>	<b>-0.002</b>	<b>2.727</b>	<b>16060.8</b>
<b>Total Buoyancy</b>					<b>3199.7</b>	<b>32.809</b>	<b>-0.002</b>	<b>2.727</b>	<b>16060.8</b>

#### Drafts at equilibrium angle

Draft at LCF	4.775 metres
Draft aft at marks	4.795 metres
Draft fwd at marks	4.745 metres
Draft at AP	4.795 metres
Draft at FP	4.745 metres
Mean draft at midships	4.770 metres

### Hydrostatics at equilibrium angle

Density of water	1.0250	tonnes/cu.m
Heel to port	0.02	degrees
Trim by the stern	0.051	metres
KG	4.905	metres
FSC	0.272	metres
KGf	5.177	metres
GMt	2.571	metres
BMt	5.020	metres
BMI	105.888	metres
Waterplane area	941.29	sq.metres
LCG	32.811	metres
LCB	32.809	metres
TCB	-0.002	metres
LCF	28.431	metres
TCF	-0.002	metres
TPC	9.648	tonnes/cm
MTC	48.401	tonnes-m/cm
Shell thickness	0.000	mm



Righting Lever (GZ) Curve

Heel to Port (deg)	GZ (m)	Slope (m/rad)	Trim (m)	WLrad (m)	Freeboard (m)	Crowding (m)	Turning (m)	Wind (m)
-0.00	-0.0010	2.5705	-0.050	4.795	1.70[29]	0.3047	0.1149	0.0858
5.00	0.2225	2.5192	-0.036	4.764	1.05[29]	0.3047	0.1149	0.0858
10.00	0.4344	2.4001	0.041	4.652	0.45[29]	0.3047	0.1149	0.0858
15.00	0.6410	2.4254	0.160	4.466	-0.12[29]	0.3047	0.1149	0.0858
20.00	0.8528	2.5009	0.295	4.223	-0.66[29]	0.3047	0.1149	0.0858
25.00	1.0699	2.5347	0.436	3.925	-1.17[29]	0.3047	0.1149	0.0858
30.00	1.2879	2.5026	0.575	3.568	-1.65[29]	0.3047	0.1149	0.0858
35.00	1.5018	2.4138	0.708	3.153	-2.08[29]	0.3047	0.1149	0.0858
40.00	1.7071	2.3021	0.829	2.675	-2.46[29]	0.3047	0.1149	0.0858
45.00	1.9055	2.2886	0.938	2.135	-2.78[29]	0.3047	0.1149	0.0858
50.00	2.1129	2.5327	1.033	1.534	-3.03[29]	0.3047	0.1149	0.0858

Heel to Port	GZ	Slope	Trim	WLrad	Freeboard	Crowding	Turning	Wind
(deg)	(m)	(m/rad)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
55.00	2.3580	3.1712	1.116	0.874	-3.21[29]	0.3047	0.1149	0.0858
60.00	2.6813	4.3473	1.179	0.158	-3.32[29]	0.3047	0.1149	0.0858
65.00	3.1192	5.7499	1.231	-0.628	-3.34[29]	0.3047	0.1149	0.0858
70.00	3.6699	6.4237	1.282	-1.501	-3.23[29]	0.3047	0.1149	0.0858
75.00	4.1679	5.0071	1.321	-2.421	-3.30[25]	0.3047	0.1149	0.0858

### IMO Wind heeling

Property	Value	Units
Length WL	72.100	metres
Profile area above WL	520.979	sq.metres
Area to leeward (Area b)	0.85854	m-radians
Area to windward (Area a)	0.00146	m-radians
GZc	0.086	metres
Gust angle	1.931	degrees
Rollback angle	18.860	degrees
Steady state angle	1.295	degrees
Max. angle to leeward	50.000	degrees
B/d'	3.128	
X1	0.874	
Cb	0.617	
Ar	2.774	
K	0.763	

Property	Value	Units
Og	0.381	metres
r	0.778	
T	7.746	seconds

### IMO Turning

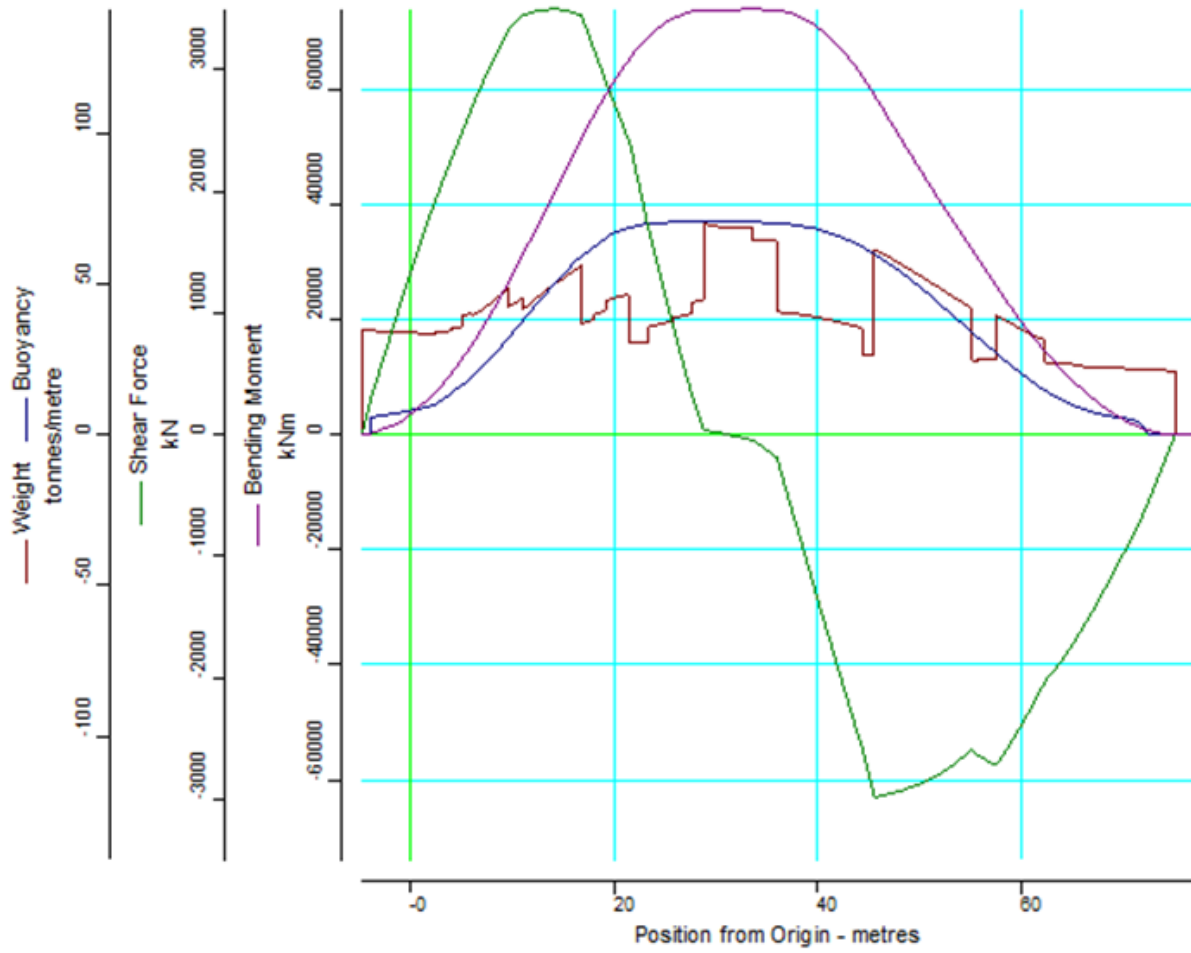
Property	Value	Units
Area A	2.08887	m-radians
Total Area A+B	2.23661	m-radians
Steady state angle	2.579	degrees
Max. angle	75.000	degrees

### IMO Passenger crowding

Property	Value	Units
Area A	2.042	m-radians
Total Area A+B	2.2376	m-radians
Steady state angle	3.416	degrees
Max. angle	75.000	degrees

IMO 749 Intact stability Criteria Passenger

#	Criterion	Actual	Critical
		Value	Value
1	Area under GZ curve up to 30 degrees > 0.055	0.337	0.055
2	Area under GZ curve from 30 to 40 deg. or downflood > 0.03	0.262	0.030
3	Area under GZ curve up to 40 deg. or downflood > 0.09	0.599	0.090
4	Initial GM to be at least 0.15 metres	2.57	0.150
5	GZ to be at least 0.20m at an angle > 30 degrees	1.288	0.200
6	Max GZ to be at an angle > 30 degrees	75.000	30.000
7	Angle of heel for passenger crowding < 10 degrees	3.416	10.000
8	Angle of heel for turning < 10 degrees	2.579	10.000
9	IMO Weather Criterion ( Maximum Initial Angle Of Heel )	1.295	16.000
10	IMO Weather Criterion ( Areas )	587.105	1.000



Shearing Force and Bending Moments

Distance		Shearing	% of Max	Bending	% of Max
from Origin		Force	allowed	Moment	allowed
(m)		(kN)		(kNm)	
0.00	#0	1331.0	---	3616.9	---
0.60	#1	1479.8	---	4489.7	---
1.20	#2	1628.7	---	5362.4	---
1.80	#3	1777.5	---	6235.1	---
2.40	#4	1919.3	---	7285.9	---



Distance		Shearing	% of Max	Bending	% of Max
from Origin		Force	allowed	Moment	allowed
(m)		(kN)		(kNm)	
3.00	#5	2054.9	---	8478.9	---
3.60	#6	2184.8	---	9751.4	---
4.20	#7	2309.3	---	11100.3	---
4.80	#8	2428.7	---	12523.4	---
5.40	#9	2556.9	---	14020.0	---
6.00	#10	2685.9	---	15592.0	---
6.60	#11	2803.3	---	17240.5	---
7.20	#12	2914.4	---	18958.7	---
7.80	#13	3021.2	---	20748.2	---
8.40	#14	3125.7	---	22587.5	---
9.00	#15	3227.2	---	24498.6	---
9.60	#16	3325.1	---	26463.3	---
10.20	#17	3381.1	---	28478.9	---
10.80	#18	3430.1	---	30525.7	---
11.40	#19	3458.0	---	32597.5	---
12.00	#20	3473.4	---	34681.4	---
12.60	#21	3485.5	---	36773.8	---
13.20	#22	3491.0	---	38872.1	---
13.80	#23	3494.7	---	40973.7	---
14.40	#24	3496.2	---	43077.3	---
15.00	#25	3489.5	---	45180.0	---
15.60	#26	3478.8	---	47278.1	---
16.20	#27	3463.7	---	49368.7	---
16.80	#28	3443.5	---	51450.1	---
17.40	#29	3308.8	---	53484.9	---

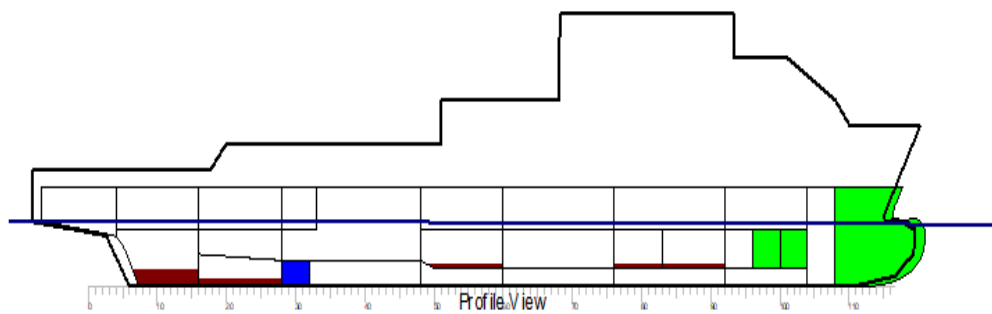
Distance		Shearing	% of Max	Bending	% of Max
from Origin		Force	allowed	Moment	allowed
(m)		(kN)		(kNm)	
18.00	#30	3169.3	---	55439.1	---
18.60	#31	3034.1	---	57310.3	---
19.20	#32	2894.6	---	59100.3	---
19.80	#33	2768.9	---	60810.7	---
20.40	#34	2640.5	---	62445.6	---
21.00	#35	2511.1	---	64003.6	---
21.60	#36	2377.6	---	65484.3	---
22.20	#37	2150.4	---	66854.9	---
22.80	#38	1919.7	---	68089.5	---
23.40	#39	1685.7	---	69187.6	---
24.00	#40	1484.2	---	70153.0	---
24.60	#41	1285.1	---	70998.6	---
25.20	#42	1088.3	---	71726.7	---
25.80	#43	893.5	---	72337.2	---
26.40	#44	708.4	---	72754.3	---
27.00	#45	524.5	---	73124.3	---
27.60	#46	340.7	---	73494.3	---
28.20	#47	186.0	---	73623.8	---
28.80	#48	33.9	---	73751.8	---
29.40	#49	28.6	---	73788.9	---
30.00	#50	20.8	---	73822.6	---
30.60	#51	10.0	---	73836.6	---
31.15	--	0.0	---	73849.4	---
31.20	#52	-0.9	---	73850.5	---
31.80	#53	-11.8	---	73864.4	---

