



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

Διπλωματική Εργασία

**Έλεγχος μέσης τομής δεξαμενόπλοιου VLCC με εφαρμογή των περιγραφικών απαιτήσεων των κανονισμών IACS CSR.**

**Verification of compliance with requirements of IACS CSR regulations of the midship of a VLCC tanker.**

Συγγραφέας

Καθεκλάκης Μιχαήλ

A.M.: 51117025

Επιβλέπων Καθηγητής:

Δρ. Θεοδουλίδης Αλέξανδρος

Αθήνα, 2022





**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

### **Διπλωματική εργασία**

Έλεγχος μέσης τομής δεξαμενόπλοιου VLCC με εφαρμογή των περιγραφικών απαιτήσεων των κανονισμών IACS CSR.

### **Συγγραφέας**

Καθεκλάκης Μιχαήλ (Α.Μ.: 51117025)

### **Επιβλέπων**

Θεοδουλίδης Αλέξανδρος

### **Ημερομηνία εξέτασης**

22/12/2022

### **Εξεταστική επιτροπή**

Θεοδουλίδης Αλέξανδρος

Μαζαράκος Θωμάς

Χατζηκωνσταντής Γεώργιος

Επίκουρος Καθηγητής

Επίκουρος Καθηγητής

Επίκουρος Καθηγητής



## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Καθεκλάκης Μιχαήλ του Ιωάννη, με αριθμό μητρώου 51117025, φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Ναυπηγών Μηχανικών, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επιπλέον, 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, βεβαιώνω 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».

Ο Δηλών



Καθεκλάκης Μιχαήλ



## Ευχαριστίες

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Δρ. Θεοδουλίδη Αλέξανδρο για την στήριξη και την καθοδήγηση που μου παρείχε στην εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας, αλλά και της ευκαιρίας να ασχοληθώ με ένα θέμα που επηρεάζει άμεσα τον τομέα της ναυτιλίας.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον υποψήφιο Διδάκτωρα Χατζηγεωργίου Αντώνιο για την βοήθεια του στην κατανόηση του προγράμματος MARS 2000, καθώς και όλο το τμήμα Ναυπηγών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής για τις γνώσεις που αποκόμισα κατά την διάρκεια φοίτησης μου, αλλά και την καθοδήγηση που μου παρείχαν για την ολοκλήρωση των ακαδημαϊκών μου υποχρεώσεων.

Τέλος, ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να δώσω στην οικογένεια μου και τους ανθρώπους που στάθηκαν δίπλα μου όλα αυτά τα χρόνια της ακαδημαϊκής μου πορείας και δεν σταμάτησαν ούτε λεπτό να με στηρίζουν για την εκπλήρωση των στόχων μου.

## Περίληψη

Η κατασκευή των πλοίων αποτελεί αδιαμφισβήτητα μια πολύπλοκη διαδικασία καθώς παρουσιάζουν κάποιες ιδιομορφίες συγκριτικά με άλλες μεταλλικές κατασκευές. Πιο συγκεκριμένα, πρόκειται για μεγάλες κατασκευές που δέχονται μεγάλες φορτίσεις λόγω των φορτίων που μεταφέρουν αλλά και μεγάλες καταπονήσεις λόγω του περιβάλλοντος στο οποίο λειτουργούν. Επιπρόσθετα, η διάβρωση που προκαλείται από το συγκεκριμένο περιβάλλον δυσχεραίνει ακόμα περισσότερο το έργο τους. Για αυτό ακριβώς τον λόγο η επαρκής αντοχή της μεταλλικής κατασκευής σε όλη την διάρκεια ζωής ενός πλοίου κρίνεται απαραίτητη. Η Διεθνής Ένωση Νηογνώμωνων έχει δημιουργήσει κάποιους Κοινούς Κατασκευαστικούς Κανόνες και στόχος των κανονισμών είναι να θεσπίζουν απαιτήσεις για την μείωση του ρίσκου της αστοχίας την κατασκευής. Στην παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιείται έλεγχος της μέσης τομής ενός πλοίου τύπου Very Large Crude Carrier (VLCC) με βάση τους Κοινούς Κατασκευαστικούς Κανόνες και τους Εναρμονισμένους Κοινούς Κατασκευαστικούς Κανόνες με την βοήθεια του προγράμματος MARS 2000 του Γαλλικού Νηογνώμονα, με στόχο να εντοπιστούν οι διαφορές μεταξύ τους.



## **Abstract**

The construction of ships is undeniably an extremely complicated process, as they present a wide range of differences compare to other metal structures. In particular, ships are massive structures that not only receive heavy loads due to the cargo they carry, but also stresses due to the environment in which they operate. In addition, the corrosion caused by this environment creates even more difficulties in their proper operation. For this reason, the sufficient strength of the structure is imperative throughout the life of a ship. The International Association of Classification Societies has created the Common Structural Rules (CSR), whose purpose is to establish mandatory requirements in order to reduce the risk of construction failure. In this study, a verification of compliance with Common Structural Rules (CSR) and the Common Structural Rules – Harmonized (CSR-H) of the midship of a Very Large Crude Carrier (VLCC) ship is conducted, to identify the differences between the sets of rules. For this thesis the program MARS 2000 of Bureau Veritas was used.

## Περιεχόμενα

Πίνακας Εικόνων .....	12
Κατάλογος Πινάκων .....	15
Κατάλογος διαγραμμάτων .....	16
Εισαγωγή .....	17
Κεφάλαιο 1: Ιστορική Αναδρομή .....	19
Κεφάλαιο 2: Δεξαμενόπλοια .....	21
2.1 Ταξινόμηση δεξαμενόπλοιων με βάση το είδος του φορτίου.....	21
2.1.1 Δεξαμενόπλοια μεταφοράς πετρελαίου (Oil Tankers) .....	21
2.1.2 Δεξαμενόπλοια μεταφοράς χημικών ουσιών (Chemical Tankers).....	21
2.1.3 Δεξαμενόπλοια μεταφοράς υγροποιημένων αερίων (Gas Carriers).....	21
2.2 Ταξινόμηση δεξαμενόπλοιων με βάση το μέγεθος.....	22
2.2.1 Ταξινόμηση με βάση το σύστημα AFRA (Average Freight Rate Assessment) .....	22
2.2.2 Ταξινόμηση Flexible Market Scale .....	23
Κεφάλαιο 3: Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (International Maritime Organization- IMO) .....	25
Κεφάλαιο 4: Διεθνής Ένωση Νηογνωμόνων (International Association of Classification Societies- IACS) .....	27
4.1 Βασικές Αξίες του Οργανισμού .....	27
4.2 Μέλη της Διεθνής Ένωσης Νηογνωμόνων .....	28
Κεφάλαιο 5: Κοινός Κατασκευαστικός Κανόνας (Common Structural Rules-CSR)...	32
5.1 Εφαρμογή Κανονισμών σε Δεξαμενόπλοια.....	33
5.2 Περιγραφή των Κανονισμών .....	34
5.3 Βασικές Αρχές Κανονισμών .....	37
5.4 Οριακές Καταστάσεις Κανονισμών .....	38
5.5 Τρόποι Αστοχίας .....	39
5.6 Σχεδιαστικά Σενάρια Φορτίσεων .....	41
Κεφάλαιο 6: Περιγραφή Επιλεγέντος Πλοίου .....	42
6.1 Διαστάσεις Εξεταζόμενου Πλοίου .....	42
6.2 Πλάγια Όψη Εξεταζόμενου Πλοίου .....	43
6.3 Κάτοψη Εξεταζόμενου Πλοίου .....	43
6.4 Πρόσοψη Εξεταζόμενου Πλοίου .....	44
6.5 Μέση Τομή Εξεταζόμενου Πλοίου .....	45
Κεφάλαιο 7: Δημιουργία Μοντέλου Στο Πρόγραμμα Mars 2000.....	47

7.1 Περιγραφή Προγράμματος Mars 2000. ....	47
7.2 Εισαγωγή Βασικών Δεδομένων. ....	48
7.2.1 Γενικά στοιχεία πλοίου. ....	48
7.2.2 Καρτέλα βασικών στοιχείων. ....	49
7.2.3 Καρτέλα ροπών και βυθισμάτων. ....	50
7.2.4 Καρτέλα υλικών κατασκευής πλοίου. ....	51
7.2.5 Καρτέλα εισαγωγής νομέων πλοίου. ....	52
7.2.6 Καρτέλα υπολογισμών. ....	53
7.3 Δημιουργία Μέσης Τομής. ....	54
7.3.1 Δημιουργία ελασμάτων. ....	56
7.3.2 Δημιουργία κόμβων. ....	57
7.3.3 Εισαγωγή διαστάσεων κάθε ελάσματος. ....	59
7.3.4 Εισαγωγή διάμηκων ενισχυτικών. ....	60
7.3.5 Εισαγωγή εγκάρσιων ενισχυτικών. ....	64
7.3.6 Ανυποστήριχτα μήκη. ....	66
7.3.7 Καθορισμός δεξαμενών. ....	68
7.3.9 Απεικόνιση των κατασκευαστικών στοιχείων. ....	75
Κεφάλαιο 8: Υπολογισμοί Μέσης Τομής (CSR). ....	78
8.1 Γεωμετρικές Ιδιότητες Μέση Τομής (CSR). ....	78
8.2 Κριτήρια Αντοχής Μέσης Τομής (CSR). ....	80
8.3 Έλεγχος ελασμάτων (CSR). ....	81
8.3.1 Ελάχιστο πάχος ελασμάτων σε φορτωμένη κατάσταση (CSR). ....	82
8.3.2 Ελάχιστο πάχος ελάσματος σε κατάσταση υδροστατικής δοκιμής (CSR). ....	85
8.3.3 Ελάχιστο πάχος ελάσματος (CSR). ....	88
8.3.4 Μέγιστη τάση λόγω λυγισμού (CSR). ....	91
8.4 Έλεγχος διάμηκων ενισχυτικών (CSR). ....	94
8.4.1 Ροπή αντίστασης ενισχυτικών σε φορτωμένη κατάσταση (CSR). ....	95
8.4.2 Ροπή αντίσταση ενισχυτικών σε κατάσταση υδροστατικής δοκιμής (CSR). ....	100
8.4.3 Διάτμηση κορμού ενισχυτικών σε φορτωμένη κατάσταση (CSR). ....	105
8.4.4 Διάτμηση κορμού ενισχυτικών σε κατάσταση υδροστατικής δοκιμής (CSR). ....	110
8.4.5 Στρεπτικός λυγισμός (CSR). ....	115
8.4.6 Λυγισμός κολώνας (CSR). ....	120
8.4.7 Ελάχιστο πάχος κορμού (CSR). ....	125

8.4.8 Ελάχιστο πάχος φλάντζας (CSR).	130
8.4.9 Ροπή αδράνειας ενισχυτικού (CSR).	135
Κεφάλαιο 9: Υπολογισμού Μέση Τομής (CSR-H).	140
9.1 Γεωμετρικές Ιδιότητες Μέσης Τομής (CSR-H).	140
9.2 Κριτήρια Αντοχής Μέσης Τομής (CSR-H).	142
9.3 Έλεγχος ελασμάτων (CSR-H).	143
9.3.1 Ελάχιστο πάχος ελασμάτων σε φορτωμένη κατάσταση (CSR-H).	144
9.3.2 Ελάχιστο πάχος ελάσματος σε κατάσταση υδροστατικής διατομής (CSR-H).	147
9.3.3 Ελάχιστο πάχος ελάσματος (CSR-H).	150
9.3.4 Αντοχή σε λυγισμό (CSR-H).	153
9.4 Έλεγχος διάμηκων ενισχυτικών (CSR-H).	155
9.4.1 Ροπή αντίσταση ενισχυτικών σε φορτωμένη κατάσταση (CSR-H).	156
9.4.2 Ροπή αντίσταση ενισχυτικών σε κατάσταση υδροστατικής δοκιμής (CSR-H).	161
9.4.3 Διάτμηση κορμού ενισχυτικών σε φορτωμένη κατάσταση (CSR-H).	166
9.4.4 Διάτμηση κορμού ενισχυτικών σε κατάσταση υδροστατικής δοκιμής (CSR-H).	171
9.4.5 Αντοχή σε λυγισμό (CSR-H).	176
9.4.6 Ελάχιστο πάχος κορμού (CSR-H).	181
9.4.7 Ελάχιστο πάχος φλάντζας (CSR-H).	186
9.4.8 Ελάχιστο μήκος φλάντζας (CSR-H).	191
9.4.9 Ροπή αδράνειας ενισχυτικού (CSR-H).	196
Αποτελέσματα	201
Συμπεράσματα	204
Προτάσεις	205
Βιβλιογραφία	206

## Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 1: Τυπική Μέση Τομή Δεξαμενόπλοιων Διπλού Τοιχώματος.....	34
Εικόνα 2: Διάταξη πλοίου και συμμόρφωση με τα αντίστοιχα κεφάλαια των κανονισμών. ..	35
Εικόνα 3: Τρόποι αστοχίας και οριακές καταστάσεις. (International Association of Classification Societies-IACS).....	41
Εικόνα 4: Βασικές διαστάσεις εξεταζόμενου πλοίου.....	42
Εικόνα 5: Διαστάσεις εξεταζόμενου πλοίου σε διάφορες καταστάσεις φόρτωσης.....	42
Εικόνα 6: Πλάγια όψη του εξεταζόμενου πλοίου .....	43
Εικόνα 7: Κάτοψη του εξεταζόμενου πλοίου.....	43
Εικόνα 8: Εσωτερική κάτοψη του εξεταζόμενου πλοίου .....	44
Εικόνα 9: Πρόσοψη εξεταζόμενου πλοίου.....	44
Εικόνα 10: Σχέδιο κατασκευαστικών γραμμών εξεταζόμενου πλοίου .....	45
Εικόνα 11: Μέση τομή εξεταζόμενου πλοίου .....	45
Εικόνα 12: Διαφορετική μέση τομή του εξεταζόμενου πλοίου.....	46
Εικόνα 13: Περιβάλλον εργασίας Mars 2000 .....	47
Εικόνα 14: Παράθυρο βασικών δεδομένων .....	48
Εικόνα 15: Καρτέλα γενικών στοιχείων.....	48
Εικόνα 16: Καρτέλα βασικών στοιχείων.....	49
Εικόνα 17: Καρτέλα ροπών και βυθισμάτων .....	50
Εικόνα 18: Καρτέλα εισαγωγής υλικών κατασκευής πλοίου.....	51
Εικόνα 19: Καρτέλα εισαγωγής νομέων πλοίου .....	52
Εικόνα 20: Καρτέλα βασικών υπολογισμών .....	53
Εικόνα 21: Καρτέλα βασικών δεδομένων μέσης τομής.....	54
Εικόνα 22: Περιβάλλον εργασίας για την δημιουργίας της μέσης τομής .....	55
Εικόνα 23: Καρτέλα εργασίας εντολής «Panels».....	56
Εικόνα 24: Καρτέλα εργασίας εντολής «Nodes».....	57
Εικόνα 25: Απεικόνιση μέσης τομής μετά την ολοκλήρωση των εντολών «Panels» και «Nodes».....	58
Εικόνα 26: Καρτέλα εργασίας εντολής «Strakes» .....	59
Εικόνα 27: Απεικόνιση της μέσης τομής αφού ολοκληρωθεί η εισαγωγή των διαστάσεων κάθε ελάσματος.....	60
Εικόνα 28: Καρτέλα εργασίας εντολής «Stiffeners».....	60
Εικόνα 29: Τύποι και διαστάσεις ενισχυτικών.....	62
Εικόνα 30: Πεδίο εισαγωγής ειδικών ιδιοτήτων κάθε ενισχυτικού.....	62
Εικόνα 31: Πεδίο εισαγωγής μπρακέτων .....	63
Εικόνα 32: Απεικόνιση της μέσης τομής αφού ολοκληρωθεί η εισαγωγή των διάμετρων ενισχυτικών .....	63
Εικόνα 33: Καρτέλα εργασίας εντολής «Transverse stiffening» .....	64
Εικόνα 34: Πεδίο «Start», «End», και «Eff. Spans» .....	65
Εικόνα 35: Απεικόνιση εγκάρσιου ενισχυτικού.....	66
Εικόνα 36: Καρτέλα εργασίας εντολής «Special Span Zones».....	66
Εικόνα 37: Απεικόνιση ενισχυτικών που μειώνουν το ανυποστήριχτο μήκος.....	67
Εικόνα 38: Καρτέλα εργασίας εντολής «Compartments».....	68
Εικόνα 39: Καρτέλα εισαγωγής διαστάσεων δεξαμενής.....	69
Εικόνα 40: Καρτέλα εισαγωγής ιδιοτήτων φορτίου.....	70
Εικόνα 41: Καρτέλα εργασίας εντολής «Compartments» για την δεξαμενή έρματος.....	71
Εικόνα 42: Καρτέλα εισαγωγής διαστάσεων δεξαμενής έρματος.....	71
Εικόνα 43: Καρτέλα εισαγωγής ιδιοτήτων φορτίου έρματος.....	72
Εικόνα 44: Καρτέλα εργασίας εντολής «Compartments» για την δεξαμενή φορτίου 1 .....	72

Εικόνα 45: Καρτέλα εισαγωγής διαστάσεων δεξαμενής φορτίου 1.....	73
Εικόνα 46: Καρτέλα εισαγωγής ιδιοτήτων φορτίου δεξαμενής 1 .....	73
Εικόνα 47: Καρτέλα εργασίας εντολής «Compartments» για την δεξαμενή φορτίου 2 .....	74
Εικόνα 48: Καρτέλα εισαγωγής διαστάσεων δεξαμενής φορτίου 2.....	74
Εικόνα 49: Καρτέλα εισαγωγής ιδιοτήτων φορτίου δεξαμενής 2 .....	75
Εικόνα 50: Συνολική απεικόνιση των δεξαμενών.....	75
Εικόνα 51: Απεικόνιση των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν στην κατασκευή της μέσης τομής .....	76
Εικόνα 52: Απεικόνιση των διαστάσεων των διάμηκων ενισχυτικών .....	76
Εικόνα 53: Απεικόνιση του πάχους κάθε ελάσματος.....	77
Εικόνα 54: Απεικόνιση της κωδικού θέσης κάθε ελάσματος.....	77
Εικόνα 55: Γεωμετρικές ιδιότητες μέσης τομής (Gross Scantling).....	78
Εικόνα 56: Γεωμετρικές ιδιότητες μέσης τομής (Net Scantling) .....	79
Εικόνα 57: Φορτίσεις μέσης τομής .....	80
Εικόνα 58: Ροπή αντίστασης μέσης τομής.....	80
Εικόνα 59: Ροπή αντίστασης μέσης τομής ολικού και καθαρού πάχους .....	81
Εικόνα 60: Χρωματική απεικόνιση αποτελεσμάτων απαιτούμενου πάχους ελάσματος σε φορτωμένη κατάσταση.....	82
Εικόνα 61: Χρωματική απεικόνιση αποτελεσμάτων απαιτούμενου πάχους ελάσματος σε κατάσταση υδροστατικής δοκιμής .....	85
Εικόνα 62: Χρωματική απεικόνιση αποτελεσμάτων ελάχιστου πάχους ελάσματος.....	88
Εικόνα 63: Χρωματική απεικόνιση αποτελεσμάτων τάσεως λόγω λυγισμού.....	91
Εικόνα 64: Χρωματική απεικόνιση ροπής αντίστασης ενισχυτικών σε φορτωμένη κατάσταση .....	95
Εικόνα 65:Παράγραφος κανονισμών που αφορά τις ομάδες ενισχυτικών.....	99
Εικόνα 66: Χρωματική απεικόνιση ροπής αντίστασης ενισχυτικών σε κατάσταση υδροστατικής δοκιμής .....	100
Εικόνα 67:Χρωματική απεικόνιση διάτμησης κορμού ενισχυτικών σε φορτωμένη κατάσταση .....	105
Εικόνα 68: Χρωματική απεικόνιση διάτμησης κορμού ενισχυτικών σε κατάσταση υδροστατικής δοκιμής .....	110
Εικόνα 69: Χρωματική απεικόνιση αποτελεσμάτων στρεπτικού λυγισμού ενισχυτικών .....	115
Εικόνα 70: Χρωματική απεικόνιση αποτελεσμάτων λυγισμού κολόνας.....	120
Εικόνα 71: Χρωματική απεικόνιση αποτελεσμάτων ελάχιστου πάχους κορμού .....	125
Εικόνα 72: Χρωματική απεικόνιση αποτελεσμάτων ελάχιστου πάχους φλάντζας.....	130
Εικόνα 73: Χρωματική απεικόνιση αποτελεσμάτων ροπής αδράνειας ενισχυτικών .....	135
Εικόνα 74: Γεωμετρικές ιδιότητες μέσης τομής (Gross Scantling).....	140
Εικόνα 75: Γεωμετρικές ιδιότητες μέσης τομής (Net Scantling) .....	141
Εικόνα 76: Φορτίσεις μέσης τομής (CSR-H) .....	142
Εικόνα 77: Ροπή αντίστασης μέσης τομής (CSR-H).....	142
Εικόνα 78: Ροπή αντίστασης μέσης τομής ολικού και καθαρού πάχους (CSR-H).....	143
Εικόνα 79: Χρωματική απεικόνιση αποτελεσμάτων απαιτούμενου πάχους ελάσματος σε φορτωμένη κατάσταση (CSR-H) .....	144
Εικόνα 80: Χρωματική απεικόνιση αποτελεσμάτων απαιτούμενου πάχους ελάσματος σε κατάσταση υδροστατικής δοκιμής (CSR-H).....	147
Εικόνα 81: Χρωματική απεικόνιση αποτελεσμάτων ελάχιστου πάχους ελάσματος (CSR-H) .....	150
Εικόνα 82: Χρωματική απεικόνιση αποτελεσμάτων αντοχής σε λυγισμό.....	153
Εικόνα 83: Χρωματική απεικόνιση ροπής αντίστασης ενισχυτικών σε φορτωμένη κατάσταση (CSR-H).....	156
Εικόνα 84: Παράγραφος κανονισμών που αφορά τις ομάδες ενισχυτικών.....	160

Εικόνα 85: Χρωματική απεικόνιση ροπής αντίστασης ενισχυτικών σε κατάσταση υδροστατικής δοκιμής (CSR-H).....	161
Εικόνα 86: Χρωματική απεικόνιση διάτμησης κορμού ενισχυτικών σε φορτωμένη κατάσταση (CSR-H).....	166
Εικόνα 87: Χρωματική απεικόνιση διάτμησης κορμού ενισχυτικών σε κατάσταση υδροστατικής δοκιμής (CSR-H).....	171
Εικόνα 88: Χρωματική απεικόνιση αντοχής σε λυγισμό (CSR-H).....	176
Εικόνα 89: Χρωματική απεικόνιση αποτελεσμάτων ελάχιστου πάχους κορμού (CSR-H) ..	181
Εικόνα 90: Χρωματική απεικόνιση αποτελεσμάτων ελάχιστου πάχους φλάντζας (CSR-H)	186
Εικόνα 91: Χρωματική απεικόνιση αποτελεσμάτων ελάχιστου μήκους φλάντζας (CSR-H)	191
Εικόνα 92: Χρωματική απεικόνιση αποτελεσμάτων ροπής αδράνειας ενισχυτικών (CSR-H) .....	196

## Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Ταξινόμηση με βάση το σύστημα AFRA .....	22
Πίνακας 2: Ταξινόμηση Flexible Market Scale.....	23
Πίνακας 3: Συγκριτικός πίνακας των δύο μεθόδων ταξινόμησης .....	24
Πίνακας 4: Πίνακας επιλογής τύπου ελάσματος.....	58
Πίνακας 5: Συγκεντρωτικός πίνακας γεωμετρικών ιδιοτήτων μέσης τομής.....	79
Πίνακας 6: Αποτελέσματα ελάχιστου πάχους ελασμάτων σε φορτωμένη κατάσταση .....	84
Πίνακας 7: Αποτελέσματα ελάχιστου πάχους ελασμάτων σε κατάσταση υδροστατικής δοκιμής .....	87
Πίνακας 8: Αποτελέσματα ελάχιστου πάχους ελασμάτων.....	90
Πίνακας 9: Αποτελέσματα μέγιστης τάσης λόγω λυγισμού.....	93
Πίνακας 10: Αποτελέσματα ροπής αντίστασης ενισχυτικών σε φορτωμένη κατάσταση .....	99
Πίνακας 11: Αποτελέσματα ροπής αντίστασης ενισχυτικών σε κατάσταση υδροστατικής δοκιμής .....	104
Πίνακας 12: Αποτελέσματα διάτμησης κορμού ενισχυτικών σε φορτωμένη κατάσταση ....	109
Πίνακας 13: Αποτελέσματα διάτμησης κορμού ενισχυτικών σε κατάσταση υδροστατικής δοκιμής .....	114
Πίνακας 14: Αποτελέσματα στρεπτικού λυγισμού .....	119
Πίνακας 15: Αποτελέσματα λυγισμού κολώνας .....	124
Πίνακας 16: Αποτελέσματα ελάχιστου πάχους κορμού.....	129
Πίνακας 17: Αποτελέσματα ελάχιστου πάχους φλάντζας.....	134
Πίνακας 18: Αποτελέσματα ροπής αδράνειας ενισχυτικού .....	139
Πίνακας 19: Συγκεντρωτικός πίνακας γεωμετρικών ιδιοτήτων μέσης τομής.....	141
Πίνακας 20: Αποτελέσματα ελάχιστου πάχους ελασμάτων σε φορτωμένη κατάσταση.....	146
Πίνακας 21: Αποτελέσματα ελάχιστου πάχους ελασμάτων σε κατάσταση υδροστατικής δοκιμής (CSR-H).....	149
Πίνακας 22: Αποτελέσματα ελάχιστου πάχους ελασμάτων (CSR-H) .....	152
Πίνακας 23: Αποτελέσματα αντοχής σε λυγισμό (CSR-H) .....	154
Πίνακας 24: Αποτελέσματα ροπής αντίστασης ενισχυτικών σε φορτωμένη κατάσταση (CSR-H).....	160
Πίνακας 25: Αποτελέσματα ροπής αντίστασης ενισχυτικών σε κατάσταση υδροστατικής δοκιμής (CSR-H).....	165
Πίνακας 26: Αποτελέσματα διάτμησης κορμού ενισχυτικών σε φορτωμένη κατάσταση (CSR-H).....	170
Πίνακας 27: Αποτελέσματα διάτμησης κορμού ενισχυτικών σε κατάσταση υδροστατικής δοκιμής (CSR-H).....	175
Πίνακας 28: Αποτελέσματα αντοχής σε λυγισμό (CSR-H) .....	180
Πίνακας 29: Αποτελέσματα ελάχιστου πάχους κορμού (CSR-H) .....	185
Πίνακας 30: Αποτελέσματα ελάχιστου πάχους φλάντζας.....	190
Πίνακας 31: Αποτελέσματα ελάχιστου μήκους φλάντζας (CSR-H) .....	195
Πίνακας 32: Αποτελέσματα ροπής αδράνειας ενισχυτικού (CSR-H) .....	200
Πίνακας 33: Συγκριτικός πίνακας αποτελεσμάτων ελάχιστης ροπής αντίστασης σε φορτωμένη κατάσταση για το ενισχυτικό 39 του Side Shell .....	201
Πίνακας 34: Συγκριτικός πίνακας αποτελεσμάτων ροπής αντίστασης ενισχυτικών σε φορτωμένη κατάσταση.....	201
Πίνακας 35: Συγκριτικός πίνακας απαιτούμενου πάχους ελάσματος για κάθε τμήμα του πλοίου .....	202
Πίνακας 36: Συγκριτικός πίνακας απαιτούμενης ροπής αντίστασης ενισχυτικών για κάθε τμήμα του πλοίου .....	203



## Κατάλογος διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1: Διάγραμμα απεικόνισης απαιτούμενου πάχους ελάσματος για κάθε τμήμα του πλοίου .....	202
Διάγραμμα 2: Διάγραμμα απεικόνισης απαιτούμενης ροπής αντίστασης ενισχυτικών για κάθε τμήμα του πλοίου .....	203

## Εισαγωγή

Το αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι ο έλεγχος της συμμόρφωσης της μέσης τομής ενός υπάρχοντος πλοίου τύπου Very Large Crude Carrier (VLCC) με βάση τους Common Structural Rules (CSR) και στην συνέχεια έλεγχος με βάσης τους Common Structural Rules – Harmonized (CSR-H) με σκοπό να εντοπιστούν τα σημεία στα οποία διαφέρουν οι κανονισμοί. Ο έλεγχος πραγματοποιείται με την βοήθεια του προγράμματος MARS 2000 του Γαλλικό Νηογνώμονα (Bureau Veritas).

Στο Κεφάλαιο 1 παρουσιάζεται μια ιστορική αναδρομή σχετικά με την εξέλιξη των πλοίων στην θαλάσσια μεταφορά πετρελαίου και πώς κατόρθωσε η επιστήμη της ναυπηγικής να πετύχει την κατασκευή πλοίων ολοένα και μεγαλύτερης χωρητικότητας μέχρι να φτάσει στην κατασκευή πλοίων τύπου Very Large Crude Carriers (VLCC).

Στο Κεφάλαιο 2 γίνεται μια ταξινόμηση των δεξαμενόπλοιων με βάση το είδος του φορτίου που μεταφέρουν σε δεξαμενόπλοια μεταφοράς πετρελαίου (Oil Tankers), χημικών ουσιών (Chemical Tankers), και υγροποιημένων αερίων (Gas Carriers). Επιπλέον γίνεται μια περαιτέρω ταξινόμηση βάση της μεταφορικής τους ικανότητας με βάση το σύστημα AFRA (Average Freight Rate Assessment) και βάση την ταξινόμηση Flexible Market Scale.

Στο Κεφάλαιο 3 παρουσιάζεται μια εισαγωγή σχετικά με τον ρόλο του Διεθνή Ναυτιλιακού Οργανισμού (International Maritime Organization-IMO) και πώς ο κλάδος της ναυτιλίας οδηγήθηκε στην δημιουργία του για την εξασφάλιση της ασφαλούς και βιώσιμης ναυσιπλοΐας.

Στο Κεφάλαιο 4 παρουσιάζεται μια εισαγωγή στο πώς δημιουργήθηκε η Διεθνή Ένωση Νηογνωμόνων (International Association of Classification Societies- IACS), ποιος είναι ο ρόλος του και οι βασικές τους αξίες. Ακόμα παρουσιάζονται αναλυτικά τα κράτη-μέλη του οργανισμού.

Στο Κεφάλαιο 5 πραγματοποιείται μια περιγραφή των Κοινών Κατασκευαστικών Κανόνων (Common Structural Rules – CSR), παρουσιάζεται η δομή τους, τα πλοία στα οποία έχουν εφαρμογή οι κανονισμοί, οι βασικές αρχές τους και η διαδικασία αξιολόγησης της συμμόρφωσης ενός πλοίου με τους κανονισμούς.

Στο Κεφάλαιο 6 γίνεται μια περιγραφή του εξεταζόμενου πλοίου, και παρουσιάζονται οι διαστάσεις, η πλάγια όψη, η κάτοψη, η πρόσοψη και η μέση τομή του.

Στο Κεφάλαιο 7 παρουσιάζεται το πρόγραμμα και το περιβάλλον εργασίας του προγράμματος MARS 2000 το οποίο χρησιμοποιήθηκε για τον έλεγχο της μέσης τομής του εξεταζόμενου πλοίου. Ακόμα, παρουσιάζεται αναλυτικά η διαδικασία εισαγωγής των βασικών δεδομένων του πλοίου και η διαδικασία δημιουργίας της μέσης τομής του.

Στο Κεφάλαιο 8 πραγματοποιείται έλεγχος της μέσης τομής του εξεταζόμενου με βάσης τους Common Structural Rules (CSR) και στο κεφάλαιο 9 έλεγχος με βάση τους Common Structural Rules – Harmonized (CSR-H).

Τέλος παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που διαφοροποιούνται οι κανονισμοί και παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την παρούσα διπλωματική εργασία.

## Κεφάλαιο 1: Ιστορική Αναδρομή

Όπως έχει διδάξει η ιστορία, από την αρχαιότητα το εμπόριο αγαθών μέσω των πλοίων αποτελούσε καθοριστική παράμετρο για την ανάπτυξη του πολιτισμού των λαών, συνεπώς και στην εξέλιξη του ανθρώπινου είδους, ιδιαίτερα σε παραθαλάσσιες περιοχές. Παρόλο που η χρήση των πλοίων χρονολογείται από την αρχαιότητα, το εμπόριο υγρών φορτίων χύδην όπως το γνωρίζουμε σήμερα άργησε πολύ να αναπτυχθεί. (Μαρούδης Ευστράτιος, 2015)

Πιο συγκεκριμένα η πρώτη αναφορά για μεταφορά πετρελαίου χρονολογείται στο τέλος του 1861 όπου το πλοίο Elizabeth Watts σάλπαρε από την Φιλαδέλφεια για την Αγγλία μεταφέροντας 224 τόνους πετρελαίου. Το μόνο που είναι γνωστό είναι ότι το πλοίο έφτασε στην Αγγλία με ασφάλεια 45 μέρες μετά την αναχώρηση του. (Global Security)

Λίγα χρόνια αργότερα και συγκεκριμένα το 1877 ο μηχανικός και επιχειρηματίας Ludwig Nobel με καταγωγή από την Σουηδία είχε την ιδέα για την κατασκευή ενός μεταλλικού πλοίου αποκλειστικά για την μεταφορά πετρελαίου. Οι δυσκολίες όμως εκείνη την εποχή ήταν πολλές καθώς η διαχείριση του πετρελαίου και η τάση του να μεταβάλει το μέγεθος του ανάλογα την εξωτερική θερμοκρασία ήταν προβλήματα που δυσκόλευαν την κατασκευή ενός δεξαμενόπλοιου. Παρόλα αυτά το 1878 ο Ludwig Nobel κατάφερε να ξεπεράσει τα προβλήματα και να κατασκευάσει το πλοίο Zoroaster μήκους 54.8 μέτρων και χωρητικότητας 240 τόνων. (Μαρούδης Ευστράτιος, 2015)

Μερικά χρόνια αργότερα και συγκεκριμένα το 1883 ο Άγγλος μηχανικός Henry F. Swan έφερε μια καινοτομία στην κατασκευή των δεξαμενόπλοιων καθώς τοποθέτησε μια διαμήκη φρακτή με σκοπό τον διαχωρισμό των δεξαμενών του πλοίου, γεγονός που οδήγησε στην μείωση των ελεύθερων επιφανειών και του κινδύνου ανατροπής. (Μαρούδης Ευστράτιος, 2015)

Παρά τις προσπάθειες που είχαν γίνει τα προηγούμενα χρόνια το πρώτο πλοίο που είχε την μορφή των σημερινών πλοίων διπλής γάστρας κατασκευάστηκε το 1886 στην Αγγλία και ήταν το γερμανικής κατοχής Glückauf με μεταφορική ικανότητα 2700 τόνους. (Μαρούδης Ευστράτιος, 2015) Το συγκεκριμένο πλοίο είχε μια διαμήκη φρακτή και περαιτέρω εγκάρσιες φρακτές που χώριζαν τον χώρο φορτίου σε οκτώ δεξαμενές. Πάνω από τις δεξαμενές υπήρχε ένας κενός χώρος ο οποίος επέτρεπε την εκτόνωση του φορτίου, ακόμα διέθετε κεντρικό σύστημα σωληνώσεων και ήταν το πρώτο πλοίο με τοποθετημένους κινητήρες στην πρύμνη. Η κατασκευή του συγκεκριμένου πλοίου έπαιξε καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη των δεξαμενόπλοιων και του εμπορίου πετρελαίου καθώς μέχρι τότε η μεταφορά πετρελαίου γινόταν μέσω βαρελιών. Δυστυχώς η διάρκεια της ζωής του ήταν μικρή καθώς το 1893 προσάραξε στο Fire Island της Νέας Υόρκης. (Global Security)

Κομβικό γεγονός για την εξέλιξη της ναυπήγησης δεξαμενόπλοιων ήταν το 1892 όταν το δεξαμενόπλοιο Murex διέσχισε την διώρυγα του Σουέζ για λογαριασμό του εισαγωγέα Marcus Samuel. Ακόμα το 1903 οι ατμομηχανές αντικαταστάθηκαν από τις εκσυγχρονισμένες μηχανές εσωτερικής καύσης (MEK). (Μαρούδης Ευστράτιος, 2015) Ενώ το 1911 για πρώτη φορά πλοίο που χρησιμοποιούσε πετρέλαιο για κίνηση

διέσχισε τον Ατλαντικό Ωκεανό, έτσι μέχρι το 1927 το 28% του παγκόσμιου στόλου χρησιμοποιούσε πετρέλαιο για παραγωγή ισχύς. (Global Security)

Τα επόμενα χρόνια που ακολούθησαν το πετρέλαιο αντικατέστησε τον άνθρακα ως πηγή ενέργειας για την πρόωση των πλοίων. Γεγονός που οδήγησε στην αύξηση της ζήτησης δεξαμενόπλοιων και στην κυριαρχία τους στον παγκόσμιο στόλο. Μέχρι το 1950 τα δεξαμενόπλοια ήταν σχεδιασμένα να μεταφέρουν τόσο κατεργασμένο όσο και ακατέργαστο πετρέλαιο καθώς τα διυλιστήρια ήταν κοντά στις μονάδες εξόρυξης πετρελαίου, οι εξελίξεις όμως τόσο στην βιομηχανία όσο και στην πολιτική οδήγησαν τις εταιρείες πετρελαίου να μεταφέρουν τα διυλιστήρια σε περιοχές που ήταν αναπτυγμένο το εμπόριο, έτσι αυξήθηκε η ζήτηση σε δεξαμενόπλοια που μεταφέρουν ακατέργαστο πετρέλαιο. (Global Security)

Ο ευρέως διαδεδομένος τύπος δεξαμενόπλοιων εκείνη την εποχή ήταν τα δεξαμενόπλοια τύπου T2 τα οποία είχαν χωρητικότητα 16000 τόνους και μήκος 160 m. Από τον 1942 έως το 1946 περίπου 620 πλοία τύπου T2 κατασκευάστηκαν στην Αμερική, ενώ πολλά πλοία τέτοιου τύπου ήταν εν ενεργεία μέχρι και την δεκαετία του 1960. (Global Security)

Μέχρι τα μέσα του 20<sup>ου</sup> αιώνα η ζήτηση πετρελαίου συνεχώς αυξανόταν κυρίως λόγω της ακμής της αυτοκινητοβιομηχανίας. Το μεγαλύτερο όμως δεξαμενόπλοιο εκείνη την εποχή είχε χωρητικότητα 25000 τόνων καθώς οι κυριότερες μονάδες εξόρυξης πετρελαίου βρίσκονταν στην Μέση Ανατολή, ενώ οι βασικότεροι καταναλωτές βρίσκονταν στην Δύση, συνεπώς τα δεξαμενόπλοια έπρεπε να διασχίσουν την διώρυγα του Σουέζ που είχε περιορισμό στους 30000 τόνους μεικτής χωρητικότητας. Μετά την κρίση όμως στην Διώρυγα του Σουέζ το 1956 και την δεύτερη κρίση το 1967 μεταξύ του Ισραήλ και της Αιγύπτου η μεταφορά πετρελαίου από τους παραγωγούς στους καταναλωτές έπρεπε να γίνει γύρω από την Νότια Αφρική, μια σαφώς μεγαλύτερη διαδρομή, γεγονός που οδήγησε σε μια επανάσταση στο μέγεθος των δεξαμενόπλοιων. Έτσι το 1959 κατασκευάστηκε το πλοίο Universe Apollo χωρητικότητας 114356 Dwt, το πρώτο δεξαμενόπλοιο που “έσπασε” το φράγμα των 100000 τόνων. (Global Security)

Τα επόμενα χρόνια που ακολούθησαν γεννήθηκαν νέες γενιές δεξαμενόπλοιων τα Very Large Crude Carriers (VLCC) και τα Ultra Large Crude Carriers (ULCC). Χαρακτηριστικό μέγεθος της εξέλιξης της ναυπήγησης δεξαμενόπλοιων αποτελεί η ναυπήγηση του πλοίου Seawise Giant το 1970 ή Knock Nevis όπως μετονομάστηκε αργότερα. Πιο συγκεκριμένα πρόκειται για το μεγαλύτερο πετρελαιοφόρο που κατασκευάστηκε ποτέ, με χωρητικότητα 564763 DWT και συνολικού μήκους 458 μέτρων. (Global Security)

## Κεφάλαιο 2: Δεξαμενόπλοια

Ο όρος δεξαμενόπλοιο χρησιμοποιείται για τα φορτηγά πλοία που μεταφέρουν υγρά φορτία. Πιο συγκεκριμένα μεταφέρουν κατεργασμένο ή ακατέργαστο πετρέλαιο, υγροποιημένα αέρια ή ακόμα και χημικά υγρά. (Σκουφάς, 2015)

### 2.1 Ταξινόμηση δεξαμενόπλοιων με βάση το είδος του φορτίου.

Τα δεξαμενόπλοια ταξινομούνται ανάλογα το φορτίο που μεταφέρουν σε:

- 1) Δεξαμενόπλοια μεταφοράς πετρελαίου (Oil Tankers)
- 2) Δεξαμενόπλοια μεταφοράς χημικών ουσιών (Chemical Tankers)
- 3) Δεξαμενόπλοια μεταφοράς υγροποιημένων αερίων (Gas Carriers)

#### 2.1.1 Δεξαμενόπλοια μεταφοράς πετρελαίου (Oil Tankers)

Τα δεξαμενόπλοια μεταφοράς πετρελαίου (Oil Tankers) διακρίνονται σε δυο βασικές κατηγορίες. Τα δεξαμενόπλοια μεταφοράς ακατέργαστου πετρελαίου (Crude Oil Tankers) και τα δεξαμενόπλοια μεταφοράς κατεργασμένου πετρελαίου ή αλλιώς ‘καθαρού’ πετρελαίου τα λεγόμενα Product Tankers. Τα δεξαμενόπλοια μεταφοράς ακατέργαστου πετρελαίου (Crude Oil Tankers) μεταφέρουν συνήθως μεγάλες ποσότητες ακατέργαστου πετρελαίου, ενώ τα Product Tankers είναι μικρότερα σε μέγεθος με δυνατότητα μεταφοράς έως 35000 τόνους κατεργασμένου πετρελαίου όπως πετρέλαιο Diesel ή λαδιού λίπανσης. (International Chamber of Shipping)

#### 2.1.2 Δεξαμενόπλοια μεταφοράς χημικών ουσιών (Chemical Tankers)

Τα δεξαμενόπλοια μεταφοράς χημικών ουσιών είναι σχεδιασμένα για την μεταφορά χημικών φορτίων όπως θειικό οξύ και καυστική σόδα, τα οποία μπορούν να προκαλέσουν τεράστια ρύπανση σε περίπτωση ατυχήματος. Για αυτό τον λόγο τα δεξαμενόπλοια μεταφοράς χημικών ουσιών απαιτούν υψηλά πρότυπα κατασκευής και λειτουργίας. Πιο συγκεκριμένα, έχουν δεξαμενές κατασκευασμένες από ανοξείδωτο χάλυβα ή με ειδική επίστρωση για να περιορίζεται ο κίνδυνος από άποψη ρύπανσης και ασφάλειας. Τα δεξαμενόπλοια χημικών ουσιών μπορούν να μεταφέρουν ταυτόχρονα διαφορετικούς τύπους χημικών ουσιών για αυτό τον λόγο είναι σχεδιασμένα με πολλές μικρές δεξαμενές και μια ιδιόμορφη διάταξη σωληνώσεων ώστε να είναι εφικτή η μεταφορά φορτίων χωρίς τον κίνδυνο μόλυνσης. (International Chamber of Shipping)

#### 2.1.3 Δεξαμενόπλοια μεταφοράς υγροποιημένων αερίων (Gas Carriers)

Τα δεξαμενόπλοια μεταφοράς υγροποιημένων αερίων μεταφέρουν αέρια σε συμπιεσμένη ή παγωμένη μορφή. Μπορούν να ταξινομηθούν περαιτέρω στα δεξαμενόπλοια μεταφοράς υγροποιημένου αερίου πετρελαίου (Liquified Petroleum Gas – LPG Tankers) όπως βουτάνιο, προπάνιο και στα δεξαμενόπλοια μεταφοράς

υγροποιημένου φυσικού αερίου (Liquified Natural Gas – LNG Carriers), κυρίως μεθανίου. (International Chamber of Shipping)

## 2.2 Ταξινόμηση δεξαμενόπλοιων με βάση το μέγεθος

### 2.2.1 Ταξινόμηση με βάση το σύστημα AFRA (Average Freight Rate Assessment)

Το σύστημα AFRA (Average Freight Rate Assessment) αναπτύχθηκε από την εταιρεία Shell Oil το 1954 με σκοπό την ευκολότερη κατηγοριοποίηση των δεξαμενόπλοιων. Παρόλο που το σύστημα αυτό εγκαταλείφθηκε το 1983, υιοθετήθηκε και από άλλους διεθνείς ναυτιλιακούς φορείς, ενώ ακόμα και σήμερα χρησιμοποιείται σαν κλίμακα για την διάκριση του μεγέθους των δεξαμενόπλοιων. (Μαρούδης Ευστράτιος, 2015)

Ταξινόμηση με βάση το σύστημα AFRA	
Class	Size in DWT
General Purpose Tankers	10000-24999
Medium Range Tankers	25000-44999
Long Range 1 (LR1)	45000-79999
Long Range 2 (LR2)	80000-159999
Very Large Crude Carrier (VLCC)	160000-319999
Ultra Large Crude Carrier (ULCC)	320000-550000

*Πίνακας 1: Ταξινόμηση με βάση το σύστημα AFRA*

Τα δεξαμενόπλοια γενικής χρήσης (General Purpose Tankers) και τα δεξαμενόπλοια μέτριου μεγέθους (Medium Range Tankers) χρησιμοποιούνται συχνότερα σε μικρές αποστάσεις για την μεταφορά κατεργασμένων προϊόντων πετρελαίου, καθώς λόγω του μικρού τους μήκους και της ευελιξίας που τους παρέχει το μικρό μέγεθος τους είναι εύκολο να προσεγγίσουν τους περισσότερους σταθμούς φορτοεκφόρτωσης. (Hamilton, 2014)

Τα πλοία που ανήκουν στην κατηγορία Long Range 1 (LR1) και στην κατηγορία Long Range 2 (LR2) είναι τα πιο εμφανιζόμενα στον παγκόσμιο στόλο καθώς μπορούν να μεταφέρουν τόσο κατεργασμένο πετρέλαιο ή προϊόντα πετρελαίου αλλά και ακατέργαστο πετρελαίου. Επιπλέον τέτοιου είδους πλοία μπορούν να προσεγγίσουν τους περισσότερους σταθμούς φορτοεκφόρτωσης. (Hamilton, 2014)

Με την αύξηση της ζήτησης πετρελαίου αυξήθηκε τόσο ο αριθμός αλλά και το μέγεθος των δεξαμενόπλοιων. Έτσι προστέθηκε η κατηγορία των λεγόμενων “supertankers” τα οποία συντέλεσαν σημαντικό παράγοντα στην επέκταση του εμπόριου πετρελαίου. Πιο συγκεκριμένα τα Very Large Crude Carriers (VLCC) και Ultra Large Crude Carriers (ULCC). Τα πλοία τύπου VLCC είναι ικανά λόγω του μεγέθους τους να μεταφέρουν αργό πετρέλαιο σε οποιοδήποτε σημείο παγκοσμίως. Ακόμα υπάρχει ένας μικρός στόλος πλοίων τύπου ULCC καθώς το μέγεθος τους απαιτεί ειδικές προδιαγραφές ώστε να μπορέσουν να προσεγγίσουν ένα σταθμό φορτοεκφόρτωσης πετρελαίου. Τα συγκεκριμένα πλοία μπορούν να μεταφέρουν πετρέλαιο από υπεράκτιες πλατφόρμες εξόρυξης πετρελαίου και να το διοχετεύουν σε μικρότερα δεξαμενόπλοια ή σε υπεράκτιους σταθμούς εκφόρτωσης πετρελαίου. Ένα λιμάνι που παρέχει τις απαραίτητες εγκαταστάσεις ώστε να μπορέσει ένα πλοίο τέτοιου τύπου πλήρως φορτωμένο να προσεγγίσει είναι ο σταθμός φορτοεκφόρτωσης πετρελαίου στην Λουϊζιάνα. (Hamilton, 2014)

### 2.2.2 Ταξινόμηση Flexible Market Scale

Όπως αναφέραμε και παραπάνω το σύστημα ταξινόμησης AFRA (Average Freight Rate Assessment) καταργήθηκε το 1983, υπάρχει πλέον μια κλίμακα κατάταξη με βάση την χωρητικότητα εκτοπίσματος (Dead Weight Tonnage-DWT) ενός πλοίου η οποία ονομάζεται Flexible Market Scale και οι κύριες διαφορές με την κλίμακα AFRA είναι στα όρια μεγέθους που ορίζονται για κάθε ομάδα. (Μαρούδης Ευστράτιος, 2015)

Ταξινόμηση Flexible Market Scale	
Class	Size in DWT
Handy Size	10000-59999
Panamax	60000-79999
Aframax	80000-119999
Suezmax	120000-199999
Very Large Crude Carrier (VLCC)	200000-319999
Ultra Large Crude Carrier (ULCC)	320000-550000

*Πίνακας 2: Ταξινόμηση Flexible Market Scale*

Τα πλοία που ανήκουν στην κατηγορία Handy Size μπορούν να μεταφέρουν τόσο κατεργασμένο όσο και ακατέργαστο πετρέλαιο. Επιπλέον λόγω του μικρού τους μεγέθους μπορούν να προσεγγίσουν μικρότερα λιμάνια παγκοσμίως. Τα δεξαμενόπλοια αυτής της κατηγορίας συγκριτικά με το σύστημα AFRA είναι τα αντίστοιχα δεξαμενόπλοια μέτριου μεγέθους (Medium Range Tankers). (Energy Insights By McKinsey)

Στην κατηγορία Panamax ανήκουν τα δεξαμενόπλοια που έχουν περιορισμό στις διαστάσεις ώστε να είναι εφικτό να διασχίσουν την διώρυγα του Παναμά, η οποία μέχρι το 2016 είχε περιορισμό 320 m X 33,5m X 12,5m (Length X Beam X Depth). Οι πιο συχνές διαστάσεις ενός δεξαμενόπλοιου της κατηγορία Panamax είναι 227 m X 32,5 m X 12 m (Length X Beam X Depth). Μετά το 2016 άνοιξαν κάποιες καινούργιες δεξαμενές οι οποίες έχουν περιορισμό 427 m X 55 m X 18 m (Length X Beam X Depth). (Ship for Sale) Τα δεξαμενόπλοια τύπου Panamax μπορούν να μεταφέρουν τόσο κατεργασμένο όσο και ακατέργαστο πετρέλαιο, επιπλέον είναι τα αντίστοιχα Long Range 1 (LR1) σύμφωνα με το σύστημα κατάταξης AFRA. (Energy Insights By McKinsey)

Η ονομασία των δεξαμενόπλοιων Aframax προέρχεται από το σύστημα AFRA, τα πλοία της συγκεκριμένης ομάδας μεταφέρουν συνήθως ακατέργαστο πετρέλαιο, ενώ λόγω του ευνοϊκού τους μεγέθους μπορούν να προσεγγίσουν τα περισσότερα λιμάνια παγκοσμίως, και πιο συγκεκριμένα λιμάνια που μεγαλύτερα πλοία δεν μπορούν να προσεγγίσουν. Το τυπικό βύθισμα των δεξαμενόπλοιων αυτής της ομάδας κυμαίνεται από 14,5 m έως 15,5 m. Συγκριτικά με το σύστημα AFRA τα πλοία αυτής της κατηγορίας είναι μια υποκατηγορία της ομάδας Long Range 2 (LR2). (Energy Insights By McKinsey)

Τα πλοία της κατηγορίας Suezmax έχουν πάρει το όνομα τους από την Διώρυγα του Σουέζ καθώς είναι τα μεγαλύτερα πλοία που μπορούν να την διασχίσουν.



Χρησιμοποιούνται κυρίως για την μεταφορά ακατέργαστου πετρελαίου και για δρομολόγια μεγάλων αποστάσεων. Το τυπικό μήκος των δεξαμενόπλοιων Suezmax είναι κοντά στα 275 m. (Energy Insights By McKinsey)

Τέλος οι ομάδες Very Large Crude Carriers (VLCC) και Ultra Large Crude Carriers (ULCC), είναι τα αντίστοιχα πλοία του συστήματος AFRA (Average Freight Rate Assessment), με την μόνη διαφορά ότι τα VLCC έχουν χωρητικότητα από 200000 DWT έως 319999 DWT για την ταξινόμηση Flexible Market Scale ενώ για το σύστημα AFRA έχουν από 160000 DWT έως 319999 DWT.

Συγκριτικός πίνακας των δύο μεθόδων κατηγοριοποίησης			
AFRA (Average Freight Rate Assessment)		Flexible Market Scale	
Class	Size in DWT	Class	Size in DWT
General Purpose Tankers	10000-24999	Handy Size	10000-59999
Medium Range Tankers	25000-44999	Panamax	60000-79999
Long Range 1 (LR1)	45000-79999	Aframax	80000-119999
Long Range 2 (LR2)	80000-159999	Suezmax	120000-199999
Very Large Crude Carrier (VLCC)	160000-319999	Very Large Crude Carrier (VLCC)	200000-319999
Ultra Large Crude Carrier (ULCC)	320000-550000	Ultra Large Crude Carrier (ULCC)	320000-550000

*Πίνακας 3: Συγκριτικός πίνακας των δύο μεθόδων ταξινόμησης*

### Κεφάλαιο 3: Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (International Maritime Organization-IMO)

Είναι ευρέως διαδεδομένο πως ο καλύτερος τρόπος εξασφάλισης της ασφάλειας των θαλάσσιων μεταφορών είναι η σύμβαση διεθνών κανονισμών που όλα τα ναυτιλιακά έθνη φροντίζουν για την τήρηση τους. Στις 17 Μαρτίου του 1948 πραγματοποιήθηκε η διεθνής σύσκεψη στην Γενεύη όπου υιοθετήθηκε η σύμβαση για την επίσημη ίδρυση του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (IMO), το αρχικό του όνομα ήταν Διακυβερνητικός Ναυτιλιακός Συμβουλευτικός Οργανισμός (International Maritime Consultative Organization-IMCO) όμως το 1982 μετονομάστηκε σε Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός με έδρα το Λονδίνο. (International Maritime Organization (IMO))

Η Σύμβαση του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (IMO) τέθηκε σε ισχύ το 1958 και ο σκοπός του οργανισμού σύμφωνα με το Άρθρο 1(α) της σύμβασης είναι να φροντίζει για την συνεργασία μεταξύ των κυβερνήσεων σε θέματα που επηρεάζουν την ναυτιλία στο παγκόσμιο εμπόριο. Επιπλέον ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός στοχεύει στην υιοθέτηση υψηλών προδιαγραφών όσον αφορά την ασφάλεια στην θάλασσα, την αποδοτικότητα στην ναυσιπλοΐα και στην αποφυγή ρύπανσης της θάλασσας από τα πλοία. (International Maritime Organization (IMO))

Το πρώτο βήμα του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού ήταν να υιοθετήσει μια νέα έκδοση σχετικά με την Ασφάλεια Ζωής στην Θάλασσα (Safety Of Life At Sea - SOLAS). Πιο συγκεκριμένα το 1960 ασχολήθηκε με θέματα όπως η θαλάσσια κυκλοφορία, η μεταφορά επικίνδυνων φορτίων, οι γραμμές φόρτωσης, ενώ αναθεώρησε και το σύστημα μέτρησης της χωρητικότητας των πλοίων. (International Maritime Organization (IMO))

Μετά το ναυάγιο του Torrey Canyon το 1967 ένα σημαντικός κίνδυνος βγήκε στην επιφάνεια καθώς 120000 τόνοι πετρελαίου χύθηκαν στην θάλασσα, έτσι η ρύπανση του θαλάσσιου περιβάλλοντος σε συνδυασμό με την αύξηση τόσο της ποσότητας όσο και του μεγέθους των δεξαμενόπλοιων ήταν ανησυχητική. Γεγονός που οδήγησε στην υιοθέτηση μιας σειράς μέτρων τόσο για την πρόσληψη όσο και για την αντιμετώπιση των ατυχημάτων των δεξαμενόπλοιων. Επιπλέον εισήγαγε μέτρα για την αντιμετώπιση της ρύπανσης από τις εργασίες συντήρησης των δεξαμενόπλοιων όπως είναι ο καθαρισμός των δεξαμενών φορτίων πετρελαίου. Έτσι το 1973 υπογράφηκε η Διεθνής Σύμβαση για την ρύπανση από τα πλοία η οποία τροποποιήθηκε το 1978 (MARPOL 73/78) και καλύπτει τόσο την ρύπανση από πετρέλαιο όσο και την ρύπανση από χημικά προϊόντα και λύματα. (International Maritime Organization (IMO))

Αξιοσημείωτο έργο του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού την δεκαετία του 70 ήταν η δημιουργία ενός συστήματος αποζημίωσης για όσους είχαν υποστεί οικονομικές συνέπειες από την ρύπανση, ενώ με την ίδρυση του Διεθνούς Οργανισμού Κινητών Δορυφόρων (International Mobile Satellite Organization-IMSO) ξεκίνησε ένα σύστημα έρευνας και διάσωσης. (International Maritime Organization (IMO))

Το 1988 υιοθετήθηκε το Global Maritime Distress and Safety System γνωστό ως GMDSS ενώ το 1999 τέθηκε σε πλήρη λειτουργία. Ο σκοπός του GMDSS είναι να παρέχει βοήθεια σε ένα πλοίο που βρίσκεται σε κίνδυνο ακόμα και αν τα μέλη του πληρώματος δεν έχουν χρόνο να επικοινωνήσουν μέσω ασύρματου για βοήθεια. καθώς το μήνυμα θα μεταδοθεί αυτόματα. (International Maritime Organization (IMO))

Την δεκαετία του 1990 εισήλθαν νέα μέτρα που σχετίζονται κυρίως με το ανθρώπινο δυναμικό στην ναυτιλία, πιο συγκεκριμένα το Φεβρουάριο του 1997 τέθηκαν σε ισχύ τροποποιήσεις σχετικά με την εκπαίδευση και πιστοποίηση των ναυτικών, ενώ τον Ιούλιο του 1998 τέθηκε σε ισχύ ο Διεθνής Κώδικας Διαχείρισης Ασφάλειας (ISM Code). (International Maritime Organization (IMO))

Την δεκαετία του 2000 εγκρίθηκε η σύμβαση για τα συστήματα αντιρρύπανσης (AFS 2001), η σύμβαση διαχείρισης των υδάτων έρματος για την πρόληψη εισβολής ξένων μικροοργανισμών (BWM 2004) και η σύμβαση για την ανακύκλωση των πλοίων. Επιπλέον τέθηκε σε ισχύ το 2004 ο Διεθνής Κώδικας Ασφάλεια Πλοίων και Λιμενικών Εγκαταστάσεων (International Ship and Port Faculty Security Code-ISPS). (International Maritime Organization (IMO))

Καθώς τα όργανα του Διεθνή Ναυτιλιακού Οργανισμού έχουν τεθεί σε ισχύ, οι εξελίξεις στην τεχνολογία και η ιστορία των ατυχημάτων οδηγούν σε συνεχείς αλλαγές και τροποποιήσεις. (International Maritime Organization (IMO))

Σημαντική εξέλιξη των τελευταίων χρόνων αποτελεί το σύστημα ελέγχου των κρατών μελών του IMO, το οποίο κατέστη υποχρεωτικό βάσει ορισμένων βασικών πράξεων του IMO την 1η Ιανουαρίου 2016, θα διαδραματίζει όλο και περισσότερο βασικό ρόλο στην υποστήριξη της αποτελεσματικής εφαρμογής παρέχοντας σε ένα ελεγχόμενο κράτος μέλος μια συνολική και αντικειμενική αξιολόγηση του πόσο αποτελεσματικά διαχειρίζεται και εφαρμόζει τους κανονισμούς του IMO. (International Maritime Organization (IMO))

Τέλος όπως γίνεται αντιληπτό η αποστολή του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (IMO) ως εξειδικευμένης υπηρεσίας των Ηνωμένων Εθνών είναι να προάγει την ασφαλή, αποτελεσματική και βιώσιμη ναυτιλία θέτοντας υψηλά πρότυπα τόσο για την αποτελεσματικότητα της ναυσιπλοΐας όσο για την πρόληψη και τον έλεγχο της ρύπανσης από τα πλοία, και μέσω της εξέτασης των σχετικών νομικών θεμάτων και της αποτελεσματικής εφαρμογής των μέσων του την καθολική και ομοιόμορφη εφαρμογή τους. (International Maritime Organization (IMO))

## Κεφάλαιο 4: Διεθνής Ένωση Νηογνώμωνων (International Association of Classification Societies- IACS)

Η Διεθνής Ένωση Νηογνώμωνων έχει ρίζες από το 1930 με την Διεθνή Σύμβαση για τη Γραμμή Φόρτωσης (International Load Line Convention) στην οποία προβλήθηκε για πρώτη φορά η σπουδαιότητα της συνεργασίας μεταξύ των νηογνώμωνων. Ακολούθησε με πρωτοβουλία του Ιταλικού Νηογνώμονα (RINA) το 1939 η πρώτη συνέλευση μεταξύ του Αμερικάνικου Νηογνώμονα (ABS), του Γαλλικού Νηογνώμονα (BV), του Νορβηγικού (DNV), του Γερμανικού Νηογνώμονα (GL), του Βρετανικού Νηογνώμονα (LR) και του Ιαπωνικού Νηογνώμονα (NK) όπου συμφωνήθηκε η περαιτέρω συνεργασία μεταξύ των Νηογνώμωνων. Το πιο καθοριστικό βήμα πριν την δημιουργία της Διεθνής Ένωσης Νηογνώμωνων πραγματοποιήθηκε το 1955 όπου αποφασίστηκε η δημιουργία κοινών επιτροπών για εξειδικευμένα θέματα που αφορούσαν τους Νηογνώμονες, γεγονός που οδήγησε το 1968 και επίσημα στην δημιουργία της Διεθνής Ένωσης Νηογνώμωνων που αποτελούνταν από τους επτά Νηογνώμονες που αναφέρθηκαν προηγουμένως. (International Association of Classification Societies- IACS, 2020)

Αφοσιωμένος στην ασφαλή ναυσιπλοΐα και στις καθαρές θάλασσες ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός παρέχει τεράστια συνεισφορά στην ασφάλεια των πλοίων και σε κανονισμούς σχετικά με την τεχνική υποστήριξη τους. Περισσότερο από το 90 % του παγκόσμιου στόλου καλύπτεται από τους κανόνες και τις προδιαγραφές τόσο κατά την ναυπήγηση όσο και καθ' όλη την διάρκεια ζωής που ορίζονται από τα Μέλη του Οργανισμού. Ακόμα ο IACS αναγνωρίζεται ως ο κυρίαρχος τεχνικός σύμβουλος του IMO. (International Association of Classification Societies-IACS, 2019)

### 4.1 Βασικές Αξίες του Οργανισμού

Οι βασικές αξίες του Οργανισμού και των μελών του είναι:

#### 1. Ηγεσία

Η ικανότητα να προηγείται και να συνεργάζεται με τις ρυθμιστικές αρχές και την βιομηχανία σε πρωτοβουλίες που μπορούν να παρέχουν πρακτική καθοδήγηση σε περιβαλλοντικές ανησυχίες και να προωθήσουν αποτελεσματικά τη θαλάσσια ασφάλεια και τη βιωσιμότητα. (International Association of Classification Societies-IACS, 2019)

#### 2. Τεχνικές γνώσεις

Η εμπειρία που αποκτήθηκε μέσα από την πορεία του Οργανισμού μπορεί να οδηγήσει στην ανάπτυξη, υιοθέτηση και εφαρμογή τεχνικών κανόνων και ελάχιστων απαιτήσεων που αντικατοπτρίζουν την τρέχουσα πρακτική και τις μεταβαλλόμενες απαιτήσεις της κοινωνία, υποστηρίζοντας την καινοτομία και τις νέες τεχνολογίες. (International Association of Classification Societies-IACS, 2019)

### 3. Ποιοτικές Επιδόσεις

Η αυστηρή εφαρμογή του συστήματος πιστοποίησης ποιότητας (Quality System Certification Scheme-QSCS) οδηγεί στην δέσμευση της τήρησης των υψηλότερων πρότυπων ποιότητας παγκοσμίως. Γεγονός που αποδεικνύεται μέσω της πραγματικής απόδοσης από κατάλληλους δείκτες. (International Association of Classification Societies-IACS, 2019)

### 4. Διαφάνεια

Η ικανότητα ανοιχτής επικοινωνίας σχετικά με την έννοια της τάξης, τον ζωτικό της ρόλο και τα ποιοτικά πρότυπα, καθώς και την παροχή συμβουλών για την εφαρμογή κανονισμών αυξάνουν την εμπιστοσύνη στην τάξη. (International Association of Classification Societies-IACS, 2019)

#### 4.2 Μέλη της Διεθνής Ένωσης Νηογνώμωνων

Ο αριθμός των μελών του IACS δεν είναι σταθερός, έτσι παρατηρούνται αυξομειώσεις κατά την πάροδο των ετών. Σήμερα, απαρτίζεται από τα παρακάτω 11 μέλη:

- 1) Αμερικάνικος Νηογνώμονας - American Bureau of Shipping (ABS)
- 2) Γαλλικός Νηογνώμονας - Bureau Veritas (BV)
- 3) Κινέζικος Νηογνώμονας - China Classification Society (CCS)
- 4) Κροατικός Νηογνώμονας - Croatian Register of Shipping (CRS)
- 5) Νορβηγικός Νηογνώμονας - Det Norske Navale (DNV)
- 6) Ινδικός Νηογνώμονας - Indian Register of Shipping (IRCLASS)
- 7) Κορεάτικος Νηογνώμονας - Korean Register (KR)
- 8) Βρετανικός Νηογνώμονας - Lloyd's Register of Shipping (LR)
- 9) Ιαπωνικός Νηογνώμονας - Nippon Kaiji Kyokai (CLASSNK)
- 10) Πολωνικός Νηογνώμονας - Polish Register of Shipping (PRS)
- 11) Ιταλικός Νηογνώμονας - Registro Italiano Navale (RINA)

Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι μέχρι πρότινος μέλος της Διεθνής Ένωσης Νηογνώμωνων ήταν και ο Νηογνώμονας της Ρωσίας (Russian Maritime Register of Shipping – RMRS), όμως μετά τις εξελίξεις στην Ουκρανία και τις ενέργειες που έλαβαν οι κυβερνήσεις και πιο συγκεκριμένα τις κυρώσεις που επέβαλε το Ηνωμένο Βασίλειο όπου εδρεύει και η Διεθνής Ένωση Νηογνώμωνων, το συμβούλιο της Ένωσης αποφάσισε την απόσυρση του, και την στέρηση της ιδιότητας του μέλους της Διεθνής Ένωσης Νηογνώμωνων. (International Association of Classification Societies)

### 1. Αμερικάνικος Νηογνώμονας-American Bureau of Shipping (ABS)

Ο Αμερικάνικος Νηογνώμονας έχει ως στόχο να προάγει την ασφάλεια του εμπορίου τόσο για τα πληρώματα των πλοίων όσο και για το φυσικό περιβάλλον, κυρίως μέσω της θέσπισης υψηλών πρότυπων για τον σχεδιασμό, την κατασκευή και τη λειτουργία οποιονδήποτε εγκαταστάσεων που σχετίζονται με το θαλάσσιο περιβάλλον. Ο Αμερικάνικος Νηογνώμονας έχει ρίζες από το 1862 όπου ιδρύθηκε η Αμερικάνικη Ένωση Πλοιάρχων (American Shipmaster Association – ASA) στην Νέα Υόρκη. Πιο συγκεκριμένα σκοπός της Ένωσης ήταν η βελτίωση της ναυσιπλοΐας και η αποτελεσματικότητα των αξιωματικών, ενώ είχε θεσπίσει και αντίστοιχα πιστοποιητικά. Ο ABS δημοσίευσε για πρώτη φορά το 1870 τα πρώτα τεχνικά πρότυπα για ξύλινα σκάφη, ενώ μετά την εξέλιξη των ξύλινων σκαφών σε σιδερένια και αργότερα σε χαλύβδινα ο ABS το 1890 δημοσίευσε κανόνες για την κατασκευή και την ταξινόμηση χαλύβδινων σκαφών, κανόνες που συνεχίζουν να αναθεωρούνται και να εξελίσσονται κάθε χρόνο. Αξιοσημείωτο γνώρισμα για τον Αμερικάνικο Νηογνώμονα αποτελεί το γεγονός ότι το 2012 ήταν ο δεύτερος μεγαλύτερος Νηογνώμονας με στόλο από σχεδόν 12000 εμπορικά πλοία. (Everything About Boats)

### 2. Γαλλικός Νηογνώμονας - Bureau Veritas (BV)

Ο Γαλλικός Νηογνώμονας ιδρύθηκε το 1828 στην Αμβέρσα όχι όμως ως Νηογνώμονας αλλά ως γραφείο πληροφοριών σχετικά με την θαλάσσια ασφάλιση. Σήμερα κατατάσσεται ως ο δεύτερος μεγαλύτερος όμιλος παγκοσμίως σε υπηρεσίες αξιολόγησης συμμόρφωσης και πιστοποίησης στους τομείς της ποιότητας, του περιβάλλοντος και της κοινωνικής ευθύνης, της υγείας και της ασφάλειας. (Bureau Veritas)

### 3. Κινέζικος Νηογνώμονας - China Classification Society (CCS)

Ο Κινέζικος Νηογνώμονας ιδρύθηκε το 1956 και είναι ο μόνος οργανισμός που παρέχει υπηρεσίες ταξινόμησης στην Κίνα. Ο κύριος στόχος του είναι η παροχή υπηρεσιών για την ναυτιλία, την κατασκευή πλοίων, την ανάπτυξη των πλωτών κατασκευών και την ασφάλιση στην ναυτιλιακή βιομηχανία. Επιπλέον παρέχει νομικές υπηρεσίες για την εξασφάλιση της ποιότητας και της ασφάλειας ζωής των ναυτικών, της παρουσίας στη θάλασσα αλλά και πρόληψη του κινδύνου ρύπανσης του θαλάσσιου περιβάλλοντος. (China Classification Society)

### 4. Κροατικός Νηογνώμονας - Croatian Register of Shipping (CRS)

Ο Κροατικός Νηογνώμονας αποτελεί τον διάδοχο της ταξινόμησης των πλοίων στην ανατολική ακτή της Αδριατικής. Πιο συγκεκριμένα, το 1858 ιδρύθηκε ο Αυστριακός Νηογνώμονας και αποτελούσε εκείνη την περίοδο τον τρίτο μεγαλύτερο Νηογνώμονα στον κόσμο. Μερικά χρόνια αργότερα και συγκεκριμένα το 1918 μετονομάστηκε σε Νηογνώμονας της Αδριατικής και λειτούργησε για τα επόμενα τρία χρόνια. Ο Κροατικός Νηογνώμονας ιδρύθηκε το 1942 και μέχρι το 1992 ονομαζόταν Νηογνώμονας της Γιουγκοσλαβίας. Ο Κροατικός Νηογνώμονας από τον Μάιο του 2011 αποτελεί μέλος της Διεθνή Ένωσης Νηογνώμωνων, ενώ κύριο μέλημα του αποτελεί η διασφάλιση της προστασίας του περιβάλλοντος σε συνδυασμό με την αποδοτική λειτουργία των πλοίων. (Croatian Register of Shipping)

#### 5. Νορβηγικός Νηογνώμονας - Det Norske Navale (DNV)

Ο Νορβηγικός Νηογνώμονας ιδρύθηκε το 1864 ως επικεφαλής της επιθεώρησης και της τεχνικής αξιολόγησης των εμπορικών σκαφών της Νορβηγίας. Το 2013 ο Νορβηγικός Νηογνώμονας συγχωνεύτηκε με τον Γερμανικό Νηογνώμονα (Germanischer Lloyd- GL) και έτσι σχηματίστηκε ο Νηογνώμονας DNV-GL ο οποίος το 2021 μετονομάστηκε σε DNV. Ο Γερμανικός Νηογνώμονας ιδρύθηκε το 1867 στο Αμβούργο καθώς εκείνη την εποχή, η ναυτιλιακή βιομηχανία γνώριζε ταχύτατη ανάπτυξη γεγονός που οδήγησε στην ανάγκη για ναυτιλιακή ασφάλιση. (Der Norske Navale)

#### 6. Ινδικός Νηογνώμονας - Indian Register of Shipping (IRCLASS)

Ο Νηογνώμονας της Ινδίας ιδρύθηκε το 1975 ως μη κερδοσκοπικός οργανισμός χωρίς μετόχους, χωρίς μετοχικό κεφάλαιο και χωρίς διανομή μερισμάτων αλλά με στόχο την παροχή πίστης και ταξινόμησης της εμπορικής ναυτιλίας. Κύριο μέλημα του είναι η συνεχής βελτίωση και καθιέρωση προτύπων για την ναυπήγηση και συντήρηση πλοίων και θαλάσσιων κατασκευών, αλλά και η στήριξη στην εμπορική ναυτιλία της Ινδίας. Το τεχνικό προσωπικό υψηλής εξειδίκευσης έχει καταφέρει μέσα σε μικρό χρονικό διάστημα να εδραιώσει τον Νηογνώμονα της Ινδίας ως ένα κορυφαίο Νηογνώμονα παγκοσμίως. (Indian Register of Shipping)

#### 7. Κορεάτικος Νηογνώμονας - Korean Register (KR)

Ο Νηογνώμονας της Κορέας ιδρύθηκε το 1960 και από το 1988 αποτελεί μέλος της Διεθνής Ένωσης Νηογνώμονων, ενώ είναι ο μόνος Νηογνώμονας με έδρα τη Δημοκρατία της Κορέας. Ο Κορεάτικος Νηογνώμονας είναι αναγνωρισμένος Νηογνώμονας σε παραπάνω από 80 σημαίες και παρέχει ένα δίκτυο διαχείρισης με πάνω από 60 γραφεία στα μεγαλύτερα λιμάνια παγκοσμίως. Ακόμα ο οργανισμός είναι απόλυτα αφοσιωμένος στην ανάπτυξη τεχνολογιών για την διαχείριση των πλοίων αλλά και την προστασία του περιβάλλοντος. (Korean Register)

#### 8. Βρετανικός Νηογνώμονας - Lloyd's Register of Shipping (LR)

Ο Βρετανικός Νηογνώμονας δημιουργήθηκε το 1760 από τους πελάτες του Edward Lloyd's στο Λονδίνο με στόχο να δοθούν στους εμπόρους και τους ασφαλιστές πληροφορίες σχετικά με την ασφάλεια και την ποιότητα των σκαφών. Με το πέρασμα των χρόνων ο Βρετανικός Νηογνώμονας έχει καταφέρει να θεσπίσει καινοτομίες στους τομείς της ενέργειας και της ναυτιλίας βοηθώντας το ασφαλές εμπόριο και την ασφάλεια ζωής στην θάλασσα. (Lloyd's Register) Ο Βρετανικός Νηογνώμονας είναι γνωστός για την ταξινόμηση και την πιστοποίηση των πλοίων, και οι κανόνες του προέρχονται από τις αρχές της ναυπηγικής θέτοντας υψηλά πρότυπα για την ασφάλεια και την λειτουργία τους. (Βερτόπουλος, 2014)

#### 9. Ιαπωνικός Νηογνώμονας - Nippon Kaiji Kyokai (CLASSNK)

Ο Ιαπωνικός Νηογνώμονας ιδρύθηκε το 1899 στο Τόκιο με βασικό στόχο να παρέχει στήριξη στην ναυτιλιακή βιομηχανία της Ιαπωνίας. Το 1919 ο Ιαπωνικός Νηογνώμονας όπως ονομαζόταν τότε Teikoku Kaiji Kyokai (TKK) κέρδισε διεθνής αναγνώριση και έτσι το 1920 για πρώτη φορά πλοίο έλαβε πιστοποίηση κλάσης από τον τότε TKK, ενώ το 1934 έγινε ο επίσημος Νηογνώμονας της Ιαπωνίας θέτοντας με

αυτόν τον τρόπο τα θεμέλια για τον ρόλο που κατέχει σήμερα. Μετά τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο και πιο συγκεκριμένα από το 1946 ο Νηογνώμονας λειτουργεί με το σημερινό του όνομα Nippon Kaiji Kyokai, ενώ τον Μάιο του 2012 ο Νηογνώμονας ανακοίνωσε ότι ξεπέρασε το όριο των 200 εκατομμυρίων μεικτών τόνων και έγινε ο πρώτος Νηογνώμονας που ξεπέρασε αυτό το όριο. (ClassNK Charting the Future)

#### 10. Πολωνικός Νηογνώμονας - Polish Register of Shipping (PRS)

Η ανάγκη για ίδρυση του Πολωνικού Νηογνώμονα πρωτοεμφανίστηκε το 1932 έπειτα από δυσκολίες που προέκυψαν από τον Γερμανία για τον στόλο στην Πολωνία. Τα προβλήματα αφορούσαν κυρίως την ασφαλιστική κάλυψη πλοίων που μετέφεραν φορτίο μεταξύ των λιμανιών της πόλης Γκνύντια και της Ελεύθερης Πόλης του Ντάντσιχ γεγονός που τέσσερα χρόνια αργότερα οδήγησε στην δημιουργία του Πολωνικού Νηογνώμονα. Ορόσημο στην ιστορία του Πολωνικού Νηογνώμονα αποτελεί η προσθήκη του ως μέλος στην Διεθνή Ένωση Νηογνομόνων, γεγονός που οδήγησε στην συμμετοχή του στις εργασίες ανάπτυξης και έρευνας των μελών του IACS σε σύγχρονες μεθόδους εποπτείας των πλοίων. Ακόμα η παρουσία του Πολωνικού Νηογνώμονα στην παγκόσμια ναυτιλία ήταν φανερή από τον αυξανόμενο αριθμό πλοίων πολωνικής σημαίας πέρα από τα σύνορα της Πολωνίας. (PRS EN - Polski Rejestr Statków)

#### 11. Ιταλικός Νηογνώμονας - Registro Italiano Navale (RINA)

Ο Ιταλικός Νηογνώμονας ιδρύθηκε το 1861 στην Γένοβα, το ναυτιλιακό κέντρο της Ιταλίας με την επωνυμία Registro Italiano Navale και στόχο να ενισχύσει την ιταλική ναυτιλία. Διαχρονικά ο Ιταλικός Νηογνώμονας έχει συνδεθεί με την τεχνολογική εξέλιξη κατοχυρώνοντας την ασφάλεια και την ποιότητα της ανθρώπινης ζωής στην θάλασσα αλλά και την προστασία του περιβάλλοντος. Ακόμα ο Ιταλικός Νηογνώμονας φροντίζει για την πιστοποίηση σημαντικών εξαρτημάτων των πλοίων όπως είναι ο εξοπλισμός σωστικών μέσων, εξοπλισμός προστασίας από πυρκαγιά, ο εξοπλισμός ραδιοεπικοινωνίας και τηλεπικοινωνιών. (Γεωργιάδης, 2016)



## Κεφάλαιο 5: Κοινοί Κατασκευαστικοί Κανόνες (Common Structural Rules-CSR)

Τον Δεκέμβριο του 2005 και πιο συγκεκριμένα στις 14 Δεκεμβρίου το συμβούλιο της Διεθνούς Ένωσης Νηογνομόνων συμφώνησε ομόφωνα στην υιοθέτηση των Κοινών Κατασκευαστικών Κανόνων (Common Structural Rules-CSR) για τα δεξαμενόπλοια διπλού τοιχώματος (Common Structural Rules for Oil Tankers – CSR-OT) και για τα πλοία μεταφοράς χύδην φορτίων (Common Structural Rules for Bulk Carriers-CSR-BC) και στην εφαρμογή τους από 1 Απριλίου 2006. Το συμβούλιο της Διεθνούς Ένωσης Νηογνομόνων ήταν πεπεισμένο πως οι Κοινοί Κατασκευαστικοί Κανόνες (Common Structural Rules-CSR) βασίστηκαν σε τεχνικές προδιαγραφές με στόχο την καλύτερη και πιο ασφαλή κατασκευή πλοίων. (International Association of Classification Societies-IACS)

Τα παραπάνω δύο σύνολα κανόνων αναπτύχθηκαν ανεξάρτητα καθώς πρόκειται για διαφορετικού τύπου πλοία. Η Διεθνώς Ένωση Νηογνομόνων όμως προκειμένου να αποφευχθούν παραλλαγές και να υπάρχει συνέπεια αποφάσισε να εναρμονίσει αυτούς τους κανόνες. Πλέον υπάρχει ένα σύνολο κανόνων που αφορά τόσο τα δεξαμενόπλοια διπλού τοιχώματος όσο και τα πλοία μεταφοράς χύδην φορτίων (Common Structural Rules-Harmonized ή αλλιώς CSR-H) και χωρίζεται σε δυο μέρη. Το Μέρος Πρώτο παρέχει απαιτήσεις κοινές τόσο για τα πλοία μεταφοράς χύδην φορτίου όσο και για τα δεξαμενόπλοια διπλού τοιχώματος και το δεύτερο μέρος παρέχει πρόσθετες εξειδικευμένες απαιτήσεις ειδικά για τα πλοία μεταφοράς χύδην φορτίου και για τα δεξαμενόπλοια διπλού τοιχώματος. (International Association of Classification Societies-IACS)

Η Διεθνής Ένωση Νηογνομόνων έθεσε σε ισχύ το πρόγραμμα συντήρησης των Κοινών Κατασκευαστικών Κανόνων (Common Structural Rules-CSR) για τα δεξαμενόπλοια διπλού τοιχώματος (Common Structural Rules for Oil Tankers – CSR-OT) και για τα πλοία μεταφοράς χύδην φορτίων (Common Structural Rules for Bulk Carriers-CSR-BC) μέσω του κέντρου γνώσης IACS CSR Knowledge Center (KC), όπου όλες οι ερωτήσεις και απαντήσεις δημοσιεύονται στην ιστοσελίδα του Οργανισμού με σκοπό να βοηθήσουν τα Μέλη-Κράτη και την Ναυτιλιακή Βιομηχανία να εφαρμόσουν με ομοιόμορφο και ασφαλές τρόπο του Κοινούς Κατασκευαστικούς Κανόνες (Common Structural Rules-CSR). (International Association of Classification Societies-IACS)

Ένα κέντρο γνώσης για τους Κοινούς Κατασκευαστικούς Κανόνες εφαρμόστηκε από την Διεθνής Ένωση Νηογνομόνων ως αποθετήριο ερωτήσεων και παρατηρήσεων για την διατήρηση των κανόνων και της διαχείρισή τους. (International Association of Classification Societies-IACS)

Οι Κοινοί Κατασκευαστικοί Κανόνες (Common Structural Rules-CSR) έχουν εφαρμογή σε:

- 1) Πλοία μεταφοράς χύδην φορτίων και δεξαμενόπλοια διπλού τοιχώματος.
- 2) Αυτοπροωθούμενα πλοία χωρίς περιορισμούς πλοήγησης.

