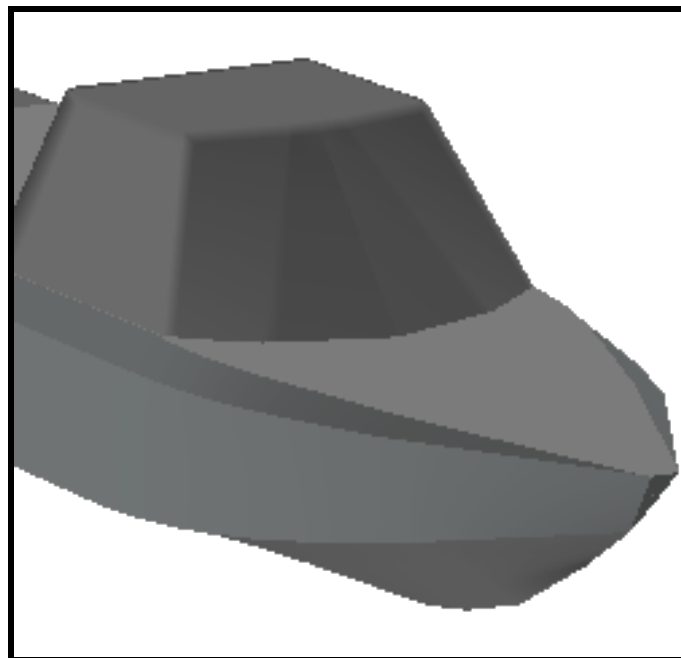




ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία
Χρυσάιδου Χρήστου

ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΤΑΧΥΠΛΟΥΟΥ ΣΚΑΦΟΥΣ
ΕΙΔΙΚΩΝ ΑΠΟΣΤΟΛΩΝ



ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2011

Επιβλέπων: Α.Δ.Παπανικολάου, Καθ. ΕΜΠ

Copyright © Χρυσάιδος Χρήστος 2011

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

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

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Δρ κ. Μπουλουγούρη Ε. για την υπομονή, την διάθεση προσωπικού χρόνου και πλούσιου βιβλιογραφικού υλικού, τις υποδείξεις και τις παρεμβάσεις του ώστε να είναι όσο το δυνατόν πιο ολοκληρωμένη και σωστή αυτή η εργασία.Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον αδελφό μου Χρυσάιδο Γεώργιο για την βοήθειά του σε θέματα υποστήριξης χρήσιμου λογισμικού την περίοδο προετοιμασίας της εργασίας.Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω το Πολεμικό Ναυτικό που μου έδωσε αυτήν την πολύτιμη ευκαιρία επιμόρφωσης.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΓΕΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΣΚΑΦΟΥΣ

1.1 Επιχειρησιακό προφίλ –απαιτήσεις σχεδίασης

1.2 Παρουσίαση όμοιων πλοίων

1.3 Καθορισμός γενικών χαρακτηριστικών σκάφους με βάση τα όμοια πλοία και τις απαιτήσεις σχεδιασμού

2. ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΥΡΙΩΝ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ

2.1 Αρχική εκτίμηση κυρίων διαστάσεων - συντελεστών μορφής σκάφους

2.2 Σύντομη περιγραφή μεθόδου Grubisic για την εκτίμηση βαρών

2.3 Έλεγχος καταλληλότητας μεθόδου Grubisic

2.4 Προεκτίμηση απαιτούμενης ισχύος πρόωσης

2.4.1 Παρουσίαση μεθόδου Savitsky

2.4.2 Εφαρμογή μεθόδου Savitsky στο πατρικό πλοίο

2.4.3 Εφαρμογή μεθόδου Savitsky στο υπό μελέτη πλοίο

2.4.4 Εφαρμογή μεθόδου Grubisic στο υπό μελέτη πλοίο

3. ΕΚΠΟΝΗΣΗ ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ ΝΑΥΠΗΓΙΚΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ

3.1 Σχεδίαση μορφής σκάφους

3.2 Έλεγχος ομαλότητας περιβλήματος επιφάνειας σκάφους

3.3 Επιπλέον χαρακτηριστικά σχεδιασμένου σκάφους

4. ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ-ΜΕΛΕΤΗ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ

4.1 Γενικά βήματα υδροστατικής μελέτης

4.2 Περαιτέρω διαμόρφωση μοντέλου υπό μελέτη σκάφους

4.2.1 Διαμερισματοποίηση μοντέλου

4.2.2 Καθορισμός καταστάσεων φορτώσεως

- 4.2.3 Καθορισμός Κρίσιμων Σημείων
- 4.2.4 Καθορισμός Γραμμής Ορίου Βυθίσεως
- 4.2.5 Επιλογή κριτηρίων ευστάθειας άθικτης κατάστασης
- 4.3 Επιλογή κριτηρίων ευστάθειας βεβλαμένης κατάστασης
 - 4.3.1 Καθορισμός καταστάσεων βλάβης
 - 4.3.2 Κριτήρια ευστάθειας μετά από βλάβη
- 4.4 Μελέτη ευστάθειας άθικτης κατάστασης
 - 4.4.1 Υδροστατικό διάγραμμα
 - 4.4.2 Διάγραμμα παραμετρικών καμπυλών ευστάθειας-Αρχικός έλεγχος ευστάθειας
 - 4.4.3 Διάγραμμα καμπύλης μοχλοβραχίονα επαναφοράς- Έλεγχος ευστάθειας μεγάλων κλίσεων
 - 4.4.4 Μελέτη ισορροπίας
 - 4.4.5 Υπολογισμός κατακλύσιμων μηκών
- 4.5 Μελέτη ευστάθειας κατόπιν βλάβης

5. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΡΟΩΣΤΗΡΙΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

6. ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΤΟΧΗΣ ΠΛΟΙΟΥ

7. ΕΚΠΟΝΗΣΗ ΣΧΕΔΙΩΝ ΓΕΝΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ

8. ΣΥΝΟΨΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΜΕΛΕΤΗ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

- α.Σχέδιο Ναυπηγικών γραμμών
- β.Κατασκευαστικό σχέδιο Μέσης Τομής
- γ.Σχέδιο Γενικής Διάταξης

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Περίληψη:

Στην εργασία αυτή θα σχεδιαστεί-παρουσιαστεί ένα ταχύπλοο σκάφος άμεσης επέμβασης, κατάλληλο να συνδράμει στην αποτελεσματικότερη επίτευξη του ρόλου ομάδων ειδικών αποστολών, αφού θα προσφέρει στα πληρώματά του υψηλές επιχειρησιακές δυνατότητες, ασφάλεια μετακίνησης και γρήγορη μεταφορά στα περιβάλλοντα όπου καλούνται να αναπτύξουν τις επιχειρησιακές τους δραστηριότητες, όπως για παράδειγμα φύλαξη φιλιών στόχων από εχθρικές δυνάμεις ή εφαρμογή ανορθόδοξων τεχνικών επίθεσης.

Πρόκειται για ένα σκάφος τύπου ολισθάκατος (planing hull) με ακμή (hard chine) περιορισμένων σχετικά διαστάσεων, εκτοπίσματος γύρω στους 50 tn, μέγιστης ταχύτητας 60 κόμβων περίπου, με χαρακτηριστικά χαμηλής ανιχνευσιμότητας ώστε να αποτελεί μια υποσχόμενη θαλάσσια πλατφόρμα, επιχειρησιακά αυτοτελή και αξιόπιστη για την εκτέλεση των ειδικού τύπου αποστολών της.

Ουσιαστικά στα πλαίσια της παρούσας εργασίας θα γίνει παρουσίαση της Προκαταρκτικής Μελέτης και Σχεδίασης του ανωτέρω πλοίου. Συγκεκριμένα θα διεξαχθούν οι κάτωθι εργασίες που αφορούν το συγκεκριμένο σκάφος:

- 1.Επιλογή Κυρίων Διαστάσεων
- 2.Σχεδίαση Ναυπηγικών Γραμμών
3. Μελέτη Ευστάθειας
- 4.Υπολογισμός Αντίστασης
- 5.Επιλογή Προωστήριας Εγκατάστασης
6. Εκπόνηση Σχεδίων Μέσης Τομής (οπτικά-κατασκευαστικά)
7. Εκπόνηση Σχεδίων Γενικής Διάταξης

Εισαγωγή

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

Το υπό μελέτη πλοίο θα πρέπει να είναι σε θέση να επιχειρεί στη θαλάσσια περιοχή του Αιγαίου Πελάγους και του Ιονίου με μέγιστη ταχύτητα περίπου 60 κόμβους και ακτίνα ενεργείας 450 ναυτικά μίλια σε υπηρεσιακή ταχύτητα. Με σημείο αναφοράς τα ανωτέρω στοιχεία και με περαιτέρω απαιτήσεις την επίτευξη χαμηλής παρατηρησιμότητας, ικανότητας μεταφοράς τριών ομάδων αντρών ειδικών αποστολών (έξι άτομα ανά ομάδα) και διαθεσιμότητας επαρκών επιχειρησιακών συστημάτων θα διαμορφωθούν οι διάφορες συνιστώσες σχεδίασης του νέου σκάφους.

Αρχικά θα προεκτιμηθούν οι κύριες διαστάσεις του σκάφους. Με τη μέθοδο του Δρ. Grubisic θα γίνει προεκτίμηση του βάρους άφορτου σκάφους με βάση τις προεπιλεγμένες κύριες διαστάσεις. Απαραίτητη για την εφαρμογή της εν λόγω μεθόδου είναι η προεκτίμηση της απαιτούμενης ισχύος. Η τελευταία θα υπολογιστεί με χρήση της σύντομης μεθόδου Savitsky. Ακόμη θα καθοριστούν τα επιχειρησιακά συστήματα και μέσα που θα φέρει η κατασκευή, ώστε αθροιστικά με το βάρος άφορτου σκάφους να υπολογιστεί το συνολικό βάρος του πλοίου ($\Delta\beta$). Από την βασική απαίτηση το γεωμετρικό εκτόπισμα ($\Delta\gamma$) να ισούται κατά προσέγγιση με το συνολικό βάρος του πλοίου, θα προκύψει η τελική επιλογή των κυρίων διαστάσεων.

Θα ακολουθήσει η τρισδιάστατη σχεδίαση της γενικής μορφής του πλοίου σε περιβάλλον ειδικού λογισμικού ναυπηγικής σχεδίασης, με τη βοήθεια του οποίου θα πραγματοποιηθούν οι ακόλουθες εργασίες: εκπόνηση σχεδίου ναυπηγικών γραμμών του σκάφους, υπολογισμοί υδροστατικών μεγεθών, υπολογισμός κατακλύσιμων μηκών και η μελέτη της ευστάθειας του εκπονημένου πλέον σκάφους, ενώ θα προσδιοριστούν εκ νέου και ακριβέστερα η αντίσταση και η απαιτούμενη μέγιστη εγκαταστημένη ισχύς για το σκάφος. Ακολούθως θα γίνει η επιλογή της αντίστοιχης προωστήριας εγκατάστασης.

Στη συνέχεια θα γίνει η μελέτη αντοχής του πλοίου με την επιλογή των κατάλληλων κατασκευαστικών στοιχείων μέσης τομής, με χρήση του προγράμματος Lloyd's Register SSC V3, το οποίο στηρίζεται στους σχετικούς κανονισμούς του Βρετανικού Νηογνώμονα. Με το ίδιο πρόγραμμα θα γίνει και η σχεδίαση της Μέσης Τομής του σκάφους.

Η εργασία θα ολοκληρωθεί με εκπόνηση των Σχεδίων Γενικής Διάταξης του πλοίου με χρήση του προγράμματος AUTOCAD.

Κεφάλαιο 1ο Καθορισμός γενικών χαρακτηριστικών σκάφους

1.1 Επιχειρησιακό προφίλ-απαιτήσεις σχεδίασης

Ένα ταχέο σκάφος που ανήκει στους λόχους των πλωτών των ομάδων ειδικών αποστολών (μονάδες υποβρυχίων καταστροφών, καταδρομείς, τμήματα εθνοφυλακής) πρέπει καταρχάς να παρέχει στις εν λόγω ομάδες την δυνατότητα ταχείας επέμβασης στο επικείμενο στόχο τόσο κατά τον πρώτο χρόνο, για την υπεράσπιση της εδαφικής ακεραιότητας, όσο και κατά δεύτερο χρόνο, σε περίπτωση που απαιτηθεί ανακατάληψη. Στην πρώτη περίπτωση τα πληρώματα των ομάδων πρέπει να μεταφερθούν με ταχύτητα και ασφάλεια πριν προλάβει ο εχθρός να αποβιβάσει τις δικές του δυνάμεις. Στην δεύτερη περίπτωση, η ίδια μεταφορά πρέπει να γίνει πριν ο εχθρός προλάβει να δημιουργήσει ένα ισχυρό προγεφύρωμα-κλοιό δυνάμεων με σκοπό την παρεμπόδιση οποιασδήποτε αντεπίθεσης.

Στην χώρα μας λόγω της ύπαρξης πολλών νησιών, τέτοιοι πιθανοί στόχοι είναι πάρα πολλοί. Οι ομάδες των ειδικών αποστολών χρησιμοποιούν για τις μεταφορές τους είτε ταχύπλοα φουσκωτά σκάφη είτε πιο εξελιγμένα ταχύπλοα σκάφη άκαμπτης γάστρας τύπου RIB. Πρόκειται για μικρά σκάφη που καλύπτουν τις απαιτήσεις υψηλής ταχύτητας αφού επιτυγχάνουν μέγιστη ταχύτητα πλεύσης μεταξύ 50 και 60 κόμβων, ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες. Επίσης οι ικανότητες των σκαφών αυτών επαρκούν για τις ανάγκες αποστολών διείσδυσης και εν συνεχεία απαγκίστρωσης, και γενικότερα αποστολών με χαρακτήρα ανορθόδοξου πολέμου. Παρόλο όμως που ενδεχομένως μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως σκάφη υποστήριξης, όπως σε περιπτώσεις ανακατάληψης βραχονησίδας, οι ικανότητες τους δεν επαρκούν για την διεξαγωγή συγκρούσεων υψηλής έντασης, οι οποίες είναι πολύ πιθανόν να συμβούν απέναντι σε υπέρτερες γειτονικές εχθρικές δυνάμεις, οι οποίες θα υποστηρίζονται πιθανότατα και από κεντρικές δυνάμεις φίλιων ακτών τους ή και από αεροναυτικές δυνάμεις. Στην τελευταία περίπτωση, οι εχθρικές δυνάμεις πρέπει να καμφθούν άμεσα, χωρίς χρονοτριβές και κυρίως χωρίς σοβαρές απώλειες των τμημάτων ειδικών αποστολών της χώρας. Κάτι τέτοιο με τα υπάρχοντα σκάφη είναι ιδιαίτερα δύσκολο αν όχι αδύνατο, λόγω της ανύπαρκτης θωράκισης τους και του στοιχειώδους οπλισμού (κάποια πυροβόλα) που φέρουν.

Μέσα από αυτό το πρίσμα αναγκών διαφαίνονται οι **επιχειρησιακές απαιτήσεις** για το υπό μελέτη σκάφος, οι οποίες αποτελούν και τις απαιτήσεις-οδηγούς για αυτή την προκαταρκτική

μελέτη.

1)Όσον αφορά τις προδιαγραφές ασφάλειας μεταφοράς προσωπικού

Το νέο σκάφος πρέπει να διαθέτει επαρκή θωράκιση και δυνατότητα δύσκολου ηλεκτρομαγνητικού εντοπισμού του, άρα θα πρόκειται για μια ολοκληρωμένη θαλάσσια μεταλλική πλατφόρμα, με εξωτερική διαμόρφωση και ακουστική υπογραφή κατάλληλες για την επίτευξη χαμηλής παρατηρησιμότητας.

2)Όσον αφορά τις μαχητικές ικανότητες

Το σκάφος καθορίζεται γενικά να διαθέτει οπλισμό αποτελούμενο από πολυβόλα και βλήματα, τα οποία να μπορούν να πλήξουν στόχους επιφανείας και αέρος. Ειδικότερα απαιτείται το σκάφος να έχει την δυνατότητα μεταφοράς τριών ομάδων κρούσης ειδικών αποστολών (έξι άτομα ανά ομάδα κρούσης) και των ανίστοιχων τριών ταχύπλων λιβων άκμπτης γάστρας τύπου zodiac, στις οποίες θα μπορούν να επιβούν οι ομάδες κρούσης προκειμένου να επιχειρήσουν αποσπασματικά και συνδυαστικά, ανάλογα με τις ιδιαίτερες απαιτήσεις της κάθε αποστολής.

3)Όσον αφορά την ταχύτητα μεταφοράς

Καθορίζεται ως στόχος η επίτευξη μέγιστης ταχύτητας πλεύσης των 60 κόμβων, υπηρεσιακής ταχύτητας 30 κόμβων και αυτονομίας σε υπηρεσιακή ταχύτητα των 450 ναυτικών μιλίων (η τελευταία κρίνεται επαρκής για τα γεωγραφικά δεδομένα του Αιγαίου και Ιονίου Πελάγους, τα οποία αποτελούν την ευρύτερη περιοχή όπου θα επιχειρεί το σκάφος).

1.2 Παρουσίαση όμοιων πλοίων

Θα παρουσιαστούν συνοπτικά κάποια αντιπροσωπευτικά δείγματα από τον διεθνή χώρο ταχέων σκαφών ειδικών επιχειρήσεων, πάνω στα οποία στηρίχθηκε και η μελέτη σχεδίασης του νέου σκάφους.

Το πρώτο από αυτά είναι το **Ultra Fast Attack Craft Colombo** που χρησιμοποιεί το Ναυτικό της Σρι-Λάνκα. Κινείται από δύο MTU κύριες μηχανές των 1630 KW η καθεμία και δύο Kamewa waterjets που το βοηθούν να φτάσει σε ταχύτητα 45 κόμβων, έχοντας ακτίνα

ενέργειας περίπου 500 ναυτικών μιλίων. Παρατίθεται πίνακας με τα βασικά χαρακτηριστικά του σκάφους:

| | |
|------------|---|
| Τύπος: | Ultra Fast Attack Craft |
| Εκτόπισμα: | 52 tons |
| Μήκος: | 24.30 m |
| Πλάτος: | 3 m |
| Βύθισμα: | 5.70 m |
| Πρόωση: | 2x MTU 12V 396 TE 94 (1630kW each) με 2 Kamewa water jets ή 2x DEUTZ TBD 620 V16 main engines (4570 hp each) και 2 Arneson ASD-16 |
| Ταχύτητα: | 45.0 knots |
| Ακτίνα | |
| Ενέργειας: | 500 - 600 n.m. |
| Πλήρωμα: | 10-12 άτομα |
| Οπλισμός: | 1 x Typhoon stabilized system με M242 Bushmaster/Oerlikon 20 mm πυροβόλο και επιπλέον μικρότερα πυροβόλα |



εικόνα 1:ταχύπλοο "Colombo" του Ναυτικού της Σρι-Λάνκα

Το δεύτερο μοντέλο είναι το **Combat Boat 90 (CB90)**, κατασκευασμένο αρχικά για το

Σουηδικό Ναυτικό από τα ναυπηγεία της **Dockstavarvet**, πλέον όμως έχει υιοθετηθεί και από άλλα ναυτικά (και από το Ελληνικό Λιμενικό Σώμα). Πρόκειται για ένα σκάφος μικρού βυθίσματος, κατάλληλου για προσγειαλώσεις και συνεπώς αποβάσεις, ιδιαίτερα ελαφρύ και προχωρημένων ελικτικών ικανοτήτων λόγω των μερικώς βυθισμένων water jets. Βασικά χαρακτηριστικά του:

| | |
|------------|--|
| Εκτόπισμα: | 20,5 tons |
| Μήκος: | 15.9 m |
| Πλάτος: | 3.8 m |
| Βύθισμα: | 0.8 m |
| Πρόωση: | 2 x 625 bhp Scania DSI14 V8 Diesel με 2 Kamewa FF water jets |
| Ταχύτητα: | 40 knots |
| Ακτίνα: | 240 nmi στους 20 knots |
| Πλήρωμα: | 3 (2 αξιωματικοί και ένας μηχανικός), μέχρι 21 καταδρομείς με πλήρη εξοπλισμό |
| Οπλισμός: | 3 x Browning M2HB πυροβόλα 1 x MK 19 εκτοξευτήρα ρουκετών 4 νάρκες ή 6 depth charges |



εικόνα 2: “Combat Boat 90” του Σουηδικού Ναυτικού

Το τρίτο μοντέλο είναι το **Mark V Special Operations Craft** που χρησιμοποιεί το Αμερικάνικο Ναυτικό, ένα μικρό και πάρα πολύ γρήγορο σκάφος, ικανό να μεταφέρει δεκαέξι πλήρως

εξοπλισμένους άντρες. Αναλυτικά τα χαρακτηριστικά του:

| | |
|-------------------------|--|
| Εκτόπισμα: | 57+ tons |
| Μήκος: | 25 m |
| Πλάτος: | 5,33 m |
| Κοίλο: | 5,33 m |
| | Βύθισμα: 1,524 m |
| Πρωτεύων Οπλισμός: | 7.62mm πυροβόλα |
| Δευτερεύων Οπλισμός: | .50 πυροβόλα |
| Πρόωση: | 2 x 2285 HP MTU 12V396 TE94 diesels |
| Payload capacity: | 2.948 kg |
| Fuel capacity: | 9,8 m ³ |
| Ακτίνα: | 500+ n.m. |
| Ταχύτητα: | 65+ knots |



εικόνα 3: “Mark V Special Operations Craft” του Αμερικανικού Ναυτικού

Τα τέταρτο μοντέλο είναι το νεοεισαχθέν στη διεθνή αγορά σκάφος **XSR** της βρετανικής εταιρείας **XSMG WorldLtd. Division**. Δεν διατίθεται ακόμη ευρέως πίνακας με τα πλήρη στοιχεία του σκάφους. Πρόκειται πάντως για ιδιαίτερα προηγμένης τεχνολογίας ναυπήγημα,

κατασκευασμένο από υλικά αεροπορικών προδιαγραφών. Το μικρό του βάρος σε συνδυασμό με το χαμηλό κέντρο βάρους και τον υδροδυναμικό σχεδιασμό της γάστρας επιτρέπει την επίτευξη πολύ υψηλών ταχυτήτων, μέχρι και 70 κόμβων, ενώ διαθέτει αυτονομία 1000 ναυτικών μιλίων με ταχύτητα 30 κόμβων. Αναλόγως του τύπου (19 ή 25 μέτρων μήκους) δύναται να μεταφέρει 20 με 24 καταδρομείς. Διαθέτει βαρύ οπλισμό: sonar Flash Thales, κατευθυνόμενα βλήματα Rafael Spike ή Raytheon Javelin, πυροβόλα .50 και .20.

Το εν λόγω μοντέλο θα μπορούσε ενδεχομένως να καλύψει το μεγαλύτερο μέρος των επιχειρησιακών απαιτήσεων των μονάδων ειδικών αποστολών, ειδικά ως προς την απαίτηση ταχείας και ασφαλούς επέμβασης. Μοναδικό μειονέκτημά του είναι ότι δεν διαθέτει δυνατότητα μεταφοράς λέμβων τύπου zodiac, κάτι που μειώνει τις δυνατότητες εφαρμογής τεχνικών ανορθόδοξου πολέμου.



εικόνα 4: XSR Special Projects Interceptor

1.3 Καθορισμός γενικών χαρακτηριστικών στοιχείων υπό μελέτη σκάφους με βάση τα όμοια πλοία και τις απαιτήσεις σχεδιασμού

Καταρχήν με βάση τα στοιχεία των παρόμοιων πλοίων και τις με τις προααφερθέντες απαιτήσεις για το υπό μελέτη σκάφος, εκτιμάται ότι το εκτόπισμά του θα είναι γύρω στους 50 τόνους, χωρίς αυτό βέβαια να είναι σε καμιά περίπτωση άκαμπτη απαίτηση για την σχεδίαση του σκάφους.

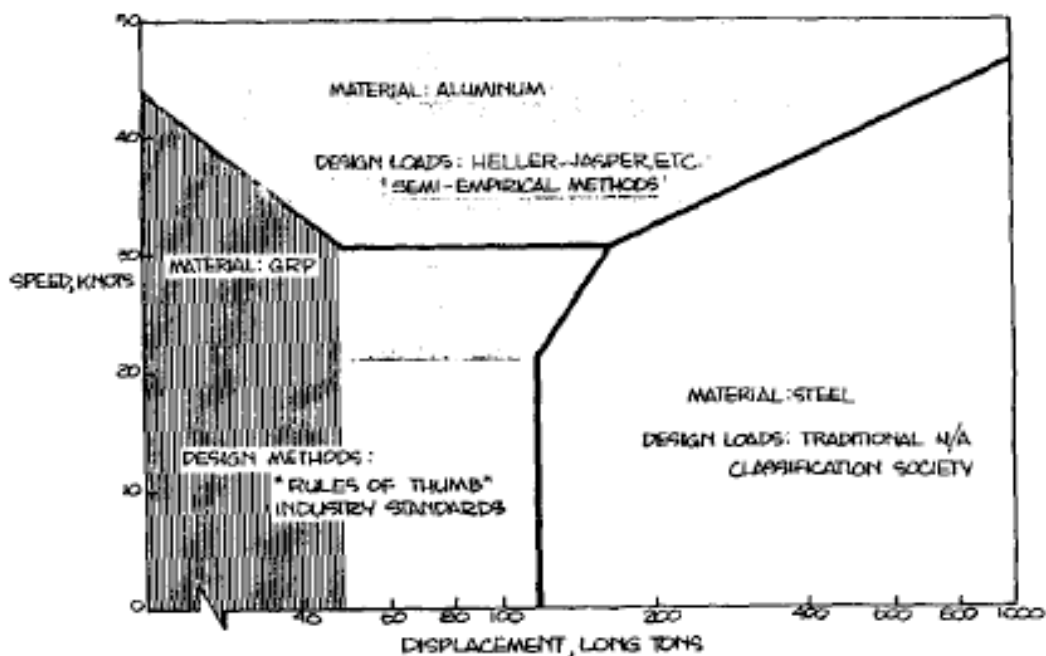
Επιπλέον, βασικά στοιχεία των περισσότερων από τα ανωτέρω μοντέλα πλοίων είναι η χρήση του αλουμινίου ως υλικό της φέρουσας κατασκευής, και όσον αφορά την προωστήρια εγκατάσταση, η τοποθέτηση ταχύστροφων μηχανών diesel με waterjets, αρχές που υιοθετούνται και στον σχεδιασμό του νέου σκάφους.

Για το υλικό κατασκευής μεν, η απαίτηση πολύ υψηλών ταχυτήτων σε συνδυασμό με συγκεκριμένες απαιτήσεις μεταφορικής ικανότητας επιβάλλουν την ελαχιστοποίηση του βάρους του άφορτου σκάφους, κάτι που επιτυγχάνεται κυρίως με τον περιορισμό του βάρους της μεταλλικής κατασκευής. Έτσι το αλουμίνιο αποτελεί την πιο διαδεδομένη επιλογή αφού είναι και το πιο συμφέρον οικονομικά από τα υλικά αυξημένων μηχανικών ιδιοτήτων (αυξημένος λόγος αντοχής προς βάρος) [1]. Επιπλέον βάσει της έρευνας ανάμεσα στις υπάρχουσες ολισθακάτους γενικά διαφαίνεται ότι η επιλογή των φορτίων σχεδίασεως και των υλικών κατασκευής συσχετίζεται με το εκτόπισμα και την ταχύτητα του σκάφους. Το παρακάτω σχήμα 1 παρέχει κάποια εμπειρικά όρια [2]. Για την “περιοχή” που μας ενδιαφέρει για αυτό το σκάφος, δηλαδή εκτόπισμα πάνω από 40 τόνους και ταχύτητα γύρω στους 60 κόμβους, ως υλικό κατασκευής δίδεται το αλουμίνιο.

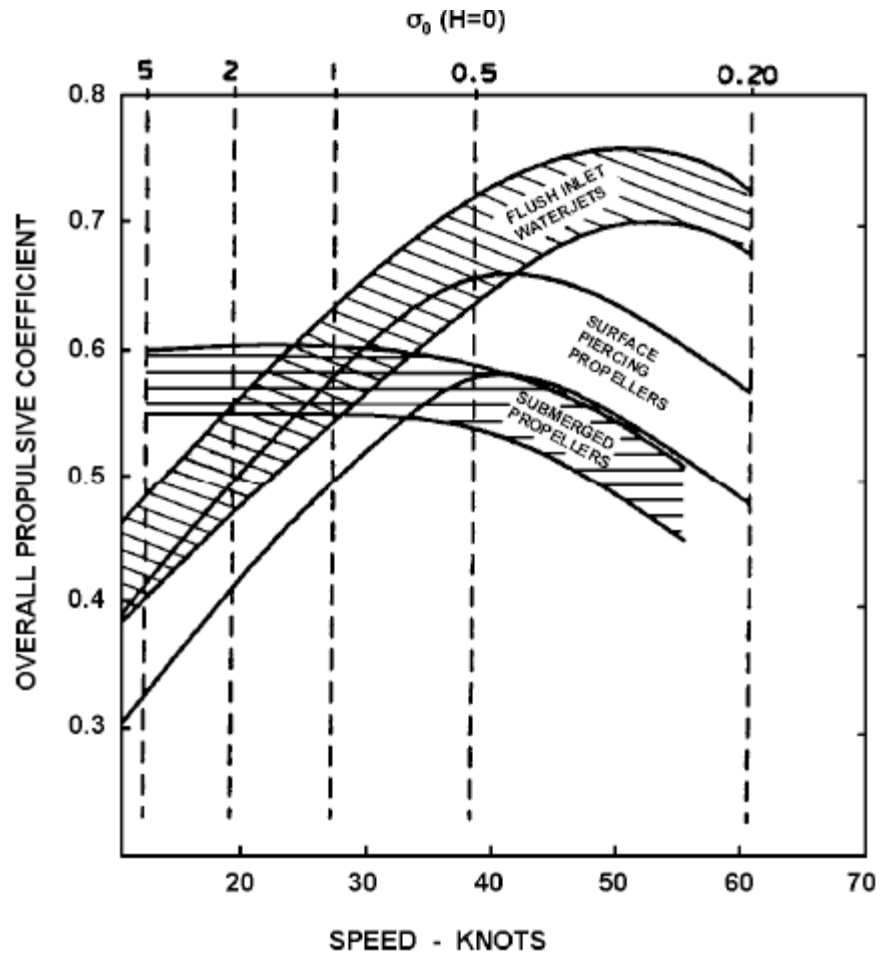
Για τα μέσα δε πρόωσης, τα waterjets γενικά χρησιμοποιούνται ευρέως χάρις: α) στην ικανότητά τους να αναπτύσσουν μεγάλη ώση, με συνολικό βαθμό απόδοσης συγκρίσιμο πλέον ή καλύτερο από αυτό των ελίκων στο σύνολο του φάσματος ταχυτήτων (σχήμα 2) και β) στον περιορισμό των προβλημάτων σπηλαιώσεως και των ταλαντώσεων της κατασκευής λόγω διέγερσής της από το σύστημα πρόωσης (φαινόμενο που παρατηρείται στην περίπτωση των ελίκων και επιτείνεται από την ελαφρά κατασκευή και την μεγάλη ισχύ πρόωσης των ταχύπλων σκαφών) [1]. Επιπλέον τα waterjets δεν θα μπορούσαν παρά να είναι η καλύτερη

επιλογή για τις ιδιαίτερα προχωρημένες ελκτικές απαιτήσεις ενός σκάφους ειδικών αποστολών, αφού σημαντικά πλεονεκτήματά τους σε σχέση με εγκαταστάσεις ελίκων-πηδαλίων είναι η ικανότητα “ευέλικτης” πηδαλιουχίας, ακόμη και σε πολύ μικρές ταχύτητες, καθώς και η χαμηλότερη υπογραφή υποθαλάσσιου θορύβου [3], σημαντικός παράγοντας για την απαίτηση χαμηλής παρατηρησιμότητας του σκάφους. Εξάλλου η απαλλαγή από την ανάγκη τοποθέτησης πηδαλίων απλοποιεί την κατασκευή και εξοικονομεί κόστος [1]. Γενικά για σκάφη που επιχειρούν σε μεγάλες ταχύτητες, όπου η αντίσταση παρελκομένων αποτελεί σημαντικό ποσοστό της συνολικής αντίστασης, η αφαίρεση των παρελκομένων που συνεπάγεται η χρήση waterjets (πηδάλιο, έδρανα άξονα) είναι ευνοϊκή για την μείωση της συνολικής αντίστασης, άρα και την περαιτέρω εξοικονόμηση κόστους.

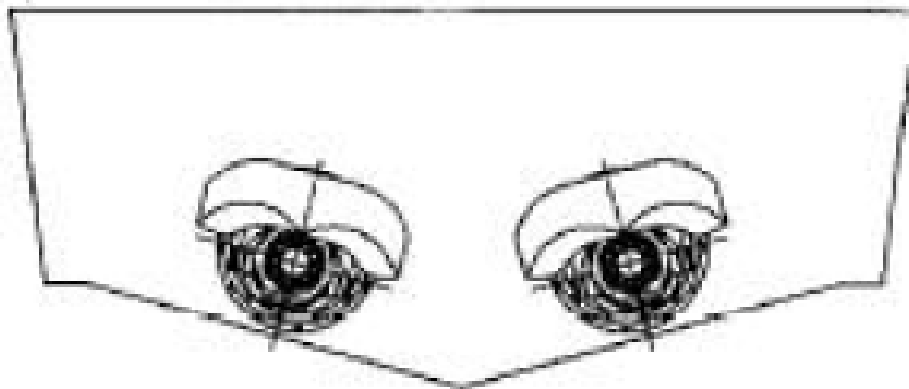
Γενικά η διάταξη της προωστήριας εγκατάστασης που επιλέγεται είναι 2 κύριες μηχανές diesel/2 waterjets (**twin engine/twin zet configuration**), η οποία αποτελεί τον καλύτερο συνδυασμό για την επίτευξη μεγάλης διαθέσιμης ισχύος και παράλληλα ευελιξίας στους ναυτιλιακούς χειρισμούς (σχήματα 3 και 4) [3].



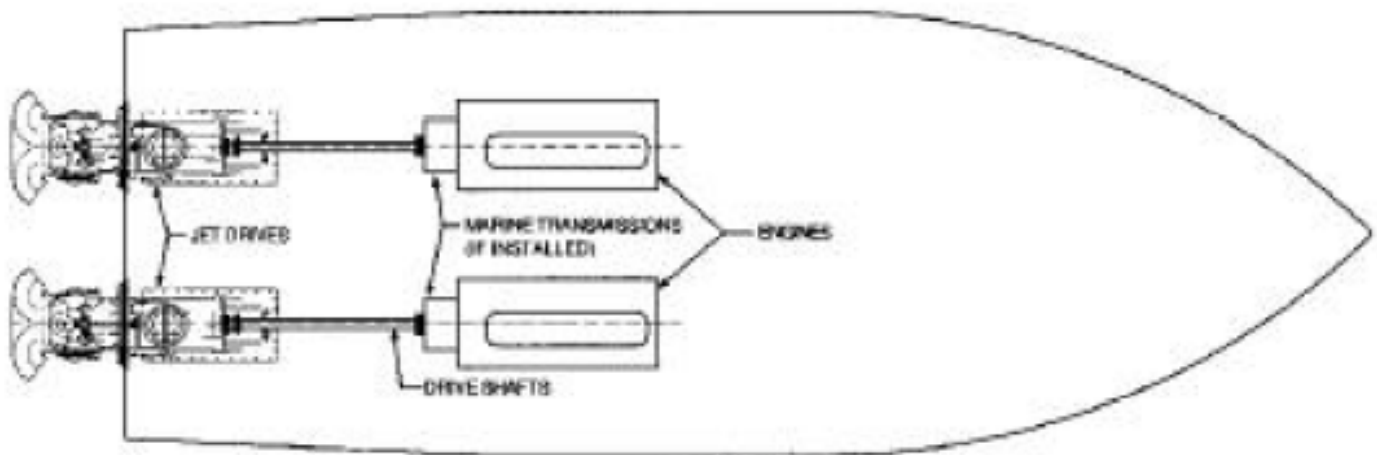
Σχήμα 1: συσχετισμός εκτοπίσματος-ταχύτητας-υλικού κατασκευής ταχέων σκαφών



Σχήμα 2:διάγραμμα βαθμού απόδοσης προωστήριων μέσων σε σχέση με την ταχύτητα

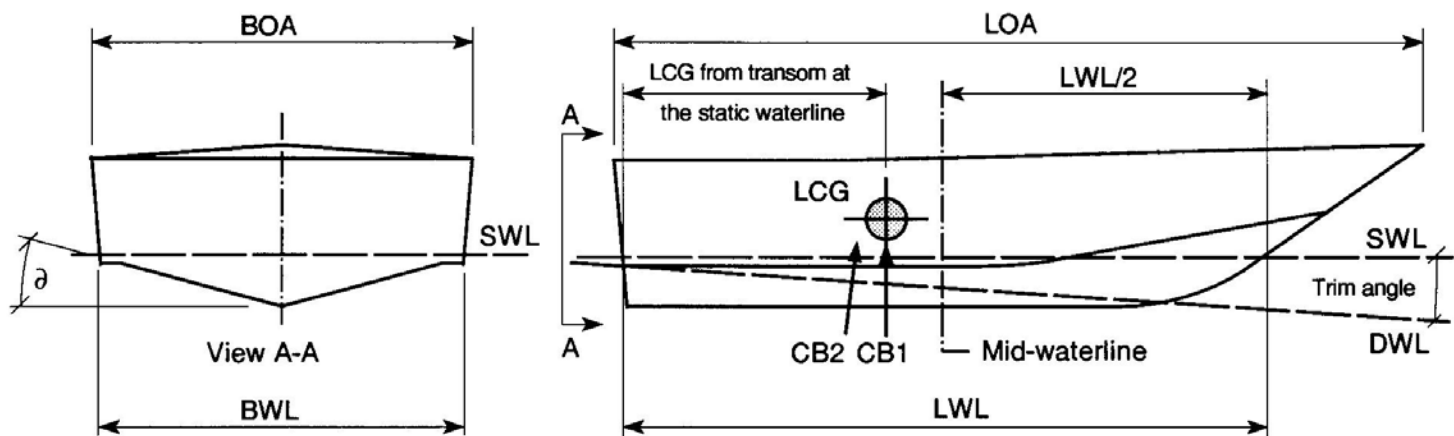


Σχήμα 3:απεικόνιση twin zet configuration



Σχήμα 4: απεικόνιση twin engine/twin zet configuration

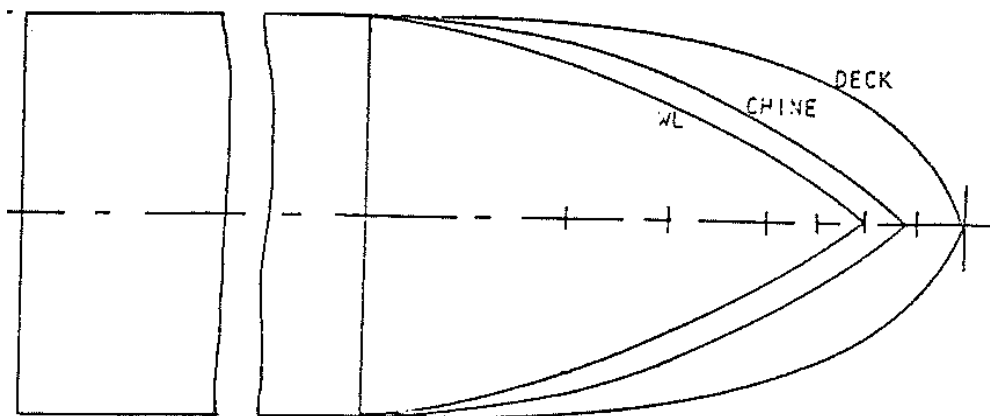
Όσον αφορά την γενική μορφή του σκάφους, αυτή καθορίζεται εξαρχής ως ολισθάκατος σκληρής ακμής, με μονοεδρική πρισματική γάστρα μορφής βαθιού V (**Hard Chine Planning Hull – Monoedron Prismatic Deep V Hull**). Παρακάτω φαίνονται διάφορες διατάξεις-όψεις για τέτοιας μορφής γάστρες. Όπως φαίνεται στα ανωτέρω σκαριφήματα, βασικά χαρακτηριστικά αυτής είναι οι ευθύγραμμοι νομείς από πρύμα μέχρι και λίγο μετά την μέση τομή του σκάφους, η σταθερή τιμήσ ανύψωσης πυθμένα και οι ευθείες διαμήκεις τομές στην ίδια περιοχή, όπου και η γραμμή της ακμής είναι παράλληλη με την γραμμή της τρόπιδας. Η διαμόρφωση αυτή ευνοεί την αποκόλληση της ροής του ύδατος, στοιχείο που αποτελεί βασική επιδίωξη κατά τον σχεδιασμό της γάστρας των ολισθακάτων[1]. Επιπλέον με την μορφή αυτή παρέχεται αυξημένο πλάτος μεταξύ των ακμών, ικανό τόσο για αύξηση της επιφάνειας – και συνεπώς και ικανότητας – ολίσθησης του πλοίου όσο και για την επαρκή κάλυψη των αναγκών εσωτερικού όγκου της κατασκευής. Συνήθως η διαμήκης θέση του κέντρου βάρους **LCG** πλοίων αυτής της μορφής βρίσκεται σε ποσοστό **40% του μήκους ισάλου** του πλοίου. Τέλος, το εύρος τιμών ανύψωσης πυθμένα, που αντιστοιχεί σε αυτής της μορφής σκάφη που διαθέτουν waterjets, είναι **8°–25°** [3].



SWL Static waterline
 LOA Overall length of the boat
 LWL Waterline length at the static waterline
 LCG Longitudinal center of gravity
 CB2 Center of buoyancy when planning

DWL Dynamic waterline
 BOA Overall beam or width of the boat
 BWL Waterline beam at the static waterline
 CB1 Center of buoyancy at static waterline
 θ Deadrise angle

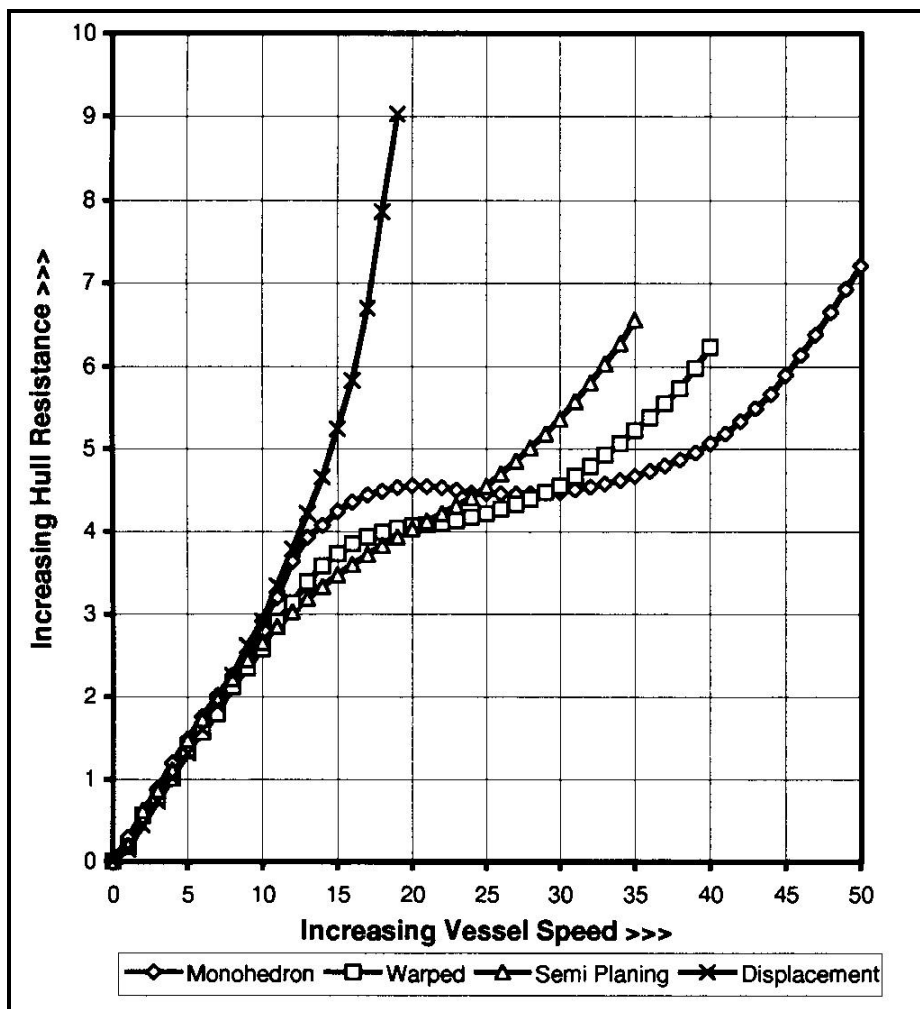
Σχήμα 5: εγκάρσια τομή και πλάγια όψη πρισματικής γάστρας



Σχήμα 6: Σκαριφηματική κάτοψη πρισματικής γάστρας

Ένα βασικό πλεονέκτημα αυτής της μορφής είναι ότι, σύμφωνα με μελέτες, αποτελεί την καταλληλότερη μορφή για σκάφη υψηλών ταχυτήτων που έχουν ως μέσο πρόωσης waterjets. Πιο συγκεκριμένα παρατίθεται το παρακάτω διάγραμμα, όπου φαίνονται κάποιες τυπικές καμπύλες μεταβολής της αντίστασης σε σχέση με την αύξηση της ταχύτητας για τεσσάρων

τύπων γαστρών [3]. Παρατηρείται ότι για την περιοχή ταχυτήτων 256 0 κόμβους, που θα επιχειρεί το υπό σχεδίαση σκάφος, η μορφή της καμπύλης αντίστασης για την μονοεδρική γάστρα δίνει την μικρότερη αύξηση και επιπλέον οι άλλης μορφής γάστρες δεν αγγίζουν καν τα ύψη ταχυτήτων που απαιτούνται στην προκειμένη περίπτωση.



Σχήμα 7: Συσχετισμός Αντίστασης-Ταχύτητας

Τέλος, όσον αφορά τα γενικά χαρακτηριστικά, αναφέρεται ότι το υπό μελέτη πλοίο θα ονομαστεί "ΕΡΜΗΣ" ("HERMES").

Κεφάλαιο 2ο Επιλογή Κυρίων Διαστάσεων

2.1 Αρχική εκτίμηση κυρίων διαστάσεων-συνελεστών μορφής σκάφους

Αρχικά θα επιλεχθούν κάποιες κύριες διαστάσεις του πλοίου με γνώμονα τα στοιχεία και τις απαιτήσεις που προαναφέρθηκαν. Συγκεκριμένα οι διαστάσεις της σχεδιασθείσας πλατφόρμας πρέπει να επαρκούν για να φιλοξενηθούν σε αυτήν τα εξής:

- στο κύριο κατάστρωμα

α) τρεις λέμβοι τύπου zodiac που θα μπορούν να χρησιμοποιήσουν τρεις ξεχωριστές ομάδες των έξι ατόμων η καθεμιά. Το μήκος της καθεμιάς εξ αυτών ανέρχεται στα 4,7 μέτρα, προσαυξημένο ελαφρώς και από τις αντίστοιχες εξωλέμβιες μηχανές τους, τύπου MERCURY. Το πλάτος της λέμβου ισούται με 1,9 μέτρα. Οι λέμβοι θα είναι τοποθετημένοι κατά μήκος του πρυμναίου και μεσαίου τμήματος του καταστρώματος, με παρεχόμενη δυνατότητα καθέλκυσης από την πρυμνιά τμήμα. Για το λόγο αυτό το τελευταίο θα έχει κεκλιμένη διαμόρφωση στο πρυμναίο τμήμα του (ράμπα), για ποσοστό του συνολικού του πλάτους λίγο μεγαλύτερο από το πλάτος μιας λέμβου, γύρω από τον διαμήκη άξονα συμμετρίας του σκάφους. Με αυτόν τον τρόπο δεν θα υφίσταται και η αναγκαιότητα τοποθέτησης αντίστοιχου γερανού για την καθέλκυση και ανέλκυση των λεμβών (βλέπε σκαριφήματα 1 και 3).

β) μια υπερκατασκευή, που θα αποτελεί το πιλοτήριο του σκάφους για πλήρωμα τεσσάρων ατόμων, με ιδιαίτερα κεκλιμένη κατασκευαστική διαμόρφωση πλαινών ορίων για λόγους χαμηλής παρατηρησιμότητας (βλέπε σκαριφήμα 1). Επιπλέον στην υπερκατασκευή θα προβλεφτεί και χώρος αποθήκευσης δύο επιπλέον αμοιβών εξωλέμβιων μηχανών. Έτσι το συνολικό της μήκος της εκτιμάται πάνω από πέντε μέτρα.

γ) Διάφορα οπτικά συστήματα και συγκεκριμένα: ένα τηλεχειριζόμενο σταθμό τύπου Mini Typhoon που θα κατευθύνει πυροβόλο τύπου BARRET M82A2 20 mm στο πλωριό τμήμα, τουλάχιστον τρία μέτρα μπροστά από την υπερκατασκευή, τέσσερα απλά μικρότερα πυροβόλα επίσης τύπου BARRET στο πρυμναίο και μεσαίο τμήμα, για περιφερειακή κάλυψη του σκάφους, και τέλος μία τηλεχειριζόμενη μονάδα τύπου SIMBAD RC εκτόξευσης

κατευθυνόμενων βλημάτων τύπου MISTRAL στο πρυμναίο τμήμα, επαρκώς μακριά από την υπερκατασκευή ώστε να επιτευχθεί ο ελάχιστος δυνατός νεκρός τομέας εκτόξευσης.

- στο μηχανοστάσιο

α) Δύο κύριες μηχανές μεγάλης ιπποδύναμης λόγω της απαιτούμενης υψηλής ταχύτητας, άρα και μεγάλου όγκου.

β) Παρομοίως δύο αγωγούς δύο waterjets.

γ) Δεξαμενές χρήσεως καυσίμων και ελαίου.

- στο ενδιάμεσο κατάστρωμα (με διάταξη από πρύμα προς τα πλώρα)

α) χώρος εναπόθεσης του εξοπλισμού των αντρών ειδικών αποστολών (καταδυτικές στολές, αναπνευστικές συσκευές, ατομικός οπλισμός) στο μεσαίο τμήμα του καταστρώματος.

β) χώρος αποθήκευσης εφοδίων (ξηρά τροφή, πόσιμο ύδωρ, κυτία με φαρμακευτικό υλικό πρώτων βοηθειών)

γ) μία κλίνη ανάγκης (τραυματία), όσο πιο κοντά γίνεται στην διαμήκη θέση του κέντρου βάρους του σκάφους για μείωση της επιβάρυνσης του τραυματία, όσον αφορά την καταπόνηση από τον προνευταυσμό του σκάφους.

δ) δεκαοχτώ καθίσματα για την μεταφορά των αντρών ομάδων ειδικών αποστολών

ε) μία τουαλέτα και μία αποθήκη πυρομαχικών

Λαμβάνοντας υπόψην όλα τα ανωτέρω προεπιλέγονται οι κάτωθι κύριες δαστάσεις για το υπό μελέτη πλοίο:

- Μήκος Ολικό **LoA=23,087** μέτρα για την δημιουργία επαρκούς επιφάνειας καταστρώματος. Επειδή οι απαιτήσεις σε μήκος για το μηχανοστάσιο και το ενδιάμεσο κατάστρωμα εκτιμούνται πιο μέτριες, επιλέγεται η διαμήκης μορφή του σκάφους που φαίνεται στο σκαρίφημα 1, με πρόβολο στο πρυμναίο άνω τμήμα της γάστρας, η

οποία επιτρέπει την επιλογή αρκετά μικρότερου Μήκους Ισάλου (ώστε να μειωθεί και το βάρος W_{Ls}). Συγκεκριμένα επιλέγεται Μήκους Ισάλου $L_{wl} = 18,659$ μέτρα.

Σημειώνεται ότι οι αγωγοί εξαγωγής αέρα των κυρίων μηχανών προορίζονται να καταλήγουν στα πλαϊνά του σκάφους, μέσα στο νερό. Η επιλογή αυτή γίνεται για τους εξής λόγους:

α) Εξοικονόμηση διαθέσιμης επιφάνειας κυρίου καταστρώματος για την τοποθέτηση των προαναφερθέντων συστημάτων.

β) Ενίσχυση του χαρακτήρα χαμηλής παρατηρησιμότητας του σκάφους.

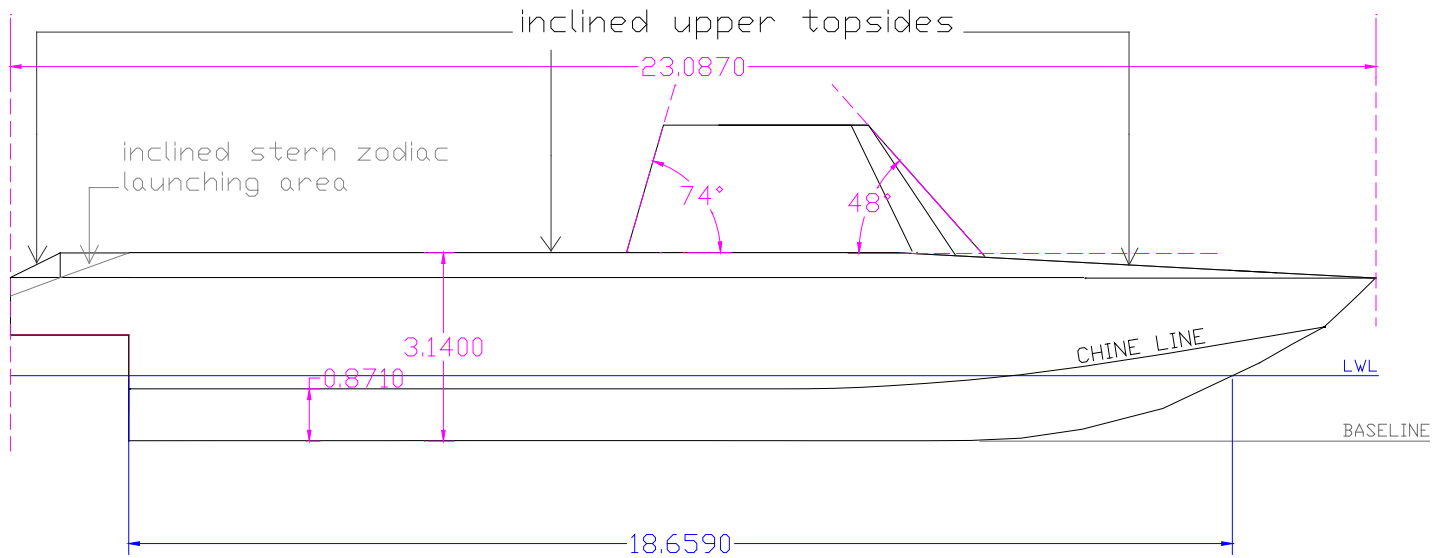
γ) Εξασφάλιση καλύτερων ατμοσφαιρικών συνθηκών (υγιεινής και ορατότητας) στην επιφάνεια του κύριου καταστρώματος όπου θα μετακινούνται οι καταδρομείς προκειμένου να χειριστούν τις λέμβους και τα πυροβόλα. Αυτές οι συνθήκες θα μπορούσαν βέβαια να πραγματοποιηθούν και με μια ανύψωση των αγωγών αρκετά ψηλότερα από το επίπεδο του κυρίου καταστρώματος, κάτι τέτοιο όμως θα ζημίωνε πολύ το ζητούμενο προφίλ χαμηλής παρατηρησιμότητας του σκάφους.

- Κοίλο $D=3,14$ μέτρα, ικανό για την δημιουργία επαρκούς ύψους για τις ενδαιτήσεις που θα τοποθετηθούν στο ενδιάμεσο κατάστρωμα αλλά και επαρκούς ύψους διπύθμενου όπου θα τοποθετηθεί η δεξαμενή καυσίμου. Διευκρινίζεται ότι επαρκές ύψος διπύθμενου θα μειώσει τις απαιτήσεις διαμήκους επέκτασης της δεξαμενής καυσίμου προκειμένου να προκύψει ο απαραίτητο όγκος για τον απαιτούμενο φόρτο καυσίμων, ο οποίος βάσει της επιθυμητής ταχύτητας προβλέπεται να είναι μεγάλος. Με την σειρά του, μειωμένο μήκος δεξαμενής θα βοηθήσει στην διατήρηση του κέντρου βάρους του πλοίου σε πιο πρυμναίο σημείο, προκειμένου να εξασφαλιστεί η δυνατότητα ικανοποιητικής ολίσθησης αυτού.
- Μέγιστο Πλάτος $B_m = 5,396$ μέτρα, που φθίνει σταδιακά προς το άνω μέρος της πλευρικής κατασκευής, η οποία σε εκείνη την περιοχή και μέχρι το κύριο κατάστρωμα παρουσιάζει αντίθετη κλίση για λόγους χαμηλής παρατηρησιμότητας του σκάφους (βλέπε σκαρίφημα 3). Ανωτέρω τιμή μέγιστου πλάτους επιτρέπει επαρκές πλάτος κυρίου καταστρώματος 4,8 μέτρα. Το ενδιάμεσο κατάστρωμα επιλέγεται να είναι στο ύψος της ακμής γιατί σε χαμηλότερη θέση μειώνεται αισθητά το διαθέσιμο πλάτος ενώ

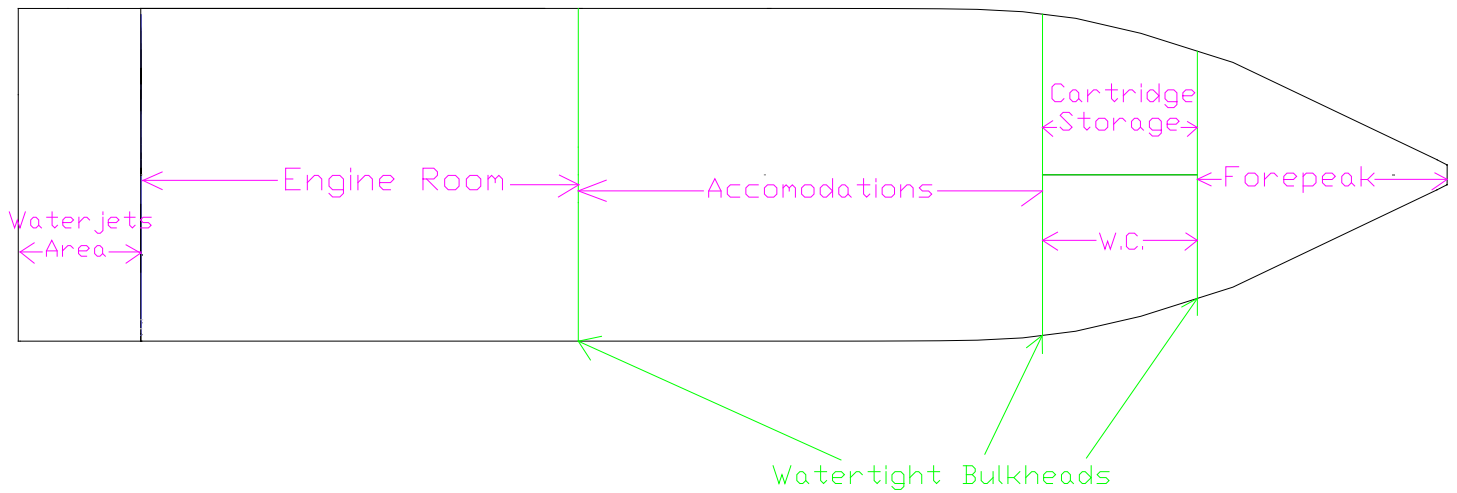
σε υψηλότερη θέση μειώνεται πολύ το διαθέσιμο ύψος για την τοποθέτηση των ενδιαιτήσεων. Προκειμένου να εξασφαλιστεί επαρκές πλάτος για την τοποθέτηση του μεγάλου όγκου κυρίων μηχανών αλλά και των ενδιαιτήσεων που θα εκτείνονται μέχρι και το πλωραίο τμήμα του ενδιάμεσου καταστρώματος (το οποίο αναγκαστικά θα μειώνεται προς τα πλώρα), επιλέγεται μέγιστο πλάτος μεταξύ των ακμών **B_{px}=5** μέτρα. Σημειώνεται ότι για τους ανωτέρω χωροταξικούς λόγους, επιλέγεται η ανωτέρω απόσταση να διατηρείται σταθερή από πρύμα μέχρι και λίγο μετά την μέση τομή του πλοίου, από όπου και θα μειώνεται βαθμιαία προς τα πλώρα βάσει της επιλεγμένης πρισματικής μορφής γάστρας (βλέπε σκαρίφημα 2).

- Με βάση τις τιμές των ανωτέρω διαστάσεων επιλέγεται ανύψωση πυθμένα **β=20** **μοίρες**. Έτσι προκύπτει ύψος ακμής, άρα και ενδιάμεσου καταστρώματος, 0,871 μέτρα (βλέπε σκαρίφημα 3).
- Βύθισμα **T=1,09** μέτρα. Έτσι και με βάση τα ανωτέρω στοιχεία προκύπτει Πλάτος Ισάλου **B_{wL}=5,047** μέτρα (βλέπε σκαρίφημα 3).
- Συντελεστής γάστρας **C_B=0,483**. Επιλέγεται λίγο μεγαλύτερος του αντίστοιχου του πατρικού πλοίου προκειμένου να προκύψει μια γάστρα πιο “πλήρης”, που θα αποδώσει στο σκάφος μεγαλύτερο γεωμετρικό εκτόπισμα. Το τελευταίο δε, προκύπτει **Δ_γ= C_B x C_Γ x L_{wL} x B_{wL} x T ≅ 50,7 tons**

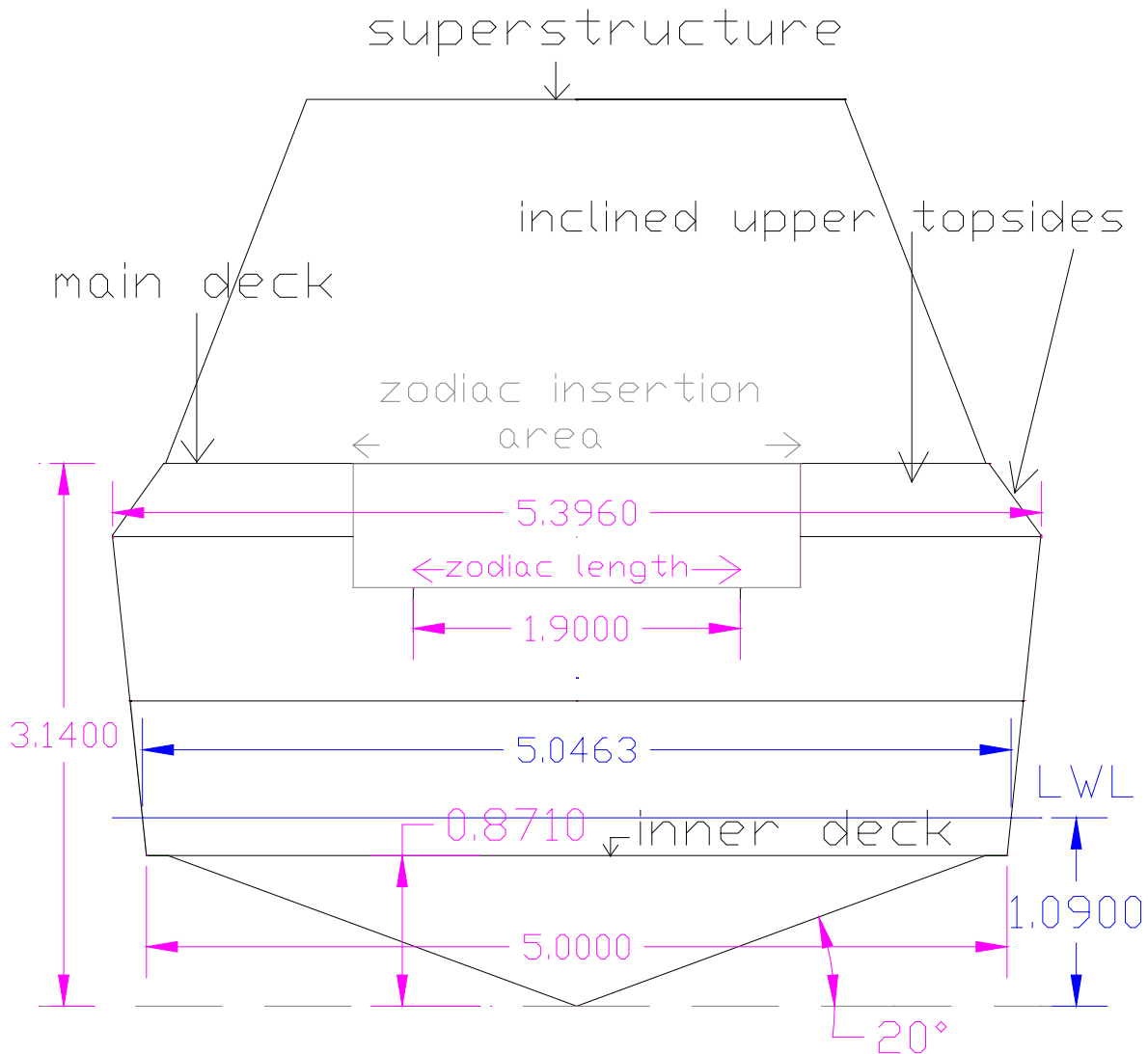
Όσον αφορά την διαμερισματοποίηση του πλοίου, αρχική εκτίμηση είναι ότι θα υπάρχουν τέσσερις υδατοστεγανές φρακτές: μία ανάμεσα στο μηχανοστάσιο και τις ενδιαιτήσεις, μία ανάμεσα στις ενδιαιτήσεις και τον χώρο της αποθήκης πυρομαχικών-τουαλέτας, μία ανάμεσα στον τελευταίο χώρο και το πλωριό στεγανό συγκρούσεως και μια διαμήκη που θα αποτελεί δεξιό διάμηκες όριο της αποθήκης πυρομαχικών (βλέπε σκαρίφημα 2).



Σκαρίφημα 1: πρόχειρη πλάγια όψη υπό μελέτη σκάφους



Σκαρίφημα 2: πρόχειρη κάτοψη υπό μελέτη σκάφους



Σκαρίφημα 3:εγκάρσια όψη υπό μελέτη πλοίου κοιτώντας από πρύμα προς πώρα

2.2 Σύνοψη περιγραφή της μεθόδου Grubisic

Προκειμένου να ελεγχθεί η καταλληλότητα των ανωτέρω προεπιλεγμένων διαστάσεων είναι απαραίτητη η χρήση μεθόδων υπολογισμού-προεκτίμησης των διαφόρων ομάδων βαρών του πλοίου, ώστε να υπάρξει μια αρχική τιμή για το συνολικό βάρος του πλοίου και στη συνέχεια αυτή να συγκριθεί με το βάρος του εκτοπίσματος της προσχεδιασμένης γάστρας του σκάφους, συνεπώς να διαφανεί η καταλληλότητα των προεπιλεγμένων κυρίων διαστάσεων.

Γενικά, όσον αφορά τα βάρη του πλοίου, ισχύει η σχέση:

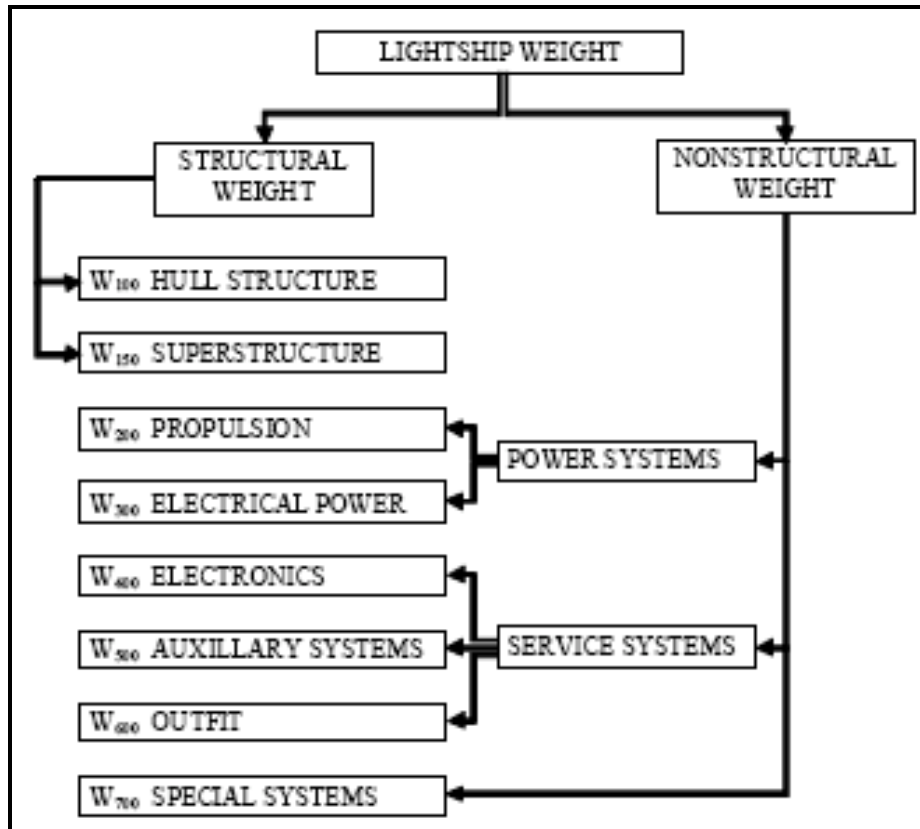
$$\Delta = W_{LS} + DWT \quad (1)$$

όπου Δ το συνολικό βάρος του πλοίου, W_{LS} το βάρος του άφορτου σκάφους και DWT το πρόσθετο βάρος του πλοίου. Επομένως για τον προσδιορισμό του συνολικού βάρους αρκεί να υπολογιστούν όλες οι επιμέρους συνιστώσες του βάρους άφορτου σκάφους και το πρόσθετο βάρος.

Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό του W_{LS} στην παρούσα μελέτη είναι η μέθοδος του **Δρ. Izvor Grubisic**, καθηγητή του Πανεπιστημίου του Ζάγκρεμπ της Κροατίας [4]. Πρόκειται για μια μεθοδολογία που προέκυψε από την στατιστική ανάλυση στοιχείων πολλών μικρών ταχύπλων σκαφών, διαφόρων τύπων, αποστολών και υλικών κατασκευής, συμπεριλαμβανομένων πολεμικών σκαφών. Συγκεκριμένα: α) ως προς την αποστολή τους τα πλοία αυτά είναι: πλοία καταπολέμησης πυρκαϊάς, ρυμουλκά, πλοία πολεμικών ναυτικών, μηχανοκίνητα γιωτ, περιπολικά, επιβατικά και ferries, πλοία έρευνας και διάσωσης β) ως προς το υλικό κατασκευής είναι χάλυβας χαμηλής και υψηλής αντοχής, FRP, αλουμίνιο. Όλα τα ανωτέρω πλοία είναι είτε πλοία ημιεκτοπίσματος είτε πλήρους ολίσθησης και όλα διαθέτουν πρύμνη άβακος (καθρέπτη) σαν ολισθάκατο, όπως βέβαια και το υπό μελέτη πλοίο.

Ανεξάρτητα από κάποιες διαφοροποιήσεις ανάμεσα στα υφιστάμενα συστήματα υποδιαίρεσης του βάρους (weight breakdown systems) των ανωτέρω πλοίων, ένα βασικό και συνάμα αντιπροσωπευτικό τέτοιο σύστημα για το βάρος του άφορτου σκάφους πολεμικών πλοίων σύμφωνα με την μέθοδο είναι το παρακάτω, που παρουσιάζεται με τη σχέση (2) και το διάγραμμα 2. Σημειώνεται ότι η παρακάτω εξίσωση που υιοθετεί η μέθοδος στηρίζεται κατά βάση στο σύστημα υποδιαίρεσης βάρους πολεμικού πλοίου του Αμερικάνικου Πολεμικού Ναυτικού (Expanded Ship Work Breakdown Structure – ESWBS [5]):

$$W_{LS} = W_{100} + W_{200} + W_{300} + W_{400} + W_{500} + W_{600} + W_{700} \quad (2)$$



Σχήμα 8: Basic Weight Breakdown System

Πίνακας Βαρών ESWBS

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

Ουσιαστικά η μέθοδος καθορίζει προσεγγιστικούς τύπους υπολογισμού-προεκτίμησης της κάθε επιμέρους ομάδος βαρών του άφορτου σκάφους, οι οποίοι περιλαμβάνουν γνωστούς-επιλεγμένους κατά την προμελέτη παραμέτρους του σκάφους, όπως κάποιες βασικές διαστάσεις του πλοίου, είτε παραμέτρους που προκύπτουν από τις εν λόγω προεπιλογές, όπως για παράδειγμα ο όγκος εκτοπίσματος ∇ . Υπάρχει μέριμνα ώστε οι παράμετροι που υπεισέρχονται σε κάθε τύπο να “συσχετίζονται φυσικά” με το μέγεθος της εκάστοτε μεταβλητής που υπολογίζει ο κάθε τύπος (π.χ. απαιτούμενη ισχύς με βάρος της μηχανής). Ειδικά για τον υπολογισμό του βάρους της μεταλλικής κατασκευής του σκάφους (Structural Weight), η μέθοδος ακολουθεί την λογική των προγενέστερων Watson και Gilfillan, σύμφωνα με την οποία η πρόβλεψη του εν λόγω βάρους βασίζεται στον καθορισμό αριθμητικών συντελεστών, οι οποίοι αντιπροσωπεύουν τμήματα επιφανειών της κατασκευής.

2.3 Έλεγχος καταλληλότητας της μεθόδου Grubisic

Όσον αφορά το υπό μελέτη σκάφος, υφίσταται ένα πατρικό πλοίο επίσης μονοεδρικής πρισματικής μορφής γάστρας, με τα εξής χαρακτηριστικά (τα οποία χρησιμοποιούνται στην εφαρμογή της μεθόδου Grubisic):

| | |
|---|----------|
| Εκτόπισμα (Full Load Displacement Δ_{FL}) | 18 tons |
| Βάρος Άφορτου Σκάφους (W_{LS}) | 13 tons |
| Μήκος Ισάλου (L_{WL}) | 13,13 m |
| Μήκος μεταξύ καθέτων (L) | 14,90 m |
| Πλάτος Μέγιστο (B_M) | 3,8 m |
| Βύθισμα (T) | 0,83 m |
| Κοίλο (D) | 2,15 m |
| Εγκατεστημένη Ισχύς (P_B) | 920 KW |
| Μέγιστη Ταχύτητα (V_{max}) | 40 Knots |
| αριθμός στεγανών φρακτών (N_{WTB}). | 3 |
| Πρόωση με 2 κύριες μηχανές SCANIA και 2 waterjets KAMEWA <u>χωρίς</u> μειωτήρα | |

Προκειμένου να ελεγχθεί η καταλληλότητα χρήσης της μεθόδου Grubisic για το νέο σκάφος, έγινε αρχικά χρήση αυτής για τον υπολογισμό του βάρους άφορτου σκάφους για το πατρικό πλοίο, ώστε να συγκριθούν τα αντίστοιχα αποτελέσματα με το ήδη γνωστό W_{LS} του εν λόγω πλοίου.

Παρατίθενται αναλυτικά οι σχετικοί υπολογισμοί:

1. Υπολογισμός του βάρους μεταλλικής κατασκευής (Structural Weight) W_{100}

- επιμέρους επιφάνειες

Bottom: $S_1 = 2,825 \times (\Delta_{FL} \times L_{WL})^{1/2} = 43,423 \text{ m}^2$

Sides: $S_2 = 1,09 \times (2 \times L_{OA} + B_M) \times (D - T) = 48,344 \text{ m}^2$

Deck: $S_3 = 0,823 \times (L_{OA} + L_{WL})/2 \times B_M \text{ m}^2$

Bulk: $S_4 = 0,6 \times N_{WTB} \times B_M \times D = 14,706 \text{ m}^2$

- συνολική επιφάνεια, $S_R = S_1 + 0,735S_2 + 0,69S_3 + 0,65S_4 = 118,516 \text{ m}^2$

- συντελεστής γάστρας, $C_B = \Delta_{FL} / (C_G \times L_{WL} \times B_M \times T) = 0,42$ (όπου ελήφθη $C_G = 1,025$)

- βυθισμένος όγκος πλοίου, $V = C_B \times L_{WL} \times B_M \times T = 17,393 \text{ m}^3$

- διορθωτικός συντελεστής εκτοπίσματος (Displacement Correction factor) F_{dis} ,

$$F_{dis} = 0,7 + (2,4 \times \nabla) / (L_{WL}^2 - 15,8) = 0,966$$

- διορθωτικός συντελεστής λόγου T/D, $C_{T/D} = 1,144 \times (T/D)^{0,244} = 0,907$

- ενεργή επιφάνεια (Effective Surface Area), $E_S = F_{dis} \times C_{T/D} \times S_R = 103,839 \text{ m}^2$

- $W_{100} = K_o \times E_S^{1,33} = 5,38 \text{ tons}$ (όπου $K_o = 0,0112$)

2. Υπολογισμός του βάρους προωστήριας εγκατάστασης (Propulsion Weight) W_{200}

- Αν θεωρήσουμε τις κύριες μηχανές προεπιλεγμένες, από τον δικτυακό τόπο της κατασκευάστριας εταιρείας και με βάση την γνωστή εγκατεστημένη ισχύ του σκάφους, βρίσκουμε βάρος κενών μηχανών $W_{DRY} = 2,3 \text{ tons}$. Σύμφωνα με τη μέθοδο,

ισχύει για το βάρος των πληρωμένων μηχανών $W_{WET}=1,066 \times W_{DRY} =2,45$ tons. Ομοίως για το βάρος του κάθε waterjet ισχύει $W_{WJW}=(P_B^{1,286})/8771=0,303$ tons, άρα και για τα δύο waterjets $W_{WJW}=0,606$ tons. Συνολικά, $W_{200}=3,056$ tons

- Αν θεωρήσω ότι οι μηχανές δεν είναι προεπιλεγμένες, ισχύει ο τύπος $W_{200}=(L \times B_M \times D \times \sum P_B)^{0,45}/31,45=5,95$ tons

3. Υπολογισμός βάρους ηλεκτρικής εγκατάστασης (Electrical Power Weight) W_{300}

- $W_{300}=(L \times B_M \times D)^{1,24}/592 = 0,651$ tons

4. Υπολογισμός βάρους ηλεκτρονικού εξοπλισμού (Electronic Equipment Weight) W_{400}

- $W_{400}=0,0365 + 0,0015 \times L \times B_M \times D =0,2195$ tons

5. Υπολογισμός βάρους βοηθητικών μηχανημάτων (Auxiliary Machinery Weight) W_{500}

- $W_{500}=0,000772 \times (L \times B_M)^{1,784} =1,035$ tons

6. Υπολογισμός βάρους εξοπλισμού (Outfit Weight) W_{600}

- $W_{600}=0,0097 \times L^{2,132}=3,076$ tons

7. Υπολογισμός βάρους ειδικών συστημάτων (Special Systems Weight) W_{700}

- $W_{700}=0,000333 \times (L \times B_M \times D)^{1,422} =0,308$ tons

8. Υπολογισμός βάρους περιθωρίου σφάλματος υπολογισμών (Remaining Weight) W_U

- $W_U=0,036 \times \Delta_{FL} = 0,648$ tons

Σημειώνεται ότι στις παραπάνω σχέσεις L είναι το μήκος ισάλου και B το μέγιστο πλάτος.

Στο ανωτέρω βάρος πρέπει να προστεθεί και το βάρος της υπερκατασκευής W_{150} . Από υπάρχοντα σχέδια του πατρικού πλοίου υπολογίζεται προσεγγιστικά τα εμβαδόν της επιφάνειας την υπερκατασκευής περίπου 6 m^2 . Στα εν λόγω σχέδια δίνεται πάχος ελάσματος υπερκατασκευής 4 mm . Θεωρώ ειδικό βάρος αλουμινίου $2,9 \text{ Kg/m}^2/\text{mm}$ (αρχικά $2,7 \text{ Kg/m}^2/\text{mm}$, αλλά προστίθεται τελικά μια μικρή προσαύξηση για να συνυπολογιστεί το βάρος των κολλήσεων), και 10% προσαύξηση για τα ενισχυτικά, οπότε προκύπτει **$W_{150}=76,56 \text{ Kg}=0,0766$ tons.**

Σύμφωνα με τη σχέση (2), αθροίζοντας όλα τα επιμέρους βάρη προκύπτει:

(α) $W_{LS}=14,373$ tons, έχοντας θεωρήσει προεπιλεγμένες τις μηχανές, συνεπώς ο διορθωτικός συντελεστής $\lambda = W_{\text{πραγματικό}} / W_{\text{υπολογιζόμενο}} \cong 0,9$

(β) $W_{LS}=17,267$ tons, χωρίς προεπιλογή των μηχανών, συνεπώς ο διορθωτικός συντελεστής $\lambda = W_{\text{πραγματικό}} / W_{\text{υπολογιζόμενο}}=0,752$

Στην περίπτωση (β) παρατηρείται μια υπερεκτίμηση του βάρους της προωστήριας εγκατάστασης που οδηγεί με τη σειρά του και σε μια μεγάλη, μη ανεκτή αύξηση στην εκτίμηση του W_{LS} . Στην περίπτωση (α) αντίθετα φαίνεται μια ικανοποιητική προσέγγιση του W_{LS} , ιδιαίτερα αν συνυπολογίσει κανείς και την μέση απόκλιση της μεθόδου (13%). Συμπερασματικά η μέθοδος Grubisic, με την μέθοδο προεπιλογής των κυρίων μηχανών, κρίνεται κατάλληλη για εφαρμογή στο υπό μελέτη πλοίο, λαμβάνοντας υπόψη και το διορθωτικό συντελεστή $\lambda=0,9$.

2.4 Προεκτίμηση της απαιτούμενης ισχύος για το υπό μελέτη πλοίο

2.4.1 Παρουσίαση μεθόδου Savitsky

Όπως διαφάνηκε παραπάνω, προκειμένου να υπολογιστεί το βάρος της μηχανολογικής εγκατάστασης W_{200} , είναι απαραίτητη προϋπόθεση να προεκτιμηθεί με κάποια μέθοδο η απαιτούμενη ισχύς για το υπό μελέτη πλοίο. Στην προκειμένη περίπτωση επιλέγεται η **σύντομη μέθοδος Savitsky**, κατά την οποία θεωρείται ότι το σημείο εφαρμογής της συνισταμένης των υδροστατικών πιέσεων (**N**) που ασκούνται στον πυθμένα του σκάφους συμπίπτει με το κέντρο βάρους του (βλέπε σχήμα 10) [1], [2], [6].

Παρακάτω παρατίθενται τα απαιτούμενα στοιχεία κάθε σκάφους καθώς και κάποιες σταθερές, τα οποία υπεισέρχονται στους διάφορους υπολογισμούς της μεθόδου:

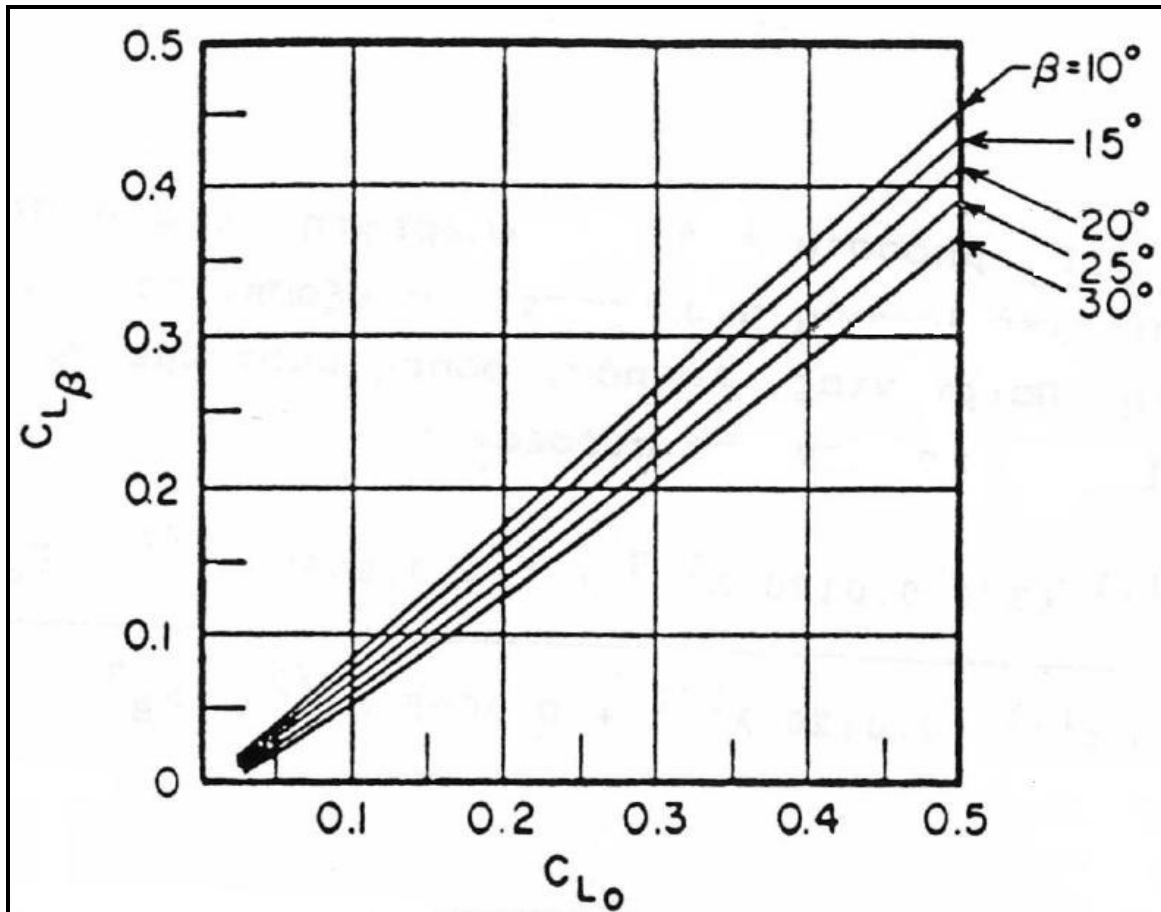
- κινηματική συνεκτικότητα θαλασσίου ύδατος $\nu = 1,19 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$

- πυκνότητα θαλασσίου ύδατος $\rho = 104.61 \text{ kp} \times \text{sec}^2/\text{m}^4 = 1,025 \text{ mt}/\text{m}^3$

- επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 9,80665 \text{ m/sec}^2$
- Μέγιστη ταχύτητα πλοίου $V \text{ [m/sec]}$
- Βάρος- Εκτόπισμα πλοίου $Displ (W) \text{ [kp]}$
- Πλάτος ολισθαίνουσας επιφάνειας (βρεχόμενο πλάτος στην ακμή) $B_{px} \text{ [m]}$
- Διάμηκες κέντρο βάρους πλοίου $LCG \text{ [m]}$
- Διάμηκες κέντρο υδροστατικών πιέσεων πλοίου $Lp \text{ [m]}$ (Στην σύντομη μέθοδο Savitsky θεωρείται ότι το Lp συμπίπτει με το LCG)
- Γωνία ανύψωσης πυθμένα πλοίου $\beta \text{ [deg]}$

Παρακάτω παρατίθενται τα διαδοχικά βήματα της μεθόδου:

- Βήμα 1^ο: Υπολογισμός Αριθμού Froude με βάση το πλάτος, $Fn_b = V / (g \times B)^{0,5}$
- Βήμα 2^ο: Υπολογισμός Συντελεστή Άνωσης πρισματικού σκάφους, $C_{I\beta} = W / 0,5\rho \times V^2 \times B^2$
- Βήμα 3^ο: Υπολογισμός Συντελεστή Άνωσης επίπεδης πλάκας, C_{L0} , από το σχήμα 7 ή από την εξίσωση $C_{I\beta} = C_{L0} - 0,0065 \times \beta \times C_{L0}^{0,6}$

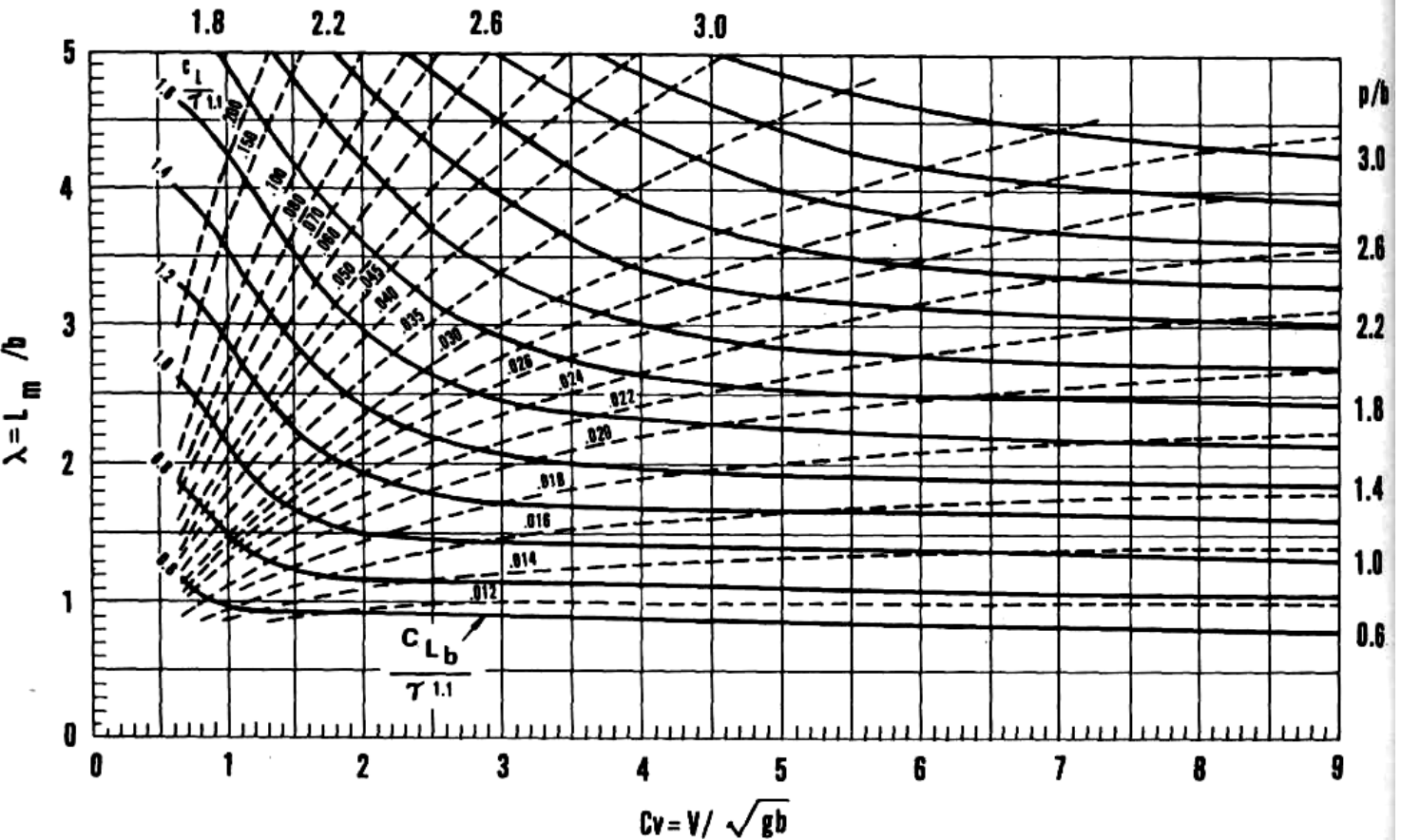


Σχήμα 9: Συσχετισμός $C_{L\beta}$ - C_{L0}

- Βήμα 4^ο: Υπολογισμός συντελεστή $\alpha = L\rho/B$

-Βήμα 5^ο: Υπολογισμός λόγου μέσου βρεχόμενου μήκους προς πλάτος, λ , από το παρακάτω νομογράφημα ή από την επαναληπτική σχέση

$$\lambda^{(v+1)} = \alpha / [0,75 - 1 / (5,21 \times Fn_b^2 / \lambda^{(v)2} + 2,39)] \text{ με } \lambda^{(1)} = \alpha / 0,75$$



- Βήμα 7^ο: Υπολογισμός συναμικτής διαγωγιγής, τ , από την ανωτέρω σχέση

- Βήμα 8^ο: Υπολογισμός συντελεστή δυναμικής άνωσης,

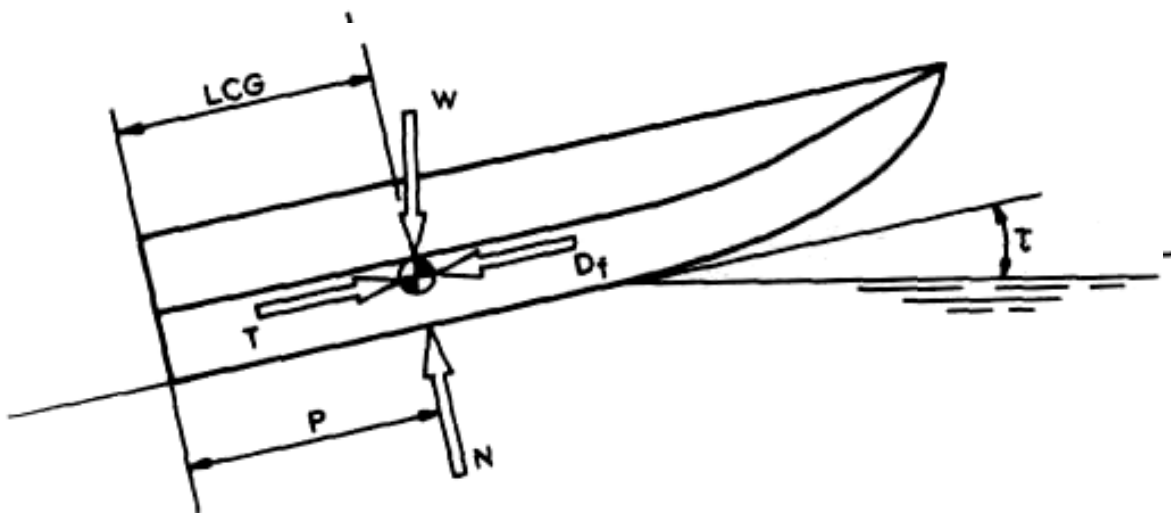
$$CLd = 0,0120 \times \lambda^{0,5} \times \tau^{1,1} - 0,0065 \times \beta \times (0,0120 \times \lambda^{0,5} \times \tau^{1,1})^{0,6}$$

- Βήμα 9^ο: Υπολογισμός Μέσης Ταχύτητας Πυθμένα, $V_m = V \times [1 - CLd / (\lambda \times \cos \tau)]^{0,5}$

- Βήμα 10^ο: Υπολογισμός διόρθωσης λόγου βρεχόμενου μήκους λόγω αφρού, $\Delta\lambda$, όπως προκύπτει από το παρακάτω σχήμα ή 0 για $\tau \leq 4 \text{ deg}$

$$Re = Vm \times (B_{px} \times \lambda_F) / \nu$$

- Βήμα 13^ο: Υπολογισμός συντελεστή αντίστασης τριβής $C_f = 0,075 / (\log Re - 2)^2$
- Βήμα 14^ο: Υπολογισμός βρεχόμενης επιφάνειας τριβής, $S_f = \lambda_F \times B^2 / \cos \beta$
- Βήμα 15^ο: Υπολογισμός αντίστασης τριβής, $D_f = 0,5 \times \rho \times V^2 m \times S_f \times (C_f + \Delta C_f)$, όπου $\Delta C_f = 0,0004$ (συντελεστής συσχέτισης)
- Βήμα 16^ο: Υπολογισμός αντίστασης σκάφους, $R_T = W \times \tan \tau + D_f / \cos \tau$
- Βήμα 17^ο: Υπολογισμός ισχύος ρυμούλκησης σκάφους,
 $EHP = V [m/sec] \times R_T [kp] / 75 \quad [PS]$



Σχήμα 12: Απεικόνιση βασικής υπόθεσης σύντομης μεθόδου Savitsky

2.4.2 Εφαρμογή μεθόδου Savitsky στο πατρικό πλοίο

Αρχικά ελέγχεται η καταλληλότητα της μεθόδου με εφαρμογή της στο πατρικό πλοίο. Τα απαιτούμενα στοιχεία του σκάφους είναι τα παρακάτω:

- Μέγιστη ταχύτητα πλοίου $V = 40 \text{ knots}$
- Βάρος- Εκτόπισμα πλοίου $Displ (W) = 18 \text{ mt}$

- Πλάτος ολισθαίνουσας επιφάνειας (βρεχόμενο πλάτος στην ακμή) $B_{px} = 3,24 \text{ m}$
- Διάμηκες κέντρο βάρους πλοίου $LCG = 5,96 \text{ m} = L_p$. Λαμβάνεται ίσο με 40% του $L_{OA} = 14,90 \text{ m}$
- Γωνία ανύψωσης πυθμένα πλοίου $\beta = 20 \text{ deg}$

Οι σχετικοί υπολογισμοί έγιναν στο πρόγραμμα EXCEL και τα αποτελέσματα αυτών παρουσιάζονται συνοπτικά παρακάτω:

Αποτελέσματα μεθόδου Savitsky για το πατρικό πλοίο

| | | | | | | |
|---|-----------------|-----------|----------|-----------|-----------------|---------------------|
| | Displ | 18 | mt | v= | 1.19E-06 | sq.m./sec |
| μέγιστη ταχύτητα | V | 40 | kts | ρ= | 104.61 | kp.sec^2/m^4 |
| βρεχόμενο πλάτος στην ακμή | Bpx | 3.24 | m | γ= | 1.025 | mt/cbm |
| | LCG | 5.252 | m | g= | 9.80665 | m/sec^2 |
| ανύψωση πυθμένα | β | 20 | deg | | | |
| | Fnb | 3.65 | | | | |
| Συντελεστής άνωσης πρισματικού σκάφους | CIβ | 0.077 | | | | |
| Συντελεστής άνωσης επίπεδης πλάκας | CL0 | 0.111941 | 0.077 | | | |
| Κέντρο πιέσεων προς πλάτος | Lp/B | 1.62 | | | | |
| λόγος μέσου βρεχόμενου μήκους προς πλάτος | λ(1) | 2.16 | | | | |
| λόγος μέσου βρεχόμενου μήκους προς πλάτος | λ(v) | 2.3756 | | | | |
| λόγος μέσου βρεχόμενου μήκους προς πλάτος | λ(v+1) | 2.3756356 | 3.56E-05 | | | |
| μειωμένος συντελεστής επίπεδης πλάκας δυναμική διαγωγή | CL0/τ1.1 | 0.0221 | | | | |
| | τ | 4.37 | | | | |
| | Cdl-1 | 0.09367 | | | | |
| συντ. δυναμικής άνωσης | CLd | 0.062 | | | | |
| μέση ταχύτητα πυθμένα | Vm | 20.3 | m/sec | | | |
| διόρθωση λόγου βρεχόμενου μήκους λόγω αφρού | Δλ | 0.325 | τ<4 | | | |
| λόγος βρεχόμενου μήκους τριβής προς το πλάτος | λf | 2.7006356 | | 8.750059 | | |
| | Re | 1.49E+08 | | | | |
| | Cf | 0.0019681 | | | | |
| | ΔCf | 0.0004 | | | | |
| βρεχόμενη επιφάνεια τριβής | Sf | 30.169644 | sq | | | |
| αντίσταση τριβής | Df | 1539.9323 | kp | | | |
| αντίσταση σκάφους | D | 2919.9666 | kp | | | |
| | EHP | 801 | PS | | | |

Η εγκατεστημένη ισχύς του σκάφους είναι $P_B = 920 \text{ KW} = 1251,2 \text{ PS}$. Θεωρώ ένα μέσο εκτιμώμενο βαθμό απόδοσης της προωστήριας εγκατάστασης, η οποία είναι με waterjets, ίσο

με 0,67 όπως προκύπτει από το σχήμα 1 για ταχύτητα 40 κόμβους, όση δηλαδή η μέγιστη ταχύτητα του πατρικού σκάφους. Έτσι προκύπτει ισχύς ρυμούλκησης **EHP 838,501 PS**, τιμή κοντινή με την τιμή που βρέθηκε με την σύντομη μέθοδο Savitsky (801 PS). Συνεπώς η εν λόγω μέθοδος κρίνεται κατάλληλη για εφαρμογή και στο υπό μελέτη πλοίο.

2.4.3 Εφαρμογή μεθόδου Savitsky στο υπό μελέτη πλοίο

Τα απαιτούμενα στοιχεία του σκάφους είναι τα παρακάτω:

- Μέγιστη ταχύτητα πλοίου **V = 60 knots**
- Βάρος- Εκτόπισμα πλοίου **Displ (W) = 50,82 mt**
- Πλάτος ολισθαίνουσας επιφάνειας (βρεχόμενο πλάτος στην ακμή) **B_{px} = 5 m**
- Διάμηκες κέντρο βάρους πλοίου **LCG = 7,464 m = 40%Lp**
- Γωνία ανύψωσης πυθμένα πλοίου **β = 20 deg**

Τα αποτελέσματα των σχετικών υπολογισμών παρουσιάζονται συνοπτικά παρακάτω:

Αποτελέσματα μεθόδου Savitsky για το υπό μελέτη πλοίο

| | | | | | | |
|---|----------|------------|----------|---|---------|-------------------------------------|
| Εκτόπισμα | Displ | 50.82 | mt | v | 1.19E06 | sq.m./sec |
| μέγιστη ταχύτητα | Vs | 60 | kts | ρ | 104.61 | kp.sec ² /m ⁴ |
| βρεχόμενο πλάτος στην ακμή | Bpx | 5 | m | γ | 1.025 | mt/cbm |
| | LCG | 7.464 | m | g | 9.80665 | m/sec ² |
| ανύψωση πυθμένα | β | 20 | deg | | | |
| αριθμός Froude με βάση το πλάτος | Fnb | 4.408 | | | | |
| Συντελεστής άνωσης πρισματικού σκάφους | Ciβ | 0.041 | | | | |
| Συντελεστής άνωσης επίπεδης πλάκας | CL0 | 0.066584 | 0.041 | | | |
| Κέντρο πιέσεων προς πλάτος | Lp/B | 1.49 | | | | |
| λόγος μέσου βρεχόμενου μήκους προς πλάτος | λ(1) | 1.98666667 | | | | |
| λόγος μέσου βρεχόμενου μήκους προς πλάτος | λ(v) | 2.0966 | | | | |
| λόγος μέσου βρεχόμενου μήκους προς πλάτος | λ(v+1) | 2.09664093 | 4.09E-05 | | | |
| μειωμένος συντελεστής επίπεδης πλάκας | CL0/τ1.1 | 0.0192 | | | | |
| δυναμική διαγωγή | τ | 3.1 | | | | |
| | Cdl-1 | 0.0603172 | | | | |
| συντ. δυναμικής άνωσης | CLd | 0.036 | | | | |
| μέση ταχύτητα πυθμένα | Vm | 30.6 | m/sec | | | |
| διόρθωση λόγου βρεχόμενου μήκους λόγω αφρού | Δλ | 0 | τ<4 | | | |
| λόγος βρεχόμενου μήκους τριβής προς το πλάτος | λf | 2.09664093 | 10.4832 | | | |
| αριθμός Reynolds | Re | 2.70E+08 | | | | |
| συντελεστής αντίστασης τριβής | Cf | 0.00181324 | | | | |
| συντελεστής συσχέτισεως | ΔCf | 0.0004 | | | | |
| βρεχόμενη επιφάνεια τριβής | Sf | 55.7799669 | sq | | | |
| αντίσταση τριβής | Df | 6046.34157 | kp | | | |
| αντίσταση σκάφους | D | 8807.51514 | kp | | | |
| ισχύς ρυμουλκήσεως | EHP | 3624 | PS | | | |

Σύμφωνα με το σχήμα 1 και για ταχύτητα 60 κόβους, λαμβάνοντας ένα εκτιμώμενο ικανοποιητικό - πάνω από το μέσο όρο- βαθμό απόδοσης της προωστήριας εγκατάστασης, ίσο με 0,71 προκύπτει εγκατεστημένη ισχύς $P_B=5033,33 \text{ PS} = 5244,303 \text{ BHP} = 3700,978 \text{ KW}$. Διαιρώντας την τελευταία τιμή με 0,97 για να συνυπολογιστεί και ο βαθμός απόδοσης της εγκατάστασης μειωτήρα [3], που εκτιμάται ότι θα χρειαστεί, θεωρώ χονδρικά για το υπό μελέτη πλοίο $P_B=3776,508 \cong 3777 \text{ KW}$.

2.4.4 Εφαρμογή της μεθόδου Grubisic στο υπό μελέτη πλοίο

Το υπό μελέτη σκάφος έχει τα εξής χαρακτηριστικά (τα οποία χρησιμοποιούνται στην εφαρμογή της μεθόδου Grubisic) :

| | |
|--|------------|
| Εκτόπισμα (Full Load Displacement Δ_{FL}) | 50,82 tons |
| Μήκος Ισάλου (L_{WL}) | 18,659 m |
| Μήκος Ολικό (L_{OA}) | 23,087 m |
| Πλάτος Μέγιστο (B_M) | 5,396 m |
| Πλάτος Ισάλου (B_{WL}) | 5,047 m |
| Βύθισμα (T) | 1,09 m |
| Κοίλο (D) | 3,14 m |
| Απαιτούμενη Εγκατεστημένη Ισχύς (P_B) | 3853 KW |
| Μέγιστη Ταχύτητα (V_{max}) | 50 Knots |
| αριθμός στεγανών φρακτών (N_{WTB}). | 4 |

Παρατίθενται αναλυτικά οι σχετικοί υπολογισμοί εφαρμογής της μεθόδου:

1. Υπολογισμός του βάρους μεταλλικής κατασκευής (Structural Weight) W_k

- επιμέρους επιφάνειες

Bottom: $S_1=2,825 \times (\Delta_{FL} \times L_{WL})^{1/2} = 86,99 \text{ m}^2$

Sides: $S_2=1,09 \times (2 \times L_{OA} + B_M) \times (D - T) = 126 \text{ m}^2$

Deck: $S_3=0,823 \times (L_{OA} + L_{WL})/2 \times B_M = 92,7 \text{ m}^2$

Bulk: $S_4=0,6 \times N_{WTB} \times B_M \times D=40,664 \text{ m}^2$

- συνολική επιφάνεια, $S_R= S_1 + 0,735S_2 + 0,69 S_3 + 0,65 S_4=269,994 \text{ m}^2$

- συντελεστής γάστρας, $C_B= \Delta_{FL} / (C_T \times L_{WL} \times B_{WL} \times T)=0,483$ (όπου ελήφθη $C_T=1,025$)

- βυθισμένος όγκος πλοίου, $V= C_B \times L_{WL} \times B_{WL} \times T=49,261 \text{ m}^3$

- διορθωτικός συντελεστής εκτοπίσματος (Displacement Correction factor) F_{dis} ,

$$F_{dis}=0,7 + (2,4 \times \nabla) / (L_{WL}^2 - 15,8)=1,055$$

- διορθωτικός συντελεστής λόγου T/D, $C_{T/D}=1,144 \times (T/D)^{0,244}=0,883$

- ενεργή επιφάνεια (Effective Surface Area), $E_S= F_{dis} \times C_{T/D} \times S_R=251,517 \text{ m}^2$

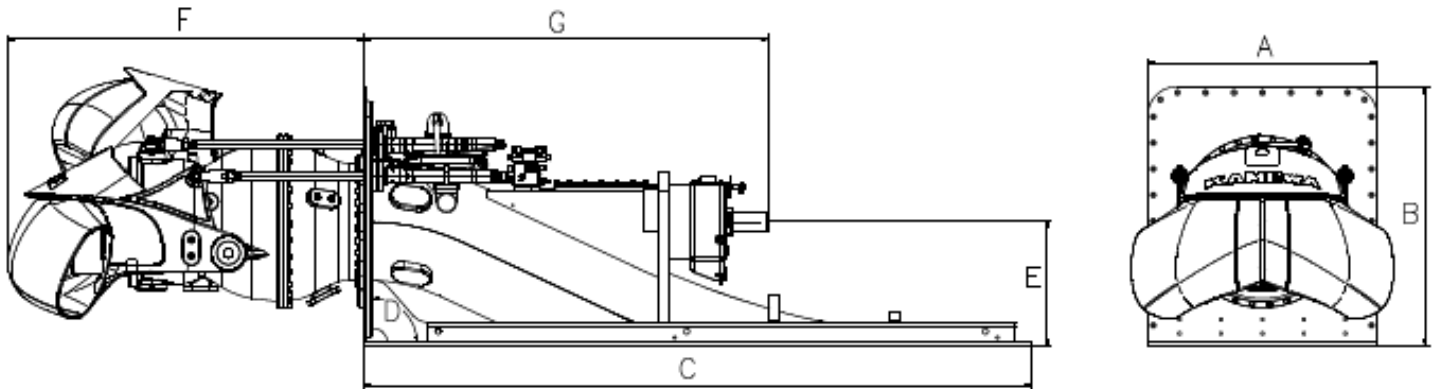
- **$W_{100}=0,9 \times K_o \times E_S^{1,33}=15,71 \text{ tons}$** (όπου $K_o=0,0112$)

Στο ανωτέρω βάρος πρέπει να προστεθεί και το βάρος της υπερκατασκευής W_{150} . Από τα σκαριφήματα 1 και 3 υπολογίζονται προσεγγιστικά τα εμβαδά των εμφανιζόμενων σχημάτων που αποτελούν την επιφάνεια την υπερκατασκευής (θεωρούνται τραπέζια), τα οποία αθροιζόμενα δίνουν μια επιφάνεια περίπου 50 m^2 . Θεωρώντας πάχος ελάσματος υπερκατασκευής 4 mm (όμοιο με του πατρικού πλοίου) και ειδικό βάρος αλουμινίου 2,9 $\text{Kg/m}^2/\text{mm}$ και 10% προσαύξηση για τα ενισχυτικά, προκύπτει **$W_{150}=159,5 \text{ Kg}=0,159 \text{ tons}$** .

Άρα συνολικά **$W_k=15,869 \text{ tons}$**

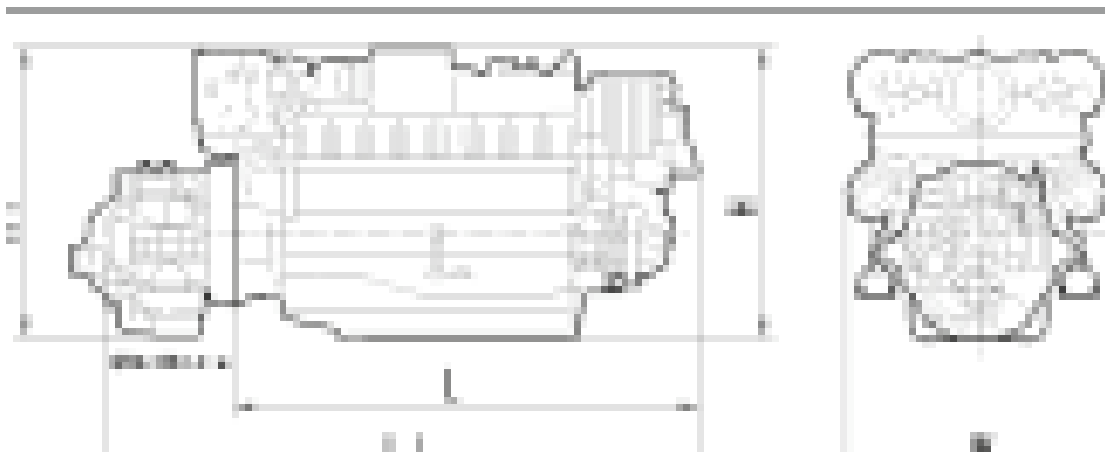
2. Υπολογισμός του βάρους προωστήριας εγκατάστασης (Propulsion Weight) W_{200}

Προεπιλέγονται οι κύριες μηχανές σύμφωνα με τις προεκτιμημένες απαιτήσεις εγκατεστημένης ισχύος του σκάφους. Συγκεκριμένα, από τον δικτυακό χώρο εταιρείας MAN επιλέγεται η μηχανή τύπου **16V 2000 M94 ισχύος 1939 KW (2600 BHP)**, οπότε έχουμε βάρος κενών μηχανών $W_{DRY}=8,02 \text{ tons}$. Σύμφωνα με τη μέθοδο, ισχύει για το βάρος των πληρωμένων μηχανών $W_{WET}=1,066 \times W_{DRY}=8,55 \text{ tons}$. Ομοίως από τον δικτυακό χώρο εταιρείας KAMEWA, με βάση την προεκτιμημένη ισχύ επιλέγεται το κατάλληλο **waterjet τύπου 50 A3**. Έτσι το βάρος του κάθε waterjet προκύπτει $W_{WJW}=3,696 \text{ tons}$ και συνολικά **$W_{200}=11,72 \text{ tons}$** .



| Waterjet size | Max power [kW] | Dimensions [mm] | | | | | | | Weight dry unit [kg] | Entrained water inside transom [liters] |
|---------------|----------------|-----------------|------|------|-----|-----|------|------|----------------------|---|
| | | A | B | C | D | E | F | G | | |
| 40A3 | 1320 | 850 | 951 | 2370 | 90° | 440 | 1275 | 1472 | 850 | 186 |
| 45A3 | 1670 | 940 | 1050 | 2703 | 90° | 495 | 1433 | 1637 | 1130 | 258 |
| 50A3 | 2060 | 1050 | 1170 | 2980 | 90° | 550 | 1591 | 1809 | 1500 | 348 |
| 56A3 | 2580 | 1150 | 1290 | 3330 | 90° | 616 | 1773 | 2017 | 1920 | 493 |

Σχήμα 13: Επιλογή κατάλληλου waterjet



| Engine Model | 16V 2000 M91 | 16V2000M92 | 12V 396 TE94 | 16V 2000 M93 | 16V 2000 M94 |
|---|--------------------------------------|---|----------------------|---|---|
| Rated Power (ICFN) kW (bhp) | 1492 (2000) | 1630 (2185) | 1680 (2255) | 1790 (2400) | 1939 (2600) |
| Speed rpm | 2350 | 2450 | 2000 | 2450 | 2450 |
| Exhaust Optimization | IMO 2 compl./ EPA 2/EU ¹⁾ | IMO 2 compl./ EPA 2/EU IIIA ²⁾ | IMO ¹⁾ | IMO 2 compl./ EPA 2/EU IIIA ²⁾ | IMO 2 compl./ EPA 2/EU II A ²⁾ |
| Fuel Consumption at Rated Power g/kWh | 219 | 210 | 218 | 209 | 216 **) |
| l/h (gal/h) | 393.7 (104) | 412.4 (109.0) | 441.3 (116.6) | 450.7 (119.1) | 504.6 (133.3) |
| Dimensions and Masses - Engine | | | | | |
| Length (L) mm (in) | 2255 (88.8) | 2285 (90.0) | 2275 (89.6) | 2285 (90.0) | 2315 (91.1) |
| Width (W) mm (in) | 1400 (55.1) | 1295 (51.0) | 1530 (60.2) | 1295 (51.0) | 1295 (51.0) |
| Height (H) mm (in) | 1290 (50.8) | 1390 (54.7) | 1600 (63.0) | 1390 (54.7) | 1410 (55.5) |
| Mass, dry kg (lbs) | 3275 (7220) | 3380 (7452) | 4830 (10648) | 3380 (7452) | 3380 (7452) |
| Dimensions and Masses - with Gearbox | | | | | |
| Gearbox Model, Standard | ZF 3060 | ZF 3060 | ZF 4640 | ZF 3060 | ZF 3070 |
| Gearbox Model, Alternative | on request | on request | on request | on request | on request |
| Length (L 1) mm (in) | 3075 (121.1) | 3105 (122.2) | 3040 (119.7) | 3105 (122.2) | 2950 (116.1) |
| Width (W) mm (in) | 1400 (55.1) | 1295 (51.0) | 1530 (60.2) | 1295 (51.0) | 1295 (51.0) |
| Height (H 1) mm (in) | 1290 (50.8) | 1390 (54.7) | 1690 (66.5) | 1390 (54.7) | 1400 (55.1) |
| Mass, dry kg (lbs) | 3920 (8642) | 4010 (8840) | 5640 (12434) | 4010 (8840) | 4010 (8840) |
| Engine Main Data | | | | | |
| No. of Cylinders | 16 | 16 | 12 | 16 | 16 |
| Bore / Stroke mm (in) | 130/150 (5.1/5.9) | 135/156 (5.3/6.1) | 165/185 (6.5/7.3) | 135/156 (5.3/6.1) | 135/156 (5.3/6.1) |
| Displacement, total l (cu in) | 31.8 (1943) | 35.7 (2179) | 47.5 (2900) | 35.7 (2179) | 35.7 (2179) |

***) Fuel Consumption for Cruising speed with 70% power at 1900 rpm:
16V 2000 M94 = 206 g/kWh

1) IMO certification on request
2) including Recreational Crafts EU 94/25 EC

Σχήμα 14 Επιλογή κατάλληλης κύριας μηχανής

3. Υπολογισμός βάρους ηλεκτρικής εγκατάστασης (Electrical Power Weight) W_{300}

- $W_{300}=0,9 \times (L \times B \times D)^{1,24} / 592 = 1,91 \text{ tons}$

4. Υπολογισμός βάρους ηλεκτρονικού εξοπλισμού (Electronic Equipment Weight) W_{400}

- $W_{400}=0,9 \times (0,0365 + 0,0015 \times L \times B \times D) = 0,46 \text{ tons}$

5. Υπολογισμός βάρους βοηθητικών μηχανημάτων (Auxiliary Machinery Weight) W_{500}

- $W_{500}=0,9 \times [0,000772 \times (L \times B)^{1,784}] = 2,6 \text{ tons}$

6. Υπολογισμός βάρους εξοπλισμού ενδίαιτησης (Outfit Weight) W_{600}

- $W_{600}=0,9 \times 0,0097 \times L^{2,132}=4,47 \text{ tons}$

7. Υπολογισμός βάρους περιθωρίου σφάλματος υπολογισμών (Remaining Weight) W_u

- $W_u=0,9 \times 0,036 \times \Delta_{FL} = 0,65 \text{ tons}$

8. Υπολογισμός βάρους ειδικών συστημάτων (Special Systems Weight) W_{700}

- Δεν θα γίνει υπολογισμός αυτής της κατηγορίας με χρήση του προπαρατεθέντος τύπου της μεθόδου. Στην προκειμένη περίπτωση θα υπολογιστεί το συνολικό βάρος των επιχειρησιακών συστημάτων που θα φέρει πάνω του το υπό μελέτη σκάφος, τα οποία αντιπροσωπεύουν για ένα πολεμικό πλοίο αυτή την κατηγορία βαρών της μεθόδου και ταυτόχρονα αντιστοιχούν σε τρεις συγκεκριμένες ομάδες του συστήματος ESWBS: Command and Surveillance (4th Group), Armament (5th Group) και Loads, Departure Full (F Group), όπως αυτές φαίνονται και στο σχήμα 2. Σημειώνεται ότι στα εν λόγω βάρη δεν λαμβάνονται υπόψη επιχειρησιακά συστήματα πλοίου, τα οποία ενσωματώνονται από την φύση τους στις κατηγορίες βαρών που υπολογίστηκαν μέχρι τώρα (π.χ. οι πυξίδες και τα ραντάρ ενσωματώνονται στο βάρος ηλεκτρονικού εξοπλισμού (Electronic Equipment Weight) W_{400}).

Έτσι λοιπόν, από τα στοιχεία που λαμβάνουμε από αντίστοιχους διαδικτυακούς τόπους, έχουμε αναλυτικά:

1) Μία τηλεχειριζόμενη μονάδα τύπου SIMBAD RC εκτόξευσης δύο κατευθυνόμενων βλημάτων τύπου MISTRAL (εικόνα 4), συνολικού βάρους **388 Kg**

2) Ένα τηλεχειριζόμενο σταθμό τύπου Mini Typhoon (εικόνα 5), που θα κατευθύνει πυροβόλο τύπου BARRET M82A2 0.2 mm, συνολικού βάρους **150 Kg**

3) Τέσσερα απλά χειροκίνητα πυροβόλα τύπου BARRET συνολικού βάρους **88 Kg**

Σύμφωνα με τη σχέση (2), αθροίζοντας όλα τα μέχρι τώρα υπολογισμένα βάρη προκύπτει:

$W_{Ls}=37,655 \text{ tons}$

4) Τρεις λέμβοι τύπου zodiac συνολικού βάρους **438 Kg**

5) Πέντε εξωλέμβιες μηχανές μάρκας MERCURY συνολικού βάρους **560 Kg**

6) Εξοπλισμός των αντρών ειδικών αποστολών (καταδυτικές στολές, αναπνευστικές

συσκευές,ατομικός οπλισμός).Σύμφωνα με οδηγίες αξιωματικών των ομάδων ειδικών αποστολών, ο ανωτέρω εξοπλισμός για ένα άτομο ανέρχεται προσεγγιστικά μέχρι και τα 60 Kg. Συνεπώς για **18 άτομα** θεωρείται συνολικό βάρος **1080 Kg**.

7)**Φόρτος πυρομαχικών**. Το βάρος κάθε σφαίρας πυροβόλων BARRET M82A2 είναι 400 gr, ενώ το βάρος κάθε πυραύλου MISTRAL είναι περίπου 20 kg. Για σύνολο **2000 τεμαχίων σφαιρών και 4 πυραύλων** προκύπτει συνολικό βάρος **880 Kg**.

8)**Βάρος πληρώματος**. Το πλήρωμα θα αποτελείται από **4 άτομα**: κυβερνήτης, δύο χειριστές για την πλεύση και ένας χειριστής οπλικών συστημάτων. Θεωρώντας βάρος ατόμου 75 kg, προκύπτει συνολικό βάρος **300 Kg**.

9)**Βάρος καταδρομών**. Για τρεις ομάδες κρούσης των 6 ατόμων προκύπτει **αριθμός καταδρομών 18**. Θεωρώντας βάρος ατόμου 75 kg, προκύπτει συνολικό βάρος **1350 Kg**.

10)**Εφόδια(φορητό πόσιμο νερό, φαρμακευτικό υλικό, συσκευασμένη τροφή)**. Τα πλοία αυτής της κατηγορίας επιχειρούν για κάποιες ώρες. Επομένως λαμβάνεται υπόψη μια ποσότητα φορητού ποσίμου ύδατος και κάποια ξηρά τροφή, τα οποία απαιτούνται το πολύ για ένα εικοσιτετράωρο. Συνολικά λαμβάνεται βάρος εφοδίων **150 kg**.

11)**Βάρος καυσίμων**. Πρέπει να εκτιμηθεί για την υπηρεσιακή ταχύτητα $V_s=30$ κόμβων η αντίστοιχη απαιτούμενη ισχύς ρυμούλκησης με την σύντομη μέθοδο Savitsky. Παρατίθενται παρακάτω οι σχετικοί υπολογισμοί του προγράμματος EXCEL, όπου προκύπτει απαιτούμενη ισχύς $EHP=1474$ PS= $1083,823$ KW. Από το σχήμα 2 προκύπτει ότι για ταχύτητα 30 κόμβους, ο βαθμός απόδοσης των waterjets ισούται με 0,62. Έτσι προκύπτει απαιτούμενη εγκατεστημένη ισχύς ίση με $1802,166$ KW. Έτσι τελικά λαμβάνω ως εγκατεστημένη **ισχύς αυτονομίας κύριων μηχανών P_B** την τιμή 1802 KW. Στα στοιχεία που ευρέθησαν για τον τύπο της προεπιλεγμένης κύριας μηχανής, δηλώνεται ως μέγιστη ειδική κατανάλωση καυσίμου της μηχανής η τιμή 216 gr/KWxh, με λειτουργία στην μέγιστη ισχύ, και ειδική κατανάλωση καυσίμου για λειτουργία σε ποσοστό 70% της μέγιστης εγκατεστημένης ισχύος, δηλαδή $2714,6$ KW, η τιμή 206 gr/KWxh. Είναι προφανές ότι η απαιτούμενη ισχύς αυτονομίας αντιστοιχεί σε ποσοστό της μέγιστης ισχύος αισθητά μικρότερο του 70%. Επειδή δεν διατίθενται τα ακριβή στοιχεία της κατανάλωσης στο συγκεκριμένο σημείο λειτουργίας της κύριας μηχανής, λαμβάνεται προσεγγιστικά ως ειδική κατανάλωση καυσίμου η τιμή **$b=205$ gr/KWxh**. Με δεδομένη ακτίνα ενεργείας **$R=450$ n.m.**, έχουμε: $W_{FUEL} = P_B \times R/V \times b/10^6 = 5,541$ tons. Συνυπολογίζοντας και 10% εφεδρεία καυσίμων προκύπτει τελικά **$W_{FUEL} = 6,095$ tons**.

Αποτελέσματα μεθόδου Savitsky για υπολογισμό ισχύος ρυμουλκήσεως αυτονομίας

| | | | | | | |
|---|----------|------------|----------|---|---------|-------------------------------------|
| Εκτόπισμα | Displ | 50.82 | mt | v | 1.19E06 | sq.m./sec |
| μέγιστη ταχύτητα | Vs | 30 | kts | ρ | 104.61 | kp.sec ² /m ⁴ |
| βρεχόμενο πλάτος στην ακμή | Bpx | 5 | m | γ | 1.025 | mt /cbm |
| διαμήκης θέση κέντρου βάρους | LCG | 7.464 | m | g | 9.80665 | m/sec ² |
| ανύψωση πυθμένα | β | 20 | deg | | | |
| αριθμός Froude με βάση το πλάτος | Fnb | 2.204 | | | | |
| Συντελεστής άνωσης πρισματικού σκάφους | CIβ | 0.163 | | | | |
| Συντελεστής άνωσης επίπεδης πλάκας | CL0 | 0.214638 | 0.163 | | | |
| Κέντρο πίεσεων προς πλάτος | Lp/B | 1.49 | | | | |
| λόγος μέσου βρεχόμενου μήκους προς πλάτος | λ(1) | 1.98666667 | | | | |
| λόγος μέσου βρεχόμενου μήκους προς πλάτος | λ(v) | 2.5081 | | | | |
| λόγος μέσου βρεχόμενου μήκους προς πλάτος | λ(v+1) | 2.50811557 | 1.56E-05 | | | |
| μειωμένος συντελεστής επίπεδης πλάκας | CL0/τ1.1 | 0.0303 | | | | |
| δυναμική διαγωγή | τ | 5.93 | | | | |
| συντ. δυναμικής άνωσης | Cdl-1 | 0.13465274 | | | | |
| μέση ταχύτητα πυθμένα | CLd | 0.096 | | | | |
| διόρθωση λόγου βρεχόμενου μήκους λόγω αφρού | Vm | 15.13 | m/sec | | | |
| λόγος βρεχόμενου μήκους τριβής προς το πλάτος | Δλ | 0 | τ<4 | | | |
| αριθμός Reynolds | λf | 2.50811557 | 12.54058 | | | |
| συντελεστής αντίστασης τριβής | Re | 1.60E+08 | | | | |
| συντελεστής συσχέτισεως | Cf | 0.0019485 | | | | |
| βρεχόμενη επιφάνεια τριβής | ΔCf | 0.0004 | | | | |
| αντίσταση τριβής | Sf | 66.727021 | sq | | | |
| αντίσταση σκάφους | Df | 1876.3496 | kp | | | |
| ισχύς ρυμουλκήσεως | D | 7165.07527 | kp | | | |
| | EHP | 1474 | PS | | | |

12) Βάρος λιπαντικών. Το λαμβάνω λίγο μεγαλύτερο του ποσοστού 4% $W_{FUEL}=0,245$ tons. Το θεωρώ $W_{LO} = 0,3$ tons.

Σύμφωνα με τη σχέση (1), θεωρώντας σαν DWT όλα τα βάρη που υπολογίστηκαν μετά τον καθορισμό του W_{LS} , προκύπτει: $\Delta_B=50,458$ tons

και $(\Delta_{\Gamma} - \Delta_B) / \Delta_{\Gamma} = 0,242 = 0,47\%$ $\Delta_{\Gamma} < 0,5\%$ αποδεκτό ✓ **OK**

Άρα οι προεπιλεγμένες διαστάσεις του υπό μελέτη πλοίου κρίνονται σωστές.

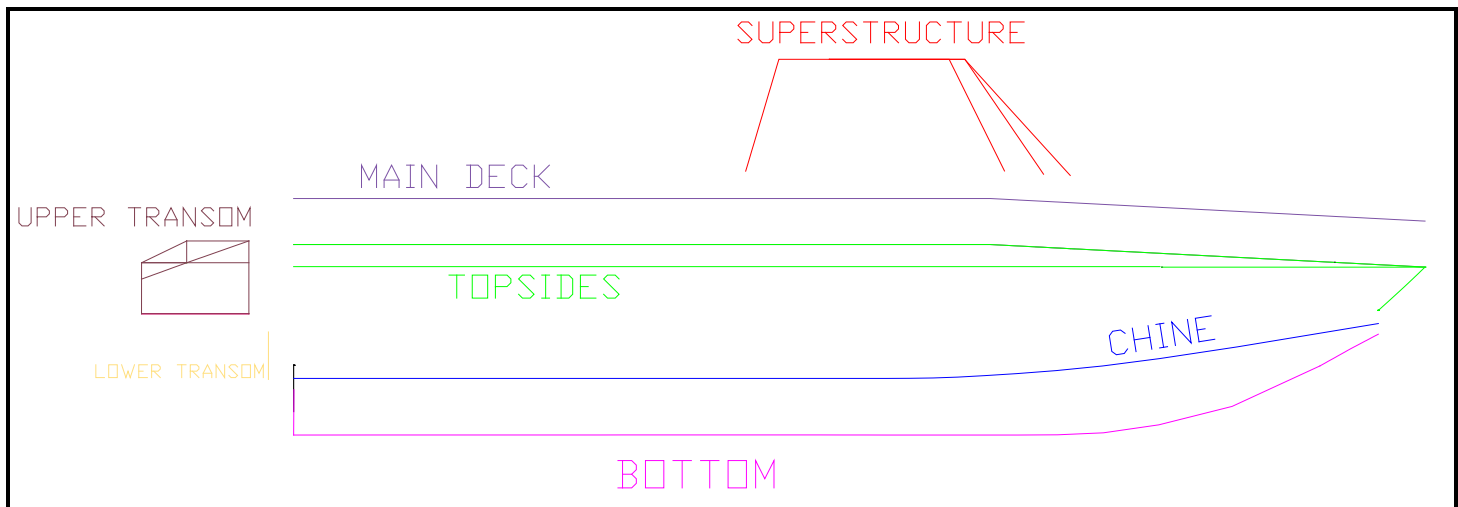
Κεφάλαιο 3ο Εκπόνηση Προκαταρκτικού Σχεδίου Ναυπηγικών Γραμμών

3.1 Σχεδίαση Μορφής Σκάφους

Έχοντας υπόψη τις προεπιλεγμένες διαστάσεις του υπό μελέτη πλοίου καθώς και την προαναφερθείσα μορφή του, παράχθηκε η τρισδιάστατη απεικόνιση και εκπονήθηκαν οι ναυπηγικές γραμμές αυτού του με χρήση ειδικού λογισμικού ναυπηγικού σχεδιασμού. Ο εν προκειμένω σχεδιασμός στηρίχθηκε στην παραγωγή διαφόρων επιφανειών μέσα από την διαμόρφωση αντίστοιχων καμπυλών. Στο πρόγραμμα αυτό η διαμόρφωση αυτή γίνεται με χρήση (μετακίνηση-τοποθέτηση) διαφόρων σημείου ελέγχου, των οποίων ο αριθμός για κάθε επιφάνεια διαφοροποιείται σύμφωνα με τις εκάστοτε ανάγκες σχεδίασης. Σε κάθε δηλαδή σημείο ελέγχου προσδίδονται συγκεκριμένες συντεταγμένες ως προς το σύστημα αξόνων του τρισδιάστατου περιβάλλοντος σχεδίασης του προγράμματος και κατά συνέπεια προκύπτουν τα σχήματα των επιφανειών. Για ευκολία του χρήστη η σχεδίαση γίνεται και σε δισδιάστατα περιβάλλοντα, όπου δημιουργούνται οι διάφορες δισδιάστατες όψεις του πλοίου: κάτοψη (plan view), πλάγια όψη (profile view), εγκάρσια όψη με θέα από πρύμα προς τα πλώρα (body plan).

Συνοπτικά αναφέρεται ότι η συνολική επιφάνεια του σκάφους προέκυψε από την συνένωση των κάτωθι οχτώ ξεχωριστών επιφανειών, οι οποίες εμφανίζονται ενδεικτικά σε πλάγια όψη, με διαφορετικό χρωματισμό η καθεμία στο σχήμα:

- 1) Πλευρική Επιφάνεια-**TOPSIDES**
- 2) Επιφάνεια Ακμής-**CHINE**
- 3) Επιφάνεια Πυθμένα-**BOTTOM**
- 4) Επιφάνεια Πλώρης-**BOWCONE**
- 5) Επιφάνεια Κατώτερης Πρύμνης-**LOWER TRANSOM**
- 6) Επιφάνεια Ανώτερης Πρύμνης-**UPPER TRANSOM**
- 7) Επιφάνεια Κύριου Καταστρώματος-**MAIN DECK**
- 8) Επιφάνεια Υπερκατασκευής-**SUPERSTRUCTURE**



Σχήμα 15: Επιφάνειες σχεδίασης υπό μελέτη σκάφους σε πλάγια όψη

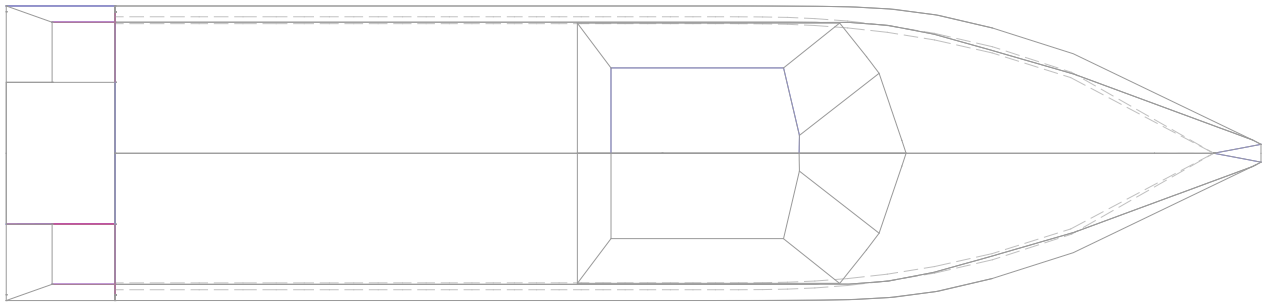
Επίσης με χρήση του λογισμικού εκπονούνται τα σχέδια ναυπηγικών γραμμών του σκάφους, τα οποία παρατίθενται στο παράρτημα Α. Σημειώνεται ότι για τον σχεδιασμό τους χρησιμοποιήθηκαν 24 εγκάρσιοι νομείς (από 0 έως 23) με ισαπόσταση 1 μέτρου, 8 παράσαλοι (I έως VIII) με ισαπόσταση 0,392 μέτρα και 8 διαμήκεις τομές (Α έως Η) με ισαπόσταση 0,3 μέτρα.

Σαν πρώτη εικόνα για τον αναγνώστη παρατίθενται οι διάφορες όψεις του σχεδιασθέντος σκάφους, όπως εμφανίζονται στο περιβάλλον του προγράμματος.

