

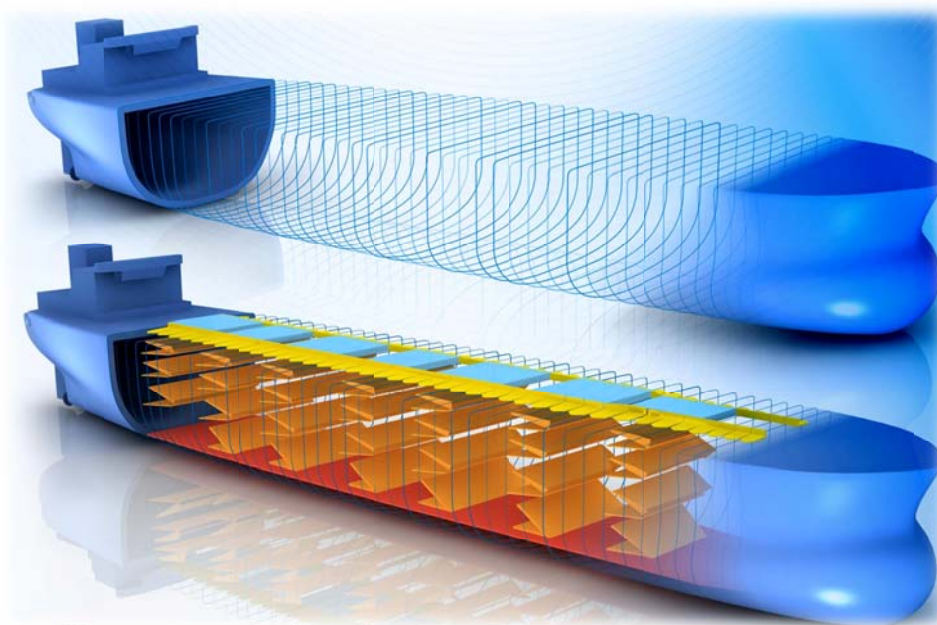
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ



ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΑΙΑ

Διπλωματική Εργασία

«Μετασκευή δεξαμενοπλοίου σε φορτηγό πλοίο σιδηρομεταλλεύματος»



ΠΟΛΥΧΡΟΝΟΠΟΥΛΟΣ ΠΕΤΡΟΣ

6^{ος} Κύκλος ΜΠΣ – ΜΝ06026

Επιβλέπων Καθηγητής: Ε.Τζαννάτος, Αν.Καθηγητής

Τριμελής Επιτροπή : Ε.Τζαννάτος, Αν. Καθηγητής
Σ.Θεοδωρόπουλος, Αν. Καθηγητής
Β.Τσελέντης, Αν. Καθηγητής

Πειραιάς - Δεκέμβριος 2010

Δήλωση Αυθεντικότητας

Δηλώνω υπεύθυνα ότι, η παρούσα διπλωματική εργασία δεν έχει υποβληθεί, με σκοπό την απόκτηση άλλου μεταπτυχιακού τίτλου ή πτυχίου, πέραν αυτού, ολικά ή μερικά, τόσο στο Πανεπιστήμιο Πειραιά όσο και σε οποιοδήποτε άλλο Πανεπιστήμιο εσωτερικού ή εξωτερικού.

Ο δηλών

Πολυχρονόπουλος Πέτρος

Περιεχόμενα

Ευρετήριο Διαγραμμάτων, Πινάκων, Εικόνων	4
Εισαγωγή.....	6
1. Η αγορά σιδηρομεταλλεύματος	7
1.1 Η προέλευση και η χημική σύσταση του σιδηρομεταλλεύματος.....	7
1.2 Η ιστορική εξέλιξη μεταφοράς σιδηρομεταλλεύματος.....	7
1.3 Περιοχές εξαγωγής σιδηρομεταλλεύματος	11
1.4 Περιοχές εισαγωγής σιδηρομεταλλεύματος.....	11
1.5 Οι τιμές σιδηρομεταλλεύματος	14
2. Πλοία μεταφοράς σιδηρομεταλλεύματος, ανάγκη μετασκευής, θεσμικό πλαίσιο	16
2.1 Η διάκριση των φορτηγών πλοίων	16
2.2 Ανάγκη μετασκευής VLCC (Very Large Crude Carrier) σε VLOC (Very Large Ore Carrier)	19
2.3 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα μετασκευής VLCC σε VLOC.....	21
2.4 Θεσμικό πλαίσιο μετασκευής VLCC σε VLOC	22
3. Η τεχνική προσέγγιση μετασκευής VLCC σε VLOC	26
3.1 Η διάταξη και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του πλοίου “M/V YANGTZE STAR” πριν και μετά την μετασκευή	26
3.2 Τροποποιήσεις στην κατασκευαστική σχεδίαση.....	30
3.2.1 Εισαγωγή διπυθμένου (Inner Bottom).....	30
3.2.2 Διαμόρφωση ανοιγμάτων των αμπαριών στο κατάστρωμα.....	31
3.2.3 Επιπλέον ενίσχυση των εγκάρσιων διαφραγμάτων (Transverse BHD’s)	32
3.2.4 Εισαγωγή άνω πλευρικών δεξαμενών (Topside Tanks).....	34
3.2.5 Επιπλέον ενίσχυση τις εγκάρσιες πλευρικής κατασκευής (Wing Tanks).....	36
3.2.6 Εισαγωγή επιπλέον εδρών στα διπύθμενα (DB Floors)	37
3.2.7 Εισαγωγή καλυμμάτων στα ανοίγματα των αμπαριών (Hatch Covers).....	37
3.3 Ανάλυση και μελέτη της μεταλλικής κατασκευής	39
3.3.1 Ανάλυση κατασκευής και στοιχεία αντοχής	39
3.3.2 Πεπερασμένα στοιχεία (Finite Element Analysis)	46
3.3.3 Ευστάθεια σε άθικτη κατάσταση και σε κατάσταση βλάβης.....	49

4. Αξιολόγηση επένδυσης και επιχειρηματική απόφαση.....	53
4.1 Εισαγωγή.....	53
4.2 Ανάλυση δεδομένων.....	54
4.3 Αποτελέσματα.....	61
4.4 Συμπεράσματα – Επιχειρηματική απόφαση.....	64
5. Συμπεράσματα.....	65
Βιβλιογραφία - Πηγές	67

Ευρετήριο Διαγραμμάτων, Πινάκων, Εικόνων

Διαγράμματα

Διάγραμμα 1.1: Γράφημα των εξαγωγέων σιδηρομεταλλεύματος για το έτος 2008	13
Διάγραμμα 1.2: Γράφημα των εισαγωγέων σιδηρομεταλλεύματος για το έτος 2008	13
Διάγραμμα 1.3: Iron Ore Price Chart USD Cents /dmtu	14
Διάγραμμα 4.1: Δεδομένα χρονοναυλώσεων περασμένων ετών	55
Διάγραμμα 4.2: Δεδομένα χρονοναυλώσεων περασμένων ετών	56
Διάγραμμα 4.3: Δεδομένα πληθωρισμού περασμένων ετών	59
Διάγραμμα 4.4: Δεδομένα παγκόσμιου ΑΕΠ περασμένων ετών	60

Πίνακες

Πίνακας 1.1: Λίστα των εξαγωγέων σιδηρομεταλλεύματος για το έτος 2008	12
Πίνακας 1.2: Λίστα των εισαγωγέων σιδηρομεταλλεύματος για το έτος 2008	12
Πίνακας 3.1: Πίνακας χωρητικότητας δεξαμενών πετρελαίου πριν την μετασκευή	28
Πίνακας 3.2: Πίνακας χωρητικότητας αμπαριών μετά την μετασκευή	28
Πίνακας 4.1: Πίνακας Δεδομένων	54
Πίνακας 4.2: Δεδομένα χρονοναυλώσεων περασμένων ετών	55
Πίνακας 4.3: Δεδομένα τιμών scrap περασμένων ετών	56
Πίνακας 4.4: Δεδομένα λειτουργικών εξόδων περασμένων ετών	57
Πίνακας 4.5: Δεδομένα πληθωρισμού περασμένων ετών	59
Πίνακας 4.6: Δεδομένα παγκόσμιου ΑΕΠ περασμένων ετών	60

Εικόνες

Εικόνα 1.1: Αιματίτης, το κύριο σιδηρομέταλλευμα των μεταλλίων της Βραζιλίας.....	7
Εικόνα 1.2: Σιδηρομέταλλευμα που θα χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή χάλυβα.....	8
Εικόνα 1.3: Σφαιρίδια αιματίτη που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή χάλυβα.....	9
Εικόνα 2.1: Handysize Bulker.....	16
Εικόνα 2.2: Panamax Bulk Carrier at Panama Canal.....	17
Εικόνα 2.3: Hatch Openings with Hatch Covers.....	19
Εικόνα 3.1: Διάταξη του πλοίου “Yangtze Star” πριν και μετά την μετασκευή.....	26
Εικόνα 3.2: Μέση τομή του πλοίου “Yangtze Star” πριν και μετά την μετασκευή.....	27
Εικόνα 3.3 (α) : Προσθήκη διπυθμένου και σταθμίδων σύμφωνα με τους κανονισμούς νηογνώμονα για φόρτωση σιδηρομεταλλεύματος.....	30
Εικόνα 3.3 (β): Η εναλλακτική λύση με “Hopper Plate” μειώνει το μεταφορικό όγκο του αμπαριού.....	30
Εικόνα 3.4: Υποστήριξη διπυθμένου με προσθήκη “Prolonging Brackets”.....	31
Εικόνα 3.5: Κάτοψη καταστρώματος όπου φαίνονται τα ανοίγματα.....	31
Εικόνα 3.6: Οι στρογγυλεμένες γωνίες των ανοιγμάτων.....	32
Εικόνα 3.7 (α): Κεκλιμένα ελάσματα και “lower stool” που πρέπει να εγκατασταθούν στο υπάρχον διάφραγμα.....	33
Εικόνα 3.7 (β): Επιπλέον εγκατάσταση εγκάρσιου διαφράγματος.....	33
Εικόνα 3.8 (α): Άνω πλευρικές δεξαμενές (Topside Tanks).....	34
Εικόνα 3.8 (β): Ενισχυτικό κάθετο διάφραγμα.....	34
Εικόνα 3.8 (γ): Ενισχυτικά “doubblers” στο κατάστρωμα.....	34
Εικόνα 3.8 (δ): Διαμήκες ενισχυτικό Deck Girder.....	34
Εικόνα 3.9 : Κατασκευαστικό σχέδιο μέσης τομής στην περιοχή του “Topside”.....	35
Εικόνα 3.10: Κατασκευαστικό σχέδιο μέσης τομής στην περιοχή του “Topside”.....	36
Εικόνα 3.11 (α): Περίπτωση εγκατάστασης ενδιάμεσων εδρών σε εγκάρσιο διάφραγμα με “lower stool”.....	37
Εικόνα 3.11 (β): Περίπτωση εγκατάστασης ενδιάμεσων εδρών σε διπλό εγκάρσιο διάφραγμα.....	37
Εικόνα 3.12 (α): Κάτοψη κατασκευαστικού σχεδίου καλυμμάτων (καπακιών) καταστρώματος.....	38
Εικόνα 3.12 (β): Κατασκευαστικές τομές καλυμμάτων.....	38
Εικόνα 3.13: Διάγραμμα ροπών κάμψης και διατμητικών τάσεων.....	42
Εικόνα 3.14: Λογισμικό υπολογισμών scantlings – Lloyd’s Register.....	44
Εικόνα 3.15: Lloyd’s Register - 3D Model VLOC - FEM.....	46
Εικόνα 3.16: Lloyd’s Register – Midship Section VLOC - FEM.....	47
Εικόνα 3.17: Lloyd’s Register - 3D Model VLOC - FEM.....	48
Εικόνα 3.18: Κριτήρια άθικτης ευστάθειας – IMO A749(18) VLOC.....	49
Εικόνα 3.19: Θεωρητική κατάσταση βλάβης.....	51

Εισαγωγή

Σκοπό της διπλωματικής αυτής εργασίας αποτελεί η τεχνική, οικονομική αλλά και θεσμική προσέγγιση μετασκευής ενός Very Large Crude Carrier (VLCC) μονού τοιχώματος σε Very Large Ore Carrier (VLOC).

Αναλύεται σταδιακά η αγορά σιδηρομεταλλεύματος η οποία οδήγησε τα έτη 2007 - 2008 τους πλοιοκτήτες που είχαν στο στόλο τους μονού τοιχώματος VLCC's να τα μετασκευάσουν σε διαφορετικό τύπου πλοίου και να επωφεληθούν από τα ναύλα εκείνης της περιόδου. Με την απαίτηση του IMO για τα πετρελαιοφόρα μονού κύτους να καταργηθούν σταδιακά έως το 2010, οι διαθέσιμες επιλογές για τον πλοιοκτήτη για τα εν λόγω μεγάλα πλοία είναι περιορισμένες.

Υπό το πρίσμα των υψηλών τιμών ναυλώσεων το οποίο επετεύχθητε με πλοία μεταφοράς φορτίου χύδην πολλοί πλοιοκτήτες επέλεξαν την μετατροπή των VLCC's (μονού κύτους) σε VLOC's. Η παραπάνω μετατροπή επιλέχθηκε επίσης λόγω του μειωμένου χρόνου παραμονής του πλοίου στο ναυπηγείο καθώς και στον λιγότερο χάλυβα που θα χρειαστεί το πλοίο για την μετασκευή.

Επιχειρείται επίσης η τεχνική προσέγγιση της μετασκευής, κυρίως στις κατασκευαστικές τροποποιήσεις και στην μελέτη της μεταλλικής κατασκευής. Αξίζει να σημειωθεί η δυσκολία του εγχειρήματος της μετασκευής λόγω του ότι τα εμπλεκόμενα μέρη όπως ο νηογνώμονας (τμήμα έγκρισης σχεδίων, τμήμα επίβλεψης κατασκευής), ναυπηγικές μελετητικές εταιρείες (τμήμα μελετών, τμήμα επίβλεψης κατασκευής), ναυπηγεία, ναυτιλιακές εταιρείες (τεχνικό τμήμα) έπρεπε να εναρμονίσουν και να συγχρονίσουν τις ενέργειές τους ώστε να επιτευχθούν τα χρονοδιαγράμματα και να μην υπάρξει πρόβλημα στην επιχειρηματική απόφαση του πλοιοκτήτη.

Τέλος η διπλωματική εργασία εστιάζεται στον τρόπο που ένας πλοιοκτήτης θα αξιολογήσει την επένδυσή του και τελικώς θα λάβει την επιχειρηματική απόφαση. Από την στιγμή που έχει στην κατοχή του ένα μονού τοιχώματος VLCC, θα αξιολογήσει αν θα μετασκευάσει το πλοίο του σε διπλού τοιχώματος VLCC, σε VLOC ή αν θα το στείλει προς διάλυση. Επίσης αναλύονται οι παράγοντες που θα επηρεάσουν την επιχειρηματική αυτή απόφαση του.

1. Η αγορά σιδηρομεταλλεύματος

1.1 Η προέλευση και η χημική σύσταση του σιδηρομεταλλεύματος

Τα σιδηρομετάλλευματα (iron ores) είναι πετρώματα και ορυκτά από τα οποία μπορεί να εξαχθεί μεταλλικός σίδηρος. Υπάρχουν μεγάλες διαφοροποιήσεις ως προς το σχήμα (fineness), την πυκνότητα του σιδήρου (density), καθώς και την υγρασία (moisture) των διαφόρων παρτίδων σιδηρομεταλλεύματος.

Ο σίδηρος βρίσκεται συνήθως με τη μορφή του μαγνητίτη (Fe_3O_4), αιματίτη (Fe_2O_3), γαιτίτης ($\text{FeO}(\text{OH})$), limonite ($\text{FeO}(\text{OH}) \cdot n(\text{H}_2\text{O})$) ή σιδηρίτης λίθος (FeCO_3).



Εικόνα 1.1: Αιματίτης, το κύριο σιδηρομετάλλευμα των μεταλλίων της Βραζιλίας

Το σιδηρομετάλλευμα είναι η πρώτη ύλη που χρησιμοποιείται για την δημιουργία χυτοσιδήρου, η οποία είναι μία από τις κύριες πρώτες ύλες για την παραγωγή χάλυβα. Το 98% του σιδηρομεταλλεύματος που εξορύσσεται χρησιμοποιείται για την παραγωγή χάλυβα.⁽¹⁾

1.2 Η ιστορική εξέλιξη μεταφοράς σιδηρομεταλλεύματος

Το σιδηρομετάλλευμα αποτελεί την κύρια πρώτη ύλη για τη βιομηχανία χάλυβα (steel industry). Το θαλάσσιο εμπόριο σιδηρομεταλλεύματος είναι το μεγαλύτερο των πέντε κύριων χύδην ξηρών φορτίων. Όπως το αργό πετρέλαιο, το θαλάσσιο εμπόριο σιδηρομεταλλεύματος

⁽¹⁾ "IRON ORE - Hematite, Magnetite & Taconite". *Mineral Information Institute*
<http://www.mii.org/Minerals/photoiron.html>. Retrieved 7 April 2006.

καθορίζεται από την τοποθεσία των εργοστασίων επεξεργασίας σε σχέση με τους τόπους εξαγωγής των αποθεμάτων σιδηρομεταλλεύματος. Κατά τη διάρκεια της βιομηχανικής επανάστασης τα εργοστάσια χάλυβα ήταν εγκατεστημένα σε τοποθεσίες κοντά στις κύριες πηγές των πρώτων υλών. Ωστόσο, καθώς η τεχνολογία των μεταφορών αναπτύχθηκε, η απόσταση που έπρεπε να διανυθεί για τη μεταφορά των πρώτων υλών έγινε λιγότερο σημαντικός παράγοντας συγκριτικά με το ναύλο, τα χαρακτηριστικά της μεταφοράς και την ποιότητα των πρώτων υλών.

Κατά τις αρχές του 20ού αιώνα, η ανάπτυξη στην τεχνολογία της χύδην μεταφοράς διά θαλάσσης περιόρισε το συγκριτικό πλεονέκτημα κόστους των εργοστασίων χάλυβα που ήταν εγκατεστημένα κοντά στα αποθέματα των πρώτων υλών. Στη συνέχεια του αιώνα, καθώς η ζήτηση χάλυβα αναπτύχθηκε, η βιομηχανία άρχισε να στρέφεται στη δημιουργία παράκτιων εργοστασίων χάλυβα, τα οποία μπορούσαν να εισάγουν πρώτες ύλες με ελάχιστο κόστος, χρησιμοποιώντας ένα προσεκτικά σχεδιασμένο ολοκληρωτικό σύστημα χύδην θαλάσσιας μεταφοράς. Η δυνατότητα της θαλάσσιας πρόσβασης των αποθεμάτων όλου του κόσμου απέφερε την εξεύρεση πρώτων υλών υψηλότερης ποιότητας ιδιαίτερα από τις παραδοσιακές περιοχές επεξεργασίας χάλυβα της Δ. Ευρώπης, όπου τα τοπικά αποθέματα υψηλής ποιότητας είχαν ήδη εξαντληθεί.



Εικόνα 1.2: Σιδηρομετάλλευμα που θα χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή χάλυβα

Η χρήση μεγάλων, ειδικά σχεδιασμένων πλοίων για συγκεκριμένη θαλάσσια διαδρομή μεταξύ ορυχείου και εργοστασίου χάλυβα (shuttle service between mine and steel plant) παρέμεινε διαχρονικά καθιερωμένη πρακτική για τις βιομηχανίες χάλυβα. Μολονότι το μέγεθος των πλοίων έφτασε τους 120.000 dwt στη δεκαετία του 1960 και τους 300.000 dwt στη δεκαετία του 1980, οι βασικές αρχές εμπορικής εκμετάλλευσης και μεταφοράς του σιδηρομεταλλεύματος έμειναν σταθερές.

Στο μεταπολεμικό διαθαλάσσιο εμπόριο σιδηρομεταλλεύματος οι κύριοι εισαγωγείς ήταν η Δ. Ευρώπη και η Ιαπωνία. Οι Η.Π.Α. δεν εμφανίζονταν έντονα στο προσκήνιο του εισαγωγικού εμπορίου, αφού το μεγαλύτερο τμήμα της βιομηχανίας χάλυβα χρησιμοποιούσε τα εγχώρια αποθέματα. Η ζήτηση χάλυβα αυξήθηκε κατακόρυφα κατά τη μεταπολεμική περίοδο της βιομηχανικής επέκτασης. Στην Ευρώπη και την Ιαπωνία η ανάπτυξη πραγματοποιήθηκε μέσα από τη δημιουργία σύγχρονων, ενσωματωμένων στο σύστημα παραγωγής, παράκτιων βιομηχανικών μονάδων που χρησιμοποιούσαν εισαγόμενες πρώτες ύλες. Στην Ιαπωνία το περιθώριο επιλογής ήταν περιορισμένο, καθώς δεν υπήρχαν εγχώρια αποθέματα σιδηρομεταλλεύματος. Στην Ευρώπη, παρ' όλο που υπήρχαν εκτεταμένα αποθέματα, ήταν χαμηλότερης ποιότητας από τα εισαγόμενα.



