



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΚΑΙ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ  
ΤΜΗΜΑ ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΡΑΠΕΖΙΚΗΣ  
ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗΣ**

**ΠΜΣ ΣΤΗ «ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΤΡΑΠΕΖΙΚΗ»  
ΜΕ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΣΤΗ «ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ  
ΤΡΑΠΕΖΙΚΗ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ»**

**Διπλωματική Εργασία:**

***Υπολογισμός της Αξίας σε Κίνδυνο σε ναυτιλιακές  
αγορές***

**Σκούρας Ανδρέας ΜΧΡΗ 1541**

**Επιβλέπων καθηγητής:**

**Σκιαδόπουλος Γεώργιος**

**Επιτροπή:**

**Μαλλιαρόπουλος Δημήτριος**

**Τσιριτάκης Εμμανουήλ**

**Πειραιάς**

**Φεβρουάριος 2017**

## *Ευχαριστίες*

Μετά από μια απαιτητική χρονιά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου Γεώργιο Σκιαδόπουλο που με τη διαρκή καθοδήγησή του και τις εύστοχες παρατηρήσεις του βοήθησε καταλυτικά στην εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής διατριβής. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου και την αδελφή μου για την στήριξη που μου παρείχαν καθόλη τη διάρκεια των σπουδών μου στο μεταπτυχιακό.

## Περίληψη

Η μέτρηση του κινδύνου αγοράς που προκαλείται από την υψηλή μεταβλητότητα των τιμών των ναύλων είναι ιδιαίτερα σημαντική για τους μετέχοντες στις ναυτιλιακές αγορές είτε πρόκειται για πλοιοκτήτες και ναυλωτές είτε για επενδυτές. Επιχειρούμε να μετρήσουμε αυτόν τον κίνδυνο υπολογίζοντας την Αξία σε Κίνδυνο. Εφαρμόζουμε πλήθος παραμετρικών και μη παραμετρικών μεθόδων στους σημαντικότερους δείκτες του Baltic Exchange και σε ένα πακέτο ναυτιλιακών futures του CME Group. Πιο συγκεκριμένα εφαρμόζουμε την Ιστορική Προσομοίωση (HS) και τον Κινούμενο Μέσο Όρο (MA) για δύο μεγέθη δείγματος, τον Εκθετικά Σταθμισμένο Κινούμενο Μέσο Όρο (EWMA), τα GARCH(1,1) και EGARCH(1,1) με κανονική και Student's-T κατανομή. Αξιολογούμε τις μεθόδους σε δύο στάδια. Αρχικά με τρεις στατιστικούς ελέγχους πιθανοφάνειας και στην συνέχεια με μία συνάρτηση απώλειας η οποία χρησιμοποιεί την Αναμενόμενη Απώλεια. Τα ευρήματά μας καταδεικνύουν τις απλούστερες παραμετρικές και μη παραμετρικές μεθόδους ως τις καταλληλότερες για την μέτρηση του κινδύνου αγοράς στις ναυτιλιακές αγορές.

Λέξεις Κλειδιά : Αξία σε Κίνδυνο, Αναμενόμενη απώλεια, Ναύλα, Ναυτιλιακά futures, Ναυτιλιακές Αγορές, Baltic Exchange, CME Group, EGARCH, EWMA, GARCH, HS, MA

## ***Abstract***

Measuring the market risk caused by the high volatility of freight rates is of great importance to the participants in freight markets, ship owners, charterers or investors. We measure this risk by calculating Value at Risk. We apply a range of parametric and non-parametric methods for the most important Baltic Exchange indices and for a set of freight futures issued by CME Group. More specifically, the methods used are the Historical Simulation (HS) and Moving Average (MA) for two sample sizes, Exponentially Weighted Moving Average (EWMA), GARCH (1,1) and EGARCH (1,1) with normally and Student's-t distributed innovations. We perform backtesting in two stages. Firstly, we apply three statistical likelihood tests and secondly a loss function that uses Expected Shortfall. We find that the simplest parametric and non-parametric methods are the most suitable to measure market risk in freight markets.

Keywords: Baltic Exchange, CME Group, EGARCH, EWMA, Expected Shortfall, Freight futures, Freight markets, Freight rates, GARCH, HS, MA, Value at Risk

## Πίνακας περιεχομένων

1.Εισαγωγή.....	6
2.Περιγραφή της αγοράς και των δεδομένων .....	15
2.1 Χαρακτηριστικά και ιδιαιτερότητες της ναυτιλιακής αγοράς.....	15
2.2 Χρηματιστήριο ναύλων του Λονδίνου ( <i>Baltic Exchange</i> ) .....	22
2.3 Προθεσμιακές συμφωνίες ναύλων ( <i>Forward Freight Agreements-FFA</i> ) .....	27
2.4 Οργανωμένες αγορές ναυτιλιακών παραγώγων .....	28
2.5 Περιγραφή του Συνόλου των δεδομένων.....	31
3.Μοντέλα Αξίας σε Κίνδυνο ( <i>VaR</i> ).....	35
3.1 Εισαγωγή στην Αξία σε Κίνδυνο .....	35
3.2 Παραμετρικές μέθοδοι.....	39
3.2.1 Κινούμενος μέσος όρος ( <i>MA</i> ) & Εκθετικά σταθμισμένος μέσος όρος ( <i>EWMA</i> ).....	41
3.2.2 Μοντέλο <i>GARCH - EGARCH</i> .....	43
3.3 Μη παραμετρικές μέθοδοι - Ιστορική Προσομοίωση.....	46
4.Αξιολόγηση των μοντέλων .....	48
4.1 Στατιστικοί έλεγχοι των μοντέλων.....	48
4.2 Έλεγχος οικονομικής ακρίβειας των μοντέλων .....	51
5.Αποτελέσματα Αξίας σε Κίνδυνο και σχολιασμός .....	53
5.1 Αποτελέσματα Αξίας σε Κίνδυνο για τις αποδόσεις των Ναύλων των <i>BDI, BPI</i> και <i>BCI</i> και σχολιασμός .....	53
5.2 Αποτελέσματα Αξίας σε Κίνδυνο για τις αποδόσεις των <i>TD3 CME Futures</i> και σχολιασμός .....	61
6.Επίλογος .....	65
Βιβλιογραφία.....	67
Παράρτημα Α.....	73
Πίνακες αποτελεσμάτων Αξίας σε Κίνδυνο .....	73
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β .....	86
Διαγράμματα σύγκρισης των αποδόσεων και των αποτελεσμάτων της αξίας σε κίνδυνο. ....	86
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ.....	94
Ιδιαιτερότητες και χαρακτηριστικά των χρηματοοικονομικών αποδόσεων .....	94

## 1.Εισαγωγή

Οι θαλάσσιες μεταφορές αποτελούν ακρογωνιαίο λίθο του παγκόσμιου εμπορίου. Τα ναύλα αποτελούν το κόστος των θαλάσσιων μεταφορών αντιπροσωπεύοντας το κόστος για την ναύλωση ενός πλοίου.

Οι τιμές των ναύλων υπόκεινται σε μεγάλες διακυμάνσεις, χαρακτηρίζονται από κυκλικότητα, εποχικότητα και θεωρούνται ότι είναι υψηλής εντάσεως κεφαλαίου. Για εκτενέστερη καταγραφή των χαρακτηριστικών των ναύλων βλ. [Alizabeth & Nomikos \(2009\)](#). Οι τιμές των ναύλων επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από το διεθνές οικονομικό περιβάλλον και την κατάσταση της ναυτιλιακής αγοράς. Οι [Alizabeth & Nomikos \(2011\)](#) υποστηρίζουν ότι η μεταβλητότητα των ναύλων συσχετίζεται σε μεγάλο βαθμό με την κατάσταση της ναυτιλιακής αγοράς και το σχήμα της καμπύλης της.

Καθορίζονται από την προσφορά και ζήτηση των ναυτιλιακών υπηρεσιών και το μέγεθος του παγκόσμιου στόλου. Όταν η ζήτηση για ναυτιλιακές υπηρεσίες είναι αυξημένη σε σχέση με τη διαθεσιμότητα πλοίων τότε οι τιμές των ναύλων οδηγούνται προς τα πάνω. Στην αντίθετη περίπτωση έχουμε πτώση των τιμών. Πολλές φορές οι ίδιοι οι πλοιοκτήτες, εξυπηρετώντας τα δικά τους συμφέροντα, επιχειρούν να οδηγήσουν τις τιμές των ναύλων είτε προς τα κάτω (με την παραγγελία νέων πλοίων) είτε να αποτρέψουν περαιτέρω πτώση στέλνοντας πλοία για scrap. Οι μεγάλες διακυμάνσεις αυτές στην αγορά των ναύλων αποτελούν και την κυριότερη πηγή κινδύνου αγοράς για τους συμμετέχοντες στη ναυτιλία. Επομένως είναι εξαιρετικά σημαντικό να μετρηθεί αυτός ο κίνδυνος έτσι ώστε να γίνει διαχειρίσιμος.