3) Πλοία με συμβόλαιο κατασκευής από 1 Ιουλίου 2015.

Χωρίς περιορισμούς στην πλοήγηση σημαίνει ότι το πλοίο δεν υπόκειται σε γεωγραφικούς περιορισμούς όπως ωκεανούς και εποχής εκτός από περιορισμούς στην λειτουργία του πλοίου σε πάγο. (International Association of Classification Societies-IACS)

Συμβόλαιο κατασκευής νοείται η ημερομηνία που υπογράφεται η σύμβαση για κατασκευή του πλοίου μεταξύ του ιδιοκτήτη και ναυπηγείου. (International Association of Classification Societies-IACS)

Οι Κοινοί Κατασκευαστικοί Κανόνες (Common Structural Rules-CSR) ισχύουν για πλοία που κατασκευάζονται από συγκολλημένες κατασκευές χάλυβα και η κατασκευή του πλοίου είναι διαμήκης η εγκάρσια και πλαισιώνεται από εγκάρσιες φρακτές και ενδιάμεσους νομείς. Ακόμα η κατασκευή του πλοίου πρέπει να συμμορφώνεται με τους κανονισμούς, οι οποίοι περιλαμβάνουν διπλό πυθμένα, το βάθος του οποίου πρέπει να είναι σύμφωνο με τις νομοθετικές απαιτήσεις και ο χώρος του μηχανοστασίου να βρίσκεται πίσω από τις δεξαμενές φορτίου. (International Association of Classification Societies-IACS)

#### 5.1 Εφαρμογή Κανονισμών σε Δεξαμενόπλοια.

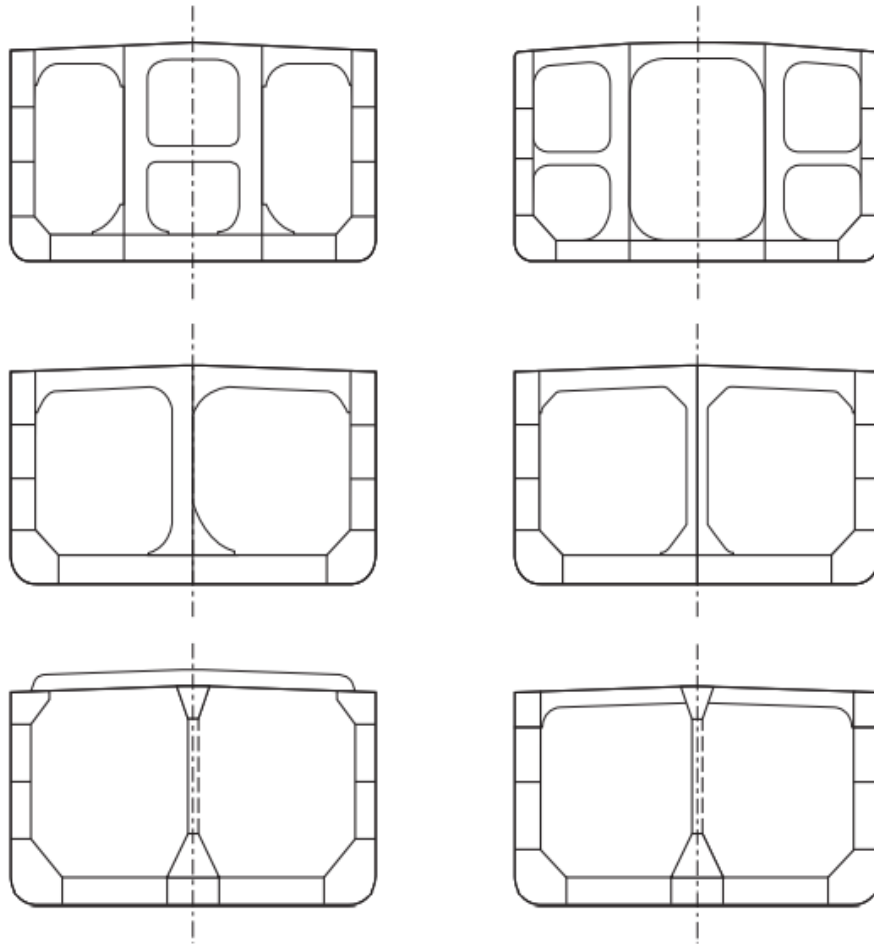
Οι κανονισμοί ισχύουν για τις κατασκευές πετρελαιοφόρων διπλού τοιχώματος μήκους από 150 m και πάνω. Ως πετρελαιοφόρο ορίζεται κάθε πλοίο που πρέπει να συμμορφώνεται με το παράρτημα 1 της MARPOL 73/78. (International Association of Classification Societies-IACS)

Η μέση τομή των δεξαμενόπλοιων που καλύπτονται από τους κανονισμούς εμφανίζονται παρακάτω και περιλαμβάνουν:

- Διπλό τοίχωμα με πλάτος σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς.
- Διαμήκη ενισχυτικά και εγκάρσιες φρακτές.
- Μονού καταστρώματος κατασκευές.

Οι κανονισμοί ακόμα βασίζονται στην παρακάτω θερμοκρασία σχεδίασης για το φορτίο:

- Μέγιστη θερμοκρασία 80 °C
- Ελάχιστη θερμοκρασία 0 °C



*Εικόνα 1: Τυπική Μέση Τομή Δεξαμενόπλοιων Διπλού Τοιχώματος  
(International Association of Classification Societies-IACS)*

## 5.2 Περιγραφή των Κανονισμών

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως οι κανονισμοί διακρίνονται σε δύο μέρη:

- Μέρος Πρώτο: Γενικές απαιτήσεις
- Μέρος Δεύτερο: Τύπος πλοίου

Το κάθε μέρος είναι δομημένο σε κεφάλαια που δίνουν οδηγίες για την λεπτομερή εφαρμογή και τις απαιτήσεις κάθε κανόνα.

Το πρώτο μέρος των Κοινών Κατασκευαστικών Κανόνων (Common Structural Rules-CSR) παρέχει απαιτήσεις κοινές για όλους τους τύπους πλοίων ως εξής:

- Κεφάλαιο 1: Γενικές Αρχές Κανονισμών
- Κεφάλαιο 2: Σχεδιασμός Γενικής Διαρρύθμισης.
- Κεφάλαιο 3: Αρχές Κατασκευαστικού Σχεδίου.
- Κεφάλαιο 4: Φορτία.
- Κεφάλαιο 5: Αντοχή Δοκού.
- Κεφάλαιο 6: Πάχος Γάστρας.

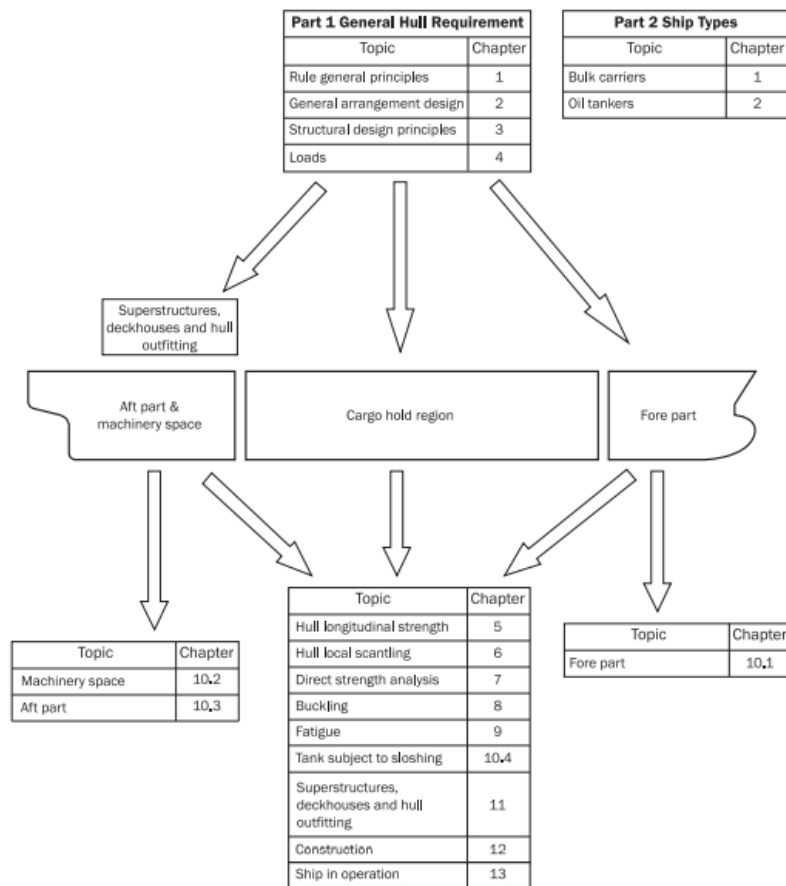
- Κεφάλαιο 7: Ανάλυση Άμεσης Αντοχής.
- Κεφάλαιο 8: Λυγισμός.
- Κεφάλαιο 9: Κόπωση.
- Κεφάλαιο 10: Λοιπές Κατασκευές.
- Κεφάλαιο 11: Υπερκατασκευές και εξοπλισμός γάστρας.
- Κεφάλαιο 12: Κατασκευή.
- Κεφάλαιο 13: Πλοίο σε Λειτουργία – Κριτήρια Ανανέωσης.

Τα κεφάλαια 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 12, 13 και η ενότητα 4 του κεφαλαίου 10 ισχύουν για όλα τα μήκη πλοίων, ενώ τα κεφάλαια 7, 9, 11 και το υπόλοιπο κεφάλαιο 10 ορίζουν το δικό τους πεδίο εφαρμογής. (International Association of Classification Societies-IACS)

Το δεύτερο μέρος των κανονισμών παρέχει απαιτήσεις για συγκεκριμένο τύπο πλοίου όπως παρουσιάζεται παρακάτω:

- Κεφάλαιο 1: Πλοία μεταφοράς χύδην φορτίου.
- Κεφάλαιο 2: Δεξαμενόπλοια

Η διάταξη του πλοίου πρέπει να συμμορφώνεται με τα αντίστοιχα μέρη και κεφάλαια των κανονισμών όπως εμφανίζεται παρακάτω:



Εικόνα 2: Διάταξη πλοίου και συμμόρφωση με τα αντίστοιχα κεφάλαια των κανονισμών.

(International Association of Classification Societies-IACS)

Για τους σκοπούς της εφαρμογής των κανονισμών, το πλοίο θεωρείται ότι διαιρείται στα παρακάτω πέντε μέρη:

- Μπροστινό μέρος.
- Χώρος φορτίου.
- Μηχανοστάσιο.
- Πίσω μέρος.
- Υπερκατασκευές και υπερστεγάσματα

#### Μπροστινό μέρος (Πρωραίο μέρος)

Το μπροστινό μέρος είναι εκείνο το τμήμα του πλοίου που βρίσκεται μπροστά από την φρακτή σύγκρουσης. (International Association of Classification Societies-IACS)

#### Χώρος φορτίου

Ο χώρος φορτίου είναι το τμήμα του πλοίου που περιέχει αμπάρια φορτίου, δεξαμενές φορτίου και περιλαμβάνει το πλήρες πλάτος και το βάθος του πλοίου, την φρακτή σύγκρουσης και το εγκάρσια φρακτή στο πίσω μέρος του. Ακόμα ο χώρος φορτίου δεν περιλαμβάνει το αντλιοστάσιο, εάν υπάρχει. (International Association of Classification Societies-IACS)

#### Μηχανοστάσιο

Το μηχανοστάσιο είναι ο χώρος μεταξύ την πρυμναίας φρακτής και την φρακτής στο πίσω μέρος του χώρου φορτίου και περιλαμβάνει και το αντλιοστάσιο. (International Association of Classification Societies-IACS)

#### Πίσω μέρος (Πρυμναίο μέρος)

Το πίσω μέρος περιλαμβάνει τις κατασκευές που βρίσκονται στο πίσω μέρος της πρυμναίας φρακτής. (International Association of Classification Societies-IACS)

#### Υπερκατασκευές και υπερστεγάσματα

Υπερκατασκευή είναι μια κατασκευή στο κατάστρωμα εξάλων που εκτείνεται από πλευρά σε πλευρά του πλοίου.

Υπερστέγασμα ορίζεται ως η κατασκευή στο κατάστρωμα εξάλων που δεν εκτείνεται σε όλο το πλάτος του πλοίου.

### 5.3 Βασικές Αρχές Κανονισμών

Οι στόχοι των κανονισμών είναι να θεσπίζουν τις ελάχιστες απαιτήσεις ταξινόμησης για την μείωση του ρίσκου της αστοχίας την κατασκευής με σκοπό να βελτιώσουν της ασφάλεια της ζωής στην θάλασσα, να εξασφαλίσουν την προστασία του περιβάλλοντος και να συμβάλλουν στην ανθεκτικότητα της κατασκευής για την διάρκεια ζωής του πλοίου. (International Association of Classification Societies-IACS)

Οι Κανονισμοί βασίζονται σε συγκεκριμένες παραμέτρους σχεδίασης και υποθέσεις που αποτελούν την βάση σχεδίασης των πλοίων που έχουν εφαρμογή. Πιο συγκεκριμένα η βάση σχεδίασης περιλαμβάνει γεωμετρικά όρια για την γάστρα του πλοίου και συνθήκες περιβάλλοντος τόσο για το εξωτερικό όσο για το εσωτερικό περιβάλλον του πλοίου. Επιπλέον περιλαμβάνουν και αντίστοιχες συνθήκες λειτουργίας ανάλογα το βύθισμα λειτουργίας. Η γεωμετρία της γάστρας αποτελεί τον πυλώνα για την πρόβλεψη των διαφόρων φορτίσεων. Για τον λόγο αυτό οι κανονισμοί θέτουν τα παρακάτω κατασκευαστικά όρια εφαρμογής τους: (Φωτόπουλους, 2019)

- Μήκος πλοίου μικρότερο από 500 m ( $L < 500$  m).
- Πρισματικός συντελεστής μεγαλύτερος από 0.6 ( $C_b > 0.6$ )
- Αναλογία μήκους προς πλάτους μεγαλύτερη από 5 ( $L/B > 5$ )
- Αναλογία μήκους προς κοίλου μικρότερη από 2.5 ( $B/D < 2.5$ )

Για τα πλοία με κατασκευαστικές ιδιαιτερότητες ή με ασυνήθιστη μορφή γάστρας γίνονται ειδικές θεωρήσεις από την κάθε κλάση για τον υπολογισμό των φορτίσεων. (Φωτόπουλους, 2019)

Για τον υπολογισμό των εξωτερικών φορτίσεων οι συνθήκες περιβάλλοντος θεωρούνται κοινές για όλα τα πλοία, με την παραδοχή ότι το πλοίο ταξιδεύει στον Βόρειο Ατλαντικό ωκεανό και αντιμετωπίζει τις πιο δυσμενείς καταστάσεις και αποκρίσεις. Ενώ, μετεωρολογικά φαινόμενα όπως θαλάσσια ρεύματα, άνεμος και πάγος δεν λαμβάνονται υπόψη από τους κανονισμούς. (Φωτόπουλους, 2019)

Για τον υπολογισμό των εσωτερικών φορτίσεων οι κανονισμοί καθορίζουν συγκεκριμένες τιμές για την πυκνότητα του πετρελαίου καθώς και την πυκνότητα του θαλάσσιου έρματος. Πιο συγκεκριμένα: (Φωτόπουλους, 2019)

- Πυκνότητα πετρελαίου για έλεγχο αντοχής μεγαλύτερη ή ίση από  $1.025 \text{ t/m}^3$ .
- Πυκνότητα πετρελαίου για έλεγχο έναντι κοπώσεως  $0.9 \text{ t/m}^3$ .
- Πυκνότητα θαλάσσιου έρματος  $1.025 \text{ t/m}^3$ .

Οι κανονισμοί βασίζονται στην μελέτη διαφόρων καταστάσεων φόρτωσης για να εξασφαλίσουν την ασφάλεια του πλοίου σε διάφορα βυθίσματα λειτουργίας. Τα βυθίσματα που αφορούν τις ελάχιστες καταστάσεις φόρτωσης και χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο αντοχής είναι τα παρακάτω: (Φωτόπουλους, 2019)

- Βύθισμα αντοχής (Scantling Draft)
- Ελάχιστο βύθισμα ερματισμού (Minimum Ballast Draft)
- Ελάχιστο βύθισμα βαρέος ερματισμού (Minimum Heavy Ballast Draft)

Οι κανονισμοί βασίζονται στις παρακάτω σχεδιαστικές αρχές:

- Η αξιοπιστία της κατασκευής μπορεί να εκτιμηθεί αντιμετωπίζοντας τα πιθανά σενάρια αστοχίας όταν το πλοίο υπόκειται σε φορτία λόγω της λειτουργίας του και σε φορτίσεις από τις συνθήκες περιβάλλοντος.
- Η σχεδίαση της κατασκευής συμμορφώνεται με τις σχεδιαστικές απαιτήσεις που ορίζουν οι κανονισμοί.
- Οι κατασκευαστικές απαιτήσεις βασίζονται σε σενάρια φορτίσεων τα οποία καλύπτουν όλες τις λειτουργικές καταστάσεις φόρτωσης ενός πλοίου.  
(International Association of Classification Societies-IACS)

Η κατασκευή του πλοίου έχει σχεδιαστεί ώστε:

- Να λειτουργεί με ένα βαθμό πλεονασμού, να υπάρχει δηλαδή μια ιεραρχία στην κατασκευή. Για παράδειγμα, η κόπωση ενός κατασκευαστικού στοιχείου χαμηλά στην ιεραρχία να μην οδηγεί σε αστοχία των κατασκευαστικών στοιχείων υψηλά στην ιεραρχία.
- Να διαθέτει επαρκή αντοχή ώστε να αντέχει τις εξωτερικές φορτίσεις λόγω κυματισμών και τα εσωτερικά φορτία σε καταστάσεις βλάβης όπως είναι ένα σενάριο σύγκρουσης, προσάραξης ή πλημμύρας. Οι υπολογισμοί της υπολειπόμενης αντοχής πρέπει να λαμβάνουν υπόψη την εφεδρική χωρητικότητα λόγω παραμόρφωσης και του λυγισμού.
- Τα περιστατικά ρωγμών να ελαχιστοποιούνται, ιδιαίτερα σε σημεία όπου επηρεάζει την τα βασικά δομικά στοιχεία της κατασκευής, την απόδοση της κατασκευής ή άλλα συστήματα που είναι δύσκολο να επιθεωρηθούν και να επισκευαστούν.
- Να έχει επαρκή αντοχή για να επιβιώσει σε περίπτωση που μια σύγκρουση οδηγήσει σε καταστροφή και πλημμύρα οποιουδήποτε διαμερίσματος.  
(International Association of Classification Societies-IACS)

#### 5.4 Οριακές Καταστάσεις Κανονισμών

Οι κανονισμοί βασίζονται στις αρχές σχεδιασμού οριακής κατάστασης, που είναι μια συστηματική προσέγγιση όπου κάθε δομικό στοιχείο αξιολογείται σύμφωνα με πιθανούς τρόπους αστοχίας που σχετίζονται με πιθανά σενάρια φορτίσεων που μπορεί να αντιμετωπίσει το πλοίο. Λαμβάνοντας υπόψη όλες τις σχετικές οριακές φορτίσεις προκύπτουν τα ελάχιστα όρια για κάθε δομικό στοιχείο. (International Association of Classification Societies-IACS)

Οι οριακές καταστάσεις χωρίζονται σε τέσσερις βασικές κατηγορίες:

- Οριακή κατάσταση λειτουργικότητας (Serviceability Limit State -SLS)

Αντιστοιχεί στις συνθήκες πέραν από τις οποίες το πλοίο δεν εκτελεί ικανοποιητικά τις κανονικές λειτουργίες του. Εξετάζεται αν οι τάσεις και οι παραμορφώσεις στα κατασκευαστικά στοιχεία διατηρούνται σε αποδεκτά επίπεδα. (Φωτόπουλος, 2019)

- Τελική οριακή κατάσταση (Ultimate Limit State-ULS)

Αντιστοιχεί στη μέγιστη φόρτιση που μπορεί να υποστεί η κατασκευή, καθώς και στη μέγιστη παραμόρφωση, σε άθικτη κατάσταση. Εξετάζεται αν η κατασκευή μπορεί να δεχτεί ακραίες φορτίσεις που είναι δυνατόν να αντιμετωπίσει το πλοίο στη διάρκεια της ζωής του χωρίς να υποστεί κόπωση. (Φωτόπουλος, 2019)

- Οριακή κατάσταση κόπωσης (Fatigue Limit State-FLS)

Αντιστοιχεί στην υποβάθμιση της κατασκευαστικής επάρκειας λόγω της μακροχρόνιας φόρτισης. Συγκεκριμένα, πραγματοποιείται εκτίμηση των περιοδικών φορτίσεων που θα αντιμετωπίσει το πλοίο σε όλη τη διάρκεια της ζωής του (25 χρόνια) και ελέγχεται αν η κατασκευή μπορεί να φέρει με ασφάλεια τις εκτιμώμενες εναλλαγές φόρτισης. (Φωτόπουλος, 2019)

- Τυχαία οριακή κατάσταση (Accidental Limit State-ALS)

Αντιστοιχεί στην ικανότητα της κατασκευής να ανταπεξέλθει σε καταστάσεις φόρτισης πέραν της φυσιολογικής της λειτουργίας, σε περιπτώσεις δηλαδή ατυχήματος. Συγκεκριμένα, εξετάζεται αν η κατασκευή μπορεί να ανταπεξέλθει χωρίς να υπάρχουν εκτεταμένες ζημιές, ώστε το πλοίο να μπορεί να συνεχίσει τον πλου του σε ασφαλές μέρος και να αποτραπούν η μόλυνση του περιβάλλοντος, καθώς και απώλειες ζωής. (Φωτόπουλος, 2019)

## 5.5 Τρόποι Αστοχίας

Οι τρόποι αστοχίας της κατασκευής που εξετάζονται από τους κανονισμούς περιγράφονται αναλυτικά παρακάτω

### 1) Διαρροή (Yielding)

Η διαρροή είναι μια αστοχία κατά την οποία εμφανίζονται τοπικές πλαστικές παραμορφώσεις στα δομικά στοιχεία της κατασκευής τα οποία υπόκεινται τόσο επίπεδη όσο και ορθή εντατική τάση. Η τοπική πλαστική παραμόρφωση ελέγχεται στις οριακές καταστάσεις SLS, ULS και ALS εξασφαλίζοντας ότι οι αναπτυσσόμενες τάσεις στα δομικά στοιχεία δεν υπερβαίνουν μια οριακή τιμή η οποία θα μπορούσε να οδηγήσει σε ολική απώλεια του δομικού στοιχείου. (Φωτόπουλος, 2019)

### 2) Πλαστική κατάρρευση (Plastic Collapse)

Η πλαστική κατάρρευση εμφανίζεται συνήθως σε τοπικά κατασκευαστικά στοιχεία που υπόκεινται σε κάθετες (κρουστικές) πιέσεις. Αποτέλεσμα αυτής της μορφής αστοχίας είναι μόνιμη κάθετη παραμόρφωση στα κατασκευαστικά μέλη χωρίς όμως να επηρεάζεται η καθολική αντοχή του πλοίου. Ελέγχεται στις οριακές καταστάσεις ULS και ALS χρησιμοποιώντας συμβατή μέθοδο πλαστικής σχεδίασης. (Φωτόπουλος, 2019)

### 3) Λυγισμός (Buckling)



Ο λυγισμός αποτελεί ένα ασταθές φαινόμενο που εμφανίζεται στα δομικά στοιχεία που δέχονται θλιπτικά φορτία. Όταν η τάση στα μέλη αυτά φτάνει την ελαστική τάση λυγισμού, προκαλείται ελαστικός λυγισμός κατά την άσκηση του θλιπτικού φορτίου. Ο λυγισμός με μικρή ελαστική παραμόρφωση ελέγχεται στην οριακή κατάσταση SLS. Αν το θλιπτικό φορτίο αυξηθεί περαιτέρω, προκαλείται ανακατανομή της τάσης λόγω λυγισμού του ασθενέστερου κατασκευαστικού μέλους και η τάση σε κάποια στοιχεία φτάνει το όριο διαρροής. Ο λυγισμός με μεγάλη ελαστική παραμόρφωση ελέγχεται στις οριακές καταστάσεις ULS και ALS. Όταν το θλιπτικό φορτίο αφαιρείται, δεν προκύπτει κάποια αστοχία λόγω λυγισμού. (Φωτόπουλος, 2019)

Υπάρχει όμως και ο μη αναστρέψιμος λυγισμός, ο πλαστικός λυγισμός προκαλείται όταν η τάση στα κατασκευαστικά μέλη υπερβαίνει την τάση διαρροής. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση μη αμελητέων (σημαντικών) μόνιμων παραμορφώσεων. Αυτό το μη αντιστρεπτό φαινόμενο ελέγχεται στις οριακές καταστάσεις ULS και ALS για την καθολική αντοχή του πλοίου (Ultimate Hull Girder Strength). (Φωτόπουλος, 2019)

#### 4) Όλκιμη Θραύση (Rupture)

Η ρωγμάτωση είναι μία μορφή αστοχίας που εμφανίζεται στην ανάπτυξη μεγάλων εφελκυστικών τάσεων, μεγαλύτερες από το όριο διαρροής του υλικού και μπορεί να οδηγήσει σε θραύση του δομικού στοιχείου. Η αστοχία αυτή ελέγχεται στις οριακές καταστάσεις ULS και ALS αλλά η αξιολόγηση όσον αφορά αυτή τη μορφή καλύπτεται ελέγχοντας την αστοχία έναντι διαρροής (Yielding). (Φωτόπουλος, 2019)

#### 5) Ψαθυρή Θραύση (Brittle fracture)

Η ψαθυρή θραύση εξαρτάται από το υλικό, τη θερμοκρασία και το πάχος του κατασκευαστικού μέλους. Για αυτό το λόγο, ελέγχεται πρακτικά από τις απαιτήσεις ποιότητας του χρησιμοποιούμενου χάλυβα (Steel Grade). (Φωτόπουλος, 2019)

#### 6) Ρηγμάτωση λόγω κόπωσης (Fatigue Cracking)

Πρόκειται για ρηγμάτωση λόγω σταδιακής υποβάθμισης του υλικού. Ελέγχεται στην οριακή κατάσταση FLS. (Φωτόπουλος, 2019)

Στην συνέχεια εμφανίζονται συγκεντρωτικά οι τρόποι αστοχίας και οι οριακές καταστάσεις στις οποίες εξετάζονται.

Possible failure modes to be considered	Limit states <sup>(1)</sup>			
	SLS	ULS	FLS	ALS
Yielding	Y	Y	-	Y
Plastic collapse	-	Y	-	Y
Buckling	Y	Y	-	Y
Rupture	-	Y	-	Y
Fatigue cracking	-	-	Y	-
Brittle fracture <sup>(2)</sup>	-	-	-	-

(1) "Y" indicates that the structural assessment is to be carried out.  
(2) Controlled by the material rule requirement of steel grade.

Εικόνα 3: Τρόποι αστοχίας και οριακές καταστάσεις. (International Association of Classification Societies-IACS)

### 5.6 Σχεδιαστικά Σενάρια Φορτίσεων

Η εκτίμηση της κατασκευαστικής αντοχής βασίζεται στα σχεδιαστικά σενάρια φορτίσεων που μπορεί να αντιμετωπίσει το πλοίο. Τα εξεταζόμενα σενάρια σχεδιαστικών φορτίσεων βασίζονται τόσο σε στατικές όσο και σε δυναμικές φορτίσεις και είναι τα παρακάτω: (International Association of Classification Societies-IACS)

- Σενάριο στατικής φόρτισης - Static Design Load Scenario (S)

Καλύπτει την εφαρμογή σε στατικές φορτίσεις, σε σενάρια φόρτωσης όπου το πλοίο βρίσκεται στο λιμάνι, σε αγκυροβόλιο ή σε κάποια δοκιμαστική δεξαμενή.

- Σενάριο στατικής και δυναμικής φόρτισης - Static plus Dynamic Load Scenario (S+D)

Καλύπτει την εφαρμογή τόσο στατικών όσο και δυναμικών φορτίσεων, όπου το πλοίο βρίσκεται φορτωμένο εν πλω.

- Σενάριο κρουστικών φορτίσεων - Impact Design Load Scenario (I)

Καλύπτει σενάρια κρουστικών φορτίσεων, όπως την σφυρόκρουση που αντιμετωπίζει το πλοίο όταν βρίσκεται εν πλω.

- Σενάριο φορτίσεων λόγω της κίνησης του υγρού στις δεξαμενές - Sloshing Design Load Scenario (SL)

Καλύπτει την εφαρμογή φορτίων λόγω της κίνησης του υγρού στις δεξαμενές εξαιτίας του συντονισμού του με το πλοίο, όταν το πλοίο βρίσκεται εν πλω.

- Σενάρια φορτίσεων λόγω κόπωσης - Fatigue Design Load Scenario (F)

Καλύπτει τις δυναμικές φορτίσεις που δέχεται το πλοίο σε όλη την διάρκεια της ζωής του.

- Τυχαίο σενάριο φόρτισης - Accidental Design Load Scenario (A)

Καλύπτει φορτίσεις που δεν προκύπτουν κατά την διάρκεια της φυσιολογικής λειτουργίας του πλοίου αλλά εξετάζουν την περίπτωση ατυχήματος.

## Κεφάλαιο 6: Περιγραφή Επιλεγέντος Πλοίου

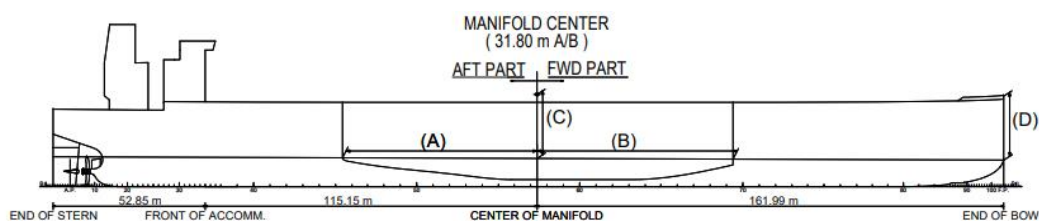
Το πλοίο για το οποίο πρόκειται να πραγματοποιηθεί έλεγχος της μέσης τομής με εφαρμογή των περιγραφικών απαιτήσεων των κανονισμών IACS CSR είναι ένα δεξαμενόπλοιο μεταφοράς ακατέργαστου πετρελαίου με μεταφορική ικανότητα 300000 DWT, το οποίο συγκαταλέγεται στην κατηγορία Very Large Crude Carrier (VLCC).

### 6.1 Διαστάσεις Εξεταζόμενου Πλοίου

#### PRINCIPAL DIMENSIONS

LENGTH	B. P.	324	m
LENGTH	SCANT.	320.1	m
BREADTH	MLD.	60	m
DEPTH	MLD.	29.7	m
DRAUGHT	MLD. (DESIGN)	20.5	m
DRAUGHT	MLD. (SCANT.)	21.7	m

Εικόνα 4: Βασικές διαστάσεις εξεταζόμενου πλοίου

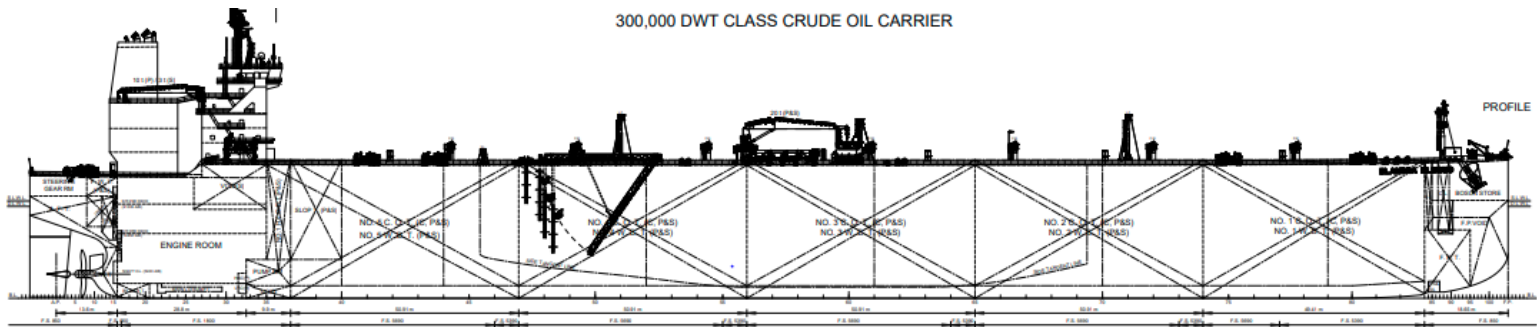


SHIP'S CONDITION	DRAFT (Ext.) (m)		PRALLEL MID. BODY LENGTH (FROM CENTER OF MANIFOLD) (m)			MANIFOLD HEIGHT (FROM WATER LINE) (m)	FWD CLOSED CHOCK (FROM WATER LINE) (m)	DEADWEIGHT (t)
	A.P.	F.P.	AFT (A)	FWD (B)	TOTAL (A+B)	(C)	(D)	
FULL LOAD COND. (DEP.) (SCANT.)	21.19	22.29	67.5	68.0	135.5	10.06	9.17	299999
FULL LOAD COND. (ARR.) (SCANT.)	20.83	22.55	67.5	68.0	135.5	10.11	8.91	299031
DESIGN LOAD COND. (DEP.) (DESIGN)	20.47	20.57	67.5	68.0	135.5	11.28	10.89	278792
DESIGN LOAD COND. (ARR.) (DESIGN)	20.26	20.79	67.5	68.0	135.5	11.27	10.67	278729
BALLAST COND. (DEP.)	11.06	7.05	67.5	68.0	135.5	22.75	24.41	84797
BALLAST COND. (ARR.)	10.99	7.29	67.5	68.0	135.5	22.66	24.17	86280
LIGHT SHIP COND. (NOT SEAGOING)	5.96	0.91	44.2	60.4	104.6	28.37	30.55	-

\* MANIFOLD HEIGHT FROM THE BASE LINE : 31.80 m  
\* FWD CLOSED CHOCK HEIGHT FROM THE BASE LINE : 31.46 m

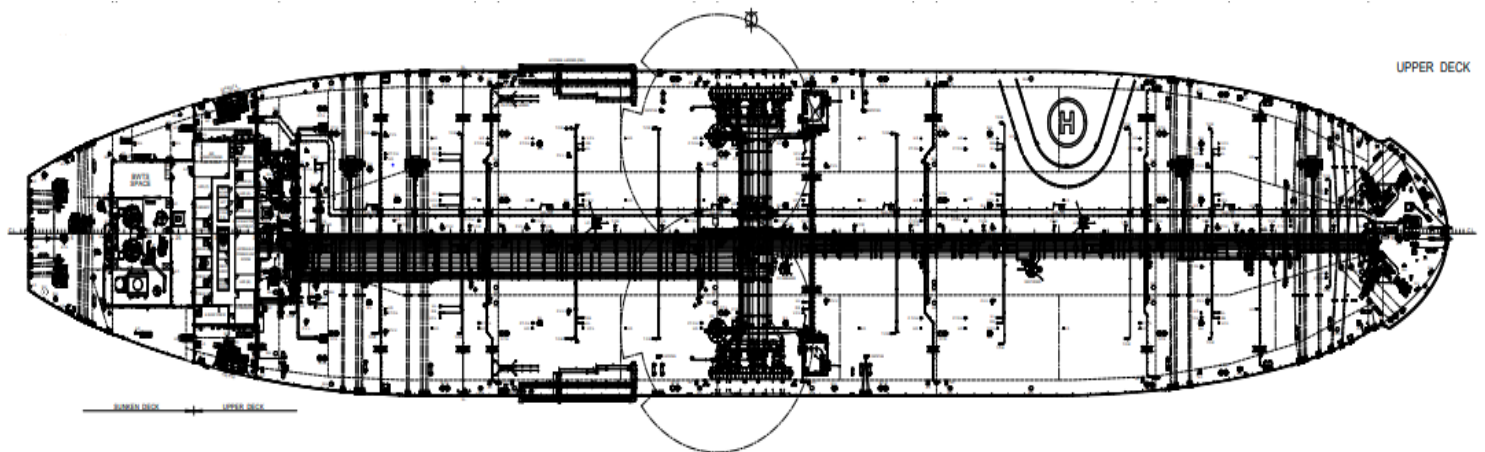
Εικόνα 5: Διαστάσεις εξεταζόμενου πλοίου σε διάφορες καταστάσεις φόρτωσης

## 6.2 Πλάγια Όψη Εξεταζόμενου Πλοίου

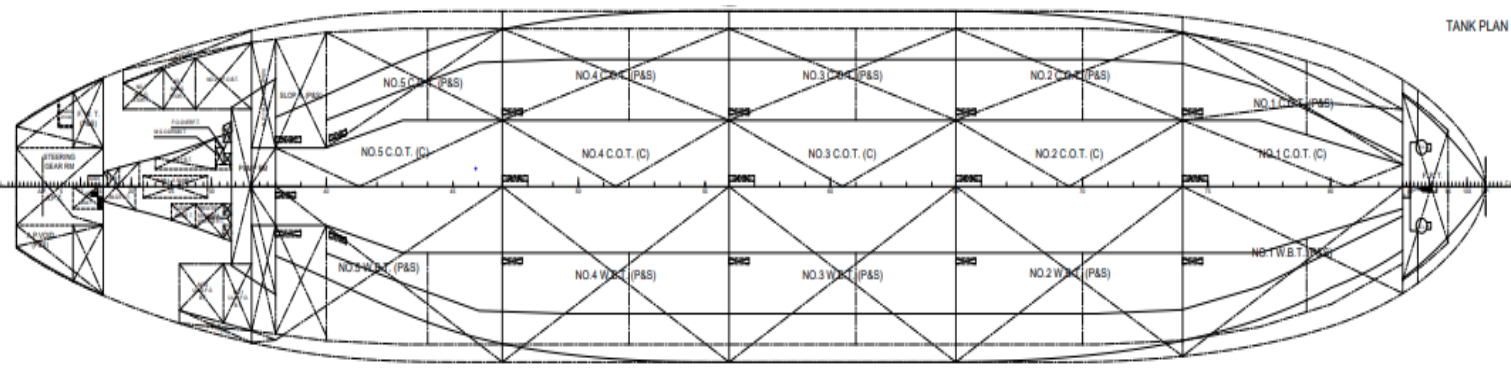


Εικόνα 6: Πλάγια όψη του εξεταζόμενου πλοίου

## 6.3 Κάτοψη Εξεταζόμενου Πλοίου

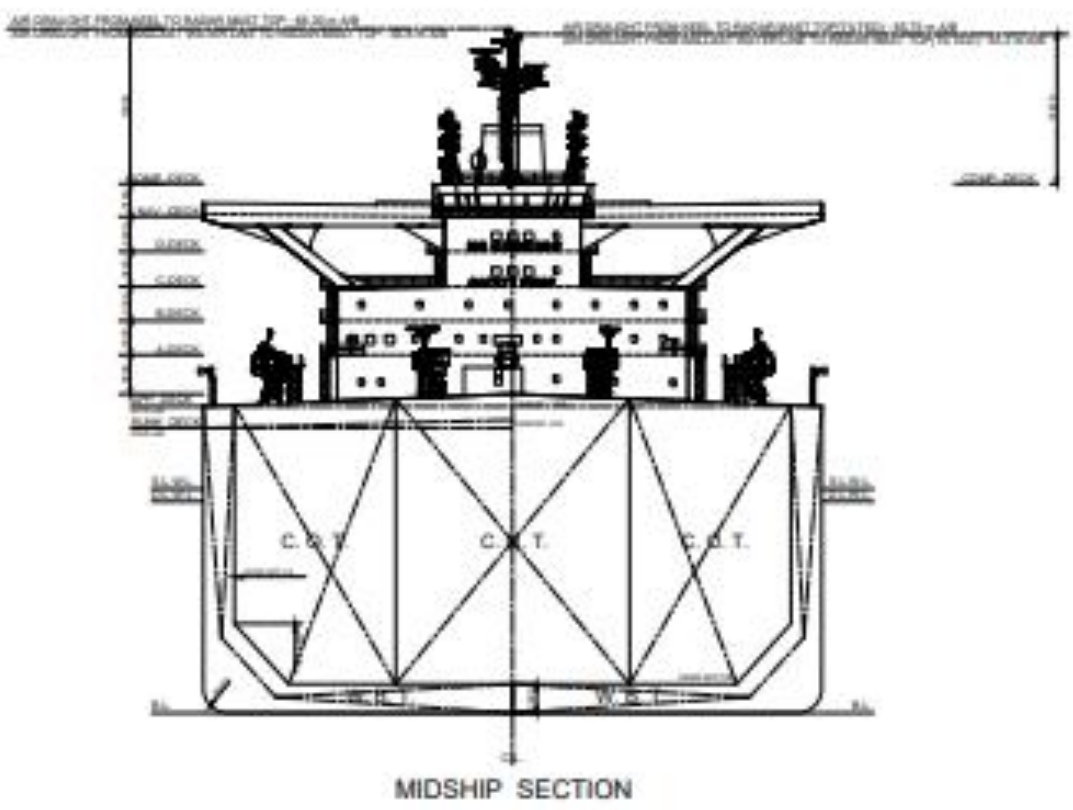


Εικόνα 7: Κάτοψη του εξεταζόμενου πλοίου

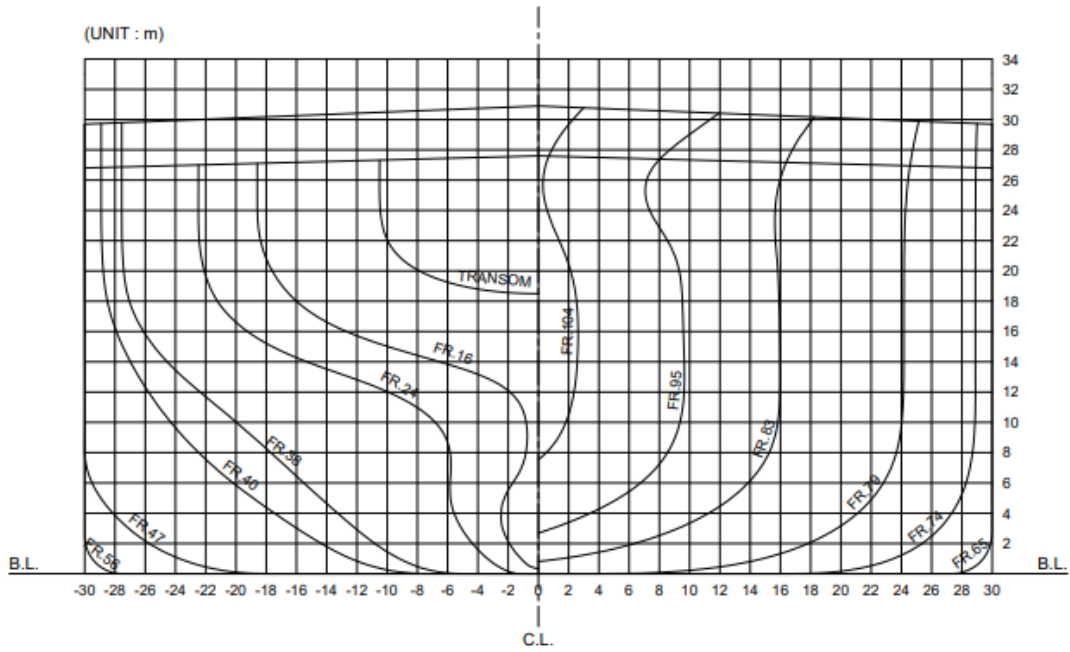


Εικόνα 8: Εσωτερική κάτοψη του εξεταζόμενου πλοίου

### 6.4 Πρόσωση Εξεταζόμενου Πλοίου

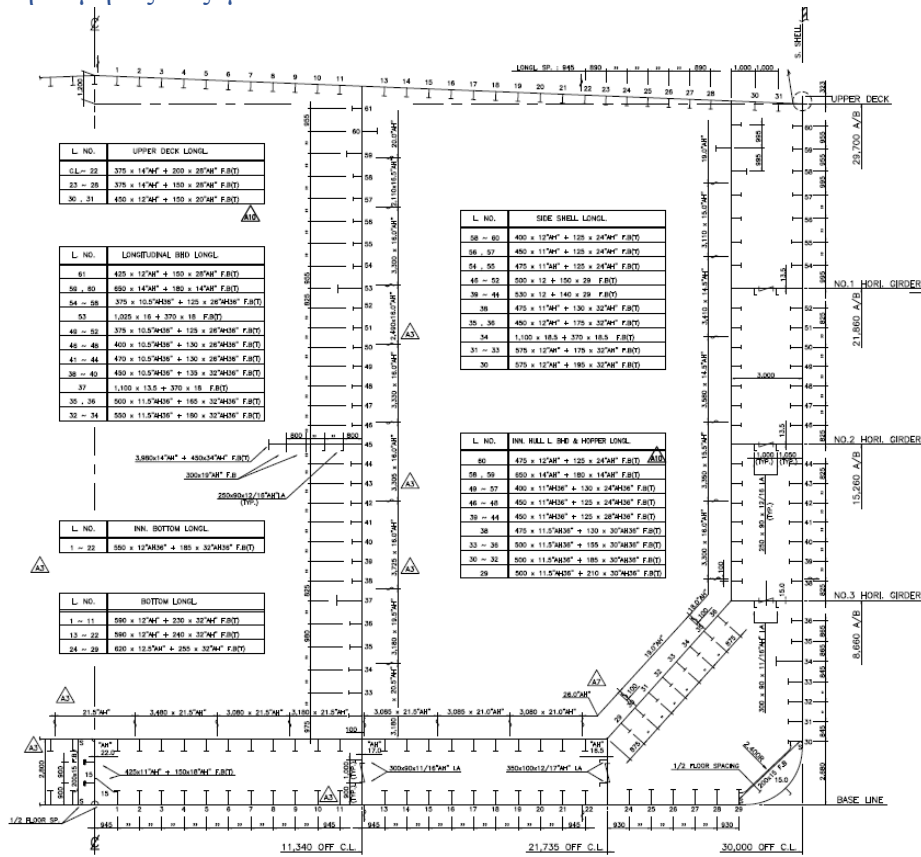


Εικόνα 9: Πρόσωση εξεταζόμενου πλοίου

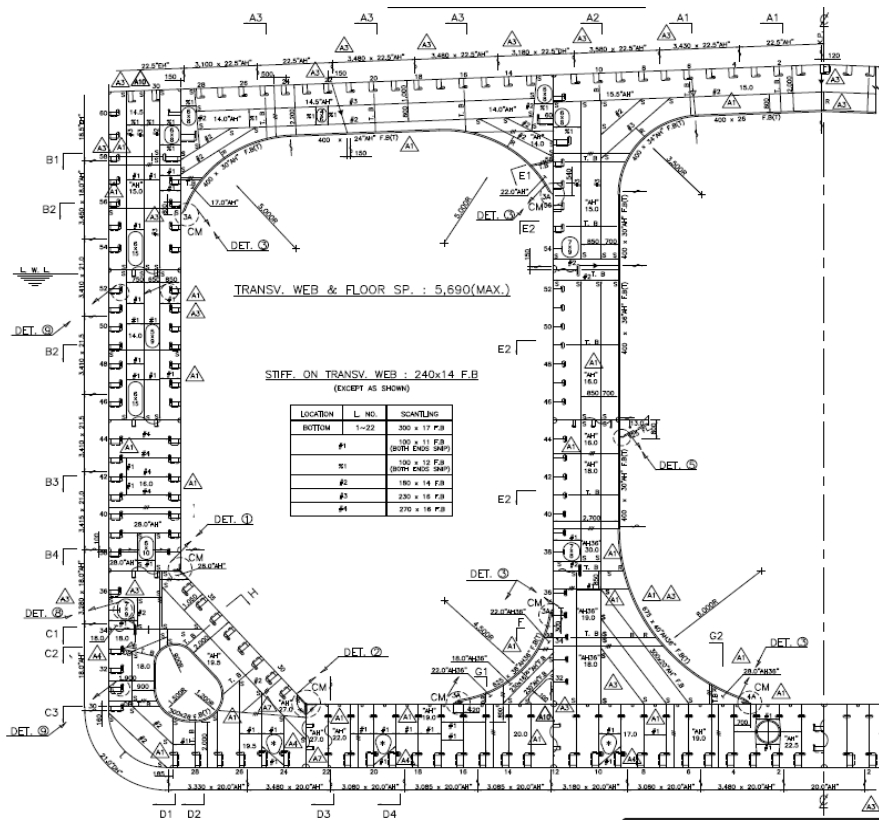


Εικόνα 10: Σχέδιο κατασκευαστικών γραμμών εξεταζόμενου πλοίου

### 6.5 Μέση Τομή Εξεταζόμενου Πλοίου



Εικόνα 11: Μέση τομή εξεταζόμενου πλοίου



Εικόνα 12: Διαφορετική μέση τομή του εξεταζόμενου πλοίου



## Κεφάλαιο 7: Δημιουργία Μοντέλου Στο Πρόγραμμα Mars 2000

### 7.1 Περιγραφή Προγράμματος Mars 2000.

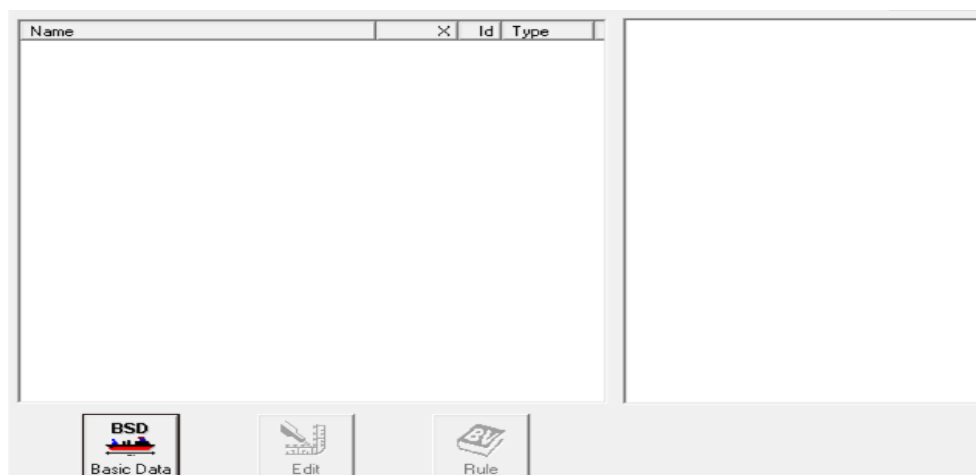
Ο Έλεγχος της μέσης τομής ενός πλοίου μπορεί να υπολογιστεί από πολλά εξειδικευμένα προγράμματα όπως είναι το λογισμικό Mars 2000 που χρησιμοποιείται στην παρούσα Διπλωματική Εργασία. Το συγκεκριμένο λογισμικό έχει σχεδιαστεί και χρησιμοποιείται από τον Γαλλικό Νηογνώμονα (Bureau Veritas), ενώ είναι σχεδιασμένο να ακολουθεί τους Κοινούς Κατασκευαστικούς Κανόνες (Common Structural Rules) και τους Εναρμονισμένους Κοινούς Κατασκευαστικούς Κανόνες (Common Structural Rules –Harmonized). (Marine & Offshore Bureau Veritas, 2022)

Το λογισμικό Mars 2000 χρησιμοποιείται για τις παρακάτω αξιολογήσεις:

- Υπολογισμός των γεωμετρικών ιδιοτήτων του πλοίου. (Εμβαδόν, ροπή αδράνειας, ροπή αντίστασης)
- Αντοχής της γάστρας του πλοίου.
- Τοπική αντοχή ελασμάτων και διάμηκων ενισχυτικών όσον αφορά:
  - Ελαστικότητα (Yielding)
  - Λυγισμό (Buckling)
  - Κόπωση (Fatigue)
  - Ελάχιστο πάχος ( Minimum Thickness)
- Έλεγχος εγκάρσιων διατομών και των εγκάρσιων φρακτών σε όλο το μήκος του πλοίου. (Marine & Offshore Bureau Veritas, 2022)

Τα βασικά πλεονεκτήματα και βασικά χαρακτηριστικά του λογισμικού Mars 2000 συγκριτικά με άλλα αντίστοιχα λογισμικά είναι:

- Η εύκολη μοντελοποίηση.
- Η μεγάλη ακρίβεια και η δυνατότητα ελέγχου του σφάλματος.
- Ο γρήγορος υπολογισμός των αποτελεσμάτων.
- Η δυνατότητα ανάλυσης των αποτελεσμάτων και της βαθύτερης διερεύνησης τους.
- Το φιλικό περιβάλλον εργασίας. (Marine & Offshore Bureau Veritas, 2022)



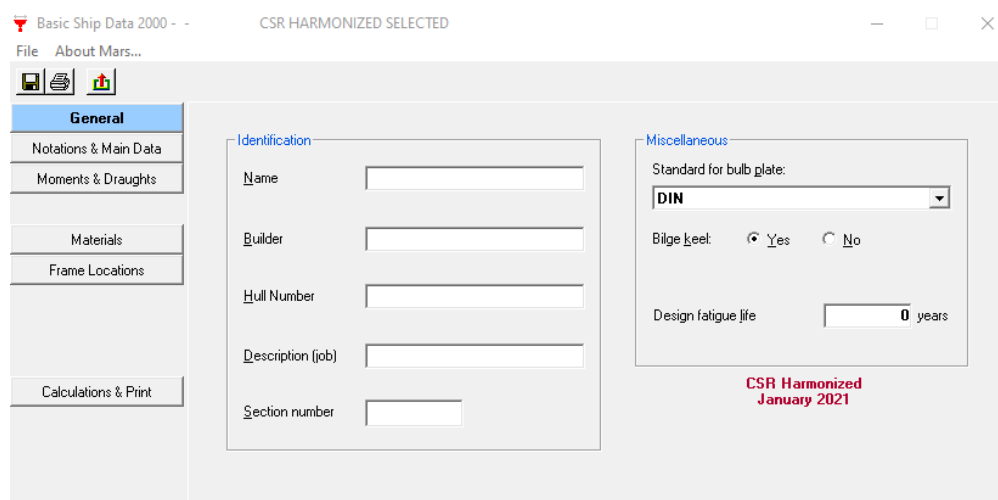
Εικόνα 13: Περιβάλλον εργασίας Mars 2000



## 7.2 Εισαγωγή Βασικών Δεδομένων.

Το παράθυρο των βασικών δεδομένων επιτρέπει την εισαγωγή γενικών κατασκευαστικών στοιχείων του μοντέλου, αλλά και των εγκάρσιων φρακτών του. Το παράθυρο των βασικών δεδομένων όπως εμφανίζεται και στην παρακάτω εικόνα αποτελείται από τα παρακάτω τμήματα:

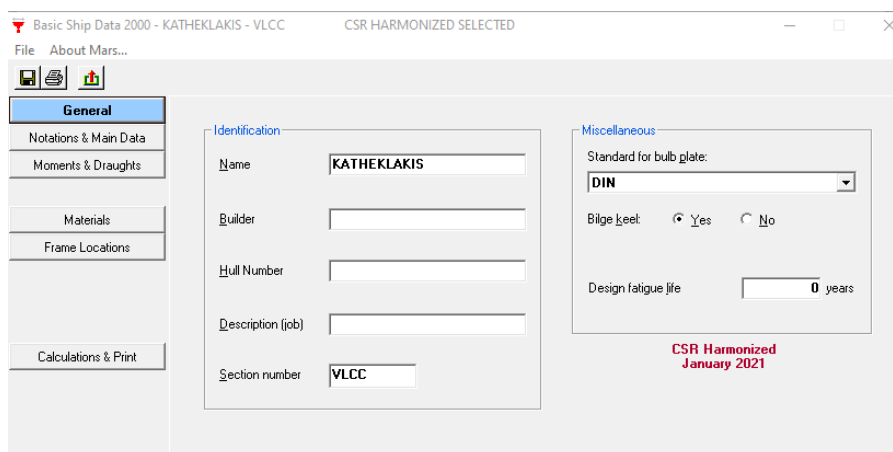
- General
- Notations & Main Data
- Moments & Draughts
- Materials
- Frame Locations
- Calculations & Print



Εικόνα 14: Παράθυρο βασικών δεδομένων

### 7.2.1 Γενικά στοιχεία πλοίου.

Η πρώτη καρτέλα του παραθύρου των βασικών δεδομένων του πλοίου είναι η καρτέλα γενικών στοιχείων (General) στην οποία γίνεται εισαγωγή των βασικών γνωρισμάτων του πλοίου, τα στοιχεία ταυτοποίησης δηλαδή ταυτοποίησης του πλοίου, όπως είναι το όνομα, ο κατασκευαστής, ο αριθμός της γάστρας αλλά και μια περιγραφή του πλοίου.



Εικόνα 15: Καρτέλα γενικών στοιχείων

## 7.2.2 Καρτέλα βασικών στοιχείων.

Στην καρτέλα βασικών στοιχείων εισάγονται τα κυριότερα κατασκευαστικά στοιχεία του πλοίου, όπως είναι οι κύριες διαστάσεις του, αλλά και οι συντεταγμένες της πρυμναίας φρακτής και της φρακτής σύγκρουσης.

Basic Ship Data 2000 - KATHEKLAKIS - VLCC CSR OIL SELECTED

File About Mars...

General

**Notations & Main Data**

Moments & Draughts

Materials

Frame Locations

Calculations & Print

Scantling of Oil Tanker CSR is checked according to CSR for Double Hull Oil Tankers

Notations

Service: Oil Tanker CSR

Navigation: Unrestricted navigation

Apply CSR OT - Edition July 2012

Fore, central and aft parts (from AE)

After peak bulkhead: 13.600 m

Collision bulkhead: 305.350 m

Depths

At strength deck: 29.700 m

At freeboard deck: 29.700 m

At top of continuous member: 29.700 m

Oil Tanker CSR

Block coefficient at ballast draught: 0.716

Main dimensions

Scantling length: 320.003 m

Breadth moulded: 60.000 m

Block coefficient: 0.790

Maximum service speed: 14.8 Knots

Εικόνα 16: Καρτέλα βασικών στοιχείων

Όπου:

Service: Αναγνωρίζει τις υπηρεσίες που είναι σχεδιασμένο το πλοίο να ακολουθεί, με ποιους κατασκευαστικούς κανόνες δηλαδή θα πρέπει η κατασκευή του πλοίου να συμμορφώνεται.

Navigation: Αναγνωρίζει τις περιοχές που είναι σχεδιασμένο το πλοίο να ταξιδεύει. Το συγκεκριμένο πλοίο δεν έχει περιορισμούς σχεδίασης.

After peak bulkhead: Τοποθεσία εγκάρσιας φρακτής στο πρυμναίο τμήμα.

Collision bulkhead: Τοποθεσία εγκάρσιας φρακτής σύγκρουσης.

Scantling length: Μήκος σχεδίασης.

Breadth moulded: Πλάτος σχεδίασης.

Block coefficient: Συντελεστή μέσης τομής.

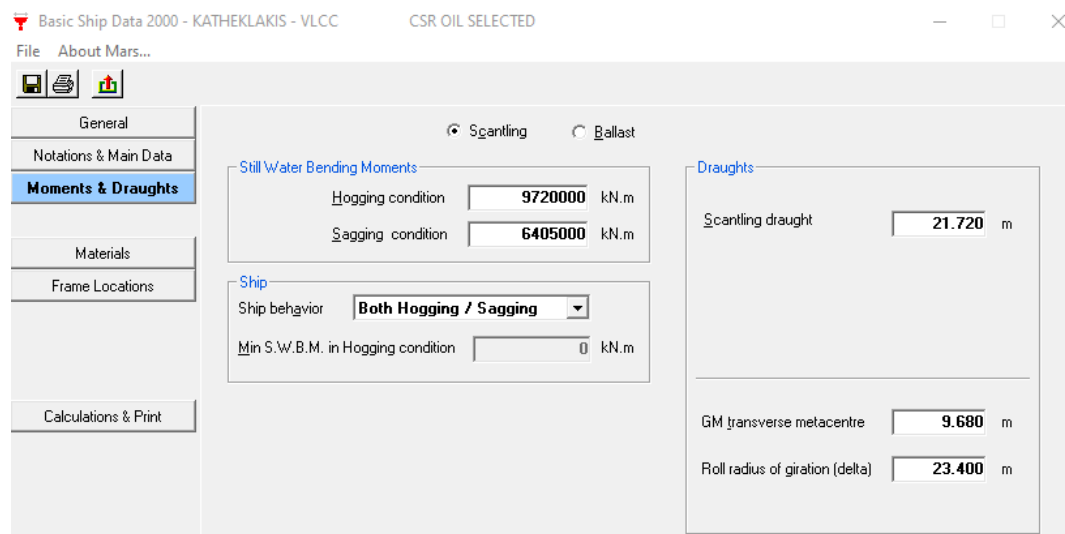
Maximum service speed: Μέγιστη ταχύτητα σχεδίασης.

Depths: Βύθισμα σε διάφορα σημεία του πλοίου.

Block coefficient at ballast draught: Συντελεστή γάστρας στο βύθισμα σχεδίασης έρματος.

### 7.2.3 Καρτέλα ροπών και βυθισμάτων

Στην τρίτη καρτέλα του παράθυρου των βασικών στοιχείων γίνεται εισαγωγή των βυθισμάτων σχεδίασης του πλοίου και της περίπτωσης έρματος. Ακόμα γίνεται εισαγωγή των ροπών σε ήρεμο νερό.



Εικόνα 17: Καρτέλα ροπών και βυθισμάτων

Όπου:

**Still Water Bending Moment:** Ροπή σε ήρεμο νερό για την κατάσταση Hogging και την κατάσταση Sagging.

**Κατάσταση Hogging:** Είναι η κατάσταση κατά την οποία το πλοίο δέχεται καταπόνηση που προκαλεί την κάμψη του κέντρο του προς τα πάνω.

**Κατάσταση Sagging:** Είναι η κατάσταση κατά την οποία το πλοίο βρίσκεται στις κορυφές δύο διαδοχικών κυμάτων με μήκος κύματος ίσο με το μήκος του πλοίου, γεγονός που μπορεί να προκαλέσει κάμψη στο μέσο του πλοίου, ανάλογα με το μέγεθος της κάμψης μπορεί να οδηγήσει σε ρωγμή ή ακόμα και σε θραύση του κύτους.

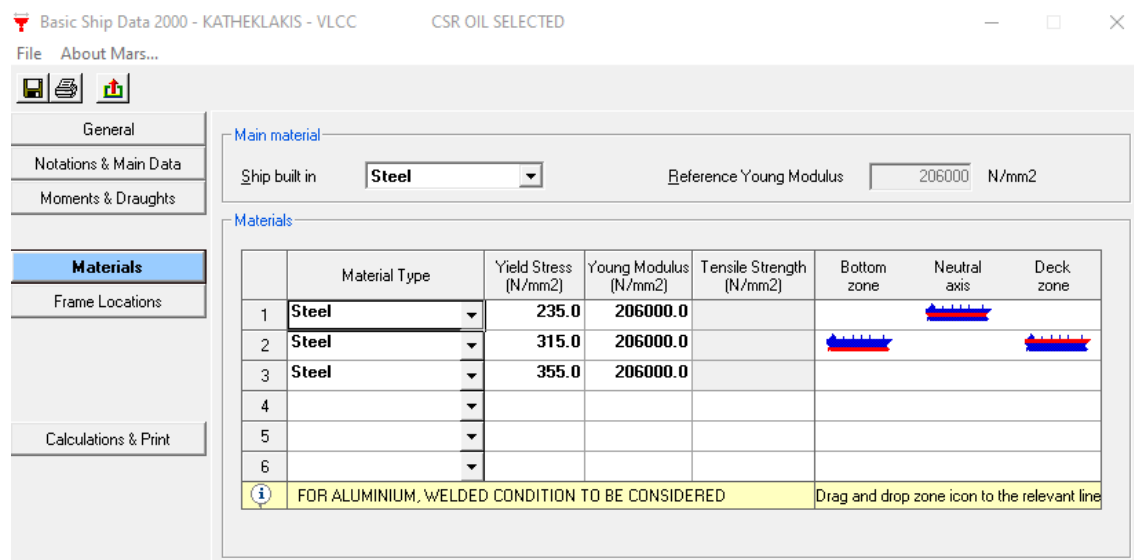
**Scantling draught:** Βύθισμα σχεδίασης.

**GM transverse metacenter:** Μετακεντρικό ύψος.

**Roll radius of gyration:** Ακτίνα περιστροφικής κίνησης διατοιχισμού.

#### 7.2.4 Καρτέλα υλικών κατασκευής πλοίου.

Στην τέταρτη καρτέλα του παράθυρου των βασικών στοιχείων δίνεται η δυνατότητα εισαγωγής των υλικών κατασκευών του πλοίου, χωρίζοντας το πλοίο σε τρία βασικά μέρη, το πρώτο μέρος είναι η περιοχή του πυθμένα, το τρίτο μέρος είναι η περιοχή του καταστρώματος, και το δεύτερο μέρος είναι η ενδιάμεση περιοχή, η περιοχή δηλαδή ανάμεσα στον πυθμένα και το κατάστρωμα. Αυτά τα δεδομένα λαμβάνονται υπόψιν στον υπολογισμό της διαμήκης αντοχής.



