



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
Τομέας Μελέτης Πλοίου & Θαλασσίων Μεταφορών

**Βελτιστοποίηση Μεταλλικής Κατασκευής
Δεξαμενοπλοίου Τύπου Aframax με τη Χρήση του
Ναυπηγικού Προγράμματος Poseidon10**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

του

ΝΙΚΟΛΑΟΥ ΚΟΚΚΑΛΑΚΗ

Επιβλέπων : Απόστολος Παπανικολάου
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Νοέμβριος 2011



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

**Βελτιστοποίηση Μεταλλικής Κατασκευής
Δεξαμενοπλοίου Τύπου Aframax με τη Χρήση του
Ναυπηγικού Προγράμματος Poseidon10**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

του

ΝΙΚΟΛΑΟΥ ΚΟΚΚΑΛΑΚΗ

Επιβλέπων : Απόστολος Παπανικολάου
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 9 Νοεμβρίου 2011.

(Υπογραφή)

.....
Α. Παπανικολάου
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

(Υπογραφή)

.....
Κ. Σπύρου
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

(Υπογραφή)

.....
Γ. Ζαραφωνήτης
Επικ. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Νοέμβριος 2011

(Υπογραφή)

.....

ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΚΟΚΚΑΛΑΚΗΣ

Διπλωματούχος Ναυπηγός Μηχανολόγος Μηχανικός Ε.Μ.Π.

© 2011 – All rights reserved

Περίληψη

Ο σκοπός της διπλωματικής εργασίας είναι η βελτιστοποίηση του βάρους της μεταλλικής κατασκευής δεξαμενοπλοίου τύπου AFRAMAX με τη χρήση του προγράμματος, του Γερμανικού νηογνώμονα, Poseidon10. Για το συγκεκριμένο δεξαμενόπλοιο χρησιμοποιήθηκαν κανονισμοί και υποδείξεις νηογνωμόνων, καθώς επίσης και η δημιουργία ενός πίνακα EXCEL και εγκεκριμένοι μέθοδοι όπως Schneekluth και η μέθοδος Watson για τον έλεγχο των αποτελεσμάτων του προγράμματος Poseidon10.

Ευχαριστίες

Ευχαριστώ θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Α. Παπανικολάου, καθώς και τον βοηθό καθηγητή κ. Ε. Μπουλουγούρη για την συνεργασία που είχα μαζί τους και για τις υποδείξεις τους για την εκπόνηση της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας.

...αφιερώνεται στο γιο μου!

Πίνακας Περιεχομένων

1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	9
1.1	ΔΙΑΤΥΠΩΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ.....	10
1.2	ΚΟΣΤΟΣ ΝΑΥΠΗΓΗΘΕΝΤΟΣ ΧΑΛΥΒΑ.....	11
1.3	ΠΛΟΙΑ ΤΥΠΟΥ AFRAMAX.....	12
1.3.1	ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΣΗΣ ΤΟΜΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΩΝ.....	134
1.3.2	ΤΑ ΚΥΡΙΩΤΕΡΑ ΔΥΚΤΙΑ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΩΝ.....	14
1.3.3	ΒΑΣΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΩΝ.....	17
1.3.4	ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΩΝ.....	138
1.3.5	ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ MARPOL 73/78.....	18
2	ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	19
2.1	ΣΥΝΟΨΗ	19
2.2	ΚΟΙΝΟΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΙ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΚΑΤΑ IACS.....	20
2.2.1	ΚΑΘΑΡΟ ΒΑΡΟΣ ΚΑΤΑ IACS.....	21
2.3	ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΔΙΑΦΟΡΕΣ	22
2.3.1	ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΜΕΣΗΣ ΤΟΜΗΣ	23
2.3.2	ΤΥΠΙΚΗ ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΦΡΑΚΤΗ.....	27
2.3.3	ΣΧΕΔΙΑ ΠΡΟΦΙΛ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ.....	28
2.3.4	ΑΝΑΠΤΥΓΜΑ ΠΕΡΙΒΛΗΜΑΤΟΣ.....	30
2.3.5	ΠΡΩΡΑΙΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ	31
2.4	ΠΕΡΙΘΩΡΙΑ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ.....	31
2.5	ΕΛΛΑΤΩΜΑΤΑ ΤΩΝ CSR	33
2.6	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	33
3	ΑΡΧΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗΣ ΠΛΟΙΟΥ ΤΥΠΟΥ AFRAMAX.....	35
3.A.1	ΚΥΡΙΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	35
3.A.2	ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ DWT	35
3.A.3	MAIN ENGINE.....	35
3.A.4	CLASSIFICATION.....	35
3.A.5	ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ.....	36
3.A.6	ΣΧΕΔΙΑ ΣΥΓΚΡΙΝΟΜΕΝΟΥ ΠΛΟΙΟΥ AFRAMAX.....	37

3.A.7	ΚΥΡΙΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	38
3.A.8	ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ DWT	38
3.A.9	MAIN ENGINE.....	38
3.A.10	CLASSIFICATION.....	38
3.A.11	ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ.....	38
3.B	ΤΟ ΝΑΥΠΗΓΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ POSEIDON10	41
3.B.1	GENERAL	42
3.B.2	WIZARDS.....	44
3.B.3	HULL STRUCTURE	44
3.B.4	ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΟΥ.....	46
3.B.5	ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΦΟΡΤΙΟΥ.....	47
3.B.6	ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΚΑΜΠΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΩΝ ΔΥΝΑΜΕΝΩΝ ΣΕ ΗΡΕΜΟ ΝΕΡΟ	48
3.B.7	ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΩΝ ΚΑΘΟΛΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΣΕΩΝ ΚΑΤΑ CSR.....	48
4	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ W_{LS} ΓΙΑ ΤΟ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΠΛΟΙΟ.....	52
4.A.1	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΡΟΥΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ WATSON.....	52
4.A.1.1	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΡΟΥΣ ΚΥΡΙΑΣ ΜΗΧΑΝΗΣ.....	53
4.A.1.2	ΒΑΡΟΣ ΕΝΔΙΑΙΤΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ	53
4.A.1.3	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ W_{LS}	53
4.A.2	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΡΟΥΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ SCHNEEKLUTH.....	54
4.A.2.1	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΡΟΥΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΠΡΟΣΤΕΓΟΥ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ MULLER-KOSTER.....	56
4.A.2.2	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ W_{LS}	56
4.B	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ W_{LS} ΓΙΑ ΤΟ ΥΠΟ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΛΟΙΟ.....	57
4.B.1	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΡΟΥΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ WATSON.....	58
4.B.1.1	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΡΟΥΣ ΚΥΡΙΑΣ ΜΗΧΑΝΗΣ.....	59
4.B.1.2	ΒΑΡΟΣ ΕΝΔΙΑΙΤΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ	59
4.B.1.3	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ W_{LS}	59
4.B.2	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΡΟΥΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ SCHNEEKLUTH.....	59
4.B.2.1	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΡΟΥΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΠΡΟΣΤΕΓΟΥ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ MULLER-KOSTER.....	61

4.B.2.2	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ W_{LS}	61
	ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΓΙΑ ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΑ ΤΥΠΟΥ AFRAMAX.....	63
5	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	64
6	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι	67
	Π.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ W_{LS} ΓΙΑ ΤΟ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΠΛΟΙΟ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ EXCEL	68
	Π.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ W_{LS} ΓΙΑ ΤΟ ΠΛΟΙΟ ΣΥΓΚΡΙΣΗΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ EXCEL	128
7	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ	176
8	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	

1

Εισαγωγή

1.ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Από την αρχαιότητα τα πάσης φύσεως υγρά φορτία (λάδι, κρασί κ.λπ.), αλλά και χύμα φορτία, όπως π.χ. τα δημητριακά, μεταφέρονταν συσκευασμένα σε μεγάλα δοχεία, τους λεγόμενους αμφορείς, οι οποίοι παρείχαν ιδιαίτερες ευκολίες τόσο στη μεταφορά όσο και στη στοιβασία τους. Ακόμα δε και ο ερματισμός των αρχαίων πλοίων γίνονταν με μόνιμους αμφορείς, (αντί δεξαμενών) που ανάλογα πληρούνταν με θαλασσινό νερό, και που στοιβάζονταν όρθιοι κυρίως στα πλευρά των κυτών, σε ειδικές υποδοχές. Επίσης και για τις ανάγκες των τότε πληρωμάτων σε πόσιμο νερό, χρησιμοποιούνταν ειδικά αγγεία τα λεγόμενα "τηγανόσχημα", που παρουσίαζαν ευκολία στην στοιβασία τους.

Αυτός ο τρόπος μεταφοράς υγρών φορτίων, όσο κι αν ακούγεται περίεργα έφθασε σχεδόν μέχρι την εποχή του Α' Παγκοσμίου Πολέμου, βέβαια με βαρέλια, στην αρχή ξύλινα και στη συνέχεια μεταλλικά. Με τη γενίκευση όμως της μηχανοκίνησης, πλέον των πλοίων, και της βιομηχανοποίησης οι ανάγκες μεταφορών πετρελαιοειδών αυξάνονταν με ταχύτατο ρυθμό σε βαθμό τέτοιο που άρχισε η αναζήτηση νέων τρόπων μεταφοράς τους ώστε να μπορεί να εκμεταλλευτεί και ο τελευταίος χώρος των

κυτών των πλοίων. Έτσι στην αναζήτηση τέτοιας λύσης ήλθε η ιδέα κάποιων πλοιοκτητών μεταξύ των οποίων και Ελλήνων: "γιατί να μεταφέρουμε καύσιμα σε βαρέλια, στ' αμπάρια (κύτη) των πλοίων μας, και δεν φτιάχνουμε "αμπάρια βαρέλια"; Η ιδέα αυτή γενικεύθηκε και οι ναυπηγοί δεν άργησαν να σχεδιάσουν και να ναυπηγήσουν τα πρωτοποριακά στην εποχή τους πλοία βαρέλια αυτά που σήμερα θαυμάζονται για το μέγεθός τους και ονομάζονται δεξαμενόπλοια.

Σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη των δεξαμενοπλοίων αλλά και γενικότερα της ναυπηγικής επιστήμης, έπαιξαν οι ραγδαίες εξελίξεις στον τομέα των μαθηματικών, της μηχανικής αλλά και της επιστήμης των υλικών από τις αρχές του 19^{ου} αιώνα μέχρι σήμερα.

1.1 ΔΙΑΤΥΠΩΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ

Η διαδικασία της προμελέτης ενός πλοίου με στόχο το βέλτιστο συνδυασμό κύριων διαστάσεων και λοιπών μεγεθών, που εξυπηρετούν τις απαιτήσεις ενός πλοιοκτήτη, προδιαγράφουν ένα συγκεκριμένο τύπο, μέγεθος, μεταφορική ικανότητα και ταχύτητα για το υπό μελέτη πλοίο και μπορούν να θεωρηθούν δεδομένες οριακές συνθήκες. Οι απαιτήσεις του πλοιοκτήτη πρέπει να αποτελούν αποτέλεσμα ενός γενικότερου προβλήματος βελτιστοποίησης που θα λαμβάνει υπόψη τις συνθήκες της αγοράς. Η βελτιστοποίηση των κύριων διαστάσεων και των λοιπών μεγεθών για δεδομένη μεταφορική ικανότητα και ταχύτητα αντιστοιχεί στο πρόβλημα διατύπωσης μιας προσφοράς από ένα ενδιαφερόμενο Ναυπηγείο προς τον πλοιοκτήτη και έχει ως στόχο την ελαχιστοποίηση του κόστους κατασκευής ή το ελάχιστο κόστος κτήσης για τον πλοιοκτήτη.

Το πρόβλημα απο πλευράς πλοιοκτήτη είναι σύνθετο. Το ερώτημα για τις κατάλληλες διαστάσεις και τα λοιπά μεγέθη για δεδομένη μεταφορική ικανότητα, είναι συνυφασμένο με το λειτουργικό κόστος του πλοίου. Έτσι το πλοίο θα πρέπει να σχεδιαστεί για τη βέλτιστη οικονομική απόδοση συνυπολογίζοντας τη διάρκεια της οικονομικής ζωής του πλοίου.

Από συστηματικές μελέτες έχει αποδειχθεί, ότι βελτιστοποιήσεις κύριων διαστάσεων ως προς i) το ελάχιστο κόστος Ναυπήγησης, ii) το ελάχιστο ετήσιο λειτουργικό κόστος και iii) τη μέγιστη απόδοση κεφαλαίου ή την Καθαρά Παρούσα Αξία, καταλήγουν σε παρόμοια μεγέθη για τις κύριες διαστάσεις ως προς τα παραπάνω κριτήρια, δηλαδή οι κύριες διαστάσεις που είναι βέλτιστες για το Ναυπηγείο εξυπηρετούν τελικά ικανοποιητικά και τις ανάγκες του πλοιοκτήτη.

1.2 ΚΟΣΤΟΣ ΝΑΥΠΗΓΗΘΕΝΤΟΣ ΧΑΛΥΒΑ

Το κόστος του ναυπηγηθέντος χάλυβα ενός πλοίου μπορεί να ενταχθεί σε δύο βασικές κατηγορίες:

- a) Κόστος μη επεξεργασμένου χάλυβα (ελάσματα και μορφοδοκοί – ενισχύσεις): το κόστος αυτό εύκολα μπορεί να υπολογισθεί με βάση το κόστος ανά τόννο βάρους ελάσματος ή μορφοδοκού. Είναι δυνατός ο συνυπολογισμός της προσαύξησης του βάρους της μεταλλικής κατασκευής κατά ένα ποσοστό φύρας συναρτήσει του τύπου και του μεγέθους του πλοίου έτσι ώστε να προσεγγισθεί καλύτερα το βάρος του πραγματικά απαιτούμενου χάλυβα, όπως τον χρεώνεται το Ναυπηγείο. Προσεγγιστικά η φύρα που προκύπτει με την κατασκευή ενός δεξαμενοπλοίου είναι της τάξης 11 – 14% και είναι συνάρτηση των παρακάτω παραγόντων:
 - Του τρόπου παραγγελίας των ελασμάτων
 - Της αποδοτικότητας κοπής των ελασμάτων από τα μηχανήματα οξυγονοκοπής
 - Τον συντελεστή γάστρας C_B (χαμηλός συντελεστής C_B : μεγάλη φύρα)
- b) Λοιπά κόστη: εδώ ανήκουν κυρίως οι δαπάνες του προσωπικού και τα λοιπά έξοδα του Ναυπηγείου. Τα κόστη αυτά υπολογίζονται με βάση τις απαιτούμενες εργατοώρες για τη ναυπήγηση του σκάφους. Η προσπάθεια σε εργατοώρες για την κατασκευή ενός τόννου υπερκατασκευής είναι κατά 30 – 40% υψηλότερη από την αντίστοιχη για ένα τόννο στο κύριο σκάφος. Το ίδιο ισχύει για κατασκευαστικούς τομείς στα άκρα του πλοίου σε σύγκριση με το μέσο.

Το κόστος της μεταλλικής κατασκευής του κυρίου σκάφους C_{ST} μπορεί να υπολογιστεί ως εξής:

$$C_{ST} = K_{ST1} [C/t] * W_{ST}[t] + K_{ST2} [C/h] * MHS[h]$$

Όπου $C_{ST}[C]$: κόστος μεταλλικής κατασκευής με νομισματικές μονάδες [C]

$W_{ST}[t]$: βάρος μεταλλικής κατασκευής [t]

$MHS[t]$: απαιτούμενες εργατοώρες μεταλλικής κατασκευής [h]

$K_{ST1}[C/t]$: κόστος μη επεξεργασμένου χάλυβα ανά τόνο

$K_{ST2}[C/h]$: κόστος εργατοώρας

1.3 Πλοία τύπου Aframax

Το **Δεξαμενόπλοιο** (Tanker) είναι ένα πλοίο σχεδιασμένο να μεταφέρει υγρά φορτία χύδην (χύμα).



Δεξαμενόπλοιο *Aframax*.

Ποικίλλουν σε μέγεθος αφού ξεκινούν από μερικές εκατοντάδες τόνους, τα οποία εξυπηρετούν μικρά λιμάνια, ως βοηθητικά λιμένας ή ναυστάθμου και φτάνουν μέχρι μερικές εκατοντάδες χιλιάδες τόνους, τα οποία χρησιμοποιούνται για μεταφορές μεγάλων ποσοτήτων σε μεγάλες αποστάσεις.

Με δεξαμενόπλοια μεταφέρεται μεγάλη ποικιλία υγρών φορτίων, όπως:

- προϊόντα υδρογονανθράκων, π.χ. ακατέργαστο πετρέλαιο, βενζίνες, πετρέλαια καύσης, λιπαντικά έλαια, κριεζώτον, φυτικά έλαια, ψαρέλαια και μελάσες, όπου στη προκειμένη περίπτωση τα δεξαμενόπλοια χαρακτηρίζονται γενικά πετρελαιοφόρα, ή υγροποιημένο φυσικό αέριο όπου τότε χαρακτηρίζονται υγραεριοφόρα.
- χημικά, όπως αμμωνία, χλώριο και
- νερό, όπου στη περίπτωση αυτή τα δεξαμενόπλοια ονομάζονται υδροφόρα.

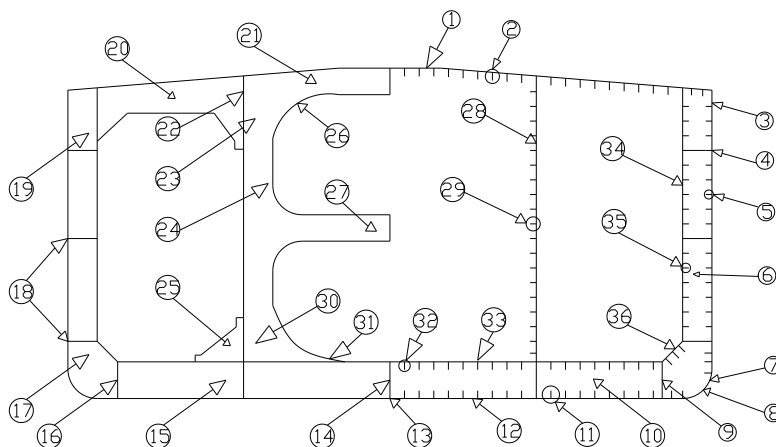
Κατά MARPOL Annex I, ως δεξαμενόπλοιο διπλής γάστρας νοείται το πλοίο μεταφοράς χύδην υγρού φορτίου, σύμφωνα με το οποίο προστατεύεται το περιβάλλον από διπλή κατασκευή της γάστρας. Αποτελείται από διπλά

τοιχώματα καθ' όλο το μήκος του φορτίου και διπύθμενο που προορίζεται για τη μεταφορά έρματος και καυσίμου, για πλοία άνω των 5000 τόνων. Για τα πλοία αυτά, τα διπλά τοιχώματα είναι υποχρεωτικά, ενώ το ελάχιστο απαιτούμενο πλάτος των πλευρικών δεξαμενών έρματος έχει αυξηθεί κατά ένα μέτρο (από 1m σε 2m). Το διπύθμενο πρέπει να έχει ελάχιστο ύψος $B/15$ ή 2 μέτρα.

Ως **Aframax** πλοίο ορίζεται το πετρελαιοφόρο με χωρητικότητα μεταξύ 80.000 dwt και 120.000 dwt.

Το δεξαμενόπλοιο κατηγορία Aframax χρησιμοποιείται ευρέως στις λεκάνες της Μαύρης Θάλασσας, της Βόρειας Θάλασσας, της Καραϊβικής Θάλασσας, της Θάλασσας της Κίνας και της Μεσογείου. Μη ΟΠΕΚ χώρες εξαγωγής μπορούν να απαιτούν τη χρήση των Aframax δεξαμενόπλοια, επειδή τα λιμάνια και τα κανάλια μέσω των οποίων οι χώρες αυτές κατά την εξαγωγή τους από το πετρέλαιο είναι πολύ μικρό για να φιλοξενήσει VLCC και ULCC του.

1.3.1 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΣΗΣ ΤΟΜΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΩΝ



Η μέση τομή ενός δεξαμενοπλοίου αποτελείται από τα εξής κατασκευαστικά στοιχεία: (1) έλασμα καταστρώματος, (2) διάμηκες ενισχυτικό καταστρώματος, (3) ζωστήρας, (4) πλευρικό έλασμα, (5) διάμηκες πλευρικό ενισχυτικό, (6) πλευρική δεξαμενή έρματος, (7) έλασμα υδροσυλλέκτη, (8) παρατροπήδιο, (9) εξωτερική σταθμίδα, (10) δεξαμενή έρματα διπτυγμένου, (11) διάμηκες ενισχυτικό πυθμένα, (12) έλασμα πυθμένα, (13) έλασμα τρόπιδας, (14) κεντρική σταθμίδα, (15) έλασμα έδρας, (16) εξωτερική σταθμίδα, (17) έλασμα νομέα κάτω δεξαμενής, (18) οριζόντια σταθμίδα πλευρικής δεξαμενής έρματος, (19) νομέας πλευρικής δεξαμενής έρματος, (20) ζυγό καταστρώματος πλευρικής δεξαμενής φορτίου, (21) ζυγό ενίσχυσης καταστρώματος κεντρικής δεξαμενής φορτίου, (22) άκρα ζυγών, (23) άκρο μπρακέτου, (24) νομέας κεντρικής δεξαμενής φορτίου, (25) ακραίο μπρακέτο, (26) καμπύλο πέλμα, (27) σταυρωτός σύνδεσμος, (28) διαμήκης φρικτή, (29) διάμηκες ενισχυτικό διαμήκους φρακτής, (30) μπρακέτο, (31) άκρο μπρακέτου, (32) διάμηκες ενισχυτικό εσωτερικού πυθμένα, (33) εσωτερικός πυθμένας, (34) έλασμα εσωτερικής γάστρας, (35) διάμηκες ενισχυτικό εσωτερικής γάστρας, (36) κεκλιμένο έλασμα.

1.3.2.ΤΑ ΚΥΡΙΩΤΕΡΑ ΔΥΚΤΙΑ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΩΝ

Τα δίκτυα σωληνώσεων ενός δεξαμενοπλοίου εξυπηρετούν κυρίως τέσσερεις γενικούς σκοπούς. Αναφορικά αυτοί είναι: α) λειτουργίες του πλοίου που είναι άμεσα συνδεδεμένες με τον προορισμό του, όπως δίκτυα φορτίου δεξαμενοπλοίων, β) την πρόωση του πλοίου, γ) το πλήρωμα και τους επιβάτες του πλοίου και δ) την ασφάλεια του πλοίου.

Κατηγοριοποιούνται σε τρεις βασικές κατηγορίες όπως α) τα δίκτυα του σκάφους, β) δίκτυα μηχανοστασίου ατμοστροβιλοκίνητου σκάφους και γ) δίκτυα μηχανοστασίου νηζελοκίνητου σκάφους.

Συγκεκριμένα τα δίκτυα σκάφους που μας ενδιαφέρουν στην συγκεκριμένη διπλωματική εργασία αποτελούνται από τα δίκτυα:

- Του κύτους
- Του έρματος
- Του φορτίου
- Του καθαρισμού των δεξαμενών αργού πετρελαίου
- Αδρανών αερίων
- Του υδραυλικού συστήματος του πηδαλίου
- Πυρκαγιάς
- Του ποσίμου νερού
- Της αποχέτευσης
- Υγιεινής
- Μεταγγίσεως καυσίμου
- Θερμάνσεως δεξαμενών φορτίου ή καυσίμου
- Εξαεριστικά, υπερχείλισης και μετρητικά
- Κλιματισμού χώρων πληρώματος και επιβατών
- Κλιματισμού χώρων φορτίου

Τα δίκτυα σωληνώσεων θα πρέπει να παρουσιάζουν απλότητα και τάξη στη διάταξή τους. Πρέπει να είναι κατά το δυνατόν προσιτά χωρίς βέβαια η παρουσία τους να εμποδίζει τη συντήρηση άλλων μηχανημάτων ή και ανοιγμάτων θυρών. Σε περίπτωση που χρειάζεται ν' απομακρυνθούν για να γίνει κάποια συντήρηση θα πρέπει να είναι φορητά και να έχουν προβλεφτεί απομονωτικά επιστόμια ώστε η λειτουργία του υπόλοιπου δικτύου να συνεχίζεται. Δεν θα πρέπει να περνάνε από χώρους ενδιαίτησης ενώ οι σωληνώσεις του καταστρώματος μπορεί να χτυπηθούν κατά τη φόρτωση

βαρέων αντικειμένων, οπότε θα πρέπει να προφυλάσσονται επαρκώς. Τέλος για λογούς πιθανής διαρροής δεν θα πρέπει να περνάνε από δεξαμενές νερού και καυσίμου εκτός αν είναι τοποθετημένες μέσα σε σήραγγες.

Στα δεξαμενόπλοια υπάρχει και δίκτυο φορτίου που αποτελείται από ένα ξεχωριστό είδος σωληνώσεων και αντλιών, ειδικά κατασκευασμένα για τη μεταφορά υγρών φορτίων. Υπάρχουν δυο είδη δικτύων: στο πρώτο όλες οι αντλίες είναι εγκατεστημένες σε κεντρικό αντλιοστάσιο και αντλούν από χωριστές ή συνδεδεμένες μεταξύ τους δεξαμενές (κυρίως για φορτία αργού πετρελαίου ή παραγώγων πετρελαίου), στο δεύτερο είδος κάθε δεξαμενή έχει τη δική της υποβρύχια αντλία εκφορτώσεως και είναι ανεξάρτητη από τις άλλες δεξαμενές (κυρίως για φορτία χημικών και υγροποιημένων αερίων).

Το δίκτυο φορτίου των δεξαμενοπλοίων αργού πετρελαίου που είναι επικρατέστερο σήμερα μεταξύ των δεξαμενοπλοίων κάθε κατηγορίας, από άποψη μεγέθους αλλά και αριθμών ποσότητας είναι το εξής: αποτελείται σχεδόν πάντα από τέσσερεις φυγοκεντρικές αντλίες της ίδιας παροχής (μέχρι $9000 \text{ m}^3/\text{h}$) και του ίδιου φωνομετρικού ύψους (συνήθως 15 bar). Η παροχή είναι τέτοια ώστε θεωρητικά να μπορούν να ξεφορτώσουν το δεξαμενόπλοιο σε 10 με 12 ώρες αν και στην πραγματικότητα απαιτούνται 15 έως 18 ώρες, διότι όταν η στάθμη του πετρελαίου κατέβει μέσα στις δεξαμενές, πρέπει να ελαττωθεί η παροχή των αντλιών για να μην αναρροφούν αέρα. Οι σωληνώσεις αναρροφήσεως του δικτύου είναι τοποθετημένες στον πυθμένα των δεξαμενών. Οι κώνοι αναρροφήσεως πρέπει να έχουν διατομή 1,5 φορά από εκείνη των σωληνώσεων και να μην απέχουν περισσότερο από 3 cm από τον πυθμένα της δεξαμενής. Η διάμετρος των σωληνώσεων υπολογίζεται για ταχύτητα ρευστού 2,5 έως 2,8 m/s.

