

# ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ



## ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ

### «Εκτίμηση Πραγματικής Εμπορικής Αξίας Μεταχειρισμένων Πλοίων»



Ευστράτιος Δεμίρης

Δεκέμβριος 2010

ΑΘΗΝΑ

Ευστράτιος Δεμίρης

**«Εκτίμηση Πραγματικής Εμπορικής Αξίας  
Μεταχειρισμένων Πλοίων»**

**Δεκέμβριος 2010**

**Διπλωματική Εργασία**

**Σχολή Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών**

Επιβλέπων Διδάσκοντας:

**κ. Δ. Λυρίδης** επ. καθηγητής. Ε.Μ.Π.

Τριμελής Επιτροπή:

**κ. Δ. Λυρίδης** επ. καθηγητής. Ε.Μ.Π.

**κ. Γ. Ζαραφονίτης** επ. καθηγητής. Ε.Μ.Π.

**κ. Ν. Βεντικός** επ. καθηγητής. Ε.Μ.Π.

**ΑΘΗΝΑ**

## Περίληψη

Οι αγοραπωλησίες μεταχειρισμένων πλοίων είναι ένας τομέας της ναυτιλιακής αγοράς ιδιαίτερος σημαντικός για την ανάπτυξη της ναυτιλίας. Είναι πολύ σημαντικό να γνωρίζει κανείς τη κατάλληλη χρονική στιγμή (timing) για μια ενδεχόμενη πώληση ή αγορά μεταχειρισμένου πλοίου αναλόγως με την εξέλιξη του ναυτιλιακού κύκλου (Κεφάλαιο 1).

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να κατασκευαστεί ένα χρήσιμο εργαλείο εκτίμησης πραγματικής εμπορικής αξίας μεταχειρισμένου πλοίου. Ένα τέτοιο εργαλείο θα είναι ένα μοντέλο εκτίμησης όπου θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί από έναν πλοιοκτήτη/επενδυτή μιας ναυτιλιακής εταιρείας ή έναν shipbroker προκειμένου να υπάρχει μια εκτίμηση για τις τρέχουσες αξίες (spot prices) των μεταχειρισμένων πλοίων, πράγμα που μπορεί να βοηθήσει στη λήψη μιας μεγάλης επενδυτικής απόφασης. Η παρούσα εργασία θα επικεντρωθεί σε πλοία δεξαμενόπλοια (tankers) ή ξηρού φόρτου χύδην (bulk carriers), όπου και αποτελούν το μεγαλύτερο ποσοστό σε προσφορά χωρητικότητας στην παγκόσμια ναυτιλιακή αγορά, όπως θα δούμε και παρακάτω (Κεφάλαιο 1).

Αρχικά, θα γίνει ένα ποιοτικός καθορισμός των παραγόντων που επηρεάζουν την πραγματική εμπορική αξία ενός μεταχειρισμένου πλοίου (Κεφάλαιο 2). Αυτή θα καθορίζεται από την κατάσταση της ναυτιλιακής αγοράς τη δεδομένη (spot) χρονική στιγμή όπως οι τιμές των ναύλων, οι τιμές μεταχειρισμένων, οι τιμές διάλυσης και οι τιμές ναυπήγησης πλοίων. Όσον αφορά τις τιμές των ναύλων θα εξετάσουμε τις ναυλώσεις τύπου timecharter, διότι για τις ναυλώσεις τύπου voyage charter και WorldScale θα ήταν αδύνατη η συγκέντρωση ομαδοποιημένων δεδομένων για την ανάπτυξη των μοντέλων εκτίμησης.

Οι παραπάνω παράγοντες αφού εξεταστούν εκτενώς θα γίνει μια ανάλυση προκειμένου να καθοριστεί ένας συντελεστής συσχέτισης του κάθε παράγοντα με την εμπορική αξία του μεταχειρισμένου πλοίου από δεδομένα πραγματοποιηθέντων αγοραπωλησιών τα τελευταία 25 χρόνια. Ο συντελεστής συσχέτισης θα υπολογιστεί σύμφωνα με την θεωρία του Pearson μέσω του στατιστικού υπολογιστικού software SPSS. Τα αποτελέσματα θα είναι καθοριστικά για την ανάπτυξη των μοντέλων εκτίμησης για κάθε τύπο πλοίων. Για να επιτευχθεί αυτό, θα πρέπει να γίνει μια άντληση δεδομένων από τις βάσεις δεδομένων των Clarksons για αγοραπωλησίες μεταχειρισμένων πλοίων καθώς και των στοιχείων ως άνω χρηματοοικονομικών παραγόντων-μεταβλητών τα τελευταία 25 χρόνια (1/1976-3/2010).

Μετέπειτα, με τη χρήση ενός λογισμικού, όπως το Cubist, θα γίνει η ανάπτυξη του μοντέλου, βάσει τεχνικής data mining, για την εκτίμηση της πραγματικής εμπορικής αξίας του μεταχειρισμένου πλοίου. Το Cubist βασίζεται στη δημιουργία συλλογής

πολυμεταβλητών γραμμικών κανόνων. Ο κάθε κανόνας είναι μια γραμμική σχέση με παράγοντες τις προκαθορισμένες μεταβλητές του προβλήματος που επηρεάζουν την ζητούμενη τιμή εκτίμησης. Το μοντέλο που θα κατασκευαστεί θα εξάγει τις εκτιμημένες τιμές μεταχειρισμένων πλοίων ανά τύπο πλοίου και ανά διεθνείς κατηγορίες DWT tonnage (Capesize, Panamax, κ.τ.λ.). Αυτές θα συγκριθούν με τις πραγματικές τιμές μεταπώλησης από τα υπάρχοντα δεδομένα με το μικρότερο δυνατό σφάλμα απόκλισης και μεγαλύτερο συντελεστή συσχέτισης (πιο κοντά στη μονάδα). Στο παράρτημα της εργασίας παρατίθενται τα μοντέλα που κατασκευάστηκαν ανά τύπο πλοίου και ανά διεθνείς κατηγορίες DWT tonnage.

Στο τέλος του κυρίου μέρους της παρούσας εργασίας (Κεφάλαιο 4), παρατίθενται τα συμπεράσματα καθώς και προτάσεις για μια νέα μεγαλύτερη έρευνα ιδίου θέματος προκειμένου να κατασκευαστεί ένα πιο ολοκληρωμένο εργαλείο.

## Περιεχόμενα

<b>1. Εισαγωγή</b>	6
1.1 Γενικά	6
1.2 Η αγορά των μεταχειρισμένων πλοίων και ο ναυτιλιακός κύκλος	8
1.3 Διευκρίνιση προβλήματος - Δομή εργασίας	11
<b>2. Παράγοντες καθορισμού της πραγματικής εμπορικής αξίας μεταχειρισμένου πλοίου</b>	13
2.1 Αγορά των μεταχειρισμένων πλοίων	13
2.2 Ναυλαγορά	14
2.3 Αγορά ναυπήγησης πλοίων	16
2.4 Αγορά διάλυσης πλοίων	18
<b>3. Μεθοδολογία και αποτελέσματα</b>	21
3.1 Θεωρία και περιγραφή της διαδικασίας κατασκευής μοντέλου εκτίμησης	21
3.2 Μελέτη τιμών μεταχειρισμένων πλοίων τύπου bulk carriers	23
3.3 Μελέτη τιμών μεταχειρισμένων πλοίων τύπου tankers	35
<b>4. Συμπεράσματα – Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα</b>	43
4.1 Συμπεράσματα	43
4.2 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα	44
<b>Παράρτημα I</b>	
Μοντέλα πλοίων bulk carriers	
A. Handysize-Handymax (15.000-49.999 tn dwt)	45
B. Panamax (50.000-79.999 tn dwt)	47
Γ. Capesize (80.000-169.999 tn dwt)	49
<b>Παράρτημα II</b>	
Μοντέλα πλοίων tankers	
A. Handysize-Handymax (15.000-49.999 tn dwt)	52
B. Panamax (50.000-74.999 tn dwt)	54
Γ. Aframax (75.000-119.999 tn dwt)	56
Δ. Suezmax (120.000-199.999 tn dwt)	58
E. VLCC-ULCC (200.000+ tn dwt)	60
<b>Βιβλιογραφία</b>	62

# 1. Εισαγωγή

## 1.1 Γενικά

Η εμπορική ναυτιλία αποτελεί ένα κεντρικό κομμάτι της παγκόσμιας οικονομίας από τα τέλη του 15<sup>ου</sup> αιώνα, συμβάλλοντας σημαντικά στο παγκόσμιο εμπόριο. Όσο αυξάνεται η παραγωγικότητα και η παγκόσμια ζήτηση σε εμπορεύματα, οι ανάγκες για μεταφορές αυξάνονται. Λαμβάνοντας υπόψη ότι το 80% των μεταφορών παγκοσμίως πραγματοποιείται από τη θάλασσα γίνεται άμεσα αντιληπτή η συμβολή της ναυτιλίας στην παγκόσμια οικονομία και ανάπτυξη. Σύμφωνα με τα δεδομένα του M. Stopford, η μεταφορά εμπορευμάτων δια θαλάσσης από το 1840-2005 αυξάνεται κάθε χρόνο κατά μέσο όρο 4.2%, φτάνοντας τους 7.122 εκατομμύρια τόνους το 2005.

Η παρεχόμενη υπηρεσία της εμπορική ναυτιλίας, οι θαλάσσιες μεταφορές εμπορευμάτων, χωρίζεται σε 3 μεγάλες κατηγορίες:

### 1. Liner ναυλαγορά

Η ναυλαγορά Liner μεταφέρει ανομοιογενή φορτία σε μικρές σχετικά ποσότητες (container, βαρέλια, μεγάλες παλέτες, κτλ).

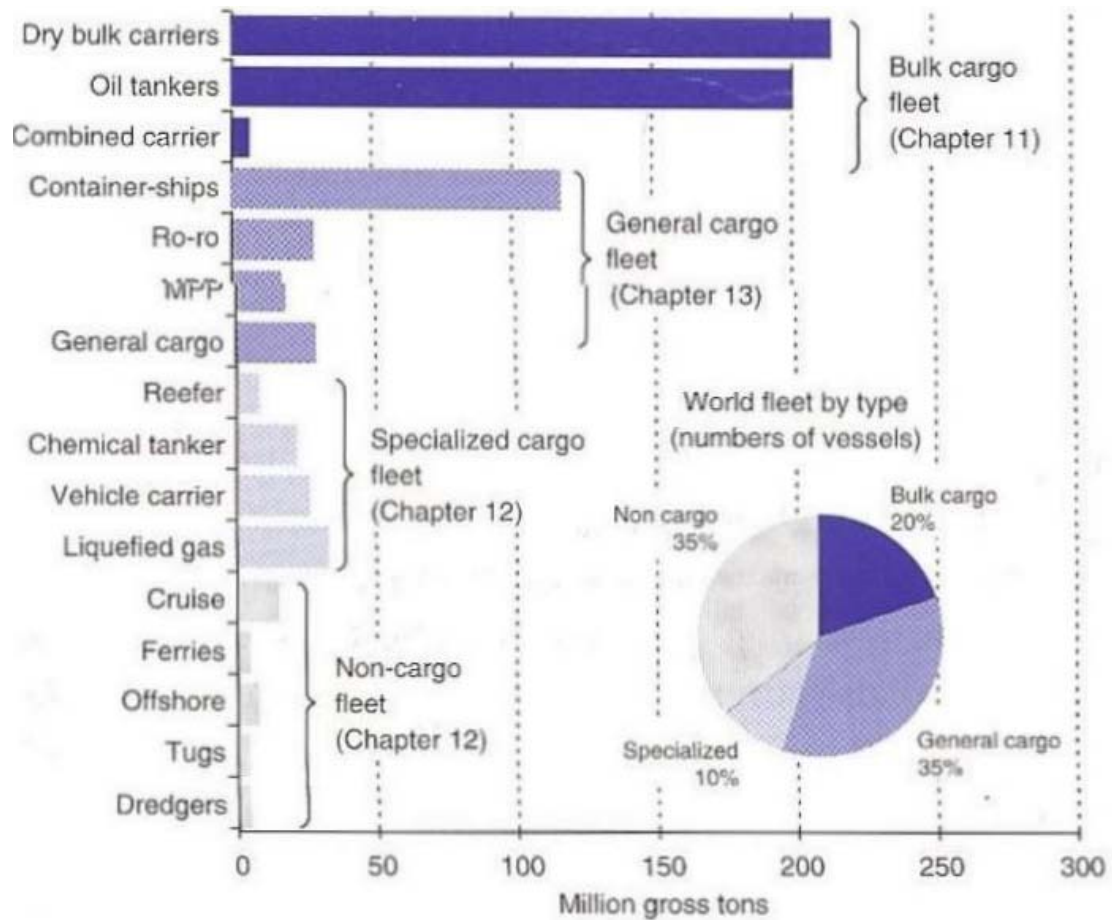
### 2. Bulk ναυλαγορά

Η ναυλαγορά bulk (φόρτου χύδην) μεταφέρει ομοιογενές φορτίο σε πολύ μεγάλες ποσότητες είτε ξηρό (dry) όπως σιτηρά, σίδηρος, τσιμέντο, κ.τ.λ. με πλοία dry bulk carriers ή bulk carriers, είτε υγρό φορτίο (liquid) όπως το αργό πετρέλαιο με πλοία liquid bulk carriers ή oil tankers ή tankers.

### 3. Εξειδικευμένη (specialized) ναυλαγορά

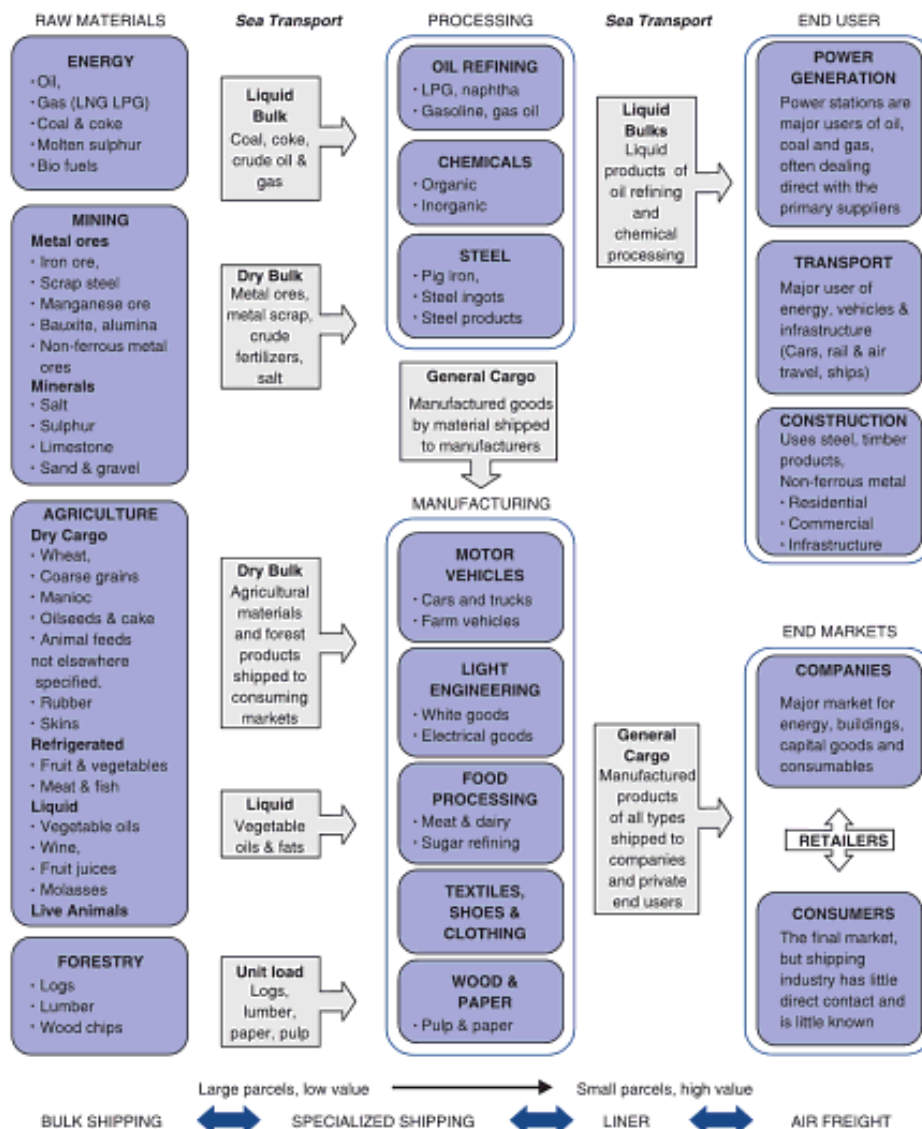
Σε αυτήν την ναυλαγορά εντάσσονται τα πλοία που μεταφέρουν φορτία με εξειδικευμένες απαιτήσεις σχεδίασης και εξοπλισμού για φόρτωση. Τέτοια πλοία είναι τα Ro-Ro που μεταφέρουν αυτοκίνητα, τα LNG που μεταφέρουν το υγροποιημένο φυσικό αέριο και τα LPG για το υγροποιημένο προπάνιο/βουτάνιο, τα Reefers (ψυγεία) για μεταφορά εμπορευμάτων με ανάγκες για ψύξη κ.τ.λ.

Από τις ως άνω κατηγορίες θα ασχοληθούμε στην παρούσα εργασία με την bulk ναυλαγορά καθότι αποτελεί το 20% της παγκόσμιου εμπορικού στόλου (Clarksons, 2007) με συνολική μικτή χωρητικότητα (gross tonnage) σε 215 εκατομμύρια τόνους για τα bulk carriers και σε 200 εκατομμύρια τόνους για τα tankers (Clarksons, 2007), ήτοι συνολικά το 55% της παγκόσμιας προσφοράς μικτής χωρητικότητας. Στο γράφημα 1 φαίνονται αναλυτικά οι χωρητικότητες σε κάθε τύπο πλοίων.



**Γράφημα 1.1 Κατάταξη εμπορικού ναυτιλιακού στόλου σύμφωνα με το είδος μεταφερόμενου φορτίου (Πηγή: Clarksons, 2007)**

Σε γενικές γραμμές τα μεταφερόμενα φορτία της bulk ναυλαγοράς είναι φορτία μεγάλου μεγέθους και μικρής αξίας. Είναι ιδιαίτερος σημαντικά διότι αποτελούν κυρίως πρώτες ύλες για τις βιομηχανίες και για την παραγωγή ενέργειας (εικόνα 1.1).

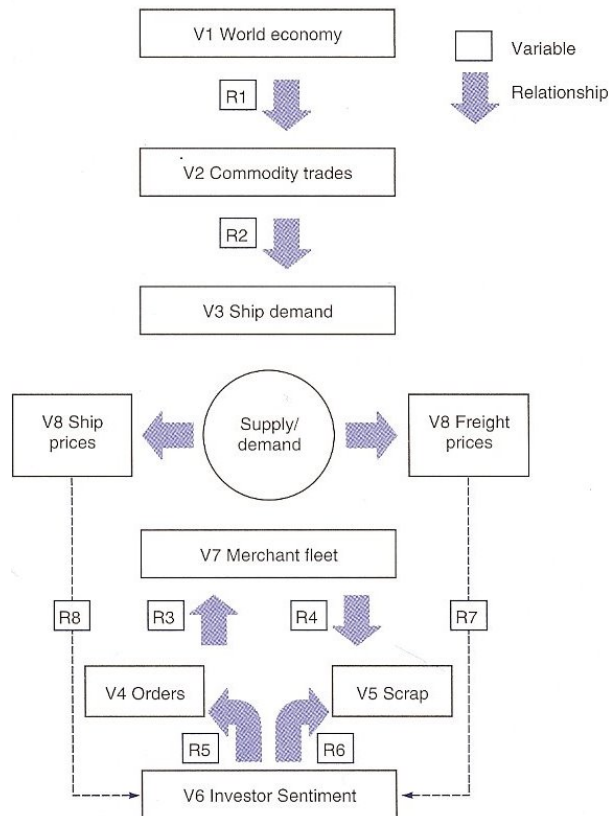


**Εικόνα 1.1 Παγκόσμιο σύστημα μεταφορών αναλόγως των αναγκών και συνθηκών μεταφοράς εμπορευμάτων (Πηγή: M.Stopford)**

## 1.2 Η αγορά των μεταχειρισμένων πλοίων και ο ναυτιλιακός κύκλος

Η ναυτιλία, ιδιαίτερα η εμπορική ναυτιλία, είναι από τις λίγες βιομηχανίες όπου το κυρίως κεφάλαιο, το πλοίο, εμπορεύεται. Πράγμα που υποδηλώνει την σημασία που έχει για τον πλοιοκτήτη/ επενδυτή η τρέχουσα αξία του (spot price) του πλοίου κατά την διάρκεια του κύκλου ζωής του.