Εικόνα 18: Καρτέλα εισαγωγής υλικών κατασκευής πλοίου

Όπου:

Ship built in: Επιλογή υλικού κατασκευής πλοίου, δίνονται δύο επιλογές αν είναι κατασκευασμένο από χάλυβα ή αλουμίνιο.

Material type: Επιλογή τύπου υλικού κατασκευής από τις παρακάτω επιλογές:

- 1.Χάλυβας (Steel)
- 2.Ανοξείδωτος χάλυβας (Stainless steel)
- 3.Αλουμίνιο (Aluminum rolled)
- 4.Κατεργασμένο αλουμίνιο (Aluminum extruded)

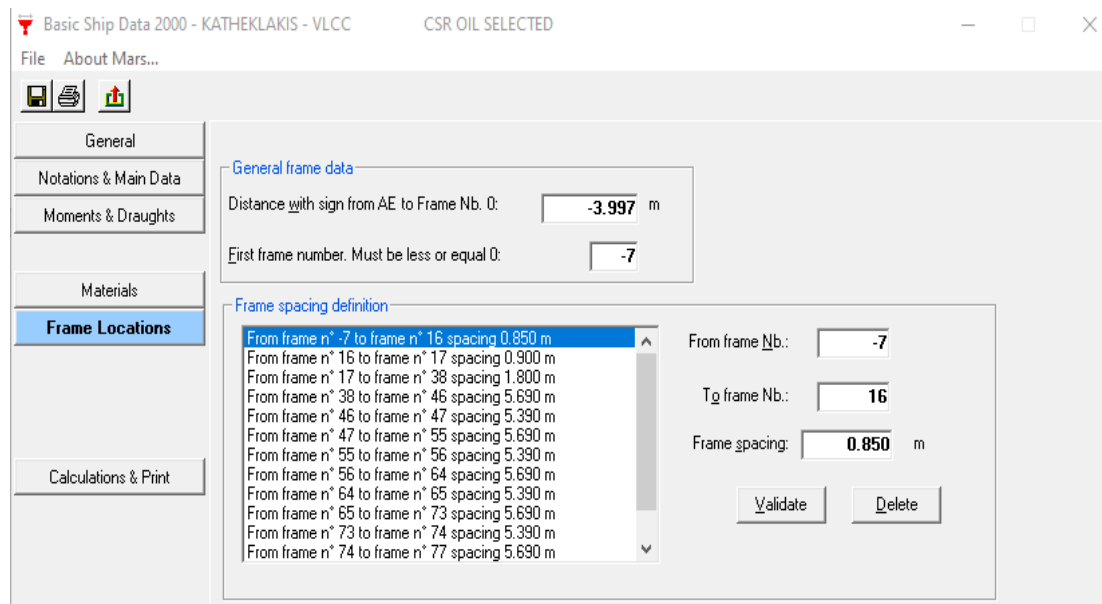
Yield stress (N/mm<sup>2</sup>): το όριο διαρροής κάθε υλικού.

Young modulus (N/mm<sup>2</sup>): το μέτρο ελαστικότητας κάθε υλικού, όπου για τον χάλυβα ορίζεται αυτόματα 206000 (N/mm<sup>2</sup>).

Tensile strength (N/mm<sup>2</sup>): εφελκυστική τάση, όπου στην περίπτωση του χάλυβα δεν ζητείται να προστεθεί η τιμή της.

### 7.2.5 Καρτέλα εισαγωγής νομέων πλοίου.

Στην συγκεκριμένη καρτέλα γίνεται εισαγωγή των δεδομένων των νομέων του πλοίου, δίνοντας τον αριθμό του πρώτου και του τελευταίου νομέα μιας ομάδας, καθώς και την ισαπόσταση του δημιουργείται το πλαίσιο του πλοίου όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 19: Καρτέλα εισαγωγής νομέων πλοίου

Όπου:

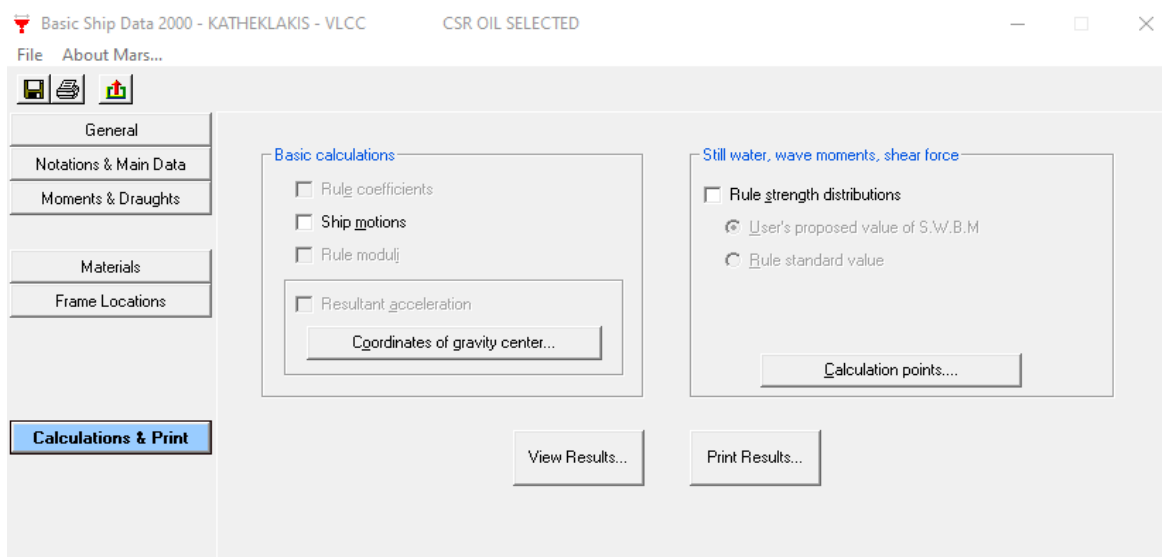
From frame Nb: Υποδηλώνει τον αριθμό του πρώτου νομέα της ομάδας νομέων.

To frame Nb: Υποδηλώνει τον αριθμό του τελευταίου νομέα της ομάδας νομέων.

Frame spacing: Ισαπόσταση νομέων.

### 7.2.6 Καρτέλα υπολογισμών

Η τελευταία καρτέλα του παραθύρου βασικών στοιχείων είναι η καρτέλα στην οποία μπορούν να πραγματοποιηθούν κάποιοι υπολογισμοί με βάση τα στοιχεία που έχουν δηλωθεί στα βασικά στοιχεία.



Εικόνα 20: Καρτέλα βασικών υπολογισμών

Όπου:

Ship motions: οι κινήσεις του πλοίου.

Rule strength distributions: κατανομή των δυνάμεων.

### 7.3 Δημιουργία Μέσης Τομής

Η δημιουργία της μέσης τομής στο πρόγραμμα Mars 2000 γίνεται μέσω του παράθυρου της δημιουργίας που βρίσκεται δίπλα από το παράθυρο εισαγωγής των βασικών στοιχείων του πλοίου. Επιλέγοντας το παράθυρο της δημιουργίας ανοίγει μια νέα καρτέλα που δίνει την δυνατότητα για δημιουργία:

1. Μέσης τομής (Midship section)
2. Σχέδιο φρακτής (Bulkhead arrangement)
3. Μοντέλο για έλεγχο στρέψης (Model for torsion)

Επιλέγοντας την επιλογή της δημιουργίας μέσης τομής ανοίγει η παρακάτω καρτέλα στην οποία ζητείται η εισαγωγή των βασικών δεδομένων της μέσης τομής. Τα δεδομένα όμως που ζητούνται έχουν οριστεί προηγουμένως στο παράθυρο εισαγωγής των βασικών στοιχείων του πλοίου, για αυτό τον λόγο δίνεται η δυνατότητα της αυτόματης ανάκτησης μέσω της εντολής «Default (BSD)», όπως εμφανίζεται στην παρακάτω εικόνα:

Main Section Data

Main SW Fatigue Wave Harbour conds. Flooding

Name Location Dimensions

Name Midship section

Longitudinal Location (from AE) 172.883 m

Breadth moulded 60.000 m

Depth moulded 29.700 m

Depth at top of continuous member 29.700 m

Materials

ST235 in neutral axis Extension heights:

ST315 in deck 2.870 m

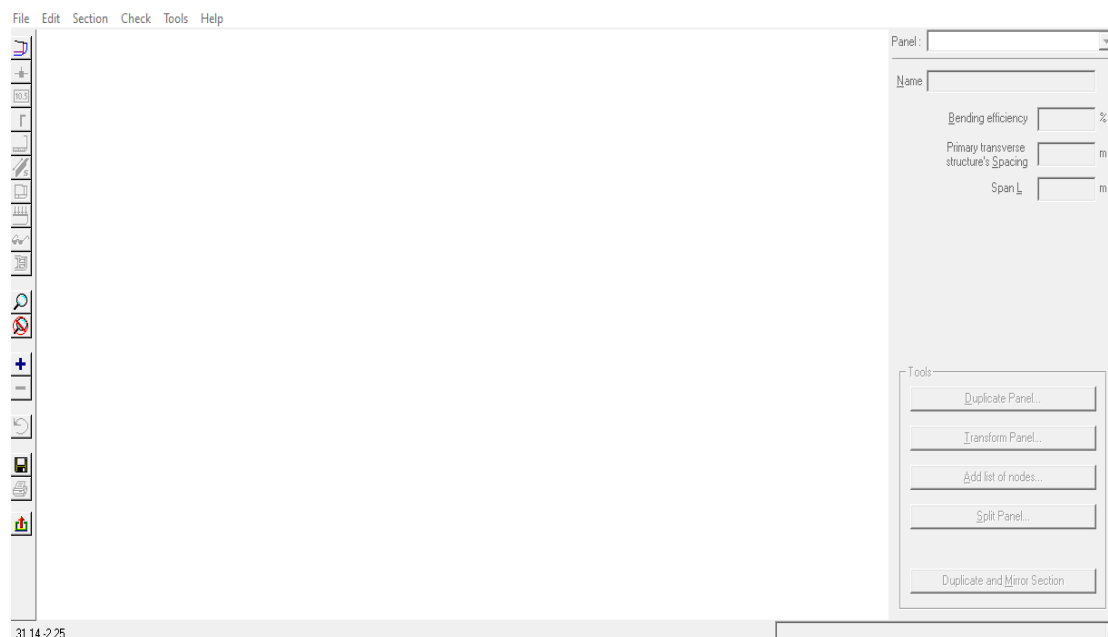
ST315 in bottom 9.500 m

Input of Half section Default (BSD)

Ok Cancel

Εικόνα 21: Καρτέλα βασικών δεδομένων μέσης τομής

Στην συνέχεια εμφανίζεται η παρακάτω καρτέλα, η οποία αποτελεί και το περιβάλλον εργασίας για την δημιουργία της μέσης τομής του πλοίου.



*Εικόνα 22: Περιβάλλον εργασίας για την δημιουργίας της μέσης τομής*

Στα αριστερά εμφανίζεται το μενού εντολών και κάποια εργαλεία που διευκολύνουν την διαδικασία δημιουργίας της μέση τομής, και δεξιά εμφανίζονται όλες οι λεπτομέρειες σχετικά με την κάθε εντολή που επιλέγεται.

Υπάρχουν οι παρακάτω βασικές εντολές για την δημιουργία της γεωμετρίας της μέσης τομής:

1. Panels
2. Nodes
3. Strakes
4. Stiffeners
5. Transverse stiffeners
6. Special span

Όπου παρακάτω επεξηγείται η χρησιμότητα και η διαδικασία της κάθε μιας με σκοπό να επιτευχθεί η πλήρης απεικόνιση της γεωμετρίας της μέσης τομής.



### 7.3.1 Δημιουργία ελασμάτων.

Με την εντολή «Panels» επιτυγχάνεται η δημιουργία των ελασμάτων του πλοίου, στην καρτέλα που εμφανίζεται επιλέγοντας την εντολής «Panels» δίνεται η δυνατότητα να εισαχθούν διάφορα ελάσματα με σκοπό την δημιουργία του βασικού πλαισίου της μέσης τομής.

Panel: 1 - Panel 1

Name Panel 1

Bending efficiency 100 %

Primary transverse structure's Spacing 5.690 m

Span L 1.000 m

Tools

Duplicate Panel...

Transform Panel...

Add list of nodes...

Split Panel...

Duplicate and Mirror Section

Εικόνα 23: Καρτέλα εργασίας εντολής «Panels»

Όπου:

Panel: μενού επιλογής των ελασμάτων που έχουν δημιουργηθεί.

Name: δίνεται η δυνατότητα να οριστεί ένα συγκεκριμένο όνομα για κάθε έλασμα που δημιουργείται.

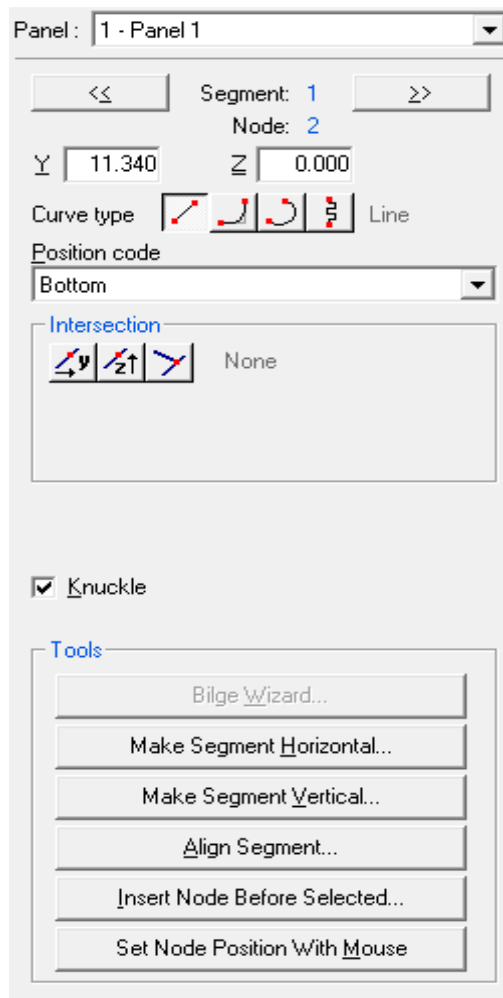
Bending efficiency: Ορίζεται σε ποσοστό και δηλώνει το ποσοστό συνεισφορά κάθε ελάσματος στην διαμήκη αντοχή.

Primary transverse structure's Spacing: δηλώνει το απόσταση μεταξύ των νομέων της μέσης τομής.

Στο κάτω μέρος της καρτέλας δίνονται κάποια εργαλεία που διευκολύνουν της δημιουργία των ελασμάτων.

### 7.3.2 Δημιουργία κόμβων

Το κάθε πάνελ που δημιουργήθηκε μέσω της προηγούμενης εντολής μπορεί να αποτελείται από πολλά διαδοχικά τμήματα διαφορετικών ιδιοτήτων και διαφορετικής γεωμετρίας. Για τον προσδιορισμό του κάθε τμήματος ενός πάνελ χρησιμοποιείται η εντολή «Nodes», μέσω της οποίας δίνεται η δυνατότητα της δημιουργίας κόμβων, των σημείων δηλαδή που κάποια από τις ιδιότητες ενός τμήματος του πάνελ διαφοροποιείται από το προηγούμενο τμήμα.



Εικόνα 24: Καρτέλα εργασίας εντολής «Nodes»

Όπου:

Panel: μενού επιλογής των ελασμάτων που δημιουργήθηκαν στην προηγούμενη εντολή.

Segment: το τμήμα που δημιουργείται ανάμεσα σε δύο κόμβους.

Node Coordinates: οι συντεταγμένες κάθε κόμβου.

Curve type: ορίζεται η γεωμετρία κάθε τμήματος που δημιουργείται.

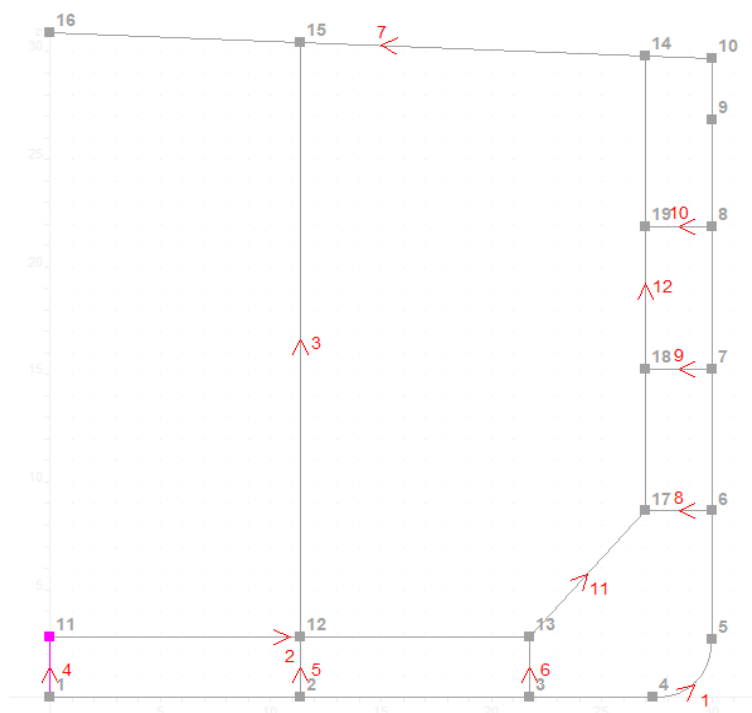
Intersection: εντολή που βοηθάει στην δημιουργία της γεωμετρίας της μέσης τομής και στην σύνδεση μεταξύ των κόμβων διαφορετικών πάνελ ώστε να δημιουργηθεί μια ενιαία κατασκευή.

Αφού έχουν δημιουργηθεί όλα τα τμήματα κάθε πάνελ με την βοήθεια της εντολής «Nodes» πρέπει να καθοριστεί και ο κωδικός θέσης κάθε διαφορετικού τμήματος. Στην συγκεκριμένη διαδικασία το πρόγραμμα δίνει τις παρακάτω επιλογές:

1.	Undefined	13.	Inner hull
2.	Keel plate	14.	Double hull girder
3.	Bottom	15.	Keelson or other girder
4.	Bilge	16.	Tank and watertight bulkhead
5.	Side Shell	17.	Vertical corrugation
6.	Sheer strake	18.	Wash bulkhead
7.	Upper strength deck (weather)	19.	Cellular keel
8.	Upper strength deck (no weather)	20.	Hopper well bulkhead
9.	Trunk deck	21.	Solid bar keel
10.	Lower deck	22.	Garboard plate
11.	Inner bottom	23.	Margin plate
12.	Double bottom girder	24.	Miscellaneous

Πίνακας 4: Πίνακας επιλογής τύπου ελάσματος

Μετά την ολοκλήρωση των παραπάνω διαδικασιών αποτυπώνεται η μορφή της μέσης τομής που παρουσιάζεται παρακάτω:



Εικόνα 25: Απεικόνιση μέσης τομής μετά την ολοκλήρωση των εντολών «Panels» και «Nodes»

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ: Σημαντικό είναι να τονιστεί η σπουδαιότητα της επιλογής «Intersection» μεταξύ των κόμβων διαφορετικών πάνελ, ώστε να επιτευχθεί η δημιουργία μιας ενιαίας κατασκευής. Σε κάθε άλλη περίπτωση τα αποτελέσματα από τον έλεγχο της μέσης τομής θα ήταν λανθασμένα.

### 7.3.3 Εισαγωγή διαστάσεων κάθε ελάσματος

Όλα τα ελάσματα που αποτελούν ένα πάνελ έχουν ένα συγκεκριμένο πλάτος και μήκος. Για να ολοκληρωθεί η διαδικασία δημιουργίας των ελασμάτων, χρησιμοποιείται η εντολή «Strakes», μέσω της οποίας γίνεται εισαγωγή του πάχους κάθε ελάσματος, του μήκους αλλά και του υλικού κατασκευής τους. Η καρτέλα εργασίας της εντολής «Panels» εμφανίζεται παρακάτω:

Strakes	Distance
1	20.0
2	20.0
3	20.0
4	20.0
5	20.0
6	20.0
7	20.0
8	20.0
9	20.0
10	21.0
11	18.0
12	18.0
13	21.0
14	21.5
15	21.5

Εικόνα 26: Καρτέλα εργασίας εντολής «Strakes»

Όπου:

Panel: το μενού επιλογής του κάθε πάνελ το οποίο υπήρχε και στις προηγούμενες εντολές.

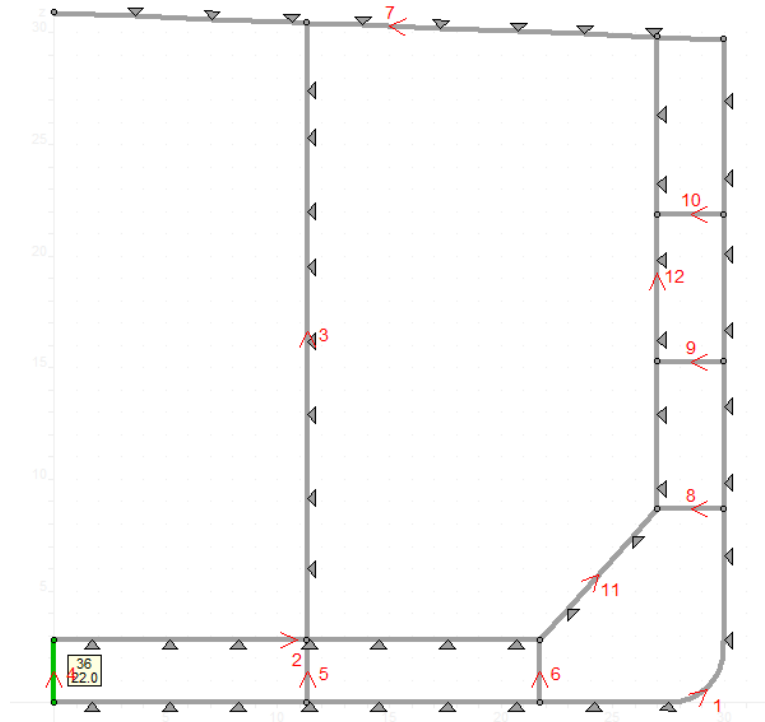
Width: το μήκος κάθε ελάσματος, δηλώνει στην πραγματικότητα την απόσταση μεταξύ δυο διαδοχικών συγκολλήσεων.

Thickness: το πάχος ελάσματος.

Material: το υλικό κατασκευής κάθε ελάσματος, αν πρόκειται δηλαδή για χάλυβα τύπου ST235, ST 315, ST355.

Distance along: προσδιορίζει πως μετρείται το μήκος κάθε ελάσματος, αν δηλαδή είναι στον X άξονα, στον Y άξονα ή κατά μήκος της καμπύλης.

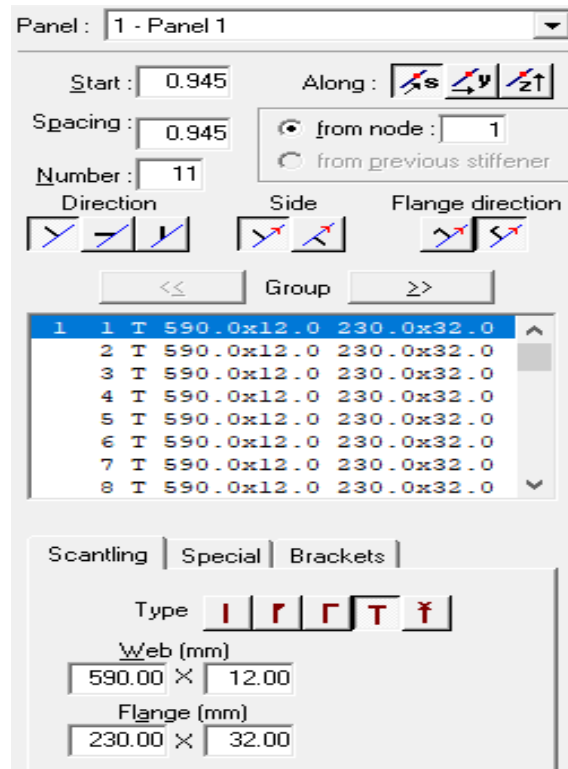
Στην συνέχεια παρουσιάζεται το αποτέλεσμα της μέσης τομής αφού ολοκληρωθεί και η διαδικασία εισαγωγής του πάχους, του μήκους και του υλικού κατασκευής κάθε ελάσματος.



Εικόνα 27: Απεικόνιση της μέσης τομής αφού ολοκληρωθεί η εισαγωγή των διαστάσεων κάθε ελάσματος

#### 7.3.4 Εισαγωγή διάμηκων ενισχυτικών

Στην συνέχεια πρέπει να γίνει εισαγωγή των διάμηκων ενισχυτικών όπως αυτά ορίζονται στο σχέδιο μέσης τομής του πλοίου, μέσω της εντολής «Stiffeners».



Εικόνα 28: Καρτέλα εργασίας εντολής «Stiffeners»

Όπου:

Panel: το μενού επιλογής του κάθε πάνελ το οποίο υπήρχε και στις προηγούμενες εντολές.

Start: υποδηλώνει την απόσταση του πρώτου ενισχυτικού κάθε ομάδας ενισχυτικών, δίνοντας την δυνατότητα αυτή η απόσταση να μετρηθεί από κάποιο κόμβο ή από κάποιο προηγούμενο ενισχυτικό.

Spacing: υποδηλώνει την ισαπόσταση μεταξύ της ομάδας ενισχυτικών.

Number: υποδηλώνει τον αριθμό των ενισχυτικών κάθε ομάδας ενισχυτικών.

Along: η απόσταση κάθε ενισχυτικού μπορεί να μετρηθεί σύμφωνα με τις συντεταγμένες στον Y άξονα, στον Z άξονα ή κατά μήκος της κάθε καμπύλης.

Direction: υποδηλώνει την κατεύθυνση του ενισχυτικού όσον αφορά το έλασμα στο οποίο είναι συγκολλημένο, μπορεί να είναι κάθετη, παράλληλη στον Y άξονα ή παράλληλη στον Z άξονα.

Side: υποδηλώνει την πλευρά του ενισχυτικού όσον αφορά το έλασμα στο οποίο είναι συγκολλημένο.

Flange Direction: υποδηλώνει την κατεύθυνση της φλάντζας του ενισχυτικού.

### **Πεδίο τύπου και διαστάσεων κάθε ενισχυτικού.**

Μέσα στην καρτέλα της εντολής «Stiffeners» υπάρχει το πεδίο «Scantling» στο οποίο γίνεται εισαγωγή του τύπου και των διαστάσεων κάθε ενισχυτικού.

Επιλογή τύπου κάθε ενισχυτικού:

- 1.Flat stiffener
- 2.Bulb stiffener
- 3.Angle stiffener
- 4.T-bar stiffener
- 5.Null

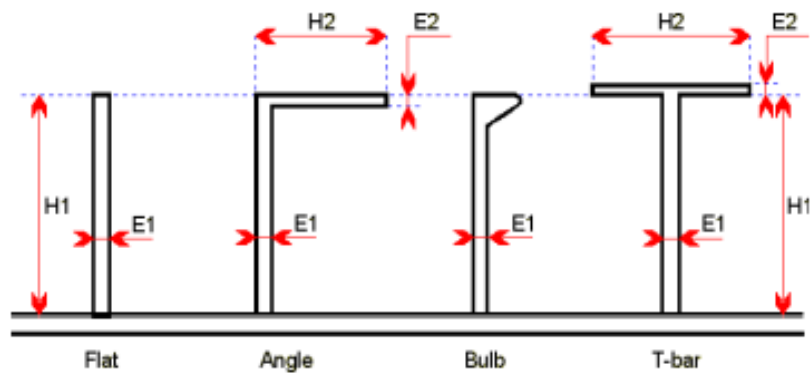
Διαστάσεις ενισχυτικών:

Web Height (in mm): Ύψος κορμού (H1)

Web Thickness (in mm): Πάχος κορμού (E1)

Flange Height (in mm): Μήκος φλάντζας (H2)

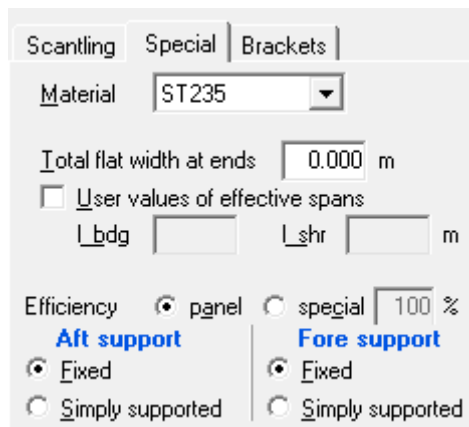
Flange Thickness (in mm): Πάχος φλάντζας (E2)



Εικόνα 29: Τύποι και διαστάσεις ενισχυτικών

### Πεδίο «Special».

Στο πεδίο «Special» δηλώνεται το υλικό κατασκευής κάθε ενισχυτικού και το πλάτος κάθε ενισχυτικού στην αρχή και στο τέλος κάθε νομέα. Σε περίπτωση που δεν γίνει εισαγωγή του υλικού κάθε ενισχυτικού το πρόγραμμα θεωρεί ότι το υλικό κατασκευής κάθε ενισχυτικού είναι το ίδιο με το υλικό κατασκευής κάθε ελάσματος.

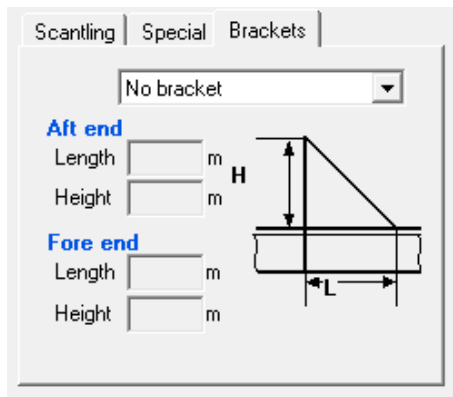


Εικόνα 30: Πεδίο εισαγωγής ειδικών ιδιοτήτων κάθε ενισχυτικού

### Πεδίο «Brackets».

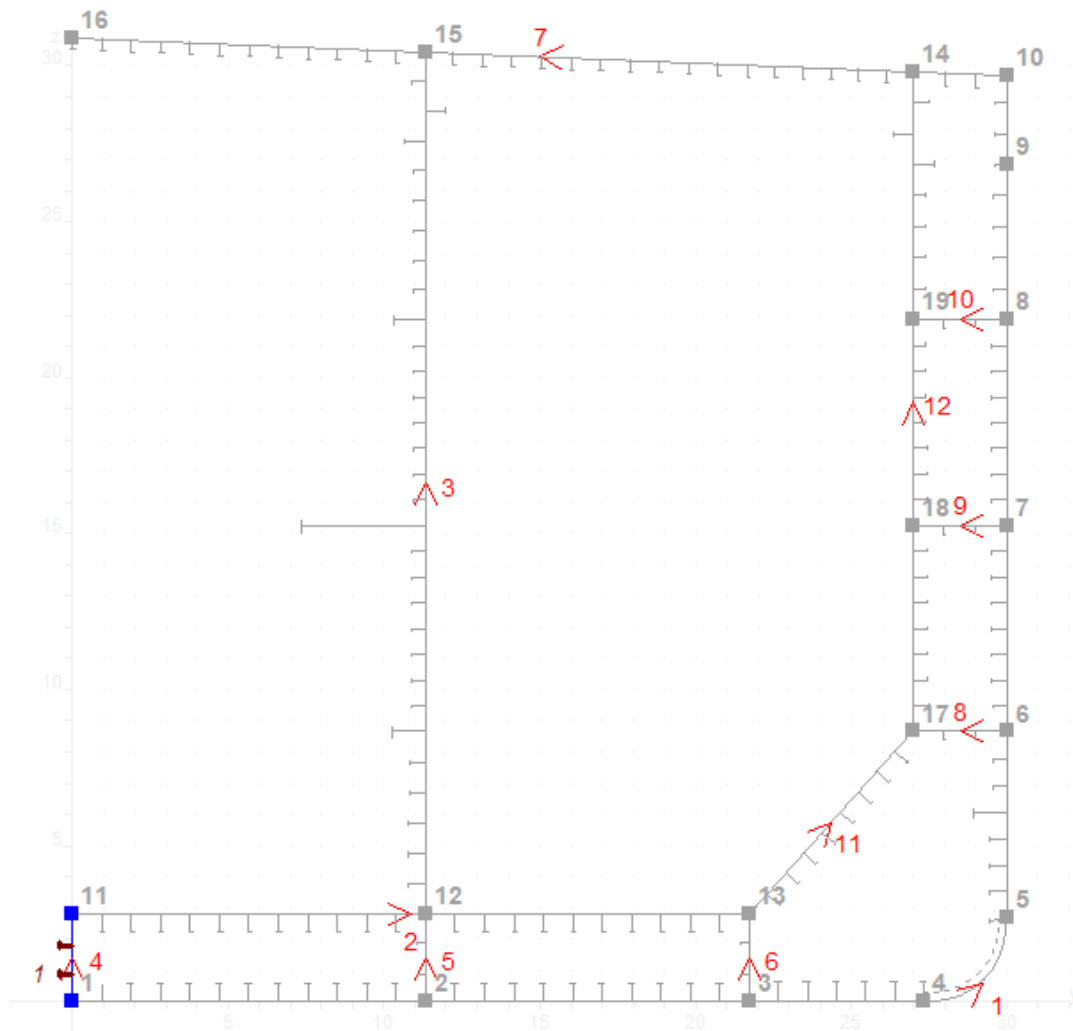
Στο συγκεκριμένο πεδίο γίνεται εισαγωγή των μπρακέτων κάθε ενισχυτικού, δίνοντας τις παρακάτω δυνατότητες επιλογής:

1. No bracket
2. At both ends
3. At aft end of the stiffener
4. At for end of the stiffener



Εικόνα 31: Πεδίο εισαγωγής μπρακέτων

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται η μορφή που έχει αποκτήσει η μέση τομή αφού έχει ολοκληρωθεί και η διαδικασία εισαγωγής των διάμηκων ενισχυτικών.



Εικόνα 32: Απεικόνιση της μέσης τομής αφού ολοκληρωθεί η εισαγωγή των διάμηκων ενισχυτικών



### 7.3.5 Εισαγωγή εγκάρσιων ενισχυτικών.

Μέσω της εντολής «Transverse stiffening» γίνεται εισαγωγή των δεδομένων των εγκάρσιων ενισχυτικών. Στην συγκεκριμένη εντολή ορίζεται ο τύπος, το υλικό και οι διαστάσεις κάθε ενισχυτικού όπως εμφανίζεται παρακάτω.

Panel : 1 - Panel 1

Location, spacing and side

from Node  or Stiffener 27

to Node  or Stiffener 28

Spacing (m)  Side

Scantling | Start | End | Eff.Spans

Type

Material

Web (mm)  ×

Flange (mm)  ×

**1**

Εικόνα 33:Καρτέλα εργασίας εντολής «Transverse stiffening»

Όπου:

Panel: το μενού επιλογής του κάθε πάνελ το οποίο υπήρχε και στις προηγούμενες εντολές.

From Node or Stiffener: υποδηλώνει την αρχή του εγκάρσιου ενισχυτικού, δίνοντας την επιλογή να ξεκινάει από κάποιο κόμβο ή κάποιο ενισχυτικό.

To Node or Stiffener: υποδηλώνει το τέλος του εγκάρσιου ενισχυτικού, δίνοντας την επιλογή να τελειώνει σε κάποιο κόμβο ή κάποιο ενισχυτικό.

Spacing: η απόσταση του από τον νομέα.

Side: υποδηλώνει την πλευρά του ενισχυτικού όσον αφορά το έλασμα στο οποίο είναι συγκολλημένο.

#### **Πεδίο «Scantling».**

Μέσα στην καρτέλα της εντολής «Transverse stiffening» υπάρχει το πεδίο «Scantling» στο οποίο γίνεται εισαγωγή του τύπου, των διαστάσεων κάθε ενισχυτικού και του υλικού κατασκευής.

Επιλογή τύπου κάθε ενισχυτικού:

- 1.Flat stiffener
- 2.Bulb stiffener
- 3.Angle stiffener
- 4.T-bar stiffener
- 5.Primary Supporting Members

Διαστάσεις ενισχυτικών:

Web Height (in mm): Ύψος κορμού

Web Thickness (in mm): Πάχος κορμού

Flange Height (in mm): Μήκος φλάντζας

Flange Thickness (in mm): Πάχος φλάντζας

### Πεδίο «Start», «End», και «Eff. Spans».

Στα πεδία «Start» και «End» γίνεται εισαγωγή των διαστάσεων των μπρακέτων στην αρχή ή στο τέλος του ενισχυτικού αντίστοιχα, ενώ στο πεδίο «Eff. Spans» ο χρήστης δεν συμπληρώνει κάτι.

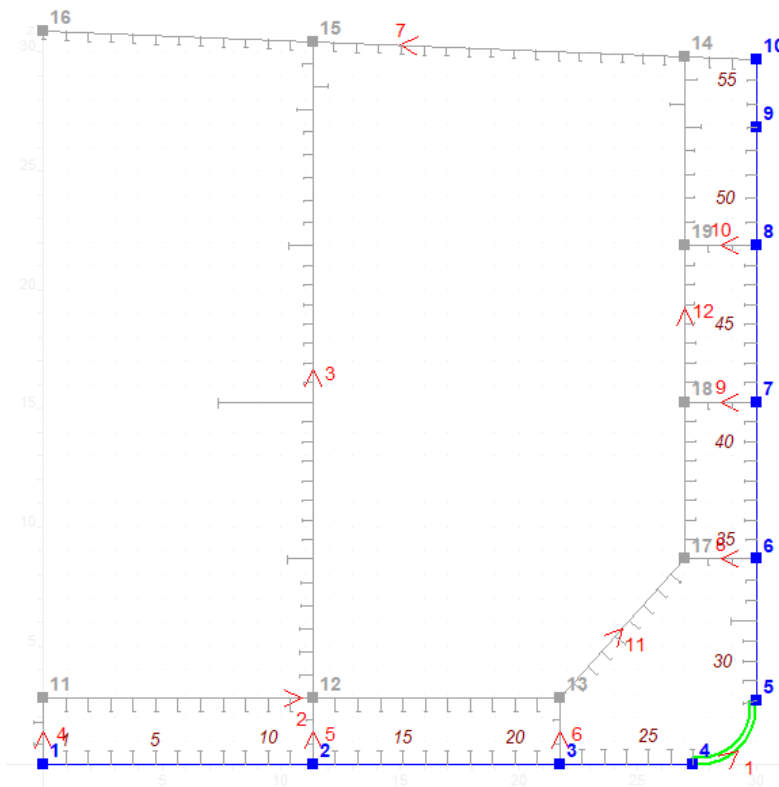
The image displays three screenshots of a software interface for defining stiffener parameters. The top two panels are for 'Start' and 'End' settings, and the bottom panel is for 'Eff. Spans'.

**Start Panel:** Includes tabs for 'Scantling', 'Start', 'End', and 'Eff.Spans'. Under 'Bracket at start', there are input fields for 'Length (m)' (0.000), 'Height (m)', and 'Flat width at start (m)' (0.000). A diagram shows a stiffener with height 'H' and length 'L'. Below, 'Support at start' has radio buttons for 'Fixed' (selected) and 'Simply supported'.

**End Panel:** Similar to the Start panel, but for 'Bracket at end'. It includes input fields for 'Length (m)' (0.000), 'Height (m)', and 'Flat width at end (m)' (0.000). The diagram shows the stiffener at the end. 'Support at end' has radio buttons for 'Fixed' (selected) and 'Simply supported'.

**Eff. Spans Panel:** Includes tabs for 'Scantling', 'Start', 'End', and 'Eff.Spans'. It has a checkbox for 'User values of effective spans'. Below are input fields for 'l\_bdg' (m) and 'l\_shr' (m).

Εικόνα 34:Πεδίο «Start», «End», και «Eff. Spans»



Εικόνα 35: Απεικόνιση εγκάρσιου ενισχυτικού

### 7.3.6 Ανυποστήριχτα μήκη

Με την εντολή «Special Span Zones» γίνεται εισαγωγή των ενισχυτικών που μειώνουν το ανυποστήριχτο μήκος της κατασκευής.

Panel: 1 - Panel 1

---

**Start**

Node:  or Stiffener No:

---

**End**

Node:  or Stiffener No:

*Leave blank to keep panel values :*

Local spacing of primary transverse structure :

m Panel value : 5.69

Reduced span by subdivision of the plate (strakes only) :

m

Εικόνα 36: Καρτέλα εργασίας εντολής «Special Span Zones»

Όπου:

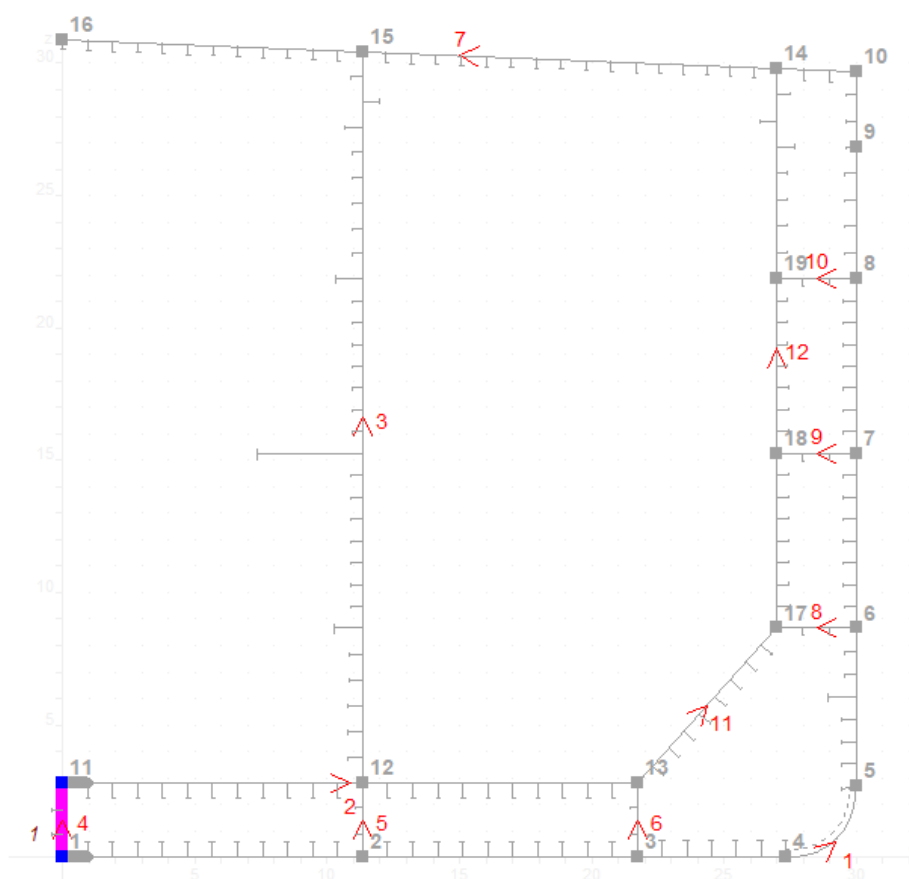
Panel: το μενού επιλογής του κάθε πάνελ το οποίο υπήρχε και στις προηγούμενες εντολές.

Start Node or Stiffener No: υποδηλώνει την αρχή του ενισχυτικού, δίνοντας την επιλογή να ξεκινάει από κάποιο κόμβο ή κάποιο ενισχυτικό.

End Node or Stiffener No: υποδηλώνει το τέλος του ενισχυτικού, δίνοντας την επιλογή να τελειώνει σε κάποιο κόμβο ή κάποιο ενισχυτικό.

Local spacing of primary transverse structure: τοπικό ανυποστήριχτο μήκος.

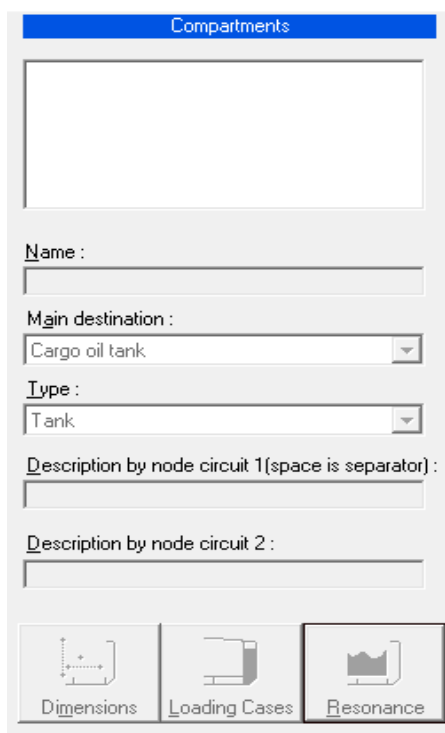
Reduced span by subdivision of the plate (strakes only): η μείωση του ανυποστήριχτου μήκους για τα ελάσματα.



Εικόνα 37: Απεικόνιση ενισχυτικών που μειώνουν το ανυποστήριχτο μήκος

### 7.3.7 Καθορισμός δεξαμενών.

Αφού ολοκληρωθεί η εισαγωγή όλων των κατασκευαστικών στοιχείων του μοντέλου πρέπει να καθοριστούν οι δεξαμενές φορτίου και οι δεξαμενές έρματος. Μέσω της εντολής «Compartments», όπως εμφανίζεται παρακάτω:



Εικόνα 38: Καρτέλα εργασίας εντολής «Compartments»

Όπου:

Name: το όνομα της κάθε δεξαμενής

Main destination: επιλογή διαμερίσματος από τις παρακάτω επιλογές:

- 1.Ballast
- 2.Cargo oil /Fuel Oil
- 3.Other Liquid Cargo
- 4.Dry bulk
- 5.Spoil
- 6.Accommodation Space
- 7.Other destination

Type: τύπος διαμερίσματος από τις παρακάτω επιλογές:

- 1.Tank
- 2.Double bottom, skin
- 3.Dry compartment
- 4.Engine room
- 5.Boiler compartment
- 6.Tunnel
- 7.Hopper well 1
- 8.Hopper well 2

Description by node circuit 1: εισαγωγή των ορίων κάθε δεξαμενής σύμφωνα με τους κόμβους.


Description by node circuit 2: εισαγωγή των ορίων κάθε δεξαμενής σύμφωνα με τους κόμβους, αλλά για δεξαμενές που δεν είναι ενιαίες.


Στην καρτέλα «Dimensions» γίνεται εισαγωγή των διαστάσεων κάθε δεξαμενής.

Length

Breadth

Height

X start from AE  

Xg from AE  

Do computations with user defined values:

Zmin/BL

Ztop/BL

Yg

Zg

Is there a hatch coaming in the compartment?  Yes  No

Half breadth of hatch coaming

Note: Top of hatch coaming is taken at Ztop/BL

Εικόνα 39: Καρτέλα εισαγωγής διαστάσεων δεξαμενής

Όπου:

Length (m): το μήκος της δεξαμενής.

Breadth (m): το πλάτος της δεξαμενής.

Height (m): το ύψος της δεξαμενής

X start from AE (m): Διαμήκης απόσταση του διαμερίσματος.

Xg from AE (m): Διαμήκης απόσταση του κέντρο βαρύτητας του διαμερίσματος.

Yg (m): κέντρο βαρύτητας στον Y άξονα.

Zg (m): κέντρο βαρύτητας στον Z άξονα.

Zmin/BL (m): το ελάχιστο σημείο του διαμερίσματος.

Ztop/BL (m): το ψηλότερο σημείο του διαμερίσματος.

Στην καρτέλα «Loading Cases» ορίζεται ο τύπος κάθε φορτίου που μεταφέρει κάθε δεξαμενή όπως εμφανίζεται παρακάτω:

**Type**

Ballast       Not loaded       Bulk  
 Liquid cargo       Bulk and Ballast  
 Liquid gas       Spoil

Liquid density: [ ]

Top of air pipe: [ ] (m/BL)      Setting pressure: 0.000 (bar)

**Filling type**

Sequential       Flow through

Tank tested in dry dock

**Homogeneous**

Mh: [ ] (t)

Dmax: [ ] (t/m3)

Associated angle of repose: [ ] (deg) [ 🔍 ]

DFull (Mh / Vh): [ ] (t/m3)

Associated angle of repose: [ ] (deg) [ 🔍 ]

**Alternate**

Mhd: [ ] (t)

Dmax: [ ] (t/m3)

Associated angle of repose: [ ] (deg) [ 🔍 ]

Check with Dmin

Dmin ((Mhd + 01Mh) / Vh): [ ] (t/m3)

Associated angle of repose: [ ] (deg) [ 🔍 ]

Ok      Cancel

Εικόνα 40:Καρτέλα εισαγωγής ιδιοτήτων φορτίου

Όπου για υγρά φορτία που μεταφέρει το συγκεκριμένο πλοίο ισχύει:

Liquid density (t/m<sup>3</sup>): πυκνότητα υγρού.

Top of air pipe (m/BL): απόσταση από την κορυφή του ύψους του σωλήνα αέρα έως τον πυθμένα.

Setting pressure (bar): πίεση της ανακουφιστικής βαλβίδας.

## Δεξαμενή έρματος

Εικόνα 41: Καρτέλα εργασίας εντολής «Compartments» για την δεξαμενή έρματος

Εικόνα 42: Καρτέλα εισαγωγής διαστάσεων δεξαμενής έρματος



Compartment 'BALLAST TANK' Load

**Type**

Ballast
  Not loaded
  Bulk
  Bulk and Ballast
  Spoil

Liquid cargo
  Liquid gas

Liquid density:

Top of air pipe:  (m/BL)
 Setting pressure:  (bar)

**Filling type**  
 Sequential
  Flow through

Tank tested in dry dock

**Homogeneous**  
 Mh:  (t)  
 Dmax:  (t/m3)  
 Associated angle of repose:  (deg)   
 DFull (Mh / Vh):  (t/m3)  
 Associated angle of repose:  (deg)

**Alternate**  
 Mhd:  (t)  
 Dmax:  (t/m3)  
 Associated angle of repose:  (deg)   
 Check with Dmin  
 Dmin ((Mhd + 01Mh) / Vh):  (t/m3)  
 Associated angle of repose:  (deg)

Εικόνα 43: Καρτέλα εισαγωγής ιδιοτήτων φορτίου έρματος

### Δεξαμενή Φορτίου 1

Compartments

1 - BALLAST TANK  
 2 - CARGO TANK  
 3 - CARGO TANK

Name:

Main destination:

Type:

Description by node circuit 1 (space is separator):

Description by node circuit 2:


Εικόνα 44: Καρτέλα εργασίας εντολής «Compartments» για την δεξαμενή φορτίου 1


Compartment 'CARGO TANK' Dimensions

Length

Breadth

Height

✕ start from AE  

Xg from AE  

Do computations with user defined values:

Zmin/BL  Yg

Ztop/BL  Zg

Is there a hatch coaming in the compartment?  Yes  No

Half breadth of hatch coaming

Note: Top of hatch coaming is taken at Ztop/BL

Εικόνα 45: Καρτέλα εισαγωγής διαστάσεων δεξαμενής φορτίου 1

Compartment 'CARGO TANK' Load

**Type**

Ballast  Not loaded  Bulk

Liquid cargo  Bulk and Ballast

Liquid gas  Spoil

Max. liquid density  (t/m3) Density for fatigue

Top of overflow pipe  (m/BL) Setting pressure  (bar)


**Heating coils**  Yes  No

Tank tested in dry dock


**Homogeneous**

Mh  (t)

Dmax  (t/m3)

Associated angle of repose  (deg) 


DFull (Mh / Vh)  (t/m3)

Associated angle of repose  (deg) 

**Alternate**


Mhd  (t)

Dmax  (t/m3)

Associated angle of repose  (deg) 

Check with Dmin

Dmin  $[(Mhd + 01Mh) / Vh]$   (t/m3)

Associated angle of repose  (deg) 

Εικόνα 46: Καρτέλα εισαγωγής ιδιοτήτων φορτίου δεξαμενής 1

## Δεξαμενή Φορτίου 2

Compartments

1 - BALLAST TANK  
2 - CARGO TANK  
3 - CARGO TANK

Name :  
CARGO TANK

Main destination :  
Cargo oil tank

Type :  
Tank

Description by node circuit 1 (space is separator) :  
11 12 15 16

Description by node circuit 2 :

Dimensions Loading Cases Resonance

Εικόνα 47: Καρτέλα εργασίας εντολής «Compartments» για την δεξαμενή φορτίου 2

Compartment 'CARGO TANK' Dimensions

Length 50.910 X start from AE 150.123

Breadth 22.680 Xg from AE 175.578

Height 29.100

Do computations with user defined values:

Zmin/BL 2.800 Yg 0.000

Ztop/BL 30.900 Zg 16.737

Is there a hatch coaming in the compartment?  Yes  No

Half breadth of hatch coaming

Note: Top of hatch coaming is taken at Ztop/BL

Ok Cancel

Εικόνα 48: Καρτέλα εισαγωγής διαστάσεων δεξαμενής φορτίου 2

Compartment 'CARGO TANK' Load

**Type**

Ballast       Not loaded       Bulk  
 Liquid cargo       Bulk and Ballast  
 Liquid gas       Spoil

Max. liquid density:  (t/m3)      Density for fatigue:   
 Top of overflow pipe:  (m/BL)      Setting pressure:  (bar)

**Heating coils**     Yes     No  
 Tank tested in dry dock

**Homogeneous**

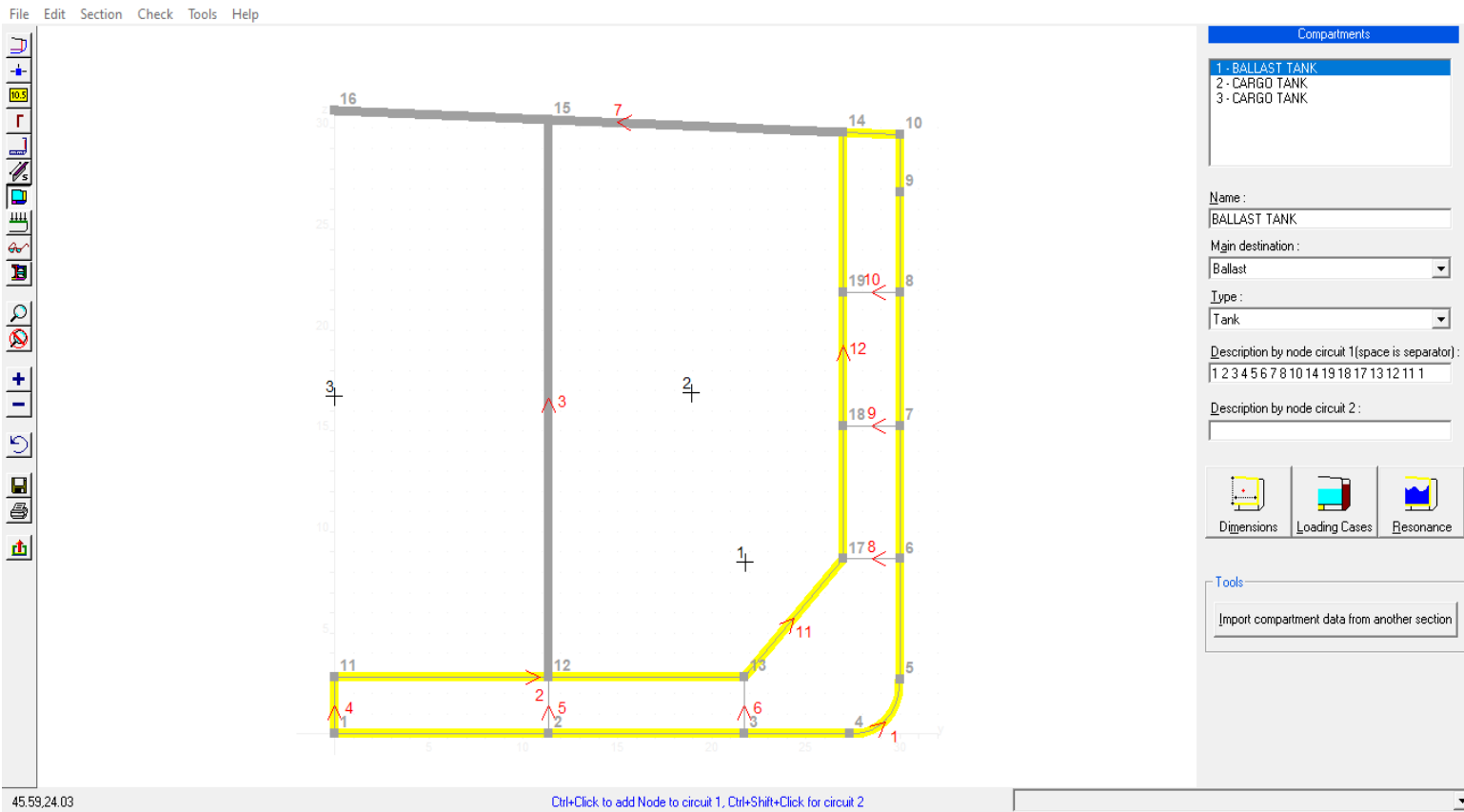
Mh:  (t)  
 Dmax:  (t/m3)  
 Associated angle of repose:  (deg)   
 DFull (Mh / Vh):  (t/m3)  
 Associated angle of repose:  (deg)

**Alternate**

Mhd:  (t)  
 Dmax:  (t/m3)  
 Associated angle of repose:  (deg)   
 Check with Dmin  
 Dmin [(Mhd + 01Mh) / Vh]:  (t/m3)  
 Associated angle of repose:  (deg)

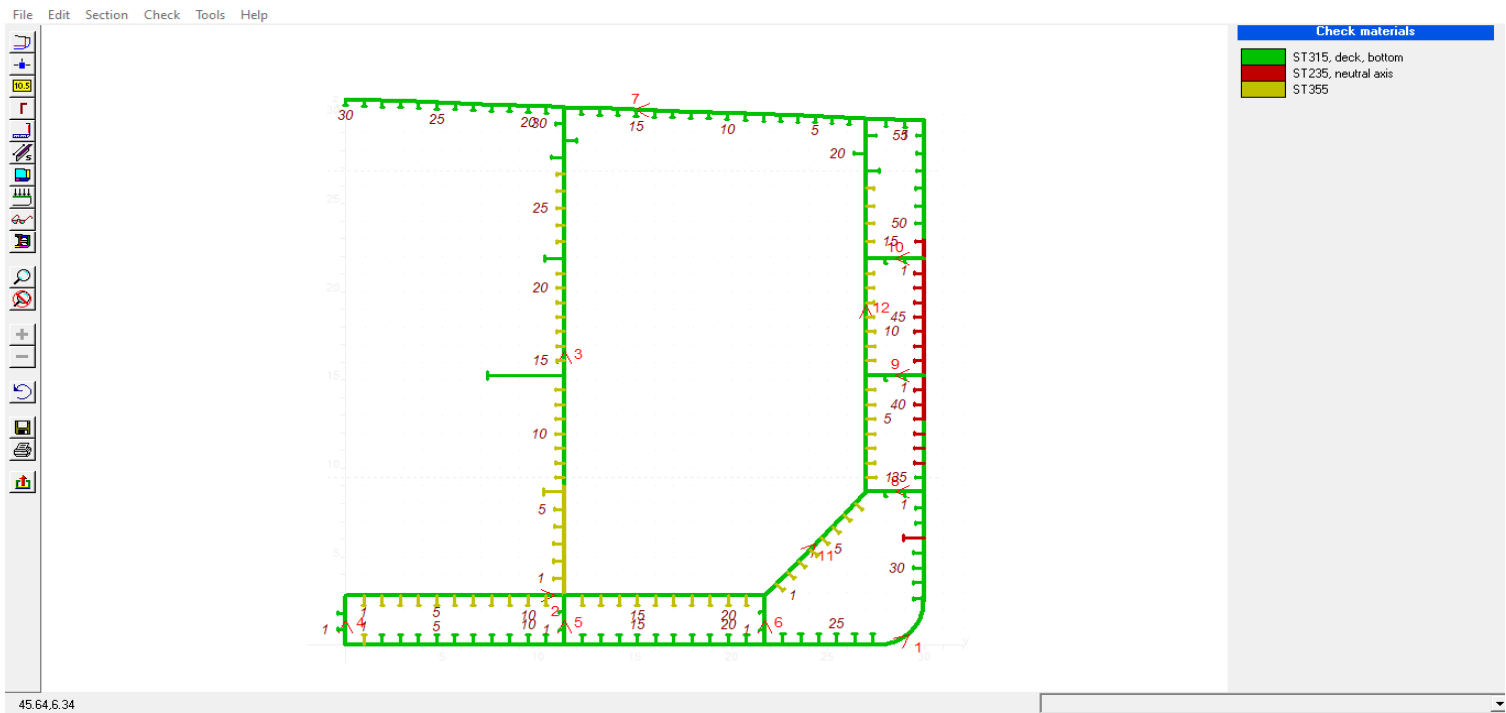
    

Εικόνα 49: Καρτέλα εισαγωγής ιδιοτήτων φορτίου δεξαμενής 2

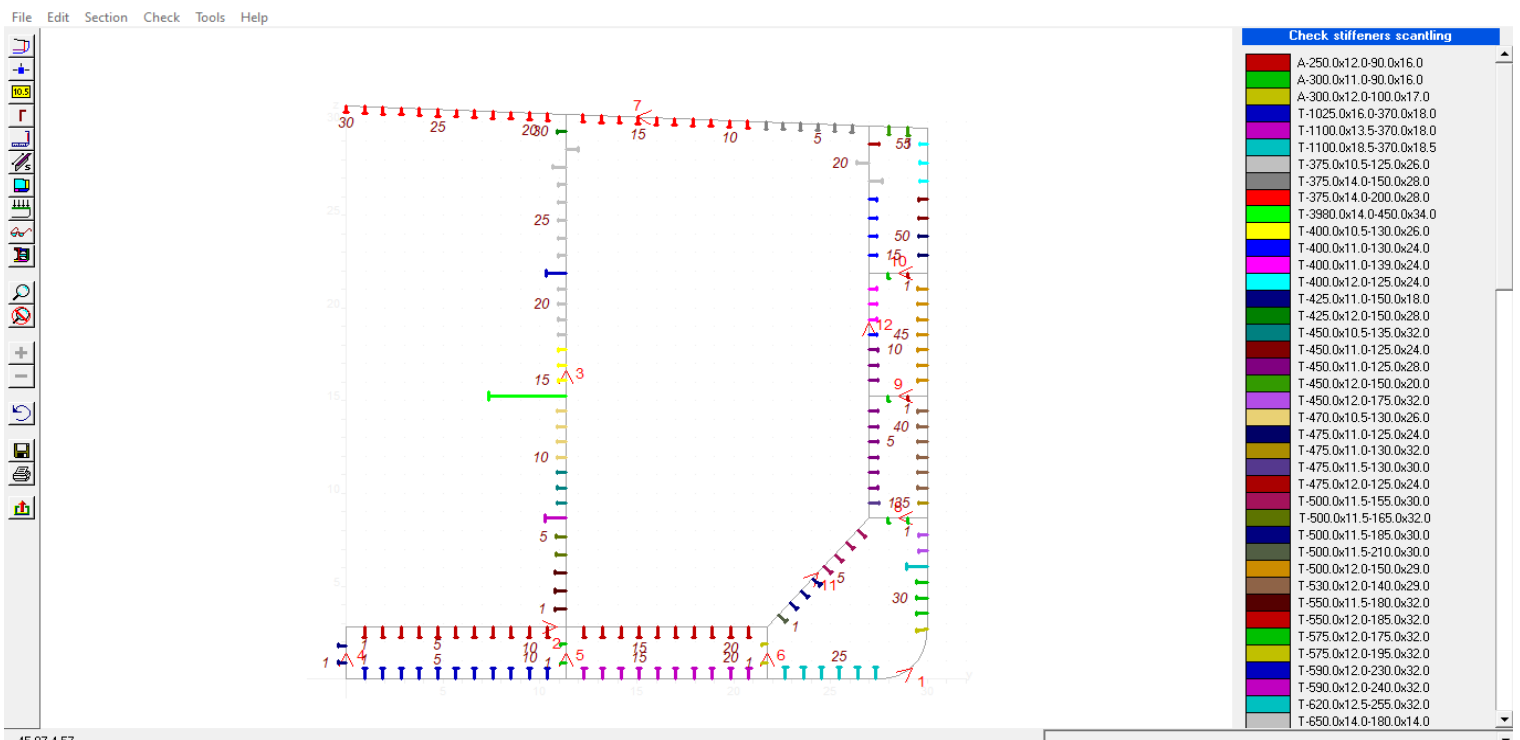


Εικόνα 50: Συνολική απεικόνιση των δεξαμενών

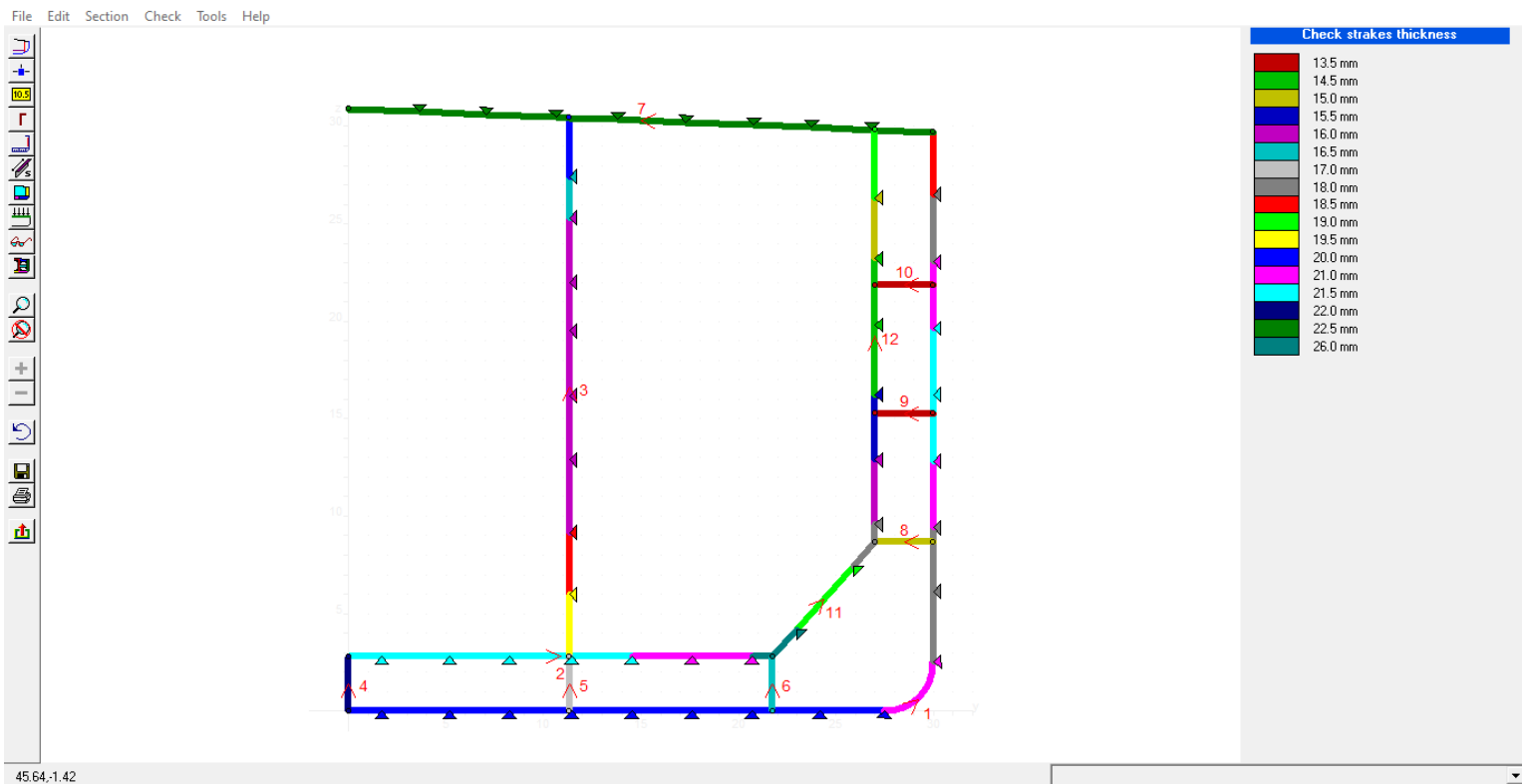
Με την βοήθεια της εντολή «Check» στο βασικό μενού του περιβάλλοντος εργασίας του προγράμματος μπορεί να γίνει μια απεικόνιση των κατασκευαστικών στοιχείων που έχουν εισαχθεί στις προηγούμενες ενότητες.



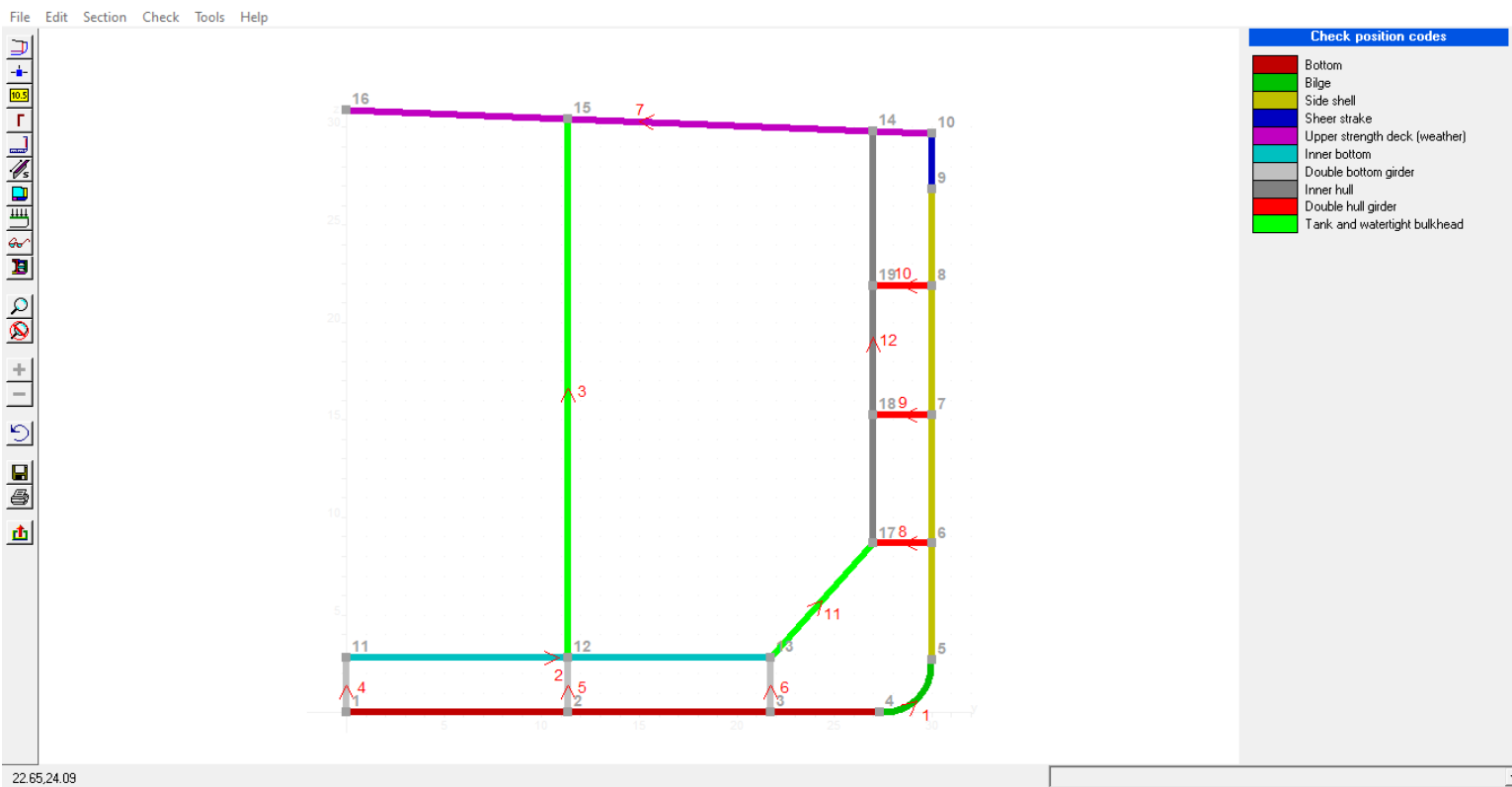
Εικόνα 51: Απεικόνιση των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν στην κατασκευή της μέσης τομής



Εικόνα 52: Απεικόνιση των διαστάσεων των διάμικτων ενισχυτικών



Εικόνα 53: Απεικόνιση του πάχους κάθε ελάσματος



Εικόνα 54: Απεικόνιση της κωδικού θέσης κάθε ελάσματος

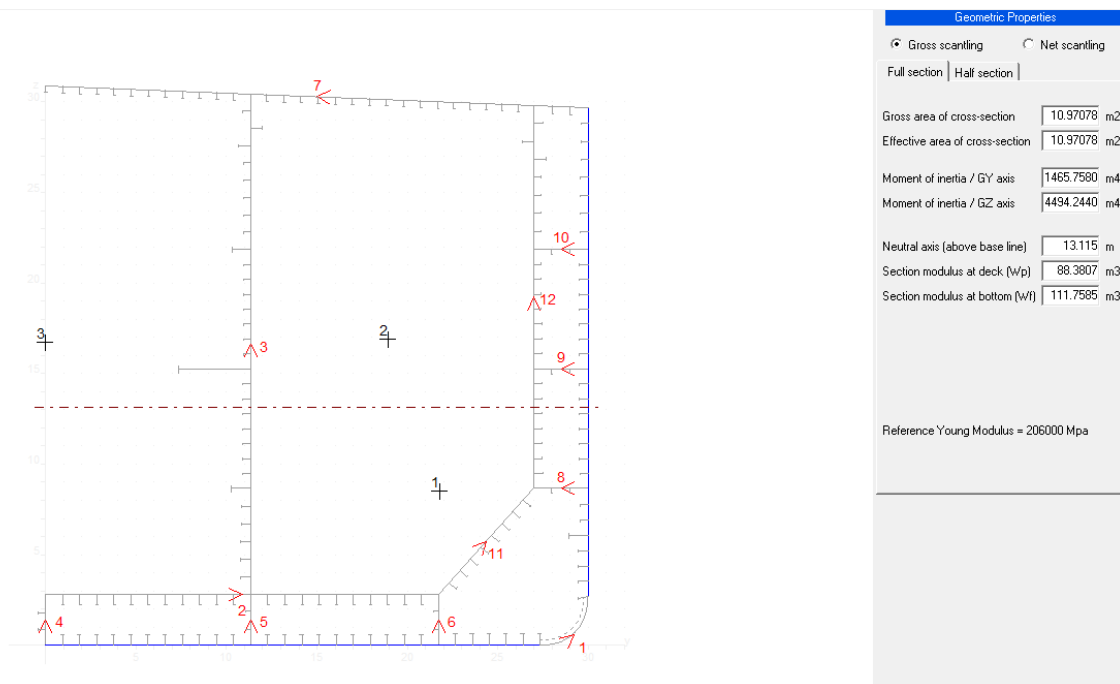
## Κεφάλαιο 8: Υπολογισμοί Μέσης Τομής (CSR).