Εικόνα 1.3: Σφαιρίδια αιματίτη που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή χάλυβα

Η ραγδαία ανάπτυξη των εισαγωγών σιδηρομεταλλεύματος από τη βιομηχανία χάλυβα επέφερε την άνθηση στην αγορά των πλοίων χύδην ξηρού φορτίου (bulk carriers) στη δεκαετία του 1960. Οι βιομηχανίες χάλυβα της Ιαπωνίας και της Ευρώπης προσέφεραν μακρές χρονο-ναυλώσεις, ώστε να ικανοποιούν τις τακτικές απαιτήσεις των νέων παράκτιων

βιομηχανιών για εισαγωγή πρώτων υλών. Έπειτα από μία δεκαετία σταθερά ανοδικής θαλάσσιας ζήτησης, το 1974 αποτέλεσε το σημείο καμπής για τις παγκόσμιες εισαγωγές σιδηρομεταλλεύματος. Αιτία αυτής της στροφής ήταν το σημείο κορεσμού στο οποίο είχε φθάσει η ζήτηση χάλυβα στις δύο μεγάλες εισαγωγικές περιοχές του πλανήτη, την Ιαπωνία και τη Δ. Ευρώπη. Ο καθοριστικός παράγοντας στην αλλαγή της τάσης ήταν, ότι όλες οι βιομηχανίες που έκαναν εντατική χρήση χάλυβα (π.χ. κατασκευές, αυτοκινητοβιομηχανία, ναυπηγική) είχαν ήδη μεγιστοποιήσει την παραγωγή τους. Ως αποτέλεσμα, η ανάπτυξη μετακινήθηκε από τις παραδοσιακά μεγάλες εισαγωγικές χώρες στις νεοαναπτυσσόμενες βιομηχανικά χώρες, όπως π.χ. η Ν. Κορέα, κατά τη δεκαετία του 1990.

Όσον αφορά το σύστημα θαλάσσιας μεταφοράς, η μεταφορά σιδηρομεταλλεύματος αποτελεί μία από τις μεγαλύτερες επιτυχίες της χύδην ναυτιλίας. Το σιδηρομετάλλευμα έχει δείκτη στοιβασίας περίπου 10 κυβ. πόδια ανά τόνο και σχεδόν πάντα μεταφέρεται σε χύδην κατάσταση και σε αυτούσιες, ανεξάρτητες παρτίδες φορτίου (full shiploads). Τη δεκαετία του 1990, αναπτύχθηκε έντονος ανταγωνισμός ανάμεσα στους προμηθευτές του Ατλαντικού και του Ειρηνικού ωκεανού. Αυτό επέφερε την αύξηση των διανυόμενων αποστάσεων από τις εξαγωγικές πηγές ως τις αγορές και την απασχόληση όσο το δυνατόν μεγαλύτερων πλοίων. Τα λιμάνια σιδηρομεταλλεύματος εξυπηρετούν ως κόμβοι που ενώνουν δύο μέσα μεταφοράς, διαθέτοντας κατάλληλους αποθηκευτικούς χώρους ώστε να ελέγχουν τη συνεχή ροή φορτίου από την ενδοχώρα προς το πλοίο και αντίστροφα.

Μολονότι οι οικονομίες κλίμακας (economies of scale) που μπορεί να προσφέρει η χρήση μεγάλων "bulk carriers" στη μεταφορά σιδηρομεταλλεύματος ήταν γνωστές από τη δεκαετία του 1950, η μετάβαση από τα μικρά πλοία σε μεγαλύτερα δεν ήταν άμεση. Το 1965, το 80% του σιδηρομεταλλεύματος μεταφερόταν σε πλοία μικρότερα των 40.000 dwt. Η διαδικασία της εμφάνισης μεγάλων πλοίων πραγματοποιήθηκε βαθμιαία, με το μέγεθος των πλοίων να αυξάνει σταδιακά από τους 30.000 dwt στις αρχές του 1960, στους 60.000 dwt το 1965, τους 100.000 dwt το 1969, πάνω από τους 150.000 dwt στις αρχές του 1970 και τέλος στους 300.000 dwt στη δεκαετία του 1990. Το μέγεθος των πλοίων μεγάλωσε παράλληλα με τον όγκο του μεταφερόμενου φορτίου και τις ταυτόχρονες βελτιώσεις στις εγκαταστάσεις των λιμένων, ενώ τα μικρότερα πλοία των προηγούμενων ετών παρέμειναν στην αγορά.⁽²⁾

⁽²⁾ Γκιζιάκης Κ.: Ναυλώσεις, Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα 2006

1.3 Περιοχές εξαγωγής σιδηρομεταλλεύματος

Το θαλάσσιο εμπόριο εξαρτάται σε καθοριστικό βαθμό από τη γεωγραφική διάρθρωση των αποθεμάτων του. Οι μεγαλύτερες εξαγωγικές χώρες του πλανήτη είναι με διαφορά η Βραζιλία και η Αυστραλία. Τα κύρια εξαγωγικά λιμάνια της Βραζιλίας είναι η Seretiba, το Tubarao και το Itaquí. Το 1995 οι εξαγωγές σιδηρομεταλλεύματος της Βραζιλίας έφθαναν τα 131 εκ. τόνους (σχεδόν το ένα τρίτο του παγκόσμιου θαλάσσιου εμπορίου σιδηρομεταλλεύματος). Η άλλη εξαγωγική χώρα, η Αυστραλία, εξήγαγε κατά το ίδιο έτος 133 εκ. τόνους από τα τρία κυριότερα λιμάνια της, το Port Hedland, το Dampier και το Port Walcott. Το υπόλοιπο ένα τρίτο του παγκόσμιου θαλάσσιου εμπορίου εξάγεται από μία σειρά μικρότερων εξαγωγέων, οι πιο σημαντικοί από τους οποίους είναι η Σουηδία, η Ν. Αφρική, η Λιβερία, ο Καναδάς, η Ινδία και η Βενεζουέλα.

1.4 Περιοχές εισαγωγής σιδηρομεταλλεύματος

Η παγκόσμια κατανάλωση του σιδηρομεταλλεύματος αυξάνεται 10% ετησίως κατά μέσο όρο με κύριους καταναλωτές την Κίνα, Ιαπωνία, Κορέα, τις Ηνωμένες Πολιτείες και την Ευρωπαϊκή Ένωση. Η Κίνα είναι σήμερα ο μεγαλύτερος καταναλωτής του σιδηρομεταλλεύματος, καθώς και η μεγαλύτερη χώρα παραγωγής χάλυβα στον κόσμο. Η Κίνα είναι ακολουθούμενη από την Ιαπωνία και την Κορέα, οι οποίες αντιπροσωπεύουν ένα σημαντικό ποσοστό καταναλωτών σιδηρομεταλλεύματος και μεταλλουργικού άνθρακα.

Πίνακας 1.1: Λίστα των εξαγωγέων σιδηρομεταλλεύματος για το έτος 2008

No.	Exporters	Value exported in 2008, in USD thousand	Quantity exported in 2008	Quantity Unit	Share in world exports, %
1	'Australia	25444750	309338100	Tons	37.37
2	'Brazil	16538540	281683700	Tons	24.29
3	'India	5638092	64406780	Tons	8.28
4	'Canada	2913273	28173780	Tons	4.28
5	'South Africa	2395848	31903040	Tons	3.52
6	'Sweden	2228497	17617170	Tons	3.27
7	'Russian Federation	2014996	22526650	Tons	2.96
8	'Ukraine	1989692	22778800	Tons	2.92
9	'Kazakhstan	1279155	14701470	Tons	1.88
10	'United States of America	1245063	No quantity	No quantity	1.83

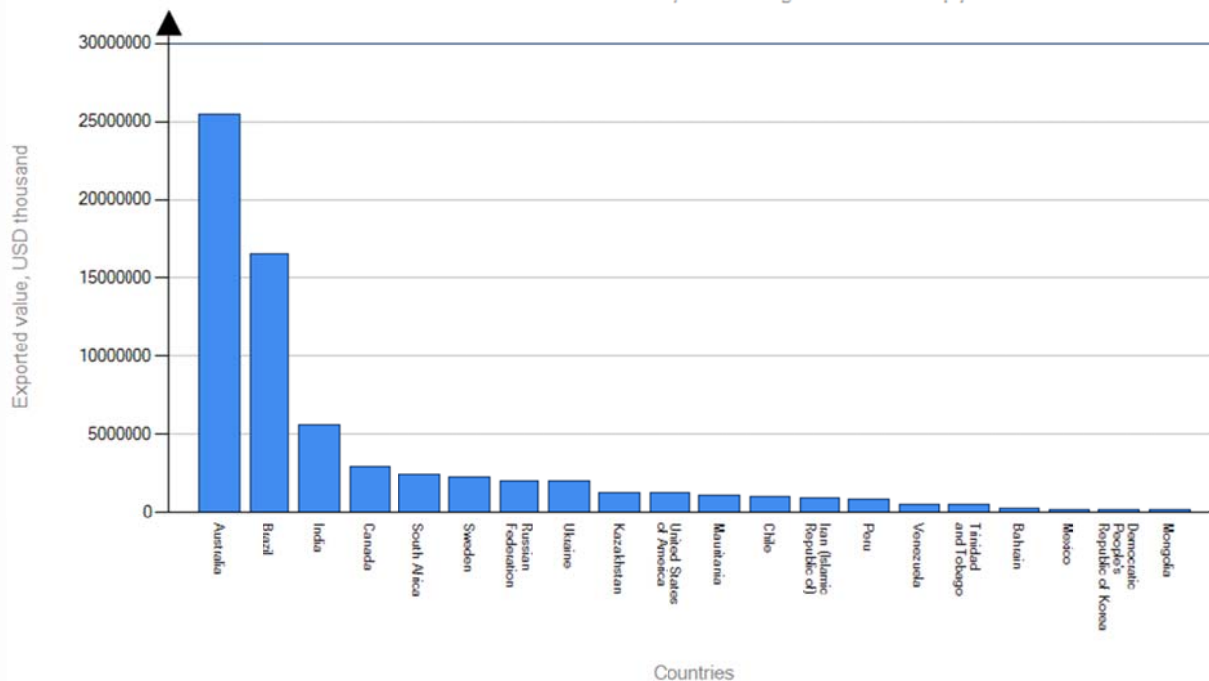
Πηγή: International Trade Center

Πίνακας 1.2: Λίστα των εισαγωγέων σιδηρομεταλλεύματος για το έτος 2008

No.	Importers	Value imported in 2008, in USD thousand	Quantity imported in 2008	Quantity Unit	Share in world imports, %
1	'China	59296960	444040900	Tons	56.19
2	'Japan	13214800	140351600	Tons	12.52
3	'Germany	4452863	44339070	Tons	4.22
4	'Republic of Korea	3648982	47210520	Tons	3.46
5	'Chinese Taipei	1854949	15570730	Tons	1.76
6	'Italy	1794126	16313180	Tons	1.70
7	'United Kingdom	1732293	15283450	Tons	1.64
8	'France	1694907	18225290	Tons	1.61
9	'Belgium	1168182	12333030	Tons	1.11
10	'Netherlands	1147858	10808310	Tons	1.09

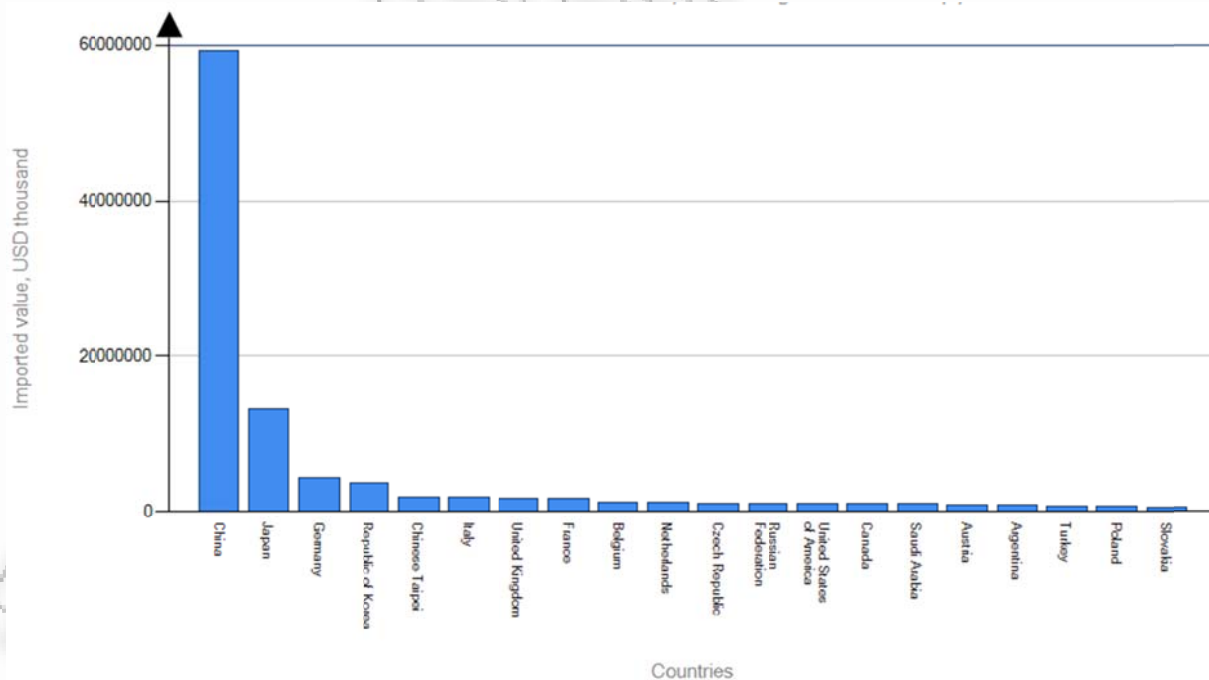
Πηγή: International Trade Center

Διάγραμμα 1.1: Γράφημα των εξαγωγών σιδηρομεταλλεύματος για το έτος 2008



Πηγή: International Trade Center

Διάγραμμα 1.2: Γράφημα των εισαγωγών σιδηρομεταλλεύματος για το έτος 2008



Πηγή: International Trade Center

1.5 Οι τιμές σιδηρομεταλλεύματος

Στη διάρκεια του 2005, η τιμή του μεταλλεύματος κινήθηκε ανοδικά έως και την περιοχή των 64 δολαρίων ανά τόνο στην παγκόσμια αγορά, ενώ κατά τη διάρκεια του έτους 2004, είχε κινηθεί στα επίπεδα των 37 δολαρίων ανά τόνο. Για το 2007, συνεχίστηκε για Πέμπτη συνεχόμενη χρονιά, η ανοδική τάση στη διαμόρφωση των τιμών, με την τιμή να αυξάνεται σε μέσα επίπεδα κατά 10%, στο επίπεδο των 83,40 δολαρίων ανά τόνο.

Μετά από 4 έτη συνεχών αυξήσεων των τιμών, η τιμή της πρώτης ύλης του χάλυβα μειώθηκε από την κορυφή των 145 δολαρίων ανά τόνο τον Ιούλιο του 2008, σε 65 δολάρια ανά τόνο τον Δεκέμβριο του 2008. Το παραπάνω οφείλεται στην αδιαφορία της Κίνας για την αναβάθμιση των κλειστών χαλυβουργείων μετά τους Ολυμπιακούς αγώνες του Πεκίνου. ⁽³⁾



Διάγραμμα 1.3: Iron Ore Price Chart USD Cents /dmtu

Το κύριο χαρακτηριστικό στην αγορά του μετάλλου είναι η ύπαρξη μακροχρόνιων συμβολαίων, αλλά και σχέσεων, μεταξύ των αγοραστών και των πωλητών με αποτέλεσμα οι τιμές του μετάλλου να συμφωνούνται μεταξύ των δύο ενδιαφερομένων πλευρών σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές.

⁽³⁾ BusinessStandard.com

Η ανοδική κίνηση της τιμής αποτελεί συνάρτηση της κίνησης των τιμών του χάλυβα, σε συνδυασμό με τη ζήτηση από την πλευρά της Κίνας. Κύριο χαρακτηριστικό της αγοράς του σιδήρου είναι οι σημαντικές διαφορές που παρατηρούνται μεταξύ των παραγωγών παγκοσμίως. Αυτή η διαφοροποίηση στις τεχνικές προδιαγραφές του μετάλλου αντανακλάται στις τιμές του. Παρά τις συμφωνίες μεταξύ των αγοραστών και των πωλητών, η περιεκτικότητα των μεταλλευμάτων σε σίδηρο επηρεάζει την τιμή του σιδήρου στις διεθνείς αγορές. Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι στις ευρωπαϊκές αγορές του μετάλλου, η μονάδα μέτρησης για την τιμή του σιδήρου είναι τα σεντς / dmtu (U.S.c/dry metric tone per unit), ενώ στις ασιατικές αγορές και κυρίως στην Ιαπωνία, η μέτρηση γίνεται με σεντς / dltn (U.S.c/dry long tone per unit).

2. Πλοία μεταφοράς σιδηρομεταλλεύματος, ανάγκη μετασκευής, θεσμικό πλαίσιο

2.1 Η διάκριση των φορτηγών πλοίων

Στα πλοία μεταφοράς χύδην ξηρού φορτίου υπάρχει ένας σημαντικός αριθμός από μικρότερα πλοία, 3000 – 15000 dwt, που απασχολούνται ελεύθερα παγκοσμίως. Τα μικρά “bulk carriers” διαθέτουν τρία αμπάρια και το πλήρωμα τους κυμαίνεται από επτά έως δώδεκα άτομα ανάλογα με το μέγεθός τους. Τα περισσότερα από αυτά τα πλοία διαθέτουν τον δικό τους εξοπλισμό φορτοεκφόρτωσης. Τα μεγαλύτερα “bulk carriers” των 15000 – 35000 dwt ονομάζονται “Handysize bulkers”. Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1990, το τμήμα της αγοράς που συμπεριλαμβάνει τα “bulk carriers” των 35000 – 50000 dwt καθιερώθηκε και συνεχίζει να αναπτύσσεται σε αριθμούς παγκοσμίως. Τα πλοία αυτά ονομάζονται “Handymax bulkers”, διαθέτουν δικό τους εξοπλισμό και σύγχρονες διατάξεις στα αμπάρια τους, αποτελούν από μόνα τους χωριστό τμήμα της αγοράς και δεν συναγωνίζονται απαραίτητα τα μικρότερα πλοία της αγοράς των πλοίων “Handysize”.



Εικόνα 2.1: Handysize Bulker

Θα πρέπει να αναφερθεί ότι κατά τα τελευταία χρόνια έχει αναπτυχθεί ιδιαίτερα και το τμήμα της αγοράς που αφορά τα πλοία των 50000 – 60000 dwt. Τα πλοία αυτά ονομάζονται “Ultra Handymax bulkers” ή “Supramax bulkers” και αποτελούν μια ενδιάμεση κατηγορία, μεταξύ των τυπικών πλοίων “Handymax” και “Panamax”. Τόσο τα Handysize όσο και τα

Handymax διαθέτουν τέσσερα ή πέντε αμπάρια. Εξαιτίας του υψηλού κόστους κατασκευής, μερικά από τα αμπάρια διαθέτουν το δικό τους εξοπλισμό φορτοεκφόρτωσης (electric cranes with swinging derricks), ο οποίος μπορεί να εξυπηρετήσει και τα υπόλοιπα αμπάρια λόγω της δυνατότητας περιστροφής που έχει. Τα καλύμματα των αμπαριών (hatch covers) είναι τύπου Macgregor ή Jackknife. Το πλήρωμα των πιο μοντέρνων Handysize & Handymax Bulkers αποτελείται περίπου από είκοσι άτομα. Τα πλοία αυτά χρησιμοποιούνται κύρια στο εμπόριο δημητριακών, των γεωργικών προϊόντων και των λιπασμάτων και σε μικρότερο βαθμό στο εμπόριο του άνθρακα και του σιδηρομεταλλεύματος.