**Εικόνα 1.2 Μακροοικονομικό μοντέλο ναυτιλιακής αγοράς  
(Πηγή: M.Stopford)**

Γενικά η αγορά των μεταχειρισμένων πλοίων είναι ιδιαίτερα ευμετάβλητη λόγω της άμεσης εξάρτησής της από την κατάσταση του ναυτιλιακού κύκλου. Ο ναυτιλιακός κύκλος (Μεταξάς 1988) έχει τα παρακάτω στάδια:

- Δυσπραγία: Στη φάση αυτή έχουμε υπερπροσφορά χωρητικότητας πλοίων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τα πλοία να συγκεντρώνονται στα λιμάνια, να λειτουργούν με μειωμένη ταχύτητα (slow streaming) λόγω του μικρού φορτίου που συγκεντρώνεται στα λιμάνια προς ναύλωση. Μια τέτοια υπερπροσφορά χωρητικότητας στην ναυτιλιακή αγορά οδηγεί σε δραστική μείωση των ναύλων και αυτό μπορεί να οδηγήσει σε παροπλισμό πλοίων. Τέτοια πλοία είναι συνήθως μεγάλης ηλικίας που έχουν μεγάλα έξοδα συντήρησης, τα οποία αδυνατούν να αποδώσουν έσοδα λόγω της αρνητικής κατάστασης της ναυλαγοράς. Αυτά τα πλοία οδηγούνται σε παροπλισμό (lay up). Αυτή η αρνητική κατάσταση της ναυλαγοράς οδηγεί τις ναυτιλιακές επιχειρήσεις σε πώληση πλοίων ή ενδεχομένως και σε διάλυσή του. Υπό αυτές τις συνθήκες τα μεταχειρισμένα πλοία έχουν χαμηλή αξία, τέτοια που ενδεχομένως να συμφέρει μια ναυτιλιακή εταιρεία να διαλύσει ένα πλοίο, ιδιαίτερα δε αν είναι μεγάλης ηλικίας.

- Αναζωογόνηση: Στη φάση αυτή η προσφορά των πλοίων έχει μειωθεί σημαντικά σε τέτοιο βαθμό σε σχέση με την ζήτηση ώστε να παρατηρείται μια αύξηση των ναύλων. Τα παροπλισμένα πλοία, μειώνονται και υπάρχει μια τάση εξισορρόπησης της σχέσης προσφοράς και ζήτησης. Το κλίμα της αγοράς είναι μεν αβέβαιο αλλά σιγά σιγά αρχίζει να μεταστρέφεται σε θετικό. Οι τιμές των μεταχειρισμένων πλοίων αυξάνονται και ταυτόχρονα το ίδιο συμβαίνει και στις τιμές διάλυσης.
- Ευδαιμονία: Η αγορά των ναύλων παρουσιάζει ραγδαία αύξηση ώστε η ναύλωση να υπερβαίνει δύο και τρεις φορές το λειτουργικό κόστος των πλοίων. Τα πλοία ταξιδεύουν με την μέγιστη ταχύτητα, προκειμένου να ικανοποιήσει τη ζήτηση, ενώ τα λίγα πλοία τα οποία αδυνατούν να ανταποκριθούν σε αυτές τις ανάγκες, παροπλίζονται. Οι παραγγελίες για νέες ναυπηγήσεις ακολουθούν αυξητική πορεία καθώς στις ναυτιλιακές επιχειρήσεις έχει συσσωρευτεί κεφάλαιο και το κλίμα επιτρέπει τις νέες παραγγελίες. Στα ναυπηγεία εμφανίζεται σημαντική ουρά αναμονής και τα πλοία παραδίδονται αρκετά καθυστερημένα. Κατά συνέπεια τα σύγχρονα και μικρής ηλικίας πλοία, σε αρκετές περιπτώσεις ξεπερνούν σε αξία τα νεότευκτα πλοία. Οι τιμές των μεταχειρισμένων πλοίων, ξεπερνούν την λογιστική τους αξία. Οι τράπεζες σε αυτό το κλίμα δανειοδοτούν με μεγαλύτερη ευκολία τις ναυτιλιακές επιχειρήσεις.
- Ύφεση: Τα υπό παραγγελία πλοία που παραδίδονται με αργούς ρυθμούς και η προσφορά χωρητικότητας υπερβαίνει τη ζήτηση. Η αρνητική ψυχολογία που επικρατεί μπορεί να επιδεινώσει την αγοράς λόγω έλλειψης προσδοκιών για επενδύσεις, πράγμα που μπορεί να οδηγήσει σε «δυσπραγία». Οι τιμές των ναύλων μειώνονται, τα πλοία ταξιδεύουν με μειωμένη ταχύτητα (slow steaming) και αυξάνεται ο αριθμός των παροπλισμένων. Ο αριθμός των νέων παραγγελιών μειώνεται, και ταυτόχρονα μειώνονται και οι τιμές των μεταχειρισμένων πλοίων.

Σε περιόδους «ευδαιμονίας» λοιπόν, η ζήτηση για αγορά πλοίων ανεβαίνει κατακόρυφα, οπότε οι πλοιοκτήτες ή επενδυτές στρέφονται σε ναυπηγεία χωρών της Άπω Ανατολής (Κίνα, Κορέα, Ιαπωνία, Ινδία) με εξαιρετικά υψηλή παραγωγικότητα στην κατασκευή πλοίων. Όμως, αυτό έχει ως συνέπεια την διόγκωση του δελτίου παραγγελιών (orderbook) με αποτέλεσμα να υπάρχουν σημαντικές καθυστερήσεις σε περιόδους όπου τα ναύλα είναι εξαιρετικά υψηλά. Σε αυτό ακριβώς το σημείο η αγορά των μεταχειρισμένων πλοίων παρουσιάζει εξαιρετικό ενδιαφέρον.

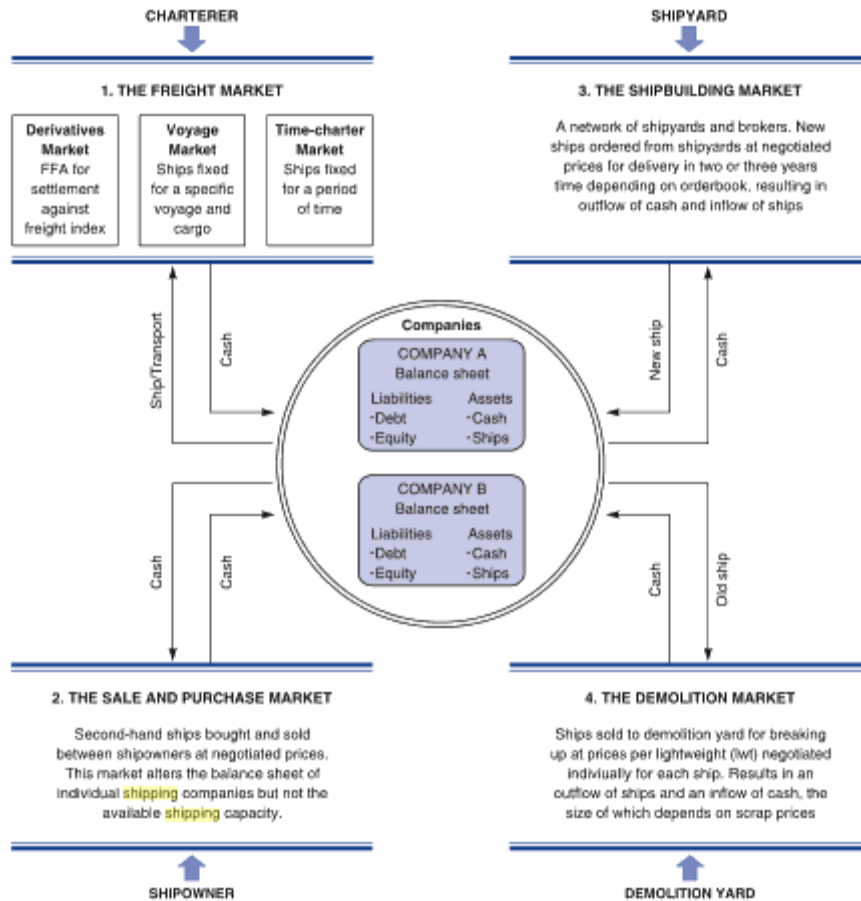
Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το μεταχειρισμένο πλοίο από την στιγμή της αγοραπωλησίας θα είναι διαθέσιμο για ναύλωση από την επόμενη ημέρα. Έτσι ανεβαίνει ραγδαία η ζήτηση για μεταχειρισμένα πλοία. Υπάρχουν και περίοδοι στο παρελθόν όπου οι τιμές των μεταχειρισμένων πλοίων ξεπέρασαν τις αντίστοιχες τιμές των νεότευκτων.

Οι τιμές πώλησης των μεταχειρισμένων πλοίων κοινοποιούνται στο διαδίκτυο και σε οικονομικές εφημερίδες από τα γραφεία shipbroking (S & P Reports, UBS, κ.α.), όπου διαφαίνεται μια γενική εικόνα της αγοράς των μεταχειρισμένων πλοίων. Σύμφωνα με τα στατιστικά δεδομένα του M.Stopford, ένα πλοίο χάνει κάθε χρόνο περίπου 5-6% της αρχικής του εμπορικής αξίας.

### **1.3 Καθορισμός προβλήματος – Δομή εργασίας**

Γενικά η εκτίμηση της πραγματικής εμπορικής αξίας ενός μεταχειρισμένου πλοίου είναι ένα πολύπλοκο πρόβλημα, δεδομένων των πολλών παραμέτρων που έχει το πλοίο. Απαιτείται αρκετή εμπειρία και εξειδίκευση σε αγοραπωλησίες μεταχειρισμένων πλοίων καθώς και γνώσεις όσον αφορά τα τεχνικά χαρακτηριστικά του πλοίου (ηλικία, κατάσταση γάστρας, κυρίων μηχανών, κ.α.) προκειμένου να γίνει μια ορθή εκτίμηση για να ληφθεί μια σημαντική επενδυτική απόφαση. Επιπροσθέτως, επειδή η ναύλωση του πλοίου αποτελεί πηγή εσόδων για ένα πλοιοκτήτη/επενδυτή μιας ναυτιλιακής εταιρείας, οι τιμές των ναύλων και επομένως και όλα τα χρηματοοικονομικά χαρακτηριστικά του ναυτιλιακού κύκλου παίζουν καθοριστικό ρόλο στην εκτίμηση της τρέχουσας (spot) πραγματικής εμπορικής αξίας των μεταχειρισμένων πλοίων.

Η εργασία αυτή θα επικεντρωθεί στα χρηματοοικονομικά χαρακτηριστικά της ναυτιλιακής αγοράς (αγορά μεταχειρισμένων, ναυλαγορά, αγορά νεότευκτων, αγορά διάλυσης πλοίων) για να γίνει η ανάπτυξη του μοντέλου εκτίμησης. Όσον αφορά την ηλικία του πλοίου, που υποδηλώνει την παλαιότητα του κύτους και του εξοπλισμού του πλοίου, ενσωματώνεται έμμεσα στην ανάπτυξη του μοντέλου μέσω των τιμών πώλησης μεταχειρισμένων πλοίων συγκριμένης ηλικίας (5,10,15 και 20 έτη).



**Εικόνα 1.3 Οι τέσσερις αγορές που ελέγχουν την εμπορική ναυτιλία (Πηγή: M.Stopford, 2007)**

Αρχικά, στο Κεφάλαιο 2, θα καθοριστούν και θα αναλυθούν εκτενώς οι παράγοντες που επηρεάζουν την εμπορική αξία ενός μεταχειρισμένου πλοίου. Οι παράγοντες είναι χρηματοοικονομικοί, όπως οι τιμές των μεταχειρισμένων πλοίων, οι τιμές των ναύλων, η αγορά των νεότευκτων πλοίων, η αγορά της διάλυσης των πλοίων, οι οποίοι θα αντληθούν από τις βάσεις δεδομένων των Clarksons για τα τελευταία 25 χρόνια (1/1976-3/2010). Αφού αναλυθούν ποιοτικά, θα εξεταστεί στη συνέχεια η συσχέτιση τους με τις πραγματικές τιμές πώλησης των μεταχειρισμένων πλοίων. Με βάση τον συντελεστή συσχέτισης που θα υπολογιστεί, με μεθοδολογία που περιγράφεται στο Κεφάλαιο 2, θα καθοριστεί ποιοι από τους παράγοντες αυτούς θα ενσωματωθούν για την ανάπτυξη και δημιουργία του μοντέλου εκτίμησης της πραγματικής εμπορικής αξίας μεταχειρισμένων πλοίων.

Στο Κεφάλαιο 3 θα γίνει η περιγραφή της θεωρίας και της διαδικασίας που ακολουθείται από την συλλογή των δεδομένων μέχρι την ανάπτυξη του μοντέλου.

Τέλος, στο Κεφάλαιο 4 θα παρουσιαστούν τα συμπεράσματα της εργασίας και θα γίνουν προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.

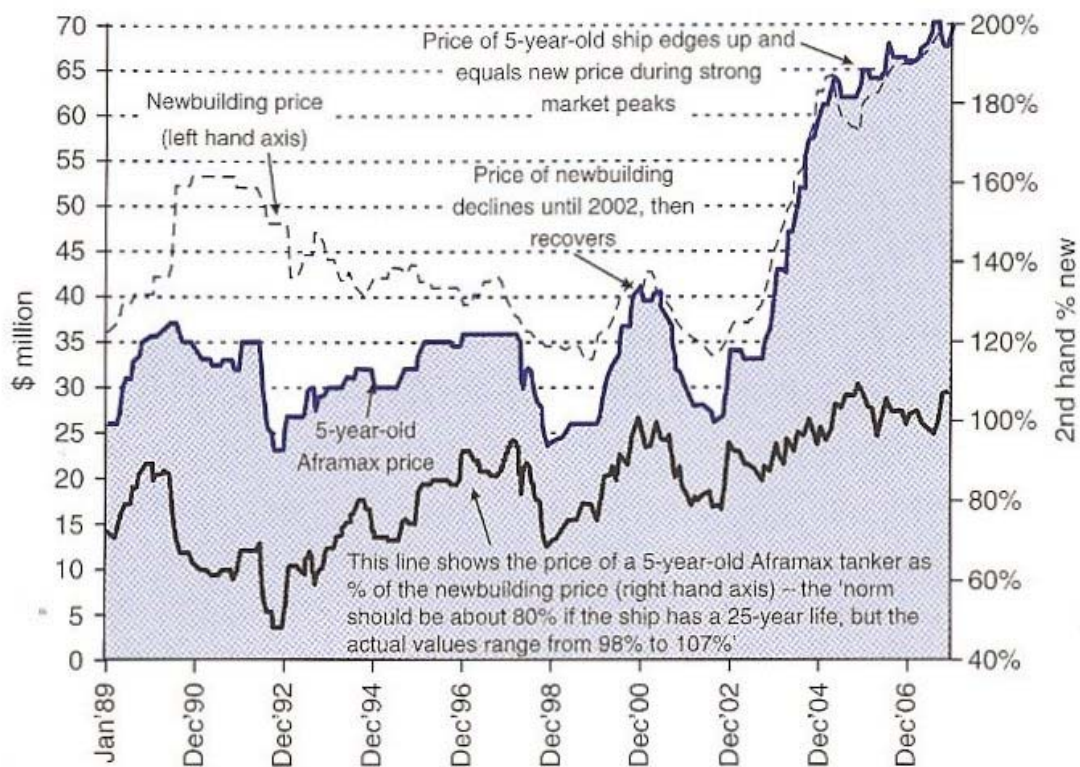
## **2. Παράγοντες καθορισμού πραγματικής εμπορικής αξίας μεταχειρισμένου πλοίου**

### **2.1 Αγορά μεταχειρισμένων πλοίων**

Η αγορά αυτή παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, διότι δίνει την δυνατότητα στους πλοιοκτήτες/επενδυτές να αγοράζουν ή να πωλούν μεταχειρισμένα πλοία επιτρέποντάς τους να εισέρχονται ή να επεκτείνονται γρήγορα στην αγορά των θαλασσιών εμπορευματικών μεταφορών.

Η κατάσταση της αγοράς των μεταχειρισμένων πλοίων παίζει σημαντικό ρόλο στην διαμόρφωση τιμών πώλησης ανά τύπο (bulk carrier ή tanker) και ανά κατηγορία (DWT tonnage) πλοίου.

Η αγορά αυτή εξαρτάται άμεσα από την σχέση προσφοράς/ζήτησης χωρητικότητας των πλοίων σε παγκόσμιο επίπεδο. Σε περιόδους «ευδαιμονίας» έχει τύχει ένα ελαφρώς μεταχειρισμένο πλοίο (που περίπου κοστίζει ουσιαστικά το 80% της αξίας ναυπήγησής του) να κοστίζει όσο περίπου ένα ίδιο νεότευκτο ή ακόμα και παραπάνω λόγω συσσώρευσης του δελτίου παραγγελιών στα ναυπηγεία (orderbook) με αποτέλεσμα να υπάρχουν καθυστερήσεις στις παραδόσεις πλοίων. Οπότε, οι πλοιοκτήτες/επενδυτές στρέφονται στην αγορά των μεταχειρισμένων πλοίων. Στο γράφημα 2.1 φαίνεται η συσχέτιση της αξίας ενός νεότευκτου Aframax tanker και ενός ιδίου μεταχειρισμένου ηλικίας 5 ετών.



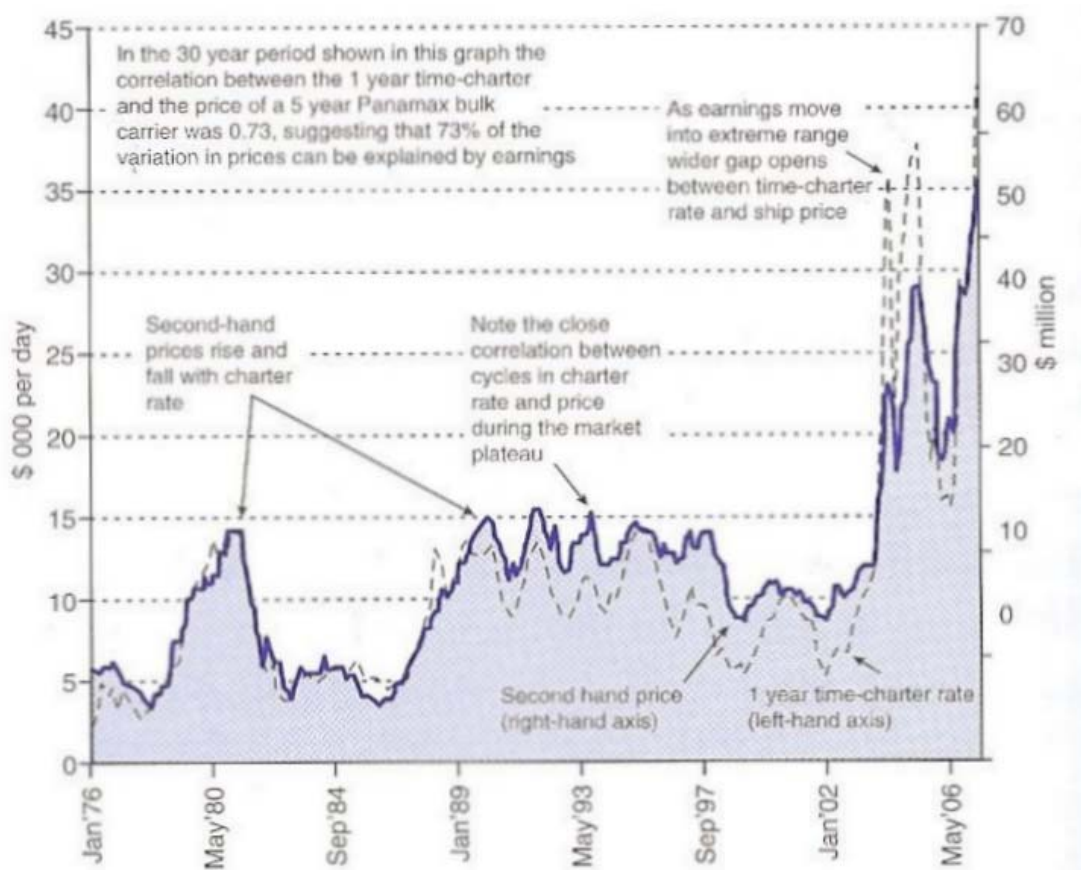
**Γράφημα 2.1 Συσχέτιση τιμών νέου και μεταχειρισμένου Aframax tanker**

Οι τιμές των μεταχειρισμένων πλοίων εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό όμως και από τις τιμές των ναύλων και από τις τιμές ναυπήγησης νέων πλοίων.

## 2.2 Ναυλαγορά

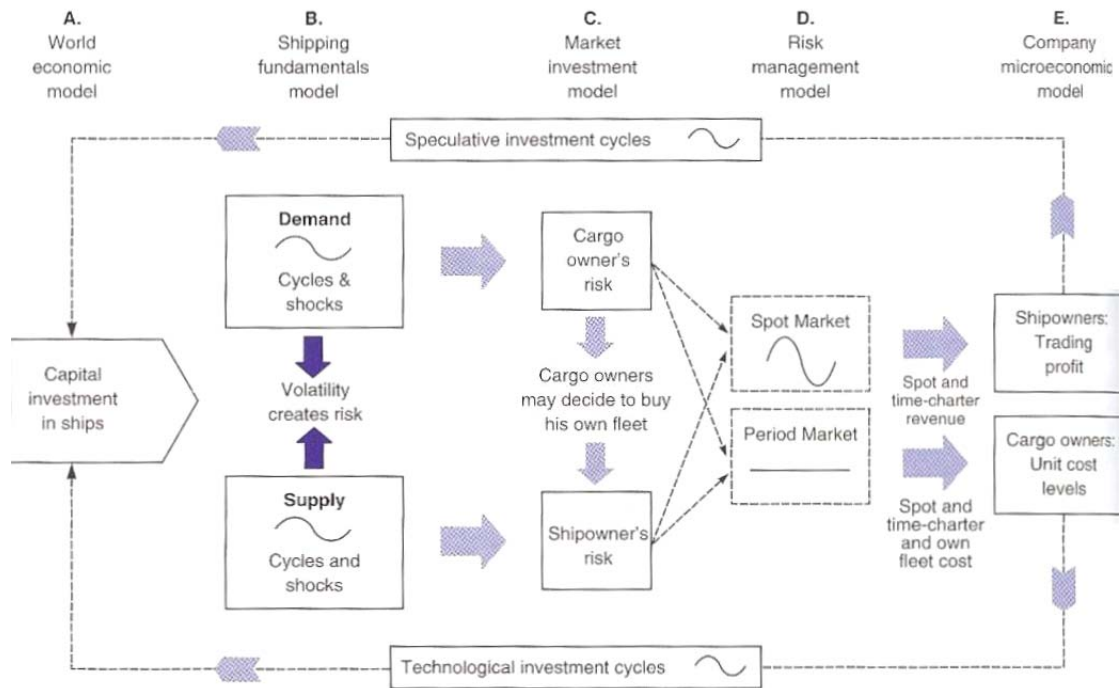
Η ναυλαγορά παίζει σημαντικό ρόλο στις τιμές των πλοίων γενικότερα, αφού οι ναυλώσεις αποτελούν την πηγή εσόδων των πλοιοκτητών. Σε περιόδους οικονομικής ύφεσης, παγκόσμιας εμβέλειας, η ζήτηση για θαλάσσιες μεταφορές μειώνεται με αποτέλεσμα να μειώνονται και οι ναυλώσεις πλοίων, οπότε η ναυλαγορά οδηγείται σε «ύφεση». Σε μια «ύφεση» στον ναυτιλιακό κύκλο οι προσδοκίες για επενδύσεις από τους πλοιοκτήτες/επενδυτές είναι περιορισμένες με αποτέλεσμα να παροπλίζονται πλοία, να μειώνονται ή να ακυρώνονται οι παραγγελίες για ναυπήγηση νέων πλοίων. Αντιθέτως σε περιόδους «αναζωογόνησης» οι τιμές των ναύλων κάνουν τα πλοία επικερδή με αποτέλεσμα οι πλοιοκτήτες/επενδυτές να θέλουν να αυξήσουν τον στόλο τους.