1.3.3.ΒΑΣΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΩΝ

Για την κατηγοριοποίηση των δεξαμενόπλοιων κατά μέγεθος η εταιρεία πετρελαιοειδών Shell ανέπτυξε το 1954 το σύστημα afra (average freight rate assessment):

Κατηγορία	Τόνοι ξηρού φορτίου
General Purpose (GP)	10.000-24.999 dwt
Medium Range (MR)	25.000-44.999 dwt
Large Range 1 (LR-1)	45.000-79.999 dwt
Large Range 2 (LR-2)	80.000-159.999 dwt
Very Large Crude Carrier* (VLCC)	160.000-319.999 dwt
Ultra Large Crude Carrier** (ULCC)	320.000-549.999 dwt

* "Πολύ Μεγάλο Δεξαμενόπλοιο Αργού", γνωστά και ως "Βέλι Τάνκερς" εκ των αρχικών του τύπου.

** "Ιδιαίτερα Μεγάλο Δεξαμενόπλοιο Αργού", γνωστά και ως "Ούλι Τάνκερς" εκ των αρχικών του τύπου.

Η παραπάνω κλίμακα, παρότι η μοναδική που καθορίζει αυστηρά τα όρια των κατηγοριών, δεν χρησιμοποιείται πάντα, καθώς οι αλλαγές στις συνθήκες του χώρου την καθιστούν ξεπερασμένη. Μια άτυπη κατάταξη που χρησιμοποιείται, χωρίς τα όρια της κάθε κατηγορίας να είναι αυστηρά καθορισμένα, είναι η ακόλουθη:

Κατηγορία	Τόνοι ξηρού φορτίου
Product Tanker	10.000-60.000 dwt
Panamax	60.000-80.000 dwt
Aframax	80.000-120.000 dwt
Suezmax	120.000-200.000 dwt
VLCC	200.000-315.000 dwt
ULCC	315.000-550.000 dwt

1.3.4.ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΩΝ

Οι μέθοδοι βασικής σχεδίασης ρίσκου αποδέχονται τη βελτιστοποίηση των σχεδίων των δεξαμενοπλοίων με στόχο τη μείωση του ρίσκου για περιβαλλοντολογική ρύπανσης. Εναλλακτικές σχεδιάσεις, αναλύουν ατυχήματα που περιλαμβάνουν σενάρια απώλειας φορτίου, ώστε να φτιαχτεί ένα καταλληλότερο σχέδιο ρίσκου. Για το λόγο αυτό έχουν αναπτυχτεί μοντέλα ρίσκου που προλαμβάνουν τα ατυχήματα και τα αποτελέσματά τους από την απώλεια του φορτίου. Το αναμενόμενο μέγεθος της διαρροής υπολογίζεται με τη χρήση πιθανοτήτων με βάση τον κανονισμό της MARPOL Annex I. Ο έλεγχος εστιάζεται στην αύξηση του χώρου των διπλών τοιχωμάτων και τη διαφορετική διαμεριματοποίηση των δεξαμενών, με σκοπό τη μείωση του ρίσκου της περιβαλλοντικής ρύπανσης.

1.3.5.ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ MARPOL 73/78

- Απαιτήσεις διαστάσεων για water ballast tanks
 - I. Πλευρικό ύψος εξάλων στη μέση τομή $d_m=2.0+0.02L$
 - II. Πρυμναία διαγωγή $T_{aft}\leq 0.015L$
 - III. Σε κάθε περίπτωση η T_{aft} θα πρέπει να στηρίζεται στο μέγιστο βύθισμα της προπέλας

- Απαιτήσεις διαμερισμάτων διπλών τοιχωμάτων
 - I. Διαστάσεις πλάτους πλευρικών δεξαμενών
 $w=\text{MIN}\{0.5+DWT/20000;2.0\}>1.0$
 - II. Διαστάσεις ύψους δεξαμενών πυθμένα
 $h=\text{MIN}\{B/15;2.0\}>1.0$

2.ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι κοινοί κατασκευαστικοί κανόνες (CRS) αναπτύχθηκαν για το συμφέρον της ναυπηγικής βιομηχανίας, είχαν σκοπό να σταματήσουν τον ανταγωνισμό ανάμεσα στις κοινωνικές τάξεις σε βάρος των κατασκευαστών.

Ένα από τα βασικά αντικείμενα ήταν επίσης η μείωση της πιθανότητας οι κατασκευαστές να διαπραγματεύονται με μη διαφανείς τρόπους με συγκεκριμένες κοινωνίες χρησιμοποιώντας επιχειρήματα όπως ' πρέπει να δεχτής αυτό που ο ανταγωνιστής σου δέχεται' με αποτέλεσμα οι σχεδιάσεις που ακλούθησαν να έχουν τους ελάχιστους κανονισμούς ασφαλείας.

Οι κοινοί κατασκευαστικοί κανονισμοί προτάθηκαν το 2004 και άρχισαν να χρησιμοποιούνται από την πρώτη Απριλίου του 2006.

Τα ναυπηγεία μπορούσαν να επιλέξουν ανάμεσα σε δυο προσεγγίσεις, η πρώτη ήταν να δεχτούν τους νέους κανονισμούς εφαρμόζοντας τους στα υπάρχοντα σχέδια και η δεύτερη να ξεκινήσουν νέες σχεδιάσεις απ την αρχή. Η πρώτη προσέγγιση έδωσε ικανοποιητικά αποτελέσματα σε αντίθεση με τη δεύτερη που παρήγαγε αμφισβητούμενες κατασκευές.

2.1.ΣΥΝΟΨΗ

Η προετοιμασία για τους κοινούς κατασκευαστικούς κανονισμούς ξεκίνησε κάπου στο έτος 2002 από τον ABS, τον DNV και τον LRS.

Οι κανονισμοί για τα δεξαμενόπλοια ήταν έτοιμοι το 2005 και έγιναν υποχρεωτικοί για όλες τις νέες κατασκευές που θα λάμβαναν χώρα μετά την 1^η Απριλίου του 2006. Συνυπολογίζουν την απαιτούμενη αντοχή των διαφόρων στοιχείων ανάλογα με τη θέση τους και τη λειτουργία τους σε κάθε είδους δυναμική και στατική καταπόνηση αλλά και την αντοχή τους σε διάβρωση και διάβρωση από μηχανική καταπόνηση που οδηγεί σε πραγμάτωση. Παρέχουν τύπους υπολογισμού ελάχιστου πάχους ελασμάτων και υπολογισμού της ελάχιστης ροπής κάθε ενισχυτικού, ώστε να πληρούνται όλα τα κριτήρια αντοχής και λειτουργίας της μεταλλικής κατασκευής.

Κατά τη διάρκεια της προετοιμασίας και για πρώτη φορά στη ιστορία της ταξινομημένης κοινωνίας οι νέοι κανονισμοί παρουσιάστηκαν στην βιομηχανία σε επιβλητικό βαθμό και έγιναν αντικείμενο συζητήσεων για περισσότερο από ένα χρόνο.

Τα κύρια στοιχεία που θα βελτιώνονταν από τους κοινούς κατασκευαστικούς κανόνες, συνοψίζονται παρακάτω:

1. Καλύτερη χρήση των εμπειριών που αποκοιμήθηκαν μετά τα μέσα της δεκαετίας του 1990 από τις προ-CRS κατασκευές.

2. Εισηγάγαν κωνικές φόρμουλες που θα παρήγαγαν κατασκευές ίδιες και καλύτερες από τις προηγούμενες, εκτός της 0.4 L περιοχής. Αυτό είναι ιδιαίτερα κρίσιμο γιατί δεν υπάρχουν αναλυτικά εργαλεία που να υπολογίζουν τις κατασκευές σε αυτή την περιοχή, εκτός φυσικά από τα μοντέλα των έτοιμων πλοίων που χρησιμοποιούνται.

3. Βελτίωσαν την μεγαλύτερη επιτρεπτή κάμψη και την περιβάλλουσα διατηρητική δύναμη.

4. Περίορισαν τις ελευθερίες δίνοντας στους σχεδιαστές τη δυνατότητα να υπερπηδήσουν στοιχεία αναλυτικών δυνάμεων σε περιπτώσεις υπολογισμών που δεν υπερβαίνουν το 95% της απόδοσης. Οι αναλύσεις στρέβλωσης βασίζονταν σε καλά πλέγματα αντοχών και όχι σε ακατέργαστους FEM υπολογισμούς.

5. Τα αποτελέσματα των χτυπημάτων έπρεπε να απευθύνονται στην επιφάνεια της σταθμίδας και όχι μόνο στην επίπεδη περιοχή της καρίνας.

2.2. ΚΟΙΝΟΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΙ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΚΑΤΑ IACS

Στόχος του 'International Association of Classification Societies' ήταν να αναπτύξει μια ομάδα από ομαδοποιημένους κανονισμούς και διαδικασίες για τον καθορισμό των κατασκευαστικών απαιτήσεων των δεξαμενοπλοίων και των πλοίων μεταφοράς χύδιν.

Οι βασικοί λόγοι ήταν η εξουδετέρωση του ανταγωνισμού ανάμεσα στις διαφορές κλάσεις πλοίων με στόχο τις κατασκευαστικές απαιτήσεις και τα

τάνταρ, ώστε να ανατηχθούν συνδυασμένες εμπειρίες και πρώτες ύλες (για τους κανονισμούς των δεξαμενοπλοίων) με σκοπό την απλή ανάπτυξη κοινών στάνταρ ή ομάδων κανονισμών. Επίσης ήθελε να σιγουρευτεί ότι οι νέοι κανονισμοί θα αναγνωριστούν από τη ναυπηγική βιομηχανία και θα γίνουν το λιγότερο, ασφαλείς και δυνατοί και υποχρεωτικά αποδεκτοί από τους υπάρχοντες κανονισμούς. Άλλος ένας στόχος ήταν η μείωση του κόστους συμφωνίας με άλλα ομοειδή μέλη αλλά διαφορετικών κανονισμών και η επιβεβαίωση ότι τα αποτελέσματα των κανονισμών αυτών και οι διενέργειες τους να είναι έχουν το ίδιο πλαίσιο και κοινές αξιώσεις.

2.2.1 ΚΑΘΑΡΟ ΒΑΡΟΣ ΚΑΤΑ ΙΑCS

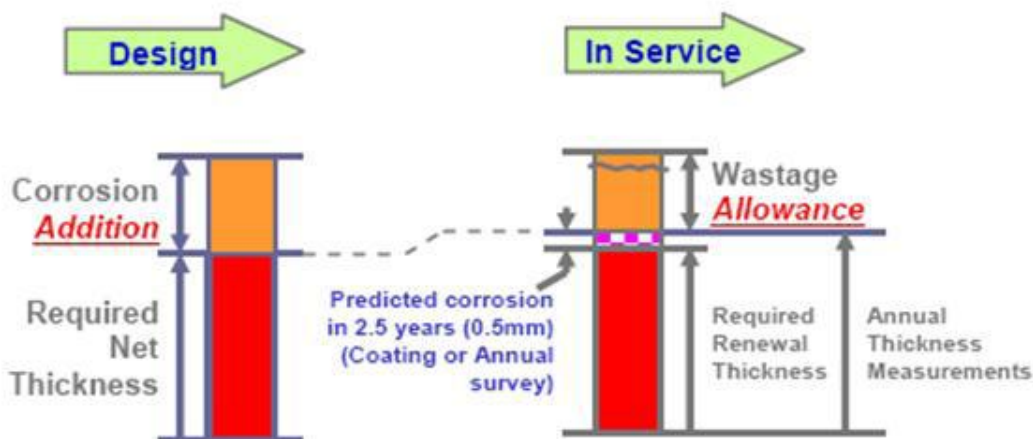
Οι κοινοί κατασκευαστικοί κανονισμοί (CSR) χρησιμοποιούν τυποποιημένη προσέγγιση για το καθαρό βάρος. Η προσέγγιση αυτή υποθέτει ότι οι διαφορετικοί βαθμοί διάβρωσης θα βρίσκονται στα κατασκευαστικά μέρη του σκάφους, κατά τη διάρκεια ζωής του. Η καθαρή προσέγγιση καθορίζει και επαληθεύει το ελάχιστο πάχος του περιβλήματος όπως αυτό υπολογίστηκε κατά τη ναυπήγηση του σκάφους καθώς και κατά τη διάρκεια της ζωής του, ώστε να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις της κατασκευής. Η φιλοσοφία του καθαρού βάρους στοχεύει στο να προβάλει τη ζεύξη ανάμεσα στην υποθετική μείωση της εκτιμώμενης αντοχής από τη νέα κατασκευή και τα μετρούμενα κατά εκτίμηση κριτήρια της επιθεώρησης του σκάφους. Οι ανανεωμένες τιμές βάρους και οι τιμές της διάβρωσης δίνονται σε χιλιοστά και προϋπολογίζονται κατά τη σχεδίαση του σκάφους. Οι μεγάλες επιφάνειες όπως οι σταθμήδες κατά το διάμηκες επίπεδο δεν διαβρώνονται ομοιόμορφα, για το λόγο αυτό θα πρέπει να μετράται η διάβρωση τους κατά τη διάρκεια λειτουργίας του πλοίου.

Ο ΙΑCS απαιτεί οι πραγματικές τιμές της διάβρωσης να συμπεριλαμβάνονται στους κανονισμούς ώστε να δημιουργηθεί μια εκτεταμένη βάση δεδομένων αντοχής με πάνω από 600.000 μετρήσεις πάχους. Αυτή η βάση δεδομένων να περιλαμβάνει μια ευρεία απόκλιση της διάβρωσης για την έκθεση στο θαλάσσιο περιβάλλον πολύμορφων κατηγοριών όπως το ξηρό φορτίο, το βαρύ πετρέλαιο, το νερό ευστάθειας, η

θερμοκρασίες περιβάλλοντος και άλλα, που αφορούν τα κατασκευαστικά μέρη του σκάφους, με αποδεκτά περιθώρια.

Η επεξεργασία της διάβρωσης από τη στιγμή που συμβαίνει και κατά τη διάρκεια της διάδοσης της που ερευνήθηκε σε μεγάλο αριθμό παχών, οδήγησε σε θεωρητικά πιθανά μοντέλα υπολογισμού του πάχους των κατασκευαστικών μερών ενός σκάφους.

Έτσι δημιουργήθηκε μια στατιστική ανάλυση της βάσης δεδομένων, με σκοπό την εξαγωγή στοιχείων, με προσεγγιστική πιθανότητα 95% υπολογισμού της διάβρωσης, για 25 χρόνια.

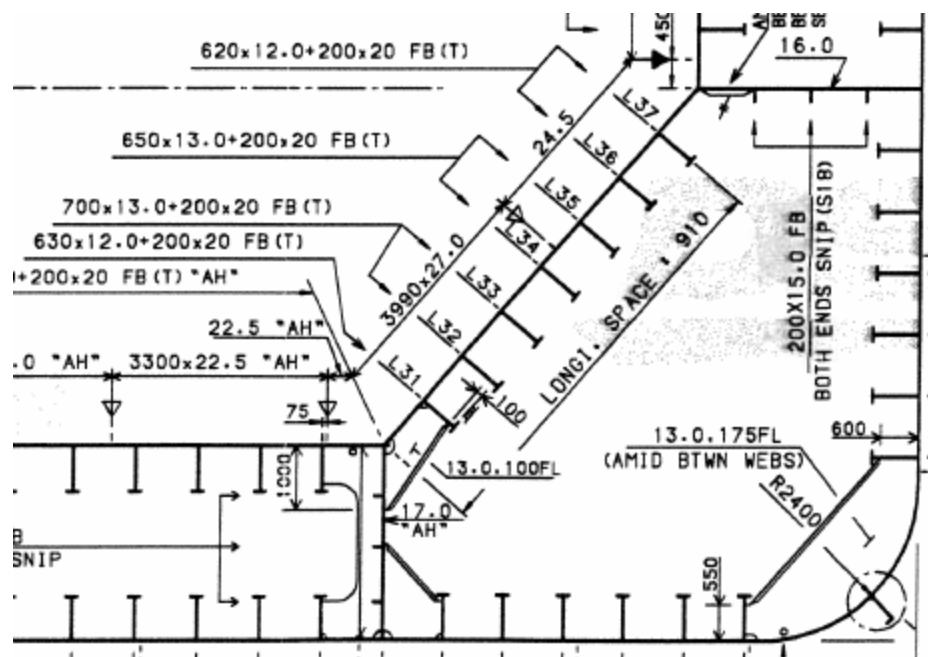


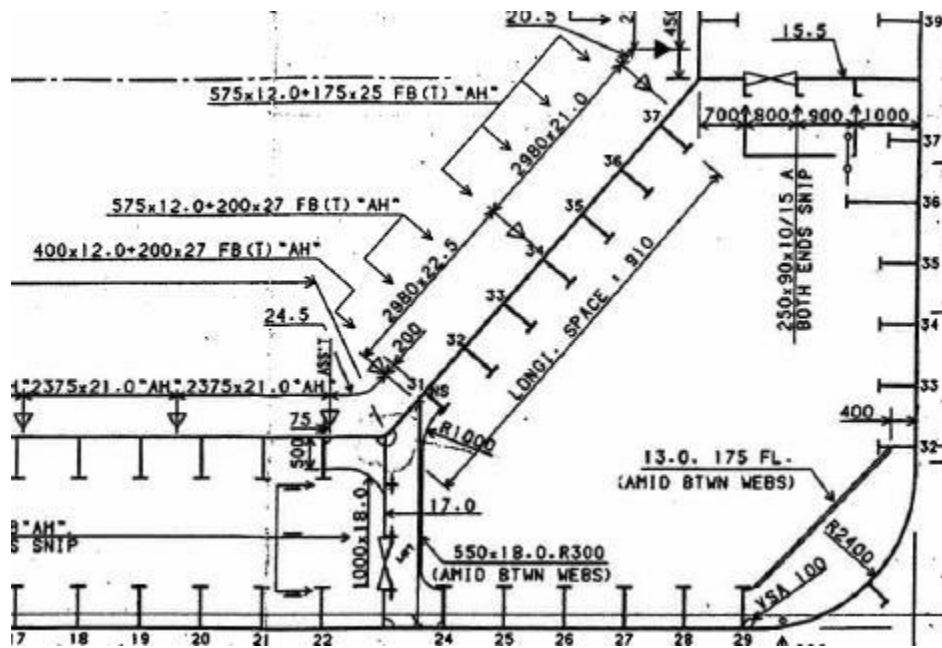
2.3.ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΔΙΑΦΟΡΕΣ

Οι κοινοί κατασκευαστικοί κανονισμοί έθεσαν καινούρια στάνταρ σχεδίασης των νέων κατασκευών. Η απόσταση των νομέων αυξήθηκε από 5110 mm σε 5680 mm. Αυτό οδήγησε σε λογική αύξηση του πάχους των ελασμάτων καθώς και στην αλλαγή των γεωμετρικών χαρακτηριστικών τους που αυξήθηκαν κατά 23%, ενώ το ποσοστό ολκιμότητας του χάλυβα αυξήθηκε από 35% σε 45%.

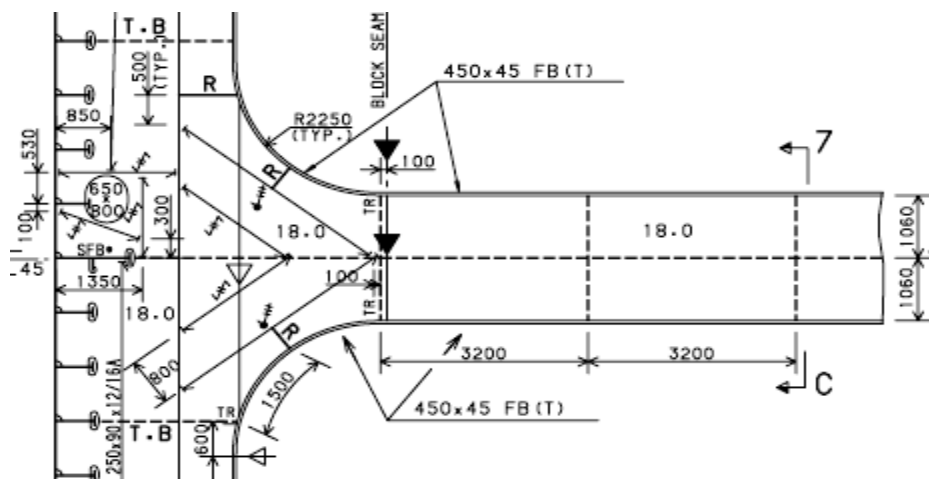
2.3.1. ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΜΕΣΗΣ ΤΟΜΗΣ

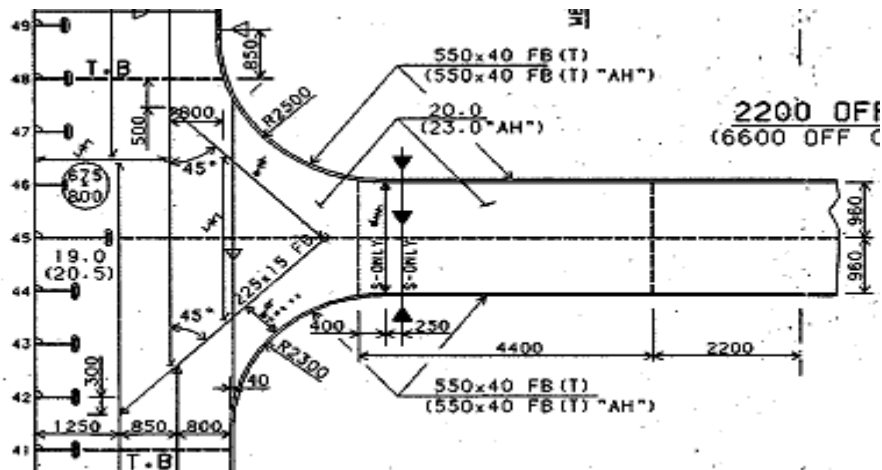
Στην περιοχή του hopper η τιμή του πάχους της κάτω λαμαρίνας μειώθηκε κατά 4.5 mm ενώ της επάνω κατά 3.5 mm. Αυτή η διαφορά πάχους μείωσε το συνολικό βάρος της περιοχής του hopper κατά 17%. Το μέγεθος των διαμήκων ενισχυτικών μειώθηκε αλλά το υλικό του αναβαθμίστηκε σε υψηλής ποιότητας χάλυβα ώστε να διατηρηθεί η αντοχή τους. Η μείωση του πάχους είναι πιθανόν αποδεχτεί από την ανάλυση αντοχής αλλά είναι αντίθετη προς τους κανονισμούς της ναυπήγησης που προσπαθεί να κρατήσει αμείωτη την αντοχή στις κρίσιμες περιοχές όπως είναι το hopper και οι σεντίνες.



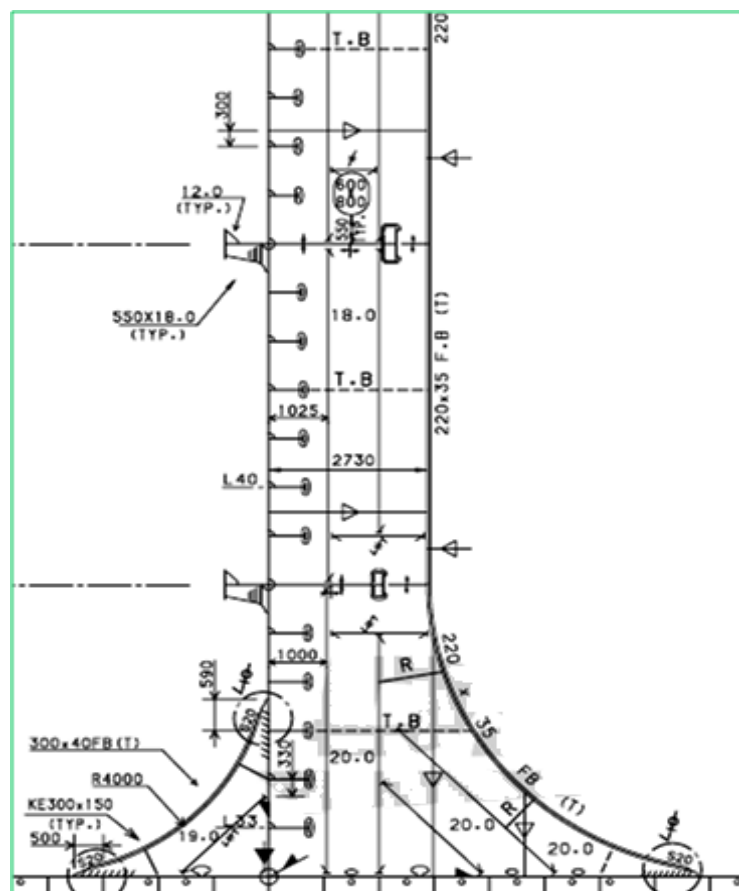


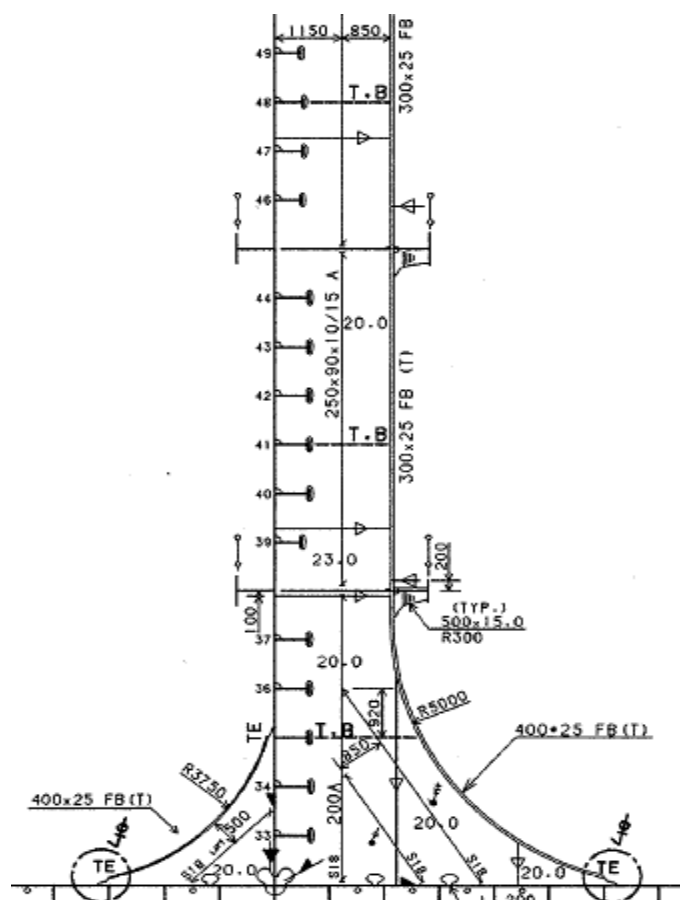
Επίσης στους κοινούς κατασκευαστικούς κανόνες έχουμε μείωση των διαμήκων δεσιμάτων από 2120 mm σε 1920 mm με το πάχος τους όμως να αυξάνει κατά 2 mm. Δηλαδή έχουμε μια αύξηση της τάξης του 22% του πάχους τους.