Αφού έχει ολοκληρωθεί η διαδικασία της δημιουργίας της μέσης τομής στο πρόγραμμα όπως παρουσιάστηκε στο κεφάλαιο 7 της παρούσας εργασίας, μπορεί να πραγματοποιηθεί έλεγχος της μέσης τομής του εξεταζόμενου πλοίου με βάση τους Κοινούς Κατασκευαστικούς Κανόνες από το τρίτο παράθυρο του περιβάλλοντος εργασίας του προγράμματος Mars 2000 όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 13.

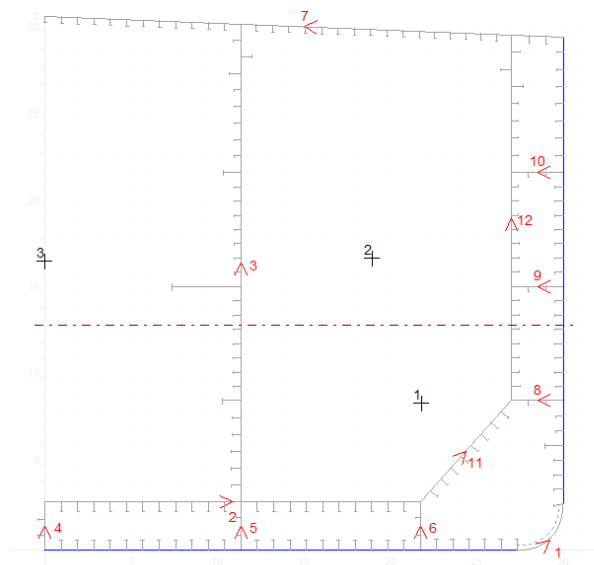
### 8.1 Γεωμετρικές Ιδιότητες Μέση Τομής (CSR).

Επιλέγοντας το παράθυρο που αφορά τον έλεγχο της συμμόρφωσης με βάση τους κανονισμούς παρουσιάζεται η παρακάτω καρτέλα που αφορά τις γεωμετρικές ιδιότητες της μέσης τομής σε δύο περιπτώσεις:

1. Gross scantling (Ολικό πάχος).
2. Net scantling (Καθαρό πάχος).



Εικόνα 55: Γεωμετρικές ιδιότητες μέσης τομής (Gross Scantling)



Geometric Properties	
Gross scantling	
Net scantling	
Full section   Half section	
(with 0.5 x CM)	
Gross area of cross-section	9.99210 m <sup>2</sup>
Effective area of cross-section	9.99210 m <sup>2</sup>
Moment of inertia / GY axis	1331.9790 m <sup>4</sup>
Moment of inertia / GZ axis	4080.1560 m <sup>4</sup>
Neutral axis (above base line)	13.032 m
Section modulus at deck (Wp)	79.9133 m <sup>3</sup>
Section modulus at bottom (Wb)	102.2067 m <sup>3</sup>
Reference Young Modulus = 206000 Mpa	

Εικόνα 56: Γεωμετρικές ιδιότητες μέσης τομής (Net Scantling)

Όπου:

Gross area of cross-section (m<sup>2</sup>): Εμβαδόν μέσης τομής.

Effective area of cross-section (m<sup>2</sup>): Εμβαδόν μέσης τομής, το οποίο διαφοροποιείτε από τον προηγούμενο μόνο στην περίπτωση που τα ελάσματα και τα διαμήκη ενισχυτικά δεν συνεισφέρουν κατά 100% στην διαμήκη αντοχή του πλοίου.

Moment of inertia /GY axis (m<sup>4</sup>): Ροπή αδράνειας ως προς τον y άξονα.

Moment of inertia /GZ axis (m<sup>4</sup>): Ροπή αδράνειας ως προς τον z άξονα.

Neutral axis (m): Ουδέτερο άξονας,

Section modulus at deck (m<sup>3</sup>): Ροπή αντίστασης ως προς το κατάστρωμα.

Section modulus at bottom (m<sup>3</sup>): Ροπή αντίστασης ως προς τον πυθμένα.

	Gross scantling	Net scantling
Gross area of cross-section (m <sup>2</sup> )	10.971	9.992
Effective area of cross-section (m <sup>2</sup> )	10.971	9.992
Moment of inertia /GY axis (m <sup>4</sup> )	1465.758	1331.979
Moment of inertia /GZ axis (m <sup>4</sup> )	4494.244	4080.156
Neutral axis (m)	13.115	13.032
Section modulus at deck (m <sup>3</sup> )	88.381	79.913
Section modulus at bottom (m <sup>3</sup> )	111.759	102.207

Πίνακας 5: Συγκεντρωτικός πίνακας γεωμετρικών ιδιοτήτων μέσης τομής



## 8.2 Κριτήρια Αντοχής Μέσης Τομής (CSR).

Στην επόμενη καρτέλα του παράθυρου ελέγχου της μέσης τομής εμφανίζονται τα κριτήρια αντοχής της μέσης τομής όπως εμφανίζονται παρακάτω.

Hull girder strength criteria

Hull Girder Loads | Section Moduli | Net/Gross Moduli

	Hogging	Sagging	
Design S.W.B.M. (still water bending moment)	8 789 760.	- 5 130 630.	(kNm)
Design vertical wave bending moment (Rule)	9 913 991.	- 10 825 470.	(kNm)
Design horizontal wave bending moment (Rule)	8 688 858.		(kNm)
	Positive	Negative	
Design vertical shear force	0.		(kN)
Rule vertical wave shear force	64 583.	- 64 583.	(kN)

Close

Εικόνα 57: Φορτίσεις μέσης τομής

Όπου:

Still Water Bending Moment(kNm): Ροπή σε ήρεμο νερό για την κατάσταση Hogging και την κατάσταση Sagging.

Bending Moment (kNm): Ροπή κάμψης.

Shear force (kN): Διατμητική τάση.

Hull girder strength criteria

Hull Girder Loads | Section Moduli | Net/Gross Moduli

	Rule	Actual	at z / BL	k
Modulus at deck	76.78383	79.91329 (m <sup>3</sup> )	29.700 (m)	0.78
Modulus at bottom	76.78383	102.20670 (m <sup>3</sup> )	0.000 (m)	0.78
Inertia	850.29940	1331.97900 (m <sup>4</sup> )	(for information only)	

Close

Εικόνα 58: Ροπή αντίστασης μέσης τομής

Όπου:

Modulus at deck ( $m^3$ ): Ροπή αντίστασης ως προς το κατάστρωμα.

Modulus at bottom ( $m^3$ ): Ροπή αντίστασης ως προς τον πυθμένα.

Inertia ( $m^4$ ): Ροπή αδράνειας.

Hull girder strength criteria

	Actual Gross	Actual Net	%
Deck	88.3807	79.91329	90.42
Bottom	111.7585	102.2067	91.45

Close

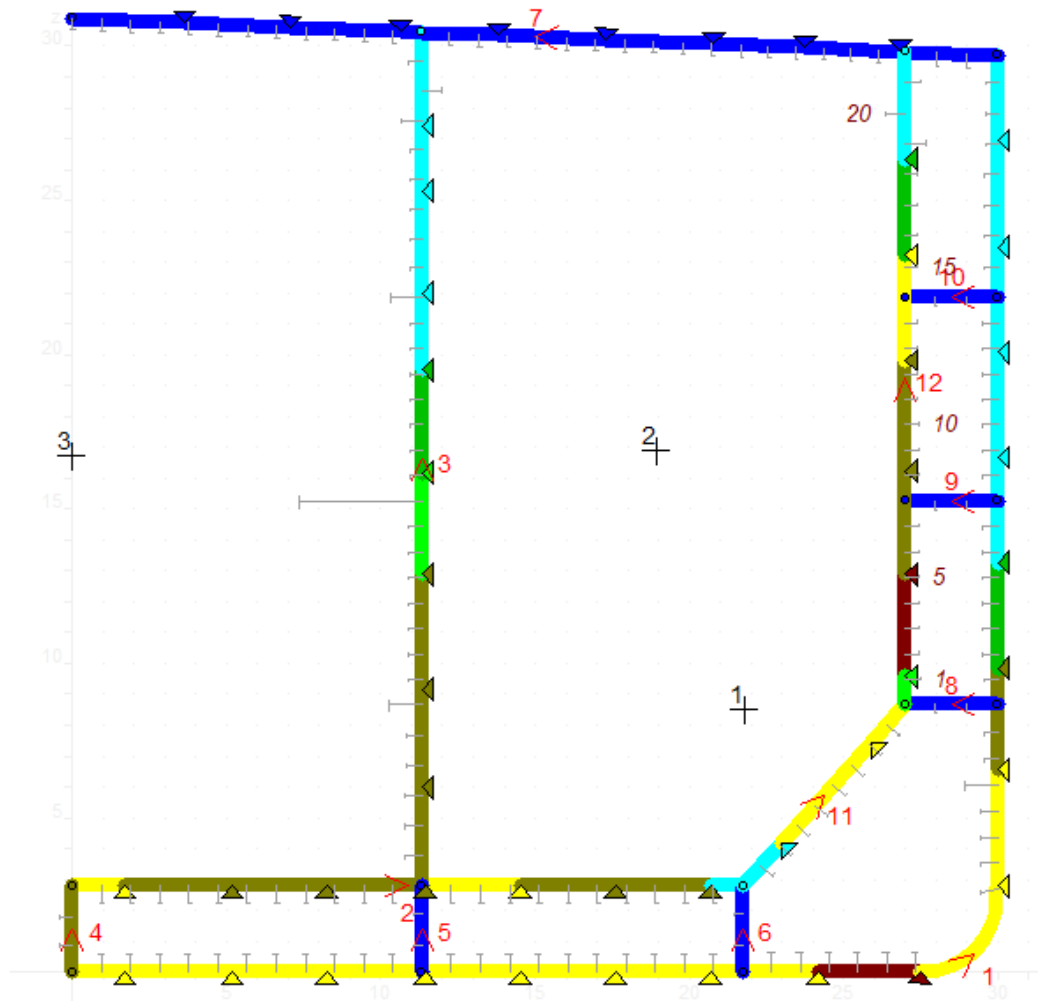
Εικόνα 59: Ροπή αντίστασης μέσης τομής ολικού και καθαρού πάχους

### 8.3 Έλεγχος ελασμάτων (CSR).

Στην συνέχεια θα πραγματοποιηθεί έλεγχος συμμόρφωσης των ελασμάτων της μέσης τομής. Ο έλεγχος περιλαμβάνει τα παρακάτω στάδια:

1. Load Thickness: Ελάχιστο πάχος ελάσματος σε φορτωμένη κατάσταση.
2. Testing Thickness: Ελάχιστο πάχος ελάσματος σε κατάσταση υδροστατικής δοκιμής.
3. Minimum Thickness: Ελάχιστο πάχος ελάσματος.
4. Buckling Normal Stress: Τάση λόγω λυγισμού.

### 8.3.1 Ελάχιστο πάχος ελασμάτων σε φορτωμένη κατάσταση (CSR).



Εικόνα 60: Χρωματική απεικόνιση αποτελεσμάτων απαιτούμενου πάχους ελάσματος σε φορτωμένη κατάσταση

Όπου:

Μπλε χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0 με 0.5.

Γαλάζιο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.5 με 0.8.

Πράσινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.8 με 0.85.

Ανοιχτό πράσινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.85 με 0.90.

Κίτρινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.90 με 0.95.

Λαδί χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.95 με 0.975.

Μπορντό χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.975 με 1.

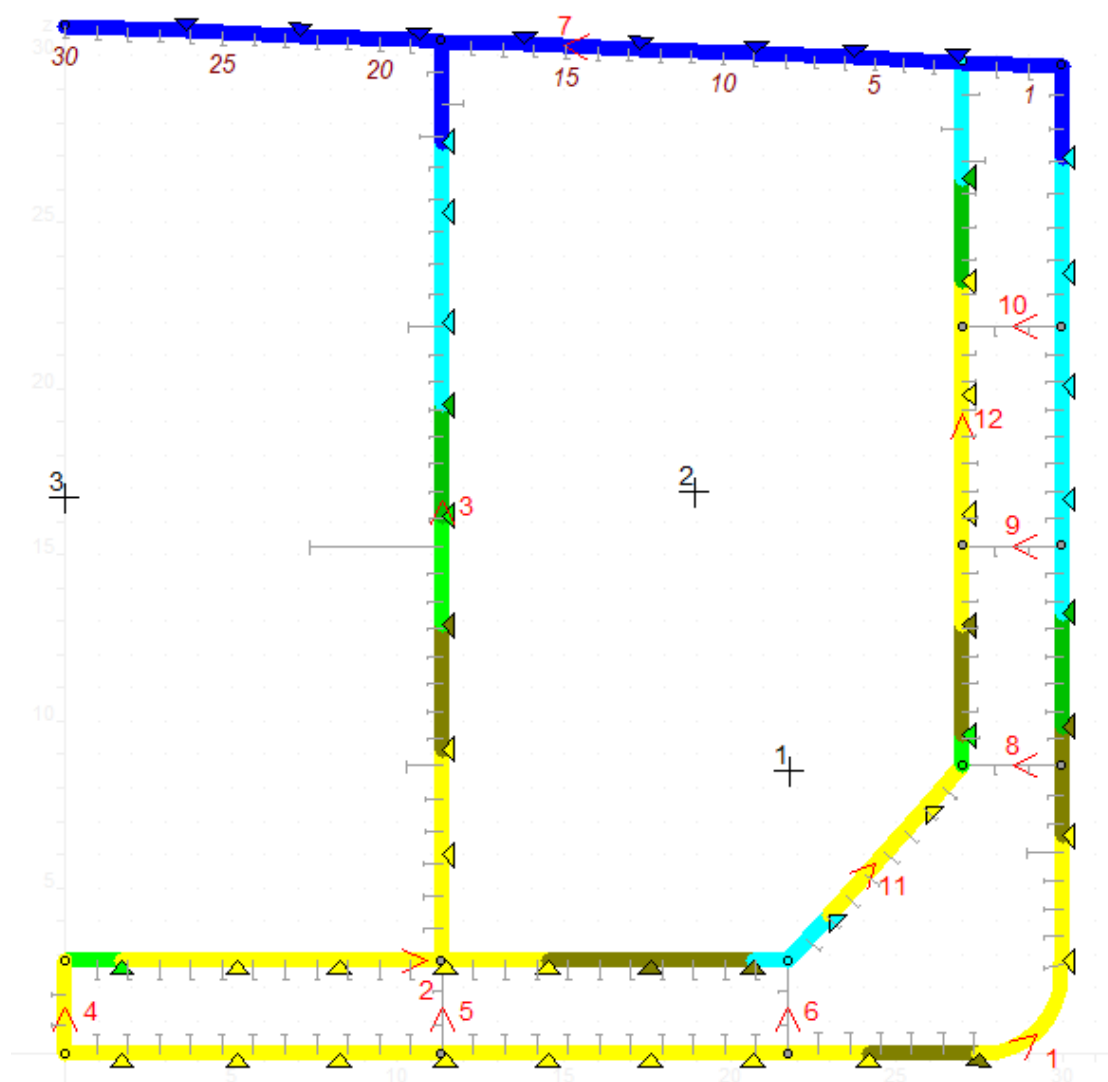
Κόκκινο χρώμα: Δεν ικανοποιείται ο κανονισμός.

<b>Strake</b>	<b>Gross Thickness (mm)</b>		<b>Load Thickness (mm)</b>	
	<b>Actual</b>	<b>Rules</b>	<b>Actual</b>	<b>Rules</b>
Strake 1	20.00	19.00	17.00	16.00
Strake 2	20.00	19.00	17.00	16.00
Strake 3	20.00	19.00	17.00	16.00
Strake 4	20.00	19.00	17.00	16.00
Strake 5	20.00	19.00	17.00	16.00
Strake 6	20.00	19.00	17.00	16.00
Strake 7	20.00	19.00	17.00	16.00
Strake 8	20.00	19.00	17.00	16.00
Strake 9	20.00	20.00	17.00	17.00
<b>Bilge</b>				
Strake 10	21.00	20.00	18.00	17.00
<b>Side Shell</b>				
Strake 11	18.00	17.00	15.00	14.00
Strake 12	18.00	17.50	14.50	14.00
Strake 13	21.00	19.00	17.50	14.50
Strake 14	21.50	19.00	18.00	13.50
Strake 15	21.50	19.00	18.00	12.50
Strake 16	21.00	21.00	17.50	14.00
Strake 17	18.00	18.00	14.00	11.00
<b>Sheer Strake</b>				
Strake 18	18.50	18.00	14.50	9.50
<b>Inner Bottom</b>				
Strake 19	21.50	20.00	17.50	16.00
Strake 20	21.50	21.00	17.50	17.00
Strake 21	21.50	21.00	17.50	17.00
Strake 22	21.50	21.00	17.50	17.00
Strake 23	21.50	20.50	17.50	16.50
Strake 24	21.00	20.50	17.00	16.50
Strake 25	21.00	20.50	17.00	16.50
Strake 26	26.00	20.50	22.00	16.50
<b>Longitudinal Bulkhead</b>				
Strake 27	19.50	19.00	17.00	16.50
Strake 28	18.50	18.00	16.00	15.50
Strake 29	16.00	15.50	13.50	13.00
Strake 30	16.00	14.50	13.50	12.00
Strake 31	16.00	13.50	13.50	11.00
Strake 32	16.00	13.50	13.50	10.50
Strake 33	16.50	13.50	13.50	10.50
Strake 34	16.50	13.50	14.00	9.50
Strake 35	20.00	15.00	16.00	8.50

<b>Double Bottom Girder</b>				
Strake 36	22.00	21.50	19.00	18.50
Strake 37	17.00	14.50	14.00	4.50
Strake 38	16.50	14.50	13.50	4.50
<b>Upper Strength Deck</b>				
Strake 39	22.50	15.50	18.50	8.00
Strake 40	22.50	14.50	18.50	7.00
Strake 41	22.50	15.00	18.50	7.00
Strake 42	22.50	15.00	18.50	7.00
Strake 43	22.50	15.00	18.50	7.00
Strake 44	22.50	15.00	18.50	6.50
Strake 45	22.50	15.00	18.50	6.50
Strake 46	22.50	15.00	18.50	6.50
Strake 47	22.50	15.00	18.50	6.00
<b>Double Hull Girder</b>				
Strake 48	15.00	15.00	12.00	3.50
Strake 49	13.50	13.50	10.50	4.00
Strake 50	13.50	13.50	10.50	4.50
<b>Inner Hull</b>				
Strake 51	26.00	18.50	23.00	15.50
Strake 52	19.00	18.00	16.00	15.00
Strake 53	18.00	17.00	15.00	14.00
Strake 54	18.00	19.00	15.00	13.00
Strake 55	16.00	16.00	13.00	13.00
Strake 56	15.50	15.00	12.50	12.00
Strake 57	14.50	14.00	11.50	11.00
Strake 58	14.50	14.50	11.50	10.50
Strake 59	15.00	14.50	12.00	10.00
Strake 60	19.00	15.50	15.50	8.50

*Πίνακας 6: Αποτελέσματα ελάχιστου πάχους ελασμάτων σε φορτωμένη κατάσταση*

### 8.3.2 Ελάχιστο πάχος ελάσματος σε κατάσταση υδροστατικής δοκιμής (CSR).



Εικόνα 61: Χρωματική απεικόνιση αποτελεσμάτων απαιτούμενου πάχους ελάσματος σε κατάσταση υδροστατικής δοκιμής

Όπου:

Μπλε χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0 με 0.5.

Γαλάζιο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.5 με 0.8.

Πράσινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.8 με 0.85.

Ανοιχτό πράσινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.85 με 0.90.

Κίτρινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.90 με 0.95.

Λαδί χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.95 με 0.975.

Μπορντό χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.975 με 1.

Κόκκινο χρώμα: Δεν ικανοποιείται ο κανονισμός.

<b>Strake</b>	<b>Gross Thickness (mm)</b>		<b>Test Thickness (mm)</b>	
	<b>Actual</b>	<b>Rules</b>	<b>Actual</b>	<b>Rules</b>
Strake 1	20.00	19.00	17.00	16.00
Strake 2	20.00	19.00	17.00	16.00
Strake 3	20.00	19.00	17.00	16.00
Strake 4	20.00	19.00	17.00	16.00
Strake 5	20.00	19.00	17.00	16.00
Strake 6	20.00	19.00	17.00	16.00
Strake 7	20.00	19.00	17.00	16.00
Strake 8	20.00	19.00	17.00	16.00
Strake 9	20.00	20.00	17.00	16.50
<b>Bilge</b>				
Strake 10	21.00	20.00	18.00	16.50
<b>Side Shell</b>				
Strake 11	18.00	17.00	15.00	14.00
Strake 12	18.00	17.50	14.50	14.00
Strake 13	21.00	19.00	17.50	14.50
Strake 14	21.50	19.00	18.00	13.50
Strake 15	21.50	19.00	18.00	12.00
Strake 16	21.00	21.00	17.50	12.00
Strake 17	18.00	18.00	14.00	9.00
<b>Sheer Strake</b>				
Strake 18	18.50	18.00	14.50	7.00
<b>Inner Bottom</b>				
Strake 19	21.50	20.00	17.50	15.50
Strake 20	21.50	21.00	17.50	16.50
Strake 21	21.50	21.00	17.50	16.50
Strake 22	21.50	21.00	17.50	16.50
Strake 23	21.50	20.50	17.50	16.50
Strake 24	21.00	20.50	17.00	16.50
Strake 25	21.00	20.50	17.00	16.50
Strake 26	26.00	20.50	22.00	16.50
<b>Longitudinal Bulkhead</b>				
Strake 27	19.50	19.00	17.00	16.00
Strake 28	18.50	18.00	16.00	15.00
Strake 29	16.00	15.50	13.50	13.00
Strake 30	16.00	14.50	13.50	12.00
Strake 31	16.00	13.50	13.50	11.00
Strake 32	16.00	13.50	13.50	10.00
Strake 33	16.50	13.50	13.50	10.00
Strake 34	16.50	13.50	14.00	9.00
Strake 35	20.00	15.00	16.00	8.00

<b>Double Bottom Girder</b>				
Strake 36	22.00	21.50	19.00	17.50
Strake 37	17.00	14.50	14.00	0.00
Strake 38	16.50	14.50	13.50	0.00
<b>Upper Strength Deck</b>				
Strake 39	22.50	15.50	18.50	5.50
Strake 40	22.50	14.50	18.50	5.00
Strake 41	22.50	15.00	18.50	5.50
Strake 42	22.50	15.00	18.50	5.50
Strake 43	22.50	15.00	18.50	5.00
Strake 44	22.50	15.00	18.50	5.50
Strake 45	22.50	15.00	18.50	5.50
Strake 46	22.50	15.00	18.50	5.50
Strake 47	22.50	15.00	18.50	5.00
<b>Double Hull Girder</b>				
Strake 48	15.00	15.00	12.00	0.00
Strake 49	13.50	13.50	10.50	0.00
Strake 50	13.50	13.50	10.50	0.00
<b>Inner Hull</b>				
Strake 51	26.00	18.50	23.00	15.00
Strake 52	19.00	18.00	16.00	15.00
Strake 53	18.00	17.00	15.00	14.00
Strake 54	18.00	19.00	15.00	13.00
Strake 55	16.00	16.00	13.00	12.50
Strake 56	15.50	15.00	12.50	11.50
Strake 57	14.50	14.00	11.50	10.50
Strake 58	14.50	14.50	11.50	10.50
Strake 59	15.00	14.50	12.00	10.00
Strake 60	19.00	15.50	15.00	8.50

*Πίνακας 7: Αποτελέσματα ελάχιστου πάχους ελασμάτων σε κατάσταση υδροστατικής δοκιμής*



### 8.3.3 Ελάχιστο πάχος ελάσματος (CSR).



Εικόνα 62: Χρωματική απεικόνιση αποτελεσμάτων ελάχιστου πάχους ελάσματος

Όπου:

Μπλε χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0 με 0.5.

Γαλάζιο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.5 με 0.8.

Πράσινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.8 με 0.85.

Ανοιχτό πράσινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.85 με 0.90.

Κίτρινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.90 με 0.95.

Λαδί χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.95 με 0.975.

Μπορντό χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.975 με 1.

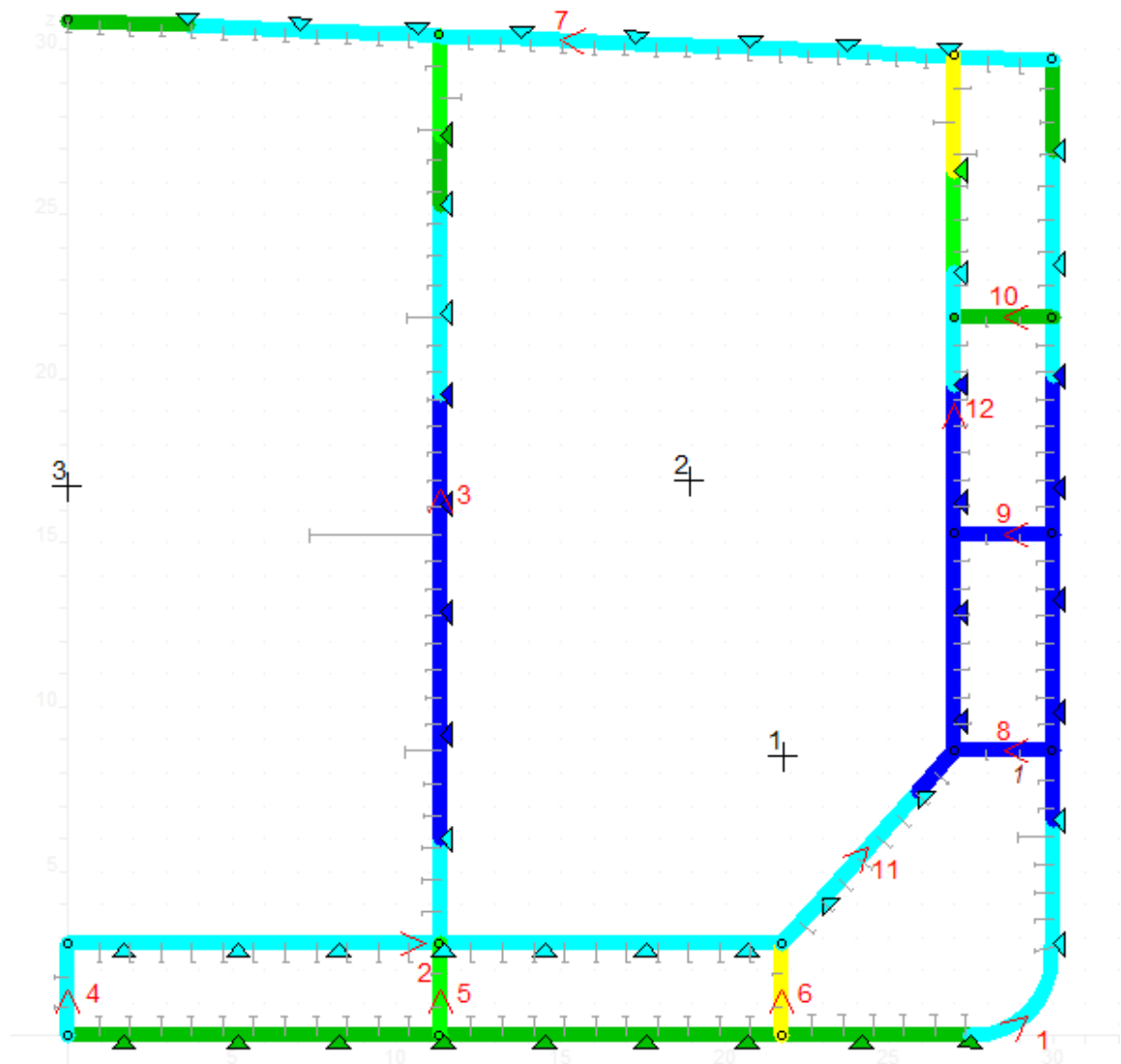
Κόκκινο χρώμα: Δεν ικανοποιείται ο κανονισμός.

<b>Strake</b>	<b>Gross Thickness (mm)</b>		<b>Mini. Thickness (mm)</b>	
	<b>Actual</b>	<b>Rules</b>	<b>Actual</b>	<b>Rules</b>
Strake 1	20.00	19.00	17.00	15.50
Strake 2	20.00	19.00	17.00	13.50
Strake 3	20.00	19.00	17.00	13.50
Strake 4	20.00	19.00	17.00	13.50
Strake 5	20.00	19.00	17.00	13.50
Strake 6	20.00	19.00	17.00	13.50
Strake 7	20.00	19.00	17.00	13.50
Strake 8	20.00	19.00	17.00	13.50
Strake 9	20.00	20.00	17.00	13.50
<b>Bilge</b>				
Strake 10	21.00	20.00	18.00	13.50
<b>Side Shell</b>				
Strake 11	18.00	17.00	15.00	13.50
Strake 12	18.00	17.50	14.50	13.50
Strake 13	21.00	19.00	17.50	15.50
Strake 14	21.50	19.00	18.00	15.50
Strake 15	21.50	19.00	18.00	15.50
Strake 16	21.00	21.00	17.50	17.50
Strake 17	18.00	18.00	14.00	14.00
<b>Sheer Strake</b>				
Strake 18	18.50	18.00	14.50	14.00
<b>Inner Bottom</b>				
Strake 19	21.50	20.00	17.50	11.50
Strake 20	21.50	21.00	17.50	11.00
Strake 21	21.50	21.00	17.50	11.00
Strake 22	21.50	21.00	17.50	11.00
Strake 23	21.50	20.50	17.50	11.00
Strake 24	21.00	20.50	17.00	11.00
Strake 25	21.00	20.50	17.00	11.00
Strake 26	26.00	20.50	22.00	11.00
<b>Longitudinal Bulkhead</b>				
Strake 27	19.50	19.00	17.00	12.00
Strake 28	18.50	18.00	16.00	12.00
Strake 29	16.00	15.50	13.50	10.50
Strake 30	16.00	14.50	13.50	10.50
Strake 31	16.00	13.50	13.50	10.50
Strake 32	16.00	13.50	13.50	11.00
Strake 33	16.50	13.50	13.50	11.00
Strake 34	16.50	13.50	14.00	11.00
Strake 35	20.00	15.00	16.00	11.00

<b>Double Bottom Girder</b>				
Strake 36	22.00	21.50	19.00	13.00
Strake 37	17.00	14.50	14.00	11.50
Strake 38	16.50	14.50	13.50	11.50
<b>Upper Strength Deck</b>				
Strake 39	22.50	15.50	18.50	11.50
Strake 40	22.50	14.50	18.50	10.50
Strake 41	22.50	15.00	18.50	11.00
Strake 42	22.50	15.00	18.50	11.00
Strake 43	22.50	15.00	18.50	11.00
Strake 44	22.50	15.00	18.50	11.00
Strake 45	22.50	15.00	18.50	11.00
Strake 46	22.50	15.00	18.50	11.00
Strake 47	22.50	15.00	18.50	11.00
<b>Double Hull Girder</b>				
Strake 48	15.00	15.00	12.00	12.00
Strake 49	13.50	13.50	10.50	10.50
Strake 50	13.50	13.50	10.50	10.50
<b>Inner Hull</b>				
Strake 51	26.00	18.50	23.00	10.50
Strake 52	19.00	18.00	16.00	10.50
Strake 53	18.00	17.00	15.00	10.50
Strake 54	18.00	19.00	15.00	10.50
Strake 55	16.00	16.00	13.00	10.50
Strake 56	15.50	15.00	12.50	10.50
Strake 57	14.50	14.00	11.50	10.50
Strake 58	14.50	14.50	11.50	11.50
Strake 59	15.00	14.50	12.00	11.50
Strake 60	19.00	15.50	15.00	11.50

*Πίνακας 8: Αποτελέσματα ελάχιστου πάχους ελασμάτων*

### 8.3.4 Μέγιστη τάση λόγω λυγισμού (CSR).



Εικόνα 63: Χρωματική απεικόνιση αποτελεσμάτων τάσεως λόγω λυγισμού

Όπου:

Μπλε χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0 με 0.5.

Γαλάζιο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.5 με 0.8.

Πράσινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.8 με 0.85.

Ανοιχτό πράσινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.85 με 0.90.

Κίτρινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.90 με 0.95.

Λαδί χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.95 με 0.975.

Μπορντό χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.975 με 1.

Κόκκινο χρώμα: Δεν ικανοποιείται ο κανονισμός.

Strake	Sigma Buckling (N/mm <sup>2</sup> )		Ratio of Sigma Buckling (-)	
	Actual	Rules	Actual	Rules
Strake 1	-183.07	-225.93	0.73	0.90
Strake 2	-183.07	-225.93	0.73	0.90
Strake 3	-183.07	-225.93	0.73	0.90
Strake 4	-183.07	-225.93	0.73	0.90
Strake 5	-183.07	-225.93	0.73	0.90
Strake 6	-183.07	-225.93	0.73	0.90
Strake 7	-183.07	-225.93	0.73	0.90
Strake 8	-183.07	-225.93	0.73	0.90
Strake 9	-183.07	-228.69	0.72	0.90
<b>Bilge</b>				
Strake 10	-145.43	-261.65	0.50	0.90
<b>Side Shell</b>				
Strake 11	-145.43	-229.02	0.57	0.90
Strake 12	-97.96	-223.85	0.39	0.90
Strake 13	-49.86	-211.50	0.21	0.90
Strake 14	-46.42	-235.00	0.20	1.00
Strake 15	-85.95	-235.00	0.37	1.00
Strake 16	-129.56	-210.71	0.61	1.00
Strake 17	-177.25	-226.11	0.78	1.00
<b>Sheer Strake</b>				
Strake 18	-189.17	-232.47	0.81	1.00
<b>Inner Bottom</b>				
Strake 19	-143.74	-248.68	0.52	0.90
Strake 20	-143.74	-230.95	0.56	0.90
Strake 21	-143.74	-230.95	0.56	0.90
Strake 22	-143.74	-230.95	0.56	0.90
Strake 23	-143.74	-230.95	0.56	0.90
Strake 24	-143.74	-225.93	0.57	0.90
Strake 25	-143.74	-225.93	0.57	0.90
Strake 26	-143.74	-271.94	0.48	0.90
<b>Longitudinal Bulkhead</b>				
Strake 27	-143.74	-244.08	0.53	0.90
Strake 28	-102.67	-235.40	0.39	0.90
Strake 29	-61.45	-222.15	0.25	0.90
Strake 30	-46.42	-248.70	0.19	1.00
Strake 31	-85.95	-241.37	0.36	1.00
Strake 32	-117.16	-213.58	0.55	1.00
Strake 33	-151.49	-212.13	0.71	1.00
Strake 34	-174.37	-217.85	0.80	1.00
Strake 35	-208.59	-243.22	0.86	1.00

<b>Double Bottom Girder</b>				
Strake 36	-183.07	-259.10	0.64	0.90
Strake 37	-170.43	-189.81	0.81	0.90
Strake 38	-170.43	-184.21	0.83	0.90
<b>Upper Strength Deck</b>				
Strake 39	-201.09	-256.13	0.79	1.00
Strake 40	-202.79	-279.51	0.73	1.00
Strake 41	-204.09	-267.62	0.76	1.00
Strake 42	-205.90	-267.62	0.77	1.00
Strake 43	-207.71	-267.62	0.78	1.00
Strake 44	-209.04	-267.62	0.78	1.00
Strake 45	-210.85	-267.62	0.79	1.00
Strake 46	-212.66	-267.61	0.79	1.00
Strake 47	-214.03	-265.73	0.81	1.00
<b>Double Hull Girder</b>				
Strake 48	-61.45	-155.97	0.35	0.90
Strake 49	-30.00	-130.74	0.23	1.00
Strake 50	-105.72	-130.74	0.81	1.00
<b>Inner Hull</b>				
Strake 51	-143.74	-283.50	0.46	0.90
Strake 52	-125.46	-233.61	0.48	0.90
Strake 53	-79.76	-225.18	0.32	0.90
Strake 54	-61.45	-240.69	0.23	0.90
Strake 55	-49.86	-218.67	0.21	0.90
Strake 56	-46.42	-234.13	0.20	1.00
Strake 57	-85.95	-212.29	0.40	1.00
Strake 58	-129.56	-180.12	0.72	1.00
Strake 59	-165.33	-185.61	0.89	1.00
Strake 60	-201.09	-222.40	0.90	1.00

*Πίνακας 9: Αποτελέσματα μέγιστης τάσης λόγω λυγισμού*

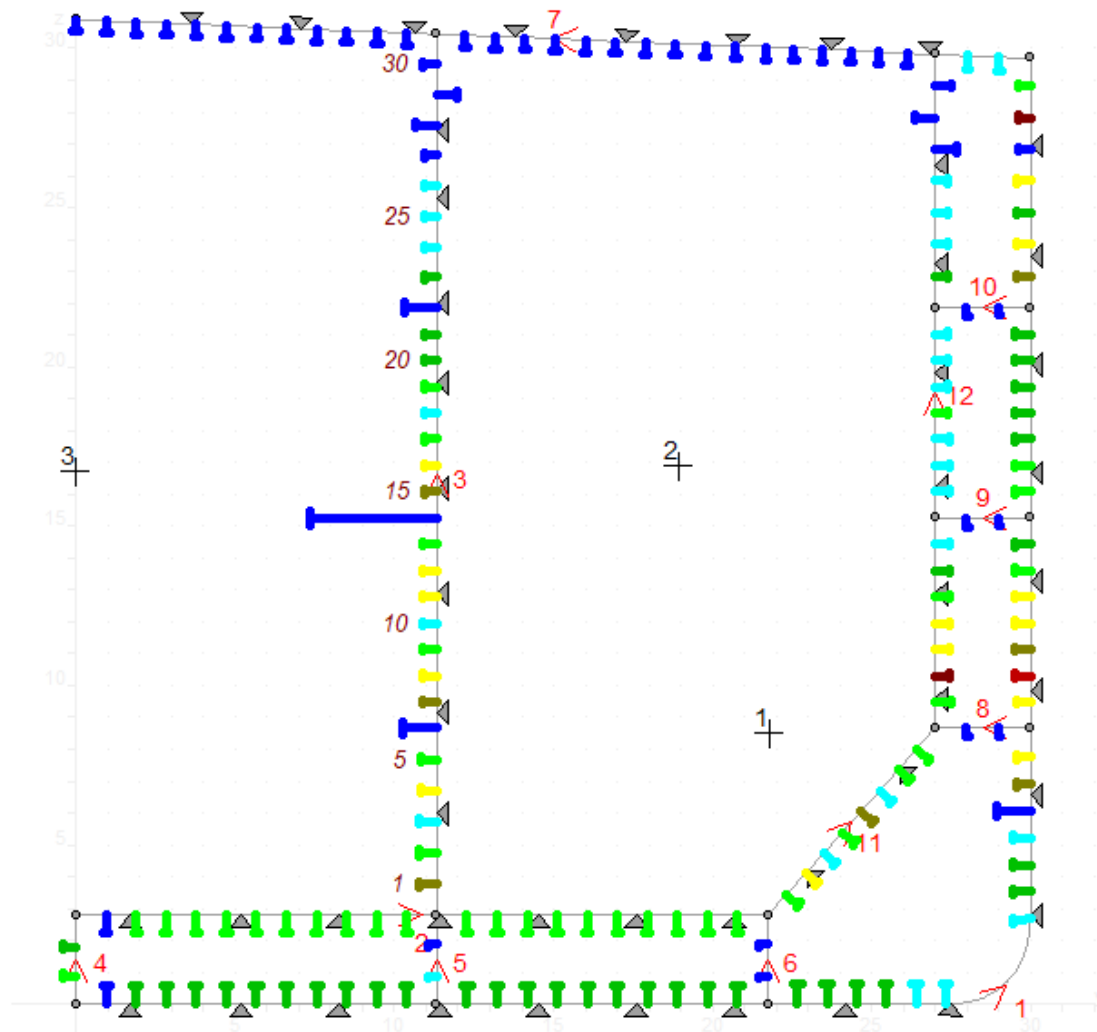
#### 8.4 Έλεγχος διάμηκων ενισχυτικών (CSR).

Στην συνέχεια θα πραγματοποιηθεί έλεγχος συμμόρφωσης των διάμηκων ενισχυτικών της μέσης τομής. Ο έλεγχος περιλαμβάνει τα παρακάτω στάδια:

1. Load Modulus: Ροπή αντίσταση ενισχυτικών σε φορτωμένη κατάσταση.
2. Testing Modulus: Ροπή αντίσταση ενισχυτικών σε κατάσταση υδροστατικής δοκιμής.
3. Load Shear Th. Web: Διάτμηση κορμού ενισχυτικών σε φορτωμένη κατάσταση.
4. Testing Shear Th. Web: Διάτμηση κορμού ενισχυτικών σε κατάσταση υδροστατικής δοκιμής.
5. Torsional Buckling: Στρεπτικός λυγισμός.
6. Column Buckling: Λυγισμός κολώνας.
7. Minimum Web Thickness: Ελάχιστο πάχος κορμού.
8. Minimum Flange Thickness: Ελάχιστο πάχος φλάντζας.
9. Inertia: Ροπή αδράνειας ενισχυτικού.

Στους παραπάνω ελέγχους δεν θα ληφθεί υπόψιν τον ενισχυτικό της διαμήκης φρακτής, το οποίο μπορεί να απεικονίζεται ως διάμηκες ενισχυτικό αλλά πρόκειται για ένα διάδρομο μέσα στην δεξαμενή για πιθανές επιθεωρήσεις, ο οποίος ενισχύεται από κάποια ενισχυτικά και δεν υπάρχει τρόπος να οριστούν στο πρόγραμμα.

#### 8.4.1 Ροπή αντίστασης ενισχυτικών σε φορτωμένη κατάσταση (CSR).



Εικόνα 64: Χρωματική απεικόνιση ροπής αντίστασης ενισχυτικών σε φορτωμένη κατάσταση

Όπου:

Μπλε χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0 με 0.5.

Γαλάζιο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.5 με 0.8.

Πράσινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.8 με 0.85.

Ανοιχτό πράσινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.85 με 0.90.

Κίτρινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.90 με 0.95.

Λαδί χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.95 με 0.975.

Μπορντό χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.975 με 1.

Κόκκινο χρώμα: Δεν ικανοποιείται ο κανονισμός.



Stiffeners	Dimensions (mm)		W Gross (cm <sup>3</sup> )		W Load Net (cm <sup>3</sup> )	
	Web	Flange	Actual	Rules	Actual	Rules
<b>Bottom</b>						
1	590*12	230*32	5366.710	987.560	4673.630	860.020
2	590*12	230*32	5366.710	4424.740	4673.630	3853.310
3	590*12	230*32	5366.710	4419.870	4673.630	3849.070
4	590*12	230*32	5366.710	4415.010	4673.630	3844.830
5	590*12	230*32	5366.710	4410.140	4673.630	3840.600
6	590*12	230*32	5366.710	4410.760	4673.630	3841.140
7	590*12	230*32	5366.710	4419.740	4673.630	3845.950
8	590*12	230*32	5366.710	4428.710	4673.630	3856.770
9	590*12	230*32	5366.710	4437.690	4673.630	3864.590
10	590*12	230*32	5366.710	4446.660	4673.630	3872.400
11	590*12	230*32	5366.710	4455.640	4673.630	3880.220
13	590*12	240*32	5544.250	4466.330	4836.090	3895.850
14	590*12	240*32	5544.250	4475.290	4836.090	3903.670
15	590*12	240*32	5544.250	4484.260	4836.090	3911.490
16	590*12	240*32	5544.250	4493.220	4836.090	3919.300
17	590*12	240*32	5544.250	4502.180	4836.090	3927.120
18	590*12	240*32	5544.250	4511.140	4836.090	3934.940
19	590*12	240*32	5544.250	4520.100	4836.090	3942.750
20	590*12	240*32	5544.250	4529.060	4836.090	3950.570
21	590*12	240*32	5544.250	4538.020	4836.090	3958.390
22	590*12	240*32	5544.260	4547.000	4836.090	3966.210
24	620*12.5	255*32	6189.980	4980.830	5410.760	4353.820
25	620*12.5	255*32	6189.980	4990.460	5410.760	4362.230
26	620*12.5	255*32	6189.980	5000.080	5410.760	4370.640
27	620*12.5	255*32	6189.980	5009.700	5410.760	4379.060
28	620*12.5	255*32	6189.980	4305.570	5410.760	3763.560
29	620*12.5	255*32	6189.980	4512.640	5410.760	3944.560
<b>Inner Bottom</b>						
1	550*12	185*32	4220.060	817.570	3639.570	705.110
2	550*12	185*32	4220.060	3667.120	3639.570	3162.690
3	550*12	185*32	4220.060	3667.120	3639.570	3162.690
4	550*12	185*32	4220.060	3667.120	3639.570	3162.690
5	550*12	185*32	4220.060	3667.120	3639.570	3162.690
6	550*12	185*32	4220.060	3667.120	3639.570	3162.690
7	550*12	185*32	4220.060	3667.120	3639.570	3162.690
8	550*12	185*32	4220.060	3667.120	3639.570	3162.690
9	550*12	185*32	4220.060	3667.120	3639.570	3162.690
10	550*12	185*32	4220.060	3667.120	3639.570	3162.690
11	550*12	185*32	4220.060	3667.120	3639.570	3162.690
13	550*12	185*32	4220.060	3667.120	3639.570	3162.690
14	550*12	185*32	4220.060	3667.120	3639.570	3162.690
15	550*12	185*32	4220.060	3667.120	3639.570	3162.690
16	550*12	185*32	4211.720	3667.800	3631.710	3162.690
17	550*12	185*32	4211.720	3667.800	3631.710	3162.690
18	550*12	185*32	4211.720	3667.800	3631.710	3162.690
19	550*12	185*32	4211.720	3667.800	3631.710	3162.690
20	550*12	185*32	4211.720	3667.800	3631.710	3162.690
21	550*12	185*32	4211.720	3667.800	3631.710	3162.690
22	550*12	185*32	4286.850	3663.950	3700.380	3162.690

<b>Inner Hull &amp; Hopper</b>						
29	500*11.5	210*30	3967.820	3519.980	3430.420	3043.240
30	500*11.5	185*30	3604.170	3341.440	3099.570	2873.620
31	500*11.5	185*30	3510.670	2556.610	3019.240	2198.730
32	500*11.5	185*30	3510.670	3040.000	3019.240	2614.450
33	500*11.5	155*30	3084.080	2942.050	2631.410	2510.220
34	500*11.5	155*30	3084.090	2280.800	2631.410	1946.030
35	500*11.5	155*30	3084.090	2735.720	2631.410	2334.170
36	500*11.5	155*30	3069.920	2674.710	2618.750	2281.630
38	475*11.5	130*30	2536.060	2164.190	2149.500	1834.310
39	450*11	125*28	2157.570	2109.700	1808.160	1768.040
40	450*11	125*28	2157.570	2030.630	1808.160	1701.780
41	450*11	125*28	2157.570	1951.560	1808.160	1635.520
42	450*11	125*28	2157.570	1872.490	1808.160	1569.250
43	450*11	125*28	2151.420	1793.850	1802.580	1502.990
44	450*11	125*28	2151.420	1714.760	1802.580	1436.730
46	450*11	125*24	2151.420	1715.530	1802.580	1437.370
47	450*11	125*24	2138.390	1629.400	1790.530	1364.340
48	450*11	125*24	2138.390	1542.180	1790.530	1291.310
49	400*11	130*24	1712.760	1478.530	1414.580	1221.130
50	400*11	130*24	1794.480	1418.630	1486.740	1175.350
51	400*11	130*24	1794.480	1361.050	1486.740	1127.640
52	400*11	130*24	1794.480	1301.000	1486.740	1077.890
54	400*11	130*24	1732.560	1403.570	1429.560	1158.100
55	400*11	130*24	1737.280	1301.800	1433.810	1074.400
56	400*11	130*24	1737.280	1052.130	1433.810	868.340
57	400*11	130*24	1737.280	1081.000	1433.810	892.170
58	650*14	180*14	3330.490	950.560	2393.140	683.030
59	650*14	180*14	3330.490	1116.170	2393.140	802.020
60	475*12	125*24	2208.110	903.080	1693.780	692.730
<b>Side Shell</b>						
30	575*12	195*32	4585.250	2962.460	3973.090	2566.960
31	575*12	175*32	4178.970	3530.070	3601.730	3042.470
32	575*12	175*32	4178.970	3353.110	3601.730	2889.950
33	575*12	175*32	4178.970	2556.980	3601.730	2203.780
34	1100*18.5	370*18.5	12430.950	3927.240	10410.470	3288.920
35	450*12	175*32	3119.430	2963.850	2702.350	2567.570
36	450*12	175*32	3123.550	2925.870	2705.700	2534.460
38	475*11	130*32	2621.630	2383.540	2229.500	2027.030
<b>39</b>	<b>530*12</b>	<b>140*29</b>	<b>3069.260</b>	<b>3102.150</b>	<b>2594.220</b>	<b>2622.020</b>
40	530*12	140*29	3069.260	2989.690	2594.220	2526.960
41	530*12	140*29	3069.260	2877.230	2594.220	2431.910
42	530*12	140*29	3069.260	2764.760	2594.220	2336.840
43	530*12	140*29	3075.830	2652.000	2600.050	2241.790
44	530*12	140*29	3075.830	2539.560	2600.050	2146.730
46	530*12	150*29	2996.010	2626.970	2545.280	2231.750
47	530*12	150*29	2996.010	2558.840	2545.280	2173.880
48	530*12	150*29	2996.010	2536.140	2545.280	2154.590
49	530*12	150*29	2996.010	2524.960	2545.280	2145.100
50	530*12	150*29	2996.010	2513.250	2545.280	2135.150
51	530*12	150*29	2989.700	2501.210	2539.660	2124.700

52	530*12	150*29	2989.700	2488.280	2539.660	2113.720
54	475*11	125*24	2165.680	2073.700	1772.860	1697.560
55	475*11	125*24	2139.330	1996.330	1747.310	1630.510
56	450*11	125*24	1994.570	1679.310	1632.280	1374.280
57	450*11	125*24	1994.310	1812.200	1632.280	1483.050
58	400*12	125*24	1677.530	659.410	1303.870	512.530
59	400*12	125*24	1762.010	1719.860	1361.120	1328.560
60	400*12	125*24	1756.270	1511.710	1357.350	1168.340
<b>Longitudinal Bulkhead</b>						
32	550*11.5	180*32	4074.630	3906.070	3607.030	3457.820
33	550*11.5	180*32	4074.630	3596.870	3607.040	3184.100
34	550*11.5	180*32	4074.630	2237.280	3607.040	1980.540
35	550*11.5	165*32	3392.690	3119.940	3000.640	2759.410
36	550*11.5	165*32	3393.200	3001.640	3001.060	2654.750
37	1100*13.5	370*18	11156.060	3236.730	9443.120	2739.750
38	450*10.5	135*32	2473.300	2367.680	2171.030	2078.320
39	450*10.5	135*32	2473.300	2286.170	2171.030	2006.770
40	450*10.5	135*32	2473.300	2204.660	2171.030	1935.220
41	470*10.5	130*26	2203.350	1488.470	1888.160	1275.540
42	470*10.5	130*26	2203.350	2091.280	1888.160	1792.120
43	470*10.5	130*26	2203.350	2007.780	1888.160	1720.570
44	470*10.5	130*26	2203.350	1924.290	1888.160	1649.020
46	400*10.5	130*26	1803.630	1748.950	1553.000	1505.920
47	400*10.5	130*26	1803.630	1665.850	1553.000	1434.370
48	400*10.5	130*26	1803.630	1582.750	1553.000	1362.820
49	375*10.5	125*26	1620.350	1016.410	1395.480	875.360
50	375*10.5	125*26	1620.350	1416.270	1395.480	1219.720
51	375*10.5	125*26	1620.350	1353.340	1395.480	1165.530
52	375*10.5	125*26	1620.350	1297.100	1395.480	1117.090
53	1025*16	370*18	10516.650	1768.600	8975.970	1509.500
54	375*10.5	125*26	1633.330	1354.720	1405.630	1165.860
55	375*10.5	125*26	1633.330	861.590	1405.630	741.480
56	375*10.5	125*26	1633.330	1183.890	1405.630	1018.850
57	375*10.5	125*26	1637.280	1093.200	1409.150	940.880
58	375*10.5	125*26	1637.280	677.140	1409.150	582.790
59	650*14	180*14	3336.910	1265.700	2399.860	910.270
60	650*14	180*14	3336.910	1032.930	2399.860	742.870
61	425*12	150*28	2398.510	914.930	1920.920	732.750
<b>Upper Deck</b>						
CL	375*14	200*28	2663.880	637.900	2193.340	525.220
1	375*14	200*28	2663.250	634.190	2192.890	522.180
2	375*14	200*28	2662.570	467.870	2192.400	385.250
3	375*14	200*28	2662.570	629.840	2192.400	518.620
4	375*14	200*28	2662.590	629.200	2192.420	518.090
5	375*14	200*28	2662.570	632.260	2192.400	520.610
6	375*14	200*28	2662.570	605.550	2192.400	498.620
7	375*14	200*28	2662.570	814.690	2192.400	670.830
8	375*14	200*28	2662.570	813.380	2192.400	669.750
9	375*14	200*28	2662.570	812.070	2192.400	668.670
10	375*14	200*28	2662.570	726.900	2192.400	598.540
11	375*14	200*28	2662.590	666.520	2192.420	666.520

13	375*14	200*28	2658.100	738.100	2189.190	607.890
14	375*14	200*28	2662.570	778.770	2192.400	641.250
15	375*14	200*28	2662.590	795.000	2192.420	654.610
16	375*14	200*28	2662.590	556.180	2192.420	457.960
17	375*14	200*28	2662.570	827.360	2192.400	681.260
18	375*14	200*28	2662.590	843.500	2192.420	694.550
19	375*14	200*28	2662.570	859.600	2192.400	707.800
20	375*14	200*28	2662.590	600.380	2192.420	494.360
21	375*14	200*28	2662.590	891.700	2192.420	734.240
22	375*14	200*28	2662.570	907.710	2192.400	747.420
23	375*14	150*28	2149.050	908.200	1747.350	738.440
24	375*14	150*28	2145.580	895.110	1744.890	727.950
25	375*14	150*28	2145.560	623.500	1744.880	507.060
26	375*14	150*28	2145.560	923.660	1744.880	751.160
27	375*14	150*28	2145.560	937.890	1744.880	762.740
28	375*14	150*28	2145.420	950.810	1744.780	773.250
30	450*12	150*20	2093.020	1195.000	1571.040	896.980
31	450*12	150*20	2092.920	1212.840	1570.980	910.380
<b>Double Bottom</b>						
1	425*11	150*18	1760.510	1503.560	1401.020	1196.540
2	425*11	150*18	1764.800	1415.390	1403.900	1125.950
3	300*11	90*16	690.240	356.230	533.940	275.570
4	300*11	90*16	690.240	344.130	533.940	266.210
5	350*12	100*17	779.440	348.260	616.750	275.570
6	350*12	100*17	779.440	336.430	616.750	266.210
<b>Double Hull</b>						
1	300*11	90*16	685.220	181.710	529.690	140.470
2	300*11	90*16	683.730	172.810	528.660	133.620
3	250*12	90*16	540.220	240.410	423.100	188.290
4	250*12	90*16	677.800	231.780	523.760	179.100
5	250*12	90*16	540.220	254.170	423.100	199.060
6	250*12	90*16	677.800	244.760	523.760	189.130

*Πίνακας 10: Αποτελέσματα ροπής αντίστασης ενισχυτικών σε φορτωμένη κατάσταση*

Όπως παρατηρείται στο Side Shell στο ενισχυτικό νούμερο 39 η ελάχιστη ροπή αντίστασης του προκύπτει να είναι ελάχιστα μικρότερη από την απαιτούμενη ροπή του κανονισμού. Γεγονός που δικαιολογείται από την παράγραφο Part 1/ Chapter 6/ Section 5/ 1.1.3 στην οποία όταν έχουμε μια ομάδα ενισχυτικών τοποθετημένα σε ένα έλασμα ισχύει:

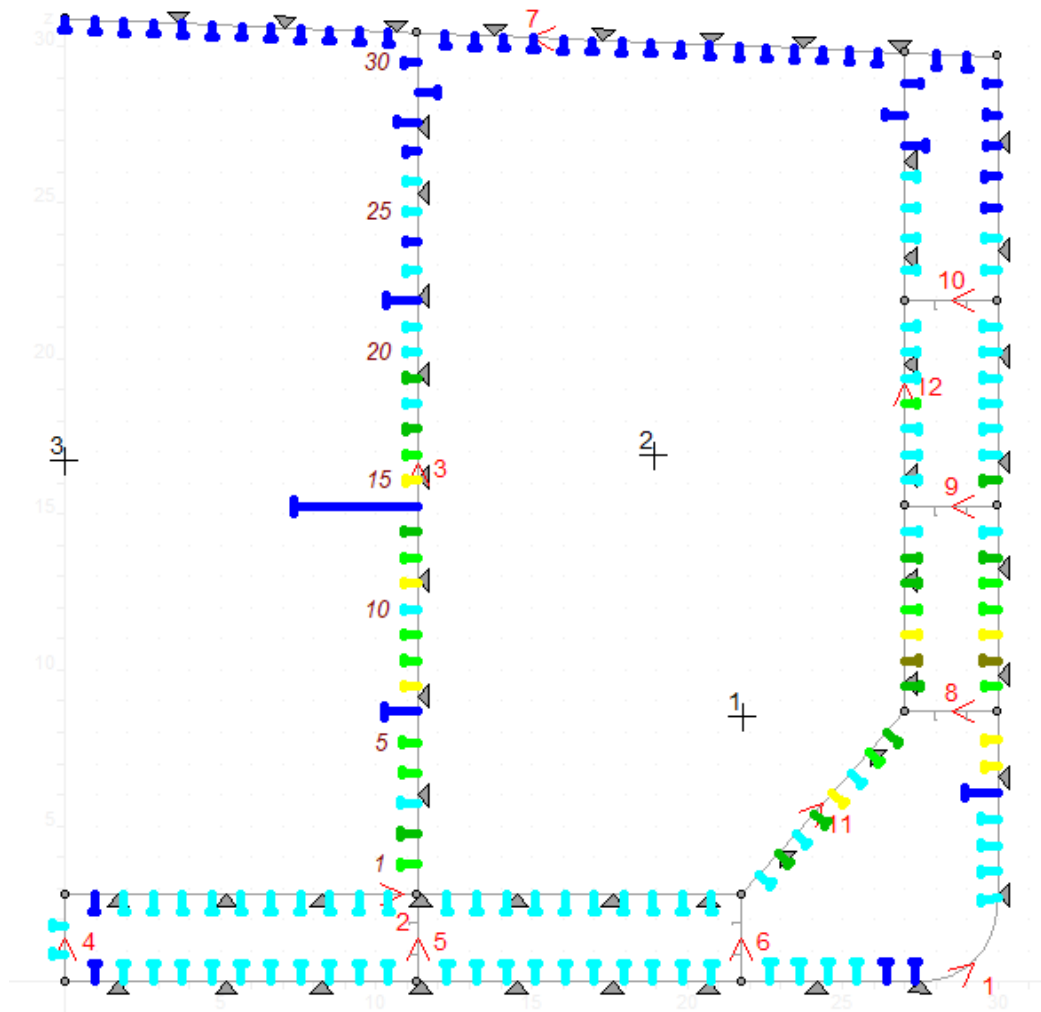
#### **1.1.3 Group of stiffeners**

Scantlings of stiffeners based on requirements in [1.1.1] and [1.1.2] may be decided based on the concept of grouping designated sequentially placed stiffeners of equal scantlings on a single stiffened panel between primary supporting members. The scantling of the group is to be taken as the greater of the following:

- The average of the required scantling of all stiffeners within a group.
- 90% of the maximum scantling required for any one stiffener within the group.

*Εικόνα 65: Παράγραφος κανονισμών που αφορά τις ομάδες ενισχυτικών*

#### 8.4.2 Ροπή αντίσταση ενισχυτικών σε κατάσταση υδροστατικής δοκιμής (CSR).



Εικόνα 66: Χρωματική απεικόνιση ροπής αντίστασης ενισχυτικών σε κατάσταση υδροστατικής δοκιμής

Όπου:

Μπλε χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0 με 0.5.

Γαλάζιο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.5 με 0.8.

Πράσινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.8 με 0.85.

Ανοιχτό πράσινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.85 με 0.90.

Κίτρινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.90 με 0.95.

Λαδί χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.95 με 0.975.

Μπορντό χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.975 με 1.

Κόκκινο χρώμα: Δεν ικανοποιείται ο κανονισμός.

Stiffeners	Dimensions (mm)		W Gross (cm <sup>3</sup> )		W Test (cm <sup>3</sup> )	
	Web	Flange	Actual	Rules	Actual	Rules
<b>Bottom</b>						
1	590*12	230*32	5366.710	987.560	4673.630	581.590
2	590*12	230*32	5366.710	4424.740	4673.630	2608.690
3	590*12	230*32	5366.710	4419.870	4673.630	2608.690
4	590*12	230*32	5366.710	4415.010	4673.630	2608.690
5	590*12	230*32	5366.710	4410.140	4673.630	2608.690
6	590*12	230*32	5366.710	4410.760	4673.630	2608.690
7	590*12	230*32	5366.710	4419.740	4673.630	2608.690
8	590*12	230*32	5366.710	4428.710	4673.630	2608.690
9	590*12	230*32	5366.710	4437.690	4673.630	2608.690
10	590*12	230*32	5366.710	4446.660	4673.630	2608.690
11	590*12	230*32	5366.710	4455.640	4673.630	2608.690
13	590*12	240*32	5544.250	4466.330	4836.090	2608.690
14	590*12	240*32	5544.250	4475.290	4836.090	2608.690
15	590*12	240*32	5544.250	4484.260	4836.090	2608.690
16	590*12	240*32	5544.250	4493.220	4836.090	2608.690
17	590*12	240*32	5544.250	4502.180	4836.090	2608.690
18	590*12	240*32	5544.250	4511.140	4836.090	2608.690
19	590*12	240*32	5544.250	4520.100	4836.090	2608.690
20	590*12	240*32	5544.250	4529.060	4836.090	2608.690
21	590*12	240*32	5544.250	4538.020	4836.090	2608.690
22	590*12	240*32	5544.260	4547.000	4836.090	2608.690
24	620*12.5	255*32	6189.980	4980.830	5410.760	2861.020
25	620*12.5	255*32	6189.980	4990.460	5410.760	2861.020
26	620*12.5	255*32	6189.980	5000.080	5410.760	2861.020
27	620*12.5	255*32	6189.980	5009.700	5410.760	2861.020
28	620*12.5	255*32	6189.980	4305.570	5410.760	2454.170
29	620*12.5	255*32	6189.980	4512.640	5410.760	2567.280
<b>Inner Bottom</b>						
1	550*12	185*32	4220.060	817.570	3639.570	589.190
2	550*12	185*32	4220.060	3667.120	3639.570	2642.760
3	550*12	185*32	4220.060	3667.120	3639.570	2642.760
4	550*12	185*32	4220.060	3667.120	3639.570	2642.760
5	550*12	185*32	4220.060	3667.120	3639.570	2642.760
6	550*12	185*32	4220.060	3667.120	3639.570	2642.760
7	550*12	185*32	4220.060	3667.120	3639.570	2642.760
8	550*12	185*32	4220.060	3667.120	3639.570	2642.760
9	550*12	185*32	4220.060	3667.120	3639.570	2642.760
10	550*12	185*32	4220.060	3667.120	3639.570	2642.760
11	550*12	185*32	4220.060	3667.120	3639.570	2642.760
13	550*12	185*32	4220.060	3667.120	3639.570	2603.530
14	550*12	185*32	4220.060	3667.120	3639.570	2603.530
15	550*12	185*32	4220.060	3667.120	3639.570	2603.530
16	550*12	185*32	4211.720	3667.800	3631.710	2603.530
17	550*12	185*32	4211.720	3667.800	3631.710	2603.530
18	550*12	185*32	4211.720	3667.800	3631.710	2603.530

19	550*12	185*32	4211.720	3667.800	3631.710	2603.530
20	550*12	185*32	4211.720	3667.800	3631.710	2603.530
21	550*12	185*32	4211.720	3667.800	3631.710	2603.530
22	550*12	185*32	4286.850	3663.950	3700.380	2603.540
<b>Inner Hull &amp; Hopper</b>						
29	500*11.5	210*30	3967.820	3519.980	3430.420	2628.470
30	500*11.5	185*30	3604.170	3341.440	3099.570	2570.440
31	500*11.5	185*30	3510.670	2556.610	3019.240	2029.220
32	500*11.5	185*30	3510.670	3040.000	3019.240	2454.380
33	500*11.5	155*30	3084.080	2942.050	2631.410	2396.340
34	500*11.5	155*30	3084.090	2280.800	2631.410	1888.620
35	500*11.5	155*30	3084.090	2735.720	2631.410	2280.290
36	500*11.5	155*30	3069.920	2674.710	2618.750	2225.820
38	475*11.5	130*30	2536.060	2164.190	2149.500	1788.410
39	450*11	125*28	2157.570	2109.700	1808.160	1725.480
40	450*11	125*28	2157.570	2030.630	1808.160	1662.560
41	450*11	125*28	2157.570	1951.560	1808.160	1599.630
42	450*11	125*28	2157.570	1872.490	1808.160	1536.710
43	450*11	125*28	2151.420	1793.850	1802.580	1473.780
44	450*11	125*28	2151.420	1714.760	1802.580	1410.860
46	450*11	125*24	2151.420	1715.530	1802.580	1416.220
47	450*11	125*24	2138.390	1629.400	1790.530	1346.870
48	450*11	125*24	2138.390	1542.180	1790.530	1277.520
49	400*11	130*24	1712.760	1478.530	1414.580	1208.160
50	400*11	130*24	1794.480	1418.630	1486.740	1138.810
51	400*11	130*24	1794.480	1361.050	1486.740	1069.460
52	400*11	130*24	1794.480	1301.000	1486.740	1000.110
54	400*11	130*24	1732.560	1403.570	1429.560	1021.680
55	400*11	130*24	1737.280	1301.800	1433.810	920.800
56	400*11	130*24	1737.280	1052.130	1433.810	722.150
57	400*11	130*24	1737.280	1081.000	1433.810	719.040
58	650*14	180*14	3330.490	950.560	2393.140	504.070
59	650*14	180*14	3330.490	1116.170	2393.140	601.870
60	475*12	125*24	2208.110	903.080	1693.780	469.290
<b>Side Shell</b>						
30	575*12	195*32	4585.250	2962.460	3973.090	2082.150
31	575*12	175*32	4178.970	3530.070	3601.730	2599.520
32	575*12	175*32	4178.970	3353.110	3601.730	2599.520
33	575*12	175*32	4178.970	2556.980	3601.730	2082.150
34	1100*18.5	370*18.5	12430.950	3927.240	10410.470	2664.080
35	450*12	175*32	3119.430	2963.850	2702.350	2484.490
36	450*12	175*32	3123.550	2925.870	2705.700	2449.680
38	475*11	130*32	2621.630	2383.540	2229.500	1954.280
39	530*12	140*29	3069.260	3102.150	2594.220	2524.510
40	530*12	140*29	3069.260	2989.690	2594.220	2429.450
41	530*12	140*29	3069.260	2877.230	2594.220	2334.400
42	530*12	140*29	3069.260	2764.760	2594.220	2239.340

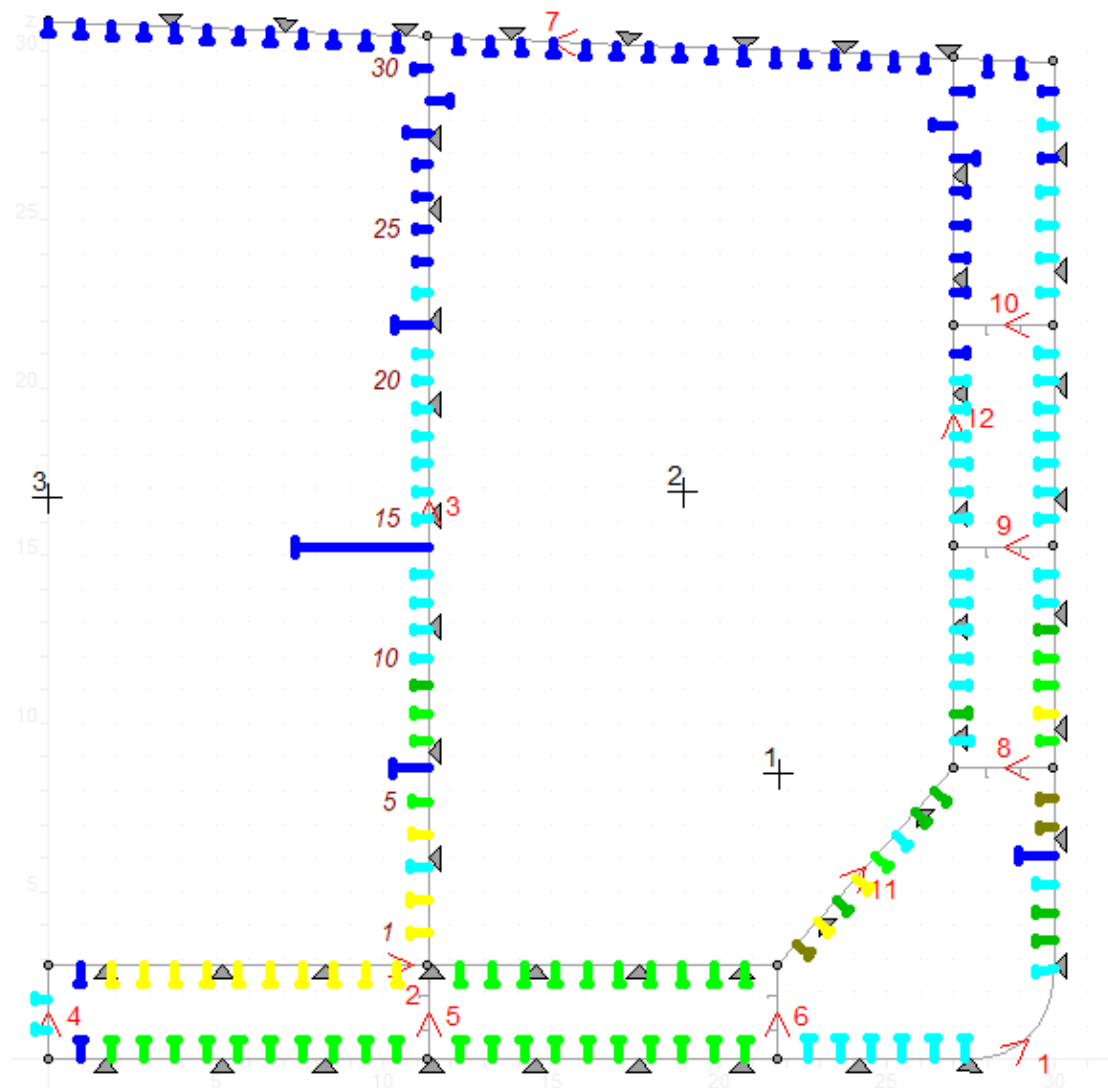
43	530*12	140*29	3075.830	2652.000	2600.050	2144.280
44	530*12	140*29	3075.830	2539.560	2600.050	2049.220
46	530*12	150*29	2996.010	2626.970	2545.280	2048.950
47	530*12	150*29	2996.010	2558.840	2545.280	1944.180
48	530*12	150*29	2996.010	2536.140	2545.280	1839.420
49	530*12	150*29	2996.010	2524.960	2545.280	1734.650
50	530*12	150*29	2996.010	2513.250	2545.280	1629.890
51	530*12	150*29	2989.700	2501.210	2539.660	1525.120
52	530*12	150*29	2989.700	2488.280	2539.660	1420.350
54	475*11	125*24	2165.680	2073.700	1772.860	1070.030
55	475*11	125*24	2139.330	1996.330	1747.310	956.340
56	450*11	125*24	1994.570	1679.310	1632.280	742.180
57	450*11	125*24	1994.310	1812.200	1632.280	727.140
58	400*12	125*24	1677.530	659.410	1303.870	223.710
59	400*12	125*24	1762.010	1719.860	1361.120	501.590
60	400*12	125*24	1756.270	1511.710	1357.350	364.510
<b>Longitudinal Bulkhead</b>						
32	550*11.5	180*32	4074.630	3906.070	3607.030	3191.160
33	550*11.5	180*32	4074.630	3596.870	3607.040	3005.760
34	550*11.5	180*32	4074.630	2237.280	3607.040	1909.870
35	550*11.5	165*32	3392.690	3119.940	3000.640	2668.790
36	550*11.5	165*32	3393.200	3001.640	3001.060	2566.920
37	1100*13.5	370*18	11156.060	3236.730	9443.120	2650.590
38	450*10.5	135*32	2473.300	2367.680	2171.030	2009.190
39	450*10.5	135*32	2473.300	2286.170	2171.030	1939.840
40	450*10.5	135*32	2473.300	2204.660	2171.030	1870.490
41	470*10.5	130*26	2203.350	1488.470	1888.160	1232.740
42	470*10.5	130*26	2203.350	2091.280	1888.160	1731.790
43	470*10.5	130*26	2203.350	2007.780	1888.160	1662.430
44	470*10.5	130*26	2203.350	1924.290	1888.160	1593.080
46	400*10.5	130*26	1803.630	1748.950	1553.000	1454.380
47	400*10.5	130*26	1803.630	1665.850	1553.000	1385.030
48	400*10.5	130*26	1803.630	1582.750	1553.000	1315.680
49	375*10.5	125*26	1620.350	1016.410	1395.480	844.890
50	375*10.5	125*26	1620.350	1416.270	1395.480	1176.980
51	375*10.5	125*26	1620.350	1353.340	1395.480	1107.630
52	375*10.5	125*26	1620.350	1297.100	1395.480	1038.280
53	1025*16	370*18	10516.650	1768.600	8975.970	1275.710
54	375*10.5	125*26	1633.330	1354.720	1405.630	1028.670
55	375*10.5	125*26	1633.330	861.590	1405.630	642.830
56	375*10.5	125*26	1633.330	1183.890	1405.630	865.230
57	375*10.5	125*26	1637.280	1093.200	1409.150	779.050
58	375*10.5	125*26	1637.280	677.140	1409.150	467.440
59	650*14	180*14	3336.910	1265.700	2399.860	698.910
60	650*14	180*14	3336.910	1032.930	2399.860	530.920
61	425*12	150*28	2398.510	914.930	1920.920	468.550



<b>Upper Deck</b>						
CL	375*14	200*28	2663.880	637.900	2193.340	272.400
1	375*14	200*28	2663.250	634.190	2192.890	275.260
2	375*14	200*28	2662.570	467.870	2192.400	206.330
3	375*14	200*28	2662.570	629.840	2192.400	282.150
4	375*14	200*28	2662.590	629.200	2192.420	286.250
5	375*14	200*28	2662.570	632.260	2192.400	290.350
6	375*14	200*28	2662.570	605.550	2192.400	218.510
7	375*14	200*28	2662.570	814.690	2192.400	298.560
8	375*14	200*28	2662.570	813.380	2192.400	302.660
9	375*14	200*28	2662.570	812.070	2192.400	306.760
10	375*14	200*28	2662.570	726.900	2192.400	278.710
11	375*14	200*28	2662.590	666.520	2192.420	314.970
13	375*14	200*28	2658.100	738.100	2189.190	264.940
14	375*14	200*28	2662.570	778.770	2192.400	277.730
15	375*14	200*28	2662.590	795.000	2192.420	281.830
16	375*14	200*28	2662.590	556.180	2192.420	196.040
17	375*14	200*28	2662.570	827.360	2192.400	290.020
18	375*14	200*28	2662.590	843.500	2192.420	294.120
19	375*14	200*28	2662.570	859.600	2192.400	298.210
20	375*14	200*28	2662.590	600.380	2192.420	207.270
21	375*14	200*28	2662.590	891.700	2192.420	306.400
22	375*14	200*28	2662.570	907.710	2192.400	310.500
23	375*14	150*28	2149.050	908.200	1747.350	305.440
24	375*14	150*28	2145.580	895.110	1744.890	299.920
25	375*14	150*28	2145.560	623.500	1744.880	208.120
26	375*14	150*28	2145.560	923.660	1744.880	307.190
27	375*14	150*28	2145.560	937.890	1744.880	310.820
28	375*14	150*28	2145.420	950.810	1744.780	1744.780
30	450*12	150*20	2093.020	1195.000	1571.040	280.530
31	450*12	150*20	2092.920	1212.840	1570.980	284.790
<b>Double Bottom</b>						
1	425*11	150*18	1760.510	1503.560	1401.020	1011.410
2	425*11	150*18	1764.800	1415.390	1403.900	1005.840
3	300*11	90*16	690.240	356.230	533.940	-
4	300*11	90*16	690.240	344.130	533.940	-
5	350*12	100*17	779.440	348.260	616.750	-
6	350*12	100*17	779.440	336.430	616.750	-
<b>Double Hull</b>						
1	300*11	90*16	685.220	181.710	529.690	-
2	300*11	90*16	683.730	172.810	528.660	-
3	250*12	90*16	540.220	240.410	423.100	-
4	250*12	90*16	677.800	231.780	523.760	-
5	250*12	90*16	540.220	254.170	423.100	-
6	250*12	90*16	677.800	244.760	523.760	-

Πίνακας 11: Αποτελέσματα ροπής αντίστασης ενισχυτικών σε κατάσταση υδροστατικής δοκιμής

### 8.4.3 Διάτμηση κορμού ενισχυτικών σε φορτωμένη κατάσταση (CSR).



Εικόνα 67: Χρωματική απεικόνιση διάτμησης κορμού ενισχυτικών σε φορτωμένη κατάσταση

Όπου:

Μπλε χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0 με 0.5.