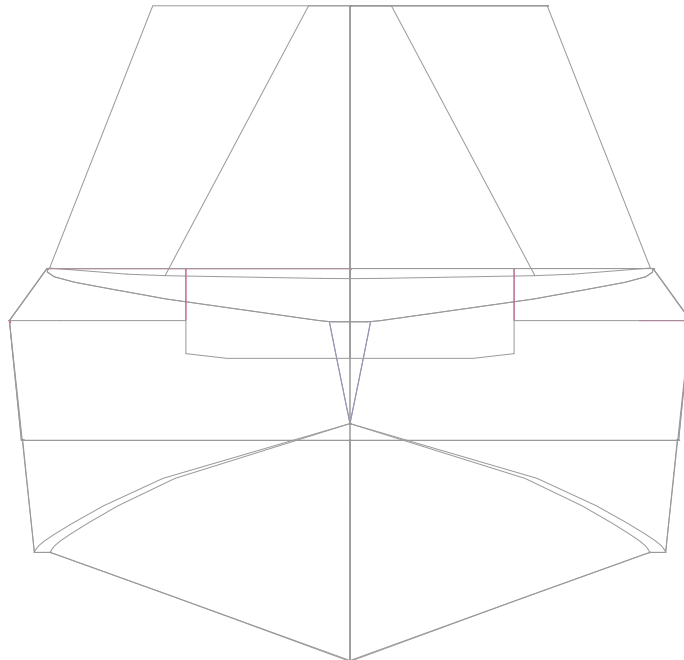
VIEWS



Σχήμα 16: Profile View

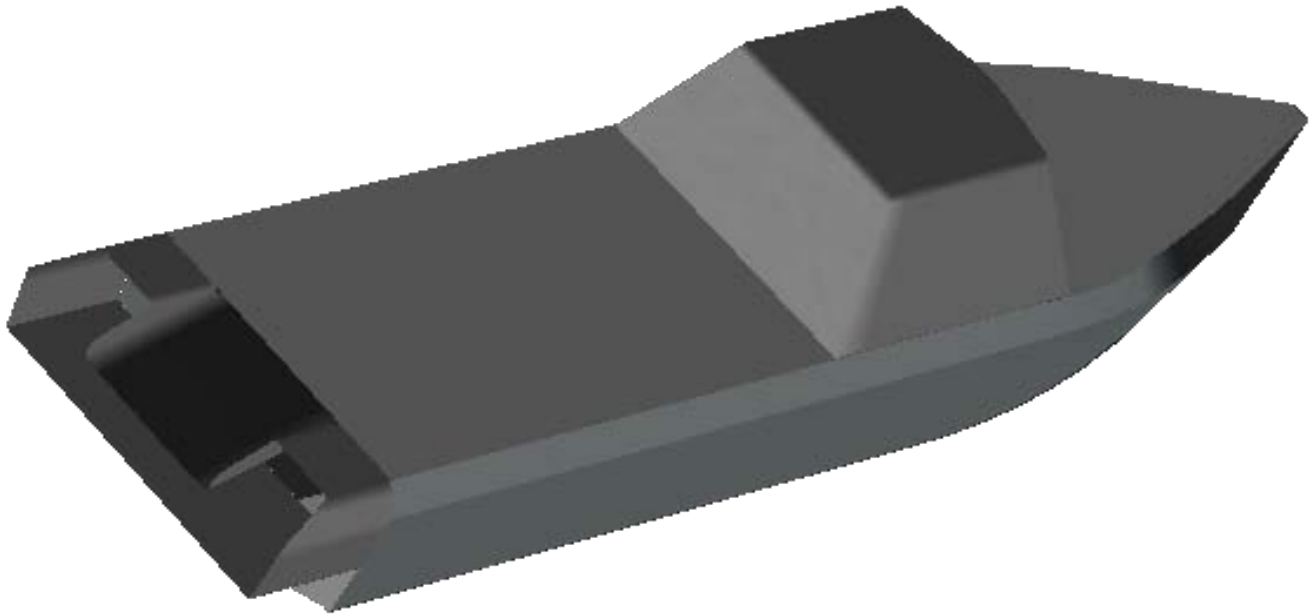
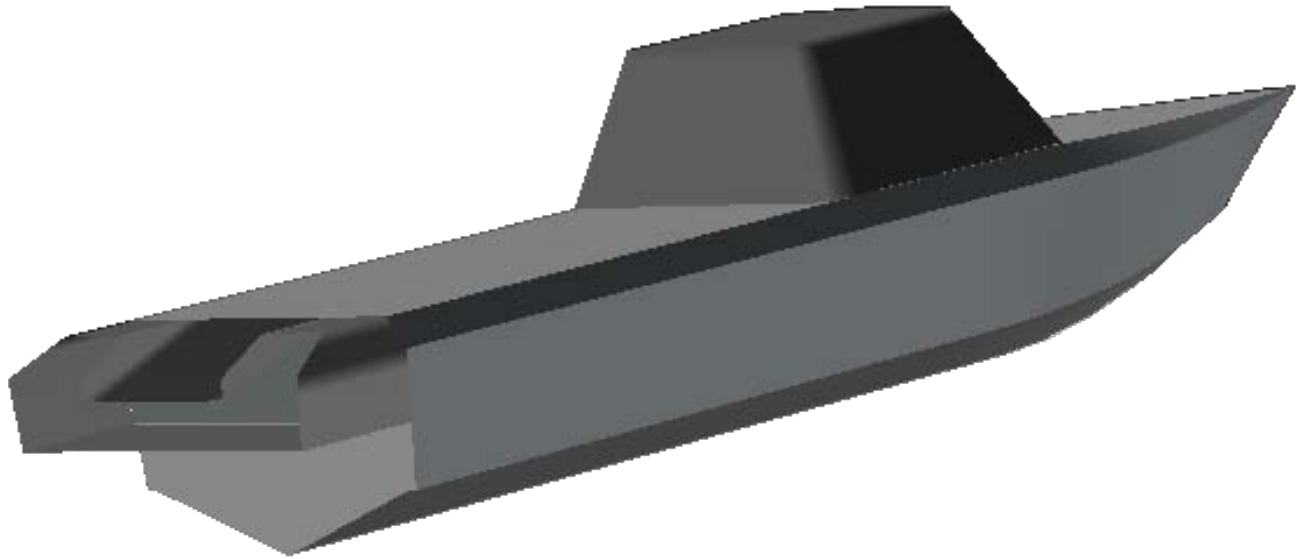


Σχήμα 17: Plan View



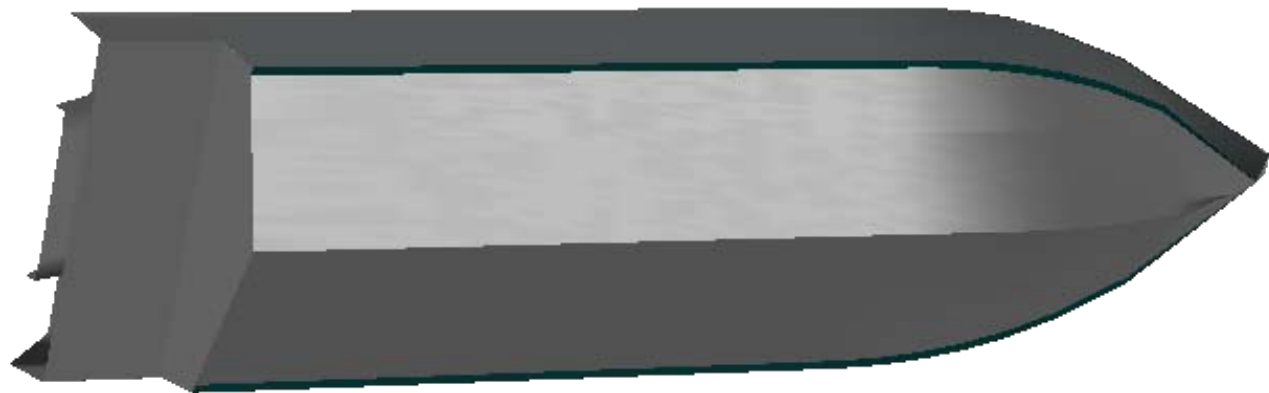
Σχήμα 18: Body Plan

3D ILLUSTRATIONS



Εικόνα 7: τρισδιάστατες απεικονίσεις υπό μελέτη πλοίου για διάφορες τιμές pitch,roll και heave

3D ILLUSTRATIONS



Εικόνα 8: τρισδιάστατες απεικονίσεις υπό μελέτη πλοίου για διάφορες τιμές pitch,roll και heave

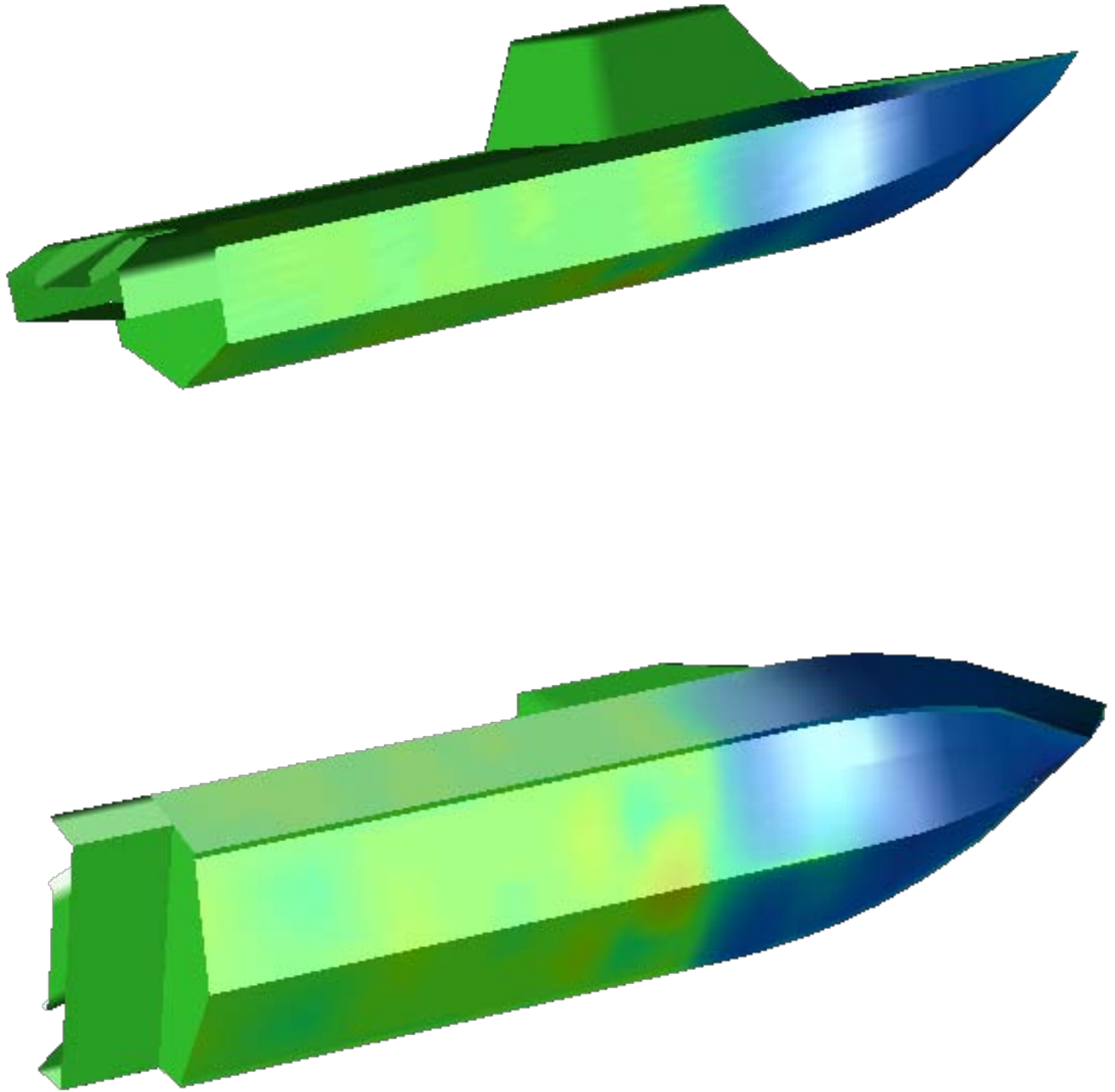
3.2 Έλεγχος Ομαλότητας Περιβλήματος Επιφάνειας Σκάφους

Η σχεδιασθείσα γάστρα του πλοίου θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο “στρωτή” όσον αφορά την καμπύλη διαμόρφωσή της, να συνιστά δηλαδή μια ομαλή καμπύλη επιφάνεια χωρίς εμφάνιση σημείων ή περιοχών απότομων αλλαγών - αυξομειώσεων της τιμής της καμπυλότητάς της. Το λογισμικό επιτρέπει την επιθεώρηση της τρισδιάστατης όψης του σκάφους όσον αφορά το παραπάνω ζήτημα, απεικονίζοντας με διαφορετικό χρώμα τις διάφορες περιοχές της ολικής επιφάνειας του σκάφους. Συγκεκριμένα, οι κυρτές περιοχές εμφανίζονται με μπλε χρώμα, οι κοίλες με κόκκινο και οι επίπεδες με πράσινο. Όσο πιο έντονα κυρτή ή κοίλη είναι μια περιοχή, τόσο πιο έντονα μπλε ή κόκκινο χρώμα έχει. Οι ενδιάμεσες καταστάσεις απεικονίζονται με πιο απαλούς τόνους των δύο αυτών χρωμάτων, οι οποίοι αναμειγνύονται με τόνους πράσινου. Γενικά εκείνο που μας ενδιαφέρει, είναι σε όλη την επιφάνεια του σκάφους να παρουσιάζονται ομαλές μεταβάσεις ανάμεσα στις μπλε και κόκκινες περιοχές με παράθεση ενδιάμεσων (χωροταξικά και χρωματικά) περιοχών. Έτσι για παράδειγμα η εμφάνιση ενός έντονα κόκκινου τμήματος ανάμεσα σε μια μπλε περιοχή είναι δείγμα απότομης κοιλότητας της επιφάνειας, κάτι που χρήζει διορθώσεως.

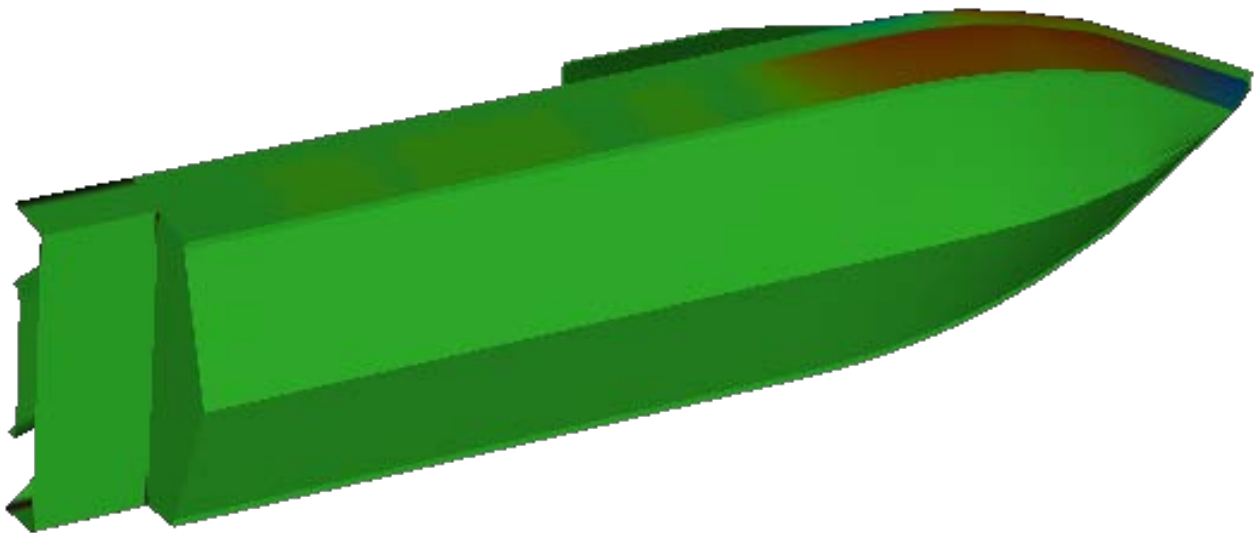
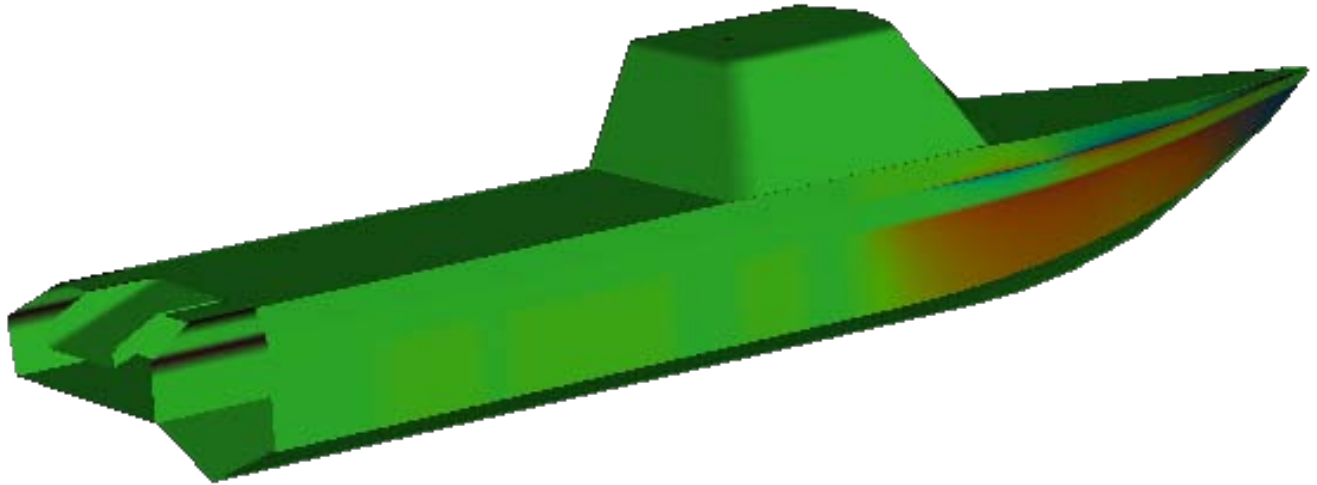
Στο πρόγραμμα γίνεται έλεγχος για τις τριών ειδών καμπυλότητες:

1. Διαμήκης Καμπυλότητα (Longitudinal Curvature) - Εικόνα 9
2. Εγκάρσια Καμπυλότητα (Transverse Curvature) - Εικόνα 10
3. Γκαουσιανή Καμπυλότητα (Gaussian Curvature), η οποία είναι το γινόμενο των δύο προηγούμενων - Εικόνα 11

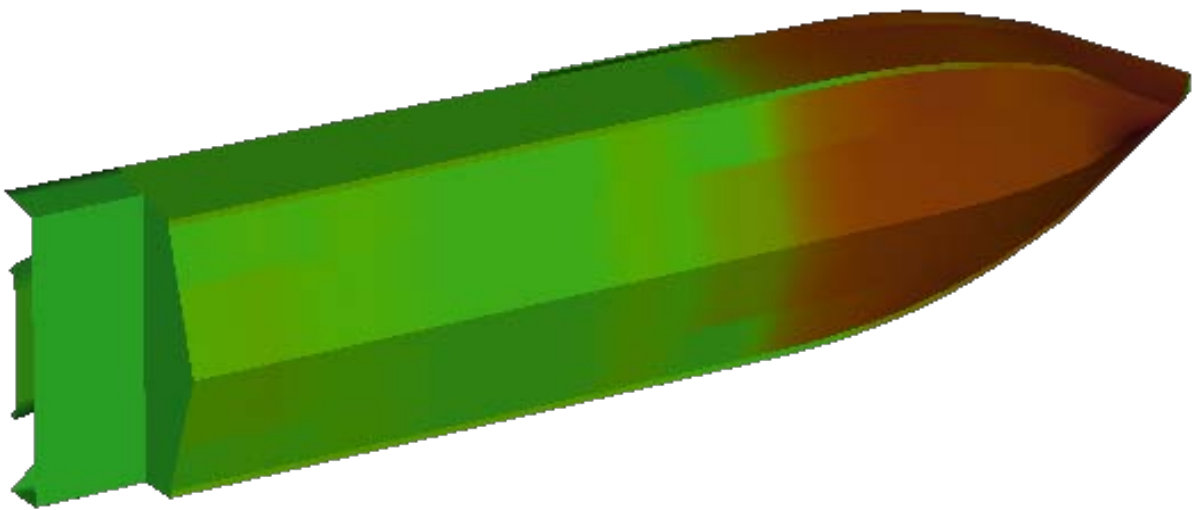
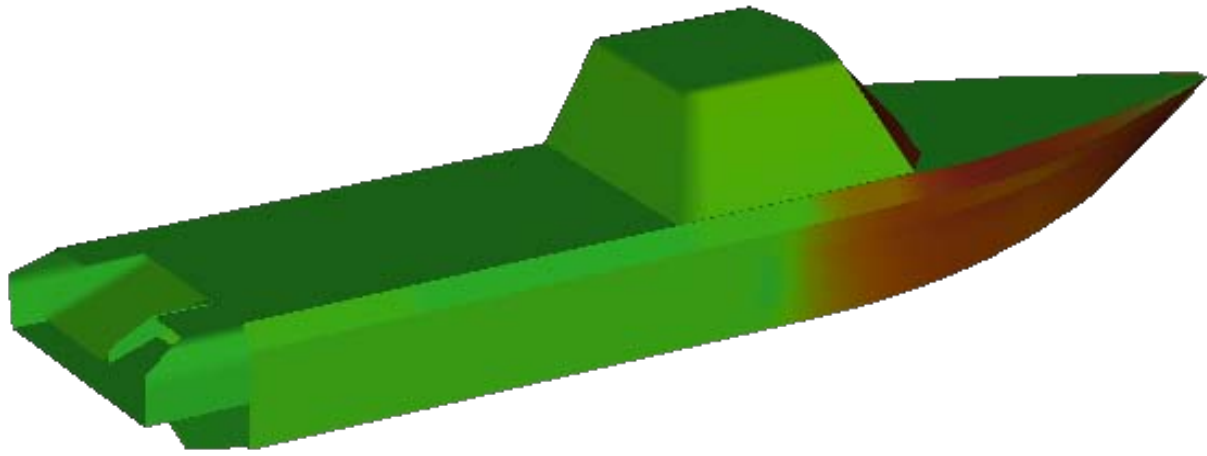
Σε όλες τις απεικονίσεις παρατηρείται ομαλή καμπυλότητα σε ιδιαίτερα ικανοποιητικό βαθμό. Γενικά το σκάφος διαφαίνεται “πιστό” στην προεπιλεγμένη μορφή της μονοεδρικής πρισματικής γάστρας βαθιού V, αφού στην περιοχή από πρύμα μέχρι λίγο μετά την μέση τομή του έχει εξολοκλήρου επίπεδα πλευρικά ελάσματα, τα οποία επιπλέον σχηματίζουν δύο διαρκώς ισαπέχουσες κατά το εγκάρσιο ακμές, παράλληλες με την τρόπιδα. Σε αυτό το εύρος μήκους σημειώνεται σαφώς σταθερή ανύψωση πυθμένα, η οποία αυξάνει από εκεί και πέρα βαθμιαία προς τα πλώρα.



Εικόνα 10: Longitudinal Curvature



Εικόνα 11: Transverse Curvature



Εικόνα 12: Gaussian Curvature

3.3 Επιπλέον χαρακτηριστικά σχεδιασμένου σκάφους

-Το εκπονημένο σκάφος έχει σαφώς τις προεπιλεγμένες κύριες διαστάσεις, δηλαδή $L_{OA}=23,087\text{ m}$, $B_{max}= 5,396\text{ m}$, $B_{WL}=5,047\text{ m}$, $B_{px}=5\text{ m}$, $D=3,14\text{ m}$, $T=1,09\text{ m}$.

-Το λογισμικό υπολογίζει επίσης τα εμβαδά και τις γεωμετρικές ιδιότητες (θέση κέντρου βάρους, ροπές αδράνειας ως προς τους τρεις άξονες συμμετρίας του σκάφους) των διαφόρων επιφανειών του σκάφους καθώς και των αντίστοιχων προβολών τους κατά τα τρία επίπεδα του χώρου. Επίσης παρέχει την δυνατότητα διαχωρισμού αυτών των επιφανειών πάνω και κάτω από την ίσαλο γραμμή. Παρατίθενται οι σχετικοί πίνακες αποτελεσμάτων.

| Surface | Area | LCG | VCG | TCG | I - roll | I - pitch | I - yaw |
|----------------|----------------|--------------|--------------|----------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Units | m ² | m | m | m | m ⁴ | m ⁴ | m ⁴ |
| TOPSIDES | 90.224 | 9.641 | 2.091 | 0 | 557.449 | 2952.301 | 3439.27 |
| BOTTOM | 90.955 | 9.079 | 0.533 | 0 | 162.465 | 2581.451 | 2723.393 |
| BOW CONE | 0.192 | 20.791 | 2.441 | 0 | 0.008 | 0.015 | 0.009 |
| CHINE | 4.641 | 9.257 | 0.982 | 0 | 24.517 | 135.012 | 159.125 |
| SUPERSTRUCTURE | 48.728 | 11.052 | 4.346 | 0 | 133.705 | 168.34 | 252.693 |
| DECK | 87.06 | 9.186 | 3.094 | 0 | 150.844 | 2567.898 | 2717.325 |
| UPPER TRANSOM | 24.977 | -0.953 | 2.325 | 0 | 82.015 | 15.533 | 82.417 |
| LOWER TRANSOM | 6.615 | 0 | 1.091 | 0 | 12.928 | 1.166 | 11.762 |
| Total | 353.392 | 8.651 | 2.232 | 0 | 1686.961 | 12224.47 | 12625.72 |

Πίνακας συνολικών επιφανειών σκάφους

| Surface | Area | LCG | VCG | TCG | I - roll | I - pitch | I - yaw |
|------------------------|----------------|-------------|--------------|----------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Units | m ² | m | m | m | m ⁴ | m ⁴ | m ⁴ |
| TOPSIDES | 84.231 | 9.841 | 2.17 | 0 | 512 | 2799.155 | 3256.406 |
| BOTTOM | 5.618 | 17.958 | 1.351 | 0 | 5.562 | 5.868 | 11.109 |
| BOW CONE | 0.192 | 20.791 | 2.441 | 0 | 0.008 | 0.015 | 0.009 |
| CHINE | 0.884 | 16.922 | 1.371 | 0 | 2.363 | 1.292 | 3.597 |
| SUPERSTRUCTURE | 48.728 | 11.052 | 4.346 | 0 | 133.705 | 168.34 | 252.693 |
| DECK | 87.06 | 9.186 | 3.094 | 0 | 150.844 | 2567.898 | 2717.325 |
| UPPER TRANSOM | 24.977 | -0.953 | 2.325 | 0 | 82.015 | 15.533 | 82.417 |
| LOWER TRANSOM | 3.457 | 0 | 1.43 | 0 | 7.661 | 0.131 | 7.529 |
| Total Above DWL | 255.147 | 8.87 | 2.885 | 0 | 1075.562 | 9290.264 | 9881.712 |

Πίνακας επιφανειών σκάφους πάνω από την ίσαλο

| Surface | Area | LCG | VCG | TCG | I - roll | I - pitch | I - yaw |
|-----------------|----------------|--------|-------|-----|----------------|----------------|----------------|
| Units | m ² | m | m | m | m ⁴ | m ⁴ | m ⁴ |
| TOPSIDES | 5.992 | 6.834 | 0.985 | 0 | 37.6 | 94.78 | 132.348 |
| BOTTOM | 85.337 | 8.494 | 0.479 | 0 | 152.945 | 2099.874 | 2240.571 |
| BOW CONE | 0 | 12.554 | 2.398 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CHINE | 3.758 | 7.454 | 0.89 | 0 | 21.989 | 69.444 | 91.417 |
| SUPERSTRUCTURE | 0 | 12.554 | 2.398 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DECK | 0 | 12.554 | 2.398 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| UPPER TRANSOM | 0 | 12.554 | 2.398 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LOWER TRANSOM | 3.158 | 0 | 0.72 | 0 | 4.438 | 0.205 | 4.233 |
| Total Below DWL | 98.245 | 8.08 | 0.533 | 0 | 219.034 | 2497.917 | 2700.122 |

Πίνακας επιφανειών σκάφους κάτω από την ίσαλο

| Surface | Area | LCG | VCG | TCG |
|----------------|----------------|--------|-------|-----|
| Units | m ² | m | m | m |
| TOPSIDES | 41.372 | 9.298 | 2.044 | 0 |
| BOTTOM | 17.044 | 9.723 | 0.56 | 0 |
| BOW CONE | 0 | 20.396 | 2.072 | 0 |
| CHINE | 0.008 | 14.99 | 1.363 | 0 |
| SUPERSTRUCTURE | 9.951 | 11.216 | 4.093 | 0 |
| DECK | 0 | 17.595 | 2.898 | 0 |
| UPPER TRANSOM | 3.106 | -0.995 | 2.494 | 0 |
| LOWER TRANSOM | 0 | 12.554 | 2.398 | 0 |
| Total | 71.481 | 9.22 | 1.995 | 0 |

Πίνακας συνολικών πλαγίων προβολών επιφανειών σκάφους

| Surface | Area | LCG | VCG | TCG |
|-----------------|----------------|--------|-------|-----|
| Units | m ² | m | m | m |
| TOPSIDES | 38.395 | 9.49 | 2.126 | 0 |
| BOTTOM | 1.415 | 17.999 | 1.354 | 0 |
| BOW CONE | 0 | 20.396 | 2.072 | 0 |
| CHINE | 0.006 | 17.71 | 1.49 | 0 |
| SUPERSTRUCTURE | 9.951 | 11.216 | 4.093 | 0 |
| DECK | 0 | 17.605 | 2.897 | 0 |
| UPPER TRANSOM | 3.106 | -0.995 | 2.494 | 0 |
| LOWER TRANSOM | 0 | 12.554 | 2.398 | 0 |
| Total Above DWL | 52.873 | 9.428 | 2.497 | 0 |

Πίνακας πλαγίων προβολών επιφανειών σκάφους πάνω από την ίσαλο

| Surface | Area | LCG | VCG | TCG |
|-----------------|----------------|--------|-------|-----|
| Units | m ² | m | m | m |
| TOPSIDES | 2.977 | 6.828 | 0.985 | 0 |
| BOTTOM | 15.629 | 8.974 | 0.489 | 0 |
| BOW CONE | 0 | 12.554 | 2.398 | 0 |
| CHINE | 0.002 | 5.021 | 0.896 | 0 |
| SUPERSTRUCTURE | 0 | 12.554 | 2.398 | 0 |
| DECK | 0 | 12.554 | 2.398 | 0 |
| UPPER TRANSOM | 0 | 12.554 | 2.398 | 0 |
| LOWER TRANSOM | 0 | 12.554 | 2.398 | 0 |
| Total Below DWL | 18.608 | 8.63 | 0.568 | 0 |

Πίνακας πλαγίων προβολών επιφανειών σκάφους κάτω από την ίσαλο

| Surface | Area | LCG | VCG | TCG |
|----------------|----------------|-----|-------|-----|
| Units | m ² | m | m | m |
| TOPSIDES | 7.234 | 0 | 2.158 | 0 |
| BOTTOM | 4.961 | 0 | 0.967 | 0 |
| BOW CONE | 0.133 | 0 | 2.443 | 0 |
| CHINE | 0.179 | 0 | 1.26 | 0 |
| SUPERSTRUCTURE | 16.845 | 0 | 4.102 | 0 |
| DECK | 1.292 | 0 | 2.982 | 0 |
| UPPER TRANSOM | 1.855 | 0 | 2.783 | 0 |
| LOWER TRANSOM | 6.615 | 0 | 1.091 | 0 |
| Total | 39.113 | 0 | 2.717 | 0 |

Πίνακας συνολικών μετωπικών προβολών επιφανειών σκάφους

| Surface | Area | LCG | VCG | TCG |
|-----------------|----------------|-----|-------|-----|
| Units | m ² | m | m | m |
| TOPSIDES | 7.177 | 0 | 2.167 | 0 |
| BOTTOM | 1.918 | 0 | 1.373 | 0 |
| BOW CONE | 0.133 | 0 | 2.443 | 0 |
| CHINE | 0.124 | 0 | 1.384 | 0 |
| SUPERSTRUCTURE | 16.845 | 0 | 4.102 | 0 |
| DECK | 1.292 | 0 | 2.982 | 0 |
| UPPER TRANSOM | 1.855 | 0 | 2.783 | 0 |
| LOWER TRANSOM | 3.457 | 0 | 1.43 | 0 |
| Total Above DWL | 32.802 | 0 | 3.101 | 0 |

Πίνακας μετωπικών προβολών επιφανειών σκάφους πάνω από την ίσαλο

| Surface | Area | LCG | VCG | TCG |
|-----------------|----------------|--------|-------|-----|
| Units | m ² | m | m | m |
| TOPSIDES | 0.056 | 0 | 1.025 | 0 |
| BOTTOM | 3.042 | 0 | 0.711 | 0 |
| BOW CONE | 0 | 12.554 | 2.398 | 0 |
| CHINE | 0.055 | 0 | 0.98 | 0 |
| SUPERSTRUCTURE | 0 | 12.554 | 2.398 | 0 |
| DECK | 0 | 12.554 | 2.398 | 0 |
| UPPER TRANSOM | 0 | 12.554 | 2.398 | 0 |
| LOWER TRANSOM | 3.158 | 0 | 0.72 | 0 |
| Total Below DWL | 6.311 | 0 | 0.721 | 0 |

Πίνακας μετωπικών προβολών επιφανειών σκάφους κάτω από την ίσαλο

| Surface | Area | LCG | VCG | TCG |
|----------------|----------------|--------|-------|-----|
| Units | m ² | m | m | m |
| TOPSIDES | 23.307 | 11.169 | 0 | 0 |
| BOTTOM | 83.356 | 8.88 | 0 | 0 |
| BOW CONE | 0.14 | 20.789 | 0 | 0 |
| CHINE | 4.63 | 9.24 | 0 | 0 |
| SUPERSTRUCTURE | 26.522 | 11.298 | 0 | 0 |
| DECK | 87.026 | 9.184 | 0 | 0 |
| UPPER TRANSOM | 19.476 | -0.936 | 0 | 0 |
| LOWER TRANSOM | 0 | 12.554 | 2.398 | 0 |
| Total | 244.457 | 8.7 | 0 | 0 |

Πίνακας συνολικών οριζοντίων προβολών επιφανειών σκάφους

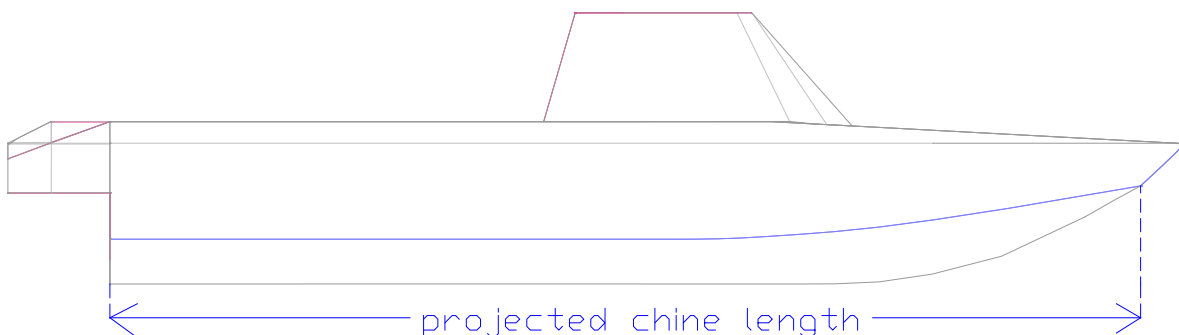
| Surface | Area | LCG | VCG | TCG |
|-----------------|----------------|--------|-------|-----|
| Units | m ² | m | m | m |
| TOPSIDES | 22.657 | 11.288 | 0 | 0 |
| BOTTOM | 4.43 | 17.909 | 0 | 0 |
| BOW CONE | 0.14 | 20.789 | 0 | 0 |
| CHINE | 0.875 | 16.92 | 0 | 0 |
| SUPERSTRUCTURE | 26.522 | 11.298 | 0 | 0 |
| DECK | 87.026 | 9.184 | 0 | 0 |
| UPPER TRANSOM | 19.476 | -0.936 | 0 | 0 |
| LOWER TRANSOM | 0 | 12.554 | 2.398 | 0 |
| Total Above DWL | 161.126 | 8.896 | 0 | 0 |

Πίνακας οριζοντίων προβολών επιφανειών σκάφους πάνω από την ίσαλο

| Surface | Area | LCG | VCG | TCG |
|-----------------|----------------|--------|-------|-----|
| Units | m ² | m | m | m |
| TOPSIDES | 0.65 | 6.994 | 0 | 0 |
| BOTTOM | 78.926 | 8.374 | 0 | 0 |
| BOW CONE | 0 | 12.554 | 2.398 | 0 |
| CHINE | 3.756 | 7.451 | 0 | 0 |
| SUPERSTRUCTURE | 0 | 12.554 | 2.398 | 0 |
| DECK | 0 | 12.554 | 2.398 | 0 |
| UPPER TRANSOM | 0 | 12.554 | 2.398 | 0 |
| LOWER TRANSOM | 0 | 12.554 | 2.398 | 0 |
| Total Below DWL | 83.331 | 8.321 | 0 | 0 |

Πίνακας οριζοντίων προβολών επιφανειών σκάφους κάτω από την ίσαλο

- Επιπλέον αναφέρεται η τιμή του **προβεβλημένου μήκους ακμής (Projected Chine Length) $L_{CP} = 20,208 \text{ m}$** , το οποίο απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα και είναι σημαντική παράμετρος, γιατί μαζί με το **πλάτος μεταξύ των ακμών B_{PX}** καθορίζουν την προβεβλημένη επιφάνεια ολίσθησης του πυθμένα A_p (**Projected Planing Bottom Area**), αφού $A_p = L_{CP} \times B_{PX}$. Σε αντίθεση με τα πλοία καμπύλου πυθμένα (round-bilge crafts), όπου κύρια παράμετρος εξάρτησης της αντίστασης τους είναι ένας παράγοντας – ο συντελεστής λυγηρότητας $L / \nabla^{0,333}$ (∇ ο βυθισμένος όγκος του πλοίου) -, στις ολισθακάτους η αντίσταση εξαρτάται από μια πληθώρα παραγόντων. Στην τελευταία συμπεριλαμβάνεται και η αναλογία μεγέθους – βάρους που εκφράζεται με τον συντελεστή $A_p / \nabla^{0,666}$, ο οποίος δίνει ένα μέτρο της ικανότητας παραγωγής δυναμικής άνωσης μιας ολισθακάτου [6]. Στις διάφορες συστηματικές σειρές σχεδιασμού ολισθακάτων η τιμή του ανωτέρω συντελεστή λαμβάνει τιμές από 4 έως 8,5. Όσο πιο μεγάλη είναι η τιμή, τόσο πιο “ελαφρύ” είναι το σχεδιασμένο σκάφος.



Σχήμα 19: απεικόνιση προβεβλημένου μήκους ακμής

-Τέλος παρατίθεται πίνακας με τα διάφορα υδροστατικά χαρακτηριστικά του σκάφους, όπως αυτά προκύπτουν από υπολογισμούς του προγράμματος.

| Measurement | Value | Units |
|------------------------------|--------|----------------|
| Displacement | 50.492 | tonne |
| Volume | 49.261 | m ³ |
| Draft to Baseline | 1.09 | m |
| Immersed depth | 1.083 | m |
| Lwl | 18.659 | m |
| Beam wl | 5.047 | m |
| WSA | 98.245 | m ² |
| Max cross sect area | 3.148 | m ² |
| Waterplane area | 83.321 | m ² |
| Cp | 0.839 | |
| Cb | 0.483 | |
| Cm | 0.576 | |
| Cwp | 0.885 | |
| LCB from zero pt | 7.915 | m |
| LCF from zero pt | 8.324 | m |
| KB | 0.729 | m |
| KG | 1.727 | m |
| BMt | 3.31 | m |
| BMI | 40.18 | m |
| GMt | 2.312 | m |
| GMI | 39.182 | m |
| KMt | 4.039 | m |
| KMI | 40.909 | m |
| Immersion (TPc) | 0.854 | tonne/cm |
| MTc | 1.06 | tonne.m |
| RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) | 2.037 | tonne.m |
| Precision | Medium | 50 stations |

Στα εν λόγω στοιχεία, έχουμε επέμβει μόνο στην κατακόρυφη θέση του κέντρου βάρους, εκτιμώντας αρχικά ότι αυτή θα απέχει από την τρόπιδα – από όπου έχει ληφθεί να διέρχεται η οριζόντια γραμμή βάσεως του πλοίου (Baseline) – σε ποσοστό **55% D**, οπότε και τέθηκε **KG = 1,727 m**. Όλα τα υπόλοιπα προκύπτουν από υπολογισμούς του προγράμματος.

Σχολιάζοντας τα ανωτέρω χαρακτηριστικά του σχεδιασμένου σκάφους παρατηρούνται τα εξής:

- Επιθεωρώντας τα υδροστατικά στοιχεία, καταρχάς διαπιστώνεται η επαλήθευση του προεπιλεγμένου συντελεστή γάστρας (**Cb= 0,483**), συνεπώς και του προεπιλεγμένου εκτοπίσματος (**Displacement 50.492 tons**). Επιπλέον, με βάση την προαναφερθείσα προσέγγιση του KG, διαφαίνεται η προοπτική της επίτευξης ικανοποιητική **εγκάρσια ευστάθειας** του σκάφους (**GMt = 2.312 m**), κάτι που αποτελεί ιδιαίτερα ενθαρρυντικό παράγοντα για την διακρίβωση της ορθότητας της επιτευχθείσας σχεδίασης. Σημειώνεται ότι η πλήρης εικόνα των υδροστατικών στοιχείων του σκάφους θα διαμορφωθεί αργότερα με χρήση του κατάλληλου λογισμικού, όπου θα καθοριστούν αναλυτικά τα βάρη σε κάθε κατάσταση φορτώσεως του πλοίου.

- Για το εκπονημένο σκάφος ιχύει $A_p = L_{CP} \times B_{PX} = 101,04 \text{ m}^2$ και $V = 49,261 \text{ m}^3$, άρα $A_p / V^{0,666} = 7,69$. Η τιμή αυτή βρίσκεται στο άνω όριο του εύρους τιμών των διαφορών συστηματικών σειρών, άρα το σχεδιασμένο σκάφος είναι ένα "ελαφρύ" σκάφος, με αυξημένη δυνατότητα παραγωγής δυναμικής άντωσης.

Κεφάλαιο 4ο Υδροστατική Μελέτη-Μελέτη Ευστάθειας πλοίου

4.1 Γενικά βήματα υδροστατικής μελέτης

Η σχετική μελέτη θα γίνει με χρήση του ειδικού λογισμικού υδροστατικών αναλύσεων. Συγκεκριμένα, το συγκεκριμένο πρόγραμμα παρέχει αρχικά επιπλέον πληροφορίες για το σχεδιασμένο μοντέλο, π.χ. διαμερίσματα και κρίσιμα σημεία (σημεία προοδευτικής κατάκλυσης και γραμμή φορτώσεως), προκειμένου να επιτελέσει το βασικό του έργο, δηλαδή την εκτέλεση μιας ευρείας γκάμας αναλύσεων-μελετών υδροστατικών χαρακτηριστικών και ευστάθειας του μοντέλου.

Η πορεία για την διεκπεραίωση των εκάστοτε αναλύσεων για ένα σχεδιασμένο μοντέλο είναι γενικά η ακόλουθη:

1) Περαιτέρω Διαμόρφωση Μοντέλου. Το μοντέλο διαμορφώνεται εσωτερικά. Γίνεται διαμερισματοποίηση του σκάφους, δηλαδή καθορισμός των διαφορετικών χώρων του πλοίου που έχουν υδατοστεγανά όρια, συμπεριλαμβανομένων και των οποιοδήποτε δεξαμενών του. Επιπλέον δημιουργούνται οι διάφορες καταστάσεις φορτώσεως του πλοίου με καθορισμό των στερεών φορτίων και των εκάστοτε ποσοστών πληρώσεως των δεξαμενών. Ακόμη καθορίζονται οι διάφορες καταστάσεις βλάβης (**Damage Cases**). Τέλος, καθορίζεται η Γραμμή Ορίου Βυθίσεως (**Margin Line**) του σκάφους καθώς και διάφορα κρίσιμα σημεία σκάφους, παράγοντες που παίζουν σημαντικό ρόλο στα αποτελέσματα των αναλύσεων ευστάθειας που πραγματοποιεί το πρόγραμμα.

2) Επιλογή είδους ανάλυσης (π.χ. υδροστατικά στοιχεία, ευστάθεια μεγάλων κλίσεων κ.λ.π.)

3) Επιλογή των κατάλληλων Ρυθμίσεων για κάθε ανάλυση. Οι ρυθμίσεις περιγράφουν την κατάσταση του σκάφους το οποίο εξετάζεται, π.χ. στην περίπτωση των υδροστατικών στοιχείων ένα εύρος βυθισμάτων. Οι διαθέσιμες ρυθμίσεις είναι οι εξής: Κλίση (**heel**), Διαγωγή (**trim**), Βύθισμα (**draft**), Εκτόπισμα (**displacement**), Διαχωρητικότητα (**permeability**).

4) Επιλογή των Περιβαλλοντικών Συνθηκών. Οι συνθήκες αυτές αποτελούν τροποποιητές που εφαρμόζονται στο σχεδιασμένο μοντέλο ή στο περιβάλλον του και επηρεάζουν τα αποτελέσματα των υδροστατικών αναλύσεων. Ανάλογα και με την εκάστοτε επιλεγμένη

ανάλυση, τέτοιες συνθήκες είναι οι ακόλουθες: Είδος υγρού προσομοίωσης, Πυκνότητα υγρού, Μορφές κυμάτων , Καθίζηση , Εφελκυσμός και Θλίψη. Για όλες τις αναλύσεις του υπό μελέτη σκάφους επιλέγονται είδος υγρού **θαλασσινό νερό**, πυκνότητα αυτού **1,026 tn/m³**, μορφή κύματος **ήρεμο νερό**.

5) Επιλογή Κριτηρίων Ευσταθείας. Από το πρόγραμμα παρέχεται μια ευρεία γκάμα κριτηρίων ευστάθειας, που ανήκουν σε διάφορους διεθνώς αναγνωρισμένους οργανισμούς, προκειμένου να ελεγχθεί η συμμόρφωση του σχεδιασμένου μοντέλου ως προς αυτά. Για το υπό μελέτη σκάφος επιλέγονται τα **κριτήρια ISO 12217-1**, τα οποία αφορούν ταχύπλοα σκάφη μήκους άνω των 6 και κάτω των 25 μέτρων.

6) Εκτέλεση των σχετικών αναλύσεων. Οι μορφές των αποτελεσμάτων των αναλύσεων είναι:
α) όψεις του σκάφους με εμφανείς τις βυθισμένες εγκάρσιες τομές του και τις αντίστοιχες ισάλους.β) πίνακες και γ) γραφικές παραστάσεις.

4.2 Περαιτέρω Διαμόρφωση Μοντέλου υπό μελέτη σκάφους

4.2.1 Διαμερισματοποίηση

Η διαμερισματοποίηση του σκάφους γίνεται σύμφωνα με τις βασικές σκέψεις που εκτέθηκαν στο κεφάλαιο 1. Επιπροσθέτως τώρα δημιουργούνται 5 δεξαμενές. Δύο από αυτές, οι δεξαμενές χρήσεως καυσίμου και ελαίου (fuel daily tank και oil tank), τοποθετούνται υπερυψωμένες στο πλωραίο άκρο του μηχανοστασίου, ενώ οι άλλες τρεις τοποθετούνται στα διπύθμενα του σκάφους, δηλαδή η δεξαμενή αποθηκείσεως καυσίμου (fuel tank) ακριβώς πλώρα του μηχανοστασίου και ακολούθως δύο κενές δεξαμενές (dry tanks) προς τα πλώρα. Οι διαστάσεις των δεξαμενών επιλέγονται έτσι ώστε ο συνολικός τους όγκος να χωράει την απαραίτητη ποσότητα καυσίμου και ελαίου, όπως αυτές υπολογίστηκαν στο κεφάλαιο 2. Σημειώνεται ότι η διαμήκης θέση των δεξαμενών καυσίμων και λιπαντικού επιλέχθηκε κοντά στο προβλεπόμενο LCG=7,464 m, προκειμένου η δυναμική διαγωγή του σκάφους να μην μεταβάλλεται σημαντικά καθώς θα προστίθενται ή θα καταναλώνονται καύσιμα και λιπαντικά.

Αναλυτικά, ορίζονται σε μορφή πίνακα τα διαμερίσματα του πλοίου με τα ονόματά τους, το είδος τους και τις συντεταγμένες των ακραίων ορίων τους κατά τους τρεις άξονες.

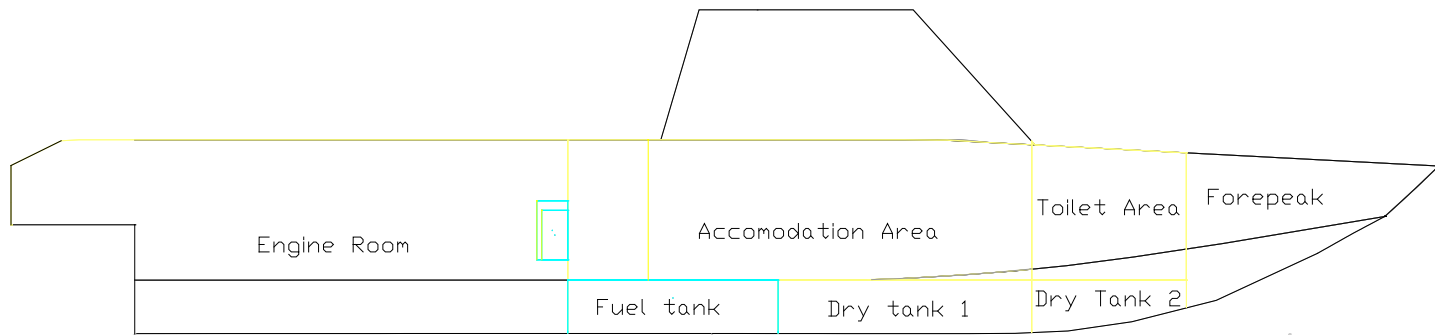
| Name | Type | Intact | Damaged | Relative | Fluid | Aft | Fore | F Port | F Starb. | F Top | F Bott. |
|-------------------|----------|--------|---------|----------|--------|------|--------|--------|----------|-------|---------|
| | | Perm. | Perm. % | Density | Type | m | m | m | m | m | m |
| Diesel Oil Tank | Tank | 100 | 95 | 0.84 | Diesel | 7 | 10.4 | -2.5 | 2.5 | 0.871 | 0 |
| Engine Room | Compartm | 85 | 85 | | | -2 | 7 | -2.698 | 2.698 | 3.139 | 0 |
| Accomodation Area | Compartm | 95 | 95 | | | 7 | 14.5 | -2.698 | 2.698 | 3.139 | 0.871 |
| Toilet Area | Compartm | 95 | 95 | | | 14.5 | 17 | 0 | 2.698 | 3.139 | 0.871 |
| Forepeak | Compartm | 95 | 95 | | | 17 | 21.087 | -2.698 | 2.698 | 3.139 | 0.871 |
| Dry Tank 1 | Compartm | 95 | 95 | | | 10.4 | 14.5 | -2.698 | 2.698 | 0.871 | 0 |
| Ammunition Store | Compartm | 100 | 100 | | | 14.5 | 17 | -2.698 | 0 | 3.139 | 0.871 |
| Dry Tank 2 | Compartm | 95 | 95 | | | 14.5 | 17 | -2.698 | 2.698 | 0.871 | 0 |
| Fuel Daily Tank | Tank | 100 | 95 | 0.84 | Diesel | 6.5 | 7 | 0.7 | 1.7 | 2.153 | 1.2 |

Πίνακας 1: Διαμερίσματα υπό μελέτη σκάφους

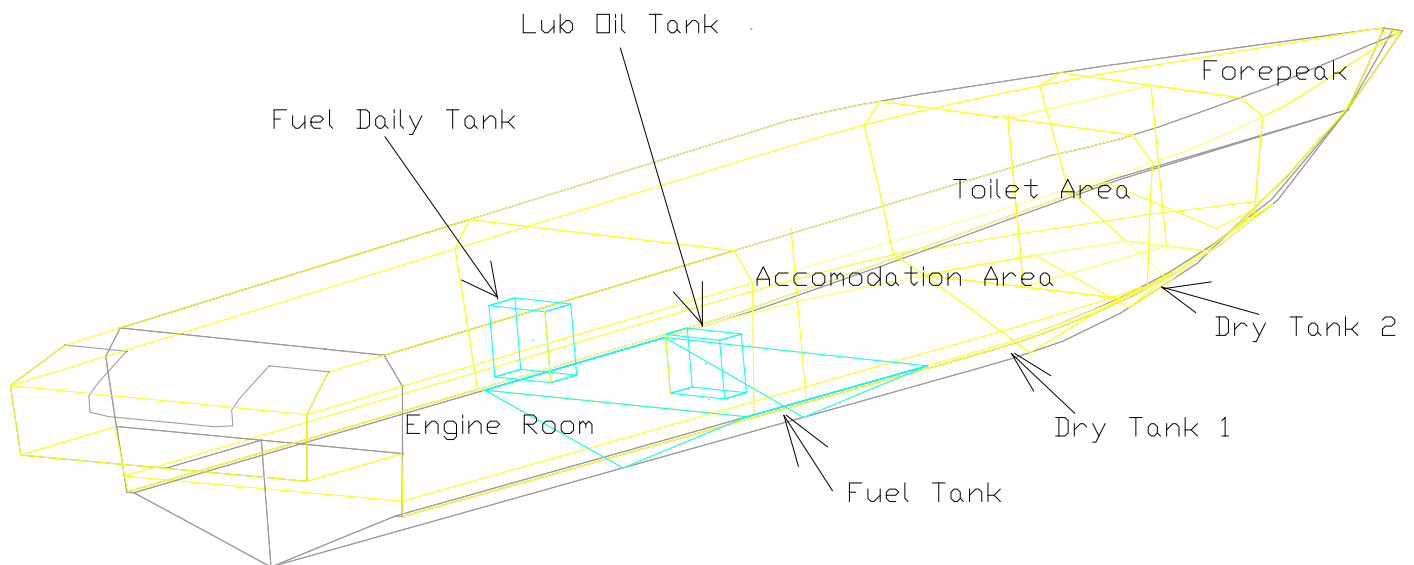
Σημειώνεται ότι οι συντεταγμένες δίνονται σε μέτρα και ότι το σημείο αρχής των αξόνων, που έχει μηδενικές συντεταγμένες ως προς όλους τους άξονες, έχει καθοριστεί κι εδώ, όπως και στο προηγούμενο πρόγραμμα, στο πρυμναίο άκρο του μηχανοστασίου και επί του διαμήκους άξονα συμμετρίας του σκάφους. Οι συντμήσεις F και A σημαίνουν Forward και Aft αντίστοιχα, δηλαδή τα δύο άκρα ενός διαμερίσματος. Στον εν λόγω πίνακα εμφανίζονται και οι τιμές της διαπερατότητας (μ) που επιλέχθηκαν για κάθε διαμέρισμα. Κατά τα γνωστά για το μηχανοστάσιο επιλέχθηκε $\mu=0,85$ και για τις δεξαμενές και τα λοιπά διαμερίσματα $\mu=0,95$. Η τιμή αυτή για τις δεξαμενές διαφοροποιείται από το πρόγραμμα για την άθικτη και την βεβλαμμένη κατάσταση, ενώ για τα άλλα διαμερίσματα παραμένει η ίδια. Επιπλέον εμφανίζεται το είδος του υγρού της κάθε δεξαμενής μαζί με το ειδικό βάρος του. Τα ανωτέρω στοιχεία απαιτούνται για τον αυτόματο καθορισμό των βαρών των δεξαμενών σύμφωνα με το ποσοστό πληρώσεώς τους, κατά την μετέπειτα φάση προσδιορισμού των καταστάσεων φορτώσεως του πλοίου.

Στη συνέχεια καθορίζονται οι θέσεις των εξαεριστικών των δημιουργημένων δεξαμενών. Τα εξαεριστικά των δεξαμενών χρήσεως πετρελαίου και ελαίου τίθενται στην οροφή τους, μέσα στο χώρο του μηχανοστασίου, καθότι πρόκειται για μικρές δεξαμενές. Το εξαεριστικό όμως της δεξαμενής αποθηκείσεως καυσίμου, λόγω του μεγάλου όγκου της δεξαμενής και για λόγους ασφαλείας, τοποθετείται στο επίπεδο του κυρίου καταστρώματος.

Οπτικά η εικόνα των διαμερισμάτων του σκάφους στο περιβάλλον του προγράμματος είναι η παρακάτω:



εικόνα 13: πλάγια απεικόνιση διαμερισμάτων υπό μελέτη σκάφους



εικόνα 14: τρισδιάτατη απεικόνιση διαμερισμάτων υπό μελέτη σκάφους

Με κίτρινο απεικονίζονται τα όρια των διαμερισμάτων, με γαλάζιο τα όρια των τοιχωμάτων των δεξαμενών, ενώ οι κίτρινοι “ράβδοι” που εμφανίζονται στις περιοχές των δεξαμενών παριστάνουν τα καταμετρικά τους, τα οποία τίθενται αυτόματα από το πρόγραμμα σε αυτές τις θέσεις. Σαφώς σε κάποιες περιοχές τα όρια των διαμερισμάτων συμπίπτουν με τα όρια των τοιχωμάτων του σκάφους.

4.2.2 Καθορισμός Καταστάσεων Φορτώσεως

Θα καθοριστούν τρεις συνολικά καταστάσεις φορτώσεως:

-**FULL LOAD DEPARTURE**, όπου το σκάφος είναι φορτωμένο με πλήρη φόρτο καυσίμων, λιπαντικών και πυρομαχικών, έτοιμο για αναχώρηση-έναρξη της αποστολής του.

-**FULL LOAD ARRIVAL**, όπου το σκάφος επιστρέφει από την αποστολή του και θεωρείται φορτωμένο με 10% φόρτο καυσίμων, λιπαντικών και προμηθειών και πλήρη φόρτο πυρομαχικών.

-**MINIMUM OPERATING CONDITION**, όπου το σκάφος επιστρέφει από την αποστολή του φορτωμένο με 10% φόρτο καυσίμων, λιπαντικών, προμηθειών και πυρομαχικών.

Παρακάτω παρατίθενται αναλυτικοί πίνακες με τα βάρη του πλοίου για κάθε κατάσταση φορτώσεως, όπως εμφανίζονται στο περιβάλλον του προγράμματος. Όλα τα βάρη, πλην των δεξαμενών, έχουν ληφθεί σαν στατικά φορτία που εφαρμόζονται στο κέντρο βάρους της περιοχής που καλύπτει χωροταξικά το κάθε βάρος. Αυτό το κέντρο βάρους εκτιμάται προσεγγιστικά, σύμφωνα με την διάταξη των βαρών στα πλαίσια της προεπιλεχθείσας σχεδίασης αλλά και με γενικά αποδεκτές παραδοχές κατά την φάση της προμελέτης. Για παράδειγμα τα κέντρα βάρους των κυρίων μηχανών και των βοηθητικών μηχανημάτων ελήφθησαν στο κέντρο του μηχανοστασίου, ενώ το κέντρο βάρους των λέμβων ελήφθη σύμφωνα με την αποφασισμένη θέση τους στο πλοίο – μία στην πρύμνη και δύο αμέσως πλώρα της πρώτης. Στους πίνακες συμπληρώνονται τα βάρη με τις ονομασίες τους, το βάρος κάθε μονάδας, η ποσότητα των μονάδων και οι συντεταγμένες του κέντρου κάθε βάρους ως προς τους τρεις άξονες (σε μέτρα). Στις δεξαμενές συμπληρώνεται το ποσοστό πλήρωσεως τους και οι συντεταγμένες του κέντρου βάρους υπολογίζονται αυτόματα από το πρόγραμμα. Στους πίνακες παρατηρείται μια πολύ μικρή και συνεπώς ανεκτή διαφοροποίηση στο βάρος

των καυσίμων και λιπαντικών σε σχέση με αυτά που υπολογίστηκαν στο κεφάλαιο 1, γιατί τώρα το βάρος αυτό προκύπτει από τον σχεδιασμό των δύο δεξαμενών καυσίμου, αποθηκεύσεως (fuel tank) και χρήσεως (daily fuel tank) καθώς και της δεξαμενής ελαίου (oil tank), με συνυπολογισμό του σχεδιασμένου όγκου και ειδικού βάρους κάθε υγρού από το ίδιο το πρόγραμμα. Στην τελευταία στήλη συμπληρώνεται το είδος της ροπής ελεύθερης επιφάνειας που θα εφαρμοστεί σε κάθε δεξαμενή (**FSM Type**), για την περίπτωση που οι αναλύσεις εκτελεστούν αργότερα με την **μέθοδο διορθωμένου VCG**. Στην προκειμένη περίπτωση επιλέγεται **FSM Type Maximum**, δηλαδή η μέγιστη ροπή ελεύθερης επιφάνειας.

Όσον αφορά τις τιμές των βαρών του πλοίου, σημειώνεται ότι αυτές έχουν ήδη προεκτιμηθεί στο κεφάλαιο 1. Σε αυτήν την φάση όμως θα μοιραστεί εξίσου το βάρος περιθωρίου σφάλματος (Remaining Weight) στις άλλες πέντε κατηγορίες βαρών της μεθόδου Grubisic – εξαιρείται το βάρος της προωστηρίου εγκατάστασης που καθορίστηκε πλήρως με προεπιλογή–, προκειμένου έτσι να εξασφαλιστεί ο συνυπολογισμός αυτού του επιπλέον βάρους και στο καθορισμό της θέσης του συνολικού κέντρου βάρους του σκάφους. Συνεπώς όλα τα βάρη αυξάνουν κατά $W_u/5=0,33$ tons. Έτσι προκύπτουν οι νέες τιμές των ομάδων βαρών ως εξής:

| GROUP | WEIGHT (tons) |
|-----------------------|---------------|
| Steel Structure W100 | 16.04 |
| Macinery W200 | 11.72 |
| Electrical Plant W300 | 2.24 |
| Electronic W400 | 0.79 |
| Auxiliary W500 | 2.93 |
| Outfit W600 | 4.8 |

Επιπλέον το βάρος της υπερκατασκευής του σχεδιασμένου σκάφους θα υπολογιστεί εκ νέου και με περισσότερη ακρίβεια, καθότι το σχετικό λογισμικό έχει την δυνατότητα αυτόματου υπολογισμού του εμβαδού κάθε επιφάνειας. Έτσι το πρόγραμμα δίνει **Εμβαδόν Επιφάνειας Υπερκατασκευής=48,728 m²**. Με ειδικό βάρος αλουμινίου ίδιο με του κεφαλαίου 1 και ληφθείσα προσάυξηση 10% για τα ενισχυτικά, προκύπτει **W₁₅₀=155,442 Kg=0,155 tons**.

Τελικά το πρόγραμμα υπολογίζει το συνολικό βάρος του πλοίου (Δ_B) –το οποίο, σαν συνέπεια όλων των ανωτέρω, συμπίπτει με το βάρος που υπολογίστηκε στο κεφάλαιο 2–, καθώς και τις συντεταγμένες του κέντρου βάρους του πλοίου για κάθε κατάσταση φορτώσεως. Σε πρώτη φάση παρατηρούνται για τις καταστάσεις φορτώσεως τα ακόλουθα:

Στην **FULL LOAD DEPARTURE**, ως προς την κατακόρυφη θέση του κέντρου βάρους (**VCG=1,724 m**) παρατηρούμε ελάχιστη διαφοροποίηση ως προς αυτό που θεωρήσαμε στο κεφάλαιο 1 (VCG=1,727 m), προς το καλύτερο, αφού η χαμηλότερη θέση του κέντρου βάρους θα έχει σίγουρα θετική επίδραση στην εγκάρσια ευστάθεια του σκάφους. Ως προς την διαμήκη θέση του κέντρου βάρους (**LCG=7,470 m**) παρατηρούμε ελάχιστη διαφοροποίηση ως προς αυτό που θεωρήσαμε στο κεφάλαιο 1 (LCG=7,464 m). Αυτό κρίνεται πολύ θετικό γιατί σημαίνει ότι η διαμήκης θέση του κέντρου βάρους βρίσκεται πράγματι πολύ κοντά στο 40% του μήκους ισάλου, όπως προελέχθη ότι συνήθως ισχύει για αυτό το είδος σκάφους. Τέλος, ως προς την εγκάρσια θέση του κέντρου βάρους **TCG**, παρατηρούμε ότι βρίσκεται πάνω στην ευθεία του διαμήκους άξονα συμμετρίας, όπως είναι και το ζητούμενο, προκειμένου το πλοίο να έχει μηδενική κλίση στην άθικτη κατάσταση.

Στην **FULL LOAD ARRIVAL** και **MINIMUM OPERATING CONDITION** παρατηρούμε μικρή μετατόπιση του **LCG** προς τα πρύμα, αποδεκτή και μέσα σε φυσιολογικά πλαίσια μάλλον, ώστε να μην προκαλέσει μεγάλη έμπρυμη διαγωγή στο πλοίο.

FULL LOAD DEPARTURE CONDITION

| Weight Name | Quantity | Weight Tons | Long. Arm | Vert. Arm | Trans. Arm | FSM Type |
|-----------------------|----------|--------------|------------------|------------------|------------------|----------|
| Steel Structure W100 | 1 | 16.04 | 8.918 | 1.902 | 0 | 0 |
| Macinery W200 | 1 | 11.72 | 3.5 | 1.4 | 0 | 0 |
| Electrical Plant W300 | 1 | 2.24 | 6 | 1.7 | 0 | 0 |
| Electronic W400 | 1 | 0.79 | 11.5 | 4.24 | 0 | 0 |
| Auxiliary W500 | 1 | 2.93 | 3.5 | 0.95 | 0 | 0 |
| Outfit W600 | 1 | 4.8 | 10.75 | 2.64 | 0 | 0 |
| Superstructure | 1 | 0.155 | 11.02 | 4.2 | 0 | 0 |
| Simbad RC Launcher | 1 | 0.388 | 3.1 | 3.79 | -1.8 | 0 |
| Mini-Typhoon | 1 | 0.15 | 18 | 3.79 | 0 | 0 |
| Barret sb front | 1 | 0.022 | 6 | 3.6 | 2 | 0 |
| Barret bb front | 1 | 0.022 | 6 | 3.6 | -2 | 0 |
| Barret sbt rear | 1 | 0.022 | 0.5 | 3.6 | 2 | 0 |
| Barret bb rear | 1 | 0.022 | 0.5 | 3.6 | -2 | 0 |
| Zodiacs | 2 | 0.146 | 5 | 3.84 | 0 | 0 |
| Zodiac | 1 | 0.146 | 0.1 | 3.17 | 0 | 0 |
| Outboard engine | 1 | 0.112 | -2 | 2.36 | 0 | 0 |
| Outboard engines | 2 | 0.112 | 2.5 | 3.64 | 0 | 0 |
| Outboard engines | 2 | 0.112 | 9.1 | 3.64 | 1 | 0 |
| Seals Equipement | 1 | 1.08 | 8.5 | 1.5 | 1.8 | 0 |
| Provisions | 1 | 0.15 | 8.5 | 1.3 | -1.8 | 0 |
| seals troops | 18 | 0.075 | 12.2 | 1.37 | 0 | 0 |
| Crew | 4 | 0.075 | 12 | 3.74 | 0 | 0 |
| Ammunition | 1 | 0.88 | 15.75 | 2 | -1.25 | 0 |
| Diesel Oil Tank | 98% | 5.723 | 8.7 | 0.578 | 0 | 0 |
| Fuel Daily T ank | 98% | 0.3923 | 6.75 | 1.667 | 1.2 | 0 |
| Lub Oil T ank | 98% | 0.3029 | 6.79 | 1.592 | -1.9 | 0 |
| Total Weight= | | 50.48 | LCG=7.470 | VCG=1.724 | TCG=0.000 | 0 |

Πίνακας 2: Κατάσταση Φορτώσεως FULL LOAD DEPARTURE

FULL LOAD ARRIVAL CONDITION

| Weight | Quantity | Weight Tons | Long. Arm | Vert. Arm | FS Mom | FSM Type |
|-----------------------|----------------------|--------------|------------------|------------------------|--------------|----------|
| Diesel Oil Tank | 10% | 0.5841 | 8.701 | 0.19 | 0.025 | Maximum |
| Fuel Daily Tank | 10% | 0.04 | 6.75 | 1.248 | 0.035 | Maximum |
| Lub Oil Tank | 10% | 0.0309 | 6.79 | 1.24 | 0.032 | Maximum |
| Steel Structure W1 | 1 | 16.04 | 8.918 | 1.902 | 0 | |
| Macinery W200 | 1 | 11.72 | 3.5 | 1.4 | 0 | |
| Electrical Plant W300 | 1 | 2.24 | 6 | 1.7 | 0 | |
| Electronic W400 | 1 | 0.79 | 11.5 | 4.24 | 0 | |
| Auxiliary W500 | 1 | 2.93 | 3.5 | 0.95 | 0 | |
| Outfit W600 | 1 | 4.8 | 10.75 | 2.64 | 0 | |
| Superstructure | 1 | 0.155 | 11.02 | 4.2 | 0 | |
| Simbad RC Launcher | 1 | 0.388 | 3.1 | 3.79 | 0 | |
| Mini-Typhoon | 1 | 0.15 | 18 | 3.79 | 0 | |
| Barret sb front | 1 | 0.022 | 6 | 3.6 | 0 | |
| Barret bb front | 1 | 0.022 | 6 | 3.6 | 0 | |
| Barret sbt rear | 1 | 0.022 | 0.5 | 3.6 | 0 | |
| Barret bb rear | 1 | 0.022 | 0.5 | 3.6 | 0 | |
| Zodiacs | 2 | 0.146 | 5 | 3.84 | 0 | |
| Zodiac | 1 | 0.146 | 0.1 | 3.17 | 0 | |
| Outboard engine | 1 | 0.112 | -2 | 2.36 | 0 | |
| Outboard engines | 2 | 0.112 | 2.5 | 3.64 | 0 | |
| Outboard engines | 2 | 0.112 | 9.1 | 3.64 | 0 | |
| Seals Equipment | 1 | 1.08 | 8.5 | 1.5 | 0 | |
| Provisions | 1 | 0.015 | 8.5 | 1.3 | 0 | |
| seals troops | 18 | 0.075 | 12.2 | 1.47 | 0 | |
| Crew | 4 | 0.075 | 12 | 3.74 | 0 | |
| Ammunition | 1 | 0.88 | 15.75 | 2 | 0 | |
| | Total Weight= | 44.58 | LCG=7.335 | VCG=1.856 | 0.093 | |
| | | | | FS corr.=0.002 | | |
| | | | | VCG fluid=1.858 | | |

Πίνακας 3: Κατάσταση Φορτώσεως FULL LOAD ARRIVAL

MINIMUM OPERATING CONDITION

| Weight | Quantity | Weight Tons | Long. Arm | Vert. Arm | FS Mom | FSM Type |
|----------------------|----------------------|--------------|------------------|-----------------------|--------------|----------|
| Diesel Oil Tank | 10% | 0.5841 | 8.701 | 0.19 | 0.025 | Maximum |
| Fuel Daily Tank | 10% | 0.04 | 6.75 | 1.248 | 0.035 | Maximum |
| Lub Oil Tank | 10% | 0.0309 | 6.79 | 1.24 | 0.032 | Maximum |
| Steel Structure W1 | 1 | 16.04 | 8.918 | 1.902 | 0 | |
| Macinery W200 | 1 | 11.72 | 3.5 | 1.4 | 0 | |
| Electrical Plant W30 | 1 | 2.24 | 6 | 1.7 | 0 | |
| Electronic W400 | 1 | 0.79 | 11.5 | 4.24 | 0 | |
| Auxiliary W500 | 1 | 2.93 | 3.5 | 0.95 | 0 | |
| Outfit W600 | 1 | 4.8 | 10.75 | 2.64 | 0 | |
| Superstructure | 1 | 0.155 | 11.02 | 4.2 | 0 | |
| Simbad RC Launcher | 1 | 0.388 | 3.1 | 3.79 | 0 | |
| Mini-Typhoon | 1 | 0.15 | 18 | 3.79 | 0 | |
| Barret sb front | 1 | 0.022 | 6 | 3.6 | 0 | |
| Barret bb front | 1 | 0.022 | 6 | 3.6 | 0 | |
| Barret sbt rear | 1 | 0.022 | 0.5 | 3.6 | 0 | |
| Barret bb rear | 1 | 0.022 | 0.5 | 3.6 | 0 | |
| Zodiacs | 2 | 0.146 | 5 | 3.84 | 0 | |
| Zodiac | 1 | 0.146 | 0.1 | 3.17 | 0 | |
| Outboard engine | 1 | 0.112 | -2 | 2.36 | 0 | |
| Outboard engines | 2 | 0.112 | 2.5 | 3.64 | 0 | |
| Outboard engines | 2 | 0.112 | 9.1 | 3.64 | 0 | |
| Seals Equipement | 1 | 1.08 | 8.5 | 1.5 | 0 | |
| Provisions | 1 | 0.015 | 8.5 | 1.3 | 0 | |
| seals troops | 18 | 0.075 | 12.2 | 1.47 | 0 | |
| Crew | 4 | 0.075 | 12 | 3.74 | 0 | |
| Ammunition | 1 | 0.088 | 15.75 | 2 | 0 | |
| | Total Weight= | 43.79 | LCG=7.183 | VCG=1.853 | 0.093 | |
| | | | | FS corr.=0.002 | | |

Πίνακας 4: Κατάσταση Φορτώσεως MINIMUM OPERATING CONDITION

4.2.3 Καθορισμός Κρίσιμων Σημείων

Παρατίθεται πίνακας με τα διάφορα του σκάφους κρίσιμα σημεία-ανοίγματα του σκάφους, από όπου δύναται να εισέλθει νερό στο πλοίο και να λάβει χώρα η προοδευτική κατάκλυση αυτού με νερό. Τα εξαεριστικά δεξαμενών και τα ανοίγματα δικτύων αερισμού που υπάρχουν στο κύριο κατάστρωμα θεωρούνται κρίσιμα σημεία κατακλύσεως, ενώ οι καταπακτές του κυρίου καταστρώματος και τα ανοίγματα πληρώσεως δεξαμενών θεωρούνται εν δυνάμει κρίσιμα σημεία κατακλύσεως, καθότι σε αυτά υφίσταται δυνατότητα υδατοστεγανούς σφραγίσεως. Κατά τις αναλύσεις, το πρόγραμμα λαμβάνει υπόψην του μόνο τα πρώτα, προκειμένου να καθορίσει την γωνία κλίσης κατακλύσεως του πλοίου (downflooding angle). Στην τελευταία στήλη δηλώνεται το διαμέρισμα με το οποίο συνδέεται φυσικά το κάθε άνοιγμα. Οι συντεταγμένες των σημείων δίνονται σε μέτρα και καθορίζονται με την εξής συλλογιστική:

α)για όλων των ειδών τα ανοίγματα ως ύψος καθορίζεται το ύψος του κυρίου καταστρώματος.