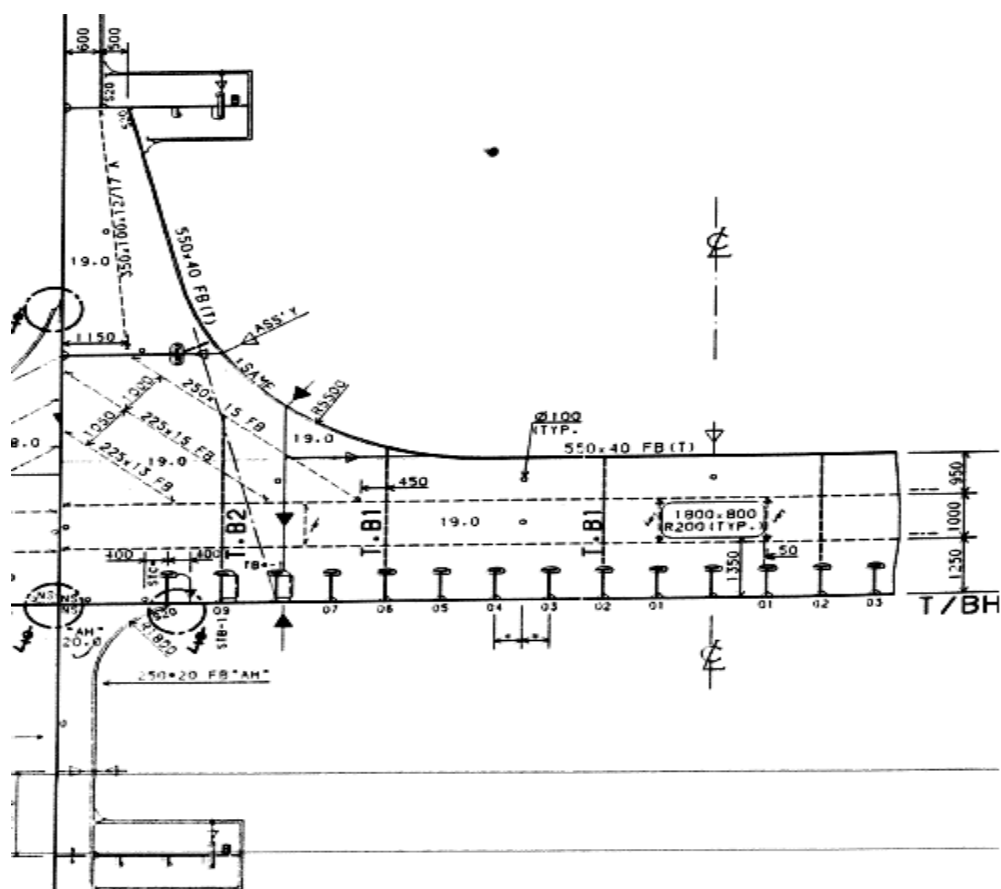
Μείωση του πλάτους και μικρή αύξηση του πάχους των λαμαρινών εμφανίζεται επίσης και στα πρωραία εγκάρσια ενισχυτικά, όπου το πλάτος των Frames μειώνεται κατά 730 mm. Επίσης η ακτίνα των κατωτέρων μπρακέτων κατά τη διεύθυνση των πλαινών δεξαμενών μειώνεται από R=4000 mm σε R=3375 mm.





Το πάχος των λαμαρινών του κυρίου καταστρώματος μειώνεται στην περιοχή του κέντρου της δεξαμενής κατά 1,5 mm ενώ στα ακραία σημεία της κατά 1,0 mm ενώ κατά τη διεύθυνση των δεξαμενών ευσταθείας μειώνεται κατά 2,0 mm.

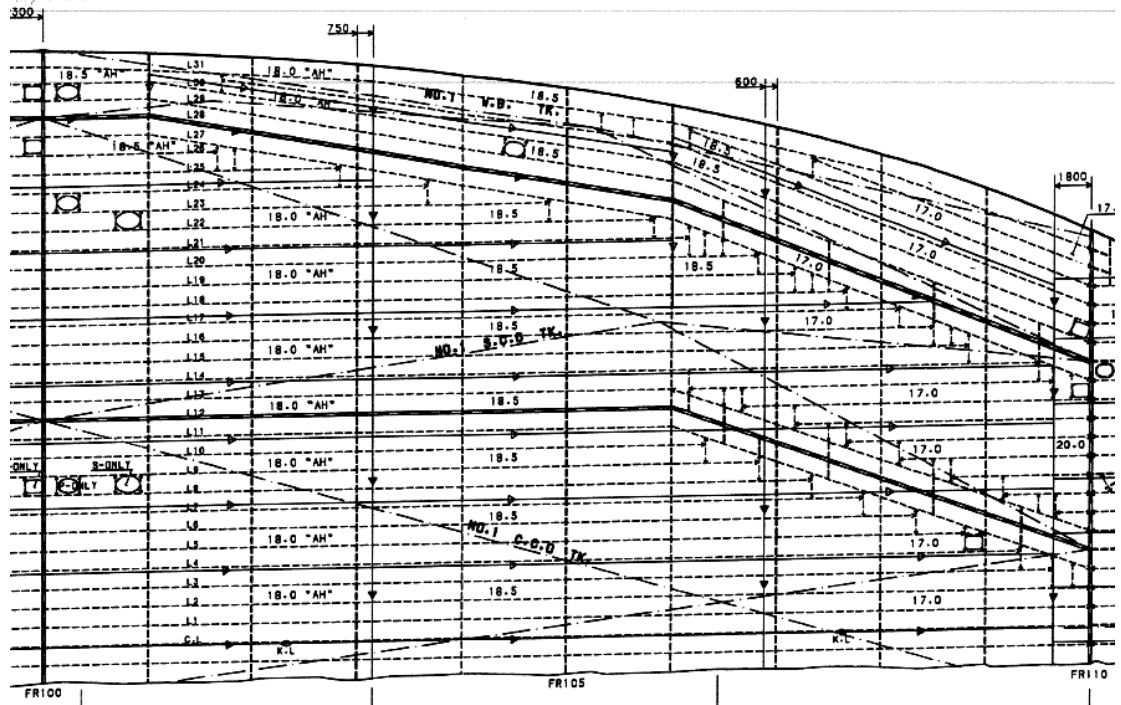
Στις λαμαρίνες του πυθμένα έχουμε μείωση από 1,0 σε 1,5 mm αλλά στην συγκεκριμένη περιοχή τα διαμήκη ενισχυτικά αυξάνουν κατά 15%. Οι εσωτερικές λαμαρίνες του πυθμένα μειώνουν το πάχος τους από 0,5 σε 1,0 mm και τα διαμήκη ενισχυτικά αυξάνουν κατά 2%. Έτσι το διπύθμενο που προέρχεται από τους κοινούς κατασκευαστικούς κανόνες είναι κατασκευασμένο καλύτερα από πριν.



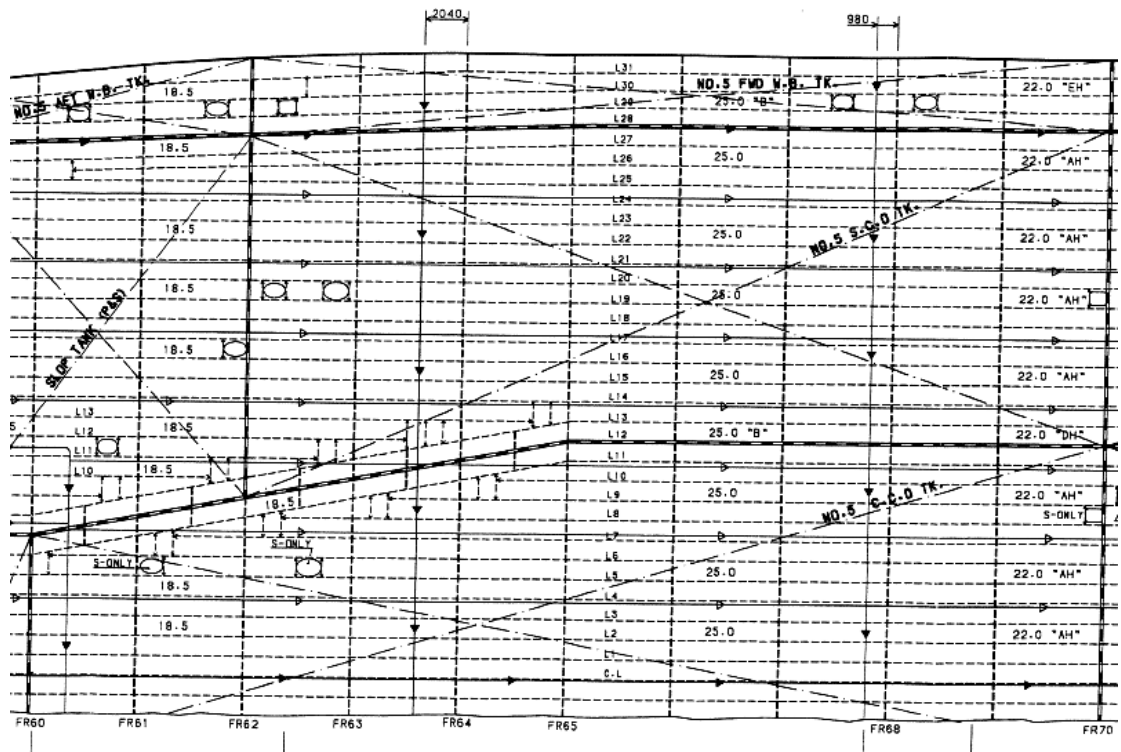
Ακόμα για το stringer No 1 που βρίσκεται στις ακραίες δεξαμενές το πλάτος του μειώνεται κατά 300 mm. Το πάχος του ελάσματος του κατά 2 mm με αποτέλεσμα και η επιφάνεια διάτμησης να ελαττώνεται κατά 18%.

2.3.3. ΣΧΕΔΙΑ ΠΡΟΦΙΛ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ

Οι κοινοί κατασκευαστικοί κανονισμοί έθεσαν νέα πάχη και στα ελάσματα του κυρίου καταστρώματος. Έτσι στην περιοχή της δεξαμενής No 1 το πάχος των ελασμάτων έχει μειωθεί από 17 mm σε 14,5 mm στο μπροστινό τμήμα, από 18,5 mm σε 14,5 mm στο κεντρικό τμήμα και από 18 mm σε 15,5 mm στο πίσω τμήμα του καταστρώματος.

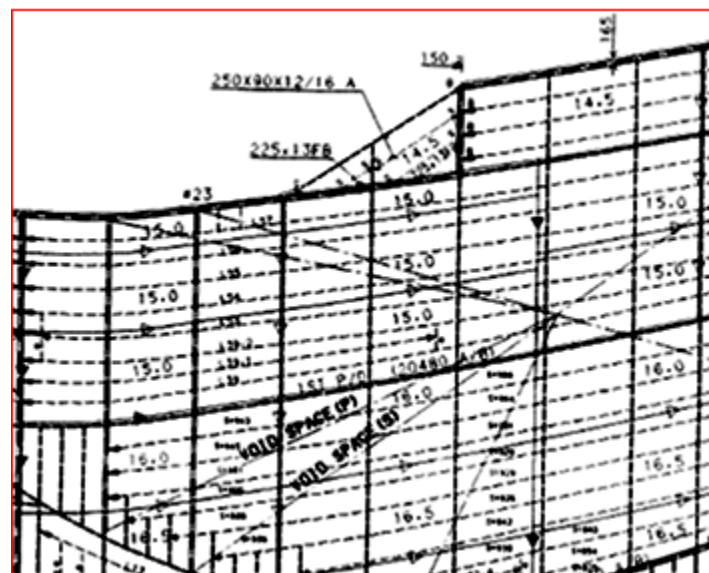
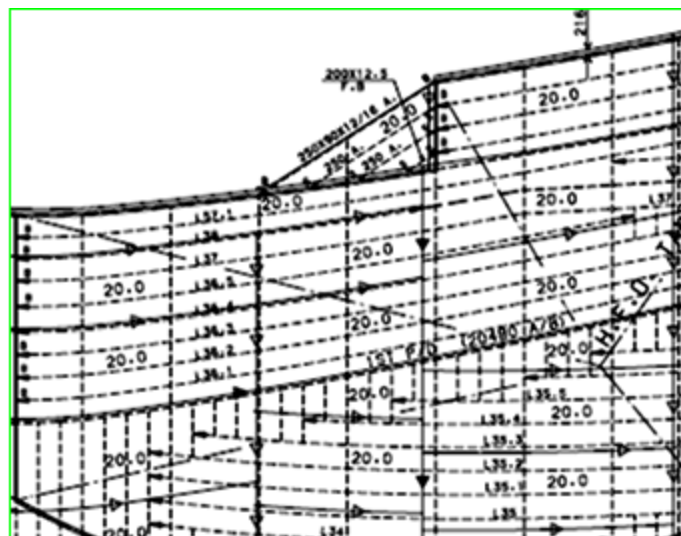


Παρόμοια μείωση πάχους έχουμε και στην περιοχή της δεξαμενής Νο 5, όπου το πάχος μειώνεται από 22.0 ΑΗ σε 20.0 ΑΗ και στην περιοχή των δεξαμενών υπερχειλίσσης από 18,5 mm σε 15,0 mm.



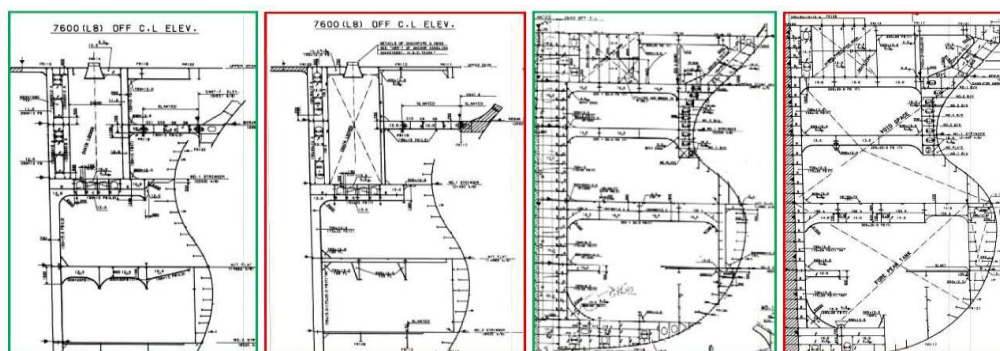
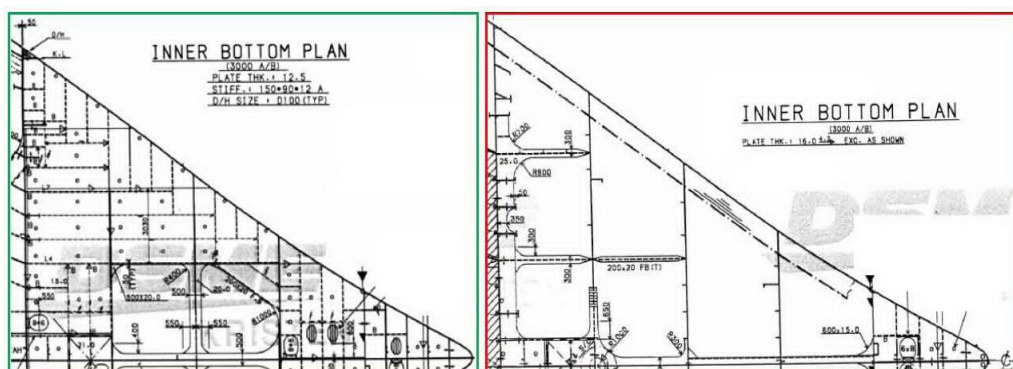
2.3.4. ΑΝΑΠΤΥΓΜΑ ΠΕΡΙΒΛΗΜΑΤΟΣ

Το πάχος των ελασμάτων του περιβλήματος μειώθηκε σε πολλές περιοχές, όπως για παράδειγμα τα ανώτερα τμήματα του μηχανοστασίου όπου το πάχος των ελασμάτων, πριν τους κοινούς κατασκευαστικούς κανονισμούς, ήταν 20 mm ενώ με τα νέα δεδομένα μειώθηκαν σε 16,5 mm και σε μερικές περιοχές σε 15 mm.



2.3.5. ΠΡΩΡΑΙΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ

Τα ενισχυτικά κάτω του κυρίου καταστρώματος όπως και των πιο κάτω καταστρωμάτων δεν προσέφεραν σημαντικά στην αντοχή. Επίσης και στην κατασκευή των διπυθμένων που είχαν τοποθετηθεί αρχικά ενισχυτικά, αφαιρέθηκαν στην νέα σχεδίαση.



2.4. ΠΕΡΙΘΩΡΙΑ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ

Ένα σημαντικό θέμα των CSR ήταν η κατασκευή πλοίων με καλύτερη προσέγγιση στην βασική σχεδίαση από ότι μέχρι εκείνη τη στιγμή. Τα αποδεκτά περιθώρια της διάβρωσης στην προ κοινών κατασκευαστικών κανονισμών εποχή, ήταν το 20% επί του αρχικού πάχους των ελασμάτων. Το αποτέλεσμα που προέκυψε από τη δημιουργία των νέων κανονισμών οδήγησε την μείωση των περιθωρίων αυτών σε αρκετές περιοχές του

πλοίου. Ο πίνακας που ακολουθεί είναι ενδεικτικός για την αλλαγή των περιθωρίων της διάβρωσης.

LOCATION	PRE-CSR	0.8*THICKNESS	CSR	CORR. ADD	NET
DECK PLATE AT CENTER CARGO TANK	21.5	17.2	20.0	4.0	16.0
DECK PLATE AT SIDE CARGO TANK	21.0	16.8	20.0	4.0	16.0
BOTTOM PLATE IWO CENTER LINE	23.0	18.4	23.0	3.0	20.0
BOTTOM PLATE IWO SIDE TANK	20.5	16.4	20.5	3.0	17.5
INNER LONG. BHD UPPER PLATE	19.0	15.2	18.0	4.0	14.0
SIDE LONG. BHD PLATE ABOVE HOPPER	21.5	17.2	20.5	3.0	17.5
SIDE LONG BHD TOP PLATE	19.5	15.6	18.0	4.0	14.0
DOUBLE BOTTOM TRANS. WEB FRAME AT CENTER LINE	20.0	16.0	21.0	3.0	18.0
SHEERSTRAKE TOP PLATE	19.0	15.2	18.5	3.5	15.0
BALLAST TANK WEB PLATE BETWEEN No.1 & No.2 STRINGER	15.0	12.0	18.0	3.0	15.0
UNDER DECK TRANS. WEB FRAME PLATE AT SIDE CARGO TANK	15.0	12.0	15.0	4.0	11.0
DOUBLE BOTTOM TRANSV. TIGHT BHD AT CENTER LINE	25.0	20.0	23.5	3.0	20.5
BALLAST TANK TIGHT BHD BETWEEN No.1 & No.2 STRINGER	18.5	14.8	17.5	3.0	14.5
UNDER DECK TRANS. WEB FRAME FACE PLATE AT CENTER TANK	30.0	24.0	25.0	4.0	21.0
HOPPER UPPER PLATE	24.5	19.6	21.0	3.0	18.0
No.3 STRINGER IN BALLAST TANK	16.0	12.8	16.0	3.0	13.0
CENTER LINE GIRDER	18.5	14.8	22.0	3.0	19.0

2.5.ΕΛΛΑΤΩΜΑΤΑ ΤΩΝ CSR

Σημαντικό πρόβλημα των CSR είναι ότι δεν προσδιορίζουν τις βασικές κατασκευαστικές διαστάσεις, όπως για παράδειγμα το πλάτος των σταθμίδων ή των ενισχυτικών των φρακτών, το μέγεθος των μπρακέτων, ούτε και προσδιορίζουν το είδος των ενισχυτικών. Έτσι τα ναυπηγεία έχουν την ελευθερία να βελτιστοποιούν τις σχεδιάσεις τους και να μειώνουν τις προαναφερθείς ενισχύσεις και το μέγεθός τους, αναλόγως. Αυτού του είδους οι σχεδιάσεις εγκρίνονται πριν ακόμα ελεγχθούν οι αναλυτικές φορτίσεις των κατασκευών. Επίσης οι τυποποιημένες επιλογές επιτρέπονται, καθώς και ένα 15% μείωση των αποτελεσμάτων είναι αποδεκτό αν αυτό επιτρέπεται άμεσα από τις δυναμικές αναλύσεις. Τα αποτελέσματα κόπωσης στα δεξαμενόπλοια δεν είναι ρεαλιστικά και οφείλονται σε πρόγνωση για τις κρίσιμες περιοχές του καταστρώματος και των διπυθμένων. Μια λύση στο θέμα αυτό μπορεί να είναι η ζήτηση των αναλυτικών δυναμικών φορτίσεων σε πολλές κρίσιμες περιοχές των δεξαμενοπλοίων.

2.6.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι νέοι κοινοί κατασκευαστικοί κανόνες δίνουν αρκετό χώρο για βελτιωτικές αλλαγές. Έτσι κάθε κλάση καλείται να αποφασίσει μόνη της αν είναι καλύτεροι κανονισμοί από αυτούς που αντικατέστησαν και ειδικότερα:

- A) αν υπάρχει πραγματική βελτίωση
- B) αν θα υπάρξει ταυτόχρονη κοινή ερμηνεία των κανονισμών από τις κλάσεις στο κοντινό μέλλον
- Γ) αν και πως θα ελέγχονται οι καινοτόμοι μηχανικοί των ναυπηγείων
- Δ) αν οι αλλαγές βελτιώσουν οι εξαλείψουν του κανονισμούς
- Ε) αν η τάση για χρήση υλικών μεγαλύτερης σκληρότητας από τα ναυπηγεία που χρησιμοποιούν ως αντίδοτο για τους νέους κανονισμούς θα βελτιώσει την ασφάλεια των δεξαμενοπλοίων.

Η γνώμη των ειδικών είναι ότι οι αλλαγές αυτές θα πρέπει να εφαρμοστούν άμεσα και ότι δεν υπάρχει το χρονικό περιθώριο ώστε να αποκτήσουμε εμπειρία από την εφαρμογή τους. Αυτό θα μας επιτρέψει να αποφύγουμε προβλήματα στις κατασκευές όπως αυτά που έγιναν στο τέλος της δεκαετίας του 1980 και αρχές της δεκαετίας του 1990.

3.A.ΑΡΧΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΠΛΟΙΟΥ AFRAMAX ΜΕ (6x2) ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ

Το πλοίο στο οποίο έγινε βελτιστοποίηση της μεταλλικής του κατασκευής είναι τύπου AFRAMAX Tanker 112.700 tn DWT. Οι κύριες διαστάσεις, τα στοιχεία και η κλάση του φαίνονται παρακάτω.

3.A.1.ΚΥΡΙΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ

LENGTH OVER ALL	250.17 m
LENGTH BETWEEN PERPENDICULARS	239 m
BREATH (MLD)	44 m
DEPTH (MLD)	21 m
DRAUGHT (MLD) DESING	14.6 m
DRAUGHT (MLD) SCANTLING	14.6 m

3.A.2.DEADWEIGHT

DEADWEIGHT	112.700 tn
------------	------------

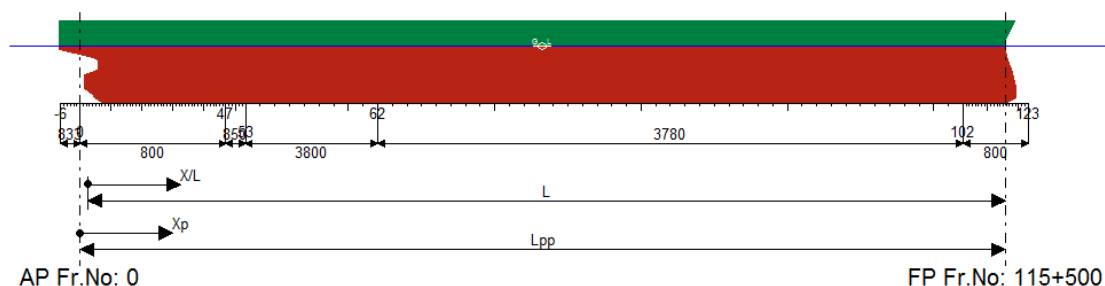
3.A.3.MAIN ENGINE

TYPE	YUNDAI-B&W 7S60MC
OUTPUT	MCR 19.460BHP/105RPM NCR 17510BHP/101,4RPM

3.A.4.CLASSIFICATION

CLASS: ABS. +A1 (E). 'OIL CARRIER'. +AMS. +ACCU. SH. RES. ESP.
SPM. UWILD. CPP. VEC

3.Α.5.ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ

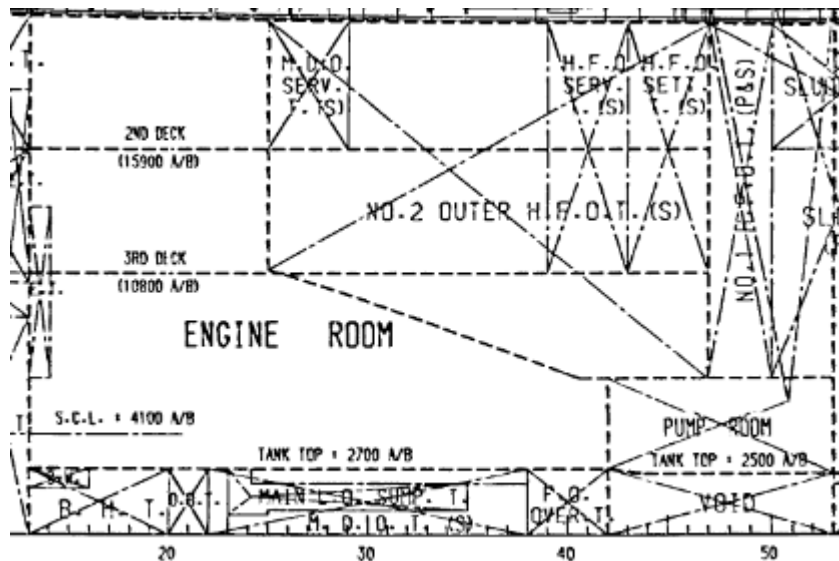
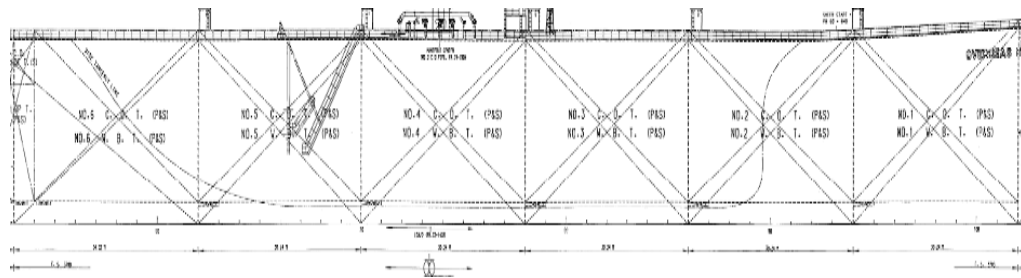


Το Aframax έχει μήκος μεταξύ καθέτων 239 m και διαθέτει 129 κατασκευαστικούς νομείς. Από το νομέα No -6 έως τον νομέα No 0 που οριοθετείται το After Peak το frame space ισούται με 833 mm, από το νομέα No 0 έως τον No 47 το frame space ισούται με 800 mm, από τον νομέα No 47 έως τον νομέα No 53 το frame space είναι 850 mm, από τον νομέα No 53 έως τον νομέα No 62 το frame space είναι 3800 mm, από τον νομέα No 62 έως τον νομέα No 102 το frame space είναι 3780 mm, ενώ οι πρωραίοι νομείς από τον 102 έως τον 123 έχουν frame space ίσο με 800 mm.