Distance		Shearing	% of Max	Bending	% of Max
from Origin		Force	allowed	Moment	allowed
(m)		(kN)		(kNm)	
32.40	#54	-22.6	---	73878.4	---
33.00	#55	-33.5	---	73892.3	---
33.60	#56	-44.3	---	73906.2	---
34.20	#57	-79.3	---	73887.5	---
34.80	#58	-114.7	---	73853.7	---
35.40	#59	-150.3	---	73796.4	---
36.00	#60	-186.2	---	73717.9	---
36.60	#61	-360.2	---	73576.7	---
37.20	#62	-534.7	---	73331.2	---
37.80	#63	-708.3	---	72981.4	---
38.40	#64	-881.7	---	72527.9	---
39.00	#65	-1055.2	---	71969.8	---
39.60	#66	-1228.8	---	71304.7	---
40.20	#67	-1401.9	---	70537.4	---
40.80	#68	-1574.1	---	69676.1	---
41.40	#69	-1744.6	---	68676.8	---
42.00	#70	-1914.4	---	67631.2	---
42.60	#71	-2082.4	---	66457.1	---
43.20	#72	-2248.3	---	65182.5	---
43.80	#73	-2411.7	---	63806.5	---
44.40	#74	-2572.4	---	62338.5	---
45.00	#75	-2779.3	---	60757.1	---
45.60	#76	-2979.7	---	59053.7	---
46.20	#77	-2969.7	---	57293.1	---
46.80	#78	-2958.5	---	55538.6	---

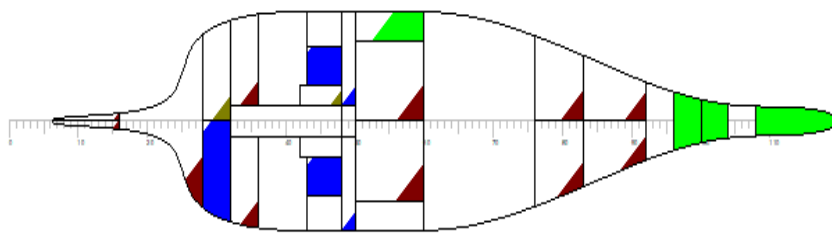
Distance		Shearing	% of Max	Bending	% of Max
from Origin		Force	allowed	Moment	allowed
(m)		(kN)		(kNm)	
47.40	#79	-2946.0	---	53791.3	---
48.00	#80	-2932.3	---	52050.8	---
48.60	#81	-2916.8	---	50319.3	---
49.20	#82	-2899.7	---	48596.6	---
49.80	#83	-2880.8	---	46884.6	---
50.40	#84	-2859.8	---	45185.1	---
51.00	#85	-2836.5	---	43496.6	---
51.60	#86	-2809.9	---	41823.1	---
52.20	#87	-2780.2	---	40166.1	---
52.80	#88	-2747.3	---	38527.3	---
53.40	#89	-2711.3	---	36910.5	---
54.00	#90	-2673.0	---	35311.7	---
54.60	#91	-2630.2	---	33746.1	---
55.20	#92	-2586.9	---	32189.1	---
55.80	#93	-2637.6	---	30637.5	---
56.40	#94	-2665.8	---	29044.7	---
57.00	#95	-2694.0	---	27451.8	---
57.60	#96	-2717.1	---	25850.8	---
58.20	#97	-2641.9	---	24256.6	---
58.80	#98	-2563.4	---	22707.4	---
59.40	#99	-2481.8	---	21206.2	---
60.00	#100	-2397.2	---	19753.1	---
60.60	#101	-2309.3	---	18353.2	---
61.20	#102	-2218.3	---	17007.9	---
61.80	#103	-2124.8	---	15709.7	---

Distance		Shearing	% of Max	Bending	% of Max
from Origin		Force	allowed	Moment	allowed
(m)		(kN)		(kNm)	
62.40	#104	-2028.4	---	14471.1	---
63.00	#105	-1968.3	---	13294.1	---
63.60	#106	-1906.8	---	12126.4	---
64.20	#107	-1836.1	---	11018.0	---
64.80	#108	-1762.8	---	9932.1	---
65.40	#109	-1684.0	---	8902.0	---
66.00	#110	-1602.5	---	7938.2	---
66.60	#111	-1518.5	---	7008.9	---
67.20	#112	-1432.3	---	6113.5	---
67.80	#113	-1342.5	---	5280.4	---
68.40	#114	-1250.2	---	4504.6	---
69.00	#115	-1156.0	---	3786.6	---
69.60	#116	-1060.6	---	3125.1	---
70.20	#117	-963.5	---	2521.4	---
75.20	--	0.0	---	0.0	---
75.98	--	0.0	---	0.0	---
76.57	--	0.0	---	0.0	---
76.94	--	0.0	---	0.0	---
<i>Maximum BM</i>					
<b>33.60</b>				<b>73906.2</b>	---
<i>Maximum SF</i>					
<b>14.40</b>		<b>3496.2</b>	---		

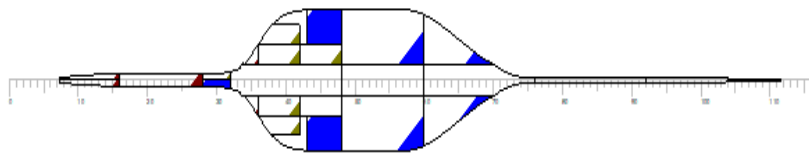
# FULL LOAD ARRIVAL



|



Deck at 1.2



Bottom

Key

Key	Name	Density
		(t/m3)
	WB	1.0250
	FW	1.0000
	MDO	0.8600
	LO	0.9000

**COMPARTMENT DATA**

Title	Frames	Cargo	% full	SG	Weight	LCG	TCG	VCG	FSM	S
				(t/m3)	(t)	(m)	(m)	(m)	(t-m)	M
<i>FW</i>										
Bilge-Water-P	43-48	FW	98.0	1.000	12.7	27.295	-3.600	0.833	4.3	
Bilge-Water-S	43-48	FW	98.0	1.000	12.7	27.295	3.600	0.833	4.3	
Black-Water-P	21-24	FW	98.0	1.000	11.3	13.509	-1.800	2.773	6.9	
FW1-P	60-74	FW	10.0	1.000	4.7	39.601	-2.709	0.100	43.5	
FW1-S	60-74	FW	10.0	1.000	4.7	39.601	2.709	0.100	43.5	
FW2-P	48-60	FW	10.0	1.000	4.8	32.388	-3.172	0.081	60.3	
FW3-P	16-28	FW	10.0	1.000	3.7	15.128	-5.000	1.980	10.0	
FW3-S	16-28	FW	10.0	1.000	3.7	15.128	5.000	1.980	10.0	
Grey-Water-P	16-21	FW	98.0	1.000	15.3	11.207	-1.676	2.922	11.5	
Potable-Water-S:	48-60	FW	10.0	1.000	4.8	32.388	3.172	0.081	60.3	
Sludge	28-32	FW	98.0	1.000	18.0	18.068	2.749	1.044	63.7	

Title	Frames	Cargo	% full	SG	Weight	LCG	TCG	VCG	FSM	S
				(t/m3)	(t)	(m)	(m)	(m)	(t-m)	M
<b>Total FW</b>					<b>96.4</b>	<b>22.150</b>	<b>0.036</b>	<b>1.375</b>	<b>318.3</b>	
<i>WB</i>										
FPTK	108-121	WB	100.0	1.025	76.6	67.528	0.000	3.712	0.0	
Heeling-P	48-60	WB	60.0	1.025	24.0	32.478	-6.310	2.003	7.3	
WB1A-C	96-100	WB	100.0	1.025	30.3	58.738	-0.000	2.589	0.0	
WB1F-C	100-104	WB	100.0	1.025	21.6	61.126	0.000	2.581	0.0	
WB2-P	76-92	WB	100.0	1.025	21.7	49.271	-2.313	0.759	0.0	
WB2-S	76-92	WB	100.0	1.025	21.7	49.271	2.313	0.759	0.0	
WB3-P	74-76	WB	100.0	1.025	5.0	44.989	-2.912	0.699	0.0	
WB3-S	74-76	WB	100.0	1.025	5.0	44.989	2.912	0.699	0.0	
<b>Total WB</b>					<b>205.9</b>	<b>56.528</b>	<b>-0.735</b>	<b>2.459</b>	<b>7.3</b>	
<i>MDO</i>										
MDO1-P	83-92	MDO	10.0	0.860	5.3	52.280	-1.834	1.364	22.8	
MDO1-S	83-92	MDO	10.0	0.860	5.3	52.280	1.834	1.364	22.8	
MDO2-P	76-83	MDO	10.0	0.860	5.4	47.613	-2.563	1.350	44.3	
MDO2-S	76-83	MDO	10.0	0.860	5.4	47.613	2.563	1.350	44.3	
MDO4-P	48-60	MDO	10.0	0.860	7.8	32.829	-2.600	1.342	65.9	
MDO4-S	48-60	MDO	10.0	0.860	7.8	32.829	2.600	1.342	65.9	
MDO5-P	32-36	MDO	10.0	0.860	1.7	20.586	-2.566	0.191	10.6	
MDO5-S	32-36	MDO	10.0	0.860	1.7	20.586	2.566	0.191	10.6	
MDO6-C	16-28	MDO	10.0	0.860	3.6	13.724	0.000	0.306	3.3	



Title	Frames	Cargo	% full	SG	Weight	LCG	TCG	VCG	FSM	S
				(t/m3)	(t)	(m)	(m)	(m)	(t-m)	M
MDO7-P	4-16	MDO	10.0	0.860	1.7	7.228	-0.172	0.571	0.0	
MDO7-S	4-16	MDO	10.0	0.860	1.7	7.228	0.172	0.571	0.0	
MDO-Serv-P	39-42	MDO	10.0	0.860	0.6	24.685	-6.319	4.866	1.4	
MDO-Serv-S	39-42	MDO	10.0	0.860	0.6	24.685	6.319	4.866	1.4	
MDO-Sett-P	42-48	MDO	10.0	0.860	1.7	27.928	-6.319	4.137	2.4	
MDO-Sett-S	42-48	MDO	10.0	0.860	1.7	27.928	6.319	4.137	2.4	
<b>Total MDO</b>					<b>52.0</b>	<b>35.587</b>	<b>0.000</b>	<b>1.414</b>	<b>298.1</b>	
<i>LO</i>										
LO-Drain-P	42-48	LO	10.0	0.900	0.7	26.995	-1.650	0.085	0.6	
LO-Stor-P	28-32	LO	10.0	0.900	1.7	18.240	-1.182	0.295	9.0	
LO-Sump-2-P	36-42	LO	10.0	0.900	0.4	23.400	-1.650	0.042	0.6	
LO-Sump-2-S	36-42	LO	10.0	0.900	0.4	23.400	1.650	0.042	0.6	
LO-Sump-1-P	36-42	LO	10.0	0.900	0.4	23.416	-2.946	0.043	0.6	
LO-Sump-1-S	36-42	LO	10.0	0.900	0.4	23.416	2.946	0.043	0.6	
<b>Total LO</b>					<b>4.0</b>	<b>21.800</b>	<b>-0.828</b>	<b>0.162</b>	<b>12.0</b>	
<i>Upper Deck Container</i>										
Upper Deck Cont					22.5	30.600	2.460	8.300	0.0	
<b>Total Upper Deck Container</b>					<b>22.5</b>	<b>30.600</b>	<b>2.460</b>	<b>8.300</b>	<b>0.0</b>	
<i>Scientists</i>										
Scientists					2.1	49.000	0.000	10.100	0.0	
<b>Total Scientists</b>					<b>2.1</b>	<b>49.000</b>	<b>0.000</b>	<b>10.100</b>	<b>0.0</b>	

Title	Frames	Cargo	% full	SG	Weight	LCG	TCG	VCG	FSM	S
				(t/m3)	(t)	(m)	(m)	(m)	(t-m)	M
<i>Provisions</i>										
Provisions					6.6	60.000	0.000	5.100	0.0	
<b>Total Provisions</b>					<b>6.6</b>	<b>60.000</b>	<b>0.000</b>	<b>5.100</b>	<b>0.0</b>	
<i>Main Deck Container</i>										
Main Deck Cont					22.5	8.000	5.000	7.500	0.0	
<b>Total Main Deck Container</b>					<b>22.5</b>	<b>8.000</b>	<b>5.000</b>	<b>7.500</b>	<b>0.0</b>	
<i>Luggage</i>										
Luggage					3.1	45.500	0.000	8.320	0.0	
<b>Total Luggage</b>					<b>3.1</b>	<b>45.500</b>	<b>0.000</b>	<b>8.320</b>	<b>0.0</b>	
<i>Crew</i>										
Crew					3.9	45.500	0.000	8.320	0.0	
<b>Total Crew</b>					<b>3.9</b>	<b>45.500</b>	<b>0.000</b>	<b>8.320</b>	<b>0.0</b>	
<i>3.4m Rover</i>										
Rover					5.3	19.700	-4.500	10.000	0.0	
<b>Total 3.4m Rover</b>					<b>5.3</b>	<b>19.700</b>	<b>-4.500</b>	<b>10.000</b>	<b>0.0</b>	
<i>2.2m ROVER</i>										
Rover					0.8	5.000	0.000	7.600	0.0	
<b>Total 2.2m ROVER</b>					<b>0.8</b>	<b>5.000</b>	<b>0.000</b>	<b>7.600</b>	<b>0.0</b>	
<b>Lightweight</b>					<b>2225.0</b>	<b>31.960</b>	<b>0.000</b>	<b>5.980</b>	<b>0.0</b>	
<b>Deadweight</b>					<b>424.6</b>	<b>41.202</b>	<b>-0.017</b>	<b>2.921</b>	<b>635.7</b>	
<b>Total Displacement</b>					<b>2649.6</b>	<b>33.441</b>	<b>-0.003</b>	<b>5.490</b>	<b>635.7</b>	

