



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΕΤΑΣΚΕΥΗ ΠΛΟΙΟΥ

SHIP CONVERSION

ΣΥΓΓΡΑΦΕΑΣ : ΜΠΟΥΡΕΚΑ ΜΑΡΙΑ
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΧΑΤΖΗΚΩΝΣΤΑΝΤΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΑΘΗΝΑ 2022



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Διπλωματική εργασία

Μετασκευή πλοίου

Συγγραφέας

Μπουρέκα Μ. Μαρία (Α.Μ: 51116064)

Επιβλέπων Καθηγητής

Χατζηκωνσταντής Γεώργιος

Επίκουρος Καθηγητής Π.Α.Δ.Α

Ημερομηνία εξέτασης

02/12/2022

Εξεταστική Επιτροπή

Χατζηκωνσταντής Γεώργιος
Επίκουρος Καθηγητής ΠΑΔΑ

Μαζαράκος Θωμάς
Επίκουρος Καθηγητής ΠΑΔΑ

Παγώνης Δημήτριος Νικόλαος
Αναπληρωτής Καθηγητής ΠΑΔΑ

Δήλωση συγγραφέα διπλωματικής εργασίας

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Μπουρέκα Μαρία του Μιχαήλ με αριθμό μητρώου 51116064 φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών και του Τμήματος Ναυπηγών Μηχανικών δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια στην οποία είχα κατά την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επιπροσθέτως, οι πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες αναφέρονται στον σύνολο τους με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή περιοδικό συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, επιβεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από εμένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου όσο και του ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου.»

Ο/Η Δηλών/ούσα



Μπουρέκα Μαρία

Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία με θέμα «Μετασκευή Πλοίου» εκπονήθηκε στο τμήμα Ναυπηγών Μηχανικών της σχολής Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής.

Αρχικά, θα επιθυμούσα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή της διπλωματικής εργασίας κύριο Χατζηκωνσταντή Γεώργιο ως προς την μεγάλη βοήθεια και στήριξη κατά την διάρκεια της πραγματοποίησης της εργασίας μου. Καθώς και για την πολύ όμορφη συνεργασία που υπήρχε μεταξύ μας και την άμεση ανταπόκρισή του σε όλες μου τις ερωτήσεις, όποτε και εάν προέκυπταν.

Επιπλέον, μια ακόμα επιθυμία μου είναι να ευχαριστήσω την εταιρεία «Shipinvestigation Co» που μου παραχώρησε όλα τα απαραίτητα αρχεία και βήματα που χρειαζόμουν για την επίτευξη της εργασίας μου με επιτυχία.

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ θα ήθελα να εκφράσω σε όλους του ανθρώπους που ήταν δίπλα μου κατά την διάρκεια της πραγματοποίησης της εργασίας για την στήριξη και το κουράγιο που μου πρόσφεραν.

Περίληψη

Το θέμα της παρούσας διπλωματικής εργασίας αναφέρει τη μετασκευή ενός Ε/Γ-Ο/Γ ανοικτού τύπου πλοίο με μήκος 33,34 m. Στόχος της εργασίας αρχικά, θα είναι ο έλεγχος των σχεδίων και των μελετών του υπάρχοντος πλοίου και στην συνέχεια η δημιουργία σχεδίων και μελετών του νέου πλοίου μετά την μετασκευή.

Η μετασκευή που θα αναλυθεί παρακάτω αναφέρεται στην αύξηση της μεταφορικής ικανότητας των οχημάτων ύστερα από απαίτηση του πλοιοκτήτη. Για τον σκοπό αυτό, θα τοποθετηθεί στο παράλληλο τμήμα του πλοίου ένα νέο κομμάτι με μήκος 5 m. Αποτέλεσμα είναι ότι με την βοήθεια του νέου κομματιού αυξάνονται τα οχήματα ιδιωτικής χρήσης που μπορεί να μεταφέρει το πλοίο από 32 σε 38.

Το πλοίο κατά την πορεία της διπλωματικής εργασίας θα εξετασθεί με την υπάρχουσα νομοθεσία και θα γίνουν αναφορές σε σχέδια και σε μελέτες που χρειάζονται. Αποτέλεσμα θα είναι να καλυφθούν όλες οι απαιτήσεις των κανονισμών για την σωστή πραγματοποίηση της μετασκευής και η δημιουργία των νέων σχεδίων και μελετών.

Λέξεις κλειδιά: Μετασκευή, επιμήκυνση, νέο τμήμα, μεταφορική ικανότητα

Abstract

The subject of the present thesis is the reconstruction of an open type Ro/Ro-passenger ship with an initial length of 33, 34 m. In more detail, the main objectives of subject thesis are the review of all existing relevant plans and studies of the current ship and the creation of the necessary new plans and corresponding studies, essential for the specific reconstruction.

The goal of the reconstruction is the increase of the vessel's vehicle-carrying capacity, according to the ship-owner's request. To meet the specific requirement, a new 5 m length section is placed in the ship's parallel section.

Furthermore, the resulting reconstructed ship will also be examined for compliance with the current legislation. Lastly, the final part will be to satisfy all the requirements of a feasible and appropriate reconstruction, apart from the creation of new plans and new studies.

Key words: Conversion, lengthening, new section, carrying capacity

Περιεχόμενα

Δήλωση συγγραφέα διπλωματικής εργασίας.....	2
Ευχαριστίες.....	4
Περίληψη	5
Abstract.....	6
Περιεχόμενα πινάκων	9
Περιεχόμενα εικόνων.....	9
1. Εισαγωγή.....	10
2. Νέο τμήμα.....	14
3. Υδροστατικά στοιχεία	17
4. Μελέτη γραμμής φορτώσεως και προσδιορισμός νέου βυθίσματος.....	18
5. Νέες διαστάσεις πλοίου:.....	28
6. Έλεγχος θέσης πωραίας στεγανής φρακτής, κατακλύσιμου μήκους και μήκους διαμερισμάτων	29
6.1 Προσδιορισμός κατακλύσιμου μήκους.....	29
6.2 Έλεγχος θέσης πωραίας στεγανής φρακτής.....	30
6.3 Έλεγχος μήκους διαμερισμάτων.....	31
7. Μελέτη κατάκλυσης.....	32
8. Μελέτη εγκάρσιας και διαμήκους αντοχής	36
8.1 Διαμήκης αντοχή	36
8.2 Εγκάρσια αντοχή	40
8.3 Αντοχή καταστώματος οχημάτων.....	57
8.4 Μελέτη υπολογισμού φορτίου κολώνας.....	61
9. Μελέτη επιβατών.....	65
10. Μελέτη Θέρμανσης - Αερισμού.....	72
11. Μελέτη επάρκειας πηδαλίου.....	75
12. Μελέτη βάρους νέου τμήματος.....	77
13. Υπολογισμός βάρους άφορτου πλοίου	80
14. Μελέτη ευστάθειας	83
15. Μελέτη ευστάθειας έναντι βλάβης	93
16. Επιστολή άδειας σχεδίων και μελετών	94
17. Συμπεράσματα	95
18. Προτάσεις	97

19. Βιβλιογραφία	98
20. Παράρτημα.....	99

Περιεχόμενα πινάκων

Πίνακας 1. Πίνακας συντεταγμένων γραμμής ορίου βυθίσεως - Margin Line	33
Πίνακας 2. Υπολογισμός Διαμήκους Αντοχής	37
Πίνακας 3. Υπολογισμός βάρους νέου τμήματος.....	78
Πίνακας 4. Βάρος νέου τμήματος.....	82
Πίνακας 5. Υπολογισμός κατανομή επιβατών.....	84
Πίνακας 6. Υδροστατικά στοιχεία	100
Πίνακας 7. Πίνακας κατακλύσιμων μηκών	102
Πίνακας 8. Ευστάθεια πλοίου για τις καταστάσεις φόρτωσης.....	106

Περιεχόμενα εικόνων

Εικόνα 1. Σχέδιο γενικής διάταξης πατρικού πλοίου	12
Εικόνα 2. Σχέδιο ναυπηγικών γραμμών πατρικού πλοίου.....	13
Εικόνα 3. Νέο σχέδιο γενικής διάταξης.....	15
Εικόνα 4. Νέο σχέδιο ναυπηγικών γραμμών	16
Εικόνα 5. Σχέδιο καμπύλης κατακλύσιμων μηκών	34
Εικόνα 6. Κατασκευαστικό σχέδιο τομών νέου τμήματος	63
Εικόνα 7. Κατασκευαστικό σχέδιο εγκάρσιας φρακτής.....	64
Εικόνα 8. Εμβαδόν επιφανείας κλειστού σαλονιού.....	67
Εικόνα 9. Εμβαδόν επιφανείας του bridge deck.....	68
Εικόνα 10. Εμβαδόν επιφανείας του top bridge deck.....	69
Εικόνα 11. Εμβαδόν επιφανείας για το σαλόνι των επιβατών.....	74
Εικόνα 12. Σχέδιο πηδαλίου	76

1. Εισαγωγή

Η εργασία αφορά την μετασκευή ενός Ε/Γ-Ο/Γ ανοικτού τύπου πλοίου με όνομα «ΕΛΑΦΟΝΗΣΟΣ». Το πλοίο υπάγεται στην Ελληνική σημαία και εκτελεί πλόες κατηγορίας «ΛΙΜΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ» μεταξύ Ελαφονήσου - Νεάπολης. Η απαίτηση του πλοιοκτήτη είναι η αύξηση της μεταφορικής ικανότητας του πλοίου, όποτε συμφωνήθηκε να γίνει επιμήκυνση του πλοίου και να προστεθεί ένα κομμάτι μήκους 5 m. Αρχικά, θα πρέπει να αναφερθούν τα απαραίτητα βήματα για τον έλεγχο της μετασκευή που πρόκειται να πραγματοποιηθεί στο πλοίο. Τα βήματα αυτά είναι οι μελέτες που θα πραγματοποιηθούν στην συνέχεια της εργασίας, καθώς και τα σχέδια που περιέχονται για μία πιο ολοκληρωμένη εικόνα. Έπειτα θα πρέπει να παρουσιαστούν τα κύρια χαρακτηριστικά του πατρικού πλοίου.

Οι μελέτες που πρέπει να γίνουν κατά την εκπόνηση της εργασίας είναι αρχικά των υδροστατικών στοιχείων χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα Wolfson (με άδεια χρήσης από την εταιρία «Shipinvestigation Co»). Η δεύτερη μελέτη είναι για την γραμμή φορτώσεως, η οποία εκπονείται σύμφωνα με τους κανονισμούς από το Προεδρικό Διάταγμα 399/1980, περί γραμμών φορτώσεως των πλοίων και από την Διεθνής Σύμβαση, περί γραμμών φορτώσεως του πλοίου 1966. Επιπρόσθετα, θα πρέπει να γίνει η μελέτη κατάκλυσης, η οποία και αυτή πραγματοποιείται με το πρόγραμμα Wolfson (με άδεια χρήσης από την εταιρία «Shipinvestigation Co») και με το Προεδρικό Διάταγμα υπ' αριθμόν 611/1967, περί στεγανής υποδιαίρεσης πλοίων.

Επιπλέον, θα εκπονηθεί η μελέτη εγκάρσιας και διαμήκους αντοχής στην οποία θα υπάρχει επιπρόσθετα ο έλεγχος του καταστρώματος οχημάτων και ο έλεγχος για το φορτίο των κολονών. Η συγκεκριμένη μελέτη θα γίνει σύμφωνα με τους κανονισμούς του ABS RULES 2022. Στην συνέχεια θα πραγματοποιηθεί η μελέτη για τους επιβάτες, η οποία στηρίζεται σε δύο Προεδρικά Διατάγματα του 44/2011 και του 177/200. Το πρώτο διάταγμα αναφέρεται στην ενδιαιτήση και στον καθορισμό των επιβατών και το δεύτερο περί της καταλληλότητας των οχηματογωγών πλοίων. Επιπρόσθετα, θα πραγματοποιηθεί η μελέτη ευστάθειας, η οποία βασίζεται στον Βασιλικό Διάταγμα υπ' αριθμόν 740/1969 και στο πρόγραμμα Wolfson (με άδεια χρήσης από την εταιρία «Shipinvestigation Co»). Τέλος, οι τελευταίες δύο μελέτες που θα πραγματοποιηθούν είναι η μελέτη θέρμανσης και αερισμού για το κλειστό σαλόνι με τους κανονισμούς από τα διατάγματα που χρησιμοποιήθηκαν και στην μελέτη των επιβατών. Όπως επίσης και η μελέτη για την επάρκεια του πηδαλίου που στηρίζεται στον κανονισμό του Γερμανικού Νηογνώμονα.

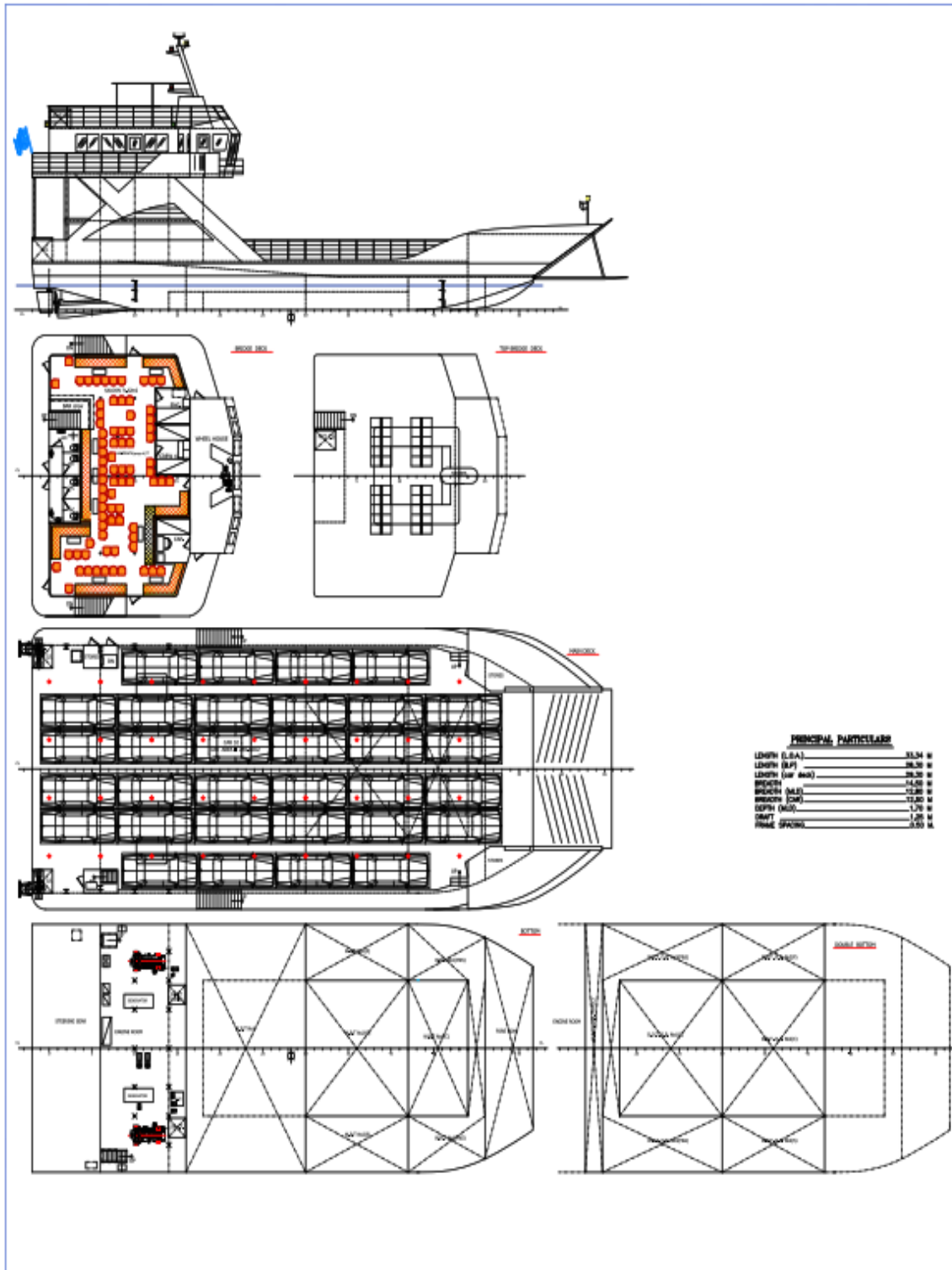
Τα βασικά σχέδια που θα παρουσιαστούν στην εργασία είναι το σχέδιο γενική διάταξης (πατρικού και νέου πλοίου), το σχέδιο ναυπηγικών γραμμών (πατρικού και νέου πλοίου) και το κατασκευαστικό σχέδιο του νέου τμήματος που προστέθηκε.

Τέλος, αφού αναφέρθηκαν όλα τα απαραίτητα βήματα (μελέτες, σχέδια) θα παρουσιάσουν στην συνέχεια οι βασικές διαστάσεις του πλοίου, που είναι οι εξής:

- $L_{OA} = 33,34$ m
- $L_{BP} = 28,30$ m
- $L_{WL} = 33,91$ m
- $L_{CAR DECK} = 29,30$ m
- $B_{MAX} = 14,50$ m
- $B_{MOUL} = 12,80$ m
- $B_{CAR DECK} = 12,50$ m
- Depth = 1,70 m
- Draft = 1,25 m
- Frame Spacing = 0,5 m

Τα απαραίτητα σχέδια του πατρικού πλοίου που πάρθηκαν για την εκπόνηση της εργασίας θα παρουσιαστούν παρακάτω.

Σχέδιο γενικής διάταξης πατρικού πλοίου



Εικόνα 1. Σχέδιο γενικής διάταξης πατρικού πλοίου

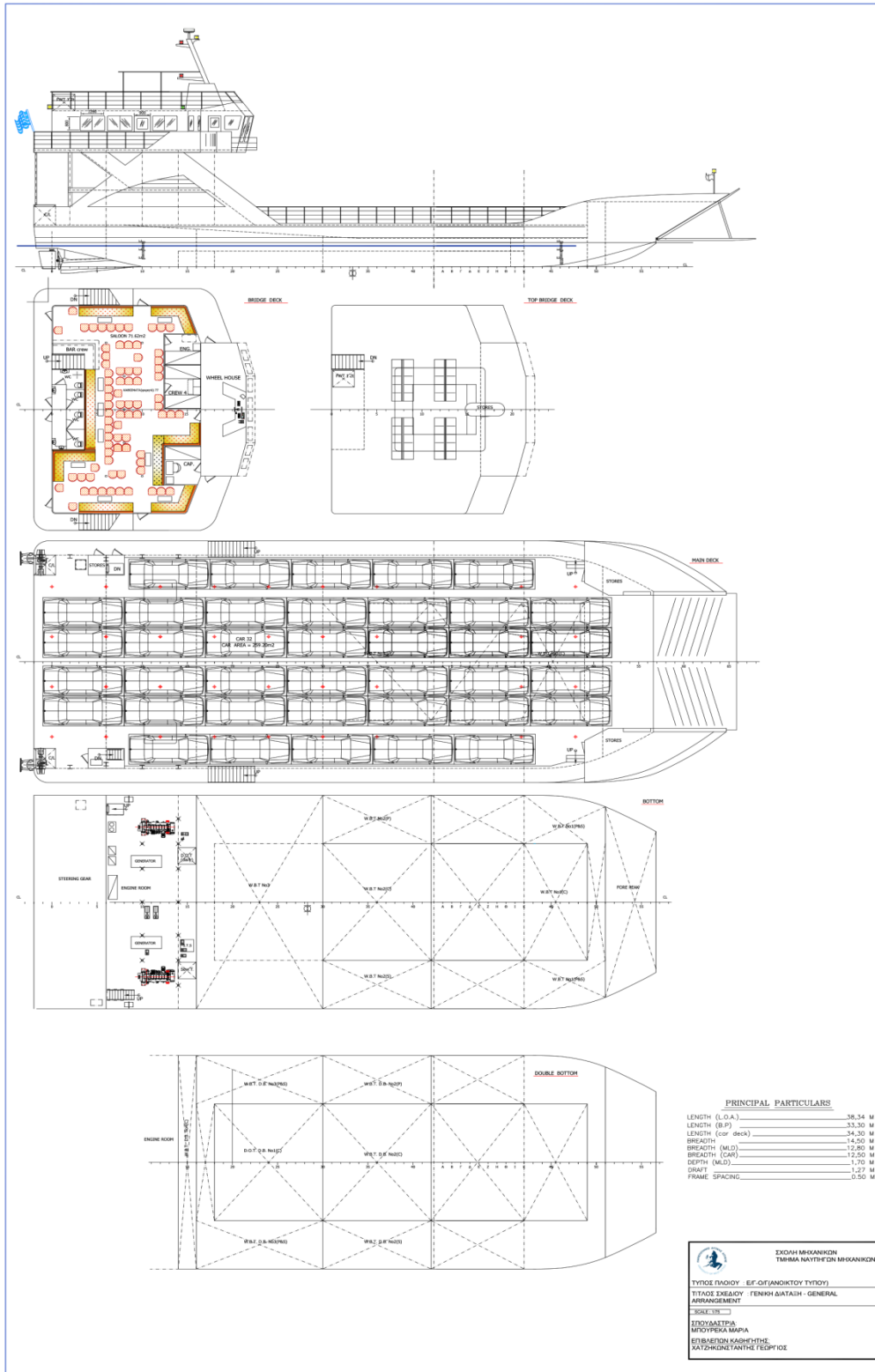
2. Νέο τμήμα

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω θα γίνει επιμήκυνση του πλοίου και θα προστεθεί ένα νέο τμήμα μήκους 5m, το οποίο θα είναι όμοιο με την κατασκευαστική δομή των υπαρχόντων διαμερισμάτων του πλοίου και δεν θα υπάρχει κάποια δεξαμενή. Επίσης, θα προστεθεί στο παράλληλο τμήμα του πλοίου και πώρα από τον χώρο ενδιαίτησης. Για να δημιουργηθούν τα νέα σχέδια και οι μελέτες θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν και να μελετηθούν όλες οι υπάρχουσες μελέτες και τα υπάρχοντα σχέδια (που παραχωρήθηκαν από την εταιρία «Shipinvestigation Co»). Επιπλέον, θα πρέπει να καλύπτονται όλοι οι κανονισμοί από τα Διατάγματα που υπάγονται στην κάθε μελέτη.

Η τομή για την προσθήκη του νέου κομματιού θα είναι 150 χιλιοστά πώρα του νομέα 42, διότι δεν μπορεί να γίνει τομή ακριβώς πάνω στην φρακτή, η οποία βρίσκεται στο νομέα αυτόν. Επιπλέον, οι καινούργιοι νομείς του τμήματος θα καταταχθούν με αλφαβητική σειρά ως εξής: Α, Β, Γ, Δ, Ε, Ζ, Η, Θ, Ι, και Κ όπου Θ θα είναι φρακτή του νέου τμήματος που θα βρίσκεται 250 χιλιοστά πώρα του νομέα Θ για λόγους κατάκλυσης, οι οποίοι θα αναφερθούν παρακάτω.

Στην συνέχεια θα παρουσιαστούν το σχέδιο γενικής διάταξης και το σχέδιο ναυπηγικών γραμμών μετά την προσθήκη του νέου τμήματος.

Νέο σχέδιο γενικής διάταξης



Εικόνα 3. Νέο σχέδιο γενικής διάταξης

3. Υδροστατικά στοιχεία

Μετά από χρήση του προγράμματος Wolfson (με άδεια χρήσης από την εταιρεία «Shipinvestigation Co») υπολογίστηκαν τα υδροστατικά στοιχεία του καινούργιου πλοίου (βλ. Παράρτημα Ι.). Τα βυθίσματα που χρησιμοποιήθηκαν για να υπολογιστούν τα υδροστατικά στοιχεία αρχίζουν από τα 0,0 m και τελειώνουν στα 2,00 m, αυξανόμενα κατά 0,250 m. Επιπρόσθετα, έχει οριστεί διαγωγή που αρχίζει από τα 0,0 m και τελειώνει στο 0,250 m.

4. Μελέτη γραμμής φορτώσεως και προσδιορισμός νέου βυθίσματος

Η μελέτη που θα πραγματοποιηθεί παρακάτω βασίζεται στο μέρος II και άρθρο 23 του Προεδρικού Διατάγματος 399/1980. Εφόσον το μήκος του πλοίου είναι άνω των 24 m, η μελέτη γραμμής φορτώσεως θα πραγματοποιηθεί με βάση τις διατάξεις της Διεθνούς Σύμβασης περί γραμμών φορτώσεως του 1966.

*Ως γραμμή φορτώσεως ορίζεται η ανώτατη επιτρεπόμενη ίσαλος στην οποία το πλοίο πλέει με ασφάλεια.

Σύμφωνα με τη Διεθνή Σύμβαση περί γραμμών φορτώσεως θα επιλεγθεί ο τύπος του πλοίου ώστε να προσδιοριστεί το βασικό ύψος εξάλων.

Οι τύποι διακρίνονται στις δύο παρακάτω κατηγορίες.

- Πλοία τύπου A: πλοία για τη μεταφορά υγρών φορτίων
- Πλοία τύπου B: πλοία που δεν είναι τύπου A

Το πλοίο ανήκει στην δεύτερη περίπτωση δηλαδή είναι τύπου B.