Γαλάζιο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.5 με 0.8.

Πράσινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.8 με 0.85.

Ανοιχτό πράσινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.85 με 0.90.

Κίτρινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.90 με 0.95.

Λαδί χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.95 με 0.975.

Μπορντό χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.975 με 1.

Κόκκινο χρώμα: Δεν ικανοποιείται ο κανονισμός.

Stiffeners	Dimensions (mm)		Shr Tw Load. (N/mm <sup>2</sup> )	
	Web	Flange	Actual	Rules
<b>Bottom</b>				
1	590*12	230*32	9.000	3.480
2	590*12	230*32	9.000	7.760
3	590*12	230*32	9.000	7.760
4	590*12	230*32	9.000	7.760
5	590*12	230*32	9.000	7.760
6	590*12	230*32	9.000	7.760
7	590*12	230*32	9.000	7.760
8	590*12	230*32	9.000	7.760
9	590*12	230*32	9.000	7.760
10	590*12	230*32	9.000	7.760
11	590*12	230*32	9.000	7.760
13	590*12	240*32	9.000	7.760
14	590*12	240*32	9.000	7.760
15	590*12	240*32	9.000	7.760
16	590*12	240*32	9.000	7.760
17	590*12	240*32	9.000	7.760
18	590*12	240*32	9.000	7.760
19	590*12	240*32	9.000	7.760
20	590*12	240*32	9.000	7.760
21	590*12	240*32	9.000	7.760
22	590*12	240*32	9.000	7.760
24	620*12.5	255*32	9.500	7.400
25	620*12.5	255*32	9.500	7.400
26	620*12.5	255*32	9.500	7.400
27	620*12.5	255*32	9.500	7.400
28	620*12.5	255*32	9.500	6.950
29	620*12.5	255*32	9.500	7.300
<b>Inner Bottom</b>				
1	550*12	185*32	9.000	3.820
2	550*12	185*32	9.000	8.480
3	550*12	185*32	9.000	8.440
4	550*12	185*32	9.000	8.390
5	550*12	185*32	9.000	8.350
6	550*12	185*32	9.000	8.310
7	550*12	185*32	9.000	8.280
8	550*12	185*32	9.000	8.310
9	550*12	185*32	9.000	8.330
10	550*12	185*32	9.000	8.350
11	550*12	185*32	9.000	8.380
13	550*12	185*32	9.000	8.040
14	550*12	185*32	9.000	8.040
15	550*12	185*32	9.000	8.040
16	550*12	185*32	9.000	8.050
17	550*12	185*32	9.000	8.050
18	550*12	185*32	9.000	8.050

19	550*12	185*32	9.000	8.050
20	550*12	185*32	9.000	8.060
21	550*12	185*32	9.000	8.090
22	550*12	185*32	9.000	8.040
<b>Inner Hull &amp; Hopper</b>				
29	500*11.5	210*30	8.500	8.140
30	500*11.5	185*30	8.500	7.970
31	500*11.5	185*30	8.500	7.180
32	500*11.5	185*30	8.500	7.730
33	500*11.5	155*30	8.500	7.550
34	500*11.5	155*30	8.500	6.700
35	500*11.5	155*30	8.500	7.210
36	500*11.5	155*30	8.500	7.060
38	475*11.5	130*30	8.500	6.260
39	450*11	125*28	8.000	6.640
40	450*11	125*28	8.000	6.390
41	450*11	125*28	8.000	6.140
42	450*11	125*28	8.000	5.890
43	450*11	125*28	8.000	5.650
44	450*11	125*28	8.000	5.400
46	450*11	125*24	8.000	4.960
47	450*11	125*24	8.000	4.720
48	450*11	125*24	8.000	4.470
49	400*11	130*24	8.000	4.740
50	400*11	130*24	8.000	4.470
51	400*11	130*24	8.000	4.200
52	400*11	130*24	8.000	3.930
54	400*11	130*24	8.000	3.960
55	400*11	130*24	8.000	3.570
56	400*11	130*24	8.000	3.120
57	400*11	130*24	8.000	2.800
58	650*14	180*14	10.000	1.550
59	650*14	180*14	10.000	1.470
60	475*12	125*24	8.000	1.570
<b>Side Shell</b>				
30	575*12	195*32	9.000	6.390
31	575*12	175*32	9.000	7.290
32	575*12	175*32	9.000	7.290
33	575*12	175*32	9.000	6.420
34	1100*18.5	370*18.5	15.500	4.810
35	450*12	175*32	9.000	8.740
36	450*12	175*32	9.000	8.610
38	475*11	130*32	8.000	7.170
39	530*12	140*29	9.000	8.390
40	530*12	140*29	9.000	8.080
41	530*12	140*29	9.000	7.780
42	530*12	140*29	9.000	7.480

43	530*12	140*29	9.000	7.170
44	530*12	140*29	9.000	6.860
46	530*12	150*29	9.000	6.910
47	530*12	150*29	9.000	6.730
48	530*12	150*29	9.000	6.550
49	530*12	150*29	9.000	6.370
50	530*12	150*29	9.000	6.190
51	530*12	150*29	9.000	6.020
52	530*12	150*29	9.000	5.840
54	475*11	125*24	8.000	4.990
55	475*11	125*24	8.000	4.710
56	450*11	125*24	8.000	4.540
57	450*11	125*24	8.000	4.300
58	400*12	125*24	8.000	2.030
59	400*12	125*24	8.000	4.080
60	400*12	125*24	8.000	3.520
<b>Longitudinal Bulkhead</b>				
32	550*11.5	180*32	9.000	8.480
33	550*11.5	180*32	9.000	8.200
34	550*11.5	180*32	9.000	6.620
35	550*11.5	165*32	9.000	8.370
36	550*11.5	165*32	9.000	8.090
37	1100*13.5	370*18	11.000	3.510
38	450*10.5	135*32	8.000	7.110
39	450*10.5	135*32	8.000	6.860
40	450*10.5	135*32	8.000	6.620
41	470*10.5	130*26	8.000	5.150
42	470*10.5	130*26	8.000	5.960
43	470*10.5	130*26	8.000	5.720
44	470*10.5	130*26	8.000	5.480
46	400*10.5	130*26	8.000	5.800
47	400*10.5	130*26	8.000	5.530
48	400*10.5	130*26	8.000	5.250
49	375*10.5	125*26	8.000	4.380
50	375*10.5	125*26	8.000	4.980
51	375*10.5	125*26	8.000	4.690
52	375*10.5	125*26	8.000	4.410
53	1025*16	370*18	13.500	2.190
54	375*10.5	125*26	8.000	4.390
55	375*10.5	125*26	8.000	3.370
56	375*10.5	125*26	8.000	3.690
57	375*10.5	125*26	8.000	3.330
58	375*10.5	125*26	8.000	2.490
59	650*14	180*14	10.000	1.810
60	650*14	180*14	10.000	1.570
61	425*12	150*28	8.000	1.920

<b>Upper Deck</b>				
CL	375*14	200*28	10.000	1.570
1	375*14	200*28	10.000	1.560
2	375*14	200*28	10.000	1.160
3	375*14	200*28	10.000	1.560
4	375*14	200*28	10.000	1.560
5	375*14	200*28	10.000	1.570
6	375*14	200*28	10.000	1.200
7	375*14	200*28	10.000	1.650
8	375*14	200*28	10.000	1.690
9	375*14	200*28	10.000	1.740
10	375*14	200*28	10.000	1.720
11	375*14	200*28	10.000	1.820
13	375*14	200*28	10.000	1.850
14	375*14	200*28	10.000	1.950
15	375*14	200*28	10.000	1.990
16	375*14	200*28	10.000	1.440
17	375*14	200*28	10.000	2.080
18	375*14	200*28	10.000	2.120
19	375*14	200*28	10.000	2.160
20	375*14	200*28	10.000	1.560
21	375*14	200*28	10.000	2.250
22	375*14	200*28	10.000	2.290
23	375*14	150*28	10.000	2.270
24	375*14	150*28	10.000	2.250
25	375*14	150*28	10.000	1.900
26	375*14	150*28	10.000	2.320
27	375*14	150*28	10.000	2.360
28	375*14	150*28	10.000	2.390
30	450*12	150*20	8.000	2.380
31	450*12	150*20	8.000	2.420
<b>Double Bottom</b>				
1	425*11	150*18	8.000	5.870
2	425*11	150*18	8.000	5.970
3	300*11	90*16	8.000	-
4	300*11	90*16	8.000	-
5	350*12	100*17	9.000	-
6	350*12	100*17	9.000	-
<b>Double Hull</b>				
1	300*11	90*16	8.000	-
2	300*11	90*16	8.000	-
3	250*12	90*16	9.000	-
4	250*12	90*16	8.000	-
5	250*12	90*16	9.000	-
6	250*12	90*16	8.000	-

Πίνακας 12: Αποτελέσματα διάτμησης κορμού ενισχυτικών σε φορτωμένη κατάσταση



Stiffeners	Dimensions (mm)		Shr Tw Test (N/mm <sup>2</sup> )	
	Web	Flange	Actual	Rules
<b>Bottom</b>				
1	590*12	230*32	9.000	3.370
2	590*12	230*32	9.000	7.530
3	590*12	230*32	9.000	7.530
4	590*12	230*32	9.000	7.530
5	590*12	230*32	9.000	7.530
6	590*12	230*32	9.000	7.530
7	590*12	230*32	9.000	7.530
8	590*12	230*32	9.000	7.530
9	590*12	230*32	9.000	7.530
10	590*12	230*32	9.000	7.530
11	590*12	230*32	9.000	7.530
13	590*12	240*32	9.000	7.530
14	590*12	240*32	9.000	7.530
15	590*12	240*32	9.000	7.530
16	590*12	240*32	9.000	7.530
17	590*12	240*32	9.000	7.530
18	590*12	240*32	9.000	7.530
19	590*12	240*32	9.000	7.530
20	590*12	240*32	9.000	7.530
21	590*12	240*32	9.000	7.530
22	590*12	240*32	9.000	7.530
24	620*12.5	255*32	9.500	7.170
25	620*12.5	255*32	9.500	7.170
26	620*12.5	255*32	9.500	7.170
27	620*12.5	255*32	9.500	7.170
28	620*12.5	255*32	9.500	6.740
29	620*12.5	255*32	9.500	7.080
<b>Inner Bottom</b>				
1	550*12	185*32	9.000	3.640
2	550*12	185*32	9.000	8.130
3	550*12	185*32	9.000	8.130
4	550*12	185*32	9.000	8.130
5	550*12	185*32	9.000	8.130
6	550*12	185*32	9.000	8.130
7	550*12	185*32	9.000	8.130
8	550*12	185*32	9.000	8.130
9	550*12	185*32	9.000	8.130
10	550*12	185*32	9.000	8.130
11	550*12	185*32	9.000	8.130
13	550*12	185*32	9.000	8.010
14	550*12	185*32	9.000	8.010
15	550*12	185*32	9.000	8.010
16	550*12	185*32	9.000	8.010
17	550*12	185*32	9.000	8.010
18	550*12	185*32	9.000	8.010



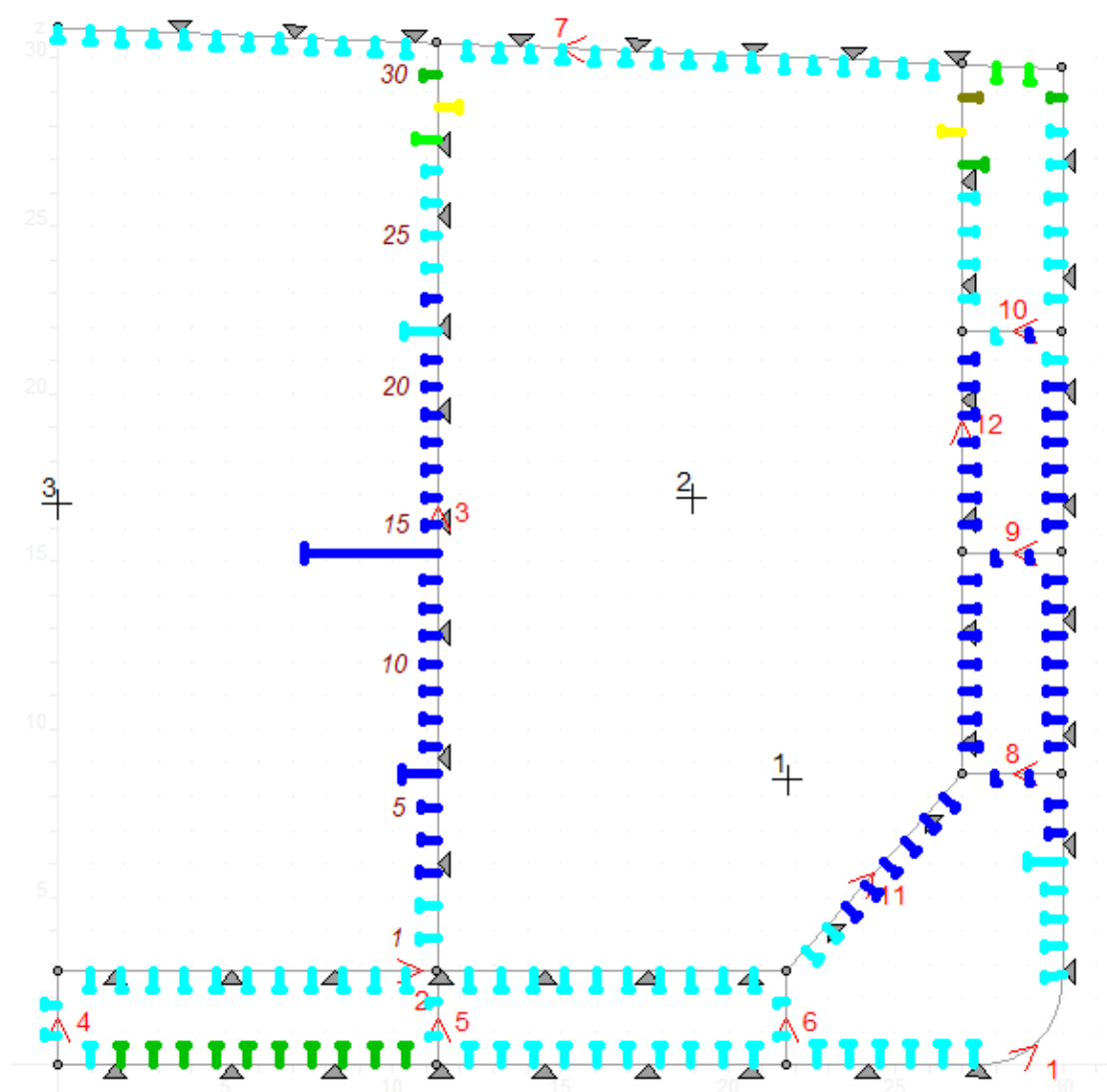
19	550*12	185*32	9.000	8.010
20	550*12	185*32	9.000	8.010
21	550*12	185*32	9.000	8.010
22	550*12	185*32	9.000	7.950
<b>Inner Hull &amp; Hopper</b>				
29	500*11.5	210*30	8.500	8.010
30	500*11.5	185*30	8.500	7.840
31	500*11.5	185*30	8.500	7.050
32	500*11.5	185*30	8.500	7.580
33	500*11.5	155*30	8.500	7.400
34	500*11.5	155*30	8.500	6.560
35	500*11.5	155*30	8.500	7.040
36	500*11.5	155*30	8.500	6.880
38	475*11.5	130*30	8.500	6.100
39	450*11	125*28	8.000	6.480
40	450*11	125*28	8.000	6.250
41	450*11	125*28	8.000	6.010
42	450*11	125*28	8.000	5.770
43	450*11	125*28	8.000	5.540
44	450*11	125*28	8.000	5.310
46	450*11	125*24	8.000	4.890
47	450*11	125*24	8.000	4.660
48	450*11	125*24	8.000	4.420
49	400*11	130*24	8.000	4.700
50	400*11	130*24	8.000	4.430
51	400*11	130*24	8.000	4.160
52	400*11	130*24	8.000	3.890
54	400*11	130*24	8.000	3.910
55	400*11	130*24	8.000	3.520
56	400*11	130*24	8.000	3.070
57	400*11	130*24	8.000	2.750
58	650*14	180*14	10.000	1.510
59	650*14	180*14	10.000	1.430
60	475*12	125*24	8.000	1.520
<b>Side Shell</b>				
30	575*12	195*32	9.000	6.190
31	575*12	175*32	9.000	7.070
32	575*12	175*32	9.000	7.070
33	575*12	175*32	9.000	6.220
34	1100*18.5	370*18.5	15.500	4.660
35	450*12	175*32	9.000	8.450
36	450*12	175*32	9.000	8.320
38	475*11	130*32	8.000	6.910
39	530*12	140*29	9.000	8.080
40	530*12	140*29	9.000	7.770
41	530*12	140*29	9.000	7.470
42	530*12	140*29	9.000	7.160

43	530*12	140*29	9.000	6.850
44	530*12	140*29	9.000	6.550
46	530*12	150*29	9.000	6.350
47	530*12	150*29	9.000	6.020
48	530*12	150*29	9.000	5.700
49	530*12	150*29	9.000	5.370
50	530*12	150*29	9.000	5.050
51	530*12	150*29	9.000	4.730
52	530*12	150*29	9.000	4.400
54	475*11	125*24	8.000	3.450
55	475*11	125*24	8.000	3.110
56	450*11	125*24	8.000	2.820
57	450*11	125*24	8.000	2.480
58	400*12	125*24	8.000	1.070
59	400*12	125*24	8.000	1.910
60	400*12	125*24	8.000	1.390
<b>Longitudinal Bulkhead</b>				
32	550*11.5	180*32	9.000	8.200
33	550*11.5	180*32	9.000	7.930
34	550*11.5	180*32	9.000	6.400
35	550*11.5	165*32	9.000	8.100
36	550*11.5	165*32	9.000	7.820
37	1100*13.5	370*18	11.000	3.390
38	450*10.5	135*32	8.000	6.870
39	450*10.5	135*32	8.000	6.630
40	450*10.5	135*32	8.000	6.390
41	470*10.5	130*26	8.000	4.970
42	470*10.5	130*26	8.000	5.760
43	470*10.5	130*26	8.000	5.530
44	470*10.5	130*26	8.000	5.300
46	400*10.5	130*26	8.000	5.610
47	400*10.5	130*26	8.000	5.340
48	400*10.5	130*26	8.000	5.070
49	375*10.5	125*26	8.000	4.230
50	375*10.5	125*26	8.000	4.810
51	375*10.5	125*26	8.000	4.530
52	375*10.5	125*26	8.000	4.240
53	1025*16	370*18	13.500	2.100
54	375*10.5	125*26	8.000	4.150
55	375*10.5	125*26	8.000	3.150
56	375*10.5	125*26	8.000	3.400
57	375*10.5	125*26	8.000	3.020
58	375*10.5	125*26	8.000	2.210
59	650*14	180*14	10.000	1.560
60	650*14	180*14	10.000	1.310
61	425*12	150*28	8.000	1.510

<b>Upper Deck</b>				
CL	375*14	200*28	10.000	1.080
1	375*14	200*28	10.000	1.090
2	375*14	200*28	10.000	0.820
3	375*14	200*28	10.000	1.120
4	375*14	200*28	10.000	1.140
5	375*14	200*28	10.000	1.150
6	375*14	200*28	10.000	0.870
7	375*14	200*28	10.000	1.190
8	375*14	200*28	10.000	1.200
9	375*14	200*28	10.000	1.220
10	375*14	200*28	10.000	1.200
11	375*14	200*28	10.000	1.250
13	375*14	200*28	10.000	1.060
14	375*14	200*28	10.000	1.100
15	375*14	200*28	10.000	1.120
16	375*14	200*28	10.000	0.800
17	375*14	200*28	10.000	1.150
18	375*14	200*28	10.000	1.170
19	375*14	200*28	10.000	1.180
20	375*14	200*28	10.000	0.850
21	375*14	200*28	10.000	1.220
22	375*14	200*28	10.000	1.230
23	375*14	150*28	10.000	1.220
24	375*14	150*28	10.000	1.200
25	375*14	150*28	10.000	1.010
26	375*14	150*28	10.000	1.230
27	375*14	150*28	10.000	1.240
28	375*14	150*28	10.000	1.250
30	450*12	150*20	8.000	0.960
31	450*12	150*20	8.000	0.970
<b>Double Bottom</b>				
1	425*11	150*18	8.000	5.390
2	425*11	150*18	8.000	5.460
3	300*11	90*16	8.000	-
4	300*11	90*16	8.000	-
5	350*12	100*17	9.000	-
6	350*12	100*17	9.000	-
<b>Double Hull</b>				
1	300*11	90*16	8.000	-
2	300*11	90*16	8.000	-
3	250*12	90*16	9.000	-
4	250*12	90*16	8.000	-
5	250*12	90*16	9.000	-
6	250*12	90*16	8.000	-

Πίνακας 13: Αποτελέσματα διάτμησης κορμού ενισχυτικών σε κατάσταση υδροστατικής δοκιμής

#### 8.4.5 Στρεπτικός λυγισμός (CSR).



Εικόνα 69: Χρωματική απεικόνιση αποτελεσμάτων στρεπτικού λυγισμού ενισχυτικών

Όπου:

Μπλε χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0 με 0.5.

Γαλάζιο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.5 με 0.8.

Πράσινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.8 με 0.85.

Ανοιχτό πράσινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.85 με 0.90.

Κίτρινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.90 με 0.95.

Λαδί χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.95 με 0.975.

Μπορντό χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.975 με 1.

Κόκκινο χρώμα: Δεν ικανοποιείται ο κανονισμός.

Stiffeners	Dimensions (mm)		Col. Buckling		Ratio of Col. Buckling	
	Web	Flange	Actual	Rules	Actual	Rules
<b>Bottom</b>						
1	590*12	230*32	187.350	283.500	0.595	0.900
2	590*12	230*32	187.380	283.500	0.595	0.900
3	590*12	230*32	187.380	283.500	0.595	0.900
4	590*12	230*32	187.380	283.500	0.595	0.900
5	590*12	230*32	187.380	283.500	0.595	0.900
6	590*12	230*32	187.380	283.500	0.595	0.900
7	590*12	230*32	187.380	283.500	0.595	0.900
8	590*12	230*32	187.380	283.500	0.595	0.900
9	590*12	230*32	187.380	283.500	0.595	0.900
10	590*12	230*32	187.380	283.500	0.595	0.900
11	590*12	230*32	187.380	283.500	0.595	0.900
13	590*12	240*32	187.280	283.500	0.595	0.900
14	590*12	240*32	187.280	283.500	0.595	0.900
15	590*12	240*32	187.280	283.500	0.595	0.900
16	590*12	240*32	187.280	283.500	0.595	0.900
17	590*12	240*32	187.280	283.500	0.595	0.900
18	590*12	240*32	187.280	283.500	0.595	0.900
19	590*12	240*32	187.280	283.500	0.595	0.900
20	590*12	240*32	187.280	283.500	0.595	0.900
21	590*12	240*32	187.280	283.500	0.595	0.900
22	590*12	240*32	187.280	283.500	0.595	0.900
24	620*12.5	255*32	186.850	283.500	0.593	0.900
25	620*12.5	255*32	186.850	283.500	0.593	0.900
26	620*12.5	255*32	186.850	283.500	0.593	0.900
27	620*12.5	255*32	186.850	283.500	0.593	0.900
28	620*12.5	255*32	186.850	283.500	0.593	0.900
29	620*12.5	255*32	187.450	283.500	0.595	0.900
<b>Inner Bottom</b>						
1	550*12	185*32	147.870	319.500	0.417	0.900
2	550*12	185*32	147.890	319.500	0.417	0.900
3	550*12	185*32	147.890	319.500	0.417	0.900
4	550*12	185*32	147.890	319.500	0.417	0.900
5	550*12	185*32	147.890	319.500	0.417	0.900
6	550*12	185*32	147.890	319.500	0.417	0.900
7	550*12	185*32	147.890	319.500	0.417	0.900
8	550*12	185*32	147.890	319.500	0.417	0.900
9	550*12	185*32	147.890	319.500	0.417	0.900
10	550*12	185*32	147.890	319.500	0.417	0.900
11	550*12	185*32	147.890	319.500	0.417	0.900
13	550*12	185*32	147.890	319.500	0.417	0.900
14	550*12	185*32	147.890	319.500	0.417	0.900
15	550*12	185*32	147.890	319.500	0.417	0.900
16	550*12	185*32	147.840	319.500	0.416	0.900
17	550*12	185*32	147.840	319.500	0.416	0.900
18	550*12	185*32	147.840	319.500	0.416	0.900

19	550*12	185*32	147.840	319.500	0.416	0.900
20	550*12	185*32	147.840	319.500	0.416	0.900
21	550*12	185*32	147.840	319.500	0.416	0.900
22	550*12	185*32	148.450	319.500	0.416	0.900
<b>Inner Hull &amp; Hopper</b>						
29	500*11.5	210*30	138.840	319.500	0.391	0.900
30	500*11.5	185*30	129.730	319.500	0.365	0.900
31	500*11.5	185*30	119.540	319.500	0.337	0.900
32	500*11.5	185*30	110.140	319.500	0.310	0.900
33	500*11.5	155*30	101.030	319.500	0.285	0.900
34	500*11.5	155*30	91.600	319.500	0.258	0.900
35	500*11.5	155*30	82.160	319.500	0.231	0.900
36	500*11.5	155*30	72.670	319.500	0.205	0.900
38	475*11.5	130*30	51.370	319.500	0.145	0.900
39	450*11	125*28	43.030	319.500	0.121	0.900
40	450*11	125*28	43.030	319.500	0.121	0.900
41	450*11	125*28	43.020	319.500	0.121	0.900
42	450*11	125*28	43.020	319.500	0.121	0.900
43	450*11	125*28	42.990	319.500	0.121	0.900
44	450*11	125*28	43.000	319.500	0.121	0.900
46	450*11	125*24	43.010	355.000	0.121	1.000
47	450*11	125*24	47.900	355.000	0.135	1.000
48	450*11	125*24	58.110	355.000	0.164	1.000
49	400*11	130*24	68.750	355.000	0.194	1.000
50	400*11	130*24	78.920	355.000	0.222	1.000
51	400*11	130*24	89.200	355.000	0.251	1.000
52	400*11	130*24	99.470	355.000	0.280	1.000
54	400*11	130*24	124.060	355.000	0.349	1.000
55	400*11	130*24	136.840	355.000	0.385	1.000
56	400*11	130*24	149.510	355.000	0.421	1.000
57	400*11	130*24	162.180	355.000	0.457	1.000
58	650*14	180*14	172.260	315.000	0.547	1.000
59	650*14	180*14	184.710	315.000	0.586	1.000
60	475*12	125*24	199.800	315.000	0.634	1.000
<b>Side Shell</b>						
30	575*12	195*32	148.930	283.500	0.473	0.900
31	575*12	175*32	136.510	283.500	0.433	0.900
32	575*12	175*32	124.370	283.500	0.395	0.900
33	575*12	175*32	112.230	283.500	0.356	0.900
34	1100*18.5	370*18.5	99.080	211.500	0.422	0.900
35	450*12	175*32	88.350	283.500	0.280	0.900
36	450*12	175*32	76.050	283.500	0.241	0.900
38	475*11	130*32	51.290	283.500	0.163	0.900
39	530*12	140*29	39.350	211.500	0.167	0.900
40	530*12	140*29	30.880	211.500	0.131	0.900
41	530*12	140*29	30.880	211.500	0.131	0.900
42	530*12	140*29	30.880	211.500	0.131	0.900

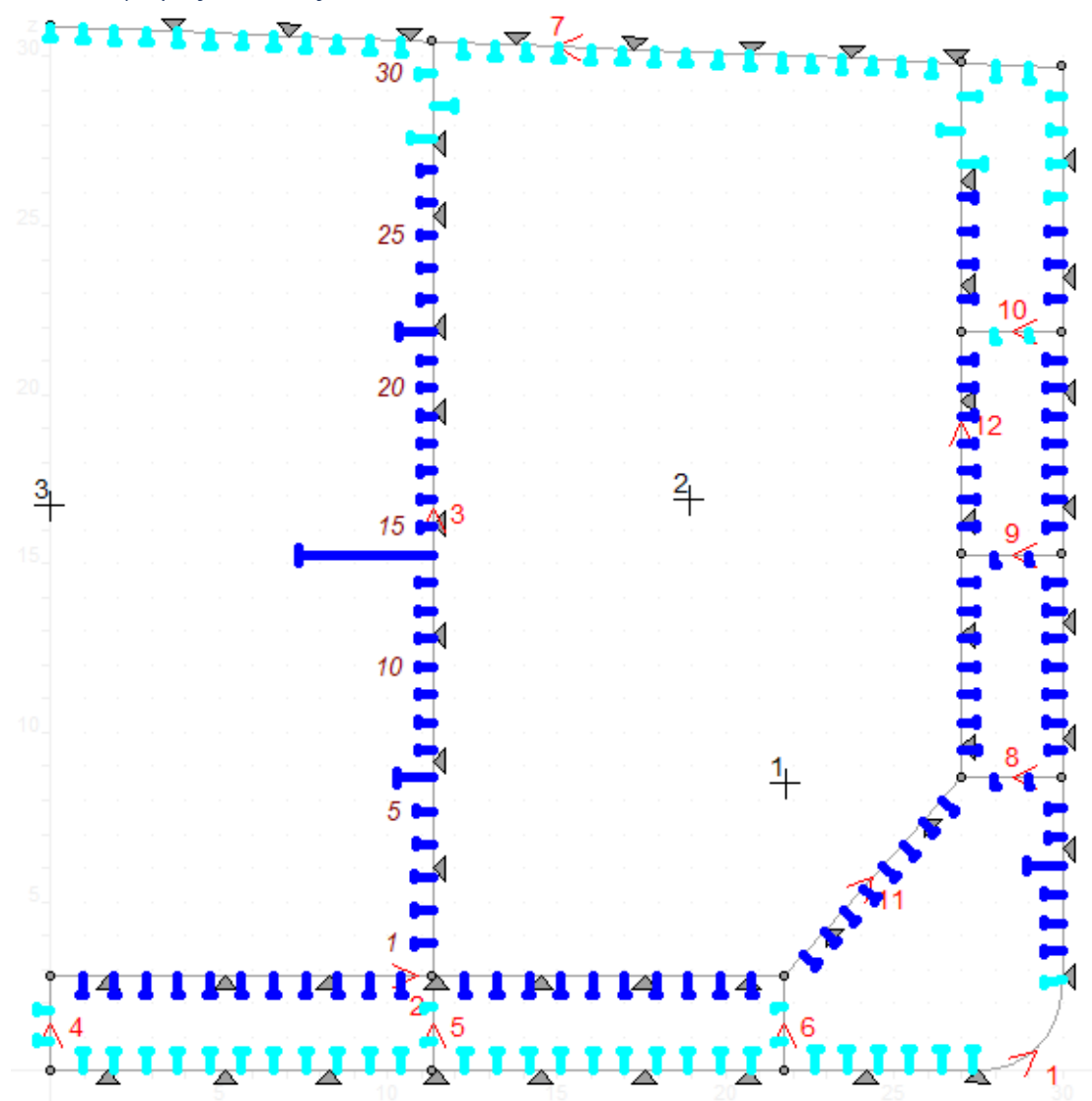
43	530*12	140*29	30.890	211.500	0.131	0.900
44	530*12	140*29	30.890	211.500	0.131	0.900
46	530*12	150*29	37.680	235.000	0.160	1.000
47	530*12	150*29	47.870	235.000	0.204	1.000
48	530*12	150*29	58.060	235.000	0.247	1.000
49	530*12	150*29	68.260	235.000	0.290	1.000
50	530*12	150*29	78.450	235.000	0.334	1.000
51	530*12	150*29	88.610	235.000	0.377	1.000
52	530*12	150*29	98.810	235.000	0.420	1.000
54	475*11	125*24	124.370	315.000	0.395	1.000
55	475*11	125*24	136.170	315.000	0.432	1.000
56	450*11	125*24	149.230	315.000	0.474	1.000
57	450*11	125*24	161.830	315.000	0.514	1.000
58	400*12	125*24	169.000	315.000	0.537	1.000
59	400*12	125*24	189.450	315.000	0.601	1.000
60	400*12	125*24	200.930	315.000	0.638	1.000
<b>Longitudinal Bulkhead</b>						
32	550*11.5	180*32	133.960	319.500	0.377	0.900
33	550*11.5	180*32	119.830	319.500	0.338	0.900
34	550*11.5	180*32	105.710	319.500	0.298	0.900
35	550*11.5	165*32	91.950	319.500	0.259	0.900
36	550*11.5	165*32	77.720	319.500	0.219	0.900
37	1100*13.5	370*18	62.230	211.500	0.265	0.900
38	450*10.5	135*32	51.270	319.500	0.144	0.900
39	450*10.5	135*32	42.880	319.500	0.121	0.900
40	450*10.5	135*32	42.880	319.500	0.121	0.900
41	470*10.5	130*26	43.000	319.500	0.121	0.900
42	470*10.5	130*26	43.000	319.500	0.121	0.900
43	470*10.5	130*26	43.000	319.500	0.121	0.900
44	470*10.5	130*26	43.000	319.500	0.121	0.900
46	400*10.5	130*26	43.250	355.000	0.122	1.000
47	400*10.5	130*26	48.230	355.000	0.136	1.000
48	400*10.5	130*26	58.510	355.000	0.165	1.000
49	375*10.5	125*26	69.040	355.000	0.194	1.000
50	375*10.5	125*26	79.360	355.000	0.224	1.000
51	375*10.5	125*26	89.700	355.000	0.253	1.000
52	375*10.5	125*26	100.040	355.000	0.282	1.000
53	1025*16	370*18	107.140	235.000	0.456	1.000
54	375*10.5	125*26	123.850	355.000	0.349	1.000
55	375*10.5	125*26	136.010	355.000	0.383	1.000
56	375*10.5	125*26	148.190	355.000	0.417	1.000
57	375*10.5	125*26	160.560	355.000	0.452	1.000
58	375*10.5	125*26	172.780	355.000	0.487	1.000
59	650*14	180*14	181.440	315.000	0.576	1.000
60	650*14	180*14	193.370	315.000	0.614	1.000
61	425*12	150*28	207.040	315.000	0.657	1.000

<b>Upper Deck</b>						
CL	375*14	200*28	225.280	315.000	0.715	1.000
1	375*14	200*28	224.700	315.000	0.713	1.000
2	375*14	200*28	224.130	315.000	0.712	1.000
3	375*14	200*28	223.650	315.000	0.710	1.000
4	375*14	200*28	223.170	315.000	0.708	1.000
5	375*14	200*28	222.690	315.000	0.707	1.000
6	375*14	200*28	222.210	315.000	0.705	1.000
7	375*14	200*28	221.730	315.000	0.704	1.000
8	375*14	200*28	221.250	315.000	0.702	1.000
9	375*14	200*28	220.770	315.000	0.701	1.000
10	375*14	200*28	220.290	315.000	0.699	1.000
11	375*14	200*28	219.810	315.000	0.698	1.000
13	375*14	200*28	218.300	315.000	0.693	1.000
14	375*14	200*28	218.410	315.000	0.693	1.000
15	375*14	200*28	217.930	315.000	0.692	1.000
16	375*14	200*28	217.450	315.000	0.690	1.000
17	375*14	200*28	216.970	315.000	0.689	1.000
18	375*14	200*28	216.490	315.000	0.687	1.000
19	375*14	200*28	216.010	315.000	0.686	1.000
20	375*14	200*28	215.530	315.000	0.684	1.000
21	375*14	200*28	215.050	315.000	0.683	1.000
22	375*14	200*28	214.580	315.000	0.681	1.000
23	375*14	150*28	215.700	315.000	0.685	1.000
24	375*14	150*28	214.610	315.000	0.681	1.000
25	375*14	150*28	214.160	315.000	0.680	1.000
26	375*14	150*28	213.700	315.000	0.678	1.000
27	375*14	150*28	213.250	315.000	0.677	1.000
28	375*14	150*28	212.770	315.000	0.675	1.000
30	450*12	150*20	214.970	315.000	0.682	1.000
31	450*12	150*20	214.420	315.000	0.681	1.000
<b>Double Bottom</b>						
1	425*11	150*18	180.820	283.500	0.574	0.900
2	425*11	150*18	168.350	283.500	0.534	0.900
3	300*11	90*16	200.710	283.500	0.637	0.900
4	300*11	90*16	183.060	283.500	0.581	0.900
5	350*12	100*17	195.680	283.500	0.621	0.900
6	350*12	100*17	178.740	283.500	0.567	0.900
<b>Double Hull</b>						
1	300*11	90*16	70.050	283.500	0.222	0.900
2	300*11	90*16	69.270	283.500	0.220	0.900
3	250*12	90*16	34.510	235.000	0.147	1.000
4	250*12	90*16	33.290	235.000	0.142	1.000
5	250*12	90*16	126.270	235.000	0.537	1.000
6	250*12	90*16	119.320	235.000	0.508	1.000

Πίνακας 14: Αποτελέσματα στρεπτικού λυγισμού



#### 8.4.6 Λυγισμός κολώνας (CSR).



Εικόνα 70: Χρωματική απεικόνιση αποτελεσμάτων λυγισμού κολώνας

Όπου:

Μπλε χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0 με 0.5.

Γαλάζιο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.5 με 0.8.

Πράσινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.8 με 0.85.

Ανοιχτό πράσινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.85 με 0.90.

Κίτρινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.90 με 0.95.

Λαδί χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.95 με 0.975.

Μπορντό χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.975 με 1.

Κόκκινο χρώμα: Δεν ικανοποιείται ο κανονισμός.

Stiffeners	Dimensions (mm)		Tor. Buckling		Ratio of Tor. Buckling	
	Web	Flange	Actual	Rules	Actual	Rules
<b>Bottom</b>						
1	590*12	230*32	-183.000	-260.100	0.633	0.900
2	590*12	230*32	-183.000	-225.990	0.729	0.900
3	590*12	230*32	-183.000	-225.990	0.729	0.900
4	590*12	230*32	-183.000	-225.990	0.729	0.900
5	590*12	230*32	-183.000	-225.990	0.729	0.900
6	590*12	230*32	-183.000	-225.990	0.729	0.900
7	590*12	230*32	-183.000	-225.990	0.729	0.900
8	590*12	230*32	-183.000	-225.990	0.729	0.900
9	590*12	230*32	-183.000	-225.990	0.729	0.900
10	590*12	230*32	-183.000	-225.990	0.729	0.900
11	590*12	230*32	-183.000	-225.990	0.729	0.900
13	590*12	240*32	-183.000	-229.520	0.718	0.900
14	590*12	240*32	-183.000	-229.520	0.718	0.900
15	590*12	240*32	-183.000	-229.520	0.718	0.900
16	590*12	240*32	-183.000	-229.520	0.718	0.900
17	590*12	240*32	-183.000	-229.520	0.718	0.900
18	590*12	240*32	-183.000	-229.520	0.718	0.900
19	590*12	240*32	-183.000	-229.520	0.718	0.900
20	590*12	240*32	-183.000	-229.520	0.718	0.900
21	590*12	240*32	-183.000	-229.520	0.718	0.900
22	590*12	240*32	-183.000	-229.520	0.718	0.900
24	620*12.5	255*32	-183.000	-232.720	0.708	0.900
25	620*12.5	255*32	-183.000	-232.720	0.708	0.900
26	620*12.5	255*32	-183.000	-232.720	0.708	0.900
27	620*12.5	255*32	-183.000	-232.720	0.708	0.900
28	620*12.5	255*32	-183.000	-232.720	0.708	0.900
29	620*12.5	255*32	-183.000	-232.720	0.708	0.900
<b>Inner Bottom</b>						
1	550*12	185*32	-143.680	-277.210	0.466	0.900
2	550*12	185*32	-143.680	-228.020	0.567	0.900
3	550*12	185*32	-143.680	-228.020	0.567	0.900
4	550*12	185*32	-143.680	-228.020	0.567	0.900
5	550*12	185*32	-143.680	-228.020	0.567	0.900
6	550*12	185*32	-143.680	-228.020	0.567	0.900
7	550*12	185*32	-143.680	-228.020	0.567	0.900
8	550*12	185*32	-143.680	-228.020	0.567	0.900
9	550*12	185*32	-143.680	-228.020	0.567	0.900
10	550*12	185*32	-143.680	-228.020	0.567	0.900
11	550*12	185*32	-143.680	-228.020	0.567	0.900
13	550*12	185*32	-143.680	-228.020	0.567	0.900
14	550*12	185*32	-143.680	-228.020	0.567	0.900
15	550*12	185*32	-143.680	-228.020	0.567	0.900
16	550*12	185*32	-143.680	-227.670	0.568	0.900
17	550*12	185*32	-143.680	-227.670	0.568	0.900
18	550*12	185*32	-143.680	-227.670	0.568	0.900

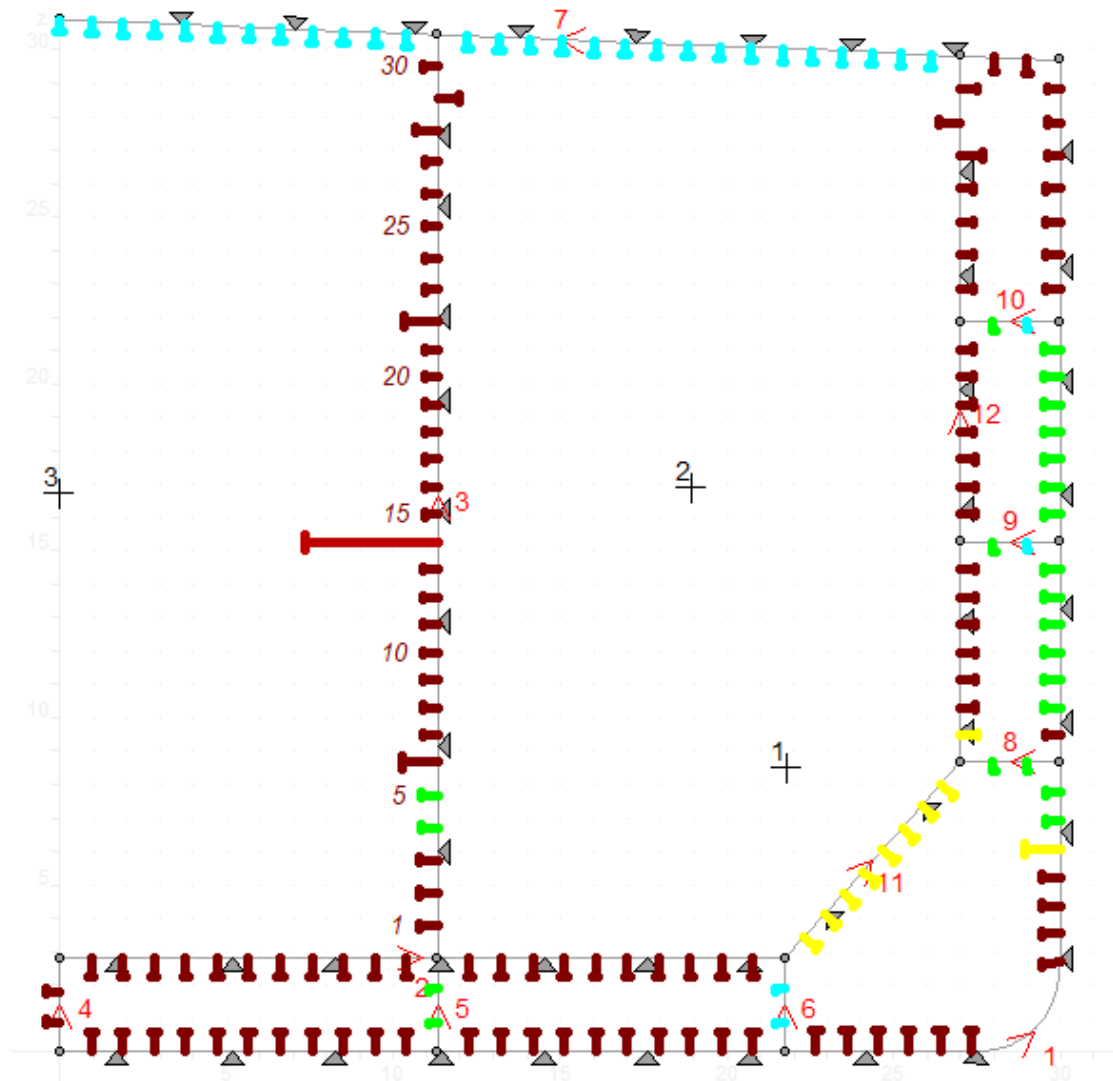
19	550*12	185*32	-143.680	-227.670	0.568	0.900
20	550*12	185*32	-143.680	-227.670	0.568	0.900
21	550*12	185*32	-143.680	-227.670	0.568	0.900
22	550*12	185*32	-143.680	-230.070	0.562	0.900
<b>Inner Hull &amp; Hopper</b>						
29	500*11.5	210*30	-134.540	-250.030	0.484	0.900
30	500*11.5	185*30	-125.400	-237.760	0.475	0.900
31	500*11.5	185*30	-116.260	-234.800	0.446	0.900
32	500*11.5	185*30	-107.120	-234.800	0.411	0.900
33	500*11.5	155*30	-97.980	-214.890	0.410	0.900
34	500*11.5	155*30	-88.840	-214.890	0.372	0.900
35	500*11.5	155*30	-79.700	-214.890	0.334	0.900
36	500*11.5	155*30	-70.560	-213.770	0.297	0.900
38	475*11.5	130*30	-49.810	-201.860	0.222	0.900
39	450*11	125*28	-41.670	-197.510	0.190	0.900
40	450*11	125*28	-41.670	-197.510	0.190	0.900
41	450*11	125*28	-41.670	-197.510	0.190	0.900
42	450*11	125*28	-41.670	-197.510	0.190	0.900
43	450*11	125*28	-41.670	-196.410	0.191	0.900
44	450*11	125*28	-41.670	-196.410	0.191	0.900
46	450*11	125*24	-41.670	-218.230	0.191	1.000
47	450*11	125*24	-46.450	-215.270	0.216	1.000
48	450*11	125*24	-56.340	-215.270	0.262	1.000
49	400*11	130*24	-66.220	-237.650	0.279	1.000
50	400*11	130*24	-76.100	-245.430	0.310	1.000
51	400*11	130*24	-85.980	-245.430	0.350	1.000
52	400*11	130*24	-95.870	-245.430	0.391	1.000
54	400*11	130*24	-117.670	-234.840	0.501	1.000
55	400*11	130*24	-129.590	-236.790	0.547	1.000
56	400*11	130*24	-141.510	-236.790	0.598	1.000
57	400*11	130*24	-153.430	-236.790	0.648	1.000
58	650*14	180*14	-165.350	-195.810	0.844	1.000
59	650*14	180*14	-177.270	-195.810	0.905	1.000
60	475*12	125*24	199.800	-196.850	0.961	1.000
<b>Side Shell</b>						
30	575*12	195*32	-145.370	-213.740	0.612	0.900
31	575*12	175*32	-133.500	-200.900	0.598	0.900
32	575*12	175*32	-121.640	-200.900	0.545	0.900
33	575*12	175*32	-109.770	-200.900	0.492	0.900
34	1100*18.5	370*18.5	-97.900	-184.360	0.478	0.900
35	450*12	175*32	-85.900	-224.520	0.344	0.900
36	450*12	175*32	-73.890	-224.420	0.296	0.900
38	475*11	130*32	-49.810	-189.120	0.237	0.900
39	530*12	140*29	-38.230	-159.600	0.216	0.900
40	530*12	140*29	-30.000	-159.600	0.169	0.900
41	530*12	140*29	-30.000	-159.600	0.169	0.900
42	530*12	140*29	-30.000	-159.600	0.169	0.900
43	530*12	140*29	-30.000	-159.800	0.169	0.900

44	530*12	140*29	-30.000	-159.800	0.169	1.000
46	530*12	150*29	-36.570	-186.790	0.196	1.000
47	530*12	150*29	-46.450	-186.790	0.249	1.000
48	530*12	150*29	-56.340	-186.790	0.302	1.000
49	530*12	150*29	-66.220	-186.790	0.355	1.000
50	530*12	150*29	-76.100	-186.790	0.407	1.000
51	530*12	150*29	-85.980	-186.600	0.461	1.000
52	530*12	150*29	-95.870	-186.600	0.514	1.000
54	475*11	125*24	-117.670	-200.570	0.587	1.000
55	475*11	125*24	-129.590	-196.020	0.661	1.000
56	450*11	125*24	-141.510	-205.160	0.690	1.000
57	450*11	125*24	-153.430	-205.180	0.748	1.000
58	400*12	125*24	-165.350	-227.850	0.726	1.000
59	400*12	125*24	-177.270	-224.020	0.791	1.000
60	400*12	125*24	-189.190	-224.520	0.843	1.000
<b>Longitudinal Bulkhead</b>						
32	550*11.5	180*32	-129.990	-224.610	0.521	0.900
33	550*11.5	180*32	-116.300	-224.610	0.466	0.900
34	550*11.5	180*32	-102.610	-224.610	0.411	0.900
35	550*11.5	165*32	-88.920	-226.230	0.354	0.900
36	550*11.5	165*32	-75.160	-226.210	0.299	0.900
37	1100*13.5	370*18	-61.450	-185.410	0.298	0.900
38	450*10.5	135*32	-49.810	-211.630	0.212	0.900
39	450*10.5	135*32	-41.670	-211.630	0.177	0.900
40	450*10.5	135*32	-41.670	-211.630	0.177	0.900
41	470*10.5	130*26	-41.670	-194.190	0.193	0.900
42	470*10.5	130*26	-41.670	-194.190	0.193	0.900
43	470*10.5	130*26	-41.670	-194.190	0.193	0.900
44	470*10.5	130*26	-41.670	-194.190	0.193	0.900
46	400*10.5	130*26	-41.670	-245.330	0.170	1.000
47	400*10.5	130*26	-46.450	-245.330	0.189	1.000
48	400*10.5	130*26	-56.340	-245.330	0.230	1.000
49	375*10.5	125*26	-66.220	-252.190	0.263	1.000
50	375*10.5	125*26	-76.100	-252.190	0.302	1.000
51	375*10.5	125*26	-85.980	-252.190	0.341	1.000
52	375*10.5	125*26	-95.870	-252.190	0.380	1.000
53	1025*16	370*18	-105.750	-206.690	0.512	1.000
54	375*10.5	125*26	-117.190	-250.720	0.467	1.000
55	375*10.5	125*26	-128.630	-250.720	0.513	1.000
56	375*10.5	125*26	-140.070	-250.720	0.559	1.000
57	375*10.5	125*26	-151.510	-251.830	0.602	1.000
58	375*10.5	125*26	-162.950	-251.830	0.647	1.000
59	650*14	180*14	-174.390	-197.940	0.881	1.000
60	650*14	180*14	-185.830	-197.940	0.939	1.000
61	425*12	150*28	-197.270	-236.630	0.834	1.000
<b>Upper Deck</b>						
CL	375*14	200*28	-214.040	-275.020	0.778	1.000

1	375*14	200*28	-213.590	-275.040	0.777	1.000
2	375*14	200*28	-213.130	-275.050	0.775	1.000
3	375*14	200*28	-212.680	-275.050	0.773	1.000
4	375*14	200*28	-212.230	-275.050	0.772	1.000
5	375*14	200*28	-211.770	-275.050	0.770	1.000
6	375*14	200*28	-211.320	-275.050	0.768	1.000
7	375*14	200*28	-210.870	-275.050	0.767	1.000
8	375*14	200*28	-210.420	-275.050	0.765	1.000
9	375*14	200*28	-209.960	-275.050	0.763	1.000
10	375*14	200*28	-209.510	-275.050	0.762	1.000
11	375*14	200*28	-209.060	-275.050	0.760	1.000
13	375*14	200*28	-208.180	-275.050	0.757	1.000
14	375*14	200*28	-207.730	-275.050	0.755	1.000
15	375*14	200*28	-207.280	-275.050	0.754	1.000
16	375*14	200*28	-206.820	-275.050	0.752	1.000
17	375*14	200*28	-206.370	-275.050	0.750	1.000
18	375*14	200*28	-205.920	-275.050	0.749	1.000
19	375*14	200*28	-205.470	-275.050	0.747	1.000
20	375*14	200*28	-205.020	-275.050	0.745	1.000
21	375*14	200*28	-204.560	-275.050	0.744	1.000
22	375*14	200*28	-204.110	-275.050	0.742	1.000
23	375*14	150*28	-203.660	-261.980	0.777	1.000
24	375*14	150*28	-203.230	-262.120	0.775	1.000
25	375*14	150*28	-202.810	-262.120	0.774	1.000
26	375*14	150*28	-202.380	-262.120	0.772	1.000
27	375*14	150*28	-201.960	-262.120	0.770	1.000
28	375*14	150*28	-201.530	-262.120	0.769	1.000
30	450*12	150*20	-200.630	-227.790	0.881	1.000
31	450*12	150*20	-200.150	-227.800	0.879	1.000
<b>Double Bottom</b>						
1	425*11	150*18	-170.360	-240.750	0.637	0.900
2	425*11	150*18	-157.720	-240.680	0.590	0.900
3	300*11	90*16	-170.360	-239.690	0.640	0.900
4	300*11	90*16	-156.320	-239.690	0.587	0.900
5	350*12	100*17	-170.360	-245.900	0.624	0.900
6	350*12	100*17	-156.320	-245.900	0.572	0.900
<b>Double Hull</b>						
1	300*11	90*16	-61.390	-235.500	0.235	0.900
2	300*11	90*16	-61.390	-235.970	0.234	0.900
3	250*12	90*16	-30.000	-212.130	0.141	1.000
4	250*12	90*16	-30.000	-203.740	0.147	1.000
5	250*12	90*16	-105.750	-212.130	0.499	1.000
6	250*12	90*16	-105.750	-203.740	0.519	1.000

Πίνακας 15: Αποτελέσματα λογισμού κολώνας

#### 8.4.7 Ελάχιστο πάχος κορμού (CSR).



Εικόνα 71: Χρωματική απεικόνιση αποτελεσμάτων ελάχιστου πάχους κορμού

Όπου:

Μπλε χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0 με 0.5.

Γαλάζιο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.5 με 0.8.

Πράσινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.8 με 0.85.

Ανοιχτό πράσινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.85 με 0.90.

Κίτρινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.90 με 0.95.

Λαδί χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.95 με 0.975.

Μπορντό χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.975 με 1.

Κόκκινο χρώμα: Δεν ικανοποιείται ο κανονισμός.

Stiffeners	Dimensions (mm)		Tw Mini. Gross (cm)		Tw Mini. Net (cm)	
	Web	Flange	Actual	Rules	Actual	Rules
<b>Bottom</b>						
1	590*12	230*32	12.000	12.000	9.000	9.000
2	590*12	230*32	12.000	12.000	9.000	9.000
3	590*12	230*32	12.000	12.000	9.000	9.000
4	590*12	230*32	12.000	12.000	9.000	9.000
5	590*12	230*32	12.000	12.000	9.000	9.000
6	590*12	230*32	12.000	12.000	9.000	9.000
7	590*12	230*32	12.000	12.000	9.000	9.000
8	590*12	230*32	12.000	12.000	9.000	9.000
9	590*12	230*32	12.000	12.000	9.000	9.000
10	590*12	230*32	12.000	12.000	9.000	9.000
11	590*12	230*32	12.000	12.000	9.000	9.000
13	590*12	240*32	12.000	12.000	9.000	9.000
14	590*12	240*32	12.000	12.000	9.000	9.000
15	590*12	240*32	12.000	12.000	9.000	9.000
16	590*12	240*32	12.000	12.000	9.000	9.000
17	590*12	240*32	12.000	12.000	9.000	9.000
18	590*12	240*32	12.000	12.000	9.000	9.000
19	590*12	240*32	12.000	12.000	9.000	9.000
20	590*12	240*32	12.000	12.000	9.000	9.000
21	590*12	240*32	12.000	12.000	9.000	9.000
22	590*12	240*32	12.000	12.000	9.000	9.000
24	620*12.5	255*32	12.500	12.500	9.500	9.500
25	620*12.5	255*32	12.500	12.500	9.500	9.500
26	620*12.5	255*32	12.500	12.500	9.500	9.500
27	620*12.5	255*32	12.500	12.500	9.500	9.500
28	620*12.5	255*32	12.500	12.500	9.500	9.500
29	620*12.5	255*32	12.500	12.500	9.500	9.500
<b>Inner Bottom</b>						
1	550*12	185*32	12.000	12.000	9.000	9.000
2	550*12	185*32	12.000	12.000	9.000	9.000
3	550*12	185*32	12.000	12.000	9.000	9.000
4	550*12	185*32	12.000	12.000	9.000	9.000
5	550*12	185*32	12.000	12.000	9.000	9.000
6	550*12	185*32	12.000	12.000	9.000	9.000
7	550*12	185*32	12.000	12.000	9.000	9.000
8	550*12	185*32	12.000	12.000	9.000	9.000
9	550*12	185*32	12.000	12.000	9.000	9.000
10	550*12	185*32	12.000	12.000	9.000	9.000
11	550*12	185*32	12.000	12.000	9.000	9.000
13	550*12	185*32	12.000	12.000	9.000	9.000
14	550*12	185*32	12.000	12.000	9.000	9.000
15	550*12	185*32	12.000	12.000	9.000	9.000
16	550*12	185*32	12.000	12.000	9.000	9.000
17	550*12	185*32	12.000	12.000	9.000	9.000
18	550*12	185*32	12.000	12.000	9.000	9.000

19	550*12	185*32	12.000	12.000	9.000	9.000
20	550*12	185*32	12.000	12.000	9.000	9.000
21	550*12	185*32	12.000	12.000	9.000	9.000
22	550*12	185*32	12.000	12.000	9.000	9.000
<b>Inner Hull &amp; Hopper</b>						
29	500*11.5	210*30	11.500	11.000	8.500	8.000
30	500*11.5	185*30	11.500	11.000	8.500	8.000
31	500*11.5	185*30	11.500	11.000	8.500	8.000
32	500*11.5	185*30	11.500	11.000	8.500	8.000
33	500*11.5	155*30	11.500	11.000	8.500	8.000
34	500*11.5	155*30	11.500	11.000	8.500	8.000
35	500*11.5	155*30	11.500	11.000	8.500	8.000
36	500*11.5	155*30	11.500	11.000	8.500	8.000
38	475*11.5	130*30	11.500	11.000	8.500	8.000
39	450*11	125*28	11.000	11.000	8.000	8.000
40	450*11	125*28	11.000	11.000	8.000	8.000
41	450*11	125*28	11.000	11.000	8.000	8.000
42	450*11	125*28	11.000	11.000	8.000	8.000
43	450*11	125*28	11.000	11.000	8.000	8.000
44	450*11	125*28	11.000	11.000	8.000	8.000
46	450*11	125*24	11.000	11.000	8.000	8.000
47	450*11	125*24	11.000	11.000	8.000	8.000
48	450*11	125*24	11.000	11.000	8.000	8.000
49	400*11	130*24	11.000	11.000	8.000	8.000
50	400*11	130*24	11.000	11.000	8.000	8.000
51	400*11	130*24	11.000	11.000	8.000	8.000
52	400*11	130*24	11.000	11.000	8.000	8.000
54	400*11	130*24	11.000	11.000	8.000	8.000
55	400*11	130*24	11.000	11.000	8.000	8.000
56	400*11	130*24	11.000	11.000	8.000	8.000
57	400*11	130*24	11.000	11.000	8.000	8.000
58	650*14	180*14	14.000	14.000	10.000	10.000
59	650*14	180*14	14.000	14.000	10.000	10.000
60	475*12	125*24	12.000	12.000	8.000	8.000
<b>Side Shell</b>						
30	575*12	195*32	12.000	12.000	9.000	9.000
31	575*12	175*32	12.000	12.000	9.000	9.000
32	575*12	175*32	12.000	12.000	9.000	9.000
33	575*12	175*32	12.000	12.000	9.000	9.000
34	1100*18.5	370*18.5	18.500	17.500	15.500	14.500
35	450*12	175*32	12.000	11.000	9.000	8.000
36	450*12	175*32	12.000	11.000	9.000	8.000
38	475*11	130*32	11.000	11.000	8.000	8.000
39	530*12	140*29	12.000	11.000	9.000	8.000
40	530*12	140*29	12.000	11.000	9.000	8.000
41	530*12	140*29	12.000	11.000	9.000	8.000
42	530*12	140*29	12.000	11.000	9.000	8.000



43	530*12	140*29	12.000	11.000	9.000	8.000
44	530*12	140*29	12.000	11.000	9.000	8.000
46	530*12	150*29	12.000	11.000	9.000	8.000
47	530*12	150*29	12.000	11.000	9.000	8.000
48	530*12	150*29	12.000	11.000	9.000	8.000
49	530*12	150*29	12.000	11.000	9.000	8.000
50	530*12	150*29	12.000	11.000	9.000	8.000
51	530*12	150*29	12.000	11.000	9.000	8.000
52	530*12	150*29	12.000	11.000	9.000	8.000
54	475*11	125*24	11.000	11.000	8.000	8.000
55	475*11	125*24	11.000	11.000	8.000	8.000
56	450*11	125*24	11.000	11.000	8.000	8.000
57	450*11	125*24	11.000	11.000	8.000	8.000
58	400*12	125*24	12.000	12.000	8.000	8.000
59	400*12	125*24	12.000	12.000	8.000	8.000
60	400*12	125*24	12.000	12.000	8.000	8.000
<b>Longitudinal Bulkhead</b>						
32	550*11.5	180*32	11.500	11.500	9.000	9.000
33	550*11.5	180*32	11.500	11.500	9.000	9.000
34	550*11.5	180*32	11.500	11.500	9.000	9.000
35	550*11.5	165*32	11.500	10.500	9.000	8.000
36	550*11.5	165*32	11.500	10.500	9.000	8.000
37	1100*13.5	370*18	13.500	13.500	10.500	10.500
38	450*10.5	135*32	10.500	10.500	8.000	8.000
39	450*10.5	135*32	10.500	10.500	8.000	8.000
40	450*10.5	135*32	10.500	10.500	8.000	8.000
41	470*10.5	130*26	10.500	10.500	8.000	8.000
42	470*10.5	130*26	10.500	10.500	8.000	8.000
43	470*10.5	130*26	10.500	10.500	8.000	8.000
44	470*10.5	130*26	10.500	10.500	8.000	8.000
46	400*10.5	130*26	10.500	10.500	8.000	8.000
47	400*10.5	130*26	10.500	10.500	8.000	8.000
48	400*10.5	130*26	10.500	10.500	8.000	8.000
49	375*10.5	125*26	10.500	10.500	8.000	8.000
50	375*10.5	125*26	10.500	10.500	8.000	8.000
51	375*10.5	125*26	10.500	10.500	8.000	8.000
52	375*10.5	125*26	10.500	10.500	8.000	8.000
53	1025*16	370*18	16.000	16.000	13.500	13.500
54	375*10.5	125*26	10.500	10.500	8.000	8.000
55	375*10.5	125*26	10.500	10.500	8.000	8.000
56	375*10.5	125*26	10.500	10.500	8.000	8.000
57	375*10.5	125*26	10.500	10.500	8.000	8.000
58	375*10.5	125*26	10.500	10.500	8.000	8.000
59	650*14	180*14	14.000	14.000	10.000	10.000
60	650*14	180*14	14.000	14.000	10.000	10.000
61	425*12	150*28	12.000	12.000	8.000	8.000

<b>Upper Deck</b>						
CL	375*14	200*28	14.000	12.000	10.000	8.000
1	375*14	200*28	14.000	12.000	10.000	8.000
2	375*14	200*28	14.000	12.000	10.000	8.000
3	375*14	200*28	14.000	12.000	10.000	8.000
4	375*14	200*28	14.000	12.000	10.000	8.000
5	375*14	200*28	14.000	12.000	10.000	8.000
6	375*14	200*28	14.000	12.000	10.000	8.000
7	375*14	200*28	14.000	12.000	10.000	8.000
8	375*14	200*28	14.000	12.000	10.000	8.000
9	375*14	200*28	14.000	12.000	10.000	8.000
10	375*14	200*28	14.000	12.000	10.000	8.000
11	375*14	200*28	14.000	12.000	10.000	8.000
13	375*14	200*28	14.000	12.000	10.000	8.000
14	375*14	200*28	14.000	12.000	10.000	8.000
15	375*14	200*28	14.000	12.000	10.000	8.000
16	375*14	200*28	14.000	12.000	10.000	8.000
17	375*14	200*28	14.000	12.000	10.000	8.000
18	375*14	200*28	14.000	12.000	10.000	8.000
19	375*14	200*28	14.000	12.000	10.000	8.000
20	375*14	200*28	14.000	12.000	10.000	8.000
21	375*14	200*28	14.000	12.000	10.000	8.000
22	375*14	200*28	14.000	12.000	10.000	8.000
23	375*14	150*28	14.000	12.000	10.000	8.000
24	375*14	150*28	14.000	12.000	10.000	8.000
25	375*14	150*28	14.000	12.000	10.000	8.000
26	375*14	150*28	14.000	12.000	10.000	8.000
27	375*14	150*28	14.000	12.000	10.000	8.000
28	375*14	150*28	14.000	12.000	10.000	8.000
30	450*12	150*20	12.000	12.000	8.000	8.000
31	450*12	150*20	12.000	12.000	8.000	8.000
<b>Double Bottom</b>						
1	425*11	150*18	11.000	11.000	8.000	8.000
2	425*11	150*18	11.000	11.000	8.000	8.000
3	300*11	90*16	11.000	10.000	8.000	7.000
4	300*11	90*16	11.000	10.000	8.000	7.000
5	350*12	100*17	12.000	10.000	9.000	7.000
6	350*12	100*17	12.000	10.000	9.000	7.000
<b>Double Hull</b>						
1	300*11	90*16	11.000	10.000	8.000	7.000
2	300*11	90*16	11.000	10.000	8.000	7.000
3	250*12	90*16	12.000	10.000	9.000	7.000
4	250*12	90*16	11.000	10.000	8.000	7.000
5	250*12	90*16	12.000	10.000	9.000	7.000
6	250*12	90*16	11.000	10.000	8.000	7.000

Πίνακας 16: Αποτελέσματα ελάχιστου πάχους κορμού



Stiffeners	Dimensions (mm)		Tfl Mini. Gross (cm)		Tfl Mini. Net (cm)	
	Web	Flange	Actual	Rules	Actual	Rules
<b>Bottom</b>						
1	590*12	230*32	32.000	14.000	29.000	11.000
2	590*12	230*32	32.000	14.000	29.000	11.000
3	590*12	230*32	32.000	14.000	29.000	11.000
4	590*12	230*32	32.000	14.000	29.000	11.000
5	590*12	230*32	32.000	14.000	29.000	11.000
6	590*12	230*32	32.000	14.000	29.000	11.000
7	590*12	230*32	32.000	14.000	29.000	11.000
8	590*12	230*32	32.000	14.000	29.000	11.000
9	590*12	230*32	32.000	14.000	29.000	11.000
10	590*12	230*32	32.000	14.000	29.000	11.000
11	590*12	230*32	32.000	14.000	29.000	11.000
13	590*12	240*32	32.000	14.500	29.000	11.500
14	590*12	240*32	32.000	14.500	29.000	11.500
15	590*12	240*32	32.000	14.500	29.000	11.500
16	590*12	240*32	32.000	14.500	29.000	11.500
17	590*12	240*32	32.000	14.500	29.000	11.500
18	590*12	240*32	32.000	14.500	29.000	11.500
19	590*12	240*32	32.000	14.500	29.000	11.500
20	590*12	240*32	32.000	14.500	29.000	11.500
21	590*12	240*32	32.000	14.500	29.000	11.500
22	590*12	240*32	32.000	14.500	29.000	11.500
24	620*12.5	255*32	32.000	15.500	29.000	12.500
25	620*12.5	255*32	32.000	15.500	29.000	12.500
26	620*12.5	255*32	32.000	15.500	29.000	12.500
27	620*12.5	255*32	32.000	15.500	29.000	12.500
28	620*12.5	255*32	32.000	15.500	29.000	12.500
29	620*12.5	255*32	32.000	15.500	29.000	12.500
<b>Inner Bottom</b>						
1	550*12	185*32	32.000	12.500	29.000	9.500
2	550*12	185*32	32.000	12.500	29.000	9.500
3	550*12	185*32	32.000	12.500	29.000	9.500
4	550*12	185*32	32.000	12.500	29.000	9.500
5	550*12	185*32	32.000	12.500	29.000	9.500
6	550*12	185*32	32.000	12.500	29.000	9.500
7	550*12	185*32	32.000	12.500	29.000	9.500
8	550*12	185*32	32.000	12.500	29.000	9.500
9	550*12	185*32	32.000	12.500	29.000	9.500
10	550*12	185*32	32.000	12.500	29.000	9.500
11	550*12	185*32	32.000	12.500	29.000	9.500
13	550*12	185*32	32.000	12.500	29.000	9.500
14	550*12	185*32	32.000	12.500	29.000	9.500
15	550*12	185*32	32.000	12.500	29.000	9.500
16	550*12	185*32	32.000	12.500	29.000	9.500
17	550*12	185*32	32.000	12.500	29.000	9.500
18	550*12	185*32	32.000	12.500	29.000	9.500