Title	Frames	Cargo	% full	SG	Weight	LCG	TCG	VCG	FSM	S
				(t/m3)	(t)	(m)	(m)	(m)	(t-m)	M
<b>Buoyancy</b>					<b>2649.6</b>	<b>33.431</b>	<b>-0.007</b>	<b>2.363</b>	<b>14305.8</b>	
<b>Total Buoyancy</b>					<b>2649.6</b>	<b>33.431</b>	<b>-0.007</b>	<b>2.363</b>	<b>14305.8</b>	

#### Drafts at equilibrium angle

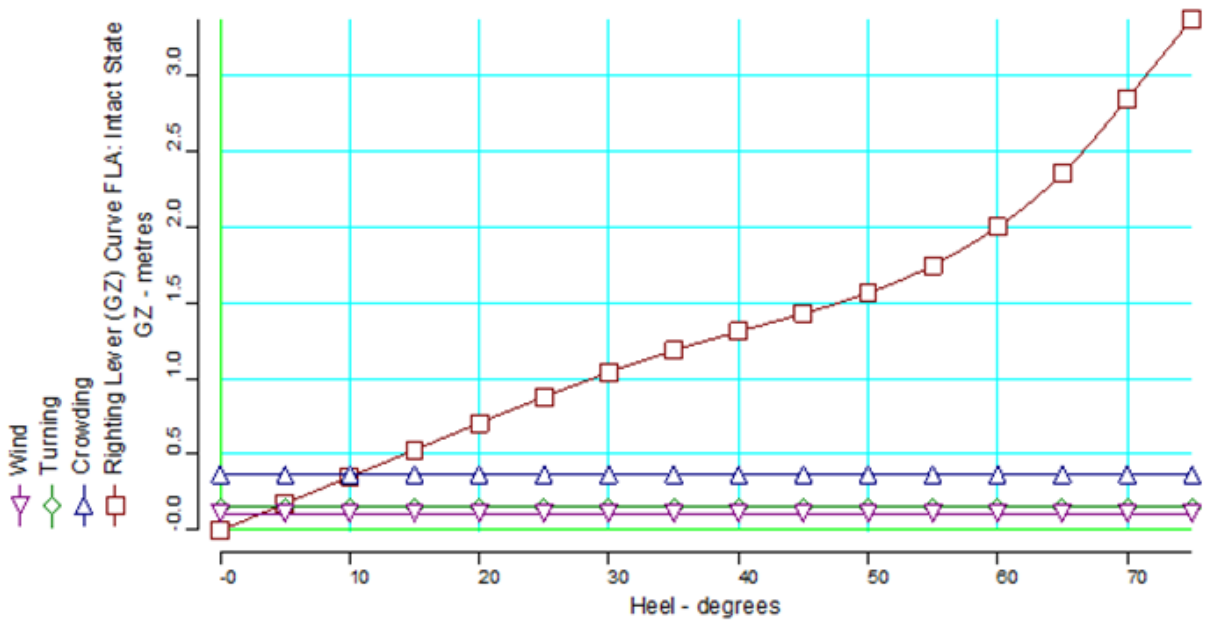
Draft at LCF	4.188	metres
Draft aft at marks	4.274	metres
Draft fwd at marks	4.072	metres
Draft at AP	4.274	metres
Draft at FP	4.072	metres
Mean draft at midships	4.173	metres

#### Hydrostatics at equilibrium angle

Density of water	1.0250	tonnes/cu.m
Heel to port	0.08	degrees
Trim by the stern	0.202	metres
KG	5.490	metres
FSC	0.240	metres
KGf	5.730	metres
GMt	2.031	metres
BMt	5.399	metres
BMI	103.558	metres
Waterplane area	869.20	sq.metres

Density of water	1.0250	tonnes/cu.m
LCG	33.441	metres
LCB	33.431	metres
TCB	-0.007	metres
LCF	29.764	metres
TCF	-0.019	metres
TPC	8.909	tonnes/cm
MTC	39.198	tonnes-m/cm
Shell thickness	0.000	mm

Righting Lever (GZ) Curve



Righting Lever (GZ) Curve

Heel to Port	GZ	Slope	Trim	WLrad	Freeboard	Crowding	Turning	Wind
(deg)	(m)	(m/rad)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
-0.00	-0.0028	2.0316	-0.201	4.273	2.21[29]	0.3680	0.1499	0.1120
5.00	0.1754	2.0711	-0.107	4.199	1.62[29]	0.3680	0.1499	0.1120
10.00	0.3512	2.0889	0.053	4.043	1.06[29]	0.3680	0.1499	0.1120
15.00	0.5281	2.1233	0.238	3.829	0.52[29]	0.3680	0.1499	0.1120
20.00	0.7055	2.0993	0.435	3.560	0.01[29]	0.3680	0.1499	0.1120
25.00	0.8777	1.9970	0.634	3.238	-0.47[29]	0.3680	0.1499	0.1120
30.00	1.0387	1.8202	0.829	2.859	-0.92[29]	0.3680	0.1499	0.1120
35.00	1.1828	1.5859	1.012	2.424	-1.33[29]	0.3680	0.1499	0.1120
40.00	1.3079	1.4069	1.180	1.929	-1.69[29]	0.3680	0.1499	0.1120
45.00	1.4263	1.4414	1.328	1.380	-2.00[29]	0.3680	0.1499	0.1120
50.00	1.5616	1.7875	1.454	0.782	-2.25[29]	0.3680	0.1499	0.1120
55.00	1.7439	2.5007	1.552	0.138	-2.45[29]	0.3680	0.1499	0.1120
60.00	1.9975	3.3519	1.636	-0.563	-2.57[29]	0.3680	0.1499	0.1120
65.00	2.3492	4.8465	1.700	-1.329	-2.73[25]	0.3680	0.1499	0.1120
70.00	2.8402	5.8754	1.658	-2.129	-2.89[25]	0.3680	0.1499	0.1120
75.00	3.3648	6.0713	1.577	-2.986	-2.94[25]	0.3680	0.1499	0.1120

### IMO Wind heeling

Property	Value	Units
Length WL	72.100	metres
Profile area above WL	565.000	sq.metres
Area to leeward (Area b)	0.63636	m-radians
Area to windward (Area a)	0.00324	m-radians
GZc	0.112	metres
Gust angle	3.233	degrees
Rollback angle	17.399	degrees
Steady state angle	2.184	degrees
Max. angle to leeward	50.000	degrees
B/d'	3.510	
X1	0.800	
Cb	0.573	
Ar	2.774	
K	0.763	
Og	1.456	metres
r	0.934	
T	8.897	seconds

### IMO Turning

Property	Value	Units
Area A	1.53195	m-radians

Property	Value	Units
Total Area A+B	1.72243	m-radians
Steady state angle	4.292	degrees
Max. angle	75.000	degrees

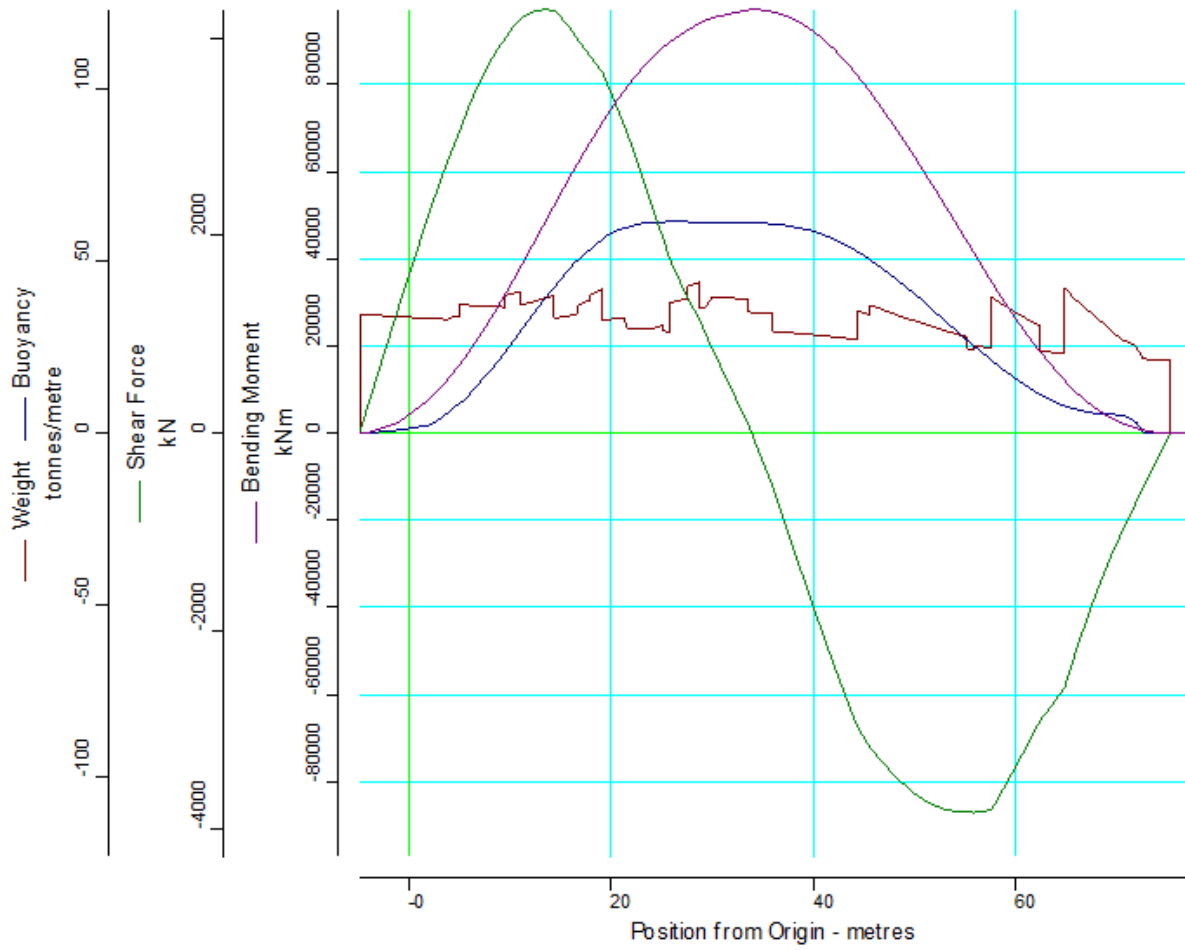
#### IMO Passenger crowding

Property	Value	Units
Area A	1.4909	m-radians
Total Area A+B	1.72243	m-radians
Steady state angle	5.233	degrees
Max. angle	75.000	degrees

#### IMO 749 Intact stability Criteria Passenger

#	Criterion	Actual	Critical
		Value	Value
1	Area under GZ curve up to 30 degrees > 0.055	0.276	0.055
2	Area under GZ curve from 30 to 40 deg. or downflood > 0.03	0.206	0.030
3	Area under GZ curve up to 40 deg. or downflood > 0.09	0.481	0.090
4	Initial GM to be at least 0.15 metres	2.031	0.150
5	GZ to be at least 0.20m at an angle > 30 degrees	1.039	0.200
6	Max GZ to be at an angle > 30 degrees	75.000	30.000
7	Angle of heel for passenger crowding < 10 degrees	5.233	10.000
8	Angle of heel for turning < 10 degrees	4.292	10.000
9	IMO Weather Criterion ( Maximum Initial Angle Of Heel )	2.184	16.000

#	Criterion	Actual	Critical
		Value	Value
10	IMO Weather Criterion ( Areas )	196.377	1.000



Shearing Force and Bending Moments

Distance		Shearing	% of Max	Bending	% of Max
from Origin		Force	allowed	Moment	allowed
(m)		(kN)		(kNm)	
0.00	#0	1577.5	---	4162.9	---