Στο γράφημα 2.2 φαίνεται η συσχέτιση που έχει ένα μεταχειρισμένο πλοίο Panamax bulk carrier 5 ετών σε σχέση με τις τιμές των ναύλων.



**Γράφημα 2.2** Συσχέτιση τιμής μεταχειρισμένου πλοίου (65.000tn DWT bulk carrier ηλικίας 5 ετών) με τις αντίστοιχες τιμές των ναύλων

Ο M.Stopford στην εικόνα 2.1 παραθέτει την δομή της ναυλαγοράς και πως αυτή κινείται με την προσφορά/ζήτηση.



**Εικόνα 2.1 Ο ναυτιλιακός κύκλος σε σύνθετη μορφή (Πηγή M.Stopford)**

### 2.3 Αγορά ναυπήγησης πλοίων

Η αγορά ναυπήγησης πλοίων επηρεάζει, για λόγους που προαναφέρθηκαν στο Κεφάλαιο 1, την αγορά των μεταχειρισμένων πλοίων. Σε περιόδους «αναζωογόνησης» λοιπόν, οι πλοιοκτήτες/επενδυτές έχουν την τάση και τις προσδοκίες να αυξήσουν τον στόλο τους. Για αυτό τον λόγο στρέφονται σε ναυπηγεία για την κατασκευή νέων πλοίων.





**Εικόνα 2.2 Ναυπηγεία εταιρείας Hyundai Heavy Industries, Κορέα**

Το 2006 υπήρχαν περίπου 250 κυρίως ναυπηγεία για κατασκευή νέων εμπορικών πλοίων. Όμως η κατασκευή είναι συγκεντρωμένη σε ποσοστό άνω του 80%, σε τέσσερις κύριες περιοχές Ιαπωνία, Κορέα, Κίνα οι οποίες δραστηριοποιούνται σε διαφορετικές κατηγορίες πλοίων. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι:

- Υψηλή παραγωγικότητα: Πολύ μεγάλα πλοία μεγάλου DWT tonnage κατασκευάζονται σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα. Π.χ. ένα VLCC tanker σε ναυπηγεία της Κορέας κατασκευάζεται σε 8-9 μήνες περίπου ανάλογα με τις απαιτήσεις του πλοιοκτήτη. Γενικά υπάρχει τα ναυπηγεία αυτά έχουν εξειδικευτεί σημαντικά στην ναυπήγηση πλοίων αυτοματοποιώντας την όλη διαδικασία. Ενδεικτικό είναι το ότι τα πλοία που κατασκευάζει κάθε ναυπηγείο υπάρχουν σε κατάλογο με τα τεχνικά τους χαρακτηριστικά προκειμένου να επιλέξει ο κάθε πλοιοκτήτης. Τυχόν τροποποιήσεις από την τεχνική περιγραφή αποτελούν καθυστέρηση για την παράδοση του πλοίου
- Κόστος κατασκευής: Τα ναυπηγεία των παραπάνω χωρών διαθέτουν εργατικό προσωπικό με πολύ χαμηλό κόστος εργατοώρας, χαμηλά κόστη υλικών δεδομένου ότι και ο ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός κατασκευάζεται κατά κύριο λόγο στις χώρες αυτές ή σε γειτονικές τους χώρες στην περιοχή της Άπω Ανατολής και υψηλή παραγωγικότητα όπως αναφέρθηκε παραπάνω με αποτέλεσμα να μειώνεται αισθητά το κόστος και ο χρόνος κατασκευής, παράμετροι ιδιαίτερος σημαντικής σε μια δυναμική και ασταθή ναυτιλιακή αγορά.

- Χωρητικότητα ναυπηγείου: Τα ναυπηγεία των παραπάνω χωρών διαθέτουν πολλές κλίνες για πλοία μεγάλου μήκους-πλάτους και μεγάλης χωρητικότητας. Είναι πολύ σημαντικό για ένα ναυπηγείο να έχει υψηλή χωρητικότητα για κατασκευές νέων πλοίων γιατί συχνά παρατηρείται το φαινόμενο να μην υπάρχουν διαθέσιμες κλίνες για τα την κατασκευή των πλοίων με αποτέλεσμα να μένουν στην αναμονή οι εν εξελίξει παραγγελίες, να συσσωρεύονται οι παραγγελίες στο δελτίο παραγγελιών orderbook.

Σε αυτό το σημείο οι πλοιοκτήτες στρέφονται στην αγορά των μεταχειρισμένων και αποτέλεσμα να αυξάνεται ραγδαία η ζήτηση.

## 2.4 Αγορά διάλυσης πλοίων

Ένα πλοίο έχει κύκλο ζωής 25-30 χρόνια περίπου. Από τα 20 χρόνια και μετά μειώνεται αρκετά η αξία του λόγω φθοράς των κυτών (hull), των μηχανημάτων του εξοπλισμού των πλοίων, τις απόσυρσης ανταλλακτικών από τις εταιρείες εξοπλισμού πλοίων . Πέραν όμως των τεχνικών χαρακτηριστικών των πλοίων μεγάλο ρόλο παίζει και ο ναυτιλιακός κύκλος που κυμαίνεται. Στη διάλυση των πλοίων το κοστολόγιο κυμαίνεται σε δολάρια ανά τόνο μεταλλικής κατασκευής (lightweight) του πλοίου (\$/lwt).



**Εικόνα 2.3 Διαλυτήριο Πλοίων στην Ινδία**

Η διάλυση (demolition) είναι μια διαδικασία κατά την οποία το πλοίο απογυμνώνεται από τον αρχικό του εξοπλισμό (μονώσεις, δίκτυα, Η/Μ μηχανήματα, καλώδια, κλπ) και εν συνεχεία διαλύεται με απώτερο σκοπό την εκμετάλλευση της μεταλλικής κατασκευής του πλοίου, τον χάλυβα, για ανακύκλωση. Γενικά στα περισσότερα πλοία η μεταλλική κατασκευή απαρτίζεται περίπου κατά 95% από χάλυβα. Αυτό εξαρτάται από το είδος του πλοίου και της μεθοδολογίας κατασκευής που ακολουθήθηκε κατά την ναυπήγησή του.

Η βιομηχανία της διάλυσης πλοίων που έχει αναπτυχθεί σήμερα αποσκοπεί στην εκμετάλλευση του χάλυβα (scrap) για ανακύκλωση. Ο ανακυκλωμένος χάλυβας θα μπορεί να μεταπωληθεί στον κλάδο των κατασκευών. Η αξία της μεταπώλησης του χάλυβα (scrap) εξαρτάται και από την αξία του χάλυβα ως παράγωγο (commodity) στην οικονομία. Για να μεγιστοποιήσουν τα κέρδη τους τα διαλυτήρια αποσκοπούν στην ελαχιστοποίηση του κόστους της διαδικασίας διάλυσης.

Οι δυτικές χώρες της Ευρώπης ανέπτυξαν την εν λόγω βιομηχανία με την χρήση μηχανημάτων για την διάλυση μεγιστοποιώντας έτσι την παραγωγικότητά τους. Όμως οι ανατολικές χώρες της Ασίας πέτυχαν πολύ πιο χαμηλά κόστη για την διάλυση χρησιμοποιώντας εργατικό δυναμικό με πολύ χαμηλό κόστος εργατοώρας με αποτέλεσμα να μετακινηθεί η βιομηχανία της διάλυσης των πλοίων από την Ευρώπη στην Ασία σε χώρες όπως Ινδία, Πακιστάν, Μπαγκλαντές και Κίνα. Σε αυτές τις χώρες, με εξαίρεση την Κίνα, οι διαλύσεις πραγματοποιούνται πάνω σε μεγάλες παραλίες όπου οι εργάτες δουλεύουν με φορητά φλογοκοπτικά εργαλεία διαμελίζοντας τομείς ή και υποτομείς πλοίων (εικόνα 2.4). Επίσης πολλά από τα μηχανήματα και τον υπόλοιπο εξοπλισμό που αφαιρούνται πριν από την διάλυση είναι προς εκμετάλλευση για τις εγχώριες βιομηχανίες των χωρών αυτών.



**Εικόνα 2.4 Κοπή υποτομέα πλοίου υπό διάλυση σε διαλυτήριο στην Ινδία**

**Πίνακας 2.1 Διαλύσεις ανά χώρα (1985-2005)**

	1986		1991		1995		2005	
	GT	%	GT	%	GT	%	GT	%
Taiwan	7,773	38	48	2	–	0	0	
China	4,567	23	172	7	754	9	200	3%
South Korea	2,658	13	8	0	3	0	0	
Pakistan	861	4	445	19	1,670	20	0	
Japan	770	4	81	3	146	2	0	
India	636	3	695	29	2,809	33	1000	16%
Spain	581	3	13	1	40	0	0	
Turkey	418	2	77	3	207	2	0	
Italy	311	2	8	0	1	0	0	
Bangladesh	268	1	512	22	2,539	30	4600	75%
Others	1,444	7	306	13	354	4	300	5%
Total	20,287	100	2,365	100	8,523	100	6,100	100%

Source: Lloyd's Register of Shipping

Στον παραπάνω πίνακα 2.1 φαίνονται οι χώρες που δραστηριοποιήθηκαν στην βιομηχανία της διάλυσης πλοίων από τα τελευταία 20 χρόνια. Χρήζει ενδιαφέροντος ότι στα μέσα της δεκαετίας του '80, κατά την διάρκεια της παγκόσμιας οικονομικής ύφεσης, η αγορά των διαλύσεων έφτανε τους 20.287 GT κυρίως στις χώρες Ταϊβάν, Κίνα και Β. Κορέα, ενώ το 2005, όπου η ναυτιλία είχε εξαιρετική άνοδο, έφτασε μόλις στους 6,100 GT κυρίως στις χώρες Μπαγκλαντές, Ινδία και Κίνα. Αυτό συνέβη διότι σε περιόδους «ευφορίας», όπως είχε προαναφερθεί στα προηγούμενα κεφάλαια, οι ενδιαφερόμενοι επενδυτές-πλοιοκτήτες στρέφονται σε νέες παραγγελίες πλοίων στα ναυπηγεία ή στην αγορά των μεταχειρισμένων όταν το δελτίο παραγγελιών (orderbook) έχει διογκωθεί.

Στην αγορά της διάλυσης των πλοίων όπως και στις αγοραπωλησίες μεταχειρισμένων πλοίων μεσολαβούν μεταξύ πλοιοκτητών και διαλυτηρίων γραφεία shipbroking. Υπάρχουν τμήματα με προσωπικό εξειδικευμένο στην αγορά της διάλυσης πλοίων όπου παρέχουν και συμβουλευτικές υπηρεσίες προς όφελος των πλοιοκτητών για το πότε και που συμφέρει να διαλυθεί ένα πλοίο. Για τον κατάλληλο χρόνο για την διάλυση εξαρτάται από την τρέχουσα κατάσταση του ναυτιλιακού κύκλου (ναυλαγορά, αγορά μεταχειρισμένων πλοίων) καθώς και την ζήτηση και αξία του χάλυβα στην οικονομία.

### 3. Μεθοδολογία και αποτελέσματα

#### 3.1 Θεωρία και περιγραφή της διαδικασίας ανάπτυξης μοντέλου εκτίμησης

Σκοπός είναι η δημιουργία ενός ακριβούς και μοντέλου εκτίμησης ικανό να βοηθήσει τους πλοιοκτήτες/επενδυτές στην λήψη αποφάσεών τους. Έτσι, με γνώμονα την ακρίβεια και χρησιμότητα θα αναπτυχθεί ένα μοντέλο εκτίμησης της τρέχουσας (spot) πραγματικής εμπορικής αξίας ενός μεταχειρισμένου πλοίου bulk carrier ή tanker.

Η ανάπτυξη του μοντέλου θα γίνει βάσει στατιστικών δεδομένων εφαρμόζοντας μια τεχνική data mining μέσω λογισμικού H/Y, που να επιτρέπει την εκτίμηση των τιμών μεταχειρισμένων πλοίων βασιζόμενο σε πραγματικούς παρελθοντικούς χρηματοοικονομικούς παραμέτρους. Η επιλογή των παραμέτρων που επηρεάζουν την εκτίμηση γίνεται αρχικά με τρόπο διαισθητικό και στη συνέχεια ελέγχεται ο βαθμός συσχέτισης της κάθε παραμέτρου με την πραγματική τιμή των μεταχειρισμένων πλοίων από τα υπάρχοντα δεδομένα. Στη συνέχεια, επιλέγονται με γνώμονα τον βαθμό συσχέτισης οι καταλληλότεροι παράμετροι οι για την ανάπτυξη του μοντέλου.

Συγκεκριμένα προσδιορίζεται ο βαθμός συσχέτισης μέσω της θεωρίας του Pearson για τον συντελεστή συσχέτισης.

Για δυο δεδομένες χρονοσειρές :  $p_t^x, p_t^y$ , με  $t = 1, \dots, N$ , όπου  $\overline{p^x}$  ο μέσος της x-χρονοσειράς και  $\overline{p^y}$  ο μέσος της y-χρονοσειράς,  $\sigma_x$  η τυπική απόκλιση της x-χρονοσειράς, και  $\sigma_y$  αντίστοιχα για την y-χρονοσειρά.

$$\eta = \frac{(N - 1)^2 \sum_t (p_t^x - \overline{p^x})(p_t^y - \overline{p^y})}{N^2 \sigma_x^n \sigma_y^n}$$

Ο συσχετισμός κατά Pearson απεικονίζει το βαθμό γραμμικής σχέσης μεταξύ δυο μεταβλητών. Οι τιμές του διακυμαίνονται από -1 έως +1. Ένας συσχετισμός +1 σημαίνει ότι υπάρχει μια τέλεια θετική γραμμική σχέση μεταξύ των μεταβλητών. Μια σχέση χαρακτηρίζεται ως θετική, όταν οι τιμές μιας μεταβλητής x αυξάνονται με ένα δεδομένο θετικό ρυθμό, αντίστοιχα αυξάνονται και οι τιμές μιας μεταβλητής y με ένα θετικό ρυθμό. Όταν και οι δυο μεταβλητές x,y αυξάνονται με τον ίδιο ρυθμό έχουν συσχέτιση +1. Ένας συσχετισμός -1 σημαίνει ότι υπάρχει μια τέλεια αρνητική γραμμική σχέση μεταξύ των μεταβλητών. Μια σχέση χαρακτηρίζεται ως αρνητική, όταν οι τιμές μιας μεταβλητής x μειώνονται με ένα δεδομένο αρνητικό ρυθμό,

αντίστοιχα μειώνονται και οι τιμές μιας μεταβλητής  $y$  με έναν αρνητικό ρυθμό. Ενώ ένας συσχετισμός 0 σημαίνει ότι δεν υπάρχει καμία γραμμική σχέση μεταξύ των δυο μεταβλητών. Αξίζει να σημειωθεί ότι μια μη-μηδενική τιμή του συντελεστή συσχέτισης δεν σημαίνει απαραίτητα ότι οι μεταβλητές είναι εξαρτημένες μεταξύ τους διότι στην πραγματικότητα οι μεταβλητές μπορεί να αναφέρονται σε άσχετα μεταξύ τους μεγέθη και η γραμμική τους σχέση να είναι καθαρά και μόνο στατιστική. Ο υπολογισμός του συντελεστή συσχέτισης για όλες τις παραμέτρους γίνεται με τη βοήθεια του στατιστικού υπολογιστικού πακέτου SPSS.

Η ανάπτυξη του μοντέλου εκτίμησης θα γίνει με τη βοήθεια του λογισμικού Cubist το οποίο επιλέχθηκε για την ακρίβεια και αξιοπιστία των αποτελεσμάτων που αποδίδει στην ανάπτυξη των μοντέλων. Το Cubist βασίζεται σε τεχνική data mining, για την ανάπτυξη των μοντέλων, με τη δημιουργία πολυμεταβλητών γραμμικών κανόνων. Ο κάθε κανόνας είναι μια γραμμική σχέση με παράγοντες τις προκαθορισμένες μεταβλητές που επηρεάζουν την εξαρτημένη μεταβλητή (στη προκειμένη περίπτωση η αξία μεταχειρισμένου πλοίου). Όπως αναφέρθηκε οι προκαθορισμένες μεταβλητές επιλέγονται με βάση τον συντελεστή συσχέτισης που υπολογίζεται με το SPSS. Ο συντελεστής συσχέτισης κατά Pearson αποτελεί καλό κριτήριο για την επιλογή των παραμέτρων στην ανάπτυξη του μοντέλου καθώς εκφράζει την γραμμική τους συσχέτιση. Εάν είναι ικανοποιητική η συσχέτιση ( $>0.80$ ) τότε η μεταβλητή ενσωματώνεται στην ανάπτυξη του μοντέλου και το Cubist δημιουργεί τους κατάλληλους γραμμικούς κανόνες. Αυτή η διαδικασία πραγματοποιείται για την επίτευξη της βέλτιστης ακρίβειας στα τελικά μοντέλα εκτίμησης που θα αναπτυχθούν.

Μετά την ανάπτυξη του μοντέλου, οι τιμές που προκύπτουν από το μοντέλο ελέγχονται και συγκρίνονται με τις αντίστοιχες πραγματικές τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής (τιμές μεταχειρισμένων). Ο έλεγχος γίνεται για μια σειρά δεδομένων που έχουν επιλεγεί τυχαία (200 περιπτώσεις) για την ανάπτυξη των γραμμικών κανόνων. Αυτή η επιλογή γίνεται από το Cubist και βάσει αυτού εκπαιδεύεται το μοντέλο για την δημιουργία κανόνων που θα αποτελέσουν μετέπειτα το τελικό μοντέλο εκτίμησης.

Ο έλεγχος και η αξιολόγηση του μοντέλου είναι αναγκαία προκειμένου να υπάρχει ακρίβεια και αξιοπιστία στα αποτελέσματα που εξάγει. Η αξιολόγηση του μοντέλου γίνεται σε κάθε εκτέλεση του μοντέλου από το Cubist:

1. Με τον υπολογισμό του μέσου σφάλματος. Το μέσο σφάλμα υπολογίζεται ως η μέση τιμή της απόλυτης διαφοράς μεταξύ πραγματικής τιμής και τιμής που προκύπτει από το μοντέλο. Όσο πιο μικρό είναι το μέσο σφάλμα τόσο πιο ακριβές είναι το μοντέλο. Η διακύμανση του σφάλματος πρέπει είναι μικρή.
2. Με τον υπολογισμό του σχετικού σφάλματος. Το σχετικό σφάλμα υπολογίζεται ως το πηλίκο του μέσου σφάλματος προς το μέσο σφάλμα που

θα προέκυπτε αν κάθε φορά το αποτέλεσμα ήταν η μέση τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής. Για αξιόπιστο μοντέλου η τιμή του σχετικού σφάλματος θα πρέπει να είναι μικρότερη του 1.