Το μηχανοστάσιο εκτίνεται από τον νομέα No 13 έως τον νομέα No 53 με μήκος 23,20 m ενώ διαθέτει και δυο εσωτερικά καταστρώματα, το 2nd Deck που απέχει από την Baseline απόσταση 15900 mm και το 3rd Deck που απέχει από την Baseline απόσταση 10800 mm.



Το πλοίο διαθέτει επίσης διπύθμενο με ύψος 2500 mm από την Baseline καθ' όλο του μήκος του και εσωτερική γάστρα πλάτους 2500 mm από το εξωτερικό περίβλημα στο χώρο του φορτίου.



Έχει και οκτώ φρακτές που αντιστοιχούν στους κατασκευαστικούς νομείς 13,53,62,70,78,86,94 και 102. Οι φρακτές στους νομείς 13 και 53 οριοθετούν το χώρο του μηχανοστασίου, ενώ στο νομέα 102 αντιστοιχεί ο collision BHD και οι υπόλοιποι οριοθετούν τις δεξαμενές Νο 1 με μήκος 34,02 m και Νο 2,3,4,5 και 6 με μήκη 34,24 m που διαιρούνται στη μέση λόγο της διαμήκου φρακτής. (Cargo Hold 6x2 tanks)

3.A.6 ΣΧΕΔΙΑ ΣΥΓΚΡΙΝΟΜΕΝΟΥ ΠΛΟΙΟΥ ΜΕ (6x3) ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ

Το πλοίο με το οποίο έγινε η σύγκριση της μεταλλικής κατασκευής, είναι τύπου AFRAMAX Tanker 140.000 tn DWT. Οι κύριες διαστάσεις, τα στοιχεία και η κλάση του φαίνονται παρακάτω.

3.A.7.ΚΥΡΙΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ

LENGTH OVER ALL	264.68 m
LENGTH BETWEEN PERPENDICULARS	256.5 m
BREATH (MLD)	42.5 m
DEPTH (MLD)	22 m
DRAUGHT (MLD) DESING	15 m
DRAUGHT (MLD) SCANTLING	15.65 m

3.A.8.DEADWEIGHT

DEADWEIGHTH	140.000 tn
-------------	------------

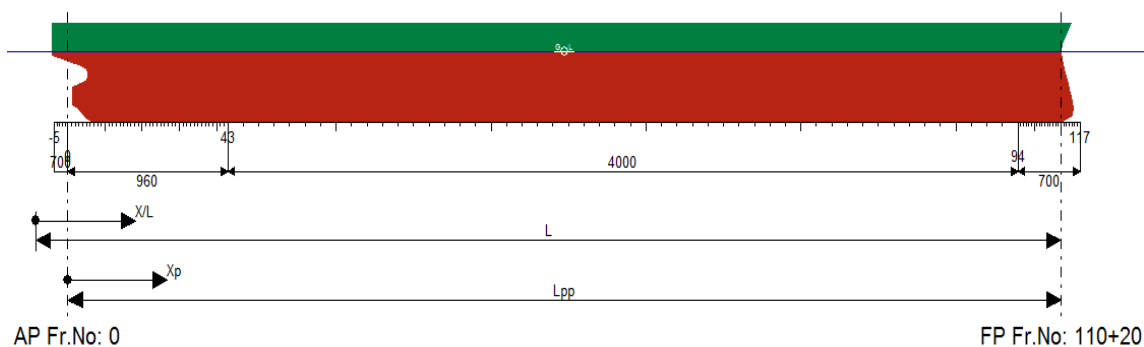
3.A.9.MAIN ENGINE

TYPE	B&W 6L60 MC
OUTPUT	2x11520 Kw

3.A.10.CLASSIFICATION

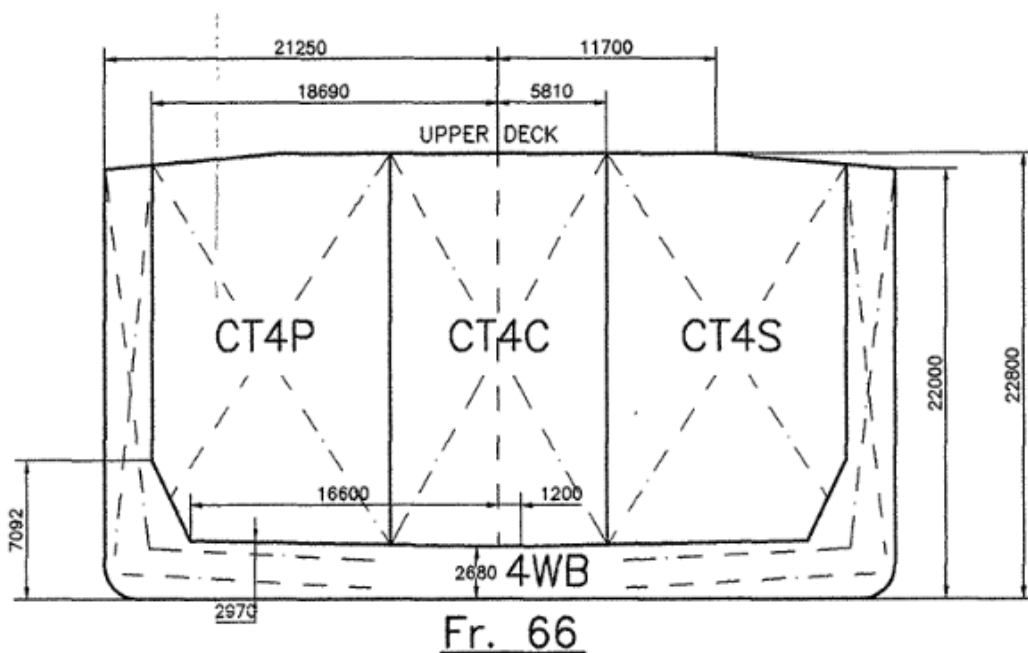
CLASS: DET. NORSE VERITAS 1A1 'TANKER FOR OIL'. ESP, EO, STL
OPP-F, ICS, W1A-AMC, DYPNOS AUTR, CSA-1 (NORTH ATLANTIC) 20
YEARS, HELDK SH, SBM, DNV 'BIS'

3.A.5.ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ

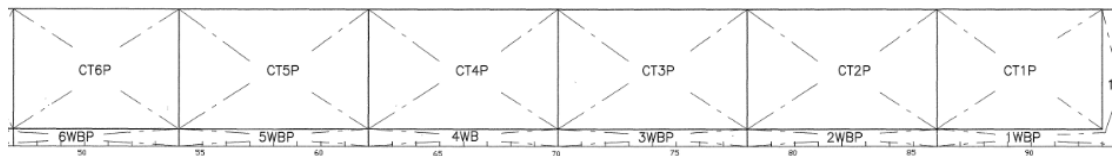


Το πλοίο έχει μήκος μεταξύ καθέτων 256.5 m και διαθέτει 117 κατασκευαστικούς νομείς. Από το νομέα No -5 έως τον νομέα No 15 που οριοθετείται το After Peak το frame space ισούται με 700 mm, από το νομέα No 15 έως τον No 43 που οριοθετείται το Engine Room το frame space ισούται με 950 mm, από τον νομέα No 43 έως τον νομέα No 94 όπου οριοθετείται η Cargo Area το frame space είναι 4000 mm, ενώ οι πρωραίοι νομείς από τον 94 έως τον 117 έχουν frame space ίσο με 700 mm.

Το μηχανοστάσιο εκτίνεται από τον νομέα No 15 έως τον νομέα No 43 με μήκος 26.88 m ενώ διαθέτει και δυο εσωτερικά καταστρώματα, το 2nd Deck που απέχει από την Baseline απόσταση 15900 mm και το 3rd Deck που απέχει από την Baseline απόσταση 10800 mm.



Το πλοίο διαθέτει επίσης διπύθμενο με ύψος 2680 mm στο μέσο της κατασκευής και σταδιακά αυξάνει προς τα άκρα από την Baseline σε 2970 mm καθ' όλο του μήκος του και εσωτερική γάστρα πλάτους 2560 mm από το εξωτερικό περίβλημα στο χώρο του φορτίου.



Διαθέτει δέκα φρακτές που αντιστοιχούν στους κατασκευαστικούς νομείς 13,53,62,70,78,86,94 και 102. Οι φρακτές στους νομείς 14 και 43 οριοθετούν το χώρο του μηχανοστασίου, ενώ στον κατασκευαστικό νομέα 100 αντιστοιχεί ο collision BHD και οι υπόλοιποι οριοθετούν τις δεξαμενές No 1 και No 6 με μήκος 28 m και τις No 2,3,4,5 με μήκη 32 m που διαιρούνται σε τρία μέρη λόγω των δύο διαμήκων φρακτής. (Cargo Hold 6x3 tanks)

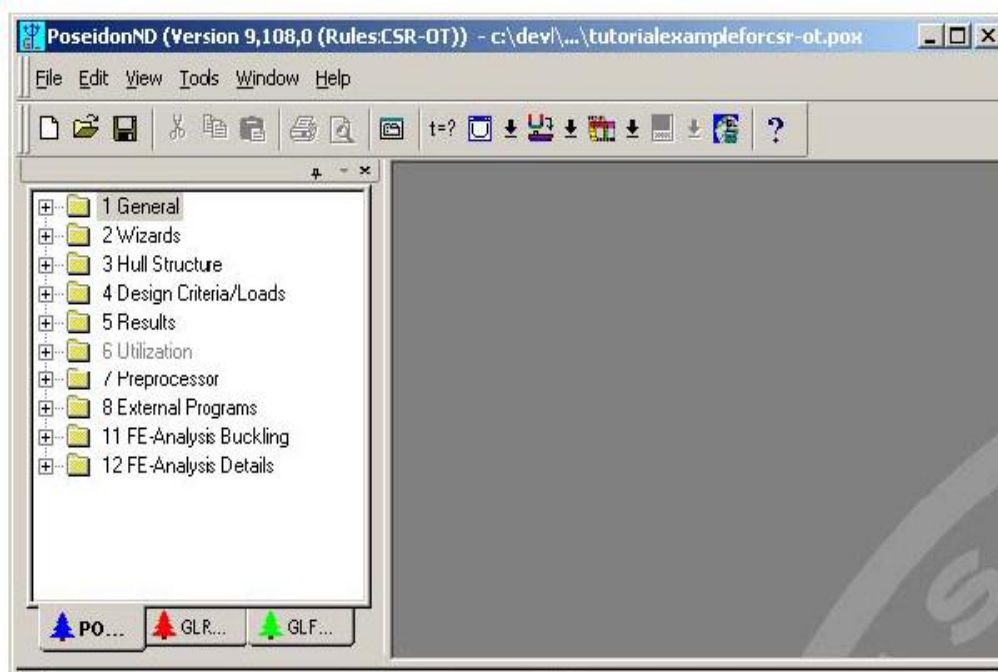
3.Β.ΤΟ ΝΑΥΠΗΓΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ POSEIDON10

Ένα εξειδικευμένο πρόγραμμα για την βελτιστοποίηση του βάρους της μεταλλικής κατασκευής του πλοίου είναι το Poseidon 10 του Γερμανικού νηογνώμονα. Στο σημείο αυτό, γίνεται μια προσπάθεια περιγραφής του με απώτερο σκοπό την καλύτερη κατανόηση της διαδικασίας που ακολουθήθηκε, ώστε να βγουν τα τελικά αποτελέσματα με τη χρήση αυτού.



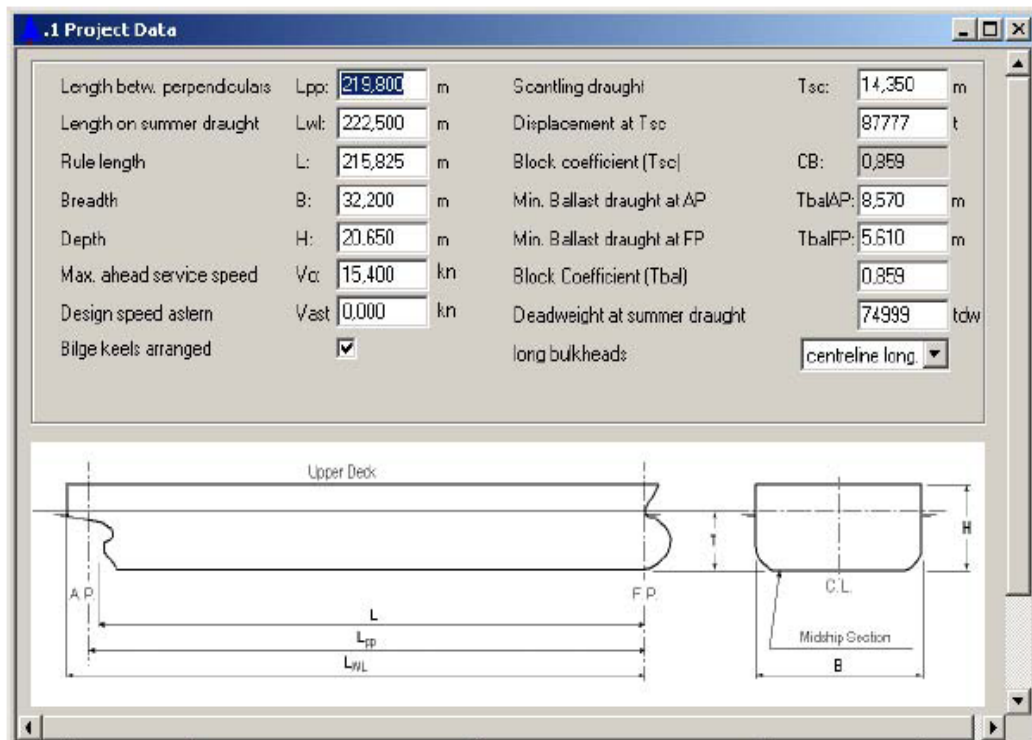
Ειδικότερο το Poseidon είναι ένα πρόγραμμα που χρησιμοποιείται για την γρήγορη εκτίμηση της προκαταρκτικής και τελικής σχεδίασης των εμπορικών πλοίων. Τα αποτελέσματα ακολουθούν του κανονισμούς του Γερμανικού νηογνώμονα.

Ανοίγοντας το πρόγραμμα στο κυρίως μενού εμφανίζεται ένας πίνακας με τις διάφορες δυνατότητες του Poseidon. Εμφανίζονται με τη μορφή φακέλων στο αριστερό μέρος του κυρίου μενού. Επιλέγοντας ένα φάκελο, ανοίγει ένα παράθυρο στην κεντρική οθόνη έτοιμο για την εισαγωγή στοιχείων.



3.B.1.GENERAL

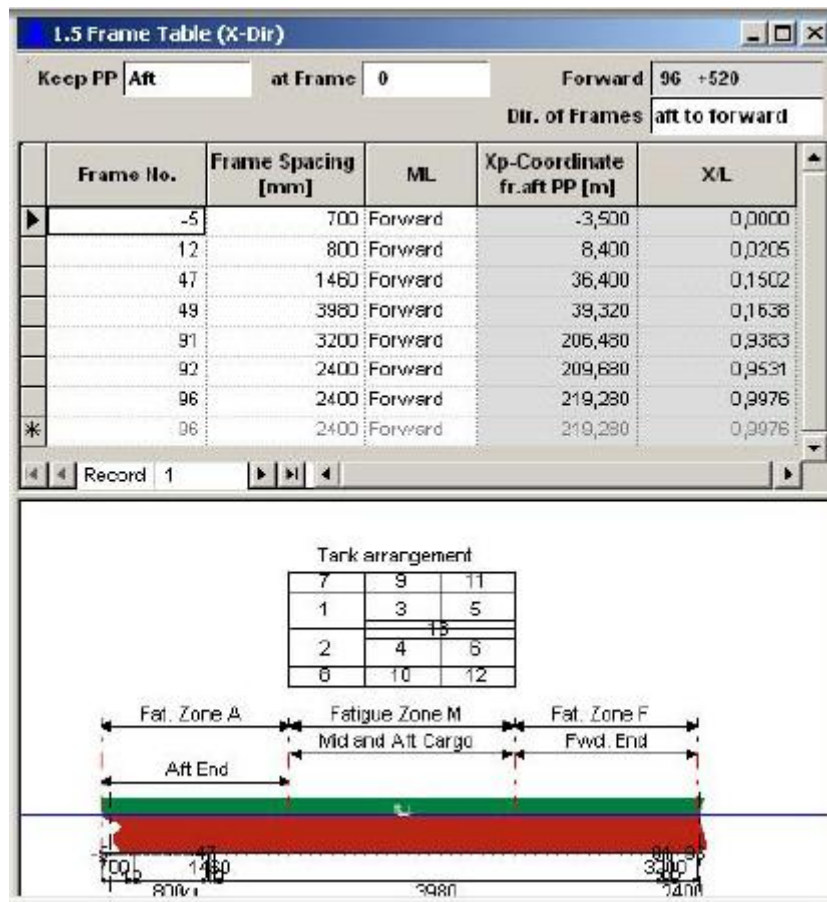
Σε αυτόν τον τομέα του προγράμματος εισάγουμε τα κύρια στοιχεία του πλοίου όπως τις κύριες διαστάσεις, την κλάση του και τυχόν διαγωγές που έχει.



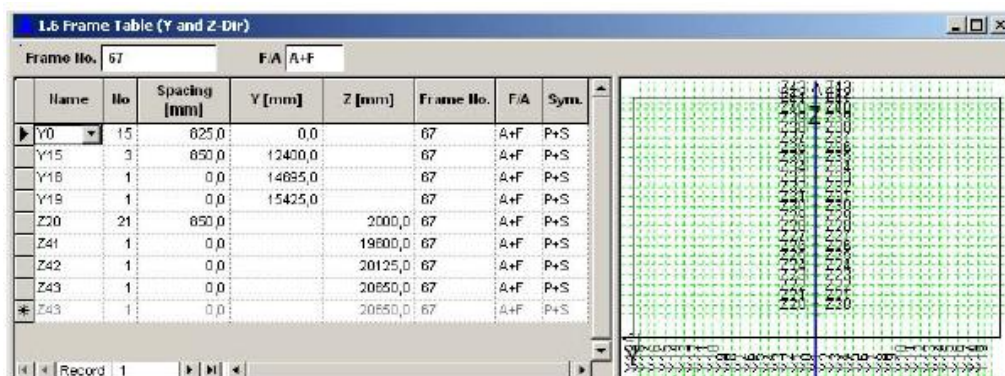
Επίσης περιγράφουμε και εισάγουμε στο πρόγραμμα τα ενισχυτικά του πλοίου, που μελετάμε, με βάση του κοινούς κατασκευαστικούς κανόνες (όπως CSR-OT) και τα διαμορφώνουμε.

Mat. No.	E-Modulus [kN/m ²]	G-Modulus [kN/m ²]	Material Density [kg/m ³]	Yield Stress [N/mm ²]	Remark
1	206000000	79230769	8000	235	
2	206000000	79230769	8000	315	
3	206000000	79230769	8000	355	
4	206000000	79230769	8000	390	
* 5	206000000	79230769	8000	390	

Ακολουθεί η διαστατοποίηση και η αποστάσεις των νομέων, φτιάχνοντας έτσι ένα προσχέδιο του προφίλ του σκάφους, με τους κατασκευαστικούς νομείς και τη διαστατοποίηση τους. Όπου ο μέγιστος αριθμός των νομέων θα πρέπει να δίνεται απ' τον χρήστη.

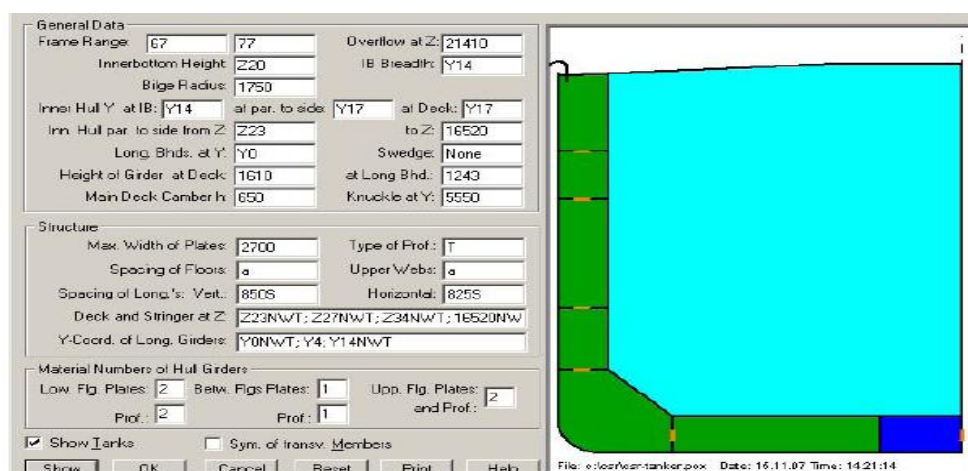


Ακολουθούν οι ορισμοί και οι διαστάσεις των διαμήκων και εγκάρσιων ενισχυτικών πάνω στους υπάρχον νομείς που παρουσιάζονται σαν ένα πλέγμα από οριζόντιες και διαμήκεις αποστάσεις.



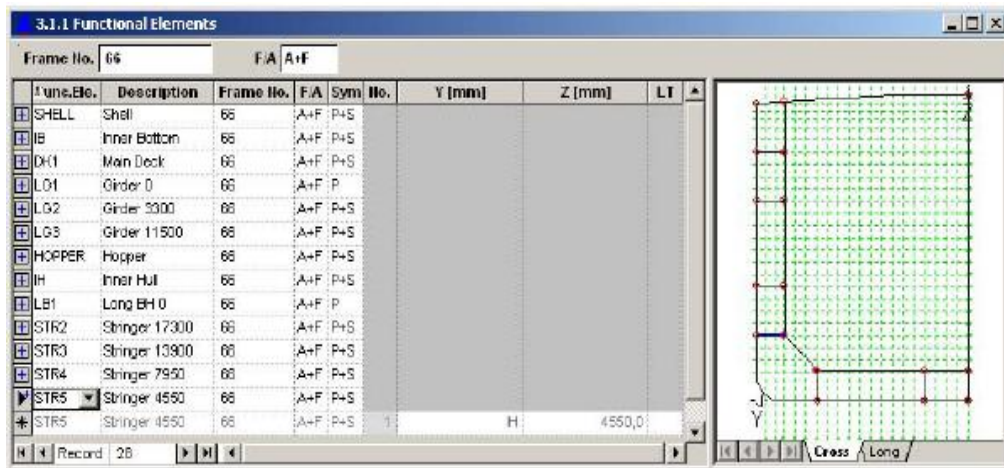
3.B.2.WIZARDS

Για την τυπική κατασκευή της μέσης τομής του πλοίου, πρέπει να έχουν εισαχθεί οι κύριες διαστάσεις και ο αριθμός των νομέων. Στον τομέα 2.1 Wizards => Transverse Section => Tanker μας επιτρέπεται να κατασκευάσουμε γρηγορότερα την μέση τομή του πλοίου από ότι με την συνηθισμένη μέθοδο της χειρονακτικής διαδικασίας για κάθε λειτουργικό στοιχείο. Το τμήμα κατασκευής μπορεί να τροποποιεί και κατόπιν να προβάλλει το πρόχειρο ή το πραγματικό σχέδιο με όλα τους τα στοιχεία.

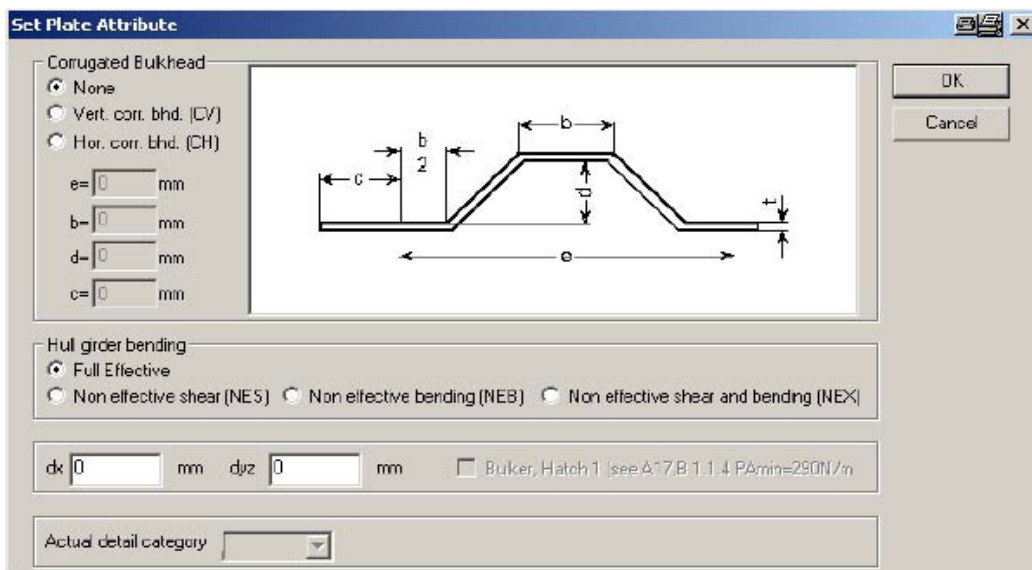


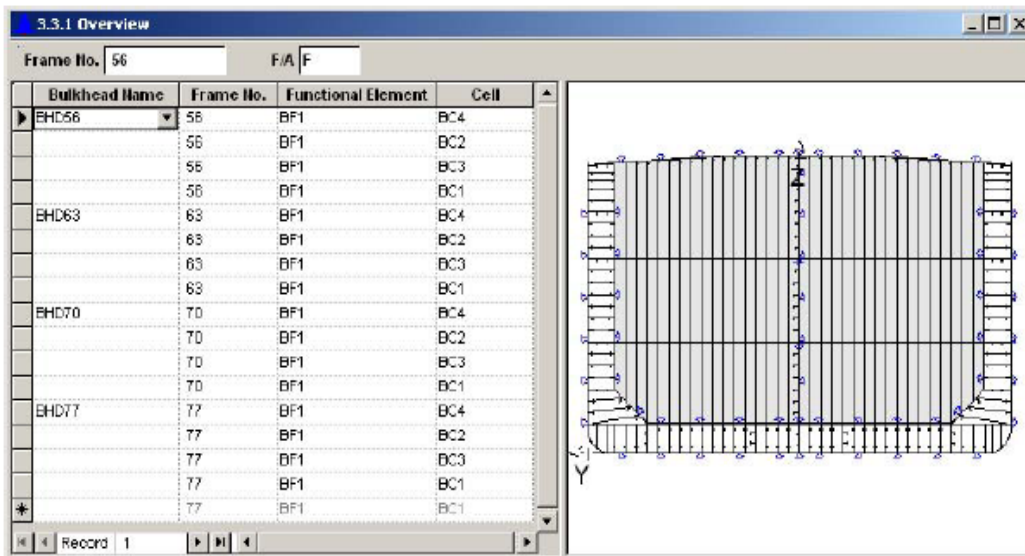
3.B.3.HULL STRUCTURE

ορίζουμε τα λειτουργικά στοιχεία του περιβλήματος εισάγοντας τον αριθμό των λαμαρινών, το επίπεδο που βρίσκονται (z,y), στις διαστάσεις τους και την απόστασή τους από την CL και την BL αντίστοιχα.