Distance		Shearing	% of Max	Bending	% of Max
from Origin		Force	allowed	Moment	allowed
(m)		(kN)		(kNm)	
0.60	#1	1766.4	---	5201.3	---
1.20	#2	1955.2	---	6239.8	---
1.80	#3	2144.1	---	7278.2	---
2.40	#4	2327.5	---	8544.6	---
3.00	#5	2503.6	---	9994.7	---
3.60	#6	2672.3	---	11548.0	---
4.20	#7	2832.8	---	13200.1	---
4.80	#8	2986.7	---	14947.7	---
5.40	#9	3147.9	---	16789.0	---
6.00	#10	3308.2	---	18724.4	---
6.60	#11	3454.0	---	20754.6	---
7.20	#12	3587.4	---	22870.3	---
7.80	#13	3707.3	---	25068.4	---
8.40	#14	3817.5	---	27321.0	---
9.00	#15	3913.4	---	29645.4	---
9.60	#16	3997.7	---	32018.3	---
10.20	#17	4087.8	---	34447.8	---
10.80	#18	4166.4	---	36927.2	---
11.40	#19	4218.4	---	39447.8	---
12.00	#20	4250.8	---	41993.2	---
12.60	#21	4271.9	---	44554.8	---
13.20	#22	4283.0	---	47126.7	---
13.55	--	4284.8	---	48629.7	---

Distance		Shearing	% of Max	Bending	% of Max
from Origin		Force	allowed	Moment	allowed
(m)		(kN)		(kNm)	
13.80	#23	4283.7	---	49702.7	---
14.40	#24	4274.1	---	52276.7	---
15.00	#25	4215.0	---	54830.1	---
15.60	#26	4145.1	---	57346.3	---
16.20	#27	4063.7	---	59815.0	---
16.80	#28	3974.2	---	62237.7	---
17.40	#29	3893.3	---	64607.1	---
18.00	#30	3808.1	---	66928.0	---
18.60	#31	3727.6	---	69199.0	---
19.20	#32	3643.1	---	71421.6	---
19.80	#33	3499.1	---	73575.7	---
20.40	#34	3349.9	---	75642.7	---
21.00	#35	3198.0	---	77619.8	---
21.60	#36	3040.5	---	79505.7	---
22.20	#37	2864.5	---	81289.9	---
22.80	#38	2685.2	---	82968.7	---
23.40	#39	2502.7	---	84541.4	---
24.00	#40	2318.8	---	86002.5	---
24.60	#41	2137.0	---	87354.3	---
25.20	#42	1957.7	---	88598.9	---
25.80	#43	1768.8	---	89733.2	---
26.40	#44	1631.5	---	90710.6	---
27.00	#45	1495.2	---	91653.2	---

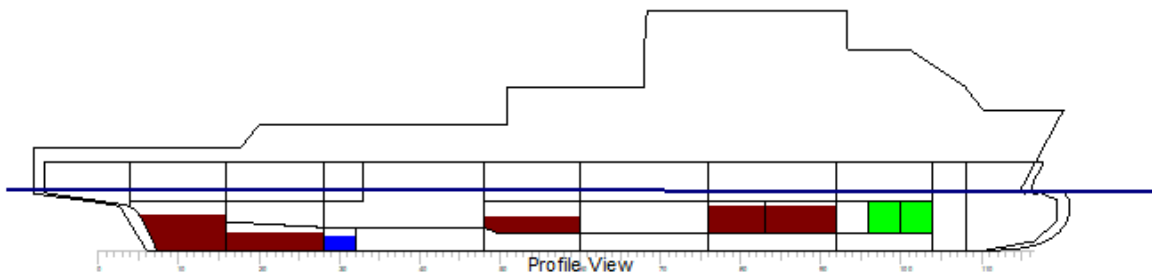
Distance		Shearing	% of Max	Bending	% of Max
from Origin		Force	allowed	Moment	allowed
(m)		(kN)		(kNm)	
27.60	#46	1358.9	---	92595.8	---
28.20	#47	1251.5	---	93364.5	---
28.80	#48	1143.3	---	94131.5	---
29.40	#49	996.3	---	94790.5	---
30.00	#50	859.1	---	95366.9	---
30.60	#51	728.5	---	95668.9	---
31.20	#52	597.9	---	95970.2	---
31.80	#53	467.3	---	96271.4	---
32.40	#54	336.7	---	96572.7	---
33.00	#55	206.1	---	96874.0	---
33.60	#56	75.5	---	97175.3	---
33.89	--	0.0	---	97179.0	---
34.20	#57	-78.8	---	97182.8	---
34.80	#58	-233.4	---	97123.1	---
35.40	#59	-388.0	---	96959.6	---
36.00	#60	-542.5	---	96703.3	---
36.60	#61	-727.9	---	96345.0	---
37.20	#62	-913.1	---	95875.8	---
37.80	#63	-1096.8	---	95295.9	---
38.40	#64	-1279.3	---	94606.7	---
39.00	#65	-1460.9	---	93807.6	---
39.60	#66	-1641.3	---	92896.9	---
40.20	#67	-1819.9	---	91880.5	---

Distance		Shearing	% of Max	Bending	% of Max
from Origin		Force	allowed	Moment	allowed
(m)		(kN)		(kNm)	
40.80	#68	-1996.2	---	90767.2	---
41.40	#69	-2168.6	---	89513.6	---
42.00	#70	-2339.6	---	88213.2	---
42.60	#71	-2506.4	---	86784.1	---
43.20	#72	-2669.2	---	85255.8	---
43.80	#73	-2827.5	---	83628.4	---
44.40	#74	-2981.1	---	81912.6	---
45.00	#75	-3081.9	---	80117.7	---
45.60	#76	-3179.1	---	78263.2	---
46.20	#77	-3255.5	---	76355.9	---
46.80	#78	-3328.2	---	74403.8	---
47.40	#79	-3396.9	---	72406.6	---
48.00	#80	-3462.0	---	70373.2	---
48.60	#81	-3522.4	---	68298.9	---
49.20	#82	-3578.7	---	66191.9	---
49.80	#83	-3630.2	---	64050.5	---
50.40	#84	-3675.4	---	61877.4	---
51.00	#85	-3715.9	---	59681.6	---
51.60	#86	-3750.1	---	57461.4	---
52.20	#87	-3778.1	---	55221.7	---
52.80	#88	-3800.0	---	52966.5	---
53.40	#89	-3815.4	---	50698.3	---
54.00	#90	-3826.0	---	48423.4	---

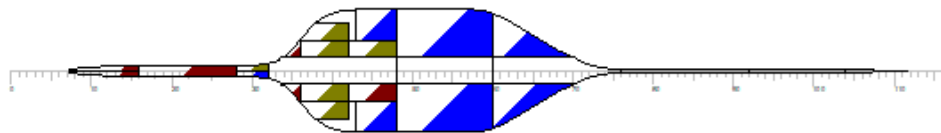
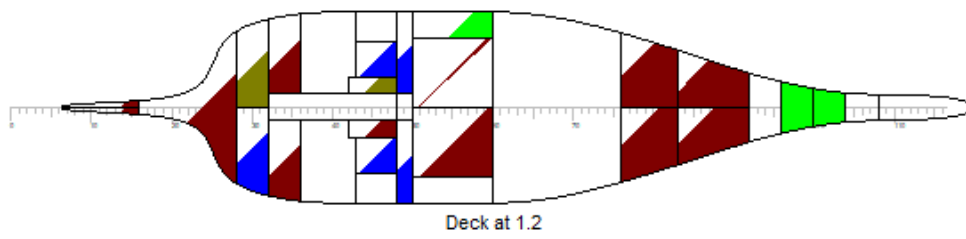
Distance		Shearing	% of Max	Bending	% of Max
from Origin		Force	allowed	Moment	allowed
(m)		(kN)		(kNm)	
54.60	#91	-3827.9	---	46142.2	---
55.00	--	-3829.2	---	44621.4	---
55.20	#92	-3828.4	---	43860.9	---
55.80	#93	-3839.4	---	41575.2	---
56.40	#94	-3830.8	---	39289.6	---
57.00	#95	-3822.2	---	37003.9	---
57.60	#96	-3809.4	---	34722.2	---
58.20	#97	-3701.1	---	32481.5	---
58.80	#98	-3591.1	---	30305.1	---
59.40	#99	-3479.8	---	28195.3	---
60.00	#100	-3367.3	---	26150.5	---
60.60	#101	-3253.3	---	24175.9	---
61.20	#102	-3138.1	---	22271.4	---
61.80	#103	-3021.9	---	20426.3	---
62.40	#104	-2904.7	---	18654.6	---
63.00	#105	-2826.2	---	16961.6	---
63.60	#106	-2746.7	---	15280.3	---
64.20	#107	-2660.6	---	13674.1	---
64.80	#108	-2572.8	---	12093.1	---
65.40	#109	-2373.5	---	10614.8	---
66.00	#110	-2184.3	---	9259.8	---
66.60	#111	-2001.6	---	8013.7	---
67.20	#112	-1824.7	---	6863.0	---

Distance		Shearing	% of Max	Bending	% of Max
from Origin		Force	allowed	Moment	allowed
(m)		(kN)		(kNm)	
67.80	#113	-1655.3	---	5823.7	---
68.40	#114	-1493.1	---	4880.5	---
69.00	#115	-1339.2	---	4035.0	---
69.60	#116	-1193.7	---	3279.5	---
70.20	#117	-1057.3	---	2608.8	---
75.20	--	0.0	---	0.0	---
75.98	--	0.0	---	0.0	---
76.57	--	0.0	---	0.0	---
76.94	--	0.0	---	0.0	---
<i>Maximum BM</i>					
<b>34.37</b>				<b>97184.9</b>	---
<i>Maximum SF</i>					
<b>13.55</b>		<b>4284.8</b>	---		

# PARTIAL SUBDIVISION



I



### Key

Key	Name	Density
		(t/m3)
	WB	1.0250
	FW	1.0000
	MDO	0.8600
	LO	0.9000

### COMPARTMENT DATA

Title	Frames	Cargo	% full	SG	Weight	LCG	TCG	VCG	FSM	S
				(t/m3)	(t)	(m)	(m)	(m)	(t-m)	M
<i>FW</i>										
Bilge-Water-P	43-48	FW	50.0	1.000	6.5	27.295	-3.599	0.425	4.3	
Bilge-Water-S	43-48	FW	50.0	1.000	6.5	27.295	3.599	0.425	4.3	
Black-Water-P	21-24	FW	50.0	1.000	5.8	13.517	-1.800	2.337	6.9	
FW1-P	60-74	FW	50.0	1.000	23.3	39.864	-3.203	0.372	93.8	
FW1-S	60-74	FW	50.0	1.000	23.3	39.864	3.203	0.372	93.8	
FW2-P	48-60	FW	50.0	1.000	24.0	32.392	-3.549	0.354	108.1	
FW3-P	16-28	FW	50.0	1.000	18.7	14.226	-5.167	2.478	24.6	
FW3-S	16-28	FW	50.0	1.000	18.7	14.226	5.167	2.478	24.6	



Title	Frames	Cargo	% full	SG	Weight	LCG	TCG	VCG	FSM	S
				(t/m3)	(t)	(m)	(m)	(m)	(t-m)	M
Grey-Water-P	16-21	FW	50.0	1.000	7.8	11.315	-1.558	2.542	11.5	
Potable-Water-S:	48-60	FW	50.0	1.000	24.0	32.392	3.549	0.354	108.1	
Sludge	28-32	FW	50.0	1.000	9.2	18.116	2.275	0.707	42.5	
<b>Total FW</b>					<b>167.8</b>	<b>27.608</b>	<b>-0.010</b>	<b>1.028</b>	<b>522.5</b>	
<i>WB</i>										
Heeling-P	48-60	WB	40.0	1.025	16.0	32.520	-6.291	1.756	7.2	
WB1A-C	96-100	WB	100.0	1.025	30.3	58.738	-0.000	2.589	0.0	
WB1F-C	100-104	WB	100.0	1.025	21.6	61.126	0.000	2.581	0.0	
WB2-P	76-92	WB	100.0	1.025	21.7	49.271	-2.313	0.759	0.0	
WB2-S	76-92	WB	100.0	1.025	21.7	49.271	2.313	0.759	0.0	
<b>Total WB</b>					<b>111.3</b>	<b>51.737</b>	<b>-0.905</b>	<b>1.753</b>	<b>7.2</b>	
<i>MDO</i>										
MDO-Drain-S	42-48	MDO	50.0	0.860	3.3	26.995	1.650	0.425	0.6	
MDO1-P	83-92	MDO	80.0	0.860	42.2	52.320	-2.296	2.313	60.9	
MDO1-S	83-92	MDO	80.0	0.860	42.2	52.320	2.296	2.313	60.9	
MDO2-P	76-83	MDO	80.0	0.860	42.9	47.634	-2.984	2.276	87.7	
MDO2-S	76-83	MDO	80.0	0.860	42.9	47.634	2.984	2.276	87.7	
MDO4-P	48-60	MDO	50.0	0.860	38.8	32.505	-2.600	1.852	71.2	
MDO4-S	48-60	MDO	50.0	0.860	38.8	32.505	2.600	1.852	71.2	
MDO5-P	32-36	MDO	50.0	0.860	8.4	20.464	-3.290	0.580	28.6	
MDO5-S	32-36	MDO	50.0	0.860	8.4	20.464	3.290	0.580	28.6	