α)για τις καταπακτές επιλέγεται ως διαμηκής θέση αυτή που προσδιορίζει την μικρότερη απόσταση από οποιοδήποτε από τα δύο διαμήκη άκρα του πλοίου (πρωραίο ή πρυμναίο). Ως εγκάρσια θέση επιλέγεται αυτή που προσδιορίζει επίσης την μικρότερη απόσταση από οποιοδήποτε από τα δύο εγκάρσια άκρα του πλοίου (Αριστερό ή Δεξιό).

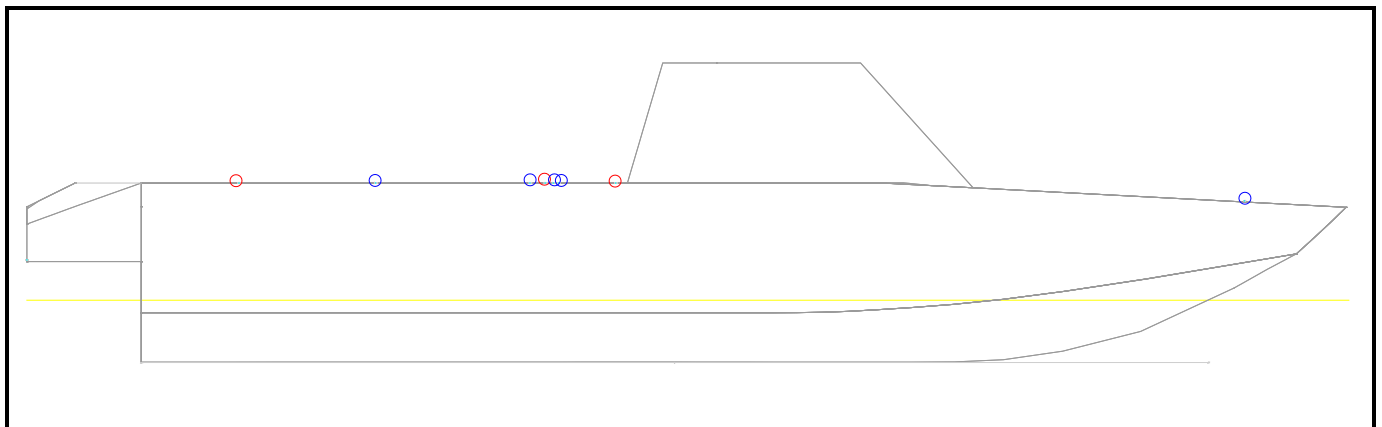
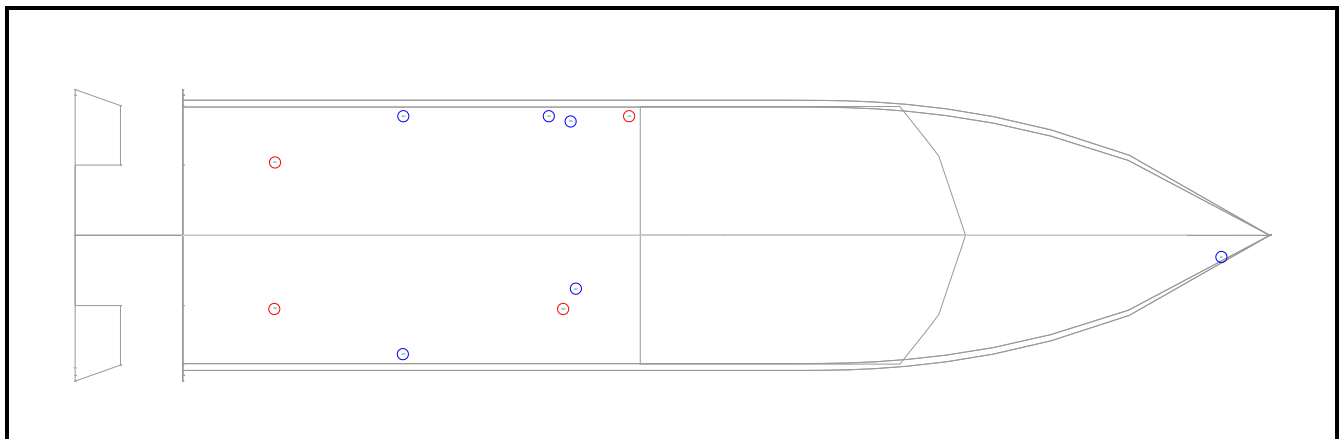
β)για τα ανοίγματα αερισμού η διαμηκής θέση επιλέγεται κατά τον ίδιο τρόπο, ενώ η εγκάρσια λαμβάνεται επί της διαμήκους ευθείας που καθορίζεται από το εσωτερικό διάμηκες άκρο του κυτίου αερισμού, όπου βρίσκεται και η οπή αερισμού. Λέγοντας εσωτερικό εννοείται αυτό που βρίσκεται εγγύτερα προς τον διαμήκη άξονα συμμετρίας του σκάφους.

γ)τα εξαεριστικά και πληρωτικά των δεξαμενών μπορούν να θεωρηθούν σημειακά λόγω της μικρής σχετικά επιφάνειας ανοίγματός τους.

| Name | Long. Pos. | Offset | Height | Type | Linked to |
|----------------------------|------------|--------|--------|---------------------------|-------------------|
| Diesel Oil Tank Vent | 8.3 | -2.2 | 3.14 | σημείο κατάκλισης | Diesel Oil Tank |
| Engine Room Vent SB | 1.71 | 1.35 | 3.14 | σημείο κατάκλισης | Engine Room |
| Engine Room Vent BB | 1.71 | -1.35 | 3.14 | σημείο κατάκλισης | Engine Room |
| Accomodation Area Vent BB | 7.07 | 1.36 | 3.14 | σημείο κατάκλισης | Accomodation Area |
| Diesel Oil Tank Filler Cup | 7.3 | 1 | 3.14 | σημείο κατάκλισης | N/A |
| Lub Oil Tank Filler Cup | 6.8 | -2.2 | 3.14 | κρίσιμο σημείο | N/A |
| Accomodation Area Hatch | 7.21 | -2.12 | 3.14 | εν δυνάμει κρίσιμο σημείο | N/A |
| Forepeak Hatch | 19.3 | 0.41 | 2.83 | εν δυνάμει κρίσιμο σημείο | N/A |
| E.R. Emergency Hatch SB | 4.1 | 2.2 | 3.14 | εν δυνάμει κρίσιμο σημείο | N/A |
| E.R. Emergency Hatch BB | 4.1 | -2.2 | 3.14 | εν δυνάμει κρίσιμο σημείο | N/A |

Πίνακας 5: Κρίσιμα Ανοίγματα πλοίου

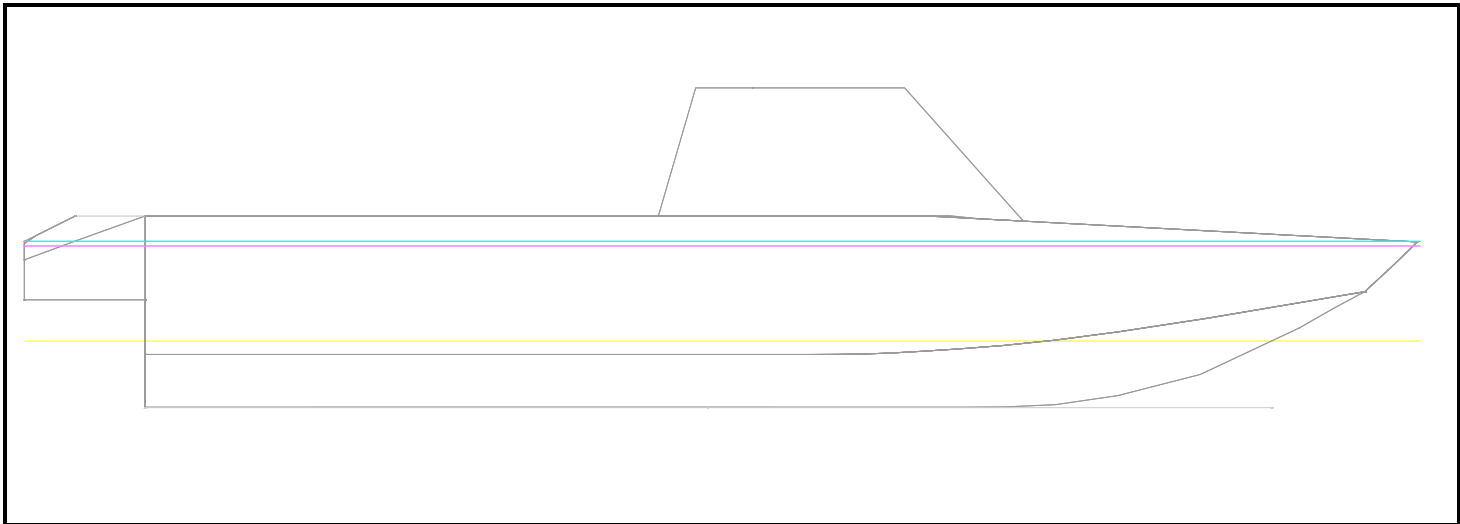
Παρακάτω παρουσιάζεται σε κάτοψη και πλάγια όψη η διάταξη των Κρίσιμων Ανοιγμάτων, με κόκκινο χρώμα τα σημεία κατακλίσεως και με μπλε τα εν δυνάμει σημεία κατακλίσεως.



Εικόνα 15: Κρίσιμα σημεία

4.2.4 Καθορισμός Γραμμής Ορίου Βυθίσεως

Το πρόγραμμα θέτει κανονικά από μόνο του την Γραμμή Ορίου Βυθίσεως 76 mm κάτω από την ακμή του κυρίου καταστρώματος σύμφωνα με τους διεθνείς κανονισμούς. Επειδή όμως το σχεδιασμένο μοντέλο παρουσιάζει καθοδική κλίση στο πρόστεγό του σε σχέση με το επίπεδο του υπόλοιπου κυρίως καταστρώματος και επιπλέον στο πρόστεγο υφίσταται κρίσιμο άνοιγμα - η καταπακτή του πλωραίου στεγανού συγκρούσεως (forepeak hatch) - , τα σημεία της γραμμής βυθίσεως τίθενται σε ύψος 76 mm κάτω από το ύψος που εμφανίζεται στο χαμηλότερο άκρο του προστέγου. Ύψος εν λόγω άκρου από την baseline του σκάφους έχουμε στα 2,724 m, άρα η γραμμή βυθίσεως τίθεται στα 2,648 m και παρουσιάζεται βυσσινί χρώμα στην παρακάτω εικόνα. Η γαλάζια γραμμή αντιστοιχεί σε ύψος 2,724 m.



Εικόνα 16: Margin Line

4.2.5 Επιλογή Κριτηρίων Ευστάθειας Άθικτης Κατάστασης

Επιλέγονται τα κριτήρια **ISO/FDIS 12217-1**, τα οποία αφορούν μικρά ταχύπλοα σκάφη μήκους μεγαλύτερου ή ίσου των 6 μέτρων (**ISO 12217-1.Small Craft-Stability and Buoyancy assessment and categorization, Part 1:Non-Sailing boats of hull length greater than or equal to 6 m**) [7]. Τα κριτήρια αυτά αφορούν μόνο την ευστάθεια άθικτης κατάστασης.

Καταρχήν γίνεται η κατηγοριοποίηση του υπό μελέτη σκάφους σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα των ανωτέρων κριτηρίων. Για τις συνθήκες που επικρατούν στις θάλασσες που προορίζεται να επιχειρεί το σκάφος (Αιγαίο και Ιόνιο Πέλαγος), καθορίζεται αυτό να ανήκει στην **κατηγορία B**.

| Design category | A | B | C | D |
|-----------------------------|-------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| Wave height up to | approx. 7 m significant | 4 m significant | 2 m significant | 0,5 m significant |
| Typical Beaufort wind force | up to 10 | up to 10 | up to 10 | up to 10 |
| Calculation wind speed | 28 | 21 | 17 | 13 |

Πίνακας 6:Κατηγοριοποίηση σκάφους

Επίσης το σκάφος θεωρείται σύμφωνα με τις ορολογίες των κριτηρίων **fully decked**, δηλαδή σκάφος στο οποίο η οριζόντια προβολή της περιοχής που περικλείει ο ζωστήρας (sheer line) εμπεριέχει οποιοδήποτε ποσοστό υδατοστεγανών καταστρωμάτων, υπερκατασκευών και στερεών καλυμάτων, σε αντίθεση με την κατηγορία *partially decked* στην οποία το αντίστοιχο ποσοστό είναι υποχρεωτικά τουλάχιστον τα 2/3 του συνολικού μήκους της προαναφερθείσας περιοχής. Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται τα διάφορα κριτήρια **ISO/FDIS 12217-1**, σύμφωνα με τα οποία πρέπει να συμμορφώνονται τα πλοία αναλόγως της κατηγορίας όπου ανήκουν.

| Option | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---------------------------|---------------------------|------------|--------------------|-------------------------------|------------------|
| Categories possible | A and B | C and D | B | C and D | C and D | C and D |
| Decking or covering | Fully decked ^a | Fully decked ^a | Any amount | Any amount | Partially decked ^b | Any amount |
| Downflooding openings | 6.1.1 | 6.1.1 | 6.1.1 | 6.1.1 | 6.1.1 | 6.1.1 |
| Downflooding-height test | 6.1.2 | 6.1.2 | 6.1.2 | 6.1.2 ^c | 6.1.2 | 6.1.2 |
| Downflooding angle | 6.1.3 | 6.1.3 | 6.1.3 | 6.1.3 ^c | | |
| Offset-load test | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 |
| Resistance to waves + wind | 6.3 | | 6.3 | | | |
| Heel due to wind action | | 6.4 ^d | | 6.4 ^d | 6.4 ^d | 6.4 ^d |
| Flotation requirements | | | 6.5 | 6.5 | | |
| Flotation material | | | Annex F | Annex F | | |
| ^a This term is defined in 3.1.6. ^b This term is defined in 3.1.7. ^c This test is not required for boats assessed using option 4 if, during the swamped load test in normative annex E, the boat has been shown to support an equivalent dry mass of 133 % of the maximum total load. ^d The application of 6.4 is only required for boats where $\Delta_{LV} > L_H \beta_H$. | | | | | | |

Πίνακας 7:Κριτήρια συμμόρφωσης σύμφωνα με την κατηγορία του σκάφους

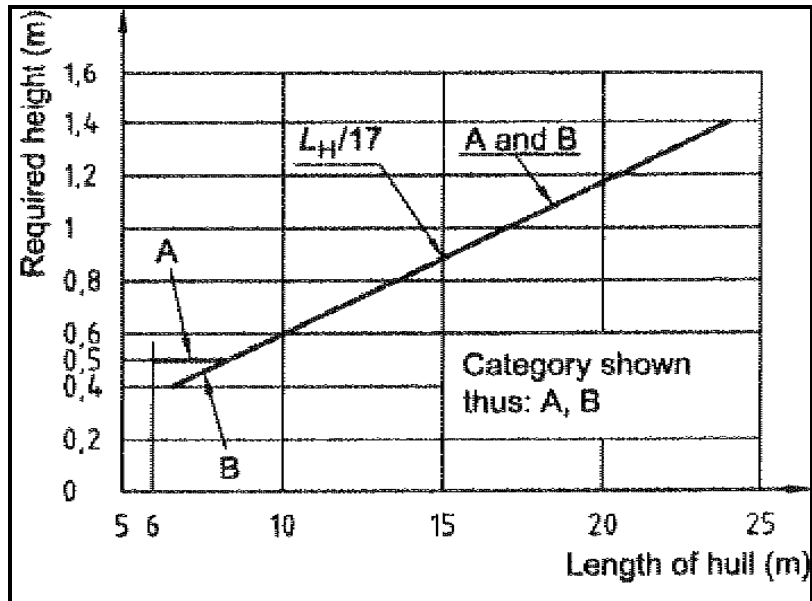
Με βάση τον ανωτέρω πίνακα επιλέγονται και τα αντίστοιχα κριτήρια από τις διατιθέμενες επιλογές του προγράμματος. Κάποια από αυτά τα κριτήρια έχουν σταθερές τιμές παραμέτρων σύγκρισης, ενώ σε κάποια άλλα θα πρέπει να καθοριστούν οι τιμές των παραμέτρων σύγκρισης του σύμφωνα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του κάθε πλοίου. Έτσι έχουμε αναλυτικά:

1) Κριτήριο 6.1.1-Downflooding Openings

Καταρχάς ορίζεται ότι για τα πλοία κατηγορίας A και B, οποιοδήποτε κρίσιμο για εισροή ύδατος άνοιγμα (Downflooding Opening) που δεν έχει μηχανισμό σφραγίσεως, επιτρέπεται να υπάρχει μόνο όταν είναι σημαντικό για χρήση αερισμού ή καύσης μηχανών. Γενικά, βασικός κανόνας είναι να μην τίθεται κανένα άνοιγμα σε απόσταση μικρότερη από 0,2 m πάνω από την έμφορτη ίσαλο LWL. Όλα αυτά ισχύουν για τα ανοίγματα του σχεδιασμένου σκάφους που προαναφέρθηκαν.

2) Κριτήριο 6.1.2-Downflooding Height Test

Ουσιαστικά το κριτήριο καθορίζει το ελάχιστο απαιτούμενο ύψος εξάλων. Επιλέγεται η μέθοδος χρήσης του κατωτέρω διαγράμματος για τον καθορισμό του Ύψους Κατακλύσεως (Downflooding Height), η οποία βασίζεται στο μήκος του σκάφους.



Σχήμα 20: Διάγραμμα καθορισμού Ύψους για Σχεδιαστικές Κατηγορίες A και B

Από το εν λόγω διάγραμμα, για $hull\ length=21\ m$ που ισχύει για το υπό μελέτη πλοίο, προκύπτει $Required\ Height=1,2\ m$.

3) Κριτήριο 6.2-Offset Load Test-Heel at Equilibrium

Το κριτήριο καθορίζει την μέγιστη επιτρεπόμενη γωνία εγκάρσιας κλίσης του πλοίου Φ_0 στην έμφορτη κατάσταση, όταν μαζευτούν όλοι οι επιβάτες στην μία πλευρά αυτού. Για όλες τις κατηγορίες πλοίων, αυτή η γωνία δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από την τιμή που καθορίζεται με την παρατω σχέση και τον παρακάτω πίνακα.

$$\Phi_{O(R)} = 10 + (24 - L_H)^3 / 600 \quad (3)$$

| L_H (m) | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 | 15 | 18 | 21 | 24 |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|----|----|
| $\Phi_{O(R)}$ (°) | 19,7 | 18,2 | 16,8 | 15,6 | 14,6 | 12,9 | 11,2 | 10,4 | 10 | 10 |

Πίνακας 8: Μέγιστες επιτρεπτές γωνίες κλίσης σε σχέση με το μήκος γάστρας

Είναι φανερό ότι για το υπό μελέτη σκάφος μέγιστη $\Phi_0=10$ μοίρες

4) Κριτήριο 6.2-Offset Load Test-Equilibrium with Heel Arm

Το κριτήριο καθορίζει την μέγιστη επιτρεπόμενη γωνία ισορροπίας (εγκάρσιας κλίσης) του πλοίου, όταν εφαρμόζεται σε αυτόν ένα γενικός μοχλοβραχίονας κλίσεως που εκφράζεται με την γενική σχέση $Heeling\ Arm=A \times \cos^n(\Phi)$. Γωνία ισορροπίας είναι η μικρότερη θετική γωνία όπου τέμνονται οι καμπύλες μοχλοβραχιόνων κλίσεως και επαναφοράς GZ και η τελευταία έχει θετική κλίση. Στο σχήμα 17 φαίνεται αυτό το σημείο με την μπλε ένδειξη "equilibrium angle with heeling arm".

Στην προκειμένη περίπτωση - δηλαδή εμφάνιση μοχλοβραχίονα κλίσεως λόγω εγκάρσιας μετακίνησης φορτίου - , σύμφωνα με τις οδηγίες των κανονισμών ισχύει $n=1$. Θα προσδιοριστεί και το πλάτος A του μοχλοβραχίονα βάσει ιδίων οδηγιών (**ANNEX B of ISO 12217-1**). Για τον σκοπό αυτό υιοθετείται η **μέθοδος B.3.2** του σχετικού παραρτήματος, η οποία αφορά πλοία που έχουν τουλάχιστον 2 καταστρώματα. Καταρχήν θεωρούμε συμβατικά ως αντιπροσωπευτικότερη, ως προς την συχνότητα εμφάνισέως της, και επαρκώς δυσμενής ταυτόχρονα κατανομή του πληρώματος του πλοίου την εξής: με δεδομένο ότι μέγιστος αριθμός επιβατών **CL=22 (Crew Limit)**, θεωρούμε αριθμό ατόμων που κινούνται στο κύριο κατάστρωμα **N1=10**, δηλαδή 4 από αυτούς πλήρωμα ναυτιλιακού χειρισμού και μία ομάδα κρούσης των αντρών ειδικών αποστολών (6 άτομα), είτε για επιβίβαση σε μια λέμβο, είτε για λόγους χειρισμού οπλικών συστημάτων σε περίπτωση σύρραξης. Από το λογισμικό προκύπτει Εμβαδόν κυρίου καταστρώματος=87,060 m². Από αυτό αφαιρούνται προσεγγιστικά γύρω στα 17 m² προκειμένου να εξαιρεθεί το εμβαδό καταστρώματος που καταλαμβάνουν οι λέμβοι, τα οπλικά συστήματα, οι καταπακτές και ο πίνακας ναυσιπλοίας εντός υπερκατασκευής, δηλαδή επιφάνειες που δεν δύναται να κυκλοφορήσουν οι επιβάτες. Έτσι προκύπτει για το κύριο κατάστρωμα **A_{C1} = 70 m²**. Αντίστοιχα με την ίδια λογική, για το ενδιάμεσο κατάστρωμα έχουμε **N2=12** (N2= CL – N1) και για την επιφάνεια αυτού που περιλαμβάνεται μεταξύ των νομέων 7 ως 17, όπου ενδιαιτούνται οι καταδρομείς, έχουμε προσεγγιστικά **A_{C1} = 39 m²**. Όσον αφορά το μέγιστο πλάτος B_C καθεμιάς από τις προαναφερθείσες επιφάνειες καταστρωμάτων, ισχύει αντίστοιχα B_{C1}=4,8 m και B_{C2}=5 m.

Έτσι προκύπτουν οι παρακάτω συντελεστές:

$$CD1=N1/(4 \times A_{C1})=0,029 \leq 0,5 \quad \text{και} \quad CD2=N2/(4 \times A_{C2})=0,076 \leq 0,5$$

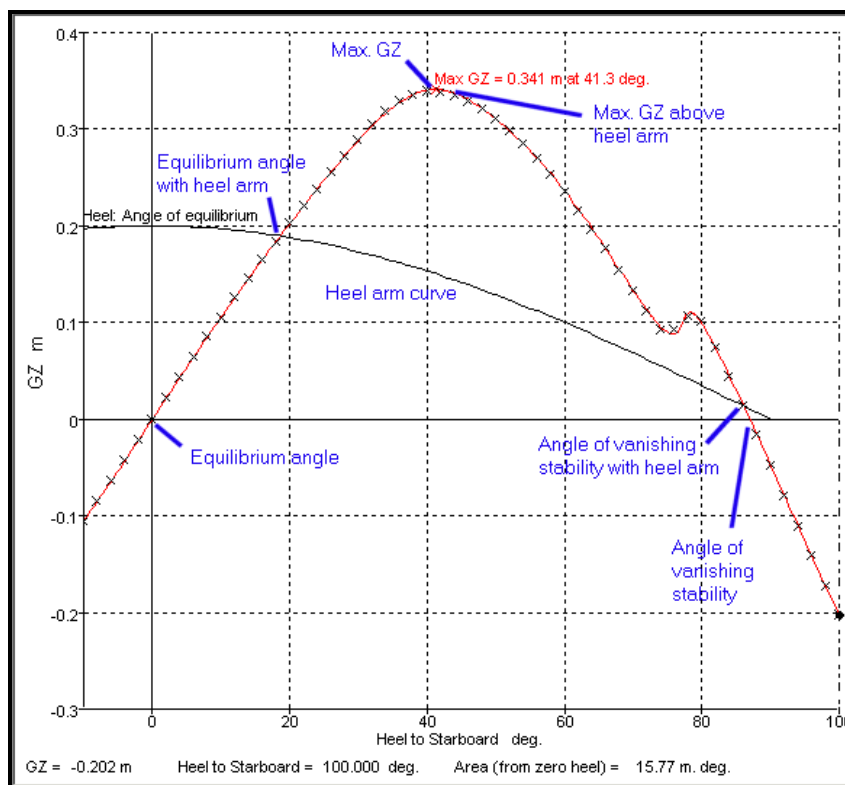
άρα για τις συνεπαγόμενες επιμέρους ροπές κλίσεως ισχύει ο τύπος

$$M_C = 314 \times CL \times Bc \times (1-CD)$$

άρα έχουμε $MC_1=32196,81 \text{ Nm}$ και $MC_2=31914,96 \text{ Nm}$

Συνεπώς η συνολική ροπή κλίσεως είναι $MC= MC_1+ MC_2=64111,77 \text{ Nm}$

άρα $A= MC/Displacement=64,11177 \text{ KNm} / 51,49 \times 9,81 \text{ KN}= 0,127 \text{ m}$ το πλάτος του μοχλοβραχίονα κλίσης.



Σχήμα 21: Διάγραμμα καμπυλών κλίσης και επαναφοράς με τα χαρακτηριστικά τους σημεία

5) Κριτήριο 6.2-Offset Load Test-Required Freeboard at equilibrium

Ιχύουν τα ίδια με το κριτήριο 2

6) Κριτήριο 6.1.3- Dowflooding Angle

Εξασφαλίζει ότι θα υπάρχει επαρκές περιθώριο για την εγκάρσια γωνία κλίσης μέχρι να εισέλθουν σημαντικές ποσότητες νερού στο εσωτερικό του πλοίου, καθορίζοντας την ελάχιστη απαιτούμενη γωνία που πρέπει να συμβαίνει αυτό. Για το υπό μελέτη πλοίο, σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα, η γωνία αυτή ισούται με 25° .

| Design category | Minimum dowflooding angle (degrees) | |
|-----------------|--|----|
| | Options 1 to 5 ^a , use whichever is the greater | |
| A | $\phi_0 + 25$ | 30 |
| B | $\phi_0 + 15$ | 25 |
| C | $\phi_0 + 5$ | 20 |
| D | ϕ_0 | |

Πίνακας 9: Πίνακας απαιτήσεων γωνιών κατακλύσεως

7) Κριτήριο 6.3.1- General

Ισχύει για τα εκτοπίσματα στην έμφορτη κατάσταση και την κατάσταση minimum operating condition (m_{LDC} και m_{MOC} αντίστοιχα), $m_{LDC} / m_{MOC} = 50,49 \text{ tons} / 42,45 \text{ tons} = 1,187 \geq 1,15$. Άρα συμφώνως κανονισμών τα παρακάτω κριτήρια πρέπει να εξεταστούν και στις δύο ανωτέρω καταστάσεις φορτώσεως.

8) Κριτήριο 6.3.2-Rolling in Beam Waves and Wind

Εξασφαλίζει την ικανοποιητική ευστάθεια του πλοίου σε κατάσταση πλαγίου κυματισμού και ανέμου που δημιουργούν βραχίονες ανατροπής στο πλοίο. Οι καμπύλες ευστάθειας και ανατροπής πλοτάρονται μαζί στο ίδιο διάγραμμα που φαίνεται στο σχήμα 18.

Πιο συγκεκριμένα, η τιμή της ροπής ανατροπής εξαιτίας του ανέμου θεωρείται σταθερή σε όλες τις γωνίες κλίσεως του πλοίου Φ και υπολογίζεται σύμφωνα με τους κανονισμούς από την παρακάτω σχέση

$$M_w = 0,3 \times A_{LV} \times (A_{LV} / L_{WL} + T_M) \times V_w^2$$

όπου T_M είναι το μέσο βύθισμα σε μέτρα (για το υπό μελέτη σκάφος ισχύει $T_M=1,09$ m)

$V_W = 21$ m/sec= $40,86$ knots για πλοία κατηγορίας **B** και

A_{LV} είναι η προβολή της επιφάνειας των εξάλων πάνω στο επίπεδο συμμετρίας του πλοίου σε τετραγωνικά μέτρα. Η τιμή της A_{LV} δεν πρέπει να λαμβάνεται ποτέ μικρότερη της τιμής $0,55 \times L_H \times B_H$, όπου L_H το μήκος της γάστρας και B_H το μέγιστο πλάτος της γάστρας. Για το υπό μελέτη σκάφος ισχύει $0,55 \times L_H \times B_H = 62,582$ m². Το λογισμικό υπολογίζει αυτή την επιφάνεια $52,873$ m², άρα λαμβάνεται $A_{LV}=62,582$ m².

Το πρόγραμμα υπολογίζει την προαναφερθείσα ροπή από την γενική σχέση

$$M_W = a \times v_w^2 \times A_{LV} \times (h-H) / (g \times \text{Displacement}) \times \cos^n(\Phi)$$

όπου h είναι το ύψος του κέντρου της A_{LV} και $H=T_M/2=0,545$ m. Επειδή οι κανονισμοί θεωρούν την M_W σταθερή, τίθεται στο πρόγραμμα $n=0$. Ακόμη σύμφωνα με τους υπολογισμούς του προγράμματος, $h=2,497$ m και a είναι μια σταθερά του προγράμματος που εκφράζει την πυκνότητα του ατμοσφαιρικού αέρα και έχει την τιμή $a=0,00061$ tons/m³. Τέλος, το Εκτόπισμα (**Displacement**), καθορίζεται αυτόματα από το πρόγραμμα ανάλογα με την κατάσταση φορτώσεως που θα επιλέγεται κατά την εκάστοτε ανάλυση.

Η υποτιθέμενη γωνία εγκάρσιας κλίσης (**assumed roll angle**) Φ_R υπολογίζεται για πλοία κατηγορίας **B** σύμφωνα με τους κανονισμούς, σε μοίρες, από την παρακάτω σχέση

$$\Phi_R = 20 + 20/V_D$$

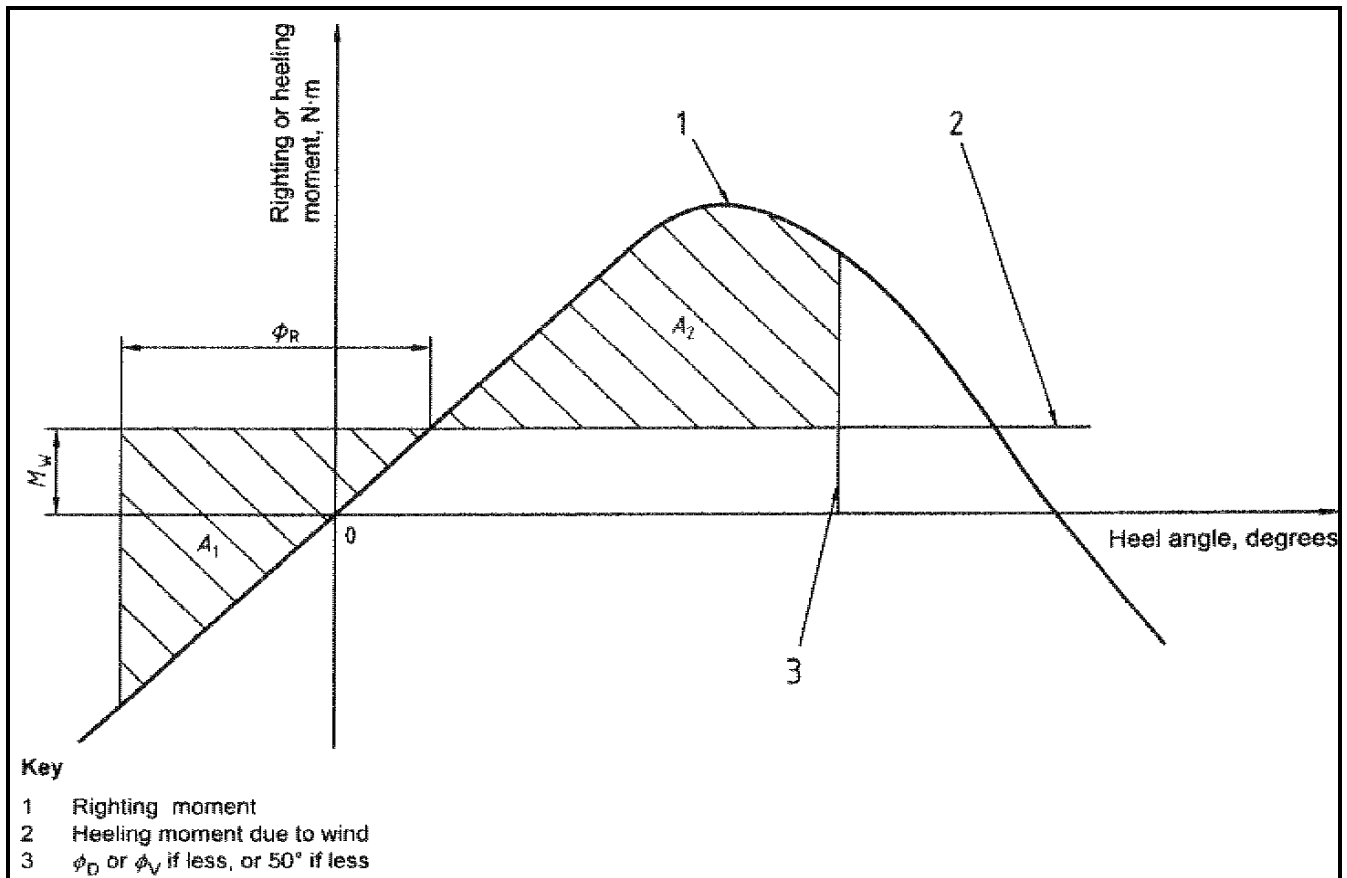
όπου V_D ο όγκος εκτοπίσματος. Άρα τίθενται στους σχετικούς πίνακες δεδομένων του προγράμματος:

-για την κατάσταση **FULL LOAD DEPARTURE**, $V_D=49,261$ m³ και $\Phi_R=20,406^\circ$

-για την κατάσταση **MINIMUM OPERATING CONDITION**, $V_D=42,55/1,025=41,512$ m³ και $\Phi_R=20,406^\circ$

Η καμπύλη ευστάθειας ολοκληρώνεται μέχρι την Φ_D ή την γωνία απώλειας ευστάθειας Φ_V ή μέχρι τις 50° (**specified heel angle**), όποια από αυτές είναι μικρότερη.

Τελικά σύμφωνα με τους κανονισμούς πρέπει να ισχύει για τα εμβαδά των γραμμοσκιασμένων επιφανειών A_1 και A_2 , $A_2 > A_1$



Σχήμα 22: Ευστάθεια πλοίου με επίδραση ανέμου και κυματισμού

9) Κριτήριο 6.3.3-Resistance to Waves

Επιπρόσθετα με τις απαιτήσεις του προηγούμενου κριτηρίου, η καμπύλη ευστάθειας του πλοίου, μέχρι τις γωνίες που προαναφέρθηκαν στο προηγούμενο κριτήριο, πρέπει να ικανοποιεί τις παρακάτω απαιτήσεις:

α) όταν η μέγιστη ροπή επαναφοράς σημειώνεται σε γωνία κλίσεως Φ **μεγαλύτερη ή ίση των 30°** , η ροπή επαναφοράς στις 30° δεν πρέπει να είναι μικρότερη της τιμής **7 KNm** για πλοία

κατηγορίας Β. Επιπλέον ο μέγιστος μοχλοβραχίονας επαναφοράς **GZ** δεν πρέπει να είναι μικρότερος των **0,2 m**.

β) όταν η μέγιστη ροπή επαναφοράς σημειώνεται σε γωνία κλίσεως **Φ μικρότερη των 30°** , η μέγιστη ροπή επαναφοράς δεν πρέπει να είναι μικρότερη της τιμής **$210/\Phi_{GZmax}$ KNm** για πλοία κατηγορίας Β, όπου **Φ_{GZmax}** είναι η γωνία κλίσης που σημειώνεται ο μέγιστος μοχλοβραχίονας επαναφοράς **GZ**. Επιπλέον ο τελευταίος δεν πρέπει να είναι μικρότερος της τιμής **$6/\Phi_{GZmax}$** .

Στους πίνακες δεδομένων του προγράμματος που αντιστοιχούν στο ανωτέρω κριτήριο τοποθετούνται οι τιμές των **30°** για την παράμετρο **“heel angle at which required RM is constant”** και των **0,2 m** για την παράμετρο **“required value of GZ”**. Τα υπόλοιπα λαμβάνονται υπόψη από το ίδιο το πρόγραμμα κατά την εκτέλεση των αναλύσεων που πραγματοποιεί.

4.3 Επιλογή Κριτηρίων Ευστάθειας Βεβλαμένης Κατάστασης

4.3.1 Καθορισμός Καταστάσεων Βλάβης

Η ομάδα των προαναφερθέντων κριτηρίων ευστάθειας δεν περιλαμβάνει κριτήρια που να αφορούν την περίπτωση που ένα ή περισσότερα διαδοχικά διαμερίσματα του πλοίου βρίσκονται σε ελεύθερη επικοινωνία με την θάλασσα λόγω ρήγματος σε κάποιο σημείο της γάστρας του σκάφους (βεβλαμένη κατάσταση). Για την μελέτη της ευστάθειας πλοίου επιλέγονται τα κριτήρια του **Κώδικα Ταχέων Σκαφών (High Speed Craft Code – HSC Code, Criteria for residual stability after damage)** [8]. Κανονικά από αυτά τα κριτήρια εξαιρούνται τα πολεμικά σκάφη, όμως στην προκειμένη περίπτωση επιλέγονται προκειμένου να δοθεί μια προσεγγιστική εικόνα της συμπεριφοράς του σκάφους όσον αφορά την ευστάθειά του κατά τις διάφορες καθορισμένες καταστάσεις βλαβών. Σημειώνεται ότι δεν υπάρχει διαθέσιμη άλλη καταλληλότερη ομάδα κριτηρίων, αφού όσες ομάδες περιλαμβάνουν σχετικά κριτήρια είναι εφαρμόσιμες σε πολεμικά πλοία μεγαλύτερου μεγέθους.

Σύμφωνα με τον κώδικα η έκταση του πλαϊνού ρήγματος που θα πρέπει να θεωρηθεί για την εξέταση της βλάβης είναι:

α) κατά το διάμηκες, το μικρότερο από τα παρακάτω μήκη

1) $0,75 \nabla^{0,333}$ m, 2) $3 + 0,225 \nabla^{0,333}$ m και 3) 11 m

Στην προκειμένη περίπτωση $0,75 \nabla^{0,333} = 2,746$ m και $3 + 0,225 \nabla^{0,333} = 3,824$ m, άρα επιλέγεται η τιμή **2,746 m**.

β) κατά το εγκάρσιο 0,732 m

γ) κατά το κατακόρυφο, το πλήρες ύψος των κατακεκλυσμένων διαμερισμάτων.

Ακόμη, επιπλέον και ιδιαίτερα για την έκταση του ρήγματος στην "κρίσιμη περιοχή" του πυθμένα πρέπει να θεωρηθούν δύο περιπτώσεις:

1) ένα τμήμα μήκους ίσου με $55\% L_{WL} = 9,329$ m, μετρούμενο από το πρωραίο άκρο τις ισάλου προς τα πρύμα και

2) ένα τμήμα ίσο με $(L_{WL} / 2 + 10\% L_{WL}) = 11,195$ m, οπουδήποτε καθόλου του μήκους ισάλου.

Ως κρίσιμη περιοχή του πυθμένα θεωρείται αυτή που οριοθετείται κατά το κατακόρυφο μεταξύ των επιπέδων των παρισάλων που βρίσκονται σε ύψη 0 και $0,3T$ από την τρόπιδα, όπου T το βύθισμα σχεδίασης. Στην προκειμένη περίπτωση **άνω όριο της περιοχής** είναι τα $1,09-0,3 \times 1,09=0,763$ m.

Η εισχώρηση του ρήγματος στον πυθμένα πρέπει να λαμβάνεται ίση με $0,04 \nabla^{0,333} = 0,146$ m ή 0,5 m, το μικρότερο από τα δυο, άρα λαμβάνεται 0,146 m. Επιπλέον η περίμετρος του ρήγματος επί της εγκάρσιας τομής της γάστρας πρέπει να λαμβάνεται ίση με $0,1 \nabla^{0,333} = 0,366$ m και σε καμιά περίπτωση δεν πρέπει αυτή να εκτείνεται πάνω από το άνω όριο της κρίσιμης περιοχής του πυθμένα.

Τα ανωτέρω λαμβάνονται υπόψη στον καθορισμό των καταστάσεων βλάβης που θεωρούνται για το υπό μελέτη σκάφος, προκειμένου αυτές να καλύπτουν τις ανωτέρω προδιαγραφές. Έτσι

προκύπτουν 11 καταστάσεις-σενάρια βλάβης που παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα. Συγκεκριμένα οι καταστάσεις 1-6 και 11 αφορούν πλαϊνή ρωγμή και οι υπόλοιπες αφορούν ρωγμή στον πυθμένα του σκάφους. Η σύντμηση “C” σημαίνει Case. Με το σύμβολο √ συμβολίζονται τα εκάστοτε κατακεκλόμενα διαμερίσματα.

| Compartment | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | C9 | C10 | C11 |
|--------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|
| Diesel Oil Tank | | | | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | |
| Engine Room | | | | | | √ | | √ | √ | √ | √ |
| Accommodation Area | | √ | √ | √ | √ | √ | | √ | | | |
| Toilet Area | √ | √ | | | | | | | | | |
| Forepeak | √ | √ | | | | | √ | √ | | | |
| Dry Tank 1 | | | √ | | √ | | √ | √ | √ | | |
| Ammunition Store | √ | √ | | | | | | | | | |

Πίνακας 10: Καταστάσεις Βλαβών πλοίου

4.3.2 Κριτήρια Ευστάθειας μετά από Βλάβη

1) Κριτήριο 2.1.1-Range of positive stability

Το εύρος γωνιών κλίσης, μεταξύ των γωνιών ισορροπίας σκάφους και της γωνίας κατακλύσεως, για το οποίο ο μοχλοβραχίονας επαναφοράς λαμβάνει θετικές τιμές, πρέπει να είναι μεγαλύτερο ή ίσο των 15°.

2) Κριτήριο 2.1.2-Area under GZ curve

Το εμβαδόν της επιφάνειας κάτω από την καμπύλη του μοχλοβραχίονα επαναφοράς, από το σημείο της γωνίας ισορροπίας μέχρι το σημείο της γωνίας κατακλύσεως, πρέπει να είναι μεγαλύτερο ή ίσο των 0,015 mrad = 0,859m deg.

3) Κριτήριο 2.1.3-Area under GZ curve

Η μέγιστη τιμή του μοχλοβραχίονα επαναφοράς, για το εύρος γωνιών κλίσης από το σημείο της γωνίας ισορροπίας μέχρι το σημείο της γωνίας κατακλύσεως, πρέπει να είναι μεγαλύτερη ή ίση του 0,1 m.

4) Κριτήριο 2.2.1-Value of max. GZ in intermediate stages

Η μέγιστη τιμή του μοχλοβραχίονα επαναφοράς, για το εύρος γωνιών κλίσης από το σημείο της γωνίας ισορροπίας μέχρι το σημείο της γωνίας κατακλύσεως, πρέπει να είναι μεγαλύτερη ή ίση του 0,05 m.

5) Κριτήριο 2.2.2-Range of positive stability in intermediate stages

Το εύρος γωνιών κλίσης, μεταξύ των γωνιών ισορροπίας σκάφους και της γωνίας κατακλύσεως, για το οποίο ο μοχλοβραχίονας επαναφοράς λαμβάνει θετικές τιμές, πρέπει να είναι μεγαλύτερο ή ίσο των 7°.

6) Κριτήριο 2.6.11.1-Min. freeboard at damaged equilibrium

Είναι απαραίτητο κατά την ισορροπία του σκάφους μετά το πέρας της κατάκλυσης, το προκύπτον ύψος εξάλων μεταξύ κρίσιμων σημείων προοδευτικής κατάκλυσης σκάφους και ισάλου βλάβης να είναι μεγαλύτερο ή ίσο του 50% του σημαντικού ύψους κύματος για την κατηγορία του σκάφους, στην δυσμενέστερη περίπτωση. Για την εξέταση της άθικτης ευστάθειας το πλοίο καθορίστηκε κατηγορίας Β, όπου εν σημαντικό ύψος κύματος στη δυσμενέστερη περίπτωση= 4 μέτρα. Εν λόγω τιμή κρίνεται ότι θα επιφέρει υπερβολικά αυστηρή απαίτηση για το εν λόγω σκάφος, οπότε για την εξέταση της ευστάθειας βλάβης θεωρώ το σκάφος κατηγορίας C, όπου αντίστοιχη τιμή=2 μέτρα, οπότε για 50% αυτής, έχω 1 μέτρο.

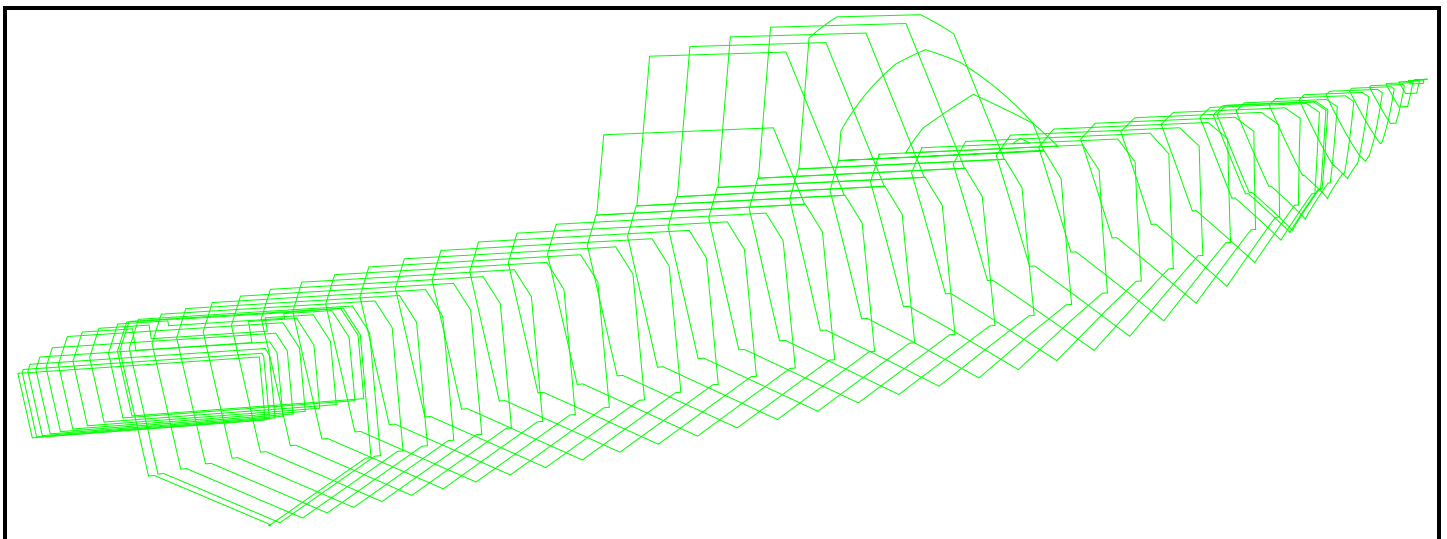
7) Κριτήριο 2.6.11.3-Min. freeboard at damaged equilibrium

Είναι απαραίτητο να υφίσταται θετικό ύψος εξάλων μεταξύ σημείων επιβιβάσεως σε σωστικά μέσα του σκάφους και ισάλου βλάβης.

4.4 Μελέτη Ευστάθειας Άθικτης Κατάστασης

4.4.1 Υδροστατικό Διάγραμμα–Αρχικός Έλεγχος Εγκάρσιας Ευστάθειας

Μετά την ολοκλήρωση της περαιτέρω διαμόρφωσης του μοντέλου του οπτό μελέτη σκάφους, προβαίνουμε στην εκτέλεση των διαφόρων αναλύσεων. Σύμφωνα με τις διατιθέμενες επιλογές του προγράμματος επιλέγουμε **αριθμό νομέων 50**, που είναι οι νομείς που θα λάβει υπόψη του το πρόγραμμα προκειμένου να “διαβάσει” το σχεδιασμένο μοντέλο, να κάνει δηλαδή τις απαραίτητες ολοκληρώσεις των εμβαδών των εγκαρσίων τομών και να εκτελέσει τους υπολογισμούς. Οι νομείς αυτοί φαίνονται στην εικόνα 11, όπως απεικονίζονται στο τρισδιάστατο περιβάλλον του προγράμματος.



Εικόνα 21: Απεικόνιση νομέων μοντέλου υπό μελέτη σκάφους

Αρχικά εκπονείται το υδροστατικό διάγραμμα του πλοίου. Επιλέγεται στο πρόγραμμα ένα εύρος δώδεκα βυθισμάτων στο μέσο του πλοίου, με αρχικό βύθισμα τα 0,9 μέτρα και τελικό βύθισμα τα 1,09 μέτρα, το οποίο είναι και το υπολογισμένο βύθισμα της έμφορτου κατάστασης του πλοίου. Έτσι προκύπτει ο πίνακας υδροστατικών στοιχείων και το αντίστοιχο υδροστατικό διάγραμμα για το υπό μελέτη πλοίο, όταν αυτό είναι ισοβύθιστο.

Γενικά παρατηρείται ότι το πλοίο διαθέτει την απαραίτητη εγκάρσια ευστάθεια για όλα τα βυθίσματά του, συνεπώς και για τις τρεις καταστάσεις φορτώσεως του. Ειδικά για αυτές

παρατηρείται για παράδειγμα, όσον αφορά την εγκάρσια ευστάθεια του σκάφους, ότι για τα εκτόπισμα που αντιστοιχούν ή είναι πάρα πολύ κοντά στα αντίστοιχα των καταστάσεων φορτώσεως, οι τιμές του GMt είναι ιδιαίτερα ικανοποιητικές. Συγκεκριμένα:

-για την **FULL LOAD DEPARTURE**, όπου $T_M=1,09$ m, προκύπτει **GMt = 2,309 m**.

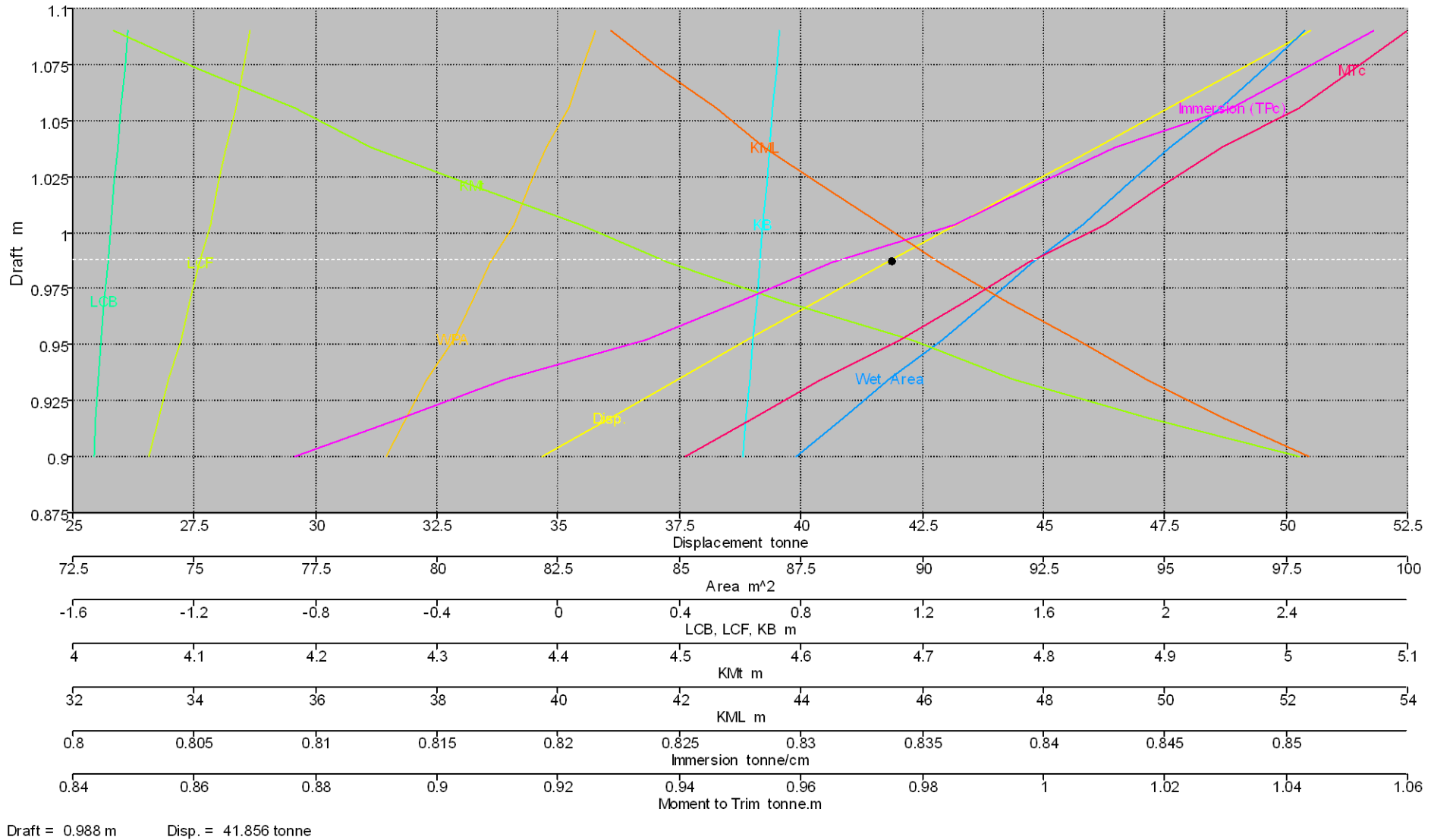
Σημειώνεται ότι η τιμή αυτή είναι πολύ κοντά στην αντίστοιχη που είχε υπολογιστεί από το πρόγραμμα MAXSURF (GMt = 2,312 m) με βάση την προεκτίμηση του KG στο κεφάλαιο 3.

- για την **FULL LOAD ARRIVAL**, για εκτόπισμα 44,58 tons, που είναι πολύ κοντά στο εκτόπισμα της εν λόγω καταστάσεως, και $T_M=1,021$ m, προκύπτει **GMt = 2,604 m**.

- για την **MINIMUM OPERATING CONDITION**, για εκτόπισμα 43,21 tons, που είναι πολύ κοντά στο εκτόπισμα της εν λόγω καταστάσεως, και $T_M=1,004$ m, προκύπτει **GMt = 2,694 m**.

Για τις δύο τελευταίες καταστάσεις είναι σίγουρο συμπέρασμα ότι με γραμμική παρεμβολή θα προκύψουν ικανοποιητικές τιμές του GMt, πολύ κοντά στις μόλις προαναφερθείσες.

ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΛΟΙΟΥ "ΕΡΜΗΣ"



ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΛΟΙΟΥ "ΕΡΜΗΣ"

| | | | | | | | | | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Draft Amidsh. m | 0.9 | 0.92 | 0.94 | 0.96 | 0.98 | 1 | 1.02 | 1.04 | 1.06 | 1.07 | 1.08 | 1.09 |
| Displacement tonne | 34.66 | 36.07 | 37.48 | 38.9 | 40.33 | 41.76 | 43.21 | 44.65 | 46.11 | 47.57 | 49.04 | 50.51 |
| Heel to Starboard degrees | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Draft at FP m | 0.9 | 0.917 | 0.935 | 0.952 | 0.969 | 0.986 | 1.004 | 1.021 | 1.038 | 1.055 | 1.073 | 1.09 |
| Draft at AP m | 0.9 | 0.917 | 0.935 | 0.952 | 0.969 | 0.986 | 1.004 | 1.021 | 1.038 | 1.055 | 1.073 | 1.09 |
| Draft at LCF m | 0.9 | 0.917 | 0.935 | 0.952 | 0.969 | 0.986 | 1.004 | 1.021 | 1.038 | 1.055 | 1.073 | 1.09 |
| Trim (+ve by stern) m | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| WL Length m | 18.25 | 18.287 | 18.324 | 18.362 | 18.399 | 18.436 | 18.473 | 18.51 | 18.548 | 18.585 | 18.622 | 18.659 |
| WL Beam m | 5.007 | 5.01 | 5.014 | 5.018 | 5.021 | 5.025 | 5.029 | 5.032 | 5.036 | 5.04 | 5.043 | 5.047 |
| Wetted Area m² | 87.411 | 88.364 | 89.319 | 90.424 | 91.343 | 92.265 | 93.324 | 94.213 | 95.105 | 96.142 | 97.007 | 97.875 |
| Waterpl. Area m² | 78.942 | 79.365 | 79.79 | 80.352 | 80.723 | 81.097 | 81.593 | 81.917 | 82.243 | 82.706 | 82.991 | 83.278 |
| Prismatic Coeff. | 0.827 | 0.827 | 0.828 | 0.829 | 0.83 | 0.832 | 0.833 | 0.834 | 0.835 | 0.836 | 0.838 | 0.839 |
| Block Coeff. | 0.405 | 0.413 | 0.421 | 0.429 | 0.436 | 0.444 | 0.451 | 0.458 | 0.464 | 0.471 | 0.477 | 0.483 |
| Midship Area Coeff. | 0.49 | 0.5 | 0.509 | 0.517 | 0.526 | 0.534 | 0.541 | 0.549 | 0.556 | 0.563 | 0.569 | 0.576 |
| Waterpl. Area Coeff. | 0.845 | 0.849 | 0.853 | 0.858 | 0.862 | 0.865 | 0.87 | 0.872 | 0.875 | 0.88 | 0.882 | 0.884 |
| LCB from Amidsh. (+ve fwd) m | -1.531 | -1.524 | -1.516 | -1.506 | -1.496 | -1.486 | -1.475 | -1.464 | -1.453 | -1.442 | -1.431 | -1.419 |
| LCF from Amidsh. (+ve fwd) m | -1.35 | -1.317 | -1.284 | -1.243 | -1.214 | -1.185 | -1.147 | -1.122 | -1.097 | -1.061 | -1.039 | -1.017 |
| KB m | 0.607 | 0.619 | 0.631 | 0.642 | 0.653 | 0.664 | 0.675 | 0.686 | 0.697 | 0.708 | 0.719 | 0.729 |
| KG m | 1.724 | 1.724 | 1.724 | 1.724 | 1.724 | 1.724 | 1.724 | 1.724 | 1.724 | 1.724 | 1.724 | 1.724 |
| BMt m | 4.403 | 4.269 | 4.144 | 4.05 | 3.934 | 3.827 | 3.742 | 3.642 | 3.548 | 3.475 | 3.387 | 3.304 |
| BML m | 51.765 | 50.362 | 49.054 | 47.922 | 46.737 | 45.627 | 44.674 | 43.65 | 42.687 | 41.893 | 40.996 | 40.149 |
| GMt m | 3.286 | 3.164 | 3.051 | 2.968 | 2.864 | 2.767 | 2.694 | 2.604 | 2.521 | 2.459 | 2.381 | 2.309 |
| GML m | 50.649 | 49.257 | 47.961 | 46.841 | 45.666 | 44.567 | 43.626 | 42.612 | 41.66 | 40.877 | 39.99 | 39.154 |
| KMt m | 5.01 | 4.888 | 4.775 | 4.692 | 4.588 | 4.491 | 4.418 | 4.328 | 4.245 | 4.183 | 4.105 | 4.033 |
| KML m | 52.373 | 50.981 | 49.685 | 48.565 | 47.39 | 46.291 | 45.35 | 44.336 | 43.384 | 42.601 | 41.714 | 40.878 |
| Immersion (TPc) tonne/cm | 0.809 | 0.813 | 0.818 | 0.824 | 0.827 | 0.831 | 0.836 | 0.84 | 0.843 | 0.848 | 0.851 | 0.854 |
| MTc tonne.m | 0.941 | 0.952 | 0.963 | 0.976 | 0.987 | 0.997 | 1.01 | 1.02 | 1.029 | 1.042 | 1.051 | 1.06 |
| RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) ton | 1.988 | 1.991 | 1.996 | 2.015 | 2.015 | 2.017 | 2.031 | 2.03 | 2.029 | 2.041 | 2.038 | 2.036 |

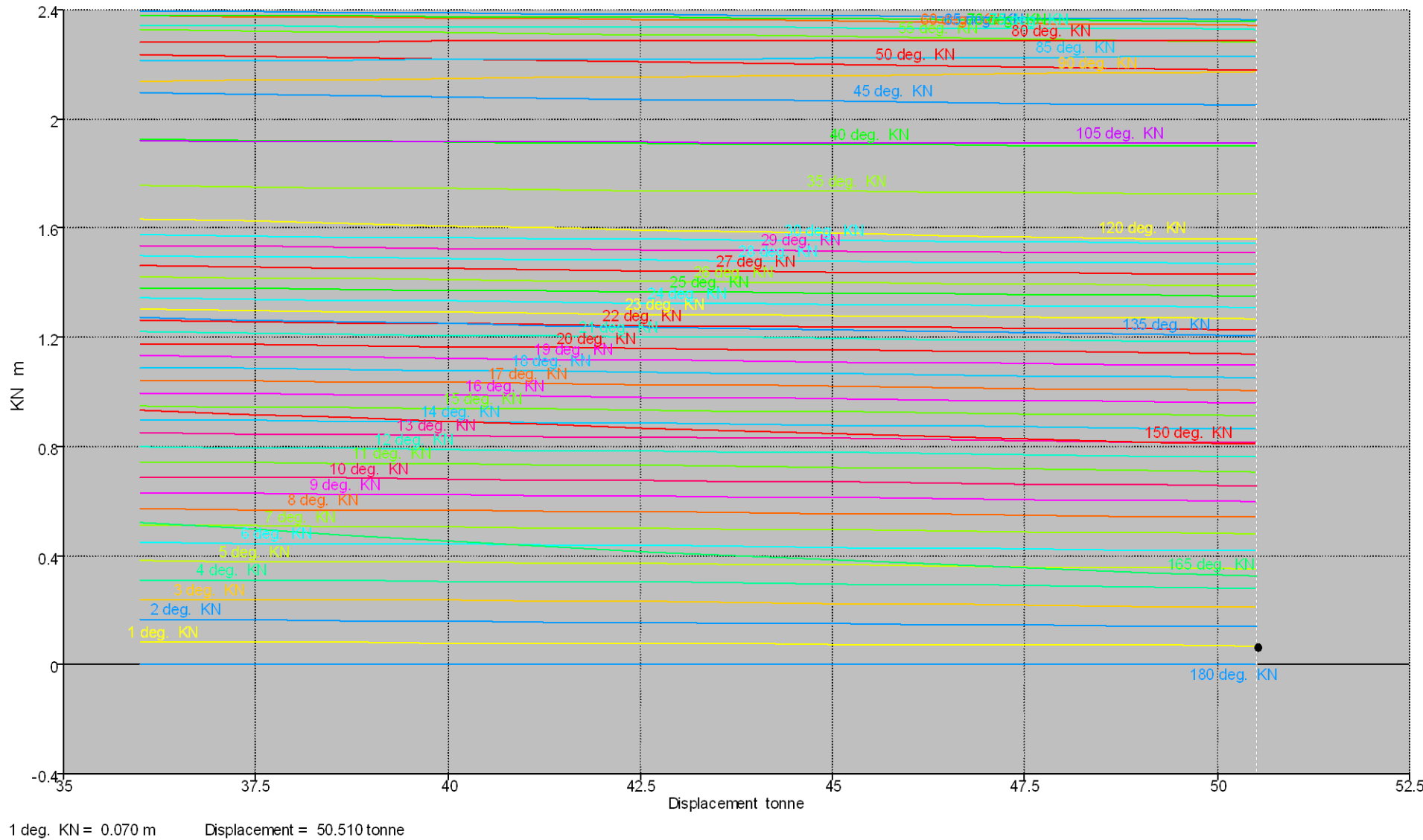
4.4.2 Διάγραμμα Παραμετρικών Καμπυλών Ευστάθειας

Το Διάγραμμα Παραμετρικών Καμπυλών Ευστάθειας παριστάνει την μεταβολή του μοχλοβραχίονα επαναφοράς του πλοίου σε σχέση με το εκτόπισμά του για διάφορες γωνίες εγκάρσιας κλίσεως αυτού και για υποθετική κατακόρυφη θέση του κέντρου βάρους επί της τρόπιδας, οπότε ουσιαστικά οι καμπύλες δίνουν την μεταβολή του μήκους KN. Εφόσον είναι γνωστή η πραγματική κατακόρυφη θέση του κέντρου βάρους του πλοίου KG, ο υπολογισμός του μοχλοβραχίονα επαναφοράς δύναται να υπολογιστεί από την σχέση

$$GZ=KN-KG\sin\varphi$$

Στο μενού του προγράμματος επιλέγεται εύρος γωνιών εγκάρσιας κλίσης από 0°–180°, σταθερή μηδενική διαγωγή και εύρος Εκτοπισμάτων από 30 tons – 50,55 tons. Παρατίθεται το διάγραμμα που προκύπτει.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΩΝ ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΛΟΙΟΥ "ΕΡΜΗΣ"



4.3.3 Διαγράμματα Καμπύλης Ευστάθειας –Έλεγχος Ευστάθειας μεγάλων κλίσεων

Τα διαγράμματα καμπυλών ευστάθειας ($GZ - \varphi$) εκπονούνται για όλες τις καταστάσεις φορτώσεως για εύρος γωνιών εγκάρσιας κλίσης από -30° – 180° (όπου θετικές θεωρούνται οι δεξιές κλίσεις). Η τιμή -30° επιλέγεται προκειμένου το πρόγραμμα να μπορέσει να εκτιμήσει σωστά κ α το κριτήριο διατοιχισμού σε κυματισμό και άνεμο, όπου είχε τεθεί $\text{roll back angle}=25^\circ$. Τα κριτήρια που θα λάβει υπόψην του το πρόγραμμα είναι τα προαναφερθέντα.

Στα εν λόγω διάγραμμα η κίτρινη γραμμή παριστάνει την καμπύλη ευστάθειας του σκάφους, η οποία αποτελεί και το μέτρο της ευστάθειας του για μεγάλες κλίσεις. Οι καμπύλες διαφορετικού χρώματος που εμφανίζονται αφορούν τις διάφορες μορφές καμπυλών μοχλοβραχιόνων ανατροπής που διαμορφώνονται από το πρόγραμμα, σύμφωνα με τα καθορισμένα δεδομένα του κάθε συνεκτιμώμενου κριτηρίου ευστάθειας. Η κατακόρυφος χρώματος μπλε ευθεία επισημαίνει την γωνία κατακλύσεως ($\text{downflooding angle}$).

Από τις μορφές των καμπυλών παρατηρούμε ικανοποιητική ευστάθεια στο σχεδιασμένο πλοίο, γιατί σύμφωνα με τους υπολογισμούς του προγράμματος το πλοίο συμμορφώνεται με όλα τα κριτήρια ευστάθειας ISO που έχουν επιλεγεί και για τα οποία παρατίθεται αναλυτικοί πίνακες. Στους εν λόγω πίνακες τα κριτήρια που ικανοποιούνται επισημαίνονται με την λέξη “**pass**”. Σημειώνεται ότι για την κατάσταση **FULL LOAD ARRIVAL** δεν παρατίθεται πίνακας κριτηρίων ευσταθείας, αφού τα επιλεγμένα κριτήρια δεν αφορούν την προκειμένη κατάσταση. Ακόμη στον αντίστοιχο πίνακα της κατάστασης **MINIMUM OPERATING CONDITION** παρατίθενται τα αποτελέσματα μόνο για την **ομάδα κριτηρίων 6.3**, η οποία αφορά σύμφωνα με τους επιλεγμένους κανονισμούς την συγκεκριμένη κατάσταση φορτώσεως.