Κατόπιν εισάγουμε τα στοιχεία για τα ελάσματα, τα ενισχυτικά και τις οπές των διαμήκων στοιχείων της κατασκευής. Αν δεν δοθούν τα μήκη τους, τότε αυτά καθορίζονται αυτόματα από το πρόγραμμα ακολουθώντας το σχέδιο της μέσης τομής και τους κοινούς κατασκευαστικούς κανόνες που διέπουν τα δεξαμενόπλοια. Επίσης δίνεται η δυνατότητα από το πρόγραμμα να διαμορφωθούν τα ελάσματα των διαμήκων και εγκάρσιων φρακτών αν αυτά για παράδειγμα είναι επίπεδα ή έχουν κυματοειδή μορφή (corrugated plate for longitudinal bulkhead).

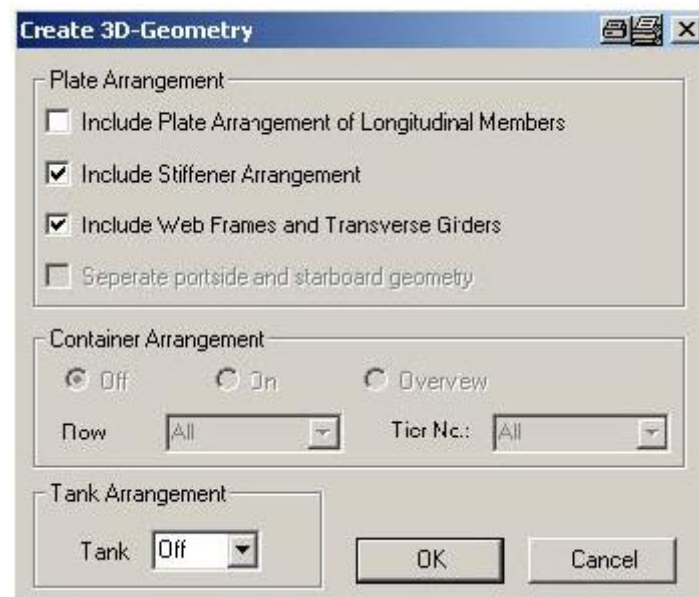




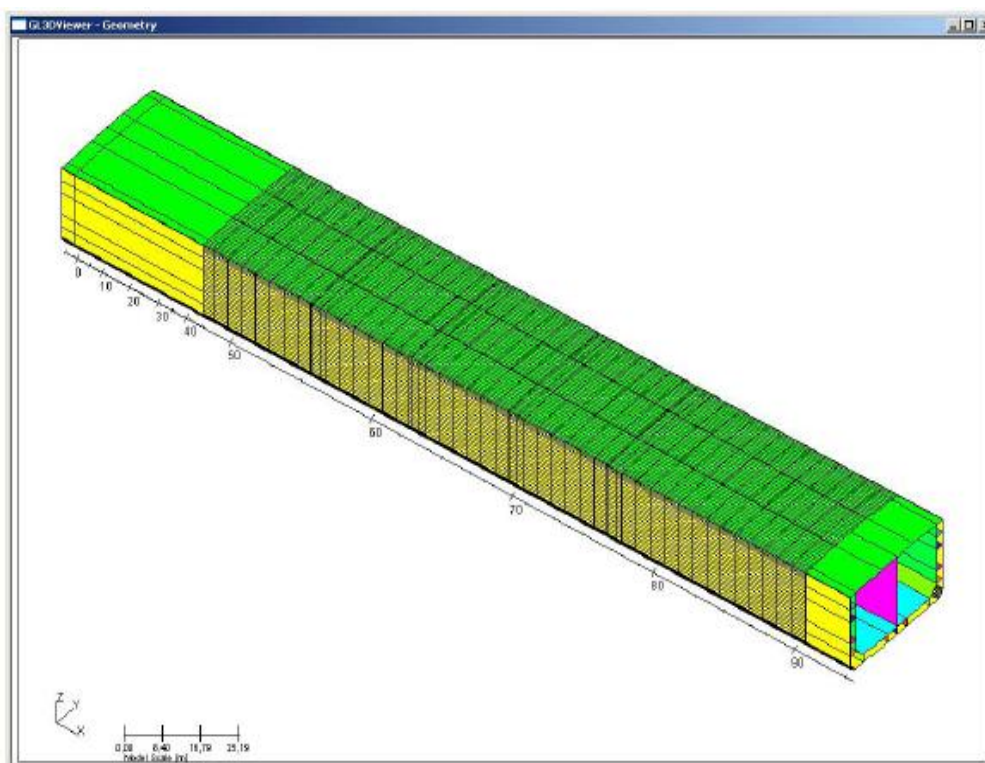
Ολοκληρωμένη φρακτή δεξαμενών φορτίου

3.B.4.ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Με τη χρήση του 3D-Plot  που βρίσκεται στη γραμμή εργαλείων του προγράμματος, ανοίγει ένα παράθυρο, το **3D-Geometry menu**.



Επιλέγοντας τις εντολές *Include Stiffener Arrangement* και *Include Web Frames and Transverse Girders* έχουμε μια πρώτη εικόνα του χώρου του φορτίου σε τρισδιάστατη μορφή.




3.B.5.ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΦΟΡΤΙΟΥ

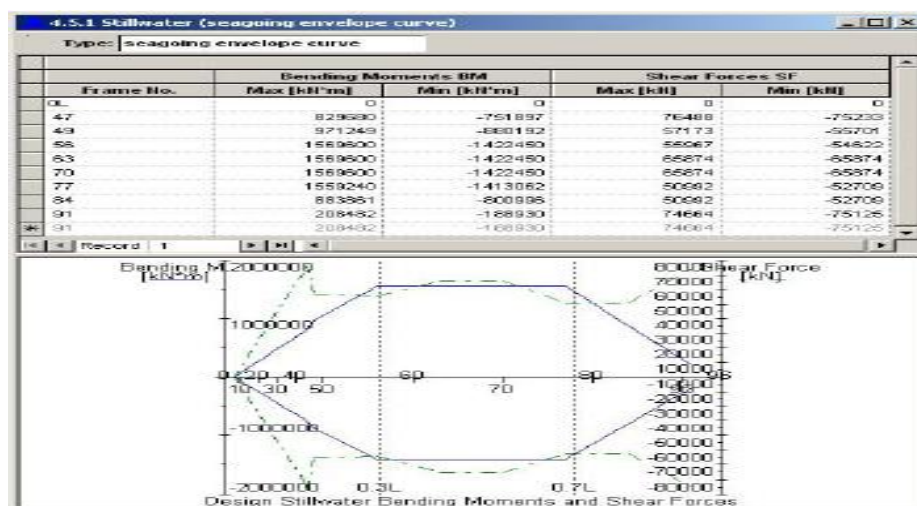
Για τον ορισμό της γεωμετρίας των δεξαμενών στο Poseidon υπάρχουν τρεις διαφορετικοί μέθοδοι με τα δικά τους ξεχωριστά οφέλη και σκοπούς ο καθένας.

- Η μέθοδος διαμερισματοποίησης (compartment method) χρησιμοποιείται για πολύπλοκες δεξαμενές με διαφορετικά διασταυρωμένα τμήματα καθ' όλο το μήκος των ενεργών στοιχείων της κατασκευής με επίδραση σε διάφορα κελιά, όπως είναι οι δεξαμενές με βοηθητικά τμήματα.
- Η μέθοδος των κελιών (cell method) χρησιμοποιείται για δεξαμενές που έχουν συνεχή ενεργά στοιχεία σε όλα τους τα τμήματα και ενιαίο περίβλημα.
- Η χειροκίνητη μέθοδος (manual method) χρησιμοποιείται σε ειδικές περιπτώσεις όπου υπάρχουν ανοικτές οπές που δεν περιλαμβάνονται στην περιφραγμένη περιοχή της δεξαμενής.



Ο υπολογισμός και η δημιουργία της δεξαμενών γίνεται με την εντολή Calc, όπου υπάρχει η δυνατότητα υπολογισμού των ορίων των στοιχείων της δεξαμενής και η εμφάνιση του αναπτύγματος των ελευθέρων επιφανειών των ρευστών. Σύμφωνα με τη θέση των διαφόρων στοιχείων, το Poseidon έχει τη δυνατότητα να δημιουργεί αυτόματα τις συμμετρικές επιφάνειες.

3.Β.6.ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΚΑΜΠΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΩΝ ΔΥΝΑΜΕΩΝ ΣΕ ΗΡΕΜΟ ΝΕΡΟ.

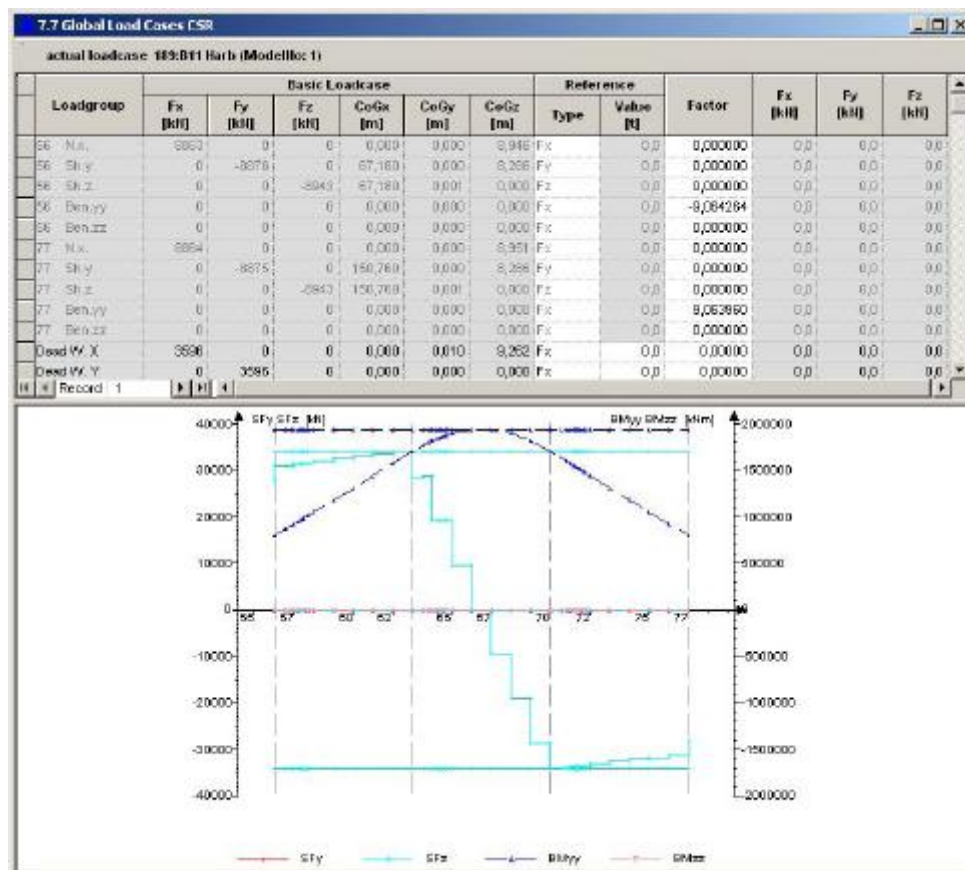
Επιλέγοντας Design Criteria/Loads που βρίσκεται στο Poseidon Tree View και διαλέγοντας την εντολή Hull Girder Bending => Stillwater, ανοίγει ένα παράθυρο όπου μπορούμε να εισάγουμε τιμές για το ήρεμο νερό για επιλεγμένες περιοχές σε όλο το μήκος του πλοίου. Οι τιμές αυτές παρεμβάλλονται γραμμικά και τα αποτελέσματά τους που προκύπτουν μέσω των CRS-OT εμφανίζονται από την εντολή Def . Σχεδιαστικά τα αποτελέσματα εμφανίζονται στο παρακάτω διάγραμμα.




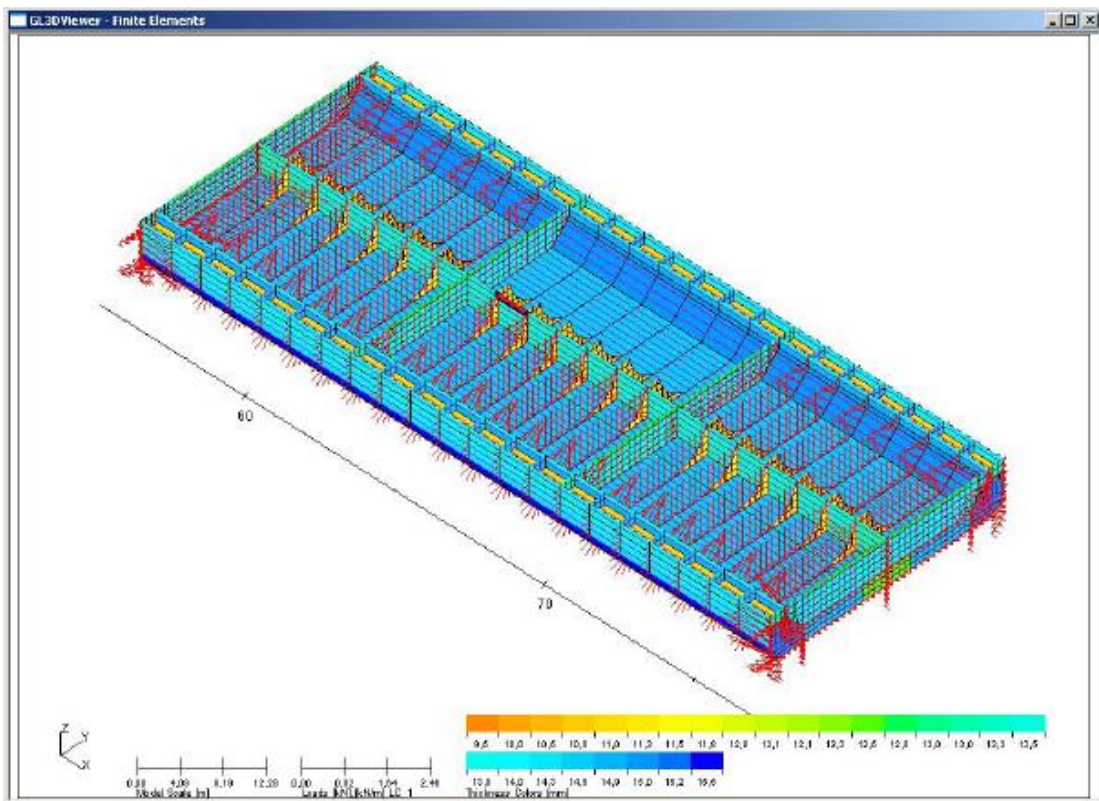
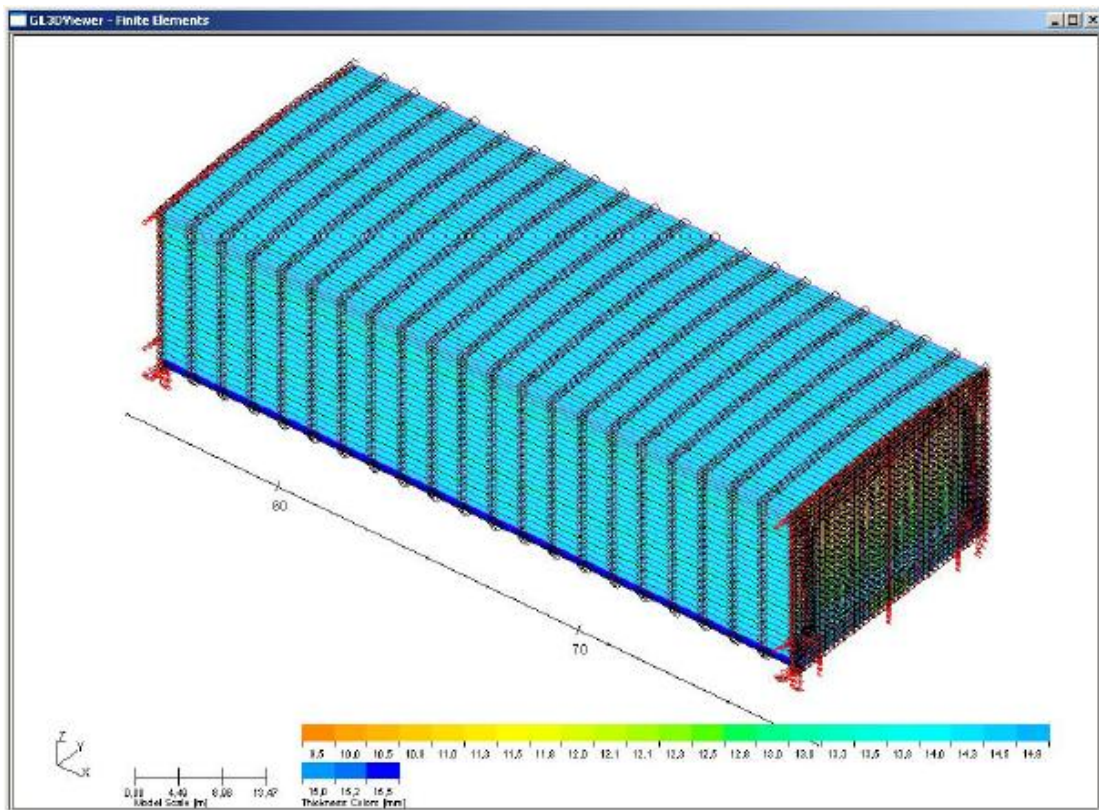
3.Β.7.ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΩΝ ΚΑΘΟΛΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΣΕΩΝ ΚΑΤΑ CSR

Το μοντέλο που έχει κατασκευαστεί μέχρι αυτή τη στιγμή περιέχει μόνο ομαδικά φορτία, μονάδες δυνάμεων και ροπές. Ανοίγοντας την επιλογή Load cases CSR και κάνοντας χρήση της εντολής Magic Wand  θα σχεδιαστεί ένας πίνακας με στοιχεία ακαμψίας και δυνάμεων, για περεταίρω μελέτη και προσαρμογή. Η εντολή Calculator  που βρίσκεται στο GLFrame του Tree View, συλλέγει, προσαρμόζει σχετικά με τα CSR-OT και ξαναγράφει πίσω στο

GLFrame για κάθε νομέα ξεχωριστά τα αποτελέσματα των φορτίσεων και των ροπών που αυτός δέχεται και κατόπιν τα παρουσιάζει σε γράφημα.



Τα αποτελέσματα αυτά μπορούν να ολοκληρωθούν πάνω στα κατασκευαστικά τμήματα του μοντέλου με την εντολή GLFrame Plot => 3D-FE models  που βρίσκεται στην κύρια γραμμή εντολών του Poseidon. Σε τρισδιάστατη μορφή παρουσιάζονται ως ακολούθως.



Μια εκτίμηση του προγράμματος, για τις μέγιστες τιμές τάσεων που είναι επιτρεπτές για τα κατασκευαστικά στοιχεία του σκάφους, φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Table 9.2.1 Maximum Permissible Stresses	
Structural component	Yield utilisation factor
Internal structure in tanks	
Plating of all non-tight structural members including transverse web frame structure, wash bulkheads, internal web, horizontal stringers, floors and girders. Face plate of primary support members modelled using plate or rod elements	$\lambda_y \leq 1.0$ (load combination S + D)
	$\lambda_y \leq 0.8$ (load combination S)
Structure on tank boundaries	
Plating of deck, sides, inner sides, hopper plate, bilge plate, plane and corrugated cargo tank longitudinal bulkheads	$\lambda_y \leq 0.9$ (load combination S + D)
	$\lambda_y \leq 0.72$ (load combination S)
Plating of inner bottom, bottom, plane transverse bulkheads and corrugated bulkheads. Tight floors, girders and webs	$\lambda_y \leq 0.8$ (load combination S + D)
	$\lambda_y \leq 0.64$ (load combination S)
Where:	
λ_y	yield utilisation factor $= \frac{\sigma_{\text{von}}}{\sigma_{\text{yd}}}$ for plate elements in general $= \frac{\sigma_{\text{rod}}}{\sigma_{\text{yd}}}$ for rod elements in general
σ_{von}	von Mises stress calculated based on membrane stresses at element's centroid, in N/mm ²
σ_{rod}	axial stress in rod element, in N/mm ²
σ_{yd}	specified minimum yield stress of the material, in N/mm ² , but not to be taken as greater than 315 N/mm ² for load combination S + D in areas of stress concentration ⁽²⁾
<u>Note</u>	
<ol style="list-style-type: none"> Structural items given in the table are for guidance only. Stresses for all parts of the FE model specified in 2.2.5.2 are to be verified against the permissible stress criteria. See also Appendix B/2.7.1 Areas of stress concentration are corners of openings, knuckle joints, toes and heels of primary supporting structural members and stiffeners Where a lower stool is not fitted to a transverse or longitudinal corrugated bulkhead, the maximum permissible stresses are to be reduced by 10% in accordance with 2.2.5.5. 	

4.Α.ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ W_{LS} ΓΙΑ ΤΟ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΠΛΟΙΟ

Το αποτελέσματα που προκύπτει απο τη χρήση του προγράμματος του Γερμανικού Νηογνώμονα Poseidon 10, για το υπό μελέτη πλοίο σε t/m είναι:

$$G = 58.968 \text{ t/m (Longitudinal Members)}$$

Οπότε το βάρος της μεταλικής κατασκευής προκύπτει όταν πολλαπλασιάσουμε το αποτέλεσμα με το L_{AO} του πλοίου.

$$\text{Άρα} \quad W_{ST} = L_{OA} * G \Rightarrow$$

$$W_{ST} = 250,17\text{m} * 58,968\text{t/m} \Rightarrow$$

$$W_{ST} = 14742 \text{ ton}$$

Γνωρίζουμε ότι ισχύει:

$$W_{LS} = W_{ST} + W_M + W_{OT} + W_{o\lambda} \Rightarrow$$

$$W_{LS} = 14472 \text{ ton} + 1340 \text{ ton} + 1787,79 \text{ ton} + 622,92 \text{ ton}$$

$$W_{LS} = 18222,71 \text{ ton}$$

Οι υπολογισμοί των W_M , W_{OT} και $W_{o\lambda}$ φαίνονται παρακάτω, ενώ τα αποτελέσματα από το Poseidon 10 φαίνονται αναλυτικά στο παράρτημα.

4.Α.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΡΟΥΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ WATSON

$$\text{Ισχύει ότι} \quad W_{LS} = W_{ST} + W_M + W_{OT}$$

Όπου το βάρος W_{ST} μπορεί να υπολογιστεί με βάση το δείκτη εξοπλισμού E_N (Equipment Numerical) του πλοίου κατά Lloyds Register:

$$E_N = L * (B+T) + 0,8 * L * (D-T) + 0.85 * \sum_{i=1}^{N1} h1i * l1i + 0.75 * \sum_{i=1}^{N2} h2i * l2i$$

	Θέση	Ύψος	Μήκος	Γινόμενο
	I	2,6	32,3	83,98
Ενδιάιτηση	II	2,6	28,8	74,88
	III	2,6	28,8	74,88
Οιακιστήριο	v	2,6	13,6	35,36
			σύνολο=	269,1

Όπου N_1, h_{1i}, l_{1i} : αριθμος, ύψος και μήκος υπερστεγασμάτων

N_2, h_{2i}, l_{2i} : αριθμος, ύψος και μήκος υπερκατασκευών

$$\text{Άρα } E_N = 239 \cdot (44 + 14.6) + 0.8 \cdot 239 \cdot (21 - 14.6) + 0.75 \cdot 269.1 \Rightarrow$$

$$E_N = 15430,9 \text{ m}^3$$

και $(W_{ST})^* = f(E_N)$ για $C_B^* (0.8D) \neq 0.7$

Η μέθοδος έχει βελτιωθεί από πλέον πρόσφατες μελέτες του Watson (Watson, D. G. M., Practical Ship Design, Elsevier Science Ltd, Oxford, 1998):

$(W_{ST})^* = K \cdot E^{1.36}$ όπου $K=0.03$ από πίνακα.

$$\text{Άρα } (W_{ST})^* = 0.03 \cdot (15430.9)^{1.39} \Rightarrow$$

$$(W_{ST})^* = 14905 \text{ ton}$$

Διόρθωση για $C_B^* (0.8D) \neq 0.7$

$$W_{ST} = (W_{ST})^* \cdot [1 + 0.5 \cdot (C_B^* - 0.7)] = 14905 \cdot 1.0445 \Rightarrow$$

$$W_{ST} = 15568,27 \text{ ton}$$

4.A.1.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΡΟΥΣ ΜΗΧΑΝΗΣ

$$W_{M1} = W_M \cdot P_B = 0,08 \cdot \left(\frac{19460}{1,341}\right) = 1161,79 \text{ ton}$$

$$W_{M2} = C_{MD} \cdot P_B^{0,89} = 0,3 \cdot \left(\frac{19460}{1,341}\right)^{0,89} = 1518,22 \text{ ton}$$

Μέσος όρος των δύο μεθόδων : $W_M = (W_{M1} + W_{M2})/2 = 1340 \text{ ton}$

4.A.1.2 ΒΑΡΟΣ ΕΝΔΙΑΙΤΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ

$$W_{OT} = 0,17 \cdot L \cdot B = 0,17 \cdot 239 \cdot 44 = 1787,79 \text{ ton}$$

4.A.1.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ W_{LS}

$$\text{Άρα } W_{LS} = W_{ST} + W_M + W_{OT} \Rightarrow$$

$$W_{LS} = 15568,27 + 1340 + 1787,79 \Rightarrow$$

$$W_{LS} = 18696,06 \text{ ton}$$

4.A.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΡΟΥΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ SCHNEEKLUHTH

Δεν περιλαμβάνει το βάρος των υπερκατασκευών.

Ο όγκος κάτωθεν του ανώτατου συνεχούς καταστρώματος υπολογίζεται από τον τύπο:

$$\nabla_U = \nabla_D + \nabla_S + \nabla_b + \nabla_H$$

Όπου,

$$\nabla_D = L \cdot B \cdot D \cdot C_{BD}$$

$$\nabla_D = 181085,52 \text{ ton} \quad .$$

$$C_{BD} = C_B + C_1 \cdot \frac{D-T}{T} (1 - C_B) = 0,798 + C_1 \frac{21-14,6}{14,6} (1 - 0,798) \quad \mathbf{C_{BD} = 0,82}$$

$$C_1 = 0,25$$

Όγκος έως το D

$$\nabla_S = 0, \text{ μηδενική αύξηση όγκου λόγω σιμότητας.}$$

$$\nabla_H = 0 \text{ m}^3 \text{ Ίδια αύξηση όγκου λόγω στομίων κυτών με το πατρικό πλοίο.}$$

$$\nabla_b = 0 \text{ m}^3 \text{ Ίδια αύξηση όγκου λόγω αύξησης όγκου κυρτότητας καταστρώματος}$$

Επομένως,

$$\nabla_U = \nabla_D + \nabla_S + \nabla_b + \nabla_H$$

$$\nabla_U = 181085,52 \text{ m}^3$$

Το βάρος της μεταλλικής κατασκευής W'_{ST} χωρίς τις υπερκατασκευές δίνεται συναρτήσει του όγκου ∇_U , ενός συντελεστή ειδικού βάρους C'_{ST} και διάφορων διορθώσεων Corrections.

$$W'_{ST} = \nabla_U * C'_{ST} * Corrections$$

Όπου,

Ο συντελεστής C'_{ST} για Tanker μήκους $L_{BP} = 239 \text{ m}$ προκύπτει με γραμμική παρεμβολή (Μ.Π. Ι 2.4.4 Β₃): $C'_{ST} = 0,1291$

Correction1	$1+0,033*(L/D-12)$	0.97957
Correction2	$1+0,06*(n-D/ D_0)$	0.685
Correction3	$1+0,05*(1,85-B/D)$	0,987738
Correction4	$1+0,2*(T/D-0,85)$	0,969
Correction5	$0,92+(1- C_{BD})^2$	0.9524
Correction6	$1+0,75* C_{BD} *(C_M-0,98)$	1,0083

ΠΙΝΑΚΑΣ: Διορθώσεις όγκου κάτωθεν του ανώτατου συνεχούς καταστρώματος ∇_U .