Title	Frames	Cargo	% full	SG	Weight	LCG	TCG	VCG	FSM	S
				(t/m3)	(t)	(m)	(m)	(m)	(t-m)	M
MDO6-C	16-28	MDO	50.0	0.860	18.1	14.444	-0.000	0.885	187.5	
MDO7-P	4-16	MDO	30.0	0.860	5.0	7.263	-0.241	1.483	0.4	
MDO7-S	4-16	MDO	30.0	0.860	5.0	7.263	0.241	1.483	0.4	
MDO-Serv-P	39-42	MDO	50.0	0.860	3.0	24.382	-6.319	5.240	1.7	
MDO-Serv-S	39-42	MDO	50.0	0.860	3.0	24.382	6.319	5.240	1.7	
MDO-Sett-P	42-48	MDO	50.0	0.860	8.4	27.226	-6.319	4.712	3.3	
MDO-Sett-S	42-48	MDO	50.0	0.860	8.4	27.226	6.319	4.712	3.3	
<b>Total MDO</b>					<b>318.8</b>	<b>38.890</b>	<b>0.017</b>	<b>2.153</b>	<b>695.7</b>	
<i>LO</i>										
LO-Drain-P	42-48	LO	50.0	0.900	3.5	26.995	-1.650	0.425	0.6	
LO-Stor-P	28-32	LO	50.0	0.900	8.3	18.116	-2.275	0.707	38.2	
LO-Sump-2-P	36-42	LO	50.0	0.900	1.8	23.400	-1.650	0.213	0.6	
LO-Sump-2-S	36-42	LO	50.0	0.900	1.8	23.400	1.650	0.213	0.6	
LO-Sump-1-P	36-42	LO	50.0	0.900	1.8	23.403	-2.949	0.213	0.6	
LO-Sump-1-S	36-42	LO	50.0	0.900	1.8	23.403	2.949	0.213	0.6	
<b>Total LO</b>					<b>19.0</b>	<b>21.744</b>	<b>-1.309</b>	<b>0.470</b>	<b>41.2</b>	
<i>Upper Deck Container</i>										
Upper Deck Cont					22.5	30.600	2.460	8.300	0.0	
<b>Total Upper Deck Container</b>					<b>22.5</b>	<b>30.600</b>	<b>2.460</b>	<b>8.300</b>	<b>0.0</b>	
<i>Scientists+Luggage</i>										
Scientists					3.4	49.000	0.000	10.300	0.0	

Title	Frames	Cargo	% full	SG	Weight	LCG	TCG	VCG	FSM	S
				(t/m3)	(t)	(m)	(m)	(m)	(t-m)	M
<b>Total Scientists+Luggage</b>					<b>3.4</b>	<b>49.000</b>	<b>0.000</b>	<b>10.300</b>	<b>0.0</b>	
<i>Provisions</i>										
Provisions					6.6	60.000	0.000	5.100	0.0	
<b>Total Provisions</b>					<b>6.6</b>	<b>60.000</b>	<b>0.000</b>	<b>5.100</b>	<b>0.0</b>	
<i>Officers+luggage</i>										
officers					1.4	50.000	0.000	13.100	0.0	
<b>Total Officers+luggage</b>					<b>1.4</b>	<b>50.000</b>	<b>0.000</b>	<b>13.100</b>	<b>0.0</b>	
<i>Main Deck Container</i>										
Main Deck Cont					22.5	8.000	5.000	7.500	0.0	
<b>Total Main Deck Container</b>					<b>22.5</b>	<b>8.000</b>	<b>5.000</b>	<b>7.500</b>	<b>0.0</b>	
<i>Crew+Luggage</i>										
Crew					2.2	45.500	0.000	4.700	0.0	
<b>Total Crew+Luggage</b>					<b>2.2</b>	<b>45.500</b>	<b>0.000</b>	<b>4.700</b>	<b>0.0</b>	
<i>3.4m Rover</i>										
Rover					5.3	19.700	-4.500	10.000	0.0	
<b>Total 3.4m Rover</b>					<b>5.3</b>	<b>19.700</b>	<b>-4.500</b>	<b>10.000</b>	<b>0.0</b>	
<i>2.2m ROVER</i>										
Rover					0.8	5.000	0.000	7.600	0.0	
<b>Total 2.2m ROVER</b>					<b>0.8</b>	<b>5.000</b>	<b>0.000</b>	<b>7.600</b>	<b>0.0</b>	
<b>Lightweight</b>					<b>2225.0</b>	<b>31.960</b>	<b>0.000</b>	<b>5.980</b>	<b>0.0</b>	
<b>Deadweight</b>					<b>681.3</b>	<b>36.553</b>	<b>0.033</b>	<b>2.310</b>	<b>1266.6</b>	

Title	Frames	Cargo	% full	SG	Weight	LCG	TCG	VCG	FSM	S
				(t/m <sup>3</sup> )	(t)	(m)	(m)	(m)	(t-m)	M
<b>Total Displacement</b>					<b>2906.3</b>	<b>33.037</b>	<b>0.008</b>	<b>5.120</b>	<b>1266.6</b>	
<b>Buoyancy</b>					<b>2906.3</b>	<b>33.028</b>	<b>0.018</b>	<b>2.536</b>	<b>15527.9</b>	
<b>Total Buoyancy</b>					<b>2906.3</b>	<b>33.028</b>	<b>0.018</b>	<b>2.536</b>	<b>15527.9</b>	

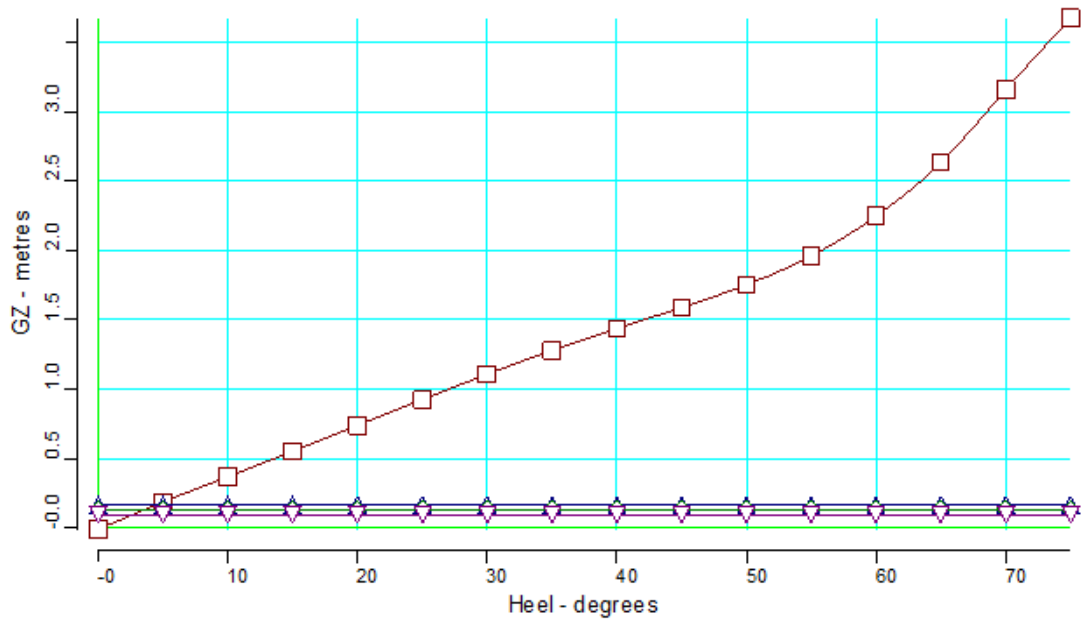
### Drafts at equilibrium angle

Draft at LCF	4.468 metres
Draft aft at marks	4.546 metres
Draft fwd at marks	4.354 metres
Draft at AP	4.546 metres
Draft at FP	4.354 metres
Mean draft at midships	4.450 metres

### Hydrostatics at equilibrium angle

Density of water	1.0250 tonnes/cu.m
Heel to starboard	0.19 degrees
Trim by the stern	0.192 metres
KG	5.120 metres
FSC	0.436 metres
KGf	5.555 metres
GMt	2.321 metres
BMt	5.343 metres
BMI	111.405 metres

Density of water	1.0250	tonnes/cu.m
Waterplane area	924.29	sq.metres
LCG	33.037	metres
LCB	33.028	metres
TCB	0.018	metres
LCF	28.305	metres
TCF	0.023	metres
TPC	9.474	tonnes/cm
MTC	46.254	tonnes-m/cm
Shell thickness	0.000	mm



Righting Lever (GZ) Curve

Heel to Stbd	GZ	Slope	Trim	WLrad	Freeboard	Crowding	Turning	Wind
(deg)	(m)	(m/rad)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
0.00	-0.0078	2.3253	-0.191	4.546	1.94[29]	0.1677	0.1370	0.0988
5.00	0.1889	2.1666	-0.147	4.498	1.31[31]	0.1677	0.1370	0.0988
10.00	0.3717	2.1296	-0.019	4.359	0.74[31]	0.1677	0.1370	0.0988
15.00	0.5540	2.1688	0.138	4.158	0.19[31]	0.1677	0.1370	0.0988
20.00	0.7400	2.1996	0.306	3.902	-0.34[31]	0.1677	0.1370	0.0988
25.00	0.9266	2.1666	0.478	3.592	-0.84[31]	0.1677	0.1370	0.0988
30.00	1.1084	2.0746	0.646	3.225	-1.30[31]	0.1677	0.1370	0.0988
35.00	1.2802	1.9145	0.805	2.800	-1.72[31]	0.1677	0.1370	0.0988
40.00	1.4384	1.7687	0.953	2.314	-2.09[31]	0.1677	0.1370	0.0988
45.00	1.5890	1.7780	1.085	1.768	-2.40[31]	0.1677	0.1370	0.0988
50.00	1.7529	2.0844	1.200	1.166	-2.65[31]	0.1677	0.1370	0.0988
55.00	1.9600	2.7675	1.296	0.513	-2.84[31]	0.1677	0.1370	0.0988
60.00	2.2469	3.8157	1.368	-0.192	-2.96[31]	0.1677	0.1370	0.0988
65.00	2.6339	5.2153	1.434	-0.972	-2.98[31]	0.1677	0.1370	0.0988
70.00	3.1550	6.1549	1.439	-1.810	-3.04[3]	0.1677	0.1370	0.0988
75.00	3.6711	5.6156	1.423	-2.705	-3.10[3]	0.1677	0.1370	0.0988

## IMO Wind heeling

Property	Value	Units
Length WL	72.100	metres
Profile area above WL	544.166	sq.metres
Area to leeward (Area b)	0.70791	m-radians
Area to windward (Area a)	0.00246	m-radians
GZc	0.099	metres
Gust angle	2.664	degrees
Rollback angle	18.466	degrees
Steady state angle	1.832	degrees
Max. angle to leeward	50.000	degrees
B/d'	3.300	
X1	0.840	
Cb	0.591	
Ar	2.774	
K	0.763	
Og	1.010	metres
r	0.863	
T	8.221	seconds

### IMO Turning

Property	Value	Units
Area A	1.72358	m-radians
Total Area A+B	1.89838	m-radians
Steady state angle	3.644	degrees
Max. angle	75.000	degrees

### IMO Passenger crowding

Property	Value	Units
Area A	1.68553	m-radians
Total Area A+B	1.89838	m-radians
Steady state angle	4.443	degrees
Max. angle	75.000	degrees