Στην παρούσα διπλωματική θα επιχειρήσουμε να μετρήσουμε τον κίνδυνο αγοράς εφαρμόζοντας την δημοφιλή μέθοδο της Αξίας σε Κίνδυνο (Value at Risk-VaR). Η Αξία σε Κίνδυνο αναπαριστά την πιθανότητα οι απώλειες εκφρασμένες σε χρηματικές μονάδες ή ποσοστό να ξεπεράσουν έναν συγκεκριμένο αριθμό σε ένα συγκεκριμένο χρονικό ορίζοντα. Η πιθανότητα αυτή ορίζεται ως επίπεδο εμπιστοσύνης. Η μέθοδος VaR αποτελεί την πλέον ενδεδειγμένη και δημοφιλή μέθοδο μέτρησης του κινδύνου αγοράς ύστερα από την υιοθέτηση της από την επιτροπή της Βασιλείας. Η επιτροπή της Βασιλείας αποτελεί ένα forum χωρίς νομική εξουσία το οποίο τελεί υπό την αιγίδα της Τράπεζας διεθνών διακανονισμών (Bank of international Settlements).

Δημιουργήθηκε με σκοπό να καθορίσει ένα πλαίσιο κανόνων για την κεφαλαιακή επάρκεια των πιστωτικών ιδρυμάτων. Μέσα στο πλαίσιο των κανόνων αυτών είναι και ο υπολογισμός του κινδύνου αγοράς (market risk) μέσω της μεθόδου VaR. Σταθμό στις διάφορες μεθόδους υπολογισμού της Αξίας σε Κίνδυνο αποτέλεσε η έκδοση [Riskmetrics Technical Document, JP Morgan \(1995\)](#) η οποία εισήγαγε τη μέθοδο του Εκθετικά Σταθμισμένου Μέσου Όρου (EWMA). Θα αναφερθούμε πιο αναλυτικά στις διάφορες μεθόδους VaR στην συνέχεια της διπλωματικής. Επίσης είναι απαραίτητο τα αποτελέσματα να ελεγχθούν για την ακρίβεια τους με ελέγχους τους οποίους θα παρουσιάσουμε. Η δημοφιλία του VaR έγκειται στην απλότητα έκφρασης και κατανόησής του ακόμα και από μη εξειδικευμένα στελέχη.

Η διπλωματική μας θα συνεισφέρει στην υπάρχουσα βιβλιογραφία ως εξής. Καταρχάς υπολογίζουμε την Αξία σε Κίνδυνο και επανεκτιμούμε την αξιοπιστία των δημοφιλέστερων μεθόδων VaR για τους σημαντικότερους δείκτες του Χρηματιστηρίου Ναύλων του Λονδίνου. Χρησιμοποιούμε ένα μεγάλο εύρος δεδομένων, λαμβάνοντας υπόψιν και την πρόσφατη κρίση στις τιμές των ναύλων, όπου έχουν φθάσει σε ιστορικά χαμηλά. Μάλιστα πραγματοποιούμε ξεχωριστή ανάλυση υπολογίζοντας την Αξία σε Κίνδυνο μόνο για την περίοδο της διεθνούς χρηματοοικονομικής κρίσης. Επίσης για πρώτη φορά υπολογίζουμε την Αξία σε Κίνδυνο για ένα πακέτο ναυτιλιακών futures τα οποία διαπραγματεύονται στο χρηματιστήριο εμπορευμάτων της Νέας Υόρκης (New York Mercantile Exchange- NYMEX). Τα ναυτιλιακά αυτά futures τα οποία δημιουργήθηκαν από το Chicago Mercantile Exchange Group (CME Group) αποτελούν το νεότερο μέλος της ταχέως αναπτυσσόμενης αγοράς των ναυτιλιακών παραγώγων (βλ. σχετικά [Alizabeth & Nomikos 2009](#), [Kavussanos & Visvikis 2015](#)). Το CME Group αποτελεί μία από τις πλέον καθιερωμένες εταιρίες futures και options στο χώρο των χρηματοοικονομικών υπηρεσιών. Τα options και futures του CME Group διαπραγματεύονται στις αγορές του Σικάγο, της Νέας Υόρκης και από το 2014 και του Λονδίνου. Επομένως είναι εξαιρετικά ενδιαφέρον από ερευνητικής σκοπιάς να μελετήσουμε πως συμπεριφέρονται τα ναυτιλιακά αυτά futures.

Συγκεκριμένα υπολογίζουμε το VaR μίας ημέρας για επίπεδα εμπιστοσύνης 95% και 99% χρησιμοποιώντας τις κυριότερες και πιο δημοφιλείς μεθόδους εκτίμησης για τρεις δείκτες του χρηματιστηρίου Ναύλων του Λονδίνου (Baltic

Exchange) τους Baltic Capesize Index (BCI), Baltic Panamax Index (BPI) και Baltic Dry Index (BDI). Επίσης υπολογίζουμε το VaR και για το πακέτο ναυτιλιακών futures υγρού φορτίου τα οποία είναι τα πρώτα που δημιούργησε το CME Group. Πρόκειται για τα τέσσερα κοντινότερα στη λήξη συμβόλαια futures που χρησιμοποιούν σαν υποκείμενο τίτλο τη διαδρομή δεξαμενόπλοιων TD3 (Dirty Tanker). Οι δείκτες που επιλέγουμε είναι οι πιο αντιπροσωπευτικοί της ρευστότητας και του όγκου συναλλαγών της ναυτιλιακής αγοράς (βλ. σχετικά [Kavussanos & Visvikis 2004](#)). Οι δείκτες αυτοί συντίθενται τόσο από μέσους όρους μεμονωμένων διαδρομών όσο και από μέσους όρους χρονοναυλωμένων δεικτών. Η μέτρηση του κινδύνου για τους δείκτες μεμονωμένων διαδρομών είναι σημαντική για τις μικρότερες εταιρίες οι οποίες κινούν τα φορτία τους στις μεμονωμένες αυτές διαδρομές. Επίσης, οι δείκτες που μελετάμε χρησιμοποιούνται και ως υποκείμενοι τίτλοι για τη δημιουργία ναυτιλιακών παραγώγων (βλ. [Kavussanos and Dimitrakopoulos, 2011](#)). Το δείγμα μας για τις spot τιμές είναι αρκετά μεγάλο και καλύπτει τόσο την περίοδο άνηθσης και συνεχής ανόδου των τιμών όσο και την περίοδο της διεθνούς κρίσης (2008-2009) αλλά και την πρόσφατη περίοδο με τις τιμές των ναύλων να είναι στα ιστορικά χαμηλά. Το δείγμα για τα ναυτιλιακά futures είναι μικρότερο λόγω δυσκολιών που θα περιγράψουμε στο σχετικό κεφάλαιο και επομένως θα χρησιμοποιήσουμε την σχετική ανάλυση σαν βοηθητική. Χρησιμοποιούμε πλήθος παραμετρικών και μη παραμετρικών μεθόδων στις λογαριθμικές αποδόσεις, προσπαθώντας να λάβουμε υπόψιν κάποιες ιδιαιτερότητες που επιδεικνύουν οι τιμές των ναύλων.

Αξιολογούμε τα μοντέλα μας σε δύο στάδια. Αρχικά χρησιμοποιώντας τους τρεις ελέγχους πιθανοφάνειας που προτείνει ο [Christoffersen \(2003\)](#). Στη συνέχεια χρησιμοποιούμε την συνάρτηση απώλειας που προτείνουν οι [Angelidis & Skiadopoulos \(2008\)](#). Πρόκειται για μια συνάρτηση απώλειας που συνδυάζει την Αξία σε Κίνδυνο με την Αναμενόμενη Απώλεια (Expected Shortfall) στοχεύοντας σε αποτελεσματικότερη διαχείριση του κινδύνου. Η Αναμενόμενη Απώλεια με την συμφωνία της Βασιλείας III καθίσταται ως το πλέον αποδεκτό εργαλείο για την μέτρηση του κινδύνου αγοράς επομένως είναι ιδιαίτερα σημαντικό να αξιολογήσουμε τα αποτελέσματα στο νέο αυτό πλαίσιο της διαχείρισης κινδύνου.



Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι η μέθοδος της Ιστορικής Προσομοίωσης παρουσιάζει μια σταθερά καλή επίδοση στα διάφορα επίπεδα εμπιστοσύνης τόσο για τα futures όσο και για τις spot τιμές. Επίσης σε μεμονωμένες περιπτώσεις τα υποδείγματα τύπου GARCH (GARCH, EGARCH) παρουσιάζουν πολύ καλές επιδόσεις τόσο σε επίπεδο παραβιάσεων VaR όσο και στους ελέγχους του Christoffersen κυρίως στα futures. Επίσης στο δεύτερο στάδιο της αξιολόγησης οι απλούστερες παραμετρικές και μη παραμετρικές μέθοδοι υπερισχύουν.