$\delta = \text{Corrections} = \text{Correction1} * \text{Correction2} * \text{Correction3} * \text{Correction4} * \text{Correction5} * \text{Correction6} = 0.6167$

$n = 0$, αριθμός ενδιάμεσων καταστρωμάτων.

$D_0 = 4$

$L/D = 11.38 \geq 9$

Συνεπώς,

$W_{ST}' = \nabla_U \cdot C_{ST} \cdot \delta = 181085,52 \cdot 0,1291 \cdot 0.6167$

$W'_{ST} = 14417,3 \text{ ton}$

Διόρθωση για βολβοειδή πλώρη:

$W_{BULB}' = 0.004 \cdot W_{ST}' = 57,67 \text{ ton}$

$W'_{ST} = 0.004 \cdot W_{ST}' + W_{ST}'$

$W'_{ST} = 14474,97 \text{ ton}$

4.A.2.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΡΟΥΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΠΡΟΣΤΕΓΟΥ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ MULLER-KOSTER

Μήκος προστέγου $0,07L=0,07*239=16,73$ m

$$W_{back}=C_{back} * A_m * h_{back}$$

$$A_m=B_{back} * L_{back} /2 = \frac{B*L}{2} = \frac{44*16,73}{2} = 368,06 \text{ m}$$

$$W_{back}=0,1345*368,06*2,6=128,71 \text{ ton}$$

Άρα το βάρος υπερστεγασμάτων θα είναι

$$W_{surest}=128,71+365,5=494,21 \text{ ton}$$

$$W_{ολ}=494,21 \text{ ton} + 128,71 \text{ ton}=622,92 \text{ ton}$$

4.A.2.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ W_{LS}

$$\text{Άρα } W_{LS} = W_{ST} + W_M + W_{OT} + W_{ολ} \Rightarrow$$

$$W_{LS} = 14474,97 \text{ ton} + 1340 \text{ ton} + 1787,79 \text{ ton} + 622,92 \text{ ton} \Rightarrow$$

$$W_{LS} = 18225,68 \text{ ton}$$

Που είναι αποδεχτό αποτέλεσμα με βάση τους τυποποιημένους πίνακες των Νηογνωμόνων, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα!

$$Mε \text{ KG} = 0,53 * D_S$$

$$\text{Όπου } D_S = D + \nabla_{SS} / (L_{pp} * B) \Rightarrow D_S = 21,06 \text{ m}$$

$$\text{Άρα } \text{KG} = 0,53 * 21,06 \Rightarrow \text{KG} = 11,16 \text{ m}$$

4.Β.ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ W_{LS} ΓΙΑ ΤΟ ΥΠΟ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΛΟΙΟ

Ενώ το αποτελέσματα που προκύπτει απο τη χρήση του προγράμματος του Γερμανικού Νηογνώμονα Poseidon 10, για το υπό σύγκριση πλοίο σε t/m είναι:

$$G = 59.040 \text{ t/m (Longitudinal Members)}$$

Οπότε το βάρος της μεταλικής κατασκευής που προκύπτει όταν πολλαπλασιάσουμε το αποτέλεσμα με το L_{AO} του πλοίου είναι:

$$\begin{aligned} \text{Άρα} \quad W_{ST} &= L_{OA} * G \Rightarrow \\ W_{ST} &= 260,5 \text{ m} * 59,040 \text{ t/m} \Rightarrow \\ W_{ST} &= 15379,92 \text{ ton} \end{aligned}$$

Γνωρίζουμε ότι ισχύει:

$$W_{LS} = W_{ST} + W_M + W_{OT} + W_{o\lambda}$$

$$\begin{aligned} \text{Όπου} \quad W_M &= 2448 \text{ ton} \\ W_{OT} &= 1853,21 \text{ ton} \\ W_{o\lambda} &= 647,64 \text{ ton} \end{aligned}$$

Άρα

$$\begin{aligned} W_{LS} &= 15379,92 \text{ ton} + 2448 \text{ ton} + 1853,21 \text{ ton} + 647,64 \text{ ton} \Rightarrow \\ W_{LS} &= 20328,77 \text{ ton} \end{aligned}$$

Οι υπολογισμοί των W_M , W_{OT} και $W_{o\lambda}$ φαίνονται παρακάτω ενώ τα αποτελέσματα από το Poseidon 10 φαίνονται αναλυτικά στο παράρτημα II.

4.B.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΡΟΥΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ WATSON

$$\text{Ισχύει ότι } W_{LS} = W_{ST} + W_M + W_{OT}$$

Όπου το βάρος W_{ST} μπορεί να υπολογιστεί με βάση το δείκτη εξοπλισμού E_N (Equipment Numerical) του πλοίου κατά Lloyds Register:

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

	Θέση	Ύψος	Μήκος	Γινόμενο
	I	2,6	20,3	52,78
Ενδιαίτηση	II	2,6	20,3	52,78
	III	2,6	20,3	52,78
Οιακιστήριο	v	2,6	13,6	35,36
			σύνολο=	193,7

Όπου N_1, h_{1i}, l_{1i} : αριθμος, ύψος και μήκος υπερστεγασμάτων

N_2, h_{2i}, l_{2i} : αριθμος, ύψος και μήκος υπερκατασκευών

$$\text{Άρα } E_N = 256,5 \cdot (42,5 + 15,56) + 0,8 \cdot 256,5 \cdot (22 - 15,56) + 0,75 \cdot 193,7 \Rightarrow$$

$$E_N = 16359,15 \text{ m}^3$$

$$\text{και } (W_{ST})^* = f(E_N) \text{ για } C_{B(0,8D)}^* \neq 0,7$$

Η μέθοδος έχει βελτιωθεί από πλέον πρόσφατες μελέτες του Watson (Watson, D. G. M., Practical Ship Design, Elsevier Science Ltd, Oxford, 1998):

$$(W_{ST})^* = K \cdot E^{1,36} \text{ όπου } K=0,031 \text{ από πίνακα.}$$

$$\text{Άρα } (W_{ST})^* = 0,031 \cdot (16359,15)^{1,36} \Rightarrow$$

$$(W_{ST})^* = 16675,4 \text{ ton}$$

Διόρθωση για $C_{B(0,8D)}^* \neq 0,7$

$$W_{ST} = (W_{ST})^* \cdot [1 + 0,5 \cdot (C_{B(0,8D)}^* - 0,7)] = 16675,4 \cdot 1,0895 \Rightarrow$$

$$W_{ST} = 18167,85 \text{ ton}$$

$$\text{Άρα } W_{LS} = W_{ST} + W_M + W_{OT} \Rightarrow$$

$$W_{LS} = 18167,85 \text{ ton} + 2448 \text{ ton} + 1853,21 \text{ ton} \Rightarrow$$

$$W_{LS} = 22469,1 \text{ ton}$$

Η διαφορά που προκύπτει στο αποτέλεσμα του W_{LS} οφείλεται κυρίως στις προσεγγίσεις των παραπάνω μεθόδων.

4.B.1.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΡΟΥΣ ΜΗΧΑΝΗΣ

$$W_{M1} = w_M \cdot P_B = 0,08 \cdot 23040 = 1843,2 \text{ ton}$$

$$W_{M2} = C_{MD} \cdot P_B^{0,89} = 0,4 \cdot 23040^{0,89} = 3052,6 \text{ ton}$$

$$\text{Μέσος όρος των δύο μεθόδων : } W_M = (W_{M1} + W_{M2})/2 = 2448 \text{ ton}$$

4.B.1.2 ΒΑΡΟΣ ΕΝΔΙΑΙΤΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ

$$W_{OT} = 0,17 \cdot L \cdot B = 0,17 \cdot 256,5 \cdot 42,5 = 1853,21 \text{ ton}$$

4.B.1.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ W_{LS}

$$\text{Άρα } W_{LS} = W_{ST} + W_M + W_{OT} \Rightarrow$$

$$W_{LS} = 16577,79 \text{ ton} + 2448 \text{ ton} + 1853,21 \text{ ton} \Rightarrow$$

$$W_{LS} = 20879 \text{ ton}$$

4.B.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΡΟΥΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ SCHNEEKLUH

Δεν περιλαμβάνει το βάρος των υπερκατασκευών.

Ο όγκος κάτωθεν του ανώτατου συνεχούς καταστρώματος υπολογίζεται από τον τύπο:

$$\nabla_U = \nabla_D + \nabla_S + \nabla_b + \nabla_H$$

Όπου,

$$\nabla_D = L \cdot B \cdot D \cdot C_{BD}$$

$$\nabla_D = 213686,3 \text{ ton}$$

$$C_{BD} = C_B + C_1 \cdot \frac{D-T}{T} (1 - C_B) = 0,879 + C_1 \frac{22-15,65}{15,65} (1 - 0,879) \quad \mathbf{C_{BD} = 0,891}$$

$$C_1 = 0,25$$

Όγκος έως το D

$\nabla_S = 0$, μηδενική αύξηση όγκου λόγω σιμότητας.

$\nabla_H = 0 \text{ m}^3$ Ίδια αύξηση όγκου λόγω στομιών κυτών με το πατρικό πλοίο.

$\nabla_b = 0 \text{ m}^3$ Ίδια αύξηση όγκου λόγω αύξησης όγκου κυρτότητας καταστρώματος

Επομένως,

$$\nabla_U = \nabla_D + \nabla_S + \nabla_b + \nabla_H$$

$$\nabla_U = 213686,3 \text{ m}^3$$

Το βάρος της μεταλλικής κατασκευής W'_{ST} χωρίς τις υπερκατασκευές δίνεται συναρτήσει του όγκου ∇_U , ενός συντελεστή ειδικού βάρους C'_{ST} και διάφορων διορθώσεων Corrections.

$$W'_{ST} = \nabla_U * C'_{ST} * Corrections$$

Όπου,

Ο συντελεστής C'_{ST} για Tanker μήκους $L_{BP} = 256,5 \text{ m}$ προκύπτει με γραμμική παρεμβολή (Μ.Π. Ι 2.4.4 Β₃): $C'_{ST} = 0,129$

Correction1	$1+0,033*(L/D-12)$	0.98875
Correction2	$1+0,06*(n-D/ D_0)$	0.67
Correction3	$1+0,05*(1,85-B/D)$	0,9959
Correction4	$1+0,2*(T/D-0,85)$	0,97
Correction5	$0,92+(1 - C_{BD})^2$	0.93188
Correction6	$1+0,75* C_{BD} * (C_M-0,98)$	1,0053

ΠΙΝΑΚΑΣ: Διορθώσεις όγκου κάτωθεν του ανώτατου συνεχούς καταστρώματος ∇_U .

$\delta = \text{Corrections} = \text{Correction1} * \text{Correction2} * \text{Correction3} * \text{Correction4} * \text{Correction5} * \text{Correction6} = 0.599$

$n = 0$, αριθμός ενδιάμεσων καταστρωμάτων.

$D_0 = 4$

$L/D = 11.659 \geq 9$

Συνεπώς,

$$W_{ST}' = \nabla_U \cdot C_{ST} \cdot \delta = 213686,3 \cdot 0,129 \cdot 0.599$$

$$W'_{ST} = 16511,75 \text{ ton}$$

Διόρθωση για βολβοειδή πλώρη:

$$W_{BULB}' = 0.004 \cdot W_{ST}' = 66,04 \text{ ton}$$

$$W'_{ST} = 0.004 \cdot W_{ST}' + W_{ST}'$$

$$W'_{ST} = 16577,79 \text{ ton}$$

4.B.2.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΡΟΥΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΠΡΟΣΤΕΓΟΥ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ MULLER-KOSTER

Μήκος προστέγου $0,07L = 0,07 \cdot 256,5 = 17,934 \text{ m}$

$$W_{back} = C_{back} \cdot A_m \cdot h_{back}$$

$$A_m = B_{back} \cdot L_{back} / 2 = \frac{B \cdot L}{2} = \frac{42,5 \cdot 17,934}{2} = 381,1 \text{ m}$$

$$W_{back} = 0,1345 \cdot 381,1 \cdot 2,6 = 133,27 \text{ ton}$$

Άρα το βάρος υπερστεγασμάτων θα είναι

$$W_{surest} = 133,27 + 381,1 = 514,37 \text{ ton}$$

$$W_{o\lambda} = 514,37 \text{ ton} + 133,27 \text{ ton} = 647,64 \text{ ton}$$

4.B.2.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ W_{LS}

$$\text{Άρα } W_{LS} = W_{ST} + W_M + W_{OT} + W_{o\lambda} \Rightarrow$$

$$W_{LS} = 16577,79 \text{ ton} + 2448 \text{ ton} + 1853,21 \text{ ton} + 647,64 \text{ ton} \Rightarrow$$

$$W_{LS} = 21526,64 \text{ ton}$$

$$Με \quad KG = 0,53 \cdot D_S$$

$$\text{Όπου } D_S = D + \nabla_{SS} / (L_{pp} \cdot B) \Rightarrow D_S = 22,047 \text{ m}$$

$$Με \quad D = 22 \text{ m και } \nabla_{SS} = 647,64 \text{ mm}^3, L_{pp} = 260,5 \text{ m}, B = 42,5 \text{ m}$$

$$\text{Άρα } KG = 0,53 \cdot 22,047 \Rightarrow KG = 11,69 \text{ m}$$

Συμπεράσματα

Στη σύγκριση που έγινε στην παρούσα διπλωματική εργασία υπάρχει βασική διαφορά ως προς τις κύριες διαστάσεις των δύο πλοίων αλλά και στο DWT τους.

Στο υπό σύγκριση πλοίο έχουμε αυξημένη ροπή κάμψης σε ποσοστό $\cdot \frac{256,5 - 239}{256,5} = 6,8\%$

Αυτό σημαίνει ότι αν προσαρμόσω τις διαστάσεις στο ίδιο Structural Design, θα μπορούσα να ελαττώσω την εξασκούμενη ροπή κάμψης (Kg*m) κατά 6,8% καθώς και τα αντίστοιχα πάχη των ελασμάτων και το βάρος τους κατά ποσοστό 10%. Έτσι θα προκύψει μείωση του W_{LS} στο υπό μελέτη πλοίο και κατά συνέπεια αύξηση της μεταφορικής του ικανότητας.

Στοιχεία	Υπό Μελέτη Πλοίο	Πλοίο Σύγκρισης
L_{OA} (m)	244,3	260,5
L_{BP} (m)	239	256,5
B (m)	44	42,5
T (m)	21	22
D (m)	14,6	15,65
C_B	0,798	0,879
Δ (ton)	122515	155672
DWT (ton)	112700	140630
W_H (ton)	14474,97	16577,79
GL W_H (ton)	14742	15379,92
W_M (ton)	1340	2448
W_{OT} (ton)	1787,79	1853,21
W_{oL} (ton)	622,92	647,64
W_{LS} (ton)	18225,68	22469,1
GL W_{LS} (ton)	18222,71	20328,77

ΠΙΝΑΚΑΣ: Διαφορών των δύο πλοίων κατόπιν υπολογισμών

Πράγματι για το πλοίο σύγκρισης θα ισχύει $W_{LS} = 20328,77 - 0,1 \cdot 20328,77 \Rightarrow W_{LS} = 18295,89$ ton που πλησιάζει κατά πολύ το W_{LS} του υπό μελέτη πλοίου.

Για το υπό μελέτη πλοίο, οι υπολογισμοί στο πρόγραμμα του Excel έδωσαν τα βάρη των BHD ως εξής:

$W_{LONG.BHD} = 793,27$ ton για όλο το μήκος του cargo hold

Και

$W_{TRANS.BHD} = 118,318$ ton ο καθένας.

Ενώ για το πλοίο σύγκρισης, οι αντίστοιχοι υπολογισμοί έδωσαν:

$W_{LONG.BHD} = 715,47$ ton για όλο το μήκος του cargo hold

Και

$W_{TRANS.BHD} = 120,38$ ton ο καθένας.

Που παρ' ότι το μήκος του cargo hold είναι μεγαλύτερο και διαθέτει δύο διαμήκεις φρακτές, το βάρος τους υπολείπεται κατά πολύ από εκείνο της μίας φρακτής και φτάνει σε μείωση το 10% της φρακτής του υπό μελέτη πλοίου. Οι εγκάρσιες φρακτές έχουν σχεδόν το ίδιο βάρος με μία μικρή διαφορά της τάξεως των 2,062 ton.

Από υπολογισμούς του Poseidon 10, για ένα πλοίο με το Structural Design του πλοίου σύγκρισης με cargo hold 6x3 δεξαμενές στις διαστάσεις του υπό μελέτη πλοίου, παίρνουμε βάρος μεταλλικής κατασκευής ανά μέτρο ίσο με $G = 43,908$ t/m.

Δηλαδή έχουμε $W_{ST}^* = 239 \text{ m} \cdot 43,908 \text{ t/m} = 10494,012$ ton

Οπότε το συνολικό βάρος της μεταλλικής κατασκευής W_{ST} θα είναι:

$$W_{ST} = 10494,012 + 0,3 \cdot 10494,012 \Rightarrow W_{ST} = 13642,22 \text{ ton}$$

$$\text{Άρα } W_{LS} = W_{ST} + W_M + W_{OT} + W_{oL} \Rightarrow$$

$$W_{LS} = 13642,22 \text{ ton} + 1340 \text{ ton} + 1787,79 \text{ ton} + 622,92 \text{ ton} \Rightarrow$$

$$W_{LS} = 17392,93 \text{ ton}$$

Το υπό μελέτη πλοίο, είναι τύπου Aframax και με βάση τον πίνακα των υπολογισμών του Lloyd 's Register πρέπει να έχει Lightship= 17974 ton, με διαμερισματοποίηση 6x2 δεξαμενές. Με το νέο Structural Design, διαμερισματοποίησης 6x3 δεξαμενών, έχει Lightship= 17392,93 ton. Δηλαδή έχει μια μικρή μείωση της τάξεως των 581 ton ή ως προς το Lightship. Αυτό σημαίνει αύξηση της μεταφορικής του ικανότητας κατά 581 ton για τις ίδιες διαστάσεις, την ίδια ταχύτητα και το ίδιο DWT.

Π.Α.1. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ W_{Ls} ΓΙΑ ΤΟ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΠΛΟΙΟ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ EXCEL

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια	Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος
Deck	mm	mm	m ²	mm	Επιφάνεια mm ²	kg
stdk1	30020	3880	116,4776	17,5		16306,864
stdk2	30020	3870	116,1774	17		15800,1264
stdk3	30020	3950	118,579	17		16126,744
stdk4	30020	3950	118,579	17		16126,744
stdk5	30020	3625	108,8225	17		14799,86
stdk6	30020	2725	81,8045	17,5		11452,63
psdk1	30020	4030	120,9806	17,5		16937,284
psdk2	30020	3870	116,1774	17		15800,1264
psdk3	30020	3950	118,579	17		16126,744
psdk4	30020	3950	118,579	17		16126,744
psdk5	30020	3625	108,8225	17		14799,86
psdk6	30020	2575	77,3015	17,5		10822,21

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια	Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος
Side Sheel						
st ex/na sh1	30020	2190	65,7438	17,5		9204,132
st ex/na sh2	30020	3970	119,1794	17,5		16685,116
st ex/na sh3	30020	3970	119,1794	17,5		16685,116
st ex/na sh4	30020	3970	119,1794	17,5		16685,116
st ex/na sh5	30020	4400	132,088	16,5		17435,616
ps ex/na sh1	30020	2190	65,7438	17,5		9204,132
ps ex/na sh2	30020	3970	119,1794	17,5		16685,116
ps ex/na sh3	30020	3970	119,1794	17,5		16685,116
ps ex/na sh4	30020	3970	119,1794	17,5		16685,116
ps ex/na sh5	30020	4400	132,088	16,5		17435,616
WEB trans plates						
Web fr77						
st double side pl 1	4400		14954613	14		1674,91666
st double side pl 2	2000	2500	5	15		600
st double side pl 3	2000	2500	5	12		480

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια	Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος
st double side pl 4	4950	2500	12,375	12		1188
st double side pl 5	4950	2500	12,375	13		1287
ps double side pl 1	4400		14954613	14		1674,91666
ps double side pl 2	2000	2500	5	15		600
ps double side pl 3	2000	2500	5	12		480
ps double side pl 4	4950	2500	12,375	12		1188
ps double side pl 5	4950	2500	12,375	13		1287
Web fr76						
st double side pl 1	4400		14954613	14		1674,91666
st double side pl 2	2000	2500	5	15		600
st double side pl 3	2000	2500	5	12		480
st double side pl 4	4950	2500	12,375	12		1188
st double side pl 5	4950	2500	12,375	13		1287

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια	Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος
ps double side pl 1	4400		14954613	14		1674,91666
ps double side pl 2	2000	2500	5	15		600
ps double side pl 3	2000	2500	5	12		480
ps double side pl 4	4950	2500	12,375	12		1188
ps double side pl 5	4950	2500	12,375	13		1287
Web fr75						
st double side pl 1	4400		14954613	14		1674,91666
st double side pl 2	2000	2500	5	15		600
st double side pl 3	2000	2500	5	12		480
st double side pl 4	4950	2500	12,375	12		1188
st double side pl 5	4950	2500	12,375	13		1287
ps double side pl 1	4400		14954613	14		1674,91666
ps double side pl 2	2000	2500	5	15		600
ps double side pl 3	2000	2500	5	12		480
ps double side pl 4	4950	2500	12,375	12		1188
ps double side pl 5	4950	2500	12,375	13		1287

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια	Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος
Web fr74						
st double side pl 1	4400		14954613	14		1674,91666
st double side pl 2	2000	2500	5	15		600
st double side pl 3	2000	2500	5	12		480
st double side pl 4	4950	2500	12,375	12		1188
st double side pl 5	4950	2500	12,375	13		1287
ps double side pl 1	4400		14954613	14		1674,91666
ps double side pl 2	2000	2500	5	15		600
ps double side pl 3	2000	2500	5	12		480
ps double side pl 4	4950	2500	12,375	12		1188
ps double side pl 5	4950	2500	12,375	13		1287
Web fr73						
st double side pl 1	4400		14954613	14		1674,91666
st double side pl 2	2000	2500	5	15		600
st double side pl 3	2000	2500	5	12		480

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια	Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος
st double side pl 4	4950	2500	12,375	12		1188
st double side pl 5	4950	2500	12,375	13		1287
ps double side pl 1	4400		14954613	14		1674,91666
ps double side pl 2	2000	2500	5	15		600
ps double side pl 3	2000	2500	5	12		480
ps double side pl 4	4950	2500	12,375	12		1188
ps double side pl 5	4950	2500	12,375	13		1287
Web fr72						
st double side pl 1	4400		14954613	14		1674,91666
st double side pl 2	2000	2500	5	15		600
st double side pl 3	2000	2500	5	12		480
st double side pl 4	4950	2500	12,375	12		1188
st double side pl 5	4950	2500	12,375	13		1287
ps double side pl 1	4400		14954613	14		1674,91666
ps double side pl 2	2000	2500	5	15		600

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια	Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος
ps double side pl 3	2000	2500	5	12		480
ps double side pl 4	4950	2500	12,375	12		1188
ps double side pl 5	4950	2500	12,375	13		1287
Web fr71						
st double side pl 1	4400		14954613	14		1674,91666
st double side pl 2	2000	2500	5	15		600
st double side pl 3	2000	2500	5	12		480
st double side pl 4	4950	2500	12,375	12		1188
st double side pl 5	4950	2500	12,375	13		1287
ps double side pl 1	4400		14954613	14		1674,91666
ps double side pl 2	2000	2500	5	15		600
ps double side pl 3	2000	2500	5	12		480
ps double side pl 4	4950	2500	12,375	12		1188
ps double side pl 5	4950	2500	12,375	13		1287

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια	Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος
Web trans deck plates						
Web fr 77						
trans stdk1	4130		11006450	12		1056,6192
trans stdk2	12850	1500	19,275	12		1850,4
trans stdk3	2520		6174000	12		592,704
trans psdk1	4280		14616200	13		1520,0848
trans psdk2	12850	1500	19,275	12		1850,4
trans psdk3	2370		5806500	12		557,424
Web fr 76						
trans stdk1	4130		11006450	12		1056,6192
trans stdk2	12850	1500	19,275	12		1850,4
trans stdk3	2520		6174000	12		592,704

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια	Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος
trans psdk1	4280		14616200	13		1520,0848
trans psdk2	12850	1500	19,275	12		1850,4
trans psdk3	2370		5806500	12		557,424
Web fr 75						
trans stdk1	4130		11006450	12		1056,6192
trans stdk2	12850	1500	19,275	12		1850,4
trans stdk3	2520		6174000	12		592,704
trans psdk1	4280		14616200	13		1520,0848
trans psdk2	12850	1500	19,275	12		1850,4
trans psdk3	2370		5806500	12		557,424
Web fr 74						
trans stdk1	4130		11006450	12		1056,6192
trans stdk2	12850	1500	19,275	12		1850,4
trans stdk3	2520		6174000	12		592,704
trans psdk1	4280		14616200	13		1520,0848

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια	Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος
trans psdk2	12850	1500	19,275	12		1850,4
trans psdk3	2370		5806500	12		557,424
Web fr 73						
trans stdk1	4130		11006450	12		1056,6192
trans stdk2	12850	1500	19,275	12		1850,4
trans stdk3	2520		6174000	12		592,704
trans psdk1	4280		14616200	13		1520,0848
trans psdk2	12850	1500	19,275	12		1850,4
trans psdk3	2370		5806500	12		557,424
Web fr 72						
trans stdk1	4130		11006450	12		1056,6192
trans stdk2	12850	1500	19,275	12		1850,4
trans stdk3	2520		6174000	12		592,704
trans psdk1	4280		14616200	13		1520,0848
trans psdk2	12850	1500	19,275	12		1850,4

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια	Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος
trans psdk3	2370		5806500	12		557,424
Web fr 71						
trans stdk1	4130		11006450	12		1056,6192
trans stdk2	12850	1500	19,275	12		1850,4
trans stdk3	2520		6174000	12		592,704
trans psdk1	4280		14616200	13		1520,0848
trans psdk2	12850	1500	19,275	12		1850,4
trans psdk3	2370		5806500	12		557,424
External Bottom pl						
ps ex/nabl1	30020	4125	123,8325	20,5		20308,53
ps ex/nabl2	30020	4115	123,5323	20,5		20259,2972
ps ex/nabl3	30020	4115	123,5323	20,5		20259,2972
ps ex/nabl4	30020	4035	121,1307	19		18411,8664