Ο υπολογισμός για το μήκος ισάλου L_{WL} και για το μήκος μεταξύ καθέτων L_{BP} θα γίνει σύμφωνα με τον κανονισμό 3 της Διεθνούς Σύμβασης που προαναφέρθηκε με θεωρητικό βύθισμα στο 85% του πλευρικού βάθους (D).

Επομένως έχουμε:

$$D_{85\%} = 85\% * 1,700 \Rightarrow D_{85\%} = 0,85 * 1,700 \Rightarrow \mathbf{D_{85\%} = 1,445 \text{ m}}$$

$$L_{WL} = 34,215 \text{ m} * 0,96 \Rightarrow \mathbf{L_{WL} = 32,846 \text{ m}}$$

$$\mathbf{L_{BP} = 33,30 \text{ m}}$$

Σαν μήκος υπολογισμού σύμφωνα με τον κανονισμό επιλέχθηκε το μεγαλύτερο μεταξύ των παραπάνω μηκών.

Οπότε:

Μήκος υπολογισμού θα είναι $\rightarrow \mathbf{L_{BP} = 33,30 \text{ m}}$

KANONISMΟΣ 28: Βασικό ύψος εξάλων

Με τη χρήση του πίνακα από τον παραπάνω κανονισμό της Διεθνούς Σύμβασης περί γραμμών φορτώσεως προσδιορίζονται τα βασικά ύψη εξάλων για διάφορα μήκη στα οποία παρεμβάλλεται το μήκος υπολογισμού για την συγκεκριμένη περίπτωση. Έτσι, με τη βοήθεια της γραμμικής παρεμβολής θα βρεθεί το βασικό ύψος εξάλων, που αναλογεί στο μήκος υπολογισμού της συγκεκριμένης περίπτωσης.

$$L_0 = 33,00 \text{ m} \quad \text{Y.E.}_0 = 275 \text{ mm}$$

$$L_1 = 33,30 \text{ m} \quad \text{Y.E.}_1 = ;$$

$$L_2 = 34,00 \text{ m} \quad \text{Y.E.}_2 = 283 \text{ mm}$$

$$\text{Y.E.}_1 = \text{Y.E.}_0 + (L_1 - L_0) * \left(\frac{\text{Y.E.}_2 - \text{Y.E.}_0}{L_2 - L_0} \right) =>$$

$$\text{Y.E.}_1 = 275 + (33,30 - 33,00) * \left(\frac{283 - 275}{34,00 - 33,00} \right) =>$$

$$\text{Y.E.}_1 = 275 + (0,3 * 8) =>$$

$$\text{Y.E.}_1 = 277,40 \text{ mm}$$

KANONISMΟΣ 29: Διόρθωση ύψους εξάλων για το μήκος

Η διόρθωση για το ύψος εξάλων πραγματοποιείται μόνο για πλοία που έχουν μήκος μικρότερο των 100 m . Το πλοίο υπάγεται στην κατηγορία για πλοία τύπου Β με μήκος 24 m έως 100 m και έχει συνεχή υπερκατασκευάσματα με πραγματικό μήκος μέχρι το 35% του μήκους του πλοίου.

Από τη Διεθνή Σύμβαση υπολογίστηκε ότι το ύψος εξάλων θα αυξηθεί κατά την τιμή που βρίσκεται από τον παρακάτω τύπο:

$$7,50 * (100 - L) * \left(0,35 - \frac{E}{L}\right)$$

Όπου:

- E: είναι το πραγματικό μήκος των υπερκατασκευασμάτων του οποίου ο υπολογισμός φαίνεται παρακάτω.
- L: είναι το μήκος υπολογισμού που έχει προσδιοριστεί στην αρχή της μελέτης.

Υπολογισμός μήκους υπερκατασκευασμάτων:

1) Μήκος υπερκατασκευής: FR No 0 – FR No 8

$$E_K = 4,00 \text{ m}$$

$$E_1 = \frac{0,80}{0,90} * 4,00 \Rightarrow E_1 = 3,555 \text{ m}$$

2) Μήκος υπερκατασκευής: FR No 8 – FR No 34

$$E_K = 12,950 \text{ m}$$

$$E_2 = \frac{0,40}{0,90} * \frac{12,950}{2} \Rightarrow E_2 = 2,877 \text{ m}$$

Όποτε:

$$E = E_1 + E_2 = 3,555 + 2,877 \Rightarrow$$

$$E = 6,432 \text{ m}$$

Επομένως,

$$Y.E._2 = 7,50 * (100 - L) * \left(0,35 - \frac{E}{L}\right) =>$$

$$Y.E._2 = 7,50 * (100 - 33,30) * \left(0,35 - \frac{6,432}{33,30}\right) =>$$

$$Y.E._2 = 78,539 \text{ mm}$$

KANONΙΣΜΟΣ 30: Διόρθωση ύψους εξάλων για τον συντελεστή εκτοπίσματος C_B

Ο συντελεστής γάστρας C_B είναι ο λόγος του όγκου εκτοπίσματος ως προς τον όγκο του ορθογώνιου παραλληλεπιπέδου με διαστάσεις L , B και T .

Υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο:

$$C_B = \frac{V}{L * B * T}$$

Όπου :

- $V = 540.37 \text{ m}^3$, ο όγκος του εκτοπίσματος σε βύθισμα 1,445 m (βλ. Παράρτημα I) διαιρώντας με το $1,025 \frac{t}{\text{m}^3}$ για να γίνει η μετατροπή από τόννους (t) σε κυβικά μέτρα (m^3).
- $L = 33,30 \text{ m}$ το μήκος υπολογισμού που έχει προσδιοριστεί στην αρχή της μελέτης.
- $B = 12,80 \text{ m}$ το πλάτος του πλοίου σε βύθισμα 1,445 m.
- $T = 1,445 \text{ m}$ το βύθισμα του πλοίου.

Αφού έχουμε όλα τα στοιχεία υπολογίζεται τελικά το C_B

$$C_B = \frac{544,74 \text{ m}^3}{33,30 \text{ m} * 12,80 \text{ m} * 1,445 \text{ m}} =>$$

$$C_B = 0,884 > 68\%$$

Η Διεθνής Σύμβαση αναφέρει ότι εάν ο συντελεστής γάστρας υπερβαίνει το 0.68% τότε το ύψος εξάλων πολλαπλασιάζεται με $\frac{C_B+0,68}{1,36}$,

$$(Y.E._1 + Y.E._2) * \left(\frac{C_B + 0,68}{1,36} \right) = (277,40 + 78,539) * \left(\frac{0,884 + 0,68}{1,36} \right) \Rightarrow$$

$$355,939 * 1,15 = 409,33 \text{ mm}$$

Επομένως, η διόρθωση είναι:

$$Y.E._3 = 409,33 - (Y.E._1 + Y.E._2) \Rightarrow$$

$$Y.E._3 = 409,33 - (277,40 + 78,539) \Rightarrow$$

$$Y.E._3 = 53,39 \text{ mm}$$

KANONΙΣΜΟΣ 31: Διόρθωση ύψους εξάλων για το βάθος

Θα πρέπει να υπολογιστεί ο λόγος $\frac{L}{15}$ και το αποτέλεσμα να είναι μεγαλύτερο του βάθους (D), ώστε να μην γίνει διόρθωση του ύψους εξάλων σύμφωνα πάντα με τη Διεθνή Σύμβαση περί γραμμών φορτώσεως.

$$\frac{L}{15} = \frac{33,30 \text{ m}}{15} \Rightarrow$$

$$\frac{L}{15} = 2,22 \text{ m} > 1,70 \text{ m}$$

Αφού το αποτέλεσμα βγήκε μεγαλύτερο από το βάθος (D) τότε δεν θα γίνει ουδεμία διόρθωση.

ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ 37: Έκπτωση για υπερκατασκευάσματα και πυργωτά υπερκατασκευάσματα

Μήκος :	24	85	122
Διαφορά μήκους :		64	37
Έκπτωση :	350	860	1070
Διαφορά εκπτώσεων :		510	210

Για τα πρώτα 24 m η έκπτωση θα είναι 350 mm.

Για τα 33,30 m η έκπτωση θα είναι 427,754 mm.

Από γραμμική παρεμβολή που θα γίνει στα παρακάτω υπολογίζεται:

24	350
33,30	x
85	860

$$x = 350 + (8600 - 350) * \left(\frac{33,30 - 24}{85 - 24} \right) =>$$

$$x = 350 + 77,75 =>$$

$$\mathbf{x = 427,75 \text{ mm}}$$

Οπότε, η ολική έκπτωση που θα γίνει θα είναι:

$$\frac{E}{L} = \frac{6,432}{33,30} \Rightarrow$$

$$\frac{E}{L} = 0,193$$

Επίσης, πρέπει να ορισθεί το ποσοστό έκπτωσης από τον πίνακα του κανονισμού 37 για πλοία τύπου Β με τη βοήθεια της γραμμική παρεμβολής ανάμεσα στις τιμές για 0,1 L και για 0,2 L, αφού η ολική έκπτωση που υπολογίστηκε παρεμβάλλεται στις παραπάνω.

Όποτε, προκύπτει:

0,10 L	6,30
0,193 L	y
0,20 L	12,70

$$y = 6,30 + (0,193 L - 0,1 L) * \left(\frac{12,70 - 6,30}{0,20L - 0,10L} \right) \Rightarrow$$

$$y = 6,30 + 5,952 \Rightarrow$$

$$y = 12,252 \%$$

Επομένως: **ΕΚΠΤΩΣΗ: 12,252 % * 427,75 = -52,408 mm**

ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ 38: Σιμότητα καταστώματοςΚανονική Σιμότητα

ΘΕΣΗ	ΤΕΤΑΓΜΕΝΗ (mm)	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ	ΣΥΝΟΛΟ
ΠΡΥΜΝΑΙΑ ΚΑΘΕΤΟΣ	$25 * \left(\frac{33,30}{3} + 10 \right) = 527,50$	1	527,50
1/3 L FROM A.P.	$11,1 * \left(\frac{33,30}{3} + 10 \right) = 234,21$	3	702,63
1/6 L FROM A.P.	$2,8 * \left(\frac{33,30}{3} + 10 \right) = 59,08$	3	177,24
Στο μέσο του πλοίου	0	1	0
Σύνολο			1.407,37
Στο μέσο του πλοίου	0	1	0
1/3 L FROM F.P.	$5,6 * \left(\frac{33,30}{3} + 10 \right) = 118,16$	3	355,80
1/6 L FROM F.P.	$22,2 * \left(\frac{33,30}{3} + 10 \right) = 468,42$	3	1.405,26
F.P.	$50 * \left(\frac{33,30}{3} + 10 \right) = 1050$	1	1050
Σύνολο			2.811,06

Επομένως, η συνολική κανονική σιμότητα είναι: $1.407,37 + 2.811,06 = 4.218,43$

Πραγματική Σιμότητα

ΘΕΣΗ	ΤΕΤΑΓΜΕΝΗ (mm)	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ	ΣΥΝΟΛΟ
ΠΡΥΜΝΑΙΑ ΚΑΘΕΤΟΣ	0	1	0
1/3 L FROM A.P.	0	3	0
1/6 L FROM A.P.	0	3	0
Στο μέσο του πλοίου	0	1	0
Σύνολο			0
Στο μέσο του πλοίου	0	1	0
1/3 L FROM F.P.	0	3	0
1/6 L FROM F.P.	0	3	0
F.P.	0	1	0
Σύνολο			0

Άρα η συνολική πραγματική σιμότητα είναι 0.

Η διόρθωση για την σιμότητα βασίζεται στην Διεθνή Σύμβαση περί γραμμών φορτώσεως, η οποία υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας τη σιμότητα με τη σχέση $0,75 - \frac{S}{2L}$

Το L από τον παραπάνω τύπο είναι το μήκος υπολογισμού που έχει προαναφερθεί, ενώ το S είναι το ολικός μήκος των πυργωτών υπερκατασκευασμάτων.

Σε αυτήν την περίπτωση δεν υπάρχει διαφορά μεταξύ κανονικής και πραγματικής σιμότητας, οπότε η διόρθωση γίνεται μόνο για την κανονική σιμότητα.

Οπότε,

$$\begin{aligned} 263,88 * \left(0,75 - \frac{S}{2L}\right) &= 263,88 * \left(0,75 - \frac{6,432}{2 * 33,30}\right) = 263,88 * (0,75 - 0,097) \\ &= 263,88 * 0,653 = \mathbf{172,33 \text{ mm}} \end{aligned}$$

Η Διεθνής Σύμβαση αναφέρει ότι μόνο το 50% της ανωτέρω διόρθωσης θα λαμβάνεται υπόψη.

Άρα τελικά:

$$Y.E._4 = 50\% * 172,33 \Rightarrow \mathbf{Y.E._4 = 86,16 \text{ mm}}$$

ΤΕΛΙΚΟ ΥΨΟΣ ΕΞΑΛΩΝ

Το τελικό ύψος εξάλων προκύπτει ως το άθροισμα των παραπάνω υψών που υπολογίστηκαν με βάση τους κανονισμούς της Διεθνούς Σύμβασης που προαναφέρθηκε.

- **ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ 28:** + 277,40 mm

- **ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ 29:** + 78,54 mm

- **ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ 30:** + 53,64 mm

- **ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ 31:** ---

- **ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ 37:** - 52,41 mm

- **ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ 38:** + 86,16 mm

ΣΥΝΟΛΟ = **443,33 mm ≈ 444 mm**

Άρα,

ΕΜΦΟΡΤΟ ΒΥΘΙΣΜΑ: 1,710 – 444 = 1266 mm = 1,266 m

5. Νέες διαστάσεις πλοίου:

Οι βασικές διαστάσεις που θα έχει το πλοίο μετά την προσθήκη του νέου τμήματος και μετά τον υπολογισμό του νέου βυθίσματος θα είναι οι παρακάτω:

- $L_{OA} = 38,34 \text{ m}$
- $L_{BP} = 33,30 \text{ m}$
- $L_{WL} = 38,91 \text{ m}$
- $L_{CAR DECK} = 34,30 \text{ m}$
- $B_{MAX} = 14,50 \text{ m}$
- $B_{MOULDED} = 12,80 \text{ m}$
- $B_{CAR DECK} = 12,50 \text{ m}$
- $Depth_{MOULDED} = 1,70 \text{ m}$
- $Draft_{MOULDED} = 1,266 \text{ m}$
- $Frame \text{ Spacing} = 0,50 \text{ m}$

6. Έλεγχος θέσης πρωαίας στεγανής φρακτής, κατακλύσιμου μήκους και μήκους διαμερισμάτων

Θα πρέπει να γίνει έλεγχος στη θέση της πρωαία στεγανής φρακτής, στα μήκη των διαμερισμάτων, αλλά και να βρεθεί το κατακλύσιμο μήκος σύμφωνα με το Βασιλικό Διάταγμα 611/1967.

6.1 Προσδιορισμός κατακλύσιμου μήκους

Αρχικά, θα πρέπει να βρεθεί το κατακλύσιμο μήκος. Ως κατακλύσιμο μήκος ορίζεται το μέγιστο τμήμα του μήκους του πλοίου σε ένα δεδομένο σημείο. Το μήκος αυτό έχει ως κέντρο το σημείο αυτό που όταν κατακλυσθεί τότε η γραμμή ορίου βυθίσεως (margin line) δεν θα βυθιστεί.

Βάση του μήκους της ισάλου που έχει το πλοίο $L_{WL} = 33,91$ m, το οποίο αντιστοιχεί σε βύθισμα 1,70 m θα προσδιοριστεί το απαιτούμενο κατακλύσιμο μήκος από το Βασιλικό Διάταγμα 611/1967 . Η απαίτηση που αναφέρεται στην παράγραφο 11 του άρθρου 8 για την υποδιαίρεση του πλοίου καλύπτεται από την συγκεκριμένη περίπτωση. Άρα ο υπολογισμός του κατακλύσιμου μήκους θα προκύψει από τις δύο παρακάτω επιλογές, όποια από τις δύο είναι μικρότερη.

$$L_{\text{κατακλύσιμο}} = 3\% * L_{WL} + 3,05 \text{ m} = 3 \% * 33,914 \text{ m} + 3,05 \text{ m} = 4,067 \text{ m}$$

ή

$$L_{\text{κατακλύσιμο}} = 10,67 \text{ m}$$

Το μικρότερο ανάμεσα στα παραπάνω μήκη είναι: $L_{\text{κατακλύσιμο}} = 4,067 \text{ m}$

6.2 Έλεγχος θέσης προραίας στεγανής φρακτής

Με βάση το Βασιλικό Διάταγμα 611/1967 και άρθρο 7 για τον έλεγχο της θέσης της προραίας στεγανής φρακτής αναφέρεται ότι θα πρέπει να είναι τοποθετημένη σε απόσταση ανάμεσα στο 5% του μήκους του πλοίου και στο 15% του μήκους του πλοίου.

Η προραία στεγανή φρακτή στην συγκεκριμένη περίπτωση βρίσκεται από το νομέα 52 έως το F.P. Το μήκος της οποίας είναι 2,809 m, με ισαπόσταση νομέων 0,50 m. Οπότε βρίσκεται εντός των ορίων, αφού ο κανονισμός που αναφέρεται παρακάτω ικανοποιείται.

$$5\% L_{WL} < \text{Μήκος διαμερίσματος προραίας στεγανής φρακτής} < 15\% L_{WL}$$

$$\rightarrow 5\% L_{WL} = 5\% * 33,914 = 1,69$$

$$\rightarrow 15\% L_{WL} = 15\% * 33,914 = 5,08$$

$$\rightarrow \mathbf{1,69} < 2,809 < 5,08$$

6.3 Έλεγχος μήκους διαμερισμάτων

Το κατακλύσιμο μήκος που υπολογίστηκε πριν δεν θα πρέπει να είναι μεγαλύτερο από το μήκος του κάθε διαμερίσματος του πλοίου.

Στο πλοίο βρίσκονται τα παρακάτω διαμερίσματα:

1. Engine room: Είναι από τον νομέα 6 μέχρι τον νομέα 16, άρα έχει μήκος $5\text{ m} > 4,067\text{ m}$ ($L_{\text{κατακλύσιμο}}$). Συνεπώς, το διαμέρισμα του μηχανοστασίου ικανοποιεί την απαίτηση.
2. W.B.T. No 3: Είναι από τον νομέα 16 μέχρι τον νομέα 30, άρα έχει μήκος $7\text{ m} > 4,067\text{ m}$ ($L_{\text{κατακλύσιμο}}$). Συνεπώς, το διαμέρισμα ικανοποιεί την απαίτηση.
3. W.B.T. No 2: Είναι από τον νομέα 30 μέχρι τον νομέα 42, άρα έχει μήκος $6\text{ m} > 4,067\text{ m}$ ($L_{\text{κατακλύσιμο}}$). Συνεπώς, το διαμέρισμα ικανοποιεί την απαίτηση.
4. W.B.T No 2A: Είναι από τον νομέα 42 μέχρι τον νομέα $\Theta+0,250$, άρα έχει μήκος $4,250\text{ m} > 4,067\text{ m}$ ($L_{\text{κατακλύσιμο}}$). Συνεπώς, το διαμέρισμα ικανοποιεί την απαίτηση.
5. W.B.T. No 1: Είναι από τον νομέα $\Theta+0,250$ μέχρι τον νομέα 49, άρα έχει μήκος $4,250 > 4,067\text{ m}$ ($L_{\text{κατακλύσιμο}}$). Συνεπώς, το διαμέρισμα ικανοποιεί την απαίτηση.

*Όλοι οι νομείς των διαμερισμάτων έχουν ισαπόσταση 500 χιλιοστά.

Παρατηρείται ότι όλα τα διαμερίσματα ικανοποιούν την απαίτηση.

7. Μελέτη κατάκλυσης

Αφού καλύπτονται οι απαραίτητοι κανονισμοί για την κατάκλυση, όπως αποδείχθηκε παραπάνω θα πραγματοποιηθεί στην συνέχεια η μελέτη κατάκλυσης. Αυτό συμβαίνει με την βοήθεια του προγράμματος Wolfson με άδεια χρήσης από την εταιρεία «Shipinvestigation Co». Η μελέτη πραγματοποιήθηκε σε εκτόπισμα 390,40 t, το οποίο αναλογεί σε βύθισμα 1,266 m. Η μελέτη υπολογίστηκε στην δυσμενέστερη κατάσταση με LCG = -1,964 m (διαμήκης θέση κέντρου βάρους) και VCB = 0,685 m. (κατακόρυφη θέση κέντρου άνωσης)

Αρχικά θα πρέπει να γίνει ο ορισμός των παρακάτω παραμέτρων:

Διαχωρητότητα – Premeability

Η διαχωρητότητα (permeability) ορίζεται ως το ποσοστό του χώρου, ο οποίος μπορεί να κατακλυσθεί με νερό. Μπορεί να λάβει τις παρακάτω τιμές σύμφωνα με το Βασιλικό Διάταγμα 611/1967, άρθρο 6:

- Διαχωρητότητα 0,85: για το διαμέρισμα του μηχανοστασίου.
- Διαχωρητότητα 0,95: για τα υπόλοιπα διαμερίσματα του πλοίου.

Γραμμή ορίου βυθίσεως – Margin Line

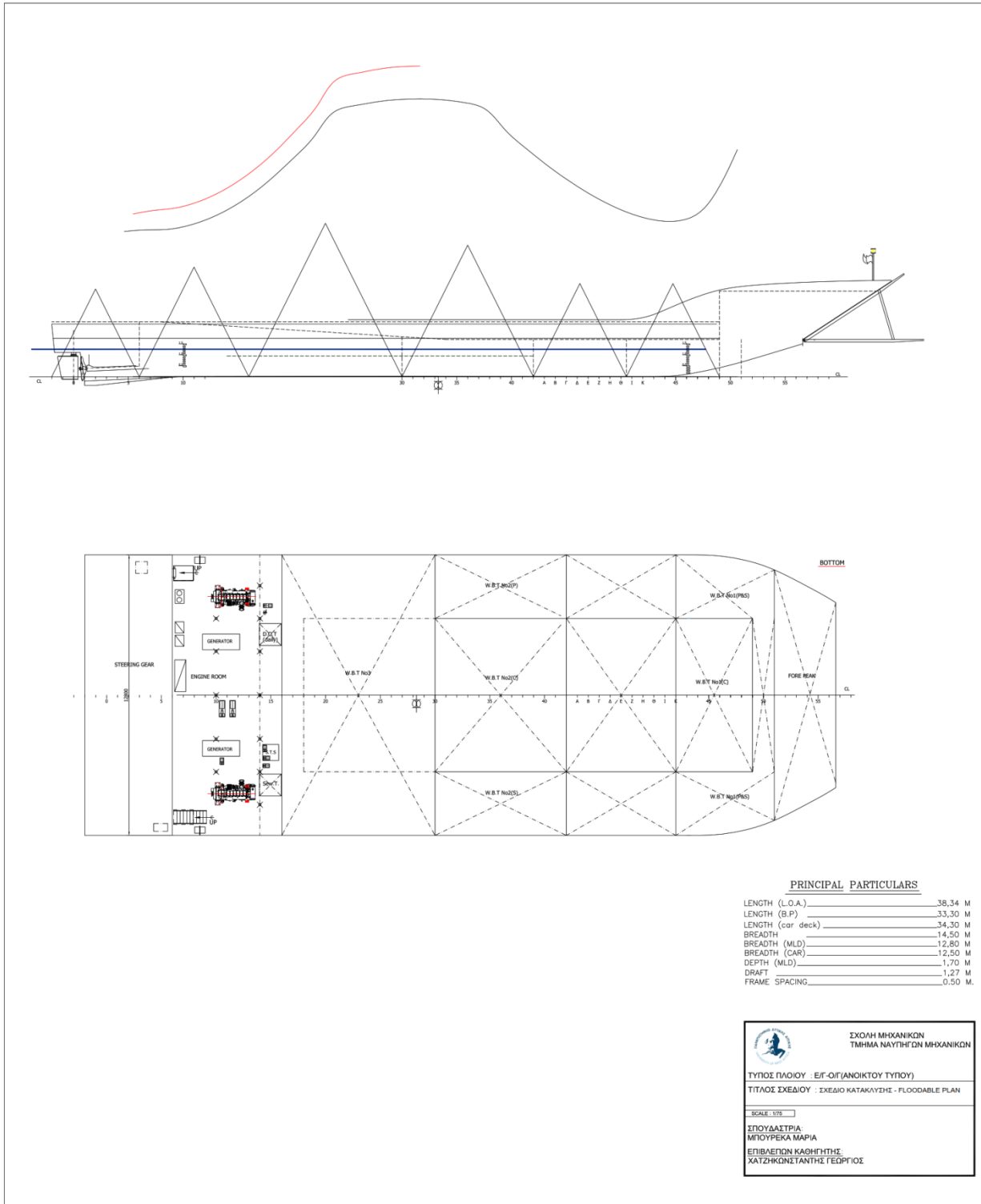
Η γραμμή ορίου βυθίσεως (margin line) ορίζεται ως μια νοητή γραμμή που υπάρχει 76 mm κάτω από την επιφάνεια του καταστρώματος στεγανών φρακτών και σε περίπτωση κατάκλυσης κάποιου διαμερίσματος δεν θα πρέπει να βυθιστεί. Παρακάτω φαίνεται ο πίνακας με τις συντεταγμένες της γραμμής ορίου βυθίσεως, οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν στο πρόγραμμα.