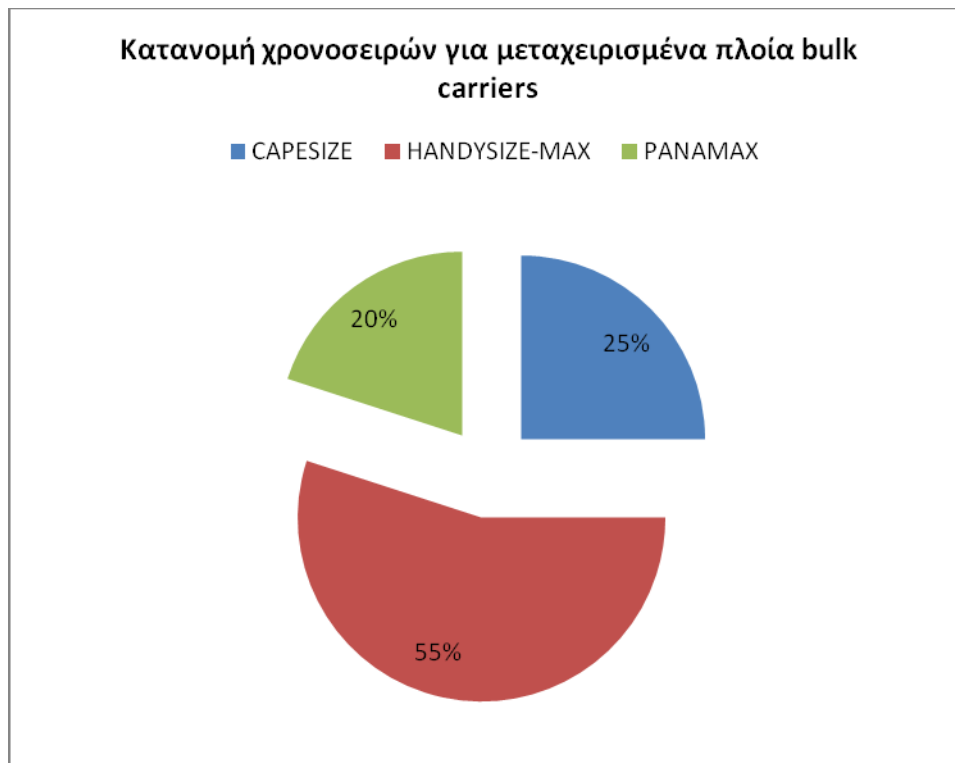
3. Το βαθμό συσχέτισης του μοντέλου με τις πραγματικές τιμές. Αυτός υπολογίζεται ως ο μέσος όρος της συσχέτισης των επιμέρους περιπτώσεων. Η συσχέτιση μιας περίπτωσης είναι η συμπλήρωση της μονάδας της απόλυτης διαφοράς της πραγματικής τιμής και της τιμής που προκύπτει από το μοντέλο διαιρούμενης με την τιμή που δίνει το μοντέλο. Ο βαθμός συσχέτισης είναι στην ουσία μια διαφορετική έκφραση του μέσου σφάλματος που λαμβάνει υπόψη το σχετικό μέγεθος του σφάλματος. Είναι φανερό ότι όσο πιο κοντά στο ένα είναι ο βαθμός συσχέτισης τόσο πιο ακριβές είναι το μοντέλο.

### **3.2 Μελέτη τιμών μεταχειρισμένων πλοίων τύπου bulk carrier**

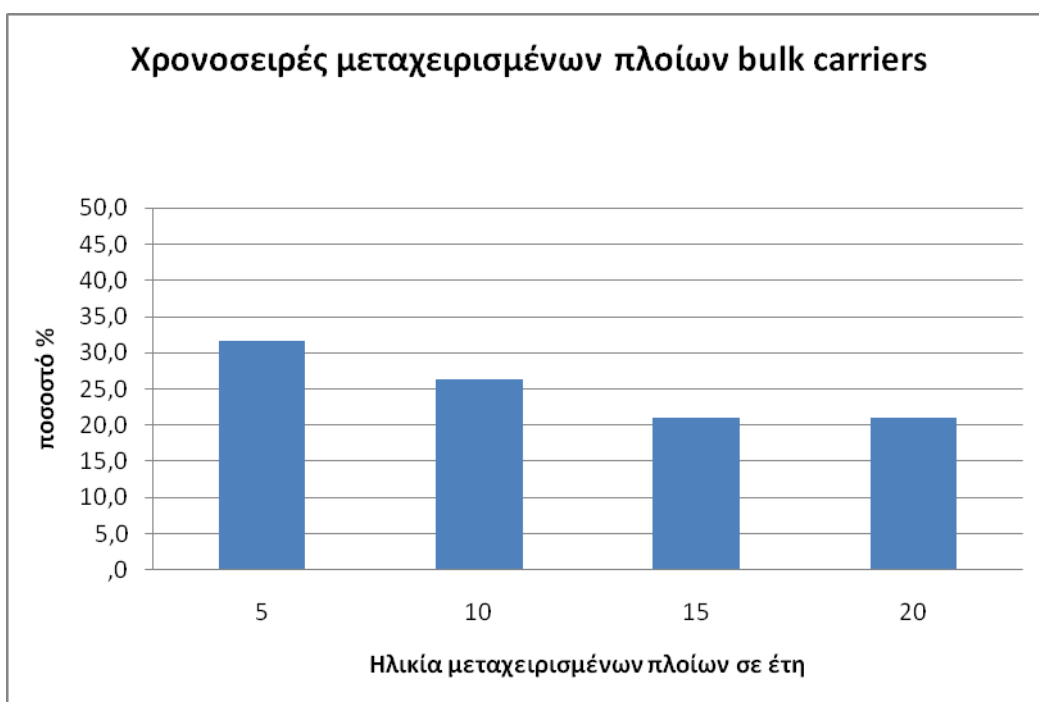
Η μελέτη για τα πλοία τύπου bulk carriers θα γίνει ξεχωριστά για κάθε κατηγορία τέτοιων πλοίων σύμφωνα με τις διεθνείς κατηγορίες βάσει του DWT tonnage :

1. Handysize-Handymax (15.000-49.999 tn dwt)
2. Panamax (50.000-79.999 tn dwt)
3. Capesize (80.000-169.999 tn dwt)

Στο γράφημα 3.1 φαίνεται η κατανομή των δεδομένων (χρονοσειρών) που αντλήθηκαν από τους Clarksons για πλοία τύπου bulk carriers. Στο γράφημα 3.2 φαίνονται και οι ηλικίες των μεταχειρισμένων πλοίων αυτής της κατηγορίας.



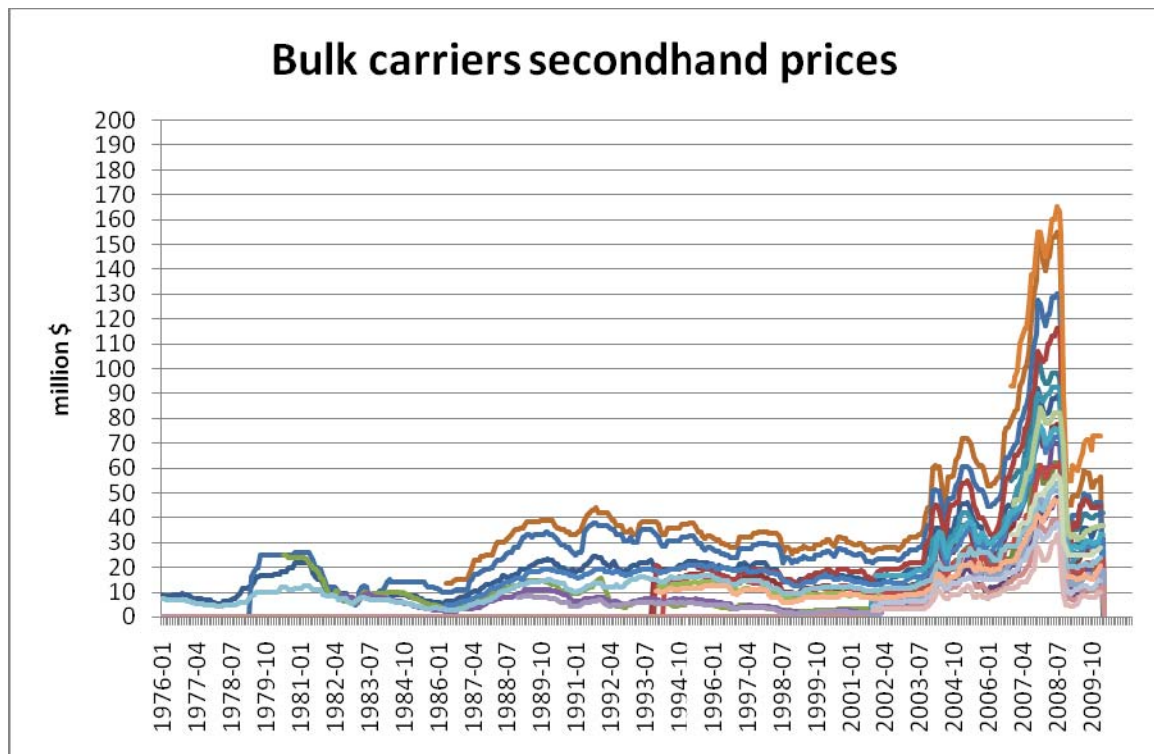
**Γράφημα 3.1 Κατανομή χρονοσειρών για μεταχειρισμένα πλοία bulk carriers**



**Γράφημα 3.2 Ηλικίες μεταχειρισμένων πλοίων bulk carriers από τα ληφθέντα δεδομένα των Clarksons**

Στο γράφημα 3.3 φαίνονται οι χρονοσειρές των τιμών των μεταχειρισμένων πλοίων τύπου bulk carriers.





**Γράφημα 3.3 Χρονοσειρές τιμών μεταχειρισμένων πλοίων τύπου bulk carriers**

Στην παράγραφο αυτή θα γίνει η ανάπτυξη του μοντέλου για τα πλοία τύπου Handysize-Handymax και στο Παράρτημα της παρούσας εργασίας θα παρατεθούν τα μοντέλα των υπολοίπων κατηγοριών, καθώς ακολουθείται η ίδια ακριβώς διαδικασία για την ανάπτυξη και δημιουργία του μοντέλου.

### 3.2.1. Καθορισμός μεταβλητών προβλήματος

Οι μεταβλητές του προβλήματος είναι οι παράγοντες που αναφέρθηκαν στο Κεφάλαιο 2, οι οποίοι για λόγους ευκολίας για την ανάπτυξη των μοντέλων αναφέρονται ως ακολούθως:

1.  $SP_i$ , ως συνεχής μεταβλητή που δηλώνει την τιμή μεταχειρισμένου από τα υπάρχοντα δεδομένα (Clarksons). Ο δείκτης  $I$  αναφέρεται στην ηλικία του πλοίου σε χρόνια (5,10,15,20).
2.  $TCR_i$ , ως συνεχής μεταβλητή που δηλώνει την χρονοναύλωση. Ο δείκτης  $i$  παίρνει τιμές 1 και 3 και αναφέρεται σε έτη ναύλωσης.
3.  $NEW$ , ως συνεχής μεταβλητή που δηλώνει τις τιμές των νεότευκτων πλοίων σε εκατομμύρια \$ από τα υπάρχοντα δεδομένα (Clarksons).
4.  $SCRAP$ , ως συνεχής μεταβλητή που δηλώνει τις τιμές των υπό διάλυση πλοίων σε \$/tn από τα υπάρχοντα δεδομένα (Clarksons).

### 3.2.2. Συσχετίσεις μεταβλητών

Οι συσχετίσεις των μεταβλητών με τις τιμές των μεταχειρισμένων πλοίων (Spi) θα μας υποδείξουν το κατά πόσο συσχετίζονται για να ενσωματωθούν στην ανάπτυξη του μοντέλου. Επίσης, έχει διαπιστωθεί ότι όταν οι τιμές του συντελεστή συσχέτισης κατά Pearson είναι κάτω από 0,8 δεν θα πρέπει να συμπεριληφθούν στην ανάπτυξη του μοντέλου ως εξαρτημένες μεταβλητές, αλλά ως ανεξάρτητες.

Όπως προαναφέρθηκε συσχετισμός των χρονοσειρών-μεταβλητών κατά Pearson που εφαρμόζεται στην παρούσα εργασία έγινε μέσω του στατιστικού πακέτου SPSS.

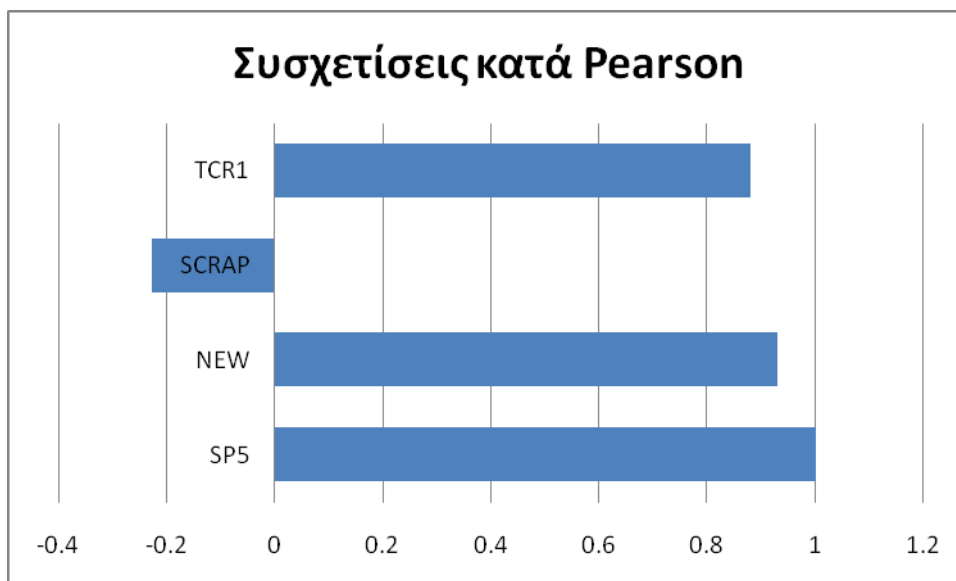
Τα αποτελέσματα των συσχετισμών (bivariate correlations) από το SPSS φαίνονται στον παρακάτω πίνακα 3.1 και γράφημα 3.4.

**Πίνακας 3.1 Αποτελέσματα συσχετίσεων κατά Pearson από το SPSS**

		Correlations			
		SP5	NEW	SCRAP	TCR1
SP5	Pearson Correlation	1	,930**	-,228**	,879**
	Sig. (2-tailed)		,000	,004	,000
	N	287	287	156	287
NEW	Pearson Correlation	,930**	1	-,165*	,783**
	Sig. (2-tailed)	,000		,038	,000
	N	287	290	159	290
SCRAP	Pearson Correlation	-,228**	-,165*	1	-,201**
	Sig. (2-tailed)	,004	,038		,003
	N	156	159	214	214
TCR1	Pearson Correlation	,879**	,783**	-,201**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,003	
	N	287	290	214	412

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

		SP5	NEW	SCRAP	TCR1
SP5	Pearson Correlation	1	,930**	-,228**	,879**
	Sig. (2-tailed)		,000	,004	,000
	N	287	287	156	287
NEW	Pearson Correlation	,930**	1	-,165*	,783**
	Sig. (2-tailed)	,000		,038	,000
	N	287	290	159	290
SCRAP	Pearson Correlation	-,228**	-,165*	1	-,201**
	Sig. (2-tailed)	,004	,038		,003
	N	156	159	214	214
TCR1	Pearson Correlation	,879**	,783**	-,201**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,003	
	N	287	290	214	412



**Γράφημα 3.4 Συσχετίσεις κατά Pearson**

Από το τον παραπάνω πίνακα βλέπουμε ότι η μέση τιμή πώλησης ενός μεταχειρισμένου πλοίου της κατηγορίας Handysize-Handymax, ηλικίας 5 ετών (SP5), συσχετίζεται σε μεγάλο βαθμό με την τιμή ναυπήγησής του (NEW - 0,930) και με τις ετήσιες χρονοναυλώσεις (TCR1 - 0,879). Οπότε αυτές οι μεταβλητές θα ενσωματωθούν στην ανάπτυξη του μοντέλου ως εξαρτημένες μεταβλητές. Το γεγονός ότι έχουν θετικές τιμές στον συντελεστή συσχέτισης κατά Pearson δηλώνει ότι όσο

αυξάνεται η τιμή της των τιμών των μεταχειρισμένων πλοίων αυτής της κατηγορίας αυξάνεται και η αντίστοιχη των νεότευκτων και αντιστοίχως και αξία των χρονοναυλώσεων και αντιστρόφως, σε βαθμό ανάλογα με τον συντελεστή συσχέτισης.

Αντιθέτως, οι τιμές διάλυσης πλοίων αυτής της κατηγορίας έχουν αρνητικό συντελεστή συσχέτισης (-0,228) με τις τιμές μεταχειρισμένων ηλικίας 5 ετών, πράγμα λογικό γιατί όσο αυξάνονται οι τιμές των μεταχειρισμένων λόγω αυξημένης ζήτησης και ενδεχομένως και προσδοκιών για επενδύσεις στην ναυτιλιακή αγορά, οι διαλύσεις πλοίων μειώνονται. Εξάλλου ένα πλοίο συμφέρει να διαλυθεί συνήθως μετά τα 15-20 έτη του κύκλου ζωής του και αναλόγως με την φάση που βρίσκεται ο ναυτιλιακός κύκλος. Επίσης, οι τιμές διάλυσης στην ουσία εξαρτώνται κυρίως από τις τιμές του σιδήρου στην παγκόσμια αγορά. Στον πίνακα 3.2 φαίνεται η συσχέτιση ενός μεταχειρισμένου πλοίου 20 ετών αυτή της κατηγορίας τις τιμές διάλυσης.

**Πίνακας 3.2 Συσχετίσεις τιμών μεταχειρισμένου πλοίου 20ετίας με τιμή διάλυσης πλοία bulk carrier Handysize-Handymax**

		Correlations	
		SCRAP	SP20
SCRAP	Pearson Correlation	1	-,215
	Sig. (2-tailed)		,202
	N	214	37
SP20	Pearson Correlation	-,215	1
	Sig. (2-tailed)	,202	
	N	37	100

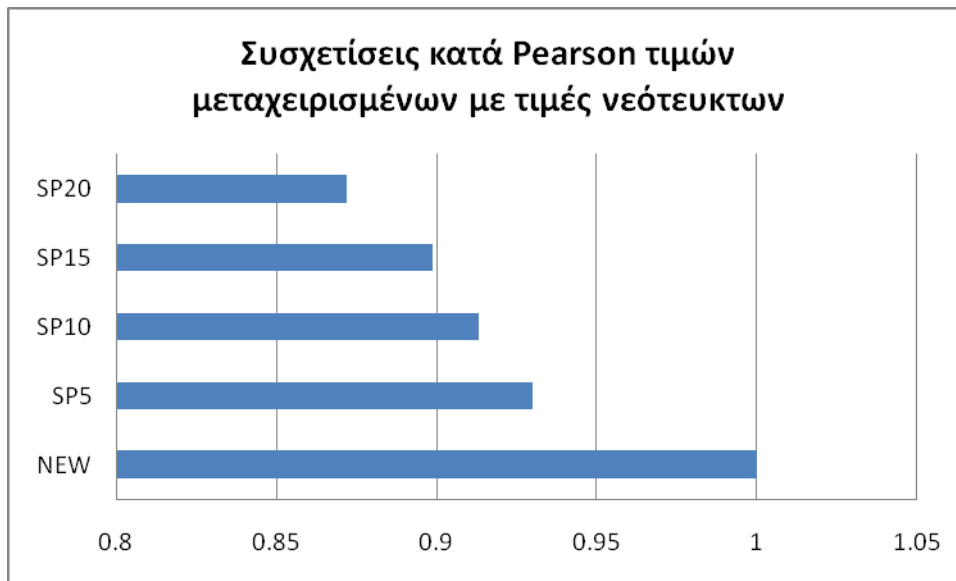
Έχουμε και εδώ αρνητικό συντελεστή συσχέτισης (-0,215) αλλά μεγαλύτερο από τον αντίστοιχο, στον παραπάνω πίνακα, με αυτό του μεταχειρισμένου πλοίου 5 ετών (-0,215>-0,228).

Λόγω όμως αυτού του αρνητικού συντελεστή συσχέτισης οι τιμές διάλυσης θα ενσωματωθούν ως ανεξάρτητη μεταβλητή στην ανάπτυξη του μοντέλου και όπως θα φανεί στην συνέχεια οι τιμές αυτές θα αγνοηθούν (“ignore”) από το πρόγραμμα Cubist.

Σχετικά με την ηλικία του μεταχειρισμένου πλοίου, παρακάτω παρατίθενται οι συντελεστές συσχέτισης για τις τιμές πώλησης μεταχειρισμένων πλοίων αυτής της κατηγορίας για κάθε ηλικία, έχουν χωριστεί σε τέσσερις κατηγορίες: 5, 10, 15 και 20 έτη, σε σχέση με τις τιμές των νεότευκτων.

**Πίνακας 3.3 Συσχετίσεις τιμών μεταχειρισμένων πλοίων bulk carriers Handysize-Handymax 5, 10, 15, 20 ετών με τα αντίστοιχα νεότευκτα.**

		NEW
SP5	Pearson Correlation	,930**
	Sig. (2-tailed)	,000
	N	287
SP10	Pearson Correlation	,913**
	Sig. (2-tailed)	,000
	N	99
SP15	Pearson Correlation	,899**
	Sig. (2-tailed)	,000
	N	100
SP20	Pearson Correlation	,872**
	Sig. (2-tailed)	,000
	N	100
NEW	Pearson Correlation	1
	Sig. (2-tailed)	
	N	290



**Γράφημα 3.5 Συσχετίσεις τιμών μεταχειρισμένων πλοίων bulk carriers Handysize-Handymax 5, 10, 15, 20 ετών με τα αντίστοιχα νεότευκτα.**

Από τους συντελεστές συσχέτισης φαίνεται ότι με το πέρασμα του χρόνου μειώνεται η εμπορική αξία ενός μεταχειρισμένου πλοίου, πράγμα που αναλύθηκε και θεωρητικά στο Κεφάλαιο 1.

### 3.2.3. Ανάπτυξη μοντέλου

Για την ανάπτυξη του μοντέλου στο Cubist θα χρησιμοποιηθούν οι μεταβλητές που προαναφέρθηκαν στην παρακάτω μορφή σε αρχείο τύπου \*.txt με την ονομασία SP.names προκειμένου να αναγνωριστούν τα δεδομένα που θα εισαχθούν.

SP5.

