



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΠΛΟΙΟΥ & ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ
Διπλωματική Εργασία

ΜΕΛΕΤΗ & ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΠΛΟΙΟΥ PRODUCT CARRIER 100 000 DWT



Ανδρέας Πάπαλος

Πρόλογος

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελεί μια αναλυτική μελέτη πάνω στο θέμα της σχεδίασης και κατασκευής ενός πλοίου Product Carrier. Αναλύοντας τις τεχνικές, σχεδιαστικές και οικονομικές πτυχές που επηρεάζουν τη διαδικασία της κατασκευής πλοίων μεταφοράς προϊόντων, η εργασία αυτή αποσκοπεί στην κατανόηση των απαιτήσεων και των προκλήσεων που αντιμετωπίζουν οι ενδιαφερόμενοι φορείς σε αυτόν τον τομέα. Ο επιστημονικός υπεύθυνος για τη διπλωματική αυτή είναι ο κ. Δημήτρης Κονοβέσσης, Καθηγητής της Σχολής Ναυπηγών Μηχανολόγων. Η εργασία ανατέθηκε τον Μάρτιο του 2024 και ολοκληρώθηκε τον Σεπτέμβριο του 2024.

Με βάση τη συλλογή και ανάλυση εκτεταμένου υλικού, καθώς και την επικαιροποίηση αναφορικά με τις τελευταίες εξελίξεις στον κλάδο της ναυπηγικής και της ενεργειακής βιομηχανίας, η εργασία προτίθεται να παρουσιάσει μια σφαιρική εικόνα της διαδικασίας σχεδίασης και κατασκευής πλοίων Product Carrier.

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η παροχή στους αναγνώστες μιας συνολικής κατανόησης του εν λόγω θέματος, καθώς και η προβολή των πιθανών προκλήσεων και ευκαιριών που προκύπτουν στον τομέα της ναυπηγικής βιομηχανίας και της ενεργειακής αγοράς.

Τέλος, αναμένεται ότι η προσέγγιση που ακολουθείται στην παρούσα εργασία θα προσφέρει σημαντική συνεισφορά στη βιβλιογραφία και την ακαδημαϊκή έρευνα σχετικά με τη σχεδίαση και κατασκευή πλοίων Product Carrier, προωθώντας την περαιτέρω εξέλιξη και καινοτομία σε αυτόν τον σημαντικό τομέα της ναυπηγικής βιομηχανίας.

Συμβολισμοί κύριων μεγεθών

| Μέγεθος | Περιγραφή |
|--------------------------------|---------------------------------------|
| A.P | Aft Perpendicular |
| ABL _B | Επιφάνεια Βολβού |
| A _E | Εμβαδόν εκτεταμένης επιφάνειας έλικας |
| A _E /A _O | Λόγος εκτεταμένης επιφάνειας |
| A _M | Επιφάνεια μέσης τομής |
| A _O | Εμβαδόν δίσκου έλικας |
| A _R | Επιφάνεια πηδαλίου |
| A _R | Λόγος επιμήκους πηδαλίου |
| A _{WP} | Επιφάνεια ισάλου |
| B | Πλάτος πλοίου |
| BM | Κατακόρυφη θέση μετακεντρικής ακτίνας |
| B _R | Άνοιγμα πηδαλίου |
| c | Συντελεστής περιβλήματος γάστρας |
| C _A | Συντελεστής συσχέτισεως |
| C _{AA} | Συντελεστής αντίστασης του αέρα |
| C _B | Συντελεστής γάστρας |
| C _F | Συντελεστής αντίστασης τριβής |
| C _L | Συντελεστής άνωσης |
| C _M | Συντελεστής μέσης τομής |
| C _m | Κόστος υλικών |
| C _N | Συντελεστής αγγλικού ναυαρχείου |
| C _P | Πρισματικός συντελεστής |
| C _R | Υπόλοιπη αντίσταση |
| c _R | Χορδή πηδαλίου |
| C _T | Συντελεστής αντίστασης |
| C _w | Κόστος εργασίας |
| C _{WL} | Συντελεστής ισάλου επιφάνειας |
| D | Κοίλο πλοίου |
| DHP | Ισχύς αποδιδόμενη στην έλικα |
| D _{PROP.} | Διάμετρος Έλικας |
| DWT | Νεκρό Βάρος (Deadweight) |

| | |
|--------------------|---------------------------------|
| EHP | Ισχύς ρυμούλκησης |
| F.P | Forward Perpendicular |
| Fn | Αριθμός Froude |
| g | Επιτάχυνση της βαρύτητας |
| GM | Μετακεντρικό ύψος |
| GT | Ολική Χωρητικότητα |
| h _{DB} | Ύψος διπύθμενου |
| KB | Κατακόρυφη θέση κέντρου άντωσης |
| KG | Κατακόρυφη θέση κέντρου βάρους |
| KM | Κατακόρυφη θέση μετάκεντρου |
| L.S | Βάρος κενού σκάφους (LightShip) |
| $L/(V^{1/3})$ | Λόγος λυγηρότητας |
| L _a | Μήκος πρυμναίου μέρους |
| L _{BP} | Μήκος μεταξύ καθέτων |
| L _{cargo} | Μήκος χώρου φορτίου |
| LCB | Εγκάρσια θέση κέντρου άντωσης |
| LCG | Εγκάρσια θέση κέντρου βάρους |
| L _{ER} | Μήκος μηχανοστασίου |
| L _{fwd} | Μήκος προωαίου μέρους |
| LOA | Ολικό μήκος πλοίου |
| L _{PMB} | Μήκος παράλληλου τμήματος |
| L _{WL} | Μήκος ισάλου γραμμής |
| M _{SW} | Ροπή σε ήρεμο νερό |
| M _{WV} | Ροπή σε κυματισμό |
| n | Στροφές έλικας |
| NR | Αριθμός πηδαλίων |
| NT | Καθαρή χωρητικότητα |
| P | Βήμα έλικας |
| P.C | Βαθμός απόδοσης πρόωσης |
| p _{atm} | Ατμοσφαιρική πίεση |
| P _G | Ισχύς ηλεκτρογεννήτριας |
| P _{MCR} | Ισχύς κύριας μηχανής |
| p _v | Πίεση ατμοποίησης |
| Q | Ροπή έλικας πλοίου |

| | |
|-----------------------------------|--|
| Qs | Διατμητική δύναμη |
| R | Ακτίνα ενέργειας |
| RFR | Ελάχιστη απαιτούμενη ναύλος |
| R _T | Ολική Αντίσταση πλοίου |
| SHP | Ισχύς κύριας μηχανής |
| S _{παρ.} | Βρεχόμενη επιφάνεια παρελκομένων |
| T | Ώση έλικας πλοίου |
| t | Ποσοστό μείωσης ώσης |
| T _d | Βύθισμα σχεδίασης (Design) |
| trim | Διαγωγή |
| T _{sca} | Βύθισμα αντοχής (Scantling) |
| V | Όγκος εκτοπίσματος |
| V _A | Ταχύτητα προχώρησης |
| V _S | Ταχύτητα Υπηρεσίας |
| v _{sw} | Συνεκτικότητα νερού |
| w | Ποσοστό ομόρου |
| W _{CR} | Βάρος πληρώματος (Crew) |
| W _{DH} = W _{SS} | Βάρος υπερκατασκευών |
| W _{DO} | Βάρος καυσίμου Diesel (Diesel Oil) |
| W _{FW} | Βάρος φρέσκου νερού (Fresh Water) |
| W _H | Βάρος γυμνής γάστρας |
| W _{HFO} | Βάρος βαρίου καυσίμου (Heavy Fuel Oil) |
| W _{LO} | Βάρος λιπαντικών (Lubricating Oil) |
| W _M | Βάρος μηχανολογικής εγκατάστασης |
| W _{Misc.} | Λοιπά Βάρη (Miscellaneous) |
| W _{OT} | Βάρος ενδιαίτησης και εξοπλισμού |
| W _{Payload} | Βάρος ωφέλιμου φορτίου (Payload) |
| W _{PR} | Βάρος προμηθειών (Provisions) |
| W _{SA} | Βρεχόμενη επιφάνεια |
| W _{ST} | Βάρος μεταλλικής κατασκευής |
| w _t | Απόσταση διπλών τοιχωμάτων |
| X _{aft,PMB} | Αρχή παραλλήλου τμήματος |
| X _{fore,PMB} | Τέλος παραλλήλου τμήματος |
| X _{transom} | Απόσταση transom από το A.P |

| | |
|------------------------|--|
| Z | Αριθμός πτερυγίων έλικας |
| γ | Ειδικό Βάρος |
| γ_{HOMO} | Ειδικό βάρος φορτίου |
| Δ | Εκτόπισμα πλοίου |
| δ_R | Γωνία εκτροπής |
| ε | Γωνία κλίσης έλικας |
| η_H | Βαθμός απόδοσης γάστρας |
| η_R | Βαθμός απόδοσης σχετικής περιστροφής |
| η_s | Βαθμός απόδοσης άξονα |
| θ | Γωνία βήματος ελικοειδούς γραμμής επαναφοράς |
| ρ_{sw} | Πυκνότητα νερού |

Περιεχόμενα

| | |
|--|----|
| Πρόλογος | 2 |
| Συμβολισμοί κύριων μεγεθών | 3 |
| Εισαγωγή | 10 |
| Product Tanker Ships | 10 |
| Σενάριο | 14 |
| Περιεχόμενο | 16 |
| 1. Εκτίμηση Κύριων Διαστάσεων, Συντελεστών Μορφής και ισχύος πρόωσης | 19 |
| 1.1 Απαιτήσεις πλοιοκτήτη | 19 |
| 1.2 Όμοια Πλοία και Πατρικό πλοίο | 20 |
| 1.3 Υπολογισμός βασικών διαστάσεων | 20 |
| 1.4 Εκτίμηση της απαιτούμενης ισχύς πρόωσης | 22 |
| 1.5 Ονοματοδοσία Πλοίου | 22 |
| 2. Ανάλυση Βάρους Κενού Σκάφους (LightShip) | 23 |
| 2.1 Ανάλυση Βαρών Πατρικού Πλοίου | 23 |
| 2.1.1 Βάρος Μεταλλικής Κατασκευής (W_{ST}) | 23 |
| 2.1.2 Βάρος Ενδιαίτησης και Εξοπλισμού (W_{OT}) | 29 |
| 2.1.3 Βάρος Μηχανολογικής Εγκατάστασης (W_{OT}) | 31 |
| 2.1.4 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα (LightShip και Συντελεστής διόρθωσης λ_{LS}) | 32 |
| 2.2 Ανάλυση Βαρών Υπό Μελέτη Πλοίου | 34 |
| 2.2.1 Βάρος Μεταλλικής Κατασκευής (W_{ST}) | 34 |
| 2.2.2 Βάρος Ενδιαίτησης και Εξοπλισμού (W_{OT}) | 35 |
| 2.2.3 Βάρος Μηχανολογικής Εγκατάστασης (W_M) | 35 |
| 2.2.4 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα Lightship | 35 |
| 3. Γραμμή Φόρτωσης | 37 |
| 4. Σχέδιο Γραμμών | 42 |
| 5. Σχέδιο Γενικής Διάταξης (GA) και Σχέδιο Χωρητικότητας (CP) | 44 |
| 5.1 Κανονισμοί και Θέματα Ασφαλείας | 44 |
| 5.1.1 Διεθνής Κανονισμοί | 44 |
| 5.1.2 Συμμόρφωση με τους κανονισμούς | 46 |
| 5.2 Σχεδιαστικά Προγράμματα | 47 |
| 5.2.1 AVEVA Surface & Compartments | 47 |
| 5.2.2 AVEVA Hydrostatics & Hydrodynamics | 48 |
| 5.2.3 AutoCAD | 49 |

| | |
|--|-----------|
| 6. Διεθνής Κανονισμός Καταμέτρησης, Σύνθεση Πληρώματος και Αριθμός Εξαρτισμού | 50 |
| 6.1 Διεθνής Κανονισμός Καταμέτρησης (Δ.Κ.Κ) | 50 |
| 6.1.1 Μικτή Χωρητικότητα (Gross Tonnage) | 50 |
| 6.1.2 Καθαρή Χωρητικότητα (Net Tonnage) | 51 |
| 6.2 Σύνθεση Πληρώματος | 52 |
| 6.3 Δείκτης Εξοπλισμού | 53 |
| 7. Διαμήκης Αντοχή | 54 |
| 7.1 Κατανομή Βαρών | 54 |
| 7.2 Κατανομή Άντωσης, Τεμνουσών Δυνάμεων και Καμπτικών Ροπών | 56 |
| 7.3 Έλεγχος Διαμήκους Αντοχής Βάση της CSR | 56 |
| 7.3.1 Ροπή Κάμψης | 57 |
| 7.3.2 Διατμητική Δύναμη | 61 |
| 7.3.3 Σύγκριση Κατανομών | 63 |
| 8. Μελέτη Ευστάθειας μετά από Βλάβη | 65 |
| 8.1 Ανάλυση Πιθανοθεωρητικού Μοντέλου | 65 |
| 8.2 Διαδικασία και Αποτελέσματα υπολογισμού | 69 |
| 8.2.1 Ζώνες Βλάβης | 71 |
| 8.2.2 Έλεγχος των τιμών p, r, v | 73 |
| 8.3 Έλεγχος για εκροή πετρελαίου (Oil Outflow) | 73 |
| 9. Υπολογισμός Αντίστασης | 75 |
| 9.1 Μεθοδολογία B.S.R.A | 75 |
| 9.2 Μέθοδος FormData | 78 |
| 9.3 Μέθοδος Lap – Keller | 82 |
| 9.4 Τελικά Αποτελέσματα | 84 |
| 9.5 Αντίσταση Πρόωσης R_T και Ισχύς Ρυμούλκησης EHP | 84 |
| 10. Υπολογισμός Πρόωσης | 87 |
| 10.1 Επιλογή Έλικας | 87 |
| 10.1.1 Κύρια Χαρακτηριστικά Έλικας | 87 |
| 10.1.2 Έλεγχος Σπηλαίωσης | 89 |
| 10.2 Γεωμετρία Έλικας | 91 |
| 10.3 Επιλογή Κύριας Μηχανής | 94 |
| 10.4 Επιλογή Ηλεκτρογεννητριών | 95 |
| 11. Επιλογή και Διαστασιολόγηση Πηδαλίου | 96 |
| 11.1 Επιλογή διαστάσεων πηδαλίου | 96 |

| | | |
|------------|---|------------|
| 11.2 | Ζυγοστάθμιση Πηδαλίου | 97 |
| 11.3 | Επιλογή μηχανισμού και άξονα περιστροφής πηδαλίου | 99 |
| 12. | Προϋπολογισμός Κόστους | 102 |
| 12.1 | Κόστος Κτήσεως Πλοίου..... | 102 |
| 12.1.1 | Κόστος Μεταλλικής Κατασκευής | 102 |
| 12.1.2 | Κόστος Ενδιαίτησης και Εξοπλισμού | 102 |
| 12.1.3 | Κόστος Μηχανολογικής Εγκατάστασης..... | 103 |
| 12.1.4 | Συνολικό Κόστος Κτήσεως..... | 103 |
| 12.2 | Κόστος Εκμετάλλευσης Πλοίου | 104 |
| 12.2.1 | Κόστος Αναλώσιμων | 105 |
| 12.2.2 | Κόστος Μισθοδοσίας | 106 |
| 12.2.3 | Κόστος Συντήρησης και Επισκευών | 107 |
| 12.2.4 | Κόστος Ασφάλισης..... | 107 |
| 12.2.5 | Λιμενικά Έξοδα | 107 |
| 12.2.6 | Γενικά Έξοδα..... | 107 |
| 12.2.7 | Συνολικά Έξοδα Εκμετάλλευσης..... | 108 |
| 12.3 | Ελάχιστη Απαιτούμενη Ναυλος (RFR)..... | 109 |
| | Ανακεφαλαίωση / Σχολιασμός | 112 |
| | Βιβλιογραφία | 114 |
| | ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ | 117 |

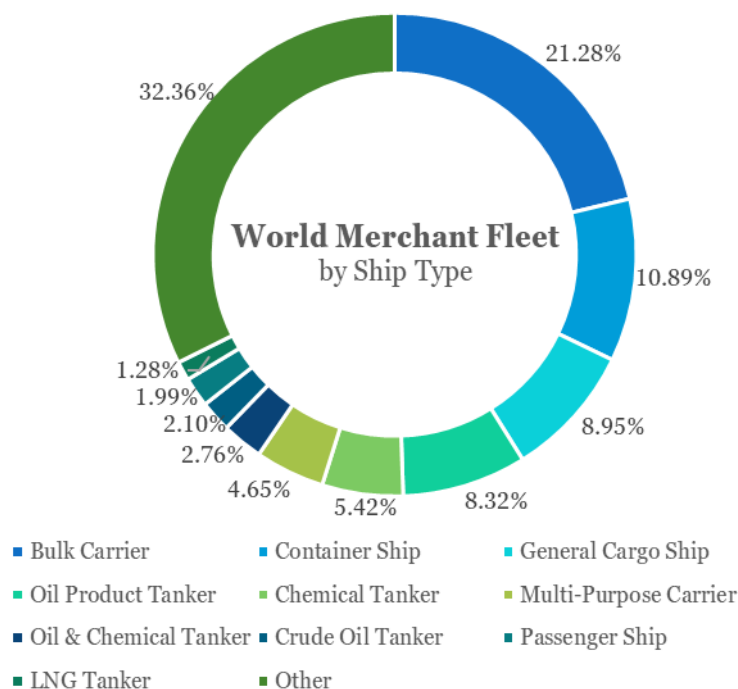
Εισαγωγή

Product Tanker Ships

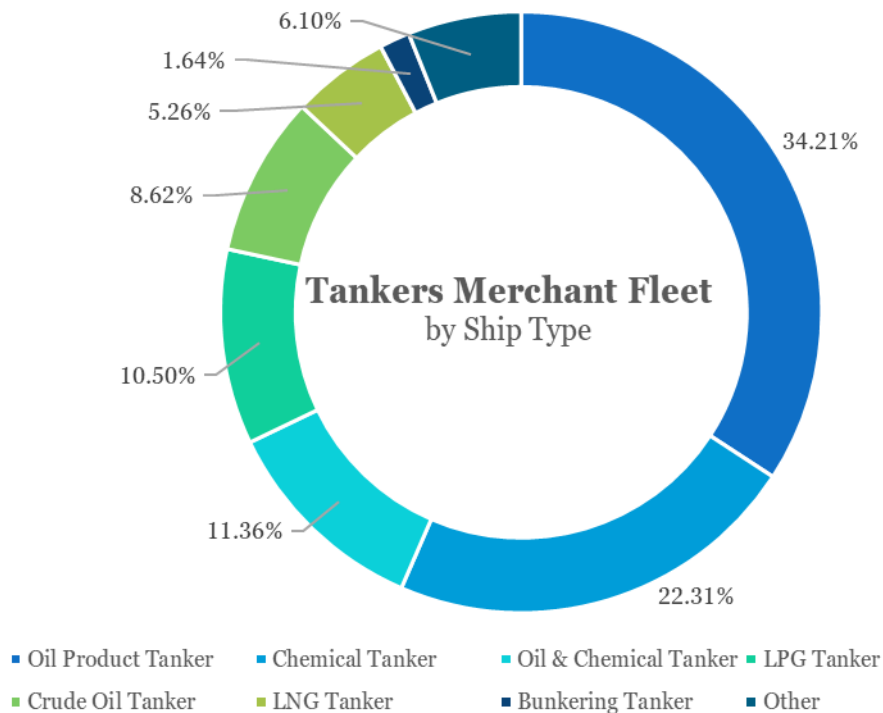
Τα Product Carrier Ships ή αλλιώς Product Tanker (Δεξαμενόπλοια μεταφοράς επεξεργασμένου πετρελαίου) αποτελούν μαζί με τα Crude Oil Ships (Δεξαμενόπλοια μεταφοράς Αργού Πετρελαίου) τις δυο μεγαλύτερες κατηγορίες Oil Tanker Ships (Πετρελαιοφόρα). Μπορούν να μεταφέρουν διάφορα είδη πετρελαίου/ παράγωγα πετρελαίου και υγρών χημικών που δεν μπορεί να μεταφέρει ένα απλό δεξαμενόπλοιο. Παράγωγα πετρελαίου ονομάζουμε τα προϊόντα της διύλισης του αργού πετρελαίου. Αυτά τα προϊόντα είναι ελαφρύτερα σε σχέση με το αργό πετρέλαιο, ανώτερης ποιότητας και αυξημένης αξίας, όπως :

- Βενζίνη
- Κηροζίνη
- Diesel Oil
- Fuel Oil

Το παγκόσμιο ποσοστό σε Product Tanker πλοία ανέρχεται στο 8.95% του παγκόσμιου στόλου και στο 34.21%¹ των δεξαμενοπλοίων όπως φαίνεται στα πιο κάτω σχεδιαγράμματα και όπως θα δούμε και στην συνέχεια αυτό το ποσοστό αναμένετε να αυξηθεί τα επόμενα χρόνια λόγω της παγκόσμιας ανάπτυξης η οποία επικρατεί.



¹ Marine Vessel Traffic (<https://www.marinevesseltraffic.com/distribution-of-world-merchant-fleet-by-ship-type>)



Τα κύρια ειδικά χαρακτηριστικά στα οποία διαφέρουν τα Product Tanker Ships σε σχέση με τα Crude oil tankers παρουσιάζονται στην συνέχεια σε μορφή bullet points για καλύτερη σύγκριση και κατανόηση.

1. Τύπος Φορτίου

- **Product Carriers:** Αυτά τα πλοία έχουν σχεδιαστεί για τη μεταφορά διυλισμένων προϊόντων πετρελαίου, όπως βενζίνη, ντίζελ, κηροζίνη, καύσιμα αεριωθουμένων και άλλα χημικά προϊόντα. Μπορούν επίσης να μεταφέρουν μη πετρελαϊκά προϊόντα όπως φυτικά έλαια ή βιοκαύσιμα.
- **Crude Oil Tankers:** Τα πλοία αυτά έχουν σχεδιαστεί για τη μεταφορά μη εξυγενισμένου αργού πετρελαίου απευθείας από τις περιοχές εξόρυξης πετρελαίου στα διυλιστήρια

2. Διαχωρισμός Φορτίου

- **Product Carriers:** Διαθέτουν συχνά πολλαπλές δεξαμενές φορτίου που επιτρέπουν την ταυτόχρονη μεταφορά διαφορετικών τύπων προϊόντων. Αυτό είναι ζωτικής σημασίας, διότι τα διάφορα διυλισμένα προϊόντα δεν μπορούν να αναμιχθούν και ορισμένα απαιτούν συγκεκριμένες συνθήκες (π.χ. θερμοκρασία) για να αποφευχθεί η υποβάθμιση.
- **Crude Oil Tankers:** Αυτά έχουν συνήθως λιγότερες δεξαμενές φορτίου και το φορτίο είναι συχνά ομοιογενές, αποτελούμενο από έναν μόνο τύπο αργού πετρελαίου. Ο διαχωρισμός δεν αποτελεί πρωταρχικό μέλημα.

3. Επένδυση χώρου φορτίου

- **Product Carriers:** Οι δεξαμενές συχνά επικαλύπτονται με εξειδικευμένα υλικά, όπως εποξειδικά ή από ανοξείδωτο χάλυβα, για την αποφυγή επιμόλυνσης μεταξύ διαφορετικών προϊόντων και για την προστασία των δεξαμενών από διαβρωτικές χημικές ουσίες.

- **Crude Oil Tankers:** Οι δεξαμενές μπορεί να είναι επικαλυμμένες, αλλά η εστίαση είναι περισσότερο στην αντοχή στη διάβρωση παρά στην αποτροπή της μόλυνσης, καθώς μεταφέρουν γενικά έναν μόνο τύπο φορτίου.

4. Σύστημα άντλησης

- **Product Carriers:** Αυτά τα πλοία διαθέτουν πιο πολύπλοκα και εξελιγμένα συστήματα άντλησης και σωληνώσεων για να επιτρέπουν την αποτελεσματική φόρτωση, εκφόρτωση και διαχωρισμό των διαφόρων προϊόντων.
- **Crude Oil Tankers:** Τα συστήματα άντλησής τους είναι συνήθως απλούστερα, επειδή διαχειρίζονται μεγάλες ποσότητες ενός και μόνο τύπου φορτίου.

5. Διαχωρισμός Φορτίου

- **Product Carriers:** Γενικά μικρότερα από τα δεξαμενόπλοια αργού πετρελαίου, τα πλοία μεταφοράς προϊόντων έχουν σχεδιαστεί για να έχουν πρόσβαση σε λιμάνια και τερματικούς σταθμούς που μπορεί να μην είναι προσβάσιμα σε μεγαλύτερα πλοία. Συνήθως κυμαίνονται μεταξύ 10.000 και 80.000 DWT (Deadweight Tonnage), αν και ορισμένα μπορεί να είναι μεγαλύτερα (όπως αυτό που θα επειρησούμε να σχεδιάσουμε εμείς το οποίο θα είναι 100.000 DWT).
- **Crude Oil Tankers:** Είναι γενικά μεγαλύτερα, από 80.000 DWT έως πάνω από 300.000 DWT (για τα VLCCs-Very Large Crude Carriers). Το μέγεθός τους υπαγορεύεται από την ανάγκη μεταφοράς μεγάλων ποσοτήτων αργού πετρελαίου σε μεγάλες αποστάσεις.

6. Ευελιξία

- **Product Carriers:** Προσφέρουν μεγαλύτερη ευελιξία όσον αφορά την ποικιλία των φορτίων που μπορούν να μεταφέρουν και τα λιμάνια στα οποία μπορούν να έχουν πρόσβαση. Αυτό τα καθιστά κατάλληλα για μικρότερες, περιφερειακές μεταφορές καθώς και για εξειδικευμένες διαδρομές.
- **Crude Oil Tankers:** Είναι σχεδιασμένα κυρίως για δρομολόγια μεγάλων αποστάσεων μεταξύ σημείων εξόρυξης πετρελαίου και μεγάλων διυλιστηρίων, με λιγότερη ευελιξία ως προς το είδος του φορτίου.

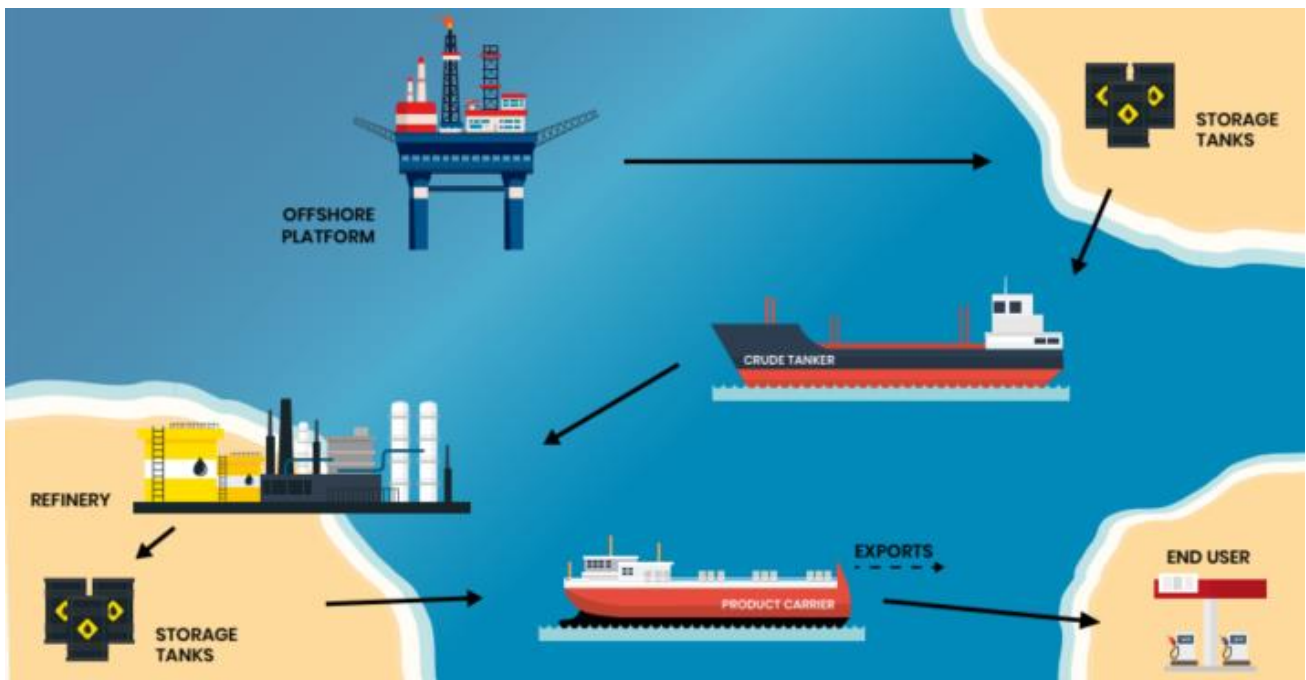
7. Λιμενικές επιχειρήσεις

- **Product Carriers:** Επειδή συχνά μεταφέρουν διαφορετικούς τύπους προϊόντων, ενδέχεται να χρειαστεί να επισκεφθούν πολλούς τερματικούς σταθμούς εντός ενός λιμένα για να φορτώσουν ή να εκφορτώσουν πλήρως το φορτίο τους.
- **Crude Oil Tankers:** Συνήθως, φορτώνουν και εκφορτώνουν σε ειδικούς τερματικούς σταθμούς αργού πετρελαίου, συχνά με μία μόνο επιχείρηση, χωρίς να χρειάζεται να εναλλάσσονται μεταξύ διαφορετικών φορτίων.

8. Περιβάλλον

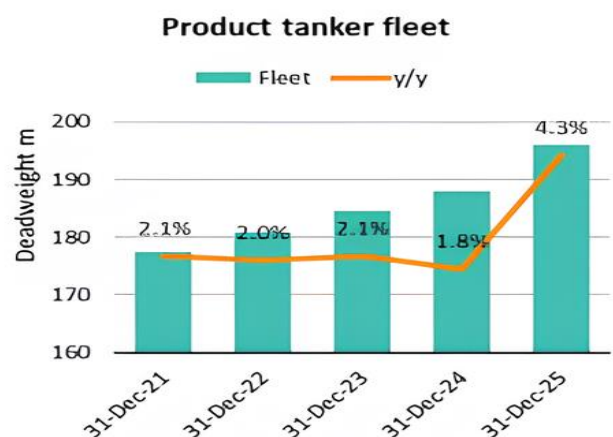
- **Product Carriers:** Η ποικιλία των φορτίων που μεταφέρουν σημαίνει ότι πρέπει να συμμορφώνονται με αυστηρότερους κανονισμούς ασφαλείας και περιβαλλοντικούς κανονισμούς, ιδίως όταν πρόκειται για επικίνδυνες χημικές ουσίες.
- **Crude Oil Tankers:** Υπόκεινται επίσης σε αυστηρούς κανονισμούς, αλλά η έμφαση δίνεται περισσότερο στην πρόληψη πετρελαιοκηλίδων και στη διαχείριση μεγάλων ποσοτήτων ενός και μόνο προϊόντος

Η πιο κάτω εικόνα παρουσιάζει με απλή μορφή την διαδικασία μεταφοράς crude oil και refinery oil αλλά και τη σύνδεση μεταξύ των Crude Oil Tanker και Product Tanker.



Η κατασκευή ενός πλοίου product tanker 100 000 DWT αποτελεί απάντηση σε μια σειρά από στρατηγικές ανάγκες και απαιτήσεις της παγκόσμιας αγοράς πετρελαιοειδών. Η επιλογή αυτού του είδους πλοίου συνδέεται άμεσα με την ανάγκη για αποτελεσματική μεταφορά και διακίνηση πετρελαιοειδών σε παγκόσμιο επίπεδο.

Οι βιομηχανίες πετρελαίου και αέριου, καθώς και οι εταιρείες εμπορίας και διακίνησης προϊόντων πετρελαίου, αντιμετωπίζουν συνεχώς την πρόκληση της ασφαλούς, αποτελεσματικής και οικονομικής μεταφοράς των προϊόντων τους. Με την αυξανόμενη παγκόσμια ζήτηση για πετρέλαιο και πετρελαιοειδή, αναδύεται η ανάγκη για πλοία μεγάλης χωρητικότητας που θα μπορούν να ανταποκριθούν στη ζήτηση αυτή και να εξυπηρετήσουν τις ανάγκες της αγοράς. Πιο συγκεκριμένα, με βάση την Baltic and International Maritime Council ²(BIMCO)[1], από δεδομένα του 2023 κατέληξε στην αναμενόμενη αύξηση του στόλου των product carriers κατά 4.3% το 2024 και 4.3% το 2025 όπως φαίνεται στο δίπλα γράφημα.



Τα Product Carriers κατηγοριοποιούνται ανάλογα με την μεταφορική τους ικανότητα :

² BIMCO. Tanker Shipping Market Overview & Outlook Market Strengthens despite Slowing Oil Demand Growth. 2023,pag.8-9

| Χωρητικότητα | Κατηγορία |
|--------------------------|----------------------|
| > 10 000 [t] DWT | Coastal |
| 10 001 – 19 000 [t] DWT | Small |
| 19 001 – 25 000 [t] DWT | Hondy |
| 25 001 – 45 000 [t] DWT | Medium |
| 45 001 – 70 000 [t] DWT | LR1 (Long Range One) |
| 70 001 – 100 000 [t] DWT | LR2 (Long Range Two) |

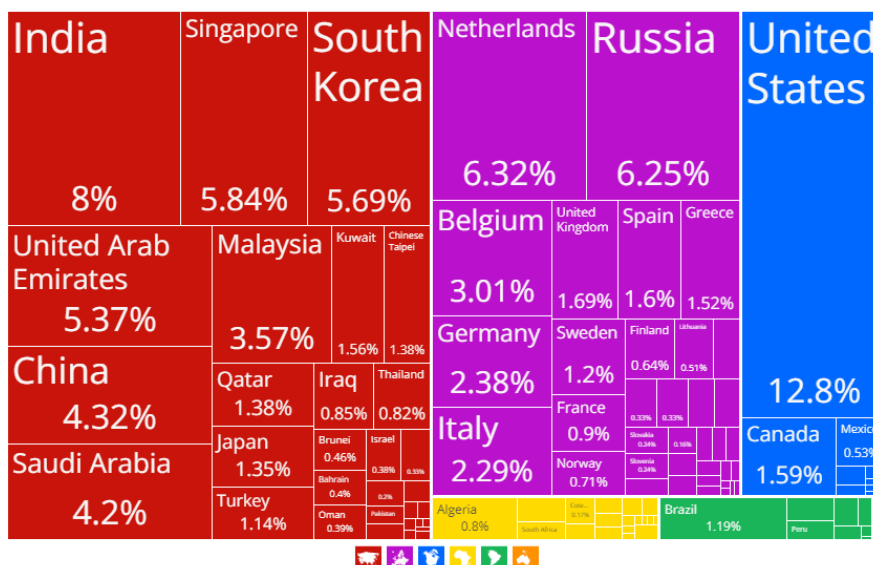
Το πλοίο product tanker 100 000 DWT αντιπροσωπεύει μια ισορροπημένη λύση μεταξύ μεγέθους, χωρητικότητας και απόδοσης. Η επιλογή αυτού του μεγέθους επιτρέπει τη μεταφορά μεγάλων ποσοτήτων πετρελαίου και πετρελαιοειδών με μείωση του αριθμού των ταξιδιών, το οποίο συμβάλλει στην εξοικονόμηση χρόνου και κόστους. Επιπλέον, η χωρητικότητα αυτή επιτρέπει τη μεταφορά ποικίλων τύπων πετρελαιοειδών, καλύπτοντας έτσι τις διαφορετικές ανάγκες της αγοράς. Όπως βλέπουμε και πάλι στο πιο πάνω γράφημα όπως είναι αναμενόμενο, μαζί με την αύξηση του στόλου θα αυξηθεί και το Deadweight.

Σενάριο

Βάσει των παραπάνω, επιλέχθηκε το τρέχον πλοίο να δρομολογηθεί από τις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής (ΗΠΑ) προς την Βραζιλία. Η εν λόγω απόφαση προέκυψε μετά από έρευνα και αξιολόγηση της τρέχουσας κατάστασης και των προοπτικών των δύο χωρών, όσον αφορά την ανάπτυξη, την παραγωγή, καθώς και τις συνθήκες εισαγωγών και εξαγωγών τους. Η εν λόγω απόφαση βασίστηκε σε στρατηγικά κριτήρια και προβλέψεις, με στόχο τη μέγιστη αποτελεσματικότητα και αποδοτικότητα της ναυτιλιακής δραστηριότητας.

Η επιλογή ενός κατάλληλου δρομολογίου για τη μεταφορά παραγώγων πετρελαίου αντικατοπτρίζει τις σύγχρονες τάσεις στην παγκόσμια αγορά και λαμβάνει υπόψη τις προοπτικές μελλοντικών εξελίξεων στον τομέα της εξαγωγής και εισαγωγής πετρελαιοειδών. Η επιλογή ενός δρομολογίου από τις Ηνωμένες Πολιτείες στη Βραζιλία ανταποκρίνεται σε πολλαπλές παράγοντες. Καταρχήν, οι Ηνωμένες Πολιτείες αποτελούν έναν από τους μεγαλύτερους παραγωγούς πετρελαίου στον κόσμο, με σημαντική επένδυση στην εξόρυξη και την παραγωγή πετρελαιοειδών. Συγκεκριμένα το 2022 στις ΗΠΑ άνηκε το 12.8% τις συνολικής εξαγωγής διυλισμένου πετρελαίου στον κόσμο*. Από την άλλη

Total: \$1.08T



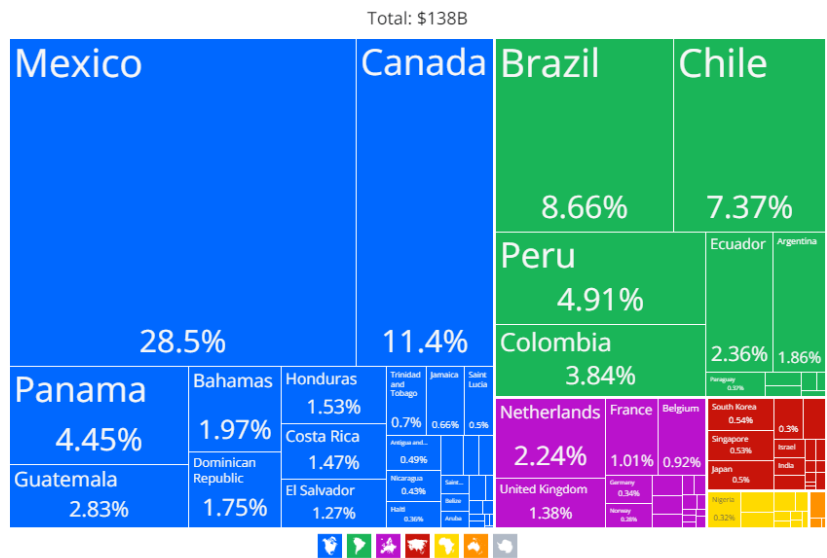
πλευρά, η Βραζιλία αναδύεται ως μια αναπτυσσόμενη χώρα με την ζήτηση για παράγωγα πετρελαίου να αναμένεται να αυξηθεί.

Με την ανάπτυξη της παραγωγής πετρελαιοειδών και στις δύο χώρες, η μεταφορά από τις ΗΠΑ στη Βραζιλία γίνεται ακόμη πιο ελκυστική. Επιπλέον, η γεωγραφική θέση της Βραζιλίας κοντά στις περιοχές εξόρυξης πετρελαίου στη Λατινική Αμερική την καθιστά ιδανικό προορισμό για την εισαγωγή πετρελαιοειδών. Επιπλέον, οι συνεχώς εξελισσόμενες σχέσεις μεταξύ των δύο χωρών σε θέματα εμπορίου και ενέργειας ενισχύουν την επιλογή αυτού του δρομολογίου. Με την ανάπτυξη της συνεργασίας και των εμπορικών σχέσεων μεταξύ των ΗΠΑ και της Βραζιλίας, αναμένεται να διευρυνθεί ακόμη περισσότερο ο όγκος των πετρελαιοειδών που μεταφέρονται μεταξύ των δύο χωρών. Συγκεκριμένα, οι ΗΠΑ το 2022 εξήγαγε το 8.66% της συνολικής της εξαγωγής διυλισμένου πετρελαίου*.

Με βάση τις παραπάνω προοπτικές και τη σύγχρονη κατάσταση των χωρών, το δρομολόγιο για τη μεταφορά παραγώνων πετρελαίου από τις ΗΠΑ στη Βραζιλία αντιπροσωπεύει μια στρατηγική και οικονομικά επωφελή επιλογή για τις εταιρείες μεταφοράς και εμπορίας πετρελαιοειδών.

Σε μια εποχή όπου η παγκόσμια ζήτηση για ενέργεια διαρκώς αυξάνεται και οι πετρελαιοβιομηχανίες επεκτείνονται σε παγκόσμιο επίπεδο, η κατασκευή ενός πλοίου product tanker 100,000 DWT ανταποκρίνεται στην ανάγκη για αποτελεσματική μεταφορά πετρελαιοειδών, συμβάλλοντας ταυτόχρονα στην οικονομική ανάπτυξη και ευημερία των ενδιαφερομένων φορέων και της κοινωνίας συνολικά.

Όσον αφορά το πρακτικό κομμάτι, πιο συγκεκριμένα, το πλοίο θα ξεκινά από το λιμάνι New York & New Jersey στην Αμερική και να καταλήξει στο λιμάνι του Santos στην Βραζιλία. Η απόσταση μεταξύ των δυο αυτών λιμανιών είναι στα 4930 ναυτικά μίλια. Η επιλογή αυτή συνιστά οικονομικά ευνοϊκή κατά την εκτέλεση της διαδρομής καθώς σε συνδυασμό με το συνολικό κενό φορτίο (DWT) του πλοίου μας, προβλέπουμε χαμηλή τιμή ναύλου.



* Τα διαγράμματα έχουν παρθεί από το EOC [2]³

Συγκεκριμένα στην συνέχεια θα δούμε τι ακριβώς θα μεταφέρει το πλοίο στην κάθε διαδρομή και για πιο λόγο έγινε η επιλογή αυτή.

³ “Refined Petroleum” OEC - the Observatory of Economic Complexity, 2023, oec.world/en/profile/hs/refined-petroleum.

Δρομολόγιο ΗΠΑ – Βραζιλία

Οι ΗΠΑ εξάγουν σημαντικές ποσότητες διυλισμένων προϊόντων, όπως βενζίνη, ντίζελ και καύσιμα αεροσκαφών. Διαθέτουν εκτεταμένη ικανότητα διύλισης, γεγονός που τους επιτρέπει να διυλίζουν το αργό πετρέλαιο στην εγχώρια αγορά και να εξάγουν τα προϊόντα που προκύπτουν. Η Βραζιλία από την άλλη, έχει ανάγκη από αυτά τα προϊόντα, όπως έχουμε πει και πιο πάνω. Χρειάζεται τα προϊόντα αυτά για να καλύψει τις ανάγκες των βιομηχανιών και γενικά τις εγχώριες ανάγκες για καύσιμά, όπως για καθημερινή χρήση.

Δρομολόγιο Βραζιλία – ΗΠΑ

Η Βραζιλία εξάγει επίσης διυλισμένα προϊόντα, συμπεριλαμβανομένου του μαζούτ. Ενώ η Βραζιλία εισάγει ορισμένα διυλισμένα προϊόντα, διαθέτει επίσης έναν ισχυρό τομέα διύλισης που παράγει περίσσεια διυλισμένων προϊόντων. Οι ΗΠΑ χρειάζεται αυτή την περίσσεια ποσότητα για να καλύψει τις δικές τις ανάγκες.

Έχοντας ορίσει πλέον το πλαίσιο της παρούσας εργασίας προχωρούμε στο κατά βάση πρακτικό μέρος, το οποίο περιλαμβάνει τα κύρια χαρακτηριστικά του πλοίου, καθώς και τα σχέδια γραμμών του. Αυτό το στάδιο είναι καθοριστικό για την κατανόηση της τεχνικής πλευράς του έργου και την επίτευξη των στόχων που έχουν τεθεί. Μέσω αυτής της διαδικασίας, θα αναδείξουμε τα στοιχεία που καθορίζουν τη λειτουργικότητα και την απόδοση του πλοίου, προσφέροντας έτσι μια σφαιρική εικόνα της εν λόγω κατασκευής.

Περιεχόμενο

Η διαδικασία που θα ακολουθηθεί για την κατασκευή του πλοίου θα γίνει κατά βάση με την βοήθεια του βιβλίου "Μελέτη Πλοίου" [6]. Αυτή η διαδικασία περιλαμβάνει πολλαπλά στάδια και εκτενείς υπολογισμούς, οι οποίοι απαιτούν προσεκτική προσέγγιση και συστηματική εφαρμογή ναυπηγικών αρχών. Το πρώτο βήμα είναι η αρχική εκτίμηση των κύριων χαρακτηριστικών του πλοίου. Αυτή η εκτίμηση βασίζεται σε ανάλυση δεδομένων από παρόμοια πλοία, αλλά και από το πατρικό πλοίο, το οποίο χρησιμεύει ως σημείο αναφοράς για την εξέλιξη της μελέτης. Η εκτίμηση αυτή περιλαμβάνει τον υπολογισμό της χωρητικότητας, του μήκους, του πλάτους, του βυθίσματος, και άλλων βασικών διαστάσεων, λαμβάνοντας υπόψη τους επιχειρησιακούς και λειτουργικούς περιορισμούς του πλοίου.

Αφού γίνουν οι αρχικές εκτιμήσεις, θα είμαστε σε θέση να υπολογίσουμε το Βάρος Κενού Σκάφους (Lightship) με τη χρήση προσεγγιστικών μεθόδων. Αυτή η διαδικασία περιλαμβάνει τη λεπτομερή ανάλυση των υλικών κατασκευής, των κατασκευαστικών στοιχείων και της συνολικής διαμόρφωσης του σκάφους, η οποία καθορίζει την τελική μάζα του πλοίου χωρίς φορτίο, καύσιμα ή πλήρωμα. Είναι κρίσιμο να επιτευχθεί ακρίβεια σε αυτό το στάδιο, καθώς το Lightship αποτελεί τη βάση για πολλούς από τους μεταγενέστερους υπολογισμούς, όπως το ολικό βάρος του πλοίου, η σταθερότητα και η συμπεριφορά του στη θάλασσα.

Στη συνέχεια, θα σχεδιάσουμε το σχέδιο γραμμών με τη βοήθεια ενός αρχικού αρχείου γάστρας, το οποίο θα δοθεί από τον καθηγητή σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά του πλοίου που θα έχουν προκύψει. Το σχέδιο γραμμών είναι ζωτικής σημασίας, καθώς καθορίζει την εξωτερική μορφή του πλοίου και επηρεάζει άμεσα την υδροδυναμική του απόδοση, την αντίσταση στην κίνηση, και την ευστάθεια. Ο

σχεδιασμός των γραμμών απαιτεί λεπτομερή προσέγγιση και συχνά γίνεται σε συνδυασμό με λογισμικά υπολογιστικής προσομοίωσης, τα οποία μπορούν να ελέγξουν την ακρίβεια των γεωμετρικών παραμέτρων και να προβλέψουν την απόδοση του πλοίου υπό διάφορες συνθήκες.

Αφού σχεδιαστεί το σχέδιο γραμμών, είμαστε πλέον έτοιμοι να προχωρήσουμε στο σχεδιασμό του σχεδίου γενικής διάταξης και χωρητικότητας του νέου πλοίου. Πριν από αυτό, θα πρέπει να έχουν γίνει κάποιες θεωρίες και εκτιμήσεις για τις ανάγκες του πλοίου, βασιζόμενες στο πατρικό πλοίο και την υπάρχουσα βιβλιογραφία. Το σχέδιο γενικής διάταξης περιλαμβάνει την οργάνωση των κύριων χώρων, όπως των χώρων φόρτωσης, των δεξαμενών καυσίμων, των μηχανοστασίων, των αποθηκών, των καταλυμάτων του πληρώματος, και των άλλων λειτουργικών περιοχών του πλοίου. Κατά τη διαμόρφωση αυτών των χώρων, λαμβάνονται υπόψη οι απαιτήσεις ασφαλείας, η ευκολία πρόσβασης, η ομαλή ροή εργασιών, και η βέλτιστη χρήση του διαθέσιμου όγκου. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην ισορροπία και τη σταθερότητα του πλοίου υπό διάφορες συνθήκες φόρτωσης, κάτι που απαιτεί προσεκτικό σχεδιασμό της κατανομής των βαρών.

Μετά την ολοκλήρωση των σχεδίων, το λογισμικό που θα χρησιμοποιηθεί (AVEVA Marine) θα παράγει σημαντικά αποτελέσματα, μεταξύ των οποίων περιλαμβάνονται οι καταστάσεις φόρτωσης και τα υδροστατικά χαρακτηριστικά του πλοίου. Αυτά τα αποτελέσματα είναι κρίσιμα για την αξιολόγηση της ευστάθειας, της απόδοσης και της συμμόρφωσης του πλοίου με τους κανονισμούς. Συγκεκριμένα, οι καταστάσεις φόρτωσης αναλύουν πώς αντιδρά το πλοίο υπό διάφορες συνθήκες, όπως πλήρη φόρτωση, κενή φόρτωση, και ενδιάμεσες καταστάσεις, ενώ τα υδροστατικά χαρακτηριστικά περιγράφουν τη συμπεριφορά του πλοίου στο νερό, όπως την άντωση, το κέντρο βάρους, και τη δυνατότητα ανάκτησης από κλίση.

Αφού συγκεντρωθούν αυτά τα αποτελέσματα, θα προχωρήσουμε σε λεπτομερή έλεγχο για να διασφαλίσουμε ότι το νέο πλοίο που σχεδιάσαμε δεν περιέχει σφάλματα. Ο έλεγχος αυτός περιλαμβάνει την επαλήθευση της συμμόρφωσης με τους διεθνείς και εθνικούς κανονισμούς ναυπηγικής και την επιβεβαίωση ότι όλα τα στοιχεία του πλοίου, όπως η αντοχή της γάστρας, οι συνθήκες φόρτωσης, και η κατανομή βαρών, πληρούν τις απαιτήσεις ασφάλειας και λειτουργικότητας. Εάν τα αποτελέσματα που θα προκύψουν είναι προβληματικά, θα πρέπει να επανασχεδιαστεί το πλοίο από την αρχή, τροποποιώντας τις απαραίτητες παραμέτρους μέχρι να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα. Αυτή η διαδικασία επανασχεδιασμού μπορεί να περιλαμβάνει την αλλαγή του σχεδίου γραμμών, τη βελτιστοποίηση της κατανομής των χώρων, ή την τροποποίηση των δομικών στοιχείων για να βελτιωθεί η συνολική απόδοση και ασφάλεια.

Εφόσον όλα είναι εντάξει, θα προχωρήσουμε στις κατανομές βαρών και στον υπολογισμό της αντοχής του πλοίου. Οι κατανομές βαρών περιλαμβάνουν την λεπτομερή ανάλυση του πώς τα διάφορα στοιχεία του πλοίου συμβάλλουν στο συνολικό βάρος και πώς αυτό το βάρος κατανέμεται κατά μήκος και κατά πλάτος του πλοίου, επηρεάζοντας την ισορροπία και τη σταθερότητα. Η αντοχή του πλοίου εξετάζεται μέσω δομικών αναλύσεων που υπολογίζουν τις τάσεις και τις παραμορφώσεις που μπορεί να υποστεί το πλοίο κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του, όπως σε συνθήκες κυματισμού, φορτώσεων και εκφορτώσεων, ή άλλων δυναμικών καταπονήσεων.

Μετά τον υπολογισμό της αντοχής του πλοίου, προχωρήσαμε στη μελέτη ευστάθειας του πλοίου μετά από βλάβη, που αποτελεί ένα κρίσιμο στοιχείο για την ασφάλεια και την αξιοπιστία του πλοίου σε συνθήκες έκτακτης ανάγκης. Η μελέτη αυτή πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας το λογισμικό AVEVA Marine, το οποίο μας επέτρεψε να προσομοιώσουμε διάφορα σενάρια βλάβης, όπως την εισροή υδάτων σε συγκεκριμένα διαμερίσματα του πλοίου. Με βάση αυτές τις προσομοιώσεις, αξιολογήσαμε την ικανότητα του πλοίου να διατηρήσει την ευστάθειά του και να παραμείνει πλεύσιμο ακόμα και σε δύσκολες συνθήκες. Οι αναλύσεις αυτές περιλάμβαναν τον υπολογισμό του GM

(Metacentric Height) μετά τη βλάβη, την αλλαγή στη γραμμή φόρτωσης, και τον βαθμό πληρότητας των υδροστεγών διαμερισμάτων. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στην τήρηση των διεθνών κανονισμών SOLAS (Safety of Life at Sea), οι οποίοι καθορίζουν τις απαιτήσεις ευστάθειας μετά από βλάβη για πλοία αυτού του τύπου και μεγέθους. Η επιτυχής ολοκλήρωση αυτής της ανάλυσης επιβεβαίωσε ότι το πλοίο πληροί τα πρότυπα ασφαλείας και είναι ικανό να αντεπεξέλθει σε ενδεχόμενες έκτακτες καταστάσεις με ασφάλεια και αξιοπιστία.

Επιπλέον, θα γίνει εφαρμογή του διεθνούς κανονισμού που αφορά τη γραμμή φόρτωσης για να ελεγχθεί εάν το υπό κατασκευή πλοίο πληροί τις προϋποθέσεις. Ο κανονισμός αυτός, γνωστός και ως Load Line Convention, καθορίζει το επιτρεπτό βάθος βύθισης του πλοίου, εξασφαλίζοντας ότι το πλοίο διατηρεί επαρκή άντωση και σταθερότητα σε όλα τα σενάρια φόρτωσης. Η συμμόρφωση με αυτόν τον κανονισμό είναι απαραίτητη για να διασφαλιστεί η ασφαλής λειτουργία του πλοίου σε διεθνή ύδατα.

Επίσης, θα συνθέσουμε το πλήρωμα και θα γίνει μια καταμέτρηση του εξοπλισμού. Το πλήρωμα θα επιλεγεί με βάση τις ανάγκες λειτουργίας του πλοίου και θα διαμορφωθεί σύμφωνα με τα ελληνικά πρωτόκολλα, δεδομένου ότι το νέο πλοίο θα έχει Ελληνική σημαία. Αυτή η διαδικασία περιλαμβάνει τον καθορισμό του αριθμού και της ειδικότητας των ναυτικών που απαιτούνται για την ασφαλή και αποτελεσματική λειτουργία του πλοίου, καθώς και την κατανομή των καθηκόντων και των υπευθυνότητων.

Στη συνέχεια, θα μας απασχολήσει η αντίσταση και η πρόωση του πλοίου. Αρχικά, θα γίνει μια εκτίμηση της αντίστασης με βάση εμπειρικές μεθόδους, οι οποίες συχνά βασίζονται σε δεδομένα από παρόμοια πλοία ή σε πρότυπα μοντέλα που έχουν αναπτυχθεί μέσω πειραμάτων σε δεξαμενές δοκιμών. Θα εξεταστούν διάφοροι παράγοντες που επηρεάζουν την αντίσταση, όπως η μορφή της γάστρας, η τραχύτητα της επιφάνειας, και οι συνθήκες κυματισμού.

Έπειτα, θα γίνει θεώρηση με βάση τον συντελεστή ναυαρχείου για να εκτιμηθεί πόση θα πρέπει να είναι η ισχύς του νέου πλοίου σε σχέση με το πατρικό πλοίο. Ο συντελεστής ναυαρχείου χρησιμοποιείται για να συγκριθεί η απόδοση πλοίων διαφορετικών μεγεθών και διαμορφώσεων, επιτρέποντας την εκτίμηση της απαιτούμενης ισχύος με βάση την αντίσταση και την ταχύτητα που επιθυμείται. Στη συνέχεια, θα επιλέξουμε τα αποτελέσματα της μεθόδου που είναι πιο κοντά σε αυτή τη θεωρία, ώστε να ορίσουμε την αντίσταση που θα έχει το νέο πλοίο.



Εφόσον έχουμε εκτιμήσει την αντίσταση, θα προχωρήσουμε στην επιλογή της έλικας, της κύριας μηχανής, των ηλεκτρογεννητριών και του πηδαλίου. Η επιλογή αυτή θα γίνει με βάση τις ανάγκες πρόωσης και λειτουργίας του πλοίου, λαμβάνοντας υπόψη παράγοντες όπως η απόδοση της έλικας σε διάφορες ταχύτητες, η κατανάλωση καυσίμου, η ευκολία συντήρησης, και η συμβατότητα με το υπόλοιπο σύστημα πρόωσης. Οι υπολογισμοί και οι εκτιμήσεις θα γίνουν και πάλι με την βοήθεια του πατρικού πλοίου, χρησιμοποιώντας το ως πρότυπο για την επιλογή του κατάλληλου εξοπλισμού.

Τέλος, με τον υπολογισμό όλων των απαραίτητων πληροφοριών και χαρακτηριστικών για το πλοίο μας, θα πραγματοποιηθεί η τεchnο-οικονομική μελέτη για το υπό κατασκευή πλοίο. Αυτή η μελέτη θα περιλαμβάνει την ανάλυση του κόστους κατασκευής, του κόστους λειτουργίας, και της προβλεπόμενης απόδοσης επένδυσης. Με βάση τιμές που έχουν βρεθεί και παρουσιάζονται στη βιβλιογραφία του αντίστοιχου κεφαλαίου, θα προσδιοριστούν τα κόστη που θα έχει το νέο πλοίο, συμπεριλαμβανομένου του κόστους υλικών, εργασίας, και εξοπλισμού. Τέλος, θα μπορέσουμε να εκτιμήσουμε την τιμή που θα αντιστοιχεί στη ναύλωση, καθορίζοντας την εμπορική βιωσιμότητα του πλοίου στην αγορά.

1. Εκτίμηση Κύριων Διαστάσεων, Συντελεστών Μορφής και ισχύος πρόωσης

1.1 Απαιτήσεις πλοιοκτῆτη

Οι απαιτήσεις που έχει ορίσει ο πλοιοκτῆτης είναι το πλοίο να έχει Deadweight 100 000 τόνους και η ταχύτητα υπηρεσίας του πλοίου να είναι 15 knots. Ωστόσο προκύπτουν και κάποια όρια που αφορούν τις διαστάσεις του πλοίου τα οποία προέρχονται από τα φυσικά περάσματα όπως διώρυγες και διαστάσεις λιμανιών. Στην περίπτωση μας το πλοίο δεν θα χρειαστεί να περάσει από κάποια διώρυγα. Η μέγιστες διαστάσεις που μπορεί να έχει ένα πλοίο για να περάσει σε κάθε ένα από τα δυο λιμάνια που μας ενδιαφέρουν φαίνονται στον πιο κάτω πίνακα. Οι πληροφορίες έχουν παρθεί από τα επίσημα site του κάθε λιμανιού [3], [4].

| |  BRAZIL |  USA |
|----------------------|--|--|
| Max Length of Vessel | 366 meters | 365.76 meters |
| Max Beam of Vessel | 52 meters | 45.72 meters |
| Channel Depth | 15 meters | 15 meters |

Πίνακας 1.1.1: Μέγιστες επιτρεπόμενες διαστάσεις πλοίων στα λιμάνια

Επομένως με βάση τα πιο πάνω και αυτά που αναφέραμε στην εισαγωγή καταλήγουμε αρχικά σε αυτό τον συγκεντρωτικό πίνακα.

| | |
|----------------------------------|-----------------------------|
| Τύπος Πλοίου | Product Tanker |
| Νεκρό Φορτίο (Deadweight) | DWT = 100 000 tonnes |
| Ταχύτητα υπηρεσίας | V _s = 15 knots |
| Ακτίνα Ενέργειας | R = 4 930 nautical miles |
| Νηογνώμονας | Οποιοσδήποτε αναγνωρισμένος |

Πίνακας 1.1.2 : Κύριες απαιτήσεις σχεδίασης

1.2 Όμοια Πλοία και Πατρικό πλοίο

Για την αρχική εκτίμηση των γεωμετρικών χαρακτηριστικών του πλοίου θα χρησιμοποιηθούν στοιχεία από κάποια όμοια κατασκευασμένα πλοία, μεταξύ αυτών και το πατρικό πλοίο “King Darius”.

| | Seaways Shenandoah | Navig8 Solidarity | Zaliv Anadyr | STI Lauren | Polar Bright |
|--------------|--------------------|-------------------|--------------|------------|--------------|
| IMO | 9607966 | 9708576 | 9418482 | 9696711 | 9732395 |
| LOA | 250 | 249.9 | 245.38 | 255.9 | 249.9 |
| LBP | 239 | 241.3 | 234 | 247.2 | 242.98 |
| B | 44.04 | 44 | 42.04 | 43 | 44 |
| T | 14.8 | 13.6 | 15.16 | 13.6 | 14.63 |
| D | 21 | 21.5 | 22 | 21.5 | 21.2 |
| LBP/B | 5.43 | 5.48 | 5.57 | 5.75 | 5.52 |
| B/T | 2.98 | 3.24 | 2.77 | 3.16 | 3.01 |
| LBP/D | 11.38 | 11.22 | 10.64 | 11.50 | 11.46 |
| Vs | 15.8 | 15 | 14.8 | 14.2 | 14 |
| PB | 13490 | 11350 | 15820 | 11200 | 13450 |
| Δ | 133242 | 129745 | 125267 | 129745 | 135875 |
| DWT | 112691 | 109999 | 105369 | 109999 | 109999 |
| LS | 20551 | 19746 | 19898 | 19746 | 25876 |
| DWT/Δ | 0.85 | 0.85 | 0.84 | 0.85 | 0.81 |
| WLS | 0.093 | 0.087 | 0.092 | 0.086 | 0.114 |

Πίνακας 1.2.1 : Όμοια πλοία

Με βάση αυτά τα όμοια πλοία θα προκύψουν λόγοι χαρακτηριστικών μεγεθών οι οποίοι θα χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση του δικού μας πλοίου.

1.3 Υπολογισμός βασικών διαστάσεων

Έχουμε ήδη δημιουργήσει μια εικόνα με την βοήθεια των λόγων χαρακτηριστικών μεγεθών. Στην συνέχεια εφαρμόζουμε τις προσεγγιστικές μεθόδους που παραθέτουν το φύλλο “Μεθοδολογία” [4] και το βιβλίο “Μελέτη Πλοίου”, Τεύχος 1, Κεφ.2 [5]. Σημαντικός είναι ο έλεγχος της απόκλισης του γεωμετρικού εκτοπίσματος Δ_G από το εκτόπισμα του πλοίου Δ_B που δίνεται από την σχέση :

$$\text{Απόκλιση} [\%] = \frac{\Delta_G - \Delta_B}{\Delta_G} \times 100$$

με όρια από 0% μέχρι 0,5%.

Έπειτα από αρκετές προσεγγίσεις, βρέθηκαν οι διαστάσεις που ικανοποιούσαν την πιο πάνω σχέση.

| Έλεγχος απόκλισης Δ_B και Δ_T | | |
|---|--------------|-----|
| c | 1.0035 | - |
| γ | 1.025 | - |
| $c \cdot \gamma$ | 1.029 | - |
| $\Delta_T = c \cdot \gamma \cdot C_B \cdot L \cdot B \cdot T$ | 121498.12 | [t] |
| LS | 20933.46 | [t] |
| $\Delta_B = LS + DWT$ | 120933.46 | [t] |
| Απόκλιση (< 0,5%) | 0.46% | |

Πίνακας 1.3.1: Έλεγχος απόκλισης

Επομένως, συγκεντρωτικά παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.3.2 τα αποτελέσματα των τελικών διαστάσεων του πλοίου.

Τελικός πίνακας επιλογής κύριων διαστάσεων και συντελεστών μορφής

| | | | |
|------------------------------------|----------|-----------|-----|
| Displacement | Δ | 121498.12 | [t] |
| Light Ship | LS | 20933.46 | [t] |
| Deadweight | DWT | 100564.66 | [t] |
| Length | L_{BP} | 246 | [m] |
| Beam | B | 43.2 | [m] |
| Draft | T | 13 | [m] |
| Depth | D | 20.1 | [m] |
| Block Coefficient | C_B | 0.855 | - |
| Midship Section Coefficient | C_M | 0.99 | - |
| Prismatic Coefficient | C_P | 0.86 | - |
| Waterline Coefficient | C_{WP} | 0.91 | - |

Πίνακας 1.3.2: Τελικές διαστάσεις και συντελεστές του υπό μελέτη πλοίου

Σημειώνεται ότι, οι συντελεστές μορφής του Πίνακα 1.3.2, υπολογίστηκαν ως ακολούθως:

Midship Section Coefficient C_M

Υπολογίστηκε σαν ο μέσος όρος των εμπειρικών τύπων υπολογισμού (1) και (2):

$$C_M = 0.9 + 0.1C_B \quad (1.1) \quad \text{και} \quad C_M = 1.006 - 0.0056C_B - 3.56 \quad (1.2)$$

Prismatic Coefficient C_P

Υπολογίστηκε σαν ο λόγος του C_B και του C_M από τη σχέση (1.3):

$$C_P = \frac{C_B}{C_M} \quad (1.3)$$

Waterline Coefficient C_{WL}

Υπολογίστηκε σαν ο μέσος όρος των εμπειρικών τύπων υπολογισμού (1.4), (1.5) και (1.6):

$$C_{WL} = 0.7C_P + 0.3 \quad (1.4)$$

$$C_{WL} = 0.778C_B + 0.248 \quad (1.5)$$

$$C_{WL} = \frac{1 + 2C_B}{3} \quad (1.6)$$

Επιπλέον, για τον υπολογισμό του LightShip (LS) χρησιμοποιήθηκε ο τύπος (1.7):

$$LS = w_{LS} \cdot L_{BP} \cdot B \cdot D \quad (1.7)$$

Το w_{LS} λήφθηκε ίσο με $w_{LS} = 0,098$ [t/m³] σύμφωνα με την τιμή του πατρικού πλοίου για τον υπολογισμό του LightShip.

1.4 Εκτίμηση της απαιτούμενης ισχύς πρόωσης

Για τον υπολογισμό της απαιτούμενης ισχύος, σε πρώτη προσέγγιση (θα βρεθεί η τελική τιμή στο Κεφάλαιο), θα χρησιμοποιήσουμε τον συντελεστή ναυαρχείου C_N του Πατρικού Πλοίου. Από τον συντελεστή ναυαρχείου (Σχέση 1.8) λοιπόν προκύπτει ότι :

$$C_N = \frac{\Delta^{1/3} \cdot V_S^3}{P_B} \quad (1.8) \quad \Rightarrow C_N = 526.5$$

Η πιο πάνω τιμή αφορά το πατρικό πλοίο αλλά θα θεωρήσουμε πως και το υπό μελέτη πλοίο έχει την ίδια τιμή. Οπότε εφαρμόζοντας ξανά την σχέση (1.8) αυτή την φορά ως προς το P_B βρίσκουμε την τιμή της ισχύς πρόωσης για το νέο πλοίο, η οποία είναι :

$$\Rightarrow P_B = 15831.48 \text{ [kW]}$$

Σημειώνεται ότι στο Κεφάλαιο 9 θα γίνει μια πιο λεπτομερής και πιο ακριβείς εκτίμηση της απαιτούμενης ισχύς πρόωσης.

1.5 Ονοματοδοσία Πλοίου

Το νέο πλοίο θα πάρει το όνομα PROMITEAS. Εμπνευσμένος από την αρχαία ελληνική μυθολογία, όπου ο προμηθέας πήρε την φωτιά (δηλαδή την ενέργεια) από τους θεούς και την έδωσε στους ανθρώπους, έτσι και το πλοίο μου θα μεταφέρει και θα παραδίδει την ενέργεια στους ανθρώπους. Επίσης με το όνομα PROMITHEAS θα ήθελα να δώσω ένα φόρο τιμής στο πανεπιστήμιο στο οποίο φοίτησα και έχει ως έμβλημα του τον προμηθέα.

2. Ανάλυση Βάρους Κενού Σκάφους (LightShip)

Για τον προϋπολογισμό του βάρους του πλήρως εξοπλισμένου, αλλά άφορτου πλοίου (LS), θα χρησιμοποιηθούν διάφορες προσεγγιστικές μέθοδοι για τις οποίες θα πρέπει να χωριστεί το Light Ship (L.S) σε τρεις (3) ομάδες βαρών:

- ❖ Βάρος μεταλλικής κατασκευής (W_{ST})
- ❖ Βάρος ενδιαίτησης και εξοπλισμού (W_{OT})
- ❖ Βάρος μηχανολογικής εγκατάστασης (W_M)

Αφού υπολογιστούν και οι τρεις ομάδες βαρών, θα προστεθούν και το άθροισμα τους θα μα δώσει το συνολικό βάρος του L.S.

$$L.S = W_{ST} + W_{OT} + W_M \quad (2.1)$$

Αρχικά θα γίνει μια εκτίμηση για κάθε ομάδα βαρών στο Πατρικό πλοίο με κατάλληλες μεθόδους σύμφωνα με το βιβλίο Μελέτη Πλοίου [6] αλλά και άλλες μεθόδους που έχουν αναπτυχθεί από διαφορά πανεπιστήμια. Με βάση αυτή την εκτίμηση θα υπολογιστεί μια τιμή LightShip για το πατρικό πλοίο. Γνωρίζοντας όμως ήδη την τιμή του Lightship του πατρικού θα προκύψει ένας διορθωτικός συντελεστής. Έτσι με την βοήθεια του διορθωτικού συντελεστή και την εφαρμογή των ίδιων μεθόδων θα γίνει υπολογισμός του Lightship του νέου πλοίου.

2.1 Ανάλυση Βαρών Πατρικού Πλοίου

2.1.1 Βάρος Μεταλλικής Κατασκευής (W_{ST})

2.1.1.1 Μέθοδος Schneekluth

Η μέθοδος Schneekluth⁴ είναι μια σύνθετη μέθοδος με καλή ακρίβεια ιδιαίτερα για φορτηγά πλοία ξηρού φορτίου (Bulk Carriers), ωστόσο είναι δυνατή και για άλλους τύπου πλοίων όπως το συγκεκριμένο δεξαμενόπλοιο. Να σημειωθεί ότι στους υπολογισμούς δεν περιλαμβάνεται το βάρος των υπερκατασκευών που μπορεί να υπολογιστεί με την [μέθοδο Müller-Köster](#) (βλ. 2.1.1.2).

Στη μέθοδο Schneekluth, υπολογίζεται πρώτα ο όγκος κάτωθεν του ανώτερου καταστρώματος, σύμφωνα με την εξίσωση (2.2):

$$\nabla_U = \nabla_D + \nabla_S + \nabla_b + \nabla_H \quad (2.2)$$

όπου ∇_U , ο όγκος κάτωθεν του ανώτερου καταστρώματος

$$\nabla_D, \text{ ο όγκος έως το κοίλο, } \nabla_D = L \cdot B \cdot D \cdot C_{BD}$$

$$\nabla_S, \text{ η αύξηση όγκου λόγω σιμότητας, } \nabla_S = LS \cdot B \cdot (S_F + S_A) \cdot C_2$$

$$\nabla_b, \text{ η αύξηση όγκου λόγω κυρτότητας καταστρώματος, } \nabla_b = L \cdot B \cdot b \cdot C_3$$

$$\nabla_H, \text{ η αύξηση όγκου λόγω στομίων κυτών, } \nabla_H = \sum l_{Hi} b_{Hi} h_{Li}$$

⁴ Βιβλίο Μελέτη Πλοίου, Α. Παπανικολάου, Τεύχος 1, σελ.228

Οι επιμέρους όγκοι και ο συνολικός όγκος του ανώτερου καταστρώματος φαίνονται στον *Πίνακα 2.1.1.1.1*.

| Υπολογισμός όγκου κάτωθεν ανώτατου συνεχούς καταστρώματος V_U | | |
|---|------------------|--------------------|
| Όγκος μέχρι το κοίλο $D V_D = L_{BP} \cdot B \cdot D \cdot C_{BD}$ | 127046.95 | [m ³] |
| Αύξηση όγκου λόγω σιμότητας V_S | 0 | [m ³] |
| $C_3 = 0,7 \cdot C_{BD}$ | 0.60326 | - |
| Αύξηση όγκου λόγω κυρτότητας $V_b = L_{BP} \cdot B \cdot b \cdot C_3$ | 2779.15 | [m ³] |
| Αύξηση όγκου λόγω στομιών κυτών $V_H = \sum_i^N I_{Hi} \cdot b_{Hi} \cdot h_{Li}$ | - | [mm ³] |
| V_H | 0 | [m ³] |
| $V_U = V_D + V_S + V_b + V_H$ | 129826.10 | [m ³] |

Πίνακας 2.1.1.1.1: Υπολογισμός όγκου κάτωθεν ανώτατου καταστρώματος

Οι ακριβείς υπολογισμοί για τον *Πίνακα 2.1.1.1.1* παρουσιάζονται πιο κάτω.

- Ο συντελεστής C_{BD} υπολογίστηκε ως εξής:

$$C_{BD} = C_B + C_I \cdot ((D-T)/T) \cdot (1-C_B) \quad (2.3)$$

όπου $C_I = 0,25$, λόγω μικρού ανοίγματος νομέων του πατρικού πλοίου, πάνω από την ίσαλο γραμμή.

- Ο όγκος V_S είναι ίσος με μηδέν (0), αφού στο πατρικό πλοίο η σιμότητα είναι μηδενική.
- Η κυρτότητα του καταστρώματος b είναι ίση με $b=0,650$ [m]
- Ο όγκος V_H είναι ίσος με μηδέν γιατί το πατρικό πλοίο δεν διαθέτει στόμια κυτών.

Το W'_{ST} χωρίς τις υπερκατασκευές, δίδεται από τον πιο κάτω τύπο:

$$W'_{ST} = V_U \cdot C'_{ST} \cdot |1+0,033(L/D-12)| \cdot |1+0,06(n-D/D_0)| \cdot |1+0,05(1,85-B/D)| \cdot |1+0,2 \cdot (T/D - 0,85)| \cdot |0,92 + (1 - C_{BD})^2| \cdot |1+0,75 C_{BD}(C_M-0,98)| \quad (2.4)$$

Ο συντελεστής C'_{ST} υπολογίζεται σύμφωνα με τον ακόλουθο τύπο, για περιοχή μηκών δεξαμενόπλοιων $150 \div 350$ [m] και τον πίνακα υπολογισμού:

$$C'_{ST} = [0.112 + L[m] \times 10^{-4}] \cdot (0.95 \div 1.05) \quad (2.5)$$

Τελικά από τον τύπο (2.4) προκύπτει ότι το βάρος μεταλλικής κατασκευής κάτωθεν ανώτερου καταστρώματος με την μέθοδο Schneekluth είναι :

$$W'_{ST} = 11484.08$$

Όμως θα πρέπει να υπάρξει μια αυξητική διόρθωση της τάξεως του 0.4% λόγω βολβοειδής πλήρωσης, δηλαδή τελικά έχουμε :

$$W'_{ST,Sch} = 1.004 \cdot W'_{ST} \rightarrow W'_{ST,Sch} = 11\ 530.02 \text{ [t]}$$

2.1.1.2 Μέθοδος Müller-Köster

Η μέθοδος Müller-Köster⁵ συνεργάζεται με την μέθοδο Schneekluth έτσι ώστε να προκύψει το συνολικό βάρος μεταλλικής κατασκευής. Με την μέθοδο Müller-Köster υπολογίζεται το βάρος των υπερκατασκευών και των υπερστεγασμάτων συναρτήσει του περικλειόμενου όγκου και της θέσης των ανωτέρων στοιχείων κατασκευής μέθοδος αυτή χωρίζεται σε δύο (2) κατηγορίες, τις υπερκατασκευές και τα υπερστεγάσματα.

- Σύμφωνα με τους κανονισμούς της διεθνής γραμμής φόρτωσης, υπερκατασκευές, θεωρούνται κατασκευές επί του κύριου καταστρώματος με απόσταση πλαγίων τοιχωμάτων από τα πλευρά του πλοίου μικρότερη ή ίση του 4% του πλάτους, B. Υπερστεγάσματα θεωρούνται όλες οι υπόλοιπες κατασκευές.
- Το πλοίο δεν διαθέτει πρόστεγο ή επίστεγο σύμφωνα με το Σχέδιο Γενικής Διάταξης (General Arrangement GA), όποτε τα βάρη θα ληφθούν ίσα με μηδέν $W_{BACK}=0$.

Για τα υπερστεγάσματα, το βάρος ενός τμήματος υπερστεγάσματος στη θέση I-IV ή του οιακιστηρίου (Bridge Deck) προκύπτει από τον ακόλουθο τύπο:

$$W_{DH} = C_{DH} \cdot A_m \cdot h \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \quad (2.6)$$

όπου C_{DH} : ο ογκομετρικός συντελεστής βάρους

$$A_m = 0,5 \cdot (A_0 + A_U)$$

h : ύψος στεγάσματος

b : πλάτος ενδαιτήσεων

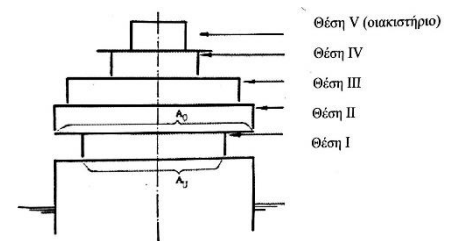
$$k_1 = 1 + 0,02 (h - 2,6)$$

$$k_2 = 1 + 0,05 (4,5 - l_l / l_{DH}) \text{ με } l_{DH}: \text{ μήκος στεγάσματος}$$

k_3 : διόρθωση για μήκος πλοίου διάφορου του κανονικού

A_0 : εμβαδό ανοικτών και κλειστών χώρων, υπεράνω του στεγάσματος

A_U : εμβαδό κλειστών χώρων στεγάσματος



Σύμφωνα με την θεώρηση της μεθόδου αυτής, όσο αφορά τα υπερστεγάσματα, προσδιορίζονται κάθε φορά τα εμβαδά A_0 και A_U . Ύστερα με τον λόγο A_0/A_U , επιλέγεται για κάθε επίπεδο ο αντίστοιχος συντελεστής βάρους, βάσει του Πίνακα 2.1.1.2.1 .

| Βάρος ανα μονάδα όγκου υπερστεγασμάτων C_{DH} [t/m^3] κατά Muller Koster | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------------|
| A_0/A_U | I | II | III | IV | Bridge Deck |
| 1.00 | 0.057 | 0.055 | 0.052 | 0.053 | 0.040 |
| 1.25 | 0.064 | 0.063 | 0.059 | 0.060 | 0.045 |
| 1.50 | 0.071 | 0.070 | 0.065 | 0.066 | 0.050 |
| 1.75 | 0.078 | 0.077 | 0.072 | 0.073 | 0.055 |
| 2.00 | 0.086 | 0.084 | 0.078 | 0.080 | 0.060 |
| 2.25 | 0.093 | 0.091 | 0.085 | 0.086 | 0.065 |
| 2.50 | 0.100 | 0.098 | 0.091 | 0.093 | 0.070 |

Πίνακας 2.1.1.2.1: Λόγος A_0/A_U συναρτήσει της θέσης υπερστεγασμάτων

⁵ Βιβλίο Μελέτη Πλοίου, Α. Παπανικολάου, Τεύχος 1, σελ.235

Η διόρθωση k_3 για μήκος πλοίου μήκους $L_{BP} \neq 150 \pm 30$ [m] υπολογίζεται με γραμμική παρεμβολή στον ακόλουθο πίνακα:

| Υπολογισμός Διόρθωσης k_3 για $L_{BP} \neq 150 \pm 30$ m | | | |
|--|------|---------------|-----|
| Μήκος Πλοίου | 100 | 219.70 | 230 |
| k_3 | 0.95 | 1.0881 | 1.1 |

Να σημειωθεί ότι για τον υπολογισμό η πληροφορίες έχουν παρθεί από το Σχέδιο Γενικής Διάταξης του Πατρικού πλοίου.

Έτσι σύμφωνα με την σχέση (2.6) το βάρος για κάθε υπερστεγάσμα είναι :

| Θέση | Βάρος W_{DH} |
|-------------------|----------------|
| A Deck | 50.86 |
| B Deck | 45.12 |
| C Deck | 47.98 |
| Naval Deck | 69.55 |

Πίνακας 2.1.1.2.2: Υπολογισμός W_{DH}

Αθροίζοντας τα πιο πάνω αποτελέσματα προκύπτει το συνολικό βάρος υπερστεγασμάτων:

$$W_{DH} = 213.51 \text{ [t]}$$

Το πατρικό πλοίο δεν διαθέτει οικίσκους φορτωτήρες, επομένως το βάρος των οικίσκων φορτωτήρων θα είναι μηδέν $W_{WH} = 0$. Οπότε το βάρος των υπερκατασκευών και των υπερστεγασμάτων W_{SS} (Superstructures) θα είναι ίσο με το βάρος W_{DH} .

| Υπολογισμός $W_{superstructures}$ (W_{SS}) | | |
|--|---------------|------------|
| Βάρος Προστέγου W_{BACK} | 0.00 | [t] |
| Βάρος Υπερστεγασμάτων W_{DH} | 213.50 | [t] |
| Βάρος Οικίσκων Φορτωτήρων W_{WH} | 0.00 | [t] |
| Βάρος Υπερκατασκευών $W_{SS} = W_{BACK} + W_{DH} + W_{WH}$ | 213.50 | [t] |

Πίνακας 2.1.1.2.3: Υπολογισμός W_{SS}

Σε συνδυασμό με την μέθοδο Schneekluth (βλέπε Κεφ. 2.1.1.1), μπορούμε να υπολογίσουμε το συνολικό βάρος της μεταλλικής κατασκευής όπως φαίνεται στον Πίνακα 2.1.1.2.4.

| Τελικό W_{ST} με Schneekluth και Muller Koster | | |
|--|-----------------|------------|
| $W_{ST} = W'_{ST} + W_{SS}$ | 11743.52 | [t] |

Πίνακας 2.1.1.1.4: Υπολογισμός W_{ST} με Schneekluth και Müller-Köster

2.1.1.3 Μέθοδος Watson

Σύμφωνα με την μέθοδο Watson⁶ το W_{ST} υπολογίζεται από την εξίσωση κατά Lloyd's Register ο δείκτης εξοπλισμού E_N :

$$E_N = L_{BP}(B + T) + 0,8 \cdot L_{BP}(D - T) + 0,85 \sum_{i=1}^{N_1} h_{1i} L_{1i} + 0,75 \sum_{i=1}^{N_2} h_{2i} L_{2i} \quad (2.7)$$

όπου: N_1, h_{1i}, L_{1i} : αριθμός, ύψος και μήκος των υπερστεγασμάτων
 N_2, h_{2i}, L_{2i} : αριθμός, ύψος και μήκος των υπερκατασκευών

➤ Οι υπολογισμοί των αθροισμάτων Σ, φαίνονται στους ακόλουθους πίνακες:

| Υπερστέγασμα (b < 0,92B) | Μήκος l_{1i} [m] | Ύψος h_{1i} [m] | $l_{1i} \times h_{1i}$ [m ²] |
|-----------------------------|-----------------------|----------------------|---|
| A Deck | 15.20 | 3.00 | 45.60 |
| B Deck | 15.20 | 2.75 | 41.80 |
| C Deck | 16.00 | 2.75 | 44.00 |
| NAVAL Deck | 11.85 | 2.75 | 32.59 |
| Συνολο | | | 163.99 |

Πίνακας 2.1.1.3.1: Υπολογισμός επιφάνειας Υπερστεγασμάτων

➤ Το πλοίο δεν διαθέτει υπερκατασκευές όπως το πρόστεγο ή επίστεγο οπότε $\sum_{i=1}^{N_2} h_{2i} L_{2i} = 0$

Στη συνέχεια, με γραμμική παρεμβολή υπολογίζεται ο συντελεστής K (για δεξαμενόπλοιο), το W_{*ST} και το $C_{B*0,8D}$:

Για $E_N = 40000 [m^2], K = 0.035$
 Για $E_N = 1500 [m^2], K = 0.029$ } **K = 0.0306**

Τελικά το συνολικό βάρος W_{ST} με την μέθοδο Watson φαίνεται στον Πίνακα 2.1.1.3.2 και υπολογίζεται από την σχέση (2.8).

$$W_{ST} = W_{*ST} \cdot (1 + 0,5 \cdot (C_B^* - 0,7)) \quad (2.8)$$

όπου, $W_{*ST} = K \cdot E_N^{1,36}$

$$C_B^* = C_B + (1 - C_B) \cdot \frac{0,8 \cdot D - T}{3T}$$

| Τελικό W_{ST} με την Μέθοδο Watson | | |
|--|-----------------|------------|
| $W_{ST} = W_{*ST} \cdot (1 + 0,5 \cdot (C_B^* - 0,7))$ | 10995.82 | [t] |

Πίνακας 2.1.1.3.1: Υπολογισμός επιφάνειας Υπερστεγασμάτων

⁶ Βιβλίο Μελέτη Πλοίου, Α. Παπανικολάου, Τεύχος 1, σελ.219

2.1.1.4 Μέθοδος από Στατική Ανάλυση Παλινδρόμησης (Statistical Regression Analysis)

Η συγκεκριμένη μέθοδος [7] αναπτύχθηκε στο δημόσιο Πανεπιστήμιο Μηχανολογίας και Τεχνολογίας της Λισαβόνας (Instituto Superior Técnico) και είναι μία μέθοδος που προσεγγίζει το βάρος της μεταλλικής κατασκευής με τη χρήση συντελεστών για κάθε είδος πλοίου. Αναπτύχθηκε μέσω στατιστικής Ανάλυσης Παλινδρόμησης (statistical Regression Analysis). Το βάρος της μεταλλικής κατασκευής υπολογίζεται μέσω του ακόλουθου τύπου:

$$W_{ST} = k_1 \cdot L^{k_2} \cdot B^{k_3} \cdot D^{k_4} \quad (2.9)$$

Όπου k_1, k_2, k_3, k_4 είναι συντελεστές για δεδομένο τύπο πλοίου

Το W_{ST} υπολογίζεται μέσω του ακόλουθου πίνακα:

| FROM STATISTICAL ANALYSIS | | |
|---|--------------|------------|
| Oil Tanker Weight of Hull | | |
| k1 | 0.0361 | [-] |
| k2 | 1.6 | [-] |
| k3 | 1 | [-] |
| k4 | 0.22 | [-] |
| $W_H = K_1 \cdot L_s^{K_2} \cdot B^{K_3} \cdot D^{K_4}$ | 12679 | [t] |

Πίνακας 2.1.1.4.1: Υπολογισμός W_{ST} με τη μέθοδο Από στατιστική Ανάλυση Παλινδρόμησης

2.1.1.5 Μέθοδος μέσο εμπειρικού τύπου (Cudina et al [2010])

Η μέθοδος αυτή [8] προκύπτει από στατιστικά στοιχεία και εμπειρικές μελέτες και χρησιμοποιείται κυρίως για πλοία τύπου ξηρού φορτίου χύδην και για δεξαμενόπλοια. Το βάρος της μεταλλικής κατασκευής για το υπό μελέτη υπολογίζεται μέσω του ακόλουθου εμπειρικού τύπου:

$$W_{ST} = \left(1 - \frac{f_1}{100}\right) \cdot \{[0.0282 \cdot [L(B + 0.85D + 0.15T)]]^{1.36} [1 + 0.5f] + 450\} \quad (2.10)$$

$$\text{όπου } f = (C_B - 0.7) + (1 - C_B) \frac{0.8D - T}{3}$$

όπου f_1 : ο συντελεστής μείωσης τους βάρους της γάστρας λόγω χρήσης χάλυβα υψηλής αντοχής (λαμβάνει τιμές από 0÷7)

Έτσι προκύπτει το W_{ST} από την σχέση (2.10) :

$$W_{ST} = 18679.62944 \text{ [t]}$$

Συγκεντρώνοντας τα αποτελέσματα των πιο πάνω μεθόδων και βρίσκοντας τον μέσο όρο των μεθόδων αυτών βρίσκουμε το τελικό W_{ST} του υπό μελέτη πλοίου. Να σημειωθεί ότι στο υπό μελέτη πλοίο θα χρησιμοποιηθεί χάλυβας υψηλής αντοχής, επομένως θα μειωθεί κατά 4% το βάρος της μεταλλικής κατασκευής μέσω ενός συντελεστή α . Ακολουθούν τα αποτελέσματα στον πιο κάτω πίνακα:

| Τελικό W_{ST} | | |
|---|-----------------|-----|
| Weight of Hull (CUDINA ET AL 2010) | 18679.62944 | [t] |
| Oil Tanker Weight of Hull | 12678.66683 | [t] |
| W_{ST} Schneekluth & Muller-Koster | 11743.52 | [t] |
| W_{ST} Watson | 10995.82 | [t] |
| Συντελεστής α Χάλυβα υψηλής αντοχής: | 0.96 | [-] |
| $W_{ST} = \text{Μέσος όρος Μεθόδων} \cdot \alpha$ | 12983.43 | [t] |

Πίνακας 2.1.1.5.1: Υπολογισμός τελικού W_{ST} με μέσο όρο των μεθόδων

2.1.2 Βάρος Ενδιαίτησης και Εξοπλισμού (W_{OT})

2.1.2.1 Μέθοδος Προσεγγιστικού τύπου

Στην μέθοδο με προσεγγιστικό τύπο⁷ ο υπολογισμός του W_{OT} γίνεται με την χρήση ενός συντελεστή K_{OT} όπου διαφοροποιείται ανάλογα με τον τύπο του πλοίου. Δίδεται από τον τύπο:

$$W_{OT} = K_{OT} \cdot L_{BP} \cdot B \quad (2.11)$$

Το K_{OT} υπολογίζεται στον πιο κάτω πίνακα με γραμμική παρεμβολή και βρίσκεται το W_{OT} από αντικατάσταση των δεδομένων στον τύπο (2.11).

| Υπολογισμός W_{OT} με Προσεγγιστικό Τύπο | | | |
|--|----------------|---------------|------|
| Συντελεστής K_{OT} [t/m ²] (Με γραμμική παρεμβολή) | | | |
| Μήκος Πλοίου | 150 | 219.70 | 300 |
| K_{OT} | 0.28 | 0.2289 | 0.17 |
| K_{OT} | 0.2289 | | |
| $W_{OT} = K_{OT} \cdot L \cdot B$ | 1622.24 | | [t] |

Πίνακας 2.1.2.1: Υπολογισμός W_{OT} με προσεγγιστικό τύπο

2.1.2.2 Μέθοδος Schneekluth

Η μέθοδος Schneekluth⁸ χωρίζει το βάρος ενδιαίτησης και εξοπλισμού σε τέσσερα (4) μέρη.

- I. Καλύμματα στομίων κυτών
- II. Φορτοεκφορτωτικά μέσα
- III. Ενδιαίτηση
- IV. Λοιπά βάρη

Στον Πίνακα 2.1.2.2 φαίνονται οι υπολογισμοί κάθε υποομάδας έτσι ώστε να υπολογιστεί το συνολικό βάρος ενδιαίτησης και εξοπλισμού W_{OT} του υπό μελέτη πλοίου με τη μέθοδο Schneekluth. Να σημειωθεί ότι για την υποομάδα I. Καλύμματα στομίων κυτών το βάρος της θεωρήθηκε ίσο με

⁷ Βιβλίο Μελέτη Πλοίου, Α. Παπανικολάου, Τεύχος 1, σελ.257

⁸ Βιβλίο Μελέτη Πλοίου, Α. Παπανικολάου, Τεύχος 1, σελ.263

μηδέν (0) λόγω μη ύπαρξης στομιών κυτών στο πατρικό πλοίο, επομένως δεν θα υπάρχουν ούτε στο υπό μελέτη $W_{OT(I)}=0$.

| Υπολογισμος W_{OT} κατά Schneekluth | | |
|--|---------------|---------------------|
| I. Καλύμματα Στομιών Κοιτών | | |
| Θέση Στομίου | 0 | 0 |
| Αριθμός Στομιών | 0 | 0 |
| Μήκος Στομίου l_H [m] | 0 | 0 |
| Πλάτος Στομίου b_H [m] | 0 | 0 |
| W_H/l_H | 0.000 | 0.000 |
| W_H [t] | 0.00 | 0.00 |
| $W_{ot(I)}=$ | 0.00 | [t] |
| II. Φορτοεκφορτωτικά Μέσα | | |
| Αριθμός Φορτωτήρων (n) | 1 | [-] |
| Ανυψωτική Ικανότητα (AI) | 7.5 | [t] |
| Υψος Κατασκευής | 6.5 | [m] |
| <i>Πίνακας 2.19 σελ.265 Βρίσκω ΒΑΡΟΣ ΓΕΡΑΝΟΥ</i> | | |
| $W_{ot(II)}$ (Βάρος Γερανού) | 21.00 | [t] |
| III. Ενδιάιτηση | | |
| $A_{Ενδιάιτησης} = \Sigma A_U$ | 1486.28 | [m ²] |
| Συντελεστής | 0.18 | [t/m ²] |
| $W_{ot(III)} = A_{εν.} \cdot \Sigma ντ.$ | 267.53 | [t] |
| IV. Λοιπά βάρη | | |
| C_1 | 0.26 | [t/m ²] |
| $W_{ot(IV.1)} = (L \cdot B \cdot D)^{2/3} \cdot C_1$ | 725.57 | [t] |
| C_2 | 1.20 | [t ^{3/2}] |
| $W_{ot(IV.2)} = W_{ST}^{2/3} \cdot C_2$ | 662.89 | [t] |
| $W_{ot(VI)} = M.O.$ | 694.23 | [t] |
| $W_{OT} = \Sigma W_{ot}$ | 982.76 | [t] |

Πίνακας 3.2.2.3Α: Υπολογισμός W_{OT} με μέθοδο Schneekluth

2.1.2.3 Μέθοδος μέσω εμπειρικού τύπου (Cudina et al [2010])

Σύμφωνα με τον εμπειρικό τύπο (Σχέση 2.12) από τον Cudina [8], που αναπτύχθηκε για χρήση σε πλοία τύπου φορτηγά χύδην και δεξαμενόπλοια, υπολογίζεται το W_{OT} ως εξής:

$$W_{OT} = \left(0.28 - \frac{L}{1620} \right) \cdot L \cdot B \quad (2.12)$$

$$\Rightarrow \underline{W_{OT} = 1023.31 [t]}$$

Τελικά, όπως και πριν, κάνοντας τον μέσων όρο των τριών μεθόδων προκύπτει το τελικό W_{OT} .

| Τελικό W_{OT} | | |
|--|----------------|------------|
| $W_{OT} = \text{Μ.Ο. Μεθόδων}$ | 1209.44 | [t] |

2.1.3 Βάρος Μηχανολογικής Εγκατάστασης (W_{OT})

2.1.3.1 Μέθοδος με τον τύπο των Watson-Gilfillan

Η μέθοδος των Watson- Gilfillan⁹ παρουσιάζει έναν τύπο (Σχέση 2.13) από τον οποίο προκύπτει το τελικό αποτέλεσμα. Ο συντελεστής C_{MD} που βρίσκεται στον τύπο λαμβάνει την τιμή $C_{MD} = 0.4$ (για αργόστροφες Diesel, $C_{MD} = 0.3\sim 0.5$) και η ισχύς P_B είναι η ισχύς του Πατρικού στο MCR.

$$W_M = C_{MD} \cdot P_B^{0.89} \quad (2.13)$$

$$\Rightarrow \underline{W_M = 1619.2 \text{ [t]}}$$

2.1.3.2 Μέθοδος ομάδων βαρών κατά Strohbusch

Στη μέθοδο με τους εμπειρικούς συντελεστές ομάδων βαρών κατά Strohbusch¹⁰ το βάρος της μηχανολογικής εγκατάστασης υποδιαιρείται σε τρεις υποομάδες: W_{MR} , W_{MS} , W_{MM} , το άθροισμα των οποίων δίνει το βάρος της μηχανολογικής εγκατάστασης W_M . Οι σχετικές τιμές των υποομάδων, αλλά και η τελική τιμή του W_M της μεθόδου, φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

| Υπολογισμός W_M με την Μέθοδο Ομάδων βαρών κατά Strohbusch | | |
|--|---------------|------------|
| $w_2 =$ | 35 | [kp/HP] |
| $w_3 =$ | 4 | [kp/HP] |
| $w_4 =$ | 25 | [kp/HP] |
| $w_5 =$ | 60 | [kp/HP] |
| $W_{MR} = w_2 \cdot \text{SHP}$ | 530.37 | [t] |
| $W_{MS} = w_3 \cdot \text{SHP}$ | 60.61 | [t] |
| $W_{MM} = w_4 \cdot \text{SHP}$ | 378.83 | [t] |
| $W_{M1} = w_5(60\text{kp/HP}) \cdot \text{SHP}$ | 909.20 | [t] |
| $W_{M2} = W_{MR} + W_{MS} + W_{MM}$ | 969.81 | [t] |
| $W_M = \text{Μ.Ο.}$ | 939.50 | [t] |

Πίνακας 2.1.3.2.1: Υπολογισμός W_M με μέθοδο ομάδων βαρών κατά Strohbusch

όπου W_{MM} : Βάρος κύριας μηχανής και μειωτήρα

W_{MS} : Βάρος ελικοφόρου άξονα και έλικας (περιλαμβάνει έδρανα και στορέα)

W_{MR} : Βάρος λοιπής μηχανολογικής εγκατάστασης

$$w_1 = \frac{W_{MR}}{LBD} \quad w_2 = \frac{W_{MR}}{SHP} \quad w_3 = \frac{W_{MS}}{SHP} \quad w_4 = \frac{W_{MM}}{SHP} \quad w_5 = \frac{W_M}{SHP}$$

⁹ Βιβλίο Μελέτη Πλοίου, Α. Παπανικολάου, Τεύχος 1, σελ.272

¹⁰ Βιβλίο Μελέτη Πλοίου, Α. Παπανικολάου, Τεύχος 1, σελ.273

2.1.3.3 Μέθοδος Schneekluth

Σύμφωνα με την μέθοδο Schneekluth¹¹ ο συντελεστής C_{M1} λαμβάνει την τιμή $C_{M1}=3.6$. Οι υπολογισμοί, όπως και το βάρος της μηχανολογικής εγκατάστασης του πατρικού πλοίου, προκύπτουν από την πιο κάτω σχέση (2.14).

$$W_M = C_{M1} \cdot W_{MM} \quad (2.14) \quad \text{όπου } W_{MM} = \text{Βάρος κύριας μηχανής}$$

$$\Rightarrow \mathbf{W_M = 1242.36 [t]}$$

2.1.3.4 Μέθοδος από Στατιστική Ανάλυση Παλινδρόμηση

Η μέθοδος αυτή [7] εκτιμάει το βάρος της μηχανολογικής εγκατάστασης (W_M) με τη χρήση συντελεστών ανάλογα με το είδος της μηχανής. Στον *Πίνακα 3.1.3.4.1* φαίνονται οι τιμές των συντελεστών για 2-Χ αργόστροφη Diesel και οι υπολογισμοί.

| Weight of Machinery | | |
|---------------------------------|---------|-----|
| $W_M = k_1 \cdot P_{MCR}^{k_2}$ | | |
| k_1 | 2.41 | [-] |
| k_2 | 0.62 | [-] |
| W_M | 941.751 | [t] |

Πίνακας 3.1.3.4.1: Υπολογισμός του W_M από στατική ανάλυση παλινδρόμησης

Τέλος, κάνοντας μέσο όρο των τεσσάρων μεθόδων προκύπτει η τελική τιμή του βάρους μηχανολογικής εγκατάστασης.

| Τελικό W_M | | |
|-----------------------------|----------------|------------|
| $W_M = \text{M.O. Μεθόδων}$ | 1185.70 | [t] |

2.1.4 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα (LightShip και Συντελεστής διόρθωσης λ_{LS})

Σύμφωνα με το Loading Manual του πατρικού πλοίου, το πραγματικό LS του πλοίου είναι **LS=15687.4 [t]**. Οπότε πρέπει να υπολογιστεί ένας συντελεστής διόρθωσης για την εκτίμηση του LS με τις πιο πάνω μεθόδους, που προκύπτει από τον τύπο:

$$\lambda_{LS} = \frac{LS_{\text{υπολογισμών}}}{LS_{\text{πραγματικό}}} \quad (2.15)$$

Όπου η απόκλιση μεταξύ των δύο τιμών, θα πρέπει να είναι μικρότερη του $\pm 6\%$ ($94\% \leq \lambda_{LS} \leq 106\%$) ώστε να είναι αποδεκτή. Ακολουθεί ο *Πίνακας 2.1.4.1* όπου υπολογίζονται ο συντελεστής διόρθωσης λ_{LS} και η απόκλιση.

¹¹ Βιβλίο Μελέτη Πλοίου, Α. Παπανικολάου, Τεύχος 1, σελ.275

| Τελικός πίνακας Υπολογισμού L.S. και έλεγχος Συντελεστή Διόρθωσης λ_{LS} | | |
|--|---------------|--------------|
| W_{ST} | 12983.43 | [t] |
| W_{OT} | 1209.44 | [t] |
| W_M | 1185.70 | [t] |
| $LS_{Υπολογισμών} = W_{ST} + W_{OT} + W_M$ | 15378.57 | [t] |
| $LS_{Πραγματικό}$ | 15687.40 | [t] |
| $\lambda_{LS} = LS_{Υπολογισμών} / LS_{Πραγματικό}$ | 0.9803 | 1.97% |
| Θα πρέπει $0,94 \leq \lambda_{LS} \leq 1,06$ (Απόκλιση $\pm 6\%$) | ΙΣΧΥΕΙ | |

2.2 Ανάλυση Βαρών Υπό Μελέτη Πλοίου

Για το Υπό Μελέτη πλοίο θα ακολουθηθεί η ίδια διαδικασία και μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν και για τον υπολογισμό του βάρους του πατρικού πλοίου, χωρίζοντας το και πάλι το Light Ship (LS) σε τρεις (3) ομάδες βαρών:

- Βάρος μεταλλικής κατασκευής (W_{ST})
- Βάρος ενδιάτησης και εξοπλισμού (W_{OT})
- Βάρος μηχανολογικής εγκατάστασης (W_M)

Όπου θα ισχύει η εξίσωση:

$$LS = W_{ST} + W_{OT} + W_M$$

με την διαφορά ότι στο τέλος θα ληφθεί υπό όψη ο συντελεστής διόρθωσης λ_{LS} στους υπολογισμούς του Light Ship (LS) του υπό μελέτη πλοίου.

2.2.1 Βάρος Μεταλλικής Κατασκευής (W_{ST})

Επαναλαμβάνονται οι τέσσερις (4) μέθοδοι που έγιναν στο εδάφιο 2.1.1 . Στον *Πίνακα 2.2.1.1* παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των τεσσάρων αυτών μεθόδων και το τελικό αποτέλεσμα της μεταλλικής κατασκευής του υπό μελέτη πλοίου. Η μέθοδος του Cudina [8] δεν συμπεριλαμβάνεται στον μέσο όρο διότι έχει αρκετή απόκλιση από τις άλλες μεθόδους.

| Τελικό W_{ST} | | |
|---|-----------------|------------|
| Weight of Hull (CUDINA ET AL 2010) | 30082.84414 | [t] |
| Oil Tanker Weight of Hull | 20192.50749 | [t] |
| W_{ST} Schneekluth & Muller-Koster | 18040.49 | [t] |
| W_{ST} Watson | 16714.19 | [t] |
| Συντελεστής α Χάλυβα υψηλής αντοχής: | 0.96 | [-] |
| $W_{ST} = \text{Μέσος όρος Μεθόδων} \cdot \alpha$ | 17583.10 | [t] |

Πίνακας 2.2.1.1: Συγκεντρωτικός πίνακας υπολογισμών για το W_{ST} του υπό μελέτη πλοίου

Στην περίπτωση αυτή θα ήταν καλό να παρουσιαστεί ξεχωριστά ο υπολογισμός της γυμνής γάστρας και των υπερκατασκευών με την μέθοδο Schneekluth και Muller-Köster αντίστοιχα γιατί θα μας χρειαστούν στην συνέχεια. Πιο κάτω βρίσκονται οι σχετικοί πίνακας.

| Τελικό W_{ST} με Schneekluth και Muller Koster | | |
|--|-----------------|------------|
| W'_{ST} | 17779.3068 | [t] |
| W_{SS} | 261.18 | [t] |
| $W_{ST} = W'_{ST} + W_{SS}$ | 18040.49 | [t] |

Πίνακας 2.2.1.1: Υπολογισμός του W_{ST} με την μέθοδο Schneekluth & Muller-Köster

2.2.2 Βάρος Ενδιαίτησης και Εξοπλισμού (W_{OT})

Επαναλαμβάνονται οι τρεις (3) μέθοδοι που έγιναν στο εδάφιο 2.1.2 . Στον *Πίνακα 2.2.2.1* παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των τεσσάρων αυτών μεθόδων και το τελικό αποτέλεσμα της μεταλλικής κατασκευής του υπό μελέτη πλοίου.

| Τελικό W_{OT} | | |
|--|----------------|------------|
| $W_{OT} = \text{Μ.Ο. Μεθόδων}$ | 1995.04 | [t] |

Πίνακας 2.2.2.1: Τελικό W_{OT} του Υπό Μελέτη Πλοίου

2.2.3 Βάρος Μηχανολογικής Εγκατάστασης (W_M)

Επαναλαμβάνονται οι τέσσερις (4) μέθοδοι που έγιναν στο εδάφιο 2.1.3 . Στον *Πίνακα 2.2.3.1* παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των τεσσάρων αυτών μεθόδων και το τελικό αποτέλεσμα της μεταλλικής κατασκευής του υπό μελέτη πλοίου

| Τελικό W_M | | |
|---|----------------|------------|
| $W_M = \text{Μ.Ο. Μεθόδων}$ | 1432.95 | [t] |

2.2.4 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα Lightship

Τα αποτελέσματα της όλης διαδικασίας για το υπό μελέτη πλοίο συνοψίζονται στον *Πίνακα 2.2.4.1*. Στο Light Ship (LS) των υπολογισμών θα εφαρμοστεί ο συντελεστής διόρθωσης λ_{LS} που υπολογίστηκε στο κεφάλαιο . Ακόμη υπολογίστηκε το καινούργιο εκτόπισμα του υπό μελέτη πλοίου, βάσει του νέου Light Ship (LS). Σημειώνεται ότι η απόκλιση μεταξύ του γεωμετρικού εκτοπίσματος του *Πίνακα 1.3.1* και του νέου εκτοπίσματος πρέπει να είναι

$$0\% \leq \delta\Delta \leq 0,5\%$$

για να είναι αποδεκτή.

| Τελικός πίνακας Υπολογισμού L.S. και έλεγχος Συντελεστή Διόρθωσης λ_{LS} | | |
|--|---------------|------------|
| W_{ST} | 17583.10 | [t] |
| W_{OT} | 1995.04 | [t] |
| W_M | 1432.95 | [t] |
| $LS_{\text{Υπολογισμών}} = W_{ST} + W_{OT} + W_M$ | 21011.09 | [t] |
| $LS_{\text{Πραγματικό}}$ | 21433.03 | [t] |
| λ | 0.9803 | [-] |
| $\Delta_B = LS + DWT$ | 121433.03 | [t] |
| $\Delta_\Gamma = \text{Displacement}$ | 121498.12 | [t] |
| $(\Delta_\Gamma - \Delta_B)/\Delta_\Gamma =$ | 0.0536% | OK |
| DWT_{new} | 100065.09 | [t] |

Πίνακας 2.2.4.1: Υπολογισμός $LS_{\text{Πραγματικό}}$ και DWT_{new}

Να σημειωθεί ότι με τον υπολογισμό του πραγματικού βάρους του LightShip (LS) θα προκύψει και νέα τιμή για το Deadweight (DWT).

Επίσης στην συνέχεια τις εργασίας όταν θα χρειαστούμε τις τιμές των βαρών Μεταλλικής Κατασκευής (W_{ST}), Εξοπλισμού και Ενδιαίτησης (W_{OT}) και Μηχανολογικής Εγκατάστασης (W_M) δεν θα χρησιμοποιήσουμε τις τιμές που αναγράφονται στον *Πίνακα 2.2.4.1* αλλά πάρουμε αυτές τις τιμές και θα τις πολλαπλασιάσουμε με το συντελεστή λ .

3. Γραμμή Φόρτωσης

Η ανάλυση των Κανονισμών της Διεθνούς Γραμμής Φόρτωσης (1966) περιγράφεται αναλυτικά από τη "Διεθνούς Σύμβασης επί των Γραμμών Φορτώσεως του 1966 (Κυρωτικός Πρωτοκόλλου του 1988) Νόμος του 1997 εκδίδεται με δημοσίευση στην Επίσημη Εφημερίδα της Κυπριακής Δημοκρατίας σύμφωνα με το Άρθρο 52 του Συντάγματος" [9] και από το φύλλο εργασίας "Διεθνής Σύμβαση Γραμμής Φόρτωσης" [10]. Στόχος του εξής κανονισμού είναι ο έλεγχος του επιτρεπόμενου βυθίσματος φόρτωσης του πλοίου. Έχοντας αυτό κατά νου, οι προδιαγραφές που πρέπει να υπάρχουν είναι οι εξής:

- Επαρκή εφεδρική άντωση συναρτήσει των γεωμετρικών χαρακτηριστικών και του τύπου πλοίου.
- Προστασία του πληρώματος
- Αποφυγή εισόδου υδάτων μέσα στο πλοίο
- Αποδεκτό επίπεδο αντοχής της μεταλλικής κατασκευής
- Επιτρεπόμενο όριο διαβροχής κύριου καταστρώματος

Πιο κάτω θα αναλύσουμε τους κανονισμούς και θα καταλήξουμε στο βύθισμα που μας ενδιαφέρει.

Κανονισμός 27

Αρχικά σε αυτό τον κανονισμό προσδιορίζεται ο τύπος πλοίου. Σύμφωνα με τον κανονισμό στην σελίδα 4 [10] το υπό μελέτη πλοίο είναι της **κατηγορίας Α**.

Κανονισμός 3

Ο κανονισμός αυτός μας επισημάνει πιο χαρακτηριστικά του πλοίου κρίνονται απαραίτητα για να κάνουμε στην συνέχεια του υπολογισμού. Τα χαρακτηριστικά αυτά παρουσιάζονται στον *Πίνακα 3.1* με τις αντίστοιχες τιμές τους.

| Κύρια Χαρακτηριστικά Πλοίου | | |
|-----------------------------|----------------|------|
| Είδος | Product Tanker | |
| Τύπος | Α | |
| Length (L_{BP}) | 246.00 | [m] |
| Beam (B) | 43.20 | [m] |
| Draft (T) | 13.00 | [m] |
| Depth (D) | 20.10 | [m] |
| $T_{0.85D} = 0,85 * D$ | 17.09 | [m] |
| C_B | 0.8550 | [-] |
| C_{WL} | 0.9068 | [-] |
| $C_{B-0.85D}$ | 0.8693 | [-] |
| $C_{WL-0.85D}$ | 0.9220 | [-] |
| DWT | 100065.09 | [-] |
| Δ | 121498.12 | [t] |
| D_F | 20124.00 | [mm] |
| t_{deck} | 24.00 | [mm] |

Πίνακας 3.1: Κύρια Χαρακτηριστικά Πλοίου για τον έλεγχο Γραμμής Φόρτωσης

Για τον *Πίνακα 3.1*, σημειώνεται ότι:

- Το πάχος του ελάσματος του καταστρώματος t_{deck} , λήφθηκε από το σχέδιο μέσης τομής του πατρικού πλοίου
- Το πλευρικό ύψος D_F υπολογίστηκε με τον εξής τύπο:

$$D_F = D + t_{deck} \quad (3.1)$$

Τα C_B και C_{WL} στο $0,85D$ υπολογίστηκαν με τους τύπους (3.2) και (3.3) αντίστοιχα.

$$C_{B-0.85D} = C_B \cdot \left(\frac{T_{0.85D}}{T} \right)^{\frac{C_{WL}-1}{C_B}} \quad (3.2)$$

$$C_{WL-0.85D} = C_{WL} \cdot \left(\frac{T_{0.85D}}{T} \right)^{\frac{C_{WL}-1}{C_B}} \quad (3.3)$$

Στην συνέχεια ο Κανονισμός προβλέπει οκτώ συντελεστές διόρθωσης όπου θα δούμε αναλυτικά πως υπολογίζονται μέχρι να καταλήξουμε στο τελικό αποτέλεσμα.

Συντελεστής Διόρθωσης Y_{E1}

Αυτός ο συντελεστής προκύπτει από τον κανονισμό 28 και αφορά το βασικό ύψος εξάλων. Σε αυτό το κανονισμό ανάλογα με τον τύπο πλοίου και το L_{BP} προκύπτει μια τιμή διόρθωσης από ένα πίνακα στο φύλλο εργασίας "Διεθνής Σύμβαση Γραμμής Φόρτωσης" [9]. Επομένως για κατηγορία πλοίου A και $L_{BP} = 246$ [m] :

$$\Rightarrow Y_{E1} = \mathbf{2986 [mm]}$$

Συντελεστής Διόρθωσης Y_{E2}

Αυτός ο συντελεστής προκύπτει από τον κανονισμό 27 και αφορά πλοία κατηγορίας B-60 και B-100. Στην περίπτωση μας αυτός ο συντελεστής προφανώς δεν υφίσταται. Έτσι έχουμε:

$$\Rightarrow Y_{E2} = \mathbf{0 [mm]}$$

Συντελεστής Διόρθωσης Y_{E3}

Αυτός ο συντελεστής προκύπτει από τον κανονισμό 27 και αφορά καλύμματα στομίων κυτών. Το πλοίο μας δεν διαθέτει καλύμματα στομίων κυτών επομένως ούτε αυτός ο συντελεστής υφίσταται. Έτσι έχουμε :

$$\Rightarrow Y_{E3} = \mathbf{0 [mm]}$$

Συντελεστής Διόρθωσης Y_{E4}

Αυτός ο συντελεστής προκύπτει από τον κανονισμό 29 και αφορά πλοία κατηγορίας B. Επομένως για ακόμη μια φορά :

$$\Rightarrow Y_{E4} = 0 \text{ [mm]}$$

Συντελεστής Διόρθωσης Y_{E5}

Αυτός ο συντελεστής προκύπτει από τον κανονισμό 30 και αφορά τον συντελεστή γάστρας. Ισχύει ότι :

$$\text{Αν } C_{B-0.85D} > 0.68 \text{ διόρθωση } \frac{C_{B-0.85D} + 0.68}{1.36}$$

Αν $C_{B-0.85D} > 0.68$ καμία διόρθωση

$$\text{Επομένως στην περίπτωση μας : } Y_{E5} = 1.14 \text{ [-]}$$

Συντελεστής Διόρθωσης Y_{E6}

Αυτός ο συντελεστής προκύπτει από τον κανονισμό 31 και αφορά το πλευρικό ύψος. Σύμφωνα με τον κανονισμό:

$$\text{Αν } D_F > \frac{L}{15} \text{ προσαύξηση κατά } \left(D_F - \frac{L}{15}\right) R$$

όπου $R = L_{BP}/48$ for $L_{BP} < 120m$

$$R = 250 \text{ for } L_{BP} \geq 120m$$

$$\text{Επομένως στην περίπτωση μας : } Y_{E6} = 931 \text{ [mm]}$$

Συντελεστής Διόρθωσης Y_{E7}

Αυτός ο συντελεστής προκύπτει από τον κανονισμό 37 και αφορά τις υπερκατασκευές και τα υπερστεγάσματα. Ακολουθώντας λοιπόν τις οδηγίες της βιβλιογραφίας [9 & 10] καταλήγουμε στο πιο κάτω αποτέλεσμα.

$$\Rightarrow Y_{E4} = -47.9 \text{ [mm]}$$

Να σημειωθεί ότι στην περίπτωση μας δεν υπάρχει πρόστεγο.

Συντελεστής Διόρθωσης Y_{E7}

Αυτός ο συντελεστής προκύπτει από τον κανονισμό 38 και αφορά την σιμότητα. Σε αυτή την περίπτωση εξετάζουμε την Κανονική και την Πραγματική σιμότητα. Το υπό μελέτη πλοίο (όπως και το πατρικό) δεν παρουσιάζει πραγματική σιμότητα επομένως ο συντελεστής Y_{E8} εφαρμόζεται μόνο για κανονική σιμότητα. Στον Πίνακα 3.2 φαίνονται οι υπολογισμοί και το τελικό αποτέλεσμα.

| Y _{E8} Διόρθωση για την Σιμότητα | | | |
|---|---|---------------|-------------|
| α. Μέσο Μέτρο Κανονικής Σιμότητας | | | |
| Πρωραίο ήμισυ | $M_{NF} = 16,6750 \cdot ((L/3)+10)$ | 1534.1 | [mm] |
| Πρυμναίο ήμισυ | $M_{NA} = 8,3375 \cdot ((L/3)+10)$ | 767.05 | [mm] |
| Για όλο το πλοίο | $M_N = 12,5063 \cdot ((L/3)+10)$ | 1150.58 | [mm] |
| β. Μέσο Μέτρο Πραγματικής Σιμότητας (Δεν υπάρχει στο πατρικό πλοίο) | | | |
| Πρωραίο ήμισυ | M_{SF}^* | 0 | [mm] |
| Πρυμναίο ήμισυ | M_{SA}^* | 0 | [mm] |
| Για όλο το πλοίο | $M_S^* = (M_{SF}^* + M_{SA}^*)/2$ | 0 | [mm] |
| Διόρθωση | $(M_N - M_S^*) \cdot (0,75 - (S/2L))$ | 862.94 | [mm] |

Πίνακας 3.2: Υπολογισμός μείωσης ύψους εξάλων Y_{E8} λόγω σιμότητας

Ο έλεγχος για τη γραμμή φόρτωσης και για το ύψος της πλώρης φαίνονται στον Πίνακα 3.3 και έχει πραγματοποιηθεί με επιτυχία.

| Υπολογισμοί | | | | |
|--|---------------|------|-------|-----|
| Ύψος Εξάλων Θέρους (Summer Freeboard) $FB_{SUMMER} = (YE1+YE2+YE3+YE4) \cdot YE5+YE6+YE7+YE8$ | 5123.08 | [mm] | 5.12 | [m] |
| Μέγιστο Έμφορτο Βύθισμα από Γραμμή Φόρτωσης $T_{ILLC} = D_F - FB_{SUMMER}$ | 15000.93 | [mm] | 15.00 | [m] |
| Θα πρέπει $T_{ILLC} > (T = 13m)$ | ΙΣΧΥΕΙ | | | |
| Ελάχιστο Ύψος Πρώρας Fb $Fb = (6075(L/100) - 1875(L/100)^2 + 200(L/100)^3) \times (2,08 + 0,609C_B - 1,603C_{wf} - 0,0129(L/T_{0,85D}))$ | 6320.52 | [mm] | 6.32 | [m] |
| Πραγματικό Ύψος Πρώρας ΠΥΠ $ΠΥΠ = \text{Ύψος προστέγου} + D_F - T$ | 9724.00 | [mm] | 9.72 | [m] |
| Θα πρέπει $ΠΥΠ > Fb$ | ΙΣΧΥΕΙ | | | |

Πίνακας 3.3: Υπολογισμός ύψους εξάλων θέρους και ΠΥΠ

Στην συνέχεια τα ελάχιστα ύψη εξάλων υπολογίζονται με τις πιο κάτω σχέσεις. Τα τελικά αποτελέσματα παρουσιάζονται στο *Πίνακα 3.4*.

❖ **Ύψος εξάλων στην Τροπική Ζώνη, FB_T**

$$FB_T = FB_{SUMMER} - \left(\frac{1}{48}\right) FB_{SUMMER} \quad (3.4)$$

❖ **Ύψος εξάλων Χειμώνα, FB_W**

$$FB_W = FB_{SUMMER} + \left(\frac{1}{48}\right) FB_{SUMMER} \quad (3.5)$$

❖ **Ύψος εξάλων Χειμώνα Βόρειου Ατλαντικού, FB_{WNA}**

$$FB_T = FB_W + 50 \quad (3.6)$$

*Ισχύει μόνο για πλοία με $L_{BP} < 100m$

❖ **Ύψος εξάλων σε Γλυκό Νερό**

$$FB_{SUMMER} = FB_{SUMMER} - \frac{\Delta}{40TPC} \quad (3.7)$$

όπου $TPC = A_{WL} \cdot 0.1 \cdot 1 = C_{WL} \cdot L_{BP} \cdot B \cdot 0.1 \cdot 1$

| | | |
|---|------|-----|
| FB_{SUMMER} | 5.12 | [m] |
| Ύψος Εξάλων στην τροπική ζώνη FB_T | 5.02 | [m] |
| Ύψος Εξάλων Χειμώνα FB_w | 5.23 | [m] |
| Ύψος Εξάλων Χειμώνα Βόρειου Ατλαντικού FB_{WNA} | 5.73 | [m] |
| Ύψος Εξάλων σε Γλυκό Νερό FB_{SUMMERfw} | 5.12 | [m] |

Πίνακας 3.4: Ελάχιστα ύψη εξάλων

Στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΤ' φαίνονται και σε σχεδιαστικά τα αποτελέσματα που έχουμε υπολογίσει πιο πάνω.

4. Σχέδιο Γραμμών

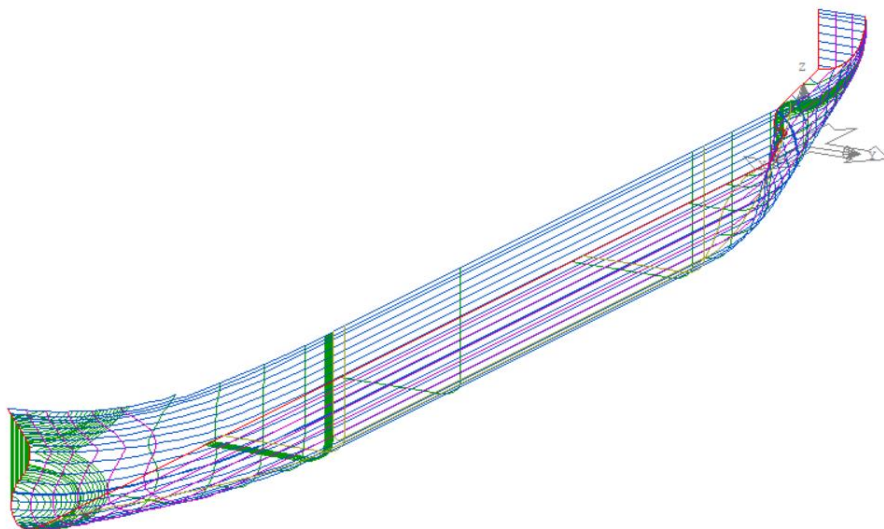
Εφόσον έχουμε βρει τις κύριες διαστάσεις και έχουμε κάνει τον έλεγχο για την γραμμή φόρτωσης μπορούμε πλέον να προχωρήσουμε με το σχέδιο γραμμών. Για την σχεδίαση των ναυπηγικών γραμμών του νέου πλοίου έγινε με την χρήση του σχετικού προγράμματος Avena Lines. Πιο κάτω παρουσιάζουμε την χρονική σειρά με τα βήματα που ακολουθήσαμε για τον σχεδιασμό.

Αρχικά δόθηκε από τον υπεύθυνο καθηγητή ένα αρχικό αρχείο lines με βάση τον τύπο και τα χαρακτηριστικά του υπό μελέτη πλοίου. Στην συνέχεια κάνουμε scale με βάση τις διαστάσεις που έχουμε βρει στο εδάφιο 1.3.

Στην συνέχεια η διαδικασία χωρίζεται σε τρία (3) στάδια:

- (a) Διαμόρφωση Πρύμνης και Πλώρης
- (b) Εξομάλυνση Νομέων
- (c) Σχεδίαση ναυπηγικών γραμμών

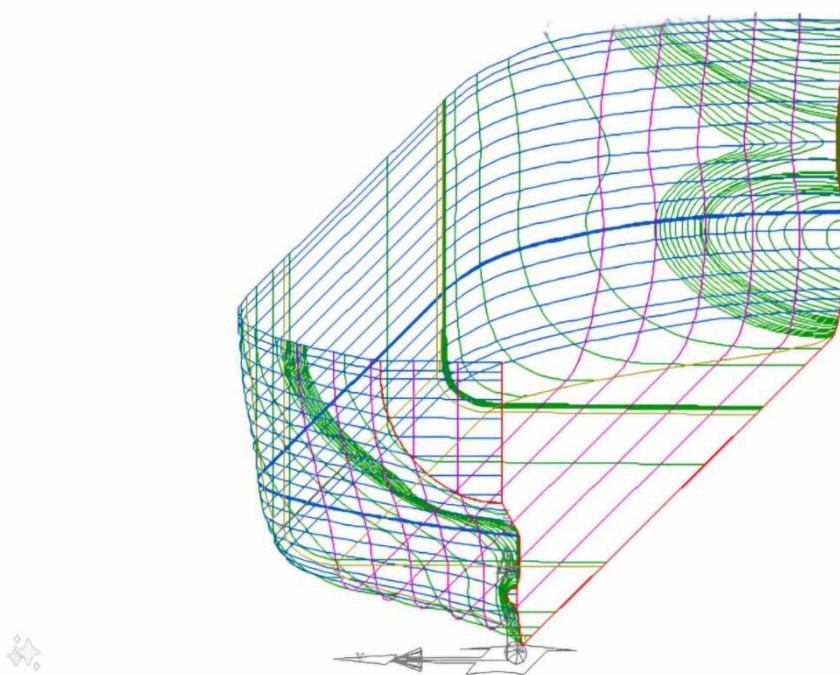
- (a) Η μορφή της πρύμνης (Stern Profile) και της πλώρης (Stem Profile) θα είναι η ίδια με του Πατρικού. Πηγαίνοντας λοιπόν στο Σχέδιο Γενικής Διάταξης (GA) του Πατρικού μεταφράζουμε την μορφή της πρύμνης και της πλώρης σε σημεία στο Excel. Εκεί με κατάλληλες αναλογίες δημιουργούμε μορφές στις διαστάσεις του νέου πλοίου. Σε συνέχεια έγινε εισαγωγή των σημείων που υπολογίσαμε μέσα στο AVEVA Lines. Δημιουργήσαμε στη συνέχεια Stern Profile, Stem Profile, FOB (Flat of Bottom) και FOS (Flat of Side). Θα χρειαστεί να γίνει εξομάλυνση στην συνέχεια για να έχουμε καλύτερο αποτέλεσμα. Να αναφέρουμε ότι υπάρχουν κάποιες απαιτήσεις στην μορφή της πλώρης και της πρύμνης και τις οποίες ακολουθήσαμε.
- (b) Στο επόμενο στάδιο θα διαμορφώσουμε την τελική μορφή της γάστρας . Δεπτομερείς και ακριβείς εξομαλύνσεις Νομέων (Sections) Ισάλων (Waterlines) και Buttocks. Η κυκλική αυτή διαδικασία σταμάτησε όταν η εξομάλυνση των ανωτέρω καμπυλών ήταν ικανοποιητική και η απόδοση της γάστρας κατά το δυνατό πιστότερη στις αρχικές εκτιμήσεις.



Σχήμα 4.1: Τρισδιάστατο μοντέλο γραμμών PROMITHEAS στο Avena Lines (1)

(c) Τέλος, οι κύριες όψεις του μοντέλου γραμμών, Profile view, Body view και Plan view εισάγονται στο AutoCAD για τη δημιουργία του Σχέδιου Γραμμών.

Σημειώνεται ότι η σχεδίαση των γραμμών του πλοίου έγινε μέχρι το Main Deck δηλαδή για $D=20.1$ [m]. Τα τελικά σχέδια γραμμών βρίσκονται στο Παράρτημα Α όπως έχουν φτιαχτεί στο πρόγραμμα σχεδίασης AutoCAD.



Σχήμα 4.2: Τρισδιάστατο μοντέλο γραμμών PROMITHEAS στο Aveva Lines (2)

Στην συνέχεια στο Κεφάλαιο 5 με βάση τα τελικά Lines Plan θα δημιουργήσουμε μια επιφάνεια (Surface) με σκοπό την διαμερισματοποίηση (Compartmentation) του μοντέλου του υπό μελέτη πλοίου, το οποίο θα χρησιμοποιήσουμε κυρίως για την μελέτη τις ευστάθειας του αλλά και για επιπλέον υδροστατικούς υπολογισμούς.

5. Σχέδιο Γενικής Διάταξης (GA) και Σχέδιο Χωρητικότητας (CP)

Έχουμε πλέον εκτιμήσει το βάρος του κενού σκάφους (Lightship), βλέπε Κεφάλαιο 2, και έχουμε δημιουργήσει το σχέδιο γραμμών του πλοίου μας (Κεφ. 4). Το μόνο που μας μένει για να μπορέσουμε να κατασκευάσουμε το Σχέδιο Γενικής Διάταξης (General Arrangement) και το Σχέδιο Χωρητικότητας του πλοίου είναι μια αρχική εκτίμηση του όγκου των καυσίμων και γενικά τους επί μέρους όγκους του Deadweight και αργότερα την διαμερισματοποίηση του πλοίου.

Η αρχική εκτίμηση των συνιστωσών του Deadweight για το υπό μελέτη πλοίο, γίνεται βάσει τις μεθοδολογίας που βρίσκεται στο βιβλίο Μελέτης Πλοίου [6] σελ.280 και την βοήθεια του Capacity Plan του Πατρικού Πλοίου. Το Deadweight (DWT) χωρίζεται στις εξής συνιστώσες:

- $W_{Payload}$ → Βάρος Ωφέλιμου Φορτίου
- W_{HFO} → Βάρος Βαρίου Καυσίμου (Heavy Fuel Oil)
- W_{DO} → Βάρος Καυσίμου Diesel (Diesel Oil)
- W_{LO} → Βάρος Λιπαντικών (Lubrication Oil)
- W_{CR} → Βάρος Πληρώματος (Crew)
- W_{FW} → Βάρος Φρέσκου Νερού (Fresh Water)
- $W_{Misc.}$ → Λοιπά Βάρη (Miscellaneous)
- $W_{Prov.}$ → Βάρος Προμηθειών

Επομένως το DWT υπολογίζεται ως :

$$DWT = W_{Payload} + W_{HFO} + W_{DO} + W_{LO} + W_{CR} + W_{FW} + W_{Misc} \quad (5.1)$$

Τα αποτελέσματα της χωρητικότητας των δεξαμενών και γενικά τα βάρη που υπάρχουν πάνω στο πλοίο μπορεί κάποιος να τα βρει στα ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ Δ΄

5.1 Κανονισμοί και Θέματα Ασφαλείας

Η σχεδίαση του νέου πλοίου έχει λάβει υπόψη της κάποιους βασικούς κανόνες που προστάζουν οι MARPOL [33] και SOLAS [32] σε σχέση με την σχεδίαση και τα θέματα ασφαλείας του πλοίου. Στην συνέχεια θα δούμε τι λένε αυτοί οι κανονισμοί και πως τους αξιοποιήσαμε εμείς για την σχεδίαση του πλοίου.

5.1.1 Διεθνής Κανονισμοί

5.1.1.1 MARPOL

Η Διεθνής Σύμβαση για την Πρόληψη της Ρύπανσης από Πλοία (MARPOL) περιέχει πολυάριθμους κανονισμούς που επηρεάζουν το σχεδιασμό και την ασφάλεια των πλοίων, ειδικά για τη μείωση της ρύπανσης από τα πλοία. Η MARPOL έχει πολλά παραρτήματα, καθένα από τα οποία ασχολείται με ένα συγκεκριμένο ρυπογόνο ζήτημα που αφορά το θαλάσσιο περιβάλλον. Στη συνέχεια,

περιγράφονται οι βασικοί κανονισμοί που αφορούν το σχεδιασμό και την ασφάλεια των Product Tankers, καθώς και το σχετικό παράρτημα της MARPOL και ο αριθμός του κανονισμού.

MARPOL Annex I: Regulations for the Prevention of Pollution by Oil

Το Παράρτημα I ασχολείται ειδικά με την πρόληψη της ρύπανσης από πετρέλαιο από πλοία, συμπεριλαμβανομένων των Product Tankers.

1. Regulation 13F: Prevention of oil pollution in the event of collision or stranding

Αυτός ο κανονισμός επιβάλλει ότι τα πετρελαιοφόρα με χωρητικότητα 600 τόνων και άνω πρέπει να κατασκευάζονται με διπλά τοιχώματα και διπλό πυθμένα για τη μείωση της πιθανότητας ρύπανσης από πετρέλαιο σε περίπτωση σύγκρουσης ή προσαράγματος.

2. Regulation 13E & 14: Segregated Water Ballast Tanks

Τα πετρελαιοφόρα με χωρητικότητα 20,000 τόνων και άνω πρέπει να διαθέτουν δεξαμενές διαχωρισμένου έρματος, οι οποίες πρέπει να προστατεύονται από διπλά τοιχώματα για την αποτροπή διαρροής πετρελαίου σε περίπτωση ζημιάς.

3. Regulation 16: Oil Discharge Monitoring and Control System

Τα Product Tankers πρέπει να είναι εξοπλισμένα με Σύστημα Παρακολούθησης και Ελέγχου Απόρριψης Πετρελαίου (Oil filtering equipment) για να διασφαλίζεται ότι οποιαδήποτε απόρριψη πετρελαίου στο νερό είναι εντός των νομικών ορίων.

4. Regulation 25: Subdivision and Stability

Αυτός ο κανονισμός απαιτεί τα πετρελαιοφόρα να συμμορφώνονται με τα κριτήρια ακέραιας ευστάθειας και τις απαιτήσεις υποδιαίρεσης, οι οποίες έχουν σχεδιαστεί για την αποτροπή ανατροπής ή βύθισης του πλοίου σε περίπτωση ζημιάς.

MARPOL Annex II: Regulations for the Control of Pollution by Noxious Liquid Substances in Bulk

Το παράρτημα II ασχολείται ειδικά με τη μεταφορά επικίνδυνων υγρών ουσιών, η οποία έχει μεγάλη σημασία για τα δεξαμενόπλοια (όπως τα Product Tankers) που μεταφέρουν χημικές ή άλλες επικίνδυνες ουσίες.

1. Regulation 10 & 11: Design, Construction, Equipment and Operation

Αυτός ο κανονισμός περιγράφει τις απαιτήσεις για τον σχεδιασμό και την κατασκευή χημικών δεξαμενόπλοιων, συμπεριλαμβανομένων των δεξαμενόπλοιων προϊόντων που μεταφέρουν επικίνδυνες υγρές ουσίες. Απαιτεί αυτά τα πλοία να κατασκευάζονται με τρόπο που να ελαχιστοποιεί τον κίνδυνο ρύπανσης.

2. Regulation 12: Cargo Tank Construction

Ειδικές απαιτήσεις για την κατασκευή δεξαμενών φορτίου, συμπεριλαμβανομένης της απαίτησης για διπλό κύτος για πλοία που μεταφέρουν ουσίες που είναι ιδιαίτερα επικίνδυνες για το θαλάσσιο περιβάλλον.

3. Regulation 13: Cargo Pumping and Piping System

Τα Product Tankers πρέπει να διαθέτουν συστήματα άντλησης και σωληνώσεων φορτίου σχεδιασμένα για να ελαχιστοποιούν τις διαρροές και τις διαχύσεις. Αυτός ο κανονισμός παρέχει κατευθυντήριες γραμμές για τον σχεδιασμό και την εγκατάσταση αυτών των συστημάτων

5.1.1.2 SOLAS

Οι κανονισμοί της Διεθνούς Σύμβαση για την Ασφάλεια της Ανθρώπινης Ζωής στη Θάλασσα (SOLAS). Αφορούν κυρίως την ασφάλεια των δεξαμενοπλοίων όσον αφορά την ασφάλεια και την προστασία του ανθρώπου και του περιβάλλοντος. Έχει και αυτή πολλά παραρτήματα, τα κύρια και αυτά που μας ενδιαφέρουν καταγράφονται πιο κάτω.

SOLAS Chapter II-1: Construction - Subdivision and Stability, Machinery and Electrical Installations

Στο κεφάλαιο αυτό οι κανονισμοί 9 έως 12 ασχολούνται κυρίως με την σχεδίαση και την κατασκευή των πλοίων έτσι ώστε να διατηρούν την ευστάθειά τους σε περίπτωση ζημιάς, όπως πρόσκρουση ή σύγκρουση. Οι κανονισμοί αυτοί καθορίζουν τις προδιαγραφές για τη διαίρεση του πλοίου σε υδατοστεγείς χώρους (υποδιαίρεση), έτσι ώστε αν ένα μέρος του πλοίου υποστεί ζημιά και γεμίσει με νερό, το υπόλοιπο πλοίο να μην βυθιστεί.

SOLAS Chapter II-2: Construction - Fire Protection, Fire Detection, and Fire Extinction

Το κεφάλαιο αυτό περιλαμβάνει τις απαιτήσεις για τα συστήματα πυροπροστασίας που πρέπει να υπάρχουν στα δεξαμενόπλοια προϊόντων. Αναφέρει την υποχρέωση εγκατάστασης συστημάτων ανίχνευσης πυρκαγιάς και σταθερών συστημάτων κατάσβεσης πυρκαγιάς στους χώρους φορτίου. Επίσης περιγράφει τα μέτρα που πρέπει να λαμβάνονται για την αποτροπή της εξάπλωσης της φωτιάς και για την παροχή ασφαλούς διαφυγής σε περίπτωση πυρκαγιάς.

5.1.2 Συμμόρφωση με τους κανονισμούς

Λαμβάνοντας λοιπόν υπόψη τους πιο πάνω διεθνείς κανονισμούς προχωρήσαμε στην σχεδίαση και στην διαμερισματοποίηση του νέου πλοίου. Επίσης για την κατασκευή και τον σχεδιασμό λάβαμε και σοβαρά υπόψη και το General Arrangement [19] του Πατρικού πλοίου. Σημειώνεται ότι το πατρικό πλοίο κατασκευάστηκε το 2007 επομένως συμμορφώνεται και αυτό με όλους τους απαραίτητους κανονισμούς αφού θα πρέπει να ισχύουν για πλοία που παραδόθηκαν από της 6 Ιουλίου του 1996.