Κάνοντας την ανασκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας πρέπει να τονίσουμε ότι η Αξία σε Κίνδυνο μπορεί να είναι η δημοφιλέστερη μέθοδος μέτρησης του κινδύνου αγοράς αλλά δεν λείπει η κριτική προς αυτήν. Οι κυριότερες κριτικές σχετικά με το VaR, έχουν να κάνουν με τη χρήση των στατιστικών μεθόδων και το κατά πόσο αυτές δίνουν αξιόπιστα αποτελέσματα. Δηλαδή το κατά πόσο οι στατιστικές αυτές μέθοδοι, οι οποίες μέχρι πρότινος εφαρμόζονταν στις θετικές επιστήμες, δίνουν αληθοφανή αποτελέσματα για επιστήμες με έντονο τον κοινωνικό χαρακτήρα όπως οι οικονομικές. Στην έρευνα [VaR Seductive but Dangerous](#) η [Tanya Styblo Beder to 1994](#) υπολογίζει το VaR για τρία υποθετικά χαρτοφυλάκια χρησιμοποιώντας οκτώ διαφορετικές μεθόδους. Καταλήγει στο ότι δε μπορούμε να έχουμε αξιόπιστα αποτελέσματα καθώς η κάθε μέθοδος δίνει διαφορετικά αποτελέσματα αδυνατώντας να σχηματιστεί ένα μοτίβο από το οποίο θα εξάγουμε αξιοπρεπή συμπεράσματα. Την παραπάνω άποψη ενίσχυσαν και οι [Marshall & Siegel \(1997\)](#) με την έρευνα τους. Οι [Ju & Pearson\(1999\)](#) επισημαίνουν ότι είναι δυνατόν να υπάρξει μεροληψία στον υπολογισμό του VaR από μεμονωμένους επενδυτές στην προσπάθειά τους να πάρουν όσο το δυνατόν μεγαλύτερο ρίσκο. Έτσι η Αξία σε Κίνδυνο καθίσταται ένα μη αποτελεσματικό μέτρο. Επιπροσθέτως μία έντονη κριτική για το VaR έχει να κάνει με το ότι δεν δίνεται μια εκτίμηση του μεγέθους των απωλειών που θα ξεπεράσουν το VaR. Έτσι ο επιχειρηματίας δε δύναται να γνωρίζει το ποσό των χρημάτων που είναι σε κίνδυνο.

Η βιβλιογραφία υπολογισμού του VaR σε αγορές ομολόγων ή μετοχών είναι ιδιαίτερα εκτενής. Ενδεικτικά, εκτός από την έρευνα της [Tanya Styblo Beder \(1994\)](#) που προαναφέραμε οι [Giot & Laurent \(2003\)](#) υπολογίζουν το VaR για τους χρηματιστηριακούς δείκτες SAS40,DAX,NIKKEI,NASDAQ και SMI, οι [Kuester et al \(2006\)](#) υπολογίζουν το VaR για αποδόσεις του NASDAQ και οι

Lambadiaris, Papadopoulou, Skiadopoulos and Zoulis (2003) υπολογίζουν το VaR στην ελληνική αγορά μετοχών και ομολόγων χρησιμοποιώντας την ιστορική προσομοίωση και την προσομοίωση Monte Carlo. Επίσης σχετικά μεγάλη είναι η βιβλιογραφία για τον ενεργειακό τομέα. Συγκεκριμένα οι Cabedo and Moya (2003) υπολογίζουν το VaR για την τιμή του πετρελαίου χρησιμοποιώντας την ιστορική προσομοίωση, οι Giot and Laurent (2003) υπολογίζουν το VaR σε διάφορες αγορές εμπορευμάτων (χαλκός, νικέλιο, αλουμίνιο, αργό πετρέλαιο Brent και αργό πετρέλαιο WTI) ενώ ο Sadorsky (2006) επιχειρεί να προβλέψει τη μεταβλητότητα των αποδόσεων των πετρελαϊκών futures (συμβόλαια αργού πετρελαίου, πετρελαίου θέρμανσης, αμόλυβδης βενζίνης και φυσικού αερίου) χρησιμοποιώντας πλήθος παραμετρικών και μη παραμετρικών μεθόδων VaR. Καταλήγουν στο ότι τα υποδείγματα τύπου GARCH και όλες οι παραλλαγές τους είναι κατάλληλότερα για την πρόβλεψη της μεταβλητότητας και τον υπολογισμό του VaR. Όμως ανάλογες έρευνες στην ναυτιλιακή αγορά είναι αρκετά λιγότερες.

Από τη μελέτη της βιβλιογραφία για το ναυτιλιακό VaR συμπεράναμε ότι υπάρχει ανομοιογένεια σχετικά με το ποια μέθοδος είναι κατάλληλη για τον υπολογισμό του VaR. Τα αποτελέσματα διαφέρουν ανάλογα με τον τομέα της αγοράς που μελετάμε, παράγοντες όπως το μέγεθος του πλοίου ή το είδος του φορτίου αλλά και την εξεταζόμενη περίοδο. Μεγάλο ρόλο στα παραπάνω παίζει και η έντονη τμηματοποίηση της ναυτιλιακής αγοράς όπως θα παρουσιάσουμε στη συνέχεια.

Στη σχετική με τη ναυτιλιακή αγορά βιβλιογραφία θα αναφερθούμε αρχικά στην έρευνα των Kavussanos & Dimitrakopoulos (2011) οι οποίοι υπολογίζουν το VaR για τον τομέα των πετρελαιοφόρων στην προσπάθειά τους να βρουν το κατάλληλο μοντέλο διαχείρισης κινδύνου. Πιο συγκεκριμένα υπολογίζουν το VaR για τους δείκτες του χρηματιστηρίου ναύλων του Λονδίνου BCTI και BDTI (Clean κα Dirty Tanker αντίστοιχα) και για τις διαδρομές TD3, TD5, TD7 και TD9 χρησιμοποιώντας παραμετρικά μοντέλα (GARCH, Riskmetrics), μη παραμετρικά μοντέλα (Ιστορική Προσομοίωση) και τη μέθοδο της Αναμενόμενης Απώλειας Ουράς (Expected Tail Loss). Καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι τα απλά παραμετρικά μοντέλα (GARCH και μοντέλα τυχαίου περιπάτου) είναι κατάλληλα για τη διαχείριση του κινδύνου αγοράς στον τομέα

των πετρελαιοφόρων, εν αντιθέσει με τις χρηματιστηριακές αγορές όπου απαιτούνται πολλές φορές πιο πολύπλοκα μοντέλα.

Οι [Angelidis & Skiadopoulos \(2008\)](#) χρησιμοποιούν πλήθος παραμετρικών, μη παραμετρικών καθώς και τη Θεωρία Ακραίας Αξίας (Extreme Value Theory) για τον υπολογισμό του VaR στον τομέα του ξηρού και υγρού φορτίου. Μάλιστα σύμφωνα με την μελέτη [Full steam ahead for FFAs \(2007\)](#) ο τομέας του ξηρού φορτίου συγκεντρώνει περισσότερο το επενδυτικό ενδιαφέρον των κεφαλαίων αντιστάθμισης κινδύνου. Αναλυτικότερα υπολογίζουν το VaR για τους δείκτες BCI, BDI, BPI και TD3 για την περίοδο 1999-2006. Στα μοντέλα τύπου GARCH (ARCH, EGARCH, APARCH) χρησιμοποιούν εκτός από την κανονική κατανομή, την Students-T και την GED κατανομή. Για τον έλεγχο της αξιοπιστίας των μοντέλων χρησιμοποιούν τόσο τους τρεις ελέγχους του Christoffersen όσο και τον τροποποιημένο Diebold-Mariano έλεγχο (MDM). Καταλήγουν στο ότι οι απλές μη παραμετρικές μέθοδοι είναι καταλληλότερες για την μέτρηση του κινδύνου αγοράς στις ναυτιλιακές αγορές. Επίσης υποστηρίζουν ότι οι αγορές υγρού φορτίου ενέχουν μεγαλύτερο κίνδυνο.

Οι [Alizadeh, Nomikos & Van Dellen \(2009\)](#) επιχειρούν να εκτιμήσουν τη μεταβλητότητα των ναύλων χρησιμοποιώντας κλασματικά ολοκληρωμένα υποδείγματα GARCH. Συγκεκριμένα χρησιμοποιούν το υπόδειγμα FIGARCH (Fractionally Integrated GARCH) το οποίο δίνει μεγαλύτερη δυνατότητα στη δόμηση συναρτησιακών σχέσεων και μπορεί να συλλάβει αποτέλεσμα ισχυρότερης μνήμης της μεταβλητότητας. Συγκρίνουν την επίδοση του FIGARCH με παρόμοια υποδείγματα τύπου GARCH σαν το IGARCH. Τα ευρήματα τους υποδεικνύουν ότι το μέγεθος του πλοίου σαν τον σημαντικότερο παράγοντα μέτρησης του κινδύνου λόγω των διαφορετικών αποτελεσμάτων ανάλογα με το μέγεθος του πλοίου. Μάλιστα τα μικρότερα πλοία επιδεικνύουν μεγαλύτερη επιμονή (persistence) στη μεταβλητότητα.