### IMO 749 Intact stability Criteria Passenger

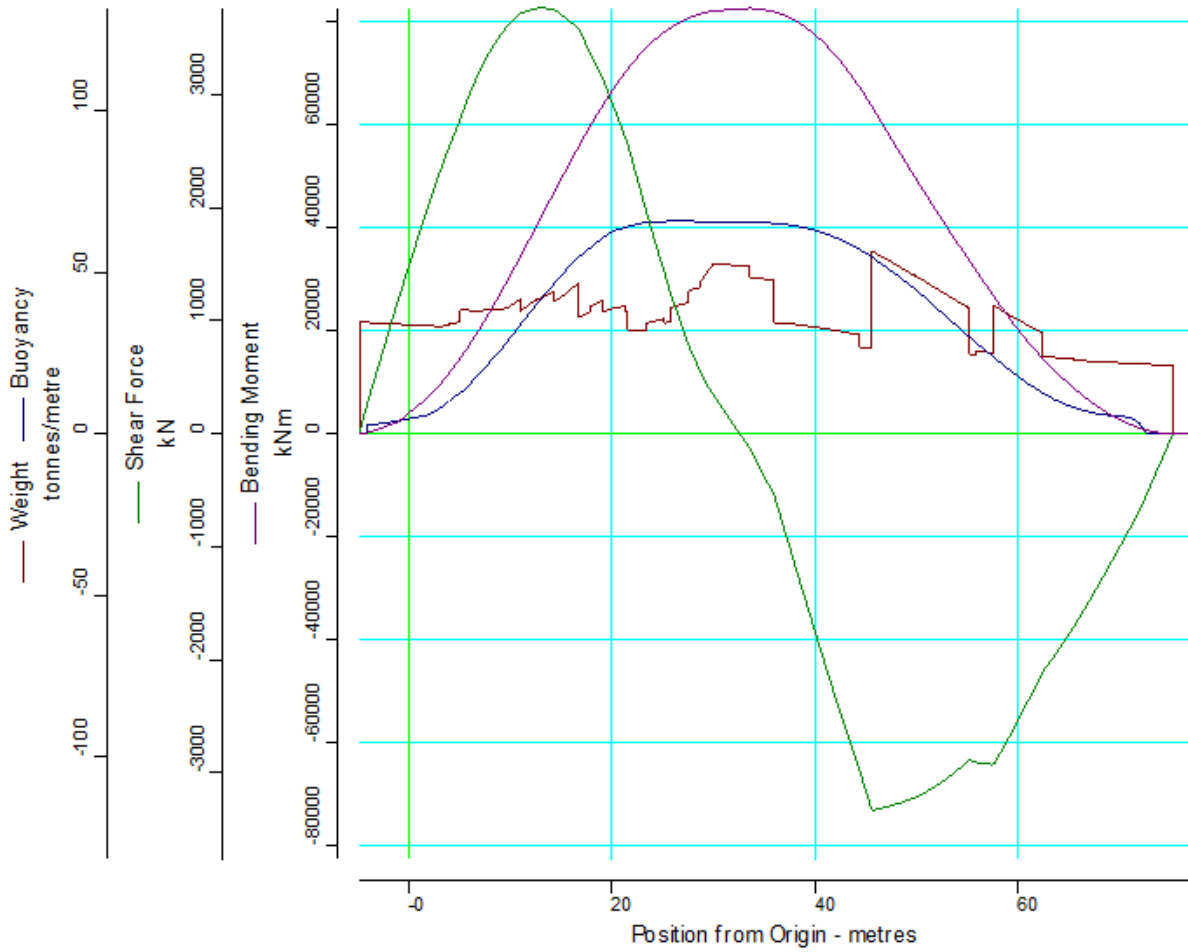
#	Criterion	Actual	Critical
		Value	Value
1	Area under GZ curve up to 30 degrees > 0.055	0.291	0.055
2	Area under GZ curve from 30 to 40 deg. or downflood > 0.03	0.223	0.030
3	Area under GZ curve up to 40 deg. or downflood > 0.09	0.514	0.090
4	Initial GM to be at least 0.15 metres	2.321	0.150
5	GZ to be at least 0.20m at an angle > 30 degrees	1.108	0.200
6	Max GZ to be at an angle > 30 degrees	75.000	30.000



#	Criterion	Actual	Critical
		Value	Value
7	Angle of heel for passenger crowding < 10 degrees	4.443	10.000
8	Angle of heel for turning < 10 degrees	3.644	10.000
9	IMO Weather Criterion ( Maximum Initial Angle Of Heel )	1.832	16.000
10	IMO Weather Criterion ( Areas )	287.339	1.000

Condition complies with the regulations

## Longitudinal Strength



Shearing Force and Bending Moments

Distance		Shearing	% of Max	Bending	% of Max
from Origin		Force	allowed	Moment	allowed
(m)		(kN)		(kNm)	
0.00	#0	1461.6	---	3909.5	---
0.60	#1	1630.8	---	4869.9	---
1.20	#2	1800.0	---	5830.3	---
1.80	#3	1969.3	---	6790.7	---
2.40	#4	2131.9	---	7954.3	---

Distance		Shearing	% of Max	Bending	% of Max
from Origin		Force	allowed	Moment	allowed
(m)		(kN)		(kNm)	
3.00	#5	2286.3	---	9280.6	---
3.60	#6	2433.6	---	10697.2	---
4.20	#7	2574.4	---	12200.3	---
4.80	#8	2709.3	---	13787.2	---
5.40	#9	2851.8	---	15456.5	---
6.00	#10	2993.8	---	17209.3	---
6.60	#11	3121.8	---	19045.8	---
7.20	#12	3238.0	---	20957.1	---
7.80	#13	3341.5	---	22940.0	---
8.40	#14	3436.2	---	24969.9	---
9.00	#15	3517.7	---	27061.2	---
9.60	#16	3588.8	---	29193.7	---
10.20	#17	3647.5	---	31368.6	---
10.80	#18	3699.8	---	33576.4	---
11.40	#19	3731.2	---	35811.4	---
12.00	#20	3749.5	---	38060.6	---
12.60	#21	3762.1	---	40319.6	---
13.19	--	3765.2	---	42527.6	---
13.20	#22	3765.2	---	42583.9	---
13.80	#23	3761.1	---	44848.5	---
14.40	#24	3750.1	---	47109.4	---
15.00	#25	3713.0	---	49356.0	---
15.60	#26	3671.3	---	51580.1	---

Distance		Shearing	% of Max	Bending	% of Max
from Origin		Force	allowed	Moment	allowed
(m)		(kN)		(kNm)	
16.20	#27	3625.7	---	53777.1	---
16.80	#28	3576.9	---	55949.1	---
17.40	#29	3463.9	---	58071.7	---
18.00	#30	3348.2	---	60127.3	---
18.60	#31	3238.4	---	62114.9	---
19.20	#32	3125.3	---	64036.9	---
19.80	#33	2987.1	---	65883.6	---
20.40	#34	2845.6	---	67647.3	---
21.00	#35	2702.7	---	69326.2	---
21.60	#36	2555.3	---	70919.6	---
22.20	#37	2363.7	---	72409.7	---
22.80	#38	2168.8	---	73785.3	---
23.40	#39	1970.7	---	75045.4	---
24.00	#40	1786.5	---	76189.3	---
24.60	#41	1604.8	---	77223.7	---
25.20	#42	1425.6	---	78151.2	---
25.80	#43	1240.6	---	78969.4	---
26.40	#44	1085.8	---	79619.3	---
27.00	#45	932.4	---	80229.9	---
27.60	#46	779.0	---	80840.6	---
28.20	#47	655.0	---	81253.9	---
28.80	#48	531.4	---	81665.6	---
29.40	#49	430.4	---	81973.5	---

Distance		Shearing	% of Max	Bending	% of Max
from Origin		Force	allowed	Moment	allowed
(m)		(kN)		(kNm)	
30.00	#50	344.2	---	82227.5	---
30.60	#51	264.7	---	82315.0	---
31.20	#52	185.2	---	82402.0	---
31.80	#53	105.6	---	82489.1	---
32.40	#54	26.1	---	82576.1	---
32.60	--	0.0	---	82604.7	---
33.00	#55	-53.4	---	82663.1	---
33.60	#56	-132.9	---	82750.1	---
34.20	#57	-236.2	---	82655.1	---
34.80	#58	-339.7	---	82515.2	---
35.40	#59	-443.3	---	82306.0	---
36.00	#60	-547.0	---	82034.6	---
36.60	#61	-729.0	---	81677.7	---
37.20	#62	-911.1	---	81212.0	---
37.80	#63	-1091.6	---	80637.5	---
38.40	#64	-1271.5	---	79955.4	---
39.00	#65	-1451.0	---	79164.8	---
39.60	#66	-1630.0	---	78263.9	---
40.20	#67	-1807.8	---	77262.3	---
40.80	#68	-1983.6	---	76155.3	---
41.40	#69	-2156.7	---	74912.3	---
42.00	#70	-2328.7	---	73622.5	---
42.60	#71	-2497.7	---	72202.7	---

Distance		Shearing	% of Max	Bending	% of Max
from Origin		Force	allowed	Moment	allowed
(m)		(kN)		(kNm)	
43.20	#72	-2663.7	---	70682.2	---
43.80	#73	-2826.0	---	69060.4	---
44.40	#74	-2984.7	---	67347.6	---
45.00	#75	-3161.8	---	65530.8	---
45.60	#76	-3332.4	---	63609.9	---
46.20	#77	-3321.2	---	61641.0	---
46.80	#78	-3308.4	---	59678.9	---
47.40	#79	-3294.1	---	57725.1	---
48.00	#80	-3278.3	---	55779.1	---
48.60	#81	-3260.5	---	53843.3	---
49.20	#82	-3240.9	---	51917.5	---
49.80	#83	-3219.3	---	50004.0	---
50.40	#84	-3193.8	---	48105.4	---
51.00	#85	-3166.0	---	46219.9	---
51.60	#86	-3134.9	---	44352.2	---
52.20	#87	-3100.4	---	42503.7	---
52.80	#88	-3062.7	---	40676.1	---
53.40	#89	-3021.7	---	38873.6	---
54.00	#90	-2978.4	---	37091.6	---
54.60	#91	-2930.4	---	35346.8	---
55.20	#92	-2881.6	---	33611.7	---
55.80	#93	-2908.9	---	31891.8	---
56.40	#94	-2915.3	---	30154.9	---

Distance		Shearing	% of Max	Bending	% of Max
from Origin		Force	allowed	Moment	allowed
(m)		(kN)		(kNm)	
57.00	#95	-2921.6	---	28418.0	---
57.38	--	-2925.7	---	27321.5	---
57.60	#96	-2923.4	---	26680.0	---
58.20	#97	-2828.4	---	24969.1	---
58.80	#98	-2730.9	---	23314.7	---
59.40	#99	-2631.4	---	21719.3	---
60.00	#100	-2529.9	---	20182.2	---
60.60	#101	-2426.2	---	18706.5	---
61.20	#102	-2320.7	---	17298.6	---
61.80	#103	-2213.6	---	15943.1	---
62.40	#104	-2104.6	---	14655.5	---
63.00	#105	-2033.3	---	13439.7	---
63.60	#106	-1960.8	---	12234.7	---
64.20	#107	-1880.6	---	11098.4	---
64.80	#108	-1798.3	---	9987.5	---
65.40	#109	-1711.7	---	8938.7	---
66.00	#110	-1623.8	---	7962.0	---
66.60	#111	-1534.1	---	7022.3	---
67.20	#112	-1442.8	---	6118.7	---
67.80	#113	-1349.0	---	5280.8	---
68.40	#114	-1253.6	---	4502.5	---
69.00	#115	-1157.5	---	3783.6	---
69.60	#116	-1060.8	---	3122.4	---

Distance		Shearing	% of Max	Bending	% of Max
from Origin		Force	allowed	Moment	allowed
(m)		(kN)		(kNm)	
70.20	#117	-963.6	---	2519.4	---
75.20	--	0.0	---	0.0	---
75.98	--	0.0	---	0.0	---
76.57	--	0.0	---	0.0	---
76.94	--	0.0	---	0.0	---
<i>Maximum BM</i>					
<b>33.60</b>				<b>82750.1</b>	---
<i>Maximum SF</i>					
<b>13.19</b>		<b>3765.2</b>	---		



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ

Αναλυτικά αποτελέσματα βεβλαμένης ευστάθειας

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται τα αναλυτικά αποτελέσματα βεβλαμμένης ευστάθειας. Ακολουθεί η περιγραφή των στηλών και γραμμών του πίνακα.

-Load Cond: Αναφέρεται στις 3 διαφορετικές καταστάσεις φόρτωσης. Το C1S αντιστοιχεί στην FLD, το C2S στην FLA και το C3S στην Partial Subdivision.

-Wt: Συντελεστής βαρύτητας.

-P: Πιθανότητα κατάκλυσης του συγκεκριμένου διαμερίσματος η ομάδα διαμερισμάτων, χωρίς να λαμβάνονται υπόψιν οριζόντιες υποδιαίρεσης.

-S: Πιθανότητα επιβίωσης του πλοίου μετά την κατάκλυση των υπό εξέταση διαμερισμάτων, λαμβάνοντας υπόψιν οριζόντιες υποδιαίρεσεις. Με 1 δηλώνεται η επιβίωση του πλοίου και με 0 το αντίθετο.

-V: Πιθανότητα κατάκλυσης διαμερισμάτων που βρίσκονται πάνω από την οριζόντια υποδιαίρεση

-p\*r\*v\*wt: Γινόμενο των συντελεστών και των πιθανοτήτων

-Attained Index: Επιτευκτός δείκτης κάθε περίπτωσης. Στην τελευταία γραμμή του πίνακα αθροίζονται όλοι οι επιμέρους δείκτες για να προκύψει ο συνολικός.

