

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ



**ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ
ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ**

**Tanker Freight Rates Market Analysis and
Prediction**

Short-Term Spot Rates Trend Forecast

Λάζου Στυλιανή

Διπλωματική εργασία που υποβλήθηκε στο Τμήμα Ναυτιλιακών Σπουδών του
Πανεπιστημίου Πειραιώς ως μέρος των απαιτήσεων για την απόκτηση του
Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στην Ναυτιλία

Πειραιάς

Οκτώβριος 2020

ΔΗΛΩΣΗ ΑΥΘΕΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ/ COPYRIGHT

Το άτομο το οποίο εκπονεί την Διπλωματική Εργασία φέρει ολόκληρη την ευθύνη προσδιορισμού της δίκαιης χρήσης του υλικού, η οποία ορίζεται στη βάση των εξής παραγόντων: του σκοπού και χαρακτήρα της χρήσης (εμπορικός, μη κερδοσκοπικός ή εκπαιδευτικός), της φύσης του υλικού, που χρησιμοποιεί (τμήμα του κειμένου, πίνακες, σχήματα, εικόνες ή χάρτες), του ποσοστού και της σημαντικότητας του τμήματος, που χρησιμοποιεί σε σχέση με το όλο κείμενο υπό copyright, και των πιθανών συνεπειών της χρήσης αυτής στην αγορά ή στη γενικότερη αξία του υπό copyright κειμένου.

Λάζου Στυλιανή

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία εγκρίθηκε ομόφωνα από τη Τριμελή Εξεταστική Επιτροπή που ορίστηκε από τη ΓΣΕΣ του Τμήματος Ναυτιλιακών Σπουδών Πανεπιστημίου Πειραιώς σύμφωνα με τον Κανονισμό Λειτουργίας του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών στην Ναυτιλία. Τα μέλη της Επιτροπής ήταν:

- Πελαγίδης Θεόδωρος (Επιβλέπων)

- Παντουβάκης Άγγελος

-Πολέμης Διονύσιος

Η έγκριση της Διπλωματικής Εργασίας από το Τμήμα Ναυτιλιακών Σπουδών του Πανεπιστημίου Πειραιώς δεν υποδηλώνει αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελεί μία πρωτογενή έρευνα, στην οποία συνδυάζονται αρμονικά τα δύο γνωστικά μου αντικείμενα, η Στατιστική και η Ναυτιλία. Πρόκειται για μία μελέτη με αρχή της τα ακατέργαστα δεδομένα και τέλος της μία ουσιώδη πρόβλεψη τάσης της ναυλαγοράς, άμεσα εφαρμόσιμη σε επιχειρησιακά πλαίσια. Η διαδικασία εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας απαίτησε χρόνο, διάβασμα, αφοσίωση και πείσμα, όμως το αποτέλεσμα μου έδωσε την ηθική ικανοποίηση της πλήρωσης του στόχου μου και η διαδρομή μου έδωσε νέες γνώσεις.

Σε αυτό το ταξίδι αρωγοί υπήρξαν ο επιβλέπων καθηγητής κ. Θεόδωρος Πελαγίδης και ο υποψήφιος διδάκτορας κ. Γιάννης Καραουλάνης, οι οποίοι με εφοδίασαν με όλα τα κατάλληλα μέσα για την υλοποίηση της ιδέας μου και τους οποίους ευχαριστώ θερμά. Επιπλέον θέλω να ευχαριστήσω τον παλιό συμφοιτητή και στατιστικολόγο Γρηγόρη Τσιμογιάννη για τις πολύτιμες συμβουλές του στην ανάπτυξη του στατιστικού κώδικα.

Η εργασία αυτή αφιερώνεται στους γονείς μου, οι οποίοι μου έδωσαν τη δυνατότητα να κάνω τα όνειρά μου πραγματικότητα.

Moto: «Το 50% μίας επιτυχημένης ανάλυσης δεδομένων είναι η γνώση του κλάδου που αναλύεις»

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ.....	6
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	6
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	6
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	7
1 . ΕΙΣΑΓΩΓΗ	9
2 . ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....	11
2.1 . ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΝΑΥΛΑΓΟΡΩΝ & ΜΕΛΕΤΗ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΣΤΑ ΝΑΥΛΑ	11
2.2 . ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	18
3 . ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ & ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	21
3.1 . ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	22
3.2 . ΑΝΑΛΥΣΗ ΓΡΑΜΜΙΚΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ (CORRELATION ANALYSIS) & ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΧΡΟΝΙΚΗΣ ΥΣΤΕΡΗΣΗΣ	23
3.3 . ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΙΚΟ ΑΥΤΟΠΑΛΙΝΔΡΟΜΟ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ (VECTOR AUTO- REGRESSION MODEL, VAR).....	26
3.4 . ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ VAR.....	27
4 . ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	33
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	34
ΤΕΛΙΚΕΣ ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ.....	37

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

- **Διάγραμμα 1:** Μεταβλητότητα ναύλων Panamax tanker13
- **Διάγραμμα 2:** Συνδυαστικό διάγραμμα απεικόνισης σχέσεων μεταξύ ναύλων, ανάπτυξης στόλου Panamax Tankers, τιμής πετρελαίου (Brent) και ποσότητας παραγωγής πετρελαίου.....17
- **Διάγραμμα 3:** Πολυδιάγραμμα συντελεστών γραμμικής εξάρτησης με χρονική υστέρηση, των ναύλων με κάθε μεταβλητή επίδρασης.....24
- **Διάγραμμα 4:** Four Months Prediction Outcome - Forecasted Rates vs Targeted Rates 30
- **Διάγραμμα 5:** Forecast Error Variance Decomposition (FEVD) for Rates.....31

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

- **Πίνακας 1:** Κατηγοριοποίηση αγοράς δεξαμενόπλοιων ανά μέγεθος πλοίων11
- **Πίνακας 2:** Πίνακας περιγραφικών μέτρων των μεταβλητών εισόδου στο υπόδειγμα πρόβλεψης.....23
- **Πίνακας 3:** Πίνακας αποτελεσμάτων των κριτηρίων AIC, BIC, FPE, HQIC, για lag selection 629

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

- **Σχήμα 1:** Σχηματική απεικόνιση παραμέτρων επίδρασης στη ζήτηση και στην προσφορά δεξαμενόπλοιων & αλληλεπίδρασης με τις τιμές των ναύλων21

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο επιχειρηματικός κίνδυνος που πηγάζει από τη μεταβλητότητα των ναυλαγορών αποτελεί μία από τις σημαντικότερες πηγές ρίσκου και αβεβαιότητας για τους πλοιοκτήτες. Στην παρούσα μελέτη παρουσιάζεται μία εκτενής ανάλυση των παραγόντων επίδρασης στη ναυλαγορά δεξαμενόπλοιων και αναπτύσσεται μία μεθοδολογία για τη βραχυπρόθεσμη πρόβλεψη τάσης των ναύλων, με σκοπό τη μετρίαση του μελλοντικού ρίσκου. Η δημιουργία του προβλεπτικού μοντέλου προσεγγίζεται στατιστικά. Το μοντέλο συντίθεται με συνδυασμό ανάλυσης γραμμικών εξαρτήσεων και χρήσης του Διανυσματικού Αυτοπαλίνδρομου Υποδείγματος (VAR). Βασικός άξονας της μελέτης αποτελεί ο βέλτιστος χρόνος επίδρασης των επιμέρους σημαντικών παραμέτρων στη διαμόρφωση του επιπέδου των ναύλων. Το δημιουργημένο μοντέλο πρόβλεψης ανταποκρίνεται πλήρως στο στόχο του καθώς αιχμαλωτίζει με ακρίβεια την τάση της ναυλαγοράς σε ορίζοντα τεσσάρων μηνών. Τα αποτελέσματα της πρόβλεψης μπορούν να αξιοποιηθούν από τους ιθύνοντες της ναυτιλίας για την αποτελεσματικότερη διαχείριση του κινδύνου, την έγκαιρη διαμόρφωση πολιτικής και τη λήψη στρατηγικών αποφάσεων.

Key words: Market Analysis, Risk Management, Forecast, Freight Rates, Maritime Statistics

ABSTRACT

The substantial business risk arising from the freight rates volatility is one of the most important sources of risk and uncertainty for shipowners. In the present study an extensive analysis of the influence factors at the tanker freight rates market is presented and a methodology for short-term spot rates trend forecast is developed, with the aim of mitigating future risk. The predictive model creation is approached statistically. The model is synthesized with a combination of correlation analysis and usage of Vector Autoregression Model (VAR). Main axis of the study is the optimal time that important parameters impact the freight rate level formation. The created forecast model fully meets its goal as it accurately captures the trend of the freight rates market over a four-month horizon. The forecast results can be capitalized by the shipping industry stakeholders for more effective risk management, timely hedging and strategic decision making.

Key words: Market Analysis, Risk Management, Forecast, Freight Rates, Maritime Statistics

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η αγορά δεξαμενόπλοιων αποτελεί τον μεγαλύτερο κλάδο ενασχόλησης της παγκόσμιας ναυτιλιακής βιομηχανίας, τόσο σε όγκο μεταφερόμενου φορτίου όσο και σε ναύλα. Η συγκεκριμένη αγορά είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την αγορά πετρελαίου, καθώς το μεταφορικό έργο εκτελείται για αργό πετρέλαιο και παράγωγα προϊόντα πετρελαίου. Χαρακτηριστικά το συνολικό θαλάσσιο εμπόριο πετρελαίου και πετρελαιοειδών το 2018 ανήλθε σε 13.547,1 δισεκατομμύρια μελιτόνους φορτίου¹. Η ναυλαγορά των δεξαμενόπλοιων χαρακτηρίζεται για την έντονη μεταβλητότητά της. Οι διακυμάνσεις των ναύλων είναι έντονες, συχνές και σημαντικές. Οι διακυμάνσεις αυτές αποτελούν μεγάλο μέρος των επιχειρηματικών κινδύνων των πλοιοκτητών και επηρεάζουν συνολικά την εύρυθμη λειτουργία της ναυτιλιακής βιομηχανίας. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η ανάλυση του επιχειρηματικού ρίσκου που πηγάζει από την μεταβλητότητα των ναύλων και η εξερεύνηση του μετριασμού του κινδύνου διαμέσου της γνώσης της πορείας της ναυλαγοράς.

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η ανάλυση των παραμέτρων που επιδρούν στον σχηματισμό των ναύλων των δεξαμενόπλοιων και η δημιουργία ενός αξιόπιστου βραχυπρόθεσμου προβλεπτικού μοντέλου τάσης της συγκεκριμένης ναυλαγοράς, το οποίο θα είναι ικανό να αιχμαλωτίσει και να αποκαλύψει τις πραγματικές τάσεις της συγκεκριμένης αγοράς σε μελλοντικό χρόνο. Όπως είναι ευρέως γνωστό η ναυτιλία μακροπρόθεσμα δεν είναι γραμμική, αντιθέτως είναι κυκλική και επηρεάζεται δυναμικά από αποφάσεις ανθρώπων και κοινωνικοπολιτικά γεγονότα (Stopford, 2016). Συνεπώς θα εξεταστεί το κατά πόσο είναι εφικτή μια βραχυπρόθεσμη κανονικοποίηση της ναυλαγοράς.

Η ανάλυση των χρονοσειρών προσεγγίζεται με συνδυασμό ανάλυσης γραμμικών εξαρτήσεων (correlation analysis) και χρήσης του Διανυσματικού Αυτοπαλίνδρομου Υποδείγματος (Vector Autoregression Model -VAR), σε γλώσσα προγραμματισμού Python. Βασικός άξονας της μελέτης αποτελεί ο βέλτιστος χρόνος επίδρασης των επιμέρους παραμέτρων στη διαμόρφωση του επιπέδου των ναύλων στο άμεσο μέλλον και οι αλληλοσυσχετίσεις μεταξύ των παραμέτρων αυτών. Πλεονέκτημα της επιλεγμένης στατιστικής μεθόδου προσέγγισης είναι ο ίδιος ο τρόπος κατάρτισης και εκπαίδευσης του υπολογιζόμενου μοντέλου στα δεδομένα της επιλεγμένης αγοράς. Κάθε μεταβλητή περιγράφεται ως συνάρτηση των χρονικών υστερήσεων της ίδιας της μεταβλητής και όλων των υπολοίπων μεταβλητών του συστήματος. Αξιοποιούνται οι

πραγματικές τιμές των παραμέτρων που επηρεάζουν στατιστικά σημαντικά τον σχηματισμό των τιμών ναύλων, οι οποίες εμπεριέχουν την πραγματική τους μεταβλητότητα και μπορούν να δώσουν στο μοντέλο την κοινωνικοπολιτική τάση δίχως να προσθέτουν μεροληψία σε αυτό. Η έρευνα αυτή πραγματοποιείται στην αγορά ναυλώσεων κατά ταξίδι, η οποία χαρακτηρίζεται από την εξαιρετικά έντονη μεταβλητότητα και τις απρόσμενες εναλλαγές της. Ως περίπτωση μελέτης θα χρησιμοποιηθεί η κατηγορία Panamax tanker, η οποία μεταφέρει αργό πετρέλαιο και παράγωγα πετρελαίου, προσεγγίζει τα περισσότερα λιμάνια ανά τον κόσμο λόγω μεγέθους και είναι σχετικά ανεξερεύνητη μέχρι σήμερα, στην παγκόσμια βιβλιογραφία. Πιο συγκεκριμένα έχει επιλεγεί μία αντιπροσωπευτική διαδρομή προς μελέτη, Yanbu - Rotterdam Clean 55K m\$ (Σαουδική Αραβία – Ολλανδία) και ως χρονικό πλαίσιο της έρευνας επιλέγεται το 2010 έως το 2018, με δεδομένα σε μηνιαία συχνότητα.