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια	Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος
ps ex/nabl5	30020	3660	109,8732	17		14942,7552
st ex/nabl1	30020	3825	114,8265	17		15616,404
st ex/nabl2	30020	4115	123,5323	20,5		20259,2972
st ex/nabl3	30020	4115	123,5323	20,5		20259,2972
st ex/nabl4	30020	4035	121,1307	19		18411,8664
st ex/nabl5	30020	3960	118,8792	18		17118,6048

Double Bottom

Web fr 77

st trans bottom pl1	6250	2500	15,625	15		1875
st trans bottom pl2	5850	2500	14,625	13		1521
st trans bottom pl3	3900	2500	9,75	17		1326
st trans bottom pl4	6000	2500	15	14		1680
ps trans bottom pl1	6250	2500	15,625	15		1875
ps trans bottom pl2	5850	2500	14,625	13		1521

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια	Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος
ps trans bottom pl3	3900	2500	9,75	17		1326
ps trans bottom pl4	6000	2500	15	14		1680
Web fr 76						
st trans bottom pl1	6250	2500	15,625	15		1875
st trans bottom pl2	5850	2500	14,625	13		1521
st trans bottom pl3	3900	2500	9,75	17		1326
st trans bottom pl4	6000	2500	15	14		1680
ps trans bottom pl1	6250	2500	15,625	15		1875
ps trans bottom pl2	5850	2500	14,625	13		1521
ps trans bottom pl3	3900	2500	9,75	17		1326
ps trans bottom pl4	6000	2500	15	14		1680
Web fr 75						
st trans bottom pl1	6250	2500	15,625	15		1875
st trans bottom pl2	5850	2500	14,625	13		1521
st trans bottom pl3	3900	2500	9,75	17		1326

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια	Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος
st trans bottom pl4	6000	2500	15	14		1680
ps trans bottom pl1	6250	2500	15,625	15		1875
ps trans bottom pl2	5850	2500	14,625	13		1521
ps trans bottom pl3	3900	2500	9,75	17		1326
ps trans bottom pl4	6000	2500	15	14		1680
Web fr 74						
st trans bottom pl1	6250	2500	15,625	15		1875
st trans bottom pl2	5850	2500	14,625	13		1521
st trans bottom pl3	3900	2500	9,75	17		1326
st trans bottom pl4	6000	2500	15	14		1680
ps trans bottom pl1	6250	2500	15,625	15		1875
ps trans bottom pl2	5850	2500	14,625	13		1521
ps trans bottom pl3	3900	2500	9,75	17		1326
ps trans bottom pl4	6000	2500	15	14		1680

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Υψος	Πλάτος	Επιφάνεια	Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος
Web fr 73						
st trans bottom pl1	6250	2500	15,625	15		1875
st trans bottom pl2	5850	2500	14,625	13		1521
st trans bottom pl3	3900	2500	9,75	17		1326
st trans bottom pl4	6000	2500	15	14		1680
ps trans bottom pl1	6250	2500	15,625	15		1875
ps trans bottom pl2	5850	2500	14,625	13		1521
ps trans bottom pl3	3900	2500	9,75	17		1326
ps trans bottom pl4	6000	2500	15	14		1680
Web fr 72						
st trans bottom pl1	6250	2500	15,625	15		1875
st trans bottom pl2	5850	2500	14,625	13		1521
st trans bottom pl3	3900	2500	9,75	17		1326
st trans bottom pl4	6000	2500	15	14		1680
ps trans bottom pl1	6250	2500	15,625	15		1875

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια	Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος
ps trans bottom pl2	5850	2500	14,625	13		1521
ps trans bottom pl3	3900	2500	9,75	17		1326
ps trans bottom pl4	6000	2500	15	14		1680
Web fr 71						
st trans bottom pl1	6250	2500	15,625	15		1875
st trans bottom pl2	5850	2500	14,625	13		1521
st trans bottom pl3	3900	2500	9,75	17		1326
st trans bottom pl4	6000	2500	15	14		1680
ps trans bottom pl1	6250	2500	15,625	15		1875
ps trans bottom pl2	5850	2500	14,625	13		1521
ps trans bottom pl3	3900	2500	9,75	17		1326
ps trans bottom pl4	6000	2500	15	14		1680
Inner Plates Bottom						
Double Bottom						
stb1	30020	3950	118,579	16,5		15652,428

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια	Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος
stb2	30020	4200	126,084	16,5		16643,088
stb3	30020	4200	126,084	17		17147,424
stb4	30020	3790	113,7758	17,6		16019,6326
psb1	30020	4250	127,585	16,5		16841,22
psb2	30020	4200	126,084	16,5		16643,088
psb3	30020	4200	126,084	17		17147,424
psb4	30020	3490	104,7698	17,6		14751,5878
Inner side shell						
pssh1	30020	4050	121,581	17		16535,016
pssh2	30020	3830	114,9766	15		13797,192
pssh3	30020	3630	108,9726	15		13076,712
pssh4	30020	2940	88,2588	17		12003,1968

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια	Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος
stsh1	30020	4050	121,581	17		16535,016
stsh2	30020	3830	114,9766	15		13797,192
stsh3	30020	3630	108,9726	15		13076,712
stsh4	30020	2940	88,2588	17		12003,1968
center line long BHD						
st lpl1	30020	3590	107,7718	15		12932,616
st lpl2	30020	3580	107,4716	16		13756,3648
st lpl3	30020	3590	107,7718	13		11208,2672
st lpl4	30020	3790	113,7758	13		11832,6832
st lpl5	30020	2500	75,05	14,5		8705,8
st lpl6	30020	1450	43,529	16,5		5745,828
ps lpl1	30020	3590	107,7718	15		12932,616

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια	Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος
ps lpl2	30020	3580	107,4716	16		13756,3648
ps lpl3	30020	3590	107,7718	13		11208,2672
ps lpl4	30020	3790	113,7758	13		11832,6832
ps lpl5	30020	2500	75,05	14,5		8705,8
ps lpl6	30020	1450	43,529	16,5		5745,828
trans pl1	7350	2000	14,7	13		1528,8
trans pl2	7200	2000	14,4	13		1497,6
trans pl3	3950	2000	7,9	13		821,6
trans BHD plates no62						
st pl 1	15300	3650	55,845	18		8041,68
st pl 2	15300	3700	56,61	17		7698,96
st pl 3	15300	3600	55,08	16		7050,24
st pl 4	15300	3600	55,08	15		6609,6

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια	Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος
st pl 5		4200		18		0
st pl 6	7200	4200	30,24	16		3870,72
st pl 7	5080	4500	22,86	14		2560,32
st pl 8	5078	4500	22,851	14		2559,312
st pl 9	5075	4500	22,8375	14		2557,8
st pl 10	5074	5040	25,57296	14		2864,17152
st pl 11				14		0
st bottom pl 1	16140	2500	40,35	16,5		5326,2
st bottom pl 2	5860	2500	14,65	15,5		1816,6
ps bottom pl 1	16140	2500	40,35	16,5		5326,2
ps bottom pl 2	5860	2500	14,65	15,5		1816,6
ps pl 1	7350	4150	30,5025	18		4392,36
ps pl 2	3600	3650	13,14	18		1892,16
ps pl 3	7550	3650	27,5575	18		3968,28
ps pl 4		4200	24,738	18		3562,272

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια	Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος
ps pl 5	11150	3700	41,255	17		5610,68
ps pl 6	7200	4150	29,88	16		3824,64
ps pl 7	11150	3600	40,14	16		5137,92
ps pl 8	11150	3600	40,14	15		4816,8
ps pl 9	7200	4200	30,24	16		3870,72
ps pl 10	5080	4500	22,86	14		2560,32
ps pl 11	5078	4500	22,851	14		2559,312
ps pl 12	5075	4500	22,8375	14		2557,8
ps pl 13	5074	5040	25,57296	14		2864,17152
ps pl 14			3997250	14		447,692
st hopper trans pl			18,392	14,5		2133,472
ps hopper trans pl			18,392	14,5		2133,472
st fr pl1	4250	2500	10,625	14		1190
st fr pl2	5100	2500	12,75	14		1428
st fr pl3	5100	2500	12,75	13		1326

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια	Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος
ps fr pl1	4250	2500	10,625	14		1190
ps fr pl2	5100	2500	12,75	14		1428
ps fr pl3	5100	2500	12,75	13		1326
trans BHD plates no53						
st pl 1	15300	3650	55,845	18		8041,68
st pl 2	15300	3700	56,61	17		7698,96
st pl 3	15300	3600	55,08	16		7050,24
st pl 4	15300	3600	55,08	15		6609,6
st pl 5		4200		18		0
st pl 6	7200	4200	30,24	16		3870,72
st pl 7	5080	4500	22,86	14		2560,32
st pl 8	5078	4500	22,851	14		2559,312
st pl 9	5075	4500	22,8375	14		2557,8
st pl 10	5074	5040	25,57296	14		2864,17152

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια	Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος
st pl 11				14		0
st bottom pl 1	16140	2500	40,35	16,5		5326,2
st bottom pl 2	5860	2500	14,65	15,5		1816,6
ps bottom pl 1	16140	2500	40,35	16,5		5326,2
ps bottom pl 2	5860	2500	14,65	15,5		1816,6
ps pl 1	7350	4150	30,5025	18		4392,36
ps pl 2	3600	3650	13,14	18		1892,16
ps pl 3	7550	3650	27,5575	18		3968,28
ps pl 4		4200	24,738	18		3562,272
ps pl 5	11150	3700	41,255	17		5610,68
ps pl 6	7200	4150	29,88	16		3824,64
ps pl 7	11150	3600	40,14	16		5137,92
ps pl 8	11150	3600	40,14	15		4816,8
ps pl 9	7200	4200	30,24	16		3870,72
ps pl 10	5080	4500	22,86	14		2560,32

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια	Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος
ps pl 11	5078	4500	22,851	14		2559,312
ps pl 12	5075	4500	22,8375	14		2557,8
ps pl 13	5074	5040	25,57296	14		2864,17152
ps pl 14			3997250	14		447,692
st hopper trans pl			18,392	14,5		2133,472
ps hopper trans pl			18,392	14,5		2133,472
st fr pl1	4250	2500	10,625	14		1190
st fr pl2	5100	2500	12,75	14		1428
st fr pl3	5100	2500	12,75	13		1326
ps fr pl1	4250	2500	10,625	14		1190
ps fr pl2	5100	2500	12,75	14		1428
ps fr pl3	5100	2500	12,75	13		1326

Συνολικό Βάρος plates = 1345821,8

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια		Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος
Longitudinals upper deck st side						300x90x11/16	1146,7008
n1	30240		11,7936	11	16	300x90x11/16	1146,7008
n2	30240		11,7936	11	16	300x90x11/16	1146,7008
n3	30240		11,7936	11	16	300x90x11/16	1146,7008
n4	30240		11,7936	11	16	300x90x11/16	1146,7008
n5	30240		11,7936	11	16	300x90x11/16	1146,7008
n6	30240		11,7936	11	16	300x90x11/16	1146,7008
n7	30240		11,7936	11	16	300x90x11/16	1146,7008
n8	30240		11,7936	11	16	300x90x11/16	1146,7008
n9	30240		11,7936	11	16	300x90x11/16	1146,7008
n10	30240		11,7936	11	16	300x90x11/16	1146,7008
n11	30240		11,7936	11	16	300x90x11/16	1146,7008
n12	30240		11,7936	11	16	300x90x11/16	1146,7008
n13	30240		11,7936	11	16	300x90x11/16	1146,7008

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια		Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος	
n14	30240		11,7936	11	16	300x90x11/16	1146,7008	
n15	30240		11,7936	11	16	300x90x11/16	1146,7008	
n16	30240		11,7936	11	16	300x90x11/16	1146,7008	
n17	30240		11,7936	11	16	300x90x11/16	1146,7008	
n18	30240		11,7936	11	16	300x90x11/16	1146,7008	
n19	30240		11,7936	11	16	300x90x11/16	1146,7008	
n20	30240		11,7936	11	16	300x90x11/16	1146,7008	
n21	30240		11,7936	11	16	300x90x11/16	1146,7008	
n22	30240		11,7936	11	16	300x90x11/16	1146,7008	
n23	30240		11,7936	11	16	300x90x11/16	1146,7008	
n24	30240		11,7936	11	16	300x90x11/16	1146,7008	
n25	30240		11,7936	11	16		28667,52	
Longitudinals upper deck port side							300x90x11/16	1146,7008
n1	30240	n1	11,7936	11	16	300x90x11/16	1146,7008	

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια		Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος
n2	30240		11,7936	11	16	300x90x11/16	1146,7008
n3	30240		11,7936	11	16	300x90x11/16	1146,7008
n4	30240		11,7936	11	16	300x90x11/16	1146,7008
n5	30240		11,7936	11	16	300x90x11/16	1146,7008
n6	30240		11,7936	11	16	300x90x11/16	1146,7008
n7	30240		11,7936	11	16	300x90x11/16	1146,7008
n8	30240		11,7936	11	16	300x90x11/16	1146,7008
n9	30240		11,7936	11	16	300x90x11/16	1146,7008
n10	30240		11,7936	11	16	300x90x11/16	1146,7008
n11	30240		11,7936	11	16	300x90x11/16	1146,7008
n12	30240		11,7936	11	16	300x90x11/16	1146,7008
n13	30240		11,7936	11	16	300x90x11/16	1146,7008
n14	30240		11,7936	11	16	300x90x11/16	1146,7008
n15	30240		11,7936	11	16	300x90x11/16	1146,7008
n16	30240		11,7936	11	16	300x90x11/16	1146,7008
n17	30240		11,7936	11	16	300x90x11/16	1146,7008
n18	30240		11,7936	11	16	300x90x11/16	1146,7008

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια		Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος
n19	30240		11,7936	11	16	300x90x11/16	1146,7008
n20	30240		11,7936	11	16	300x90x11/16	1146,7008
n21	30240		11,7936	11	16	300x90x11/16	1146,7008
n22	30240		11,7936	11	16	300x90x11/16	1146,7008
n23	30240		11,7936	11	16	300x90x11/16	1146,7008
n24	30240		11,7936	11	16	300x90x11/16	1146,7008
n25	30240		11,7936	11	16		28667,52

Longitudinals
side shell st side

						425x11x150x18 (T)	1784,16
n25	30240		17,388	11	18	425x11x150x18 (T)	1784,16
n26	30240		17,388	11	18	425x11x150x18 (T)	1784,16
n27	30240		17,388	11	18	425x11x150x16 (T)	1711,584
n28	30240		17,388	11	16	425x11x150x16 (T)	1711,584
n29	30240		17,388	11	16	425x11x150x16 (T)	1711,584

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια		Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος
n30	30240		17,388	11	16		
n31(no3 STR)	30240					385x11x125x16 (T)	1508,3712
n32	30240		15,4224	11	16	385x11x125x16 (T)	1508,3712
n33	30240		15,4224	11	16	385x11x125x16 (T)	1508,3712
n34	30240		15,4224	11	16	350x100x12/17 (I A)	1427,328
n35	30240		13,608	12	17		
n36(no2 STR)	30240					350x100x12/17 (I A)	1427,328
n37	30240		13,608	12	17	350x100x12/17 (I A)	1427,328
n38	30240		13,608	12	17	350x100x12/17 (I A)	1427,328
n39	30240		13,608	12	17	350x100x12/17 (I A)	1427,328
n40	30240		13,608	12	17	350x100x12/17 (I A)	1427,328
n41	30240		13,608	12	17		
n42(no1 STR)	30240					250x90x12/16 (I A)	1074,1248
n43	30240		10,2816	12	16	250x90x12/16 (I A)	1074,1248
n44	30240		10,2816	12	16	250x90x12/16 (I A)	1074,1248
n45	30240		10,2816	12	16	250x90x12/16 (I A)	1074,1248
n46	30240		10,2816	12	16	250x90x12/16 (I A)	1074,1248

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια		Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος
n47	30240		10,2816	12	16		28946,9376
Longitudinals							
side shell port side							
n25	30240		17,388	11	18	425x11x150x18 (T)	1784,16
n26	30240		17,388	11	18	425x11x150x18 (T)	1784,16
n27	30240		17,388	11	18	425x11x150x16 (T)	1711,584
n28	30240		17,388	11	16	425x11x150x16 (T)	1711,584
n29	30240		17,388	11	16	425x11x150x16 (T)	1711,584
n30	30240		17,388	11	16		
n31(no3 STR)	30240					385x11x125x16 (T)	1508,3712
n32	30240		15,4224	11	16	385x11x125x16 (T)	1508,3712
n33	30240		15,4224	11	16	385x11x125x16 (T)	1508,3712
n34	30240		15,4224	11	16	350x100x12/17 (I A)	1427,328
n35	30240		13,608	12	17		
n36(no2 STR)	30240					350x100x12/17 (I A)	1427,328
n37	30240		13,608	12	17	350x100x12/17 (I A)	1427,328
n38	30240		13,608	12	17	350x100x12/17 (I A)	1427,328

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια		Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος
n39	30240		13,608	12	17	350x100x12/17 (I A)	1427,328
n40	30240		13,608	12	17	350x100x12/17 (I A)	1427,328
n41	30240		13,608	12	17		
n42(no1 STR)	30240					250x90x12/16 (I A)	1074,1248
n43	30240		10,2816	12	16	250x90x12/16 (I A)	1074,1248
n44	30240		10,2816	12	16	250x90x12/16 (I A)	1074,1248
n45	30240		10,2816	12	16	250x90x12/16 (I A)	1074,1248
n46	30240		10,2816	12	16	250x90x12/16 (I A)	1074,1248
n47	30240		10,2816	12	16		28946,9376

Longitudinals

Inner Bottom st side

n1	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n2	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n3	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια		Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος
n4	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n5	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n6	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n7	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n8	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n9	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n10	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n11	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n12	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n13	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n14	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n15	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n16	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n17	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n18	30240		17,388	11	18		32114,88

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια		Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος	
Longitudinals								
Inner Bottom port side							425x11+150x18 (T)	1784,16
n1	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16	
n2	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16	
n3	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16	
n4	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16	
n5	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16	
n6	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16	
n7	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16	
n8	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16	
n9	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16	
n10	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16	
n11	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16	
n12	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16	
n13	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16	

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια		Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος
n14	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n15	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n16	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n17	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n18	30240		17,388	11	18		32114,88

Longitudinals

Bottom st side

						425x11+150x18 (T)	1784,16
n1	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n2	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n3	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n4	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n5	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n6	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n7	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια		Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος
n8	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n9	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n10	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n11	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n12	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n13	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n14	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n15	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n16	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n17	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n18	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n19	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n20	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n21	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n22	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n23	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n24	30240		17,388	11	18		42819,84

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια	Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος	
Longitudinals Bottom port side					425x11+150x18 (T)	1784,16	
n1	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n2	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n3	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n4	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n5	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n6	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n7	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n8	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n9	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n10	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n11	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n12	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n13	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n14	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια		Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος
n15	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n16	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n17	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n18	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n19	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n20	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n21	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n22	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n23	30240		17,388	11	18	425x11+150x18 (T)	1784,16
n24	30240		17,388	11	18		42819,84
Longitudinals							
CL long BHD							
n27	30240		15,12	11,5	15	400x100x11,5/15 (IA)	1475,712
n28	30240		15,12	11,5	15	400x100x11,5/15 (IA)	1475,712
n29	30240		15,12	11,5	15	350x100x12/17 (IA)	1427,328
n30	30240		13,608	12	17	350x100x12/17 (IA)	1427,328

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια		Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος
n31	30240		13,608	12	17	350x100x12/17 (IA)	1427,328
n32	30240		13,608	12	17	350x100x12/17 (IA)	1427,328
n33	30240		13,608	12	17	350x100x12/17 (IA)	1427,328
n34	30240		13,608	12	17	350x100x12/17 (IA)	1427,328
n35	30240		13,608	12	17	350x100x12/17 (IA)	1427,328
n36	30240		13,608	12	17	350x100x12/17 (IA)	1427,328
n37	30240		13,608	12	17	350x100x12/17 (IA)	1427,328
n38	30240		13,608	12	17	300x90x11/16 (IA)	1146,7008
n39	30240		11,7936	11	16	300x90x11/16 (IA)	1146,7008
n40	30240		11,7936	11	16	300x90x11/16 (IA)	1146,7008
n41	30240		11,7936	11	16	680x14+150x14 (T)	2811,1104
n42	30240		25,0992	14	14	250x90x12/16 (IA)	1074,1248
n43	30240		10,2816	12	16	250x90x12/16 (IA)	1074,1248
n44	30240		10,2816	12	16	250x90x12/16 (IA)	1074,1248
n45	30240		10,2816	12	16	250x90x12/16 (IA)	1074,1248
n46	30240		10,2816	12	16	300x90x11/16 (IA)	1146,7008

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια		Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος	
n47	30240		11,7936	11	16	300x90x11/16 (IA)	1146,7008	
n48	30240		11,7936	11	16		30114,2016	
Longitudinals								
Inner side long BHD							425x11+150x16 (T)	1711,584
n25	30240		17,388	11	16	425x11+150x16 (T)	1711,584	
n26	30240		17,388	11	16	425x11+150x16 (T)	1711,584	
n27	30240		17,388	11	16	425x11+150x16 (T)	1711,584	
n28	30240		17,388	11	16	425x11+150x16 (T)	1711,584	
n29	30240		17,388	11	16	425x11+150x16 (T)	1711,584	
n30	30240		17,388	11	16			
n31	30240					385x11+125x18 (T)	1568,8512	
n32	30240		15,4224	11	18	385x11+125x18 (T)	1568,8512	
n33	30240		15,4224	11	18	385x11+125x18 (T)	1568,8512	
n34	30240		15,4224	11	18	385x11+125x18 (T)	1568,8512	
n35	30240		15,4224	11	18			
n36	30240					385x11+125x15 (T)	1568,8512	

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια		Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος
n37	30240		15,4224	11	18	385x11+125x15 (T)	1568,8512
n38	30240		15,4224	11	18	350x100x12/17 (IA)	1427,328
n39	30240		13,608	12	17	350x100x12/17 (IA)	1427,328
n40	30240		13,608	12	17	350x100x12/17 (IA)	1427,328
n41	30240		13,608	12	17		
n42	30240					300x90x12/17 (IA)	1241,0496
n43	30240		11,7936	12	17	300x90x12/17 (IA)	1241,0496
n44	30240		11,7936	12	17	250x90x12/16 (IA)	1074,1248
n45	30240		10,2816	12	16	680x14+150x14 (T)	2811,1104
n46	30240		25,0992	14	14	250x90x12/16 (IA)	1074,1248
n47	30240		10,2816	12	16		31406,0544
Συνολικό Βάρος long =							283798,771
Συνολικό Βάρος long+plates =							1629,62057
Συνολικό Βάρος Δεξαμενών (ton)=							11446,4997
Υπόλοιπο Βάρος κατασκευής							+30%*11446,4997
Συνολικό Βάρος Πλοίου (ton)=							14880,4496

Ισχύει ότι $W_{LS} = W_{ST} + W_M + W_{OT} + W_{oA} \Rightarrow$

$$W_{LS} = 14880,4496 + 1340 + 1787,7 + 622,92 \Rightarrow$$

$$W_{LS} = 18631,07 \text{ ton}$$

Π.Α.2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ W_{LS} ΓΙΑ ΤΟ ΠΛΟΙΟ ΣΥΓΚΡΙΣΗΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ EXCEL

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια	Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά Επιφάνεια mm ²	Βάρος kg
Deck	mm	mm	m ²	mm		
stdk1	32000	3100	99,2	19		15078,4
stdk2	32000	2960	94,72	19		14397,44
stdk3	32000	2900	92,8	20		14848
stdk4	32000	2840	90,88	19		13813,76
stdk5	32000	3151	100,832	19		15326,464
stdk6	32000	3270	104,64	19		15905,28
stdk7	32000	3161	101,152	19		15375,104
	semi total=	21382	684,224		semi total=	104744,448
(x2)	total=	42764	1368,448		total=	209488,896
Side Sheel						
st ex/na sh1	32000	2658	85,056	17		11567,616
st ex/na sh2	32000	2666	85,312	17		11602,432
st ex/na sh3	32000	3211	102,752	17		13974,272
st ex/na sh4	32000	3136	100,352	17		13647,872
st ex/na sh5	32000	3061	97,952	17		13321,472
st ex/na sh6	32000	1713	54,816	17		7454,976
st ex/na sh7	32000	2460	78,72	17		10705,92
	semi total=	18905	604,96		semi total=	82274,56
(x2)	total=	37810	1209,92		total=	164549,12

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια	Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος
WEB trans plates						
Web fr55						
st double side pl 1	$[(B+b)/2]*u$	2560	15,12448	13		1572,94592
st double side pl 2	4704	2560	12,04224	12		1156,05504
st double side pl 3	4704	2560	12,04224	20		1926,7584
	semi total=	7680	39,20896		semi total=	4655,75936
(x2)	total=	15360	78,41792		total=	9311,51872
Web fr56						
st double side pl 1	$[(B+b)/2]*u$	2560	15,12448	13		1572,94592
st double side pl 2	4704	2560	12,04224	12		1156,05504
st double side pl 3	4704	2560	12,04224	20		1926,7584
	semi total=	23040	39,20896		semi total=	4655,75936
(x2)	total=	46080	78,41792		total=	9311,51872
Web fr57						
st double side pl 1	$[(B+b)/2]*u$	2560	15,12448	13		1572,94592
st double side pl 2	4704	2560	12,04224	12		1156,05504
st double side pl 3	4704	2560	12,04224	20		1926,7584
	semi total=	53760	39,20896		semi total=	4655,75936
(x2)	total=	107520	78,41792		total=	9311,51872

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια	Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος
Web fr58						
st double side pl 1	$[(B+b)/2]*u$	2560	15,12448	13		1572,94592
st double side pl 2	4704	2560	12,04224	12		1156,05504
st double side pl 3	4704	2560	12,04224	20		1926,7584
	semi total=	115200	39,20896		semi total=	4655,75936
(x2)	total=	230400	78,41792		total=	9311,51872
Web fr59						
st double side pl 1	$[(B+b)/2]*u$	2560	15,12448	13		1572,94592
st double side pl 2	4704	2560	12,04224	12		1156,05504
st double side pl 3	4704	2560	12,04224	20		1926,7584
	semi total=	238080	39,20896		semi total=	4655,75936
(x2)	total=	476160	78,41792		total=	9311,51872
Web fr60						
st double side pl 1	$[(B+b)/2]*u$	2560	15,12448	13		1572,94592
st double side pl 2	4704	2560	12,04224	12		1156,05504
st double side pl 3	4704	2560	12,04224	20		1926,7584
	semi total=	483840	39,20896		semi total=	4655,75936
(x2)	total=	967680	78,41792		total=	9311,51872
Web fr61						
st double side pl 1	$[(B+b)/2]*u$	2560	15,12448	13		1572,94592

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια	Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος
st double side pl 2	4704	2560	12,04224	12		1156,05504
st double side pl 3	4704	2560	12,04224	20		1926,7584
	semi total=	975360	39,20896		semi total=	4655,75936
(x2)	total=	1950720	78,41792		total=	9311,51872

Web trans deck
plates
Web fr 55

trans stdk1	5740	2360	13,5464	12		1300,4544
trans stdk2	5810	1960	11,3876	12		1093,2096
trans stdk3	0,5*B*u		2,4402	12		234,2592
trans stdk4	0,5*B*u		2,4402	12		234,2592
	semi total=	4320	29,8144		semi total=	2862,1824
(x2)	total=	8640	59,6288		total=	5724,3648