Με τη σειρά τους οι [Alizadeh & Nomikos \(2011\)](#) και [Abouarghoub & Mariscal \(2011\)](#) υποστηρίζουν ότι η χρήση δύο-καταστάσεων (υψηλή και χαμηλή) καθεστώτων στα μοντέλα μεταβλητότητας βελτιώνουν τα αποτελέσματα VaR. Αναλυτικότερα οι [Abouarghoub & Mariscal \(2011\)](#) υπολογίζουν το VaR στον τομέα των πετρελαιοφόρων για τους δείκτες TD3, TD4, TD5, TD7 και TD9 για την περίοδο 1998-2007 χρησιμοποιώντας τις μεθόδους EWMA, SGARCH, AGARCH και ιστορική προσομοίωση. Συμπεραίνουν ότι

εκτός από τη χρησιμότητα της αλλαγής μεταξύ δύο καταστάσεων στη δομή της μεταβλητότητας που προαναφέραμε, τα μοντέλα που στηρίζονται στη δεσμευμένη διακύμανση παράγουν ακριβέστερα αποτελέσματα. Επίσης οι [Alizadeh & Nomikos \(2011\)](#) επιχειρούν να ερευνήσουν την σχέση μεταξύ της καμπύλης της αγοράς και της μεταβλητότητας των ναύλων τόσο για ξηρό φορτίο (Capesize, Panamax, Handymax) όσο και για πετρελαιοφόρα (VLCC, Suezmax, Aframax) για την περίοδο 1992-2007 χρησιμοποιώντας τις παραμετρικές μεθόδους Riskmetrics, GARCH και EGARCH και την Ιστορική Προσομοίωση. Καταλήγουν στο ότι το σχήμα της καμπύλης παίζει επεξηγηματικό ρόλο στη μεταβλητότητα των ναύλων όπως επίσης και το ότι για τις αγορές Capesize, Suezmax, Aframax είναι καταλληλότερα τα μη παραμετρικά μοντέλα ενώ για τις αγορές Panamax, Handymax και VLCC είναι καταλληλότερα τα EGARCH μοντέλα.

Παρόμοια έρευνα έκαναν πρόσφατα και οι [Abouarghoub, Mariscal & Howell \(2014\)](#) οι οποίοι χρησιμοποιώντας ένα δύο σταδίων εναλλασσόμενο Markov μοντέλο δεσμευμένης διακύμανσης επιχειρούν να κατανοήσουν τις αλλαγές στην μεταβλητότητα των τιμών των ναύλων, προκειμένου να βελτιώσουν τις προβλέψεις VaR. Η μελέτη τους αφορά τον τομέα των πετρελαιοφόρων για τον δείκτη BDTI για την περίοδο 2000-2009 χρησιμοποιώντας μοντέλα FIGARCH και SGARCH για την χαμηλότερη και υψηλότερη καμπύλη μεταβλητότητας, αντίστοιχα. Καταλήγουν στο ότι η δυναμική της μεταβλητότητας εξαρτάται από την κατάσταση (χαμηλή ή υψηλή) και συλλαμβάνεται από διακριτά μοντέλα δεσμευμένης διακύμανσης καταλήγοντας σε ακριβέστερες εκτιμήσεις VaR.

Στην παρούσα διπλωματική επιχειρούμε να υπολογίσουμε την αξία σε κίνδυνο τόσο για spot τιμές ναύλων όσο και για ναυτιλιακά futures. Τα ναυτιλιακά futures δημιουργήθηκαν σαν ένα μέσο για αντιστάθμιση του κινδύνου για τους συμμετέχοντες στην ναυτιλιακή αγορά. Αποτελούν απόγονο των προθεσμιακών ναυτιλιακών συμβολαίων (Forward Freight Agreements – FFAs) τα οποία είναι εξωχρηματιστηριακά παράγωγα προϊόντα. Τα FFAs αποτελούν συμφωνία μεταξύ δύο μερών για την θέσπιση συγκεκριμένης τιμής ναύλου για συγκεκριμένο μέγεθος και τύπου φορτίου που θα ακολουθήσει μια συγκεκριμένη διαδρομή σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή στο μέλλον. Τα ναυτιλιακά futures αποτελούν μετεξέλιξη των FFAs και ξεκίνησαν να διαπραγματεύονται σε οργανωμένο χρηματιστήριο το 2001 στο Διεθνές

Ναυτιλιακό Χρηματιστήριο (International Maritime Exchange – IMAREX). Τα παράγωγα δημιουργήθηκαν χρησιμοποιώντας ως υποκείμενο τίτλο δείκτες και διαδρομές από το χρηματιστήριο ναύλων του Λονδίνου. Εκτενέστερη αναφορά για τα ναυτιλιακά παράγωγα κάνουμε στην σχετική ενότητα της διπλωματικής.

Η βιβλιογραφία σχετικά με την αγορά ναυτιλιακών παραγώγων είναι ακόμα μικρότερη. Οι έρευνες που έχουν γίνει για τον υπολογισμό του VaR στις τιμές των ναύλων είναι ιδιαίτερα σημαντικές καθώς βοηθούν στο να καθοριστούν τα περιθώρια για τα ναυτιλιακά παράγωγα. Μάλιστα μετά τη δημιουργία οργανωμένων χρηματιστηρίων διαπραγμάτευσης ναυτιλιακών παραγώγων, οδηγώντας στην εξάλειψη του πιστωτικού κινδύνου, τα περιθώρια αντιπροσωπεύουν την μεταβλητότητα των ναύλων(τα οποία αποτελούν τους υποκείμενους τίτλους των παραγώγων) και την ρευστότητα της αγοράς. Οι [Goulas & Skiadopoulos \(2012\)](#) ερευνούν κατά πόσο η αγορά του IMAREX είναι αποτελεσματική. Υποστηρίζουν ότι αν μπορεί κάποιος να προβλέψει τις τιμές των ναύλων δεν συνεπάγεται ότι μπορεί να προβλέψει και τις τιμές των futures τα οποία έχουν ως υποκείμενο τίτλο τα ναύλα. Αυτό συμβαίνει λόγω του ότι ο υποκείμενος τίτλος είναι υπηρεσία και όχι εμπορεύσιμο αγαθό άρα δεν υπόκειται στην σχέση cost of carry. Επομένως το arbitrage μεταξύ spot και futures τιμών δεν είναι δυνατόν. Με την έρευνα τους δείχνουν ότι το IMAREX είναι αναποτελεσματικό για χρονικό ορίζοντα μίας ημέρας και ότι η ναυτιλιακή αγορά των futures παραβιάζει την υπόθεση της αμεροληψίας λόγω της ύπαρξης ενός risk premium. Αρκετές άλλες μελέτες έχουν γίνει για να ελέγξουν την αποτελεσματικότητα της ναυτιλιακής αγοράς (ενδεικτικά [Jonnala Fuller & Bessler 2002](#), [Kavussanos & Visvikis 2004](#), [Kavussanos & Nomikos 2003](#)).

Εκτός από τον καθορισμό των περιθωρίων για τα ναυτιλιακά παράγωγα ο υπολογισμός της Αξίας σε Κίνδυνο είναι σημαντικός τόσο για τους μετέχοντες στη ναυτιλιακή αγορά όσο και για τους επενδυτές. Η δημιουργία ενός αξιόπιστου VaR μοντέλου θα βοηθήσει τους πλοιοκτήτες και τα στελέχη των ναυτιλιακών εταιριών να ποσοτικοποιήσουν τον κίνδυνο αγοράς που προκαλούν οι μεγάλες διακυμάνσεις στις τιμές των ναύλων. Έτσι θα μπορέσουν να αναπτύξουν αξιόπιστες στρατηγικές αντιστάθμισης κινδύνου προκειμένου να αντιμετωπίσουν αυτόν τον κίνδυνο. Γι' αυτό τον σκοπό άλλωστε δημιουργήθηκαν και τα ναυτιλιακά παράγωγα αρχικά τα FFAs και στην συνέχεια τα futures και τα options. Επίσης την τελευταία δεκαετία η ναυτιλιακή

αγορά έχει κεντρίσει το ενδιαφέρον κεφαλαίων αντιστάθμισης κινδύνου και μεμονωμένων επενδυτών. Ενώ μέχρι πρότινος η ναυτιλιακή αγορά θεωρούνται μια αγορά υπηρεσιών πλέον θεωρείται και μια αγορά επενδύσεων όπου τα ναύλα αντιμετωπίζονται σαν οποιοσδήποτε χρηματιστηριακός τίτλος ή εμπόρευμα. Επομένως, είναι εξαιρετικά σημαντικό να ποσοτικοποιηθεί ο κίνδυνος επένδυσης στην ναυτιλιακή αγορά για τους επενδυτές που ενδιαφέρονται να συμπεριλάβουν στα χαρτοφυλάκια τους τέτοιες επενδύσεις είτε για κερδοσκοπικούς σκοπούς είτε απλά για διαφοροποίηση. (βλ. σχετικά [Nomikos, Kyriakou, Papapostolou, Pouliasis 2013](#)). Επιπροσθέτως η [Alizabeth \(2013\)](#) επισημαίνει ότι τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μεγάλη αύξηση του όγκου συναλλαγών στην αγορά ναυτιλιακών προθεσμιακών συμβολαίων και μάλιστα ανακαλύπτει μια θετική σχέση μεταξύ του όγκου των συναλλαγών και της μεταβλητότητας.