MARGIN LINE		
X (μήκος)	Y (πλάτος)	Z (ύψος)
-17,653	7,25	2,434
-16,654	7,25	2,434
-15,654	7,25	2,434
-13,654	7,25	2,434
-12,654	7,25	2,434
-9,154	7,25	2,218
-6,654	7,096	2,063
-4,154	6,789	1,909
-1,654	6,477	1,784
0,346	6,4	1,634
3,346	6,4	1,634
11,346	6,35	1,634
13,346	5,905	1,634
13,846	5,709	1,634
14,846	5,214	1,634
15,846	4,663	1,634
16,655	4,161	1,634

Πίνακας 1. Πίνακας συντεταγμένων γραμμής ορίου βυθίσεως - Margin Line

Να αναφερθεί πως στο σχέδιο της κατάκλυσης έχει δημιουργηθεί ένα ισόπλευρο τρίγωνο για κάθε διαμέρισμα, το οποίο έχει βάση την baseline και ύψος το μήκος του διαμερίσματος. Αυτό θα έχει ως σκοπό την χάραξη της καμπύλης των κατακλυσίμων μηκών σε συνδυασμό με τα αποτελέσματα που προκύπτουν από το πρόγραμμα (βλ. Παράρτημα II). Το σχέδιο της κατάκλυσης θα παρουσιαστεί παρακάτω.

Σχέδιο κατάκλυσης



Εικόνα 5. Σχέδιο καμπύλης κατακλύσιμων μηκών

Ο χώρος του διαμερίσματος του μηχανοστασίου αντιστοιχεί στην καμπύλη με διαχωρητικότητα 0,85, ενώ οι χώροι των υπολοίπων διαμερισμάτων αντιστοιχούν στην καμπύλη με διαχωρητικότητα 0,95.

Από το σχέδιο της κατάκλυσης παρατηρείται ότι κανένα τρίγωνο δεν τέμνεται από κάποια καμπύλη, άρα δεν υπάρχει πρόβλημα στην κατάκλυση. Αυτό σημαίνει ότι όποιο διαμέρισμα του πλοίου και να κατακλυσθεί με νερό, η γραμμή ορίου βυθίσεως δεν θα βυθιστεί.

8. Μελέτη εγκάρσιας και διαμήκουσ αντοχής

Στην συνέχεια, θα πραγματοποιηθεί ο έλεγχος εγκάρσιας και διαμήκουσ αντοχής σε όλα τα δομικά στοιχεία του πλοίου. Η εγκάρσια αντοχή, δηλαδή τα εγκάρσια ενισχυτικά παραμένουν ίδια μετά την επιμήκυνση που πραγματοποιήθηκε. Όμως, αλλάζει η διαμήκη αντοχή οπότε θα πρέπει να υπολογιστεί η διαμήκη αντοχή των δοκιμών στοιχείων του νέου τμήματος.

Η αντοχή του υπάρχοντος πλοίου έχει πραγματοποιηθεί με τον Ελληνικό Νηογνώμονα. Όμως, ο Ελληνικός Νηογνώμονας δεν υπάρχει πλέον, οπότε η νέα μελέτη θα εκπονηθεί με βάση τους κανονισμούς που υπάρχουν στον ABS RULES 2022.

8.1 Διαμήκουσ αντοχή

Αρχικά, θα δημιουργηθεί ένας πίνακας στον οποίο θα ταξινομηθούν όλα τα δομικά στοιχεία που λαμβάνονται υπόψη στην διαμήκη αντοχή (π.χ. ελάσματα καταστρώματος, πλευρικά ελάσματα, διαμήκη ενισχυτικά).

Στον πίνακα θα αναφέρονται οι διαστάσεις του κάθε στοιχείου, το εμβαδόν, η απόσταση από την βασική γραμμή όπως επίσης και η ροπή αδράνειας του.

Να σημειωθεί πως για την ροπή αδράνειας υπάρχουν οι εξής περιπτώσεις υπολογισμού της ανάλογα με την θέση του ελάσματος:

- Στα οριζόντια ενισχυτικά και ελάσματα με πάχος t , η ροπή αδράνειας θα βρίσκεται από τον τύπο : $I = \frac{b \cdot t^3}{12} \text{ m}^4$
- Ενώ στα κατακόρυφα ενισχυτικά και ελάσματα με πάχος t , η ροπή αδράνειας θα βρίσκεται από τον τύπο : $I = \frac{t \cdot b^3}{12} \text{ m}^4$

A/A	NAME	DIMENSION		A (cm ²)	D (cm)	A*D (cm ³)	A*D ² (cm ⁴)	I	h
1	BOTTOM PLATE	640,00	0,70	448,00	0,35	156,80	54,88	18,29	0,7
2	INNER-BOTTOM PLATE	640,00	0,60	384,00	95,00	36.480,00	3.465.600,00	11,52	0,6
3	CENTER BHD	94,00	0,30	28,20	47,70	1.345,14	64.163,18	20.764,60	94
4	SIDE BHD	94,00	0,60	56,40	47,70	2.690,28	128.326,36	41.529,20	94
5	SIDE PLATE	170,00	0,60	102,00	85,70	8.741,40	749.137,98	245.650,00	170
6	DECK PLATE	640,00	1,00	640,00	171,20	109.568,00	18.758.041,60	53,33	1
7	BOT. GIRDER	25,00	0,80	20,00	13,20	264,00	3.484,80	1.041,67	25
8	BOT. FB	8,00	0,80	6,40	26,10	167,04	4.359,74	0,34	0,8
9	INNER-BOT. GIRDER	15,00	0,8	12,00	156,70	1.880,40	294.658,68	225,00	15
10	INNER-BOT. FB	8,00	0,8	6,40	142,10	909,44	129.231,42	0,34	0,8
11	DECK GIRDER	28,00	1,0	28,00	156,70	4.387,60	687.536,92	1.829,33	28
12	DECK FB	12,00	1,2	14,40	142,10	2.046,24	290.770,70	1,73	1,2
13	C. DECK GIRDER	28,00	0,5	14,00	156,70	2.193,80	343.768,46	914,67	28
14	C. DECK FB	6,00	1,2	7,20	142,10	1.023,12	145.385,35	0,86	1,2
15	BOTTOM LONG.	9,03	10,0	90,30	4,93	445,18	2.194,73	291,00	29,1
16	DECK LONG	19,10	10,0	191,00	162,62	31.060,42	5.051.045,50	2.760,00	276
17	INNER-BOT. LONG	6,91	10,0	69,10	90,39	6.245,95	564.571,33	228,00	22,8
T O T A L				2.117,40		209.604,81	30.682.331,64	315.319,89	

Πίνακας 2. Υπολογισμός Διαμήκου Αντοχής

Θα υπολογιστούν τα παρακάτω:

EXISTING SECTIONAL MODULUS OF MIDSHIP SECTION

$$\begin{aligned}
 H &= 171,00 && \text{cm} \\
 Z_B &= (A \cdot D) / A && = 98,99 && \text{cm} \\
 Z_D &= Z - Z_B && = 72,01 && \text{cm} \\
 I_{xx} &= 2 \cdot ((A \cdot D^2) + I) && = 61.995.303,06 && \text{cm}^4 \\
 I_o &= I_{xx} - (2 \cdot A \cdot Z_B^2) && = 20.497.073,59 && \text{cm}^4 \\
 W_D &= I_o / Z_D && = 284.648,36 && \text{cm}^3 \\
 W_B &= I_o / Z_B && = 207.058,72 && \text{cm}^3 \\
 \mathbf{W} &= \min \text{ of } W_D \text{ or } W_B && = \mathbf{207.058,72} && \mathbf{cm}^3
 \end{aligned}$$

Όπου

- Z_B είναι η θέση του ουδέτερου άξονα ως προς τον πυθμένα
- Z_D είναι η θέση του ουδέτερου άξονα ως προς το κατάστρωμα
- I_{xx} είναι η ροπή αδράνειας ως προς την βασική γραμμή (baseline)
- I_0 είναι η ροπή αδράνειας ως προς τον ουδέτερο άξονα
- W_D είναι η ροπή αντίστασης της διατομής ως προς το κατάστρωμα
- W_B είναι η ροπή αντίστασης της διατομής ως προς το πυθμένα

Ανάμεσα στο W_D και στο W_B παρατηρείται ότι μικρότερο είναι το W_B , άρα $SM_{\text{υπάρχουσα}} = W_B$

Σύμφωνα με τον ABS 2022, Part 3, Chapter 2, Section 1, 3.1. Longitudinal Hull Girder Strength, υπολογίζεται η απαιτούμενη ροπή αντίστασης ως εξής:

$$SM = C_1 * C_2 * L^2 * B * (C_b + 0,7) \text{ (m * cm}^2\text{)}$$

Όπου

- $C_1 = 7,964 \Rightarrow 15,20 - 0,22 * L$ για $24 \leq L \leq 35$
- $C_2 = 0,01$
- $L = 32,89$ m το μήκος υπολογισμού του πλοίου
- $B = 12,80$ m το μέγιστο πλάτος
- $C_b = 0,885$ ο συντελεστής γάστρας στο $0,85D$

Άρα,

$$SM = 7,964 * 0,01 * 32,89^2 * 12,80 * (0,885 + 0,7) \Rightarrow$$

$$SM = 175.172,97 \text{ cm}^3$$

Επομένως από την στιγμή που η πραγματική ροπή αντίστασης είναι μεγαλύτερη από την απαιτούμενη. Δηλαδή:

$$SM_{\text{υπάρχουσα}} = 207.058,72 \text{ cm}^3 > SM = 175.172,97 \text{ cm}^3$$

Η διαμήκη αντοχή καλύπτεται με βάση τους κανονισμούς που χρησιμοποιήθηκαν.

8.2 Εγκάρσια αντοχή

Θα πρέπει να υπολογιστεί η απαιτούμενη ροπή για τα κατασκευαστικά στοιχεία μαζί με το συνεργαζόμενο έλασμα άλλα και το απαιτούμενο πάχος για τα ελάσματα..

Επομένως υπάρχουν οι εξής κατηγορίες:

Ελάσματα

- I. Σύμφωνα με τον ABS 2022, Part 3, Chapter 2, Section 3, 5.1. Bottom Shell Plating θα υπολογιστεί το απαιτούμενο πάχος του ελάσματος του πυθμένα με τον παρακάτω τύπο:

$$t = \frac{s \cdot \sqrt{h}}{254} + 2,50 \text{ mm}$$

Όπου

- $s = 500 \text{ mm}$, η ισαπόσταση των ενισχύσεων
- $D = 1,70 \text{ m}$, το κοίλο
- $d_1 = 0,85 * D = 1,445 \text{ m}$
- $d_2 = 0,66 * L = 2,171 \text{ m}$
- $d = 2,171 \text{ m}$
- $h_1 = 0,1 * L = 3,289 \text{ m}$
- $h_2 = 1,18 * d = 2,562 \text{ m}$
- $h_3 = 2,00 \text{ m}$
- $h = 3,289$, όπου είναι το μεγαλύτερο μεταξύ του h_1 , h_2 , h_3

Άρα το πάχος θα είναι:

$$t = \frac{s \cdot \sqrt{h}}{254} + 2,50 \Rightarrow$$

$$t = \frac{500 * \sqrt{3,289}}{254} + 2,50 \Rightarrow$$

$$t = 5 \text{ mm}$$

Το πραγματικό πάχος του ελάσματος του πυθμένα (8 mm) είναι μεγαλύτερο από το απαιτούμενο πάχος.

Δηλαδή: **8 mm > 5 mm. Άρα η απαίτηση ικανοποιείται.**

II. Σύμφωνα με τον ABS 2022, Part 3, Chapter 2, Section 4, 9.1 Inner-Bottom Plating θα υπολογιστεί το απαιτούμενο πάχος του ελάσματος της οροφής του διπύθμενου με τον τύπο:

$$t = 0,037 * L + 0,009 * s - c \text{ mm}$$

Όπου

- $s = 500 \text{ mm}$, ισαπόσταση των ενισχύσεων
- $c = 0,5 \text{ mm}$
- $L_{rules} = 32,89 \text{ m}$, το οποίο είναι το μεγαλύτερο από αυτές τις 2 περιπτώσεις:

$$0,96 * L_{wl} = 0,96 * 33,91 = 32,55 \text{ ή } 0,96 * L_{wl} = 0,97 * 33,91 = 32,89 \text{ m}$$

Άρα το πάχος θα είναι:

$$t = 0,037 * 32,89 + 0,009 * 500 - 0,5 \Rightarrow$$

$$t = 5,217 \text{ mm}$$

Το πραγματικό πάχος του ελάσματος της οροφής του διπύθμενου (6 mm) είναι μεγαλύτερο από το απαιτούμενο πάχος.

Δηλαδή: **6 mm > 5,217 mm . Άρα η απαίτηση ικανοποιείται.**

III. Σύμφωνα με τον ABS 2022, Part 3, Chapter 2, Section 2, 3.9.2 Side Shell Plating θα υπολογιστεί το απαιτούμενο πάχος του ελάσματος της πλευράς με τον τύπο:

$$t = \frac{s\sqrt{h}}{268} + 2,50 \text{ mm}$$

Όπου

- $s = 500 \text{ mm}$, ισαπόσταση των ενισχύσεων
- $d_1 = 0,85 * D = 1,445 \text{ m}$
- $d_2 = 0,66 * L = 2,171 \text{ m}$
- $d = 2,171 \text{ m}$
- $h_1 = 0,1 * L = 3,289 \text{ m}$
- $h_2 = 1,18 * d = 2,562 \text{ m}$
- $h_3 = 2,00 \text{ m}$
- $h = 3,289$, όπου είναι το μεγαλύτερο μεταξύ του h_1 , h_2 , h_3

Άρα το πάχος θα είναι:

$$t = \frac{s\sqrt{h}}{268} + 2,50 \Rightarrow$$

$$t = \frac{500\sqrt{3,289}}{268} + 2,50 \Rightarrow$$

$$t = 5 \text{ mm}$$

Το πραγματικό πάχος του ελάσματος της πλευράς (6 mm) είναι μεγαλύτερο από το απαιτούμενο πάχος.

Δηλαδή: 6 mm > 5 mm . Άρα η απαίτηση ικανοποιείται.

Κατασκευή πυθμένα

IV. Σύμφωνα με τον ABS 2022, Part 3, Chapter 2, Section 4, 7.3 Frames θα υπολογιστεί η απαιτούμενη ροπή αντίστασης για τους διαμήκους νομείς του πυθμένα με τον τύπο:

$$SM = 7,8 * c * h * s * l^2 \quad \text{cm}^3$$

Όπου

- $c = 1,00$, για διαμήκη ενισχυτικά πυθμένα εκτός δεξαμενών
- $h = 0,940$ m, η κατακόρυφη απόσταση των νομέων από το του μισό του ανυποστήρικτου μήκους έως το inner-bottom
- $l = 2,25$ m το ανυποστήρικτο μήκος των διαμηκών ενισχύσεων
- $s = 0,500$ m η ισαπόσταση των νομέων

Άρα η απαιτούμενη ροπή αντίστασης θα είναι:

$$SM = 7,8 * 1,00 * 0,94 * 0,50 * 2,25^2 \quad \Rightarrow$$

$$SM = 18,56 \text{ cm}^3$$

Η πραγματική ροπή αντίστασης είναι:

	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ		ΕΜΒΑΛΟΝ	D	A*D	A*D ²	I
PLATE	50	0,70	35,00	0,35	12,25	4,29	1,43
L	60x60x8		9,03	4,93	44,52	219,47	29,10
			44,03		56,77	223,76	30,53

$$H = 6,700 \text{ cm}$$

$$Z_o = 1,289 \text{ cm}$$

$$Z = 5,411 \text{ cm}$$

$$I_o = 254,290 \text{ cm}^4$$

$$W = 33,471 \text{ cm}^3$$

$$I_{xx} = 181,099 \text{ cm}^4$$

$$W1 = 33,471 \text{ cm}^3$$

$$W2 = 140,463 \text{ cm}^3$$

Επομένως έχουμε ότι η πραγματική ροπή αντίστασης είναι μεγαλύτερη από την απαιτούμενη ροπή αντίστασης.

Δηλαδή: $W > SM \Rightarrow 33,471 \text{ cm}^3 > 18,56 \text{ cm}^3$. Άρα η απαίτηση ικανοποιείται.

V. Σύμφωνα με τον ABS 2022, Part 3, Chapter 2, Section 4, 3.1.1 Side Girders θα υπολογιστεί το απαιτούμενο πάχος της διαδοκίδας του πυθμένα με τον τύπο:

$$t = 0,056 * L + 5,50 \text{ mm}$$

Όπου

- $L_{rules} = 32,89 \text{ m}$, όπως αναφέρθηκε παραπάνω

Άρα το απαιτούμενο πάχος θα είναι:

$$t = 0,056 * 32,89 + 5,50 \Rightarrow$$

$$t = 7,34 \text{ mm}$$

Το πραγματικό πάχος της διαδοκίδας (8 mm) είναι μεγαλύτερο από το απαιτούμενο πάχος.

Δηλαδή: $8 \text{ mm} > 7,34 \text{ mm}$. Άρα ικανοποιείται η απαίτηση.

VI. Σύμφωνα με τον ABS 2022, Part 3, Chapter 2, Section 4, 12.3 Center Keelsons θα υπολογιστεί το απαιτούμενο πάχος της κεντρικής σταθμίδας με τον τύπο:

Απαιτούμενο πάχος

$$t = 0,063 * L + 5 \text{ mm}$$

Όπου

- $L_{rules} = 32,89 \text{ m}$, όπως αναφέρθηκε παραπάνω

Άρα το απαιτούμενο πάχος θα είναι:

$$t = 0,063 * 32,89 + 5 \Rightarrow$$

$$t = 7,07 \text{ mm}$$

Το πραγματικό πάχος της κεντρικής σταθμίδας (8 mm) είναι μεγαλύτερο από το απαιτούμενο πάχος.

Δηλαδή: 8 mm > 7,07 mm. Άρα ικανοποιείται η απαίτηση.

VII. Σύμφωνα με τον ABS 2022, Part 3, Chapter 2, Section 5 , 3.1.2 Side Web Frames θα υπολογιστεί η απαιτούμενη ροπή αντίστασης για τους ενισχυμένους νομείς πλευράς με τον τύπο:

$$SM = 7,8 * c * h * s * l^2 \quad \text{cm}^3$$

Όπου

- $c = 0,915$, για νομείς πρύμνηθεν του πρωραίου στεγανού
- $h_1 = 0,940 \text{ m}$
- $h_2 = 0,02 * L + 0,46 = 1,12 \text{ m}$
- $h_2 = h = 1,12 \text{ m}$, η κατακόρυφη απόσταση (μεγαλύτερο από $h_1 = 0,940 \text{ m}$)
- $l = 0,940 \text{ m}$ το ανυποστήρικτο μήκος
- $s = 1,00 \text{ m}$ η ισαπόσταση των ενισχυτικών

Άρα η απαιτούμενη ροπή αντίστασης θα είναι:

$$SM = 7,8 * 1,12 * 0,915 * 1 * 0,940^2 \quad \Rightarrow$$

$$SM = 7,063 \text{ cm}^3$$

Η πραγματική ροπή αντίστασης είναι:

	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ		ΕΜΒΑΛΟΝ	D	A*D	A*D^2	I
PLATE	25	0,60	15,00	0,30	4,500	1,35	0,45
PLATE	13	0,60	8,04	7,30	58,69	428,45	120,31
			23,04		63,19	429,80	120,76

H=	14,000	cm		
Zo=	2,743	cm		
Z=	11,257	cm		
Io=	550,557	cm^4	W=	33,511 cm ³
Ixx=	377,240	cm^4		
W1=	33,511	cm^3		
W2=	137,543	cm^3		

Επομένως έχουμε ότι η πραγματική ροπή αντίστασης είναι μεγαλύτερη από την απαιτούμενη ροπή αντίστασης.

Δηλαδή: $W > SM = 33,511 \text{ cm}^3 > 7,063 \text{ cm}^3$. Άρα η απαίτηση ικανοποιείται.

VIII. Σύμφωνα με τον ABS 2022, Chapter 2, Section 9, 5.1 Bulkhead Plating θα υπολογιστεί το απαιτούμενο πάχος του ελάσματος της φρακτής με τον τύπο:

$$t = \frac{s * k * \sqrt{q * h}}{c} + 1,5 \text{ mm}$$

Όπου

- $s = 500 \text{ mm}$ η ισαπόσταση των ενισχύσεων
- $k = 1,0$ ο συντελεστής αυτός εξαρτάται από το α
- $\alpha =$ λόγος επιμήκους του φανώματος του ελάσματος = μεγαλύτερη πλευρά/μικρότερη πλευρά, έχουμε $\alpha = \frac{1,7}{0,5} = 3,40 > 2$ οπότε $k = 1$
- $q = \frac{235}{y \text{ (ελάχιστο όριο διαρροής)}} = \frac{235}{235} = 1$
- $h = 1,70 \text{ m}$, η απόσταση από το χαμηλότερο σημείο της φρακτής μέχρι τη γραμμή ορίου ασφάλειας
- $c = 290$, για τις υπόλοιπες στεγανές φρακτές εκτός της προραίας στεγανής φρακτής

Οπότε το απαιτούμενο πάχος θα είναι:

$$t = \frac{500 * 1 * \sqrt{1 * 1,70}}{290} + 1,5 \Rightarrow$$

$$t = 3,75 \text{ mm}$$

Το πραγματικό πάχος του ελάσματος της φρακτής (6 mm) είναι μεγαλύτερο από το απαιτούμενο πάχος.

Δηλαδή: $6 \text{ mm} > 3,75 \text{ m}$. Άρα η απαίτηση ικανοποιείται.

IX. Σύμφωνα με τον ABS 2022, Chapter 2, Section 9 , 5.3 Stiffeners θα υπολογιστεί η απαιτούμενη ροπή αντίστασης των ενισχύσεων της φρακτής με τον τύπο:

$$SM = 7,8 * k * c * h * s * l^2 \quad \text{cm}^3$$

Όπου

- $c = 0,30$ αφού υπάρχουν και στα δύο άκρα του ανοίγματος δρώντες αγκώνες σύνδεσης
- $k=1$, για ενισχύσεις σε υδατοστεγής φρακτές
- $h_1 = 0,850 \text{ m}$
- $h_2 = 0,8 * 0,850 + 1,22 = 1,9 \text{ m}$
- $h_2 = h = 1,9 \text{ m}$, η κατακόρυφη απόσταση από το μέσο του ανυποστήρικτου μήκους μέχρι την γραμμή ορίου βυθίσεως
- $l = 0,540 \text{ m}$ το ανυποστήρικτο μήκος
- $s = 0,50 \text{ m}$ η ισαπόσταση των ενισχυτικών

Άρα η απαιτούμενη ροπή αντίστασης θα είναι:

$$SM = 7,8 * 0,3 * 1,9 * 0,5 * 0,54^2$$

$$SM = 0,7 \text{ cm}^3$$

Η πραγματική ροπή αντίστασης:

	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ		ΕΜΒΑΔΟΝ	D	A*D	A*D^2	I
PLATE	50	0,60	30,00	0,30	9,00	2,70	0,90
L	60x40x5		4,79	4,64	22,23	103,13	17,20
			34,79		31,23	105,83	18,10

$$H = 6,600 \text{ cm}$$

$$Z_o = 0,898 \text{ cm}$$

$$Z = 5,702 \text{ cm}$$

$$I_o = 123,927 \text{ cm}^4$$

$$W = 16,817 \text{ cm}^3$$

$$I_{xx} = 95,900 \text{ cm}^4$$

$$W_1 = 16,817 \text{ cm}^3$$

$$W_2 = 106,847 \text{ cm}^3$$

Επομένως έχουμε ότι η πραγματική ροπή αντίστασης είναι μεγαλύτερη από την απαιτούμενη ροπή αντίστασης. Δηλαδή: $W > SM \Rightarrow 16,817 \text{ cm}^3 > 0,7 \text{ cm}^3$. Άρα η απαίτηση ικανοποιείται.

Κατασκευή διπύθμενου

- X.** Σύμφωνα με τον ABS 2022, Chapter 2, Section 4, 3.1.1 Depth θα υπολογιστεί το απαιτούμενο ύψος για το διπύθμενο από τον τύπο:

$$d_{DB} = 32 * B + 190 * \sqrt{d} \text{ mm}$$

Όπου

- B=14,50 m το πλάτος του πλοίου μας
- d= 1,266 m το βύθισμα

Άρα το απαιτούμενο ύψος θα είναι

$$d_{DB} = 32 * 14,50 + 190 * \sqrt{1,266}$$

$$d_{DB} = 677,78 \text{ mm}$$

Το πραγματικό ύψος του διπύθμενου (940 mm) είναι μεγαλύτερο από το απαιτούμενο ύψος.