Στο υπό σχεδίαση πλοίο έχουν σχεδιαστεί τόσο διπλά τοιχώματα όσο και διπλός πυθμένας. Επίσης έγινε εκτίμηση του απαιτούμενου όγκου έρματος και έπειτα έγινε η σχεδίαση σύμφωνα με το Regulation 14 της MARPOL, όπως αναφέραμε πιο πάνω. Ακόμη, έχουν ληφθεί τα απαραίτητα μέτρα που προστάζει η SOLAS σχεδιάζοντας το νέο πλοίο όπως είναι σχεδιασμένο και το Πατρικό, το οποίο είναι σύμφωνο με τους κανονισμούς. Οι δεξαμενές φορτίου είναι τοποθετημένες με τέτοιο

τρόπο ώστε να εξασφαλίσουμε την ασφαλή μεταφορά του φορτίου. Τέλος, για τον λόγο ότι μιλάμε για δεξαμενόπλοιο, υπάρχει μεγάλος κίνδυνος πυρκαγιών και εκρήξεων. Θεωρήσαμε σε αυτή την περίπτωση ότι κατά την κατασκευή του νέου πλοίου θα τοποθετηθούν ανιχνευτές και όλα τα απαραίτητα μέσα για την αποφυγή δυσάρεστων φαινομένων που θα δημιουργήσουν πρόβλημα τόσο στο πλήρωμα και στο φορτίο όσο και στο περιβάλλον.

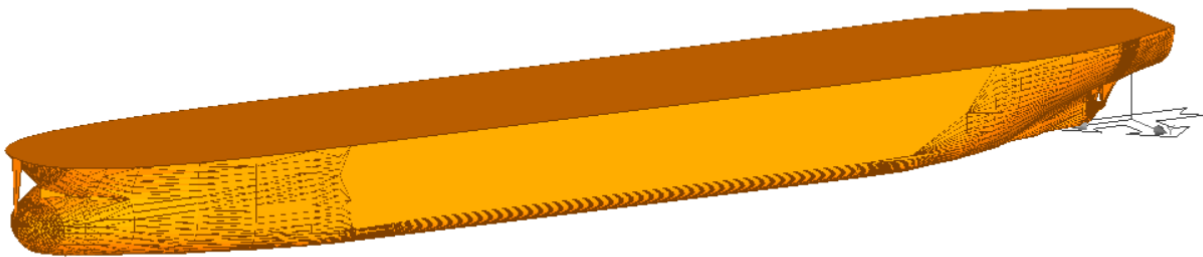
5.2 Σχεδιαστικά Προγράμματα

Τα σχεδιαστικά προγράμματα που θα χρησιμοποιήσουμε είναι το *AVEVA Surface & Compartments*, το *AVEVA Hydrostatics & Hydrodynamics* και τέλος το *AutoCAD*. Το κάθε ένα από αυτά θα χρησιμοποιηθεί για διαφορετικό σκοπο ο οποίος θα αναλυθεί στην πορεία.

5.2.1 AVEVA Surface & Compartments

Το πρόγραμμα AVEVA Surface & Compartments θα χρησιμοποιηθεί για την διαμερισματοποίηση του πλοίου. Η διαμερισματοποίηση αυτή θα γίνει με βάσει τα σχέδια του Πατρικού πλοίου, ωστόσο θα χρειαστεί να γίνουν κάποιες αλλαγές οι οποίες θα αναλυθούν στην πορεία.

Αρχικά παίρνουμε τα σχέδια γραμμών που έχουμε δημιουργήσει στο πρόγραμμα Avena Lines σε μορφή *brtfair* αρχείου και τα εισάγουμε Surface & Compartment. Έτσι το σχέδιο γραμμών που είχαμε δημιουργήσει, τώρα αποκτά επιφάνεια και παίρνει την μορφή που φαίνεται στο *Σχήμα 5.1*. Ορίζουμε τις κύριες διαστάσεις του πλοίου μας και ξεκινάμε την διαμερισματοποίηση.

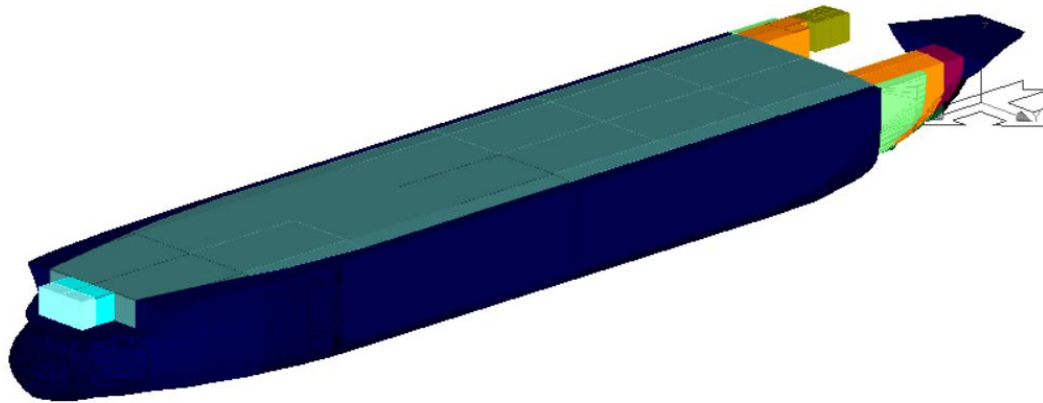


Σχήμα 5.1: Τρισδιάστατη απεικόνιση της γάστρας στο Surface & Compartments

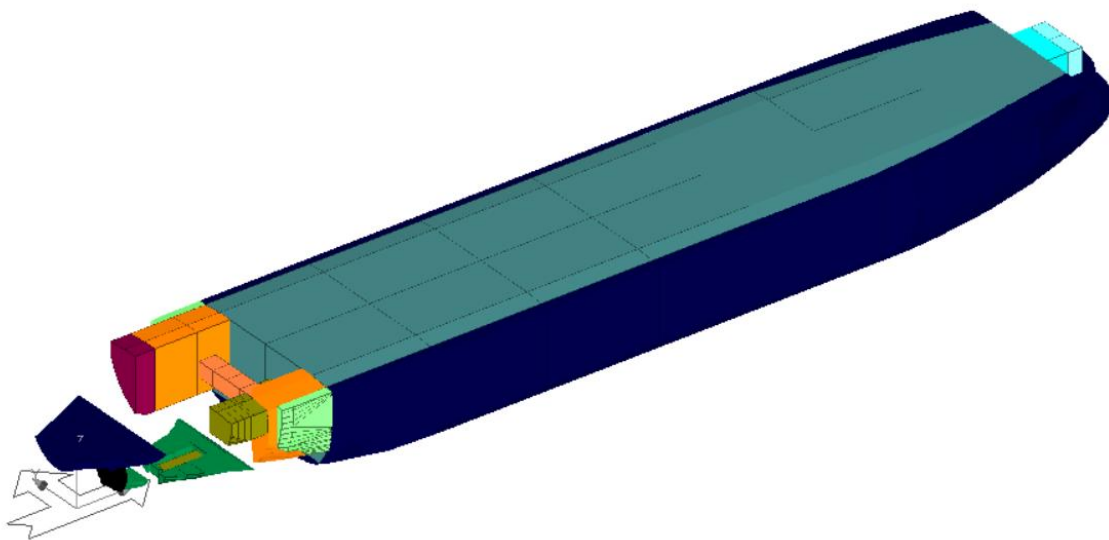
Σημειώνεται ότι έχει γίνει *upscale* στο μέγεθος των δεξαμενών, όσο είναι απαραίτητο, διότι το υπό μελέτη πλοίο είναι μεγαλύτερο. Επίσης στο Πατρικό Πλοίο ο χώρος του φορτίου χωρίζεται σε έξι (6) μέρη ενώ το υπό μελέτη πλοίο σε επτά (7) μέρη εφόσον έχει μεγαλύτερο μήκος. Γενικά η σχεδίαση τόσο σε αυτό το πρόγραμμα όσο και στο αρχικό πρόγραμμα AVEVA Lines θα χρειαστεί να αλλάξει αρκετές φορές μέχρι να φτάσουμε σε ένα τελικό αποτέλεσμα. Αυτό γίνεται λόγω του προγράμματος που θα δούμε στην συνέχεια, του AVEVA Hydrostatics & Hydrodynamics όπου

θέλουμε τα αποτελέσματα που θα μας βγάλει να είναι όσο πιο κοντά γίνεται στις αρχικές εκτίμησεις και να είναι σωστά από άποψη υδροστατικής και ευστάθειας.

Στα σχήματα 5.2 και 5.3 βλέπετε τα τελικά αποτελέσματα τις διαμερισματοποίησης .



Σχήμα 5.2: Τελικά αποτελέσματα διαμερισματοποίησης στο Surface & Compartments (1)



Σχήμα 5.2: Τελικά αποτελέσματα διαμερισματοποίησης στο Surface & Compartments (2)

5.2.2 AVEVA Hydrostatics & Hydrodynamics

Το πρόγραμμα AVEVA Hydrostatics & Hydrodynamics θα χρησιμοποιηθεί για τον υδροστατική υπολογισμό, την κατανομή βαρών πάνω στο πλοίο, πληροφορίες σε διάφορες καταστάσεις φόρτωσης και γενικά όλες τις πληροφορίες που χρειαζόμαστε για ένα πλοίο. Ουσιαστικά εισάγοντας το τελικό πλοίο που έχει προκύψει από το πρόγραμμα του Surface & Compartments το Hydrostatics & Hydrodynamics μας υπολογίζει απευθείας αυτές τις πληροφορίες χωρίς να χρειαστεί να κάνουμε

κάποιους υπολογισμούς εμείς παρά μόνο να προσθέσουμε κάποιες έξτρα πληροφορίες όπου χρειαστεί. Τα αποτελέσματα που έχουν προκύψει βρίσκονται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε΄. Στον Πίνακα 5.1 παρουσιάζονται τα τελικά κύρια χαρακτηριστικά του πλοίου όπως έχουν προκύψει.

5.2.3 AutoCAD

Το AutoCAD, όπως και στο σχέδιο γραμμών έτσι και εδώ, είναι το τελευταίο στάδιο για την δημιουργία του Σχεδίου Γενικής Διάταξης (General Arrangement) Σχεδίου Χωρητικότητας (Capacity Plan) του νέου πλοίου. Παίρνοντας πληροφορίες από το πρόγραμμα AVEVA Hydrostatics & Hydrodynamics. Στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ΄ βρίσκεται το Σχέδιο Γενικής Διάταξης και το Σχέδιο Χωρητικότητας.

| Χαρακτηριστικά Στοιχεία Πλοίου | | |
|--------------------------------|-----------|---------|
| LOA | 255.97 | [m] |
| LBP | 246 | [m] |
| B | 43.2 | [m] |
| D | 20.1 | [m] |
| T | 13 | [m] |
| Δ | 122741.18 | [t] |
| L.S | 21433.03 | [t] |
| DWT | 101308.15 | [t] |
| C _B | 0.852 | [-] |
| C _M | 0.912 | [-] |
| C _P | 0.858 | [-] |
| C _{WP} | 0.993 | [-] |
| LCG | 122.405 | [m] |
| LCB | 130.119 | [m] |
| V _s | 15 | [knots] |

Πίνακας 5.1: Τελικά κύρια χαρακτηριστικά του πλοίου

Σημειώνεται ότι οι διάφορες που παρατηρούνται τόσο στο εκτόπισμα όσο και στους συντελεστές μορφής είναι λόγω της μορφής της γάστρας που έχει προκύψει από τα σχεδιαστικά προγράμματα. Στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α΄ βρίσκεται πλήρης πίνακας με όλα τα χαρακτηριστικά στοιχεία του πλοίου.

6. Διεθνής Κανονισμός Καταμέτρησης, Σύνθεση Πληρώματος και Αριθμός Εξαρτισμού

Στο κεφάλαιο αυτό εφαρμόζεται ο Διεθνής Κανονισμός Καταμέτρησης (Δ.Κ.Κ) και η σύνθεση πληρώματος του νέου πλοίου. Σύμφωνα με το Δ.Κ.Κ θα υπολογισθεί η Καθαρή (Net), καθώς η Μικτή (Gross) χωρητικότητα του πλοίου. Έτσι, σύμφωνα με τα αποτελέσματα που θα προκύψουν και τους ισχύοντες κανονισμούς και νόμους θα διαμορφωθεί και η σύνθεση του πληρώματος.

6.1 Διεθνής Κανονισμός Καταμέτρησης (Δ.Κ.Κ)

Οι υπολογισμοί έχουν γίνει σύμφωνα με το INTERNATIONAL CONVENTION ON TONNAGE MEASUREMENT OF SHIPS [11]

6.1.1 Μικτή Χωρητικότητα (Gross Tonnage)

Η Μικτή Χωρητικότητα (Gross Tonnage) του πλοίου υπολογίζεται σύμφωνα με την σχέση (6.1).

$$GT = k_1 \times V_{TOTAL} \quad (6.1)$$

Όπου, V_{TOTAL} : ολικός όγκος

$$k_1 : \text{συντελεστής}, k_1 = 0.2 + 0.02 \cdot \log(V_{TOTAL})$$

Σημειώνεται ότι ο ολικός όγκος V_{TOTAL} προκύπτει από το άθροισμα του όγκου συνολικού όγκου της γάστρας (V_{HULL}) μέχρι το κατάστρωμα με του συνολικού κλειστού όγκου των υπερκατασκευών (V_{SS}), όπως φαίνεται και στην εξίσωση (6.2). Το V_{HULL} υπολογίστηκε από το υπολογιστικό πακέτο AVEVA Marine και το V_{SS}^* πάρθηκε από το Κεφάλαιο 2.

$$V_{TOTAL} = V_{HULL} + V_{SS} \quad (6.2)$$

Κατά συνέπεια ο συνολικός όγκος προκύπτει : $V_{TOTAL} = 203\ 880.22 \text{ [m}^3\text{]}$

και η Μικτή Χωρητικότητα : $GT = 62\ 425.58 \text{ [gt]}$

* Περιλαμβάνεται και ο όγκος του Φουγάρου (Funnel)

6.1.2 Καθαρή Χωρητικότητα (Net Tonnage)

Η καθαρή χωρητικότητα του πλοίου υπολογίζεται από την σχέση (6.3).

$$NT = k_1 \cdot V_{cargo} \cdot \left(\frac{4T}{3D}\right)^2 + k_3 \left(N_1 + \frac{N_2}{10}\right) \quad (6.3)$$

Όπου, V_{cargo} = ολικός όγκος φορτίου

$$k_1 = 0.2 + 0.02 \cdot \log(V_{TOTAL})$$

$$k_3 = 1.25 + \frac{GT+10000}{10000}$$

D = Κοίλο του πλοίου

T = Βύθισμα σχεδίασης

N₁ = Αριθμός επιβατών σε καμπίνες με όχι περισσότερες από 8 κλίνες

N₂ = Αριθμός υπόλοιπων επιβατών

Ισχύουν και κάποιοι περιορισμοί οι οποίοι είναι:

- $\left(\frac{4T}{3D}\right)^2 \leq 1$
- $k_1 \cdot V_{cargo} \cdot \left(\frac{4T}{3D}\right)^2 \geq 0.25 \cdot GT$
- $NT \geq 0.3 \cdot GT$
- Αν $N_1 + N_2 < 13$ τότε $N_1 = N_2 = 0$

Εφόσον έχουν ελεγχθεί οι περιορισμοί (Βλέπε Πίνακα 6.1.2.1), κάνοντας χρήση της σχέσης (6.3) υπολογίζεται η καθαρή χωρητικότητα.

$$\Rightarrow \mathbf{NT = 29\ 059.02 [nt]}$$

| Έλεγχος | |
|---------|--------|
| T | 10.60 |
| D | 15.20 |
| k3 | 8.4926 |
| k2 | 0.3022 |
| N1 | 0 |
| N2 | 0 |
| NT | OK |
| A | OK |
| B | OK |

Πίνακας 6.1.2.1: Έλεγχος περιορισμών για υπολογισμό του NT

6.2 Σύνθεση Πληρώματος

Για τον καθορισμό της σύνθεσης του πληρώματος του υπό σχεδίαση πλοίου συμβουλευόμαστε την Υ.Α. 0003 / 5423 / 1986 «καθορισμός οργανικής συνθέσεων αυτοματοποιημένων φορτηγών ποντοπόρων πλοίων άνω των 3000 κ.ο.χ. » (Β 916) καθώς και το Παράρτημα «Νέος όρος 8 εγκριτικών πράξεων νηολογήσεων» και τις επισυναπτόμενες προσθήκες I και II για πλοία με ορισμένους αυτοματισμούς και για πλήρως αυτοματοποιημένα πλοία αντίστοιχα [12]. Σύμφωνα με τα παραπάνω χρειάζεται να εξεταστεί η μικτή χωρητικότητα τους σκάφους καθώς και η συνολική ιπποδύναμη της προωστήριας εγκατάστασης.

Σύμφωνα με τα παραπάνω χρειάζεται να εξετάσουμε την ολική χωρητικότητα τους σκάφους καθώς και την συνολική ιπποδύναμη της προωστήριας εγκατάστασης.

- Ολική χωρητικότητα: GT = 62 425.58 GT
- Ιπποδύναμη Κύριας Μηχανής : SHP = 19 920 kW

Με βάση τους πίνακες του διατάγματος, προκύπτει η παρακάτω σύνθεση πληρώματος:

| | |
|----------------------------------|-----------|
| Πλοίαρχος | 1 |
| Υποπλοίαρχος | 1 |
| Ανθυποπλοίαρχος | 2 |
| Δόκιμος Πλοίαρχος | 1 |
| Μηχανικός Α΄ | 1 |
| Μηχανικός Β΄ | 1 |
| Μηχανικός Γ΄ | 2 |
| Ηλεκτρολόγος ή Δόκιμος Μηχανικός | 1 |
| Ναύκληρος | 1 |
| Ναύτες | 4 |
| Καθαριστής | 1 |
| Μάγειρος | 1 |
| Θαλαμηπόλος | 1 |
| Βοηθός Θαλαμηπόλου | 1 |
| Αντλίωρος | 1 |
| Σύνολο | 20 |

Πίνακας 6.2.1: Σύνθεση πληρώματος σύμφωνα με Υ.Α. 003/5423/1986

Σημειώνεται ότι λόγω μεγέθους, το υπό κατασκευή πλοίο έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να έχει την ικανότητα μέχρι 30 άτομα πλήρωμα αν χρειαστεί.

6.3 Δείκτης Εξοπλισμού

Ο Αριθμός Εξοπλισμού (EN, Equipment Numerical) είναι μια αριθμητική τιμή που χρησιμοποιείται στον σχεδιασμό και την κατηγοριοποίηση των πλοίων, ιδίως των δεξαμενόπλοιων, για να εξασφαλιστεί ότι είναι εξοπλισμένα με επαρκή αγκυροβόλια και εξοπλισμό πρόσδεσης. Ορίζεται από τις νηογνώμονες, όπως η Διεθνής Ένωση Νηογνώμωνων (IACS), για να τυποποιηθεί ο σχεδιασμός και η επιλογή του εξοπλισμού αγκυροβόλησης και πρόσδεσης.

Ο Αριθμός Εξοπλισμού EN υπολογίζεται με τον ακόλουθο τύπο:

$$EN = \Delta^{2/3} + 2 \cdot B \cdot H + 0.1 \cdot A \quad (6.4)$$

Οπου:

- Δ = Εκτόπισμα του πλοίου σε κατάσταση πλήρης φόρτωσης ($\Delta = 122\,741.2$ t)
- B = Πλάτος του πλοίου ($B=43.2$ m)
- H = Ύψος των υπερκατασκευών με πλάτος μεγαλύτερο του $0.25B$ από τη γραμμή φόρτωσης,
 $H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + \alpha = 3 + 2.75 + 2.75 + 2.75 + 7.25 \rightarrow H = 18.5$ [m]
- A = Εμβαδόν του προφίλ του πλοίου πάνω από την ίσαλο γραμμή ($A=913$ m²)

Έτσι σύμφωνα με την σχέση (6.4) καταλήγουμε:

$$\mathbf{EN = 4159.5}$$

Αναλυτικά ο Εξοπλισμός:

| | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------|---------------|
| Equipment Letter: | | O | |
| Anchors: | Number | 2 | |
| | Mass per anchor | 9900 | kg |
| Chain cable: | Total length | 660.0 | metres |
| | Diameter | 100 | mm |
| | Grade | 1 | |
| Towline: | Minimum length | 280 | metres |
| | Breaking Strength | 1471 | kN |
| Mooring Lines: | Number | 6 | |
| | Length of each | 200 | metres |
| | Breaking Strength | 554 | kN |

Πίνακας 6.3.1: Εξοπλισμός

7. Διαμήκης Αντοχή

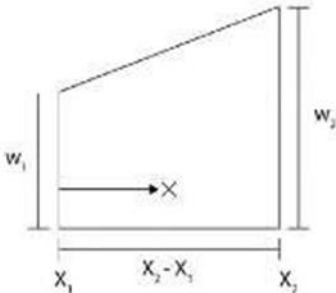
Στο κεφάλαιο αυτό θα εξεταστεί η διαμήκης αντοχή του σχεδιαζόμενου πλοίου για την κατάσταση πλήρους φορτίου (Full Load Departure). Στο πλαίσιο αυτής της ανάλυσης, υπολογίζονται οι διαμήκεις κατανομές των παραγόμενων Καμπτικών Ροπών (Bending Moments) και Διατμητικών Δυνάμεων (Shear Forces). Στην συνέχεια τα αποτελέσματα αυτά θα συγκριθούν με τα μέγιστα επιτρεπόμενα όρια των τιμών που θέτουν από κοινού οι κύριοι νηογνώμονες στους ενοποιημένους κανονισμούς (IACS – CSR) [14].

7.1 Κατανομή Βαρών

Η κατανομή βαρών θα υπολογιστεί μέσα από το πρόγραμμα AVEVA Hydrostatics & Hydrodynamics. Τα βάρη που υπάρχουν πάνω στο πλοίο είναι το Deadweight, το Lightship και το Water Ballast (εάν υπάρχει στην εκάστοτε κατάσταση φόρτωσης). Τα αποτελέσματα του προγράμματος παρουσιάζονται αναλυτικά στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ . Ο τρόπος με τον οποίο σχεδιάζεται και υπολογίζεται η κατανομή βαρών περιγράφεται πιο κάτω.

Τα βάρη που αναφέραμε πιο πάνω και οι συνιστώσες τους κατανέμονται στο μήκος του πλοίου κατά τόπους ανάλογα με την περιοχή του σκάφους στην οποία αναφέρονται. Για την κατανομή του βάρους της κάθε ομάδας ακολουθείται η μέθοδος της ορθογωνικής κατανομής ("Αντοχή Πλοίου", Μ. Σαμουηλίδης) [13].

$$w_1 = \frac{2 \cdot W}{X_2 - X_1} \cdot \left\{ 2 - \frac{3 \cdot (LCG - X_1)}{X_2 - X_1} \right\}$$

$$w_2 = \frac{2 \cdot W}{X_2 - X_1} \cdot \left\{ \frac{3 \cdot (LCG - X_1)}{X_2 - X_1} - 1 \right\}$$


Οι παραπάνω εξισώσεις προδιαγράφουν τις τιμές της κατανομής (w_1, w_2) στα άκρα του διαμήκους διαστήματος του σκάφους που εξετάζεται κάθε φορά.

Σημειώνεται ότι, σύμφωνα με την μέθοδο [13], όσον αφορά την κατανομή βάρους της Μεταλλικής Κατασκευής υπάρχει μία ιδιαιτερότητα. Στο παράλληλο τμήμα του σκάφους, η κατανομή του βάρους παραμένει σταθερή. Στο πρυμναίο και το πρωραίο άκρο του πλοίου το βάρος κατανέμεται γραμμικά σύμφωνα με την παραπάνω παραδοχή. Συνολικά η κατανομή αυτής της ομάδας βαρών μοιάζει με ένα τραπέζιο. Στο παράλληλο τμήμα του τραπεζίου η κατανομή έχει σταθερή τιμή και υπολογίζεται όπως η διαδικασία πιο κάτω:

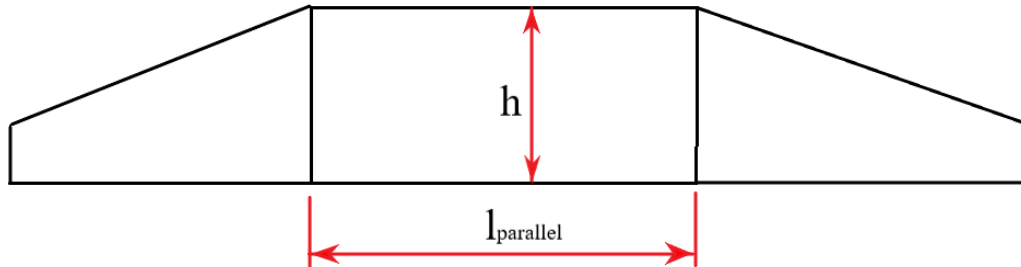
$$h = h_1 \cdot \frac{W_{HULL}}{L_{OA}} \quad (7.1)$$

Όπου:

h_1 = συντελεστής του οποίου η τιμή λαμβάνεται συναρτήσει του λόγου $L_{OA}/l_{parallel}$ από το σχήμα 0 - 7 της σελίδας 16 των σημειώσεων του μαθήματος “Αντοχή Πλοίου” (Μ. Σαμουηλίδης, 2007) [13].

L_{OA} = το ολικό μήκος του πλοίου

W_{HULL} = το βάρος της γάστρας.



Επομένως η κατανομή του βάρους όσον αφορά το παράλληλο τμήμα της μεταλλικής κατασκευής υπολογίζεται από την σχέση (7.2).

$$W_{parallel} = l_{parallel} \cdot h \quad (7.2)$$

Αντίστοιχα το βάρος που απομένει να μοιρασθεί στο πρυμναίο και το πρωραίο άκρο του σκάφους είναι ίσο με:

$$W_{aft} + W_{fore} = W_{HULL} - W_{parallel} \quad (7.3)$$

Ο υπολογισμός των διαστάσεων των τραπεζίων των κατανομών στις περιοχές αυτές γίνεται μέσα από τη λύση του παρακάτω συστήματος (Σχέσεις 7.4):

$$w_1^{aft} = \frac{2 \cdot W_{aft}}{X_2^{aft} - X_1^{aft}} \cdot \left(2 - \frac{3 \cdot (LCG_{aft} - X_1^{aft})}{X_2^{aft} - X_1^{aft}} \right)$$

$$w_2^{aft} = \frac{2 \cdot W_{aft}}{X_2^{aft} - X_1^{aft}} \cdot \left(\frac{3 \cdot (LCG_{aft} - X_1^{aft})}{X_2^{aft} - X_1^{aft}} - 1 \right)$$

$$w_1^{fore} = \frac{2 \cdot W_{fore}}{X_2^{fore} - X_1^{fore}} \cdot \left(2 - \frac{3 \cdot (LCG_{fore} - X_1^{fore})}{X_2^{fore} - X_1^{fore}} \right)$$

$$w_2^{fore} = \frac{2 \cdot W_{fore}}{X_2^{fore} - X_1^{fore}} \cdot \left(\frac{3 \cdot (LCG_{fore} - X_1^{fore})}{X_2^{fore} - X_1^{fore}} - 1 \right)$$

$$W_{aft} + W_{fore} + W_{parallel} = W_{HULL}$$

$$w_2^{aft} = w_1^{fore} = h$$

Σχέσεις (7.4)

Πρόκειται για ένα σύστημα 6 εξισώσεων και 6 αγνώστων όπου οι άγνωστοι είναι οι w_1^{aft} , w_2^{fore} , W_{aft} , W_{fore} , LCG_{aft} , LCG_{fore} .

7.2 Κατανομή Άντωσης, Τεμνουσών Δυνάμεων και Καμπτικών Ροπών

Η διαμήκης κατανομή της άντωσης εξαρτάται από τη γεωμετρία της γάστρας (υδροστατικά χαρακτηριστικά), την κατάσταση φόρτωσης και τις συνθήκες της θάλασσας. Η μορφή της γάστρας είναι ήδη δεδομένη και λεπτομερώς περιγραφόμενη στα προηγούμενα κεφάλαια της μελέτης. Η κατάσταση φόρτωσης που εξετάζεται είναι αυτή του πλήρους φορτίου (Full Load Departure - FLD). Οι καταστάσεις θάλασσας ενδιαφέροντος είναι οι ακόλουθες:

- ❖ Κατάσταση ήρεμου νερού (Still Water)
- ❖ Καταστάσεις κυματισμού:

Hogging: Το μέσο του πλοίου βρίσκεται στην κορυφή του κύματος,

Sagging: Το μέσο του πλοίου βρίσκεται στην κοιλάδα του κύματος

Το κύμα που χρησιμοποιείται για τους υπολογισμούς, θεωρείται ότι είναι τροχοειδούς μορφής με τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Ύψος: $H = 0.607 \cdot \sqrt{L_{OA}} = 9.71 [m]$
- Μήκος: $\lambda = L_{OA} = 255.97 [m]$

Με βάση τα παραπάνω χαρακτηριστικά και με την βοήθεια του ναυπηγικού προγράμματος AVEVA Marine γίνεται ο υπολογισμός της καμπύλης διαμήκους κατανομής άντωσης, του βάρους, των τεμνουσών δυνάμεων και καμπτικών ροπών για κάθε μια από τις καταστάσεις θάλασσας. Τα αποτελέσματα βρίσκονται αναλυτικά στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.

7.3 Έλεγχος Διαμήκους Αντοχής Βάση της CSR

Σε αυτό το σημείο, πρέπει να συγκριθούν οι κατανομές των καμπτικών ροπών και των διατμητικών δυνάμεων για την κατάσταση FLD με τα επιτρεπτά όρια που ορίζουν οι κύριοι νηογνώμονες στους ενοποιημένους κανονισμούς τους (IACS - CSR) [14]. Στους κανονισμούς, ως επιτρεπόμενες τιμές καμπτικής ροπής και διατμητικής δύναμης (permissible values) ορίζονται οι τιμές που περιλαμβάνουν τις ελάχιστες επιτρεπόμενες τιμές καμπτικής ροπής και διατμητικής δύναμης (minimum values), όπως αναφέρονται στα αντίστοιχα κεφάλαια των κανονισμών¹² καθώς και τις τιμές καμπτικής ροπής και διατμητικής δύναμης που προκύπτουν από τις καταστάσεις φόρτωσης του πλοίου, στην προκειμένη περίπτωση την Full Load Departure. Σημειώνεται ότι ο έλεγχος πραγματοποιείται μόνο για το μέρος των φορτίσεων που οφείλεται σε κυματισμούς (Hogging και Sagging).

Το μήκος κανονισμών (Rule Length) υπολογίζεται με βάση τους κανονισμούς ως εξής (Ch.1, Sec.4, 3.1.1, pg.47) :

¹² Part 1, Chapter 4, Section 4, Paragraph 3.1.1 και Part 1, Chapter 4, Section 4, Paragraph 3.2.1

- Το μήκος κανονισμών L είναι η απόσταση, σε (m), που μετρείται στην ίσαλο γραμμή στο βύθισμα T_{sc} από την μπροστινή πλευρά της πλώρης έως το τον άξονα του πηδαλίου.
- Το L δεν πρέπει να είναι μικρότερο από 96% του ολικού μήκους L_{OA} και δεν χρειάζεται να υπερβαίνει το 97% του ολικού μήκους L_{OA} στην ίσαλο γραμμή στο βύθισμα T_{sc} .

Με βάση τα παραπάνω το μήκος των κανονισμών L είναι ίσο με 246 m.

Επίσης ορίζονται και τα μήκη L_0 , L_1 , L_2 , όπου:

- L_0 , δεν πρέπει να είναι μικρότερο από 110 (m),
- L_1 , δεν πρέπει να ξεπερνά τα 250 (m),
- L_2 , δεν πρέπει να ξεπερνά τα 300 (m).

Οπότε:

$$L_0 = L_1 = L_2 = L = 246 \text{ m}$$

Το βύθισμα αντοχής (Scantling Draught) ορίζεται ως το μέγιστο βύθισμα που προκύπτει κατά την κατάσταση φόρτωσης Full Load Departure. Κατά συνέπεια (Ch.1, Sec.4, 3.1.5, pg.48) :

$$T_{sc} = 13 \text{ [m]}$$

7.3.1 Ροπή Κάμψης

Η ροπή κυματισμών M_{wv} , υπολογίζεται σύμφωνα με την σχέσεις (7.5) και (7.6) που ορίζουν οι κανονισμοί:

$$M_{wv-h} = 0.19 \cdot f_{nl-vh} \cdot f_m \cdot f_p \cdot C_W \cdot L^2 \cdot B \cdot C_B \quad (7.5)$$

$$M_{wv-s} = -0.19 \cdot f_{nl-vs} \cdot f_m \cdot f_p \cdot C_W \cdot L^2 \cdot B \cdot C_B \quad (7.6)$$

Όπου:

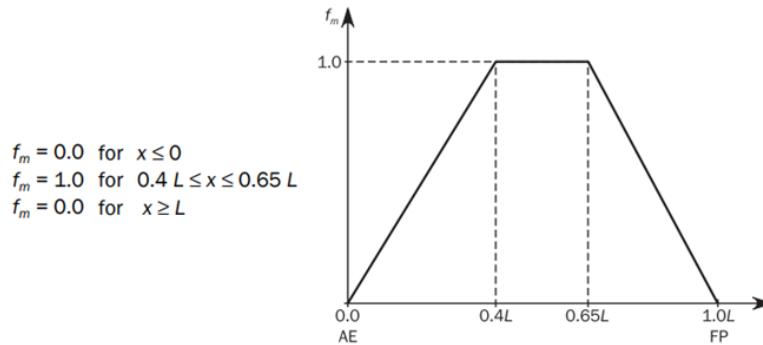
- f_{nl-vh} ο συντελεστής που λαμβάνει υπόψη τα μη γραμμικά φαινόμενα που εφαρμόζονται στη ροπή Hogging, πρέπει να ληφθεί ως:

$$f_{nl-vh} = 1.0$$

- f_{nl-vs} ο συντελεστής που λαμβάνει υπόψη τα μη γραμμικά φαινόμενα που εφαρμόζονται στη ροπή Hogging, πρέπει να ληφθεί ως:

$$f_{nl-vs} = 0.58 \cdot \left(\frac{C_B + 0.7}{C_B} \right) = 1.057$$

- f_m ο συντελεστής κατανομής για κατακόρυφη κυματική ροπή κάμψης κατά μήκος του πλοίου, όπου:



- f_p ο συντελεστής όπου λαμβάνει την τιμή: $f_p = 1.0$
- C_W ο συντελεστής κυματισμού που υπολογίστηκε ως:

| RULE LENGTH L | WAVE COEFFICIENT C_W |
|-----------------------|--|
| $150 \leq L \leq 300$ | $10.75 - \left(\frac{(300 - L)}{100}\right)^{1.5}$ |
| $300 < L < 350$ | 10.75 |
| $350 \leq L \leq 500$ | $10.75 - \left(\frac{(L - 350)}{100}\right)^{1.5}$ |

- B το πλάτος του πλοίου:
- C_B ο συντελεστής γάστρας, όπου καθορίζεται από τους κανονισμούς CSR

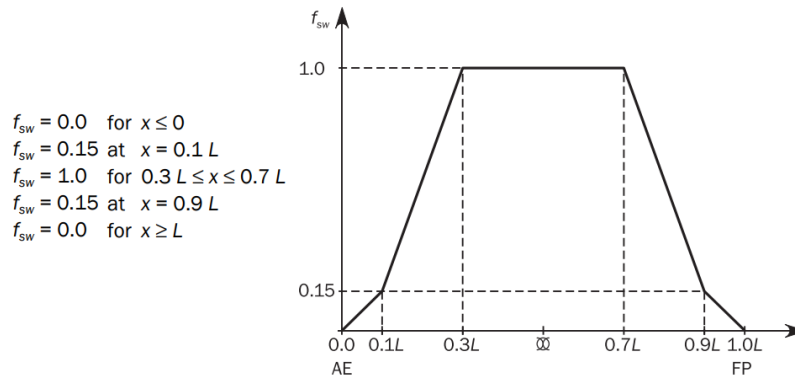
Οι ελάχιστες ασκούμενες ροπές κάμψης ήρεμου νερού $M_{sw-h-min}$ και $M_{sw-s-min}$, υπολογίζονται σύμφωνα με την σχέσεις:

$$M_{sw-h-min} = f_{sw} \cdot (171 \cdot C_W \cdot L^2 \cdot B \cdot (C_B + 0.7) \times 10^{-3} - M_{wv-h-mid}) \quad (7.7)$$

$$M_{sw-s-min} = -0.85 \cdot f_{sw} \cdot (171 \cdot C_W \cdot L^2 \cdot B \cdot (C_B + 0.7) \times 10^{-3} + M_{wv-s-mid}) \quad (7.8)$$

Όπου:

- f_{sw} ο παράγοντας κατανομής κατά μήκος του πλοίου, όπου λαμβάνει την τιμή:



Η συνολική μέγιστη επιτρεπόμενη ροπή υπολογίζεται ως:

$$M_{tot-h} = M_{sw-h} + M_{wv-h} \quad (7.9)$$

$$M_{tot-s} = M_{sw-s} + M_{wv-s} \quad (7.10)$$

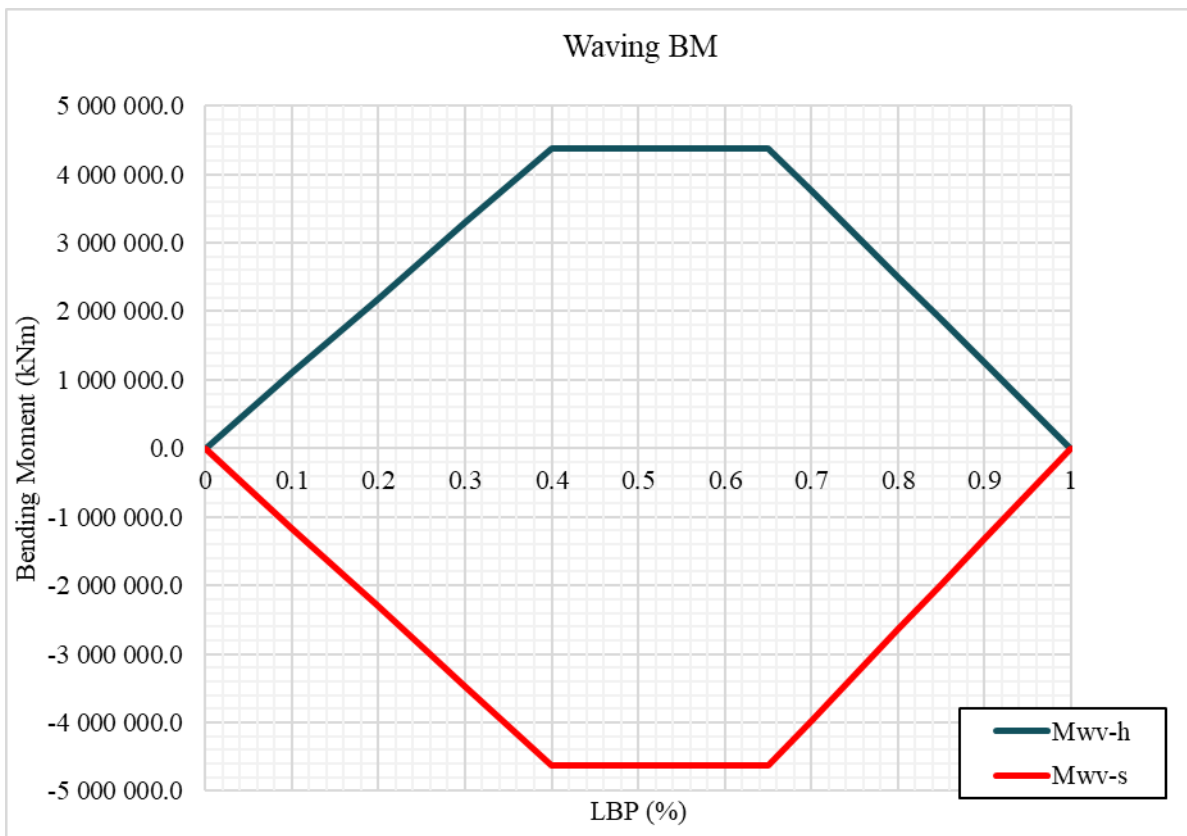
Οι πιο κάτω Πίνακες 7.3.1.1 & 7.3.1.2 παρουσιάζουν τα αποτελέσματα των υπολογισμών με βάση του κανονισμούς CSR και στο Διάγραμμα 7.3.1.1 υπάρχει και η γραφική απεικόνιση σε κατάσταση ήρεμου νερού.

| Hogging BM | | |
|-------------|-------------|-------------|
| (kNm) | (kNm) | (kNm) |
| M_{sw-h} | M_{wv-h} | M_{tot-h} |
| 0 | 0 | 0 |
| 913 168.7 | 1 095 370.5 | 2 008 539.2 |
| 2 870 642.1 | 2 190 741.0 | 5 061 383.1 |
| 3 897 050.6 | 3 286 111.5 | 7 183 162.1 |
| 2 801 680.0 | 4 381 482.0 | 7 183 162.1 |
| 2 801 680.0 | 4 381 482.0 | 7 183 162.1 |
| 2 801 680.0 | 4 381 482.0 | 7 183 162.1 |
| 2 801 680.0 | 4 381 482.0 | 7 183 162.1 |
| 2 801 680.0 | 4 381 482.0 | 7 183 162.1 |
| 3 427 606.0 | 3 755 556.0 | 7 183 162.1 |
| 2 690 688.4 | 2 503 704.0 | 5 194 392.4 |
| 2 652 692.0 | 1 877 778.0 | 4 530 470.0 |
| 889 696.5 | 1 251 852.0 | 2 141 548.5 |
| 0 | 0 | 0 |

Πίνακας 7.3.1.1: Ελάχιστες τιμές καμπτικής ροπής σε Hogging

| Sagging BM | | |
|--------------|--------------|--------------|
| (kNm) | (kNm) | (kNm) |
| M_{sw-s} | M_{wv-s} | M_{tot-s} |
| 0 | 0 | 0 |
| -768 299.0 | -1 157 287.2 | -1 925 586.3 |
| -2 379 522.2 | -2 314 574.4 | -4 694 096.6 |
| -3 154 605.3 | -3 471 861.7 | -6 626 467.0 |
| -2 170 911.2 | -4 629 148.9 | -6 800 060.1 |
| -2 170 911.2 | -4 629 148.9 | -6 800 060.1 |
| -2 170 911.2 | -4 629 148.9 | -6 800 060.1 |
| -2 170 911.2 | -4 629 148.9 | -6 800 060.1 |
| -2 733 022.1 | -3 967 841.9 | -6 700 864.0 |
| -2 217 915.3 | -2 645 227.9 | -4 863 143.2 |
| -2 209 677.5 | -1 983 920.9 | -4 193 598.4 |
| -747 219.9 | -1 322 614.0 | -2 069 833.8 |
| 0 | 0 | 0 |

Πίνακας 7.3.1.1: Ελάχιστες τιμές καμπτικής ροπής σε Sagging



Διάγραμμα 7.3.1.1: Ελάχιστες τιμές καμπτικής ροπής Hogging και Sagging σε ήρεμο νερό

7.3.2 Διατμητική Δύναμη

Οι ελάχιστες ασκούμενες διατμητικές δυνάμεις υπολογίζονται, σε (kN), σύμφωνα με τους κανονισμούς νηογνώμωνων, από τις παρακάτω σχέσεις:

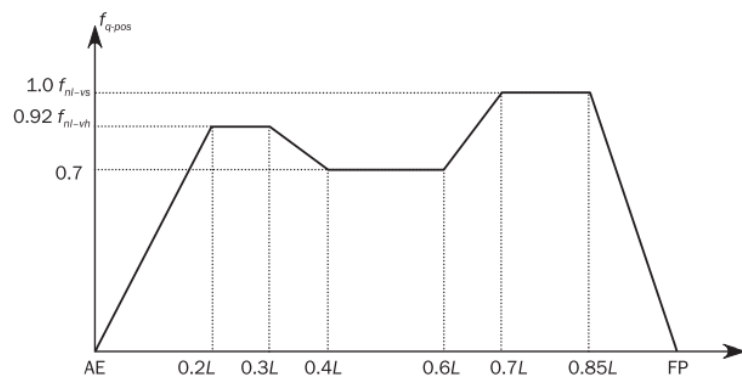
$$Q_{wv-pos} = 0.52 \cdot f_{q-pos} \cdot f_p \cdot C_w \cdot L \cdot B \cdot C_B \quad (7.11)$$

$$Q_{wv-neg} = -0.52 \cdot f_{q-neg} \cdot f_p \cdot C_w \cdot L \cdot B \cdot C_B \quad (7.12)$$

Όπου:

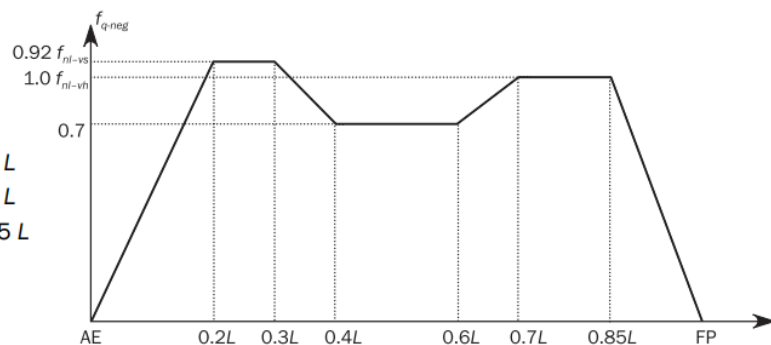
- f_{q-pos} ο παράγοντας κατανομής κατά μήκος του πλοίου για θετική διατμητική δύναμη κυματισμού, που λαμβάνεται ως:

$$\begin{aligned} f_{q-pos} &= 0.0 && \text{for } x \leq 0 \\ f_{q-pos} &= 0.92 f_{nl-vs} && \text{for } 0.2L \leq x \leq 0.3L \\ f_{q-pos} &= 0.7 && \text{for } 0.4L \leq x \leq 0.6L \\ f_{q-pos} &= 1.0 f_{nl-vs} && \text{for } 0.7L \leq x \leq 0.85L \\ f_{q-pos} &= 0.0 && \text{for } x \geq L \end{aligned}$$



- f_{q-neg} ο παράγοντας κατανομής κατά μήκος του πλοίου για αρνητική διατμητική δύναμη κυματισμού, που λαμβάνεται ως:

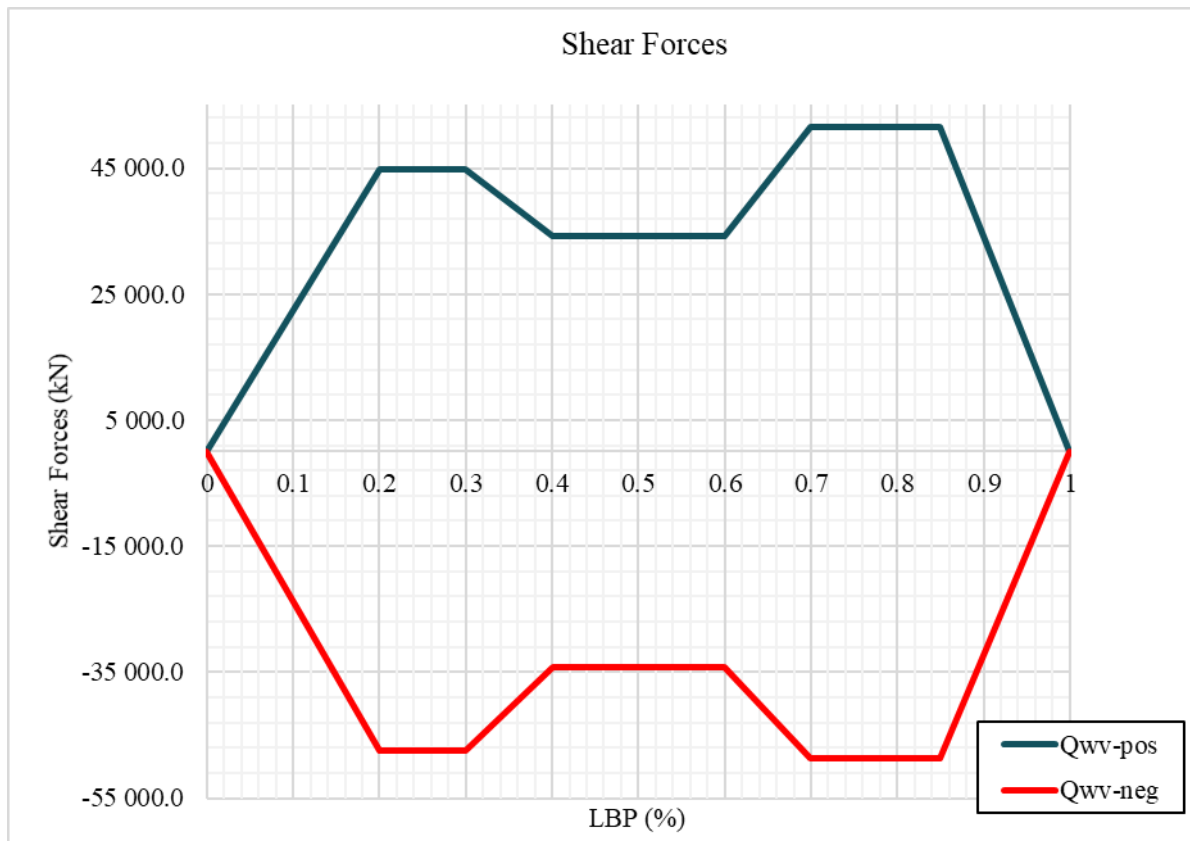
$$\begin{aligned} f_{q-neg} &= 0.0 && \text{for } x \leq 0 \\ f_{q-neg} &= 0.92 f_{nl-vs} && \text{for } 0.2L \leq x \leq 0.3L \\ f_{q-neg} &= 0.7 && \text{for } 0.4L \leq x \leq 0.6L \\ f_{q-neg} &= 1.0 f_{nl-vs} && \text{for } 0.7L \leq x \leq 0.85L \\ f_{q-neg} &= 0.0 && \text{for } x \geq L \end{aligned}$$



Ο πιο κάτω Πίνακας 7.3.2.1 παρουσιάζει τα αποτελέσματα των υπολογισμών με βάση του κανονισμούς CSR και στο Διάγραμμα 7.3.2.1 υπάρχει και η γραφική απεικόνιση σε κατάσταση ήρεμου νερού.

| Positive SF (kN) | Negative SF (kN) |
|---------------------|---------------------|
| Q_{wv-pos} | Q_{wv-neg} |
| 0 | 0 |
| 44 846.0 | -47 380.9 |
| 44 846.0 | -47 380.9 |
| 34 121.9 | -34 121.9 |
| 34 121.9 | -34 121.9 |
| 51 501.0 | -48 745.6 |
| 51 501.0 | -48 745.6 |
| 0 | 0 |

Πίνακας 7.3.2.1: Ελάχιστες τιμές διατμητικής δύναμης Hogging και Sagging σε ήρεμο νερό

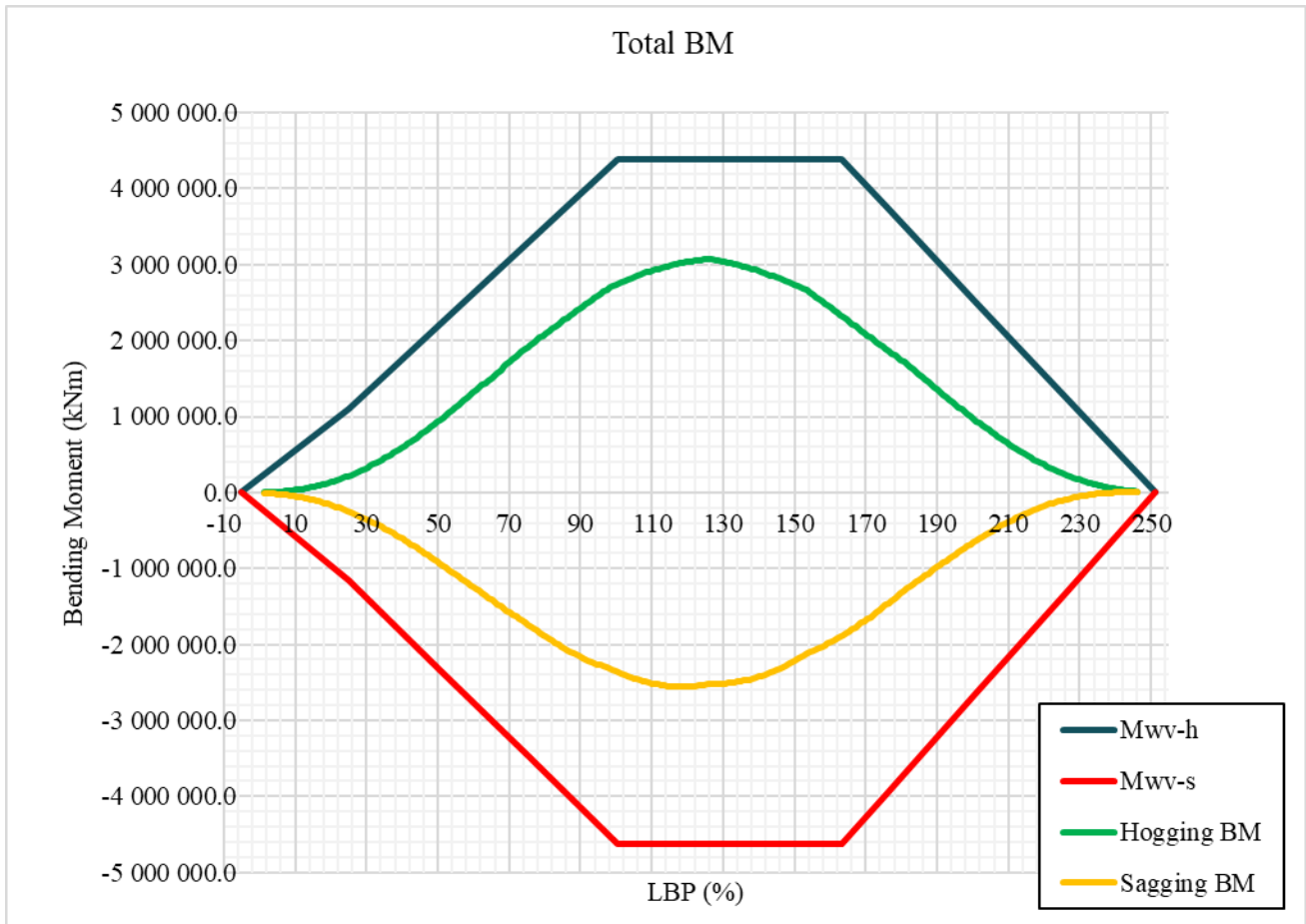


Διάγραμμα 7.3.2.1: Ελάχιστες τιμές διατμητικής δύναμης Hogging και Sagging σε ήρεμο νερό

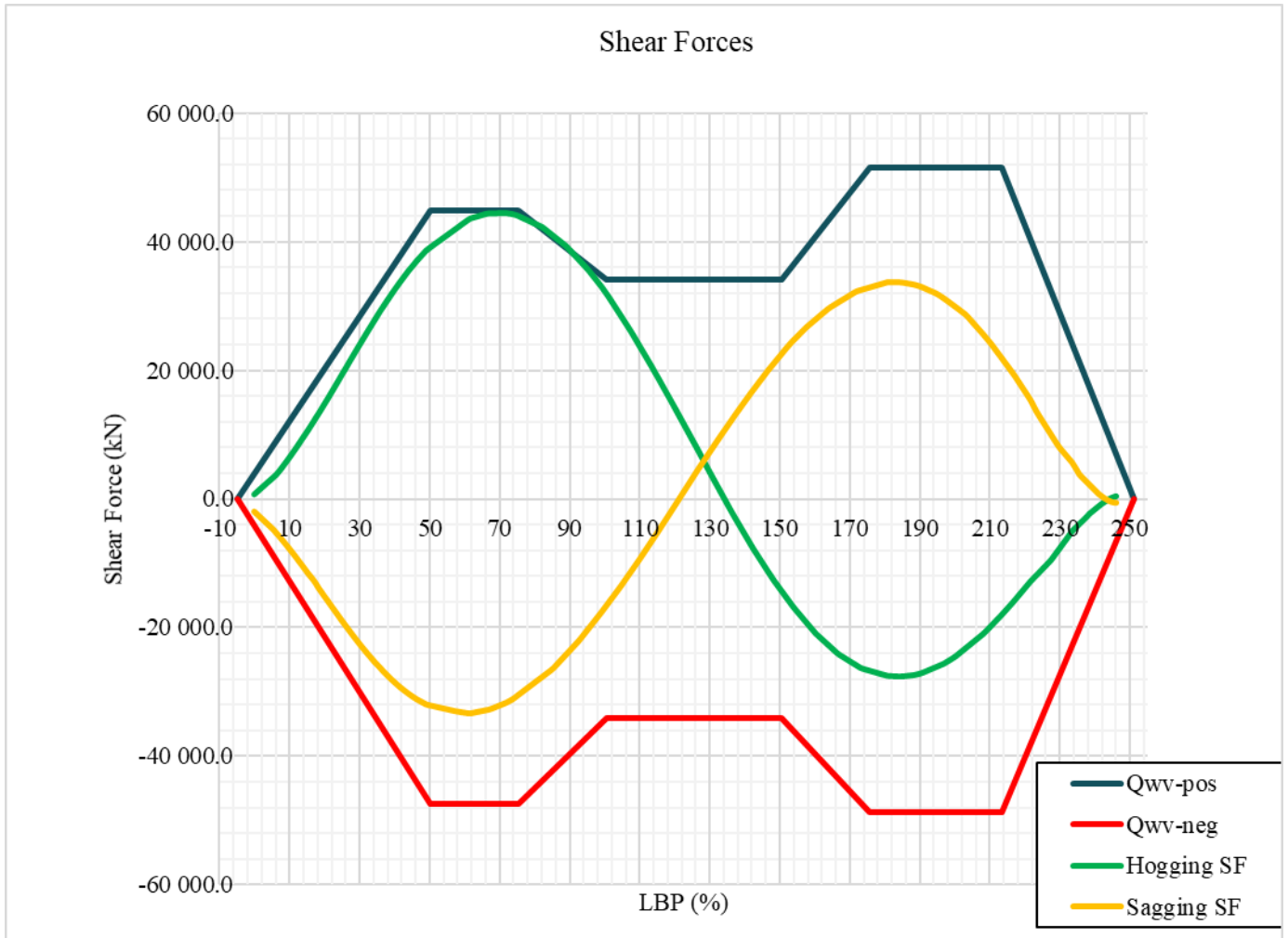
7.3.3 Σύγκριση Κατανομών

Σε αυτό το εδάφιο θα γίνει σύγκριση αποτελεσμάτων με αυτά που έχουμε βγάλει από το CSR και τα αποτελέσματα που βγάξει το πρόγραμμα AVEVA Marine για το πλοίο μας. Οι τιμές των διατμητικών δυνάμεων και καμπτικών ροπών όσο αφορά το πλοίο μας υπάρχουν σε πίνακες στο ΠΑΡΑΤΗΜΑ Η'.

Τα διαγράμματα 7.3.3.1 και 7.3.3.2 μας δείχνουν σε κοινό γράφημα τα αποτελέσματα των δυο περιπτώσεων όσων αφορά τις καμπτικές ροπές και τις διατμητικές δυνάμεις αντίστοιχα.



Διάγραμμα 7.3.3.1: Σύγκριση κατανομών καμπτικής ροπής σε κατάσταση hogging και sagging



Διάγραμμα 7.3.3.2: Σύγκριση κατανομών διατμητικής δύναμης σε κατάσταση hogging και sagging

Από τα παραπάνω διαγράμματα, καθίσταται σαφές ότι οι καμπτικές ροπές και οι διατμητικές δυνάμεις που προκύπτουν από τους κυματισμούς Hogging και Sagging για την κατάσταση φόρτωσης Full Load Departure βρίσκονται εντός των ορίων που καθορίζουν οι κανονισμοί.

8. Μελέτη Ευστάθειας μετά από Βλάβη

Η μελέτη της ευστάθειας μετά από βλάβη (Damage Stability) είναι κρίσιμη για την ασφαλή λειτουργία ενός πλοίου tanker. Αυτή η διαδικασία εξασφαλίζει ότι το πλοίο μπορεί να διατηρήσει την πλευστότητα και την ευστάθειά του σε περίπτωση ατυχήματος που προκαλεί βλάβες στο κύτος. Η μελέτη της ευστάθειας μετά από βλάβη θα γίνει με βάση τις απαιτήσεις της SOLAS '90 (SOLAS Chapter II-1 Part B-1: Subdivision and Stability, Regulation 25), οι οποίες καθορίζουν τα κριτήρια για τη δομική ακεραιότητα και την ασφάλεια του πλοίου υπό συνθήκες μερικής βύθισης. Αυτό διασφαλίζει την προστασία τόσο του πληρώματος όσο και του φορτίου σε ενδεχόμενη κατάσταση έκτακτης ανάγκης.

Σημειώνεται ότι υπάρχει η ντετερμινιστική απαίτηση της MARPOL και η πιθανοθεωρητική προσέγγιση της SOLAS. Για εκπαιδευτικούς λόγους δεν έγινε καθόλου έλεγχος των ντετερμινιστικών απαιτήσεων της MARPOL και επικεντρωθήκαμε στην εφαρμογή της πιθανοθεωρητικής μεθόδου της SOLAS. Κανονικά με βάση το Chapter II-1, Part B, Regulation 4, Clause 1 της SOLAS, αν ένα δεξαμενόπλοιο συμμορφώνεται με άλλες απαιτήσεις για ευστάθεια μετά από βλάβη από άλλους κανονισμούς (της MARPOL για παράδειγμα) δεν υπάρχει η απαίτηση να συμμορφώνεται και με τις σχετικές απαιτήσεις της SOLAS. Ωστόσο έγινε η επιλογή των απαιτήσεων της SOLAS για τους προαναφερθείσες λόγους.

Ο υπολογισμός θα γίνει με τον κανονισμό της πιθανοθεωρητικής προσέγγισης λοιπόν. Σύμφωνα με τον κανονισμό, ορίζονται συναρτήσεις πυκνότητας πιθανότητας που σχετίζονται με τη θέση και την έκταση μιας βλάβης κατά μήκος του πλοίου, την εγκάρσια εισχώρηση και την κατακόρυφη εξάπλωσή της. Αυτές οι συναρτήσεις προέρχονται από στατιστική ανάλυση δεδομένων από συγκρούσεις πλοίων. Βάσει αυτών των συναρτήσεων και για όλους τους πιθανούς συνδυασμούς στεγανών διαμερισμάτων, υπολογίζεται η πιθανότητα p_i που αντιστοιχεί στην εμφάνιση κάθε συνδυασμού. Στη συνέχεια, για δεδομένη αρχική κατάσταση φόρτωσης του άθικτου πλοίου, εφαρμόζοντας τα κριτήρια του κανονισμού, υπολογίζεται η πιθανότητα επιβίωσης s_i για τη συγκεκριμένη βλάβη i . Τέλος, προσθέτοντας τα γινόμενα της πιθανότητας βλάβης με την πιθανότητα επιβίωσης, προκύπτει ο «Επιτευχθείς Δείκτης Υποδιαίρεσης».

8.1 Ανάλυση Πιθανοθεωρητικού Μοντέλου

Η θέση και το μέγεθος μιας βλάβης θεωρούνται τυχαίες μεταβλητές. Μια βλάβη καθορίζεται από τη θέση του κέντρου της κατά μήκος του πλοίου, την έκτασή της κατά μήκος, την εισχώρηση της στο πλάτος του πλοίου και την κατακόρυφη διάστασή της. Αυτά τα χαρακτηριστικά της βλάβης συνδέονται με τους **συντελεστές p , r και v** αντίστοιχα, οι οποίοι λαμβάνονται υπόψη στον υπολογισμό του **δείκτη A** , όπως θα αναλύσουμε παρακάτω.

- ❖ Η πιθανότητα κατάκλυσης ενός χώρου, που εκφράζεται από τον συντελεστή p , ισοδυναμεί με την πιθανότητα να συμβούν όλες οι βλάβες που θα οδηγήσουν στην κατάκλυση του συγκεκριμένου χώρου. Ο συντελεστής p σχετίζεται με τη διαίρεση του πλοίου σε στεγανούς χώρους.

- ❖ Η πιθανότητα επιβίωσης του πλοίου, που εκφράζεται από το συντελεστή s , είναι η πιθανότητα το πλοίο να μην ανατραπεί και να μη βυθιστεί μετά από την αντίστοιχη κατάκλυση.

Προσθέτοντας όλα τα γινόμενα ($p \cdot s$) για κάθε πιθανή κατάσταση βλάβης σε έναν αριθμό βυθισμάτων που αντιπροσωπεύει το εύρος βυθισμάτων λειτουργίας του πλοίου, προκύπτει ο παράγοντας $A = \sum(p \cdot s)$, γνωστός ως Επιτευχθείς Δείκτης Υποδιαίρεσης (Attained Subdivision Index). Η μέγιστη τιμή που μπορεί να πάρει ο συντελεστής A είναι 1, και δύο πλοία με τον ίδιο δείκτη A θεωρούνται εξίσου ασφαλή. Πρέπει να σημειωθεί ότι ο δείκτης A αναφέρεται μόνο σε βλάβες που προκαλούνται από πλευρική σύγκρουση. Η προστασία από βλάβες στον πυθμένα του πλοίου ή λόγω προσάραξης εξασφαλίζεται από το επαρκές ύψος διπύθμενου.

Παράγοντας A

Ο δείκτης υποδιαίρεσης A δεν πρέπει να είναι μικρότερος από τον απαιτούμενο δείκτη υποδιαίρεσης R . Με βάση το νέο κανονισμό, ο Επιτευχθείς Δείκτης Υποδιαίρεσης A προκύπτει από σχετικούς υπολογισμούς σε τρία διαφορετικά βυθίσματα πλεύσης (για το πλοίο σε άθικτη κατάσταση πριν το ατύχημα). Τα δύο ακραία από αυτά αντιστοιχούν στο μεγαλύτερο (d_s) και μικρότερο (d_l) προβλεπόμενο βύθισμα πλεύσης, ενώ το ενδιάμεσο βύθισμα υπολογίζεται ως εξής :

$$d_p = d_l + 0.6(d_s + d_l) \quad (8.1)$$

Ο δείκτης υποδιαίρεσης A υπολογίζεται με τον εξής τρόπο:

$$A = 0.4A_s + 0.4A_p + 0.2A_l \quad (8.2)$$

Σε κάθε ένα από τα βυθίσματα αυτά ο αντίστοιχος δείκτης A υπολογίζεται:

$$A = \sum p_i \cdot s_i \quad (8.3)$$

Όπου,

- **i**: αριθμός διαμερίσματος ή ομάδας διαμερίσματος
- **p_i**: η πιθανότητα να πλημμυρίσει μόνο το εξεταζόμενο διαμέρισμα
- **s_i**: η πιθανότητα επιβίωσης μετά την πλημμύρα του εξεταζόμενου διαμερίσματος, συμπεριλαμβανομένων των επιπτώσεων οποιασδήποτε οριζόντιας υποδιαίρεσης

Το άθροισμα αυτό καλύπτει μόνο τις περιπτώσεις πλημμύρας που συμβάλλουν στην τιμή του επιτευχθέντος δείκτη υποδιαίρεσης A .

Το άθροισμα που υποδεικνύεται από τον ανωτέρω τύπο πρέπει να λαμβάνεται επί του μήκους του πλοίου για όλες τις περιπτώσεις πλημμύρας στις οποίες ένα μόνο διαμέρισμα ή εμπλέκονται δύο ή περισσότερα γειτονικά διαμερίσματα. Εάν σωλήνες, αγωγοί ή σήραγγες βρίσκονται εντός του υποτιθέμενου πλημμυρισμένου διαμερίσματα, πρέπει να γίνουν ρυθμίσεις που να εξασφαλίζουν ότι η προοδευτική πλημμύρα δεν μπορεί να επεκταθεί σε άλλα διαμερίσματα εκτός από εκείνα που

θεωρούνται πλημμυρισμένα. Στους υπολογισμούς κατάκλισης που πραγματοποιούνται σύμφωνα με τους κανονισμούς, μόνο ένα ρήγμα του κύτους χρειάζεται να υποτεθεί.

Στα δύο μεγαλύτερα βυθίσματα το πλοίο θεωρείται ισοβύθιστο (εκτός εάν το πραγματικό trim ξεπερνά το $0.5\%L_s$, όπου L_s το μήκος υποδιαίρεσης του πλοίου), ενώ για το δ_i το πλοίο εξετάζεται στο πραγματικό του trim.

Ο επιτευχθείς δείκτης υποδιαίρεσης A συγκρίνεται με τον απαιτούμενο δείκτη υποδιαίρεσης R (Required subdivision index). Πρέπει να ισχύει $A \geq R$.

Παράγοντας R

Οι παρόντες κανονισμοί αποσκοπούν στο να παρέχουν στα πλοία ένα ελάχιστο πρότυπο υποδιαίρεσης. Ο βαθμός υποδιαίρεσης που πρέπει να παρέχεται καθορίζεται από τον απαιτούμενο δείκτη υποδιαίρεσης R , ως εξής:

$$R = (0.002 + 0.0009 \cdot L)^{\frac{1}{3}} \quad \text{for } L > 100 [m] \quad (8.4)$$

Επομένως για $L = 246 [m] \Rightarrow R = 0.607$

Πιθανότητα p_i

Η πιθανότητα p_i υπολογίζεται ανάλογα με την περίπτωση, χρησιμοποιώντας τους ακόλουθους συμβολισμούς:

- x_1 : η απόσταση από τον πρυμναίο ακρο του L έως το πρωραίο τμήμα του πρυμναίου άκρου του εξεταζόμενου διαμερίσματος.
- x_2 : η απόσταση από το πρυμναίο άκρο του L_s έως το πρυμναίο τμήμα του εξεταζόμενου διαμερίσματος.
- $E_1 = \frac{x_1}{L}$
- $E_2 = \frac{x_2}{L}$
- $E = E_1 + E_2 - 1$
- $J = E_1 - E_2$
- $J' = J - E \quad \text{if } E \geq 0$
 $\quad = J + E \quad \text{if } E < 0$

Το μέγιστο μήκος βλάβης: $J_{max} = \frac{48}{L}$, $J_{max} < 0.24$

Η υποτιθέμενη πυκνότητα κατανομής της θέσης βλάβης κατά μήκος του πλοίου :

$$a = 1.2 + 0.8E, \quad a < 1.2$$

Η υποτιθέμενη συνάρτηση κατανομής της θέσης της βλάβης κατά μήκος του πλοίου :

- $F = 0.4 + 0.25E(1.2 + a)$

- $\gamma = \frac{J}{J_{max}}$
- $p = F_1 \cdot J_{max}$
- $q = 0.4F_2 \cdot (J_{max})^2$
- $F_1 = \gamma^2 - \frac{\gamma^3}{3}$, if $\gamma < 1$
- $F_1 = \gamma - \frac{1}{3}$, αλλιώς
- $F_1 = \frac{\gamma^3}{3} - \frac{\gamma^4}{12}$, if $\gamma < 1$
- $F_1 = \frac{\gamma^2}{2} - \frac{\gamma}{3} + \frac{1}{12}$, αλλιώς

Ο συντελεστής p_i προσδιορίζεται για κάθε διαμέρισμα:

- Όταν το εξεταζόμενο διαμέρισμα εκτείνεται σε ολόκληρο το πλοίο μήκος L_s
$$p_i = 1$$
- Όταν το πρυμναίο όριο του εξεταζόμενου διαμερίσματος συμπίπτει με το aft:
$$p_i = F + 0.5 \cdot a \cdot p + q$$
- Όταν το πρωραίο όριο του εξεταζόμενου διαμερίσματος συμπίπτει με το forward :
$$p_i = 1 - F + 0.5 \cdot a \cdot p$$
- Όταν και τα δύο άκρα του εξεταζόμενου διαμερίσματος βρίσκονται εντός των πρυμναίων και πρωραίου άκρου του μήκους του πλοίου :
$$p_i = a \cdot p$$
- Όταν το εξεταζόμενο διαμέρισμα εκτείνεται στο «μέσο του μήκους», οι εν λόγω οι τιμές των τύπων μειώνονται κατά ένα ποσό που καθορίζεται σύμφωνα με τον τύπο για το q , στον οποίο η F_2 υπολογίζεται λαμβάνοντας $\gamma = J'/J_{max}$.

Για την εκτίμηση των τιμών p_i που αποδίδονται σε ομάδες διαμερισμάτων εφαρμόζεται ο ισχύουν τα ακόλουθα:

- Για τα διαμερίσματα που καταλαμβάνονται από ζεύγη :
$$p_i = p_{12} - p_1 - p_2$$

$$p_i = p_{23} - p_2 - p_3, etc.$$
- Για τα διαμερίσματα που καταλαμβάνονται από τριάδες :
$$p_i = p_{123} - p_{12} - p_{23} + p_2$$

$$p_i = p_{234} - p_{23} - p_{34} + p_3, etc.$$
- Για τα διαμερίσματα που καταλαμβάνονται από τετράδες :
$$p_i = p_{1234} - p_{123} - p_{234} + p_{23}$$

$$p_i = p_{2345} - p_{234} - p_{345} + p_{34}, etc.$$

Πιθανότητα s_i

Η πιθανότητα επιβίωσης (s_i) του σκάφους υπολογίζεται:

$$s_i = \text{minimum}\{s_{intermediate,i} \text{ or } s_{final,i} \cdot s_{mom,i}\} \quad (8.5)$$

Όπου,

- $S_{intermediate}$: η πιθανότητα επιβίωσης του σκάφους κατά τη διάρκεια των μεταβατικών σταδίων κατάκλισης
- S_{final} : η πιθανότητα επιβίωσης στο τελικό στάδιο κατάκλισης
- S_{mom} : η πιθανότητα επιβίωσης υπό την επίδραση εγκάρσιας ροπής

➤ Για φορτιγά πλοία το $S_{intermediate} = 1$

➤ Το S_{final} υπολογίζεται:

$$S_{final,i} = \left[\frac{GZ_{max}}{0.05} \cdot \frac{Range}{7} \right]^{1/4}$$

Όπου,

- $GZ_{max} < 0.12$
- $Range < 16^\circ$
- $K=1$ if $\theta_e \leq 25^\circ$
- $K=0$ if $\theta_e > 30^\circ$
- $K = \sqrt{\frac{30-\theta_e}{5}}$ αλλιώς
- θ_e : τελική γωνία κλίσης ισορροπίας

➤ Για φορτηγά πλοία το $S_{mom} = 1$

Για όλα τα διαμερίσματα μπροστά από το διάφραγμα σύγκρουσης, η τιμή s , υπολογιζόμενη με την παραδοχή ότι το πλοίο βρίσκεται στη βαθύτερη γραμμή φορτίου υποδιαίρεσεως και με την παραδοχή ότι η κατακόρυφη έκταση της βλάβης είναι απεριόριστη, πρέπει να είναι ίση με 1.

Παρακάτω παρουσιάζονται οι διαχωρητότητες των διάφορων χώρων και δεξαμενών, όπως ορίζεται από τους κανονισμούς της SOLAS (Chapter II-1, Part B, Regulation 25-7).

| Περιοχές | Διαχωρητικότητα (100%) |
|-----------------------------|------------------------|
| Χώροι φορτίου ή αποθήκες | 60% |
| Χώροι ενδιαιτήσεων | 95% |
| Χώροι μηχανών ή μηχανημάτων | 85% |
| Χώροι υγρών φορτίων | 0% ή 95%* |
| Χώροι ξηρού φορτίου | 70% |
| Κενοί χώροι | 95% |

*όποια τιμή είναι δυσμενέστερη για το πλοίο

8.2 Διαδικασία και Αποτελέσματα υπολογισμού

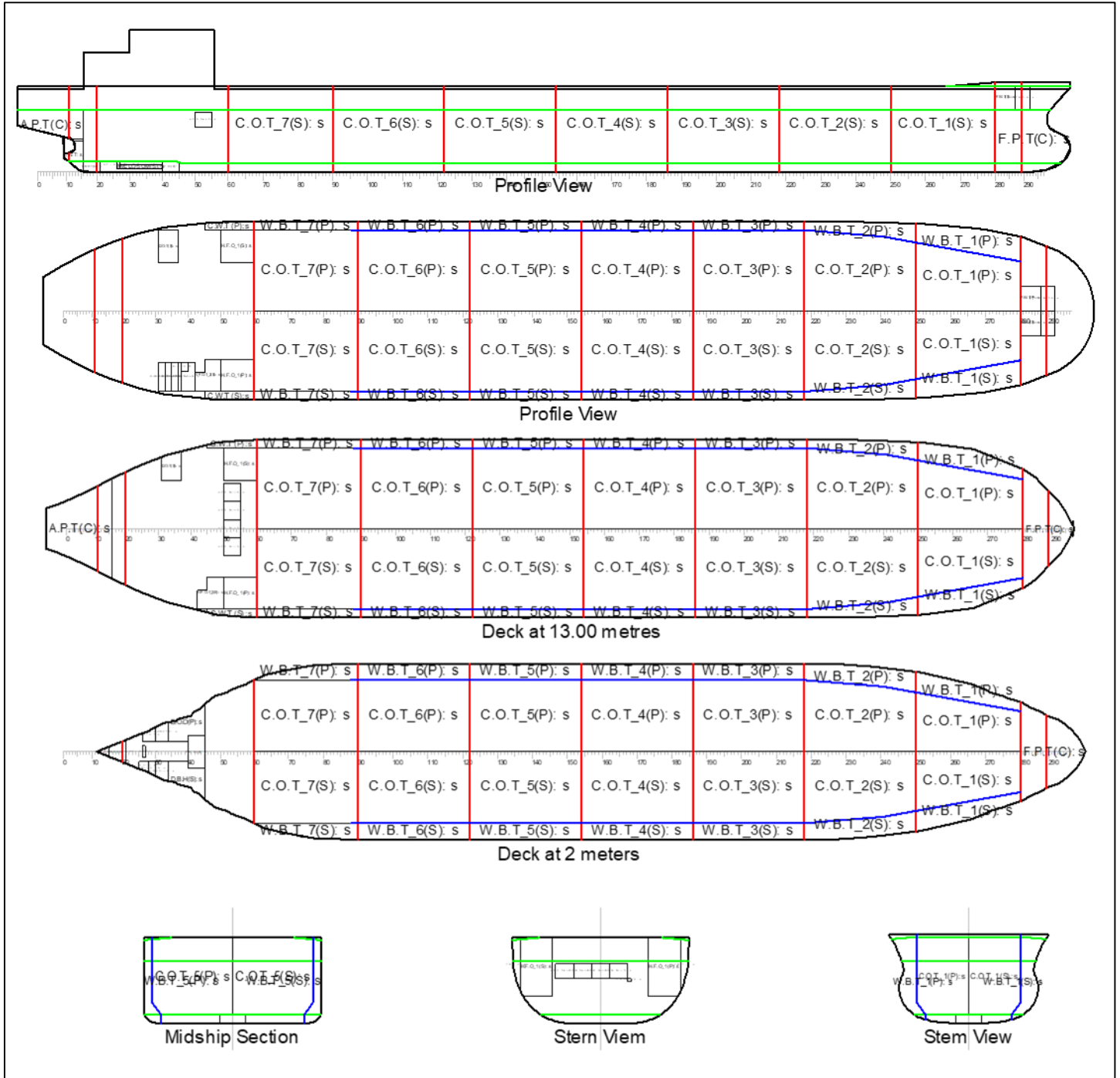
Για τον υπολογισμό θα γίνει χρήση του προγράμματος Hydrostatics & Hydrodynamics του σχεδιαστικού πακέτου Avena Marine. Από τις καταστάσεις φόρτωσης που έχουμε ήδη υπολογίσει (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ζ') θα χρειαστούμε κάποια στοιχεία για τους πιθανοθεωρητικούς υπολογισμούς.

Για τους πιθανοθεωρητικούς υπολογισμούς τα βυθίσματα για τα οποία γίνεται ο υπολογισμός του δείκτη υποδιαίρεσης A είναι τα δύο ακραία. Αυτά αντιστοιχούν στο μέγιστο βύθισμα του πλοίου (Deepest subdivision draught d_s) και το ελάχιστο βύθισμα πλεύσης του πλοίου (Lightest subdivision draught d_l), ενώ το ενδιάμεσο βύθισμα (Partial subdivision draught d_p) υπολογίζεται από την σχέση (8.1).

Το μέγιστο βύθισμα του πλοίου και η ελάχιστη τιμή του GM αντιστοιχούν στην κατάσταση Full Load Departures. Επομένως οι υπολογισμοί θα γίνουν σε αυτή την κατάσταση φόρτωσης, από την οποία και θα χρειαστούμε το βύθισμά και το KG.

8.2.1 Ζώνες Βλάβης

Βάλαμε στο πρόγραμμα όλοι την απαραίτητη πληροφορία και καθόρισε τις παρακάτω ζώνες βλάβης όπως φαίνονται στο Σχήμα 8.2.1.1 και στον Πίνακα 8.2.1.1 .



Σχήμα 8.2.1.1: Επιφάνειες των ζωνών βλάβης (Zone boundary planers)

| Zone | Trans. | Position | Long. | y-aft | y-fwd | 'b' | Deck(s) | Cond- ition | H | Hmax | 'v' |
|---------|------------|------------|------------|--------|--------|--------|---------|----------------|--------|--------|-------|
| | Blkhds | from AT | Blkhd(s) | | | value | | | | | value |
| Zone 1 | Aft end | 0.000 | | | | | D15 | C1 | 15.000 | 19.998 | 0.286 |
| | Fr11 | 7.700 | | | | | | C2 | 15.000 | 18.438 | 0.509 |
| Zone 2 | Fr11 | 7.700 | | | | | D15 | C1 | 15.000 | 19.998 | 0.286 |
| | Fr20 | 14.400 | | | | | | C2 | 15.000 | 18.438 | 0.509 |
| | | | | | | | Deck | C1 | 19.998 | 19.998 | 1.000 |
| | | | | | | | | C2 | 18.438 | 18.438 | 1.000 |
| Zone 3 | Fr20 | 14.400 | | | | | D15 | C1 | 15.000 | 19.998 | 0.286 |
| | Fr60 | 46.400 | | | | | | C2 | 15.000 | 18.438 | 0.509 |
| | | | | | | | Deck | C1 | 19.998 | 19.998 | 1.000 |
| | | | | | | | | C2 | 18.438 | 18.438 | 1.000 |
| Zone 4 | Fr60 | 46.400 | Wstarboard | 0.000 | 0.000 | 21.600 | D15 | C1 | 15.000 | 19.998 | 0.286 |
| | Fr90 | 71.900 | | | | | | C2 | 15.000 | 18.438 | 0.509 |
| | | | | | | | Deck | C1 | 19.998 | 19.998 | 1.000 |
| | | | | | | | | C2 | 18.438 | 18.438 | 1.000 |
| Zone 5 | Fr90 | 71.900 | Wstarboard | 19.600 | 19.600 | 2.000 | D15 | C1 | 15.000 | 19.998 | 0.286 |
| | Fr122 | 99.100 | | | | | | C2 | 15.000 | 18.438 | 0.509 |
| | | | | | | | Deck | C1 | 19.998 | 19.998 | 1.000 |
| | | | | | | | | C2 | 18.438 | 18.438 | 1.000 |
| Zone 6 | Fr122 | 99.100 | Wstarboard | 19.600 | 19.600 | 2.000 | D15 | C1 | 15.000 | 19.998 | 0.286 |
| | Fr154 | 126.300 | | | | | | C2 | 15.000 | 18.438 | 0.509 |
| | | | | | | | Deck | C1 | 19.998 | 19.998 | 1.000 |
| | | | | | | | | C2 | 18.438 | 18.438 | 1.000 |
| Zone 7 | Fr154 | 126.300 | Wstarboard | 19.600 | 19.600 | 2.000 | D15 | C1 | 15.000 | 19.998 | 0.286 |
| | Fr186 | 153.500 | | | | | | C2 | 15.000 | 18.438 | 0.509 |
| | | | | | | | Deck | C1 | 19.998 | 19.998 | 1.000 |
| | | | | | | | | C2 | 18.438 | 18.438 | 1.000 |
| Zone 8 | Fr186 | 153.500 | Wstarboard | 19.600 | 19.600 | 2.000 | D15 | C1 | 15.000 | 19.998 | 0.286 |
| | Fr218 | 180.700 | | | | | | C2 | 15.000 | 18.438 | 0.509 |
| | | | | | | | Deck | C1 | 19.998 | 19.998 | 1.000 |
| | | | | | | | | C2 | 18.438 | 18.438 | 1.000 |
| Zone 9 | Fr218 | 180.700 | Wstarboard | 19.600 | 17.345 | 3.028 | D15 | C1 | 15.000 | 19.998 | 0.286 |
| | Fr250 | 207.900 | | | | | | C2 | 15.000 | 18.438 | 0.509 |
| | | | | | | | Deck | C1 | 19.998 | 19.998 | 1.000 |
| | | | | | | | | C2 | 18.438 | 18.438 | 1.000 |
| Zone 10 | Fr250 | 207.900 | Wstarboard | 16.581 | 12.000 | 5.121 | D15 | C1 | 15.000 | 19.998 | 0.286 |
| | Fr280 | 233.400 | | | | | | C2 | 15.000 | 18.438 | 0.509 |
| | | | | | | | Deck | C1 | 19.998 | 19.998 | 1.000 |
| | | | | | | | | C2 | 18.438 | 18.438 | 1.000 |
| Zone 11 | Fr280 | 233.400 | | | | | D15 | C1 | 15.000 | 19.998 | 0.286 |
| | Fr289 | 239.700 | | | | | | C2 | 15.000 | 18.438 | 0.509 |

| Zone | Trans. | Position | Long. | y-aft | y-fwd | 'b' | Deck(s) | Cond- ition | H | Hmax | 'v' |
|---------|------------|------------|----------|-------|-------|-------|---------|----------------|--------|--------|-------|
| | Blkhds | from AT | Blkhd(s) | | | value | | | | | value |
| | | | | | | | Deck | C1 | 19.998 | 19.998 | 1.000 |
| | | | | | | | | C2 | 18.438 | 18.438 | 1.000 |
| Zone 12 | Fr289 | 239.700 | | | | | D15 | C1 | 15.000 | 19.998 | 0.286 |
| | Fwd end | 246.000 | | | | | | C2 | 15.000 | 18.438 | 0.509 |
| | | | | | | | Deck | C1 | 19.998 | 19.998 | 1.000 |
| | | | | | | | | C2 | 18.438 | 18.438 | 1.000 |

Πίνακας 8.2.1.1: Πρωτογενείς ζώνες βλάβης (Primary damage zones)

8.2.2 Έλεγχος των τιμών p, r, v

Ο έλεγχος θα γίνει μέσα από το πρόγραμμα. Θα πρέπει να ισχύει αυτό που είχαμε αναφέρει και πιο πάνω, πως $A \geq R$. Στην περίπτωση μας ισχύει αφού το A βγαίνει ίσο με 0.675 που είναι μεγαλύτερο από το 0.607 που είναι το R . Όλα τα αποτελέσματα βρίσκονται συγκεντρωμένα στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε'.

8.3 Έλεγχος για εκροή πετρελαίου (Oil Outflow)

Ο έλεγχος για τυχόν εκροή πετρελαίου θα γίνει και πάλι στο πρόγραμμα Hydrostatics & Hydrodynamics και με την βοήθεια της MARPOL Regulation 23.

Το "Oil outflow" σε ένα δεξαμενόπλοιο αναφέρεται στη διαρροή πετρελαίου από το πλοίο στο θαλάσσιο περιβάλλον σε περίπτωση ατυχήματος, όπως μια πρόσκρουση ή μια ρήξη της γάστρας. Αυτό το φαινόμενο αποτελεί σοβαρή απειλή για το περιβάλλον, δεδομένου ότι το πετρέλαιο μπορεί να προκαλέσει εκτεταμένη ρύπανση. Η σημασία της ελαχιστοποίησης του oil outflow είναι μεγάλη, καθώς συμβάλλει στη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τυχόν ατυχήματα, προστατεύοντας έτσι το περιβάλλον και μειώνοντας τον κίνδυνο οικονομικών κυρώσεων και νομικών συνεπειών για τις ναυτιλιακές εταιρείες. Οι κανονισμοί της MARPOL επιβάλλουν συγκεκριμένες προδιαγραφές στη σχεδίαση των δεξαμενοπλοίων για την ελαχιστοποίηση του κινδύνου και του όγκου διαρροής πετρελαίου.

Στο πρόγραμμα ορίζουμε τις δεξαμενές που έχουν Fuel Oil και τις δεξαμενές φορτίου οι οποίες μεταφέρουν καύσιμα.

Όπως φαίνεται καις το ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ο' ο έλεγχος δεν είναι επιτυχής. Η MARPOL στα παραρτήματα 12A και 23 παρέχει συγκεκριμένες οδηγίες σχετικά με τη θέση και την προστασία των δεξαμενών καυσίμου στα πλοία. Τα κύρια σημεία του κανονισμού είναι:

A. Ελάχιστη απόσταση από το εξωτερικό περίβλημα του πλοίου

Ο κανονισμός ορίζει ότι οι δεξαμενές καυσίμου πρέπει να τοποθετούνται σε ελάχιστη απόσταση από το εξωτερικό κέλυφος του πλοίου, ώστε να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος διαρροής πετρελαίου σε περίπτωση βλάβης. Συγκεκριμένα, οι δεξαμενές καυσίμου πρέπει να

βρίσκονται τουλάχιστον 0,76 μέτρα από το εξωτερικό περίβλημα ή τον πυθμένα του πλοίου. Αυτή η απόσταση μετριέται από το εσωτερικό της εξωτερικής επένδυσης μέχρι το κοντινότερο σημείο της δεξαμενής καυσίμου. Ιδανικά, οι δεξαμενές πρέπει να τοποθετούνται μέσα σε μια περιοχή με διπλό τοίχωμα, όπου το εξωτερικό τμήμα του πλοίου αποτελείται από ένα κενό χώρο ή έναν χώρο γεμάτο με υλικό άλλο από καύσιμο. Αυτός ο σχεδιασμός μειώνει την πιθανότητα διάτρησης των δεξαμενών σε περίπτωση σύγκρουσης ή προσάραξης.

B. Κατακόρυφη θέση

Ο κανονισμός προτείνει οι δεξαμενές καυσίμου δεν πρέπει να τοποθετούνται σε σημείο όπου ο πυθμένας της δεξαμενής βρίσκεται κάτω από την πιο βαθιά γραμμή φόρτωσης. Αυτή η τοποθέτηση αποσκοπεί στην αποφυγή της απελευθέρωσης πετρελαίου στη θάλασσα, ακόμα κι αν το πλοίο υποστεί ζημιά κάτω από την ίσαλο γραμμή.

Γ. Διαίρεση και Μέγεθος δεξαμενών

Για να μειωθεί περαιτέρω ο κίνδυνος σημαντικής ρύπανσης από πετρέλαιο, ο κανονισμός εισηγείται τη διαίρεση των δεξαμενών καυσίμου σε μικρότερα διαμερίσματα αντί για μεγάλες, ενιαίες δεξαμενές.

Δ. Δυσμενείς Θέσεις

Οι δεξαμενές καυσίμου δεν πρέπει να τοποθετούνται σε περιοχές που είναι ιδιαίτερα ευάλωτες σε βλάβες, όπως περιοχές δίπλα στην πλώρη ή την πρύμνη του πλοίου. Αυτές οι θέσεις είναι πιο πιθανό να υποστούν ζημιές σε περίπτωση σύγκρουσης ή προσάραξης.

E. Double Bottom και Double wall

Όπου είναι δυνατόν, οι δεξαμενές καυσίμου πρέπει να τοποθετούνται πάνω από τον διπλό πυθμένα του πλοίου. Επίσης, οι δεξαμενές καυσίμου πρέπει να τοποθετούνται μακριά από τα εξωτερικά πλευρά του πλοίου με την βοήθεια της κατασκευής διπλού τοιχώματος.

Το νέο πλοίο έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να συμμορφώνεται με αυτούς τους κανονισμούς ωστόσο για να επιτύχουμε την επιτρεπτή τιμή που προστάζει ο κανονισμός μπορούμε να πραγματοποιήσουμε κάποιες διορθώσεις.

Η χρήση προηγμένων συστημάτων παρακολούθησης και ελέγχου διαρροών (Oil Discharge Monitoring and Control Systems - ODMCS) μπορεί να συμβάλει στη μείωση των λειτουργικών διαρροών κατά την εκφόρτωση ή κατά τη διάρκεια της πλεύσης. Η τεχνολογία αυτή παρέχει τη δυνατότητα ακριβούς παρακολούθησης της κατάστασης των δεξαμενών και των συστημάτων άντλησης, επιτρέποντας την άμεση αντίδραση σε οποιαδήποτε πιθανή διαρροή.

Μια ακόμα σημαντική βελτίωση αφορά την ενίσχυση της ευστάθειας και της υποδιαίρεσης του πλοίου (stability and subdivision). Η βελτιστοποίηση του σχεδιασμού των διαμερισμάτων με στόχο τη διατήρηση της πλευστότητας του πλοίου μετά από ζημιά, μπορεί να μειώσει τον κίνδυνο ανατροπής και συνεπώς την εκτεταμένη διαρροή πετρελαίου. Επίσης οι δεξαμενές θα μπορούσαν να σχεδιαστούν ακόμη λίγο πιο μακριά από το εξωτερικό περίβλημα του πλοίου ή να υπάρξει διαμερισματοποίηση σε κάποιες δεξαμενές έτσι ώστε να μειώσουμε την χωρητικότητά τους.

9. Υπολογισμός Αντίστασης

Σκοπός του παρόντος κεφαλαίου είναι ο υπολογισμός της αντίστασης του πλοίου υπό μελέτη. Η τιμή της αντίστασης που θα προκύψει θα καθορίσει στο Κεφάλαιο 9 την επιλογή της προωστήριας εγκατάστασης, δηλαδή της κύριας μηχανής και της έλικας του σχεδιαζόμενου πλοίου.

Ο υπολογισμός της αντίστασης θα πραγματοποιηθεί με τρεις (3) μεθόδους, οι οποίες θεωρούνται κατάλληλες για το είδος και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του πλοίου. Αυτές είναι :

- B.S.R.A [15]
- FormData [16]
- Lap-Keller [17]

Όλες οι παραπάνω μέθοδοι θα εφαρμοστούν για ένα εύρος ταχυτήτων από 11 έως 16 κόμβους με βήμα 1. Η μεθοδολογίες για κάθε μία από αυτές τις μεθόδους υπάρχουν σε σχετικές βιβλιογραφίες. Πιο κάτω θα περιγράψουμε κάθε μέθοδο και στο τέλος θα παρουσιάσουμε τα τελικά αποτελέσματα.

9.1 Μεθοδολογία B.S.R.A

Σύμφωνα με το φυλλάδιο Νο.4 “ΟΔΗΓΙΕΣ ΧΡΗΣΕΩΣ ΜΕΘΟΔΙΚΩΝ ΣΕΙΡΩΝ B.S.R.A. ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΣ ΠΡΟΩΣΕΩΣ”[15], η κατά B.S.R.A., εκτίμηση της αντίστασης του υπό μελέτη σκάφους περιλαμβάνει τον υπολογισμό του συντελεστή αντίστασης © ενός πλοίου αναφοράς με συγκεκριμένη μορφή και την προσαρμογή/διόρθωση των αποτελεσμάτων για μια σειρά αποκλίσεων που αυτή η μορφή παρουσιάζει σε σχέση με το υπό μελέτη πλοίο. Οι διορθώσεις αυτές είναι πέντε στον αριθμό (δ1 έως δ5). Οι πρώτες τρεις (δ1 έως δ3) αποτελούν συντελεστές με τους οποίους πρέπει να πολλαπλασιαστεί η αρχική εκτίμηση για τον συντελεστή ©, ενώ οι ακόλουθοι δύο προστίθενται στο παραπάνω γινόμενο, όπως φαίνεται και στην σχέση (8.2).

Τα χαρακτηριστικά ενδιαφέροντος του **υπό μελέτη πλοίου** είναι τα παρακάτω:

- Βύθισμα σχεδίασης: $T_a = 13 \text{ [m]}$
- Συντελεστής Γάστρας: $C_B = 0.852 (> 0,725)$

Σύμφωνα με τα παραπάνω το **πλοίο αναφοράς** θα έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- Μήκος μεταξύ καθέτων, $L_{BP} = 121.92 \text{ [m]}$
- Πλάτος, $B = 16.76 \text{ [m]}$
- Βύθισμα, $T = 6.71 \text{ [m]}$
- $LCB = +2\% \cdot L_{pp}$

Υπολογισμός Συντελεστή ©

Σύμφωνα με τα παραπάνω, θα υπολογιστεί η τιμή του συντελεστή © στα *διαγράμματα 6α, 6β και 6γ* για τιμή συντελεστή γάστρας $C_B = 0.852$ και για το εύρος ταχυτήτων που έχει προδιαγραφεί στην εισαγωγή. Αξίζει να σημειωθεί, ότι η ταχύτητα του πλοίου αναφοράς συνδέεται με την ταχύτητα του υπό μελέτη πλοίου με τέτοιο τρόπο ώστε να υπάρχει ισότητα του συντελεστή Froude μεταξύ των δύο σκαφών σε κάθε ταχύτητα. Από αυτό συνεπάγεται ότι οι ταχύτητες ενδιαφέροντος του πλοίου

αναφοράς είναι ίσες με τις ταχύτητες του υπό μελέτη πλοίου επί την τετραγωνική ρίζα του λόγου των μηκών των δύο πλοίων.

Διόρθωση διαφοράς λόγων B/T (δ1)

Η διόρθωση γίνεται καθώς η μέθοδος προδιαγράφει ότι, αν το πλοίο αναφοράς και το υπό μελέτη πλοίο έχουν διαφορετικούς λόγους B/T πρέπει να υπάρξει μια προσαρμογή. Σύμφωνα, λοιπόν με το διάγραμμα 12 του σχετικού φυλλαδίου, τον συντελεστή γάστρας και τον λόγο B/T του υπό μελέτη πλοίου, λαμβάνονται οι συντελεστές διόρθωσης για όλες τις ταχύτητες.

Διόρθωση διαφοράς λόγων L/∇^{1/3} (δ2)

Η διόρθωση γίνεται καθώς η μέθοδος προδιαγράφει ότι, αν το πλοίο αναφοράς και το υπό μελέτη πλοίο έχουν διαφορετικούς λόγους L/∇^{1/3} πρέπει να υπάρξει μια προσαρμογή. Σύμφωνα, λοιπόν με το διάγραμμα 14 του σχετικού φυλλαδίου, τον συντελεστή γάστρας και τον λόγο L/∇^{1/3} του υπό μελέτη πλοίου, λαμβάνονται οι συντελεστές διόρθωσης για όλες τις ταχύτητες.

Διόρθωση διαφοράς διαμήκους κέντρον άντωσης (LCB) (δ3)

Η διόρθωση γίνεται καθώς η μέθοδος προδιαγράφει ότι, αν το πλοίο αναφοράς και το υπό μελέτη πλοίο έχουν διαφορετικά διαμήκη κέντρα άντωσης (LCB), ως ποσοστά του μήκους μεταξύ καθέτων, πρέπει να υπάρξει μια προσαρμογή. Σύμφωνα, λοιπόν με τα διαγράμματα 18 και 19 του σχετικού φυλλαδίου, τον συντελεστή γάστρας και το LCB του υπό μελέτη πλοίου, λαμβάνονται οι συντελεστές διόρθωσης για όλες τις ταχύτητες.

Διόρθωση διαφοράς μήκους μεταξύ καθέτων (L_{PP}) (δ4)

Η διόρθωση γίνεται καθώς η μέθοδος προδιαγράφει ότι, αν το πλοίο αναφοράς και το υπό μελέτη πλοίο έχουν διαφορετικά μήκη μεταξύ καθέτων (L_{PP}), πρέπει να υπάρξει μια προσαρμογή. Σύμφωνα, λοιπόν με το διάγραμμα 29 του σχετικού φυλλαδίου, τον συντελεστή βρεχόμενης επιφάνειας S και το L_{PB} του υπό μελέτη πλοίου, λαμβάνονται οι συντελεστές διόρθωσης για όλες τις ταχύτητες.

Ο συντελεστής βρεχόμενης επιφάνειας, S υπολογίζεται ως:

$$S = 1.88 + 0.941 C_B + 0.766 (L/\nabla^{1/3}) - 0.086 (L/B) \quad (8.1)$$

Διόρθωση διαφοράς © κατά Froude και γραμμών I.T.T.C. (δ5)

Η διόρθωση γίνεται καθώς η μέθοδος προδιαγράφει ότι, αν υπάρχει διαφορά της τιμής του συντελεστή © κατά Froude και των γραμμών της I.T.T.C, πρέπει να υπάρξει μια προσαρμογή. Σύμφωνα, λοιπόν με το διάγραμμα 30 του σχετικού φυλλαδίου, τον συντελεστή βρεχόμενης επιφάνειας S και την ταχύτητα V_s του πλοίου αναφοράς, λαμβάνουμε τους συντελεστές διόρθωσης για όλες τις ταχύτητες.

Ο Πίνακας 8.1.1 παρουσιάζει τα τελικά αποτελέσματα των συντελεστών διόρθωσης που έχουν προκύψει για όλες τις ταχύτητες.

| | | | | | | |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| V [kn] | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| V_{πλοίου} [kn] | 7.744 | 8.448 | 9.152 | 9.856 | 10.560 | 11.264 |
| ©_{πλοίου αναφοράς} | 0.71 | 0.703 | 0.696 | 0.696 | 0.702 | 0.727 |
| Διόρθωση λόγω διαφορετικού B/T | | | | | | |
| δ₁ | 1 | 1 | 1 | 1.01 | 1.02 | 1.03 |
| δ₁·© | 0.7100 | 0.7030 | 0.6960 | 0.7030 | 0.7160 | 0.7488 |
| Διόρθωση λόγω διαφορετικού L/(V^{1/3}) | | | | | | |
| δ₂ | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.02 | 1.02 |
| δ₁·δ₂·© | 0.7171 | 0.7100 | 0.7030 | 0.7100 | 0.7304 | 0.7638 |
| Διόρθωση λόγω διαφορετικού LCB | | | | | | |
| δ₃ | 1.03 | 1.04 | 1.04 | 1.04 | 1.04 | 0.99 |
| ©' = δ₁·δ₂·δ₃·© | 0.7386 | 0.7384 | 0.7311 | 0.7384 | 0.7596 | 0.7561 |
| Διόρθωση λόγω διαφορετικού L_{BP} | | | | | | |
| δ₄ | -0.080 | -0.078 | -0.076 | -0.074 | -0.072 | -0.070 |
| ©'' = ©' + δ₄ | 0.6586 | 0.6604 | 0.6551 | 0.6644 | 0.6876 | 0.6861 |
| Διόρθωση με βάση τη γραμμή τριβής της ITTC 1957 | | | | | | |
| δ₅ | 0.07 | 0.078 | 0.086 | 0.094 | 0.102 | 0.11 |
| ©''' = ©'' - δ₅ | 0.5886 | 0.5824 | 0.5691 | 0.5704 | 0.5856 | 0.5761 |
| ©_{final} | 0.5886 | 0.5824 | 0.5691 | 0.5704 | 0.5856 | 0.5761 |

Πίνακας 8.1.1: Συντελεστές διορθώσεις με την μέθοδο B.S.R.A

Συνολική εκτίμηση © και αντίστασης κατά B.S.R.A

Η συνολική εκτίμηση για τον συντελεστή αντίστασης Froude κατά B.S.R.A δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$©_{final} = (© \cdot \delta_1 \cdot \delta_2 \cdot \delta_3) + \delta_4 + \delta_5 \quad (8.2)$$

Ο συντελεστής αυτός συνδέεται με την αντίσταση πρόωσης R_T [kp] όπως ορίζει η ακόλουθη σχέση:

$$R_T = © \cdot \frac{\pi}{250} \cdot \rho_{sw,15^\circ C} \cdot V_S^2 \cdot \nabla^{\frac{2}{3}} [kp] \quad (8.3)$$

Όπου:

- ρ_{sw,15°C}, είναι η πυκνότητα του θαλασσινού νερού στους 15°C
- V_S, είναι η ταχύτητα πηρεσίας του υπό μελέτη πλοίου σε [m/s]
- Όλα τα παραπάνω μεγέθη λαμβάνουν τιμές στο ίδιο σύστημα μονάδων.

Αντίστοιχα, η ισχύς ρυμούλκησης του υπό μελέτη σκάφους υπολογίζεται σε ίππους [PS] και είναι ίση με:

$$E. H. P. = \frac{R_T \cdot V_S}{75} [PS] \quad (8.4)$$

Τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα για το εύρος των ταχυτήτων που εξετάζουμε παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα. Τα διαγράμματα τόσο αυτής της μεθόδου όσων και των άλλων δυο που εξετάζουμε βρίσκονται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι'.

| $V_{M/T}$ [kn] | $\Theta_{M/T}$ | R_T [kp] | EHP [PS] | EHP [kW] |
|----------------|----------------|------------|----------|------------|
| 11 | 0.588613 | 59513.2 | 4490.344 | 3302.64372 |
| 12 | 0.5824312 | 70081.8 | 5768.463 | 4242.6987 |
| 13 | 0.5690784 | 80363.2 | 7165.952 | 5270.55051 |
| 14 | 0.5703892 | 93416.9 | 8970.716 | 6597.95288 |
| 15 | 0.5855752 | 110094 | 11327.35 | 8331.25251 |
| 16 | 0.5761483 | 123246 | 13525.89 | 9948.28188 |

Πίνακας 8.1.2: Τελικός πίνακας αποτελεσμάτων με την μέθοδο B.S.R.A

9.2 Μέθοδος FormData

Σύμφωνα με τη μέθοδο FORMDATA, η συνολική αντίσταση του πλοίου υπολογίζεται με βάση τον συντελεστή ολικής αντίστασης C_T . Ο συντελεστής αυτός συντίθεται από τον συντελεστή αντίστασης τριβής C_F , ο οποίος υπολογίζεται από τη γραμμή της I.T.T.C. του 1957, τον συντελεστή υπόλοιπης αντίστασης C_R , τον συντελεστή αντίστασης του αέρα C_{AA} και τον συντελεστή διόρθωσης C_A όπως φαίνεται και από την εξίσωση (8.5). Οι παραπάνω συνιστώσες της αντίστασης λαμβάνονται για το υπό μελέτη πλοίο, αφού πρώτα διορθωθούν με κάποιους συντελεστές.

$$C_T = C_F + C_A + C_{AA} + C_R \quad (8.5)$$

Στην συνέχεια θα δούμε τους συντελεστές διόρθωσης για κάθε συντελεστή αντίστασης.

Συντελεστής Υπόλοιπης Αντίστασης, C_R

Η υπολειπόμενη αντίσταση περιλαμβάνει την αντίσταση κυμάτων, την αντίσταση ιξώδους πίεσης και το πρόσθετη αντίσταση λόγω της μορφής ή της καμπυλότητας της γάστρας. Η υπόλοιπη αντίσταση εξαρτάτε από τρεις παραμέτρους:

- Συντελεστή λυγιρότητας $L/\nabla^{1/3}$ (=M)
- Αριθμός Froude : $Fn = \frac{V_S}{\sqrt{L \cdot g}}$
- Πρισματικός συντελεστής, C_P

Για την εύρεση του υπολειπόμενης συντελεστή αντίστασης έχουν κατασκευαστεί κάποιες καμπύλες βασισμένες σε πειραματικές δοκιμές. Ωστόσο στην περίπτωση μας δεν είναι εφικτή αυτών των γραφικών διότι μια από τις παραμέτρους μας βρίσκεται εκτός ορίων. Συγκεκριμένα οι τιμές του αριθμού Froude για τις διάφορες ταχύτητες που έχουμε εκτείνονται από 0.114 μέχρι 0.166 με αποτέλεσμα να μην μπορούμε να βρούμε συντελεστή για τις τέσσερις από τις έξι ταχύτητες που έχουμε. Παρόλα αυτά μια εκτενής ανάλυση των αρχικών καμπυλών C_R που αναφέραμε έρχεται να

κάνει το 1978 ο Guldhammer. Η ανάλυση αυτή είναι εφικτή για Αριθμούς Froude ≤ 0.33 . Επομένως μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε αυτή την μέθοδο και προχωρήσουμε αναλόγως.

Οι σχέσεις που χρησιμοποιούνται είναι οι εξής :

$$C_R = f(M, C_p, Fn)$$

$$10^3 \cdot C_R = E + G + H + K$$

where:

$$E = (A_0 + 1.5 \cdot Fn^{1.8} + A_1 \cdot Fn^{N_1}) \cdot \left(0.98 + \frac{2.5}{(M-2)^4}\right) + (M-5)^4 \cdot (Fn-0.1)^4$$

$$A_0 = 1.35 - 0.23 \cdot M + 0.012 \cdot M^2$$

$$A_1 = 0.0011 \cdot M^{9.1}$$

$$N_1 = 2 \cdot M - 3.7$$

$$G = \frac{B_1 \cdot B_2}{B_3}$$

$$B_1 = 7 - 0.09 \cdot M^2$$

$$B_2 = (5 \cdot C_p - 2.5)^2$$

$$B_3 = (600 \cdot (Fn - 0.315)^2 + 1)^{1.5}$$

$$H = \text{EXP}(80 \cdot (Fn - (0.04 + 0.59 \cdot C_p) - 0.015 \cdot (M - 5)))$$

$$K = 180 \cdot Fn^{3.7} \cdot \text{EXP}(20 \cdot C_p - 16)$$

Το αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι ο υπολογισμός του $C_{R, \text{diagram}}$. Για τον υπολογισμό του ολικού συντελεστή υπολειπόμενης αντίστασης ακολουθούμε την σχέση (8.6).

$$C_R = C_{R, \text{Diagram}} + \Delta C_{R, B/T \neq 2.5} + \Delta C_{R, LCB} + \Delta C_{R, \text{form}} + \Delta C_{R, \text{bulb}} \quad (8.6)$$

Πιο κάτω επεξεργαζόμαστε την κάθε συνιστώσα ξεχωριστά.

Διόρθωση λόγο της θέσης του LCB

Στην παρούσα ανάλυση η διόρθωση για το LCB θα αγνοηθεί.

Διόρθωση για λόγο ότι $B/T \neq 2.5$

Ισχύει ότι, Αν $B/T = 2.5 \rightarrow$ Καμία διόρθωση

$$\text{Αν } B/T \neq 2.5 \rightarrow \Delta C_{R, \text{bulb}} = 0.16 \cdot \left(\frac{B}{T} - 2.2\right) \cdot 10^{-3}$$

Διόρθωση λόγο της μορφής της γάστρας, $\Delta C_{R,form}$

Ισχύει ότι:

| | Extreme U | Extreme V |
|-------------------|----------------------|----------------------|
| Fore Body | $-0.1 \cdot 10^{-3}$ | $+0.1 \cdot 10^{-3}$ |
| After Body | $+0.1 \cdot 10^{-3}$ | $-0.1 \cdot 10^{-3}$ |

Με βάση το σχέδιο γενικής διάταξης του υπό σχεδίαση πλοίου (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ) δεν γίνεται κάποια διόρθωση λόγο της μορφής της γάστρας.

Σημειώνεται ότι τόσο ο συντελεστής διόρθωσης $\Delta C_{R,B/T \neq 2.5}$ όσο και ο $\Delta C_{R,form}$ υπολογίζονται όπως έχει περιγράψει ο Harvard. Δεν έχει αλλάξει κάτι στον τρόπο υπολογισμού τους με την νέα μέθοδο.

Διόρθωση λόγο βολβοειδούς πλώρης, $\Delta C_{R,bulb}$

Για δεξαμενόπλοια η διόρθωση γίνεται βάση του πιο κάτω τύπου, δεδομένου ότι έχουν βολβό.

$$\Delta C_{R,bulb} = \text{Max}(-0.4; -0.1 - 1.6 \cdot Fn) \quad (8.7)$$

Συντελεστής C_A

Ο συντελεστής C_A υπολογίζεται με βάση την σχέση (8.8)

$$1000 \cdot C_A = \text{Maximum}(-0.1; 0.5 \cdot \log(\Delta) - 0.1 \cdot (\log(\Delta))^2) \quad (8.8)$$

Συντελεστής Αντίστασης του αέρα

Υπολογίζεται από την σχέση (8.9).

$$C_{AA} = C_X \cdot \frac{A_{VT}}{800 \cdot S} \quad (8.9)$$

Όπου, C_X για tankers = 0.85

A_{VT} = μπροστινό εμβαδόν πλοίου

S = εμβαδόν βρεχόμενης επιφάνειας

Τα αποτελέσματα από όλους του συντελεστές παρουσιάζονται στον *Πίνακα 8.2.1* όπως έχουν προκύψει από την μέθοδο του Kristensen.

| C _R from Gulddammer in 1978 | | | | | | |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| [10 ³ ·C _R] ₁ = | 0.762 | 0.837 | 0.930 | 1.045 | 1.185 | 1.356 |
| Διόρθωση λόγω B/T ≠ 2.5 | | | | | | |
| [10 ³ ·C _R] ₂ = | 0.8939 | 0.9688 | 1.0618 | 1.1764 | 1.3166 | 1.4876 |
| Διόρθωση λόγω αντίστασης αέρα | | | | | | |
| C _X | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 0.85 |
| A _{VT} | 1450.00 | 1450.00 | 1450.00 | 1450.00 | 1450.00 | 1450.00 |
| 10 ³ ·C _{AA} = | 0.1006 | 0.1006 | 0.1006 | 0.1006 | 0.1006 | 0.1006 |
| Διόρθωση λόγω βολβοειδούς πλώρης | | | | | | |
| δ(10 ³ ·C _R) = | -0.28 | -0.30 | -0.32 | -0.33 | -0.35 | -0.37 |
| [10 ³ ·C _R] ₄ = | 0.6114 | 0.6697 | 0.7461 | 0.8441 | 0.9677 | 1.1221 |
| Διόρθωση λόγω Hullform (Extreme U) | | | | | | |
| δ(10 ³ ·C _R) = | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| [10 ³ ·C _R] ₅ = | 0.6114 | 0.6697 | 0.7461 | 0.8441 | 0.9677 | 1.1221 |
| | | | | | | |
| Συντελεστής Διόρθωσης C _A | | | | | | |
| 10 ³ ·C _A = | -0.045 | -0.045 | -0.045 | -0.045 | -0.045 | -0.045 |
| C _R + C _{AA} + C _A | 0.667 | 0.725 | 0.801 | 0.899 | 1.023 | 1.177 |

Πίνακας 8.2.1: Συντελεστές διορθώσεις με την μέθοδο FormData-Kristensen

Ο συντελεστής αυτός συνδέεται με την αντίσταση πρόωσης R_T [kp] όπως ορίζει η ακόλουθη σχέση:

$$R_T = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot S \cdot V_S^2 \cdot C_T \quad (8.10)$$

Αντίστοιχα, η ισχύς ρυμούλκησης του υπό μελέτη σκάφους υπολογίζεται σε ίππους [PS] από την σχέση (8.4).

Τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα για το εύρος των ταχυτήτων που εξετάζουμε παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα. Τα διαγράμματα τόσο αυτής της μεθόδου όσων και των άλλων δυο που εξετάζουμε βρίσκονται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι'.

| Μέθοδος FormDATA | | | | | |
|------------------|---------|------------------------------------|---------------------|----------|----------|
| V [kn] | V [m/s] | [10 ³ ·C _T] | R _T [kp] | EHP [PS] | EHP [kW] |
| 11 | 5.659 | 2.1641 | 55522 | 4189.18 | 3081.13 |
| 12 | 6.173 | 2.2065 | 67371 | 5545.35 | 4078.60 |
| 13 | 6.688 | 2.2685 | 81290 | 7248.58 | 5331.33 |
| 14 | 7.202 | 2.3533 | 97802 | 9391.82 | 6907.67 |
| 15 | 7.717 | 2.4649 | 117596 | 12099.25 | 8898.99 |
| 16 | 8.231 | 2.6082 | 141575 | 15537.43 | 11427.76 |

Πίνακας 8.2.2: Τελικός πίνακας αποτελεσμάτων με την μέθοδο FormData

9.3 Μέθοδος Lap – Keller

Σύμφωνα με τη μέθοδο LAP-KELLER, η συνολική αντίσταση του πλοίου αποτελείται από την αντίσταση τριβής R_F , και τις υπόλοιπες αντιστάσεις R_R . Οι δύο παραπάνω συνιστώσες της αντίστασης, λαμβάνονται για το υπό μελέτη πλοίο αφού πρώτα διορθωθούν με βάση κάποιους συντελεστές που εξηγούνται στην συνέχεια. Η αντίσταση τριβής ορίζεται ως εξής:

$$R_F = (C_F + C_A) \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho_{sw,15^\circ C} \cdot V_S^2 \cdot S \text{ [kp]} \quad (8.11)$$

Όπου:

- C_F : είναι ο συντελεστής τριβής κατά Lap-Keller και λαμβάνεται ως συνάρτηση του γινομένου V επί L_d , με L_d : ίσο είτε με το $1,01 \cdot L_{BP}$, είτε με L_{WL} εάν $1,01 \cdot L_{BP} > L_{WL}$. Στην συγκεκριμένη περίπτωση $L_d = 1,01 \cdot L_{BP}$.
- C_A : είναι ο συντελεστής συσχετίσεως, οποίος λαμβάνεται σαν συνάρτηση του μήκους του υπό μελέτη σκάφους.
- $\rho_{sw,15^\circ C}$: είναι η πυκνότητα του θαλασσινού νερού στους $15^\circ C$.
- V_S : είναι η ταχύτητα υπηρεσίας του σκάφους.
- S : είναι η βρεχόμενη επιφάνεια του πλοίου υπολογιζόμενη σύμφωνα με τη μέθοδο από τον παρακάτω τύπο:

$$S = (3,4 \nabla^{1/3} + 0,5 L_d) \nabla^{1/3} \text{ [m}^2\text{]} \quad (8.12)$$

Αντίστοιχα, οι λοιπές αντιστάσεις ορίζονται ως εξής:

$$R_R = \zeta_r \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho_{sw,15^\circ C} \cdot V_S^2 \cdot A_M \text{ [kp]} \quad (8.13)$$

Όπου:

- A_M , είναι η επιφάνεια της μέσης τομής του σκάφους σε $[m^2]$.
- ζ_r , είναι ο συντελεστής υπολοίπων αντιστάσεων.

Αντίσταση Τριβής R_F

Για τον υπολογισμό της αντίστασης τριβής κατά LAP-KELLER, είναι απαραίτητη η εκτίμηση των συντελεστών C_F , C_A καθώς και της βρεχόμενης επιφάνειας S .

Ο συντελεστής C_A λαμβάνει τιμή ίση με 0,0001 από τον *πίνακα 1* του σχετικού φυλλαδίου [17] για μήκος πλοίου $150 \text{ m} < L < 210 \text{ m}$

Η συνολική αντίσταση τριβής για το εξεταζόμενο εύρος ταχυτήτων, παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα:

Υπόλοιπες Αντιστάσεις R_R

Για τον υπολογισμό των υπολοίπων αντιστάσεων κατά LAP-KELLER, είναι απαραίτητη η εκτίμηση των συντελεστών ζ_r καθώς και C_{PD} .

Ο συντελεστής ζ_r λαμβάνεται από το *σχήμα 1* του σχετικού φυλλαδίου [17], καθώς το πλοίο είναι κατηγορίας E.

Η συνολική αντίσταση Τριβής και Υπόλοιπων Αντιστάσεων για το εξεταζόμενο εύρος ταχυτήτων, παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα:

Συνολική Εκτίμηση Αντίστασης R_T κατά LAP-KELLER

Η συνολική αντίσταση του υπό μελέτη σκάφους υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο:

$$R_T = (R_F + R_R \cdot k_1) \cdot k_2 \text{ [kp]} \quad (8.14)$$

Όπου:

- k₁, συντελεστής διόρθωσης για την επίδραση του λόγου L/B, ίσος με 1. Η τιμή του εν λόγω συντελεστή λαμβάνεται από το σχήμα 7 του σχετικού φυλλαδίου σύμφωνα με το λόγο L/B του υπό μελέτη σκάφους.
- k₂, συντελεστής διόρθωσης για την επίδραση του λόγου B/T, ίσος με 1,0. Η τιμή του συντελεστή λαμβάνεται από τον ακόλουθο τύπο:

k₂ = 1.0 + 0.05 (B/T - 2.4) για B/T > 2.4

k₂ = 1.0 για B/T < 2.4

Όλοι οι υπολογισμοί που έχουμε κάνει φαίνονται στον *Πίνακα 8.3.1*.

| Υπολογισμός συντελεστή αντίστασης τριβής C _F | | | | | | |
|--|---------|---------|----------|----------|----------|----------|
| V [kn]·L _d ·10 ⁻³ | 1.406 | 1.534 | 1.662 | 1.789 | 1.917 | 2.045 |
| 10 ³ ·C _F = | 1.64 | 1.625 | 1.61 | 1.595 | 1.58 | 1.565 |
| Υπολογισμός συντελεστή συσχέτισης C _A | | | | | | |
| 10 ³ ·C _A = | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| Υπολογισμός συντελεστή υπόλοιπης αντίστασης ζ _R | | | | | | |
| V/((C _{pd} ·L _d) ^{1/2}) = | 0.390 | 0.425 | 0.460 | 0.496 | 0.531 | 0.567 |
| ζ _R = | 0.03 | 0.0305 | 0.0315 | 0.033 | 0.036 | 0.04 |
| Υπολογισμός αντίστασης τριβής R _F | | | | | | |
| R _F = | 41543.8 | 49440.5 | 58023.9 | 67294.0 | 77250.8 | 87894.2 |
| Υπολογισμός υπόλοιπης αντίστασης R _R | | | | | | |
| R _R = | 28022.5 | 33349.1 | 39138.9 | 45391.8 | 52108.0 | 59287.3 |
| Υπολογισμός ολικής αντίστασης τριβής R _T | | | | | | |
| R _T [kp] = | 77907.3 | 92716.1 | 108812.6 | 126196.9 | 144868.9 | 164828.6 |

Πίνακας 8.3.1: Αποτελέσματα αντιστάσεων με την μέθοδο Lap-Keller

Τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα για το εύρος των ταχυτήτων που εξετάζουμε παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα. Τα διαγράμματα τόσο αυτής της μεθόδου όσων και των άλλων δυο που εξετάζουμε βρίσκονται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι'.

Μέθοδος Lap - Keller

| V [kn] | V [m/s] | R _T [kp] | EHP [PS] | EHP [kW] |
|--------|---------|---------------------|----------|----------|
| 11 | 5.659 | 77907 | 5878.20 | 4323.41 |
| 12 | 6.173 | 92716 | 7631.50 | 5612.96 |
| 13 | 6.688 | 108813 | 9702.78 | 7136.38 |
| 14 | 7.202 | 126197 | 12118.54 | 8913.17 |
| 15 | 7.717 | 144869 | 14905.27 | 10962.81 |
| 16 | 8.231 | 164829 | 18089.48 | 13304.79 |

Πίνακας 8.2.2: Τελικός πίνακας αποτελεσμάτων με την μέθοδο FormData

9.4 Τελικά Αποτελέσματα

Η εκτίμηση της αντίστασης πρόωσης του υπό μελέτη πλοίου έγινε με τις τρεις μεθόδους που παρουσιάστηκαν πιο πάνω της παρούσας έκθεσης. Τα αποτελέσματα των μεθόδων αυτών συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα και διαγράμματα.

| V [kn] | R _T [kP] | | | EHP [PS] | | |
|--------|---------------------|----------|------------|----------|-------------|------------|
| | FORMDATA | B.S.R.A. | LAP-KELLER | FORMDATA | B.S.R.A. | LAP-KELLER |
| 11 | 55522 | 59513.23 | 77907 | 4189.18 | 4490.344274 | 5878.20 |
| 12 | 67371 | 70081.82 | 92716 | 5545.35 | 5768.462903 | 7631.50 |
| 13 | 81290 | 80363.17 | 108813 | 7248.58 | 7165.951973 | 9702.78 |
| 14 | 97802 | 93416.94 | 126197 | 9391.82 | 8970.716317 | 12118.54 |
| 15 | 117596 | 110094 | 144869 | 12099.25 | 11327.34716 | 14905.27 |
| 16 | 141575 | 123245.9 | 164829 | 15537.43 | 13525.89451 | 18089.48 |

Πίνακας 8.4.1: Τιμές αντίστασης πρόωσης και ισχύος ρυμούλκησης για κάθε μέθοδο που υπολογίστηκε

Υπάρχει γραφική απεικόνιση των τριών αποτελεσμάτων σε κοινό γράφημα στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι' .

9.5 Αντίσταση Πρόωσης R_T και Ισχύς Ρυμούλκησης EHP

Για να γίνει επιλογή για το πιο μέθοδο θα επιλέξουμε θα πρέπει να κάνουμε μια εκτίμηση για το ποια θα πρέπει να είναι η πρόωση του πλοίου. Αυτό θα γίνει με την βοήθεια του συντελεστή ναυαρχείου C_N. Αν και έχει γίνει μια πρόχειρη εκτίμηση στο εδάφιο 1.4, τώρα θα γίνει με περισσότερη λεπτομέρεια. Αρχικά θα χρησιμοποιηθούν δεδομένα από το πατρικό πλοίο [18] όπως η ισχύς της μηχανής του πλοίου, το εκτόπισμα και η ταχύτητα υπηρεσίας έτσι ώστε να υπολογίσουμε τον συντελεστή Αγγλικού Ναυαρχείου όπως φαίνεται και από την σχέση (8.15).

$$C_N = \frac{\Delta^{2/3} \cdot V_S^3}{P_{M.C.R}} \quad (8.15)$$

Όπου:

- $P_{M.S.R}$ = ισχύς [kW]
- Δ = εκτόπισμα [t]
- V_s = ταχύτητα υπηρεσίας [kn]

Να τονιστεί ότι το εκτόπισμα πρέπει να είναι για το βύθισμα σχεδίασης (T_d) και όχι για το βύθισμα $T_{scantling}$, εφόσον το βύθισμα είναι μια ακόμα σημαντική παράμετρος για την γεωμετρία της γάστρας. Μια αύξηση στο βύθισμα (με σταθερό εκτόπισμα), δρα εν γένει ευεργετικά για την μείωση της αντίστασης και δεν αυξάνει πολύ το κόστος. Η τοποθέτηση εκτοπίσματος μακριά από την ελεύθερη επιφάνεια (πιο λεπτόγραμμη ίσαλος πλεύσης) μειώνει την αντίσταση κυματισμού.

Ο συντελεστής Αγγλικού Ναυαρχείου για το πατρικό υπολογίστηκε: **$C_N = 526.5$**

Διατηρώντας σταθερό το συντελεστή Αγγλικού Ναυαρχείου, θα υπολογιστεί η ισχύς του υπό μελέτη πλοίου ως εξής:

$$P = \frac{\Delta^{2/3} \cdot V_s^3}{C_N}$$

Όπου V_s και Δ αναφέρονται για το βύθισμα σχεδίασης $T_d = 13$ [m] του υπό μελέτη πλοίου. Η ισχύς υπολογίζεται **$P = 15\ 831.48$ [kW]**.

Στην συνέχεια για κάθε μέθοδο ξεχωριστά κάνουμε την πιο κάτω διαδικασία. Θα υπολογίσουμε την ισχύ που βγαίνει για κάθε τιμή E.H.P από τις τρεις μεθόδους που εξετάσαμε για την ταχύτητα υπηρεσίας του πλοίου μας $V_s = 15$ [knots] και στο τέλος θα δούμε ποια τιμή είναι πιο κοντά σε αυτή που υπολογίσαμε πιο πάνω. Η μέθοδος που είναι πιο κοντά θα είναι και αυτή που θα επιλέξουμε ως τελική τιμή ισχύς ρυμούλκησης και τιμή αντίστασης.

Γνωρίζοντας τη σχέση που συνδέει την ισχύ στον άξονα της μηχανής (Shaft Horse Power) και την ισχύ ρυμούλκησης (E.H.P.), σχέση (8.16), υπολογίζεται η ισχύς της κύριας μηχανής στον άξονα της S.H.P.

$$S.H.P. = \frac{E.H.P}{P.C} \quad (8.16)$$

Οι τιμές του βαθμού απόδοσης πρόωσης (propulsive coefficient, P.C) κυμαίνονται στο διάστημα $0.50 \div 0.70$, θα επιλεγεί η μέση τιμή του διαστήματος έτσι ώστε $P.C. = 0.60$.

Επιπλέον για τον υπολογισμό της τελικής ισχύς λαμβάνουμε υπόψη την προσαύξηση ισχύος Sea Margin 15% όπως φαίνεται από την σχέση (8.17).

$$P = 1.15 \cdot S.H.P \quad (8.17)$$

Τέλος το ποσοστό απόκλισης ισχύς υπολογίζεται με βάση την σχέση (8.18). Στον *Πίνακα 8.5.1* παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για τις τρεις περιπτώσεις.

$$\alpha = \frac{P - P_{\text{Μεθόδων}}}{P} \quad (8.18)$$

| | FormData | Lap-Keller | B.S.R.A |
|-----|-------------|-------------|-------------|
| EHP | 8898.987294 | 10962.81 | 8331.252505 |
| SHP | 14831.64549 | 18271.35374 | 13885.42084 |
| P | 17056.39231 | 21012.0568 | 15968.23397 |
| | 8% | 33% | 1% |

Πίνακας 8.5.1: Έλεγχος απόκλισης αποτελεσμάτων ισχύς

Όπως είναι εύκολα αντιληπτό, η μέθοδος που έχει την μικρότερη απόκλιση είναι αυτή της B.S.R.A. Επομένως θα επιλέξουμε τα αποτελέσματα αυτής της μεθόδου ως τα τελικά μας αποτελέσματα.

$$\Rightarrow \mathbf{R_T = 110\ 094 [kP]}$$

$$\Rightarrow \mathbf{E.H.P = 11\ 327.35 [PS]}$$

10. Υπολογισμός Πρόωσης

Σε αυτήν την ενότητα θα γίνει εκτίμηση της ώσης που πρέπει να παράγει η έλικα, θα υπολογισθούν οι κύριες διαστάσεις και τα λοιπά χαρακτηριστικά της έλικας και του αξονικού συστήματος, καθώς και η επιλογή κύριας μηχανής και ηλεκτρογεννητριών. Για τους υπολογισμούς σε αυτό το κεφάλαιο έγινε χρήση βιβλιογραφίας [21], [22] και [23] η οποία βρίσκεται στο ομώνυμο κεφάλαιο.

10.1 Επιλογή Έλικας

10.1.1 Κύρια Χαρακτηριστικά Έλικας

Διάμετρος D_p

Η επιλογή της μέγιστης διαμέτρου (με ταυτόχρονη μείωση των στροφών) αυξάνει τον υδροδυναμικό βαθμό απόδοσης έλικας.

Η έλικα που επιλέγετε για το υπό σχεδίαση πλοίο θα έχει διάμετρο $D_p = 7.0$ [m]. Αυτή η τιμή είναι και η μέγιστη που μπορούμε να επιλέξουμε σύμφωνα με τα επιτρεπόμενα όρια τα οποία ορίζουν : *Απόσταση ακροπτερυγίου Προπέλα – Έλικας* $\geq 0.2 \times D_p$

Αριθμός πτερυγίων έλικας Z

Ο αριθμός πτερυγίων Z επιλέγεται με σκοπό να αποφευχθεί ο συντονισμός (resonance) μεταξύ της συχνότητας πτερυγίου ($= Z \cdot n$) και διαφόρων κατασκευαστικών στοιχείων. Επίσης επιλέγεται έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθούν φαινόμενα δυναμικής καταπόνησης του αξονικού συστήματος (μελέτη στρεπτικών ταλαντώσεων - torsional vibration study).

Επιλέγεται αριθμός ίσος με αυτόν του πατρικού. Συνεπώς $Z = 4$.

Ποσοστό ομόρου w

Με βάση εμπειρικές σχέσης της σχετικής βιβλιογραφίας [21, 22 & 23] (Kruger, Hecksher, Troost), υπολογίζεται το ποσοστό ομόρου ως:

- **Kruger:** $w = 0,75 C_B - 0,24 = 0.399$
- **Hecksher:** $w = 0,7 C_P - 0,18 = 0.4206$
- **Troost:** $w = 0,25 + 2,5 (C_B - 0,6)^2 = 0.40876$

Σαν εκτίμηση για το ποσοστό ομόρου λαμβάνεται ο μέσος όρος των τριών παραπάνω τιμών. Συνεπώς **$w = 0.409$**

Συντελεστής μείωσης ώσης t

Με βάση εμπειρικές σχέσης της σχετικής βιβλιογραφίας [21,22 & 23] (S.S.P.A., Hecksher, Danckwardt), υπολογίζεται ο συντελεστής μείωσης ώσης ως:

- **S.S.P.A.:** $t = w (1,57 - C_B (2,3 - 1,5 C_{WL}) / (C_{WL})) = 0.286$
- **Hecksher:** $t = 0,5 C_P - 0,12 = 0.249$
- **Danckwardt:** $t = 0,5 C_B - 0,15 = 0.276$

Σαν εκτίμηση για τον συντελεστής μείωσης ώσης λαμβάνεται ο μέσος όρος των παραπάνω τιμών. Συνεπώς **$t = 0.27$**

Βαθμός απόδοσης αξονικού συστήματος η_s

Η μετάδοση ισχύος από την κύρια μηχανή έως την έλικα του σκάφους γίνεται μέσω του άξονα. Η στήριξη του άξονα σε διάφορα έδρανα κατά το μήκος του και η τριβή που λαμβάνει χώρα σε αυτά, εισάγουν ορισμένες απώλειες στη μετάδοση της ισχύος. Μια ευρέως διαδεδομένη εκτίμηση για το βαθμό απόδοσης του αξονικού συστήματος είναι η παρακάτω:

$$\eta_s = 0.99$$

Βαθμός απόδοσης γάστρας

Ο βαθμός απόδοσης της γάστρας συναρτήσκει του συντελεστή μείωσης ώσης και του ποσοστού ορόρου υπολογίζεται ακολούθως:

$$n_H = \frac{1 - t}{1 - w} = 1.24 \quad (9.1)$$

Ταχύτητα προχώρησης V_A

Η έλικα αντιλαμβάνεται την επερχόμενη ροή με μια ταχύτητα διαφορετική από την ταχύτητα υπηρεσίας. Η ταχύτητα πρόσπτωσης της επερχόμενης ροής, όπως την αντιλαμβάνεται η έλικα, ονομάζεται ταχύτητα προχώρησης V_A και υπολογίζεται ως:

$$V_A = V_s (1 - w) = 4.56 \text{ m/sec} \quad (9.2)$$

Αναπτυσσόμενη ώση έλικας T

Η ώση που καλείται να αναπτύξει η έλικα, με βάση την εκτίμηση που έγινε για την αντίσταση ρυμούλκησης R_T (βλέπε Κεφάλαιο 8), στην ταχύτητα υπηρεσίας και τον συντελεστή μείωσης ώσης, υπολογίζεται σύμφωνα με την παρακάτω σχέση:

$$T = \frac{R_T}{1 - t} = 150\,905.78 \text{ kp} \quad (9.3)$$

Λόγος εκτεταμένης επιφάνειας έλικας A_E / A_0

Με βάση τη σχέση του Keller, υπολογίζεται ο λόγος εκτεταμένης επιφάνειας της έλικας, ως:

$$\frac{A_E}{A_0} = \frac{(1.3 + 0.3 \cdot Z) \cdot T}{(p_0 - p_{v(s.w.15^\circ C)}) \cdot D^2} + k = 0.49 \quad (9.4)$$

Όπου:

- p_0 , είναι η ολική πίεση στο βύθισμα του άξονα και είναι ίση με $p_{atm} + \rho g h$, για p_{atm} ατμοσφαιρική πίεση και h απόσταση του κέντρου του άξονα από την επιφάνεια της θάλασσας.
- $p_{v(s.w.15^\circ C)}$, είναι η πίεση ατμοποίησης του θαλασσινού νερού σε θερμοκρασία $15^\circ C$
- k , είναι μια σταθερά που λαμβάνει τιμές μεταξύ του 0 (για πολεμικά πλοία με πρύμνη άβακος) και 2 (για γρήγορα μονέλικα πλοία). Εμείς θα τον λάβουμε 0,1.

Τα κριτήρια επιλογής τιμής λόγου εκτεταμένης επιφάνειας σχετίζονται με την αύξηση του βαθμού απόδοσης και την μείωση της έκτασης της σπηλαίωσης. Επιλέγεται μια τυποποιημένη τιμή από τις συστηματικές σειρές ελίκων Wageningen-B για τον λόγο εκτεταμένης επιφάνειας:

$$A_E / A_0 = 0.6$$

Βαθμός απόδοσης σχετικής περιστροφής η_R

Για μονέλικά πλοία, ο βαθμός απόδοσης σχετικής περιστροφής υπολογίζεται σύμφωνα με τον παρακάτω τύπο:

$$n_R = 0,9922 - 0,05908 \cdot \frac{A_E}{A_0} + 0,07424 \cdot \left[C_P - 0,0225 \cdot \left(LCB - \frac{L_{BP}}{2} \right) \right] = 1.028 \quad (9.5)$$

Υπολογισμός λοιπών χαρακτηριστικών έλικας

Προκειμένου να επιτευχθεί ο μέγιστος δυνατός βαθμός απόδοσης και αντίστοιχα να ελαχιστοποιηθεί η απορροφημένη, από το αξονικό σύστημα, ισχύς, χρησιμοποιείται ο κώδικας GRID.F95. Από το πλέγμα ισοταχών-ισοβηματικών που εξάγει το πρόγραμμα, επιλέγονται οι παράμετροι σχεδίασης της έλικας που υπολείπονται.

Ο κώδικας εκτελείται με βάση τα παρακάτω δεδομένα:

| Χαρακτηριστικά | |
|---------------------------------|--------|
| D _{PROP} (m) | 7 |
| Z | 4 |
| A _E / A ₀ | 0.6 |
| V _S [kn] | 15 |
| w | 0.409 |
| t | 0.270 |
| R _T [kP] | 110094 |
| n _R | 1.028 |

Πίνακας 9.1.1.1: Στοιχεία εισαγωγής στο πρόγραμμα GRID.F95

Τα αποτελέσματα του GRID.F95 παρουσιάζονται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ . Αξίζει να σημειώσουμε ότι λόγω προβλημάτων σπηλαίωσης (θα δούμε στην συνέχεια πως υπολογίζεται) δεν πήραμε την τιμή P/D που μεγιστοποιεί τον συντελεστή πρόωσης (P.C) και παράλληλα να ελαχιστοποιεί τις απαιτήσεις της έλικας σε ισχύ αλλά πήραμε την αμέσως επόμενη. Έτσι λοιπόν η τιμή P/D που προκύπτει είναι :

$$\frac{P}{D} = 0.9$$

10.1.2 Έλεγχος Σπηλαίωσης

Για τον περιορισμό του φαινομένου της σπηλαίωσης, είναι απαραίτητο να γίνει έλεγχος για το βαθμό στον οποίο αυτό αναπτύσσεται στην παρούσα σχεδίαση της έλικας. Το κριτήριο Burrill, ορίζει ότι ένα αποδεκτό επίπεδο σπηλαίωσης, για αργόπλοια πλοία, είναι η εμφάνιση σπηλαίωσης πίσω όψης μικρότερης του 5%.

