



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ:

ΜΕΤΑΣΚΕΥΗ ΠΛΟΙΟΥ – ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗ
SHIP RECONSTRUCTION – LENGTHENING

Συγγραφέας:

Βάρσου Θ. Ασημίνα

A.M.: 51116011

Επιβλέπων Καθηγητής: Γεώργιος Χατζηκωνσταντής

ΑΙΓΑΛΕΩ 2022



Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής
Σχολή Μηχανικών
Τμήμα Ναυπηγών Μηχανικών

Διπλωματική εργασία

Μετασκευή Πλοίου – Επιμήκυνση

Συγγραφέας

Βάρσου Θ. Ασημίνα (Α.Μ.: 51116011)

Επιβλέπων Καθηγητής

Χατζικωνσταντής Γεώργιος

Επίκουρος Καθηγητής ΠΑ.Δ.Α.

Ημερομηνία εξέτασης

08/03/2022

Εξεταστική Επιτροπή

Χατζικωνσταντής Γεώργιος,

Μαζαράκος Θωμάς,

Παγώνης Δημήτριος Νικόλαος,

Επίκουρος Καθηγητής ΠΑ.Δ.Α.

Επίκουρος Καθηγητής ΠΑ.Δ.Α.

Αναπληρωτής Καθηγητής ΠΑ.Δ.Α.

Δήλωση Συγγραφέα Διπλωματικής Εργασίας

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Βάρσου Ασημίνα του Θεμιστοκλή, με αριθμό μητρώου 51116011 φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών 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. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, επιβεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα 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».

Η Δηλούσα



Βάρσου Ασημίνα

Ευχαριστίες

Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία με τίτλο «Μετασκευή Πλοίου – Επιμήκυνση» πραγματοποιήθηκε στη Σχολή Μηχανικών του Τμήματος Ναυπηγών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά και μέσα από την καρδιά μου ιδιαίτερος τον επιβλέποντα καθηγητή της διπλωματικής μου εργασίας, κύριο Χατζηκωνσταντή Γεώργιο για την υποστήριξη και τις ουσιώδεις συμβουλές και γνώσεις που μου παρείχε σε όλο το διάστημα της πραγματοποίησης της διπλωματικής μου εργασίας. Καθώς επίσης και για την άψογη συνεργασία που είχαμε αφού ήταν πάντα παρών οποιαδήποτε στιγμή για οποιοδήποτε ερώτημα είχε προκύψει.

Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την εταιρεία «Shipinvestigation Co» που μου παρείχε όλα τα απαιτούμενα σχέδια και τις μελέτες ώστε να μπορέσω να πραγματοποιήσω με επιτυχία την παρούσα διπλωματική εργασία.

Περίληψη

Το αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η μετασκευή ενός πλοίου Ε/Γ – Ο/Γ ανοιχτού τύπου το οποίο έχει μήκος 38,350 m και οι στόχοι της είναι ο έλεγχος σχεδίων και κανονισμών πριν τη μετασκευή καθώς και η δημιουργία νέων σχεδίων και νέων μελετών μετά τη μετασκευή του πλοίου.

Η μετασκευή θα αφορά την αύξηση της μεταφορικής ικανότητας των ιδιωτικών οχημάτων (ΙΧ) μετά από απαίτηση του πλοιοκτήτη.

Για να ικανοποιηθεί αυτή η απαίτηση, τοποθετείται ένα νέο τμήμα μήκους 5 m στο παράλληλο τμήμα του πλοίου. Με αυτόν τον τρόπο ικανοποιείται η απαίτηση του πλοιοκτήτη για αύξηση των οχημάτων και πλέον το πλοίο μπορεί να μεταφέρει 44 οχήματα ιδιωτικής χρήσης (38 αρχικά).

Ακόμη, το πλοίο θα εξεταστεί με βάση την κείμενη νομοθεσία.

Επιπροσθέτως, κατά την πορεία της διπλωματικής εργασίας, θα γίνει αναφορά τόσο στα σχέδια όσο και στις μελέτες που χρειάζονται ώστε να πραγματοποιηθεί αυτή η μετασκευή σύμφωνα με τις απαιτήσεις των Κανονισμών καθώς και στα νέα σχέδια και στις νέες μελέτες μετά την επιμήκυνση. Το νέο Σχέδιο Γενικής Διάταξης, το νέο Σχέδιο Γραμμών και το νέο Κατασκευαστικό Σχέδιο του επιπρόσθετου τμήματος που προκύπτουν μετά την επιμήκυνση θα παρουσιαστούν στο Προσάρτημα Ι.

Λέξεις κλειδιά: Μετασκευή, επιμήκυνση, νέο τμήμα, πατρικό πλοίο, νέο πλοίο, μελέτη.

Abstract

The purpose of the present thesis is the reconstruction of an open type Ro/Ro – Passenger ship which has a length of 38,350 meters and its objectives are the inspection of plans and reports before the reconstruction as well as the creation of new plans and reports after the reconstruction of the ship. The reconstruction will concern the increase of the carrying capacity of cars according to the requirements of the shipowner.

To satisfy those requirements, a new section with 5 meters length placed in the parallel section of the ship. In this way the shipowner's demand for an increase in vehicles is met and now the ship can carry 44 cars (38 initially). The ship will also be examined in accordance with current legislation.

In addition, during the course of the dissertation, will be made reference as to plans as and at the studies needed to carry out this reconstruction with the requirements of the Regulations as well as to the new plans and reports after the lengthening. The General Arrangement Plan and Lines Plan resulting from the extension will be presented in Appendix I.

Keywords: Reconstruction, lengthening, new section, paternal ship, new ship, report.

Πίνακας περιεχομένων

Δήλωση Συγγραφέα Διπλωματικής Εργασίας	4
Ευχαριστίες.....	6
Περίληψη	7
Abstract.....	9
1. Πατρικό Πλοίο	13
2. Σχέδιο Γενικής Διάταξης Πατρικού Πλοίου.....	14
3. Σχέδιο Γραμμών Πατρικού Πλοίου.....	15
4. Απαιτήσεις	16
5. Νέο τμήμα	17
6. Νέο Σχέδιο Γενικής Διάταξης	18
7. Νέο Σχέδιο Γραμμών	20
8. Υδροστατικά Στοιχεία	22
9. Μελέτη γραμμής φορτώσεως και προσδιορισμός βυθίσματος.....	26
10. Νέες Διαστάσεις Πλοίου	34
11. Έλεγχος κατακλύσιμου μήκους και προωρίας στεγανής φρακτής	35
11.1. Προσδιορισμός κατακλύσιμου μήκους.....	35
11.2. Έλεγχος προωρίας στεγανής φρακτής.....	36
12. Έλεγχος μήκους διαμερισμάτων	37
13. Μελέτη κατάκλυσης	38
14. Μελέτη Εγκάρσιας & Διαμήκους Αντοχής.....	49
14.1. Εγκάρσια Αντοχή.....	50
14.2. Αντοχή Καταστρώματος Οχημάτων.....	66
14.3. Διαμήκης Αντοχή	73
15. Κατασκευαστικό Σχέδιο Τομών Νέου Τμήματος	77
16. Μελέτη Επιβατών	78
17. Βάρος νέου τμήματος.....	85
18. Βάρος άφορτου πλοίου.....	88
19. Μελέτη ευστάθειας	92
20. Μελέτη Ευστάθειας έναντι βλάβης	102
21. Άδεια Σχεδίων & Μελετών	103
22. Συμπεράσματα.....	104
23. Προτάσεις για μελλοντική διερεύνηση σε παρόμοιες μελέτες.....	106
24. Βιβλιογραφία	107

Περιεχόμενα εικόνων

Εικόνα 1. Σχέδιο Γενικής Διάταξης Πατρικού Πλοίου	14
Εικόνα 2. Σχέδιο Γραμμών Πατρικού Πλοίου.....	15
Εικόνα 3. Νέο Σχέδιο Γενικής Διάταξης.....	19
Εικόνα 4. Νέο Σχέδιο Γραμμών	21
Εικόνα 5. Σχέδιο Καμπύλης Κατακλυσίμων Μηκών	42
Εικόνα 6. Κατασκευαστικό Σχέδιο Εγκάρσιας Φρακτής	65
Εικόνα 7. Κατασκευαστικό Σχέδιο Τομών Νέου Τμήματος.....	77
Εικόνα 8. Εμβαδόν Επιφανείας Χώρου Οχημάτων	78
Εικόνα 9. Εμβαδόν Επιφανείας Κλειστών Χώρων	80
Εικόνα 10. Εμβαδόν Επιφανείας Ανοιχτών Χώρων Bridge Deck.....	81
Εικόνα 11. Εμβαδόν Επιφανείας Ανοιχτών Χώρων Top Bridge Deck.....	82

Περιεχόμενα Πινάκων

Πίνακας 1. Κύριες Διαστάσεις Πατρικού Πλοίου.....	13
Πίνακας 2. Υδροστατικά Στοιχεία	25
Πίνακας 3. Κύριες Διαστάσεις Νέου Πλοίου	34
Πίνακας 4. Πίνακας Συντεταγμένων Γραμμής Ορίου Βυθίσεως - Margin Line .	39
Πίνακας 5. Πίνακας Κατακλυσίμων Μηκών	41
Πίνακας 6. Χωρητικότητα Δεξαμενής W.B.T. No2(C).....	43
Πίνακας 7. Χωρητικότητα Δεξαμενής F.W.T. No1(C).....	44
Πίνακας 8. Χωρητικότητα Δεξαμενής W.B.T. No1(C).....	46
Πίνακας 9. Χωρητικότητα Δεξαμενής D.O.T. No1(C)	47
Πίνακας 10. Υπολογισμός Διαμήκους Αντοχής.....	74
Πίνακας 11. Υπολογισμός Βάρους Νέου Τμήματος.....	86
Πίνακας 12. Βάρος Νέου Άφορτου Πλοίου.....	91
Πίνακας 13. Υπολογισμός Κατανομής Επιβατών	94
Πίνακας 14. Ευστάθεια Πλοίου στις Καταστάσεις Φόρτωσης.....	99

1. Πατρικό Πλοίο

Η παρακάτω Μελέτη αναφέρεται στη μετασκευή του Ε/Γ – Ο/Γ ανοικτού τύπου πλοίου «ΑΓΙΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΙΙ». Το συγκεκριμένο πλοίο λειτουργεί υπό την Ελληνική Σημαία και εκτελεί πλόες στη λιμενική περιοχή της Πάρου – Αντιπάρου.

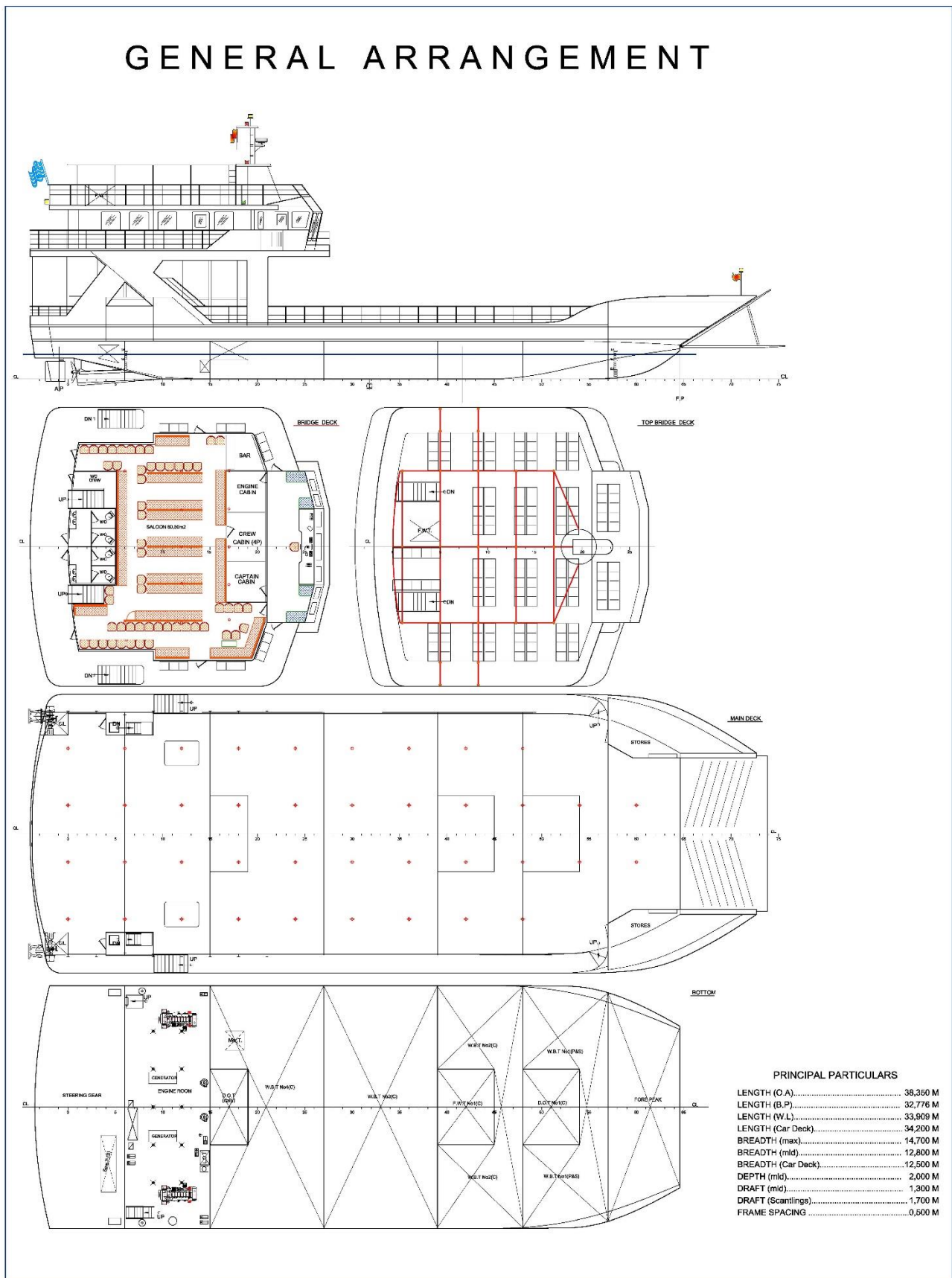
Δεδομένου ότι ο στόχος είναι να αυξηθεί η μεταφορική ικανότητα του πλοίου, αποφασίστηκε σε συνεννόηση με τον πλοιοκτήτη η επιμήκυνση κατά το μήκος του. Ως εκ τούτου το πλοίο θα επιμηκυνθεί κατά 5,00 m, εισάγοντας ένα νέο πρόσθετο τμήμα για την αύξηση των οχημάτων. Η μεταφορική ικανότητα των επιβατών παραμένει ως έχει διότι η επιμήκυνση γίνεται πέρα του χώρου ενδιαίτησης. Οι κύριες διαστάσεις του πατρικού πλοίου είναι:

L_{OA}	=	38,350 m
L_{BP}	=	32,776 m
L_{WL}	=	33,909 m
$L_{CAR DECK}$	=	34,200 m
B_{MAX}	=	14,700 m
$B_{MOULDED}$	=	12,800 m
$B_{CAR DECK}$	=	12,500 m
$Depth_{MOULDED}$	=	2,000 m
$Draft_{MOULDED}$	=	1,300 m
$Draft_{SCANTLINGS}$	=	1,700 m
Frame Spacing	=	0,500 m

Πίνακας 1. Κύριες Διαστάσεις Πατρικού Πλοίου

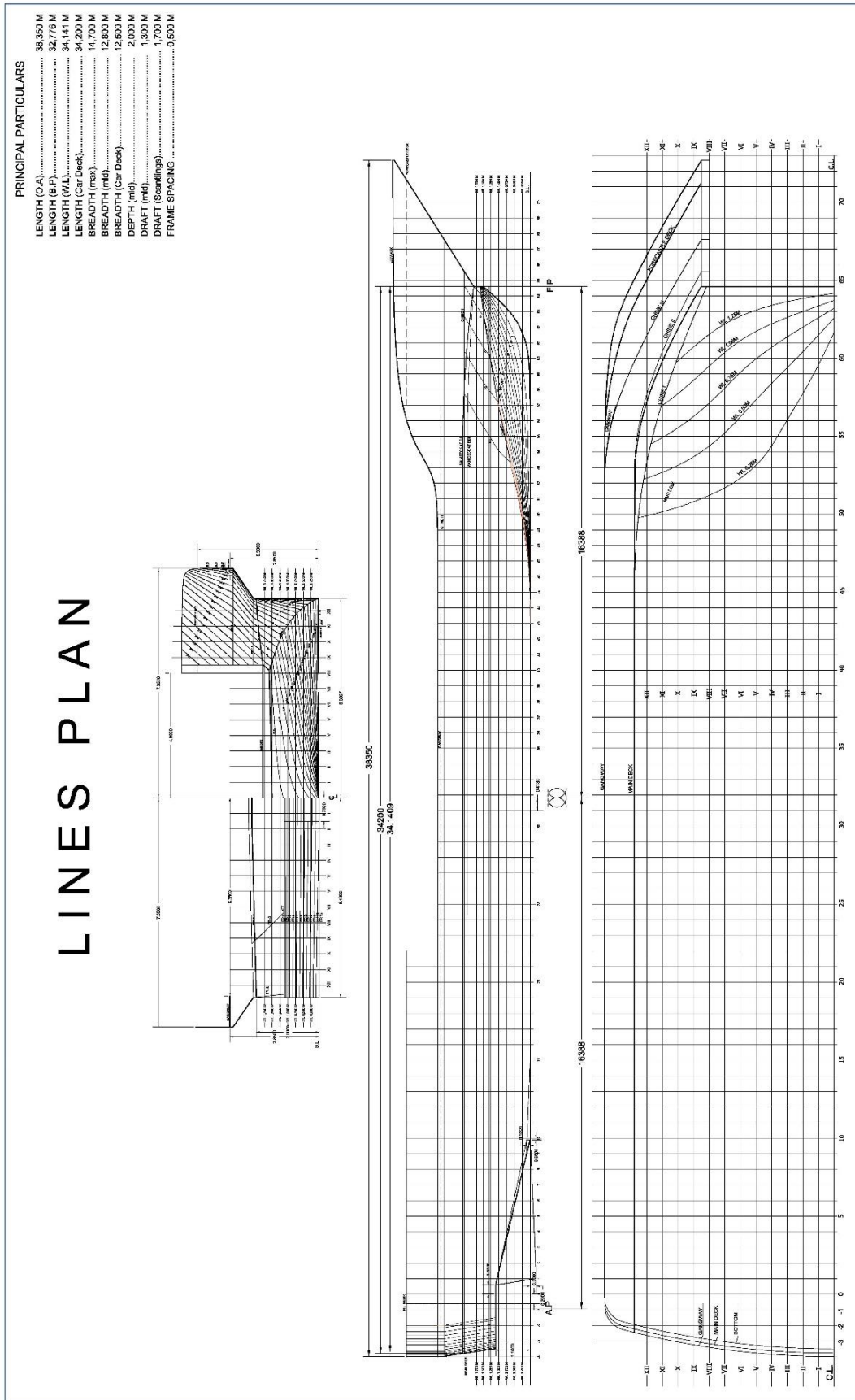
Παρακάτω, θα παρουσιαστούν το Σχέδιο Γενικής Διάταξης και το Σχέδιο Γραμμών του Πατρικού Πλοίου.

2. Σχέδιο Γενικής Διάταξης Πατρικού Πλοίου



Εικόνα 1. Σχέδιο Γενικής Διάταξης Πατρικού Πλοίου

3. Σχέδιο Γραμμών Πατρικού Πλοίου



Εικόνα 2. Σχέδιο Γραμμών Πατρικού Πλοίου

4. Απαιτήσεις

Μια επιμήκυνση πλοίου απαιτεί να εκπονηθούν οι παρακάτω μελέτες και σχέδια:

Σχέδια

- ✓ Σχέδιο Γενικής Διάταξης
- ✓ Σχέδιο Ναυπηγικών Γραμμών
- ✓ Κατασκευαστικό Σχέδιο Νέου Τμήματος

Μελέτες

- ✓ Μελέτη Υδροστατικών Στοιχείων
- ✓ Μελέτη Γραμμής Φορτώσεως (Προεδρικό Διάταγμα υπ' αριθμόν 399/1980, περί Γραμμών Φορτώσεως των Πλοίων & Διεθνής Σύμβαση περί Γραμμών Φορτώσεως του Πλοίου 1966)
- ✓ Μελέτη Κατάκλυσης (Προεδρικό Διάταγμα υπ' αριθμόν 611/1967, περί Στεγανής Υποδιαίρεσης Πλοίων)
- ✓ Μελέτη Εγκάρσιας & Διαμήκουσ Αντοχής (ABS Rules, 2006)
- ✓ Μελέτη Επιβατών (Προεδρικό Διάταγμα υπ' αριθμόν 44/2011, περί Ενδιαίτησης και Καθορισμού Επιβατών των Επιβατηγών Πλοίων & Προεδρικό Διάταγμα υπ' αριθμόν 177/2000, Περί Καταλληλότητας Οχηματαγωγών Πλοίων)
- ✓ Μελέτη Ευστάθειας (Βασιλικό Διάταγμα υπ' αριθμόν 740/1969)

5. Νέο τμήμα

Το νέο τμήμα που θα προστεθεί στο παράλληλο τμήμα του πατρικού πλοίου θα έχει μήκος 5,00 m. Επίσης, θα είναι όμοιο σε κατασκευαστική δομή με τα υπάρχοντα διαμερίσματα του πλοίου, δηλαδή θα είναι ένα απλό διαμέρισμα που δεν θα διαθέτει δεξαμενή.

Αρα, θα επιτευχθούν τα ακόλουθα:

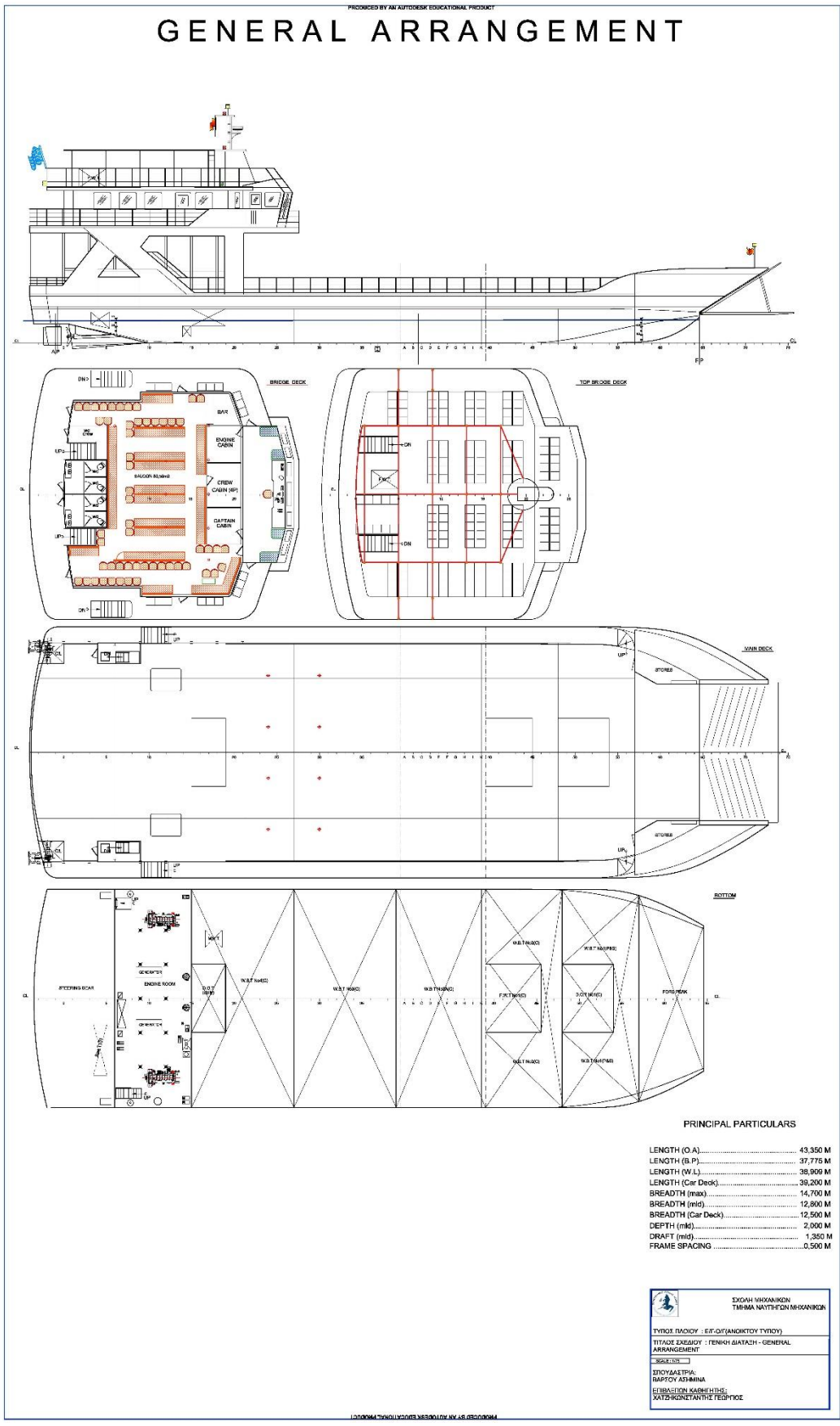
- Το νέο τμήμα που θα προστεθεί στο πατρικό πλοίο θα είναι ομοιόμορφο με το πατρικό πλοίο.
- Θα χρησιμοποιηθούν όλες οι υπάρχουσες μελέτες και σχέδια του πατρικού πλοίου ώστε να προκύψουν τα νέα σχέδια και μελέτες μετά την προσθήκη του νέου τμήματος.

Η τομή που θα γίνει στο πλοίο ώστε να τοποθετηθεί το νέο τμήμα, θα γίνει 0,25 m πλώρα του Νομέα 39 έτσι ώστε να μην επηρεαστεί η στεγανή φρακτή καθώς και τα ενισχυτικά που υπάρχουν σε αυτό το νομέα. Επίσης, θα γίνει αρίθμηση των νομέων του νέου τμήματος ως εξής: A, B, C, D, E, F, G, H, I, K. Στη συνέχεια από το Νομέα K, θα συνεχίσουν οι ήδη υπάρχοντες νομείς με την ίδια αρίθμηση που είχαν. Αυτά, θα παρουσιαστούν και στα σχέδια που θα αναλυθούν στη συνέχεια της εργασίας.

6. Νέο Σχέδιο Γενικής Διάταξης

Το νέο σχέδιο Γενικής Διάταξης, στο οποίο, έχουμε και τις τελικές διαστάσεις του πλοίου μετά την επιμήκυνση παρουσιάζεται παρακάτω.

Το Σχέδιο, δίνεται και σε κλίμακα στο φάκελο με όνομα Προσάρτημα Ι.



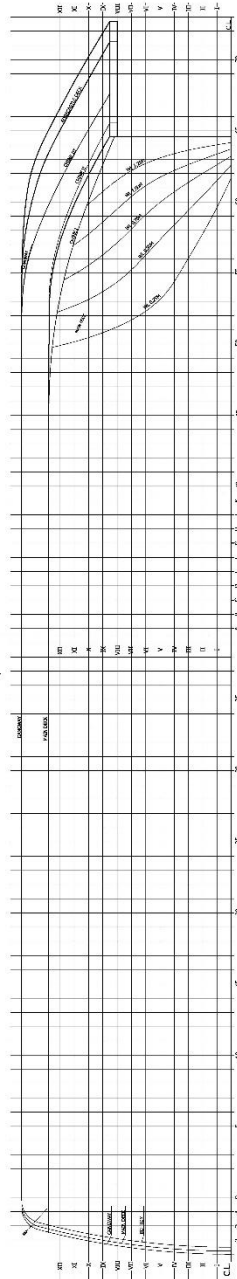
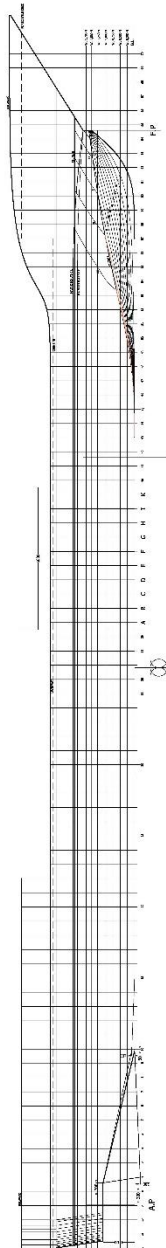
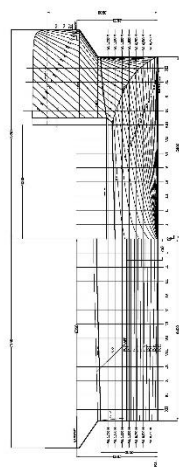
Εικόνα 3. Νέο Σχέδιο Γενικής Διάταξης

7. Νέο Σχέδιο Γραμμών

Το τελικό Σχέδιο Γραμμών, στο οποίο, έχουμε και τις τελικές διαστάσεις του πλοίου μετά την επιμήκυνση παρουσιάζεται παρακάτω.