Εικόνα 2.2: Panamax Bulk Carrier at Panama Canal

Στην επόμενη μεγάλη ομάδα των bulk carriers βρίσκονται τα επονομαζόμενα Panamax Bulkers, στην οποία συμπεριλαμβάνονται όλα εκείνα τα πλοία που οι διαστάσεις τους σε πλάτος 32.2m και βύθισμα (39'6'' tropical fresh water) σε έμφορτη κατάσταση πλησιάζουν τις μέγιστες επιτρεπτές διαστάσεις για διάπλου από το κανάλι του Παναμά. Η χωρητικότητα αυτών των πλοίων κυμαίνεται από 60000 – 80000dwt με συγκέντρωση των περισσότερων ανάμεσα στους 68000 – 73000 dwt. Τα περισσότερα από αυτά τα πλοία διαθέτουν δικό τους εξοπλισμό φορτοεκφόρτωσης (gearless vessels) και απασχολούνται στις κύριες θαλάσσιες διαδρομές σιτηρών, άνθρακα, βωξίτη και σιδηρομεταλλεύματος. Τα πιο μοντέρνα πλοία

Panamax διαθέτουν επτά αμπάρια ενώ τα παλαιότερα διαθέτουν μέχρι εννέα αμπάρια , τα καλύμματα των οποίων είναι συνήθως τύπου Macgregor ή JackKnife. Τα πλοία αυτά αναπτύσσουν 13-14 κόμβους ταχύτητα και το πλήρωμα τους δεν ξεπερνάει τα είκοσι άτομα.

Η σημαντική κατηγορία των μεγαλύτερων πλοίων μεταφοράς άνθρακα και σιδηρομεταλλεύματος με μεγέθη μεγαλύτερα των 80000 τόνων αναφέρεται ως η ομάδα των Capesize Bulkers. Τα πλοία αυτά λόγω του μεγέθους τους δεν μπορούν να διέλθουν το κανάλι του Παναμά και αναγκάζονται να πλεύσουν γύρω από το ακρωτήριο Cape of Good Hope ή Cape Horn. Ο αριθμός των πλοίων με μεγέθη από 80000 – 120000dwt είναι σχετικά περιορισμένος. Οι ναυτιλιακοί επαγγελματίες στην καθημερινή τους επικοινωνία χρησιμοποιούν συχνά υποδιαιρέσεις όπως Cape Bulkers για πλοία από 120000- 175000 dwt, Large Cape Bulkers για πλοία από 175000 – 200000dwt και Very Large Bulk Carriers (VLBC) , Very Large Ore Bulkers (VLOB) ή Very Large Ore Oil Bulkers (VLOO) για πλοία άνω των 200000dwt.

Τα Capesize bulkers διαθέτουν εννέα αμπάρια , τα καλύμματα των οποίων είναι side rolling. Το πλήρωμα των πλοίων αυτών δεν ξεπερνάει τα είκοσι άτομα και η ταχύτητα τους φτάνει τους 13-14 κόμβους.

Στην κατηγορία των bulk carriers ταξινομούνται και τα πλοία που διαθέτουν ειδικό εξοπλισμό ή είναι σχεδιασμένα να εξυπηρετούν μια συγκεκριμένη θαλάσσια περιοχή ή ένα συγκεκριμένο εμπόριο. Παραδείγματα τέτοιων περιπτώσεων αποτελούν πλοία που είναι εξοπλισμένα με δικούς τους γερανούς και αρπάγες για την εκφόρτωση χύδην φορτίων (Cement Carriers), πλοία ειδικά σχεδιασμένα και κατασκευασμένα με τις απαιτούμενες διαστάσεις και εξοπλισμός για το διάπλου του καναλιού St.Lawrence (Lakes traders , Lakes fitted vessels) ή πλοία κατάλληλα για απασχόληση στη Βαλτική θάλασσα ή τον Καναδά κατα την χειμερινή περίοδο(Ice class vessels).

Τα Lumber Carriers είναι επίσης μια ειδική κατηγορία Bulk Carriers, τα οποία μεταφέρουν συσκευασμένα προϊόντα ξυλείας (boards, sheets, plywoods, planks) στα ειδικά κατασκευασμένα αμπάρια τους. Τα αμπάρια των πλοίων αυτών είναι τετραγωνισμένα(box shaped), προκειμένου να αποφεύγονται οι διάκενοι χώροι (broken stowage), και τα καλύμματα τους είναι τύπου Macgregor ή JackKnife. Τα Lumber Carriers διαθέτουν δικούς τους εξοπλισμό χειρισμού του φορτίου (gantry cranes). Η χωρητικότητα αυτών των πλοίων κυμαίνεται από 15000 – 45000dwt.⁽⁴⁾

⁽⁴⁾ Γκιζιάκης Κ.: Ναυλώσεις, Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα 2006

2.2 Ανάγκη μετασκευής VLCC (Very Large Crude Carrier) σε VLOC (Very Large Ore Carrier)

Με την απαίτηση του IMO για τα πετρελαιοφόρα μονού κύτους να καταργηθούν σταδιακά έως το 2010, οι διαθέσιμες επιλογές για τον πλοιοκτήτη για τα εν λόγω μεγάλα πλοία είναι περιορισμένες. Παλαιότερα πίστευαν ότι τα σκάφη αυτά θα πρέπει είτε να μετατραπούν σε σκάφη διπλού κύτους, να διαλυθούν ή κάποια από αυτά να μετατραπούν σε Floating Production Storage Offloading units (FPSO).

Ωστόσο, υπό το πρίσμα των υψηλών τιμών ναυλώσεων το οποίο επετεύχθητε με πλοία μεταφοράς φορτίου χύδην πολλοί πλοιοκτήτες επέλεξαν την μετατροπή των VLCC's (μονού κύτους) σε VLOC. Η παραπάνω μετατροπή επιλέχθηκε επίσης λόγω του μειωμένου χρόνου παραμονής του πλοίου στο ναυπηγείο καθώς και στον λιγότερο χάλυβα που θα χρειαστεί το πλοίο για την μετασκευή.



Εικόνα 2.3: Hatch Openings with Hatch Covers

Η μετατροπή χρειάζεται κατά κανόνα 3 έως 6 μήνες. Η διαδικασία αυτή προσθέτει 10 έως 14 έτη στη διάρκεια ζωής του σκάφους. Τα παραπάνω καθιστούν ευνοϊκή την δυνατότητα της μετατροπής συγκριτικά με τα 4 έτη που χρειάζεται ένα ναυπηγείο για την παράδοση ενός νέου πλοίου μεταφοράς χύδην φορτίου, ακόμη και αν η δυναμικότητά του μπορεί να επιτευχθεί.

Με μια αισιόδοξη προοπτική για την αγορά ξηρού χύδην η μετατροπή σε VLOC γίνεται πολύ ελκυστική για τους πλοιοκτήτες, ενώ με τους σημερινούς ρυθμούς ναυλώσεων το κόστος της γενικώς θα εξοφληθεί σε 1 έως 2 έτη.

Σε γενικές γραμμές, τα σκάφη αυτά θα είναι μεγαλύτερα από τα παραδοσιακά Capesize bulkcarriers (140-200,000 dwt) σε 230-300,000 dwt και προορίζονται για δρομολόγια από Βραζιλία και Νότιο Αφρική προς την Κίνα ώστε να ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις της για σιδηρομετάλλευμα. ⁽⁵⁾

⁽⁵⁾ <http://www.simsl.com/VLCCconversion0108.html>

2.3 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα μετασκευής VLCC σε VLOC

Πλεονεκτήματα

- 1) Κόστος μετασκευής μικρότερο από τιμή μεταχειρισμένου πλοίου. Ακόμα και ένα 15 ετών VLOC πλησιάζει σε τιμή ένα νέας κατασκευής.
- 2) Επενδυτικό κόστος μικρότερο συγκριτικά με κόστος νέας κατασκευής. Το κόστος μιας μετατροπής κυμαίνεται μεταξύ 36 – 40 εκ. USD ενώ μιας νέας κατασκευής περίπου 200 εκ. USD.
- 3) Χρόνος μετατροπής μικρότερος σε σύγκριση με νέα κατασκευή. Ένα VLCC μπορεί να μετατραπεί σε VLOC σε 6 – 8 μήνες, καθώς η κατασκευή ενός νέου VLOC μπορεί να διαρκέσει 3 – 4 έτη.
- 4) Συνέχεια στην λειτουργία του πλοίου. Ένα πλοίο σε λειτουργία θα είναι εκτός υπηρεσίας μόνο για μια μικρή χρονική περίοδο και θα μπορεί να συνεχίσει για ακόμα μια περίοδο 10 ετών, ενώ ένα μονού τοιχώματος VLCC θα διακόψει την λειτουργία του στο τέλος του 2010.
- 5) Υψηλότερος ρυθμός φόρτωσης. Τα μετασκευασμένα VLOC έχουν μεγαλύτερο ρυθμό ερματισμού διότι χρησιμοποιούν μέρος από δίκτυο πετρέλευσης που είχαν σαν δεξαμενόπλοια. Αυτό τα καθιστά προτιμητέα σε σύγκριση με εκείνα κανονικής κατασκευής.

Μειονεκτήματα

- 1) Στην παρούσα χρονική περίοδο υπάρχουν 10 – 12 τερματικοί σταθμοί που μπορούν να δεχθούν αυτού του μεγέθους πλοία.
- 2) Μεγαλύτερη διάρκεια μετασκευής. Αρχικά ο εκτιμώμενος χρόνος ήταν 6 μήνες, αλλά τώρα τα ναυπηγεία έχουν αρχίσει να επανεκτιμούν τον χρόνο σε 9 – 10 μήνες.
- 3) Διαθεσιμότητα θέσης στο ναυπηγείο. Σχεδόν όλα τα ναυπηγεία παγκοσμίως είναι «κλεισμένα» και αυτό οδηγεί σε καθυστερήσεις σχεδόν 2 μηνών στην έναρξη των εργασιών.
- 4) Εξαιτίας του μεγάλου φόρτου εργασιών, μέρη όπως τα hatch covers χρειάζονται περισσότερο χρόνο για να κατασκευαστούν. Ο χρόνος αυτός τώρα είναι περίπου 6 – 8 μήνες.

2.4 Θεσμικό πλαίσιο μετασκευής VLCC σε VLOC

Κανονιστικές απαιτήσεις - Statutory Requirements

Η αλλαγή από ένα τάνκερ σε ένα bulkcarrier δημιουργεί προβλήματα συμμόρφωσης με ορισμένες κανονιστικές απαιτήσεις. Η κύρια αλλαγή είναι από ένα σκάφος τύπου Α σε ένα σκάφος τύπου Β στο πλαίσιο της σύμβασης γραμμής φορτώσεως. Η παραπάνω αλλαγή γεννά ζητήματα με το ελάχιστο ύψος πλώρας και την εφεδρική άντωση εμπρός.

Το παραπάνω μπορεί να ξεπεραστεί με την τοποθέτηση στο προωραίο τμήμα του σκάφους ενός υπερστεγάσματος (forecastle). Η παραπάνω προσθήκη δεν είναι εύκολη λαμβάνοντας υπόψη τις τροποποιήσεις που πρέπει να γίνουν στην θυρίδα της αλυσίδας και στα βαρούλκα πρόσδεσης του σκάφους.

Μια περαιτέρω περιπλοκή είναι ότι η αύξηση του ύψους της πλώρας μέσω της τοποθέτησης υπερστεγάσματος πιθανόν να δημιουργήσει πρόβλημα με τον κανονισμό του IMO που αφορά την ορατότητα από την γέφυρα του πλοίου.

Απαιτήσεις Νηογνωμόνων - Class Requirements

Παρακάτω φαίνονται τα κύρια σημεία ενδιαφέροντας των νηογνωμόνων όπου με τη θέσπιση κανονισμών διασφαλίζουν την αξιοπλοΐα του σκάφους και την επιτυχία της μετατροπής:

- Ο νηογνώμονας αντιμετωπίζει μια τέτοια μετατροπή, ως μετατροπή ευρείας εκτάσεως δίνοντας τεραστία προσοχή στην εξέταση του σκάφους με χρήση πεπερασμένων στοιχείων (FEM – Finite Element Analysis). Για την χρήση πεπερασμένων στοιχείων θα αναφερθούμε σε παρακάτω κεφάλαιο.
- Οι απαιτήσεις των νηογνωμόνων για bulk carriers ισχύουν και για τις μετατροπές, ωστόσο, φαίνεται ότι αυτές εξαρτώνται από το class notation που θα απαιτηθεί από τον πλοιοκτήτη.

- Οι απαιτήσεις κλάσης για την αντοχή και την εξασφάλιση των μικρών ανοιγμάτων στο πρωραίο εκτεθειμένο κατάστρωμα, οι απαιτήσεις αντοχής των πρωραίων εξαρτημάτων καταστρώματος καθώς και η αξιολόγηση της αντοχής των καπακιών των αμπαριών ισχύουν και για τις μετατροπές.
- Οι κοινοί κανόνες κατασκευής (common structural rules) για πλοία μεταφοράς χύδην φορτίου δεν εφαρμόζονται στις μετατροπές, καθώς θεωρήθηκε ότι δεν θα ήταν δυνατή η εφαρμογή αυτών σε ένα υπάρχον πλοίο. ⁽⁶⁾
- Λόγω της αλλαγής στον τύπο του σκάφους τα ακόλουθα έγγραφα επίσης απαιτείτε να δημιουργηθούν και να κατατεθούν για έγκριση στον νηογνώμονα:
 1. Trim & Stability Booklet and Loading Manual (Βιβλίο ευστάθειας και εγχειρίδιο φόρτωσης). Το σχετικό εγχειρίδιο είναι ένα από τα πιο σημαντικά έγγραφα του πλοίου διότι είναι απαραίτητο για την φόρτωση και εκφόρτωση του φορτίου του πλοίου. Θα αναφερθούμε σε παρακάτω κεφάλαιο.
 2. Damage Stability Booklet (Βιβλίο ευστάθειας σε κατάσταση βλάβης): Επίσης ένα από τα πιο σημαντικά έγγραφα, όπου περιλαμβάνει όλες τις καταστάσεις φόρτωσης μαζί με υπολογισμούς ευστάθειας σε κατάσταση βλάβης – κατάκλισης. Θα αναφερθούμε σε παρακάτω κεφάλαιο.

⁽⁶⁾ <http://www.simsl.com/VLCCconversion0108.html>

Παρακάτω παρατίθενται πίνακες με τους ισχύοντες κανονισμούς:

SOLAS Convention		
1	SOLAS II-1/1.3.1	Conversion is considered as major.
2	SOLAS XII/1.1	SOLAS chapter XII applies to VLOC. See also IACS paper MSC 81/3/8.
3	SOLAS Part B-1 / Probabilistic Damage Stability Criteria.	Not applicable if owner decide to change the Type of freeboard to B-60.
4	SOLAS II-1, Regulation 3.6	Means of Access(MA)
5	SOLAS XII, Regulation 12 –Water ingress/water level detectors.	Water level detectors should be fitted where required by this Regulation.
6	SOLAS XII, Regulation 13 – Availability of pumping systems.	These requirements are deemed to be applicable and arrangements should comply with this Regulation.
7	SOLAS II-2, Regulation 10 – Fire Fighting	Any new fire fighting installation, if required, would be to the latest standards.
8	SOLAS II-2/10.7.1.4 – Cargo hold – to be exempted as per MSC/Circ.1146	Accepted
9	SOLAS V, Regulation 22 – Navigational Bridge Visibility	To comply.
10	SOLAS V, Regulation 22 – Navigational Bridge Visibility for ballast loading condition	In ballast loading condition, the visibility standard applicable to the ship prior to conversion is acceptable as equivalent to the ballast loading condition after the conversion. Visibility forward will need to be considered if any changes are made to the fore end structural arrangement. This need not only be related to the fitting of a full forecastle, but could also be effected by aspects such as increasing the sheer and / or step in the upper deck.
11	SOLAS II-1/3-8 – Towing & Mooring Equipment	Where fittings are either new or where existing fittings have been relocated.(For relocated fittings only applicable in respect of the underdeck support).
12	SOLAS V/19-1 – Long Range Identification & Tracking (LRIT) equipment	To comply.Please note application date is 31 Dec 2008 (construction date).
13	Fire Control Plan	To be updated.
14	Cargo Hold – PMA (Permanent Means of Access)	To comply

MARPOL Convention		
1	MARPOL Annex I Reg. 1.9.2	This case (as regarding MARPOL) is a major conversion.
2	MARPOL Annex I amendment Regulation 12A – Oil Fuel Tank Protection.	To comply, only if the dates of contract signing, commencement of construction work, or delivery fall on or after the application dates (1 Aug 2007, 1 Feb 2008, 1 August 2010 respectively).

LOAD LINE Convention		
1	Minimum Bow Height (International Load lines 1966, Reg. 39 amended by Protocol of 1988.	To comply.
2	Change of Freeboard from Type A to Type B or Type B-60 is not considered major character in Article 10 of the Load Line Convention.	Accepted.
3	Hatch cover and Hatch coaming design & construction to latest Rule requirements Part 4 Chapter 7 Section 12 & 13 & Loadline 1966/1988 Reg.16	To comply.
4	Damage Stability standard – tanker damage stability calculation no longer valid, new investigation required depending on Load line designation:	To comply.
5	Type B-60 vessel – apply IMO Res. A320 deterministic criteria which is single compartment standard	To comply.
6	Type B-100 vessel – apply IMO Res. 320 deterministic criteria which two compartment standard.	Not applicable at owners statement vessel will be after conversion Type B-60.

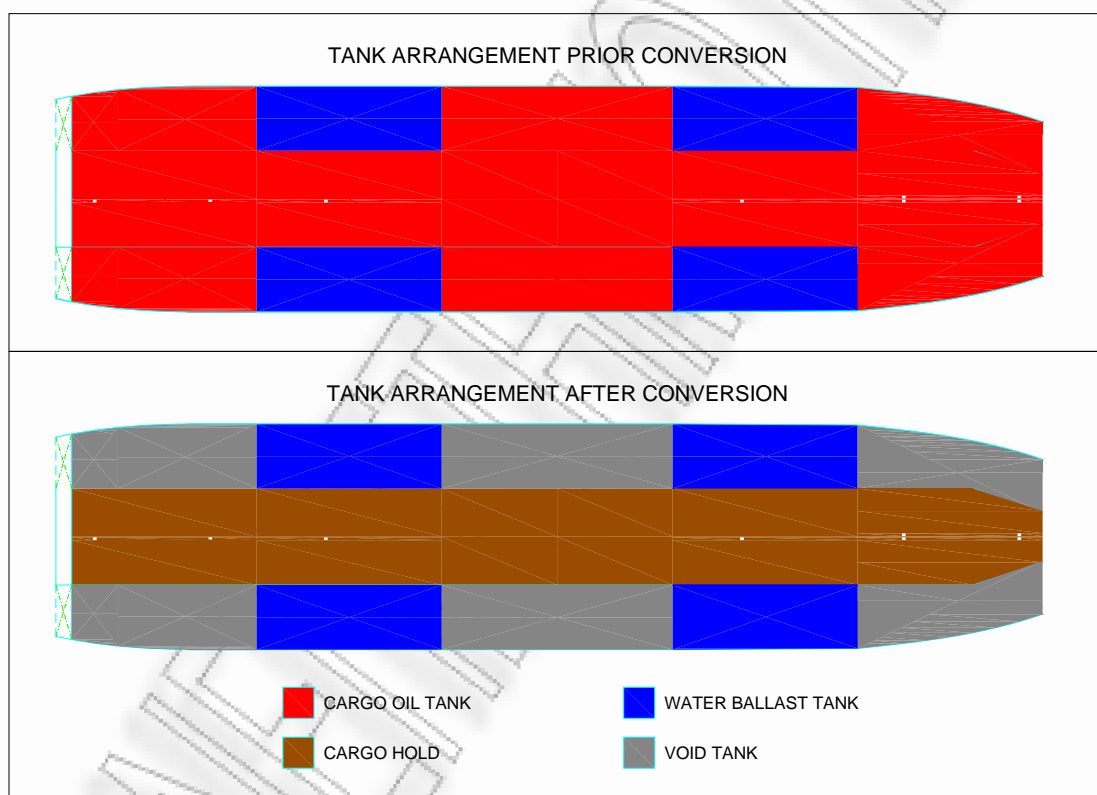
Classification's Rules & Regulations		
1	New spaces – MA requirements be achieved, where applicable.	IACS position is that, if, in the course of conversion, substantial new structures are added, these new structures should comply with the regulations. The term “substantial new structures” means hull structures that are entirely renewed or augmented (i.e., do not utilize the existing side and/or bottom structure of single hull oil tankers) by new double bottom and/or double side construction (e.g., replacing the entire structure within cargo area or adding a new double bottom and/or double side section to the existing cargo area)

Various Rules & Regulations		
1	Anti-Fouling System Convention 2001	To comply.
2	MSC.191(79) – Electronic and Electrical equipment	Please note this resolution applies on 1 Jul 2008 (installation date of electrical and electronic equipment)
3	MSC.192(79) – Electronic and Electrical equipment	Please note this resolution applies on 1 Jul 2008 (installation date of electrical and electronic equipment)

3. Η τεχνική προσέγγιση μετασκευής VLCC σε VLOC

3.1 Η διάταξη και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του πλοίου “M/V YANGTZE STAR” πριν και μετά την μετασκευή

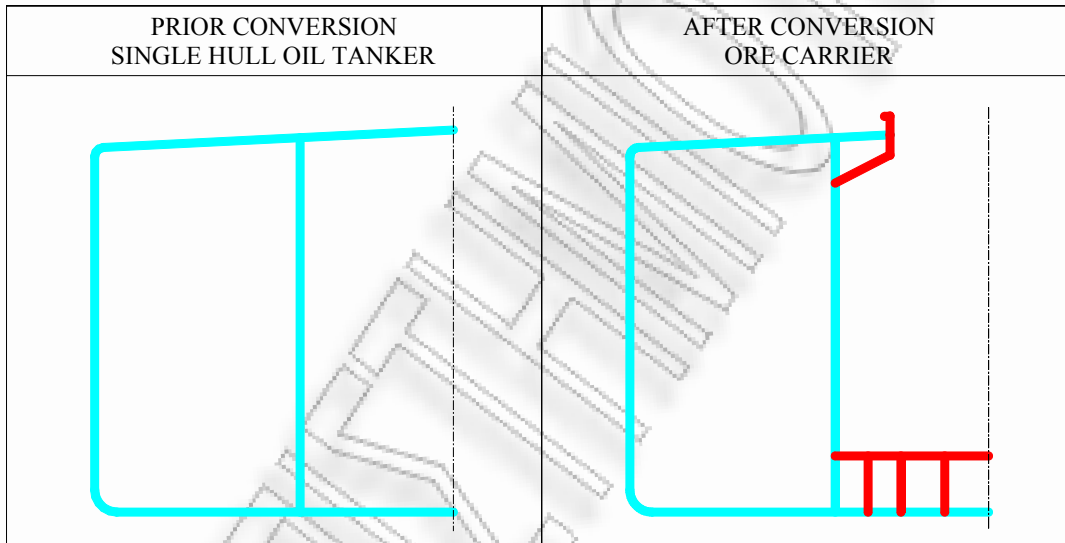
Μια μετασκευή ενός VLCC σε VLOC περιλαμβάνει την τροποποίηση της δομής, των συστημάτων, της χωρητικότητας των αμπαριών καθώς και του σχεδίου φορτώσεως. Η μετασκευή λαμβάνει μέρος κυρίως στα κεντρικά αμπάρια, ενώ οι πλαϊνές δεξαμενές μετατρέπονται σε κενούς χώρους ή παραμένουν δεξαμενές υγρού έρματος εάν αυτός ήταν ο προηγούμενος χαρακτηρισμός τους.