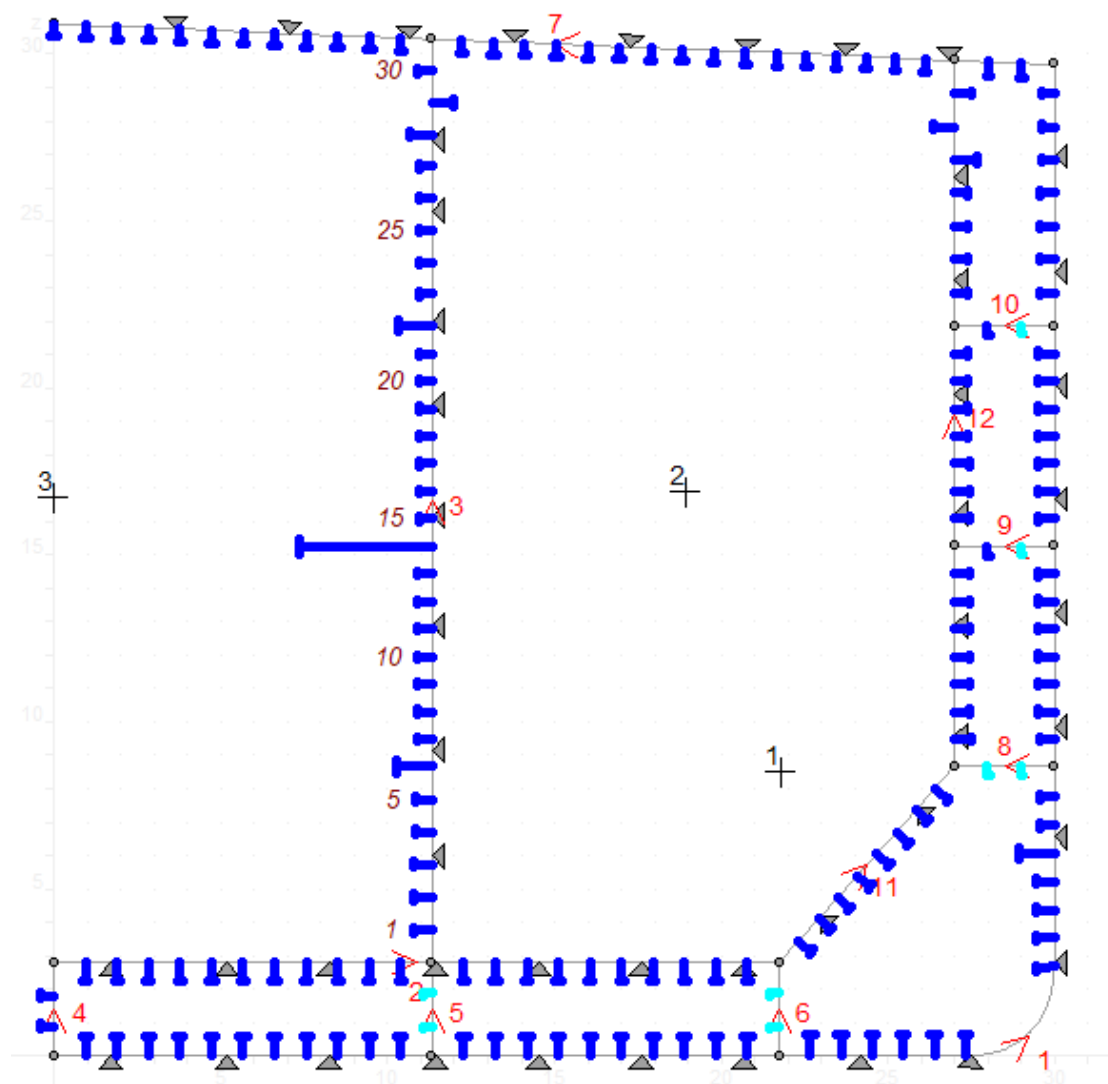
19	550*12	185*32	32.000	12.500	29.000	9.500
20	550*12	185*32	32.000	12.500	29.000	9.500
21	550*12	185*32	32.000	12.500	29.000	9.500
22	550*12	185*32	32.000	12.500	29.000	9.500
<b>Inner Hull &amp; Hopper</b>						
29	500*11.5	210*30	30.000	14.000	27.000	11.000
30	500*11.5	185*30	30.000	12.500	27.000	8.000
31	500*11.5	185*30	30.000	12.500	27.000	8.000
32	500*11.5	185*30	30.000	12.500	27.000	8.000
33	500*11.5	155*30	30.000	11.000	27.000	8.000
34	500*11.5	155*30	30.000	11.000	27.000	8.000
35	500*11.5	155*30	30.000	11.000	27.000	8.000
36	500*11.5	155*30	30.000	11.000	27.000	8.000
38	475*11.5	130*30	30.000	11.000	27.000	8.000
39	450*11	125*28	28.000	11.000	25.000	8.000
40	450*11	125*28	28.000	11.000	25.000	8.000
41	450*11	125*28	28.000	11.000	25.000	8.000
42	450*11	125*28	28.000	11.000	25.000	8.000
43	450*11	125*28	28.000	11.000	25.000	8.000
44	450*11	125*28	28.000	11.000	25.000	8.000
46	450*11	125*24	28.000	11.000	25.000	8.000
47	450*11	125*24	28.000	11.000	25.000	8.000
48	450*11	125*24	28.000	11.000	25.000	8.000
49	400*11	130*24	24.000	11.000	21.000	8.000
50	400*11	130*24	24.000	11.000	21.000	8.000
51	400*11	130*24	24.000	11.000	21.000	8.000
52	400*11	130*24	24.000	11.000	21.000	8.000
54	400*11	130*24	24.000	11.000	21.000	8.000
55	400*11	130*24	24.000	11.000	21.000	8.000
56	400*11	130*24	24.000	11.000	21.000	8.000
57	400*11	130*24	24.000	11.000	21.000	8.000
58	650*14	180*14	14.000	12.500	10.000	8.500
59	650*14	180*14	14.000	12.500	10.000	8.500
60	475*12	125*24	24.000	12.000	20.000	8.000
<b>Side Shell</b>						
30	575*12	195*32	32.000	12.500	29.000	9.500
31	575*12	175*32	32.000	11.500	29.000	8.500
32	575*12	175*32	32.000	11.500	29.000	8.500
33	575*12	175*32	32.000	11.500	29.000	8.500
34	1100*18.5	370*18.5	18.500	18.500	15.500	15.500
35	450*12	175*32	32.000	11.500	29.000	8.500
36	450*12	175*32	32.000	11.500	29.000	8.500
38	475*11	130*32	32.000	11.000	29.000	8.000
39	530*12	140*29	29.000	11.000	26.000	8.000
40	530*12	140*29	29.000	11.000	26.000	8.000
41	530*12	140*29	29.000	11.000	26.000	8.000
42	530*12	140*29	29.000	11.000	26.000	8.000

43	530*12	140*29	29.000	11.000	26.000	8.000
44	530*12	140*29	29.000	11.000	26.000	8.000
46	530*12	150*29	29.000	11.000	26.000	8.000
47	530*12	150*29	29.000	11.000	26.000	8.000
48	530*12	150*29	29.000	11.000	26.000	8.000
49	530*12	150*29	29.000	11.000	26.000	8.000
50	530*12	150*29	29.000	11.000	26.000	8.000
51	530*12	150*29	29.000	11.000	26.000	8.000
52	530*12	150*29	29.000	11.000	26.000	8.000
54	475*11	125*24	24.000	11.000	21.000	8.000
55	475*11	125*24	24.000	11.000	21.000	8.000
56	450*11	125*24	24.000	11.000	21.000	8.000
57	450*11	125*24	24.000	11.000	21.000	8.000
58	400*12	125*24	24.000	12.000	20.000	8.000
59	400*12	125*24	24.000	12.000	20.000	8.000
60	400*12	125*24	24.000	12.000	20.000	8.000
<b>Longitudinal Bulkhead</b>						
32	550*11.5	180*32	32.000	11.500	29.500	9.000
33	550*11.5	180*32	32.000	11.500	29.500	9.000
34	550*11.5	180*32	32.000	11.500	29.500	9.000
35	550*11.5	165*32	32.000	11.000	29.500	8.500
36	550*11.5	165*32	32.000	11.000	29.500	8.500
37	1100*13.5	370*18	18.000	18.000	15.500	15.500
38	450*10.5	135*32	32.000	10.500	29.500	8.000
39	450*10.5	135*32	32.000	10.500	29.500	8.000
40	450*10.5	135*32	32.000	10.500	29.500	8.000
41	470*10.5	130*26	26.000	10.500	23.500	8.000
42	470*10.5	130*26	26.000	10.500	23.500	8.000
43	470*10.5	130*26	26.000	10.500	23.500	8.000
44	470*10.5	130*26	26.000	10.500	23.500	8.000
46	400*10.5	130*26	26.000	10.500	23.500	8.000
47	400*10.5	130*26	26.000	10.500	23.500	8.000
48	400*10.5	130*26	26.000	10.500	23.500	8.000
49	375*10.5	125*26	26.000	10.500	23.500	8.000
50	375*10.5	125*26	26.000	10.500	23.500	8.000
51	375*10.5	125*26	26.000	10.500	23.500	8.000
52	375*10.5	125*26	26.000	10.500	23.500	8.000
53	1025*16	370*18	18.000	18.000	15.500	15.500
54	375*10.5	125*26	26.000	10.500	23.500	8.000
55	375*10.5	125*26	26.000	10.500	23.500	8.000
56	375*10.5	125*26	26.000	10.500	23.500	8.000
57	375*10.5	125*26	26.000	10.500	23.500	8.000
58	375*10.5	125*26	26.000	10.500	23.500	8.000
59	650*14	180*14	14.000	12.500	10.000	8.500
60	650*14	180*14	14.000	12.500	10.000	8.500
61	425*12	150*28	28.000	12.000	24.000	8.000

<b>Upper Deck</b>						
CL	375*14	200*28	28.000	13.500	24.000	9.500
1	375*14	200*28	28.000	13.500	24.000	9.500
2	375*14	200*28	28.000	13.500	24.000	9.500
3	375*14	200*28	28.000	13.500	24.000	9.500
4	375*14	200*28	28.000	13.500	24.000	9.500
5	375*14	200*28	28.000	13.500	24.000	9.500
6	375*14	200*28	28.000	13.500	24.000	9.500
7	375*14	200*28	28.000	13.500	24.000	9.500
8	375*14	200*28	28.000	13.500	24.000	9.500
9	375*14	200*28	28.000	13.500	24.000	9.500
10	375*14	200*28	28.000	13.500	24.000	9.500
11	375*14	200*28	28.000	13.500	24.000	9.500
13	375*14	200*28	28.000	13.500	24.000	9.500
14	375*14	200*28	28.000	13.500	24.000	9.500
15	375*14	200*28	28.000	13.500	24.000	9.500
16	375*14	200*28	28.000	13.500	24.000	9.500
17	375*14	200*28	28.000	13.500	24.000	9.500
18	375*14	200*28	28.000	13.500	24.000	9.500
19	375*14	200*28	28.000	13.500	24.000	9.500
20	375*14	200*28	28.000	13.500	24.000	9.500
21	375*14	200*28	28.000	13.500	24.000	9.500
22	375*14	200*28	28.000	13.500	24.000	9.500
23	375*14	150*28	28.000	12.000	24.000	8.000
24	375*14	150*28	28.000	12.000	24.000	8.000
25	375*14	150*28	28.000	12.000	24.000	8.000
26	375*14	150*28	28.000	12.000	24.000	8.000
27	375*14	150*28	28.000	12.000	24.000	8.000
28	375*14	150*28	28.000	12.000	24.000	8.000
30	450*12	150*20	20.000	12.000	16.000	8.000
31	450*12	150*20	20.000	12.000	16.000	8.000
<b>Double Bottom</b>						
1	425*11	150*18	18.000	11.000	15.000	8.000
2	425*11	150*18	18.000	11.000	15.000	8.000
3	300*11	90*16	16.000	11.000	13.000	8.000
4	300*11	90*16	16.000	11.000	13.000	8.000
5	350*12	100*17	17.000	12.000	14.000	9.000
6	350*12	100*17	17.000	12.000	14.000	9.000
<b>Double Hull</b>						
1	300*11	90*16	16.000	11.000	13.000	8.000
2	300*11	90*16	16.000	11.000	13.000	8.000
3	250*12	90*16	16.000	10.000	13.000	7.000
4	250*12	90*16	16.000	10.000	13.000	7.000
5	250*12	90*16	16.000	10.000	13.000	7.000
6	250*12	90*16	16.000	10.000	13.000	7.000

Πίνακας 17: Αποτελέσματα ελάχιστου πάχους φλάντζας

#### 8.4.9 Ροπή αδράνειας ενισχυτικού (CSR).



Εικόνα 73: Χρωματική απεικόνιση αποτελεσμάτων ροπής αδράνειας ενισχυτικών

Όπου:

Μπλε χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0 με 0.5.

Γαλάζιο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.5 με 0.8.

Πράσινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.8 με 0.85.

Ανοιχτό πράσινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.85 με 0.90.

Κίτρινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.90 με 0.95.

Λαδί χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.95 με 0.975.

Μπορντό χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.975 με 1.

Κόκκινο χρώμα: Δεν ικανοποιείται ο κανονισμός.



Stiffeners	Dimensions (mm)		Inertia (cm <sup>4</sup> )	
	Web	Flange	Actual	Rules
<b>Bottom</b>				
1	590*12	230*32	1.85E+05	3.84E+03
2	590*12	230*32	1.85E+05	1.54E+04
3	590*12	230*32	1.85E+05	1.54E+04
4	590*12	230*32	1.85E+05	1.54E+04
5	590*12	230*32	1.85E+05	1.54E+04
6	590*12	230*32	1.85E+05	1.54E+04
7	590*12	230*32	1.85E+05	1.54E+04
8	590*12	230*32	1.85E+05	1.54E+04
9	590*12	230*32	1.85E+05	1.54E+04
10	590*12	230*32	1.85E+05	1.54E+04
11	590*12	230*32	1.85E+05	1.54E+04
13	590*12	240*32	1.89E+05	1.56E+04
14	590*12	240*32	1.89E+05	1.56E+04
15	590*12	240*32	1.89E+05	1.56E+04
16	590*12	240*32	1.89E+05	1.56E+04
17	590*12	240*32	1.89E+05	1.56E+04
18	590*12	240*32	1.89E+05	1.56E+04
19	590*12	240*32	1.89E+05	1.56E+04
20	590*12	240*32	1.89E+05	1.56E+04
21	590*12	240*32	1.89E+05	1.56E+04
22	590*12	240*32	1.89E+05	1.56E+04
24	620*12.5	255*32	2.16E+05	1.61E+04
25	620*12.5	255*32	2.16E+05	1.61E+04
26	620*12.5	255*32	2.16E+05	1.61E+04
27	620*12.5	255*32	2.16E+05	1.61E+04
28	620*12.5	255*32	2.16E+05	1.61E+04
29	620*12.5	255*32	2.16E+05	1.61E+04
<b>Inner Bottom</b>				
1	550*12	185*32	1.44E+05	4.11E+03
2	550*12	185*32	1.44E+05	1.46E+04
3	550*12	185*32	1.44E+05	1.46E+04
4	550*12	185*32	1.44E+05	1.46E+04
5	550*12	185*32	1.44E+05	1.46E+04
6	550*12	185*32	1.44E+05	1.46E+04
7	550*12	185*32	1.44E+05	1.46E+04
8	550*12	185*32	1.44E+05	1.46E+04
9	550*12	185*32	1.44E+05	1.46E+04
10	550*12	185*32	1.44E+05	1.46E+04
11	550*12	185*32	1.44E+05	1.46E+04
13	550*12	185*32	1.44E+05	1.46E+04
14	550*12	185*32	1.44E+05	1.46E+04
15	550*12	185*32	1.44E+05	1.46E+04
16	550*12	185*32	1.43E+05	1.43E+04
17	550*12	185*32	1.43E+05	1.43E+04
18	550*12	185*32	1.43E+05	1.43E+04

19	550*12	185*32	1.43E+05	1.43E+04
20	550*12	185*32	1.43E+05	1.43E+04
21	550*12	185*32	1.43E+05	1.43E+04
22	550*12	185*32	1.56E+05	1.67E+04
<b>Inner Hull &amp; Hopper</b>				
29	500*11.5	210*30	1.31E+05	1.61E+04
30	500*11.5	185*30	1.21E+05	1.57E+04
31	500*11.5	185*30	1.06E+05	1.27E+04
32	500*11.5	185*30	1.06E+05	1.27E+04
33	500*11.5	155*30	9.64E+04	1.22E+04
34	500*11.5	155*30	9.64E+04	1.22E+04
35	500*11.5	155*30	9.64E+04	1.22E+04
36	500*11.5	155*30	9.43E+04	1.17E+04
38	475*11.5	130*30	7.55E+04	1.08E+04
39	450*11	125*28	5.97E+04	9.47E+03
40	450*11	125*28	5.97E+04	9.47E+03
41	450*11	125*28	5.97E+04	9.47E+03
42	450*11	125*28	5.97E+04	9.47E+03
43	450*11	125*28	5.88E+04	9.26E+03
44	450*11	125*28	5.88E+04	9.26E+03
46	450*11	125*24	5.88E+04	9.26E+03
47	450*11	125*24	5.71E+04	8.85E+03
48	450*11	125*24	5.71E+04	8.85E+03
49	400*11	130*24	4.14E+04	8.37E+03
50	400*11	130*24	4.30E+04	8.48E+03
51	400*11	130*24	4.30E+04	8.48E+03
52	400*11	130*24	4.30E+04	8.48E+03
54	400*11	130*24	4.39E+04	9.34E+03
55	400*11	130*24	4.45E+04	9.58E+03
56	400*11	130*24	4.45E+04	9.58E+03
57	400*11	130*24	4.45E+04	9.58E+03
58	650*14	180*14	1.19E+05	1.26E+04
59	650*14	180*14	1.19E+05	1.26E+04
60	475*12	125*24	6.50E+04	1.13E+04
<b>Side Shell</b>				
30	575*12	195*32	1.58E+05	1.42E+04
31	575*12	175*32	1.39E+05	1.26E+04
32	575*12	175*32	1.39E+05	1.26E+04
33	575*12	175*32	1.39E+05	1.26E+04
34	1100*18.5	370*18.5	6.51E+05	2.05E+04
35	450*12	175*32	8.37E+04	1.18E+04
36	450*12	175*32	8.43E+04	1.19E+04
38	475*11	130*32	7.72E+04	1.06E+04
39	530*12	140*29	1.03E+05	9.22E+03
40	530*12	140*29	1.03E+05	9.22E+03
41	530*12	140*29	1.03E+05	9.22E+03
42	530*12	140*29	1.03E+05	9.22E+03

43	530*12	140*29	1.04E+05	9.37E+03
44	530*12	140*29	1.04E+05	9.37E+03
46	530*12	150*29	9.56E+04	9.37E+03
47	530*12	150*29	9.56E+04	9.37E+03
48	530*12	150*29	9.56E+04	9.37E+03
49	530*12	150*29	9.56E+04	9.37E+03
50	530*12	150*29	9.56E+04	9.37E+03
51	530*12	150*29	9.47E+04	9.21E+03
52	530*12	150*29	9.47E+04	9.21E+03
54	475*11	125*24	6.99E+04	9.41E+03
55	475*11	125*24	6.56E+04	1.23E+04
56	450*11	125*24	5.85E+04	1.21E+04
57	450*11	125*24	5.85E+04	1.21E+04
58	400*12	125*24	3.59E+04	7.87E+03
59	400*12	125*24	4.48E+04	1.20E+04
60	400*12	125*24	4.41E+04	1.15E+04
<b>Longitudinal Bulkhead</b>				
32	550*11.5	180*32	1.43E+05	1.64E+04
33	550*11.5	180*32	1.43E+05	1.64E+04
34	550*11.5	180*32	1.43E+05	1.64E+04
35	550*11.5	165*32	1.10E+05	1.53E+04
36	550*11.5	165*32	1.10E+05	1.53E+04
37	1100*13.5	370*18	6.26E+05	2.05E+04
38	450*10.5	135*32	6.95E+04	1.02E+04
39	450*10.5	135*32	6.95E+04	1.02E+04
40	450*10.5	135*32	6.95E+04	1.02E+04
41	470*10.5	130*26	6.52E+04	9.73E+03
42	470*10.5	130*26	6.52E+04	9.73E+03
43	470*10.5	130*26	6.52E+04	9.73E+03
44	470*10.5	130*26	6.52E+04	9.73E+03
46	400*10.5	130*26	4.68E+04	9.39E+03
47	400*10.5	130*26	4.68E+04	9.39E+03
48	400*10.5	130*26	4.68E+04	9.39E+03
49	375*10.5	125*26	4.01E+04	9.19E+03
50	375*10.5	125*26	4.01E+04	9.19E+03
51	375*10.5	125*26	4.01E+04	9.19E+03
52	375*10.5	125*26	4.01E+04	9.19E+03
53	1025*16	370*18	5.23E+05	1.81E+04
54	375*10.5	125*26	4.18E+04	1.01E+04
55	375*10.5	125*26	4.18E+04	1.01E+04
56	375*10.5	125*26	4.18E+04	1.01E+04
57	375*10.5	125*26	4.23E+04	1.03E+04
58	375*10.5	125*26	4.23E+04	1.03E+04
59	650*14	180*14	1.20E+05	1.27E+04
60	650*14	180*14	1.20E+05	1.27E+04
61	425*12	150*28	6.43E+04	1.19E+04

<b>Upper Deck</b>				
CL	375*14	200*28	6.42E+04	1.40E+04
1	375*14	200*28	6.41E+04	1.40E+04
2	375*14	200*28	6.40E+04	1.40E+04
3	375*14	200*28	6.40E+04	1.40E+04
4	375*14	200*28	6.40E+04	1.40E+04
5	375*14	200*28	6.40E+04	1.40E+04
6	375*14	200*28	6.40E+04	1.40E+04
7	375*14	200*28	6.40E+04	1.40E+04
8	375*14	200*28	6.40E+04	1.40E+04
9	375*14	200*28	6.40E+04	1.40E+04
10	375*14	200*28	6.40E+04	1.40E+04
11	375*14	200*28	6.40E+04	1.40E+04
13	375*14	200*28	6.34E+04	1.37E+04
14	375*14	200*28	6.40E+04	1.40E+04
15	375*14	200*28	6.40E+04	1.40E+04
16	375*14	200*28	6.40E+04	1.40E+04
17	375*14	200*28	6.40E+04	1.40E+04
18	375*14	200*28	6.40E+04	1.40E+04
19	375*14	200*28	6.40E+04	1.40E+04
20	375*14	200*28	6.40E+04	1.40E+04
21	375*14	200*28	6.40E+04	1.40E+04
22	375*14	200*28	6.40E+04	1.40E+04
23	375*14	150*28	5.34E+04	1.30E+04
24	375*14	150*28	5.30E+04	1.27E+04
25	375*14	150*28	5.30E+04	1.27E+04
26	375*14	150*28	5.30E+04	1.27E+04
27	375*14	150*28	5.30E+04	1.27E+04
28	375*14	150*28	5.30E+04	1.27E+04
30	450*12	150*20	6.00E+04	1.29E+04
31	450*12	150*20	6.00E+04	1.29E+04
<b>Double Bottom</b>				
1	425*11	150*18	5.02E+04	3.00E+03
2	425*11	150*18	5.08E+04	3.11E+03
3	300*11	90*16	1.37E+04	8.73E+03
4	300*11	90*16	1.37E+04	8.73E+03
5	350*12	100*17	1.53E+04	8.81E+03
6	350*12	100*17	1.53E+04	8.81E+03
<b>Double Hull</b>				
1	300*11	90*16	1.34E+04	1.34E+04
2	300*11	90*16	1.32E+04	7.94E+03
3	250*12	90*16	8.77E+03	5.50E+03
4	250*12	90*16	1.28E+04	5.38E+03
5	250*12	90*16	8.77E+03	5.50E+03
6	250*12	90*16	1.28E+04	5.38E+03

Πίνακας 18: Αποτελέσματα ροπής αδράνειας ενισχυτικού

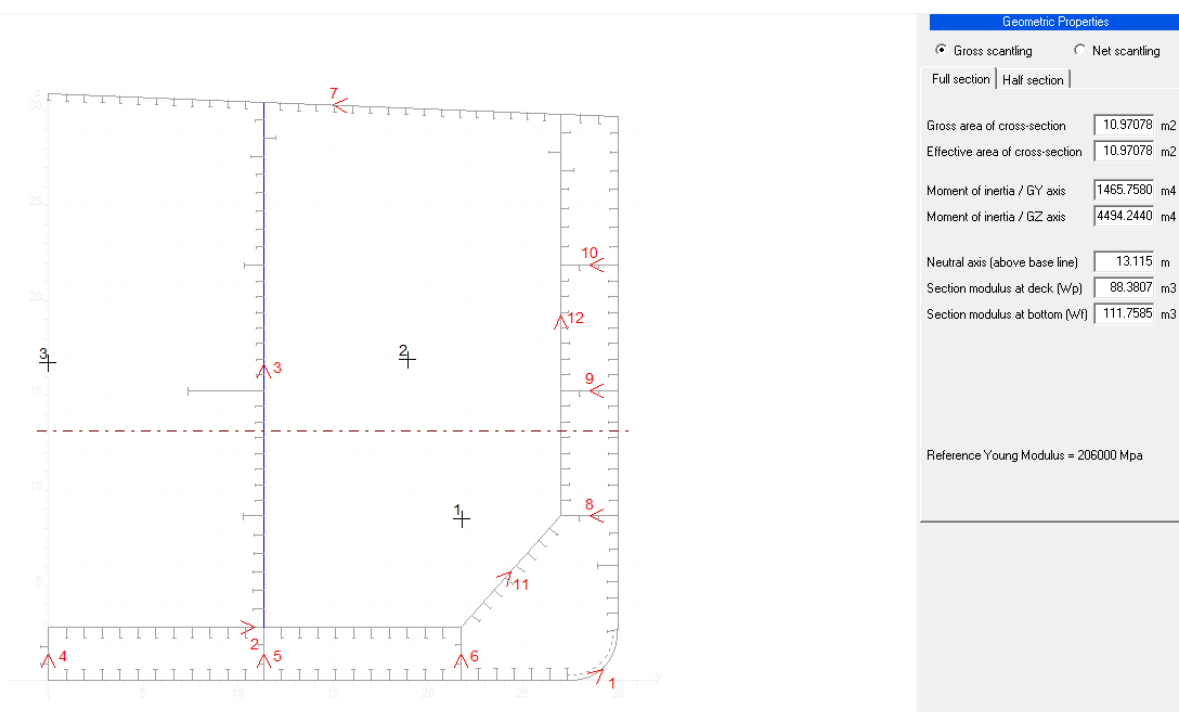
## Κεφάλαιο 9: Υπολογισμού Μέση Τομής (CSR-H).

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα πραγματοποιηθεί έλεγχος της μέσης τομής του πλοίου με βάση του Common Structural Rules – Harmonized, βάσει των οποίων είναι κατασκευασμένο το συγκεκριμένο πλοίο.

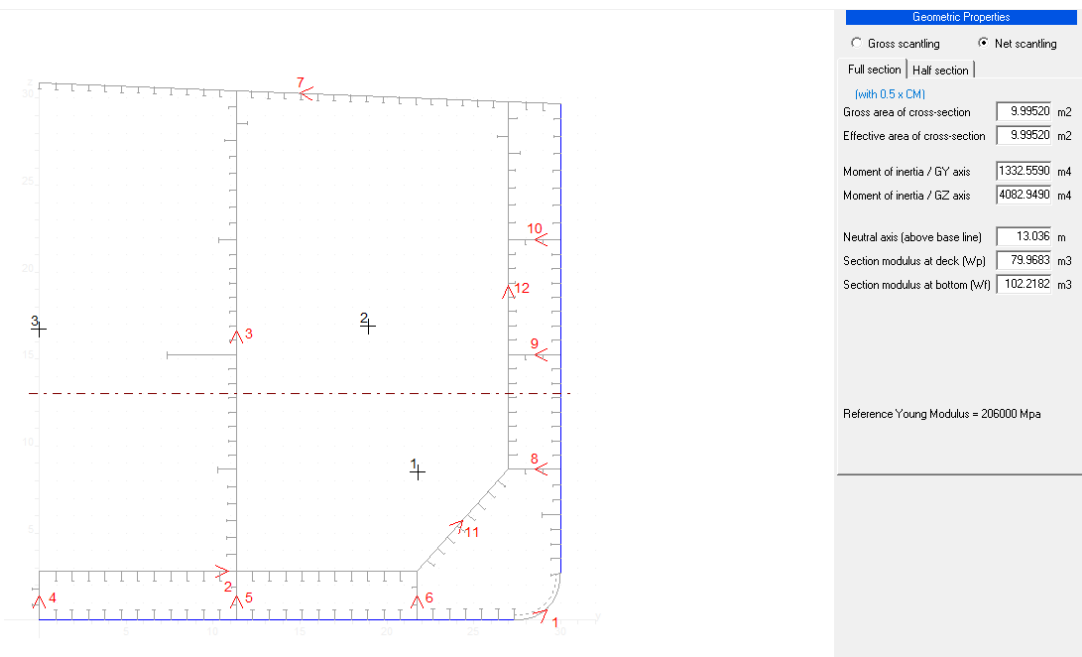
### 9.1 Γεωμετρικές Ιδιότητες Μέσης Τομής (CSR-H).

Επιλέγοντας το παράθυρο που αφορά τον έλεγχο της συμμόρφωσης με βάση τους κανονισμούς παρουσιάζεται η παρακάτω καρτέλα που αφορά τις γεωμετρικές ιδιότητες της μέσης τομής σε δύο περιπτώσεις:

1. Gross scantling (Ολικό πάχος).
2. Net scantling (Καθαρό πάχος).



Εικόνα 74: Γεωμετρικές ιδιότητες μέσης τομής (Gross Scantling)



Εικόνα 75: Γεωμετρικές ιδιότητες μέσης τομής (Net Scantling)

Όπου:

Gross area of cross-section (m<sup>2</sup>): Εμβαδόν μέσης τομής.

Effective area of cross-section (m<sup>2</sup>): Εμβαδόν μέσης τομής, το οποίο διαφοροποιείτε από τον προηγούμενο μόνο στην περίπτωση που τα ελάσματα και τα διαμήκη ενισχυτικά δεν συνεισφέρουν κατά 100% στην διαμήκη αντοχή του πλοίου.

Moment of inertia /GY axis (m<sup>4</sup>): Ροπή αδράνειας ως προς τον y άξονα.

Moment of inertia /GZ axis (m<sup>4</sup>): Ροπή αδράνειας ως προς τον z άξονα.

Neutral axis (m): Ουδέτερο άξονας,

Section modulus at deck (m<sup>3</sup>): Ροπή αντίστασης ως προς το κατάστρωμα.

Section modulus at bottom (m<sup>3</sup>): Ροπή αντίστασης ως προς τον πυθμένα.

	Gross scantling	Net scantling
Gross area of cross-section (m <sup>2</sup> )	10.971	9.995
Effective area of cross-section (m <sup>2</sup> )	10.971	9.995
Moment of inertia /GY axis (m <sup>4</sup> )	1465.758	1332.559
Moment of inertia /GZ axis (m <sup>4</sup> )	4494.244	4082.949
Neutral axis (m)	13.115	13.036
Section modulus at deck (m <sup>3</sup> )	88.381	79.968
Section modulus at bottom (m <sup>3</sup> )	111.759	102.218

Πίνακας 19: Συγκεντρωτικός πίνακας γεωμετρικών ιδιοτήτων μέσης τομής

## 9.2 Κριτήρια Αντοχής Μέσης Τομής (CSR-H).

Στην επόμενη καρτέλα του παράθυρου ελέγχου της μέσης τομής εμφανίζονται τα κριτήρια αντοχής της μέσης τομής όπως εμφανίζονται παρακάτω.

Hull girder strength criteria

	Hogging	Sagging	
Design S.W.B.M. (still water bending moment)	8 789 760.	- 5 130 630.	(kNm)
Design vertical wave bending moment (Rule)	9 913 990.	- 10 845 150.	(kNm)
Design horizontal wave bending moment (Rule)	7 212 826.		(kNm)
	Positive	Negative	
Design vertical shear force	0.		(kN)
Rule vertical wave shear force	59 353.	- 59 353.	(kN)

Close

Εικόνα 76: Φορτίσεις μέσης τομής (CSR-H)

Όπου:

Still Water Bending Moment (kNm): Ροπή σε ήρεμο νερό για την κατάσταση Hogging και την κατάσταση Sagging.

Bending Moment (kNm): Ροπή κάμψης.

Shear force (kN): Διατμητική τάση.

Hull girder strength criteria

	Rule	Actual	at z / BL	k
Modulus at deck	78.81879	79.96834 (m3)	29.700 (m)	0.78
Modulus at bottom	78.81879	102.21820 (m3)	0.000 (m)	0.78
Inertia	850.29940	1332.55900 (m4) (Midship part)		

Close

Εικόνα 77: Ροπή αντίστασης μέσης τομής (CSR-H)

Όπου:

Modulus at deck ( $m^3$ ): Ροπή αντίστασης ως προς το κατάστρωμα.

Modulus at bottom ( $m^3$ ): Ροπή αντίστασης ως προς τον πυθμένα.

Inertia ( $m^4$ ): Ροπή αδράνειας.

Hull girder strength criteria

	Actual Gross	Actual Net	%
Deck	88.3807	79.96834	90.48
Bottom	111.7585	102.2182	91.46

Close

Εικόνα 78: Ροπή αντίστασης μέσης τομής ολικού και καθαρού πάχους (CSR-H)

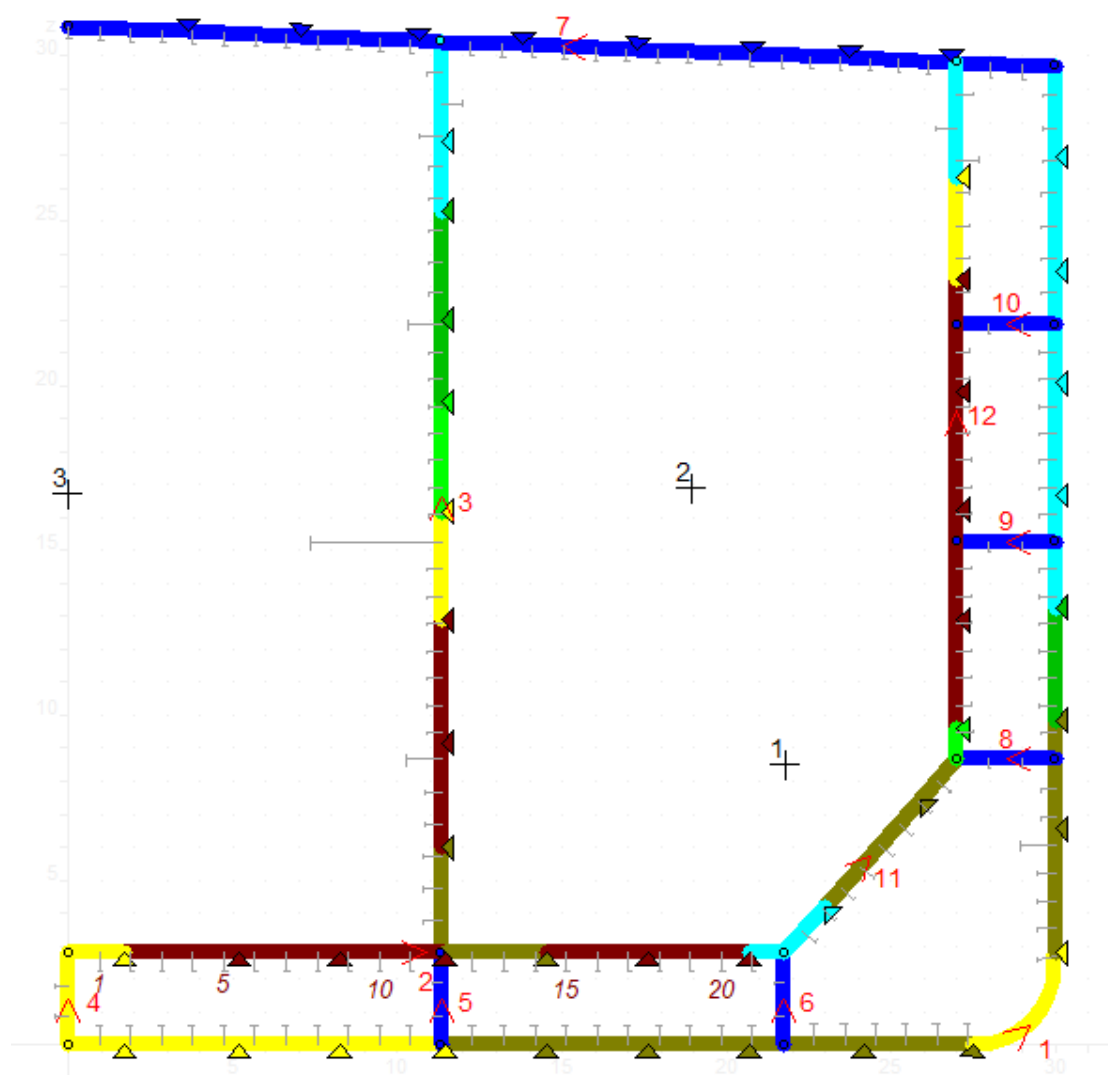
### 9.3 Έλεγχος ελασμάτων (CSR-H).

Στην συνέχεια θα πραγματοποιηθεί έλεγχος συμμόρφωσης των ελασμάτων της μέσης τομής με βάσης τους CSR-H. Ο έλεγχος περιλαμβάνει τα παρακάτω στάδια:

1. Load Thickness: Ελάχιστο πάχος ελάσματος σε φορτωμένη κατάσταση.
2. Testing Thickness: Ελάχιστο πάχος ελάσματος σε κατάσταση υδροστατικής δοκιμής.
3. Minimum Thickness: Ελάχιστο πάχος ελάσματος.
4. Eta Buckling Plate: Αντοχή σε λυγισμό.



### 9.3.1 Ελάχιστο πάχος ελασμάτων σε φορτωμένη κατάσταση (CSR-H).



Εικόνα 79: Χρωματική απεικόνιση αποτελεσμάτων απαιτούμενου πάχους ελάσματος σε φορτωμένη κατάσταση (CSR-H)

Όπου:

Μπλε χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0 με 0.5.

Γαλάζιο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.5 με 0.8.

Πράσινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.8 με 0.85.

Ανοιχτό πράσινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.85 με 0.90.

Κίτρινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.90 με 0.95.

Λαδί χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.95 με 0.975.

Μπορντό χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.975 με 1.

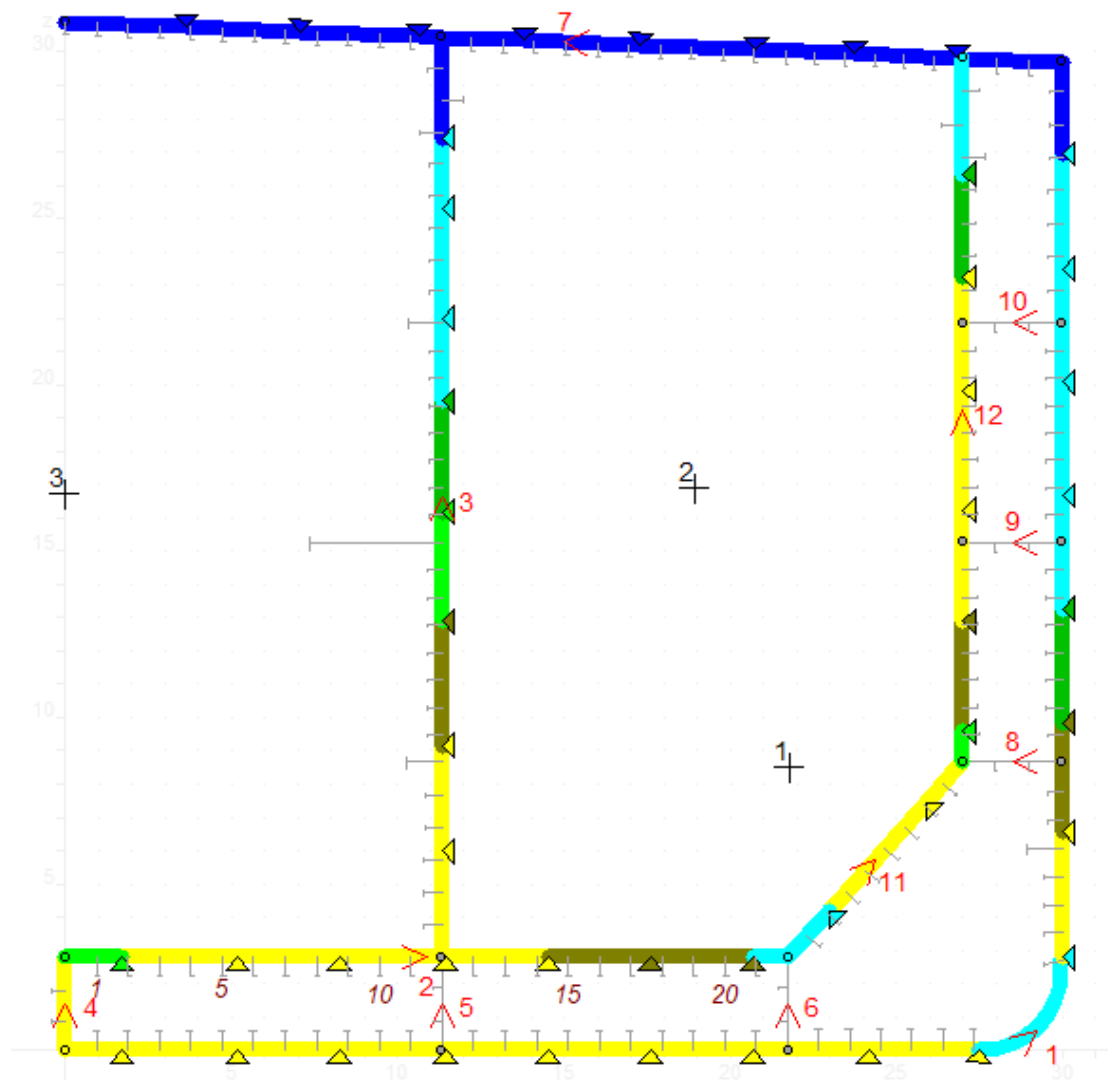
Κόκκινο χρώμα: Δεν ικανοποιείται ο κανονισμός.

<b>Strake</b>	<b>Gross Thickness (mm)</b>		<b>Load Thickness (mm)</b>	
	<b>Actual</b>	<b>Rules</b>	<b>Actual</b>	<b>Rules</b>
<b>Bottom</b>				
Strake 1	20.00	19.50	17.00	16.00
Strake 2	20.00	19.00	17.00	16.00
Strake 3	20.00	19.00	17.00	16.00
Strake 4	20.00	19.00	17.00	16.00
Strake 5	20.00	19.50	17.00	16.50
Strake 6	20.00	19.50	17.00	16.50
Strake 7	20.00	19.50	17.00	16.50
Strake 8	20.00	19.50	17.00	16.50
Strake 9	20.00	19.50	17.00	16.50
<b>Bilge</b>				
Strake 10	21.00	19.50	18.00	16.50
<b>Side Shell</b>				
Strake 11	18.00	17.50	15.00	14.50
Strake 12	18.00	18.00	14.50	14.00
Strake 13	21.00	19.00	17.50	14.50
Strake 14	21.50	19.00	18.00	13.50
Strake 15	21.50	19.00	18.00	12.50
Strake 16	21.00	21.00	17.50	14.00
Strake 17	18.00	18.00	14.50	11.00
<b>Sheer Strake</b>				
Strake 18	18.50	18.00	15.00	9.50
<b>Inner Bottom</b>				
Strake 19	21.50	20.00	17.50	16.00
Strake 20	21.50	21.50	17.50	17.50
Strake 21	21.50	21.50	17.50	17.50
Strake 22	21.50	21.50	17.50	17.50
Strake 23	21.50	21.00	17.50	17.00
Strake 24	21.00	21.00	17.00	17.00
Strake 25	21.00	21.00	17.00	17.00
Strake 26	26.00	21.00	22.00	17.00
<b>Longitudinal Bulkhead</b>				
Strake 27	19.50	19.00	17.00	16.50
Strake 28	18.50	18.50	16.00	16.00
Strake 29	16.00	16.00	13.50	13.50
Strake 30	16.00	15.00	13.50	12.50
Strake 31	16.00	14.00	13.50	11.50
Strake 32	16.00	13.50	13.50	11.00
Strake 33	16.00	13.50	13.50	11.00

Strake 34	16.50	13.50	14.00	10.00
Strake 35	20.00	15.00	16.00	9.50
<b>Double Bottom Girder</b>				
Strake 36	22.00	21.00	19.00	18.00
Strake 37	17.00	14.50	14.00	4.50
Strake 38	16.50	14.50	13.50	4.50
<b>Upper Strength Deck</b>				
Strake 39	22.50	15.50	18.50	9.00
Strake 40	22.50	14.50	18.50	8.00
Strake 41	22.50	15.00	18.50	8.00
Strake 42	22.50	15.00	18.50	8.00
Strake 43	22.50	15.00	18.50	7.50
Strake 44	22.50	15.00	18.50	7.50
Strake 45	22.50	15.00	18.50	7.50
Strake 46	22.50	15.00	18.50	7.00
Strake 47	22.50	15.00	18.50	7.00
<b>Double Hull Girder</b>				
Strake 48	15.00	15.00	12.00	3.50
Strake 49	13.50	13.50	10.50	4.00
Strake 50	13.50	13.50	10.50	4.50
<b>Inner Hull</b>				
Strake 51	26.00	19.00	23.00	16.00
Strake 52	19.00	18.50	16.00	15.50
Strake 53	18.00	17.50	15.00	14.50
Strake 54	18.00	16.50	15.00	13.50
Strake 55	16.00	16.00	13.00	13.00
Strake 56	15.50	15.50	12.50	12.50
Strake 57	14.50	14.50	11.50	11.50
Strake 58	14.50	14.50	11.50	11.50
Strake 59	15.00	14.50	12.00	11.00
Strake 60	19.00	15.50	15.00	9.50

Πίνακας 20: Αποτελέσματα ελάχιστου πάχους ελασμάτων σε φορτωμένη κατάσταση

### 9.3.2 Ελάχιστο πάχος ελάσματος σε κατάσταση υδροστατικής διατομής (CSR-H).



Εικόνα 80: Χρωματική απεικόνιση αποτελεσμάτων απαιτούμενου πάχους ελάσματος σε κατάσταση υδροστατικής δοκιμής (CSR-H)

Όπου:

Μπλε χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0 με 0.5.

Γαλάζιο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.5 με 0.8.

Πράσινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.8 με 0.85.

Ανοιχτό πράσινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.85 με 0.90.

Κίτρινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.90 με 0.95.

Λαδί χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.95 με 0.975.

Μπορντό χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.975 με 1.

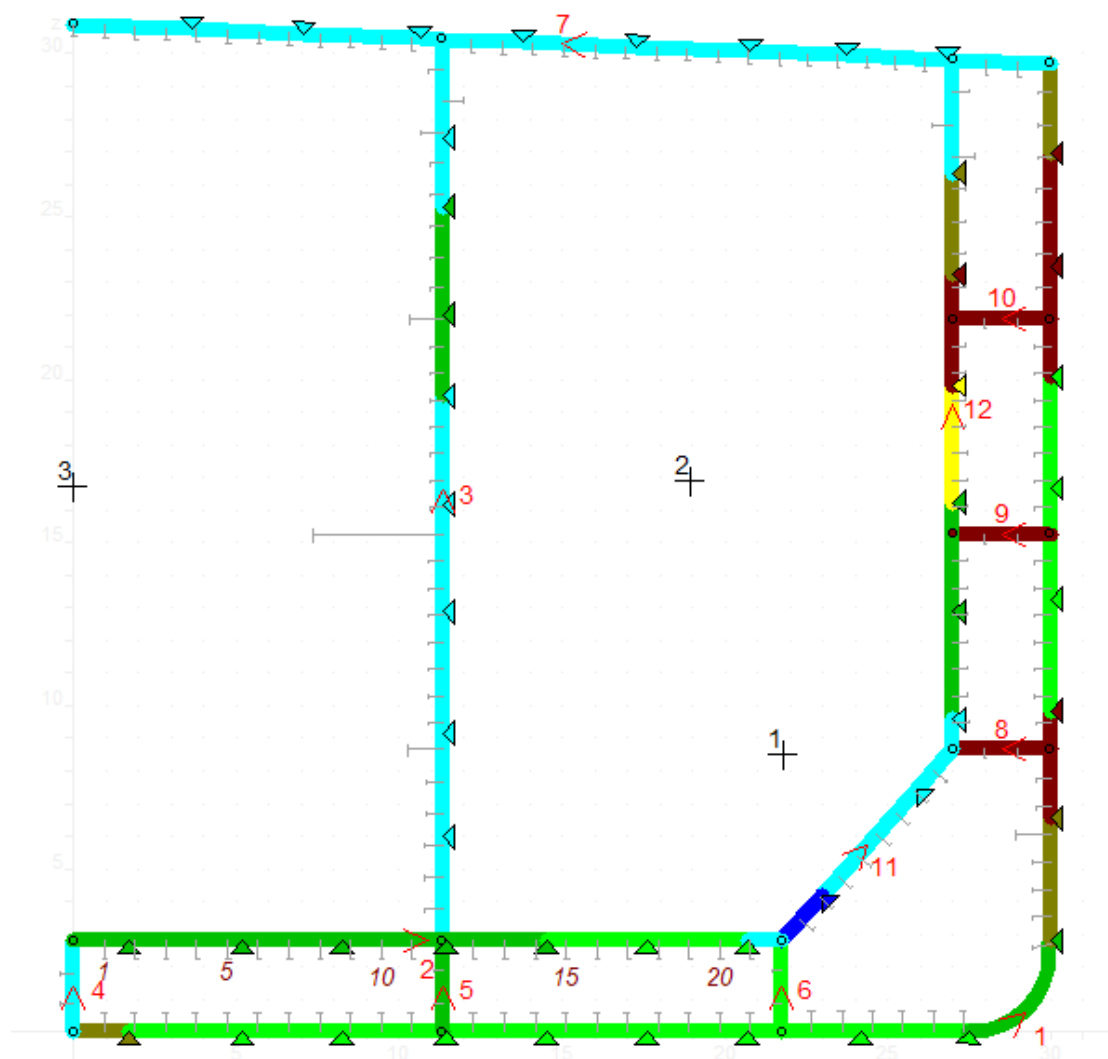
Κόκκινο χρώμα: Δεν ικανοποιείται ο κανονισμός.

<b>Strake</b>	<b>Gross Thickness (mm)</b>		<b>Test Thickness (mm)</b>	
	<b>Actual</b>	<b>Rules</b>	<b>Actual</b>	<b>Rules</b>
<b>Bottom</b>				
Strake 1	20.00	19.50	17.00	16.00
Strake 2	20.00	19.00	17.00	16.00
Strake 3	20.00	19.00	17.00	16.00
Strake 4	20.00	19.00	17.00	16.00
Strake 5	20.00	19.50	17.00	16.00
Strake 6	20.00	19.50	17.00	16.00
Strake 7	20.00	19.50	17.00	16.00
Strake 8	20.00	19.50	17.00	16.00
Strake 9	20.00	19.50	17.00	15.50
<b>Bilge</b>				
Strake 10	21.00	19.50	18.00	14.00
<b>Side Shell</b>				
Strake 11	18.00	17.50	15.00	14.00
Strake 12	18.00	18.00	14.50	14.00
Strake 13	21.00	19.00	17.50	14.50
Strake 14	21.50	19.00	18.00	13.50
Strake 15	21.50	19.00	18.00	12.00
Strake 16	21.00	21.00	17.50	12.00
Strake 17	18.00	18.00	14.50	9.00
<b>Sheer Strake</b>				
Strake 18	18.50	18.00	15.00	7.00
<b>Inner Bottom</b>				
Strake 19	21.50	20.00	17.50	15.50
Strake 20	21.50	21.50	17.50	16.50
Strake 21	21.50	21.50	17.50	16.50
Strake 22	21.50	21.50	17.50	16.50
Strake 23	21.50	21.00	17.50	16.50
Strake 24	21.00	21.00	17.00	16.50
Strake 25	21.00	21.00	17.00	16.50
Strake 26	26.00	21.00	22.00	16.50
<b>Longitudinal Bulkhead</b>				
Strake 27	19.50	19.00	17.00	16.00
Strake 28	18.50	18.50	16.00	15.00
Strake 29	16.00	16.00	13.50	13.00
Strake 30	16.00	15.00	13.50	11.00
Strake 31	16.00	14.00	13.50	10.00
Strake 32	16.00	13.50	13.50	10.00
Strake 33	16.00	13.50	13.50	10.00

Strake 34	16.50	13.50	14.00	9.00
Strake 35	20.00	15.00	16.00	8.00
<b>Double Bottom Girder</b>				
Strake 36	22.00	21.00	19.00	17.50
Strake 37	17.00	14.50	14.00	-
Strake 38	16.50	14.50	13.50	-
<b>Upper Strength Deck</b>				
Strake 39	22.50	15.50	18.50	5.00
Strake 40	22.50	14.50	18.50	5.00
Strake 41	22.50	15.00	18.50	5.50
Strake 42	22.50	15.00	18.50	5.50
Strake 43	22.50	15.00	18.50	5.00
Strake 44	22.50	15.00	18.50	5.50
Strake 45	22.50	15.00	18.50	5.50
Strake 46	22.50	15.00	18.50	5.50
Strake 47	22.50	15.00	18.50	5.00
<b>Double Hull Girder</b>				
Strake 48	15.00	15.00	12.00	-
Strake 49	13.50	13.50	10.50	-
Strake 50	13.50	13.50	10.50	-
<b>Inner Hull</b>				
Strake 51	26.00	19.00	23.00	15.00
Strake 52	19.00	18.50	16.00	15.00
Strake 53	18.00	17.50	15.00	14.00
Strake 54	18.00	16.50	15.00	13.00
Strake 55	16.00	16.00	13.00	12.50
Strake 56	15.50	15.50	12.50	11.50
Strake 57	14.50	14.50	11.50	10.50
Strake 58	14.50	14.50	11.50	10.50
Strake 59	15.00	14.50	12.00	10.00
Strake 60	19.00	15.50	15.00	8.50

Πίνακας 21: Αποτελέσματα ελάχιστου πάχους ελασμάτων σε κατάσταση υδροστατικής δοκιμής (CSR-H)

### 9.3.3 Ελάχιστο πάχος ελάσματος (CSR-H).



Εικόνα 81: Χρωματική απεικόνιση αποτελεσμάτων ελάχιστου πάχους ελάσματος (CSR-H)

Όπου:

Μπλε χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0 με 0.5.

Γαλάζιο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.5 με 0.8.

Πράσινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.8 με 0.85.

Ανοιχτό πράσινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.85 με 0.90.

Κίτρινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.90 με 0.95.

Λαδί χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.95 με 0.975.

Μπορντό χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.975 με 1.

Κόκκινο χρώμα: Δεν ικανοποιείται ο κανονισμός.

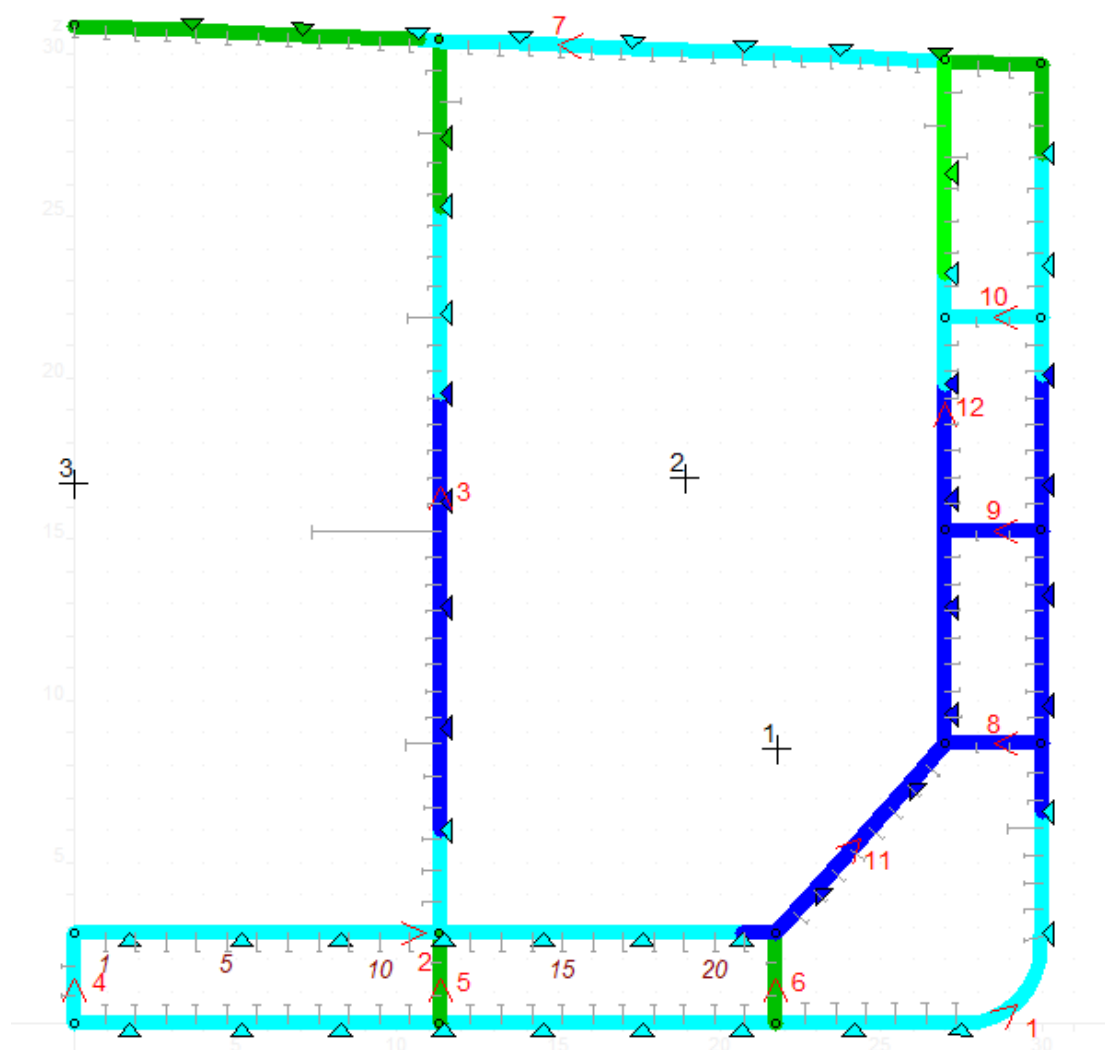
	Gross Thickness (mm)		Mini. Thickness (mm)	
	Actual	Rules	Actual	Rules
<b>Bottom</b>				
Strake 1	20.00	19.50	17.00	16.50
Strake 2	20.00	19.00	17.00	14.50
Strake 3	20.00	19.00	17.00	14.50
Strake 4	20.00	19.00	17.00	14.50
Strake 5	20.00	19.50	17.00	14.50
Strake 6	20.00	19.50	17.00	14.50
Strake 7	20.00	19.50	17.00	14.50
Strake 8	20.00	19.50	17.00	14.50
Strake 9	20.00	19.50	17.00	14.50
<b>Bilge</b>				
Strake 10	21.00	19.50	18.00	14.50
<b>Side Shell</b>				
Strake 11	18.00	17.50	15.00	14.50
Strake 12	18.00	18.00	14.50	14.50
Strake 13	21.00	19.00	17.50	15.50
Strake 14	21.50	19.00	18.00	15.50
Strake 15	21.50	19.00	18.00	15.50
Strake 16	21.00	21.00	17.50	17.50
Strake 17	18.00	18.00	14.50	14.50
<b>Sheer Strake</b>				
Strake 18	18.50	18.00	14.00	14.50
<b>Inner Bottom</b>				
Strake 19	21.50	20.00	17.50	14.50
Strake 20	21.50	21.50	17.50	14.50
Strake 21	21.50	21.50	17.50	14.50
Strake 22	21.50	21.50	17.50	14.50
Strake 23	21.50	21.00	17.50	14.50
Strake 24	21.00	21.00	17.00	14.50
Strake 25	21.00	21.00	17.00	14.50
Strake 26	26.00	21.00	22.00	14.50
<b>Longitudinal Bulkhead</b>				
Strake 27	19.50	19.00	17.00	12.00
Strake 28	18.50	18.50	16.00	12.00
Strake 29	16.00	16.00	13.50	10.50
Strake 30	16.00	15.00	13.50	10.50
Strake 31	16.00	14.00	13.50	10.50
Strake 32	16.00	13.50	13.50	11.00
Strake 33	16.00	13.50	13.50	11.00



Strake 34	16.50	13.50	14.00	11.00
Strake 35	20.00	15.00	16.00	11.00
<b>Double Bottom Girder</b>				
Strake 36	22.00	21.00	19.00	13.00
Strake 37	17.00	14.50	14.00	11.50
Strake 38	16.50	14.50	13.50	11.50
<b>Upper Strength Deck</b>				
Strake 39	22.50	15.50	18.50	11.50
Strake 40	22.50	14.50	18.50	10.50
Strake 41	22.50	15.00	18.50	11.00
Strake 42	22.50	15.00	18.50	11.00
Strake 43	22.50	15.00	18.50	11.00
Strake 44	22.50	15.00	18.50	11.00
Strake 45	22.50	15.00	18.50	11.00
Strake 46	22.50	15.00	18.50	11.00
Strake 47	22.50	15.00	18.50	11.00
<b>Double Hull Girder</b>				
Strake 48	15.00	15.00	12.00	12.00
Strake 49	13.50	13.50	10.50	10.50
Strake 50	13.50	13.50	10.50	10.50
<b>Inner Hull</b>				
Strake 51	26.00	19.00	23.00	10.50
Strake 52	19.00	18.50	16.00	10.50
Strake 53	18.00	17.50	15.00	10.50
Strake 54	18.00	16.50	15.00	10.50
Strake 55	16.00	16.00	13.00	10.50
Strake 56	15.50	15.50	12.50	10.50
Strake 57	14.50	14.50	11.50	10.50
Strake 58	14.50	14.50	11.50	11.50
Strake 59	15.00	14.50	12.00	11.50
Strake 60	19.00	15.50	15.00	11.50

Πίνακας 22: Αποτελέσματα ελάχιστου πάχους ελασμάτων (CSR-H)

### 9.3.4 Αντοχή σε λυγισμό (CSR-H).



Εικόνα 82: Χρωματική απεικόνιση αποτελεσμάτων αντοχής σε λυγισμό

Όπου:

Μπλε χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0 με 0.5.

Γαλάζιο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.5 με 0.8.

Πράσινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.8 με 0.85.

Ανοιχτό πράσινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.85 με 0.90.

Κίτρινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.90 με 0.95.

Λαδί χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.95 με 0.975.

Μπορντό χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.975 με 1.

Κόκκινο χρώμα: Δεν ικανοποιείται ο κανονισμός.

<b>Eta Bu. Plate (-)</b>					
<b>Strake</b>	<b>Actual</b>	<b>Rules</b>	<b>Strake</b>	<b>Actual</b>	<b>Rules</b>
<b>Bottom</b>					
Strake 1	0.73	1.00	Strake 31	0.40	1.00
Strake 2	0.74	1.00	Strake 32	0.57	1.00
Strake 3	0.74	1.00	Strake 33	0.75	1.00
Strake 4	0.74	1.00	Strake 34	0.82	1.00
Strake 5	0.74	1.00	Strake 35	0.84	1.00
Strake 6	0.74	1.00	<b>Double Bottom Girder</b>		
Strake 7	0.74	1.00	Strake 36	0.61	1.00
Strake 8	0.74	1.00	Strake 37	0.81	1.00
Strake 9	0.73	1.00	Strake 38	0.82	1.00
<b>Bilge</b>			<b>Upper Strength Deck</b>		
Strake 10	0.53	1.00	Strake 39	0.80	1.00
<b>Side Shell</b>			Strake 40	0.74	1.00
Strake 11	0.60	1.00	Strake 41	0.78	1.00
Strake 12	0.46	1.00	Strake 42	0.78	1.00
Strake 13	0.37	1.00	Strake 43	0.79	1.00
Strake 14	0.34	1.00	Strake 44	0.79	1.00
Strake 15	0.45	1.00	Strake 45	0.80	1.00
Strake 16	0.64	1.00	Strake 46	0.81	1.00
Strake 17	0.78	1.00	Strake 47	0.82	1.00
<b>Sheer Strake</b>			<b>Double Hull Girder</b>		
Strake 18	0.81	1.00	Strake 48	0.48	1.00
<b>Inner Bottom</b>			Strake 49	0.44	1.00
Strake 19	0.53	1.00	Strake 50	0.79	1.00
Strake 20	0.57	1.00	<b>Inner Hull</b>		
Strake 21	0.57	1.00	Strake 51	0.47	1.00
Strake 22	0.57	1.00	Strake 52	0.50	1.00
Strake 23	0.57	1.00	Strake 53	0.40	1.00
Strake 24	0.58	1.00	Strake 54	0.32	1.00
Strake 25	0.58	1.00	Strake 55	0.34	1.00
Strake 26	0.49	1.00	Strake 56	0.33	1.00
<b>Longitudinal Bulkhead</b>			Strake 57	0.47	1.00
Strake 27	0.52	1.00	Strake 58	0.75	1.00
Strake 28	0.42	1.00	Strake 59	0.89	1.00
Strake 29	0.28	1.00	Strake 60	0.87	1.00
Strake 30	0.24	1.00			

Πίνακας 23: Αποτελέσματα αντοχής σε λυγισμό (CSR-H)

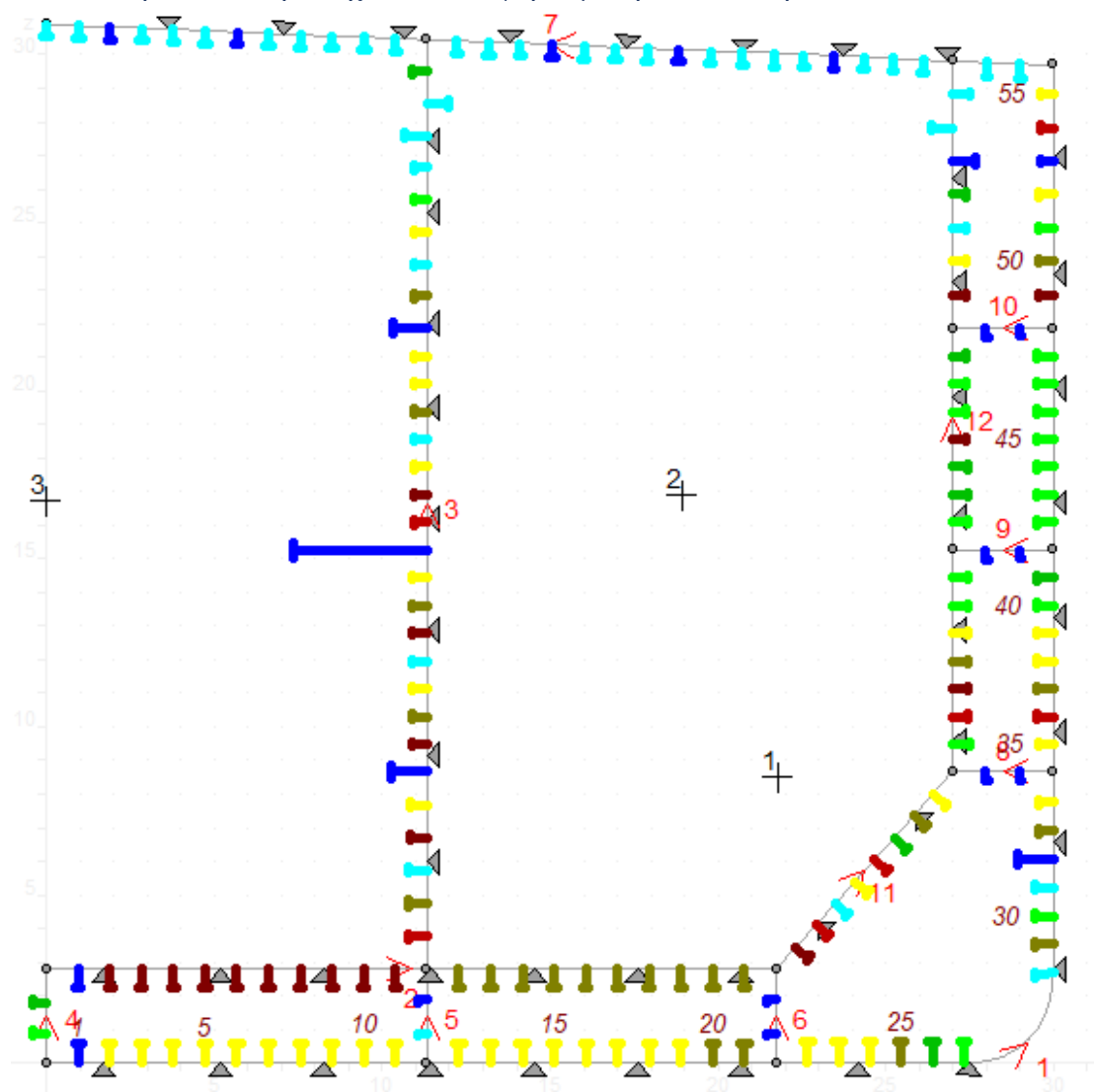
#### 9.4 Έλεγχος διάμικων ενισχυτικών (CSR-H).

Στην συνέχεια θα πραγματοποιηθεί έλεγχος συμμόρφωσης των διάμικων ενισχυτικών της μέσης τομής με βάση τους CSR-H. Ο έλεγχος περιλαμβάνει τα παρακάτω στάδια:

1. Load Modulus: Ροπή αντίσταση ενισχυτικών σε φορτωμένη κατάσταση.
2. Testing Modulus: Ροπή αντίσταση ενισχυτικών σε κατάσταση υδροστατικής δοκιμής.
3. Load Shear Th. Web: Διάτμηση κορμού ενισχυτικών σε φορτωμένη κατάσταση.
4. Testing Shear Th. Web: Διάτμηση κορμού ενισχυτικών σε κατάσταση υδροστατικής δοκιμής.
5. Eta Buckling: Αντοχή σε λυγισμό.
6. Minimum Web Thickness: Ελάχιστο πάχος κορμού.
7. Minimum Flange Thickness: Ελάχιστο πάχος φλάντζας.
8. Minimum Flange Breadth: Ελάχιστο μήκος φλάντζας.
9. Inertia: Ροπή αδράνειας ενισχυτικού.

Στους παραπάνω ελέγχους δεν θα ληφθεί υπόψιν τον ενισχυτικό της διαμήκης φρακτής, το οποίο μπορεί να απεικονίζεται ως διάμηκες ενισχυτικό αλλά πρόκειται για ένα διάδρομο μέσα στην δεξαμενή για πιθανές επιθεωρήσεις, ο οποίος ενισχύεται από κάποια ενισχυτικά και δεν υπάρχει τρόπος να οριστούν στο πρόγραμμα.

#### 9.4.1 Ροπή αντίσταση ενισχυτικών σε φορτωμένη κατάσταση (CSR-H).



Εικόνα 83: Χρωματική απεικόνιση ροπής αντίστασης ενισχυτικών σε φορτωμένη κατάσταση (CSR-H)

Όπου:

Μπλε χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0 με 0.5.

Γαλάζιο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.5 με 0.8.

Πράσινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.8 με 0.85.

Ανοιχτό πράσινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.85 με 0.90.

Κίτρινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.90 με 0.95.

Λαδί χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.95 με 0.975.

Μπορντό χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.975 με 1.

Κόκκινο χρώμα: Δεν ικανοποιείται ο κανονισμός.