Το Σχέδιο, δίνεται και σε κλίμακα στο φάκελο με όνομα Προσάρτημα Ι.

LINES PLAN



PRINCIPAL PARTICULARS

LENGTH (O.A.).....	43,350 M
LENGTH (B.P.).....	37,775 M
LENGTH (W.L.).....	38,909 M
LENGTH (Car Deck).....	39,200 M
BREADTH (max).....	14,700 M
BREADTH (mid).....	12,800 M
BREADTH (Car Deck).....	12,500 M
DEPTH (mid).....	2,000 M
DRAFT (mid).....	3,360 M
FRAME SPACING.....	0,500 M



ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΥΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ : ΕΙΣ-ΟΤ (ΑΝΙΚΕΤΟΥ ΤΥΠΟΥ)
ΤΙΤΛΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ : ΣΧΕΔΙΟ ΓΡΑΜΜΩΝ - LINES PLAN

ΚΕΦ. 015

ΕΠΙΣΤΑΣΙΑ
ΒΡΥΞΟΤ ΑΞΙΜΩΝ
ΕΠΙΒΕΒΛΗΤΕΣ
ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗ ΠΑΡΤΕ ΤΕΡΤΙΟΣ

Εικόνα 4. Νέο Σχέδιο Γραμμών

8. Υδροστατικά Στοιχεία

Παρακάτω θα παρουσιαστούν τα υδροστατικά στοιχεία του πλοίου τα οποία υπολογίστηκαν με το πρόγραμμα Wolfson, μετά από άδεια χρήσης που δόθηκε από την εταιρεία «Shipinvestigation Co». Τα βυθίσματα στα οποία υπολογίστηκαν τα υδροστατικά μεγέθη, ξεκινούν από βύθισμα στα 0,5 m και φτάνουν τα 1,70 m αυξανόμενα κατά 0,050 m. Επίσης, έχουμε ορίσει διαγωγή που ξεκινάει από τα 0,50 m και φτάνει το 1,00 m αυξανόμενη κατά 0,250 m.

Hydrostatics Report

Filename: \\Legend\DATA\INPUTS\PS\ASIMINA\AGIOS NIKOLAOSII.hst
 Date : 2/2/2022
 Time :3:19:43 μμ

AGIOS NIKOLAOS II

Ship Particulars

Top of Keel 0.000 metres
CP and CM referred to Section Hull, FRAME No36: X=-0.413 metres
Vertical Centre of Gravity 0.0000 metres
Specific Gravity of Water 1.0250
Mean Shell Thickness 0.0080 metres

Trim Length 37.774 metres

Draught Marks	Name	X metres	Z metres
Aft Marks	A.P.	-18.887	0.000
Mid Marks	Midships	0.000	0.000
Fwd Marks	F.P.	18.887	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
0.500	0.500	178.519	181.902	-0.580	-0.328	0.261	0.000	3.964	412.54
0.550	0.550	198.462	201.902	-0.553	-0.264	0.288	0.000	4.006	419.52
0.600	0.600	218.620	222.141	-0.526	-0.321	0.314	0.000	4.079	429.46
0.650	0.650	239.242	242.845	-0.516	-0.386	0.341	0.000	4.150	439.35
0.700	0.700	260.065	263.720	-0.500	-0.306	0.368	0.000	4.184	445.66
0.750	0.750	281.121	284.842	-0.487	-0.326	0.394	0.000	4.237	453.87
0.800	0.800	302.401	306.174	-0.474	-0.267	0.421	0.000	4.269	460.03
0.850	0.850	323.999	327.884	-0.470	-0.519	0.448	0.000	4.379	473.76
0.900	0.900	345.947	349.875	-0.470	-0.437	0.475	0.000	4.400	479.02
0.950	0.950	368.035	372.041	-0.469	-0.544	0.502	0.000	4.465	488.51
1.000	1.000	390.409	394.456	-0.470	-0.473	0.529	0.000	4.484	493.54
1.050	1.050	412.874	416.961	-0.468	-0.407	0.556	0.000	4.501	498.45
1.100	1.100	435.763	439.951	-0.479	-0.629	0.584	0.000	4.594	510.72
1.150	1.150	459.894	464.302	-0.537	-1.434	0.612	0.000	4.834	537.62
1.200	1.200	484.105	488.556	-0.579	-1.370	0.640	0.000	4.851	542.83
1.250	1.250	508.402	512.896	-0.615	-1.307	0.668	0.000	4.868	548.01
1.300	1.300	532.784	537.320	-0.645	-1.248	0.696	0.000	4.884	553.12
1.350	1.350	557.245	561.823	-0.669	-1.188	0.723	0.000	4.900	558.25
1.360	1.360	562.147	566.733	-0.674	-1.176	0.729	0.000	4.904	559.27
1.700	1.700	730.430	735.275	-0.749	-0.918	0.914	0.000	4.977	590.84

Trim Between Marks 0.000 metres

Draught at Mid Marks metres	Moulded KMT metres	GMT metres	Moulded KML metres	MCT tonnes- metres/cm	LCG metres	LWL metres	BWL metres	CB	CP	CM	CW
0.500	29.039	29.039	172.401	8.148	-0.580	33.428	12.800	0.814	0.814	1.000	0.904
0.550	26.547	26.547	160.019	8.407	-0.553	33.713	12.800	0.816	0.816	1.000	0.906
0.600	24.400	24.400	153.260	8.870	-0.526	33.999	12.800	0.817	0.817	1.000	0.914
0.650	22.944	22.944	147.332	9.331	-0.516	34.286	12.800	0.818	0.818	1.000	0.923
0.700	21.323	21.323	138.861	9.560	-0.500	34.552	12.800	0.820	0.820	1.000	0.923
0.750	19.997	19.997	133.438	9.931	-0.487	34.814	12.800	0.821	0.821	1.000	0.928
0.800	18.846	18.846	126.851	10.155	-0.474	35.076	12.800	0.821	0.821	1.000	0.928
0.850	18.108	18.108	127.628	10.947	-0.470	35.336	12.800	0.822	0.822	1.000	0.944
0.900	17.112	17.112	121.307	11.110	-0.470	35.594	12.800	0.823	0.823	1.000	0.942
0.950	16.383	16.383	119.123	11.606	-0.469	35.855	12.800	0.824	0.824	1.000	0.949
1.000	15.570	15.570	113.736	11.755	-0.470	36.119	12.800	0.824	0.824	1.000	0.946
1.050	14.841	14.841	108.822	11.894	-0.468	36.383	12.800	0.824	0.824	1.000	0.943
1.100	14.417	14.417	109.537	12.636	-0.479	38.696	12.800	0.780	0.780	1.000	0.905
1.150	14.389	14.389	120.743	14.700	-0.537	38.754	12.800	0.787	0.787	1.000	0.951
1.200	13.778	13.778	116.013	14.868	-0.579	38.805	12.800	0.792	0.792	1.000	0.953
1.250	13.224	13.224	111.694	15.033	-0.615	38.856	12.800	0.798	0.798	1.000	0.955
1.300	12.719	12.719	107.705	15.191	-0.645	38.907	12.800	0.803	0.803	1.000	0.957
1.350	12.257	12.257	104.069	15.352	-0.669	38.958	12.800	0.808	0.808	1.000	0.959
1.360	12.169	12.169	103.373	15.384	-0.674	38.968	12.800	0.808	0.808	1.000	0.959
1.700	9.886	9.886	83.407	16.128	-0.749	39.141	12.800	0.837	0.837	1.000	0.969

[back to top](#)

Trim Between Marks 0.250 metres by the stern

Draught at Mid Marks metres	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
0.500	0.500	179.886	183.271	-1.688	-0.826	0.267	0.000	3.963	412.90
0.550	0.550	199.930	203.398	-1.607	-0.822	0.293	0.000	4.035	422.83
0.600	0.600	220.191	223.716	-1.530	-0.752	0.320	0.000	4.077	429.80
0.650	0.650	240.719	244.314	-1.465	-0.752	0.346	0.000	4.135	438.47
0.700	0.700	261.481	265.126	-1.404	-0.657	0.373	0.000	4.167	444.51
0.750	0.750	282.682	286.443	-1.365	-0.890	0.399	0.000	4.281	458.69
0.800	0.800	304.156	307.963	-1.327	-0.791	0.426	0.000	4.307	464.33
0.850	0.850	325.861	329.750	-1.295	-0.879	0.453	0.000	4.377	474.27
0.900	0.900	347.807	351.741	-1.266	-0.788	0.480	0.000	4.401	479.74
0.950	0.950	369.968	374.005	-1.242	-0.993	0.507	0.000	4.498	492.35
1.000	1.000	393.093	397.355	-1.259	-1.772	0.535	0.000	4.744	519.75
1.050	1.050	416.861	421.166	-1.285	-1.704	0.564	0.000	4.763	525.01
1.100	1.100	440.723	445.071	-1.305	-1.636	0.592	0.000	4.782	530.29
1.150	1.150	464.676	469.067	-1.320	-1.571	0.620	0.000	4.799	535.48
1.200	1.200	488.716	493.149	-1.330	-1.507	0.648	0.000	4.817	540.65
1.250	1.250	512.837	517.311	-1.337	-1.453	0.676	0.000	4.832	545.61
1.300	1.300	537.035	541.551	-1.341	-1.394	0.703	0.000	4.848	550.69
1.350	1.350	561.316	565.874	-1.341	-1.332	0.730	0.000	4.865	555.85
1.360	1.360	566.182	570.749	-1.341	-1.320	0.736	0.000	4.868	556.88
1.700	1.700	733.506	738.352	-1.290	-0.954	0.919	0.000	4.968	590.91

Trim Between Marks 0.250 metres by the stern

Draught at Mid Marks metres	Moulded KMT metres	GMT metres	Moulded KML metres	MCT tonnes- metres/cm	LCG metres	LWL metres	BWL metres	CB	CP	CM	CW
0.500	28.723	28.723	171.023	8.144	-1.690	33.700	12.800	0.814	0.809	1.005	0.896
0.550	26.634	26.634	162.189	8.584	-1.609	33.992	12.800	0.815	0.811	1.005	0.905
0.600	24.397	24.397	151.862	8.852	-1.532	34.284	12.800	0.816	0.812	1.005	0.906
0.650	22.718	22.718	144.924	9.235	-1.467	34.577	12.800	0.816	0.813	1.004	0.912
0.700	21.156	21.156	136.442	9.445	-1.407	34.869	12.800	0.817	0.813	1.004	0.911
0.750	20.180	20.180	136.753	10.234	-1.368	35.158	12.800	0.817	0.814	1.004	0.928
0.800	18.936	18.936	129.428	10.421	-1.330	35.435	12.800	0.818	0.815	1.003	0.926
0.850	18.014	18.014	126.759	10.935	-1.298	35.703	12.800	0.818	0.816	1.003	0.934
0.900	17.027	17.027	120.729	11.116	-1.269	35.973	12.800	0.819	0.816	1.003	0.932
0.950	16.420	16.420	121.097	11.861	-1.245	36.242	12.800	0.819	0.817	1.003	0.946
1.000	16.323	16.323	133.553	13.898	-1.262	38.479	12.800	0.779	0.777	1.003	0.940
1.050	15.512	15.512	127.450	14.065	-1.289	38.537	12.800	0.785	0.783	1.003	0.942
1.100	14.793	14.793	122.005	14.235	-1.309	38.594	12.800	0.791	0.789	1.002	0.944
1.150	14.145	14.145	117.037	14.397	-1.324	38.652	12.800	0.797	0.795	1.002	0.946
1.200	13.565	13.565	112.522	14.558	-1.335	38.709	12.800	0.802	0.800	1.002	0.948
1.250	13.030	13.030	108.268	14.699	-1.342	38.767	12.800	0.807	0.805	1.002	0.950
1.300	12.545	12.545	104.477	14.854	-1.345	38.821	12.800	0.811	0.809	1.002	0.952
1.350	12.101	12.101	101.059	15.017	-1.346	38.872	12.800	0.815	0.814	1.002	0.954
1.360	12.017	12.017	100.412	15.050	-1.346	38.882	12.800	0.816	0.814	1.002	0.954
1.700	9.823	9.823	82.717	16.062	-1.296	39.163	12.800	0.840	0.838	1.002	0.967

[back to top](#)

9. Μελέτη γραμμής φορτώσεως και προσδιορισμός βυθίσματος

Η μελέτη πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με το Π.Δ. 399/1980 από το οποίο σύμφωνα με το Μέρος II, Άρθρο 23, επειδή το πλοίο έχει μήκος πάνω από 24 m η Μελέτη Γραμμής Φορτώσεως γίνεται σύμφωνα με τις διατάξεις της Διεθνούς Σύμβασης περί Γραμμών Φορτώσεως του 1966. Η γραμμή φορτώσεως, προσδιορίζει μια ανώτατη επιτρεπόμενη ίσαλο στην οποία είναι δυνατό να πλέει το πλοίο με ασφάλεια. Για να γίνει ωστόσο αυτό πρέπει προηγουμένως να προηγηθεί ο υπολογισμός του ύψους εξάλων.

Σύμφωνα λοιπόν με τη Διεθνή Σύμβαση περί Γραμμών Φορτώσεως, πρέπει πρώτα να επιλεγεί ο τύπος του πλοίου στον οποίο ανήκει το πλοίο ώστε να δοθεί το βασικό ύψος εξάλων. Υπάρχουν οι εξής τύποι:

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

Ο τύπος του πλοίου είναι ο ΤΥΠΟΣ B.

Για τον υπολογισμό της γραμμής φόρτωσης του πλοίου, πρέπει αρχικά να προσδιοριστεί ένα θεωρητικό βύθισμα στο πλοίο από τη βασική γραμμή (baseline) ώστε να προσδιοριστεί ένα μήκος ισάλου L_{WL} και ένα μήκος μεταξύ καθέτων L_{BP} .

Τα δύο αυτά μήκη είναι στο 85% του κοίλου. Οπότε:

$$D_{85\%} = 85\% * 2,000 \Rightarrow$$

$$D_{85\%} = 0,85 * 2,000$$

$$\mathbf{D_{85\%} = 1,700 \text{ m}}$$

Στο συγκεκριμένο βύθισμα, θα υπάρχουν τα εξής μήκη:

$$\mathbf{L_{BP} = 37,776 \text{ m}}$$

$$\mathbf{L_{WL} = 37,574 \text{ m}}$$

Σαν μήκος υπολογισμού θα χρησιμοποιηθεί το μεγαλύτερο μήκος από τα παρακάτω:

$$L_{BP} = 37,776 \text{ m}$$

ή

$$L_{WL} = 0,96 * 37,754 \Rightarrow L_{WL} = 36,244 \text{ m}$$

Επομένως, το μήκος υπολογισμού είναι:

$$\mathbf{\text{Μήκος υπολογισμού} \rightarrow L_{BP} = 37,776 \text{ m}}$$

Επιπλέον, για τον υπολογισμό του ύψους εξάλων, λαμβάνονται υπόψη:

- Βασικό ύψος εξάλων (B.Y.E.) από τον πίνακα της Διεθνούς Σύμβασης περί Γραμμών Φορτώσεως για τύπο πλοίων B
- Συντελεστής εκτοπίσματος του πλοίου C_B από τα υδροστατικά στοιχεία
- Πλευρικό ύψος (κοίλο, ύψος κατασκευής)
- Σιμότητα καταστρώματος

Οπότε, τελικά προκύπτει η εξής μελέτη γραμμής φορτώσεως.

ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ 28: Βασικό Ύψος Εξάλων (ΤΥΠΟΣ Β)

Από τον πίνακα της Διεθνούς Σύμβασης περί Γραμμών Φορτώσεως, δίνονται τα βασικά ύψη εξάλων σε μήκη που παρεμβάλουν το μήκος υπολογισμού που υπολογίστηκε παραπάνω. Με γραμμική παρεμβολή θα υπολογιστεί το βασικό ύψος εξάλων που αντιστοιχεί στο μήκος υπολογισμού. Οπότε:

$$L_0 = 37,000 \text{ m} \quad \text{Y. E.}_0 = 308 \text{ mm}$$

$$L_1 = 37,776 \text{ m} \quad \text{Y. E.}_1 = ?$$

$$L_2 = 38,000 \text{ m} \quad \text{Y. E.}_2 = 316 \text{ mm}$$

Γραμμική παρεμβολή

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

$$\text{Y. E.}_1 = 308 + (316 - 308) * \left(\frac{37,776 - 37,000}{38,000 - 37,000} \right) =>$$

$$\text{Y. E.}_1 = 308 + 8 * 0,776 =>$$

$$\text{Y. E.}_1 = \mathbf{314, 208 \text{ mm}}$$

ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ 29: Διόρθωση Ύψους Εξάλων για το Μήκος

Η διόρθωση του ύψους εξάλων γίνεται για πλοία μήκους κάτω των 100 m. Επίσης για πλοία «ΤΥΠΟΥ Β» μήκους μεταξύ 24 m και 100 m τα οποία έχουν κλειστά υπερκατασκευάσματα με ενεργό μήκος μέχρι 35% του μήκους του πλοίου τονίζεται στη Διεθνή Σύμβαση περί Γραμμών Φορτώσεως πως η τιμή του ύψους εξάλων θα αυξηθεί κατά:

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

όπου:

- L : είναι το μήκος υπολογισμού που έχει οριστεί παραπάνω
- E : είναι το πραγματικό μήκος υπερκατασκευάσματος το οποίο στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι 0 διότι δεν υπάρχουν υπερκατασκευάσματα μετά ή πριν το 35% του μήκους του πλοίου

Άρα,

$$Υ. Ε.₂ = 7,50 * (100 - L) * \left(0,35 - \frac{E}{L}\right) =>$$

$$Υ. Ε.₂ = 7,50 * (100 - 37,776) * (0,35 - 0) =>$$

$$Υ. Ε.₂ = 7,50 * 62,224 * 0,35 =>$$

$$\mathbf{Υ. Ε.₂ = 163, 338 \text{ mm}}$$

ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ 30: Διόρθωση Ύψους Εξάλων για το Συντελεστή Εκτοπίσματος

Ο συντελεστής εκτοπίσματος C_B είναι ο λόγος του όγκου εκτοπίσματος έως μια δεδομένη ίσαλο ως προς τον όγκο παραλληλεπίπεδου με μήκος και ύψος αυτά της ισάλου ενώ το πλάτος είναι το μέγιστο της ισάλου. Δηλαδή, εκφράζει την «πληρότητα» του συνόλου της γάστρας. Άρα:

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

όπου:

- $V = 712,614 \text{ m}^3$, ο όγκος εκτοπίσματος του πλοίου σε βύθισμα 1,70 m που μας δίνεται από τον πίνακα των υδροστατικών ([Σελίδα 15](#)) έχοντας γίνει η μετατροπή από t (τόνους) που δίνεται από τον πίνακα σε κυβικά μέτρα (m^3) διαιρώντας με το $1,025 \frac{\text{t}}{\text{m}^3}$
- $L = 37,776 \text{ m}$, το μήκος υπολογισμού
- $B = 12,80 \text{ m}$, το πλάτος του πλοίου σε βύθισμα 1,70 m
- $T = 1,70 \text{ m}$, το βύθισμα του πλοίου

Άρα:

$$C_B = \frac{712,614 \text{ (m}^3\text{)}}{37,776 \text{ (m)} * 1,70 \text{ (m)} * 12,80 \text{ (m)}} \Rightarrow$$

$$C_B = \frac{712,614 \text{ (m}^3\text{)}}{822,006 \text{ (m}^3\text{)}} \Rightarrow$$

$$C_B = \mathbf{0,867}$$

Ωστόσο, στη Διεθνή Σύμβαση περί Γραμμών Φορτώσεως τονίζεται πως αν ο συντελεστής γάστρας υπερβαίνει το 0,68 %, όπως στη συγκεκριμένη περίπτωση, τότε το ύψος εξάλων πολλαπλασιάζεται με την παράσταση $\frac{C_B+0,68}{1,36}$. Άρα,

$$\begin{aligned} (Y.E._1 + Y.E._2) * \left(\frac{C_B + 0,68}{1,36} \right) &= (314,208 + 163,338) * \left(\frac{0,867 + 0,68}{1,36} \right) = \\ &= 477,546 * 1,1375 \\ &= \mathbf{543,208 \text{ mm}} \end{aligned}$$

Οπότε, η διόρθωση που γίνεται είναι η εξής:

$$Y.E._3 = 543,208 - (Y.E._1 + Y.E._2) \Rightarrow$$

$$Y.E._3 = 543,208 - (314,208 + 163,338) \Rightarrow$$

$$Y.E._3 = 543,208 - 477,546$$

$$Y.E._3 = \mathbf{65,662 \text{ mm}}$$

ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ 31: Διόρθωση Ύψους Εξάλων για το Βάθος

Για αυτόν τον κανονισμό, πρέπει να υπολογίσουμε το λόγο $\frac{L}{15}$, όπου το L είναι το μήκος υπολογισμού και να το συγκρίνουμε με το βάθος D ώστε να προκύψει το αν χρειάζεται σύμφωνα με τη Διεθνή Σύμβαση περί Γραμμών Φορτώσεως να γίνει διόρθωση του ύψους εξάλων. Άρα:

$$\frac{L}{15} = \frac{37,776 \text{ (m)}}{15} \Rightarrow$$

$$\frac{L}{15} = 2,518 > D = 2,000 \text{ m}$$

Σύμφωνα λοιπόν με τη Διεθνή Σύμβαση περί Γραμμών Φορτώσεως από τη στιγμή που ο παραπάνω λόγος είναι μεγαλύτερος από το κοίλο D του πλοίου δεν θα γίνει ουδεμία διόρθωση στο ύψος εξάλων.

ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ 37: Έκπτωση για τα Υπερκατασκευάσματα

Στη συγκεκριμένη περίπτωση δεν υπάρχουν κλειστά υπερκατασκευάσματα επί του κυρίου καταστρώματος και για αυτό το λόγο δε θα πραγματοποιηθεί καμία απολύτως διόρθωση.

ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ 38: Σιμότητα Καταστρώματος

ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΣΙΜΟΤΗΤΑ

ΘΕΣΗ	ΤΕΤΑΓΜΕΝΗ (mm)	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ	ΣΥΝΟΛΟ
ΠΡΥΜΝΑΙΑ ΚΑΘΕΤΟΣ	$25 \left(\frac{37,776}{3} + 10 \right) = 564,8$	1	564,8
1/3 L from A.P.	$11,1 \left(\frac{37,776}{3} + 10 \right) = 250,77$	3	752,31
1/6 L from A.P.	$2,8 \left(\frac{37,776}{3} + 10 \right) = 63,26$	3	189,78
In the middle of the ship	0	1	0
TOTAL			1.506,89
In the middle of the ship	0	1	0
1/3 L of the F.P.	$5,6 \left(\frac{37,776}{3} + 10 \right) = 126,51$	3	379,545
1/6 L of the F.P.	$22,2 \left(\frac{37,776}{3} + 10 \right) = 501,54$	3	1.504,63
F.P.	$50 \left(\frac{37,776}{3} + 10 \right) = 1.129,60$	1	1.129,6
TOTAL			3.013,78

Η συνολική κανονική σιμότητα είναι: $(1506,89 + 3013,78) = 4520,67$

Επομένως:

$$4.520, \frac{67}{16} = 282,540 \text{ mm}$$

ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΣΙΜΟΤΗΤΑ

ΘΕΣΗ	ΤΕΤΑΓΜΕΝΗ (mm)	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ	ΣΥΝΟΛΟ
ΠΡΥΜΝΑΙΑ ΚΑΘΕΤΟΣ	0,00	1	0
1/3 L from A.P.	0,00	3	0
1/6 L from A.P.	0,00	3	0
In the middle of the ship	0,00	1	0
TOTAL			
In the middle of the ship	0,00	1	0
1/3 L of the F.P.	0,00	3	0
1/6 L of the F.P.	0,00	3	0
F.P.	-200	1	-200
TOTAL			

Η συνολική σιμότητα είναι: - 200. Επομένως:

$$-\frac{200}{16} = -12,50 \text{ mm.}$$

$$\text{ΔΙΑΦΟΡΑ : } 282,54 - (-12,50) = 295,04 \text{ mm}$$

Η διόρθωση για τη σιμότητα που πρέπει να γίνει, σύμφωνα με τη Διεθνή Σύμβαση περί Γραμμών Φορτώσεως, είναι να πολλαπλασιαστεί η σιμότητα με την παράσταση $(0,75 - \frac{S}{2L})$ όπου:

- L: είναι το μήκος υπολογισμού που έχει οριστεί παραπάνω
- S: είναι το ολικό μήκος των κλειστών υπερκατασκευασμάτων το οποίο στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι 0 διότι δεν υπάρχουν υπερκατασκευάσματα

Άρα, η διόρθωση είναι η εξής:

$$295,04 * \left(0,75 - \frac{S}{2L}\right) = 295,04 * (0,75 - 0) = 295,04 * 0,75 = 221,28 \text{ mm}$$

Ωστόσο, βάση τη Διεθνή Σύμβαση περί Γραμμών Φορτώσεως, λαμβάνεται υπόψη μόνο το 50% της διόρθωσης. Οπότε, τελικά:

$$Y. E._3 = 50\% * 221,28 \Rightarrow$$

$$Y. E._3 = 110,643 \text{ mm}$$

Επομένως, το τελικό ύψος εξάλων είναι το σύνολο όλων των υψών που έχουν υπολογισθεί από όλους τους κανονισμούς της Διεθνούς Σύμβασης περί Γραμμών Φορτώσεως. Άρα:

ΤΕΛΙΚΟ ΥΨΟΣ ΕΞΑΛΩΝ

ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ 28:	+ 314,208	mm
ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ 29:	+ 163,338	mm
ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ 30:	+ 65,662	mm
ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ 31:	-----	-----
ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ 37:	-----	-----
ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ 38:	+ 110,643	mm
<hr/>		
	653,851	mm

Επομένως το έμφορτο βύθισμα είναι:

$$\mathbf{\underline{\underline{ΕΜΦΟΡΤΟ ΒΥΘΙΣΜΑ:}} \ 2010 - 654 = 1350 \text{ mm} \ \acute{\eta} \ 1,350 \text{ m}^1}$$

¹ **Σημείωση** Το κοίλο είναι 2010 mm διότι λαμβάνεται υπ' όψη και το πάχος του ελάσματος του καταστρώματος που είναι 10 mm.