Εικόνα 3.1: Διάταξη του πλοίου “Yangtze Star” πριν και μετά την μετασκευή

Πιο συγκεκριμένα, όπως φαίνεται και στους Πίνακες 3.1 και 3.2, στο δεξαμενόπλοιο “Yangtze Star” πραγματοποιήθηκε αποχαρκτηρισμός των πλαϊνών δεξαμενών πετρελαίου καθώς και των δεξαμενών πλυσίματος (Slop Tanks) σε κενούς χώρους. Οι δεξαμενές υγρού έρματος παρέμειναν οι ίδιες. Ο παραπάνω αποχαρκτηρισμός επέφερε αλλαγή της τάξης των 167932 μ³ που αντιστοιχεί σε μείωση 52.8% του συνολικού όγκου των δεξαμενών/αμπαριών.

Το πλοίο οπότε μετά την μετασκευή χρησιμοποιεί τα κεντρικά πλέον αμπάρια Νο.1 – 6 για την μεταφορά σιδηρομεταλλεύματος. Λόγω του υψηλού ειδικού βάρους του σιδηρομεταλλεύματος καθώς και λόγω της εφαρμογής των κανονισμών έχουμε τροποποιήσεις στην σχεδίαση των κεντρικών αμπαριών όπως φαίνεται στην εικόνα 3.2.



Εικόνα 3.2: Μέση τομή του πλοίου “Yangtze Star” πριν και μετά την μετασκευή

Οι τρεις βασικότερες αλλαγές που επιδρούν στην χωρητικότητα των αμπαριών, σε σχέση με την χωρητικότητα που είχαν πριν την μετασκευή, είναι η προσθήκη διπυθμένου, η προσθήκη άνω πλευρικών δεξαμενών και η προσθήκη “Hatch Coamings”, ενισχύσεων δηλαδή που θα στηρίζουν τα καλύμματα (Hatch Covers). Όπως φαίνεται και από τους Πίνακες 3.1 και 3.2, οι προσθήκες που αναφέρονται παραπάνω επέφεραν αλλαγή της τάξης των 35086 μ³ που αντιστοιχεί σε μείωση 18.9% στην χωρητικότητα των αμπαριών σε σχέση με αυτή που είχε πριν την μετασκευή.

Πίνακας 3.1: Πίνακας χωρητικοτήτων δεξαμενών πετρελαίου πριν την μετασκευή

CARGO OIL TANKS					
TANK/ITEM	POSITION		CAPACITY	CENTER OF GRAVITY	
	SIDE	Fr.No.	m ³	LCG (m)	KG (m)
No.1 COT	C	83-91	32 636.2	-115.63	15.33
No.2 COT	C	75-83	36 028.5	-69.88	15.32
No.3 COT	C	70-75	22 517.9	-31.20	15.32
No.4 COT	C	65-70	22 517.9	-1.45	15.32
No.5 COT	C	57-65	36 028.5	37.22	15.32
No.6 COT	C	49-57	35 572.5	84.53	15.45
SUM			185 301.5		
No.1 COT SIDE	P	83-91	19 112.3	-115.32	15.52
No.1 COT SIDE	S	83-91	19 112.3	-115.32	15.52
No.3 COT SIDE	P	65-75	29 332.5	-16.33	14.98
No.3 COT SIDE	S	65-75	29 332.5	-16.33	14.98
No.5 COT SIDE	P	51-57	14 626.8	77.87	16.77
No.5 COT SIDE	S	51-57	14 626.8	77.87	16.77
SUM			126 143.2		
SLOP TANK	P	49-51	3 351.3	102.31	19.46
SLOP TANK	S	49-51	3 351.3	102.31	19.46
SUM			6 702.6		
TOTAL			318 147.3		

Πίνακας 3.2: Πίνακας χωρητικοτήτων αμπαριών μετά την μετασκευή

CARGO HOLDS					
TANK/ITEM	POSITION		CAPACITY	CENTER OF GRAVITY	
	SIDE	Fr.No.	m ³	LCG (m)	KG (m)
No.1 CARGO HOLD	C	83-91	26 785.66	116.257	17.617
No.2 CARGO HOLD	C	75-83	29 196.45	70.161	17.688
No.3 CARGO HOLD	C	70-75	17 823.48	31.477	17.822
No.4 CARGO HOLD	C	65-70	17 824.17	1.727	17.821
No.5 CARGO HOLD	C	57-65	29 194.72	-36.939	17.687
No.6 CARGO HOLD	C	49-57	29 390.50	-84.706	17.756
TOTAL			150 214.98		

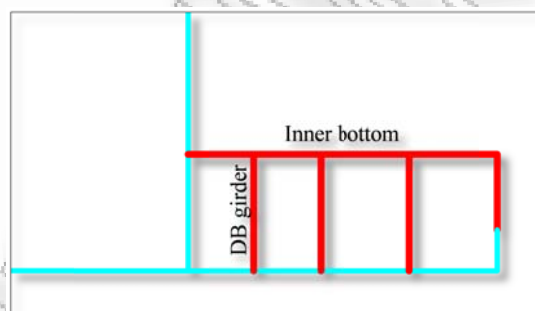
Μετά την μετασκευή η τελική μεταφορική ικανότητα του πλοίου θα μειωθεί εξαιτίας της προσθήκης του βάρους του χάλυβα. Το βάρος του προστιθέμενου χάλυβα που θα εγκατασταθεί είναι περίπου 7000 – 8000 μετρικοί τόνοι, μαζί με το βάρος των καλυμμάτων (Hatch Covers). Το παραπάνω βάρος βέβαια εξαρτάται κατά κύριο λόγο από την ποιότητα της σχεδίασης που θα πραγματοποιηθεί στο στάδιο της μελέτης.

Εκτός των κατασκευαστικών τροποποιήσεων, η αφαίρεση των βασικών σωληνώσεων που υπάρχουν στο κατάστρωμα καθώς και μέσα στην περιοχή των δεξαμενών είναι απαραίτητη. Οι βασικές σωληνώσεις που θα αφαιρεθούν είναι οι γραμμές σωληνώσεων φόρτωσης και εκφόρτωσης πετρελαίου (Cargo Line), γραμμές συστήματος αδρανών αερίων (Inert Gas System) και οι γραμμές συστήματος πλυσίματος των αμπαριών (Crude Oil Washing System).

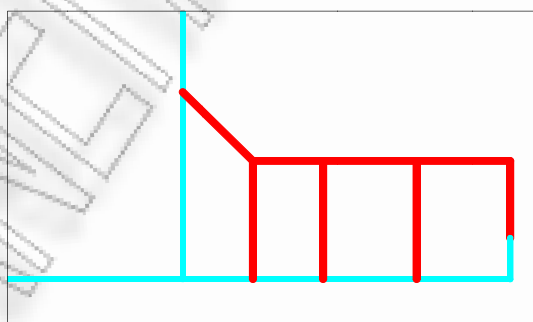
3.2 Τροποποιήσεις στην κατασκευαστική σχεδίαση

3.2.1 Εισαγωγή διπυθμένου (Inner Bottom)

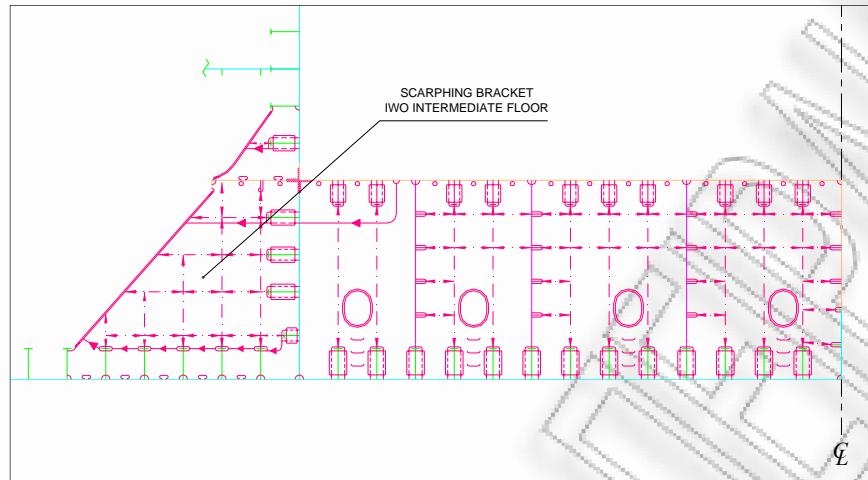
Το ύψος του διπυθμένου πρέπει να συμμορφωθεί με την ελάχιστη τιμή που προκύπτει από τους κανονισμούς του εκάστοτε νηογνώμονα. Ο χώρος μεταξύ των υπαρχόντων διαμηκών διαφραγμάτων (Longitudinal Bulkheads) και του διπυθμένου χαρακτηρίζεται ως κενός χώρος (Void Space). Η σχεδίαση του διπυθμένου μπορεί να πραγματοποιηθεί και με την εισαγωγή κεκλιμένου ελάσματος (Hopper Plate) στα άκρα αλλά αυτή η επιλογή αυξάνει την ποσότητα του ελάσματος που θα χρησιμοποιηθεί στην μετασκευή άρα και το κόστος, ενώ από την άλλη μειώνει την χωρητικότητα του αμπαριού. Το διπύθμενο πρέπει να περάσει μέσα από τα υπάρχοντα διαμήκη διαφράγματα και να συνδεθεί με την βοήθεια υποστηριγμάτων (Prolonging Brackets) έτσι ώστε να επιτευχθεί ομαλότερη κατανομή των τάσεων που δημιουργούνται.



Εικόνα 3.3 (α): Προσθήκη διπυθμένου και σταθμίδων σύμφωνα με τους κανονισμούς νηογνώμονα για φόρτωση σιδηρομεταλλεύματος.



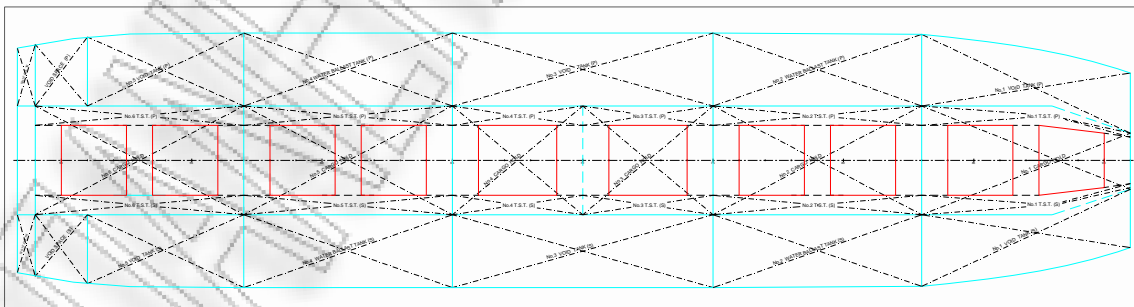
Εικόνα 3.3 (β): Η εναλλακτική λύση με “Hopper Plate” μειώνει το μεταφορικό όγκο του αμπαριού.



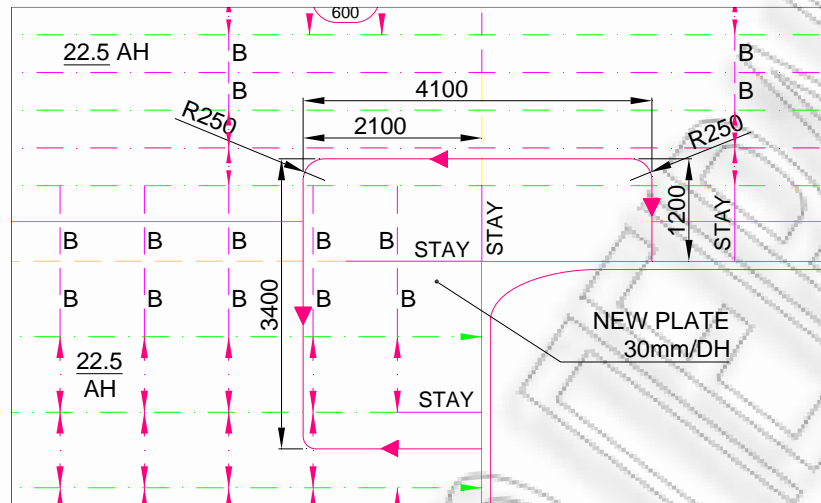
Εικόνα 3.4: Υποστήριξη διπυθμένου με προσθήκη “Prolonging Brackets”.

3.2.2 Διαμόρφωση ανοιγμάτων των αμπαριών στο κατάστρωμα

Τα ανοίγματα στο κατάστρωμα των κεντρικών αμπαριών πρέπει να είναι επαρκών διαστάσεων έτσι ώστε να υπάρχει ευκολία στην φόρτωση και στην εκφόρτωση του φορτίου. Οι γωνίες των ανοιγμάτων πρέπει να είναι στρογγυλεμένες έτσι ώστε να αποφεύγετε η συγκέντρωση των τάσεων καθώς και η έναρξη ρωγμών λόγω της παραμόρφωσης του πλοίου κατά την διάρκεια του ταξιδιού. Για την απαραίτητη στήριξη των καλυμμάτων (Hatch Covers) πρέπει να εγκατασταθεί έλασμα (Hatch Coaming) πάνω από τα ανοίγματα. Πολλές φορές λόγω του αυξημένου μήκους των αμπαριών (~45 μέτρα), χρειάζεται να γίνουν δύο ανοίγματα στο κατάστρωμα. Στην περίπτωση αυτή μειώνονται οι ενισχύσεις των καλυμμάτων (Hatch Covers).



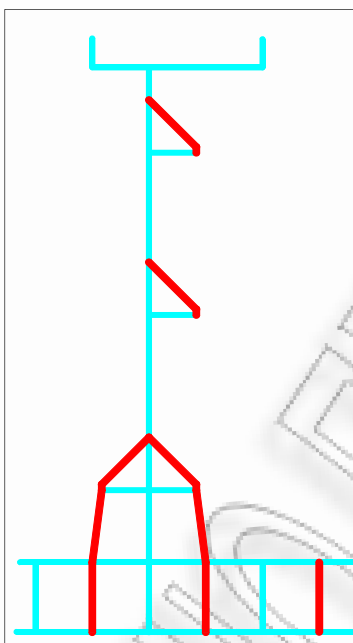
Εικόνα 3.5: Κάτοψη καταστρώματος όπου φαίνονται τα ανοίγματα.



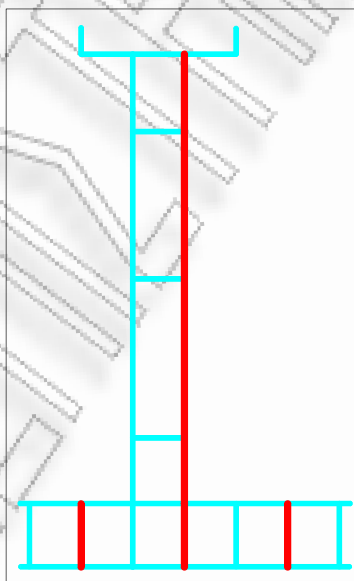
Εικόνα 3.6: Οι στρογγυλεμένες γωνίες των ανοιγμάτων

3.2.3 Επιπλέον ενίσχυση των εγκάρσιων διαφραγμάτων (Transverse BHD's)

Η υπάρχουσα σχεδίαση των εγκάρσιων διαφραγμάτων σε ένα δεξαμενόπλοιο δεν είναι κατάλληλη για την φόρτωση σιδηρομεταλλεύματος. Οι υπάρχοντες ενισχύσεις που βρίσκονται πάνω στα εγκάρσια διαφράγματα, όπως το “Stringer Plate”, θα δημιουργήσουν παγίδευση του φορτίου όπως φαίνεται στην εικόνα 3.8. Για τον παραπάνω λόγο κεκλιμένα ελάσματα πρέπει να εγκατασταθούν πάνω στα “Stringer Plates”, όπου δεν επηρεάζουν την υπάρχουσα κατασκευή αλλά δημιουργούν δυσκολία στην τοποθέτηση. Επίσης “lower stool” πρέπει να εγκατασταθεί στην κάτω περιοχή του εγκάρσιου διαφράγματος για λόγους ενίσχυσης. Εκτός του παραπάνω λόγου επιπλέον ενίσχυση των διαφραγμάτων θα χρειαστεί εξαιτίας των διαφορετικών σχεδίων φόρτωσης. Στην εικόνα 3.9 φαίνεται μια εναλλακτική της παραπάνω λύσης, όπου επιπλέον εγκάρσιο διάφραγμα πρέπει να τοποθετηθεί παράλληλα στο ήδη υπάρχον. Κατά την τοποθέτηση τα υπάρχοντα “Stringer Plates” θα κοπούν τόσο ώστε να μπορούν να συγκολληθούν στον νέο εγκάρσιο διάφραγμα. Ο χώρος μεταξύ των δυο εγκάρσιων διαφραγμάτων θα χαρακτηριστεί ως κενός χώρος.