Για τον έλεγχο του κριτηρίου είναι απαραίτητο να υπολογισθούν οι αδιάστατοι παράγοντες $\sigma_{0,7R}$ και τ_c συναρτήσει των οποίων μπορεί να υπολογισθεί το ποσοστό σπηλαίωσης πίσω όψης, με βάση το διάγραμμα Burrill. Τα αδιάστατα αυτά μεγέθη είναι ίσα με:

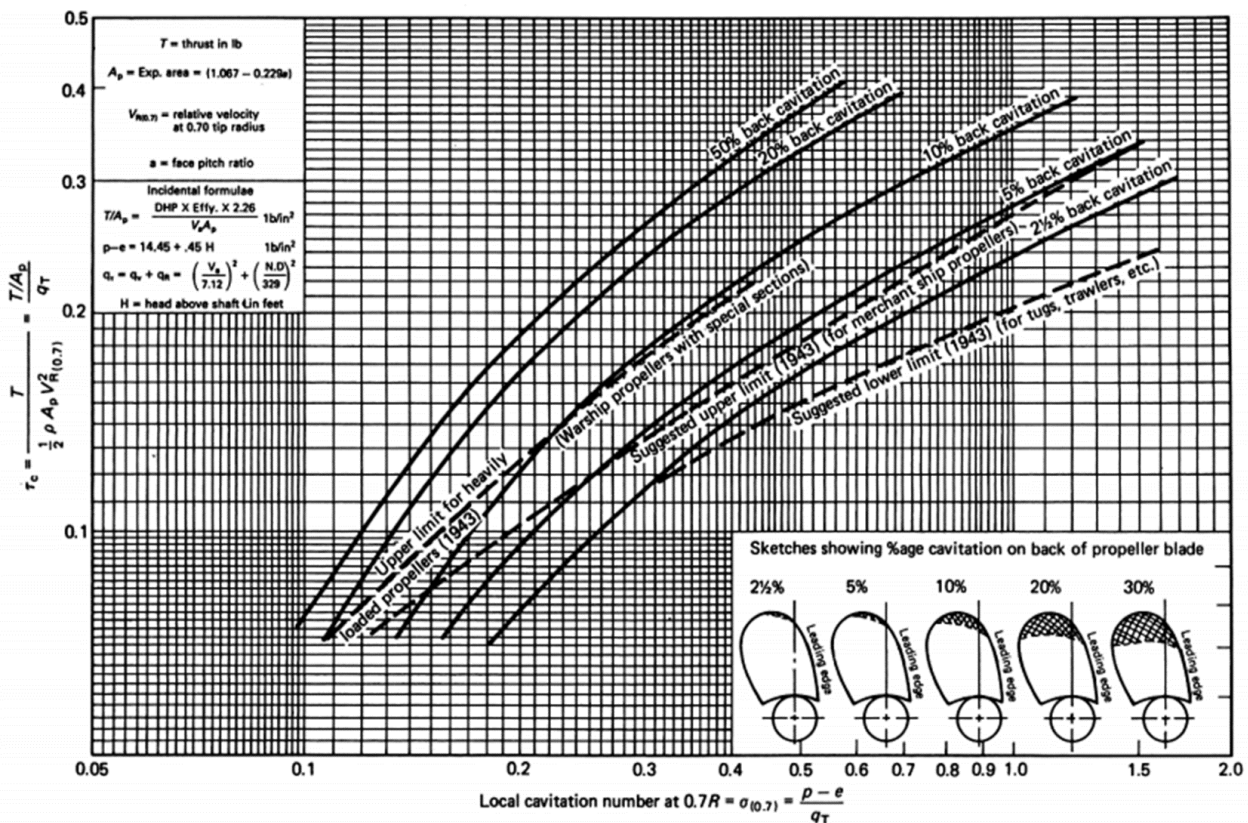
$$\sigma_{0,7R} = \frac{P_0 - P_{v(s.w.15^\circ C)}}{Q_{0,7R}} = 0.56 \quad (9.6)$$

$$\tau_c = \frac{T}{A_p \cdot q_{0,7R}} = 0.216 \quad (9.7)$$

Όπου:

- p_0 , είναι η ολική πίεση στο βύθισμα του άξονα και είναι ίση με $(p_{atm} + \rho g h)$, για p_{atm} ατμοσφαιρική πίεση και h απόσταση του κέντρου του άξονα από την επιφάνεια της θάλασσας,
- $p_{v,(s.w. 15^\circ C)}$, η πίεση ατμοποίησης του θαλασσινού νερού σε θερμοκρασία $15^\circ C$,
- $q_{0,7R} = (1/2) \rho_{s.w.15^\circ C} V_R^2$, όπου $V_R^2 = V_A^2 + (0,7 \pi n D_P)^2$ και n η ταχύτητα περιστροφής της έλικας σε RPS,
- T , είναι η ώση που αναπτύσσει η έλικα στην ταχύτητα υπηρεσίας,
- $A_p \approx A_D (1,067 - 0,229 P / D_P)$, η προβεβλημένη επιφάνεια της έλικας, με την ανεπτυγμένη επιφάνεια A_D της έλικας να θεωρείται ίση με την εκτεταμένη επιφάνεια A_E , δηλαδή $A_D \approx A_E \approx A_0 (A_E / A_0)$.

Με βάση τις παραπάνω τιμές λαμβάνεται από το διάγραμμα Burrill (Διάγραμμα 9.1.2.1) η τιμή για το ποσοστό σπηλαιώσης πίσω όψης μικρότερο του 5%. Κατά συνέπεια, η παρούσα σχεδίαση της έλικας είναι αποδεκτή από άποψη αναπτυσσόμενων επιπέδων σπηλαιώσης.



Διάγραμμα 9.1.2.1: Διάγραμμα Burrill

10.2 Γεωμετρία Έλικας

Η έλικα που επιλέξαμε είναι η Wageningen B4-90. Η σχεδίαση της έλικας με βάση τα στοιχεία που υπολογίστηκαν στο προηγούμενο μέρος, περιλαμβάνει την επιλογή κάποιων γεωμετρικών χαρακτηριστικών τα οποία παρουσιάζονται στα ακόλουθα σχέδια που συνοδεύουν την παρούσα έκθεση:

- Το αναπτυγμένο περίγραμμα των πτερυγίων (Developed Outline),
- Το εκτεταμένο περίγραμμα των πτερυγίων (Expanded Outline),
- Τα προβεβλημένα περιγράμματα των πτερυγίων στα επίπεδα XZ και YZ.

Αναπτυγμένο περίγραμμα πτερυγίου

Το αναπτυγμένο περίγραμμα ενός πτερυγίου κατασκευάζεται τοποθετώντας σε κάθε ακτίνα του πτερυγίου το μήκος της χορδής της πτερυγοτομής, ακολουθώντας ένα τόξο με ακτίνα καμπυλότητας ίση με την ακτίνα καμπυλότητας της ελικοειδούς γραμμής. Ενώνοντας τα άκρα των τόξων σε κάθε ακτίνα, δημιουργείται το αναπτυγμένο περίγραμμα του πτερυγίου.

Εκτεταμένο περίγραμμα πτερυγίου

Το εκτεταμένο περίγραμμα ενός πτερυγίου κατασκευάζεται προβάλλοντας σε κάθε ακτίνα του πτερυγίου το μήκος της χορδής της πτερυγοτομής. Το περίγραμμα δημιουργείται ενώνοντας τα άκρα των χορδών.

Η κατανομή των χορδών (εκτεταμένες χορδές), της απόστασης του χείλους πρόσπτωσης (Leading Edge - LE), της θέσης και της τιμής του μέγιστου πάχους των πτερυγοτομών του κάθε πτερυγίου, δίνονται από αδιάστατες σχέσεις σε πινακοποιημένη μορφή. Για έλικες 4-7 πτερυγίων της σειράς Wageningen-B ισχύουν οι κατανομές που αναγράφονται στον ακόλουθο πίνακα.

| Dimensions of four-, five-, six- and seven-bladed propellers | | | | | |
|--|---------------------------------------|-------|-------|---------------------|--------|
| r/R | $\frac{c}{D} \cdot \frac{Z}{A_E/A_O}$ | a/c | b/c | $t/D = A_r - B_r Z$ | |
| | | | | A_r | B_r |
| 0.2 | 1.662 | 0.617 | 0.350 | 0.0526 | 0.0040 |
| 0.3 | 1.882 | 0.613 | 0.350 | 0.0464 | 0.0035 |
| 0.4 | 2.050 | 0.601 | 0.351 | 0.0402 | 0.0030 |
| 0.5 | 2.152 | 0.586 | 0.355 | 0.0340 | 0.0025 |
| 0.6 | 2.187 | 0.561 | 0.389 | 0.0278 | 0.0020 |
| 0.7 | 2.144 | 0.524 | 0.443 | 0.0216 | 0.0015 |
| 0.8 | 1.970 | 0.463 | 0.479 | 0.0154 | 0.0010 |
| 0.9 | 1.582 | 0.351 | 0.500 | 0.0092 | 0.0005 |
| 1.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0030 | 0.0000 |

Όπου:

A_r, B_r = σταθερές στην εξίσωση του t/D

a = απόσταση μεταξύ του χείλους πρόσπτωσης και της γενέτειρας γραμμής σε κάθε ακτίνα r

b = απόσταση μεταξύ του χείλους πρόσπτωσης και της θέσης του μέγιστου πάχους σε κάθε ακτίνα r

c = μήκος χορδής πτερυγίου σε κάθε ακτίνα r

t = μέγιστο πάχος πτερυγίου σε κάθε ακτίνα r

Με βάση τα πιο πάνω, οι βασικές διαστάσεις της έλικας δίνονται στον Πίνακα 9.2.1 .

| r/R | c [mm] | t _{max} [mm] | P [mm] |
|-----|--------|-----------------------|--------|
| 1.0 | 0 | 21 | 6300 |
| 0.9 | 1582 | 36 | 6300 |
| 0.8 | 1970 | 65 | 6300 |
| 0.7 | 2144 | 95 | 6300 |
| 0.6 | 2187 | 124 | 6300 |
| 0.5 | 2152 | 158 | 3174 |
| 0.4 | 2050 | 183 | 5970 |
| 0.3 | 1882 | 212 | 5640 |
| 0.2 | 1662 | 244 | 5153 |

Πίνακας 9.2.1: Βασικά χαρακτηριστικά της έλικας

Πλήμνη και ελικοφόρος άξονας

Η διάμετρος του ελικοφόρου άξονα, σύμφωνα με τους ενοποιημένους κανονισμούς των νηογνομόνων, εξαρτάται από τη μέγιστη ισχύ που θα κληθεί να μεταδώσει από την κύρια μηχανή καθώς και την αντοχή του υλικού που επιλέγεται για την κατασκευή του άξονα.

$$D_s = 100 \cdot K \cdot \sqrt[2]{\frac{H}{R} \cdot \frac{C_1}{U + C_2}} \text{ [mm]} \quad (9.10)$$

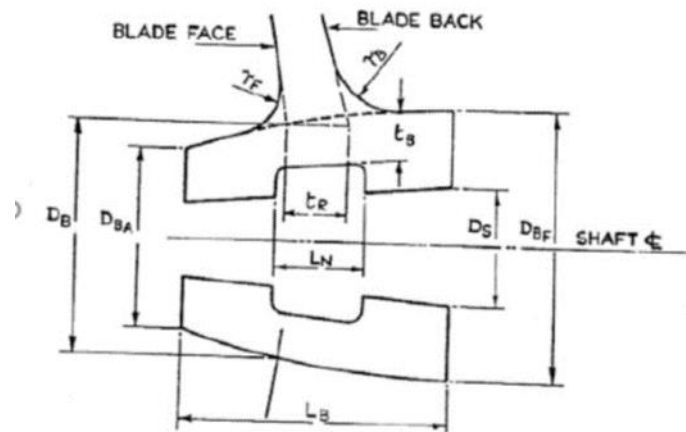
Όπου:

- K, ένας παράγοντας σχεδίασης άξονα, με τιμή 1,22, για ελαιολιπαινόμενα έδρανα και σύνδεση με την έλικα με ψυχρή σύσφιξη,
- H, είναι η μέγιστη συνεχής ισχύς (MCR) της κύριας μηχανής, όπως υπολογίστηκε προηγουμένως στην παρούσα έκθεση,
- R, είναι οι στροφές του άξονα για λειτουργία στο σημείο (MCR) μέγιστης συνεχούς ισχύος σε [RPM],
- C₁ = 560 και C₂ = 160 για μετατροπή των μονάδων στο SI,
- U = 590 [MPa], η τάση μέγιστης αντοχής του υλικού κατασκευής του ελικοφόρου άξονα.

Η διάμετρος της πλήμνης ορίζεται σύμφωνα με τις σημειώσεις του μαθήματος «Υδροδυναμική Σύγχρονων Συστημάτων Πρόωσης Πλοίου», του καθηγητή Γ.Κ. Πολίτη, [23] . Μετά από υπολογισμούς καταλήγουμε στις τιμές που παρουσιάζει ο Πίνακας 9.2.2 . Επίσης στην Εικόνα 9.1 φαίνεται τι αντιπροσωπεύει το κάθε μηκος.

| | |
|--------------|-------|
| D_S [m] | 0.700 |
| D_B [m] | 1.35 |
| D_{BA} [m] | 1.2 |
| D_{BF} [m] | 1.5 |
| L_B [m] | 1.68 |
| L_N [m] | 0.504 |
| t_R [m] | 0.247 |
| t_B [m] | 0.185 |
| r_F [m] | 0.185 |
| r_B [m] | 0.247 |

Πίνακας 9.2.2: Διαστασιολόγηση πλήμνης της έλικας



Εικόνα 9.1: Διαστασιολόγηση πλήμνης της έλικας

Στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Κ' βρίσκεται το σχέδιο της έλικας.

10.3 Επιλογή Κύριας Μηχανής

Έχοντας υπολογίσει, σε προηγούμενα κεφάλαια αυτής της έκθεσης, την ισχύ που πρέπει να απορροφήσει η έλικα προκειμένου να παράγει την επιθυμητή ώση, είναι απαραίτητο να επιλεγεί η κύρια μηχανή του υπό μελέτη σκάφους ανάμεσα στις ήδη υπάρχουσες λύσεις πρόωσης της αγοράς. Προκειμένου να επιτυγχάνονται όλες οι καταστάσεις λειτουργίας του σκάφους ακόμα και σε βάθος χρόνου, θα πρέπει να υπολογιστεί η ισχύς που πρέπει να απορροφήσει η έλικα, προκειμένου να παράξει ώση, ικανή να υπερνικήσει την αυξημένη αντίσταση της γάστρας λόγω ρύπανσης (Fouled Hull) και την ακόμα πιο μεγάλη αντίσταση που θα εμφανισθεί σε περίπτωση δυσμενών καιρικών συνθηκών και ρυπασμένης γάστρας ταυτόχρονα. Η προσαύξηση της αντίστασης για την περίπτωση της ρυπασμένης γάστρας εκτιμάται ότι είναι ίση με 20%, ενώ αντίστοιχα η προσαύξηση της αντίστασης για το συνδυασμό ρύπανσης και δυσμενών καιρικών συνθηκών εκτιμάται στο 40%. Για τον υπολογισμό της ισχύος που πρέπει να απορροφήσει η έλικα για να υπερνικήσει την αυξημένη αντίσταση, είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθεί ο κώδικας GRID.F95 για τα παραπάνω δεδομένα. Ο παρακάτω πίνακας συνοψίζει τα αποτελέσματα του κώδικα για ένα εύρος ταχυτήτων:

| Clean Hull | | | | Fouled Hull (+20%) | | | | Fouled Hull & Weather (+40%) | | | |
|-------------|-------------|--------------|-----------------|--------------------|-------------|----------------|-----------------|------------------------------|--------------|--------------|----------------|
| V (kn) | N (rpm) | SHP (PS) | SHP (kW) | V (kn) | N (rpm) | SHP (PS) | SHP (kW) | V (kn) | N (rpm) | SHP (PS) | SHP (kW) |
| 11.0 | 68.1 | 7669.2 | 5640.689 | 11 | 73 | 9781.1 | 7 194.0 | 11 | 77.5 | 12043 | 8857.6 |
| 12.0 | 74.0 | 9818.2 | 7221.276 | 12 | 79.3 | 12519.5 | 9 208.1 | 12 | 84.2 | 15412.6 | 11336.0 |
| 13.0 | 79.5 | 12106.1 | 8904.024 | 13 | 85.2 | 15430.6 | 11 349.2 | 13 | 90.4 | 18990.2 | 13967.3 |
| 14.0 | 85.7 | 15165.9 | 11154.5 | 14 | 91.8 | 19331.5 | 14 218.3 | 14 | 97.5 | 23791.9 | 17498.9 |
| 15.0 | 92.7 | 19314 | 14205.43 | 15 | 99.4 | 24630.2 | 18 115.5 | 15 | 105.5 | 30324 | 22303.3 |
| 16.0 | 98.3 | 22941.3 | 16873.3 | 16 | 105.3 | 29247.7 | 21 511.7 | 16 | 111.8 | 36001 | 26478.7 |

Πίνακας 9.3.1: Αντίσταση και ισχύς έλικας για προσαυξημένη αντίσταση

Η επιθυμητή ταχύτητα υπηρεσίας είναι ίση με $V_s = 15$ kn και με βάση τον παραπάνω πίνακα, αντιστοιχεί σε ένα εύρος ισχύος από 14 205.43 kW έως 22 303.3 kW και στροφών από 92.7 RPM έως 105.5 RPM.

Με βάση τα πιο πάνω αποτελέσματα επιλέγουμε την μηχανή **MAN B&W S60ME – C10.7 T-III με 8** κυλίνδρους [25].

| | R1 | R2 | R3 | R4 |
|----------------|----------|---------------|--------|--------|
| speed [rpm] | 105 | 105 | 82 | 82 |
| power/cyl | 2 490 | 1 880 | 1 950 | 1 470 |
| power [kW] | 19 920 | 15 040 | 15 600 | 11 760 |
| Hull Condition | Clean | Fouled (+20%) | | |
| speed [rpm] | 92.7 | 99.4 | | |
| Power [PS] | 19 314 | 24 630 | | |
| Power [kW] | 14 205.4 | 18 115.5 | | |

Πίνακας 9.3.2: Χαρακτηριστικά κύριας μηχανής

Στη συνέχεια γίνεται η σχεδίαση του Διαγράμματος Φόρτισης (Loading Diagram) του κινητήρα που επιλέχθηκε, σε συνδυασμό με τις τρεις χαρακτηριστικές αντίστασης, που αντιστοιχούν στις τρεις καταστάσεις πλεύσης που έχουν εξεταστεί. Ο κινητήρας έχει ρυθμισθεί έτσι ώστε το MCR να βρίσκεται στο σημείο ισχύος-στροφών που αντιστοιχεί στην ταχύτητα υπηρεσίας για κατάσταση ρυπασμένης γάστρας.

Όλες οι γράφηκες και τα χαρακτηριστικά της μηχανής που αφορούν αυτό το κεφάλαιο βρίσκονται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Μ' .

Όσον αφορά την ταχύτητα πλεύσης του πλοίου υπολογίζεται από τα σημεία λειτουργίας που αποτελούν την τομή των τριών χαρακτηριστικών αντίστασης του πλοίου, που αντιστοιχούν στις τρεις καταστάσεις πλεύσης που έχουν εξεταστεί, με το διάγραμμα φόρτισης του κινητήρα. Από τα σημεία τομής του διαγράμματος φόρτισης, λαμβάνεται η τιμή των στροφών που αντιστοιχεί σε αυτά τα σημεία. Στη συνέχεια για αυτές τις τιμές στροφών, από το διάγραμμα ταχύτητας πλεύσης και στροφών περιστροφής της έλικας, υπολογίζεται η ζητούμενη ταχύτητα πλεύσης του πλοίου για τις τρεις καταστάσεις αντίστασης που έχουν εξεταστεί.

10.4 Επιλογή Ηλεκτρογεννητριών

Όπως και στο Πατρικό, έτσι και στο υπό σχεδίαση πλοίο, επιλέχθηκε η τοποθέτηση τριών (3) ηλεκτρογεννητριών. Αυτό γίνεται λόγω των κανονισμών [26], οι οποίοι ορίζουν ότι πρέπει να υπάρχουν τουλάχιστον δυο (2) κύρια ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη. Ο λόγος που εμείς επιλέγουμε να βάλουμε τρεις, εκτός από αυτούς που αναφέραμε πιο πάνω είναι, σε περίπτωση συντήρησης ή βλάβης κάποιας ηλεκτρογεννήτριας να μπορεί το πλοίο να συνεχίσει την λειτουργία του με τις υπόλοιπες χωρίς να χρειαστεί να σταματήσει. Εκτός από τις κύριες ηλεκτρογεννήτριες, θα τοποθετηθεί και μια ηλεκτρογεννήτρια εκτός του μηχανοστασίου που να μπορεί να καλύψει μέρος των αναγκών του πλοίου (ηλεκτρογεννήτρια εκτάκτου ανάγκης ή εφεδρική). Η ηλεκτρογεννήτρια εκτάκτου ανάγκης, σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς, βρίσκεται εκτός του μηχανοστασίου, πάνω από το ανώτερο συνεχές κατάστρωμα. Αυτό γίνεται έτσι ώστε σε περίπτωση κατάκλισης του μηχανοστασίου, να είναι εφικτή η τροφοδότηση ενέργειας για τις βασικές ανάγκες, έως ότου επέλθει βοήθεια. Στο ηλεκτρικό φορτίο των ηλεκτρογεννητριών θα γίνει προσαύξηση 22.5%, προκειμένου να ληφθούν υπόψη τυχών διακυμάνσεις φορτίου. Επίσης η ισχύς της ηλεκτρογεννήτριας εκτάκτου ανάγκης, θεωρείται ίση με τη μισή ισχύ των κύριων ηλεκτρογεννητριών. Πιο κάτω βρίσκεται ο εμπειρικός τύπος υπολογισμού της ισχύς που απαιτείται για κάθε μια κύρια ηλεκτρογεννήτρια (Σχέση 9.11).

$$P_{Gen} = (100 + 0.55 \times MCR^{0.7}) \times \frac{122.5}{100} \quad [kW] \quad (9.11)$$

$$\Rightarrow P_{Gen} = 663.4 \quad [kW]$$

Με βάση τα πιο πάνω επιλέγουμε τις ηλεκτρογεννήτριες (x3) : **mtu 12V1600 DS750** [27]

Όσον αφορά την ηλεκτρογεννήτρια εκτάκτου ανάγκης, όπως έχουμε πει και πιο πάνω, θα πρέπει να έχει ονομαστική ισχύ ίση με το μισό τις ονομαστικής ισχύς της κύριας ηλεκτρογεννήτριας η οποία είναι 750 [kw]. Επομένως η ονομαστική ισχύς που θα πρέπει να καλύπτει είναι 375 [kW]. Έτσι καταλήγουμε στην ηλεκτρογεννήτρια **6R0225 DS400** [28].

Η επιλογή των ηλεκτρογεννητριών έγινε μέσα από το site της MTU [29].

Όλες οι πληροφορίες για τις ηλεκτρογεννήτριες βρίσκονται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ν' .

11. Επιλογή και Διαστασιολόγηση Πηδαλίου

Το κεφάλαιο αυτό έχει ως αντικείμενο τη διαστασιολόγηση και τη ζυγοστάθμιση του πηδαλίου και τέλος την επιλογή του μηχανισμού πηδαλίου.

11.1 Επιλογή διαστάσεων πηδαλίου

Επιφάνεια Πηδαλίου A_R

Για την εκτίμηση της επιφάνειας του πηδαλίου, χρησιμοποιείται η σχέση που προτείνει ο Νορβηγικός Νηογνώμονας (DNV) ως ελάχιστο όριο, για πηδάλια που τοποθετούνται αμέσως πίσω (πρύμνηθεν) από την έλικα:

$$A_{Rmin} = \left[1 + 25 \cdot \left(\frac{B}{L_{BP}} \right)^2 \right] \cdot \left(\frac{T_D \cdot L_{BP}}{100} \right) [m^2] \quad (10.1)$$

Όπου:

- B, το πλάτος του σκάφους,
- T_D , το βύθισμα σχεδίασης,
- L_{BP} , το μήκος μεταξύ καθέτων.

Σύμφωνα με όλα τα παραπάνω, η ελάχιστη τιμή που λαμβάνεται για την επιφάνεια του πηδαλίου είναι ίση με:

$$A_{Rmin} = 56.63 [m^2]$$

Επιπρόσθετα, προκειμένου να υπάρχει κάποια σύνδεση της επιφάνειας του πηδαλίου με την ποιότητα των ελικτικών ικανοτήτων του πλοίου, έχουν προταθεί τα παρακάτω όρια για το μέγεθος της επιφάνειας του πηδαλίου:

- Άνω όριο: $(L T) * 0,019 = 60.76 [m^2]$
- Κάτω όριο: $(L T) * 0,016 = 51.19 [m^2]$

Κατά συνέπεια επιλέγεται τιμή για την επιφάνεια του πηδαλίου η οποία είναι μέσα στα όρια και είναι εφικτή η σχεδίαση της :

$$A_R = 57 [m^2]$$

Άνοιγμα Πηδαλίου b (span)

Το άνοιγμα του πηδαλίου, κατά την κατακόρυφη διεύθυνση, περιορίζεται μοναχά από το κατώτατο άκρο των νομέων του πλοίου σε αυτή τη διαμήκη τοποθεσία. Η διάσταση που επιλέγεται είναι:

$$b = 9.0 [m]$$

Χορδή Πηδαλίου C_R

Η χορδή του πηδαλίου C_R , στο μέγιστο όριό της, λαμβάνεται ίση με:

$$C_R = 7.25 [m]$$

Λόγος Επιμήκους Πηδαλίου A.R.

Λόγος επιμήκους (Aspect Ratio) ονομάζεται ο λόγος του τετραγώνου του ανοίγματος προς την επιφάνεια του:

$$A.R. = b^2 / A_R = 1.421 \quad (10.2)$$

11.2 Ζυγοστάθμιση Πηδαλίου

Επιλογή Υδροτομής Πηδαλίου

Το πηδάλιο του πλοίου είναι μια συμμετρική υδροτομή. Από το εύρος των διαθέσιμων υδροτομών επιλέγεται μια αεροτομή της NACA και συγκεκριμένα η NACA 0015. Το όνομα της υδροτομής υποδηλώνει ότι το μέγιστο πάχος της υδροτομής t_{max} είναι ίσο με το 15% της μέγιστης χορδής του πηδαλίου. Κατά συνέπεια:

$$t_{max} = 0,15 C_R = 1.305 [m]$$

Για να πέτυχουμε ζυγοστάθμιση πηδαλίου πρέπει να βρεθεί η θέση του άξονα του , τέτοια ώστε η ροπή που αναπτύσσεται σε αυτόν να είναι μηδενική. Για τη μείωση της στρεπτικής ροπής στον άξονα του πηδαλίου, αυτός θα πρέπει να τοποθετηθεί κοντά στην διαμήκη θέση του κέντρου πίεσης του πηδαλίου.

Για τον υπολογισμό της απόστασης του κέντρου πίεσης από το χείλος πρόσπτωσης της υδροτομής σε κάθε γωνία εκτροπής, είναι απαραίτητο να υπολογιστούν ορισμένα από τα στοιχεία της ροής.

Για τον υπολογισμό των αδιάστατων υδροδυναμικών χαρακτηριστικών C_L , C_D , $C_m(c/4)$ και C_{PLE} των υδροτομών του πηδαλίου χρησιμοποιούνται οι ακόλουθοι εμπειρικοί τύποι:

- Ο συντελεστής C_L δίνεται από τη σχέση:

$$C_L = \left(\frac{\partial C_L}{\partial \alpha} \right)_{\alpha=0} \cdot \alpha + \frac{C_{DC}}{A.R.} \cdot \left(\frac{\alpha}{57,3} \right)^2 \quad (10.3)$$

Όπου,

- α , η γωνία πρόσπτωσης της ροής σε μοίρες,
- C_{DC} , ο συντελεστής αντίστασης εξαιτίας της ροής στα άκρα, δίνεται από το *Διάγραμμα 1* συναρτήσεως του λόγου C_T / C_R (θεωρείται ίσος με μονάδα) και του σχήματος των άκρων,
- $A.R.$ ο ενεργός λόγος επιμήκους,
- $\left(\frac{\partial C_L}{\partial \alpha} \right)_{\alpha=0}$ η κλίση της καμπύλης του συντελεστή άνωσης συναρτήσεως της γωνίας πρόσπτωσης α , για $\alpha=0$, που δίνεται από τη σχέση:

$$\left(\frac{\partial C_L}{\partial \alpha} \right)_{\alpha=0} = \frac{0,9 \cdot 2 \cdot \pi \cdot A.R.}{57,3 \cdot \left[\cos \Lambda \cdot \sqrt{\left(\frac{A.R.^2}{\cos^4 \Lambda} + 4 \right)} + 1,8 \right]} \quad (10.4)$$

όπου: $\Lambda = 0^\circ$ για ορθογώνιο πηδάλιο είναι η γωνία που σχηματίζει η ευθεία του 1/4 της χορδής με τον άξονα του πηδαλίου

Λόγω της παρουσίας της γάστρας μπροστά από το πηδάλιο και της λειτουργία του στον ομόρρου του πλοίου, η γωνία πρόσπτωσης της ροής που αντιλαμβάνεται το πηδάλιο δεν είναι η γωνία εκτροπής, αλλά λίγο μειωμένη και για συνήθεις μορφές πλοίων θεωρείται ότι είναι τα 5/7 της γωνίας εκτροπής, δηλαδή:

$$\alpha = (5 / 7) \delta_R$$

Επίσης, λόγω της παρουσίας της γάστρας μπροστά από το πηδάλιο και της λειτουργία του στον ομόρρου του πλοίου, ο ενεργός λόγος επιμήκους του πηδαλίου μεταβάλλεται σε σχέση με το γεωμετρικό. Για τα πηδάλια όπου το κενό με τη γάστρα είναι σχετικά μικρό στη μηδενική γωνία εκτροπής και μεγάλο στη μέγιστη, ο υπολογισμός του ενεργού λόγου επιμήκους γίνεται σύμφωνα με τη σχέση:

$$A.R. = \left(2 - \frac{\alpha}{\alpha_{\max}}\right) \cdot A.R.G \quad (10.5)$$

- Ο **συντελεστής αντίστασης C_D** δίνεται από τη σχέση:

$$C_D = C_{d0} + \frac{C_L^2}{\pi \cdot A.R.} \quad (10.6)$$

Όπου, C_{d0} = ελάχιστος συντελεστής αντίστασης διατομής, με $C_{d0} = 0,0065$ για υδροτομές NACA 0015

- Ο **συντελεστής ροπής $C_{m(c/4)}$** γύρω από το 1/4 της χορδής δίνεται από τη σχέση:

$$C_{m(c/4)} = \left[0,25 - \left(\frac{\partial C_m}{\partial C_L}\right)_{C_L=0}\right] \cdot a \cdot \left(\frac{\partial C_m}{\partial \alpha}\right)_{\alpha=0} - \frac{1}{2} \cdot \frac{C_{Dc}}{A.R.} \cdot \left(\frac{\alpha}{57,3}\right)^2 \quad (10.7)$$

- Η **απόσταση του κέντρου πίεσης από το χείλος πρόσπτωσης CP_C** δίνεται από τη σχέση:

$$CP_C = \left(0,25 - \frac{C_{m(c/4)}}{C_N}\right) \cdot \bar{c} \quad (10.8)$$

Όπου $C_N = C_L \cdot \cos \alpha + C_D \cdot \sin \alpha$

- Η **απόσταση του κέντρου πίεσης από τη ρίζα του πηδαλίου CP_s** δίνεται από τη σχέση:

$$CP_s = \left(\frac{4}{3 \cdot \pi}\right) \cdot \bar{b} \quad (10.9)$$

Στον Πίνακα 10.2.1 συνοψίζονται τα αποτελέσματα για τις δυο γωνίες εκτροπής, των 10° και 15°.

| Ζυγοστάθμιση Πηδαλίου | | | |
|---|--|--------|--------|
| Γωνία εκτροπής | δ_R (deg) | 10 | 15 |
| Γωνία πρόσπτωσης | α (deg) | 7.143 | 10.714 |
| Ενεργός λόγος επιμήκους | A.R. | 2.436 | 2.233 |
| Κλίση της καμπύλης CL-α για $\alpha=0$ | $(\theta C_L/\theta_\alpha) _{(\alpha=0)}$ | 0.049 | 0.046 |
| Συντελεστής αντίστασης εξαιτίας της ροής στα άκρα | C_{DC} | 0.8 | 0.8 |
| Συντελεστής άνωσης | C_L | 0.352 | 0.505 |
| Συντελεστή αντίστασης | C_{do} | 0.0065 | 0.0065 |
| | C_D | 0.023 | 0.043 |
| Συντελεστής κάθετης δύναμης | C_N | 0.352 | 0.504 |
| Συντελεστής ροπής γύρω από το $c/4$ | $(\theta C_m/\theta C_L) _{(Cl=0)}$ | 0.190 | 0.185 |
| | $C_{m(c/4)}$ | 0.018 | 0.026 |
| Απόσταση κέντρου πίεσης από το χείλος πρόσπτωσης | CP_c | 2.188 | 2.180 |
| Απόσταση κέντρου πίεσης από τη ρίζα του πηδαλίου | CP_s | 1.910 | 1.910 |

Πίνακας 10.2.1: Αποτελέσματα ζυγοστάθμισης

Με βάση τα αποτελέσματα του πίνακα, η θέση του άξονα του πηδαλίου, επιλέγεται ο μέσος όρος των δυο γωνιών εκτροπής. Δηλαδή θα είναι 2.184 μέτρα από το χείλος πρόσπτωσης.

11.3 Επιλογή μηχανισμού και άξονα περιστροφής πηδαλίου

Σε αυτή τη φάση της σχεδίασης του συστήματος του πηδαλίου, πρέπει να γίνει η επιλογή του μηχανισμού περιστροφής του πηδαλίου, καθώς και η διαστασιολόγηση του άξονα του πηδαλίου. Για αυτό, είναι απαραίτητο να υπολογιστούν οι απαιτήσεις του μηχανισμού, καθώς και τα φορτία τα οποία θα κληθεί να υποστηρίξει ο άξονας.

Σύμφωνα με τους κανονισμούς των νηογνωμόνων, ο μηχανισμός περιστροφής του πηδαλίου πρέπει να είναι ικανός να κινεί το πηδάλιο από τις -35° στις $+35^\circ$. Επίσης, η ονομαστική ροπή του μηχανισμού περιστροφής του πηδαλίου δε πρέπει να είναι μικρότερη από τη ροπή σχεδίασης του, όπως ορίζεται από τους κανονισμούς για πηδάλια με σταθερό μέρος.

Για τον υπολογισμό της ροπής σχεδίασης του πηδαλίου απαιτείται πρώτα ο υπολογισμός της δύναμης σχεδίασης που ασκείται στο πηδάλιο, η οποία ορίζεται από τους κανονισμούς των νηογνωμόνων, και για πηδάλιο με σταθερό τμήμα δίνεται από τη σχέση:

$$\begin{cases} C_{R1} = C_R \cdot \frac{A_1}{A} \\ C_{R2} = C_R \cdot \frac{A_2}{A} \end{cases} \quad [\text{kN}] \quad (10.10)$$

Όπου:

A_1 = επιφάνεια του πηδαλίου όπως ορίζεται στο [Διάγραμμα 10.3.1](#)

A_2 = επιφάνεια του πηδαλίου όπως ορίζεται στο [Διάγραμμα 10.3.1](#)

A = συνολική επιφάνεια του πηδαλίου όπως ορίζεται στο [Διάγραμμα 10.3.1](#)

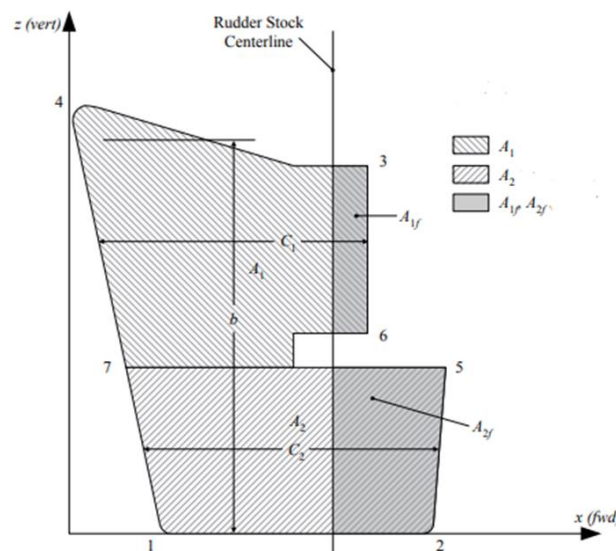
C_R = δύναμη σχεδίασης πηδαλίου χωρίς σταθερό τμήμα.

Η δύναμη σχεδίασης C_R , υπολογίζεται από την σχέση:

$$C_R = n \cdot k_R \cdot k_c \cdot k_l \cdot A \cdot V_R^2 \text{ [kN]} \quad (10.11)$$

Όπου:

- $n = 0,132$ για υπολογισμό της δύναμης σε [kN],
- k_R , συντελεστής όχι μεγαλύτερος του 1,33, συνάρτηση της επιφάνειας του πηδαλίου και του σταθερού τμήματος που βρίσκεται εντός των ορίων της επέκτασης του προφίλ του πηδαλίου και του ανοίγματος του πηδαλίου,
- $k_c = 1,1$ για πρόσω πορεία, ή $k_c = 0,8$ για πορεία όπισθεν, συντελεστής για μορφές υδροτομών πηδαλίου τύπου NACA και συνηθισμένα πηδάλια,
- $k_l = 1,15$ συντελεστής ανάλογα με τη διαμόρφωση προπέλας πηδαλίου,
- $V_R = 15$ [kn] η ταχύτητα του πλοίου για πορεία πρόσω, ή $V_R = 7.5$ [kn] η ταχύτητα του πλοίου για πορεία όπισθεν.



Διάγραμμα 10.3.1: Χαρακτηριστικές διαστάσεις πηδαλίου

Τα αποτελέσματα σύμφωνα με τα πιο πάνω είναι:

Ahead: $C_R = 2313.8$ [kN]

Astern: $C_R = 420.7$ [kN]

Η ροπή σχεδίασης του πηδαλίου, όπως ορίζεται από τους κανονισμούς για πηδάλια με σταθερό μέρος, δίνεται από τη σχέση:

$$Q_R = C_{R1} \cdot r_1 + C_{R2} \cdot r_2 \text{ [kNm]} \quad (10.12)$$

Για πορεία πρόσω όμως, δε πρέπει να λαμβάνεται μικρότερη από την τιμή που δίνεται από τη σχέση:

$$Q_{Rmin} = 0,1 \cdot C_R \cdot \frac{(A_1 \cdot c_1 + A_2 \cdot c_2)}{A} \text{ [kNm]} \quad (10.13)$$

Όπου

- $r_1 = c_1 (\alpha - \kappa_1)$
- $r_2 = c_2 (\alpha - \kappa_2)$
- c_1 και c_2 οι μέσες χορδές του πηδαλίου στις περιοχές και, αντίστοιχα, όπως ορίζονται στο [Διάγραμμα 10.3.1](#)
- $\alpha = 0.25$ για πρόσω πορεία, ή 0.55 , για πορεία όπισθεν, συντελεστής ανάλογα με τη θέση του πηδαλίου,
- $\kappa_1 = A_{1f} / A_1$ και $\kappa_2 = A_{2f} / A_2$ επιφάνειες όπως ορίζονται στο [Διάγραμμα 10.3.1](#)

Η μέγιστη τιμή της ροπής σχεδίασης του πηδαλίου, είναι για πορεία πρόσω και είναι ίση με:

$$Q_{Rmin} < Q_R = 1\,879.7 \text{ [kNm]}$$

Με βάση αυτή την τιμή, θα γίνει και η επιλογή του μηχανισμού περιστροφής του πηδαλίου. Από τις διαθέσιμες πληροφορίες για τις σχετικές εφαρμογές του εμπορίου, επιλέγεται ο **Ram Type POSEIDON 2000** της εταιρείας **HATLAPA** [30]. Τα κύρια χαρακτηριστικά βρίσκονται στον [Πίνακα 10.3.1](#).

| Hatlapa Poseidon 2000 | | |
|---------------------------|------|--------|
| Working torque at 35° | 2130 | [kNm] |
| Max rudder stock Diameter | 550 | [mm] |
| Length | 4700 | L [mm] |
| Width | 2750 | B [mm] |
| Height | 1730 | H [mm] |
| El. Motor output | 2x96 | [kW] |
| Oil charge (approx.) | 400 | [ltr] |
| Weight (approx.) | 17 | [t] |

Πίνακας 10.3.1: Ram Type Poseidon 2000

Όσον αφορά τον σχεδιασμό του πηδαλίου, αυτός βρίσκεται στο ΠΑΡΤΗΜΑ Λ' και σχεδιαστικε σύμφωνα με τις τιμές που υπολογίστικαν πιο πάνω.

12. Προϋπολογισμός Κόστους

12.1 Κόστος Κτήσεως Πλοίου

Το κόστος κτήσεως του σκάφους θα αναλυθεί με βάση το τμήμα του σκάφους που εξετάζεται (μεταλλική κατασκευή, χώρος ενδιαίτησης, κλπ.). Οι υπολογισμοί θα γίνουν με βάση το βιβλίο "Μελέτη Πλοίου" [6].

12.1.1 Κόστος Μεταλλικής Κατασκευής

Η απόκτηση των πρώτων υλών για την μεταλλική κατασκευή του πλοίου, με βάση τις τρέχουσες τιμές της αγοράς για ελάσματα χάλυβα (<https://www.techopedia.com/investing/steal-price-forecast>) και θα κοστίσει 740 \$/t.

Το βάρος της μεταλλικής κατασκευής ανέρχεται σε 17 936.2 t και αν συνυπολογίσουμε ότι η κατασκευή του πλοίου είναι μια διαδικασία με φύρα της τάξης του 12,5% του συνολικού βάρους, προκύπτει ότι το συνολικό βάρος που θα χρεωθεί είναι ίσο με:

$$W_{ST} = 1.125 \cdot 17\,936.2 = \mathbf{20\,178.225 [t]}$$

Το παραπάνω αντιστοιχεί σε ένα κόστος υλικών ίσο με:

$$CM = W_{ST} \cdot 740 = \mathbf{\$ 14\,931\,886.5}$$

Αντίστοιχα, το κόστος της εργασίας που απαιτείται για την κατασκευή είναι συνάρτηση του συνόλου των απαιτούμενων ωρών εργασίας και του μέσου κόστους της εργασίας.

Οι ανθρωπόωρες που χρειάζονται για την ολοκλήρωση της μεταλλικής κατασκευής ενός Bulk Carrier μπορούν να εκτιμηθούν από τη σχέση Johnson-Rumple:

$$MHR = 141.2 \cdot W_{ST}^{0.9} = \mathbf{951\,025.34 hr}$$

Το μέσο κόστος της εργασίας εκτιμάται ότι αγγίζει τα \$50 ανά ώρα και κατά συνέπεια το συνολικό κόστος της εργασίας για την ολοκλήρωση της μεταλλικής κατασκευής του πλοίου είναι ίσο με:

$$CW = MHR \cdot 50 = \mathbf{\$ 28\,530\,760.33}$$

12.1.2 Κόστος Ενδιαίτησης και Εξοπλισμού

Με αντίστοιχο τρόπο, υπολογίζεται και το κόστος κατασκευής των χώρων ενδιαίτησης και του ανάλογου εξοπλισμού. Το βάρος αυτής της ομάδας είναι ίσο με:

$$W_{OT} = \mathbf{1\,461.73 [t]}$$

Μια καλή προσέγγιση για το κόστος των υλικών της εν λόγω ομάδας βαρών δίνεται από τον ακόλουθο τύπο:

$$CM = WOT^{0.95} \cdot 5000 = \$ 5\,076\,843.86$$

Με βάση στοιχεία του παρελθόντος, προκύπτει το εμπειρικό συμπέρασμα ότι το κόστος των υλικών αποτελεί το 82% του συνολικού κόστους. Κατά συνέπεια το κόστος της εργασίας που απαιτείται θα είναι ίσο με:

$$CW = (CM / 0,82) - CM = \$ 1\,114\,429.14$$

12.1.3 Κόστος Μηχανολογικής Εγκατάστασης

Για τον υπολογισμό του κόστους της μηχανολογικής εγκατάστασης, μια καλή εκτίμηση δίδεται από την ισχύ της κύριας μηχανής του πλοίου και των γεννητριών. Συγκεκριμένα, η τιμή, ανά kW, μίας σύγχρονης μηχανής εκτιμάται ότι ανέρχεται στα 550 ~ 650 \$ (\$600 κατά μέσο όρο). Για τον υπολογισμό του κόστους των υλικών του συνόλου της μηχανολογικής εγκατάστασης, συμπεριλαμβανομένων βοηθητικών και άλλων συστημάτων (αντλίες, έδρανα, άξονας κλπ.) γίνεται μια προσαύξηση του παραπάνω κόστους κατά 20%. Συνολικά το κόστος των υλικών είναι ίσο με:

$$CM = 1.2 \cdot (PSHP + PG) \cdot 600 = \$ 15\,960\,823.38$$

Με βάση στοιχεία του παρελθόντος, προκύπτει το εμπειρικό συμπέρασμα ότι το κόστος των υλικών αποτελεί το 88% του συνολικού κόστους. Κατά συνέπεια το κόστος της εργασίας που απαιτείται θα είναι ίσο με:

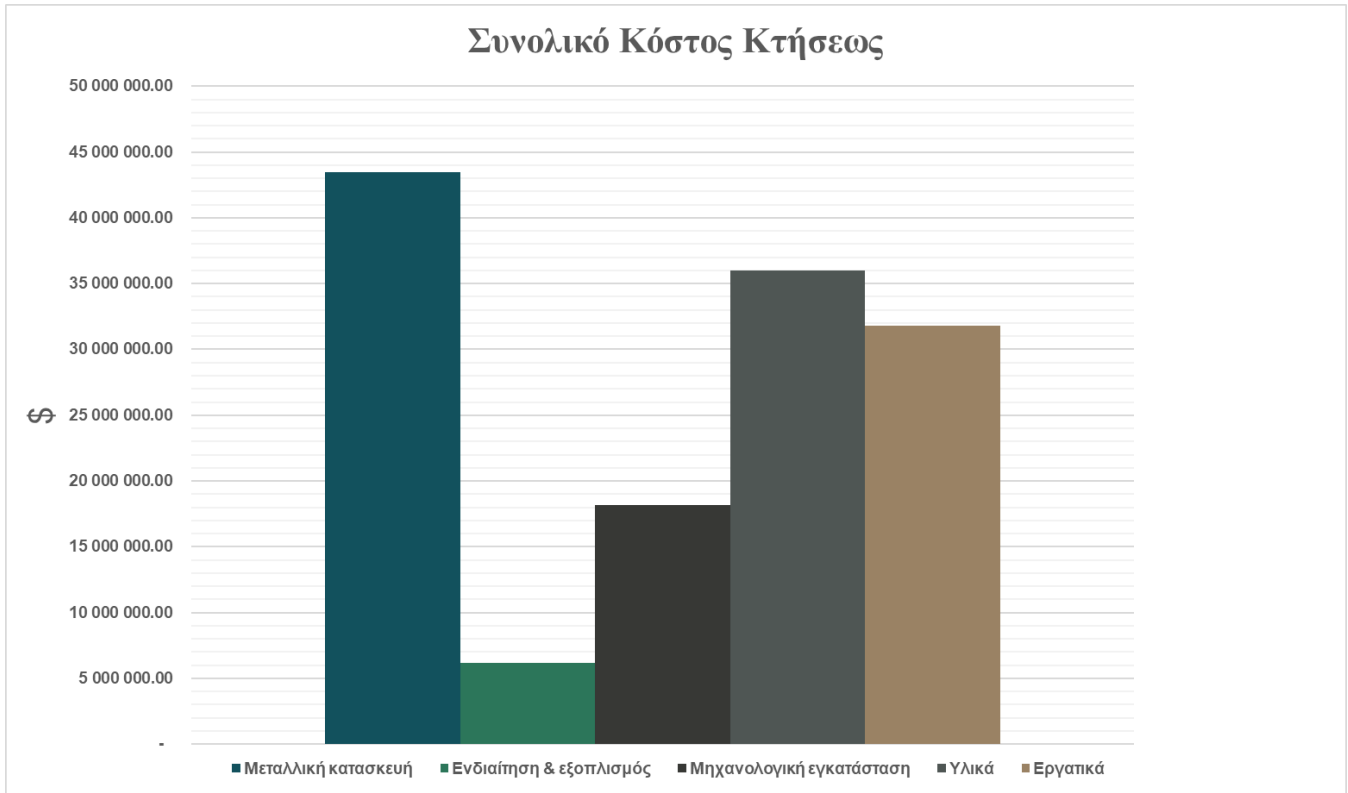
$$CW = (CM / 0,88) - CM = \$ 2\,176\,475.92$$

12.1.4 Συνολικό Κόστος Κτήσεως

Με βάση τα αποτελέσματα που έχουν προκύψει, φαίνεται στον *Πίνακα 11.1.1* και στο *Διάγραμμα 11.1.1* το συνολικό κόστος κτήσεως.

| Συνολικό κόστος κτήσεως | | | |
|--------------------------------|----------------------|---------------|------------|
| | \$ | % | per ton/Kw |
| Μεταλλική κατασκευή | 43 462 646.83 | 64.42 | 2240.58 |
| Ενδιαίτηση & εξοπλισμός | 6 191 273.00 | 9.18 | 319.17 |
| Μηχανολογική εγκατάσταση | 17 813 318.70 | 26.40 | 818.18 |
| Υλικά | 35 684 450.82 | 52.89 | - |
| Εργατικά | 31 782 787.72 | 47.11 | - |
| Συνολικό Κόστος Κτήσεως | 67 467 238.53 | 100.00 | - |

Πίνακας 11.1.1: Συνολικό κόστος κτήσεως



Διάγραμμα 11.1.1: Συνολικό κόστος κτήσεως

12.2 Κόστος Εκμετάλλευσης Πλοίου

Για τη συνεχή εκμετάλλευση του πλοίου, είναι απαραίτητη η κάλυψη του αντίστοιχου κόστους το οποίο μπορεί να αναλυθεί στις παρακάτω ομάδες:

- Κόστος αναλωσίμων:
 - Heavy Fuel Oil
 - Diesel Oil
 - Fresh Water
 - Τροφοδοσίας
- Κόστος μισθοδοσίας,
- Κόστος συντήρησης και επισκευών,
- Κόστος ασφάλισης,
- Λιμενικά έξοδα,
- Γενικά έξοδα.

Πολλά από τα πιο πάνω κόστη εξαρτώνται από τον αριθμό των ταξιδιών που θα κάνει το πλοίο μας. Για να υπολογίζουμε τον αριθμό των ταξιδιών θα πρέπει αρχικά να κάνουμε κάποιες υποθέσεις:

- I. Το πλοίο εκτελεί κυκλικά ταξίδια για μια συγκεκριμένη διαδρομή και θα μεταφέρει φορτίο και στο πήγαινε και στο έλα.
- II. Κάθε κυκλικό ταξίδι είναι από ΗΠΑ – Βραζιλία και πίσω, όπως έχει αναφερθεί και στην εισαγωγή. Το μήκος της κυκλικής διαδρομής είναι ίσο με 9861.5 ναυτικά μίλια.
- III. Για κάθε κυκλικό ταξίδι ο χρόνος ειόδου και εξόδου από τα λιμάνια είναι ίσος με 8 ώρες.

- IV. Για κάθε κυκλικό ταξίδι ο χρόνος της φορτοεκφόρτωσης και ο καθαρισμός των δεξαμενών για παραλαβή νέου φορτίου είναι ίσος με 48 ώρες.
- V. Το πλοίο δαπανά 30 ημέρες τον χρόνο για επισκευές.

Ο χρόνος ταξιδιού του πλοίου για μια κυκλική διαδρομή είναι ίσος με 658 ώρες, δηλαδή περίπου 27 ημέρες. Στον Πίνακα 11.2.1 παρουσιάζονται συνοπτικά οι πιο πάνω παραδοχές.

| | Μετάβαση [h] | Επιστροφή [h] | Κυκλικό Ταξίδι [h] |
|------------------------------|--------------|---------------|--------------------|
| Είσοδος / Έξοδος στα λιμάνια | 4 | 4 | 8 |
| Φορτοεκφόρτωση | 48 | 48 | 96 |
| Εν Πλω | 329.00 | 329.00 | 658.0 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 381.0 | 381.0 | 762.0 |

Πίνακας 11.2.1: Παραδοχές για τις ώρες ταξιδιού

Σύμφωνα με όλα τα παραπάνω στοιχεία, ο αριθμός των κυκλικών ταξιδιών που το υπό μελέτη πλοίο έχει τη δυνατότητα να εκτελέσει μέσα σε ένα έτος είναι ίσος με:

$$N = (365 - 30) / 762 / 24 = 10.55 \approx \mathbf{10 \text{ ταξίδια ανά έτος}}$$

Γνωρίζοντας τον αριθμό των ταξιδιών που μπορεί να εκτελέσει το πλοίο στο χρονικό διάστημα του έτους που εξετάζεται, καθώς και τον αριθμό των ημερών που αντιστοιχεί σε αυτά τα ταξίδια, μπορεί να υπολογιστεί η κατανάλωση των αναλώσιμων του πλοίου και το κόστος τους.

12.2.1 Κόστος Αναλώσιμων

Σε αυτό το σημείο αξίζει να σημειωθεί ότι η κατανάλωση των αναλώσιμων για ένα ταξίδι απλής μετάβασης, ίσο σε μήκος με την ακτίνα ενέργειας του σκάφους, είναι ίση με το 90% της χωρητικότητας των δεξαμενών του. Η χρονική διάρκεια του υποθετικού ταξιδιού με βάση το οποίο γίνονται οι υπολογισμοί, αντιστοιχεί στο 62% του χρόνου που θα διαρκούσε ένα ταξίδι ίσο σε μήκος με την ακτίνα ενέργειας του σκάφους. Κατά συνέπεια, η κατανάλωση για μία απλή μετάβαση αντιστοιχεί στο 62% του 90% της χωρητικότητας των δεξαμενών του σκάφους. Οι τιμές των αγαθών που μας αφορούν είναι:

- Τιμή HFO, \$ 540/ton
- Τιμή DO, \$ 700/ton
- Τιμή LO, \$ 800/ton
- Τιμή FW, \$ 0.5/ton

Όπως προκύπτουν από το <https://www.oilmonster.com/bunker-fuel-prices> για τα HFO και DO και από το <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/indicative-shipping-fuel-cost-ranges> για το

ΛΟ.Τέλος τον υπολογισμού του κόστους τροφοδοσίας κάνουμε την παραδοχή ότι το κάθε άτομο καταναλώνει \$16 ανά ημέρα.

12.2.2 Κόστος Μισθοδοσίας

Με βάση το [Seaman Memories](#) υπολογίστηκε ο μέσος μισθός του πληρώματος τον μήνα (*Πίνακας 11.2.2.1*). Εκτιμώντας λοιπόν τον μέσο όρο των μισθών (σε αμερικανικά δολάρια) τον αντιστοιχήσαμε με το πλήρωμα και καταλήξαμε στο τελικό κόστος μισθοδοσίας όπως φαίνεται και από τον *Πίνακα 11.2.2.2*.

| Position | Lower Range (USD/month) | Upper Range (USD/month) | Average (USD/month) |
|------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------|
| Captain (Master) | \$ 11 500.00 | \$ 12 500.00 | \$ 12 000.00 |
| Chief Engineer | \$ 11 200.00 | \$ 12 000.00 | \$ 11 600.00 |
| Chief Officer (First Mate) | \$ 8 000.00 | \$ 11 500.00 | \$ 9 750.00 |
| Second Engineer | \$ 8 000.00 | \$ 11 062.00 | \$ 9 531.00 |
| Second Officer (Second Mate) | \$ 4 000.00 | \$ 4 800.00 | \$ 4 400.00 |
| Third Engineer | \$ 4 000.00 | \$ 4 800.00 | \$ 4 400.00 |
| Third Officer (Third Mate) | \$ 3 300.00 | \$ 3 800.00 | \$ 3 550.00 |
| Electrical Engineer | \$ 3 200.00 | \$ 3 600.00 | \$ 3 400.00 |
| Bosun (Boatswain) | \$ 1 950.00 | \$ 2 500.00 | \$ 2 225.00 |
| Ordinary Seaman (OS) | \$ 900.00 | \$ 1 300.00 | \$ 1 100.00 |
| Cook | \$ 1 750.00 | \$ 2 300.00 | \$ 2 025.00 |
| Pumpman | \$ 2 250.00 | \$ 2 500.00 | \$ 2 375.00 |
| Wiper | \$ 900.00 | \$ 1 300.00 | \$ 1 100.00 |

Πίνακας 11.2.2.1: Μηνιαίως μισθός σε Product Tanker

| Position | Number | Salary (per month) |
|------------------------------|--------|----------------------|
| Captain (Master) | 1 | \$ 12 000.00 |
| Chief Engineer | 1 | \$ 11 600.00 |
| Chief Officer (First Mate) | 1 | \$ 9 750.00 |
| Second Engineer | 1 | \$ 9 531.00 |
| Second Officer (Second Mate) | 1 | \$ 4 400.00 |
| Third Engineer | 2 | \$ 8 800.00 |
| Third Officer (Third Mate) | 2 | \$ 7 100.00 |
| Electrical Engineer | 1 | \$ 3 400.00 |
| Bosun (Boatswain) | 1 | \$ 2 225.00 |
| Ordinary Seaman (OS) | 4 | \$ 4 400.00 |
| Cook | 1 | \$ 2 025.00 |
| Pumpman | 1 | \$ 2 375.00 |
| Wiper | 3 | \$ 3 300.00 |
| Total | 20 | \$ 80 906.00 |
| | | Per Year |
| | | \$ 970 872.00 |

Πίνακας 11.2.2.2: Συνολικό κόστος Μισθοδοσίας

12.2.3 Κόστος Συντήρησης και Επισκευών

Το κόστος συντήρησης και επισκευών του πλοίου υπολογίζεται βάσει εμπειρικών σχέσεων, ανάλογα με το τμήμα του πλοίου που εξετάζεται.

Το εν λόγω κόστος για την μεταλλική κατασκευή του σκάφους εκτιμάται σύμφωνα με την παρακάτω σχέση:

$$C_{R+M,ST} = 25000 \cdot \left(\frac{L_{BP} \cdot B \cdot D}{10^5} \right)^{2/3} \quad (11.1)$$

12.2.4 Κόστος Ασφάλισης

Μια καλή εκτίμηση για το κόστος ασφάλισης του πλοίου είναι η τιμή που προκύπτει από την σχέση (11.2).

$$C_{IN} = 1.925 \cdot \left(N_{CREW} + \frac{GT}{1.000} \right) \quad (11.2)$$

12.2.5 Λιμενικά Έξοδα

Κάθε φορά που το πλοίο προσεγγίζει έναν λιμένα, επιβαρύνεται με έξοδα ίσα με:

$$C_{HAR} = 600 + 50 \cdot \left(\frac{L_{BP} \cdot B \cdot D}{10^5} \right) \quad (11.3)$$

12.2.6 Γενικά Έξοδα

Τέλος στην κατηγορία γενικών εξόδων συμπεριλαμβάνονται όλα τα υπόλοιπα έξοδα τα οποία υπολογίζονται σύμφωνα με την παρακάτω σχέση:

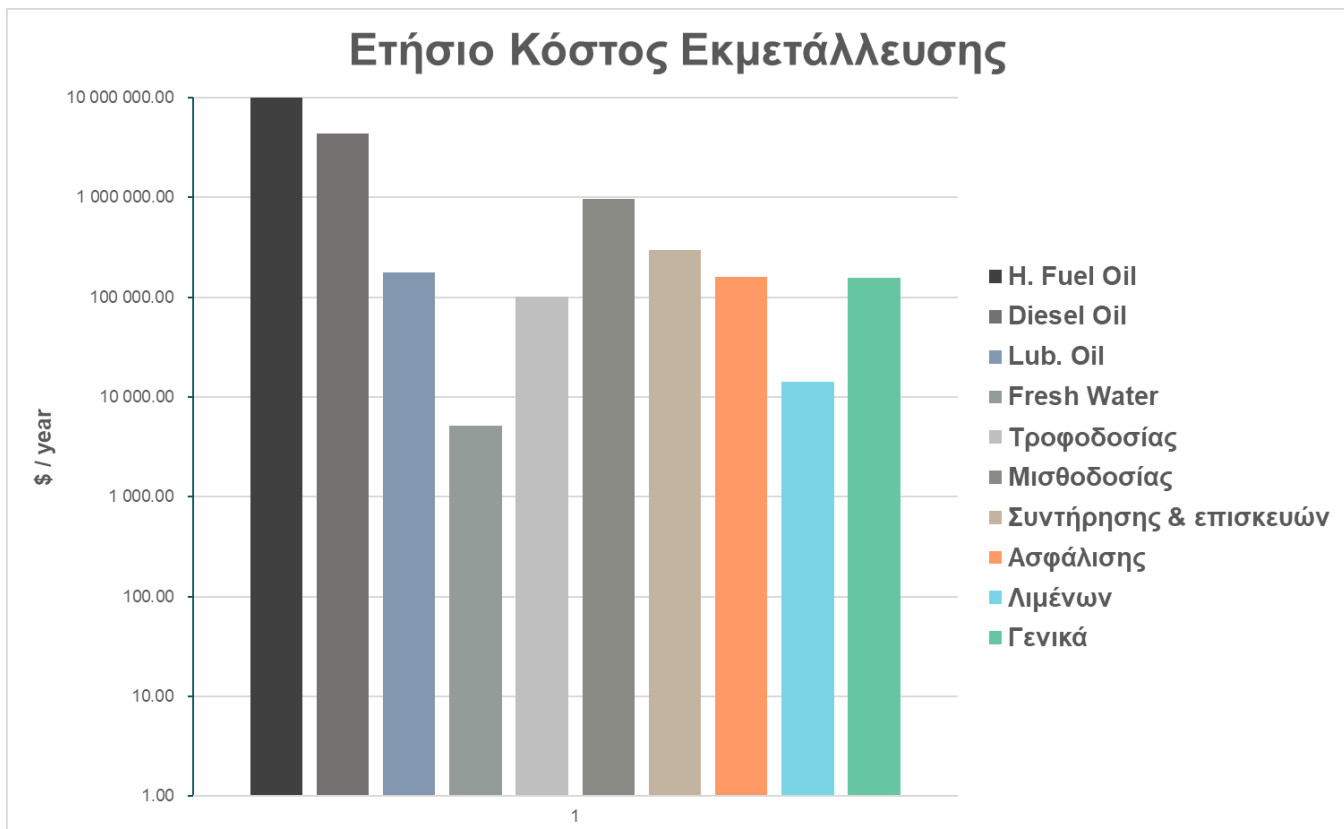
$$C_G = 6500 + 70 \cdot \left(\frac{L_{BP} \cdot B \cdot D}{100} \right) \quad (11.4)$$

12.2.7 Συνολικά Έξοδα Εκμετάλλευσης

Τα συνολικά έξοδα εκμετάλλευσης παρουσιάζονται στον Πίνακα 11.2.7.1 και φαίνονται παραστατικά στο Διάγραμμα 11.2.7.1 .

| Κόστος αναλωσίμων - Λοιπά κόστη | | | |
|---------------------------------|---------|----------------------|---------------|
| | | \$/year | % total |
| H. Fuel Oil | CFO | 33 171 225.49 | 84.10 |
| Diesel Oil | CDO | 4 389 840.00 | 11.13 |
| Lub. Oil | CLO | 175 680.00 | 0.45 |
| Fresh Water | CFW | 5 171.04 | 0.01 |
| Τροφοδοσίας | CFS | 101 600.00 | 0.26 |
| Μισθοδοσίας | CPR | 970 872.00 | 2.46 |
| Συντήρησης & επισκευών | CR+M,ST | 41 465.15 | 0.11 |
| | CR+M,M | 258 400.00 | 0.66 |
| | CR+M | 299 865.15 | 0.76 |
| Ασφάλισης | CIN | 158 669.24 | 0.40 |
| Λιμένων | CPORT | 14 136.07 | 0.04 |
| Γενικά | CG | 156 024.70 | 0.40 |
| Total | | 39 443 083.70 | 100.00 |

Πίνακας 11.2.7.1: Συνολικό κόστος εκμετάλλευσης



Διάγραμμα 11.2.7.1: Συνολικό κόστος εκμετάλλευσης

12.3 Ελάχιστη Απαιτούμενη Ναυλος (RFR)

Για να εκτιμηθεί ο ελάχιστος απαιτούμενος ναύλος που απαιτείται έτσι ώστε το πλοίο να είναι οικονομικά βιώσιμο, γίνεται χρήση του κριτηρίου της καθαρής παρούσας αξίας. Το κριτήριο αυτό λαμβάνει υπόψη τους εξής παράγοντες:

- ❖ Την συνολική διάρκεια ζωής της επένδυσης. Εν προκειμένω ορίζονται τα 25 χρόνια ως μέγιστο διάστημα εκμετάλλευσης του πλοίου.
- ❖ Την παρούσα αξία όλων των ταμιακών εισροών για το διάστημα εκμετάλλευσης του πλοίου.
- ❖ Την παρούσα αξία όλων των ταμιακών εκροών για το διάστημα εκμετάλλευσης του πλοίου.
- ❖ Την μέγιστη δυνατή απόδοση που θα είχαν τα χρήματα του επενδυτή σε οποιαδήποτε άλλη δραστηριότητα επέλεγε να τα επενδύσει.

Το εξεταζόμενο πλάνο για τον επενδυτή περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

- ❖ Την απόκτηση του πλοίου σήμερα με πληρωμή του κόστους κτήσεως από ίδια κεφάλαια (ΠΙ) κατά 25% και κατά 75% από δάνειο (ΠΔ) σταθερού επιτοκίου, 25-ετούς διάρκειας, Το σταθερό επιτόκιο r_1 του εν λόγω δανείου για τα 25 έτη αποπληρωμής επιλέγεται να είναι ίσο με 8%.
- ❖ Την οικονομική εκμετάλλευση του πλοίου για 25 έτη,

Η κύρια οικονομική δραστηριότητα του πλοίου για το διάστημα των 25 ετών θα αποφέρει στον πλοιοκτήτη ετήσια έσοδα ανάλογα της μεταφορικής ικανότητας του πλοίου καθώς και του Freight rate (FR, ναύλος) που εκφράζεται σε δολάρια ανά τόνο (\$/t).

Στο ίδιο χρονικό διάστημα, ο πλοιοκτήτης καλείται να εξοφλήσει το δάνειο που έλαβε για την απόκτηση του πλοίου μέσα από μια σειρά σταθερών ετήσιων πληρωμών (Δ) προς τον δανειοδότη.

Τέλος, ο πλοιοκτήτης θα πρέπει κάθε χρόνο να καλύπτει το κόστος εκμετάλλευσης του πλοίου ($CR = \$ 39443083.7$).

- ❖ Την εκποίηση του πλοίου στο τέλος αυτής της περιόδου.

Εκτιμάται ότι τα κέρδη που μια τέτοια κίνηση μπορεί να αποδώσει είναι ίσα με το 2.5% του κόστους κτήσεως του σκάφους ($ΠΕ = \$ 16\ 866\ 809.63$).

- ❖ Την υπόθεση ότι η προσδοκώμενη απόδοση των χρημάτων του επενδυτή είναι ίση με $r_2 = 10\%$.

Το ερώτημα που μένει να απαντηθεί, αφορά το ελάχιστο ύψος του ναύλου προκειμένου η καθαρή παρούσα αξία της επένδυσης να είναι τουλάχιστον ίση με 0.

Παρούσα Αξία Εισροών

Οι εισροές που προβλέπονται στο παραπάνω επενδυτικό σχέδιο είναι δύο:

- ❖ Τα **έσοδα από την εκποίηση** του σκάφους, τα οποία ανάγονται με βάση την προσδοκώμενη απόδοση 10%. Η ροή αυτή λαμβάνει χώρα **μία μόνο φορά**, στο τέλος του διαστήματος των 25 ετών.
- ❖ Τα **έσοδα από την μεταφορά** του ωφέλιμου φορτίου (Payload) , έντεκα (11) φορές ανά έτος με ναύλο ίσο με **FR**. Η ροή αυτή **επαναλαμβάνεται** στο τέλος κάθε έτους και ανάγεται με βάση την προσδοκώμενη απόδοση 10%.

Παρούσα Αξία Εισροών

Οι εκροές που προβλέπονται στο παραπάνω επενδυτικό σχέδιο είναι οι ακόλουθες:

- ❖ Το ποσοστό του **κόστους κτήσεως** του πλοίου που προέρχεται από ίδια κεφάλαια. Η ροή αυτή λαμβάνει χώρα **μία μόνο φορά**, στην αρχή του διαστήματος των 25 ετών.
- ❖ Οι δόσεις του δανείου που αντιστοιχούν σε αποπληρωμή του κεφαλαίου ύψους \$50 600.428.9 και των τόκων στο τέλος της 25-ετίας. Η ροή αυτή **επαναλαμβάνεται** στο τέλος κάθε έτους και ανάγεται με βάση την προσδοκώμενη απόδοση 10%.
- ❖ Το ετήσιο κόστος εκμετάλλευσης του πλοίου. Η ροή αυτή **επαναλαμβάνεται** στο τέλος κάθε έτους και ανάγεται με βάση την προσδοκώμενη απόδοση 10%.

Για τον υπολογισμό της καθαρής παρούσας αξίας της κάθε μίας εκ των παραπάνω χρηματοροών γίνεται χρήση του παρακάτω τύπου αναγωγής:

$$ΠΑ = \sum_{t=1}^n \frac{TP_t}{(1+i)^t} \quad (11.5)$$

Όπου:

- ΠΑ: Η παρούσα αξία των χρηματοροών.
- TP: Η χρηματοροή που επαναλαμβάνεται για n χρονικές περιόδους.
- i: Το επιτόκιο αναγωγής της μελλοντικής αξίας μιας ταμιακής ροής σε παρούσα.
- n: Ο αριθμός των χρονικών περιόδων (ετών εν προκειμένω) κατά τις οποίες επαναλαμβάνεται η χρηματοροή.

Παρούσα Αξία Εισροών

Το ζητούμενο είναι η παρούσα αξία των εσόδων εκμετάλλευσης του σκάφους μαζί με την αξία εκποίησης να εξισορροπούν την παρούσα αξία όλων των εκροών. Τα έσοδα εκμετάλλευσης είναι άμεσα συνδεδεμένα με τον ελάχιστο απαιτούμενο ναύλο και με την ετήσια μεταφορική ικανότητα του σκάφους. Για την εξίσωση της παρούσας αξίας των εκροών και των εισροών ο απαιτούμενος ναύλος προκύπτει ίσος με:

$$\mathbf{RFR \approx 24.05 \$ / t}$$

Ανακεφαλαίωση / Σχολιασμός

Μετά από ενδελεχή ανάλυση και μελέτη, τα αποτελέσματα που προέκυψαν δείχνουν ότι το νέο πλοίο είναι υδροστατικά και υδροδυναμικά άρτιο. Το πλοίο αυτό έχει φανεί αντάξιο των προσδοκιών μας. Παρόλο που δεν συνηθίζονται έτσι μεγάλης χωρητικότητας Product Tanker πλοία, στις μέρες και με βάση την γρήγορη ανάπτυξη των λαών και κατ'επέκταση και της ανάγκης για παράγωγα πετρελαίου καθιστά την δημιουργία τέτοιων σκαφών επιτακτική ανάγκη.

Αρχικά με βάση τους περιορισμούς που υπήρχαν εκτιμήσαμε τα κύρια χαρακτηριστικά του υπό κατασκευή πλοίου και στην συνέχεια το Lightship. Ωστόσο για να ελέγξουμε αν πληρούν τις απαιτήσεις μας οι διαστάσεις αυτές θα έπρεπε να ακολουθήσουν και άλλοι υπολογισμοί και εκτιμήσεις. Πρώτα από όλα έγινε ο έλεγχος της γραμμής φόρτωσης με βάση τον διεθνή κανονισμό, ο οποίος ολοκληρώθηκε με επιτυχία αφού τα χαρακτηριστικά που βρήκαμε στην αρχή συμμορφώνονταν με αυτά που ορίζει ο κανονισμός. Στην συνέχεια και αφού βεβαιωθήκαμε πως οι διαστάσεις ήταν εντάξει προχωρήσαμε στον σχεδιασμό του πλοίου. Με την χρήση του προγράμματος AVEVA Marine line δημιουργήσαμε αρχικά το σχέδιο γραμμών και στην συνέχεια με το surface and compartment ολοκληρώσαμε την γάστρα κάνοντας διαμερισματοποίηση.

Ολοκληρώνοντας λοιπόν τα πιο πάνω έπρεπε να εκλεχθεί το πλοίο μας υδροστατικά στις τέσσερις καταστάσεις φόρτωσης έτσι ώστε να βεβαιωθούμε ότι η γεωμετρία της γάστρας και διαμερισματοποίηση είναι εντάξει. Αυτό έγινε με την βοήθεια του τρίτου προγράμματος της σειράς AVEVA Marine, το Hydrostatics and Hydrodynamics. Εφόσον έγινε ο έλεγχος και είδαμε ότι είναι όλα όπως θέλαμε τότε μπορούσαμε να προχωρήσουμε στα υπόλοιπα στοιχεία υπολογισμών. Σημειώνεται ότι από το ίδιο πρόγραμμα υπολογίζαμε τις κατανομές βαρών του νέου πλοίου, τα υδροστατικά χαρακτηριστικά του και τις ροπές κάμψης και Διατμητικές δύναμης όπου στην συνέχεια έγινε και έλεγχος διαμήκους αντοχής βάση της CSR.

Στην συνέχεια είχε σειρά ο υπολογισμός κάποιων απαραίτητων στοιχείων όπως η καταμέτρηση και η σύνθεση του πληρώματος. Η καταμέτρηση έγινε σύμφωνα με τον διεθνή κανονισμό καταμέτρησης και η σύνθεση του πληρώματος έγινε με βάση την υπουργική απόφαση του Ελληνικού Κράτους.

Η μελέτη ευστάθειας μετά από βλάβη αποτελεί κρίσιμο παράγοντα στην αξιολόγηση της ασφάλειας ενός πλοίου τύπου Product Tanker με χωρητικότητα 100.000 DWT. Στο πλαίσιο αυτής της διπλωματικής εργασίας, πραγματοποιήθηκε λεπτομερής ανάλυση για την ευστάθεια του πλοίου μετά από ενδεχόμενη βλάβη, όπως η πρόσκρουση ή η εισροή υδάτων σε συγκεκριμένα διαμερίσματα. Τα αποτελέσματα της μελέτης επιβεβαιώνουν ότι το πλοίο πληροί τις προδιαγραφές και τους κανονισμούς που ορίζονται από τους διεθνείς οργανισμούς, όπως ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (IMO). Συγκεκριμένα, η ανάλυση έδειξε ότι το πλοίο διατηρεί επαρκές περιθώριο ευστάθειας, διασφαλίζοντας ότι δεν υπάρχει κίνδυνος ανατροπής ή απώλειας της ευστάθειας σε περίπτωση βλάβης. Αυτό το θετικό αποτέλεσμα δεν είναι μόνο ενδεικτικό της ορθής σχεδίασης του πλοίου αλλά και της αποτελεσματικότητας των προτεινόμενων μέτρων ασφαλείας. Συνεπώς, η μελέτη αυτή ενισχύει την αξιοπιστία του σχεδίου και προσφέρει μια πρόσθετη ασφάλεια, εξασφαλίζοντας ότι το πλοίο μπορεί να ανταποκριθεί σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης, προστατεύοντας τόσο το πλήρωμα όσο και το φορτίο του. Οι επιτυχημένες δοκιμές ευστάθειας αποτελούν σημαντικό δείκτη της συνολικής ναυτικής αξίας του πλοίου.

Ένα σημαντικό κομμάτι της μελέτης αυτής υπήρξε η εκτίμηση της πρόωσης του υπό μελέτης πλοίου. Αρχικά έγινε μια εκτίμηση της αντίστασης με βάση 3 μεθόδους (B.S.R.A, FormData, Lap-Keller). Η

μέθοδος που θα ήταν πιο κοντά στην αρχική μας εκτίμηση που είχαμε κάνει βάση του συντελεστή αγγλικού ναυαρχείου ήταν η μέθοδος B.S.R.A. Παίρνοντας λοιπόν τα στοιχεία αυτής της μεθόδου συνεχίσαμε με τον υπολογισμό της πρόωσης. Κάνοντας στην αρχή κάποιες εκτιμήσεις και με την βοήθεια του προγράμματος GRID 95 υπολογίσαμε τα κύρια χαρακτηριστικά της έλικας στηριζόμενη στον έλεγχο σπηλαιώσης. Εφόσον κάναμε διάφορες εκτιμήσεις καταλήξαμε στις διαστάσεις που μας ευνοούσαν περισσότερο και ήταν εντός των επιτρεπόμενων ορίων. Στην συνέχεια και πάλι με την βοήθεια των αποτελεσμάτων από το πρόγραμμα GRID 95 έγινε η επιλογή της κύριας μηχανής και τον ηλεκτρογεννητριών. Για την σχεδίαση της έλικας έγινε χρήση της γλώσσας προγραμματισμού Matlab από το οποίο προέκυψαν τα αρχικά σχέδια γραμμών της έλικας. Έγινε επίσης υπολογισμός της πλήμνης της έλικας, έτσι στην συνέχεια μπορούσαμε να την σχεδιάσουμε. Τέλος έγινε η επιλογή και η διαστασιολόγηση του πηδαλίου. Οι εκτιμήσεις που έγιναν για τις κύριες διαστάσεις του πηδαλίου ήταν με βάση τον Νορβηγικό Νηογνώμονα –DNV. Στην συνέχεια και αφού ορίσαμε τις κύριες διαστάσεις έπρεπε να γίνει η ζυγοστάθμιση του πηδαλίου. Για την ολοκλήρωση σε ότι αφορά το πηδάλιο, έγινε και η επιλογή μηχανισμού και άξονα περιστροφής. Με βάση τους κανονισμούς των νηογνώμωνων έγιναν οι απαραίτητοι υπολογισμοί για να φτάσουμε έτσι στην τελική επιλογή.

Το τελευταίο μέρος της μελέτης περιείχε την τεchnο-οικονομική ανάλυση του νέου πλοίου. Στην αρχή κάναμε μια εκτίμηση του κόστους κτήσεως του πλοίου το οποίο περιελάμβανε ουσιαστικά το κτίσιμο του Lightship περιλαμβάνοντας μέσα το κόστος των υλικών κατασκευής και τα εργατικά. Στην συνέχεια στηριζόμενοι στο αρχικό σενάριο του πλοίου που λέει ότι, το πλοίο θα κάνει δρομολόγιο μεταξύ ΗΠΑ και Βραζιλίας εκτιμήσαμε το κόστος εκμετάλλευσης του πλοίου. Τέλος και αφού ολοκληρώθηκαν οι πιο πάνω υπολογισμοί, βρέθηκε η απαιτούμενη ναύλος μετά από ένα πλάνο επένδυσης για το πλοίο.

Η ελάχιστη απαιτούμενη ναύλος για τη μεταφορά φορτίου με το συγκεκριμένο πλοίο αποδεικνύεται ιδιαίτερα ελκυστική, καθιστώντας την οικονομική βιωσιμότητα του έργου υψηλή. Αφού σύμφωνα με την ιστοσελίδα [Angus Media](#) [31], οι τιμές ναύλου ανέρχονται στα 4.85 με 3.14 δολάρια ανά βαρέλι, δηλαδή \$36.18 με \$23.42 ανά τόνο. Ωστόσο αυτό για να είναι εφικτό θα πρέπει το πλοίο μας να μεταφέρει φορτίο τόσο προς ΗΠΑ –Βραζιλία, όσο και από Βραζιλία ΗΠΑ. Εάν μόνο στην μια διαδρομή μεταφέρει φορτίο το κόστος της ναύλου αυξάνεται στο διπλάσιο, δηλαδή στα \$48.1/τόνο, μια τιμή μεγαλύτερη από την συνηθισμένη. Στην πράξη μια τέτοια δρομολόγηση είναι εφικτή, όπως αναλύσαμε και στην εισαγωγή αυτής της εργασίας εφόσον και οι δυο χώρες είναι από τις μεγαλύτερες σε παραγωγή παραγωγών πετρελαίου αλλά και από τις μεγαλύτερες σε εισαγωγή.

Επιπλέον, με βάση τα πιο πάνω αποτελέσματα το νέο πλοίο “PROMITHEAS” χρησιμοποιηθεί και σε άλλα δρομολόγια. Τα δρομολόγια που θα μπορούσε να κάνει, λόγω μεγέθους, είναι σε ανοιχτή θάλασσα. Επίσης, θα πρέπει οι χώρες στις οποίες πηγαίνει να είναι μεγάλες τόσο από άποψη εξαγωγής όσο και εισαγωγής διυλισμένου πετρελαίου διότι λόγω του μεγέθους που έχει και για συμφέρει οικονομικά θα πρέπει να είναι γεμάτα όλα τα αμπάρια του κατά την μεταφορά. Επιπλέον, για να είναι οικονομικά βιώσιμο θα πρέπει να εκτελεί μικρά δρομολόγια και να μεταφέρει φορτίο συνέχεια, όπως είδαμε και πιο πάνω.

Βιβλιογραφία

- [1] BIMCO. *Tanker Shipping Market Overview & Outlook Market Strengthens despite Slowing Oil Demand Growth*. 2023.
- [2] OEC. “Refined Petroleum | OEC.” *OEC - the Observatory of Economic Complexity*, 2023, oec.world/en/profile/hs/refined-petroleum.
- [3] “Santos Port Authority.” *Porto de Santos*, www.portodesantos.com.br/.
- [4] “Shipping Information | Port Authority of New York and New Jersey.” *Www.panynj.gov*, www.panynj.gov/port/en/shipping.html.
- [5] Γ., Παπατζανάκης. *Θέμα Μελέτης & Σχεδίασης Πλοίου - Μεθοδολογία*. Dec. 11AD.
- [6] Παπανικολάου, Αποστόλου. *ΜΕΛΕΤΗ ΠΛΟΙΟΥ*. Αθήνα, Εκδόσεις Συμείων, July 2011.
- [7] d’Almeida, Jorge. *O Dimensionamento Do Navios*. Prime Books, 2010.
- [8] Cudina, P., and V. Zanic. “*Multi-Attribute Decision Making Methodology in the Concept Design of Ships and Other Floating Structures*.” 11th Symposium on Practical Design of Ships and Other Floating Structures, 2010.
- [9] *Ο περί της Διεθνούς Σύμβασης επί των Γραμμών Φορτώσεως του 1966*. Επίσημη Εφημερίδα της Κυπριακής Δημοκρατίας.
- [10] *Διεθνής Σύμβαση Γραμμής Φόρτωσης*. Ε.Μ.Π.
- [11] *INTERNATIONAL CONVENTION on TONNAGE MEASUREMENT of SHIPS*. June 1969.
- [12] Ναυτικό Επιμελητήριο Ελλάδος. *ΝΑΥΤΕΡΓΑΤΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΑΝΑΡΩΣΗΣ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΠΛΟΙΟΥ*. Πειραιάς, Dec. 2005.
- [13] Σαμουηλίδης, Μ. *Αντοχή Πλοίου*. Αθήνα, Ε.Μ.Π, 2011.
- [14] IACS. *Common Structural Rules for Double Hull Oil Tankers*. July 2012.
- [15] *ΟΔΗΓΙΕΣ ΧΡΗΣΕΩΣ ΜΕΘΟΔΙΚΩΝ ΣΕΙΡΩΝ B.S.R.A ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΣ ΠΡΟΩΣΕΩΣ*.
- [16] Kristensen, Hans Otto. *Prediction of Resistance and Propulsion Power of Ship*. Denmark,

Technical University of Denmark, July 2017.

[17] *ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΣ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ LAP/KELLER.*

[18] *Final T&S Booklet for King Darius Product/Crude Oil Tanker.*

[19] *General Arrangement for King Darius Product/Crude Oil Tanker.*

[20] *Capacity Plan for King Darius Product/Crude Oil Tanker.*

[21] Πολίτης, Γεράσιμος, and Γεώργιος Τζαμπίρας. *Πρόωση Πλοίου*. Αθήνα, Ε.Μ.Π, June 2016.

[22] Γ.Κ, Πολίτη. *ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ και ΠΡΟΩΣΗ ΠΛΟΙΟΥ*. Αθήνα, Ε.Μ.Π, 12 Oct. 2015.

[23] *Υδροδυναμική Σύγχρονων Συστημάτων Πρόωσης Πλοίου*. Αθήνα, Ε.Μ.Π, 19 Mar. 2015.

[24] *Marine Engine Programm*. MAN, 2024.

[25] MAN. *S60ME – C10.7 - Project Guide* . 0.5 ed., MAN Energy Solution, July 2024, man-es.com/applications/projectguides/2stroke/content/printed/S60ME-C10_7.pdf.

[26] *Rules and Guidelines*. Germanischer Lloyd Rules (GL 2017).

[27] *Mtu 12V1600 DS750 Diesel Generator Set 690 KWe/60 Hz/Data Center Continuous Power/208 -600V Reference Mtu 12V1600 DS750 (750 KWe) for Standby Rating Technical Data System Ratings*.

[28] *Mtu 6R0225 DS400 Diesel Generator Set 400 KWe/60 Hz/Standby/208 -600V System Ratings*.

[29] “Power Generation Products List.” *Mtu-Solutions.com*, 2024, www.mtu-solutions.com/eu/en/products/power-generation-products-list.html?&tab=60Hz_diesel.

[30] Haltapa Marine Equipment. Ram type POSEIDON

[31] Media, Argus. “Weight of Freight: Europe Can Make or Break USG Tanker Rates in 2024.”, www.argusmedia.com/en/news-and-insights/market-opinion-and-analysis-blog/weight-of-freight-europe-can-make-or-break-usg-tanker-rates-in-2024. Accessed 7 Aug. 2024.

[32] SOLAS 2018, Consolidated Edition

[33] International Maritime Organization. (1973). *International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL)*

ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΟΙ ΤΟΠΟΙ

- <http://ports.com/sea-route/#/?a=3605&b=3356&c=Port%20of%20Sevastopol,%20Ukraine&d=Port%20of%20Valencia,%20Spain>
- <https://www.statista.com/statistics/1445672/refined-oil-products-production-by-country-worldwide/>
- <https://www.portodesantos.com.br/en/about-us/>
- <https://www.panynj.gov/port/en/index.html>
- <https://www.oilmonster.com/bunker-fuel-prices>
- <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/indicative-shipping-fuel-cost-ranges>
- [https://www.payscale.com/research/US/Employer=Newport News Shipbuilding/Hourly Rate](https://www.payscale.com/research/US/Employer=Newport%20News%20Shipbuilding/Hourly%20Rate)

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ Η/Υ

- AutoCAD 2023
- Aveva Marine
- GRID95
- Fortran
- MatLab

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α΄ : Κύρια Χαρακτηριστικά Πλοίου

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄ : Σχέδιο Γραμμών

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ΄ : Σχέδιο Γενικής Διάταξης / Σχέδιο Χωρητικότητας

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ΄ : Tank Plan & Κατανομές Βαρών

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε΄ : Υδροστατικά Αποτελέσματα Avena Marine

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΤ΄ : Γραμμή Φόρτωσης

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ζ΄ : Καταστάσεις Φόρτωσης

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Η΄ : Διατμητικές Δυνάμεις και Καμπτικές Ροπές

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Θ΄ : Αποτελέσματα Μεθόδων Αντίστασης

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι΄ : Υπολογισμός Πρόωσης

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Κ΄ : Σχέδιο Έλικας

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Λ΄ : Σχέδιο Πηδαλίου

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Μ΄ : Στοιχεία Κύριας Μηχανής

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ν΄ : Στοιχεία Ηλεκτρογεννητριών

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ξ΄ : Μελέτη ευστάθειας μετά από βλάβη

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ο΄ : Oil Outflow



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α΄

Κύρια Χαρακτηριστικά Πλοίου



Ανδρέας Πάπαλος
ΝΑΥΠΗΓΟΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

Σε αυτό το Παράρτημα παρουσιάζονται τα κυρία στοιχεία του νέου πλοίου όπως έχουν προκύψει από την μελέτη που έγινε.

| ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΛΟΙΟΥ | | | |
|--|----------------|---------------------|------------------------|
| Κατηγορίες | Μέγεθος | Τιμή | Μονάδα Μέτρησης |
| Κύριες Διαστάσεις | L_{OA} | 255.97 | [m] |
| | L_{BP} | 246 | [m] |
| | L_{PMB} | 114.39 | [m] |
| | L_{WL} | 250.93 | [m] |
| | $X_{transom}$ | -4.93 | [m] |
| | B | 43.2 | [m] |
| | D | 20.1 | [m] |
| | T_d | 13 | [m] |
| Βάρη - Όγκο | Δ | 122741.218 | [tonnes] |
| | L.S | 21433.03 | [tonnes] |
| | DWT | 101308.15 | [tonnes] |
| | V | 117706.9 | [m ³] |
| Συντελεστές | C_B | 0.852 | [-] |
| | C_M | 0.993 | [-] |
| | C_P | 0.858 | [-] |
| | C_{WL} | 0.912 | [-] |
| | C_N | 526.5 | [-] |
| Ταχύτητα & Πλήρωμα | V_S | 15 | [knots] |
| | Crew | 20 | [persons] |
| Επιφάνειες & Κέντρα | A_M | 557.67 | [m ²] |
| | A_{WP} | 9694.79 | [m ²] |
| | WSA | 15317.34 | [m ²] |
| | LCB | 130.12 | [m] |
| | LCG | 122.4 | [m] |
| Μηχανή - Ηλεκτρογεννήτρια - Έλικα | P_{MCR} | 19920 at 105 rpm | [kW] |
| | P_G | 750 (x3) + 375 (x1) | [kW] |
| | $D_{PROP.}$ | 7 | [m] |
| | Z | 4 | [-] |
| Λόγοι | L/B | 5.69 | [-] |
| | L/D | 12.24 | [-] |
| | B/T | 3.32 | [-] |
| | D/T | 1.55 | [-] |
| | DWT/ Δ | 0.83 | [-] |



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄

Σχέδιο Γραμμών

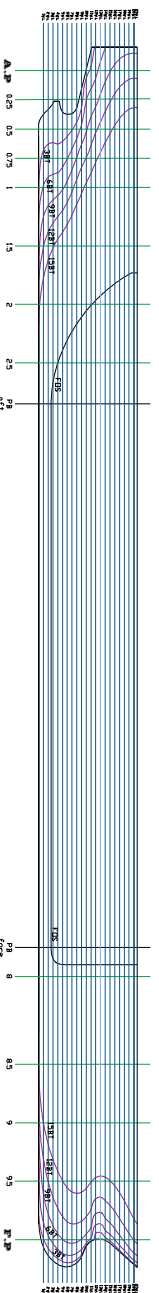


Ανδρέας Πάπαλος
ΝΑΥΠΗΓΟΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

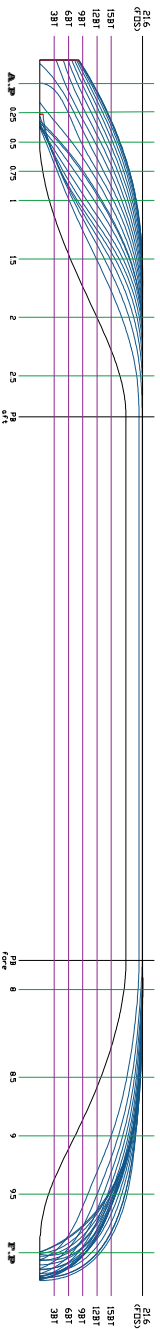
Στο Παράρτημα αυτό θα δούμε το σχέδιο γραμμών όπως έχει προκύψει από το Κεφάλαιο 4.

LINES PLAN

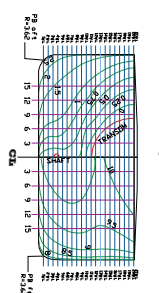
Profile View



Waterline View



Body Plan



| MAIN PARTICULARS | |
|------------------|--------------------------------|
| DESIGNER | DR. S. S. SINGH |
| SCALE | 1:100 |
| DATE | 10/11/2017 |
| PROJECT | DESIGN OF A 1000 TONNE DREDGER |
| NO. OF SHEETS | 04 |
| SHEET NO. | 01 |
| APPROVED BY | DR. S. S. SINGH |
| CHECKED BY | DR. S. S. SINGH |
| DATE | 10/11/2017 |
| PROJECT NO. | 1000T/17 |
| PROJECT NAME | DESIGN OF A 1000 TONNE DREDGER |
| PROJECT LOCATION | INDIA |
| PROJECT STATUS | COMPLETED |



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ΄

Σχέδιο Γενικής Διάταξης / Σχέδιο Χωρητικότητας



Ανδρέας Πάπαλος
ΝΑΥΠΗΓΟΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

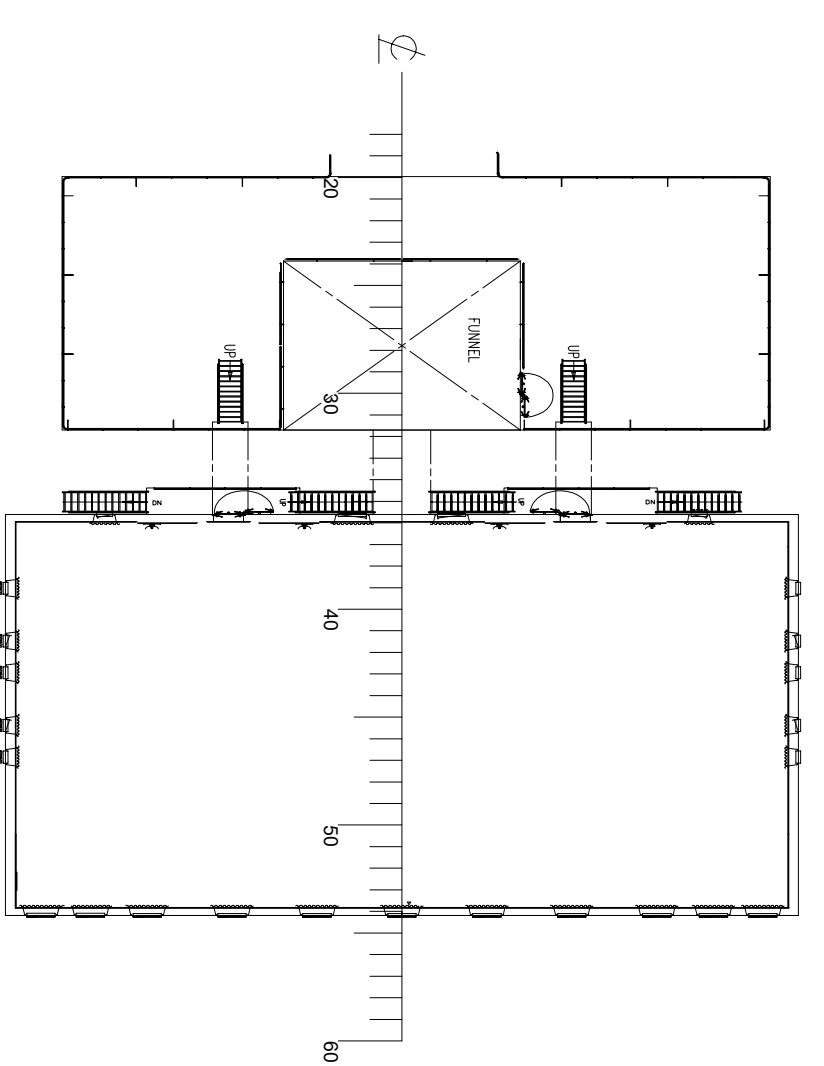
Στο Παράρτημα αυτό θα δούμε τα σχέδια:

- ❖ Γενικής Διάταξης (General Arrangement – GA)
- ❖ Χωρητικότητας (Capacity Plan – CP)

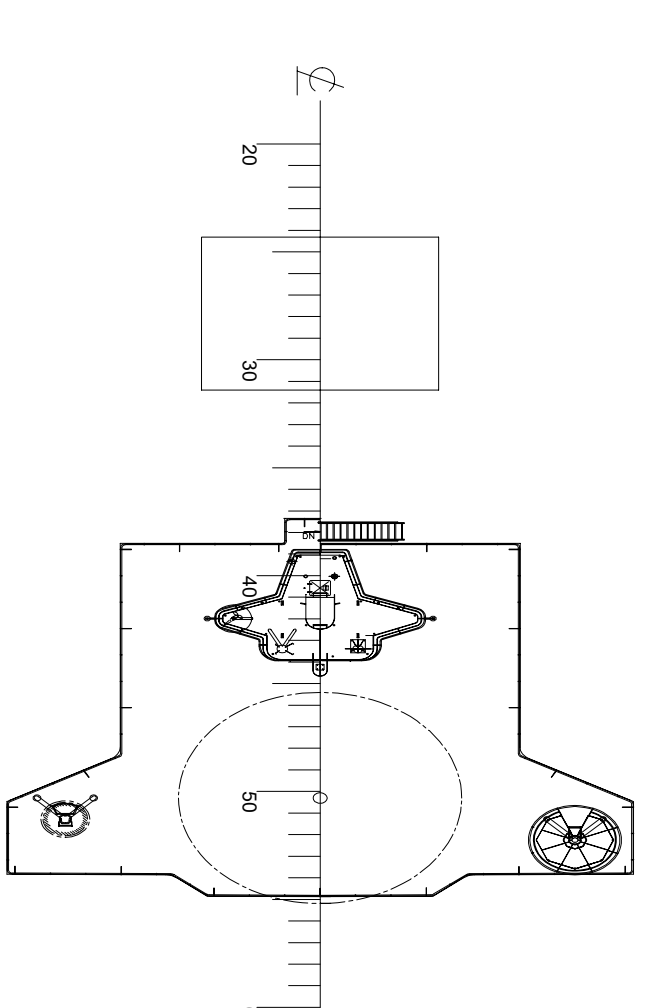
όπως αυτά έχουν προκύψει από το Κεφάλαιο 5 .

GENERAL ARRANGEMENT

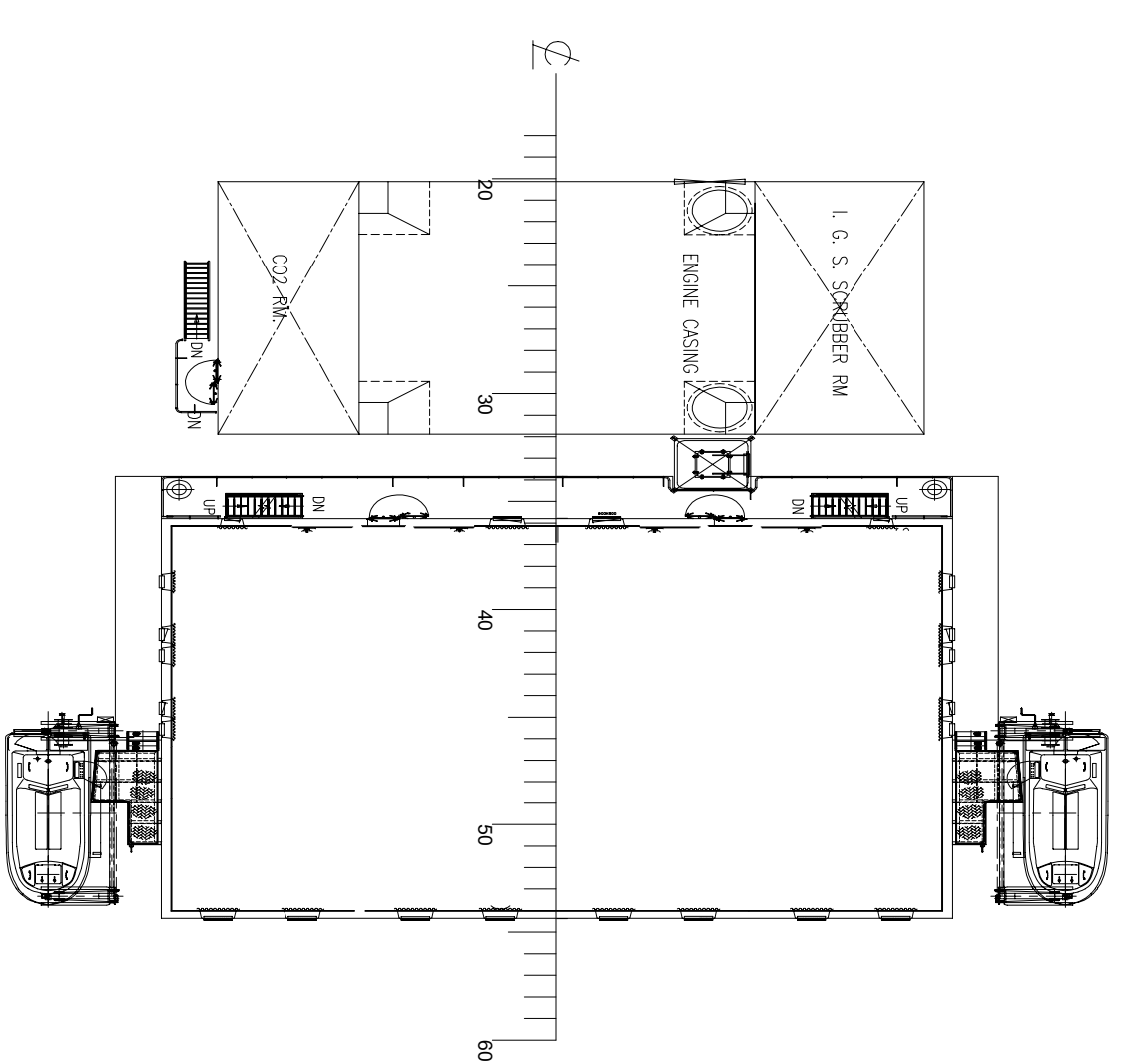
C-DECK PLAN



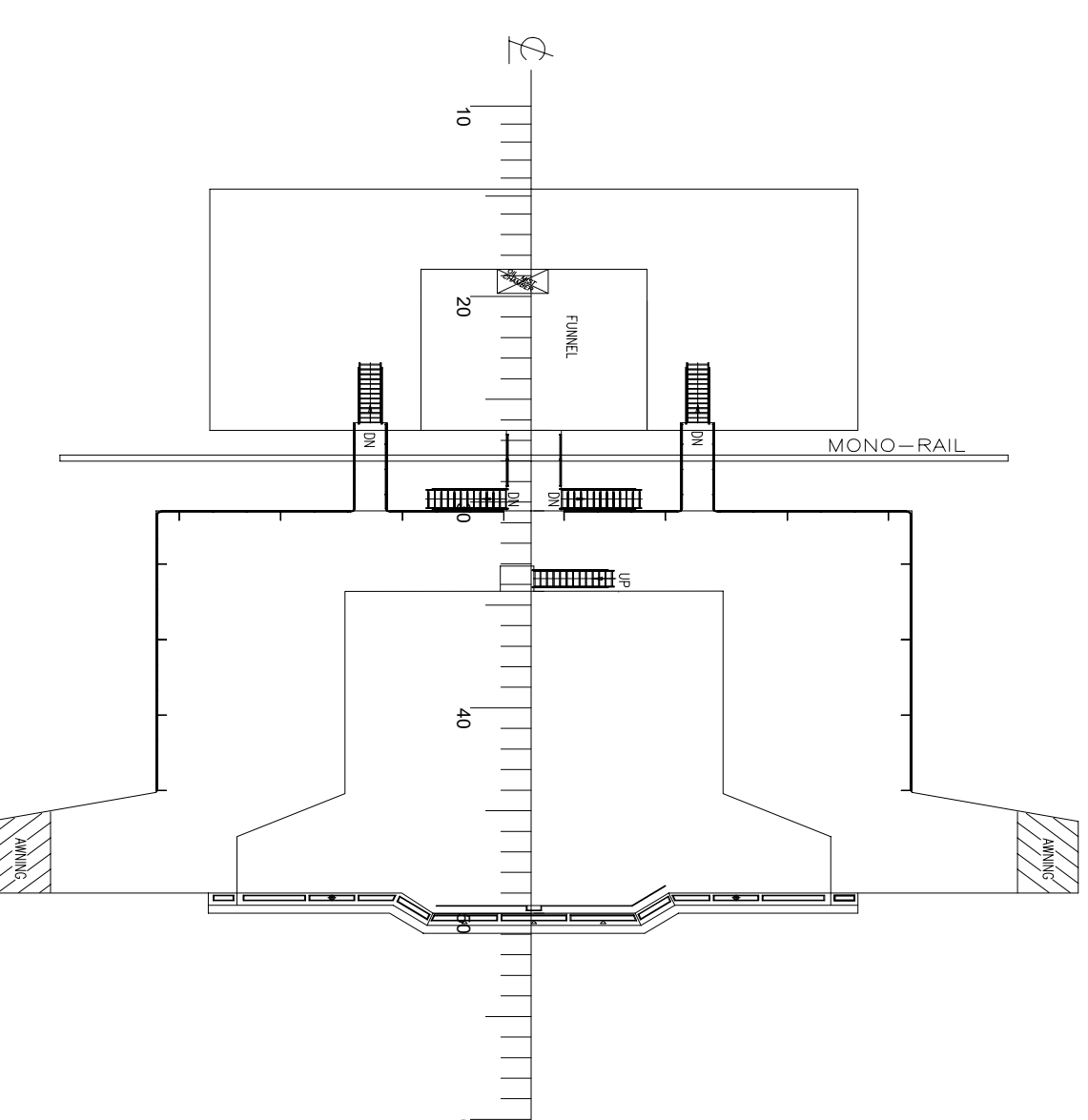
W/H TOP PLAN



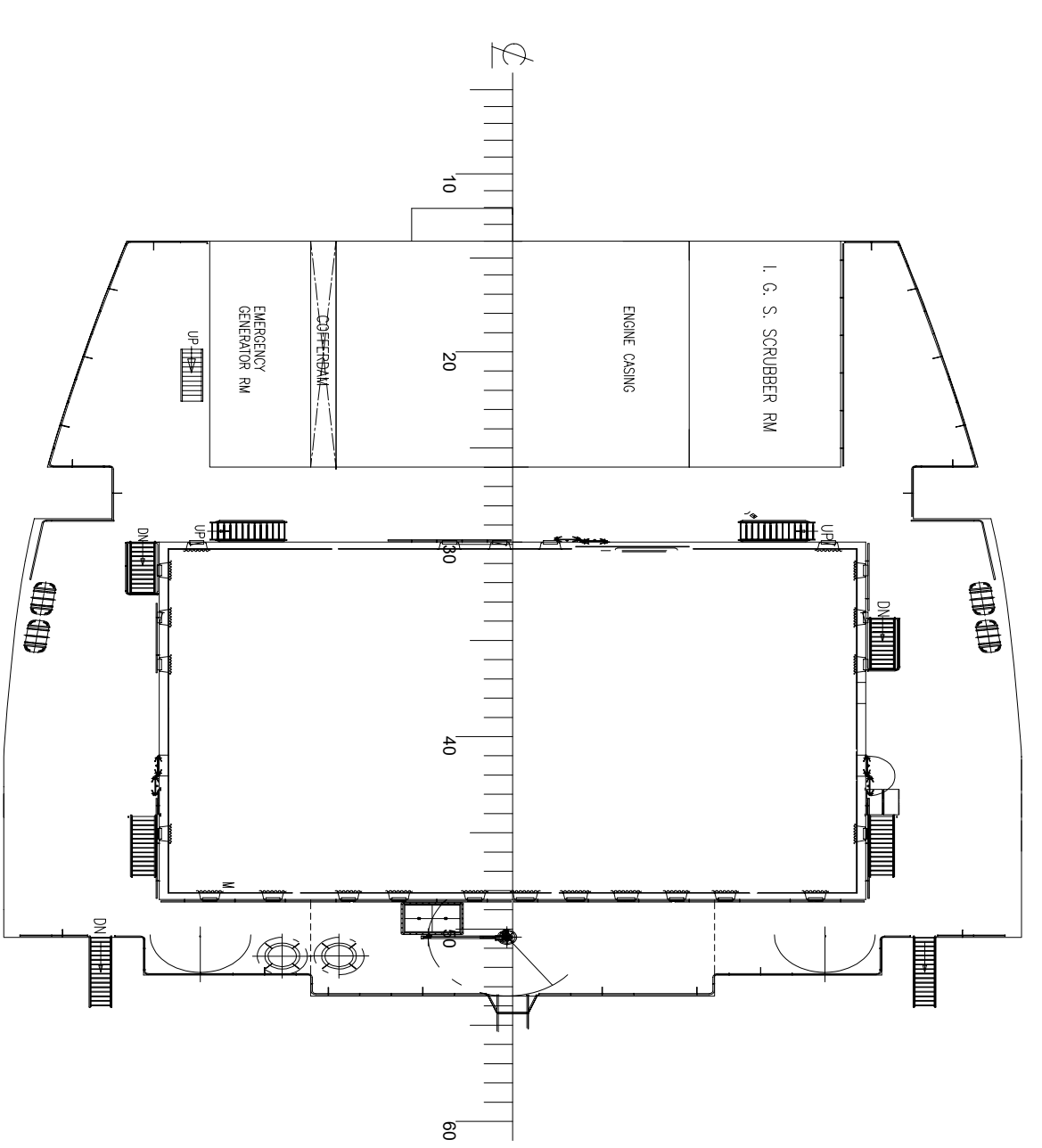
B-DECK PLAN



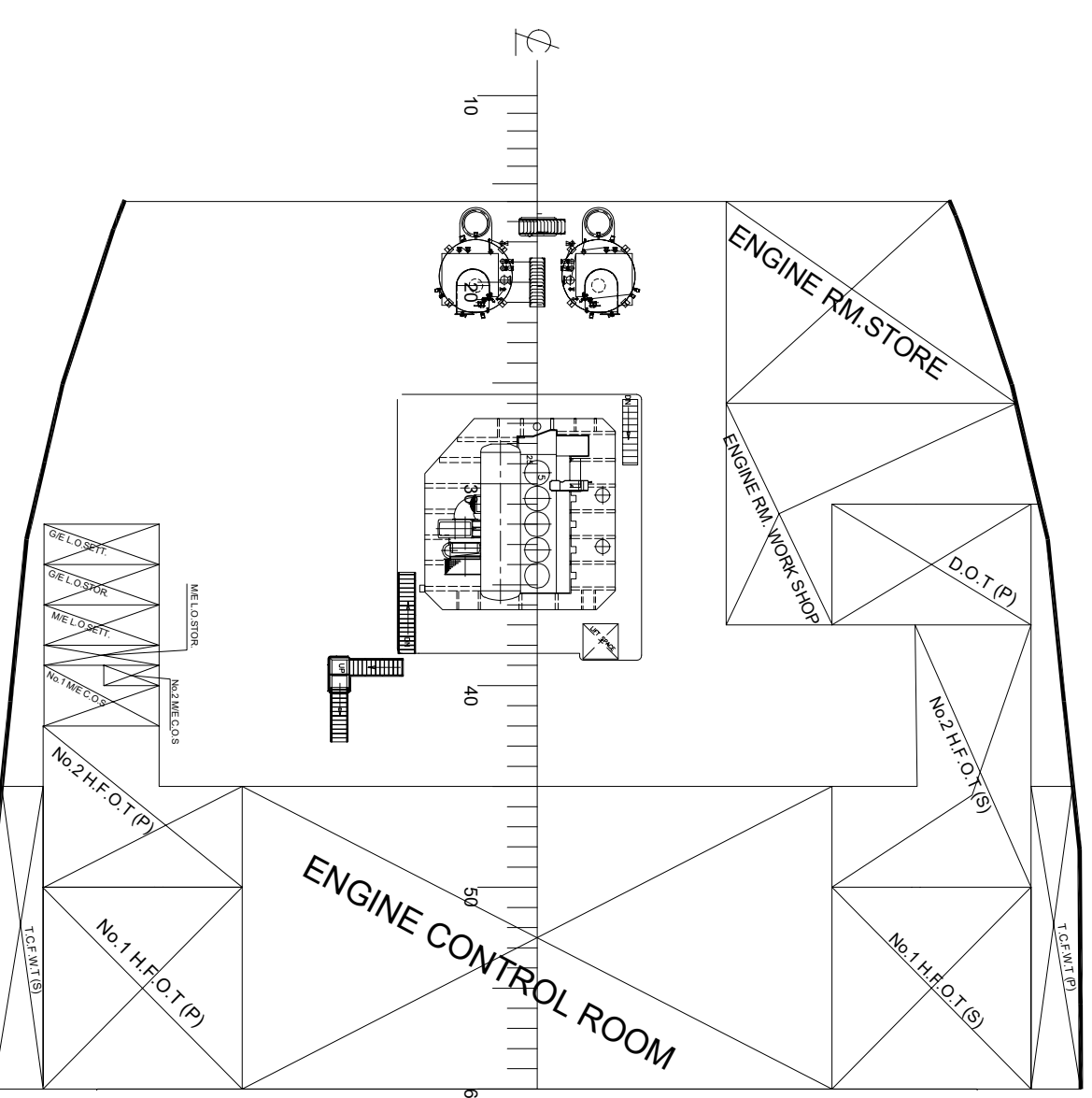
W/H TOP PLAN



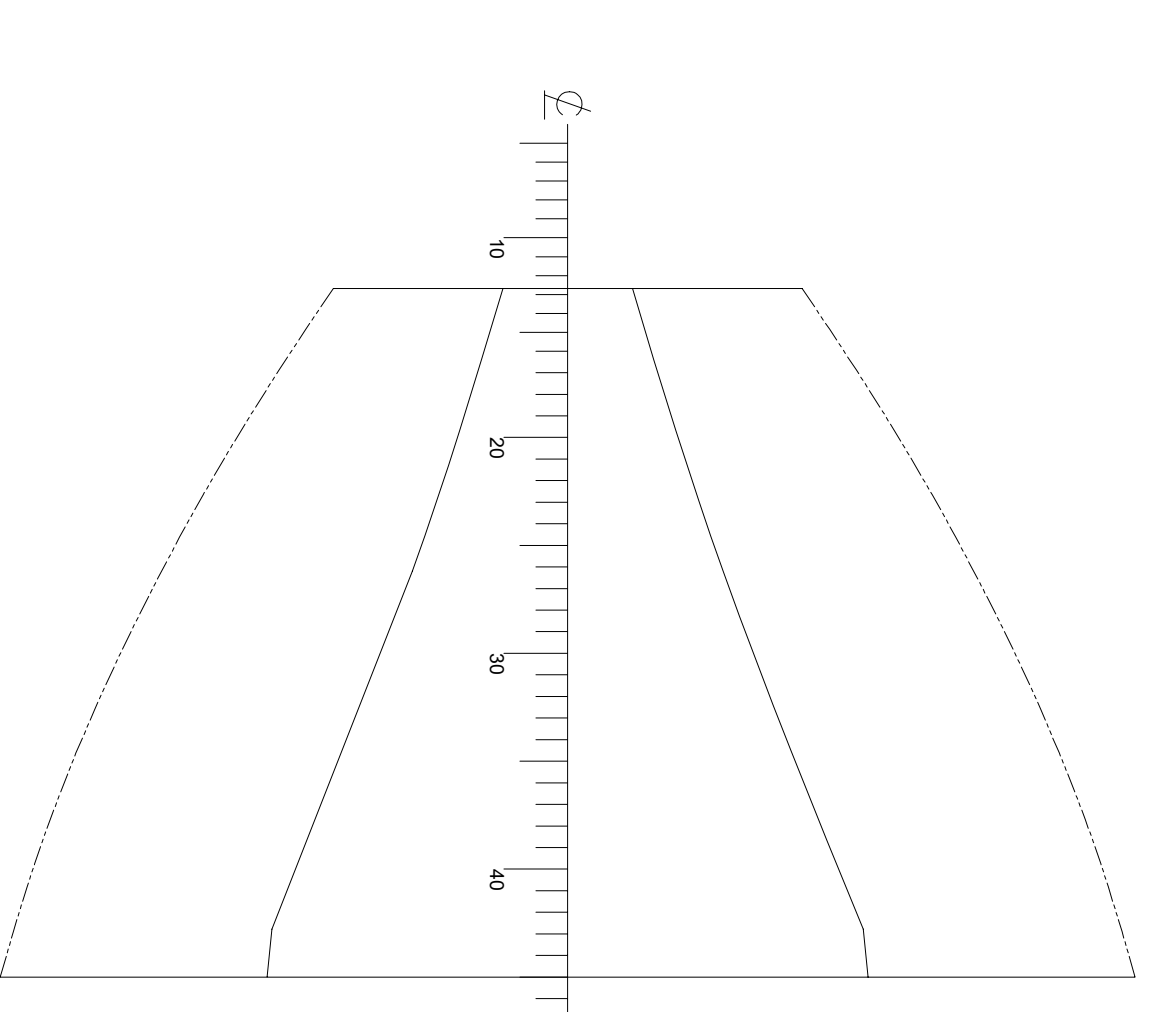
A-DECK PLAN



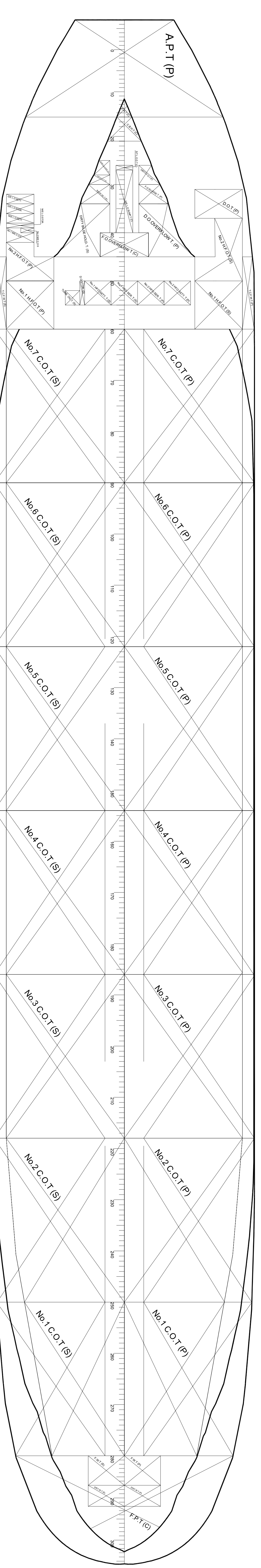
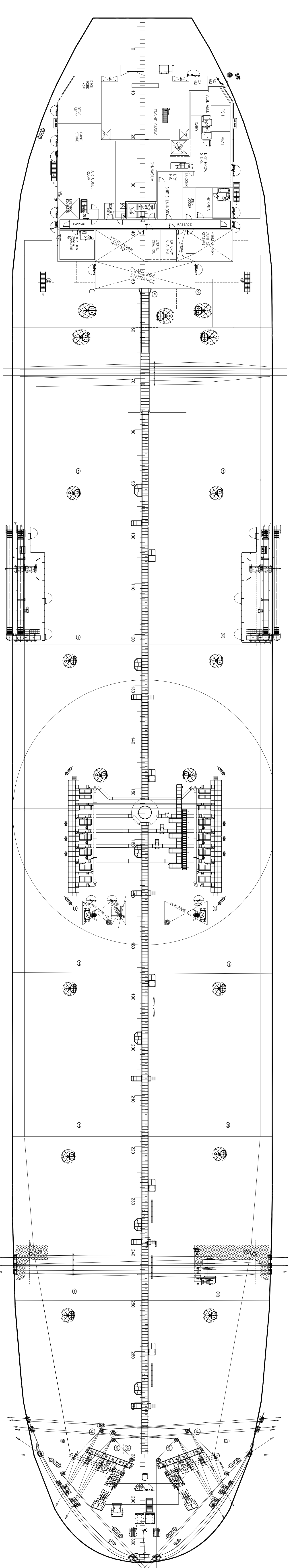
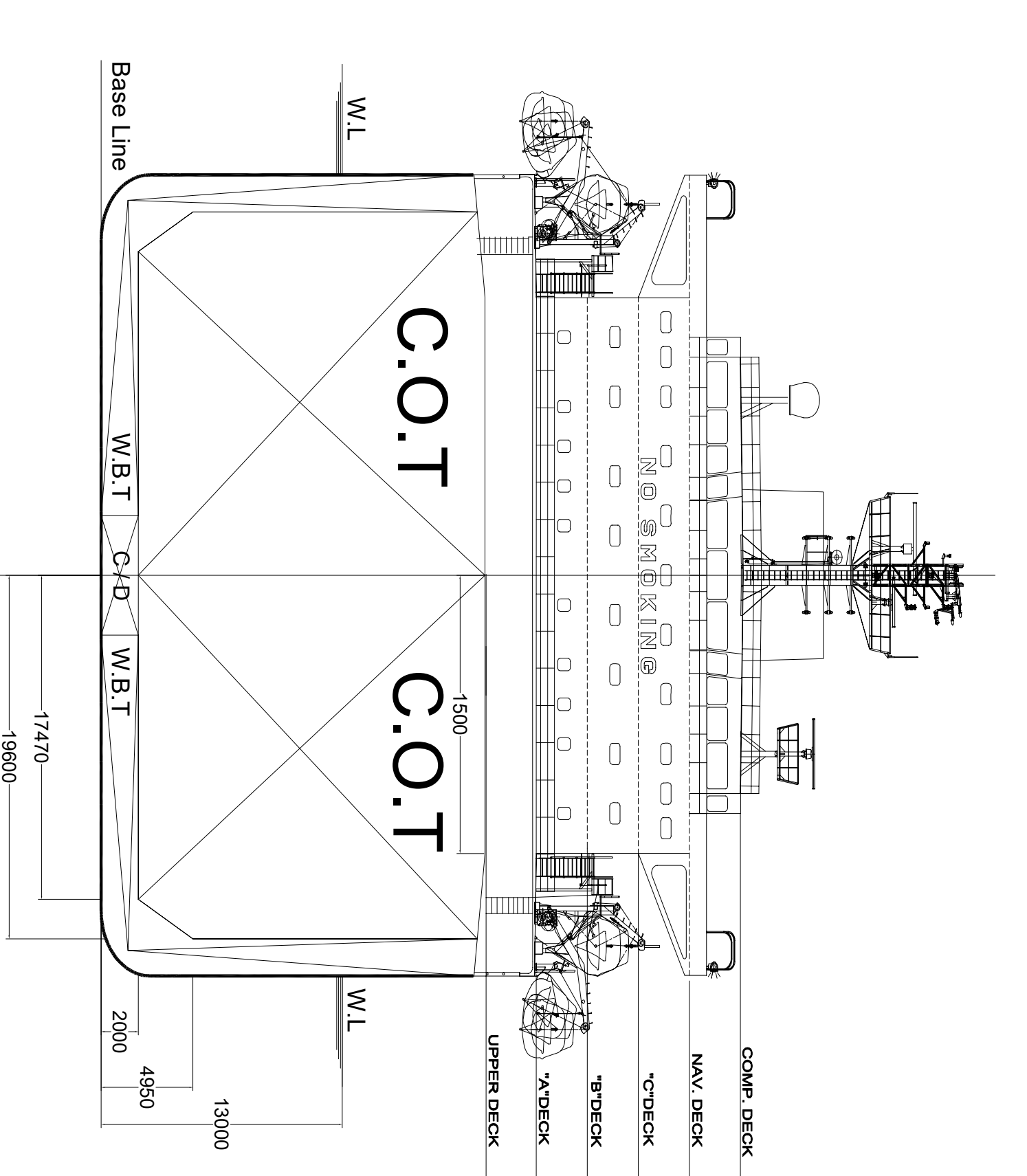
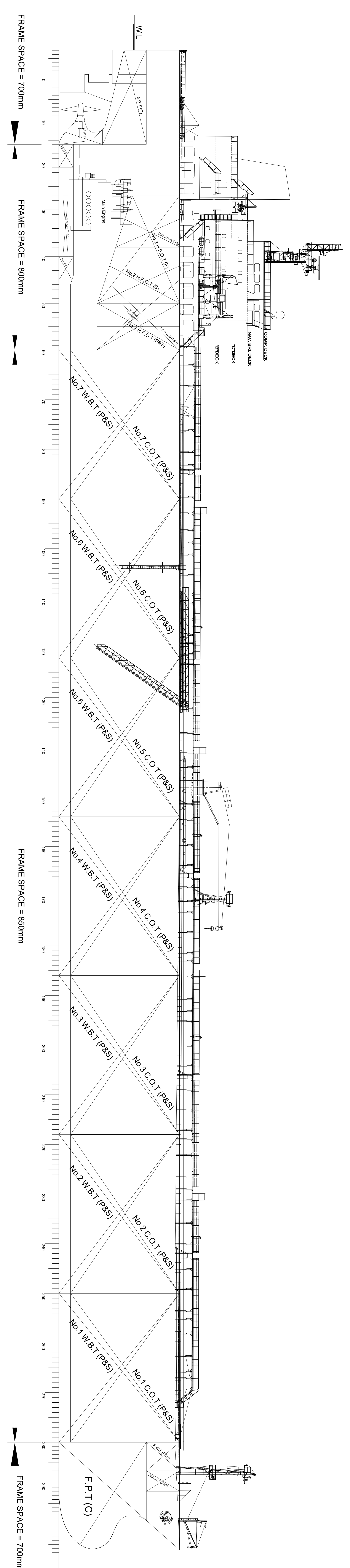
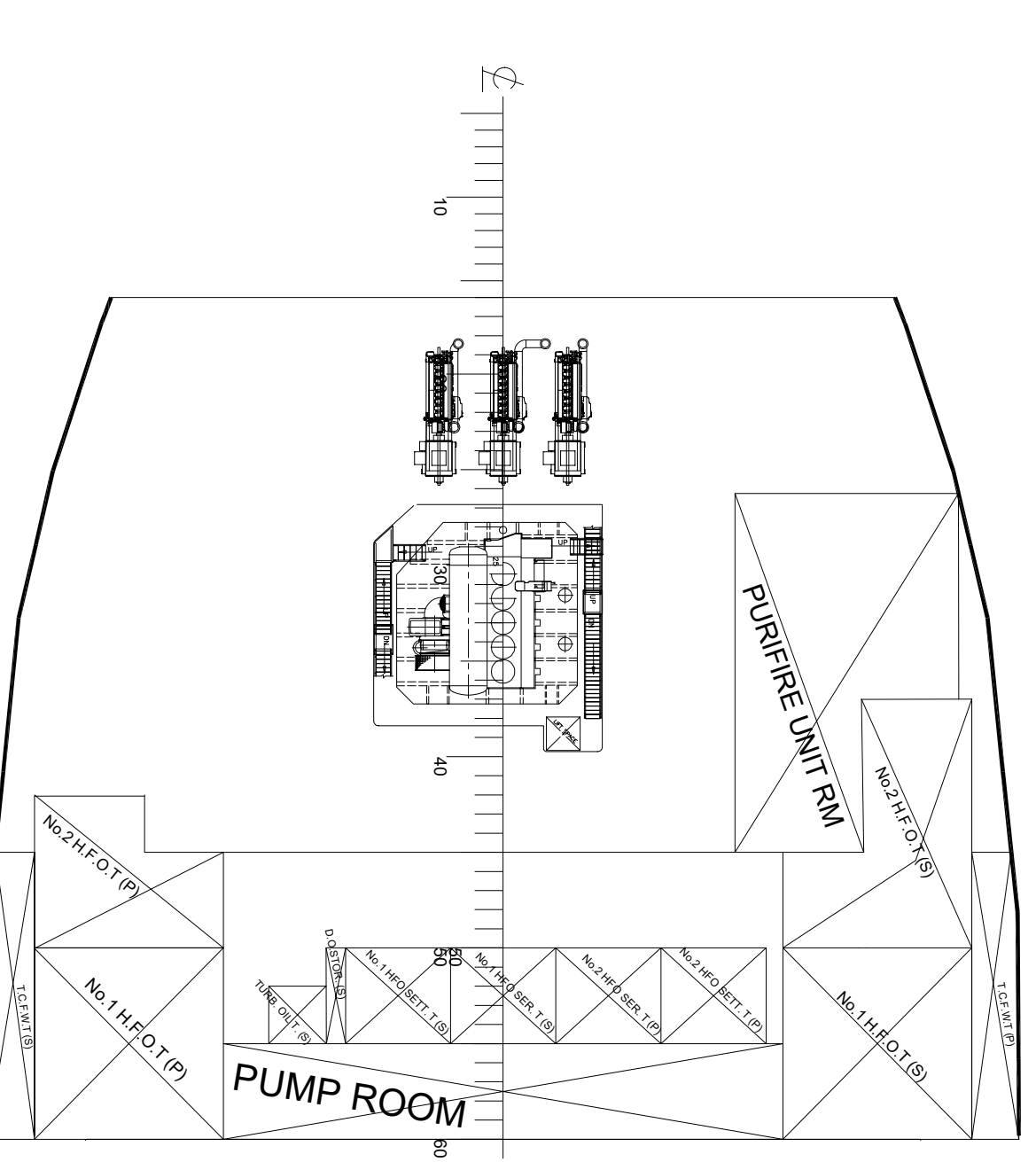
2-ND DECK PLAN



3-RD DECK PLAN



3-RD DECK PLAN



PRINCIPAL PARTICULARS

SHIP TYPE : PRODUCT CARRIER SHIP
 MAIN ENGINE : MAN B&W S60ME-C10.7-TIII
 -MCR 19 920KW X 105RPM
 -CSR (90% of MCR) 17 928KW X 101.8RPM
 LENGTH O.A. 255.97 m
 BREADTH B.P. 246 m
 DEPTH MLD 43.2 m
 DRAUGHT MLD (Design) 20.1 m
 DEADWEIGHT 101 308.15 t

SERVICE SPEED 15 km (90%MCR with 15% s.m.)
 COMPLEMENT 20 PEOPLE
 SHIP NAME: **PROMITHEAS**

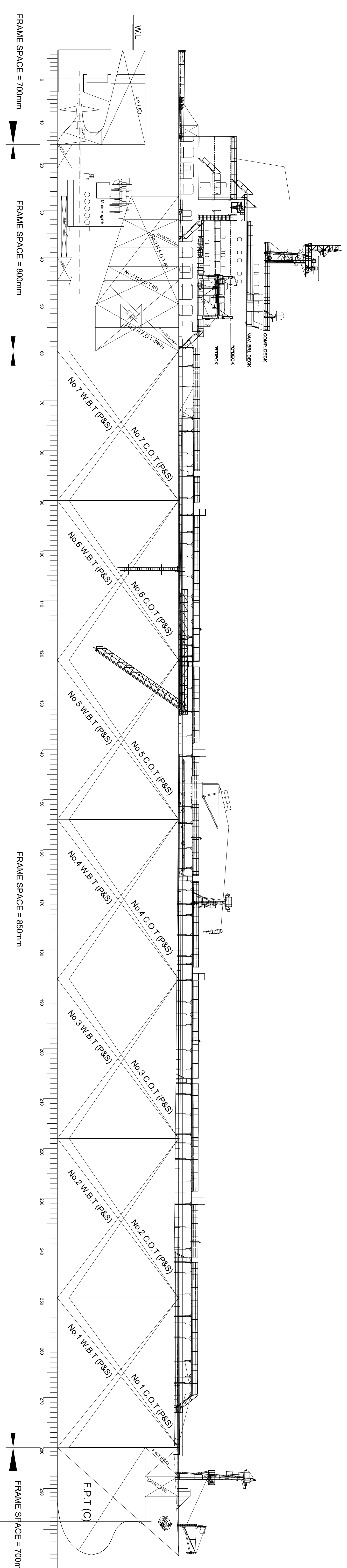
NAME OF DRAWING: **GENERAL ARRANGEMENT**

SCALE: 1:1000

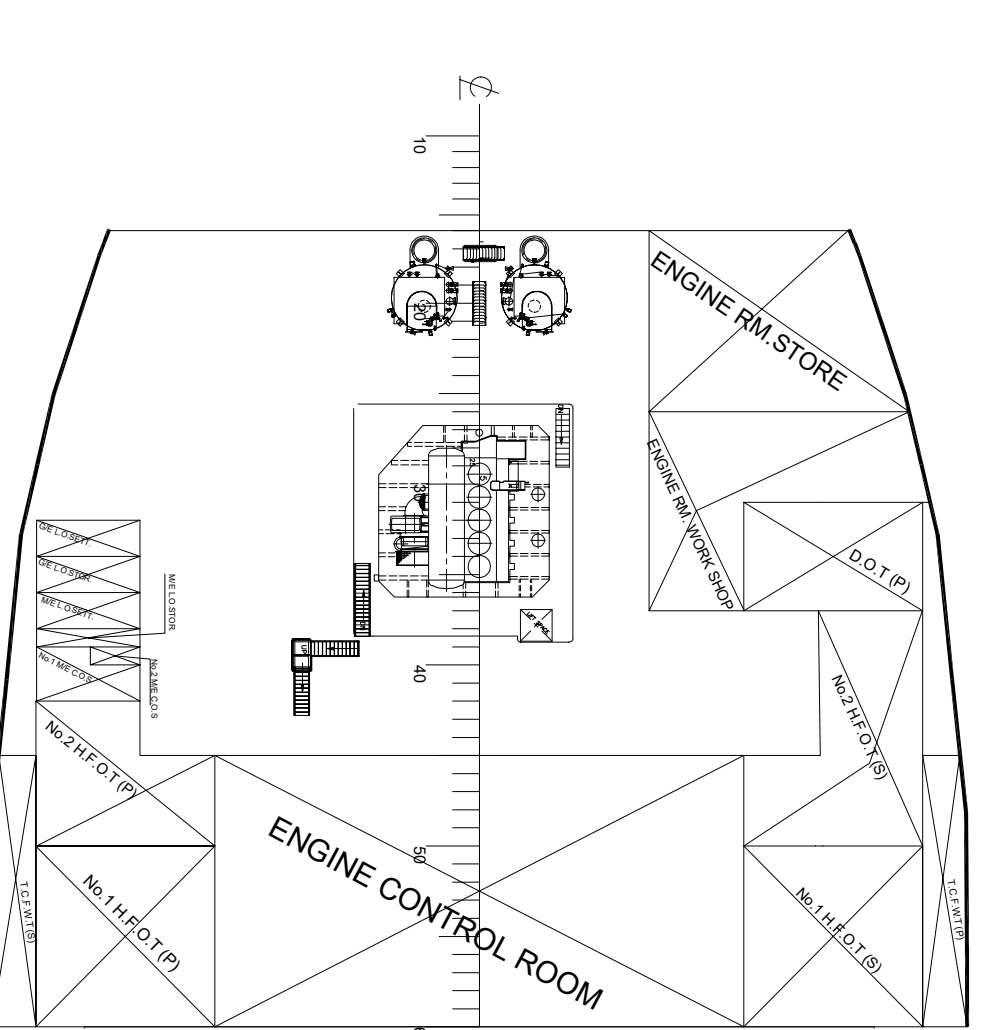
DESIGNER: ANDREAS PAPALOS

Σχολή Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών Ε.Μ.Π.