Δηλαδή: **940 mm > 677,78 mm. Άρα η απαίτηση ικανοποιείται.**

- XI.** Σύμφωνα με τον ABS 2006, Chapter 2, Section 4, 11.3 Inner Bottom Longitudinal Frames θα υπολογιστεί η απαιτούμενη ροπή αντίστασης για τους διαμήκης νομείς του διπύθμενου με τον παρακάτω τύπο:

$$SM = 7,8 * c * h * s * l^2 \text{ cm}^3$$

Όπου

- c = 1,3 , για διαμήκη ενισχυτικά διπυθμένου εκτός δεξαμενών
- h = 0,766 m , η κατακόρυφη απόσταση των διαμηκών νομέων από το του μισό του ανυποστήρικτου μήκους έως το κατάστρωμα
- l = 2,250 m το ανυποστήρικτο μήκος
- s = 0,500 m η ισαπόσταση των νομέων

Επομένως η απαιτούμενη ροπή αντίστασης είναι:

$$SM = 7,8 * 1,3 * 0,766 * 0,50 * 2,250^2 \Rightarrow$$

$$SM = 19,66 \text{ cm}^3 * 0,85 = 16.72 \text{ cm}^3$$

Η πραγματική ροπή αντίστασης είναι:

	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ		ΕΜΒΑΔΟΝ	D	A*D	A*D ²	I
PLATE	50	0,60	30,00	0,30	9,00	2,70	0,90
L	60x60x6		6,91	4,91	33,93	166,59	22,80
			36,91		42,93	169,29	23,70

H= 6,600 cm
 Zo= 1,163 cm
 Z= 5,437 cm
 Io= 192,987 cm⁴ W= 26,312 cm³
 Ixx= 143,060 cm⁴
 W1= 26,312 cm³
 W2= 123,004 cm³

Επομένως έχουμε ότι η πραγματική ροπή αντίστασης είναι μεγαλύτερη από την απαιτούμενη ροπή αντίστασης

Δηλαδή: **W > SM = 26,312 cm³ > 16,72 cm³. Άρα η απαίτηση ικανοποιείται.**

XII. Σύμφωνα με τον ABS 2022, Part 3, Chapter 2, Section 4, 3.1.1 Side Girders θα υπολογιστεί το απαιτούμενο πάχος των πλευρικών σταθμίδων του διπύθμενου με τον παρακάτω τύπο:

$$t = 0,036 * L + 5 \text{ mm}$$

Όπου

- $L_{rules} = 32,89 \text{ m}$, όπως υπολογίστηκε παραπάνω

Άρα το απαιτούμενο πάχος θα είναι:

$$t = 0,036 * 32,89 + 4,70 \Rightarrow$$

$$t = 5,88 \text{ mm}$$

Το πραγματικό πάχος των πλευρικών σταθμίδων του διπύθμενου (6 mm) είναι μεγαλύτερο από το απαιτούμενο πάχος.

Δηλαδή: **6 mm > 5,88 mm. Άρα η απαίτηση ικανοποιείται.**

XIII. Σύμφωνα με τον ABS 2022, Part 3, Chapter 2, Section 5 , 3.1.2. Side Web Frames θα υπολογιστεί η απαιτούμενη ροπή αντίστασης για τα εγκάρσια ενισχυτικά της πλευράς που αφορούν το διπύθμενο με τον παρακάτω τύπο:

$$SM = 7,8 * c * h * s * l^2 \quad \text{cm}^3$$

Όπου

- $c = 0,9 + \left(\frac{5,80}{l^3}\right) = 0,90 + \left(\frac{5,80}{0,760^3}\right) = 14,11$
- $h_1 = 0,940 \text{ m}$
- $h_2 = 0,02 * L + 0,46 = 1,12 \text{ m}$
- $h_2 = h = 1,12 \text{ m}$, η κατακόρυφη απόσταση από το κέντρο της υποστηριζόμενης επιφάνειας μέχρι το κατάστρωμα στην πλευρά. (μεγαλύτερο από $h_1 = 0,940 \text{ m}$)
- $l = 0,760 \text{ m}$ το ανυποστήρικτο μήκος
- $s = 1,00 \text{ m}$ η ισαπόσταση των ενισχυτικών

Άρα η απαιτούμενη ροπή αντίστασης θα είναι:

$$SM = 7,8 * 14,11 * 1,12 * 1 * 0,760^2 \text{ cm}^3 \Rightarrow$$

$$SM = 71,20 \text{ cm}^3$$

Η πραγματική ροπή αντίστασης:

	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ		ΕΜΒΑΔΟΝ	D	A*D	A*D ²	I
PLATE	25	0,60	15,00	0,30	4,500	1,35	0,45
PLATE	23,4	0,60	14,04	12,30	172,69	2124,11	640,65
			29,04		177,19	2125,46	641,10

H=	24,000	cm		
Zo=	6,102	cm		
Z=	17,898	cm		
Io=	2.766,557	cm ⁴	W=	94,165 cm ³
Ixx=	1.685,393	cm ⁴		
W1=	94,165	cm ³		
W2=	276,219	cm ³		

Επομένως έχουμε ότι η πραγματική ροπή αντίστασης για τα εγκάρσια ενισχυτικά της πλευράς είναι μεγαλύτερη από την απαιτούμενη ροπή αντίστασης

Δηλαδή: $W > SM = 94,165 \text{ cm}^3 > 71,20 \text{ cm}^3$. Άρα η απαίτηση ικανοποιείται.

XIV. Σύμφωνα με τον ABS 2022, Chapter 2, Section 9, 5.3. Stiffeners θα υπολογιστεί η απαιτούμενη ροπή αντίστασης για τα εγκάρσια ενισχυτικά φρακτής με τον παρακάτω τύπο:

$$SM = 7,8 * k * c * h * s * l^2 \text{ cm}^3$$

Όπου

- $c = 0,30$ αφού έχουμε δρώντες αγκώνες σύνδεσης και στα δύο άκρα του ανοίγματος
- $k=1$, για ενισχύσεις σε υδατοστεγής φρακτές
- $h_1 = 0,740 \text{ m}$
- $h_2 = 0,8 * 0,740 + 1,22 = 1,812 \text{ m}$
- $h_2 = h = 1,812 \text{ m}$, η κατακόρυφη απόσταση από το μέσο του ανυποστήρικτου μήκους μέχρι την γραμμή ορίου ασφάλειας (margin line)
- $l = 0,590 \text{ m}$ το ανυποστήρικτο μήκος
- $s = 0,50 \text{ m}$ η ισαπόσταση των ενισχυτικών

Άρα η απαιτούμενη ροπή αντίστασης θα είναι:

$$SM = 7,8 * 0,30 * 1,812 * 0,5 * 0,59^2$$

$$SM = 0,74 \text{ cm}^3$$

Η πραγματική ροπή αντίστασης:

	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ		ΕΜΒΑΔΟΝ	D	A*D	A*D^2	I
PLATE	50	0,60	30,00	0,30	9,00	2,70	0,90
L	60x40x5		4,79	4,64	22,23	103,13	17,20
			34,79		31,23	105,83	18,10

$$H = 6,600 \text{ cm}$$

$$Z_o = 0,898 \text{ cm}$$

$$Z = 5,702 \text{ cm}$$

$$I_o = 123,927 \text{ cm}^4$$

$$W = 16,817 \text{ cm}^3$$

$$I_{xx} = 95,900 \text{ cm}^4$$

$$W_1 = 16,817 \text{ cm}^3$$

$$W_2 = 106,847 \text{ cm}^3$$

Επομένως έχουμε ότι η πραγματική ροπή αντίστασης για τα εγκάρσια ενισχυτικά φρακτής είναι μεγαλύτερη από την απαιτούμενη ροπή αντίστασης

Δηλαδή: $W > SM = 16,817 \text{ cm}^3 > 0,74 \text{ cm}^3$. Άρα η απαίτηση ικανοποιείται.

Φρακτή

XV. Σύμφωνα με τον ABS 2022, Chapter 2, Section 9, 5.1. Bulkhead Plating θα υπολογιστεί το απαιτούμενο πάχος του ελάσματος της φρακτής με τον παρακάτω τύπο:

$$t = \frac{s * k * \sqrt{q * h}}{c} + 1,5 \text{ mm}$$

Όπου

- $s = 500 \text{ mm}$ η ισαπόσταση των ενισχύσεων
- $k = 1,0$ ο συντελεστής αυτός εξαρτάται από το α
- $\alpha =$ λόγος επιμήκους του φατνώματος του ελάσματος = μεγαλύτερη πλευρά/μικρότερη πλευρά έχουμε $\alpha = \frac{1,7}{0,5} = 3,40 > 2$. Οπότε $k = 1$
- $q = \frac{235}{y \text{ (ελάχιστο όριο διαρροής)}} = \frac{235}{235} = 1$
- $h = 1,70 \text{ m}$, η απόσταση από το χαμηλότερο σημείο της φρακτής μέχρι το όριο βυθίσεως
- $c = 290$, για τις υπόλοιπες στεγανές φρακτές πλην της προωραίας στεγανής φρακτής

Άρα το απαιτούμενο πάχος θα είναι:

$$t = \frac{500 * 1 * \sqrt{1 * 1,70}}{290} + 1,5 \Rightarrow$$

$$t = 3,75 \text{ mm}$$

Το πραγματικό πάχος του ελάσματος της φρακτής (6 mm) είναι μεγαλύτερο από το απαιτούμενο πάχος.

Δηλαδή: 6 mm > 3,75 mm. Άρα η απαίτηση ικανοποιείται.

XVI. Σύμφωνα με τον ABS 2022, Chapter 2, Section 9 , 5.3 Stiffeners θα υπολογιστεί η απαιτούμενη ροπή αντίστασης των εγκάρσιων ενισχυτικών της φρακτής με τον παρακάτω τύπο:

$$SM = 7,8 * k * c * h * s * l^2 \quad \text{cm}^3$$

Όπου

- $c = 0,3$ αφού έχουμε δρώντες αγκώνες σύνδεσης και στα δύο άκρα του ανοίγματος
- $k=1$, για ενισχύσεις σε υδατοστεγής φρακτές
- $h_1 = 0,860 \text{ m}$
- $h_2 = 0,8 * 0,860 + 1,22 = 1,91 \text{ m}$
- $h_2 = h = 1,91 \text{ m}$, η κατακόρυφη απόσταση από το μέσο του ανυποστήρικτου μήκους μέχρι την γραμμή ορίου ασφάλειας (margin line)
- $l = 1,44 \text{ m}$ το ανυποστήρικτο μήκος
- $s = 0,50 \text{ m}$ η ισαπόσταση των ενισχυτικών

Άρα η απαιτούμενη ροπή αντίστασης θα είναι:

$$SM = 7,8 * 0,3 * 1,91 * 0,5 * 1,44^2 \quad \text{cm}^3$$

$$SM = 4,63 \text{ cm}^3$$

Η πραγματική ροπή αντίστασης θα είναι:

	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ		ΕΜ ΒΑΛΟΝ	D	A*D	A*D^2	I
PLATE	50	0,60	30,00	0,30	9,00	2,70	0,90
L	80X80X8		12,30	6,34	77,98	494,41	72,3
			42,30		86,98	497,11	0,90

H= 8,600 cm

Zo= 2,056 cm

Z= 6,544 cm

Io= 498,006 cm⁴

W= 48,771 cm³

Ixx= 319,144 cm⁴

W1= 48,771 cm³

W2= 155,202 cm³

Επομένως έχουμε ότι η πραγματική ροπή αντίστασης των εγκάρσιων ενισχυτικών της φρακτής είναι μεγαλύτερη από την απαιτούμενη ροπή αντίστασης.

Δηλαδή: $W > S_M = 48,771 > 4,63 \text{ cm}^3$. Άρα η απαίτηση ικανοποιείται.

8.3 Αντοχή καταστρώματος οχημάτων

Ο προσδιορισμός της αντοχής των ενισχυτικών και των ελασμάτων του καταστρώματος οχημάτων γίνεται με τον εξής τρόπο. Μέγιστο φορτίο θα είναι 5 tn.

- I. Σύμφωνα με τον ABS 2022, Part 3, Chapter 2, Section 3, 5.17. Wheel Loading θα υπολογιστεί το ελάχιστο πάχος του ελάσματος καταστρώματος με τον παρακάτω τύπο:

$$t = 1,1 * k * K * n * \sqrt{C * W}$$

Όπου

- $k = 8,05$
- $K = 0,123$
- $l = 2000 \text{ mm}$, μήκος πάνελ
- $s = 500 \text{ mm}$, ισαπόσταση νομέων
- $a = 200 \text{ mm}$, πλάτος του αποτυπώματος του ελαστικού του οχήματος
- $b = 500 \text{ mm}$, μήκος του αποτυπώματος του ελαστικού του οχήματος
- $n = 1,0$, για $\frac{l}{s} = \frac{2000}{500} = 4$
- $Q = 10,000 \text{ tn}$, βάρος του άξονα τροχού
- $n_1 = 2$, αριθμός αξόνων
- $W = \frac{Q * g}{n_1} = \frac{10 * 9,81}{2} = 49,05 \text{ KN}$, βάρος ανά τροχό
- $C = 1,10$, σταθερά που είναι για οχήματα που λειτουργούν κατά το απόπλου και κατάπλου του οχήματος από το πλοίο στο λιμάνι

Άρα το ελάχιστο πάχος θα είναι

$$t = 1,1 * 8,05 * 0,123 * 1 * \sqrt{1,10 * 49,05}$$

$$t = 8 \text{ mm}$$

Το πραγματικό πάχος του ελάσματος καταστρώματος (10 mm) είναι μεγαλύτερο από το απαιτούμενο πάχος.

Δηλαδή: **10 mm > 8 mm. Άρα η απαίτηση ικανοποιείται.**

II. Σύμφωνα με τον ABS 2022, Part 3, Chapter 2, Section 8, 5.3. Deck Transverses θα υπολογιστεί η απαιτούμενη ροπή αντίστασης της διαδοκίδας του καταστρώματος με τον παρακάτω τύπο:

$$SM = 4,74 * c * b * h * l^2 \quad \text{cm}^3$$

Όπου

- $c = 1,0$, για ενισχυτικά εκτός δεξαμενών
- $b = 2$, το μέσο πλάτος εμβადού υποστηριζόμενου καταστρώματος για τις διαδοκίδες καταστρώματος
- $h = 3,66 \text{ m} * \frac{5000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}}{2636 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}} = 6,942 \text{ m}$, ύψος φορτίου για εκτεθειμένο κατάστρωμα φορτίου
- $l = 2,25 \text{ m}$ το ανυποστήρικτο μήκος

Άρα η απαιτούμενη ροπή αντίστασης θα είναι:

$$SM = 4,74 * 1,0 * 2 * 6,942 * 2,25^2 \quad \text{cm}^3$$

$$SM = 333,164 \text{ cm}^3$$

Η πραγματική ροπή αντίστασης θα είναι:

	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ		ΕΜΒΑΔΟΝ	D	A*D	A*D^2	I
PLATE	175	1,00	175,00	0,50	87,50	43,75	14,58
PLATE	28	0,80	22,40	15,00	336,00	5040,00	1463,47
PLATE	12	1,20	14,40	29,60	426,24	12616,70	1,73
			211,80		849,74	17700,45	1479,78

$$H = 30,200 \quad \text{cm}$$

$$Z_o = 4,012 \quad \text{cm}$$

$$Z = 26,188 \quad \text{cm}$$

$$I_o = 19.180,232 \quad \text{cm}^4$$

$$W = 602,225 \quad \text{cm}^3$$

$$I_{xx} = 15.771,082 \quad \text{cm}^4$$

$$W_1 = 602,225 \quad \text{cm}^3$$

$$W_2 = 3.930,985 \quad \text{cm}^3$$

Επομένως έχουμε ότι η πραγματική ροπή αντίστασης της διαδοκίδας του καταστρώματος είναι μεγαλύτερη από την απαιτούμενη ροπή αντίστασης.

Δηλαδή: $W > SM = 602,225 > 333,164 \text{ cm}^3$. Άρα η απαίτηση ικανοποιείται.

III. Σύμφωνα με τον ABS 2022, Part 3, Chapter 2, Section 6, 5.3. Deck Girders & Transverses θα υπολογιστεί την απαιτούμενη ροπή αντίστασης των διαμηκών ενισχυτικών του καταστρώματος:

$$SM = 4,74 * c * b * h * l^2 \text{ cm}^3$$

Όπου

- $c = 1,0$
- $b = 0,50 \text{ m}$ η ισαπόσταση των ενισχύσεων
- $h = 3,66 \text{ m} * \frac{5000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}}{2636 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}} = 6,942 \text{ m}$ η κατακόρυφη απόσταση για εκτεθειμένο κατάστρωμα φορτίου
- $l = 2,25 \text{ m}$ το ανυποστήρικτο μήκος

Άρα η απαιτούμενη ροπή αντίστασης θα είναι:

$$SM = 4,74 * 1 * 0,50 * 6,942 * 2,25^2 \text{ cm}^3$$

$$SM = 83,29 \text{ cm}^3$$

Η πραγματική ροπή αντίστασης θα είναι:

	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ		ΕΜΒΑΔΟΝ	D	A*D	A*D ²	I
PLATE	50	1,00	50,00	0,50	25,00	12,50	4,17
L	120x80x10		19,10	9,08	173,43	1574,73	276,00
			69,10		198,43	1587,23	280,17

$$\begin{aligned}
 H &= 12,100 \text{ cm} \\
 Z_o &= 2,872 \text{ cm} \\
 Z &= 9,228 \text{ cm} \\
 I_o &= 1.867,393 \text{ cm}^4 & W &= 140,608 \text{ cm}^3 \\
 I_{xx} &= 1.297,586 \text{ cm}^4 \\
 W_1 &= 140,608 \text{ cm}^3 \\
 W_2 &= 451,868 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

Επομένως έχουμε ότι η πραγματική ροπή αντίστασης των διαμηκών ενισχυτικών του καταστρώματος είναι μεγαλύτερη από την απαιτούμενη ροπή αντίστασης.

Δηλαδή: $W > SM = 140,608 \text{ cm}^3 > 83,29 \text{ cm}^3$. Άρα η απαίτηση ικανοποιείται.

8.4 Μελέτη υπολογισμού φορτίου κολώνας

Στο νέο κομμάτι θα τοποθετηθεί στον νομέα Δ, τρεις κολώνες οι οποίες έχουν τις εξής διαστάσεις:

- Pillar 3" (SCH80)
- Pillar 2 ½ " (SCH80)

Θα υπολογιστεί το πραγματικό και επιτρεπόμενο φορτίο που δέχεται η κολώνα PILLAR 2 ½ "(SCH80) και εάν ικανοποιείται η απαίτηση δεν θα χρειαστεί να γίνει η ίδια διαδικασία για την άλλη κολώνα, διότι θα είναι η δυσμενέστερη κατάσταση λόγω των διαστάσεών της.

Για τον υπολογισμό των φορτίων της κολώνας θα χρησιμοποιηθεί η Τεχνική Νομοθεσία έκδοση 2010 που είναι σημειώσεις του Επιβλέποντα Καθηγητή της παρούσας διπλωματικής εργασίας, κ. Γεώργιο Χατζηκωνσταντή, όπου οι σχέσεις υπολογισμού των φορτίων βασίζονται στους κανονισμούς ABS 2022, Part 3, Chapter 2, Section 8, 3.

Άρα το φορτίο που δέχεται η κολώνα θα είναι:

$$W = 0,715 * b_d * h * S \quad t$$

Όπου

- $b_d = 1,75$ m, μέσο πλάτος του καταστρώματος που υποστηρίζεται από τις διαδοκίδες.
- $S = 2,25$ m, η απόσταση μεταξύ των μέσων των δύο ανοιγμάτων της διαδοκίδας που υποστηρίζεται από την κολώνα.
- $h = 3,66$ m, η κατακόρυφη απόσταση για εκτεθειμένο κατάστρωμα φορτίου.

Επομένως το φορτίο θα είναι:

$$W = 0,715 * 1,75 * 3,66 * 2,25 \Rightarrow$$

$$W = 10,30 \quad t$$

Το επιτρεπόμενο φορτίο που μπορεί να αντέξει η κολώνα βρίσκεται από την παρακάτω σχέση:

$$W_a = \left(1,232 - 0,00453 * \frac{I}{r}\right) * A \quad t$$

Όπου

- $I = 46 \text{ cm}$, το μήκος της κολώνας
- $A = \pi * d_m * s$ (1), το εμβαδόν της κολώνας
- $d_m = \frac{1}{2} * (D + d)$, όπου $D = 73 \text{ mm}$ εξωτερική διάμετρος και $d = 7,30 - 2 * 0,701$
 $d = 5,90 \text{ cm}$ (0,701 cm η εσωτερική διάμετρος),
άρα $d_m = \frac{1}{2} * (7,30 + 5,90) \Rightarrow d_m = 6,6 \text{ cm}$
- $r = \sqrt{\frac{I}{A}}$ (2) ακτίνα αδράνειας όπου $I = \frac{\pi}{64} * (D^4 - d^4) = \frac{\pi}{64} * (7,30^4 - 5,9^4) \Rightarrow$
 $\Rightarrow I = 79,92 \text{ cm}^4$

Η σχέση (1) θα γίνει $A = \pi * d_m * s = \pi * 6,6 * 0,701 \Rightarrow A = 14,53 \text{ cm}^2$ και στην συνέχεια η σχέση (2) θα είναι $r = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{79,92}{14,53}} \Rightarrow r = 2,34 \text{ cm}$

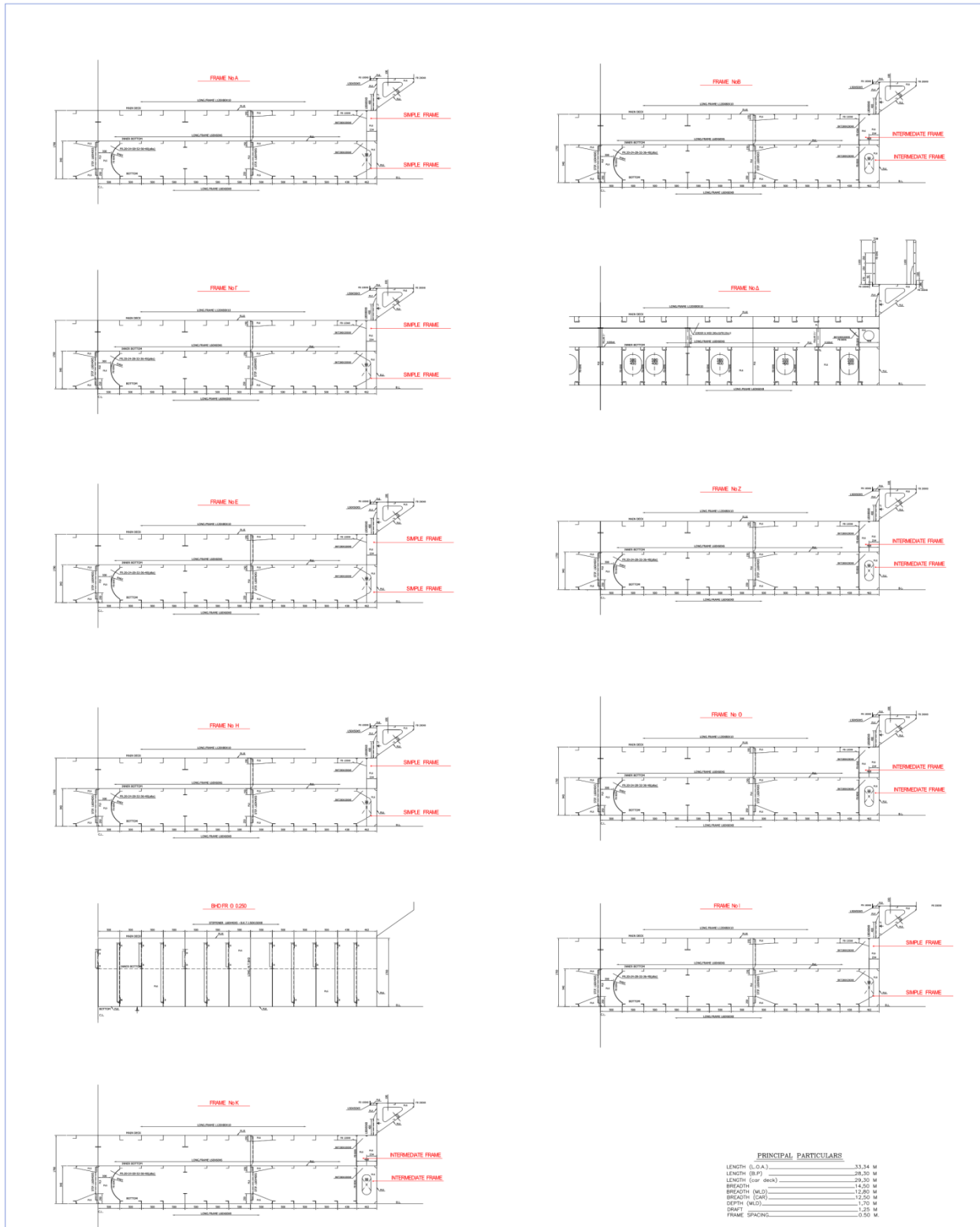
Επομένως το επιτρεπόμενο φορτίο θα είναι:

$$W_a = \left(1,232 - 0,00453 * \frac{46}{2,34}\right) * 14,53 \Rightarrow$$

$$W_a = 16,61 \text{ t}$$

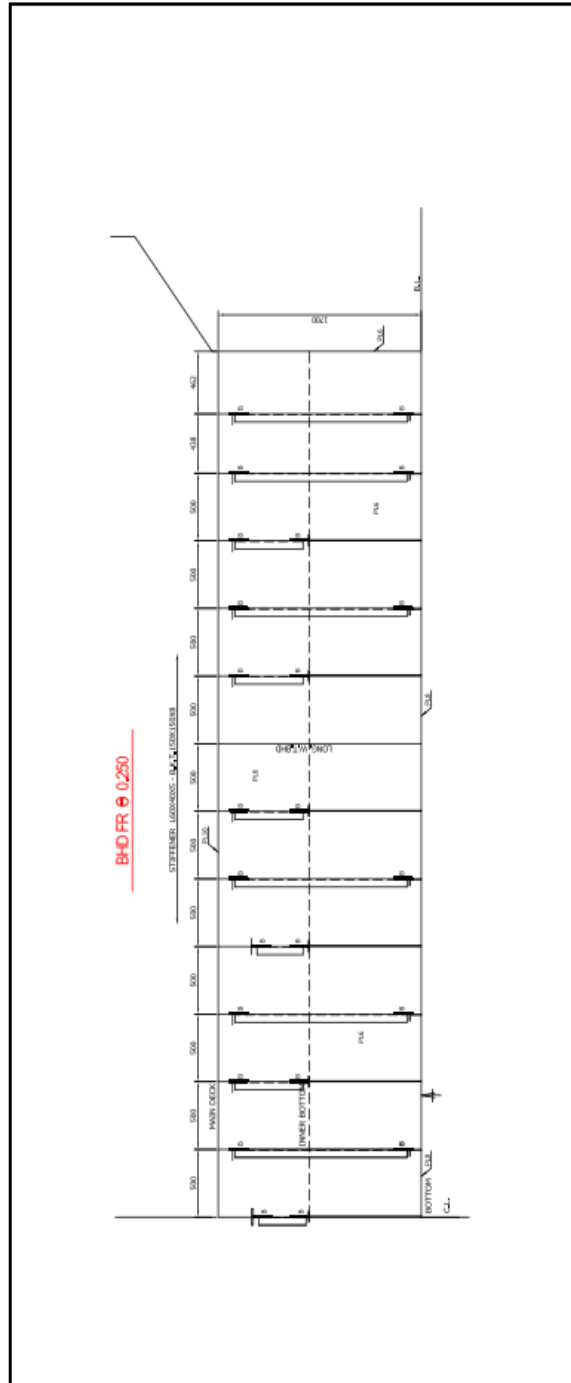
Συγκρίνοντας τα δύο φορτία που υπολογίστηκαν παρατηρείται ότι η κολώνα μπορεί να αντέξει το φορτίο W αφού $W_a > W \Rightarrow 16,61 \text{ t} > 10,30 \text{ t}$.