Σκοπός του μοντέλου είναι να δώσει προβάδισμα γνώσης στους πλοιοκτήτες για την αποτελεσματικότερη διαχείριση του ρίσκου και τη λήψη στρατηγικών αποφάσεων για τους στόλους τους, όπως για παράδειγμα ο προγραμματισμός προϋπολογισμού, ο χρόνος επισκευών σε αποβάθρα, οι αναπροσαρμογές ταχυτήτων πλεύσης, η αναδιάρθρωση επιλεγμένων διαδρομών, καθώς και να τους παρέχει πληροφορίες ικανές ώστε να διαμορφώσουν έγκαιρα την πολιτική τους απέναντι στις επερχόμενες μεταβολές της αγοράς (επιλογή είδους - χρόνου ναύλωσης και συμβολαίων, αγοραπωλησίες πλοίων κα).

Μέχρι σήμερα πολλοί ερευνητές έχουν ασχοληθεί με την ανάλυση του συγκεκριμένου κλάδου δίχως να έχει βρεθεί κάποιο χρήσιμο προβλεπτικό μοντέλο. Η παρούσα μελέτη επιδιώκει, αξιοποιώντας ορθά τις σύγχρονες στατιστικές μεθόδους ανάλυσης δεδομένων και λαμβάνοντας υπόψιν τις ιδιαιτερότητες της ναυτιλιακής βιομηχανίας, την υλοποίηση της ακριβέστερης βραχυπρόθεσμης πρόβλεψης ναύλων, με κριτήριο αξιοπιστίας την αιχμαλώτιση της τάσης. Επιπρόσθετα αποσκοπεί στην περαιτέρω διεύρυνση της παγκόσμιας βιβλιογραφία του συγκεκριμένου κλάδου.

2 . ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 . ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΝΑΥΛΑΓΟΡΩΝ & ΜΕΛΕΤΗ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΣΤΑ ΝΑΥΛΑ

Οι πλοιοκτήτες αντιμετωπίζουν καθημερινούς επιχειρηματικούς κινδύνους στο παγκόσμιο επίπεδο στο οποίο λειτουργούν. Οι κίνδυνοι σχετίζονται με τις διακυμάνσεις των αγορών ναύλων, των αγορών καυσίμων, των αγορών συναλλάγματος και των αγορών επιτοκίων (Kavousanos, 2010). Το ρίσκο, το οποίο προέρχεται από τις διακυμάνσεις των ναυλαγορών, μετριέται βάσει της μεταβλητότητας των ναύλων. Όσο αυξάνεται η μεταβλητότητα τόσο αυξάνεται και ο επιχειρηματικός κίνδυνος. Η μεταβλητότητα αυτή εκφράζεται από την τυπική απόκλιση των ναύλων (Kavousanos, 2010). Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 1, χαρακτηριστικό της ναυλαγοράς των δεξαμενόπλοιων αποτελούν οι έντονες και σημαντικές διακυμάνσεις της, σε σύντομο χρονικό διάστημα. Οι επενδύσεις στην αγορά δεξαμενόπλοιων ελλοχεύουν μεγάλο ρίσκο λόγω της υψηλής μεταβλητότητας των ναύλων, ειδικά στις ναυλώσεις κατά ταξίδι (Kavousanos, 2010; Elsamí, 2017). Η αγορά των πλοίων αναλύεται σε διαφορετικές υπό κατηγορίες/αγορές με βάση το μέγεθός τους, δεδομένου ότι πλοία διαφορετικών μεγεθών εμπλέκονται σε διαφορετικές εμπορικές διαδρομές, σε διαφορετικές περιοχές (Kavousanos, 2002). Ο τρόπος κατηγοριοποίησης της αγοράς ανά μέγεθος πλοίων, βάσει χωρητικότητας εκτοπίσματος (καθαρής χωρητικότητας) αυτών, απεικονίζεται στον Πίνακα 1. Το ρίσκο της αγοράς δεξαμενόπλοιων είναι αναλογικό του μεγέθους των πλοίων (Kavousanos, 2010). Η μεταβλητότητα των ναύλων και των τιμών των πλοίων στην αγορά μεταχειρισμένων φέρεται να αυξάνεται όσο αυξάνεται και το μέγεθος των πλοίων.

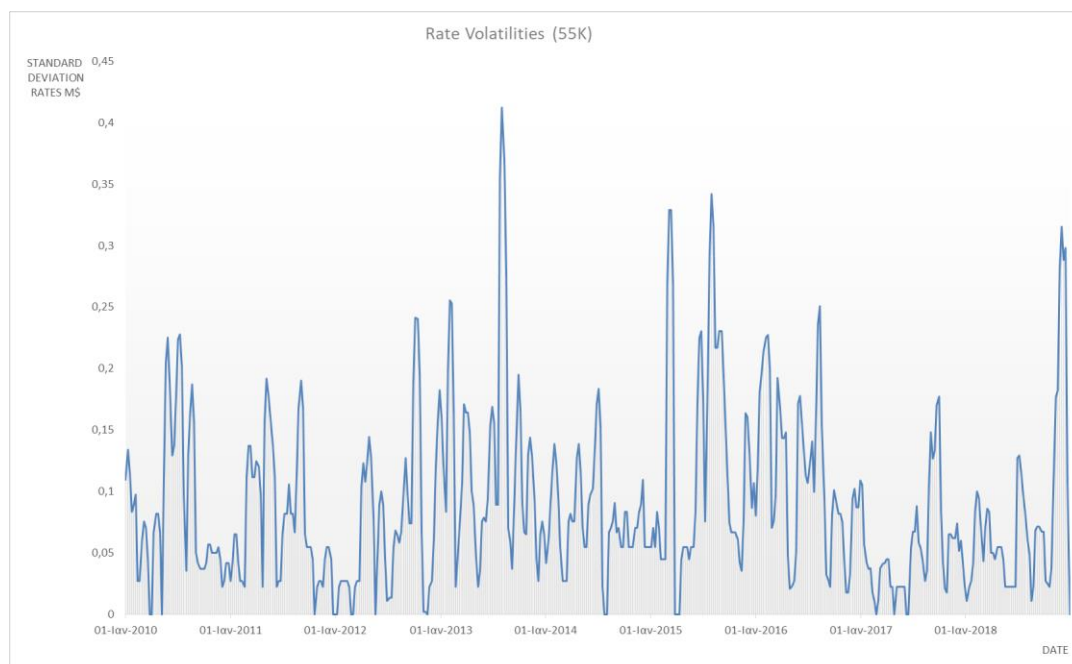
Πίνακας 1: Κατηγοριοποίηση αγοράς δεξαμενόπλοιων ανά μέγεθος πλοίων.

Κατηγορίες δεξαμενόπλοιων/ υπόκατηγορίες της αγοράς	Μέγεθος δεξαμενόπλοιων (dwt)	Είδος μεταφερόμενου φορτίου
Ultra large crude carriers (ULCCs)	320.000 και άνω	Αργό πετρέλαιο
Very large crude carriers (VLCCs)	200.000 - 320.000	Αργό πετρέλαιο
Suezmax	120.000 - 200.000	Αργό πετρέλαιο
Aframax tankers	70.000 - 120.000	Αργό πετρέλαιο
Panamax tankers	50.000 - 70.000	Παράγωγα προϊόντα πετρελαίου, αργό πετρέλαιο
Handysize tankers	20.000 - 50.000	Παράγωγα προϊόντα πετρελαίου, αργό πετρέλαιο
Small tankers (coasters)	10.000 - 20.000	Παράγωγα προϊόντα πετρελαίου, αργό πετρέλαιο

Πηγή: Τα αρχικά δεδομένα προέρχονται από τη βάση δεδομένων Clarkson Research Services Limited 2019. Αποτελεί δημιουργία του συγγραφέα.

Η συμπεριφορά των ναύλων επηρεάζει σημαντικά ολόκληρη τη ναυτιλιακή βιομηχανία, πλοιοκτήτες, ναυλωτές, φορτωτές, τεχνικές εταιρίες, τράπεζες κα. Οι κυριότεροι ναυτιλιακοί δείκτες που αφορούν την αγορά δεξαμενόπλοιων είναι ο Baltic Exchange Dirty Tanker Index (BDTI) και ο Worldscale Index (WS) και αποκαλύπτουν την τάση στην αγορά ναύλων, ως προς το επίπεδο κίνησης των τιμών της. Οι ιθύνοντες της ναυτιλίας χρησιμοποιούν τους δείκτες αυτούς για τον υπολογισμό ενός μέσου επιπέδου τιμών ναύλωσης και τη διαπραγμάτευσή του, στις τρέχουσες συνθήκες της αγοράς την εκάστοτε χρονική περίοδο (Vlachos, 2011). Επιπρόσθετα, οι δείκτες αυτοί χρησιμοποιούνται ευρέως από το σύνολο της ερευνητικής κοινότητας, που ασχολείται με τη μελέτη της ναυτιλίας, ως δείκτες αντιπροσωπευτικής και διαχρονικής διακύμανσης του επιπέδου των ναύλων. Αναλυτικότερα, ο δείκτης BDTI υποδεικνύει το εκτιμώμενο κόστος για τη ναυτιλιακή μεταφορά ακατέργαστου πετρελαίου (Shuangrui, 2013). Ο υπολογισμός του δείκτη βασίζεται στις εκτιμήσεις ανεξάρτητων ναυλομεσιτών από όλο τον κόσμο και εμπεριέχει το σταθμισμένο μέσο κόστος 15 διαφορετικών ναυτιλιακών διαδρομών², για φορτία από 30.000 έως 280.000 μετρικών τόνων³. Ο δείκτης Worldscale είναι η εκτιμώμενη τιμή ναύλου που αποτελεί το νεκρό σημείο (breakeven rate/flat rate/Worldscale 100) ενός ναυλοσυμφώνου, δηλαδή την τιμή στην οποία η ναυτιλιακή εταιρία καλύπτει το σύνολο των εξόδων που προκύπτουν από μια ναύλωση, δίχως την ύπαρξη είτε κέρδους είτε ζημίας. Ο υπολογισμός αυτός γίνεται για ένα συγκεκριμένο τύπο δεξαμενόπλοιου, καθαρής χωρητικότητας 75.000 τόνων, για κυκλικό ταξίδι μεταξύ ενός λιμανιού αφετηρίας και ενός λιμανιού προορισμού, για κάθε πιθανό δρόμο θαλάσσιας μεταφοράς και διαμορφώνεται επί των διαφόρων εκτιμήσεων σχετικά με τις τιμές των καυσίμων, την κατανάλωση καυσίμου του πλοίου και των χρεώσεων των λιμανιών (Alizadeh, 2011; Stopford, 2016). Μονάδα μέτρησης του WS είναι τα δολάρια ανά μετρικό τόνο (\$/mt). Ο δείκτης δημοσιεύεται τον Ιανουάριο κάθε έτους από την Worldscale Association και η τιμή του αποτελεί τη βάση της διαπραγμάτευσης της ναύλωσης κατά ταξίδι για τους ναυλομεσίτες⁴. Παρά το γεγονός ότι οι δείκτες αυτοί αναδεικνύουν σε μεγάλο βαθμό τις κινήσεις των ναύλων κατά μέσο όρο, την ακριβέστερη απεικόνιση της πραγματικής κίνησης των ναυλαγορών δίνουν τα καταγραφικά δεδομένα, τα οποία συλλέγονται από τα ταξίδια και μετριοούνται συνήθως σε εκατομμύρια δολάρια (m\$). Στο μοντέλο πρόβλεψης που θα ακολουθήσει η ζητούμενη ποσότητα θα είναι απογραφική, δηλαδή πραγματικές τιμές ναύλων στην επιλεγμένη διαδρομή.

Διάγραμμα 1: Μεταβλητότητα ναύλων Panamax tanker , στη διαδρομή: Yanbu - Rotterdam [Clean 55K m\$], χρονική περίοδος 2010 – 2018.



Πηγή: Τα αρχικά δεδομένα προέρχονται από τη βάση δεδομένων Clarkson Research Services Limited 2019. Αποτελεί δημιουργία του συγγραφέα.

Οι διακυμάνσεις των τιμών ναύλων εμφανίζονται μέσα στους ναυτιλιακούς κύκλους της αγοράς οι οποίοι κυριαρχούν στις θαλάσσιες μεταφορές (Kavousanos, 2010). Η εκδήλωσή τους είναι εφικτή μέσα σε οποιαδήποτε φάση ενός ναυτιλιακού κύκλου, μάλιστα κάποιες διακυμάνσεις αποτελούν και τα σημεία καμψής της φάσης του κύκλου (Storford, 2016). Επιπρόσθετα επηρεάζουν σημαντικά τον σχηματισμό ναυτιλιακών πολιτικών και συναλλαγών, τις ταμειακές ροές και τα κόστη των πλοιοκτητών και των ναυλωτών (Alizadeh, 2011). Στη συνέχεια της παρούσας έρευνας θα γίνει μία προσπάθεια ανάλυσης των μακροοικονομικών και μικροοικονομικών παραγόντων που επηρεάζουν τις τιμές των ναύλων και δημιουργούν τις συνεχείς διακυμάνσεις αυτών.