Η δομή της διπλωματικής είναι ως εξής. Στο κεφάλαιο 2 περιγράφουμε αναλυτικά την ναυτιλιακή αγορά με τα χαρακτηριστικά της και παρουσιάζουμε τα δεδομένα. Στο κεφάλαιο 3 παρουσιάζουμε τις μεθόδους για τον υπολογισμό του VaR που θα χρησιμοποιήσουμε. Στο κεφάλαιο 4 περιγράφουμε τους ελέγχους για την αξιολόγηση των μοντέλων. Σχολιάζουμε τα αποτελέσματα ξεχωριστά για spot τιμές και futures στο κεφάλαιο 5. Τέλος στο κεφάλαιο 6 παρουσιάζουμε τα συμπεράσματα και κάνουμε προτάσεις για μελλοντική έρευνα.

## **2.Περιγραφή της αγοράς και των δεδομένων**

### *2.1 Χαρακτηριστικά και ιδιαιτερότητες της ναυτιλιακής αγοράς*

Εδώ και δεκαετίες το μεγαλύτερο ποσοστό του παγκόσμιου εμπορίου εκπροσωπούν οι θαλάσσιες μεταφορές. Η ενότητα αυτή στοχεύει στην παρουσίαση και περιγραφή της αγοράς προκειμένου να κατανοήσουμε τους μηχανισμούς και τις ιδιαιτερότητες της. Το θαλάσσιο εμπόριο μπορούμε να το χωρίσουμε σε 5 κατηγορίες ανάλογα με το εμπόρευμα αυτά του υγρού και ξηρού φορτίου, πετρελαιοφόρα, containers και δεξαμενόπλοια φυσικού αερίου. Αρχικά θα αναφερθούμε στους κυριότερους τύπους πλοίων ανάλογα το εμπόρευμα που μεταφέρουν και τη χωρητικότητά τους. Η χωρητικότητα μετριέται από την μεταφορική ικανότητα, εκφράζεται σε τόνους νεκρού φορτίου (deadweight tons-dwt) και περιλαμβάνει το ενεργό φορτίο, τις ανθρακαποθήκες, το νερό, τα λάδια της μηχανής, τις μερίδες των τροφίμων, το πλήρωμα και τους επιβάτες. Η κατηγοριοποίηση που θα χρησιμοποιήσουμε είναι ή ίδια με την κατηγοριοποίηση του ετήσιου οδηγού [Review of Maritime Transport 2015](#) που εκδίδει η διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για το εμπόριο και την ανάπτυξη (United Nations Conference on Trade and Development UNCTAD)

Θα ξεκινήσουμε από τα πετρελαιοφόρα τα οποία μεταφέρουν αργό πετρέλαιο και χωρίζονται σε πολύ μεγάλους μεταφορείς (200.000 + dwt), Suezmax (120.000-200.000 dwt), Aframax (80.000-119.999 dwt) και Panamax (60.000-79.999 dwt). Στην συνέχεια έχουμε πλοία ξηρού φορτίου και μεταλλευμάτων τα οποία χωρίζονται σε Panamax (100.000 + dwt), Capesize (60.000-99.999 dwt), Handymax (40.000-59.999 dwt) και Handysize (10.000-39.999 dwt). Τέλος έχουμε τα containers τα οποία χωρίζονται σε Post-Panamax (δέσμη >32.3μ) και Panamax(δέσμη<32.3μ). Άλλες κατηγορίες πλοίων είναι τα πλοία γενικού εμπορεύματος, δεξαμενόπλοια που μεταφέρουν φυσικό αέριο, υπεράκτια πλοία εφοδιασμού, πλοία ψυγεία, ρυμουλκά και άλλα. Στον πίνακα 1 παρουσιάζουμε η σύνθεση του παγκόσμιου στόλου για τα έτη 2014 και 2015 καθώς και η ποσοστιαία μεταβολή του. Όπως βλέπουμε ο παγκόσμιος στόλος παρουσίασε μια μικρή αύξηση κατά 3,5% το 2015. Μεγαλύτερο ποσοστό καταλαμβάνουν τα πλοία χύδην φορτίου με ποσοστό άνω του 40% και τα



πετρελαιοφόρα με ποσοστό άνω του 25%. Το παραπάνω στοιχείο μας προϊδεάζει και για το ποια προϊόντα διακινούνται και εμπορεύονται μέσω θαλάσσης πράγμα το οποίο θα αναλύσουμε παρακάτω. Μεγαλύτερη ποσοστιαία μεταβολή παρουσίασαν τα πλοία αερίου και τα υπεράκτια ενώ σε απόλυτες τιμές αισθητή είναι η αύξηση των μεταφορέων χύδην φορτίου κατά σχεδόν 39.000 από το 2014 στο 2015.

**Πίνακας 1: Μέγεθος παγκόσμιου στόλου κατά τον τύπο πλοίου 2014-2015**

Τύπος Πλοίου	2014	2015	Ποσοστιαία Μεταβολή
Πετρελαιοφόρα	482.447 28,6%	489.388 28,0%	1,40%
Μεταφορείς Χύδην Φορτίου	728.322 43,1%	760.468 43,5%	4,40%
Πλοία γενικού φορτίου	77.507 4,60%	76.731 4,4%	-1%
Container πλοία	215.880 12,8%	227.741 13%	5,50%
Άλλοι τύποι	185.306 11%	194.893 11,1%	5,20%
Μεταφορείς Αερίου	46.335 2,7%	49.675 2,8%	7,20%
Χημικά δεξαμενόπλοια	41.668 2,5%	42.181 2,4%	1%
Υπεράκτια	69.513 4,1%	74.174 4,2%	6,70%
Ferries και επιβατηγά πλοία	5.531 0,3%	5.797 0,3%	4,80%
Άλλα	22.241 1,3%	23.066 1,3%	3,70%
<b>Σύνολο (εκατομμύρια dwt)</b>	<b>1.698.462</b> <b>100%</b>	<b>1.749.222</b> <b>100%</b>	<b>3,50%</b>

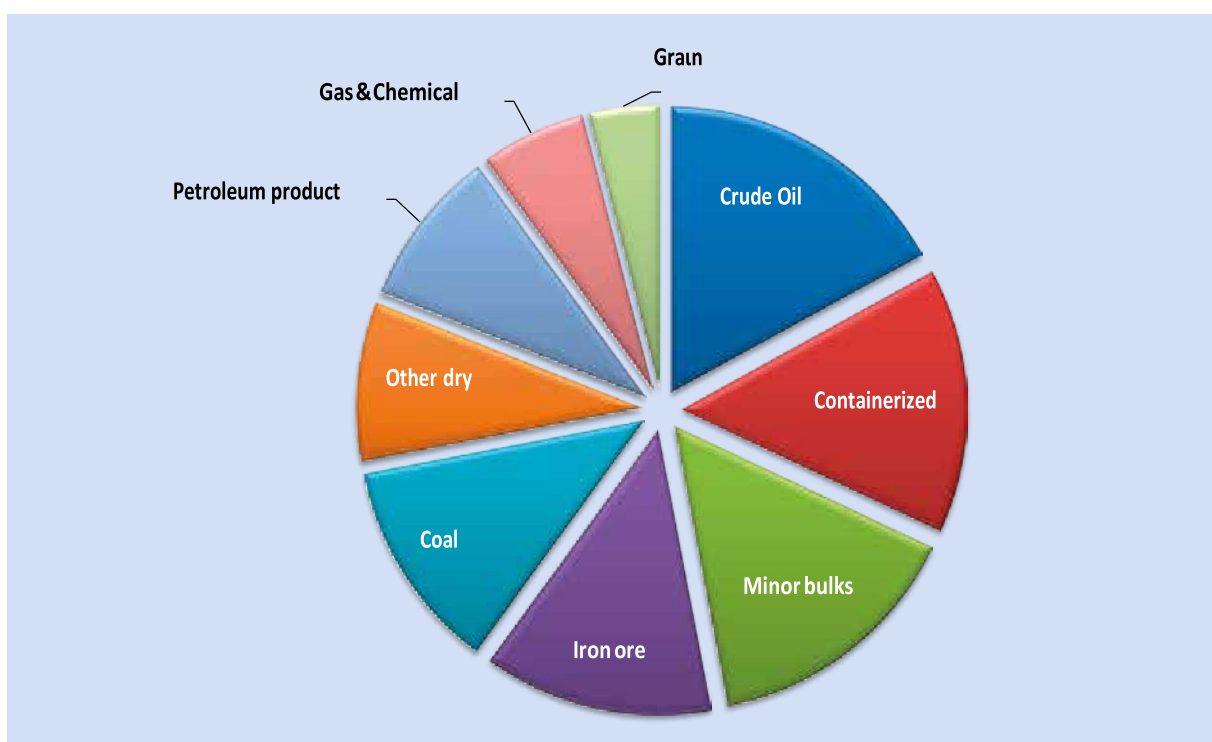
Πηγή: *Review of Maritime Transport* βασισμένο σε δεδομένα από έρευνα της Clarkson