Κατασκευαστικό σχέδιο νέου τμήματος



Εικόνα 6. Κατασκευαστικό σχέδιο τομών νέου τμήματος

Κατασκευαστικό σχέδιο εγκάρσιας φρακτής νέου τμήματος



Εικόνα 7. Κατασκευαστικό σχέδιο εγκάρσιας φρακτής

9. Μελέτη επιβατών

Η μελέτη των επιβατών βασίζεται στο Προεδρικό Διάταγμα 44/2011 και στο Προεδρικό Διάταγμα 177/2000. Θα πρέπει αρχικά να βρεθεί η κατηγορία στην οποία ανήκει το πλοίο σύμφωνα με την συνολική διαδρομή που πραγματοποιεί.

Η κατηγορία που ανήκει το πλοίο είναι η κατηγορία VI σύμφωνα με το άρθρο 20 του Προεδρικού Διατάγματος 44/2011, για πλόες με συνολική διαδρομή μέχρι 10 ναυτικά μίλια, η επιφάνεια που απαιτείται στον χώρο παραμονής είναι 0,60 τ.μ. ανά επιβάτη.

Επιπροσθέτως, βάση του κεφάλαιο II και άρθρο 3 του δεύτερου Προεδρικού Διατάγματος που αναφέρθηκε παραπάνω για την ενδιαίτηση πληρώματος και επιβατών αναφέρεται ότι το εμβαδόν του χώρου ενδιαίτησης επιβατών χειμώνα και θέρους θα πρέπει να ελέγχεται και να καλύπτεται από τις δύο παρακάτω σχέσεις που ισχύουν για πλοία που εκτελούν πλόες μέχρι 10 ναυτικά μίλια.

$$\mathbf{E.X.E.E. \text{ ΧΕΙΜΩΝΑ} \geq 0,225 * E.X.O.}$$

$$\mathbf{E.X.E.E \text{ ΘΕΡΟΥΣ} \geq 0,450 * E.X.O.}$$

Όποτε:

Εμβαδόν επιφάνειας του χώρου οχημάτων

$$\mathbf{E.X.O. = 1,80 (m) * 4,50 (m) * 38}$$

$$\mathbf{E.X.O. = 307,80 \text{ m}^2}$$

$$\mathbf{*Cars = 32 \text{ (πατρικό πλοίο)} + 6 \text{ (νέο κομμάτι)} = 38}$$

Απαιτούμενο εμβαδόν επιφανείας χώρων ενδιαίτησης:

$$\mathbf{E.X.E.E. \text{ Χειμώνα} \geq 0,225 * E.X.O = 0,225 * 307,80 = 69,255 \text{ m}^2}$$

$$\mathbf{E.X.E.E. \text{ Θέρους} \geq 0,450 * E.X.O = 0,450 * 307,80 = 138,51 \text{ m}^2}$$

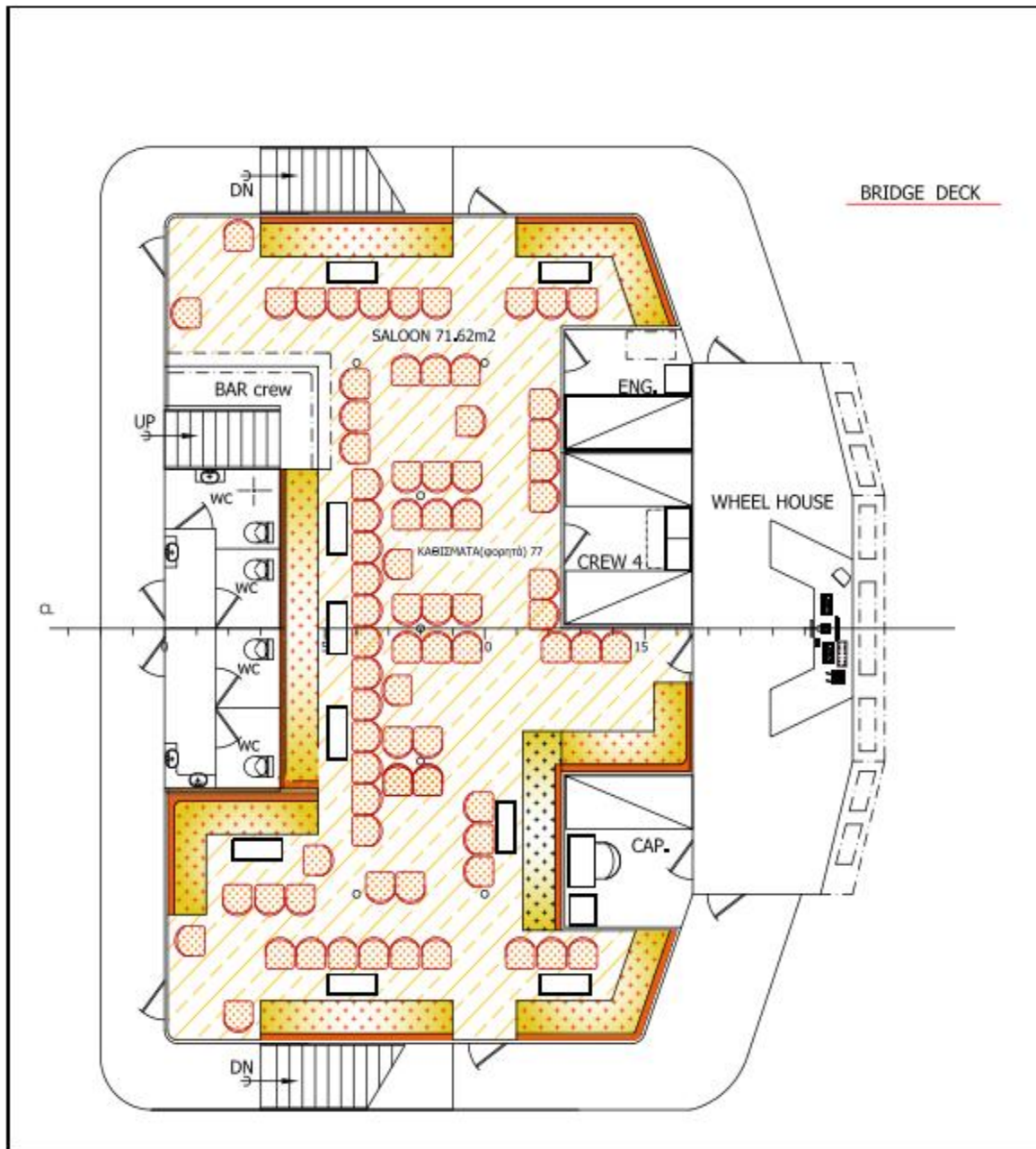
Ο κλειστός χώρος των επιβατών έχει επιφάνεια: **71,62 m²** , ενώ η επιφάνεια για τους ανοιχτούς χώρους επιβατών είναι: **A= 149,60 m²**.

Επομένως οι απαιτήσεις του κανονισμού καλύπτονται για τους χώρους ενδιαίτησης επιβατών χειμώνα και θέρους.

Οι υπολογισμοί που έγιναν για τον υπολογισμό των εμβαδών των κλειστών και ανοιχτών χώρων είναι οι εξής:

Εμβαδόν κλειστών χώρων

Όπως φαίνεται από το παρακάτω σχέδιο το εμβαδόν των κλειστών χώρων είναι $A=71,62 \text{ m}^2$.



Εικόνα 8. Εμβαδόν επιφανείας κλειστού σαλονιού

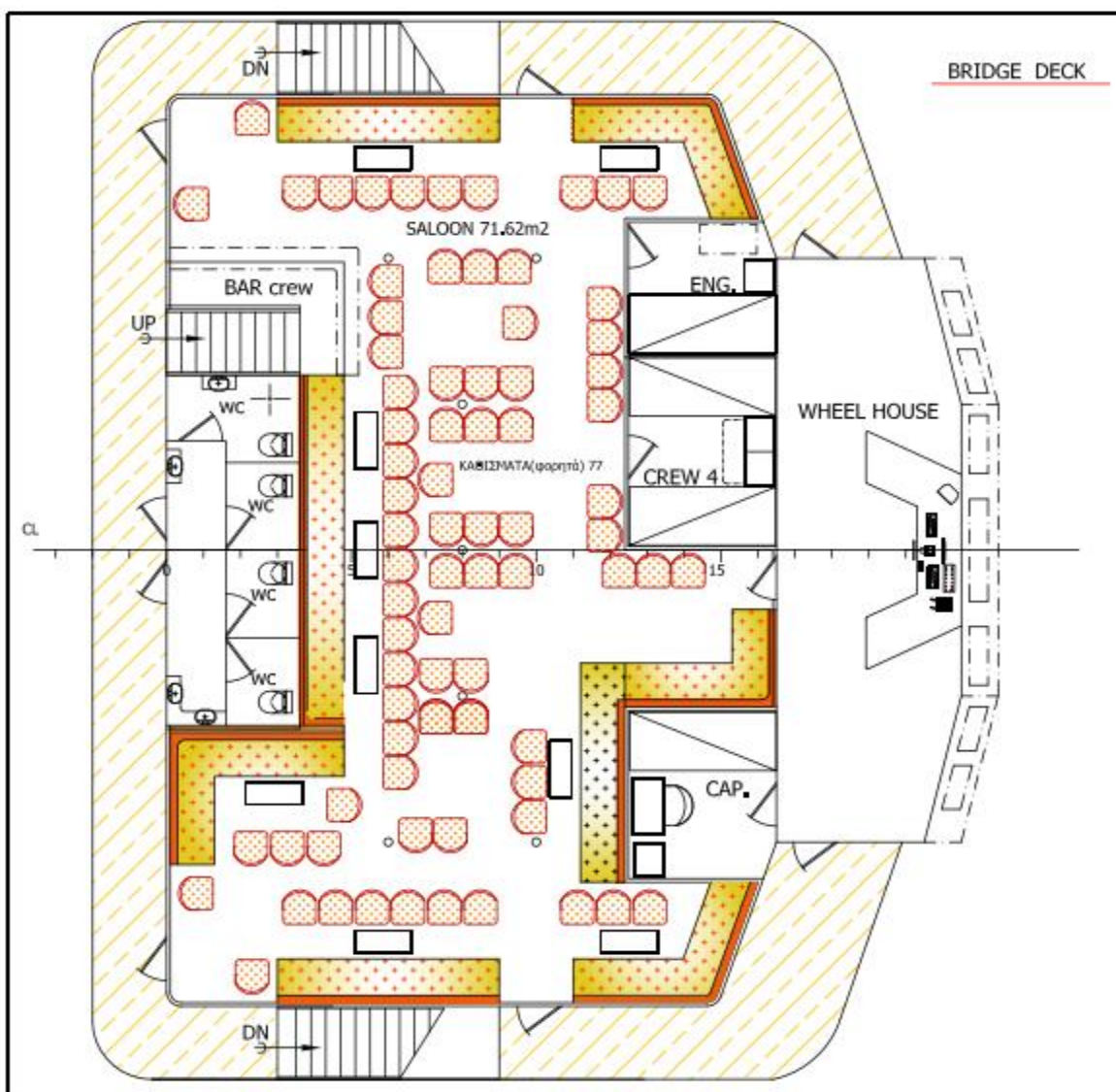
Εμβαδόν ανοιχτών χώρων

- Bridge deck

Το σχέδιο χωρίστηκε σε τρία κομμάτια και με την βοήθεια του AutoCAD (με άδεια χρήσης από την εταιρία «Shipinvestigation Co») υπολογίστηκαν τα εξής:

- $A_1 = 17,22 \text{ m}^2$
- $A_2 = 8,22 \text{ m}^2$
- $A_3 = 8,22 \text{ m}^2$

Όποτε το συνολικό εμβαδόν για το bridge deck θα είναι $A_1=33,62 \text{ m}^2$



Εικόνα 9. Εμβαδόν επιφανείας του bridge deck

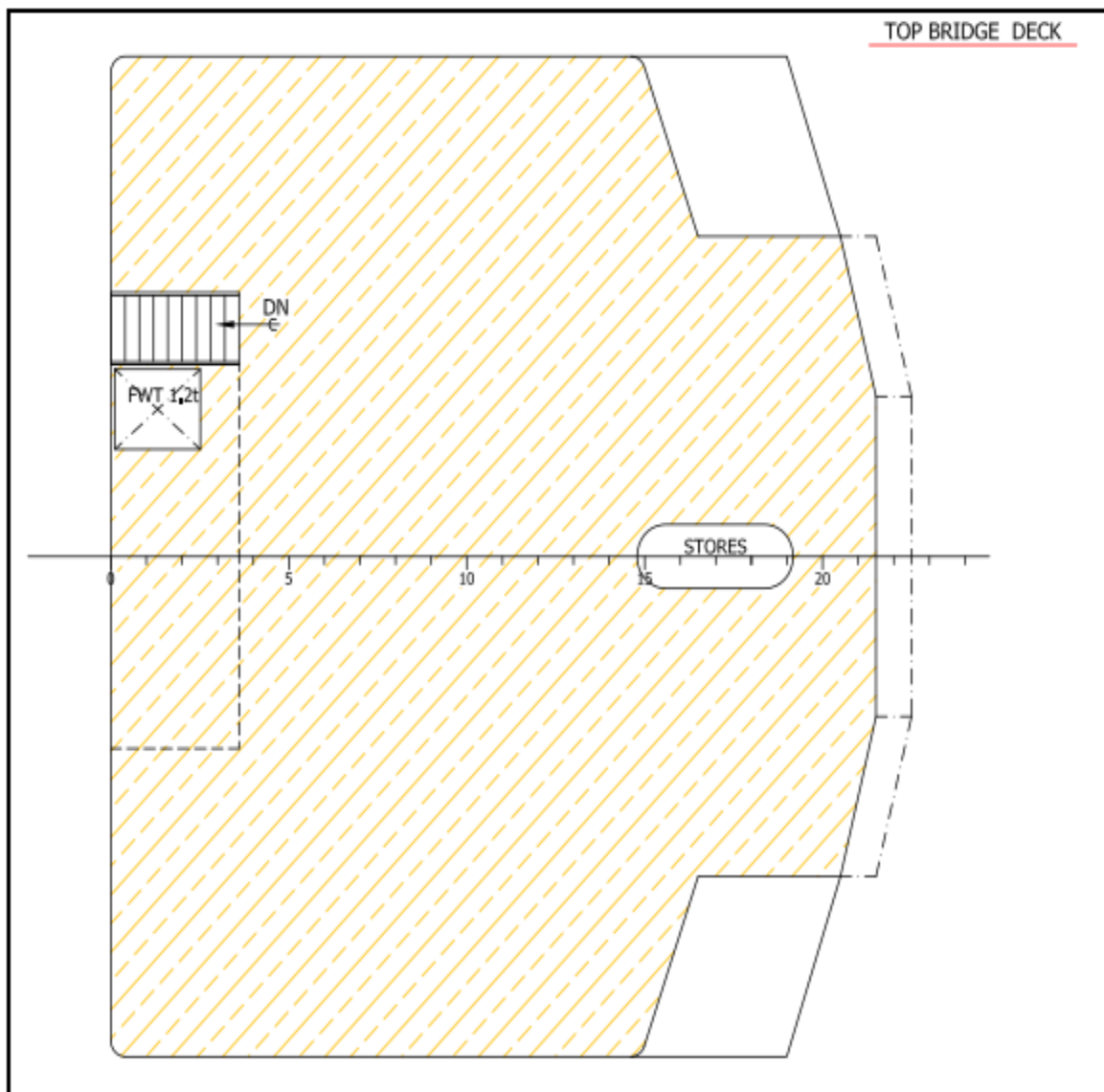
- **Top bridge deck**

Χωρίστηκε πάλι σε 3 κομμάτια το σχέδιο και θα βρέθηκαν τα εξής εμβαδά για κάθε κομμάτι:

A) Νομέας 0-15: Μήκος 7,50 μέτρα και πλάτος 12,50 μέτρα, άρα $7,50 * 12,50 = 93,75 \text{ m}^2$

B)) Νομέας 15-16 ½ : Μήκος 0,75 μέτρα και πλάτος $\frac{12,50+8}{2}$ μέτρα, άρα $0,750 * 10,25 = 7,69 \text{ m}^2$

Γ) Νομέας 16 ½-21: Μήκος 2,25 μέτρα και πλάτος 8 μέτρα, άρα $2,25 * 8 = 18 \text{ m}^2$



Εικόνα 10. Εμβαδόν επιφανείας του top bridge deck

Θα πρέπει να αφαιρεθούν και κάποια κομμάτια από το εμβαδόν που υπολογίστηκε που είναι τα εξής:

α) Κλίμακα (μήκος 1,80 και πλάτος 0,90) = 1,62 m²

β) Δεξαμενή νερού (μήκος 1,2 και πλάτος 1) = 1,20 m²

γ) Αποθήκη ιστού (μήκος 1,8 και πλάτος 0,8) = 1,44 m²

Το συνολικό εμβαδόν για το top bridge deck είναι: **A₂ = 115,18 m²**

Άρα το συνολικό εμβαδόν των ανοιχτών χώρων είναι **A = 149,60 m²**

Αριθμός επιβατών

Οι επιβάτες που θα πρέπει να έχει το πλοίο πραγματοποιείται με βάση το μέρος Α και άρθρο 20 του Προεδρικού Διατάγματος 44/2011.

Για πλούς κατηγορίας VI πρέπει να εξασφαλίζεται τουλάχιστον 0,60 τ.μ. ανά επιβάτη.

I. Επιβάτες χειμώνα

$$\frac{\text{Εμβαδόν κλειστών χώρων}}{0,60 \text{ τ.μ.}} = \frac{71,62 \text{ m}^2}{0,6} = 119 \text{ επιβάτες}$$

Το συνολικό μήκος των καναπέδων είναι 25,20 m διά το 0,60 που αναφέρει το Π.Δ. 44/2011. Άρα θα είναι 25,20 ÷ 0,60 = 42 επιβάτες. Επίσης ο συνολικός αριθμός των φορητών καθισμάτων είναι για 77 επιβάτες.

Όποτε ο συνολικός αριθμός καθισμάτων στο κλειστό κατάστρωμα θα είναι για **119 επιβάτες**.

II. Επιβάτες θέρους

$$\frac{\text{Εμβαδόν ανοιχτών χώρων}}{0,60 \text{ τ,μ}} = \frac{115,18}{0,6} = 191 \text{ επιβάτες}$$

Το συνολικό μήκος των καναπέδων είναι 20 m διά το 0,50 που αναφέρει το Π.Δ. 44/2011.

Άρα θα είναι $20 \div 0,50 = 40$ επιβάτες,

Όποτε ο συνολικός αριθμός για την θερινή περίοδο είναι για **159 επιβάτες**,

Χώροι υγιεινής

Σύμφωνα με το μέρος Δ και άρθρο 22 του Προεδρικού Διατάγματος 44/2011, για την κατηγορία VI ισχύει ότι για τους πρώτους 100 επιβάτες θα πρέπει να υπάρχουν τουλάχιστον 2 αποχωρητήρια (W.C.) και 1 για κάθε 150 επιβάτες μετά τους 100.

Οπότε:

- 2 W.C. για 100 επιβάτες
- 1 W.C. για 150 επιβάτες

Άρα υπάρχουν τρία (3) αποχωρητήρια (W.C.) στο πλοίο.

10. Μελέτη Θέρμανσης - Αερισμού

Η μελέτη θέρμανσης – αερισμού που θα πραγματοποιηθεί παρακάτω δεν αλλάζει σε σχέση με την μελέτη θέρμανσης – αερισμού πριν την μετασκευή, διότι κατά την μετασκευή δεν επηρεάζεται ο χώρος ενδιαίτησης επιβατών (σαλόνι επιβατών). Καθώς δεν αλλάζει το εμβαδόν επιφανείας του χώρου αυτού ούτε προστέθηκε κάποια νέα πόρτα ή νέο παράθυρο, ώστε να μεγαλώσουν οι απώλειες. Οπότε, η παρακάτω μελέτη γίνεται προαιρετικά και για βιβλιογραφικούς λόγους.

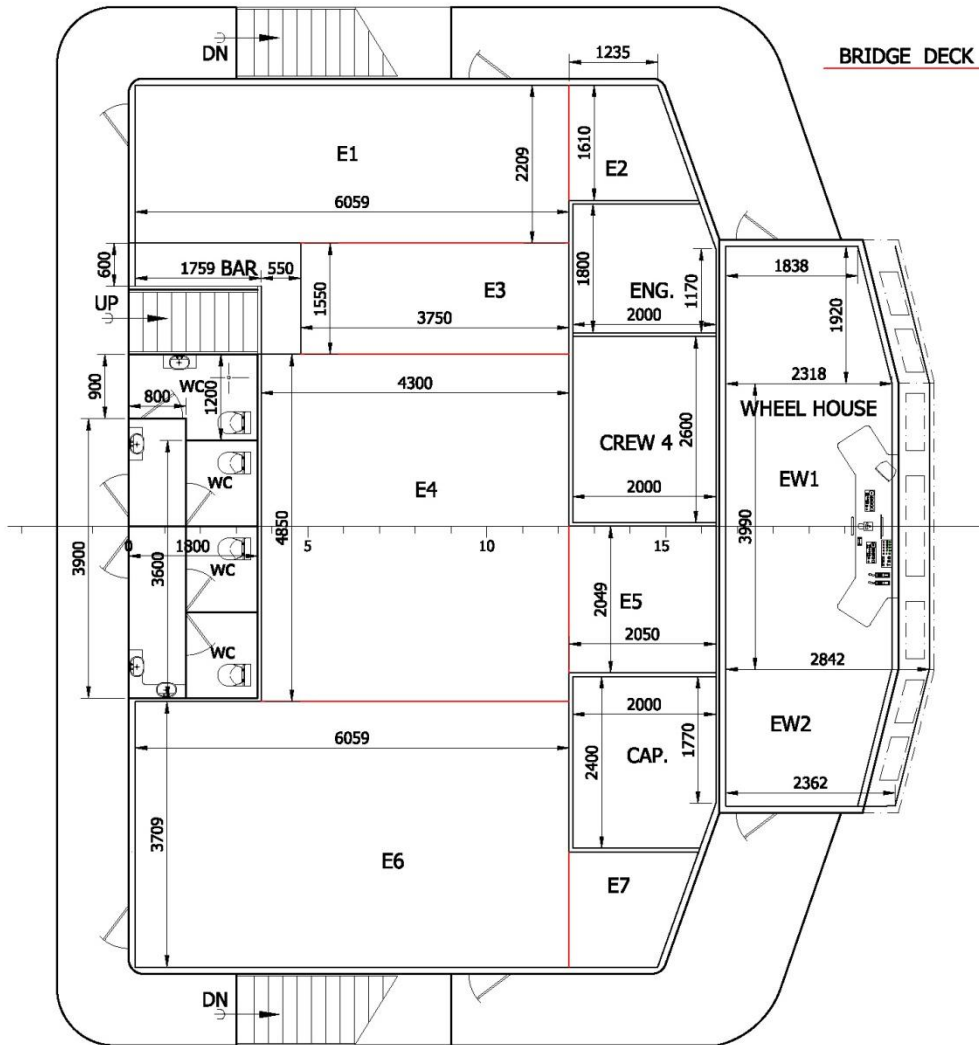
Η νομοθεσία που θα χρησιμοποιηθεί για την παρακάτω μελέτη είναι από το Προεδρικό Διάταγμα 44/2011 και το Προεδρικό Διάταγμα 177/2000. Αρχικά θα υπολογίσουμε τις απώλειες του σαλονιού για συνθήκες περιβάλλοντος 0°C και εσωτερικά του χώρου 20°C.