Ένας χαρακτηριστικός ναυτιλιακός κύκλος περιλαμβάνει τέσσερα βασικά στάδια, το στάδιο της ύφεσης, της ανάκαμψης, της κορύφωσης και της κατάρρευσης (Storford, 2016). Στο πρώτο στάδιο, δηλαδή στο κατώτατο σημείο ύφεσης της αγοράς, υπάρχει σαφές πλεόνασμα χωρητικότητας στόλου και οι τιμές των ναύλων κινούνται χαμηλά, σε επίπεδα έως και μη κάλυψης του λειτουργικού κόστους των πλοίων και το επιπλέον τonaζ παροπλίζεται. Οι τιμές των μεταχειρισμένων πλοίων κινούνται σε ίδιο επίπεδο με τις τιμές διάλυσης των πλοίων, με συνέπεια η αγορά να οδηγείται σε μείωση

χωρητικότητας στόλου. Με αυτήν τη διαδικασία ξεκινάει ουσιαστικά το δεύτερο στάδιο του κύκλου, το στάδιο της ανάκαμψης της αγοράς. Καθώς η προσφορά χωρητικότητας και η ζήτηση για θαλάσσια μεταφορά κινούνται προς ένα σημείο ισορροπίας, τα ναύλα σταδιακά αυξάνονται, καλύπτοντας το λειτουργικό κόστος των πλοίων, οι τιμές στα μεταχειρισμένα πλοία αυξάνονται και βελτιώνεται η ρευστότητα στην αγορά. Όταν η ζήτηση για θαλάσσια μεταφορά καλύψει ή/ και υπερβεί το σύνολο της διαθέσιμης χωρητικότητας του στόλου, τότε επέρχεται το στάδιο της κορύφωσης, το τρίτο στάδιο. Τα ναύλα αυξάνονται σε σημεία υπερκάλυψης του λειτουργικού κόστους, τα κέρδη είναι μεγάλα, οι τιμές των μεταχειρισμένων ξεπερνούν τις τιμές των νεότευκτων, με τις παραγγελίες κατασκευής νέων πλοίων να εκτοξεύονται. Το σημείο εκείνο στο οποίο η προσφορά πλοίων θα υπερβεί ξανά την ζήτηση, είναι το σημείο έναρξης της κατάρρευσης της αγοράς, δηλαδή του τέταρτου σταδίου. Οι τιμές ναύλωσης θα υποστούν ταχεία μείωση και ο κύκλος της ναυτιλίας κάποια στιγμή θα εισέλθει ξανά στο πρώτο στάδιο (Stopford, 2016). Η παραπάνω διαδικασία περιγράφει με σαφήνεια τον κυκλικό τρόπο λειτουργίας της ναυτιλιακής αγοράς, καταδεικνύοντας την συνεχόμενη αλληλενέργεια μεταξύ της προσφοράς διαθέσιμης χωρητικότητας και της ζήτησης για θαλάσσια μεταφορά.

Τα επίπεδα κίνησης τιμών της συγκεκριμένης ναυλαγοράς και οι διακυμάνσεις τους σχηματίζονται από την πολύπλοκη δυναμική αλληλεπίδραση της προσφοράς τανάζ και της ζήτησης για ναυτιλιακή μεταφορά πετρελαίου και πετρελαιοειδών (Stopford, 2016). Η ζήτηση για θαλάσσια μεταφορά πετρελαίου και παραγώγων είναι μία συμπληρωματική ζήτηση, η οποία εξαρτάται άμεσα από την ζήτηση για πετρέλαιο, την κατάσταση στην παγκόσμια αγορά πετρελαίου, την παγκόσμια οικονομική δραστηριότητα, την μέση διανυόμενη απόσταση και την εποχικότητα (Kavousanos, 2002; Stopford, 2016; Elsami, 2017). Η εποχικότητα στις χρονοσειρές δεδομένων ορίζεται ως ένα φαινόμενο ή μία τάση που επαναλαμβάνεται περιοδικά κατ' έτος και η εμφάνισή του αποδίδεται σε εποχιακές επιδράσεις (Δημελή, 2013). Στον πετρελαϊκό κλάδο η εποχικότητα είναι σχετικά σταθερή⁵ μέσα στο έτος και αντανάκλαει τις εποχικές διακυμάνσεις στην κατανάλωση ενέργειας στο Βόρειο Ημισφαίριο, κατά το φθινόπωρο και τις αρχές του χειμώνα μεταφέρεται περισσότερο πετρέλαιο σε σχέση με τις υπόλοιπες εποχές. Αποτελεί σημαντικό παράγοντα της βραχυχρόνιας μεταβλητότητας της ζήτησης για θαλάσσιο εμπόριο (Kavousanos, 2002). Η ζήτηση για ναυτιλιακή μεταφορά στη συγκεκριμένη κατηγορία φορτίου είναι ανελαστική ως προς

τις τιμές ναύλωσης των πλοίων, διότι τα κόστη θαλάσσιας μεταφοράς φορτίου (συνολικό κόστος ναύλωσης) έχουν αμελητέα επίπτωση στη ζήτηση για προϊόντα πετρελαίου (Glen & Martin, 2005).

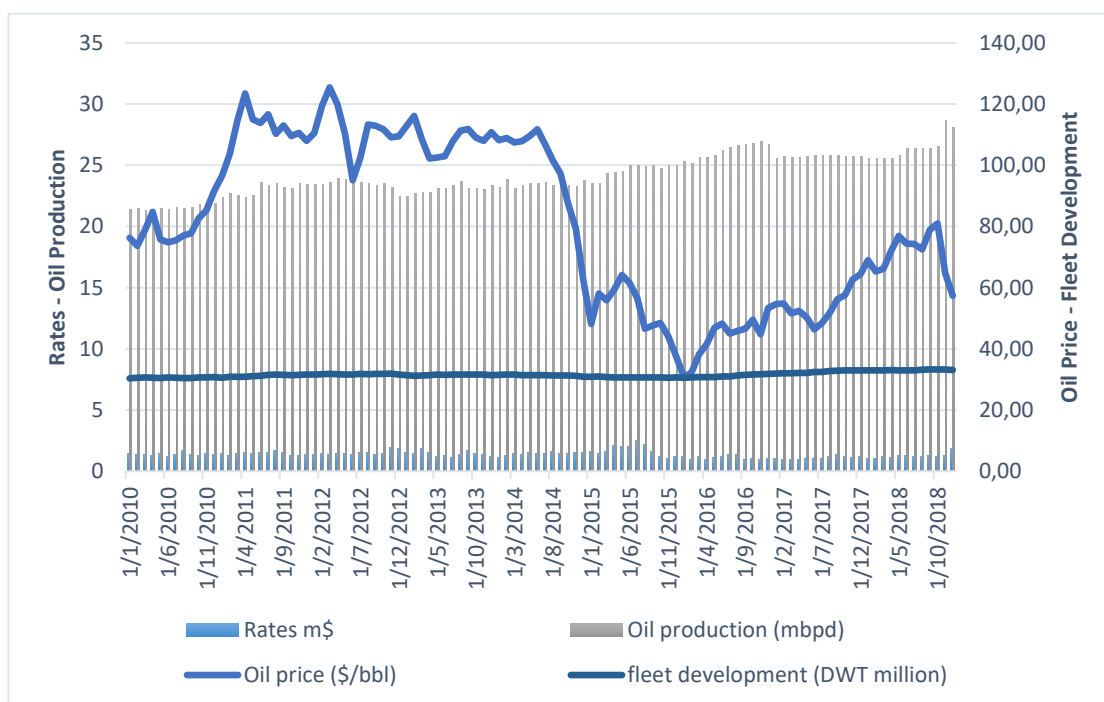
Η προσφορά δεξαμενόπλοιων (διαθέσιμη χωρητικότητα/ τονάζ στόλου) επηρεάζεται από πολλές μεταβλητές που σχετίζονται με τα ίδια τα δεξαμενόπλοια και τη λειτουργία τους, όπως το τρέχον και το βραχυχρόνιο μέγεθος του στόλου των δεξαμενόπλοιων, η δραστηριότητα των αγορών νεότευκτων και διαλύσεων και οι τιμές των καυσίμων (Zannetos, 1966; Lyridis, 2004). Επιπρόσθετα η παραγωγικότητα του ενεργού στόλου και οι άμεσα προηγούμενες τιμές ναύλωσης έχει αποδειχθεί πως επιδρούν στην προσφορά των δεξαμενόπλοιων (Eslami, 2017; Stopford, 2016). Η παραγωγικότητα του στόλου ορίζεται ως το πηλίκιο της ζήτησης για θαλάσσια μεταφορά – τη μέση διανυόμενη απόσταση σε μιλιοτόνους φορτίου ως προς τη διαθέσιμη καθαρή χωρητικότητα πλοίων ανά έτος. Αντιθέτως της ζήτησης για θαλάσσια μεταφορά πετρελαίου και πετρελαιοειδών, η προσφορά των δεξαμενόπλοιων είναι ελαστική ως προς τις τιμές ναύλων των δεξαμενόπλοιων, υψηλά ναύλα προάγουν τις παραγγελίες για κατασκευή νέων δεξαμενόπλοιων και το αντίθετο. Οι επιδράσεις των εναλλαγών της προσφοράς δεξαμενόπλοιων, ειδικά της αύξησής της, αντικατοπτρίζονται στην αγορά με κάποια χρονική υστέρηση, λόγω του απαιτούμενου χρόνου κατασκευής και παράδοσης των νεότευκτων πλοίων (Elsami, 2017). Τέλος, αξίζει να σημειωθεί πως ο τρόπος και ο ρυθμός ανάπτυξης της προσφοράς εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις πολιτικές των τραπεζών σχετικά με τη χρηματοδότηση των επενδύσεων των ναυτιλιακών εταιριών (Stopford, 2016).

Φορτίο της αγοράς δεξαμενόπλοιων αποτελεί το αργό πετρέλαιο και τα παράγωγα προϊόντα πετρελαίου. Η παραγωγή πετρελαίου ανά τον κόσμο ελέγχεται από λίγες συγκεκριμένες παραγωγικές περιοχές, όπως η Μέση ανατολή, η Ευρασία, η Β. Αμερική και η Ευρώπη, αλλά η ζήτηση για πετρέλαιο και παράγωγα προϊόντα είναι παγκόσμια. Η ανισορροπία μεταξύ περιοχής παραγωγής - προσφοράς πετρελαίου και περιοχής κατανάλωσης - ζήτησης πετρελαίου δημιουργεί την ανάγκη - ζήτηση για ναυτιλιακή μεταφορά πετρελαίου. Με την ευθύνη της διανομής του φορτίου στις περιοχές κατανάλωσής του επιφορτίζεται ο παγκόσμιος στόλος, ο οποίος λειτουργεί βάσει του διαθέσιμου τονάζ και της παραγωγικότητάς του. Συνεπώς, γίνεται κατανοητή η ζωτική φύσης αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο αγορών (Wenming, 2013).

Καθοριστικό ρόλο στον σχηματισμό των επιπέδων των ναύλων και των διακυμάνσεών τους παίζουν οι τιμές του αργού πετρελαίου, υπό το πρίσμα του φορτίου των πλοίων. Η διεθνής τιμή αναφοράς για το αργό πετρέλαιο που χρησιμοποιείται πλέον από τον Οργανισμό Εξαγωγικών Χωρών Πετρελαίου (OPEC) είναι η τιμή Brent και αυτή θα χρησιμοποιηθεί στη συνέχεια της μελέτης ως αντιπροσωπευτική τιμή πετρελαίου. Σύμφωνα με τη μέθοδο διαρθρωτικής αποσύνθεσης των διακυμάνσεων των τιμών του αργού πετρελαίου (Kilian & Park, 2009), τα σοκ των τιμών του αργού πετρελαίου κατατάσσονται σε σοκ σχετικά με την προσφορά αργού πετρελαίου στην αγορά (σοκ προσφοράς) και σε σοκ μη σχετικά με την προσφορά αργού πετρελαίου (τυχαία σοκ). Τα σοκ προσφοράς έχουν σημαντική και άμεση επίπτωση στις τιμές ναύλων της αγοράς δεξαμενόπλοιων. Οποιαδήποτε μεταβολή στην παγκόσμια ποσότητα παραγωγής πετρελαίου θα προκαλέσει αλυσιδωτά αλλαγή στις τιμές του αργού πετρελαίου και μεταβολή στη ζήτηση χωρητικότητας για ναυτιλιακή μεταφορά, η οποία θα είναι ανάλογη της διαφοράς στην ποσότητα παραγωγής (Wenming, 2013). Εφόσον θα υπάρξει μια αύξηση ή μείωση στη ζήτηση για ναυτιλιακή μεταφορά, με σχετικά σταθερή τη χωρητικότητα του στόλου δεξαμενόπλοιων για το συγκεκριμένο διάστημα, οι τιμές των ναύλων θα επηρεαστούν κατά τον νόμο προσφοράς και ζήτησης. Το αντίκτυπο ενός θετικού σοκ προσφοράς φθίνει όσο αυξάνεται η προσφορά δεξαμενόπλοιων. Εάν υπάρξει υπερπροσφορά διαθέσιμων πλοίων οι θετικές επιπτώσεις στα ναύλα θα υποχωρήσουν και η αγορά είτε θα ισορροπήσει είτε θα κινηθεί πτωτικά. Οι αλλαγές στις τιμές του αργού πετρελαίου οι οποίες οφείλονται σε παράγοντες ασυσχέτιστους με την προσφορά αργού πετρελαίου ονομάζονται τυχαία σοκ και μπορούν να προκύψουν από διάφορα γεγονότα όπως πολιτικά γεγονότα, πόλεμοι, οικονομικά σοκ - υποτίμηση δολαρίου κα. Τα τυχαία σοκ δεν επηρεάζουν άμεσα τις τιμές της ναυλαγοράς (Wenming, 2013). Εάν τα τυχαία σοκ είναι ικανά να προκαλέσουν κάποια αισθητή μεταβολή στην παγκόσμια οικονομία, η οποία θα επιφέρει επίπτωση στην κατανάλωση πετρελαίου, ικανή να μεταβάλει τη ζήτηση για θαλάσσια μεταφορά, τότε κατ' επέκταση θα υπάρξει αλλαγή στις τιμές των ναύλων κατά τη συνθήκη ισορροπίας της οικονομίας (Storford, 2016). Το Διάγραμμα 2 οπτικοποιεί τους παραπάνω ισχυρισμούς. Όπως διαφαίνεται σε αυτό, όταν αυξάνεται η ποσότητα παραγωγής πετρελαίου, τα ναύλα τείνουν να κινούνται ανοδικά ανεξαρτήτως της συμπεριφοράς της τιμής Brent και αναλόγως της πορείας ανάπτυξης του συγκεκριμένου στόλου. Όταν η ποσότητα παραγωγής πετρελαίου μεταβάλλεται συνεχόμενα τα ναύλα προσπαθούν να ισορροπήσουν και παρατηρείται μία έντονη

διακύμανση σε αυτά. Όταν υπάρχει αύξηση/ μείωση και στην παραγωγή πετρελαίου και στην τιμή Brent τα ναύλα θα αυξηθούν/ μειωθούν. Συνεπώς ένα ικανοποιητικό μέρος της μεταβλητότητας των ναύλων αποδίδεται στα σοκ προσφοράς, δίχως όμως να αποτελεί κανόνα πάγια συμπεριφοράς.