Stiffeners	Dimensions (mm)		W Gross (cm <sup>3</sup> )		W Load (cm <sup>3</sup> )	
			Actual	Rules	Actual	Rules
<b>Bottom</b>						
1	590*12	230*32	5157.980	1084.450	4508.030	947.800
2	590*12	230*32	5366.710	4902.100	4673.630	4269.020
3	590*12	230*32	5366.710	4922.460	4673.630	4286.760
4	590*12	230*32	5366.710	4942.830	4673.630	4304.490
5	590*12	230*32	5366.710	4963.200	4673.630	4322.230
6	590*12	230*32	5366.710	4983.570	4673.630	4339.970
7	590*12	230*32	5366.710	5003.940	4673.630	4357.710
8	590*12	230*32	5366.710	5024.310	4673.630	4375.450
9	590*12	230*32	5366.710	5044.680	4673.630	4393.190
10	590*12	230*32	5366.710	5065.050	4673.630	4410.920
11	590*12	230*32	5366.710	5085.420	4673.630	4428.660
13	590*12	240*32	5544.250	5117.830	4836.090	4464.140
14	590*12	240*32	5544.250	5138.170	4836.090	4481.880
15	590*12	240*32	5544.250	5158.510	4836.090	4499.620
16	590*12	240*32	5544.250	5178.840	4836.090	4517.350
17	590*12	240*32	5544.250	5199.180	4836.090	4535.090
18	590*12	240*32	5544.250	5219.510	4836.090	4552.830
19	590*12	240*32	5544.250	5239.850	4836.090	4570.570
20	590*12	240*32	5544.250	5260.190	4836.090	4588.310
21	590*12	240*32	5544.250	5280.520	4836.090	4606.050
22	590*12	240*32	5544.260	5300.870	4836.090	4623.790
24	620*12.5	255*32	6189.980	5826.990	5410.760	5093.460
25	620*12.5	255*32	6189.980	5848.820	5410.760	5112.540
26	620*12.5	255*32	6189.980	5870.660	5410.760	5131.630
27	620*12.5	255*32	6189.980	5892.490	5410.760	5150.710
28	620*12.5	255*32	6189.980	5073.290	5410.760	4434.640
29	620*12.5	255*32	6189.980	5326.700	5410.760	4656.150
<b>Inner Bottom</b>						
1	550*12	185*32	4068.850	923.430	3518.020	798.420
2	550*12	185*32	4220.060	4152.410	3639.570	3581.230
3	550*12	185*32	4220.060	4152.410	3639.570	3581.230
4	550*12	185*32	4220.060	4152.410	3639.570	3581.230
5	550*12	185*32	4220.060	4152.410	3639.570	3581.230
6	550*12	185*32	4220.060	4152.410	3639.570	3581.230
7	550*12	185*32	4220.060	4152.410	3639.570	3581.230
8	550*12	185*32	4220.060	4152.410	3639.570	3581.230
9	550*12	185*32	4220.060	4152.410	3639.570	3581.230
10	550*12	185*32	4220.060	4152.410	3639.570	3581.230
11	550*12	185*32	4220.060	4152.410	3639.570	3581.230
13	550*12	185*32	4220.060	4091.130	3639.570	3528.380
14	550*12	185*32	4220.060	4091.130	3639.570	3528.380
15	550*12	185*32	4220.060	4091.130	3639.570	3528.380
16	550*12	185*32	4211.720	4091.890	3631.710	3528.380
17	550*12	185*32	4211.720	4091.890	3631.710	3528.380
18	550*12	185*32	4211.720	4091.890	3631.710	3528.380
19	550*12	185*32	4211.720	4091.890	3631.710	3528.380
20	550*12	185*32	4211.720	4091.890	3631.710	3528.380
21	550*12	185*32	4211.720	4091.890	3631.710	3528.380
22	550*12	185*32	4286.850	4087.600	3700.380	3528.380
<b>Inner Hull &amp; Hopper</b>						

29	500*11.5	210*30	3967.820	3874.290	3430.420	3349.560
30	500*11.5	185*30	3604.170	3647.730	<b>3099.570</b>	<b>3137.030</b>
31	500*11.5	185*30	3510.670	2762.780	3019.240	2376.030
32	500*11.5	185*30	3510.670	3284.660	3019.240	2824.860
33	500*11.5	155*30	3084.080	3203.310	<b>2631.410</b>	<b>2733.130</b>
34	500*11.5	155*30	3084.090	2502.700	2631.410	2135.360
35	500*11.5	155*30	3084.090	2996.650	2631.410	2556.800
36	500*11.5	155*30	3069.920	2902.550	2618.750	2475.990
38	475*11.5	130*30	2536.060	2280.150	2149.500	1932.600
39	450*11	125*28	2157.570	2230.660	<b>1808.160</b>	<b>1869.420</b>
40	450*11	125*28	2157.570	2155.700	1808.160	1806.590
41	450*11	125*28	2157.570	2080.730	1808.160	1743.770
42	450*11	125*28	2157.570	2005.760	1808.160	1680.940
43	450*11	125*28	2151.420	1931.250	1802.580	1618.120
44	450*11	125*28	2151.420	1856.270	1802.580	1555.290
46	450*11	125*24	2151.420	1880.530	1802.580	1575.620
47	450*11	125*24	2138.390	1799.040	1790.530	1506.380
48	450*11	125*24	2138.390	1716.340	1790.530	1437.140
49	400*11	130*24	1712.760	1673.970	1414.580	1382.540
50	400*11	130*24	1794.480	1608.640	1486.740	1332.770
51	400*11	130*24	1794.480	1546.460	1486.740	1281.250
52	400*11	130*24	1794.480	1497.380	1486.740	1240.590
54	400*11	130*24	1732.560	1696.000	1429.560	1399.390
55	400*11	130*24	1737.280	1621.300	1433.810	1338.090
56	400*11	130*24	1737.280	1354.820	1433.810	1118.160
57	400*11	130*24	1737.280	1444.750	1433.810	1192.380
58	650*14	180*14	3330.490	1421.670	2393.140	1021.550
59	650*14	180*14	3330.490	2182.220	2393.140	1568.040
60	475*12	125*24	2208.110	1547.890	1693.780	1187.340
<b>Side Shell</b>						
30	575*12	195*32	4585.250	3536.300	3973.090	3064.190
31	575*12	175*32	4178.970	4057.740	3601.730	3497.250
32	575*12	175*32	4178.970	3735.310	3601.730	3219.360
33	575*12	175*32	4178.970	2758.450	3601.730	2377.420
34	1100*18.5	370*18.5	12430.950	4001.510	10410.470	3351.120
35	450*12	175*32	3119.430	2963.850	2702.350	2567.570
36	450*12	175*32	3123.550	2925.870	2705.700	2534.460
38	475*11	130*32	2621.630	2383.540	2229.500	2027.030
39	530*12	140*29	3069.260	3102.150	<b>2594.220</b>	<b>2622.020</b>
40	530*12	140*29	3069.260	2989.690	2594.220	2526.960
41	530*12	140*29	3069.260	2877.230	2594.220	2431.910
42	530*12	140*29	3069.260	2764.760	2594.220	2336.840
43	530*12	140*29	3075.830	2652.000	2600.050	2241.790
44	530*12	140*29	3075.830	2539.560	2600.050	2146.730
46	530*12	150*29	2996.010	2591.920	2545.280	2201.980
47	530*12	150*29	2996.010	2570.100	2545.280	2183.450
48	530*12	150*29	2996.010	2570.640	2545.280	2183.900
49	530*12	150*29	2996.010	2571.210	2545.280	2184.380
50	530*12	150*29	2996.010	2571.810	2545.280	2184.900
51	530*12	150*29	2989.700	2572.720	2539.660	2185.440
52	530*12	150*29	2989.700	2573.390	2539.660	2186.020
54	475*11	125*24	2165.680	2123.850	1772.860	1738.620
55	475*11	125*24	2139.330	2050.180	1750.390	1677.450

56	450*11	125*24	1994.570	1732.550	1635.070	1420.270
57	450*11	125*24	1994.310	1878.180	1634.870	1539.670
58	400*12	125*24	1677.530	685.890	1307.280	534.500
59	400*12	125*24	1762.010	1798.780	<b>1363.150</b>	<b>1391.600</b>
60	400*12	125*24	1756.270	1587.480	1359.470	1228.820
<b>Longitudinal Bulkhead</b>						
32	550*11.5	180*32	4074.630	4291.100	<b>3607.030</b>	<b>3798.660</b>
33	550*11.5	180*32	4074.630	3953.090	3607.040	3499.440
34	550*11.5	180*32	4074.630	2460.900	3607.040	2178.490
35	550*11.5	165*32	3392.690	3377.390	3000.640	2987.120
36	550*11.5	165*32	3393.200	3129.370	3001.060	2767.720
37	1100*13.5	370*18	11156.060	3534.590	9443.120	2991.870
38	450*10.5	135*32	2473.300	2455.030	2171.030	2155.000
39	450*10.5	135*32	2473.300	2373.650	2171.030	2083.560
40	450*10.5	135*32	2473.300	2292.260	2171.030	2012.120
41	470*10.5	130*26	2203.350	1549.970	1888.160	1328.250
42	470*10.5	130*26	2203.350	2181.280	1888.160	1869.240
43	470*10.5	130*26	2203.350	2097.910	1888.160	1797.800
44	470*10.5	130*26	2203.350	2016.190	1888.160	1727.780
46	400*10.5	130*26	1803.630	1858.360	<b>1553.000</b>	<b>1600.130</b>
47	400*10.5	130*26	1803.630	1784.240	1553.000	1536.310
48	400*10.5	130*26	1803.630	1710.120	1553.000	1472.490
49	375*10.5	125*26	1620.350	1108.820	1395.480	954.940
50	375*10.5	125*26	1620.350	1564.200	1395.480	1347.120
51	375*10.5	125*26	1620.350	1515.310	1395.480	1305.020
52	375*10.5	125*26	1620.350	1464.730	1395.480	1261.460
53	1025*16	370*18	10516.650	2318.410	8975.970	1978.760
54	375*10.5	125*26	1633.330	1563.310	1405.630	1345.370
55	375*10.5	125*26	1633.330	1016.900	1405.630	875.140
56	375*10.5	125*26	1633.330	1471.720	1405.630	1266.550
57	375*10.5	125*26	1637.280	1438.730	1409.150	1238.260
58	375*10.5	125*26	1637.280	949.190	1409.150	816.930
59	650*14	180*14	3336.910	2236.350	2399.860	1608.350
60	650*14	180*14	3336.910	2074.370	2399.860	1491.860
61	425*12	150*28	2398.510	1992.860	1920.920	1596.040
<b>Upper Deck</b>						
CL	375*14	200*28	2663.880	1781.530	2195.100	1468.020
1	375*14	200*28	2663.250	1773.680	2194.630	1461.580
2	375*14	200*28	2662.570	1310.340	2194.160	1079.820
3	375*14	200*28	2662.570	1766.400	2194.160	1455.650
4	375*14	200*28	2662.590	1767.050	2194.160	1456.170
5	375*14	200*28	2662.570	1767.650	2194.160	1456.680
6	375*14	200*28	2662.570	1312.190	2194.160	1081.340
7	375*14	200*28	2662.570	1768.850	2194.160	1457.670
8	375*14	200*28	2662.570	1769.440	2194.160	1458.150
9	375*14	200*28	2662.570	1770.020	2194.160	1458.630
10	375*14	200*28	2662.570	1587.450	2194.160	1308.180
11	375*14	200*28	2662.590	1771.160	2194.160	1459.560
13	375*14	200*28	2658.100	1551.710	2190.930	1279.000
14	375*14	200*28	2662.570	1604.840	2194.160	1322.510
15	375*14	200*28	2662.590	1606.650	2194.160	1323.990
16	375*14	200*28	2662.590	1102.770	2194.160	908.760



17	375*14	200*28	2662.570	1610.160	2194.160	1326.890
18	375*14	200*28	2662.590	1611.900	2194.160	1328.310
19	375*14	200*28	2662.570	1613.580	2194.160	1329.710
20	375*14	200*28	2662.590	1107.460	2194.160	912.620
21	375*14	200*28	2662.590	1616.910	2194.160	1332.450
22	375*14	200*28	2662.570	1618.520	2194.160	1333.790
23	375*14	150*28	2149.050	1592.980	1748.740	1296.250
24	375*14	150*28	2145.580	1546.330	1746.280	1258.550
25	375*14	150*28	2145.560	1061.150	1746.280	863.670
26	375*14	150*28	2145.560	1549.100	1746.280	1260.820
27	375*14	150*28	2145.560	1550.460	1746.280	1261.920
28	375*14	150*28	2145.420	1549.710	1746.170	1261.320
30	450*12	150*20	2093.020	1569.130	1572.310	1178.750
31	450*12	150*20	2092.920	1591.970	1572.230	1195.920
<b>Double Bottom</b>						
1	425*11	150*18	1716.550	1535.910	1371.140	1226.860
2	425*11	150*18	1716.550	1440.630	1371.140	1150.750
3	300*11	90*16	690.240	356.220	533.940	275.560
4	300*11	90*16	690.240	344.120	533.940	266.200
5	350*12	100*17	779.440	348.240	616.750	275.560
6	350*12	100*17	779.440	336.420	616.750	266.200
<b>Double Hull</b>						
1	300*11	90*16	685.220	181.710	529.690	140.470
2	300*11	90*16	683.730	172.810	528.660	133.620
3	250*12	90*16	540.220	240.410	423.100	188.290
4	250*12	90*16	677.800	231.780	523.760	179.100
5	250*12	90*16	540.220	254.120	423.100	199.030
6	250*12	90*16	677.800	244.710	523.760	189.100

*Πίνακας 24: Αποτελέσματα ροπής αντίστασης ενισχυτικών σε φορτωμένη κατάσταση (CSR-H)*

Όπως παρατηρείται σε κάποια ενισχυτικά του Hopper, του Inner Hull, του Side Shell και στην Longitudinal Bulkhead σε κάποια ενισχυτικά η ελάχιστη ροπή αντίστασης είναι μικρότερη από την απαιτούμενη ροπή του κανονισμού. Γεγονός που δικαιολογείται από την παράγραφο Part 1/ Chapter 6/ Section 5/ 1.1.3 στην οποία όταν έχουμε μια ομάδα ενισχυτικών τοποθετημένα σε ένα έλασμα ισχύει:

#### **1.1.3 Group of stiffeners**

Scantlings of stiffeners based on requirements in [1.1.1] and [1.1.2] may be decided based on the concept of grouping designated sequentially placed stiffeners of equal scantlings on a single stiffened panel between primary supporting members. The scantling of the group is to be taken as the greater of the following:

- The average of the required scantling of all stiffeners within a group.
- 90% of the maximum scantling required for any one stiffener within the group.

*Εικόνα 84: Παράγραφος κανονισμών που αφορά τις ομάδες ενισχυτικών*



Stiffeners	Dimensions (mm)		W Gross (cm <sup>3</sup> )		W Test (cm <sup>3</sup> )	
			Actual	Rules	Actual	Rules
<b>Bottom</b>						
1	590*12	230*32	5157.980	1084.450	4508.030	654.580
2	590*12	230*32	5366.710	4902.100	4673.630	2936.040
3	590*12	230*32	5366.710	4922.460	4673.630	2936.040
4	590*12	230*32	5366.710	4942.830	4673.630	2936.040
5	590*12	230*32	5366.710	4963.200	4673.630	2936.040
6	590*12	230*32	5366.710	4983.570	4673.630	2936.040
7	590*12	230*32	5366.710	5003.940	4673.630	2936.040
8	590*12	230*32	5366.710	5024.310	4673.630	2936.040
9	590*12	230*32	5366.710	5044.680	4673.630	2936.040
10	590*12	230*32	5366.710	5065.050	4673.630	2936.040
11	590*12	230*32	5366.710	5085.420	4673.630	2936.040
13	590*12	240*32	5544.250	5117.830	4836.090	2936.040
14	590*12	240*32	5544.250	5138.170	4836.090	2936.040
15	590*12	240*32	5544.250	5158.510	4836.090	2936.040
16	590*12	240*32	5544.250	5178.840	4836.090	2936.040
17	590*12	240*32	5544.250	5199.180	4836.090	2936.040
18	590*12	240*32	5544.250	5219.510	4836.090	2936.040
19	590*12	240*32	5544.250	5239.850	4836.090	2936.040
20	590*12	240*32	5544.250	5260.190	4836.090	2936.040
21	590*12	240*32	5544.250	5280.520	4836.090	2936.040
22	590*12	240*32	5544.260	5300.870	4836.090	2936.050
24	620*12.5	255*32	6189.980	5826.990	5410.760	3217.830
25	620*12.5	255*32	6189.980	5848.820	5410.760	3217.830
26	620*12.5	255*32	6189.980	5870.660	5410.760	3217.830
27	620*12.5	255*32	6189.980	5892.490	5410.760	3217.830
28	620*12.5	255*32	6189.980	5073.290	5410.760	2760.240
29	620*12.5	255*32	6189.980	5326.700	5410.760	2887.460
<b>Inner Bottom</b>						
1	550*12	185*32	4068.850	923.430	3518.020	677.460
2	550*12	185*32	4220.060	4152.410	3639.570	3038.690
3	550*12	185*32	4220.060	4152.410	3639.570	3038.690
4	550*12	185*32	4220.060	4152.410	3639.570	3038.690
5	550*12	185*32	4220.060	4152.410	3639.570	3038.690
6	550*12	185*32	4220.060	4152.410	3639.570	3038.690
7	550*12	185*32	4220.060	4152.410	3639.570	3038.690
8	550*12	185*32	4220.060	4152.410	3639.570	3038.690
9	550*12	185*32	4220.060	4152.410	3639.570	3038.680
10	550*12	185*32	4220.060	4152.410	3639.570	3038.680
11	550*12	185*32	4220.060	4152.410	3639.570	3038.690
13	550*12	185*32	4220.060	4091.130	3639.570	2993.600
14	550*12	185*32	4220.060	4091.130	3639.570	2993.600
15	550*12	185*32	4220.060	4091.130	3639.570	2993.600
16	550*12	185*32	4211.720	4091.890	3631.710	2993.600
17	550*12	185*32	4211.720	4091.890	3631.710	2993.600
18	550*12	185*32	4211.720	4091.890	3631.710	2993.600
19	550*12	185*32	4211.720	4091.890	3631.710	2993.600

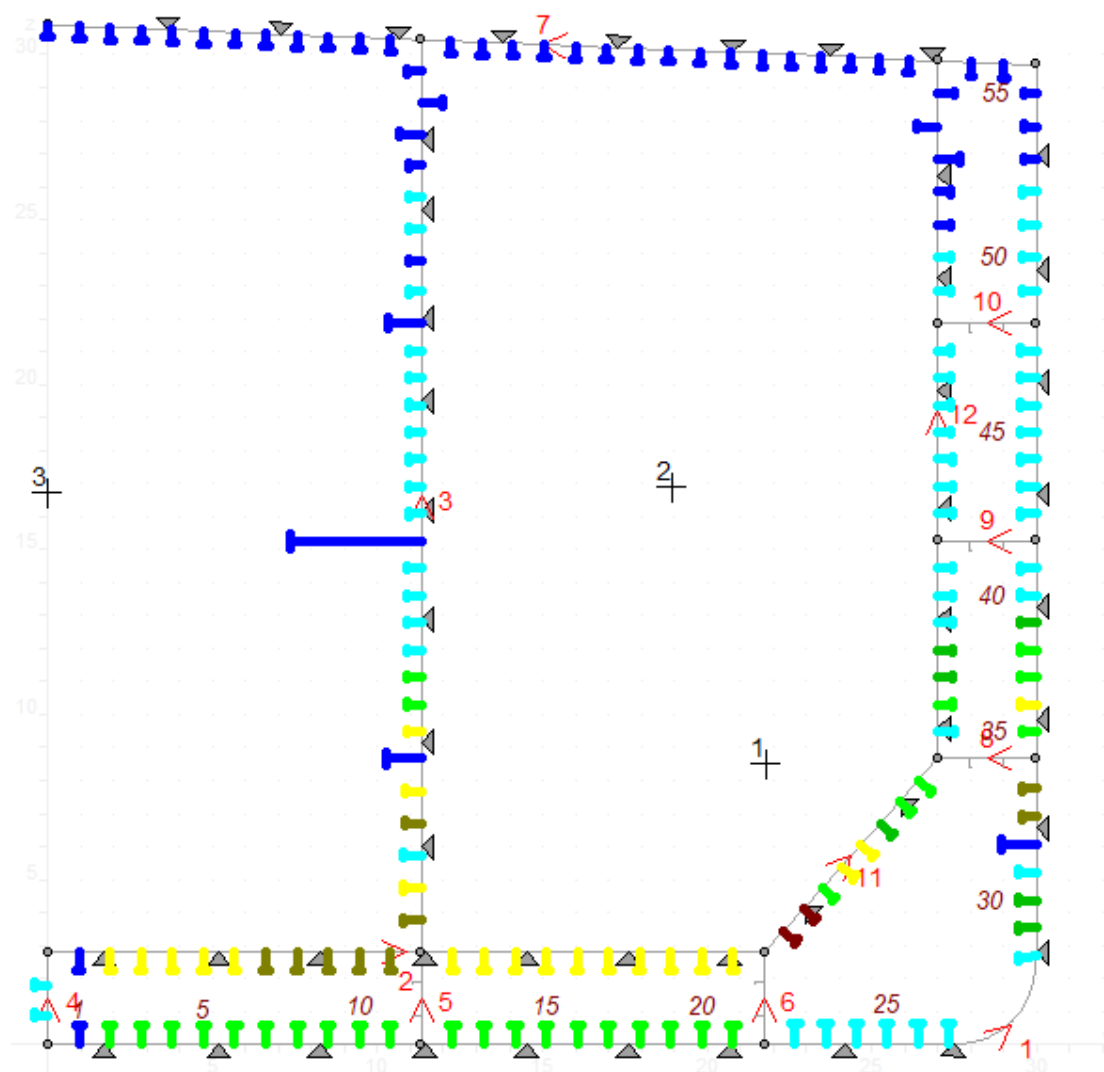
20	550*12	185*32	4211.720	4091.890	3631.710	2993.600
21	550*12	185*32	4211.720	4091.890	3631.710	2993.600
22	550*12	185*32	4286.850	4087.600	3700.380	2993.610
<b>Inner Hull &amp; Hopper</b>						
6	500*11.5	210*30	3967.820	3874.290	3430.420	2948.140
30	500*11.5	185*30	3604.170	3647.730	3099.570	2831.610
31	500*11.5	185*30	3510.670	2762.780	3019.240	2196.220
32	500*11.5	185*30	3510.670	3284.660	3019.240	2610.600
33	500*11.5	155*30	3084.080	3203.310	2631.410	2505.710
34	500*11.5	155*30	3084.090	2502.700	2631.410	1941.930
35	500*11.5	155*30	3084.090	2996.650	2631.410	2306.260
36	500*11.5	155*30	3069.920	2902.550	2618.750	2214.900
38	475*11.5	130*30	2536.060	2280.150	2149.500	1779.620
39	450*11	125*28	2157.570	2230.660	1808.160	1717.040
40	450*11	125*28	2157.570	2155.700	1808.160	1654.460
41	450*11	125*28	2157.570	2080.730	1808.160	1591.880
42	450*11	125*28	2157.570	2005.760	1808.160	1529.300
43	450*11	125*28	2151.420	1931.250	1802.580	1466.720
44	450*11	125*28	2151.420	1856.270	1802.580	1404.150
46	450*11	125*24	2151.420	1880.530	1802.580	1409.580
47	450*11	125*24	2138.390	1799.040	1790.530	1340.620
48	450*11	125*24	2138.390	1716.340	1790.530	1271.650
49	400*11	130*24	1712.760	1673.970	1414.580	1202.670
50	400*11	130*24	1794.480	1608.640	1486.740	1133.700
51	400*11	130*24	1794.480	1546.460	1486.740	1064.730
52	400*11	130*24	1794.480	1497.380	1486.740	1005.810
54	400*11	130*24	1732.560	1696.000	1429.560	1062.720
55	400*11	130*24	1737.280	1621.300	1433.810	976.110
56	400*11	130*24	1737.280	1354.820	1433.810	780.490
57	400*11	130*24	1737.280	1444.750	1433.810	792.640
58	650*14	180*14	3330.490	1421.670	2393.140	591.840
59	650*14	180*14	3330.490	2182.220	2393.140	807.080
60	475*12	125*24	2208.110	1547.890	1693.780	574.920
<b>Side Shell</b>						
30	575*12	195*32	4585.250	3536.300	3973.090	2243.000
31	575*12	175*32	4178.970	4057.740	3601.730	2745.500
32	575*12	175*32	4178.970	3735.310	3601.730	2697.080
33	575*12	175*32	4178.970	2758.450	3601.730	2122.870
34	1100*18.5	370*18.5	12430.950	4001.510	10410.470	2805.160
35	450*12	175*32	3119.430	2963.850	2702.350	2470.840
36	450*12	175*32	3123.550	2925.870	2705.700	2436.210
38	475*11	130*32	2621.630	2383.540	2229.500	1943.550
39	530*12	140*29	3069.260	3102.150	2594.220	2510.640
40	530*12	140*29	3069.260	2989.690	2594.220	2416.100
41	530*12	140*29	3069.260	2877.230	2594.220	2321.570
42	530*12	140*29	3069.260	2764.760	2594.220	2227.030
43	530*12	140*29	3075.830	2652.000	2600.050	2132.500

44	530*12	140*29	3075.830	2539.560	2600.050	2037.960
46	530*12	150*29	2996.010	2591.920	2545.280	2037.690
47	530*12	150*29	2996.010	2570.100	2545.280	1956.260
48	530*12	150*29	2996.010	2570.640	2545.280	1910.530
49	530*12	150*29	2996.010	2571.210	2545.280	1861.750
50	530*12	150*29	2996.010	2571.810	2545.280	1809.600
51	530*12	150*29	2989.700	2572.720	2539.660	1753.740
52	530*12	150*29	2989.700	2573.390	2539.660	1693.730
54	475*11	125*24	2165.680	2123.850	1772.860	1238.540
55	475*11	125*24	2139.330	2050.180	1750.390	1143.940
56	450*11	125*24	1994.570	1732.550	1635.070	918.450
57	450*11	125*24	1994.310	1878.180	1634.870	932.060
58	400*12	125*24	1677.530	685.890	1307.280	297.410
59	400*12	125*24	1762.010	1798.780	1363.150	692.550
60	400*12	125*24	1756.270	1587.480	1359.470	523.470
<b>Longitudinal Bulkhead</b>						
32	550*11.5	180*32	4074.630	4291.100	3607.030	3188.560
33	550*11.5	180*32	4074.630	3953.090	3607.040	3001.770
34	550*11.5	180*32	4074.630	2460.900	3607.040	1906.400
35	550*11.5	165*32	3392.690	3377.390	3000.640	2662.730
36	550*11.5	165*32	3393.200	3129.370	3001.060	2554.180
37	1100*13.5	370*18	11156.060	3534.590	9443.120	2645.180
38	450*10.5	135*32	2473.300	2455.030	2171.030	1999.300
39	450*10.5	135*32	2473.300	2373.650	2171.030	1930.330
40	450*10.5	135*32	2473.300	2292.260	2171.030	1861.360
41	470*10.5	130*26	2203.350	1549.970	1888.160	1226.760
42	470*10.5	130*26	2203.350	2181.280	1888.160	1723.420
43	470*10.5	130*26	2203.350	2097.910	1888.160	1654.450
44	470*10.5	130*26	2203.350	2016.190	1888.160	1585.480
46	400*10.5	130*26	1803.630	1858.360	1553.000	1447.540
47	400*10.5	130*26	1803.630	1784.240	1553.000	1378.570
48	400*10.5	130*26	1803.630	1710.120	1553.000	1309.600
49	375*10.5	125*26	1620.350	1108.820	1395.480	843.990
50	375*10.5	125*26	1620.350	1564.200	1395.480	1200.410
51	375*10.5	125*26	1620.350	1515.310	1395.480	1153.910
52	375*10.5	125*26	1620.350	1464.730	1395.480	1105.380
53	1025*16	370*18	10516.650	2318.410	8975.970	1471.090
54	375*10.5	125*26	1633.330	1563.310	1405.630	1149.560
55	375*10.5	125*26	1633.330	1016.900	1405.630	728.320
56	375*10.5	125*26	1633.330	1471.720	1405.630	994.970
57	375*10.5	125*26	1637.280	1438.730	1409.150	910.980
58	375*10.5	125*26	1637.280	949.190	1409.150	557.240
59	650*14	180*14	3336.910	2236.350	2399.860	871.610
60	650*14	180*14	3336.910	2074.370	2399.860	685.370
61	425*12	150*28	2398.510	1992.860	1920.920	628.410
<b>Upper Deck</b>						
CL	375*14	200*28	2663.880	1781.530	2195.100	421.780

1	375*14	200*28	2663.250	1773.680	2194.630	425.470
2	375*14	200*28	2662.570	1310.340	2194.160	318.390
3	375*14	200*28	2662.570	1766.400	2194.160	434.630
4	375*14	200*28	2662.590	1767.050	2194.160	440.200
5	375*14	200*28	2662.570	1767.650	2194.160	445.750
6	375*14	200*28	2662.570	1312.190	2194.160	334.890
7	375*14	200*28	2662.570	1768.850	2194.160	456.810
8	375*14	200*28	2662.570	1769.440	2194.160	462.300
9	375*14	200*28	2662.570	1770.020	2194.160	467.780
10	375*14	200*28	2662.570	1587.450	2194.160	424.300
11	375*14	200*28	2662.590	1771.160	2194.160	478.690
13	375*14	200*28	2658.100	1551.710	2190.930	401.700
14	375*14	200*28	2662.570	1604.840	2194.160	420.390
15	375*14	200*28	2662.590	1606.650	2194.160	425.880
16	375*14	200*28	2662.590	1102.770	2194.160	295.740
17	375*14	200*28	2662.570	1610.160	2194.160	436.800
18	375*14	200*28	2662.590	1611.900	2194.160	442.240
19	375*14	200*28	2662.570	1613.580	2194.160	447.660
20	375*14	200*28	2662.590	1107.460	2194.160	310.630
21	375*14	200*28	2662.590	1616.910	2194.160	458.440
22	375*14	200*28	2662.570	1618.520	2194.160	463.810
23	375*14	150*28	2149.050	1592.980	1748.740	455.510
24	375*14	150*28	2145.580	1546.330	1746.280	446.580
25	375*14	150*28	2145.560	1061.150	1746.280	309.420
26	375*14	150*28	2145.560	1549.100	1746.280	456.000
27	375*14	150*28	2145.560	1550.460	1746.280	460.690
28	375*14	150*28	2145.420	1549.710	1746.170	464.740
30	450*12	150*20	2093.020	1569.130	1572.310	410.900
31	450*12	150*20	2092.920	1591.970	1572.230	416.450
<b>Double Bottom</b>						
1	425*11	150*18	1716.550	1535.910	1371.140	1012.960
2	425*11	150*18	1716.550	1440.630	1371.140	1006.670
3	300*11	90*16	690.240	356.220	533.940	-
4	300*11	90*16	690.240	344.120	533.940	-
5	350*12	100*17	779.440	348.240	616.750	-
6	350*12	100*17	779.440	336.420	616.750	-
<b>Double Hull</b>						
1	300*11	90*16	685.220	181.710	529.690	-
2	300*11	90*16	683.730	172.810	528.660	-
3	250*12	90*16	540.220	240.410	423.100	-
4	250*12	90*16	677.800	231.780	523.760	-
5	250*12	90*16	540.220	254.120	423.100	-
6	250*12	90*16	677.800	244.710	523.760	-

Πίνακας 25: Αποτελέσματα ροπής αντίστασης ενισχυτικών σε κατάσταση υδροστατικής δοκιμής (CSR-H)

### 9.4.3 Διάτμηση κορμού ενισχυτικών σε φορτωμένη κατάσταση (CSR-H).



Εικόνα 86: Χρωματική απεικόνιση διάτμησης κορμού ενισχυτικών σε φορτωμένη κατάσταση (CSR-H)

Όπου:

Μπλε χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0 με 0.5.

Γαλάζιο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.5 με 0.8.

Πράσινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.8 με 0.85.

Ανοιχτό πράσινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.85 με 0.90.

Κίτρινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.90 με 0.95.

Λαδί χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.95 με 0.975.

Μπορντό χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.975 με 1.

Κόκκινο χρώμα: Δεν ικανοποιείται ο κανονισμός.

Stiffeners	Dimensions (mm)		Shr Tw Load. (N/mm <sup>2</sup> )	
	Bottom		Actual	Rules
1	590*12	230*32	9.000	3.480
2	590*12	230*32	9.000	7.760
3	590*12	230*32	9.000	7.760
4	590*12	230*32	9.000	7.760
5	590*12	230*32	9.000	7.760
6	590*12	230*32	9.000	7.760
7	590*12	230*32	9.000	7.760
8	590*12	230*32	9.000	7.760
9	590*12	230*32	9.000	7.760
10	590*12	230*32	9.000	7.760
11	590*12	230*32	9.000	7.760
13	590*12	240*32	9.000	7.760
14	590*12	240*32	9.000	7.760
15	590*12	240*32	9.000	7.760
16	590*12	240*32	9.000	7.760
17	590*12	240*32	9.000	7.760
18	590*12	240*32	9.000	7.760
19	590*12	240*32	9.000	7.760
20	590*12	240*32	9.000	7.760
21	590*12	240*32	9.000	7.760
22	590*12	240*32	9.000	7.760
24	620*12.5	255*32	9.500	7.400
25	620*12.5	255*32	9.500	7.400
26	620*12.5	255*32	9.500	7.400
27	620*12.5	255*32	9.500	7.400
28	620*12.5	255*32	9.500	6.950
29	620*12.5	255*32	9.500	7.300
<b>Inner Bottom</b>				
1	550*12	185*32	9.000	3.790
2	550*12	185*32	9.000	8.480
3	550*12	185*32	9.000	8.500
4	550*12	185*32	9.000	8.510
5	550*12	185*32	9.000	8.530
6	550*12	185*32	9.000	8.540
7	550*12	185*32	9.000	8.560
8	550*12	185*32	9.000	8.570
9	550*12	185*32	9.000	8.590
10	550*12	185*32	9.000	8.600
11	550*12	185*32	9.000	8.620
13	550*12	185*32	9.000	8.290
14	550*12	185*32	9.000	8.310
15	550*12	185*32	9.000	8.330
16	550*12	185*32	9.000	8.350
17	550*12	185*32	9.000	8.370
18	550*12	185*32	9.000	8.380
19	550*12	185*32	9.000	8.400



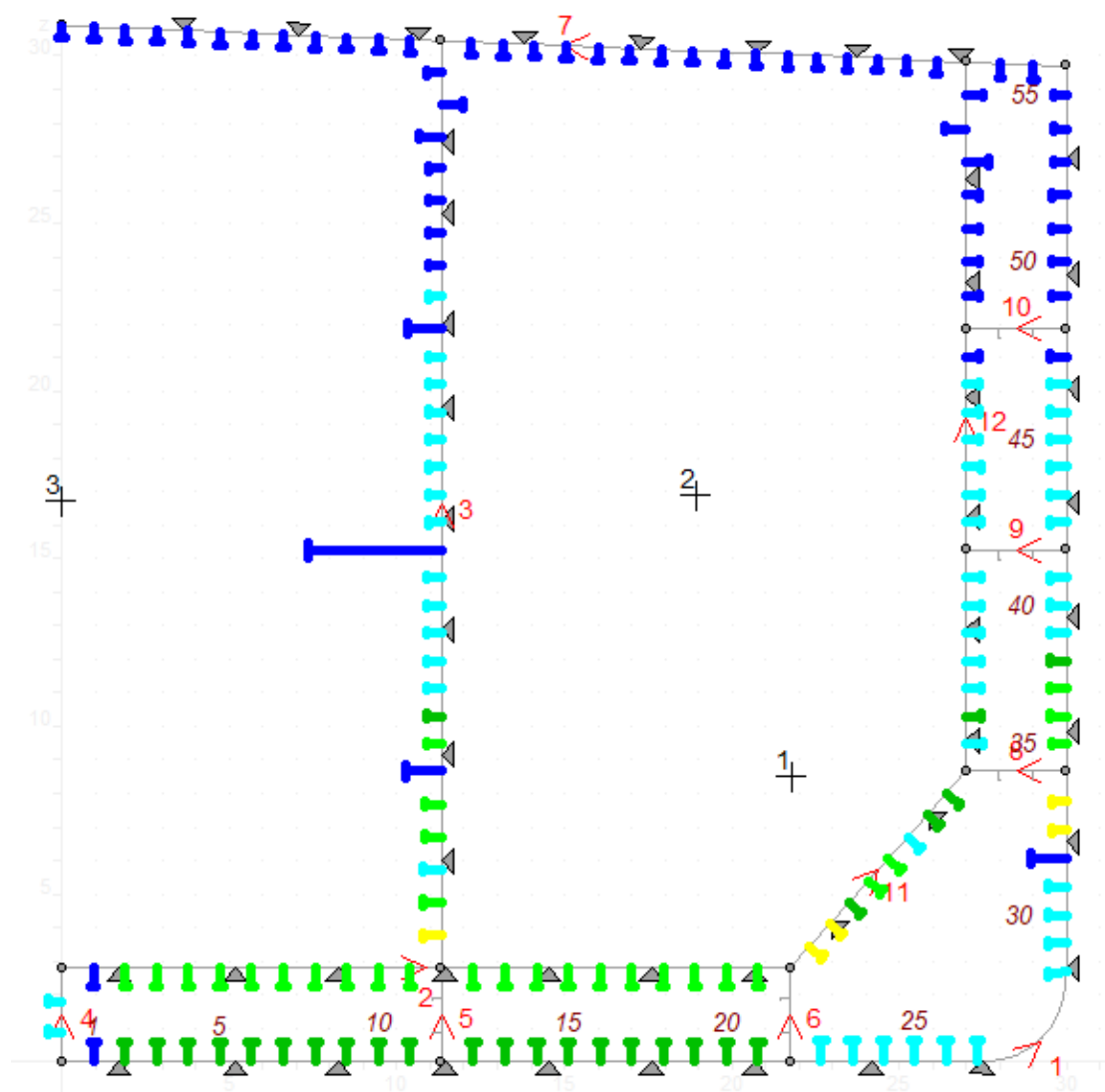
20	550*12	185*32	9.000	8.420
21	550*12	185*32	9.000	8.430
22	550*12	185*32	9.000	8.380
<b>Inner Hull &amp; Hopper</b>				
6	500*11.5	210*30	8.500	8.480
30	500*11.5	185*30	8.500	8.310
31	500*11.5	185*30	8.500	7.480
32	500*11.5	185*30	8.500	8.060
33	500*11.5	155*30	8.500	7.880
34	500*11.5	155*30	8.500	7.000
35	500*11.5	155*30	8.500	7.530
36	500*11.5	155*30	8.500	7.380
38	475*11.5	130*30	8.500	6.590
39	450*11	125*28	8.000	7.020
40	450*11	125*28	8.000	6.790
41	450*11	125*28	8.000	6.550
42	450*11	125*28	8.000	6.310
43	450*11	125*28	8.000	6.080
44	450*11	125*28	8.000	5.850
46	450*11	125*24	8.000	5.440
47	450*11	125*24	8.000	5.210
48	450*11	125*24	8.000	4.970
49	400*11	130*24	8.000	5.320
50	400*11	130*24	8.000	5.050
51	400*11	130*24	8.000	4.780
52	400*11	130*24	8.000	4.510
54	400*11	130*24	8.000	4.650
55	400*11	130*24	8.000	4.260
56	400*11	130*24	8.000	3.800
57	400*11	130*24	8.000	3.490
58	650*14	180*14	10.000	1.990
59	650*14	180*14	10.000	1.970
60	475*12	125*24	8.000	2.230
<b>Side Shell</b>				
30	575*12	195*32	9.000	6.390
31	575*12	175*32	9.000	7.290
32	575*12	175*32	9.000	7.290
33	575*12	175*32	9.000	6.420
34	1100*18.5	370*18.5	15.500	4.810
35	450*12	175*32	9.000	8.730
36	450*12	175*32	9.000	8.600
38	475*11	130*32	8.000	7.170
39	530*12	140*29	9.000	8.390
40	530*12	140*29	9.000	8.080
41	530*12	140*29	9.000	7.780
42	530*12	140*29	9.000	7.470
43	530*12	140*29	9.000	7.160

44	530*12	140*29	9.000	6.860
46	530*12	150*29	9.000	6.820
47	530*12	150*29	9.000	6.630
48	530*12	150*29	9.000	6.440
49	530*12	150*29	9.000	6.260
50	530*12	150*29	9.000	6.070
51	530*12	150*29	9.000	5.890
52	530*12	150*29	9.000	5.710
54	475*11	125*24	8.000	4.850
55	475*11	125*24	8.000	4.570
56	450*11	125*24	8.000	4.400
57	450*11	125*24	8.000	4.150
58	400*12	125*24	8.000	1.950
59	400*12	125*24	8.000	3.910
60	400*12	125*24	8.000	3.360
<b>Longitudinal Bulkhead</b>				
32	550*11.5	180*32	9.000	8.730
33	550*11.5	180*32	9.000	8.450
34	550*11.5	180*32	9.000	6.830
35	550*11.5	165*32	9.000	8.650
36	550*11.5	165*32	9.000	8.360
37	1100*13.5	370*18	11.000	3.630
38	450*10.5	135*32	8.000	7.370
39	450*10.5	135*32	8.000	7.120
40	450*10.5	135*32	8.000	6.880
41	470*10.5	130*26	8.000	5.360
42	470*10.5	130*26	8.000	6.210
43	470*10.5	130*26	8.000	5.980
44	470*10.5	130*26	8.000	5.740
46	400*10.5	130*26	8.000	6.170
47	400*10.5	130*26	8.000	5.920
48	400*10.5	130*26	8.000	5.680
49	375*10.5	125*26	8.000	4.780
50	375*10.5	125*26	8.000	5.500
51	375*10.5	125*26	8.000	5.240
52	375*10.5	125*26	8.000	4.970
53	1025*16	370*18	13.500	2.490
54	375*10.5	125*26	8.000	5.040
55	375*10.5	125*26	8.000	3.920
56	375*10.5	125*26	8.000	4.350
57	375*10.5	125*26	8.000	4.000
58	375*10.5	125*26	8.000	3.050
59	650*14	180*14	10.000	2.280
60	650*14	180*14	10.000	2.040
61	425*12	150*28	8.000	2.610
<b>Upper Deck</b>				
CL	375*14	200*28	10.000	1.690

1	375*14	200*28	10.000	1.720
2	375*14	200*28	10.000	1.330
3	375*14	200*28	10.000	1.860
4	375*14	200*28	10.000	1.930
5	375*14	200*28	10.000	2.000
6	375*14	200*28	10.000	1.550
7	375*14	200*28	10.000	2.150
8	375*14	200*28	10.000	2.220
9	375*14	200*28	10.000	2.290
10	375*14	200*28	10.000	2.290
11	375*14	200*28	10.000	2.440
13	375*14	200*28	10.000	2.200
14	375*14	200*28	10.000	2.310
15	375*14	200*28	10.000	2.360
16	375*14	200*28	10.000	1.710
17	375*14	200*28	10.000	2.470
18	375*14	200*28	10.000	2.520
19	375*14	200*28	10.000	2.570
20	375*14	200*28	10.000	1.850
21	375*14	200*28	10.000	2.670
22	375*14	200*28	10.000	2.720
23	375*14	150*28	10.000	2.700
24	375*14	150*28	10.000	2.670
25	375*14	150*28	10.000	2.260
26	375*14	150*28	10.000	2.760
27	375*14	150*28	10.000	2.800
28	375*14	150*28	10.000	2.840
30	450*12	150*20	8.000	2.830
31	450*12	150*20	8.000	2.870
<b>Double Bottom</b>				
1	425*11	150*18	8.000	5.530
2	425*11	150*18	8.000	5.620
3	300*11	90*16	8.000	-
4	300*11	90*16	8.000	-
5	350*12	100*17	9.000	-
6	350*12	100*17	9.000	-
<b>Double Hull</b>				
1	300*11	90*16	8.000	-
2	300*11	90*16	8.000	-
3	250*12	90*16	9.000	-
4	250*12	90*16	8.000	-
5	250*12	90*16	9.000	-
6	250*12	90*16	8.000	-

Πίνακας 26: Αποτελέσματα διάτμησης κορμού ενισχυτικών σε φορτωμένη κατάσταση (CSR-H)

#### 9.4.4 Διάτμηση κορμού ενισχυτικών σε κατάσταση υδροστατικής δοκιμής (CSR-H).



Εικόνα 87: Χρωματική απεικόνιση διάτμησης κορμού ενισχυτικών σε κατάσταση υδροστατικής δοκιμής (CSR-H)

Όπου:

Μπλε χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0 με 0.5.

Γαλάζιο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.5 με 0.8.

Πράσινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.8 με 0.85.

Ανοιχτό πράσινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.85 με 0.90.

Κίτρινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.90 με 0.95.

Λαδί χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.95 με 0.975.

Μπορντό χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.975 με 1.

Κόκκινο χρώμα: Δεν ικανοποιείται ο κανονισμός.

Stiffeners	Dimensions (mm)		Shr Tw Test (N/mm <sup>2</sup> )	
	Bottom		Actual	Rules
1	590*12	230*32	9.000	3.350
2	590*12	230*32	9.000	7.480
3	590*12	230*32	9.000	7.480
4	590*12	230*32	9.000	7.480
5	590*12	230*32	9.000	7.480
6	590*12	230*32	9.000	7.480
7	590*12	230*32	9.000	7.480
8	590*12	230*32	9.000	7.480
9	590*12	230*32	9.000	7.480
10	590*12	230*32	9.000	7.480
11	590*12	230*32	9.000	7.480
13	590*12	240*32	9.000	7.480
14	590*12	240*32	9.000	7.480
15	590*12	240*32	9.000	7.480
16	590*12	240*32	9.000	7.480
17	590*12	240*32	9.000	7.480
18	590*12	240*32	9.000	7.480
19	590*12	240*32	9.000	7.480
20	590*12	240*32	9.000	7.480
21	590*12	240*32	9.000	7.480
22	590*12	240*32	9.000	7.480
24	620*12.5	255*32	9.500	7.130
25	620*12.5	255*32	9.500	7.130
26	620*12.5	255*32	9.500	7.130
27	620*12.5	255*32	9.500	7.130
28	620*12.5	255*32	9.500	6.690
29	620*12.5	255*32	9.500	7.030
<b>Inner Bottom</b>				
1	550*12	185*32	9.000	3.620
2	550*12	185*32	9.000	8.080
3	550*12	185*32	9.000	8.080
4	550*12	185*32	9.000	8.080
5	550*12	185*32	9.000	8.080
6	550*12	185*32	9.000	8.080
7	550*12	185*32	9.000	8.080
8	550*12	185*32	9.000	8.080
9	550*12	185*32	9.000	8.080
10	550*12	185*32	9.000	8.080
11	550*12	185*32	9.000	8.080
13	550*12	185*32	9.000	7.960
14	550*12	185*32	9.000	7.960
15	550*12	185*32	9.000	7.960
16	550*12	185*32	9.000	7.970
17	550*12	185*32	9.000	7.970
18	550*12	185*32	9.000	7.970
19	550*12	185*32	9.000	7.970

20	550*12	185*32	9.000	7.970
21	550*12	185*32	9.000	7.970
22	550*12	185*32	9.000	7.900
<b>Inner Hull &amp; Hopper</b>				
6	500*11.5	210*30	8.500	7.970
30	500*11.5	185*30	8.500	7.800
31	500*11.5	185*30	8.500	7.010
32	500*11.5	185*30	8.500	7.540
33	500*11.5	155*30	8.500	7.360
34	500*11.5	155*30	8.500	6.530
35	500*11.5	155*30	8.500	7.010
36	500*11.5	155*30	8.500	6.850
38	475*11.5	130*30	8.500	6.070
39	450*11	125*28	8.000	6.450
40	450*11	125*28	8.000	6.210
41	450*11	125*28	8.000	5.980
42	450*11	125*28	8.000	5.740
43	450*11	125*28	8.000	5.520
44	450*11	125*28	8.000	5.280
46	450*11	125*24	8.000	4.870
47	450*11	125*24	8.000	4.640
48	450*11	125*24	8.000	4.400
49	400*11	130*24	8.000	4.680
50	400*11	130*24	8.000	4.410
51	400*11	130*24	8.000	4.140
52	400*11	130*24	8.000	3.870
54	400*11	130*24	8.000	3.890
55	400*11	130*24	8.000	3.510
56	400*11	130*24	8.000	3.060
57	400*11	130*24	8.000	2.740
58	650*14	180*14	10.000	1.510
59	650*14	180*14	10.000	1.430
60	475*12	125*24	8.000	1.520
<b>Side Shell</b>				
30	575*12	195*32	9.000	6.160
31	575*12	175*32	9.000	7.020
32	575*12	175*32	9.000	7.030
33	575*12	175*32	9.000	6.190
34	1100*18.5	370*18.5	15.500	4.630
35	450*12	175*32	9.000	8.400
36	450*12	175*32	9.000	8.270
38	475*11	130*32	8.000	6.870
39	530*12	140*29	9.000	8.030
40	530*12	140*29	9.000	7.730
41	530*12	140*29	9.000	7.420
42	530*12	140*29	9.000	7.120
43	530*12	140*29	9.000	6.810

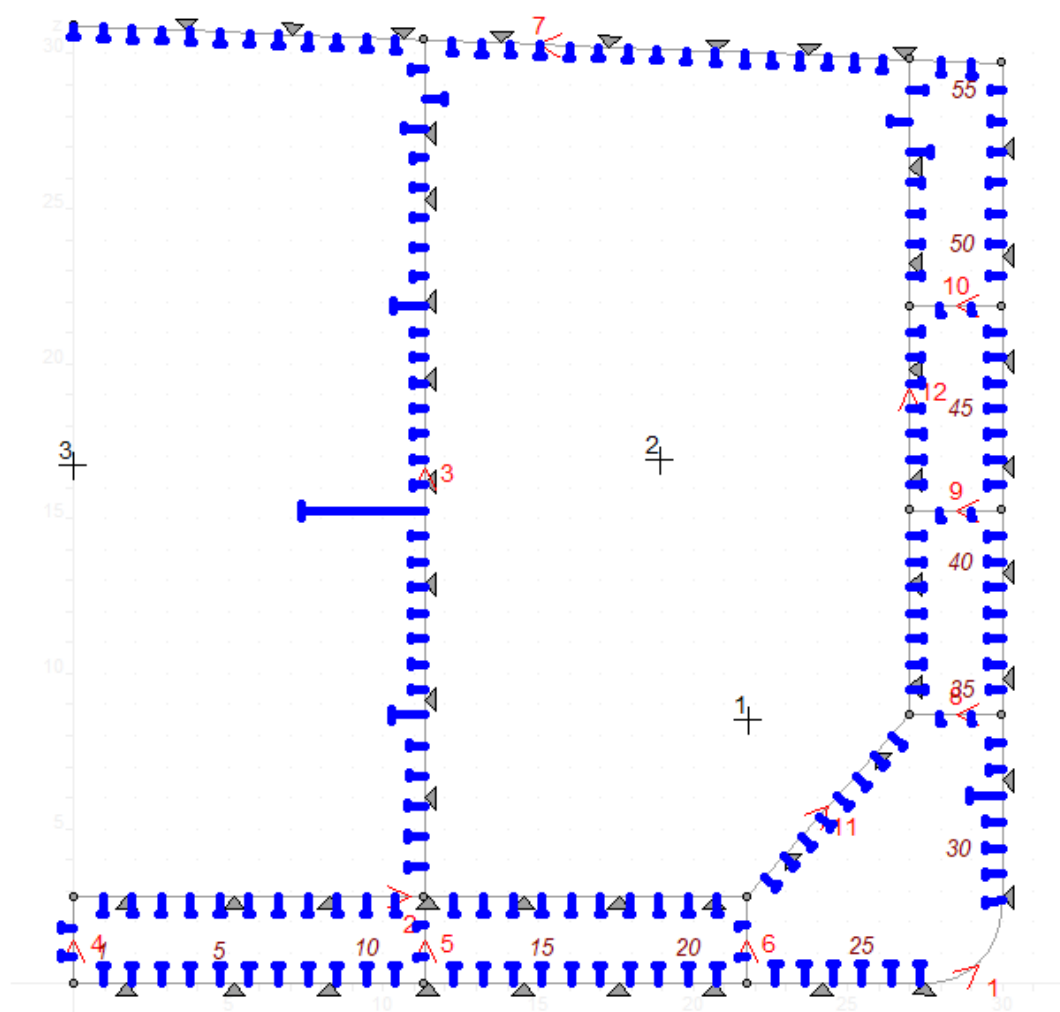
44	530*12	140*29	9.000	6.510
46	530*12	150*29	9.000	6.310
47	530*12	150*29	9.000	5.990
48	530*12	150*29	9.000	5.660
49	530*12	150*29	9.000	5.340
50	530*12	150*29	9.000	5.020
51	530*12	150*29	9.000	4.700
52	530*12	150*29	9.000	4.380
54	475*11	125*24	8.000	3.430
55	475*11	125*24	8.000	3.090
56	450*11	125*24	8.000	2.800
57	450*11	125*24	8.000	2.470
58	400*12	125*24	8.000	1.060
59	400*12	125*24	8.000	1.890
60	400*12	125*24	8.000	1.390
<b>Longitudinal Bulkhead</b>				
32	550*11.5	180*32	9.000	8.160
33	550*11.5	180*32	9.000	7.890
34	550*11.5	180*32	9.000	6.370
35	550*11.5	165*32	9.000	8.060
36	550*11.5	165*32	9.000	7.780
37	1100*13.5	370*18	11.000	3.380
38	450*10.5	135*32	8.000	6.840
39	450*10.5	135*32	8.000	6.600
40	450*10.5	135*32	8.000	6.360
41	470*10.5	130*26	8.000	4.950
42	470*10.5	130*26	8.000	5.730
43	470*10.5	130*26	8.000	5.500
44	470*10.5	130*26	8.000	5.270
46	400*10.5	130*26	8.000	5.580
47	400*10.5	130*26	8.000	5.310
48	400*10.5	130*26	8.000	5.050
49	375*10.5	125*26	8.000	4.210
50	375*10.5	125*26	8.000	4.790
51	375*10.5	125*26	8.000	4.510
52	375*10.5	125*26	8.000	4.220
53	1025*16	370*18	13.500	2.090
54	375*10.5	125*26	8.000	4.130
55	375*10.5	125*26	8.000	3.140
56	375*10.5	125*26	8.000	3.390
57	375*10.5	125*26	8.000	3.010
58	375*10.5	125*26	8.000	2.200
59	650*14	180*14	10.000	1.560
60	650*14	180*14	10.000	1.300
61	425*12	150*28	8.000	1.510
<b>Upper Deck</b>				
CL	375*14	200*28	10.000	1.080

1	375*14	200*28	10.000	1.090
2	375*14	200*28	10.000	0.820
3	375*14	200*28	10.000	1.120
4	375*14	200*28	10.000	1.140
5	375*14	200*28	10.000	1.150
6	375*14	200*28	10.000	0.870
7	375*14	200*28	10.000	1.190
8	375*14	200*28	10.000	1.200
9	375*14	200*28	10.000	1.220
10	375*14	200*28	10.000	1.200
11	375*14	200*28	10.000	1.250
13	375*14	200*28	10.000	1.060
14	375*14	200*28	10.000	1.100
15	375*14	200*28	10.000	1.120
16	375*14	200*28	10.000	0.800
17	375*14	200*28	10.000	1.150
18	375*14	200*28	10.000	1.170
19	375*14	200*28	10.000	1.180
20	375*14	200*28	10.000	0.850
21	375*14	200*28	10.000	1.220
22	375*14	200*28	10.000	1.230
23	375*14	150*28	10.000	1.220
24	375*14	150*28	10.000	1.200
25	375*14	150*28	10.000	1.010
26	375*14	150*28	10.000	1.230
27	375*14	150*28	10.000	1.240
28	375*14	150*28	10.000	1.250
30	450*12	150*20	8.000	0.950
31	450*12	150*20	8.000	0.970
<b>Double Bottom</b>				
1	425*11	150*18	8.000	5.360
2	425*11	150*18	8.000	5.430
3	300*11	90*16	8.000	-
4	300*11	90*16	8.000	-
5	350*12	100*17	9.000	-
6	350*12	100*17	9.000	-
<b>Double Hull</b>				
1	300*11	90*16	8.000	-
2	300*11	90*16	8.000	-
3	250*12	90*16	9.000	-
4	250*12	90*16	8.000	-
5	250*12	90*16	9.000	-
6	250*12	90*16	8.000	-

Πίνακας 27: Αποτελέσματα διάτμησης κορμού ενισχυτικών σε κατάσταση υδροστατικής δοκιμής (CSR-H)



#### 9.4.5 Αντοχή σε λυγισμό (CSR-H).



Εικόνα 88: Χρωματική απεικόνιση αντοχής σε λυγισμό (CSR-H)

Όπου:

Μπλε χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0 με 0.5.

Γαλάζιο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.5 με 0.8.

Πράσινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.8 με 0.85.

Ανοιχτό πράσινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.85 με 0.90.

Κίτρινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.90 με 0.95.

Λαδί χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.95 με 0.975.

Μπορντό χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.975 με 1.

Κόκκινο χρώμα: Δεν ικανοποιείται ο κανονισμός.

Stiffeners	Dimensions (mm)		Eta Bu. Over		Eta Bu. Sti.	
	Bottom		Actual	Rules	Actual	Rules
1	590*12	230*32	0.010	1.000	0.700	1.000
2	590*12	230*32	0.050	1.000	0.840	1.000
3	590*12	230*32	0.050	1.000	0.840	1.000
4	590*12	230*32	0.050	1.000	0.830	1.000
5	590*12	230*32	0.050	1.000	0.830	1.000
6	590*12	230*32	0.050	1.000	0.830	1.000
7	590*12	230*32	0.050	1.000	0.830	1.000
8	590*12	230*32	0.050	1.000	0.830	1.000
9	590*12	230*32	0.050	1.000	0.830	1.000
10	590*12	230*32	0.050	1.000	0.830	1.000
11	590*12	230*32	0.040	1.000	0.820	1.000
13	590*12	240*32	0.040	1.000	0.810	1.000
14	590*12	240*32	0.040	1.000	0.820	1.000
15	590*12	240*32	0.040	1.000	0.820	1.000
16	590*12	240*32	0.040	1.000	0.820	1.000
17	590*12	240*32	0.040	1.000	0.820	1.000
18	590*12	240*32	0.040	1.000	0.810	1.000
19	590*12	240*32	0.040	1.000	0.810	1.000
20	590*12	240*32	0.040	1.000	0.810	1.000
21	590*12	240*32	0.040	1.000	0.810	1.000
22	590*12	240*32	0.040	1.000	0.800	1.000
24	620*12.5	255*32	0.040	1.000	0.770	1.000
25	620*12.5	255*32	0.040	1.000	0.780	1.000
26	620*12.5	255*32	0.040	1.000	0.780	1.000
27	620*12.5	255*32	0.040	1.000	0.780	1.000
28	620*12.5	255*32	0.040	1.000	0.780	1.000
29	620*12.5	255*32	0.050	1.000	0.780	1.000
<b>Inner Bottom</b>						
1	550*12	185*32	0.010	1.000	0.520	1.000
2	550*12	185*32	0.040	1.000	0.680	1.000
3	550*12	185*32	0.040	1.000	0.680	1.000
4	550*12	185*32	0.040	1.000	0.680	1.000
5	550*12	185*32	0.040	1.000	0.680	1.000
6	550*12	185*32	0.040	1.000	0.680	1.000
7	550*12	185*32	0.040	1.000	0.680	1.000
8	550*12	185*32	0.040	1.000	0.680	1.000
9	550*12	185*32	0.040	1.000	0.680	1.000
10	550*12	185*32	0.040	1.000	0.680	1.000
11	550*12	185*32	0.040	1.000	0.670	1.000
13	550*12	185*32	0.040	1.000	0.670	1.000
14	550*12	185*32	0.040	1.000	0.680	1.000
15	550*12	185*32	0.040	1.000	0.680	1.000
16	550*12	185*32	0.040	1.000	0.690	1.000
17	550*12	185*32	0.040	1.000	0.690	1.000
18	550*12	185*32	0.040	1.000	0.690	1.000
19	550*12	185*32	0.040	1.000	0.690	1.000

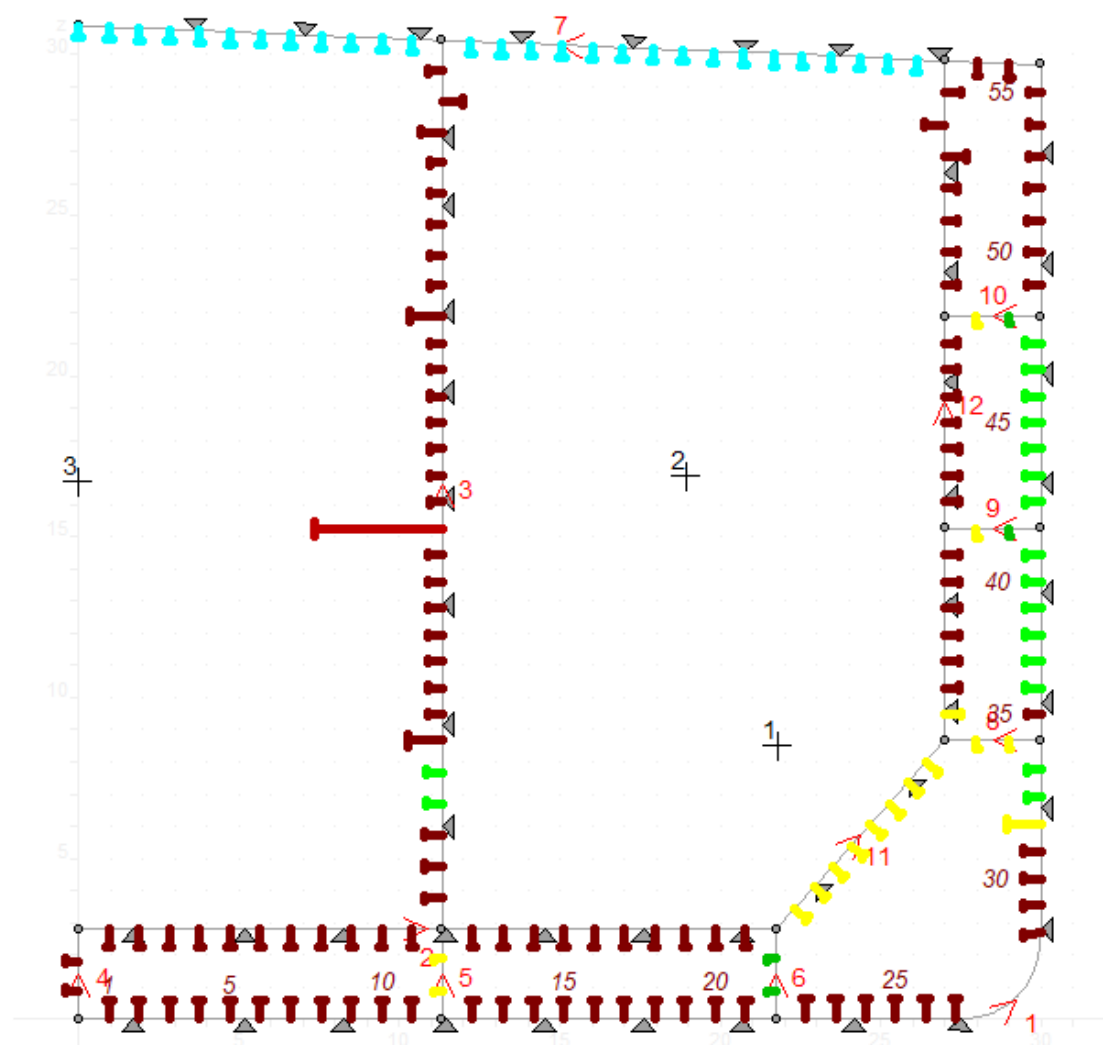
20	550*12	185*32	0.040	1.000	0.690	1.000
21	550*12	185*32	0.040	1.000	0.690	1.000
22	550*12	185*32	0.050	1.000	0.610	1.000
<b>Inner Hull &amp; Hopper</b>						
6	500*11.5	210*30	0.050	1.000	0.560	1.000
30	500*11.5	185*30	0.050	1.000	0.540	1.000
31	500*11.5	185*30	0.040	1.000	0.550	1.000
32	500*11.5	185*30	0.040	1.000	0.510	1.000
33	500*11.5	155*30	0.040	1.000	0.490	1.000
34	500*11.5	155*30	0.040	1.000	0.460	1.000
35	500*11.5	155*30	0.040	1.000	0.430	1.000
36	500*11.5	155*30	0.030	1.000	0.410	1.000
38	475*11.5	130*30	0.030	1.000	0.340	1.000
39	450*11	125*28	0.030	1.000	0.340	1.000
40	450*11	125*28	0.030	1.000	0.300	1.000
41	450*11	125*28	0.030	1.000	0.250	1.000
42	450*11	125*28	0.020	1.000	0.210	1.000
43	450*11	125*28	0.020	1.000	0.230	1.000
44	450*11	125*28	0.030	1.000	0.250	1.000
46	450*11	125*24	0.030	1.000	0.310	1.000
47	450*11	125*24	0.040	1.000	0.360	1.000
48	450*11	125*24	0.040	1.000	0.390	1.000
49	400*11	130*24	0.050	1.000	0.440	1.000
50	400*11	130*24	0.060	1.000	0.460	1.000
51	400*11	130*24	0.060	1.000	0.490	1.000
52	400*11	130*24	0.060	1.000	0.500	1.000
54	400*11	130*24	0.090	1.000	0.670	1.000
55	400*11	130*24	0.090	1.000	0.720	1.000
56	400*11	130*24	0.100	1.000	0.760	1.000
57	400*11	130*24	0.110	1.000	0.800	1.000
58	650*14	180*14	0.050	1.000	0.850	1.000
59	650*14	180*14	0.060	1.000	0.930	1.000
60	475*12	125*24	0.100	1.000	0.930	1.000
<b>Side Shell</b>						
30	575*12	195*32	0.050	1.000	0.910	1.000
31	575*12	175*32	0.040	1.000	0.610	1.000
32	575*12	175*32	0.040	1.000	0.570	1.000
33	575*12	175*32	0.030	1.000	0.520	1.000
34	1100*18.5	370*18.5	0.010	1.000	0.520	1.000
35	450*12	175*32	0.050	1.000	0.480	1.000
36	450*12	175*32	0.040	1.000	0.450	1.000
38	475*11	130*32	0.030	1.000	0.350	1.000
39	530*12	140*29	0.030	1.000	0.380	1.000
40	530*12	140*29	0.020	1.000	0.330	1.000
41	530*12	140*29	0.020	1.000	0.290	1.000
42	530*12	140*29	0.020	1.000	0.250	1.000
43	530*12	140*29	0.020	1.000	0.240	1.000

44	530*12	140*29	0.020	1.000	0.270	1.000
46	530*12	150*29	0.030	1.000	0.330	1.000
47	530*12	150*29	0.030	1.000	0.350	1.000
48	530*12	150*29	0.030	1.000	0.380	1.000
49	530*12	150*29	0.030	1.000	0.420	1.000
50	530*12	150*29	0.040	1.000	0.470	1.000
51	530*12	150*29	0.040	1.000	0.520	1.000
52	530*12	150*29	0.040	1.000	0.570	1.000
54	475*11	125*24	0.070	1.000	0.590	1.000
55	475*11	125*24	0.070	1.000	0.760	1.000
56	450*11	125*24	0.090	1.000	0.820	1.000
57	450*11	125*24	0.090	1.000	0.840	1.000
58	400*12	125*24	0.100	1.000	0.790	1.000
59	400*12	125*24	0.140	1.000	0.950	1.000
60	400*12	125*24	0.140	1.000	0.920	1.000
<b>Longitudinal Bulkhead</b>						
32	550*11.5	180*32	0.040	1.000	0.670	1.000
33	550*11.5	180*32	0.040	1.000	0.600	1.000
34	550*11.5	180*32	0.030	1.000	0.520	1.000
35	550*11.5	165*32	0.040	1.000	0.490	1.000
36	550*11.5	165*32	0.030	1.000	0.410	1.000
37	1100*13.5	370*18	0.010	1.000	0.360	1.000
38	450*10.5	135*32	0.030	1.000	0.280	1.000
39	450*10.5	135*32	0.030	1.000	0.240	1.000
40	450*10.5	135*32	0.020	1.000	0.190	1.000
41	470*10.5	130*26	0.020	1.000	0.160	1.000
42	470*10.5	130*26	0.020	1.000	0.110	1.000
43	470*10.5	130*26	0.020	1.000	0.120	1.000
44	470*10.5	130*26	0.020	1.000	0.150	1.000
46	400*10.5	130*26	0.030	1.000	0.230	1.000
47	400*10.5	130*26	0.040	1.000	0.280	1.000
48	400*10.5	130*26	0.040	1.000	0.330	1.000
49	375*10.5	125*26	0.050	1.000	0.410	1.000
50	375*10.5	125*26	0.060	1.000	0.460	1.000
51	375*10.5	125*26	0.070	1.000	0.500	1.000
52	375*10.5	125*26	0.070	1.000	0.530	1.000
53	1025*16	370*18	0.010	1.000	0.580	1.000
54	375*10.5	125*26	0.090	1.000	0.700	1.000
55	375*10.5	125*26	0.100	1.000	0.750	1.000
56	375*10.5	125*26	0.110	1.000	0.790	1.000
57	375*10.5	125*26	0.120	1.000	0.810	1.000
58	375*10.5	125*26	0.130	1.000	0.840	1.000
59	650*14	180*14	0.060	1.000	0.860	1.000
60	650*14	180*14	0.060	1.000	0.900	1.000
61	425*12	150*28	0.110	1.000	0.900	1.000
<b>Upper Deck</b>						
CL	375*14	200*28	0.140	1.000	0.900	1.000

1	375*14	200*28	0.140	1.000	0.890	1.000
2	375*14	200*28	0.140	1.000	0.890	1.000
3	375*14	200*28	0.140	1.000	0.890	1.000
4	375*14	200*28	0.140	1.000	0.890	1.000
5	375*14	200*28	0.140	1.000	0.880	1.000
6	375*14	200*28	0.140	1.000	0.880	1.000
7	375*14	200*28	0.140	1.000	0.880	1.000
8	375*14	200*28	0.140	1.000	0.880	1.000
9	375*14	200*28	0.140	1.000	0.880	1.000
10	375*14	200*28	0.140	1.000	0.880	1.000
11	375*14	200*28	0.140	1.000	0.860	1.000
13	375*14	200*28	0.130	1.000	0.840	1.000
14	375*14	200*28	0.140	1.000	0.870	1.000
15	375*14	200*28	0.140	1.000	0.860	1.000
16	375*14	200*28	0.130	1.000	0.860	1.000
17	375*14	200*28	0.130	1.000	0.860	1.000
18	375*14	200*28	0.130	1.000	0.860	1.000
19	375*14	200*28	0.130	1.000	0.860	1.000
20	375*14	200*28	0.130	1.000	0.860	1.000
21	375*14	200*28	0.130	1.000	0.860	1.000
22	375*14	200*28	0.130	1.000	0.860	1.000
23	375*14	150*28	0.150	1.000	0.880	1.000
24	375*14	150*28	0.150	1.000	0.860	1.000
25	375*14	150*28	0.140	1.000	0.860	1.000
26	375*14	150*28	0.140	1.000	0.860	1.000
27	375*14	150*28	0.140	1.000	0.860	1.000
28	375*14	150*28	0.140	1.000	0.840	1.000
30	450*12	150*20	0.130	1.000	0.880	1.000
31	450*12	150*20	0.130	1.000	0.870	1.000
<b>Double Bottom</b>						
1	425*11	150*18	0.030	1.000	0.620	1.000
2	425*11	150*18	0.030	1.000	0.590	1.000
3	300*11	90*16	0.350	1.000	0.870	1.000
4	300*11	90*16	0.320	1.000	0.800	1.000
5	350*12	100*17	0.310	1.000	0.850	1.000
6	350*12	100*17	0.280	1.000	0.780	1.000
<b>Double Hull</b>						
1	300*11	90*16	0.180	1.000	0.500	1.000
2	300*11	90*16	0.170	1.000	0.480	1.000
3	250*12	90*16	0.070	1.000	0.200	1.000
4	250*12	90*16	0.050	1.000	0.190	1.000
5	250*12	90*16	0.290	1.000	0.800	1.000
6	250*12	90*16	0.190	1.000	0.730	1.000

Πίνακας 28: Αποτελέσματα αντοχής σε λυγισμό (CSR-H)

#### 9.4.6 Ελάχιστο πάχος κορμού (CSR-H).



Εικόνα 89: Χρωματική απεικόνιση αποτελεσμάτων ελάχιστου πάχους κορμού (CSR-H)

Όπου:

Μπλε χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0 με 0.5.

Γαλάζιο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.5 με 0.8.

Πράσινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.8 με 0.85.

Ανοιχτό πράσινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.85 με 0.90.

Κίτρινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.90 με 0.95.

Λαδί χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.95 με 0.975.

Μπορντό χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.975 με 1.

Κόκκινο χρώμα: Δεν ικανοποιείται ο κανονισμός.