10. Νέες Διαστάσεις Πλοίου

Οι κύριες διαστάσεις του νέου πλοίου μετά την επιμήκυνση των 5,00 m, αφού υπολογίστηκε και το νέο βύθισμα μετά από τη Μελέτη Γραμμής Φορτώσεως είναι οι παρακάτω:

L_{OA}	=	43,350 m
L_{BP}	=	37,775 m
L_{WL}	=	38,912 m
$L_{CAR DECK}$	=	39,200 m
B_{MAX}	=	14,700 m
$B_{MOULDED}$	=	12,800 m
$B_{CAR DECK}$	=	12,500 m
$Depth_{MOULDED}$	=	2,000 m
$Draft_{MOULDED}$	=	1,350 m
Frame Spacing	=	0,500 m

Πίνακας 3. Κύριες Διαστάσεις Νέου Πλοίου

11. Έλεγχος κατακλύσιμου μήκους και προραίας στεγανής φρακτής

Ο προσδιορισμός του κατακλύσιμου μήκους, ο έλεγχος της προραίας στεγανής φρακτής καθώς και ο έλεγχος των μηκών των διαμερισμάτων σε σύγκριση με το κατακλύσιμο μήκος θα επιτευχθεί με βάση τους Κανονισμούς που αναφέρει το Β.Δ. 611/1967. Οπότε:

11.1. Προσδιορισμός κατακλύσιμου μήκους

Κατακλύσιμο μήκος σε ένα δεδομένο σημείο είναι το μέγιστο τμήμα του μήκους του πλοίου το οποίο έχει ως κέντρο αυτό το σημείο το οποίο όταν κατακλυσθεί υπο δεδομένες συνθήκες δεν θα βυθιστεί η γραμμή ορίου βυθίσεως (margin line).

Το απαιτούμενο κατακλύσιμο μήκος προσδιορίζεται με βάση το μήκος ισάλου $L_{WL} = 38,912$ m που αντιστοιχεί σε βύθισμα 1,36 m και από το Β.Δ. 611/1967, Άρθρο 8, παρ. 11 ισχύουν τα παρακάτω:

Εάν η απόσταση μεταξύ δύο παρακείμενων κύριων εγκάρσιων διαφραγμάτων ή των ισοδύναμων προς αυτά επιπέδων διαφραγμάτων, ή η απόσταση μεταξύ των εγκάρσιων επιπέδων των διερχόμενων διά των πλησιέστερων σημείων των βαθμίδων των διαφραγμάτων είναι μικρότερα των 10 ποδιών (ft) ή αλλιώς των 3,05 μέτρων συν 3% του μήκους του πλοίου ή των 35 ποδιών (ft) ή αλλιώς των 10,67 μέτρων, οποιοδήποτε είναι το μικρότερο, τότε μόνο ένα από τα εν λόγω διαφράγματα θεωρείται ότι αποτελεί μέρος της υποδιαίρεσης του πλοίου. Επομένως, το κατακλύσιμο μήκος, είναι το μικρότερο από τα τρία παρακάτω μήκη:

$$L_{\text{κατακλύσιμο}} = 3\%L_{WL} + 3,00 \text{ m} = 3\% * 38,912 + 3,00 = 1,167 + 3,00 = \mathbf{4,170 \text{ m}}$$

ή

$$L_{\text{κατακλύσιμο}} = \mathbf{10,670 \text{ m}}$$

Παρατηρείται πως το μικρότερο κατακλύσιμο μήκος είναι η πρώτη περίπτωση.

Οπότε τελικά:

$$\mathbf{L_{\text{κατακλύσιμο}} = 4,170 \text{ m}}$$

11.2. Έλεγχος προραίας στεγανής φρακτής

Σύμφωνα με το Π.Δ. 611/1967, Άρθρο 7, ισχύει το εξής για την προραία στεγανή φρακτή:

Το στεγανό αυτό διάφραγμα πρέπει να είναι τοποθετημένο σε απόσταση όχι μικρότερη του 5% του μήκους του πλοίου και όχι μεγαλύτερο του 15% του μήκους του πλοίου μετρημένη από την προραία κάθετο. Οπότε, η στεγανή φρακτή που βρίσκεται από τον Νομέα 57 έως F.P., με ισαπόσταση νομέων 0,50 m, έχει μήκος 3,678 m είναι εντός των ορίων του κανονισμού αφού:

$$3,678 \text{ m} > 5\% * L_{WL} = 0,05 * 38,912 = 1,945 \text{ m}$$

και

$$3,678 \text{ m} < 15\% * L_{WL} = 0,15 * 38,912 = 5,840 \text{ m}$$

12. Έλεγχος μήκους διαμερισμάτων

Τα μήκη των διαμερισμάτων απαιτείται να είναι μεγαλύτερα από το κατακλύσιμο μήκος. Οπότε, έχουμε τα εξής για τα διαμερίσματα του πλοίου:

- **W.B.T. No1(C):** βρίσκεται από τον Νομέα 48 έως τον Νομέα 57, με ισαπόσταση νομέων 0,5 m και έχει μήκος 4,5 m > $L_{\text{κατακλύσιμο}} = 4,170$ m. Οπότε, αυτό το διαμέρισμα είναι εντός της απαίτησης.
- **W.B.T. No 2(C):** βρίσκεται από Νομέα K έως τον Νομέα 48, με ισαπόσταση νομέων 0,5 m και έχει μήκος 4,5 m > $L_{\text{κατακλύσιμο}} = 4,170$ m. Οπότε, αυτό το διαμέρισμα είναι εντός της απαίτησης.
- **W.B.T. No2A(C):** βρίσκεται από Νομέα 39 έως τον Νομέα K, με ισαπόσταση νομέων 0,5 m και έχει μήκος 4,5 m > $L_{\text{κατακλύσιμο}} = 4,170$ m. Οπότε, αυτό το διαμέρισμα είναι εντός της απαίτησης.
- **W.B.T. No 3(C):** βρίσκεται από Νομέα 27 έως τον Νομέα 39, με ισαπόσταση νομέων 0,5 m και έχει μήκος 6 m > $L_{\text{κατακλύσιμο}} = 4,170$ m. Οπότε, αυτό το διαμέρισμα είναι εντός της απαίτησης.
- **W.B.T. No 4(C):** βρίσκεται από Νομέα 15 έως τον Νομέα 27, με ισαπόσταση νομέων 0,5 m και έχει μήκος 6 m > $L_{\text{κατακλύσιμο}} = 4,170$ m. Οπότε, αυτό το διαμέρισμα είναι εντός της απαίτησης.
- **Μηχανοστάσιο – Engine Room:** βρίσκεται από Νομέα 6 έως τον Νομέα 15, με ισαπόσταση νομέων 0,5 m και έχει μήκος 4,5 m > $L_{\text{κατακλύσιμο}} = 4,170$ m. Οπότε, το μηχανοστάσιο είναι εντός της απαίτησης

Επομένως, όλες οι παραπάνω απαιτήσεις της νομοθεσίας καλύπτονται.

13. Μελέτη κατάκλυσης

Η μελέτη κατάκλυσης πραγματοποιήθηκε με την βοήθεια του προγράμματος Wolfson, μετά από άδεια χρήσης που δόθηκε από την εταιρεία «Shipinvestigation Co» και έγινε σε εκτόπισμα 566,733 t που αντιστοιχεί σε βύθισμα 1,360 m ([Σελίδα 15](#)) το οποίο είναι μεγαλύτερο από το βύθισμα της γραμμής φορτώσεως που είναι 1,350 m ([Σελίδα 33](#)) επομένως η μελέτη κατάκλυσης εκπονήθηκε σε δυσμενέστερη κατάσταση, σε διαμήκη θέση κέντρου βάρους $LCG = -0,674$ m και κατακόρυφη θέση κέντρου άνωσης $VCB = 0,729$ m.

Επίσης, η διαχωρητικότητα (permeability), η οποία είναι το ποσοστό ενός χώρου κατά το οποίο μπορεί να κατακλυστεί με νερό της δώσαμε τις εξής τιμές με βάση το Β.Δ. 611/1967, Άρθρο 6:

- Διαχωρητικότητα (permeability) 0,85 → για το χώρο του διαμερίσματος του μηχανοστασίου.
- Διαχωρητικότητα (permeability) 0,95 → για το χώρο των υπολοίπων διαμερισμάτων του πλοίου.

Έπειτα, ορίζεται γραμμή ορίου βυθίσεως (margin line), η οποία, είναι μια νοητή γραμμή που βρίσκεται 76 mm κάτω από την επιφάνεια του καταστρώματος στεγανών φρακτών και δεν θα πρέπει να βυθιστεί σε περίπτωση κατάκλυσης ενός διαμερίσματος. Ακόμη, σε κάθε διαμέρισμα δημιουργείται ένα ισόπλευρο τρίγωνο, το οποίο, θα έχει ύψος ίσο με το μισό του μήκους διαμερίσματος και η βάση του θα είναι η baseline. Αυτή η διαδικασία ακολουθείται ώστε να χαραχθεί η καμπύλη κατακλυσίμων μηκών με βάση τα αποτελέσματα που ελήφθησαν από το πρόγραμμα.

Παρακάτω, θα παρουσιάζονται οι συντεταγμένες της γραμμής ορίου βυθίσεως (margin line) που χρησιμοποιήθηκαν στο πρόγραμμα.

MARGIN LINE		
X (μήκος)	Y (πλάτος)	Z (ύψος)
-19,413	6,400	1,924
-18,413	6,400	1,924
-15,913	6,400	1,924
-13,413	6,400	1,924
-10,913	6,400	1,924
-8,413	6,400	1,924
-5,913	6,400	1,924
-3,413	6,400	1,924
-0,913	6,400	1,924
6,587	6,400	1,924
8,087	6,400	1,924
8,587	6,400	1,924
9,087	6,400	1,924
9,587	6,399	1,924
10,087	6,398	1,924
10,587	6,396	1,924
11,087	6,392	1,924
11,587	6,387	1,924
12,087	6,380	1,924
12,587	6,370	1,924
13,087	6,354	1,924
13,587	6,316	1,924
14,087	6,243	1,923
14,587	6,137	1,918
15,087	6,002	1,909
15,587	5,835	1,896
16,087	5,640	1,880
16,587	5,422	1,859
17,087	5,183	1,835
17,587	4,926	1,806
18,087	4,653	1,774
18,587	4,365	1,737
18,887	4,186	1,714

Πίνακας 4. Πίνακας Συντεταγμένων Γραμμής Ορίου Βυθίσεως - Margin Line

Παρακάτω, θα δοθούν τα αποτελέσματα από το πρόγραμμα καθώς και το σχέδιο με την καμπύλη κατακλυσίμων μηκών.

Floodable Length Data

Filename: \\Legend\DATA\INPUTS\PS\ASIMINA\AGIOS NIKOLAOSII.hst
 Date : 4/2/2022
 Time :8:55:38 πμ

AGIOS NIKOLAOS II

Displacement 566.7 tonnes
 Longitudinal Centre of Gravity -0.674 metres
 Vertical Centre of Gravity 0.729 metres
 Specific Gravity of Water 1.0250
 Mean Shell Thickness 0.0080 metres

Trim Length 37.774 metres

Draught Marks	Name	X metres	Z metres
Aft Marks	A.P.	-18.887	0.000
Mid Marks	Midships	0.000	0.000
Fwd Marks	F.P.	18.887	0.000

Permeabilities

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

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
-16.864	6.873	80.91	1.501	0.822	0.783	9.612	-20.300	-13.428
-15.125	5.764	86.73	1.515	0.796	0.807	9.828	-18.007	-12.243
-13.386	5.310	93.95	1.531	0.764	0.832	10.000	-16.041	-10.731
-11.647	5.449	103.09	1.552	0.724	0.853	10.014	-14.371	-8.922
-9.908	6.035	114.78	1.578	0.673	0.870	9.911	-12.925	-6.890
-8.169	6.836	129.58	1.611	0.608	0.889	9.756	-11.587	-4.751
-6.430	7.839	148.67	1.654	0.526	0.913	9.565	-10.349	-2.510
-4.691	9.082	174.02	1.709	0.418	0.945	9.334	-9.232	-0.150
-2.952	10.652	209.42	1.786	0.269	0.988	9.033	-8.278	2.374
-1.213	9.450	177.58	1.726	0.025	0.949	9.330	-5.938	3.512
0.526	7.615	136.52	1.646	-0.136	0.898	9.766	-3.282	4.334
2.265	6.337	110.98	1.596	-0.236	0.867	10.074	-0.903	5.433
4.004	5.393	93.50	1.561	-0.305	0.845	10.304	1.308	6.700
5.743	4.670	80.79	1.536	-0.355	0.829	10.481	3.408	8.078
7.482	4.101	71.11	1.517	-0.393	0.817	10.621	5.432	9.532
9.221	3.691	63.57	1.503	-0.423	0.807	10.721	7.375	11.067
10.960	3.513	57.55	1.491	-0.446	0.795	10.767	9.204	12.717
12.699	3.624	52.58	1.481	-0.466	0.783	10.764	10.887	14.511
14.438	4.067	48.50	1.473	-0.482	0.772	10.774	12.404	16.472
16.177	5.421	45.71	1.468	-0.493	0.762	10.760	13.467	18.887

[back to top](#)

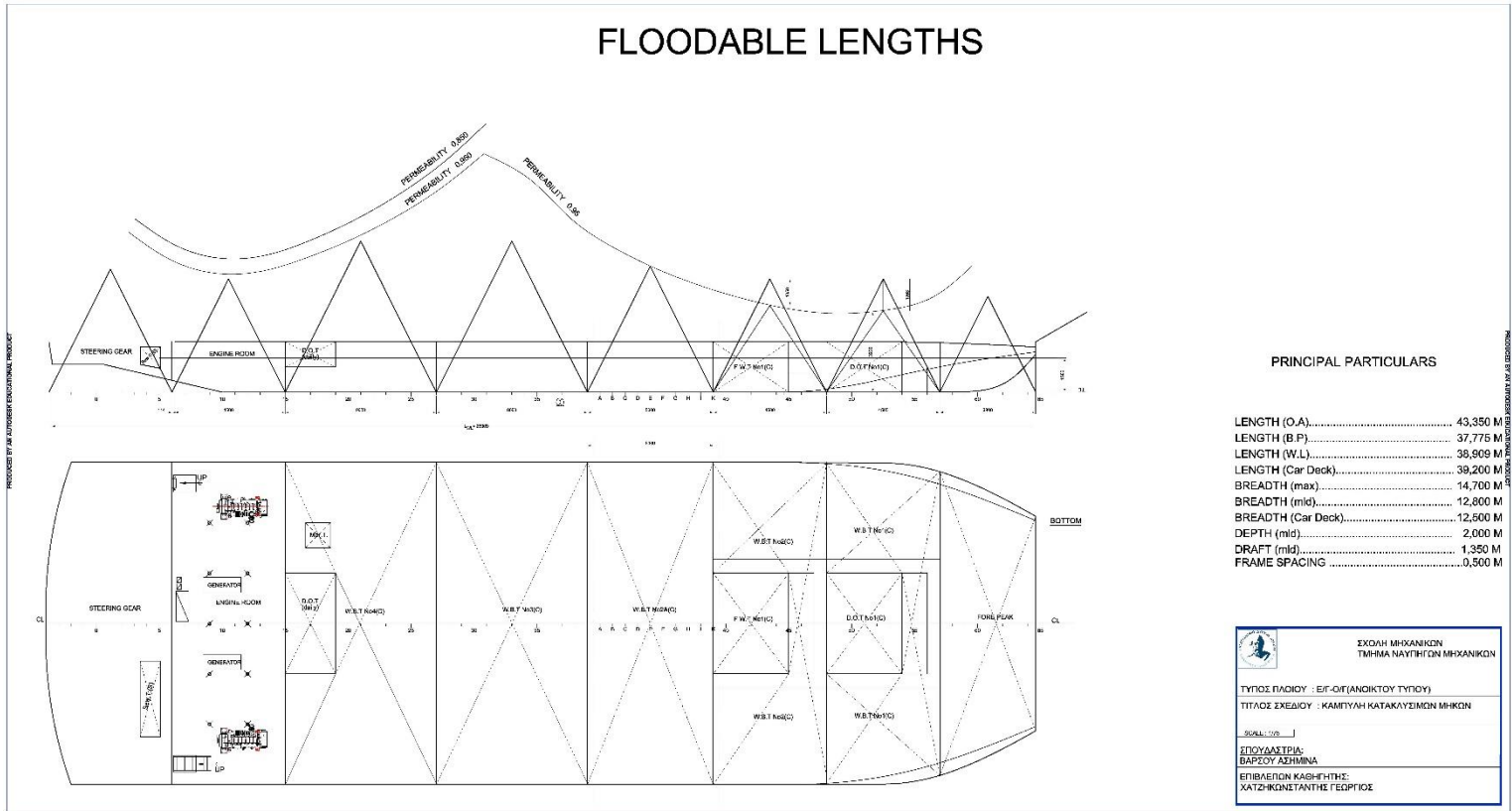
Permeability 0.950

Compartments

Centre metres	Length metres	Added Volume metres ³	Waterline metres	Trim metres	VCB metres	GMT metres	Aft Bulkhead metres	Forward Bulkhead metres
-17.124	6.352	79.65	1.498	0.828	0.777	9.555	-20.300	-13.948
-15.361	5.207	85.54	1.512	0.802	0.803	9.805	-17.964	-12.758
-13.598	4.713	92.79	1.528	0.769	0.830	10.006	-15.954	-11.241
-11.835	4.808	101.91	1.549	0.729	0.852	10.029	-14.239	-9.430
-10.071	5.337	113.58	1.575	0.678	0.869	9.925	-12.740	-7.403
-8.308	6.053	128.30	1.608	0.614	0.888	9.770	-11.335	-5.282
-6.545	6.953	147.34	1.651	0.532	0.911	9.577	-10.021	-3.069
-4.782	8.067	172.63	1.706	0.424	0.943	9.346	-8.816	-0.748
-3.019	9.477	207.98	1.783	0.275	0.987	9.045	-7.757	1.720
-1.256	8.504	178.89	1.729	0.030	0.951	9.317	-5.508	2.996
0.508	6.829	136.86	1.647	-0.135	0.899	9.762	-2.907	3.922
2.271	5.668	110.94	1.596	-0.237	0.866	10.075	-0.563	5.104
4.034	4.814	93.28	1.561	-0.306	0.845	10.307	1.627	6.441
5.797	4.160	80.44	1.536	-0.356	0.829	10.486	3.717	7.877
7.560	3.648	70.72	1.517	-0.394	0.817	10.626	5.736	9.384
9.323	3.280	63.16	1.502	-0.424	0.806	10.727	7.684	10.963
11.087	3.132	57.12	1.490	-0.448	0.795	10.770	9.521	12.652
12.850	3.256	52.14	1.480	-0.467	0.782	10.762	11.222	14.478
14.613	3.687	48.04	1.472	-0.484	0.771	10.775	12.769	16.456
16.376	5.023	45.21	1.467	-0.494	0.761	10.761	13.865	18.887

[back to top](#)

FLOODABLE LENGTHS



Εικόνα 5. Σχέδιο Καμπύλης Κατακλυσίμων Μηκών

Η καμπύλη με διαχωρητικότητα 0,85 αντιστοιχεί στο χώρο του διαμερίσματος του μηχανοστασίου και η καμπύλη με διαχωρητικότητα 0,95 αντιστοιχεί στους χώρους των υπολοίπων διαμερισμάτων του πλοίου. Παρατηρούμε, πως δύο τρίγωνα τέμνουν την καμπύλη κατακλυσίμων μηκών με διαχωρητικότητα 0,95. Αυτό σημαίνει πως εάν κάποιο διαμέρισμα από αυτά τα δύο κατακλυσθεί με νερό, το πλοίο θα βρεθεί με μια νέα ίσαλο η οποία θα βρίσκεται πάνω από τη γραμμή ορίου βυθίσεως (margin line) κάτι το οποίο είναι ανεπιθύμητο. Προφανώς, στο διαμέρισμα του μηχανοστασίου δεν υπάρχει κάποιο πρόβλημα, αφού κανένα τρίγωνο δεν τέμνει την καμπύλη κατακλυσίμων μηκών με διαχωρητικότητα 0,85 που αντιστοιχεί στο χώρο του διαμερίσματος του μηχανοστασίου.

Για αυτό το λόγο, θα πρέπει να γίνει διόρθωση (R) σε αυτά τα δύο διαμερίσματα με σκοπό να διορθωθούν οι κορυφές των τριγώνων και να μην τέμνουν την καμπύλη κατακλυσίμων μηκών. Δηλαδή, θα πρέπει προστεθεί κάποιος άθικτος όγκος σε κάθε διαμέρισμα, στο οποίο, δεν θα μπορεί να εισέρχεται νερό με σκοπό να μεγαλώσει ο άθικτος χώρος κάθε διαμερίσματος. Αυτός ο άθικτος όγκος θα πρέπει να τοποθετηθεί σε απόσταση όχι μεγαλύτερη από τα $B/5$ του πλάτους του πλοίου στην έμφορτη ίσαλο. Με αυτόν το τρόπο, επιτυγχάνουμε στο ότι όταν το πλοίο κατακλυσθεί με νερό, το πλοίο θα βρεθεί με μια νέα ίσαλο η οποία θα βρίσκεται κάτω ή θα ταυτίζεται με τη γραμμή ορίου βυθίσεως (margin line).

Επομένως υπάρχουν οι εξής διορθώσεις:

1. Διαμέρισμα από Νομέα Κ έως Νομέα 48

Παρατηρούμε πως αυτό το διαμέρισμα έχει τη W.B.T. No2(C) και τη F.W.T. No1(C), Από το πρόγραμμα Wolfson, μετά από άδεια χρήσης που δόθηκε από την εταιρεία «Shipinvestigation Co», υπολογίζεται η χωρητικότητα (capacity) των δύο δεξαμενών στο 100% και είναι 92,850 m³ και 25,412 m³ αντίστοιχα. Παρακάτω δίνονται τα αποτελέσματα από το πρόγραμμα.

Tank Capacity Data

Filename: \\Legend\DATA\INPUTS\PSIASIMINA\AGIOS NIKOLAOSII.hst
Date : 29/12/2021
Time :2:38:28 μμ

W.B.T.No2(C) FR.K-48

Tank Type: W.B.TANK

Ship and Tank Particulars

Bulkheads Set

Aft Bulkhead X Position	6.087 metres
Fwd Bulkhead X Position	10.587 metres
Steel deduction factor	1.000 %
LCG reference point	0.000 metres
VCG reference point	0.000 metres
Capacity at 100%	92.850 metres ³
LCG at 100% capacity	8.532 metres
VCG at 100% capacity	1.040 metres
TCG at 100% capacity	0.000 metres
Second moment of free surface	762.609 metres ⁴ at 2.000 metres above datum
Free surface moment for SG=1.025	781.674 tonnes.m at 2.000 metres above datum

Πίνακας 6. Χωρητικότητα Δεξαμενής W.B.T. No2(C)

Tank Capacity Data

Filename: \\Legend\DATA\INPUTS\SPS\IASIMINA\AGIOS NIKOLAOSII.hst
Date : 29/12/2021
Time :2:39:00 μμ

F.W.T No1(C) FR.NoK-45

Tank Type: F.W.TANK

Ship and Tank Particulars

Bulkheads Set	
Aft Bulkhead X Position	6.087 metres
Fwd Bulkhead X Position	9.087 metres
Steel deduction factor	1.000 %
LCG reference point	0.000 metres
VCG reference point	0.000 metres
Capacity at 100%	25.412 metres ³
LCG at 100% capacity	7.587 metres
VCG at 100% capacity	1.070 metres
TCG at 100% capacity	0.000 metres
Second moment of free surface	15.840 metres ⁴ at 2.000 metres above datum
Free surface moment for SG=1.025	16.236 tonnes.m at 2.000 metres above datum
Free surface moment for SG=1.000	15.840 tonnes.m at 2.000 metres above datum

Πίνακας 7. Χωρητικότητα Δεξαμενής F.W.T. No1(C)

Οπότε γνωρίζονται τα στοιχεία για αυτό το διαμερίσμα,

→ Χωρητικότητα δεξαμενής W.B.T. No2(C) ($V_{W.B.T.No2}$) στο 100%: 92,850 m³

→ Χωρητικότητα δεξαμενής F.W.T. No1(C) ($V_{F.W.T.No2}$) στο 100%: 25,412 m³

→ Μήκος διαμερίσματος (L_{Δ}): 4,500 m

Επομένως ο συνολικός όγκος V_{Δ} του διαμερίσματος αυτού είναι:

$$V_{\Delta} = V_{W.B.T.No2(C)} + V_{F.W.T.No2(C)} \Rightarrow$$

$$V_{\Delta} = 92,850 \text{ (m}^3\text{)} + 25,412 \text{ (m}^3\text{)} \Rightarrow$$

$$V_{\Delta} = 118,262 \text{ m}^3$$

Ωστόσο, από αυτό το συνολικό αυτό όγκο, ο άθικτος όγκος είναι αυτός της δεξαμενής F.W.T. No1(C), δηλαδή:

$$V_{\text{ΑΘΙΚΤΟ}} = 25,412 \text{ m}^3$$

Επίσης, η επιφάνεια αυτού του διαμερίσματος A_{Δ} είναι:

$$A_{\Delta} = \frac{V_{\Delta}}{L_{\Delta}} \Rightarrow$$
$$A_{\Delta} = \frac{118,262 \text{ (m}^3\text{)}}{4,500 \text{ (m)}} \Rightarrow$$
$$\mathbf{A_{\Delta} = 26,280 \text{ m}^2}$$

Από το σχέδιο, παρατηρείται πως η διόρθωση που πρέπει να γίνει ώστε το τρίγωνο του συγκεκριμένου διαμερίσματος να μην τέμνει την καμπύλη κατακλυσίμων μηκών είναι $R = 1,056 \text{ m}$. Οπότε, με βάση τη διόρθωση που θα γίνει και τον άθικτο χώρο που υπάρχει ήδη μέσα στο διαμέρισμα υπολογίζεται ο επιπλέον άθικτος χώρος που θα προστεθεί σε αυτό το διαμέρισμα ως εξής:

$$R = \frac{X_{\text{ΑΘΙΚΤΟ}}}{A_{\Delta}} \Rightarrow$$
$$X_{\text{ΑΘΙΚΤΟ}} = R * A_{\Delta} \Rightarrow$$
$$X_{\text{ΑΘΙΚΤΟ}} = 1,056 \text{ (m)} * 26,280 \text{ (m}^2\text{)} \Rightarrow$$
$$\mathbf{X_{\text{ΑΘΙΚΤΟ}} = 27,752 \text{ m}^3}$$

Αφαιρώντας από τον υπάρχοντα άθικτο όγκο τον παραπάνω όγκο, θα υπολογιστεί τελικά ο νέος όγκος που θα προστεθεί. Οπότε:

$$X_{\text{ΑΘΙΚΤΟ}} - V_{\text{ΑΘΙΚΤΟ}} = 27,752 \text{ m}^3 - 25,412 \text{ m}^3 = \mathbf{2,34 \text{ m}^3} \approx \mathbf{3,00 \text{ m}^3}$$

Από την στιγμή που έχει υπολογιστεί ο όγκος του χώρου που θα προστεθεί, πρέπει να διαστασιολογηθεί. Όπως φαίνεται και από το σχέδιο, αυτός ο χώρος έχει διαστάσεις: μήκος $1,00 \text{ m}$, πλάτος $4,00 \text{ m}$ και χρειάζεται να υπολογιστεί και το ύψος του. Επομένως:

$$3,00 \text{ (m}^3\text{)} = 1,00 \text{ (m)} * 4,00 \text{ (m)} * Y \text{ (m)} \Rightarrow$$
$$Y = \frac{3,00 \text{ (m}^3\text{)}}{4,00 \text{ (m}^2\text{)}} \Rightarrow$$
$$\mathbf{Y = 0,75 \text{ m}}$$

Τέλος, αφού έγινε η διόρθωση το νέο τρίγωνο μετακινήθηκε και η κορυφή του δεν τέμνει πλέον την καμπύλη των κατακλυσίμων μηκών.

2. Διαμέρισμα από Νομέα 48 έως Νομέα 57

Παρατηρούμε πως αυτό το διαμέρισμα έχει τη W.B.T. No1(C) και τη D.O.T. No1(C), Από το πρόγραμμα Wolfson, μετά από άδεια χρήσης που δόθηκε από την εταιρεία «Shipinvestigation Co», υπολογίζεται η χωρητικότητα (capacity) των δύο δεξαμενών στο 100% και είναι 74,951 m³ και 24,668 m³ αντίστοιχα. Παρακάτω δίνονται τα αποτελέσματα από το πρόγραμμα.