Διάγραμμα 2: Συνδυαστικό διάγραμμα απεικόνισης σχέσεων μεταξύ ναύλων, ανάπτυξης στόλου Panamax Tankers, τιμής πετρελαίου (Brent) και ποσότητας παραγωγής πετρελαίου, για τη διαδρομή Yanbu - Rotterdam, χρονική περίοδος 2010 – 2018.



Πηγή: Τα αρχικά δεδομένα προέρχονται από τη βάση δεδομένων Clarkson Research Services Limited 2019. Αποτελεί δημιουργία του συγγραφέα.

Ως ιδιαιτερότητα της συγκριμένης αγοράς ναύλων χαρακτηρίζεται ο δισήμαντος ρόλος του πετρελαίου, καθώς αποτελεί το φορτίο και το καύσιμο. Τα καύσιμα είναι παράγωγα προϊόντα αργού πετρελαίου και η τιμή τους έχει θετική γραμμική εξάρτηση⁶ με την τιμή Brent του αργού πετρελαίου. Μια αλλαγή στην τιμή του πετρελαίου θα επιδράσει άμεσα και αναλογικά στις τιμές των καυσίμων, ανεξάρτητα με το είδος του σοκ που την προκάλεσε. Ακόμη και στην περίπτωση όπου τυχαία σοκ των τιμών του αργού πετρελαίου δεν επηρεάσουν τη ζήτηση για ναυτιλιακή μεταφορά και το επίπεδο των ναύλων, θα επηρεάσουν άμεσα το κόστος καυσίμων με το οποίο θα επιφορτιστεί το ταξίδι της ναύλωσης (Wenming, 2013). Στο παρελθόν έχουν καταγραφεί περιπτώσεις όπου ενώ η τιμή του αργού πετρελαίου ήταν υψηλή και τα ναύλα βρισκόνταν σε

ικανοποιητικό επίπεδο τιμών, όμως τα κέρδη των ναυτιλιακών εταιριών ήταν μικρά λόγω των υψηλού μεταφορικού κόστους των πλοίων. Τα μεταφορικά κόστη ενός ταξιδιού ποικίλουν ανά ναύλωση και επιλεγμένη θαλάσσια διαδρομή. Σε αυτά περιλαμβάνονται τα κόστη καυσίμων, τα κόστη χρήσης των λιμανιών, τα τέλη χρήσης καναλιών κλπ, τα έξοδα ρυμούλκησης και η προμήθεια του ναυλομεσίτη (Stopford, 2016). Το 50% των εξόδων του ταξιδιού φέρεται όμως να σχετίζεται με τις τιμές των καυσίμων. Συνοψίζοντας οι αγορές πετρελαίου και δεξαμενόπλοιων είναι αλληλένδετες και οι επιδράσεις των τιμών του πετρελαίου στη ναυλαγορά υπάρχουν άμεσα ή έμμεσα.

Πέραν των διακυμάνσεων στο συνολικό επίπεδο κίνησης της ναυλαγοράς, υφίστανται και εσωτερικές διακυμάνσεις οι οποίες σχετίζονται με τα χαρακτηριστικά των πλοίων. Στο μικροοικονομικό περιβάλλον της ναυτιλίας, οι καταλυτικοί παράγοντες επηρεασμού των τιμών ναύλωσης και διαπραγμάτευσης ανά πλοίο και εταιρία είναι το μέγεθος του πλοίου, η ηλικία/ τεχνολογία του, η επιλεγμένη διαδρομή και η αξιολόγηση του πλοίου στην κατάταξη του IMO⁷ (Alizadeh , 2011).

2.2 . ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Η πρόβλεψη του μελλοντικού ρίσκου στη ναυτιλιακή αγορά και στη ναυλαγορά αποτέλεσε διαχρονικά ένα ελκυστικό θέμα για τους ναυτιλιακούς οικονομολόγους και τους ερευνητές. Τα δύο βασικά χαρακτηριστικά της ναυλαγοράς, τα οποία δημιουργούν την ανάγκη για αποδοτικότερη διαχείριση και ανάλυση του κινδύνου, είναι η έντονη μεταβλητότητα και η αβεβαιότητα. Δεδομένου του ότι η μεταβλητότητα των ναύλων θα συνεχίσει να υφίσταται, λόγω της συνεχόμενης και πολύπλοκης δυναμικής αλληλεπίδρασης προσφοράς χωρητικότητας και ζήτησης για ναυτιλιακή μεταφορά πετρελαίου και πετρελαιοειδών που σχηματίζει καθημερινά τα επίπεδα τιμών ναύλων, στόχος της πρόβλεψης των μελλοντικών τιμών ναύλων αποτελεί η μείωση της αβεβαιότητας για τους ιθύνοντες της ναυτιλίας και κατ' επέκταση η μείωση του επιχειρηματικού τους ρίσκου.

Μέχρι σήμερα έχουν υπάρξει πολλές μελέτες σχετικές με τους καθοριστικούς παράγοντες που επιδρούν στις τιμές ναύλων των δεξαμενόπλοιων και οι οποίες έθεσαν τα θεμέλια για τις μετέπειτα έρευνες. Έχει αναδειχθεί η σχέση μεταξύ προσφοράς τονάζ και ζήτησης για ναυτιλιακή μεταφορά ως καθοριστική για τον σχηματισμό του

επιπέδου των ναύλων (Zannetos, 1966; Koopmans, 1939) και έχει αποδειχθεί η αλληλεξάρτηση μεταξύ ναυλαγορών και αγορών πλοίων, νεότευκτων και μεταχειρισμένων (Beenstock, 1985; Beenstock & Vergottis, 1989). Επιπλέον έχει γίνει ο συσχετισμός της ζήτησης για ναυτιλιακή μεταφορά με την τιμή του πετρελαίου (Lensberg & Rasmussen, 1992), όπου μετέπειτα η σχέση αυτή αναθεωρήθηκε και έγινε άμεση η διασύνδεση της ποσότητας παραγωγής πετρελαίου με την ζήτηση για θαλάσσια μεταφορά (Kilian & Park, 2009; Wenming, 2013). Στην πορεία αναλύθηκε εκτεταμένα η μεταβλητότητα των ναυλαγορών και αγορών πλοίων, ανά υποκατηγορία πλοίων, το ρίσκο των πλοιοκτητών (Kavousanos, 2010; Stopford, 2016) και διερευνήθηκαν σε βάθος οι επιπτώσεις της εποχικότητας στη ναυτιλιακή βιομηχανία (Kavousanos, 2002; Stopford, 2016).

Οι πιο ανεπτυγμένες και σχετικά αποτελεσματικές προσεγγίσεις της αναχίτισης του μελλοντικού ρίσκου των ναυλαγορών, πραγματοποιούνται με μεθόδους στατιστικής ανάλυσης δεδομένων – πρόβλεψης τιμών ναύλων, στη φυσική αγορά και με χρήση παραγώγων - μελλοντικών συμβολαίων, στην «εικονική» αγορά.

Η στατιστική αξιοποίηση των διαθέσιμων ναυτιλιακών δεδομένων για την εύρεση ιστορικών σχέσεων μεταξύ τους και την ανάδειξη επαναλαμβανόμενων μοτίβων με σκοπό την εξεύρεση προβλεπτικών μοντέλων που θα αναδεικνύουν χρήσιμες πληροφορίες για τις ναυλαγορές και θα προβλέπουν τις μελλοντικές τιμές των ναύλων, με στόχο τη μείωση του ναυτιλιακού ρίσκου, έχουν υπάρξει στόχος πολλών ερευνητών. Οι κυριότερες σύγχρονες αναλύσεις ή/ και προσεγγίσεις της πρόβλεψης της ναυλαγοράς των δεξαμενόπλοιων έχουν γίνει από τους Kavousanos, 2003; Lyridis, 2004; Batchelor, 2007; Alizadeh, 2011; Elsami, 2017; Stopford, 2016; Lyridis, 2017. Τα αποτελέσματα των μελετών αυτών μπορούν να αποτελέσουν αξιολογη βάση για έρευνα, αλλά τα διαθέσιμα προβλεπτικά μοντέλα δεν είναι σε θέση ακόμη να αιχμαλωτίσουν και να αποκαλύψουν την πραγματική κίνηση της ναυλαγοράς σε μελλοντικό χρόνο. Οι πιο πρόσφατες εκ των αναφερθέντων μελετών (Elsami, 2017; Lyridis, 2017), αξιοποιώντας μεθόδους τεχνητών νευρωνικών δικτύων (Artificial Neural Networks – ANN) δίνουν συγκριτικά καλύτερα αποτελέσματα από αυτές που εξετάζουν το ζήτημα αποκλειστικά υπό το πρίσμα των χρονολογικών υποδειγμάτων, αλλά η απόδοσή τους δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ως αξιόπιστη.

Ο δεύτερος τρόπος προσέγγισης και μετρίασης του μελλοντικού ρίσκου είναι η χρήση παραγώγων συμβολαίων. Τα παράγωγα συμβόλαια (FFAs), μελλοντικά συμβόλαια, είναι ευέλικτα χρηματοοικονομικά εργαλεία, τα οποία χρησιμοποιούνται από τους ιθύνοντες της ναυτιλίας για τη διαχείριση του ρίσκου στις αγορές και η χρήση τους παρέχει χρήσιμες πληροφορίες για τα αναμενόμενα επίπεδα τιμών στο μέλλον, στους παράγοντες της αγοράς. Με την εξέταση της απόδοσης των χρηματοοικονομικών αυτών εργαλείων στη διαχείριση του ρίσκου των ναύλων στην αγορά δεξαμενόπλοιων, τις στρατηγικές αναχαίτισης των αγορών και τις επιπτώσεις των FFAs στις τιμές της αγοράς κατά πλου έχουν ασχοληθεί ενδελεχώς πολλοί μελετητές, αποσαφηνίζοντας τον τρόπο λειτουργίας και επίδρασης των παραγώγων συμβολαίων στις ναυλαγορές (Kavousanos, 2003; Kavousanos & Batchelor 2004; Kavousanos, 2010; Amir, 2015).

3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ & ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Σύμφωνα με την επισκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας (Zannetos, 1996; Lyridis, 2004; Kavousanos, 2002; Kavousanos, 2010; Eslami, 2016; Stopford, 2016; Lyridis, 2017), όπως αυτή παρουσιάστηκε αναλυτικά στο Κεφάλαιο 1 και 2, τα επίπεδα κίνησης των τιμών των ναύλων σχηματίζονται από τη δυναμική αλληλεπίδραση της προσφοράς χωρητικότητας δεξαμενόπλοιων (tanker supply) και της ζήτησης για ναυτιλιακή μεταφορά πετρελαίου και πετρελαιοειδών (tanker demand). Αυτή η σχέση απεικονίζεται στο Σχήμα 1.

Σχήμα 1: Σχηματική απεικόνιση παραμέτρων επίδρασης στη ζήτηση και στην προσφορά δεξαμενόπλοιων & αλληλεπίδρασης με τις τιμές των ναύλων.



Πηγή: Αποτελεί δημιουργία του συγγραφέα.

Αξιοποιώντας την παραπάνω ναυτιλιακή θεωρία, στόχος αποτελεί η δημιουργία ενός βραχυπρόθεσμου προβλεπτικού μοντέλου τάσης των ναύλων, για την επιλεγθείσα διαδρομή.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται ο πρωταρχικός ποιοτικός έλεγχος των επιλεγμένων μεταβλητών εισόδου στο μοντέλο – μεταβλητές επίδρασης, η περιγραφική τους ανάλυση, ο έλεγχος των επιπτώσεων των χρονικών υστερήσεων, η σαφής παρουσίαση της στατιστικής μεθόδου που θα χρησιμοποιηθεί για την κατάρτιση του προβλεπτικού μοντέλου και η ανάλυση των χρονολογικών σειρών, από την οποία θα εξαχθεί το ζητούμενο μοντέλο.