A/A	ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ	ΕΠΦΑΝΕΙΑ Α	ΑΦΑΙΡ. ΕΠΦ.	ΤΜ Χ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΦ.	ΣΥΝΤΕ ΛΕΣΤΗ Σ	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜ.	ΘΕΡΜΙΚ. ΑΠΩΛ.	
ΠΛΕΥΡΑ(P)	7,36	2,05	15,09	5,41	1	9,68	1	20	193,61	
ΠΑΡΑΘΥΡΑ	1,27	0,97	1,23	--	1	1,23	4	20	98,55	
ΠΑΡΑΘΥΡΑ	1,32	0,97	1,28	--	2	2,56	4	20	204,86	
ΘΥΡΑ	0,85	1,90	1,62	--	1	1,62	3	20	96,90	
ΠΛΕΥΡΑ ΣΚΑΛΛΑΣ(P)	1,80	2,05	3,69	--	1	3,69	1	20	73,80	
ΠΛΕΥΡΑ(S)	7,36	2,05	15,09	5,41	1	9,68	1	20	193,61	
ΠΑΡΑΘΥΡΑ	1,27	0,97	1,23	--	1	1,23	4	20	98,55	
ΠΑΡΑΘΥΡΑ	1,32	0,97	1,28	--	2	2,56	4	20	204,86	
ΘΥΡΑ	0,85	1,90	1,62	--	1	1,62	3	20	96,90	
ΠΛΕΥΡΑ W.C.(S)	1,80	2,05	3,69	--	1	3,69	1	20	73,80	
ΟΡΟΦΗ			75,73	--	1	75,73	1	20	1514,53	
ΔΑΠΕΔΟ			75,73	--	1	75,73	1	20	1514,53	
ΠΡ ΠΛΕΥΡΑ	3,66	2,05	7,51	0,75	1	6,76	1	20	135,29	
ΠΡ ΠΑΡΑΘΥΡΑ	0,77	0,97	0,75	--	1	0,75	4	20	59,75	
ΠΜ ΠΛΕΥΡΑ	6,80	2,05	13,94	4,07	1	9,87	1	20	197,32	
ΠΜ ΘΥΡΑ	1,90	0,85	1,62	--	2	3,23	3	20	193,80	
ΠΜ ΠΑΡΑΘΥΡΟ	0,87	0,97	0,84		1	0,84	4	20	67,51	
Π.Μ ΠΛΕΥΡΑ W.C.	5,70	2,05	11,69	--	1	11,69	1	20	233,70	
ΣΥΝΟΛΟ									5252	kcal/h

Οι συνολικές απώλειες είναι 5.252 kcal/h, οι οποίες υπερκαλύπτονται από δύο κλιματιστικές μονάδες εμφανούς τύπου. Οι δύο κλιματιστικές μονάδες έχουν συνολική θερμαντική ισχύ $2 * 12.000 \text{ BTU} = 24.000 \text{ BTU}$.

Δηλαδή $2 * 3.023 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} = 6.046 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$, αφού $1 \text{ BTU} = 0,252 \text{ kcal/h}$.

Σαλόνι Επιβατών



Εικόνα 11. Εμβαδόν επιφάνειας για το σαλόνι των επιβατών

Το εμβαδόν του σαλονιού είναι $E = 71,62 \text{ m}^2$ και το ύψος είναι $2,08 \text{ m}$, άρα σύνολο $151,42 \text{ m}^3$. Σύμφωνα με το Π.Δ. 44/2011, προβλέπονται 12 εναλλαγές αέρα ανά ώρα σε χώρους παραμονής – εστίασης. Δηλαδή: $151,42 * 12 = 1.817,04 \text{ m}^3/\text{h}$.

Στο πλοίο έχει τοποθετηθεί ένας ανεμιστήρας προσαγωγής αέρα $2.000 \text{ m}^3/\text{h}$ και η απαγωγή γίνεται με φυσικό τρόπο.

11. Μελέτη επάρκειας πηδαλίου

Θα πρέπει να ελεγχθεί εάν το πηδάλιο που υπάρχει ήδη στο πλοίο καλύπτει τον παρακάτω κανονισμό μετά την επιμήκυνση του πλοίου.

Θα πρέπει να υπολογιστεί η συνολική επιφάνεια του πηδαλίου σύμφωνα με την παρακάτω εξίσωση του Γερμανικού Νηογνώμονα:

$$A = \frac{1,75 * d * L}{100} * c_1 * c_2 * c_3 * c_4 \text{ m}^2$$

Όπου:

- $d = 1,266 \text{ m}$ που είναι το έμφορτο βύθισμα
- $L = 33,30 \text{ m}$ είναι το μήκος υπολογισμού του πλοίου (μεγαλύτερο του $0,96 \times 33,30 = 32,815 \text{ m}$)
- $c_1 = 1$
- $c_2 = 1$
- $c_3 = 1$
- $c_4 = 1$

Άρα,

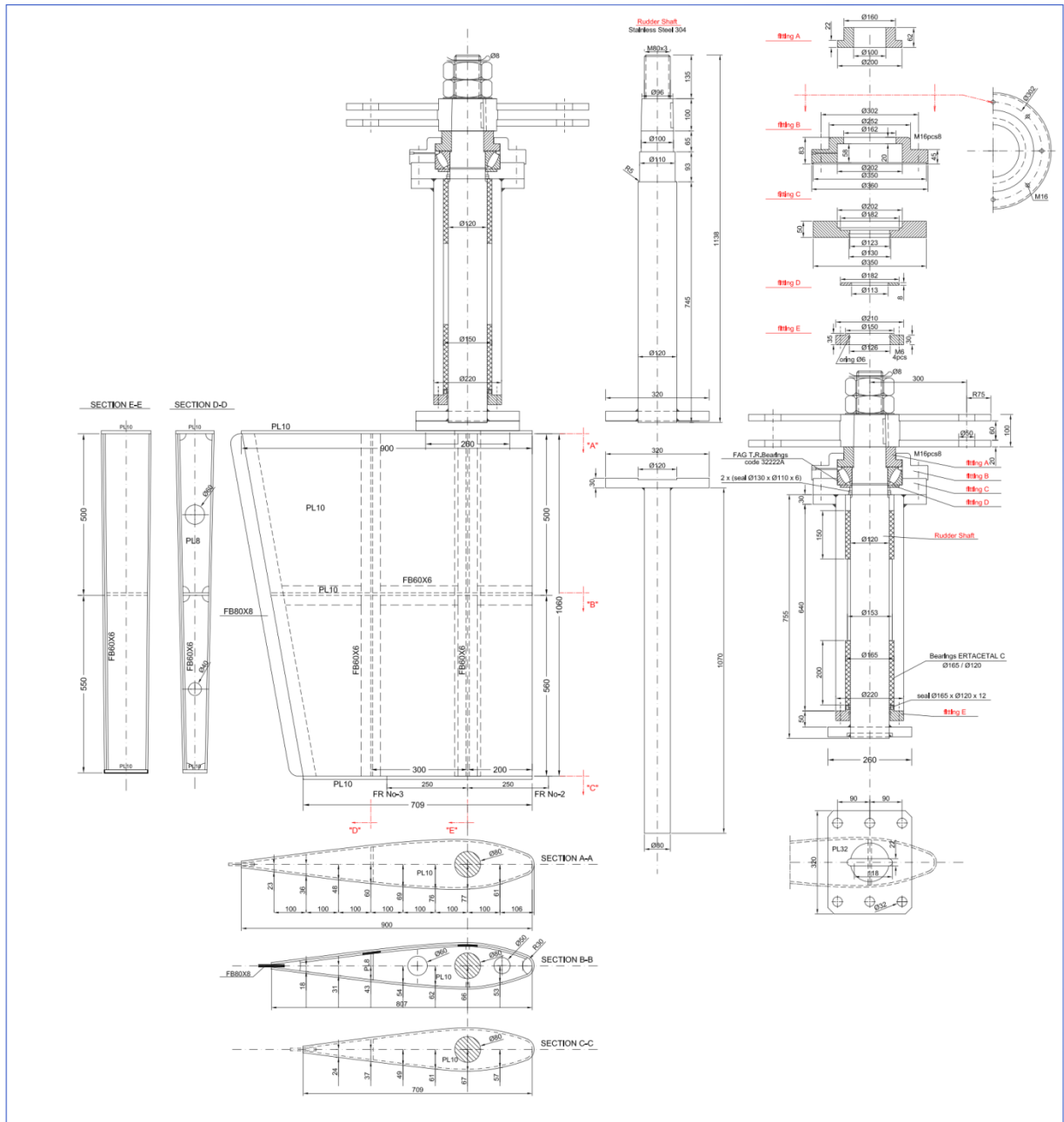
$$A_{\text{απαιτούμενη}} = \frac{1,75 * 1,266 * 33,30}{100} * 1 * 1 * 1 * 1 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{απαιτούμενη}} = 0,738 \text{ m}^2$$

Η απαιτούμενη επιφάνεια του πηδαλίου είναι $A_{\text{απαιτούμενη}} = 0,738 \text{ m}^2$.

Η πραγματική επιφάνεια του πηδαλίου που υπολογίστηκε με την χρήση του AutoCAD (με άδεια χρήσης της εταιρίας «Shipinvestigation Co») από το παρακάτω σχέδιο.

Οπότε έχουμε ότι $A_{\text{υπάρχουσα}} = 0,847 \text{ m}^2$.



Εικόνα 12. Σχέδιο πηδαλίου

Επομένως θα ισχύει ότι:

$$A_{\text{υπάρχουσα}} = 0,847 \text{ m}^2 > A_{\text{απαιτούμενη}} = 0,738 \text{ m}^2.$$

Άρα η απαίτηση ικανοποιείται και δεν θα χρειαστεί αλλαγή του πηδαλίου.

12. Μελέτη βάρους νέου τμήματος

Θα πρέπει να υπολογιστεί το βάρος του νέου κομματιού καθώς και η κατακόρυφη θέση του κέντρου βάρους VCG . Για να χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό του νέου κέντρου βάρους και του νέου βάρους του άφορτου πλοίου, έχοντας εις γνώση τα στοιχεία του πατρικού πλοίου.

Για να υπολογισθεί το βάρος του νέου τμήματος και η κατακόρυφη θέση του κέντρου βάρους θα δημιουργηθεί ο παρακάτω πίνακας με την χρήση του excel. Στον πίνακα θα περιέχονται όλα τα κατασκευαστικά στοιχεία που υπάρχουν στο νέο τμήμα καθώς και οι ιδιότητες τους. Οι ιδιότητες αυτές είναι οι διαστάσεις τους, το βάρος ανά τετραγωνικό μέτρο (όταν υπάρχει έλασμα τότε θα είναι το πάχος του πολλαπλασιάζοντας με την πυκνότητα του χάλυβα (8 kg/mm)) και το V.C.G του κάθε στοιχείου.

Ο πίνακας παρουσιάζεται παρακάτω:

NAME	DIMENSIONS			weight / meters or area	PCS	WEIGHT	V.C.G.	VMOMENT
PLATES								
Bottom Plate (8mm)	12,800	5,000	1,000	64,000	1	4096,000	-0,004	-16,384
Inner Bottom Plate (6mm)	12,800	5,000	1,000	48,000	1	3072,000	0,943	2896,896
Side Plate (6mm)	1,700	5,000	1,000	48,000	2	816,000	0,850	693,600
Inner Side Plate (6mm)	1,700	5,000	1,000	48,000	2	816,000	0,850	693,600
Deck Plate (10mm)	12,800	5,000	1,000	80,000	1	5120,000	1,705	8729,600
BOTTOM GIRDERS & FB								
Girder (250x8)	0,250	5,000	1,000	64,000	2	160,000	0,125	20,000
FB (80x8)	5,000	1,000	1,000	5,020	2	50,200	0,254	12,751
INNER BOTTOM GIRDERS & FB								
Girder (150x8)	0,150	5,000	1,000	64,000	2	96,000	0,865	83,040
FB (80x8)	5,000	1,000	1,000	5,020	2	50,200	0,786	39,457
SIMPLE FRAME (PLATES)								
Plate 6 mm (bottom)	0,175	1,000	1,000	48,000	10	9,240	0,470	4,343
Plate 6 mm (inner bottom)	0,177	1,000	1,000	48,000	10	84,960	1,310	111,298
Plate 6 mm (at cl)	0,365	1,000	1,000	48,000	10	174,960	0,472	82,581
FB (60x6)	0,053	1,000	1,000	2,830	10	1,500	0,475	0,712
BKT Bottom (280x200x8)	0,031	1,000	1,000	64,000	10	19,712	0,830	16,361
BKT Inner Bottom (280x200x8)	0,031	1,000	1,000	64,000	10	19,712	0,883	17,406
BKT Deck (200x200x8)	0,036	1,000	1,000	64,000	10	23,296	1,621	37,763
INTERMEDIATE FRAME (PLATES)								
Plate 6 mm (bottom)	0,343	0,500	1,000	48,000	10	82,320	0,473	38,937
Plate 6 mm (inner bottom)	0,359	1,000	1,000	48,000	10	172,176	1,253	215,737
FB (80x6)	0,080	0,806	1,000	48,000	10	30,950	0,471	14,578
FB (60x6) (inner bottom)	0,060	0,640	1,000	48,000	4	7,373	1,253	9,238
FB (120x8) Under Deck	0,052	1,000	1,000	64,000	20	66,56	1,64	109,1584
DECK GIRDERS & FB								
Girder (280x8)	0,280	5,000	1,000	64,000	3	268,800	1,560	419,328
FB (120x12)	5,000	1,000	1,000	11,300	3	169,500	1,413	239,504
ANGLES								
Bottom (L 60x60x8)	5,000	1,000	1,000	7,090	20	709,000	0,018	12,549
Inner Bottom (L 60x60x6)	5,000	1,000	1,000	5,420	20	542,000	0,897	486,174
Inner Side (L 60x40x5)	0,820	1,000	1,000	3,760	30	92,496	0,500	46,248
Inner Side UP (L 60x40x5)	0,710	1,000	1,000	3,760	20	53,392	1,353	72,239
Deck (120x80x10)	5,000	1,000	1,000	80,000	20	8000,000	1,619	12952,000
ΔΙΑΡΜΟΣ								
Plate 6 mm (in)	0,261	1,000	1,000	48,000	20	250,560	2,275	570,024
L (80x80x8)	0,400	1,000	1,000	9,660	20	77,280	1,900	146,832
Plate 4 mm	0,800	5,000	1,000	32,000	20	2560,000	2,152	5509,120
Plate 6 mm (up)	0,850	5,000	1,000	48,000	20	4080,000	2,500	10200,000
Plate 6 mm	1,070	5,000	1,000	48,000	20	5136,000	2,075	10657,200
FB (200x8)	0,200	1,000	1,000	2,090	20	8,360	2,500	20,900
L (50x50x5)	0,155	1,000	1,000	3,770	20	11,687	2,450	28,633
FB (100x8)	0,100	1,000	1,000	6,200	20	12,400	2,500	31,000
BKT & FB BKT								
BKT Bottom 6 mm	0,080	1,000	1,000	48,000	20	3,826	0,086	0,329
BKT Inner Bottom 6 mm	0,052	1,000	1,000	48,000	20	2,477	0,873	2,162
BKT Deck 6 mm	0,063	1,000	1,000	48,000	20	3,043	1,634	4,973
BKT 6 mm (Bottom - other side)	0,080	1,000	1,000	48,000	10	3,826	0,086	0,329
BKT 6 mm (Inner Bottom - other side)	0,052	1,000	1,000	48,000	10	2,477	0,873	2,162
W.T. BHD. FR No H 0,250								
FRAKTI (12800x6)	21,760	1,000	1,000	48,000	2	2088,960	0,875	1827,840
BKT (200x200x8)	0,028	1,000	1,000	64,000	1	1,792	1,331	2,385
BKT (200x200x8)	0,028	1,000	1,000	64,000	2	3,584	1,345	4,820
BKT (200x200x8)	0,028	1,000	1,000	64,000	8	14,336	1,529	21,920
BKT (200x200x8)	0,028	1,000	1,000	64,000	12	21,504	1,529	32,880
L (80x80x8)	1,440	1,000	1,000	9,660	12	166,925	0,840	140,217
L (80x80x8)	0,396	1,000	1,000	9,660	1	3,825	1,164	4,453
L (80x80x8)	0,386	1,000	1,000	9,660	2	7,458	1,183	8,822
WEB FRAME								
L (80x80x8)	0,570	1,000	1,000	4,570	8	20,839	1,275	26,570
FB (60x6)	0,006	1,000	1,000	2,830	20	0,340	0,477	0,162
PIPE 3"	0,760	1,000	1,000	15,270	3	34,816	1,173	40,839
PIPE 2 1/2"	0,760	1,000	1,000	11,410	2	17,343	1,173	20,344
PLATE	1,200	1,000	1,000	48,000	1	57,600	0,470	27,072
PLATE	0,711	1,000	1,000	48,000	1	34,128	1,173	40,032
WEB 280X10	0,280	6,400	1,000	80,000	2	286,720	1,560	447,283
FB 120X12	6,400	1,000	1,000	11,300	2	144,640	1,413	204,376
PLATE-PIPE 3"	0,006	1,000	1,000	247,000	3	4,446	0,943	4,193
PLATE-PIPE 2 1/2"	0,006	1,000	1,000	158,000	2	1,896	0,943	1,788
TOTAL						39867,433	1,457	58068,373

Πίνακας 3. Υπολογισμός βάρους νέου τμήματος

Το βάρος του νέου τμήματος θα είναι προφανώς το σύνολο όλων των βαρών που περιέχει ο πίνακας. Επίσης πρέπει να βρεθεί το VCG του νέου τμήματος με την βοήθεια του V_{MOMENT} από τον παρακάτω τύπο:

$$\mathbf{VCG} = \frac{\mathbf{V_{MOMENT}}}{\mathbf{WEIGHT}} \Rightarrow$$

$$\mathbf{VCG} = \frac{58.068 \text{ tm}}{39,867 \text{ t}} \Rightarrow$$

$$\mathbf{VCG} = \mathbf{1,457 \text{ m}}$$

Άρα για το νέο κομμάτι ισχύουν τα εξής:

- **Weight = 39,867 t**
- **$V_{\text{MOMENT}} = 58,068 \text{ tm}$**
- **VCG = 1,457 m**

13. Υπολογισμός βάρους άφορτου πλοίου

Εφόσον υπολογίστηκε το βάρος του νέου τμήματος και είναι γνώσιμο το βάρος του πατρικού πλοίου θα πρέπει να βρεθεί το νέο βάρος του άφορτου πλοίου. Ωστόσο, στο νέο τμήμα θα υπάρχουν προφανώς κάποιες σωληνώσεις που θα συνεχίζονται από το υπάρχον πλοίο και κάποιες συγκολλήσεις που θα γίνουν.

Έτσι, θεωρήθηκε ότι το βάρος των νέων σωληνώσεων θα είναι το 5% του βάρους του νέου τμήματος από εμπειρία της εταιρείας «Shipinvestigation Co» με όμοια πλοία.

$$\text{Βάρος σωληνώσεων} = 5\% * \text{Βάρος νέου τμήματος} \Rightarrow$$

$$\text{Βάρος σωληνώσεων} = 0,05 * 39,867 \text{ t} \Rightarrow$$

$$\text{Βάρος σωληνώσεων} = \mathbf{1,993 \text{ t}}$$

Επομένως, για τους ίδιους λόγους που προαναφέρθηκαν το βάρος των νέων συγκολλήσεων θεωρήθηκε ότι είναι ίσο με το 3% του βάρους του νέου τμήματος.

$$\text{Βάρος συγκολλήσεων} = 3\% * \text{Βάρος νέου τμήματος} \Rightarrow$$

$$\text{Βάρος συγκολλήσεων} = 0,03 * 39,867 \text{ t} \Rightarrow$$

$$\text{Βάρος συγκολλήσεων} = \mathbf{1,196 \text{ t}}$$

Συνεπώς, το νέο βάρος του άφορτου πλοίου θα είναι το σύνολο όλων των στοιχείων που αναφέρθηκαν στην αρχή. Η ίδια διαδικασία θα ακολουθηθεί και για την κατακόρυφη θέση κέντρου βάρους VCG.

Η διαμήκης θέση του κέντρου βάρους του νέου πλοίου θα υπολογιστεί με την παρακάτω διαδικασία.

Από παρόμοιο πλοίο, του οποίου η διαμήκη θέση κέντρου βάρους του δόθηκε από την εταιρεία «Shipinvestigation Co» βρέθηκε το ποσοστό του LCG ως προς το ολικό μήκος. Δυστυχώς δεν υπήρχαν πολλά όμοια πλοία με το πατρικό ώστε να υπάρξει μία πιο καλή προσέγγιση του παραπάνω ποσοστού. Οπότε, με βάση το ποσοστό του όμοιου πλοίου καθώς και το ποσοστό του πατρικού πλοίου θα υπολογιστεί εν τέλει το νέο LCG του νέου πλοίου μετά την επιμήκυνση.

Επομένως:

ΜΑΡΙΑΕΝΑ

- $L_{0A} = 48,34 \text{ m}$
- $LCG = -3,995 \text{ m}$

Το ποσοστό θα είναι:

48.34m 3,995 m

100% x ;

$$\Rightarrow 48,34 * x = 3,995 * 100\% \Rightarrow x = \frac{399,50}{48,34} \Rightarrow x = \mathbf{8,26\%}$$

ΠΑΤΡΙΚΟ ΠΛΟΙΟ

- $L_{0A} = 33,34 \text{ m}$
- $LCG = -2,687 \text{ m}$

Το ποσοστό θα είναι:

33.34 m 2,687 m

100% x ;

$$\Rightarrow 33,34 * x = 2,687 * 100\% \Rightarrow x = \frac{268,70}{33,34} \Rightarrow x = \mathbf{8,06\%}$$

Ο μέσο όρος αυτών των δύο τιμών θα είναι:

$$\Rightarrow 8,26\% + 8,06\% = 16,32\% \div 2 = 8,16\%$$

Όποτε για το νέο πλοίο το ποσοστό του LCG για το ολικό μήκος θα είναι **8,16%**.

ΝΕΟ ΠΛΟΙΟ

- $L_{0A} = 38,34 \text{ m}$

$$LCG = 8,16 \% * 38,34 \text{ m} \Rightarrow LCG = -3,12 \text{ m}$$

Επομένως, θα υπάρχει ο παρακάτω πίνακας:

	NAME	ΒΑΡΟΣ (tn)	VCG (m)	Vmoment (tm)
1)	Πατρικό άφορτο πλοίο	229,03	3,431	785,83
2)	Βάρος νέου τμήματος	39,867	1,457	58,068
3)	Βάρος συγκολλήσεων	1,196	1,458	57,282
4)	Βάρος σωληνώσεων	1,993	1,458	57,282
	Νέο άφορτο πλοίο	272,086	3,523	958,462

Πίνακας 4. Βάρος νέου τμήματος

14. Μελέτη ευστάθειας

Η μελέτη ευστάθειας πραγματοποιείται για να εξεταστεί εάν το πλοίο ικανοποιεί τα κριτήρια ευστάθειας σύμφωνα με τους πλόες που εκτελεί και την κατηγορία στην οποία ανήκει. Λαμβάνεται υπόψη η δυσμενέστερη και η μέγιστη κατάσταση φόρτωσης επιβατών και οχημάτων. Για την μελέτη έγινε χρήση του προγράμματος Wolfson με άδεια χρήσης που δόθηκε από την εταιρεία «Shipinvestigation Co».

Επίσης, η μελέτη αυτή πραγματοποιήθηκε με βάση τους κανονισμούς που αναφέρονται στο Βασιλικό Διάταγμα 740/1969, περί ευστάθειας επιβατηγών πλοίων.

Το πλοίο υπάγεται στην κατηγορία V, δηλαδή πραγματοποιεί τοπικούς δρομολογιακούς πλόες. Για τη μελέτη ευστάθειας θα πρέπει να τηρούνται οι συνθήκες μετακίνησης επιβατών που αναφέρονται στο παραπάνω διάταγμα.