Στα πλαίσια της ίδιας ανάλυσης, το πρόγραμμα παρέχει και την δυνατότητα καθορισμού των υδροστατικών παραμέτρων της γάστρας του σκάφους στο προαναφερθέν εύρος τιμών γωνιών κλίσης.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ για FULL LOAD DEPARTURE

| Heel to Starboard degrees | -30 | -25 | -20 | -15 | -10 | -5 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 40 | 50 |
|-------------------------------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| Displacement tonne | 50.48 | 50.48 | 50.48 | 50.47 | 50.48 | 50.48 | 50.48 | 50.5 | 50.5 | 50.47 | 50.47 | 50.48 | 50.48 | 50.48 | 50.5 |
| Draft at FP m | 0.684 | 0.762 | 0.827 | 0.879 | 0.929 | 0.961 | 0.97 | 0.96 | 0.93 | 0.88 | 0.827 | 0.763 | 0.684 | 0.456 | 0.08 |
| Draft at AP m | 0.894 | 1.005 | 1.091 | 1.151 | 1.177 | 1.185 | 1.184 | 1.19 | 1.18 | 1.151 | 1.09 | 1.005 | 0.894 | 0.582 | 0.13 |
| WL Length m | 19.806 | 19.974 | 20.11 | 20.22 | 18.32 | 18.39 | 18.41 | 18.4 | 18.3 | 20.22 | 20.11 | 19.98 | 19.81 | 19.97 | 20.1 |
| Immersed Depth m | 1.27 | 1.178 | 1.061 | 1.105 | 1.152 | 1.173 | 1.177 | 1.17 | 1.15 | 1.104 | 1.061 | 1.178 | 1.27 | 1.386 | 1.44 |
| WL Beam m | 4.166 | 4.244 | 4.376 | 4.568 | 4.819 | 5.087 | 5.067 | 5.09 | 4.82 | 4.568 | 4.375 | 4.244 | 4.166 | 4.074 | 3.95 |
| Wetted Area m ² | 87.501 | 87.412 | 87.07 | 87.27 | 92.41 | 96.06 | 96.99 | 96.1 | 92.4 | 87.27 | 87.06 | 87.41 | 87.51 | 88.73 | 88.7 |
| Waterpl. Area m ² | 70.568 | 70.941 | 71.43 | 72.85 | 75.76 | 80.83 | 81.84 | 80.8 | 75.7 | 72.85 | 71.43 | 70.94 | 70.57 | 71.37 | 69.6 |
| Prismatic Coeff. | 0.771 | 0.752 | 0.736 | 0.724 | 0.726 | 0.727 | 0.729 | 0.73 | 0.73 | 0.725 | 0.736 | 0.752 | 0.771 | 0.812 | 0.85 |
| Block Coeff. | 0.499 | 0.528 | 0.568 | 0.523 | 0.475 | 0.442 | 0.443 | 0.44 | 0.48 | 0.523 | 0.569 | 0.528 | 0.499 | 0.468 | 0.47 |
| LCB from Amidsh. (+ve fwd) m | -1.872 | -1.875 | -1.875 | -1.88 | -1.87 | -1.87 | -1.87 | -1.87 | -1.9 | -1.88 | -1.87 | -1.87 | -1.87 | -1.87 | -1.9 |
| VCB from DWL m | -0.424 | -0.418 | -0.411 | -0.4 | -0.39 | -0.375 | -0.37 | -0.38 | -0.4 | -0.4 | -0.41 | -0.42 | -0.42 | -0.43 | -0.5 |
| GZ m | -0.692 | -0.631 | -0.558 | -0.47 | -0.35 | -0.194 | 0 | 0.2 | 0.35 | 0.466 | 0.558 | 0.632 | 0.692 | 0.795 | 0.86 |
| LCF from Amidsh. (+ve fwd) m | -1.329 | -1.288 | -1.306 | -1.23 | -1.18 | -1.236 | -1.17 | -1.24 | -1.2 | -1.23 | -1.31 | -1.29 | -1.33 | -1.31 | -1.3 |
| TCF to zero pt. m | -1.484 | -1.278 | -1.051 | -0.79 | -0.5 | -0.187 | 0 | 0.19 | 0.5 | 0.79 | 1.051 | 1.278 | 1.484 | 1.832 | 2 |
| Max deck inclination deg | 30 | 25 | 20 | 15 | 10 | 5 | 0.7 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 40 | 50 |
| Trim angle (+ve by stern) deg | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.7 | 0.6 | 0.4 | 0.1 |

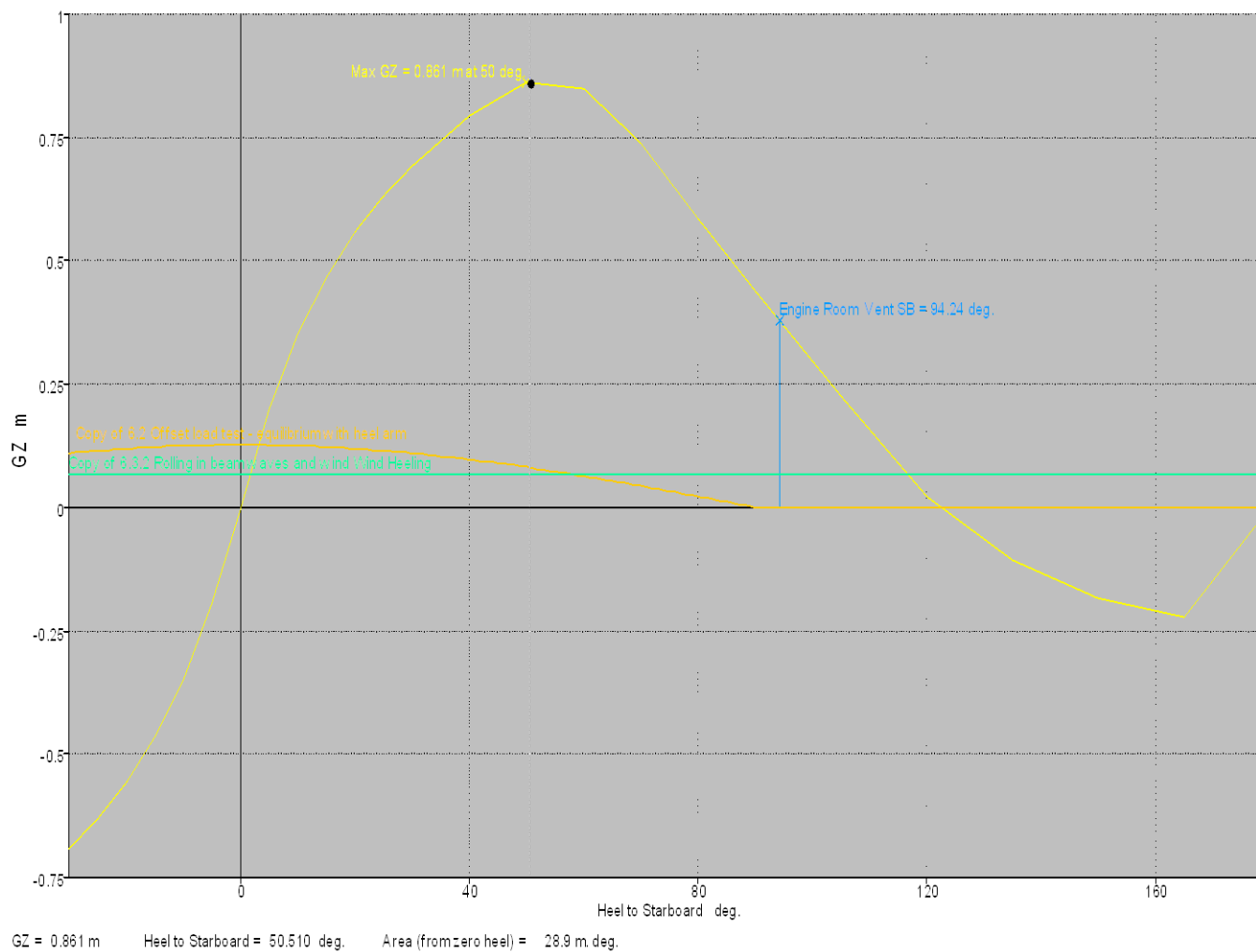
1^ο Μέρος Πίνακα υδροστατικών στοιχείων πλοίου "ΕΡΜΗΣ" για διάφορες γωνίες εγκάρσιας κλίσης

ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ για FULL LOAD DEPARTURE

| Heel to Starboard degrees | 60 | 70 | 80 | 90 | 105 | 120 | 135 | 150 | 165 | 180 |
|-------------------------------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|------|-------|
| Displacement tonne | 50.48 | 50.48 | 50.47 | 50.47 | 50.47 | 50.47 | 50.47 | 50.5 | 50.5 | 50.48 |
| Draft at FP m | -0.579 | -1.985 | -6.338 | N/A | -8.56 | -5.57 | -4.66 | -4.32 | -4.1 | -4.01 |
| Draft at AP m | -0.604 | -2.017 | -6.147 | N/A | -7.24 | -4.404 | -3.37 | -2.83 | -2.6 | -2.51 |
| WL Length m | 20.051 | 19.956 | 20.1 | 20.2 | 20.19 | 20.06 | 19.55 | 18 | 16 | 16.08 |
| Immersed Depth m | 1.435 | 1.368 | 1.243 | 1.291 | 1.473 | 1.559 | 1.592 | 1.54 | 1.26 | 1.963 |
| WL Beam m | 3.709 | 3.732 | 4.05 | 4.69 | 4.689 | 5.045 | 5.339 | 5.11 | 5.19 | 5.387 |
| Wetted Area m ² | 88.764 | 90.797 | 93.03 | 95.65 | 96.81 | 97.84 | 97.18 | 95.8 | 95.4 | 91.73 |
| Waterpl. Area m ² | 62.201 | 57.126 | 54.86 | 55 | 53.83 | 56 | 56.81 | 56.8 | 64.3 | 75.59 |
| Prismatic Coeff. | 0.868 | 0.848 | 0.803 | 0.721 | 0.604 | 0.517 | 0.443 | 0.38 | 0.36 | 0.345 |
| Block Coeff. | 0.496 | 0.517 | 0.524 | 0.436 | 0.382 | 0.336 | 0.311 | 0.34 | 0.4 | 0.25 |
| LCB from Amidsh. (+ve fwd) m | -1.858 | -1.859 | -1.863 | -1.87 | -1.9 | -1.924 | -1.96 | -2 | -2 | -2.02 |
| VCB from DWL m | -0.483 | -0.506 | -0.517 | -0.51 | -0.51 | -0.532 | -0.57 | -0.58 | -0.6 | -0.58 |
| GZ m | 0.85 | 0.739 | 0.587 | 0.441 | 0.224 | 0.023 | -0.11 | -0.19 | -0.2 | 0 |
| LCF from Amidsh. (+ve fwd) m | -1.246 | -1.114 | -1.043 | -0.94 | -1.03 | -1.264 | -1.8 | -2.47 | -3.8 | -4.16 |
| TCF to zero pt. m | 2.179 | 2.261 | 2.28 | 2.257 | 1.896 | 1.418 | 1.047 | 0.61 | 0.23 | 0 |
| Max deck inclination deg | 60 | 70 | 80 | 90 | 105 | 120 | 134.9 | 150 | 164 | 175.4 |
| Trim angle (+ve by stern) deg | -0.1 | -0.1 | 0.6 | 90 | 4 | 3.6 | 4 | 4.6 | 4.8 | 4.6 |

2^ο Μέρος Πίνακα υδροστατικών στοιχείων πλοίου "ΕΡΜΗΣ" για διάφορες γωνίες εγκάρσιας κλίσης

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ για FULL LOAD DEPARTURE



Διάγραμμα Καμπύλης Ευσταθείας πλοίου "ΕΡΜΗΣ"

ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ για FULL LOAD DEPARTURE

| Code | Criteria | Value | Units | Actual | Status |
|----------------------------|--|--------------|----------------------|--------|-------------|
| ISO 12217-1:2002(E) | Copy of 6.1.3 Downflooding angle | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | | 25 deg | 94.2 | Pass |
| ISO 12217-1:2002(E) | Copy of 6.2 Offset load test - equilibrium with heel arm | | | | Pass |
| | Heeling arm = $A \cos^n(\phi)$ | | | | |
| | A = | 0.127 | m | | |
| | n = | 1 | | | |
| | shall not be greater than (<=) | 10 | deg | 3.3 | Pass |
| ISO 12217-1:2002(E) | Copy of 6.3.2 Rolling in beam waves and wind | | | | Pass |
| | Wind arm: $a v^2 A (h - H) / (g \text{ disp.}) \cos^n(\phi)$ | | | | |
| | constant: $a (0.5 \rho_{\text{air}} C_d) =$ | 0.00061 | tonne/m ³ | | |
| | wind velocity: v = | 40.86 | kts | | |
| | area centroid height: h = | 2.497 | m | | |
| | total area: A = | 62.582 | m ² | | |
| | H = mean draught / 2 | 0.538 | m | | |
| | cosine power: n = | 0 | | | |
| | gust ratio | 1 | | | |
| | Area2 integrated to the lesser of | | | | |
| | roll back angle from equilibrium (with heel arm) | 20.4 (-18.7) | deg | -18.7 | |
| | Area 1 upper integration range, to the lesser of: | | | | |
| | spec. heel angle | 50 | deg | 50 | |
| | first downflooding angle | 94.2 | deg | | |
| | angle of vanishing stability (with heel arm) | 116.7 | deg | | |
| | Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of: | | | | |
| | spec. heel angle | 50 | deg | | |
| angle of max. GZ | 50 | deg | 50 | | |

Πίνακας κριτηρίων ευστάθειας Μέρος 1°

| Code | Criteria | Value | Units | Actual | Status |
|----------------------------|---|------------------------|-------|--------|--------|
| | spec. heel angle | 50 | deg | | |
| | angle of max. GZ | 50 | deg | 50 | |
| | first downflooding angle | 94.2 | deg | | |
| | Select required angle for angle of steady heel ratio: | DeckEdgeImmersionAngle | | | |
| | Criteria: | | | | Pass |
| | Area1 / Area2 shall be greater than (>) | 100 | % | 357.67 | Pass |
| | Intermediate values | | | | |
| | Heel arm amplitude | | m | 0.067 | |
| | Equilibrium angle with heel arm | | deg | 1.7 | |
| | Area1 (under GZ), from 1.7 to 50.0 deg. | | m.deg | 28.407 | |
| | Area1 (under HA), from 1.7 to 50.0 deg. | | m.deg | 3.222 | |
| | Area1, from 1.7 to 50.0 deg. | | m.deg | 25.185 | |
| | Area2 (under GZ), from -18.7 to 1.7 deg. | | m.deg | -5.68 | |
| | Area2 (under HA), from -18.7 to 1.7 deg. | | m.deg | 1.361 | |
| | Area2, from -18.7 to 1.7 deg. | | m.deg | 7.041 | |
| | | | | | |
| ISO 12217-1:2002(E) | Copy of 6.3.3 Resistance to waves (Value of RM) | | | | Pass |
| | heel angle at which required RM is constant | 30 | deg | | |
| | required value of RM at this angle is | 7 | kN.m | | |
| | limited by first downflooding angle | 94.2 | deg | | |
| | shall not be less than (>=) | 7 | kN.m | 342.71 | Pass |
| | Intermediate values | | | | |
| | angle at which max. GZ occurs | | deg | 50 | |
| | | | | | |
| ISO 12217-1:2002(E) | Copy of 6.3.3 Resistance to waves (Value of GZ) | | | | Pass |
| | heel angle at which required GZ is constant | 30 | deg | | |
| | required value of GZ at this angle is | 0.2 | m | | |
| | limited by first downflooding angle | 94.2 | deg | | |
| | shall be greater than (>) | 0.2 | m | 0.692 | Pass |
| | Intermediate values | | | | |
| | angle at which max. GZ occurs | | deg | 50 | |

Πίνακας κριτηρίων ευστάθειας Μέρος 2°

ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ για FULL LOAD ARRIVAL

| | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|
| Draft at AP m | 0.813 | 0.928 | 1.017 | 1.079 | 1.11 | 1.124 | 1.124 | 1.125 | 1.11 | 1.079 | 1.017 |
| WL Length m | 19.562 | 19.744 | 19.892 | 20.017 | 18.129 | 18.204 | 18.231 | 18.203 | 18.128 | 20.02 | 19.893 |
| Immersed Depth m | 1.2 | 1.108 | 0.992 | 1.035 | 1.086 | 1.113 | 1.116 | 1.113 | 1.086 | 1.035 | 0.992 |
| WL Beam m | 4.056 | 4.132 | 4.259 | 4.442 | 4.685 | 5.074 | 5.054 | 5.074 | 4.685 | 4.442 | 4.258 |
| Wetted Area m ² | 82.321 | 82.144 | 82.101 | 82.172 | 87.47 | 90.856 | 93.036 | 90.852 | 87.469 | 82.17 | 82.102 |
| Waterpl. Area m ² | 67.078 | 67.35 | 68.09 | 69.323 | 72.526 | 77.478 | 80.104 | 77.474 | 72.524 | 69.32 | 68.091 |
| Prismatic Coeff. | 0.743 | 0.725 | 0.709 | 0.7 | 0.702 | 0.701 | 0.703 | 0.701 | 0.702 | 0.7 | 0.71 |
| Block Coeff. | 0.479 | 0.509 | 0.552 | 0.507 | 0.458 | 0.413 | 0.413 | 0.413 | 0.458 | 0.507 | 0.552 |
| LCB from Amidsh. (+ve fwd) m | -2.009 | -2.013 | -2.014 | -2.014 | -2.012 | -2.01 | -2.01 | -2.01 | -2.013 | -2.02 | -2.013 |
| VCB from DWL m | -0.392 | -0.386 | -0.379 | -0.371 | -0.359 | -0.348 | -0.341 | -0.348 | -0.359 | -0.37 | -0.379 |
| GZ m | -0.647 | -0.598 | -0.536 | -0.458 | -0.357 | -0.212 | -0.012 | 0.187 | 0.332 | 0.434 | 0.513 |
| LCF from Amidsh. (+ve fwd) m | -1.446 | -1.402 | -1.355 | -1.249 | -1.276 | -1.366 | -1.311 | -1.366 | -1.277 | -1.25 | -1.355 |
| TCF to zero pt. m | -1.484 | -1.287 | -1.067 | -0.812 | -0.548 | -0.24 | 0 | 0.24 | 0.548 | 0.812 | 1.067 |
| Max deck inclination deg | 30 | 25 | 20 | 15 | 10 | 5.1 | 0.7 | 5.1 | 10 | 15 | 20 |
| Trim angle (+ve by stern) deg | 0.8 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.8 | 0.8 | 0.7 | 0.8 | 0.8 | 0.9 | 0.9 |

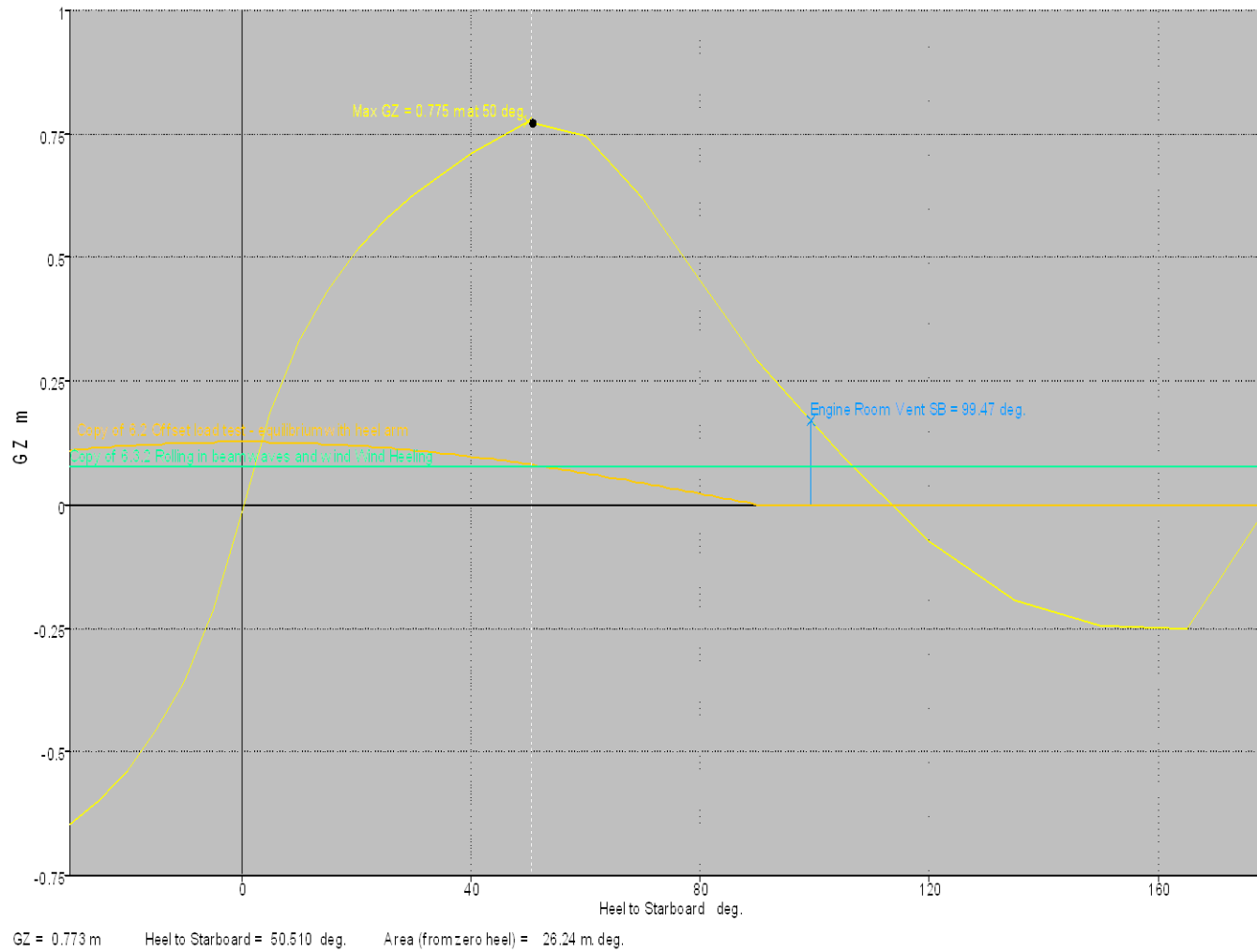
1^ο Μέρος Πίνακα υδροστατικών στοιχείων πλοίου "ΕΡΜΗΣ" για διάφορες γωνίες εγκάρσιας κλίσης

ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ για FULL LOAD ARRIVAL

| Heel to Starboard degrees | 25 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 105 | 120 | 135 | 150 | 165 | 180 |
|------------------------------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| Displacement tonne | 44.12 | 44.12 | 44.12 | 44.12 | 44.12 | 44.13 | 44.12 | 44.12 | 44.12 | 44.12 | 44.12 | 44.12 | 44.1 | 44.1 |
| Draft at FP m | 0.701 | 0.618 | 0.382 | -0.006 | -0.7 | -2.165 | -6.67 | N/A | -8.742 | -5.669 | -4.75 | -4.43 | -4.29 | -4.16 |
| Draft at AP m | 0.877 | 0.761 | 0.436 | -0.054 | -0.87 | -2.452 | -7.069 | N/A | -7.903 | -4.724 | -3.572 | -2.98 | -2.64 | -2.57 |
| WL Length m | 19.839 | 19.659 | 19.852 | 19.945 | 19.94 | 19.845 | 19.968 | 20.09 | 20.081 | 19.932 | 19.28 | 17.59 | 15.9 | 16 |
| Immersed Depth m | 1.062 | 1.155 | 1.274 | 1.339 | 1.345 | 1.271 | 1.124 | 1.111 | 1.289 | 1.387 | 1.441 | 1.411 | 1.19 | 1.86 |
| WL Beam m | 4.058 | 3.986 | 3.982 | 3.858 | 3.533 | 3.544 | 3.826 | 4.572 | 4.651 | 5.038 | 5.151 | 5.083 | 4.97 | 5.39 |
| Wetted Area m ² | 81.797 | 82.366 | 83.88 | 83.83 | 81.92 | 83.993 | 86.528 | 89.254 | 90.384 | 91.126 | 89.44 | 86.89 | 83.5 | 82.6 |
| Waterpl. Area m ² | 67.18 | 67.294 | 68.899 | 67.256 | 60.09 | 55.22 | 53.364 | 53.724 | 52.898 | 54.657 | 53.41 | 53.51 | 59 | 68.4 |
| Prismatic Coeff. | 0.762 | 0.78 | 0.825 | 0.849 | 0.85 | 0.836 | 0.8 | 0.729 | 0.597 | 0.503 | 0.426 | 0.364 | 0.34 | 0.32 |
| Block Coeff. | 0.535 | 0.501 | 0.455 | 0.447 | 0.486 | 0.513 | 0.537 | 0.454 | 0.385 | 0.33 | 0.311 | 0.322 | 0.39 | 0.23 |
| LCB from Amidsh. (+ve fwd) m | -1.824 | -1.821 | -1.812 | -1.805 | -1.8 | -1.797 | -1.801 | -1.81 | -1.83 | -1.854 | -1.883 | -1.91 | -1.93 | -1.92 |
| VCB from DWL m | -0.38 | -0.387 | -0.398 | -0.419 | -0.44 | -0.457 | -0.464 | -0.459 | -0.453 | -0.485 | -0.528 | -0.55 | -0.56 | -0.56 |
| GZ m | 0.353 | 0.359 | 0.363 | 0.362 | 0.275 | 0.109 | -0.084 | -0.251 | -0.429 | -0.545 | -0.573 | -0.51 | -0.4 | -0 |
| LCF from Amidsh. (+ve fwd) m | -1.285 | -1.287 | -1.363 | -1.352 | -1.33 | -1.184 | -1.054 | -0.972 | -1.063 | -1.321 | -1.801 | -2.49 | -3.92 | -4.46 |
| TCF to zero pt. m | 1.283 | 1.479 | 1.834 | 2.026 | 2.248 | 2.303 | 2.292 | 2.264 | 1.887 | 1.387 | 1.043 | 0.588 | 0.16 | 0 |
| Max deck inclination deg | 25 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 105 | 120 | 134.9 | 149.8 | 164 | 175 |

2^ο Μέρος Πίνακα υδροστατικών στοιχείων πλοίου "ΕΡΜΗΣ" για διάφορες γωνίες εγκάρσιας κλίσης

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ για FULL LOAD ARRIVAL



ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ για MINIMUM OPERATING CONDITION

| Heel to Starboard degrees | -30 | -25 | -20 | -15 | -10 | -5 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 |
|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Displacement tonne | 43.78 | 43.78 | 43.78 | 43.79 | 43.79 | 43.79 | 43.79 | 43.78 | 43.78 | 43.78 | 43.78 |
| Draft at FP m | 0.506 | 0.594 | 0.666 | 0.727 | 0.784 | 0.823 | 0.838 | 0.823 | 0.783 | 0.727 | 0.666 |
| Draft at AP m | 0.834 | 0.948 | 1.036 | 1.099 | 1.129 | 1.143 | 1.142 | 1.143 | 1.129 | 1.099 | 1.036 |
| WL Length m | 19.421 | 19.635 | 19.786 | 19.913 | 18.028 | 18.108 | 18.137 | 18.107 | 18.027 | 19.913 | 19.787 |
| Immersed Depth m | 1.218 | 1.126 | 1.01 | 1.054 | 1.105 | 1.131 | 1.134 | 1.131 | 1.105 | 1.054 | 1.01 |
| WL Beam m | 4.084 | 4.16 | 4.289 | 4.477 | 4.723 | 5.078 | 5.058 | 5.078 | 4.724 | 4.476 | 4.289 |
| Wetted Area m ² | 81.975 | 81.512 | 81.403 | 81.496 | 86.588 | 90 | 92.044 | 89.992 | 86.58 | 81.491 | 81.404 |
| Waterpl. Area m ² | 66.922 | 66.918 | 67.6 | 68.84 | 71.787 | 76.704 | 79.231 | 76.698 | 71.78 | 68.836 | 67.601 |
| Prismatic Coeff. | 0.713 | 0.696 | 0.681 | 0.67 | 0.672 | 0.67 | 0.672 | 0.67 | 0.671 | 0.67 | 0.681 |
| Block Coeff. | 0.46 | 0.489 | 0.528 | 0.485 | 0.439 | 0.399 | 0.399 | 0.399 | 0.439 | 0.485 | 0.529 |
| LCB from Amidsh. (+ve fwd) m | -2.167 | -2.17 | -2.171 | -2.172 | -2.168 | -2.166 | -2.166 | -2.167 | -2.17 | -2.171 | -2.17 |
| VCB from DWL m | -0.39 | -0.384 | -0.377 | -0.369 | -0.358 | -0.347 | -0.34 | -0.347 | -0.358 | -0.369 | -0.377 |
| GZ m | -0.673 | -0.624 | -0.562 | -0.482 | -0.38 | -0.234 | -0.035 | 0.164 | 0.311 | 0.414 | 0.496 |
| LCF from Amidsh. (+ve fwd) m | -1.485 | -1.483 | -1.45 | -1.354 | -1.361 | -1.442 | -1.39 | -1.442 | -1.362 | -1.354 | -1.45 |
| TCF to zero pt. m | -1.487 | -1.292 | -1.073 | -0.819 | -0.551 | -0.245 | 0 | 0.245 | 0.551 | 0.819 | 1.073 |
| Max deck inclination deg | 30 | 25 | 20 | 15 | 10.1 | 5.1 | 0.9 | 5.1 | 10.1 | 15 | 20 |
| Trim angle (+ve by stern) deg | 1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1 | 0.9 | 1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 |

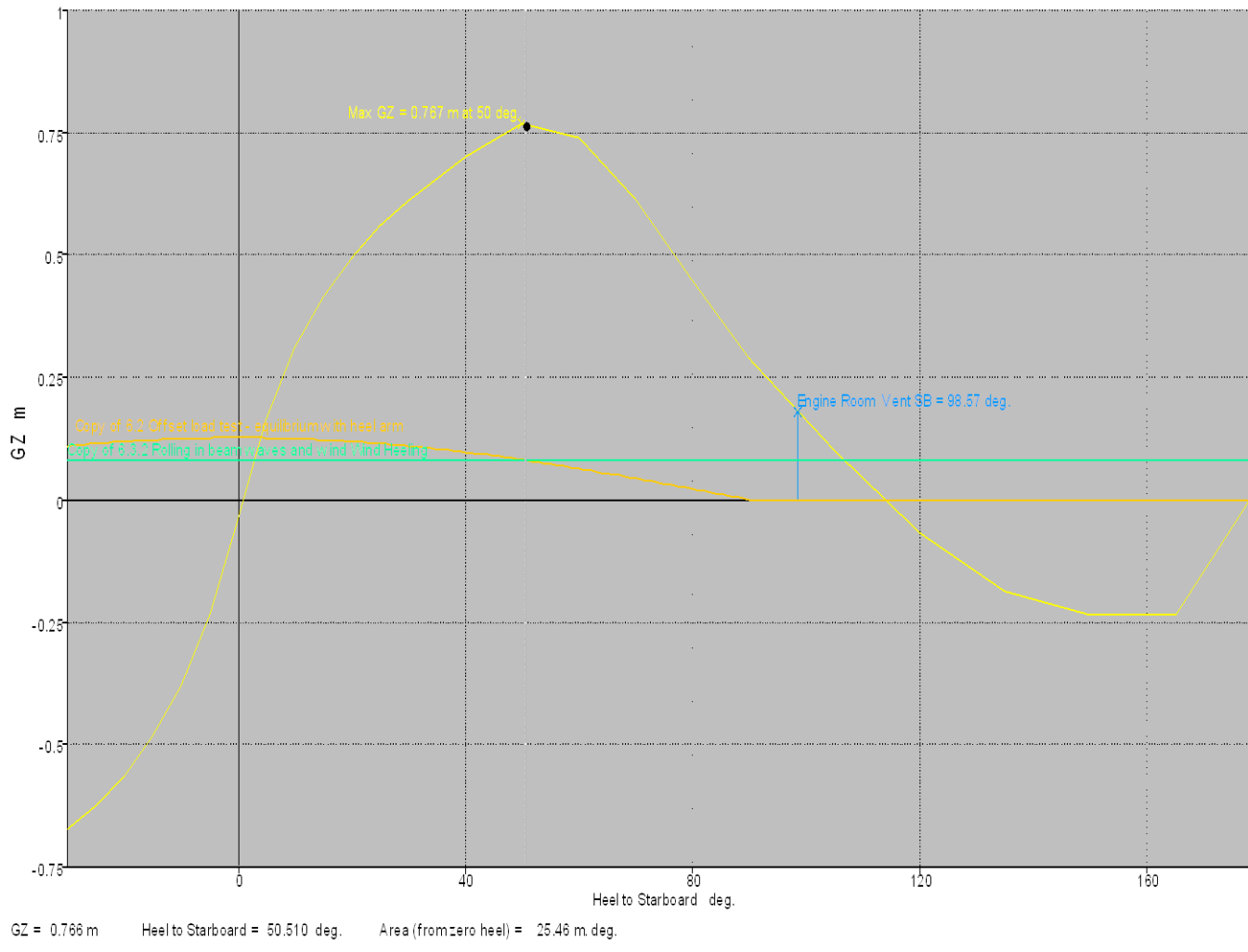
1^ο Μέρος Πίνακα υδροστατικών στοιχείων πλοίου "ΕΡΜΗΣ" για διάφορες γωνίες εγκάρσιας κλίσης

ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ για MINIMUM OPERATING CONDITION

| Heel to Starboard degrees | 25 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 105 | 120 | 135 | 150 | 165 | 180 |
|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|
| Displacement tonne | 43.79 | 43.79 | 43.78 | 43.78 | 43.78 | 43.78 | 43.78 | 43.78 | 43.78 | 43.78 | 43.78 | 43.78 | 43.78 | 43.79 |
| Draft at FP m | 0.594 | 0.505 | 0.259 | -0.157 | -0.918 | -2.509 | -7.38 | N/A | -9.267 | -5.956 | -4.97 | -4.63 | -4.464 | -4.336 |
| Draft at AP m | 0.948 | 0.834 | 0.515 | 0.043 | -0.727 | -2.221 | -6.577 | N/A | -7.529 | -4.53 | -3.43 | -2.87 | -2.572 | -2.508 |
| WL Length m | 19.635 | 19.419 | 19.68 | 19.781 | 19.765 | 19.662 | 19.728 | 19.847 | 19.821 | 19.644 | 18.8 | 17.11 | 15.81 | 15.9 |
| Immersed Depth m | 1.126 | 1.218 | 1.334 | 1.383 | 1.366 | 1.292 | 1.169 | 1.225 | 1.411 | 1.51 | 1.555 | 1.525 | 1.61 | 1.795 |
| WL Beam m | 4.16 | 4.085 | 4.04 | 3.912 | 3.479 | 3.487 | 3.775 | 4.512 | 4.643 | 4.987 | 5.091 | 5.07 | 5.192 | 5.395 |
| Wetted Area m ² | 81.516 | 81.979 | 83.179 | 83.007 | 80.847 | 82.921 | 85.389 | 88.327 | 89.636 | 90.006 | 88.4 | 85.14 | 82.649 | 80.63 |
| Waterpl. Area m ² | 66.92 | 66.923 | 68.057 | 66.27 | 58.992 | 54.228 | 52.367 | 52.928 | 52.154 | 53.444 | 52.71 | 52.38 | 60.193 | 65.9 |
| Prismatic Coeff. | 0.696 | 0.713 | 0.754 | 0.793 | 0.823 | 0.845 | 0.817 | 0.746 | 0.609 | 0.514 | 0.436 | 0.375 | 0.347 | 0.333 |
| Block Coeff. | 0.489 | 0.46 | 0.425 | 0.423 | 0.482 | 0.508 | 0.519 | 0.414 | 0.35 | 0.304 | 0.289 | 0.296 | 0.275 | 0.236 |
| LCB from Amidsh. (+ve fwd) m | -2.17 | -2.169 | -2.161 | -2.157 | -2.156 | -2.157 | -2.162 | -2.172 | -2.196 | -2.225 | -2.27 | -2.31 | -2.335 | -2.33 |
| VCB from DWL m | -0.384 | -0.39 | -0.401 | -0.422 | -0.445 | -0.462 | -0.471 | -0.467 | -0.462 | -0.492 | -0.53 | -0.54 | -0.536 | -0.534 |
| GZ m | 0.56 | 0.612 | 0.7 | 0.767 | 0.739 | 0.614 | 0.448 | 0.289 | 0.099 | -0.067 | -0.19 | -0.24 | -0.234 | 0.035 |
| LCF from Amidsh. (+ve fwd) m | -1.484 | -1.486 | -1.558 | -1.565 | -1.502 | -1.356 | -1.23 | -1.113 | -1.202 | -1.532 | -2.06 | -2.82 | -3.999 | -4.621 |
| TCF to zero pt. m | 1.292 | 1.487 | 1.837 | 2.036 | 2.244 | 2.296 | 2.283 | 2.25 | 1.887 | 1.401 | 1.042 | 0.622 | 0.216 | 0 |
| Max deck inclination deg | 25 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 105 | 120 | 134.9 | 149.7 | 164 | 174.4 |
| Trim angle (+ve by stern) deg | 1.1 | 1 | 0.8 | 0.6 | 0.6 | 0.9 | 2.5 | 90 | 5.3 | 4.4 | 4.7 | 5.4 | 5.8 | 5.6 |

2° Μέρος Πίνακα υδροστατικών στοιχείων πλοίου "ΕΡΜΗΣ" για διάφορες γωνίες εγκάρσιας κλίσης

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ γιὰ ΜΙΝΙΜΟΥΜ ΟΡΕΡΑΤΙΝΓ ΚΟΝΔΙΤΙΟΝ



ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ για MINIMUM OPERATING CONDITION

| Code | Criteria | Value | Units | Actual | Status |
|----------------------------|---|------------------------|----------------------|---------|-------------|
| ISO 12217-1:2002(E) | Copy of 6.3.2 Rolling in beam waves and wind | | | | Pass |
| | Wind arm: $a \sqrt{2} A (h - H) / (g \text{ disp.}) \cos^n(\phi)$ | | | | |
| | constant: $a (0.5 \rho_{\text{air}} C_d) =$ | 0.00061 | tonne/m ³ | | |
| | wind velocity: $v =$ | 40.86 | kts | | |
| | area centroid height: $h =$ | 2.497 | m | | |
| | total area: $A =$ | 62.582 | m ² | | |
| | $H =$ mean draught / 2 | 0.495 | m | | |
| | cosine power: $n =$ | 0 | | | |
| | gust ratio | 1 | | | |
| | Area2 integrated to the lesser of | | | | |
| | roll back angle from equilibrium (with heel arm) | 20.4 (-17.5) | deg | -17.5 | |
| | Area 1 upper integration range, to the lesser of: | | | | |
| | spec. heel angle | 50 | deg | 50 | |
| | first downflooding angle | 98.6 | deg | | |
| | angle of vanishing stability (with heel arm) | 106.8 | deg | | |
| | Angle for GZ(max) in GZ ratio, the lesser of: | | | | |
| | spec. heel angle | 50 | deg | | |
| | angle of max. GZ | 50 | deg | 50 | |
| | first downflooding angle | 98.6 | deg | | |
| | Select required angle for angle of steady heel ratio: | DeckEdgeImmersionAngle | | | |
| | Criteria: | | | | Pass |
| | Area1 / Area2 shall be greater than (>) | 100 | % | 296.133 | Pass |
| | Intermediate values | | | | |
| | Heel arm amplitude | | m | 0.079 | |
| | Equilibrium angle with heel arm | | deg | 2.9 | |

_ Πίνακας κριτηρίων ευστάθειας Μέρους 1

ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ για MINIMUM OPERATING CONDITION

| Code | Criteria | Value | Units | Actual | Status |
|----------------------------|---|-------|-------|---------|-------------|
| | Area1 (under GZ), from 3.8 to 50.0 deg. | | m.deg | 25.004 | |
| | Area1 (under HA), from 3.8 to 50.0 deg. | | m.deg | 3.708 | |
| | Area1, from 3.8 to 50.0 deg. | | m.deg | 21.296 | |
| | Area2 (under GZ), from -16.6 to 3.8 deg. | | m.deg | -5.587 | |
| | Area2 (under HA), from -16.6 to 3.8 deg. | | m.deg | 1.604 | |
| | Area2, from -16.6 to 3.8 deg. | | m.deg | 7.191 | |
| | | | | | |
| ISO 12217-1:2002(E) | Copy of 6.3.3 Resistance to waves (Value of RM) | | | | Pass |
| | heel angle at which required RM is constant | 30 | deg | | |
| | required value of RM at this angle is | 7 | kN.m | | |
| | limited by first downflooding angle | 98.6 | deg | | |
| | shall not be less than (\geq) | 7 | kN.m | 262.785 | Pass |
| | Intermediate values | | | | |
| | angle at which max. GZ occurs | | deg | 50 | |
| | | | | | |
| ISO 12217-1:2002(E) | Copy of 6.3.3 Resistance to waves (Value of GZ) | | | | Pass |
| | heel angle at which required GZ is constant | 30 | deg | | |
| | required value of GZ at this angle is | 0.2 | m | | |
| | limited by first downflooding angle | 98.6 | deg | | |
| | shall be greater than ($>$) | 0.2 | m | 0.612 | Pass |
| | Intermediate values | | | | |
| | angle at which max. GZ occurs | | deg | 50 | |

Πίνακας κριτηρίων ευστάθειας Μέρος 2

4.4.4 Μελέτη Ισορροπίας πλοίου

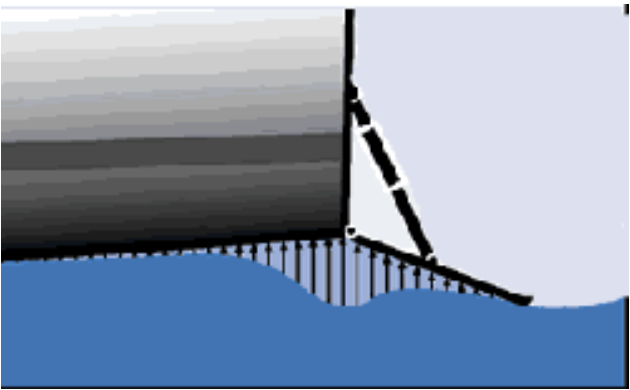
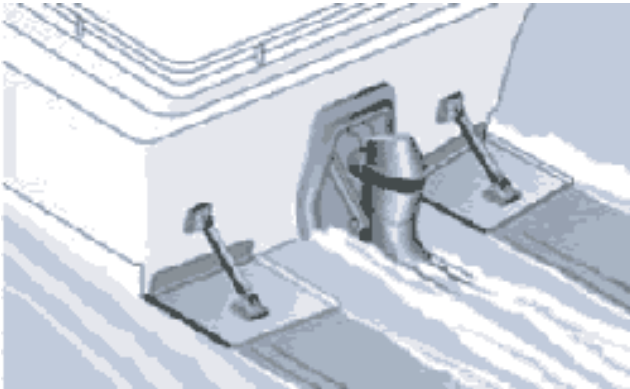
Η μελέτη ισορροπίας (Equilibrium Analysis) του πλοίου καθορίζει το βύθισμα, την κλίση και την διαγωγή του πλοίου ως αποτέλεσμα της κατανομής των φορτίων στις διάφορες καταστάσεις φορτώσεως αυτού. Ως αποτελέσματα της ανάλυσης παρατίθεται πίνακας των υδροστατικών στοιχείων για την κάθε κατάσταση.

Παρατηρείται σε όλες τις καταστάσεις φορτώσεως μια σχετικά αυξημένη αλλά όχι και απαγορευτική τιμή έμπρυμης διαγωγής του σκάφους, δεδομένου ότι στα μικρά σκάφη ισχύει προσεγγιστικά ο εμπειρικός κανόνας: **Trim \leq 1% L_{WL}(0,186 m για αυτό το πλοίο)**. Εφόσον προκύψει αργότερα, κατά το πειραματικό στάδιο της μελέτης του πλοίου, πρόβλημα μεγάλης έμπρυμης διαγωγής κατά την ολίσθηση του σκάφους, αυτό θα μπορεί να επιλυθεί με τοποθέτηση στηλογνωμόνων (**trim tabs**) ή διατάξεων μείωσης διαγωγής (**interceptors**) στο πρυμναίο τμήμα της γάστρας (βλέπε εικόνα 22). Ουσιαστικά πρόκειται για πτερύγια, στην επιφάνεια των οποίων ασκούνται ανωστικές δυνάμεις κατά την ολίσθηση του σκάφους. Έτσι προκαλείται ανύψωση της πρύμνης του σκάφους και άρα μείωση της πρυμναίας διαγωγής. Η ρύθμιση της επιθυμητής κάθε φοράς επιπλέον υδροδυναμικής άνωσης επιτυγχάνεται στην πρώτη περίπτωση με υδραυλικό έλεγχο της γωνίας κλίσης των πτερυγίων και στην δεύτερη περίπτωση με αζομείωση της αποκαλυπτούμενης από την γάστρα επιφάνειας διαμέσου ηλεκτρονικού συστήματος εντολών.

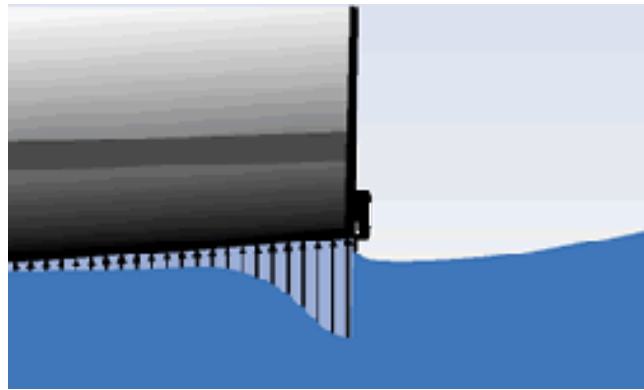
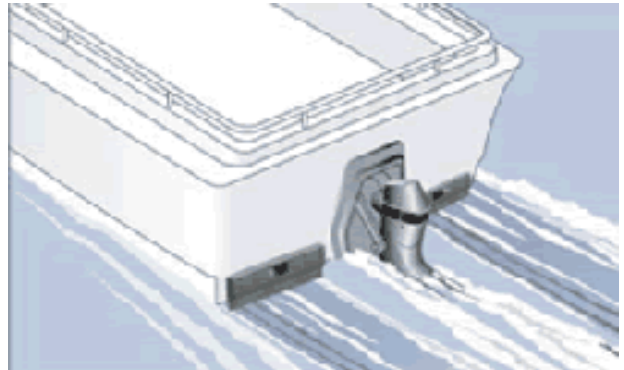
Γενικά το σύστημα των **interceptors** πλεονεκτεί έναντι των **trim tabs** γιατί:

- α) είναι μικρότερων διαστάσεων και πολύ ελαφρύ, οπότε δεν θα μεταβάλλει αισθητά το υπολογισθέν εκτόπισμα του εκπονημένου σκάφους
- β) δεν προεξέχει μόνιμα από την γάστρα αλλά και έτσι είναι λιγότερο ευάλωτο σε ζημία
- γ) Η απουσία του υδραυλικού συστήματος ελέγχου κινήσεων καθιστά πιο εύκολη την συντήρησή του

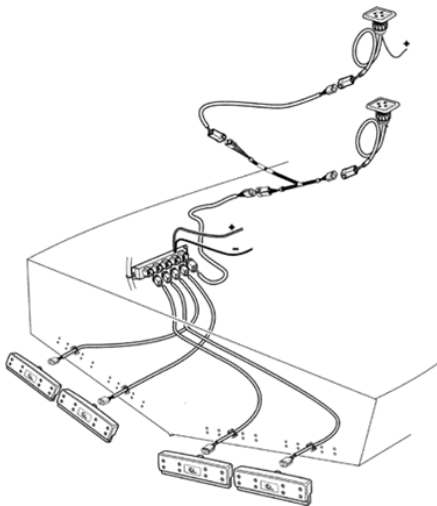
trim tabs



interceptors



Εικόνα 22: διατάξεις μείωσης διαγωγής με προκύπτουσες κατανομές πιέσεων



Εικόνα 23: Ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου interceptors

HYDROSTATICS AT EQUILIBRIUM ANGLE-FULL LOAD DEPARTURE

| | |
|--------------------------------------|--------|
| Draft Amidsh. m | 1.077 |
| Displacement tonne | 50.47 |
| Heel to Starboard degrees | 0 |
| Draft at FP m | 0.97 |
| Draft at AP m | 1.184 |
| Draft at LCF m | 1.09 |
| Trim (+ve by stern) m | 0.214 |
| WL Length m | 18.408 |
| WL Beam m | 5.067 |
| Wetted Area m ² | 96.991 |
| Waterpl. Area m ² | 81.843 |
| Prismatic Coeff. | 0.729 |
| Block Coeff. | 0.443 |
| Midship Area Coeff. | 0.607 |
| Waterpl. Area Coeff. | 0.866 |
| LCB from Amidsh. (+ve fwd) m | -1.871 |
| LCF from Amidsh. (+ve fwd) m | -1.171 |
| KB m | 0.731 |
| KG fluid m | 1.724 |
| BMt m | 3.247 |
| BML m | 38.221 |
| GMt corrected m | 2.254 |
| GML corrected m | 37.229 |
| KMt m | 3.978 |
| KML m | 38.953 |
| Immersion (TPc) tonne/cm | 0.839 |
| MTc tonne.m | 1.007 |
| RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m | 1.986 |
| Max deck inclination deg | 0.7 |
| Trim angle (+ve by stern) deg | 0.7 |

HYDROSTATICS AT EQUILIBRIUM ANGLE-FULL LOAD ARRIVAL

| | |
|--------------------------------------|--------|
| Draft Amidsh. m | 1.004 |
| Displacement tonne | 44.58 |
| Heel to Starboard degrees | 0.3 |
| Draft at FP m | 0.885 |
| Draft at AP m | 1.123 |
| Draft at LCF m | 1.021 |
| Trim (+ve by stern) m | 0.238 |
| WL Length m | 18.232 |
| WL Beam m | 5.054 |
| Wetted Area m ² | 93.037 |
| Waterpl. Area m ² | 80.11 |
| Prismatic Coeff. | 0.703 |
| Block Coeff. | 0.413 |
| Midship Area Coeff. | 0.588 |
| Waterpl. Area Coeff. | 0.849 |
| LCB from Amidsh. (+ve fwd) m | -2.008 |
| LCF from Amidsh. (+ve fwd) m | -1.311 |
| KB m | 0.689 |
| KG fluid m | 1.858 |
| BMt m | 3.555 |
| BML m | 41.12 |
| GMt corrected m | 2.387 |
| GML corrected m | 39.951 |
| KMt m | 4.244 |
| KML m | 41.809 |
| Immersion (TPc) tonne/cm | 0.821 |
| MTc tonne.m | 0.954 |
| RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m | 1.857 |
| Max deck inclination deg | 0.8 |
| Trim angle (+ve by stern) deg | 0.7 |

HYDROSTATICS AT EQUILIBRIUM ANGLE-MINIMUM OPERATING CONDITION

| | |
|--------------------------------------|--------|
| Draft Amidsh. m | 0.99 |
| Displacement tonne | 43.78 |
| Heel to Starboard degrees | 0.8 |
| Draft at FP m | 0.838 |
| Draft at AP m | 1.141 |
| Draft at LCF m | 1.012 |
| Trim (+ve by stern) m | 0.303 |
| WL Length m | 18.138 |
| WL Beam m | 5.058 |
| Wetted Area m ² | 92.117 |
| Waterpl. Area m ² | 79.306 |
| Prismatic Coeff. | 0.672 |
| Block Coeff. | 0.399 |
| Midship Area Coeff. | 0.594 |
| Waterpl. Area Coeff. | 0.84 |
| LCB from Amidsh. (+ve fwd) m | -2.164 |
| LCF from Amidsh. (+ve fwd) m | -1.386 |
| KB m | 0.685 |
| KG fluid m | 1.855 |
| BMt m | 3.567 |
| BML m | 40.832 |
| GMt corrected m | 2.398 |
| GML corrected m | 39.662 |
| KMt m | 4.252 |
| KML m | 41.517 |
| Immersion (TPc) tonne/cm | 0.813 |
| MTc tonne.m | 0.931 |
| RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m | 1.832 |
| Max deck inclination deg | 1.3 |
| Trim angle (+ve by stern) deg | 0.9 |

4.4.5 Υπολογισμός Κατακλύσιμων Μηκών

Η εξέταση των Κατακλύσιμων Μηκών υπολογίζει την διαμήκη κατανομή του θεωρητικού μέγιστου μήκους των διαμερισμάτων που δύναται να κατακλυστούν, χωρίς να προκαλείται βύθιση του πλοίου σε κάποια ίσαλο που θα εφάπτεται στην Γραμμή Ορίου Βυθίσεως (Margin Line).

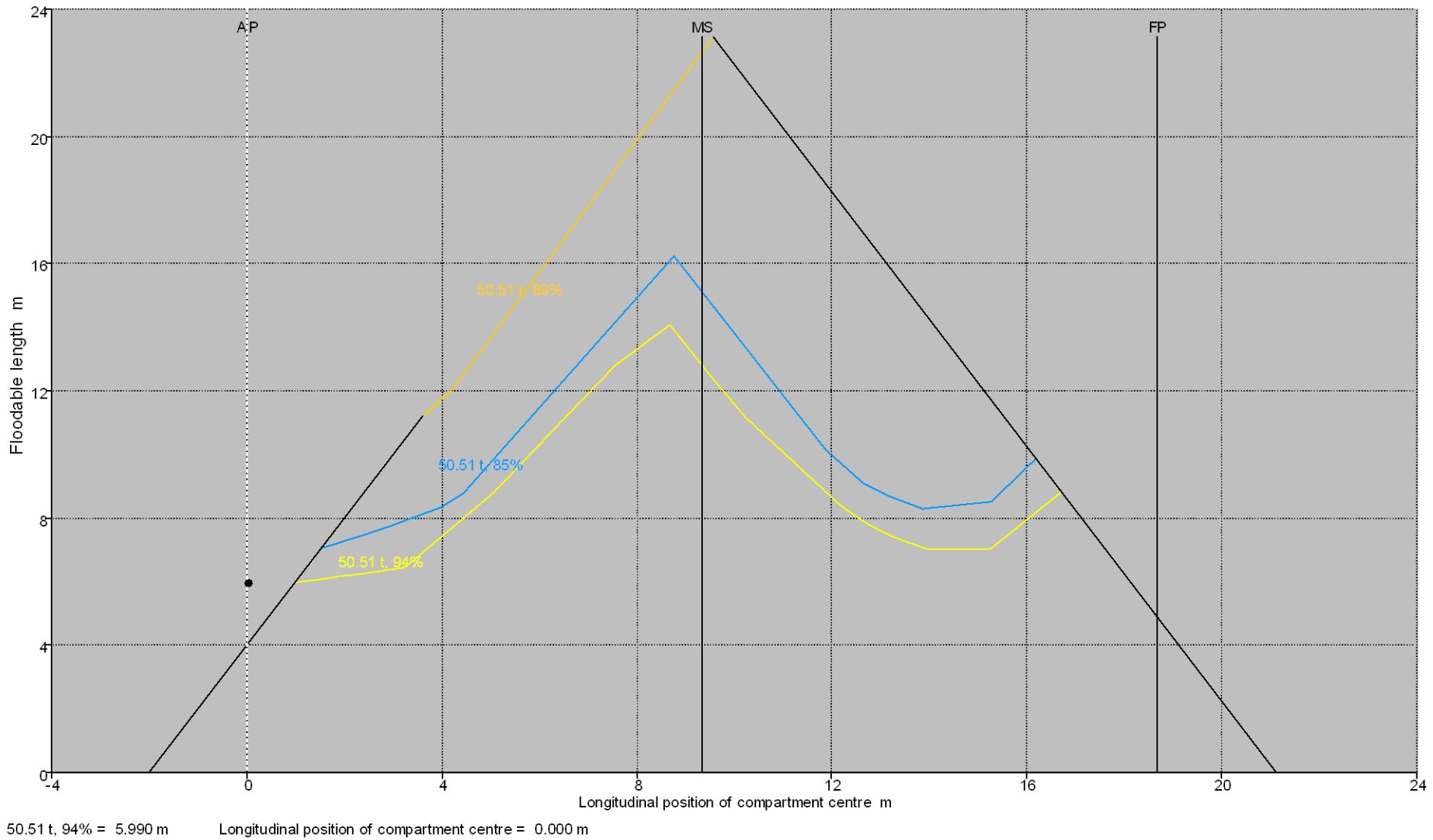
Γίνεται ο ανωτέρω υπολογισμός για κάθε κατάσταση φορτώσεως του πλοίου. Στο μενού του προγράμματος τοποθετείται η τιμή της κατακόρυφης θέσης του κέντρου βάρους του πλοίου για κάθε κατάσταση, το αντίστοιχο εκτόπισμα και καθορίζονται οι τρεις **τιμές διαχωρητότητας μ** : **0,70** , **0,85** και **0,95** οι οποίες εφαρμόζονται ξεχωριστά η καθεμία καθόλο το μήκος του σκάφους, κατά την εκτέλεση της ανάλυσης από το πρόγραμμα. Ο καθορισμός ύψους εξάλων ρυθμίζεται βάσει της Γραμμής Ορίου Βυθίσεως. Οι μορφές των διαγραμμάτων που προκύπτουν από το λογισμικό παρατίθενται παρακάτω. Επειδή οι κλίμακες των αξόνων εν λόγω διαγραμμάτων δεν είναι ίδιες, παράγονται στη συνέχεια νέα διαγράμματα με άξονες που φέρουν την ίδια κλίμακα με χρήση προγράμματος AUTOCAD, βάσει των ζευγών τιμών των αρχικών διαγραμμάτων, τα οποία παρατίθενται σε πίνακες κάτω από τα διαγράμματα του λογισμικού. Έτσι προκύπτουν τα κανονικά **σχέδια κατακλύσιμων μηκών** για όλες τις καταστάσεις φορτώσεως. Σε αυτά φέρονται οι ευθείες που αντιστοιχούν στα άκρα των εγκάρσιων στεγανών φρακτών και σχηματίζουν γωνία με την οριζόντιο $63^{\circ} 26'$, προκειμένου να διαπιστωθεί στη συνέχεια σε ποια στεγανά διαμερίσματα ή σε ποιους συνδυασμούς στεγανών διαμερισμάτων είναι δυνατή η κατάκλυση, χωρίς να επιφέρεται βύθιση του πλοίου σε σημείο που να πλησιάζει το κατάστρωμα στεγανής υποδιαίρέσεως (κύριο κατάστρωμα).

Από την μορφή των εκπονούμενων σχεδίων συμπεραίνονται τα ακόλουθα για όλες τις καταστάσεις φορτώσεως, εφαρμόζοντας τον κανόνα ισοσκελούς τριγώνου:

Το πλοίο δεν βυθίζεται με κατάκλυση ενός οποιουδήποτε διαμερίσματος, πλην του μηχανοστασίου. Παρατηρείται ότι αν τοποθετηθεί μια ακόμη εγκάρσια υδατοστεγανή φρακτή στο πρυμναίο τμήμα του μηχανοστασίου, επί του νομέως που βρίσκεται απαρχής της ισάλου γραμμής, πιθανότατα το πλοίο δεν θα βυθίζεται ούτε με κατάκλυση του μηχανοστασίου, (εκτιμάται ότι εν λόγω φρακτή δεν θα αυξήσει σημαντικά το βάρος της μεταλλικής κατασκευής λόγω της μισής σχεδόν επιφάνειας που θα έχει σε σχέση με τις άλλες). Επίσης το πλοίο δεν

βυθίζεται με κατάκλυση των δύο πρωταίων διαμερισμάτων. Αντίθετα βυθίζεται με κατάκλυση των δύο μεσαίων διαμερισμάτων.

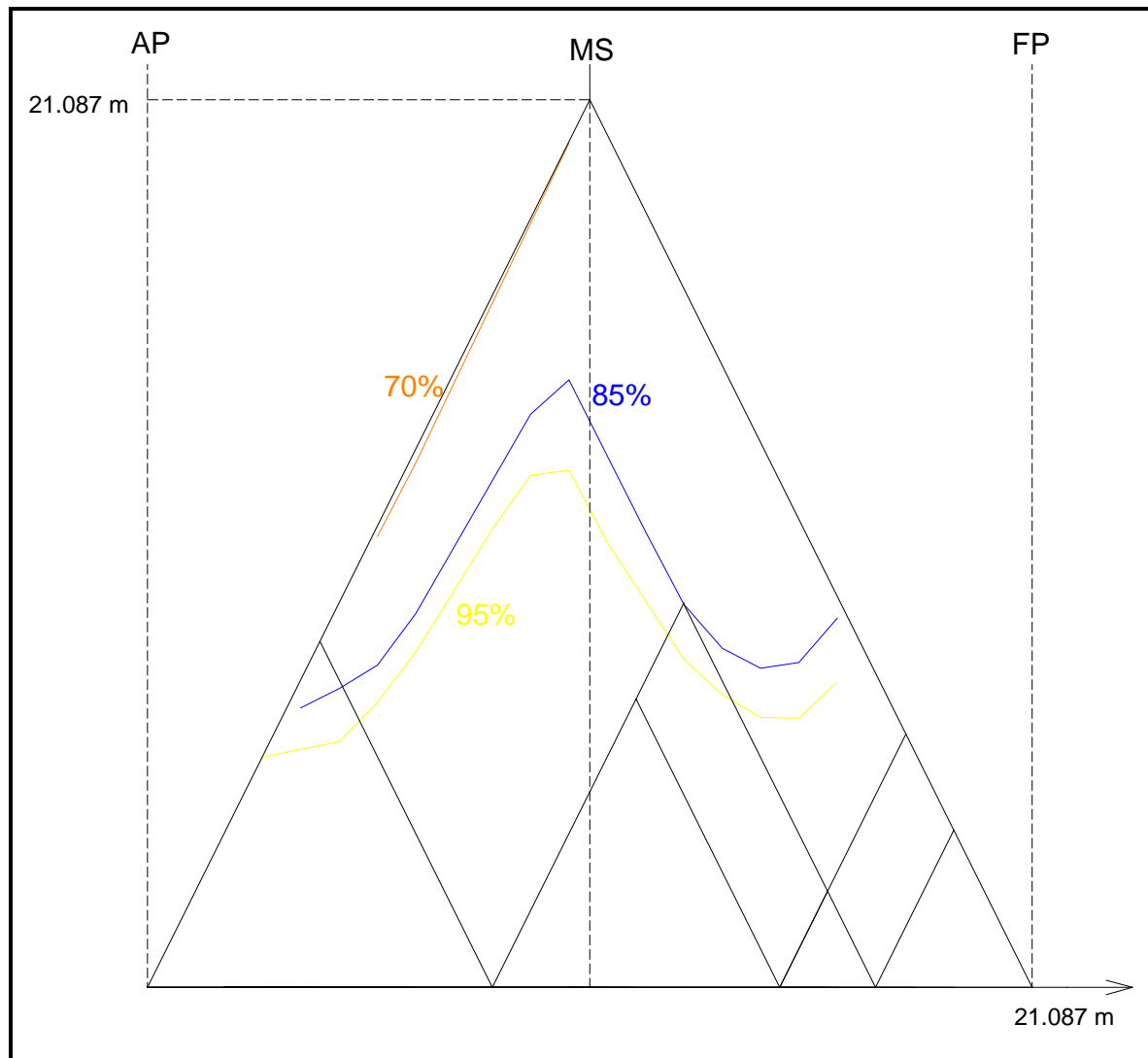
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΚΑΤΑΚΛΥΣΙΜΩΝ ΜΗΚΩΝ (FULL LOAD DEPARTURE) ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ



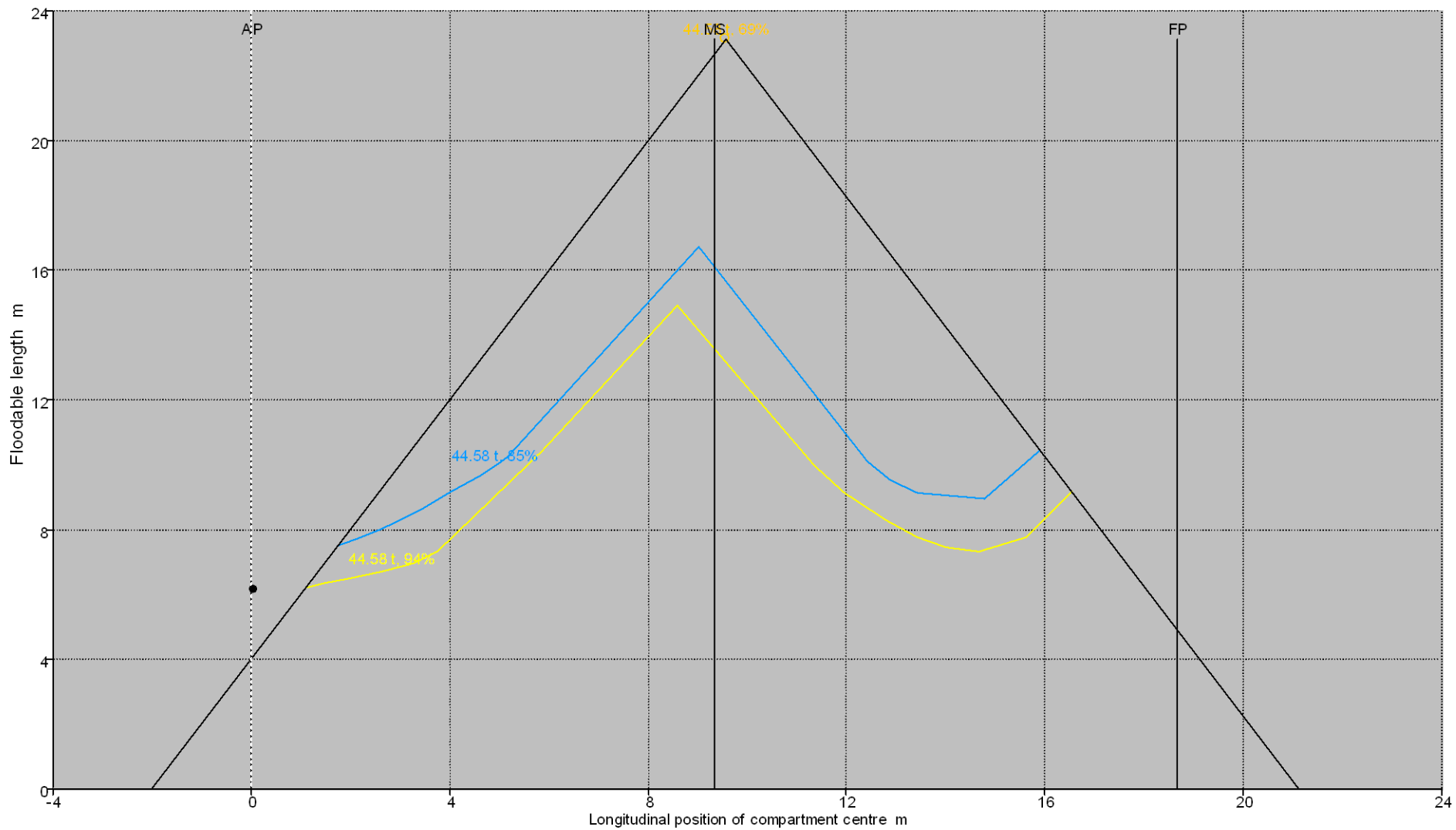
ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΚΑΤΑΚΛΥΣΙΜΩΝ ΜΗΚΩΝ (FULL LOAD DEPARTURE)

| Όνομα | Διαμήκης Θέση | Κατακλ. Μήκος | Κατακλ. Μήκος | Κατακλ. Μήκος |
|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | m | m | m | m |
| Εκτόπισμα | | 50.51 | 50.51 | 50.51 |
| Διαχωρητικότητα % | | 95 | 85 | 70 |
| st 1 | 0 | - | - | - |
| st 2 | 1 | 5.99 | - | - |
| st 3 | 2 | 6.19 | 7.27 | - |
| st 4 | 3 | 6.39 | 7.77 | - |
| st 5 | 4 | 7.41 | 8.38 | 11.73 |
| st 6 | 5 | 8.72 | 9.72 | 13.64 |
| st 7 | 6 | 10.32 | 11.45 | 15.72 |
| st 8 | 7 | 11.94 | 13.18 | 17.8 |
| st 9 | 8 | 13.32 | 14.91 | 19.88 |
| st 10 | 9 | 13.45 | 15.8 | 21.96 |
| st 11 | 10 | 11.57 | 13.82 | - |
| st 12 | 11 | 10.05 | 11.85 | - |
| st 13 | 12 | 8.62 | 9.96 | - |
| st 14 | 13 | 7.61 | 8.82 | - |
| st 15 | 14 | 7.02 | 8.3 | - |
| st 16 | 15 | 7 | 8.45 | - |
| st 17 | 16 | 7.94 | 9.6 | - |
| st 18 | 17 | - | - | - |
| st 19 | 18 | - | - | - |
| st 20 | 19 | - | - | - |
| st 21 | 20 | - | - | - |
| st 22 | 21 | - | - | - |
| st 0/1 | -1 | - | - | - |
| st 0 | -1.7 | - | - | - |

ΣΧΕΔΙΟ ΚΑΤΑΚΛΥΣΙΜΩΝ ΜΗΚΩΝ (FULL LOAD DEPARTURE) ΠΛΟΙΟΥ "ΕΡΜΗΣ"



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΚΑΤΑΚΛΥΣΙΜΩΝ ΜΗΚΩΝ (FULL LOAD ARRIVAL) ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ



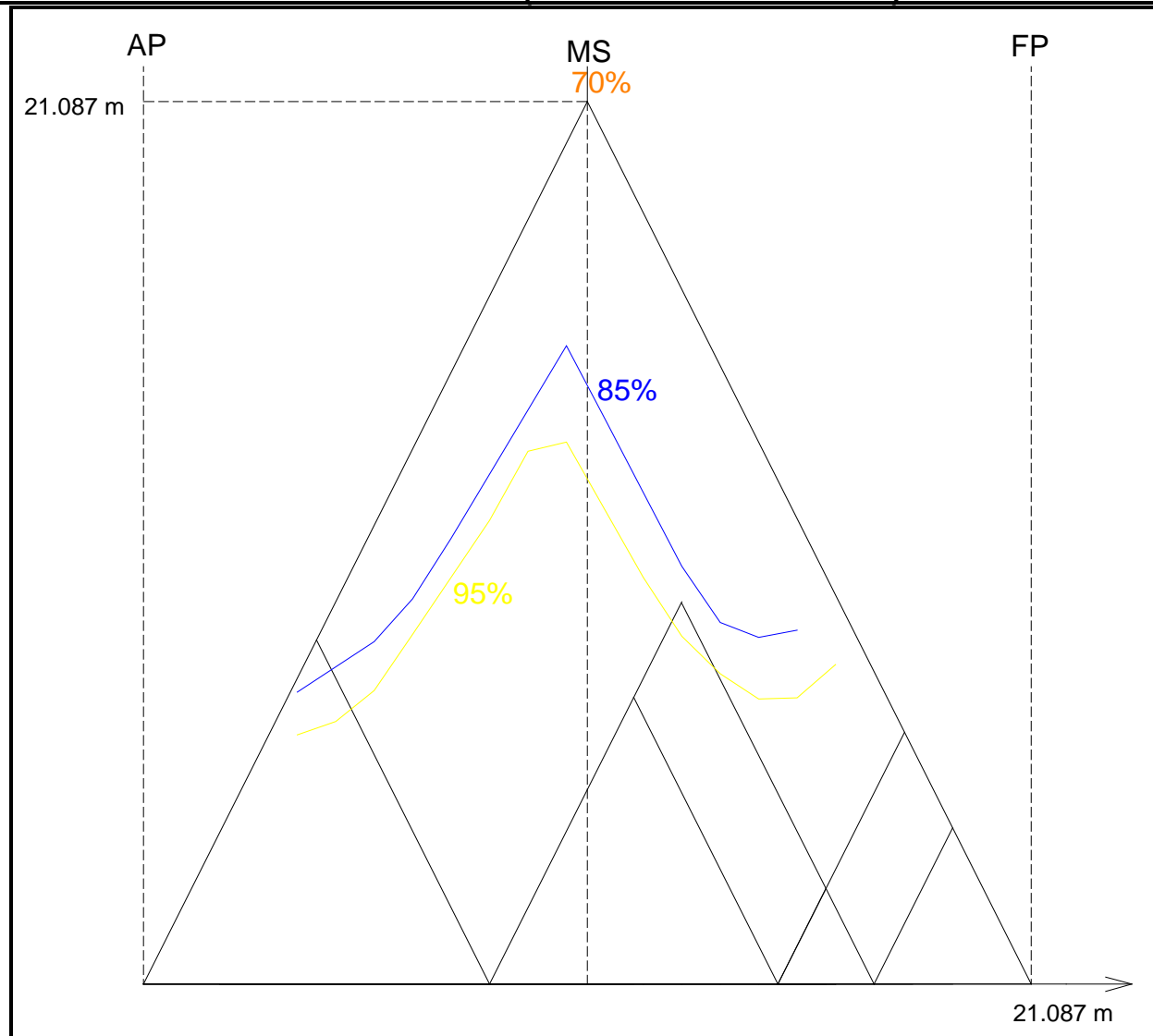
44.58 t, 94% = 6.230 m

Longitudinal position of compartment centre = 0.000 m

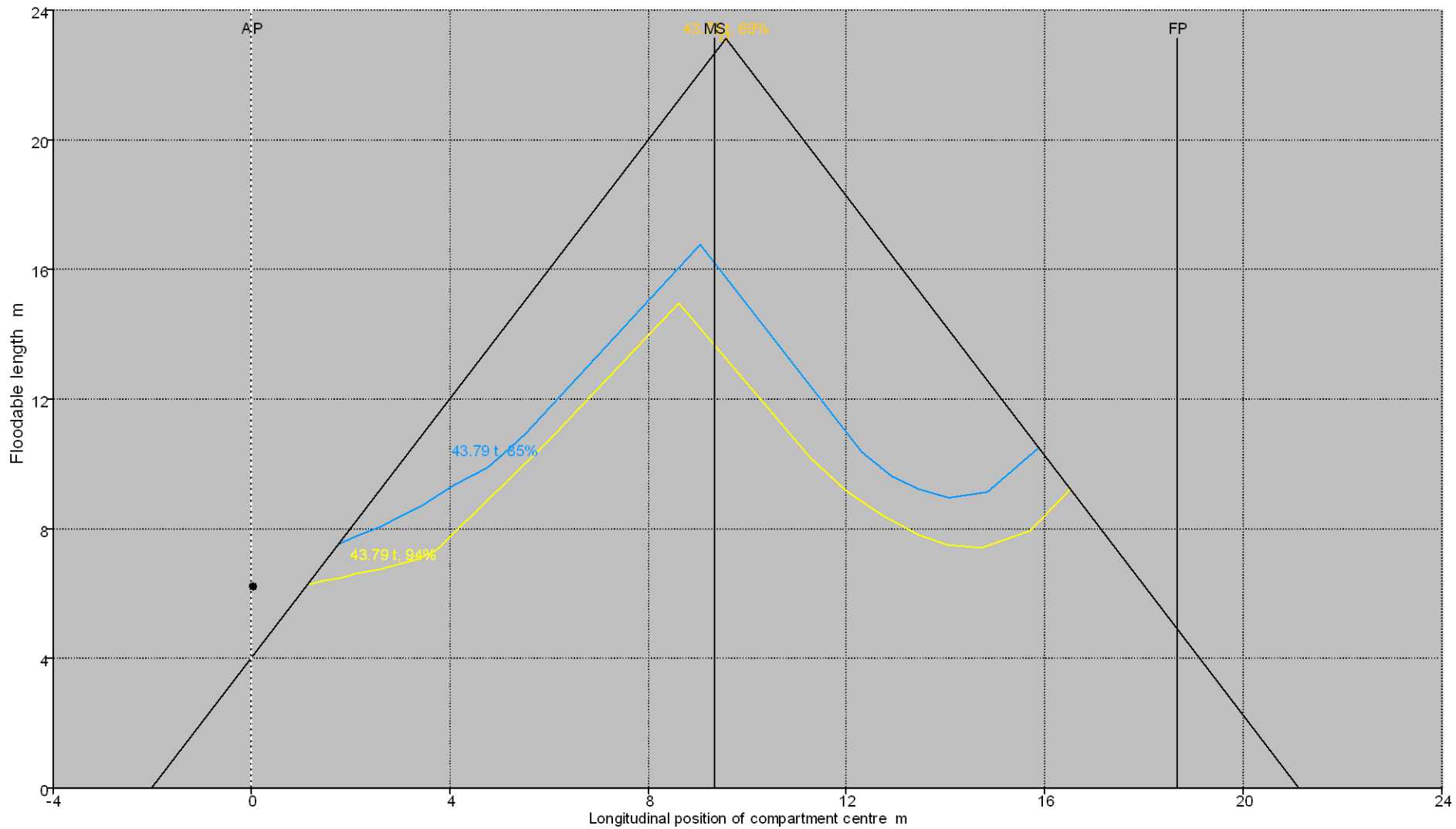
ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΚΑΤΑΚΛΥΣΙΜΩΝ ΜΗΚΩΝ (FULL LOAD ARRIVAL)

| Όνομα | Διαμήκης Θέση | Διαμήκης Θέση | Διαμήκης Θέση | Διαμήκης Θέση |
|------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | m | m | m | m |
| Εκτόπισμα | | 44.58 | 44.58 | 44.58 |
| Διαχωρητικότητα% | | 95 | 85 | 70 |
| st 1 | 0 | - | - | - |
| st 2 | 1 | - | - | - |
| st 3 | 2 | 6.52 | 7.64 | - |
| st 4 | 3 | 6.87 | 8.3 | - |
| st 5 | 4 | 7.68 | 9.13 | - |
| st 6 | 5 | 9.15 | 10.08 | - |
| st 7 | 6 | 10.64 | 11.66 | - |
| st 8 | 7 | 12.29 | 13.34 | - |
| st 9 | 8 | 13.94 | 15.02 | - |
| st 10 | 9 | 14.18 | 16.7 | - |
| st 11 | 10 | 12.41 | 14.79 | - |
| st 12 | 11 | 10.64 | 12.86 | - |
| st 13 | 12 | 9.1 | 10.93 | - |
| st 14 | 13 | 8.12 | 9.46 | - |
| st 15 | 14 | 7.46 | 9.07 | - |
| st 16 | 15 | 7.49 | 9.26 | - |
| st 17 | 16 | 8.36 | - | - |
| st 18 | 17 | - | - | - |
| st 19 | 18 | - | - | - |
| st 20 | 19 | - | - | - |
| st 21 | 20 | - | - | - |
| st 22 | 21 | - | - | - |
| st 0/1 | -1 | - | - | - |
| st 0 | -1.7 | - | - | - |

ΣΧΕΔΙΟ ΚΑΤΑΚΛΥΣΙΜΩΝ ΜΗΚΩΝ (FULL LOAD ARRIVAL) ΠΛΟΙΟΥ "ΕΡΜΗΣ"



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΚΑΤΑΚΛΥΣΙΜΩΝ ΜΗΚΩΝ (MINIMUM OPERATING CONDITION) ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

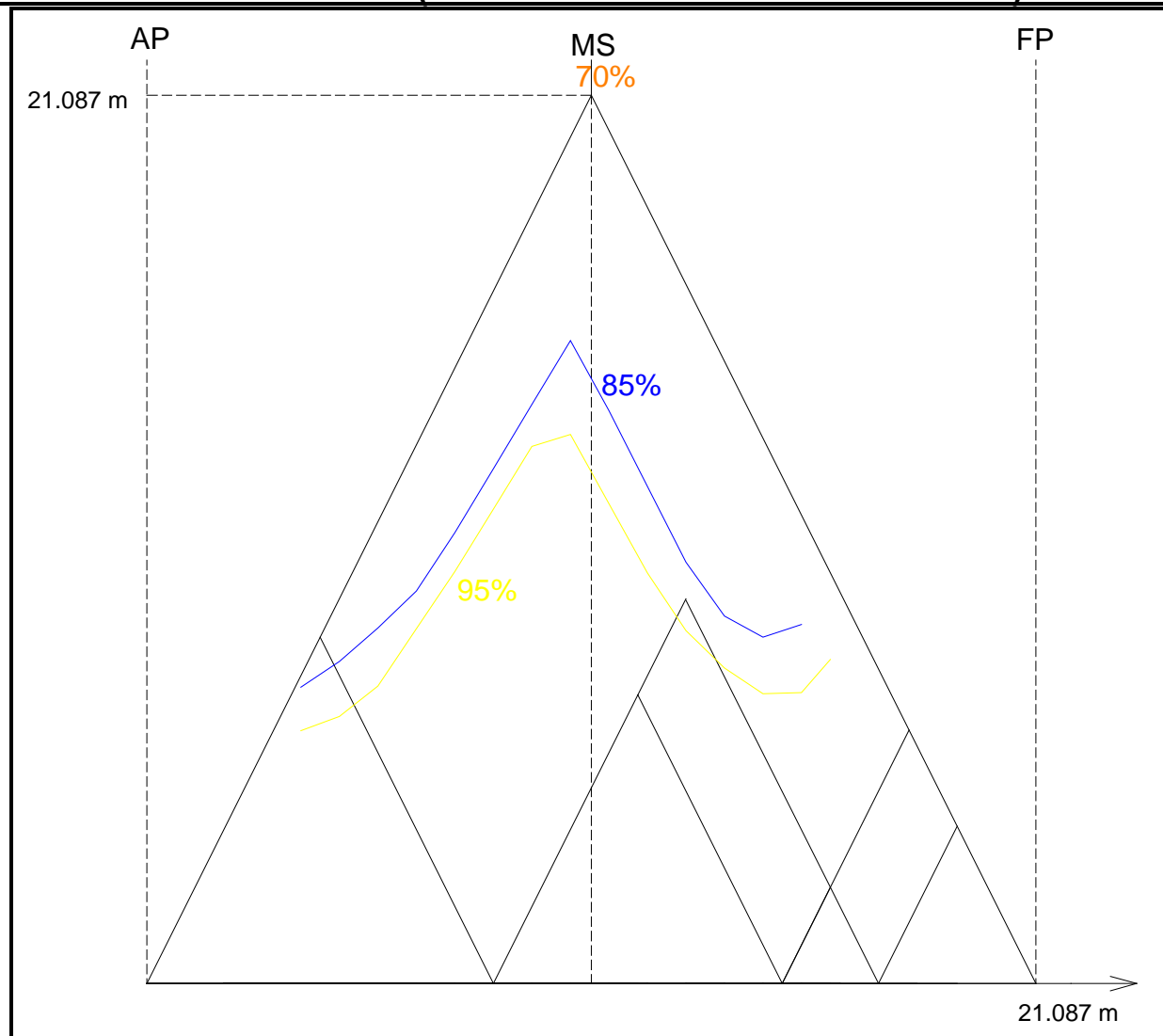


43.79 t, 94% = 6.270 m Longitudinal position of compartment centre = 0.000 m

ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΚΑΤΑΚΛΥΣΙΜΩΝ ΜΗΚΩΝ (MINIMUM OPERATING CONDITION)

| Όνομα | Διαμήκης Θέση | Διαμήκης Θέση | Διαμήκης Θέση | Διαμήκης Θέση |
|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | m | m | m | m |
| Εκτόπισμα | | 43.79 | 43.79 | 43.79 |
| Διαχωρητικότητα % | | 95 | 85 | 70 |
| st 1 | 0 | - | - | - |
| st 2 | 1 | - | - | - |
| st 3 | 2 | 6.57 | 7.7 | - |
| st 4 | 3 | 6.94 | 8.37 | - |
| st 5 | 4 | 7.73 | 9.24 | - |
| st 6 | 5 | 9.22 | 10.2 | - |
| st 7 | 6 | 10.71 | 11.72 | - |
| st 8 | 7 | 12.33 | 13.38 | - |
| st 9 | 8 | 13.96 | 15.05 | - |
| st 10 | 9 | 14.27 | 16.71 | - |
| st 11 | 10 | 12.47 | 14.89 | - |
| st 12 | 11 | 10.67 | 12.92 | - |
| st 13 | 12 | 9.17 | 10.95 | - |
| st 14 | 13 | 8.2 | 9.55 | - |
| st 15 | 14 | 7.53 | 9 | - |
| st 16 | 15 | 7.56 | 9.33 | - |
| st 17 | 16 | 8.42 | - | - |
| st 18 | 17 | - | - | - |
| st 19 | 18 | - | - | - |
| st 20 | 19 | - | - | - |
| st 21 | 20 | - | - | - |
| st 22 | 21 | - | - | - |
| st 0/1 | -1 | - | - | - |
| st 0 | -1.7 | - | - | - |

ΣΧΕΔΙΟ ΚΑΤΑΚΛΥΣΙΜΩΝ ΜΗΚΩΝ (MINIMUM OPERATION CONDITION) ΠΛΟΙΟΥ "ΕΡΜΗΣ"



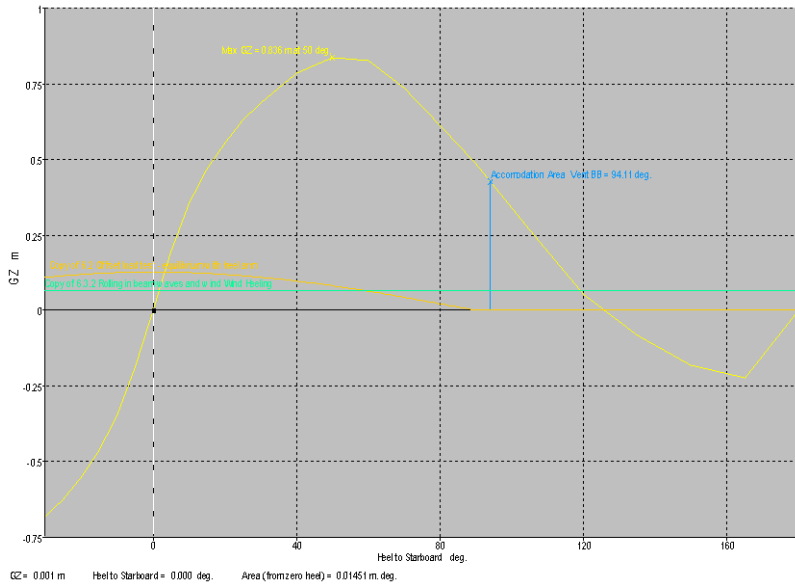
4.5 Μελέτη Ευστάθειας κατόπιν Βλάβης

Ακολουθεί μελέτη της ευστάθειας του πλοίου όταν αυτό βρίσκεται σε κατάσταση βλάβης, δηλαδή όταν ένα ή περισσότερα διαδοχικά του διαμερίσματα βρίσκονται σε ελεύθερη επικοινωνία με την θάλασσα κατόπιν διάνοιξης σχισμής στην γάστρα του. Οι διάφορες καταστάσεις βλάβης έχουν καθοριστεί στο πρόγραμμα, κατά την διαδικασία της περαιτέρω διαμόρφωσης του σχεδιασμένου μοντέλου. Γίνονται οι σχετικές αναλύσεις με εξέταση συμμόρφωσης στα προαναφερθέντα κριτήρια ξεχωριστά για κάθε μία κατάσταση βλάβης, και ξεχωριστά για τις τρεις καταστάσεις φορτώσεως του πλοίου, προκειμένου να προκύψουν οι επικίνδυνες για την ασφάλεια του πλοίου καταστάσεις. Για κάθε ανάλυση παρατίθενται διάγραμμα μοχλοβραχίονα επαναφοράς, πίνακας αποτελεσμάτων κριτηρίων ευστάθειας, σε συνοπτική πλέον μορφή, και πίνακας υδροστατικών χαρακτηριστικών κατά την ισορροπία του πλοίου.

FULL LOAD DEPARTURE CONDITION

Damage Case 1

| | |
|----------------------------------|---------|
| Draft at FP m | 1.169 |
| Draft at AP m | 50.48 |
| Draft at LCF m | 0 |
| Trim (+ve by stern) m | 1.268 |
| WL Length m | 1.069 |
| WL Beam m | 1.147 |
| Wetted Area m ² | -0.199 |
| Waterpl. Area m ² | 19.053 |
| Prismatic Coeff. | 5.067 |
| Block Coeff. | 102.073 |
| Midship Area Coeff. | 73.331 |
| Waterpl. Area Coeff. | 0.722 |
| LCB from Amidsh. (+ve fwd) m | 0.431 |
| LCF from Amidsh. (+ve fwd) m | 0.608 |
| KB m | 0.776 |
| KG fluid m | -1.848 |
| BMT m | -2.065 |
| BML m | 0.758 |
| GMt corrected m | 1.724 |
| GML corrected m | 3.134 |
| KMt m | 26.405 |
| KML m | 2.168 |
| Immersion (TPc) tonne/cm | 25.44 |
| MTc tonne.m | 3.892 |
| RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) ton | 27.163 |
| Max deck inclination deg | 0.752 |
| Trim angle (+ve by stern) deg | 0.688 |

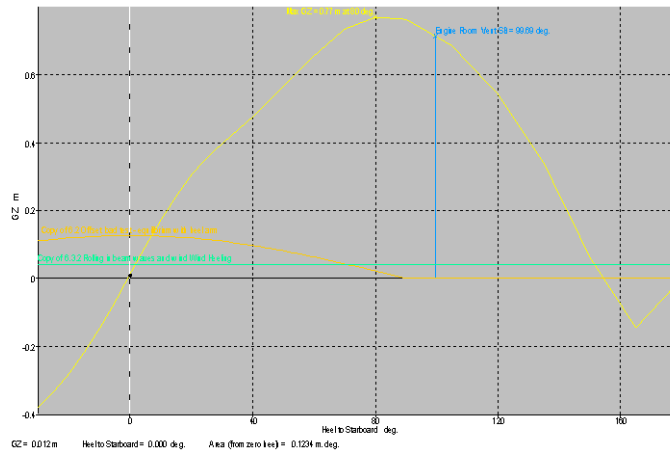


| | | | | | |
|------------------|--|--|-------------|-------|------|
| HSC 2000 Annex 8 | 2.1.1 Range of positive stability | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | | 15 deg | 94.1 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.1.2 Area under GZ curve | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | | 0.859 m.deg | 10.68 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.2 Value of max. GZ in intermediate stages | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | | 0.05 m | 0.836 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.2 Range of positive stability in intermediate stages | | | | Pass |
| | shall not be less than (>=) | | 7 deg | 94.1 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.1.3 Value of max. GZ | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | | 0.1 m | 0.836 | Pass |

Condition complies with the regulations ✓

Damage Case 2

| | |
|----------------------------------|---------|
| Draft at FP m | 4.679 |
| Draft at AP m | 0.427 |
| Draft at LCF m | 1.773 |
| Trim (+ve by stern) m | -4.252 |
| WL Length m | 14.399 |
| WL Beam m | 5.371 |
| Wetted Area m ² | 126.476 |
| Waterpl. Area m ² | 43.73 |
| Prismatic Coeff. | 0.18 |
| Block Coeff. | 0.159 |
| Midship Area Coeff. | 10.463 |
| Waterpl. Area Coeff. | 0.436 |
| LCB from Amidsh. (+ve fwd) m | -1.701 |
| LCF from Amidsh. (+ve fwd) m | -3.423 |
| KB m | 1.026 |
| KG fluid m | 1.724 |
| BMt m | 1.717 |
| BML m | 15.857 |
| GMt corrected m | 1.002 |
| GML corrected m | 15.141 |
| KMt m | 2.743 |
| KML m | 16.883 |
| Immersion (TPc) tonne/cm | 0.448 |
| MTc tonne.m | 0.41 |
| RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) ton | 0.882 |
| Max deck inclination deg | 12.9 |
| Trim angle (+ve by stern) deg | -12.8 |

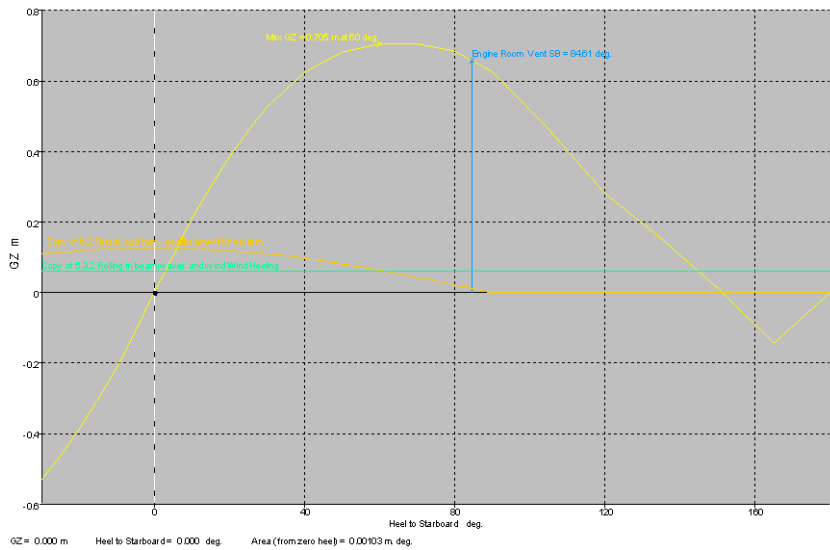


| Code | Criteria | Value | Units | Actual | |
|------------------------|--|--------------------|-------|--------|------|
| HSC2000 Ch2. All craft | 2.6.11.1 Min. freeboard at damaged equilibrium | | | | Fail |
| | the min. freeboard of the | DownfloodingPoints | | | |
| | shall be greater than (>) | 1 | m | 0.772 | Fail |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.1.1 Range of positive stability | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 15 | deg | 99.7 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 Mono | 2.1.3 Value of max. GZ | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 0.1 | m | 0.772 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.1.2 Area under GZ curve | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 0.859 | m.deg | 5.709 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.2 Value of max. GZ in intermediate stages | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 0.05 | m | 0.873 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.2 Range of positive stability in intermediate stages | | | | Pass |
| | shall not be less than (>=) | 7 | deg | 99.7 | Pass |

Hazardous condition X

Damage Case 3

| | |
|----------------------------------|---------|
| Draft Amidsh. m | 1.436 |
| Displacement tonne | 50.47 |
| Heel to Starboard degrees | 0 |
| Draft at FP m | 1.667 |
| Draft at AP m | 1.206 |
| Draft at LCF m | 1.395 |
| Trim (+ve by stern) m | -0.461 |
| WL Length m | 19.828 |
| WL Beam m | 5.129 |
| Wetted Area m ² | 115.337 |
| Waterpl. Area m ² | 53.652 |
| Prismatic Coeff. | 0.508 |
| Block Coeff. | 0.334 |
| Midship Area Coeff. | 0.68 |
| Waterpl. Area Coeff. | 0.561 |
| LCB from Amidsh. (+ve fwd) m | -1.838 |
| LCF from Amidsh. (+ve fwd) m | -1.688 |
| KB m | 0.88 |
| KG fluid m | 1.724 |
| BMt m | 2.039 |
| BML m | 41.969 |
| GMt corrected m | 1.194 |
| GML corrected m | 41.125 |
| KMt m | 2.918 |
| KML m | 42.849 |
| Immersion (TPc) tonne/cm | 0.55 |
| MTC tonne.m | 1.112 |
| RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) ton | 1.052 |
| Max deck inclination deg | 1.4 |
| Trim angle (+ve by stern) deg | -1.4 |

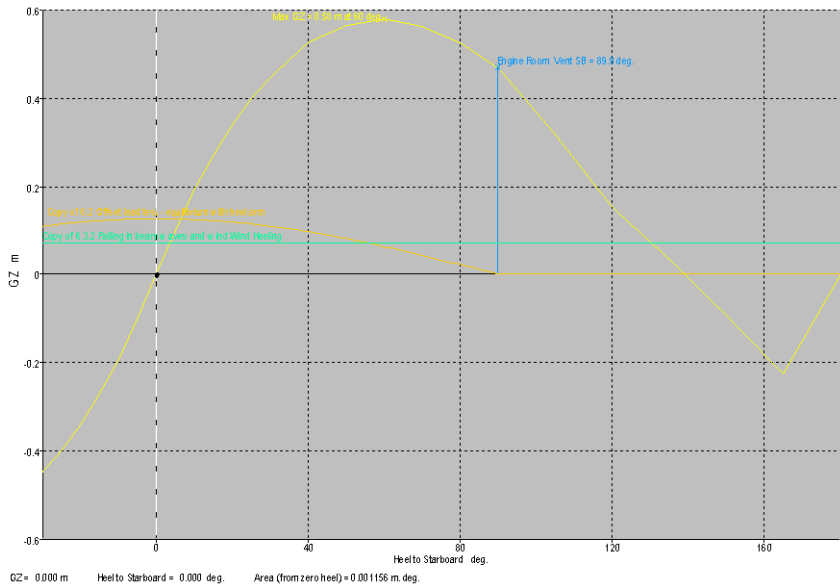


| | | | | | |
|------------------------|--|--------------------|-------|--|------|
| HSC2000 Ch2. All craft | 2.6.11.1 Min. freeboard at damaged equilibrium | | | | Pass |
| | the min. freeboard of the | DownfloodingPoints | | | |
| | shall be greater than (>) | 1 m | 1.728 | | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.1.1 Range of positive stability | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 15 deg | 84.6 | | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 Mono | 2.1.3 Value of max. GZ | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 0.1 m | 0.705 | | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.1.2 Area under GZ curve | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 0.859 m.deg | 7.109 | | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.2 Value of max. GZ in intermediate stages | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 0.05 m | 0.705 | | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.2 Range of positive stability in intermediate stages | | | | Pass |
| | shall not be less than (>=) | 7 deg | 84.6 | | Pass |

Condition complies with the regulations ✓

Damage Case 4

| | |
|----------------------------------|---------|
| Draft Amidsh. m | 1.28 |
| Displacement tonne | 44.76 |
| Heel to Starboard degrees | 0 |
| Draft at FP m | 1.336 |
| Draft at AP m | 1.223 |
| Draft at LCF m | 1.266 |
| Trim (+ve by stern) m | -0.113 |
| WL Length m | 19.183 |
| WL Beam m | 5.089 |
| Wetted Area m ² | 107.583 |
| Waterpl. Area m ² | 50.936 |
| Prismatic Coeff. | 0.562 |
| Block Coeff. | 0.354 |
| Midship Area Coeff. | 0.636 |
| Waterpl. Area Coeff. | 0.536 |
| LCB from Amidsh. (+ve fwd) m | -2.011 |
| LCF from Amidsh. (+ve fwd) m | -2.219 |
| KB m | 0.797 |
| KG fluid m | 1.87 |
| BMt m | 2.206 |
| BML m | 40.442 |
| GMt corrected m | 1.132 |
| GML corrected m | 39.369 |
| KMt m | 3.002 |
| KML m | 41.239 |
| Immersion (TPc) tonne/cm | 0.522 |
| MTC tonne.m | 0.944 |
| RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) ton | 0.884 |
| Max deck inclination deg | 0.3 |
| Trim angle (+ve by stern) deg | -0.3 |

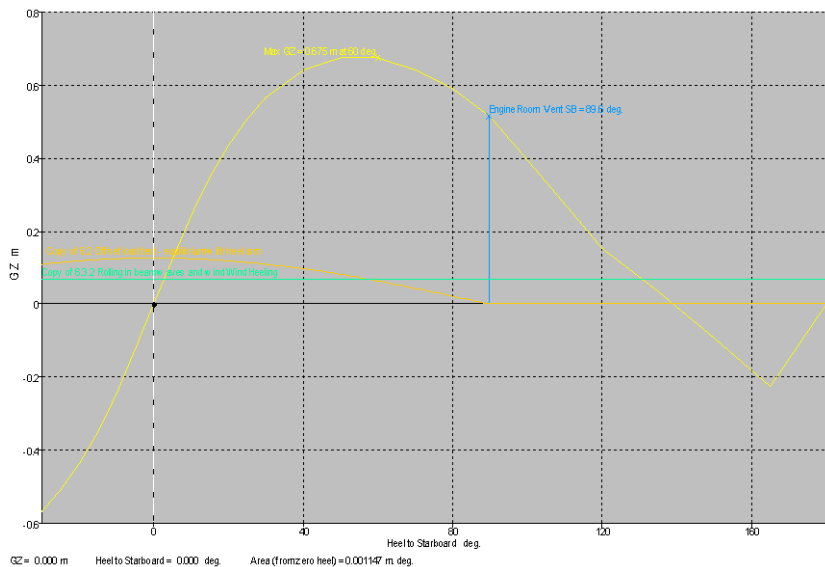


| Code | Criteria | Value | Units | Actual | |
|------------------------|--|--------------------|-------|--------|------|
| HSC2000 Ch2. All craft | 2.6.11.1 Min. freeboard at damaged equilibrium | | | | Pass |
| | the min. freeboard of the | DownfloodingPoints | | | |
| | shall be greater than (>) | 1 | m | 1.866 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.1.1 Range of positive stability | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 15 | deg | 89.9 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 Mono | 2.1.3 Value of max. GZ | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 0.1 | m | 0.58 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.1.2 Area under GZ curve | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 0.859 | m.deg | 6.337 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.2 Value of max. GZ in intermediate stages | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 0.05 | m | 0.58 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.2 Range of positive stability in intermediate stages | | | | Pass |
| | shall not be less than (>=) | 7 | deg | 89.9 | Pass |

Condition complies with the regulations ✓

Damage Case 5

| | |
|----------------------------------|--------|
| Draft Amidsh. m | 1.456 |
| Displacement tonne | 44.75 |
| Heel to Starboard degrees | 0 |
| Draft at FP m | 1.692 |
| Draft at AP m | 1.221 |
| Draft at LCF m | 1.414 |
| Trim (+ve by stern) m | -0.471 |
| WL Length m | 19.878 |
| WL Beam m | 5.134 |
| Wetted Area m ² | 116.3 |
| Waterpl. Area m ² | 53.843 |
| Prismatic Coeff. | 0.441 |
| Block Coeff. | 0.291 |
| Midship Area Coeff. | 0.684 |
| Waterpl. Area Coeff. | 0.562 |
| LCB from Amidsh. (+ve fwd) m | -1.992 |
| LCF from Amidsh. (+ve fwd) m | -1.658 |
| KB m | 0.937 |
| KG fluid m | 1.87 |
| BMt m | 2.308 |
| BML m | 47.79 |
| GMt corrected m | 1.375 |
| GML corrected m | 46.856 |
| KMt m | 3.245 |
| KML m | 48.727 |
| Immersion (TPc) tonne/cm | 0.552 |
| MTC tonne.m | 1.124 |
| RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) ton | 1.074 |
| Max deck inclination deg | 1.4 |
| Trim angle (+ve by stern) deg | -1.4 |



| Code | Criteria | Value | Units | Actual | |
|------------------------|--|--------------------|-------|--------|------|
| HSC2000 Ch2. All craft | 2.6.11.1 Min. freeboard at damaged equilibrium | | | | Pass |
| | the min. freeboard of the | DownfloodingPoints | | | |
| | shall be greater than (>) | 1 | m | 1.708 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.1.1 Range of positive stability | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 15 | deg | 89.6 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 Mono | 2.1.3 Value of max. GZ | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 0.1 | m | 0.675 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.1.2 Area under GZ curve | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 0.859 | m.deg | 8.043 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.2 Value of max. GZ in intermediate stages | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 0.05 | m | 0.675 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.2 Range of positive stability in intermediate stages | | | | Pass |
| | shall not be less than (>=) | 7 | deg | 89.6 | Pass |

Condition complies with the regulations ✓

Damage Case 6

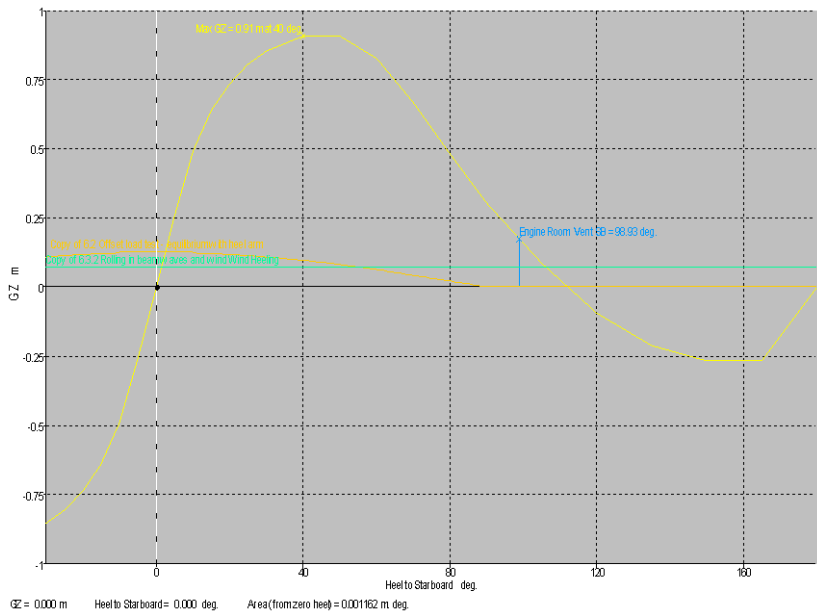
| | |
|----------------------------------|--------|
| Draft Amidsh. m | 5.307 |
| Displacement tonne | 44.75 |
| Heel to Starboard degrees | 0 |
| Draft at FP m | -3.086 |
| Draft at AP m | 13.699 |
| Draft at LCF m | 3.203 |
| Trim (+ve by stern) m | 16.785 |
| WL Length m | 7.746 |
| WL Beam m | 5.338 |
| Wetted Area m ² | 84.583 |
| Waterpl. Area m ² | 21.75 |
| Prismatic Coeff. | 0.108 |
| Block Coeff. | 0.14 |
| Midship Area Coeff. | 3.412 |
| Waterpl. Area Coeff. | 0.218 |
| LCB from Amidsh. (+ve fwd) m | -1.617 |
| LCF from Amidsh. (+ve fwd) m | 2.338 |
| KB m | 2.314 |
| KG fluid m | 1.87 |
| BMt m | 0.764 |
| BML m | 1.687 |
| GMt corrected m | 1.362 |
| GML corrected m | 2.284 |
| KMt m | 3.078 |
| KML m | 4.001 |
| Immersion (TPc) tonne/cm | 0.223 |
| MTC tonne.m | 0.055 |
| RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) ton | 1.063 |
| Max deck inclination deg | 42 |
| Trim angle (+ve by stern) deg | 42 |

| Code | Criteria | Value | Units | Actual | |
|------------------------|--|--------------------|-------|--------|------|
| HSC2000 Ch2. All craft | 2.6.11.1 Min. freeboard at damaged equilibrium | | | | Fail |
| | the min. freeboard of the | DownfloodingPoints | | | |
| | shall be greater than (>) | 1 | m | -6.707 | Fail |

Condition causes sinking of ship X

Damage Case 7

| | |
|----------------------------------|---------|
| Draft Amidsh. m | 1.239 |
| Displacement tonne | 44.76 |
| Heel to Starboard degrees | 0 |
| Draft at FP m | 1.383 |
| Draft at AP m | 1.095 |
| Draft at LCF m | 1.223 |
| Trim (+ve by stern) m | -0.288 |
| WL Length m | 19.28 |
| WL Beam m | 5.084 |
| Wetted Area m ² | 105.629 |
| Waterpl. Area m ² | 83.517 |
| Prismatic Coeff. | 0.575 |
| Block Coeff. | 0.354 |
| Midship Area Coeff. | 0.631 |
| Waterpl. Area Coeff. | 0.88 |
| LCB from Amidsh. (+ve fwd) m | -2.002 |
| LCF from Amidsh. (+ve fwd) m | -1.056 |
| KB m | 0.891 |
| KG fluid m | 1.87 |
| BMt m | 3.89 |
| BML m | 44.245 |
| GMt corrected m | 2.911 |
| GML corrected m | 43.266 |
| KMt m | 4.781 |
| KML m | 45.136 |
| Immersion (TPc) tonne/cm | 0.856 |
| MTC tonne.m | 1.038 |
| RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) ton | 2.274 |
| Max deck inclination deg | 0.9 |
| Trim angle (+ve by stern) deg | -0.9 |



| | | | | |
|------------------------|--|--------------------|--------|------|
| HSC2000 Ch2. All craft | 2.6.11.1 Min. freeboard at damaged equilibrium | | | Pass |
| | the min. freeboard of the | DownfloodingPoints | | |
| | shall be greater than (>) | 1 m | 1.916 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.1.1 Range of positive stability | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 15 deg | 98.9 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 Mono | 2.1.3 Value of max. GZ | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 0.1 m | 0.91 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.1.2 Area under GZ curve | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 0.859 m.deg | 14.243 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.2 Value of max. GZ in intermediate stages | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 0.05 m | 0.91 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.2 Range of positive stability in intermediate stages | | | Pass |
| | shall not be less than (>=) | 7 deg | 98.9 | Pass |

Condition complies with the regulations ✓

Damage Case 8

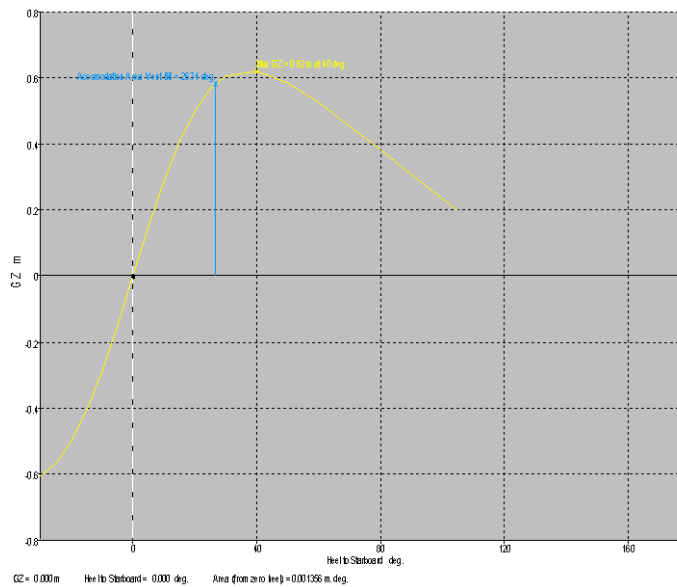
| | |
|----------------------------------|---------|
| Draft Amidsh. m | 5.273 |
| Displacement tonne | 44.76 |
| Heel to Starboard degrees | 0 |
| Draft at FP m | -0.868 |
| Draft at AP m | 11.415 |
| Draft at LCF m | 3.189 |
| Trim (+ve by stern) m | 12.283 |
| WL Length m | 8.863 |
| WL Beam m | 5.313 |
| Wetted Area m ² | 105.932 |
| Waterpl. Area m ² | 26.155 |
| Prismatic Coeff. | 0.108 |
| Block Coeff. | 0.141 |
| Midship Area Coeff. | 3.403 |
| Waterpl. Area Coeff. | 0.264 |
| LCB from Amidsh. (+ve fwd) m | -1.501 |
| LCF from Amidsh. (+ve fwd) m | 3.167 |
| KB m | 2.652 |
| KG fluid m | 1.87 |
| BMt m | 0.91 |
| BML m | 2.957 |
| GMt corrected m | 1.847 |
| GML corrected m | 3.894 |
| KMt m | 3.562 |
| KML m | 5.61 |
| Immersion (TPc) tonne/cm | 0.268 |
| MTC tonne.m | 0.093 |
| RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) ton | 1.443 |
| Max deck inclination deg | 33.4 |
| Trim angle (+ve by stern) deg | 33.4 |

| Code | Criteria | Value | Units | Actual | |
|------------------------|--|--------------------|-------|--------|------|
| HSC2000 Ch2. All craft | 2.6.11.1 Min. freeboard at damaged equilibrium | | | | Fail |
| | the min. freeboard of the | DownfloodingPoints | | | |
| | shall be greater than (>) | 1 | m | -5.972 | Fail |

Condition causes sinking of ship X

Damage Case 9

| | |
|----------------------------------|---------|
| Draft Amidsh. m | 1.864 |
| Displacement tonne | 44.75 |
| Heel to Starboard degrees | 0 |
| Draft at FP m | 0.154 |
| Draft at AP m | 3.575 |
| Draft at LCF m | 1.73 |
| Trim (+ve by stern) m | 3.421 |
| WL Length m | 14.952 |
| WL Beam m | 5.394 |
| Wetted Area m ² | 101.471 |
| Waterpl. Area m ² | 44.228 |
| Prismatic Coeff. | 0.17 |
| Block Coeff. | 0.139 |
| Midship Area Coeff. | 0 |
| Waterpl. Area Coeff. | 0.439 |
| LCB from Amidsh. (+ve fwd) m | -2.087 |
| LCF from Amidsh. (+ve fwd) m | 0.734 |
| KB m | 1.481 |
| KG fluid m | 1.87 |
| BMt m | 2.168 |
| BML m | 9.86 |
| GMt corrected m | 1.773 |
| GML corrected m | 9.465 |
| KMt m | 3.649 |
| KML m | 11.341 |
| Immersion (TPc) tonne/cm | 0.453 |
| MTC tonne.m | 0.227 |
| RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) ton | 1.385 |
| Max deck inclination deg | 10.4 |
| Trim angle (+ve by stern) deg | 10.4 |

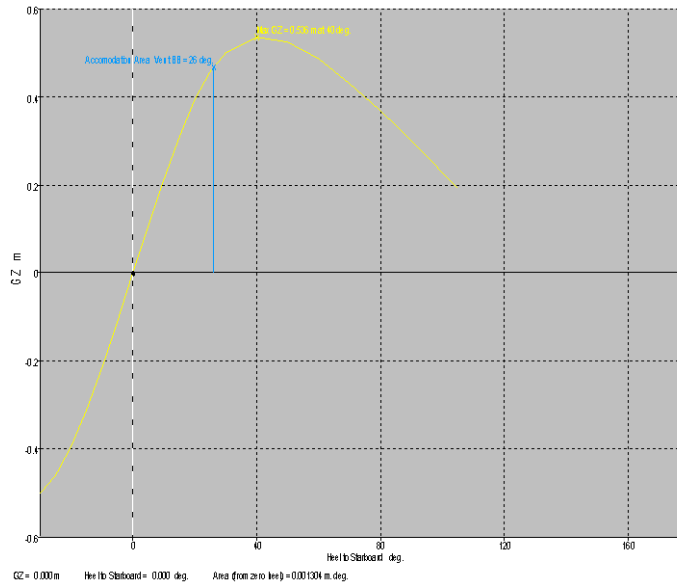


| Code | Criteria | Value | Units | Actual | |
|------------------------|--|--------------------|-------|--------|------|
| HSC2000 Ch2. All craft | 2.6.11.1 Min. freeboard at damaged equilibrium | | | | Fail |
| | the min. freeboard of the | DownfloodingPoints | | | |
| | shall be greater than (>) | 1 | m | -5.971 | Fail |

Condition causes sinking of ship X

Damage Case 10

| | |
|----------------------------------|--------|
| Draft Amidsh. m | 1.738 |
| Displacement tonne | 44.75 |
| Heel to Starboard degrees | 0 |
| Draft at FP m | -0.687 |
| Draft at AP m | 4.163 |
| Draft at LCF m | 1.584 |
| Trim (+ve by stern) m | 4.85 |
| WL Length m | 12.009 |
| WL Beam m | 5.37 |
| Wetted Area m ² | 80.823 |
| Waterpl. Area m ² | 39.939 |
| Prismatic Coeff. | 0.17 |
| Block Coeff. | 0.139 |
| Midship Area Coeff. | 0 |
| Waterpl. Area Coeff. | 0.399 |
| LCB from Amidsh. (+ve fwd) m | -2.138 |
| LCF from Amidsh. (+ve fwd) m | 0.593 |
| KB m | 1.398 |
| KG fluid m | 1.87 |
| BMt m | 1.829 |
| BML m | 6.991 |
| GMt corrected m | 1.341 |
| GML corrected m | 6.504 |
| KMt m | 3.226 |
| KML m | 8.389 |
| Immersion (TPc) tonne/cm | 0.409 |
| MTC tonne.m | 0.156 |
| RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) ton | 1.047 |
| Max deck inclination deg | 14.6 |
| Trim angle (+ve by stern) deg | 14.6 |

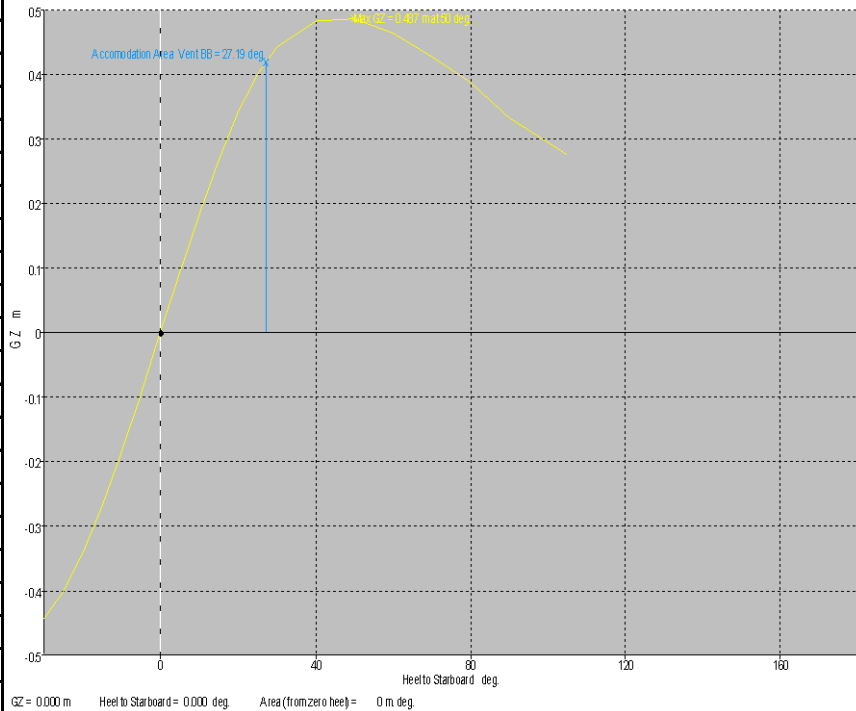


| Code | Criteria | Value | Units | Actual | |
|------------------------|--|--------------------|-------|--------|------|
| HSC2000 Ch2. All craft | 2.6.11.1 Min. freeboard at damaged equilibrium | | | | Fail |
| | the min. freeboard of the | DownfloodingPoints | | | |
| | shall be greater than (>) | 1 | m | -0.56 | Fail |

Condition causes sinking of ship X

Damage Case 11

| | |
|----------------------------------|--------|
| Draft Amidsh. m | 1.707 |
| Displacement tonne | 50.48 |
| Heel to Starboard degrees | 0 |
| Draft at FP m | -0.665 |
| Draft at AP m | 4.079 |
| Draft at LCF m | 1.568 |
| Trim (+ve by stern) m | 4.745 |
| WL Length m | 12.254 |
| WL Beam m | 5.386 |
| Wetted Area m ² | 80.03 |
| Waterpl. Area m ² | 40.033 |
| Prismatic Coeff. | 0.191 |
| Block Coeff. | 0.156 |
| Midship Area Coeff. | 0 |
| Waterpl. Area Coeff. | 0.398 |
| LCB from Amidsh. (+ve fwd) m | -1.971 |
| LCF from Amidsh. (+ve fwd) m | 0.546 |
| KB m | 1.279 |
| KG fluid m | 1.724 |
| BMt m | 1.623 |
| BML m | 6.439 |
| GMt corrected m | 1.165 |
| GML corrected m | 5.981 |
| KMt m | 2.902 |
| KML m | 7.718 |
| Immersion (TPc) tonne/cm | 0.41 |
| MTC tonne.m | 0.162 |
| RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) ton | 1.026 |
| Max deck inclination deg | 14.3 |
| Trim angle (+ve by stern) deg | 14.3 |



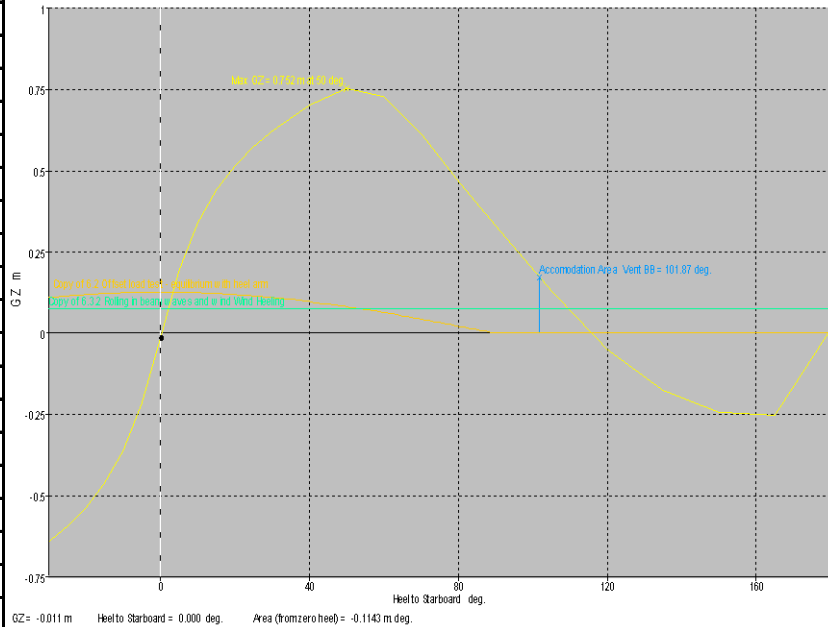
| Code | Criteria | Value | Units | Actual | |
|------------------------|--|--------------------|-------|--------|------|
| HSC2000 Ch2. All craft | 2.6.11.1 Min. freeboard at damaged equilibrium | | | | Fail |
| | the min. freeboard of the | DownfloodingPoints | | | |
| | shall be greater than (>) | 1 | m | -0.489 | Fail |

Condition causes sinking of ship X

FULL LOAD ARRIVAL CONDITION

Damage Case 1

| | |
|----------------------------------|--------|
| Draft Amidsh. m | 1.078 |
| Displacement tonne | 44.58 |
| Heel to Starboard degrees | 0.3 |
| Draft at FP m | 1.124 |
| Draft at AP m | 1.032 |
| Draft at LCF m | 1.068 |
| Trim (+ve by stern) m | -0.092 |
| WL Length m | 18.734 |
| WL Beam m | 5.046 |
| Wetted Area m ² | 97.384 |
| Waterpl. Area m ² | 73.029 |
| Prismatic Coeff. | 0.745 |
| Block Coeff. | 0.423 |
| Midship Area Coeff. | 0.573 |
| Waterpl. Area Coeff. | 0.776 |
| LCB from Amidsh. (+ve fwd) m | -1.988 |
| LCF from Amidsh. (+ve fwd) m | -2.076 |
| KB m | 0.711 |
| KG fluid m | 1.858 |
| BMt m | 3.511 |
| BML m | 29.675 |
| GMt corrected m | 2.364 |
| GML corrected m | 28.528 |
| KMt m | 4.222 |
| KML m | 30.385 |
| Immersion (TPc) tonne/cm | 0.749 |
| MTc tonne.m | 0.682 |
| RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) ton | 1.84 |
| Max deck inclination deg | 0.4 |
| Trim angle (+ve by stern) deg | -0.3 |

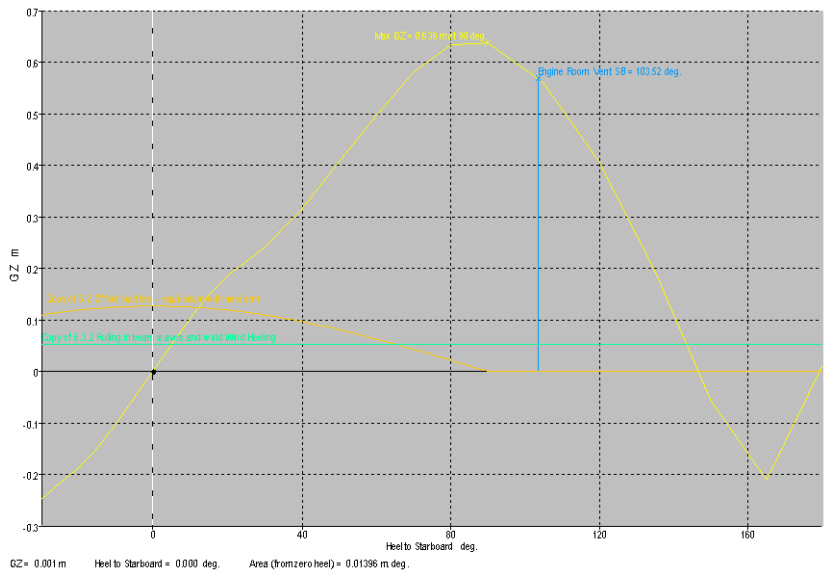


| | | | | | |
|------------------------|--|--------------------|-------|--|------|
| HSC2000 Ch2. All craft | 2.6.11.1 Min. freeboard at damaged equilibrium | | | | Pass |
| | the min. freeboard of the | DownfloodingPoints | | | |
| | shall be greater than (>) | 1 m | 2.066 | | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.1.1 Range of positive stability | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 15 deg | 101.6 | | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 Mono | 2.1.3 Value of max. GZ | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 0.1 m | 0.752 | | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.1.2 Area under GZ curve | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 0.859 m.deg | 9.9 | | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.2 Value of max. GZ in intermediate stages | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 0.05 m | 0.752 | | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.2 Range of positive stability in intermediate stages | | | | Pass |
| | shall not be less than (>=) | 7 deg | 101.6 | | Pass |

Condition complies with the regulations ✓

Damage Case 2

| | |
|----------------------------------|---------|
| Draft Amidsh. m | 2.266 |
| Displacement tonne | 44.51 |
| Heel to Starboard degrees | -0.1 |
| Draft at FP m | 4.078 |
| Draft at AP m | 0.455 |
| Draft at LCF m | 1.426 |
| Trim (+ve by stern) m | -3.624 |
| WL Length m | 14.65 |
| WL Beam m | 5.381 |
| Wetted Area m ² | 106.132 |
| Waterpl. Area m ² | 37.802 |
| Prismatic Coeff. | 0.18 |
| Block Coeff. | 0.144 |
| Midship Area Coeff. | 79.801 |
| Waterpl. Area Coeff. | 0.376 |
| LCB from Amidsh. (+ve fwd) m | -1.805 |
| LCF from Amidsh. (+ve fwd) m | -4.33 |
| KB m | 0.864 |
| KG fluid m | 1.858 |
| BMt m | 1.674 |
| BML m | 11.936 |
| GMt corrected m | 0.663 |
| GML corrected m | 10.924 |
| KMt m | 2.539 |
| KML m | 12.8 |
| Immersion (TPc) tonne/cm | 0.387 |
| MTC tonne.m | 0.261 |
| RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) ton | 0.515 |
| Max deck inclination deg | 11 |
| Trim angle (+ve by stern) deg | -11 |

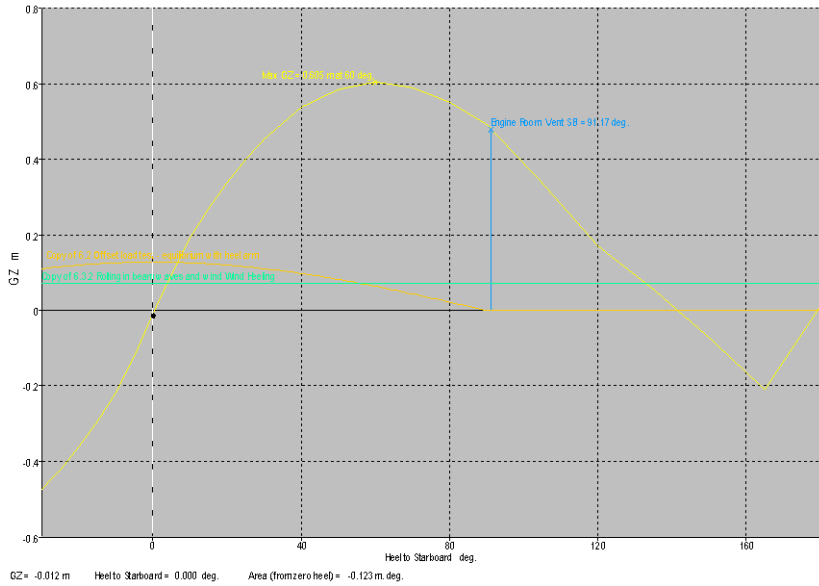


| | | | | | |
|------------------------|--|--------------------|-------|--|------|
| HSC2000 Ch2. All craft | 2.6.11.1 Min. freeboard at damaged equilibrium | | | | Pass |
| | the min. freeboard of the | DownfloodingPoints | | | |
| | shall be greater than (>) | 1 m | 1.048 | | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.1.1 Range of positive stability | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 15 deg | 103.5 | | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 Mono | 2.1.3 Value of max. GZ | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 0.1 m | 0.638 | | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.1.2 Area under GZ curve | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 0.859 m.deg | 3.429 | | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.2 Value of max. GZ in intermediate stages | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 0.05 m | 0.638 | | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.2 Range of positive stability in intermediate stages | | | | Pass |
| | shall not be less than (>=) | 7 deg | 103.5 | | Pass |

Hazardous condition X

Damage Case 3

| | |
|----------------------------------|---------|
| Draft Amidsh. m | 1.265 |
| Displacement tonne | 44 |
| Heel to Starboard degrees | 0.6 |
| Draft at FP m | 1.322 |
| Draft at AP m | 1.208 |
| Draft at LCF m | 1.251 |
| Trim (+ve by stern) m | -0.113 |
| WL Length m | 19.157 |
| WL Beam m | 5.087 |
| Wetted Area m ² | 106.888 |
| Waterpl. Area m ² | 50.791 |
| Prismatic Coeff. | 0.563 |
| Block Coeff. | 0.352 |
| Midship Area Coeff. | 0.632 |
| Waterpl. Area Coeff. | 0.535 |
| LCB from Amidsh. (+ve fwd) m | -2.007 |
| LCF from Amidsh. (+ve fwd) m | -2.243 |
| KB m | 0.788 |
| KG fluid m | 1.879 |
| BMt m | 2.237 |
| BML m | 40.809 |
| GMt corrected m | 1.146 |
| GML corrected m | 39.718 |
| KMt m | 3.025 |
| KML m | 41.597 |
| Immersion (TPc) tonne/cm | 0.521 |
| MTC tonne.m | 0.937 |
| RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) ton | 0.88 |
| Max deck inclination deg | 0.7 |
| Trim angle (+ve by stern) deg | -0.3 |

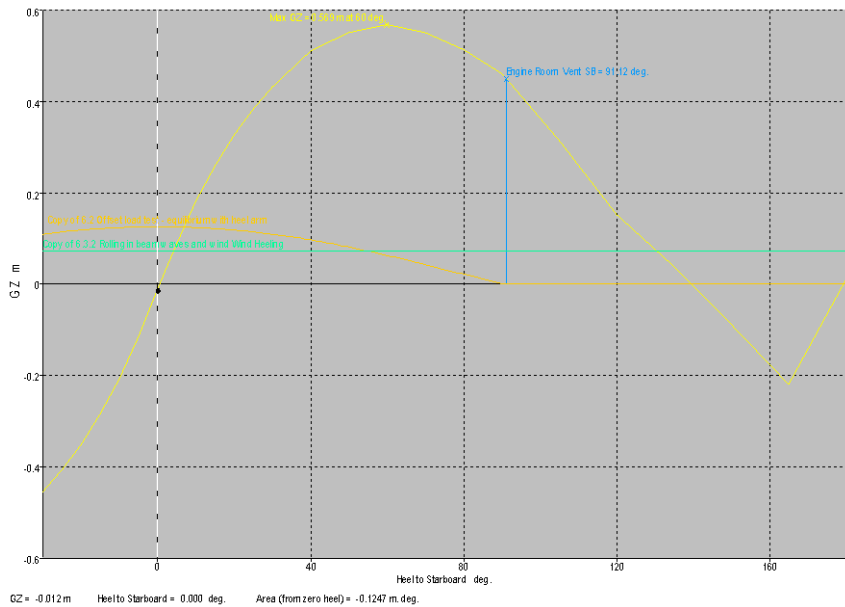


| | | | | | |
|------------------------|--|--------------------|-------|--|------|
| HSC2000 Ch2. All craft | 2.6.11.1 Min. freeboard at damaged equilibrium | | | | Pass |
| | the min. freeboard of the | DownfloodingPoints | | | |
| | shall be greater than (>) | 1 m | 1.851 | | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.1.1 Range of positive stability | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 15 deg | 90.6 | | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 Mono | 2.1.3 Value of max. GZ | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 0.1 m | 0.605 | | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.1.2 Area under GZ curve | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 0.859 m.deg | 6.263 | | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.2 Value of max. GZ in intermediate stages | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 0.05 m | 0.605 | | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.2 Range of positive stability in intermediate stages | | | | Pass |
| | shall not be less than (>=) | 7 deg | 90.6 | | Pass |

Condition complies with the regulations ✓

Damage Case 4

| | |
|----------------------------------|--------|
| Draft Amidsh. m | 1.008 |
| Displacement tonne | 44.57 |
| Heel to Starboard degrees | 0.2 |
| Draft at FP m | 0.897 |
| Draft at AP m | 1.119 |
| Draft at LCF m | 1.028 |
| Trim (+ve by stern) m | 0.221 |
| WL Length m | 18.256 |
| WL Beam m | 5.053 |
| Wetted Area m ² | 93.241 |
| Waterpl. Area m ² | 76.761 |
| Prismatic Coeff. | 0.708 |
| Block Coeff. | 0.415 |
| Midship Area Coeff. | 0.586 |
| Waterpl. Area Coeff. | 0.814 |
| LCB from Amidsh. (+ve fwd) m | -2.007 |
| LCF from Amidsh. (+ve fwd) m | -1.64 |
| KB m | 0.689 |
| KG fluid m | 1.858 |
| BMt m | 3.499 |
| BML m | 36.503 |
| GMt corrected m | 2.331 |
| GML corrected m | 35.335 |
| KMt m | 4.188 |
| KML m | 37.193 |
| Immersion (TPc) tonne/cm | 0.787 |
| MTC tonne.m | 0.844 |
| RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) ton | 1.813 |
| Max deck inclination deg | 0.7 |
| Trim angle (+ve by stern) deg | 0.7 |

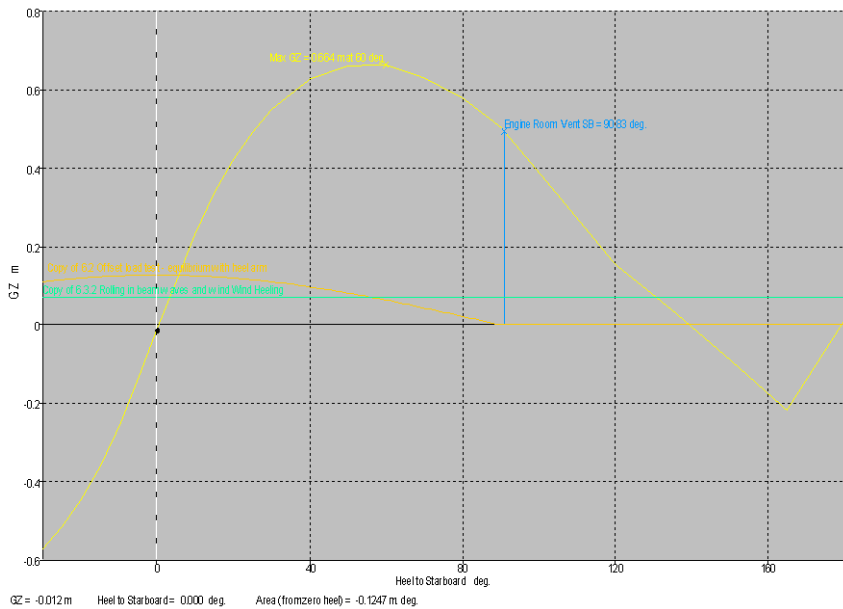


| Code | Criteria | Value | Units | Actual | |
|------------------------|--|--------------------|-------|--------|------|
| HSC2000 Ch2. All craft | 2.6.11.1 Min. freeboard at damaged equilibrium | | | | Pass |
| | the min. freeboard of the | DownfloodingPoints | | | |
| | shall be greater than (>) | 1 | m | 2.037 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.1.1 Range of positive stability | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 15 | deg | 90.5 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 Mono | 2.1.3 Value of max. GZ | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 0.1 | m | 0.569 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.1.2 Area under GZ curve | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 0.859 | m.deg | 5.99 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.2 Value of max. GZ in intermediate stages | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 0.05 | m | 0.569 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.2 Range of positive stability in intermediate stages | | | | Pass |
| | shall not be less than (>=) | 7 | deg | 90.5 | Pass |

Condition complies with the regulations ✓

Damage Case 5

| | |
|----------------------------------|---------|
| Draft Amidsh. m | 1.443 |
| Displacement tonne | 43.99 |
| Heel to Starboard degrees | 0.5 |
| Draft at FP m | 1.68 |
| Draft at AP m | 1.206 |
| Draft at LCF m | 1.4 |
| Trim (+ve by stern) m | -0.474 |
| WL Length m | 19.856 |
| WL Beam m | 5.131 |
| Wetted Area m ² | 115.656 |
| Waterpl. Area m ² | 53.748 |
| Prismatic Coeff. | 0.439 |
| Block Coeff. | 0.289 |
| Midship Area Coeff. | 0.682 |
| Waterpl. Area Coeff. | 0.561 |
| LCB from Amidsh. (+ve fwd) m | -1.988 |
| LCF from Amidsh. (+ve fwd) m | -1.671 |
| KB m | 0.929 |
| KG fluid m | 1.879 |
| BMt m | 2.342 |
| BML m | 48.402 |
| GMT corrected m | 1.392 |
| GML corrected m | 47.452 |
| KMt m | 3.272 |
| KML m | 49.332 |
| Immersion (TPc) tonne/cm | 0.551 |
| MTC tonne.m | 1.119 |
| RM at 1deg = GMT.Disp.sin(1) ton | 1.069 |
| Max deck inclination deg | 1.5 |
| Trim angle (+ve by stern) deg | -1.5 |



| Code | Criteria | Value | Units | Actual | |
|------------------------|--|--------------------|-------|--------|------|
| HSC2000 Ch2. All craft | 2.6.11.1 Min. freeboard at damaged equilibrium | | | | Pass |
| | the min. freeboard of the | DownfloodingPoints | | | |
| | shall be greater than (>) | 1 | m | 1.741 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.1.1 Range of positive stability | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 15 | deg | 90.3 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 Mono | 2.1.3 Value of max. GZ | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 0.1 | m | 0.664 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.1.2 Area under GZ curve | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 0.859 | m.deg | 7.716 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.2 Value of max. GZ in intermediate stages | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 0.05 | m | 0.664 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.2 Range of positive stability in intermediate stages | | | | Pass |
| | shall not be less than (>=) | 7 | deg | 90.3 | Pass |

Condition complies with the regulations ✓

Damage Case 6

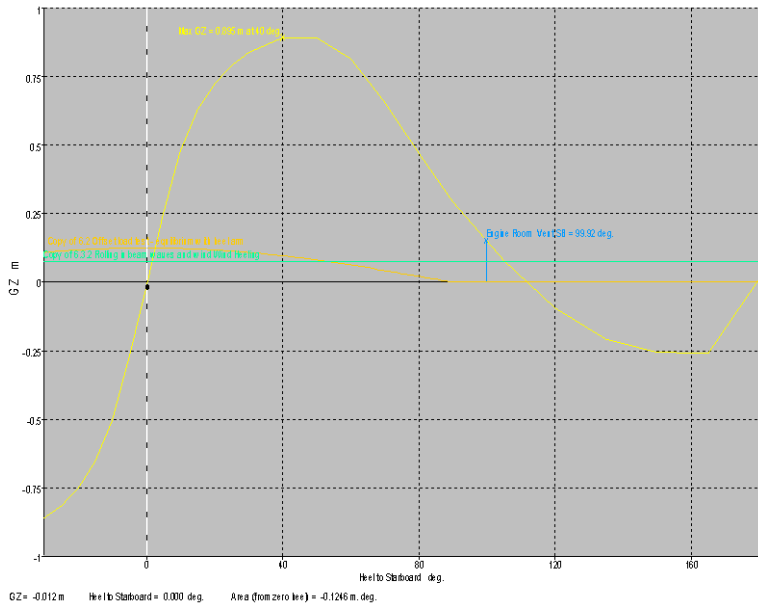
| | |
|--------------------------------------|--------|
| Draft Amidsh. m | 5.197 |
| Displacement tonne | 44 |
| Heel to Starboard degrees | 0.9 |
| Draft at FP m | -2.966 |
| Draft at AP m | 13.361 |
| Draft at LCF m | 3.204 |
| Trim (+ve by stern) m | 16.328 |
| WL Length m | 7.895 |
| WL Beam m | 5.331 |
| Wetted Area m ² | 77.316 |
| Waterpl. Area m ² | 21.512 |
| Prismatic Coeff. | 0.108 |
| Block Coeff. | 0.136 |
| Midship Area Coeff. | 3.392 |
| Waterpl. Area Coeff. | 0.216 |
| LCB from Amidsh. (+ve fwd) m | -1.662 |
| LCF from Amidsh. (+ve fwd) m | 2.278 |
| KB m | 2.279 |
| KG fluid m | 1.879 |
| BMt m | 0.787 |
| BML m | 1.695 |
| GMt corrected m | 1.319 |
| GML corrected m | 2.227 |
| KMt m | 3.066 |
| KML m | 3.974 |
| Immersion (TPc) tonne/cm | 0.22 |
| MTC tonne.m | 0.053 |
| RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m | 1.013 |
| Max deck inclination deg | 41.2 |
| Trim angle (+ve by stern) deg | 41.2 |

| Code | Criteria | Value | Units | Actual | |
|------------------------|--|--------------------|-------|--------|------|
| HSC2000 Ch2. All craft | 2.6.11.1 Min. freeboard at damaged equilibrium | | | | Fail |
| | the min. freeboard of the | DownfloodingPoints | | | |
| | shall be greater than (>) | 1 | m | -6.581 | Fail |