3.1 . ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Οι μεταβλητές οι οποίες θα εισαχθούν στο μοντέλο (full dataset) έχουν επιλεγθεί βάση της έως τώρα μελέτης της σχετικής θεωρίας, όπως αυτή παρουσιάστηκε στο Κεφάλαιο 2 και αφορούν την επιλεγμένη προς μελέτη διαδρομή Yanbu - Rotterdam Clean 55K m\$ (Σαουδική Αραβία – Ολλανδία), στο χρονικό πλαίσιο 2010-2018. Η συγκεκριμένη διαδρομή επιλέχθηκε ως αντιπροσωπευτική διότι διαδραματίζεται ανάμεσα σε μία από τις μεγαλύτερες παραγωγικές περιοχές πετρελαίου και σε μία καταναλώτρια περιοχή, η οποία ταυτοχρόνως αποτελεί το μεγαλύτερο λιμάνι της Ευρώπης και ένα από τα πιο πολυσύχναστα λιμάνια του κόσμου. Επιπρόσθετα τα διαθέσιμα δεδομένα ναύλων της διαδρομής αυτής είναι καταγραφικά, μετρημένα σε εκατομμύρια δολάρια (m\$), γεγονός που τα καθιστά αξιόπιστα για περαιτέρω μελέτη. Τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται για την κατάρτιση της έρευνας προέρχονται από τη βάση δεδομένων Clarkson Research Services Limited 2019. Κατά τη σύνθεση του υποδείγματος θα εξεταστούν οι σχέσεις αλληλεπίδρασης μεταξύ των μεταβλητών και η στατιστική σημαντικότητα της συμβολής κάθε μίας μεταβλητής στο σχηματισμό των ναύλων.

Οι αρχικές μεταβλητές εισόδου Rates, Oil Production και Bunker Price, έχουν εξειδικευτεί για την επιλεγμένη διαδρομή. Οι μεταβλητές Fleet Development, Fleet Age, Scrap Price, Secondhand Price, Newbuilding Price και TC Rates ανταποκρίνονται συνολικά στην κατηγορία Panamax tanker. Το Oil Price ανταποκρίνεται στην παγκόσμια τιμή Brent.

Σε μία πρώτη επισκόπηση στα δεδομένα, διαμέσου του Πίνακα 2 παρατηρείται πώς σε όλες τις μεταβλητές ο μέσος είναι παραπλήσιος με τον διάμεσο, γεγονός που δηλώνει την μη ύπαρξη ακραίων τιμών στο dataset. Συνεπώς δε χρειάζεται να υπάρξουν μετασχηματισμοί στο αρχικό dataset. Επιπλέον διαβάζοντας τις τιμές min, max και range γίνεται άμεσα κατανοητή η περιοχή κίνησης των τιμών για κάθε μία μεταβλητή. Λόγω της φύσης των δεδομένων δε θα ήταν ορθή η εξαγωγή συμπερασμάτων μόνο από την τυπική απόκλιση που υπάρχει συνολικά σε όλα τα έτη. Συμπληρωματικά θα έπρεπε να ελεγχθούν οι διακυμάνσεις ανάμεσα στους μήνες για την ανάδειξη μοτίβων εποχικότητας κα. Αυτό το βήμα έχει ήδη παρουσιαστεί στο Κεφάλαιο 2 και δε θα επαναληφθεί. Τέλος, όσον αφορά την κύρτωση και την ασυμμετρία φαίνεται πως όλες οι μεταβλητές κατανέμονται σχεδόν συμμετρικά ($skew \approx 0$), με ελαφριές τάσεις μικρών θετικών/ αρνητικών ασυμμετριών και όλες φέρουν το φαινόμενο της πλατύκυρτης

κατανομής (kurtosis < 3), δηλαδή οι τιμές έχουν την τάση να βρίσκονται απλωμένες γύρω από τη μέση τιμή τους και λιγότερο στα άκρα.

Πίνακας 2: Πίνακας περιγραφικών μέτρων των μεταβλητών εισόδου στο υπόδειγμα πρόβλεψης.

	mean	sd	median	trimmed	mad	min	max	range	skew	kurtosis	se
Rates (m\$)	1,38	0,28	1,36	1,35	0,23	0,92	2,49	1,56	1,09	1,98	0,03
Oil Production (mbpd)	24,14	1,64	23,59	24,13	1,91	21,28	28,63	7,35	0,25	-0,69	0,16
Oil Price (\$/bbl)	81,26	27,01	78,27	81,72	42,51	30,98	125,45	94,46	-0,08	-1,48	2,60
Fleet Development (DWT million)	31,51	0,80	31,45	31,45	0,81	30,35	33,25	2,89	0,69	-0,48	0,08
Fleet Age (years)	8,71	0,91	8,50	8,66	1,08	7,53	10,51	2,99	0,41	-1,30	0,09
Scrap Price (m\$)	5,86	1,14	6,05	5,94	1,04	3,22	7,61	4,40	-0,64	-0,48	0,11
Secondhand Price (m\$)	21,72	3,40	21,67	21,59	4,20	16,33	28,33	12,00	0,26	-1,16	0,33
Newbuilding Price (m\$)	43,53	1,83	44,00	43,56	2,22	40,50	46,50	6,00	-0,11	-1,41	0,18
TC Rates (\$/day)	15891,32	3587,21	15000,00	15272,80	2779,88	12500,00	28750,00	16250,00	1,58	2,08	345,18
Bunker Price (\$/Tonne)	491,43	162,99	482,26	495,93	219,70	170,72	763,15	592,44	-0,17	-1,27	15,68

Πηγή: Τα αρχικά δεδομένα προέρχονται από τη βάση δεδομένων Clarkson Research Services Limited 2019. Αποτελεί δημιουργία του συγγραφέα.

3.2 . ΑΝΑΛΥΣΗ ΓΡΑΜΜΙΚΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ (CORRELATION ANALYSIS) & ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΧΡΟΝΙΚΗΣ ΥΣΤΕΡΗΣΗΣ

Οι επιπτώσεις της χρονικής υστέρησης των μεταβλητών που επιδρούν στο σχηματισμό του επιπέδου των ναύλων προσεγγίζονται με ανάλυση συντελεστών γραμμικής συσχέτισης/ εξάρτησης. Ο συντελεστής r μετράει την ισχύ της γραμμικής συσχέτισης μεταξύ δύο μεταβλητών x και y , αλλά η σχέση αυτή δεν αποτελεί αυτομάτως σχέση αιτιότητας (Πανάρετος, 2007). Ο συντελεστής συσχέτισης υπολογίζεται ακολούθως:

$$\rho_{xy} = Corr(x, y) = \frac{Cov(x, y)}{\sigma_x \sigma_y}$$

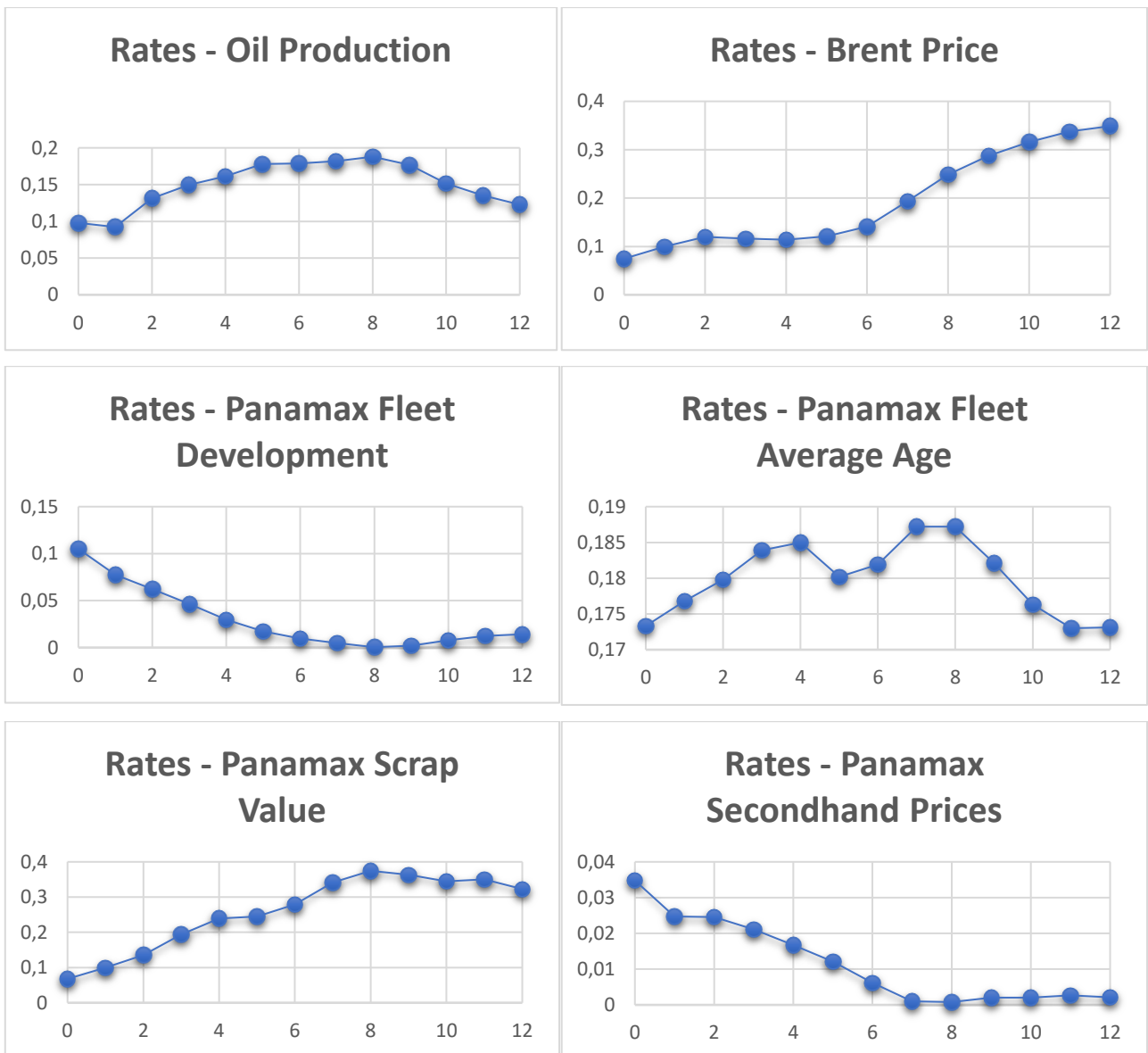
Το r παίρνει τιμές από -1 έως 1. Όσο ο συντελεστής πλησιάζει το ± 1 τόσο πιο ισχυρή είναι η θετική ή αρνητική γραμμική εξάρτηση μεταξύ των δύο μεταβλητών, κατ' αντιστοιχία με το πρόσημο. Όταν βρεθεί στο 0 σημαίνει πως οι δύο μεταβλητές είναι ανεξάρτητες και ασυσχέτιστες (το αντίθετο δεν ισχύει). Δεν εξαρτάται από τις μονάδες μέτρησης των x και y , ούτε από το ποια μεταβλητή ορίζεται/ αποκαλείται x και ποια y . Το r μεταβάλλεται όταν το x ή/ και το y μετασχηματιστεί μη γραμμικά.

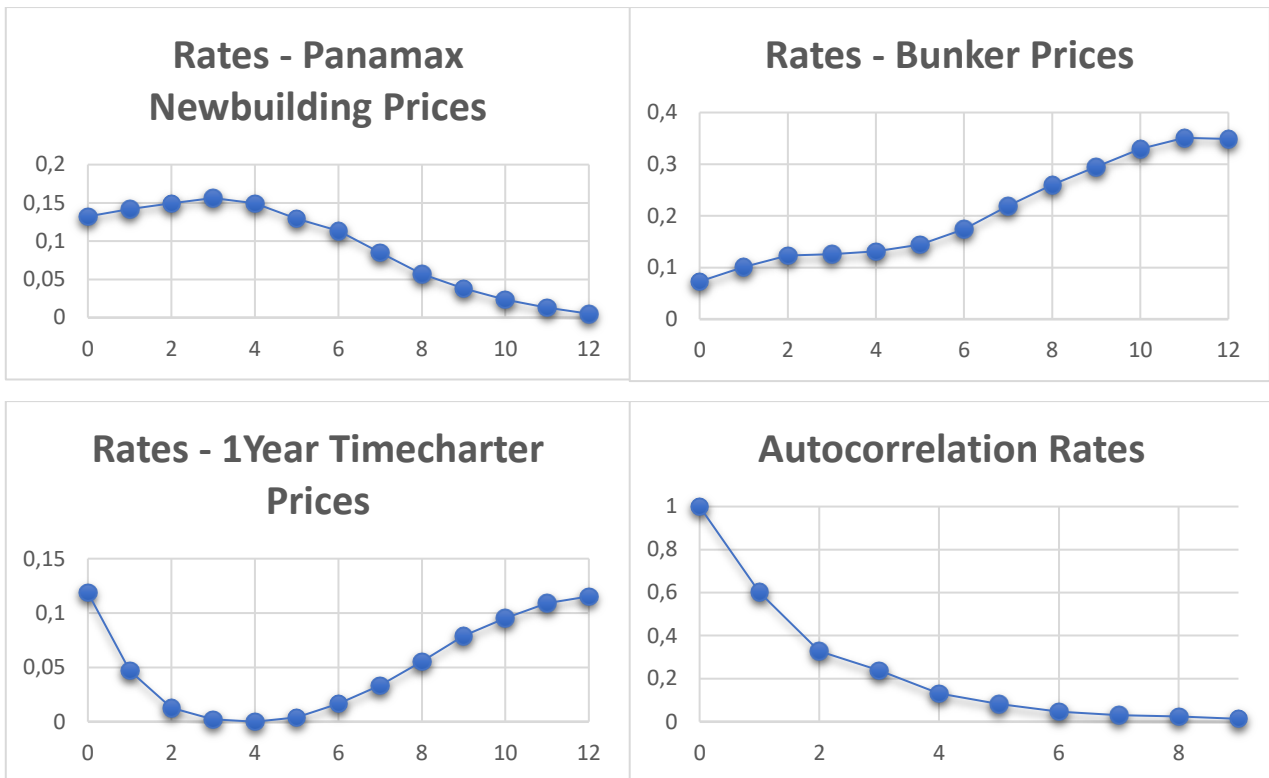
Για κάθε μεταβλητή επίδρασης που έχει επιλεγεί, υπολογίζονται οι συντελεστές γραμμικής εξάρτησης μεταξύ αυτής και της τιμής ναύλων. Ο υπολογισμός αυτός επαναλαμβάνεται για δώδεκα φορές [12 μήνες χρονικής υστέρησης] ή μέχρι το r να γίνει μηδέν, δηλαδή οι ποσότητες να είναι ασυσχέτιστες. Η διαδικασία αυτή επιτυγχάνεται με είσοδο των αντίστοιχων παρελθοντικών τιμών των μεταβλητών επίδρασης και με σταθερές τις τιμές

ναύλων. Στόχος αποτελεί η ανάδειξη της ύπαρξης ή μη ισχυρών γραμμικών συσχετίσεων των πεπερασμένων τιμών, των μεταβλητών επίδρασης, με τις τιμές των ναύλων σήμερα. Σε ενδεχόμενη ύπαρξη τέτοιων συσχετίσεων, ιδιαίτερη έμφαση θα δοθεί στο βέλτιστο χρόνο υστέρησης (με το μεγαλύτερο r) ανά μεταβλητή, καθώς θα αξιοποιηθεί και η τάση (αυξητική / καθοδική) των διακυμάνσεων των συντελεστών γραμμικής εξάρτησης.