Tank Capacity Data

Filename: \\Legend\DATA\INPUT\SPS\ASIMINA\AGIOS NIKOLAOSII.hst
Date : 29/12/2021
Time :2:47:03 μμ

W.B.T.No1(C)FR.No48-57

Tank Type: W.B.TANK

Ship and Tank Particulars

Bulkheads Set

Aft Bulkhead X Position 10.587 metres

Fwd Bulkhead X Position 15.087 metres

Steel deduction factor 1.000 %

LCG reference point 0.000 metres

VCG reference point 0.000 metres

Capacity at 100% 74.951 metres³

LCG at 100% capacity 12.908 metres

VCG at 100% capacity 1.193 metres

TCG at 100% capacity 0.000 metres

Second moment of free surface 725.787 metres⁴ at 2.000 metres above datum

Free surface moment for SG=1.025 743.932 tonnes.m at 2.000 metres above datum

Πίνακας 8. Χωρητικότητα Δεξαμενής W.B.T. No1(C)

Tank Capacity Data

Filename: \\Legend\DATA\INPUTS\SPS\ASIMINA\AGIOS NIKOLAOSII.hst
Date : 29/12/2021
Time :2:46:01 μμ

D.O.T. No1(C) FR.No48-54

Tank Type: D.O.TANK

Ship and Tank Particulars

Bulkheads Set

Aft Bulkhead X Position	10.587 metres
Fwd Bulkhead X Position	13.587 metres
Steel deduction factor	1.000 %
LCG reference point	0.000 metres
VCG reference point	0.000 metres
Capacity at 100%	24.668 metres ³
LCG at 100% capacity	12.075 metres
VCG at 100% capacity	1.100 metres
TCG at 100% capacity	0.000 metres
Second moment of free surface	15.840 metres ⁴ at 2.000 metres above datum
Free surface moment for SG=0.860	13.622 tonnes.m at 2.000 metres above datum

Πίνακας 9. Χωρητικότητα Δεξαμενής D.O.T. No1(C)

Οπότε γνωρίζονται τα στοιχεία για αυτό το διαμέρισμα,

→ Χωρητικότητα δεξαμενής **W.B.T. No1(C)** ($V_{W.B.T.No1}$) στο **100%**: 74,951 m³

→ Χωρητικότητα δεξαμενής **F.W.T. No1(C)** ($V_{D.O.T.No1}$) στο **100%**: 24,668 m³

→ **Μήκος διαμερίσματος (L_{Δ}): 4,50 m**

Επομένως η συνολικός όγκος V_{Δ} του διαμερίσματος αυτού θα είναι:

$$V_{\Delta} = V_{W.B.T.No1(C)} + V_{D.O.T.No1(C)} \Rightarrow$$

$$V_{\Delta} = 74,951 \text{ (m}^3\text{)} + 24,668 \text{ (m}^3\text{)} \Rightarrow$$

$$\mathbf{V_{\Delta} = 99,169 \text{ m}^3}$$

Ωστόσο, από αυτό το συνολικό αυτό όγκο, ο άθικτος όγκος είναι αυτός της δεξαμενής D.O.T. No1(C), δηλαδή:

$$\mathbf{V_{\text{ΑΘΙΚΤΟ}} = 24,668 \text{ m}^3}$$

Επίσης, η επιφάνεια αυτού του διαμερίσματος A_{Δ} είναι:

$$A_{\Delta} = \frac{V_{\Delta}}{L_{\Delta}} \Rightarrow$$
$$A_{\Delta} = \frac{99,169 \text{ (m}^3\text{)}}{4,50 \text{ (m)}} \Rightarrow$$
$$\mathbf{A_{\Delta} = 22,137 \text{ m}^2}$$

Από το σχέδιο, παρατηρείται πως η διόρθωση που πρέπει να γίνει ώστε τα τρίγωνα του συγκεκριμένου διαμερίσματος να μην τέμνει την καμπύλη κατακλυσίμων είναι $R = 1,263 \text{ m}$. Οπότε, με βάση τη διόρθωση που θα γίνει και τον άθικτο χώρο που υπάρχει ήδη μέσα στο διαμέρισμα υπολογίζεται ο επιπλέον άθικτος χώρος που θα προστεθεί σε αυτό το διαμέρισμα ως εξής:

$$R = \frac{X_{\text{ΑΘΙΚΤΟ}}}{A_{\Delta}} \Rightarrow$$
$$X_{\text{ΑΘΙΚΤΟ}} = R * A_{\Delta} \Rightarrow$$
$$X_{\text{ΑΘΙΚΤΟ}} = 1,263 \text{ (m)} * 22,137 \text{ (m}^2\text{)} \Rightarrow$$
$$\mathbf{X_{\text{ΑΘΙΚΤΟ}} = 27,960 \text{ m}^3}$$

Αφαιρώντας από τον υπάρχον άθικτο όγκο τον παραπάνω όγκο, θα υπολογιστεί τελικά ο νέος όγκος που πρέπει να προστεθεί. Οπότε:

$$X_{\text{ΑΘΙΚΤΟ}} - V_{\text{ΑΘΙΚΤΟ}} = 27,960 \text{ m}^3 - 24,668 \text{ m}^3 = \mathbf{3,29 \text{ m}^3 \approx 4,00 \text{ m}^3}$$

Από την στιγμή που υπολογίστηκε ο όγκος του χώρου που θα προστεθεί, πρέπει να διαστασιολογηθεί. Όπως φαίνεται και από το σχέδιο, αυτός ο χώρος έχει διαστάσεις: μήκος $1,00 \text{ m}$, πλάτος $4,00 \text{ m}$ και χρειάζεται να υπολογιστεί το ύψος του. Επομένως:

$$4,00 \text{ (m}^3\text{)} = 1,00 \text{ (m)} * 4,00 \text{ (m)} * Y \text{ (m)} \Rightarrow$$

$$Y = \frac{4,00 \text{ (m}^3\text{)}}{4,00 \text{ (m}^2\text{)}} \Rightarrow$$

$$\mathbf{Y = 1,00 \text{ m}}$$

Τέλος, αφού έγινε αυτή η διόρθωση το νέο τρίγωνο μετακινήθηκε και η κορυφή του δεν τέμνει πλέον τη καμπύλη των κατακλυσίμων μηκών.

14. Μελέτη Εγκάρσιας & Διαμήκουσ Αντοχής

Παρακάτω, θα γίνει έλεγχος σε αντοχή σε όλα τα δομικά στοιχεία του πλοίου. Από τη στιγμή που έγινε η επιμήκυνση με την προσθήκη του νέου τμήματος κατά το διάμηκες του πλοίου, η εγκάρσια αντοχή δεν αλλάζει, αλλάζει όμως η διαμήκης αντοχή στα δομικά στοιχεία που το νέος μήκος του πλοίου συμπεριλαμβάνεται στους υπολογισμούς της.

Η συγκεκριμένη υπάρχουσα μελέτη αντοχής πραγματοποιήθηκε με τον Ελληνικό Νηογνώμονα (HELLENIC REGISTER OF SHIPPING). Ο επιβλέπων Νηογνώμονας που εκδίδει τα πιστοποιητικά του πλοίου, δέχθηκε τη συγκεκριμένη μελέτη αντοχής, διότι το πλοίο είχε κατασκευαστεί πριν την κατάργηση του Ελληνικού Νηογνώμονα. Οπότε, αφού πλέον ο Ελληνικός Νηογνώμονας δεν υφίσταται, η παρούσα μελέτη θα πραγματοποιηθεί με τους κανονισμούς του ABS 2006.

14.1. Εγκάρσια Αντοχή

Στην εγκάρσια αντοχή, αυτό που υπολογίζεται, είναι ξεχωριστά η κάθε απαιτούμενη ροπή αντίστασης κάθε κατασκευαστικού στοιχείου με το συνεργαζόμενο έλασμα, καθώς και το απαιτούμενο πάχος των ελασμάτων σε όλες τις περιοχές του πλοίου (πλευρά, πυθμένας, κατάστρωμα, φρακτές κ.λπ.).

Επομένως, υπάρχουν οι παρακάτω περιπτώσεις:

Ελάσματα

1. Από τον ABS 2006, Part 3, Chapter 2, Section 2, 3.3. Bottom Shell Plating, υπολογίζεται το ελάχιστο πάχος του ελάσματος πυθμένα, ως εξής:

$$t = \frac{s\sqrt{h}}{254} + 2,5 \text{ mm}$$

όπου

- $s = 500 \text{ mm}$ είναι η ισαπόσταση νομέων
- $h_1 = D = 2,000 \text{ m}$
- $h_2 = 0,1 * L = 3,797 \text{ m}$
- $h_3 = 1,18 * d = 1,18 * 0,066 * L = 0,156 \text{ m}$
- $h = 3,797 \text{ m}$, λαμβάνεται το μεγαλύτερο από τα h_1, h_2 και h_3
- $C_b = 0,867$ είναι ο συντελεστής εκτοπίσματος στο 0,85D

Οπότε:

$$t = \frac{500 * \sqrt{3,797}}{254} + 2,5 \Rightarrow$$

$$t = 6,336 \text{ mm}$$

Το υπάρχον πάχος του ελάσματος του πυθμένα είναι:

$$t_{\text{υπάρχον}} = 8,000 \text{ mm} > 6,336 \text{ mm}$$

Οπότε, η απαίτηση ικανοποιείται.

2. Από τον ABS 2006, Part 3, Chapter 2, Section 2, 5.1. Side Shell Plating, υπολογίζεται το ελάχιστο πάχος του ελάσματος πλευράς, ως εξής:

$$t = \frac{s\sqrt{h}}{268} + 2,5 \text{ mm}$$

όπου

- $s = 500 \text{ mm}$ είναι η ισαπόσταση νομέων
- $h_1 = D = 2,000 \text{ m}$
- $h_2 = 0,1 * L = 3,797 \text{ m}$
- $h_3 = 1,18 * d = 1,18 * 0,066 * L = 0,156 \text{ m}$
- $h = 3,797 \text{ m}$, λαμβάνεται το μεγαλύτερο από τα h_1, h_2 και h_3
- $C_b = 0,867$ είναι ο συντελεστής εκτοπίσματος στο $0,85D$

Οπότε:

$$t = \frac{500 * \sqrt{3,797}}{268} + 2,5 \Rightarrow$$

$$t = 6,135 \text{ mm}$$

Το υπάρχον πάχος του ελάσματος της πλευράς είναι:

$$t_{\text{υπάρχον}} = 8,000 \text{ mm} > 6,135 \text{ mm}$$

Οπότε, η απαίτηση ικανοποιείται.

Κατασκευή Πυθμένα

3. Από τον ABS 2006, Part 3, Chapter 2, Section 4, 5.7. Frames, υπολογίζεται η απαιτούμενη ροπή αντίστασης για τους διαμήκεις νομείς του πυθμένα, ως εξής:

$$SM = 7,8chs^2 \text{ cm}^3$$

όπου:

- $c = 1,000$, αφού αναφερόμαστε σε διαμήκεις νομείς καθαρής δεξαμενής
- $h = 2,000$ m, είναι η κατακόρυφη απόσταση των διαμήκων νομέων από το μισό του ανυποστήρικτου μήκους ως το κατάστρωμα
- $s = 0,500$ m, είναι η ισαπόσταση των διαμήκων νομέων του πυθμένα
- $l = 2,000$ m, είναι το ανυποστήρικτο μήκος

Οπότε, έχουμε:

$$SM = 7,8 * 1,000 * 2,000 * 0,500 * (2,000)^2 \Rightarrow$$

$$SM = 31,200 \text{ cm}^3$$

Η υπάρχουσα ροπή αντίστασης για τους διαμήκεις νομείς του πυθμένα είναι η παρακάτω και θα βρεθεί ως εξής:

	DIMENSIONS		AREA	D	A*D	A*D^2	I
PLATE	50	0.80	40.00	0.40	16.00	6.40	2.13
PLATE	50	0.60	30.00	25.80	774.00	19969.20	6250.00
PLATE	5	0.60	3.00	51.10	153.30	7833.63	0.09
			73.00		943.30	27809.23	6252.22

H=	51.400	cm		
Zo=	12.922	cm		
Z=	38.478	cm		
Io=	34 061.453	cm ⁴	W=	568.433 cm ³
Ixx=	21 872.208	cm ⁴		
W1=	568.433	cm ³		
W2=	1 692.644	cm ³		

Exist Plate: 500x6/50x6 mm

Οπότε, η υπάρχουσα ροπή αντίστασης είναι

$$W = 568,433 \text{ cm}^3 > 31,200 \text{ cm}^3$$

Επομένως, η απαίτηση ικανοποιείται.

4. Από τον ABS 2006, Part 3, Chapter 2, Section 4, 5.7. Frames, υπολογίζεται η απαιτούμενη ροπή αντίστασης για τους διαμήκεις νομείς του πυθμένα, ως εξής:

$$SM = 7,8chs^2 \text{ cm}^3$$

όπου:

- $c = 1,000$, αφού αναφερόμαστε σε διαμήκεις νομείς καθαρής δεξαμενής
- $h = 2,000 \text{ m}$, είναι η κατακόρυφη απόσταση των διαμήκων νομέων από το μισό του ανυποστήρικτου μήκους τους ως το κατάστρωμα
- $s = 0,500 \text{ m}$, είναι η ισαπόσταση διαμήκων νομέων του πυθμένα
- $l = 2,000 \text{ m}$, είναι το ανυποστήρικτο μήκος

Οπότε, έχουμε:

$$SM = 7,8 * 1,000 * 2,000 * 0,500 * (2,000)^2 \Rightarrow$$

$$SM = 31,200 \text{ cm}^3$$

Η υπάρχουσα ροπή αντίστασης για τους διαμήκεις νομείς του πυθμένα είναι η παρακάτω και θα βρεθεί ως εξής:

	DIMENSIONS		AREA	D	A*D	A*D ²	I
PLATE	50	0.80	40.00	0.40	16.00	6.40	2.13
L	100x50x8		11.40	7.20	82.08	590.98	116.00
			51.40		98.08	597.38	118.13

H=	10.800 cm		
Zo=	1.908 cm		
Z=	8.892 cm		
Io=	715.509 cm ⁴	W=	59.420 cm ³
Ixx=	528.356 cm ⁴		
W1=	59.420 cm ³		
W2=	276.891 cm ³		

Exist Plate: L 100x50x8 mm

Οπότε, η υπάρχουσα ροπή αντίστασης είναι:

$$W = 59,420 \text{ cm}^3 > 31,200 \text{ cm}^3$$

Επομένως, η απαίτηση ικανοποιείται.

5. Από τον ABS 2006, Part 3, Chapter 2, Section 4, 5.3.1. Bottom Girders and Transverses, υπολογίζεται η απαιτούμενη ροπή αντίστασης για τις σταθμίδες του πυθμένα, ως εξής:

$$SM = 7,8chs^2 \text{ cm}^3$$

όπου:

- $c = 0,915$
- $h = 2,000 \text{ m}$, είναι η κατακόρυφη απόσταση από την σταθμίδα ως το κατάστρωμα
- $s = 2,000 \text{ m}$, είναι η ισαπόσταση των σταθμίδων
- $l = 2,000 \text{ m}$, είναι το ανυποστήρικτο μήκος

Οπότε:

$$SM = 7,8 * 0,915 * 2,000 * 2,000 * (2,000)^2 \Rightarrow$$

$$SM = 114,192 \text{ cm}^3$$

Η υπάρχουσα ροπή αντίστασης για τις σταθμίδες του πυθμένα είναι η παρακάτω και θα βρεθεί ως εξής:

	DIMENSIONS		AREA	D	A*D	A*D ²	I
PLATE	200	0.80	160.00	0.40	64.00	25.60	8.53
PLATE	50	0.80	40.00	25.80	1032.00	26625.60	8333.33
PLATE	12	1.20	14.40	51.40	740.16	38044.22	1.73
			214.40		1836.16	64695.42	8343.59

H=	52.000	cm		
Zo=	8.564	cm		
Z=	43.436	cm		
Io=	73 039.019	cm ⁴	W=	1 319.506 cm ³
Ixx=	57 313.816	cm ⁴		
W1=	1 319.506	cm ³		
W2=	6 692.272	cm ³		

Exist Plate: 500x8/120x12 mm

Οπότε, η υπάρχουσα ροπή αντίστασης είναι:

$$W = 1.319,506 \text{ cm}^3 > 114,192 \text{ cm}^3$$

Επομένως, η απαίτηση ικανοποιείται.

6. Από τον ABS 2006, Part 3, Chapter 2, Section 4, 5.3.1. Bottom Girders and Transverses, υπολογίζεται η απαιτούμενη ροπή αντίστασης για τους ενισχυμένους νομείς του πυθμένα, ως εξής:

$$SM = 7,8chs^2 \text{ cm}^3$$

όπου:

- $c = 0,915$
- $h = 2,000 \text{ m}$, είναι η κατακόρυφη απόσταση των εγκάρσιων νομέων ως το κατάστρωμα
- $s = 2,000 \text{ m}$, είναι η ισαπόσταση των εγκάρσιων νομέων του πυθμένα
- $l = 2,000 \text{ m}$, είναι το ανυποστήρικτο μήκος

Οπότε:

$$SM = 7,8 * 0,915 * 2,000 * 2,000 * (2,000)^2 \Rightarrow$$

$$SM = 114,192 \text{ cm}^3$$

Η υπάρχουσα ροπή αντίστασης για τους ενισχυμένους νομείς του πυθμένα είναι η παρακάτω και θα βρεθεί ως εξής:

	DIMENSIONS		AREA	D	A*D	A*D^2	I
PLATE	200	0.80	160.00	0.40	64.00	25.60	8.53
PLATE	25	0.80	20.00	13.30	266.00	3537.80	1041.67
PLATE	12	1.20	14.40	26.40	380.16	10036.22	1.73
			194.40		710.16	13599.62	1051.93

H=	27.000	cm		
Zo=	3.653	cm		
Z=	23.347	cm		
Io=	14 651.552	cm ⁴	W=	516.440 cm ³
Ixx=	12 057.276	cm ⁴		
W1=	516.440	cm ³		
W2=	3 300.572	cm ³		

Exist Plate: 250x8/120x12 mm

Οπότε, η υπάρχουσα ροπή αντίστασης είναι:

$$W = 516,440 \text{ cm}^3 > 114,192 \text{ cm}^3$$

Επομένως, η απαίτηση ικανοποιείται.

Κατασκευή Πλευράς

7. Από τον ABS 2006, Part 3, Chapter 2, Section 5, 3.1. Longitudinal Side Frames, υπολογίζεται η απαιτούμενη ροπή αντίστασης για τους διαμήκεις νομείς της πλευράς, ως εξής:

$$SM = 7,8chs l^2 \text{ cm}^3$$

όπου:

- $c = 0,915$
- $h_1 = 0,500 \text{ m}$, είναι η κατακόρυφη απόσταση του διαμήκη νομέα της πλευράς ως το κατάστρωμα
- $h_2 = 0,02 * L + 0,46 = 1,219 \text{ m}$
- $h = 1,219 \text{ m}$, λαμβάνεται ως το μεγαλύτερο των παραπάνω δύο h
- $s = 0,500 \text{ m}$, είναι η ισαπόσταση των διαμήκων νομέων της πλευράς
- $l = 1,000 \text{ m}$, είναι το ανυποστήρικτο μήκος

Οπότε:

$$SM = 7,8 * 0,915 * 1,219 * 0,500 * (1,000)^2 \Rightarrow$$

$$SM = 4,351 \text{ cm}^3$$

Η υπάρχουσα ροπή αντίστασης για τους διαμήκεις νομείς της πλευράς είναι η παρακάτω και θα βρεθεί ως εξής:

	DIMENSIONS		AREA	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 cm ⁴	W=	26.312 cm ³
Ixx=	143.060 cm ⁴		
W1=	26.312 cm ³		
W2=	123.004 cm ³		

Exist Plate: L 60x60x6 mm

Οπότε, η υπάρχουσα ροπή αντίστασης είναι:

$$W = 26,312 \text{ cm}^3 > 4,351 \text{ cm}^3$$

Επομένως, η απαίτηση ικανοποιείται.

8. Από τον ABS 2006, Part 3, Chapter 2, Section 5, 3.1. Longitudinal Side Frames, υπολογίζεται η απαιτούμενη ροπή αντίστασης για τους διαμήκεις νομείς της πλευράς, ως εξής:

$$SM = 7,8chs^2 \text{ cm}^3$$

όπου:

- $c = 0,915$
- $h_1 = 1,000 \text{ m}$, είναι η κατακόρυφη απόσταση του διαμήκη νομέα της πλευράς ως το κατάστρωμα
- $h_2 = 0,02 * L + 0,46 = 1,219 \text{ m}$
- $h = 1,219 \text{ m}$, λαμβάνεται ως το μεγαλύτερο των παραπάνω δύο h
- $s = 0,500 \text{ m}$, είναι η ισαπόσταση των διαμήκων νομέων της πλευράς
- $l = 1,000 \text{ m}$, είναι το ανυποστήρικτο μήκος

Οπότε, έχουμε:

$$SM = 7,8 * 0,915 * 1,219 * 0,500 * (1,000)^2 \Rightarrow$$

$$SM = 4,351 \text{ cm}^3$$

Η υπάρχουσα ροπή αντίστασης για τους διαμήκεις νομείς της πλευράς είναι η παρακάτω και θα βρεθεί ως εξής:

	DIMENSIONS		AREA	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 cm ⁴	W=	26.312 cm ³
Ixx=	143.060 cm ⁴		
W1=	26.312 cm ³		
W2=	123.004 cm ³		

Exist Plate: L 60x60x6 mm

Οπότε, η υπάρχουσα ροπή αντίστασης είναι:

$$W = 26,312\text{cm}^3 > 4,351 \text{ cm}^3$$

Επομένως, η απαίτηση ικανοποιείται.

9. Από τον ABS 2006, Part 3, Chapter 2, Section 5, 3.1. Longitudinal Side Frames, υπολογίζεται η απαιτούμενη ροπή αντίστασης για τους διαμήκεις νομείς της πλευράς, ως εξής:

$$SM = 7,8chs^2 \text{ cm}^3$$

όπου:

- $c = 0,915$
- $h_1 = 1,500 \text{ m}$, είναι η κατακόρυφη απόσταση από τον διαμήκη νομέα της πλευράς ως το κατάστρωμα
- $h_2 = 0,02 * L + 0,46 = 1,219 \text{ m}$
- $h = 1,500 \text{ m}$, λαμβάνεται ως το μεγαλύτερο των παραπάνω δύο h
- $s = 0,500 \text{ m}$, είναι η ισαπόσταση των διαμήκων νομέων της πλευράς
- $l = 1,000 \text{ m}$, είναι το ανυποστήρικτο μήκος

Οπότε:

$$SM = 7,8 * 0,915 * 1,500 * 0,500 * (1,000)^2 \Rightarrow$$

$$SM = 5,350 \text{ cm}^3$$

Η υπάρχουσα ροπή αντίστασης για τους διαμήκεις νομείς της πλευράς είναι η παρακάτω και θα βρεθεί ως εξής:

DIMENSIONS		AREA	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 cm ⁴	W=	26.312 cm ³
Ixx=	143.060 cm ⁴		
W1=	26.312 cm ³		
W2=	123.004 cm ³		

Exist Plate: L 60x60x6 mm

Οπότε, η υπάρχουσα ροπή αντίστασης είναι:

$$W = 26,312\text{cm}^3 > 5,350 \text{ cm}^3$$

Επομένως, η απαίτηση ικανοποιείται.

10. Από τον ABS 2006, Part 3, Chapter 2, Section 5, 5.1. Transverse Side Frames, υπολογίζεται η απαιτούμενη ροπή αντίστασης για τους ενισχυμένους νομείς της πλευράς, ως εξής:

$$SM = 7,8chs^2 \text{ cm}^3$$

όπου:

- $c = 0,915$
- $h_1 = 0,842 \text{ m}$, είναι η κατακόρυφη απόσταση των ενισχυμένων νομέων της πλευράς από το μισό του ανυποστήρικτου μήκους τους ως το κατάστρωμα
- $h_2 = 0,02 * L + 0,46 = 1,219 \text{ m}$
- $h = 1,219 \text{ m}$, λαμβάνεται ως το μεγαλύτερο των παραπάνω δύο h
- $s = 1,000 \text{ m}$, είναι η ισαπόσταση των ενισχυμένων νομέων της πλευράς
- $l = 1,288 \text{ m}$, είναι το ανυποστήρικτο μήκος

Οπότε, έχουμε:

$$SM = 7,8 * 0,915 * 1,219 * 1,000 * (1,288)^2 \Rightarrow$$

$$SM = 14,440 \text{ cm}^3$$

Η υπάρχουσα ροπή αντίστασης για τους ενισχυμένους νομείς της πλευράς είναι η παρακάτω και θα βρεθεί ως εξής:

	DIMENSIONS		AREA	D	A*D	A*D ²	I
PLATE	200	0.60	120.00	0.30	36.00	10.80	3.60
PLATE	15	0.80	12.00	8.10	97.20	787.32	225.00
PLATE	8	0.80	6.40	16.00	102.40	1638.40	0.34
			138.40		235.60	2436.52	228.94

H=	16.400	cm		
Zo=	1.702	cm		
Z=	14.698	cm		
Io=	2 665.461	cm ⁴	W=	154.065 cm³
Ixx=	2 264.397	cm ⁴		
W1=	154.065	cm ³		
W2=	1 330.189	cm ³		

Exist Plate: 150x8/80x8 mm

Οπότε, η υπάρχουσα ροπή αντίστασης είναι:

$$W = 154,065 > 14,440 \text{ cm}^3$$

Επομένως, η απαίτηση ικανοποιείται.

11. Από τον ABS 2006, Part 3, Chapter 2, Section 5, 5.1. Transverse Side Frames, υπολογίζεται η απαιτούμενη ροπή αντίστασης για τους ενισχυμένους νομείς της πλευράς, ως εξής:

$$SM = 7,8chsI^2 \text{ cm}^3$$

όπου:

- $c = 0,915$
- $h_1 = 1,014 \text{ m}$, είναι η κατακόρυφη απόσταση των εγκάρσιων νομέων της πλευράς από το μισό του ανυποστήρικτου μήκους τους ως το κατάστρωμα
- $h_2 = 0,02 * L + 0,46 = 1,219 \text{ m}$
- $h = 1,219 \text{ m}$, λαμβάνεται ως το μεγαλύτερο των παραπάνω δύο h
- $s = 1,000 \text{ m}$, είναι η ισαπόσταση των εγκάρσιων νομέων της πλευράς
- $l = 1,420 \text{ m}$, είναι το ανυποστήρικτο μήκος

Οπότε:

$$SM = 7,8 * 0,915 * 1,219 * 1,000 * (1,420)^2 \Rightarrow$$

$$SM = 17,550 \text{ cm}^3$$

Η υπάρχουσα ροπή αντίστασης για τους ενισχυμένους νομείς της πλευράς είναι η παρακάτω και θα βρεθεί ως εξής:

	DIMENSIONS		AREA	D	A*D	A*D^2	I
PLATE	50	0.60	30.00	0.30	9.00	2.70	0.90
PLATE	20	0.80	16.00	10.60	169.60	1797.76	533.33
PLATE	8	0.80	6.40	21.00	134.40	2822.40	0.34
			52.40		313.00	4622.86	534.57

H=	21.400	cm		
Zo=	5.973	cm		
Z=	15.427	cm		
Io=	5 157.435	cm^4	W=	213.124 cm³
Ixx=	3 287.797	cm^4		
W1=	213.124	cm^3		
W2=	550.417	cm^3		

Exist Plate: 200x8/80x8 mm

Οπότε, η υπάρχουσα ροπή αντίστασης είναι:

$$W = 213,124 > 17,550 \text{ cm}^3$$

Επομένως, η απαίτηση ικανοποιείται.