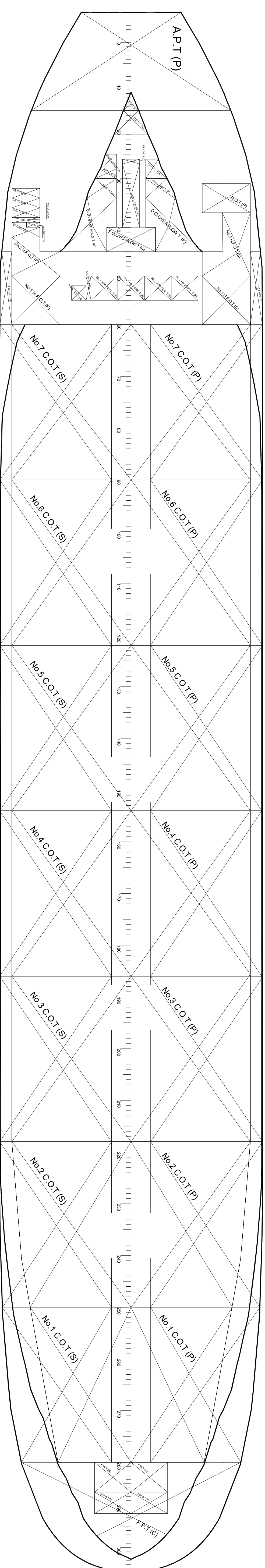
CAPACITY PLAN



2-ND DECK PLAN



3-ARD DECK PLAN

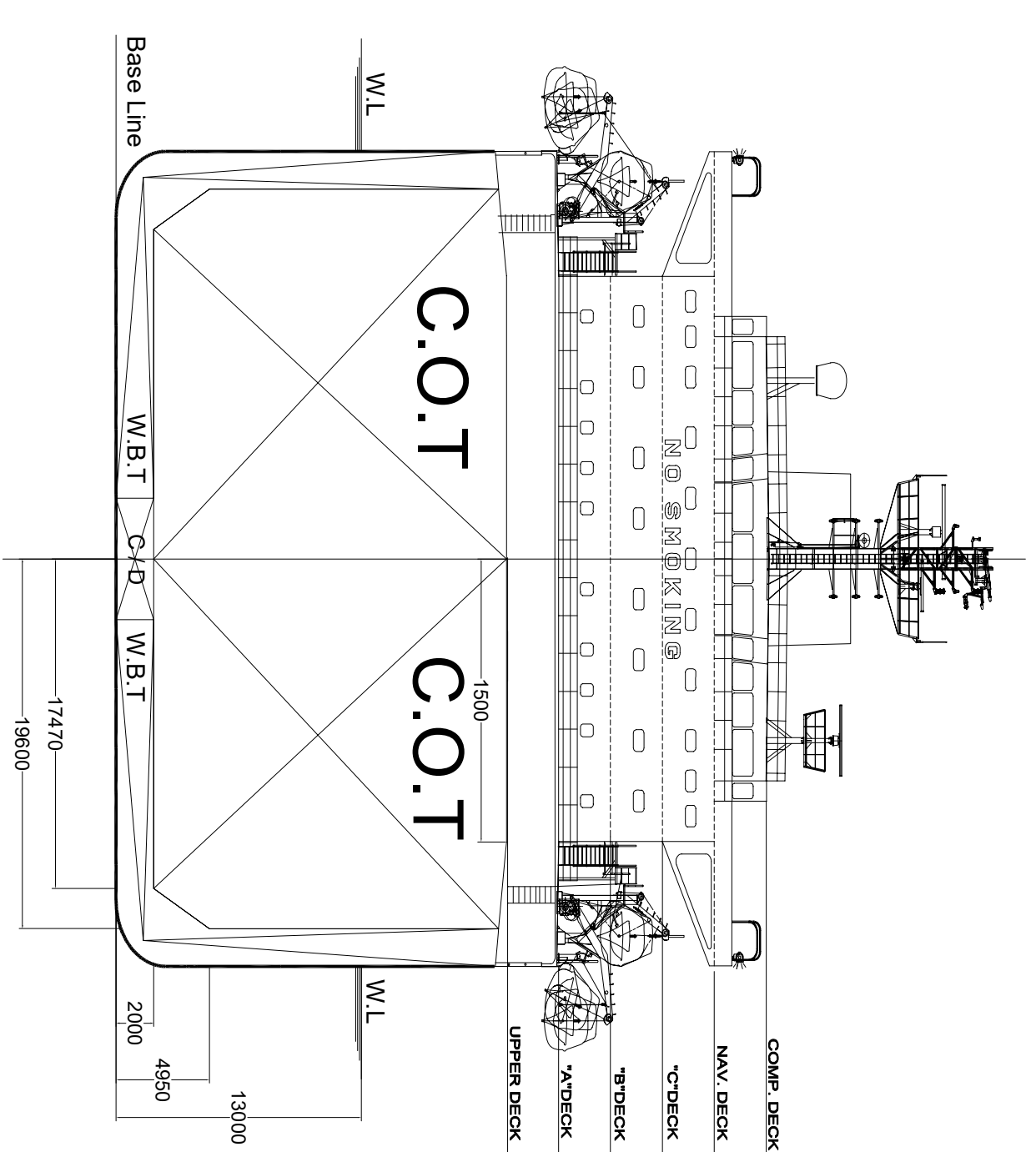
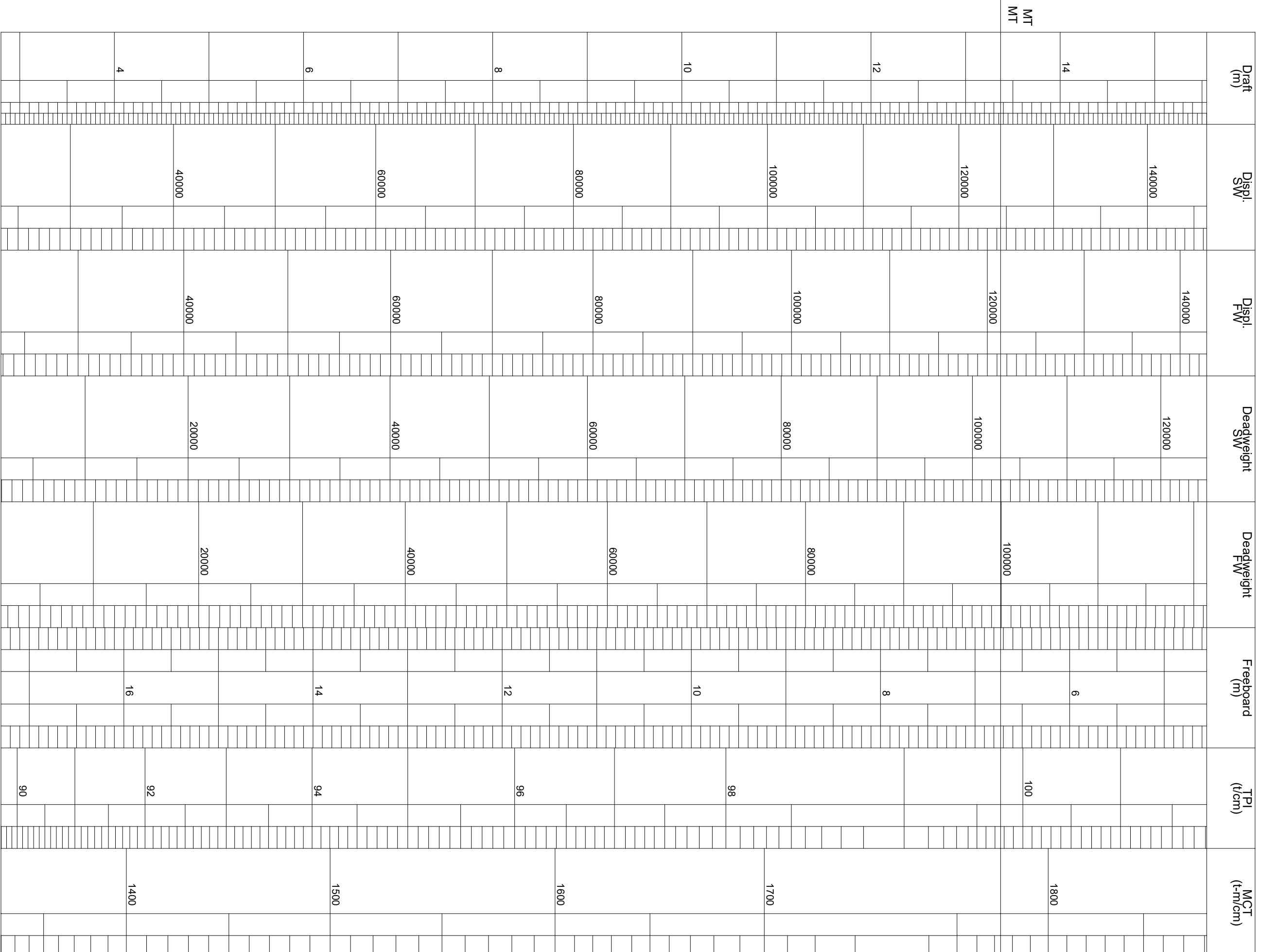


| Compartment | Frame | Volume (m ³) | Weight (t) | CG (m) | TTC (t) | VTC (t) | IT (t) |
|---------------|---------|--------------------------|------------------|---------------|--------------|--------------|------------------|
| No.1 CO.T (P) | 250/280 | 6733/6380 | 4993.1140 | 219/9610 | -21300 | 11490 | 6513/6000 |
| No.1 CO.T (S) | 250/280 | 6733/6380 | 4993.1140 | 219/9610 | -21300 | 11490 | 6513/6000 |
| No.2 CO.T (P) | 214/250 | 9239/8120 | 6836/6040 | 193/5770 | 43100 | 11410 | 6146/6000 |
| No.2 CO.T (S) | 214/250 | 9239/8120 | 6836/6040 | 193/5770 | 43100 | 11410 | 6146/6000 |
| No.3 CO.T (P) | 184/214 | 9657/7270 | 7294/7180 | 1671/900 | -94990 | 11390 | 1706/6000 |
| No.3 CO.T (S) | 184/214 | 9657/7270 | 7294/7180 | 1671/900 | -94990 | 11390 | 1706/6000 |
| No.4 CO.T (P) | 148/184 | 9657/7270 | 7294/7180 | 139/900 | -94990 | 11390 | 1706/6000 |
| No.4 CO.T (S) | 148/184 | 9657/7270 | 7294/7180 | 139/900 | -94990 | 11390 | 1706/6000 |
| No.5 CO.T (P) | 123/141 | 9657/7270 | 7294/7180 | 112/900 | -94990 | 11390 | 1706/6000 |
| No.5 CO.T (S) | 123/141 | 9657/7270 | 7294/7180 | 112/900 | -94990 | 11390 | 1706/6000 |
| No.6 CO.T (P) | 96/122 | 9657/7270 | 7294/7180 | 85/900 | -94990 | 11390 | 1706/6000 |
| No.6 CO.T (S) | 96/122 | 9657/7270 | 7294/7180 | 85/900 | -94990 | 11390 | 1706/6000 |
| No.7 CO.T (P) | 60/80 | 9214/6790 | 6833/7800 | 791/900 | -94990 | 11390 | 1600/6000 |
| No.7 CO.T (S) | 60/80 | 9214/6790 | 6833/7800 | 791/900 | -94990 | 11390 | 1600/6000 |
| Total | | 123271.26 | 946535.06 | 154120 | 64990 | 11490 | 1600/6000 |

| Compartment | Frame | Volume (m ³) | Weight (t) | CG (m) | TTC (t) | VTC (t) | IT (t) |
|---------------|---------|--------------------------|------------------|---------------|--------------|--------------|------------------|
| No.1 CO.T (P) | 250/280 | 6733/6380 | 4993.1140 | 219/9610 | -21300 | 11490 | 6513/6000 |
| No.1 CO.T (S) | 250/280 | 6733/6380 | 4993.1140 | 219/9610 | -21300 | 11490 | 6513/6000 |
| No.2 CO.T (P) | 214/250 | 9239/8120 | 6836/6040 | 193/5770 | 43100 | 11410 | 6146/6000 |
| No.2 CO.T (S) | 214/250 | 9239/8120 | 6836/6040 | 193/5770 | 43100 | 11410 | 6146/6000 |
| No.3 CO.T (P) | 184/214 | 9657/7270 | 7294/7180 | 1671/900 | -94990 | 11390 | 1706/6000 |
| No.3 CO.T (S) | 184/214 | 9657/7270 | 7294/7180 | 1671/900 | -94990 | 11390 | 1706/6000 |
| No.4 CO.T (P) | 148/184 | 9657/7270 | 7294/7180 | 139/900 | -94990 | 11390 | 1706/6000 |
| No.4 CO.T (S) | 148/184 | 9657/7270 | 7294/7180 | 139/900 | -94990 | 11390 | 1706/6000 |
| No.5 CO.T (P) | 123/141 | 9657/7270 | 7294/7180 | 112/900 | -94990 | 11390 | 1706/6000 |
| No.5 CO.T (S) | 123/141 | 9657/7270 | 7294/7180 | 112/900 | -94990 | 11390 | 1706/6000 |
| No.6 CO.T (P) | 96/122 | 9657/7270 | 7294/7180 | 85/900 | -94990 | 11390 | 1706/6000 |
| No.6 CO.T (S) | 96/122 | 9657/7270 | 7294/7180 | 85/900 | -94990 | 11390 | 1706/6000 |
| No.7 CO.T (P) | 60/80 | 9214/6790 | 6833/7800 | 791/900 | -94990 | 11390 | 1600/6000 |
| No.7 CO.T (S) | 60/80 | 9214/6790 | 6833/7800 | 791/900 | -94990 | 11390 | 1600/6000 |
| Total | | 123271.26 | 946535.06 | 154120 | 64990 | 11490 | 1600/6000 |

| Compartment | Frame | Volume (m ³) | Weight (t) | CG (m) | TTC (t) | VTC (t) | IT (t) |
|---------------|---------|--------------------------|------------------|---------------|--------------|--------------|------------------|
| No.1 CO.T (P) | 250/280 | 6733/6380 | 4993.1140 | 219/9610 | -21300 | 11490 | 6513/6000 |
| No.1 CO.T (S) | 250/280 | 6733/6380 | 4993.1140 | 219/9610 | -21300 | 11490 | 6513/6000 |
| No.2 CO.T (P) | 214/250 | 9239/8120 | 6836/6040 | 193/5770 | 43100 | 11410 | 6146/6000 |
| No.2 CO.T (S) | 214/250 | 9239/8120 | 6836/6040 | 193/5770 | 43100 | 11410 | 6146/6000 |
| No.3 CO.T (P) | 184/214 | 9657/7270 | 7294/7180 | 1671/900 | -94990 | 11390 | 1706/6000 |
| No.3 CO.T (S) | 184/214 | 9657/7270 | 7294/7180 | 1671/900 | -94990 | 11390 | 1706/6000 |
| No.4 CO.T (P) | 148/184 | 9657/7270 | 7294/7180 | 139/900 | -94990 | 11390 | 1706/6000 |
| No.4 CO.T (S) | 148/184 | 9657/7270 | 7294/7180 | 139/900 | -94990 | 11390 | 1706/6000 |
| No.5 CO.T (P) | 123/141 | 9657/7270 | 7294/7180 | 112/900 | -94990 | 11390 | 1706/6000 |
| No.5 CO.T (S) | 123/141 | 9657/7270 | 7294/7180 | 112/900 | -94990 | 11390 | 1706/6000 |
| No.6 CO.T (P) | 96/122 | 9657/7270 | 7294/7180 | 85/900 | -94990 | 11390 | 1706/6000 |
| No.6 CO.T (S) | 96/122 | 9657/7270 | 7294/7180 | 85/900 | -94990 | 11390 | 1706/6000 |
| No.7 CO.T (P) | 60/80 | 9214/6790 | 6833/7800 | 791/900 | -94990 | 11390 | 1600/6000 |
| No.7 CO.T (S) | 60/80 | 9214/6790 | 6833/7800 | 791/900 | -94990 | 11390 | 1600/6000 |
| Total | | 123271.26 | 946535.06 | 154120 | 64990 | 11490 | 1600/6000 |

| Compartment | Frame | Volume (m ³) | Weight (t) | CG (m) | TTC (t) | VTC (t) | IT (t) |
|---------------|---------|--------------------------|------------------|---------------|--------------|--------------|------------------|
| No.1 CO.T (P) | 250/280 | 6733/6380 | 4993.1140 | 219/9610 | -21300 | 11490 | 6513/6000 |
| No.1 CO.T (S) | 250/280 | 6733/6380 | 4993.1140 | 219/9610 | -21300 | 11490 | 6513/6000 |
| No.2 CO.T (P) | 214/250 | 9239/8120 | 6836/6040 | 193/5770 | 43100 | 11410 | 6146/6000 |
| No.2 CO.T (S) | 214/250 | 9239/8120 | 6836/6040 | 193/5770 | 43100 | 11410 | 6146/6000 |
| No.3 CO.T (P) | 184/214 | 9657/7270 | 7294/7180 | 1671/900 | -94990 | 11390 | 1706/6000 |
| No.3 CO.T (S) | 184/214 | 9657/7270 | 7294/7180 | 1671/900 | -94990 | 11390 | 1706/6000 |
| No.4 CO.T (P) | 148/184 | 9657/7270 | 7294/7180 | 139/900 | -94990 | 11390 | 1706/6000 |
| No.4 CO.T (S) | 148/184 | 9657/7270 | 7294/7180 | 139/900 | -94990 | 11390 | 1706/6000 |
| No.5 CO.T (P) | 123/141 | 9657/7270 | 7294/7180 | 112/900 | -94990 | 11390 | 1706/6000 |
| No.5 CO.T (S) | 123/141 | 9657/7270 | 7294/7180 | 112/900 | -94990 | 11390 | 1706/6000 |
| No.6 CO.T (P) | 96/122 | 9657/7270 | 7294/7180 | 85/900 | -94990 | 11390 | 1706/6000 |
| No.6 CO.T (S) | 96/122 | 9657/7270 | 7294/7180 | 85/900 | -94990 | 11390 | 1706/6000 |
| No.7 CO.T (P) | 60/80 | 9214/6790 | 6833/7800 | 791/900 | -94990 | 11390 | 1600/6000 |
| No.7 CO.T (S) | 60/80 | 9214/6790 | 6833/7800 | 791/900 | -94990 | 11390 | 1600/6000 |
| Total | | 123271.26 | 946535.06 | 154120 | 64990 | 11490 | 1600/6000 |



PRINCIPAL PARTICULARS

| | |
|---|-------------------------------|
| SHIP TYPE : | PRODUCT CARRIER SHIP |
| MAIN ENGINE : | MAN B&W S60MC-C8.2-TII |
| -MCR (11.900KW X 105RPM) | |
| -CSR (90% of MCR) 10.710KW X 101.9RPM | |
| LENGTH O.A. | 255.97 m |
| LENGTH B.P. | 246 m |
| BREADTH MLD | 43.2 m |
| DEPTH MLD | 20.1 m |
| DRAUGHT MLD (Design) | 13 m |
| DEADWEIGHT | 101 308.15 t |
| SERVICE SPEED | 15 kn (90%MCR with 15% s. m.) |
| COMPLEMENT | 20 PEOPLE |
| SHIP NAME: | PROMITHEAS |
| NAME OF DRAWING: | GENERAL ARRANGEMENT |
| SCALE: | 1:1000 |
| DESIGNER: | ANDREAS PAPALOS |
| Σχολή Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών Ε.Μ.Π. | |



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ΄

Tank Plan & Κατανομή Βαρών



Ανδρέας Πάπαλος
ΝΑΥΠΗΓΟΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

Στο Παράρτημα αυτό θα δούμε λεπτομερώς τις δεξαμενές του πλοίου καθώς και τις κατανομές του βάρους τόσο του Deadweight όσο και του Lightship ακόμη και του έρματος.

Tank Plan

CARGO OIL TANKS

| Compartment | Frames | Volume (m ³) | Weight (t) | LCG (m) | TCG (m) | VCG (m) | IT (m ⁴) |
|----------------|---------|-----------------------------|----------------|----------------|------------|---------------|-------------------------|
| No.1 C.O.T (P) | 250-280 | 6733.94 | 4983.11 | 219.961 | -7.13 | 11.449 | 6518 |
| No.1 C.O.T (S) | 250-280 | 6733.94 | 4983.11 | 219.961 | 7.13 | 11.449 | 6518 |
| No.2 C.O.T (P) | 218-250 | 9239.17 | 6836.98 | 193.957 | -9.108 | 11.413 | 14196 |
| No.2 C.O.T (S) | 218-250 | 9239.17 | 6836.98 | 193.957 | 9.108 | 11.413 | 14196 |
| No.3 C.O.T (P) | 186-218 | 9857.73 | 7294.72 | 167.1 | -9.699 | 11.398 | 17066 |
| No.3 C.O.T (S) | 186-218 | 9857.73 | 7294.72 | 167.1 | 9.699 | 11.398 | 17066 |
| No.4 C.O.T (P) | 154-186 | 9857.73 | 7294.72 | 139.9 | -9.699 | 11.398 | 17066 |
| No.4 C.O.T (S) | 154-186 | 9857.73 | 7294.72 | 139.9 | 9.699 | 11.398 | 17066 |
| No.5 C.O.T (P) | 122-154 | 9857.73 | 7294.72 | 112.7 | -9.699 | 11.398 | 17066 |
| No.5 C.O.T (S) | 122-154 | 9857.73 | 7294.72 | 112.7 | 9.699 | 11.398 | 17066 |
| No.6 C.O.T (P) | 90-122 | 9857.73 | 7294.72 | 85.5 | -9.699 | 11.398 | 17066 |
| No.6 C.O.T (S) | 90-122 | 9857.73 | 7294.72 | 85.5 | 9.699 | 11.398 | 17066 |
| No.7 C.O.T (P) | 60-90 | 9241.62 | 6838.8 | 59.15 | -9.699 | 11.398 | 16000 |
| No.7 C.O.T (S) | 60-90 | 9241.62 | 6838.8 | 59.15 | 9.699 | 11.398 | 16000 |
| Total | | 129291 | 95675.5 | 136.126 | 0 | 11.405 | |

Water Ballast Tanks (SG = 1.025 tonnes/cu.m 100 % full)

| Compartment | Frames | Volume (m ³) | Weight (t) | LCG (m) | TCG (m) | VCG (m) | IT (m ⁴) |
|----------------|---------|-----------------------------|----------------|----------------|------------|--------------|-------------------------|
| A.P.T (C) | -23 | 1301.06 | 1333.58 | 4.887 | 0 | 12.587 | 13383 |
| F.P.T (C) | 280-306 | 4485.61 | 4597.75 | 239.802 | 0 | 7.613 | 21390 |
| No.1 W.B.T (P) | 250-280 | 2740.45 | 2808.97 | 220.017 | -15.048 | 9.473 | 5434 |
| No.1 W.B.T (S) | 250-280 | 2740.45 | 2808.97 | 220.017 | 15.048 | 9.473 | 5434 |
| No.2 W.B.T (P) | 218-250 | 2485.67 | 2547.81 | 195.091 | -16.713 | 7.273 | 12434 |
| No.2 W.B.T (S) | 218-250 | 2485.67 | 2547.81 | 195.091 | 16.713 | 7.273 | 12434 |
| No.3 W.B.T (P) | 186-218 | 2021.06 | 2071.59 | 167.1 | -16.469 | 6.038 | 13826 |
| No.3 W.B.T (S) | 186-218 | 2021.06 | 2071.59 | 167.1 | 16.469 | 6.038 | 13826 |
| No.4 W.B.T (P) | 154-186 | 2021.06 | 2071.59 | 139.9 | -16.469 | 6.038 | 13826 |
| No.4 W.B.T (S) | 154-186 | 2021.06 | 2071.59 | 139.9 | 16.469 | 6.038 | 13826 |
| No.5 W.B.T (P) | 122-154 | 2021.06 | 2071.59 | 112.7 | -16.469 | 6.038 | 13826 |
| No.5 W.B.T (S) | 122-154 | 2021.06 | 2071.59 | 112.7 | 16.469 | 6.038 | 13826 |
| No.6 W.B.T (P) | 90-122 | 2020.9 | 2071.43 | 85.501 | -16.469 | 6.038 | 13822 |
| No.6 W.B.T (S) | 90-122 | 2020.9 | 2071.43 | 85.501 | 16.469 | 6.038 | 13822 |
| No.7 W.B.T (P) | 60-90 | 1750.48 | 1794.24 | 59.741 | -16.203 | 6.357 | 10902 |
| No.7 W.B.T (S) | 60-90 | 1750.48 | 1794.24 | 59.741 | 16.203 | 6.357 | 10902 |
| Total | | 35908 | 36805.7 | 153.419 | 0 | 7.198 | |

Fresh Water Tanks (SG = 1.000 tonnes/cu.m 100 % full)

| Compartment | Frames | Volume | Weight | LCG | TCG | VCG | IT |
|--------------|---------|-------------------|---------------|--------------|----------|--------------|-------------------|
| | | (m ³) | (t) | (m) | (m) | (m) | (m ⁴) |
| DIST.W.T (P) | 287-292 | 119.7 | 119.7 | 240.05 | -3 | 17.85 | 63 |
| DIST.W.T (S) | 287-292 | 119.7 | 119.7 | 240.05 | 3 | 17.85 | 63 |
| F.W.T (P) | 280-287 | 167.58 | 167.58 | 235.85 | -3 | 17.85 | 88 |
| F.W.T (S) | 280-287 | 167.58 | 167.58 | 235.85 | 3 | 17.85 | 88 |
| Total | | 574.56 | 574.56 | 237.6 | 0 | 17.85 | |

Heavy Fuel Oil Tanks (SG = 0.950 tonnes/cu.m 100 % full)

| Compartment | Frames | Volume | Weight | LCG | TCG | VCG | IT |
|------------------|--------|-------------------|----------------|---------------|---------------|---------------|-------------------|
| | | (m ³) | (t) | (m) | (m) | (m) | (m ⁴) |
| No.2 H.F.O.T (S) | 42-50 | 569.596 | 541.116 | 35.648 | 15.921 | 13.824 | 206 |
| No.2 H.F.O.T (P) | 37-50 | 1066.45 | 1013.13 | 33.368 | -15.411 | 13.974 | 427 |
| No.1 H.F.O.T (P) | 50-60 | 888.057 | 843.654 | 42.406 | 15.622 | 13.552 | 328 |
| No.1 H.F.O.T (S) | 50-60 | 888.057 | 843.654 | 42.406 | -15.622 | 13.552 | 328 |
| H.F.O.SERV.T (P) | 50-55 | 63.36 | 60.192 | 40.4 | -4.4 | 12.6 | 28 |
| H.F.O.SERV.T (C) | 50-55 | 63.36 | 60.192 | 40.4 | 0 | 12.6 | 28 |
| H.F.O.SETT.T (P) | 50-55 | 63.36 | 60.192 | 40.4 | -8.8 | 12.6 | 28 |
| H.F.O.SETT.T (S) | 50-55 | 63.36 | 60.192 | 40.4 | 4.4 | 12.6 | 28 |
| Total | | 3665.61 | 3482.32 | 38.587 | -2.162 | 13.651 | |

Diesel Oil Tanks (SG = 0.900 tonnes/cu.m 100 % full)

| Compartment | Frames | Volume | Weight | LCG | TCG | VCG | IT |
|-----------------|--------|-------------------|---------------|---------------|----------------|---------------|-------------------|
| | | (m ³) | (t) | (m) | (m) | (m) | (m ⁴) |
| D.O.STOR.T. (S) | 50-55 | 2.56 | 2.304 | 40.4 | 7 | 10.4 | 0 |
| D.O.T (S) | 31-37 | 392.395 | 353.156 | 25.687 | -15.07 | 15.07 | 197 |
| Total | | 394.96 | 355.46 | 25.783 | -14.927 | 15.039 | |

Lubrication Oil Tanks (SG = 0.900 tonnes/cu.m 100 % full)

| Compartment | Frames | Volume | Weight | LCG | TCG | VCG | IT |
|--------------------------|--------|-------------------|----------------|---------------|---------------|---------------|-------------------|
| | | (m ³) | (t) | (m) | (m) | (m) | (m ⁴) |
| M/E L.O.SETT.T(S) | 31-33 | 61.973 | 55.776 | 24.003 | 15.934 | 17.826 | 0 |
| G/E L.O.SETT.T(S) | 35-37 | 63.188 | 56.87 | 27.2 | 16 | 17.785 | 0 |
| G/E L.O.STOR.T(S) | 37-38 | 31.607 | 28.446 | 28.4 | 16.001 | 17.784 | 0 |
| M/E L.O.STOR.T(S) | 33-35 | 62.879 | 56.591 | 25.601 | 15.983 | 17.797 | 0 |
| M/E L.O.SUT. (C) | 27-40 | 26.208 | 23.587 | 25.2 | 0 | 1.15 | 0 |
| No.1 M/E CYLO.STOR.T (S) | 38-42 | 106.362 | 95.726 | 30.551 | 16.454 | 17.772 | 0 |
| No.2 M/E CYLO.STOR.T (S) | 38-40 | 20.064 | 18.058 | 29.6 | 13.6 | 17.85 | 0 |
| TURB. OIL.T (S) | 52-55 | 13.824 | 12.442 | 41.2 | 7.8 | 16.2 | 2 |
| Total | | 386.1 | 347.494 | 27.938 | 14.607 | 16.607 | |

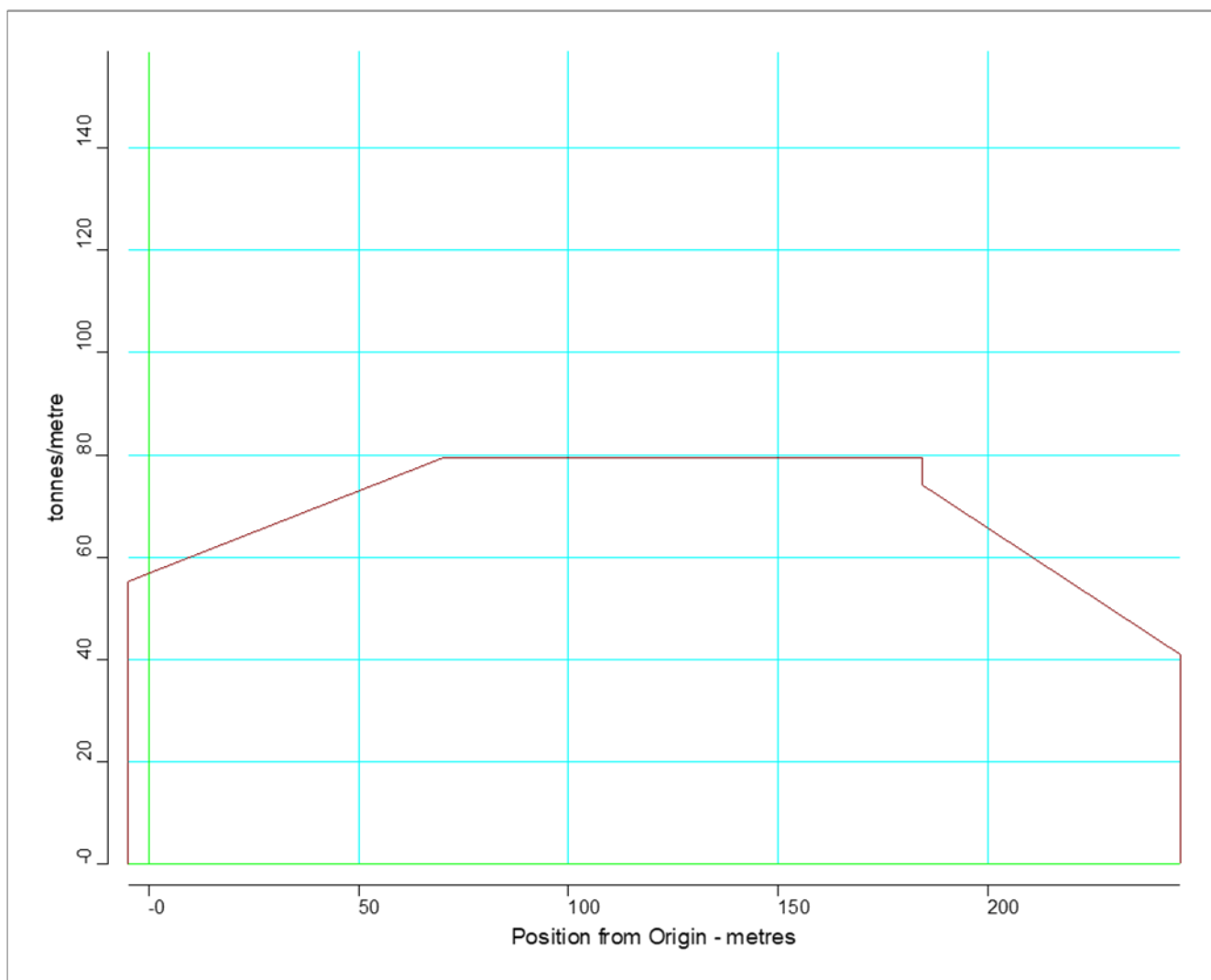
Miscellaneous (SG = 1.000 tonnes/cu.m 100 % full)

| Compartment | Frames | Volume (m ³) | Weight (t) | LCG (m) | TCG (m) | VCG (m) | IT (m ⁴) |
|--------------------------|--------|-----------------------------|----------------|---------------|-------------|--------------|-------------------------|
| BILGE OIL T (S) | 30-34 | 26.367 | 26.367 | 24.118 | 4.266 | 1.479 | 26 |
| CLEAN BILGE HOLD T. (C) | 16-21 | 29.672 | 29.672 | 13.473 | 0 | 1.524 | 31 |
| C.W.T (C) | Sep-16 | 38.191 | 38.191 | 9.767 | 0 | 4.646 | 22 |
| T.C.F.W.T (P) | 45-60 | 219.302 | 219.302 | 41.064 | -20.428 | 14.967 | 7 |
| T.C.F.W.T (S) | 45-60 | 219.302 | 219.302 | 41.064 | 20.428 | 14.967 | 7 |
| DIRTY BILGE HOLD. T. (S) | 34-45 | 96.931 | 96.931 | 30.114 | 5.567 | 1.449 | 223 |
| D.O.OVERFLOW T. | 34-45 | 96.931 | 96.931 | 30.114 | -5.567 | 1.449 | 223 |
| DIRTY L.O.T (S) | 28-30 | 8.764 | 8.764 | 21.639 | 3.735 | 1.568 | 5 |
| DIRTY F.O.T | 26-30 | 15.251 | 15.251 | 20.959 | -3.603 | 1.582 | 8 |
| F.O.OVERFLOW T (C) | 40-45 | 78.763 | 78.763 | 32.384 | 0 | 1.245 | 170 |
| F.O.SLUDGE T. (P) | 30-34 | 26.367 | 26.367 | 24.118 | -4.266 | 1.479 | 26 |
| GENSET L.O.OVERF. T (S) | 25-28 | 9.077 | 9.077 | 19.689 | 3.37 | 1.606 | 3 |
| S/T L.O.DRAIN T. (C) | 26-27 | 3.92 | 3.92 | 19.6 | 0 | 1.625 | 0 |
| Total | | 868.83 | 868.837 | 33.618 | 0.01 | 8.406 | |

Κατανομές Βαρών

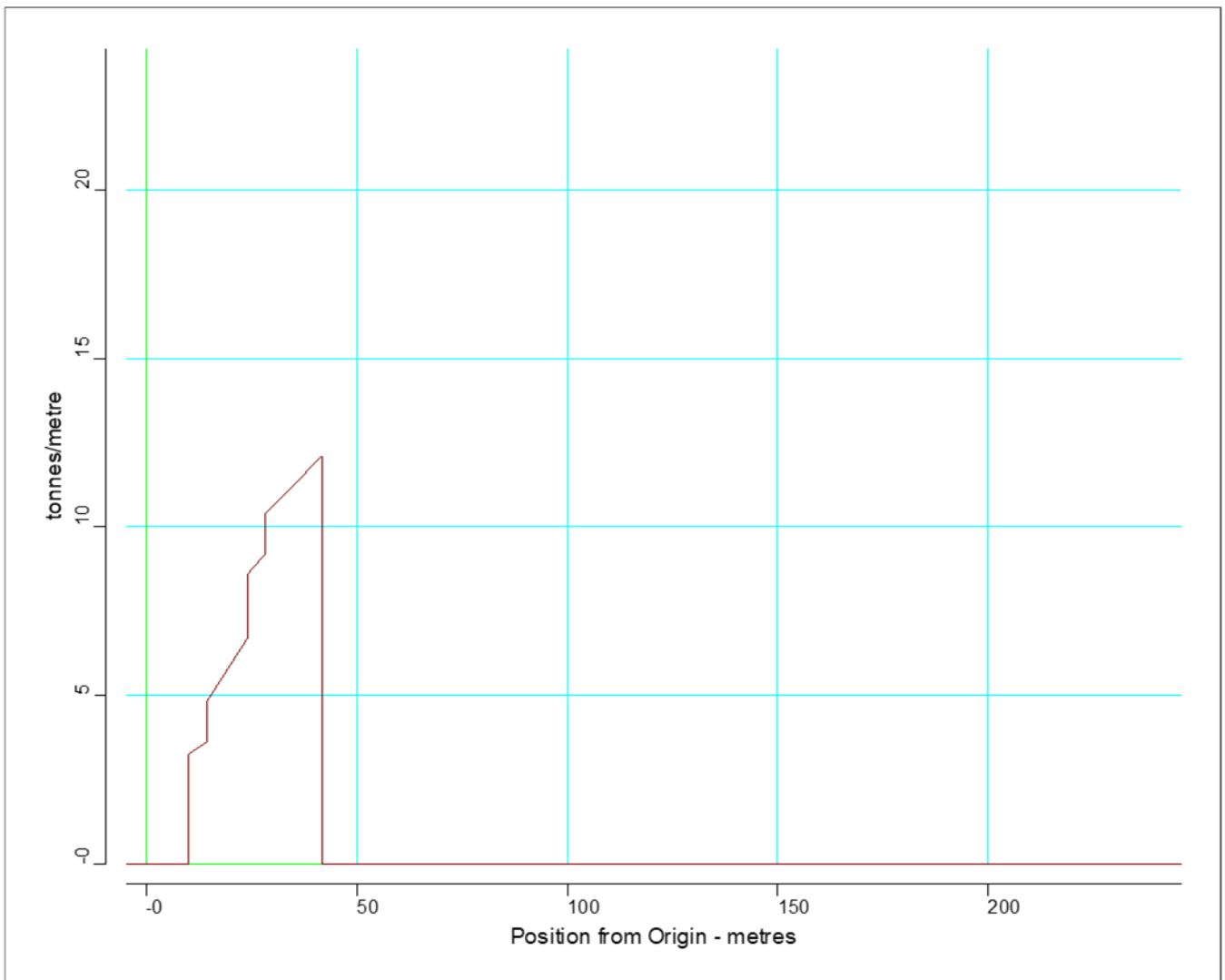
❖ Βάρος Γυμής Γάστρας, W_{Hull}

| Item | Weight (t) | LCG (m) | TCG (m) | VCG (m) | FSM (t-m) | Aft ext. (m) | Fwd ext. (m) |
|---------------|-----------------|----------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|-----------------|
| Stern Section | 5053.74 | 34.830 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | -4.933 | 70.110 |
| PMB | 9084.35 | 127.310 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 70.110 | 184.500 |
| Stem Section | 3538.44 | 212.300 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 184.500 | 246.000 |
| Total | 17676.53 | 117.883 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | | |



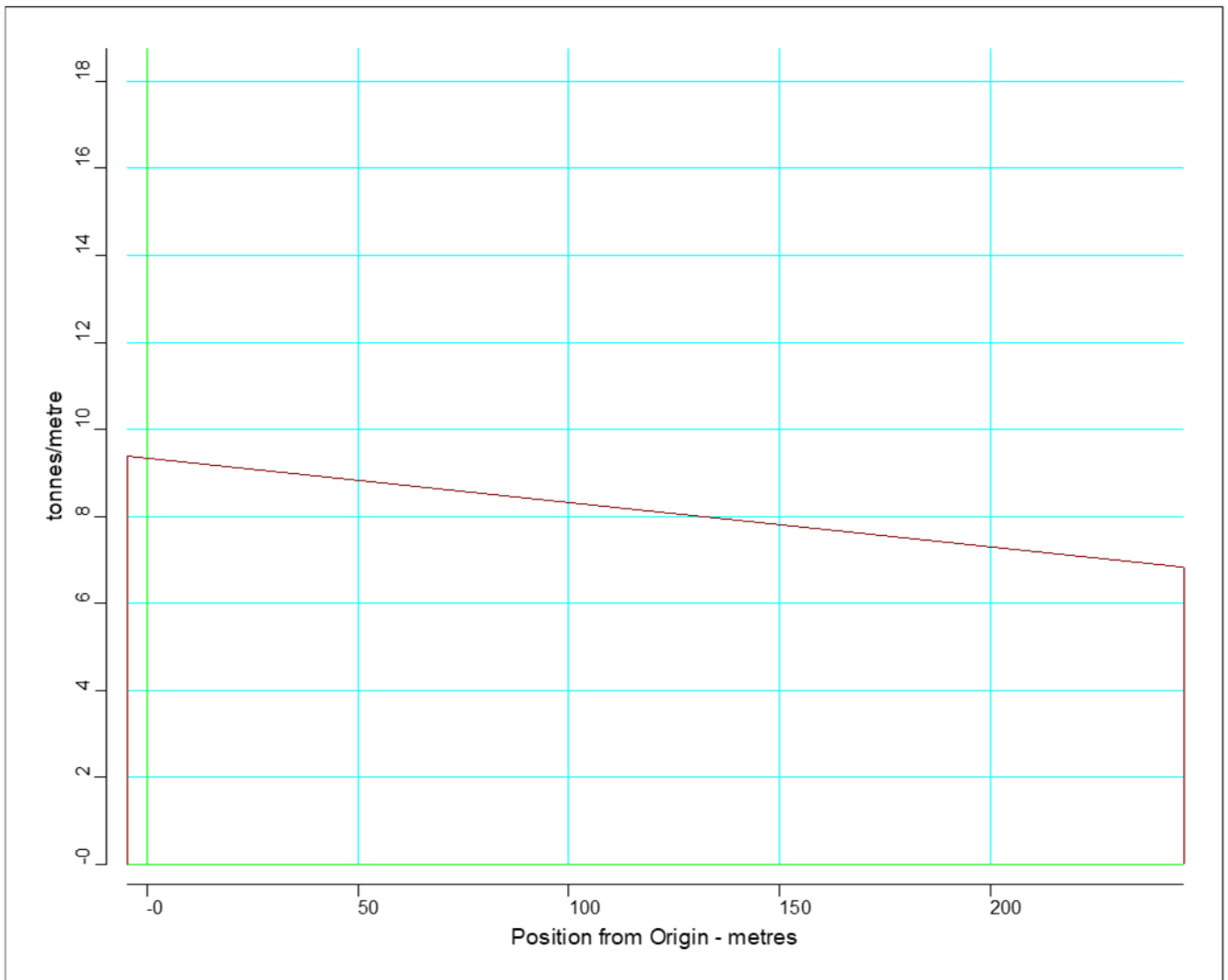
❖ **Βάρος Υπερκατασκευών, W_{ss}**

| Item | Weight | LCG | TCG | VCG | FSM | Aft ext. | Fwd ext. |
|--------------|---------------|---------------|--------------|--------------|-------------|----------|----------|
| | (t) | (m) | (m) | (m) | (t-m) | (m) | (m) |
| Deck A | 38.74 | 25.740 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 9.800 | 41.600 |
| Deck B | 47.35 | 27.080 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 9.800 | 41.600 |
| Deck C | 59.38 | 28.340 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 9.800 | 41.600 |
| Naval Deck | 82.81 | 33.130 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 24.000 | 41.600 |
| Comp. Deck | 14.61 | 34.580 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 28.000 | 41.600 |
| Funnel | 16.77 | 19.690 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 14.400 | 24.000 |
| Total | 260.16 | 29.223 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | | |



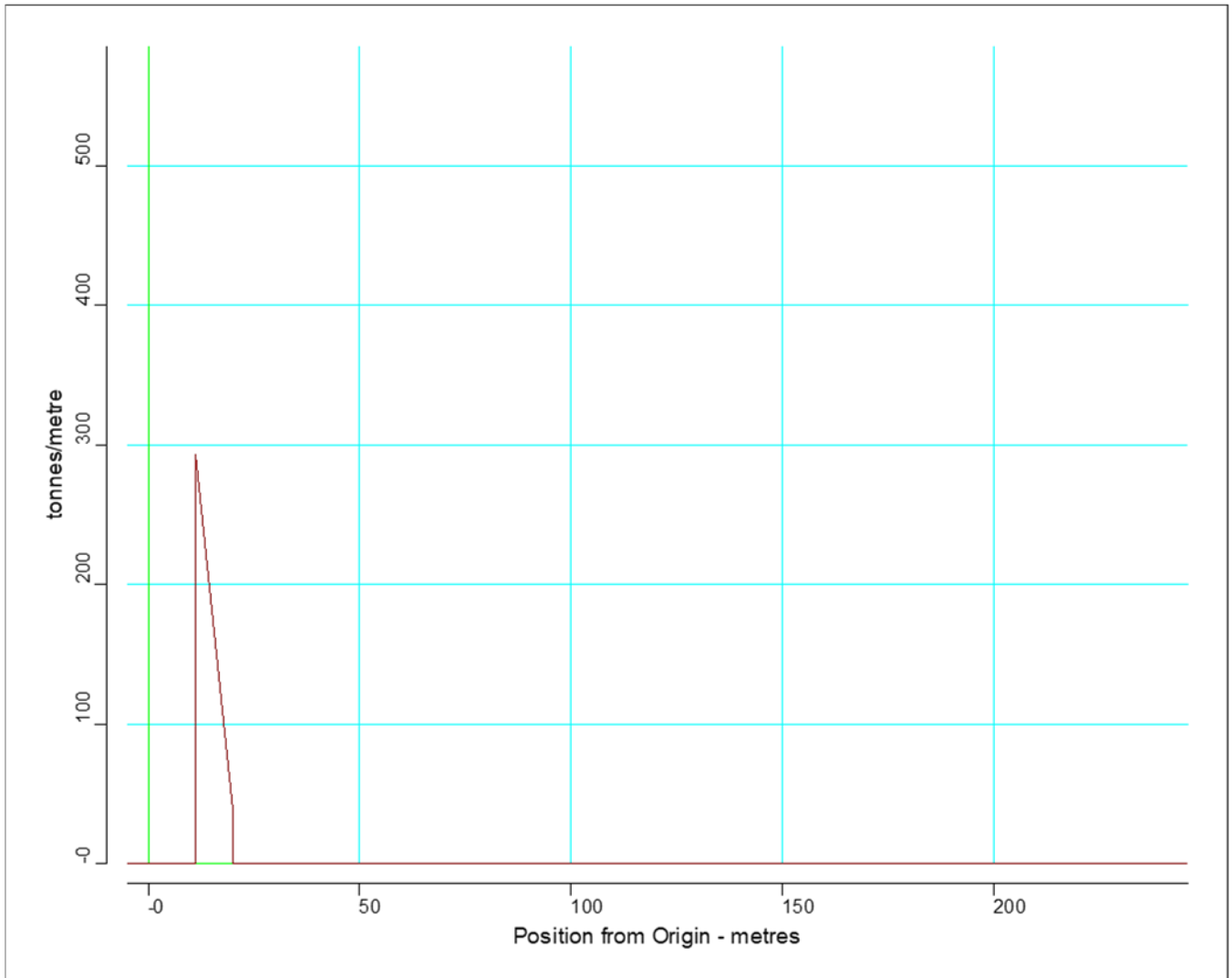
❖ **Βάρος Ενδιάιτηση και Εξοπλισμού, Wot**

| Item | Weight (t) | LCG (m) | TCG (m) | VCG (m) | FSM (t-m) | Aft ext. (m) | Fwd ext. (m) |
|--------------|----------------|----------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|-----------------|
| Wot | 2035.10 | 113.950 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | -4.933 | 246.000 |
| Total | 2035.10 | 113.950 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | | |

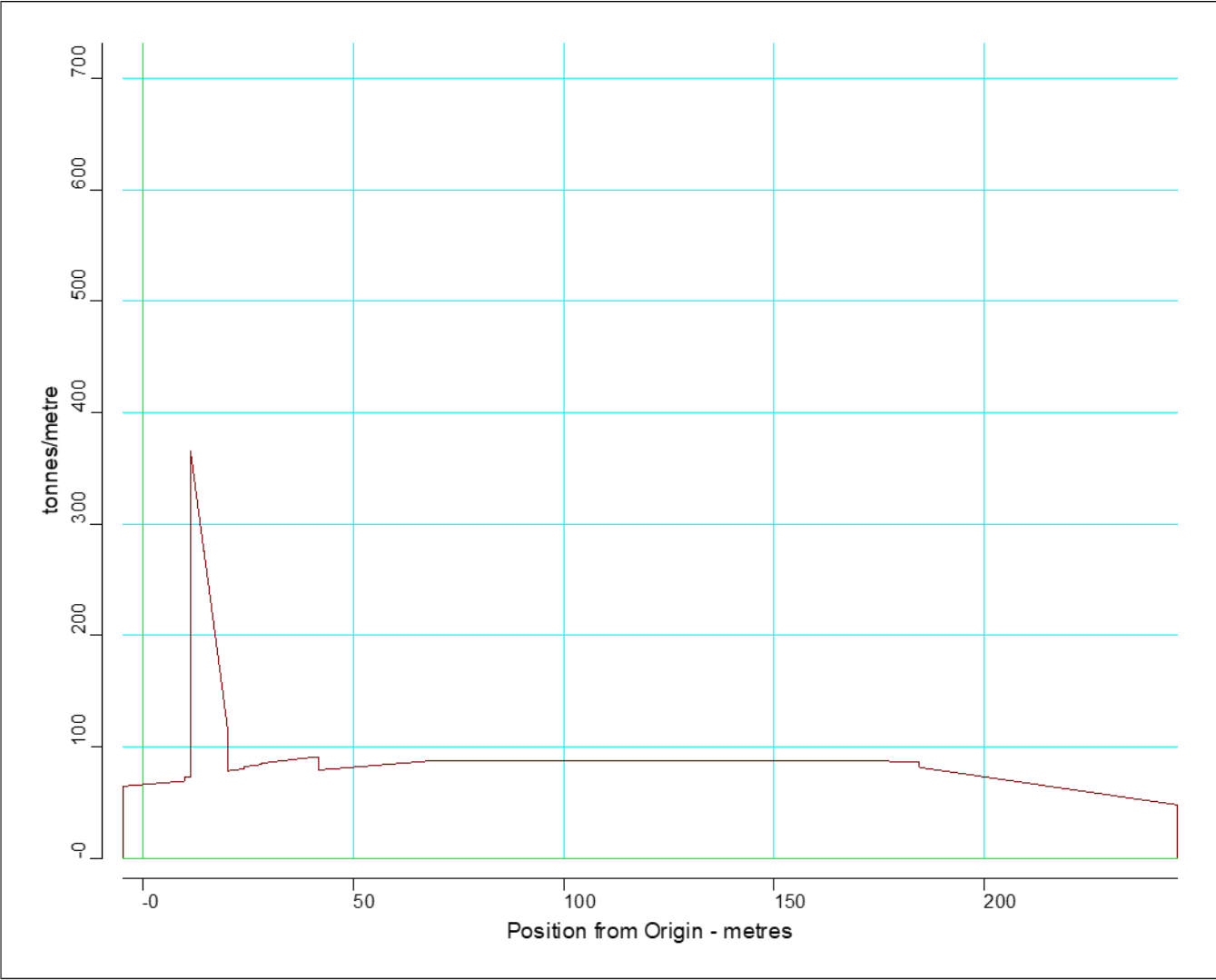


❖ **Βάρος Μηχανολογικής Εγκατάστασης, W_m**

| Item | Weight (t) | LCG (m) | TCG (m) | VCG (m) | FSM (t-m) | Aft ext. (m) | Fwd ext. (m) |
|--------------|----------------|---------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|-----------------|
| W_m | 1461.73 | 14.478 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 11.200 | 20.000 |
| Total | 1461.83 | 14.486 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | | |

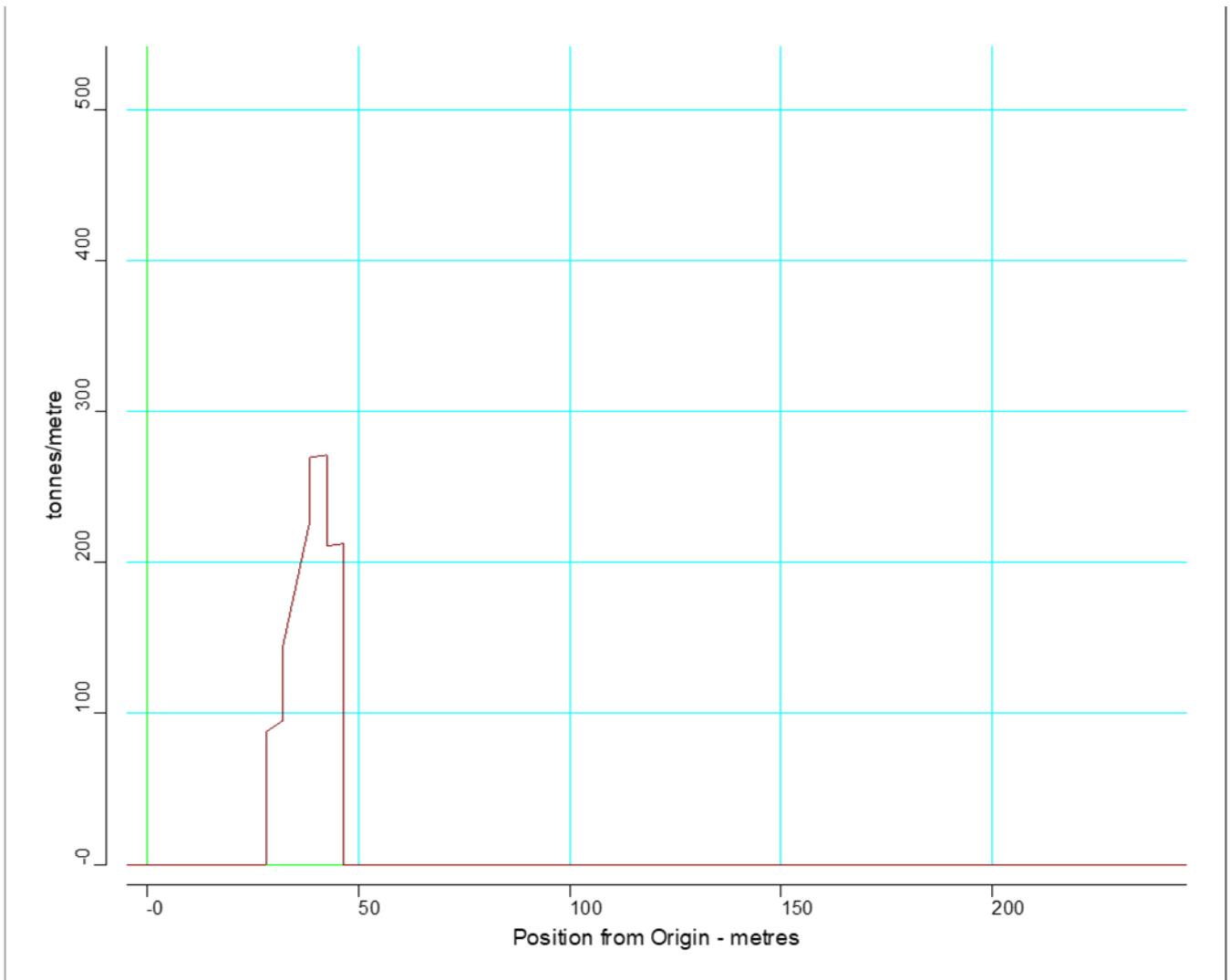


❖ **Συνολικό Βάρος Lightship**



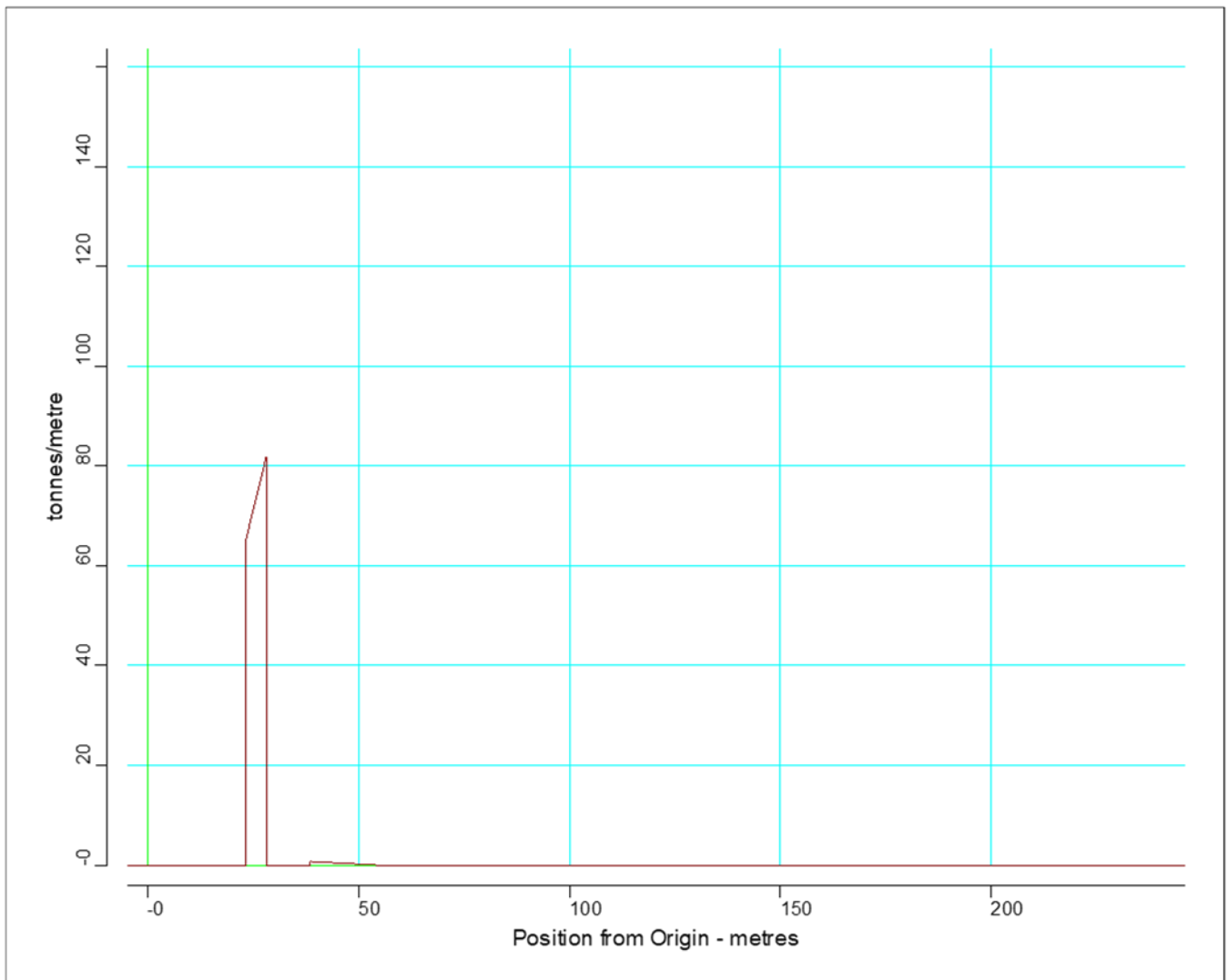
❖ **Βάρος Heavy Fuel Oil**

| Item | Weight (t) | LCG (m) | TCG (m) | VCG (m) | FSM (t-m) | Aft ext. (m) | Fwd ext. (m) |
|-----------------|----------------|---------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|-----------------|
| H.F.O. No.1 | 1687.31 | 42.410 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 38.400 | 46.400 |
| H.F.O. No.2 (P) | 541.12 | 35.650 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 32.000 | 38.400 |
| H.F.O. No.2 (S) | 1013.13 | 33.370 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 28.000 | 38.400 |
| H.F.O. Serv.T. | 120.38 | 40.400 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 38.400 | 42.400 |
| H.F.O. Sett.T | 120.38 | 40.400 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 38.400 | 42.400 |
| Total | 3482.42 | 38.593 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | | |



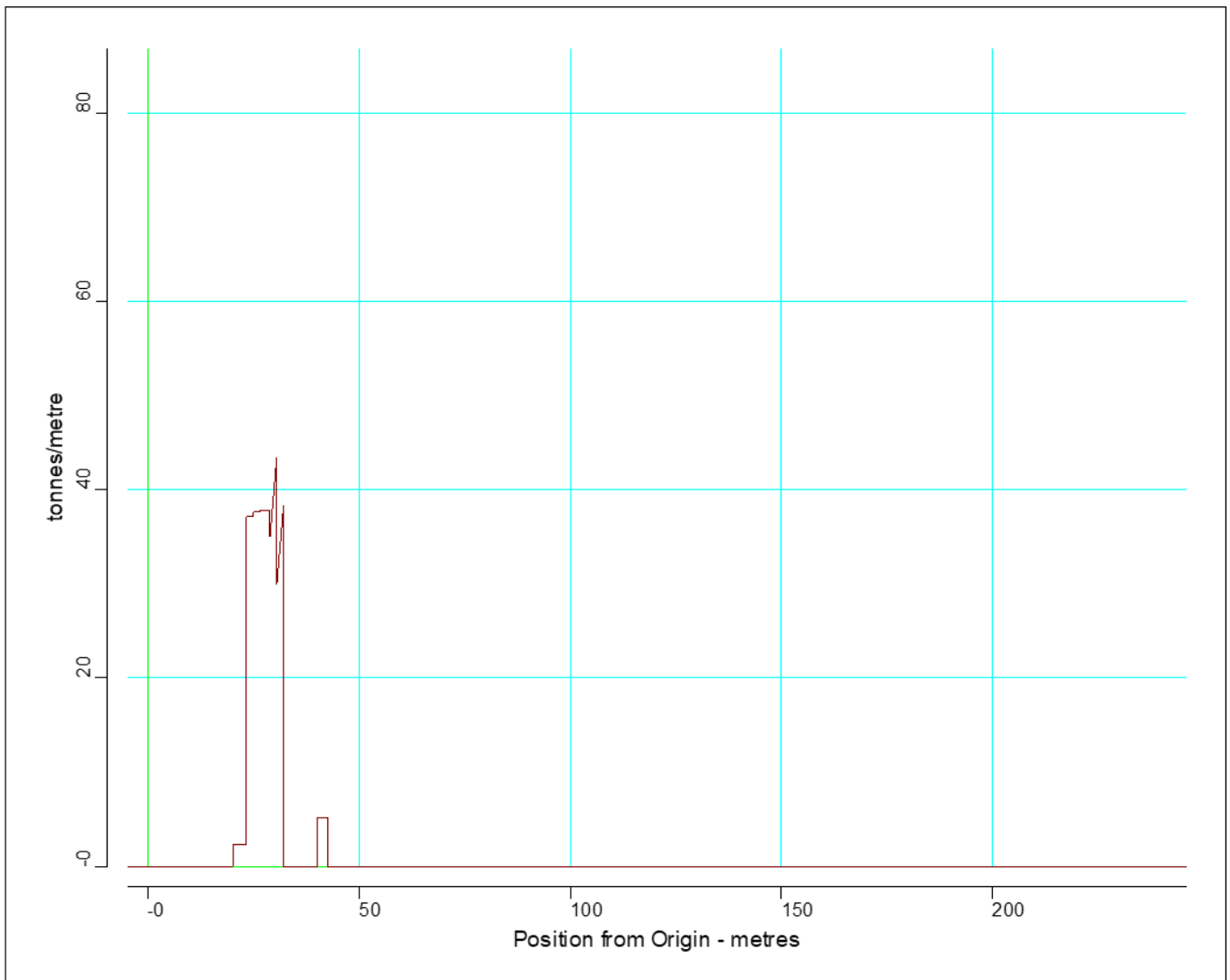
❖ **Βάρος Diesel Oil**

| Item | Weight | LCG | TCG | VCG | FSM | Aft ext. | Fwd ext. |
|--------------|---------------|---------------|--------------|--------------|-------------|----------|----------|
| | (t) | (m) | (m) | (m) | (t-m) | (m) | (m) |
| D.O.T | 353.16 | 25.690 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 23.200 | 28.000 |
| D.O.STOR.T. | 2.30 | 40.400 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 38.400 | 55.000 |
| Total | 355.56 | 25.813 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | | |



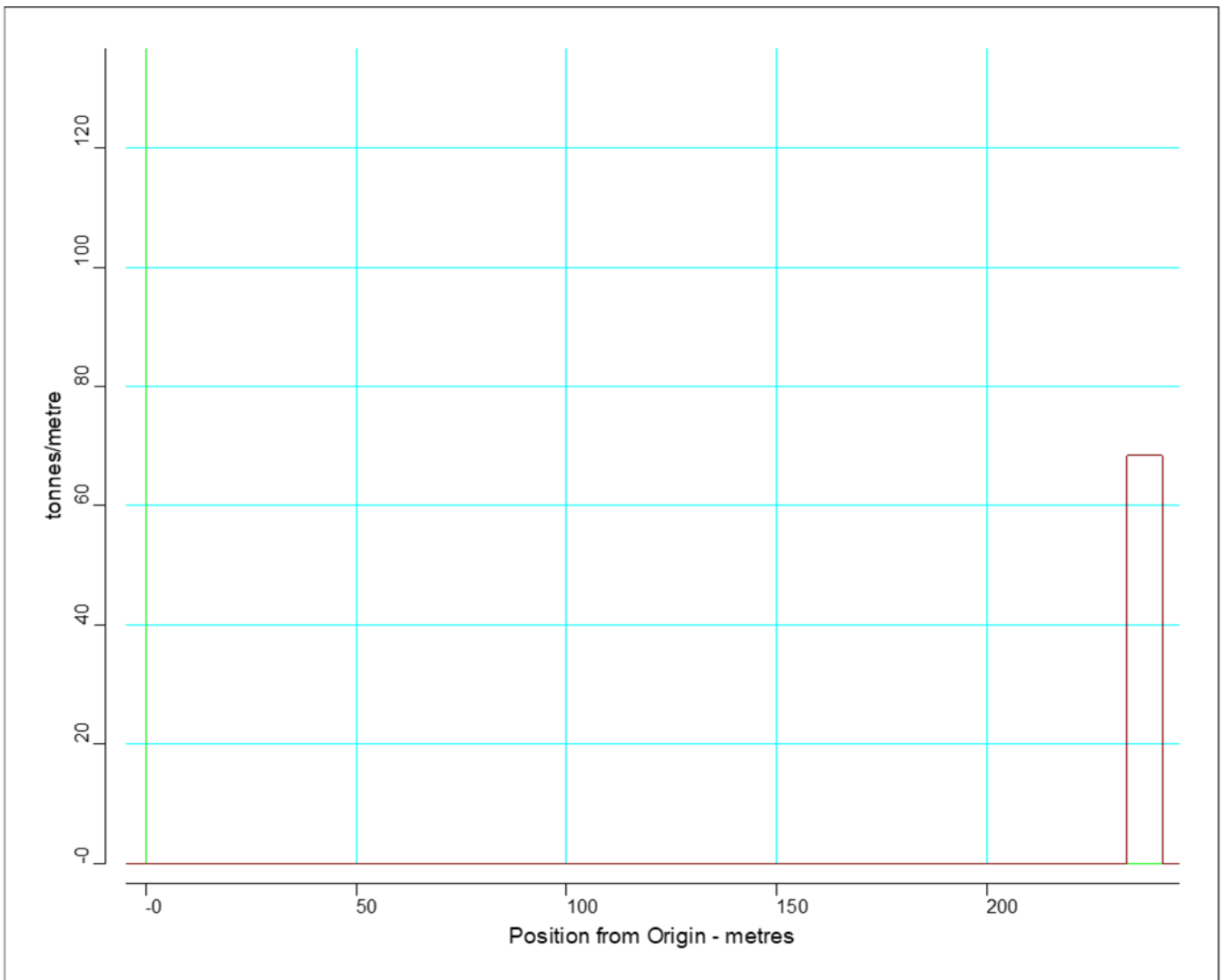
❖ **Βάρος Lubrication Oil**

| Item | Weight | LCG | TCG | VCG | FSM | Aft ext. | Fwd ext. |
|-------------------|---------------|---------------|--------------|--------------|-------------|----------|----------|
| | (t) | (m) | (m) | (m) | (t-m) | (m) | (m) |
| M/E L.O.SETT | 55.78 | 24.000 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 23.200 | 24.800 |
| G/E L.O.SETT | 56.87 | 27.200 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 26.400 | 28.000 |
| M/E L.O.STOR | 56.59 | 25.600 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 24.800 | 26.400 |
| G/E L.O.STOR | 28.45 | 28.400 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 28.000 | 28.800 |
| M/E L.O.SUT | 23.59 | 25.200 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 20.000 | 30.400 |
| No.1 M/E CYL.O.ST | 95.73 | 30.550 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 28.800 | 32.000 |
| No.2 M/E CYL.O.ST | 18.06 | 29.600 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 28.800 | 30.400 |
| TURB. OIL. | 12.44 | 41.200 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 40.000 | 42.400 |
| Total | 347.61 | 27.965 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | | |



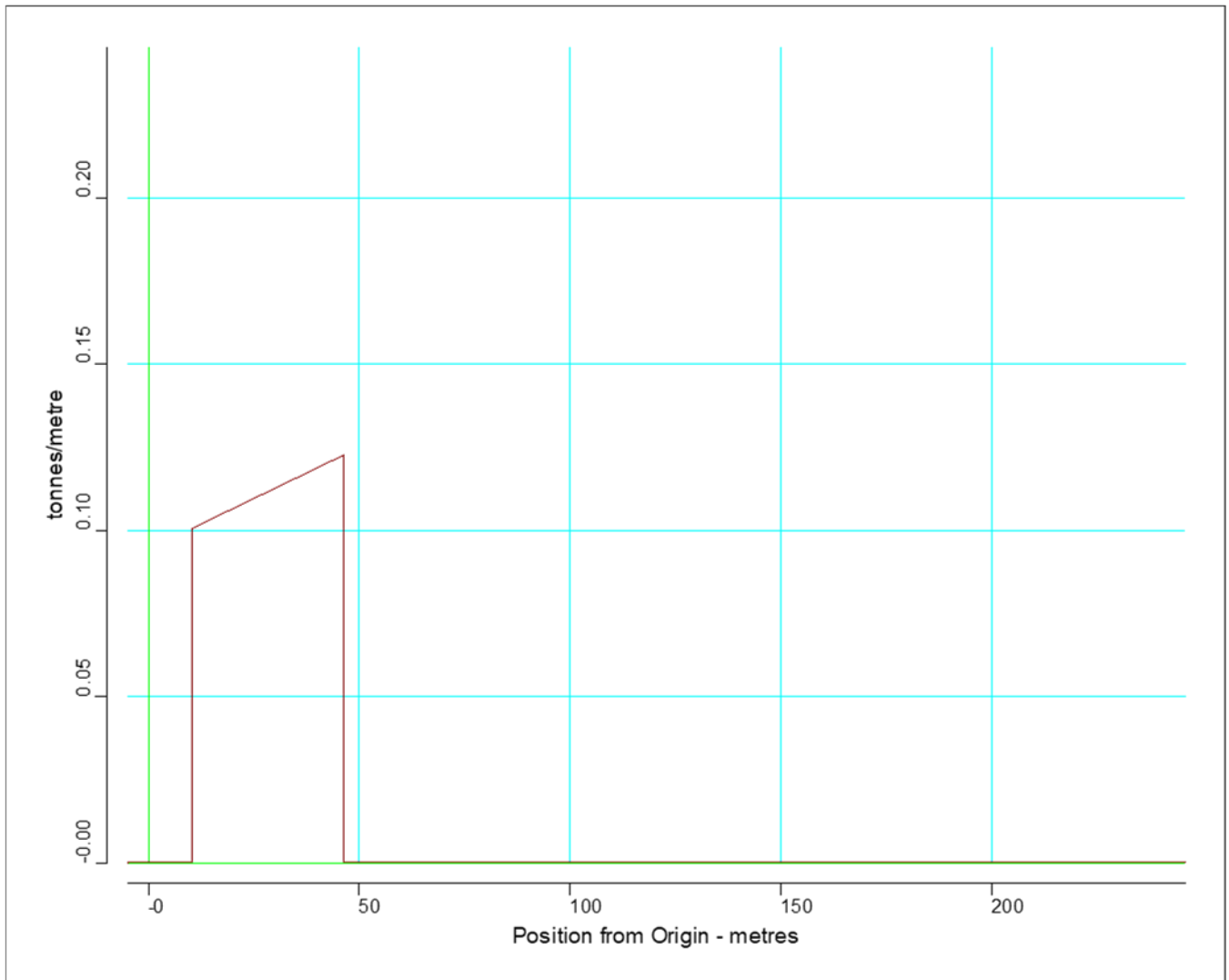
❖ **Βάρος Fresh Water**

| Item | Weight (t) | LCG (m) | TCG (m) | VCG (m) | FSM (t-m) | Aft ext. (m) | Fwd ext. (m) |
|--------------|---------------|----------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|-----------------|
| D.F.W.T | 239.40 | 240.050 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 238.300 | 241.800 |
| F.W.T | 335.16 | 235.850 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 233.400 | 238.300 |
| Total | 574.66 | 237.580 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | | |



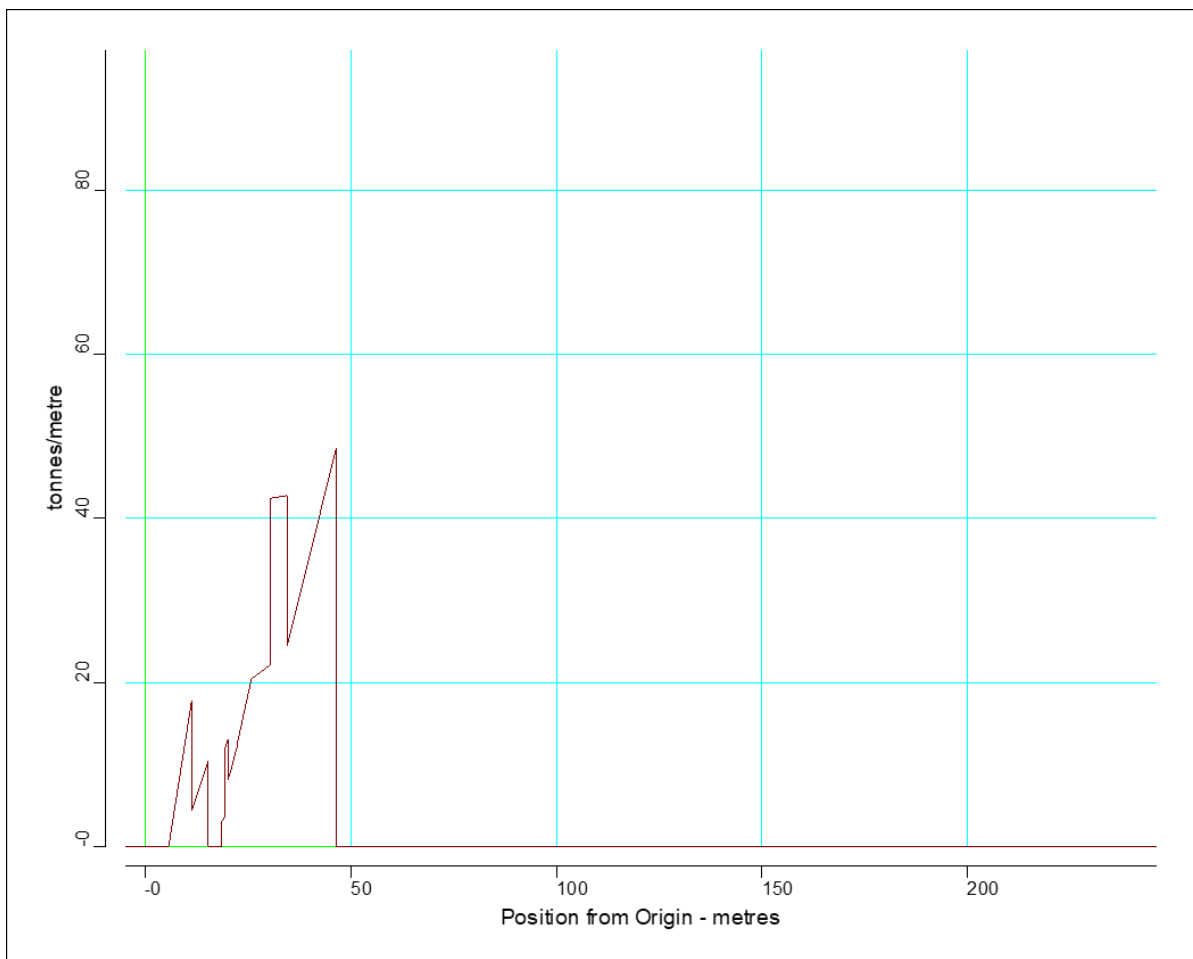
❖ **Βάρος Provisions and Crew**

| Item | Weight (t) | LCG (m) | TCG (m) | VCG (m) | FSM (t-m) | Aft ext. (m) | Fwd ext. (m) |
|--------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|-----------------|
| Wcr | 4.00 | 29.040 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 10.500 | 46.400 |
| Total | 4.0 | 29.040 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | | |



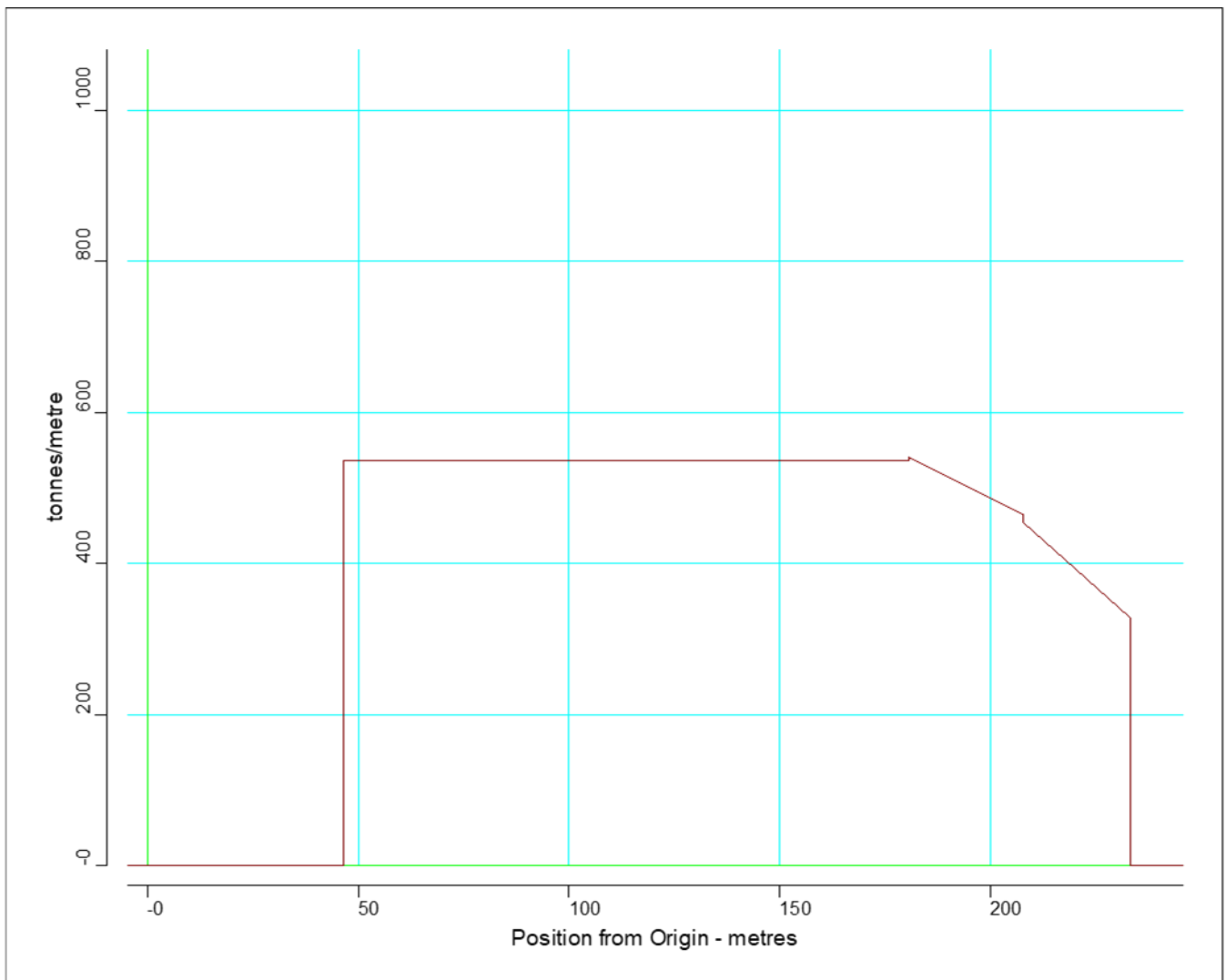
❖ **Βάρος Miscellaneous**

| Item | Weight | LCG | TCG | VCG | FSM | Aft ext. | Fwd ext. |
|------------------|---------------|---------------|--------------|--------------|-------------|----------|----------|
| | (t) | (m) | (m) | (m) | (t-m) | (m) | (m) |
| BILGE OIL | 26.37 | 24.118 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 22.400 | 25.600 |
| CLEAN BILGE HOLD | 29.67 | 13.470 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 11.200 | 15.200 |
| C.W.T | 38.19 | 9.770 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 5.600 | 11.200 |
| T.C.F.W.T | 438.60 | 41.060 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 34.400 | 46.400 |
| DIRTY BILGE HOLD | 96.93 | 30.110 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 25.600 | 34.400 |
| D.O.O.T | 96.93 | 30.110 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 25.600 | 34.400 |
| DIRTY L.O.T | 8.76 | 21.640 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 20.800 | 22.400 |
| DIRTY F.O.T | 15.25 | 20.960 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 19.200 | 22.400 |
| F.O.O.T | 78.76 | 32.380 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 30.400 | 34.400 |
| F.O.S.T | 26.37 | 24.120 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 22.400 | 25.600 |
| G.L.O.O | 9.08 | 19.690 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 18.400 | 20.800 |
| S/T L.O.D.T | 3.92 | 19.600 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 19.200 | 20.000 |
| Total | 868.93 | 33.626 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | | |

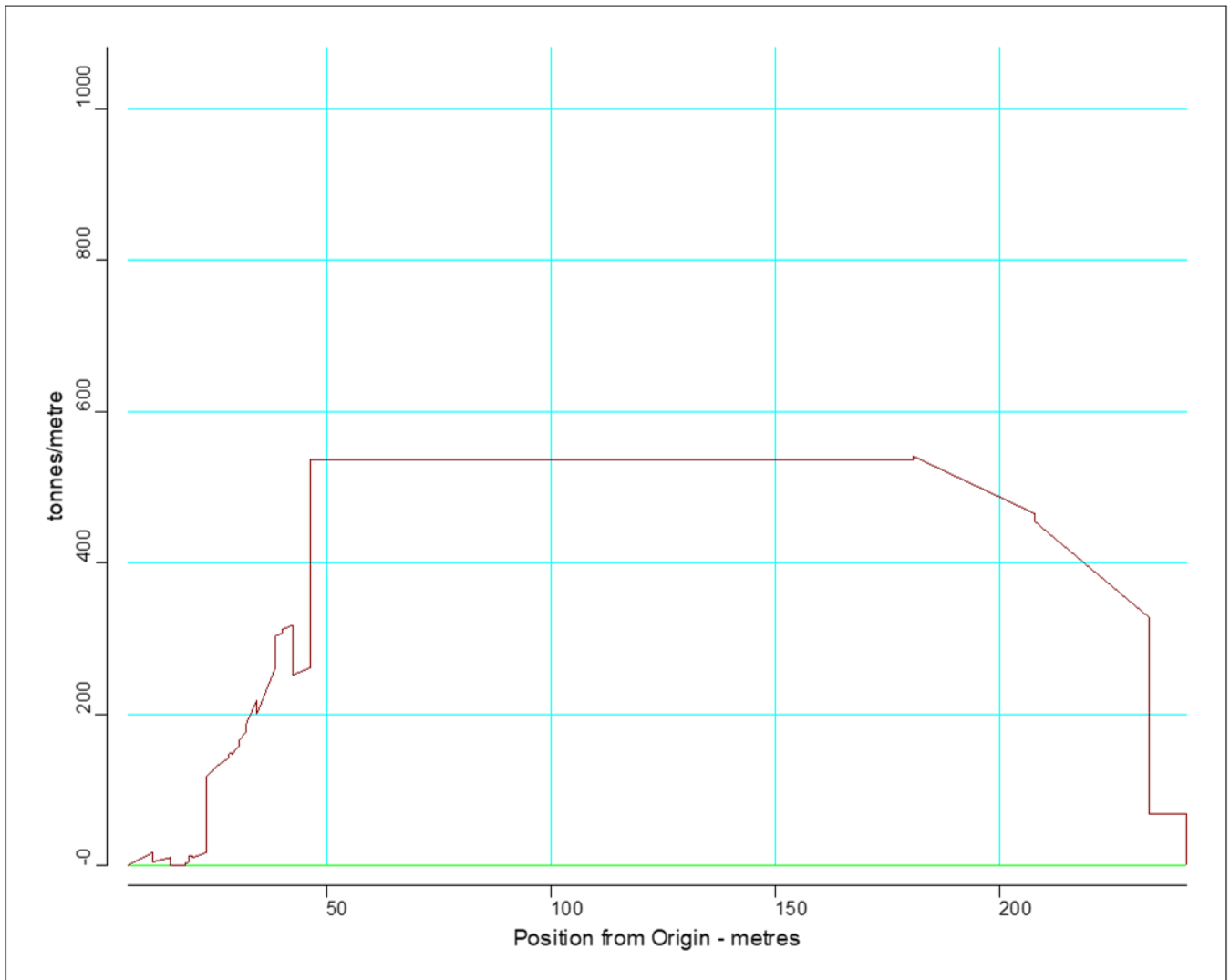


❖ Payload

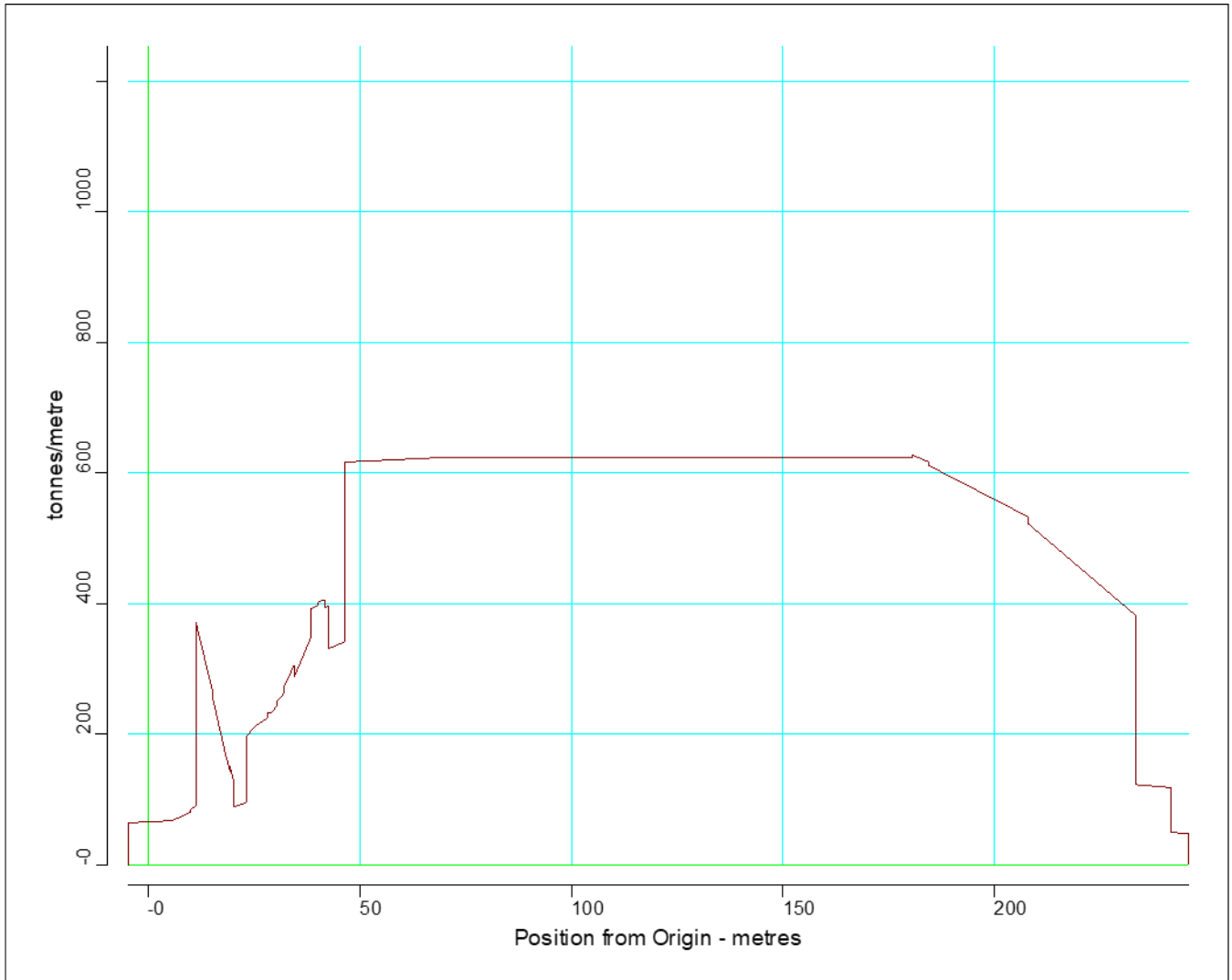
| Item | Weight (t) | LCG (m) | TCG (m) | VCG (m) | FSM (t-m) | Aft ext. (m) | Fwd ext. (m) |
|--------------|-----------------|----------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|-----------------|
| NO.1 CH | 9966.23 | 219.961 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 207.900 | 233.400 |
| NO.2 CH | 13673.97 | 193.957 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 180.700 | 207.900 |
| NO.3 CH | 14589.44 | 167.100 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 153.500 | 180.700 |
| NO.4 CH | 14589.44 | 139.900 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 126.300 | 153.500 |
| NO.5 CH | 14589.44 | 112.700 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 99.100 | 126.300 |
| NO.6 CH | 14589.44 | 85.500 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 71.900 | 99.100 |
| NO.7 CH | 13677.60 | 59.150 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 46.400 | 71.900 |
| Total | 95675.64 | 136.126 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | | |



❖ Συνολικό Βάρος Deadweight

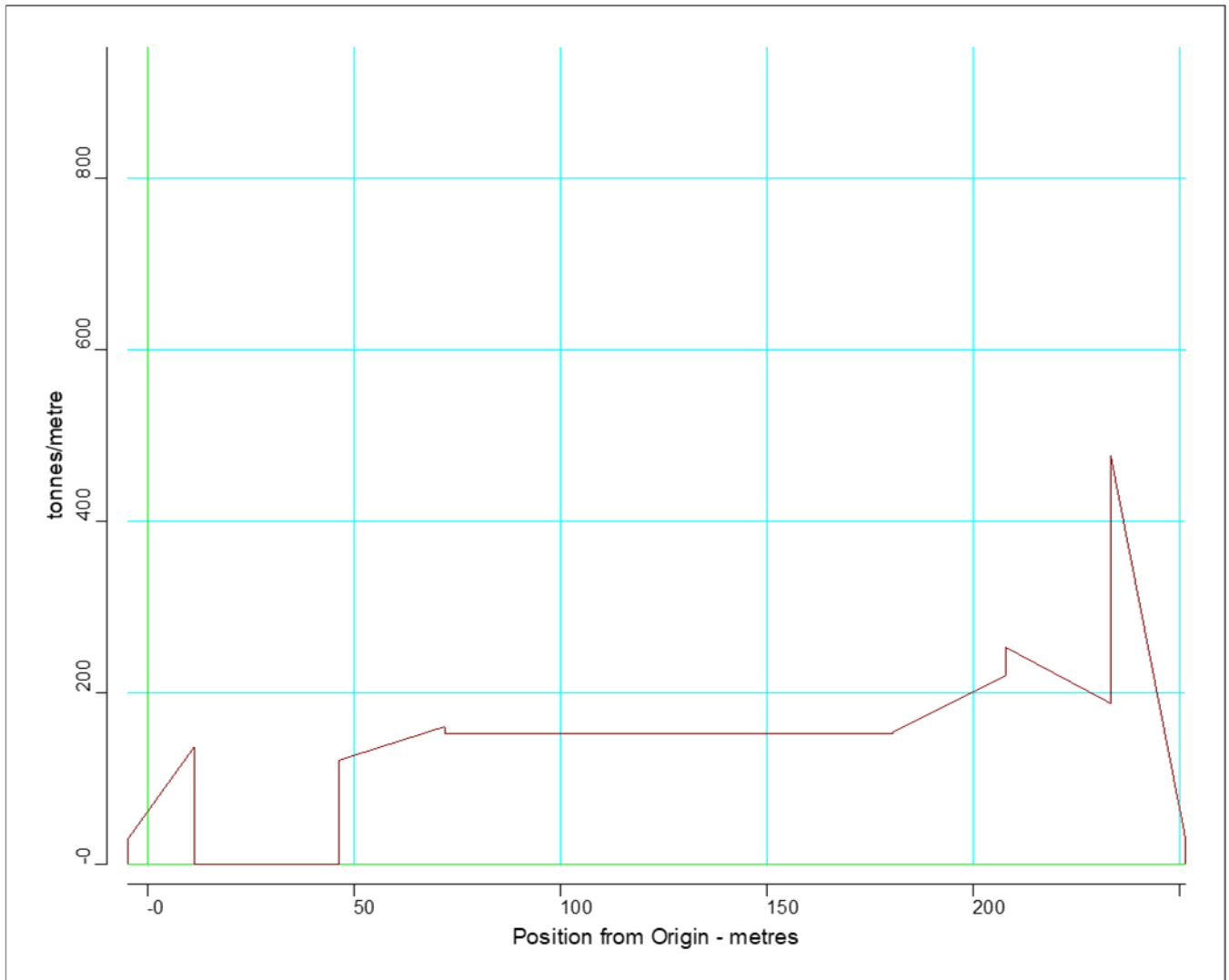


❖ Βάρος Εκτοπίσματος (Displacement)



❖ **Βάρος Έρματος**

| Item | Weight (t) | LCG (m) | TCG (m) | VCG (m) | FSM (t-m) | Aft ext. (m) | Fwd ext. (m) |
|--------------|-----------------|----------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|-----------------|
| F.P.T | 4597.74 | 239.802 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 233.400 | 251.600 |
| W.B.T 1 | 5617.93 | 220.017 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 207.900 | 233.400 |
| W.B.T 2 | 5095.62 | 195.091 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 180.700 | 207.900 |
| W.B.T 3 | 4143.18 | 167.100 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 153.500 | 180.700 |
| W.B.T 4 | 4143.18 | 139.900 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 126.300 | 153.500 |
| W.B.T 5 | 4143.18 | 112.700 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 99.100 | 126.300 |
| W.B.T 6 | 4142.85 | 85.501 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 71.900 | 99.100 |
| W.B.T 7 | 3588.48 | 59.741 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 46.400 | 71.900 |
| A.P.T | 1333.58 | 4.887 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | -4.930 | 11.200 |
| Total | 36805.74 | 153.419 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | | |





ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε΄

Υδροστατικά αποτελέσματα Avena Marine



Ανδρέας Πάπαλος
ΝΑΥΠΗΓΟΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

Στο Παράρτημα αυτό θα δούμε τα σχέδια:

- ❖ Hydrostatics
- ❖ Cross Curves
- ❖ Floodable Lengths
- ❖ Καμπύλες Bonjean

όπως προκύπτουν από το Πρόγραμμα Avena Marine.

Στην αρχή παρουσιάζονται οι πίνακες για κάθε περίπτωση και μετά ακολουθούν τα σχεδιαγράμματα.

HYDRODSTATICS

| Draft | Displt | LCB | VCB | WPA | LCF | KML | KMT | WSA | TPC | MTC |
|-------|----------|---------|-------|-------------------|---------|----------|--------|-------------------|--------|--------------|
| (m) | (t) | (m) | (m) | (m ²) | (m) | (m) | (m) | (m ²) | (t/cm) | (t- m/cm) |
| 2.00 | 16263.75 | 132.102 | 1.035 | 8554.91 | 132.621 | 1897.084 | 73.142 | 8908.69 | 87.69 | 1253.53 |
| 2.10 | 17142.25 | 132.130 | 1.087 | 8586.51 | 132.648 | 1813.525 | 70.005 | 8970.90 | 88.01 | 1262.98 |
| 2.20 | 18023.91 | 132.156 | 1.139 | 8615.65 | 132.676 | 1737.382 | 67.115 | 9032.22 | 88.31 | 1272.11 |
| 2.30 | 18908.40 | 132.181 | 1.191 | 8642.44 | 132.706 | 1667.652 | 64.441 | 9092.68 | 88.59 | 1280.90 |
| 2.40 | 19795.59 | 132.205 | 1.243 | 8668.33 | 132.734 | 1603.673 | 61.991 | 9152.70 | 88.85 | 1289.47 |
| 2.50 | 20685.27 | 132.228 | 1.295 | 8691.11 | 132.763 | 1544.595 | 59.687 | 9211.99 | 89.08 | 1297.71 |
| 2.60 | 21577.23 | 132.251 | 1.347 | 8712.80 | 132.793 | 1489.897 | 57.556 | 9270.78 | 89.31 | 1305.64 |
| 2.70 | 22471.30 | 132.273 | 1.399 | 8732.06 | 132.826 | 1438.545 | 55.571 | 9328.85 | 89.50 | 1312.79 |
| 2.80 | 23367.28 | 132.295 | 1.451 | 8750.38 | 132.858 | 1390.864 | 53.722 | 9386.70 | 89.69 | 1319.79 |
| 2.90 | 24265.11 | 132.316 | 1.502 | 8768.10 | 132.889 | 1346.466 | 52.001 | 9444.36 | 89.87 | 1326.65 |
| 3.00 | 25164.72 | 132.337 | 1.554 | 8785.32 | 132.917 | 1305.036 | 50.396 | 9501.85 | 90.05 | 1333.41 |
| 3.10 | 26066.09 | 132.358 | 1.606 | 8802.21 | 132.942 | 1266.295 | 48.900 | 9559.24 | 90.22 | 1340.06 |
| 3.20 | 26969.16 | 132.378 | 1.658 | 8818.77 | 132.962 | 1229.999 | 47.501 | 9616.55 | 90.39 | 1346.64 |
| 3.30 | 27873.93 | 132.397 | 1.709 | 8835.08 | 132.983 | 1195.894 | 46.193 | 9673.76 | 90.56 | 1353.11 |
| 3.40 | 28780.34 | 132.416 | 1.761 | 8850.90 | 133.005 | 1163.717 | 44.964 | 9730.79 | 90.72 | 1359.41 |
| 3.50 | 29688.34 | 132.434 | 1.813 | 8866.17 | 133.026 | 1133.316 | 43.805 | 9787.61 | 90.88 | 1365.55 |
| 3.60 | 30597.88 | 132.452 | 1.864 | 8880.86 | 133.048 | 1104.525 | 42.710 | 9844.21 | 91.03 | 1371.51 |
| 3.70 | 31508.90 | 132.470 | 1.916 | 8895.00 | 133.068 | 1077.212 | 41.674 | 9900.59 | 91.17 | 1377.29 |
| 3.80 | 32421.34 | 132.487 | 1.968 | 8908.55 | 133.088 | 1051.247 | 40.693 | 9956.74 | 91.31 | 1382.89 |
| 3.90 | 33335.13 | 132.503 | 2.019 | 8921.53 | 133.107 | 1026.519 | 39.762 | 10012.66 | 91.45 | 1388.29 |
| 4.00 | 34250.29 | 132.520 | 2.071 | 8935.12 | 133.113 | 1003.018 | 38.898 | 10068.61 | 91.58 | 1393.61 |
| 4.10 | 35166.81 | 132.535 | 2.122 | 8948.16 | 133.122 | 980.551 | 38.077 | 10124.50 | 91.72 | 1398.71 |
| 4.20 | 36084.65 | 132.550 | 2.174 | 8960.80 | 133.132 | 959.080 | 37.298 | 10180.39 | 91.85 | 1403.64 |
| 4.30 | 37003.75 | 132.565 | 2.225 | 8972.79 | 133.147 | 938.421 | 36.556 | 10236.44 | 91.97 | 1408.24 |
| 4.40 | 37924.05 | 132.579 | 2.277 | 8984.28 | 133.165 | 918.571 | 35.851 | 10292.84 | 92.09 | 1412.58 |
| 4.50 | 38845.53 | 132.593 | 2.329 | 8995.80 | 133.176 | 899.701 | 35.178 | 10348.99 | 92.21 | 1417.03 |
| 4.60 | 39768.19 | 132.607 | 2.380 | 9007.31 | 133.180 | 881.732 | 34.536 | 10404.83 | 92.32 | 1421.55 |
| 4.70 | 40692.03 | 132.620 | 2.432 | 9018.81 | 133.179 | 864.598 | 33.924 | 10460.46 | 92.44 | 1426.15 |
| 4.80 | 41617.04 | 132.632 | 2.483 | 9030.26 | 133.173 | 848.231 | 33.338 | 10515.95 | 92.56 | 1430.79 |
| 4.90 | 42543.23 | 132.644 | 2.535 | 9041.61 | 133.164 | 832.564 | 32.777 | 10571.35 | 92.68 | 1435.45 |
| 5.00 | 43470.57 | 132.655 | 2.586 | 9052.88 | 133.152 | 817.554 | 32.241 | 10626.65 | 92.79 | 1440.13 |
| 5.10 | 44399.07 | 132.665 | 2.638 | 9064.06 | 133.135 | 803.166 | 31.726 | 10681.87 | 92.91 | 1444.83 |

| Draft | Displt | LCB | VCB | WPA | LCF | KML | KMT | WSA | TPC | MTC |
|-------|----------|---------|-------|-------------------|---------|---------|--------|-------------------|--------|--------------|
| (m) | (t) | (m) | (m) | (m ²) | (m) | (m) | (m) | (m ²) | (t/cm) | (t- m/cm) |
| 5.20 | 45328.70 | 132.675 | 2.689 | 9075.17 | 133.116 | 789.362 | 31.233 | 10737.02 | 93.02 | 1449.55 |
| 5.30 | 46259.47 | 132.683 | 2.741 | 9086.14 | 133.087 | 776.038 | 30.762 | 10791.94 | 93.13 | 1454.16 |
| 5.40 | 47191.36 | 132.691 | 2.792 | 9097.06 | 133.056 | 763.234 | 30.309 | 10846.89 | 93.24 | 1458.79 |
| 5.50 | 48124.37 | 132.698 | 2.844 | 9107.91 | 133.023 | 750.920 | 29.875 | 10901.89 | 93.36 | 1463.44 |
| 5.60 | 49058.48 | 132.704 | 2.895 | 9118.73 | 132.988 | 739.073 | 29.457 | 10956.93 | 93.47 | 1468.12 |
| 5.70 | 49993.70 | 132.708 | 2.947 | 9129.49 | 132.951 | 727.664 | 29.055 | 11012.01 | 93.58 | 1472.82 |
| 5.80 | 50930.03 | 132.713 | 2.998 | 9140.21 | 132.912 | 716.670 | 28.669 | 11067.15 | 93.69 | 1477.53 |
| 5.90 | 51867.44 | 132.716 | 3.050 | 9150.70 | 132.867 | 706.025 | 28.296 | 11122.30 | 93.79 | 1482.18 |
| 6.00 | 52805.92 | 132.718 | 3.102 | 9161.16 | 132.818 | 695.747 | 27.938 | 11177.54 | 93.90 | 1486.82 |
| 6.10 | 53745.48 | 132.719 | 3.153 | 9171.65 | 132.767 | 685.830 | 27.594 | 11232.88 | 94.01 | 1491.50 |
| 6.20 | 54686.11 | 132.720 | 3.205 | 9182.13 | 132.713 | 676.250 | 27.263 | 11288.33 | 94.12 | 1496.19 |
| 6.30 | 55627.81 | 132.719 | 3.256 | 9192.58 | 132.655 | 666.981 | 26.944 | 11343.88 | 94.22 | 1500.88 |
| 6.40 | 56570.59 | 132.718 | 3.308 | 9203.04 | 132.595 | 658.021 | 26.637 | 11399.53 | 94.33 | 1505.59 |
| 6.50 | 57514.44 | 132.715 | 3.359 | 9213.51 | 132.532 | 649.354 | 26.341 | 11455.29 | 94.44 | 1510.33 |
| 6.60 | 58459.29 | 132.711 | 3.411 | 9222.70 | 132.449 | 640.695 | 26.052 | 11510.92 | 94.53 | 1514.44 |
| 6.70 | 59405.09 | 132.707 | 3.462 | 9231.86 | 132.365 | 632.306 | 25.774 | 11566.62 | 94.63 | 1518.56 |
| 6.80 | 60351.82 | 132.701 | 3.514 | 9240.98 | 132.280 | 624.176 | 25.505 | 11622.41 | 94.72 | 1522.69 |
| 6.90 | 61299.49 | 132.693 | 3.566 | 9250.07 | 132.195 | 616.292 | 25.245 | 11678.27 | 94.81 | 1526.82 |
| 7.00 | 62248.08 | 132.685 | 3.617 | 9259.13 | 132.108 | 608.648 | 24.994 | 11734.25 | 94.91 | 1530.98 |
| 7.10 | 63197.61 | 132.676 | 3.669 | 9268.14 | 132.020 | 601.223 | 24.751 | 11790.32 | 95.00 | 1535.12 |
| 7.20 | 64148.05 | 132.665 | 3.720 | 9277.00 | 131.930 | 593.989 | 24.516 | 11846.50 | 95.09 | 1539.21 |
| 7.30 | 65099.39 | 132.654 | 3.772 | 9285.78 | 131.836 | 586.958 | 24.289 | 11902.89 | 95.18 | 1543.30 |
| 7.40 | 66051.63 | 132.642 | 3.823 | 9294.55 | 131.741 | 580.133 | 24.069 | 11959.41 | 95.27 | 1547.41 |
| 7.50 | 67004.77 | 132.628 | 3.875 | 9303.25 | 131.644 | 573.490 | 23.856 | 12016.01 | 95.36 | 1551.50 |
| 7.60 | 67958.80 | 132.614 | 3.927 | 9311.86 | 131.548 | 567.020 | 23.649 | 12072.70 | 95.45 | 1555.58 |
| 7.70 | 68913.70 | 132.598 | 3.978 | 9320.41 | 131.450 | 560.724 | 23.449 | 12129.49 | 95.53 | 1559.65 |
| 7.80 | 69869.48 | 132.582 | 4.030 | 9328.93 | 131.352 | 554.596 | 23.255 | 12186.39 | 95.62 | 1563.73 |
| 7.90 | 70826.14 | 132.564 | 4.081 | 9337.57 | 131.222 | 548.611 | 23.070 | 12244.05 | 95.71 | 1567.76 |
| 8.00 | 71783.68 | 132.545 | 4.133 | 9346.12 | 131.092 | 542.776 | 22.891 | 12301.82 | 95.80 | 1571.78 |
| 8.10 | 72742.09 | 132.525 | 4.185 | 9354.63 | 130.960 | 537.093 | 22.717 | 12359.71 | 95.88 | 1575.81 |
| 8.20 | 73701.38 | 132.504 | 4.236 | 9363.14 | 130.827 | 531.567 | 22.548 | 12417.79 | 95.97 | 1579.88 |
| 8.30 | 74661.54 | 132.482 | 4.288 | 9371.75 | 130.691 | 526.212 | 22.384 | 12476.13 | 96.06 | 1584.05 |
| 8.40 | 75622.59 | 132.458 | 4.339 | 9380.45 | 130.552 | 521.019 | 22.225 | 12534.75 | 96.15 | 1588.32 |
| 8.50 | 76584.53 | 132.433 | 4.391 | 9389.16 | 130.410 | 515.967 | 22.070 | 12593.56 | 96.24 | 1592.63 |
| 8.60 | 77547.37 | 132.407 | 4.443 | 9398.14 | 130.260 | 511.102 | 21.920 | 12652.86 | 96.33 | 1597.16 |

| Draft | Displt | LCB | VCB | WPA | LCF | KML | KMT | WSA | TPC | MTC |
|-------|-----------|---------|-------|-------------------|---------|---------|--------|-------------------|--------|--------------|
| (m) | (t) | (m) | (m) | (m ²) | (m) | (m) | (m) | (m ²) | (t/cm) | (t- m/cm) |
| 8.70 | 78511.16 | 132.380 | 4.494 | 9407.40 | 130.102 | 506.419 | 21.774 | 12712.71 | 96.43 | 1601.90 |
| 8.80 | 79475.89 | 132.351 | 4.546 | 9416.71 | 129.938 | 501.870 | 21.631 | 12772.91 | 96.52 | 1606.72 |
| 8.90 | 80441.59 | 132.321 | 4.598 | 9426.23 | 129.768 | 497.479 | 21.493 | 12833.45 | 96.62 | 1611.72 |
| 9.00 | 81408.28 | 132.290 | 4.649 | 9435.96 | 129.593 | 493.242 | 21.359 | 12894.37 | 96.72 | 1616.89 |
| 9.10 | 82375.97 | 132.257 | 4.701 | 9445.90 | 129.412 | 489.150 | 21.228 | 12955.55 | 96.82 | 1622.24 |
| 9.20 | 83344.68 | 132.223 | 4.753 | 9455.70 | 129.203 | 485.092 | 21.104 | 13017.87 | 96.92 | 1627.39 |
| 9.30 | 84314.36 | 132.187 | 4.805 | 9464.53 | 128.973 | 480.967 | 20.983 | 13081.77 | 97.01 | 1632.00 |
| 9.40 | 85284.89 | 132.149 | 4.856 | 9472.88 | 128.730 | 476.860 | 20.865 | 13146.64 | 97.10 | 1636.37 |
| 9.50 | 86256.33 | 132.109 | 4.908 | 9482.28 | 128.495 | 473.033 | 20.751 | 13210.69 | 97.19 | 1641.41 |
| 9.60 | 87228.78 | 132.068 | 4.960 | 9492.37 | 128.269 | 469.417 | 20.640 | 13273.87 | 97.30 | 1646.91 |
| 9.70 | 88202.23 | 132.024 | 5.012 | 9501.58 | 128.053 | 465.739 | 20.531 | 13336.19 | 97.39 | 1651.92 |
| 9.80 | 89176.60 | 131.980 | 5.063 | 9510.46 | 127.843 | 462.097 | 20.426 | 13398.16 | 97.48 | 1656.78 |
| 9.90 | 90151.87 | 131.934 | 5.115 | 9519.21 | 127.633 | 458.519 | 20.323 | 13460.16 | 97.57 | 1661.59 |
| 10.00 | 91128.02 | 131.887 | 5.167 | 9527.50 | 127.426 | 454.949 | 20.222 | 13521.94 | 97.66 | 1666.17 |
| 10.10 | 92104.99 | 131.838 | 5.219 | 9535.26 | 127.223 | 451.375 | 20.124 | 13583.47 | 97.74 | 1670.45 |
| 10.20 | 93082.74 | 131.789 | 5.270 | 9542.64 | 127.021 | 447.820 | 20.029 | 13644.92 | 97.81 | 1674.54 |
| 10.30 | 94061.22 | 131.738 | 5.322 | 9549.74 | 126.821 | 444.303 | 19.935 | 13706.23 | 97.88 | 1678.50 |
| 10.40 | 95040.43 | 131.686 | 5.374 | 9556.76 | 126.623 | 440.851 | 19.845 | 13767.42 | 97.96 | 1682.44 |
| 10.50 | 96020.33 | 131.634 | 5.426 | 9563.05 | 126.434 | 437.347 | 19.757 | 13828.31 | 98.02 | 1685.90 |
| 10.60 | 97000.87 | 131.580 | 5.478 | 9569.56 | 126.246 | 433.943 | 19.673 | 13889.02 | 98.09 | 1689.49 |
| 10.70 | 97982.10 | 131.526 | 5.529 | 9576.31 | 126.060 | 430.640 | 19.591 | 13949.54 | 98.16 | 1693.22 |
| 10.80 | 98964.02 | 131.471 | 5.581 | 9583.27 | 125.875 | 427.428 | 19.513 | 14009.94 | 98.23 | 1697.06 |
| 10.90 | 99946.68 | 131.415 | 5.633 | 9590.61 | 125.692 | 424.333 | 19.437 | 14070.15 | 98.30 | 1701.13 |
| 11.00 | 100930.10 | 131.358 | 5.685 | 9598.07 | 125.509 | 421.311 | 19.363 | 14130.38 | 98.38 | 1705.25 |
| 11.10 | 101914.28 | 131.301 | 5.737 | 9605.54 | 125.323 | 418.342 | 19.292 | 14190.68 | 98.46 | 1709.37 |
| 11.20 | 102899.23 | 131.243 | 5.788 | 9612.86 | 125.135 | 415.405 | 19.224 | 14251.07 | 98.53 | 1713.38 |
| 11.30 | 103884.88 | 131.184 | 5.840 | 9619.28 | 124.955 | 412.375 | 19.157 | 14310.90 | 98.60 | 1717.78 |
| 11.40 | 104871.16 | 131.125 | 5.892 | 9625.07 | 124.780 | 409.313 | 19.093 | 14370.44 | 98.66 | 1719.81 |
| 11.50 | 105858.01 | 131.065 | 5.944 | 9630.38 | 124.608 | 406.243 | 19.029 | 14429.79 | 98.71 | 1722.55 |
| 11.60 | 106845.37 | 131.004 | 5.996 | 9635.26 | 124.438 | 403.174 | 18.967 | 14489.01 | 98.76 | 1725.07 |
| 11.70 | 107833.22 | 130.943 | 6.048 | 9639.67 | 124.269 | 400.101 | 18.907 | 14548.12 | 98.81 | 1727.32 |
| 11.80 | 108821.52 | 130.882 | 6.099 | 9644.22 | 124.104 | 397.057 | 18.852 | 14607.57 | 98.85 | 1729.45 |
| 11.90 | 109810.26 | 130.820 | 6.151 | 9648.13 | 123.936 | 393.986 | 18.797 | 14667.25 | 98.89 | 1731.23 |
| 12.00 | 110799.37 | 130.758 | 6.203 | 9651.39 | 123.765 | 390.891 | 18.744 | 14727.18 | 98.93 | 1732.65 |
| 12.10 | 111788.78 | 130.695 | 6.255 | 9654.04 | 123.591 | 387.777 | 18.692 | 14787.38 | 98.95 | 1733.73 |

| Draft | Displt | LCB | VCB | WPA | LCF | KML | KMT | WSA | TPC | MTC |
|-------|-----------|---------|-------|-------------------|---------|---------|--------|-------------------|--------|--------------|
| (m) | (t) | (m) | (m) | (m ²) | (m) | (m) | (m) | (m ²) | (t/cm) | (t- m/cm) |
| 12.20 | 112778.42 | 130.632 | 6.306 | 9656.07 | 123.414 | 384.645 | 18.641 | 14847.86 | 98.97 | 1734.49 |
| 12.30 | 113768.25 | 130.568 | 6.358 | 9657.50 | 123.233 | 381.499 | 18.591 | 14908.63 | 98.99 | 1734.92 |
| 12.40 | 114758.22 | 130.504 | 6.410 | 9659.34 | 123.061 | 378.460 | 18.543 | 14968.95 | 99.01 | 1735.60 |
| 12.50 | 115748.47 | 130.440 | 6.461 | 9662.91 | 122.914 | 375.675 | 18.499 | 15028.11 | 99.04 | 1737.23 |
| 12.60 | 116739.15 | 130.376 | 6.513 | 9667.59 | 122.784 | 373.067 | 18.457 | 15086.68 | 99.09 | 1739.48 |
| 12.70 | 117730.37 | 130.311 | 6.565 | 9673.46 | 122.672 | 370.647 | 18.417 | 15144.63 | 99.15 | 1742.42 |
| 12.80 | 118722.24 | 130.247 | 6.616 | 9680.17 | 122.574 | 368.372 | 18.380 | 15202.25 | 99.22 | 1745.87 |
| 12.90 | 119714.82 | 130.183 | 6.668 | 9687.28 | 122.485 | 366.186 | 18.343 | 15259.82 | 99.29 | 1749.58 |
| 13.00 | 120708.14 | 130.119 | 6.720 | 9694.79 | 122.405 | 364.086 | 18.309 | 15317.34 | 99.37 | 1753.54 |
| 13.10 | 121702.40 | 130.056 | 6.772 | 9705.23 | 122.349 | 362.313 | 18.280 | 15375.08 | 99.48 | 1758.95 |
| 13.20 | 122697.71 | 129.993 | 6.823 | 9715.56 | 122.297 | 360.560 | 18.252 | 15432.79 | 99.58 | 1764.34 |
| 13.30 | 123694.09 | 129.931 | 6.875 | 9725.78 | 122.247 | 358.829 | 18.225 | 15490.45 | 99.69 | 1769.70 |
| 13.40 | 124691.49 | 129.870 | 6.927 | 9735.87 | 122.200 | 357.113 | 18.199 | 15548.05 | 99.79 | 1775.01 |
| 13.50 | 125689.93 | 129.808 | 6.979 | 9745.81 | 122.156 | 355.412 | 18.174 | 15605.55 | 99.89 | 1780.27 |
| 13.60 | 126689.38 | 129.748 | 7.031 | 9755.61 | 122.113 | 353.726 | 18.150 | 15662.97 | 99.99 | 1785.47 |
| 13.70 | 127689.84 | 129.688 | 7.082 | 9765.62 | 122.078 | 352.097 | 18.127 | 15720.52 | 100.10 | 1790.85 |
| 13.80 | 128691.32 | 129.629 | 7.134 | 9775.50 | 122.045 | 350.484 | 18.104 | 15778.02 | 100.20 | 1796.18 |
| 13.90 | 129693.81 | 129.570 | 7.186 | 9785.12 | 122.012 | 348.871 | 18.082 | 15835.42 | 100.30 | 1801.40 |
| 14.00 | 130697.26 | 129.512 | 7.238 | 9794.48 | 121.981 | 347.259 | 18.061 | 15892.74 | 100.39 | 1806.49 |
| 14.10 | 131701.67 | 129.454 | 7.290 | 9803.60 | 121.951 | 345.647 | 18.041 | 15949.97 | 100.49 | 1811.47 |
| 14.20 | 132706.99 | 129.397 | 7.342 | 9812.46 | 121.921 | 344.035 | 18.021 | 16007.12 | 100.58 | 1816.32 |
| 14.30 | 133713.21 | 129.341 | 7.394 | 9821.08 | 121.892 | 342.425 | 18.002 | 16064.17 | 100.67 | 1821.06 |
| 14.40 | 134720.38 | 129.285 | 7.446 | 9830.95 | 121.869 | 340.911 | 17.988 | 16121.25 | 100.77 | 1826.20 |
| 14.50 | 135728.55 | 129.230 | 7.498 | 9840.63 | 121.847 | 339.403 | 17.976 | 16178.29 | 100.87 | 1831.26 |
| 14.60 | 136737.70 | 129.175 | 7.550 | 9850.11 | 121.826 | 337.902 | 17.963 | 16235.30 | 100.96 | 1836.25 |
| 14.70 | 137747.82 | 129.121 | 7.602 | 9859.43 | 121.806 | 336.412 | 17.951 | 16292.29 | 101.06 | 1841.17 |
| 14.80 | 138758.88 | 129.068 | 7.654 | 9868.62 | 121.788 | 334.936 | 17.940 | 16349.28 | 101.15 | 1846.06 |
| 14.90 | 139770.88 | 129.015 | 7.706 | 9877.67 | 121.772 | 333.471 | 17.929 | 16406.27 | 101.25 | 1850.91 |
| 15.00 | 140783.80 | 128.963 | 7.758 | 9886.55 | 121.758 | 332.014 | 17.919 | 16463.24 | 101.34 | 1855.69 |
| 15.10 | 141797.62 | 128.911 | 7.811 | 9895.28 | 121.745 | 330.568 | 17.909 | 16520.20 | 101.43 | 1860.42 |
| 15.20 | 142812.33 | 128.861 | 7.863 | 9903.86 | 121.733 | 329.132 | 17.899 | 16577.16 | 101.51 | 1865.09 |
| 15.30 | 143827.91 | 128.810 | 7.915 | 9912.31 | 121.723 | 327.710 | 17.890 | 16634.14 | 101.60 | 1869.73 |
| 15.40 | 144844.34 | 128.760 | 7.967 | 9920.61 | 121.715 | 326.295 | 17.882 | 16691.10 | 101.69 | 1874.31 |
| 15.50 | 145861.62 | 128.711 | 8.019 | 9928.74 | 121.708 | 324.889 | 17.874 | 16748.05 | 101.77 | 1878.83 |
| 15.60 | 146879.73 | 128.663 | 8.071 | 9936.72 | 121.703 | 323.492 | 17.866 | 16805.00 | 101.85 | 1883.29 |

| Draft | Displt | LCB | VCB | WPA | LCF | KML | KMT | WSA | TPC | MTC |
|-------|-----------|---------|-------|-------------------|---------|---------|--------|-------------------|--------|--------------|
| (m) | (t) | (m) | (m) | (m ²) | (m) | (m) | (m) | (m ²) | (t/cm) | (t- m/cm) |
| 15.70 | 147898.75 | 128.615 | 8.124 | 9946.59 | 121.712 | 322.244 | 17.864 | 16862.35 | 101.95 | 1888.53 |
| 15.80 | 148918.77 | 128.567 | 8.176 | 9956.27 | 121.723 | 320.999 | 17.862 | 16919.68 | 102.05 | 1893.71 |
| 15.90 | 149939.78 | 128.521 | 8.228 | 9965.77 | 121.733 | 319.760 | 17.860 | 16976.99 | 102.15 | 1898.82 |
| 16.00 | 150961.75 | 128.475 | 8.280 | 9975.10 | 121.745 | 318.525 | 17.859 | 17034.27 | 102.24 | 1903.86 |
| 16.10 | 151984.67 | 128.430 | 8.333 | 9984.25 | 121.757 | 317.293 | 17.858 | 17091.52 | 102.34 | 1908.83 |
| 16.20 | 153008.52 | 128.385 | 8.385 | 9993.20 | 121.770 | 316.065 | 17.857 | 17148.74 | 102.43 | 1913.73 |
| 16.30 | 154033.27 | 128.341 | 8.437 | 10001.98 | 121.783 | 314.840 | 17.857 | 17205.94 | 102.52 | 1918.54 |
| 16.40 | 155058.92 | 128.298 | 8.490 | 10010.59 | 121.797 | 313.620 | 17.857 | 17263.12 | 102.61 | 1923.30 |
| 16.50 | 156085.44 | 128.255 | 8.542 | 10019.04 | 121.811 | 312.405 | 17.857 | 17320.28 | 102.70 | 1927.99 |
| 16.60 | 157112.81 | 128.213 | 8.594 | 10027.34 | 121.826 | 311.197 | 17.858 | 17377.43 | 102.78 | 1932.63 |
| 16.70 | 158141.03 | 128.172 | 8.647 | 10035.48 | 121.841 | 309.993 | 17.859 | 17434.57 | 102.86 | 1937.20 |
| 16.80 | 159170.08 | 128.131 | 8.699 | 10043.45 | 121.857 | 308.793 | 17.860 | 17491.70 | 102.95 | 1941.71 |
| 16.90 | 160199.94 | 128.090 | 8.752 | 10051.27 | 121.874 | 307.597 | 17.862 | 17548.80 | 103.03 | 1946.14 |
| 17.00 | 161230.67 | 128.051 | 8.804 | 10060.58 | 121.905 | 306.501 | 17.868 | 17606.12 | 103.12 | 1951.13 |
| 17.10 | 162262.35 | 128.012 | 8.856 | 10069.69 | 121.936 | 305.404 | 17.875 | 17663.39 | 103.21 | 1956.04 |
| 17.20 | 163294.95 | 127.973 | 8.909 | 10078.61 | 121.968 | 304.309 | 17.881 | 17720.61 | 103.31 | 1960.87 |
| 17.30 | 164328.46 | 127.936 | 8.961 | 10087.34 | 121.999 | 303.214 | 17.888 | 17777.80 | 103.40 | 1965.62 |
| 17.40 | 165362.85 | 127.899 | 9.014 | 10095.89 | 122.031 | 302.122 | 17.895 | 17834.96 | 103.48 | 1970.29 |
| 17.50 | 166398.11 | 127.862 | 9.066 | 10104.28 | 122.064 | 301.033 | 17.902 | 17892.10 | 103.57 | 1974.91 |
| 17.60 | 167434.22 | 127.827 | 9.119 | 10112.53 | 122.097 | 299.950 | 17.910 | 17949.23 | 103.65 | 1979.47 |
| 17.70 | 168471.18 | 127.791 | 9.171 | 10120.64 | 122.131 | 298.872 | 17.918 | 18006.37 | 103.74 | 1983.99 |
| 17.80 | 169508.95 | 127.757 | 9.224 | 10128.61 | 122.165 | 297.799 | 17.925 | 18063.49 | 103.82 | 1988.46 |
| 17.90 | 170547.54 | 127.723 | 9.276 | 10136.44 | 122.200 | 296.731 | 17.934 | 18120.61 | 103.90 | 1992.87 |
| 18.00 | 171586.91 | 127.690 | 9.329 | 10144.11 | 122.235 | 295.666 | 17.942 | 18177.71 | 103.98 | 1997.23 |
| 18.10 | 172627.07 | 127.657 | 9.381 | 10151.64 | 122.270 | 294.605 | 17.950 | 18234.80 | 104.05 | 2001.52 |
| 18.20 | 173667.99 | 127.625 | 9.434 | 10159.00 | 122.306 | 293.546 | 17.959 | 18291.87 | 104.13 | 2005.74 |
| 18.30 | 174709.69 | 127.593 | 9.487 | 10166.75 | 122.348 | 292.503 | 17.970 | 18348.84 | 104.21 | 2009.99 |
| 18.40 | 175752.18 | 127.562 | 9.539 | 10174.50 | 122.391 | 291.476 | 17.981 | 18405.86 | 104.29 | 2014.27 |
| 18.50 | 176795.46 | 127.532 | 9.592 | 10182.27 | 122.436 | 290.463 | 17.993 | 18462.94 | 104.37 | 2018.57 |
| 18.60 | 177839.54 | 127.502 | 9.644 | 10190.06 | 122.483 | 289.465 | 18.005 | 18520.08 | 104.45 | 2022.89 |
| 18.70 | 178884.42 | 127.473 | 9.697 | 10197.87 | 122.530 | 288.482 | 18.018 | 18577.28 | 104.53 | 2027.25 |
| 18.80 | 179930.11 | 127.444 | 9.750 | 10205.67 | 122.580 | 287.510 | 18.031 | 18634.53 | 104.61 | 2031.61 |
| 18.90 | 180976.58 | 127.416 | 9.802 | 10213.31 | 122.632 | 286.536 | 18.044 | 18691.79 | 104.69 | 2035.87 |
| 19.00 | 182023.83 | 127.389 | 9.855 | 10220.90 | 122.686 | 285.569 | 18.058 | 18749.09 | 104.76 | 2040.10 |
| 19.10 | 183071.87 | 127.362 | 9.907 | 10228.52 | 122.741 | 284.616 | 18.073 | 18806.45 | 104.84 | 2044.36 |

| Draft | Displt | LCB | VCB | WPA | LCF | KML | KMT | WSA | TPC | MTC |
|-------|-----------|---------|--------|-------------------|---------|---------|--------|-------------------|--------|----------|
| (m) | (t) | (m) | (m) | (m ²) | (m) | (m) | (m) | (m ²) | (t/cm) | (t-m/cm) |
| 19.20 | 184120.68 | 127.336 | 9.960 | 10236.15 | 122.798 | 283.675 | 18.088 | 18863.86 | 104.92 | 2048.64 |
| 19.30 | 185170.28 | 127.310 | 10.013 | 10243.78 | 122.854 | 282.744 | 18.103 | 18921.30 | 105.00 | 2052.91 |
| 19.40 | 186220.66 | 127.285 | 10.065 | 10251.42 | 122.911 | 281.824 | 18.119 | 18978.78 | 105.08 | 2057.20 |
| 19.50 | 187271.81 | 127.261 | 10.118 | 10258.89 | 122.972 | 280.901 | 18.135 | 19036.29 | 105.15 | 2061.38 |
| 19.60 | 188323.69 | 127.237 | 10.171 | 10265.49 | 123.036 | 279.923 | 18.150 | 19093.53 | 105.22 | 2065.07 |
| 19.70 | 189376.24 | 127.214 | 10.223 | 10271.96 | 123.098 | 278.948 | 18.166 | 19150.77 | 105.29 | 2068.70 |
| 19.80 | 190429.44 | 127.191 | 10.276 | 10278.41 | 123.161 | 277.986 | 18.182 | 19208.07 | 105.35 | 2072.35 |
| 19.90 | 191483.31 | 127.169 | 10.329 | 10284.89 | 123.224 | 277.041 | 18.198 | 19265.48 | 105.42 | 2076.06 |
| 20.00 | 192537.84 | 127.148 | 10.382 | 10291.37 | 123.288 | 276.110 | 18.214 | 19322.96 | 105.49 | 2079.79 |

| Draft | CB | CM | CP | CW |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| (m) | | | | |
| 2.00 | 0.747 | 0.955 | 0.782 | 0.805 |
| 2.10 | 0.749 | 0.957 | 0.783 | 0.808 |
| 2.20 | 0.752 | 0.959 | 0.785 | 0.811 |
| 2.30 | 0.755 | 0.960 | 0.786 | 0.813 |
| 2.40 | 0.757 | 0.962 | 0.787 | 0.816 |
| 2.50 | 0.760 | 0.963 | 0.788 | 0.818 |
| 2.60 | 0.762 | 0.965 | 0.790 | 0.820 |
| 2.70 | 0.764 | 0.966 | 0.791 | 0.822 |
| 2.80 | 0.766 | 0.967 | 0.792 | 0.823 |
| 2.90 | 0.768 | 0.968 | 0.793 | 0.825 |
| 3.00 | 0.770 | 0.969 | 0.794 | 0.827 |
| 3.10 | 0.772 | 0.970 | 0.795 | 0.828 |
| 3.20 | 0.774 | 0.971 | 0.797 | 0.830 |
| 3.30 | 0.775 | 0.972 | 0.798 | 0.831 |
| 3.40 | 0.777 | 0.973 | 0.799 | 0.833 |
| 3.50 | 0.779 | 0.974 | 0.800 | 0.834 |
| 3.60 | 0.780 | 0.975 | 0.801 | 0.836 |
| 3.70 | 0.782 | 0.975 | 0.802 | 0.837 |
| 3.80 | 0.783 | 0.976 | 0.803 | 0.838 |
| 3.90 | 0.785 | 0.976 | 0.804 | 0.839 |
| 4.00 | 0.786 | 0.977 | 0.805 | 0.841 |
| 4.10 | 0.787 | 0.978 | 0.805 | 0.842 |
| 4.20 | 0.789 | 0.978 | 0.806 | 0.843 |

| Draft | CB | CM | CP | CW |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| (m) | | | | |
| 4.30 | 0.790 | 0.979 | 0.807 | 0.844 |
| 4.40 | 0.791 | 0.979 | 0.808 | 0.845 |
| | | | | |
| 4.50 | 0.792 | 0.980 | 0.809 | 0.846 |
| 4.60 | 0.794 | 0.980 | 0.810 | 0.848 |
| 4.70 | 0.795 | 0.980 | 0.811 | 0.849 |
| 4.80 | 0.796 | 0.981 | 0.811 | 0.850 |
| 4.90 | 0.797 | 0.981 | 0.812 | 0.851 |
| | | | | |
| 5.00 | 0.798 | 0.982 | 0.813 | 0.852 |
| 5.10 | 0.799 | 0.982 | 0.814 | 0.853 |
| 5.20 | 0.800 | 0.982 | 0.815 | 0.854 |
| 5.30 | 0.801 | 0.983 | 0.815 | 0.855 |
| 5.40 | 0.802 | 0.983 | 0.816 | 0.856 |
| | | | | |
| 5.50 | 0.803 | 0.983 | 0.817 | 0.857 |
| 5.60 | 0.804 | 0.984 | 0.818 | 0.858 |
| 5.70 | 0.805 | 0.984 | 0.818 | 0.859 |
| 5.80 | 0.806 | 0.984 | 0.819 | 0.860 |
| 5.90 | 0.807 | 0.984 | 0.820 | 0.861 |
| | | | | |
| 6.00 | 0.808 | 0.985 | 0.820 | 0.862 |
| 6.10 | 0.809 | 0.985 | 0.821 | 0.863 |
| 6.20 | 0.810 | 0.985 | 0.822 | 0.864 |
| 6.30 | 0.811 | 0.985 | 0.823 | 0.865 |
| 6.40 | 0.811 | 0.986 | 0.823 | 0.866 |
| | | | | |
| 6.50 | 0.812 | 0.986 | 0.824 | 0.867 |
| 6.60 | 0.813 | 0.986 | 0.825 | 0.868 |
| 6.70 | 0.814 | 0.986 | 0.825 | 0.869 |
| 6.80 | 0.815 | 0.987 | 0.826 | 0.870 |
| 6.90 | 0.816 | 0.987 | 0.827 | 0.870 |
| | | | | |
| 7.00 | 0.816 | 0.987 | 0.827 | 0.871 |
| 7.10 | 0.817 | 0.987 | 0.828 | 0.872 |
| 7.20 | 0.818 | 0.987 | 0.828 | 0.873 |
| 7.30 | 0.819 | 0.987 | 0.829 | 0.874 |
| 7.40 | 0.819 | 0.988 | 0.830 | 0.875 |
| | | | | |
| 7.50 | 0.820 | 0.988 | 0.830 | 0.875 |
| 7.60 | 0.821 | 0.988 | 0.831 | 0.876 |
| 7.70 | 0.822 | 0.988 | 0.832 | 0.877 |
| 7.80 | 0.822 | 0.988 | 0.832 | 0.878 |

| Draft | CB | CM | CP | CW |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| (m) | | | | |
| 7.90 | 0.823 | 0.988 | 0.833 | 0.879 |
| 8.00 | 0.824 | 0.989 | 0.833 | 0.879 |
| 8.10 | 0.824 | 0.989 | 0.834 | 0.880 |
| 8.20 | 0.825 | 0.989 | 0.834 | 0.881 |
| 8.30 | 0.826 | 0.989 | 0.835 | 0.882 |
| 8.40 | 0.826 | 0.989 | 0.836 | 0.883 |
| 8.50 | 0.827 | 0.989 | 0.836 | 0.884 |
| 8.60 | 0.828 | 0.989 | 0.837 | 0.884 |
| 8.70 | 0.828 | 0.989 | 0.837 | 0.885 |
| 8.80 | 0.829 | 0.990 | 0.838 | 0.886 |
| 8.90 | 0.830 | 0.990 | 0.838 | 0.887 |
| 9.00 | 0.830 | 0.990 | 0.839 | 0.888 |
| 9.10 | 0.831 | 0.990 | 0.839 | 0.889 |
| 9.20 | 0.832 | 0.990 | 0.840 | 0.890 |
| 9.30 | 0.832 | 0.990 | 0.841 | 0.891 |
| 9.40 | 0.833 | 0.990 | 0.841 | 0.891 |
| 9.50 | 0.834 | 0.990 | 0.842 | 0.892 |
| 9.60 | 0.834 | 0.990 | 0.842 | 0.893 |
| 9.70 | 0.835 | 0.991 | 0.843 | 0.894 |
| 9.80 | 0.835 | 0.991 | 0.843 | 0.895 |
| 9.90 | 0.836 | 0.991 | 0.844 | 0.896 |
| 10.00 | 0.837 | 0.991 | 0.844 | 0.897 |
| 10.10 | 0.837 | 0.991 | 0.845 | 0.897 |
| 10.20 | 0.838 | 0.991 | 0.845 | 0.898 |
| 10.30 | 0.838 | 0.991 | 0.846 | 0.899 |
| 10.40 | 0.839 | 0.991 | 0.846 | 0.899 |
| 10.50 | 0.840 | 0.991 | 0.847 | 0.900 |
| 10.60 | 0.840 | 0.991 | 0.847 | 0.900 |
| 10.70 | 0.841 | 0.991 | 0.848 | 0.901 |
| 10.80 | 0.841 | 0.992 | 0.848 | 0.902 |
| 10.90 | 0.842 | 0.992 | 0.849 | 0.902 |
| 11.00 | 0.842 | 0.992 | 0.849 | 0.903 |
| 11.10 | 0.843 | 0.992 | 0.850 | 0.904 |
| 11.20 | 0.843 | 0.992 | 0.850 | 0.905 |
| 11.30 | 0.844 | 0.992 | 0.851 | 0.905 |
| 11.40 | 0.845 | 0.992 | 0.851 | 0.906 |

| Draft | CB | CM | CP | CW |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| (m) | | | | |
| | | | | |
| 11.50 | 0.845 | 0.992 | 0.852 | 0.906 |
| 11.60 | 0.846 | 0.992 | 0.852 | 0.907 |
| 11.70 | 0.846 | 0.992 | 0.853 | 0.907 |
| 11.80 | 0.847 | 0.992 | 0.853 | 0.908 |
| 11.90 | 0.847 | 0.992 | 0.854 | 0.908 |
| | | | | |
| 12.00 | 0.848 | 0.992 | 0.854 | 0.908 |
| 12.10 | 0.848 | 0.992 | 0.855 | 0.908 |
| 12.20 | 0.849 | 0.992 | 0.855 | 0.909 |
| 12.30 | 0.849 | 0.993 | 0.856 | 0.909 |
| 12.40 | 0.850 | 0.993 | 0.856 | 0.909 |
| | | | | |
| 12.50 | 0.850 | 0.993 | 0.856 | 0.909 |
| 12.60 | 0.851 | 0.993 | 0.857 | 0.910 |
| 12.70 | 0.851 | 0.993 | 0.857 | 0.910 |
| 12.80 | 0.851 | 0.993 | 0.858 | 0.911 |
| 12.90 | 0.852 | 0.993 | 0.858 | 0.912 |
| | | | | |
| 13.00 | 0.852 | 0.993 | 0.858 | 0.912 |
| 13.10 | 0.853 | 0.993 | 0.859 | 0.913 |
| 13.20 | 0.853 | 0.993 | 0.859 | 0.914 |
| 13.30 | 0.854 | 0.993 | 0.860 | 0.915 |
| 13.40 | 0.854 | 0.993 | 0.860 | 0.916 |
| | | | | |
| 13.50 | 0.855 | 0.993 | 0.861 | 0.917 |
| 13.60 | 0.855 | 0.993 | 0.861 | 0.918 |
| 13.70 | 0.856 | 0.993 | 0.861 | 0.919 |
| 13.80 | 0.856 | 0.993 | 0.862 | 0.920 |
| 13.90 | 0.857 | 0.993 | 0.862 | 0.921 |
| | | | | |
| 14.00 | 0.857 | 0.993 | 0.863 | 0.922 |
| 14.10 | 0.857 | 0.993 | 0.863 | 0.923 |
| 14.20 | 0.858 | 0.994 | 0.864 | 0.923 |
| 14.30 | 0.858 | 0.994 | 0.864 | 0.924 |
| 14.40 | 0.859 | 0.994 | 0.864 | 0.925 |
| | | | | |
| 14.50 | 0.859 | 0.994 | 0.865 | 0.926 |
| 14.60 | 0.860 | 0.994 | 0.865 | 0.927 |
| 14.70 | 0.860 | 0.994 | 0.866 | 0.928 |
| 14.80 | 0.861 | 0.994 | 0.866 | 0.929 |
| 14.90 | 0.861 | 0.994 | 0.866 | 0.929 |
| | | | | |

| Draft | CB | CM | CP | CW |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| (m) | | | | |
| 15.00 | 0.862 | 0.994 | 0.867 | 0.930 |
| 15.10 | 0.862 | 0.994 | 0.867 | 0.931 |
| 15.20 | 0.863 | 0.994 | 0.868 | 0.932 |
| 15.30 | 0.863 | 0.994 | 0.868 | 0.933 |
| 15.40 | 0.863 | 0.994 | 0.869 | 0.934 |
| | | | | |
| 15.50 | 0.864 | 0.994 | 0.869 | 0.934 |
| 15.60 | 0.864 | 0.994 | 0.869 | 0.935 |
| 15.70 | 0.865 | 0.994 | 0.870 | 0.936 |
| 15.80 | 0.865 | 0.994 | 0.870 | 0.937 |
| 15.90 | 0.866 | 0.994 | 0.871 | 0.938 |
| | | | | |
| 16.00 | 0.866 | 0.994 | 0.871 | 0.939 |
| 16.10 | 0.867 | 0.994 | 0.872 | 0.939 |
| 16.20 | 0.867 | 0.994 | 0.872 | 0.940 |
| 16.30 | 0.868 | 0.994 | 0.872 | 0.941 |
| 16.40 | 0.868 | 0.994 | 0.873 | 0.942 |
| | | | | |
| 16.50 | 0.868 | 0.994 | 0.873 | 0.943 |
| 16.60 | 0.869 | 0.994 | 0.874 | 0.944 |
| 16.70 | 0.869 | 0.995 | 0.874 | 0.944 |
| 16.80 | 0.870 | 0.995 | 0.875 | 0.945 |
| 16.90 | 0.870 | 0.995 | 0.875 | 0.946 |
| | | | | |
| 17.00 | 0.871 | 0.995 | 0.875 | 0.947 |
| 17.10 | 0.871 | 0.995 | 0.876 | 0.948 |
| 17.20 | 0.872 | 0.995 | 0.876 | 0.948 |
| 17.30 | 0.872 | 0.995 | 0.877 | 0.949 |
| 17.40 | 0.872 | 0.995 | 0.877 | 0.950 |
| | | | | |
| 17.50 | 0.873 | 0.995 | 0.878 | 0.951 |
| 17.60 | 0.873 | 0.995 | 0.878 | 0.952 |
| 17.70 | 0.874 | 0.995 | 0.878 | 0.952 |
| 17.80 | 0.874 | 0.995 | 0.879 | 0.953 |
| 17.90 | 0.875 | 0.995 | 0.879 | 0.954 |
| | | | | |
| 18.00 | 0.875 | 0.995 | 0.880 | 0.955 |
| 18.10 | 0.876 | 0.995 | 0.880 | 0.955 |
| 18.20 | 0.876 | 0.995 | 0.880 | 0.956 |
| 18.30 | 0.876 | 0.995 | 0.881 | 0.957 |
| 18.40 | 0.877 | 0.995 | 0.881 | 0.957 |
| | | | | |
| 18.50 | 0.877 | 0.995 | 0.882 | 0.958 |

| Draft | CB | CM | CP | CW |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| (m) | | | | |
| 18.60 | 0.878 | 0.995 | 0.882 | 0.959 |
| 18.70 | 0.878 | 0.995 | 0.883 | 0.960 |
| 18.80 | 0.879 | 0.995 | 0.883 | 0.960 |
| 18.90 | 0.879 | 0.995 | 0.883 | 0.961 |
| | | | | |
| 19.00 | 0.879 | 0.995 | 0.884 | 0.962 |
| 19.10 | 0.880 | 0.995 | 0.884 | 0.962 |
| 19.20 | 0.880 | 0.995 | 0.885 | 0.963 |
| 19.30 | 0.881 | 0.995 | 0.885 | 0.964 |
| 19.40 | 0.881 | 0.995 | 0.885 | 0.965 |
| | | | | |
| 19.50 | 0.882 | 0.995 | 0.886 | 0.965 |
| 19.60 | 0.882 | 0.995 | 0.886 | 0.966 |
| 19.70 | 0.883 | 0.995 | 0.887 | 0.967 |
| 19.80 | 0.883 | 0.995 | 0.887 | 0.967 |
| 19.90 | 0.883 | 0.995 | 0.887 | 0.968 |
| | | | | |
| 20.00 | 0.884 | 0.995 | 0.888 | 0.968 |