Επιπλέον ισχύει ότι σύμφωνα με το Βασιλικό Διάταγμα 740/1969, άρθρο 14 στο οποίο αναφέρονται τα κριτήρια ικανοποιητικής ευστάθειας πλοίων για την κατηγορία V της συγκεκριμένης περίπτωσης, ισχύουν τα εξής:

- 1) Το μετακεντρικό ύψος θα πρέπει να είναι μεγαλύτερο από τα 0,15 m.
Δηλαδή $GM > 0,15 \text{ m}$.
- 2) Θα πρέπει η γωνία εγκάρσιας κλίσεως λόγω μετακίνησης επιβατών να μην ξεπερνά τις 12° ή $0,60 \times \Theta_F$, όποια είναι η μικρότερη από τις δύο.
* Θ_F είναι η γωνία εξάλων

Αρχικά, είναι απαραίτητο να υπολογιστεί η κατανομή των επιβατών θεωρώντας πως όλοι οι επιβάτες βρίσκονται στο top bridge deck, όπου είναι η δυσμενέστερη κατάσταση. Το κέντρο βάρους ($KG=VCG$) δεν αλλάζει είναι το ίδιο με το πατρικό πλοίο. Όμως, η εγκάρσια ροπή (TCG_{MOMENT}) καθώς και η διαμήκης ροπή (LCG_{MOMENT}) θα αλλάξει λόγω της προσθήκης του νέου τμήματος με αποτέλεσμα την αλλαγή της θέσης της Center Line.

Η κατανομή παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα:

Ε/Γ-Ο/Γ "ΕΛΑΦΟΝΗΣΟΣ"					ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΠΙΒΑΤΩΝ						
Α/Α	ΕΜΒΑΔΟΝ	Ε/Μ2	ΑΤΟΜΑ	ΒΑΡΟΣ/ ΑΤΟΜΟ	WEIGHT	KG	K.MOMENT	LCG	L. MOMENT	TCG	T. MOMENT
					Ton.	M	Ton*M	M	Ton*M	M	Ton*M
T.B.D											
A1	17,66	4	71	0,075	5,298	10,250	54,305	-12,741	-67,502	5,182	27,454
A2	21,00	4	84	0,075	6,300	10,250	64,575	-11,407	-71,864	3,024	19,051
A3	1,096	4	4	0,075	0,329	10,250	3,370	-11,279	-3,709	1,949	0,641
SUM			159	0,075	11,927	10,250	122,250	-11,996	-143,074	3,953	47,146

Πίνακας 5. Υπολογισμός κατανομή επιβατών

Έχοντας λοιπόν την κατανομή επιβατών, το νέο βάρος άφορτου πλοίου που υπολογίστηκε παραπάνω, την διαμήκη θέση κέντρου βάρους του νέου πλοίου και την κατακόρυφη θέση κέντρου βάρους του νέου πλοίου μπορεί να μελετηθούν οι παρακάτω δυσμενέστερες καταστάσεις φόρτωσης με την βοήθεια του προγράμματος που προαναφέραμε.

Οι καταστάσεις αυτές είναι οι εξής:

- 1) **CONDITION 1:** Αναχώρηση με 100% εφόδια και πλήρωμα.
- 2) **CONDITION 2:** Άφιξη με 25% εφόδια και πλήρωμα.
- 3) **CONDITION 3:** Αναχώρηση με 100% εφόδια, πλήρωμα και επιβάτες
- 4) **CONDITION 4:** Άφιξη με 25% εφόδια, πλήρωμα και επιβάτες
- 5) **CONDITION 5:** Αναχώρηση με 100% εφόδια, πλήρωμα, επιβάτες και αυτοκίνητα.
- 6) **CONDITION 6:** Άφιξη με 25% εφόδια, πλήρωμα, επιβάτες και αυτοκίνητα.

Από τα αποτελέσματα του προγράμματος (βλ. Παράρτημα III) παρατηρείται πως για τις καταστάσεις 3,4,5 και 6 στις οποίες υπάρχουν επιβάτες πληρείται το πρώτο κριτήριο ευστάθειας.

Για να ελεγχθεί εάν πληρείται και το δεύτερο κριτήριο ευστάθειας στις καταστάσεις 3, 4, 5 και 6 θα γίνει η παρακάτω διαδικασία:

Αρχικά, υπολογίζεται η γωνία εγκάρσιας κλίσης λόγω μετακίνησης επιβατών με χρήση της ροπής εγκάρσιας κλίσης που προκύπτει από την κατανομή των επιβατών, του εκτόπισματος και του μετακεντρικού ύψους που προκύπτουν από τα αποτελέσματα του προγράμματος (βλ. Παράρτημα III).

Έπειτα, βρίσκεται η γωνία καταστρώματος θ_F , όπου σύμφωνα και με το Β.Δ. 740/1969, άρθρο 11, παράγραφος 1γ, είναι η γωνία η κείμενη έναντι της κατακόρυφου πλευράς του ορθογωνίου τριγώνου του έχοντος κάθετη πλευράς το ύψος εξάλων και το ημιπλάτος του πλοίου.

Επομένως:

Condition No 3:

→ Γωνία εγκάρσιας κλίσης λόγω μετακίνηση των επιβατών

$$\epsilon\phi\theta = \frac{\text{Ροπή εγκάρσιας κλίσης}}{\text{Εκτόπισμα} * \text{GM}}$$

Όπου:

- 47,146 tm είναι η συνολική ροπή που βρέθηκε από την κατανομή των επιβατών
- 302,684 t το εκτόπισμα από τα αποτελέσματα του προγράμματος (βλ. Παράρτημα III)
- 14,724 m το GM από τα αποτελέσματα του προγράμματος (βλ. Παράρτημα III)

Άρα

$$\epsilon\phi\theta = \frac{47,146 \text{ tm}}{302,684 \text{ t} * 14,724 \text{ m}} = 0,0106$$

$$\theta = 0,607^\circ$$

→ Γωνία καταστρώματος

$$\varepsilon\varphi_{\theta_F} = \frac{1710 - 872}{6400} = 0,131$$

Όπου:

- 1710 mm είναι το κοίλο με την προσθήκη του πάχους που έχει το έλασμα του καταστρώματος
- 872 mm είναι το LCF στην ίσαλο πλευσης με βάση από τα αποτελέσματα του προγράμματος (βλ. Παράρτημα ΙΙΙ)
- 6400 mm είναι το ημιπλάτος του πλοίου

Άρα

$$\theta_F = 7,463^\circ$$

Όποτε $\theta_F * 0,60 = 7,463 * 0,6 = 4,477$ που είναι μεγαλύτερη από τη γωνία θ που υπολογίστηκε παραπάνω. Επομένως ικανοποιείται και το δεύτερο κριτήριο της ευστάθειας στην συγκεκριμένη κατάσταση.

Condition No 4:

→ Γωνία εγκάρσιας κλίσης λόγω μετακίνηση των επιβατών

$$\varepsilon\varphi\theta = \frac{\text{Ροπή εγκάρσιας κλίσης}}{\text{Εκτόπισμα} * \text{GM}}$$

Όπου:

- 47,146 tm είναι η συνολική ροπή που βρέθηκε από την κατανομή των επιβατών
- 289,960 t το εκτόπισμα από τα αποτελέσματα του προγράμματος (βλ. Παράρτημα III)
- 15,360 m το GM από τα αποτελέσματα του προγράμματος (βλ. Παράρτημα III)

Άρα

$$\varepsilon\varphi\theta = \frac{47,146 \text{ tm}}{289,960 \text{ t} * 15,360 \text{ m}} = 0,0106$$

$$\theta = 0,607^\circ$$

→ Γωνία καταστρώματος

$$\varepsilon_{\theta_F} = \frac{1710 - 842}{6400} = 0,136$$

Όπου:

- 1710 mm είναι το κοίλο με την προσθήκη του πάχους που έχει το έλασμα του καταστρώματος
- 842 mm είναι το LCF στην ίσαλο πλευσης με βάση τα αποτελέσματα του προγράμματος (βλ. Παράρτημα ΙΙΙ)
- 6400 mm είναι το ημιπλάτος του πλοίου

Άρα

$$\theta_F = 7,745^\circ$$

Όποτε $\theta_F * 0,60 = 7,745 * 0,6 = 4,647$ που είναι μεγαλύτερη από τη γωνία θ που υπολογίστηκε παραπάνω. Επομένως ικανοποιείται και το δεύτερο κριτήριο της ευστάθειας στην συγκεκριμένη κατάσταση.

Condition No 5:

→ Γωνία εγκάρσιας κλίσης λόγω μετακίνηση των επιβατών

$$\varepsilon\varphi\theta = \frac{\text{Ροπή εγκάρσιας κλίσης}}{\text{Εκτόπισμα} * \text{GM}}$$

Όπου:

- 47,146 tm είναι η συνολική ροπή που βρέθηκε από την κατανομή των επιβατών
- 444,684 t το εκτόπισμα από τα αποτελέσματα του προγράμματος (βλ. Παράρτημα III)
- 9,416 m το GM από τα αποτελέσματα του προγράμματος (βλ. Παράρτημα III)

Άρα

$$\varepsilon\varphi\theta = \frac{47,146 \text{ tm}}{444,684 \text{ t} * 9,416 \text{ m}} = 0,0113$$

$$\theta = 0,647^\circ$$

→ Γωνία καταστρώματος

$$\varepsilon_{\theta_F} = \frac{1710 - 1201}{6400} = 0,080$$

Όπου:

- 1710 mm είναι το κοίλο με την προσθήκη του πάχους που έχει το έλασμα του καταστρώματος
- 1201 mm είναι το LCF στην ίσαλο πλευσης με βάση τα αποτελεσμάτων του προγράμματος (βλ. Παράρτημα ΙΙΙ)
- 6400 mm είναι το ημιπλάτος του πλοίου

Άρα

$$\theta_F = 4,57^\circ$$

Όποτε $\theta_F * 0,60 = 4,57 * 0,6 = 2,74$ που είναι μεγαλύτερη από τη γωνία θ που υπολογίστηκε παραπάνω. Επομένως ικανοποιείται και το δεύτερο κριτήριο της ευστάθειας στην συγκεκριμένη κατάσταση.

Condition No 6:

→ Γωνία εγκάρσιας κλίσης λόγω μετακίνηση των επιβατών

$$\varepsilon\varphi\theta = \frac{\text{Ροπή εγκάρσιας κλίσης}}{\text{Εκτόπισμα} * \text{GM}}$$

Όπου:

- 47,146 tm είναι η συνολική ροπή που βρέθηκε από την κατανομή των επιβατών
- 431,960 t το εκτόπισμα από τα αποτελέσματα του προγράμματος (βλ. Παράρτημα III)
- 9,650 m το GM από τα αποτελέσματα του προγράμματος

Άρα

$$\varepsilon\varphi\theta = \frac{47,146 \text{ tm}}{431,960 \text{ t} * 9,650 \text{ m}} = 0,0113$$

$$\theta = 0,647^\circ$$

→ Γωνία καταστρώματος

$$\varepsilon_{\theta_F} = \frac{1710 - 1171}{6400} = 0,084$$

Όπου:

- 1710 mm είναι το κοίλο με την προσθήκη του πάχους που έχει το έλασμα του καταστρώματος
- 1171 mm είναι το LCF στην ίσαλο πλευσης με βάση τα αποτελεσμάτων του προγράμματος (βλ. Παράρτημα III)
- 6400 mm είναι το ημιπλάτος του πλοίου

Άρα

$$\theta_F = 4,801^\circ$$

Όποτε $\theta_F * 0,60 = 4,801 * 0,6 = 2,88$ που είναι μεγαλύτερη από τη γωνία θ που υπολογίστηκε παραπάνω. Επομένως ικανοποιείται και το δεύτερο κριτήριο της ευστάθειας στην συγκεκριμένη κατάσταση.

15. Μελέτη ευστάθειας έναντι βλάβης

Με βάση το Βασιλικό Διάταγμα. 611/1967, το οποίο κάνει αναφορά στη στεγανή υποδιαίρεση πλοίων και με βάση το άρθρο 11, η μελέτη ευστάθειας πλοίου σε περίπτωση βλάβης εφαρμόζεται μόνο σε πλοία που ανήκουν στην Κατηγορία I (διεθνής πλόες), Κατηγορία II (πλόες εκτός από διεθνής) και Κατηγορία III (πλόες περιορισμένης έκτασης). Αφού στην συγκεκριμένη περίπτωση το πλοίο δεν ανήκει σε καμία από τις τρεις παραπάνω κατηγορίες τότε δεν χρειάζεται να εκπονηθεί η μελέτη ευστάθειας έναντι βλάβης.

16. Επιστολή άδειας σχεδίων και μελετών



SHIPINVESTIGATION CO. MARINE TECHNICAL BUREAU
Naval Architects - Marine Engineers - Consultants - Surveyors

Προς: ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Υπεύθυνος Καθηγητής: κ. Χατζηκωνσταντής Γιώργος

29.06.2021

Αγαπητέ κ. καθηγητά,

Με την παρούσα επιστολή, σας ενημερώνω ότι, εις γνώσιν μου και με την άδειά μου, δόθηκαν στην φοιτήτριά σας κ. Μπουρέκα Μαρία του Μιχαήλ, με αριθμό μητρώου ΝΑ16064, σχέδια και μελέτες ενός επιβατηγού – οχηματαγωγού (Ε/Γ – Ο/Γ) πλοίου με την ονομασία «ΕΛΑΦΟΝΗΣΟΣ», προκειμένου να χρησιμοποιηθούν αποκλειστικά και μόνο για την πτυχιακή του εργασία, και ως εκ τούτου απαγορεύεται, να αντιγραφούν, να αναπαραχθούν ή να αποκαλυφθούν σε τρίτους χωρίς την έγγραφη εξουσιοδότηση της εταιρείας μου.

Με εκτίμηση,
Για την SHIPINVESTIGATION CO.
Θηραΐος Δημήτριος.



17. Συμπεράσματα

Η παρούσα διπλωματική εργασία αναφέρει την προμελέτη ενός Ε/Γ-Ο/Γ ανοιχτού τύπου πλοίου με μήκος 38,35 m. Για την αύξηση της μεταφορική ικανότητας το πλοίο θα υποβληθεί σε μετασκευή – επιμήκυνση, με την προσθήκη ενός νέου τμήματος μήκους 5 m στο παράλληλο τμήμα του. Η προσθήκη αυτή δεν επηρεάζει τις υπερκατασκευές και την πρωραία στεγανή φρακτή.

Εφόσον υπάρχουν όλα τα απαραίτητα στοιχεία (μελέτες & σχέδια) του πατρικού πλοίου και σχεδιάζοντας τα νέα σχέδια μετά την μετασκευή, μελετήθηκαν αρχικά τα υδροστατικά στοιχεία του νέου πλοίου. Στην συνέχεια έγινε έλεγχος των εμβαδών των κλειστών και ανοιχτών καταστρωμάτων σε συνάρτηση με το εμβαδόν του χώρου οχημάτων του νέου πλοίου.

Ακόμη, βρέθηκε το νέο έμφορτο βύθισμα στα 1,266 m μετά από την εφαρμογή των κανονισμών της Διεθνούς Σύμβασης περί γραμμών φορτώσεως κατά την μελέτη γραμμής φορτώσεως νέου πλοίου μετά από την επιμήκυνση.

Επίσης, ακολούθησε ο υπολογισμός του κατακλύσιμου μήκους και ο έλεγχος των διαμερισμάτων του νέου πλοίου σε συνάρτηση με το κατακλύσιμο μήκος. Όλα τα διαμερίσματα ήταν εντός της απαίτησης. Στην συνέχεια έγινε έλεγχος της θέσης της πρωραίας φρακτής. Αργότερα, ακολούθησε η μελέτη κατάκλυσης σε εκτόπισμα που αντιστοιχεί σε βύθισμα 1,266 m, που είναι το έμφορτο βύθισμα που προέκυψε από την μελέτη γραμμής φορτώσεως. Παρατηρήθηκε λοιπόν πως δεν υπήρχε κανένα πρόβλημα στην μελέτη κατάκλυσης.

Έπειτα, εκπονήθηκε η μελέτη εγκάρσιας και διαμήκους αντοχής του νέου πλοίου με τους κανονισμούς του Νηογνώμονα ABS 2022. Τα δομικά στοιχεία του νέου τμήματος επιλέχθηκαν να είναι ίδια με αυτά του πατρικού πλοίου για κατασκευαστικούς λόγους και ελέγχθηκαν για να παρατηρηθεί εάν τηρούν τους κανονισμούς. Τελικά είναι όλα εντός των κανονισμών και αντιστοίχως ελέγχθηκε και το φορτίο για τις κολώνες που και αυτές έχουν τις ίδιες διαστάσεις με αυτές που προϋπήρχαν ήδη στο πατρικό πλοίο.

Επιπροσθέτως, πραγματοποιήθηκε η μελέτη επιβατών στην οποία υπολογίστηκε ο αριθμός των επιβατών του χειμώνα και του θέρους σύμφωνα με τα εμβαδά των εξωτερικών και εσωτερικών χώρων του πλοίου, καθώς και ο αριθμός των χώρων υγιεινής. Παρατηρήθηκε πως δεν υπάρχει κάποια αλλαγή στον αριθμό των επιβατών σε σχέση με την μελέτη που είχε γίνει στο πατρικό πλοίο και αυτό είναι απολύτως φυσιολογικό, καθώς δεν προστέθηκαν κατά την μετασκευή τετραγωνικά χώρου στους ήδη υπάρχοντες χώρους του πλοίου.

Αξίζει να αναφερθεί πως εκπονήθηκε η μελέτη αερισμού – θέρμανσης που γίνεται για να υπολογιστούν οι απώλειες θερμοκρασίας των χώρων παραμονής των επιβατών και να καθοριστούν οι κλιματιστικές μονάδες που πρέπει να μπουν στο πλοίο. Παρατηρήθηκε πως δεν υπάρχει κάποια αλλαγή στις συνολικές απώλειες του σαλονιού επιβατών σε σχέση με την μελέτη που είχε γίνει στο πατρικό πλοίο. Αυτό ήταν αναμενόμενο αποτέλεσμα, καθώς δεν προστέθηκαν κατά την μετασκευή τετραγωνικά χώρου ή κάποια επιπλέον πόρτα ή παράθυρο στους ήδη υπάρχοντες χώρους του πλοίου.

Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε η μελέτη επάρκειας πηδαλίου σύμφωνα με τον κανονισμό του Γερμανικού Νηογνώμονα στην οποία παρατηρήθηκε ότι δεν θα χρειαστεί αλλαγή του πηδαλίου και πως το υπάρχον πηδάλιο επαρκεί με το νέο μήκος του πλοίου μετά την επιμήκυνση.

Στην συνέχεια υπολογίστηκε το βάρος του νέου τμήματος συνυπολογίζοντας τις σωληνώσεις και τις συγκολλήσεις που θα υπάρχουν στο νέο κομμάτι αλλά και το άφορτο πατρικό πλοίο. Επίσης, υπολογίστηκε το νέο άφορτο πλοίο μετά την επιμήκυνση. Να σημειωθεί πως με τον υπολογισμό του βάρους υπολογίστηκαν και η διαμήκη θέση κέντρου βάρους (LCG) και η κατακόρυφη θέση κέντρου βάρους (VCG).

Η τελευταία μελέτη που έγινε είναι η μελέτη ευστάθειας που χρησιμοποιεί το νέο άφορτο πλοίο, το νέο LCG, το νέο VCG και την εγκάρσια ροπή κλίσης λόγω μετακίνησης των επιβατών. Υπολογίστηκε για τις δυσμενέστερες καταστάσεις φόρτωσης από την κατανομή των επιβατών και με την βοήθεια του προγράμματος Wolfson (με άδεια χρήσης από την εταιρεία «Shipinvestigation Co»). Από τα αποτελέσματα παρατηρείται ότι το πλοίο καλύπτει όλα τα κριτήρια ευστάθειας που διέπουν την κατηγορία που υπάγεται σε όλες τις καταστάσεις φόρτωσης.

Η μελέτη για την ευστάθεια μετά από βλάβη δεν χρειάζεται να πραγματοποιηθεί, αφού το πλοίο δεν ανήκει σε κατηγορία που είναι απαραίτητος ο έλεγχος της μελέτης αυτής.

Ανακεφαλαιώνοντας, γίνεται κατανοητό πως η μετασκευή είναι ικανή να πραγματοποιηθεί ικανοποιώντας όλες τις παραπάνω μελέτες που προβλέπονται, έτσι ώστε να καλύψει την απαίτηση του πλοιοκτήτη. Επομένως, η νέα μεταφορική ικανότητα του πλοίου αυξήθηκε κατά έξι αυτοκίνητα τηρώντας πλήρως τους κανονισμούς που προβλέπονται σε κάθε μελέτη που εκπονήθηκε για την κατηγορία που υπάγεται το πλοίο.

18. Προτάσεις

Παρακάτω θα παρουσιαστούν κάποιες προτάσεις που θα μπορούσαν να πραγματοποιηθούν στο πλοίο σε συνδυασμό με την μετασκευή που αναφέρεται στην παρούσα διπλωματική εργασία.

Αρχικά, μία πρόταση που θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί είναι η τοποθέτηση φωτοβολταϊκών σε κάποιους από τους ανοιχτούς χώρους του πλοίου, όπως στο top bridge deck καθώς και πάνω από την οροφή της γέφυρας. Με την χρήση των φωτοβολταϊκών μειώνεται η χρήση των ηλεκτρογεννητριών του πλοίου για τις βασικές ανάγκες. Αυτό συμβαίνει για τον λόγο ότι την απαιτούμενη αυτή ενέργεια την παρέχουν πλέον τα φωτοβολταϊκά. Η μείωση της χρήσης των ηλεκτρογεννητριών έχει ως αποτέλεσμα την μείωση κατανάλωσης καυσίμου και των εκπομπών αέριων ρύπων. Συνεπώς αυτή η πρόταση έχει μόνο θετικά οφέλη προς τον πλοιοκτήτη και προς το περιβάλλον.

Επιπλέον, μία δεύτερη πρόταση που θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί αφορά στη διερεύνηση για τη δυνατότητα εγκατάστασης ηλεκτροπρόωσης στο συγκεκριμένο πλοίο. Υπάρχουν αρκετά πλεονεκτήματα στην ηλεκτροπρόωση κάποια από αυτά είναι:

- Χαμηλότερο κόστος καυσίμου
- Μικρότερη κατανάλωση καυσίμου άρα και μικρότερη εκπομπή ρύπων
- Χαμηλότερο κόστος λειτουργίας και συντήρησης των μηχανημάτων
- Σαφής και λεπτομερής έλεγχος στην ταχύτητα περιστροφής της έλικας και του πλοίου αλλά και μεγαλύτερη δυνατότητα ελιγμών

Το μεγαλύτερο μειονέκτημα αυτής της αλλαγής είναι η έλλειψη εγκαταστάσεων φόρτισης των πλοίων στα λιμάνια και το μεγάλο κόστος του απαραίτητου εξοπλισμού.

Συνοψίζοντας, όλες οι προτάσεις που θα μπορούσαν να αναφερθούν έχουν ένα κοινό παράγοντα να δημιουργηθούν πλοία που να είναι πιο φιλικά προς το περιβάλλον. Αυτό είναι ένα παγκόσμιο φαινόμενο καθώς οι κανόνες του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού γίνονται ολοένα και πιο αυστηροί και απαιτούν την αλλαγή αυτήν.