SP5: continuous  
 SP10: continuous  
 SP15: continuous  
 SP20: continuous  
 NEW: continuous  
 SCRAP: continuous  
 TCR1: continuous

|attributes excluded: SCRAP

attributes included: SP5,SP10,SP15,SP20,NEW, TCR11

Όπως φαίνεται θα εισαχθούν όλες μας οι μεταβλητές στην ανάπτυξη του μοντέλου καθώς συσχετίζονται σε μεγάλο βαθμό (>0,8) με τις τιμές των μεταχειρισμένων πλοίων, εκτός από τις τιμές διάλυσης λόγω της μικρής συσχέτισής τους.

Τα δεδομένα θα εγγραφούν σε αρχείο επίσης \*.txt με την ονομασία SP.data καθώς έτσι αναγνωρίζονται από το Cubist.

Για την δημιουργία του μοντέλου θα εξεταστούν 200 περιπτώσεις (cases) από τα δεδομένα που δόθηκαν. Η επιλογή γίνεται τυχαία και οι υπόλοιπες περιπτώσεις δεν θα συμπεριληφθούν. Ακόμα, θα αφαιρεθούν και τα δεδομένα με την μεγαλύτερη έλλειψη στοιχείων.

Όσον αφορά τις ρυθμίσεις του προγράμματος: ο κάθε κανόνας πρέπει να καλύπτει το 10% των περιπτώσεων, η εξαγωγή των τιμών (extrapolation) πρέπει να είναι έως 10% των ορίων των κανόνων και χωρίς μέγιστο όριο κανόνων (απεριόριστοι).

Παρακάτω παρατίθεται το μοντέλο που δημιουργήθηκε για τα πλοία τύπου Handysize-Handymax bulk carriers από το Cubist:

Model:

```
Rule 1: [43 cases, mean 11.147, range 4.7 to 17.5, est err 0.617]
  if
    SP10 > 11.25
    SP10 <= 12.378
    NEW <= 22.5
  then
    SP5 = 15.492 - 2.32 SP10 + 1.35 NEW

Rule 2: [37 cases, mean 13.611, range 12.5 to 14.6, est err
0.332]
  if
    SP10 <= 11.25
    NEW <= 20.5
  then
    SP5 = 8.085 + 0.35 SP10 + 0.11 NEW

Rule 3: [5 cases, mean 16.550, range 15.25 to 17.5, est err
0.456]
  if
    SP10 <= 11.25
    NEW > 20.5
  then
    SP5 = -4.725 + 1.97 SP10 + 0.06 NEW

Rule 4: [9 cases, mean 17.139, range 15.25 to 19, est err 0.134]
  if
    SP10 > 12.378
    NEW <= 22.5
  then
```

$$SP5 = -15.36 + 0.96 \text{ NEW} + 0.88 \text{ SP10}$$

Rule 5: [26 cases, mean 17.652, range 14.5 to 19.25, est err 0.679]

```

if
  SP10 <= 12.6
  NEW > 22.5
  NEW <= 24.5
then
  SP5 = -53.097 + 2.9 NEW + 0.11 TCR1

```

Rule 6: [38 cases, mean 17.964, range 15.5 to 19.5, est err 0.734]

```

if
  SP10 <= 12.6
  NEW > 24.5
then
  SP5 = 5.401 + 0.44 NEW + 0.07 TCR12 + 0.05 SP10

```

Rule 7: [42 cases, mean 19.679, range 18 to 21, est err 0.366]

```

if
  SP10 > 12.6
  NEW > 22.5
then
  SP5 = 5.025 + 0.98 SP10

```

Όπως βλέπουμε παραπάνω, το Cubist δημιούργησε 7 κανόνες για την ανάπτυξη του μοντέλου. Ο κάθε κανόνας αναφέρεται σε ορισμένες συνθήκες, π.χ.

Rule 1: [43 cases, mean 11.147, range 4.7 to 17.5, est err 0.617]

```

if
  SP10 > 11.25
  SP10 <= 12.378
  NEW <= 22.5
then
  SP5 = 15.492 - 2.32 SP10 + 1.35 NEW

```

Στον 1<sup>ο</sup> κανόνα, ο οποίος δημιουργήθηκε από 43 περιπτώσεις (43 cases) από του 200 που διάλεξε τυχαία το Cubist, εάν σε μια τρέχουσα (spot) χρονική στιγμή στην ναυτιλιακή αγορά οι τιμές των μεταχειρισμένων πλοίων Handysize-Handymax bulk carriers 10ετίας (SP10) μεταξύ 11,5 και 12,37 εκατομμύρια \$ και οι τιμές των αντίστοιχων νεότευκτων (NEW) είναι κάτω από 22,5 εκατομμύρια \$, η εκτιμώμενη τιμή ενός μεταχειρισμένου 5ετίας είναι :

$$SP5 = 15.492 - 2.32 \text{ SP10} + 1.35 \text{ NEW}$$

Έστω :

SP10=12 εκατομμύρια \$

NEW=20 εκατομμύρια \$

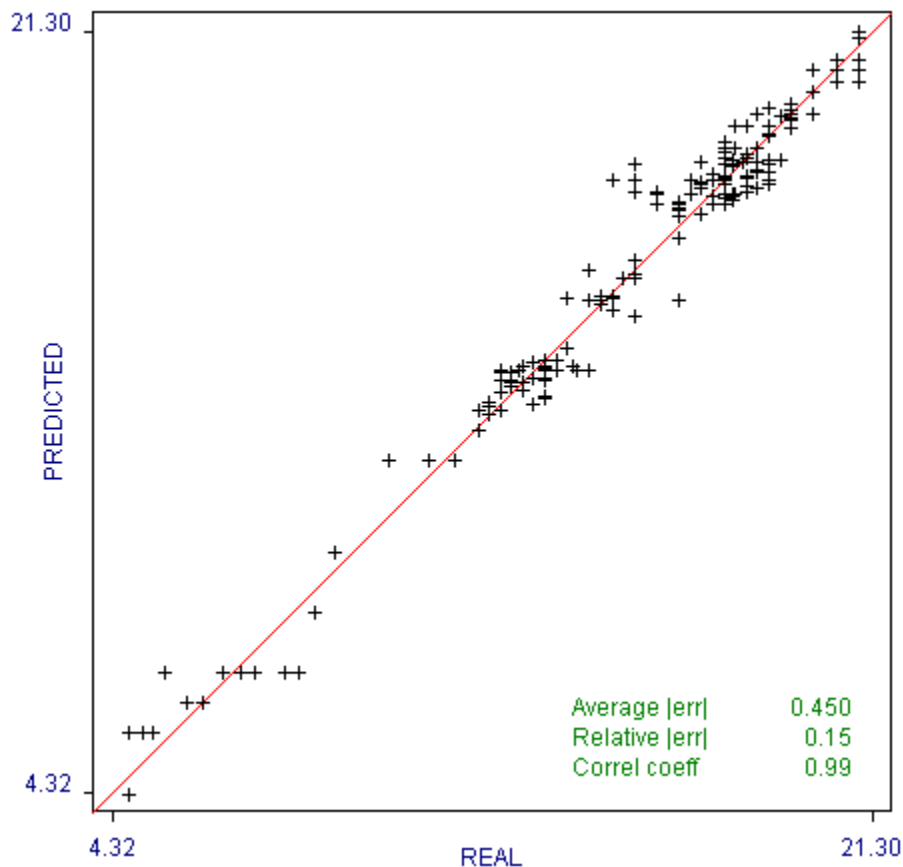
Τότε έχουμε:  $SP5 = 15.492 - 2.32 \times 12 + 1.35 \times 20 = 14.652$

Άρα η τιμή που εκτιμάται μέσω του μοντέλου για ένα μεταχειρισμένο πλοίο 5ετίας Handysize-Handymax bulk carrier στην συγκεκριμένη περίπτωση είναι 14.652 εκατομμύρια \$.



Σε κάθε μοντέλο μπορούμε να δούμε από ποιες μεταβλητές αποτελείται το μοντέλο και σε ποιο ποσοστό συμμετοχής (attribute usage), όπως βλέπουμε παρακάτω. Η πρώτη στήλη (conds) δηλώνει την ποσοστιαία συμμετοχή της κάθε μεταβλητής στην δημιουργία κάποιου κανόνα και η δεύτερη στήλη (model) δηλώνει την ποσοστιαία συμμετοχή της κάθε μεταβλητής στο γραμμικό μοντέλο. Δηλαδή στο μοντέλο αυτό για τα Handysize-Handymax bulk carriers, η μεταβλητή SP10 συμμετέχει κατά 100% στην δημιουργία των κανόνων και σε ποσοστό 87% στο γραμμικό μοντέλο. Μεταβλητές με ποσοστά συνολικά και στις δύο στήλες κάτω του 1% δεν εμφανίζονται.

Attribute usage:		
Conds	Model	
100%	87%	SP10
100%	79%	NEW
	32%	TCR1



**Γράφημα 3.7 Scatterplot αποτελεσμάτων, γραμμική προσέγγιση μοντέλου και έλεγχος αποτελεσμάτων**

Σε κάθε επίλυση υπάρχει η δυνατότητα αποτύπωσης των αποτελεσμάτων γραφικά καθώς και η γραμμική προσέγγιση του μοντέλου. Όπως φαίνεται στο παραπάνω

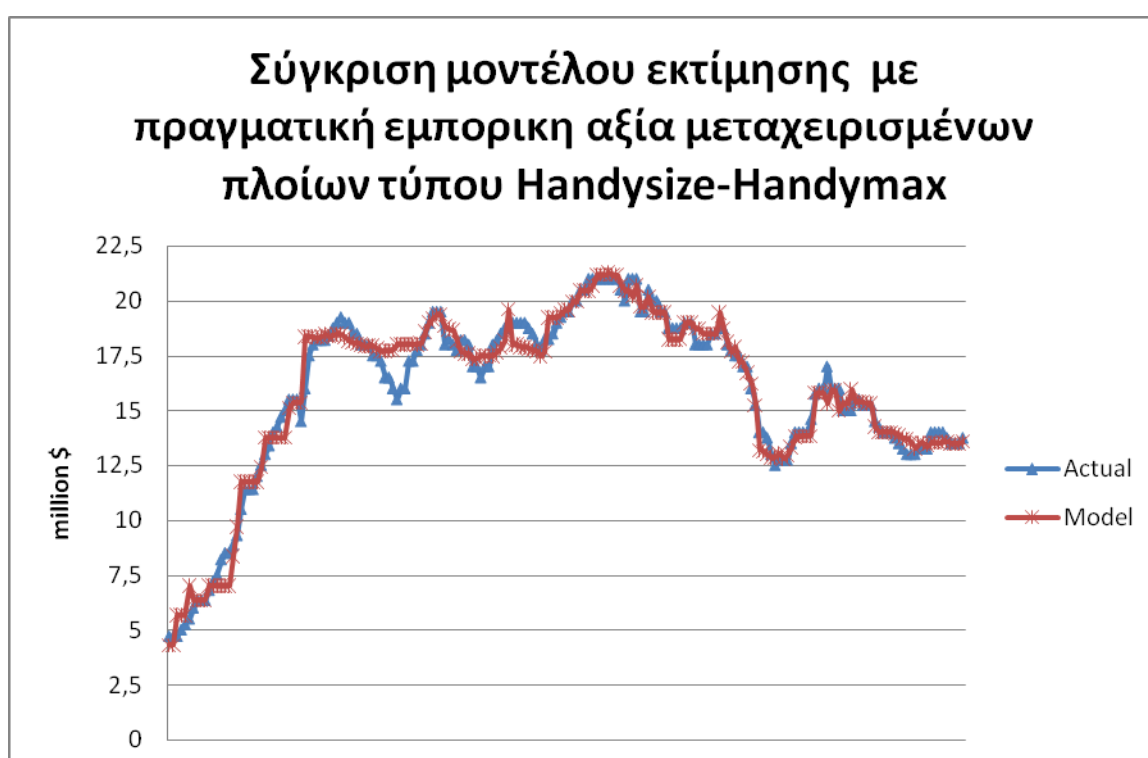
διάγραμμα από τις 200 περιπτώσεις (cases) έχουμε πολύ χαμηλό απόλυτο και σχετικό σφάλμα καθώς επίσης και πολύ υψηλό συντελεστή συσχέτισης κοντά στην μονάδα:

Απόλυτο σφάλμα: 0,45

Σχετικό σφάλμα: 0,15

Συντελ. Συσχέτισης: 0,99

Στο παρακάτω γράφημα απεικονίζονται τα αποτελέσματα του μοντέλου εκτίμησης σε σύγκριση με τις πραγματικές εμπορικές τιμές μεταχειρισμένων πλοίων τύπου Handysize-Handymax bulk carriers..



**Γράφημα 3.7 Σύγκριση μοντέλου εκτίμησης με πραγματική εμπορική αξία μεταχειρισμένων πλοίων bulk carriers Handysize-Handymax**

Τέλος, μετά από κάθε επίλυση το Cubist δίνει και τον χρόνο επίλυσης του μοντέλου. Στην συγκεκριμένη περίπτωση είναι πάρα πολύ μικρός και για αυτό μας δίνει χρόνο 0.0 secs

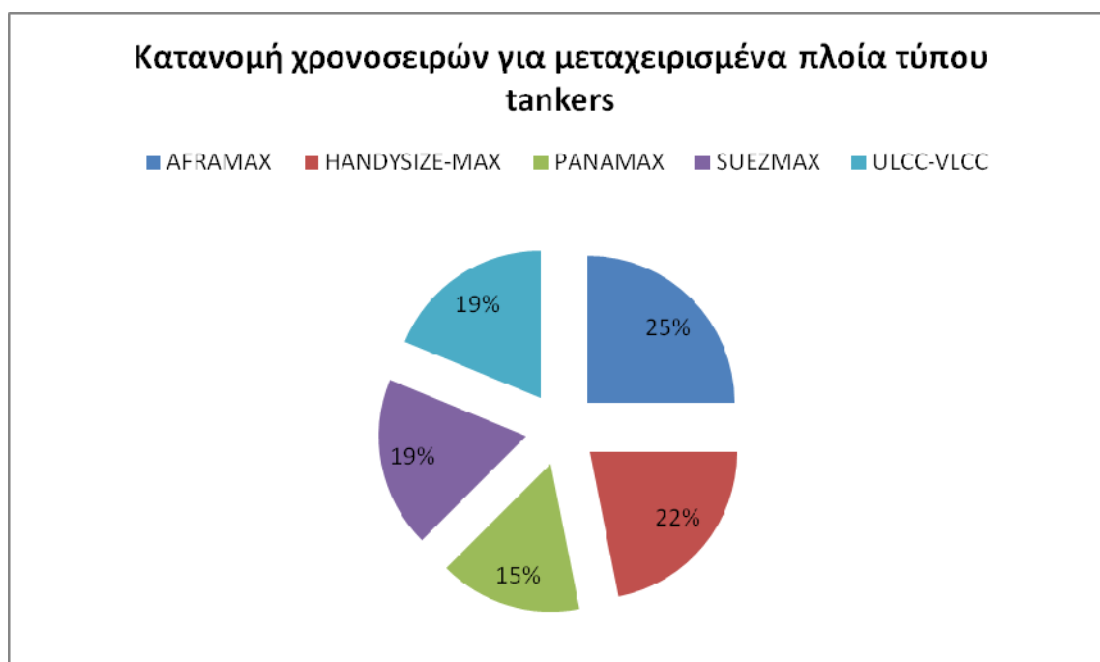
Time: 0.0 secs

### 3.3 Μελέτη των τιμών μεταχειρισμένων πλοίων τύπου tankers

Η μελέτη για τα πλοία τύπου tankers θα γίνει ξεχωριστά για κάθε κατηγορία τέτοιων πλοίων σύμφωνα με τις διεθνείς κατηγορίες βάσει του DWT tonnage :

1. Handysize-Handymax (15.000-49.999 tn dwt)
2. Panamax (50.000-74.999 tn dwt)
3. Aframax (75.000-119.999 tn dwt)
4. Suezmax (120.000-199.000 tn dwt)
5. VLCC-ULCC (200.000+ tn dwt)

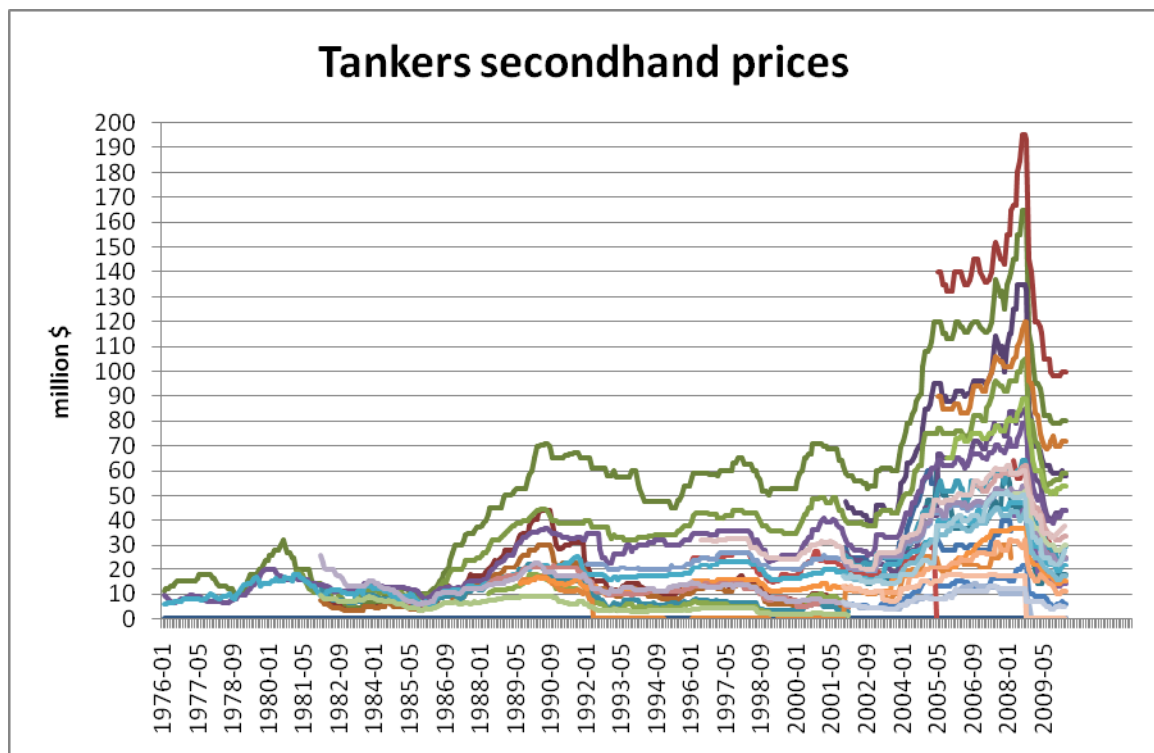
Στο παρακάτω γράφημα φαίνονται οι χρονοσειρές των τιμών των μεταχειρισμένων πλοίων τύπου tankers από τα δεδομένα που αντλήθηκαν από τους Clarksons.



**Γράφημα 3.7 Κατανομή χρονοσειρών για μεταχειρισμένα πλοία tankers**



**Γράφημα 3.8 Ηλικίες μεταχειρισμένων πλοίων bulk carriers από τα ληφθέντα δεδομένα των Clarksons**



**Γράφημα 3.9 Χρονοσειρές τιμών μεταχειρισμένων πλοίων tankers**

Στην παράγραφο αυτή θα γίνει η ανάπτυξη του μοντέλου για τα πλοία τύπου Handysize-Handymax tankers και στο Παράρτημα της παρούσας εργασίας θα

παρατεθούν τα μοντέλα των υπολοίπων κατηγοριών, καθώς ακολουθείται η ίδια ακριβώς διαδικασία για την ανάπτυξη και δημιουργία του μοντέλου.

### **3.3.1. Καθορισμός μεταβλητών προβλήματος**

Οι μεταβλητές του προβλήματος είναι οι ίδιοι με αυτοί που χρησιμοποιήθηκαν και στην ανάπτυξη των μοντέλων των bulk carriers:

1. SPi, ως συνεχής μεταβλητή που δηλώνει την τιμή μεταχειρισμένου από τα υπάρχοντα δεδομένα (Clarksons). Ο δείκτης I αναφέρεται στην ηλικία του πλοίου σε χρόνια.
2. TCRi, ως συνεχής μεταβλητή που δηλώνει την χρονοναύλωση. Ο δείκτης i παίρνει τιμές 1 και 3 και αναφέρεται σε έτη ναύλωσης.
3. NEW, ως συνεχής εξαρτημένη μεταβλητή που δηλώνει τις τιμές των νεότευκτων πλοίων σε εκατομμύρια \$ από τα υπάρχοντα δεδομένα (Clarksons).
4. SCRAP, ως συνεχής μεταβλητή που δηλώνει τις τιμές των νεότευκτων πλοίων σε \$/tn από τα υπάρχοντα δεδομένα (Clarksons).

### **3.3.2. Συσχετίσεις μεταβλητών**

Όπως και στα bulk carriers έτσι και στα tankers οι συσχετίσεις των μεταβλητών με τις τιμές των μεταχειρισμένων πλοίων (SPi) θα μας υποδείξουν το κατά πόσο συσχετίζονται για να εισαχθούν στην ανάπτυξη του μοντέλου.

Τα αποτελέσματα των συσχετισμών από το SPSS φαίνονται στον παρακάτω πίνακα και γράφημα.