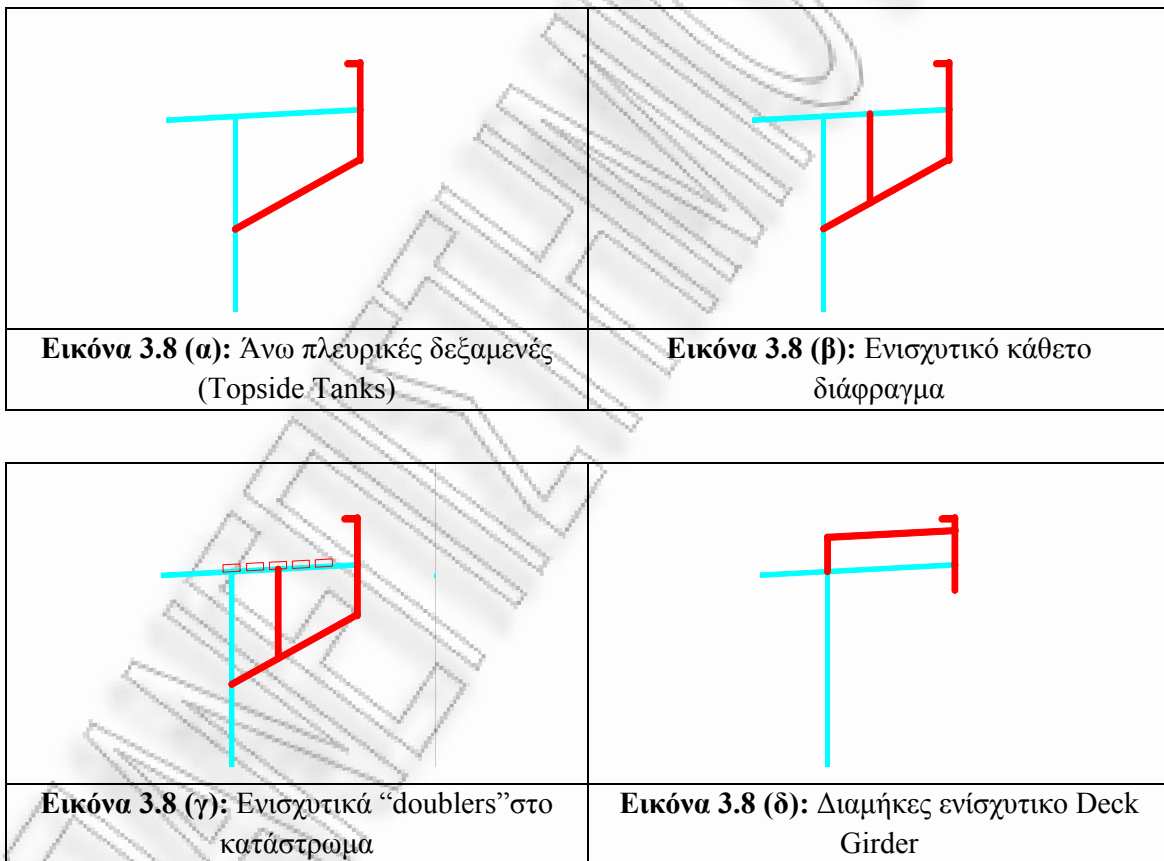
Εικόνα 3.7 (α): Κεκλιμένα ελάσματα και “lower stool” που πρέπει να εγκατασταθούν στο υπάρχον διάφραγμα

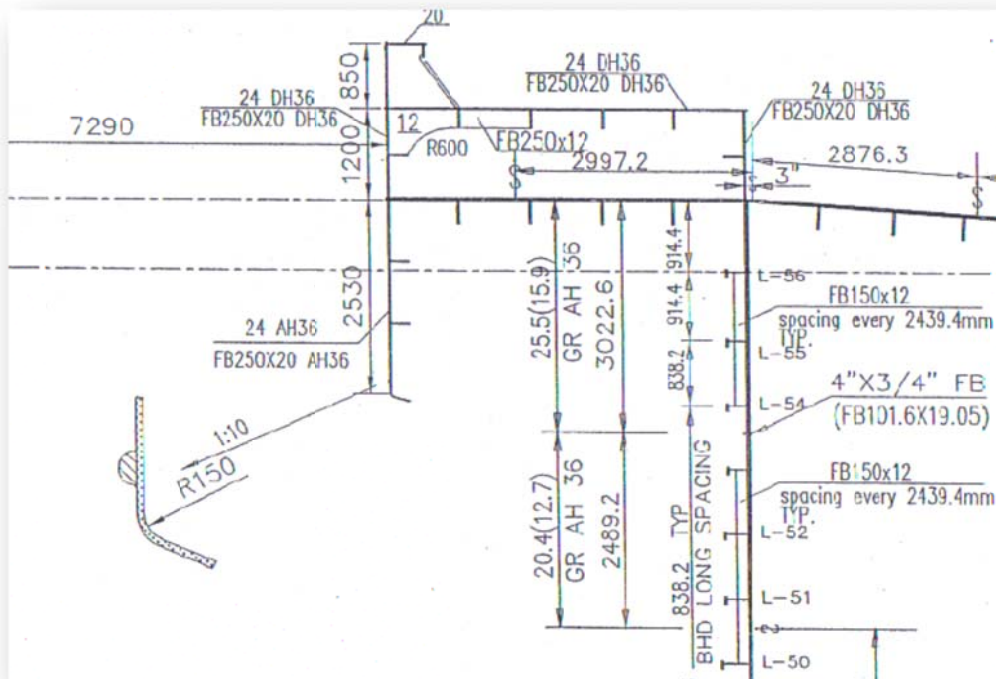


Εικόνα 3.7 (β): Επιπλέον εγκατάσταση εγκάρσιου διαφράγματος

3.2.4 Εισαγωγή άνω πλευρικών δεξαμενών (Topside Tanks)

Η εγκατάσταση των πλευρικών δεξαμενών είναι ουσιαστική λόγω των ανοιγμάτων του καταστρώματος και βοηθούν ώστε να αντισταθμιστεί η ροπή αντίστασης (Section Modulus) στην συγκεκριμένη περιοχή, όπως φαίνεται στην εικόνα 3.10 (α). Το κάθετο τμήμα του άνω πλευρικού ελάσματος λειτουργεί επίσης και σαν δοκός υποστήριξης των ελασμάτων άνω του καταστρώματος (Hatch Coamings). Ένα κάθετο διάφραγμα μπορεί να εγκατασταθεί μέσα στις πλευρικές δεξαμενές για περαιτέρω ενίσχυση, όπως στην εικόνα 3.10 (β). Ως εναλλακτική λύση μπορούν να εγκατασταθούν διαμήκη ενισχυτικά στο κατάστρωμα γνωστά ως “doubblers”, καθώς επίσης και τετραγωνικού τύπου δοκοί υποστήριξης (Deck Girders), εικόνα 3.10 (γ) και (δ).

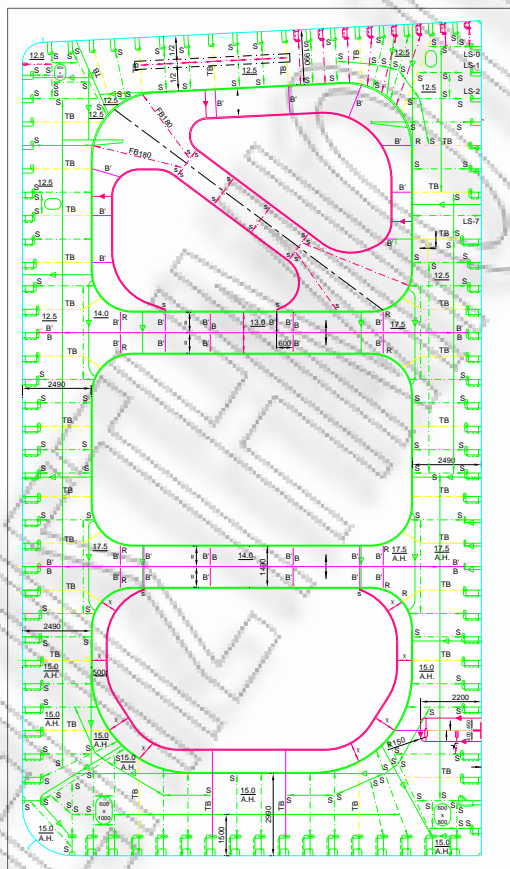




Εικόνα 3.9 : Κατασκευαστικό σχέδιο μέσης τομής στην περιοχή του "Topside"

3.2.5 Επιπλέον ενίσχυση τις εγκάρσιας πλευρικής κατασκευής (Wing Tanks)

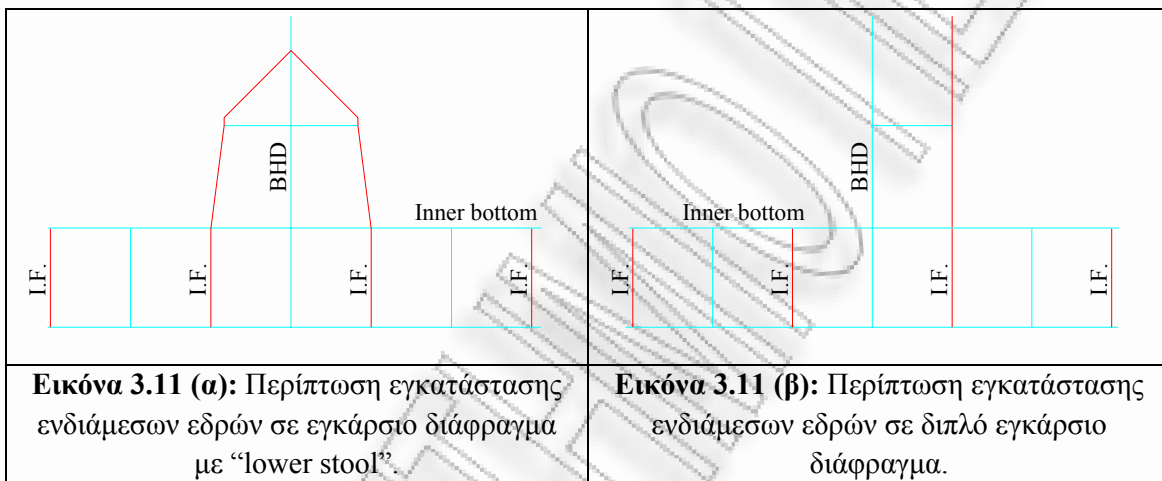
Δημιουργώντας ανοίγματα στα κεντρικά αμπάρια του καταστρώματος αφαιρείται σημαντικό μέρος της μεταλλικής κατασκευής του πλοίου όπου δημιουργεί ασυνέχεια στο εγκάρσιο τμήμα. Η ασυνέχεια αυτή δημιουργεί προβλήματα όσον αφορά την αντοχή του πλοίου και πιο συγκεκριμένα στις διατημητικές τάσεις που θα προκύψουν κατά την διάρκεια του ταξιδιού. Οι παραπάνω λόγοι συντελούν στην εγκατάσταση επιπλέον εγκαρσίων δακτυλίων ή διαγώνιων ενισχυτικών στην πλευρική κατασκευή του πλοίου.



Εικόνα 3.10: Κατασκευαστικό σχέδιο μέσης τομής στην περιοχή του “Topside”

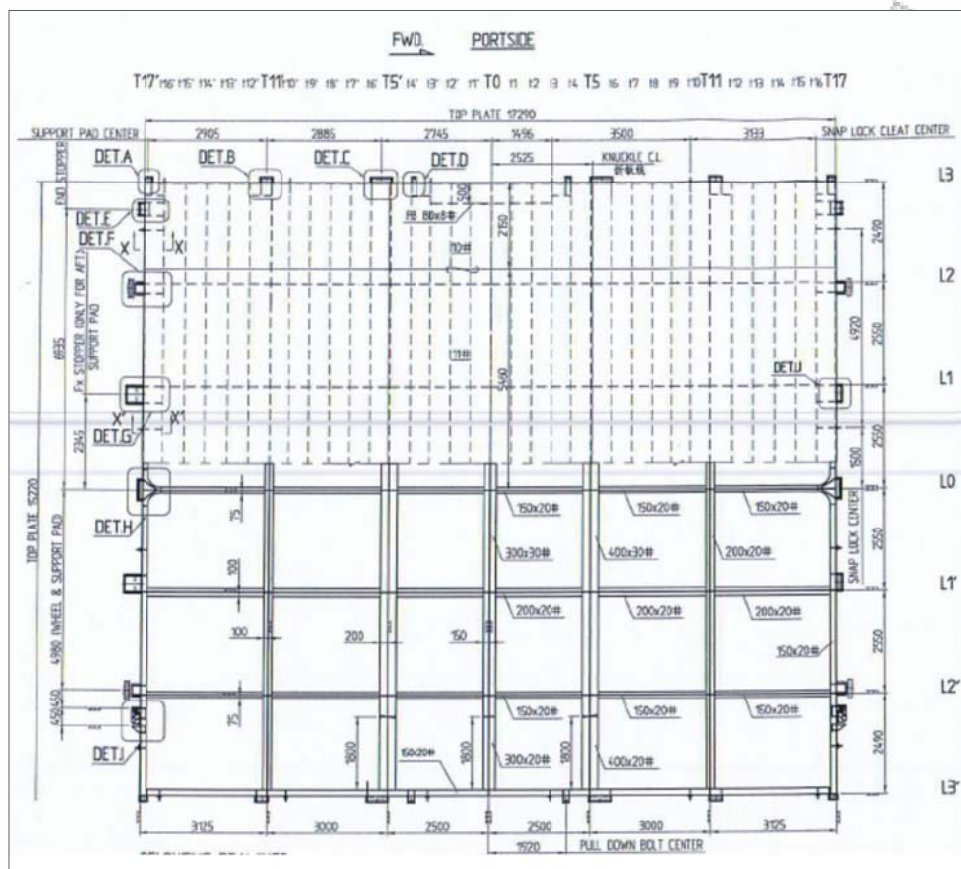
3.2.6 Εισαγωγή επιπλέον εδρών στα διπύθμενα (DB Floors)

Το σιδηρομετάλλευμα εξαιτίας του μεγάλου ειδικού βάρους που έχει, $1 - 5 \text{ MT/m}^3$, αναπτύσσει μεγάλες διατμητικές τάσεις όπως επισημάναμε παραπάνω. Για αυτό τον λόγο χρειάζεται ενίσχυση με την εγκατάσταση επιπλέον ενδιάμεσων εδρών (Intermediate Floors) στην κατασκευή του διπυθμένου. Μια ενδιάμεση έδρα είναι αρκετή για τις τάσεις που αναπτύσσονται αλλά υπάρχουν περιπτώσεις που μας οδηγούν στην προσθήκη δυο εδρών αναλόγως βέβαια και με τους κανονισμούς του εκάστοτε νηογνώμονα.

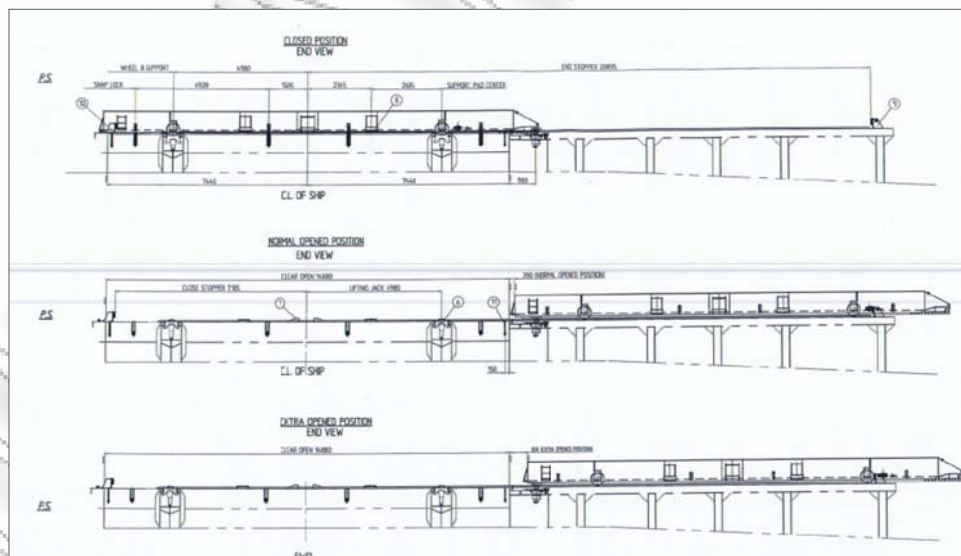


3.2.7 Εισαγωγή καλυμμάτων στα ανοίγματα των αμπαριών (Hatch Covers)

Πλάγιας ολίσθησης καλύμματα (Side Rolling Covers), συνήθως κατασκευής “MacGregor”, προτιμάτε να εγκατασταθούν σε κάθε αμπάρι. Τα καλύμματα είναι ενιαίας κατασκευής και ανοίγουν ολισθαίνοντας κατά την αριστερή ή την δεξιά πλευρά του πλοίου. Οι σωληνώσεις πρέπει να εγκατασταθούν στην αντίθετη πλευρά από αυτήν που θα ανοίγουν τα καλύμματα έτσι ώστε να αποφεύγονται οι ροπές κλίσεως που δημιουργούνται κατά το άνοιγμα τους. Το κάλυμμα του πρώτου αμπαριού συνίσταται η σχεδίασή του να είναι τραπεζοειδής ώστε να διευκολύνει την διαδικασία φόρτωσης και εκφόρτωσης.



Εικόνα 3.12 (α): Κάτοψη κατασκευαστικού σχεδίου καλυμμάτων (καπακίων) καταστρώματος.



Εικόνα 3.12 (β): Κατασκευαστικές τομές καλυμμάτων.

3.3 Ανάλυση και μελέτη της μεταλλικής κατασκευής

3.3.1 Ανάλυση κατασκευής και στοιχεία αντοχής

Οι κανονισμοί των Νηογνομένων παρέχουν μια καλή βάση για τους αρχικούς υπολογισμούς Scantlings. Μια πλήρης ανάλυση πεπερασμένων στοιχείων του σκάφους πρέπει να εκτελεστεί για να αξιολογηθεί η γενικότερη συμπεριφορά του σκάφους και έπειτα, τοπικές αναλύσεις πρέπει να πραγματοποιηθούν για τα Web Frames, τα Horizontal Girders, για τις Φρακτές ή για άλλες περιοχές υψηλών τάσεων. Η κάμψη, η κόπωση και η στρέβλωση πρέπει να εκτιμηθούν⁽⁷⁾.

Η στρέβλωση είναι μια κοινή κατάσταση αστοχίας και πρέπει υπολογιστεί προσεκτικά, ιδιαίτερα για τις εγκάρσιες Φρακτές και τα ελάσματα του πυθμένα και της οροφής (Tank Top) των διπυθμένων.

Για μεγαλύτερες δεξαμενές το φαινόμενο “sloshing” (που εμφανίζεται σε δεξαμενές υγρών, λόγω της δυναμικής κίνησης των ρευστών) πρέπει να υπολογισθεί. Παρόλο που η άμεση ανάλυση του sloshing, χρησιμοποιώντας τον “CFD code” είναι μια σύνθετη διαδικασία, οι Νηογνώμονες έχουν αναπτύξει απλουστευμένες προσεγγίσεις. Οι προσεγγίσεις αυτές έχουν δοκιμαστεί και αξιολογήθηκαν ότι υπερτερούν έναντι της αριθμητικής ανάλυσης και των δοκιμών μοντέλου. Για να επιτραπεί μια ευελιξία στις καταστάσεις φόρτωσης είναι προτιμότερο να σχεδιάζονται οι δεξαμενές, έτσι ώστε να επιτρέπουν οποιοδήποτε επίπεδο φόρτωσης.

⁽⁷⁾ R. Keith Michel and Michael Osborne, Oil Tankers the Society of Naval Architects and Marine Engineers (SNAME). Chapter 29, edition 2008 29-27.

Κατασκευαστική ασφάλεια του πλοίου

Δεν είναι σπάνιες οι περιπτώσεις μικρών ή μεγάλων ναυτικών ατυχημάτων που μπορούν να αποδοθούν στην κατασκευαστική ανεπάρκεια της μεταλλικής κατασκευής του πλοίου. Περιπτώσεις παραμορφώσεως ελασμάτων, ανεπάρκειας συγκολλήσεων, και μερικές φορές ακόμη και κοπής του πλοίου σε δύο τμήματα είναι γνωστές στον καθένα που ασχολείται με το πλοίο.

Καταστάσεις όπως οι παραπάνω μπορούν να παρουσιαστούν όχι μόνο σε ασυνήθεις περιπτώσεις, όπως είναι ή προσάραξη ενός πλοίου, αλλά ακόμη και σε συνθήκες κανονικής εκμεταλλεύσεως του. Έξάλλου η κατέλκυση ενός πλοίου είναι μια διαδικασία που θέτει σε μεγάλη δοκιμασία την ανθεκτική κατασκευή του.