12. Από τον ABS 2006, Part 3, Chapter 2, Section 5, 7.5. Proportions, υπολογίζεται το απαιτούμενο ύψος και πάχος των ενισχυμένων νομέων της πλευράς, ως εξής:

Υψος:

$$h_f = 125 * l \text{ mm, όπου } l \text{ το ανυποστήρικτο μήκος.}$$

Πάχος:

$$t = 0,01h_f + 3 \text{ mm}$$

Οι ενισχυμένοι νομείς της πλευράς είναι τα ελάσματα:

150x8 και 80x8

Οπότε, για το κάθε έλασμα:

- **Έλασμα 150x8:**

$$\begin{aligned} h_f &= 125 * l \Rightarrow \\ h_f &= 125 * 1,288 \Rightarrow \\ \mathbf{h_f} &= \mathbf{161,00 \text{ mm}} \end{aligned}$$

Το υπάρχον ύψος είναι:

$$\mathbf{h_f = 150 \text{ mm}}$$

$$\begin{aligned} t &= 0,01h_f + 3 \Rightarrow \\ t &= 0,01 * 150 + 3 \Rightarrow \\ \mathbf{t} &= \mathbf{4,610 \text{ mm}} \end{aligned}$$

Το υπάρχον πάχος είναι:

$$\mathbf{t_{υπάρχον} = 8 \text{ mm} > 4,610 \text{ mm}}$$

Επομένως, η απαίτηση ικανοποιείται.

- **Έλασμα 80x8:**

$$\begin{aligned} h_f &= 125 * l \Rightarrow \\ h_f &= 125 * 1,420 \Rightarrow \\ \mathbf{h_f} &= \mathbf{177,500 \text{ mm}} \end{aligned}$$

Το υπάρχον ύψος είναι:

$$\mathbf{h_{υπάρχον} = 200 \text{ mm} > 177,500 \text{ mm}}$$

$$\begin{aligned} t &= 0,01h_f + 3 \Rightarrow \\ t &= 0,01 * 177,500 + 3 \Rightarrow \\ \mathbf{t} &= \mathbf{4,775 \text{ mm}} \end{aligned}$$

Το υπάρχον πάχος είναι:

$$\mathbf{t_{υπάρχον} = 8 \text{ mm} > 4,775 \text{ mm}}$$

Επομένως, η απαίτηση ικανοποιείται.

Φρακτές

13. Από τον ABS 2006, Part 3, Chapter 2, Section 7, 5.1. Plating, υπολογίζεται το ελάχιστο πάχος του ελάσματος της φρακτής, ως εξής:

$$t = \frac{sk\sqrt{qh}}{c} + 1,5 \text{ mm}$$

όπου:

- $s = 500 \text{ mm}$, είναι η ισαπόσταση των νομέων
- $k = 1,0$ είναι ένας συντελεστής του οποίου η τιμή είναι τόσο αφού $\alpha > 2$ ($\alpha = \frac{1,734}{0,5} = 3,468$)
- $q = \frac{235}{\gamma(\text{ελάχιστο όριο διαρροής})} = \frac{235}{235} = 1,0$
- $h = 2,150 \text{ m}$, είναι η ισαπόσταση από το χαμηλότερο σημείο της φρακτής μέχρι τη γραμμή ορίου βυθίσεως (margin line)
- $C = 290$, τιμή που λαμβάνεται τόσο διότι στη συγκεκριμένη περίπτωση γίνεται αναφορά σε άλλη στεγανή φρακτή και όχι στη στεγανή πρωραία φρακτή

Οπότε:

$$t = \frac{500 * 1,0 * \sqrt{1,0 * 2,150}}{290} + 1,5 \Rightarrow$$
$$\mathbf{t = 4,030 \text{ mm}}$$

Όμως, αυτό το πάχος που προκύπτει από τον κανονισμό δεν μπορεί να είναι μικρότερο από τα δυο παρακάτω:

- **6,000 mm**
- $\frac{s}{200} + 2,5 = 2,5 + 2,5 = \mathbf{5,000 \text{ mm}}$

Επομένως, ως πάχος της απαίτησης λαμβάνεται το:

$$\mathbf{t = 6,000 \text{ mm}}$$

Το υπάρχον πάχος του ελάσματος της φρακτής είναι:

$$\mathbf{t_{\text{υπάρχον}} = 6,000 \text{ mm}}$$

Επομένως, η απαίτηση ικανοποιείται.

14. Από τον ABS 2006, Part 3, Chapter 2, Section 5, 5.3. Stiffeners, υπολογίζεται η απαιτούμενη ροπή αντίστασης για τα ενισχυτικά της εγκάρσιας φρακτής, ως εξής:

$$SM = 7,8chs^2 \text{ cm}^3$$

όπου:

- $c = 0,30$, γιατί οι ενισχύσεις έχουν δρώντες αγκώνες σύνδεσης και στα δύο άκρα του ανοίγματος τους
- $s = 0,500 \text{ m}$, είναι η ισαπόσταση των ενισχυτικών της εγκάρσιας φρακτής
- $h' = 2,000 \text{ m}$, είναι η κατακόρυφη απόσταση των ενισχυτικών της εγκάρσιας φρακτής από το μέσο του ανυποστήρικτου μήκους τους ως το κατάστρωμα
- $h_2 = 0,8 * h' + 1,22 = 2,820 \text{ m}$
- $h = 2,820 \text{ m}$, λαμβάνεται ως το μεγαλύτερο των παραπάνω δύο h
- $l = 2,000 \text{ m}$, είναι η απόσταση μεταξύ των πελμάτων των ακραίων συνδέσεων

Οπότε:

$$SM = 7,8 * 0,300 * 2,820 * 0,500 * (2,000)^2 \Rightarrow$$

$$SM = 9,360 \text{ cm}^3$$

Η υπάρχουσα ροπή αντίστασης για τα ενισχυτικά της εγκάρσιας φρακτής είναι η παρακάτω και θα βρεθεί ως εξής:

	DIMENSIONS		AREA	D	A*D	A*D ²	I
PLATE	50	0.60	30.00	0.30	9.00	2.70	0.90
L	60x60x6		5.82	4.96	28.87	143.18	19.40
			35.82		37.87	145.88	20.30

H=	6.600	cm		
Zo=	1.057	cm		
Z=	5.543	cm		
Io=	166.181	cm ⁴	W=	22.759 cm ³
Ixx=	126.150	cm ⁴		
W1=	22.759	cm ³		
W2=	119.330	cm ³		

Exist Plate: L 60x60x6 mm

Οπότε, η υπάρχουσα ροπή αντίστασης είναι:

$$W = 22,759 > 9,360 \text{ cm}^3$$

Επομένως, η απαίτηση ικανοποιείται.

15. Από τον ABS 2006, Part 3, Chapter 2, Section 5, 5.5. Girders and Webs, υπολογίζεται η απαιτούμενη ροπή αντίστασης για τα ενισχυτικά της εγκάρσιας φρακτής, ως εξής:

$$SM = 4,74chs^2 \text{ cm}^3$$

όπου:

- $c = 1,0$
- $s = 2,000 \text{ m}$, είναι το άθροισμα των μισών μηκών των στηριζόμενων ενισχύσεων σε κάθε πλευρά του ενισχυμένου δικτύου
- $h' = 0,935 \text{ m}$, είναι η απόσταση από το μέσο του ανυποστήρικτου μήκους του δικτύου μέχρι την γραμμή ορίου ασφάλειας
- $h_2 = 0,8 * h' + 1,22 = 1,968 \text{ m}$
- $h = 1,968 \text{ m}$, λαμβάνεται ως το μεγαλύτερο των παραπάνω δύο h
- $l = 1,206 \text{ m}$, είναι το ανυποστήρικτο μήκος

Οπότε:

$$SM = 4,74 * 1,000 * 1,968 * 2,000 * (1,206)^2 \Rightarrow$$

$$SM = 8,140 \text{ cm}^3$$

Η υπάρχουσα ροπή αντίστασης για τα ενισχυτικά της εγκάρσιας φρακτής είναι η παρακάτω και θα βρεθεί ως εξής:

	DIMENSIONS		AREA	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	72.30
			42.30		86.98	497.11	73.20

H=	8.600	cm		
Zo=	2.056	cm		
Z=	6.544	cm		
Io=	570.306	cm ⁴	W=	59.820 cm ³
Ixx=	391.444	cm ⁴		
W1=	59.820	cm ³		
W2=	190.362	cm ³		

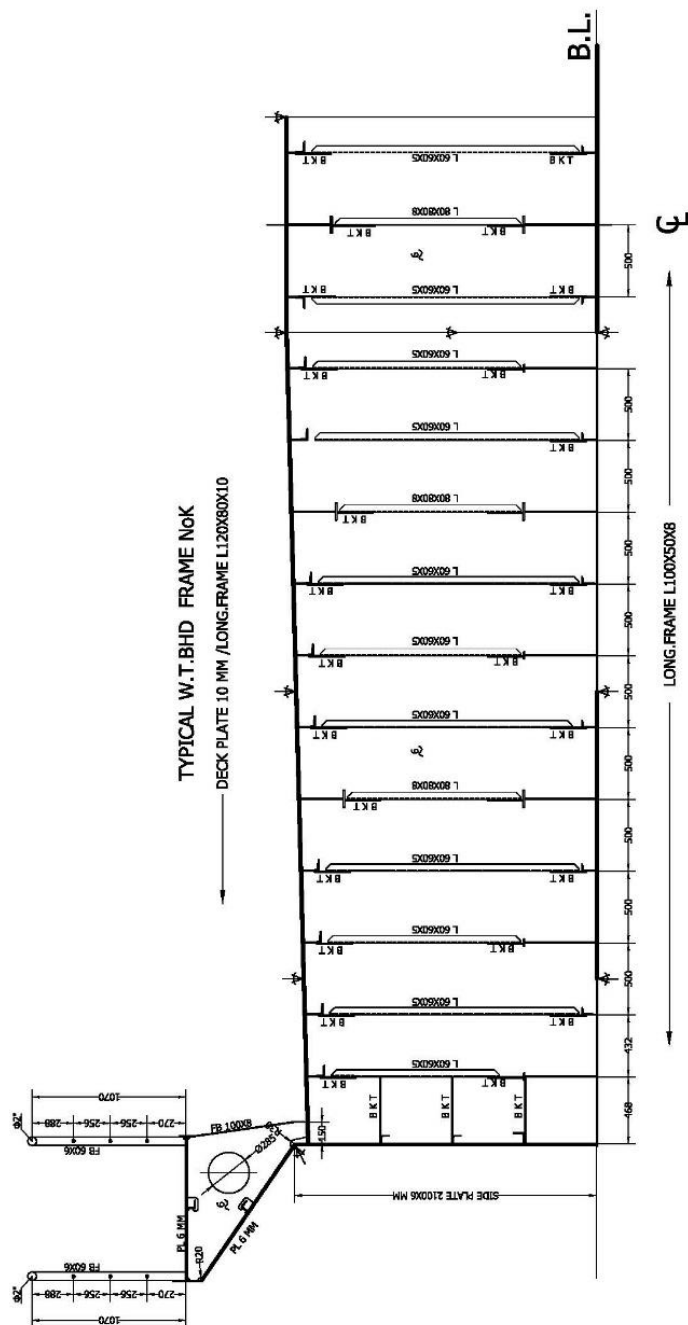
Exist Plate: L 80x80x8 mm

Οπότε, η υπάρχουσα ροπή αντίστασης είναι:

$$W = 59,820 > 8,140 \text{ cm}^3$$

Επομένως, η απαίτηση ικανοποιείται.

Στην επόμενη σελίδα παρουσιάζεται το Κατασκευαστικό Σχέδιο της εγκάρσιας φρακτής το οποίο δίνεται και σε κλίμακα στο φάκελο με όνομα Προσάρτημα I.



Εικόνα 6. Κατασκευαστικό Σχέδιο Εγκάρσιας Φρακτής

14.2. Αντοχή Καταστρώματος Οχημάτων

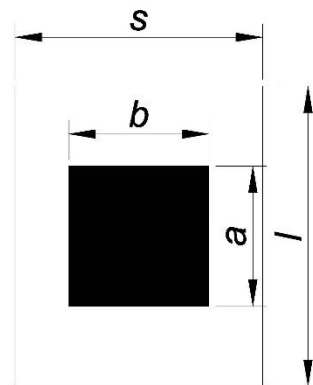
Ο υπολογισμός της αντοχής των ελασμάτων και των ενισχυτικών του καταστρώματος οχημάτων έγινε με βάση τα παρακάτω σκαριφήματα.

Το μέγιστο επιτρεπόμενο φορτίο, ανά άξονα, των οχημάτων θα είναι 5,00 t.

1. Από τον ABS 2006, Part 3, Chapter 2, Section 3, 7. Wheel loading, υπολογίζουμε το ελάχιστο πάχος του ελάσματος καταστρώματος οχημάτων, ως εξής:

$$t = 1,1kKn\sqrt{CW}$$

όπου



- $k = 8,05$
- $K = 0,123$
- $l = 2000$ mm, είναι το μήκος του πάνελ
- $s = 500$ mm, είναι η ισαπόσταση των διαμήκων νομέων του καταστρώματος
- $a = 200$ mm, είναι το πλάτος του αποτυπώματος του ελαστικού του φορτηγού
- $b = 500$ mm, είναι το μήκος του αποτυπώματος του ελαστικού του φορτηγού
- $n = 1,0$, αφού το $\frac{l}{s} = \frac{2000}{500} = 4,000$
- $Q = 10,000$ t, είναι το βάρος ανά άξονα
- $n_1 = 2,000$ είναι ο αριθμός των αξόνων
- $W = \frac{Q \cdot g}{n_1} = \frac{10 \cdot 9,81}{2} = 49,050$ KN είναι το βάρος ανά τροχό
- $C = 1,10$, είναι η σταθερά που η τιμή της λαμβάνεται τόσο για τα οχήματα που λειτουργούν στο λιμάνι.

Οπότε:

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

$$t = 8,447 \text{ mm}$$

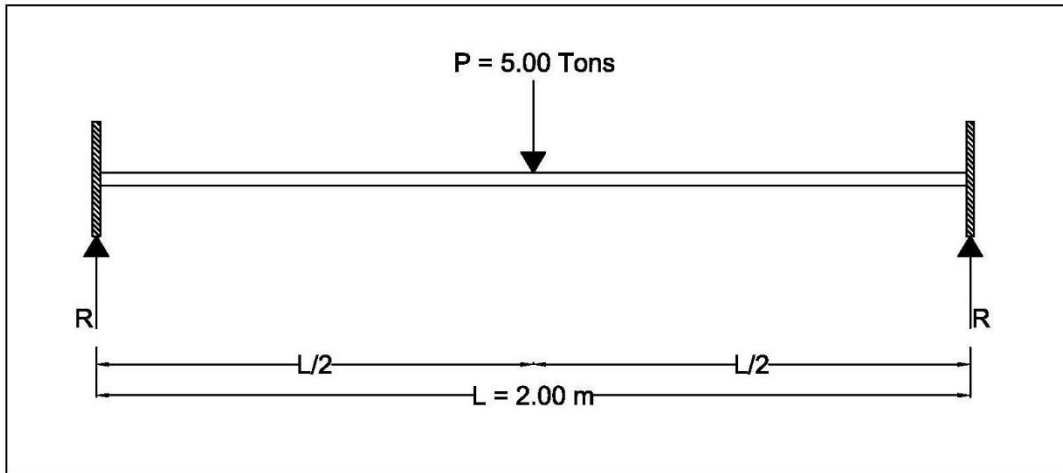
Το υπάρχον πάχος του ελάσματος του πυθμένα είναι:

$$t_{\text{υπάρχον}} = 10,000 \text{ mm} > 8,447 \text{ mm}$$

Οπότε, η απαίτηση ικανοποιείται.

2. Για τον υπολογισμό της απαιτούμενης ροπής, των διαδοκίδων του καταστρώματος:

Θα εξεταστεί η δυσμενέστερη φόρτιση των διαδοκίδων του καταστρώματος, η οποία, είναι η ακόλουθη:



Αρχικά θα βρεθεί η μέγιστη ροπή με βάση την οποία θα υπολογιστεί η απαιτούμενη ροπή αντίστασης. Επομένως:

$$M_{\max} = \frac{P * L}{8} \Rightarrow$$
$$M_{\max} = \frac{5,00 * 2,00}{8} \Rightarrow$$
$$\mathbf{M_{\max} = 1,25 \text{ tm}}$$

Άρα, η απαιτούμενη ροπή αντίστασης θα είναι:

$$SM = \frac{M_{\max} * 100.000}{\sigma} \Rightarrow$$
$$SM = \frac{1,25 * 100.000 \text{ (kp * cm)}}{1200 \left(\frac{\text{kp}}{\text{cm}^2} \right)} \Rightarrow$$
$$\mathbf{SM = 104,17 \text{ cm}^3}$$

Ωστόσο, πρέπει να υπολογιστεί και το πλάτος του συνεργαζόμενου ελάσματος στο οποίο στηρίζονται οι διαδοκίδες καταστρώματος. Επομένως:

$$b_e = 0,33b \left(\frac{l}{b} \right)^{\frac{1}{3}} \Rightarrow$$
$$b_e = 0,33 * 0,50 * \left(\frac{2,00}{0,50} \right)^{\frac{1}{3}} \Rightarrow$$
$$\mathbf{b_e = 0,38 \text{ m}}$$

Η υπάρχουσα ροπή αντίστασης για τις διαδοκίδες του καταστρώματος με βάση το παραπάνω συνεργαζόμενο έλασμα είναι η παρακάτω και θα βρεθεί ως εξής:

	DIMENSIONS		AREA	D	A*D	A*D ²	I
PLATE	38	1.00	37.80	0.50	18.90	9.45	3.15
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
			74.60		781.14	17666.15	1468.34

$$\begin{aligned}
 H &= 30.20 \text{ cm} \\
 Z_o &= 10.47 \text{ cm} \\
 Z &= 19.73 \text{ cm} \\
 I_o &= 19\,134.50 \text{ cm}^4 & W &= 555.28 & \text{cm}^3 \\
 I_{xx} &= 10\,954.91 \text{ cm}^4 \\
 W_1 &= 555.28 \text{ cm}^3 \\
 W_2 &= 1\,046.18 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Exist Plate: 280x8/120x12 mm

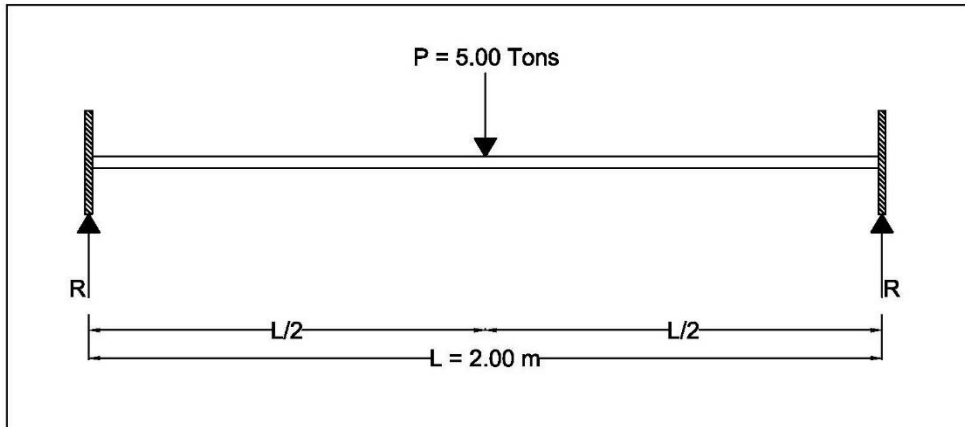
Οπότε, η υπάρχουσα ροπή αντίστασης είναι:

$$W = 555,28 \text{ cm}^3 > 104,17 \text{ cm}^3$$

Επομένως, η απαίτηση ικανοποιείται.

3. Για τον υπολογισμό της απαιτούμενης ροπής των ζυγών του καταστρώματος:

Θα εξεταστεί η δυσμενέστερη φόρτιση των ζυγών του καταστρώματος, οι οποίες, είναι οι ακόλουθες:



Αρχικά θα βρεθεί η μέγιστη ροπή με βάση την οποία θα υπολογιστεί η απαιτούμενη ροπή αντίστασης. Επομένως:

$$M_{\max} = \frac{P * L}{8} \Rightarrow$$
$$M_{\max} = \frac{5,00 * 2,00}{8} \Rightarrow$$
$$M_{\max} = 1,25 \text{ tm}$$

Άρα, η απαιτούμενη ροπή αντίστασης θα είναι:

$$SM = \frac{M_{\max} * 100000}{\sigma} \Rightarrow$$
$$SM = \frac{1,25 * 100.000 \text{ (kp * cm)}}{1200 \left(\frac{\text{kp}}{\text{cm}^2} \right)} \Rightarrow$$
$$SM = 104,17 \text{ cm}^3$$

Ωστόσο, πρέπει να υπολογιστεί και το πλάτος του συνεργαζόμενου ελάσματος στο οποίο στηρίζονται τα ζυγά καταστρώματος. Επομένως:

$$b_e = 0,33b \left(\frac{l}{b} \right)^{\frac{1}{3}} \Rightarrow$$
$$b_e = 0,33 * 0,50 * \left(\frac{2,00}{0,50} \right)^{\frac{1}{3}} \Rightarrow$$
$$b_e = 0,38 \text{ m}$$

Η υπάρχουσα ροπή αντίστασης για τα ζυγά καταστρώματος με βάση το παραπάνω συνεργαζόμενο έλασμα είναι η παρακάτω και θα βρεθεί ως εξής:

	DIMENSIONS		AREA	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

$$H = 13.00 \text{ cm}$$

$$Z_o = 2.87 \text{ cm}$$

$$Z = 10.13 \text{ cm}$$

$$I_o = 1867.39 \text{ cm}^4$$

$$W = 128.11 \text{ cm}^3$$

$$I_{xx} = 1297.59 \text{ cm}^4$$

$$W_1 = 128.11 \text{ cm}^3$$

$$W_2 = 451.87 \text{ cm}^3$$

Exist Plate: L 120x80x10 mm

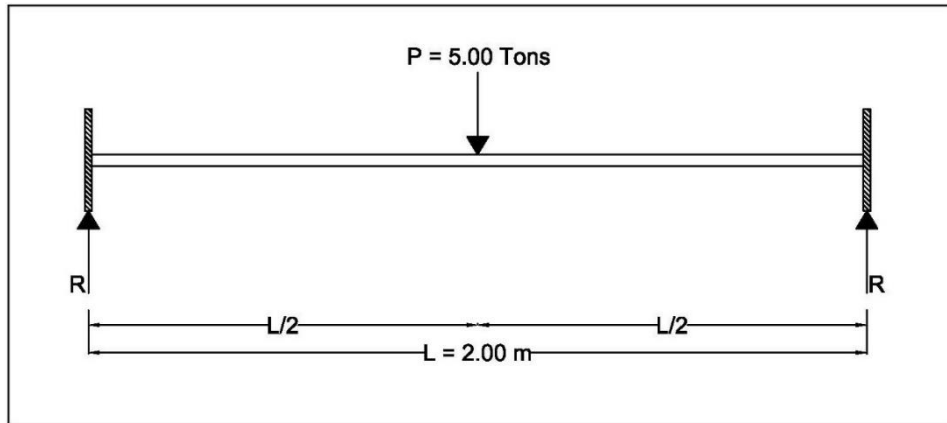
Οπότε, η υπάρχουσα ροπή αντίστασης είναι:

$$W = 128,11 \text{ cm}^3 > 104,17 \text{ cm}^3$$

Επομένως, η απαίτηση ικανοποιείται.

4. Για τον υπολογισμό της απαιτούμενης ροπής των ενισχυμένων ζυγών του καταστρώματος:

Θα εξεταστεί η δυσμενέστερη φόρτιση των ενισχυμένων ζυγών του καταστρώματος, η οποία, είναι η ακόλουθη:



Αρχικά θα βρεθεί η μέγιστη ροπή με βάση την οποία θα υπολογιστεί η απαιτούμενη ροπή αντίστασης. Επομένως:

$$M_{\max} = \frac{P * L}{8} \Rightarrow$$
$$M_{\max} = \frac{5,00 * 2,00}{8} \Rightarrow$$
$$M_{\max} = 1,25 \text{ tm}$$

Άρα, η απαιτούμενη ροπή αντίστασης θα είναι:

$$SM = \frac{M_{\max} * 100.000}{\sigma} \Rightarrow$$
$$SM = \frac{1,25 * 100.000 \text{ (kp * cm)}}{1200 \left(\frac{\text{kp}}{\text{cm}^2} \right)} \Rightarrow$$
$$SM = 122,55 \text{ cm}^3$$

Ωστόσο, πρέπει να υπολογιστεί και το πλάτος του συνεργαζόμενου ελάσματος στο οποίο στηρίζονται τα ενισχυμένα ζυγά καταστρώματος. Επομένως:

$$b_e = 0,33b \left(\frac{l}{b} \right)^{\frac{1}{3}} \Rightarrow$$
$$b_e = 0,33 * 0,50 * \left(\frac{2,00}{0,50} \right)^{\frac{1}{3}} \Rightarrow$$
$$b_e = 0,38 \text{ m}$$

Η υπάρχουσα ροπή αντίστασης για τα ενισχυμένα ζυγά καταστρώματος με βάση το παραπάνω συνεργαζόμενο έλασμα είναι η παρακάτω και θα βρεθεί ως εξής:

	DIMENSIONS		AREA	D	A*D	A*D ²	I
PLATE	38	1.00	37.80	0.50	18.90	9.45	3.15
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
			74.60		781.14	17666.15	1468.34

$$H = 30.20 \text{ cm}$$

$$Z_o = 10.47 \text{ cm}$$

$$Z = 19.73 \text{ cm}$$

$$I_o = 19\,134.50 \text{ cm}^4$$

$$W = 555.28 \text{ cm}^3$$

$$I_{xx} = 10\,954.91 \text{ cm}^4$$

$$W_1 = 555.28 \text{ cm}^3$$

$$W_2 = 1\,046.18 \text{ cm}^3$$

Exist Plate: 280x80/120x12 mm

Οπότε, η υπάρχουσα ροπή αντίστασης είναι:

$$W = 555,28 \text{ cm}^3 > 104,17 \text{ cm}^3$$

Επομένως, η απαίτηση ικανοποιείται.

14.3. Διαμήκης Αντοχή

Αρχικά, γίνεται ταξινόμηση των δομικών στοιχείων που συμμετέχουν στη διαμήκη αντοχή του πλοίου όπως ελάσματα καταστρώματος, πλευρικά ελάσματα, ελάσματα πυθμένα, εσωτερικά ελάσματα και όλα τα διαμήκη ενισχυτικά.

Στην συνέχεια, αναγράφονται οι διαστάσεις του κάθε στοιχείου όπως φαίνεται στον πίνακα που ακολουθεί και υπολογίζεται το εμβαδόν του, η απόστασή του από τη βασική γραμμή (baseline) καθώς και η ροπή αδράνειάς του. Όλα τα στοιχεία αναφέρονται σε εκατοστά (cm).