Διάγραμμα 3: Πολυδιάγραμμα συντελεστών γραμμικής εξάρτησης με χρονική υστέρηση, των ναύλων με κάθε μεταβλητή επίδρασης, για την διαδρομή: Yanbu - Rotterdam [m\$].

Y- axis = r^2 , X - axis = time-lag months





Πηγή: Τα αρχικά δεδομένα προέρχονται από τη βάση δεδομένων Clarkson Research Services Limited 2019. Αποτελεί δημιουργία του συγγραφέα.

Όπως διαφαίνεται στο Διάγραμμα 3, υπάρχει μία αυξητική τάση των συντελεστών συσχέτισης για κάποιους μήνες χρονικής υστέρησης ($t - k$) στην πλειονότητα των μεταβλητών επίδρασης. Για παράδειγμα η γραμμική εξάρτηση των ναύλων με την παραγωγή πετρελαίου παρουσιάζει μία μεγάλη άνοδο στον δεύτερο μήνα ($t - 2$) και στη συνέχεια μικρές διακυμάνσεις, ενώ η γραμμική εξάρτηση των ναύλων με την τιμή των νεότευκτων πλοίων αυξάνεται έως τον τρίτο μήνα ($t - 3$), στη συνέχεια διακυμαίνεται και φθίνει μέχρι να μηδενιστεί στον δωδέκατο μήνα. Η αυξητική τάση στο πέρασμα του χρόνου υποδηλώνει την ύπαρξη σημαντικών επιπτώσεων από τη χρονική υστέρηση στις σημερινές τιμές των ναύλων. Στην περίπτωση μελέτης παρατηρείται η ύπαρξη σημαντικών επιπτώσεων της χρονικής υστέρησης στους συντελεστές μεταξύ ναύλων και παραγωγής πετρελαίου, τιμής πετρελαίου, ηλικίας στόλου, αξία διάλυσης πλοίου, τιμές νεότευκτων και κόστη καυσίμων. Αντιθέτως η συσχέτιση μεταξύ ναύλων, τιμών μεταχειρισμένων και ανάπτυξης στόλου βρίσκεται στο μέγιστο σημείο σε πραγματικό χρόνο ($t = 0$), ενώ κατά τη χρονική υστέρηση φθίνει και μηδενίζεται τον όγδοο μήνα. Ο τετραγωνισμένος συντελεστής αυτοσυσχέτισης των ναύλων, ο οποίος βρίσκεται στο μέγιστο σημείο 1 τη στιγμή μηδέν, φθίνει ήπια και ανέρχεται στο 0,6 τον πρώτο μήνα χρονικής υστέρησης ($t - 1$). Συνεπώς η προηγούμενη τιμή ναύλων φαίνεται να επηρεάζει

σημαντικά τη σημερινή τιμή ναύλων. Επιπρόσθετα διαπιστώνεται ότι το r^2 στο σύνολο των μεταβλητών επίδρασης κινείται σε ικανοποιητικά επίπεδα τιμών άνω του 0,1 με μερικούς να αγγίζουν το 0,4. Σε αντιστοιχία r άνω του 0,3 και έως 0,63.

3.3 . ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΙΚΟ ΑΥΤΟΠΑΛΙΝΔΡΟΜΟ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ (VECTOR AUTO-REGRESSION MODEL,VAR)

Η μεθοδολογία των υποδειγμάτων VAR εισάχθηκε πρώτη φορά από τον Sims το 1980. Ένα γενικό υπόδειγμα VAR περιγράφει τη δυναμική εξέλιξη ενός συνόλου μεταβλητών, βασιζόμενο στην προηγούμενη κοινή τους ιστορία. Κάθε μεταβλητή περιγράφεται ως συνάρτηση των χρονικών υστερήσεων (προηγούμενες τιμές) της ίδιας της μεταβλητής, καθώς και όλων των υπολοίπων μεταβλητών του συστήματος. Ο αριθμός των χρονικών υστερήσεων (lag) αποτελεί την τάξη (p) υποδείγματος και προσδιορίζεται με βάση τα διαθέσιμα δεδομένα και τη συχνότητά τους (Δημελή, 2013).

Η γενική μορφή ενός VAR(p) υποδείγματος, ενός k αριθμού μεταβλητών και p αριθμού υστερήσεων είναι η ακόλουθη:

$$Y_t = A_1 Y_{t-1} + A_2 Y_{t-2} + \dots + A_p Y_{t-p} + B X_t + e_t$$

Όπου Y_t το διάνυσμα διάστασης $k \times 1$ περιέχει k διαφορετικές μεταβλητές, το διάνυσμα X_t περιέχει τις εξωγενείς μεταβλητές (όπως σταθερά, τάση, ψευδομεταβλητές εποχικότητας κα) και όπου A_s η μήτρα παραμέτρων διαστάσεων $k \times k$ και η μήτρα διαστάσεων B $k \times (d+1)$.

Για τη σωστή εκτίμηση ενός VAR υποδείγματος πρέπει να ικανοποιούνται οι ακόλουθες υποθέσεις, τόσο για τις Y_t μεταβλητές όσο και για το διάνυσμα e_t . Το υπόδειγμα VAR πρέπει να ικανοποιεί τις συνθήκες στασιμότητας, δηλαδή το διάνυσμα Y_t να έχει σταθερό μέσο, σταθερή διακύμανση και οι μήτρες συνδιακυμάνσεων μεταξύ Y_t και Y_{t+k} να εξαρτώνται μόνο από την απόσταση k και όχι από τον χρόνο t, καθώς και το e_t να είναι διάνυσμα λευκού θορύβου. Επιπρόσθετα πρέπει να σημειωθεί πως σε ένα υπόδειγμα VAR(p) υπάρχουν $k+pk^2$ παράμετροι για εκτίμηση. Για αυτό τον λόγο, για την εκτίμηση αυτού του είδους των υποδειγμάτων θεωρείται ως προϋπόθεση η ύπαρξη ενός μεγάλου αριθμού παρατηρήσεων.

Η δημοφιλία της κατηγορίας υποδειγμάτων VAR στηρίζεται στον επιτυχή τρόπο μετάδοσης τυχαίων διαταραχών στο σύστημα και στους ελέγχους αιτιότητας μεταξύ

χρονολογικών σειρών. Τα συγκεκριμένα υποδείγματα έχουν αποδειχθεί αποτελεσματικά στην πρόβλεψη συστημάτων αλληλοσυσχετιζόμενων μεταβλητών και χρησιμοποιούνται κυρίως για βραχυχρόνιες προβλέψεις. Επιπλέον διαφέρουν από τα κλασσικά υποδείγματα συστημάτων εξισώσεων, καθώς δεν απαιτούν διάκριση μεταξύ ενδογενών και εξωγενών μεταβλητών εισόδου στο σύστημα. Επικριτές των υποδειγμάτων τα θεωρούν αθεωρητικά, υπό την έννοια ότι η διάρθρωση των εξισώσεων του συστήματος δε βασίζεται σε κάποια οικονομική θεωρία σύνδεσης μεταβλητών. Τα VAR στηρίζονται αμιγώς στην κινητική φύση των χρονολογικών σειρών στην πάροδο του χρόνου και στην ιδιότητα της αυτοσυσχέτισης των τιμών τους.

Με την ισχύουσα περιγραφή στόχου της έρευνας που έχει τεθεί, δηλαδή την κατάρτιση του βραχυπρόθεσμου προβλεπτικού μοντέλου τάσης ναύλων που θα λαμβάνει υπόψιν τις επιπτώσεις των χρονικών υστερήσεων και υπό το πρίσμα των ιδιαιτεροτήτων του ναυτιλιακού πλαισίου, όπου οι μεταβλητές συσχετίζονται, το υπόδειγμα VAR συνδυαστικά με correlation analysis, επιλέχθηκε ως το πιο αντιπροσωπευτικό υπόδειγμα για την ανάλυση των συγκεκριμένων χρονολογικών σειρών.

3.4 . ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ VAR

Η ανάλυση δεδομένων ξεκινάει με την εισαγωγή του αρχικού dataset στην Python. Το dataset χωρίζεται σε δύο μέρη στο training set (n=98 παρατηρήσεις ανά μεταβλητή εισόδου), πάνω στο οποίο θα κατασκευαστεί το προβλεπτικό μοντέλο και στο test set (n=5), το οποίο θα χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση του μοντέλου.

Εν συνεχεία τα δεδομένα υποβάλλονται σε όλους τους προαπαιτούμενους ελέγχους για να αποδειχθεί στην πράξη εάν το υπόδειγμα VAR μπορεί να χρησιμοποιηθεί πάνω στα συγκεκριμένα δεδομένα. Αρχικά γίνεται ο έλεγχος στασιμότητας των μεταβλητών που εμπλέκονται στο σχηματισμό της πρόβλεψης με χρήση του Dickey Fuller Test. Μία χρονολογική σειρά θεωρείται στάσιμη εάν ο μέσος και η διακύμανσή της δεν μεταβάλλονται με το χρόνο και η συνδιακύμανση μεταξύ των τιμών της, σε δύο χρονικά σημεία, εξαρτάται μόνο από την απόσταση ανάμεσα σε αυτά και όχι από τον ίδιο το χρόνο. Από τον έλεγχο προκύπτουν τα ακόλουθα, στάσιμη η μεταβλητή των ναύλων και μη στάσιμες οι υπόλοιπες μεταβλητές. Δεδομένου ότι τα δεδομένα που θα εισαχθούν στο VAR πρέπει να είναι στάσιμα, γίνονται οι κατάλληλοι μετασχηματισμοί δεδομένων και επαναλαμβάνεται ο έλεγχος. Στη λήψη διαφορών δεύτερης τάξης όλα

τα δεδομένα είναι στάσιμα. Ακολουθεί ο έλεγχος σχέσεων αιτιότητας μεταξύ των μεταβλητών, Granger Causality Test. Όπως αναφέρθηκε και στο υποκεφάλαιο 3.2 η ύπαρξη υψηλής συσχέτισης μεταξύ δύο μεταβλητών δεν αποτελεί απόδειξη ύπαρξης σχέσης αιτιότητας μεταξύ των υπό μελέτη μεταβλητών. Ο Granger το 1969 ανέπτυξε την οικονομική έννοια της αιτιότητας – αιτιότητα κατά Granger, με σκοπό τον καθορισμό της αληθινής σχέσης αιτιότητας μεταξύ οικονομικών μεταβλητών. Σύμφωνα με τον ορισμό, μια μεταβλητή X_t προκαλεί κατά Granger μία άλλη μεταβλητή Y_t εάν όλη η πρόσφατη και προηγούμενη πληροφόρηση γύρω από τις τιμές της μεταβλητής X_t βοηθούν στην καλύτερη πρόβλεψη των τιμών της Y_t . Οι υποθέσεις του ελέγχου είναι οι ακόλουθες:

$$H_0 = \text{μη σχέση αιτιότητας}$$

$$H_1 = \text{σχέση αιτιότητας}$$

Όταν $p\text{-value} < \alpha = 0,05$ τότε απορρίπτεται η H_0 . Βάσει του ελέγχου αυτού, συνδυαστικά με τα αποτελέσματα της ανάλυσης συσχετίσεων και της πρωτογενούς έρευνας για τη φύση των σχέσεων των μεταβλητών στον πραγματικό κόσμο, σε αυτό το στάδιο επιλέγεται η αφαίρεση ή μη μεταβλητών εισόδου στο μοντέλο. Στόχος αποτελεί η παραμονή μόνο των παραμέτρων που φέρουν πραγματική πληροφορία και συνεισφέρουν στατιστικά σημαντικά. Διότι η παραμονή μεταβλητών, οι οποίες δεν είναι απαραίτητες ή/και χρήσιμες, ελλοχεύει κίνδυνο αποπροσανατολισμού του αποτελέσματος. Επιπρόσθετα για τις μεταβλητές που εισέρχονται στο μοντέλο έχει γίνει έλεγχος πολυσυγγραμμικότητας και μετασχηματισμός δεδομένων, από την αρχή της σύνθεσης του dataset. Τέλος εφαρμόζεται το Cointegration Test το οποίο δίνει καταφανώς την απάντηση στο εάν το VAR είναι κατάλληλο υπόδειγμα για τα εν λόγω δεδομένα. Αυτό συμβαίνει εάν τουλάχιστον δύο μεταβλητές δώσουν αποτέλεσμα TRUE. Στο υπό μελέτη dataset ο έλεγχος δείχνει πως μπορεί να γίνει η χρήση του VAR.