Όσον αφορά τα εμπορεύματα τα οποία αποτελούν τα φορτία στις θαλάσσιες μεταφορές μπορούμε να τα χωρίσουμε ως εξής. Τα χύδην φορτία, αποτελούνται από προϊόντα που μεταφέρονται χωρίς συσκευασία και χωρίζονται σε ξηρού φορτίου και υγρού φορτίου. Τα εμπορεύματα ξηρού φορτίου χωρίζονται στα πρωτεύοντα (σιδηρομεταλλεύματα, κάρβουνο, σιτηρά



κλπ.) και στα δευτερεύοντα (ασφάλι, ζάχαρη, αλάτι κλπ.) Επίσης μια τρίτη κατηγορία είναι τα εξειδικευμένα φορτία που απαιτούν ιδιαίτερα μέτρα ασφαλείας και όρους μεταφοράς όπως τα αυτοκίνητα. Τα υγρά φορτία τα οποία μεταφέρουν τα δεξαμενόπλοια περιλαμβάνουν το αργό πετρέλαιο, χημικά προϊόντα κλπ. Στο γράφημα 1 το οποίο πήραμε από τον ετήσιο οδηγό [Review of Maritime Transport 2015](#) μπορούμε να δούμε τη δομή του θαλάσσιου εμπορίου ανάλογα με τον τύπο του προϊόντος. Όπως βλέπουμε το αργό πετρέλαιο καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος του γραφήματος με το σιτάρι και

**Γράφημα 1: Δομή του διεθνούς θαλάσσιου εμπορίου 2014**



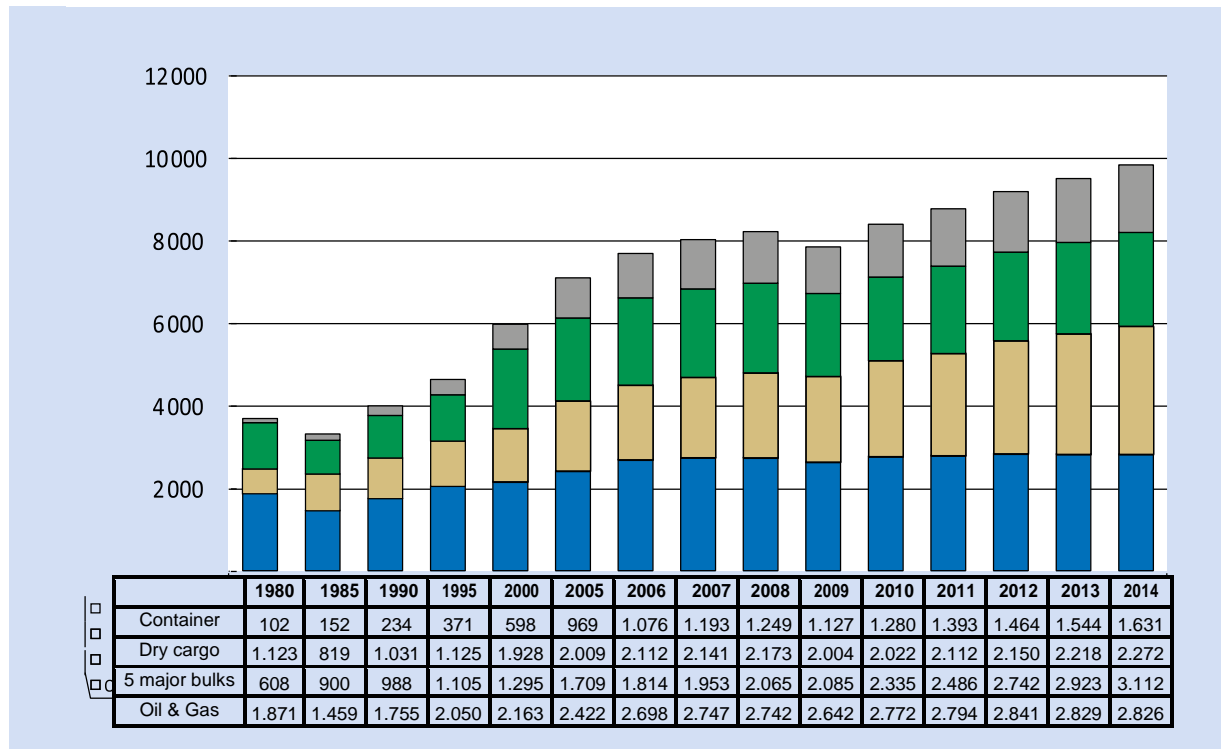
Πηγή: UNCTAD, στην έρευνα της Clarkson's, *Seaborne Trade Monitor*, 2(5), May 2015.

τα σιδηρομεταλλεύματα να ακολουθούν.

Τα χύδην φορτία αποτελούν την συντριπτική πλειοψηφία των θαλάσσιων μεταφορών με το αργό πετρέλαιο το σιτάρι και τα σιδηρομεταλλεύματα να κυριαρχούν όπως προαναφέραμε. Για την καλύτερη κατανόηση παραθέτουμε και το γράφημα 2 το οποίο έχει δημοσιεύσει πάλι ο ετήσιος οδηγός [Review of Maritime Transport 2015](#) στο οποίο φαίνονται οι θαλάσσιες μεταφορές μετρημένες σε εκατομμύρια τόνους από το 1980 έως το 2016. Όπως βλέπουμε τα υγρά φορτία αποτελούν την μερίδα του λέοντος στις θαλάσσιες μεταφορές

με τη διαφορά να κάνει το πετρέλαιο και το αέριο να κάνει τη διαφορά καθώς για το 2014 οι συνολικές μεταφορές των υγρών φορτίων μετρήθηκαν σε 5.098 εκατομμύρια τόνους από τους συνολικά 9.841 εκατομμύρια τόνους που φορτώθηκαν.

Γράφημα 2: Παγκόσμιο θαλάσσιο εμπόριο 1980-2014 (σε εκατομμύρια τόνους)



Πηγή: *Review of Maritime Transport*, βασισμένη στην έρευνα της *Clarksons Shipping Review and Outlook*.

Έχοντας κατηγοριοποιήσει τα πλοία ανάλογα με τον τύπο φορτίου και την χωρητικότητα στη συνέχεια θα αναφερθούμε στις ναυλώσεις των πλοίων αφού παρουσιάσουμε τους παράγοντες που καθορίζουν το κόστος λειτουργίας ενός πλοίου. Το κόστος χωρίζεται σε δύο κατηγορίες στο κόστος λειτουργίας το οποίο προστίθεται σε καθημερινή βάση και στο κόστος το οποίο επηρεάζεται από το ταξίδι το οποίο θα κάνει το πλοίο. Το καθημερινό κόστος του πλοίου αποτελείται από την τροφοδοσία, τη μισθοδοσία του πληρώματος, την ασφάλιση του πλοίου, την αποθήκευση των καυσίμων, τακτικές και έκτακτες δαπάνες και το κόστος κεφαλαίου. Το κόστος κεφαλαίου μπορούμε να το υπολογίσουμε προσθέτοντας το κόστος χρηματοδότησης και το κόστος απόσβεσης του πλοίου ( το οποίο προκύπτει διαιρώντας το κόστος κεφαλαίου με τα χρόνια τα οποία αναμένεται ότι θα είναι ενεργό το πλοίο μείον την αξία εκποίησης στο τέλος της λειτουργικής του ζωής). Το κόστος το οποίο επηρεάζεται από το ταξίδι στο οποίο εμπλέκεται το πλοίο αποτελείται από τα

καύσιμα, τα έξοδα του λιμανιού, τα έξοδα φόρτωσης εκφόρτωσης αν πληρώνονται ή όχι από τον πλοιοκτήτη, τα τέλη διοδίων στα κανάλια, τοπικούς φόρους, δασμούς και άλλα έξοδα. Στην συνέχεια θα προχωρήσουμε στην παρουσίαση των τύπων της ναύλωσης.