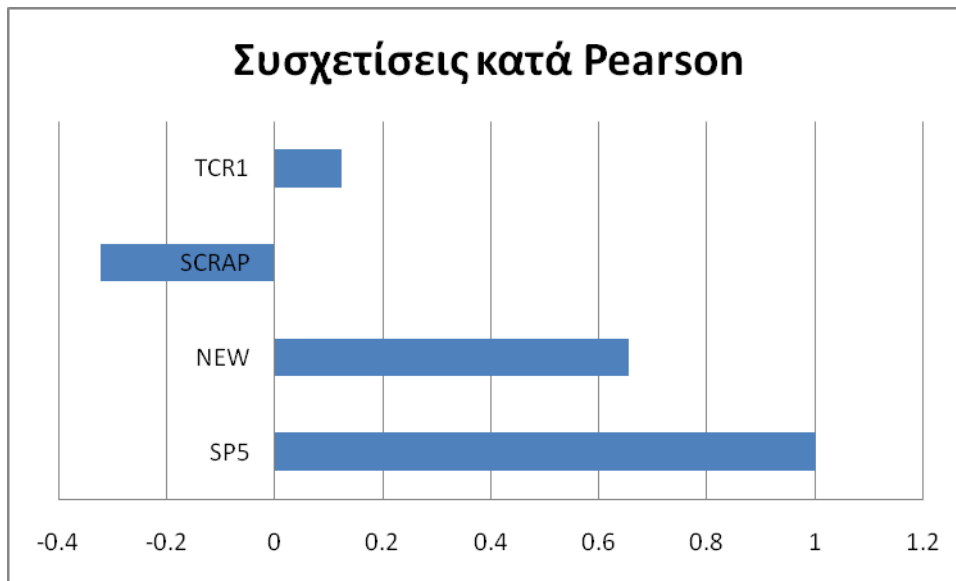
**Πίνακας 3.4 Συσχετίσεις τιμών μεταχειρισμένων πλοίων tankers Handysize-Handymax 5, 10, 15, 20 ετών με τα αντίστοιχα νεότευκτα, με διαλύσεις πλοίων ίδιας κατηγορίας και χρονοναυλώσεις 1 έτους.**

**Correlations**

		SP5	SP10	SP15	SP20	NEW	SCRAP	TCR1
SP5	Pearson Correlation	1	,929**	,856**	,822**	,654**	-,322**	,123*
	Sig. (2-tailed)		,000	,000	,000	,000	,000	,013
	N	412	412	412	412	412	412	412
SP10	Pearson Correlation	,929**	1	,792**	,731**	,636**	-,290**	,271**
	Sig. (2-tailed)	,000		,000	,000	,000	,000	,000
	N	412	412	412	412	412	412	412
SP15	Pearson Correlation	,856**	,792**	1	,932**	,865**	-,021	-,127**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000		,000	,000	,671	,010
	N	412	412	412	412	412	412	412
SP20	Pearson Correlation	,822**	,731**	,932**	1	,766**	-,039	-,065
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000		,000	,432	,188
	N	412	412	412	412	412	412	412
NEW	Pearson Correlation	,654**	,636**	,865**	,766**	1	,047	,021
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000		,345	,674
	N	412	412	412	412	412	412	412
SCRAP	Pearson Correlation	-,322**	-,290**	-,021	-,039	,047	1	-,417**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,671	,432	,345		,000
	N	412	412	412	412	412	412	412
TCR1	Pearson Correlation	,123*	,271**	-,127**	-,065	,021	-,417**	1
	Sig. (2-tailed)	,013	,000	,010	,188	,674	,000	
	N	412	412	412	412	412	412	412

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).



**Γράφημα 3.10 Συσχετίσεις τιμών μεταχειρισμένων πλοίων Handysize-Handymax tankers 5ετίας με τα αντίστοιχα νεότευκτα, διαλύσεις πλοίων ίδιου τύπου και χρονοναυλώσεις 1 έτους**

Από το παραπάνω γράφημα παρατηρούμε ότι στα μεταχειρισμένα πλοία αυτής της κατηγορίας (Handysize-Handymax tankers) υπάρχει μικρή συσχέτιση με τις τιμές των νεότευκτων (0,654) , με τις τιμές διάλυσης πλοίων (-0,322) και με τις τιμές των ναύλων (0,121). Αυτό πρακτικά οφείλεται σε αρκετές ελλείψεις στα δεδομένα που αντλήθηκαν από τους Clarksons και ουσιαστικά αυτοί οι παράγοντες θα ενσωματωθούν στο μοντέλο ως ανεξάρτητες μεταβλητές.

### 3.3.3. Ανάπτυξη μοντέλου

Για την ανάπτυξη του μοντέλου στο Cubist θα χρησιμοποιηθούν οι μεταβλητές που προαναφέρθηκαν στην παρακάτω μορφή σε αρχείο τύπου \*.txt με την ονομασία SP.names προκειμένου να αναγνωριστούν τα δεδομένα που θα εισαχθούν.

SP5

SP5: continuous  
 SP10: continuous  
 SP15: continuous  
 SP20: continuous  
 NEW: continuous  
 SCRAP: continuous  
 TCR1: continuous

|attributes excluded:

attributes included: SP5,SP10,SP15,SP20,NEW,TCR1,SCRAP

Παρακάτω παρατίθεται το μοντέλο που δημιουργήθηκε για τα πλοία τύπου Handysize-Handymax tankers από το Cubist:

Model:

Rule 1: [72 cases, mean 9.776, range 6 to 16.5, est err 1.150]

```
if
  SCRAP > 237505
then
  SP5 = 13.444 - 1.04e-005 SCRAP + 6e-005 TCR1
```

Rule 2: [79 cases, mean 12.725, range 6 to 25.5, est err 2.754]

```
if
  SCRAP <= 237505
  TCR1 > 10500
  TCR1 <= 11000
then
  SP5 = -189.375 + 0.01789 TCR1 + 0.84 SP10 - 3.5e-006 SCRAP
```

Rule 3: [30 cases, mean 17.475, range 13 to 24, est err 1.554]

```
if
  TCR1 <= 10500
then
  SP5 = -13.91 + 0.00324 TCR1
```

Rule 4: [19 cases, mean 21.684, range 18 to 25, est err 1.299]

```
if
  TCR1 > 11000
then
  SP5 = -0.91 + 0.0012 TCR1 + 0.57 SP10 - 4.3e-006 SCRAP
```

Evaluation on training data (200 cases):

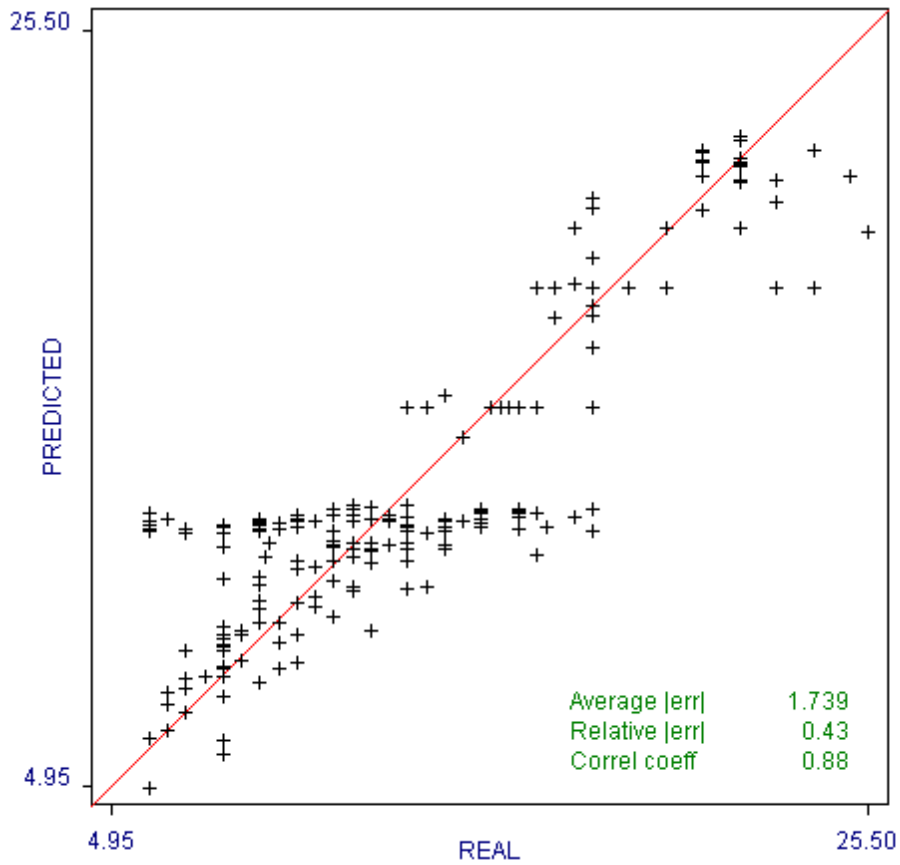
Average	error	1.739
Relative	error	0.43
Correlation	coefficient	0.88

Attribute usage:

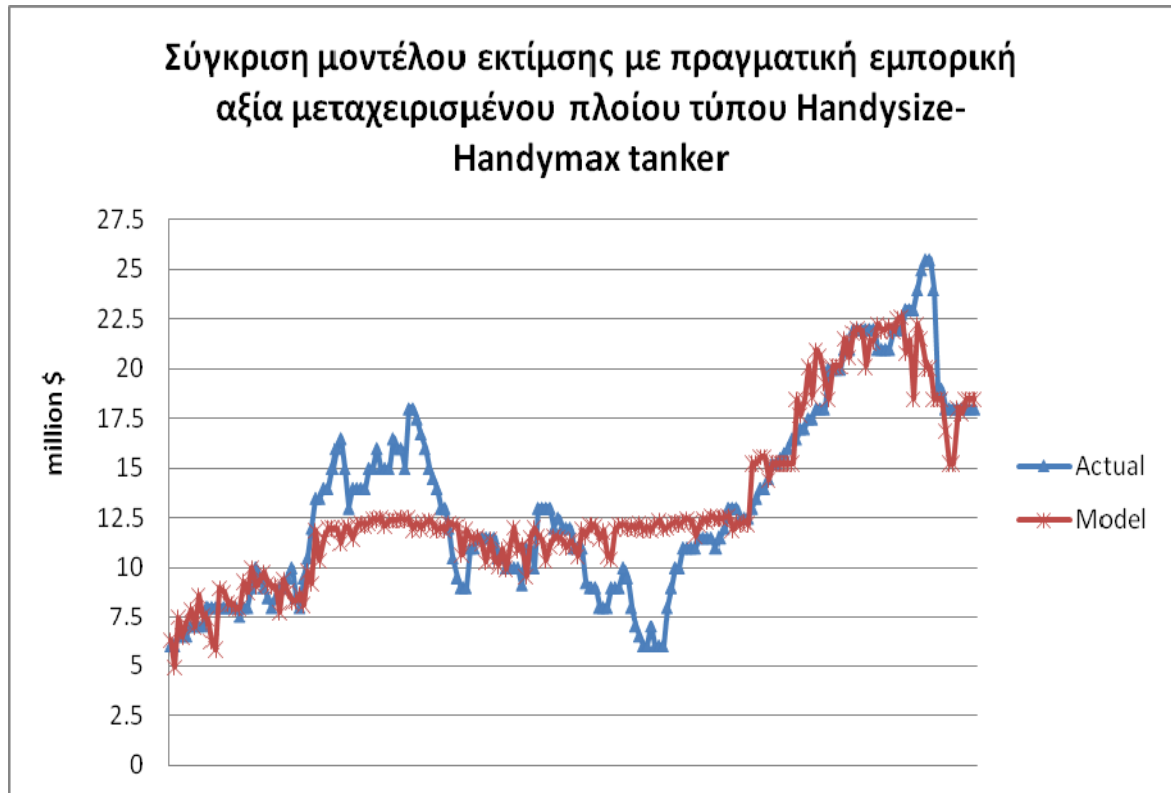
Conds	Model	
76%	85%	SCRAP
64%	100%	TCR1
	49%	SP10

Time: 0.1 secs





**Γράφημα 3.11 Scatter plot αποτελεσμάτων, γραμμική προσέγγιση μοντέλου και έλεγχος αποτελεσμάτων**



**Γράφημα 3.12 Σύγκριση μοντέλου εκτίμησης με πραγματική εμπορική αξία μεταχειρισμένων πλοίων tankers Handysize-Handymax**

## **4. Συμπεράσματα-Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα**

### **4.1. Συμπεράσματα**

Αρχικά, πρέπει να επισημανθούν οι δυσκολίες που παρουσιάστηκαν για την εκπόνηση αυτής της διπλωματικής εργασίας. Πρωταρχική δυσκολία ήταν η άντληση των χρηματοοικονομικών στοιχείων-παραγόντων που καθορίζουν την εμπορική πραγματική αξία των μεταχειρισμένων πλοίων. Αυτό τελικά ξεπεράστηκε με την άντληση στοιχείων από τους Clarksons, στους οποίους έχει συνδρομή το Ε.Μ.Π. Σε αυτήν την εργασία βέβαια αντλήθηκαν δεδομένα για τα τελευταία 25 χρόνια (01/1976-03/2010). Τα δεδομένα (χρονοσειρές) είχαν ελλείψεις στοιχείων σε κάποιες χρονολογίες, οι οποίες εξαλείφθηκαν με τον καλύτερο δυνατό τρόπο από τον τρόπο επίλυσης του προγράμματος Cubist. Δυσκολία επίσης παρουσιάστηκε και στη σύνθεση των δεδομένων καθώς αυτά παρουσιάζονται κατηγοριοποιημένα και οι κατηγοριοποιήσεις δεν ήταν σταθερές στο διάστημα άντλησης των δεδομένων. Το πρόβλημα αυτό ξεπεράστηκε με τη συγχώνευση των κατηγοριών σε νέες ευρύτερες κατηγορίες (ανά κατηγορία DWT tonnage).

Τα μοντέλα εκτίμησης της πραγματικής εμπορικής αξίας των μεταχειρισμένων που ανεπτύχθησαν είχαν καλά αποτελέσματα στον έλεγχο τους για όλες τις κατηγορίες. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι τα όλα τα μοντέλα μπορούν να εφαρμοστούν με ικανοποιητική αξιοπιστία.

### **4.2. Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα**

Η διπλωματική εργασία αποτελεί καλή βάση για τη περαιτέρω έρευνα:

- Άντληση περισσότερων δεδομένων από πολλούς χρηματοοικονομικούς οίκους και γραφεία shipbroking προκειμένου αφενός να έχουμε δεδομένα καθόλη την διάρκεια των χρονοσειρών που διατίθενται για την δημιουργία ενός μοντέλου εκτίμησης μεγαλύτερης ακρίβειας. Οι ελλείψεις αυτές επηρεάζουν σημαντικά το σχετικό σφάλμα στο τελικό μοντέλο εκτίμησης. Αφετέρου να υπάρχουν δεδομένα διασταυρωμένα από περισσότερες πηγές για την βέλτιστη αξιοπιστία και ακρίβεια των αποτελεσμάτων.
- Η έρευνα μπορεί να επεκταθεί και σε άλλους τύπους πλοίων με μεγάλο ποσοστό συμμετοχής στην προσφορά μικτού tonnage σε παγκόσμιο επίπεδο, όπως π.χ. τα containerships που αποτελούν το 16%.
- Προτείνεται να προστεθούν στους χρηματοοικονομικούς παράγοντες η προσφορά/ζήτηση παραγώγων, τα επιτόκια δανείων, νέοι κανονισμοί, χωρητικότητα παραγωγής των ναυπηγείων, ισοτιμία του δολαρίου με άλλο ή με άλλα νομίσματα, SDR κ.α.

- Με συνεργασία από γραφεία shipbroking θα μπορούν να αντληθούν τεχνικά δεδομένα-παράγοντες και να ενσωματωθούν στην ανάπτυξη του τελικού μοντέλου για μια πληρέστερη εκτίμηση.
- Λαμβάνοντας υπόψη τα ανωτέρω, τα αποτελέσματα μιας τέτοιας έρευνας μπορούν να αξιοποιηθούν με χρήση κάποιου προγραμματιστικού κώδικα για την δημιουργία μιας εφαρμογής για λειτουργικό περιβάλλον H/Y. Από μια τέτοια εφαρμογή θα μπορεί ο χρήστης να εισάγει δεδομένα-κριτήρια όπου θα υπολογίζεται η τρέχουσα (spot) αξία ενός μεταχειρισμένου πλοίου ή και η μελλοντική του (future) αξία. Για να εκτιμηθεί η μελλοντική αξία ενός μεταχειρισμένου πλοίου απαιτείται πρωτίστως μια ενδελεχής ανάλυση στις τιμές των ναύλων και κατά πόσο αυτές συσχετίζονται κατά Pearson με την πραγματική αξία του μεταχειρισμένου πλοίου.

# Παράρτημα Ι

## Μοντέλα πλοίων bulk carriers

### A. Handysize-Handymax (15.000-49.999 tn dwt)

Cubist [Release 2.07]

Target attribute `SP5`

Read 200 cases (7 attributes) from SP.data

Attributes included:

SP5  
SP10  
SP15  
SP20  
NEW  
TCR1

Model:

Rule 1: [43 cases, mean 11.147, range 4.7 to 17.5, est err 0.617]

```
if
  SP10 > 11.25
  SP10 <= 12.378
  NEW <= 22.5
then
  SP5 = 15.492 - 2.32 SP10 + 1.35 NEW
```

Rule 2: [37 cases, mean 13.611, range 12.5 to 14.6, est err 0.332]

```
if
  SP10 <= 11.25
  NEW <= 20.5
then
  SP5 = 8.085 + 0.35 SP10 + 0.11 NEW
```

Rule 3: [5 cases, mean 16.550, range 15.25 to 17.5, est err 0.456]

```
if
  SP10 <= 11.25
  NEW > 20.5
then
  SP5 = -4.725 + 1.97 SP10 + 0.06 NEW
```

Rule 4: [9 cases, mean 17.139, range 15.25 to 19, est err 0.134]

```
if
  SP10 > 12.378
  NEW <= 22.5
then
  SP5 = -15.36 + 0.96 NEW + 0.88 SP10
```

Rule 5: [26 cases, mean 17.652, range 14.5 to 19.25, est err 0.679]

```
if
  SP10 <= 12.6
  NEW > 22.5
  NEW <= 24.5
then
  SP5 = -53.097 + 2.9 NEW + 0.11 TCR1
```

Rule 6: [38 cases, mean 17.964, range 15.5 to 19.5, est err 0.734]

```

if
  SP10 <= 12.6
  NEW > 24.5
then
  SP5 = 5.401 + 0.44 NEW + 0.07 TCR12 + 0.05 SP10

```

Rule 7: [42 cases, mean 19.679, range 18 to 21, est err 0.366]

```

if
  SP10 > 12.6
  NEW > 22.5
then
  SP5 = 5.025 + 0.98 SP10

```

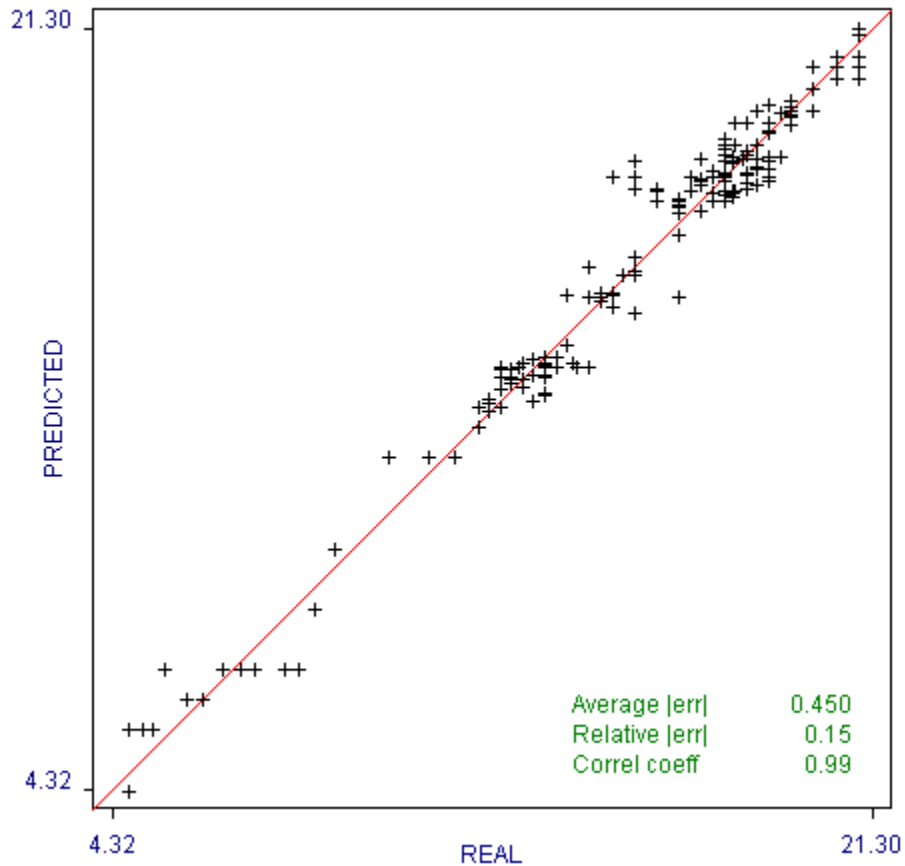
Evaluation on training data (200 cases):

Average	error	0.450
Relative	error	0.15
Correlation	coefficient	0.99

Attribute usage:  
Conds Model

100%	87%	SP10
100%	79%	NEW
	32%	TCR1

Time: 0.0 secs





## B. Panamax (50.000-79.999 tn dwt)

Σε αυτό το μοντέλο συμπεριλαμβάνονται και οι τιμές διάλυσης πλοίων καθώς ο συντελεστής συσχέτισής τους με τα αντίστοιχα μεταχειρισμένα είναι μεγαλύτερος από 0,8.