Ο καθορισμός του βέλτιστου lag ή τάξης (p) του υποδείγματος βασίζεται στην ταυτόχρονη αξιολόγηση των κριτηρίων AIC, BIC, FPE, HQIC, στο μέγεθος του dataset (πλήθος διαθέσιμων παρατηρήσεων) και εμπειρία του ερευνητή. Ζητούμενο αποτελούν οι μικρότερες τιμές των προαναφερθέντων κριτηρίων, παράλληλα με την πλήρωση κάποιων ποιοτικών χαρακτηριστικών στο αποτέλεσμα του μοντέλου. Σύμφωνα με τον Πίνακα 3, το AIC κινείται κοντά στο -60, σε όλα τα lag order. Αντιθέτως το BIC και το HQIC ξεκινάν στο lag 1 με τη μικρότερη τιμή τους και διαρκώς αυξάνονται, ενώ το

FPE λαμβάνει σαφώς τη μικρότερη τιμή του σε lag 4. Το πλήθος των διαθέσιμων προς μελέτη δεδομένων καθιστά αδύνατη την επιλογή lag μεγαλύτερη του πέντε, κατ' επέκταση ο δοκιμαστικός έλεγχος αποτελεσμάτων πραγματοποιείται για lag = 1,2,3,4 και 5.

Πίνακας 3: Πίνακας αποτελεσμάτων των κριτηρίων AIC, BIC, FPE, HQIC, για lag selection 6.

Lag Order = 1		Lag Order = 4	
AIC:	-60,87334	AIC:	-59,77133
BIC:	-59,00909	BIC:	-52,80774
FPE:	3,67022	FPE:	1,36973
HQIC:	-60,11864	HQIC:	-56,95470
Lag Order = 2		Lag Order = 5	
AIC:	-60,73527	AIC:	-59,54398
BIC:	-57,19224	BIC:	-50,83774
FPE:	4,31111	FPE:	2,17182
HQIC:	-59,30134	HQIC:	-56,02360
Lag Order = 3		Lag Order = 6	
AIC:	-60,33438	AIC:	-60,02120
BIC:	-55,09171	BIC:	-49,55011
FPE:	6,85342	FPE:	1,99778
HQIC:	-58,21319	HQIC:	-55,78861

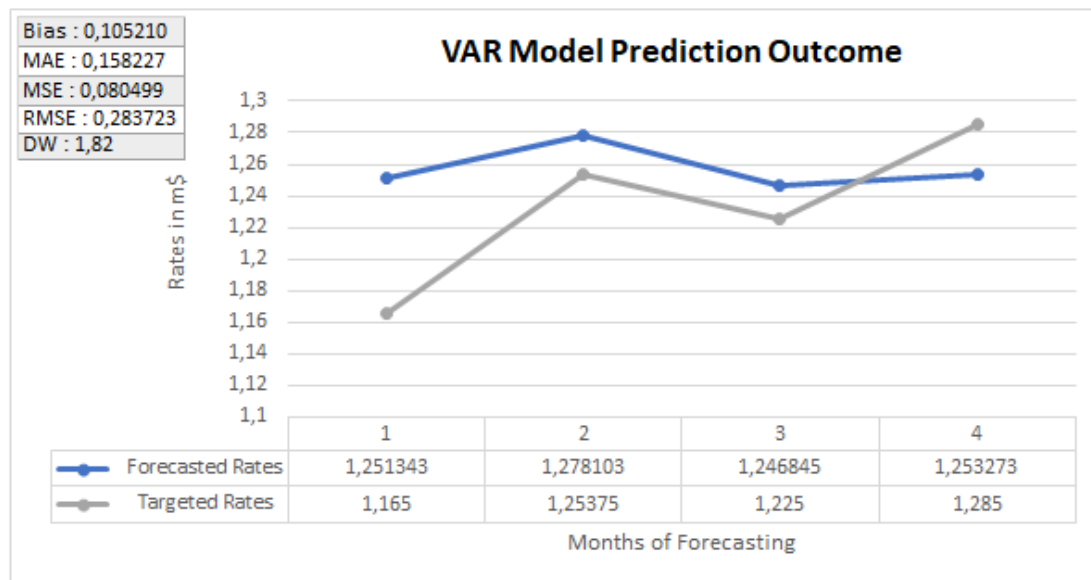
Πηγή: Τα αρχικά δεδομένα προέρχονται από τη βάση δεδομένων Clarkson Research Services Limited 2019. Αποτελεί δημιουργία του συγγραφέα.

Βελτιστοποίηση παρατηρήθηκε στο 4^ο lag, το οποίο και χρίζεται ως τάξη του υποδείγματος, συνεπώς το υπόδειγμα είναι της μορφής VAR(4). Κάθε μεταβλητή του προβλεπτικού μοντέλου περιγράφεται ως συνάρτηση τεσσάρων χρονικών υστερήσεων της ίδιας της μεταβλητής και όλων των υπολοίπων μεταβλητών του συστήματος. Με την πλήρωση όλων των απαραίτητων ελέγχων στα δεδομένα και την επιλογή τάξης του VAR υπολογίζεται το VAR(4) Model.

Το αποτέλεσμα του μοντέλου είναι πολύ ικανοποιητικό. Το βραχυπρόθεσμο μοντέλο πρόβλεψης τάσης ανταποκρίνεται απόλυτα στο στόχο της έρευνας, καθότι αιχμαλωτίζει πλήρως την τάση της ναυλαγοράς και τις εναλλαγές της, δίνοντας ακριβές προβάδισμα γνώσης για τέσσερις μελλοντικούς μήνες. Οι στατιστικοί δείκτες αξιολόγησης της πρόβλεψης κινούνται σε βέλτιστα επίπεδα με το Root Mean Square Error (RMSE) να βρίσκεται στο 0,28, το Bias στο 0,11 και τον δείκτη Durbin Watson

(DB) στο 1,82. Συνεπώς το μοντέλο διακρίνεται τόσο για τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του όσο και για τις προβλέψεις τάσης του, που μπορούν να θεωρηθούν ασφαλείς και αξιόπιστες.

Διάγραμμα 4: Four Months Prediction Outcome - Forecasted Rates vs Targeted Rates.



Πηγή: Τα αρχικά δεδομένα προέρχονται από τη βάση δεδομένων Clarkson Research Services Limited 2019. Αποτελεί δημιουργία του συγγραφέα.

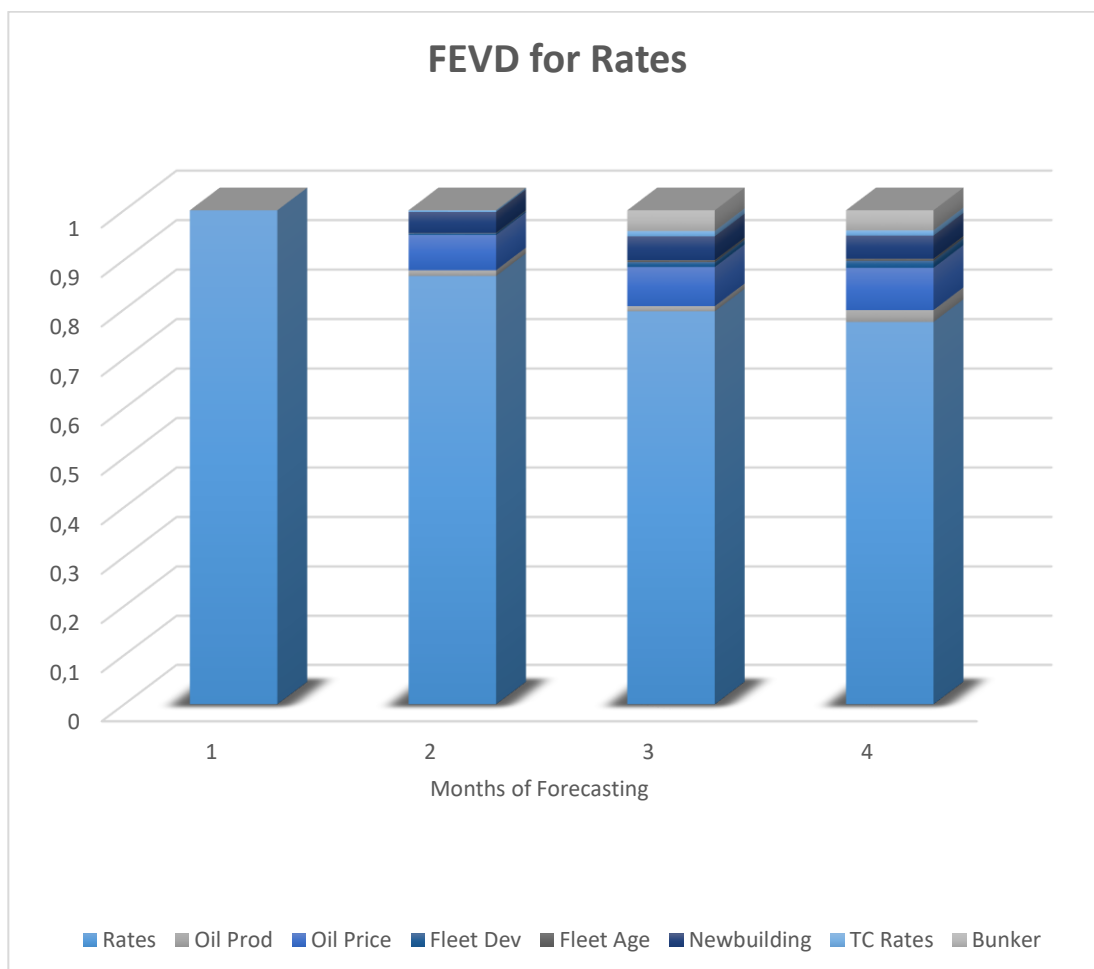
Στο Διάγραμμα 4 απεικονίζονται τα αποτελέσματα του προβλεπτικού μοντέλου για τέσσερις μελλοντικούς συνεχόμενους μήνες συγκριτικά με τις πραγματικές τιμές που παρατηρήθηκαν στα ναύλα την ίδια χρονική περίοδο. Οι πραγματικές τιμές ναύλων που εμφανίζονται (Targeted Rates) είχαν κρατηθεί εξ αρχής εκτός υπολογισμών, ως test set, δηλαδή άγνωστα για το μοντέλο δεδομένα, με στόχο την αμερόληπτη αξιολόγηση της απόδοσης της πρόβλεψης. Συγκρίνοντας τα Forecasted Rates με τα Targeted Rates γίνεται ξεκάθαρο πως το μοντέλο πιάνει τον παλμό της τάσης με ακρίβεια. Τα Targeted Rates παρουσιάζουν αύξηση στον δεύτερο μήνα, πτώση στον τρίτο μήνα και αύξηση στον τέταρτο μήνα. Τα Forecasted Rates ακολουθούν ακριβώς το ίδιο μοτίβο και αυτό το καθιστά επιτυχημένο ως βραχυπρόθεσμο προβλεπτικό μοντέλο τάσης της συγκεκριμένης αγοράς.

Το υπολογιζόμενο μοντέλο είναι δυναμικό, περιγράφει την εξέλιξη του συνόλου των επιλεγμένων μεταβλητών βασιζόμενο στην προηγούμενη κοινή τους ιστορία και έχει την δυνατότητα να αναπροσαρμόζεται στην πάροδο του χρόνου. Η αναπροσαρμογή

γίνεται μέσω της ενσωμάτωσης νέων παρατηρούμενων τιμών στο αρχικό dataset. Έτσι είναι εφικτός ο επανυπολογισμός συντελεστών και ουσιαστικά η εκπαίδευση του μοντέλου στις μετατροπές και τις αντιδράσεις της αγοράς. Με αυτό τον τρόπο οι τετραμηνίες προβλέψεις μπορούν να παράγονται σε μηνιαία βάση, να γίνεται σύγκριση μεταξύ των αποτελεσμάτων τάσης και να ελέγχονται-επαληθεύονται διαρκώς τα αποτελέσματα.

Επιπρόσθετα ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν και τα αποτελέσματα της ανάλυσης της διακύμανσης των λαθών πρόβλεψης (Forecast Error Variance Decomposition – FEVD) όπως αυτά απεικονίζονται στο Διάγραμμα 5. Η FEVD συμβάλλει σημαντικά στην κατανόηση του ποσοστού μεταβλητότητας μίας μεταβλητής πρόβλεψης/ εξαρτημένης μεταβλητής που οφείλεται σε μία αιφνίδια διαταραχή στην εξίσωσή της έναντι του ποσοστού που οφείλεται σε άλλες διαταραχές του συστήματος εξισώσεων.

Διάγραμμα 5: Forecast Error Variance Decomposition (FEVD) for Rates.



Πηγή: Τα αρχικά δεδομένα προέρχονται από τη βάση δεδομένων Clarkson Research Services Limited 2019. Αποτελεί δημιουργία του συγγραφέα.