19. Βιβλιογραφία

1. Σημειώσεις Τεχνική Νομοθεσία (Ναυπηγικό κατασκευαστικό σχέδιο), Γεώργιος Χατζηκωσταντής, Αθήνα, 2010
2. Σημειώσεις Μηχανές Πλοίου II - Πηδάλιο και Πηδαλιουχία, Γεώργιος Χατζηκωσταντής, Αθήνα, 2015
3. Σημειώσεις Θεωρία Πλοίου I, Σοφία Πέππα, Αθήνα, 2014
4. Μελέτη Αερισμού – Θέρμανσης, «Shipinvestigation Co», Αθήνα, 2015
5. Μελέτη Επιβατών, «Shipinvestigation Co», Αθήνα, 2015
6. Μελέτη Αντοχής, «Shipinvestigation Co», Αθήνα, 2015
7. Η χρήση της ηλεκτροπροώσης στα πλοία, Νικόλαος Κορακιανίτης, Αθήνα, 2022
8. ABS RULES FOR BUILDING AND CLASSING STEEL VESSELS UNDER 90 METERS IN LENGTH, 2022, Part 3 Hull construction and equipment https://ww2.eagle.org/content/dam/eagle/rules-and-guides/current/other/1_marinevesselrules_2022/mvr-part-3-july22.pdf
9. HST | WOLFSON UNIT MTIA , «Shipinvestigation Co»
10. “AUTOCAD for Mac and Windows | CAD software |Autodesk” Autodesk.com, 2014, «Shipinvestigation Co»
11. Προεδρικό Διάταγμα υπ’ αριθμόν 399/1980.
12. Διεθνής Σύμβαση περί γραμμών φορτώσεως των πλοίων 1966
13. Βασιλικό Διάταγμα υπ’ αριθμόν 611/1967
14. Προεδρικό Διάταγμα υπ’ αριθμόν 44/2011.
15. Προεδρικό Διάταγμα υπ’ αριθμόν 177/2000
16. Βασιλικό Διάταγμα υπ’ αριθμόν 740/1969

20. Παράρτημα

Παράρτημα Ι. Αποτελέσματα για υδροστατικών στοιχεία (σελ 16)

Hydrostatics Report

Filename: \\legend\DATA\INPUTS\PS\PS136 Elafonisos\BOUREKA.hst
Date : 20/9/2022
Time :4:01:37 μμ

BOUREKA

Ship Particulars

Top of Keel 0.000 metres
CP and CM referred to Section PS HULL, FRAME No34 AFT: X=0.346 metres
Vertical Centre of Gravity 0.0000 metres
Specific Gravity of Water 1.0250
Mean Shell Thickness 0.0080 metres
Longitudinal Datum
Vertical Datum
Trim Length 33.310 metres

Draught Marks	Name	X metres	Z metres
Aft Marks	A.P.	-16.655	0.000
Mid Marks	Midships	0.000	0.000
Fwd Marks	F.P.	16.655	0.000

Conditions

[Trim 0.000 metres](#) [Trim 0.250 metres](#)

Trim Between Marks 0.000 metres

Draught at Mid Marks	Moulded Draught	Moulded Displacement tonnes	Full Displacement tonnes	LCB metres	LCF metres	Moulded VCB metres	Moulded HCB metres	Immersion tonnes/cm	WSA metres ²
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00
0.250	0.250	80.288	83.099	-0.102	0.123	0.127	0.000	3.393	342.92
0.500	0.500	168.452	171.579	0.032	0.118	0.258	0.000	3.654	381.39
0.750	0.750	262.610	266.025	0.026	-0.054	0.390	0.000	3.871	416.49
1.000	1.000	362.131	365.827	-0.043	-0.315	0.524	0.000	4.069	450.71
1.245	1.245	466.340	470.403	-0.228	-1.067	0.658	0.000	4.367	495.53
1.250	1.250	468.524	472.591	-0.232	-1.061	0.661	0.000	4.369	496.00
1.445	1.445	554.150	558.355	-0.345	-0.907	0.767	0.000	4.408	512.80
1.500	1.500	578.404	582.642	-0.368	-0.894	0.796	0.000	4.411	516.81
1.750	1.750	678.404	685.140	-0.537	-8.314	0.917	0.000	2.346	821.47
2.000	2.000	734.033	741.742	-1.144	-9.137	0.989	0.000	1.966	940.12

Trim Between Marks 0.000 metres

Draught at Mid Marks	Moulded KMT	GMT metres	Moulded KML	MCT tonnes/cm	LCG metres	LWL metres	BWL metres	CB	CP	CM	CW
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	36.499	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.250	56.370	56.370	236.899	5.710	-0.102	36.499	12.800	0.671	0.671	1.000	0.709
0.500	29.139	29.139	141.169	7.139	0.032	36.499	12.800	0.704	0.704	1.000	0.763
0.750	19.973	19.973	107.913	8.508	0.026	36.499	12.800	0.731	0.731	1.000	0.808

1.000	15.423	15.423	91.174	9.912	-0.043	36.499	12.800	0.756	0.756	1.000	0.850
1.245	13.067	13.067	87.783	12.290	-0.228	36.499	12.800	0.782	0.782	1.000	0.912
1.250	13.014	13.014	87.475	12.304	-0.232	36.499	12.800	0.783	0.783	1.000	0.912
1.445	11.282	11.282	76.274	12.689	-0.345	36.499	12.800	0.801	0.801	1.000	0.921
1.500	10.879	10.879	73.304	12.729	-0.368	36.499	12.800	0.805	0.805	1.000	0.921
1.750	5.761	5.761	15.283	3.113	-0.537	34.243	12.800	0.863	0.888	0.971	0.522
2.000	5.632	5.632	16.328	3.598	-1.144	34.266	12.800	0.816	0.960	0.850	0.437

[back to top](#)

Trim Between Marks 0.250 metres by the stern

Draught at Mid Marks	Moulded Draught metres	Moulded Displacement tonnes	Full Displacement tonnes	LCB metres	LCF metres	Moulded VCB metres	Moulded HCB metres	Immersion tonnes/cm	WSA metres ²
0.000	0.000	7.461	8.716	-7.948	-6.380	0.031	0.000	1.558	153.14
0.250	0.250	80.362	83.190	-1.794	-0.476	0.134	0.000	3.412	344.88
0.500	0.500	168.592	171.755	-1.015	-0.388	0.262	0.000	3.697	385.71
0.750	0.750	263.379	266.838	-0.787	-0.527	0.394	0.000	3.922	421.78
1.000	1.000	364.249	368.124	-0.762	-1.373	0.529	0.000	4.289	472.60
1.245	1.245	470.033	474.080	-0.872	-1.169	0.665	0.000	4.341	493.63
1.250	1.250	472.203	476.254	-0.873	-1.167	0.668	0.000	4.342	494.01
1.445	1.445	557.260	561.451	-0.905	-0.993	0.773	0.000	4.386	511.18
1.500	1.500	581.417	585.649	-0.907	-0.944	0.802	0.000	4.399	516.04
1.750	1.750	689.327	694.491	-0.916	-1.903	0.932	0.000	3.571	629.71
2.000	2.000	747.772	755.504	-1.400	-9.467	1.009	0.000	1.970	942.87

Trim Between Marks 0.250 metres by the stern

Draught at Mid Marks	Moulded KMT metres	GMT metres	Moulded KML metres	MCT tonnes/cm	LCG metres	LWL metres	BWL metres	CB	CP	CM	CW
0.000	285.153	285.153	243.787	0.546	-7.948	36.500	12.800	0.000	0.000	0.000	0.000
0.250	56.895	56.895	240.322	5.798	-1.795	36.500	12.800	0.671	0.678	0.990	0.712
0.500	29.496	29.496	145.941	7.387	-1.017	36.500	12.800	0.704	0.708	0.995	0.772
0.750	20.232	20.232	111.818	8.841	-0.790	36.500	12.800	0.733	0.736	0.997	0.819
1.000	16.194	16.194	105.935	11.584	-0.766	36.500	12.800	0.761	0.763	0.997	0.896
1.245	12.939	12.939	85.486	12.063	-0.877	36.500	12.800	0.788	0.790	0.998	0.907
1.250	12.886	12.886	85.125	12.067	-0.878	36.500	12.800	0.789	0.790	0.998	0.907
1.445	11.180	11.180	74.682	12.494	-0.911	36.500	12.800	0.805	0.807	0.998	0.916
1.500	10.801	10.801	72.278	12.616	-0.913	36.500	12.800	0.809	0.811	0.998	0.918
1.750	7.861	7.861	59.709	12.356	-0.923	34.256	12.800	0.876	0.902	0.971	0.795
2.000	5.618	5.618	14.551	3.266	-1.408	34.279	12.800	0.831	0.978	0.850	0.438

[back to top](#)

Παράρτημα ΙΙ. Αποτελέσματα προγράμματος για την μελέτη κατάκλυση (σελ.31-34)

Floodable Length Data

Filename: \\legend\DATA\INPUTS\PS\PS136 Elafonisos\BOUREKA.hst
Date : 23/9/2022
Time :4:26:09 μμ

BOUREKA

Displacement 390.4 tonnes
Longitudinal Centre of Gravity -1.964 metres
Vertical Centre of Gravity 0.685 metres
Specific Gravity of Water 1.0250
Mean Shell Thickness 0.0080 metres
Longitudinal Datum
Vertical Datum
Trim Length 33.310 metres

Draught Marks	Name	X metres	Z metres
Aft Marks	A.P.	-16.655	0.000
Mid Marks	Midships	0.000	0.000
Fwd Marks	F.P.	16.655	0.000

Permeabilities

[Permeability 0.950](#)
[Permeability 0.850](#)

Permeability 0.950

Compartments

Centre metres	Length metres	Added Volume metres ³	Waterline metres	Trim metres	VCB metres	GMT metres	Aft Bulkhead metres	Forward Bulkhead metres
-14.340	6.626	133.48	1.274	2.189	0.707	11.522	-17.653	-11.027
-13.374	6.696	141.58	1.296	2.146	0.743	11.753	-16.722	-10.026
-12.409	6.718	149.54	1.318	2.105	0.775	11.961	-15.767	-9.050
-11.443	6.888	158.42	1.343	2.059	0.804	12.104	-14.887	-7.999
-10.477	7.210	168.42	1.370	2.007	0.831	12.144	-14.082	-6.872
-9.512	7.680	179.87	1.401	1.949	0.856	12.100	-13.352	-5.671
-8.546	8.299	193.15	1.437	1.882	0.879	11.996	-12.695	-4.397
-7.580	9.076	208.70	1.478	1.804	0.902	11.807	-12.118	-3.043
-6.615	9.970	226.87	1.525	1.714	0.926	11.602	-11.600	-1.630
-5.649	10.986	248.40	1.581	1.609	0.954	11.316	-11.142	-0.156
-4.683	12.127	274.26	1.647	1.484	0.986	10.997	-10.747	1.380
-3.718	12.385	269.23	1.647	1.249	0.972	10.760	-9.910	2.475
-2.752	12.550	263.87	1.645	1.019	0.957	10.511	-9.027	3.523
-1.786	12.646	259.14	1.642	0.798	0.943	10.267	-8.109	4.537
-0.821	12.677	255.04	1.640	0.586	0.931	10.039	-7.159	5.518
0.145	12.637	251.43	1.638	0.380	0.920	9.864	-6.174	6.464
1.111	12.521	248.15	1.636	0.178	0.910	9.819	-5.150	7.371
2.076	12.251	242.65	1.628	-0.012	0.897	9.935	-4.049	8.202
3.042	11.278	217.11	1.572	-0.124	0.858	10.323	-2.597	8.681
4.008	10.415	196.58	1.527	-0.214	0.826	10.671	-1.200	9.215

4.973	9.647	179.75	1.490	-0.289	0.800	10.982	0.150	9.797
5.939	8.956	165.57	1.458	-0.351	0.778	11.263	1.461	10.417
6.905	8.345	153.55	1.432	-0.404	0.760	11.514	2.732	11.077
7.870	7.830	143.31	1.409	-0.449	0.743	11.733	3.955	11.785
8.836	7.424	134.51	1.390	-0.488	0.727	11.923	5.124	12.548
9.802	7.161	126.98	1.373	-0.521	0.712	11.879	6.221	13.382
10.767	7.089	120.36	1.358	-0.551	0.696	11.603	7.223	14.312
11.733	7.358	114.99	1.345	-0.577	0.679	11.692	8.054	15.412
12.699	8.432	112.21	1.339	-0.590	0.668	11.405	8.483	16.915
13.664	10.364	112.21	1.339	-0.590	0.668	11.404	8.482	18.846

[back to top](#)

Permeability 0.850

Compartments

Centre metres	Length metres	Added Volume metres ³	Waterline metres	Trim metres	VCB metres	GMT metres	Aft Bulkhead metres	Forward Bulkhead metres
-13.941	7.424	136.99	1.284	2.171	0.723	11.610	-17.653	-10.229
-13.005	7.584	144.95	1.306	2.128	0.753	11.786	-16.797	-9.213
-12.069	7.685	152.93	1.328	2.087	0.782	11.953	-15.911	-8.226
-11.133	7.922	161.78	1.352	2.042	0.809	12.072	-15.094	-7.172
-10.197	8.307	171.75	1.379	1.991	0.834	12.079	-14.350	-6.043
-9.261	8.837	183.12	1.410	1.933	0.857	12.025	-13.679	-4.842
-8.325	9.511	196.19	1.445	1.867	0.881	11.921	-13.080	-3.569
-7.389	10.332	211.40	1.485	1.791	0.904	11.747	-12.555	-2.222
-6.452	11.297	229.11	1.531	1.703	0.928	11.548	-12.101	-0.804
-5.516	12.384	249.99	1.585	1.601	0.955	11.268	-11.708	0.676
-4.580	13.598	274.89	1.649	1.481	0.987	10.967	-11.379	2.219
-3.644	13.862	269.21	1.647	1.247	0.971	10.733	-10.575	3.287
-2.708	14.038	263.98	1.645	1.023	0.957	10.492	-9.727	4.311
-1.772	14.141	259.29	1.642	0.806	0.944	10.260	-8.842	5.298
-0.836	14.174	255.24	1.640	0.597	0.932	10.043	-7.923	6.251
0.100	14.132	251.67	1.638	0.394	0.921	9.874	-6.966	7.166
1.036	14.010	248.43	1.636	0.196	0.911	9.813	-5.969	8.041
1.972	13.804	245.36	1.634	0.003	0.901	9.895	-4.930	8.874
2.908	12.742	220.16	1.579	-0.111	0.862	10.274	-3.463	9.279
3.844	11.789	199.61	1.533	-0.201	0.831	10.617	-2.050	9.739
4.781	10.939	182.70	1.496	-0.276	0.805	10.925	-0.689	10.250
5.717	10.175	168.48	1.465	-0.338	0.783	11.202	0.629	10.804
6.653	9.513	156.49	1.438	-0.391	0.764	11.448	1.896	11.409
7.589	8.948	146.20	1.416	-0.436	0.747	11.665	3.115	12.063
8.525	8.502	137.38	1.396	-0.475	0.731	11.854	4.274	12.776
9.461	8.203	129.81	1.380	-0.508	0.716	12.016	5.359	13.563
10.397	8.111	123.40	1.365	-0.537	0.701	11.526	6.341	14.453
11.333	8.351	118.07	1.353	-0.562	0.685	11.623	7.158	15.508
12.269	9.410	115.39	1.346	-0.575	0.676	11.613	7.564	16.974
13.205	11.282	115.38	1.346	-0.575	0.675	11.613	7.564	18.846

[back to top](#)

Παράρτημα ΙΙΙ. Αποτελέσματα προγράμματος για την μελέτη ευστάθειας (σελ. 81-90)

Loading Conditions Data

Filename: \\legend\DATA\INPUTS\PS\PS136 Elafonisos\BOUREKA.hst
Date : 5/10/2022
Time :3:20:19 μμ

BOUREKA

Specific Gravity of Water 1.0250

Mean Shell Thickness 0.0080 metres

Longitudinal Datum

Vertical Datum

Trim Length 33.310 metres

Draught Marks Name X metres Z metres

Aft Marks A.P. -16.655 0.000

Mid Marks Midships 0.000 0.000

Fwd Marks F.P. 16.655 0.000

Conditions

[Condition1: DEPARTURE 100 % CONSUMABLES](#)

[Condition2: ARRIVAL 25 % CONSUMABLES](#)

[Condition3: DEPARTURE PASSENGERS-CREW \(159\) -100 % CONSUMABLES](#)

[Condition4: ARRIVAL PASSENGERS -CREW \(159\) -25 % CONSUMABLES](#)

[Condition5: DEPARTURE CARS -PASSENGERS-CREW \(159\) -100 % CONSUMABLES](#)

[Condition6: ARRIVAL CARS -PASSENGERS -CREW \(159\) - 25 % CONSUMABLES](#)

Weight Reference Datum

LCG Reference X 0

TCG Reference Y 0

VCG Reference Z 0

Condition 1: DEPARTURE 100 % CONSUMABLES

Item	Weight	LCG	LMom	VCG	VMom	TCG	FSM	Perc.Full
D.O.T.No1 (C) D.B.FR18-30	16.134	-4.654	-75.09	0.226	3.64	0.000	146.015	48.0
D.O.T.DAILY (P) D.B.FR14-16	0.843	-9.154	-7.71	1.490	1.26	-2.767	0.072	98.0
SEWAGE TANK (S) D.B.FR14-16	0.512	-9.154	-4.69	1.250	0.64	2.767	0.085	50.0
F.W.TANK (P) FR 0-2	1.180	-16.052	-18.94	9.840	11.61	-1.839	0.100	98.0
PASSENGERS-CREW (TOP BRIDGE DECK)	0.000	--	--	--	--	--	0.000	--
CARS(8Px2,75 tons)	0.000	--	--	--	--	--	0.000	--
TRUCKS (6Px20 tons)	0.000	--	--	--	--	--	0.000	--
Deadweight	18.670	-5.701	-106.44	0.918	17.15	-0.165	146.273	
Lightship	272.086	-3.120	-848.91	3.523	958.56	0.000	0.000	
Displacement	290.756	-3.286	-955.34	3.356	975.71	-0.011	146.273	

Draught Aft 1.286 metres

Mid 0.778 metres

Fwd 0.269 metres

Trim Between Marks 1.017 metres by the stern

GM Solid 16.252 metres

GM Fluid 15.748 metres
 Effective VCG 3.859 metres

Moulded Displacement 287.117 tonnes
 Waterline at LCF referred to hull definition datum 0.841 metres
 LCF referred to hull definition datum -2.080 metres
 Heel Angle 0.04 degrees to port

[back to top](#)

Condition 2: ARRIVAL 25 % CONSUMABLES

Item	Weight	LCG	LMom	VCG	VMom	TCG	FSM	Perc.Full
D.O.T.No1 (C) D.B.FR18-30	4.034	-4.654	-18.77	0.056	0.23	0.000	146.015	12.0
D.O.T.DAILY (P) D.B.FR14-16	0.843	-9.154	-7.71	1.490	1.26	-2.767	0.072	98.0
SEWAGE TANK (S) D.B.FR14-16	0.769	-9.154	-7.04	1.375	1.06	2.767	0.085	75.0
F.W.TANK (P) FR 0-2	0.301	-16.052	-4.83	9.475	2.85	-1.839	0.100	25.0
PASSENGERS-CREW (TOP BRIDGE DECK)	0.000	--	--	--	--	--	0.000	--
CARS(8Px2,75 tons)	0.000	--	--	--	--	--	0.000	--
TRUCKS (6Px20 tons)	0.000	--	--	--	--	--	0.000	--
Deadweight	5.946	-6.451	-38.36	0.907	5.39	-0.128	146.273	
Lightship	272.086	-3.120	-848.91	3.523	958.56	0.000	0.000	
Displacement	278.032	-3.191	-887.26	3.467	963.95	-0.003	146.273	

Draught Aft 1.236 metres
 Mid 0.749 metres
 Fwd 0.262 metres

Trim Between Marks 0.974 metres by the stern

GM Solid 16.978 metres
 GM Fluid 16.452 metres
 Effective VCG 3.993 metres

Moulded Displacement 274.414 tonnes
 Waterline at LCF referred to hull definition datum 0.811 metres
 LCF referred to hull definition datum -2.100 metres
 Heel Angle 0.01 degrees to port

[back to top](#)

Condition 3: DEPARTURE PASSENGERS-CREW (159) -100 % CONSUMABLES

Item	Weight	LCG	LMom	VCG	VMom	TCG	FSM	Perc.Full
D.O.T.No1 (C) D.B.FR18-30	16.134	-4.654	-75.09	0.226	3.64	0.000	146.015	48.0
D.O.T.DAILY (P) D.B.FR14-16	0.843	-9.154	-7.71	1.490	1.26	-2.767	0.072	98.0
SEWAGE TANK (S) D.B.FR14-16	0.512	-9.154	-4.69	1.250	0.64	2.767	0.085	50.0
F.W.TANK (P) FR 0-2	1.180	-16.052	-18.94	9.840	11.61	-1.839	0.100	98.0
PASSENGERS-CREW (TOP BRIDGE DECK)	11.928	-11.996	-143.09	10.250	122.26	3.953	0.000	--
CARS(8Px2,75 tons)	0.000	--	--	--	--	--	0.000	--
TRUCKS (6Px20 tons)	0.000	--	--	--	--	--	0.000	--
Deadweight	30.598	-8.155	-249.52	4.556	139.41	1.440	146.273	
Lightship	272.086	-3.120	-848.91	3.523	958.56	0.000	0.000	
Displacement	302.684	-3.629	-1098.43	3.627	1097.97	0.146	146.273	

Draught Aft 1.369 metres
 Mid 0.799 metres
 Fwd 0.228 metres
 Trim Between Marks 1.141 metres by the stern

GM Solid 15.207 metres
 GM Fluid 14.724 metres
 Effective VCG 4.111 metres

Moulded Displacement 299.041 tonnes
 Waterline at LCF referred to hull definition datum 0.872 metres
 LCF referred to hull definition datum -2.134 metres
 Heel Angle 0.57 degrees to starboard

[back to top](#)

Condition 4: ARRIVAL PASSENGERS -CREW (159) -25 % CONSUMABLES

Item	Weight	LCG	LMom	VCG	VMom	TCG	FSM	Perc.Full
D.O.T.No1 (C) D.B.FR18-30	4.034	-4.654	-18.77	0.056	0.23	0.000	146.015	12.0
D.O.T.DAILY (P) D.B.FR14-16	0.843	-9.154	-7.71	1.490	1.26	-2.767	0.072	98.0
SEWAGE TANK (S) D.B.FR14-16	0.769	-9.154	-7.04	1.375	1.06	2.767	0.085	75.0
F.W.TANK (P) FR 0-2	0.301	-16.052	-4.83	9.475	2.85	-1.839	0.100	25.0
PASSENGERS-CREW (TOP BRIDGE DECK)	11.928	-11.996	-143.09	10.250	122.26	3.953	0.000	--
CARS(8Px2,75 tons)	0.000	--	--	--	--	--	0.000	--
TRUCKS (6Px20 tons)	0.000	--	--	--	--	--	0.000	--
Deadweight	17.874	-10.151	-181.44	7.142	127.65	2.596	146.273	
Lightship	272.086	-3.120	-848.91	3.523	958.56	0.000	0.000	
Displacement	289.960	-3.553	-1030.35	3.746	1086.21	0.160	146.273	

Draught Aft 1.320 metres
 Mid 0.770 metres
 Fwd 0.221 metres
 Trim Between Marks 1.099 metres by the stern

GM Solid 15.864 metres
 GM Fluid 15.360 metres
 Effective VCG 4.251 metres

Moulded Displacement 286.338 tonnes
 Waterline at LCF referred to hull definition datum 0.842 metres
 LCF referred to hull definition datum -2.154 metres
 Heel Angle 0.60 degrees to starboard

[back to top](#)

Condition 5: DEPARTURE CARS -PASSENGERS-CREW (159) -100 % CONSUMABLES

Item	Weight	LCG	LMom	VCG	VMom	TCG	FSM	Perc.Full
D.O.T.No1 (C) D.B.FR18-30	16.134	-4.654	-75.09	0.226	3.64	0.000	146.015	48.0
D.O.T.DAILY (P) D.B.FR14-16	0.843	-9.154	-7.71	1.490	1.26	-2.767	0.072	98.0
SEWAGE TANK (S) D.B.FR14-16	0.513	-9.154	-4.69	1.250	0.64	2.767	0.085	50.0
F.W.TANK (P) FR 0-2	1.180	-16.052	-18.94	9.840	11.61	-1.839	0.100	98.0
PASSENGERS-CREW (TOP BRIDGE DECK)	11.928	-11.996	-143.09	10.250	122.26	3.953	0.000	--

CARS(8Px2,75 tons)	22.000	-15.654	-344.39	3.500	77.00	0.000	0.000	--
TRUCKS (6Px20 tons)	120.000	-1.154	-138.48	3.900	468.00	0.000	0.000	--
Deadweight	172.598	-4.243	-732.39	3.965	684.41	0.255	146.273	
Lightship	272.086	-3.120	-848.91	3.523	958.56	0.000	0.000	
Displacement	444.684	-3.556	-1581.30	3.695	1642.97	0.099	146.273	

Draught Aft 1.810 metres
 Mid 1.128 metres
 Fwd 0.446 metres

Trim Between Marks 1.364 metres by the stern

GM Solid 9.745 metres
 GM Fluid 9.416 metres
 Effective VCG 4.024 metres

Moulded Displacement 440.779 tonnes
 Waterline at LCF referred to hull definition datum 1.201 metres
 LCF referred to hull definition datum -1.793 metres
 Heel Angle 0.60 degrees to starboard

[back to top](#)

Condition 6: ARRIVAL CARS -PASSENGERS -CREW (159) - 25 % CONSUMABLES

Item	Weight	LCG	LMom	VCG	VMom	TCG	FSM	Perc.Full
D.O.T.No1 (C) D.B.FR18-30	4.034	-4.654	-18.77	0.056	0.23	0.000	146.015	12.0
D.O.T.DAILY (P) D.B.FR14-16	0.843	-9.154	-7.71	1.490	1.26	-2.767	0.072	98.0
SEWAGE TANK (S) D.B.FR14-16	0.769	-9.154	-7.04	1.375	1.06	2.767	0.085	75.0
F.W.TANK (P) FR 0-2	0.301	-16.052	-4.83	9.475	2.85	-1.839	0.100	25.0
PASSENGERS-CREW (TOP BRIDGE DECK)	11.928	-11.996	-143.09	10.250	122.26	3.953	0.000	--
CARS(8Px2,75 tons)	22.000	-15.654	-344.39	3.500	77.00	0.000	0.000	--
TRUCKS (6Px20 tons)	120.000	-1.154	-138.48	3.900	468.00	0.000	0.000	--
Deadweight	159.874	-4.155	-664.31	4.207	672.65	0.290	146.273	
Lightship	272.086	-3.120	-848.91	3.523	958.56	0.000	0.000	
Displacement	431.960	-3.503	-1513.22	3.776	1631.21	0.107	146.273	

Draught Aft 1.760 metres
 Mid 1.100 metres
 Fwd 0.440 metres

Trim Between Marks 1.320 metres by the stern

GM Solid 9.988 metres
 GM Fluid 9.650 metres
 Effective VCG 4.115 metres

Moulded Displacement 428.083 tonnes
 Waterline at LCF referred to hull definition datum 1.171 metres
 LCF referred to hull definition datum -1.792 metres
 Heel Angle 0.64 degrees to starboard

[back to top](#)

Πίνακας 8. Ευστάθεια πλοίου για τις καταστάσεις φόρτωσης