Condition causes sinking of ship X

Damage Case 7

| | |
|--------------------------------------|--------|
| Draft Amidsh. m | 1.231 |
| Displacement tonne | 44 |
| Heel to Starboard degrees | 0.2 |
| Draft at FP m | 1.379 |
| Draft at AP m | 1.082 |
| Draft at LCF m | 1.214 |
| Trim (+ve by stern) m | -0.297 |
| WL Length m | 19.273 |
| WL Beam m | 5.083 |
| Wetted Area m ² | 105.23 |
| Waterpl. Area m ² | 83.475 |
| Prismatic Coeff. | 0.57 |
| Block Coeff. | 0.35 |
| Midship Area Coeff. | 0.63 |
| Waterpl. Area Coeff. | 0.88 |
| LCB from Amidsh. (+ve fwd) m | -1.997 |
| LCF from Amidsh. (+ve fwd) m | -1.056 |
| KB m | 0.886 |
| KG fluid m | 1.879 |
| BMt m | 3.952 |
| BML m | 44.975 |
| GMt corrected m | 2.959 |
| GML corrected m | 43.981 |
| KMt m | 4.838 |
| KML m | 45.86 |
| Immersion (TPc) tonne/cm | 0.856 |
| MTC tonne.m | 1.037 |
| RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m | 2.272 |
| Max deck inclination deg | 0.9 |
| Trim angle (+ve by stern) deg | -0.9 |



| Code | Criteria | Value | Units | Actual | |
|------------------------|--|--------------------|-------|--------|------|
| HSC2000 Ch2. All craft | 2.6.11.1 Min. freeboard at damaged equilibrium | | | | Pass |
| | the min. freeboard of the | DownfloodingPoints | | | |
| | shall be greater than (>) | 1 | m | 1.934 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.1.1 Range of positive stability | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 15 | deg | 99.9 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 Mono | 2.1.3 Value of max. GZ | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 0.1 | m | 0.895 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.1.2 Area under GZ curve | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 0.859 | m.deg | 9.923 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.2 Value of max. GZ in intermediate stages | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 0.05 | m | 0.895 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.2 Range of positive stability in intermediate stages | | | | Pass |
| | shall not be less than (>=) | 7 | deg | 99.9 | Pass |

Condition complies with the regulations ✓

Damage Case 8

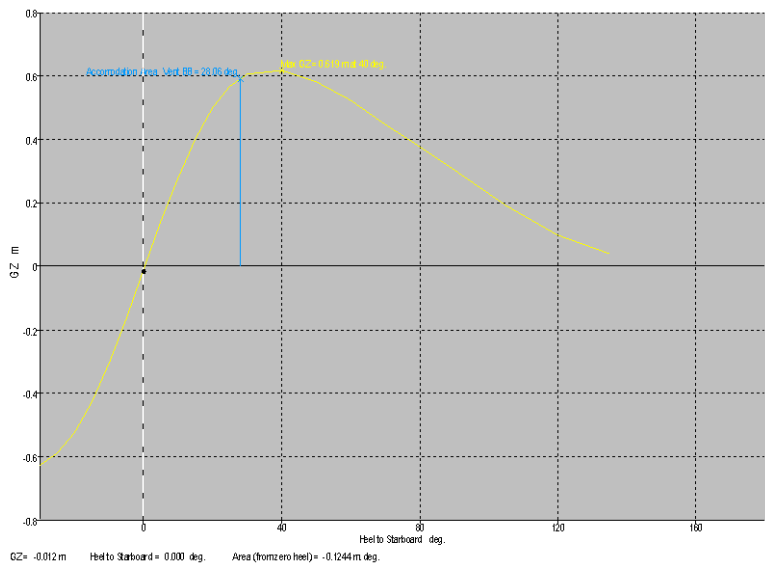
| | |
|--------------------------------------|--------|
| Draft Amidsh. m | 5.18 |
| Displacement tonne | 43.99 |
| Heel to Starboard degrees | 0.5 |
| Draft at FP m | -0.786 |
| Draft at AP m | 11.147 |
| Draft at LCF m | 3.178 |
| Trim (+ve by stern) m | 11.933 |
| WL Length m | 9.048 |
| WL Beam m | 5.343 |
| Wetted Area m ² | 105.62 |
| Waterpl. Area m ² | 25.948 |
| Prismatic Coeff. | 0.107 |
| Block Coeff. | 0.136 |
| Midship Area Coeff. | 3.401 |
| Waterpl. Area Coeff. | 0.26 |
| LCB from Amidsh. (+ve fwd) m | -1.54 |
| LCF from Amidsh. (+ve fwd) m | 3.13 |
| KB m | 2.616 |
| KG fluid m | 1.879 |
| BMt m | 0.917 |
| BML m | 3.049 |
| GMt corrected m | 1.792 |
| GML corrected m | 3.924 |
| KMt m | 3.533 |
| KML m | 5.665 |
| Immersion (TPc) tonne/cm | 0.266 |
| MTC tonne.m | 0.093 |
| RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m | 1.376 |
| Max deck inclination deg | 32.6 |
| Trim angle (+ve by stern) deg | 32.6 |

| Code | Criteria | Value | Units | Actual | |
|------------------------|--|--------------------|-------|--------|------|
| HSC2000 Ch2. All craft | 2.6.11.1 Min. freeboard at damaged equilibrium | | | | Fail |
| | the min. freeboard of the | DownfloodingPoints | | | |
| | shall be greater than (>) | 1 | m | -5.834 | Fail |

Condition causes sinking of ship X

Damage Case 9

| | |
|--------------------------------------|--------|
| Draft Amidsh. m | 1.841 |
| Displacement tonne | 44 |
| Heel to Starboard degrees | 0.4 |
| Draft at FP m | 0.195 |
| Draft at AP m | 3.487 |
| Draft at LCF m | 1.724 |
| Trim (+ve by stern) m | 3.292 |
| WL Length m | 15.514 |
| WL Beam m | 5.383 |
| Wetted Area m ² | 106.52 |
| Waterpl. Area m ² | 44.645 |
| Prismatic Coeff. | 0.167 |
| Block Coeff. | 0.136 |
| Midship Area Coeff. | 0 |
| Waterpl. Area Coeff. | 0.444 |
| LCB from Amidsh. (+ve fwd) m | -2.085 |
| LCF from Amidsh. (+ve fwd) m | 0.66 |
| KB m | 1.468 |
| KG fluid m | 1.879 |
| BMt m | 2.224 |
| BML m | 10.867 |
| GMt corrected m | 1.807 |
| GML corrected m | 10.449 |
| KMt m | 3.692 |
| KML m | 12.335 |
| Immersion (TPc) tonne/cm | 0.458 |
| MTC tonne.m | 0.246 |
| RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m | 1.387 |
| Max deck inclination deg | 10 |
| Trim angle (+ve by stern) deg | 10 |

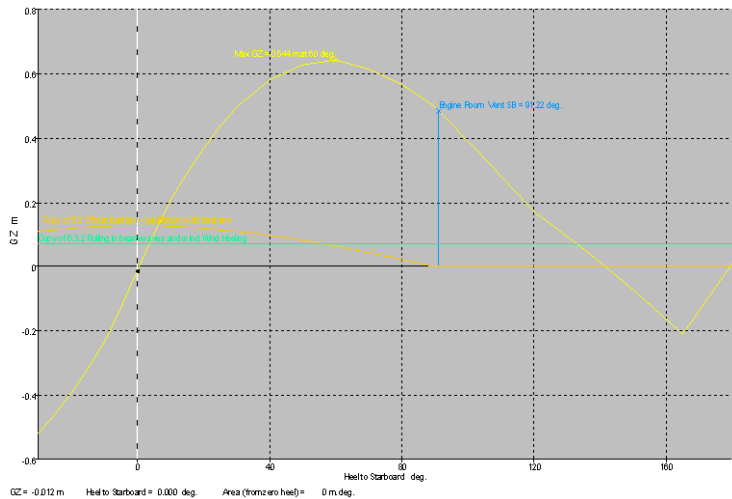


| Code | Criteria | Value | Units | Actual | |
|------------------------|--|--------------------|-------|--------|------|
| HSC2000 Ch2. All craft | 2.6.11.1 Min. freeboard at damaged equilibrium | | | | Fail |
| | the min. freeboard of the | DownfloodingPoints | | | |
| | shall be greater than (>) | 1 | m | -0.054 | Fail |

Condition causes sinking of ship X

Damage Case 10

| | |
|--------------------------------------|--------|
| Draft Amidsh. m | 1.711 |
| Displacement tonne | 43.99 |
| Heel to Starboard degrees | 0.5 |
| Draft at FP m | -0.621 |
| Draft at AP m | 4.043 |
| Draft at LCF m | 1.573 |
| Trim (+ve by stern) m | 4.664 |
| WL Length m | 12.5 |
| WL Beam m | 5.379 |
| Wetted Area m ² | 80.352 |
| Waterpl. Area m ² | 40.462 |
| Prismatic Coeff. | 0.167 |
| Block Coeff. | 0.136 |
| Midship Area Coeff. | 0 |
| Waterpl. Area Coeff. | 0.403 |
| LCB from Amidsh. (+ve fwd) m | -2.136 |
| LCF from Amidsh. (+ve fwd) m | 0.551 |
| KB m | 1.382 |
| KG fluid m | 1.879 |
| BMt m | 1.878 |
| BML m | 7.746 |
| GMt corrected m | 1.366 |
| GML corrected m | 7.234 |
| KMt m | 3.26 |
| KML m | 9.128 |
| Immersion (TPc) tonne/cm | 0.415 |
| MTc tonne.m | 0.171 |
| RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m | 1.049 |
| Max deck inclination deg | 14 |
| Trim angle (+ve by stern) deg | 14 |

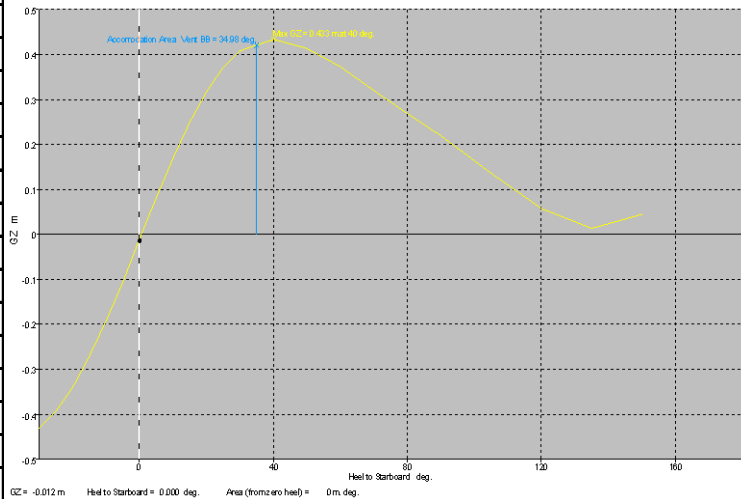


| Code | Criteria | Value | Units | Actual | |
|------------------------|--|--------------------|-------|--------|------|
| HSC2000 Ch2. All craft | 2.6.11.1 Min. freeboard at damaged equilibrium | | | | Fail |
| | the min. freeboard of the | DownfloodingPoints | | | |
| | shall be greater than (>) | 1 | m | -0.473 | Fail |

Condition causes sinking of ship X

Damage Case 11

| | |
|--------------------------------------|--------|
| Draft Amidsh. m | 1.535 |
| Displacement tonne | 44.58 |
| Heel to Starboard degrees | 0.6 |
| Draft at FP m | -0.538 |
| Draft at AP m | 3.608 |
| Draft at LCF m | 1.488 |
| Trim (+ve by stern) m | 4.146 |
| WL Length m | 13.983 |
| WL Beam m | 5.375 |
| Wetted Area m ² | 92.881 |
| Waterpl. Area m ² | 40.405 |
| Prismatic Coeff. | 0.169 |
| Block Coeff. | 0.137 |
| Midship Area Coeff. | 0 |
| Waterpl. Area Coeff. | 0.403 |
| LCB from Amidsh. (+ve fwd) m | -2.139 |
| LCF from Amidsh. (+ve fwd) m | 0.209 |
| KB m | 1.212 |
| KG fluid m | 1.858 |
| BMt m | 1.804 |
| BML m | 9.379 |
| GMt corrected m | 1.142 |
| GML corrected m | 8.718 |
| KMt m | 3.016 |
| KML m | 10.591 |
| Immersion (TPc) tonne/cm | 0.414 |
| MTC tonne.m | 0.208 |
| RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m | 0.889 |
| Max deck inclination deg | 12.5 |
| Trim angle (+ve by stern) deg | 12.5 |



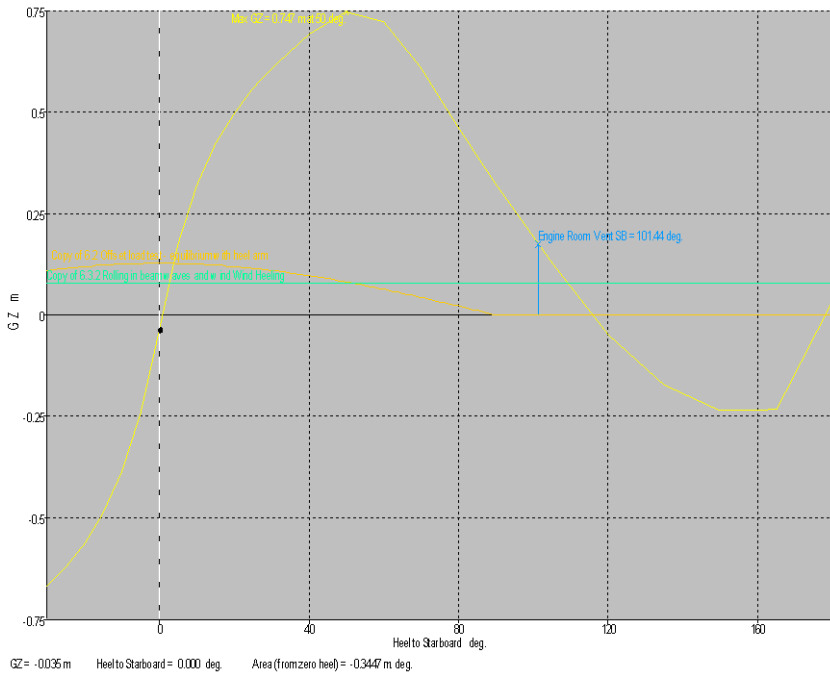
| Code | Criteria | Value | Units | Actual | |
|------------------------|--|--------------------|-------|--------|------|
| HSC2000 Ch2. All craft | 2.6.11.1 Min. freeboard at damaged equilibrium | | | | Fail |
| | the min. freeboard of the | DownfloodingPoints | | | |
| | shall be greater than (>) | 1 | m | -0.099 | Fail |

Condition causes sinking of ship X

MINIMUM OPERATING CONDITION

Damage Case 1

| | |
|----------------------------------|--------|
| Draft Amidsh. m | 1.056 |
| Displacement tonne | 43.78 |
| Heel to Starboard degrees | 0.8 |
| Draft at FP m | 1.053 |
| Draft at AP m | 1.06 |
| Draft at LCF m | 1.057 |
| Trim (+ve by stern) m | 0.007 |
| WL Length m | 18.579 |
| WL Beam m | 5.041 |
| Wetted Area m ² | 96.091 |
| Waterpl. Area m ² | 72.904 |
| Prismatic Coeff. | 0.764 |
| Block Coeff. | 0.431 |
| Midship Area Coeff. | 0.564 |
| Waterpl. Area Coeff. | 0.775 |
| LCB from Amidsh. (+ve fwd) m | -2.147 |
| LCF from Amidsh. (+ve fwd) m | -2.092 |
| KB m | 0.704 |
| KG fluid m | 1.855 |
| BMt m | 3.562 |
| BML m | 30.053 |
| GMt corrected m | 2.411 |
| GML corrected m | 28.902 |
| KMt m | 4.266 |
| KML m | 30.756 |
| Immersion (TPc) tonne/cm | 0.747 |
| MTc tonne.m | 0.678 |
| RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) ton | 1.843 |
| Max deck inclination deg | 0.8 |
| Trim angle (+ve by stern) deg | 0 |

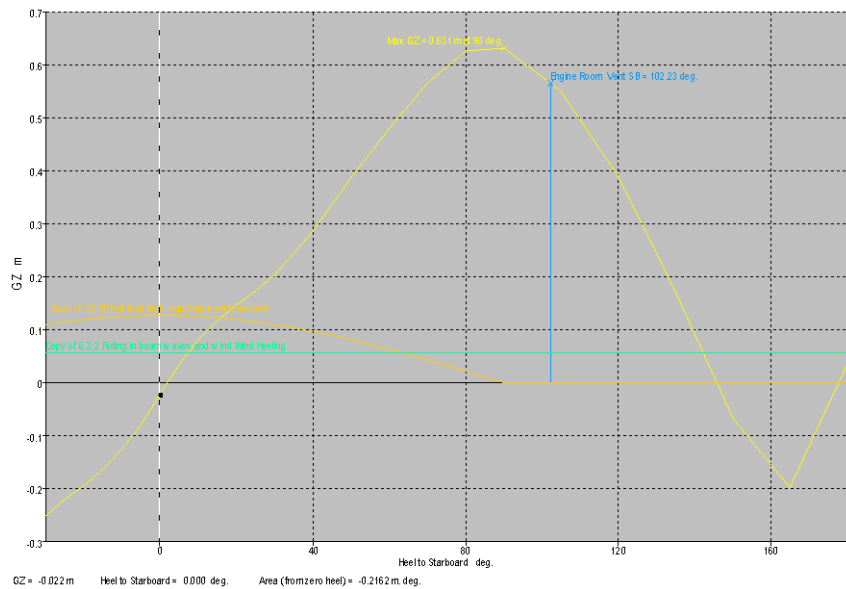


| Code | Criteria | Value | Units | Actual | |
|------------------------|--|--------------------|-------|--------|------|
| HSC2000 Ch2. All craft | 2.6.11.1 Min. freeboard at damaged equilibrium | | | | Pass |
| | the min. freeboard of the | DownfloodingPoints | | | |
| | shall be greater than (>) | 1 | m | 2.062 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.1.1 Range of positive stability | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 15 | deg | 100.6 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 Mono | 2.1.3 Value of max. GZ | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 0.1 | m | 0.747 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.1.2 Area under GZ curve | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 0.859 | m.deg | 9.5 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.2 Value of max. GZ in intermediate stages | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 0.05 | m | 0.747 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.2 Range of positive stability in intermediate stages | | | | Pass |
| | shall not be less than (>=) | 7 | deg | 100.6 | Pass |

Condition complies with the regulations ✓

Damage Case 2

| | |
|----------------------------------|---------|
| Draft Amidsh. m | 2.016 |
| Displacement tonne | 43.79 |
| Heel to Starboard degrees | 1.9 |
| Draft at FP m | 3.417 |
| Draft at AP m | 0.616 |
| Draft at LCF m | 1.283 |
| Trim (+ve by stern) m | -2.801 |
| WL Length m | 16.308 |
| WL Beam m | 5.34 |
| Wetted Area m ² | 114.728 |
| Waterpl. Area m ² | 36.874 |
| Prismatic Coeff. | 0.213 |
| Block Coeff. | 0.151 |
| Midship Area Coeff. | 0.76 |
| Waterpl. Area Coeff. | 0.37 |
| LCB from Amidsh. (+ve fwd) m | -1.99 |
| LCF from Amidsh. (+ve fwd) m | -4.886 |
| KB m | 0.815 |
| KG fluid m | 1.855 |
| BMt m | 1.74 |
| BML m | 9.538 |
| GMt corrected m | 0.69 |
| GML corrected m | 8.488 |
| KMt m | 2.556 |
| KML m | 10.353 |
| Immersion (TPc) tonne/cm | 0.378 |
| MTC tonne.m | 0.199 |
| RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) ton | 0.528 |
| Max deck inclination deg | 8.7 |
| Trim angle (+ve by stern) deg | -8.5 |

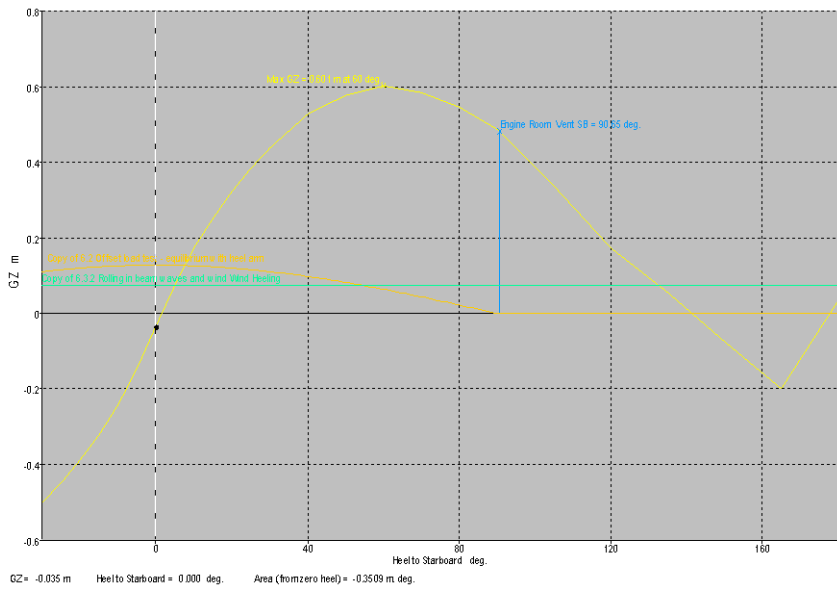


| Code | Criteria | Value | Units | Actual | |
|------------------------|--|--------------------|-------|--------|------|
| HSC2000 Ch2. All craft | 2.6.11.1 Min. freeboard at damaged equilibrium | | | | Pass |
| | the min. freeboard of the | DownfloodingPoints | | | |
| | shall be greater than (>) | 1 | m | 1.334 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.1.1 Range of positive stability | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 15 | deg | 100.3 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 Mono | 2.1.3 Value of max. GZ | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 0.1 | m | 0.631 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.1.2 Area under GZ curve | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 0.859 | m.deg | 2.681 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.2 Value of max. GZ in intermediate stages | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 0.05 | m | 0.631 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.2 Range of positive stability in intermediate stages | | | | Pass |
| | shall not be less than (>=) | 7 | deg | 100.3 | Pass |

Condition complies with the regulations ✓

Damage Case 3

| | |
|----------------------------------|---------|
| Draft Amidsh. m | 1.302 |
| Displacement tonne | 43.79 |
| Heel to Starboard degrees | 1.6 |
| Draft at FP m | 1.474 |
| Draft at AP m | 1.129 |
| Draft at LCF m | 1.265 |
| Trim (+ve by stern) m | -0.345 |
| WL Length m | 19.452 |
| WL Beam m | 5.101 |
| Wetted Area m^2 | 108.794 |
| Waterpl. Area m^2 | 52.081 |
| Prismatic Coeff. | 0.517 |
| Block Coeff. | 0.326 |
| Midship Area Coeff. | 0.649 |
| Waterpl. Area Coeff. | 0.547 |
| LCB from Amidsh. (+ve fwd) m | -2.127 |
| LCF from Amidsh. (+ve fwd) m | -1.965 |
| KB m | 0.804 |
| KG fluid m | 1.855 |
| BMt m | 2.286 |
| BML m | 44.463 |
| GMT corrected m | 1.236 |
| GML corrected m | 43.412 |
| KMt m | 3.09 |
| KML m | 45.266 |
| Immersion (TPc) tonne/cm | 0.534 |
| MTC tonne.m | 1.019 |
| RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) ton | 0.944 |
| Max deck inclination deg | 1.9 |
| Trim angle (+ve by stern) deg | -1.1 |

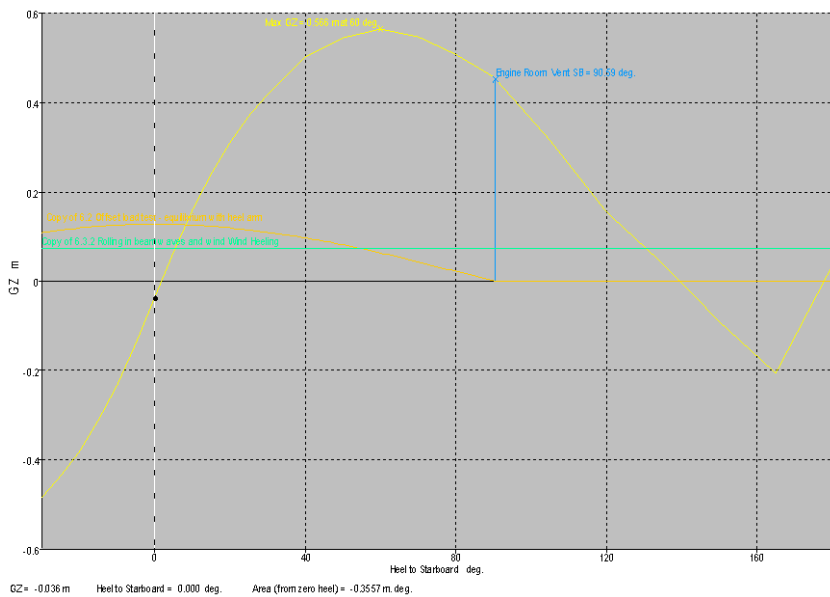


| Code | Criteria | Value | Units | Actual | |
|------------------------|--|--------------------|-------|--------|------|
| HSC2000 Ch2. All craft | 2.6.11.1 Min. freeboard at damaged equilibrium | | | | Pass |
| | the min. freeboard of the | DownfloodingPoints | | | |
| | shall be greater than (>) | 1 | m | 1.841 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.1.1 Range of positive stability | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 15 | deg | 89 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 Mono | 2.1.3 Value of max. GZ | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 0.1 | m | 0.601 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.1.2 Area under GZ curve | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 0.859 | m.deg | 11.758 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.2 Value of max. GZ in intermediate stages | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 0.05 | m | 0.601 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.2 Range of positive stability in intermediate stages | | | | Pass |
| | shall not be less than (>=) | 7 | deg | 89 | Pass |

Condition complies with the regulations ✓

Damage Case 4

| | |
|----------------------------------|---------|
| Draft Amidsh. m | 1.24 |
| Displacement tonne | 43.21 |
| Heel to Starboard degrees | 1.8 |
| Draft at FP m | 1.259 |
| Draft at AP m | 1.221 |
| Draft at LCF m | 1.235 |
| Trim (+ve by stern) m | -0.038 |
| WL Length m | 19.024 |
| WL Beam m | 5.082 |
| Wetted Area m ² | 105.563 |
| Waterpl. Area m ² | 50.121 |
| Prismatic Coeff. | 0.576 |
| Block Coeff. | 0.358 |
| Midship Area Coeff. | 0.625 |
| Waterpl. Area Coeff. | 0.529 |
| LCB from Amidsh. (+ve fwd) m | -2.165 |
| LCF from Amidsh. (+ve fwd) m | -2.385 |
| KB m | 0.779 |
| KG fluid m | 1.877 |
| BMt m | 2.249 |
| BML m | 39.858 |
| GMt corrected m | 1.152 |
| GML corrected m | 38.761 |
| KMt m | 3.028 |
| KML m | 40.636 |
| Immersion (TPc) tonne/cm | 0.514 |
| MTC tonne.m | 0.898 |
| RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) ton | 0.869 |
| Max deck inclination deg | 1.8 |
| Trim angle (+ve by stern) deg | -0.1 |

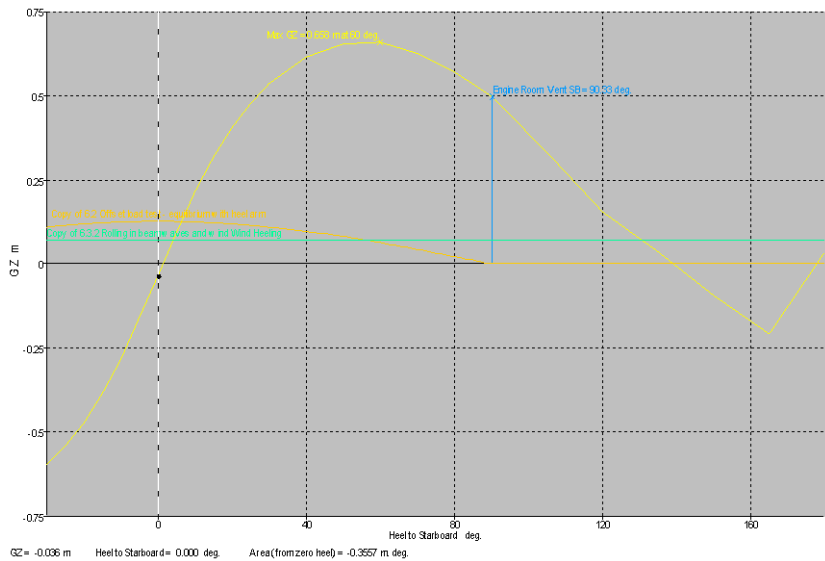


| Code | Criteria | Value | Units | Actual | |
|------------------------|--|--------------------|-------|--------|------|
| HSC2000 Ch2. All craft | 2.6.11.1 Min. freeboard at damaged equilibrium | | | | Pass |
| | the min. freeboard of the | DownfloodingPoints | | | |
| | shall be greater than (>) | 1 | m | 1.861 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.1.1 Range of positive stability | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 15 | deg | 88.8 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 Mono | 2.1.3 Value of max. GZ | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 0.1 | m | 0.566 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.1.2 Area under GZ curve | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 0.859 | m.deg | 5.521 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.2 Value of max. GZ in intermediate stages | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 0.05 | m | 0.566 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.2 Range of positive stability in intermediate stages | | | | Pass |
| | shall not be less than (>=) | 7 | deg | 88.8 | Pass |

Condition complies with the regulations ✓

Damage Case 5

| | |
|----------------------------------|---------|
| Draft Amidsh. m | 1.423 |
| Displacement tonne | 43.2 |
| Heel to Starboard degrees | 1.4 |
| Draft at FP m | 1.631 |
| Draft at AP m | 1.215 |
| Draft at LCF m | 1.384 |
| Trim (+ve by stern) m | -0.416 |
| WL Length m | 19.751 |
| WL Beam m | 5.127 |
| Wetted Area m ² | 114.699 |
| Waterpl. Area m ² | 53.442 |
| Prismatic Coeff. | 0.443 |
| Block Coeff. | 0.291 |
| Midship Area Coeff. | 0.677 |
| Waterpl. Area Coeff. | 0.559 |
| LCB from Amidsh. (+ve fwd) m | -2.145 |
| LCF from Amidsh. (+ve fwd) m | -1.737 |
| KB m | 0.917 |
| KG fluid m | 1.877 |
| BMt m | 2.378 |
| BML m | 48.407 |
| GMT corrected m | 1.419 |
| GML corrected m | 47.448 |
| KMt m | 3.295 |
| KML m | 49.324 |
| Immersion (TPc) tonne/cm | 0.548 |
| MTC tonne.m | 1.099 |
| RM at 1deg = GMT.Disp.sin(1) ton | 1.07 |
| Max deck inclination deg | 1.9 |
| Trim angle (+ve by stern) deg | -1.3 |

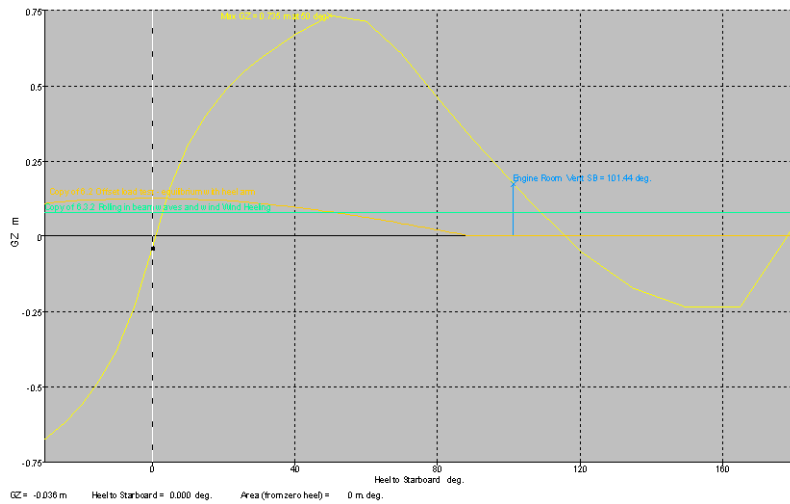


| Code | Criteria | Value | Units | Actual | |
|------------------------|--|--------------------|-------|--------|------|
| HSC2000 Ch2. All craft | 2.6.11.1 Min. freeboard at damaged equilibrium | | | | Pass |
| | the min. freeboard of the | DownfloodingPoints | | | |
| | shall be greater than (>) | 1 | m | 1.732 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.1.1 Range of positive stability | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 15 | deg | 7.233 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 Mono | 2.1.3 Value of max. GZ | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 0.1 | m | 0.658 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.1.2 Area under GZ curve | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 0.859 | m.deg | 9.061 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.2 Value of max. GZ in intermediate stages | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 0.05 | m | 0.658 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.2 Range of positive stability in intermediate stages | | | | Pass |
| | shall not be less than (>=) | 7 | deg | 88.9 | Pass |

Condition complies with the regulations ✓

Damage Case 6

| | |
|----------------------------------|--------|
| Draft Amidsh. m | 5.247 |
| Displacement tonne | 43.2 |
| Heel to Starboard degrees | 2.8 |
| Draft at FP m | -3.541 |
| Draft at AP m | 14.035 |
| Draft at LCF m | 3.236 |
| Trim (+ve by stern) m | 17.576 |
| WL Length m | 7.694 |
| WL Beam m | 5.299 |
| Wetted Area m^2 | 74.813 |
| Waterpl. Area m^2 | 21.016 |
| Prismatic Coeff. | 0.106 |
| Block Coeff. | 0.131 |
| Midship Area Coeff. | 3.24 |
| Waterpl. Area Coeff. | 0.213 |
| LCB from Amidsh. (+ve fwd) m | -1.772 |
| LCF from Amidsh. (+ve fwd) m | 2.135 |
| KB m | 2.294 |
| KG fluid m | 1.877 |
| BMt m | 0.822 |
| BML m | 1.492 |
| GMt corrected m | 1.399 |
| GML corrected m | 2.068 |
| KMt m | 3.116 |
| KML m | 3.786 |
| Immersion (TPc) tonne/cm | 0.215 |
| MTC tonne.m | 0.048 |
| RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) ton | 1.055 |
| Max deck inclination deg | 43.3 |
| Trim angle (+ve by stern) deg | 43.3 |

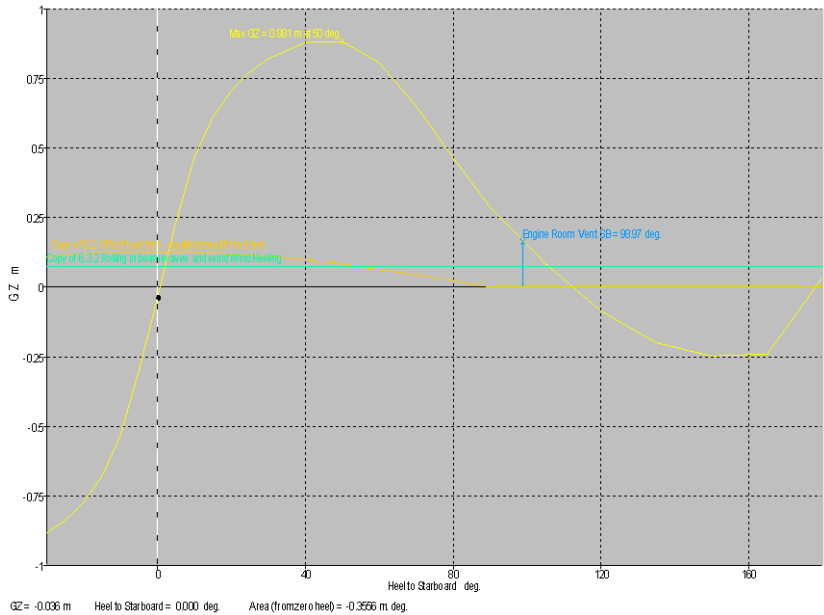


| Code | Criteria | Value | Units | Actual | |
|------------------------|--|--------------------|-------|--------|------|
| HSC2000 Ch2. All craft | 2.6.11.1 Min. freeboard at damaged equilibrium | | | | Fail |
| | the min. freeboard of the | DownfloodingPoints | | | |
| | shall be greater than (>) | 1 | m | -6.802 | Fail |

Condition causes sinking of ship X

Damage Case 7

| | |
|----------------------------------|---------|
| Draft Amidsh. m | 1.218 |
| Displacement tonne | 43.21 |
| Heel to Starboard degrees | 0.7 |
| Draft at FP m | 1.338 |
| Draft at AP m | 1.098 |
| Draft at LCF m | 1.205 |
| Trim (+ve by stern) m | -0.24 |
| WL Length m | 19.194 |
| WL Beam m | 5.079 |
| Wetted Area m ² | 104.623 |
| Waterpl. Area m ² | 83.374 |
| Prismatic Coeff. | 0.574 |
| Block Coeff. | 0.351 |
| Midship Area Coeff. | 0.624 |
| Waterpl. Area Coeff. | 0.88 |
| LCB from Amidsh. (+ve fwd) m | -2.155 |
| LCF from Amidsh. (+ve fwd) m | -1.067 |
| KB m | 0.878 |
| KG fluid m | 1.877 |
| BMt m | 4.017 |
| BML m | 45.658 |
| GMt corrected m | 3.018 |
| GML corrected m | 44.659 |
| KMt m | 4.894 |
| KML m | 46.536 |
| Immersion (TPc) tonne/cm | 0.855 |
| MTC tonne.m | 1.034 |
| RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) ton | 2.275 |
| Max deck inclination deg | 1 |
| Trim angle (+ve by stern) deg | -0.7 |

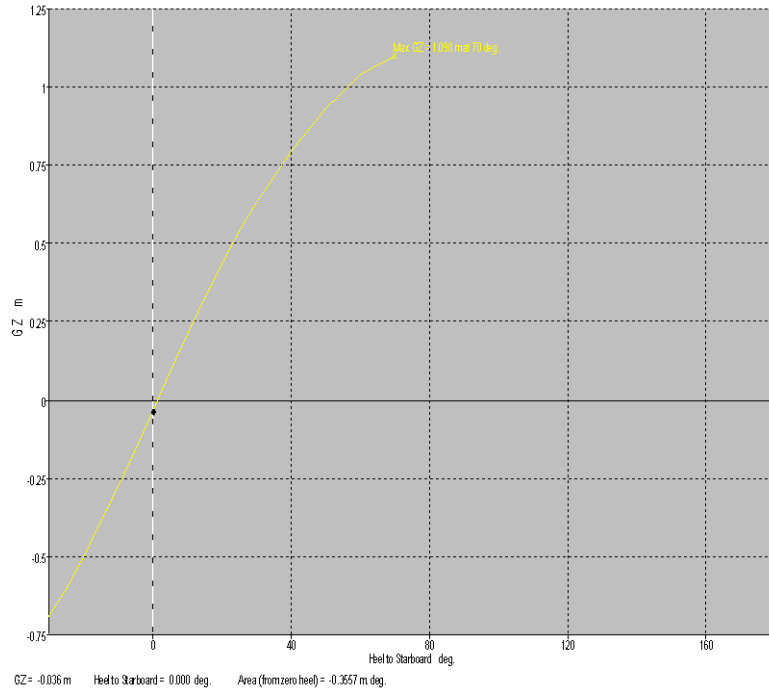


| Code | Criteria | Value | Units | Actual | |
|------------------------|--|--------------------|-------|--------|------|
| HSC2000 Ch2. All craft | 2.6.11.1 Min. freeboard at damaged equilibrium | | | | Pass |
| | the min. freeboard of the | DownfloodingPoints | | | |
| | shall be greater than (>) | 1 | m | 1.934 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.1.1 Range of positive stability | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 15 | deg | 98.3 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 Mono | 2.1.3 Value of max. GZ | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 0.1 | m | 0.881 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.1.2 Area under GZ curve | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 0.859 | m.deg | 13.476 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.2 Value of max. GZ in intermediate stages | | | | Pass |
| | shall be greater than (>) | 0.05 | m | 0.881 | Pass |
| HSC 2000 Annex 8 | 2.2 Range of positive stability in intermediate stages | | | | Pass |
| | shall not be less than (>=) | 7 | deg | 98.3 | Pass |

Condition complies with the regulations ✓

Damage Case 8

| | |
|----------------------------------|---------|
| Draft Amidsh. m | 5.205 |
| Displacement tonne | 43.2 |
| Heel to Starboard degrees | 1.4 |
| Draft at FP m | -0.954 |
| Draft at AP m | 11.363 |
| Draft at LCF m | 3.17 |
| Trim (+ve by stern) m | 12.317 |
| WL Length m | 8.957 |
| WL Beam m | 5.339 |
| Wetted Area m ² | 101.828 |
| Waterpl. Area m ² | 26.2 |
| Prismatic Coeff. | 0.105 |
| Block Coeff. | 0.133 |
| Midship Area Coeff. | 3.328 |
| Waterpl. Area Coeff. | 0.263 |
| LCB from Amidsh. (+ve fwd) m | -1.668 |
| LCF from Amidsh. (+ve fwd) m | 3.083 |
| KB m | 2.633 |
| KG fluid m | 1.877 |
| BMt m | 0.967 |
| BML m | 2.98 |
| GMt corrected m | 1.873 |
| GML corrected m | 3.887 |
| KMt m | 3.6 |
| KML m | 5.613 |
| Immersion (TPc) tonne/cm | 0.269 |
| MTC tonne.m | 0.09 |
| RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) ton | 1.413 |
| Max deck inclination deg | 33.4 |
| Trim angle (+ve by stern) deg | 33.4 |

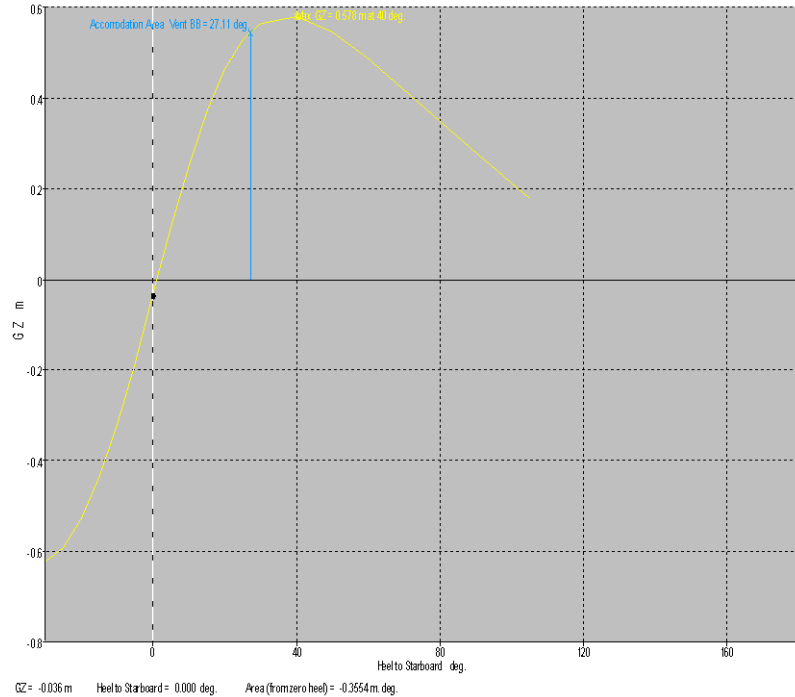


| Code | Criteria | Value | Units | Actual | |
|------------------------|--|--------------------|-------|--------|------|
| HSC2000 Ch2. All craft | 2.6.11.1 Min. freeboard at damaged equilibrium | | | | Fail |
| | the min. freeboard of the | DownfloodingPoints | | | |
| | shall be greater than (>) | 1 | m | -5.947 | Fail |

Condition causes sinking of ship X

Damage Case 9

| | |
|----------------------------------|--------|
| Draft Amidsh. m | 1.834 |
| Displacement tonne | 43.2 |
| Heel to Starboard degrees | 1.1 |
| Draft at FP m | 0.06 |
| Draft at AP m | 3.608 |
| Draft at LCF m | 1.732 |
| Trim (+ve by stern) m | 3.548 |
| WL Length m | 14.945 |
| WL Beam m | 5.37 |
| Wetted Area m ² | 99.937 |
| Waterpl. Area m ² | 42.899 |
| Prismatic Coeff. | 0.164 |
| Block Coeff. | 0.132 |
| Midship Area Coeff. | 0 |
| Waterpl. Area Coeff. | 0.428 |
| LCB from Amidsh. (+ve fwd) m | -2.241 |
| LCF from Amidsh. (+ve fwd) m | 0.537 |
| KB m | 1.482 |
| KG fluid m | 1.877 |
| BMt m | 2.186 |
| BML m | 9.851 |
| GMt corrected m | 1.786 |
| GML corrected m | 9.451 |
| KMt m | 3.669 |
| KML m | 11.334 |
| Immersion (TPc) tonne/cm | 0.44 |
| MTC tonne.m | 0.219 |
| RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) ton | 1.346 |
| Max deck inclination deg | 10.8 |
| Trim angle (+ve by stern) deg | 10.8 |

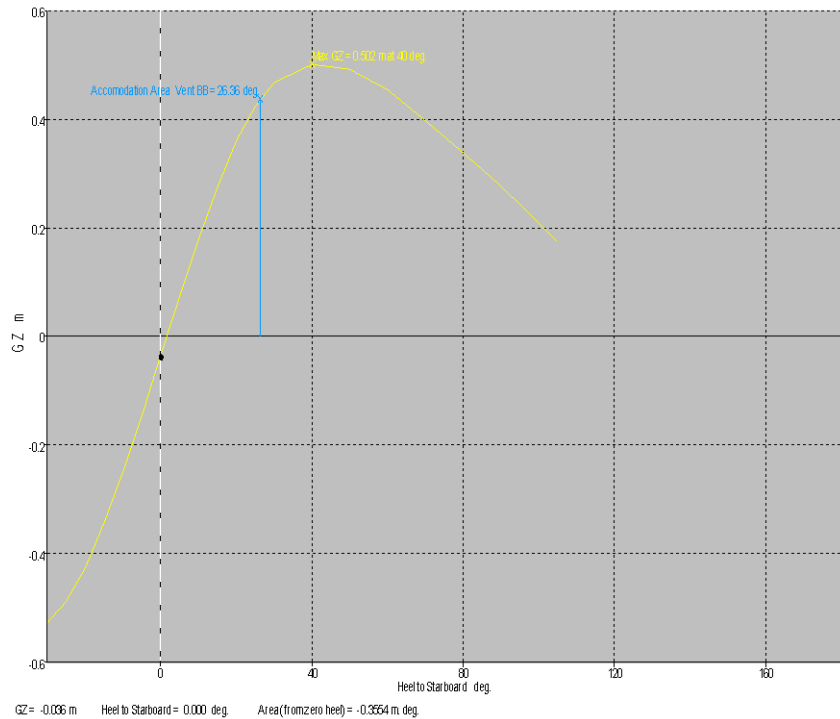


| Code | Criteria | Value | Units | Actual | |
|------------------------|--|--------------------|-------|--------|------|
| HSC2000 Ch2. All craft | 2.6.11.1 Min. freeboard at damaged equilibrium | | | | Fail |
| | the min. freeboard of the | DownfloodingPoints | | | |
| | shall be greater than (>) | 1 | m | -0.167 | Fail |

Condition causes sinking of ship X

Damage Case 10

| | |
|----------------------------------|--------|
| Draft Amidsh. m | 1.706 |
| Displacement tonne | 43.2 |
| Heel to Starboard degrees | 1.6 |
| Draft at FP m | -0.825 |
| Draft at AP m | 4.237 |
| Draft at LCF m | 1.572 |
| Trim (+ve by stern) m | 5.061 |
| WL Length m | 11.929 |
| WL Beam m | 5.373 |
| Wetted Area m ² | 80.97 |
| Waterpl. Area m ² | 38.593 |
| Prismatic Coeff. | 0.164 |
| Block Coeff. | 0.131 |
| Midship Area Coeff. | 0 |
| Waterpl. Area Coeff. | 0.385 |
| LCB from Amidsh. (+ve fwd) m | -2.295 |
| LCF from Amidsh. (+ve fwd) m | 0.494 |
| KB m | 1.407 |
| KG fluid m | 1.877 |
| BMt m | 1.825 |
| BML m | 6.573 |
| GMt corrected m | 1.339 |
| GML corrected m | 6.087 |
| KMt m | 3.232 |
| KML m | 7.98 |
| Immersion (TPc) tonne/cm | 0.396 |
| MTC tonne.m | 0.141 |
| RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) ton | 1.01 |
| Max deck inclination deg | 15.3 |
| Trim angle (+ve by stern) deg | 15.2 |

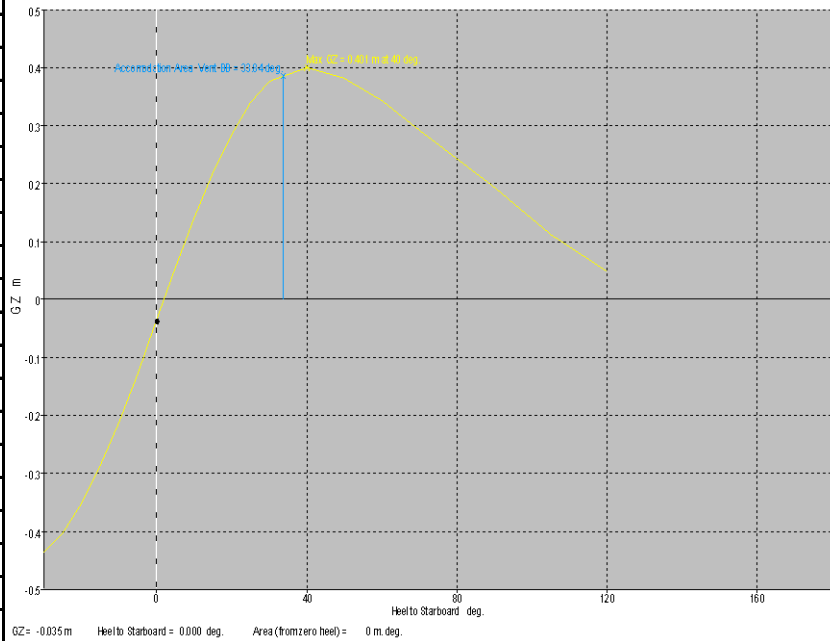


| Code | Criteria | Value | Units | Actual | |
|------------------------|--|--------------------|-------|--------|------|
| HSC2000 Ch2. All craft | 2.6.11.1 Min. freeboard at damaged equilibrium | | | | Fail |
| | the min. freeboard of the | DownfloodingPoints | | | |
| | shall be greater than (>) | 1 | m | -0.646 | Fail |

Condition causes sinking of ship X

Damage Case 11

| | |
|----------------------------------|--------|
| Draft Amidsh. m | 1.523 |
| Displacement tonne | 43.78 |
| Heel to Starboard degrees | 1.9 |
| Draft at FP m | -0.726 |
| Draft at AP m | 3.772 |
| Draft at LCF m | 1.492 |
| Trim (+ve by stern) m | 4.498 |
| WL Length m | 13.381 |
| WL Beam m | 5.369 |
| Wetted Area m ² | 86.628 |
| Waterpl. Area m ² | 38.596 |
| Prismatic Coeff. | 0.166 |
| Block Coeff. | 0.133 |
| Midship Area Coeff. | 0 |
| Waterpl. Area Coeff. | 0.385 |
| LCB from Amidsh. (+ve fwd) m | -2.297 |
| LCF from Amidsh. (+ve fwd) m | 0.129 |
| KB m | 1.233 |
| KG fluid m | 1.855 |
| BMt m | 1.75 |
| BML m | 8.163 |
| GMt corrected m | 1.111 |
| GML corrected m | 7.524 |
| KMt m | 2.983 |
| KML m | 9.396 |
| Immersion (TPc) tonne/cm | 0.396 |
| MTC tonne.m | 0.177 |
| RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) ton | 0.849 |
| Max deck inclination deg | 13.7 |
| Trim angle (+ve by stern) deg | 13.6 |



| | | | | | |
|------------------------|--|--------------------|--------|--|------|
| HSC2000 Ch2. All craft | 2.6.11.1 Min. freeboard at damaged equilibrium | | | | Fail |
| | the min. freeboard of the | DownfloodingPoints | | | |
| | shall be greater than (>) | 1 m | -0.256 | | Fail |

Condition causes sinking of ship X

Κεφάλαιο 5ο Υπολογισμός Αντίστασης και Επιλογή Προωστήριας Εγκατάστασης

Ο ακριβής υπολογισμός της αντίστασης ρυμούλκησης του σχεδιασμένου πλοίου γίνεται με χρήση εξειδικευμένου για αυτό λογισμικού.

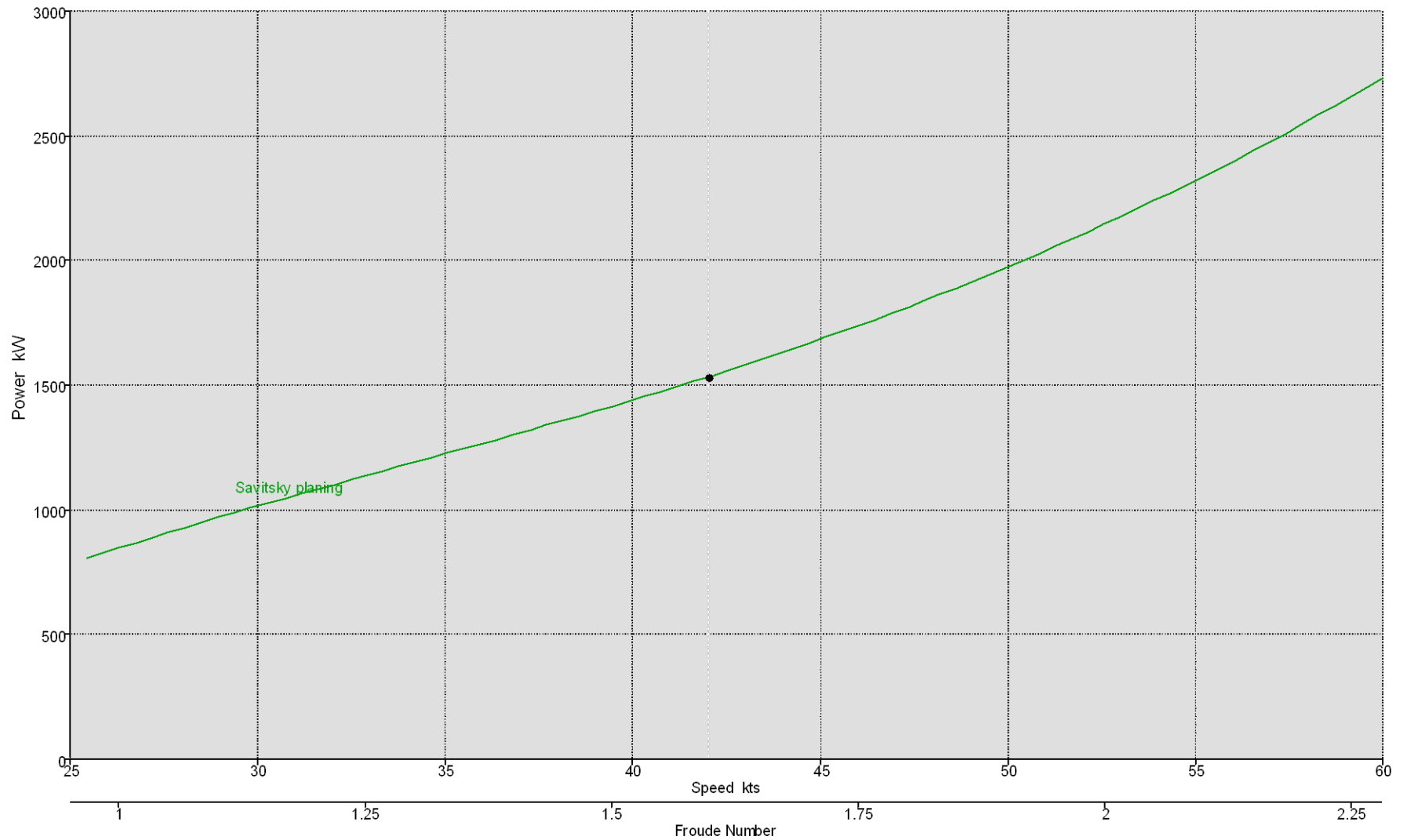
Στο μενού του προγράμματος επιλέγεται η μέθοδος επίλυσης Savitsky (Savitsky planning), με εύρος ταχυτήτων 25-60 knots. Παρατίθεται πίνακας με κάποια χαρακτηριστικά του σκάφους που αναγνωρίζει το λογισμικό προκειμένου να εκτελέσει την σχετική ανάλυσή του.

| Characteristic | Value | Units |
|------------------------------|------------|----------------|
| LWL | 18.659 | m |
| Beam | 5.047 | m |
| Draft | 1.083 | m |
| Displaced volume | 49.289 | m ³ |
| Wetted area | 97.939 | m ² |
| Prismatic coeff. | 0.839 | |
| Waterplane area coeff. | 0.885 | |
| 1/2 angle of entrance | 31.22 | deg. |
| LCG from midships(+ve for'd) | -1.419 | m |
| Transom area | 3.148 | m ² |
| Transom wl beam | 5.047 | m |
| Transom draft | 1.083 | m |
| Max sectional area | 3.148 | m ² |
| Bulb transverse area | 0 | m ² |
| Bulb height from keel | 0 | m |
| Draft at FP | 1.09 | m |
| Deadrise at 50% LWL | 19.99 | deg. |
| Hard chine or Round bilge | Hard chine | |

Τα αποτελέσματα του προγράμματος είναι οι τιμές της προκύπτουσας αντίστασης και της απαιτούμενης ισχύος ρυμούλκησης EHP για κάθε ταχύτητα πλεύσης του πλοίου και δίνονται σε μορφή πίνακα και σε μορφή διαγράμματος, τα οποία παρατίθενται παρακάτω.

| Speed | Savitsky planing | Savitsky planing |
|-------|------------------|------------------|
| (kts) | Resist. (kN) | Power (kW) |
| 25 | -- | -- |
| 25.88 | 62.03 | 825.68 |
| 26.75 | 63.06 | 867.79 |
| 27.63 | 63.95 | 908.83 |
| 28.5 | 64.71 | 948.81 |
| 29.38 | 65.37 | 987.8 |
| 30.25 | 65.93 | 1025.92 |
| 31.13 | 66.41 | 1063.32 |
| 32 | 66.83 | 1100.15 |
| 32.88 | 67.2 | 1136.59 |
| 33.75 | 67.55 | 1172.82 |
| 34.63 | 67.87 | 1209 |
| 35.5 | 68.19 | 1245.31 |
| 36.38 | 68.5 | 1281.9 |
| 37.25 | 68.83 | 1318.9 |
| 38.13 | 69.16 | 1356.47 |
| 39 | 69.52 | 1394.72 |
| 39.88 | 69.89 | 1433.77 |
| 40.75 | 70.3 | 1473.74 |
| 41.63 | 70.74 | 1514.71 |
| 42.5 | 71.2 | 1556.78 |
| 43.38 | 71.71 | 1600.04 |
| 44.25 | 72.24 | 1644.57 |
| 45.12 | 72.82 | 1690.44 |
| 46 | 73.43 | 1737.72 |
| 46.88 | 74.08 | 1786.48 |
| 47.75 | 74.77 | 1836.78 |
| 48.62 | 75.5 | 1888.67 |
| 49.5 | 76.27 | 1942.2 |
| 50.38 | 77.08 | 1997.44 |
| 51.25 | 77.92 | 2054.43 |
| 52.13 | 78.81 | 2113.22 |
| 53 | 79.73 | 2173.85 |
| 53.88 | 80.69 | 2236.36 |
| 54.75 | 81.69 | 2300.81 |
| 55.63 | 82.72 | 2367.22 |
| 56.5 | 83.8 | 2435.63 |
| 57.37 | 84.91 | 2506.09 |
| 58.25 | 86.05 | 2578.64 |
| 59.13 | 87.23 | 2653.3 |
| 60 | 88.45 | 2730.11 |

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΙΣΧΥΟΣ ΕΗΡ – ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ V ΠΛΟΙΟΥ "ΕΡΜΗΣ"



Savitsky planing = 1532.617 kW Speed = 42.000 kts

Με βάση τα ανωτέρω αποτελέσματα παρατηρούμε ότι το σκάφος αρχίζει να ολισθαίνει στην ταχύτητα των 25,88 κόμβων που αντιστοιχεί σε αριθμό Froude μεταξύ 0,95 και 1. Οι τιμές των απαιτούμενων ισχύων που προκύπτουν για κάθε ταχύτητα υποδεικνύουν ουσιαστικά την εγκατεστημένη ισχύ που θα πρέπει να έχει κάθε κύρια μηχανή του πλοίου, με το δεδομένο ότι ο συνολικός βαθμός απόδοσης της προωστικής εγκατάστασης είναι γύρω στο 0,6984 (72% απόδοση waterjet και 97% απόδοση ενδιάμεσου μειωτήρα). Συνολική απαιτούμενη ισχύς ρυμούλκησης για ταχύτητα 60 κόμβους προκύπτει 2730,11 KW=3712,95 PS, συνεπώς αντίστοιχη εγκατεστημένη ισχύς 3909,092 KW, λίγο μεγαλύτερη από αυτήν που υπολογίστηκε με την σύνομη μέθοδο Savitsky στο κεφάλαιο 2.

Όπως έχει καθοριστεί, οι κύριες μηχανές του πλοίου θα είναι δύο. Από τους ιστότοπους διάφορων τύπων μηχανών προκύπτει ότι το μέγεθος και το βάρος των αντίστοιχων απαιτούμενων μηχανών είναι πολύ μεγάλα και δεν δύνανται να εξυπηρετήσουν τον υπάρχοντα σχεδιασμό του σκάφους. Έτσι καθορίζεται τελικά ως μέγιστη ταχύτητα για το σχεδιασμένο σκάφος αυτή των 59 κόμβων. Βάσει αυτής προκύπτει από τα ανωτέρω στοιχεία Αντίσταση Ρυμούλκησης Σκάφους=87,23 KN και αντίστοιχη εγκατεστημένη ισχύς κάθε κύριας μηχανής= 1899,556 KW. Συνέπεια όλων των ανωτέρω είναι να διατηρείται σαν επιλογή η μηχανή τύπου **16V 2000 M94 ισχύος 1939 KW (2600 BHP)** εταιρείας **MTU**. Ίδια παραμένει και η επιλογή των waterjets.

Κεφάλαιο 6ο Μελέτη Αντοχής πλοίου

Το σχεδιασμένο σκάφος είναι μικρού μήκους ταχύπλοο. Η κατηγορία αυτή των πλοίων εξετάζεται σε θέματα τοπικής αντοχής, καθότι τα κρουστικά φορτία που δέχονται τα διάφορα σημεία της γάστρας κατά την σφυρόκρουση του πυθμένα στην πλώρη είναι πολύ πιο έντονα και κρίσιμα για την αντοχή της κατασκευής σε σχέση με την συνολική κάμψη της γάστρας ως δοκού κατά το διάμηκες.

Στο στάδιο της προμελέτης αυτού του πλοίου, η μελέτη της αντοχής του έγγυται στην επιλογή των επαρκών σε υλικό κατασκευαστικών στοιχείων μέσης τομής. Αυτή η επιλογή γίνεται με χρήση του προγράμματος Lloyd's Register SSC V3, το οποίο στηρίζεται στους κανονισμούς του Βρετανικού Νηογνώμονα [10]. Με το ίδιο πρόγραμμα θα γίνει και η σχεδίαση της Μέσης Τομής του σκάφους. Ακολουθούν αναλυτικά τα βήματα κατά την σχετική ανάλυση του προγράμματος.

Βήμα 1^ο Καθορισμός Στοιχείων Σκάφους

Στην στήλη με την ένδειξη "entered" στον παρακάτω πίνακα τίθενται οι τιμές των βασικών παραμέτρων του πλοίου προκειμένου να γίνει από το πρόγραμμα η κατηγοριοποίησή του σύμφωνα με τους κανονισμούς του Νηογνώμονα. Στην στήλη με την ένδειξη "derived" προκύπτουν οι τιμές από υπολογισμούς του προγράμματος. Ο δεξιός πίνακας αφορά την κατηγοριοποίηση του σκάφους.

| Property | Units | Entered | Derived |
|--------------------------------|-------------------|---------|---------|
| Length Perpendiculars | m | 18.659 | |
| Breadth | m | 5.396 | |
| Depth | m | 3.14 | |
| Rule Length | m | 18.099 | |
| Load Line Length | m | 22.111 | |
| Length Overall | m | 23.087 | |
| Support Girth | m | 5.288 | |
| Craft with Chines | | Yes | |
| Maximum Speed | knots | 30 | |
| Max Displacement Mass | tonnes | 50.51 | |
| Max Displacement Volume | m ³ | 0 | 49.278 |
| Water Density | kg/m ³ | 1025 | |
| Breadth of Hull between Chines | m | 4.748 | |
| Number of Hulls | | 1 | |
| Waterline Length | m | 18.659 | |

| Property | Entered |
|-------------------------|-----------|
| Craft Type | Mono |
| Service Area | G3 |
| Service Type | Patrol |
| HSC Compliant | Yes |
| LDC Compliant | No |
| Project Title | HERMES |
| Hull Material | Aluminium |
| Superstructure Material | Aluminium |

Στα ανωτέρω στοιχεία σημειώνεται ότι:

-**Rule Length=0,969 x L_w**

- **Load Line Length** είναι το μήκος ισάλου που αντιστοιχεί σε βύθισμα **0,85 x D** και

-**Support Girth G_s** είναι η εγκάρσια περιμετρική απόσταση στον πυθμένα του σκάφους μεταξύ των ακμών του.

Επίσης ως **μέγιστη τιμή της ταχύτητας** τίθεται **30 κόμβοι** και όχι 60 κόμβοι. Αυτό γίνεται γιατί η διαστατοποίηση των κατασκευαστικών στοιχείων του υπό μελέτη σκάφους θα γίνει με βάση την υπηρεσιακή ταχύτητά του και μια μέτρια τιμή σημαντικού ύψους κύματος, κατά τα πρότυπα της αντίστοιχης διατιθέμενης μελέτης του πατρικού σκάφους, όπου οι σχετικές τιμές αναφοράς ήταν οι 20 κόμβοι και 1,5 μέτρα. Τίθενται περιοχή επιχειρήσεων **G3**, που αφορά σκάφη με Ακτίνα Ενέργειας μέχρι πιθανό καταφύγιο (**Range of Refuge**) **≤ 150 ναυτικά μίλια**. Ανωτέρω ρυθμίσεις καλύπτουν πλήρως το περιβάλλον επιχειρήσεων του πλοίου, δηλαδή Αιγαίο και Ιόνιο Πέλαγος. Το σκάφος κατηγοριοποιείται από το ίδιο το πρόγραμμα ως **HSC (High Speed Craft)**, δηλαδή σκάφος με **μέγιστη ταχύτητα $\geq 7,19 \times \nabla^{1/6}$ knots** όπως ορίζεται στους κανονισμούς του Βρετανικού Νηογνώμονα.