Η ναύλωση λειτουργεί σαν μία συμφωνία ανάμεσα στον πλοιοκτήτη ή σε αυτόν που ελέγχει το πλοίο και τον ναυλωτή για την μεταφορά αγαθών ή την πρόσληψη του πλοίου με αντάλλαγμα την πληρωμή ενός προκαθορισμένου αντιτίμου το οποίο ονομάζεται ναύλο. Τα ναύλα εξαρτώνται από τον τύπο του πλοίου, τον τύπο του φορτίου, τον τύπο της ναύλωσης, τον τύπο του δρομολογίου και την ημερομηνία παράδοσης. Οι τύποι της ναύλωσης χωρίζονται σε ναύλωση κατά ταξίδι, στη χρονοναύλωση όπου η ναύλωση γίνεται για συγκεκριμένη χρονική περίοδο, τη μικτή ναύλωση η οποία είναι συνδυασμός των δύο προηγούμενων (η ναύλωση γίνεται για μια σειρά ταξιδιών για συγκεκριμένη περίοδο) και στη λεγόμενη «γυμνή ναύλωση». Στη ναύλωση κατά ταξίδι ο ναυλωτής εκμισθώνει το πλοίο για ένα ή περισσότερα ταξίδια με φορτίο, το οποίο φορτώνεται και εκφορτώνεται με δικά του έξοδα, για μία συγκεκριμένη χρονική περίοδο με αντάλλαγμα ναύλα τα οποία υπολογίζονται με βάση τους τόνους του φορτίου ή με εφάπαξ πληρωμή. Ο πλοιοκτήτης αναλαμβάνει τα λειτουργικά έξοδα, τα έξοδα του λιμανιού και τα καύσιμα. Με τη χρονοναύλωση το πλοίο ναυλώνεται για συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Στη χρονοναύλωση ο πλοιοκτήτης αναλαμβάνει την ευθύνη για το πλοίο και για την πρόσληψη του πληρώματος ενώ ο χρονοναυλωτής διατηρεί τον εμπορικό έλεγχο. Το ναύλο συνήθως υπολογίζεται για κάθε ημέρα ταξιδιού και πληρώνεται είτε προκαταβολικά είτε σε προσυμφωνημένες χρονικές περιόδους. Ο χρονοναυλωτής αναλαμβάνει όλα τα έξοδα του λιμανιού καθώς και για τα καύσιμα που απαιτούνται για το ταξίδι. Τα καύσιμα που θα περισσέψουν στο πλοίο μετά το ταξίδι συνήθως τα πληρώνει ο πλοιοκτήτης. Επίσης, ο πλοιοκτήτης αναλαμβάνει τα λειτουργικά έξοδα ενώ αν συμβεί οτιδήποτε στο πλοίο με ευθύνη του πλοιοκτήτη και ο χρονοναυλωτής στερηθεί των υπηρεσιών του για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα τότε έχουμε διακοπή της ναύλωσης για αυτό το διάστημα. Χρονοναυλωτές μπορεί είναι συνήθως πλοιοκτήτες που θέλουν να αυξήσουν τον στόλο τους και διαχειριστές που κυνηγούν το κέρδος από συμβόλαια ναυλώσεων ταξιδιών και αναλαμβάνουν χρονοναυλώσεις για να καλύψουν αυτά τα συμβόλαια. Τέλος στη λεγόμενη

«γυμνή ναύλωση» ο ναυλωτής καταβάλλοντας ένα αντίτιμο στον πλοιοκτήτη αναλαμβάνει αυτός να προσλάβει τον πλοίαρχο και το πλήρωμα όπως και την ασφάλιση του πλοίου. Δηλαδή με λίγα λόγια ο ναυλωτής για την περίοδο της ναύλωσης γίνεται πλοιοκτήτης.

Από τα παραπάνω καταλαβαίνουμε ότι η ναυτιλιακή αγορά είναι αρκετά τμηματοποιημένη και αυτό αποτυπώνεται στις αγορές που διαπραγματεύονται χρηματοοικονομικά προϊόντα σχετικά με τη ναυτιλία. Προτού προχωρήσουμε στην παρουσίαση των κυριότερων χρηματιστηριακών αγορών της ναυτιλίας καλό είναι να κάνουμε μια αναφορά στο ποιοι παράγοντες καθορίζουν τις τιμές των ναύλων στην αγορά. Οι τιμές των ναύλων χαρακτηρίζονται από έντονη μεταβλητότητα και συνεχείς αλλαγές. Καθορίζονται από την προσφορά και ζήτηση ναυτιλιακών υπηρεσιών άρα για να κατανοήσουμε το γιατί τα ναύλα μεταβάλλονται τόσο συχνά πρέπει να ορίσουμε τους παράγοντες που επηρεάζουν την προσφορά και τη ζήτηση.

Η ζήτηση των ναυτιλιακών υπηρεσιών θεωρείται ανελαστική μιας και το κόστος μεταφοράς είναι χαμηλό σε σχέση με την τελική τιμή των μεταφερόμενων αγαθών. Η προσφορά από την άλλη ποικίλει ανάλογα με τα στάδια του επιχειρηματικού κύκλου. Βασικότερος παράγοντας που επηρεάζει τόσο την προσφορά όσο και τη ζήτηση είναι το μέγεθος του διαθέσιμου στόλου. Με τον όρο μέγεθος εννοούμε τη χωρητικότητα σε dwt του στόλου. Λόγω του ότι η κατασκευή ενός πλοίου είναι χρονοβόρα διαδικασία η προσφορά πλοίων βραχυπρόθεσμα μένει σταθερή. Μακροπρόθεσμα όμως το μέγεθος αλλάζει καθώς είτε κατασκευάζονται νέα πλοία είτε κάποια στέλνονται για άχρηστα μέταλλα (scrap). Η διαφορά μεταξύ παραδοθέντων πλοίων και πλοίων που έχουν σταλεί για scrap καθορίζει και τις τιμές των ναύλων. Αν για παράδειγμα οι παραδόσεις υπερβούν τα scrapped πλοία τότε τα ναύλα θα κινηθούν σε χαμηλότερα επίπεδα για ένα συγκεκριμένο επίπεδο ζήτησης. Μάλιστα είναι συνήθης η πρακτική κάποιοι πλοιοκτήτες να στέλνουν από μόνοι τους πλοία για scrap χωρίς να έχει συμβεί κάποιο ατύχημα θέλοντας οδηγήσουν τις τιμές των ναύλων προς τα πάνω. Επομένως μπορούμε να πούμε ότι και η κερδοσκοπία ή τα επιχειρηματικά συμφέροντα των πλοιοκτητών επηρεάζουν άμεσα τα ναύλα.

Σημαίνοντα ρόλο στις τιμές των ναύλων παίζουν και οι τιμές των καυσίμων. Τα καύσιμα αποτελούν την κινητήρια δύναμη των πλοίων και άρα είναι ασφαλές

να συμπεράνουμε ότι οι αυξομειώσεις στις τιμές των καυσίμων δύνανται να προκαλέσουν και αυξομειώσεις στις τιμές των ναύλων, καθώς επηρεάζουν άμεσα τους πλοιοκτήτες.

Επιπροσθέτως μιας και οι ναυτιλιακές δραστηριότητες στη συντριπτική τους πλειονότητα έχουν να κάνουν με εμπόριο είναι επόμενο ότι η ζήτηση των εμπορεύσιμων αγαθών επηρεάζει τις τιμές των ναύλων. Για παράδειγμα το πως θα κινηθεί η πετρελαιοπαραγωγή, το αν θα είναι ικανοποιητική η παραγωγή σιτηρών ή το αν οι βιομηχανίες μετάλλων θα έχουν προβλήματα αυξομειώνουν τη ζήτηση για τα εμπορεύσιμα αγαθά. Η αυξομείωση της ζήτησης των εμπορεύσιμων αγαθών με τη σειρά της προκαλεί αυξομείωση της ζήτησης για ναυτιλιακές υπηρεσίες οδηγώντας σε αυξομειώσεις στις τιμές των ναύλων. Σημαντική για την κατάσταση της ζήτησης των εμπορεύσιμων αγαθών καθίστανται και οι γενικότερες καιρικές συνθήκες και οι εποχικές πιέσεις. Ο καιρός επηρεάζει τις τιμές των ναύλων τόσο έμμεσα μέσω του καναλιού της ζήτησης για εμπορεύσιμα αγαθά όσο και άμεσα καθώς δύναται να προκαλέσει προβλήματα στη ναυτιλιακή δραστηριότητα. Για παράδειγμα μπορεί να αυξηθούν τα επίπεδα πάγου στα λιμάνια, να ανέβουν τα επίπεδα των ποταμών και γενικότερα τα θαλάσσια ταξίδια να καθίστανται δυσκολότερα.

Η ναυτιλία όπως έχουμε αναφέρει είναι μια πλήρως παγκοσμιοποιημένη δραστηριότητα η οποία δε γνωρίζει σύνορα. Επόμενο είναι διεθνείς συνθήκες που επικρατούν να επηρεάζουν τις ναυτιλιακές δραστηριότητες και άρα τις τιμές των ναύλων. Οι διεθνείς συνθήκες έχουν να κάνουν με τη διεθνή πολιτική κατάσταση, με το αν υπάρχουν τρομοκρατικές επιθέσεις, πόλεμοι κλπ. Ακόμα πιο σημαντικό είναι η κατάσταση που επικρατεί στις χώρες οι οποίες παράγουν πετρέλαιο, σιτάρι και άλλα από τα κυριότερα εμπορεύσιμα αγαθά καθώς μία ασταθής κατάσταση επηρεάζει την παραγωγή των αγαθών αλλά και το εμπόριο και την απρόσκοπτη μεταφορά τους. Βασική είναι και η κατάσταση που επικρατεί στα λεγόμενα choke points. Τα choke points, στη διεθνή γεωπολιτική ονομάζονται τα στενά περάσματα τα οποία περιορίζουν την δυνατότητα και ταχύτητα κίνησης. Στις θαλάσσιες μεταφορές, με τον όρο choke points ορίζουμε ως ρηχά και στενά περάσματα τα οποία δυσκολεύουν την πλοήγηση. Αυτό σημαίνει ότι η παράκαμψη αυτού ή οποιαδήποτε άλλη εναλλακτική λύση καθίσταται οικονομικά ασύμφορη για την πλοιοκτήτρια εταιρεία και επιφέρει σημαντικές καθυστερήσεις στη μεταφορά του εμπορεύματος για τους