CROSS CURVES

| WLRadius | Heel | Trim | Displt | KN | GM | DS | Deck |
|----------|-------|--------|----------|--------|--------|----------|---------|
| (m) | (deg) | (m) | (t) | (m) | (m) | (m-rads) | (m) |
| 2.17 | 0.00 | 0.000 | 17729.73 | 0.000 | 68.060 | 0.000 | 17.933 |
| 1.84 | 10.00 | -0.010 | 17729.78 | 9.915 | 32.561 | 0.960 | 14.202 |
| 1.63 | 12.00 | -0.015 | 17729.74 | 10.922 | 25.615 | 1.324 | 13.541 |
| 0.41 | 20.00 | -0.039 | 17733.24 | 13.398 | 12.056 | 3.043 | 11.091 |
| -1.66 | 30.00 | 0.034 | 17729.73 | 14.771 | 4.574 | 5.520 | 8.263 |
| -4.08 | 40.00 | 0.234 | 17729.74 | 15.168 | 0.316 | 8.144 | 5.591 |
| -6.70 | 50.00 | 0.514 | 17729.74 | 14.966 | -2.333 | 10.780 | 3.078 |
| -9.45 | 60.00 | 0.823 | 17729.73 | 14.432 | -3.344 | 13.348 | 0.793 |
| | | | | | | | |
| 4.33 | 0.00 | 0.000 | 37310.36 | 0.000 | 36.317 | 0.000 | 15.767 |
| 4.21 | 10.00 | 0.017 | 37312.83 | 6.283 | 34.343 | 0.552 | 11.838 |
| 4.13 | 12.00 | 0.029 | 37311.60 | 7.447 | 32.189 | 0.792 | 11.037 |
| 3.46 | 20.00 | 0.122 | 37310.49 | 10.836 | 17.936 | 2.092 | 8.041 |
| 1.88 | 30.00 | 0.297 | 37312.95 | 13.201 | 10.141 | 4.209 | 4.725 |
| -0.26 | 40.00 | 0.574 | 37310.36 | 14.560 | 5.813 | 6.643 | 1.776 |
| -2.85 | 50.00 | 0.985 | 37310.84 | 15.306 | 2.559 | 9.256 | -0.774 |
| -5.57 | 60.00 | 1.461 | 37310.59 | 15.243 | -2.870 | 11.936 | -3.090 |
| | | | | | | | |
| 6.50 | 0.00 | 0.000 | 57514.44 | 0.000 | 26.341 | 0.000 | 13.600 |
| 6.37 | 10.00 | 0.075 | 57515.42 | 4.616 | 26.675 | 0.402 | 9.677 |
| 6.31 | 12.00 | 0.110 | 57514.73 | 5.547 | 26.624 | 0.579 | 8.863 |
| 5.88 | 20.00 | 0.344 | 57514.45 | 9.050 | 22.038 | 1.605 | 5.624 |
| 4.61 | 30.00 | 0.776 | 57515.10 | 12.086 | 13.943 | 3.470 | 1.996 |
| 2.63 | 40.00 | 1.182 | 57514.48 | 14.095 | 8.665 | 5.767 | -1.121 |
| 0.37 | 50.00 | 1.595 | 57514.52 | 14.969 | 1.912 | 8.320 | -3.996 |
| -1.95 | 60.00 | 2.015 | 57514.48 | 14.865 | -2.778 | 10.935 | -6.710 |
| | | | | | | | |
| 8.67 | 0.00 | 0.000 | 78189.82 | 0.000 | 21.822 | 0.000 | 11.433 |
| 8.51 | 10.00 | 0.140 | 78191.19 | 3.825 | 22.137 | 0.333 | 7.534 |
| 8.44 | 12.00 | 0.202 | 78190.08 | 4.599 | 22.283 | 0.480 | 6.729 |
| 8.02 | 20.00 | 0.544 | 78189.82 | 7.741 | 22.447 | 1.341 | 3.475 |
| 6.96 | 30.00 | 1.099 | 78189.84 | 11.246 | 17.088 | 3.013 | -0.354 |
| 5.32 | 40.00 | 1.667 | 78189.82 | 13.338 | 7.738 | 5.182 | -3.804 |
| 3.50 | 50.00 | 2.133 | 78189.82 | 14.153 | 2.106 | 7.595 | -7.128 |
| 1.58 | 60.00 | 2.545 | 78189.82 | 14.149 | -1.907 | 10.075 | -10.233 |
| | | | | | | | |
| 10.83 | 0.00 | 0.000 | 99291.45 | 0.000 | 19.487 | 0.000 | 9.267 |
| 10.65 | 10.00 | 0.172 | 99293.11 | 3.418 | 19.804 | 0.297 | 5.392 |

| WLRadius | Heel | Trim | Displt | KN | GM | DS | Deck |
|----------|-------|-------|-----------|--------|--------|----------|---------|
| (m) | (deg) | (m) | (t) | (m) | (m) | (m-rads) | (m) |
| 10.57 | 12.00 | 0.241 | 99291.84 | 4.111 | 19.953 | 0.429 | 4.599 |
| 10.10 | 20.00 | 0.589 | 99291.45 | 6.950 | 20.909 | 1.200 | 1.405 |
| 9.16 | 30.00 | 1.138 | 99291.45 | 10.390 | 15.723 | 2.726 | -2.556 |
| 8.02 | 40.00 | 1.755 | 99291.45 | 12.322 | 7.484 | 4.729 | -6.504 |
| 6.64 | 50.00 | 2.344 | 99291.45 | 13.173 | 2.709 | 6.966 | -10.271 |
| 5.09 | 60.00 | 2.855 | 99291.45 | 13.320 | -0.801 | 9.286 | -13.742 |
| | | | | | | | |
| 13.00 | 0.00 | 0.000 | 120708.14 | 0.000 | 18.309 | 0.000 | 7.100 |
| 12.78 | 10.00 | 0.118 | 120709.79 | 3.215 | 18.634 | 0.280 | 3.261 |
| 12.69 | 12.00 | 0.168 | 120708.48 | 3.867 | 18.775 | 0.403 | 2.482 |
| 12.13 | 20.00 | 0.424 | 120708.13 | 6.538 | 19.465 | 1.128 | -0.632 |
| 11.43 | 30.00 | 0.854 | 120708.12 | 9.361 | 13.231 | 2.531 | -4.824 |
| 10.78 | 40.00 | 1.386 | 120708.14 | 11.164 | 7.648 | 4.337 | -9.268 |
| 9.88 | 50.00 | 1.934 | 120708.14 | 12.114 | 3.571 | 6.378 | -13.507 |
| 8.70 | 60.00 | 2.438 | 120708.14 | 12.452 | 0.474 | 8.530 | -17.358 |
| | | | | | | | |
| 15.17 | 0.00 | 0.000 | 142474.02 | 0.000 | 17.902 | 0.000 | 4.933 |
| 14.91 | 10.00 | 0.045 | 142476.89 | 3.136 | 18.116 | 0.273 | 1.131 |
| 14.80 | 12.00 | 0.064 | 142474.61 | 3.770 | 18.214 | 0.394 | 0.368 |
| 14.31 | 20.00 | 0.172 | 142474.00 | 6.136 | 14.589 | 1.092 | -2.807 |
| 13.96 | 30.00 | 0.392 | 142474.02 | 8.303 | 10.649 | 2.362 | -7.349 |
| 13.71 | 40.00 | 0.709 | 142474.02 | 9.908 | 7.713 | 3.959 | -12.194 |
| 13.28 | 50.00 | 1.090 | 142474.02 | 10.982 | 4.641 | 5.790 | -16.907 |
| 12.50 | 60.00 | 1.488 | 142474.02 | 11.546 | 1.926 | 7.762 | -21.158 |
| | | | | | | | |

FLOODABLE LEGTHS

Floodable Length 60

| | | |
|--------------------------|------------|-------------|
| Mean draft | 13.000 | metres |
| Trim over LBP | 0.000 | metres |
| Subdivision displacement | 120776.055 | tonnes |
| Water density | 1.025 | tonnes/cu.m |
| L.C.B. from origin | 130.128 | metres |
| Criterion of Service | 0.000 | |
| Subdivision Factor | 1.000 | |
| Margin Line below Deck | 76.000 | mm |

| Lost buoyancy cu.metres | LCB of FL from Origin metres | Floodable Length metres | Centre of FL from Origin metres | Mean draft metres | Trim by head metres |
|----------------------------|------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|---------------------------|
| 26401.97 | 42.474 | 72.700 | 36.350 | 15.517 | -8.994 |
| 28279.81 | 52.180 | 66.355 | 49.992 | 15.708 | -8.612 |
| 30355.65 | 59.625 | 66.497 | 59.387 | 15.906 | -8.217 |
| 32359.34 | 66.295 | 70.509 | 66.290 | 16.111 | -7.810 |
| 34374.26 | 72.305 | 74.488 | 72.605 | 16.321 | -7.391 |
| 36601.25 | 77.767 | 78.844 | 78.435 | 16.537 | -6.960 |
| 38729.95 | 82.744 | 83.102 | 83.664 | 16.759 | -6.519 |
| 41014.10 | 87.288 | 87.571 | 88.441 | 16.985 | -6.067 |
| 43284.52 | 91.486 | 91.866 | 92.837 | 17.216 | -5.607 |
| 45584.53 | 95.336 | 96.076 | 96.838 | 17.451 | -5.137 |
| 48036.06 | 98.903 | 100.918 | 100.277 | 17.691 | -4.660 |
| 50511.47 | 102.191 | 105.162 | 103.622 | 17.933 | -4.176 |
| 52964.21 | 105.252 | 109.183 | 106.686 | 18.179 | -3.685 |
| 55487.57 | 108.089 | 113.182 | 109.471 | 18.428 | -3.189 |
| 58073.85 | 110.740 | 117.141 | 112.016 | 18.679 | -2.688 |
| 60632.32 | 113.207 | 120.875 | 114.327 | 18.932 | -2.182 |
| 63364.77 | 115.520 | 124.798 | 116.439 | 19.187 | -1.673 |
| 65956.85 | 117.682 | 128.284 | 118.356 | 19.443 | -1.162 |
| 68605.75 | 119.715 | 131.735 | 120.097 | 19.699 | -0.649 |
| 71245.92 | 121.620 | 135.035 | 121.689 | 19.957 | -0.135 |
| 70149.02 | 123.409 | 133.741 | 123.163 | 19.834 | 0.379 |
| 67334.35 | 125.310 | 130.025 | 124.726 | 19.577 | 0.893 |
| 64668.14 | 127.354 | 126.263 | 126.524 | 19.321 | 1.406 |
| 61981.26 | 129.563 | 122.521 | 128.379 | 19.066 | 1.916 |
| 59383.01 | 131.940 | 118.848 | 130.372 | 18.812 | 2.423 |
| 56707.62 | 134.513 | 111.079 | 134.550 | 18.559 | 2.927 |
| 54040.87 | 137.285 | 106.522 | 137.330 | 18.309 | 3.426 |

| Lost buoyancy cu.metres | LCB of FL from Origin metres | Floodable Length metres | Centre of FL from Origin metres | Mean draft metres | Trim by head metres |
|----------------------------|------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|---------------------------|
| 51566.09 | 140.291 | 102.302 | 140.332 | 18.062 | 3.919 |
| 49052.39 | 143.538 | 97.938 | 143.575 | 17.818 | 4.407 |
| 46550.68 | 147.060 | 93.529 | 147.095 | 17.576 | 4.888 |
| 44075.95 | 150.880 | 89.101 | 150.912 | 17.339 | 5.362 |
| 41810.96 | 155.027 | 85.066 | 155.040 | 17.106 | 5.827 |
| 39452.19 | 159.540 | 80.836 | 159.505 | 16.877 | 6.283 |
| 37200.61 | 164.447 | 76.757 | 164.373 | 16.653 | 6.730 |
| 34978.01 | 169.805 | 72.665 | 169.705 | 16.434 | 7.166 |
| 32862.66 | 175.640 | 68.803 | 175.494 | 16.220 | 7.592 |
| 30885.03 | 182.025 | 65.498 | 181.740 | 16.013 | 8.005 |
| 28782.41 | 188.995 | 61.825 | 188.735 | 15.811 | 8.407 |
| 26871.70 | 196.641 | 58.995 | 196.449 | 15.616 | 8.795 |
| 25029.21 | 205.004 | 56.534 | 205.640 | 15.428 | 9.170 |
| 23403.10 | 215.165 | 56.592 | 217.704 | 15.247 | 9.531 |
| | | 0.000 | 246.000 | | |

Floodable Length 85

| | | |
|--------------------------|------------|-------------|
| Mean draft | 13.000 | metres |
| Trim over LBP | 0.000 | metres |
| Subdivision displacement | 120776.055 | tonnes |
| Water density | 1.025 | tonnes/cu.m |
| L.C.B. from origin | 130.128 | metres |
| Criterion of Service | 0.000 | |
| Subdivision Factor | 1.000 | |
| Margin Line below Deck | 76.000 | mm |

| Lost buoyancy | LCB of FL from Origin | Floodable Length | Centre of FL from Origin | Mean draft | Trim by head |
|---------------|-----------------------|------------------|--------------------------|------------|--------------|
| cu.metres | metres | metres | metres | metres | metres |
| 25019.37 | 39.575 | 67.256 | 33.628 | 15.382 | -9.262 |
| 26988.24 | 46.487 | 61.564 | 44.227 | 15.574 | -8.881 |
| 28987.98 | 54.686 | 62.654 | 53.386 | 15.772 | -8.485 |
| 30987.38 | 62.043 | 64.395 | 61.877 | 15.977 | -8.077 |
| 33094.27 | 68.590 | 68.376 | 68.693 | 16.188 | -7.656 |
| 35180.96 | 74.504 | 72.172 | 74.992 | 16.405 | -7.224 |
| 37466.21 | 79.870 | 76.614 | 80.612 | 16.628 | -6.780 |
| 39726.50 | 84.747 | 80.877 | 85.733 | 16.855 | -6.326 |
| 42039.42 | 89.213 | 85.117 | 90.415 | 17.088 | -5.862 |
| 44329.99 | 93.319 | 89.647 | 94.458 | 17.325 | -5.389 |
| 46800.15 | 97.088 | 93.917 | 98.362 | 17.566 | -4.908 |
| 49263.39 | 100.576 | 98.007 | 101.935 | 17.811 | -4.420 |
| 51683.59 | 103.787 | 101.842 | 105.175 | 18.060 | -3.924 |
| 54304.10 | 106.783 | 105.916 | 108.148 | 18.311 | -3.423 |
| 56890.16 | 109.549 | 109.752 | 110.835 | 18.565 | -2.916 |
| 59471.03 | 112.144 | 113.417 | 113.301 | 18.820 | -2.405 |
| 62154.54 | 114.546 | 117.121 | 115.525 | 19.078 | -1.890 |
| 64767.33 | 116.812 | 120.539 | 117.568 | 19.337 | -1.373 |
| 67592.73 | 118.916 | 124.207 | 119.410 | 19.597 | -0.853 |
| 70300.59 | 120.907 | 127.515 | 121.102 | 19.858 | -0.332 |
| 71005.54 | 122.743 | 128.324 | 122.616 | 19.929 | 0.190 |
| 68275.60 | 124.619 | 124.888 | 124.214 | 19.668 | 0.711 |
| 65625.05 | 126.640 | 121.558 | 125.908 | 19.408 | 1.231 |
| 62852.69 | 128.823 | 117.908 | 127.733 | 19.149 | 1.750 |
| 60171.10 | 131.180 | 111.340 | 131.198 | 18.891 | 2.265 |
| 57357.70 | 133.727 | 106.821 | 133.753 | 18.634 | 2.777 |
| 54783.21 | 136.482 | 102.671 | 136.523 | 18.380 | 3.285 |
| 52176.95 | 139.464 | 98.397 | 139.519 | 18.128 | 3.788 |
| 49663.41 | 142.699 | 94.239 | 142.765 | 17.879 | 4.285 |
| 47158.66 | 146.204 | 90.056 | 146.267 | 17.633 | 4.776 |
| 44608.79 | 150.020 | 85.735 | 150.073 | 17.390 | 5.259 |
| 42288.07 | 154.162 | 81.782 | 154.208 | 17.152 | 5.734 |
| 39872.92 | 158.685 | 77.603 | 158.711 | 16.918 | 6.200 |
| 37543.76 | 163.609 | 73.603 | 163.581 | 16.689 | 6.657 |
| 35251.78 | 168.999 | 69.603 | 168.931 | 16.465 | 7.104 |
| 33143.52 | 174.884 | 65.895 | 174.795 | 16.247 | 7.539 |
| 31090.27 | 181.344 | 62.504 | 181.139 | 16.034 | 7.963 |
| 29004.74 | 188.416 | 59.082 | 188.184 | 15.827 | 8.375 |
| 26968.90 | 196.200 | 55.915 | 196.069 | 15.627 | 8.774 |
| 25165.42 | 204.753 | 53.604 | 205.317 | 15.433 | 9.160 |
| 23961.98 | 215.807 | 55.350 | 218.325 | 15.247 | 9.531 |

| Lost buoyancy cu.metres | LCB of FL from Origin metres | Floodable Length metres | Centre of FL from Origin metres | Mean draft metres | Trim by head metres |
|----------------------------|------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|---------------------------|
| | | 0.000 | 246.000 | | |

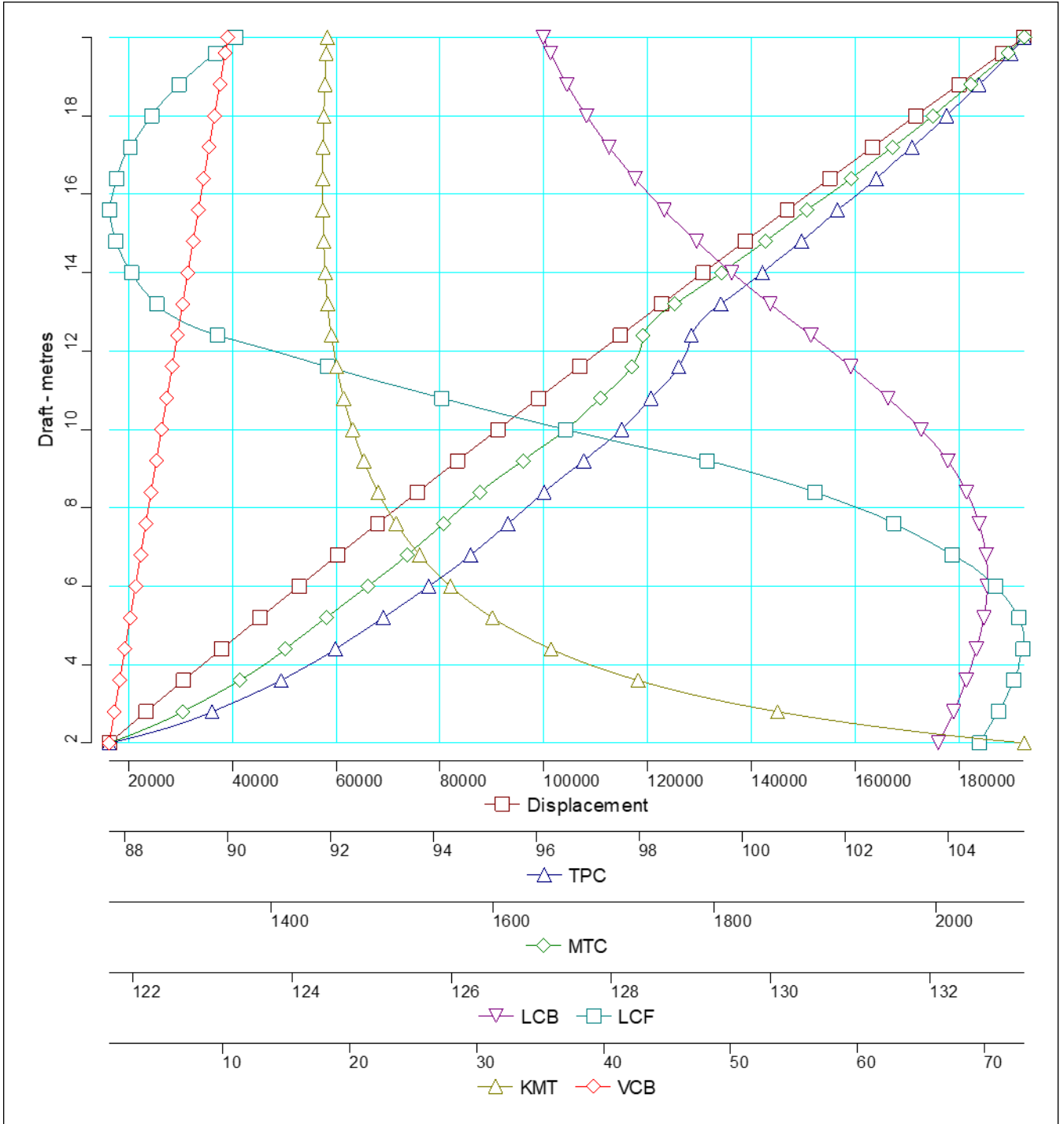
Floodable Length 95

| | | |
|--------------------------|------------|-------------|
| Mean draft | 13.000 | metres |
| Trim over LBP | 0.000 | metres |
| Subdivision displacement | 120776.055 | tonnes |
| Water density | 1.025 | tonnes/cu.m |
| L.C.B. from origin | 130.128 | metres |
| Criterion of Service | 0.000 | |
| Subdivision Factor | 1.000 | |
| Margin Line below Deck | 76.000 | mm |

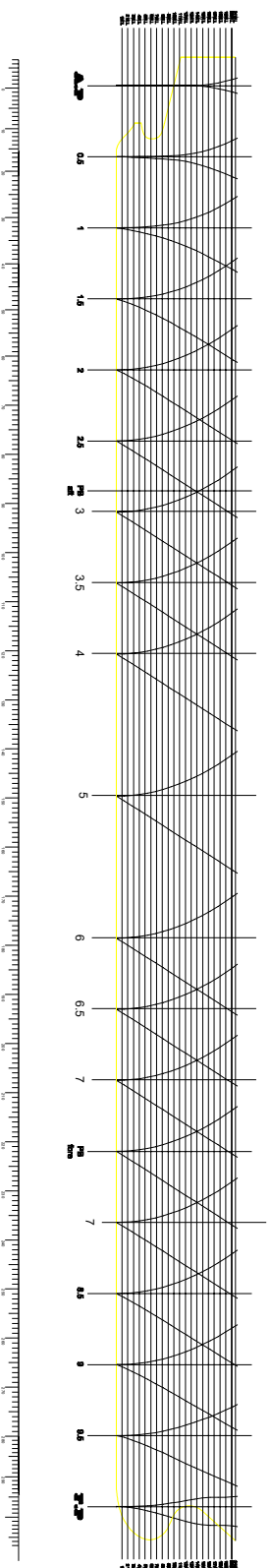
| Lost buoyancy cu.metres | LCB of FL from Origin metres | Floodable Length metres | Centre of FL from Origin metres | Mean draft metres | Trim by head metres |
|----------------------------|------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|---------------------------|
| 23665.11 | 28.816 | 48.217 | 24.108 | 15.247 | -9.531 |
| 25750.77 | 40.687 | 38.604 | 39.523 | 15.449 | -9.128 |
| 27880.66 | 50.148 | 38.542 | 49.833 | 15.659 | -8.711 |
| 29950.64 | 58.502 | 40.485 | 58.502 | 15.875 | -8.281 |
| 32155.41 | 65.877 | 43.395 | 65.990 | 16.097 | -7.837 |
| 34516.79 | 72.424 | 46.737 | 72.570 | 16.326 | -7.382 |
| 36817.98 | 78.296 | 49.721 | 78.613 | 16.560 | -6.916 |
| 39155.58 | 83.589 | 52.664 | 84.088 | 16.799 | -6.439 |
| 41603.29 | 88.383 | 55.660 | 89.054 | 17.043 | -5.952 |
| 44155.03 | 92.772 | 59.133 | 93.372 | 17.292 | -5.455 |
| 46542.30 | 96.767 | 61.819 | 97.494 | 17.545 | -4.951 |
| 49128.10 | 100.447 | 64.662 | 101.268 | 17.802 | -4.439 |
| 51771.96 | 103.816 | 67.469 | 104.687 | 18.062 | -3.920 |
| 54405.11 | 106.943 | 70.148 | 107.823 | 18.325 | -3.395 |
| 57759.81 | 109.778 | 73.647 | 110.625 | 18.590 | -2.865 |
| 60076.97 | 112.506 | 77.193 | 112.506 | 18.858 | -2.330 |
| 62602.06 | 114.992 | 79.132 | 114.992 | 19.127 | -1.792 |
| 65400.32 | 117.317 | 81.275 | 117.317 | 19.398 | -1.251 |
| 68334.16 | 119.484 | 83.442 | 119.484 | 19.670 | -0.708 |
| 71288.05 | 121.514 | 85.493 | 121.514 | 19.942 | -0.165 |
| 70195.60 | 123.409 | 84.243 | 123.409 | 19.834 | 0.379 |

| Lost buoyancy cu.metres | LCB of FL from Origin metres | Floodable Length metres | Centre of FL from Origin metres | Mean draft metres | Trim by head metres |
|----------------------------|------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|---------------------------|
| 67105.83 | 125.425 | 81.256 | 125.425 | 19.562 | 0.923 |
| 64369.65 | 127.602 | 78.628 | 127.602 | 19.291 | 1.465 |
| 61479.60 | 129.969 | 75.744 | 129.969 | 19.021 | 2.005 |
| 58646.43 | 132.526 | 72.854 | 132.526 | 18.752 | 2.542 |
| 55870.10 | 135.312 | 69.954 | 135.312 | 18.485 | 3.075 |
| 53140.75 | 138.331 | 67.030 | 138.331 | 18.221 | 3.603 |
| 50396.98 | 141.628 | 64.003 | 141.628 | 17.959 | 4.126 |
| 47872.70 | 145.211 | 61.160 | 145.211 | 17.700 | 4.642 |
| 45240.07 | 149.136 | 58.094 | 149.136 | 17.445 | 5.151 |
| 42753.61 | 153.417 | 55.121 | 153.417 | 17.193 | 5.652 |
| 40105.86 | 158.123 | 51.858 | 158.123 | 16.946 | 6.145 |
| 37706.27 | 163.280 | 48.945 | 163.324 | 16.704 | 6.628 |
| 35211.71 | 168.967 | 45.931 | 169.019 | 16.466 | 7.101 |
| 32941.38 | 175.229 | 43.204 | 175.261 | 16.235 | 7.563 |
| 30699.16 | 182.163 | 40.559 | 182.143 | 16.009 | 8.014 |
| 28501.71 | 189.835 | 37.906 | 189.816 | 15.789 | 8.452 |
| 26498.19 | 198.384 | 35.623 | 198.441 | 15.575 | 8.877 |
| 24459.87 | 207.892 | 33.978 | 208.083 | 15.369 | 9.289 |
| 22607.65 | 218.544 | 34.940 | 219.076 | 15.169 | 9.686 |
| 22344.48 | 225.615 | 36.960 | 227.520 | 14.977 | 10.069 |
| | | 0.000 | 246.000 | | |

HYDROSTATICS



BONJJEAN CURVES



PRINCIPAL DIMENSIONS

LENGTH O.A.....255.97 [m]
 LENGTH B.P.....246 [m]
 BREADTH MLD.....43.2 [m]
 DEPTH MLD.....20.1 [m]
 DRAUGHT MLD (Design)...13 [m]

SHIP NAME: PLOIOTIA

NAME OF DRAWING:

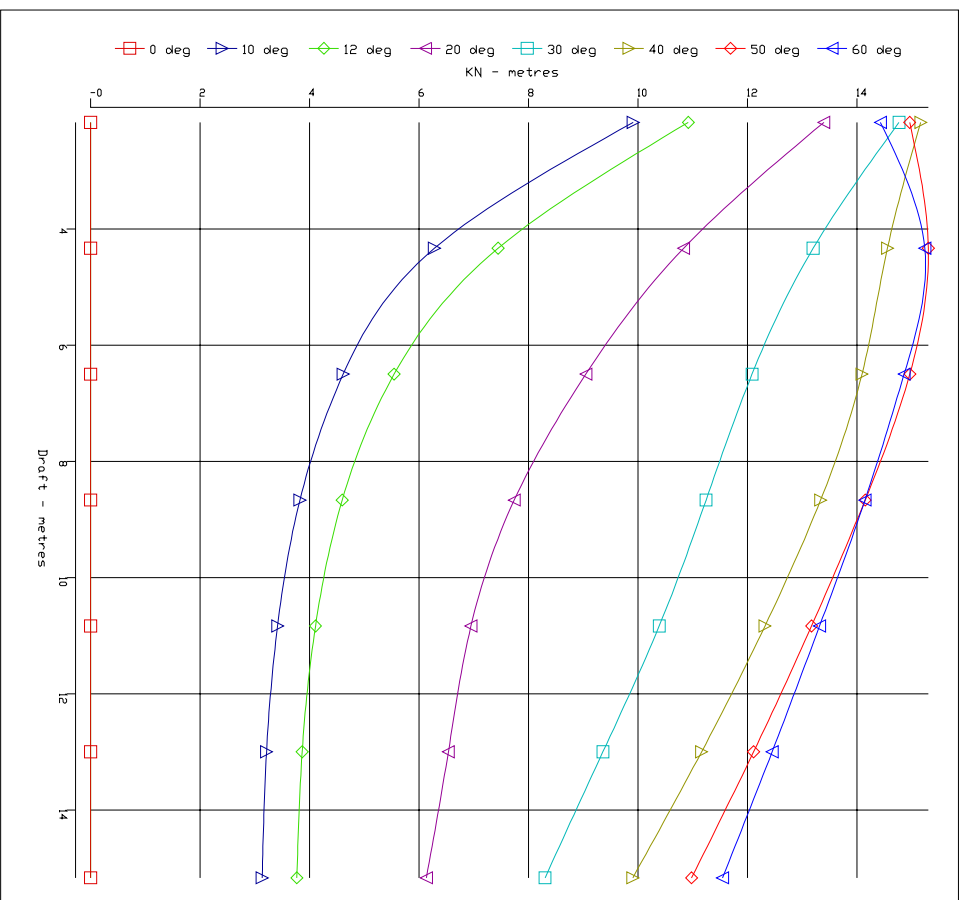
BONJJEAN CURVES

SCALE: Area 1:100

Moment 1:1000

Andreas Papalios

Σχολή Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών Ε.Μ.Π.



PRINCIPAL DIMENSIONS

Length O.A.....255.97 [m]
 Length B.P.....246 [m]
 Breadth M_{LD}43.2 [m]
 Depth M_{LD}20.1 [m]
 Draught M_{LD} (Desing).....13 [m]

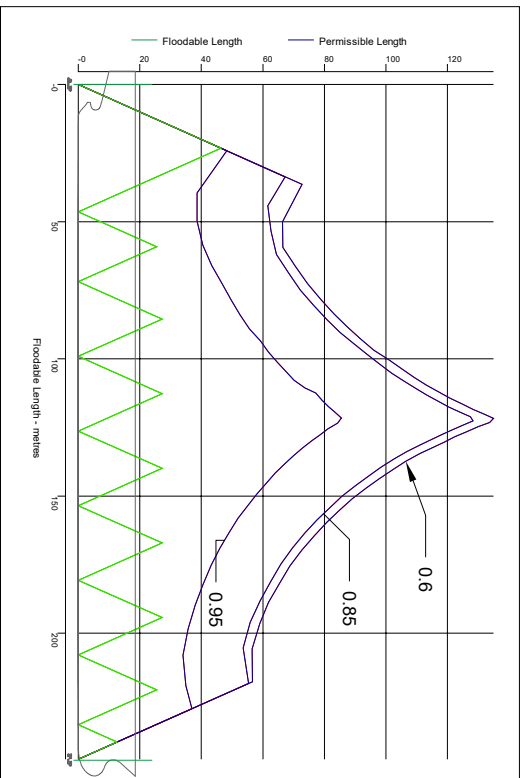
Name of Drawing

SCALE 1:100

CROSS CURVES

Andreas Papalos

ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΠΗΓΕΙΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
Ε.Μ.Π



PRINCIPAL DIMENSIONS

Length O.A.....255.97 [m]
 Length B.P246 [m]
 Breadth M_{LD}43.2 [m]
 Depth M_{LD}20.1 [m]
 Draught M_{LD} (Desing).....13 [m]

| | |
|--|--------------------------|
| Name of Drawing | FLOODABLE LENGTHS |
| SCALE 1:200 | |
| Andreas Papalos | |
| ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΤΗΓΙΑΣ ΜΗΧΑΝΟΓΡΑΦΙΑΣ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Ε.Μ.Π | |



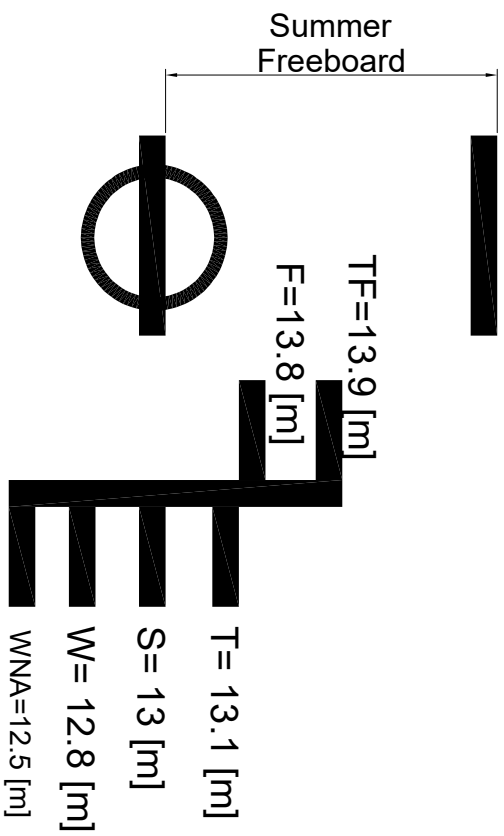
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΤ΄

Γραμμή Φόρτωσης



Ανδρέας Πάπαλος
ΝΑΥΠΗΓΟΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

Στο Παράρτημα αυτό θα δούμε το σχέδιο της γραμμής φόρτωσης όπως αυτό έχει προκύψει από το Κεφάλαιο 3.



PRINCIPAL DIMENSIONS

| | |
|---------------------------------------|------------|
| Length O.A..... | 255.97 [m] |
| Length B.P..... | 246 [m] |
| Breadth M _{LD} | 43.2 [m] |
| Depth M _{LD} | 20.1 [m] |
| Draught M _{LD} (Desing)..... | 13 [m] |

| | |
|--|----------------------------|
| Name of Drawing | ΓΡΑΜΜΗ ΦΟΡΤΩΣΗΣ |
| SCALE 1:1000 | |
| Andreas Papalos | |
| ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΤΗΓΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Ε.Μ.Π. | |



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ζ΄

Καταστάσεις Φόρτωσης



Ανδρέας Πάπαλος
ΝΑΥΠΗΓΟΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

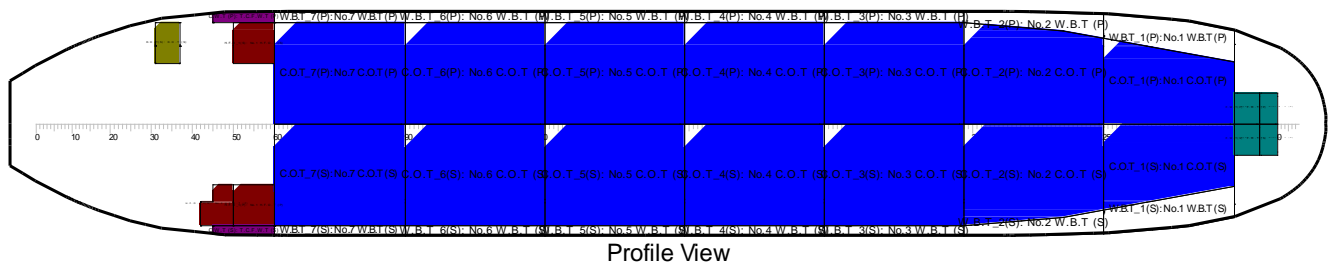
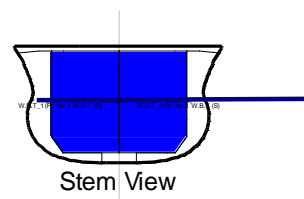
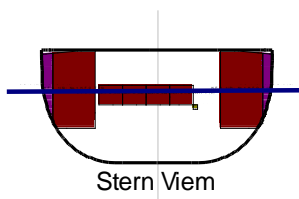
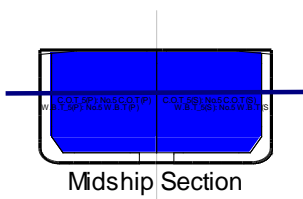
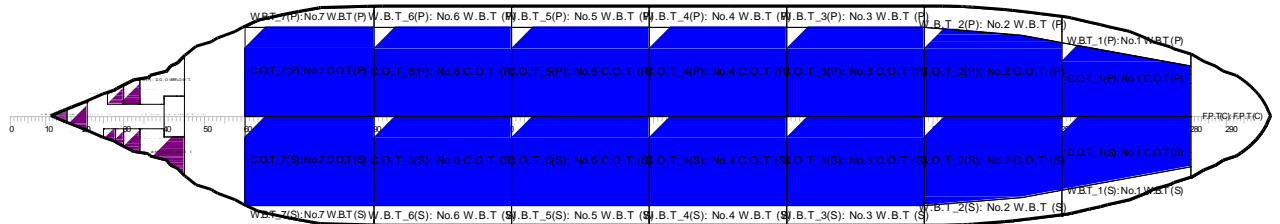
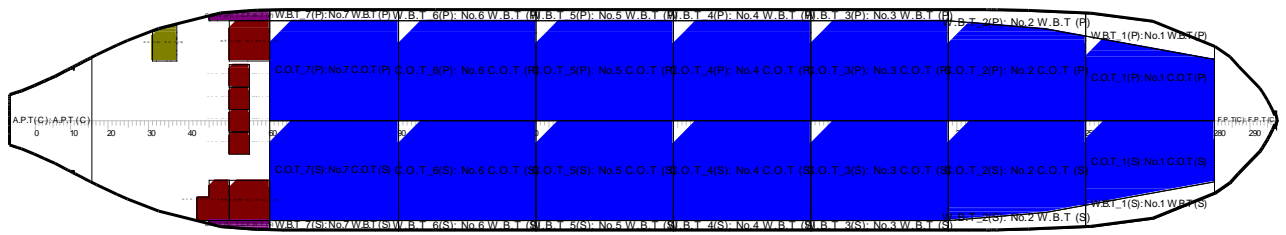
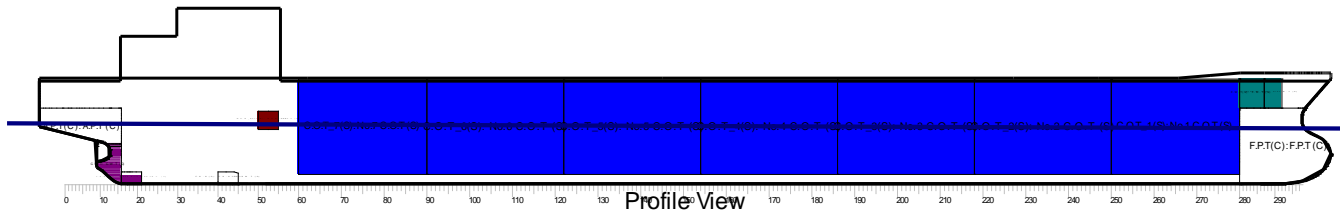
Στο Παράρτημα αυτό θα δούμε τα αποτελέσματα και τα δεδομένα των καταστάσεων φόρτωσης :

- ❖ Full Load Departure (FLD)
- ❖ Full Load Arrival (FLA)
- ❖ Ballast Departure
- ❖ Ballast Arrival

Τα δεδομένα αυτά τα παίρνουμε από το πρόγραμμα του Avena Marine, Hydrostatics & Hydrodynamics τα οποία έχουν προκύψει μετά τον σχεδιασμό και δεξαμερισμό του πλοίου.

Σημειώνεται ότι στα Profile View υπάρχει πρόστεγο στο πλοίο ωστόσο αυτό είναι ένα εμφανισιακά λάθος του προγράμματος. Δεν υπάρχει πρόστεγο στο νέο πλοίου και ούτε περιλαμβάνεται στους υπολογισμούς.

F.L.D



Key

| Key | Name | Density |
|-----|-------|---------|
| | | (t/m3) |
| | FW | 1.0000 |
| | CARGO | 0.7400 |
| | HFO | 0.9500 |
| | DO | 0.9000 |
| | LO | 0.9000 |
| | MISC | 1.0000 |

| Title | Frames | Cargo | % full | SG | Weight | LCG | TCG | VCG | FSM | S |
|--------------------------------|---------|-------|--------|--------|----------------|----------------|--------------|---------------|-----------------|---|
| | | | | (t/m3) | (t) | (m) | (m) | (m) | (t-m) | M |
| <i>Cargo Tanks</i> | | | | | | | | | | |
| C.O.T_1(P): No.1 C.O.T (P) | 250-280 | CARGO | 98.0 | 0.740 | 4883.5 | 219.961 | -7.129 | 11.264 | 4823.8 | |
| C.O.T_1(S): No.1 C.O.T (S) | 250-280 | CARGO | 98.0 | 0.740 | 4883.5 | 219.961 | 7.129 | 11.264 | 4823.8 | |
| C.O.T_2(P): No.2 C.O.T (P) | 218-250 | CARGO | 98.0 | 0.740 | 6700.2 | 193.952 | -9.119 | 11.227 | 10485.9 | |
| C.O.T_2(S): No.2 C.O.T (S) | 218-250 | CARGO | 98.0 | 0.740 | 6700.2 | 193.952 | 9.119 | 11.227 | 10485.9 | |
| C.O.T_3(P): No.3 C.O.T (P) | 186-218 | CARGO | 98.0 | 0.740 | 7148.7 | 167.100 | -9.720 | 11.213 | 12629.5 | |
| C.O.T_3(S): No.3 C.O.T (S) | 186-218 | CARGO | 98.0 | 0.740 | 7148.7 | 167.100 | 9.720 | 11.213 | 12629.5 | |
| C.O.T_4(P): No.4 C.O.T (P) | 154-186 | CARGO | 98.0 | 0.740 | 7148.7 | 139.900 | -9.720 | 11.213 | 12629.5 | |
| C.O.T_4(S): No.4 C.O.T (S) | 154-186 | CARGO | 98.0 | 0.740 | 7148.7 | 139.900 | 9.720 | 11.213 | 12629.5 | |
| C.O.T_5(P): No.5 C.O.T (P) | 122-154 | CARGO | 98.0 | 0.740 | 7148.7 | 112.700 | -9.720 | 11.213 | 12629.5 | |
| C.O.T_5(S): No.5 C.O.T (S) | 122-154 | CARGO | 98.0 | 0.740 | 7148.7 | 112.700 | 9.720 | 11.213 | 12629.5 | |
| C.O.T_6(P): No.6 C.O.T (P) | 90-122 | CARGO | 98.0 | 0.740 | 7148.7 | 85.500 | -9.720 | 11.213 | 12629.5 | |
| C.O.T_6(S): No.6 C.O.T (S) | 90-122 | CARGO | 98.0 | 0.740 | 7148.7 | 85.500 | 9.720 | 11.213 | 12629.5 | |
| C.O.T_7(P): No.7 C.O.T (P) | 60-90 | CARGO | 98.0 | 0.740 | 6701.9 | 59.150 | -9.720 | 11.213 | 11840.2 | |
| C.O.T_7(S): No.7 C.O.T (S) | 60-90 | CARGO | 98.0 | 0.740 | 6702.3 | 59.150 | 9.720 | 11.213 | 11840.2 | |
| Total Cargo Tanks | | | | | 93761.2 | 136.126 | 0.000 | 11.220 | 155335.8 | |
| <i>Fresh Water Tanks</i> | | | | | | | | | | |
| DIST.W.T(P): DIST.W.T (P) | 287-292 | FW | 100.0 | 1.000 | 119.7 | 240.050 | -3.000 | 17.850 | 0.0 | |
| DIST.W.T(S): DIST.W.T (S) | 287-292 | FW | 100.0 | 1.000 | 119.7 | 240.050 | 3.000 | 17.850 | 0.0 | |
| F.W.T(P): F.W.T (P) | 280-287 | FW | 100.0 | 1.000 | 167.6 | 235.850 | -3.000 | 17.850 | 0.0 | |
| F.W.T(S): F.W.T (S) | 280-287 | FW | 100.0 | 1.000 | 167.6 | 235.850 | 3.000 | 17.850 | 0.0 | |
| Total Fresh Water Tanks | | | | | 574.6 | 237.600 | 0.000 | 17.850 | 0.0 | |
| <i>Heavy Fuel Oil Tanks</i> | | | | | | | | | | |

| Title | Frames | Cargo | % full | SG | Weight | LCG | TCG | VCG | FSM | S |
|---|--------|-------|--------|--------|---------------|---------------|-----------------|---------------|--------------|---|
| | | | | (t/m3) | (t) | (m) | (m) | (m) | (t-m) | M |
| H.F.O.T_2(S): No.2 H.F.O.T (P) | 42-50 | HFO | 98.0 | 0.950 | 530.3 | 35.645 | 15.939 | 13.688 | 190.3 | |
| H.F.O_1(P): No.1 H.F.O.T (P) | 50-60 | HFO | 98.0 | 0.950 | 826.8 | 42.406 | 15.643 | 13.411 | 292.6 | |
| H.F.O_1(S): No.1 H.F.O.T (S) | 50-60 | HFO | 98.0 | 0.950 | 826.8 | 42.406 | - 15.643 | 13.411 | 292.6 | |
| H.F.O_Serv(P): H.F.O.SERV.T (P) | 50-55 | HFO | 98.0 | 0.950 | 59.0 | 40.400 | -4.400 | 12.564 | 27.0 | |
| H.F.O_Serv(S): H.F.O.SERV.T (S) | 50-55 | HFO | 98.0 | 0.950 | 59.0 | 40.400 | 0.000 | 12.564 | 27.0 | |
| H.F.O_Sett(P): H.F.O.SETT.T (P) | 50-55 | HFO | 98.0 | 0.950 | 59.0 | 40.400 | -8.800 | 12.564 | 27.0 | |
| H.F.O_Sett(S): H.F.O.SETT.T (S) | 50-55 | HFO | 98.0 | 0.950 | 59.0 | 40.400 | 4.400 | 12.564 | 27.0 | |
| Total Heavy Fuel Oil Tanks | | | | | 2419.9 | 40.729 | 3.279 | 13.389 | 883.5 | |
| <i>Diesel Oil Tanks</i> | | | | | | | | | | |
| D.O.STOR(S): D.O.STOR.T. (S) | 50-55 | DO | 98.0 | 0.900 | 2.3 | 40.400 | 7.000 | 10.392 | 0.2 | |
| D.O.T(S): D.O.T (S) | 31-37 | DO | 98.0 | 0.900 | 346.1 | 25.689 | - 15.085 | 14.958 | 115.5 | |
| Total Diesel Oil Tanks | | | | | 348.4 | 25.785 | - 14.929 | 14.942 | 115.7 | |
| <i>Lubrication Oil Tanks</i> | | | | | | | | | | |
| M/ELOSET(S): G/E L.O.SETT.T(S) | 35-37 | LO | 0.0 | 0.900 | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| M/ELOST(S): G/E L.O.STOR.T(S) | 37-38 | LO | 0.0 | 0.900 | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| M/ELOSTO(C): M/E L.O.STOR.T(S) | 33-35 | LO | 0.0 | 0.900 | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| M/ELOSUM(S): M/E L.O.SUT. (C) | 27-40 | LO | 0.0 | 0.900 | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| M/E_C.O.S1: No.1 M/E CYL.O.STOR.T (S) | 38-42 | LO | 0.0 | 0.900 | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| M/E_C.O.S2: No.2 M/E CYL.O.STOR.T (S) | 38-40 | LO | 0.0 | 0.900 | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |

| Title | Frames | Cargo | % full | SG | Weight | LCG | TCG | VCG | FSM | S |
|---|--------|-------|--------|--------|----------------|----------------|--------------|---------------|--------------|---|
| | | | | (t/m3) | (t) | (m) | (m) | (m) | (t-m) | M |
| TURB_OIL(S): TURB. OIL.T (S) | 52-55 | LO | 98.0 | 0.900 | 12.2 | 41.200 | 7.800 | 16.176 | 2.5 | |
| Total Lubrication Oil Tanks | | | | | 12.2 | 41.200 | 7.800 | 16.176 | 2.5 | |
| <i>Miscellaneous</i> | | | | | | | | | | |
| BILGE OIL(S): BILGE OIL T (S) | 30-34 | MISC | 50.0 | 1.000 | 13.2 | 24.150 | 3.974 | 0.929 | 17.1 | |
| C.B.H.T(C): CLEAN BILGE HOLD T. (C) | 16-21 | MISC | 50.0 | 1.000 | 14.8 | 13.487 | 0.000 | 0.989 | 21.0 | |
| C.W.T: C.W.T (C) | 9-16 | MISC | 100.0 | 1.000 | 38.2 | 9.767 | 0.000 | 4.646 | 0.0 | |
| C.W.T (P): T.C.F.W.T (P) | 45-60 | MISC | 100.0 | 1.000 | 219.3 | 41.064 | - 20.428 | 14.967 | 0.0 | |
| C.W.T (S): T.C.F.W.T (S) | 45-60 | MISC | 100.0 | 1.000 | 219.3 | 41.064 | 20.428 | 14.967 | 0.0 | |
| D.B.H(S): DIRTY BILGE HOLD. T. | 34-45 | MISC | 50.0 | 1.000 | 48.5 | 30.058 | 5.110 | 0.881 | 136.5 | |
| DIRTY L.O.T(S): DIRTY L.O.T (S) | 28-30 | MISC | 50.0 | 1.000 | 4.4 | 21.645 | 3.480 | 1.056 | 3.1 | |
| DIRTY_F.O.T: DIRTY F.O.T | 26-30 | MISC | 50.0 | 1.000 | 7.6 | 20.977 | -3.374 | 1.078 | 4.8 | |
| F.O.SLUDGE.T(P): F.O.SLUDGE T. (P) | 30-34 | MISC | 50.0 | 1.000 | 13.2 | 24.150 | -3.974 | 0.929 | 17.1 | |
| G.L.O.O(S): GENSET L.O.OVERF.T (S) | 25-28 | MISC | 50.0 | 1.000 | 4.5 | 19.694 | 3.186 | 1.117 | 1.9 | |
| S/T_L.O.D.T(C): S/T L.O.DRAIN T. (C) | 26-27 | MISC | 0.0 | 1.000 | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| Total Miscellaneous | | | | | 583.0 | 36.057 | 0.432 | 11.735 | 201.5 | |
| <i>Store & Provisions</i> | | | | | | | | | | |
| Provision | | | | | 18.7 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| WATER IN LINES | | | | | 97.8 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| STORE | | | | | 74.6 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| Total Store & Provisions | | | | | 191.2 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| <i>Crews & Effects</i> | | | | | | | | | | |
| CREWS | | | | | 4.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| Total Crews & Effects | | | | | 4.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| Lightweight | | | | | 21433.0 | 109.379 | 0.000 | 12.853 | 0.0 | |

| Title | Frames | Cargo | % full | SG | Weight | LCG | TCG | VCG | FSM | S |
|---------------------------|--------|-------|--------|---------------------|-----------------|----------------|--------------|---------------|------------------|---|
| | | | | (t/m ³) | (t) | (m) | (m) | (m) | (t-m) | M |
| Deadweight | | | | | 97894.1 | 133.091 | 0.031 | 11.307 | 156539.3 | |
| Total Displacement | | | | | 119327.2 | 128.832 | 0.026 | 11.585 | 156539.3 | |
| Buoyancy | | | | | 119327.2 | 128.808 | 0.055 | 6.651 | 1403545.1 | |
| Total Buoyancy | | | | | 119327.2 | 128.808 | 0.055 | 6.651 | 1403545.1 | |

Drafts at equilibrium angle

| | Moulded | Extreme | |
|------------------------|---------|---------|--------|
| Draft at LCF | 12.861 | 12.861 | metres |
| Draft aft at marks | 13.334 | 13.334 | metres |
| Draft fwd at marks | 12.384 | 12.384 | metres |
| Draft at AP | 13.334 | 13.334 | metres |
| Draft at FP | 12.384 | 12.384 | metres |
| Mean draft at midships | 12.859 | 12.859 | metres |

Hydrostatics at equilibrium angle

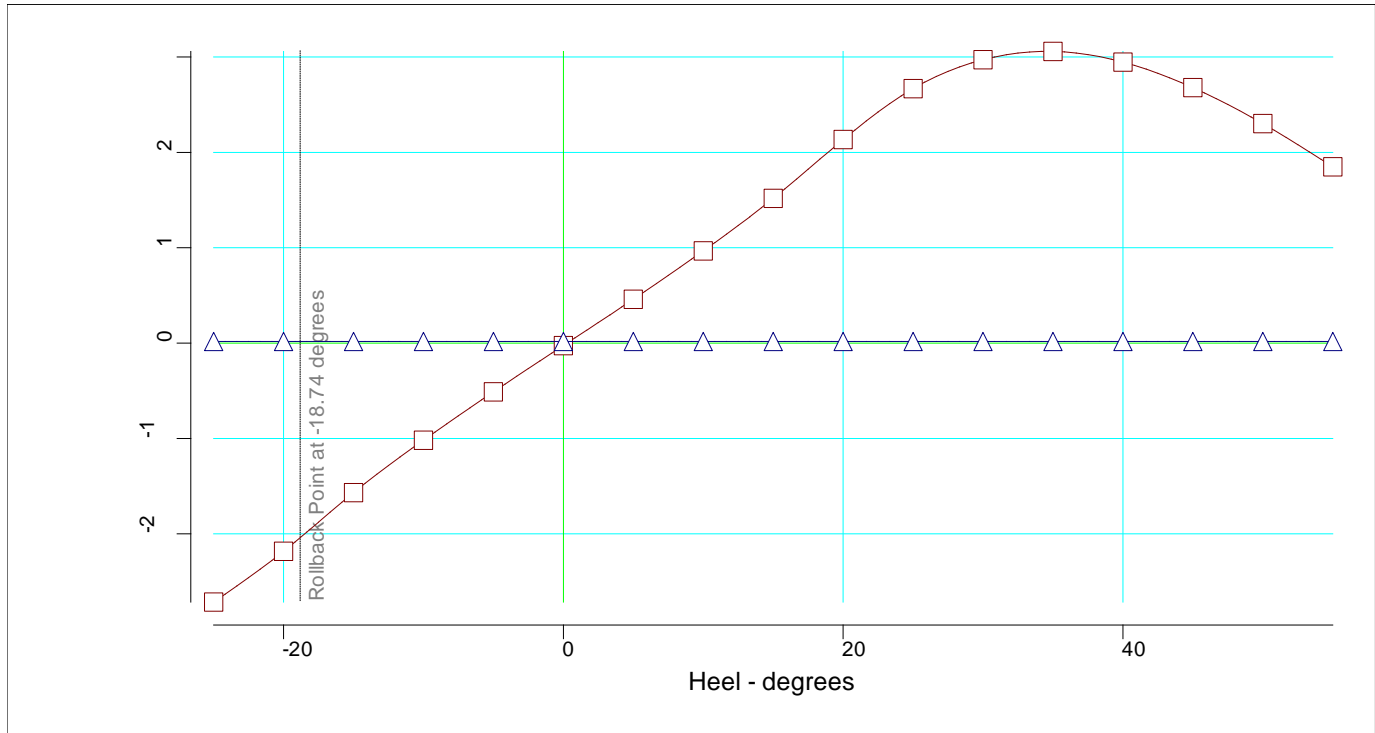
| | | |
|-------------------|----------|-------------|
| Density of water | 1.0250 | tonnes/cu.m |
| Heel to starboard | 0.27 | degrees |
| Trim by the stern | 0.950 | metres |
| | | |
| KG | 11.585 | metres |
| FSC | 1.312 | metres |
| KGf | 12.897 | metres |
| GMt | 5.517 | metres |
| BMt | 11.762 | metres |
| BMI | 365.039 | metres |
| Waterplane area | 9726.88 | sq.metres |
| LCG | 128.832 | metres |
| LCB | 128.808 | metres |
| TCB | 0.055 | metres |
| LCF | 122.233 | metres |
| TCF | 0.065 | metres |
| TPC | 99.701 | tonnes/cm |
| MTC | 1770.694 | tonnes-m/cm |
| Shell thickness | 0.000 | mm |

Propeller Immersion

| | | |
|-------------------------------|---------|--------|
| Propeller tip immersion | 9.833 | metres |
| Required percentage immersion | 100.000 | % |
| Actual percentage immersion | 240.477 | % |

Intact State

F.L.D: Intact State



Righting Lever (GZ) Curve

| Heel to Stbd (deg) | GZ (m) | Slope (m/rad) | Trim (m) | WLrad (m) | Freeboard (m) | Wind (m) |
|-----------------------|-----------|------------------|-------------|--------------|------------------|-------------|
| -25.00 | -2.7150 | 4.7179 | -0.238 | 11.617 | -2.53[1] | 0.0169 |
| -20.00 | -2.1827 | 7.5455 | -0.417 | 12.008 | -0.51[1] | 0.0169 |
| -15.00 | -1.5671 | 6.6550 | -0.622 | 12.382 | 1.44[1] | 0.0169 |
| -10.00 | -1.0179 | 6.0259 | -0.792 | 12.648 | 3.40[1] | 0.0169 |
| -5.00 | -0.5112 | 5.6520 | -0.908 | 12.806 | 5.33[1] | 0.0169 |
| 0.00 | -0.0258 | 5.5157 | -0.950 | 12.858 | 7.24[0] | 0.0169 |
| 5.00 | 0.4598 | 5.6565 | -0.908 | 12.806 | 5.33[0] | 0.0169 |
| 10.00 | 0.9671 | 6.0349 | -0.792 | 12.648 | 3.40[0] | 0.0169 |
| 15.00 | 1.5173 | 6.6684 | -0.622 | 12.382 | 1.44[0] | 0.0169 |
| 20.00 | 2.1342 | 7.5631 | -0.417 | 12.008 | -0.51[0] | 0.0169 |
| 25.00 | 2.6682 | 4.7397 | -0.238 | 11.617 | -2.53[0] | 0.0169 |
| 30.00 | 2.9711 | 2.2405 | -0.063 | 11.292 | -4.69[0] | 0.0169 |
| 35.00 | 3.0586 | -0.1473 | 0.127 | 10.977 | -6.90[0] | 0.0169 |
| 40.00 | 2.9468 | -2.2598 | 0.326 | 10.617 | -9.10[0] | 0.0169 |
| 45.00 | 2.6788 | -3.7448 | 0.525 | 10.187 | -11.25[0] | 0.0169 |
| 50.00 | 2.3022 | -4.7905 | 0.721 | 9.689 | -13.32[0] | 0.0169 |
| 55.00 | 1.8485 | -5.5304 | 0.910 | 9.120 | -15.29[0] | 0.0169 |

IMO Wind heeling

| Property | Value | Units |
|---------------------------|----------|-----------|
| Length WL | 253.380 | metres |
| Profile area above WL | 2223.797 | sq.metres |
| Area to leeward (Area b) | 1.78440 | m-radians |
| Area to windward (Area a) | 0.32487 | m-radians |
| GZc | 0.017 | metres |
| Gust angle | 0.444 | degrees |
| Rollback angle | 19.128 | degrees |
| Steady state angle | 0.385 | degrees |
| Max. angle to leeward | 50.000 | degrees |
| B/d' | 3.360 | |
| X1 | 0.828 | |
| Cb | 0.848 | |
| Ar | 0.000 | |
| K | 1.000 | |
| Og | 0.038 | metres |
| r | 0.732 | |
| T | 12.557 | seconds |

IMO 749 Intact Stability Criteria non - passenger

| # | Criterion | Actual Value | Critical Value |
|---|--|--------------|----------------|
| 1 | Area under GZ curve up to 30 degrees > 0.055 | 0.807 | 0.055 |
| 2 | Area under GZ curve from 30 to 40 deg. or downflood > 0.03 | 0.528 | 0.030 |
| 3 | Area under GZ curve up to 40 deg. or downflood > 0.09 | 1.335 | 0.090 |
| 4 | Initial GM to be at least 0.15 metres | Not Appl.. | 0.150 |
| 5 | GZ to be at least 0.20m at an angle > 30 degrees | 3.059 | 0.200 |
| 6 | Max GZ to be at an angle > 30 degrees | 34.656 | 30.000 |
| 7 | IMO Weather Criterion (Maximum Initial Angle Of Heel) | 0.385 | 14.978 |
| 8 | IMO Weather Criterion (Areas) | 5.493 | 1.000 |

Condition complies with the regulations

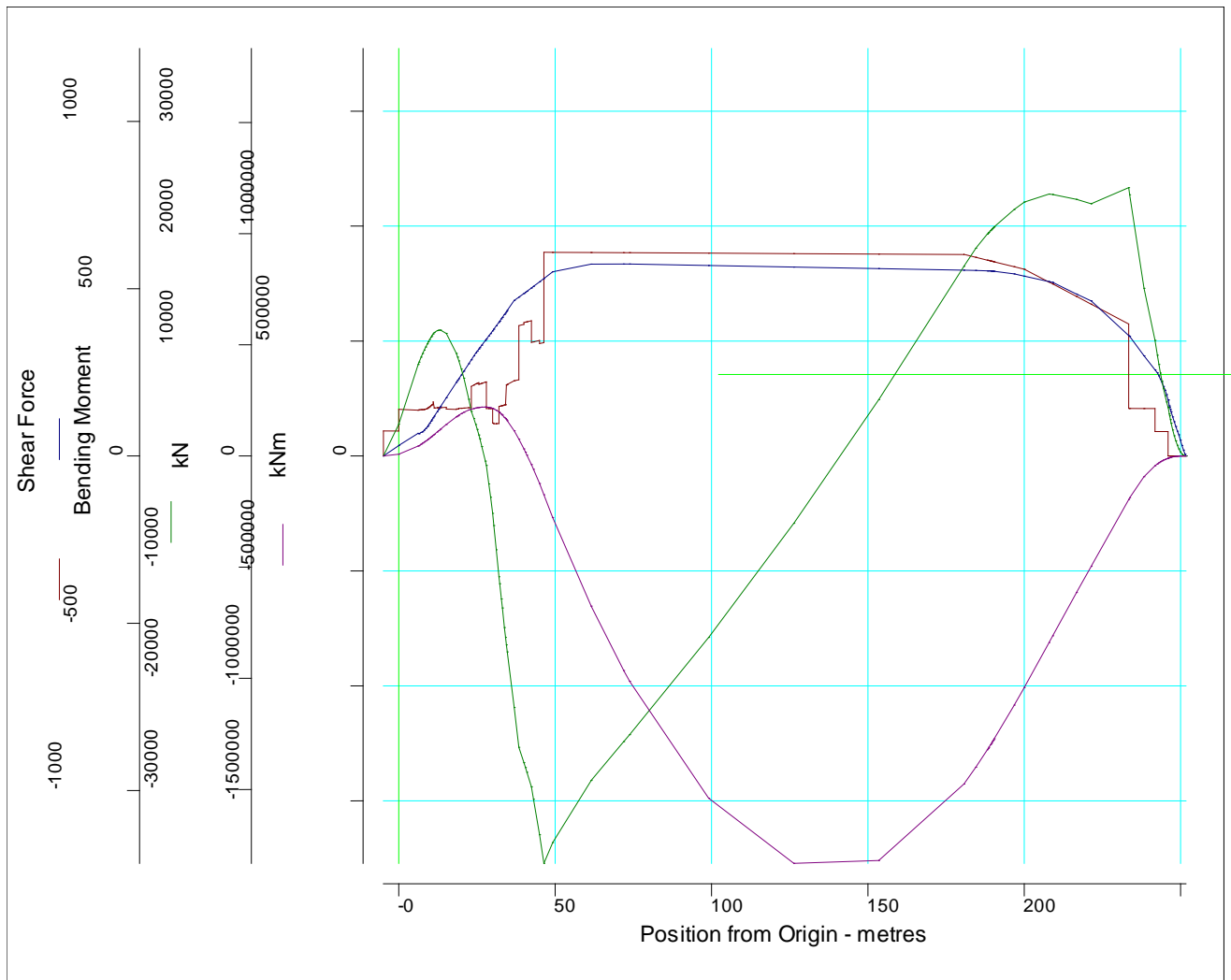
Immersion Particulars

State of Openings = X-ray: Normal condition

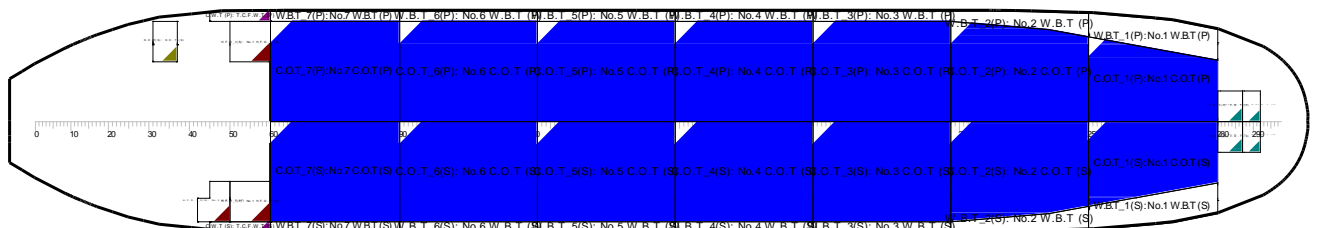
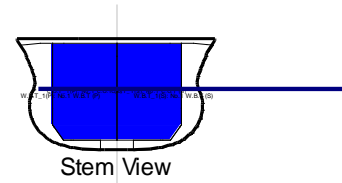
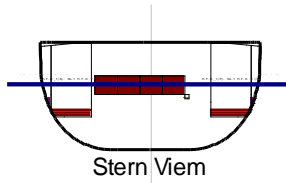
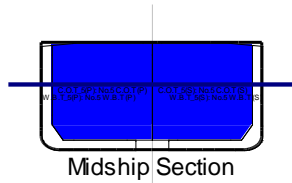
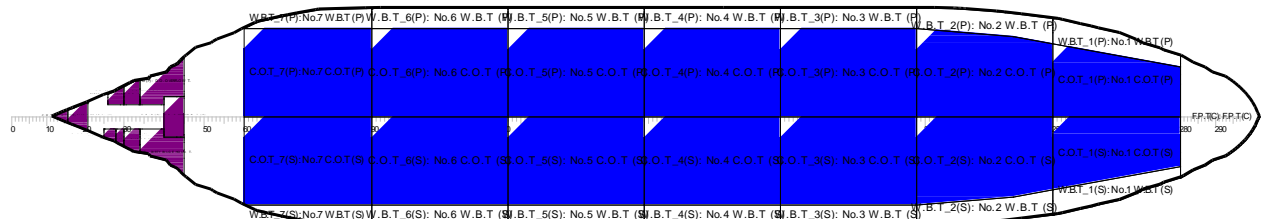
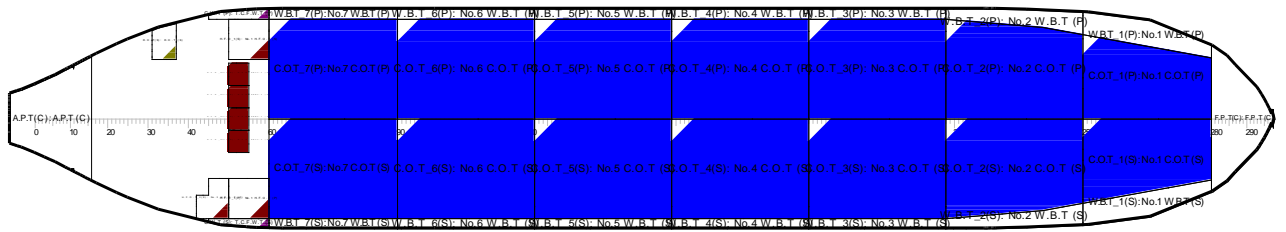
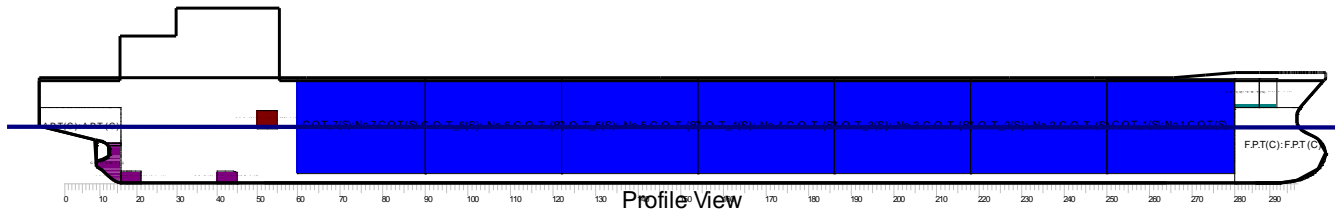
Intact

| Type | Point # | X position (m) | Y position (m) | Z position (m) | Ht. above WL (m) | Flood Angle (deg) | Downflood Comp. |
|---------------------|---------|----------------|----------------|----------------|------------------|-------------------|-----------------|
| Deck Edge imm.angle | 0 | 123.000 | 21.600 | 20.100 | | 18.722 | |
| -- Lowest point | 0 | 123.000 | 21.600 | 20.100 | 7.140 | | |

Longitudinal Strength



F.L.A



Key

| Key | Name | Density |
|-----|-------|---------|
| | | (t/m3) |
| | FW | 1.0000 |
| | CARGO | 0.7400 |
| | HFO | 0.9500 |
| | DO | 0.9000 |
| | LO | 0.9000 |
| | MISC | 1.0000 |

| Title | Frames | Cargo | % full | SG | Weight | LCG | TCG | VCG | FSM | S |
|--------------------------------|---------|-------|--------|--------|----------------|----------------|--------------|---------------|-----------------|---|
| | | | | (t/m3) | (t) | (m) | (m) | (m) | (t-m) | M |
| <i>Cargo Tanks</i> | | | | | | | | | | |
| C.O.T_1(P): No.1 C.O.T (P) | 250-280 | CARGO | 98.0 | 0.740 | 4883.5 | 219.961 | -7.129 | 11.264 | 4823.8 | |
| C.O.T_1(S): No.1 C.O.T (S) | 250-280 | CARGO | 98.0 | 0.740 | 4883.5 | 219.961 | 7.129 | 11.264 | 4823.8 | |
| C.O.T_2(P): No.2 C.O.T (P) | 218-250 | CARGO | 98.0 | 0.740 | 6700.2 | 193.952 | -9.119 | 11.227 | 10485.9 | |
| C.O.T_2(S): No.2 C.O.T (S) | 218-250 | CARGO | 98.0 | 0.740 | 6700.2 | 193.952 | 9.119 | 11.227 | 10485.9 | |
| C.O.T_3(P): No.3 C.O.T (P) | 186-218 | CARGO | 98.0 | 0.740 | 7148.7 | 167.100 | -9.720 | 11.213 | 12629.5 | |
| C.O.T_3(S): No.3 C.O.T (S) | 186-218 | CARGO | 98.0 | 0.740 | 7148.7 | 167.100 | 9.720 | 11.213 | 12629.5 | |
| C.O.T_4(P): No.4 C.O.T (P) | 154-186 | CARGO | 98.0 | 0.740 | 7148.7 | 139.900 | -9.720 | 11.213 | 12629.5 | |
| C.O.T_4(S): No.4 C.O.T (S) | 154-186 | CARGO | 98.0 | 0.740 | 7148.7 | 139.900 | 9.720 | 11.213 | 12629.5 | |
| C.O.T_5(P): No.5 C.O.T (P) | 122-154 | CARGO | 98.0 | 0.740 | 7148.7 | 112.700 | -9.720 | 11.213 | 12629.5 | |
| C.O.T_5(S): No.5 C.O.T (S) | 122-154 | CARGO | 98.0 | 0.740 | 7148.7 | 112.700 | 9.720 | 11.213 | 12629.5 | |
| C.O.T_6(P): No.6 C.O.T (P) | 90-122 | CARGO | 98.0 | 0.740 | 7148.7 | 85.500 | -9.720 | 11.213 | 12629.5 | |
| C.O.T_6(S): No.6 C.O.T (S) | 90-122 | CARGO | 98.0 | 0.740 | 7148.7 | 85.500 | 9.720 | 11.213 | 12629.5 | |
| C.O.T_7(P): No.7 C.O.T (P) | 60-90 | CARGO | 98.0 | 0.740 | 6701.9 | 59.150 | -9.720 | 11.213 | 11840.2 | |
| C.O.T_7(S): No.7 C.O.T (S) | 60-90 | CARGO | 98.0 | 0.740 | 6702.3 | 59.150 | 9.720 | 11.213 | 11840.2 | |
| Total Cargo Tanks | | | | | 93761.2 | 136.126 | 0.000 | 11.220 | 155335.8 | |
| <i>Fresh Water Tanks</i> | | | | | | | | | | |
| DIST.W.T(P): DIST.W.T (P) | 287-292 | FW | 10.0 | 1.000 | 12.0 | 240.050 | -3.000 | 15.285 | 63.0 | |
| DIST.W.T(S): DIST.W.T (S) | 287-292 | FW | 10.0 | 1.000 | 12.0 | 240.050 | 3.000 | 15.285 | 63.0 | |
| F.W.T(P): F.W.T (P) | 280-287 | FW | 10.0 | 1.000 | 16.8 | 235.850 | -3.000 | 15.285 | 88.2 | |
| F.W.T(S): F.W.T (S) | 280-287 | FW | 10.0 | 1.000 | 16.8 | 235.850 | 3.000 | 15.285 | 88.2 | |
| Total Fresh Water Tanks | | | | | 57.6 | 237.600 | 0.000 | 15.285 | 302.4 | |
| <i>Heavy Fuel Oil Tanks</i> | | | | | | | | | | |

| Title | Frames | Cargo | % full | SG | Weight | LCG | TCG | VCG | FSM | S |
|--|--------|-------|--------|--------|--------------|---------------|---------------------|--------------|--------------|---|
| | | | | (t/m3) | (t) | (m) | (m) | (m) | (t-m) | M |
| H.F.O.T_2(S): No.2 H.F.O.T (P) | 42-50 | HFO | 10.0 | 0.950 | 54.1 | 35.988 | 15.184 | 7.458 | 130.7 | |
| H.F.O_1(P): No.1 H.F.O.T (P) | 50-60 | HFO | 10.0 | 0.950 | 84.4 | 42.454 | 15.584 | 7.220 | 307.7 | |
| H.F.O_1(S): No.1 H.F.O.T (S) | 50-60 | HFO | 10.0 | 0.950 | 84.4 | 42.454 | - 15.584 | 7.220 | 307.7 | |
| H.F.O_Serv(P): H.F.O.SERV.T (P) | 50-55 | HFO | 98.0 | 0.950 | 59.0 | 40.400 | -4.400 | 12.564 | 27.0 | |
| H.F.O_Serv(S): H.F.O.SERV.T (S) | 50-55 | HFO | 98.0 | 0.950 | 59.0 | 40.400 | 0.000 | 12.564 | 27.0 | |
| H.F.O_Sett(P): H.F.O.SETT.T (P) | 50-55 | HFO | 98.0 | 0.950 | 59.0 | 40.400 | -8.800 | 12.564 | 27.0 | |
| H.F.O_Sett(S): H.F.O.SETT.T (S) | 50-55 | HFO | 98.0 | 0.950 | 59.0 | 40.400 | 4.400 | 12.564 | 27.0 | |
| Total Heavy Fuel Oil Tanks | | | | | 458.9 | 40.635 | 0.659 | 9.996 | 854.1 | |
| <i>Diesel Oil Tanks</i> | | | | | | | | | | |
| D.O.STOR(S): D.O.STOR.T. (S) | 50-55 | DO | 10.0 | 0.900 | 0.2 | 40.400 | 7.000 | 10.040 | 0.2 | |
| D.O.T(S): D.O.T (S) | 31-37 | DO | 10.0 | 0.900 | 35.3 | 26.051 | - 13.285 | 8.852 | 31.4 | |
| Total Diesel Oil Tanks | | | | | 35.5 | 26.144 | - 13.154 | 8.859 | 31.6 | |
| <i>Lubrication Oil Tanks</i> | | | | | | | | | | |
| M/ELOSE(S): M/E L.O.SETT.T(S) | 31-33 | LO | 0.0 | 0.900 | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| M/ELOSET(S): G/E L.O.SETT.T(S) | 35-37 | LO | 0.0 | 0.900 | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| M/ELOST(S): G/E L.O.STOR.T(S) | 37-38 | LO | 0.0 | 0.900 | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| M/ELOSTO(C): M/E L.O.STOR.T(S) | 33-35 | LO | 0.0 | 0.900 | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| M/ELOSUM(S): M/E L.O.SUT. (C) | 27-40 | LO | 0.0 | 0.900 | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| M/E_C.O.S1: No.1 M/E CYL.O.STOR.T (S) | 38-42 | LO | 0.0 | 0.900 | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| M/E_C.O.S2: No.2 M/E | 38-40 | LO | 0.0 | 0.900 | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |

| Title | Frames | Cargo | % full | SG | Weight | LCG | TCG | VCG | FSM | S |
|--|--------|-------|-----------|--------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---|
| | | | | (t/m3) | (t) | (m) | (m) | (m) | (t-m) | M |
| CYL.O.STOR.T (S) | | | | | | | | | | |
| TURB_OIL(S): TURB. OIL.T (S) | 52-55 | LO | 10.0 | 0.900 | 1.2 | 41.200 | 7.800 | 15.120 | 2.5 | |
| Total Lubrication Oil Tanks | | | | | 1.2 | 41.200 | 7.800 | 15.120 | 2.5 | |
| <i>Miscellaneous</i> | | | | | | | | | | |
| BILGE OIL(S): BILGE OIL T (S) | 30-34 | MISC | 80.0 | 1.000 | 21.1 | 24.127 | 4.171 | 1.270 | 23.0 | |
| C.B.H.T(C): CLEAN BILGE HOLD T. (C) | 16-21 | MISC | 80.0 | 1.000 | 23.7 | 13.478 | 0.000 | 1.323 | 27.5 | |
| C.W.T: C.W.T (C) | 9-16 | MISC | 100.0 | 1.000 | 38.2 | 9.767 | 0.000 | 4.646 | 0.0 | |
| C.W.T (P): T.C.F.W.T (P) | 45-60 | MISC | 10.0 | 1.000 | 21.9 | 43.417 | - 20.110 | 8.822 | 1.7 | |
| C.W.T (S): T.C.F.W.T (S) | 45-60 | MISC | 10.0 | 1.000 | 21.9 | 43.417 | 20.110 | 8.822 | 1.7 | |
| D.B.H(S): DIRTY BILGE HOLD. T. | 34-45 | MISC | 80.0 | 1.000 | 77.5 | 30.115 | 5.414 | 1.234 | 206.1 | |
| D.O.O(P): D.O.OVERFLOW T. | 34-45 | MISC | 80.0 | 1.000 | 77.5 | 30.115 | -5.414 | 1.234 | 206.1 | |
| DIRTY L.O.T(S): DIRTY L.O.T (S) | 28-30 | MISC | 80.0 | 1.000 | 7.0 | 21.642 | 3.647 | 1.376 | 4.7 | |
| DIRTY_F.O.T: DIRTY F.O.T | 26-30 | MISC | 80.0 | 1.000 | 12.2 | 20.963 | -3.524 | 1.393 | 7.2 | |
| F.O.O(C): F.O.OVERFLOW T (C) | 40-45 | MISC | 80.0 | 1.000 | 63.0 | 32.401 | 0.000 | 0.998 | 170.7 | |
| F.O.SLUDGE.T(P): F.O.SLUDGE T. (P) | 30-34 | MISC | 80.0 | 1.000 | 21.1 | 24.127 | -4.171 | 1.270 | 23.0 | |
| G.L.O.O(S): GENSET L.O.OVERF.T (S) | 25-28 | MISC | 80.0 | 1.000 | 7.3 | 19.689 | 3.308 | 1.422 | 2.7 | |
| S/T_L.O.D.T(C): S/T L.O.DRAIN T. (C) | 26-27 | MISC | 0.0 | 1.000 | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| Total Miscellaneous | | | | | 392.4 | 27.711 | 0.017 | 2.396 | 674.4 | |
| <i>Store & Provisions</i> | | | | | | | | | | |
| Provision | | | | | 18.7 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| WATER IN LINES | | | | | 97.8 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| STORE | | | | | 74.6 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |

| Title | Frames | Cargo | % full | SG | Weight | LCG | TCG | VCG | FSM | S |
|-------------------------------------|--------|-------|--------|--------|-----------------|----------------|---------------|---------------|------------------|---|
| | | | | (t/m3) | (t) | (m) | (m) | (m) | (t-m) | M |
| Total Store & Provisions | | | | | 191.2 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| <i>Crews & Effects</i> | | | | | | | | | | |
| CREWS | | | | | 4.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| Total Crews & Effects | | | | | 4.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| Lightweight | | | | | 21433.0 | 109.379 | 0.000 | 12.853 | 0.0 | |
| Deadweight | | | | | 94901.8 | 134.954 | -0.002 | 11.156 | 157201.0 | |
| Total Displacement | | | | | 116334.9 | 130.242 | -0.001 | 11.469 | 157201.0 | |
| Buoyancy | | | | | 116340.3 | 130.240 | -0.003 | 6.492 | 1394595.9 | |
| Total Buoyancy | | | | | 116340.3 | 130.240 | -0.003 | 6.492 | 1394595.9 | |

Intact State

Drafts at equilibrium angle

| | Moulded | Extreme | |
|------------------------|---------|---------|--------|
| Draft at LCF | 12.560 | 12.560 | metres |
| Draft aft at marks | 12.614 | 12.614 | metres |
| Draft fwd at marks | 12.506 | 12.506 | metres |
| Draft at AP | 12.614 | 12.614 | metres |
| Draft at FP | 12.506 | 12.506 | metres |
| Mean draft at midships | 12.560 | 12.560 | metres |

Hydrostatics at equilibrium angle

| | | |
|-------------------|---------|-------------|
| Density of water | 1.0250 | tonnes/cu.m |
| Heel to port | 0.01 | degrees |
| Trim by the stern | 0.108 | metres |
| KG | 11.469 | metres |
| FSC | 1.351 | metres |
| KGf | 12.820 | metres |
| GMt | 5.661 | metres |
| BMt | 11.987 | metres |
| BMI | 368.248 | metres |
| Waterplane area | 9671.18 | sq.metres |
| LCG | 130.242 | metres |
| LCB | 130.240 | metres |
| TCB | -0.003 | metres |

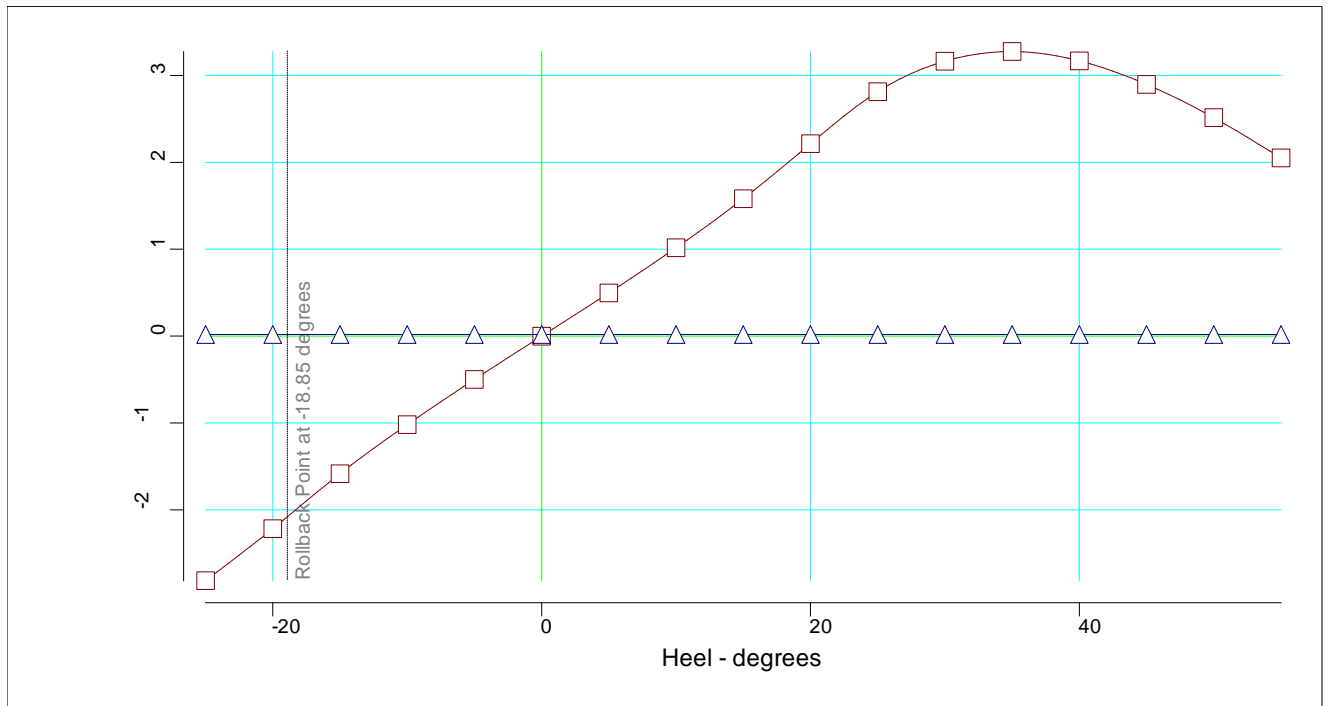
| | | |
|------------------|----------|-------------|
| Density of water | 1.0250 | tonnes/cu.m |
| LCF | 122.805 | metres |
| TCF | -0.003 | metres |
| TPC | 99.130 | tonnes/cm |
| MTC | 1741.546 | tonnes-m/cm |
| Shell thickness | 0.000 | mm |

Propeller Immersion

| | | |
|-------------------------------|---------|--------|
| Propeller tip immersion | 9.114 | metres |
| Required percentage immersion | 100.000 | % |
| Actual percentage immersion | 230.197 | % |

Intact State

F.L.A: Intact State



Righting Lever (GZ) Curve

| Heel to Port (deg) | GZ (m) | Slope (m/rad) | Trim (m) | WLrad (m) | Freeboard (m) | Wind (m) |
|-----------------------|-----------|------------------|-------------|--------------|------------------|-------------|
| -25.00 | -2.8158 | 5.4808 | 0.612 | 11.309 | -2.22[0] | 0.0180 |
| -20.00 | -2.2173 | 7.7848 | 0.389 | 11.721 | -0.22[0] | 0.0180 |
| -15.00 | -1.5843 | 6.8410 | 0.198 | 12.090 | 1.74[0] | 0.0180 |
| -10.00 | -1.0197 | 6.1883 | 0.039 | 12.351 | 3.69[0] | 0.0180 |
| -5.00 | -0.4993 | 5.7984 | -0.069 | 12.508 | 5.63[0] | 0.0180 |
| -0.00 | -0.0012 | 5.6605 | -0.108 | 12.560 | 7.54[0] | 0.0180 |
| 5.00 | 0.4968 | 5.7986 | -0.069 | 12.508 | 5.63[1] | 0.0180 |
| 10.00 | 1.0173 | 6.1888 | 0.039 | 12.351 | 3.69[1] | 0.0180 |
| 15.00 | 1.5819 | 6.8416 | 0.198 | 12.090 | 1.74[1] | 0.0180 |
| 20.00 | 2.2150 | 7.7856 | 0.389 | 11.721 | -0.22[1] | 0.0180 |
| 25.00 | 2.8135 | 5.4818 | 0.612 | 11.309 | -2.22[1] | 0.0180 |
| 30.00 | 3.1649 | 2.6693 | 0.857 | 10.958 | -4.35[1] | 0.0180 |
| 35.00 | 3.2758 | 0.0175 | 1.129 | 10.610 | -6.53[1] | 0.0180 |
| 40.00 | 3.1682 | -2.2237 | 1.419 | 10.212 | -8.70[1] | 0.0180 |
| 45.00 | 2.8979 | -3.7756 | 1.709 | 9.746 | -10.81[1] | 0.0180 |
| 50.00 | 2.5146 | -4.8646 | 1.987 | 9.213 | -12.84[1] | 0.0180 |
| 55.00 | 2.0507 | -5.6452 | 2.249 | 8.615 | -14.78[1] | 0.0180 |

IMO Wind heeling

| Property | Value | Units |
|---------------------------|----------|-----------|
| Length WL | 253.380 | metres |
| Profile area above WL | 2300.890 | sq.metres |
| Area to leeward (Area b) | 1.90110 | m-radians |
| Area to windward (Area a) | 0.32910 | m-radians |
| GZc | 0.018 | metres |
| Gust angle | 0.195 | degrees |
| Rollback angle | 18.979 | degrees |
| Steady state angle | 0.134 | degrees |
| Max. angle to leeward | 50.000 | degrees |
| B/d' | 3.440 | |
| X1 | 0.812 | |
| Cb | 0.846 | |
| Ar | 0.000 | |
| K | 1.000 | |
| Og | 0.260 | metres |
| r | 0.742 | |
| T | 12.462 | seconds |

IMO 749 Intact Stabily Criteria non - passenger

| # | Criterion | Actual Value | Critical Value |
|---|--|--------------|----------------|
| 1 | Area under GZ curve up to 30 degrees > 0.055 | 0.849 | 0.055 |
| 2 | Area under GZ curve from 30 to 40 deg. or downflood > 0.03 | 0.565 | 0.030 |
| 3 | Area under GZ curve up to 40 deg. or downflood > 0.09 | 1.414 | 0.090 |
| 4 | Initial GM to be at least 0.15 metres | 5.660 | 0.150 |
| 5 | GZ to be at least 0.20m at an angle > 30 degrees | 3.276 | 0.200 |
| 6 | Max GZ to be at an angle > 30 degrees | 35.029 | 30.000 |
| 7 | IMO Weather Criterion (Maximum Initial Angle Of Heel) | 0.134 | 15.558 |
| 8 | IMO Weather Criterion (Areas) | 5.777 | 1.000 |

Condition complies with the regulations

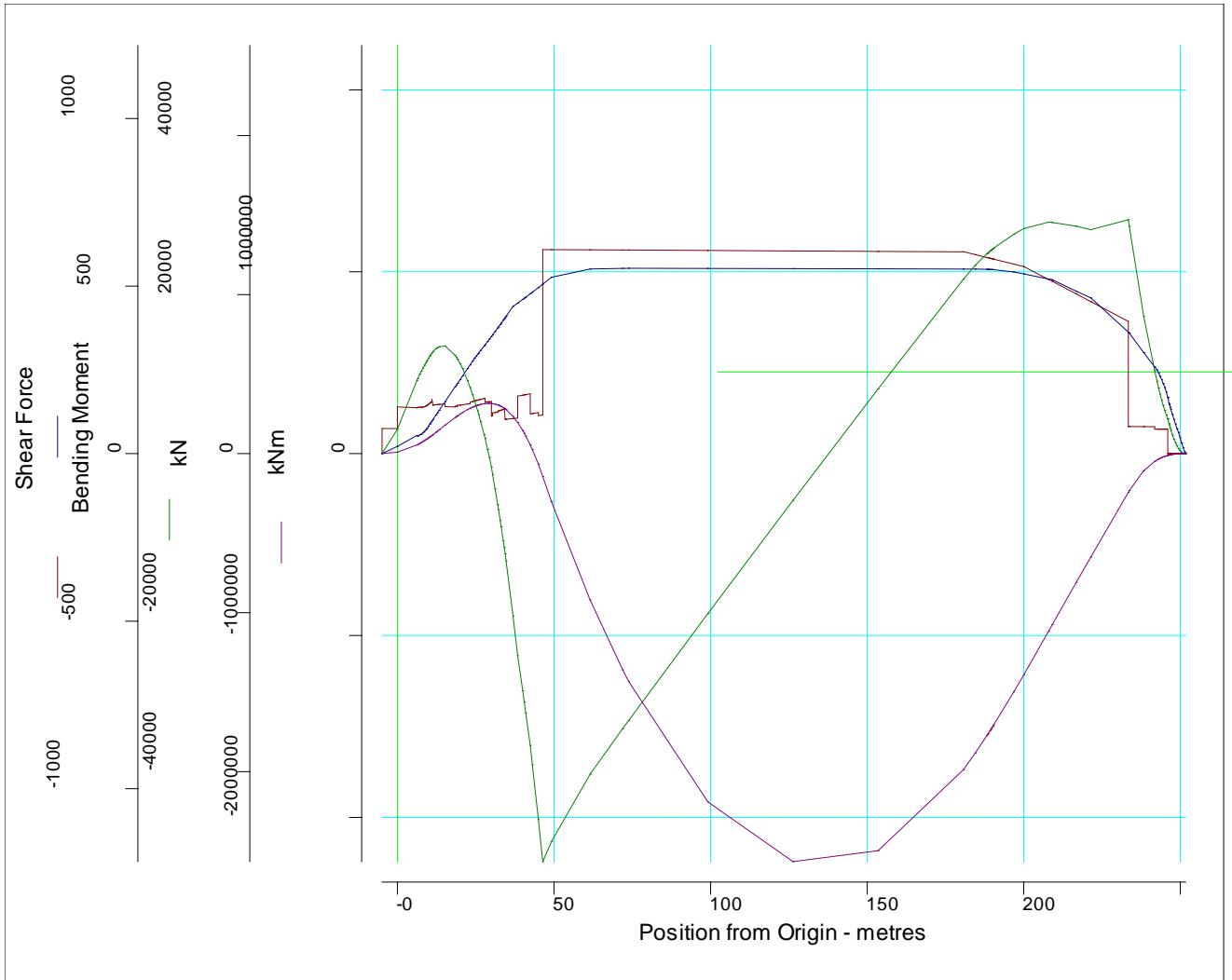
Immersion Particulars

State of Openings = X-ray: Normal condition

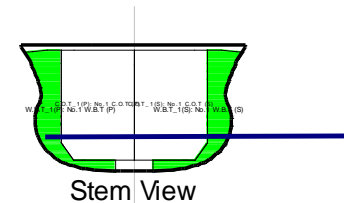
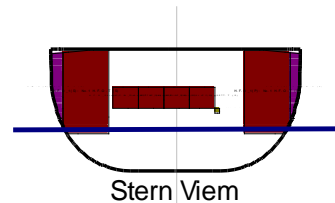
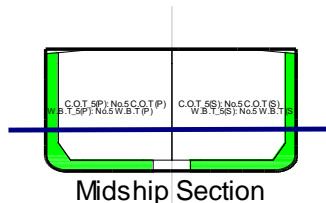
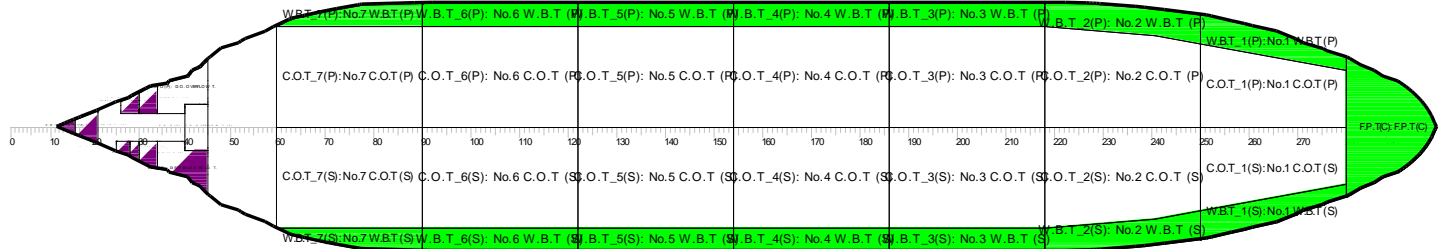
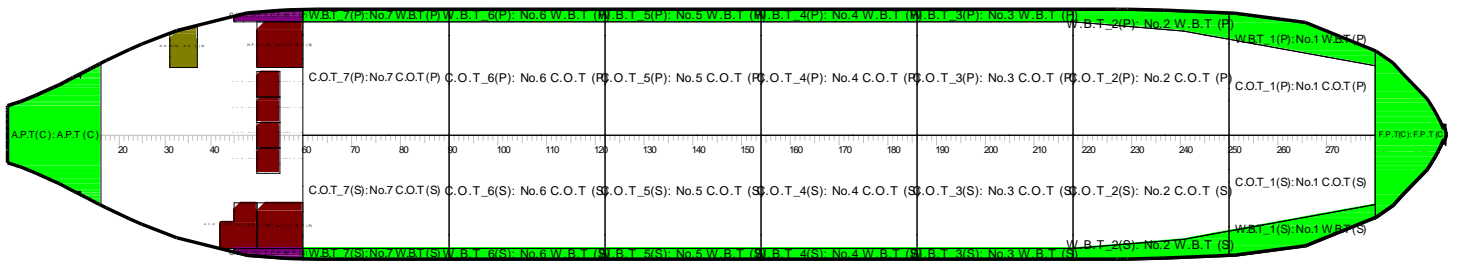
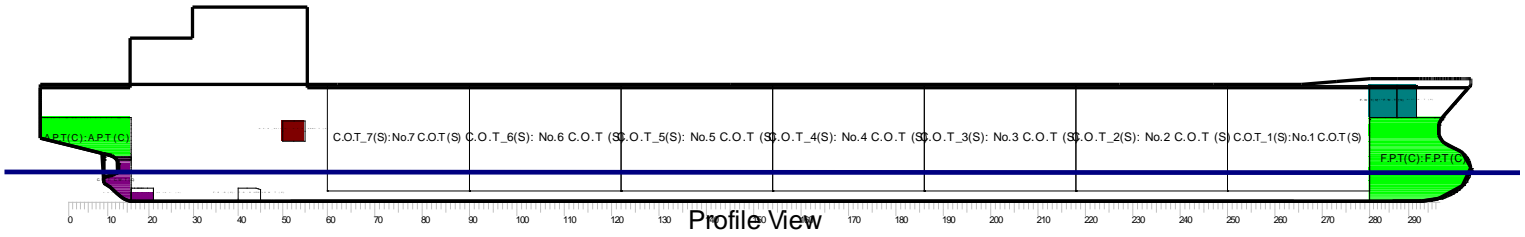
Intact

| Type | Point # | X position (m) | Y position (m) | Z position (m) | Ht. above WL (m) | Flood Angle (deg) | Downflood Comp. |
|---------------------|---------|----------------|----------------|----------------|------------------|-------------------|-----------------|
| Deck Edge imm.angle | 1 | 123.000 | -21.600 | 20.100 | | 19.448 | |
| -- Lowest point | 1 | 123.000 | -21.600 | 20.100 | 7.536 | | |

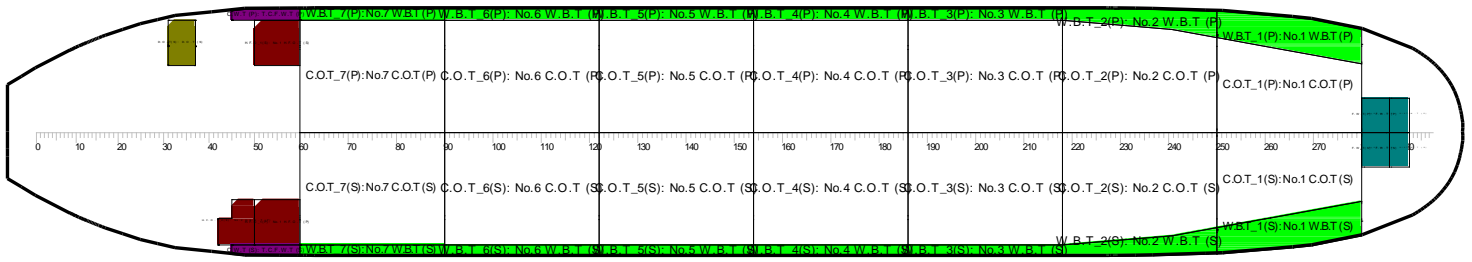
Longitudinal Strength



Ballast Departure



Key



Profile View

| Key | Name | Density (t/m ³) |
|-----|------|--------------------------------|
| | WB | 1.0250 |
| | FW | 1.0000 |
| | HFO | 0.9500 |
| | DO | 0.9000 |
| | LO | 0.9000 |
| | MISC | 1.0000 |

| Title | Frames | Cargo | % full | SG | Weight | LCG | TCG | VCG | FSM | S |
|----------------------------------|---------|-------|-----------|--------|----------------|----------------|--------------|--------------|------------|---|
| | | | | (t/m3) | (t) | (m) | (m) | (m) | (t-m) | M |
| <i>Water Ballast Tanks</i> | | | | | | | | | | |
| A.P.T(C): A.P.T (C) | -7-16 | WB | 100.0 | 1.025 | 1333.6 | 4.887 | 0.000 | 12.587 | 0.0 | |
| F.P.T(C): F.P.T (C) | 280-306 | WB | 100.0 | 1.025 | 4597.7 | 239.802 | 0.000 | 7.613 | 0.0 | |
| W.B.T_1(P): No.1 W.B.T (P) | 250-280 | WB | 100.0 | 1.025 | 2809.0 | 220.017 | - 15.048 | 9.473 | 0.0 | |
| W.B.T_1(S): No.1 W.B.T (S) | 250-280 | WB | 100.0 | 1.025 | 2809.0 | 220.017 | 15.048 | 9.473 | 0.0 | |
| W.B.T_2(P): No.2 W.B.T (P) | 218-250 | WB | 100.0 | 1.025 | 2547.8 | 195.091 | - 16.713 | 7.273 | 0.0 | |
| W.B.T_2(S): No.2 W.B.T (S) | 218-250 | WB | 100.0 | 1.025 | 2547.8 | 195.091 | 16.713 | 7.273 | 0.0 | |
| W.B.T_3(P): No.3 W.B.T (P) | 186-218 | WB | 100.0 | 1.025 | 2071.6 | 167.100 | - 16.469 | 6.038 | 0.0 | |
| W.B.T_3(S): No.3 W.B.T (S) | 186-218 | WB | 100.0 | 1.025 | 2071.6 | 167.100 | 16.469 | 6.038 | 0.0 | |
| W.B.T_4(P): No.4 W.B.T (P) | 154-186 | WB | 100.0 | 1.025 | 2071.6 | 139.900 | - 16.469 | 6.038 | 0.0 | |
| W.B.T_4(S): No.4 W.B.T (S) | 154-186 | WB | 100.0 | 1.025 | 2071.6 | 139.900 | 16.469 | 6.038 | 0.0 | |
| W.B.T_5(P): No.5 W.B.T (P) | 122-154 | WB | 100.0 | 1.025 | 2071.6 | 112.700 | - 16.469 | 6.038 | 0.0 | |
| W.B.T_5(S): No.5 W.B.T (S) | 122-154 | WB | 100.0 | 1.025 | 2071.6 | 112.700 | 16.469 | 6.038 | 0.0 | |
| W.B.T_6(P): No.6 W.B.T (P) | 90-122 | WB | 100.0 | 1.025 | 2071.4 | 85.501 | - 16.469 | 6.038 | 0.0 | |
| W.B.T_6(S): No.6 W.B.T (S) | 90-122 | WB | 100.0 | 1.025 | 2071.4 | 85.501 | 16.469 | 6.038 | 0.0 | |
| W.B.T_7(P): No.7 W.B.T (P) | 60-90 | WB | 100.0 | 1.025 | 1794.2 | 59.741 | - 16.203 | 6.357 | 0.0 | |
| W.B.T_7(S): No.7 W.B.T (S) | 60-90 | WB | 100.0 | 1.025 | 1794.2 | 59.741 | 16.203 | 6.357 | 0.0 | |
| Total Water Ballast Tanks | | | | | 36805.7 | 153.419 | 0.000 | 7.198 | 0.0 | |
| <i>Fresh Water Tanks</i> | | | | | | | | | | |
| DIST.W.T(P): DIST.W.T (P) | 287-292 | FW | 100.0 | 1.000 | 119.7 | 240.050 | -3.000 | 17.850 | 0.0 | |
| DIST.W.T(S): DIST.W.T (S) | 287-292 | FW | 100.0 | 1.000 | 119.7 | 240.050 | 3.000 | 17.850 | 0.0 | |
| F.W.T(P): F.W.T (P) | 280-287 | FW | 100.0 | 1.000 | 167.6 | 235.850 | -3.000 | 17.850 | 0.0 | |

| Title | Frames | Cargo | % full | SG | Weight | LCG | TCG | VCG | FSM | S |
|-----------------------------------|---------|-------|-----------|--------|---------------|----------------|----------------|---------------|--------------|---|
| | | | | (t/m3) | (t) | (m) | (m) | (m) | (t-m) | M |
| F.W.T(S): F.W.T (S) | 280-287 | FW | 100.0 | 1.000 | 167.6 | 235.850 | 3.000 | 17.850 | 0.0 | |
| Total Fresh Water Tanks | | | | | 574.6 | 237.600 | 0.000 | 17.850 | 0.0 | |
| <i>Heavy Fuel Oil Tanks</i> | | | | | | | | | | |
| H.F.O.T_2(S): No.2 H.F.O.T (P) | 42-50 | HFO | 98.0 | 0.950 | 530.3 | 35.645 | 15.939 | 13.688 | 190.3 | |
| H.F.O_1(P): No.1 H.F.O.T (P) | 50-60 | HFO | 98.0 | 0.950 | 826.8 | 42.406 | 15.643 | 13.411 | 292.6 | |
| H.F.O_1(S): No.1 H.F.O.T (S) | 50-60 | HFO | 98.0 | 0.950 | 826.8 | 42.406 | -15.643 | 13.411 | 292.6 | |
| H.F.O_Serv(P): H.F.O.SERV.T (P) | 50-55 | HFO | 98.0 | 0.950 | 59.0 | 40.400 | -4.400 | 12.564 | 27.0 | |
| H.F.O_Serv(S): H.F.O.SERV.T (S) | 50-55 | HFO | 98.0 | 0.950 | 59.0 | 40.400 | 0.000 | 12.564 | 27.0 | |
| H.F.O_Sett(P): H.F.O.SETT.T (P) | 50-55 | HFO | 98.0 | 0.950 | 59.0 | 40.400 | -8.800 | 12.564 | 27.0 | |
| H.F.O_Sett(S): H.F.O.SETT.T (S) | 50-55 | HFO | 98.0 | 0.950 | 59.0 | 40.400 | 4.400 | 12.564 | 27.0 | |
| Total Heavy Fuel Oil Tanks | | | | | 2419.9 | 40.729 | 3.279 | 13.389 | 883.5 | |
| <i>Diesel Oil Tanks</i> | | | | | | | | | | |
| D.O.STOR(S): D.O.STOR.T (S) | 50-55 | DO | 98.0 | 0.900 | 2.3 | 40.400 | 7.000 | 10.392 | 0.2 | |
| D.O.T(S): D.O.T (S) | 31-37 | DO | 98.0 | 0.900 | 346.1 | 25.689 | -15.085 | 14.958 | 115.5 | |
| Total Diesel Oil Tanks | | | | | 348.4 | 25.785 | -14.942 | 14.929 | 115.7 | |
| <i>Lubrication Oil Tanks</i> | | | | | | | | | | |
| M/ELOSET(S): G/E L.O.SETT.T(S) | 35-37 | LO | 0.0 | 0.900 | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| M/ELOST(S): G/E L.O.STOR.T(S) | 37-38 | LO | 0.0 | 0.900 | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| M/ELOSTO(C): M/E L.O.STOR.T(S) | 33-35 | LO | 0.0 | 0.900 | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| M/ELOSUM(S): M/E L.O.SUT. (C) | 27-40 | LO | 0.0 | 0.900 | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| M/E_C.O.S1: No.1 M/E | 38-42 | LO | 0.0 | 0.900 | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |

| Title | Frames | Cargo | % full | SG | Weight | LCG | TCG | VCG | FSM | S |
|--|--------|-------|-----------|--------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---|
| | | | | (t/m3) | (t) | (m) | (m) | (m) | (t-m) | M |
| CYL.O.STOR.T (S) | | | | | | | | | | |
| M/E_C.O.S2: No.2 M/E CYL.O.STOR.T (S) | 38-40 | LO | 0.0 | 0.900 | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| TURB_OIL(S): TURB. OIL.T (S) | 52-55 | LO | 98.0 | 0.900 | 12.2 | 41.200 | 7.800 | 16.176 | 2.5 | |
| Total Lubrication Oil Tanks | | | | | 12.2 | 41.200 | 7.800 | 16.176 | 2.5 | |
| <i>Miscellaneous</i> | | | | | | | | | | |
| BILGE OIL(S): BILGE OIL T (S) | 30-34 | MISC | 50.0 | 1.000 | 13.2 | 24.150 | 3.974 | 0.929 | 17.1 | |
| C.B.H.T(C): CLEAN BILGE HOLD T. (C) | 16-21 | MISC | 50.0 | 1.000 | 14.8 | 13.487 | 0.000 | 0.989 | 21.0 | |
| C.W.T: C.W.T (C) | 9-16 | MISC | 100.0 | 1.000 | 38.2 | 9.767 | 0.000 | 4.646 | 0.0 | |
| C.W.T (P): T.C.F.W.T (P) | 45-60 | MISC | 100.0 | 1.000 | 219.3 | 41.064 | - 20.428 | 14.967 | 0.0 | |
| C.W.T (S): T.C.F.W.T (S) | 45-60 | MISC | 100.0 | 1.000 | 219.3 | 41.064 | 20.428 | 14.967 | 0.0 | |
| D.B.H(S): DIRTY BILGE HOLD. T. | 34-45 | MISC | 50.0 | 1.000 | 48.5 | 30.058 | 5.110 | 0.881 | 136.5 | |
| DIRTY L.O.T(S): DIRTY L.O.T (S) | 28-30 | MISC | 50.0 | 1.000 | 4.4 | 21.645 | 3.480 | 1.056 | 3.1 | |
| DIRTY_F.O.T: DIRTY F.O.T | 26-30 | MISC | 50.0 | 1.000 | 7.6 | 20.977 | -3.374 | 1.078 | 4.8 | |
| F.O.SLUDGE.T(P): F.O.SLUDGE T. (P) | 30-34 | MISC | 50.0 | 1.000 | 13.2 | 24.150 | -3.974 | 0.929 | 17.1 | |
| G.L.O.O(S): GENSET L.O.OVERF.T (S) | 25-28 | MISC | 50.0 | 1.000 | 4.5 | 19.694 | 3.186 | 1.117 | 1.9 | |
| S/T_L.O.D.T(C): S/T L.O.DRAIN T. (C) | 26-27 | MISC | 0.0 | 1.000 | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| Total Miscellaneous | | | | | 583.0 | 36.057 | 0.432 | 11.735 | 201.5 | |
| <i>Store & Provisions</i> | | | | | | | | | | |
| Provision | | | | | 18.7 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| WATER IN LINES | | | | | 97.8 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| STORE | | | | | 74.6 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| Total Store & Provisions | | | | | 191.2 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |

| Title | Frames | Cargo | % full | SG | Weight | LCG | TCG | VCG | FSM | S |
|----------------------------------|--------|-------|--------|---------------------|----------------|----------------|--------------|---------------|------------------|---|
| | | | | (t/m ³) | (t) | (m) | (m) | (m) | (t-m) | M |
| <i>Crews & Effects</i> | | | | | | | | | | |
| CREWS | | | | | 4.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| Total Crews & Effects | | | | | 4.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| Lightweight | | | | | 21433.0 | 109.379 | 0.000 | 12.853 | 0.0 | |
| Deadweight | | | | | 40938.8 | 144.417 | 0.075 | 7.813 | 1203.1 | |
| Total Displacement | | | | | 62371.9 | 132.377 | 0.049 | 9.545 | 1203.1 | |
| Buoyancy | | | | | | | | | | |
| Buoyancy | | | | | 62371.9 | 132.374 | 0.068 | 3.624 | 1331361.7 | |
| Total Buoyancy | | | | | 62371.9 | 132.374 | 0.068 | 3.624 | 1331361.7 | |

Drafts at equilibrium angle

| | Moulded | Extreme | |
|------------------------|---------|---------|--------|
| Draft at LCF | 7.013 | 7.013 | metres |
| Draft aft at marks | 7.081 | 7.081 | metres |
| Draft fwd at marks | 6.955 | 6.955 | metres |
| Draft at AP | 7.081 | 7.081 | metres |
| Draft at FP | 6.955 | 6.955 | metres |
| Mean draft at midships | 7.018 | 7.018 | metres |

Hydrostatics at equilibrium angle

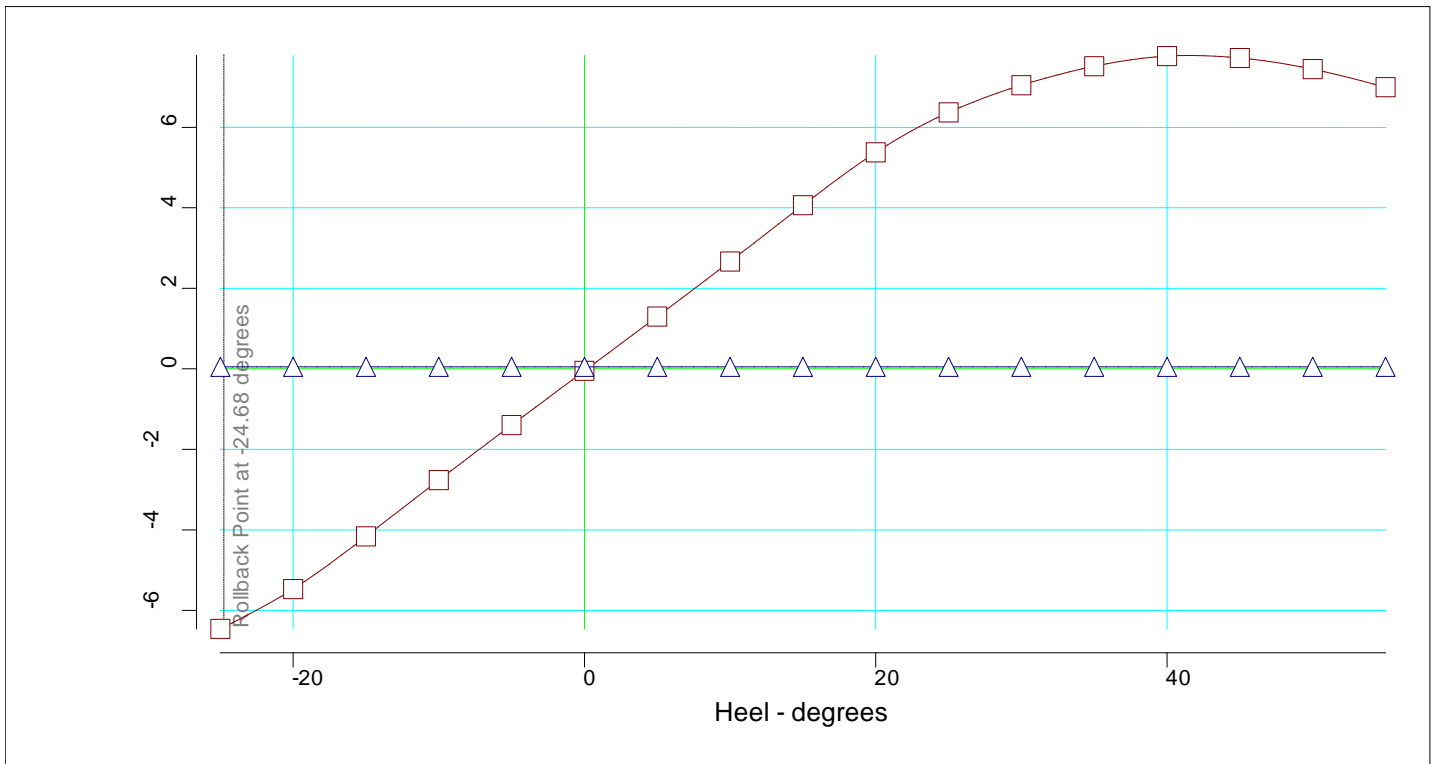
| | | |
|-------------------|----------|-------------|
| Density of water | 1.0250 | tonnes/cu.m |
| Heel to starboard | 0.18 | degrees |
| Trim by the stern | 0.126 | metres |
| | | |
| KG | 9.545 | metres |
| FSC | 0.019 | metres |
| KGf | 9.564 | metres |
| GMt | 15.405 | metres |
| BMt | 21.346 | metres |
| BMI | 604.889 | metres |
| Waterplane area | 9264.49 | sq.metres |
| LCG | 132.377 | metres |
| LCB | 132.374 | metres |
| TCB | 0.068 | metres |
| LCF | 132.038 | metres |
| TCF | 0.028 | metres |
| TPC | 94.961 | tonnes/cm |
| MTC | 1533.662 | tonnes-m/cm |

| | | |
|------------------|--------|-------------|
| Density of water | 1.0250 | tonnes/cu.m |
| Shell thickness | 0.000 | mm |

Propeller Immersion

| | | |
|-------------------------------|---------|--------|
| Propeller tip immersion | 3.581 | metres |
| Required percentage immersion | 100.000 | % |
| Actual percentage immersion | 151.153 | % |

Ballast Dep.: Intact State



Righting Lever (GZ) Curve

| Heel to Stbd (deg) | GZ (m) | Slope (m/rad) | Trim (m) | WLrad (m) | Freeboard (m) | Wind (m) |
|-----------------------|-----------|------------------|-------------|--------------|------------------|-------------|
| -25.00 | -6.4592 | 9.3179 | 0.508 | 5.908 | 3.18[1] | 0.0521 |
| -20.00 | -5.4696 | 13.7247 | 0.273 | 6.403 | 5.10[1] | 0.0521 |
| -15.00 | -4.1602 | 15.8852 | 0.090 | 6.699 | 7.13[1] | 0.0521 |
| -10.00 | -2.7647 | 15.8765 | -0.034 | 6.879 | 9.17[1] | 0.0521 |
| -5.00 | -1.3969 | 15.5226 | -0.103 | 6.983 | 11.16[1] | 0.0521 |
| 0.00 | -0.0493 | 15.4054 | -0.126 | 7.018 | 13.08[0] | 0.0521 |
| 5.00 | 1.2987 | 15.5312 | -0.103 | 6.983 | 11.16[0] | 0.0521 |
| 10.00 | 2.6676 | 15.8937 | -0.034 | 6.879 | 9.17[0] | 0.0521 |
| 15.00 | 4.0649 | 15.9107 | 0.090 | 6.699 | 7.13[0] | 0.0521 |
| 20.00 | 5.3769 | 13.7584 | 0.273 | 6.403 | 5.10[0] | 0.0521 |
| 25.00 | 6.3698 | 9.3595 | 0.508 | 5.908 | 3.18[0] | 0.0521 |
| 30.00 | 7.0450 | 6.4739 | 0.753 | 5.198 | 1.41[0] | 0.0521 |
| 35.00 | 7.5166 | 4.5759 | 0.977 | 4.300 | -0.22[0] | 0.0521 |
| 40.00 | 7.7680 | 1.0895 | 1.198 | 3.275 | -1.76[0] | 0.0521 |
| 45.00 | 7.7205 | -1.9354 | 1.402 | 2.209 | -3.27[0] | 0.0521 |
| 50.00 | 7.4452 | -4.1941 | 1.594 | 1.119 | -4.75[0] | 0.0521 |
| 55.00 | 6.9956 | -5.9678 | 1.787 | 0.013 | -6.18[0] | 0.0521 |

IMO Wind heeling

| Property | Value | Units |
|---------------------------|----------|-----------|
| Length WL | 253.380 | metres |
| Profile area above WL | 3671.212 | sq.metres |
| Area to leeward (Area b) | 4.63832 | m-radians |
| Area to windward (Area a) | 1.47871 | m-radians |
| GZc | 0.052 | metres |
| Gust angle | 0.377 | degrees |
| Rollback angle | 24.997 | degrees |
| Steady state angle | 0.313 | degrees |
| Max. angle to leeward | 50.000 | degrees |
| B/d' | 6.156 | |
| X1 | 0.800 | |
| Cb | 0.812 | |
| Ar | 0.000 | |
| K | 1.000 | |
| Og | 2.546 | metres |
| r | 0.948 | |
| T | 8.929 | seconds |

IMO 749 Intact Stability Criteria non - passenger

| # | Criterion | Actual Value | Critical Value |
|---|--|--------------|----------------|
| 1 | Area under GZ curve up to 30 degrees > 0.055 | 2.037 | 0.055 |
| 2 | Area under GZ curve from 30 to 40 deg. or downflood > 0.03 | 1.306 | 0.030 |
| 3 | Area under GZ curve up to 40 deg. or downflood > 0.09 | 3.343 | 0.090 |
| 4 | Initial GM to be at least 0.15 metres | Not Appl.. | 0.150 |
| 5 | GZ to be at least 0.20m at an angle > 30 degrees | 7.782 | 0.200 |
| 6 | Max GZ to be at an angle > 30 degrees | 41.543 | 30.000 |
| 7 | IMO Weather Criterion (Maximum Initial Angle Of Heel) | 0.313 | 16.000 |
| 8 | IMO Weather Criterion (Areas) | 3.137 | 1.000 |

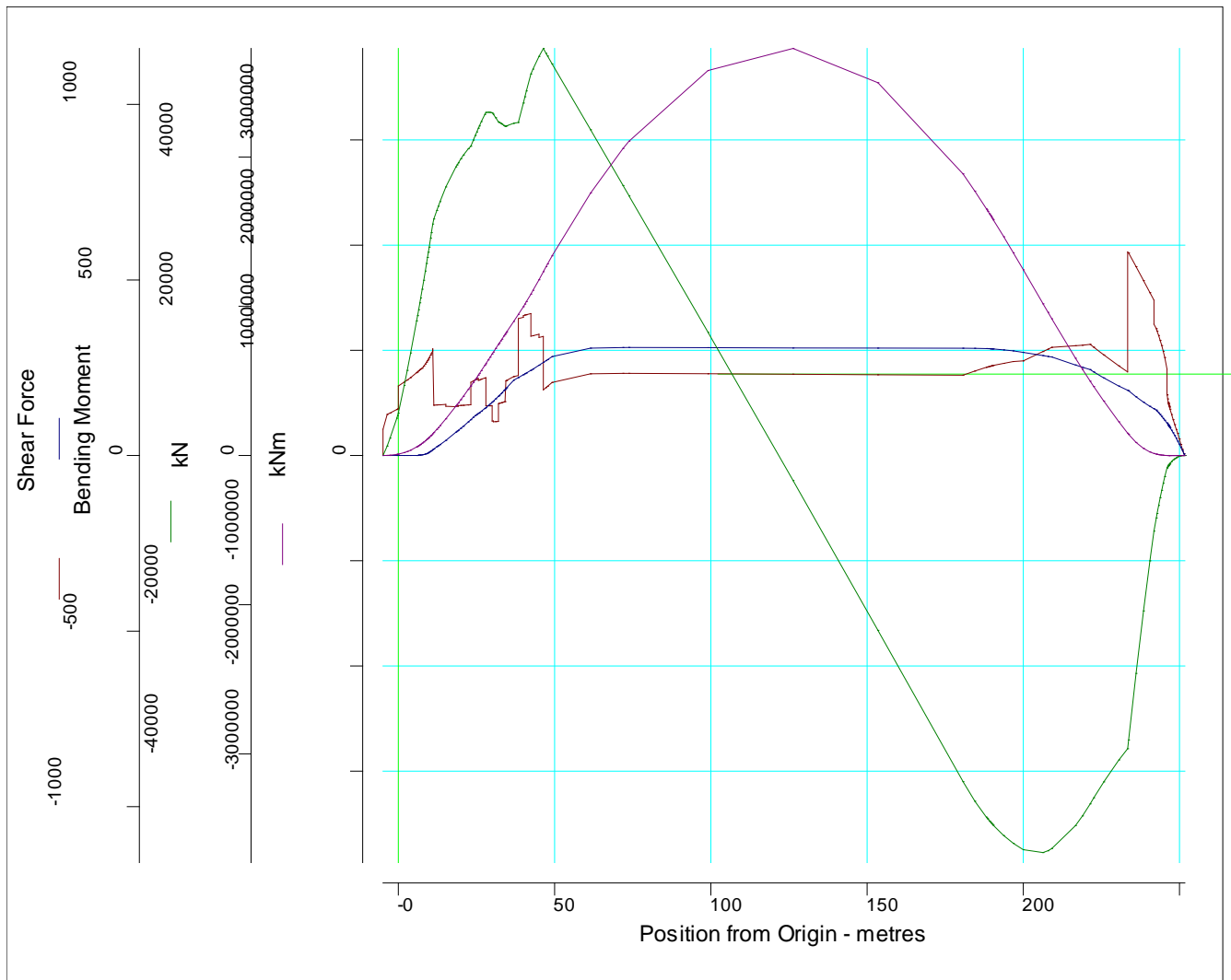
Immersion Particulars

State of Openings = X-ray: Normal condition

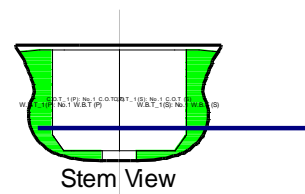
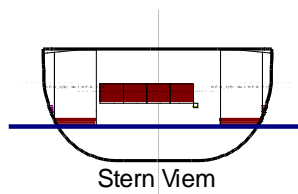
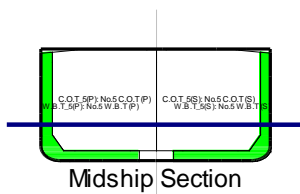
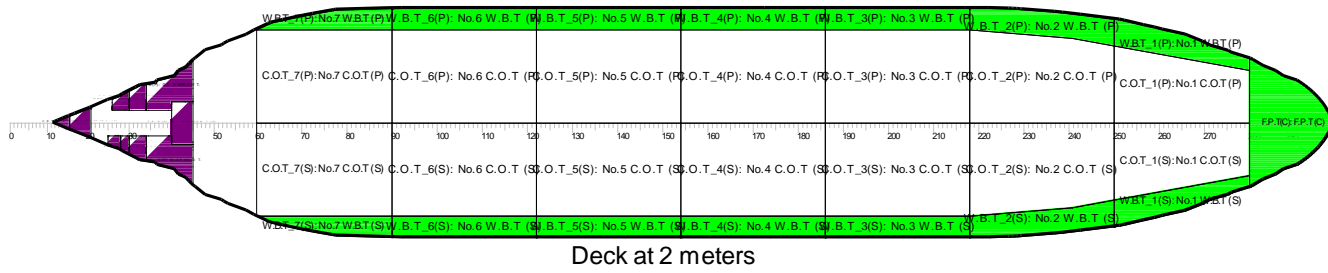
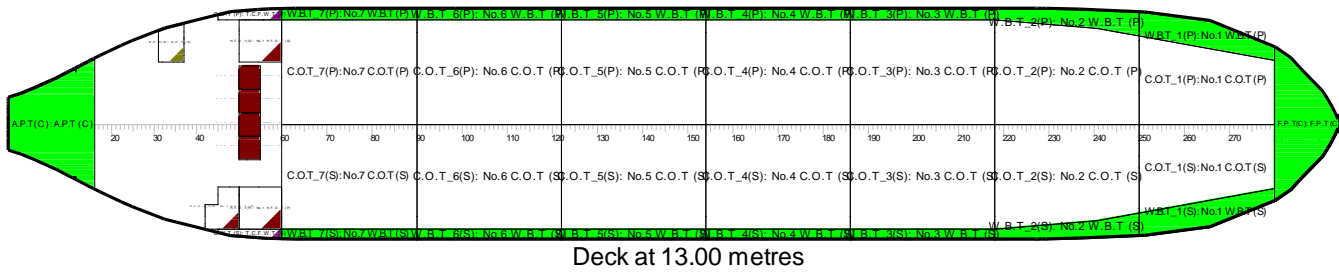
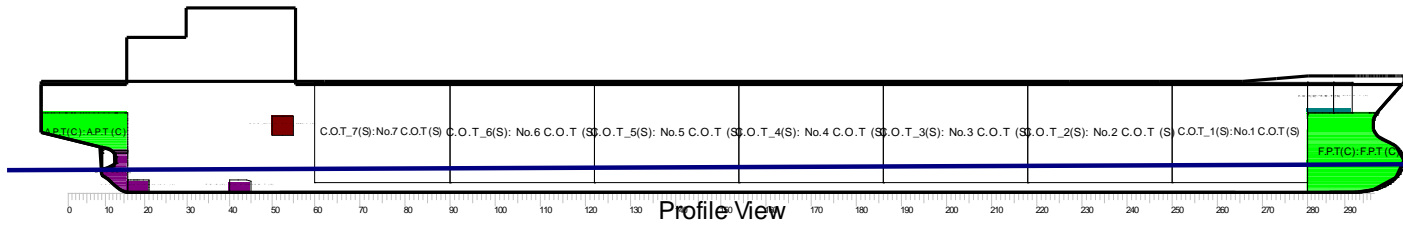
Intact

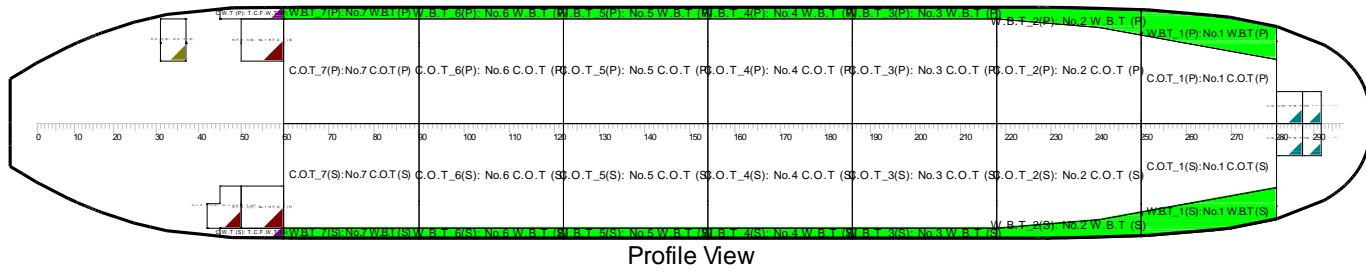
| Type | Point # | X position (m) | Y position (m) | Z position (m) | Ht. above WL (m) | Flood Angle (deg) | Downflood Comp. |
|---------------------|---------|----------------|----------------|----------------|------------------|-------------------|-----------------|
| Deck Edge imm.angle | 0 | 123.000 | 21.600 | 20.100 | | 34.319 | |
| -- Lowest point | 0 | 123.000 | 21.600 | 20.100 | 13.013 | | |

Longitudinal Strength



Ballast Arrival





Key

| Key | Name | Density |
|-----|------|---------------------|
| | | (t/m ³) |
| | WB | 1.0250 |
| | FW | 1.0000 |
| | HFO | 0.9500 |
| | DO | 0.9000 |
| | LO | 0.9000 |
| | MISC | 1.0000 |

| Title | Frames | Cargo | % full | SG | Weight | LCG | TCG | VCG | FSM | S |
|----------------------------------|---------|-------|-----------|--------|----------------|----------------|--------------|--------------|------------|---|
| | | | | (t/m3) | (t) | (m) | (m) | (m) | (t-m) | M |
| <i>Water Ballast Tanks</i> | | | | | | | | | | |
| A.P.T(C): A.P.T (C) | -7-16 | WB | 100.0 | 1.025 | 1333.6 | 4.887 | 0.000 | 12.587 | 0.0 | |
| F.P.T(C): F.P.T (C) | 280-306 | WB | 100.0 | 1.025 | 4597.7 | 239.802 | 0.000 | 7.613 | 0.0 | |
| W.B.T_1(P): No.1 W.B.T (P) | 250-280 | WB | 100.0 | 1.025 | 2809.0 | 220.017 | - 15.048 | 9.473 | 0.0 | |
| W.B.T_1(S): No.1 W.B.T (S) | 250-280 | WB | 100.0 | 1.025 | 2809.0 | 220.017 | 15.048 | 9.473 | 0.0 | |
| W.B.T_2(P): No.2 W.B.T (P) | 218-250 | WB | 100.0 | 1.025 | 2547.8 | 195.091 | - 16.713 | 7.273 | 0.0 | |
| W.B.T_2(S): No.2 W.B.T (S) | 218-250 | WB | 100.0 | 1.025 | 2547.8 | 195.091 | 16.713 | 7.273 | 0.0 | |
| W.B.T_3(P): No.3 W.B.T (P) | 186-218 | WB | 100.0 | 1.025 | 2071.6 | 167.100 | - 16.469 | 6.038 | 0.0 | |
| W.B.T_3(S): No.3 W.B.T (S) | 186-218 | WB | 100.0 | 1.025 | 2071.6 | 167.100 | 16.469 | 6.038 | 0.0 | |
| W.B.T_4(P): No.4 W.B.T (P) | 154-186 | WB | 100.0 | 1.025 | 2071.6 | 139.900 | - 16.469 | 6.038 | 0.0 | |
| W.B.T_4(S): No.4 W.B.T (S) | 154-186 | WB | 100.0 | 1.025 | 2071.6 | 139.900 | 16.469 | 6.038 | 0.0 | |
| W.B.T_5(P): No.5 W.B.T (P) | 122-154 | WB | 100.0 | 1.025 | 2071.6 | 112.700 | - 16.469 | 6.038 | 0.0 | |
| W.B.T_5(S): No.5 W.B.T (S) | 122-154 | WB | 100.0 | 1.025 | 2071.6 | 112.700 | 16.469 | 6.038 | 0.0 | |
| W.B.T_6(P): No.6 W.B.T (P) | 90-122 | WB | 100.0 | 1.025 | 2071.4 | 85.501 | - 16.469 | 6.038 | 0.0 | |
| W.B.T_6(S): No.6 W.B.T (S) | 90-122 | WB | 100.0 | 1.025 | 2071.4 | 85.501 | 16.469 | 6.038 | 0.0 | |
| W.B.T_7(P): No.7 W.B.T (P) | 60-90 | WB | 100.0 | 1.025 | 1794.2 | 59.741 | - 16.203 | 6.357 | 0.0 | |
| W.B.T_7(S): No.7 W.B.T (S) | 60-90 | WB | 100.0 | 1.025 | 1794.2 | 59.741 | 16.203 | 6.357 | 0.0 | |
| Total Water Ballast Tanks | | | | | 36805.7 | 153.419 | 0.000 | 7.198 | 0.0 | |
| <i>Fresh Water Tanks</i> | | | | | | | | | | |
| DIST.W.T(P): DIST.W.T (P) | 287-292 | FW | 10.0 | 1.000 | 12.0 | 240.050 | -3.000 | 15.285 | 63.0 | |
| DIST.W.T(S): DIST.W.T (S) | 287-292 | FW | 10.0 | 1.000 | 12.0 | 240.050 | 3.000 | 15.285 | 63.0 | |
| F.W.T(P): F.W.T (P) | 280-287 | FW | 10.0 | 1.000 | 16.8 | 235.850 | -3.000 | 15.285 | 88.2 | |

| Title | Frames | Cargo | % full | SG | Weight | LCG | TCG | VCG | FSM | S |
|---------------------------------------|-------------|-------|-----------|--------|--------------|----------------|---------------------|---------------|--------------|---|
| | | | | (t/m3) | (t) | (m) | (m) | (m) | (t-m) | M |
| F.W.T(S): F.W.T (S) | 280- 287 | FW | 10.0 | 1.000 | 16.8 | 235.850 | 3.000 | 15.285 | 88.2 | |
| Total Fresh Water Tanks | | | | | 57.6 | 237.600 | 0.000 | 15.285 | 302.4 | |
| <i>Heavy Fuel Oil Tanks</i> | | | | | | | | | | |
| H.F.O.T_2(S): No.2 H.F.O.T (P) | 42-50 | HFO | 10.0 | 0.950 | 54.1 | 35.988 | 15.184 | 7.458 | 130.7 | |
| H.F.O_1(P): No.1 H.F.O.T (P) | 50-60 | HFO | 10.0 | 0.950 | 84.4 | 42.454 | 15.584 | 7.220 | 307.7 | |
| H.F.O_1(S): No.1 H.F.O.T (S) | 50-60 | HFO | 10.0 | 0.950 | 84.4 | 42.454 | - 15.584 | 7.220 | 307.7 | |
| H.F.O_Serv(P): H.F.O.SERV.T (P) | 50-55 | HFO | 98.0 | 0.950 | 59.0 | 40.400 | -4.400 | 12.564 | 27.0 | |
| H.F.O_Serv(S): H.F.O.SERV.T (S) | 50-55 | HFO | 98.0 | 0.950 | 59.0 | 40.400 | 0.000 | 12.564 | 27.0 | |
| H.F.O_Sett(P): H.F.O.SETT.T (P) | 50-55 | HFO | 98.0 | 0.950 | 59.0 | 40.400 | -8.800 | 12.564 | 27.0 | |
| H.F.O_Sett(S): H.F.O.SETT.T (S) | 50-55 | HFO | 98.0 | 0.950 | 59.0 | 40.400 | 4.400 | 12.564 | 27.0 | |
| Total Heavy Fuel Oil Tanks | | | | | 458.9 | 40.635 | 0.659 | 9.996 | 854.1 | |
| <i>Diesel Oil Tanks</i> | | | | | | | | | | |
| D.O.STOR(S): D.O.STOR.T. (S) | 50-55 | DO | 10.0 | 0.900 | 0.2 | 40.400 | 7.000 | 10.040 | 0.2 | |
| D.O.T(S): D.O.T (S) | 31-37 | DO | 10.0 | 0.900 | 35.3 | 26.051 | - 13.285 | 8.852 | 31.4 | |
| Total Diesel Oil Tanks | | | | | 35.5 | 26.144 | - 13.154 | 8.859 | 31.6 | |
| <i>Lubrication Oil Tanks</i> | | | | | | | | | | |
| M/ELOSE(S): M/E L.O.SETT.T(S) | 31-33 | LO | 0.0 | 0.900 | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| M/ELOSET(S): G/E L.O.SETT.T(S) | 35-37 | LO | 0.0 | 0.900 | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| M/ELOST(S): G/E L.O.STOR.T(S) | 37-38 | LO | 0.0 | 0.900 | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| M/ELOSTO(C): M/E L.O.STOR.T(S) | 33-35 | LO | 0.0 | 0.900 | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| M/ELOSUM(S): M/E L.O.SUT. (C) | 27-40 | LO | 0.0 | 0.900 | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |

| Title | Frames | Cargo | % full | SG | Weight | LCG | TCG | VCG | FSM | S |
|--|--------|-------|-----------|--------|------------|---------------|--------------|---------------|------------|---|
| | | | | (t/m3) | (t) | (m) | (m) | (m) | (t-m) | M |
| M/E_C.O.S1: No.1 M/E CYL.O.STOR.T (S) | 38-42 | LO | 0.0 | 0.900 | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| M/E_C.O.S2: No.2 M/E CYL.O.STOR.T (S) | 38-40 | LO | 0.0 | 0.900 | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| TURB_OIL(S): TURB. OIL.T (S) | 52-55 | LO | 10.0 | 0.900 | 1.2 | 41.200 | 7.800 | 15.120 | 2.5 | |
| Total Lubrication Oil Tanks | | | | | 1.2 | 41.200 | 7.800 | 15.120 | 2.5 | |
| <i>Miscellaneous</i> | | | | | | | | | | |
| BILGE OIL(S): BILGE OIL T (S) | 30-34 | MISC | 80.0 | 1.000 | 21.1 | 24.127 | 4.171 | 1.270 | 23.0 | |
| C.B.H.T(C): CLEAN BILGE HOLD T. (C) | 16-21 | MISC | 80.0 | 1.000 | 23.7 | 13.478 | 0.000 | 1.323 | 27.5 | |
| C.W.T: C.W.T (C) | 9-16 | MISC | 100.0 | 1.000 | 38.2 | 9.767 | 0.000 | 4.646 | 0.0 | |
| C.W.T (P): T.C.F.W.T (P) | 45-60 | MISC | 10.0 | 1.000 | 21.9 | 43.417 | - 20.110 | 8.822 | 1.7 | |
| C.W.T (S): T.C.F.W.T (S) | 45-60 | MISC | 10.0 | 1.000 | 21.9 | 43.417 | 20.110 | 8.822 | 1.7 | |
| D.B.H(S): DIRTY BILGE HOLD. T. | 34-45 | MISC | 80.0 | 1.000 | 77.5 | 30.115 | 5.414 | 1.234 | 206.1 | |
| D.O.O(P): D.O.OVERFLOW T. | 34-45 | MISC | 80.0 | 1.000 | 77.5 | 30.115 | -5.414 | 1.234 | 206.1 | |
| DIRTY L.O.T(S): DIRTY L.O.T (S) | 28-30 | MISC | 80.0 | 1.000 | 7.0 | 21.642 | 3.647 | 1.376 | 4.7 | |
| DIRTY_F.O.T: DIRTY F.O.T | 26-30 | MISC | 80.0 | 1.000 | 12.2 | 20.963 | -3.524 | 1.393 | 7.2 | |
| F.O.O(C): F.O.OVERFLOW T (C) | 40-45 | MISC | 80.0 | 1.000 | 63.0 | 32.401 | 0.000 | 0.998 | 170.7 | |
| F.O.SLUDGE.T(P): F.O.SLUDGE T. (P) | 30-34 | MISC | 80.0 | 1.000 | 21.1 | 24.127 | -4.171 | 1.270 | 23.0 | |
| G.L.O.O(S): GENSET L.O.OVERF.T (S) | 25-28 | MISC | 80.0 | 1.000 | 7.3 | 19.689 | 3.308 | 1.422 | 2.7 | |
| S/T_L.O.D.T(C): S/T L.O.DRAIN T. (C) | 26-27 | MISC | 0.0 | 1.000 | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |

| Title | Frames | Cargo | % full | SG | Weight | LCG | TCG | VCG | FSM | S |
|-------------------------------------|--------|-------|-----------|--------|----------------|----------------|---------------|---------------|------------------|---|
| | | | | (t/m3) | (t) | (m) | (m) | (m) | (t-m) | M |
| Total Miscellaneous | | | | | 392.4 | 27.711 | 0.017 | 2.396 | 674.4 | |
| <i>Store & Provisions</i> | | | | | | | | | | |
| Provision | | | | | 18.7 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| WATER IN LINES | | | | | 97.8 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| STORE | | | | | 74.6 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| Total Store & Provisions | | | | | 191.2 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| <i>Crews & Effects</i> | | | | | | | | | | |
| CREWS | | | | | 4.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| Total Crews & Effects | | | | | 4.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| Lightweight | | | | | 21433.0 | 109.379 | 0.000 | 12.853 | 0.0 | |
| Deadweight | | | | | 37946.5 | 149.971 | -0.004 | 7.160 | 1864.7 | |
| Total Displacement | | | | | 59379.6 | 135.319 | -0.003 | 9.215 | 1864.7 | |
| <i>Buoyancy</i> | | | | | | | | | | |
| Buoyancy | | | | | 59380.1 | 135.343 | -0.003 | 3.467 | 1321485.2 | |
| Total Buoyancy | | | | | 59380.1 | 135.343 | -0.003 | 3.467 | 1321485.2 | |

Drafts at equilibrium angle

| | Moulded | Extreme | |
|------------------------|---------|---------|--------|
| Draft at LCF | 6.698 | 6.698 | metres |
| Draft aft at marks | 6.139 | 6.139 | metres |
| Draft fwd at marks | 7.175 | 7.175 | metres |
| Draft at AP | 6.139 | 6.139 | metres |
| Draft at FP | 7.175 | 7.175 | metres |
| Mean draft at midships | 6.657 | 6.657 | metres |

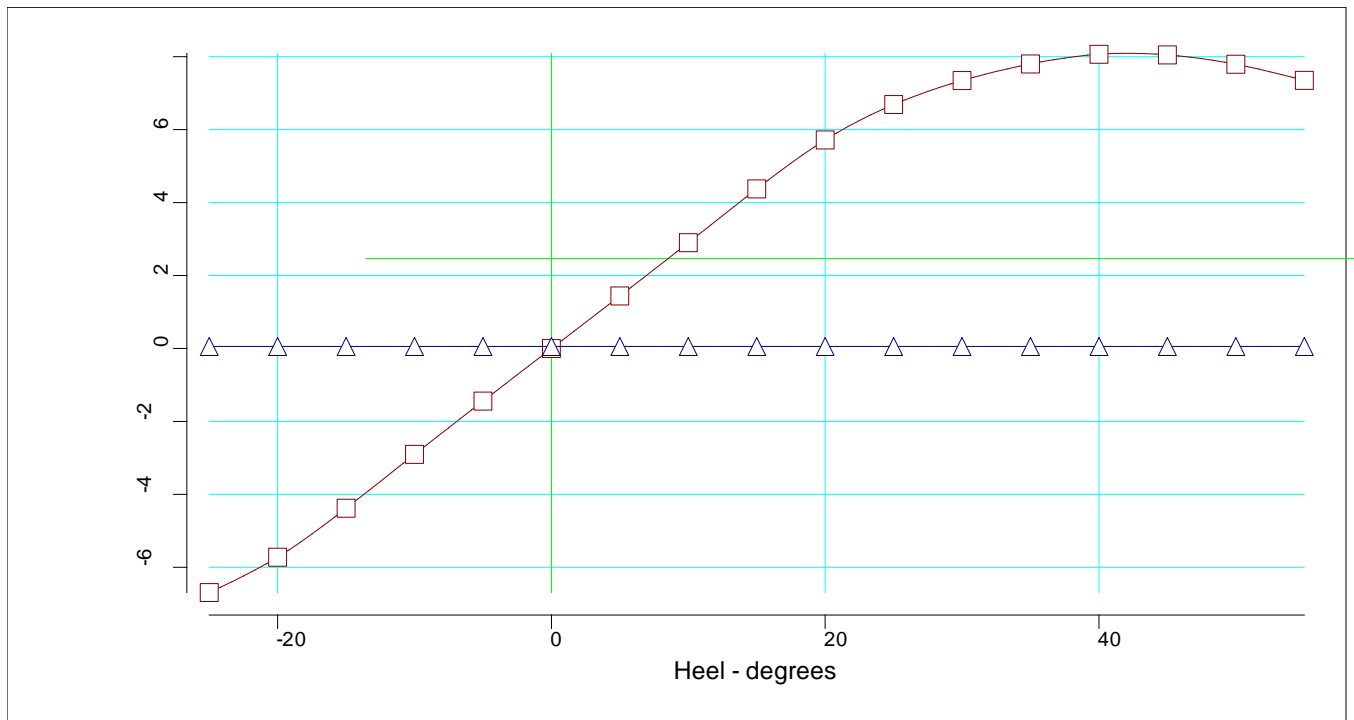
Hydrostatics at equilibrium angle

| | | |
|------------------|----------|-------------|
| Density of water | 1.0250 | tonnes/cu.m |
| Heel to port | 0.01 | degrees |
| Trim by the bow | 1.037 | metres |
| | | |
| KG | 9.215 | metres |
| FSC | 0.031 | metres |
| KGf | 9.246 | metres |
| GMt | 16.476 | metres |
| BMt | 22.255 | metres |
| BMI | 622.371 | metres |
| Waterplane area | 9199.56 | sq.metres |
| LCG | 135.319 | metres |
| LCB | 135.343 | metres |
| TCB | -0.003 | metres |
| LCF | 132.825 | metres |
| TCF | -0.001 | metres |
| TPC | 94.296 | tonnes/cm |
| MTC | 1502.293 | tonnes-m/cm |
| Shell thickness | 0.000 | mm |

Propeller Immersion

| | | |
|-------------------------------|---------|--------|
| Propeller tip immersion | 2.639 | metres |
| Required percentage immersion | 100.000 | % |
| Actual percentage immersion | 137.695 | % |

Ballast Arriv.: Intact State



Righting Lever (GZ) Curve

| Heel to Port (deg) | GZ (m) | Slope (m/rad) | Trim (m) | WLrad (m) | Freeboard (m) | Wind (m) |
|-----------------------|-----------|------------------|-------------|--------------|------------------|-------------|
| -25.00 | -6.6927 | 9.1512 | 1.683 | 5.528 | 3.56[0] | 0.0562 |
| -20.00 | -5.7219 | 13.5830 | 1.422 | 6.043 | 5.46[0] | 0.0562 |
| -15.00 | -4.3803 | 16.5944 | 1.229 | 6.347 | 7.48[0] | 0.0562 |
| -10.00 | -2.9052 | 16.9420 | 1.115 | 6.524 | 9.52[0] | 0.0562 |
| -5.00 | -1.4439 | 16.5926 | 1.055 | 6.624 | 11.52[0] | 0.0562 |
| -0.00 | -0.0025 | 16.4755 | 1.037 | 6.657 | 13.44[0] | 0.0562 |
| 5.00 | 1.4389 | 16.5931 | 1.055 | 6.624 | 11.52[1] | 0.0562 |
| 10.00 | 2.9003 | 16.9429 | 1.115 | 6.524 | 9.52[1] | 0.0562 |
| 15.00 | 4.3755 | 16.5957 | 1.229 | 6.347 | 7.48[1] | 0.0562 |
| 20.00 | 5.7172 | 13.5848 | 1.422 | 6.043 | 5.46[1] | 0.0562 |
| 25.00 | 6.6882 | 9.1534 | 1.683 | 5.528 | 3.56[1] | 0.0562 |
| 30.00 | 7.3458 | 6.2904 | 1.943 | 4.805 | 1.80[1] | 0.0562 |
| 35.00 | 7.8009 | 4.3901 | 2.173 | 3.899 | 0.18[1] | 0.0562 |
| 40.00 | 8.0664 | 1.5278 | 2.423 | 2.851 | -1.34[1] | 0.0562 |
| 45.00 | 8.0487 | -1.6041 | 2.711 | 1.748 | -2.81[1] | 0.0562 |
| 50.00 | 7.7922 | -3.9969 | 2.999 | 0.621 | -4.25[1] | 0.0562 |
| 55.00 | 7.3521 | -5.8411 | 3.291 | -0.521 | -5.64[1] | 0.0562 |

IMO Wind heeling

| Property | Value | Units |
|---------------------------|----------|-----------|
| Length WL | 253.380 | metres |
| Profile area above WL | 3750.570 | sq.metres |
| Area to leeward (Area b) | 4.87512 | m-radians |
| Area to windward (Area a) | 1.58253 | m-radians |
| GZc | 0.056 | metres |
| Gust angle | 0.204 | degrees |
| Rollback angle | 25.340 | degrees |
| Steady state angle | 0.139 | degrees |
| Max. angle to leeward | 50.000 | degrees |
| B/d' | 6.489 | |
| X1 | 0.800 | |
| Cb | 0.815 | |
| Ar | 0.000 | |
| K | 1.000 | |
| Og | 2.589 | metres |
| r | 0.963 | |
| T | 8.798 | seconds |

IMO 749 Intact Stabily Criteria non - passenger

| # | Criterion | Actual Value | Critical Value |
|---|--|--------------|----------------|
| 1 | Area under GZ curve up to 30 degrees > 0.055 | 2.170 | 0.055 |
| 2 | Area under GZ curve from 30 to 40 deg. or downflood > 0.03 | 1.356 | 0.030 |
| 3 | Area under GZ curve up to 40 deg. or downflood > 0.09 | 3.526 | 0.090 |
| 4 | Initial GM to be at least 0.15 metres | 16.476 | 0.150 |
| 5 | GZ to be at least 0.20m at an angle > 30 degrees | 8.093 | 0.200 |
| 6 | Max GZ to be at an angle > 30 degrees | 42.057 | 30.000 |
| 7 | IMO Weather Criterion (Maximum Initial Angle Of Heel) | 0.139 | 16.000 |
| 8 | IMO Weather Criterion (Areas) | 3.081 | 1.000 |

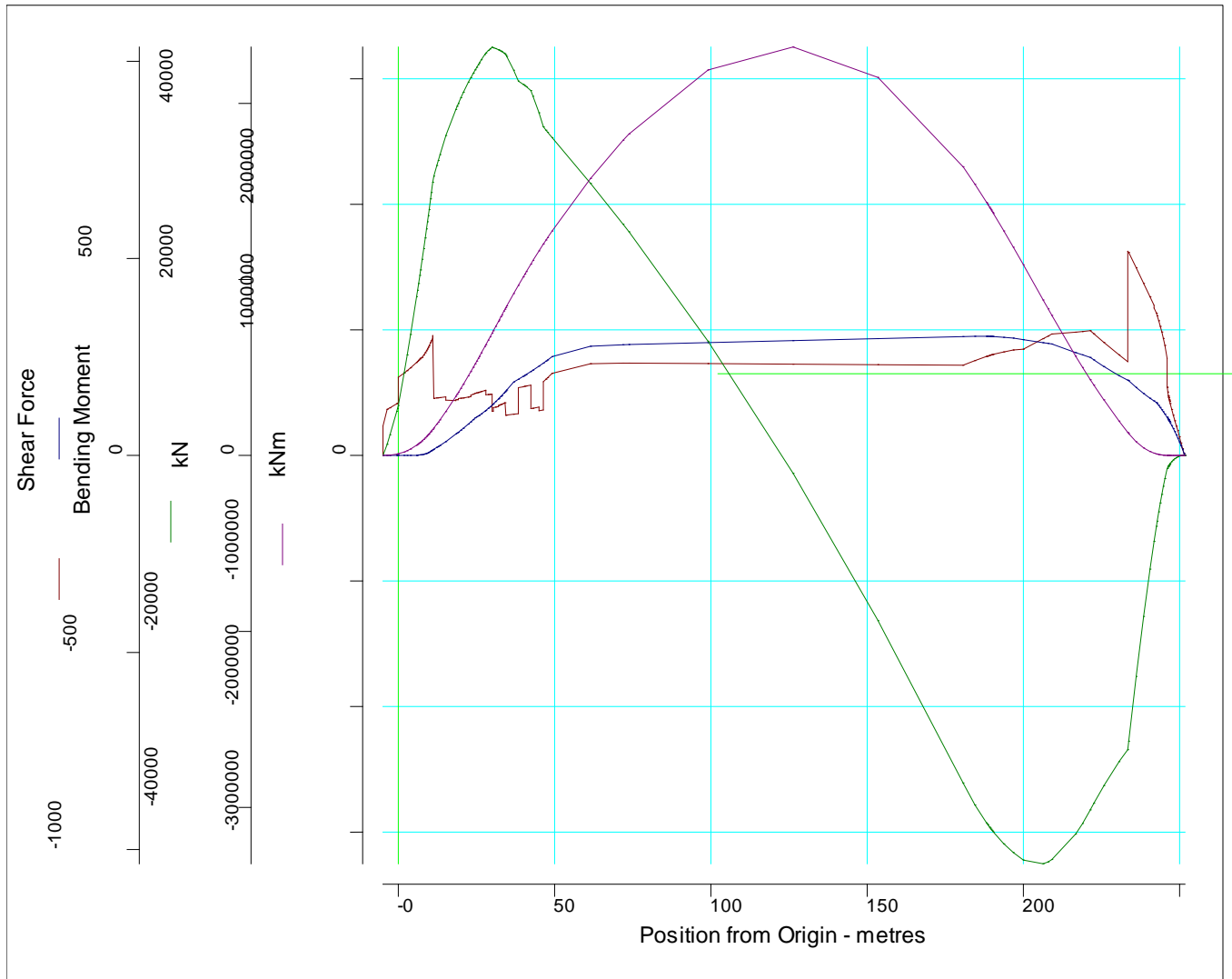
Condition complies with the regulations

Immersion Particulars

State of Openings = X-ray: Normal condition

| Type | Point # | X position (m) | Y position (m) | Z position (m) | Ht. above WL (m) | Flood Angle (deg) | Downflood Comp. |
|---------------------|---------|----------------|----------------|----------------|------------------|-------------------|-----------------|
| Deck Edge imm.angle | 1 | 123.000 | -21.600 | 20.100 | | 35.587 | |
| -- Lowest point | 1 | 123.000 | -21.600 | 20.100 | 13.440 | | |

Longitudinal Strength





ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Η΄

Διατμητικές Δυνάμεις & Καμπτικές Ροπές



Ανδρέας Πάπαλος
ΝΑΥΠΗΓΟΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

Στο Παράρτημα αυτό θα δούμε τις τιμές των Διατμητικών δυνάμεων και Καμπτικών ροπών σε κατάσταση Full Load Departure σε κατάσταση Hogging και κατάσταση Sagging.

ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ

| Shear Forces | | | |
|----------------------|--------|----------------------------|----------------------------|
| Distance from Origin | Frames | Waving Hogging Shear Force | Waving Sagging Shear Force |
| 0 | #0 | 760.3 | -1936.9 |
| 0.7 | #1 | 1102.2 | -2296.3 |
| 1.4 | #2 | 1444.1 | -2655.8 |
| 2.1 | #3 | 1786 | -3015.2 |
| 2.8 | #4 | 2127.9 | -3374.6 |
| 3.5 | #5 | 2469.7 | -3734.2 |
| 4.2 | #6 | 2811.6 | -4093.6 |
| 4.9 | #7 | 3149.6 | -4453.1 |
| 5.6 | #8 | 3483.3 | -4812.5 |
| 6.3 | #9 | 3837.9 | -5280.6 |
| 7 | #10 | 4296.2 | -5719.3 |
| 7.7 | #11 | 4772 | -6165.8 |
| 8.4 | #12 | 5276.4 | -6623.1 |
| 9.1 | #13 | 5796.3 | -7089.8 |
| 9.8 | #14 | 6323.7 | -7565.5 |
| 10.5 | #15 | 6857.6 | -8048 |
| 11.2 | #16 | 7398.3 | -8537.3 |
| 12 | #17 | 8025.3 | -9102.4 |
| 12.8 | #18 | 8658.4 | -9679.7 |
| 13.6 | #19 | 9329.1 | -10264.2 |
| 14.4 | #20 | 9981.4 | -10854.6 |
| 15.2 | #21 | 10621.1 | -11445 |
| 16 | #22 | 11306.6 | -11985.2 |
| 16.8 | #23 | 11992.1 | -12525.4 |
| 17.6 | #24 | 12677.6 | -13131.6 |
| 18.4 | #25 | 13363.1 | -13863.1 |
| 19.2 | #26 | 14068 | -14475.4 |
| 20 | #27 | 14781.3 | -15088 |
| 20.8 | #28 | 15502.4 | -15699.8 |
| 21.6 | #29 | 16232.6 | -16309.8 |
| 22.4 | #30 | 16962.9 | -16919.7 |
| 23.2 | #31 | 17700.9 | -17527.1 |
| 24 | #32 | 18442.6 | -18132.4 |
| 24.8 | #33 | 19186.2 | -18734.5 |
| 25.6 | #34 | 19929.5 | -19331.5 |
| 26.4 | #35 | 20671.8 | -19920.7 |
| 27.2 | #36 | 21413 | -20501.6 |
| 28 | #37 | 22153.2 | -21078 |
| 28.8 | #38 | 22888.7 | -21644.4 |

| | | | |
|-------|-----|---------|----------|
| 29.6 | #39 | 23624.5 | -22200.4 |
| 30.4 | #40 | 24345.9 | -22751.9 |
| 31.2 | #41 | 25068.7 | -23291.9 |
| 32 | #42 | 25787.6 | -23822.3 |
| 32.8 | #43 | 26501.9 | -24341.5 |
| 33.6 | #44 | 27210.5 | -24848.8 |
| 34.4 | #45 | 27913.6 | -25346.2 |
| 35.2 | #46 | 28627.2 | -25802.3 |
| 36 | #47 | 29337.2 | -26264.9 |
| 36.8 | #48 | 29975.3 | -26759 |
| 37.6 | #49 | 30633.1 | -27205.6 |
| 38.4 | #50 | 31293.7 | -27645.5 |
| 39.2 | #51 | 31929.8 | -28057.4 |
| 40 | #52 | 32566 | -28469.3 |
| 40.8 | #53 | 33181.8 | -28857.8 |
| 41.6 | #54 | 33779.5 | -29225 |
| 42.4 | #55 | 34373.3 | -29589.1 |
| 43.2 | #56 | 34950 | -29927.9 |
| 44 | #57 | 35528.7 | -30243.6 |
| 44.8 | #58 | 36057.7 | -30559.5 |
| 45.6 | #59 | 36582 | -30849.7 |
| 46.4 | #60 | 37104.6 | -31131.4 |
| 47.25 | #61 | 37615.2 | -31384.6 |
| 48.1 | #62 | 38125.9 | -31637.8 |
| 48.95 | #63 | 38636.5 | -31891 |
| 49.8 | #64 | 39025.3 | -32043.8 |
| 50.65 | #65 | 39362.7 | -32149.9 |
| 51.5 | #66 | 39700.1 | -32256 |
| 52.35 | #67 | 40037.6 | -32362.1 |
| 53.2 | #68 | 40375 | -32468.2 |
| 54.05 | #69 | 40712.4 | -32574.3 |
| 54.9 | #70 | 41049.7 | -32680.5 |
| 55.75 | #71 | 41387.2 | -32786.6 |
| 56.6 | #72 | 41724.6 | -32892.7 |
| 57.45 | #73 | 42062 | -32989.7 |
| 58.3 | #74 | 42399.5 | -33064.5 |
| 59.15 | #75 | 42736.9 | -33139.4 |
| 60 | #76 | 43074.2 | -33214.4 |
| 60.85 | #77 | 43411.7 | -33289.2 |
| 61.7 | #78 | 43702.3 | -33324.7 |
| 62.55 | #79 | 43839 | -33231.2 |
| 63.4 | #80 | 43975.6 | -33137.6 |
| 64.25 | #81 | 44112.2 | -33044 |
| 65.1 | #82 | 44248.9 | -32950.5 |
| 65.95 | #83 | 44385.5 | -32856.9 |
| 66.8 | #84 | 44482.1 | -32763.3 |

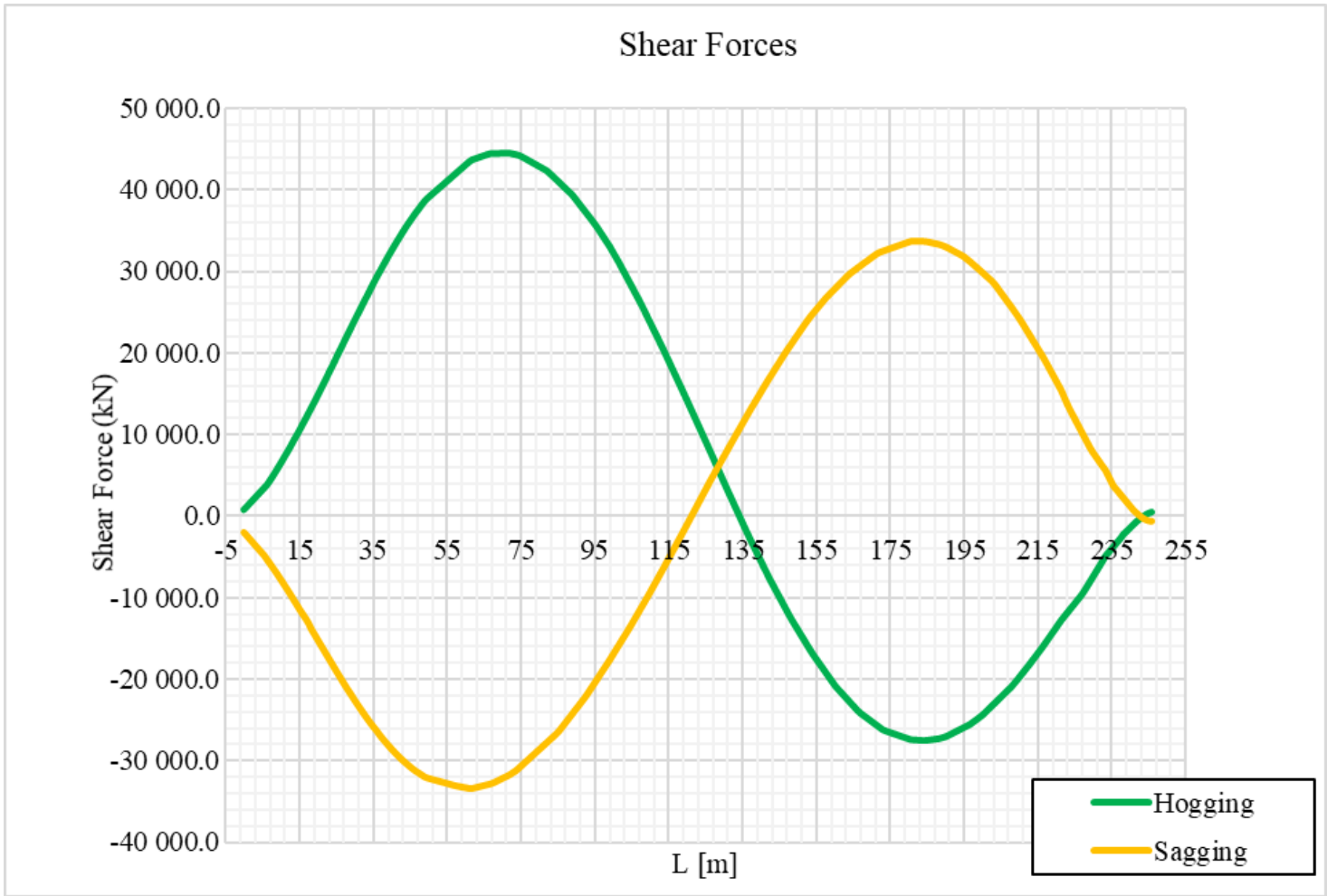
| | | | |
|--------|------|---------|----------|
| 67.65 | #85 | 44492.6 | -32625 |
| 68.5 | #86 | 44503.1 | -32435.6 |
| 69.35 | #87 | 44513.5 | -32246.3 |
| 70.2 | #88 | 44524 | -32056.9 |
| 71.05 | #89 | 44534.5 | -31867.5 |
| 71.9 | #90 | 44545 | -31678.1 |
| 72.75 | #91 | 44470.6 | -31427.4 |
| 73.6 | #92 | 44396.1 | -31176.8 |
| 74.45 | #93 | 44285.6 | -30849.9 |
| 75.3 | #94 | 44116.8 | -30499.5 |
| 76.15 | #95 | 43901 | -30149 |
| 77 | #96 | 43685 | -29798.5 |
| 77.85 | #97 | 43469 | -29448.1 |
| 78.7 | #98 | 43253.1 | -29097.6 |
| 79.55 | #99 | 43037.2 | -28747.1 |
| 80.4 | #100 | 42821.2 | -28396.7 |
| 81.25 | #101 | 42605.3 | -28046.2 |
| 82.1 | #102 | 42389.3 | -27695.7 |
| 82.95 | #103 | 42042.6 | -27345.3 |
| 83.8 | #104 | 41673.9 | -26994.7 |
| 84.65 | #105 | 41305 | -26644.3 |
| 85.5 | #106 | 40936.2 | -26231.3 |
| 86.35 | #107 | 40567.5 | -25732.7 |
| 87.2 | #108 | 40198.7 | -25234.2 |
| 88.05 | #109 | 39829.9 | -24735.6 |
| 88.9 | #110 | 39461.1 | -24237.1 |
| 89.75 | #111 | 38982.7 | -23738.6 |
| 90.6 | #112 | 38484.3 | -23240 |
| 91.45 | #113 | 37985.8 | -22741.5 |
| 92.3 | #114 | 37487.3 | -22243 |
| 93.15 | #115 | 36988.9 | -21702.7 |
| 94 | #116 | 36490.4 | -21116.1 |
| 94.85 | #117 | 35991.9 | -20529.5 |
| 95.7 | #118 | 35455.2 | -19942.8 |
| 96.55 | #119 | 34866.9 | -19356.2 |
| 97.4 | #120 | 34278.5 | -18769.6 |
| 98.25 | #121 | 33690.3 | -18182.8 |
| 99.1 | #122 | 33102 | -17596.2 |
| 99.95 | #123 | 32438.6 | -16976.7 |
| 100.8 | #124 | 31775.1 | -16355.2 |
| 101.65 | #125 | 31100.6 | -15733.5 |
| 102.5 | #126 | 30381.5 | -15112 |
| 103.35 | #127 | 29662.6 | -14490.4 |
| 104.2 | #128 | 28943.7 | -13868.7 |
| 105.05 | #129 | 28224.7 | -13226.8 |
| 105.9 | #130 | 27505.8 | -12562.3 |

| | | | |
|--------|------|---------|----------|
| 106.75 | #131 | 26786.8 | -11898 |
| 107.6 | #132 | 26056.5 | -11233.5 |
| 108.45 | #133 | 25273.2 | -10569 |
| 109.3 | #134 | 24489.7 | -9904.7 |
| 110.15 | #135 | 23706.3 | -9229.7 |
| 111 | #136 | 22922.8 | -8535.3 |
| 111.85 | #137 | 22139.5 | -7840.8 |
| 112.7 | #138 | 21356.1 | -7146.3 |
| 113.55 | #139 | 20557.2 | -6451.8 |
| 114.4 | #140 | 19731.1 | -5757.3 |
| 115.25 | #141 | 18904.8 | -5048.1 |
| 116.1 | #142 | 18078.6 | -4335 |
| 116.95 | #143 | 17252.5 | -3621.8 |
| 117.8 | #144 | 16426.2 | -2908.8 |
| 118.65 | #145 | 15600 | -2195.7 |
| 119.5 | #146 | 14766.1 | -1480.9 |
| 120.35 | #147 | 13921.3 | -759 |
| 121.2 | #148 | 13076.3 | -37.1 |
| 122.05 | #149 | 12231.5 | 684.9 |
| 122.9 | #150 | 11386.7 | 1406.8 |
| 123.75 | #151 | 10541.7 | 2128.7 |
| 124.6 | #152 | 9696.9 | 2851.5 |
| 125.45 | #153 | 8850.8 | 3574.5 |
| 126.3 | #154 | 8004.3 | 4297.6 |
| 127.15 | #155 | 7138.6 | 4991.4 |
| 128 | #156 | 6272.9 | 5685.3 |
| 128.85 | #157 | 5407.3 | 6374.3 |
| 129.7 | #158 | 4541.5 | 7060.8 |
| 130.55 | #159 | 3675.8 | 7747.2 |
| 131.4 | #160 | 2834.2 | 8433.7 |
| 132.25 | #161 | 1995.3 | 9120.3 |
| 133.1 | #162 | 1156.3 | 9799.3 |
| 133.95 | #163 | 317.3 | 10468.8 |
| 134.8 | #164 | -521.7 | 11138.2 |
| 135.65 | #165 | -1360.6 | 11807.8 |
| 136.5 | #166 | -2198.1 | 12477.2 |
| 137.35 | #167 | -2986.4 | 13143.2 |
| 138.2 | #168 | -3774.7 | 13787.7 |
| 139.05 | #169 | -4562.9 | 14432.3 |
| 139.9 | #170 | -5351.2 | 15076.8 |
| 140.75 | #171 | -6139.5 | 15721.3 |
| 141.6 | #172 | -6927.8 | 16365.7 |
| 142.45 | #173 | -7707.6 | 16983.9 |
| 143.3 | #174 | -8423.6 | 17594.2 |
| 144.15 | #175 | -9139.6 | 18204.5 |
| 145 | #176 | -9855.6 | 18814.8 |

| | | | |
|--------|------|----------|---------|
| 145.85 | #177 | -10571.4 | 19425.2 |
| 146.7 | #178 | -11287.4 | 20033.2 |
| 147.55 | #179 | -12003.4 | 20597.1 |
| 148.4 | #180 | -12703.7 | 21161.1 |
| 149.25 | #181 | -13335.5 | 21725 |
| 150.1 | #182 | -13967.2 | 22289.1 |
| 150.95 | #183 | -14599 | 22853 |
| 151.8 | #184 | -15230.7 | 23417 |
| 152.65 | #185 | -15862.5 | 23946 |
| 153.5 | #186 | -16494.2 | 24473.7 |
| 154.35 | #187 | -17087.3 | 24938.4 |
| 155.2 | #188 | -17633.8 | 25403 |
| 156.05 | #189 | -18180.3 | 25867.8 |
| 156.9 | #190 | -18726.8 | 26332.5 |
| 157.75 | #191 | -19273.3 | 26785.8 |
| 158.6 | #192 | -19819.8 | 27178.7 |
| 159.45 | #193 | -20366.3 | 27571.6 |
| 160.3 | #194 | -20908.4 | 27964.5 |
| 161.15 | #195 | -21331.5 | 28357.4 |
| 162 | #196 | -21754.7 | 28750.4 |
| 162.85 | #197 | -22177.8 | 29143.3 |
| 163.7 | #198 | -22601 | 29536.2 |
| 164.55 | #199 | -23024.2 | 29861.7 |
| 165.4 | #200 | -23447.4 | 30144.2 |
| 166.25 | #201 | -23870.6 | 30426.6 |
| 167.1 | #202 | -24221.7 | 30709.1 |
| 167.95 | #203 | -24508.2 | 30991.6 |
| 168.8 | #204 | -24794.6 | 31274 |
| 169.65 | #205 | -25081.1 | 31556.5 |
| 170.5 | #206 | -25367.6 | 31839 |
| 171.35 | #207 | -25654 | 32121.4 |
| 172.2 | #208 | -25940.5 | 32347.9 |
| 173.05 | #209 | -26227.1 | 32483.7 |
| 173.9 | #210 | -26392 | 32619.6 |
| 174.75 | #211 | -26526.2 | 32755.5 |
| 175.6 | #212 | -26660.5 | 32891.4 |
| 176.45 | #213 | -26794.7 | 33027.3 |
| 177.3 | #214 | -26929 | 33163.2 |
| 178.15 | #215 | -27063.3 | 33299.1 |
| 179 | #216 | -27197.5 | 33435 |
| 179.85 | #217 | -27331.8 | 33570.9 |
| 180.7 | #218 | -27460.2 | 33706.8 |
| 181.55 | #219 | -27486.5 | 33706.4 |
| 182.4 | #220 | -27512.7 | 33706.1 |
| 183.25 | #221 | -27539.1 | 33705.7 |
| 184.1 | #222 | -27565.3 | 33705.5 |

| | | | |
|--------|------|----------|---------|
| 184.95 | #223 | -27550.5 | 33663.1 |
| 185.8 | #224 | -27498.8 | 33583.1 |
| 186.65 | #225 | -27447.1 | 33503.1 |
| 187.5 | #226 | -27395.5 | 33423.1 |
| 188.35 | #227 | -27336.3 | 33335.3 |
| 189.2 | #228 | -27234.2 | 33203.6 |
| 190.05 | #229 | -27114.5 | 33053.7 |
| 190.9 | #230 | -26945.5 | 32865.9 |
| 191.75 | #231 | -26749.4 | 32659.7 |
| 192.6 | #232 | -26553.4 | 32453.4 |
| 193.45 | #233 | -26357.3 | 32247.1 |
| 194.3 | #234 | -26161.2 | 32040.9 |
| 195.15 | #235 | -25965.1 | 31799.7 |
| 196 | #236 | -25769 | 31495.2 |
| 196.85 | #237 | -25567.8 | 31188.6 |
| 197.7 | #238 | -25282.5 | 30849.5 |
| 198.55 | #239 | -24997 | 30510.6 |
| 199.4 | #240 | -24711.6 | 30171.5 |
| 200.25 | #241 | -24399.6 | 29829.6 |
| 201.1 | #242 | -24023.4 | 29480.7 |
| 201.95 | #243 | -23647.1 | 29131.9 |
| 202.8 | #244 | -23270.9 | 28782.9 |
| 203.65 | #245 | -22894.7 | 28328.9 |
| 204.5 | #246 | -22518.4 | 27804.2 |
| 205.35 | #247 | -22142.1 | 27279.4 |
| 206.2 | #248 | -21765.8 | 26754.7 |
| 207.05 | #249 | -21389.6 | 26230 |
| 207.9 | #250 | -21013.3 | 25705.3 |
| 208.75 | #251 | -20565.7 | 25157.5 |
| 209.6 | #252 | -20095.5 | 24602.5 |
| 210.45 | #253 | -19609.4 | 24037.7 |
| 211.3 | #254 | -19123.3 | 23408.9 |
| 212.15 | #255 | -18637.2 | 22780.1 |
| 213 | #256 | -18151 | 22151.3 |
| 213.85 | #257 | -17645.3 | 21522.6 |
| 214.7 | #258 | -17129.6 | 20893.9 |
| 215.55 | #259 | -16613.9 | 20265.1 |
| 216.4 | #260 | -16098.2 | 19636.3 |
| 217.25 | #261 | -15558.1 | 18973.4 |
| 218.1 | #262 | -15004.5 | 18266.7 |
| 218.95 | #263 | -14450.9 | 17560.1 |
| 219.8 | #264 | -13897.3 | 16853.4 |
| 220.65 | #265 | -13343.7 | 16146.8 |
| 221.5 | #266 | -12796 | 15420 |
| 222.35 | #267 | -12316.4 | 14538.4 |
| 223.2 | #268 | -11836.8 | 13656.9 |

| | | | |
|--------|------|----------|---------|
| 224.05 | #269 | -11357.2 | 12895 |
| 224.9 | #270 | -10877.6 | 12165.8 |
| 225.75 | #271 | -10398.1 | 11436.6 |
| 226.6 | #272 | -9918.5 | 10707.4 |
| 227.45 | #273 | -9415.7 | 9978.2 |
| 228.3 | #274 | -8784.8 | 9249.1 |
| 229.15 | #275 | -8154 | 8519.8 |
| 230 | #276 | -7523.1 | 7874.9 |
| 230.85 | #277 | -6892.2 | 7330.7 |
| 231.7 | #278 | -6261.3 | 6786.5 |
| 232.55 | #279 | -5630.6 | 6242.2 |
| 233.4 | #280 | -4969.3 | 5698 |
| 234.1 | #281 | -4577.8 | 5099.5 |
| 234.8 | #282 | -4206.5 | 4458.7 |
| 235.5 | #283 | -3835.2 | 3817.8 |
| 236.2 | #284 | -3464 | 3426.4 |
| 236.9 | #285 | -3092.6 | 3042.4 |
| 237.6 | #286 | -2721.4 | 2658.3 |
| 238.3 | #287 | -2273.1 | 2274.4 |
| 239 | #288 | -1962.3 | 1892.1 |
| 239.7 | #289 | -1651.5 | 1509.9 |
| 240.4 | #290 | -1340.6 | 1127.8 |
| 241.1 | #291 | -1029.8 | 745.5 |
| 241.8 | #292 | -719 | 462.6 |
| 242.5 | #293 | -453.9 | 180.3 |
| 243.2 | #294 | -207.9 | -68.7 |
| 243.9 | #295 | 14.4 | -277.3 |
| 244.6 | #296 | 208.8 | -439.2 |
| 245.3 | #297 | 368.1 | -541.7 |
| 246 | #298 | 480.7 | -578.2 |



KAMITIKES POIES

| Bending Moments | | | |
|----------------------|--------|-------------------------------|-------------------------------|
| Distance from Origin | Frames | Waving Hogging Bending Moment | Waving Sagging Bending Moment |
| 0 | #0 | 1251.9 | -3931.4 |
| 0.7 | #1 | 1943.6 | -6428.1 |
| 1.4 | #2 | 2635.3 | -8924.7 |
| 2.1 | #3 | 3327.1 | -11421.3 |
| 2.8 | #4 | 4018.8 | -13917.9 |
| 3.5 | #5 | 4710.5 | -16414.5 |
| 4.2 | #6 | 5402.3 | -18911.2 |
| 4.9 | #7 | 7460.3 | -21407.8 |
| 5.6 | #8 | 11079.9 | -23904.5 |
| 6.3 | #9 | 14540.3 | -26294 |
| 7 | #10 | 17397.4 | -30154.6 |
| 7.7 | #11 | 20550.7 | -34296.3 |
| 8.4 | #12 | 24068.7 | -38775.7 |
| 9.1 | #13 | 27910 | -43549.5 |
| 9.8 | #14 | 32144.8 | -48681.1 |
| 10.5 | #15 | 36725.6 | -54133.1 |
| 11.2 | #16 | 41683.2 | -59934.4 |
| 12 | #17 | 47862 | -67030.5 |
| 12.8 | #18 | 54392.6 | -74478.2 |
| 13.6 | #19 | 61520.6 | -82598.8 |
| 14.4 | #20 | 69316.8 | -91187 |
| 15.2 | #21 | 77183.9 | -99775.2 |
| 16 | #22 | 86585.3 | -109303.1 |
| 16.8 | #23 | 95986.6 | -118831 |
| 17.6 | #24 | 105388 | -128949.2 |
| 18.4 | #25 | 114789.3 | -140189.5 |
| 19.2 | #26 | 125511.3 | -151507 |
| 20 | #27 | 136771.6 | -163313.6 |
| 20.8 | #28 | 148575.2 | -175609.1 |
| 21.6 | #29 | 161200.8 | -188636.4 |
| 22.4 | #30 | 173826.4 | -201663.7 |
| 23.2 | #31 | 187279.2 | -215420.4 |
| 24 | #32 | 201286.5 | -229662.2 |
| 24.8 | #33 | 215871.1 | -244406 |
| 25.6 | #34 | 230962.4 | -259587.2 |
| 26.4 | #35 | 246666.2 | -275292 |
| 27.2 | #36 | 262985.2 | -291517.6 |
| 28 | #37 | 279627.3 | -308014.9 |

| | | | |
|-------|-----|-----------|------------|
| 28.8 | #38 | 296943.6 | -325077.5 |
| 29.6 | #39 | 314900 | -342585.7 |
| 30.4 | #40 | 333187.1 | -360543.9 |
| 31.2 | #41 | 352113.9 | -378941.3 |
| 32 | #42 | 371545.8 | -397751.2 |
| 32.8 | #43 | 391505.8 | -416988.5 |
| 33.6 | #44 | 412014.1 | -436664.8 |
| 34.4 | #45 | 432955.5 | -456685.1 |
| 35.2 | #46 | 455144.6 | -476478.1 |
| 36 | #47 | 477634.1 | -497083.2 |
| 36.8 | #48 | 499004.7 | -519073.1 |
| 37.6 | #49 | 521961.9 | -540861.6 |
| 38.4 | #50 | 545150.2 | -562620.9 |
| 39.2 | #51 | 569240.2 | -585039.9 |
| 40 | #52 | 593330.2 | -607459 |
| 40.8 | #53 | 618108.9 | -630373.7 |
| 41.6 | #54 | 643441.4 | -653633.3 |
| 42.4 | #55 | 668890.2 | -677066.5 |
| 43.2 | #56 | 695027.2 | -700885.5 |
| 44 | #57 | 722034.5 | -725071.4 |
| 44.8 | #58 | 748293.8 | -749257.4 |
| 45.6 | #59 | 775393.8 | -773815.9 |
| 46.4 | #60 | 802774 | -798498.7 |
| 47.25 | #61 | 832793.9 | -825300.5 |
| 48.1 | #62 | 862814 | -852102.2 |
| 48.95 | #63 | 892833.9 | -878904.1 |
| 49.8 | #64 | 924609.7 | -907188.6 |
| 50.65 | #65 | 957124.6 | -935811.1 |
| 51.5 | #66 | 989639.4 | -964433.8 |
| 52.35 | #67 | 1022154.3 | -993056.4 |
| 53.2 | #68 | 1054669.1 | -1021678.9 |
| 54.05 | #69 | 1087183.9 | -1050301.6 |
| 54.9 | #70 | 1119698.8 | -1078924.1 |
| 55.75 | #71 | 1152213.6 | -1107546.8 |
| 56.6 | #72 | 1184728.5 | -1136169.3 |
| 57.45 | #73 | 1217243.2 | -1164259 |
| 58.3 | #74 | 1249758.1 | -1191062.7 |
| 59.15 | #75 | 1282273 | -1217866.3 |
| 60 | #76 | 1314787.8 | -1244670.1 |
| 60.85 | #77 | 1347302.6 | -1271473.8 |
| 61.7 | #78 | 1379992.4 | -1298743.2 |
| 62.55 | #79 | 1413257 | -1327543.9 |
| 63.4 | #80 | 1446521.7 | -1356344.5 |
| 64.25 | #81 | 1479786.3 | -1385145.2 |
| 65.1 | #82 | 1513051 | -1413945.8 |
| 65.95 | #83 | 1546315.7 | -1442746.4 |

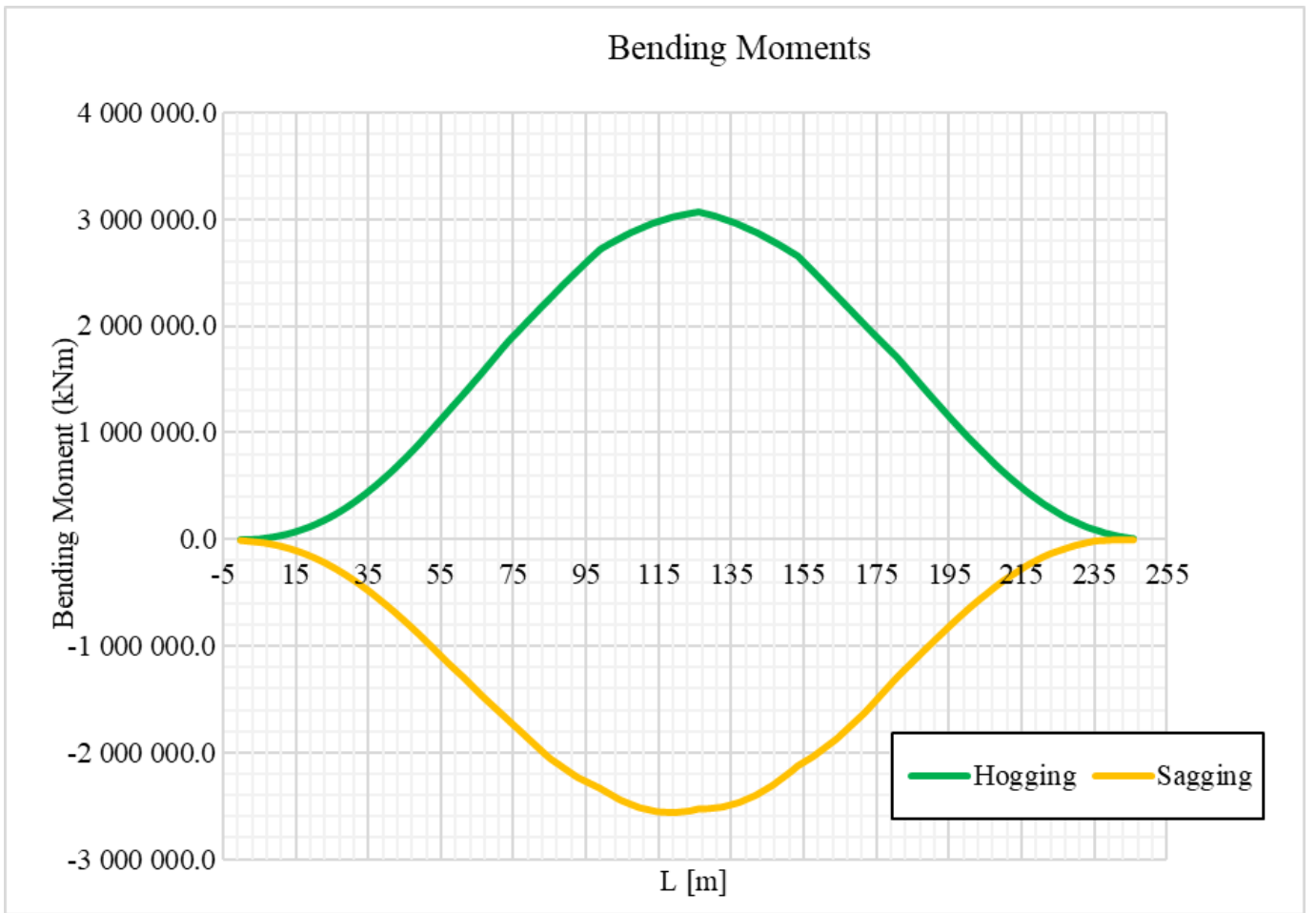
| | | | |
|--------|------|-----------|------------|
| 66.8 | #84 | 1580064.4 | -1471547.1 |
| 67.65 | #85 | 1614854.7 | -1499304.4 |
| 68.5 | #86 | 1649644.9 | -1525869.5 |
| 69.35 | #87 | 1684435.2 | -1552434.5 |
| 70.2 | #88 | 1719225.4 | -1578999.6 |
| 71.05 | #89 | 1754015.7 | -1605564.6 |
| 71.9 | #90 | 1788806 | -1632129.7 |
| 72.75 | #91 | 1822508.7 | -1658829 |
| 73.6 | #92 | 1856211.4 | -1685528.2 |
| 74.45 | #93 | 1886989.7 | -1712231.6 |
| 75.3 | #94 | 1916952.8 | -1738936.3 |
| 76.15 | #95 | 1947011.8 | -1765640.9 |
| 77 | #96 | 1977070.8 | -1792345.5 |
| 77.85 | #97 | 2007129.7 | -1819050.2 |
| 78.7 | #98 | 2037188.7 | -1845754.9 |
| 79.55 | #99 | 2067247.7 | -1872459.6 |
| 80.4 | #100 | 2097306.7 | -1899164.2 |
| 81.25 | #101 | 2127365.6 | -1925868.9 |
| 82.1 | #102 | 2157424.6 | -1952573.5 |
| 82.95 | #103 | 2187072.5 | -1979278.2 |
| 83.8 | #104 | 2216651 | -2005982.9 |
| 84.65 | #105 | 2246229.6 | -2032687.5 |
| 85.5 | #106 | 2275808 | -2056510.4 |
| 86.35 | #107 | 2305386.6 | -2076391.3 |
| 87.2 | #108 | 2334965 | -2096272.3 |
| 88.05 | #109 | 2364543.5 | -2116153.2 |
| 88.9 | #110 | 2394122 | -2136034.2 |
| 89.75 | #111 | 2422532.3 | -2155915.1 |
| 90.6 | #112 | 2450728 | -2175796.2 |
| 91.45 | #113 | 2478923.8 | -2195677.1 |
| 92.3 | #114 | 2507119.6 | -2215558 |
| 93.15 | #115 | 2535315.3 | -2232663.8 |
| 94 | #116 | 2563511.1 | -2246675.3 |
| 94.85 | #117 | 2591706.8 | -2260687 |
| 95.7 | #118 | 2619219.4 | -2274698.5 |
| 96.55 | #119 | 2645816.3 | -2288710.2 |
| 97.4 | #120 | 2672413.2 | -2302721.7 |
| 98.25 | #121 | 2699010.2 | -2316733.3 |
| 99.1 | #122 | 2725607 | -2330744.9 |
| 99.95 | #123 | 2742781.3 | -2347723.7 |
| 100.8 | #124 | 2759955.6 | -2364484.2 |
| 101.65 | #125 | 2776756.7 | -2381244.7 |
| 102.5 | #126 | 2792074.8 | -2398005.2 |
| 103.35 | #127 | 2807392.8 | -2414765.7 |
| 104.2 | #128 | 2822711 | -2431526.1 |
| 105.05 | #129 | 2838029 | -2445825.3 |

| | | | |
|--------|------|-----------|------------|
| 105.9 | #130 | 2853347.1 | -2457411.5 |
| 106.75 | #131 | 2868665.1 | -2468997.8 |
| 107.6 | #132 | 2883466.1 | -2480584.1 |
| 108.45 | #133 | 2895842.1 | -2492170.4 |
| 109.3 | #134 | 2908218.2 | -2503756.6 |
| 110.15 | #135 | 2920594.2 | -2513608.1 |
| 111 | #136 | 2932970.3 | -2520204 |
| 111.85 | #137 | 2945346.4 | -2526799.8 |
| 112.7 | #138 | 2957722.4 | -2533395.7 |
| 113.55 | #139 | 2968940.8 | -2539991.6 |
| 114.4 | #140 | 2978093.1 | -2546587.5 |
| 115.25 | #141 | 2987245.3 | -2549308.9 |
| 116.1 | #142 | 2996397.6 | -2551020.6 |
| 116.95 | #143 | 3005549.9 | -2552732.4 |
| 117.8 | #144 | 3014702.1 | -2554444.2 |
| 118.65 | #145 | 3023854.4 | -2556156 |
| 119.5 | #146 | 3031635 | -2556938.8 |
| 120.35 | #147 | 3037434.3 | -2553782.8 |
| 121.2 | #148 | 3043233.4 | -2550626.8 |
| 122.05 | #149 | 3049032.6 | -2547470.8 |
| 122.9 | #150 | 3054831.8 | -2544314.8 |
| 123.75 | #151 | 3060630.9 | -2541158.8 |
| 124.6 | #152 | 3066430.1 | -2535005.3 |
| 125.45 | #153 | 3070767.2 | -2528198.4 |
| 126.3 | #154 | 3074484 | -2521391.5 |
| 127.15 | #155 | 3067287.4 | -2521539.2 |
| 128 | #156 | 3060090.6 | -2521687.1 |
| 128.85 | #157 | 3052893.9 | -2519610.9 |
| 129.7 | #158 | 3045697.1 | -2516403 |
| 130.55 | #159 | 3038500.4 | -2513195.1 |
| 131.4 | #160 | 3028762.4 | -2509987.1 |
| 132.25 | #161 | 3018744.9 | -2506779.2 |
| 133.1 | #162 | 3008727.4 | -2501558 |
| 133.95 | #163 | 2998709.9 | -2493731.9 |
| 134.8 | #164 | 2988692.4 | -2485905.8 |
| 135.65 | #165 | 2978674.9 | -2478079.7 |
| 136.5 | #166 | 2968567.7 | -2470253.6 |
| 137.35 | #167 | 2955553.3 | -2461787.1 |
| 138.2 | #168 | 2942539 | -2449375.1 |
| 139.05 | #169 | 2929524.7 | -2436963 |
| 139.9 | #170 | 2916510.3 | -2424551 |
| 140.75 | #171 | 2903496 | -2412138.9 |
| 141.6 | #172 | 2890481.8 | -2399726.8 |
| 142.45 | #173 | 2877165.7 | -2383733.1 |
| 143.3 | #174 | 2861544.1 | -2366689.4 |
| 144.15 | #175 | 2845922.5 | -2349645.6 |

| | | | |
|--------|------|-----------|------------|
| 145 | #176 | 2830300.9 | -2332601.9 |
| 145.85 | #177 | 2814679.2 | -2315558.2 |
| 146.7 | #178 | 2799057.6 | -2298277.2 |
| 147.55 | #179 | 2783436 | -2276498.9 |
| 148.4 | #180 | 2767441.6 | -2254720.6 |
| 149.25 | #181 | 2749816.4 | -2232942.3 |
| 150.1 | #182 | 2732191.2 | -2211164 |
| 150.95 | #183 | 2714566.1 | -2189385.7 |
| 151.8 | #184 | 2696940.9 | -2167607.4 |
| 152.65 | #185 | 2679315.8 | -2142853 |
| 153.5 | #186 | 2661690.6 | -2117978.8 |
| 154.35 | #187 | 2633009.5 | -2100601.6 |
| 155.2 | #188 | 2603791 | -2083224.5 |
| 156.05 | #189 | 2574572.4 | -2065847.4 |
| 156.9 | #190 | 2545353.9 | -2048470.2 |
| 157.75 | #191 | 2516135.3 | -2030409.2 |
| 158.6 | #192 | 2486916.8 | -2008761.9 |
| 159.45 | #193 | 2457698.3 | -1987114.6 |
| 160.3 | #194 | 2428450.8 | -1965467.3 |
| 161.15 | #195 | 2398419 | -1943820.1 |
| 162 | #196 | 2368387.3 | -1922172.7 |
| 162.85 | #197 | 2338355.5 | -1900525.5 |
| 163.7 | #198 | 2308323.7 | -1878878.2 |
| 164.55 | #199 | 2278292 | -1854094.6 |
| 165.4 | #200 | 2248260.3 | -1827301.5 |
| 166.25 | #201 | 2218228.5 | -1800508.4 |
| 167.1 | #202 | 2188215.3 | -1773715.2 |
| 167.95 | #203 | 2158218.5 | -1746922.1 |
| 168.8 | #204 | 2128221.8 | -1720129 |
| 169.65 | #205 | 2098225.2 | -1693335.8 |
| 170.5 | #206 | 2068228.5 | -1666542.7 |
| 171.35 | #207 | 2038231.7 | -1639749.6 |
| 172.2 | #208 | 2008235.1 | -1611060.6 |
| 173.05 | #209 | 1978238.4 | -1579311.4 |
| 173.9 | #210 | 1949112.5 | -1547562.1 |
| 174.75 | #211 | 1920206.3 | -1515812.7 |
| 175.6 | #212 | 1891300 | -1484063.5 |
| 176.45 | #213 | 1862393.7 | -1452314.2 |
| 177.3 | #214 | 1833487.5 | -1420564.8 |
| 178.15 | #215 | 1804581.2 | -1388815.6 |
| 179 | #216 | 1775675 | -1357066.2 |
| 179.85 | #217 | 1746768.7 | -1325316.9 |
| 180.7 | #218 | 1717932 | -1293567.6 |
| 181.55 | #219 | 1684665.9 | -1264844.4 |
| 182.4 | #220 | 1651399.9 | -1236121.1 |
| 183.25 | #221 | 1618133.8 | -1207397.9 |

| | | | |
|--------|------|-----------|------------|
| 184.1 | #222 | 1584867.9 | -1178674.6 |
| 184.95 | #223 | 1551607.4 | -1150018.9 |
| 185.8 | #224 | 1518352.1 | -1121423.7 |
| 186.65 | #225 | 1485096.6 | -1092828.5 |
| 187.5 | #226 | 1451841.2 | -1064233.3 |
| 188.35 | #227 | 1418607.5 | -1035670.7 |
| 189.2 | #228 | 1385512.5 | -1007306.1 |
| 190.05 | #229 | 1352514.5 | -979057.6 |
| 190.9 | #230 | 1319946.7 | -951279.4 |
| 191.75 | #231 | 1287637.2 | -923778.2 |
| 192.6 | #232 | 1255327.7 | -896276.9 |
| 193.45 | #233 | 1223018.2 | -868775.7 |
| 194.3 | #234 | 1190708.7 | -841274.4 |
| 195.15 | #235 | 1158399.2 | -813809.5 |
| 196 | #236 | 1126089.7 | -786410.5 |
| 196.85 | #237 | 1093848.6 | -759082.7 |
| 197.7 | #238 | 1062747.1 | -732936.3 |
| 198.55 | #239 | 1031645.7 | -706789.8 |
| 199.4 | #240 | 1000544.1 | -680643.4 |
| 200.25 | #241 | 970031.8 | -654895.2 |
| 201.1 | #242 | 940948 | -630112.4 |
| 201.95 | #243 | 911864 | -605329.7 |
| 202.8 | #244 | 882780 | -580547 |
| 203.65 | #245 | 853696.1 | -556607.1 |
| 204.5 | #246 | 824612.1 | -533234.8 |
| 205.35 | #247 | 795528.3 | -509862.4 |
| 206.2 | #248 | 766444.3 | -486490 |
| 207.05 | #249 | 737360.4 | -463117.6 |
| 207.9 | #250 | 708276.4 | -439745.3 |
| 208.75 | #251 | 681151.8 | -418012.4 |
| 209.6 | #252 | 654922.3 | -396586.7 |
| 210.45 | #253 | 629324.8 | -375541.5 |
| 211.3 | #254 | 603727.3 | -356809.3 |
| 212.15 | #255 | 578129.8 | -338077.1 |
| 213 | #256 | 552532.2 | -319345 |
| 213.85 | #257 | 528247.9 | -300612.9 |
| 214.7 | #258 | 504629.6 | -281880.7 |
| 215.55 | #259 | 481011.3 | -263148.6 |
| 216.4 | #260 | 457392.9 | -244416.4 |
| 217.25 | #261 | 435379.7 | -227370.5 |
| 218.1 | #262 | 414250.2 | -212366.7 |
| 218.95 | #263 | 393120.6 | -197363 |
| 219.8 | #264 | 371991 | -182359.4 |
| 220.65 | #265 | 350861.5 | -167355.7 |
| 221.5 | #266 | 330676.8 | -152638.6 |
| 222.35 | #267 | 313009.1 | -140114.7 |

| | | | |
|--------|------|----------|-----------|
| 223.2 | #268 | 295341.6 | -127590.6 |
| 224.05 | #269 | 277674 | -117350.2 |
| 224.9 | #270 | 260006.5 | -107733.7 |
| 225.75 | #271 | 242339 | -98117.1 |
| 226.6 | #272 | 224671.4 | -88500.5 |
| 227.45 | #273 | 207701.8 | -78884 |
| 228.3 | #274 | 194604.1 | -69267.4 |
| 229.15 | #275 | 181506.4 | -59650.8 |
| 230 | #276 | 168408.7 | -51312.9 |
| 230.85 | #277 | 155310.9 | -44504.3 |
| 231.7 | #278 | 142213.2 | -37695.7 |
| 232.55 | #279 | 129115.5 | -30887.2 |
| 233.4 | #280 | 117342.3 | -24078.7 |
| 234.1 | #281 | 109112.9 | -19243.2 |
| 234.8 | #282 | 101534.5 | -13862.5 |
| 235.5 | #283 | 93956.2 | -8481.8 |
| 236.2 | #284 | 86377.9 | -7162 |
| 236.9 | #285 | 78799.5 | -5961 |
| 237.6 | #286 | 71221.1 | -4760 |
| 238.3 | #287 | 62893.7 | -3559 |
| 239 | #288 | 57311.5 | -2276.5 |
| 239.7 | #289 | 51729.3 | -994 |
| 240.4 | #290 | 46147.2 | 288.6 |
| 241.1 | #291 | 40564.9 | 1571.1 |
| 241.8 | #292 | 34982.8 | 1782.2 |
| 242.5 | #293 | 30362 | 2116 |
| 243.2 | #294 | 26052.4 | 2258.6 |
| 243.9 | #295 | 22092.3 | 2227.6 |
| 244.6 | #296 | 18482.3 | 2051.6 |
| 245.3 | #297 | 15237.5 | 1755.9 |
| 246 | #298 | 12298.4 | 1390 |





ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Θ΄

Αποτελέσματα Μεθόδων Αντίστασης

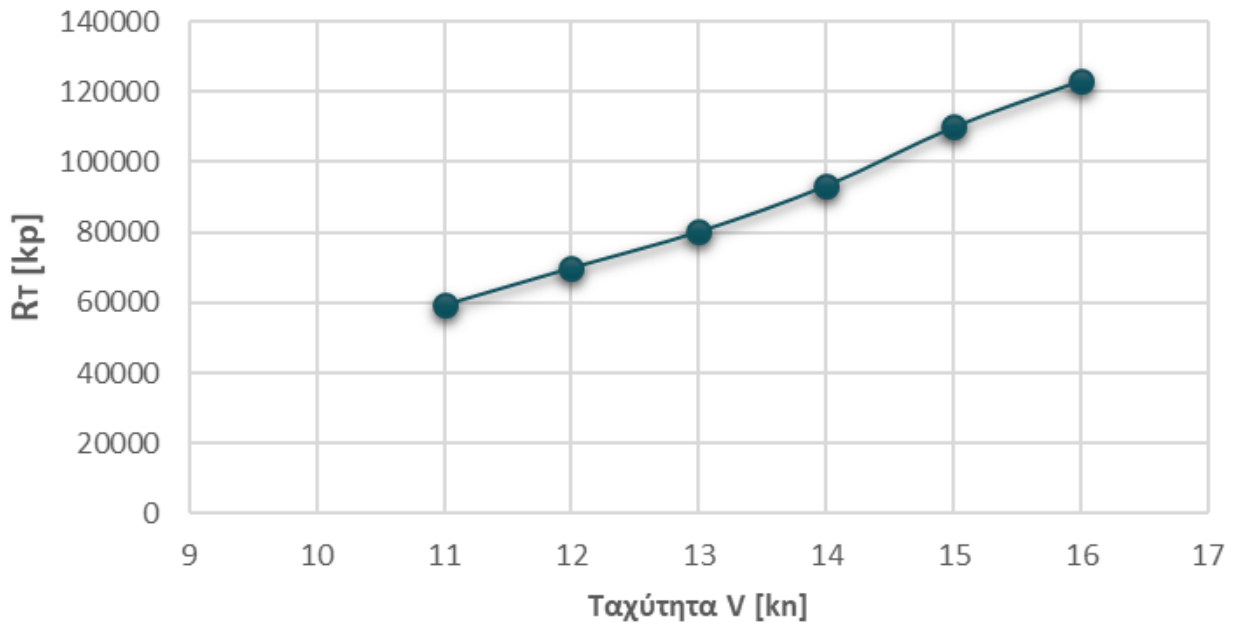


Ανδρέας Πάπαλος
ΝΑΥΠΗΓΟΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

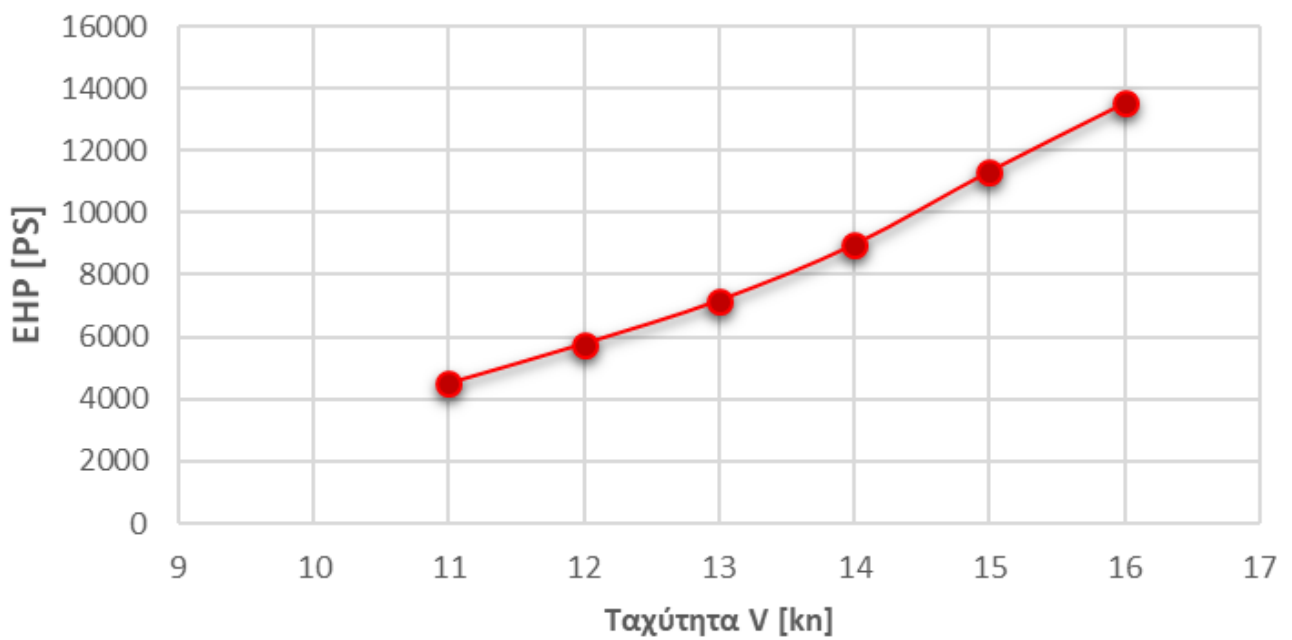
Στο Παράρτημα αυτό θα δούμε την γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων των τριών (3) μεθόδων εκτίμησης της αντίστασης.

Παρουσιάζονται επίσης και σε κοινό διάγραμμα.

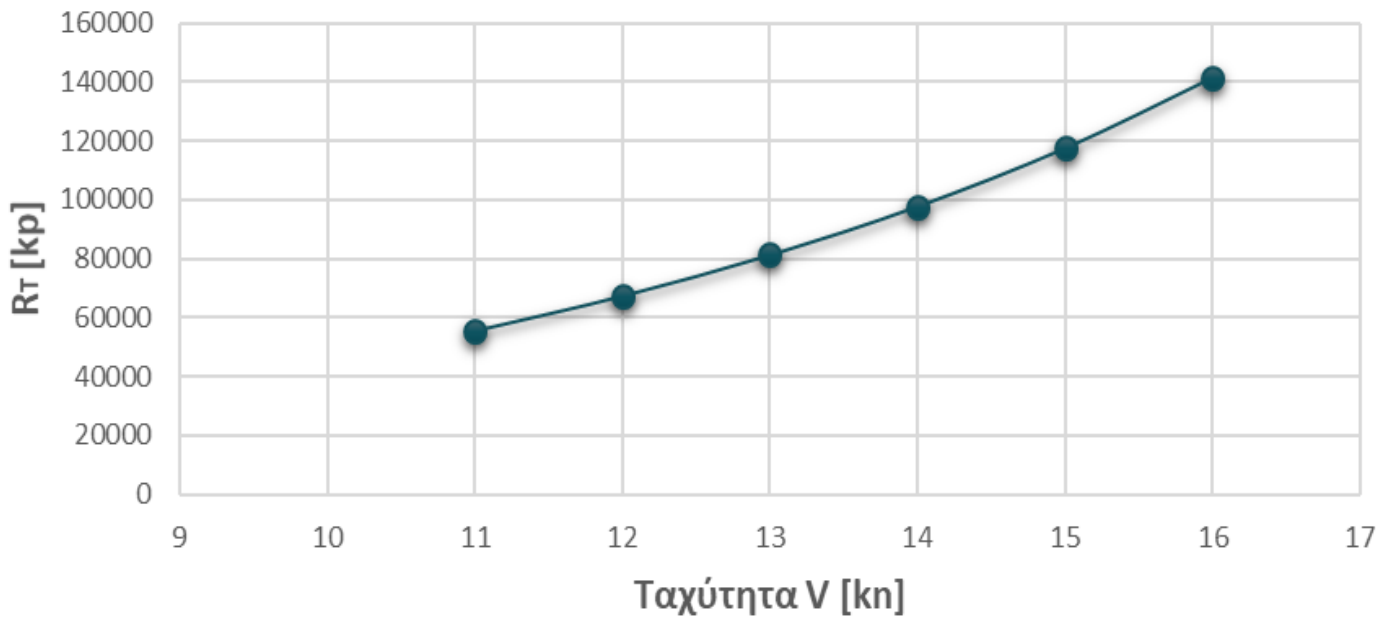
Ολική Αντίσταση - B.S.R.A



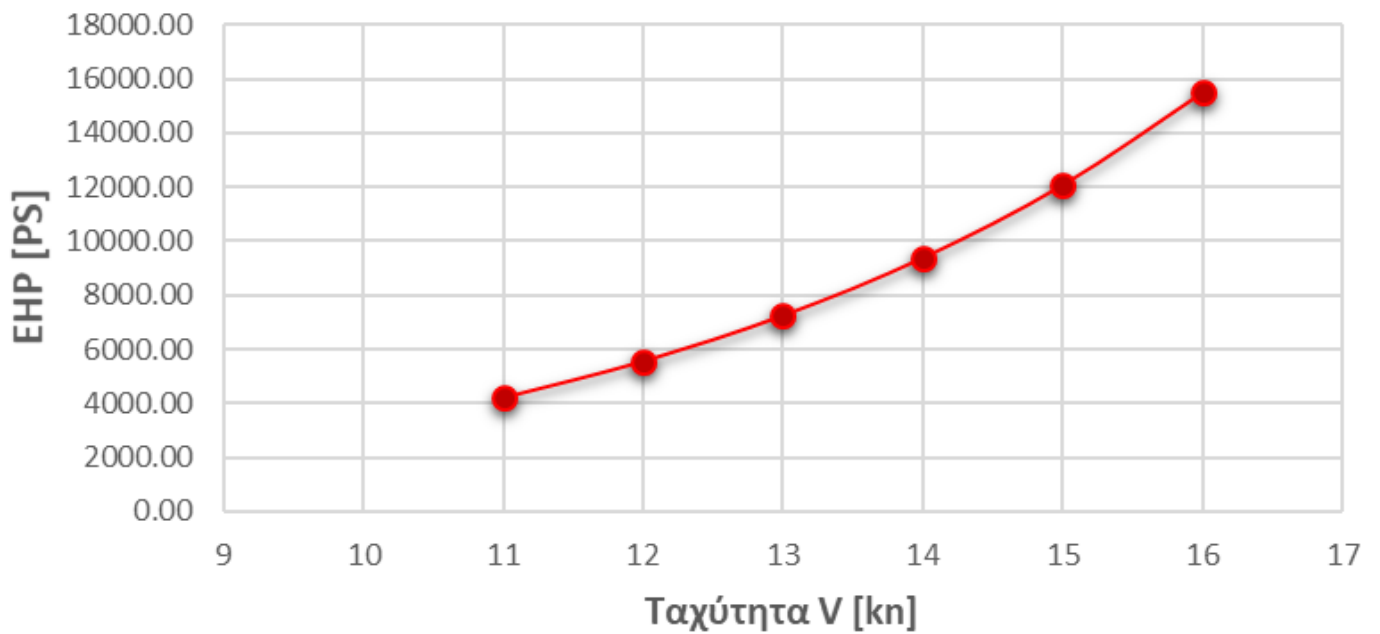
Ισχύς Ρυμούλκησης - B.S.R.A



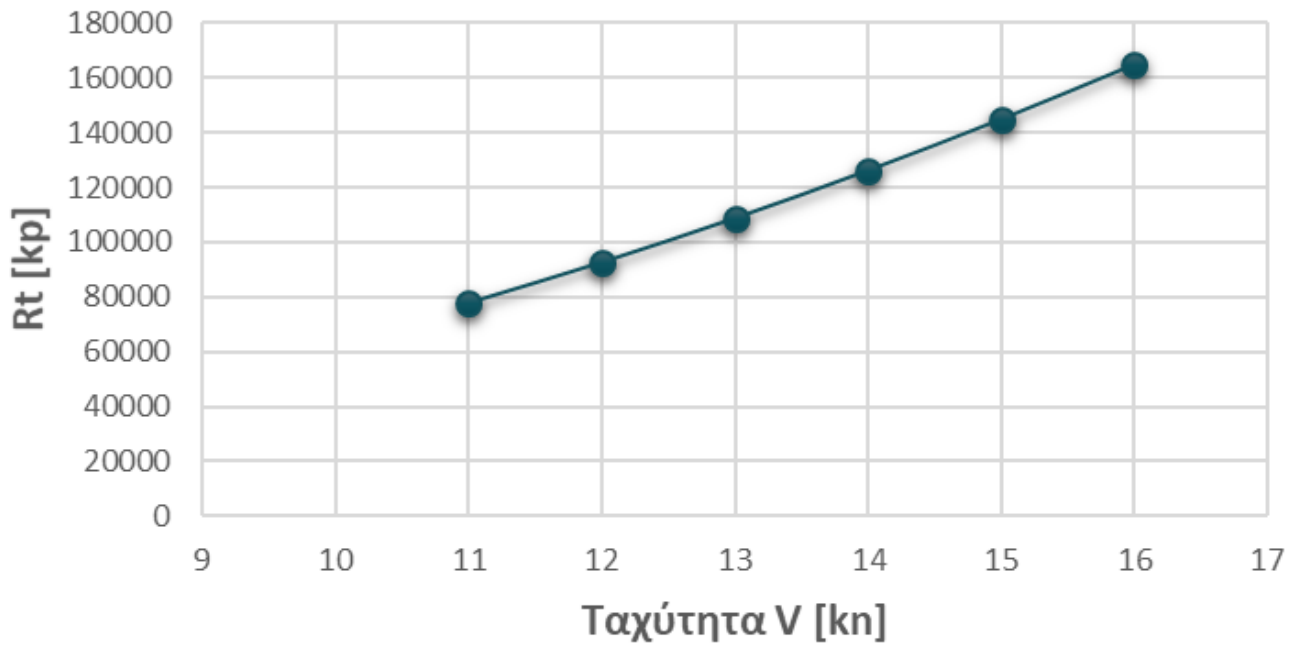
Ολική Αντίσταση - FormData



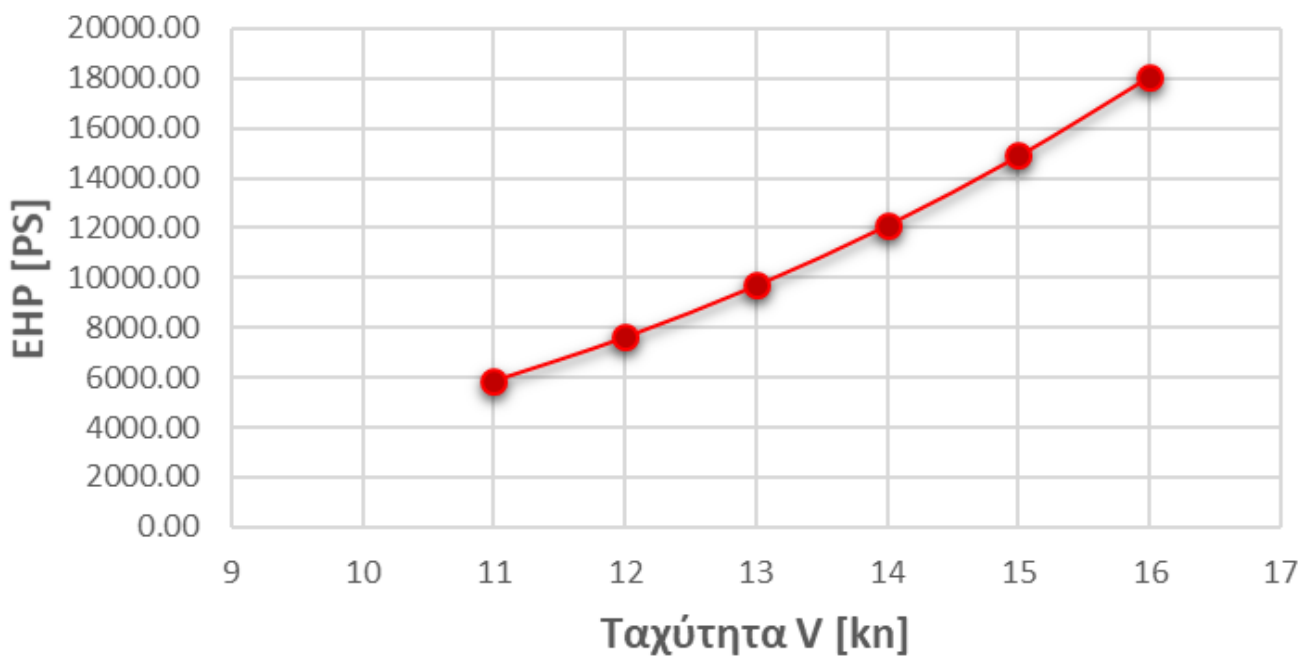
Ισχύς Ρυμούλκησης - FormData



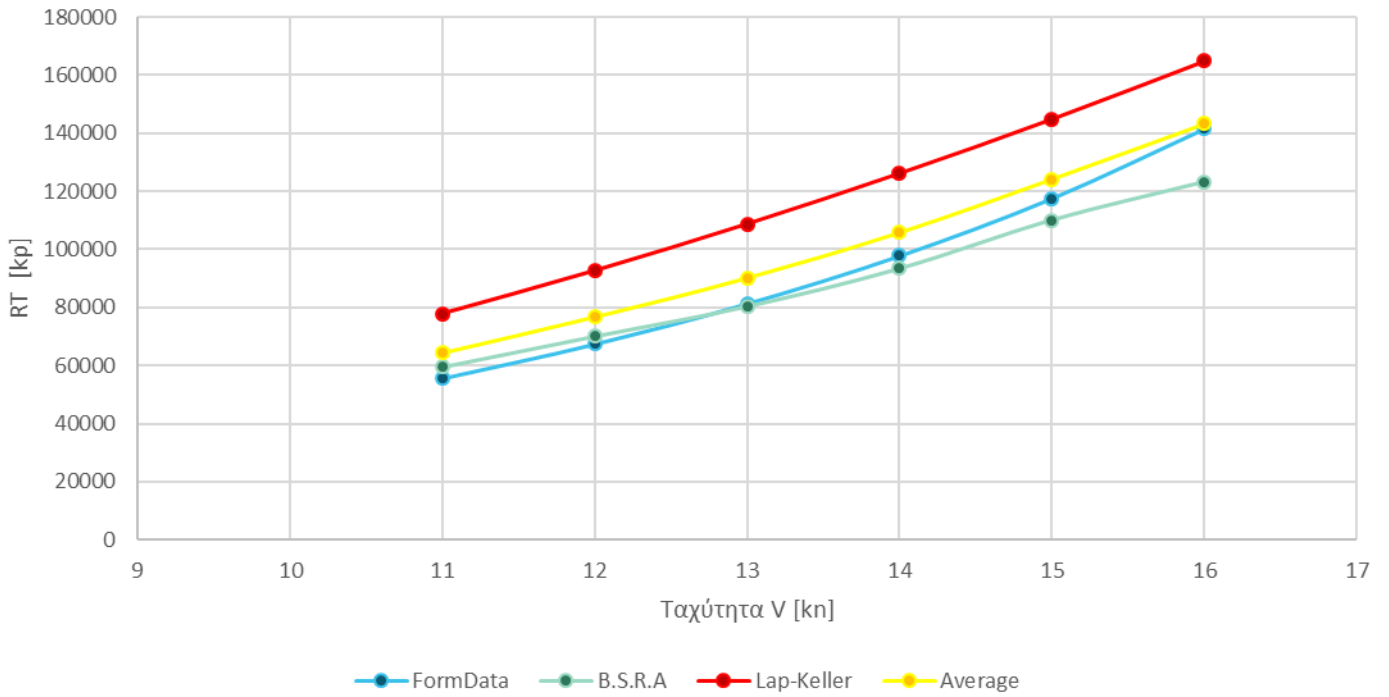
Ολική Αντίσταση - Lap-Keller



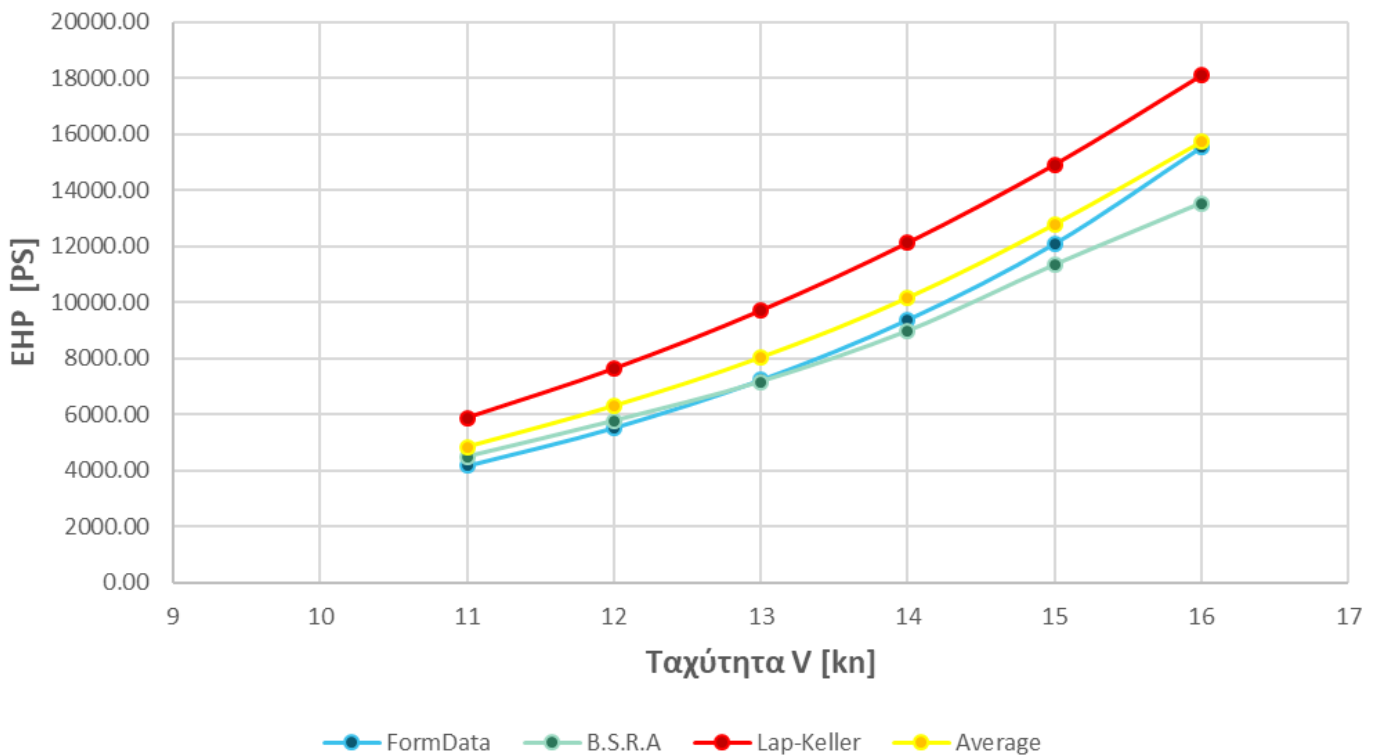
Ισχύς Ρυμούλκησης - Lap-Keller



Ολική Αντίσταση RT - Κοινό Γράφημα



Ισχύς Ρυμούλκησης EHP - Κοινό Γράφημα





ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι΄

Υπολογισμός Πρόωσης



Ανδρέας Πάπαλος
ΝΑΥΠΗΓΟΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

Στο Παράρτημα αυτό θα δούμε τα αποτελέσματα από το πρόγραμμα GRID95 καθώς και τα πιο κάτω διαγράμματα που προκύπτουν από τα αποτελέσματα της μεθόδου αυτής.

- I. Πλέγμα ισοταχών – Ισοβηματικών της έλικας
- II. Διάγραμμα Ισχύος – Στροφών έλικας για την περιοχή της ταχύτητας υπηρεσίας
- III. Διάγραμμα ταχύτητας πλεύσης και στροφών προπέλας

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ GRID95

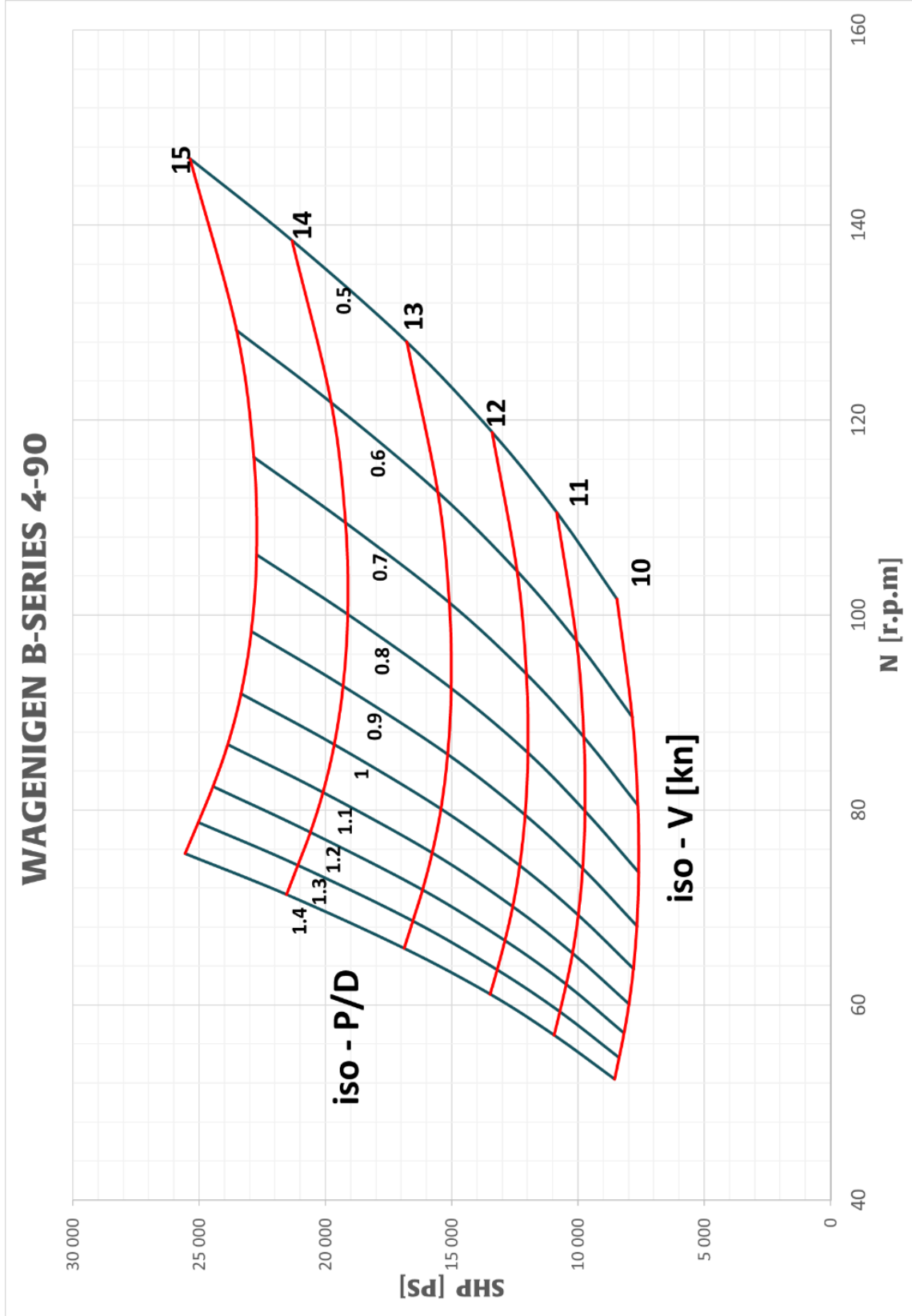
| P/D= | | 0.5 | | | | |
|-------|--------|----------|----------|----------|----------|-------|
| rpm | V (kn) | T (kp) | Q (kp*m) | DHP (PS) | SHP (PS) | P.C. |
| 101.6 | 11.0 | 81569.6 | 59021.7 | 8376.6 | 8461.2 | 0.531 |
| 110.5 | 12.0 | 96055.1 | 69587.4 | 10734.7 | 10843.1 | 0.532 |
| 118.7 | 13.0 | 110146.9 | 80016.7 | 13266.7 | 13400.7 | 0.535 |
| 128 | 14.0 | 128038.5 | 92987.2 | 16615.9 | 16783.7 | 0.534 |
| 138.4 | 15.0 | 150896.3 | 109251.1 | 21106.2 | 21319.4 | 0.531 |
| 146.8 | 16.0 | 168922.5 | 122533.8 | 25109.8 | 25363.4 | 0.533 |
| P/D= | | 0.6 | | | | |
| rpm | V (kn) | T (kp) | Q (kp*m) | DHP (PS) | SHP (PS) | P.C. |
| 89.5 | 11.0 | 81569.6 | 62224 | 7774.5 | 7853 | 0.572 |
| 97.3 | 12.0 | 96055 | 73340.5 | 9959 | 10059.6 | 0.573 |
| 104.5 | 13.0 | 110146.9 | 84273.4 | 12296.8 | 12421 | 0.577 |
| 112.6 | 14.0 | 128038.5 | 97941.1 | 15402.6 | 15558.2 | 0.577 |
| 121.8 | 15.0 | 150896.3 | 115161 | 19585.1 | 19783 | 0.573 |
| 129.2 | 16.0 | 168922.5 | 129100.5 | 23285.5 | 23520.7 | 0.575 |
| P/D= | | 0.7 | | | | |
| rpm | V (kn) | T (kp) | Q (kp*m) | DHP (PS) | SHP (PS) | P.C. |
| 80.5 | 11.0 | 81569.6 | 67225.3 | 7553.5 | 7629.8 | 0.589 |
| 87.5 | 12.0 | 96055.1 | 79220.5 | 9673.4 | 9771.1 | 0.59 |
| 94 | 13.0 | 110146.8 | 90991.1 | 11936.8 | 12057.3 | 0.594 |
| 101.3 | 14.0 | 128038.5 | 105753.1 | 14952.6 | 15103.6 | 0.594 |
| 109.5 | 15.0 | 150896.4 | 124405.6 | 19026 | 19218.1 | 0.589 |
| 116.2 | 16.0 | 168922.5 | 139423.2 | 22611.1 | 22839.5 | 0.592 |
| P/D= | | 0.8 | | | | |
| rpm | V (kn) | T (kp) | Q (kp*m) | DHP (PS) | SHP (PS) | P.C. |
| 73.6 | 11.0 | 81569.6 | 73223.4 | 7520.5 | 7596.4 | 0.591 |
| 79.9 | 12.0 | 96055.1 | 86278.5 | 9629.2 | 9726.4 | 0.593 |
| 85.9 | 13.0 | 110146.9 | 99070.6 | 11877 | 11997 | 0.597 |
| 92.5 | 14.0 | 128038.5 | 115146.6 | 14878.4 | 15028.7 | 0.597 |
| 100.1 | 15.0 | 150896.4 | 135497.3 | 18940.8 | 19132.2 | 0.592 |
| 106.2 | 16.0 | 168922.5 | 151825.5 | 22503.2 | 22730.5 | 0.595 |
| P/D= | | 0.9 | | | | |
| rpm | V (kn) | T (kp) | Q (kp*m) | DHP (PS) | SHP (PS) | P.C. |
| 68.1 | 11.0 | 81569.6 | 79841.1 | 7592.5 | 7669.2 | 0.586 |
| 74 | 12.0 | 96055.1 | 94068.3 | 9720 | 9818.2 | 0.588 |
| 79.5 | 13.0 | 110146.9 | 107995.2 | 11985 | 12106.1 | 0.592 |
| 85.7 | 14.0 | 128038.5 | 125521.9 | 15014.3 | 15165.9 | 0.591 |
| 92.7 | 15.0 | 150896.4 | 147737.1 | 19120.9 | 19314 | 0.587 |
| 98.3 | 16.0 | 168922.5 | 165519 | 22711.9 | 22941.3 | 0.59 |

| P/D= | | 1 | | | | |
|-------------|---------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|
| rpm | V (kn) | T (kp) | Q (kp*m) | DHP (PS) | SHP (PS) | P.C. |
| 63.7 | 11.0 | 81569.6 | 86868.4 | 7728.4 | 7806.5 | 0.575 |
| 69.2 | 12.0 | 96055.1 | 102341.5 | 9892.8 | 9992.7 | 0.577 |
| 74.3 | 13.0 | 110146.9 | 117477.3 | 12194.8 | 12317.9 | 0.582 |
| 80.1 | 14.0 | 128038.5 | 136544.8 | 15277.4 | 15431.8 | 0.581 |
| 86.7 | 15.0 | 150896.4 | 160735.3 | 19462 | 19658.6 | 0.576 |
| 91.9 | 16.0 | 168922.5 | 180064.8 | 23112.7 | 23346.2 | 0.579 |
| P/D= | | 1.1 | | | | |
| rpm | V (kn) | T (kp) | Q (kp*m) | DHP (PS) | SHP (PS) | P.C. |
| 60.1 | 11.0 | 81569.6 | 94151 | 7903.3 | 7983.1 | 0.562 |
| 65.3 | 12.0 | 96055.1 | 110916 | 10115.6 | 10217.7 | 0.565 |
| 70.1 | 13.0 | 110146.9 | 127305.8 | 12466.3 | 12592.2 | 0.569 |
| 75.6 | 14.0 | 128038.5 | 147970.3 | 15618 | 15775.8 | 0.569 |
| 81.8 | 15.0 | 150896.3 | 174206.4 | 19901.3 | 20102.3 | 0.564 |
| 86.7 | 16.0 | 168922.5 | 195141.1 | 23630.5 | 23869.2 | 0.567 |
| P/D= | | 1.2 | | | | |
| rpm | V (kn) | T (kp) | Q (kp*m) | DHP (PS) | SHP (PS) | P.C. |
| 57.1 | 11.0 | 81569.6 | 101534.6 | 8097.8 | 8179.6 | 0.549 |
| 62.1 | 12.0 | 96055.1 | 119609.1 | 10363.4 | 10468.1 | 0.551 |
| 66.6 | 13.0 | 110147 | 137269.8 | 12768.9 | 12897.8 | 0.556 |
| 71.8 | 14.0 | 128038.5 | 159553.2 | 15997.4 | 16159 | 0.555 |
| 77.7 | 15.0 | 150896.4 | 187864 | 20389.9 | 20595.9 | 0.55 |
| 82.4 | 16.0 | 168922.6 | 210425.6 | 24206.9 | 24451.4 | 0.553 |
| P/D= | | 1.3 | | | | |
| rpm | V (kn) | T (kp) | Q (kp*m) | DHP (PS) | SHP (PS) | P.C. |
| 54.6 | 11.0 | 81569.6 | 108829.8 | 8293 | 8376.7 | 0.536 |
| 59.3 | 12.0 | 96055.1 | 128197.4 | 10612.2 | 10719.4 | 0.538 |
| 63.6 | 13.0 | 110146.9 | 147111.8 | 13072.4 | 13204.5 | 0.543 |
| 68.6 | 14.0 | 128038.5 | 170994.6 | 16378.1 | 16543.6 | 0.542 |
| 74.3 | 15.0 | 150896.3 | 201357.6 | 20880.4 | 21091.3 | 0.537 |
| 78.7 | 16.0 | 168922.5 | 225524.5 | 24785.3 | 25035.7 | 0.54 |
| P/D= | | 1.4 | | | | |
| rpm | V (kn) | T (kp) | Q (kp*m) | DHP (PS) | SHP (PS) | P.C. |
| 52.4 | 11.0 | 81569.6 | 115788.5 | 8467.7 | 8553.2 | 0.525 |
| 56.9 | 12.0 | 96055.1 | 136388 | 10834.6 | 10944 | 0.527 |
| 61.1 | 13.0 | 110146.9 | 156494.3 | 13343.4 | 13478.1 | 0.532 |
| 65.8 | 14.0 | 128038.5 | 181902.4 | 16718 | 16886.9 | 0.531 |
| 71.3 | 15.0 | 150896.3 | 214227.6 | 21319.2 | 21534.5 | 0.526 |
| 75.5 | 16.0 | 168922.6 | 239921.5 | 25302.1 | 25557.7 | 0.529 |

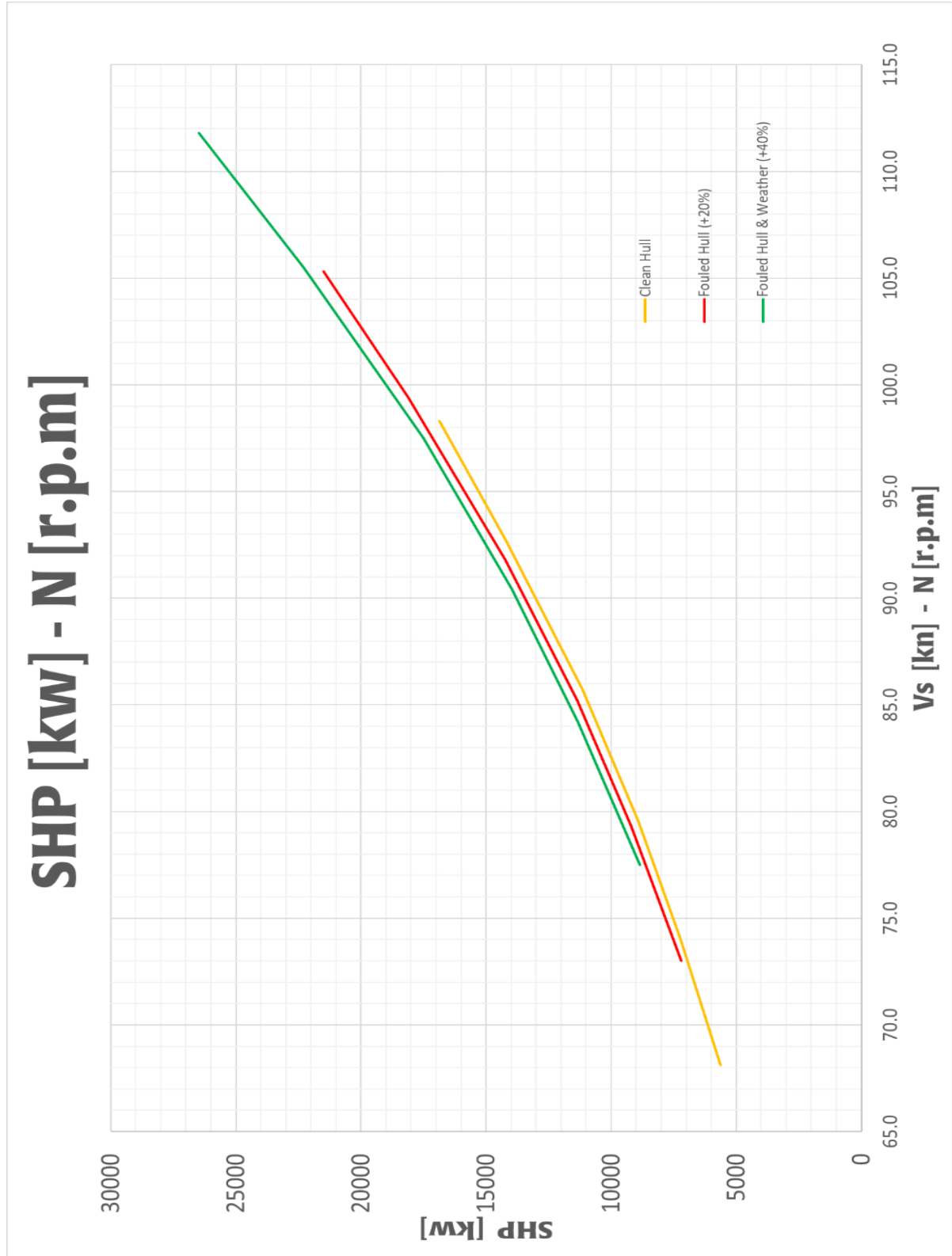
| V (knots) = | | 11.0 | | | | |
|-------------|-----|----------|----------|----------|----------|-------|
| rpm | P/D | T (kp) | Q (kp*m) | DHP (PS) | SHP (PS) | P.C. |
| 101.6 | 0.5 | 81569.6 | 59021.7 | 8376.6 | 8461.2 | 0.531 |
| 89.5 | 0.6 | 81569.6 | 62224 | 7774.5 | 7853 | 0.572 |
| 80.5 | 0.7 | 81569.6 | 67225.3 | 7553.5 | 7629.8 | 0.589 |
| 73.6 | 0.8 | 81569.6 | 73223.4 | 7520.5 | 7596.4 | 0.591 |
| 68.1 | 0.9 | 81569.6 | 79841.1 | 7592.5 | 7669.2 | 0.586 |
| 63.7 | 1 | 81569.6 | 86868.4 | 7728.4 | 7806.5 | 0.575 |
| 60.1 | 1.1 | 81569.6 | 94151 | 7903.3 | 7983.1 | 0.562 |
| 57.1 | 1.2 | 81569.6 | 101534.6 | 8097.8 | 8179.6 | 0.549 |
| 54.6 | 1.3 | 81569.6 | 108829.8 | 8293 | 8376.7 | 0.536 |
| 52.4 | 1.4 | 81569.6 | 115788.5 | 8467.7 | 8553.2 | 0.525 |
| V (knots) = | | 12.0 | | | | |
| rpm | P/D | T (kp) | Q (kp*m) | DHP (PS) | SHP (PS) | P.C. |
| 110.5 | 0.5 | 96055.1 | 69587.4 | 10734.7 | 10843.1 | 0.532 |
| 97.3 | 0.6 | 96055 | 73340.5 | 9959 | 10059.6 | 0.573 |
| 87.5 | 0.7 | 96055.1 | 79220.5 | 9673.4 | 9771.1 | 0.59 |
| 79.9 | 0.8 | 96055.1 | 86278.5 | 9629.2 | 9726.4 | 0.593 |
| 74 | 0.9 | 96055.1 | 94068.3 | 9720 | 9818.2 | 0.588 |
| 69.2 | 1 | 96055.1 | 102341.5 | 9892.8 | 9992.7 | 0.577 |
| 65.3 | 1.1 | 96055.1 | 110916 | 10115.6 | 10217.7 | 0.565 |
| 62.1 | 1.2 | 96055.1 | 119609.1 | 10363.4 | 10468.1 | 0.551 |
| 59.3 | 1.3 | 96055.1 | 128197.4 | 10612.2 | 10719.4 | 0.538 |
| 56.9 | 1.4 | 96055.1 | 136388 | 10834.6 | 10944 | 0.527 |
| V (knots) = | | 13.0 | | | | |
| rpm | P/D | T (kp) | Q (kp*m) | DHP (PS) | SHP (PS) | P.C. |
| 118.7 | 0.5 | 110146.9 | 80016.7 | 13266.7 | 13400.7 | 0.535 |
| 104.5 | 0.6 | 110146.9 | 84273.4 | 12296.8 | 12421 | 0.577 |
| 94 | 0.7 | 110146.8 | 90991.1 | 11936.8 | 12057.3 | 0.594 |
| 85.9 | 0.8 | 110146.9 | 99070.6 | 11877 | 11997 | 0.597 |
| 79.5 | 0.9 | 110146.9 | 107995.2 | 11985 | 12106.1 | 0.592 |
| 74.3 | 1 | 110146.9 | 117477.3 | 12194.8 | 12317.9 | 0.582 |
| 70.1 | 1.1 | 110146.9 | 127305.8 | 12466.3 | 12592.2 | 0.569 |
| 66.6 | 1.2 | 110147 | 137269.8 | 12768.9 | 12897.8 | 0.556 |
| 63.6 | 1.3 | 110146.9 | 147111.8 | 13072.4 | 13204.5 | 0.543 |
| 61.1 | 1.4 | 110146.9 | 156494.3 | 13343.4 | 13478.1 | 0.532 |

| V (knots) = | | 14.0 | | | | |
|-------------|------------|-----------------|-----------------|----------------|--------------|--------------|
| rpm | P/D | T (kp) | Q (kp*m) | DHP (PS) | SHP (PS) | P.C. |
| 128 | 0.5 | 128038.5 | 92987.2 | 16615.9 | 16783.7 | 0.534 |
| 112.6 | 0.6 | 128038.5 | 97941.1 | 15402.6 | 15558.2 | 0.577 |
| 101.3 | 0.7 | 128038.5 | 105753.1 | 14952.6 | 15103.6 | 0.594 |
| 92.5 | 0.8 | 128038.5 | 115146.6 | 14878.4 | 15028.7 | 0.597 |
| 85.7 | 0.9 | 128038.5 | 125521.9 | 15014.3 | 15165.9 | 0.591 |
| 80.1 | 1 | 128038.5 | 136544.8 | 15277.4 | 15431.8 | 0.581 |
| 75.6 | 1.1 | 128038.5 | 147970.3 | 15618 | 15775.8 | 0.569 |
| 71.8 | 1.2 | 128038.5 | 159553.2 | 15997.4 | 16159 | 0.555 |
| 68.6 | 1.3 | 128038.5 | 170994.6 | 16378.1 | 16543.6 | 0.542 |
| 65.8 | 1.4 | 128038.5 | 181902.4 | 16718 | 16886.9 | 0.531 |
| V (knots) = | | 15.0 | | | | |
| rpm | P/D | T (kp) | Q (kp*m) | DHP (PS) | SHP (PS) | P.C. |
| 138.4 | 0.5 | 150896.3 | 109251.1 | 21106.2 | 21319.4 | 0.531 |
| 121.8 | 0.6 | 150896.3 | 115161 | 19585.1 | 19783 | 0.573 |
| 109.5 | 0.7 | 150896.4 | 124405.6 | 19026 | 19218.1 | 0.589 |
| 100.1 | 0.8 | 150896.4 | 135497.3 | 18940.8 | 19132.2 | 0.592 |
| 92.7 | 0.9 | 150896.4 | 147737.1 | 19120.9 | 19314 | 0.587 |
| 86.7 | 1 | 150896.4 | 160735.3 | 19462 | 19658.6 | 0.576 |
| 81.8 | 1.1 | 150896.3 | 174206.4 | 19901.3 | 20102.3 | 0.564 |
| 77.7 | 1.2 | 150896.4 | 187864 | 20389.9 | 20595.9 | 0.55 |
| 74.3 | 1.3 | 150896.3 | 201357.6 | 20880.4 | 21091.3 | 0.537 |
| 71.3 | 1.4 | 150896.3 | 214227.6 | 21319.2 | 21534.5 | 0.526 |
| V (knots) = | | 16.0 | | | 19132.2 | 0.592 |
| rpm | P/D | T (kp) | Q (kp*m) | DHP (PS) | SHP (PS) | P.C. |
| 146.8 | 0.5 | 168922.5 | 122533.8 | 25109.8 | 25363.4 | 0.533 |
| 129.2 | 0.6 | 168922.5 | 129100.5 | 23285.5 | 23520.7 | 0.575 |
| 116.2 | 0.7 | 168922.5 | 139423.2 | 22611.1 | 22839.5 | 0.592 |
| 106.2 | 0.8 | 168922.5 | 151825.5 | 22503.2 | 22730.5 | 0.595 |
| 98.3 | 0.9 | 168922.5 | 165519 | 22711.9 | 22941.3 | 0.59 |
| 91.9 | 1 | 168922.5 | 180064.8 | 23112.7 | 23346.2 | 0.579 |
| 86.7 | 1.1 | 168922.5 | 195141.1 | 23630.5 | 23869.2 | 0.567 |
| 82.4 | 1.2 | 168922.6 | 210425.6 | 24206.9 | 24451.4 | 0.553 |
| 78.7 | 1.3 | 168922.5 | 225524.5 | 24785.3 | 25035.7 | 0.54 |
| 75.5 | 1.4 | 168922.6 | 239921.5 | 25302.1 | 25557.7 | 0.529 |

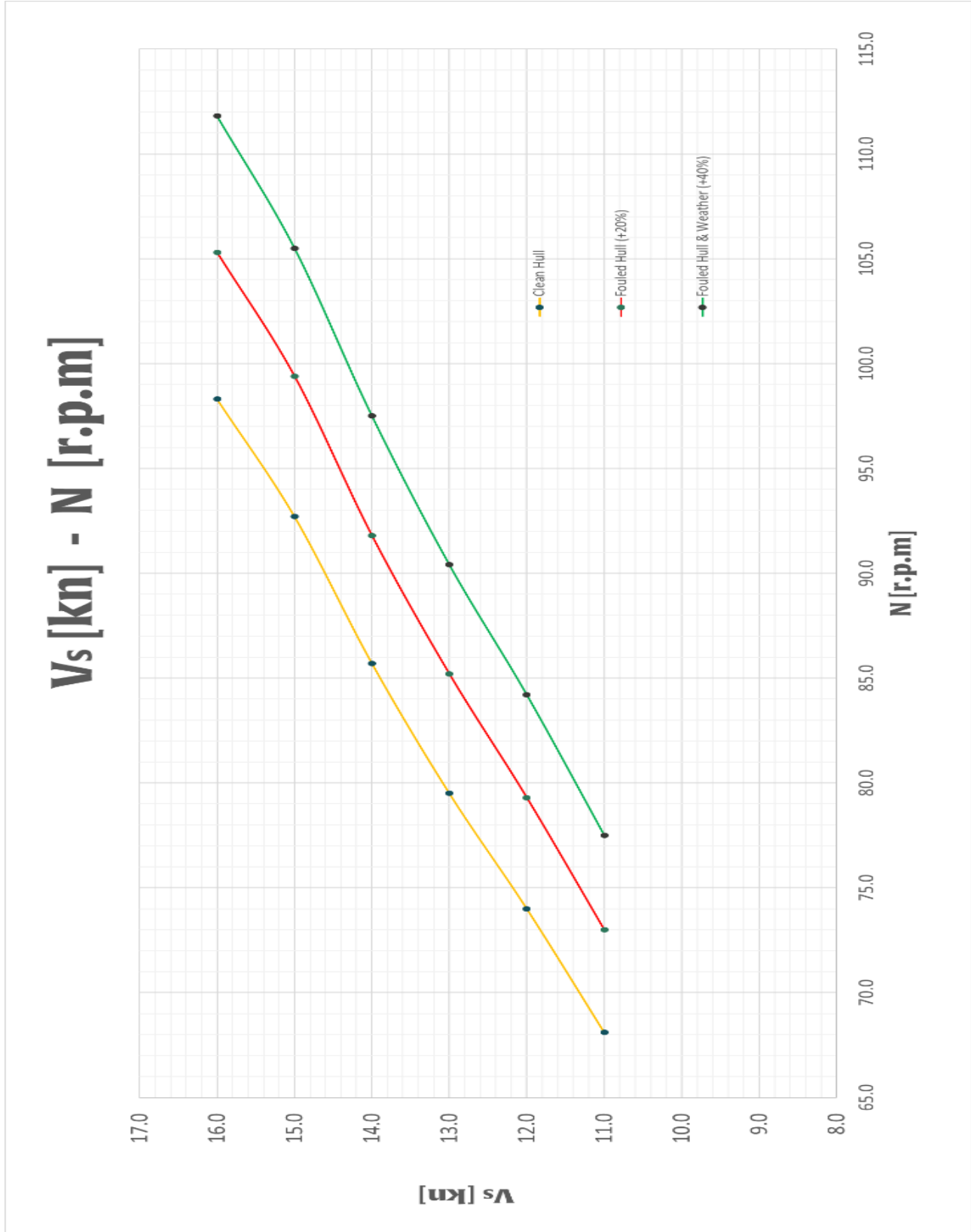
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Ι



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΙΙ



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ III





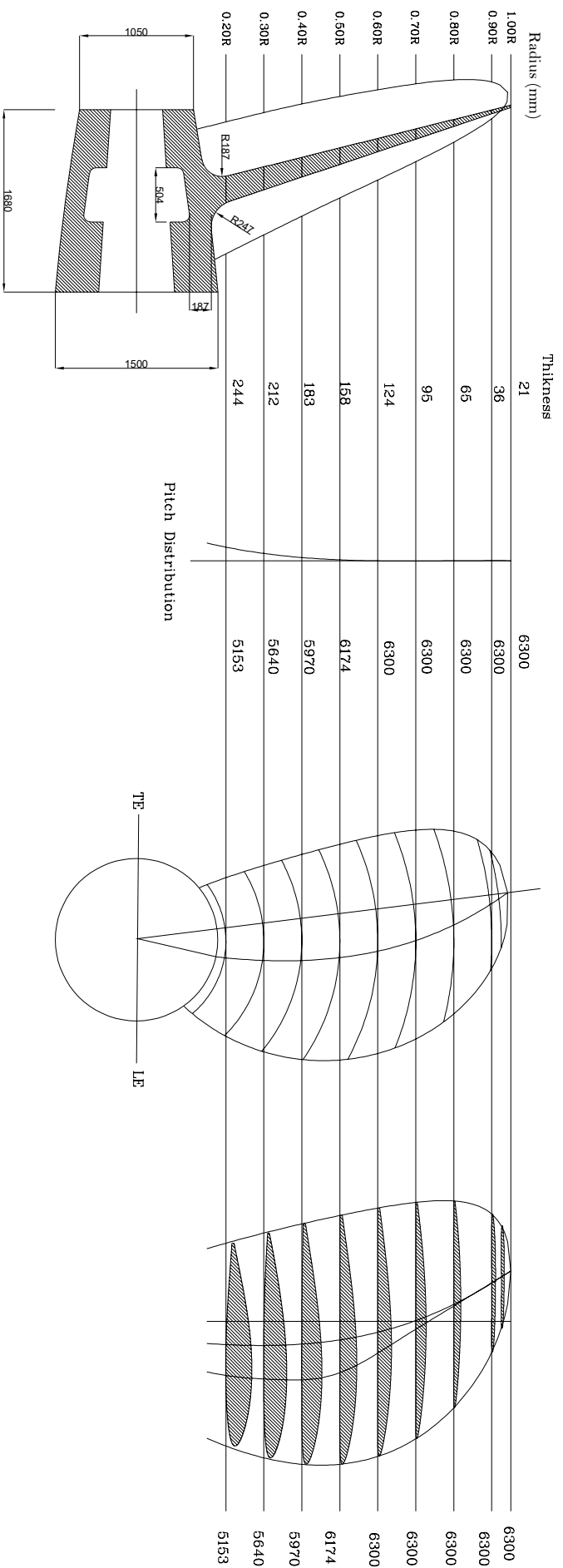
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Κ΄

Σχέδιο Έλικας



Ανδρέας Πάπαλος
ΝΑΥΠΗΓΟΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

Στο Παράρτημα αυτό θα δούμε το σχέδιο γραμμών και τα κύρια χαρακτηριστικά της έλικας του πλοίου μας, **Wageningen B4-90**



Profile View

Transverse View

Expanded View

PROPELLER DATA

| | | |
|----------------------------|------|-----|
| DIAMETER | 7000 | mm |
| PITCH (MAX) | 7000 | mm |
| Pitch (0.7R) | 6300 | mm |
| P/D (0.7R) | 0,9 | - |
| EXPANDED AREA RATIO | 0,9 | - |
| RAKE ANGLE | 14.0 | deg |
| NR OF BLADES | 4 | - |



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Λ΄

Σχέδιο Πηδαλίου



Ανδρέας Πάπαλος
ΝΑΥΠΗΓΟΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

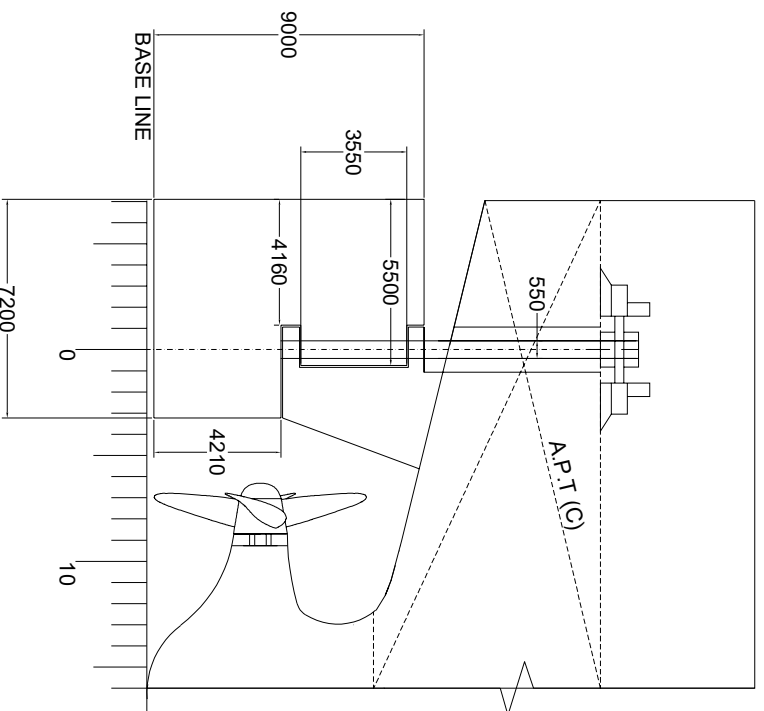
Στο Παράρτημα αυτό θα δούμε το σχέδιο γραμμών του πηδαλίου όπως έχει προκύψει από το Κεφάλαιο 10.

PRINCIPAL PARTICULARS

| | |
|--------------------------|--------------------------------------|
| LENGTH O.A. | 255.97 [m] |
| LENGTH B.P. | 246 [m] |
| BREADTH | 43.2 [m] |
| DEPTH | 20.1 [m] |
| DESIGN DRAFT | 13 [m] |
| DEADWEIGHT | 101 308.15 [t] |
| MAIN ENGINE | MAN-B&W S60ME-C10.7 (Tier III) 1 set |
| SERVICE SPEED | abt. 15.0 [kn] |
| PROPELLER DIAMETER | 7.0 [m] |

NOTES:

- | | |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. RUDDER SURFACE 2. SHAFT DIAMETER 3. STEERING GEAR 4. MAX. WORKING TORQUE | <p>A=57 [m²] D=550 [mm] HATLAPA RAM TYPE POSEIDON 2000 2.130 [kNm]</p> |
|--|--|



| | | |
|--------------------|-----------------------|-------------|
| ANDREAS PAPALOS | " PROMITHEAS " | SCALE 1:100 |
| RUDDER PLAN | | |



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Μ΄

Στοιχεία Κύριας Μηχανής



Ανδρέας Πάπαλος
ΝΑΥΠΗΓΟΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

Στο Παράρτημα αυτό θα δούμε πληροφορίες που αφορούν την κύρια μηχανή MAN B&W S60ME – C10.7 T-III. Θα δούμε :

- ❖ Κύρια χαρακτηριστικά
- ❖ Layout Diagram
- ❖ Loading Diagram

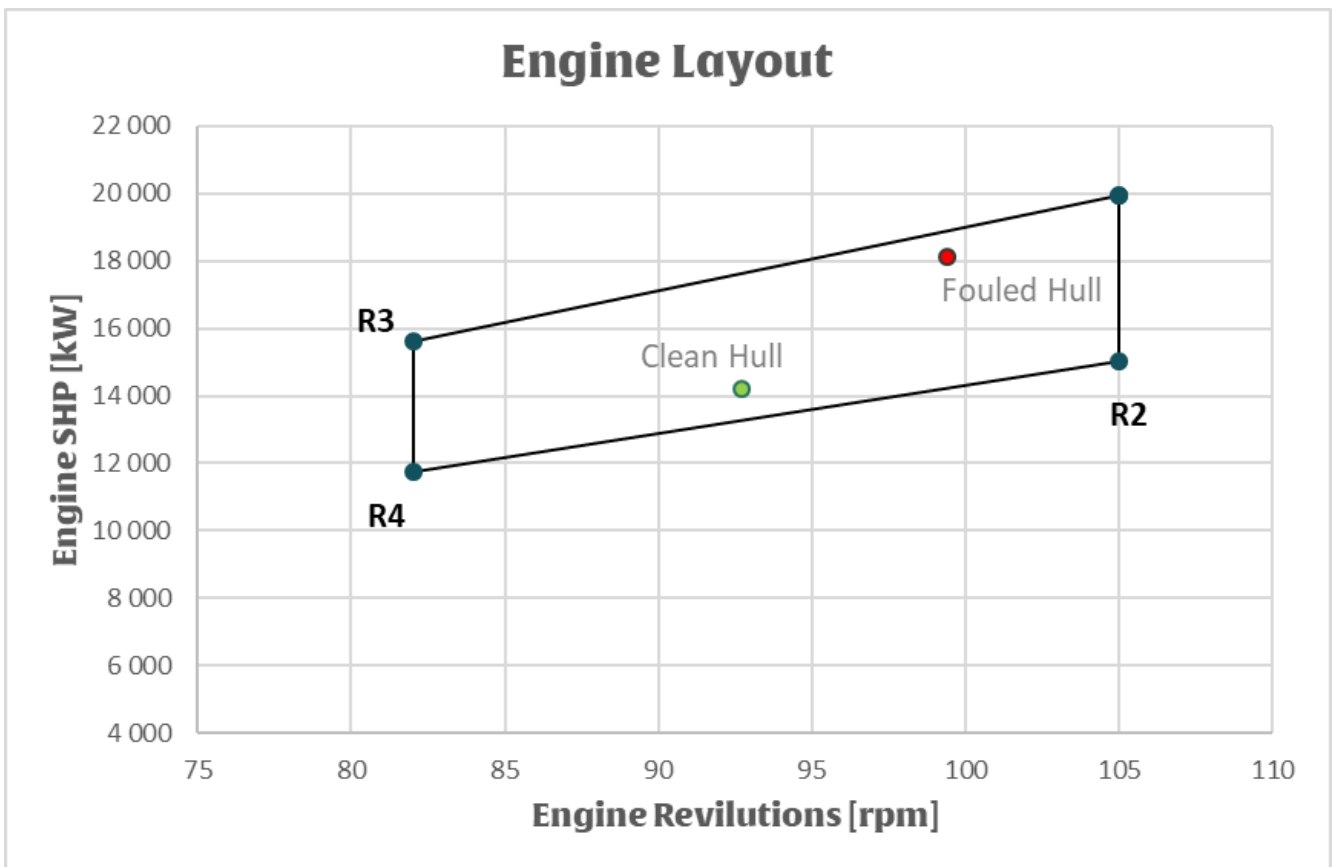
ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

MAN B&W S60ME - C10.7 T-III

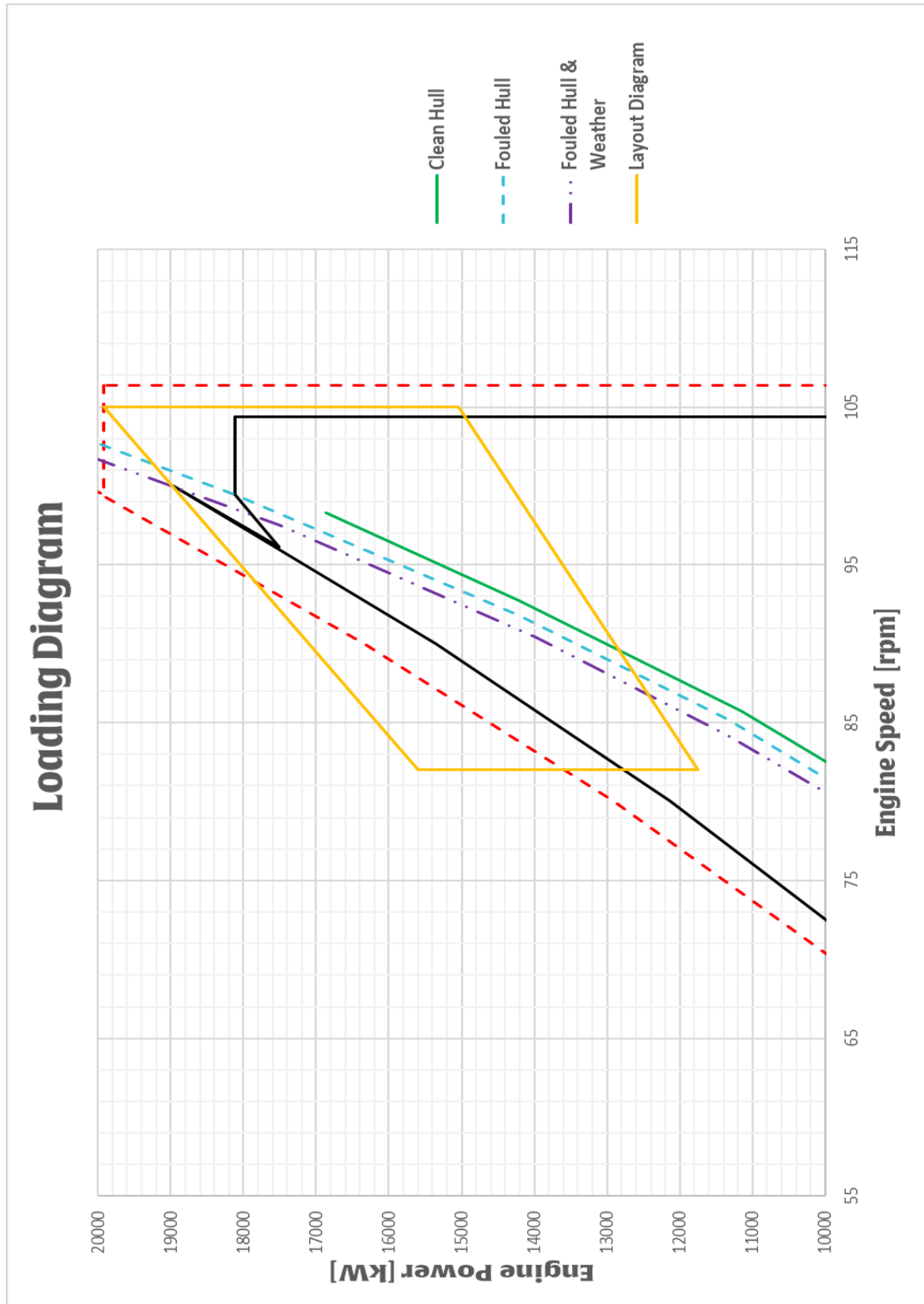
| | | |
|---------------------|-----------|---------|
| No. of Cylinders | 8 | [-] |
| SFOC στο 100% MCR | 163 | [g/kWh] |
| SFOC στο 85% MCR | 160.6 | [g/kWh] |
| SFOC στο 75% MCR | 159 | [g/kWh] |
| Cylinder bore | 600 | [mm] |
| Piston Stroke | 2400 | [mm] |
| Length (aprox.) | 13 ~ 15 | [m] |
| High (aprox.) | 9 ~ 10 | [m] |
| Width (aprox.) | 5 ~ 6 | [m] |
| Dry weight (aprox.) | 500 ~ 600 | [mt] |

| | R1 | R2 | R3 | R4 |
|-----------------------|--------------|----------------------|--------|--------|
| speed [rpm] | 105 | 105 | 82 | 82 |
| power/cyl | 2 490 | 1 880 | 1 950 | 1 470 |
| power [kW] | 19 920 | 15 040 | 15 600 | 11 760 |
| Hull Condition | Clean | Fouled (+20%) | | |
| speed [rpm] | 92.7 | 99.4 | | |
| Power [PS] | 19 314 | 24 630 | | |
| Power [kW] | 14 205.4 | 18 115.5 | | |

LAYOUT DIAGRAM



LOADING DIAGRAM





ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ν΄

Στοιχεία Ηλεκτρογεννητριών



Ανδρέας Πάπαλος
ΝΑΥΠΗΓΟΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

Στο Παράρτημα αυτό θα δούμε τα κύρια χαρακτηριστικά της κύριας ηλεκτρογεννήτριας (x3) και της εφεδρικής (x1).

| Κύρια Ηλεκτρογεννήτριας | | |
|----------------------------------|----------------------|-------|
| P_{GEN} | 663.3918 | [kW] |
| Επιλεγμένη Ηλεκτρογεννήτρια (x3) | 12V1600 DS750 | |
| Αριθμός Κυλίνδρων | 4 | [-] |
| Ταχύτητα | 1800 | [rpm] |
| Συχνότητα | 60 | [Hz] |
| Ονομαστική Μηχανική Ισχύς | 750 | [kW] |
| Αποδιδόμενη Ηλεκτρική Ισχύς | 690 | [ekW] |
| Ύψος | 2.34 | [m] |
| Μήκος | 4.675 | [m] |
| Πλάτος Στήριξης | 2.292 | [m] |
| Βάρος | 7.88 | [t] |

| Εφεδρική Ηλεκτρογεννήτριας | | |
|--|---------------------|-------|
| Εκτίμηση ονομαστικής Ισχύος = 0,5 · Ονομαστική Μηχανική Ισχύς | 375 | [kW] |
| Επιλεγμένη Ηλεκτρογεννήτρια (x1) | 6R0225 DS400 | |
| Αριθμός Κυλίνδρων | 4 | [-] |
| Ταχύτητα | 1800 | [rpm] |
| Συχνότητα | 60 | [Hz] |
| Ονομαστική Μηχανική Ισχύς | 400 | [kW] |
| Αποδιδόμενη Ηλεκτρική Ισχύς | 360 | [ekW] |
| Ύψος | 2.418 | [m] |
| Μήκος | 3.48 | [m] |
| Πλάτος Στήριξης | 2.045 | [m] |
| Βάρος | 3.785 | [m] |



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε΄

Ευστάθεια Πλοίου μετά από Βλάβη



Ανδρέας Πάπαλος
ΝΑΥΠΗΓΟΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

Στο Παράρτημα αυτό θα δούμε τα αποτελέσματα που έχουν προκύψει από την Μελέτη που έγινε με την βοήθεια του προγράμματος Hydrostatics & Hydrodynamics για την αξιολόγηση της ευστάθειας μετά από βλάβη.