Αναλύοντας τη διακύμανση σε συνιστώσες, η FEVD μπορεί να υπολογίσει το πόσο συνεισφέρει καθένα από τα ορθογωνοποιημένα λάθη στο Mean Square Error (MSE) της πρόβλεψης και χρησιμοποιείται για την ερμηνεία του υπολογισμένου VAR μοντέλου. Από τα αποτελέσματα της ανάλυσης της διακύμανσης των λαθών πρόβλεψης συμπεραίνεται πως το MSE της πρόβλεψης επηρεάζεται σημαντικά από τις τιμές ναύλων. Μία αιφνίδια διαταραχή στην τιμή των ναύλων θα έχει σημαντικές επιπτώσεις, διαφορετικού μεγέθους, σε όλες τις προβλέψεις του μοντέλου, καθότι και στους τέσσερις μήνες πρόβλεψης το μεγαλύτερο ποσοστό μεταβλητότητας προέρχεται από την τιμή των ναύλων. Όμως πρέπει να τονιστεί πως το ίδιο το MSE της πρόβλεψης κινείται σε πολύ χαμηλά και ικανοποιητικά επίπεδα, μόλις στο 0,08. Σύμφωνα με το διάγραμμα FEVD for Rates, το σφάλμα της πρόβλεψης τον 1^ο μήνα οφείλεται αποκλειστικά σε ενδεχόμενη αιφνίδια αυξομείωση της τιμής των ναύλων ενώ στον 2^ο μήνα αρχίζει η συνεισφορά στο ποσοστό μεταβλητότητας πρόβλεψης και των υπολοίπων μεταβλητών του συστήματος. Το ποσοστό αυτό αυξάνεται αναλογικά κατά τον 3^ο και 4^ο μήνα πρόβλεψης.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα έρευνα αναπτύχθηκε ένα ακριβές μοντέλο πρόβλεψης της τάσης της ναυλαγοράς. Σχεδιάστηκε μία συνδυαστική μεθοδολογία ανάλυσης δεδομένων, η οποία δημιουργήθηκε στην βάση της κατανόησης των σχέσεων των μεταβλητών και των μηχανισμών μέσα στη ναυτιλιακή βιομηχανία, της αξιοποίησης των διαθέσιμων δεδομένων για την εύρεση συσχετίσεων ανάμεσά τους, της ανεύρεσης μοτίβων χρονικών υστερήσεων και της ορθής στατιστικής ανάλυσης χρονολογικών σειρών. Το μοντέλο δημιουργήθηκε με correlation analysis και χρήσης του υποδείγματος VAR.

Το δημιουργημένο προβλεπτικό μοντέλο είναι σε θέση να προσομοιώσει με ακρίβεια την τάση της ναυλαγοράς για τέσσερις μελλοντικούς μήνες. Αποτελεί ένα δυναμικό υπόδειγμα, το οποίο έχει τη δυνατότητα να αναπροσαρμόζεται στην πάροδο του χρόνου. Μέσω της ενσωμάτωσης νέων τιμών γίνεται ο επανυπολογισμός συντελεστών και το μοντέλο εκπαιδεύεται διαρκώς στις μεταβολές των σχέσεων στην αγορά.

Η γνώση της τάσης των ναύλων, γνώση ικανή να προσφερθεί από το μοντέλο μπορεί να συμβάλει στον μετριασμό του βραχυπρόθεσμου ρίσκου της ναυλαγοράς και να υποβοηθήσει πλοιοκτήτες, charterers, DPAs κα στη λήψη ορθών στρατηγικών αποφάσεων, όπως ο χρόνος επισκευών σε αποβάθρα, οι αναπροσαρμογές ταχυτήτων πλεύσης, επιλογή είδους και διάρκειας ναύλωσης (spot/ timecharter), αγοραπωλησίες πλοίων κα. Το υπόδειγμα είναι άμεσα εφαρμόσιμο στην αγορά εργασίας, στα πλαίσια μίας ναυτιλιακής εταιρίας ή ενός συμβουλευτικού οργανισμού.

Η μελέτη δημιουργήθηκε πάνω σε μία συγκεκριμένη διαδρομή: Yanbu - Rotterdam για πλοία κατηγορίας Panamax Tanker, αλλά η μεθοδολογία μπορεί δυνητικά να χρησιμοποιηθεί και σε άλλες διαδρομές/ μεγέθη πλοίων, με τις κατάλληλες τροποποιήσεις κατά την ανάλυση των δεδομένων.

Όπως είναι ευρέως γνωστό, σε μία όμοια διαδρομή ναύλωσης μπορούν να υπάρχουν διαφορετικές τιμές ναύλων. Η ποικιλότητα τους εξαρτάται από τη στιγμή σύναψης του ναυλοσυμφώνου, τα χαρακτηριστικά του πλοίου (IMO rating, scrubber, ηλικία, κατανάλωση κα), τη διαθεσιμότητα πλοίων προς ναύλωση στη συγκεκριμένη διαδρομή, ακόμη και την διαπραγματευτική ικανότητα του charterer. Λαμβάνοντας υπόψιν τα προαναφερθέντα και έχοντας τα μέχρι στιγμής σταθερά αποτελέσματα της έρευνας, ένα επόμενο βήμα εξέλιξης της μεθοδολογίας θα μπορούσε να αποτελέσει η πρόβλεψη της μέσης απόλυτης τιμή των ναύλων ανά επιλεγμένη διαδρομή.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Βλάχος, Γ. και Ψύχος, Γ. (2011) *Ναυλώσεις*, εκδόσεις Σταμούλη.
- Δημελή, Σ. (2013) *Σύγχρονες Μέθοδοι Ανάλυσης Χρονολογικών Σειρών*, εκδόσεις ΟΠΑ
- Πανάρετος, Ι. (2007) *ΓΡΑΜΜΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ με έμφαση στις εφαρμογές*, εκδόσεις ΟΠΑ
- Abouarghoub, W., Biefang-Frisancho Mariscal, I. and Howells, P. (2012) ‘Dynamic Earnings within Tanker Markets: An Investigation of Exogenous and Endogenous Structure Breaks’, *American International Journal of Contemporary Research*, 2(1), pp. 132–147.
- Adland, R. and Cullinane, K. (2006) ‘The non-linear dynamics of spot freight rates in tanker markets’, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 42(3), pp. 211–224.
- Alizadeh, A. H., Huang, C. Y. and van Dellen, S. (2015) ‘A regime switching approach for hedging tanker shipping freight rates’, *Energy Economics*, 49, pp. 44–59.
- Alizadeh, A. H. and Nomikos, N. K. (2004) ‘Cost of carry, causality and arbitrage between oil futures and tanker freight markets’, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 40(4), pp. 297–316.
- Alizadeh, A. H. and Talley, W. K. (2011) ‘Vessel and voyage determinants of tanker freight rates and contract times’, *Transport Policy*, 18(5), pp. 665–675.
- Batchelor, R., Alizadeh, A. and Visvikis, I. (2007) ‘Forecasting spot and forward prices in the international freight market’, *International Journal of Forecasting*, 23(1), pp. 101–114.
- Beenstock, M. (1985) ‘A Theory of Ship Prices’, *Maritime Policy & Management*, 12(3), pp. 215–225.
- Beenstock, M. and Vergottis, A. (1989) ‘An econometric model of the world tanker market’, *Journal of Transport Economics and Policy*, 23(3), pp. 263–280.
- Dikos, G. (2008) ‘Real options econometrics for aggregate tanker investment decisions’, *International Journal of Ocean Systems Management*, 1(1), pp. 31–44.
- Dikos, G. N. and Thomakos, D. D. (2007) ‘Specification and Estimation of the Real Options Markup : The Case of Tanker Markets’, *11th Annual International Conference on Real Options*, (April 2007), pp. 1–34.

- Eslami, P. *et al.* (2017) 'Predicting tanker freight rates using parsimonious variables and a hybrid artificial neural network with an adaptive genetic algorithm', *Maritime Economics and Logistics*, 19(3), pp. 538–550.
- Fan, S. *et al.* (2013) 'Forecasting Baltic Dirty Tanker Index by Applying Wavelet Neural Networks', *Journal of Transportation Technologies*, 03(01), pp. 68–87.
- Glen, D. R. and Martin, B. T. (2005) 'A survey of the modelling of dry bulk and tanker markets', *Shipping Economics Research in Transportation Economics*, 12(5), pp. 19–64.
- Perktold, J., Seabold, S. and Taylor, J. (no date) *Vector Autoregressions tsa.vector_ar*, www.statsmodels.org.
- Kavussanos, M. G. (2003) 'Time varying risks among segments of the tanker freight markets', *Maritime Economics and Logistics*, 5(3), pp. 227–250.
- Kavussanos, M. G. (2010) 'Risk Management in Shipping ch25', in *The Handbook of Maritime Economics and Business*.
- Kavussanos, M. G. and Alizadeh-M, A. H. (2002) 'Seasonality patterns in tanker spot freight rate markets', *Economic Modelling*, 19(5), pp. 747–782.
- Kavussanos, M. G. and Dimitrakopoulos, D. N. (2011) 'Market risk model selection and medium-term risk with limited data: Application to ocean tanker freight markets', *International Review of Financial Analysis*, 20(5), pp. 258–268.
- Kavussanos, M. G. and Visvikis, I. D. (2006) 'Shipping freight derivatives: A survey of recent evidence', *Maritime Policy and Management*, 33(3), pp. 233–255.
- Kilian, L. and Park, C. (2009) 'The Impact of Oil Price Shocks on the U.S. Stock Market', *International Economic Review*, 50(4), pp. 1267–1287.
- Koopmans, T. C. (1936) 'Tanker Freight Rates and Tankship Building: An Analysis of Cyclical Fluctuations', *Netherlands Economic Institute: Haarlem*.
- Lensberg, T. and Rasmussen, H. (1992) *A Stochastic Intertemporal Model of the Tanker Market*.
- Lyridis, D. V. *et al.* (2004) 'Forecasting tanker market using artificial neural networks', *Maritime Economics and Logistics*, 6(2), pp. 93–108.
- Maitra, S. (2019) *Time-series Analysis with VAR & VECM: Statistical approach*, www.towardsdatascience.com.

- Maniati, M. and Sambracos, E. (2017) ‘Decision-making process in shipping finance: A stochastic approach’, *Cogent Economics and Finance*, 5(1), pp. 1–13.
- Nazlioglu, S. and Soytaş, U. (2012) ‘Oil price, agricultural commodity prices, and the dollar: A panel cointegration and causality analysis’, *Energy Economics*, 34(4), pp. 1098–1104.
- Pelagidis, T. and Karaoulanis, I. (2020) ‘Capesize markets behavior: Explaining volatility and expectations’, *Asian Journal of Shipping and Logistics*, pp. 1–9.
- Pouliasis, P. K. *et al.* (2018) ‘Shipping equity risk behavior and portfolio management’, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 116(July 2017), pp. 178–200.
- Wenming Shi, Zhongzhi Yang and Kevin X. Li (2013) ‘The impact of crude oil price on the tanker market’, *Maritime Policy and Management*, 40(4), pp. 309–322.
- Stopford, M. (2016) *Maritime Economics*, εκδόσεις Παπαζήση.
- Zannetos, Z. (1966) ‘The Theory of Oil Tankship Rates’, *MIT Press*.

ΤΕΛΙΚΕΣ ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ

- ¹ Στη ναυτιλία είθισται η τελική ζήτηση για θαλάσσιες μεταφορές να μετριέται σε μιλιοτόνους φορτίου, μέτρο που ορίζεται ως το τονάζ του αποστελλόμενου φορτίου επί τη μέση απόσταση μεταφοράς του και ονομάζεται μέση διανυόμενη απόσταση (average haul) (Stopford, 2016).
- ² Στη ναυτιλία μία διαδρομή θεωρείται το ταξίδι μίας ολοκληρωμένης ναύλωσης, με λιμάνι αφετηρίας το λιμάνι φόρτωσης και λιμάνι προορισμού το λιμάνι εκφόρτωσης.
- ³ Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με το δείκτη BDTI μπορείτε να επισκεφτείτε την ιστοσελίδα της ένωσης της Βαλτικής, <https://www.balticexchange.com>.
- ⁴ Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με το δείκτη Worldscale μπορείτε να επισκεφτείτε την ιστοσελίδα του οργανισμού Worldscale, <https://www.worldscale.co.uk>.
- ⁵ Λόγω των περιβαλλοντολογικών αλλαγών, κλίματος και ανόδου θερμοκρασίας, οι εποχιακές αυτές διακυμάνσεις ενδέχεται να παρουσιάζουν μία ελαφριά χρονική μετατόπιση διαχρονικά.
- ⁶ Θετική γραμμική εξάρτηση: όταν αυξάνεται η τιμή Brent του αργού πετρελαίου τότε θα αυξηθεί γραμμικά και η τιμή των καυσίμων, στην συγκεκριμένη περίπτωση υπάρχει σχέση αιτίου – αιτιατού.
- ⁷ Ο International Maritime Organization (IMO) είναι ένας εξειδικευμένος οργανισμός των Ηνωμένων Εθνών, υπεύθυνος για τα μέτρα βελτίωσης της ασφάλειας των διεθνών μεταφορών και για την πρόληψη της ρύπανσης από πλοία. Συμμετέχει σε νομικά θέματα, ζητήματα ευθύνης – αποζημίωσης και ρύθμιση της διεθνούς θαλάσσιας κυκλοφορίας. Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τον IMO μπορείτε να επισκεφτείτε την ιστοσελίδα του οργανισμού, <http://www.imo.org>.