Προϋπόθεση για την ασφάλεια ενός πλοίου είναι να καταχωρείται και να διατηρεί την κλάση του σε έναν αναγνωρισμένο νηογνώμονα. Για να εξασφαλισθούν τα παραπάνω θα πρέπει:

1. Τα σχέδια και οι μελέτες κατασκευής του πλοίου να είναι σύμφωνα με τους κανονισμούς και να έχουν εγκριθεί από το νηογνώμονα.
2. Τα σχέδια να έχουν εφαρμοσθεί πιστά κατά την κατασκευή του πλοίου, πράγμα που ελέγχεται από τους επιθεωρητές του νηογνώμονα.
3. Με τακτικές επιθεωρήσεις να ελέγχεται η καλή κατάσταση της μεταλλικής κατασκευής, των μηχανών και των συστημάτων του πλοίου.

Οι κανονισμοί του νηογνώμονα και η εφαρμογή τους εξασφαλίζουν - ως ένα σημείο - την κατασκευαστική επάρκεια του πλοίου. Στην πράξη όμως δεν αποκλείεται να εμφανισθούν προβλήματα στην ανθεκτική κατασκευή του πλοίου και μάλιστα σε περιπτώσεις κακών χειρισμών ή λανθασμένης φορτώσεως.

Έπειδή ένα μέρος από αυτά τα προβλήματα θα μπορούσε να αποφευχθεί με την ορθότερη σχεδίαση και τη σωστή χρησιμοποίηση του πλοίου, είναι απαραίτητη η μελέτη της αντοχής του και των παραγόντων που την επηρεάζουν.

Η μελέτη της αντοχής του πλοίου μπορεί να απλουστευθεί αν οι καταπονήσεις καταταγούν στις παρακάτω κατηγορίες:

1) Στατικά γενικά φορτία που δημιουργούν τάσεις:

- Κάμψεως του πλοίου ως δοκού.
- Κάμψεως των εγκαρσίων στοιχείων της κατασκευής του πλοίου που οφειλώνται σε υδροστατικά φορτία.
- Στρέψεως λόγω της ασυμμετρίας κατανομής των διαφόρων βαρών μεταξύ της δεξιάς και της αριστερής πλευράς του πλοίου.

2) Στατικά τοπικά φορτία που περιλαμβάνουν:

- Φορτία λόγω στηρίξεως μεγάλων βαρών, όπως π.χ. ο ιστός του πλοίου.
- Φορτία κατά τη διάρκεια προσαράξεως ή δεξαμενισμού.

3) Δυναμικά φορτία που μπορούν να οφείλονται σε διάφορα αίτια όπως:

- Δυνάμεις κρούσεως του πυθμένα στην πλώρη (slamming), όταν έχει βγει έξω από το νερό και επανέρχεται (λόγω κυμάτων).
- Ωση της έλικας.
- Κινήσεις του πλοίου σε κυματισμό.

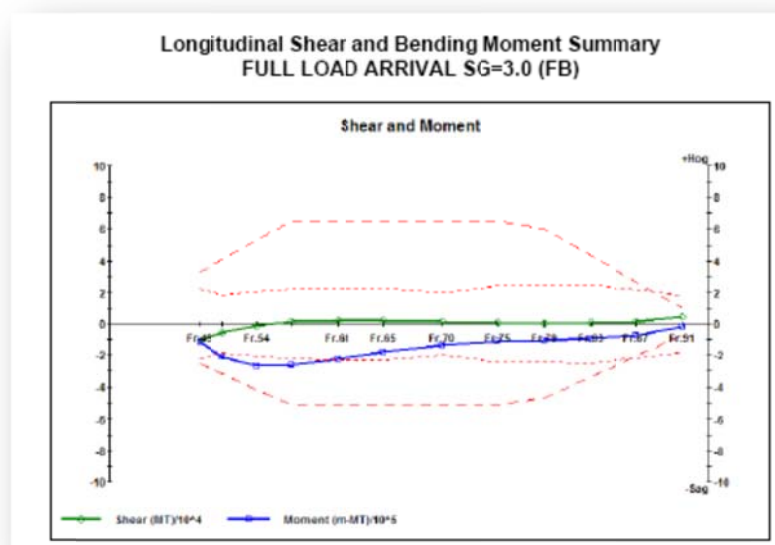
Η μελέτη της αντοχής του πλοίου

A) Η καταπόνηση του πλοίου ως δοκός

Με τον όρο **αστοχία**, εννοούμε την κατασκευαστική (από πλευρά αντοχής και μόνο) ανεπάρκεια ολόκληρου του πλοίου ή στοιχείων της κατασκευής του.

Για πρακτικούς λόγους, είναι απαραίτητο να βρεθεί ένα κριτήριο με το οποίο θα κρίνεται η πιθανότητα κατασκευαστικής ανεπάρκειας του. Ως τέτοιο κριτήριο ορίζεται από τους νηογνώμονες το μέγεθος των τάσεων εφελκυσμού και θλίψεως, όταν θεωρηθεί ότι το πλοίο κάμπτεται ως διαμήκης δοκός.

Η παραπάνω υπόθεση φυσικά αφήνει έξω ένα πλήθος από άλλες καταπονήσεις, οι οποίες όμως θεωρούνται ότι δεν υπερβαίνουν τις επιτρεπόμενες τιμές αν οι τάσεις θλίψεως και εφελκυσμού παραμείνουν μέσα σε προκαθορισμένα όρια.



Εικόνα 3.13: Διάγραμμα ροπών κάμψεως και διατμητικών τάσεων.

Η καταπόνηση του πλοίου ως δοκός είναι κρίσιμη σε συνθήκες έντονου κυματισμού. Έπειδή στην περίπτωση αυτή αφενός υπάρχουν δυναμικά προβλήματα και αφετέρου οι καταπονήσεις βρίσκονται σε συνάρτηση με τη μορφή του κυματισμού, οι θεωρητικοί υπολογισμοί είναι πολύ δύσκολοι.

Για να απλουστευθεί το πρόβλημα της μελέτης της αντοχής τού πλοίου ως δοκός, σε σημείο πού να είναι δυνατή η λύση του, γίνονται οι παρακάτω παραδοχές:

α) Το φαινόμενο θεωρείται ως στατικό, δηλαδή οι δυνάμεις αντώσεως που ασκούνται στο πλοίο από το νερό δεν θεωρείται ότι μεταβάλλονται με το χρόνο.

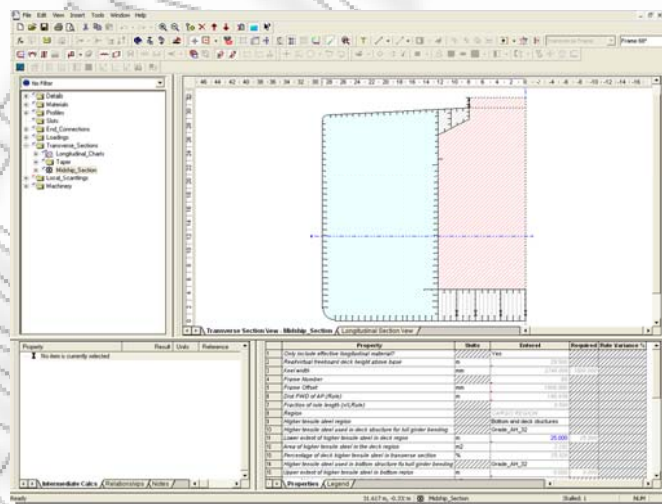
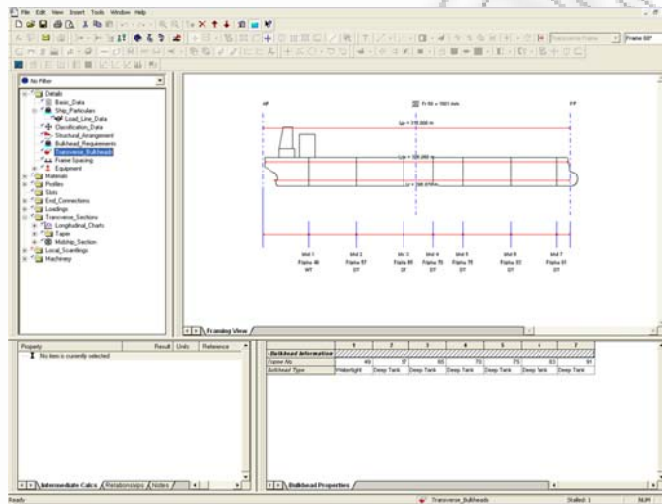
β) Η στήριξη του πλοίου πάνω στο νερό εξετάζεται για τρεις περιπτώσεις:

- Σε ήρεμο νερό (χωρίς κύματα).
- Σε κύμα με μήκος ίσο με το μήκος του πλοίου και με την κορυφή του στο μέσο του πλοίου (κατάσταση Hogging).
- Σε κύμα πού έχει μήκος ίσο με το μήκος τού πλοίου και τις δύο κορυφές του στα άκρα του πλοίου (κατάσταση Sagging).

B) Εγκάρσια Αντοχή

Οι κανονισμοί των Νηογνομόνων για την εξασφάλιση της αντοχής του πλοίου ως δοκοί διαφέρουν μεταξύ τους. Η βασική όμως ιδέα πάνω στην οποία στηρίζονται οι κανονισμοί αρκετών Νηογνομόνων όπως του American Bureau of Shipping, του Lloyd's Register of Shipping, και το Det Norske Veritas είναι σχεδόν η ίδια.

Πιο συγκεκριμένα οι παραπάνω Νηογνώμονες θεωρούν ότι η μέγιστη ροπή κάμψεως είναι άθροισμα μιας συνιστώσας που οφείλεται στη στήριξη (πλεύση) του πλοίου σε ήρεμο νερό και μιας άλλης που εκφράζει την επίδραση του κύματος.



Εικόνα 3.14: Λογισμικό υπολογισμών scantlings – Lloyd’s Register

Η ροπή σε ήρεμο νερό υπολογίζεται προσεγγιστικά με διαδικασίες πού καθορίζονται στους αντίστοιχους κανονισμούς. Κατάσταση Hogging έχουμε όταν τα ελάσματα του καταστρώματος εφελκύνονται και του πυθμένα καταπονούνται σε θλίψη. Κατάσταση Sagging έχουμε όταν συμβαίνουν ακριβώς τα αντίθετα.

Ανάλογα με το άν η στήριξη του πλοίου σε ήρεμο νερό δημιουργεί κατάσταση Hogging ή Sagging, οι κανονισμοί προδιαγράφουν τις λεπτομέρειες φορτώσεως για τις οποίες πρέπει να γίνονται οι σχετικοί υπολογισμοί. Οι συνθήκες αυτές έχουν επιλεγεί έτσι, ώστε οι σχετικοί υπολογισμοί να δίνουν τις δυσμενέστερες καταπονήσεις.

Η επίδραση του κυματισμού στη ροπή κάμψεως βρίσκεται με βάση τους κανονισμούς των Νηογνομόνων από τύπους πού προκύπτουν από προχωρημένες θεωρήσεις της επιδράσεως, του κυματισμού, καθώς και από τα δεδομένα της εμπειρίας.

Με τα ανωτέρω στοιχεία ελέγχεται ή επάρκεια του υλικού της μέσης τομής και άλλων τομών του πλοίου.

Η εγκάρσια αντοχή του πλοίου εξασφαλίζεται γενικά ως αποτέλεσμα της υπάρξεως αντοχής κατά τη διαμήκη έννοια και των συνηθισμένων μεθόδων κατασκευής του πλοίου. Τα παρακάτω στοιχεία της κατασκευής του πλοίου συντελούν στην εξασφάλιση της εγκάρσιας αντοχής.

- Εγκάρσιες φράκτες (Bulkheads).
- Ανθεκτικοί νομείς στην προέκταση των εγκαρσίων φρακτών πάνω από το κατάστρωμα στεγανής υποδιαίρέσεως (Web Frames).
- Ελάσματα Οροφής διπυθμένου (Double Bottom Floors).
- Αγκώνες (Brackets) μεταξύ εγκαρσίων δοκών του καταστρώματος (καμάρια) και των νομέων καθώς και μεταξύ νομέων και οροφής διπύθμενου.
- Δοκοί ανάμεσα στα καταστρώματα.⁽⁸⁾

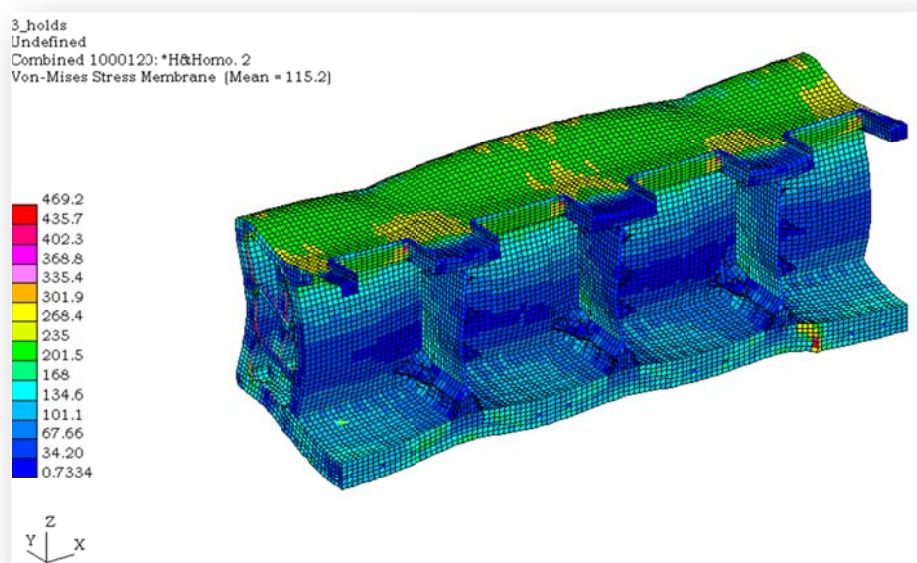
⁽⁸⁾ Κολλινιατή, Ναυπηγία, Εκδόσεις Ίδρυμα Ευγενίδου

3.3.2 Πεπερασμένα στοιχεία (Finite Element Analysis)

Η μέθοδος πεπερασμένων στοιχείων είναι μια αριθμητική μέθοδος (δηλ. μέθοδος υπολογισμού με χρήση H/Y) για τον υπολογισμό προσεγγιστικών λύσεων μερικών διαφορικών εξισώσεων.

Η αναλυτική λύση των εξισώσεων με τις οποίες περιγράφονται τα διάφορα τεχνικά προβλήματα είναι δυνατή μόνο σε ειδικές περιπτώσεις, όπου οι καταπονήσεις και τα γεωμετρικά σχήματα είναι πάρα πολύ απλά. Όμως, υπήρχε η ανάγκη να λυθούν και πιο σύνθετα προβλήματα και γι' αυτό το λόγο αναπτύχθηκαν διάφορες προσεγγιστικές μέθοδοι.

Μία τέτοια μέθοδος είναι και η μέθοδος των πεπερασμένων στοιχείων. Αυτή η μέθοδος είναι μεν προσεγγιστική, αλλά μπορεί να δώσει αξιόπιστα αποτελέσματα και έχει το πλεονέκτημα ότι μπορεί να εφαρμοστεί σε όλα τα προβλήματα. Το μειονέκτημά της είναι οι αυξημένες απαιτήσεις σε υπολογιστική ισχύ, ιδίως όταν εφαρμόζεται σε σύνθετα μοντέλα. Αυτό όμως το μειονέκτημα ξεπεράστηκε τα τελευταία χρόνια χάρη στη ραγδαία ανάπτυξη των υπολογιστών.



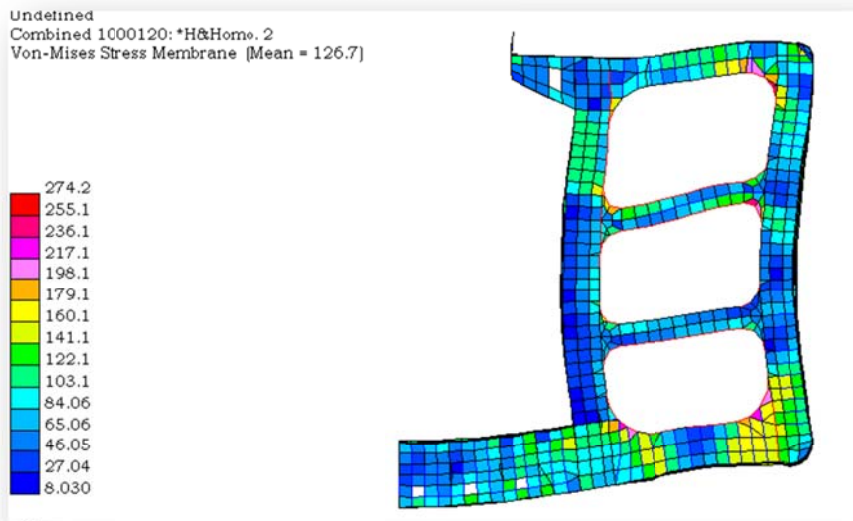
Εικόνα 3.15: Lloyd's Register - 3D Model VLOC - FEM

Η επιτυχία αυτής της μεθόδου ήταν τόσο μεγάλη, που ακόμα και σήμερα χρησιμοποιείται στην έρευνα και στην βιομηχανία για τον υπολογισμό και τη μελέτη διάφορων κατασκευών.

Η μέθοδος των πεπερασμένων στοιχείων είναι μία εξέλιξη των μητρωϊκών μεθόδων αριθμητικής επίλυσης διαφορικών εξισώσεων και έγινε από διάφορους σπουδαίους επιστήμονες όπως ο Ιωάννης Αργύρης, ο Clough, ο Ritz και άλλοι.

Για να εφαρμοστεί η μέθοδος των πεπερασμένων στοιχείων απαιτούνται τα εξής στάδια:

1. Εισάγεται η γεωμετρία της κατασκευής σε ένα πρόγραμμα CAD και δημιουργείται το τρισδιάστατο μοντέλο.
2. Χωρίζεται το μοντέλο σε πεπερασμένα στοιχεία και αφού ετοιμαστεί το πλέγμα επιλέγεται το είδος της επίλυσης και εισάγονται τα επιπλέον δεδομένα που απαιτούνται. Παραδείγματος χάριν, αν επιλεγεί να λυθεί το μοντέλο σε στατική καταπόνηση θα πρέπει να δοθούν τα δεδομένα για τις δυνάμεις και τις στηρίξεις. Αυτή η διαδικασία γίνεται με προγράμματα που αποκαλούνται pre processor.
3. Όταν ετοιμαστούν τα δεδομένα για επίλυση, εισάγονται σε ένα πρόγραμμα το οποίο θα κάνει την επίλυση του προβλήματος. Τέτοιου είδους προγράμματα λέγονται solver και χρησιμοποιούν για τις επιλύσεις αριθμητικές μεθόδους.
4. Όταν τελειώσει η επίλυση τα αποτελέσματα πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένα πρόγραμμα, που αποκαλείται post processor, για να μπορέσει ο μελετητής να δει τα αποτελέσματα.⁽⁹⁾



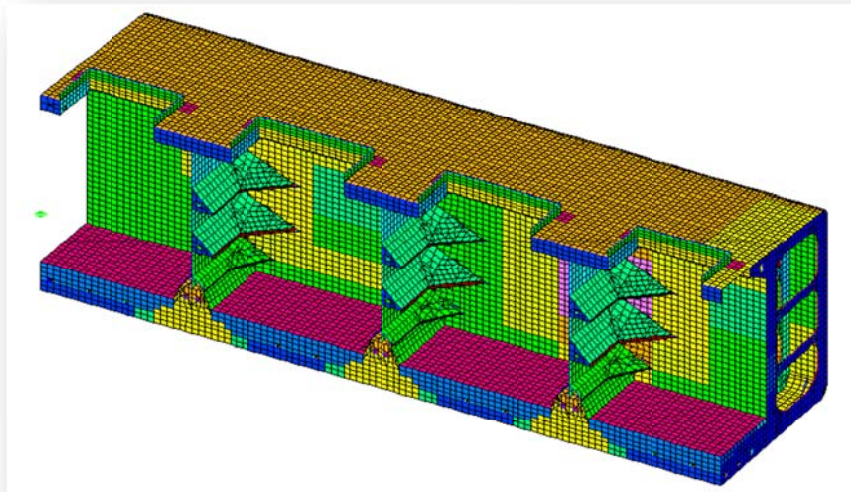
Εικόνα 3.16: Lloyd's Register – Midship Section VLOC - FEM

⁽⁹⁾ Wikipedia.com

Η παραπάνω διαδικασία απαιτείται από τους νηογνώμονες και στις μετασκευές. Οι νηογνώμονες έχουν δημιουργήσει λογισμικά πεπερασμένων στοιχείων συμπεριλαμβάνοντας μέσα σε αυτά τις κανονιστικές απαιτήσεις. Το παραπάνω διευκολύνει τον ναυπηγό στην καλύτερη και πιο γρήγορη αξιολόγηση των αποτελεσμάτων.