Βήμα 2^ο Καθορισμός Στοιχείων Φορτίσεων Σκάφους (Loadings)

Τίθενται κάποια επιπλέον στοιχεία προκειμένου να υπολογιστούν από το πρόγραμμα κάποιοι παράμετροι που υπεισέρχονται στους υπολογισμούς των παχών των ελασμάτων. Σημειώνεται για αυτά ότι:

-Η τιμή της **διαγωγής (running trim angle)** λαμβάνεται από την σύντομη μέθοδο Savitsky για ταχύτητα 30 κόμβων, η οποία έγινε σε προηγούμενο κεφάλαιο

-**Maximum Breadth of Hull=B_{WL}=5,047m**

-**Maximum Wave Height = 1,667 x Significant Wave Height**

-**Taylor's Quotient = $\Gamma=V / (L_{WL})^{0,5}$**

-**Significant Wave Height και Surviving Wave Height** υπολογίζονται από το πρόγραμμα βάσει της επιλεγμένης περιοχής υπηρεσίας **G3**

-**Vertical Acceleration at LCG $\alpha_v = 1,5 \times (\text{trim}) \times L_1 \times (H_1+0,084) \times [5-0,1 \times (\text{deadrise angle})]$**
 $\times \Gamma^2 \times 10^{-3}$

όπου **$L_1 = L_{WL} \times (B_{PX})^3 / (B_{WL} \times \text{Displ.})$** και **$H_1 = \text{Significant Wave Height} / B_{WL}$**

| Property | Units | Entered | Derived |
|------------------------------|-------------------|---------------------|---------|
| Running Trim Angle | deg | 3.1 | |
| Max Breadth of Hull at LCG | | 5.047 | |
| Draught | m | 1.09 | |
| Waterline Length | m | 18.659 | |
| Long Centre Gravity | m | 7.47 | |
| Significant Wave Height | m | | 2 |
| Displacement Mass | tonnes | 50.51 | |
| Allowable Speed | knots | 30 | |
| Froude Number | | | 1.141 |
| Maximum Wave Height | m | | 3.334 |
| Taylor's Quotient | | | 6.945 |
| Deadrise Angle | deg | | |
| Surviving Wave Height | m | | 2.58 |
| Displacement Volume | m ³ | | 49.278 |
| Vertical Acceleration at LCG | g | | 2.532 |
| Volumetric Speed Number | | | 13.767 |
| Density | kg/m ³ | 1025 | |
| In Contact With Water | | Yes | |
| Operational Height | m | n/a | |
| Girth Distance | m | n/a | |
| Waterline Offset from AP | | 0 | |
| Hull Type | | Partially Submerged | |
| Relative Vertical Speed | knots | 0 | 5.704 |
| Operating Mode | | Planing | |

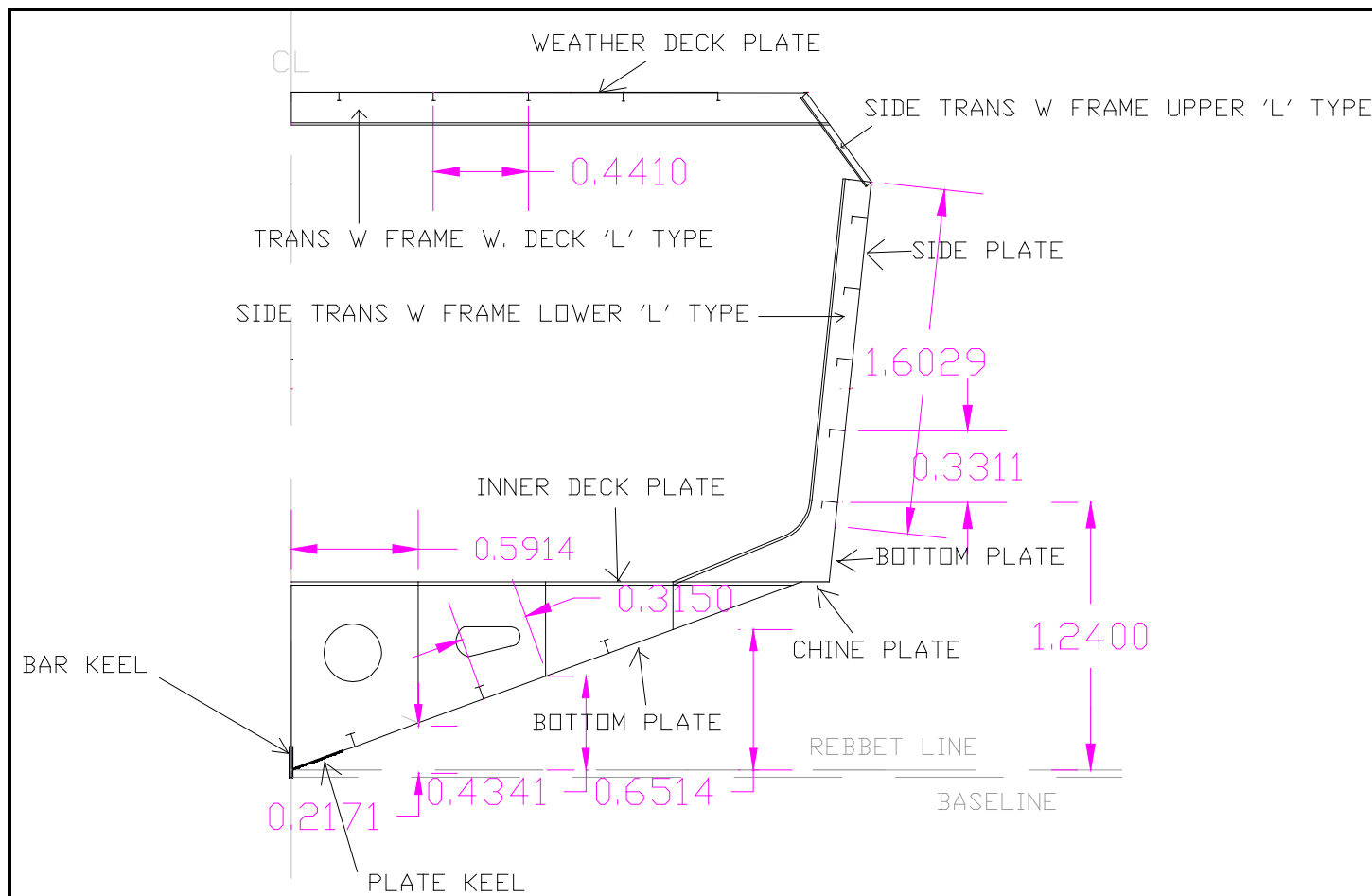
Βήμα 3^ο Καθορισμός Ιδιοτήτων Υλικού Κατασκευής (Materials)

Καθορίζονται οι μηχανικές ιδιότητες του Αλουμινίου – συγκεκριμένα του **τύπου 5083 O/H111** που επιλέγεται –, όπως δίδονται στους αντίστοιχους πίνακες των κανονισμών του Βρετανικού Νηογνώμονα.

| Property | Units | Entered | Derived |
|------------------------------|-------------------|---------|---------|
| 0.2% Proof Stress (Unwelded) | N/mm ² | 125 | |
| 0.2% Proof Stress (Welded) | N/mm ² | 125 | |
| UTS (Unwelded) | N/mm ² | 275 | |
| UTS (Welded) | N/mm ² | 275 | |
| Sigma a | N/mm ² | 0 | 125 |
| Modulus of Elasticity | N/mm ² | 69000 | |

Βήμα 4^ο Επιλογή μορφής διατομής μέσης τομής

Επιλέγεται η μορφή της αντίστοιχης διατομής του πατρικού σκάφους. Αυτό σημαίνει ότι σε κάθε θέση επιλέγονται ενισχυτικά στοιχεία ίδιας μορφής με τα αντίστοιχα του πατρικού σκάφους στην ίδια θέση, λαμβάνοντας υπόψη την διαφοροποίηση των διαστάσεων τους στο υπό μελέτη σκάφος, αλλά διατηρώντας τις ίδιες αναλογίες των αποστάσεων μεταξύ των διαφόρων ενισχυτικών στοιχείων (π.χ. ισαποστάσεις διαμήκων ενισχυτικών). Παρατίθεται παρακάτω ένα σκαρίφημα της μέσης τομής του υπό μελέτη σκάφους, όπου φαίνονται τα προεπιλεγμένα ενισχυτικά στοιχεία και οι τιμές των διαφόρων αποστάσεων μεταξύ τους, τα οποία επιλέγονται βάσει των προλεχθέντων και χρησιμεύουν στο συγκεκριμένο λογισμικό προκειμένου να πραγματοποιήσει τους υπολογισμούς των απαραίτητων παχών των ενισχυτικών στοιχείων.



Σχήμα 23:Σκαρίφημα Μέσης Τομής

Πριν να ακολουθήσει ο ανωτέρω υπολογισμός σημειώνονται κάποιες γενικές παρατηρήσεις σχετικά με την μορφή της διατομής:

-Ως προς τα εγκάρσια ενισχυτικά η διατομή αποτελείται από το ζυγό καταστρώματος, από δύο νομείς που υποστηρίζουν τα πλευρικά ελάσματα επίσης τύπου L και από μία έδρα διπύθμενου. Επειδή η συγκεκριμένη διατομή βρίσκεται εντός ορίων δεξαμενής καυσίμου, η έδρα διαθέτει οπές επικοινωνίας.

-Ως προς τα διαμήκη ενισχυτικά η διατομή αποτελείται από την τρόπιδα, την κεντρική σταθμίδα, τρεις πλευρικές σταθμίδες, τα διαμήκη ενισχυτικά πυθμένα τύπου T, τα διαμήκη ενισχυτικά πλευρικών ελασμάτων τύπου L και τις διαδοκίδες κυρίου καταστρώματος τύπου T.

-Ως προς τα ελάσματα η διατομή αποτελείται από το έλασμα του κυρίου καταστρώματος, το πλευρικό έλασμα, το έλασμα οροφής του διπύθμενου, το έλασμα της τρόπιδας και το έλασμα του πυθμένα. Σύμφωνα με τους ακολουθούμενους κανονισμούς το πάχος του ελάσματος του πυθμένα διατηρείται μέχρι και την ακμή του σκάφους ή μέχρι και 150 mm πάνω από ίσαλο φορτώσεως, όποιο από τα δύο είναι μεγαλύτερο. Στην προκειμένη περίπτωση είναι μεγαλύτερη η δεύτερη απόσταση που ισούται με $1,09 + 0,150 = 1,24$. Επίσης θα ληφθεί αργότερα υπόψη ότι το πάχος του ελάσματος της ακμής πρέπει να ισούται με το πάχος του ελάσματος του πυθμένα, προσαυξημένο κατά 20% ή κατά 6 mm, όποιο από τα δύο είναι μεγαλύτερο. Τέλος, το πάχος του ελάσματος της τρόπιδας δεν πρέπει να είναι ποτέ μικρότερο του πάχους του ελάσματος πυθμένα.

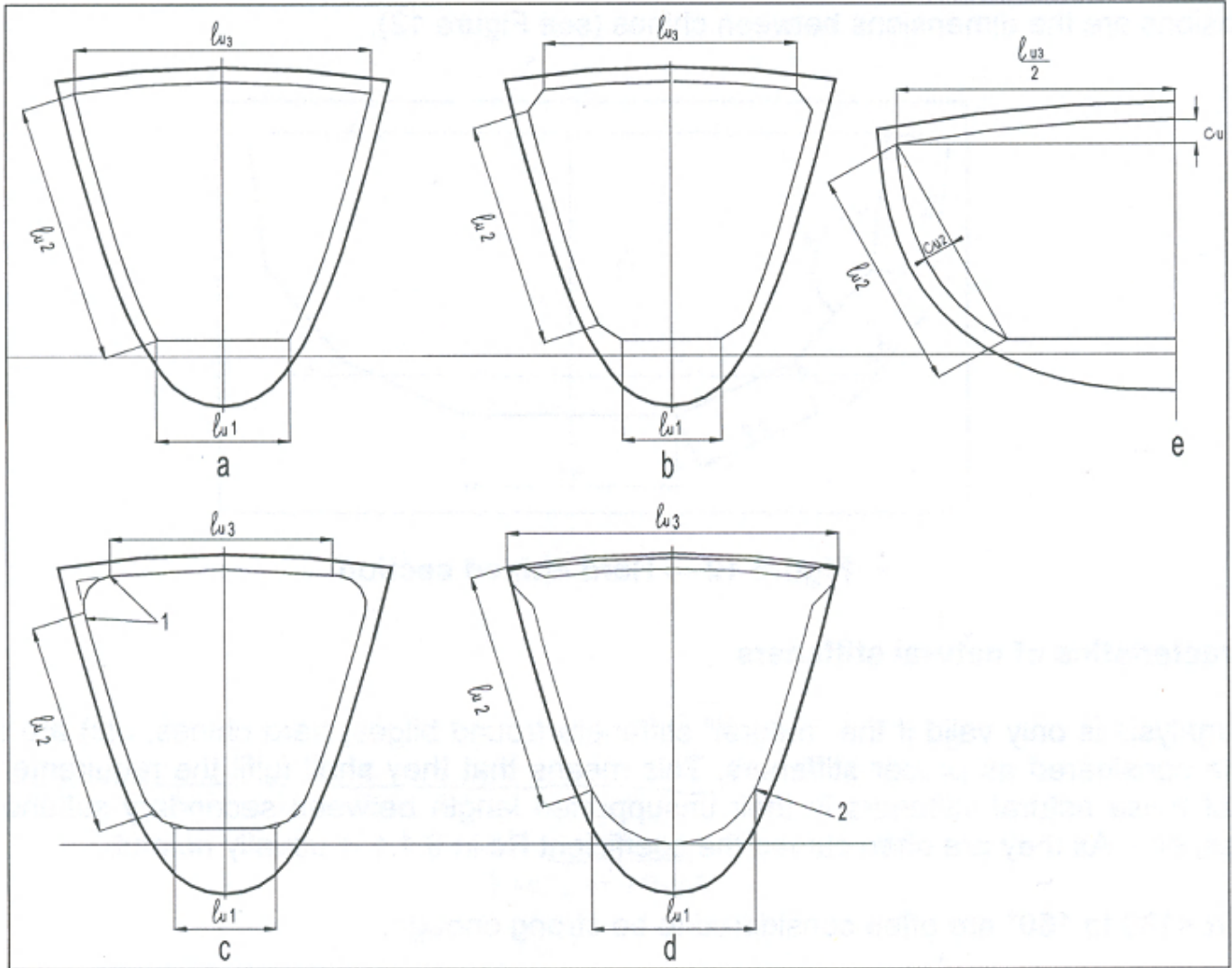
Βήμα 5^ο Επεξήγηση άμεσων-ανεξάρτητων παραμέτρων εισόδου του προγράμματος

Ως προς τις σημαντικές αποστάσεις-παραμέτρους υπολογισμών, οι οποίες τίθενται σαν δεδομένα στους πίνακες υπολογισμών που θα ακολουθήσουν, διακρίνονται τα ακόλουθα:

1) ισαπόσταση διαμηκών ενισχυτικών (stiffener spacing) S, η οποία φαίνεται στο παρακάτω σκαρίφημα της μέσης τομής για τα ελάσματα του πυθμένα, της πλευράς και του κυρίου καταστρώματος.

2) κυρτότητα (curvature) C_u, η οποία λαμβάνεται μηδενική για όλα τα ελάσματα και τα ενισχυτικά της εν λόγω διατομής.

3) ανυποστήρικτο μήκος ενισχυτικού (stiffener spacing) l_u . Για τα διαμήκη στοιχεία λαμβάνεται ίσο με την απόσταση μεταξύ των κύριων νομέων, δηλαδή 1 μέτρο στην προκειμένη περίπτωση. Για τα εγκάρσια στοιχεία παρατίθεται το παρακάτω σχέδιο σαν περαιτέρω επεξήγηση για το πώς λαμβάνεται η τιμή του.



Σχήμα 24: ανυποστήρικτο μήκος εγκάρσιου ενισχυτικού (l_u)

4) Ύψος από την τρόπιδα h (Height Above Base). Λαμβάνεται η κατακόρυφη απόσταση του χαμηλότερου άκρου κάθε στοιχείου από την γραμμή βάσεως (baseline), καθότι αυτή αποτελεί την χειρότερη περίπτωση για τον υπολογισμό από το πρόγραμμα της εκάστοτε εφαρμοζόμενης πίεσης σχεδίασεως (design pressure), προκειμένου να εξαχθεί το ελάχιστο απαιτούμενο πάχος κάθε στοιχείου. Σημειώνεται ότι εν λόγω απόσταση δεν μπορεί ποτέ να

τεθεί μεγαλύτερη από το βύθισμα του σκάφους, δηλαδή 1,09 μέτρα στην προκειμένη περίπτωση.

5) Απόσταση διατομής από πρυμναία κάθετο (distance fwd of AP). Λαμβάνεται ίση με **8 μέτρα**, όσο δηλαδή απέχει η συγκεκριμένη διατομή από την πρυμναία κάθετο.

Βήμα 6^ο Επεξήγηση ενδιάμεσων-εξαρτημένων παραμέτρων εισόδου του προγράμματος

Αναφέρονται κάποιοι ενδιάμεσοι παράμετροι οι οποίοι καθορίζονται από το πρόγραμμα, βάσει των μέχρι τώρα εισαγμένων δεδομένων και σύμφωνα με τους ακολουθούμενους κανονισμούς. Αυτοί οι παράμετροι λαμβάνονται υπόψη από το πρόγραμμα κατά την εκτέλεση των διαφόρων υπολογισμών του.

- Διορθωτικός συντελεστής τύπου υπηρεσίας πλοίου $\omega = 1$ για πλοία **PATROL**, όπως το υπό μελέτη

- $\sigma_A = 0.2\%$ Proof Stress (Unwelded)= **125 N/mm²**

- $\sigma_U =$ ultimate tensile stress UTS= **275 N/mm²**

- συντελεστής $k_m = 385/(\sigma_A + \sigma_U) = 385 = 0,9625$

- σ_a (sigma a)= **125 N/mm²**

- συντελεστής υλικού $k_a = 125/\sigma_a = 1$

- τάση $\tau_a = \sigma_a / 3^{0,5}$

- απόσταση από το πρωραίο άκρο της ισάλου σχεδιάσεως **x=10,659 m**

- συντελεστής μορφής γάστρας $\nabla_w = 1,5$ επειδή $x > 0,45 L_{WL}$

- Πίεση $P_e = 1 + [\nabla_w (x / L_{WL} - 0,45)^2] e^{-0,0044L_{WL}}$ (kN/m²)

- Υδροδυναμική Πίεση ασκούμενη στον πυθμένα **P_w = 0,78L_{WL}(h/2T + 0,5) P_e** (kN/m²)

- Πίεση λόγω προνευτασμού ασκούμενη στον πυθμένα $P_p = 11 (2x/ L_{WL} - 1)(L_{WL})^{0,5}$ (kN/m²)

- συντελεστής Φ . Λαμβάνει τιμή 1 στο $0,5L_{WL}$ και τιμή 0,5 στο πρυμναίο άκρο της ισάλου σχεδίασης. Το πρόγραμμα του προσδίδει μια τιμή κάνοντας γραμμική παρεμβολή, καθότι η υπό εξέταση διατομή βρίσκεται στο $0,429 L_{WL} = 8$ m

- Κρουστική Πίεση ασκούμενη στον πυθμένα $P_{dl} = [54 Displ. \Phi (1+ \alpha_v)]/ L_{WL} G_s$ (kN/m²)

- Κρουστική Πίεση ασκούμενη στο πρωραίο τμήμα $P_f = P_w$ επειδή $x < 0,75 L_{WL}$ (kN/m²)

- Πίεση $P_{hl} = 10(T-h)$ (kN/m²)

- Συντελεστής χαρακτηρισμού γάστρας $H_f = 1$ για **HSC** σκάφη, όπως το υπό μελέτη

- Συντελεστής χαρακτηρισμού περιοχής υπηρεσίας $G_f = 1$ για περιοχή υπηρεσίας **G3**

- Συντελεστής χαρακτηρισμού τύπου υπηρεσίας $S_f = 1,2$ για σκάφος **PATROL**

- Συντελεστής χαρακτηρισμού τύπου σκάφους $C_f = 1$ για μονόγαστρο σκάφος

- Συντελεστής τύπου ενισχυτικού δ_f . Λαμβάνει τιμή **0,5** για πρωτεύοντα ενισχυτικά και τιμή **0,8** για δευτερεύοντα ενισχυτικά και εγκάρσιους δοκούς

- Πίεση Σχεδίασης (Design Pressure) του πυθμένα P_B . Λαμβάνεται ως η **μεγαλύτερη από:**

(α) $H_f S_f P_w + P_{hl}$

(β) $H_f S_f P_p + P_{hl}$

(γ) $H_f S_f C_f P_{dl}$

(δ) $H_f G_f S_f C_f P_f$

- Πίεση Σχεδίασης (Design Pressure) του πυθμένα για τα ενισχυτικά P_{BF} . Λαμβάνεται ως η **μεγαλύτερη από:**

(α) $\delta f (H_f S_f P_w + P_{hl})$

(β) $\delta f (H_f S_f P_p + P_{hl})$

(γ) $\delta f (H_f S_f C_f P_{fb})$

– Συντελεστής ροπής αντίστασης Φ_z , συντελεστής επιφάνειας στελέχους ενισχυτικού Φ_A και συντελεστής ροπής αδράνειας Φ_I , εξαρτώμενοι από τον τύπο φόρτισης (load model) και το είδος ενισχυτικού, που λαμβάνονται από τον παρακάτω πίνακα.

| Load model | Position | | | Position | Web area coefficient Φ_A | Section modulus coefficient Φ_Z | Inertia coefficient Φ_I | Application |
|------------|----------|---|---|----------|----------------------------------|---|---------------------------------|---|
| | 1 | 2 | 3 | | | | | |
| (a) | | 1 | 2 | 3 | 1/2 | 1/12 | – | Primary and other members where the end fixity is considered encastre |
| | | | | | – | 1/24 | 1/384 | |
| | | | | | 1/2 | 1/12 | – | |
| (b) | | 1 | 2 | 3 | 1/2 | 1/10 | – | Local, secondary and other members where the end fixity is considered to be partial |
| | | | | | – | 1/10 | 1/288 | |
| | | | | | 1/2 | 1/10 | – | |
| (c) | | 1 | 2 | 3 | 5/8 | 1/8 | – | Various |
| | | | | | – | 9/128 | 1/185 | |
| | | | | | 3/8 | – | – | |
| (d) | | 1 | 2 | 3 | 1 | 1/2 | – | Various |
| | | | | | – | – | – | |
| | | | | | – | – | 1/8 | |
| (e) | | 1 | 2 | 3 | 1/2 | – | – | Hatch covers, glazing and other members where the ends are simply supported |
| | | | | | – | 1/8 | 5/384 | |
| | | | | | 1/2 | – | – | |

–Αναλογία διαστάσεων ελάσματος (panel aspect ratio) $A_R = \text{panel length} / \text{panel breadth}$

–Συντελεστής ροπής κάμψης f_σ και συντελεστής διατμητικής δύναμης f_τ που λαμβάνονται σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα.

| Item | Limiting stress coefficient | | |
|--|-----------------------------|---------------------|----------------------------|
| | Bending f_{σ} | Shear f_{τ} | Equivalent f_{θ} |
| Shell envelope: | | | |
| (a) Bottom shell plating: <ul style="list-style-type: none"> • slamming zone • elsewhere | 0,85 0,75 | – – | – – |
| (b) Side shell plating: <ul style="list-style-type: none"> • slamming zone • elsewhere | 0,85 0,75 | – – | – – |
| (c) Keel | 0,75 | – | – |
| Bottom structure: | | | |
| (a) Secondary stiffening: <ul style="list-style-type: none"> • slamming zone • elsewhere | 0,75 0,65 | 0,75 0,65 | – – |
| (b) Primary girders and web frames | 0,65 | 0,65 | 0,75 |
| (c) Engine girders | 0,55 | 0,55 | 0,75 |
| Side structure: | | | |
| (a) Secondary stiffening: <ul style="list-style-type: none"> • slamming zone • elsewhere | 0,75 0,65 | 0,75 0,65 | – – |
| (b) Primary girders and web frames | 0,65 | 0,65 | 0,75 |
| Bow doors: | | | |
| (a) Plating | 0,65 | – | – |
| (b) Secondary stiffening | 0,51 | 0,433 | – |
| (c) Primary stiffening | 0,51 | 0,34 | 0,64 |
| Main/strength deck plating and stiffeners: | | | |
| (a) Plating | 0,75 | – | – |
| (b) Secondary stiffening | 0,65 | 0,65 | – |
| (c) Primary girders and web frame | 0,65 | 0,65 | 0,75 |
| (d) Hatch covers | 0,55 | 0,55 | 0,64 |
| Superstructures/deckhouses: | | | |
| (a) Deckhouse front, 1st tier: <ul style="list-style-type: none"> • plating • stiffening | 0,65 0,60 | – 0,60 | – – |
| (b) Deckhouse front, upper tiers: <ul style="list-style-type: none"> • plating • stiffening | 0,75 0,65 | – 0,65 | – – |
| (c) Deckhouse aft and sides: <ul style="list-style-type: none"> • plating • stiffening | 0,75 0,75 | – 0,75 | – – |
| (d) Coachroof: <ul style="list-style-type: none"> • plating • stiffening | 0,65 0,65 | – 0,65 | – – |
| (e) House top: <ul style="list-style-type: none"> • plating • stiffening | 0,75 0,75 | – 0,75 | – – |
| (f) Lower/inner decks and house top, subject to personnel loading: <ul style="list-style-type: none"> • plating • stiffening | 0,75 0,60 | – 0,60 | – – |

– Συντελεστής διάχυσης ενισχυτικού f_{θ} σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα.

| Item | Deflection ratio, f_b |
|--|--|
| Bottom structure: <ul style="list-style-type: none"> • secondary stiffening • primary girders and web frames | 475 625 |
| Side structure: <ul style="list-style-type: none"> • secondary stiffening • primary girders and web frames | 475 625 |
| Main/strength deck structures: <ul style="list-style-type: none"> • secondary stiffening • primary girders and web frames • hatch covers | 625 775 775 |
| Superstructures/deckhouses stiffeners: (a) Generally: <ul style="list-style-type: none"> • secondary • primary (b) Coachroof: <ul style="list-style-type: none"> • secondary • primary (c) House top: <ul style="list-style-type: none"> • secondary • primary | 400 475 475 625 400 400 |
| Lower/inner decks and house top, subject to personnel loading: <ul style="list-style-type: none"> • secondary members • primary members | 475 625 |
| Deep tank structures: (a) Stiffeners: <ul style="list-style-type: none"> • secondary members • primary members | 625 775 |
| Watertight bulkhead structures: (a) Stiffeners: <ul style="list-style-type: none"> • secondary members • primary members | 400 475 |
| Multi-hull cross-deck structures: (a) Stiffeners: <ul style="list-style-type: none"> • secondary members • primary members | 475 625 |
| Vehicle deck structures: (a) Stiffeners: <ul style="list-style-type: none"> • secondary members • primary members | 625 775 |
| Helicopter/flight decks: (a) Stiffeners: <ul style="list-style-type: none"> • secondary members • primary members | 625 775 |
| NOTE Where significant curvature exists over the span of the stiffener or breadth of the panel, the allowable deflections will be specially considered. | |

Βήμα 7^ο Επεξήγηση των αποτελεσμάτων του προγράμματος

Οι ανωτέρω παράμετροι υπεισέρχονται στους διάφορους τύπους υπολογισμού του ελάχιστου απαιτούμενου πάχους ενισχυτικού κάθε ελάσματος και των απαιτούμενων ροπών αντίστασης και αδράνειας εκάστοτε ενισχυτικού. Παρακάτω παρατίθενται συγκεντρωτικά οι εν λόγω τύποι για κάθε περίπτωση.

Απαιτήσεις ελάχιστου πάχους ελασμάτων

| Item | Minimum thickness (mm) | | |
|--|---|---|---|
| | Mono-hull | Hydrofoil | Rigid inflatable boat (RIB) |
| Shell envelope Bottom shell plating | $\omega \sqrt{k_m} (0,7\sqrt{L_R} + 1,0) \geq 4,0$ | $\omega \sqrt{k_m} (0,7\sqrt{L_R} + 1,0) \geq 4,0$ | $\omega \sqrt{k_m} (0,7\sqrt{L_R} + 1,0) \geq 4,0$ |
| Side shell plating | $\omega \sqrt{k_m} (0,5\sqrt{L_R} + 1,4) \geq 3,5$ | $\omega \sqrt{k_m} (0,5\sqrt{L_R} + 1,4) \geq 3,5$ | $\omega \sqrt{k_m} (0,5\sqrt{L_R} + 1,4) \geq 3,5$ |
| Single bottom structure Centre girder web | $\omega \sqrt{k_m} (1,1\sqrt{L_R} + 1,4) \geq 5,0$ | $\omega \sqrt{k_m} (1,1\sqrt{L_R} + 1,4) \geq 5,0$ | $\omega \sqrt{k_m} (1,1\sqrt{L_R} + 1,4) \geq 5,0$ |
| Floor webs | $\omega \sqrt{k_m} (0,8\sqrt{L_R} + 1,1) \geq 4,0$ | $\omega \sqrt{k_m} (0,8\sqrt{L_R} + 1,1) \geq 4,0$ | $\omega \sqrt{k_m} (0,8\sqrt{L_R} + 1,1) \geq 4,0$ |
| Side girder webs | $\omega \sqrt{k_m} (0,8\sqrt{L_R} + 1,1) \geq 4,0$ | $\omega \sqrt{k_m} (0,8\sqrt{L_R} + 1,1) \geq 4,0$ | $\omega \sqrt{k_m} (0,8\sqrt{L_R} + 1,1) \geq 4,0$ |
| Double bottom structure Centre girder | | | |
| (1) Within $0,4L_B$ amidships | $\omega \sqrt{k_m} (1,1\sqrt{L_R} + 1,4) \geq 5,0$ | $\omega \sqrt{k_m} (1,1\sqrt{L_R} + 1,4) \geq 5,0$ | $\omega \sqrt{k_m} (1,1\sqrt{L_R} + 1,4) \geq 5,0$ |
| (2) Outside $0,4L_B$ amidships | $\omega \sqrt{k_m} (0,95\sqrt{L_R} + 1,4) \geq 5,0$ | $\omega \sqrt{k_m} (0,95\sqrt{L_R} + 1,4) \geq 5,0$ | $\omega \sqrt{k_m} (0,95\sqrt{L_R} + 1,4) \geq 5,0$ |
| Floors and side girders | $\omega \sqrt{k_m} (0,8\sqrt{L_R} + 1,1) \geq 4,0$ | $\omega \sqrt{k_m} (0,8\sqrt{L_R} + 1,1) \geq 4,0$ | $\omega \sqrt{k_m} (0,8\sqrt{L_R} + 1,1) \geq 4,0$ |
| Inner bottom plating | $\omega \sqrt{k_m} (0,7\sqrt{L_R} + 1,3) \geq 3,5$ | $\omega \sqrt{k_m} (0,7\sqrt{L_R} + 1,3) \geq 3,5$ | $\omega \sqrt{k_m} (0,7\sqrt{L_R} + 1,3) \geq 3,5$ |
| Bulkheads Watertight bulkhead plating | $\omega \sqrt{k_m} (0,43\sqrt{L_R} + 1,2) \geq 3,0$ | $\omega \sqrt{k_m} (0,43\sqrt{L_R} + 1,2) \geq 3,0$ | $\omega \sqrt{k_m} (0,43\sqrt{L_R} + 1,2) \geq 3,0$ |
| Deep tank bulkhead plating | $\omega \sqrt{k_m} (0,5\sqrt{L_R} + 1,4) \geq 3,5$ | $\omega \sqrt{k_m} (0,5\sqrt{L_R} + 1,4) \geq 3,5$ | $\omega \sqrt{k_m} (0,5\sqrt{L_R} + 1,4) \geq 3,5$ |
| Deck plating and stiffeners Strength/Main deck plating | $\omega \sqrt{k_m} (0,5\sqrt{L_R} + 1,4) \geq 3,5$ | $\omega \sqrt{k_m} (0,5\sqrt{L_R} + 1,4) \geq 3,5$ | $\omega \sqrt{k_m} (0,5\sqrt{L_R} + 1,4) \geq 3,5$ |
| Lower deck/inside deckhouse | $\omega \sqrt{k_m} (0,3\sqrt{L_R} + 1,3) \geq 3,0$ | $\omega \sqrt{k_m} (0,3\sqrt{L_R} + 1,3) \geq 3,0$ | $\omega \sqrt{k_m} (0,3\sqrt{L_R} + 1,3) \geq 3,0$ |

Απαιτήσεις ενισχυτικών για:

α) Ροπή αντίστασης Z

$$Z = \Phi_Z P_B S (I_u)^2 / f_\sigma \sigma_\alpha \quad \text{cm}^3$$

β) Ροπή Αδράνειας I

$$I = [\Phi_I f_\delta P_B S (I_u)^3 / E] \times 100 \quad \text{cm}^4$$

γ) Επιφάνεια διάτμησης λαιμού ενισχυτικού A_w

$$A_w = \Phi_A P_B S I_u / 100 f_T \tau_\alpha \quad \text{cm}^2$$

Βήμα 8^ο Καθορισμός κατασκευαστικών στοιχείων διατομής

Παρατίθενται οι πίνακες υπολογισμών στοιχείων των κατασκευαστικών μερών της διατομής, όπως προκύπτουν στο περιβάλλον του λογισμικού. Εν λόγω στοιχεία διαμορφώθηκαν σύμφωνα με όλα τα προαναφερθέντα. Τα πάχη των ελασμάτων που επιλέγονται σημειώνονται με κόκκινο χρώμα. Για τα ελάσματα υφίσταται ένας πίνακας υπολογισμού, ενώ για ενισχυτικά δύο πίνακες, από τους οποίους ο δεύτερος στη σειρά δείχνει αναλυτικά όλες τις διαστάσεις και τα προκύπτοντα στοιχεία της διατομής κάθε ενισχυτικού (profile panel).

- έλασμα πυθμένα (bottom shell plate)

| Property | Units | Entered | Derived | Required |
|------------------------|-------------------|--------------------|---------|----------|
| Curvature | mm | 0 | | |
| Panel Breadth | mm | | 315 | |
| Panel Length | m | 1 | | |
| Panel Aspect Ratio | | | 3.175 | |
| Stiffener Spacing | mm | 315 | | |
| Thickness | mm | 8 | | 7.14 |
| Alloy | | Aluminium Material | | |
| Slamming Zone | | Yes | | |
| Below Tangential Point | | Yes | | |
| Height above Base | m | 0 | | |
| Distance FWD of AP | m | 8 | | |
| Design Pressure | kN/m ² | | 108.809 | |

Διαμήκη ενισχυτικά πυθμένα (Bottom Long Pr. Stif.)

| Property | Units | Entered | Derived | Required |
|-----------------------------|-------------------|--|---------|----------|
| Alloy | | Aluminium Material | | |
| Effective Span | m | | 1 | |
| Stiffener Spacing | mm | | 315 | |
| Thickness of Attached Plate | mm | | 8 | |
| Width of Attached Plate | mm | | 0 | 315 |
| Profile | | Built T (Al)Bottom Long Pr. Stif. | | |
| Section Modulus | cm ³ | | 18.218 | 17.577 |
| Inertia | | | 105.085 | 40.425 |
| Web Area | cm ² | | 2.2 | 1.827 |
| Angle of Web to Plate | deg | | 90 | |
| Below Tangential Point | | Yes | | |
| Height above Base | m | | 0.139 | |
| Distance FWD of AP | m | | 8 | |
| Design Pressure | kN/m ² | | 54.405 | |

PROFILE PANEL

| Property | Units | Entered | Derived | Required |
|------------------------|-----------------|-----------|---------|----------|
| Section Modulus X-X | cm ³ | | 3.754 | |
| Inertia X-X | cm ⁴ | | 16.295 | |
| Web Area | cm ² | | 2.2 | |
| Inertia Y-Y | cm ⁴ | | 3.229 | |
| Section Modulus Y-Y | cm ³ | | 1.615 | |
| Web Depth | mm | 55 | | |
| Web Thickness | mm | 4 | | 3 |
| Total Area | cm ² | | 4.6 | |
| Product Moment of Area | cm ⁴ | | 0 | |
| Flange Thickness | mm | 6 | | |
| Flange Breadth | mm | 40 | | |
| Flange Area | cm ² | | 2.4 | |

-έλασμα τρόπιδας (plate keel).

Παρόλο που όπως φαίνεται στον πίνακα δύναται να επιλεχθεί μικρότερο, επιλέγεται πάχος 8 mm γιατί σύμφωνα με τους κανονισμούς δεν επιτρέπεται να είναι μικρότερο από το πάχος του ελάσματος πυθμένα.

| Property | Units | Entered | Required |
|-----------|-------|--------------------|----------|
| Alloy | | Aluminium Material | |
| Breadth | mm | 480 | 466.693 |
| Thickness | mm | 8 | 6.81 |

-έλασμα ακμής (chine plate)

Σύμφωνα με τους κανονισμούς το πάχος του ελάσματος της ακμής πρέπει να ισούται με το αντίστοιχο απαιτούμενο του πυθμένα, προσαυξημένο κατά 20% ή κατά 6 mm, όποιο από τα δύο είναι μεγαλύτερο. Στην προκειμένη περίπτωση, με ελάχιστο απαιτούμενο πάχος ελάσματος πυθμένα 7,14 mm, προκύπτει προσαύξηση κατά 20% = 1,6 mm. Άρα επιλέγεται η προσαύξηση των 6 mm, οπότε προκύπτει απαιτούμενο πάχος ελάσματος ακμής = 13,14 mm. Τελικά επιλέγεται πάχος **14 mm**.

- δοκός τρόπιδας (bar keel)

| Property | Units | Entered | Required |
|-----------|-----------------|--------------------|----------|
| Alloy | | Aluminium Material | |
| Area | cm ² | 36 | 35.483 |
| Thickness | mm | 21 | 20.919 |

- κεντρική σταθμίδα (center girder)

| Property | Units | Entered | Derived | Required |
|-----------------------------|-------------------|-----------------------------------|----------|----------|
| Web Depth | mm | | 857 | 630 |
| Alloy | | Aluminium Material | | |
| Effective Span | m | | 1 | |
| Stiffener Spacing | m | | 0.315 | |
| Thickness of Attached Plate | mm | | 8 | |
| Width of Attached Plate | mm | | 315 | |
| Profile | | Built T (Al) Center Girder | | |
| Section Modulus | cm ³ | | 2750.797 | 17.577 |
| Inertia | | | 128683.9 | 40.425 |
| Web Area | cm ² | | 154.26 | 1.827 |
| Angle of Web to Plate | deg | | 70 | |
| Below Tangential Point | | Yes | | |
| Height above Base | m | | 0 | |
| Distance FWD of AP | m | | 8 | |
| Design Pressure | kN/m ² | | 54.405 | |
| Web Thickness | mm | | 18 | 6.534 |

PROFILE PANEL

| Property | Units | Entered | Derived | Required |
|------------------------|-----------------|------------|----------|----------|
| Section Modulus X-X | cm ³ | | 2321.789 | |
| Inertia X-X | cm ⁴ | | 102168.7 | |
| Web Area | cm ² | | 154.26 | |
| Inertia Y-Y | cm ⁴ | | 44.8 | |
| Section Modulus Y-Y | cm ³ | | 29.867 | |
| Web Depth | mm | 857 | | |
| Web Thickness | mm | 18 | | 17.14 |
| Total Area | cm ² | | 158.46 | |
| Product Moment of Area | cm ⁴ | | 0 | |
| Flange Thickness | mm | 14 | | |
| Flange Breadth | mm | 30 | | |
| Flange Area | cm ² | | 4.2 | |

- πλευρική σταθμίδα No 1(side girder No 1)

| Property | Units | Entered | Derived | Required |
|-----------------------------|-------------------|--------------------------------------|----------|----------|
| Alloy | | Aluminium Material | | |
| Effective Span | m | | 1 | |
| Stiffener Spacing | m | | 0.315 | |
| Thickness of Attached Plate | mm | | 8 | |
| Width of Attached Plate | mm | | 315 | |
| Profile | | Built T (Al) Side Girder No 1 | | |
| Section Modulus | cm ³ | | 1366.361 | 17.577 |
| Inertia | | | 52371.55 | 40.425 |
| Web Area | cm ² | | 91.84 | 1.827 |
| Angle of Web to Plate | deg | | 70 | |
| Below Tangential Point | | Yes | | |
| Height above Base | m | | 0.217 | |
| Distance FWD of AP | m | | 8 | |
| Design Pressure | kN/m ² | | 54.405 | |

PROFILE PANEL

| Property | Units | Entered | Derived | Required |
|------------------------|-------|------------|----------|----------|
| Section Modulus X-X | cm3 | | 1060.602 | |
| Inertia X-X | cm4 | | 35764.47 | |
| Web Area | cm2 | | 91.84 | |
| Inertia Y-Y | cm4 | | 15.867 | |
| Section Modulus Y-Y | cm3 | | 15.867 | |
| Web Depth | mm | 656 | | |
| Web Thickness | mm | 14 | | 13.12 |
| Total Area | cm2 | | 94.44 | |
| Product Moment of Area | cm4 | | 0 | |
| Flange Thickness | mm | 13 | | |
| Flange Breadth | mm | 20 | | |
| Flange Area | cm2 | | 2.6 | |

- πλευρική σταθμίδα No 2 (side girder No 2)

| Property | Units | Entered | Derived | Required |
|-----------------------------|-------|--------------------------------------|----------|----------|
| Alloy | | Aluminium Material | | |
| Effective Span | m | | 1 | |
| Stiffener Spacing | m | | 0.315 | |
| Thickness of Attached Plate | mm | | 8 | |
| Width of Attached Plate | mm | | 315 | |
| Profile | | Built T (Al) Side Girder No 2 | | |
| Section Modulus | cm3 | | 472.735 | 17.577 |
| Inertia | | | 13544.09 | 40.425 |
| Web Area | cm2 | | 38.43 | 1.827 |
| Angle of Web to Plate | deg | | 70 | |
| Below Tangential Point | | Yes | | |
| Height above Base | m | | 0.434 | |
| Distance FWD of AP | m | | 8 | |
| Design Pressure | kN/m2 | | 54.405 | |

PROFILE PANEL

| Property | Units | Entered | Derived | Required |
|------------------------|-------|------------|----------|----------|
| Section Modulus X-X | cm3 | | 305.992 | |
| Inertia X-X | cm4 | | 6927.731 | |
| Web Area | cm2 | | 38.43 | |
| Inertia Y-Y | cm4 | | 3.394 | |
| Section Modulus Y-Y | cm3 | | 3.394 | |
| Web Depth | mm | 427 | | |
| Web Thickness | mm | 9 | | 8.54 |
| Total Area | cm2 | | 40.83 | |
| Product Moment of Area | cm4 | | 0 | |
| Flange Thickness | mm | 12 | | |
| Flange Breadth | mm | 20 | | |
| Flange Area | cm2 | | 2.4 | |

- πλευρική σταθμίδα No 3 (side girder No 3)

| Property | Units | Entered | Derived | Required |
|-----------------------------|-------|--------------------------------------|----------|----------|
| Alloy | | Aluminium Material | | |
| Effective Span | m | | 1 | |
| Stiffener Spacing | m | | 0.315 | |
| Thickness of Attached Plate | mm | | 8 | |
| Width of Attached Plate | mm | | 315 | |
| Profile | | Built T (Al) Side Girder No 3 | | |
| Section Modulus | cm3 | | 90.966 | 17.577 |
| Inertia | | | 1657.882 | 40.425 |
| Web Area | cm2 | | 10.95 | 1.827 |
| Angle of Web to Plate | deg | | 70 | |
| Below Tangential Point | | Yes | | |
| Height above Base | m | | 0.651 | |
| Distance FWD of AP | m | | 8 | |
| Design Pressure | kN/m2 | | 54.405 | |

PROFILE PANEL

| Property | Units | Entered | Derived | Required |
|------------------------|-------|---------|---------|----------|
| Section Modulus X-X | cm3 | | 47.803 | |
| Inertia X-X | cm4 | | 577.027 | |
| Web Area | cm2 | | 10.95 | |
| Inertia Y-Y | cm4 | | 0.453 | |
| Section Modulus Y-Y | cm3 | | 0.604 | |
| Web Depth | mm | 219 | | |
| Web Thickness | mm | 5 | | 4.38 |
| Total Area | cm2 | | 12.15 | |
| Product Moment of Area | cm4 | | 0 | |
| Flange Thickness | mm | 8 | | |
| Flange Breadth | mm | 15 | | |
| Flange Area | cm2 | | 1.2 | |

-έλασμα οροφής διπύθμενου-εσωτερικού καταστρώματος (inner bottom plate)

| Property | Units | Entered | Derived | Required |
|--------------------|-------|--------------------|---------|----------|
| Curvature | mm | | 0 | |
| Panel Breadth | mm | | 591 | |
| Panel Length | m | | 1 | |
| Panel Aspect Ratio | | | 1.692 | |
| Stiffener Spacing | mm | | 591 | |
| Thickness | mm | | 6 | 5.45 |
| Alloy | | Aluminium Material | | |
| Height above Base | m | | 0.871 | |
| Distance FWD of AP | m | | 8 | |
| Design Pressure | kN/m2 | | 16.672 | |

-έλασμα έδρας (floor plate)

| Property | Units | Entered | Derived | Required |
|-----------------------------|-------|------------------------------------|----------|----------|
| Alloy | | Aluminium Material | | |
| Effective Span | m | 1.3 | | |
| Stiffener Spacing | mm | 315 | | |
| Thickness of Attached Plate | mm | 8 | | |
| Width of Attached Plate | mm | | 315 | |
| Profile | | Built T (Al) Plate Floor DB | | |
| Section Modulus | cm3 | | 2956.096 | 29.705 |
| Inertia | | | 145313.6 | 88.813 |
| Web Area | cm2 | | 154.08 | 2.375 |
| Angle of Web to Plate | deg | 90 | | |
| Below Tangential Point | | Yes | | |
| Height above Base | m | 0 | | |
| Distance FWD of AP | m | 8 | | |
| Design Pressure | kN/m2 | | 54.405 | |
| Web Thickness | mm | | 18 | 6.017 |

PROFILE PANEL

| Property | Units | Entered | Derived | Required |
|------------------------|-------|------------|----------|----------|
| Section Modulus X-X | cm3 | | 2324.85 | |
| Inertia X-X | cm4 | | 102376.7 | |
| Web Area | cm2 | | 154.08 | |
| Inertia Y-Y | cm4 | | 44.977 | |
| Section Modulus Y-Y | cm3 | | 29.984 | |
| Web Depth | mm | 856 | | |
| Web Thickness | mm | 18 | | 17.12 |
| Total Area | cm2 | | 158.58 | |
| Product Moment of Area | cm4 | | 0 | |
| Flange Thickness | mm | 15 | | |
| Flange Breadth | mm | 30 | | |
| Flange Area | cm2 | | 4.5 | |

-έλασμα κυρίου καταστρώματος (weather deck plate)

| Property | Units | Entered | Derived | Required |
|--------------------|-------|--------------------|---------|----------|
| Curvature | mm | 0 | | |
| Panel Breadth | mm | | 441 | |
| Panel Length | m | 1 | | |
| Panel Aspect Ratio | | | 2.268 | |
| Stiffener Spacing | mm | 441 | | |
| Thickness | mm | 5 | | 4.002 |
| Alloy | | Aluminium Material | | |
| Distance FWD of AP | m | 8 | | |
| Design Pressure | kN/m2 | | 15.386 | |

-διαμήκη ενισχυτικά κυρίου καταστρώματος (Weather Deck pri. Stif.)

| Property | Units | Entered | Derived | Required |
|-----------------------------|-------|--------------------------------------|---------|----------|
| Distance FWD of AP | m | 8 | | |
| Design Pressure | kN/m2 | | 7.693 | |
| Alloy | | Aluminium Material | | |
| Effective Span | m | 1 | | |
| Stiffener Spacing | mm | 441 | | |
| Thickness of Attached Plate | mm | 5 | | |
| Width of Attached Plate | mm | | 441 | |
| Profile | | Built T (Al) W Deck Pr. Stif. | | |
| Section Modulus | cm3 | | 4.002 | 3.48 |
| Inertia | | | 15.747 | 9.923 |
| Web Area | cm2 | | 1.4 | 0.362 |
| Angle of Web to Plate | deg | 90 | | |

PROFILE PANEL

| Property | Units | Entered | Derived | Required |
|------------------------|-------|-----------|---------|----------|
| Section Modulus X-X | cm3 | | 1.299 | |
| Inertia X-X | cm4 | | 3.034 | |
| Web Area | cm2 | | 1.4 | |
| Inertia Y-Y | cm4 | | 0.131 | |
| Section Modulus Y-Y | cm3 | | 0.175 | |
| Web Depth | mm | 35 | | |
| Web Thickness | mm | 4 | | 3 |
| Total Area | cm2 | | 2 | |
| Product Moment of Area | cm4 | | 0 | |
| Flange Thickness | mm | 4 | | |
| Flange Breadth | mm | 15 | | |
| Flange Area | cm2 | | 0.6 | |

- διαδοκίδα κυρίου καταστρώματος (W Deck Transverse W-Frm)

| Property | Units | Entered | Derived | Required |
|-----------------------------|-------------------|-------------------------------------|----------|----------|
| Height of Chine | m | 0.871 | | |
| Height above Base | m | 1.09 | | |
| Distance FWD of AP | m | 8 | | |
| Design Pressure | kN/m ² | | 50.729 | |
| Alloy | | Aluminium Material | | |
| Effective Span | m | 4.8 | | |
| Stiffener Spacing | mm | 441 | | |
| Thickness of Attached Plate | mm | 5 | | |
| Width of Attached Plate | mm | | 441 | |
| Profile | | Built L (Al)W Deck Transverse W-Frm | | |
| Section Modulus | cm ³ | | 530.337 | 528.654 |
| Inertia | | | 6369.883 | 5836.024 |
| Web Area | cm ² | | 25.8 | 11.446 |
| Angle of Web to Plate | deg | 90 | | |

PROFILE PANEL

| Property | Units | Entered | Derived | Required |
|------------------------|-----------------|------------|----------|----------|
| Flange Offset | mm | | 6 | |
| Section Modulus X-X | cm ³ | | 157.024 | |
| Inertia X-X | cm ⁴ | | 2487.726 | |
| Web Area | cm ² | | 25.8 | |
| Inertia Y-Y | cm ⁴ | | 1308.002 | |
| Section Modulus Y-Y | cm ³ | | 98.77 | |
| Web Depth | mm | 215 | | |
| Web Thickness | mm | 12 | | 4.3 |
| Total Area | cm ² | | 46.8 | |
| Product Moment of Area | cm ⁴ | | 1070.894 | |
| Flange Thickness | mm | 12 | | |
| Flange Breadth | mm | 175 | | |
| Flange Area | cm ² | | 21 | |

-έλασμα πλευράς (side shell plate)

| Property | Units | Entered | Derived | Required |
|--------------------|-------|--------------------|---------|----------|
| Curvature | mm | | | |
| Panel Breadth | mm | | 331 | |
| Panel Length | m | 1 | | |
| Panel Aspect Ratio | | | 3.021 | |
| Stiffener Spacing | mm | 331 | | |
| Thickness | mm | 8 | | 7.245 |
| Alloy | | Aluminium Material | | |
| Height of Chine | m | 0.871 | | |
| Height above Base | m | 1.09 | | |
| Distance FWD of AP | m | 8 | | |
| Design Pressure | kN/m2 | | 101.458 | |
| Slamming Zone | | Yes | | |

Σημειώνεται ότι σύμφωνα με τους κανονισμούς, το πάχος του ελάσματος του πυθμένα επεκτείνεται μέχρι και το επίπεδο των ακμών ή μέχρι και 150 mm πάνω από την έμφορτη ίσαλο, όποια από τα δύο είναι μεγαλύτερο. Επειδή όμως το πάχος του ελάσματος πλευράς προκύπτει, όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα, ίδιο με αυτό του ελάσματος πυθμένα (8 mm), δεν υπάρχει κάποια περαιτέρω διαφοροποίηση σύμφωνα με τον ανωτέρω κανονισμό.

-Διαμήκη ενισχυτικά πλευράς (Side Long. Pri. Stif.)

| Property | Units | Entered | Derived | Required |
|-----------------------------|-------|----------------------------------|---------|----------|
| Height of Chine | m | 0.871 | | |
| Height above Base | m | 1.09 | | |
| Distance FWD of AP | m | 8 | | |
| Design Pressure | kN/m2 | | 50.729 | |
| Alloy | | Aluminium Material | | |
| Effective Span | m | 1 | | |
| Stiffener Spacing | mm | 331 | | |
| Thickness of Attached Plate | mm | 8 | | |
| Width of Attached Plate | mm | | 331 | |
| Profile | | Built L (Al) Side Long. Pr.Stif. | | |
| Section Modulus | cm3 | | 17.798 | 17.222 |
| Inertia | | | 119.003 | 39.608 |
| Web Area | cm2 | | 2.6 | 1.79 |
| Angle of Web to Plate | deg | 90 | | |

PROFILE PANEL

| Property | Units | Entered | Derived | Required |
|------------------------|-----------------|-----------|---------|----------|
| Flange Offset | mm | | 2 | |
| Section Modulus X-X | cm ³ | | 4.724 | |
| Inertia X-X | cm ⁴ | | 22.004 | |
| Web Area | cm ² | | 2.6 | |
| Inertia Y-Y | cm ⁴ | | 4.334 | |
| Section Modulus Y-Y | cm ³ | | 1.619 | |
| Web Depth | mm | 65 | | |
| Web Thickness | mm | 4 | | 3 |
| Total Area | cm ² | | 4.35 | |
| Product Moment of Area | cm ⁴ | | 5.674 | |
| Flange Thickness | mm | 5 | | |
| Flange Breadth | mm | 35 | | |
| Flange Area | cm ² | | 1.75 | |

- χαμηλό τμήμα εγκάρσιου πλευρικού νομέα (Side Trans W-Frm Lower)

| Property | Units | Entered | Derived | Required |
|-----------------------------|-------------------|---|---------|------------------|
| Height of Chine | m | | 0.871 | |
| Height above Base | m | | 0.871 | |
| Distance FWD of AP | m | | 8 | |
| Design Pressure | kN/m ² | | 0 | 54.405 |
| Alloy | | Aluminium Material | | |
| Effective Span | m | | 1.603 | |
| Stiffener Spacing | mm | | 331 | |
| Thickness of Attached Plate | mm | | 8 | |
| Width of Attached Plate | mm | | 0 | 331 |
| Profile | | Built T (Al) #7 Side Trans W-Frm Lower | | |
| Section Modulus | cm ³ | | 0 | 95.151 47.454 |
| Inertia | | | 0 | 1115.202 174.937 |
| Web Area | cm ² | | 0 | 8.4 3.077 |
| Angle of Web to Plate | deg | | 90 | |

PROFILE PANEL

| Property | Units | Entered | Derived | Required |
|------------------------|-------|------------|---------|----------|
| Section Modulus X-X | cm3 | 0 | 30.271 | |
| Inertia X-X | cm4 | 0 | 285.627 | |
| Web Area | cm2 | 0 | 8.4 | |
| Inertia Y-Y | cm4 | 0 | 25.841 | |
| Section Modulus Y-Y | cm3 | 0 | 6.08 | |
| Web Depth | mm | 140 | | |
| Web Thickness | mm | 6 | | 3 |
| Total Area | cm2 | 0 | 12.65 | |
| Product Moment of Area | cm4 | 0 | 0 | |
| Flange Thickness | mm | 5 | | |
| Flange Breadth | mm | 85 | | |
| Flange Area | cm2 | 0 | 4.25 | |

- ανώτερο τμήμα εγκάρσιου πλευρικού νομέα (Side Trans.W-Frm Upper)

| Property | Units | Entered | Derived | Required |
|-----------------------------|-------|---|---------|----------|
| Height of Chine | m | | 0.871 | |
| Height above Base | m | | 0.871 | |
| Distance FWD of AP | m | | 8 | |
| Design Pressure | kN/m2 | | 0 | 54.405 |
| Alloy | | Aluminium Material | | |
| Effective Span | m | | 1.603 | |
| Stiffener Spacing | mm | | 331 | |
| Thickness of Attached Plate | mm | | 8 | |
| Width of Attached Plate | mm | | 0 | 331 |
| Profile | | Built T (Al) #7 Side Trans W-Frm Lower | | |
| Section Modulus | cm3 | | 0 | 95.151 |
| Inertia | | | 0 | 1115.202 |
| Web Area | cm2 | | 0 | 8.4 |
| Angle of Web to Plate | deg | | 90 | |

PROFILE PANEL

| Property | Units | Entered | Derived | Required |
|------------------------|-------|---------|---------|----------|
| Flange Offset | mm | 0 | 30.271 | |
| Section Modulus X-X | cm3 | 0 | 285.627 | |
| Inertia X-X | cm4 | 0 | 8.4 | |
| Web Area | cm2 | 0 | 25.841 | |
| Inertia Y-Y | cm4 | 0 | 6.08 | |
| Section Modulus Y-Y | cm3 | 140 | | |
| Web Depth | mm | 6 | | 3 |
| Web Thickness | mm | 0 | 12.65 | |
| Total Area | cm2 | 0 | 0 | |
| Product Moment of Area | cm4 | 5 | | |
| Flange Thickness | mm | 85 | | |
| Flange Breadth | mm | 0 | 4.25 | |

Βήμα 9^ο Εκπόνηση κατασκευαστικού σχεδίου Μέσης Τομής

Με βάση τα παραπάνω στοιχεία που υπολογίστηκαν εκπονείται το κατασκευαστικό σχέδιο Μέσης Τομής του υπό μελέτη σκάφους, το οποίο παρατίθεται στο παράρτημα Α.

Κεφάλαιο 7ο Εκπόνηση Σχεδίων Γενικής Διάταξης

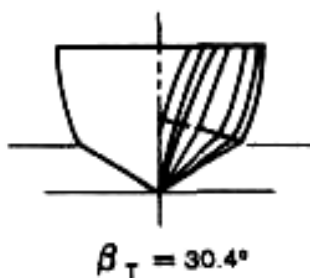
Με χρήση του προγράμματος AUTOCAD εκπονούνται τα Σχέδια Γενικής Διάταξης του σκάφους, τα οποία παρατίθενται στο παράρτημα Α.

Κεφάλαιο 8ο Σύνοψη- Συμπεράσματα - Προτάσεις για περαιτέρω μελέτη

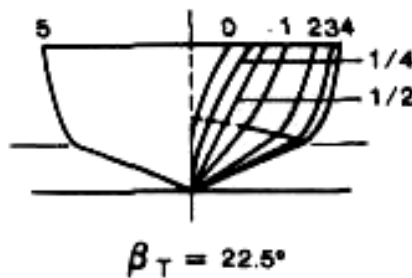
Το σκάφος "ΕΡΜΗΣ" ανήκει στην κατηγορία των ταχύπλων σκαφών νέας τεχνολογίας, των οποίων η μελέτη παρουσιάζει παραδοσιακά δυσκολίες λόγω της έλλειψης συσσωρευμένης εμπειρίας προγενέστερων κατασκευών, καθώς και της έλλειψης μεθοδολογιών εκτίμησης ομάδων βαρών του πλοίου (πίνακες, παραμετρικοί τύποι που να έχουν προκύψει από την στατιστική ανάλυση δεδομένων) [1]. Στην συγκεκριμένη περίπτωση η υιοθέτηση της μεθόδου Grubisic προσέφερε τα μέγιστα στο να ξεπεραστεί η δυσκολία στην προεκτίμηση του βάρους της μεταλλικής κατασκευής του σκάφους, ενώ η κατοχή των κατασκευαστικών σχεδίων του όμοιου πλοίου συνεισέφερε σημαντικά στον σχεδιαστικό και κατασκευαστικό καθορισμό της μορφής της μέσης τομής του εκπονημένου σκάφους.

Όσον αφορά την χρήση συστηματικών σειρών για τον υπολογισμό της αντίστασης του σκάφους, οι περισσότερες διαθέσιμες σειρές ολισθακάτων (π.χ. Σειρά 62, Ολλανδική Σειρά 62, Σειρά 65A, Σειρά BK, Σειρά MBK, Σειρά Delft) δεν εξυπηρετούσαν τον επιλεγθέντα σχεδιασμό λόγω στενέματος των γραμμών στην πρύμνη τους, κάτι που περιόριζε σημαντικά τον διαθέσιμο όγκο μηχανοστασίου καθιστώντας τον ανεπαρκή για την φιλοξενία κυρίων μηχανών μεγάλου μεγέθους, που υπαγόρευαν οι απαιτήσεις επίτευξης μεγάλης ταχύτητας. Θα μπορούσε να πει κανείς ότι η σχεδιασθείσα μορφή του σκάφους προσεγγίζει αρκετά την συστηματική σειρά 65B, η οποία χαρακτηρίζεται από φαρδύ σταθερού πλάτους πρυμναίο τμήμα γάστρας (σχήμα 23). Το εύρος τιμών γωνιών ανύψωσης πυθμένα όμως της εν λόγω σειράς, ($21,2^{\circ}$ – $37,4^{\circ}$) δεν περιλαμβάνει την επιλεγθείσα τιμή γωνίας ανύψωσης πυθμένα (20°).

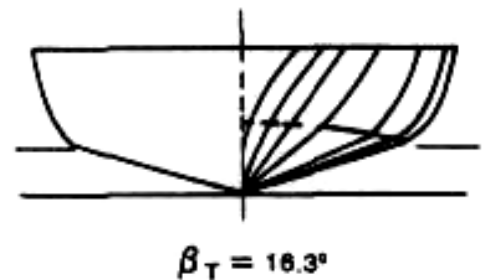
MODELS 5236, 5208, 5238



MODELS 5186, 5184, 5167



MODELS 5237, 5240, 5239



Σχήμα 25: Εγκάρσιες τομές μοντέλων Σειράς 65-B

Επιπλέον των ανωτέρω σημειώνεται ότι οι τιμές των διαστάσεων και της γωνίας ανύψωσης πυθμένα του υπό μελέτη σκάφους επιλέχθηκαν αυστηρά μέσα από μία συλλογιστική συνδυασμού αφενός ικανοποίησης των χωροταξικών απαιτήσεων του σκάφους και αφετέρου ελαχιστοποίησης του βάρους μεταλλικής κατασκευής του, προκειμένου να επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή ταχύτητα, η οποία ήταν ιδιαίτερα υψηλή σαν αρχική και βασική απαίτηση σχεδίασεως του σκάφους. Οι τιμές των λόγων των διαστάσεων που προέκυψαν (π.χ. L_p/B_{px}), και οι οποίοι χρησιμοποιούνται γενικά σαν παράμετροι εισόδου για την πρόβλεψη της ισχύος διαφόρων μοντέλων των συστηματικών σειρών, δεν συμπίπτουν με καμμία τιμή των υπαρχόντων μοντέλων που εξετάζονται στα πλαίσια της Σειράς 65-B. Έτσι τελικά η λογική υποστηρίξεως της σχεδίασης με χρήση κάποιας συστηματικής σειράς εγκαταλείφθηκε και σαν "οδηγοί" σχεδίασης απλά υιοθετήθηκαν οι γενικές αρχές της επιλεχθείσας μονοεδρικής πρισματικής γάστρας μορφής βαθιού V καθώς και οι μορφές γάστρας των όμοιων πλοίων. Σαν εργαλείο δε προεκτίμησης της απαιτούμενης ισχύος χρησιμοποιήθηκε η ευρέως διαδεδομένη μέθοδος Savitsky.

Όσον αφορά την συμπεριφορά σε κυματισμούς, παραδοσιακά τα πλοία νέας τεχνολογίας παρουσιάζουν γενικά προβληματική συμπεριφορά λόγω της μεγάλης ταχύτητας υπηρεσίας τους και του μικρού τους εκτοπίσματος (σε σχέση με τις εξωτερικές διαστάσεις τους). Ιδιαίτερα στις ολισθάκατους η ανύψωση της γάστρας πάνω από την ελεύθερη επιφάνεια επιδεινώνει τα προβλήματα συμπεριφοράς σε κυματισμούς, καθώς στην περιοχή της ελεύθερης επιφάνειας η επίδραση των κυματισμών είναι ισχυρότερη [1]. Άλλωστε η ανωστική δύναμη που υποστηρίζει σε μεγάλο βαθμό το βάρος του πλοίου είναι ανάλογη του τετραγώνου της ταχύτητας και βέβαια της βρεχόμενης επιφάνειας του σκάφους. Λόγω της υψηλής αναπτυσσόμενης ταχύτητας η δύναμη είναι πολύ μεγάλη και οδηγεί στην ολίσθηση και την ανύψωση του σκάφους πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας. Σε συνθήκες σημαντικών κυματισμού η τιμή αυτής της δύναμης μεταβάλλεται συνεχώς λόγω της συνεχούς αλλαγής της βρεχόμενης επιφάνειας συνεπεία των κινήσεων του σκάφους (πέραν της μεταβολής της ταχύτητας του σκάφους) με αποτέλεσμα την συνεχώς μεταβαλλόμενη και κατά επέκταση ασταθή συμπεριφορά του σκάφους σε κυματισμούς.

Σε επίπεδο αρχικής προεκτίμησης, η εξαγωγή κάποιων προσεγγιστικών συμπερασμάτων μπορεί να γίνει γενικά με βάση την γωνία ανύψωσης πυθμένα β και το πλάτος B του σκάφους.

Γενικά μεγάλες τιμές γωνίας ανύψωσης πυθμένα βοηθούν την καλή συμπεριφορά σε κυματισμούς [2]. Στην προκειμένη περίπτωση, το σχεδιασθέν σκάφος έχει μια μέση τιμή από το σύνολο του εύρους τιμών υπαρχόντων γωνιών ανύψωσης πυθμένα. Συνεπώς δεν δύναται εξαχθεί κάποιο τελικό συμπέρασμα για την επίδραση του β στην συμπεριφορά σε κυματισμούς. Από την άλλη παρατηρείται ότι το πλάτος του σχεδιασθέντος πλοίου είναι αρκετά μεγάλο σε σχέση με το μήκος του, αρκετά αυξημένο σε σχέση με αυτό των όμοιων πλοίων. Λογικά αυτό θα έχει μάλλον θετική επίδραση στην ευστάθεια του σκάφους, αφού τα \mathbf{KB} και \mathbf{KG} δεν εξαρτώνται άμεσα από το πλάτος, ενώ $\mathbf{BM}=\mathbf{I}_T/\nabla$, όπου η ροπή αδρανείας της ισάλου επιφανείας $\mathbf{I}_T \cong \mathbf{k}_T \mathbf{LB}^3$ (\mathbf{k}_T συντελεστής ιδιομορφίας ισάλου) [11]. Συνεπώς μεγάλο \mathbf{B} αυξάνει το \mathbf{BM} , άρα και το μετακεντρικό ύψος \mathbf{GM} , βάσει της σχέσης $\mathbf{GM}=\mathbf{KB}+\mathbf{BM}-\mathbf{KG}$. Άλλωστε το ίδιο το \mathbf{GM} προέκυψε υψηλό – πάνω από 2 μέτρα για όλες τις καταστάσεις φορτώσεως, κάτι που συνηγορεί υπέρ της αρχικής ευστάθειας του πλοίου. Από την άλλη, μεγάλο πλάτος και υψηλό \mathbf{GM} συνεπάγονται μικρή ιδιοπερίοδο διατοιχισμού. Με τη σειρά της χαμηλή περίοδος διατοιχισμού προκαλεί υψηλές εγκάρσιες επιταχύνσεις της κατασκευής [11], κάτι που θα είναι αρνητικό για τους επιβάτες του πλοίου. Γενικά όμως για ένα ταχύπλοο σκάφος– όπου λόγω της μεγάλης αναπτυσσόμενης ταχύτητας και της κίνησης μεγάλου μέρους της γάστρας εκτός νερού αυξάνονται οι πιθανότητες ανατροπής συνεπεία της μειωμένης βρεχόμενης ισάλου επιφάνειας, προέχει η εξασφάλιση συνθηκών ασφαλούς πλεύσης κατάλληλων για την μη ανατροπή του σκάφους, έναντι της άνεσης των επιβαινόντων. Έτσι η γρήγορη επαναφορά του σκάφους, η οποία υπαγορεύεται από την χαμηλή περίοδο διατοιχισμού του, κρίνεται ως θετικό στοιχείο για το σχεδιασθέν σκάφος.

Η ακριβής ανάλυση της συμπεριφοράς σε κυματισμούς του σχεδιασθέντος μοντέλου με χρήση κατάλληλου λογισμικού θα μπορούσε να αποτελέσει βασικό μελλοντικό αντικείμενο κατά την περαιτέρω μελέτη του σκάφους. Εφόσον διαπιστωθεί μια μη ικανοποιητική συμπεριφορά, θα μπορεί να εξεταστεί σαν ενδεχόμενο η χρήση πιο σύγχρονων σύνθετων υλικών για την κατασκευή του σκάφους, προκειμένου να μειωθεί το βάρος της μεταλλικής κατασκευής του και έτσι να εξοικονομηθεί επιπλέον “διαθέσιμο” περιθώριο βάρους, το οποίο θα αφιερωθεί σε τοποθέτηση συστημάτων ελέγχου κινήσεων σε θαλασσοταραχή (ride control systems). Τα συστήματα αυτά συνήθως αποτελούνται από πτερύγια που κινούνται με την βοήθεια

υδραυλικών κινητήρων, ελέγχονται από ηλεκτρονικούς υπολογιστές και αποδεικνύονται ιδιαίτερα αποτελεσματικά στην βελτίωση της συμπεριφοράς σε κυματισμούς [1].

Η μείωση του βάρους της μεταλλικής κατασκευής ενδεχομένως να επιτρέψει και την δυνατότητα ενσωμάτωσης περισσότερων οπλικών συστημάτων επί του εκπονημένου σκάφους (π.χ. σύστημα εναπόθεσης ναρκών). Επιπλέον θα βοηθήσει και στην μείωση του ίχνους του σκάφους στα πλαίσια μίας ανασχεδίασης της υπερκατασκευής για την κάλυψη απαιτήσεων χαμηλής ανιχνευσιμότητας αυτού. Έτσι προσδοκείται ότι το τελικά σχεδιασθέν σκάφος θα αποτελέσει μια πληρέστερη και αποτελεσματικότερη αμυντική θαλάσσια πλατφόρμα για της ανάγκες της Εθνικής μας Άμυνας.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

α. Σχέδιο Ναυπηγικών γραμμών

β. Κατασκευαστικό σχέδιο Μέσης Τομής

γ. Σχέδιο Γενικής Διάταξης

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] ΖΑΡΑΦΩΝΙΤΗΣ, *“Μελέτη και σχεδίαση πλοίων νέας τεχνολογίας”*, Ε.Μ.Π
- [2] DANIEL SAVITSKY, *“Planing Craft”*, *Naval Engineers Journal*, February 1985
- [3] Graham Scott, *“A guide to the Applications of Marine Jet Drives”*, Ultra Dynamic. Inc., Columbus, Ohio USA, June 2002
- [4] IZVOR GRUBISIC, *“Reliability of Weight Prediction on the small craft compact design”*, University of Zagreb, Croatia
- [5] Ε.Κ. ΜΠΟΥΛΟΥΓΟΥΡΗΣ, Α.Δ.ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ, *“Μελέτη και Σχεδίαση πλοίων ειδικού τύπου”*, Αθήνα 2008
- [6] EDWARD V. LEWIS, *“Principles of Naval Architecture Second Revision, Volume II: Resistance, Propulsion and Vibration”*, The Society of Naval Architects and Marine Engineers
- [7] INTERNATIONAL STANDARD ISO/FDIS 12217-1:2001 (E), *“Small craft-Stability and Buoyancy assessment and Categorization-Part 1:Non-sailing boats of hull length greater or equal to 6 m”*
- [8] INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO), MSC 73/21/Add.1, Annex 5: Resolution MSC.97(73) – Adoption of the International Code of Safety for High-Speed Craft, 2000 (2000 HSC CODE), 14 December 2000
- [9] DANIEL SAVITSKY & D.WARD BROWN, *“Procedures for Hydrodynamics Evaluation of Planing Hulls in Smooth and Rough Water”*, Marine Technology, Vol. 13, Oct 1976
- [10] LLOYD'S REGISTER of SHIPPING (LR), *“Rules and Regulations for the Classification of Special Service Craft”*
- [11] ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ, *“Μελέτη Πλοίου, Μεθοδολογίες Προμελέτης, Τεύχος 1”*, Ε.Μ.Π.