Cubist [Release 2.07]

Target attribute `SP5`

Read 200 cases (7 attributes) from SP.data

Attributes included:

SP5  
NEW  
SCRAP  
TCR1

Model:

Rule 1: [98 cases, mean 8.055, range 5 to 12.75, est err 1.268]

```
if
  NEW <= 19
then
  SP5 = 0.8 + 0.44 NEW
```

Rule 2: [102 cases, mean 17.998, range 7.25 to 24.25, est err 2.071]

```
if
  NEW > 19
then
  SP5 = -13.354 + 0.91 NEW + 0.57 TCR1
```

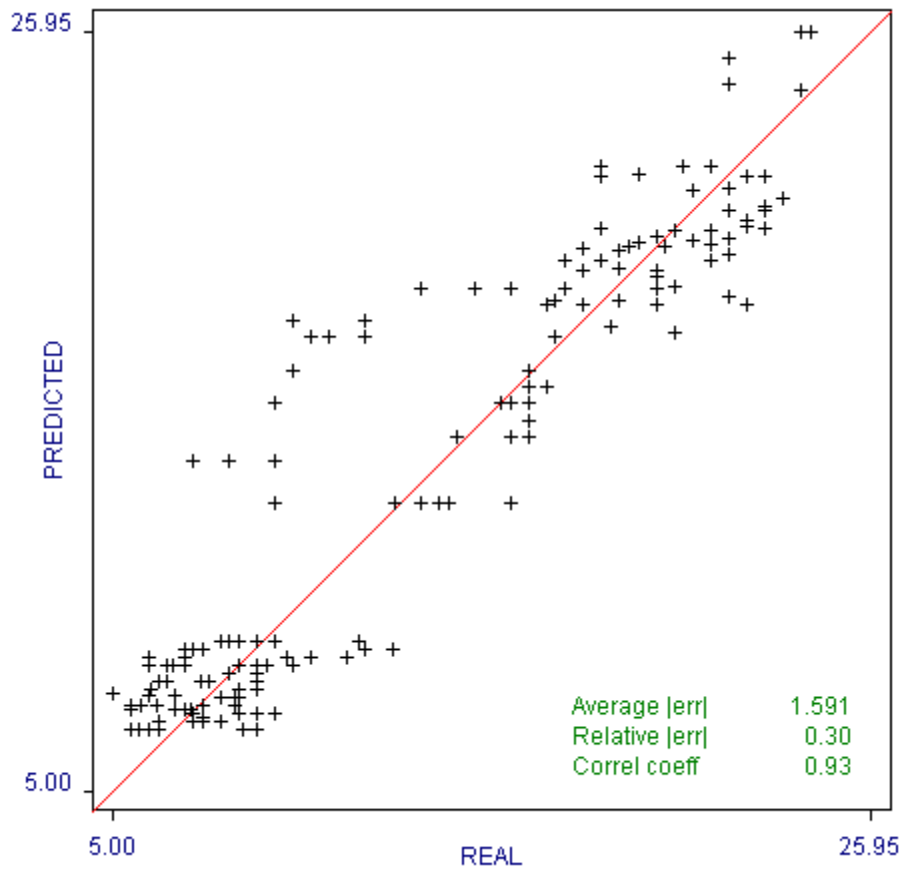
Evaluation on training data (200 cases):

Average	error	1.591
Relative	error	0.30
Correlation coefficient		0.93

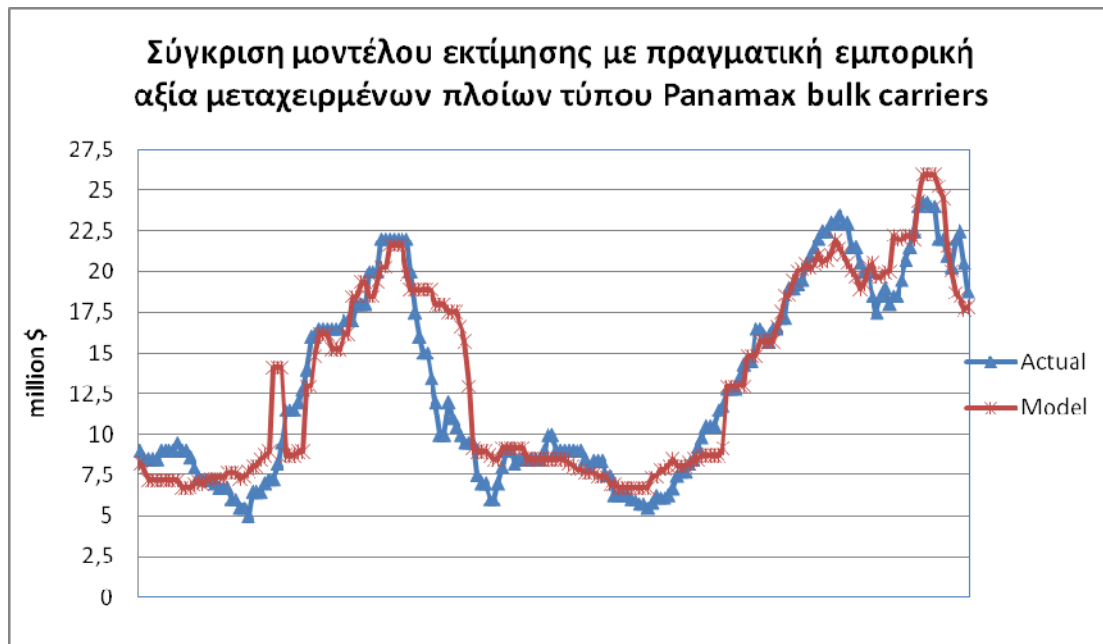
Attribute usage:  
Conds Model

100%	100%	NEW
	51%	TCR1

Time: 0.1 secs







## Γ. Capesize (80.000-169.999 tn dwt)

Σε αυτό το μοντέλο υπήρχαν ελλείψεις στα δεδομένα για τις τιμές νεότευκτων πλοίων και των μεταχειρισμένων ηλικίας 10 ετών με αποτέλεσμα να παρουσιάζεται μια μεγαλύτερη απόκλιση στην γραμμική προσέγγιση που κάνει το Cubist στην ανάπτυξη των μοντέλων.

Cubist [Release 2.07]

Target attribute `SP5`

Read 200 cases (7 attributes) from SP.data

Attributes included:

SP5  
SP10  
NEW  
SCRAP  
TCR1

Model:

Rule 1: [91 cases, mean 9.4984, range 2.5 to 35.75, est err 2.6746]

```
if
  NEW > 44
  NEW <= 45
then
  SP5 = -1465.9682 + 33.31 NEW
```

Rule 2: [63 cases, mean 27.1409, range 11.875 to 35.75, est err 1.6533]

```
if
  NEW <= 44
then
  SP5 = -5.8508 + 1.16 NEW - 5.3 SCRAP + 0.47 TCR1
```

Rule 3: [17 cases, mean 32.6765, range 29 to 39.5, est err 1.6764]

```
if
```

```

NEW > 54
then
  SP5 = 17.735 + 0.91 TCR1 + 0.08 NEW - 0.4 SCRAP
Rule 4: [29 cases, mean 37.3793, range 35 to 41, est err 0.8227]
if
  NEW > 45
  NEW <= 54
then
  SP5 = 11.37 + 0.53 NEW

```

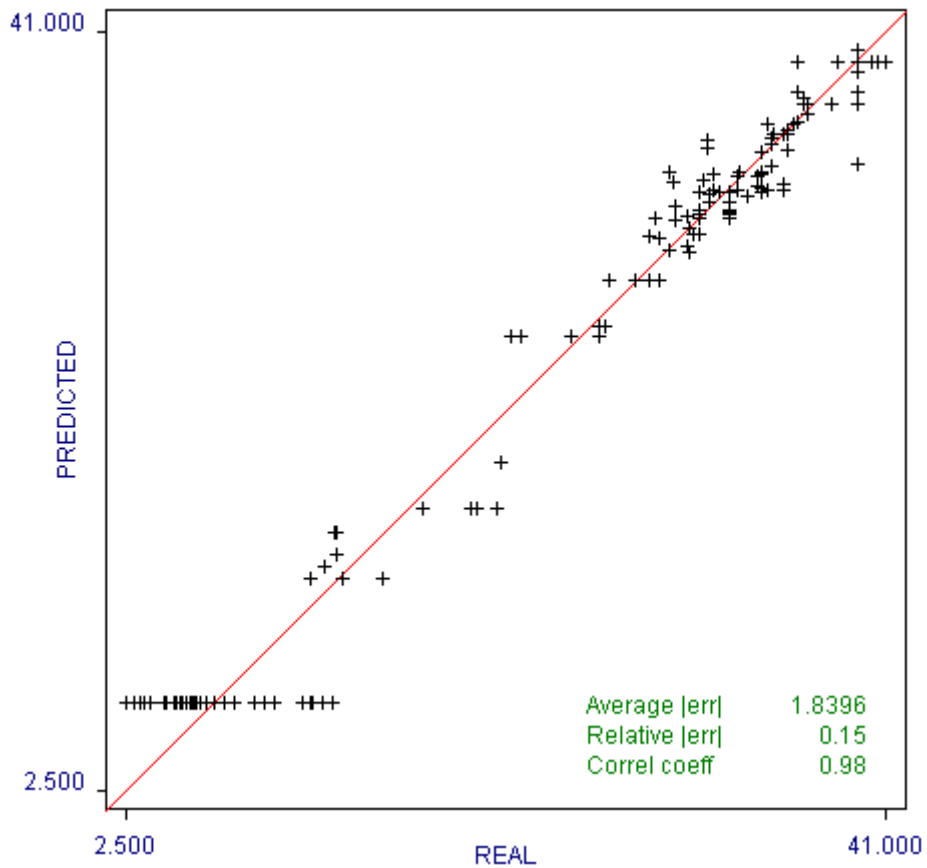
Evaluation on training data (200 cases):

Average	error	1.8396
Relative	error	0.15
Correlation	coefficient	0.98

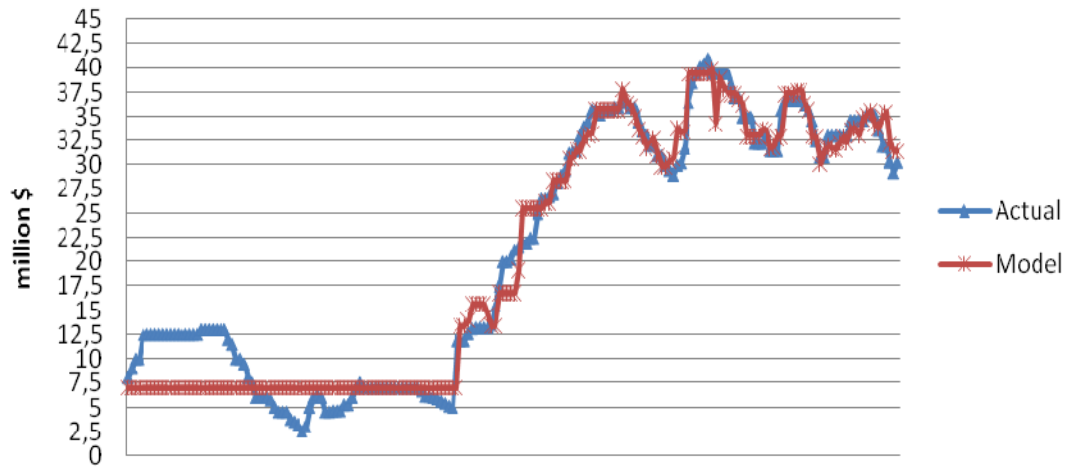
Attribute usage:  
Conds Model

100%	100%	NEW
	40%	SCRAP
	40%	TCR1

Time: 0.1 secs



### Σύγκριση μοντέλου εκτίμησης με πραγματική εμπορική αξία μεταχειρισμένων πλοίων τύπου Capesize bulk carriers



## Παράρτημα II

### Μοντέλα πλοίων tankers

#### A. Handysize-Handymax (15.000-49.999 tn dwt)

Cubist [Release 2.07]

Target attribute `SP5`

Read 200 cases (7 attributes) from SP.data

Attributes included:

SP5  
SP10  
SCRAP  
TCR1

Model:

Rule 1: [72 cases, mean 9.776, range 6 to 16.5, est err 1.150]

```
if
  SCRAP > 237505
then
  SP5 = 13.444 - 1.04e-005 SCRAP + 6e-005 TCR1
```

Rule 2: [79 cases, mean 12.725, range 6 to 25.5, est err 2.754]

```
if
  SCRAP <= 237505
  TCR1 > 10500
  TCR1 <= 11000
then
  SP5 = -189.375 + 0.01789 TCR1 + 0.84 SP10 - 3.5e-006 SCRAP
```

Rule 3: [30 cases, mean 17.475, range 13 to 24, est err 1.554]

```
if
  TCR1 <= 10500
then
  SP5 = -13.91 + 0.00324 TCR1
```

Rule 4: [19 cases, mean 21.684, range 18 to 25, est err 1.299]

```
if
  TCR1 > 11000
then
  SP5 = -0.91 + 0.0012 TCR1 + 0.57 SP10 - 4.3e-006 SCRAP
```

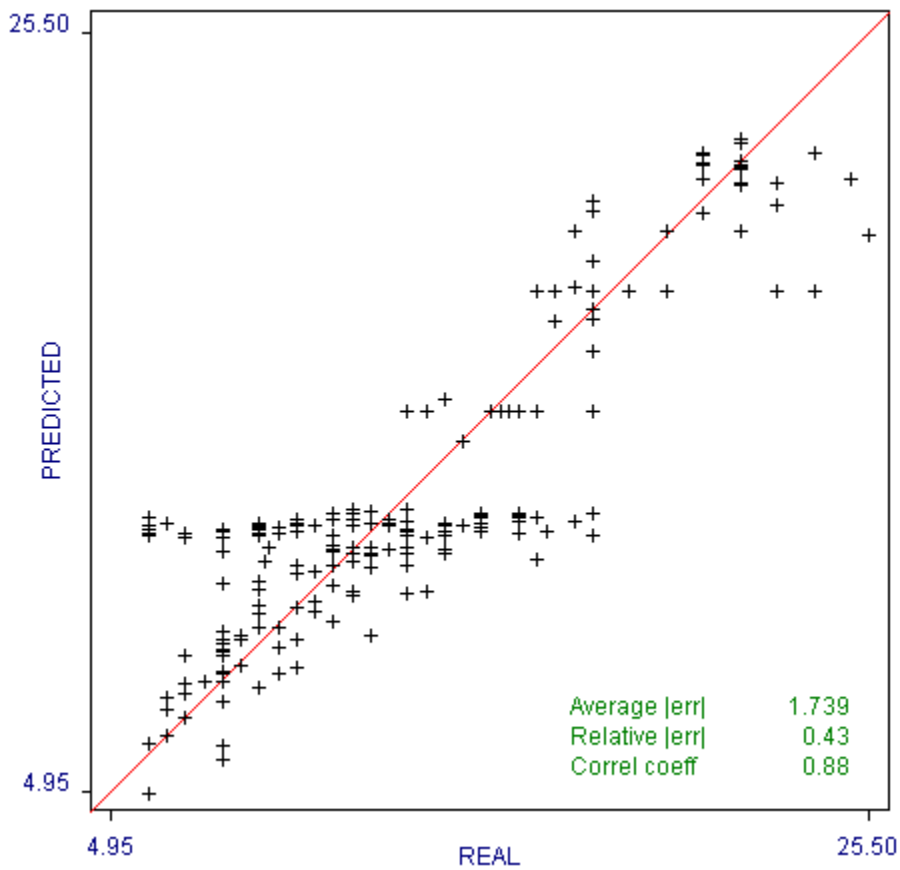
Evaluation on training data (200 cases):

Average	error	1.739
Relative	error	0.43
Correlation coefficient		0.88

Attribute usage:

Conds	Model	
76%	85%	SCRAP
64%	100%	TCR1
	49%	SP10

Time: 0.1 secs



## B. Panamax (50.000-74.999 tn dwt)

Cubist [Release 2.07]  
Target attribute `SP5'

Read 166 cases (7 attributes) from SP.data

Attributes included:

SP5  
SP10  
SP15  
SP20  
NEW  
SCRAP  
TCR1

Model:

Rule 1: [28 cases, mean 27.518, range 20 to 38, est err 1.038]  
if  
    SP10 <= 28  
    TCR1 <= 19285.58  
then  
    SP5 = -31.691 + 0.839 SP10 + 0.00242 TCR1 - 0.11 SP20

Rule 2: [49 cases, mean 28.859, range 24.5 to 32.5, est err 0.900]  
if  
    SP10 > 28  
    TCR1 <= 18742.5  
then  
    SP5 = -1.728 + 0.00183 TCR1

Rule 3: [16 cases, mean 30.365, range 28.03 to 31.88, est err 0.743]  
if  
    SP10 > 28  
    SP10 <= 30.334  
    TCR1 > 18742.5  
then  
    SP5 = 23.963 + 0.0003 TCR1

Rule 4: [25 cases, mean 33.560, range 23.5 to 48, est err 1.874]  
if  
    SP10 <= 28  
    TCR1 > 19285.58  
then  
    SP5 = 1.625 + 1.64 SP10 + 0.00011 TCR1 - 0.07 SP20

Rule 5: [48 cases, mean 53.458, range 41 to 62, est err 0.985]  
if  
    SP10 > 30.334  
then  
    SP5 = 12.525 + 0.999 SP10 - 0.1 NEW + 5e-005 TCR1

Evaluation on training data (166 cases):

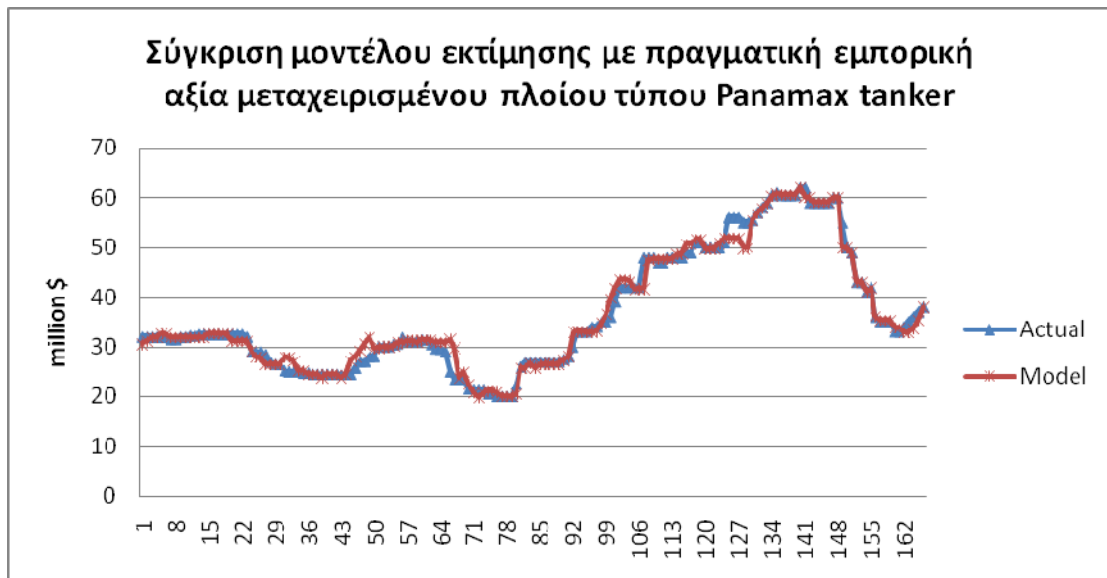
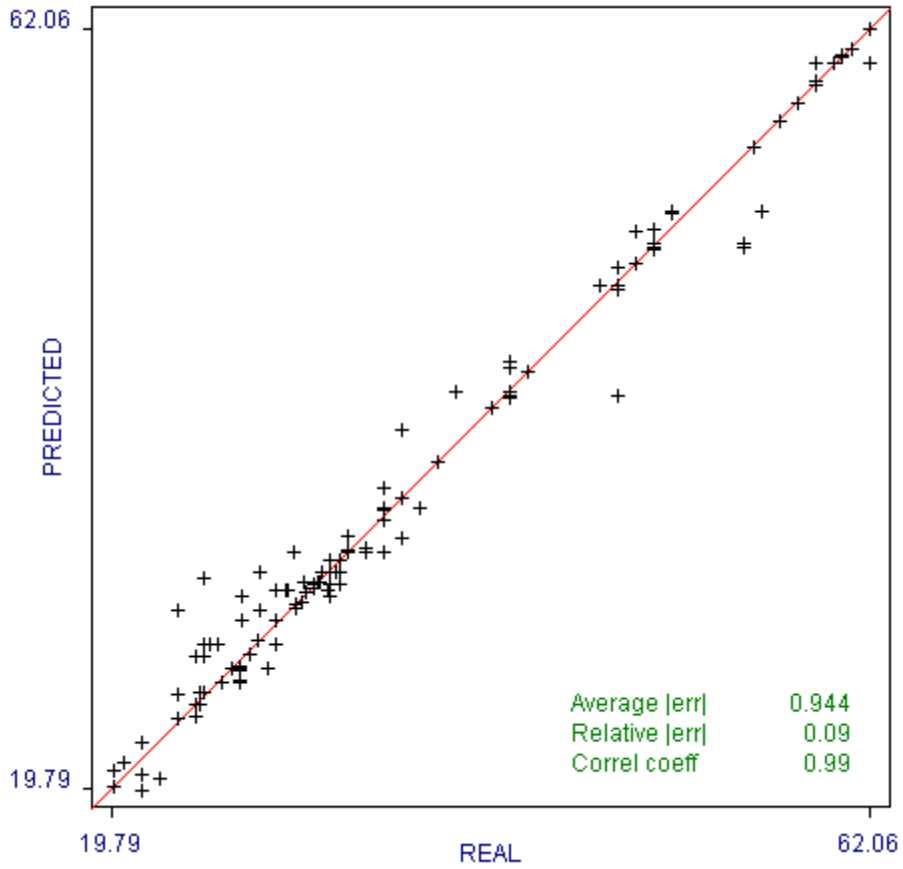
Average	error	0.944
Relative	error	0.09
Correlation coefficient		0.99