Η ανάλυση πεπερασμένων στοιχείων είναι υποχρεωτική για την διαρθρωτική αξιολόγηση της γάστρας εντός της περιοχής του φορτίου. Η δομική ανάλυση καλύπτει τουλάχιστον τρία αμπάρια στο μέσο του πλοίου.

Εκτός από την εξωτερική και εσωτερική πίεση, το επιλεγμένο μοντέλο πεπερασμένων στοιχείων θα πρέπει επίσης να περιλαμβάνει κάθετες και οριζόντιες ροπές κάμψης και διατμητικές τάσεις.



Εικόνα 3.17: Lloyd's Register - 3D Model VLOC - FEM

Τα λογισμικά των νηογνώμωνων είναι πλήρως αναβαθμισμένα με αυτόματη δημιουργία φορτίου σύμφωνα με τους νέους κανονισμούς.

Η μοντελοποίηση ξεκινά με τη δημιουργία ενός 3D μοντέλου. Το μοντέλο περιέχει όλα τα στοιχεία που απαιτούνται για την ανάλυση πεπερασμένων στοιχείων. Τυπικά, το μοντέλο περιλαμβάνει πληροφορίες όπως:

- Γεωμετρία του πλοίου και δομή;
- Πλήρης περιγραφή των δεξαμενών;
- Φορτία όπως προκύπτουν από τις κανονιστικές απαιτήσεις;
- Πλέγμα ελέγχου για τις γραμμές και επιφάνειες.

3.3.3 Ευστάθεια σε άθικτη κατάσταση και σε κατάσταση βλάβης

Μελέτη ευστάθειας στην άθικτη κατάσταση.

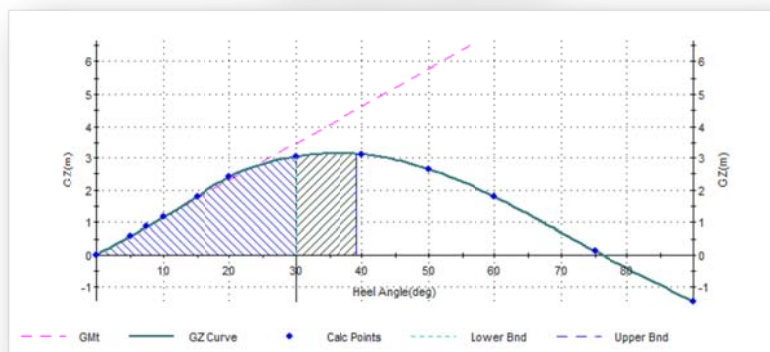
Λέμε ότι ένα πλοίο βρίσκεται σε άθικτη κατάσταση, όταν κανένα από τα διαμερίσματα του δε βρίσκεται σε ελεύθερη επικοινωνία με τη θάλασσα.

Ένα πλοίο οφείλει, σύμφωνα με τους κανονισμούς, να ικανοποιεί, όταν βρίσκεται σε άθικτη κατάσταση, ορισμένες απαιτήσεις ευστάθειας. Συνοπτικά, οι απαιτήσεις αυτές αφορούν στο μέγεθος της εγκάρσιας κλίσεως του πλοίου κάτω από την επίδραση των παρακάτω αιτιών.

1. Της δυσμενούς κατανομής και αριθμού επιβατών, όπου εξετάζονται οι επιπτώσεις που δημιουργούνται στην ευστάθεια, όταν υποθεθεί ότι όλοι επιβάτες του πλοίου βρίσκονται στα ανώτερα καταστρώματα και μάλιστα προς τη μία πλευρά τους.
2. Της επιδράσεως ανέμου από την πλευρά, όπου εξετάζονται οι επιπτώσεις που δημιουργούνται στην ευστάθεια, όταν το πλοίο υφίσταται την πνοή, από την πλευρά, άνεμου συγκεκριμένης εντάσεως.
3. Της στροφής του πλοίου με τη μέγιστη ταχύτητα.

Righting Arm Summary HOMOGENEOUS FULL LOAD DEPARTURE (FB)

IMO A.749(18)-3.1 General Criteria



Parameter	Units	Available	Required
Area to 30. deg	m-rad	0.899	0.055
Area to 39.2 deg	m-rad	1.443	0.090
Area 30. to 39.2 deg	m-rad	0.544	0.030
Angle at Maximum GZ	deg	36.7	>25.0
Maximum GZ above 30 deg	m	3.147	0.200
Initial GM	m	6.634	0.150
Angle to Downflooding (Unprotected)	deg	39.2	---

Εικόνα 3.18: Κριτήρια άθικτης ευστάθειας – IMO A749(18) VLOC

Οι συγκεκριμένες παράμετροι για τις τιμές των οποίων εξετάζονται τα παραπάνω θέματα, καθώς και οι απαραίτητες απαιτήσεις συμπεριφοράς του πλοίου καθορίζονται από κανονιστικές απαιτήσεις.

Η δυνατότητα ενός συγκεκριμένου πλοίου να ικανοποιήσει τις παραπάνω απαιτήσεις, εξαρτάται από τα βυθίσματα στα όποια πλέει και από το μετακεντρικό του ύψος. Με βάση τα παραπάνω, τα αποτελέσματα της μελέτης ευστάθειας σε άθικτη κατάσταση συνοψίζονται σε ένα σχέδιο (μια καμπύλη) συσχετισμού του μετακεντρικού ύψους και του βυθίσματος που εξασφαλίζει οριακά την Ικανοποίηση των κανονισμών. Πιο συγκεκριμένα, η παραπάνω καμπύλη δίνει για κάθε βύθισμα το ελάχιστο μετακεντρικό ύψος που πρέπει να έχει το πλοίο, για να Ικανοποιεί τους κανονισμούς. Έναλλακτικά, αντί για το ελάχιστο μετακεντρικό ύψος, η καμπύλη μπορεί να δίνει την υψηλότερη επιτρεπόμενη κατακόρυφη θέση του κέντρου βάρους (μέγιστο KG).

Με τόν παραπάνω τρόπο παραστάσεως των αποτελεσμάτων είναι εύκολο για τον πλοίαρχο να διαπιστώσει, με ένα υπολογισμό ζυγίσεως μόνο (εύρεση μέσου βυθίσματος και KG), κατά πόσο ικανοποιούνται ο) κανονισμοί ευστάθειας στην άθικτη κατάσταση.

Μελέτη ευστάθειας μετά από βλάβη.

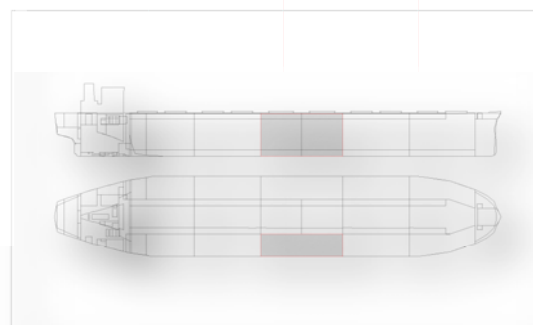
Λέμε ότι ένα πλοίο βρίσκεται σε κατάσταση βλάβης, όταν ένα ή περισσότερα διαδοχικά διαμερίσματα του βρίσκονται σε ελεύθερη επικοινωνία με τη θάλασσα. Για παράδειγμα, αν σε ένα πλοίο δημιουργηθεί ρήγμα πάνω σε μία εγκάρσια φράκτη, μπορούμε να πούμε ότι έχει υποστεί βλάβη σε δύο στεγανά διαμερίσματα.

Όπως και στην άθικτη κατάσταση, ένα πλοίο σε κατάσταση βλάβης πρέπει, σύμφωνα με τους κανονισμούς, να ικανοποιεί ορισμένες απαιτήσεις ευστάθειας και πλευστότητας.

Η μελέτη ευστάθειας μετά από βλάβη έχει σκοπό να επιβεβαιώσει τη δυνατότητα του πλοίου να ικανοποιήσει τους σχετικούς κανονισμούς. Ταυτόχρονα, από τη μελέτη προκύπτουν και ορισμένοι συγκεκριμένοι περιορισμοί που σχετίζονται με τη χρησιμοποίηση του πλοίου (π.χ. η υποχρέωση μερικές δεξαμενές του πλοίου να είναι πάντοτε γεμάτες).

Όπως και στην άθικτη κατάσταση, τα αποτελέσματα της μελέτης μπορούν να συνοψισθούν σε ένα διάγραμμα με μία δέσμη από καμπύλες, η καθεμία από τις οποίες δίνει σε κάθε βύθισμα το απαιτούμενο (για ένα συνδυασμό διαμερισμάτων) ελάχιστο αρχικό (πριν από τη βλάβη) μετακεντρικό ύψος για την ικανοποίηση των απαιτήσεων των κανονισμών.

Case 5
No.3 VOID (S)



Εικόνα 3.19: Θεωρητική κατάσταση βλάβης

Εγχειρίδιο ευστάθειας (Stability Manual).

Οι διάφοροι κρατικοί οργανισμοί που έχουν ως σκοπό την ασφάλεια της ναυσιπλοΐας και οι Νηογνώμονες έχουν θέσει κανονισμούς που σχετίζονται κυρίως με τη μορφή και τις ιδιότητες της καμπύλης ευστάθειας σε κάθε κατάσταση φορτώσεως ενός φορτηγού πλοίου.

Το εγχειρίδιο ευστάθειας είναι μία μελέτη που επιβεβαιώνει την ικανότητα του πλοίου να ικανοποιήσει τους σχετικούς κανονισμούς.

Συνοπτικά ένα εγχειρίδιο ευστάθειας περιέχει τις παρακάτω πληροφορίες:

- Παραμετρικές καμπύλες ευστάθειας.
- Στοιχεία του πειράματος ευστάθειας.
- Στοιχεία για τις ελεύθερες επιφάνειες των δεξαμενών.
- Υπολογισμούς για τον έλεγχο ικανοποίησης των κανονισμών σε συγκεκριμένες καταστάσεις φορτώσεως του πλοίου.
- Στοιχεία τα όποια πρέπει να χρησιμοποιηθούν από τον πλοίαρχο, για να γίνουν από τον ίδιο υπολογισμοί σε καταστάσεις φορτώσεως έκτος από εκείνες που περιέχονται στη μελέτη.⁽¹⁰⁾

⁽¹⁰⁾ Κολλινιάτη, Ναυπηγία, Εκδόσεις Ίδρυμα Ευγενίδου

4. Αξιολόγηση επένδυσης και επιχειρηματική απόφαση

4.1 Εισαγωγή

Η παρακάτω ανάλυση εστιάζει στην επενδυτική απόφαση που θα πάρει ένας πλοιοκτήτης όταν έχει στην κατοχή του ένα VLCC μονού τοιχώματος γνωρίζοντας ότι η ημερομηνία παύσης λειτουργίας (phase out date) του πλοίου λόγω κανονισμών είναι το τέλος του 2010.

Παρακάτω θα αναλυθούν οι επιλογές που έχει στην διάθεση του ο πλοιοκτήτης, όπως η μετασκευή του πλοίου από SH VLCC σε DH VLCC, η μετατροπή του σε VLOC και η διάλυση του.

Οι υποθέσεις γενικά που περιγράφονται παρακάτω είναι αποδεκτές από τις ναυτιλιακές επιχειρήσεις και από τα διεθνή λογιστικά πρότυπα που χρησιμοποιούνται για την αποτίμηση και την εκτίμηση αξιών των παγίων στοιχείων μιας ναυτιλιακής επιχείρησης.

Γενικά χαρακτηριστικά του πλοίου M/V “YANGTZE STAR”

LOA:	321.95	m
LBP:	310	m
Breadth:	58	m
Depth:	29.5	m
Draft:	19.5	m
DWT (VLCC):	265995	mt
DWT (VLOC):	262012	mt
Lightweight (VLCC):	32541	mt
Lightweight (VLOC):	36522	mt
Ημερομηνία Κατασκευής:	3/8/1994	

4.2 Ανάλυση δεδομένων

Υποθέσεις - Assumptions

- 1) Ημερομηνία απόφασης / έναρξης μετασκευής (Action Date): 30/08/2010
- 2) Ημερομηνία απόσυρσης : 03/08/2019

Συνήθης πρακτική των ναυτιλιακών επιχειρήσεων για την ανάλυση των επενδύσεων τους είναι να θεωρούν τα 25 έτη ως τον μέγιστο χρόνο λειτουργίας ενός πλοίου. Οπότε η εναπομένουσα ζωή του πλοίου εκτιμάτε στα 8 έτη και 11 μήνες.

- 3) Ο χρόνος της μετασκευής από VLCC σε VLOC εκτιμάται στους 6 μήνες, ενώ μονού τοιχώματος VLCC σε διπλού τοιχώματος στους 8 μήνες.

Δεδομένα

	Data	VLCC	VLOC	
1	Expected Revenue	\$43,411	\$63,682	USD/day
2	Average Scrap Value of 2010	\$409	\$409	USD/tonne
	Average Scrap Value of past 10 years	\$303	\$303	USD/tonne
	Light Weight (LWT) as SH	32,541	n/a	tonnes
	Light Weight (LWT) as DH	40,440	36,523	tonnes
3	Operating Expenses (OPEX)	\$11,601	\$8,188	USD/day
4	Intermediate Survey Cost	-\$3,500,000	-\$3,500,000	USD
	Special Survey Cost	-\$4,500,000	-\$4,500,000	USD
5	Conversion Cost	-\$28,000,000	-\$25,000,000	USD
6	Discount Factor (Inflation)	3.97%	3.97%	
7	Growth Rate (GGDP)	3.52%	3.52%	

Πίνακας 4.1: Πίνακας Δεδομένων

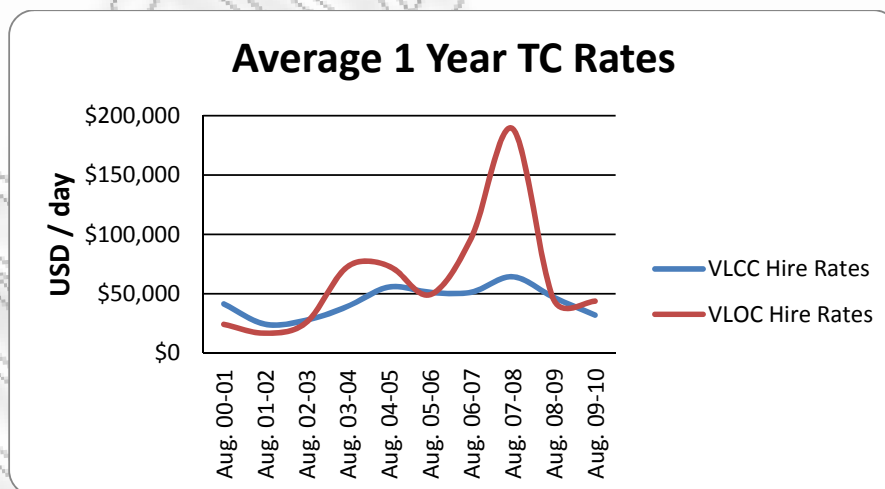
1) Αναμενόμενο Έσοδο (Expected Revenue)

Για τον υπολογισμό χρησιμοποιούμε στατιστικά στοιχεία των περασμένων 10 ετών. Πιο συγκεκριμένα χρειάστηκε ο μέσος όρος 1 έτους για “Time Charter hire rates” των περασμένων 10 ετών. Τα παραπάνω στοιχεία αφορούν πλοία ηλικίας 15 ετών VLCC και VLCC.

Πηγή: Clarksons

Period		Average 1Year TC Rate for 15 year old VLCC	Average 1Year TC Rate for 15 year old VLCC
		USD/day	USD/day
Aug-00	Aug-01	\$41,397	\$24,220
Aug-01	Aug-02	\$24,322	\$16,743
Aug-02	Aug-03	\$27,677	\$25,810
Aug-03	Aug-04	\$39,338	\$72,866
Aug-04	Aug-05	\$55,663	\$73,347
Aug-05	Aug-06	\$51,196	\$49,209
Aug-06	Aug-07	\$51,264	\$96,991
Aug-07	Aug-08	\$64,353	\$189,070
Aug-08	Aug-09	\$46,894	\$44,773
Aug-09	Aug-10	\$32,010	\$43,791
10 Year Average		\$43,411	\$63,682

Πίνακας 4.2: Δεδομένα χρονοναυλώσεων περασμένων ετών



Διάγραμμα 4.1: Δεδομένα χρονοναυλώσεων περασμένων ετών

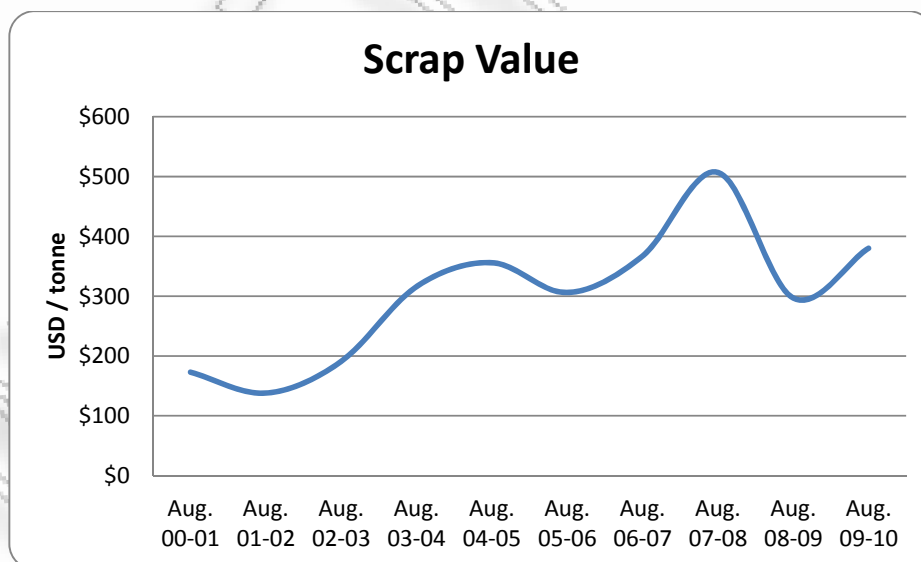
2) Υπολειμματική Αξία (Scrap Value)

Για την υπολειμματική αξία χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία των περασμένων 10 ετών.

Πηγή: Clarksons

Period	Scrap Value
	USD/tonne
Aug. 00-01	\$173
Aug. 01-02	\$138
Aug. 02-03	\$191
Aug. 03-04	\$316
Aug. 04-05	\$356
Aug. 05-06	\$306
Aug. 06-07	\$367
Aug. 07-08	\$507
Aug. 08-09	\$297
Aug. 09-10	\$380
10 Year Average	\$303

Πίνακας 4.3: Δεδομένα τιμών scrap περασμένων ετών



Διάγραμμα 4.2: Δεδομένα χρονοναυλώσεων περασμένων ετών

3) Έξοδα (Costs)

3.1) Λειτουργικά Έξοδα (operating or running costs)

Σε αυτή την κατηγορία κατατάσσεται όλο το λειτουργικό κόστος του πλοίου, όπως έξοδα επάνδρωσης, μισθοί, έξοδα νοσηλείας και μετακινήσεως του πληρώματος, έξοδα εφοδίων, λιπαντικών, ανταλλακτικών, ασφάλιστρα, έξοδα διαχείρισης. Τα λειτουργικά έξοδα στην χρονοναύλωση τα αναλαμβάνει ο πλοιοκτήτης.