- 1 ζώνη υποδιαίρεσεις

Sub-Zone	Load Cond.	`wt'	`p'	`r'	`v'	`p.r.v.wt'	`s'	Critical Case	Attained Index
1-01-0-0	C1 S	0.4000	0.0689	1.0000	0.1808	0.0050	1.0000	D000	0.0050
	C2 S	0.2000			0.2400	0.0033	1.0000	D000	0.0033
	C3 S	0.4000			0.2119	0.0058	1.0000	D000	0.0058
1-01-0-1	C1 S	0.4000	0.0689	1.0000	0.8192	0.0226	1.0000	D000	0.0226
	C2 S	0.2000			0.7600	0.0105	1.0000	D000	0.0105
	C3 S	0.4000			0.7881	0.0217	1.0000	D000	0.0217
1-02-0-0	C1 S	0.4000	0.0413	1.0000	0.1808	0.0030	1.0000	D002	0.0030
	C2 S	0.2000			0.2400	0.0020	1.0000	D002	0.0020
	C3 S	0.4000			0.2119	0.0035	1.0000	D002	0.0035
1-02-0-1	C1 S	0.4000	0.0413	1.0000	0.8192	0.0135	1.0000	D002	0.0135
	C2 S	0.2000			0.7600	0.0063	1.0000	D002	0.0063
	C3 S	0.4000			0.7881	0.0130	1.0000	D002	0.0130
1-03-0-0	C1 S	0.4000	0.0413	1.0000	0.1808	0.0030	1.0000	D007	0.0030
	C2 S	0.2000			0.2400	0.0020	1.0000	D007	0.0020
	C3 S	0.4000			0.2119	0.0035	1.0000	D007	0.0035
1-03-0-1	C1 S	0.4000	0.0413	1.0000	0.8192	0.0135	1.0000	D007	0.0135

Sub-Zone	Load Cond.	`wt'	`p'	`r'	`v'	`p.r.v.wt'	`s'	Critical Case	Attained Index
	C2 S	0.2000			0.7600	0.0063	1.0000	D007	0.0063
	C3 S	0.4000			0.7881	0.0130	1.0000	D007	0.0130
1-04-0-0	C1 S	0.4000	0.0968	1.0000	0.1808	0.0070	1.0000	D014	0.0070
	C2 S	0.2000			0.2400	0.0046	1.0000	D014	0.0046
	C3 S	0.4000			0.2119	0.0082	1.0000	D014	0.0082
1-04-0-1	C1 S	0.4000	0.0968	1.0000	0.8192	0.0317	1.0000	D014	0.0317
	C2 S	0.2000			0.7600	0.0147	1.0000	D014	0.0147
	C3 S	0.4000			0.7881	0.0305	1.0000	D014	0.0305
1-05-0-0	C1 S	0.4000	0.0413	1.0000	0.1808	0.0030	1.0000	D017	0.0030
	C2 S	0.2000			0.2400	0.0020	0.9863	D018	0.0020
	C3 S	0.4000			0.2119	0.0035	1.0000	D017	0.0035
1-05-0-1	C1 S	0.4000	0.0413	1.0000	0.8192	0.0135	1.0000	D017	0.0135
	C2 S	0.2000			0.7600	0.0063	0.9863	D018	0.0062
	C3 S	0.4000			0.7881	0.0130	1.0000	D017	0.0130
1-06-0-0	C1 S	0.4000	0.0677	1.0000	0.1808	0.0049	1.0000	D022	0.0049
	C2 S	0.2000			0.2400	0.0033	1.0000	D022	0.0033
	C3 S	0.4000			0.2119	0.0057	1.0000	D022	0.0057
1-06-0-1	C1 S	0.4000	0.0677	1.0000	0.8192	0.0222	1.0000	D022	0.0222
	C2 S	0.2000			0.7600	0.0103	1.0000	D022	0.0103
	C3 S	0.4000			0.7881	0.0213	1.0000	D022	0.0213
1-07-0-0	C1 S	0.4000	0.0677	1.0000	0.1808	0.0049	1.0000	D028	0.0049
	C2 S	0.2000			0.2400	0.0033	1.0000	D028	0.0033
	C3 S	0.4000			0.2119	0.0057	1.0000	D028	0.0057
1-07-0-1	C1 S	0.4000	0.0677	1.0000	0.8192	0.0222	1.0000	D028	0.0222
	C2 S	0.2000			0.7600	0.0103	1.0000	D028	0.0103
	C3 S	0.4000			0.7881	0.0213	1.0000	D028	0.0213
1-08-0-0	C1 S	0.4000	0.0413	1.0000	0.1808	0.0030	1.0000	D031	0.0030
	C2 S	0.2000			0.2400	0.0020	1.0000	D031	0.0020
	C3 S	0.4000			0.2119	0.0035	1.0000	D031	0.0035
1-08-0-1	C1 S	0.4000	0.0413	1.0000	0.8192	0.0135	1.0000	D031	0.0135
	C2 S	0.2000			0.7600	0.0063	1.0000	D031	0.0063
	C3 S	0.4000			0.7881	0.0130	1.0000	D031	0.0130
1-09-0-0	C1 S	0.4000	0.0053	1.0000	0.1808	0.0004	1.0000	D038	0.0004
	C2 S	0.2000			0.2400	0.0003	1.0000	D038	0.0003
	C3 S	0.4000			0.2119	0.0005	1.0000	D038	0.0005
1-09-0-1	C1 S	0.4000	0.0053	1.0000	0.8192	0.0017	1.0000	D038	0.0017
	C2 S	0.2000			0.7600	0.0008	1.0000	D038	0.0008

Sub-Zone	Load Cond.	`wt'	`p'	`r'	`v'	`p.r.v.wt'	`s'	Critical Case	Attained Index
	C3 S	0.4000			0.7881	0.0017	1.0000	D038	0.0017
1-10-0-0	C1 S	0.4000	0.0452	1.0000	0.1808	0.0033	1.0000	D039	0.0033
	C2 S	0.2000			0.2400	0.0022	1.0000	D039	0.0022
	C3 S	0.4000			0.2119	0.0038	1.0000	D039	0.0038
1-10-0-1	C1 S	0.4000	0.0452	1.0000	0.8192	0.0148	1.0000	D039	0.0148
	C2 S	0.2000			0.7600	0.0069	1.0000	D039	0.0069
	C3 S	0.4000			0.7881	0.0143	1.0000	D039	0.0143
<b>1 zone</b>						<b>0.5170</b>			<b>0.5169</b>

- 2 ζώνες υποδιαίρεσεις

Sub-Zone	Load Cond.	`wt'	`p'	`r'	`v'	`p.r.v.wt'	`s'	Critical Case	Attained Index
2-01-0-0	C1 S	0.4000	0.0497	1.0000	0.1808	0.0036	1.0000	D040	0.0036
	C2 S	0.2000			0.2400	0.0024	1.0000	D040	0.0024
	C3 S	0.4000			0.2119	0.0042	1.0000	D040	0.0042
2-01-0-1	C1 S	0.4000	0.0497	1.0000	0.8192	0.0163	1.0000	D040	0.0163
	C2 S	0.2000			0.7600	0.0076	1.0000	D040	0.0076
	C3 S	0.4000			0.7881	0.0157	1.0000	D040	0.0157
2-02-0-0	C1 S	0.4000	0.0444	1.0000	0.1808	0.0032	1.0000	D042	0.0032
	C2 S	0.2000			0.2400	0.0021	1.0000	D042	0.0021
	C3 S	0.4000			0.2119	0.0038	1.0000	D042	0.0038
2-02-0-1	C1 S	0.4000	0.0444	1.0000	0.8192	0.0145	1.0000	D042	0.0145
	C2 S	0.2000			0.7600	0.0067	1.0000	D042	0.0067
	C3 S	0.4000			0.7881	0.0140	1.0000	D042	0.0140
2-03-0-0	C1 S	0.4000	0.0517	1.0000	0.1808	0.0037	0.0000	D045	0.0000
	C2 S	0.2000			0.2400	0.0025	1.0000	D045	0.0025
	C3 S	0.4000			0.2119	0.0044	1.0000	D045	0.0044
2-03-0-1	C1 S	0.4000	0.0517	1.0000	0.8192	0.0169	0.0000	D045	0.0000
	C2 S	0.2000			0.7600	0.0079	1.0000	D045	0.0079
	C3 S	0.4000			0.7881	0.0163	1.0000	D045	0.0163
2-04-0-0	C1 S	0.4000	0.0517	1.0000	0.1808	0.0037	0.0000	D049	0.0000
	C2 S	0.2000			0.2400	0.0025	0.6636	D049	0.0016
	C3 S	0.4000			0.2119	0.0044	0.2035	D049	0.0009
2-04-0-1	C1 S	0.4000	0.0517	1.0000	0.8192	0.0169	0.0000	D049	0.0000
	C2 S	0.2000			0.7600	0.0079	0.6636	D049	0.0052
	C3 S	0.4000			0.7881	0.0163	0.2035	D049	0.0033
2-05-0-0	C1 S	0.4000	0.0491	1.0000	0.1808	0.0035	0.0000	D052	0.0000

Sub-Zone	Load Cond.	`wt'	`p'	`r'	`v'	`p.r.v.wt'	`s'	Critical Case	Attained Index
	C2 S	0.2000			0.2400	0.0024	0.5884	D052	0.0014
	C3 S	0.4000			0.2119	0.0042	0.0000	D052	0.0000
2-05-0-1	C1 S	0.4000	0.0491	1.0000	0.8192	0.0161	0.0000	D052	0.0000
	C2 S	0.2000			0.7600	0.0075	0.5884	D052	0.0044
	C3 S	0.4000			0.7881	0.0155	0.0000	D052	0.0000
2-06-0-0	C1 S	0.4000	0.0544	1.0000	0.1808	0.0039	0.0000	D056	0.0000
	C2 S	0.2000			0.2400	0.0026	0.0000	D056	0.0000
	C3 S	0.4000			0.2119	0.0046	0.0000	D056	0.0000
2-06-0-1	C1 S	0.4000	0.0544	1.0000	0.8192	0.0178	0.0000	D056	0.0000
	C2 S	0.2000			0.7600	0.0083	0.0000	D056	0.0000
	C3 S	0.4000			0.7881	0.0171	0.0000	D056	0.0000
2-07-0-0	C1 S	0.4000	0.0491	1.0000	0.1808	0.0035	0.8049	D059	0.0029
	C2 S	0.2000			0.2400	0.0024	1.0000	D059	0.0024
	C3 S	0.4000			0.2119	0.0042	1.0000	D059	0.0042
2-07-0-1	C1 S	0.4000	0.0491	1.0000	0.8192	0.0161	0.8049	D059	0.0129
	C2 S	0.2000			0.7600	0.0075	1.0000	D059	0.0075
	C3 S	0.4000			0.7881	0.0155	1.0000	D059	0.0155
2-08-0-0	C1 S	0.4000	0.0211	1.0000	0.1808	0.0015	1.0000	D062	0.0015
	C2 S	0.2000			0.2400	0.0010	1.0000	D062	0.0010
	C3 S	0.4000			0.2119	0.0018	1.0000	D062	0.0018
2-08-0-1	C1 S	0.4000	0.0211	1.0000	0.8192	0.0069	1.0000	D062	0.0069
	C2 S	0.2000			0.7600	0.0032	1.0000	D062	0.0032
	C3 S	0.4000			0.7881	0.0066	1.0000	D062	0.0066
2-09-0-0	C1 S	0.4000	0.0219	1.0000	0.1808	0.0016	1.0000	D065	0.0016
	C2 S	0.2000			0.2400	0.0010	1.0000	D065	0.0010
	C3 S	0.4000			0.2119	0.0019	1.0000	D065	0.0019
2-09-0-1	C1 S	0.4000	0.0219	1.0000	0.8192	0.0072	1.0000	D065	0.0072
	C2 S	0.2000			0.7600	0.0033	1.0000	D065	0.0033
	C3 S	0.4000			0.7881	0.0069	1.0000	D065	0.0069
2 zone						0.3928			0.2301

- 3 ζώνες υποδιαίρεσεις

Sub-Zone	Load Cond.	`wt'	`p'	`r'	`v'	`p.r.v.wt'	`s'	Critical Case	Attained Index
3-01-0-0	C1 S	0.4000	0.0099	1.0000	0.1808	0.0007	1.0000	D066	0.0007
	C2 S	0.2000			0.2400	0.0005	1.0000	D066	0.0005
	C3 S	0.4000			0.2119	0.0008	1.0000	D066	0.0008