DAMAGE STATES

| Key | Description |
|-------|------------------------------|
| OWL | Damaged to outside waterline |
| Pres | Pressurised compartment |
| Part | Partly filled |
| WOD | Water on deck |
| Obstr | OWL with an obstruction |
| | |
| _d | Original contents drop out |
| _s | Compartment is stage flooded |

| ID | Perm | D000 | D001 | D002 | D003 | D004 | D005 |
|--------------|------|-------|------|-------|------|-------|------|
| | % | | | | | | |
| A.P.T(C) | 95 | | | | | | |
| BILGE OIL(S) | 95 | | | | | | |
| C.B.H.T(C) | 95 | | | | | | |
| C.O.T_1(P) | 95 | | | | | | |
| C.O.T_1(S) | 95 | | | | | | |
| C.O.T_2(P) | 95 | | | | | | |
| C.O.T_2(S) | 95 | | | | | | |
| C.O.T_3(P) | 95 | | | | | | |
| C.O.T_3(S) | 95 | | | | | | |
| C.O.T_4(P) | 95 | | | | | | |
| C.O.T_4(S) | 95 | | | | | | |
| C.O.T_5(P) | 95 | | | | | | |
| C.O.T_5(S) | 95 | | | | | OWL_d | |
| C.O.T_6(P) | 95 | | | | | | |
| C.O.T_6(S) | 95 | | | OWL_d | | | |
| C.O.T_7(P) | 95 | | | | | | |
| C.O.T_7(S) | 95 | OWL_d | | | | | |
| C.W.T | 95 | | | | | | |
| C.W.T (P) | 95 | | | | | | |
| C.W.T (S) | 95 | | | | | | |
| D.B.H(S) | 95 | | | | | | |
| D.O.O(P) | 95 | | | | | | |
| D.O.STOR(S) | 95 | | | | | | |
| D.O.T(S) | 95 | | | | | | |

| ID | Perm | D000 | D001 | D002 | D003 | D004 | D005 |
|-----------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | % | | | | | | |
| DIRTY L.O.T(S) | 95 | | | | | | |
| DIRTY_F.O.T | 95 | | | | | | |
| DIST.W.T(P) | 95 | | | | | | |
| DIST.W.T(S) | 95 | | | | | | |
| F.O.O(C) | 95 | | | | | | |
| F.O.SLUDGE.T(P) | 95 | | | | | | |
| F.P.T(C) | 95 | | | | | | |
| F.W.T(P) | 95 | | | | | | |
| F.W.T(S) | 95 | | | | | | |
| G.L.O.O(S) | 95 | | | | | | |
| H.F.O.T_2(S) | 95 | | | | | | |
| H.F.O2(P) | 95 | | | | | | |
| H.F.O_1(P) | 95 | | | | | | |
| H.F.O_1(S) | 95 | | | | | | |
| H.F.O_Serv(P) | 95 | | | | | | |
| H.F.O_Serv(S) | 95 | | | | | | |
| H.F.O_Sett(P) | 95 | | | | | | |
| H.F.O_Sett(S) | 95 | | | | | | |
| M/ELOSE(S) | 95 | | | | | | |
| M/ELOSET(S) | 95 | | | | | | |
| M/ELOST(S) | 95 | | | | | | |
| M/ELOSTO(C) | 95 | | | | | | |
| M/ELOSUM(S) | 95 | | | | | | |
| M/E_C.O.S1 | 95 | | | | | | |
| M/E_C.O.S2 | 95 | | | | | | |
| S/T_L.O.D.T(C) | 95 | | | | | | |
| TURB_OIL(S) | 95 | | | | | | |
| W.B.T_1(P) | 95 | | | | | | |
| W.B.T_1(S) | 95 | | | | | | |
| W.B.T_2(P) | 95 | | | | | | |
| W.B.T_2(S) | 95 | | | | | | |
| W.B.T_3(P) | 95 | | | | | | |
| W.B.T_3(S) | 95 | | | | | | |
| W.B.T_4(P) | 95 | | | | | | |
| W.B.T_4(S) | 95 | | | | | | OWL_d |
| W.B.T_5(P) | 95 | | | | | | |
| W.B.T_5(S) | 95 | | | | OWL_d | OWL_d | |
| W.B.T_6(P) | 95 | | | | | | |
| W.B.T_6(S) | 95 | | OWL_d | OWL_d | | | |
| W.B.T_7(P) | 95 | | | | | | |
| W.B.T_7(S) | 95 | OWL_d | | | | | |

| ID | Perm | D006 | D007 | D008 | D009 | D010 | D011 | D012 |
|-----------------|------|-------|------|-------|-------|------|------|-------|
| | % | | | | | | | |
| A.P.T(C) | 95 | | | | | | | |
| BILGE OIL(S) | 95 | | | | | | | |
| C.B.H.T(C) | 95 | | | | | | | |
| C.O.T_1(P) | 95 | | | | | | | |
| C.O.T_1(S) | 95 | | | | | | | OWL_d |
| C.O.T_2(P) | 95 | | | | | | | |
| C.O.T_2(S) | 95 | | | | OWL_d | | | |
| C.O.T_3(P) | 95 | | | | | | | |
| C.O.T_3(S) | 95 | | | OWL_d | | | | |
| C.O.T_4(P) | 95 | | | | | | | |
| C.O.T_4(S) | 95 | OWL_d | | | | | | |
| C.O.T_5(P) | 95 | | | | | | | |
| C.O.T_5(S) | 95 | | | | | | | |
| C.O.T_6(P) | 95 | | | | | | | |
| C.O.T_6(S) | 95 | | | | | | | |
| C.O.T_7(P) | 95 | | | | | | | |
| C.O.T_7(S) | 95 | | | | | | | |
| C.W.T | 95 | | | | | | | |
| C.W.T (P) | 95 | | | | | | | |
| C.W.T (S) | 95 | | | | | | | |
| D.B.H(S) | 95 | | | | | | | |
| D.O.O(P) | 95 | | | | | | | |
| D.O.STOR(S) | 95 | | | | | | | |
| D.O.T(S) | 95 | | | | | | | |
| DIRTY L.O.T(S) | 95 | | | | | | | |
| DIRTY_F.O.T | 95 | | | | | | | |
| DIST.W.T(P) | 95 | | | | | | | |
| DIST.W.T(S) | 95 | | | | | | | |
| F.O.O(C) | 95 | | | | | | | |
| F.O.SLUDGE.T(P) | 95 | | | | | | | |
| F.P.T(C) | 95 | | | | | | | |
| F.W.T(P) | 95 | | | | | | | |
| F.W.T(S) | 95 | | | | | | | |
| G.L.O.O(S) | 95 | | | | | | | |
| H.F.O.T_2(S) | 95 | | | | | | | |
| H.F.O2(P) | 95 | | | | | | | |
| H.F.O_1(P) | 95 | | | | | | | |
| H.F.O_1(S) | 95 | | | | | | | |
| H.F.O_Serv(P) | 95 | | | | | | | |
| H.F.O_Serv(S) | 95 | | | | | | | |
| H.F.O_Sett(P) | 95 | | | | | | | |
| H.F.O_Sett(S) | 95 | | | | | | | |

| ID | Perm | D006 | D007 | D008 | D009 | D010 | D011 | D012 |
|----------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | % | | | | | | | |
| M/ELOSE(S) | 95 | | | | | | | |
| M/ELOSET(S) | 95 | | | | | | | |
| M/ELOST(S) | 95 | | | | | | | |
| M/ELOSTO(C) | 95 | | | | | | | |
| M/ELOSUM(S) | 95 | | | | | | | |
| M/E_C.O.S1 | 95 | | | | | | | |
| M/E_C.O.S2 | 95 | | | | | | | |
| S/T_L.O.D.T(C) | 95 | | | | | | | |
| TURB_OIL(S) | 95 | | | | | | | |
| W.B.T_1(P) | 95 | | | | | | | |
| W.B.T_1(S) | 95 | | | | | | OWL_d | OWL_d |
| W.B.T_2(P) | 95 | | | | | | | |
| W.B.T_2(S) | 95 | | | | OWL_d | OWL_d | | |
| W.B.T_3(P) | 95 | | | | | | | |
| W.B.T_3(S) | 95 | | OWL_d | OWL_d | | | | |
| W.B.T_4(P) | 95 | | | | | | | |
| W.B.T_4(S) | 95 | OWL_d | | | | | | |
| W.B.T_5(P) | 95 | | | | | | | |
| W.B.T_5(S) | 95 | | | | | | | |
| W.B.T_6(P) | 95 | | | | | | | |
| W.B.T_6(S) | 95 | | | | | | | |
| W.B.T_7(P) | 95 | | | | | | | |
| W.B.T_7(S) | 95 | | | | | | | |

DAMAGE RESULTS

Damage Results - Subdivision Loadline

| <i>Case</i> | Downflood | Heel | GZ range | Max GZ | at | Opening Ht | `s' value | |
|---------------|------------------|-------------|-----------------|---------------|-----------|-------------------|------------------|--|
| <i>+</i> | degrees | degrees | degrees | metres | degrees | metres | | |
| <i>stage</i> | | | | | | | | |
| <i>Intact</i> | None | 0.00 | 55.00 | 2.158 | 20.00 | None | 1.000 | |
| <i>D000</i> | None | 6.98 | 48.02 | 1.890 | 26.98 | None | 1.000 | |
| <i>D001</i> | None | 2.16 | 52.84 | 2.209 | 22.16 | None | 1.000 | |
| <i>D002</i> | None | 7.51 | 47.49 | 1.853 | 27.51 | None | 1.000 | |
| <i>D003</i> | None | 2.16 | 52.84 | 2.205 | 22.16 | None | 1.000 | |
| <i>D004</i> | None | 7.42 | 47.58 | 1.862 | 27.42 | None | 1.000 | |
| <i>D005</i> | None | 2.15 | 52.85 | 2.202 | 22.15 | None | 1.000 | |
| <i>D006</i> | None | 7.47 | 47.53 | 1.848 | 27.47 | None | 1.000 | |
| <i>D007</i> | None | 2.16 | 52.84 | 2.198 | 22.16 | None | 1.000 | |
| <i>D008</i> | None | 7.66 | 47.34 | 1.812 | 27.66 | None | 1.000 | |
| <i>D009</i> | None | 7.76 | 47.24 | 1.770 | 27.76 | None | 1.000 | |
| <i>D010</i> | None | 2.57 | 52.43 | 2.171 | 22.57 | None | 1.000 | |
| <i>D011</i> | None | 2.25 | 52.75 | 2.127 | 22.25 | None | 1.000 | |
| <i>D012</i> | None | 5.32 | 49.68 | 1.925 | 25.32 | None | 1.000 | |

Damage Results - Partial Loadline

| <i>Case</i> | Downflood | Heel | GZ range | Max GZ | at | Opening Ht | `s' value | |
|---------------|------------------|-------------|-----------------|---------------|-----------|-------------------|------------------|--|
| <i>+</i> | degrees | degrees | degrees | metres | degrees | metres | | |
| <i>stage</i> | | | | | | | | |
| <i>Intact</i> | None | 0.00 | 55.00 | 2.425 | 20.00 | None | 1.000 | |
| <i>D000</i> | None | 6.30 | 48.70 | 2.498 | 26.30 | None | 1.000 | |
| <i>D001</i> | None | 2.03 | 52.97 | 2.511 | 22.03 | None | 1.000 | |
| <i>D002</i> | None | 6.81 | 48.19 | 2.482 | 26.81 | None | 1.000 | |
| <i>D003</i> | None | 2.02 | 52.98 | 2.505 | 22.02 | None | 1.000 | |
| <i>D004</i> | None | 6.74 | 48.26 | 2.478 | 26.74 | None | 1.000 | |
| <i>D005</i> | None | 2.02 | 52.98 | 2.499 | 22.02 | None | 1.000 | |
| <i>D006</i> | None | 6.80 | 48.20 | 2.459 | 26.80 | None | 1.000 | |
| <i>D007</i> | None | 2.02 | 52.98 | 2.493 | 22.02 | None | 1.000 | |
| <i>D008</i> | None | 7.00 | 48.00 | 2.424 | 27.00 | None | 1.000 | |
| <i>D009</i> | None | 7.12 | 47.88 | 2.379 | 27.12 | None | 1.000 | |
| <i>D010</i> | None | 2.37 | 52.63 | 2.472 | 22.37 | None | 1.000 | |
| <i>D011</i> | None | 2.01 | 52.99 | 2.425 | 22.01 | None | 1.000 | |
| <i>D012</i> | None | 4.79 | 50.21 | 2.413 | 24.79 | None | 1.000 | |

Damage Results - Light Service

| <i>Case</i> | Downflood | Heel | GZ range | Max GZ | at | Opening Ht | 's' value | |
|--------------------------|------------------|-------------|-----------------|---------------|-----------|-------------------|------------------|--|
| <i>+</i> <i>stage</i> | degrees | degrees | degrees | metres | degrees | metres | | |
| <i>Intact</i> | None | 0.00 | 55.00 | 2.216 | 20.00 | None | 1.000 | |
| <i>D000</i> | None | 6.74 | 48.26 | 2.063 | 26.74 | None | 1.000 | |
| <i>D001</i> | None | 2.12 | 52.88 | 2.286 | 22.12 | None | 1.000 | |
| <i>D002</i> | None | 7.30 | 47.70 | 2.024 | 27.30 | None | 1.000 | |
| <i>D003</i> | None | 2.13 | 52.87 | 2.281 | 22.13 | None | 1.000 | |
| <i>D004</i> | None | 7.25 | 47.75 | 2.022 | 27.25 | None | 1.000 | |
| <i>D005</i> | None | 2.13 | 52.87 | 2.277 | 22.13 | None | 1.000 | |
| <i>D006</i> | None | 7.34 | 47.66 | 1.998 | 27.34 | None | 1.000 | |
| <i>D007</i> | None | 2.14 | 52.86 | 2.274 | 22.14 | None | 1.000 | |
| <i>D008</i> | None | 7.58 | 47.42 | 1.952 | 27.58 | None | 1.000 | |
| <i>D009</i> | None | 7.73 | 47.27 | 1.901 | 27.73 | None | 1.000 | |
| <i>D010</i> | None | 2.56 | 52.44 | 2.251 | 22.56 | None | 1.000 | |
| <i>D011</i> | None | 2.25 | 52.75 | 2.203 | 22.25 | None | 1.000 | |
| <i>D012</i> | None | 5.33 | 49.67 | 2.032 | 25.33 | None | 1.000 | |

ASSESSMENT

Loading Conditions

| ID | Loadline | Draft | VCG | Minimum VCG | Critical VCG |
|----|----------------------|--------|--------|-------------|--------------|
| | | (m) | (m) | (m) | (m) |
| C1 | Subdivision Loadline | 12.859 | 12.897 | 0.000 | 12.897 |
| C2 | Partial Loadline | 11.440 | 12.859 | 0.000 | 12.859 |
| C3 | Light Service | 12.560 | 12.820 | 0.000 | 12.820 |

Assessment according to

| Sub-Zone | Load Cond. | `wt' | `p' | `r' | `v' | `p.r.v.wt' | `s' | Critical Case | Attained Index |
|----------|------------|--------|--------|--------|--------|------------|--------|---------------|----------------|
| 1-01-0-0 | C1 S | 0.5000 | 0.0075 | 1.0000 | 0.3059 | 0.0011 | 1.0000 | None | 0.0011 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.5087 | 0.0019 | 1.0000 | None | 0.0019 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.3487 | 0.0013 | 1.0000 | None | 0.0013 |
| 1-01-0-1 | C1 S | 0.5000 | 0.0075 | 1.0000 | 0.6941 | 0.0026 | 1.0000 | None | 0.0026 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.4913 | 0.0018 | 1.0000 | None | 0.0018 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.6513 | 0.0024 | 1.0000 | None | 0.0024 |
| 1-02-0-0 | C1 S | 0.5000 | 0.0017 | 1.0000 | 0.3059 | 0.0003 | 1.0000 | None | 0.0003 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.5087 | 0.0004 | 1.0000 | None | 0.0004 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.3487 | 0.0003 | 1.0000 | None | 0.0003 |
| 1-02-0-1 | C1 S | 0.5000 | 0.0017 | 1.0000 | 0.6941 | 0.0006 | 1.0000 | None | 0.0006 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.4913 | 0.0004 | 1.0000 | None | 0.0004 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.6513 | 0.0006 | 1.0000 | None | 0.0006 |
| 1-02-0-2 | C1 S | 0.5000 | 0.0017 | 1.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | None | 0.0000 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | None | 0.0000 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | None | 0.0000 |
| 1-03-0-0 | C1 S | 0.5000 | 0.0403 | 1.0000 | 0.3059 | 0.0062 | 1.0000 | None | 0.0062 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.5087 | 0.0103 | 1.0000 | None | 0.0103 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.3487 | 0.0070 | 1.0000 | None | 0.0070 |
| 1-03-0-1 | C1 S | 0.5000 | 0.0403 | 1.0000 | 0.6941 | 0.0140 | 1.0000 | None | 0.0140 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.4913 | 0.0099 | 1.0000 | None | 0.0099 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.6513 | 0.0131 | 1.0000 | None | 0.0131 |
| 1-03-0-2 | C1 S | 0.5000 | 0.0403 | 1.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | None | 0.0000 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | None | 0.0000 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | None | 0.0000 |
| 1-04-0-0 | C1 S | 0.5000 | 0.0356 | 1.0000 | 0.3059 | 0.0054 | 1.0000 | D000 | 0.0054 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.5087 | 0.0090 | 1.0000 | D000 | 0.0090 |

| Sub-Zone | Load Cond. | `wt' | `p' | `r' | `v' | `p.r.v.wt' | `s' | Critical Case | Attained Index |
|----------|------------|--------|--------|--------|--------|------------|--------|---------------|----------------|
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.3487 | 0.0062 | 1.0000 | D000 | 0.0062 |
| 1-04-0-1 | C1 S | 0.5000 | 0.0356 | 1.0000 | 0.6941 | 0.0123 | 1.0000 | D000 | 0.0123 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.4913 | 0.0087 | 1.0000 | D000 | 0.0087 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.6513 | 0.0116 | 1.0000 | D000 | 0.0116 |
| 1-04-0-2 | C1 S | 0.5000 | 0.0356 | 1.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | D000 | 0.0000 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | D000 | 0.0000 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | D000 | 0.0000 |
| 1-04-1-0 | C1 S | 0.5000 | 0.0356 | 0.0000 | 0.3059 | 0.0000 | 1.0000 | D000 | 0.0000 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.5087 | 0.0000 | 1.0000 | D000 | 0.0000 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.3487 | 0.0000 | 1.0000 | D000 | 0.0000 |
| 1-04-1-1 | C1 S | 0.5000 | 0.0356 | 0.0000 | 0.6941 | 0.0000 | 1.0000 | D000 | 0.0000 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.4913 | 0.0000 | 1.0000 | D000 | 0.0000 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.6513 | 0.0000 | 1.0000 | D000 | 0.0000 |
| 1-04-1-2 | C1 S | 0.5000 | 0.0356 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | D000 | 0.0000 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | D000 | 0.0000 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | D000 | 0.0000 |
| 1-05-0-0 | C1 S | 0.5000 | 0.0486 | 0.2348 | 0.3059 | 0.0017 | 1.0000 | D001 | 0.0017 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.5087 | 0.0029 | 1.0000 | D001 | 0.0029 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.3487 | 0.0020 | 1.0000 | D001 | 0.0020 |
| 1-05-0-1 | C1 S | 0.5000 | 0.0486 | 0.2348 | 0.6941 | 0.0040 | 1.0000 | D001 | 0.0040 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.4913 | 0.0028 | 1.0000 | D001 | 0.0028 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.6513 | 0.0037 | 1.0000 | D001 | 0.0037 |
| 1-05-0-2 | C1 S | 0.5000 | 0.0486 | 0.2348 | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | D001 | 0.0000 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | D001 | 0.0000 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | D001 | 0.0000 |
| 1-05-1-0 | C1 S | 0.5000 | 0.0486 | 0.7652 | 0.3059 | 0.0057 | 1.0000 | D002 | 0.0057 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.5087 | 0.0095 | 1.0000 | D002 | 0.0095 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.3487 | 0.0065 | 1.0000 | D002 | 0.0065 |
| 1-05-1-1 | C1 S | 0.5000 | 0.0486 | 0.7652 | 0.6941 | 0.0129 | 1.0000 | D002 | 0.0129 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.4913 | 0.0091 | 1.0000 | D002 | 0.0091 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.6513 | 0.0121 | 1.0000 | D002 | 0.0121 |
| 1-05-1-2 | C1 S | 0.5000 | 0.0486 | 0.7652 | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | D002 | 0.0000 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | D002 | 0.0000 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | D002 | 0.0000 |
| 1-06-0-0 | C1 S | 0.5000 | 0.0576 | 0.2348 | 0.3059 | 0.0021 | 1.0000 | D003 | 0.0021 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.5087 | 0.0034 | 1.0000 | D003 | 0.0034 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.3487 | 0.0024 | 1.0000 | D003 | 0.0024 |
| 1-06-0-1 | C1 S | 0.5000 | 0.0576 | 0.2348 | 0.6941 | 0.0047 | 1.0000 | D003 | 0.0047 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.4913 | 0.0033 | 1.0000 | D003 | 0.0033 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.6513 | 0.0044 | 1.0000 | D003 | 0.0044 |
| 1-06-0-2 | C1 S | 0.5000 | 0.0576 | 0.2348 | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | D003 | 0.0000 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | D003 | 0.0000 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | D003 | 0.0000 |

| Sub-Zone | Load Cond. | `wt' | `p' | `r' | `v' | `p.r.v.wt' | `s' | Critical Case | Attained Index |
|----------|------------|--------|--------|--------|--------|------------|--------|---------------|----------------|
| 1-06-1-0 | C1 S | 0.5000 | 0.0576 | 0.7652 | 0.3059 | 0.0067 | 1.0000 | D004 | 0.0067 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.5087 | 0.0112 | 1.0000 | D004 | 0.0112 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.3487 | 0.0077 | 1.0000 | D004 | 0.0077 |
| 1-06-1-1 | C1 S | 0.5000 | 0.0576 | 0.7652 | 0.6941 | 0.0153 | 1.0000 | D004 | 0.0153 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.4913 | 0.0108 | 1.0000 | D004 | 0.0108 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.6513 | 0.0143 | 1.0000 | D004 | 0.0143 |
| 1-06-1-2 | C1 S | 0.5000 | 0.0576 | 0.7652 | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | D004 | 0.0000 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | D004 | 0.0000 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | D004 | 0.0000 |
| 1-07-0-0 | C1 S | 0.5000 | 0.0610 | 0.2348 | 0.3059 | 0.0022 | 1.0000 | D005 | 0.0022 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.5087 | 0.0036 | 1.0000 | D005 | 0.0036 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.3487 | 0.0025 | 1.0000 | D005 | 0.0025 |
| 1-07-0-1 | C1 S | 0.5000 | 0.0610 | 0.2348 | 0.6941 | 0.0050 | 1.0000 | D005 | 0.0050 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.4913 | 0.0035 | 1.0000 | D005 | 0.0035 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.6513 | 0.0047 | 1.0000 | D005 | 0.0047 |
| 1-07-0-2 | C1 S | 0.5000 | 0.0610 | 0.2348 | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | D005 | 0.0000 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | D005 | 0.0000 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | D005 | 0.0000 |
| 1-07-1-0 | C1 S | 0.5000 | 0.0610 | 0.7652 | 0.3059 | 0.0071 | 1.0000 | D006 | 0.0071 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.5087 | 0.0119 | 1.0000 | D006 | 0.0119 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.3487 | 0.0081 | 1.0000 | D006 | 0.0081 |
| 1-07-1-1 | C1 S | 0.5000 | 0.0610 | 0.7652 | 0.6941 | 0.0162 | 1.0000 | D006 | 0.0162 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.4913 | 0.0115 | 1.0000 | D006 | 0.0115 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.6513 | 0.0152 | 1.0000 | D006 | 0.0152 |
| 1-07-1-2 | C1 S | 0.5000 | 0.0610 | 0.7652 | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | D006 | 0.0000 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | D006 | 0.0000 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | D006 | 0.0000 |
| 1-08-0-0 | C1 S | 0.5000 | 0.0610 | 0.2348 | 0.3059 | 0.0022 | 1.0000 | D007 | 0.0022 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.5087 | 0.0036 | 1.0000 | D007 | 0.0036 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.3487 | 0.0025 | 1.0000 | D007 | 0.0025 |
| 1-08-0-1 | C1 S | 0.5000 | 0.0610 | 0.2348 | 0.6941 | 0.0050 | 1.0000 | D007 | 0.0050 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.4913 | 0.0035 | 1.0000 | D007 | 0.0035 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.6513 | 0.0047 | 1.0000 | D007 | 0.0047 |
| 1-08-0-2 | C1 S | 0.5000 | 0.0610 | 0.2348 | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | D007 | 0.0000 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | D007 | 0.0000 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | D007 | 0.0000 |
| 1-08-1-0 | C1 S | 0.5000 | 0.0610 | 0.7652 | 0.3059 | 0.0071 | 1.0000 | D008 | 0.0071 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.5087 | 0.0119 | 1.0000 | D008 | 0.0119 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.3487 | 0.0081 | 1.0000 | D008 | 0.0081 |
| 1-08-1-1 | C1 S | 0.5000 | 0.0610 | 0.7652 | 0.6941 | 0.0162 | 1.0000 | D008 | 0.0162 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.4913 | 0.0115 | 1.0000 | D008 | 0.0115 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.6513 | 0.0152 | 1.0000 | D008 | 0.0152 |
| 1-08-1-2 | C1 S | 0.5000 | 0.0610 | 0.7652 | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | D008 | 0.0000 |

| Sub-Zone | Load Cond. | `wt' | `p' | `r' | `v' | `p.r.v.wt' | `s' | Critical Case | Attained Index |
|----------|------------|--------|--------|--------|--------|------------|--------|---------------|----------------|
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | D008 | 0.0000 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | D008 | 0.0000 |
| 1-09-0-0 | C1 S | 0.5000 | 0.0610 | 0.3042 | 0.3059 | 0.0028 | 1.0000 | D009 | 0.0028 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.5087 | 0.0047 | 1.0000 | D009 | 0.0047 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.3487 | 0.0032 | 1.0000 | D009 | 0.0032 |
| 1-09-0-1 | C1 S | 0.5000 | 0.0610 | 0.3042 | 0.6941 | 0.0064 | 1.0000 | D009 | 0.0064 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.4913 | 0.0046 | 1.0000 | D009 | 0.0046 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.6513 | 0.0060 | 1.0000 | D009 | 0.0060 |
| 1-09-0-2 | C1 S | 0.5000 | 0.0610 | 0.3042 | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | D009 | 0.0000 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | D009 | 0.0000 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | D009 | 0.0000 |
| 1-09-1-0 | C1 S | 0.5000 | 0.0610 | 0.6958 | 0.3059 | 0.0065 | 1.0000 | D009 | 0.0065 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.5087 | 0.0108 | 1.0000 | D009 | 0.0108 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.3487 | 0.0074 | 1.0000 | D009 | 0.0074 |
| 1-09-1-1 | C1 S | 0.5000 | 0.0610 | 0.6958 | 0.6941 | 0.0147 | 1.0000 | D009 | 0.0147 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.4913 | 0.0104 | 1.0000 | D009 | 0.0104 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.6513 | 0.0138 | 1.0000 | D009 | 0.0138 |
| 1-09-1-2 | C1 S | 0.5000 | 0.0610 | 0.6958 | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | D009 | 0.0000 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | D009 | 0.0000 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | D009 | 0.0000 |
| 1-10-0-0 | C1 S | 0.5000 | 0.0544 | 0.4494 | 0.3059 | 0.0037 | 1.0000 | D011 | 0.0037 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.5087 | 0.0062 | 1.0000 | D011 | 0.0062 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.3487 | 0.0043 | 1.0000 | D011 | 0.0043 |
| 1-10-0-1 | C1 S | 0.5000 | 0.0544 | 0.4494 | 0.6941 | 0.0085 | 1.0000 | D011 | 0.0085 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.4913 | 0.0060 | 1.0000 | D011 | 0.0060 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.6513 | 0.0080 | 1.0000 | D011 | 0.0080 |
| 1-10-0-2 | C1 S | 0.5000 | 0.0544 | 0.4494 | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | D011 | 0.0000 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | D011 | 0.0000 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | D011 | 0.0000 |
| 1-10-1-0 | C1 S | 0.5000 | 0.0544 | 0.5506 | 0.3059 | 0.0046 | 1.0000 | D012 | 0.0046 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.5087 | 0.0076 | 1.0000 | D012 | 0.0076 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.3487 | 0.0052 | 1.0000 | D012 | 0.0052 |
| 1-10-1-1 | C1 S | 0.5000 | 0.0544 | 0.5506 | 0.6941 | 0.0104 | 1.0000 | D012 | 0.0104 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.4913 | 0.0074 | 1.0000 | D012 | 0.0074 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.6513 | 0.0098 | 1.0000 | D012 | 0.0098 |
| 1-10-1-2 | C1 S | 0.5000 | 0.0544 | 0.5506 | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | D012 | 0.0000 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | D012 | 0.0000 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | D012 | 0.0000 |
| 1-11-0-0 | C1 S | 0.5000 | 0.0039 | 1.0000 | 0.3059 | 0.0006 | 1.0000 | None | 0.0006 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.5087 | 0.0010 | 1.0000 | None | 0.0010 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.3487 | 0.0007 | 1.0000 | None | 0.0007 |
| 1-11-0-1 | C1 S | 0.5000 | 0.0039 | 1.0000 | 0.6941 | 0.0013 | 1.0000 | None | 0.0013 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.4913 | 0.0009 | 1.0000 | None | 0.0009 |

| Sub-Zone | Load Cond. | `wt' | `p' | `r' | `v' | `p.r.v.wt' | `s' | Critical Case | Attained Index |
|----------|------------|--------|--------|--------|--------|------------|--------|---------------|----------------|
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.6513 | 0.0013 | 1.0000 | None | 0.0013 |
| 1-11-0-2 | C1 S | 0.5000 | 0.0039 | 1.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | None | 0.0000 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | None | 0.0000 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | None | 0.0000 |
| 1-12-0-0 | C1 S | 0.5000 | 0.0173 | 1.0000 | 0.3059 | 0.0026 | 1.0000 | None | 0.0026 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.5087 | 0.0044 | 1.0000 | None | 0.0044 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.3487 | 0.0030 | 1.0000 | None | 0.0030 |
| 1-12-0-1 | C1 S | 0.5000 | 0.0173 | 1.0000 | 0.6941 | 0.0060 | 1.0000 | None | 0.0060 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.4913 | 0.0042 | 1.0000 | None | 0.0042 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.6513 | 0.0056 | 1.0000 | None | 0.0056 |
| 1-12-0-2 | C1 S | 0.5000 | 0.0173 | 1.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | None | 0.0000 |
| | C2 S | 0.5000 | | | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | None | 0.0000 |
| | C3 S | 0.5000 | | | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | None | 0.0000 |
| 1 zone | | | | | | 0.6746 | | | 0.6746 |
| Total C1 | | | | | | 0.2249 | | | 0.2249 |
| Total C2 | | | | | | 0.2249 | | | 0.2249 |
| Total C3 | | | | | | 0.2249 | | | 0.2249 |
| Total | | | | | | 0.6746 | | | 0.6746 |

Subdivision index

| | | |
|-------------------------|---------------|--------|
| Subdivision Length (Ls) | 246.0000 | metres |
| Required Index | 0.6068 | |

Loading Condition Summary

| ID | Loadline | Draft (m) | VCG (m) | Weight Factor (wt) | Attained Index (A) | A * wt | Required | OK? |
|----|----------------------|-----------|---------|--------------------|--------------------|---------------|---------------|------------|
| C1 | Subdivision Loadline | 12.859 | 12.897 | 0.5000 | 0.4497 | 0.2249 | | |
| C2 | Partial Loadline | 11.440 | 12.859 | 0.5000 | 0.4497 | 0.2249 | | |
| C3 | Light Service | 12.560 | 12.820 | 0.5000 | 0.4497 | 0.2249 | | |
| | Total | | | | | 0.6746 | 0.6068 | YES |

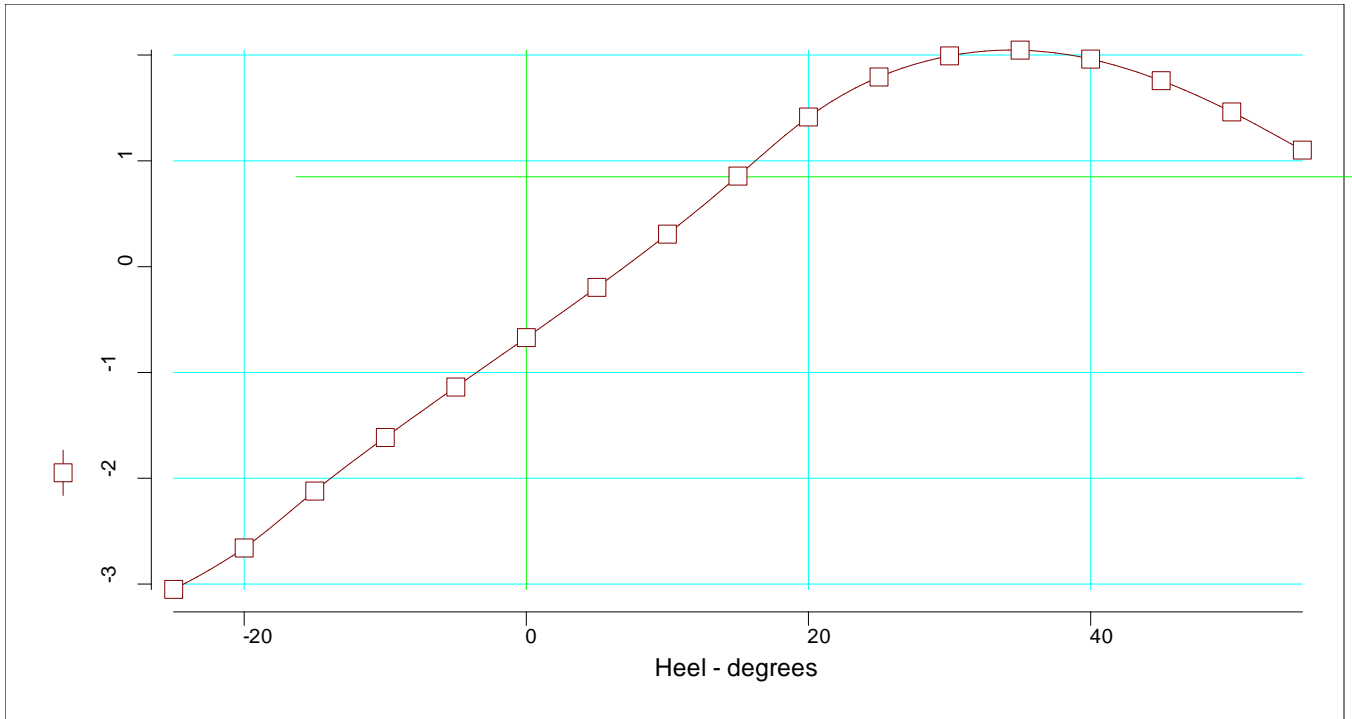
DETAILS

Subdivision Loadline Case D000

D000

| Title | Cargo | % full | SG | Weight | LCG | TCG | VCG | FSM | S |
|------------------------------------|-------|-------------|--------|-----------------|----------------|---------------|---------------|------------------|---|
| | | | (t/m3) | (t) | (m) | (m) | (m) | (t-m) | M |
| Total Displacement | | | | 119331.7 | 128.832 | 0.000 | 12.897 | 0.0 | |
| Total Fallout | | | | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| Displacement after fall-out | | | | 119331.7 | 128.832 | 0.000 | 12.897 | 0.0 | |
| Buoyancy | | | | 127538.6 | 124.270 | 1.374 | 7.201 | 1468416.3 | |
| <i>Damaged</i> | | <i>%</i> | | | | | | | |
| | | <i>perm</i> | | | | | | | |
| C.O.T_7(S): s | 95.0 | 70.2 | 1.025 | -6653.0 | 59.090 | 9.980 | 9.003 | -70167.8 | |
| W.B.T_7(S): s | 95.0 | 86.6 | 1.025 | -1553.9 | 59.771 | 15.779 | 5.164 | -22888.4 | |
| Total Damaged | | | | -8206.9 | 59.219 | 11.078 | 8.276 | -93056.2 | |
| Total Buoyancy | | | | 119331.7 | 128.744 | 0.706 | 7.127 | 1375360.2 | |

D000



Subdivision Loadline

| Heel to Stbd (deg) | GZ (m) | Slope (m/rad) | Trim (m) | WLrad (m) | Freeboard (m) |
|-----------------------|-----------|------------------|-------------|--------------|------------------|
| -25.00 | -3.0502 | 3.3569 | -1.879 | 12.086 | -3.00[1] |
| -20.00 | -2.6577 | 5.8459 | -2.151 | 12.494 | -0.99[1] |
| -15.00 | -2.1200 | 6.2044 | -2.565 | 12.926 | 0.90[1] |
| -10.00 | -1.6137 | 5.7036 | -2.974 | 13.257 | 2.79[1] |
| -5.00 | -1.1370 | 5.4357 | -3.311 | 13.477 | 4.66[1] |
| 0.00 | -0.6704 | 5.3958 | -3.557 | 13.585 | 6.51[0] |
| 5.00 | -0.1950 | 5.5755 | -3.695 | 13.585 | 4.55[0] |
| 10.00 | 0.3076 | 5.9863 | -3.742 | 13.474 | 2.57[0] |
| 15.00 | 0.8569 | 6.7231 | -3.721 | 13.252 | 0.57[0] |
| 20.00 | 1.4144 | 5.5979 | -3.774 | 12.952 | -1.45[0] |
| 25.00 | 1.7925 | 3.2508 | -4.015 | 12.699 | -3.61[0] |
| 30.00 | 1.9925 | 1.5033 | -4.291 | 12.504 | -5.90[0] |
| 35.00 | 2.0465 | -0.1432 | -4.584 | 12.328 | -8.25[0] |
| 40.00 | 1.9623 | -1.6500 | -4.875 | 12.118 | -10.61[0] |
| 45.00 | 1.7581 | -2.8867 | -5.148 | 11.839 | -12.90[0] |
| 50.00 | 1.4623 | -3.7758 | -5.375 | 11.472 | -15.10[0] |
| 55.00 | 1.1022 | -4.4165 | -5.545 | 11.016 | -17.18[0] |

1.0000

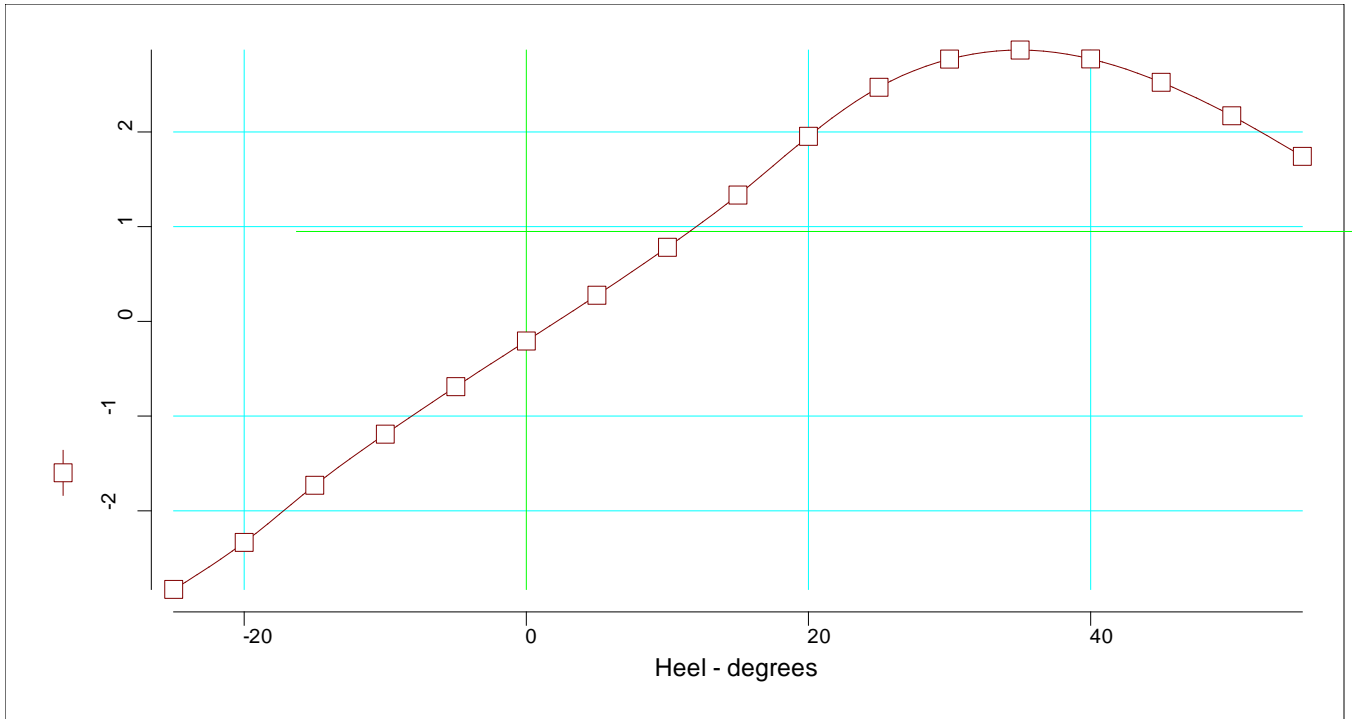
| | | |
|---|---------------|---------|
| Equilibrium angle | 6.982 | degrees |
| Range from equilibrium angle (max. 20.00 degrees) | 48.018 | degrees |
| Maximum GZ value | 1.890 | metres |
| Position of GZ value | 26.982 | degrees |
| Downflood angle [opening index] | None | degrees |
| Height of protected opening [opening index] | None | metres |
| `S' Value | 1.0000 | |

Subdivision Loadline Case D001

D001

| Title | Cargo | % full | SG (t/m3) | Weight (t) | LCG (m) | TCG (m) | VCG (m) | FSM (t-m) | S M |
|------------------------------------|---------------|--------|--------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|------------------|--------|
| Total Displacement | | | | 119331.7 | 128.832 | 0.000 | 12.897 | 0.0 | |
| Total Fallout | | | | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| Displacement after fall-out | | | | 119331.7 | 128.832 | 0.000 | 12.897 | 0.0 | |
| Buoyancy | | | | 120971.4 | 128.213 | 0.440 | 6.747 | 1411307.4 | |
| <i>Damaged</i> | <i>% perm</i> | | | | | | | | |
| W.B.T_6(S): s | 95.0 | 79.2 | 1.025 | -1639.7 | 85.491 | 15.644 | 3.826 | -22730.4 | |
| Total Damaged | | | | -1639.7 | 85.491 | 15.644 | 3.826 | -22730.4 | |
| Total Buoyancy | | | | 119331.7 | 128.800 | 0.231 | 6.787 | 1388577.0 | |

D001



Subdivision Loadline

| Heel to Stbd (deg) | GZ (m) | Slope (m/rad) | Trim (m) | WLrad (m) | Freeboard (m) |
|-----------------------|-----------|------------------|-------------|--------------|------------------|
| -25.00 | -2.8305 | 4.3005 | -0.477 | 11.728 | -2.64[1] |
| -20.00 | -2.3338 | 7.2135 | -0.663 | 12.121 | -0.62[1] |
| -15.00 | -1.7310 | 6.5467 | -0.890 | 12.508 | 1.32[1] |
| -10.00 | -1.1903 | 5.9507 | -1.085 | 12.786 | 3.26[1] |
| -5.00 | -0.6895 | 5.6024 | -1.222 | 12.955 | 5.19[1] |
| 0.00 | -0.2078 | 5.4877 | -1.285 | 13.018 | 7.08[0] |
| 5.00 | 0.2760 | 5.6451 | -1.262 | 12.974 | 5.17[0] |
| 10.00 | 0.7831 | 6.0371 | -1.165 | 12.824 | 3.22[0] |
| 15.00 | 1.3342 | 6.6776 | -1.011 | 12.565 | 1.26[0] |
| 20.00 | 1.9543 | 7.4401 | -0.823 | 12.196 | -0.70[0] |
| 25.00 | 2.4722 | 4.5837 | -0.677 | 11.821 | -2.73[0] |
| 30.00 | 2.7695 | 2.2487 | -0.541 | 11.514 | -4.91[0] |
| 35.00 | 2.8647 | -0.0043 | -0.395 | 11.219 | -7.14[0] |
| 40.00 | 2.7712 | -2.0377 | -0.245 | 10.883 | -9.37[0] |
| 45.00 | 2.5247 | -3.4977 | -0.094 | 10.478 | -11.54[0] |
| 50.00 | 2.1712 | -4.5239 | 0.056 | 10.001 | -13.63[0] |
| 55.00 | 1.7421 | -5.2505 | 0.207 | 9.453 | -15.62[0] |

1.0000

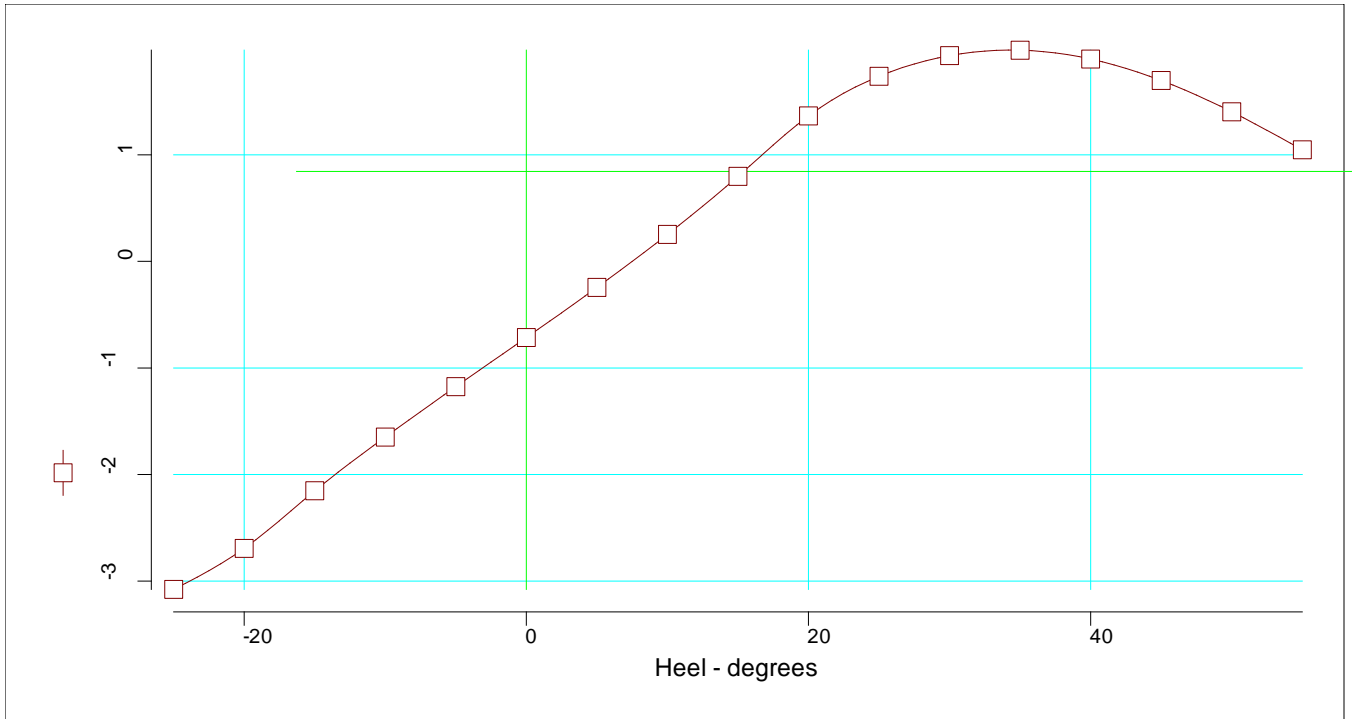
| | | |
|---|---------------|---------|
| Equilibrium angle | 2.164 | degrees |
| Range from equilibrium angle (max. 20.00 degrees) | 52.836 | degrees |
| Maximum GZ value | 2.209 | metres |
| Position of GZ value | 22.164 | degrees |
| Downflood angle [opening index] | None | degrees |
| Height of protected opening [opening index] | None | metres |
| `S' Value | 1.0000 | |

Subdivision Loadline Case D002

D002

| Title | Cargo | % full | SG (t/m3) | Weight (t) | LCG (m) | TCG (m) | VCG (m) | FSM (t-m) | S M |
|------------------------------------|-------|---------------|--------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|------------------|--------|
| Total Displacement | | | | 119331.7 | 128.832 | 0.000 | 12.897 | 0.0 | |
| Total Fallout | | | | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| Displacement after fall-out | | | | 119331.7 | 128.832 | 0.000 | 12.897 | 0.0 | |
| Buoyancy | | | | 127995.5 | 125.839 | 1.467 | 7.216 | 1469009.0 | |
| <i>Damaged</i> | | <i>% perm</i> | | | | | | | |
| C.O.T_6(S): s | 95.0 | 68.0 | 1.025 | -6874.2 | 85.450 | 10.009 | 8.792 | -74448.7 | |
| W.B.T_6(S): s | 95.0 | 86.4 | 1.025 | -1789.6 | 85.481 | 16.060 | 4.796 | -24402.9 | |
| Total Damaged | | | | -8663.8 | 85.456 | 11.258 | 7.966 | -98851.6 | |
| Total Buoyancy | | | | 119331.7 | 128.771 | 0.756 | 7.162 | 1370157.4 | |

D002



Subdivision Loadline

| Heel to Stbd (deg) | GZ (m) | Slope (m/rad) | Trim (m) | WLrad (m) | Freeboard (m) |
|-----------------------|-----------|------------------|-------------|--------------|------------------|
| -25.00 | -3.0782 | 3.2248 | -1.289 | 12.104 | -3.02[1] |
| -20.00 | -2.6934 | 5.8218 | -1.515 | 12.517 | -1.02[1] |
| -15.00 | -2.1529 | 6.1263 | -1.839 | 12.957 | 0.87[1] |
| -10.00 | -1.6488 | 5.6227 | -2.146 | 13.293 | 2.75[1] |
| -5.00 | -1.1756 | 5.3543 | -2.387 | 13.517 | 4.62[1] |
| 0.00 | -0.7143 | 5.2991 | -2.549 | 13.628 | 6.47[0] |
| 5.00 | -0.2449 | 5.5080 | -2.620 | 13.631 | 4.51[0] |
| 10.00 | 0.2528 | 5.9369 | -2.613 | 13.520 | 2.52[0] |
| 15.00 | 0.7979 | 6.6020 | -2.547 | 13.298 | 0.53[0] |
| 20.00 | 1.3647 | 5.6113 | -2.530 | 12.989 | -1.49[0] |
| 25.00 | 1.7366 | 3.1214 | -2.654 | 12.734 | -3.65[0] |
| 30.00 | 1.9305 | 1.4089 | -2.796 | 12.541 | -5.93[0] |
| 35.00 | 1.9817 | -0.1927 | -2.941 | 12.370 | -8.29[0] |
| 40.00 | 1.8987 | -1.6575 | -3.081 | 12.170 | -10.66[0] |
| 45.00 | 1.6971 | -2.8907 | -3.210 | 11.901 | -12.96[0] |
| 50.00 | 1.4039 | -3.7657 | -3.309 | 11.546 | -15.17[0] |
| 55.00 | 1.0471 | -4.3636 | -3.372 | 11.101 | -17.27[0] |

1.0000

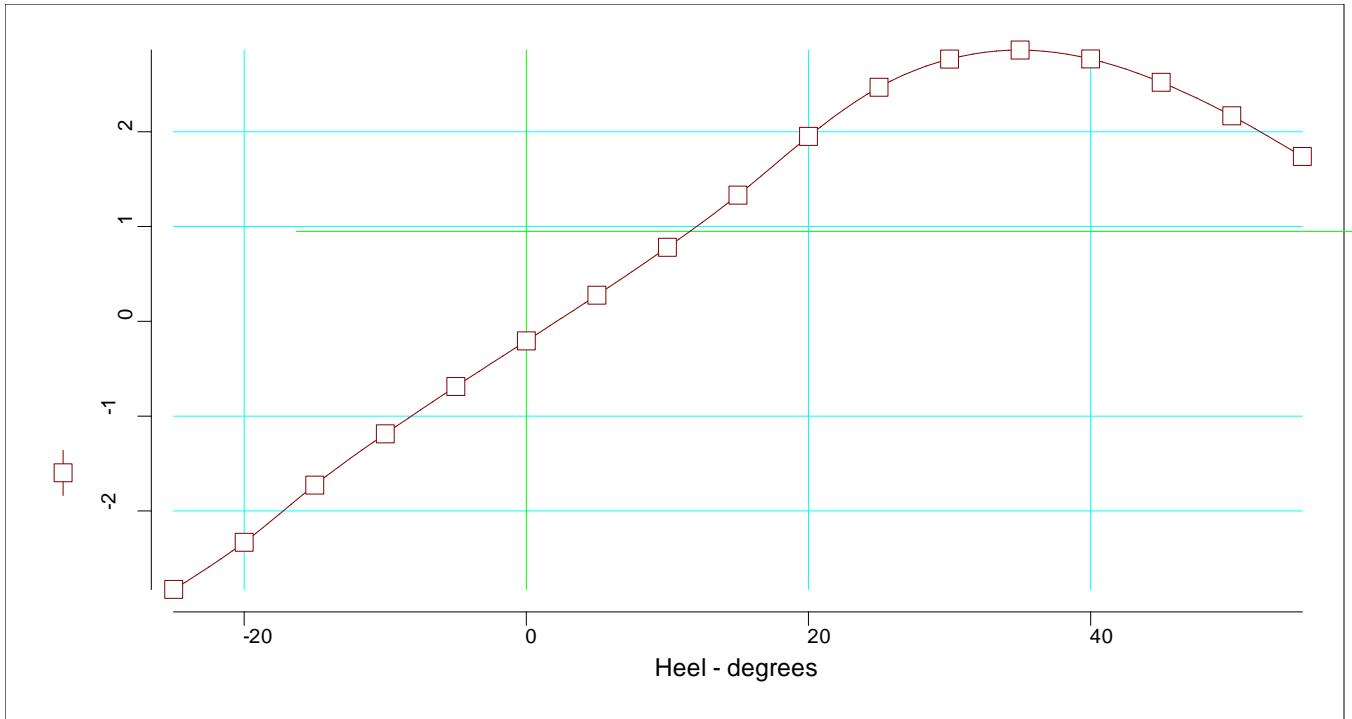
| | | |
|---|---------------|---------|
| Equilibrium angle | 7.507 | degrees |
| Range from equilibrium angle (max. 20.00 degrees) | 47.493 | degrees |
| Maximum GZ value | 1.853 | metres |
| Position of GZ value | 27.507 | degrees |
| Downflood angle [opening index] | None | degrees |
| Height of protected opening [opening index] | None | metres |
| `S' Value | 1.0000 | |

Subdivision Loadline Case D003

D003

| Title | Cargo | % full | SG (t/m3) | Weight (t) | LCG (m) | TCG (m) | VCG (m) | FSM (t-m) | S M |
|------------------------------------|---------------|--------|--------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|------------------|--------|
| Total Displacement | | | | 119331.7 | 128.832 | 0.000 | 12.897 | 0.0 | |
| Total Fallout | | | | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| Displacement after fall-out | | | | 119331.7 | 128.832 | 0.000 | 12.897 | 0.0 | |
| Buoyancy | | | | 120963.3 | 128.589 | 0.438 | 6.745 | 1409756.7 | |
| <i>Damaged</i> | <i>% perm</i> | | | | | | | | |
| W.B.T_5(S): s | 95.0 | 78.8 | 1.025 | -1631.6 | 112.692 | 15.619 | 3.775 | -22708.8 | |
| Total Damaged | | | | -1631.6 | 112.692 | 15.619 | 3.775 | -22708.8 | |
| Total Buoyancy | | | | 119331.7 | 128.807 | 0.230 | 6.785 | 1387048.0 | |

D003



Subdivision Loadline

| Heel to Stbd (deg) | GZ (m) | Slope (m/rad) | Trim (m) | WLrad (m) | Freeboard (m) |
|-----------------------|-----------|------------------|-------------|--------------|------------------|
| -25.00 | -2.8279 | 4.2993 | -0.315 | 11.726 | -2.64[1] |
| -20.00 | -2.3306 | 7.2485 | -0.491 | 12.120 | -0.62[1] |
| -15.00 | -1.7273 | 6.5389 | -0.698 | 12.507 | 1.32[1] |
| -10.00 | -1.1870 | 5.9389 | -0.872 | 12.785 | 3.26[1] |
| -5.00 | -0.6869 | 5.5878 | -0.991 | 12.955 | 5.19[1] |
| 0.00 | -0.2064 | 5.4706 | -1.036 | 13.018 | 7.08[0] |
| 5.00 | 0.2759 | 5.6293 | -1.001 | 12.974 | 5.17[0] |
| 10.00 | 0.7816 | 6.0234 | -0.894 | 12.823 | 3.22[0] |
| 15.00 | 1.3315 | 6.6678 | -0.733 | 12.564 | 1.26[0] |
| 20.00 | 1.9507 | 7.4653 | -0.540 | 12.194 | -0.69[0] |
| 25.00 | 2.4692 | 4.5883 | -0.380 | 11.818 | -2.73[0] |
| 30.00 | 2.7663 | 2.2500 | -0.223 | 11.509 | -4.90[0] |
| 35.00 | 2.8613 | 0.0002 | -0.050 | 11.214 | -7.14[0] |
| 40.00 | 2.7677 | -2.0305 | 0.130 | 10.877 | -9.36[0] |
| 45.00 | 2.5212 | -3.4916 | 0.311 | 10.471 | -11.53[0] |
| 50.00 | 2.1677 | -4.5188 | 0.490 | 9.993 | -13.62[0] |
| 55.00 | 1.7387 | -5.2456 | 0.666 | 9.445 | -15.61[0] |

1.0000

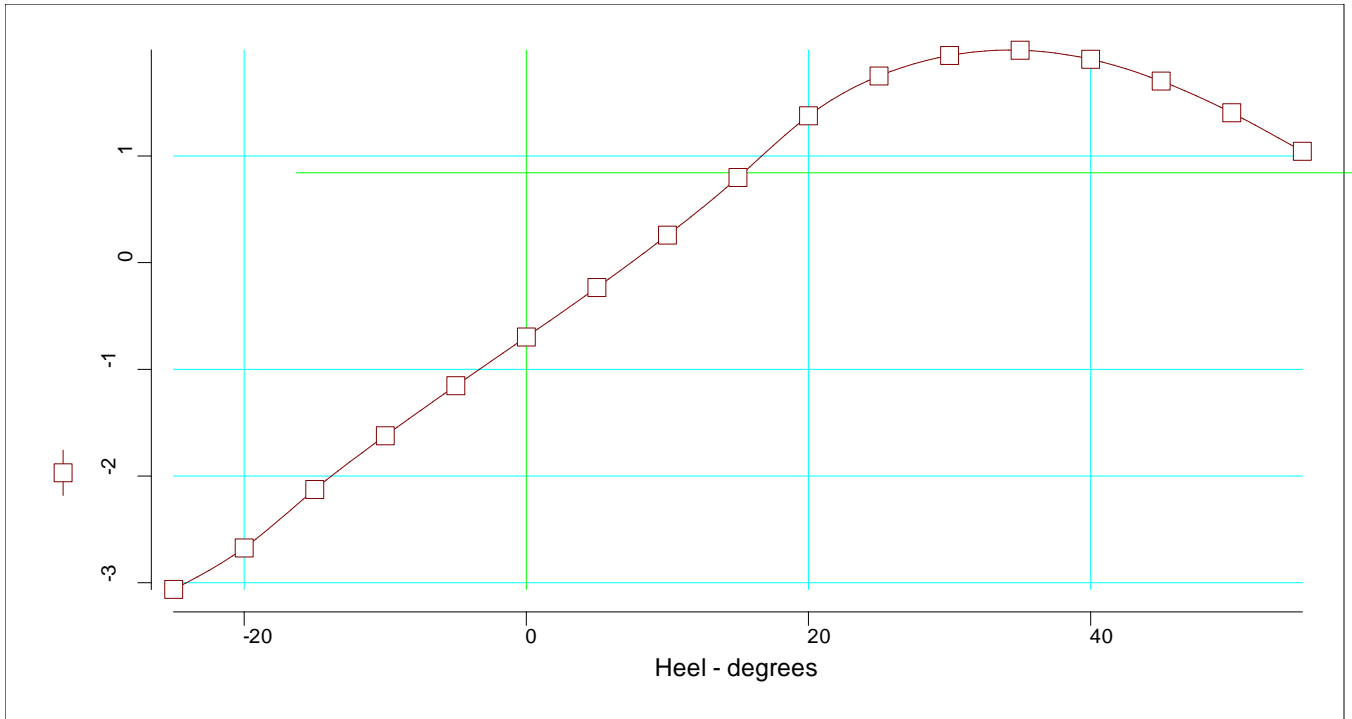
| | | |
|---|---------------|---------|
| Equilibrium angle | 2.157 | degrees |
| Range from equilibrium angle (max. 20.00 degrees) | 52.843 | degrees |
| Maximum GZ value | 2.205 | metres |
| Position of GZ value | 22.157 | degrees |
| Downflood angle [opening index] | None | degrees |
| Height of protected opening [opening index] | None | metres |
| `S' Value | 1.0000 | |

Subdivision Loadline Case D004

D004

| Title | Cargo | % full | SG (t/m3) | Weight (t) | LCG (m) | TCG (m) | VCG (m) | FSM (t-m) | S M |
|------------------------------------|-------|---------------|--------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|------------------|--------|
| Total Displacement | | | | 119331.7 | 128.832 | 0.000 | 12.897 | 0.0 | |
| Total Fallout | | | | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| Displacement after fall-out | | | | 119331.7 | 128.832 | 0.000 | 12.897 | 0.0 | |
| Buoyancy | | | | 127778.5 | 127.735 | 1.445 | 7.187 | 1460451.1 | |
| <i>Damaged</i> | | <i>% perm</i> | | | | | | | |
| C.O.T_5(S): s | 95.0 | 66.1 | 1.025 | -6677.9 | 112.674 | 10.011 | 8.602 | -73541.6 | |
| W.B.T_5(S): s | 95.0 | 85.4 | 1.025 | -1768.8 | 112.690 | 16.006 | 4.656 | -24208.1 | |
| Total Damaged | | | | -8446.8 | 112.677 | 11.266 | 7.776 | -97749.7 | |
| Total Buoyancy | | | | 119331.7 | 128.801 | 0.749 | 7.145 | 1362701.5 | |

D004



Subdivision Loadline

| Heel to Stbd (deg) | GZ (m) | Slope (m/rad) | Trim (m) | WLrad (m) | Freeboard (m) |
|-----------------------|-----------|------------------|-------------|--------------|------------------|
| -25.00 | -3.0627 | 3.2427 | -0.568 | 12.083 | -2.99[1] |
| -20.00 | -2.6738 | 5.8985 | -0.742 | 12.498 | -1.00[1] |
| -15.00 | -2.1263 | 6.0796 | -0.961 | 12.942 | 0.88[1] |
| -10.00 | -1.6227 | 5.5618 | -1.152 | 13.279 | 2.76[1] |
| -5.00 | -1.1527 | 5.2786 | -1.285 | 13.504 | 4.64[1] |
| 0.00 | -0.6966 | 5.2270 | -1.345 | 13.618 | 6.48[0] |
| 5.00 | -0.2333 | 5.4341 | -1.343 | 13.617 | 4.52[0] |
| 10.00 | 0.2582 | 5.8747 | -1.275 | 13.505 | 2.54[0] |
| 15.00 | 0.7981 | 6.5629 | -1.157 | 13.279 | 0.55[0] |
| 20.00 | 1.3759 | 5.6818 | -1.046 | 12.957 | -1.46[0] |
| 25.00 | 1.7496 | 3.1008 | -1.003 | 12.692 | -3.60[0] |
| 30.00 | 1.9418 | 1.3779 | -0.957 | 12.490 | -5.88[0] |
| 35.00 | 1.9913 | -0.2263 | -0.898 | 12.313 | -8.24[0] |
| 40.00 | 1.9065 | -1.6859 | -0.831 | 12.109 | -10.60[0] |
| 45.00 | 1.7019 | -2.9350 | -0.757 | 11.837 | -12.90[0] |
| 50.00 | 1.4050 | -3.8094 | -0.671 | 11.480 | -15.11[0] |
| 55.00 | 1.0442 | -4.4120 | -0.573 | 11.037 | -17.20[0] |

1.0000

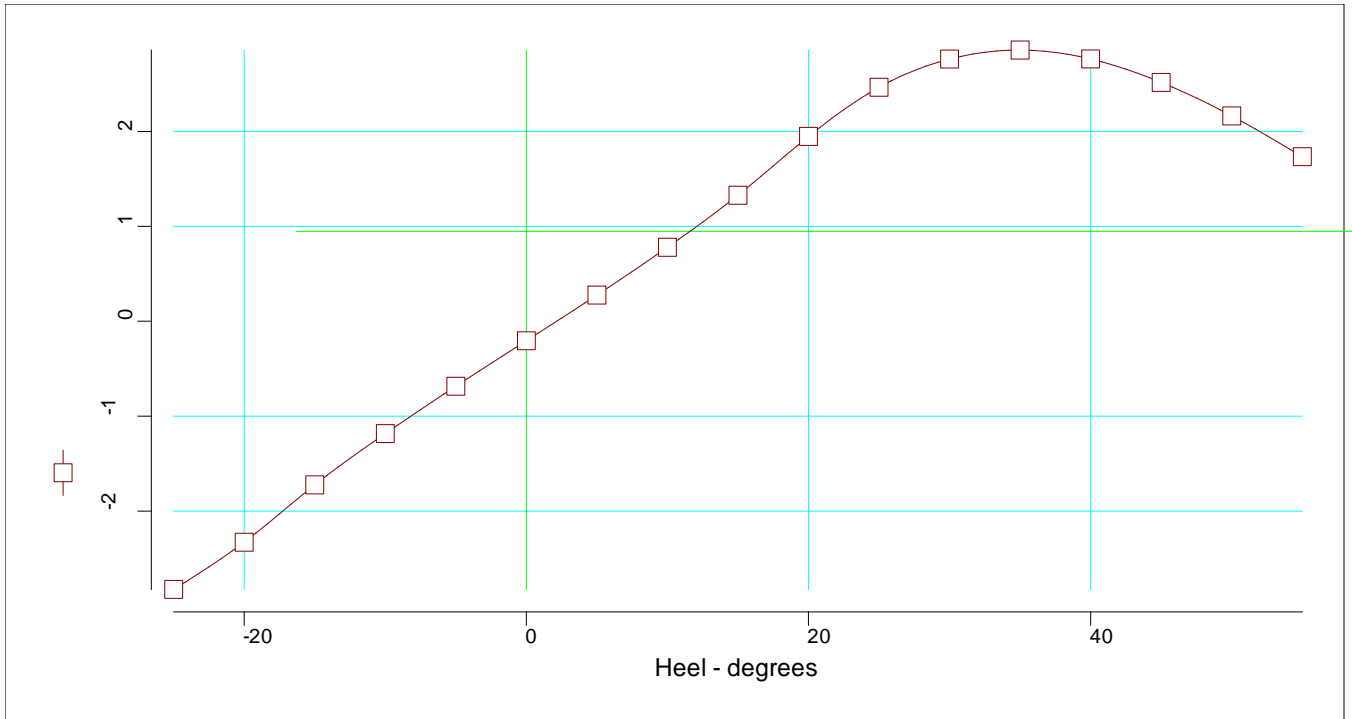
| | | |
|---|---------------|---------|
| Equilibrium angle | 7.422 | degrees |
| Range from equilibrium angle (max. 20.00 degrees) | 47.578 | degrees |
| Maximum GZ value | 1.862 | metres |
| Position of GZ value | 27.422 | degrees |
| Downflood angle [opening index] | None | degrees |
| Height of protected opening [opening index] | None | metres |
| `S' Value | 1.0000 | |

Subdivision Loadline Case D005

D005

| Title | Cargo | % full | SG (t/m3) | Weight (t) | LCG (m) | TCG (m) | VCG (m) | FSM (t-m) | S M |
|------------------------------------|---------------|--------|--------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|------------------|--------|
| Total Displacement | | | | 119331.7 | 128.832 | 0.000 | 12.897 | 0.0 | |
| Total Fallout | | | | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| Displacement after fall-out | | | | 119331.7 | 128.832 | 0.000 | 12.897 | 0.0 | |
| Buoyancy | | | | 120958.2 | 128.962 | 0.437 | 6.743 | 1408188.5 | |
| <i>Damaged</i> | <i>% perm</i> | | | | | | | | |
| W.B.T_4(S): s | 95.0 | 78.5 | 1.025 | -1626.5 | 139.894 | 15.603 | 3.743 | -22690.9 | |
| Total Damaged | | | | -1626.5 | 139.894 | 15.603 | 3.743 | -22690.9 | |
| Total Buoyancy | | | | 119331.7 | 128.813 | 0.230 | 6.784 | 1385497.7 | |

D005



Subdivision Loadline

| Heel to Stbd (deg) | GZ (m) | Slope (m/rad) | Trim (m) | WLRad (m) | Freeboard (m) |
|-----------------------|-----------|------------------|-------------|--------------|------------------|
| -25.00 | -2.8256 | 4.2998 | -0.154 | 11.724 | -2.64[1] |
| -20.00 | -2.3278 | 7.2796 | -0.321 | 12.119 | -0.62[1] |
| -15.00 | -1.7241 | 6.5316 | -0.507 | 12.506 | 1.32[1] |
| -10.00 | -1.1841 | 5.9276 | -0.661 | 12.785 | 3.26[1] |
| -5.00 | -0.6848 | 5.5734 | -0.760 | 12.955 | 5.19[1] |
| 0.00 | -0.2055 | 5.4552 | -0.788 | 13.019 | 7.08[0] |
| 5.00 | 0.2754 | 5.6137 | -0.741 | 12.975 | 5.17[0] |
| 10.00 | 0.7797 | 6.0098 | -0.625 | 12.823 | 3.22[0] |
| 15.00 | 1.3285 | 6.6583 | -0.455 | 12.563 | 1.26[0] |
| 20.00 | 1.9471 | 7.4826 | -0.257 | 12.192 | -0.69[0] |
| 25.00 | 2.4657 | 4.5927 | -0.083 | 11.814 | -2.73[0] |
| 30.00 | 2.7626 | 2.2516 | 0.096 | 11.505 | -4.90[0] |
| 35.00 | 2.8573 | 0.0049 | 0.295 | 11.209 | -7.13[0] |
| 40.00 | 2.7636 | -2.0230 | 0.505 | 10.871 | -9.36[0] |
| 45.00 | 2.5172 | -3.4833 | 0.717 | 10.464 | -11.53[0] |
| 50.00 | 2.1637 | -4.5117 | 0.924 | 9.986 | -13.61[0] |
| 55.00 | 1.7348 | -5.2399 | 1.125 | 9.437 | -15.60[0] |

1.0000

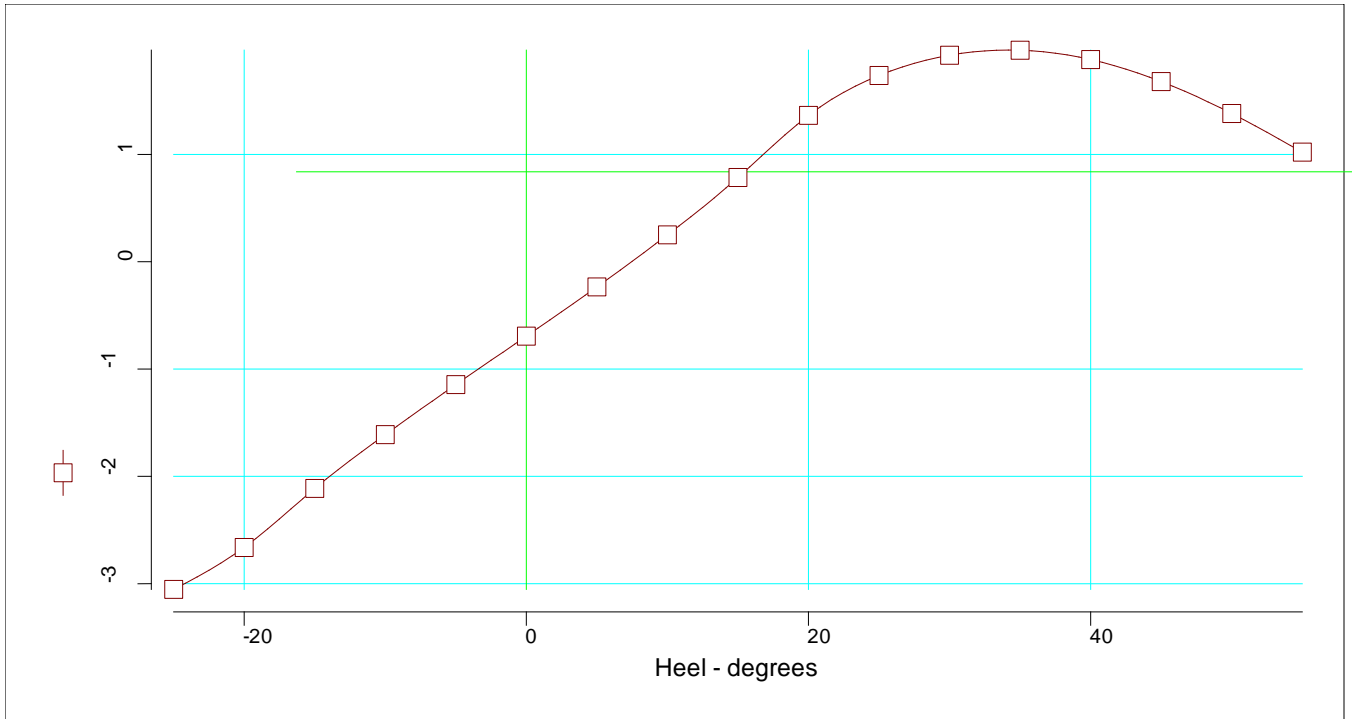
| | | |
|---|---------------|---------|
| Equilibrium angle | 2.154 | degrees |
| Range from equilibrium angle (max. 20.00 degrees) | 52.846 | degrees |
| Maximum GZ value | 2.202 | metres |
| Position of GZ value | 22.154 | degrees |
| Downflood angle [opening index] | None | degrees |
| Height of protected opening [opening index] | None | metres |
| `S' Value | 1.0000 | |

Subdivision Loadline Case D006

D006

| Title | Cargo | % full | SG | Weight | LCG | TCG | VCG | FSM | S |
|------------------------------------|-------|---------------|--------|-----------------|----------------|---------------|---------------|------------------|---|
| | | | (t/m3) | (t) | (m) | (m) | (m) | (t-m) | M |
| Total Displacement | | | | 119331.7 | 128.832 | 0.000 | 12.897 | 0.0 | |
| Total Fallout | | | | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| Displacement after fall-out | | | | 119331.7 | 128.832 | 0.000 | 12.897 | 0.0 | |
| Buoyancy | | | | 127751.0 | 129.561 | 1.448 | 7.180 | 1453469.5 | |
| <i>Damaged</i> | | <i>% perm</i> | | | | | | | |
| C.O.T_4(S): s | 95.0 | 65.8 | 1.025 | -6652.6 | 139.899 | 10.014 | 8.578 | -73033.3 | |
| W.B.T_4(S): s | 95.0 | 85.3 | 1.025 | -1766.7 | 139.900 | 16.001 | 4.642 | -24104.4 | |
| Total Damaged | | | | -8419.3 | 139.899 | 11.270 | 7.752 | -97137.7 | |
| Total Buoyancy | | | | 119331.7 | 128.831 | 0.755 | 7.140 | 1356331.9 | |

D006



Subdivision Loadline

| Heel to Stbd (deg) | GZ (m) | Slope (m/rad) | Trim (m) | WLrad (m) | Freeboard (m) |
|-----------------------|-----------|------------------|-------------|--------------|------------------|
| -25.00 | -3.0541 | 3.2518 | 0.123 | 12.074 | -2.99[1] |
| -20.00 | -2.6631 | 5.9216 | 0.001 | 12.491 | -0.99[1] |
| -15.00 | -2.1130 | 6.0416 | -0.111 | 12.938 | 0.89[1] |
| -10.00 | -1.6110 | 5.5107 | -0.189 | 13.277 | 2.77[1] |
| -5.00 | -1.1449 | 5.2164 | -0.211 | 13.505 | 4.64[1] |
| 0.00 | -0.6931 | 5.1827 | -0.176 | 13.620 | 6.48[0] |
| 5.00 | -0.2347 | 5.3737 | -0.096 | 13.620 | 4.52[0] |
| 10.00 | 0.2506 | 5.8209 | 0.031 | 13.505 | 2.54[0] |
| 15.00 | 0.7853 | 6.5227 | 0.200 | 13.275 | 0.55[0] |
| 20.00 | 1.3639 | 5.7063 | 0.393 | 12.947 | -1.45[0] |
| 25.00 | 1.7364 | 3.1009 | 0.605 | 12.674 | -3.59[0] |
| 30.00 | 1.9249 | 1.3782 | 0.841 | 12.468 | -5.86[0] |
| 35.00 | 1.9713 | -0.2004 | 1.105 | 12.284 | -8.21[0] |
| 40.00 | 1.8849 | -1.6568 | 1.385 | 12.074 | -10.56[0] |
| 45.00 | 1.6794 | -2.8996 | 1.670 | 11.798 | -12.86[0] |
| 50.00 | 1.3822 | -3.7735 | 1.947 | 11.437 | -15.06[0] |
| 55.00 | 1.0217 | -4.3795 | 2.213 | 10.990 | -17.15[0] |

1.0000

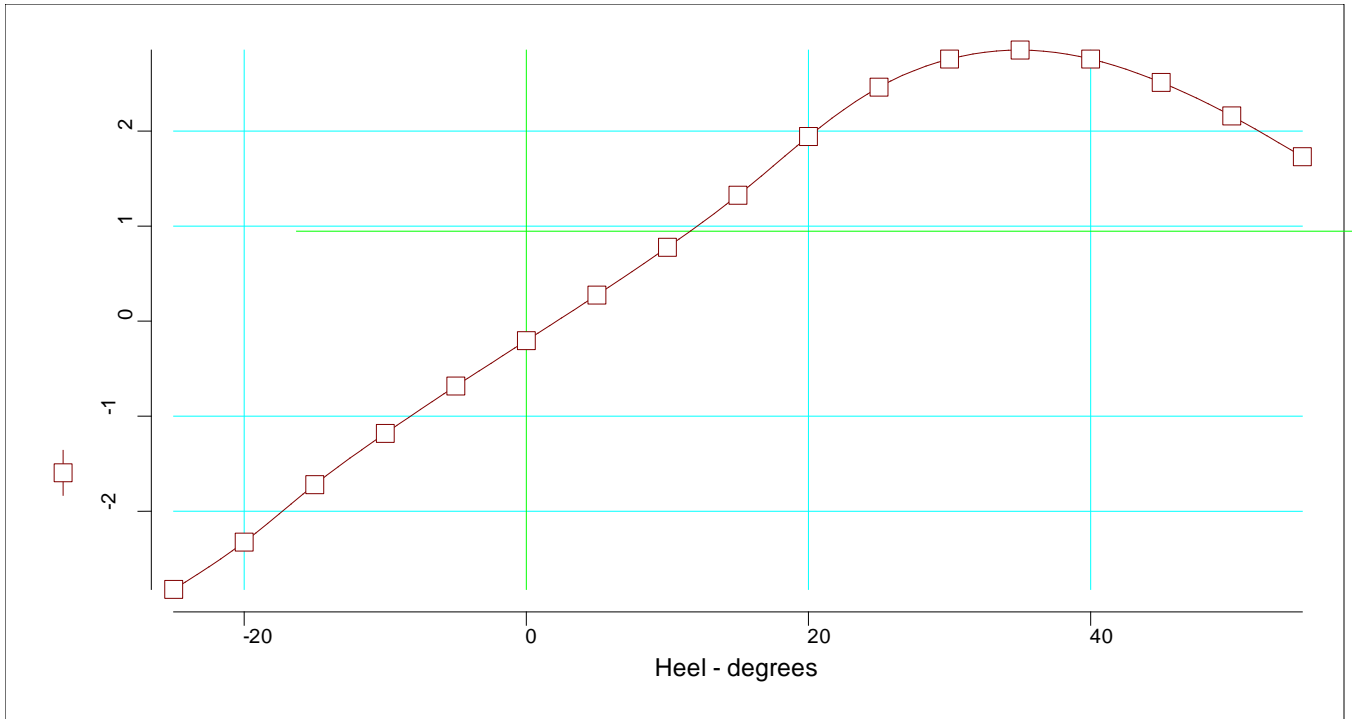
| | | |
|---|---------------|---------|
| Equilibrium angle | 7.469 | degrees |
| Range from equilibrium angle (max. 20.00 degrees) | 47.531 | degrees |
| Maximum GZ value | 1.848 | metres |
| Position of GZ value | 27.469 | degrees |
| Downflood angle [opening index] | None | degrees |
| Height of protected opening [opening index] | None | metres |
| `S' Value | 1.0000 | |

Subdivision Loadline Case D007

D007

| Title | Cargo | % full | SG (t/m3) | Weight (t) | LCG (m) | TCG (m) | VCG (m) | FSM (t-m) | S M |
|------------------------------------|-------|--------|--------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|------------------|--------|
| Total Displacement | | | | 119331.7 | 128.832 | 0.000 | 12.897 | 0.0 | |
| Total Fallout | | | | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| Displacement after fall-out | | | | 119331.7 | 128.832 | 0.000 | 12.897 | 0.0 | |
| Buoyancy | | | | 120956.1 | 129.333 | 0.437 | 6.742 | 1406600.1 | |
| <i>Damaged</i> % <i>perm</i> | | | | | | | | | |
| W.B.T_3(S): s | 95.0 | 78.4 | 1.025 | -1624.4 | 167.096 | 15.597 | 3.730 | -22677.0 | |
| Total Damaged | | | | -1624.4 | 167.096 | 15.597 | 3.730 | -22677.0 | |
| Total Buoyancy | | | | 119331.7 | 128.819 | 0.230 | 6.783 | 1383923.2 | |

D007



Subdivision Loadline

| Heel to Stbd (deg) | GZ (m) | Slope (m/rad) | Trim (m) | WLrad (m) | Freeboard (m) |
|-----------------------|-----------|------------------|-------------|--------------|------------------|
| -25.00 | -2.8237 | 4.3021 | 0.007 | 11.722 | -2.63[1] |
| -20.00 | -2.3253 | 7.2999 | -0.151 | 12.118 | -0.62[1] |
| -15.00 | -1.7214 | 6.5248 | -0.317 | 12.506 | 1.32[1] |
| -10.00 | -1.1817 | 5.9167 | -0.451 | 12.785 | 3.26[1] |
| -5.00 | -0.6833 | 5.5594 | -0.530 | 12.956 | 5.19[1] |
| 0.00 | -0.2052 | 5.4410 | -0.540 | 13.019 | 7.08[0] |
| 5.00 | 0.2744 | 5.5984 | -0.482 | 12.975 | 5.17[0] |
| 10.00 | 0.7774 | 5.9965 | -0.355 | 12.823 | 3.22[0] |
| 15.00 | 1.3250 | 6.6489 | -0.178 | 12.562 | 1.26[0] |
| 20.00 | 1.9432 | 7.5011 | 0.026 | 12.190 | -0.69[0] |
| 25.00 | 2.4619 | 4.5969 | 0.215 | 11.811 | -2.72[0] |
| 30.00 | 2.7584 | 2.2537 | 0.415 | 11.501 | -4.89[0] |
| 35.00 | 2.8526 | 0.0098 | 0.640 | 11.204 | -7.13[0] |
| 40.00 | 2.7589 | -2.0141 | 0.881 | 10.865 | -9.35[0] |
| 45.00 | 2.5125 | -3.4728 | 1.122 | 10.458 | -11.52[0] |
| 50.00 | 2.1594 | -4.5026 | 1.358 | 9.980 | -13.61[0] |
| 55.00 | 1.7305 | -5.2328 | 1.584 | 9.430 | -15.59[0] |

1.0000

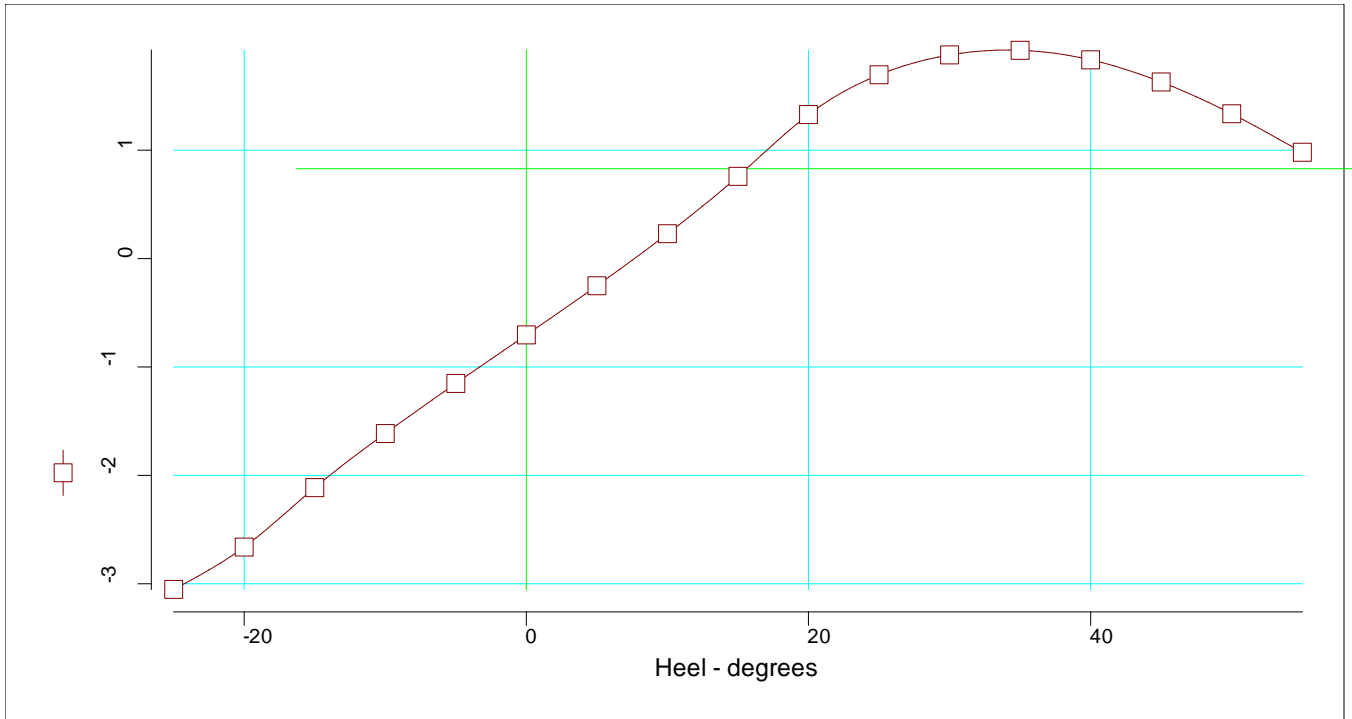
| | | |
|---|---------------|---------|
| Equilibrium angle | 2.156 | degrees |
| Range from equilibrium angle (max. 20.00 degrees) | 52.844 | degrees |
| Maximum GZ value | 2.198 | metres |
| Position of GZ value | 22.156 | degrees |
| Downflood angle [opening index] | None | degrees |
| Height of protected opening [opening index] | None | metres |
| `S' Value | 1.0000 | |

Subdivision Loadline Case D008

D008

| Title | Cargo | % full | SG (t/m3) | Weight (t) | LCG (m) | TCG (m) | VCG (m) | FSM (t-m) | S M |
|------------------------------------|-------|---------------|--------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|------------------|--------|
| Total Displacement | | | | 119331.7 | 128.832 | 0.000 | 12.897 | 0.0 | |
| Total Fallout | | | | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| Displacement after fall-out | | | | 119331.7 | 128.832 | 0.000 | 12.897 | 0.0 | |
| Buoyancy | | | | 127917.5 | 131.431 | 1.478 | 7.198 | 1449242.6 | |
| <i>Damaged</i> | | <i>% perm</i> | | | | | | | |
| C.O.T_3(S): s | 95.0 | 67.3 | 1.025 | -6801.8 | 167.125 | 10.017 | 8.723 | -73148.4 | |
| W.B.T_3(S): s | 95.0 | 86.1 | 1.025 | -1783.9 | 167.110 | 16.045 | 4.757 | -24140.3 | |
| Total Damaged | | | | -8585.6 | 167.122 | 11.270 | 7.899 | -97288.7 | |
| Total Buoyancy | | | | 119331.8 | 128.863 | 0.773 | 7.148 | 1351953.8 | |

D008



Subdivision Loadline

| Heel to Stbd (deg) | GZ (m) | Slope (m/rad) | Trim (m) | WLrad (m) | Freeboard (m) |
|-----------------------|-----------|------------------|-------------|--------------|------------------|
| -25.00 | -3.0520 | 3.2466 | 0.835 | 12.076 | -2.99[1] |
| -20.00 | -2.6610 | 5.8959 | 0.763 | 12.495 | -1.00[1] |
| -15.00 | -2.1128 | 6.0153 | 0.763 | 12.944 | 0.88[1] |
| -10.00 | -1.6134 | 5.4687 | 0.805 | 13.286 | 2.76[1] |
| -5.00 | -1.1516 | 5.1776 | 0.896 | 13.518 | 4.62[1] |
| 0.00 | -0.7041 | 5.1425 | 1.027 | 13.635 | 6.46[0] |
| 5.00 | -0.2504 | 5.3341 | 1.193 | 13.636 | 4.51[0] |
| 10.00 | 0.2295 | 5.7723 | 1.387 | 13.519 | 2.52[0] |
| 15.00 | 0.7590 | 6.4883 | 1.606 | 13.287 | 0.54[0] |
| 20.00 | 1.3283 | 5.7087 | 1.877 | 12.957 | -1.46[0] |
| 25.00 | 1.6957 | 3.1298 | 2.262 | 12.682 | -3.59[0] |
| 30.00 | 1.8789 | 1.4147 | 2.690 | 12.472 | -5.86[0] |
| 35.00 | 1.9214 | -0.1313 | 3.155 | 12.282 | -8.21[0] |
| 40.00 | 1.8335 | -1.5681 | 3.643 | 12.065 | -10.55[0] |
| 45.00 | 1.6293 | -2.7809 | 4.133 | 11.781 | -12.84[0] |
| 50.00 | 1.3359 | -3.6595 | 4.595 | 11.413 | -15.04[0] |
| 55.00 | 0.9808 | -4.2616 | 5.015 | 10.959 | -17.12[0] |

1.0000

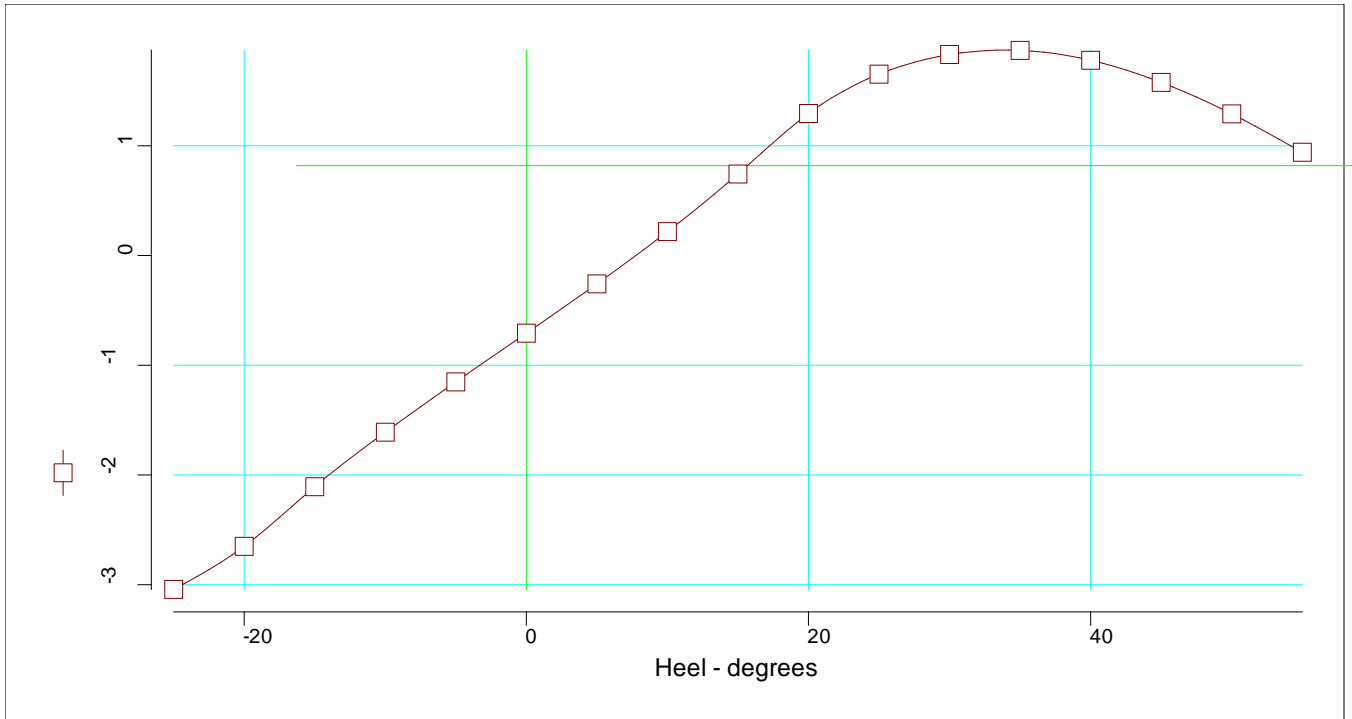
| | | |
|---|---------------|---------|
| Equilibrium angle | 7.659 | degrees |
| Range from equilibrium angle (max. 20.00 degrees) | 47.341 | degrees |
| Maximum GZ value | 1.812 | metres |
| Position of GZ value | 27.659 | degrees |
| Downflood angle [opening index] | None | degrees |
| Height of protected opening [opening index] | None | metres |
| `S' Value | 1.0000 | |

Subdivision Loadline Case D009

D009

| Title | Cargo | % full | SG (t/m3) | Weight (t) | LCG (m) | TCG (m) | VCG (m) | FSM (t-m) | S M |
|------------------------------------|-------|--------|--------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|------------------|--------|
| Total Displacement | | | | 119331.7 | 128.832 | 0.000 | 12.897 | 0.0 | |
| Total Fallout | | | | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| Displacement after fall-out | | | | 119331.7 | 128.832 | 0.000 | 12.897 | 0.0 | |
| Buoyancy | | | | 128113.9 | 133.373 | 1.491 | 7.226 | 1446281.7 | |
| <i>Damaged</i> % <i>perm</i> | | | | | | | | | |
| C.O.T_2(S): s | 95.0 | 69.8 | 1.025 | -6610.5 | 193.969 | 9.375 | 8.976 | -61246.5 | |
| W.B.T_2(S): s | 95.0 | 85.2 | 1.025 | -2171.6 | 194.983 | 16.367 | 5.958 | -34615.1 | |
| Total Damaged | | | | -8782.2 | 194.220 | 11.104 | 8.230 | -95861.6 | |
| Total Buoyancy | | | | 119331.7 | 128.895 | 0.783 | 7.152 | 1350420.1 | |

D009



Subdivision Loadline

| Heel to Stbd (deg) | GZ (m) | Slope (m/rad) | Trim (m) | WLrad (m) | Freeboard (m) |
|-----------------------|-----------|------------------|-------------|--------------|------------------|
| -25.00 | -3.0433 | 3.2750 | 1.592 | 12.084 | -3.00[1] |
| -20.00 | -2.6507 | 5.8622 | 1.562 | 12.502 | -1.00[1] |
| -15.00 | -2.1070 | 6.0203 | 1.673 | 12.951 | 0.87[1] |
| -10.00 | -1.6103 | 5.4514 | 1.843 | 13.297 | 2.75[1] |
| -5.00 | -1.1518 | 5.1624 | 2.050 | 13.531 | 4.61[1] |
| 0.00 | -0.7078 | 5.1272 | 2.284 | 13.650 | 6.45[0] |
| 5.00 | -0.2581 | 5.3111 | 2.539 | 13.651 | 4.49[0] |
| 10.00 | 0.2176 | 5.7392 | 2.809 | 13.534 | 2.51[0] |
| 15.00 | 0.7433 | 6.5621 | 3.081 | 13.299 | 0.52[0] |
| 20.00 | 1.2942 | 5.6251 | 3.430 | 12.972 | -1.47[0] |
| 25.00 | 1.6535 | 3.1902 | 3.982 | 12.696 | -3.61[0] |
| 30.00 | 1.8316 | 1.4763 | 4.591 | 12.481 | -5.88[0] |
| 35.00 | 1.8698 | -0.0401 | 5.239 | 12.284 | -8.21[0] |
| 40.00 | 1.7798 | -1.4504 | 5.910 | 12.056 | -10.54[0] |
| 45.00 | 1.5781 | -2.6244 | 6.571 | 11.760 | -12.82[0] |
| 50.00 | 1.2913 | -3.5034 | 7.181 | 11.379 | -15.00[0] |
| 55.00 | 0.9413 | -4.1668 | 7.735 | 10.917 | -17.08[0] |

1.0000

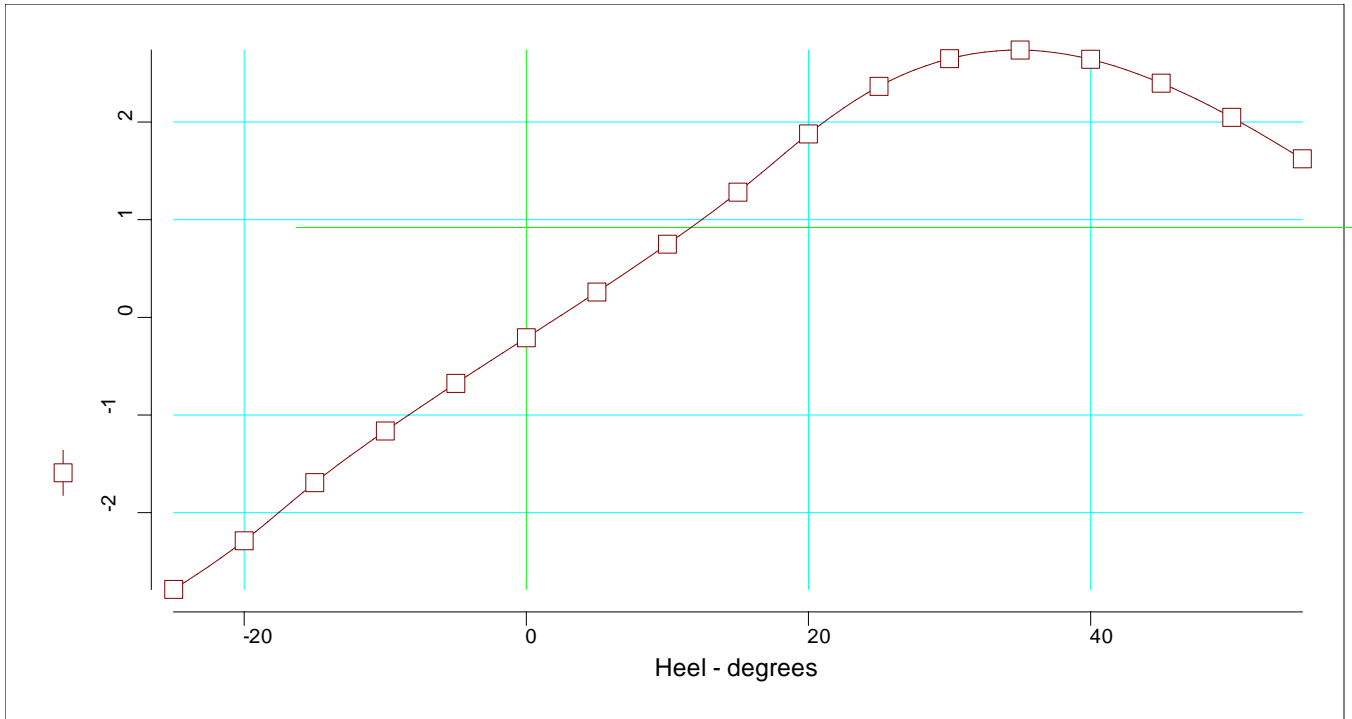
| | | |
|---|---------------|---------|
| Equilibrium angle | 7.763 | degrees |
| Range from equilibrium angle (max. 20.00 degrees) | 47.237 | degrees |
| Maximum GZ value | 1.770 | metres |
| Position of GZ value | 27.763 | degrees |
| Downflood angle [opening index] | None | degrees |
| Height of protected opening [opening index] | None | metres |
| `S' Value | 1.0000 | |

Subdivision Loadline Case D011

D011

| Title | Cargo | % full | SG (t/m3) | Weight (t) | LCG (m) | TCG (m) | VCG (m) | FSM (t-m) | S M |
|------------------------------------|---------------|--------|--------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|------------------|--------|
| Total Displacement | | | | 119331.7 | 128.832 | 0.000 | 12.897 | 0.0 | |
| Total Fallout | | | | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| Displacement after fall-out | | | | 119331.7 | 128.832 | 0.000 | 12.897 | 0.0 | |
| Buoyancy | | | | 121169.0 | 130.212 | 0.454 | 6.753 | 1403909.9 | |
| <i>Damaged</i> | <i>% perm</i> | | | | | | | | |
| W.B.T_1(S): s | 95.0 | 65.4 | 1.025 | -1837.3 | 219.695 | 14.280 | 5.941 | -31343.8 | |
| Total Damaged | | | | -1837.3 | 219.695 | 14.280 | 5.941 | -31343.8 | |
| Total Buoyancy | | | | 119331.7 | 128.834 | 0.241 | 6.765 | 1372566.1 | |

D011



Subdivision Loadline

| Heel to Stbd (deg) | GZ (m) | Slope (m/rad) | Trim (m) | WLrad (m) | Freeboard (m) |
|-----------------------|-----------|------------------|-------------|--------------|------------------|
| -25.00 | -2.7862 | 4.3648 | 0.227 | 11.702 | -2.61[1] |
| -20.00 | -2.2881 | 7.2353 | 0.115 | 12.104 | -0.60[1] |
| -15.00 | -1.6931 | 6.3947 | 0.028 | 12.500 | 1.32[1] |
| -10.00 | -1.1642 | 5.7792 | -0.023 | 12.788 | 3.26[1] |
| -5.00 | -0.6768 | 5.4308 | -0.021 | 12.968 | 5.17[1] |
| 0.00 | -0.2094 | 5.3270 | 0.043 | 13.039 | 7.06[0] |
| 5.00 | 0.2592 | 5.4714 | 0.163 | 13.001 | 5.14[0] |
| 10.00 | 0.7496 | 5.8556 | 0.347 | 12.855 | 3.19[0] |
| 15.00 | 1.2823 | 6.4846 | 0.586 | 12.601 | 1.22[0] |
| 20.00 | 1.8787 | 7.0494 | 0.862 | 12.239 | -0.74[0] |
| 25.00 | 2.3657 | 4.3999 | 1.159 | 11.873 | -2.78[0] |
| 30.00 | 2.6489 | 2.1817 | 1.433 | 11.566 | -4.96[0] |
| 35.00 | 2.7370 | 0.0042 | 1.740 | 11.273 | -7.20[0] |
| 40.00 | 2.6423 | -1.9636 | 2.074 | 10.940 | -9.43[0] |
| 45.00 | 2.3979 | -3.4135 | 2.409 | 10.539 | -11.60[0] |
| 50.00 | 2.0479 | -4.4344 | 2.733 | 10.066 | -13.69[0] |
| 55.00 | 1.6232 | -5.1589 | 3.039 | 9.522 | -15.69[0] |

1.0000

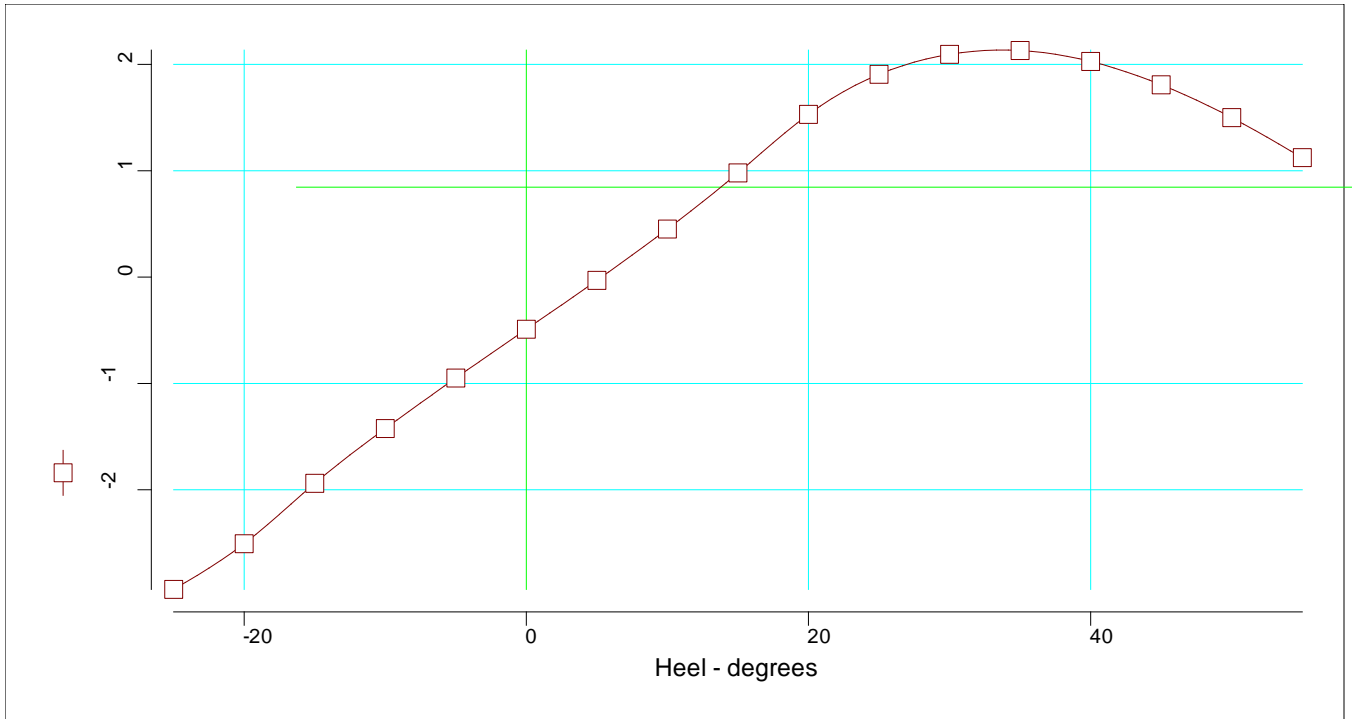
| | | |
|---|---------------|---------|
| Equilibrium angle | 2.250 | degrees |
| Range from equilibrium angle (max. 20.00 degrees) | 52.750 | degrees |
| Maximum GZ value | 2.127 | metres |
| Position of GZ value | 22.250 | degrees |
| Downflood angle [opening index] | None | degrees |
| Height of protected opening [opening index] | None | metres |
| `S' Value | 1.0000 | |

Subdivision Loadline Case D012

D012

| Title | Cargo | % full | SG (t/m3) | Weight (t) | LCG (m) | TCG (m) | VCG (m) | FSM (t-m) | S M |
|------------------------------------|-------|---------------|--------------|-----------------|----------------|--------------|---------------|------------------|--------|
| Total Displacement | | | | 119331.7 | 128.832 | 0.000 | 12.897 | 0.0 | |
| Total Fallout | | | | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| Displacement after fall-out | | | | 119331.7 | 128.832 | 0.000 | 12.897 | 0.0 | |
| Buoyancy | | | | 126104.4 | 133.788 | 1.031 | 7.071 | 1417281.0 | |
| <i>Damaged</i> | | <i>% perm</i> | | | | | | | |
| C.O.T_1(S): s | 95.0 | 67.4 | 1.025 | -4655.0 | 219.971 | 7.222 | 8.770 | -27290.9 | |
| W.B.T_1(S): s | 95.0 | 75.4 | 1.025 | -2117.7 | 219.749 | 14.605 | 7.141 | -35633.9 | |
| Total Damaged | | | | -6772.6 | 219.902 | 9.531 | 8.261 | -62924.7 | |
| Total Buoyancy | | | | 119331.7 | 128.901 | 0.548 | 7.004 | 1354356.2 | |

D012



Subdivision Loadline

| Heel to Stbd (deg) | GZ (m) | Slope (m/rad) | Trim (m) | WLrad (m) | Freeboard (m) |
|-----------------------|-----------|------------------|-------------|--------------|------------------|
| -25.00 | -2.9372 | 3.6852 | 1.890 | 12.007 | -2.92[1] |
| -20.00 | -2.5072 | 6.2555 | 1.832 | 12.413 | -0.91[1] |
| -15.00 | -1.9396 | 6.2520 | 1.955 | 12.845 | 0.98[1] |
| -10.00 | -1.4242 | 5.6543 | 2.135 | 13.174 | 2.87[1] |
| -5.00 | -0.9489 | 5.3425 | 2.345 | 13.391 | 4.75[1] |
| 0.00 | -0.4906 | 5.2735 | 2.581 | 13.493 | 6.61[0] |
| 5.00 | -0.0300 | 5.4140 | 2.845 | 13.480 | 4.66[0] |
| 10.00 | 0.4524 | 5.7994 | 3.132 | 13.351 | 2.69[0] |
| 15.00 | 0.9794 | 6.4968 | 3.437 | 13.108 | 0.71[0] |
| 20.00 | 1.5304 | 5.7830 | 3.819 | 12.775 | -1.28[0] |
| 25.00 | 1.9069 | 3.4157 | 4.430 | 12.480 | -3.39[0] |
| 30.00 | 2.0951 | 1.5729 | 5.104 | 12.245 | -5.64[0] |
| 35.00 | 2.1310 | -0.0807 | 5.817 | 12.025 | -7.95[0] |
| 40.00 | 2.0283 | -1.5948 | 6.545 | 11.769 | -10.26[0] |
| 45.00 | 1.8085 | -2.8238 | 7.248 | 11.443 | -12.50[0] |
| 50.00 | 1.4996 | -3.7628 | 7.894 | 11.036 | -14.66[0] |
| 55.00 | 1.1235 | -4.4538 | 8.489 | 10.552 | -16.71[0] |

1.0000

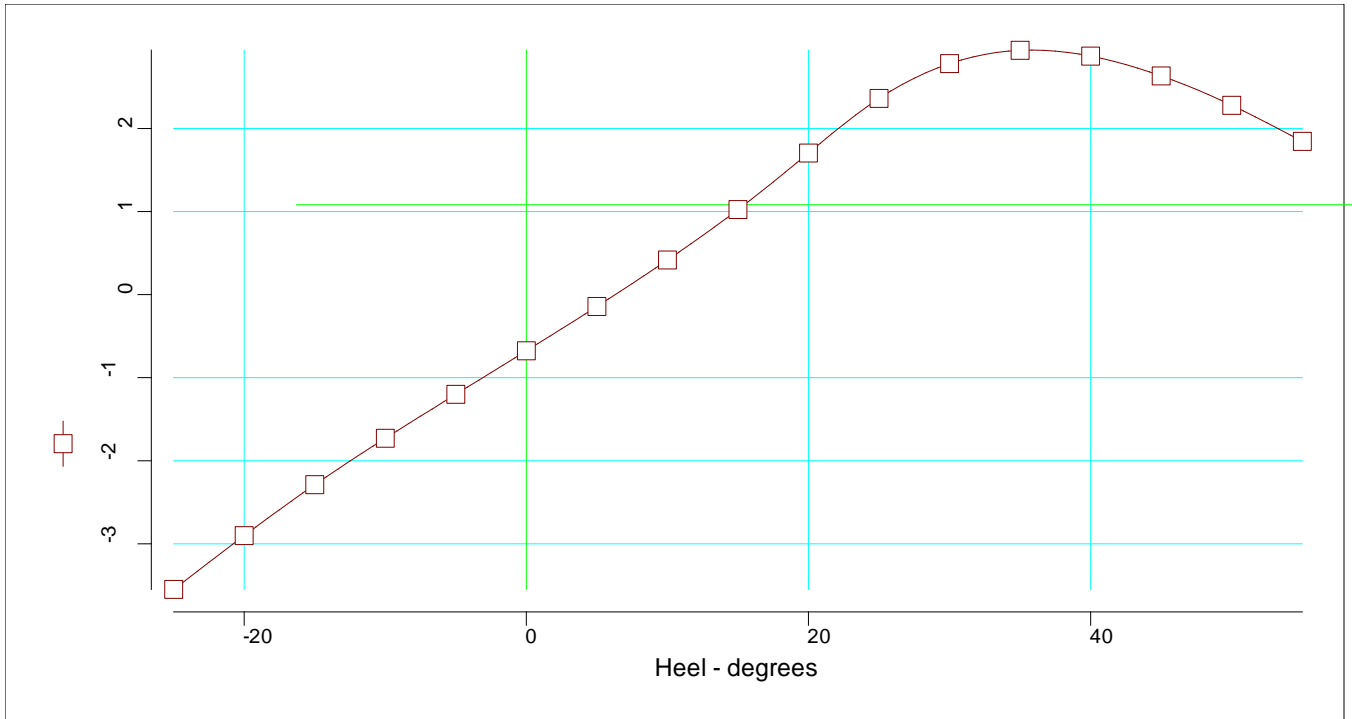
| | | |
|---|---------------|---------|
| Equilibrium angle | 5.318 | degrees |
| Range from equilibrium angle (max. 20.00 degrees) | 49.682 | degrees |
| Maximum GZ value | 1.925 | metres |
| Position of GZ value | 25.318 | degrees |
| Downflood angle [opening index] | None | degrees |
| Height of protected opening [opening index] | None | metres |
| `S' Value | 1.0000 | |

Partial Loadline Case D000

D000

| Title | Cargo | % full | SG (t/m3) | Weight (t) | LCG (m) | TCG (m) | VCG (m) | FSM (t-m) | S M |
|------------------------------------|-------|---------------|--------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|------------------|--------|
| Total Displacement | | | | 105205.1 | 129.562 | 0.000 | 12.859 | 0.0 | |
| Total Fallout | | | | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| Displacement after fall-out | | | | 105205.1 | 129.562 | 0.000 | 12.859 | 0.0 | |
| Buoyancy | | | | 112517.6 | 124.904 | 1.393 | 6.412 | 1446929.6 | |
| <i>Damaged</i> | | <i>% perm</i> | | | | | | | |
| C.O.T_7(S): s | 95.0 | 61.7 | 1.025 | -5847.2 | 59.085 | 9.973 | 8.172 | -69635.3 | |
| W.B.T_7(S): s | 95.0 | 81.7 | 1.025 | -1465.3 | 59.809 | 15.488 | 4.493 | -22743.5 | |
| Total Damaged | | | | -7312.6 | 59.230 | 11.078 | 7.435 | -92378.8 | |
| Total Buoyancy | | | | 105205.0 | 129.469 | 0.720 | 6.341 | 1354550.8 | |

D000



Partial Loadline

| Heel to Stbd (deg) | GZ (m) | Slope (m/rad) | Trim (m) | WLrad (m) | Freeboard (m) |
|-----------------------|-----------|------------------|-------------|--------------|------------------|
| -25.00 | -3.5488 | 6.5794 | -1.305 | 10.581 | -1.49[1] |
| -20.00 | -2.9014 | 7.7007 | -1.784 | 11.075 | 0.42[1] |
| -15.00 | -2.2879 | 6.8671 | -2.291 | 11.487 | 2.34[1] |
| -10.00 | -1.7294 | 6.3370 | -2.741 | 11.795 | 4.25[1] |
| -5.00 | -1.1997 | 6.0866 | -3.105 | 12.002 | 6.14[1] |
| 0.00 | -0.6763 | 6.0621 | -3.361 | 12.107 | 7.99[0] |
| 5.00 | -0.1428 | 6.2417 | -3.503 | 12.113 | 6.03[0] |
| 10.00 | 0.4170 | 6.6482 | -3.540 | 12.018 | 4.02[0] |
| 15.00 | 1.0244 | 7.3276 | -3.493 | 11.821 | 2.00[0] |
| 20.00 | 1.7054 | 8.2305 | -3.392 | 11.519 | -0.02[0] |
| 25.00 | 2.3626 | 6.3442 | -3.423 | 11.174 | -2.09[0] |
| 30.00 | 2.7815 | 3.3224 | -3.594 | 10.868 | -4.26[0] |
| 35.00 | 2.9417 | 0.4771 | -3.825 | 10.555 | -6.48[0] |
| 40.00 | 2.8720 | -1.8439 | -4.084 | 10.188 | -8.67[0] |
| 45.00 | 2.6339 | -3.4347 | -4.330 | 9.750 | -10.81[0] |
| 50.00 | 2.2802 | -4.5453 | -4.549 | 9.242 | -12.87[0] |
| 55.00 | 1.8453 | -5.3406 | -4.730 | 8.664 | -14.83[0] |

1.0000

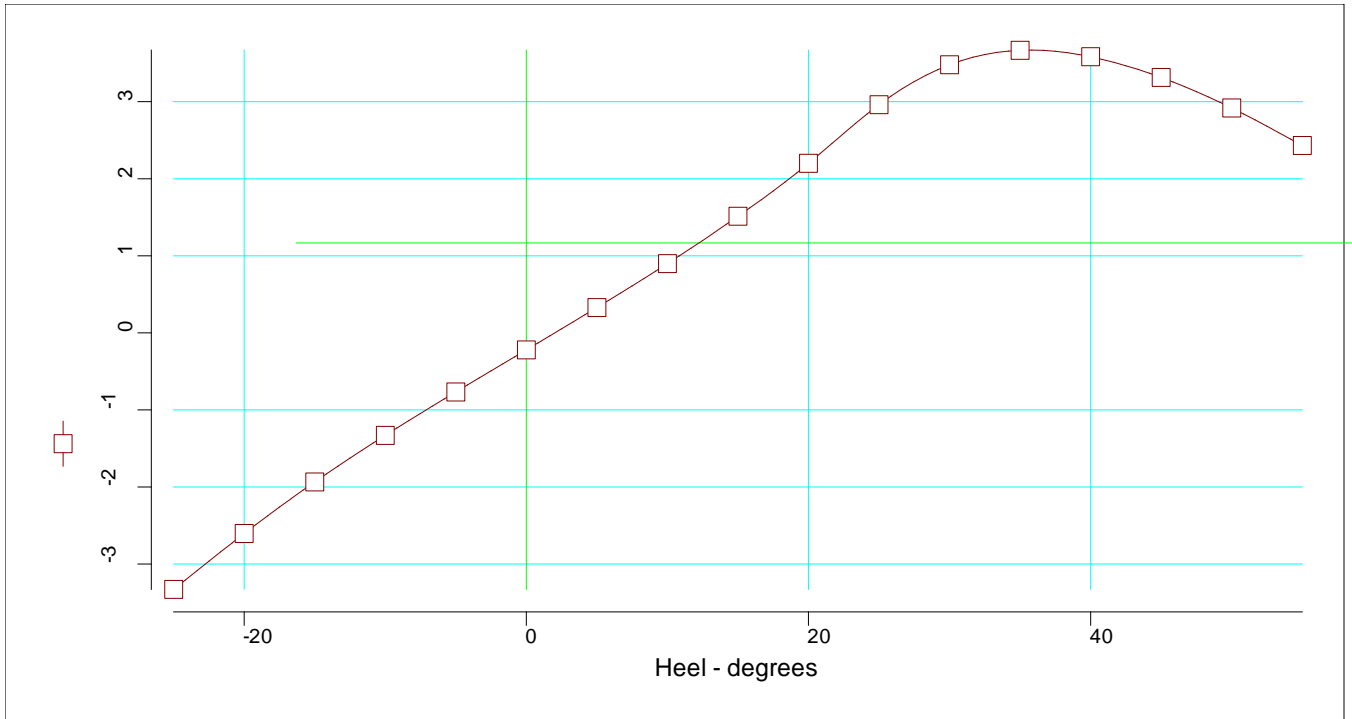
| | | |
|---|---------------|---------|
| Equilibrium angle | 6.304 | degrees |
| Range from equilibrium angle (max. 20.00 degrees) | 48.696 | degrees |
| Maximum GZ value | 2.498 | metres |
| Position of GZ value | 26.304 | degrees |
| Downflood angle [opening index] | None | degrees |
| Height of protected opening [opening index] | None | metres |
| `S' Value | 1.0000 | |

Partial Loadline Case D001

D001

| Title | Cargo | % full | SG (t/m3) | Weight (t) | LCG (m) | TCG (m) | VCG (m) | FSM (t-m) | S M |
|------------------------------------|---------------|--------|--------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|------------------|--------|
| Total Displacement | | | | 105205.1 | 129.562 | 0.000 | 12.859 | 0.0 | |
| Total Fallout | | | | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| Displacement after fall-out | | | | 105205.1 | 129.562 | 0.000 | 12.859 | 0.0 | |
| Buoyancy | | | | 106766.8 | 128.882 | 0.463 | 6.005 | 1399118.6 | |
| <i>Damaged</i> | <i>% perm</i> | | | | | | | | |
| W.B.T_6(S): s | 95.0 | 75.4 | 1.025 | -1561.7 | 85.490 | 15.396 | 3.355 | -22730.6 | |
| Total Damaged | | | | -1561.7 | 85.490 | 15.396 | 3.355 | -22730.6 | |
| Total Buoyancy | | | | 105205.1 | 129.526 | 0.241 | 6.045 | 1376388.0 | |

D001



Partial Loadline

| Heel to Stbd (deg) | GZ (m) | Slope (m/rad) | Trim (m) | WLrad (m) | Freeboard (m) |
|-----------------------|-----------|------------------|-------------|--------------|------------------|
| -25.00 | -3.3296 | 7.4977 | -0.263 | 10.328 | -1.24[1] |
| -20.00 | -2.6040 | 8.1982 | -0.556 | 10.780 | 0.72[1] |
| -15.00 | -1.9345 | 7.3041 | -0.830 | 11.133 | 2.69[1] |
| -10.00 | -1.3307 | 6.6763 | -1.058 | 11.384 | 4.66[1] |
| -5.00 | -0.7673 | 6.3340 | -1.220 | 11.537 | 6.60[1] |
| 0.00 | -0.2209 | 6.2460 | -1.291 | 11.595 | 8.50[0] |
| 5.00 | 0.3278 | 6.3797 | -1.262 | 11.557 | 6.58[0] |
| 10.00 | 0.8981 | 6.7697 | -1.143 | 11.423 | 4.62[0] |
| 15.00 | 1.5136 | 7.4485 | -0.957 | 11.191 | 2.63[0] |
| 20.00 | 2.2001 | 8.4340 | -0.728 | 10.858 | 0.64[0] |
| 25.00 | 2.9605 | 7.9316 | -0.486 | 10.428 | -1.34[0] |
| 30.00 | 3.4786 | 4.0519 | -0.279 | 10.003 | -3.40[0] |
| 35.00 | 3.6667 | 0.4302 | -0.086 | 9.557 | -5.48[0] |
| 40.00 | 3.5830 | -2.1266 | 0.107 | 9.051 | -7.54[0] |
| 45.00 | 3.3140 | -3.8694 | 0.297 | 8.481 | -9.54[0] |
| 50.00 | 2.9178 | -5.0983 | 0.480 | 7.852 | -11.48[0] |
| 55.00 | 2.4307 | -5.9803 | 0.650 | 7.168 | -13.33[0] |

1.0000

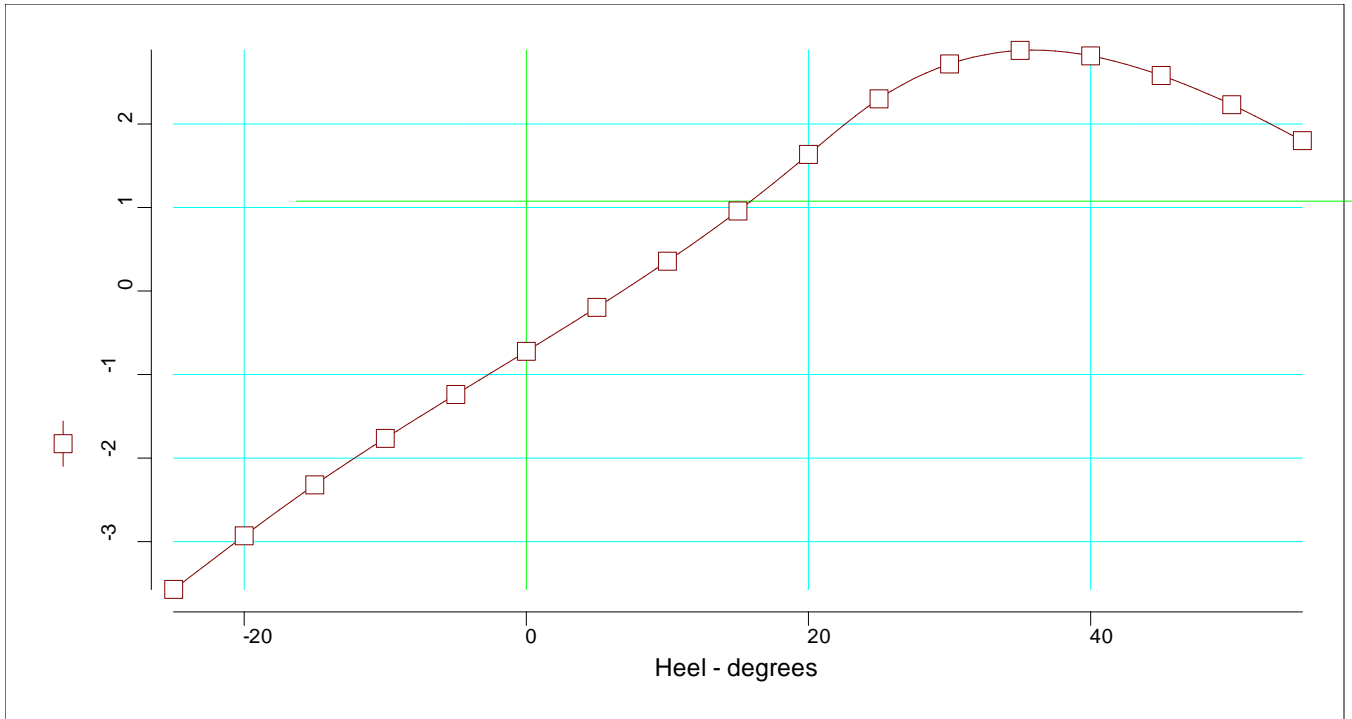
| | | |
|---|---------------|---------|
| Equilibrium angle | 2.025 | degrees |
| Range from equilibrium angle (max. 20.00 degrees) | 52.975 | degrees |
| Maximum GZ value | 2.511 | metres |
| Position of GZ value | 22.025 | degrees |
| Downflood angle [opening index] | None | degrees |
| Height of protected opening [opening index] | None | metres |
| `S' Value | 1.0000 | |

Partial Loadline Case D002

D002

| Title | Cargo | % full | SG (t/m3) | Weight (t) | LCG (m) | TCG (m) | VCG (m) | FSM (t-m) | S M |
|------------------------------------|-------|---------------|--------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|------------------|--------|
| Total Displacement | | | | 105205.1 | 129.562 | 0.000 | 12.859 | 0.0 | |
| Total Fallout | | | | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| Displacement after fall-out | | | | 105205.1 | 129.562 | 0.000 | 12.859 | 0.0 | |
| Buoyancy | | | | 112929.2 | 126.483 | 1.493 | 6.426 | 1444764.8 | |
| <i>Damaged</i> | | <i>% perm</i> | | | | | | | |
| C.O.T_6(S): s | 95.0 | 59.7 | 1.025 | -6027.9 | 85.445 | 10.004 | 7.974 | -74294.0 | |
| W.B.T_6(S): s | 95.0 | 81.9 | 1.025 | -1696.2 | 85.481 | 15.809 | 4.182 | -24330.1 | |
| Total Damaged | | | | -7724.1 | 85.453 | 11.279 | 7.141 | -98624.1 | |
| Total Buoyancy | | | | 105205.1 | 129.495 | 0.775 | 6.373 | 1346140.8 | |

D002



Partial Loadline

| Heel to Stbd (deg) | GZ (m) | Slope (m/rad) | Trim (m) | WLrad (m) | Freeboard (m) |
|-----------------------|-----------|------------------|-------------|--------------|------------------|
| -25.00 | -3.5718 | 6.3898 | -0.859 | 10.596 | -1.51[1] |
| -20.00 | -2.9304 | 7.5714 | -1.256 | 11.097 | 0.40[1] |
| -15.00 | -2.3196 | 6.7686 | -1.659 | 11.512 | 2.31[1] |
| -10.00 | -1.7637 | 6.2379 | -2.011 | 11.823 | 4.22[1] |
| -5.00 | -1.2387 | 5.9779 | -2.288 | 12.032 | 6.11[1] |
| 0.00 | -0.7220 | 5.9542 | -2.464 | 12.140 | 7.96[0] |
| 5.00 | -0.1962 | 6.1437 | -2.534 | 12.148 | 5.99[0] |
| 10.00 | 0.3564 | 6.5750 | -2.506 | 12.055 | 3.99[0] |
| 15.00 | 0.9583 | 7.2865 | -2.404 | 11.860 | 1.96[0] |
| 20.00 | 1.6352 | 8.3416 | -2.258 | 11.559 | -0.06[0] |
| 25.00 | 2.3002 | 6.3004 | -2.207 | 11.208 | -2.12[0] |
| 30.00 | 2.7172 | 3.2921 | -2.252 | 10.905 | -4.30[0] |
| 35.00 | 2.8799 | 0.4808 | -2.331 | 10.598 | -6.52[0] |
| 40.00 | 2.8141 | -1.8405 | -2.424 | 10.239 | -8.73[0] |
| 45.00 | 2.5797 | -3.4200 | -2.512 | 9.809 | -10.87[0] |
| 50.00 | 2.2303 | -4.5229 | -2.586 | 9.309 | -12.94[0] |
| 55.00 | 1.7995 | -5.3014 | -2.640 | 8.740 | -14.90[0] |

1.0000

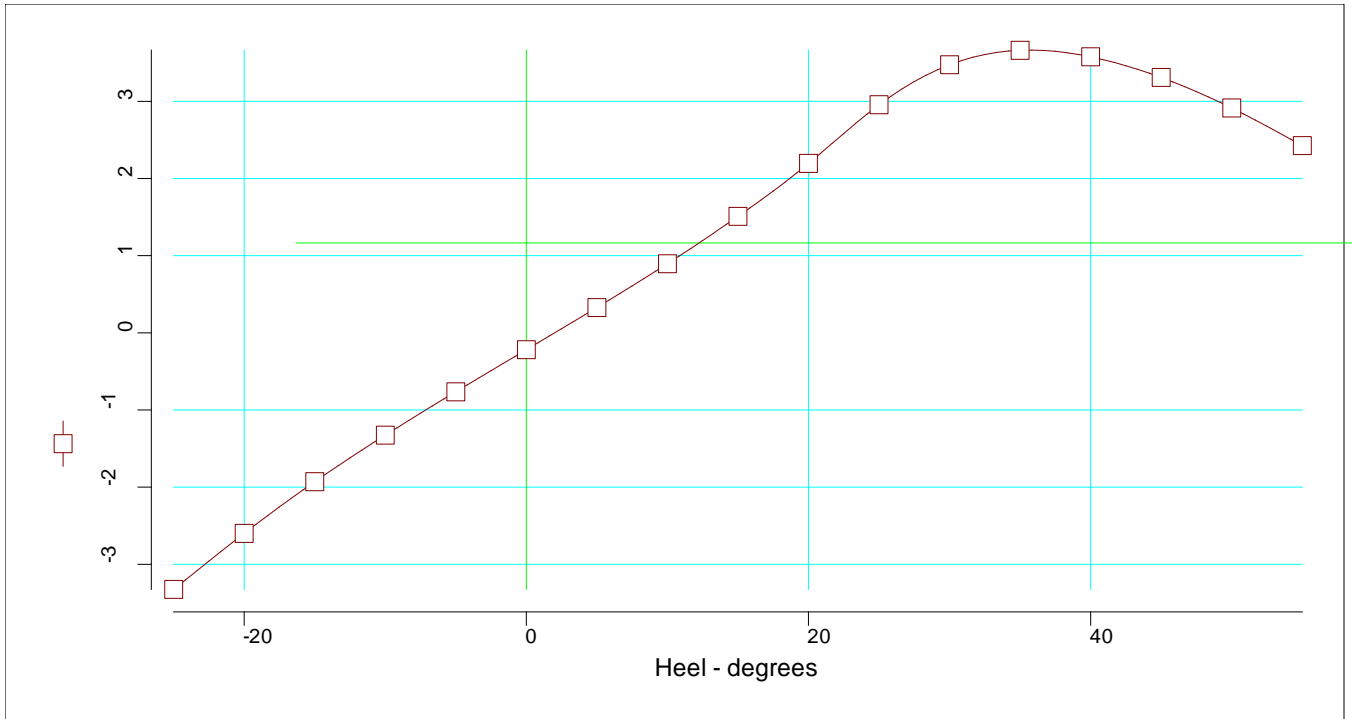
| | | |
|---|---------------|---------|
| Equilibrium angle | 6.813 | degrees |
| Range from equilibrium angle (max. 20.00 degrees) | 48.187 | degrees |
| Maximum GZ value | 2.482 | metres |
| Position of GZ value | 26.813 | degrees |
| Downflood angle [opening index] | None | degrees |
| Height of protected opening [opening index] | None | metres |
| `S' Value | 1.0000 | |

Partial Loadline Case D003

D003

| Title | Cargo | % full | SG (t/m3) | Weight (t) | LCG (m) | TCG (m) | VCG (m) | FSM (t-m) | S M |
|------------------------------------|---------------|--------|--------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|------------------|--------|
| Total Displacement | | | | 105205.1 | 129.562 | 0.000 | 12.859 | 0.0 | |
| Total Fallout | | | | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| Displacement after fall-out | | | | 105205.1 | 129.562 | 0.000 | 12.859 | 0.0 | |
| Buoyancy | | | | 106758.6 | 129.288 | 0.460 | 6.003 | 1397096.2 | |
| <i>Damaged</i> | <i>% perm</i> | | | | | | | | |
| W.B.T_5(S): s | 95.0 | 75.0 | 1.025 | -1553.5 | 112.691 | 15.369 | 3.306 | -22718.1 | |
| Total Damaged | | | | -1553.5 | 112.691 | 15.369 | 3.306 | -22718.1 | |
| Total Buoyancy | | | | 105205.1 | 129.533 | 0.240 | 6.043 | 1374378.0 | |

D003



Partial Loadline

| Heel to Stbd (deg) | GZ (m) | Slope (m/rad) | Trim (m) | WLrad (m) | Freeboard (m) |
|-----------------------|-----------|------------------|-------------|--------------|------------------|
| -25.00 | -3.3262 | 7.5030 | -0.123 | 10.326 | -1.24[1] |
| -20.00 | -2.5996 | 8.1867 | -0.391 | 10.778 | 0.72[1] |
| -15.00 | -1.9300 | 7.2938 | -0.643 | 11.131 | 2.69[1] |
| -10.00 | -1.3266 | 6.6623 | -0.852 | 11.382 | 4.66[1] |
| -5.00 | -0.7642 | 6.3144 | -0.996 | 11.536 | 6.61[1] |
| 0.00 | -0.2194 | 6.2246 | -1.052 | 11.593 | 8.51[0] |
| 5.00 | 0.3274 | 6.3581 | -1.009 | 11.555 | 6.59[0] |
| 10.00 | 0.8960 | 6.7528 | -0.877 | 11.421 | 4.62[0] |
| 15.00 | 1.5099 | 7.4352 | -0.682 | 11.188 | 2.64[0] |
| 20.00 | 2.1952 | 8.4249 | -0.444 | 10.855 | 0.65[0] |
| 25.00 | 2.9551 | 7.9433 | -0.196 | 10.425 | -1.34[0] |
| 30.00 | 3.4736 | 4.0641 | 0.029 | 9.999 | -3.39[0] |
| 35.00 | 3.6618 | 0.4385 | 0.247 | 9.552 | -5.48[0] |
| 40.00 | 3.5777 | -2.1194 | 0.468 | 9.045 | -7.53[0] |
| 45.00 | 3.3092 | -3.8602 | 0.687 | 8.475 | -9.54[0] |
| 50.00 | 2.9133 | -5.0869 | 0.896 | 7.845 | -11.47[0] |
| 55.00 | 2.4266 | -5.9710 | 1.090 | 7.161 | -13.33[0] |

1.0000

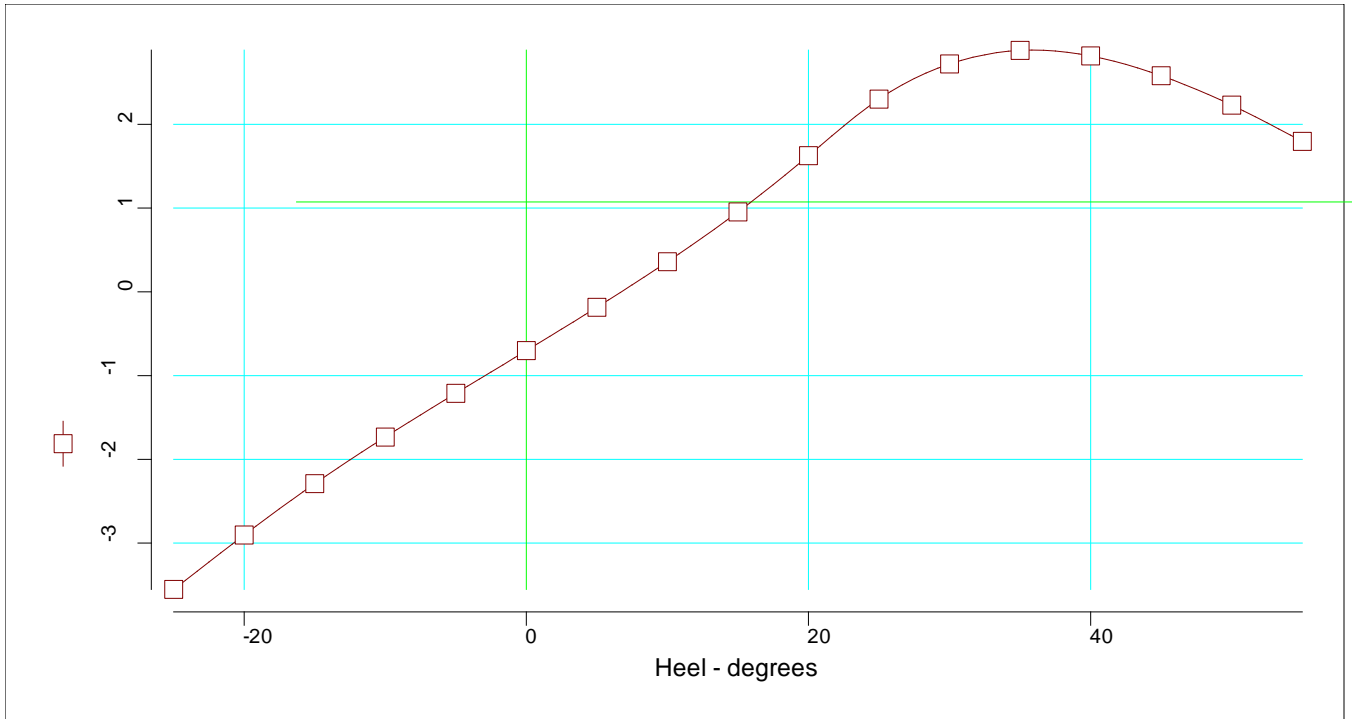
| | | |
|---|---------------|---------|
| Equilibrium angle | 2.018 | degrees |
| Range from equilibrium angle (max. 20.00 degrees) | 52.982 | degrees |
| Maximum GZ value | 2.505 | metres |
| Position of GZ value | 22.018 | degrees |
| Downflood angle [opening index] | None | degrees |
| Height of protected opening [opening index] | None | metres |
| `S' Value | 1.0000 | |

Partial Loadline Case D004

D004

| Title | Cargo | % full | SG (t/m3) | Weight (t) | LCG (m) | TCG (m) | VCG (m) | FSM (t-m) | S M |
|------------------------------------|-------|---------------|--------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|------------------|--------|
| Total Displacement | | | | 105205.1 | 129.562 | 0.000 | 12.859 | 0.0 | |
| Total Fallout | | | | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| Displacement after fall-out | | | | 105205.1 | 129.562 | 0.000 | 12.859 | 0.0 | |
| Buoyancy | | | | 112718.4 | 128.403 | 1.470 | 6.397 | 1436368.8 | |
| <i>Damaged</i> | | <i>% perm</i> | | | | | | | |
| C.O.T_5(S): s | 95.0 | 57.8 | 1.025 | -5837.2 | 112.670 | 10.007 | 7.790 | -73778.4 | |
| W.B.T_5(S): s | 95.0 | 80.9 | 1.025 | -1676.1 | 112.689 | 15.752 | 4.053 | -24218.2 | |
| Total Damaged | | | | -7513.3 | 112.674 | 11.288 | 6.956 | -97996.6 | |
| Total Buoyancy | | | | 105205.1 | 129.527 | 0.768 | 6.357 | 1338372.2 | |

D004



Partial Loadline

| Heel to Stbd (deg) | GZ (m) | Slope (m/rad) | Trim (m) | WLrad (m) | Freeboard (m) |
|-----------------------|-----------|------------------|-------------|--------------|------------------|
| -25.00 | -3.5534 | 6.4237 | -0.311 | 10.582 | -1.49[1] |
| -20.00 | -2.9038 | 7.5359 | -0.602 | 11.082 | 0.42[1] |
| -15.00 | -2.2902 | 6.7192 | -0.886 | 11.496 | 2.33[1] |
| -10.00 | -1.7341 | 6.1724 | -1.126 | 11.805 | 4.24[1] |
| -5.00 | -1.2122 | 5.8842 | -1.300 | 12.012 | 6.13[1] |
| 0.00 | -0.7022 | 5.8517 | -1.385 | 12.119 | 7.98[0] |
| 5.00 | -0.1849 | 6.0400 | -1.369 | 12.127 | 6.01[0] |
| 10.00 | 0.3595 | 6.4976 | -1.267 | 12.034 | 4.01[0] |
| 15.00 | 0.9545 | 7.2348 | -1.105 | 11.837 | 1.99[0] |
| 20.00 | 1.6259 | 8.2985 | -0.906 | 11.536 | -0.04[0] |
| 25.00 | 2.3018 | 6.3588 | -0.741 | 11.173 | -2.08[0] |
| 30.00 | 2.7208 | 3.3080 | -0.619 | 10.862 | -4.26[0] |
| 35.00 | 2.8833 | 0.4814 | -0.501 | 10.550 | -6.47[0] |
| 40.00 | 2.8162 | -1.8470 | -0.379 | 10.185 | -8.67[0] |
| 45.00 | 2.5806 | -3.4331 | -0.259 | 9.751 | -10.81[0] |
| 50.00 | 2.2290 | -4.5380 | -0.140 | 9.247 | -12.87[0] |
| 55.00 | 1.7965 | -5.3185 | -0.021 | 8.676 | -14.84[0] |