Πηγή: Drewry

VLCC						
Years	Manning	Insurance	Stores & Lubs	R&M	Other	Operating
USD /day						
2000	\$2,642	\$730	\$913	\$2,427	\$831	\$7,543
2001	\$2,693	\$650	\$918	\$2,493	\$831	\$7,585
2002	\$2,704	\$725	\$947	\$2,441	\$831	\$7,648
2003	\$2,727	\$930	\$955	\$2,356	\$958	\$7,926
2004	\$2,698	\$1,245	\$1,009	\$2,501	\$1,016	\$8,469
2005	\$2,795	\$1,340	\$1,098	\$2,973	\$1,020	\$9,226
2006	\$2,988	\$1,405	\$1,278	\$3,280	\$1,062	\$10,013
2007	\$3,255	\$1,475	\$1,325	\$3,620	\$1,085	\$10,760
2008	\$3,651	\$1,785	\$1,470	\$4,040	\$1,121	\$12,067
2009	\$3,651	\$1,644	\$1,360	\$3,838	\$1,110	\$11,603
2010	\$3,758	\$1,728	\$1,353	\$3,646	\$1,116	\$11,601

VLOC						
Years	Manning	Insurance	Stores & Lubs	R&M	Other	Operating
2000	\$2,050	\$577	\$560	\$1,643	\$690	\$5,520
2001	\$2,080	\$546	\$563	\$1,688	\$690	\$5,567
2002	\$2,086	\$596	\$580	\$1,652	\$690	\$5,604
2003	\$2,026	\$742	\$585	\$1,596	\$690	\$5,639
2004	\$1,986	\$941	\$618	\$1,696	\$735	\$5,976
2005	\$2,057	\$1,134	\$672	\$2,015	\$730	\$6,608
2006	\$2,192	\$1,189	\$782	\$2,223	\$773	\$7,159
2007	\$2,370	\$1,251	\$811	\$2,454	\$788	\$7,674
2008	\$2,646	\$1,354	\$900	\$2,800	\$806	\$8,506
2009	\$2,646	\$1,250	\$833	\$2,660	\$798	\$8,187
2010	\$2,723	\$1,308	\$828	\$2,527	\$802	\$8,188

Πίνακας 4.4: Δεδομένα λειτουργικών εξόδων περασμένων ετών

3.2) Έξοδα Κεφαλαίου (capital costs)

Σε αυτή την κατηγορία κατατάσσονται όλα τα έξοδα κεφαλαίου, όπως η εξόφληση δανείων για την απόκτηση του πλοίου και η πληρωμή τόκων. Το μέγεθος των εξόδων αυτών εξαρτάται από το είδος της ναυτιλιακής χρηματοδότησης. Στο παράδειγμα δεν συμπεριλήφθησαν έξοδα κεφαλαίου.

3.3) Έξοδα Ταξιδιού (Voyage Costs)

Σε αυτή την κατηγορία κατατάσσονται όλα τα μεταβλητά έξοδα που σχετίζονται με την πραγματοποίηση των επί μέρους ταξιδιών, όπως τα έξοδα καυσίμων (bunkers), τα λιμενικά (port charges), τα έξοδα διέλευσης καναλιών (canal dues), τα φαρικά (light dues), τα πλοηγικά (pilotage), τα έξοδα ρυμουλκών (tugs), τα έξοδα αγκυροβολίας (mooring / anchorage dues). Τα έξοδα ταξιδιού τα αναλαμβάνει ο ναυλωτής οπότε δεν έλαβαν μέρος στους υπολογισμούς του παραδείγματος.

3.4) Έξοδα χειρισμού του φορτίου (cargo handling costs)

Σε αυτή την κατηγορία κατατάσσονται όλα τα έξοδα χειρισμού του φορτίου, όπως έξοδα φόρτωσης, στοιβασίας, διευθέτησης και εκφόρτωσης του φορτίου (loading, discharging & stowage costs). Τα έξοδα χειρισμού του φορτίου τα αναλαμβάνει ο ναυλωτής οπότε δεν έλαβαν μέρος στους υπολογισμούς του παραδείγματος.

4. Κόστος επιθεωρήσεων και επισκευών

Το κόστος των επιθεωρήσεων και των επισκευών το αναλαμβάνει ο πλοιοκτήτης και σύμφωνα με την ναυτιλιακή βιομηχανία εκτιμάται όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα.

5. Κόστος μετασκευής (Conversion Cost)

Το κόστος της μετατροπής από VLCC σε VLOC εκτιμήθηκε σε 25 εκ. USD, ενώ το κόστος της μετασκευής από μονού τοιχώματος VLCC σε διπλού τοιχώματος 28 εκ. USD.

6. Discount factor - Inflation

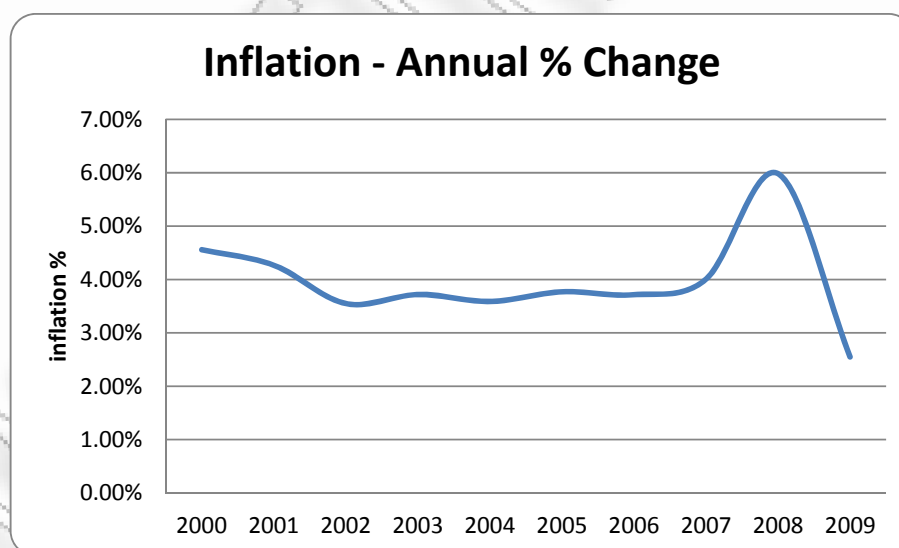
Για τον υπολογισμό της Καθαρά Παρούσας Αξίας (ΚΠΑ), μετά την ανάλυση των χρηματοροών μεταξύ των ετών 2010 - 2019, θα χρησιμοποιηθεί σαν συντελεστής i , ο μέσος πληθωρισμός των τιμών κατανάλωσης των περασμένων 10 ετών.

Πληθωρισμός είναι η ποσοστιαία μεταβολή του γενικού επιπέδου των τιμών μιας οικονομίας μέσα σε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

Πηγή: IMF

Years	Inflation
	Average Consumer Prices Annual Percent Change
2000	4.56%
2001	4.27%
2002	3.55%
2003	3.72%
2004	3.59%
2005	3.77%
2006	3.71%
2007	4.01%
2008	5.98%
2009	2.55%
Average	3.97%

Πίνακας 4.5: Δεδομένα πληθωρισμού περασμένων ετών



Διάγραμμα 4.3: Δεδομένα πληθωρισμού περασμένων ετών

7. Growth Rate – Global Gross Domestic Product

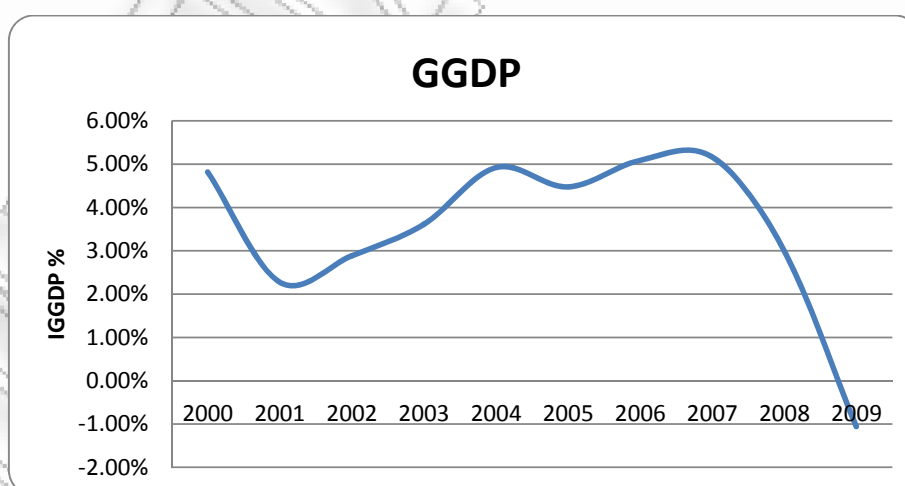
Στον υπολογισμό των εσόδων αλλά και των λειτουργικών εξόδων συμπεριλήφθηκε σαν συντελεστής ανάπτυξης ο μέσος όρος των περασμένων 10 ετών του παγκόσμιου ακαθάριστου εγχώριου προϊόντος.

Το **Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν ή ΑΕΠ** (αγγλ. *Gross Domestic Product - GDP*) είναι το σύνολο όλων των προϊόντων και αγαθών που παράγει μια οικονομία, εκφρασμένο σε χρηματικές μονάδες.

Πηγή: IMF

Years	Global Gross Domestic Product
	GGDP - %
2000	4.82%
2001	2.28%
2002	2.89%
2003	3.61%
2004	4.92%
2005	4.48%
2006	5.09%
2007	5.17%
2008	3.00%
2009	-1.06%
Average	3.52%

Πίνακας 4.6: Δεδομένα παγκόσμιου ΑΕΠ περασμένων ετών



Διάγραμμα 4.4: Δεδομένα παγκόσμιου ΑΕΠ περασμένων ετών

4.3 Αποτελέσματα

Scenario No.1 – Double Hull Conversion

	Year	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
	Months	0	8	12	12	12	12	12	12	12	7
1	Revenue	\$0	\$10,965,233	\$17,026,814	\$17,626,158	\$18,246,599	\$18,888,879	\$19,553,768	\$20,242,061	\$20,954,581	\$12,653,773
2	Scrap Value										\$12,257,212
3	Operating Expenses (OPEX)	\$0	-\$2,930,283	-\$4,550,143	-\$4,710,308	-\$4,876,111	-\$5,047,750	-\$5,225,431	-\$5,409,366	-\$5,599,776	-\$3,381,518
4	Surveys & Drydocking				-\$3,500,000		-\$4,500,000			-\$3,500,000	
	Surveys & Drydocking Days				30		45			30	
	Loss of hire due to Surveys & Drydocking				-\$1,444,767		-\$2,322,403			-\$1,717,589	
5	Conversion Cost		-\$28,000,000								
	Total Cashflows	\$0	-\$19,965,049	\$12,476,672	\$7,971,083	\$13,370,488	\$7,018,726	\$14,328,337	\$14,832,695	\$10,137,217	\$21,529,468
	NPV	\$59,516,350									

Scenario No.2 – VLOC Conversion

	Year	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
	Months	0	10	12	12	12	12	12	12	12	7
1	Revenue	\$0	\$20,106,700	\$24,977,347	\$25,856,550	\$26,766,700	\$27,708,888	\$28,684,241	\$29,693,926	\$30,739,152	\$18,562,349
2	Scrap Value										\$11,070,070
3	Operating Expenses (OPEX)	\$0	-\$2,585,246	-\$3,211,496	-\$3,324,541	-\$3,441,565	-\$3,562,708	-\$3,688,115	-\$3,817,937	-\$3,952,328	-\$2,386,679
4	Surveys & Drydocking				-\$3,500,000		-\$4,500,000			-\$3,500,000	
	Surveys & Drydocking Days				30		45			30	
	Loss of hire due to Surveys & Drydocking				-\$2,119,389		-\$3,406,830			-\$2,519,603	
5	Conversion Cost		-\$25,000,000								
	Total Cashflows	\$0	-\$7,478,546	\$21,765,851	\$16,912,619	\$23,325,135	\$16,239,349	\$24,996,125	\$25,875,989	\$20,767,221	\$27,245,740
	NPV	\$130,050,080									

Scenario No.3 – Scrap at the end of 2010

	Year	2010
	Months	4
1	Revenue	\$3,904,000
2	Scrap Value	\$13,309,269
3	Operating Expenses (OPEX)	-\$1,415,322
	Total Cashflows	\$15,797,947

Σημείωση: Για τον υπολογισμό των εσόδων χρησιμοποιήθηκε ο μέσος όρος χρονοναύλωσης τους έτους 2010.

4.4 Συμπεράσματα – Επιχειρηματική απόφαση

Από τα παραπάνω αποτελέσματα φαίνεται ότι ο πλοιοκτήτης θα επιλέξει να μετασκευάσει το πλοίο του σε VLOC. Υπάρχουν όμως οι παρακάτω παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν την απόφαση αυτή:

1) Προσφορά και ζήτηση πλοίων μεταφοράς ξηρών χύδην φορτίων

Ο μεγαλύτερος κίνδυνος στον τομέα των ξηρών χύδην φορτίων είναι η επικίνδυνα αυξανόμενη προσφορά πλοίων μεταφοράς χύδην ξηρών φορτίων μέσα στο 2010. Υπάρχει ένα μεγάλο κενό στην προσφορά και την ζήτηση που θα έχει ως αποτέλεσμα την κατακόρυφη πτώση των ναύλων, ειδικότερα σε πλοία μεγάλου μεγέθους όπως τα Capesize, την περίοδο 2010 και 2011.

Πιο συγκεκριμένα, 27 εκ. DWT πλοίων “Bulk Carrier” παραδόθηκαν την περίοδο Ιανουαρίου – Σεπτεμβρίου του 2010, συγκρινόμενα με 23 εκ. DWT που παραδόθηκαν καθ’όλη την περίοδο του 2008. Ο ρυθμός παραδόσεων προβλέπεται για το 2011 να αυξηθεί στο μέγιστο με 110 εκ. DWT, ενώ το 2012 θα πέσει στα 35 εκ. DWT. Αύξηση στον αριθμό των πλοίων που οδεύουν προς διάλυση, προβλέπεται ότι δεν θα εξισορροπήσει την τεράστια αυτή αύξηση του παγκόσμιου στόλου πλοίων ξηρού φορτίου.

2) Χρηματοδότηση

Οι μεγάλες εταιρείες σε αντίθεση με τις μικρές φαίνεται ότι δεν αντιμετωπίζουν προβλήματα τραπεζικής χρηματοδότησης. Επίσης τα τελευταία χρόνια εμφανίζεται η τάση οι μεγάλες εταιρείες να μπαίνουν στο χρηματιστήριο έτσι ώστε να καλύπτουν την χρηματοδότησή τους από τις χρηματαγορές.

3) Δομή αγοράς ξηρού φορτίου

Ένας ακόμα παράγοντας που πιθανόν να επηρεάσει την απόφαση του πλοιοκτήτη είναι η κλειστή αγορά των πλοίων σιδηρομεταλλεύματος. Με τον όρο κλειστή εννοείται η δυσκολία κλεισίματος συμβολαίου μεταφοράς.

Ένα πρόσφατο παράδειγμα που μπορεί να μας δείξει τι μπορούμε να περιμένουμε στο μέλλον είναι η παραγγελία 12 VLOC’s “CHINAMAX”, νέας σχεδίασης και χωρητικότητας 400.000 DWT από την βραζιλιάνικη εταιρεία εξόρυξης σιδηρομεταλλεύματος VALE. Με τα συγκεκριμένα πλοία θα επιτυγχάνεται παραπάνω από 30 % μείωση στην κατανάλωση καυσίμου και εκπομπών CO2 για κάθε τόννου φορτίου συγκρινόμενα με την ισοδύναμη χωρητικότητα σε πλοία μεγέθους Capesize. Η ίδια αυτή εταιρεία θα μεταφέρει από την Βραζιλία στην Κίνα το σιδηρομετάλλευμα που η ίδια παράγει, πλέον με τα δικά της πλοία.

5. Συμπεράσματα

Τα χύδην ξηρά φορτία, που μεταφέρονται δια θαλάσσης, όπως τα σιτηρά, ο άνθρακας, το σιδηρομετάλλευμα, ο βωξίτης, το τσιμέντο καθώς και διάφορα χημικά προϊόντα αντιστοιχούν περίπου στο μισό του παγκόσμιου θαλάσσιου εμπορίου. Με το σιδηρομετάλλευμα να καταλαμβάνει τους μεγαλύτερους όγκους μεταφοράς και την πιο σημαντική θέση της αγοράς.

Η ραγδαία οικονομική ανάπτυξη της Κίνας με την συνεχιζόμενη ζήτηση για σιδηρομετάλλευμα έθεσαν στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος όχι μόνο την αύξηση στην κατασκευή νέων Very Large Ore Carriers (VLOC) αλλά την μετασκευή υπαρχόντων VLCC's μονού τοιχώματος στον συγκεκριμένο τύπου πλοίο. Στην δελεαστική αυτή απόφαση ορισμένων πλοιοκτητών, την περίοδο 2007 – 2008, οδήγησε κατά κύριο λόγο η απαίτηση του IMO για τα πετρελαιοφόρα μονού κύτους να καταργηθούν σταδιακά έως το 2010.

Για την υλοποίηση αυτής της απόφασης κινητοποιήθηκαν οι νηογνώμονες, οι ναυπηγικές μελετητικές εταιρείες, τα ναυπηγεία καθώς και τα τεχνικά τμήματα των ναυτιλιακών εταιρειών. Οι νηογνώμονες έχουν την ευθύνη της εφαρμογής των δικών τους αλλά και των διεθνών κανονισμών και είναι υπεύθυνοι για την έγκριση των μελετών της μετασκευής καθώς και της επίβλεψης κατά την διάρκεια της. Το πιο σημαντικό μέρος στην φάση της μελέτης είναι η ανάλυση της κατασκευαστικής αντοχής, όπου πλέον χρησιμοποιούνται σύγχρονες μέθοδοι όπως τα πεπερασμένα στοιχεία (FEM Analysis).

Το πρόβλημα όμως δεν εντοπίζεται στην φάση της μελέτης, αφού όπως αναφέρθηκε χρησιμοποιούνται σύγχρονες μέθοδοι με αποτέλεσμα την πιο ασφαλή σχεδίαση σε σχέση με το παρελθόν, αλλά εντοπίζεται στην φάση της υλοποίησης της μετασκευής από το ναυπηγείο. Πιο συγκεκριμένα τα ναυπηγεία της Κίνας, όπου σχεδόν όλες οι μετασκευές λαμβάνουν μέρος, δεν φημίζονται για την ποιότητα κατασκευής τους με αποτέλεσμα μετά από κάποια χρόνια λειτουργίας των πλοίων να προκαλούνται κατασκευαστικές αστοχίες και προβλήματα που προκαλούν μεγάλη αύξηση του κόστους συντήρησης. Μένει λοιπόν να δούμε αν τα συγκεκριμένα μετασκευασμένα πλοία στα επόμενα χρόνια θα προκαλέσουν προβλήματα κατά την λειτουργία τους.

Τα παραπάνω σίγουρα ενέχουν ρίσκο και πρέπει να τα λάβει σοβαρά υπόψη του ο πλοιοκτήτης αλλά όπως φάνηκε από το κεφάλαιο 4 ο πυρήνας είναι η σωστή αξιολόγηση της επένδυσης και η επιχειρηματική απόφαση. Σε ένα τόσο ρευστό επιχειρηματικό περιβάλλον όπως αυτό που υπάρχει σήμερα με την παγκόσμια οικονομική κρίση είναι αρκετά δύσκολο

για έναν πλοιοκτήτη να πάρει τις σωστές αποφάσεις. Όπως αναφέρθηκε και στο Κεφάλαιο 4 τα νούμερα δείχνουν ότι η μετασκευή σε VLOC θα αποφέρει τα διπλάσια κέρδη από μια μετασκευή σε VLCC. Ισχύει όμως αυτό;

Όπως έχει δείξει η ιστορία της ελληνικής ναυτιλίας οι έλληνες πλοιοκτήτες σε πολύ πιο δύσκολα περιβάλλοντα συγκριτικά με το σημερινό έχουν λάβει αποφάσεις που μας έχουν καταστήσει πρώτη ναυτιλιακή δύναμη παγκοσμίως.

Εμπνέομαι από τους συγκεκριμένους ανθρώπους και θα είμαι πάντοτε παρόν σε οποιαδήποτε πρόκληση.

Βιβλιογραφία - Πηγές

Ελληνικές Πηγές

- ✚ Βλάχος Γ.Π. : Ν.Ε.Β. Διεθνής ναυπηγική πολιτική και στρατηγική ναυπηγικών και επισκευαστικών μονάδων, Εκδόσεις J&J Hellas, Πειραιάς 2004.
- ✚ Γκιζιάκης Κ.: Ναυλώσεις, Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα 2006
- ✚ Κολλινιάτη, Ναυπηγία, Εκδόσεις Ίδρυμα Ευγενίδου

Ξενογλωσσες Πηγές

- ✚ R. Keith Michel and Michael Osborne, Oil Tankers the Society of Naval Architects and Marine Engineers (SNAME). Chapter 29 , edition 2008 29-27.
- ✚ International Trade Center
- ✚ Clarksons
- ✚ Drewry
- ✚ International Monetary Fund - IMF

Νομοθεσία

- ✚ SOLAS Convention
- ✚ MARPOL Convention
- ✚ LOAD LINE Convention
- ✚ Americal Bereau of Shipping
- ✚ DNV
- ✚ LRS

Διαδίκτυο

- ✚ <http://www.imo.org/>
- ✚ <http://www.mii.org/Minerals/photoiron.html>. Retrieved 7 April 2006.
- ✚ <http://www.businessstandard.com>
- ✚ <http://www.simsl.com/VLCCconversion0108.html>
- ✚ <http://www.wikipedia.com>