Stiffeners	Dimensions (mm)		Tw Mini. Gross (cm)		Tw Mini. Net (cm)	
			Actual	Rules	Actual	Rules
<b>Bottom</b>						
1	590*12	230*32	12.000	12.000	9.000	9.000
2	590*12	230*32	12.000	12.000	9.000	9.000
3	590*12	230*32	12.000	12.000	9.000	9.000
4	590*12	230*32	12.000	12.000	9.000	9.000
5	590*12	230*32	12.000	12.000	9.000	9.000
6	590*12	230*32	12.000	12.000	9.000	9.000
7	590*12	230*32	12.000	12.000	9.000	9.000
8	590*12	230*32	12.000	12.000	9.000	9.000
9	590*12	230*32	12.000	12.000	9.000	9.000
10	590*12	230*32	12.000	12.000	9.000	9.000
11	590*12	230*32	12.000	12.000	9.000	9.000
13	590*12	240*32	12.000	12.000	9.000	9.000
14	590*12	240*32	12.000	12.000	9.000	9.000
15	590*12	240*32	12.000	12.000	9.000	9.000
16	590*12	240*32	12.000	12.000	9.000	9.000
17	590*12	240*32	12.000	12.000	9.000	9.000
18	590*12	240*32	12.000	12.000	9.000	9.000
19	590*12	240*32	12.000	12.000	9.000	9.000
20	590*12	240*32	12.000	12.000	9.000	9.000
21	590*12	240*32	12.000	12.000	9.000	9.000
22	590*12	240*32	12.000	12.000	9.000	9.000
24	620*12.5	255*32	12.500	12.500	9.500	9.500
25	620*12.5	255*32	12.500	12.500	9.500	9.500
26	620*12.5	255*32	12.500	12.500	9.500	9.500
27	620*12.5	255*32	12.500	12.500	9.500	9.500
28	620*12.5	255*32	12.500	12.500	9.500	9.500
29	620*12.5	255*32	12.500	12.500	9.500	9.500
<b>Inner Bottom</b>						
1	550*12	185*32	12.000	12.000	9.000	9.000
2	550*12	185*32	12.000	12.000	9.000	9.000
3	550*12	185*32	12.000	12.000	9.000	9.000
4	550*12	185*32	12.000	12.000	9.000	9.000
5	550*12	185*32	12.000	12.000	9.000	9.000
6	550*12	185*32	12.000	12.000	9.000	9.000
7	550*12	185*32	12.000	12.000	9.000	9.000
8	550*12	185*32	12.000	12.000	9.000	9.000
9	550*12	185*32	12.000	12.000	9.000	9.000
10	550*12	185*32	12.000	12.000	9.000	9.000
11	550*12	185*32	12.000	12.000	9.000	9.000
13	550*12	185*32	12.000	12.000	9.000	9.000
14	550*12	185*32	12.000	12.000	9.000	9.000
15	550*12	185*32	12.000	12.000	9.000	9.000
16	550*12	185*32	12.000	12.000	9.000	9.000
17	550*12	185*32	12.000	12.000	9.000	9.000
18	550*12	185*32	12.000	12.000	9.000	9.000
19	550*12	185*32	12.000	12.000	9.000	9.000

20	550*12	185*32	12.000	12.000	9.000	9.000
21	550*12	185*32	12.000	12.000	9.000	9.000
22	550*12	185*32	12.000	12.000	9.000	9.000
<b>Inner Hull &amp; Hopper</b>						
6	500*11.5	210*30	11.500	11.000	8.500	8.000
30	500*11.5	185*30	11.500	11.000	8.500	8.000
31	500*11.5	185*30	11.500	11.000	8.500	8.000
32	500*11.5	185*30	11.500	11.000	8.500	8.000
33	500*11.5	155*30	11.500	11.000	8.500	8.000
34	500*11.5	155*30	11.500	11.000	8.500	8.000
35	500*11.5	155*30	11.500	11.000	8.500	8.000
36	500*11.5	155*30	11.500	11.000	8.500	8.000
38	475*11.5	130*30	11.500	11.000	8.500	8.000
39	450*11	125*28	11.000	11.000	8.000	8.000
40	450*11	125*28	11.000	11.000	8.000	8.000
41	450*11	125*28	11.000	11.000	8.000	8.000
42	450*11	125*28	11.000	11.000	8.000	8.000
43	450*11	125*28	11.000	11.000	8.000	8.000
44	450*11	125*28	11.000	11.000	8.000	8.000
46	450*11	125*24	11.000	11.000	8.000	8.000
47	450*11	125*24	11.000	11.000	8.000	8.000
48	450*11	125*24	11.000	11.000	8.000	8.000
49	400*11	130*24	11.000	11.000	8.000	8.000
50	400*11	130*24	11.000	11.000	8.000	8.000
51	400*11	130*24	11.000	11.000	8.000	8.000
52	400*11	130*24	11.000	11.000	8.000	8.000
54	400*11	130*24	11.000	11.000	8.000	8.000
55	400*11	130*24	11.000	11.000	8.000	8.000
56	400*11	130*24	11.000	11.000	8.000	8.000
57	400*11	130*24	11.000	11.000	8.000	8.000
58	650*14	180*14	14.000	14.000	10.000	10.000
59	650*14	180*14	14.000	14.000	10.000	10.000
60	475*12	125*24	12.000	12.000	8.000	8.000
<b>Side Shell</b>						
30	575*12	195*32	12.000	12.000	9.000	9.000
31	575*12	175*32	12.000	12.000	9.000	9.000
32	575*12	175*32	12.000	12.000	9.000	9.000
33	575*12	175*32	12.000	12.000	9.000	9.000
34	1100*18.5	370*18.5	18.500	17.500	15.500	14.500
35	450*12	175*32	12.000	11.000	9.000	8.000
36	450*12	175*32	12.000	11.000	9.000	8.000
38	475*11	130*32	11.000	11.000	8.000	8.000
39	530*12	140*29	12.000	11.000	9.000	8.000
40	530*12	140*29	12.000	11.000	9.000	8.000
41	530*12	140*29	12.000	11.000	9.000	8.000
42	530*12	140*29	12.000	11.000	9.000	8.000
43	530*12	140*29	12.000	11.000	9.000	8.000

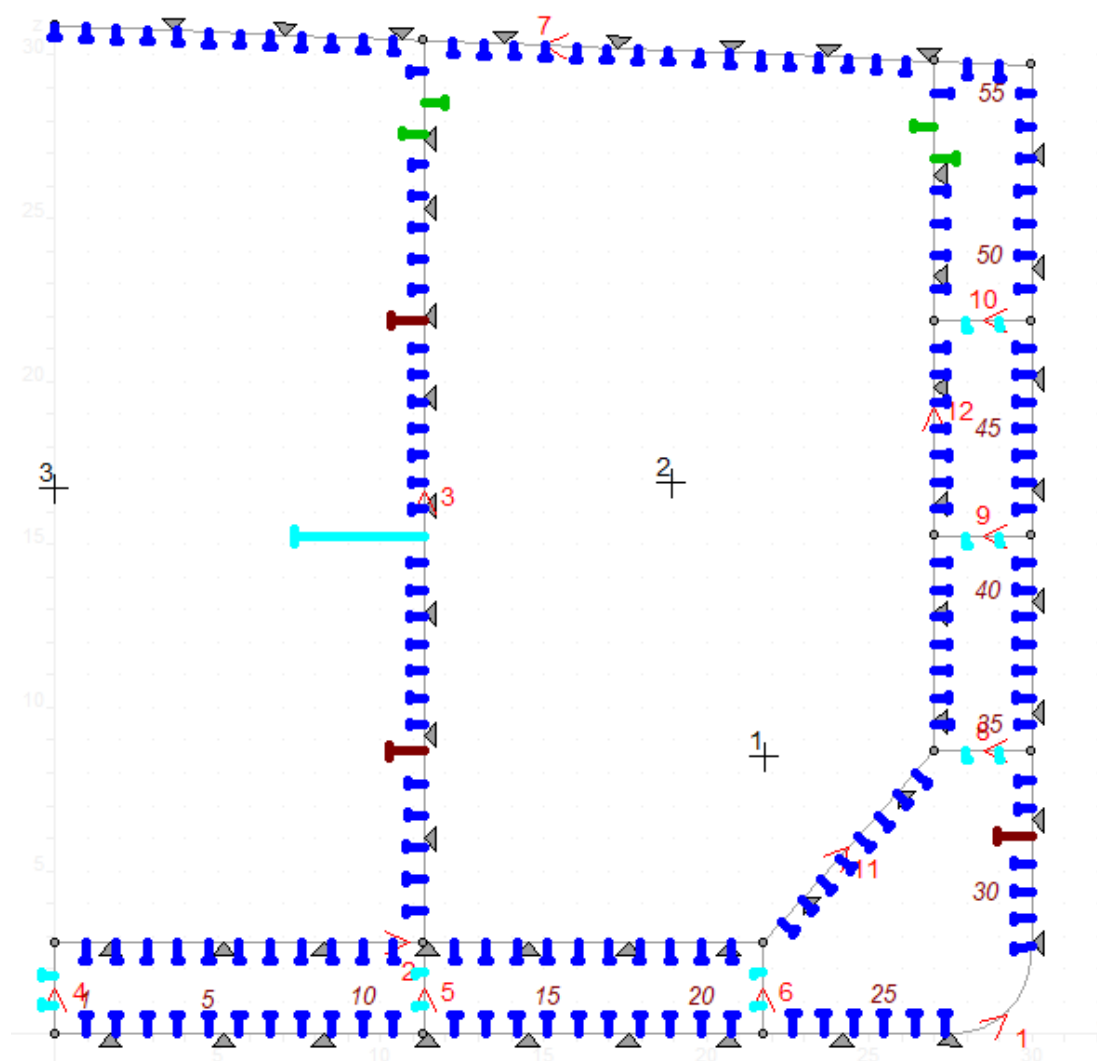


44	530*12	140*29	12.000	11.000	9.000	8.000
46	530*12	150*29	12.000	11.000	9.000	8.000
47	530*12	150*29	12.000	11.000	9.000	8.000
48	530*12	150*29	12.000	11.000	9.000	8.000
49	530*12	150*29	12.000	11.000	9.000	8.000
50	530*12	150*29	12.000	11.000	9.000	8.000
51	530*12	150*29	12.000	11.000	9.000	8.000
52	530*12	150*29	12.000	11.000	9.000	8.000
54	475*11	125*24	11.000	11.000	8.000	8.000
55	475*11	125*24	11.000	11.000	8.000	8.000
56	450*11	125*24	11.000	11.000	8.000	8.000
57	450*11	125*24	11.000	11.000	8.000	8.000
58	400*12	125*24	12.000	12.000	8.000	8.000
59	400*12	125*24	12.000	12.000	8.000	8.000
60	400*12	125*24	12.000	12.000	8.000	8.000
<b>Longitudinal Bulkhead</b>						
32	550*11.5	180*32	11.500	11.500	9.000	9.000
33	550*11.5	180*32	11.500	11.500	9.000	9.000
34	550*11.5	180*32	11.500	11.500	9.000	9.000
35	550*11.5	165*32	11.500	10.500	9.000	8.000
36	550*11.5	165*32	11.500	10.500	9.000	8.000
37	1100*13.5	370*18	13.500	13.500	13.500	13.500
38	450*10.5	135*32	10.500	10.500	8.000	8.000
39	450*10.5	135*32	10.500	10.500	8.000	8.000
40	450*10.5	135*32	10.500	10.500	8.000	8.000
41	470*10.5	130*26	10.500	10.500	8.000	8.000
42	470*10.5	130*26	10.500	10.500	8.000	8.000
43	470*10.5	130*26	10.500	10.500	8.000	8.000
44	470*10.5	130*26	10.500	10.500	8.000	8.000
46	400*10.5	130*26	10.500	10.500	8.000	8.000
47	400*10.5	130*26	10.500	10.500	8.000	8.000
48	400*10.5	130*26	10.500	10.500	8.000	8.000
49	375*10.5	125*26	10.500	10.500	8.000	8.000
50	375*10.5	125*26	10.500	10.500	8.000	8.000
51	375*10.5	125*26	10.500	10.500	8.000	8.000
52	375*10.5	125*26	10.500	10.500	8.000	8.000
53	1025*16	370*18	16.000	16.000	13.500	13.500
54	375*10.5	125*26	10.500	10.500	8.000	8.000
55	375*10.5	125*26	10.500	10.500	8.000	8.000
56	375*10.5	125*26	10.500	10.500	8.000	8.000
57	375*10.5	125*26	10.500	10.500	8.000	8.000
58	375*10.5	125*26	10.500	10.500	8.000	8.000
59	650*14	180*14	14.000	14.000	10.000	10.000
60	650*14	180*14	14.000	14.000	10.000	10.000
61	425*12	150*28	12.000	12.000	8.000	8.000
<b>Upper Deck</b>						
CL	375*14	200*28	14.000	12.000	10.000	8.000

1	375*14	200*28	14.000	12.000	10.000	8.000
2	375*14	200*28	14.000	12.000	10.000	8.000
3	375*14	200*28	14.000	12.000	10.000	8.000
4	375*14	200*28	14.000	12.000	10.000	8.000
5	375*14	200*28	14.000	12.000	10.000	8.000
6	375*14	200*28	14.000	12.000	10.000	8.000
7	375*14	200*28	14.000	12.000	10.000	8.000
8	375*14	200*28	14.000	12.000	10.000	8.000
9	375*14	200*28	14.000	12.000	10.000	8.000
10	375*14	200*28	14.000	12.000	10.000	8.000
11	375*14	200*28	14.000	12.000	10.000	8.000
13	375*14	200*28	14.000	12.000	10.000	8.000
14	375*14	200*28	14.000	12.000	10.000	8.000
15	375*14	200*28	14.000	12.000	10.000	8.000
16	375*14	200*28	14.000	12.000	10.000	8.000
17	375*14	200*28	14.000	12.000	10.000	8.000
18	375*14	200*28	14.000	12.000	10.000	8.000
19	375*14	200*28	14.000	12.000	10.000	8.000
20	375*14	200*28	14.000	12.000	10.000	8.000
21	375*14	200*28	14.000	12.000	10.000	8.000
22	375*14	200*28	14.000	12.000	10.000	8.000
23	375*14	150*28	14.000	12.000	10.000	8.000
24	375*14	150*28	14.000	12.000	10.000	8.000
25	375*14	150*28	14.000	12.000	10.000	8.000
26	375*14	150*28	14.000	12.000	10.000	8.000
27	375*14	150*28	14.000	12.000	10.000	8.000
28	375*14	150*28	14.000	12.000	10.000	8.000
30	450*12	150*20	12.000	12.000	8.000	8.000
31	450*12	150*20	12.000	12.000	8.000	8.000
<b>Double Bottom</b>						
1	425*11	150*18	11.000	11.000	8.000	8.000
2	425*11	150*18	11.000	11.000	8.000	8.000
3	300*11	90*16	11.000	10.500	8.000	7.500
4	300*11	90*16	11.000	10.500	8.000	7.500
5	350*12	100*17	12.000	10.500	9.000	7.500
6	350*12	100*17	12.000	10.500	9.000	7.500
<b>Double Hull</b>						
1	300*11	90*16	11.000	10.500	8.000	7.500
2	300*11	90*16	11.000	10.500	8.000	7.500
3	250*12	90*16	12.000	10.500	9.000	7.500
4	250*12	90*16	11.000	10.500	8.000	7.500
5	250*12	90*16	12.000	10.500	9.000	7.500
6	250*12	90*16	11.000	10.500	8.000	7.500

Πίνακας 29: Αποτελέσματα ελάχιστου πάχους κορμού (CSR-H)

#### 9.4.7 Ελάχιστο πάχος φλάντζας (CSR-H).



Εικόνα 90: Χρωματική απεικόνιση αποτελεσμάτων ελάχιστου πάχους φλάντζας (CSR-H)

Όπου:

Μπλε χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0 με 0.5.

Γαλάζιο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.5 με 0.8.

Πράσινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.8 με 0.85.

Ανοιχτό πράσινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.85 με 0.90.

Κίτρινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.90 με 0.95.

Λαδί χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.95 με 0.975.

Μπορντό χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.975 με 1.

Κόκκινο χρώμα: Δεν ικανοποιείται ο κανονισμός.

Stiffeners	Dimensions (mm)		Tfl Mini. Gross (cm)		Tfl Mini. Net (cm)	
	Bottom		Actual	Rules	Actual	Rules
1	590*12	230*32	32.000	14.000	29.000	11.000
2	590*12	230*32	32.000	14.000	29.000	11.000
3	590*12	230*32	32.000	14.000	29.000	11.000
4	590*12	230*32	32.000	14.000	29.000	11.000
5	590*12	230*32	32.000	14.000	29.000	11.000
6	590*12	230*32	32.000	14.000	29.000	11.000
7	590*12	230*32	32.000	14.000	29.000	11.000
8	590*12	230*32	32.000	14.000	29.000	11.000
9	590*12	230*32	32.000	14.000	29.000	11.000
10	590*12	230*32	32.000	14.000	29.000	11.000
11	590*12	230*32	32.000	14.000	29.000	11.000
13	590*12	240*32	32.000	14.500	29.000	11.500
14	590*12	240*32	32.000	14.500	29.000	11.500
15	590*12	240*32	32.000	14.500	29.000	11.500
16	590*12	240*32	32.000	14.500	29.000	11.500
17	590*12	240*32	32.000	14.500	29.000	11.500
18	590*12	240*32	32.000	14.500	29.000	11.500
19	590*12	240*32	32.000	14.500	29.000	11.500
20	590*12	240*32	32.000	14.500	29.000	11.500
21	590*12	240*32	32.000	14.500	29.000	11.500
22	590*12	240*32	32.000	14.500	29.000	11.500
24	620*12.5	255*32	32.000	15.000	29.000	12.000
25	620*12.5	255*32	32.000	15.000	29.000	12.000
26	620*12.5	255*32	32.000	15.000	29.000	12.000
27	620*12.5	255*32	32.000	15.000	29.000	12.000
28	620*12.5	255*32	32.000	15.000	29.000	12.000
29	620*12.5	255*32	32.000	15.000	29.000	12.000
<b>Inner Bottom</b>						
1	550*12	185*32	32.000	12.500	29.000	9.500
2	550*12	185*32	32.000	12.500	29.000	9.500
3	550*12	185*32	32.000	12.500	29.000	9.500
4	550*12	185*32	32.000	12.500	29.000	9.500
5	550*12	185*32	32.000	12.500	29.000	9.500
6	550*12	185*32	32.000	12.500	29.000	9.500
7	550*12	185*32	32.000	12.500	29.000	9.500
8	550*12	185*32	32.000	12.500	29.000	9.500
9	550*12	185*32	32.000	12.500	29.000	9.500
10	550*12	185*32	32.000	12.500	29.000	9.500
11	550*12	185*32	32.000	12.500	29.000	9.500
13	550*12	185*32	32.000	12.500	29.000	9.500
14	550*12	185*32	32.000	12.500	29.000	9.500
15	550*12	185*32	32.000	12.500	29.000	9.500
16	550*12	185*32	32.000	12.500	29.000	9.500
17	550*12	185*32	32.000	12.500	29.000	9.500
18	550*12	185*32	32.000	12.500	29.000	9.500
19	550*12	185*32	32.000	12.500	29.000	9.500

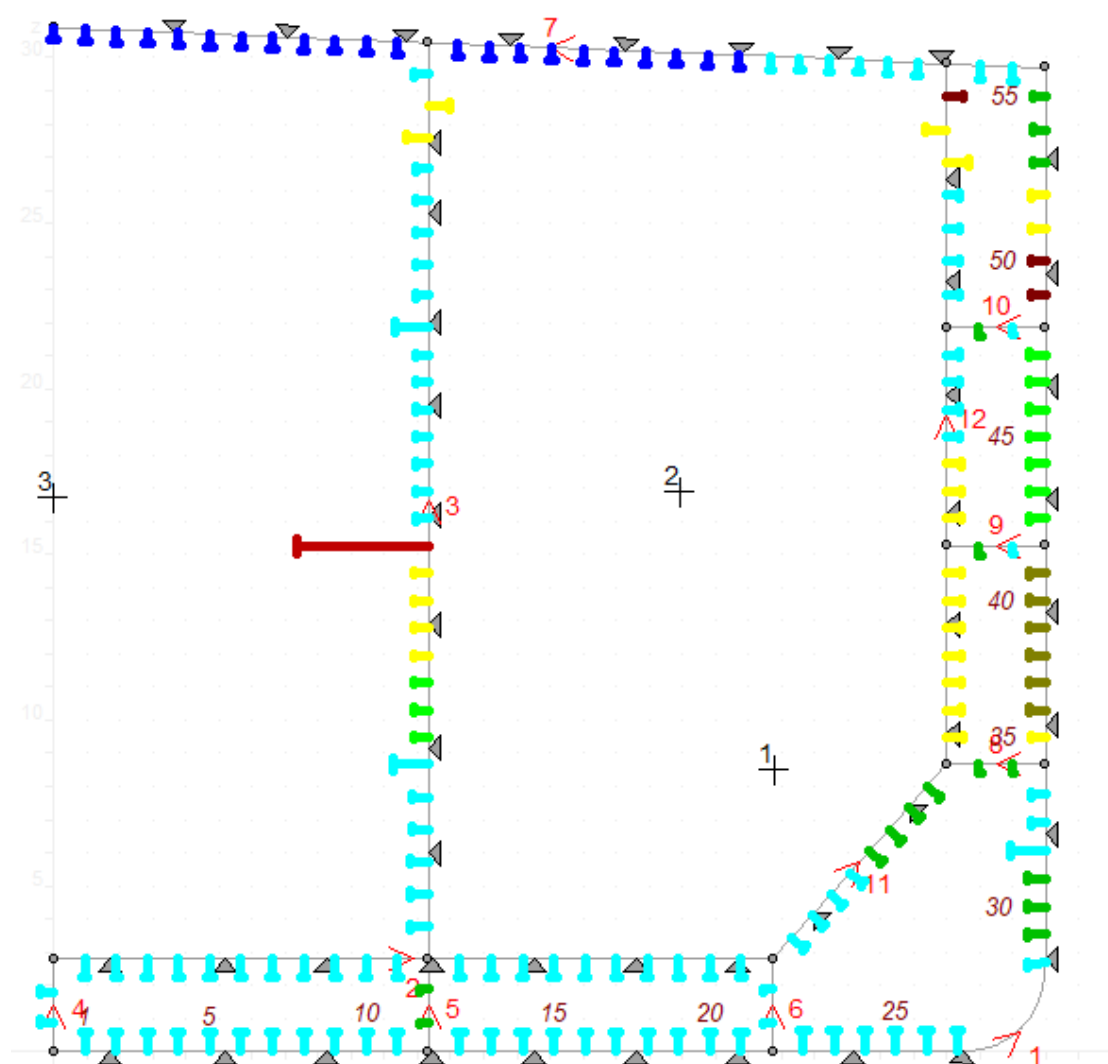
20	550*12	185*32	32.000	12.500	29.000	9.500
21	550*12	185*32	32.000	12.500	29.000	9.500
22	550*12	185*32	32.000	12.500	29.000	9.500
<b>Inner Hull &amp; Hopper</b>						
6	500*11.5	210*30	30.000	13.500	27.000	10.500
30	500*11.5	185*30	30.000	12.500	27.000	9.500
31	500*11.5	185*30	30.000	12.500	27.000	9.500
32	500*11.5	185*30	30.000	12.500	27.000	9.500
33	500*11.5	155*30	30.000	11.000	27.000	8.000
34	500*11.5	155*30	30.000	11.000	27.000	8.000
35	500*11.5	155*30	30.000	11.000	27.000	8.000
36	500*11.5	155*30	30.000	11.000	27.000	8.000
38	475*11.5	130*30	30.000	11.000	27.000	8.000
39	450*11	125*28	28.000	11.000	25.000	8.000
40	450*11	125*28	28.000	11.000	25.000	8.000
41	450*11	125*28	28.000	11.000	25.000	8.000
42	450*11	125*28	28.000	11.000	25.000	8.000
43	450*11	125*28	28.000	11.000	25.000	8.000
44	450*11	125*28	28.000	11.000	25.000	8.000
46	450*11	125*24	28.000	11.000	25.000	8.000
47	450*11	125*24	28.000	11.000	25.000	8.000
48	450*11	125*24	28.000	11.000	25.000	8.000
49	400*11	130*24	24.000	11.000	21.000	8.000
50	400*11	130*24	24.000	11.000	21.000	8.000
51	400*11	130*24	24.000	11.000	21.000	8.000
52	400*11	130*24	24.000	11.000	21.000	8.000
54	400*11	130*24	24.000	11.000	21.000	8.000
55	400*11	130*24	24.000	11.000	21.000	8.000
56	400*11	130*24	24.000	11.000	21.000	8.000
57	400*11	130*24	24.000	11.000	21.000	8.000
58	650*14	180*14	14.000	12.500	10.000	8.500
59	650*14	180*14	14.000	12.500	10.000	8.500
60	475*12	125*24	24.000	12.000	20.000	8.000
<b>Side Shell</b>						
30	575*12	195*32	32.000	12.500	29.000	9.500
31	575*12	175*32	32.000	11.500	29.000	8.500
32	575*12	175*32	32.000	11.500	29.000	8.500
33	575*12	175*32	32.000	11.500	29.000	8.500
34	1100*18.5	370*18.5	18.500	18.500	15.500	15.500
35	450*12	175*32	32.000	11.500	29.000	8.500
36	450*12	175*32	32.000	11.500	29.000	8.500
38	475*11	130*32	32.000	11.000	29.000	8.000
39	530*12	140*29	29.000	11.000	26.000	8.000
40	530*12	140*29	29.000	11.000	26.000	8.000
41	530*12	140*29	29.000	11.000	26.000	8.000
42	530*12	140*29	29.000	11.000	26.000	8.000
43	530*12	140*29	29.000	11.000	26.000	8.000

44	530*12	140*29	29.000	11.000	26.000	8.000
46	530*12	150*29	29.000	11.000	26.000	8.000
47	530*12	150*29	29.000	11.000	26.000	8.000
48	530*12	150*29	29.000	11.000	26.000	8.000
49	530*12	150*29	29.000	11.000	26.000	8.000
50	530*12	150*29	29.000	11.000	26.000	8.000
51	530*12	150*29	29.000	11.000	26.000	8.000
52	530*12	150*29	29.000	11.000	26.000	8.000
54	475*11	125*24	24.000	11.000	21.000	8.000
55	475*11	125*24	24.000	11.000	21.000	8.000
56	450*11	125*24	24.000	11.000	21.000	8.000
57	450*11	125*24	24.000	11.000	21.000	8.000
58	400*12	125*24	24.000	12.000	20.000	8.000
59	400*12	125*24	24.000	12.000	20.000	8.000
60	400*12	125*24	24.000	12.000	20.000	8.000
<b>Longitudinal Bulkhead</b>						
32	550*11.5	180*32	32.000	11.500	29.500	9.000
33	550*11.5	180*32	32.000	11.500	29.500	9.000
34	550*11.5	180*32	32.000	11.500	29.500	9.000
35	550*11.5	165*32	32.000	11.000	29.500	8.500
36	550*11.5	165*32	32.000	11.000	29.500	8.500
37	1100*13.5	370*18	18.000	18.000	15.500	15.500
38	450*10.5	135*32	32.000	10.500	29.500	8.000
39	450*10.5	135*32	32.000	10.500	29.500	8.000
40	450*10.5	135*32	32.000	10.500	29.500	8.000
41	470*10.5	130*26	26.000	10.500	23.500	8.000
42	470*10.5	130*26	26.000	10.500	23.500	8.000
43	470*10.5	130*26	26.000	10.500	23.500	8.000
44	470*10.5	130*26	26.000	10.500	23.500	8.000
46	400*10.5	130*26	26.000	10.500	23.500	8.000
47	400*10.5	130*26	26.000	10.500	23.500	8.000
48	400*10.5	130*26	26.000	10.500	23.500	8.000
49	375*10.5	125*26	26.000	10.500	23.500	8.000
50	375*10.5	125*26	26.000	10.500	23.500	8.000
51	375*10.5	125*26	26.000	10.500	23.500	8.000
52	375*10.5	125*26	26.000	10.500	23.500	8.000
53	1025*16	370*18	18.000	18.000	15.500	15.500
54	375*10.5	125*26	26.000	10.500	23.500	8.000
55	375*10.5	125*26	26.000	10.500	23.500	8.000
56	375*10.5	125*26	26.000	10.500	23.500	8.000
57	375*10.5	125*26	26.000	10.500	23.500	8.000
58	375*10.5	125*26	26.000	10.500	23.500	8.000
59	650*14	180*14	14.000	12.500	10.000	8.500
60	650*14	180*14	14.000	12.500	10.000	8.500
61	425*12	150*28	28.000	12.000	24.000	8.000
<b>Upper Deck</b>						
CL	375*14	200*28	28.000	13.500	24.000	9.500

1	375*14	200*28	28.000	13.500	24.000	9.500
2	375*14	200*28	28.000	13.500	24.000	9.500
3	375*14	200*28	28.000	13.500	24.000	9.500
4	375*14	200*28	28.000	13.500	24.000	9.500
5	375*14	200*28	28.000	13.500	24.000	9.500
6	375*14	200*28	28.000	13.500	24.000	9.500
7	375*14	200*28	28.000	13.500	24.000	9.500
8	375*14	200*28	28.000	13.500	24.000	9.500
9	375*14	200*28	28.000	13.500	24.000	9.500
10	375*14	200*28	28.000	13.500	24.000	9.500
11	375*14	200*28	28.000	13.500	24.000	9.500
13	375*14	200*28	28.000	13.500	24.000	9.500
14	375*14	200*28	28.000	13.500	24.000	9.500
15	375*14	200*28	28.000	13.500	24.000	9.500
16	375*14	200*28	28.000	13.500	24.000	9.500
17	375*14	200*28	28.000	13.500	24.000	9.500
18	375*14	200*28	28.000	13.500	24.000	9.500
19	375*14	200*28	28.000	13.500	24.000	9.500
20	375*14	200*28	28.000	13.500	24.000	9.500
21	375*14	200*28	28.000	13.500	24.000	9.500
22	375*14	200*28	28.000	13.500	24.000	9.500
23	375*14	150*28	28.000	12.000	24.000	8.000
24	375*14	150*28	28.000	12.000	24.000	8.000
25	375*14	150*28	28.000	12.000	24.000	8.000
26	375*14	150*28	28.000	12.000	24.000	8.000
27	375*14	150*28	28.000	12.000	24.000	8.000
28	375*14	150*28	28.000	12.000	24.000	8.000
30	450*12	150*20	20.000	12.000	16.000	8.000
31	450*12	150*20	20.000	12.000	16.000	8.000
<b>Double Bottom</b>						
1	425*11	150*18	18.000	11.000	15.000	8.000
2	425*11	150*18	18.000	11.000	15.000	8.000
3	300*11	90*16	16.000	11.000	13.000	8.000
4	300*11	90*16	16.000	11.000	13.000	8.000
5	350*12	100*17	17.000	12.000	14.000	9.000
6	350*12	100*17	17.000	12.000	14.000	9.000
<b>Double Hull</b>						
1	300*11	90*16	16.000	11.000	13.000	8.000
2	300*11	90*16	16.000	11.000	13.000	8.000
3	250*12	90*16	16.000	10.500	13.000	7.500
4	250*12	90*16	16.000	10.500	13.000	7.500
5	250*12	90*16	16.000	10.500	13.000	7.500
6	250*12	90*16	16.000	10.500	13.000	7.500

Πίνακας 30: Αποτελέσματα ελάχιστου πάχους φλάντζας

#### 9.4.8 Ελάχιστο μήκος φλάντζας (CSR-H).



Εικόνα 91: Χρωματική απεικόνιση αποτελεσμάτων ελάχιστου μήκους φλάντζας (CSR-H)

Όπου:

Μπλε χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0 με 0.5.

Γαλάζιο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.5 με 0.8.

Πράσινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.8 με 0.85.

Ανοιχτό πράσινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.85 με 0.90.

Κίτρινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.90 με 0.95.

Λαδί χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.95 με 0.975.

Μπορντό χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.975 με 1.

Κόκκινο χρώμα: Δεν ικανοποιείται ο κανονισμός.



Stiffeners	Dimensions (mm)		Bfl Mini. Gross (cm)		Bfl Mini. Net (cm)	
			Actual	Rules	Actual	Rules
<b>Bottom</b>						
1	590*12	230*32	230.000	151.500	227.000	148.500
2	590*12	230*32	230.000	151.500	227.000	148.500
3	590*12	230*32	230.000	151.500	227.000	148.500
4	590*12	230*32	230.000	151.500	227.000	148.500
5	590*12	230*32	230.000	151.500	227.000	148.500
6	590*12	230*32	230.000	151.500	227.000	148.500
7	590*12	230*32	230.000	151.500	227.000	148.500
8	590*12	230*32	230.000	151.500	227.000	148.500
9	590*12	230*32	230.000	151.500	227.000	148.500
10	590*12	230*32	230.000	151.500	227.000	148.500
11	590*12	230*32	230.000	151.500	227.000	148.500
13	590*12	240*32	240.000	151.500	237.000	148.500
14	590*12	240*32	240.000	151.500	237.000	148.500
15	590*12	240*32	240.000	151.500	237.000	148.500
16	590*12	240*32	240.000	151.500	237.000	148.500
17	590*12	240*32	240.000	151.500	237.000	148.500
18	590*12	240*32	240.000	151.500	237.000	148.500
19	590*12	240*32	240.000	151.500	237.000	148.500
20	590*12	240*32	240.000	151.500	237.000	148.500
21	590*12	240*32	240.000	151.500	237.000	148.500
22	590*12	240*32	240.000	151.500	237.000	148.500
24	620*12.5	255*32	255.000	159.000	252.000	156.000
25	620*12.5	255*32	255.000	159.000	252.000	156.000
26	620*12.5	255*32	255.000	159.000	252.000	156.000
27	620*12.5	255*32	255.000	159.000	252.000	156.000
28	620*12.5	255*32	255.000	159.000	252.000	156.000
29	620*12.5	255*32	255.000	159.000	252.000	156.000
<b>Inner Bottom</b>						
1	550*12	185*32	185.000	141.500	182.000	138.500
2	550*12	185*32	185.000	141.500	182.000	138.500
3	550*12	185*32	185.000	141.500	182.000	138.500
4	550*12	185*32	185.000	141.500	182.000	138.500
5	550*12	185*32	185.000	141.500	182.000	138.500
6	550*12	185*32	185.000	141.500	182.000	138.500
7	550*12	185*32	185.000	141.500	182.000	138.500
8	550*12	185*32	185.000	141.500	182.000	138.500
9	550*12	185*32	185.000	141.500	182.000	138.500
10	550*12	185*32	185.000	141.500	182.000	138.500
11	550*12	185*32	185.000	141.500	182.000	138.500
13	550*12	185*32	185.000	141.500	182.000	138.500
14	550*12	185*32	185.000	141.500	182.000	138.500
15	550*12	185*32	185.000	141.500	182.000	138.500
16	550*12	185*32	185.000	141.500	182.000	138.500
17	550*12	185*32	185.000	141.500	182.000	138.500
18	550*12	185*32	185.000	141.500	182.000	138.500
19	550*12	185*32	185.000	141.500	182.000	138.500

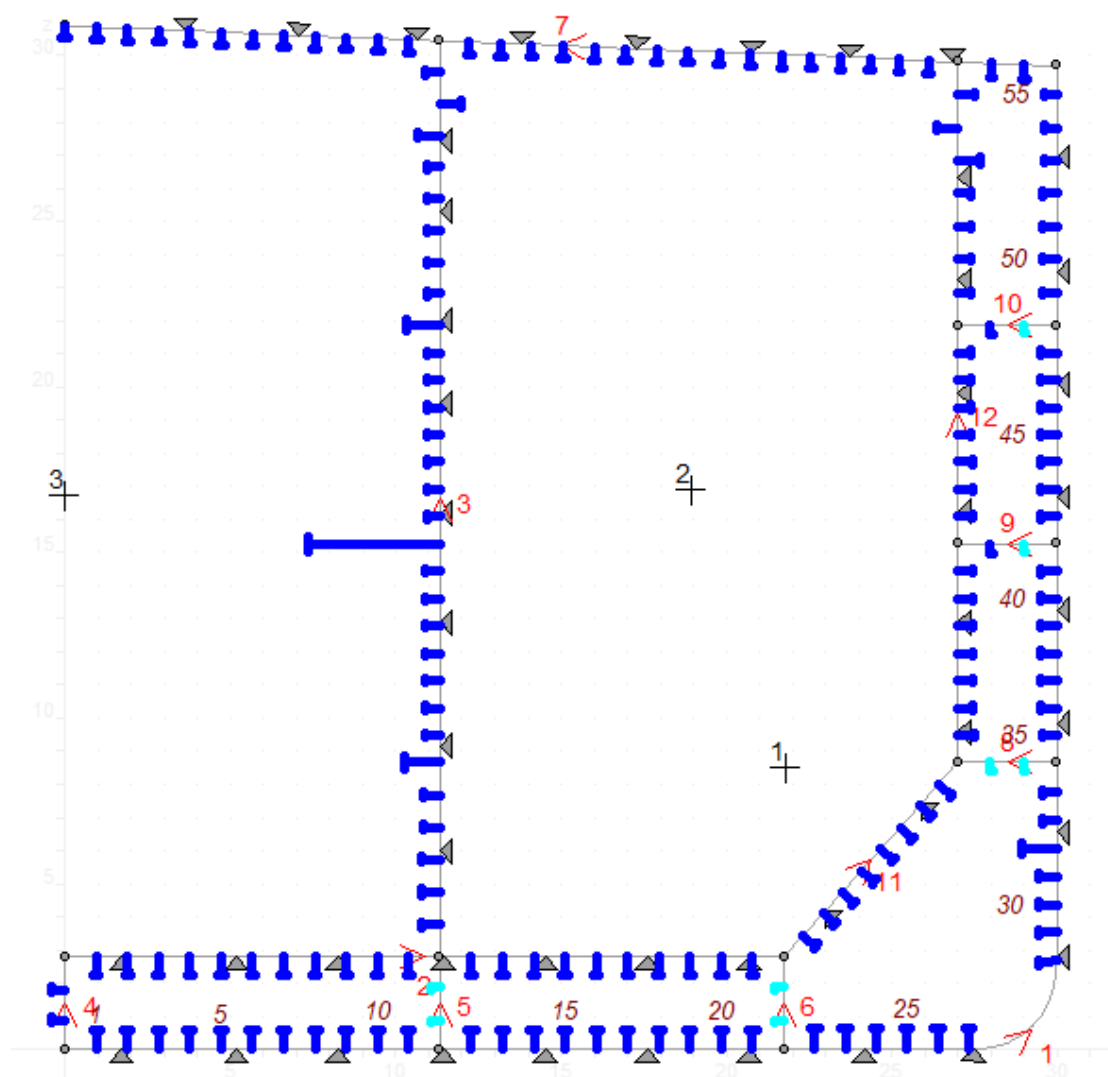
20	550*12	185*32	185.000	141.500	182.000	138.500
21	550*12	185*32	185.000	141.500	182.000	138.500
22	550*12	185*32	185.000	141.500	182.000	138.500
<b>Inner Hull &amp; Hopper</b>						
6	500*11.5	210*30	210.000	129.000	207.000	126.000
30	500*11.5	185*30	185.000	129.000	182.000	126.000
31	500*11.5	185*30	185.000	129.000	182.000	126.000
32	500*11.5	185*30	185.000	129.000	182.000	126.000
33	500*11.5	155*30	155.000	129.000	152.000	126.000
34	500*11.5	155*30	155.000	129.000	152.000	126.000
35	500*11.5	155*30	155.000	129.000	152.000	126.000
36	500*11.5	155*30	155.000	129.000	152.000	126.000
38	475*11.5	130*30	130.000	122.500	127.000	119.500
39	450*11	125*28	125.000	116.500	122.000	113.500
40	450*11	125*28	125.000	116.500	122.000	113.500
41	450*11	125*28	125.000	116.500	122.000	113.500
42	450*11	125*28	125.000	116.500	122.000	113.500
43	450*11	125*28	125.000	116.500	122.000	113.500
44	450*11	125*28	125.000	116.500	122.000	113.500
46	450*11	125*24	125.000	116.500	122.000	113.500
47	450*11	125*24	125.000	116.500	122.000	113.500
48	450*11	125*24	125.000	116.500	122.000	113.500
49	400*11	130*24	130.000	104.000	127.000	101.000
50	400*11	130*24	139.000	104.000	136.000	101.000
51	400*11	130*24	139.000	104.000	136.000	101.000
52	400*11	130*24	139.000	104.000	136.000	101.000
54	400*11	130*24	130.000	104.000	127.000	101.000
55	400*11	130*24	130.000	104.000	127.000	101.000
56	400*11	130*24	130.000	104.000	127.000	101.000
57	400*11	130*24	130.000	104.000	127.000	101.000
58	650*14	180*14	180.000	167.500	176.000	163.500
59	650*14	180*14	180.000	167.500	176.000	163.500
60	475*12	125*24	125.000	124.000	121.000	120.000
<b>Side Shell</b>						
30	575*12	195*32	195.000	147.500	192.000	144.500
31	575*12	175*32	175.000	147.500	172.000	144.500
32	575*12	175*32	175.000	147.500	172.000	144.500
33	575*12	175*32	175.000	147.500	172.000	144.500
34	1100*18.5	370*18.5	370.000	279.000	367.000	276.000
35	450*12	175*32	175.000	116.500	172.000	113.500
36	450*12	175*32	175.000	116.500	172.000	113.500
38	475*11	130*32	130.000	122.500	127.000	119.500
39	530*12	140*29	140.000	136.500	137.000	133.500
40	530*12	140*29	140.000	136.500	137.000	133.500
41	530*12	140*29	140.000	136.500	137.000	133.500
42	530*12	140*29	140.000	136.500	137.000	133.500
43	530*12	140*29	140.000	136.500	137.000	133.500

44	530*12	140*29	140.000	136.500	137.000	133.500
46	530*12	150*29	150.000	129.000	147.000	126.000
47	530*12	150*29	150.000	129.000	147.000	126.000
48	530*12	150*29	150.000	129.000	147.000	126.000
49	530*12	150*29	150.000	129.000	147.000	126.000
50	530*12	150*29	150.000	129.000	147.000	126.000
51	530*12	150*29	150.000	129.000	147.000	126.000
52	530*12	150*29	150.000	129.000	147.000	126.000
54	475*11	125*24	125.000	122.500	122.000	119.500
55	475*11	125*24	125.000	122.500	122.000	119.500
56	450*11	125*24	125.000	116.500	122.000	113.500
57	450*11	125*24	125.000	116.500	122.000	113.500
58	400*12	125*24	125.000	105.000	121.000	101.000
59	400*12	125*24	125.000	105.000	121.000	101.000
60	400*12	125*24	125.000	105.000	121.000	101.000
<b>Longitudinal Bulkhead</b>						
32	550*11.5	180*32	180.000	140.500	177.500	138.000
33	550*11.5	180*32	180.000	140.500	177.500	138.000
34	550*11.5	180*32	180.000	140.500	177.500	138.000
35	550*11.5	165*32	165.000	128.000	162.500	125.500
36	550*11.5	165*32	165.000	128.000	162.500	125.500
37	1100*13.5	370*18	370.000	278.000	367.500	275.500
38	450*10.5	135*32	135.000	115.500	132.500	113.000
39	450*10.5	135*32	135.000	115.500	132.500	113.000
40	450*10.5	135*32	135.000	115.500	132.500	113.000
41	470*10.5	130*26	130.000	120.500	127.500	118.000
42	470*10.5	130*26	130.000	120.500	127.500	118.000
43	470*10.5	130*26	130.000	120.500	127.500	118.000
44	470*10.5	130*26	130.000	120.500	127.500	118.000
46	400*10.5	130*26	130.000	103.000	127.500	100.500
47	400*10.5	130*26	130.000	103.000	127.500	100.500
48	400*10.5	130*26	130.000	103.000	127.500	100.500
49	375*10.5	125*26	125.000	97.000	122.500	94.500
50	375*10.5	125*26	125.000	97.000	122.500	94.500
51	375*10.5	125*26	125.000	97.000	122.500	94.500
52	375*10.5	125*26	125.000	97.000	122.500	94.500
53	1025*16	370*18	370.000	259.500	367.500	257.000
54	375*10.5	125*26	125.000	97.000	122.500	94.500
55	375*10.5	125*26	125.000	97.000	122.500	94.500
56	375*10.5	125*26	125.000	97.000	122.500	94.500
57	375*10.5	125*26	125.000	97.000	122.500	94.500
58	375*10.5	125*26	125.000	97.000	122.500	94.500
59	650*14	180*14	180.000	167.500	176.000	163.500
60	650*14	180*14	180.000	167.500	176.000	163.500
61	425*12	150*28	150.000	111.500	146.000	107.500
<b>Upper Deck</b>						
CL	375*14	200*28	200.000	99.000	196.000	95.000

1	375*14	200*28	200.000	99.000	196.000	95.000
2	375*14	200*28	200.000	99.000	196.000	95.000
3	375*14	200*28	200.000	99.000	196.000	95.000
4	375*14	200*28	200.000	99.000	196.000	95.000
5	375*14	200*28	200.000	99.000	196.000	95.000
6	375*14	200*28	200.000	99.000	196.000	95.000
7	375*14	200*28	200.000	99.000	196.000	95.000
8	375*14	200*28	200.000	99.000	196.000	95.000
9	375*14	200*28	200.000	99.000	196.000	95.000
10	375*14	200*28	200.000	99.000	196.000	95.000
11	375*14	200*28	200.000	99.000	196.000	95.000
13	375*14	200*28	200.000	99.000	196.000	95.000
14	375*14	200*28	200.000	99.000	196.000	95.000
15	375*14	200*28	200.000	99.000	196.000	95.000
16	375*14	200*28	200.000	99.000	196.000	95.000
17	375*14	200*28	200.000	99.000	196.000	95.000
18	375*14	200*28	200.000	99.000	196.000	95.000
19	375*14	200*28	200.000	99.000	196.000	95.000
20	375*14	200*28	200.000	99.000	196.000	95.000
21	375*14	200*28	200.000	99.000	196.000	95.000
22	375*14	200*28	200.000	99.000	196.000	95.000
23	375*14	150*28	150.000	99.000	146.000	95.000
24	375*14	150*28	150.000	99.000	146.000	95.000
25	375*14	150*28	150.000	99.000	146.000	95.000
26	375*14	150*28	150.000	99.000	146.000	95.000
27	375*14	150*28	150.000	99.000	146.000	95.000
28	375*14	150*28	150.000	99.000	146.000	95.000
30	450*12	150*20	150.000	117.500	146.000	113.500
31	450*12	150*20	150.000	117.500	146.000	113.500
<b>Double Bottom</b>						
1	425*11	150*18	150.000	110.000	147.000	107.000
2	425*11	150*18	150.000	110.000	147.000	107.000
3	300*11	90*16	90.000	75.000	87.000	72.000
4	300*11	90*16	90.000	75.000	87.000	72.000
5	350*12	100*17	100.000	74.500	97.000	71.500
6	350*12	100*17	100.000	74.500	97.000	71.500
<b>Double Hull</b>						
1	300*11	90*16	90.000	75.000	87.000	72.000
2	300*11	90*16	90.000	75.000	87.000	72.000
3	250*12	90*16	90.000	62.500	87.000	59.500
4	250*12	90*16	90.000	75.000	87.000	72.000
5	250*12	90*16	90.000	62.500	87.000	59.500
6	250*12	90*16	90.000	75.000	87.000	72.000

Πίνακας 31: Αποτελέσματα ελάχιστου μήκους φλάντζας (CSR-H)

#### 9.4.9 Ροπή αδράνειας ενισχυτικού (CSR-H).



Εικόνα 92: Χρωματική απεικόνιση αποτελεσμάτων ροπής αδράνειας ενισχυτικών (CSR-H)

Όπου:

Μπλε χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0 με 0.5.

Γαλάζιο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.5 με 0.8.

Πράσινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.8 με 0.85.

Ανοιχτό πράσινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.85 με 0.90.

Κίτρινο χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.90 με 0.95.

Λαδί χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.95 με 0.975.

Μπορντό χρώμα: Ο λόγος της πραγματικής τιμής προς της απαιτούμενης σε εύρος 0.975 με 1.

Κόκκινο χρώμα: Δεν ικανοποιείται ο κανονισμός.

Stiffeners	Dimensions (mm)		Inertia (cm <sup>4</sup> )	
			Actual	Rules
<b>Bottom</b>				
1	590*12	230*32	1.85E+05	3.84E+03
2	590*12	230*32	1.85E+05	1.54E+04
3	590*12	230*32	1.85E+05	1.54E+04
4	590*12	230*32	1.85E+05	1.54E+04
5	590*12	230*32	1.85E+05	1.54E+04
6	590*12	230*32	1.85E+05	1.54E+04
7	590*12	230*32	1.85E+05	1.54E+04
8	590*12	230*32	1.85E+05	1.54E+04
9	590*12	230*32	1.85E+05	1.54E+04
10	590*12	230*32	1.85E+05	1.54E+04
11	590*12	230*32	1.85E+05	1.54E+04
13	590*12	240*32	1.89E+05	1.56E+04
14	590*12	240*32	1.89E+05	1.56E+04
15	590*12	240*32	1.89E+05	1.56E+04
16	590*12	240*32	1.89E+05	1.56E+04
17	590*12	240*32	1.89E+05	1.56E+04
18	590*12	240*32	1.89E+05	1.56E+04
19	590*12	240*32	1.89E+05	1.56E+04
20	590*12	240*32	1.89E+05	1.56E+04
21	590*12	240*32	1.89E+05	1.56E+04
22	590*12	240*32	1.89E+05	1.56E+04
24	620*12.5	255*32	2.16E+05	1.61E+04
25	620*12.5	255*32	2.16E+05	1.61E+04
26	620*12.5	255*32	2.16E+05	1.61E+04
27	620*12.5	255*32	2.16E+05	1.61E+04
28	620*12.5	255*32	2.16E+05	1.61E+04
29	620*12.5	255*32	2.16E+05	1.61E+04
<b>Inner Bottom</b>				
1	550*12	185*32	1.44E+05	4.11E+03
2	550*12	185*32	1.44E+05	1.46E+04
3	550*12	185*32	1.44E+05	1.46E+04
4	550*12	185*32	1.44E+05	1.46E+04
5	550*12	185*32	1.44E+05	1.46E+04
6	550*12	185*32	1.44E+05	1.46E+04
7	550*12	185*32	1.44E+05	1.46E+04
8	550*12	185*32	1.44E+05	1.46E+04
9	550*12	185*32	1.44E+05	1.46E+04
10	550*12	185*32	1.44E+05	1.46E+04
11	550*12	185*32	1.44E+05	1.46E+04
13	550*12	185*32	1.44E+05	1.46E+04
14	550*12	185*32	1.44E+05	1.46E+04
15	550*12	185*32	1.44E+05	1.46E+04
16	550*12	185*32	1.43E+05	1.43E+04
17	550*12	185*32	1.43E+05	1.43E+04
18	550*12	185*32	1.43E+05	1.43E+04
19	550*12	185*32	1.43E+05	1.43E+04

20	550*12	185*32	1.43E+05	1.43E+04
21	550*12	185*32	1.43E+05	1.43E+04
22	550*12	185*32	1.56E+05	1.67E+04
<b>Inner Hull &amp; Hopper</b>				
29	500*11.5	210*30	1.31E+05	1.61E+04
30	500*11.5	185*30	1.21E+05	1.57E+04
31	500*11.5	185*30	1.06E+05	1.27E+04
32	500*11.5	185*30	1.06E+05	1.27E+04
33	500*11.5	155*30	9.64E+04	1.22E+04
34	500*11.5	155*30	9.64E+04	1.22E+04
35	500*11.5	155*30	9.64E+04	1.22E+04
36	500*11.5	155*30	9.43E+04	1.17E+04
38	475*11.5	130*30	7.55E+04	1.08E+04
39	450*11	125*28	5.97E+04	9.47E+03
40	450*11	125*28	5.97E+04	9.47E+03
41	450*11	125*28	5.97E+04	9.47E+03
42	450*11	125*28	5.97E+04	9.47E+03
43	450*11	125*28	5.88E+04	9.26E+03
44	450*11	125*28	5.88E+04	9.26E+03
46	450*11	125*24	5.88E+04	9.26E+03
47	450*11	125*24	5.71E+04	8.85E+03
48	450*11	125*24	5.71E+04	8.85E+03
49	400*11	130*24	4.14E+04	8.37E+03
50	400*11	130*24	4.30E+04	8.48E+03
51	400*11	130*24	4.30E+04	8.48E+03
52	400*11	130*24	4.30E+04	8.48E+03
54	400*11	130*24	4.39E+04	9.34E+03
55	400*11	130*24	4.45E+04	9.58E+03
56	400*11	130*24	4.45E+04	9.58E+03
57	400*11	130*24	4.45E+04	9.58E+03
58	650*14	180*14	1.19E+05	1.26E+04
59	650*14	180*14	1.19E+05	1.26E+04
60	475*12	125*24	6.50E+04	1.13E+04
<b>Side Shell</b>				
30	575*12	195*32	1.58E+05	1.42E+04
31	575*12	175*32	1.39E+05	1.26E+04
32	575*12	175*32	1.39E+05	1.26E+04
33	575*12	175*32	1.39E+05	1.26E+04
34	1100*18.5	370*18.5	6.51E+05	2.05E+04
35	450*12	175*32	8.37E+04	1.18E+04
36	450*12	175*32	8.43E+04	1.19E+04
38	475*11	130*32	7.72E+04	1.06E+04
39	530*12	140*29	1.03E+05	9.22E+03
40	530*12	140*29	1.03E+05	9.22E+03
41	530*12	140*29	1.03E+05	9.22E+03
42	530*12	140*29	1.03E+05	9.22E+03
43	530*12	140*29	1.04E+05	9.37E+03

44	530*12	140*29	1.04E+05	9.37E+03
46	530*12	150*29	9.56E+04	9.37E+03
47	530*12	150*29	9.56E+04	9.37E+03
48	530*12	150*29	9.56E+04	9.37E+03
49	530*12	150*29	9.56E+04	9.37E+03
50	530*12	150*29	9.56E+04	9.37E+03
51	530*12	150*29	9.47E+04	9.21E+03
52	530*12	150*29	9.47E+04	9.21E+03
54	475*11	125*24	6.99E+04	9.41E+03
55	475*11	125*24	6.63E+04	1.25E+04
56	450*11	125*24	5.91E+04	1.24E+04
57	450*11	125*24	5.91E+04	1.24E+04
58	400*12	125*24	3.64E+04	8.01E+03
59	400*12	125*24	4.52E+04	1.23E+04
60	400*12	125*24	4.45E+04	1.18E+04
<b>Longitudinal Bulkhead</b>				
32	550*11.5	180*32	1.43E+05	1.64E+04
33	550*11.5	180*32	1.43E+05	1.64E+04
34	550*11.5	180*32	1.43E+05	1.64E+04
35	550*11.5	165*32	1.10E+05	1.53E+04
36	550*11.5	165*32	1.10E+05	1.53E+04
37	1100*13.5	370*18	6.26E+05	2.05E+04
38	450*10.5	135*32	6.95E+04	1.02E+04
39	450*10.5	135*32	6.95E+04	1.02E+04
40	450*10.5	135*32	6.95E+04	1.02E+04
41	470*10.5	130*26	6.52E+04	9.73E+03
42	470*10.5	130*26	6.52E+04	9.73E+03
43	470*10.5	130*26	6.52E+04	9.73E+03
44	470*10.5	130*26	6.52E+04	9.73E+03
46	400*10.5	130*26	4.68E+04	9.39E+03
47	400*10.5	130*26	4.68E+04	9.39E+03
48	400*10.5	130*26	4.68E+04	9.39E+03
49	375*10.5	125*26	1.00E+00	9.19E+03
50	375*10.5	125*26	4.01E+04	9.19E+03
51	375*10.5	125*26	4.01E+04	9.19E+03
52	375*10.5	125*26	4.01E+04	9.19E+03
53	1025*16	370*18	5.23E+05	1.81E+04
54	375*10.5	125*26	4.18E+04	1.01E+04
55	375*10.5	125*26	4.18E+04	1.01E+04
56	375*10.5	125*26	4.18E+04	1.01E+04
57	375*10.5	125*26	4.23E+04	1.03E+04
58	375*10.5	125*26	4.23E+04	1.03E+04
59	650*14	180*14	1.20E+05	1.27E+04
60	650*14	180*14	1.20E+05	1.27E+04
61	425*12	150*28	6.43E+04	1.19E+04
<b>Upper Deck</b>				
CL	375*14	200*28	6.42E+04	1.40E+04



1	375*14	200*28	6.41E+04	1.40E+04
2	375*14	200*28	6.40E+04	1.40E+04
3	375*14	200*28	6.40E+04	1.40E+04
4	375*14	200*28	6.40E+04	1.40E+04
5	375*14	200*28	6.40E+04	1.40E+04
6	375*14	200*28	6.40E+04	1.40E+04
7	375*14	200*28	6.40E+04	1.40E+04
8	375*14	200*28	6.40E+04	1.40E+04
9	375*14	200*28	6.40E+04	1.40E+04
10	375*14	200*28	6.40E+04	1.40E+04
11	375*14	200*28	6.40E+04	1.40E+04
13	375*14	200*28	6.34E+04	1.37E+04
14	375*14	200*28	6.40E+04	1.40E+04
15	375*14	200*28	6.40E+04	1.40E+04
16	375*14	200*28	6.40E+04	1.40E+04
17	375*14	200*28	6.40E+04	1.40E+04
18	375*14	200*28	6.40E+04	1.40E+04
19	375*14	200*28	6.40E+04	1.40E+04
20	375*14	200*28	6.40E+04	1.40E+04
21	375*14	200*28	6.40E+04	1.40E+04
22	375*14	200*28	6.40E+04	1.40E+04
23	375*14	150*28	5.34E+04	1.30E+04
24	375*14	150*28	5.30E+04	1.27E+04
25	375*14	150*28	5.30E+04	1.27E+04
26	375*14	150*28	5.30E+04	1.27E+04
27	375*14	150*28	5.30E+04	1.27E+04
28	375*14	150*28	5.30E+04	1.27E+04
30	450*12	150*20	6.00E+04	1.29E+04
31	450*12	150*20	6.00E+04	1.29E+04
<b>Double Bottom</b>				
1	425*11	150*18	5.02E+04	3.00E+03
2	425*11	150*18	5.08E+04	3.11E+03
3	300*11	90*16	1.37E+04	8.73E+03
4	300*11	90*16	1.37E+04	8.73E+03
5	350*12	100*17	1.53E+04	8.81E+03
6	350*12	100*17	1.53E+04	8.81E+03
<b>Double Hull</b>				
1	300*11	90*16	1.34E+04	8.23E+03
2	300*11	90*16	1.32E+04	7.94E+03
3	250*12	90*16	8.77E+03	5.50E+03
4	250*12	90*16	1.28E+04	5.38E+03
5	250*12	90*16	8.77E+03	5.50E+03
6	250*12	90*16	1.28E+04	5.38E+03

Πίνακας 32: Αποτελέσματα ροπής αδράνειας ενισχυτικού (CSR-H)

## Αποτελέσματα

Όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο 8 το εξεταζόμενο πλοίο συμμορφώνεται πλήρως με τους Κοινούς Κατασκευαστικούς Κανόνες (CSR), εκτός από το ενισχυτικό 39 στο Side Shell το οποίο δεν ικανοποιεί τον κανονισμό της ελάχιστης ροπής αντίστασης σε φορτωμένη κατάσταση, το οποίο όμως δικαιολογείται βάσει της παραγράφου Part 1/ Chapter 6/ Section 5/ 1.1.3 που αναφέρεται σε μια ομάδα ενισχυτικών που είναι τοποθετημένα σε ένα έλασμα. Τα αποτελέσματα είναι ακριβώς τα ίδια για τους CSR και τους CSR-H.

Stiffener	W Load CSR (cm <sup>3</sup> )		W Load CSR-H (cm <sup>3</sup> )	
Side Shell	Actual	Rules	Actual	Rules
39	2594.220	2622.020	2594.220	2622.020

Πίνακας 33: Συγκριτικός πίνακας αποτελεσμάτων ελάχιστης ροπής αντίστασης σε φορτωμένη κατάσταση για το ενισχυτικό 39 του Side Shell

Το συγκεκριμένο όμως πλοίο είναι σχεδιασμένο να ικανοποιεί τους Common Structural Rules – Harmonized (CSR-H), με τους οποίους συμμορφώνεται πλήρως εκτός από κάποια ενισχυτικά που δεν ικανοποιούν τον κανονισμό της ελάχιστης ροπής αντίστασης σε φορτωμένη κατάσταση, το οποίο όμως δικαιολογείται βάσει της παραγράφου Part 1/ Chapter 6/ Section 5/ 1.1.3 που αναφέρεται σε μια ομάδα ενισχυτικών που είναι τοποθετημένα σε ένα έλασμα.

Stiffeners	W Load CSR-H (cm <sup>3</sup> )		W Load CSR (cm <sup>3</sup> )	
Inner Hull & Hopper	Actual	Rules	Actual	Rules
30	3099.570	3137.030	3099.570	2873.620
33	2631.410	2733.130	2631.410	2510.220
39	1808.160	1869.420	1808.160	1768.040
Side Shell				
39	2594.220	2622.020	2594.220	2622.020
59	1363.150	1391.600	1361.120	1328.560
Longitudinal Bulkhead				
32	3607.030	3798.660	3607.030	3457.820
46	1553.000	1600.130	1553.000	1505.920

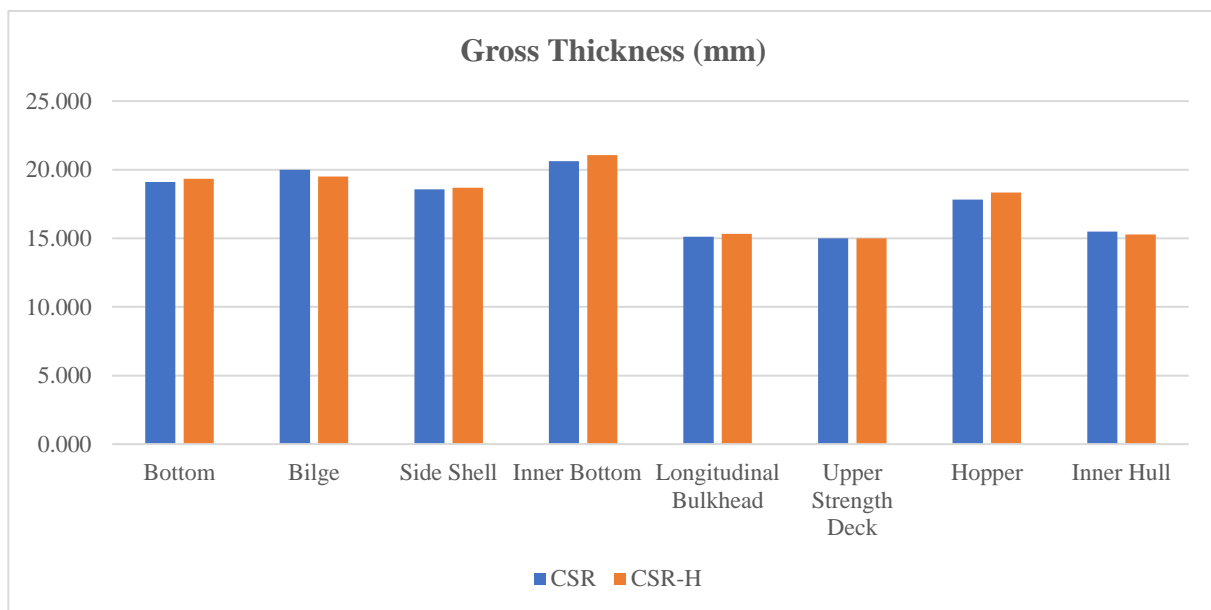
Πίνακας 34: Συγκριτικός πίνακας αποτελεσμάτων ροπής αντίστασης ενισχυτικών σε φορτωμένη κατάσταση

## Έλεγχος ελασμάτων

Στον παρακάτω πίνακα έχει υπολογιστεί ο μέσος όρος για το απαιτούμενο πάχος κάθε ελάσματος για κάθε τμήμα του πλοίου τόσο με τους Κοινούς Κατασκευαστικούς Κανόνες (CSR) όσο και με τους Εναρμονισμένους Κοινούς Κατασκευαστικούς Κανόνες (CSR-H), καθώς και η απόκλιση τους.

Strake	Gross Thickness CSR (mm)	Gross Thickness CSR-H (mm)	Deviation
Bottom	19.111	19.333	1.2%
Bilge	20.000	19.500	-2.5%
Side Shell	18.563	18.688	0.7%
Inner Bottom	20.625	21.063	2.1%
Longitudinal Bulkhead	15.111	15.333	1.5%
Upper Strength Deck	15.000	15.000	0.0%
Hopper	17.833	18.333	2.8%
Inner Hull	15.500	15.286	-1.4%

Πίνακας 35: Συγκριτικός πίνακας απαιτούμενου πάχους ελάσματος για κάθε τμήμα του πλοίου



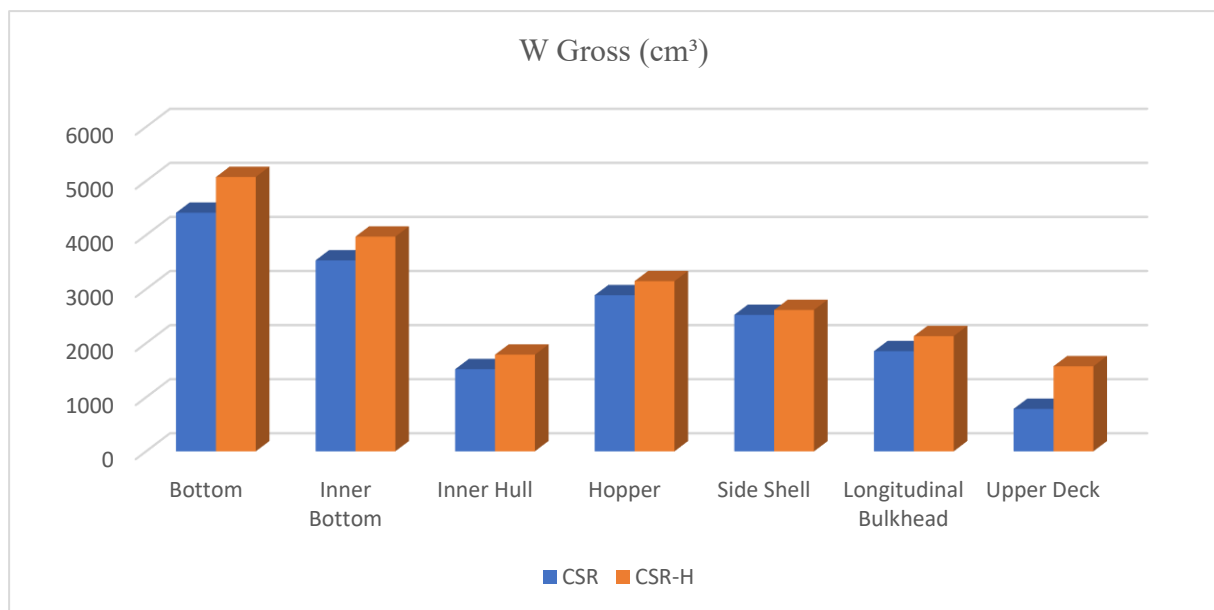
Διάγραμμα 1: Διάγραμμα απεικόνισης απαιτούμενου πάχους ελάσματος για κάθε τμήμα του πλοίου

## Έλεγχος ενισχυτικών

Για την σύγκριση των κανονισμών όσον αφορά τα ενισχυτικά έχει υπολογιστεί ο μέσος όρος της απαιτούμενης ροπής αντίστασης για κάθε τμήμα του πλοίου τόσο με τους Κοινούς Κατασκευαστικούς Κανόνες (CSR) όσο και με τους Εναρμονισμένους Κοινούς Κατασκευαστικούς Κανόνες (CSR-H), καθώς και η απόκλιση τους.

	W Gross CSR (cm <sup>3</sup> )	W Gross CSR-H (cm <sup>3</sup> )	Deviation
Bottom	4411.941	5072.386	15.0%
Inner Bottom	3531.470	3969.517	12.4%
Inner Hull	1518.658	1787.216	17.7%
Hopper	2886.414	3146.834	9.0%
Side Shell	2522.331	2613.095	3.6%
Longitudinal Bulkhead	1851.801	2130.357	15.0%
Upper Deck	783.856	1573.370	100.7%

Πίνακας 36: Συγκριτικός πίνακας απαιτούμενης ροπής αντίστασης ενισχυτικών για κάθε τμήμα του πλοίου



Διάγραμμα 2: Διάγραμμα απεικόνισης απαιτούμενης ροπής αντίστασης ενισχυτικών για κάθε τμήμα του πλοίου

## Συμπεράσματα

Μετά την ολοκλήρωση του ελέγχου της μέσης τομής ενός υπάρχοντος πλοίου τύπου Very Large Crude Carrier (VLCC) με την βοήθεια του προγράμματος Mars 2000 τόσο για τους Κοινούς Κατασκευαστικούς Κανόνες όσο και για τους Εναρμονισμένους Κοινούς Κατασκευαστικούς Κανόνες εξήχθησαν τα παρακάτω συμπεράσματα:

- Βάση των αποτελεσμάτων από το πρόγραμμα Mars 2000 είναι αντιληπτό πως οι CSR-H κάνουν έναν επιπρόσθετο έλεγχο από τους CSR που αφορά στο ελάχιστο μήκος της φλάντζας των ενισχυτικών, επιπλέον οι κανονισμοί CSR επικεντρώνονται στον έλεγχο στρεπτικού λυγισμού και λυγισμού κολώνας, ενώ στους κανονισμούς CSR-H γίνεται ολικός έλεγχος λυγισμού.
- Παρατηρήθηκαν διαφορές στην απαιτούμενη ροπή αντίστασης ενισχυτικών σε φορτωμένη κατάσταση στο Inner Hull, στο Hopper, στο Side Shell και στην Longitudinal Bulkhead.
- Με βάση την σύγκριση στο απαιτούμενο πάχος ελασμάτων ανάμεσα στις δύο εκδόσεις των κανονισμών παρατηρούνται πολύ μικρές διαφορές με την μεγαλύτερη απόκλιση να είναι 2.8 % στην περιοχή του Hopper.
- Έπειτα από την σύγκριση της απαιτούμενη ροπής αντίστασης ενισχυτικών για κάθε τμήμα του πλοίου προκύπτει μια αυστηρότητα των Εναρμονισμένων Κοινών Κατασκευαστικών Κανόνων όσον αφορά την απαιτούμενη ροπή αντίστασης των ενισχυτικών, καθώς η απόκλιση στα τμήματα Hopper και Side Shell κυμαίνεται από 3.6 % έως 9.0 %, στα τμήματα Bottom, Inner Bottom, Inner Hull και Longitudinal Bulkhead από 12.4 % έως 17.7 %, ενώ μεγάλη διαφορά παρουσιάζει η περιοχή του καταστρώματος καθώς στο συγκεκριμένο τμήμα η απαίτηση των Εναρμονισμένων Κοινών Κατασκευαστικών Κανόνων είναι στο 100.7 %, σχεδόν διπλάσια.

## Προτάσεις

- Για μελλοντικές εργασίες ιδιαίτερο ενδιαφέρον θα είχε να πραγματοποιηθεί η ίδια μελέτη σε ένα δεξαμενόπλοιο διαφορετικής χωρητικότητας.
- Επιπλέον, θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί έλεγχος μέσης τομής σε ένα πλοίο μεταφοράς χύδην φορτίων για τις δύο εκδόσεις των κανονισμών και να υπάρξει μια σύγκριση ανάμεσα στα αποτελέσματα που εξήχθησαν.
- Τέλος, θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί έλεγχος αντοχής με την μέθοδο των πεπερασμένων στοιχείων, και απεικόνιση των αποτελεσμάτων σε τρισδιάστατο πρόγραμμα.

## Βιβλιογραφία

### Ελληνική

- Αλέξανδρος Φωτόπουλος. (2019). Έλεγχος αντοχής μεταλλικής κατασκευής Bulk Carrier σύμφωνα με τους ισχύοντες Κοινούς Κατασκευαστικούς Κανόνες. ΑΘΗΝΑ. Ανάκτηση 07 20, 2022, από <https://dspace.lib.ntua.gr/xmlui/handle/123456789/50369>
- Βερτόπουλος Νικόλαος. (2014). Ανάκτηση 05 21, 2022, από <https://dione.lib.unipi.gr/xmlui/handle/unipi/6514>
- Γεωργιάδης Ευστάθιος. (2016). Ανάκτηση 05 15, 2022, από In 1860, when ships were advancing from the era of wood and sails into that of iron and steam. In 1860, when ships were advancing from the era of wood, there was little scientific knowledge available to assist the shipbuilder during this period of transition.
- Μαρούδης Ευστράτιος. (2015). Ανάκτηση 04 16, 2022, από <https://dspace.lib.ntua.gr/xmlui/handle/123456789/41940>
- Σκουφάς, Κ. (2015). Ανάκτηση 04 15, 2022, από <https://dspace.lib.ntua.gr/xmlui/handle/123456789/42027>

### Ξενόγλωσση

- Bureau Veritas. OUR HISTORY 190 YEAR AND STILL INNOVATING. Ανάκτηση 05 10, 2022, από <https://www.bureauveritas.gr/who-we-are/our-history>
- China Classification Society. About CCS. Ανάκτηση 05 12, 2022, από <https://www.ccs.org.cn/ccswzen/about?columnid=201912240228526379>
- ClassNK Charting the Future. History. Ανάκτηση 05 25, 2022, από <https://www.classnk.or.jp/hp/en/about/history/index.html>
- Croatian Register of Shipping. About CTS and history. Ανάκτηση 05 21, 2022, από <https://www.crs.hr/about-crs/about-us/about-crs-and-history>
- Der Norske Navale. Our History. Ανάκτηση 05 21, 2022, από <https://www.dnv.com/about/in-brief/our-history.html>
- Energy Insights By McKinsey. McKinsey & Company. Ανάκτηση 04 17, 2022, από <https://www.mckinseyenergyinsights.com>
- Everything About Boats. American Bureau of Shipping (ABS). Ανάκτηση 05 12, 2022, από <https://everythingaboutboats.org/abs/>
- Global Security. Ανάκτηση 04 20, 2022, από [Globalsecurity.org: https://www.globalsecurity.org/military/systems/ship/tanker-history.htm](https://www.globalsecurity.org/military/systems/ship/tanker-history.htm)

- Hamilton, M. (2014). Energy Information Administration (eia). Ανάκτηση 04 26, 2022, από <https://www.eia.gov>
- Indian Register of Shipping. History. Ανάκτηση 05 21, 2022, από <https://www.irclass.org/about-irclass/history/>
- International Association of Classification Societies- IACS. (2020). Classification Societis - What, Why and How? Ανάκτηση 05 10, 2022, από <https://iacs.org.uk/media/8871/classification-what-why-how.pdf>
- International Association of Classification Societies. IACS Council Withdraws Russian Register's Membership of IACS. Ανάκτηση 12 06, 2022, από <https://iacs.org.uk/news/iacs-council-withdraws-russian-register-s-membership-of-iacs/>
- International Association of Classification Societies-IACS. (2019). IACS Vision and Mission Statement. Ανάκτηση 05 10, 2022, από <https://iacs.org.uk/media/6292/iacs-vision-and-mission.pdf>
- International Association of Classification Societies-IACS. Common Structural Rules. Ανάκτηση 07 15, 2022, από <https://iacs.org.uk/publications/common-structural-rules/>
- International Association of Classification Societies-IACS. CSR for Bulk Carriers and Oil Tankers. Ανάκτηση 07 20, 2022, από <https://iacs.org.uk/publications/common-structural-rules/csr-for-bulk-carriers-and-oil-tankers/>
- International Chamber of Shipping. International Chamber of Shipping. Ανάκτηση 04 15, 2022, από <https://www.ics-shipping.org>
- Internatuional Maritime Organization (IMO). Brief History of IMO. Ανάκτηση 05 10, 2022, από <https://www.imo.org/en/About/HistoryOfIMO/Pages/Default.aspx>
- Korean Register. Ανάκτηση 05 21, 2022, από [https://www.krs.co.kr/eng/Content/CF\\_View.aspx?MRID=347&URID=85](https://www.krs.co.kr/eng/Content/CF_View.aspx?MRID=347&URID=85)
- Lloyd's Register. A Proud Tradition. Ανάκτηση 05 21, 2022, από <https://www.lrfoundation.org.uk/en/about-us/our-history/>
- Marine & Offshore Bureau Veritas. (2022). MARS 2000 2D Ship Structural Assessment Software. Ανάκτηση 08 20, 2022, από <https://marine-offshore.bureauveritas.com/mars-2000-2d-ship-structural-assessment-software>
- PRS EN - Polski Rejestr Statków. PRS History. Ανάκτηση 05 15, 2022, από <https://www.prs.pl/about-us/prs-history>
- Ship for Sale. Ανάκτηση 04 17, 2022, από <https://shipsforsale.su/en/catalog/tankers/panamax/>