1.0000

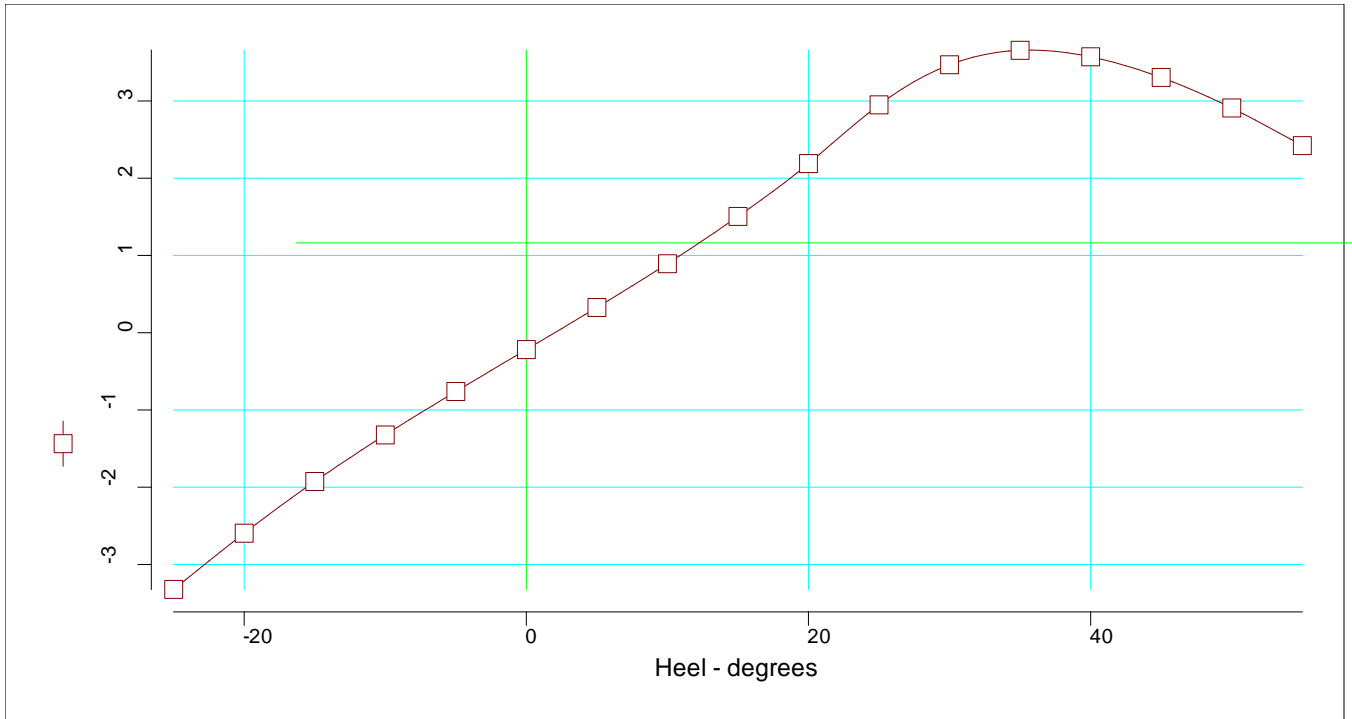
| | | |
|---|---------------|---------|
| Equilibrium angle | 6.738 | degrees |
| Range from equilibrium angle (max. 20.00 degrees) | 48.262 | degrees |
| Maximum GZ value | 2.478 | metres |
| Position of GZ value | 26.738 | degrees |
| Downflood angle [opening index] | None | degrees |
| Height of protected opening [opening index] | None | metres |
| `S' Value | 1.0000 | |

Partial Loadline Case D005

D005

| Title | Cargo | % full | SG (t/m3) | Weight (t) | LCG (m) | TCG (m) | VCG (m) | FSM (t-m) | S M |
|------------------------------------|---------------|--------|--------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|------------------|--------|
| Total Displacement | | | | 105205.1 | 129.562 | 0.000 | 12.859 | 0.0 | |
| Total Fallout | | | | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| Displacement after fall-out | | | | 105205.1 | 129.562 | 0.000 | 12.859 | 0.0 | |
| Buoyancy | | | | 106753.2 | 129.690 | 0.459 | 6.001 | 1395156.2 | |
| <i>Damaged</i> | <i>% perm</i> | | | | | | | | |
| W.B.T_4(S): s | 95.0 | 74.7 | 1.025 | -1548.1 | 139.893 | 15.350 | 3.274 | -22709.0 | |
| Total Damaged | | | | -1548.1 | 139.893 | 15.350 | 3.274 | -22709.0 | |
| Total Buoyancy | | | | 105205.1 | 129.540 | 0.240 | 6.041 | 1372447.2 | |

D005



Partial Loadline

| Heel to Stbd (deg) | GZ (m) | Slope (m/rad) | Trim (m) | WLrad (m) | Freeboard (m) |
|-----------------------|-----------|------------------|-------------|--------------|------------------|
| -25.00 | -3.3233 | 7.5075 | 0.017 | 10.324 | -1.24[1] |
| -20.00 | -2.5957 | 8.1786 | -0.226 | 10.777 | 0.72[1] |
| -15.00 | -1.9260 | 7.2839 | -0.457 | 11.129 | 2.70[1] |
| -10.00 | -1.3230 | 6.6487 | -0.647 | 11.381 | 4.66[1] |
| -5.00 | -0.7615 | 6.2955 | -0.774 | 11.534 | 6.61[1] |
| 0.00 | -0.2183 | 6.2032 | -0.814 | 11.591 | 8.51[0] |
| 5.00 | 0.3266 | 6.3372 | -0.756 | 11.553 | 6.59[0] |
| 10.00 | 0.8933 | 6.7363 | -0.612 | 11.419 | 4.62[0] |
| 15.00 | 1.5056 | 7.4218 | -0.407 | 11.186 | 2.64[0] |
| 20.00 | 2.1897 | 8.4160 | -0.161 | 10.852 | 0.65[0] |
| 25.00 | 2.9494 | 7.9534 | 0.095 | 10.421 | -1.33[0] |
| 30.00 | 3.4682 | 4.0752 | 0.338 | 9.995 | -3.39[0] |
| 35.00 | 3.6562 | 0.4482 | 0.581 | 9.547 | -5.47[0] |
| 40.00 | 3.5721 | -2.1118 | 0.830 | 9.039 | -7.53[0] |
| 45.00 | 3.3039 | -3.8502 | 1.076 | 8.469 | -9.53[0] |
| 50.00 | 2.9083 | -5.0744 | 1.311 | 7.839 | -11.47[0] |
| 55.00 | 2.4219 | -5.9605 | 1.529 | 7.154 | -13.32[0] |

1.0000

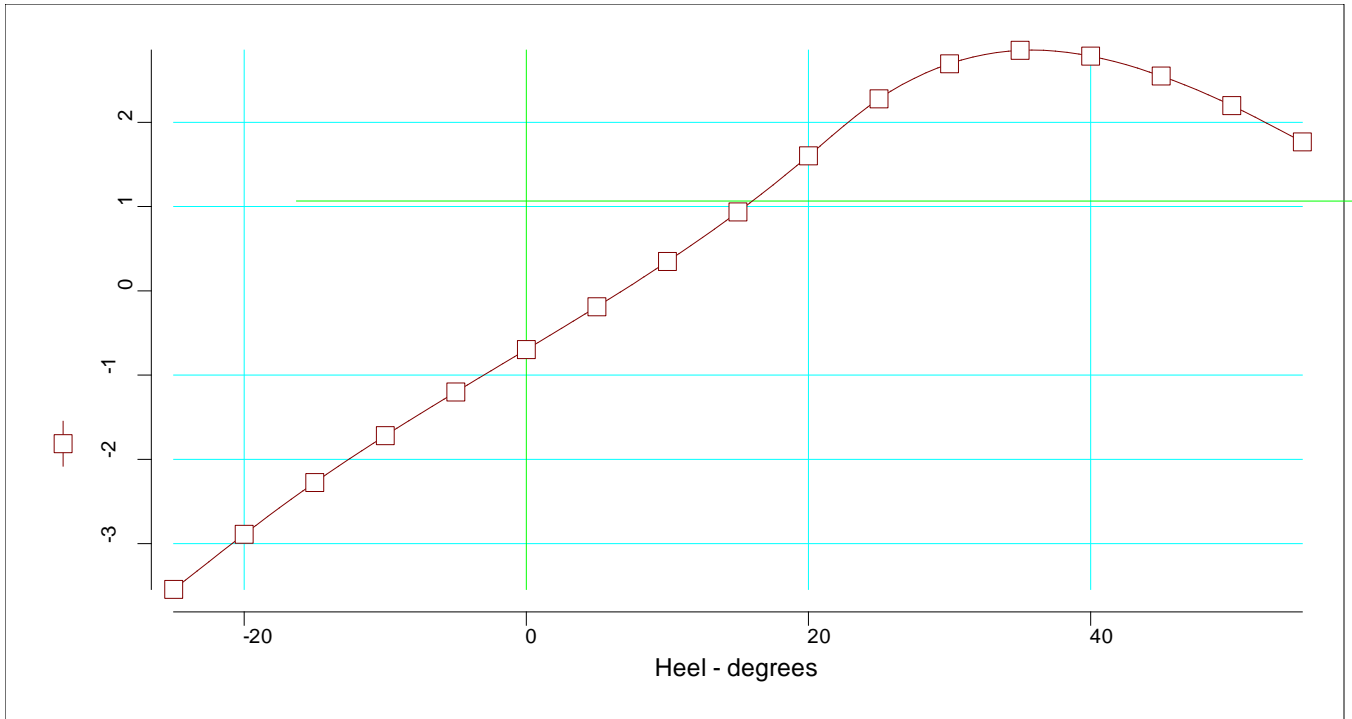
| | | |
|---|---------------|---------|
| Equilibrium angle | 2.015 | degrees |
| Range from equilibrium angle (max. 20.00 degrees) | 52.985 | degrees |
| Maximum GZ value | 2.499 | metres |
| Position of GZ value | 22.015 | degrees |
| Downflood angle [opening index] | None | degrees |
| Height of protected opening [opening index] | None | metres |
| `S' Value | 1.0000 | |

Partial Loadline Case D006

D006

| Title | Cargo | % full | SG (t/m3) | Weight (t) | LCG (m) | TCG (m) | VCG (m) | FSM (t-m) | S M |
|------------------------------------|-------|--------|--------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|------------------|--------|
| Total Displacement | | | | 105205.1 | 129.562 | 0.000 | 12.859 | 0.0 | |
| Total Fallout | | | | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| Displacement after fall-out | | | | 105205.1 | 129.562 | 0.000 | 12.859 | 0.0 | |
| Buoyancy | | | | 112682.1 | 130.244 | 1.474 | 6.389 | 1429298.8 | |
| <i>Damaged</i> % <i>perm</i> | | | | | | | | | |
| C.O.T_4(S): s | 95.0 | 57.4 | 1.025 | -5803.7 | 139.896 | 10.011 | 7.758 | -73576.8 | |
| W.B.T_4(S): s | 95.0 | 80.8 | 1.025 | -1673.3 | 139.899 | 15.744 | 4.035 | -24179.3 | |
| Total Damaged | | | | -7477.0 | 139.897 | 11.294 | 6.925 | -97756.1 | |
| Total Buoyancy | | | | 105205.1 | 129.558 | 0.776 | 6.351 | 1331542.8 | |

D006



Partial Loadline

| Heel to Stbd (deg) | GZ (m) | Slope (m/rad) | Trim (m) | WLrad (m) | Freeboard (m) |
|-----------------------|-----------|------------------|-------------|--------------|------------------|
| -25.00 | -3.5431 | 6.4387 | 0.219 | 10.575 | -1.49[1] |
| -20.00 | -2.8890 | 7.5119 | 0.030 | 11.076 | 0.42[1] |
| -15.00 | -2.2739 | 6.6798 | -0.139 | 11.489 | 2.34[1] |
| -10.00 | -1.7187 | 6.1203 | -0.268 | 11.798 | 4.25[1] |
| -5.00 | -1.2002 | 5.8149 | -0.339 | 12.006 | 6.14[1] |
| 0.00 | -0.6970 | 5.7634 | -0.332 | 12.112 | 7.99[0] |
| 5.00 | -0.1885 | 5.9613 | -0.231 | 12.120 | 6.02[0] |
| 10.00 | 0.3482 | 6.4353 | -0.058 | 12.027 | 4.02[0] |
| 15.00 | 0.9364 | 7.1855 | 0.164 | 11.829 | 2.00[0] |
| 20.00 | 1.6023 | 8.2619 | 0.415 | 11.526 | -0.03[0] |
| 25.00 | 2.2780 | 6.4018 | 0.688 | 11.157 | -2.07[0] |
| 30.00 | 2.6946 | 3.3300 | 0.979 | 10.842 | -4.23[0] |
| 35.00 | 2.8538 | 0.5247 | 1.294 | 10.526 | -6.45[0] |
| 40.00 | 2.7850 | -1.7863 | 1.626 | 10.157 | -8.64[0] |
| 45.00 | 2.5493 | -3.3724 | 1.954 | 9.719 | -10.78[0] |
| 50.00 | 2.1985 | -4.4766 | 2.269 | 9.212 | -12.84[0] |
| 55.00 | 1.7670 | -5.2591 | 2.563 | 8.639 | -14.80[0] |

1.0000

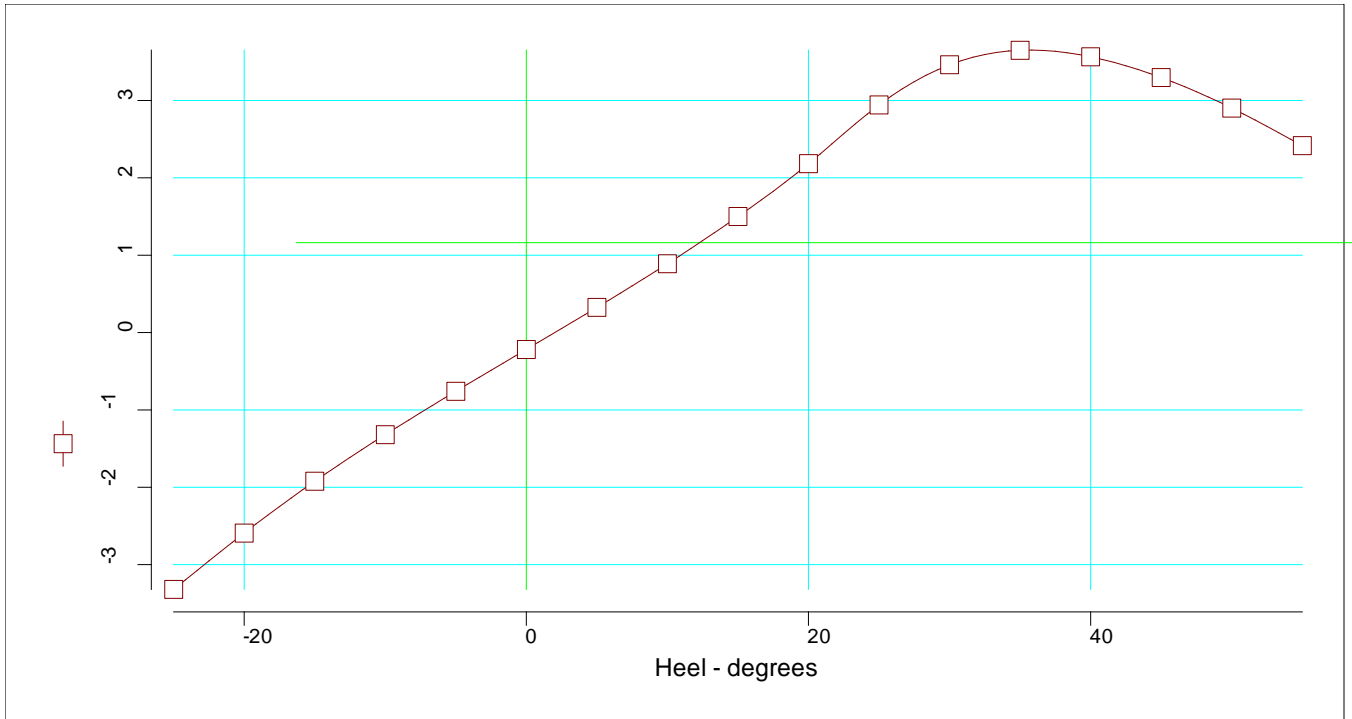
| | | |
|---|---------------|---------|
| Equilibrium angle | 6.798 | degrees |
| Range from equilibrium angle (max. 20.00 degrees) | 48.202 | degrees |
| Maximum GZ value | 2.459 | metres |
| Position of GZ value | 26.798 | degrees |
| Downflood angle [opening index] | None | degrees |
| Height of protected opening [opening index] | None | metres |
| `S' Value | 1.0000 | |

Partial Loadline Case D007

D007

| Title | Cargo | % full | SG (t/m3) | Weight (t) | LCG (m) | TCG (m) | VCG (m) | FSM (t-m) | S M |
|------------------------------------|-------|---------------|--------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|------------------|--------|
| Total Displacement | | | | 105205.1 | 129.562 | 0.000 | 12.859 | 0.0 | |
| Total Fallout | | | | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| Displacement after fall-out | | | | 105205.1 | 129.562 | 0.000 | 12.859 | 0.0 | |
| Buoyancy | | | | 106750.8 | 130.090 | 0.459 | 6.000 | 1393224.8 | |
| <i>Damaged</i> | | <i>% perm</i> | | | | | | | |
| W.B.T_3(S): s | 95.0 | 74.6 | 1.025 | -1545.7 | 167.095 | 15.342 | 3.260 | -22704.3 | |
| Total Damaged | | | | -1545.7 | 167.095 | 15.342 | 3.260 | -22704.3 | |
| Total Buoyancy | | | | 105205.1 | 129.547 | 0.240 | 6.040 | 1370520.6 | |

D007



Partial Loadline

| Heel to Stbd (deg) | GZ (m) | Slope (m/rad) | Trim (m) | WLrad (m) | Freeboard (m) |
|-----------------------|-----------|------------------|-------------|--------------|------------------|
| -25.00 | -3.3209 | 7.5113 | 0.158 | 10.323 | -1.23[1] |
| -20.00 | -2.5924 | 8.1738 | -0.061 | 10.775 | 0.72[1] |
| -15.00 | -1.9226 | 7.2745 | -0.271 | 11.128 | 2.70[1] |
| -10.00 | -1.3199 | 6.6356 | -0.442 | 11.380 | 4.66[1] |
| -5.00 | -0.7594 | 6.2774 | -0.551 | 11.533 | 6.61[1] |
| 0.00 | -0.2178 | 6.1818 | -0.576 | 11.590 | 8.51[0] |
| 5.00 | 0.3251 | 6.3170 | -0.503 | 11.552 | 6.59[0] |
| 10.00 | 0.8901 | 6.7201 | -0.347 | 11.418 | 4.63[0] |
| 15.00 | 1.5009 | 7.4084 | -0.131 | 11.184 | 2.64[0] |
| 20.00 | 2.1837 | 8.4073 | 0.123 | 10.850 | 0.65[0] |
| 25.00 | 2.9434 | 7.9615 | 0.387 | 10.418 | -1.33[0] |
| 30.00 | 3.4623 | 4.0846 | 0.647 | 9.990 | -3.38[0] |
| 35.00 | 3.6501 | 0.4579 | 0.915 | 9.542 | -5.47[0] |
| 40.00 | 3.5660 | -2.1020 | 1.192 | 9.034 | -7.52[0] |
| 45.00 | 3.2978 | -3.8383 | 1.465 | 8.463 | -9.52[0] |
| 50.00 | 2.9027 | -5.0621 | 1.726 | 7.833 | -11.46[0] |
| 55.00 | 2.4167 | -5.9489 | 1.968 | 7.148 | -13.31[0] |

1.0000

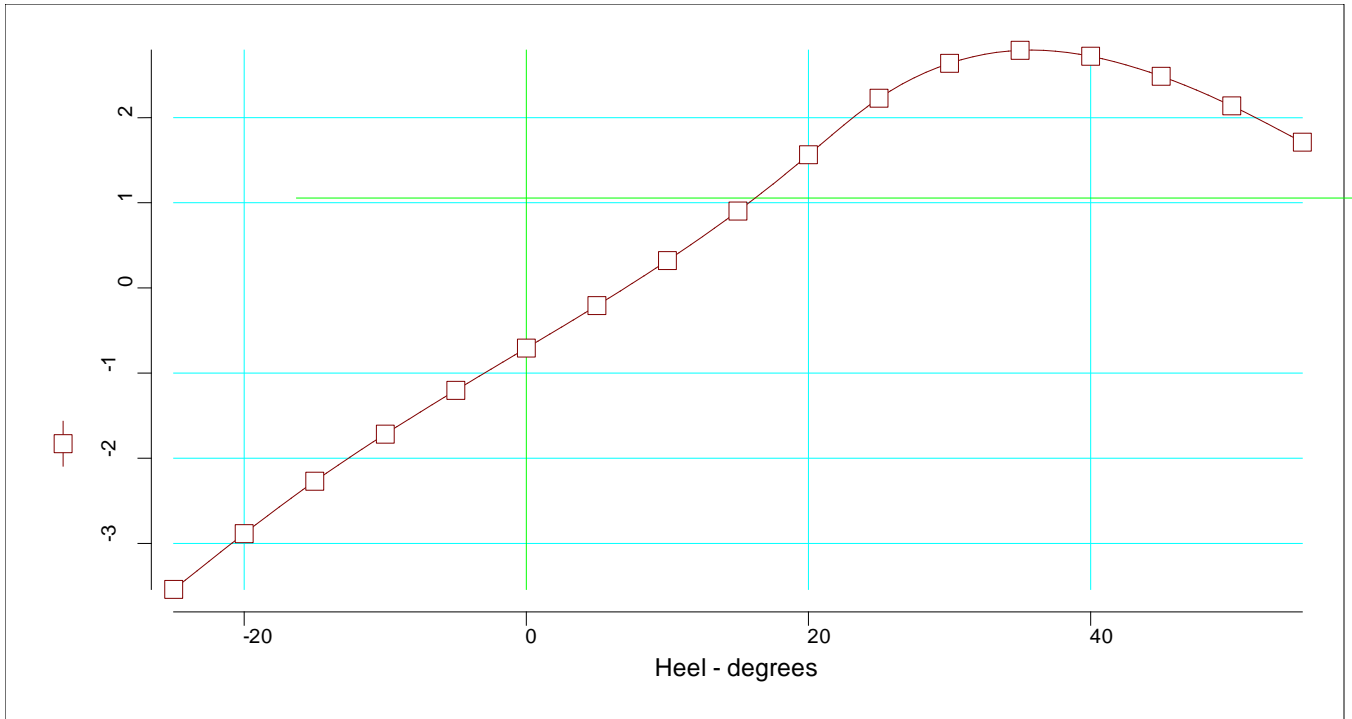
| | | |
|---|---------------|---------|
| Equilibrium angle | 2.018 | degrees |
| Range from equilibrium angle (max. 20.00 degrees) | 52.982 | degrees |
| Maximum GZ value | 2.493 | metres |
| Position of GZ value | 22.018 | degrees |
| Downflood angle [opening index] | None | degrees |
| Height of protected opening [opening index] | None | metres |
| `S' Value | 1.0000 | |

Partial Loadline Case D008

D008

| Title | Cargo | % full | SG (t/m3) | Weight (t) | LCG (m) | TCG (m) | VCG (m) | FSM (t-m) | S M |
|------------------------------------|-------|---------------|--------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|------------------|--------|
| Total Displacement | | | | 105205.1 | 129.562 | 0.000 | 12.859 | 0.0 | |
| Total Fallout | | | | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| Displacement after fall-out | | | | 105205.1 | 129.562 | 0.000 | 12.859 | 0.0 | |
| Buoyancy | | | | 112824.9 | 132.125 | 1.507 | 6.404 | 1423697.5 | |
| <i>Damaged</i> | | <i>% perm</i> | | | | | | | |
| C.O.T_3(S): s | 95.0 | 58.7 | 1.025 | -5931.5 | 167.123 | 10.017 | 7.882 | -73661.6 | |
| W.B.T_3(S): s | 95.0 | 81.5 | 1.025 | -1688.4 | 167.108 | 15.787 | 4.131 | -24208.5 | |
| Total Damaged | | | | -7619.9 | 167.120 | 11.295 | 7.051 | -97870.0 | |
| Total Buoyancy | | | | 105205.1 | 129.590 | 0.798 | 6.358 | 1325827.4 | |

D008



Partial Loadline

| Heel to Stbd (deg) | GZ (m) | Slope (m/rad) | Trim (m) | WLrad (m) | Freeboard (m) |
|-----------------------|-----------|------------------|-------------|--------------|------------------|
| -25.00 | -3.5402 | 6.4342 | 0.769 | 10.577 | -1.49[1] |
| -20.00 | -2.8849 | 7.4945 | 0.681 | 11.076 | 0.42[1] |
| -15.00 | -2.2701 | 6.6498 | 0.630 | 11.490 | 2.33[1] |
| -10.00 | -1.7167 | 6.0764 | 0.615 | 11.801 | 4.24[1] |
| -5.00 | -1.2024 | 5.7552 | 0.655 | 12.010 | 6.13[1] |
| 0.00 | -0.7068 | 5.6750 | 0.766 | 12.119 | 7.98[0] |
| 5.00 | -0.2069 | 5.8934 | 0.955 | 12.128 | 6.01[0] |
| 10.00 | 0.3219 | 6.3736 | 1.200 | 12.034 | 4.01[0] |
| 15.00 | 0.9028 | 7.1329 | 1.484 | 11.835 | 1.99[0] |
| 20.00 | 1.5636 | 8.3268 | 1.787 | 11.528 | -0.03[0] |
| 25.00 | 2.2277 | 6.4195 | 2.168 | 11.160 | -2.07[0] |
| 30.00 | 2.6372 | 3.3812 | 2.632 | 10.842 | -4.23[0] |
| 35.00 | 2.7906 | 0.6048 | 3.146 | 10.523 | -6.45[0] |
| 40.00 | 2.7205 | -1.6563 | 3.687 | 10.152 | -8.64[0] |
| 45.00 | 2.4858 | -3.2303 | 4.219 | 9.711 | -10.77[0] |
| 50.00 | 2.1384 | -4.3367 | 4.723 | 9.201 | -12.83[0] |
| 55.00 | 1.7119 | -5.1296 | 5.187 | 8.625 | -14.79[0] |

1.0000

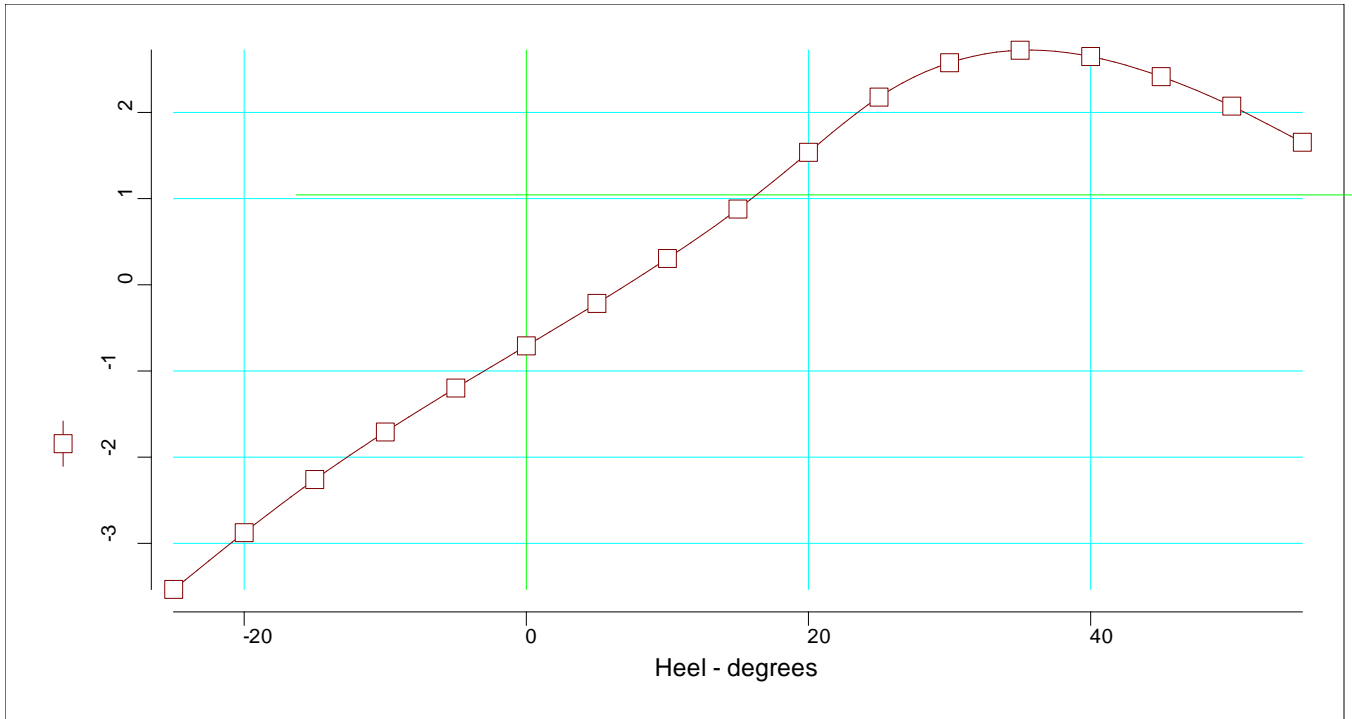
| | | |
|---|---------------|---------|
| Equilibrium angle | 7.001 | degrees |
| Range from equilibrium angle (max. 20.00 degrees) | 47.999 | degrees |
| Maximum GZ value | 2.424 | metres |
| Position of GZ value | 27.001 | degrees |
| Downflood angle [opening index] | None | degrees |
| Height of protected opening [opening index] | None | metres |
| `S' Value | 1.0000 | |

Partial Loadline Case D009

D009

| Title | Cargo | % full | SG (t/m3) | Weight (t) | LCG (m) | TCG (m) | VCG (m) | FSM (t-m) | S M |
|------------------------------------|-------|---------------|--------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|------------------|--------|
| Total Displacement | | | | 105205.1 | 129.562 | 0.000 | 12.859 | 0.0 | |
| Total Fallout | | | | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| Displacement after fall-out | | | | 105205.1 | 129.562 | 0.000 | 12.859 | 0.0 | |
| Buoyancy | | | | 112994.4 | 134.077 | 1.522 | 6.429 | 1417147.6 | |
| <i>Damaged</i> | | <i>% perm</i> | | | | | | | |
| C.O.T_2(S): s | 95.0 | 60.9 | 1.025 | -5768.2 | 193.967 | 9.374 | 8.107 | -61492.0 | |
| W.B.T_2(S): s | 95.0 | 79.3 | 1.025 | -2021.1 | 194.913 | 16.112 | 5.188 | -34299.2 | |
| Total Damaged | | | | -7789.3 | 194.213 | 11.122 | 7.350 | -95791.2 | |
| Total Buoyancy | | | | 105205.1 | 129.625 | 0.811 | 6.361 | 1321356.4 | |

D009



Partial Loadline

| Heel to Stbd (deg) | GZ (m) | Slope (m/rad) | Trim (m) | WLrad (m) | Freeboard (m) |
|-----------------------|-----------|------------------|-------------|--------------|------------------|
| -25.00 | -3.5343 | 6.5045 | 1.355 | 10.581 | -1.49[1] |
| -20.00 | -2.8762 | 7.5401 | 1.363 | 11.077 | 0.42[1] |
| -15.00 | -2.2597 | 6.6530 | 1.431 | 11.492 | 2.33[1] |
| -10.00 | -1.7078 | 6.0539 | 1.537 | 11.804 | 4.24[1] |
| -5.00 | -1.1979 | 5.7116 | 1.699 | 12.016 | 6.12[1] |
| 0.00 | -0.7090 | 5.6274 | 1.928 | 12.128 | 7.97[0] |
| 5.00 | -0.2162 | 5.8392 | 2.208 | 12.136 | 6.00[0] |
| 10.00 | 0.3053 | 6.3174 | 2.531 | 12.040 | 4.00[0] |
| 15.00 | 0.8791 | 7.0788 | 2.883 | 11.840 | 1.98[0] |
| 20.00 | 1.5365 | 8.1941 | 3.237 | 11.528 | -0.03[0] |
| 25.00 | 2.1775 | 6.3950 | 3.724 | 11.165 | -2.08[0] |
| 30.00 | 2.5764 | 3.4365 | 4.360 | 10.843 | -4.24[0] |
| 35.00 | 2.7214 | 0.7059 | 5.063 | 10.520 | -6.44[0] |
| 40.00 | 2.6484 | -1.4966 | 5.797 | 10.145 | -8.63[0] |
| 45.00 | 2.4154 | -3.0601 | 6.513 | 9.700 | -10.76[0] |
| 50.00 | 2.0727 | -4.1677 | 7.179 | 9.185 | -12.81[0] |
| 55.00 | 1.6537 | -4.9592 | 7.777 | 8.600 | -14.76[0] |

1.0000

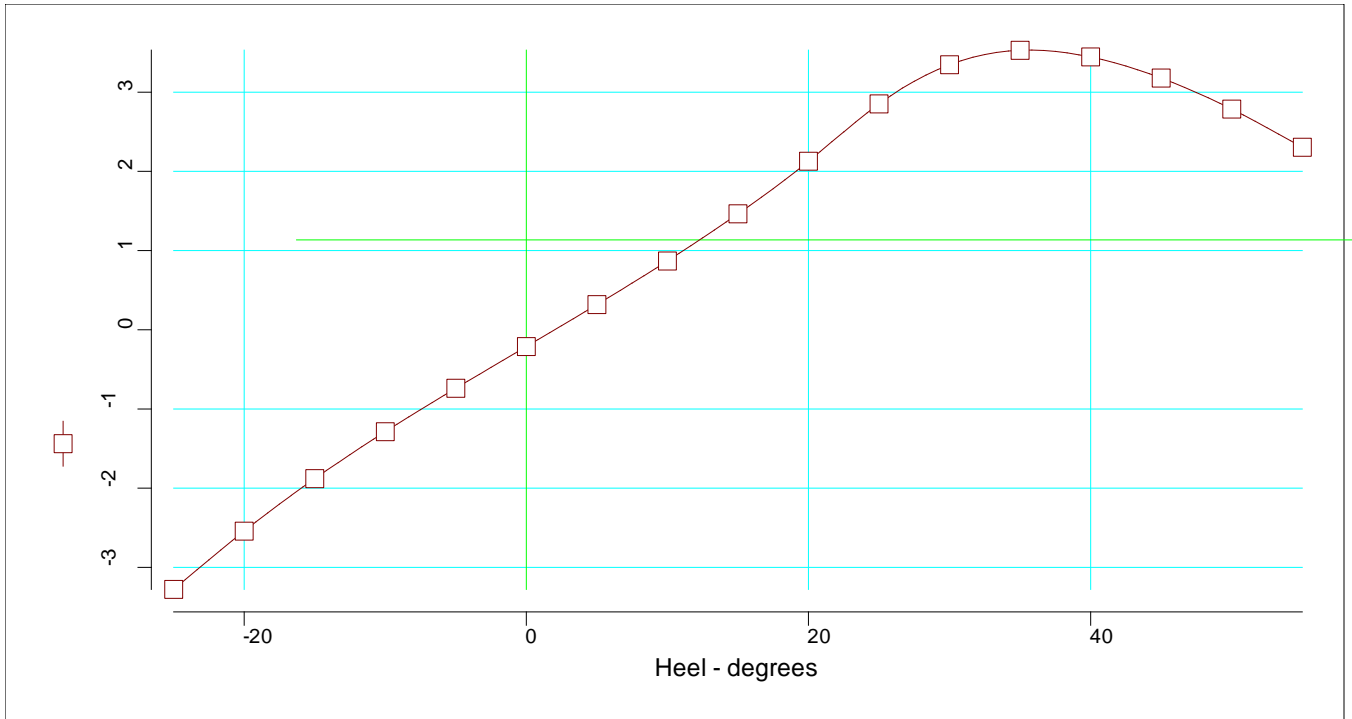
| | | |
|---|---------------|---------|
| Equilibrium angle | 7.118 | degrees |
| Range from equilibrium angle (max. 20.00 degrees) | 47.882 | degrees |
| Maximum GZ value | 2.379 | metres |
| Position of GZ value | 27.118 | degrees |
| Downflood angle [opening index] | None | degrees |
| Height of protected opening [opening index] | None | metres |
| `S' Value | 1.0000 | |

Partial Loadline Case D011

D011

| Title | Cargo | % full | SG (t/m3) | Weight (t) | LCG (m) | TCG (m) | VCG (m) | FSM (t-m) | S M |
|------------------------------------|-------|--------|--------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|------------------|--------|
| Total Displacement | | | | 105205.1 | 129.562 | 0.000 | 12.859 | 0.0 | |
| Total Fallout | | | | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| Displacement after fall-out | | | | 105205.1 | 129.562 | 0.000 | 12.859 | 0.0 | |
| Buoyancy | | | | 106873.5 | 130.969 | 0.456 | 6.005 | 1389097.9 | |
| <i>Damaged</i> % <i>perm</i> | | | | | | | | | |
| W.B.T_1(S): s | 95.0 | 59.4 | 1.025 | -1668.4 | 219.688 | 14.035 | 5.231 | -31783.7 | |
| Total Damaged | | | | -1668.4 | 219.688 | 14.035 | 5.231 | -31783.7 | |
| Total Buoyancy | | | | 105205.1 | 129.562 | 0.241 | 6.018 | 1357314.2 | |

D011



Partial Loadline

| Heel to Stbd (deg) | GZ (m) | Slope (m/rad) | Trim (m) | WLrad (m) | Freeboard (m) |
|-----------------------|-----------|------------------|-------------|--------------|------------------|
| -25.00 | -3.2781 | 7.6727 | 0.331 | 10.303 | -1.21[1] |
| -20.00 | -2.5418 | 8.1376 | 0.156 | 10.754 | 0.75[1] |
| -15.00 | -1.8789 | 7.1448 | 0.015 | 11.112 | 2.71[1] |
| -10.00 | -1.2869 | 6.4838 | -0.078 | 11.371 | 4.67[1] |
| -5.00 | -0.7392 | 6.1159 | -0.108 | 11.532 | 6.61[1] |
| 0.00 | -0.2117 | 6.0254 | -0.059 | 11.596 | 8.50[0] |
| 5.00 | 0.3173 | 6.1751 | 0.082 | 11.565 | 6.58[0] |
| 10.00 | 0.8684 | 6.5756 | 0.301 | 11.437 | 4.61[0] |
| 15.00 | 1.4637 | 7.2427 | 0.580 | 11.211 | 2.61[0] |
| 20.00 | 2.1277 | 8.2069 | 0.903 | 10.884 | 0.62[0] |
| 25.00 | 2.8522 | 7.5616 | 1.263 | 10.466 | -1.38[0] |
| 30.00 | 3.3460 | 3.9920 | 1.625 | 10.050 | -3.44[0] |
| 35.00 | 3.5288 | 0.4870 | 1.977 | 9.608 | -5.53[0] |
| 40.00 | 3.4443 | -2.0499 | 2.341 | 9.107 | -7.59[0] |
| 45.00 | 3.1779 | -3.7744 | 2.701 | 8.544 | -9.60[0] |
| 50.00 | 2.7857 | -4.9905 | 3.043 | 7.920 | -11.55[0] |
| 55.00 | 2.3042 | -5.8732 | 3.360 | 7.242 | -13.41[0] |

1.0000

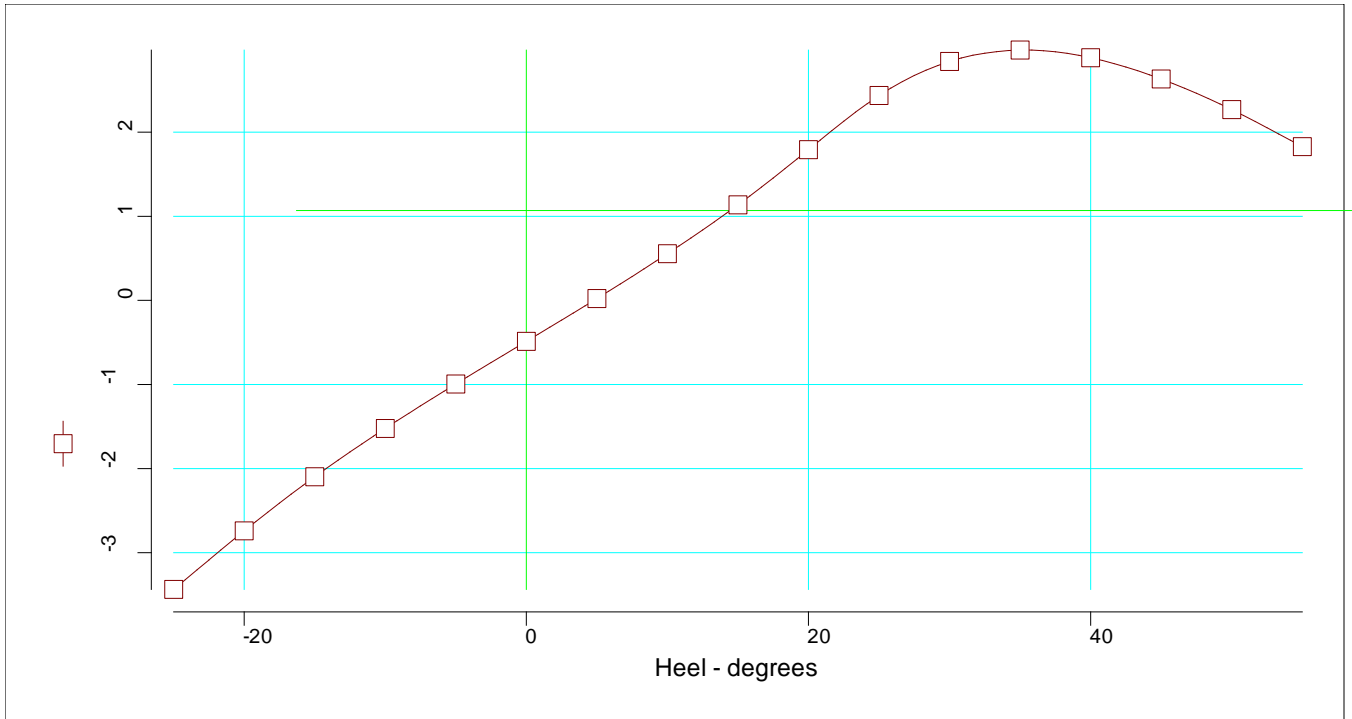
| | | |
|---|---------------|---------|
| Equilibrium angle | 2.014 | degrees |
| Range from equilibrium angle (max. 20.00 degrees) | 52.986 | degrees |
| Maximum GZ value | 2.425 | metres |
| Position of GZ value | 22.014 | degrees |
| Downflood angle [opening index] | None | degrees |
| Height of protected opening [opening index] | None | metres |
| `S' Value | 1.0000 | |

Partial Loadline Case D012

D012

| Title | Cargo | % full | SG (t/m3) | Weight (t) | LCG (m) | TCG (m) | VCG (m) | FSM (t-m) | S M |
|------------------------------------|-------|---------------|--------------|-----------------|----------------|--------------|---------------|------------------|--------|
| Total Displacement | | | | 105205.1 | 129.562 | 0.000 | 12.859 | 0.0 | |
| Total Fallout | | | | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| Displacement after fall-out | | | | 105205.1 | 129.562 | 0.000 | 12.859 | 0.0 | |
| Buoyancy | | | | 111152.6 | 134.458 | 1.036 | 6.283 | 1391501.8 | |
| <i>Damaged</i> | | <i>% perm</i> | | | | | | | |
| C.O.T_1(S): s | 95.0 | 58.5 | 1.025 | -4038.2 | 219.968 | 7.211 | 7.899 | -27316.0 | |
| W.B.T_1(S): s | 95.0 | 68.0 | 1.025 | -1909.4 | 219.703 | 14.375 | 6.248 | -33186.9 | |
| Total Damaged | | | | -5947.6 | 219.883 | 9.511 | 7.369 | -60502.9 | |
| Total Buoyancy | | | | 105205.1 | 129.629 | 0.557 | 6.222 | 1330998.9 | |

D012



Partial Loadline

| Heel to Stbd (deg) | GZ (m) | Slope (m/rad) | Trim (m) | WLrad (m) | Freeboard (m) |
|-----------------------|-----------|------------------|-------------|--------------|------------------|
| -25.00 | -3.4368 | 7.0146 | 1.602 | 10.524 | -1.44[1] |
| -20.00 | -2.7408 | 7.9013 | 1.599 | 11.001 | 0.50[1] |
| -15.00 | -2.0968 | 6.9323 | 1.673 | 11.397 | 2.43[1] |
| -10.00 | -1.5230 | 6.2851 | 1.789 | 11.692 | 4.35[1] |
| -5.00 | -0.9940 | 5.9222 | 1.960 | 11.887 | 6.25[1] |
| 0.00 | -0.4872 | 5.8209 | 2.194 | 11.982 | 8.12[0] |
| 5.00 | 0.0215 | 6.0032 | 2.480 | 11.975 | 6.17[0] |
| 10.00 | 0.5553 | 6.4420 | 2.817 | 11.866 | 4.18[0] |
| 15.00 | 1.1368 | 7.1496 | 3.195 | 11.655 | 2.17[0] |
| 20.00 | 1.7926 | 8.1414 | 3.593 | 11.338 | 0.16[0] |
| 25.00 | 2.4368 | 6.5900 | 4.129 | 10.966 | -1.88[0] |
| 30.00 | 2.8417 | 3.4839 | 4.840 | 10.624 | -4.02[0] |
| 35.00 | 2.9769 | 0.5977 | 5.621 | 10.275 | -6.20[0] |
| 40.00 | 2.8859 | -1.6654 | 6.423 | 9.872 | -8.36[0] |
| 45.00 | 2.6328 | -3.2604 | 7.191 | 9.399 | -10.46[0] |
| 50.00 | 2.2688 | -4.3927 | 7.895 | 8.857 | -12.48[0] |
| 55.00 | 1.8278 | -5.2046 | 8.513 | 8.247 | -14.41[0] |

1.0000

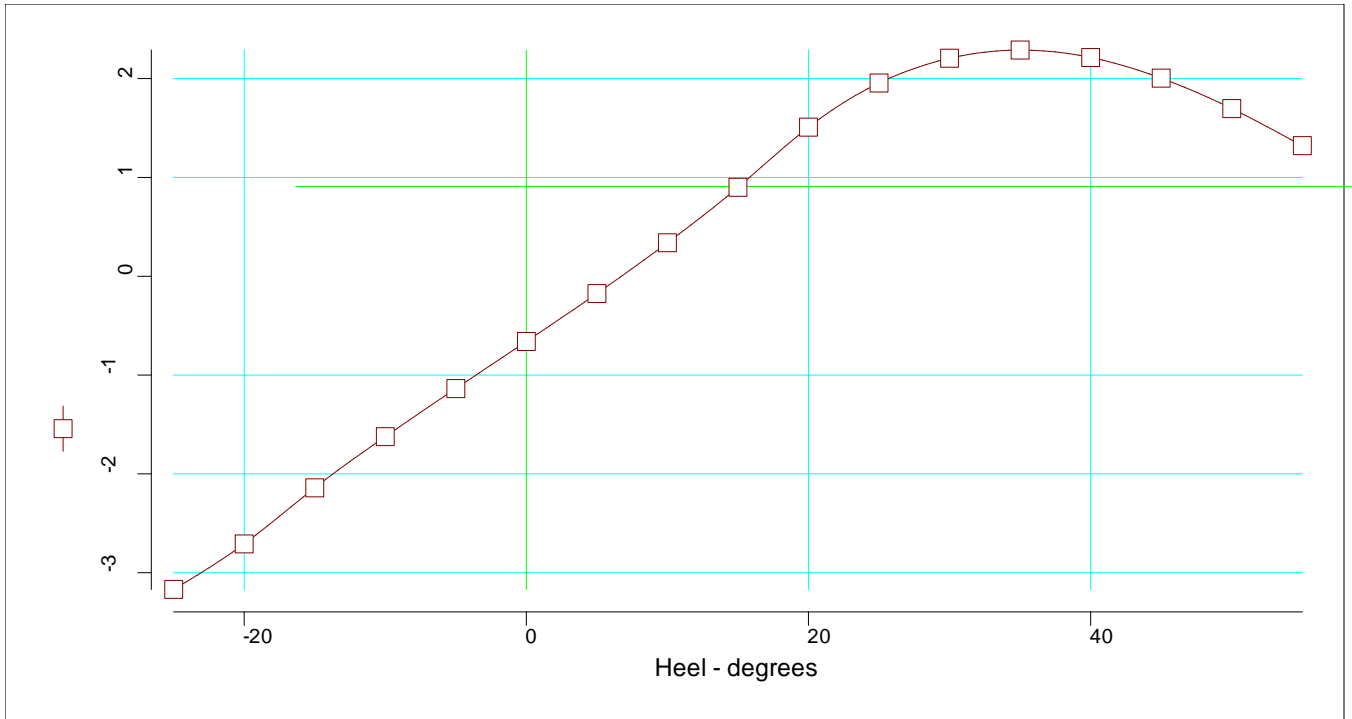
| | | |
|---|---------------|---------|
| Equilibrium angle | 4.794 | degrees |
| Range from equilibrium angle (max. 20.00 degrees) | 50.206 | degrees |
| Maximum GZ value | 2.413 | metres |
| Position of GZ value | 24.794 | degrees |
| Downflood angle [opening index] | None | degrees |
| Height of protected opening [opening index] | None | metres |
| `S' Value | 1.0000 | |

Light Service Case D000

D000

| Title | Cargo | % full | SG (t/m3) | Weight (t) | LCG (m) | TCG (m) | VCG (m) | FSM (t-m) | S M |
|------------------------------------|-------|---------------|--------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|------------------|--------|
| Total Displacement | | | | 116343.6 | 130.243 | 0.000 | 12.820 | 0.0 | |
| Total Fallout | | | | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| Displacement after fall-out | | | | 116343.6 | 130.243 | 0.000 | 12.820 | 0.0 | |
| Buoyancy | | | | 124228.6 | 125.672 | 1.354 | 7.008 | 1457915.4 | |
| <i>Damaged</i> | | <i>% perm</i> | | | | | | | |
| C.O.T_7(S): s | 95.0 | 67.2 | 1.025 | -6363.0 | 59.102 | 9.978 | 8.704 | -69666.1 | |
| W.B.T_7(S): s | 95.0 | 84.8 | 1.025 | -1522.0 | 59.790 | 15.678 | 4.920 | -22771.3 | |
| Total Damaged | | | | -7885.0 | 59.235 | 11.078 | 7.973 | -92437.4 | |
| Total Buoyancy | | | | 116343.6 | 130.175 | 0.695 | 6.943 | 1365478.0 | |

D000



Light Service

| Heel to Stbd (deg) | GZ (m) | Slope (m/rad) | Trim (m) | WLrad (m) | Freeboard (m) |
|-----------------------|-----------|------------------|-------------|--------------|------------------|
| -25.00 | -3.1695 | 4.0952 | -0.871 | 11.732 | -2.64[1] |
| -20.00 | -2.7087 | 6.7192 | -1.231 | 12.172 | -0.67[1] |
| -15.00 | -2.1407 | 6.3425 | -1.676 | 12.611 | 1.21[1] |
| -10.00 | -1.6231 | 5.8271 | -2.082 | 12.939 | 3.10[1] |
| -5.00 | -1.1365 | 5.5508 | -2.418 | 13.157 | 4.98[1] |
| 0.00 | -0.6602 | 5.5035 | -2.667 | 13.266 | 6.83[0] |
| 5.00 | -0.1749 | 5.6966 | -2.810 | 13.267 | 4.87[0] |
| 10.00 | 0.3387 | 6.1196 | -2.864 | 13.159 | 2.88[0] |
| 15.00 | 0.9000 | 6.7834 | -2.853 | 12.941 | 0.88[0] |
| 20.00 | 1.5087 | 6.4654 | -2.841 | 12.625 | -1.13[0] |
| 25.00 | 1.9553 | 3.9034 | -2.996 | 12.340 | -3.25[0] |
| 30.00 | 2.2063 | 1.9378 | -3.187 | 12.119 | -5.51[0] |
| 35.00 | 2.2890 | 0.0413 | -3.394 | 11.913 | -7.84[0] |
| 40.00 | 2.2141 | -1.6624 | -3.603 | 11.673 | -10.16[0] |
| 45.00 | 2.0048 | -3.0120 | -3.796 | 11.360 | -12.42[0] |
| 50.00 | 1.6972 | -3.9526 | -3.952 | 10.964 | -14.59[0] |
| 55.00 | 1.3214 | -4.6058 | -4.061 | 10.483 | -16.65[0] |

1.0000

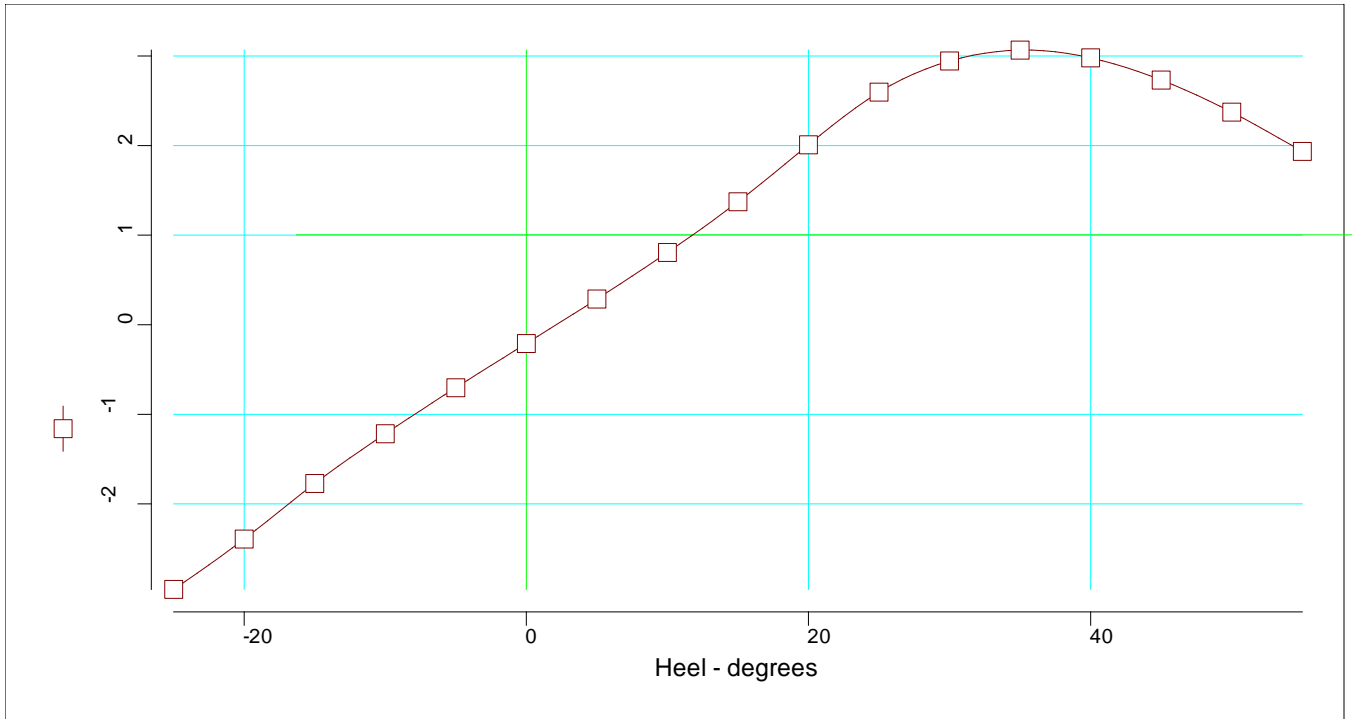
| | | |
|---|---------------|---------|
| Equilibrium angle | 6.742 | degrees |
| Range from equilibrium angle (max. 20.00 degrees) | 48.258 | degrees |
| Maximum GZ value | 2.063 | metres |
| Position of GZ value | 26.742 | degrees |
| Downflood angle [opening index] | None | degrees |
| Height of protected opening [opening index] | None | metres |
| `S' Value | 1.0000 | |

Light Service Case D001

D001

| Title | Cargo | % full | SG (t/m3) | Weight (t) | LCG (m) | TCG (m) | VCG (m) | FSM (t-m) | S M |
|------------------------------------|---------------|--------|--------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|------------------|--------|
| Total Displacement | | | | 116343.6 | 130.243 | 0.000 | 12.820 | 0.0 | |
| Total Fallout | | | | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| Displacement after fall-out | | | | 116343.6 | 130.243 | 0.000 | 12.820 | 0.0 | |
| Buoyancy | | | | 117959.9 | 129.619 | 0.440 | 6.586 | 1402787.2 | |
| <i>Damaged</i> | <i>% perm</i> | | | | | | | | |
| W.B.T_6(S): s | 95.0 | 78.0 | 1.025 | -1616.3 | 85.498 | 15.572 | 3.682 | -22709.8 | |
| Total Damaged | | | | -1616.3 | 85.498 | 15.572 | 3.682 | -22709.8 | |
| Total Buoyancy | | | | 116343.6 | 130.232 | 0.230 | 6.626 | 1380077.5 | |

D001



Light Service

| Heel to Stbd (deg) | GZ (m) | Slope (m/rad) | Trim (m) | WLrad (m) | Freeboard (m) |
|-----------------------|-----------|------------------|-------------|--------------|------------------|
| -25.00 | -2.9542 | 5.0140 | 0.385 | 11.415 | -2.33[1] |
| -20.00 | -2.3915 | 7.6235 | 0.144 | 11.833 | -0.33[1] |
| -15.00 | -1.7716 | 6.7190 | -0.073 | 12.215 | 1.61[1] |
| -10.00 | -1.2167 | 6.0998 | -0.257 | 12.489 | 3.55[1] |
| -5.00 | -0.7030 | 5.7400 | -0.388 | 12.656 | 5.48[1] |
| 0.00 | -0.2091 | 5.6225 | -0.449 | 12.718 | 7.38[0] |
| 5.00 | 0.2869 | 5.7843 | -0.430 | 12.676 | 5.47[0] |
| 10.00 | 0.8070 | 6.1887 | -0.340 | 12.527 | 3.52[0] |
| 15.00 | 1.3726 | 6.8534 | -0.197 | 12.273 | 1.55[0] |
| 20.00 | 2.0087 | 7.9207 | -0.021 | 11.909 | -0.41[0] |
| 25.00 | 2.5962 | 5.3364 | 0.179 | 11.511 | -2.42[0] |
| 30.00 | 2.9443 | 2.7015 | 0.387 | 11.176 | -4.57[0] |
| 35.00 | 3.0658 | 0.1985 | 0.616 | 10.850 | -6.77[0] |
| 40.00 | 2.9789 | -1.9873 | 0.859 | 10.476 | -8.96[0] |
| 45.00 | 2.7316 | -3.5146 | 1.102 | 10.034 | -11.09[0] |
| 50.00 | 2.3728 | -4.5880 | 1.338 | 9.524 | -13.15[0] |
| 55.00 | 1.9348 | -5.3545 | 1.563 | 8.945 | -15.11[0] |

1.0000

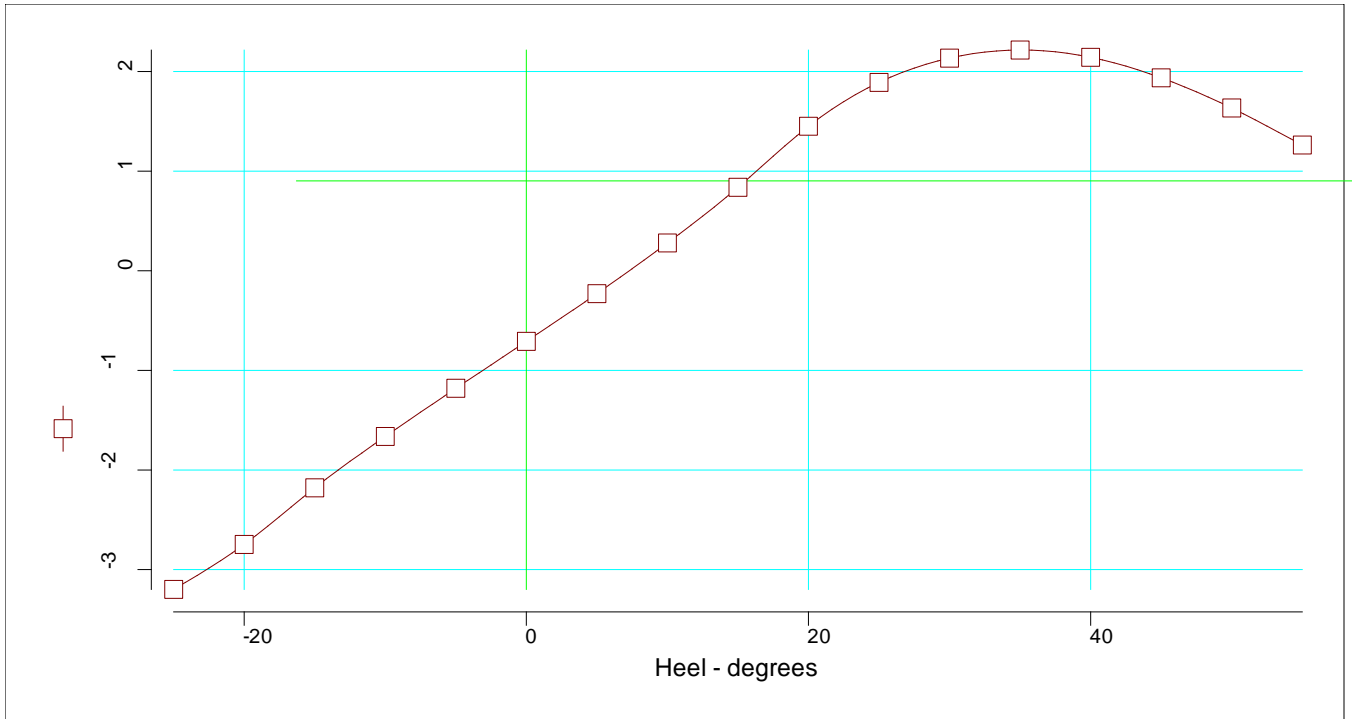
| | | |
|---|---------------|---------|
| Equilibrium angle | 2.125 | degrees |
| Range from equilibrium angle (max. 20.00 degrees) | 52.875 | degrees |
| Maximum GZ value | 2.286 | metres |
| Position of GZ value | 22.125 | degrees |
| Downflood angle [opening index] | None | degrees |
| Height of protected opening [opening index] | None | metres |
| `S' Value | 1.0000 | |

Light Service Case D002

D002

| Title | Cargo | % full | SG (t/m3) | Weight (t) | LCG (m) | TCG (m) | VCG (m) | FSM (t-m) | S M |
|------------------------------------|-------|---------------|--------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|------------------|--------|
| Total Displacement | | | | 116343.6 | 130.243 | 0.000 | 12.820 | 0.0 | |
| Total Fallout | | | | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| Displacement after fall-out | | | | 116343.6 | 130.243 | 0.000 | 12.820 | 0.0 | |
| Buoyancy | | | | 124727.4 | 127.194 | 1.455 | 7.032 | 1458317.1 | |
| <i>Damaged</i> | | <i>% perm</i> | | | | | | | |
| C.O.T_6(S): s | 95.0 | 65.5 | 1.025 | -6622.1 | 85.465 | 10.007 | 8.548 | -74050.5 | |
| W.B.T_6(S): s | 95.0 | 85.0 | 1.025 | -1761.7 | 85.488 | 15.988 | 4.610 | -24307.1 | |
| Total Damaged | | | | -8383.8 | 85.469 | 11.264 | 7.720 | -98357.6 | |
| Total Buoyancy | | | | 116343.6 | 130.200 | 0.748 | 6.983 | 1359959.5 | |

D002



Light Service

| Heel to Stbd (deg) | GZ (m) | Slope (m/rad) | Trim (m) | WLrad (m) | Freeboard (m) |
|-----------------------|-----------|------------------|-------------|--------------|------------------|
| -25.00 | -3.1992 | 3.9358 | -0.350 | 11.756 | -2.67[1] |
| -20.00 | -2.7474 | 6.7078 | -0.653 | 12.200 | -0.70[1] |
| -15.00 | -2.1794 | 6.2628 | -0.993 | 12.644 | 1.18[1] |
| -10.00 | -1.6637 | 5.7494 | -1.296 | 12.977 | 3.07[1] |
| -5.00 | -1.1803 | 5.4709 | -1.536 | 13.200 | 4.94[1] |
| 0.00 | -0.7089 | 5.4151 | -1.698 | 13.311 | 6.79[0] |
| 5.00 | -0.2293 | 5.6305 | -1.774 | 13.314 | 4.83[0] |
| 10.00 | 0.2796 | 6.0741 | -1.775 | 13.207 | 2.84[0] |
| 15.00 | 0.8376 | 6.7645 | -1.718 | 12.988 | 0.84[0] |
| 20.00 | 1.4506 | 6.5048 | -1.654 | 12.667 | -1.17[0] |
| 25.00 | 1.8909 | 3.7778 | -1.697 | 12.382 | -3.29[0] |
| 30.00 | 2.1352 | 1.8573 | -1.753 | 12.163 | -5.56[0] |
| 35.00 | 2.2155 | 0.0156 | -1.807 | 11.962 | -7.89[0] |
| 40.00 | 2.1428 | -1.6497 | -1.858 | 11.730 | -10.22[0] |
| 45.00 | 1.9371 | -2.9873 | -1.897 | 11.427 | -12.49[0] |
| 50.00 | 1.6335 | -3.9140 | -1.916 | 11.041 | -14.67[0] |
| 55.00 | 1.2620 | -4.5581 | -1.911 | 10.571 | -16.74[0] |

1.0000

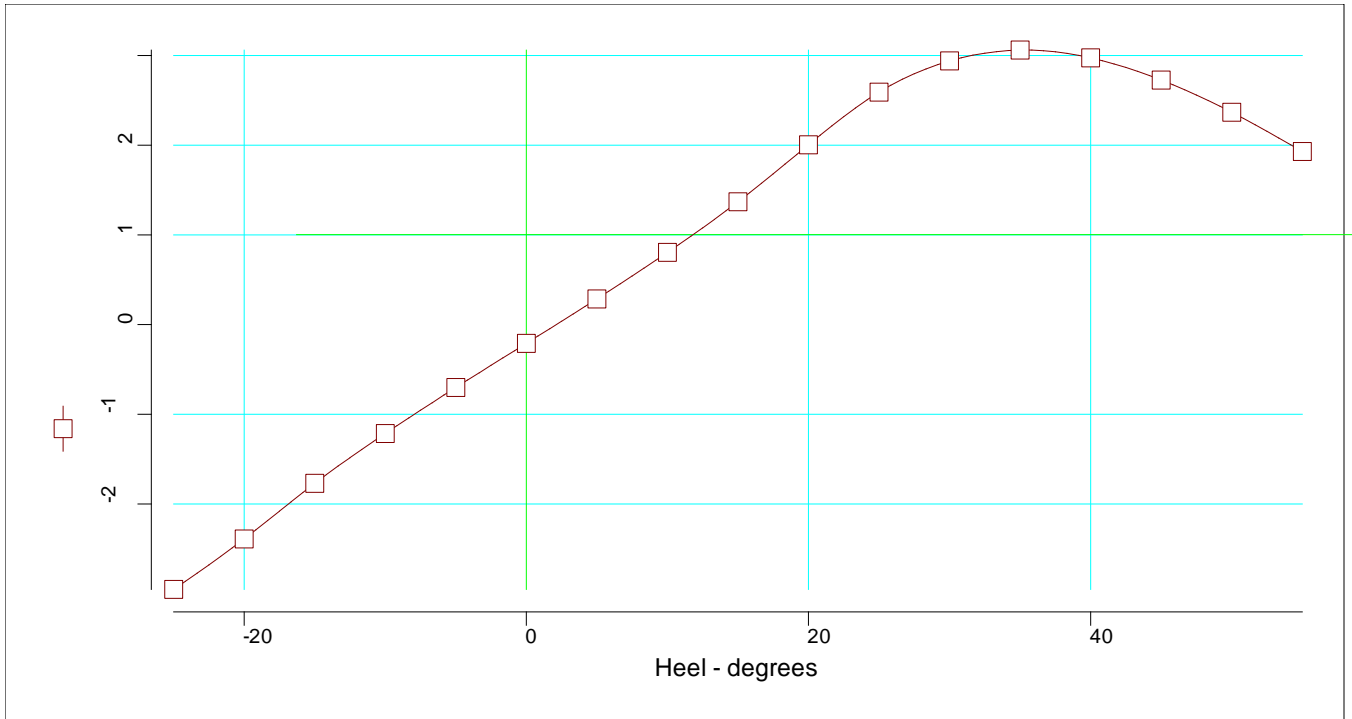
| | | |
|---|---------------|---------|
| Equilibrium angle | 7.300 | degrees |
| Range from equilibrium angle (max. 20.00 degrees) | 47.700 | degrees |
| Maximum GZ value | 2.024 | metres |
| Position of GZ value | 27.300 | degrees |
| Downflood angle [opening index] | None | degrees |
| Height of protected opening [opening index] | None | metres |
| `S' Value | 1.0000 | |

Light Service Case D003

D003

| Title | Cargo | % full | SG | Weight | LCG | TCG | VCG | FSM | S |
|------------------------------------|-------|---------------|--------|-----------------|----------------|---------------|---------------|------------------|---|
| | | | (t/m3) | (t) | (m) | (m) | (m) | (t-m) | M |
| Total Displacement | | | | 116343.6 | 130.243 | 0.000 | 12.820 | 0.0 | |
| Total Fallout | | | | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| Displacement after fall-out | | | | 116343.6 | 130.243 | 0.000 | 12.820 | 0.0 | |
| Buoyancy | | | | 117956.9 | 129.998 | 0.440 | 6.585 | 1401092.0 | |
| <i>Damaged</i> | | <i>% perm</i> | | | | | | | |
| W.B.T_5(S): s | 95.0 | 77.9 | 1.025 | -1613.3 | 112.698 | 15.562 | 3.662 | -22695.2 | |
| Total Damaged | | | | -1613.3 | 112.698 | 15.562 | 3.662 | -22695.2 | |
| Total Buoyancy | | | | 116343.6 | 130.238 | 0.230 | 6.625 | 1378396.7 | |

D003



Light Service

| Heel to Stbd (deg) | GZ (m) | Slope (m/rad) | Trim (m) | WLrad (m) | Freeboard (m) |
|-----------------------|-----------|------------------|-------------|--------------|------------------|
| -25.00 | -2.9522 | 5.0167 | 0.540 | 11.414 | -2.33[1] |
| -20.00 | -2.3891 | 7.6206 | 0.313 | 11.832 | -0.33[1] |
| -15.00 | -1.7690 | 6.7124 | 0.118 | 12.214 | 1.61[1] |
| -10.00 | -1.2143 | 6.0894 | -0.046 | 12.488 | 3.56[1] |
| -5.00 | -0.7013 | 5.7257 | -0.157 | 12.656 | 5.48[1] |
| 0.00 | -0.2086 | 5.6086 | -0.200 | 12.718 | 7.38[0] |
| 5.00 | 0.2860 | 5.7685 | -0.168 | 12.675 | 5.47[0] |
| 10.00 | 0.8048 | 6.1758 | -0.069 | 12.527 | 3.52[0] |
| 15.00 | 1.3693 | 6.8445 | 0.081 | 12.271 | 1.55[0] |
| 20.00 | 2.0045 | 7.9117 | 0.262 | 11.907 | -0.41[0] |
| 25.00 | 2.5917 | 5.3399 | 0.474 | 11.508 | -2.42[0] |
| 30.00 | 2.9393 | 2.7034 | 0.703 | 11.172 | -4.57[0] |
| 35.00 | 3.0603 | 0.2034 | 0.958 | 10.845 | -6.77[0] |
| 40.00 | 2.9733 | -1.9757 | 1.231 | 10.471 | -8.96[0] |
| 45.00 | 2.7262 | -3.5044 | 1.503 | 10.028 | -11.09[0] |
| 50.00 | 2.3676 | -4.5762 | 1.767 | 9.517 | -13.14[0] |
| 55.00 | 1.9298 | -5.3456 | 2.016 | 8.938 | -15.10[0] |

1.0000

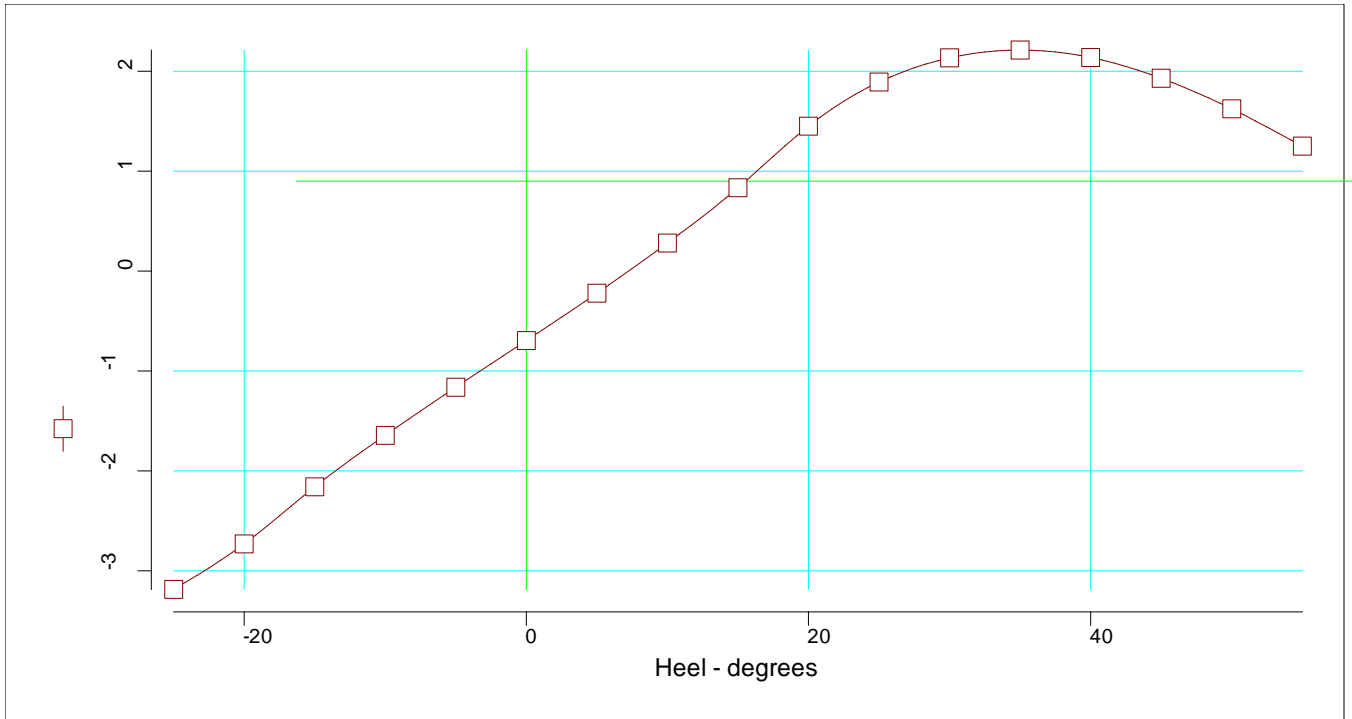
| | | |
|---|---------------|---------|
| Equilibrium angle | 2.125 | degrees |
| Range from equilibrium angle (max. 20.00 degrees) | 52.875 | degrees |
| Maximum GZ value | 2.281 | metres |
| Position of GZ value | 22.125 | degrees |
| Downflood angle [opening index] | None | degrees |
| Height of protected opening [opening index] | None | metres |
| `S' Value | 1.0000 | |

Light Service Case D004

D004

| Title | Cargo | % full | SG | Weight | LCG | TCG | VCG | FSM | S |
|------------------------------------|-------|---------------|--------|-----------------|----------------|---------------|---------------|------------------|---|
| | | | (t/m3) | (t) | (m) | (m) | (m) | (t-m) | M |
| Total Displacement | | | | 116343.6 | 130.243 | 0.000 | 12.820 | 0.0 | |
| Total Fallout | | | | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| Displacement after fall-out | | | | 116343.6 | 130.243 | 0.000 | 12.820 | 0.0 | |
| Buoyancy | | | | 124571.3 | 129.072 | 1.440 | 7.013 | 1450055.9 | |
| <i>Damaged</i> | | <i>% perm</i> | | | | | | | |
| C.O.T_5(S): s | 95.0 | 64.1 | 1.025 | -6480.7 | 112.690 | 10.010 | 8.411 | -73309.0 | |
| W.B.T_5(S): s | 95.0 | 84.3 | 1.025 | -1747.0 | 112.696 | 15.949 | 4.512 | -24149.4 | |
| Total Damaged | | | | -8227.7 | 112.691 | 11.271 | 7.583 | -97458.4 | |
| Total Buoyancy | | | | 116343.6 | 130.231 | 0.744 | 6.973 | 1352597.5 | |

D004



Light Service

| Heel to Stbd (deg) | GZ (m) | Slope (m/rad) | Trim (m) | WLrad (m) | Freeboard (m) |
|-----------------------|-----------|------------------|-------------|--------------|------------------|
| -25.00 | -3.1863 | 3.9455 | 0.311 | 11.744 | -2.66[1] |
| -20.00 | -2.7304 | 6.7667 | 0.074 | 12.189 | -0.69[1] |
| -15.00 | -2.1590 | 6.2216 | -0.148 | 12.634 | 1.19[1] |
| -10.00 | -1.6435 | 5.6908 | -0.333 | 12.967 | 3.08[1] |
| -5.00 | -1.1626 | 5.3986 | -0.461 | 13.190 | 4.95[1] |
| 0.00 | -0.6959 | 5.3494 | -0.521 | 13.303 | 6.80[0] |
| 5.00 | -0.2219 | 5.5592 | -0.523 | 13.304 | 4.84[0] |
| 10.00 | 0.2810 | 6.0147 | -0.463 | 13.194 | 2.85[0] |
| 15.00 | 0.8339 | 6.7221 | -0.355 | 12.972 | 0.85[0] |
| 20.00 | 1.4503 | 6.5704 | -0.223 | 12.643 | -1.14[0] |
| 25.00 | 1.8915 | 3.7740 | -0.107 | 12.349 | -3.26[0] |
| 30.00 | 2.1335 | 1.8380 | 0.019 | 12.123 | -5.52[0] |
| 35.00 | 2.2116 | 0.0103 | 0.168 | 11.917 | -7.84[0] |
| 40.00 | 2.1374 | -1.6523 | 0.331 | 11.680 | -10.17[0] |
| 45.00 | 1.9295 | -2.9931 | 0.499 | 11.372 | -12.43[0] |
| 50.00 | 1.6240 | -3.9222 | 0.670 | 10.984 | -14.61[0] |
| 55.00 | 1.2503 | -4.5717 | 0.843 | 10.513 | -16.68[0] |

1.0000

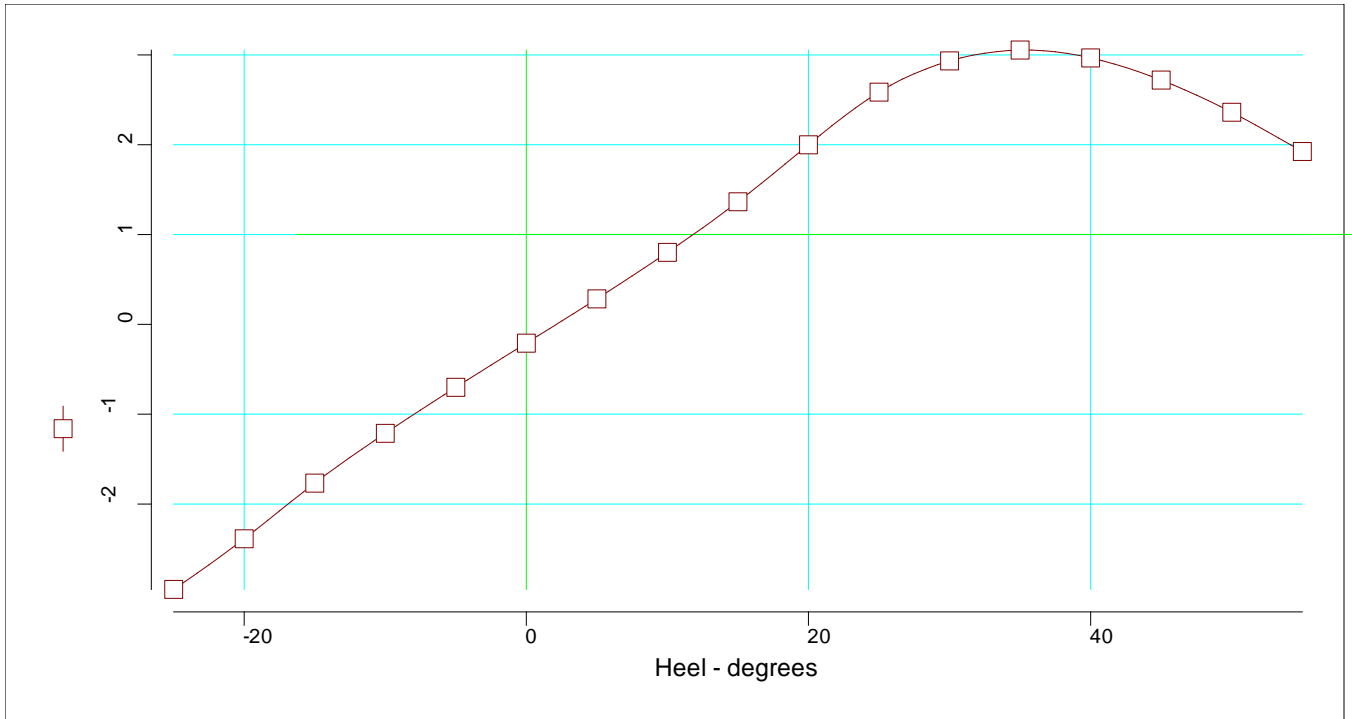
| | | |
|---|---------------|---------|
| Equilibrium angle | 7.255 | degrees |
| Range from equilibrium angle (max. 20.00 degrees) | 47.745 | degrees |
| Maximum GZ value | 2.022 | metres |
| Position of GZ value | 27.255 | degrees |
| Downflood angle [opening index] | None | degrees |
| Height of protected opening [opening index] | None | metres |
| `S' Value | 1.0000 | |

Light Service Case D005

D005

| Title | Cargo | % full | SG (t/m3) | Weight (t) | LCG (m) | TCG (m) | VCG (m) | FSM (t-m) | S M |
|------------------------------------|-------|--------|--------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|------------------|--------|
| Total Displacement | | | | 116343.6 | 130.243 | 0.000 | 12.820 | 0.0 | |
| Total Fallout | | | | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| Displacement after fall-out | | | | 116343.6 | 130.243 | 0.000 | 12.820 | 0.0 | |
| Buoyancy | | | | 117956.8 | 130.376 | 0.440 | 6.585 | 1399389.3 | |
| <i>Damaged</i> % <i>perm</i> | | | | | | | | | |
| W.B.T_4(S): s | 95.0 | 77.9 | 1.025 | -1613.2 | 139.900 | 15.562 | 3.662 | -22684.8 | |
| Total Damaged | | | | -1613.2 | 139.900 | 15.562 | 3.662 | -22684.8 | |
| Total Buoyancy | | | | 116343.6 | 130.244 | 0.230 | 6.625 | 1376704.4 | |

D005



Light Service

| Heel to Stbd (deg) | GZ (m) | Slope (m/rad) | Trim (m) | WLrad (m) | Freeboard (m) |
|-----------------------|-----------|------------------|-------------|--------------|------------------|
| -25.00 | -2.9507 | 5.0210 | 0.696 | 11.413 | -2.32[1] |
| -20.00 | -2.3871 | 7.6179 | 0.483 | 11.831 | -0.33[1] |
| -15.00 | -1.7668 | 6.7062 | 0.309 | 12.214 | 1.61[1] |
| -10.00 | -1.2124 | 6.0798 | 0.166 | 12.488 | 3.56[1] |
| -5.00 | -0.7001 | 5.7120 | 0.074 | 12.656 | 5.48[1] |
| 0.00 | -0.2085 | 5.5961 | 0.050 | 12.719 | 7.38[0] |
| 5.00 | 0.2847 | 5.7533 | 0.093 | 12.675 | 5.47[0] |
| 10.00 | 0.8022 | 6.1634 | 0.202 | 12.526 | 3.52[0] |
| 15.00 | 1.3656 | 6.8354 | 0.360 | 12.270 | 1.55[0] |
| 20.00 | 2.0002 | 7.9191 | 0.546 | 11.905 | -0.41[0] |
| 25.00 | 2.5869 | 5.3429 | 0.770 | 11.505 | -2.42[0] |
| 30.00 | 2.9339 | 2.7049 | 1.019 | 11.169 | -4.56[0] |
| 35.00 | 3.0543 | 0.2090 | 1.300 | 10.841 | -6.77[0] |
| 40.00 | 2.9671 | -1.9647 | 1.603 | 10.466 | -8.95[0] |
| 45.00 | 2.7202 | -3.4917 | 1.905 | 10.022 | -11.08[0] |
| 50.00 | 2.3619 | -4.5637 | 2.196 | 9.511 | -13.14[0] |
| 55.00 | 1.9244 | -5.3345 | 2.470 | 8.932 | -15.10[0] |

1.0000

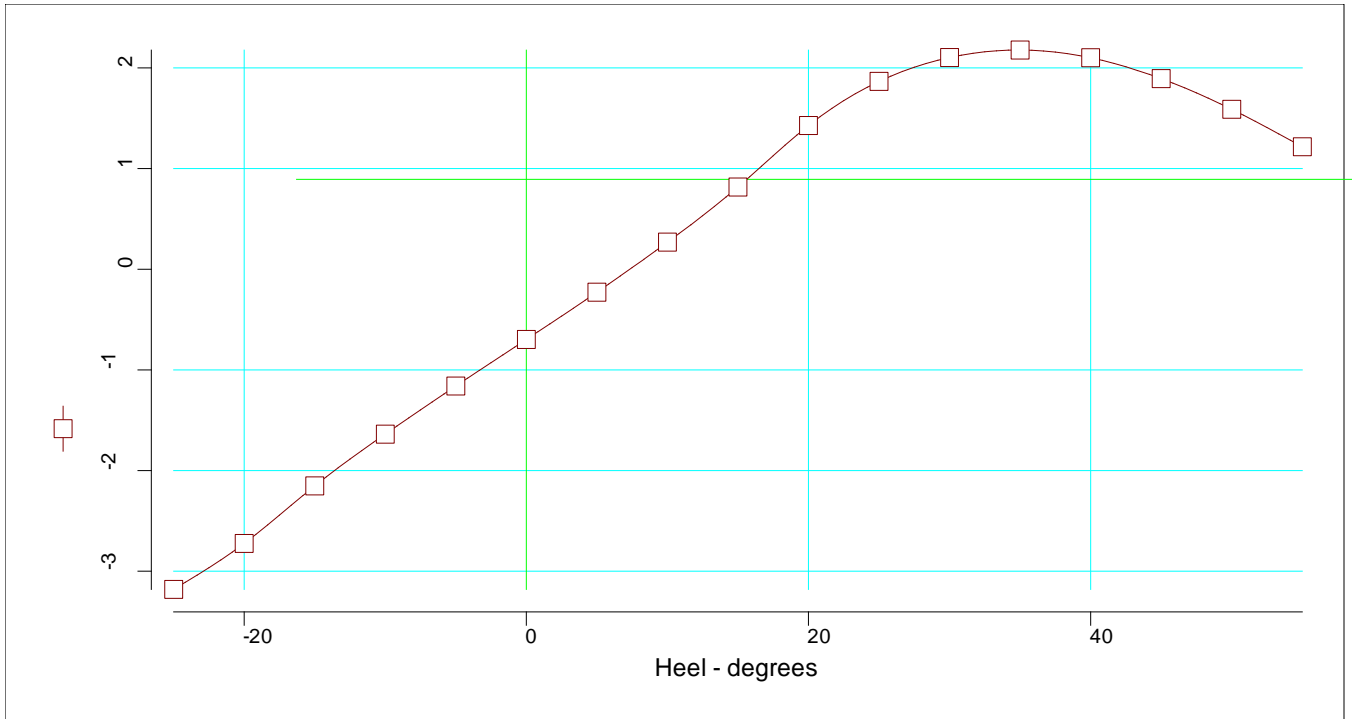
| | | |
|---|---------------|---------|
| Equilibrium angle | 2.130 | degrees |
| Range from equilibrium angle (max. 20.00 degrees) | 52.870 | degrees |
| Maximum GZ value | 2.277 | metres |
| Position of GZ value | 22.130 | degrees |
| Downflood angle [opening index] | None | degrees |
| Height of protected opening [opening index] | None | metres |
| `S' Value | 1.0000 | |

Light Service Case D006

D006

| Title | Cargo | % full | SG | Weight | LCG | TCG | VCG | FSM | S |
|------------------------------------|-------|---------------|--------|-----------------|----------------|---------------|---------------|------------------|---|
| | | | (t/m3) | (t) | (m) | (m) | (m) | (t-m) | M |
| Total Displacement | | | | 116343.6 | 130.243 | 0.000 | 12.820 | 0.0 | |
| Total Fallout | | | | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| Displacement after fall-out | | | | 116343.6 | 130.243 | 0.000 | 12.820 | 0.0 | |
| Buoyancy | | | | 124601.5 | 130.901 | 1.450 | 7.017 | 1443698.6 | |
| <i>Damaged</i> | | <i>% perm</i> | | | | | | | |
| C.O.T_4(S): s | 95.0 | 64.4 | 1.025 | -6507.3 | 139.915 | 10.013 | 8.438 | -73011.2 | |
| W.B.T_4(S): s | 95.0 | 84.5 | 1.025 | -1750.6 | 139.906 | 15.959 | 4.535 | -24092.2 | |
| Total Damaged | | | | -8257.9 | 139.913 | 11.273 | 7.610 | -97103.4 | |
| Total Buoyancy | | | | 116343.6 | 130.261 | 0.753 | 6.975 | 1346595.2 | |

D006



Light Service

| Heel to Stbd (deg) | GZ (m) | Slope (m/rad) | Trim (m) | WLrad (m) | Freeboard (m) |
|-----------------------|-----------|------------------|-------------|--------------|------------------|
| -25.00 | -3.1804 | 3.9456 | 0.966 | 11.743 | -2.65[1] |
| -20.00 | -2.7233 | 6.7018 | 0.790 | 12.188 | -0.69[1] |
| -15.00 | -2.1519 | 6.1937 | 0.687 | 12.633 | 1.19[1] |
| -10.00 | -1.6375 | 5.6421 | 0.618 | 12.968 | 3.08[1] |
| -5.00 | -1.1600 | 5.3391 | 0.601 | 13.193 | 4.95[1] |
| 0.00 | -0.6973 | 5.3047 | 0.637 | 13.308 | 6.79[0] |
| 5.00 | -0.2278 | 5.5020 | 0.714 | 13.309 | 4.83[0] |
| 10.00 | 0.2692 | 5.9592 | 0.834 | 13.196 | 2.85[0] |
| 15.00 | 0.8171 | 6.6807 | 0.992 | 12.971 | 0.85[0] |
| 20.00 | 1.4277 | 6.5654 | 1.185 | 12.639 | -1.14[0] |
| 25.00 | 1.8659 | 3.7869 | 1.461 | 12.340 | -3.25[0] |
| 30.00 | 2.1030 | 1.8497 | 1.774 | 12.110 | -5.50[0] |
| 35.00 | 2.1772 | 0.0554 | 2.125 | 11.898 | -7.82[0] |
| 40.00 | 2.1010 | -1.5919 | 2.501 | 11.656 | -10.14[0] |
| 45.00 | 1.8933 | -2.9210 | 2.881 | 11.343 | -12.40[0] |
| 50.00 | 1.5888 | -3.8529 | 3.246 | 10.950 | -14.58[0] |
| 55.00 | 1.2170 | -4.4997 | 3.590 | 10.475 | -16.64[0] |

1.0000

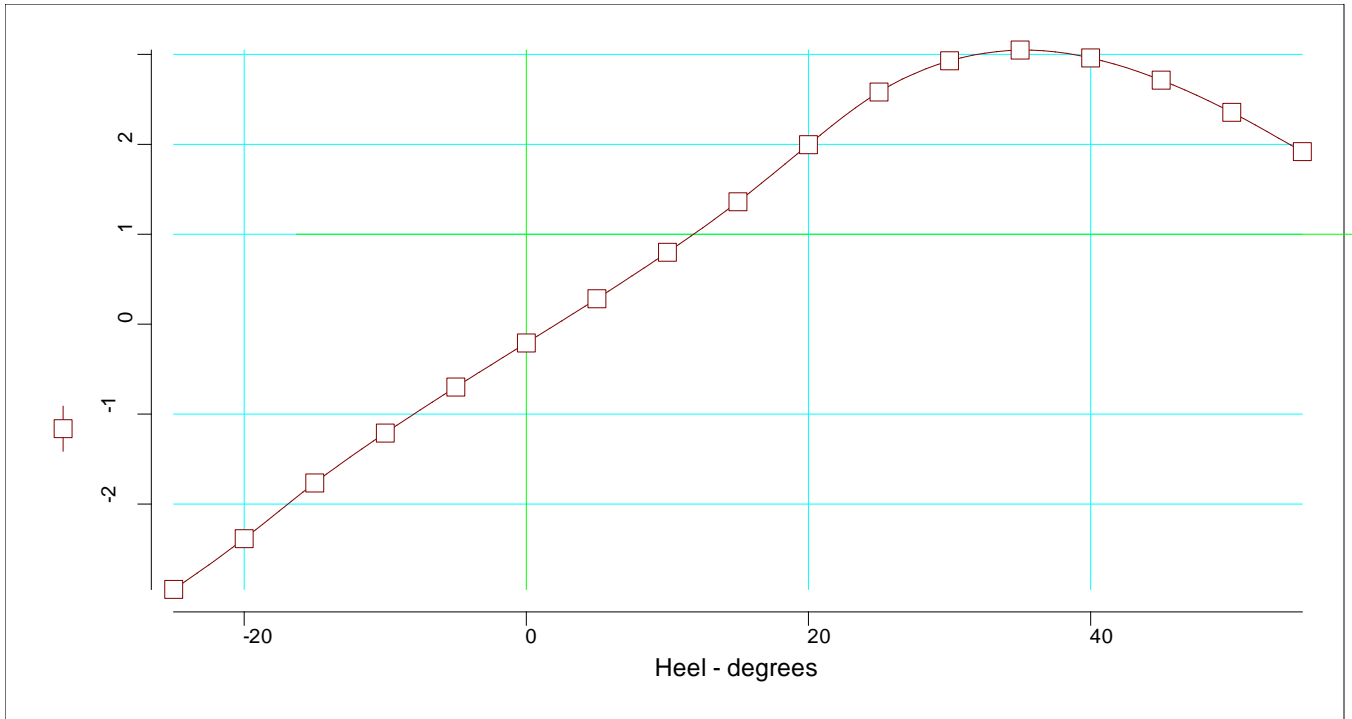
| | | |
|---|---------------|---------|
| Equilibrium angle | 7.341 | degrees |
| Range from equilibrium angle (max. 20.00 degrees) | 47.659 | degrees |
| Maximum GZ value | 1.998 | metres |
| Position of GZ value | 27.341 | degrees |
| Downflood angle [opening index] | None | degrees |
| Height of protected opening [opening index] | None | metres |
| `S' Value | 1.0000 | |

Light Service Case D007

D007

| Title | Cargo | % full | SG (t/m3) | Weight (t) | LCG (m) | TCG (m) | VCG (m) | FSM (t-m) | S M |
|------------------------------------|---------------|--------|--------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|------------------|--------|
| Total Displacement | | | | 116343.6 | 130.243 | 0.000 | 12.820 | 0.0 | |
| Total Fallout | | | | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| Displacement after fall-out | | | | 116343.6 | 130.243 | 0.000 | 12.820 | 0.0 | |
| Buoyancy | | | | 117959.8 | 130.756 | 0.442 | 6.585 | 1397684.3 | |
| <i>Damaged</i> | <i>% perm</i> | | | | | | | | |
| W.B.T_3(S): s | 95.0 | 78.0 | 1.025 | -1616.2 | 167.103 | 15.571 | 3.680 | -22678.6 | |
| Total Damaged | | | | -1616.2 | 167.103 | 15.571 | 3.680 | -22678.6 | |
| Total Buoyancy | | | | 116343.6 | 130.251 | 0.232 | 6.626 | 1375005.7 | |

D007



Light Service

| Heel to Stbd (deg) | GZ (m) | Slope (m/rad) | Trim (m) | WLrad (m) | Freeboard (m) |
|-----------------------|-----------|------------------|-------------|--------------|------------------|
| -25.00 | -2.9494 | 5.0272 | 0.855 | 11.412 | -2.32[1] |
| -20.00 | -2.3856 | 7.6157 | 0.654 | 11.830 | -0.33[1] |
| -15.00 | -1.7652 | 6.7003 | 0.501 | 12.213 | 1.61[1] |
| -10.00 | -1.2110 | 6.0708 | 0.379 | 12.488 | 3.56[1] |
| -5.00 | -0.6995 | 5.6990 | 0.307 | 12.656 | 5.48[1] |
| 0.00 | -0.2090 | 5.5843 | 0.300 | 12.719 | 7.38[0] |
| 5.00 | 0.2829 | 5.7387 | 0.356 | 12.676 | 5.47[0] |
| 10.00 | 0.7991 | 6.1516 | 0.474 | 12.526 | 3.52[0] |
| 15.00 | 1.3614 | 6.8261 | 0.640 | 12.269 | 1.56[0] |
| 20.00 | 1.9959 | 7.9248 | 0.831 | 11.903 | -0.40[0] |
| 25.00 | 2.5817 | 5.3450 | 1.066 | 11.502 | -2.41[0] |
| 30.00 | 2.9279 | 2.7060 | 1.336 | 11.165 | -4.56[0] |
| 35.00 | 3.0477 | 0.2140 | 1.643 | 10.837 | -6.76[0] |
| 40.00 | 2.9603 | -1.9531 | 1.975 | 10.461 | -8.95[0] |
| 45.00 | 2.7135 | -3.4772 | 2.306 | 10.017 | -11.08[0] |
| 50.00 | 2.3556 | -4.5507 | 2.625 | 9.505 | -13.13[0] |
| 55.00 | 1.9186 | -5.3212 | 2.924 | 8.925 | -15.09[0] |

1.0000

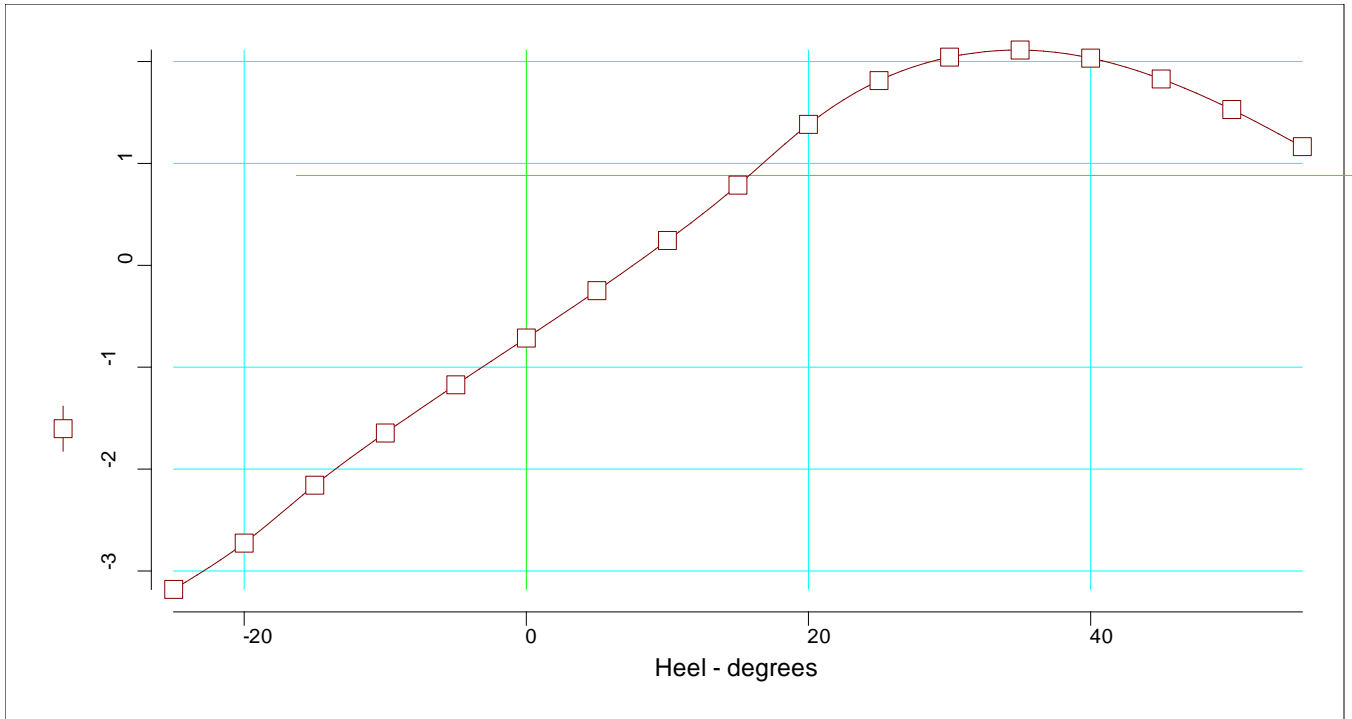
| | | |
|---|---------------|---------|
| Equilibrium angle | 2.140 | degrees |
| Range from equilibrium angle (max. 20.00 degrees) | 52.860 | degrees |
| Maximum GZ value | 2.274 | metres |
| Position of GZ value | 22.140 | degrees |
| Downflood angle [opening index] | None | degrees |
| Height of protected opening [opening index] | None | metres |
| `S' Value | 1.0000 | |

Light Service Case D008

D008

| Title | Cargo | % full | SG | Weight | LCG | TCG | VCG | FSM | S |
|------------------------------------|-------|---------------|--------|-----------------|----------------|---------------|---------------|------------------|---|
| | | | (t/m3) | (t) | (m) | (m) | (m) | (t-m) | M |
| Total Displacement | | | | 116343.6 | 130.243 | 0.000 | 12.820 | 0.0 | |
| Total Fallout | | | | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| Displacement after fall-out | | | | 116343.6 | 130.243 | 0.000 | 12.820 | 0.0 | |
| Buoyancy | | | | 124826.3 | 132.797 | 1.489 | 7.045 | 1440498.1 | |
| <i>Damaged</i> | | <i>% perm</i> | | | | | | | |
| C.O.T_3(S): s | 95.0 | 66.4 | 1.025 | -6709.1 | 167.141 | 10.017 | 8.633 | -73323.0 | |
| W.B.T_3(S): s | 95.0 | 85.6 | 1.025 | -1773.6 | 167.116 | 16.019 | 4.688 | -24171.9 | |
| Total Damaged | | | | -8482.7 | 167.136 | 11.272 | 7.808 | -97494.9 | |
| Total Buoyancy | | | | 116343.6 | 130.293 | 0.776 | 6.990 | 1343003.2 | |

D008



Light Service

| Heel to Stbd (deg) | GZ (m) | Slope (m/rad) | Trim (m) | WLrad (m) | Freeboard (m) |
|-----------------------|-----------|------------------|-------------|--------------|------------------|
| -25.00 | -3.1810 | 3.9315 | 1.663 | 11.753 | -2.66[1] |
| -20.00 | -2.7262 | 6.5233 | 1.547 | 12.197 | -0.70[1] |
| -15.00 | -2.1579 | 6.1752 | 1.562 | 12.642 | 1.18[1] |
| -10.00 | -1.6458 | 5.6061 | 1.616 | 12.981 | 3.06[1] |
| -5.00 | -1.1723 | 5.3043 | 1.714 | 13.209 | 4.93[1] |
| 0.00 | -0.7135 | 5.2720 | 1.847 | 13.325 | 6.77[0] |
| 5.00 | -0.2485 | 5.4623 | 2.011 | 13.327 | 4.81[0] |
| 10.00 | 0.2436 | 5.9129 | 2.198 | 13.213 | 2.83[0] |
| 15.00 | 0.7866 | 6.6532 | 2.405 | 12.985 | 0.84[0] |
| 20.00 | 1.3831 | 6.4343 | 2.664 | 12.655 | -1.16[0] |
| 25.00 | 1.8127 | 3.8169 | 3.101 | 12.355 | -3.27[0] |
| 30.00 | 2.0432 | 1.8971 | 3.602 | 12.122 | -5.52[0] |
| 35.00 | 2.1125 | 0.1393 | 4.151 | 11.905 | -7.83[0] |
| 40.00 | 2.0339 | -1.4685 | 4.733 | 11.655 | -10.14[0] |
| 45.00 | 1.8287 | -2.7655 | 5.316 | 11.337 | -12.40[0] |
| 50.00 | 1.5291 | -3.6992 | 5.867 | 10.937 | -14.56[0] |
| 55.00 | 1.1646 | -4.3481 | 6.365 | 10.453 | -16.62[0] |

1.0000

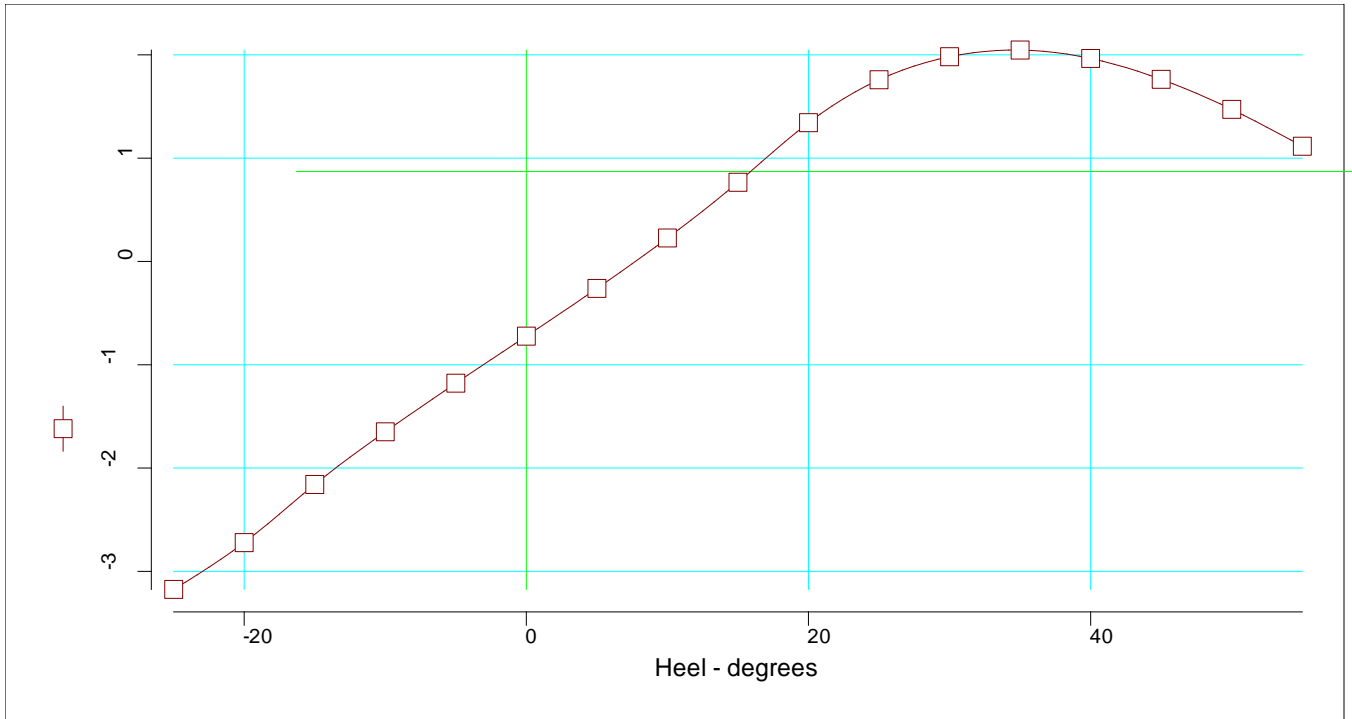
| | | |
|---|---------------|---------|
| Equilibrium angle | 7.575 | degrees |
| Range from equilibrium angle (max. 20.00 degrees) | 47.425 | degrees |
| Maximum GZ value | 1.952 | metres |
| Position of GZ value | 27.575 | degrees |
| Downflood angle [opening index] | None | degrees |
| Height of protected opening [opening index] | None | metres |
| `S' Value | 1.0000 | |

Light Service Case D009

D009

| Title | Cargo | % full | SG (t/m3) | Weight (t) | LCG (m) | TCG (m) | VCG (m) | FSM (t-m) | S M |
|------------------------------------|-------|---------------|--------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|------------------|--------|
| Total Displacement | | | | 116343.6 | 130.243 | 0.000 | 12.820 | 0.0 | |
| Total Fallout | | | | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| Displacement after fall-out | | | | 116343.6 | 130.243 | 0.000 | 12.820 | 0.0 | |
| Buoyancy | | | | 125086.4 | 134.794 | 1.510 | 7.085 | 1437588.0 | |
| <i>Damaged</i> | | <i>% perm</i> | | | | | | | |
| C.O.T_2(S): s | 95.0 | 69.4 | 1.025 | -6576.8 | 193.985 | 9.374 | 8.941 | -61523.8 | |
| W.B.T_2(S): s | 95.0 | 85.0 | 1.025 | -2166.0 | 194.988 | 16.358 | 5.929 | -34700.3 | |
| Total Damaged | | | | -8742.8 | 194.234 | 11.104 | 8.195 | -96224.1 | |
| Total Buoyancy | | | | 116343.6 | 130.327 | 0.790 | 7.002 | 1341363.8 | |

D009



Light Service

| Heel to Stbd (deg) | GZ (m) | Slope (m/rad) | Trim (m) | WLrad (m) | Freeboard (m) |
|-----------------------|-----------|------------------|-------------|--------------|------------------|
| -25.00 | -3.1748 | 3.9505 | 2.425 | 11.768 | -2.68[1] |
| -20.00 | -2.7219 | 6.3509 | 2.361 | 12.207 | -0.71[1] |
| -15.00 | -2.1587 | 6.1859 | 2.493 | 12.653 | 1.17[1] |
| -10.00 | -1.6489 | 5.6001 | 2.677 | 12.994 | 3.05[1] |
| -5.00 | -1.1783 | 5.3013 | 2.894 | 13.225 | 4.91[1] |
| 0.00 | -0.7228 | 5.2650 | 3.132 | 13.343 | 6.76[0] |
| 5.00 | -0.2614 | 5.4507 | 3.386 | 13.344 | 4.79[0] |
| 10.00 | 0.2269 | 5.8892 | 3.648 | 13.230 | 2.81[0] |
| 15.00 | 0.7664 | 6.7106 | 3.909 | 12.999 | 0.82[0] |
| 20.00 | 1.3434 | 6.1511 | 4.239 | 12.671 | -1.17[0] |
| 25.00 | 1.7587 | 3.8717 | 4.829 | 12.375 | -3.29[0] |
| 30.00 | 1.9823 | 1.9587 | 5.505 | 12.137 | -5.53[0] |
| 35.00 | 2.0464 | 0.2336 | 6.233 | 11.913 | -7.84[0] |
| 40.00 | 1.9653 | -1.3292 | 6.993 | 11.653 | -10.14[0] |
| 45.00 | 1.7633 | -2.5840 | 7.742 | 11.323 | -12.38[0] |
| 50.00 | 1.4723 | -3.5090 | 8.434 | 10.911 | -14.54[0] |
| 55.00 | 1.1158 | -4.2141 | 9.058 | 10.419 | -16.58[0] |

1.0000

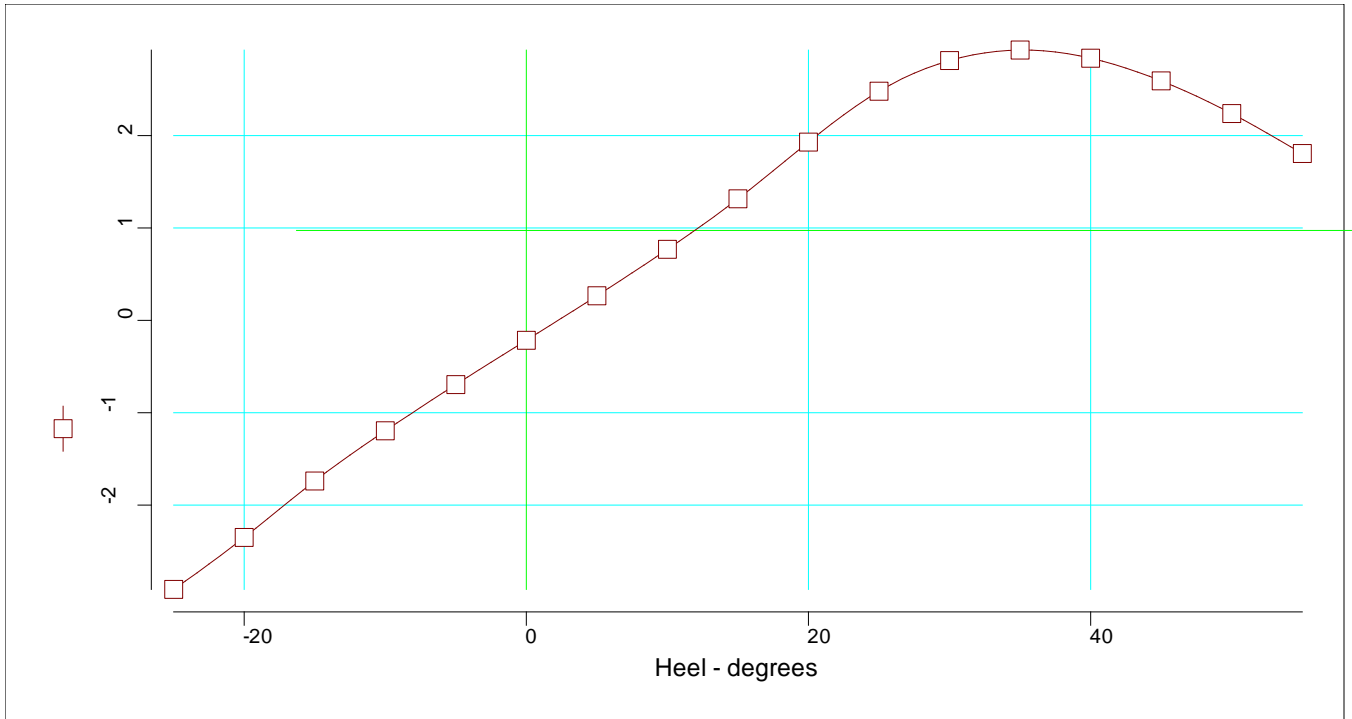
| | | |
|---|---------------|---------|
| Equilibrium angle | 7.727 | degrees |
| Range from equilibrium angle (max. 20.00 degrees) | 47.273 | degrees |
| Maximum GZ value | 1.901 | metres |
| Position of GZ value | 27.727 | degrees |
| Downflood angle [opening index] | None | degrees |
| Height of protected opening [opening index] | None | metres |
| `S' Value | 1.0000 | |

Light Service Case D011

D011

| Title | Cargo | % full | SG (t/m3) | Weight (t) | LCG (m) | TCG (m) | VCG (m) | FSM (t-m) | S M |
|------------------------------------|-------|---------------|--------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|------------------|--------|
| Total Displacement | | | | 116343.6 | 130.243 | 0.000 | 12.820 | 0.0 | |
| Total Fallout | | | | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| Displacement after fall-out | | | | 116343.6 | 130.243 | 0.000 | 12.820 | 0.0 | |
| Buoyancy | | | | 118185.0 | 131.660 | 0.463 | 6.600 | 1394981.4 | |
| <i>Damaged</i> | | <i>% perm</i> | | | | | | | |
| W.B.T_1(S): s | 95.0 | 65.6 | 1.025 | -1841.4 | 219.706 | 14.283 | 5.959 | -31406.4 | |
| Total Damaged | | | | -1841.4 | 219.706 | 14.283 | 5.959 | -31406.4 | |
| Total Buoyancy | | | | 116343.7 | 130.267 | 0.244 | 6.610 | 1363575.0 | |

D011



Light Service

| Heel to Stbd (deg) | GZ (m) | Slope (m/rad) | Trim (m) | WLrad (m) | Freeboard (m) |
|-----------------------|-----------|------------------|-------------|--------------|------------------|
| -25.00 | -2.9122 | 5.0966 | 1.078 | 11.395 | -2.31[1] |
| -20.00 | -2.3497 | 7.5079 | 0.927 | 11.817 | -0.32[1] |
| -15.00 | -1.7386 | 6.5695 | 0.855 | 12.207 | 1.62[1] |
| -10.00 | -1.1953 | 5.9348 | 0.818 | 12.491 | 3.55[1] |
| -5.00 | -0.6950 | 5.5727 | 0.829 | 12.668 | 5.47[1] |
| 0.00 | -0.2153 | 5.4738 | 0.897 | 12.739 | 7.36[0] |
| 5.00 | 0.2656 | 5.6123 | 1.014 | 12.701 | 5.44[0] |
| 10.00 | 0.7690 | 6.0092 | 1.190 | 12.557 | 3.49[0] |
| 15.00 | 1.3161 | 6.6549 | 1.417 | 12.307 | 1.52[0] |
| 20.00 | 1.9300 | 7.4501 | 1.678 | 11.950 | -0.45[0] |
| 25.00 | 2.4803 | 5.1397 | 2.009 | 11.564 | -2.48[0] |
| 30.00 | 2.8124 | 2.6337 | 2.350 | 11.231 | -4.62[0] |
| 35.00 | 2.9256 | 0.2125 | 2.738 | 10.907 | -6.83[0] |
| 40.00 | 2.8373 | -1.8937 | 3.160 | 10.538 | -9.02[0] |
| 45.00 | 2.5923 | -3.4049 | 3.584 | 10.100 | -11.16[0] |
| 50.00 | 2.2381 | -4.4703 | 3.990 | 9.594 | -13.22[0] |
| 55.00 | 1.8060 | -5.2347 | 4.367 | 9.021 | -15.18[0] |

1.0000

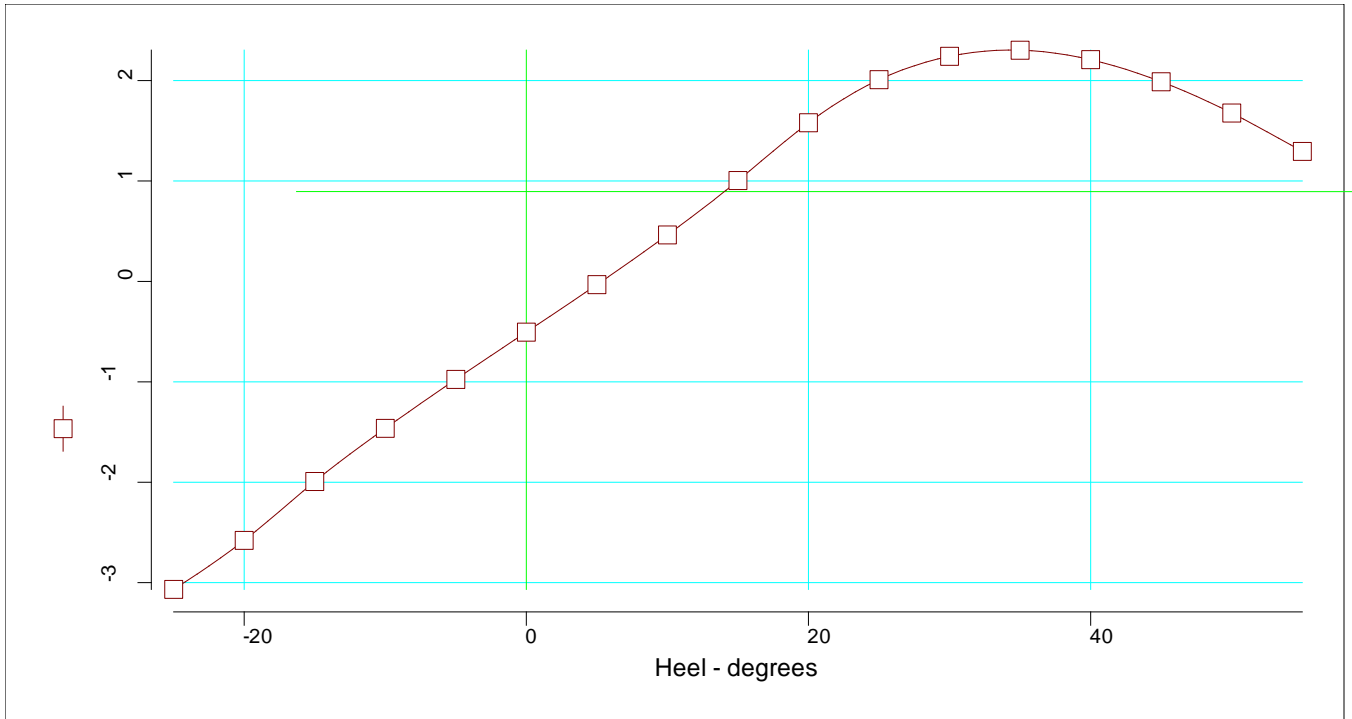
| | | |
|---|---------------|---------|
| Equilibrium angle | 2.253 | degrees |
| Range from equilibrium angle (max. 20.00 degrees) | 52.747 | degrees |
| Maximum GZ value | 2.203 | metres |
| Position of GZ value | 22.253 | degrees |
| Downflood angle [opening index] | None | degrees |
| Height of protected opening [opening index] | None | metres |
| `S' Value | 1.0000 | |

Light Service Case D012

D012

| Title | Cargo | % full | SG | Weight | LCG | TCG | VCG | FSM | S |
|------------------------------------|-------|---------------|--------|-----------------|----------------|--------------|---------------|------------------|---|
| | | | (t/m3) | (t) | (m) | (m) | (m) | (t-m) | M |
| Total Displacement | | | | 116343.6 | 130.243 | 0.000 | 12.820 | 0.0 | |
| Total Fallout | | | | 0.0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.0 | |
| Displacement after fall-out | | | | 116343.6 | 130.243 | 0.000 | 12.820 | 0.0 | |
| Buoyancy | | | | 123139.7 | 135.278 | 1.051 | 6.936 | 1409470.7 | |
| <i>Damaged</i> | | <i>% perm</i> | | | | | | | |
| C.O.T_1(S): s | 95.0 | 67.7 | 1.025 | -4672.3 | 219.986 | 7.221 | 8.795 | -27478.3 | |
| W.B.T_1(S): s | 95.0 | 75.6 | 1.025 | -2123.9 | 219.761 | 14.610 | 7.168 | -35868.4 | |
| Total Damaged | | | | -6796.1 | 219.916 | 9.530 | 8.286 | -63346.7 | |
| Total Buoyancy | | | | 116343.6 | 130.334 | 0.556 | 6.857 | 1346124.0 | |

D012



Light Service

| Heel to Stbd (deg) | GZ (m) | Slope (m/rad) | Trim (m) | WLrad (m) | Freeboard (m) |
|-----------------------|-----------|------------------|-------------|--------------|------------------|
| -25.00 | -3.0674 | 4.3681 | 2.750 | 11.698 | -2.61[1] |
| -20.00 | -2.5793 | 6.6723 | 2.662 | 12.123 | -0.62[1] |
| -15.00 | -1.9929 | 6.4255 | 2.807 | 12.551 | 1.27[1] |
| -10.00 | -1.4637 | 5.8140 | 3.004 | 12.875 | 3.17[1] |
| -5.00 | -0.9754 | 5.4940 | 3.226 | 13.088 | 5.05[1] |
| 0.00 | -0.5048 | 5.4171 | 3.468 | 13.189 | 6.91[0] |
| 5.00 | -0.0320 | 5.5629 | 3.731 | 13.176 | 4.96[0] |
| 10.00 | 0.4636 | 5.9536 | 4.012 | 13.050 | 2.99[0] |
| 15.00 | 1.0048 | 6.6692 | 4.305 | 12.811 | 1.01[0] |
| 20.00 | 1.5802 | 6.2231 | 4.663 | 12.478 | -0.98[0] |
| 25.00 | 2.0094 | 4.0938 | 5.296 | 12.165 | -3.08[0] |
| 30.00 | 2.2425 | 2.0468 | 6.032 | 11.906 | -5.30[0] |
| 35.00 | 2.3032 | 0.1769 | 6.820 | 11.658 | -7.58[0] |
| 40.00 | 2.2088 | -1.4750 | 7.631 | 11.369 | -9.86[0] |
| 45.00 | 1.9892 | -2.7751 | 8.413 | 11.009 | -12.07[0] |
| 50.00 | 1.6770 | -3.7605 | 9.133 | 10.570 | -14.19[0] |
| 55.00 | 1.2948 | -4.4911 | 9.796 | 10.058 | -16.22[0] |

1.0000

| | | |
|---|---------------|---------|
| Equilibrium angle | 5.330 | degrees |
| Range from equilibrium angle (max. 20.00 degrees) | 49.670 | degrees |
| Maximum GZ value | 2.032 | metres |
| Position of GZ value | 25.330 | degrees |
| Downflood angle [opening index] | None | degrees |
| Height of protected opening [opening index] | None | metres |
| `S' Value | 1.0000 | |



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ο΄

Oil Outflow



Ανδρέας Πάπαλος
ΝΑΥΠΗΓΟΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

Στο Παράρτημα αυτό θα δούμε τα αποτελέσματα για επαλήθευση εκροής καυσίμου (Oil Outflow) στο πλοίο.

Main Particulars

| Symbol | Description | Units | Value |
|----------|-------------------------------------|-------------|----------|
| L | Length on WL at 85% Ds | metres | 248.643 |
| SternOH | AP to after terminal of L | metres | 4.932 |
| B | Max. Breadth amidships | metres | 43.200 |
| Ds | Mld. Depth to Upper Deck | metres | 20.100 |
| ds | Load Line Draft Mld. | metres | 13.000 |
| dls | Lightship Draft Mld. | metres | 9.100 |
| dp | Partial Draft = dls + 0.6(ds - dls) | metres | 11.440 |
| Bs | Mld. Breadth at or below ds | metres | 43.200 |
| Bb | Mld. Breadth at or below 30% Ds | metres | 43.200 |
| tc | Tidal Change | metres | -2.500 |
| DWT | Nominal Deadweight | tonnes | 101308.0 |
| LBhds | 2 or more long. bulkheads? | | No |
| rhoCargo | Cargo Oil Density | tonnes/cu.m | 0.800 |
| rhoOil | Fuel Oil Density | tonnes/cu.m | 0.900 |

Oil fuel outflow analysis according to MARPOL 12A paragraph 11

Fuel Tank Data

| Compart- ment | Capacity 98% full (m ³) | Xa (m) | Xf (m) | Yp (m) | Ys (m) | Zl (m) | Zu (m) | y (m) | z (m) |
|------------------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|
| H.F.O.T_2(S) | 558.20 | 32.00 | 38.40 | 11.70 | 19.60 | 6.50 | 20.10 | 0.00 | 6.50 |
| H.F.O2(P) | 1045.12 | 28.00 | 38.40 | -19.60 | -11.70 | 6.50 | 20.10 | 0.00 | 6.50 |
| H.F.O_1(P) | 870.30 | 38.40 | 46.40 | 11.70 | 19.60 | 6.50 | 20.10 | 0.00 | 6.50 |
| H.F.O_1(S) | 870.30 | 38.40 | 46.40 | -19.60 | -11.70 | 6.50 | 20.10 | 0.00 | 6.50 |
| H.F.O_Serv(P) | 62.09 | 38.40 | 42.40 | -6.60 | -2.20 | 10.80 | 14.40 | 13.92 | 10.80 |
| H.F.O_Serv(S) | 62.09 | 38.40 | 42.40 | -2.20 | 2.20 | 10.80 | 14.40 | 18.32 | 10.80 |
| H.F.O_Sett(P) | 62.09 | 38.40 | 42.40 | -11.00 | -6.60 | 10.80 | 14.40 | 9.52 | 10.80 |
| H.F.O_Sett(S) | 62.09 | 38.40 | 42.40 | 2.20 | 6.60 | 10.80 | 14.40 | 13.92 | 10.80 |
| C | 3592.29 | | | | | | | | |

Side Damage Outflow

| Compart- ment | Ps | Os (m ³) | PsOs (m ³) |
|------------------|-------|-------------------------|---------------------------|
| H.F.O.T_2(S) | 0.089 | 558.20 | 49.82 |
| H.F.O2(P) | 0.105 | 1045.12 | 109.28 |
| H.F.O_1(P) | 0.096 | 870.30 | 83.13 |
| H.F.O_1(S) | 0.096 | 870.30 | 83.13 |
| H.F.O_Serv(P) | 0.000 | 62.09 | 0.00 |
| H.F.O_Serv(S) | 0.000 | 62.09 | 0.00 |

| Compart- ment | Ps | Os (m ³) | PsOs (m ³) |
|------------------|-------|-------------------------|---------------------------|
| H.F.O_Set(t)P) | 0.000 | 62.09 | 0.00 |
| H.F.O_Set(t)S) | 0.000 | 62.09 | 0.00 |
| Oms | | | 325.36 |

Bottom Damage Outflow

| Compart- ment | Cdb | Hw (m) | A (m ²) | Pb | Ob(0) (m ³) | PbOb(0) (m ³) | Ob(2.5) (m ³) | PbOb(2.5) (m ³) |
|------------------|-------|-----------|------------------------|-------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| H.F.O.T_2(S) | 0.600 | 1.000 | 0.000 | 0.000 | 208.82 | 0.00 | 279.51 | 0.00 |
| H.F.O2(P) | 0.600 | 1.000 | 0.000 | 0.000 | 402.43 | 0.00 | 530.56 | 0.00 |
| H.F.O_1(P) | 0.600 | 1.000 | 0.000 | 0.000 | 309.85 | 0.00 | 417.82 | 0.00 |
| H.F.O_1(S) | 0.600 | 1.000 | 0.000 | 0.000 | 309.85 | 0.00 | 417.82 | 0.00 |
| H.F.O_Serv(P) | 0.600 | 0.400 | 0.000 | 0.000 | 29.56 | 0.00 | 37.26 | 0.00 |
| H.F.O_Serv(S) | 0.600 | 0.400 | 0.000 | 0.000 | 29.56 | 0.00 | 37.26 | 0.00 |
| H.F.O_Set(t)P) | 0.600 | 0.400 | 0.000 | 0.000 | 29.56 | 0.00 | 37.26 | 0.00 |
| H.F.O_Set(t)S) | 0.600 | 0.400 | 0.000 | 0.000 | 29.56 | 0.00 | 37.26 | 0.00 |
| Omb | | | | | | 0.00 | | 0.00 |

Outflow Summary

| Symbol | Description | Units | Value |
|---------|---|-----------|---------|
| Oms | Mean Outflow for Side Damage | cu.metres | 325.361 |
| Omb | Mean Outflow for Bottom Damage | cu.metres | 0.000 |
| Om | Outflow parameter = (0.4Oms + 0.6Omb)/C | | 0.0362 |
| OmLimit | Maximum allowed value of Om | | 0.0116 |

**** The vessel does not comply with MARPOL 12A, because the Outflow parameter is greater than the regulation limit. ****

Cargo oil outflow analysis according to MARPOL Regulation 23

Cargo Tank Data

| Compart- ment | Capacity 98% full (m ³) | Xa (m) | Xf (m) | Yp (m) | Ys (m) | Zl (m) | Zu (m) | y (m) | z (m) | Inert Gas press. p kPa |
|------------------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|------------------------------|
| C.O.T_1(P) | 6599.26 | 207.90 | 233.40 | -16.58 | 0.00 | 2.00 | 20.10 | 2.59 | 2.00 | 5.000 |
| C.O.T_1(S) | 6599.26 | 207.90 | 233.40 | 0.00 | 16.58 | 2.00 | 20.10 | 2.59 | 2.00 | 5.000 |
| C.O.T_2(P) | 9054.38 | 180.70 | 207.90 | -19.60 | 0.00 | 2.00 | 20.10 | 2.00 | 2.00 | 5.000 |
| C.O.T_2(S) | 9054.38 | 180.70 | 207.90 | 0.00 | 19.60 | 2.00 | 20.10 | 2.00 | 2.00 | 5.000 |
| C.O.T_3(P) | 9660.57 | 153.50 | 180.70 | -19.60 | 0.00 | 2.00 | 20.10 | 2.00 | 2.00 | 5.000 |
| C.O.T_3(S) | 9660.57 | 153.50 | 180.70 | 0.00 | 19.60 | 2.00 | 20.10 | 2.00 | 2.00 | 5.000 |
| C.O.T_4(P) | 9660.57 | 126.30 | 153.50 | -19.60 | 0.00 | 2.00 | 20.10 | 2.00 | 2.00 | 5.000 |
| C.O.T_4(S) | 9660.57 | 126.30 | 153.50 | 0.00 | 19.60 | 2.00 | 20.10 | 2.00 | 2.00 | 5.000 |
| C.O.T_5(P) | 9660.57 | 99.10 | 126.30 | -19.60 | 0.00 | 2.00 | 20.10 | 2.00 | 2.00 | 5.000 |
| C.O.T_5(S) | 9660.57 | 99.10 | 126.30 | 0.00 | 19.60 | 2.00 | 20.10 | 2.00 | 2.00 | 5.000 |
| C.O.T_6(P) | 9660.57 | 71.90 | 99.10 | -19.60 | 0.00 | 2.00 | 20.10 | 2.00 | 2.00 | 5.000 |
| C.O.T_6(S) | 9660.57 | 71.90 | 99.10 | 0.00 | 19.60 | 2.00 | 20.10 | 2.00 | 2.00 | 5.000 |
| C.O.T_7(P) | 9056.79 | 46.40 | 71.90 | -19.60 | 0.00 | 2.00 | 20.10 | 0.41 | 2.00 | 5.000 |
| C.O.T_7(S) | 9056.79 | 46.40 | 71.90 | 0.00 | 19.60 | 2.00 | 20.10 | 0.41 | 2.00 | 5.000 |
| C | 126705.44 | | | | | | | | | |

Side Damage Outflow

| Compart- ment | Ps | Os (m ³) | PsoS (m ³) |
|--------------------|-------|-------------------------|---------------------------|
| C.O.T_1(P) | 0.032 | 6599.26 | 213.80 |
| C.O.T_1(S) | 0.032 | 6599.26 | 213.80 |
| C.O.T_2(P) | 0.048 | 9054.38 | 431.63 |
| C.O.T_2(S) | 0.048 | 9054.38 | 431.63 |
| C.O.T_3(P) | 0.048 | 9660.57 | 460.86 |
| C.O.T_3(S) | 0.048 | 9660.57 | 460.86 |
| C.O.T_4(P) | 0.048 | 9660.57 | 460.86 |
| C.O.T_4(S) | 0.048 | 9660.57 | 460.86 |
| C.O.T_5(P) | 0.048 | 9660.57 | 460.86 |
| C.O.T_5(S) | 0.048 | 9660.57 | 460.86 |
| C.O.T_6(P) | 0.048 | 9660.57 | 460.86 |
| C.O.T_6(S) | 0.048 | 9660.57 | 460.86 |
| C.O.T_7(P) | 0.131 | 9056.79 | 1190.50 |
| C.O.T_7(S) | 0.131 | 9056.79 | 1190.50 |
| Long Bhd C3 | | | 1.00 |
| Oms | | | 7358.73 |

Bottom Damage Outflow

| Compartment | Cdb | Pb | Ob(0) (m ³) | CdbPbOb(0) (m ³) | Ob(2.5) (m ³) | CdbPbOb(2.5) (m ³) |
|-------------|-------|-------|----------------------------|---------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| C.O.T_1(P) | 0.600 | 0.066 | 1063.78 | 70.09 | 1764.51 | 116.25 |
| C.O.T_1(S) | 0.600 | 0.066 | 1063.78 | 70.09 | 1764.51 | 116.25 |
| C.O.T_2(P) | 0.600 | 0.071 | 1449.23 | 103.40 | 2409.62 | 171.92 |
| C.O.T_2(S) | 0.600 | 0.071 | 1449.23 | 103.40 | 2409.62 | 171.92 |
| C.O.T_3(P) | 0.600 | 0.061 | 1540.82 | 94.54 | 2565.98 | 157.44 |
| C.O.T_3(S) | 0.600 | 0.061 | 1540.82 | 94.54 | 2565.98 | 157.44 |
| C.O.T_4(P) | 0.600 | 0.048 | 1540.82 | 73.40 | 2565.98 | 122.24 |
| C.O.T_4(S) | 0.600 | 0.048 | 1540.82 | 73.40 | 2565.98 | 122.24 |
| C.O.T_5(P) | 0.600 | 0.034 | 1540.82 | 52.87 | 2565.98 | 88.05 |
| C.O.T_5(S) | 0.600 | 0.034 | 1540.82 | 52.87 | 2565.98 | 88.05 |
| C.O.T_6(P) | 0.600 | 0.026 | 1540.82 | 39.37 | 2565.98 | 65.56 |
| C.O.T_6(S) | 0.600 | 0.026 | 1540.82 | 39.37 | 2565.98 | 65.56 |
| C.O.T_7(P) | 0.600 | 0.019 | 1444.52 | 27.46 | 2405.60 | 45.73 |
| C.O.T_7(S) | 0.600 | 0.019 | 1444.52 | 27.46 | 2405.60 | 45.73 |
| Omb | | | | 922.26 | | 1534.39 |

Outflow Summary

| Symbol | Description | Units | Value |
|---------|---|-----------|----------|
| Oms | Mean Outflow for Side Damage | cu.metres | 7358.731 |
| Omb | Mean Outflow for Bottom Damage | cu.metres | 1105.895 |
| Om | Outflow parameter = (0.4Oms + 0.6Omb)/C | | 0.0285 |
| OmLimit | Maximum allowed value of Om | | 0.0150 |

**** The vessel does not comply with MARPOL 23, because the Outflow parameter is greater than the regulation limit. ****