Ακόμη, υπολογίζονται τα:

- Οριζόντια ελάσματα και ενισχυτικά με πάχος t : $I = \frac{b \cdot t^3}{12} (\text{m}^4)$
- Κατακόρυφα ελάσματα και ενισχυτικά με πάχος t : $I = \frac{t \cdot b^3}{12} (\text{m}^4)$
- Κεκλιμένα επίπεδα ελάσματα και ενισχυτικά με εμβαδόν a : $I = \frac{a \cdot d^2}{12} (\text{m}^4)$

LONGITUDINAL STRENGTH									
A/A	NAME	DIMENSION		A (cm ²)	D (cm)	A*D (cm ³)	A*D ² (cm ⁴)	I	h
1	KEEL PLATE	75,00	0,80	60,00	0,40	24,00	9,60	3,20	0,8
2	BOTTOM PLATE	250,00	0,80	200,00	0,40	80,00	32,00	10,67	0,8
3	BOTTOM PLATE	200,00	0,80	160,00	0,40	64,00	25,60	8,53	0,8
4	BOTTOM PLATE	117,00	0,80	93,60	0,40	37,44	14,98	4,99	0,8
5	SIDE PLATE	210,00	0,60	126,00	105,00	13.230,00	1.389.150,00	463.050,00	210
6	DECK PLATE	115,00	1,00	115,00	203,00	23.345,00	4.739.035,00	9,58	1
7	DECK PLATE	200,00	1,00	200,00	207,00	41.400,00	8.569.800,00	16,67	1
8	DECK PLATE	250,00	1,00	250,00	213,00	53.250,00	11.342.250,00	20,83	1
9	DECK PLATE	75,00	1,00	75,00	216,00	16.200,00	3.499.200,00	6,25	1
A/A	NAME	A	p/c	A (total)	D (cm)	A*D (cm ³)	A*D ² (cm ⁴)	I	h
BOTTOM									
10	GIRDER 500x4	20,00	1,0	20,00	25,80	516,00	13.312,80	4.166,00	4166
11	FB 60x12	7,20	1,0	7,20	51,50	370,80	19.096,20	0,86	0,864
12	GIRDER 500x8	40,00	2,0	80,00	25,80	2.064,00	53.251,20	16.666,00	8333
13	FB 120x12	14,40	2,0	28,80	51,50	1.483,20	76.384,80	3,46	1,728
14	GIRDER 500x6	30,00	4,0	120,00	25,80	3.096,00	79.876,80	25.000,00	6250
15	FB 50x6	3,00	4,0	12,00	51,10	613,20	31.334,52	0,36	0,09
16	L100x50x8	11,50	6,0	69,00	7,31	504,39	3.687,09	696,00	116
SIDE									
17	L80x80x8	12,30	1,0	12,30	50,80	624,84	31.741,87	72,30	72,3
18	L60x60x8	9,03	1,0	9,03	100,80	910,22	91.750,58	29,10	29,1
19	L60x60x6	6,91	1,0	6,91	150,80	1.042,03	157.137,82	22,80	22,8
DECK									
20	GIRDER 280x4	11,20	1,0	11,20	202,00	2.262,40	457.004,80	732,00	732
21	FB 60x12	7,20	1,0	7,20	187,00	1.346,40	251.776,80	0,86	0,864
22	GIRDER 280x8	22,40	1,0	22,40	199,00	4.457,60	887.062,40	1.463,00	1463
23	FB 120x12	14,40	1,0	14,40	184,00	2.649,60	487.526,40	1,73	1,728
24	GIRDER 280x8	22,40	1,0	22,40	193,00	4.323,20	834.377,60	1.463,00	1463
25	FB 120x12	14,40	1,0	14,40	179,00	2.577,60	461.390,40	1,73	1,73
26	L120x80x10	19,10	1,0	19,10	212,00	4.049,20	858.430,40	276,00	276
27	L120x80x10	19,10	1,0	19,10	212,00	4.049,20	858.430,40	276,00	276
28	L120x80x10	19,10	1,0	19,10	210,00	4.011,00	842.310,00	276,00	276
29	L120x80x10	19,10	1,0	19,10	208,00	3.972,80	826.342,40	276,00	276
30	L120x80x10	19,10	1,0	19,10	206,00	3.934,60	810.527,60	276,00	276
31	L120x80x10	19,10	1,0	19,10	205,00	3.915,50	802.677,50	276,00	276
32	L120x80x10	19,10	1,0	19,10	202,00	3.858,20	779.356,40	276,00	276
33	L120x80x10	19,10	1,0	19,10	201,00	3.839,10	771.659,10	276,00	276
34	L120x80x10	19,10	1,0	19,10	200,00	3.820,00	764.000,00	276,00	276
35	L120x80x10	19,10	1,0	19,10	198,00	3.781,80	748.796,40	276,00	276
TOTAL				1.927,84		215.703,32	41.538.759,46	516.209,93	

Πίνακας 10. Υπολογισμός Διαμήκους Αντοχής

Έπειτα υπολογίζονται τα εξής:

Ουδέτερος άξονας:

$$Z = 216,80 \text{ cm}$$

Θέση ουδέτερου άξονα ως προς τον πυθμένα:

$$Z_B = \frac{A * D}{A} = \frac{215.703,32}{1927,84} \Rightarrow$$

$$Z_B = 111,888 \text{ cm}$$

Θέση ουδέτερου άξονα ως προς το κατάστρωμα:

$$Z_D = Z - Z_B \Rightarrow$$

$$Z_D = 216,800 - 111,888 \Rightarrow$$

$$Z_D = 104,912 \text{ cm}$$

Ροπή αδράνειας ως προς τη βασική γραμμή (baseline):

$$I_{XX} = 2 * ((A * D^2) + I) \Rightarrow$$

$$I_{XX} = 2 * (41.538.759,46 + 516.209,93) \Rightarrow$$

$$I_{XX} = 84.109.938,78 \text{ cm}^4$$

Ροπή αδράνειας ως προς τον ουδέτερο άξονα:

$$I_0 = I_{XX} - (2 * A * (Z_B)^2) \Rightarrow$$

$$I_0 = 84.109.938,78 - (2 * 1927,84 * 111,888^2) \Rightarrow$$

$$I_0 = 35.840.452,59 \text{ cm}^4$$

Ροπή αντίστασης της διατομής ως προς το κατάστρωμα:

$$W_D = \frac{I_0}{Z_D} \Rightarrow$$

$$W_D = \frac{35.840.452,59}{104,912} \Rightarrow$$

$$W_D = 341.625,92 \text{ cm}^3$$

Ροπή αντίστασης της διατομής ως προς τον πυθμένα:

$$W_B = \frac{I_0}{Z_B} \Rightarrow$$
$$W_B = \frac{35.840.452,59}{1.11,89} \Rightarrow$$
$$W_B = 320.322,64 \text{ cm}^3$$

Οπότε τελικά:

$SM = W_D$ ή W_B , διαλέγοντας τη μικρότερη ροπή αντίστασης. Άρα :

$$SM = W_B = 320.322,64 \text{ cm}^3$$

Από τον ABS Part 3, Chapter 2, Section 1, 3.1. Longitudinal 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

- $C_1 = 11,35 - 0,033L = 7,1948$ αφού ισχύει $35 \leq L < 45$ m
- $C_2 = 0,01$
- $L = 37,775$ m είναι το μήκος του πλοίου
- $B = 12,800$ m είναι το μέγιστο πλάτος
- $C_b = 0,867$ είναι ο συντελεστής γάστρας στο $0,85D$

Οπότε:

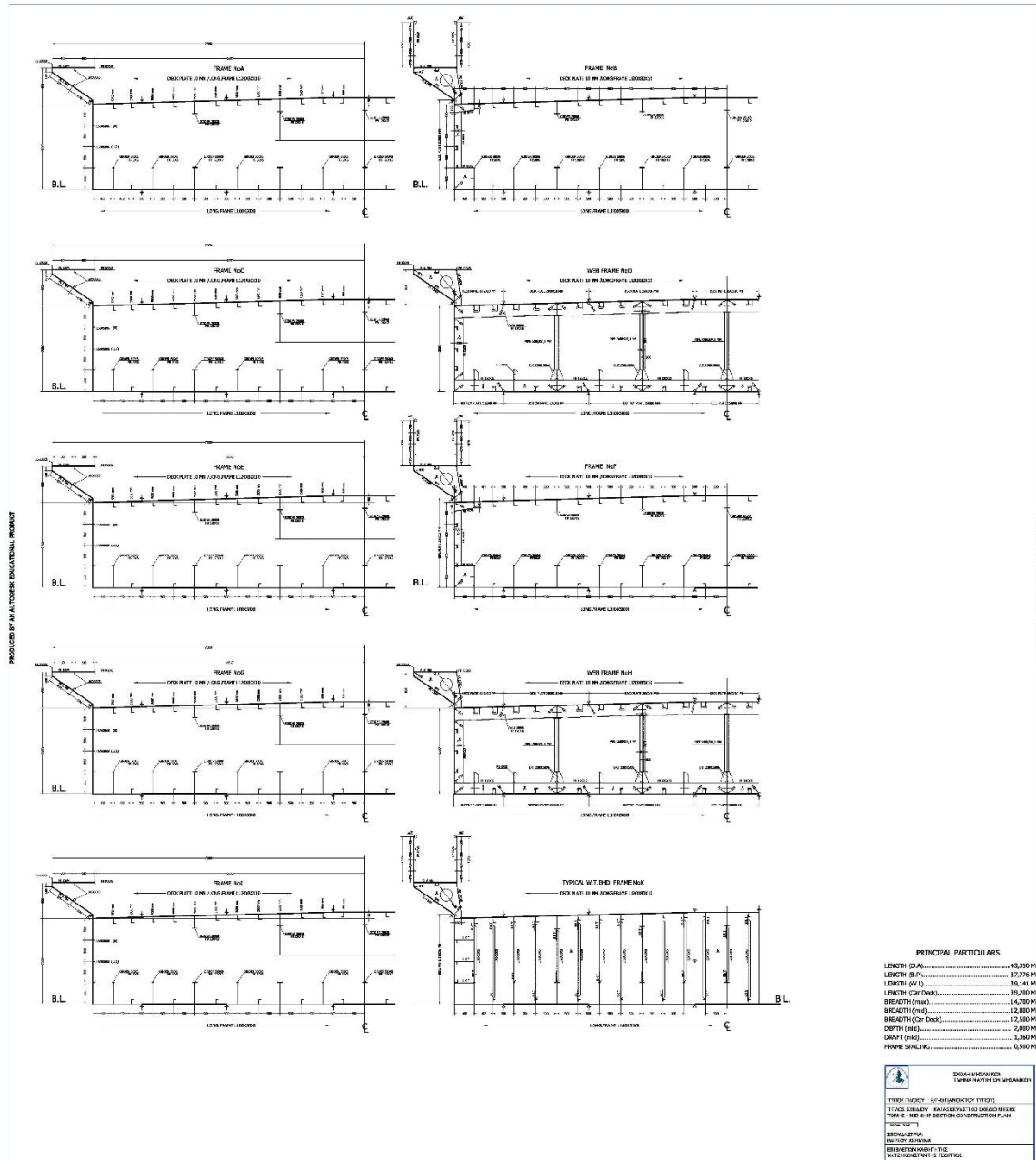
$$SM = 7,1948 * 0,01 * (37,775)^2 * 12,800 * (0,867 + 1) \Rightarrow$$
$$SM = 2.059,2 \text{ m * cm}^2 \Rightarrow$$
$$SM = 205.922,414 \text{ cm}^3$$

Από τα παραπάνω, παρατηρείται πως η υπάρχουσα ροπή αντίστασης είναι μεγαλύτερη από την απαιτούμενη, κάτι το οποίο σημαίνει πως δεν υπάρχει πρόβλημα στην διαμήκη αντοχή του πλοίου.

15. Κατασκευαστικό Σχέδιο Τομών Νέου Τμήματος

Αφού εκπονήθηκε η Μελέτη Αντοχής και ελέγχθηκαν τα δομικά στοιχεία, τα οποία υπάρχουν και στα υπόλοιπα διαμερίσματα πως αντέχουν και με το νέο μήκος, μπορεί να σχεδιαστεί το Κατασκευαστικό Σχέδιο του νέου τμήματος, το οποίο παρουσιάζεται παρακάτω:

Το Σχέδιο δίνεται και σε κλίμακα στο φάκελο με όνομα Προσάρτημα Ι.



Εικόνα 7. Κατασκευαστικό Σχέδιο Τομών Νέου Τμήματος

16. Μελέτη Επιβατών

Η Μελέτη Επιβατών έγινε σύμφωνα με το Π.Δ. 44/2011 και το Π.Δ. 177/2000. Για την εφαρμογή του παρόντος κανονισμού, οι πλόες που πραγματοποιούν τα πλοία διακρίνονται σε κατηγορίες με βάση τη συνολική διαδρομή. Η κατηγορία που αφορά τη συγκεκριμένη περίπτωση είναι:

Κατηγορία VI όπου με βάση το Π.Δ. 44/2011, Άρθρο 20, Καθορισμός αριθμού επιβατών: *Για πλόες ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ VI με συνολική διαδρομή μέχρι 10 ν.μ. απαιτείται επιφάνεια χώρων παραμονής 0,60 τ.μ. ανά επιβάτη.*

Επίσης, με βάση το Π.Δ. 177/2000, Κεφάλαιο II, Άρθρο 3, Ενδιαίτηση πληρώματος και επιβατών: *Σε κάθε Ε/Γ – Ο/Γ πλοίο ανοικτού τύπου που ναυπηγείται ή μετασκευάζεται μετά την ημερομηνία έναρξης ισχύος του διατάγματος αυτού το εμβαδόν σε τετραγωνικά μέτρα (m²) της επιφάνειας των χώρων ενδιαίτησης επιβατών (Ε.Χ.Ε.Ε.) πρέπει να είναι τουλάχιστον με αυτό που προκύπτει από την ακόλουθη σχέση του εμβαδού αυτού προς το εμβαδόν σε τετραγωνικά μέτρα (m²) της επιφάνειας του χώρου οχημάτων (Ε.Χ.Ο.) ανάλογα με τους εκτελούμενους πλόες:*

Για πλοία που εκτελούν πλόες μέχρι 10 ν.μ.:

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

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

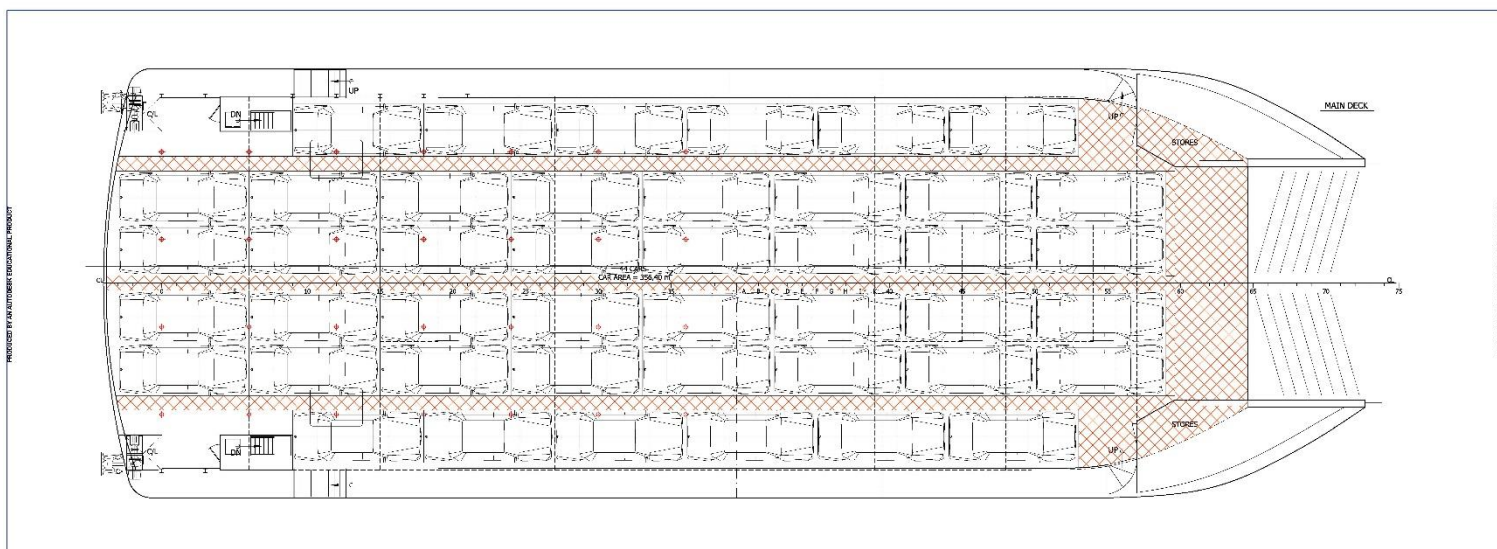
Οπότε για τη συγκεκριμένη περίπτωση:

Εμβαδόν επιφάνειας του χώρου οχημάτων

$$E. X. O. = 1,80 \text{ (m)} * 4,5 \text{ (m)} * 43 \Rightarrow$$

$$\mathbf{E. X. O. = 356,40 \text{ m}^2}$$

Το εμβαδόν επιφάνειας του χώρου οχημάτων φαίνεται και στο παρακάτω σχέδιο.



Εικόνα 8. Εμβαδόν Επιφανείας Χώρου Οχημάτων

Απαιτούμενο εμβαδόν επιφάνειας χώρων ενδιαίτησης (Ε.Χ.Ε.Ε.)

$$\text{Ε.Χ.Ε.Ε. Χειμώνα} \geq 0,225 * \text{Ε.Χ.Ο.} = 0,225 * 348,3 = \mathbf{78,37 \text{ m}^2}$$

$$\text{Ε.Χ.Ε.Ε. Θέρρους} \geq 0,450 * \text{Ε.Χ.Ο.} = 0,450 * 348,3 = \mathbf{156,735 \text{ m}^2}$$

Το υπάρχον κλειστό σαλόνι επιβατών έχει επιφάνεια: **80,50 m²**

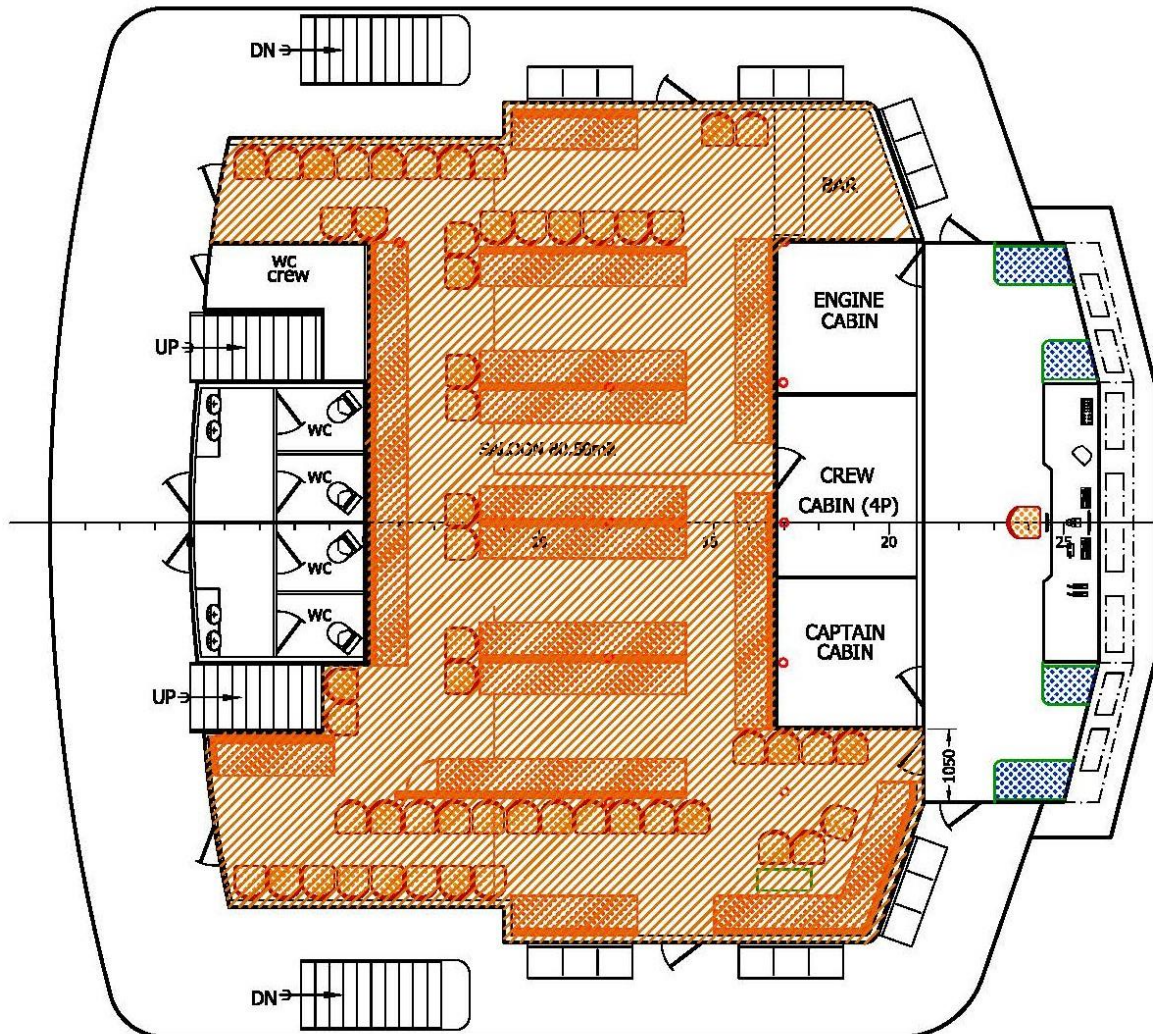
Η επιφάνεια των ανοικτών χώρων για επιβάτες είναι: **180,19 m²**

Από τα παραπάνω συμπεραίνεται, ότι οι απαιτήσεις του κανονισμού που αφορούν τα αντίστοιχα εμβαδά επιφανειών κλειστών και ανοικτών χώρων ενδιαίτησης σε σχέση με την επιφάνεια του χώρου οχημάτων, καλύπτονται.

Παρακάτω υπολογίζονται τα εμβαδά των κλειστών και ανοικτών χώρων για τον υπολογισμό του αριθμού των επιβατών. Επομένως:

Εμβαδόν κλειστών χώρων

Σαλόνι Επιβατών = **80,50 m²** (με χρήση AutoCAD, μετά από άδεια χρήσης από την εταιρεία «Shipinvestigation Co»)



Εικόνα 9. Εμβαδόν Επιφανείας Κλειστών Χώρων

Εμβαδόν ανοιχτών χώρων

BRIDGE DECK

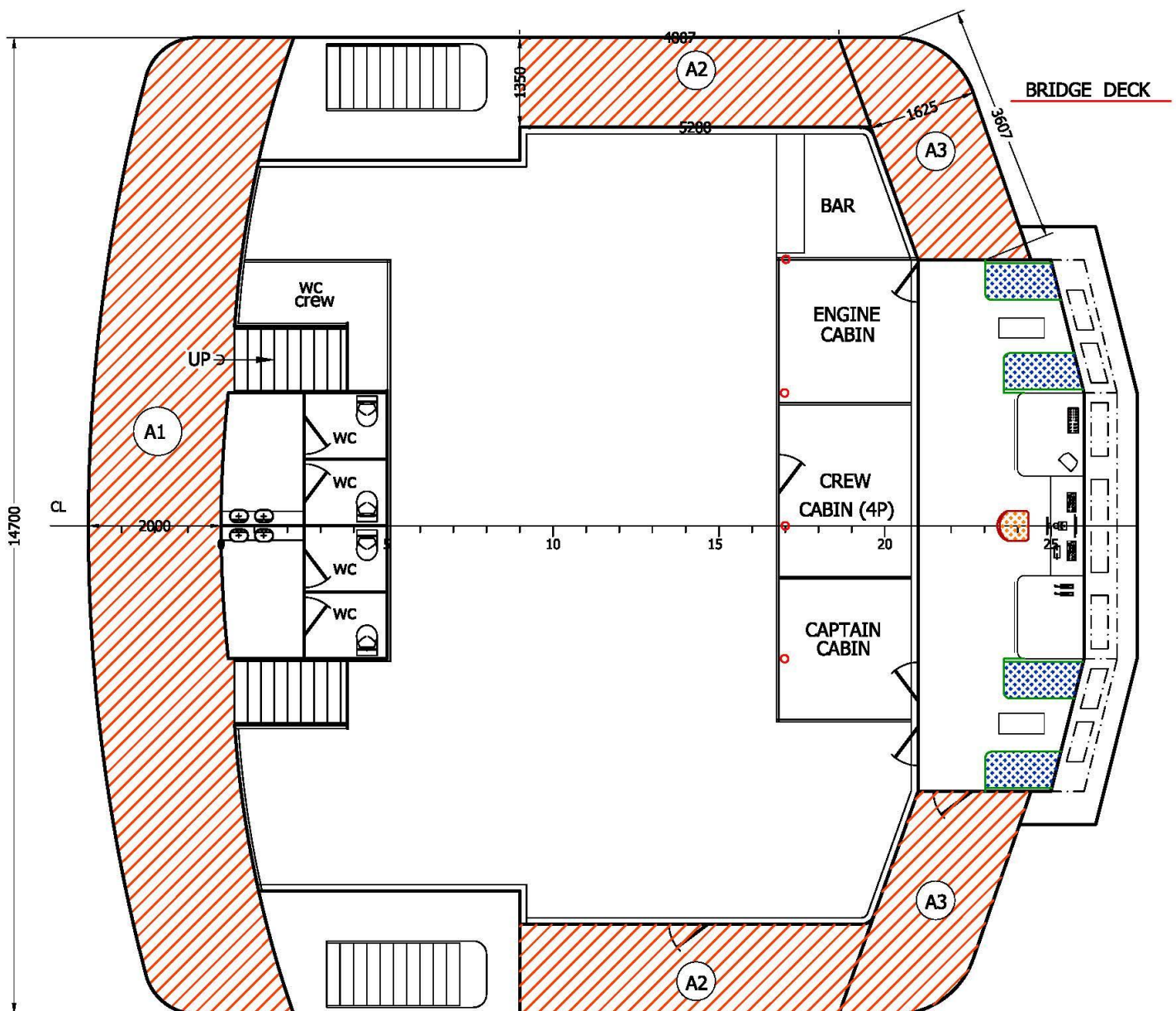
$$A1: 2,000 \text{ m} \times 14,700 \text{ m} = 29,400 \text{ m}^2$$

$$A2: [(5,288 \text{ m} + 4,807 \text{ m}) / 2] \times 1,350 \text{ m} \times 2 = 13,628 \text{ m}^2$$

$$A3: (1,625 \text{ m} \times 3,607 \text{ m}) \times 2 = 11,722 \text{ m}^2$$

Σύνολο : **54,750 m²**

(με χρήση AutoCAD με χρήση AutoCAD, μετά από άδεια χρήσης από την εταιρεία «Shipinvestigation Co»)



Εικόνα 10. Εμβαδόν Επιφανείας Ανοιχτών Χώρων Bridge Deck

TOP BRIDGE DECK

$$A1: [(9,879 \text{ m} + 11,800 \text{ m}) / 2] \times 3,350 \text{ m} \times 2 = 72,624 \text{ m}^2$$

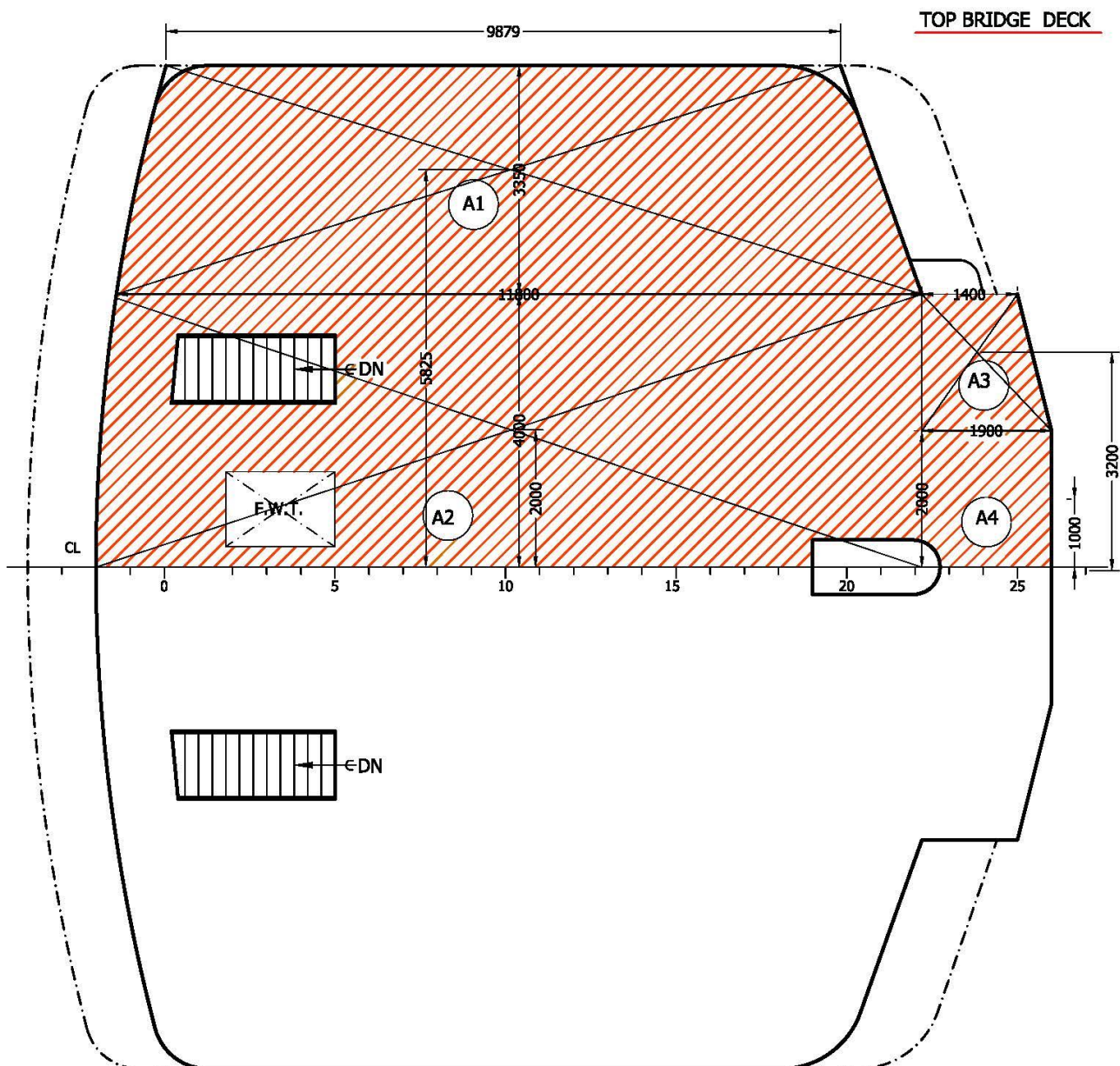
$$A2: 11,800 \text{ m} \times 8,000 \text{ m} = 94,400 \text{ m}^2$$

$$A3: [(1,400 \text{ m} + 1,900 \text{ m}) / 2] \times 2,000 \text{ m} \times 2 = 6,600 \text{ m}^2$$

$$A4: 1,900 \text{ m} \times 4,000 \text{ m} = 7,600 \text{ m}^2$$

Σύνολο : 181,224 m²

(Με χρήση AutoCAD, μετά από άδεια χρήσης από την εταιρεία «Shipinvestigation Co»)



Εικόνα 11. Εμβαδόν Επιφανείας Ανοιχτών Χώρων Top Bridge Deck

Αφαίρεση:

• Δεξαμενή γλυκού νερού : (Μήκος 1,50 * Πλάτος 1,10) =	1,65 m ²
• Κλίμακα : (Μήκος 1,80 * Πλάτος 1,00) x 2 =	3,60 m ²
• Αποθήκη Ιστού : Μήκος 1,80 * Πλάτος 0,8 =	1,44 m ²
<hr/>	
	Σύνολο : 6,69 m²

$$\text{ΣΥΝΟΛΟ} : 181,224 \text{ m}^2 - 6,69 \text{ m}^2 = 174,534 \text{ m}^2$$

Επομένως το τελικό εμβαδόν ανοιχτών χώρων είναι:

Εμβαδόν ανοιχτών χώρων

$$54,750 \text{ m}^2 + 174,534 = \mathbf{229,284 \text{ m}^2}$$

Αριθμός επιβατών ενιαίας θέσης

Ο προσδιορισμός του αριθμού των επιβατών θα γίνει σύμφωνα με το Π.Δ. 44/2011, Μέρος Α, Άρθρο 20:

Για πλόες Κατηγορίας VI να διασφαλίζεται 0.60 τ. μ. τουλάχιστον ανά επιβάτη.