Attribute usage:  
Conds Model

100%	61%	SP10
71%	100%	TCR1

32% SP20  
29% NEW

Time: 0.1 secs



## Γ. Aframax (75.000-119.999 tn dwt)

Cubist [Release 2.07]

Target attribute `SP5`

Read 200 cases (7 attributes) from SP.data

Attributes included:

SP5  
SP15  
SCRAP  
TCR1

Model:

Rule 1: [151 cases, mean 12.891, range 6.25 to 35.5, est err 2.662]

```
if
  TCR1 > 13650
  TCR1 <= 14300
then
  SP5 = -580.17 + 0.04297 TCR1 - 1.2e-005 SCRAP + 0.07 SP15
```

Rule 2: [25 cases, mean 25.700, range 15 to 35, est err 3.221]

```
if
  SP15 <= 13.174
  TCR1 <= 13650
then
  SP5 = -0.93 + 0.00489 TCR1 - 2.74 SP15
```

Rule 3: [5 cases, mean 33.600, range 31 to 36.5, est err 0.919]

```
if
  SP15 > 13.174
  TCR1 <= 13650
then
  SP5 = -2.58 + 1.96 SP15 + 0.0004 TCR1
```

Rule 4: [19 cases, mean 34.276, range 30 to 37, est err 0.981]

```
if
  TCR1 > 14300
then
  SP5 = 4.51 + 0.89 SP15 + 0.00112 TCR1
```

Evaluation on training data (200 cases):

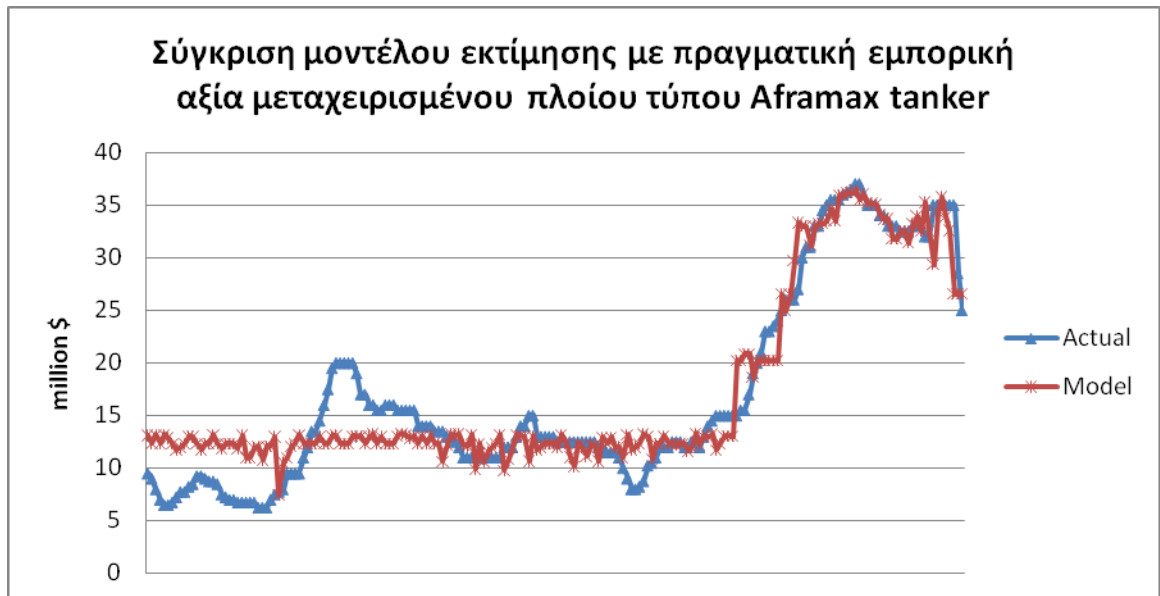
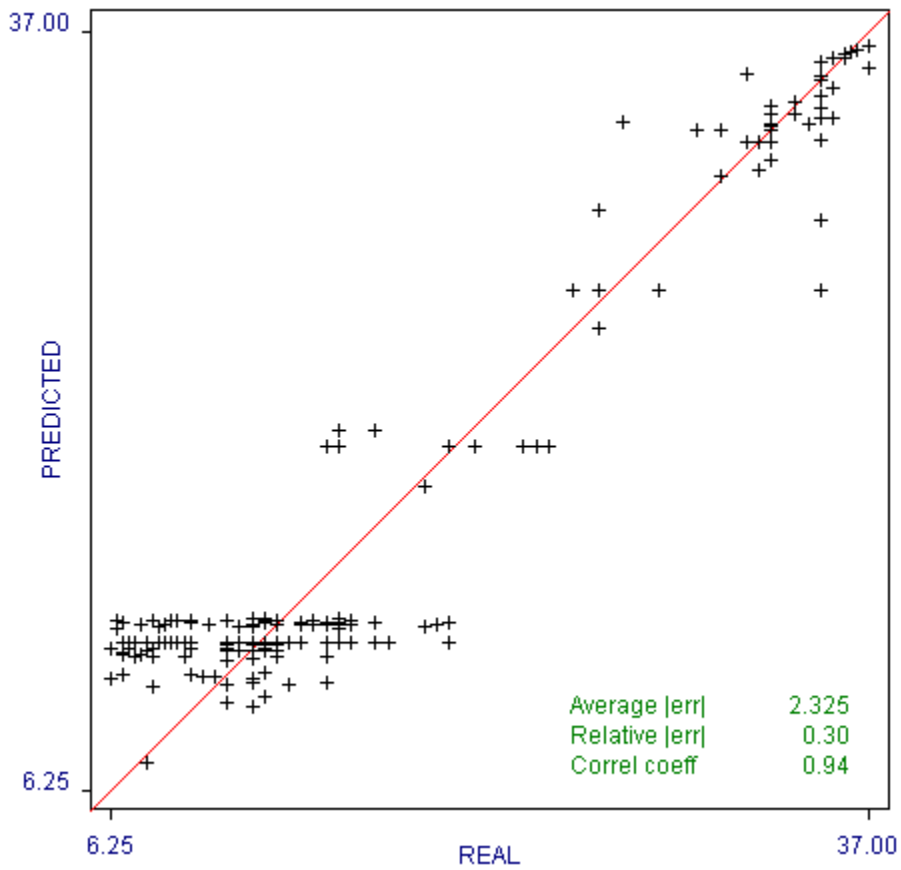
Average	error	2.325
Relative	error	0.30
Correlation coefficient		0.94

Attribute usage:

Conds	Model	
100%	100%	TCR1
15%	100%	SP15
	76%	SCRAP

Time: 0.1 secs





## Δ. Suezmax (120.000-199.999 tn dwt)

Cubist [Release 2.07]  
Target attribute `SP5'

Read 200 cases (7 attributes) from SP.data

Attributes included:

SP5  
SCRAP  
TCR1

Model:

Rule 1: [86 cases, mean 13.087, range 6 to 42, est err 3.795]

```
if
  TCR1 > 18161
  TCR1 <= 18573.75
then
  SP5 = -1181.642 + 0.06553 TCR1
```

Rule 2: [55 cases, mean 35.391, range 26 to 44.5, est err 3.331]

```
if
  TCR1 <= 18161
then
  SP5 = 15.844 + 0.00122 TCR1
```

Rule 3: [59 cases, mean 39.178, range 32 to 44.5, est err 2.757]

```
if
  TCR1 > 18573.75
then
  SP5 = -3.2 + 0.00213 TCR1
```

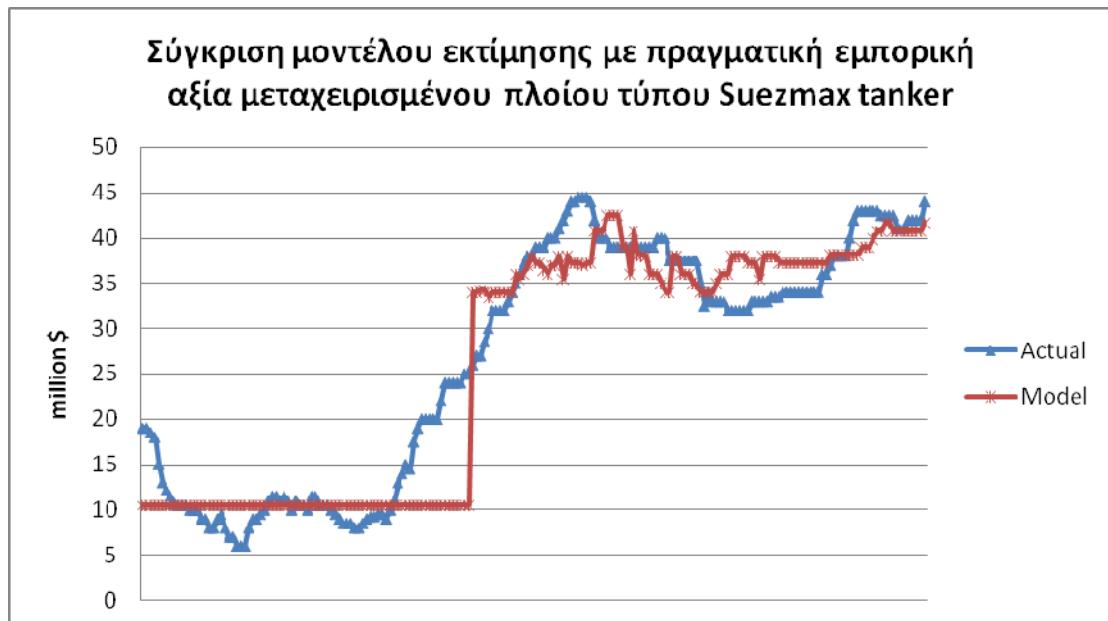
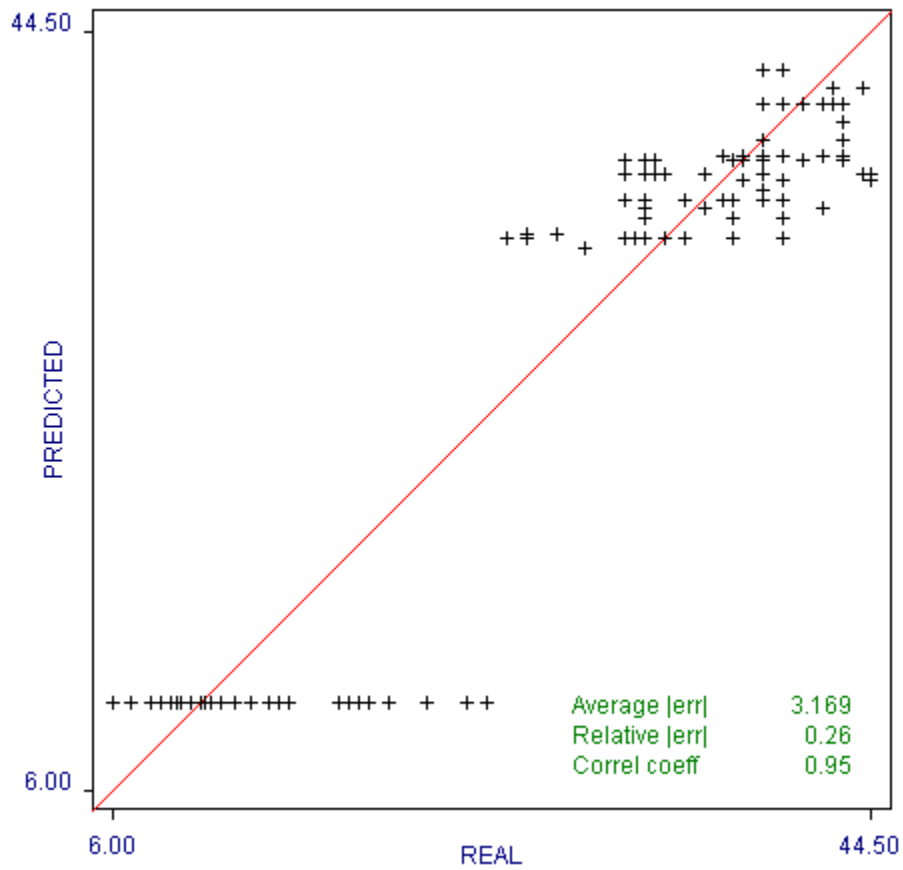
Evaluation on training data (200 cases):

Average	error	3.169
Relative	error	0.26
Correlation	coefficient	0.95

Attribute usage:

Conds	Model	
100%	100%	TCR1

Time: 0.1 secs



## E. VLCC-ULCC (200.000+ tn dwt)

Cubist [Release 2.07]

Target attribute `SP5`

Read 200 cases (7 attributes) from SP.data

Attributes included:

SP5  
SCRAP  
TCR1

Model:

Rule 1: [41 cases, mean 9.832, range 4 to 27, est err 3.352]

```
if
  SCRAP > 861611
then
  SP5 = 10
```

Rule 2: [103 cases, mean 18.228, range 4.5 to 37.5, est err 5.801]

```
if
  SCRAP <= 861611
  TCR1 > 26696.67
  TCR1 <= 27012.21
then
  SP5 = 29.476 - 1.71e-005 SCRAP
```

Rule 3: [30 cases, mean 53.400, range 38 to 70.5, est err 7.118]

```
if
  TCR1 <= 26696.67
then
  SP5 = -28.328 + 0.00326 TCR1 - 1.5e-006 SCRAP
```

Rule 4: [26 cases, mean 64.519, range 52 to 71, est err 4.180]

```
if
  TCR1 > 27012.21
then
  SP5 = 50.116 - 6e-006 SCRAP + 0.00063 TCR1
```

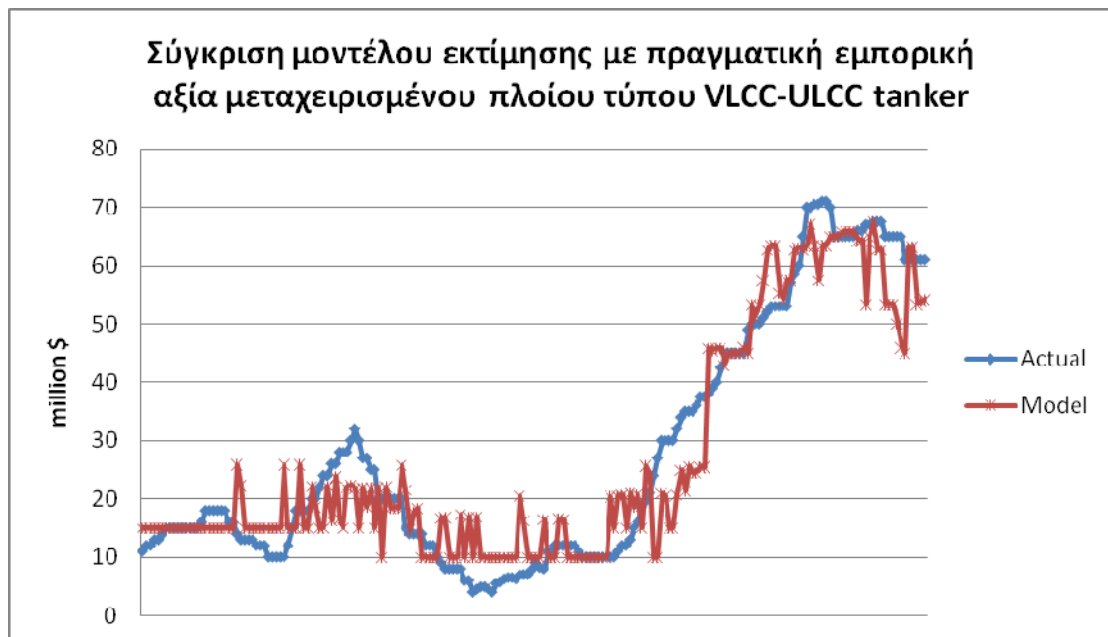
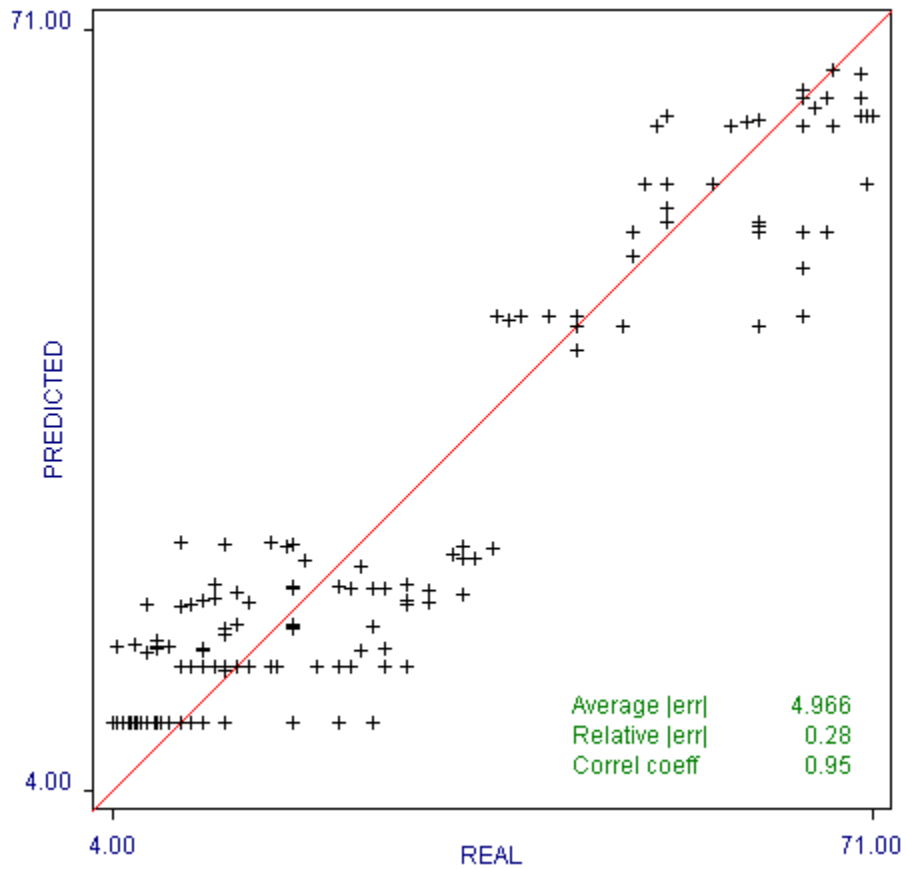
Evaluation on training data (200 cases):

Average	error	4.966
Relative	error	0.28
Correlation coefficient		0.95

Attribute usage:  
Conds Model

80%	28%	TCR1
72%	80%	SCRAP

Time: 0.1 secs



## Βιβλιογραφία

- Martin Stopford, *Maritime Economics, Second Edition*, Routledge, London 2007.
- James McConville, *Economics of Maritime Transport, Theory and Practice. First Edition*, Witherby Publishers, 1999.
- K. M. Gwilliam, *Current Issues in Maritime Economics*, Kluwer Academic Publishers 1993
- Ψαράυτης, Χαρίλαος Ν., *Οικονομική Θαλασσίων Μεταφορών*, Αθήνα 1986.
- Makridakis, *Forecasting Methods and Applications*, NY 1985.
- Allen L. Edwards, *An Introduction to Linear Regression and Correlation, 2nd edition*, W H Freeman & Co., 1984
- Kutner, Nachtsheim, Wasserman, *Applied Linear Regression Models, 4th Edition*, Irwin Professional Pub, 2003
- Breiman, L., Friedman, J.H., Olshen, R.A., Stone, C.J., *Classification and Regression Trees*, Wadsworth, Belmont C.A., 1984
- Quinlan, J.R., *C4.5: Programs for Machine Learning*, Morgan Kaufmann, San Mateo C.A., 1993
- Draper N.R., & Smith H.: *Applied regression analysis*, John Wiley & Sons, 1982.
- Quinlan J. R.: Learning with continuous classes, in *Proceedings AI'92*, Adams & Sterling (Eds.), World Scientific, 1992.
- Ciampi A.: Generalized regression trees, *Computational Statistics and Data Analysis*, 1991.
- Quinlan J.R : 'Combining Instance-Based and Model-Based Learning', in *Proceedings ML '93* (Utgoff, Ed), San Matco , CA : Morgan Kaufmann, 1993
- Siciliano R., & Mola F.: 'Modelling for recursive partitioning in variable selectio'n, in *COMPSTAT™94*, Dutter R., & Grossman W. (Eds.), Physica-Verlag, pp. 172-177, 1994.
- Floriana, E., Donato, M., Valentina, T. 'Efficient Data-Driven Construction of Model-Trees'
- Haleh Vafaie, 'Improving A Rule Induction System Using Genetic Algorithms' ,1994
- Cooley W.W., & Lohnes P.R. , *Multivariate data analysis*, John Wiley & Sons., 1971

Torgo L., 'Functional Models for Regression Tree Leaves'. *Proceedings of the Fourteenth International Conference (ICML '97)*, D. Fisher (Ed.), Nashville, Tennessee, 1997

Dennis Howitt and Duncan Cramer, *A Guide to Computing Statistics with SPSS 11 for Windows*, Pearson Prentice Hall, 2003

Περιοδικός Τύπος:

Lloyd's Shipping Economist

Internet Sites:

[www.capitallink.org](http://www.capitallink.org)

[www.ubs.com/investmentresearch](http://www.ubs.com/investmentresearch)

[www.imaritime.com](http://www.imaritime.com)

[www.maritime.com](http://www.maritime.com)