Sub-Zone	Load Cond.	`wt'	`p'	`r'	`v'	`p.r.v.wt'	`s'	Critical Case	Attained Index
3-01-0-1	C1 S	0.4000	0.0099	1.0000	0.8192	0.0032	1.0000	D066	0.0032
	C2 S	0.2000			0.7600	0.0015	1.0000	D066	0.0015
	C3 S	0.4000			0.7881	0.0031	1.0000	D066	0.0031
3-02-0-0	C1 S	0.4000	0.0106	1.0000	0.1808	0.0008	0.0000	D069	0.0000
	C2 S	0.2000			0.2400	0.0005	0.0000	D069	0.0000
	C3 S	0.4000			0.2119	0.0009	0.0000	D069	0.0000
3-02-0-1	C1 S	0.4000	0.0106	1.0000	0.8192	0.0035	0.0000	D069	0.0000
	C2 S	0.2000			0.7600	0.0016	0.0000	D069	0.0000
	C3 S	0.4000			0.7881	0.0033	0.0000	D069	0.0000
3-03-0-0	C1 S	0.4000	0.0033	1.0000	0.1808	0.0002	0.0000	D073	0.0000
	C2 S	0.2000			0.2400	0.0002	0.0000	D073	0.0000
	C3 S	0.4000			0.2119	0.0003	0.0000	D073	0.0000
3-03-0-1	C1 S	0.4000	0.0033	1.0000	0.8192	0.0011	0.0000	D073	0.0000
	C2 S	0.2000			0.7600	0.0005	0.0000	D073	0.0000
	C3 S	0.4000			0.7881	0.0010	0.0000	D073	0.0000
3-04-0-0	C1 S	0.4000	0.0116	1.0000	0.1808	0.0008	0.0000	D077	0.0000
	C2 S	0.2000			0.2400	0.0006	0.0000	D077	0.0000
	C3 S	0.4000			0.2119	0.0010	0.0000	D077	0.0000
3-04-0-1	C1 S	0.4000	0.0116	1.0000	0.8192	0.0038	0.0000	D077	0.0000
	C2 S	0.2000			0.7600	0.0018	0.0000	D077	0.0000
	C3 S	0.4000			0.7881	0.0037	0.0000	D077	0.0000
3-05-0-0	C1 S	0.4000	0.0059	1.0000	0.1808	0.0004	0.0000	D081	0.0000
	C2 S	0.2000			0.2400	0.0003	0.0000	D081	0.0000
	C3 S	0.4000			0.2119	0.0005	0.0000	D081	0.0000
3-05-0-1	C1 S	0.4000	0.0059	1.0000	0.8192	0.0019	0.0000	D081	0.0000
	C2 S	0.2000			0.7600	0.0009	0.0000	D081	0.0000
	C3 S	0.4000			0.7881	0.0018	0.0000	D081	0.0000
3-06-0-0	C1 S	0.4000	0.0059	1.0000	0.1808	0.0004	0.0000	D085	0.0000
	C2 S	0.2000			0.2400	0.0003	0.0000	D085	0.0000
	C3 S	0.4000			0.2119	0.0005	0.0000	D085	0.0000
3-06-0-1	C1 S	0.4000	0.0059	1.0000	0.8192	0.0019	0.0000	D085	0.0000

Sub-Zone	Load Cond.	`wt'	`p'	`r'	`v'	`p.r.v.wt'	`s'	Critical Case	Attained Index
1									
	C2 S	0.2000			0.7600	0.0009	0.0000	D085	0.0000
	C3 S	0.4000			0.7881	0.0018	0.0000	D085	0.0000
3-07-0-0	C1 S	0.4000	0.0053	1.0000	0.1808	0.0004	0.0000	D088	0.0000
	C2 S	0.2000			0.2400	0.0003	0.9756	D088	0.0002
	C3 S	0.4000			0.2119	0.0004	0.0000	D088	0.0000
3-07-0-1	C1 S	0.4000	0.0053	1.0000	0.8192	0.0017	0.0000	D088	0.0000
	C2 S	0.2000			0.7600	0.0008	0.9756	D088	0.0008
	C3 S	0.4000			0.7881	0.0017	0.0000	D088	0.0000
3-08-0-0	C1 S	0.4000	0.0290	1.0000	0.1808	0.0021	1.0000	D091	0.0021
	C2 S	0.2000			0.2400	0.0014	1.0000	D091	0.0014
	C3 S	0.4000			0.2119	0.0025	1.0000	D091	0.0025
3-08-0-1	C1 S	0.4000	0.0290	1.0000	0.8192	0.0095	1.0000	D091	0.0095
	C2 S	0.2000			0.7600	0.0044	1.0000	D091	0.0044
	C3 S	0.4000			0.7881	0.0091	1.0000	D091	0.0091
3 zone						0.0813			0.0399

## Βιβλιογραφία

- [1] Καψάλη Τριαντάφυλλη-Αναστασία, Διπλωματική Εργασία «Μελέτη και σχεδίαση Ωκεανογραφικού πλοίου ανοιχτής θαλάσσης», Αθήνα, Οκτώβριος 2016.
- [2] Κωνσταντίνα Αλεξανδρή, Διπλωματική Εργασία «Σχεδίαση και μελέτη πλοίου ωκεανογραφίας», Αθήνα, 2021.
- [3] SOLAS 2018 Consolidated Edition
- [4] Resolution MSC.226(84), Code of Safety for Special Purpose Ships, 2008
- [5] Resolution A.749(18), Code of Intact Stability for all types of ships covered by IMO instruments
- [6] Resolution MSC.421(98), Amendments to the International Convention for the safety of life at sea, 1974, as amended
- [7] The International Convention on tonnage measurement of ships, 1969, adopted by IMO in 1969
- [8] Transverse Thruster with controllable pitch propeller brochure, MAN Energy Solutions
- [9] Ευάγγελος Κ.Χονδροδήμος, Διπλωματική Εργασία «Μελέτη Συστήματος Ηλεκτρικής Ενέργειας Ειδικού Τύπου Πλοίου, Εξοπλισμός και Τοποθέτηση Ηλεκτροπροωστήριας Εγκατάστασης» Αθήνα, Ιούλιος 2017

## Ιστοσελίδες

- (1) <https://www.meteorologiaenred.com/el/oceanografia.html>
- (2) <https://algaeresearchsupply.com/pages/a-brief-history-of-oceanography>
- (3) <https://education.nationalgeographic.org/resource/deep-dive-oceanography/>
- (4) <https://www.britannica.com/biography/James-Cook>
- (5) <https://www.bbc.com/travel/article/20200719-hms-challenger-the-voyage-that-birthed-oceanography>
- (6) <https://www.fisheries.noaa.gov/new-england-mid-atlantic/r-v-albatross-i-1882-1921>
- (7) <https://mit.who.edu/academics/fields/biological-oceanography/>
- (8) <http://www.waterencyclopedia.com/Oc-Po/Oceanography-Geological.html>
- (9) <https://science.nasa.gov/earth-science/oceanography/physical-ocean>
- (10) <https://earth.usc.edu/chemicaloceanography/>
- (11) <https://www.marineinsight.com/types-of-ships/what-is-a-research-vessel/>
- (12) <https://www.who.edu/what-we-do/explore/ships/ships-neil-armstrong/>
- (13) <https://www.eurofleets.eu/vessel/rv-thalassa/>
- (14) <http://www.utm.csic.es/index.php/en/instalaciones/sdg>
- (15) <https://www.alliedsystems.com/crane/models/ctd.aspx>
- (16) <https://www.kongsberg.com/maritime/products/propulsors-and-propulsion-systems/thrusters/direct-electric-drive/rim-drive-azimuth-thruster/>



- (17) <https://www.man-es.com/marine/products/four-stroke-engines/man-175d?>  
(18) <https://zcgenset.com/product/yuchai-marine-generator/>

## Κατάλογος Εικόνων

- Εικόνα 1. Τα ταξίδια του James Cook , με κόκκινο χρώμα το πρώτο , πράσινο το δεύτερο και μπλε το τρίτο του ταξίδι.
- Εικόνα 2. Το πλοίο H.M.S Challenger
- Εικόνα 3. Το ερευνητικό πλοίο Albatros
- Εικόνα 4. R/V Neil Armstrong
- Εικόνα 5. Προφίλ από το σχέδιο γενικής διάταξης R/V Armstrong
- Εικόνα 6. Καταστρώματα από το σχέδιο γενικής διάταξης R/V Armstrong
- Εικόνα 7. R/V Thalassa
- Εικόνα 8. Η νέα γόνδολα του R/V Thalassa
- Εικόνα 9. R/V Sarmiento de Gamboa
- Εικόνα 10. Το προφίλ του πλοίου MOBY
- Εικόνα 11. Κάτοψη πρυμναίου τμήματος κάτωθεν του Floor Deck
- Εικόνα 12. Κάτοψη πρωραίου τμήματος κάτωθεν του καταστρώματος του διπύθμενου
- Εικόνα 13. Κάτοψη κάτωθεν τμήματος του καταστρώματος του διπύθμενου
- Εικόνα 14. Κάτοψη πρυμναίου τμήματος Floor Deck
- Εικόνα 15. Κάτοψη πρωραίου τμήματος Floor Deck
- Εικόνα 16. Κάτοψη του Floor Deck
- Εικόνα 17. Κάτοψη του πρυμναίου τμήματος Lower Deck
- Εικόνα 18. Κάτοψη κεντρικού τμήματος Lower Deck
- Εικόνα 19. Κάτοψη πρωραίου τμήματος Lower Deck
- Εικόνα 20. Κάτοψη του Κατώτερου Καταστρώματος
- Εικόνα 21. Κάτοψη ανοιχτού καταστρώματος του Main Deck
- Εικόνα 22. Κάτοψη των εργαστηρίων και του ιατρείου στο Main Deck
- Εικόνα 23. Κάτοψη πρωραίου τμήματος Main Deck
- Εικόνα 24. Κάτοψη του Κύριου Καταστρώματος
- Εικόνα 25. Κάτοψη ανοιχτού καταστρώματος Upper Deck
- Εικόνα 26. Ο CTD πλευρικός γερανός του R/V Armstrong εν ώρα λειτουργίας
- Εικόνα 27. Κάτοψη των ενδιαιτήσεων των επιστημόνων στο Upper Deck
- Εικόνα 28. Κάτοψη πρωραίου ανοιχτού καταστρώματος Upper Deck
- Εικόνα 29. Κάτοψη του Upper Deck

- Εικόνα 30. Κάτοψη του A Deck
- Εικόνα 31. Κάτοψη του Navigation Deck
- Εικόνα 32. Η διαμερισματοποιημένη γάστρα του πλοίου MOBY, στο πρόγραμμα Surface and Compartment
- Εικόνα 33. Κριτήρια άθικτης ευστάθειας κανονισμού IMO
- Εικόνα 34. Κριτήρια καιρού κανονισμού IMO
- Εικόνα 35. Απαιτούμενα στοιχεία καταστάσεων φόρτωσης
- Εικόνα 36. Οι ζώνες υποδιαίρεσης του πλοίου MOBY
- Εικόνα 37. Διάγραμμα Συνολικής Αντίστασης  $R_T-V_s$
- Εικόνα 38. Διάγραμμα Ισχύος Ρυμούλκησης  $EHP-V_s$
- Εικόνα 39. Ο RD-AZ-1900 και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του
- Εικόνα 40. Τεχνικά χαρακτηριστικά του TT1450, MAN-ES
- Εικόνα 41. Τεχνικά χαρακτηριστικά του MAN-12V175D-MEM
- Εικόνα 42. Διαστάσεις του MAN-12V175D-MEM
- Εικόνα 43. Τεχνικά χαρακτηριστικά YANMAR 6EY18LW
- Εικόνα 44. Διαστάσεις YANMAR 6EY18LW
- Εικόνα 45. Διαθέσιμος χώρος μηχανοστασίου

## Κατάλογος Πινάκων

- Πίνακας 1. Χαρακτηριστικά R/V Armstrong
- Πίνακας 2. Εξοπλισμός R/V Armstrong
- Πίνακας 3. Εργαστηριακοί Χώροι και χώροι καταστρώματος R/V Armstrong
- Πίνακας 4. Χαρακτηριστικά του R/V Thalassa
- Πίνακας 5. Εξοπλισμός R/V Thalassa
- Πίνακας 6. Εργαστηριακοί Χώροι R/V Thalassa
- Πίνακας 7. Κύρια χαρακτηριστικά R/V Sarmiento de Gamboa
- Πίνακας 8. Εργαστηριακοί Χώροι R/V Sarmiento de Gamboa
- Πίνακας 9. Εξοπλισμός R/V Sarmiento de Gamboa
- Πίνακας 10. Κύρια χαρακτηριστικά R/V MOBY
- Πίνακας 11. Κύριες διαστάσεις και Lightship ερευνητικών πλοίων
- Πίνακας 12. Οι εγκάρσιες φρακτές του ερευνητικού πλοίου MOBY
- Πίνακας 13. Τιμές διαπερατότητας SOLAS 2018
- Πίνακας 14. Κύρια υδροστατικά στοιχεία των καταστάσεων φόρτωσης
- Πίνακας 15. Υπολογισμός κριτηρίων άθικτης ευστάθειας FLD
- Πίνακας 16. Υπολογισμός κριτηρίων άθικτης ευστάθειας FLA

Πίνακας 17.	Υπολογισμός κριτηρίων άθικτης ευστάθειας Partial Subdivision
Πίνακας 18.	Αποτελέσματα δείκτη A στις 3 καταστάσεις φόρτωσης
Πίνακας 19.	Αποτελέσματα αντίστασης SHIPFLOW
Πίνακας 20.	Τιμές ολικής αντίστασης $R_T$ αυξημένες κατά 5%
Πίνακας 21.	Συνολική αντίσταση και ισχύς ρυμούλκησης
Πίνακας 22.	Ισχύς ρυμούλκησης για ρυπασμένη γάστρα στη ταχύτητα υπηρεσίας
Πίνακας 23.	Πίνακας στοιχείων υπερκατασκευών R/V MOBY
Πίνακας 24.	Υπολογισμός ενεργού μήκους υπερκατασκευών Γραμμής Φόρτωσης

## Προγράμματα Η/Υ

-AutoDesk Inc. – AutoCAD 2023

-AVEVA - Hydrostatics and Hydrodynamics

-AVEVA - Surface and Compartment

-FLOWTECH- SHIPFLOW