Web fr 56

trans stdk1	5740	2360	13,5464	12		1300,4544
trans stdk2	5810	1960	11,3876	12		1093,2096
trans stdk3	0,5*B*u		2,4402	12		234,2592
trans stdk4	0,5*B*u		2,4402	12		234,2592
	semi total=	4320	29,8144		semi total=	2862,1824
(x2)	total=	8640	59,6288		total=	5724,3648

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια	Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος
Web fr 57						
trans stdk1	5740	2360	13,5464	12		1300,4544
trans stdk2	5810	1960	11,3876	12		1093,2096
trans stdk3	0,5*B*u		2,4402	12		234,2592
trans stdk4	0,5*B*u		2,4402	12		234,2592
	semi total=	4320	29,8144		semi total=	2862,1824
(x2)	total=	8640	59,6288		total=	5724,3648
Web fr 58						
trans stdk1	5740	2360	13,5464	12		1300,4544
trans stdk2	5810	1960	11,3876	12		1093,2096
trans stdk3	0,5*B*u		2,4402	12		234,2592
trans stdk4	0,5*B*u		2,4402	12		234,2592
	semi total=	4320	29,8144		semi total=	2862,1824
(x2)	total=	8640	59,6288		total=	5724,3648
Web fr 59						
trans stdk1	5740	2360	13,5464	12		1300,4544
trans stdk2	5810	1960	11,3876	12		1093,2096
trans stdk3	0,5*B*u		2,4402	12		234,2592
trans stdk4	0,5*B*u		2,4402	12		234,2592
	semi total=	4320	29,8144		semi total=	2862,1824
(x2)	total=	8640	59,6288		total=	5724,3648
Web fr 60						
trans stdk1	5740	2360	13,5464	12		1300,4544

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια	Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος
trans stdk2	5810	1960	11,3876	12		1093,2096
trans stdk3	0,5*B*u		2,4402	12		234,2592
trans stdk4	0,5*B*u		2,4402	12		234,2592
	semi total=	4320	29,8144		semi total=	2862,1824
(x2)	total=	8640	59,6288		total=	5724,3648
Web fr 61						
trans stdk1	5740	2360	13,5464	12		1300,4544
trans stdk2	5810	1960	11,3876	12		1093,2096
trans stdk3	0,5*B*u		2,4402	12		234,2592
trans stdk4	0,5*B*u		2,4402	12		234,2592
	semi total=	4320	29,8144		semi total=	2862,1824
(x2)	total=	8640	59,6288		total=	5724,3648
External Bottom pl						
ps ex/nabl1	32000	1200	38,4	19		5836,8
ps ex/nabl2	32000	2670	85,44	16		10936,32
ps ex/nabl3	32000	2670	85,44	16		10936,32
ps ex/nabl4	32000	2505	80,16	17		10901,76
ps ex/nabl5	32000	2690	86,08	17		11706,88
ps ex/nabl6	32000	2650	84,8	17		11532,8
ps ex/nabl7	32000	2650	84,8	16		10854,4
ps ex/nabl8	32000	3300	105,6	15		12672
ps ex/nabl9	32000	3300	105,6	16		13516,8
ps ex/nabl10	32000	2460	78,72	17		10705,92

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια	Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος
ps ex/nabl11	32000	1713	54,816	17		7454,976
(x2)	semi total=	27808	889,856		semi total=	117054,976
	total=	55616	1779,712		total=	234109,952
Double Bottom						
Web fr 55						
st trans bottom pl1	5810	2994	17,39514	15		2087,4168
st trans bottom pl2	5810	2994	17,39514	17		2365,73904
st trans bottom pl3	4980	2994	14,91012	18		2147,05728
st trans bottom pl4	$B*u-0,5*B*u$	2994	13,027614	17		1771,755504
st trans bottom pl5	$[(B+b)/2]*u$	7092	14,77329	15		1772,7948
(x2)	semi total=	19068	77,501304		semi total=	10144,76342
	total=	38136	155,002608		total=	20289,52685
Web fr 56						
st trans bottom pl1	5810	2994	17,39514	15		2087,4168
st trans bottom pl2	5810	2994	17,39514	17		2365,73904
st trans bottom pl3	4980	2994	14,91012	18		2147,05728
st trans bottom pl4	$B*u-0,5*B*u$	2994	13,027614	17		1771,755504
st trans bottom pl5	$[(B+b)/2]*u$	7092	14,77329	15		1772,7948
(x2)	semi total=	19068	77,501304		semi total=	10144,76342
	total=	38136	155,002608		total=	20289,52685

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια	Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος
Web fr 57						
st trans bottom pl1	5810	2994	17,39514	15		2087,4168
st trans bottom pl2	5810	2994	17,39514	17		2365,73904
st trans bottom pl3	4980	2994	14,91012	18		2147,05728
st trans bottom pl4	$B \cdot u - 0,5 \cdot B \cdot u$	2994	13,027614	17		1771,755504
st trans bottom pl5	$[(B+b)/2] \cdot u$	7092	14,77329	15		1772,7948
	semi total=	19068	77,501304		semi total=	10144,76342
(x2)	total=	38136	155,002608		total=	20289,52685
Web fr 58						
st trans bottom pl1	5810	2994	17,39514	15		2087,4168
st trans bottom pl2	5810	2994	17,39514	17		2365,73904
st trans bottom pl3	4980	2994	14,91012	18		2147,05728
st trans bottom pl4	$B \cdot u - 0,5 \cdot B \cdot u$	2994	13,027614	17		1771,755504
st trans bottom pl5	$[(B+b)/2] \cdot u$	7092	14,77329	15		1772,7948
	semi total=	19068	77,501304		semi total=	10144,76342
(x2)	total=	38136	155,002608		total=	20289,52685
Web fr 59						
st trans bottom pl1	5810	2994	17,39514	15		2087,4168
st trans bottom pl2	5810	2994	17,39514	17		2365,73904
st trans bottom pl3	4980	2994	14,91012	18		2147,05728
st trans bottom pl4	$B \cdot u - 0,5 \cdot B \cdot u$	2994	13,027614	17		1771,755504
st trans bottom pl5	$[(B+b)/2] \cdot u$	7092	14,77329	15		1772,7948
	semi total=	19068	77,501304		semi total=	10144,76342

Περιγραφή στοιχείου (x2)	Μήκος/Ύψος total=	Πλάτος 38136	Επιφάνεια 155,002608	Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά total=	Βάρος 20289,52685
Web fr 60						
st trans bottom pl1	5810	2994	17,39514	15		2087,4168
st trans bottom pl2	5810	2994	17,39514	17		2365,73904
st trans bottom pl3	4980	2994	14,91012	18		2147,05728
st trans bottom pl4	$B*u-0,5*B*u$	2994	13,027614	17		1771,755504
st trans bottom pl5	$[(B+b)/2]*u$	7092	14,77329	15		1772,7948
	semi total=	19068	77,501304		semi total=	10144,76342
(x2)	total=	38136	155,002608		total=	20289,52685
Web fr 60						
st trans bottom pl1	5810	2994	17,39514	15		2087,4168
st trans bottom pl2	5810	2994	17,39514	17		2365,73904
st trans bottom pl3	4980	2994	14,91012	18		2147,05728
st trans bottom pl4	$B*u-0,5*B*u$	2994	13,027614	17		1771,755504
st trans bottom pl5	$[(B+b)/2]*u$	7092	14,77329	15		1772,7948
	semi total=	19068	77,501304		semi total=	10144,76342
(x2)	total=	38136	155,002608		total=	20289,52685
Inner Plates Bottom Double Bottom						
stb1	32000	1200	38,4	16		4915,2
stb2	32000	2576	82,432	16		10551,296
stb3	32000	2670	85,44	16		10936,32

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια	Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος
stb4	32000	2620	83,84	16		10731,52
stb5	32000	2670	85,44	16		10936,32
stb6	32000	2670	85,44	16		10936,32
stb7	32000	2245	71,84	16		9195,52
stb8	32000	2135	68,32	17		9291,52
stb9	32000	2472	79,104	16		10125,312
	semi total=	21258	680,256		semi total=	87619,328
(x2)	total=	42516	1360,512		total=	175238,656
Inner side shell						
pssh1	32000	2859	91,488	18		13174,272
pssh2	32000	2660	85,12	17		11576,32
pssh3	32000	3203	102,496	14		11479,552
pssh4	32000	3164	101,248	14		11339,776
pssh5	32000	3224	103,168	15		12380,16
	semi total=	15110	483,52		semi total=	59950,08
(x2)	total=	30220	967,04		total=	119900,16
center line long BHD						
st lpl1	32000	2970	95,04	15		11404,8
st lpl2	32000	2980	95,36	14		10680,32
st lpl3	32000	2630	84,16	13		8752,64
st lpl4	32000	2672	85,504	13		8892,416
st lpl5	32000	2660	85,12	13		8852,48
st lpl6	32000	3145	100,64	16		12881,92
st lpl7	32000	2960	94,72	18		13639,68

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια	Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος
	semi total=	20017	640,544		semi total=	75104,256
(x2)	total=	40034	1281,088		total=	150208,512
trans pl1	$[(B+b)/2]*u$		7,52055	18		1082,9592
trans pl2	2360	3704	8,74144	18		1258,76736
trans pl3	$[(B+b)/2]*u$		5,4292	15		651,504
trans pl4	5810	1568	9,11008	15		1093,2096
trans pl5	$[(B+b)/2]*u$		5,4292	15		651,504
trans pl6	2360	5488	12,95168	12		1243,36128
trans pl7	$[(B+b)/2]*u$		7,46515	12		716,6544
trans pl8	5810	1960	11,3876	12		1093,2096
	semi total=	12720	68,0349		semi total=	7791,16944
(x2)	total=	25440	136,0698		total=	15582,33888
trans BHD plates no54						
st pl 1	15770	3650	57,5605	18		8288,712
st pl 2	15770	3700	58,349	17		7935,464
st pl 3	15770	3600	56,772	16		7266,816
st pl 4	15770	3600	56,772	15		6812,64
st pl 5	4150	5256	21,8124	14		2442,9888
st pl 6	4150	5200	21,58	14		2416,96
st pl 7	4427	5190	22,97613	14		2573,32656
st pl 8	5533	4456	24,655048	14		2761,365376
st pl 9	4150	4704	19,5216	16		2498,7648
st pl 10	$[(B+b)/2]*u$		21,91698	18		3156,04512

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια	Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος
(x2)	semi total= total=	39356 78712	361,915658 723,831316		semi total= total=	46153,08266 92306,16531
st bottom pl 1	5810	2994	17,39514	15		2087,4168
st bottom pl 2	5810	2994	17,39514	17		2365,73904
st bottom pl 3	4980	2994	14,91012	18		2147,05728
(x2)	semi total= total=	8982 17964	49,7004 99,4008		semi total= total=	6600,21312 13200,42624
st hopper trans pl1	$B*u-0,5*B*u$		12,039594	15,5		1492,909656
st hopper trans pl2	$[(B+b)/2]*u$		14,77329	14,5		1713,70164
(x2)	semi total= total=	0 0	26,812884 53,625768		semi total= total=	3206,611296 6413,222592
st fr pl1	4704	2560	12,04224	14		1348,73088
st fr pl2	4704	2560	12,04224	14		1348,73088
st fr pl3	5500	2560	14,08	13		1464,32
(x2)	semi total= total=	7680 15360	38,16448 76,32896		semi total= total=	4161,78176 8323,56352
		total=	953,186844		total=	120243,3777
2xBHD/TANK			1906,37369			240486,7553
					Συνολικό Βάρος plates =	1406633,751

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια	Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος
Longitudinals						
upper deck st side						
n1	32000		10,88	12	340x12	1044,48
n2	32000		10,88	12	340x12	1044,48
n3	32000		10,88	12	340x12	1044,48
n4	32000		10,88	12	340x12	1044,48
n5	32000		10,88	12	340x12	1044,48
n6	32000		10,88	12	340x12	1044,48
n7	32000		10,88	12	340x12	1044,48
n8	32000		10,88	12	340x12	1044,48
n9	32000		10,88	12	340x12	1044,48
n10	32000		10,88	12	340x12	1044,48
n11	32000		10,88	12	340x12	1044,48
n12	32000		10,88	12	340x12	1044,48
n13	32000		10,88	12	340x12	1044,48
n14	32000		10,24	12	320x12	983,04
n15	32000		10,24	12	320x12	983,04
n16	32000		10,24	12	320x12	983,04
n17	32000		10,24	12	320x12	983,04
n18	32000		10,24	12	320x12	983,04
n19	32000		10,24	12	320x12	983,04
n20	32000		10,24	12	320x12	983,04
n21	32000		10,24	12	320x12	983,04
n22	32000		10,24	12	320x12	983,04
n23	32000		10,24	12	320x12	983,04
n24	32000		10,24	12	320x12	983,04

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια	Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος
n25	32000		10,24	12	320x12	983,04
	semi total=	0	264,32		semi total=	25374,72
(x2)	total=	0	528,64		total=	50749,44

Longitudinals
side shell st side

n1	32000		12,8	16	400x16	1638,4
n2	32000		12,8	16	400x16	1638,4
n3	32000		12,8	16	400x16	1638,4
n4	32000		12,8	16	400x16	1638,4
n5	32000		12,8	16	400x16	1638,4
n6	32000		12,8	16	400x16	1638,4
str n7	32000		80,7296283	12		968,7555398
n8	32000		12,8	16	400x16	1638,4
n9	32000		12,8	16	400x16	1638,4
n10	32000		12,8	16	400x16	1638,4
n11	32000		12,8	14	400x14	1433,6
n12	32000		12,8	14	400x14	1433,6
str n13	32000		80,7296283	12		968,7555398
n14	32000		11,84	13	370x13	1231,36
n15	32000		11,84	13	370x13	1231,36
n16	32000		11,84	13	370x13	1231,36
n17	32000		11,84	13	370x13	1231,36
n18	32000		11,84	13	370x13	1231,36
str n19	32000		80,7296283	12		968,7555398

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια	Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος
n20	32000		10,88	14	340x14	1218,56
n21	32000		10,88	14	340x14	1218,56
n22	32000		10,88	14	340x14	1218,56
n23	32000		9,6	12	300x12	921,6
n24	32000		9,6	12	300x12	921,6
n25	32000		9,6	12	300x12	921,6
	semi total=	0	503,628885		semi total=	33096,34662
(x2)	total=	0	1007,25777		total=	66192,69324
Long of Strigers No1						
n1	32000		6,4	15	200x15	768
n2	32000		6,4	15	200x15	768
n3	32000		6,4	15	200x15	768
	semi total=	0	19,2		semi total=	2304
(x2)	total=	0	38,4		total=	4608
3xStr		total=	115,2		total=	13824
Longitudinals Inner Bottom st side						
Girder CL	32000		85,76	16		10977,28
n1	32000		12,8	14	400x14	1433,6
n2	32000		12,8	14	400x14	1433,6
n3	32000		12,8	14	400x14	1433,6
n4	32000		12,8	14	400x14	1433,6
n5	32000		12,8	14	400x14	1433,6

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια	Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος
n6	32000		12,8	14	400x14	1433,6
Girder n7	32000		88,544	14		9916,928
n8	32000		12,8	16	400x16	1638,4
n9	32000		12,8	16	400x16	1638,4
n10	32000		12,8	16	400x16	1638,4
n11	32000		12,8	16	400x16	1638,4
n12	32000		12,8	16	400x16	1638,4
n13	32000		12,8	16	400x16	1638,4
Girder n14	32000		92,032	14		10307,584
n15	32000		12,8	16	400x16	1638,4
n16	32000		12,8	16	400x16	1638,4
n17	32000		12,8	16	400x16	1638,4
n18	32000		12,8	16	400x16	1638,4
n19	32000		12,8	16	400x16	1638,4
Girder n20	32000		95,808	14		10730,496
	semi total=	0	579,744		semi total=	68556,288
(x2)	total=	0	1073,728		total=	126135,296
Longitudinals						
Bottom st side						
n1	32000		12,8	16	400x16	1638,4
n2	32000		12,8	16	400x16	1638,4
n3	32000		12,8	16	400x16	1638,4
n4	32000		12,8	16	400x16	1638,4
n5	32000		12,8	16	400x16	1638,4
n6	32000		12,8	16	400x16	1638,4

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια	Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος
n8	32000		13,76	15	430x15	1651,2
n9	32000		13,76	15	430x15	1651,2
n10	32000		13,76	15	430x15	1651,2
n11	32000		13,76	15	430x15	1651,2
n12	32000		13,76	15	430x15	1651,2
n13	32000		13,76	15	430x15	1651,2
n15	32000		13,76	15	430x15	1651,2
n16	32000		13,76	15	430x15	1651,2
n17	32000		13,76	15	430x15	1651,2
n18	32000		13,76	15	430x15	1651,2
n19	32000		13,76	15	430x15	1651,2
n21	32000		12,8	16	400x16	1638,4
n22	32000		12,8	16	400x16	1638,4
n23	32000		12,8	16	400x16	1638,4
n24	32000		12,8	16	400x16	1638,4
	semi total=	0	279,36		semi total=	34547,2
(x2)	total=	0	558,72		total=	69094,4
Longitudinals						
CL long BHD						
n1	32000		13,76	15	430x15	1651,2
n2	32000		13,76	15	430x15	1651,2
n3	32000		14,4	25	450x25	2880
n4	32000		14,4	25	450x25	2880
n5	32000		14,4	25	450x25	2880
n6	32000		14,4	25	450x25	2880

Περιγραφή στοιχείου	Μήκος/Ύψος	Πλάτος	Επιφάνεια	Πάχος	Προφίλ για ενισχυτικά	Βάρος
n7	32000		14,4	25	450x25	2880
n8	32000		12,8	25	400x25	2560
n9	32000		12,8	25	400x25	2560
n10	32000		12,8	25	400x25	2560
n11	32000		12,8	25	400x25	2560
n12	32000		12,8	25	400x25	2560
n13	32000		11,2	25	350x25	2240
n14	32000		11,2	25	350x25	2240
n15	32000		11,2	25	350x25	2240
n16	32000		11,2	25	350x25	2240
n17	32000		11,2	25	350x25	2240
n18	32000		11,2	25	350x25	2240
n19	32000		11,2	25	350x25	2240
n20	32000		11,2	25	350x25	2240
n21	32000		11,2	25	350x25	2240
n22	32000		11,2	25	350x25	2240
n23	32000		11,2	25	350x25	2240
n24	32000		11,2	25	350x25	2240
n25	32000		11,2	25	350x25	2240
	semi total=	0	309,12		semi total=	59622,4
(x2)	total=	0	618,24		total=	119244,8
					sinoliko varos long =	445240,6292
					sinoliko varos long+plates =	1851,87438
					Συνολικό Βάρος Δεξαμενών (ton)=	11111,24628

Συνολικό Βάρος Πλοίου= 14444,62016

Ισχύει ότι $W_{LS} = W_{ST} + W_M + W_{OT} + W_{\alpha\lambda} \Rightarrow$

$$W_{LS} = 14444 + 2448 + 1853,21 + 632,35 \Rightarrow$$

$$W_{LS} = 19377,56 \text{ ton}$$

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ W_{LS} ΓΙΑ ΤΟ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΠΛΟΙΟ

ΓΙΑ ΤΟ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΠΛΟΙΟ

Με τη χρήση του προγράμματος του Γερμανικού Νηογνώμονα Poseidon 10, για το υπό μελέτη πλοίο καταλήγουμε:

$G = 58.968 \text{ t/m}$ (Longitudinal Members)

Οπότε το βάρος της μεταλικής κατασκευής προκύπτει όταν πολλαπλασιάσουμε το αποτέλεσμα με το L_{OA} του πλοίου.

$$\begin{aligned} \text{Άρα } W_{ST} &= L_{OA} * G \Rightarrow \\ W_{ST} &= 250,17\text{m} * 58,968\text{t/m} \Rightarrow \\ W_{ST} &= 14742 \text{ ton} \end{aligned}$$

Γνωρίζουμε ότι ισχύει:

$$\begin{aligned} W_{LS} &= W_{ST} + W_M + W_{OT} + W_{OA} \Rightarrow \\ W_{LS} &= 14472 \text{ ton} + 1340 \text{ ton} + 1787,79 \text{ ton} + \\ &622,92 \text{ ton} \\ W_{LS} &= 18222,71 \text{ ton} \end{aligned}$$

- ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ WATSON $W_{LS} = 18696,06 \text{ ton}$
- ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ SCHNEEKLUTH $W_{LS} = 18225,68 \text{ ton}$
- ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ EXCEL $W_{LS} = 18631,07 \text{ ton}$

- Με $KG = 0,53 * D_S$
- Όπου $D_S = D + \nabla_{SS} / (L_{pp} * B) \Rightarrow D_S = 21,06 \text{ m}$
- Άρα $KG = 0,53 * 21,06 \Rightarrow KG = 11,16 \text{ m}$

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ W_{LS} ΓΙΑ ΤΟ ΥΠΟ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΛΟΙΟ

Το αποτελέσμα που προκύπτει απο τη χρήση του προγράμματος του Γερμανικού Νηογνώμονα Poseidon 10, για το υπό σύγκριση πλοίο σε t/m είναι:

$G = 59.040 \text{ t/m}$ (Longitudinal Members)

Οπότε το βάρος της μεταλικής κατασκευής που προκύπτει όταν πολλαπλασιάσουμε το αποτέλεσμα με το L_{OA} του πλοίου είναι:

$$\begin{aligned}\text{Άρα } W_{ST} &= L_{OA} * G \Rightarrow \\ W_{ST} &= 260,5 \text{ m} * 59,040 \text{ t/m} \Rightarrow \\ W_{ST} &= 15379,92 \text{ ton}\end{aligned}$$

Γνωρίζουμε ότι ισχύει:

$$\begin{aligned}W_{LS} &= W_{ST} + W_M + W_{OT} + W_{\alpha\lambda} \\ \text{Όπου } W_M &= 2448 \text{ ton} \\ W_{OT} &= 1853,21 \text{ ton} \\ W_{\alpha\lambda} &= 647,64 \text{ ton}\end{aligned}$$

Άρα

$$\begin{aligned}W_{LS} &= 15379,92 \text{ ton} + 2448 \text{ ton} + 1853,21 \\ &\text{ton} + 647,64 \text{ ton} \Rightarrow \\ W_{LS} &= 20328,77 \text{ ton}\end{aligned}$$

- ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ WATSON $W_{LS} = 22469,1 \text{ ton}$
- ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ SCHNEEKLUTH $W_{LS} = 21526,64 \text{ ton}$
- ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ EXCEL $W_{LS} = 19377,56 \text{ ton}$

- $M_e \text{ KG} = 0,53 * D_S$
- Όπου $D_S = D + \nabla_{SS} / (L_{pp} * B) \Rightarrow D_S = 22,047 \text{ m}$
- $M_e \text{ D} = 22 \text{ m}$ και $\nabla_{SS} = 647,64 \text{ mm}^3$, $L_{pp} = 260,5 \text{ m}$, $B = 42,5 \text{ m}$
- Άρα $\text{KG} = 0,53 * 22,047 \Rightarrow \text{KG} = 11,69 \text{ m}$

Συμπεράσματα

- **Στο υπό σύγκριση πλοίο έχουμε αυξημένη ροπή κάμψης σε ποσοστό 6.8%**
Αν προσαρμόσω τις διαστάσεις στο ίδιο Structural Design, θα μπορούσα να ελαττώσω την εξασκούμενη ροπή κάμψης (Kg*m) κατά 6,8% καθώς και τα αντίστοιχα πάχη των ελασμάτων και το βάρος τους κατά ποσοστό 10%. Έτσι θα προκύψει μείωση του W_{LS} στο υπό μελέτη πλοίο και κατά συνέπεια αύξηση της μεταφορικής του ικανότητας. Θα ισχύει $W_{LS} = 20328,77 - 0,1 * 20328,77 \Rightarrow W_{LS} = 18295,89$ ton που πλησιάζει κατά πολύ το W_{LS} του υπό μελέτη πλοίου.
- **Για το υπό μελέτη πλοίο, οι υπολογισμοί στο πρόγραμμα του Excel έδωσαν τα βάρη των BHD ως εξής:**
 $W_{LONG.BHD} = 793,27$ ton για όλο το μήκος του cargo hold Και $W_{TRANS.BHD} = 118,318$ ton ο καθένας.
Ενώ για το πλοίο σύγκρισης, οι αντίστοιχοι υπολογισμοί έδωσαν:
 $W_{LONG.BHD} = 715,47$ ton για όλο το μήκος του cargo hold Και $W_{TRANS.BHD} = 120,38$ ton ο καθένας.
- Για ένα πλοίο με το Structural Design του πλοίου σύγκρισης με cargo hold 6x3 δεξαμενές στις διαστάσεις του υπό μελέτη πλοίου, παίρνουμε βάρος μεταλλικής κατασκευής ανά μέτρο ίσο με
- $G = 43,908$ t/m. Δηλαδή έχουμε $W_{ST}^* = 239$ m * 43,908 t/m = 10494,012 ton
Οπότε το συνολικό βάρος της μεταλλικής κατασκευής W_{ST} θα είναι:
 $W_{ST} = 10494,012 + 0,3 * 10494,012 \Rightarrow W_{ST} = 13642,22$ ton
Άρα $W_{LS} = W_{ST} + W_M + W_{OT} + W_{OL} \Rightarrow W_{LS} = 17392,93$ ton
Ένα Aframax με βάση τον πίνακα των υπολογισμών του Lloyd 's Register πρέπει να έχει Lightship= 17974 ton, με διαμερισματοποίηση 6x2 δεξαμενές. Με το νέο Structural Design, διαμερισματοποίησης 6x3 δεξαμενών, έχει Lightship= 17392,93 ton. Δηλαδή έχει μια μικρή μείωση της τάξεως των 581 ton ως προς το Lightship. Αυτό σημαίνει αύξηση της μεταφορικής του ικανότητας κατά 581 ton για τις ίδιες διαστάσεις, την ίδια ταχύτητα και το ίδιο DWT.

Συμπεράσματα

Στοιχεία	Υπό Μελέτη Πλοίο	Πλοίο Σύγκρισης
L_{OA} (m)	244,3	260,5
L_{BP} (m)	239	256,5
B (m)	44	42,5
D (m)	21	22
T (m)	14,6	15,65
C_B	0,798	0,879
Δ (ton)	122515	155672
DWT (ton)	112700	140630
W_H (ton)	14474,97	16577,79
GL W_H (ton)	14742	15379,92
W_M (ton)	1340	2448
W_{OT} (ton)	1787,79	1853,21
$W_{\alpha\lambda}$ (ton)	622,92	647,64
W_{LS} (ton)	18225,68	22469,1
GL W_{LS} (ton)	18222,71	20328,77

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ, Α., Μελέτη Πλοίου, Μεθοδολογία Προμελέτης, τεύχος 1 και 2.
2. ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ, Α., Μελέτη Πλοίου, τόμος Β, Εγχειρίδιο Μελέτης
3. ΚΑΡΥΔΗΣ, Π., Μελέτη και Κατασκευή Πλοίου.
4. ΚΑΡΥΔΗΣ, Π., Στατική Ναυπηγικών Κατασκευών
5. G.L. Poseidon 10 Manual.
6. Edward, V., LEWIS, Principal of Naval Architecture