Επομένως ανάλογα την περίοδο υπολογίζονται:

α) Επιβάτες κατά τη χειμερινή περίοδο:

$$\frac{\text{Εμβαδόν κλειστών χώρων}}{0,60 \text{ τ. μ.}} = \frac{80,50 \text{ m}^2}{0,60 \text{ m}^2} = 134,17 = 134 \text{ επιβάτες}$$

$$\begin{aligned} \text{Συνολικό μήκος καναπέδων (πάγκων)} &= 45,76 \text{ m} / 0,6 = \text{για } 76 \text{ επιβάτες} \\ \text{Συνολικός αριθμός φορητών καθισμάτων} &= \text{για } 54 \text{ επιβάτες} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Συνολικός αριθμός καθισμάτων} \\ \text{στο εσωτερικό κατάστρωμα (μόνιμα – φορητά):} &= \text{για } \mathbf{130 \text{ επιβάτες}} \end{aligned}$$

β) Επιβάτες κατά τη θερινή περίοδο:

$$\frac{\text{Εμβαδόν ανοιχτών χώρων}}{0,60 \text{ τ. μ.}} = \frac{165,085 \text{ m}^2}{0,60 \text{ m}^2} = 275,412 = 275 \text{ επιβάτες}$$

$$\begin{aligned} \text{Συνολικό μήκος καναπέδων (πάγκων)} &= 77,00 \text{ m} / 0,5 = \text{για } 154 \text{ επιβάτες} \\ \text{Συνολικός αριθμός φορητών καθισμάτων} &= 154+108 = \text{για } 262 \text{ επιβάτες} \end{aligned}$$

Επιβάτες Θέρους : 262 + 130 = **392 επιβάτες**,

Χώροι υγιεινής

Υπάρχουν τέσσερα (4) W.C.

Με βάση το Π.Δ. 44/2011, Μέρος Δ, Άρθρο 22, Ειδικές διατάξεις:

Για ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ πλοών VI για τους πρώτους εκατό (100) επιβάτες τουλάχιστον δύο (2) αποχωρητήρια και ένα (1) για κάθε εκατό πενήντα (150) επιβάτες μετά τους εκατό (100), στρογγυλοποιημένος και στις δύο παραπάνω περιπτώσεις στον πλησιέστερο ακέραιο. Δηλαδή:

2 W.C. για 100 επιβάτες

2 W.C. * 150 επιβάτες = 300 επιβάτες

Σύνολο 400 επιβάτες από υπάρχοντες χώρους υγιεινής.

Επομένως συνολικά προκύπτει ότι :

Επιβάτες ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ VI (Π.Δ. 44/11) : ΕΠΙΒΑΤΕΣ ΧΕΙΜΩΝΑ 130 – ΘΕΡΡΟΥΣ 392

17. Βάρος νέου τμήματος

Είναι σημαντικό να είναι γνωστό το βάρος του νέου τμήματος όπως και την κατακόρυφη θέση του κέντρο βάρους VCG διότι αν υπολογιστούν αυτά τα στοιχεία και είναι γνωστό το αρχικό βάρος του άφορτου πλοίου θα υπολογιστεί τελικά το νέο βάρος του άφορτου πλοίου και το νέο κέντρο βάρους.

Όλα αυτά τα στοιχεία, θα χρησιμοποιηθούν για τη μελέτη ευστάθειας.

Ωστόσο, για να υπολογιστεί αρχικά το βάρος και το κέντρο βάρους του νέου τμήματος θα γίνουν τα εξής βήματα στο πρόγραμμα Excel:

- Δημιουργία ενός πίνακα, του οποίου, η πρώτη στήλη, με όνομα NAME, έχει όλα τα ελάσματα καθώς και τα διάφορα ενισχυτικά που βρίσκονται στο νέο τμήμα.
- Η δεύτερη στήλη, με όνομα DIMENSIONS, αναφέρει τις διαστάσεις του κάθε στοιχείου.
- Η τρίτη στήλη με ονομασία Weight/meters or area, αναφέρει το βάρος ανά τρέχον μέτρο (m) ή το βάρος ανά τετραγωνικό μέτρο (m^2) του κάθε στοιχείου. Στη περίπτωση των ελασμάτων το βάρος τους ανά τετραγωνικό μέτρο (m^2) είναι το πάχος τους επί 8 kg/mm όπου είναι η πυκνότητα του χάλυβα. Στη περίπτωση των ενισχυτικών όπως είναι οι γωνίες, οι λάμες και οι κολώνες το βάρος τους ανά μέτρο λήφθηκε από κατάλογο προϊόντων.
- Η τέταρτη στήλη, με όνομα PCS, αναφέρει τα τεμάχια του κάθε στοιχείου βρίσκονται στο νέο τμήμα.
- Η πέμπτη στήλη, με όνομα, Weight, είναι ο πολλαπλασιασμός των στηλών Dimensions, Weight/meter or area και PCS από τον οποίο προκύπτει το βάρος του κάθε στοιχείου.
- Η έκτη στήλη, με όνομα VCG, αναφέρει την κατακόρυφη απόσταση του κέντρου βάρους κάθε στοιχείου από την βασική γραμμή (baseline).
- Η έβδομη στήλη, και τελευταία στήλη, με όνομα V_{MOMENT} (Vertical Moment), είναι ο πολλαπλασιασμός της στήλης VCG και Weight του κάθε στοιχείου.

Ο πίνακας που ακολουθεί δείχνει ακριβώς το βάρος και το κέντρο βάρους κάθε στοιχείου του νέου τμήματος.

ΒΑΡΟΣ ΝΕΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ								
NAME	DIMENSIONS			Weight / meters or area	PCS	WEIGHT	V.C.G.	MOMENT
PLATES								
Bottom Plate (8mm)	12,832	5,000	1,000	64,000	1	4106,240	-0,004	-16,425
Side Plate (6mm)	2,100	5,000	1,000	48,000	2	1008,000	1,050	1058,400
Deck Plate (10mm)	5,652	5,000	1,000	80,000	2	4521,600	2,085	9427,491
Deck Plate (10mm)	1,500	5,000	1,000	80,000	1	600,000	2,155	1293,000
BOTTOM GIRDERS & FB & WEB								
Girder (500x6)	0,500	5,000	1,000	48,000	8	960,000	0,250	240,000
FB (50x6)	5,000	1,000	1,000	2,336	8	93,440	0,509	47,561
Girder (500x8)	0,500	5,000	1,000	64,000	5	800,000	0,250	200,000
FB (120x12)	5,000	1,000	1,000	11,300	5	282,500	0,506	142,945
WEB (250x8)	0,250	12,800	1,000	64,000	2	409,600	0,125	51,200
FB (120x12)	12,800	1,000	1,000	7,536	2	192,922	0,256	49,388
FB (80x8)	0,008	1,000	1,000	5,024	16	0,643	0,381	0,245
SIDE TRANVERSE'S								
WEB (150x8)	0,150	1,288	1,000	64,000	4	9,240	1,162	10,737
FB (80x8)	1,288	1,000	1,000	5,024	4	25,884	1,162	30,077
WEB (200x8)	0,200	1,420	1,000	64,000	4	72,704	0,992	72,122
FB (80x8)	1,420	1,000	1,000	5,024	4	28,536	0,992	28,308
BKT (468x500x8)	0,234	0,500	1,000	64,000	4	29,952	0,250	7,488
FB (80x8)	0,008	1,000	1,000	5,024	4	0,161	0,258	0,041
FB (80x8)	0,008	1,000	1,000	5,024	4	0,161	1,827	0,294
BKT (468x199x8)	0,130	1,000	1,000	64,000	4	33,280	1,830	60,902
DECK GIRDERS & FB								
Girder (280x8)	0,280	5,000	1,000	64,000	4	358,400	1,977	708,557
FB (120x12)	5,000	1,000	1,000	11,300	4	226,000	1,831	413,806
Girder (280x8)	0,280	5,000	1,000	64,000	1	89,600	2,010	180,096
FB (120x12)	5,000	1,000	1,000	11,300	1	56,500	1,874	105,881
WEB (280x8)	0,280	12,800	1,000	64,000	2	458,752	1,798	824,836
WEB (120x12)	12,800	1,000	1,000	7,536	2	192,922	1,804	348,031
ANGLES								
Bottom (100x50x8)	5,000	1,000	1,000	8,970	12	538,200	0,060	32,507
Side (60x60x6)	5,000	1,000	1,000	6,420	2	64,200	0,983	63,109
Side (60x60x6)	5,000	1,000	1,000	6,420	2	64,200	1,483	95,209
Side (60x60x6)	5,000	1,000	1,000	6,420	2	64,200	0,517	33,191
Deck (120x80x10)	5,000	1,000	1,000	15,000	20	1500,000	2,049	3073,500
ΔΙΑΠΟΜΟΣ								
Plate (1148x6)	1,148	5,000	1,000	48,000	2	551,040	2,421	1334,068
FB (200x8)	0,200	0,008	1,000	64,000	2	0,205	2,850	0,584
FB (100x8)	5,000	1,000	1,000	6,280	2	62,800	2,850	178,980
L (60x60x6)	5,000	1,000	1,000	6,420	2	64,200	2,807	180,209
L (60x60x6)	5,000	1,000	1,000	6,420	2	64,200	2,459	157,868
Plate (1000x6)	5,000	1,000	1,000	48,000	2	480,000	3,391	1627,680
BKT (842x1000x6)	0,846	1,000	1,000	48,000	12	487,296	2,554	1244,554
FB (100x8)	0,100	1,000	1,000	64,000	12	76,800	2,408	184,934
PILLARS								
Pipe (88.9x7.62)	1,303	1,000	1,000	15,270	10	198,968	1,163	231,400
Plate (160x10)	0,086	1,000	1,000	80,000	10	69,120	1,845	127,526
BKT (238x150x6)	0,026	1,000	1,000	48,000	10	12,432	0,365	4,538
W.T. BHD. FR No K								
FRAKTI (12800x6)	26,670	2,150	1,000	48,000	2	5504,688	1,185	6523,055
BKT (250x250x8)	0,036	1,000	1,000	64,000	12	27,648	0,153	4,230
BKT (250x250x8)	0,036	1,000	1,000	64,000	8	18,432	0,589	10,856
BKT (250x250x8)	0,036	1,000	1,000	64,000	5	11,520	0,599	6,900
BKT (250x250x8)	0,036	1,000	1,000	64,000	5	11,520	1,733	19,964
L (60x60x8)	1,348	1,000	1,000	7,090	8	76,459	1,196	91,444
L (60x60x8)	1,761	1,000	1,000	7,090	12	149,826	1,000	149,826
L (60x60x5)	1,282	1,000	1,000	4,570	4	23,435	1,163	27,255
L (60x60x5)	1,316	1,000	1,000	4,570	1	6,014	1,180	7,097
ΚΟΥΠΙΑΣΤΗ								
Pipe (20)	5,000	1,000	1,000	2,470	4	49,400	3,638	179,717
Pipe (20)	5,000	1,000	1,000	2,470	4	49,400	3,382	167,071
Pipe (20)	5,000	1,000	1,000	2,470	4	49,400	3,126	154,424
Pipe (60)	5,000	1,000	1,000	22,200	4	444,000	3,926	1743,144
TOTAL						25276,638	1,303	32939,823

Πίνακας 11. Υπολογισμός Βάρους Νέου Τμήματος

Στην συνέχεια, το βάρος του νέου τμήματος θα υπολογιστεί από το άθροισμα των βαρών όλων των στοιχείων του νέου τμήματος. Το αντίστοιχο θα γίνει με το V_{MOMENT} . Για να υπολογιστεί όμως το VCG και το LCG του νέου τμήματος θα γίνει ο παρακάτω υπολογισμός:

$$\text{VCG} = \frac{V_{\text{Moment}}}{\text{Weight}} \Rightarrow$$

$$\text{VCG} = \frac{32,939 \text{ (t * m)}}{25,276 \text{ (t)}} \Rightarrow$$

$$\text{VCG} = \mathbf{1,303 \text{ m}}$$

Οπότε, τελικά, για το νέο τμήμα υπάρχουν τα εξής στοιχεία:

- Weight = 25,276 t
- $V_{\text{Moment}} = 32,939 \text{ tm}$
- VCG = 1,303 m

18. Βάρος άφορτου πλοίου

Για το προσδιορισμό του νέου άφορτου πλοίου, θα πρέπει να είναι διαθέσιμο το πατρικό άφορτο πλοίο πριν την επιμήκυνση και το βάρος του νέου τμήματος. Ωστόσο, λόγω εγκατάστασης δικτύου σωληνώσεων στο νέο τμήμα, θεωρούμε, ότι το βάρος των νέων σωληνώσεων είναι το 5% του βάρους του νέου τμήματος, από εμπειρία της εταιρείας «Shipinvestigation Co» με όμοια πλοία ίδιας μορφής. Δηλαδή:

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

$$\text{Βάρος σωληνώσεων} = 0,05 * 25,276 \text{ (t)} \Rightarrow$$

$$\text{Βάρος σωληνώσεων} = \mathbf{1,264 \text{ t}}$$

Επίσης, λόγω συγκολλήσεων που θα γίνουν στο νέο τμήμα, θεωρούμε, εμπειρικά, ότι το βάρος των νέων σωληνώσεων είναι το 3% του βάρους του νέου τμήματος, από εμπειρία της εταιρείας «Shipinvestigation Co» με όμοια πλοία ίδιας δομής. Δηλαδή:

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

$$\text{Βάρος συγκολλήσεων} = 0,03 * 25,276 \text{ (t)} \Rightarrow$$

$$\text{Βάρος συγκολλήσεων} = \mathbf{0,0753 \text{ t}}$$

Έχοντας, το πατρικό άφορτο πλοίο, το βάρος του νέου τμήματος και το βάρος σωληνώσεων θα προκύψει τελικά το νέο βάρος του άφορτου πλοίου που θα είναι το άθροισμα των παραπάνω. Το αντίστοιχο θα γίνει με το V_{MOMENT} .

Επίσης, θα πρέπει να προσδιοριστεί το νέο κέντρο βάρους του πλοίου (LCG και VCG). Από το αρχικό άφορτο πλοίο έχουμε τα εξής στοιχεία:

- Light Ship = 234,878 tn
- $L_{\text{OA}} = 38,35 \text{ m}$
- $\text{LCG} = -3,131 \text{ m}$
- $\text{VCG} = 3,394 \text{ m}$

Για λόγους υπολογισμών και από όμοια πλοία η διαμήκης απόσταση του κέντρου βάρους LCG κυμαίνεται, εμπειρικά, γύρω στο 6 ~ 10% του ολικού μήκους L_{OA} . Πράγματι, αυτό μπορεί να αποδειχθεί παρακάτω έχοντας τα εξής όμοια πλοία, των οποίων τα στοιχεία δόθηκαν μετά από άδεια της εταιρείας «Shipinvestigation Co»:

ΑΓΙΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ Ι

- $L_{OA} = 38,35 \text{ m}$
- $LCG = -2,461 \text{ m}$

Το ποσοστό του LCG για αυτό το ολικό μήκος είναι:

$$38,35 \text{ m} \quad 2,461 \text{ m}$$

$$100\% \quad x;$$

$$38,35 \text{ (m)} * x = 2,461 \text{ (m)} * 100\% \Rightarrow$$

$$x = \frac{246,1}{38,35} \% \Rightarrow$$

$$x = \mathbf{6,417\%}$$

ΑΓΙΟΙ ΑΝΑΡΓΥΡΟΙ

- $L_{OA} = 40,350 \text{ m}$
- $LCG = -4,057 \text{ m}$

Το ποσοστό του LCG για αυτό το ολικό μήκος είναι:

$$40,35 \text{ m} \quad 4,057 \text{ m}$$

$$100\% \quad x;$$

$$40,35 \text{ (m)} * x = 4,057 \text{ (m)} * 100\% \Rightarrow$$

$$x = \frac{405,7}{40,35} \% \Rightarrow$$

$$x = \mathbf{10,05\%}$$

ΟΣΙΑ ΜΕΘΟΔΙΑ

- $L_{OA} = 40,500 \text{ m}$
- $LCG = -3,101 \text{ m}$

Το ποσοστό του LCG για αυτό το ολικό μήκος είναι:

$$40,50 \text{ m} \quad 3,101 \text{ m}$$

$$100\% \quad x;$$

$$40,50 \text{ (m)} * x = 3,101 \text{ (m)} * 100\% \Rightarrow$$

$$x = \frac{310,1}{40,50} \Rightarrow$$

$$x = 7,67\%$$

Το πατρικό πλοίο έχει το εξής LCG το οποίο έχει το παρακάτω ποσοστό του ολικού του μήκους:

ΠΑΤΡΙΚΟ ΠΛΟΙΟ – ΑΓΙΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ II

- $L_{OA} = 38,350 \text{ m}$
- $LCG = -3,313 \text{ m}$

Το ποσοστό του LCG για αυτό το ολικό μήκος είναι:

$$38,35 \text{ m} \quad 3,313 \text{ m}$$

$$100\% \quad x;$$

$$38,35 \text{ (m)} * x = 3,313 \text{ (m)} * 100\% \Rightarrow$$

$$x = \frac{331,3}{38,35} \Rightarrow$$

$$x = 8,64\%$$

Παρατηρείται πως το ποσοστό που υπολογίστηκε είναι εντός ορίων του ποσοστού που θεωρήθηκε αρχικά. Οπότε, για το νέο πλοίο θα βρεθεί το LCG με βάση το 8,64% του ολικού του μήκους. Άρα:

ΝΕΟ ΠΛΟΙΟ

$$L_{0A} = 43,35 \text{ m}$$

$$LCG = 8,64\% * 43,35 \text{ (m)} \Rightarrow$$

$$LCG = 0,0864 * 43,35 \text{ (m)} \Rightarrow$$

$$LCG = -3,745 \text{ m}$$

Αφού υπάρχουν, όλα τα παραπάνω στοιχεία τόσο για το πατρικό άφορτο πλοίο όσο και για το νέο πλοίο δημιουργείται ο εξής πίνακας:

A/A	NAME	ΒΑΡΟΣ		VCG		Vmoment	
1)	Πατρικό άφορτο πλοίο	234,878	tn	3,394	m	797,18	tm
2)	Βάρος νέου τμήματος	25,276	tn	1,303	m	32,939	tm
3)	Βάρος συγκολλήσεων	0,758	tn	1,303	m	0,988	
4)	Βάρος σωληνώσεων	1,264	tn	1,303	m	1,647	tm
4)	Νέο άφορτο πλοίο	262,176	tn	3,176	m	832,754	tm

Πίνακας 12. Βάρος Νέου Άφορτου Πλοίου

Να σημειωθεί, πως στις σωληνώσεις και στις συγκολλήσεις το VCG θεωρήθηκε όσο και του νέου τμήματος ώστε να υπολογιστεί η δυσμενέστερη κατάσταση.

Οπότε, υπολογίστηκαν όλα τα στοιχεία του νέου πλοίου.

19. Μελέτη ευστάθειας

Με τη μελέτη ευστάθειας εξετάζουμε εάν το πλοίο, καλύπτει τα κριτήρια ευστάθειας ανάλογα με τους πλόες και την κατηγορία του, στη δυσμενέστερη και μέγιστη κατάσταση φόρτωσης επιβατών και οχημάτων. Η μελέτη έγινε με το μελετητικό πρόγραμμα Wolfson, μετά από άδεια χρήσης από την εταιρεία «Shipinvestigation Co».

Η παρακάτω Μελέτη Ευστάθειας έγινε με βάση τους κανονισμούς που αναφέρει το Β.Δ. 740/1969, Περί ευστάθειας επιβατηγών πλοίων. Οπότε, ισχύουν τα εξής:

Το πλοίο ανήκει στη Κατηγορία VI και εκτελεί τοπικούς δρομολογιακούς πλόες. Για τη μελέτη ευστάθειας λαμβάνονται υπ' όψη τα παρακάτω σύμφωνα με το Β.Δ. 740/1969, Συνθήκες Ευστάθειας, οι συνθήκες ευστάθειας είναι:

- Το βάρος του κάθε επιβάτη είναι 70 kg.
- Οι επιβάτες είναι 4 άτομα ανά τετραγωνικό μέτρο ελεύθερης επιφάνειας καταστρώματος και 3 άτομα ανά τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας περιοχής καταστρώματος όταν υπάρχουν μονίμως εγκατεστημένα έδρανα επιβατών καταλαμβάνοντας το μέγιστο της περιοχής αυτής.
- Το κέντρο βάρους του κάθε επιβάτη είναι 0,90 m πάνω από το κατάστρωμα.
- Ως μογλοβραχίονας επαναφοράς της ροπής εγκάρσιας κλίσης, θα λαμβάνεται το μισό του μέγιστου πλάτους του ελεύθερου καταστρώματος μειωμένο κατά το μισό της προς την πλευρά λωρίδας του καταστρώματος όπου είναι κατανεμημένοι οι επιβάτες.
- Κατά τον υπολογισμό της γωνίας εγκάρσιας κλίσης, που θα λάβει το πλοίο λόγω μετακινήσεως των επιβατών, θα θεωρείται ότι τα καύσιμα, το τροφοδοτικό και πόσιμο νερό και τα εφόδια θα είναι στο $\frac{1}{4}$ του πλήρους βάρους τους.
- Το πλοίο θα εξετάζεται μετά και χωρίς φορτίο λαμβάνοντας υπ' όψη δε την δυσμενέστερη κατάσταση φορτίου.
- Τα μεταφερόμενα στο πλοίο οχήματα, θεωρούνται και αυτά ως φορτίο.

Ακόμη, με βάση το Β.Δ. 740/1969, Κριτήρια ικανοποιητικής ευστάθειας πλοίων, τα κριτήρια ευστάθειας της κατηγορία VI είναι:

- 1) $GM > 0,15 \text{ m}$
- 2) Η γωνία εγκάρσιας κλίσεως λόγω μετακίνησης επιβατών να είναι μικρότερη των 12° ή $0,60 \times \theta_F$ (όπου θ_F είναι η γωνία εξάλλων) οποιαδήποτε εκ των οποίων είναι μικρότερη.

Πριν γίνει η μελέτη ευστάθειας στο πρόγραμμα, θα πρέπει να υπολογιστεί η κατανομή των επιβατών στο Bridge Deck και στο Top Bridge Deck. Η κατακόρυφη ροπή (VCG_{Moment}) που δημιουργείται από τους επιβάτες δεν θα αλλάξει και θα είναι ίδια με το πατρικό πλοίο. Ωστόσο, η διαμήκης ροπή (LCG_{Moment}) που δημιουργείται από τους επιβάτες θα αλλάξει λόγω της προσθήκης το νέου τμήματος στο πλοίο. Παρακάτω, βλέπουμε τους πίνακες με το LCG, VCG και TCG για τον υπολογισμό της ροπής των επιβατών για το Bridge Deck και το Top Bridge Deck.

ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΠΙΒΑΤΩΝ							
A/A	ΕΜΒΑΛΟΝ	E/M2	ΑΤΟΜΑ	ΒΑΡΟΣ/ΑΤΟΜΟ	WEIGHT (T)	LCG (M)	L. MOMENT (TM)
TOP BRIDGE DECK	36,310	3	109	0,070	7,630	-13,339	-101,777
TOP BRIDGE DECK	47,200	3	142	0,070	9,940	-13,321	-132,411
TOP BRIDGE DECK	3,300	3	10	0,070	0,700	-6,507	-4,555
TOP BRIDGE DECK	3,800	3	11	0,070	0,770	-6,363	-4,900
TOTAL	90,610		272	0,070	19,040	-12,796	-243,642

ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΠΙΒΑΤΩΝ							
A/A	ΕΜΒΑΛΟΝ	E/M2	ΑΤΟΜΑ	ΒΑΡΟΣ/ΑΤΟΜΟ	WEIGHT (T)	LCG (M)	L. MOMENT (TM)
BRIDGE DECK	5,062	3	17	0,070	1,190	-18,292	-21,767
BRIDGE DECK	8,555	3	26	0,070	1,820	-10,247	-18,650
BRIDGE DECK	5,944	3	18	0,070	1,260	-15,874	-20,001
BRIDGE DECK	7,154	3	21	0,070	1,470	-11,924	-17,528
BRIDGE DECK	3,378	3	10	0,070	0,700	-7,413	-5,189
BRIDGE DECK	11,917	3	36	0,070	2,520	-13,955	-35,167
TOTAL	42,010		128	0,070	8,960	-13,203	-118,302

ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΠΙΒΑΤΩΝ							
A/A	ΕΜΒΑΛΟΝ	E/M2	ΑΤΟΜΑ	ΒΑΡΟΣ/ΑΤΟΜΟ	WEIGHT (T)	TCG (M)	T. MOMENT (TM)
TOP BRIDGE DECK	36,310	3	109	0,070	7,630	5,825	44,445
TOP BRIDGE DECK	47,200	3	142	0,070	9,940	2,000	19,880
TOP BRIDGE DECK	3,300	3	10	0,070	0,700	3,200	2,240
TOP BRIDGE DECK	3,800	3	11	0,070	0,770	1,000	0,770
TOTAL	90,610		272	0,070	19,040	3,536	67,335

ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΠΙΒΑΤΩΝ							
A/A	ΕΜΒΑΛΟΝ	E/M2	ΑΤΟΜΑ	ΒΑΡΟΣ/ΑΤΟΜΟ	WEIGHT (T)	TCG (M)	T. MOMENT (TM)
BRIDGE DECK	5,062	3	17	0,070	1,190	6,425	7,646
BRIDGE DECK	8,555	3	26	0,070	1,820	6,644	12,092
BRIDGE DECK	5,944	3	18	0,070	1,260	4,721	5,948
BRIDGE DECK	7,154	3	21	0,070	1,470	4,951	7,278
BRIDGE DECK	3,378	3	10	0,070	0,700	4,993	3,495
BRIDGE DECK	11,917	3	36	0,070	2,520	2,975	7,497
TOTAL	42,010		128	0,070	8,960	4,906	43,956

ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΠΙΒΑΤΩΝ							
A/A	ΕΜΒΑΛΟΝ	E/M2	ΑΤΟΜΑ	ΒΑΡΟΣ/ΑΤΟΜΟ	WEIGHT (T)	VCG (M)	V.MOMENT (TM)
TOP BRIDGE DECK	36,310	3	109	0,070	7,630	10,010	76,376
TOP BRIDGE DECK	47,200	3	142	0,070	9,940	10,010	99,499
TOP BRIDGE DECK	3,300	3	10	0,070	0,700	10,010	7,007
TOP BRIDGE DECK	3,800	3	11	0,070	0,770	10,010	7,708
SUM	90,610		272	0,070	19,040	10,010	190,590

ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΠΙΒΑΤΩΝ							
A/A	ΕΜΒΑΛΟΝ	E/M2	ΑΤΟΜΑ	ΒΑΡΟΣ/ΑΤΟΜΟ	WEIGHT (T)	VCG (M)	V. MOMENT (TM)
BRIDGE DECK	5,062	3	17	0,070	1,190	7,660	9,115
BRIDGE DECK	8,555	3	26	0,070	1,820	7,660	13,941
BRIDGE DECK	5,944	3	18	0,070	1,260	7,660	9,652
BRIDGE DECK	7,154	3	21	0,070	1,470	7,660	11,260
BRIDGE DECK	3,378	3	10	0,070	0,700	7,660	5,362
BRIDGE DECK	11,917	3	36	0,070	2,520	7,660	19,303
TOTAL	42,010		128	0,070	8,960	7,660	68,634

Πίνακας 13. Υπολογισμός Κατανομής Επιβατών

Η μελέτη ευστάθειας θα υπολογιστεί στις δυσμενέστερες καταστάσεις, οι οποίες είναι:

1. **CONDITION 1**: Αναχώρηση (Departure) με 100 % εφόδια και πλήρωμα.
2. **CONDITION 2**: Άφιξη (Arrival) με 25% εφόδια και πλήρωμα.
3. **CONDITION 3**: Αναχώρηση (Departure) με 100% εφόδια, πλήρωμα, επιβάτες και αυτοκίνητα.
4. **CONDITION 4**: Άφιξη (Arrival) με 25% εφόδια, πλήρωμα, επιβάτες και αυτοκίνητα.

Παρακάτω, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που έχουν προκύψει μετά τη μελέτη ευστάθειας από το πρόγραμμα.

Loading Conditions Data

Filename: \\Legend\DATA\INPUTS\PS\ASIMINA\AGIOS NIKOLAOSII.hst
 Date : 4/2/2022
 Time :3:55:32 μμ

AGIOS NIKOLAOS II

Specific Gravity of Water 1.0250
Mean Shell Thickness 0.0080 metres

Trim Length 37.774 metres

Draught Marks	Name	X metres	Z metres
Aft Marks	A.P.	-18.887	0.000
Mid Marks	Midships	0.000	0.000
Fwd Marks	F.P.	18.887	0.000

Conditions

[Condition1: OPERATION DEPARTURE -100% CONSUMABLES](#)

[Condition2: OPERATION ARRIVAL -25% CONSUMABLES](#)

[Condition3: OPERATION DEPARTURE PASSENGES-CREW \(405P\)-CARS -100% CONSUMABLES](#)

[Condition4: OPERATION ARRIVAL PASSENGERS-CREW \(405P\)-CARS -25% CONSUMABLES](#)

Weight Reference Datum

LCG Reference X 0

TCG Reference Y 0

VCG Reference Z 0

Condition 1: OPERATION DEPARTURE -100% CONSUMABLES

Item	Weight	LCG	LMom	VCG	VMom	TCG	FSM	Perc.Full
FORE PEAK FR.No57-FORE	0.000	--	--	--	--	--	0.000	--
W.B.T.No1(C)FR.No48-57	0.000	--	--	--	--	--	0.000	0.0
W.B.T.No2(C)FR.39-48	0.000	--	--	--	--	--	0.000	0.0
W.B.T.No2A(C)FR.39-K	0.000	--	--	--	--	--	0.000	0.0
W.B.T.No3(C)FR.No27-39	0.000	--	--	--	--	--	0.000	0.0
W.B.T.No4(C)FR.15-27	0.000	--	--	--	--	--	0.000	0.0
CARS AT DECK	0.000	--	--	--	--	--	0.000	--
PASSENGERS TOP BRIDGE DECK (272 PASS.)	0.000	--	--	--	--	--	0.000	--
PASSENGERS BRIDGE DECK (128P)	0.000	--	--	--	--	--	0.000	--
CREW (5 PERSONS)	0.350	-13.203	-4.62	7.660	2.68	0.000	0.000	--
LUGGAGES	0.000	--	--	--	--	--	0.000	--
STORES	3.000	-6.400	-19.20	7.700	23.10	0.000	0.000	--
D.O.T. No1(C)FR.No48-54	20.790	12.075	251.04	1.079	22.43	0.000	13.622	98.0
D.O.T.(daily)FR.15-19	6.605	-9.913	-65.48	1.635	10.80	0.000	7.653	98.0
F.W.T No1(C)FR.NoK-45	24.904	7.587	188.94	1.048	26.11	0.000	15.840	98.0
F.W.T (S) DAILY FR.No3-5	1.787	-16.657	-29.77	9.810	17.53	0.850	0.167	98.0
SEWAGE TANK (S) FR.No3-5	0.477	-16.219	-7.73	1.117	0.53	-3.000	1.845	25.0
MARPOL TANK (P) FR.No16-19	0.215	-9.613	-2.07	0.637	0.14	-3.500	0.072	25.0
L.O.T (P) FR.No14-15	0.203	-11.163	-2.26	1.194	0.24	-2.825	0.016	98.0

Deadweight	58.331	5.295	308.86	1.775	103.56	-0.021	39.215
Lightship	262.176	-3.745	-981.85	3.176	832.67	0.000	0.000
Displacement	320.507	-2.100	-672.99	2.921	936.23	-0.004	39.215

Draught Aft 1.071 metres
 Mid 0.822 metres
 Fwd 0.574 metres

Trim Between Marks 0.497 metres by the stern

GM Solid 15.546 metres
 GM Fluid 15.424 metres
 Effective VCG 3.043 metres

Moulded Displacement 316.617 tonnes
 Waterline at LCF referred to hull definition datum 0.841 metres
 LCF referred to hull definition datum -1.410 metres
 Heel Angle 0.01 degrees to port

[back to top](#)

Condition 2: OPERATION ARRIVAL -25% CONSUMABLES

Item	Weight	LCG	LMom	VCG	VMom	TCG	FSM	Perc.Full
FORE PEAK FR.No57-FORE	0.000	--	--	--	--	--	0.000	--
W.B.T.No1(C) FR.No48-57	0.000	--	--	--	--	--	0.000	0.0
W.B.T.No2(C) FR.39-48	0.000	--	--	--	--	--	0.000	0.0
W.B.T.No2A(C) FR.39-K	0.000	--	--	--	--	--	0.000	0.0
W.B.T.No3(C) FR.No27-39	0.000	--	--	--	--	--	0.000	0.0
W.B.T.No4(C) FR.15-27	0.000	--	--	--	--	--	0.000	0.0
CARS AT DECK	0.000	--	--	--	--	--	0.000	--
PASSENGERS TOP BRIDGE DECK (272 PASS.)	0.000	--	--	--	--	--	0.000	--
PASSENGERS BRIDGE DECK (128P)	0.000	--	--	--	--	--	0.000	--
CREW (5 PERSONS)	0.350	-13.203	-4.62	7.660	2.68	0.000	0.000	--
LUGGAGES	0.000	--	--	--	--	--	0.000	--
STORES	0.750	-6.400	-4.80	7.700	5.78	0.000	0.000	--
D.O.T. No1(C) FR.No48-54	5.304	12.039	63.85	0.319	1.69	0.000	13.622	25.0
D.O.T.(daily)FR.15-19	1.685	-9.913	-16.71	1.274	2.15	0.000	9.082	25.0
F.W.T No1(C) FR.No39-45	6.353	7.587	48.20	0.268	1.70	0.000	15.840	25.0
F.W.T (S) DAILY FR.No3-5	0.456	-16.657	-7.59	9.408	4.29	0.850	0.167	25.0
SEWAGE TANK (S) FR.No3-5	0.953	-16.245	-15.49	1.216	1.16	-3.000	1.845	50.0
MARPOL TANK (P) FR.No16-19	0.430	-9.613	-4.13	0.762	0.33	-3.500	0.072	50.0
L.O.T (P) FR.No14-15	0.203	-11.163	-2.26	1.194	0.24	-2.825	0.016	98.0
Deadweight	16.484	3.424	56.44	1.214	20.01	-0.276	40.644	
Lightship	262.176	-3.745	-981.85	3.176	832.67	0.000	0.000	
Displacement	278.660	-3.321	-925.40	3.060	852.69	-0.016	40.644	

Draught Aft 1.110 metres
 Mid 0.711 metres
 Fwd 0.312 metres

Trim Between Marks 0.798 metres by the stern

GM Solid 18.523 metres
 GM Fluid 18.377 metres
 Effective VCG 3.206 metres

Moulded Displacement 274.741 tonnes
 Waterline at LCF referred to hull definition datum 0.770 metres
 LCF referred to hull definition datum -2.782 metres
 Heel Angle 0.05 degrees to port

[back to top](#)

Condition 3: OPERATION DEPARTURE PASSENGES-CREW (405P)-CARS -100% CONSUMABLES

Item	Weight	LCG	LMom	VCG	VMom	TCG	FSM	Perc.Full
FORE PEAK FR.No57-FORE	0.000	--	--	--	--	--	0.000	--
W.B.T.No1(C) FR.No48-57	0.000	--	--	--	--	--	0.000	0.0
W.B.T.No2(C) FR.39-48	0.000	--	--	--	--	--	0.000	0.0
W.B.T.No2A(C) FR.39-K	0.000	--	--	--	--	--	0.000	0.0
W.B.T.No3(C) FR.No27-39	0.000	--	--	--	--	--	0.000	0.0
W.B.T.No4(C) FR.15-27	0.000	--	--	--	--	--	0.000	0.0
CARS AT DECK	212.000	1.000	212.00	3.800	805.60	0.000	0.000	--
PASSENGERS TOP BRIDGE DECK (272 PASS.)	19.040	-12.796	-243.64	10.010	190.59	0.000	0.000	--
PASSENGERS BRIDGE DECK (128P)	5.740	-13.203	-75.79	7.660	43.97	0.000	0.000	--
CREW (5 PERSONS)	0.350	-13.203	-4.62	7.660	2.68	0.000	0.000	--
LUGGAGES	4.000	-10.400	-41.60	10.215	40.86	0.000	0.000	--
STORES	3.000	-6.400	-19.20	7.700	23.10	0.000	0.000	--
D.O.T. No1(C) FR.No48-54	20.790	12.075	251.04	1.079	22.43	0.000	13.622	98.0
D.O.T.(daily)FR.15-19	6.605	-9.913	-65.48	1.635	10.80	0.000	7.653	98.0
F.W.T No1(C) FR.No39-45	24.904	7.587	188.94	1.048	26.11	0.000	15.840	98.0
F.W.T (S) DAILY FR.No3-5	1.787	-16.656	-29.77	9.810	17.53	0.850	0.167	98.0
SEWAGE TANK (S) FR.No3-5	0.477	-16.219	-7.73	1.117	0.53	-3.000	1.845	25.0
MARPOL TANK (P) FR.No16-19	0.215	-9.613	-2.07	0.637	0.14	-3.500	0.072	25.0
L.O.T (P) FR.No14-15	0.203	-11.163	-2.26	1.194	0.24	-2.825	0.016	98.0
Deadweight	299.111	0.534	159.83	3.960	1184.58	-0.004	39.215	
Lightship	262.176	-3.745	-981.85	3.176	832.67	0.000	0.000	
Displacement	561.287	-1.465	-822.02	3.594	2017.25	-0.002	39.215	

Draught Aft 1.491 metres
 Mid 1.339 metres
 Fwd 1.186 metres

Trim Between Marks 0.305 metres by the stern

GM Solid 8.568 metres
 GM Fluid 8.498 metres
 Effective VCG 3.664 metres

Moulded Displacement 556.743 tonnes
 Waterline at LCF referred to hull definition datum 1.350 metres
 LCF referred to hull definition datum -1.379 metres
 Heel Angle 0.01 degrees to port

[back to top](#)

Condition 4: OPERATION ARRIVAL PASSENGERS-CREW (405P)-CARS -25% CONSUMABLES

Item	Weight	LCG	LMom	VCG	VMom	TCG	FSM	Perc.Full
FORE PEAK FR.No57-FORE	0.000	--	--	--	--	--	0.000	--
W.B.T.No1(C) FR.No48-57	0.000	--	--	--	--	--	0.000	0.0

W.B.T.No2(C) FR.39-48	0.000	--	--	--	--	--	0.000	0.0
W.B.T.No2A(C) FR.39-K	0.000	--	--	--	--	--	0.000	0.0
W.B.T.No3(C) FR.No27-39	0.000	--	--	--	--	--	0.000	0.0
W.B.T.No4(C) FR.15-27	0.000	--	--	--	--	--	0.000	0.0
CARS AT DECK	212.000	1.000	212.00	3.800	805.60	0.000	0.000	--
PASSENGERS TOP BRIDGE DECK (272 PASS.)	19.040	-12.796	-243.64	10.010	190.59	0.000	0.000	--
PASSENGERS BRIDGE DECK (128P)	5.740	-13.203	-75.79	7.660	43.97	0.000	0.000	--
CREW (5 PERSONS)	0.350	-13.203	-4.62	7.660	2.68	0.000	0.000	--
LUGGAGES	4.000	-10.400	-41.60	10.215	40.86	0.000	0.000	--
STORES	0.750	-6.400	-4.80	7.700	5.78	0.000	0.000	--
D.O.T. No1(C) FR.No48-54	5.304	12.039	63.85	0.319	1.69	0.000	13.622	25.0
D.O.T.(daily)FR.15-19	1.685	-9.913	-16.71	1.274	2.15	0.000	9.082	25.0
F.W.T No1(C) FR.No39-45	6.353	7.587	48.20	0.268	1.70	0.000	15.840	25.0
F.W.T (S) DAILY FR.No3-5	0.456	-16.657	-7.59	9.408	4.29	0.850	0.167	25.0
SEWAGE TANK (S) FR.No3-5	0.953	-16.245	-15.49	1.216	1.16	-3.000	1.845	50.0
MARPOL TANK (P) FR.No16-19	0.430	-9.613	-4.13	0.762	0.33	-3.500	0.072	50.0
L.O.T (P) FR.No14-15	0.203	-11.163	-2.26	1.194	0.24	-2.825	0.016	98.0
Deadweight	257.264	-0.360	-92.58	4.280	1101.03	-0.018	40.644	
Lightship	262.176	-3.745	-981.85	3.176	832.67	0.000	0.000	
Displacement	519.440	-2.068	-1074.43	3.723	1933.70	-0.009	40.644	

Draught Aft 1.507 metres
 Mid 1.243 metres
 Fwd 0.979 metres
 Trim Between Marks 0.528 metres by the stern

GM Solid 9.151 metres
 GM Fluid 9.073 metres
 Effective VCG 3.801 metres

Moulded Displacement 514.991 tonnes
 Waterline at LCF referred to hull definition datum 1.266 metres
 LCF referred to hull definition datum -1.615 metres
 Heel Angle 0.06 degrees to port

[back to top](#)

Αφού έγινε η μελέτη ευστάθειας για κάθε περίπτωση παρατηρείται πως στις περιπτώσεις που έχουμε φορτίο δηλαδή η περίπτωση 3 και 4 ικανοποιείται το πρώτο κριτήριο ευστάθειας, που αφορά το μετακεντρικό ύψος, δηλαδή το $GM > 0,15 \text{ m}$.

Στην συνέχεια, θα πρέπει να υπολογιστεί η γωνία καταστρώματος μέσω της γωνίας μετακίνησης επιβατών για τις περιπτώσεις 3 και 4 με σκοπό να προσδιοριστεί εάν ικανοποιείται και το δεύτερο κριτήριο ευστάθειας που αφορά τη γωνία εγκάρσιας κλίσης λόγω μετακίνησης επιβατών. Οπότε:

Condition No 3:

$$\epsilon\phi\theta = \frac{2010 \text{ mm} - 1360 \text{ mm}}{6400 \text{ mm}} = 0,102$$

όπου:

- 2010 mm είναι το κοίλο του πλοίου μετρημένο μαζί με το πάχος του ελάσματος του καταστρώματος
- 1360 mm είναι η ίσαλος στο LCF με βάση τους παραπάνω πίνακες από τη μελέτη ευστάθειας
- 6400 mm είναι το ημιπλάτος του πλοίου

Οπότε:

$$\epsilon\phi 0,102 \Rightarrow \theta = 5,824^\circ$$

$$\theta = 5,824^\circ * 0,60 = 3,495^\circ > 1,3^\circ$$

Από το παραπάνω, συμπεραίνεται πως στην παραπάνω κατάσταση φόρτωσης, το δεύτερο κριτήριο ευστάθειας που αφορά την γωνία εγκάρσιας κλίσης λόγω μετακίνησης επιβατών ικανοποιείται.

Condition No 4:

$$\varepsilon_{\theta} = \frac{2010 \text{ mm} - 1276 \text{ mm}}{6400 \text{ mm}} = 0,115$$

όπου:

- 2010 mm είναι το κοίλο του πλοίου μετρημένο μαζί με το πάχος του ελάσματος του καταστρώματος,
- 1276 mm είναι η ίσαλος στο LCF με βάση τους παραπάνω πίνακες από τη μελέτη ευστάθειας
- 6400 mm είναι το ημιπλάτος του πλοίου

Οπότε:

$$\varepsilon_{\theta} 0,115 \Rightarrow \theta = 8,56^{\circ}$$

$$\theta = 8,56^{\circ} * 0,60 = 5,136^{\circ} > 1,3^{\circ}$$

Από το παραπάνω, συμπεραίνεται είναι πως στην παραπάνω κατάσταση φόρτωσης, το δεύτερο κριτήριο ευστάθειας που αφορά την γωνία εγκάρσιας κλίσης λόγω μετακίνησης επιβατών ικανοποιείται.

20. Μελέτη Ευστάθειας έναντι βλάβης

Σύμφωνα με το Β.Δ. 611/1967 περί Στεγανής υποδιαίρεσης πλοίων, Άρθρο 11, Ευστάθεια Πλοίου έναντι βλάβης γίνεται μόνο σε πλοία κατηγορίας I που εκτελούν διεθνής πλόες, πλοία κατηγορίας II που εκτελούν οποιοσδήποτε πλόες εκτός από διεθνής και πλοία κατηγορίας III που εκτελούν πλόες περιορισμένης έκτασης. Από τη στιγμή που το πλοίο μας ανήκει στην Κατηγορία VI δεν χρειάζεται να γίνει μελέτη για την ευστάθεια έναντι βλάβης.

21. Άδεια Σχεδίων & Μελετών



**Προς: ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

Υπεύθυνος Καθηγητής: κ. Χατζηκωνσταντής Γιώργος

Αγαπητέ κ. καθηγητά,

Με την παρούσα επιστολή, σας ενημερώνω ότι, εις γνώσιν μου και με την άδειά μου, δόθηκαν στην φοιτήριά σας κα. Βάρσου Ασημίνα του Θεμιστοκλή, με αριθμό μητρώου 51116011, σχέδια και μελέτες ενός επιβατηγού – οχηματαγωγού (Ε/Γ – Ο/Γ) πλοίου με την ονομασία «ΑΓΙΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΙΙ», προκειμένου να χρησιμοποιηθούν αποκλειστικά και μόνο για την διπλωματικής της 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



21 Aristotelous Str. - 186 48 Piraeus - Greece
Tel: 210.4635150 / 210.4634371 - Fax: 210.4633031 - www.shipinvestigation.gr

22. Συμπεράσματα

Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία παρουσιάζει την προμελέτη ενός Ε/Γ – Ο/Γ ανοιχτού τύπου με μήκος 38,350 m. Το συγκεκριμένο πλοίο πρόκειται να υποστεί μετασκευή - επιμήκυνση με σκοπό την αύξηση της μεταφορικής του ικανότητας. Η αύξηση αυτή επιτεύχθηκε προσθέτοντας ένα νέο τμήμα 5 m το οποίο βρίσκεται στο παράλληλο τμήμα του πλοίου χωρίς να επηρεάζει την πρωραία στεγανή φρακτή και τις υπερεκατασκευές.

Έχοντας όλες τις μελέτες και τα σχέδια του πατρικού πλοίου και σχεδιάζοντας νέα, έγινε η μελέτη των βασικών υδροστατικών στοιχείων. Στη συνέχεια, εκπονήθηκε ο έλεγχος του εμβαδού επιφανείας του χώρου του σαλονιού και του ανοιχτού καταστρώματος σε συνάρτηση με το εμβαδό του χώρου οχημάτων ώστε να διαπιστώσουμε αν καλύπτονται οι απαιτήσεις της αντίστοιχης νομοθεσίας μετά την επιμήκυνση.

Επίσης, λόγω της επιμήκυνσης έγινε Μελέτη Γραμμή Φορτώσεως του πλοίου, η οποία, με την εφαρμογή των αντίστοιχων κανονισμών υπολόγισε νέο έμφορτο βύθισμα στα 1,350 m.

Επιπλέον έγινε έλεγχος του κατακλύσιμου μήκους, της πρωραίας στεγανής φρακτής καθώς και μελέτη κατάκλυσης σε εκτόπισμα που αντιστοιχεί σε βύθισμα στα 1,360 m που είναι μεγαλύτερο από το βύθισμα που προέκυψε στη γραμμή φόρτωσης, δηλαδή υπολογίστηκε η κατάκλυση σε δυσμενέστερη περίπτωση και η χάραξη της καμπύλης των κατακλύσιμων μηκών.

Επιπροσθέτως, εκπονήθηκε μελέτη εγκάρσιας και διαμήκουσ αντοχής με τους αντίστοιχους κανονισμούς του Νηογνώμονα ABS, ελέγχθηκαν τα δομικά στοιχεία του νέου τμήματος, τα οποία επιλέχθηκαν για κατασκευαστικούς λόγους να είναι ίδια με τα δομικά στοιχεία των υπολοίπων διαμερισμάτων του πλοίου και τελικά είναι εντός των κανονισμών του ανωτέρω Νηογνώμονα. Οπότε, και το νέο τμήμα θα έχει τα ίδια δομικά στοιχεία με τα υπόλοιπα διαμερίσματα του πλοίου.

Ακόμη, έγινε η μελέτη επιβατών όπου υπολογίστηκε ο αριθμός των επιβατών του χειμώνα και του θέρους αντίστοιχα.

Έπειτα, ακολούθησε ο υπολογισμός του βάρους του νέου τμήματος, μαζί με τις σωληνώσεις και τις συγκολλήσεις που θα υπάρξουν στο νέο κομμάτι, το οποίο αθροίστηκε με το άφορτο βάρος του πατρικού πλοίου με αποτέλεσμα να προκύψει το νέο άφορτο πλοίο (lightship) μετά την επιμήκυνση.

Με βάση το νέο άφορτο πλοίο και με τις ροπές των επιβατών, μελετήθηκε ευστάθεια του πλοίου στις δυσμενέστερες καταστάσεις, με έμφορτο βύθισμα στα 1,350 m όπως προέκυψε από την γραμμή φόρτωσης. Τα αποτελέσματα από την παραπάνω μελέτη, δείχνουν πως το πλοίο καλύπτει τα κριτήρια ευστάθειας για τους πλόες που εκτελεί και τη κατηγορία του.

Ανακεφαλαιώνοντας, με την επιμήκυνση αυτή επιτεύχθηκε να αυξηθεί η μεταφορική ικανότητα του πλοίου κατά έξι αυτοκίνητα παραπάνω πάντα σε πλήρη συμμόρφωση με όλους τους Κανονισμούς που διέπουν τη κατηγορία του πλοίου. Δηλαδή από τα 38

αυτοκίνητα ιδιωτικής χρήσης τώρα είναι ικανό και με πλήρη ασφάλεια να μεταφέρει 44 αυτοκίνητα.

23. Προτάσεις για μελλοντική διερεύνηση σε παρόμοιες μελέτες

Σε μελλοντικές παρόμοιες μελέτες θα μπορούσαν να εκπονηθούν προαιρετικά τα παρακάτω:

- Μελέτη Αερισμού – Θέρμανσης χώρων ενδιαίτησης
- Έλεγχος Δικτύου Πυρόσβεσης
- Σχέδιο Εκκένωσης
- Έλεγχος Πηδαλίου
- Δείκτης Εξαρτισμού

24. Βιβλιογραφία

1. ABS RULES FOR BUILDING AND CLASSING STEEL VESSELS UNDER 90 METERS (295 FEET) IN LENGTH, 2006, Part 3 Hull Construction and Equipment.
2. "AutoCAD for Mac & Windows | CAD Software | Autodesk" Autodesk.com, 2014, <http://www.autodesk.com/products/autocad/overview>
3. HST | Wolfson Unit MTIA, [Online], <http://www.wumtia.soton.ac.uk/software>
4. Προεδρικό Διάταγμα υπ' αριθμόν 399/1980: Περί Γραμμών Φορτώσεως των Πλοίων.
5. Διεθνής Σύμβαση περί Γραμμών Φορτώσεως των Πλοίων 1966.
6. Βασιλικό Διάταγμα υπ' αριθμόν 611/1967: Στεγανή υποδιαίρεση πλοίων.
7. Προεδρικό Διάταγμα υπ' αριθμόν 44/2011: Κανονισμός ενδιαίτησεως και καθορισμού αριθμού επιβατών των επιβατηγών πλοίων.
8. Προεδρικό Διάταγμα υπ' αριθμόν 177/2000: Κανονισμός για την καταλληλότητα των οχηματαγωγών πλοίων.
9. Βασιλικό Διάταγμα υπ' αριθμόν 740/1969 | Συνθήκες & Κριτήρια Ευστάθειας.
10. Προεδρικό Διάταγμα υπ' αριθμόν 177/2000: Κανονισμός για την καταλληλότητα των οχηματαγωγών πλοίων.
11. Σημειώσεις Ναυπηγικό Κατασκευαστικό Σχέδιο, Γεώργιος Χατζηκωνσταντής, ΠΑ.Δ.Α. 2019.