ναυλωτές. Choke points για παράδειγμα είναι η διώρυγα του Σουέζ, το κανάλι του Παναμά, ο Βόσπορος και άλλα. Οποιαδήποτε σύρραξη ή τρομοκρατική επίθεση γίνει η οποία καθιστά δύσκολη τη διέλευση των πλοίων τότε το επίπεδο παγκόσμιας παραγωγής επηρεάζεται αλλά και το κόστος για τους πλοιοκτήτες ανεβαίνει οδηγώντας τις τιμές των ναύλων στα ύψη. Η σημασία των choke points για την ναυτιλία καθίσταται ακόμα σημαντικότερη αν αναλογιστούμε ότι αποτελούν το κυριότερο πέρασμα για τα πετρελαιοφόρα, λόγω του ότι βρίσκονται κοντά στις χώρες με την μεγαλύτερη παραγωγή πετρελαίου. Είναι χαρακτηριστικό ότι πάνω από τη μισή παγκόσμια παραγωγή πετρελαίου περνάει από τα choke points.

Τέλος καθοριστικός παράγοντας στις τιμές των ναύλων δε θα μπορούσε να μην αποτελεί η παγκόσμια οικονομική κατάσταση οι μεταβολές της οποίας μέσω του καναλιού του μεγέθους του στόλου προκαλεί αυξομειώσεις στις τιμές των ναύλων. Σε περιόδους ύφεσης όπου η αγορά είναι αδύναμη καθιστώντας οικονομικά ασύμφορο το εμπόριο, η ζήτηση για ναυτιλιακές υπηρεσίες είναι μειωμένη κι έτσι οι πλοιοκτήτες οδηγούνται στο να εγκαταλείπουν πλοία στέλνοντας τα για scrap προκαλώντας πτώση των τιμών των ναύλων. Αντιθέτως σε περιόδους ανάπτυξης η δυνατή αγορά προκαλεί αυξημένη ζήτηση ναυτιλιακών υπηρεσιών μειώνοντας τον αριθμό των πλοίων που προορίζονται για scrap (διατηρώντας τη χωρητικότητα του στόλου σε υψηλά επίπεδα) προκαλώντας αύξηση των τιμών των ναύλων.

## *2.2 Χρηματιστήριο ναύλων του Λονδίνου (Baltic Exchange)*

Η βασική αγορά ναύλων είναι το χρηματιστήριο ναύλων του Λονδίνου (Baltic Exchange) το οποίο ιδρύθηκε το 1744 κάτω από το όνομα «Virginia and Baltick Coffee House» το οποίο ήταν το μέρος στο οποίο συγκεντρώνονταν οι έμποροι και οι πλοιοκτήτες της εποχής. Αριθμώντας 250 και πλέον ετών παρουσίας αποτελεί σήμερα τη μεγαλύτερη και πιο οργανωμένη αγορά ναύλων στον κόσμο αριθμώντας πάνω από 640 μέλη. Είναι η μοναδική ανεξάρτητη πηγή πληροφόρησης για τις ναυτιλιακές αγορές τόσο για φυσικά συμβόλαια όσο και για ναυτιλιακά παράγωγα. Τα μέλη του προερχόμενα από ολόκληρο το εύρος της ναυτιλίας αποτελούντα κυρίως από ναυλομεσίτες, πλοιοκτήτες, οίκους συναλλαγών κ.ά. Τα μέλη χωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες. Η πρώτη

κατηγορία είναι οι εντολείς (principals) οι οποίοι συναλλάσσονται για δικό τους λογαριασμό και είναι είτε πλοιοκτήτες είτε διακινητές φορτίων. Η δεύτερη κατηγορία αποτελείται από τους μεσίτες (brokers) οι οποίοι δρουν ως ενδιάμεσοι των πλοιοκτητών. Η τρίτη κατηγορία αποτελείται από τα FFA trading members τα οποία μπορεί να ανήκουν σε μία από τις παραπάνω κατηγορίες αλλά επίσης να δραστηριοποιούνται και στις αγορές των ναυτιλιακών προθεσμιακών συμβολαίων (Forward Freight Agreements FFA) στα οποία θα αναφερθούμε αναλυτικότερα παρακάτω. Η τελευταία κατηγορία αποτελείται από μέλη τα οποία δε ενδιαφέρονται για συναλλαγές αλλά απασχολούνται στον ευρύτερο τομέα της ναυτιλίας (δικηγόροι, δισαιτητές, ναυτιλιακά ινστιτούτα κ.ά.). Η κύρια δραστηριότητα του χρηματιστηρίου ναύλων είναι η ανάθεση σε συγκεκριμένες εταιρίες (Panellists) της αναφοράς των τιμών των ναύλων σε καθημερινή βάση. Το χρηματιστήριο ναύλων με τη σειρά του αξιοποιεί τις αναφορές για να κατασκευάσει τους δείκτες ναύλων και να δημοσιεύσει τις τιμές τους. Ακολουθώντας την έντονη τμηματοποίηση της ναυτιλιακής αγοράς το χρηματιστήριο ναύλων του Λονδίνου δημοσιεύει τιμές για πλήθος δεικτών. Οι τιμές ανακοινώνονται στη 13.00 ώρα Λονδίνου από Δευτέρα έως Παρασκευή για όλους τους δείκτες ξηρού φορτίου και στις 16.00 ώρα Λονδίνου για όλους τους δείκτες Dirty και Clean δεικτών δεξαμενοπλοίων (Tankers) . Όπως καταλαβαίνουμε η αξιοπιστία των δεικτών και των δημοσιευμένων τιμών εξαρτάται πλήρως από την αξιοπιστία των Panellists γι' αυτό και το χρηματιστήριο ναύλων θέτει ορισμένα κριτήρια για την πρόσληψη των Panellists.

- Η κύρια δραστηριότητα των panellists πρέπει να είναι η ναυλομεσιτία γι' αυτό και από τη διαδικασία αποκλείονται οι εντολείς.
- Οι Panellists πρέπει να αναγνωρίζονται ως ικανές εταιρίες οι οποίες είναι ενεργές στην αγορά και να διαθέτουν επαρκές και ικανό προσωπικό για να λειτουργούν ως Panellists.
- Οι Panellists υποχρεούνται να είναι μέλη του χρηματιστηρίου ναύλων εκπληρώνοντας τα απαραίτητα κριτήρια.
- Οι Panellists υποχρεούνται να δεσμεύονται από όρους όπως αυτοί ορίζονται από το χρηματιστήριο ναύλων.

- Πρέπει να διατηρείται μία κατάλληλη γεωγραφική διασπορά μεταξύ των Panellists.
- Το χρηματιστήριο ναύλων επιθυμεί να αποφεύγει την πρόσληψη Panellists οι οποίοι δρουν ως αποκλειστικοί αντιπρόσωποι ναυλωτών οι οποίοι μπορεί να επηρεάσουν συγκεκριμένες συναλλαγές.
- Οι Panellists υποχρεούνται να ορίζουν ένα κύριο μέλος ή ένα αντιπρόσωπο ως υπεύθυνο για τον κάθε δείκτη στον οποίο αναφέρονται.
- *(Πηγή The Baltic Exchange Manual for Panellists January 2015)*

Οι πληροφορίες της αγοράς του χρηματιστηρίου των ναύλων καθώς και οι αξιολογήσεις των διαδρομών αλλά και η κατασκευή των δεικτών είναι υπό την ευθύνη της επιτροπής ναυτιλιακών δεικτών και futures (Freight Indices and Futures Committee FIFC) η οποία ορίζεται από τον πρόεδρο του χρηματιστηρίου. Η FIFC καλείται να επιλέγει τις διαδρομές για την κατασκευή των δεικτών βάσει των κριτηρίων της αντιπροσωπευτικότητας, της γεωγραφικής και εμπορικής ισορροπίας, της ρευστότητας, της διαφάνειας, της συμμόρφωσης με τους προκαθορισμένους όρους και του αριθμού των δεικτών.

Στο χρηματιστήριο ναύλων του Λονδίνου υπάρχουν πλήθος δεικτών μερικοί από τους οποίους είναι ο Baltic Dry Index (BDI) ο Baltic Panamax Index (BPI) ο Baltic Capesize Index (BCI) και άλλοι. Ημερομηνία σταθμό αποτελεί ο Ιανουάριος του 1985 όταν το Baltic Exchange δημιούργησε τον Baltic Freight Index (BFI) ο οποίος αποτέλεσε τον πρώτο χρηματιστηριακό δείκτη των τιμών των ναύλων και αποτέλεσε σημείο αναφοράς για τη ναυτιλιακή αγορά. Μάλιστα ο δείκτης BFI χρησιμοποιήθηκε και ως υποκείμενος τίτλος για τη δημιουργία του συμβολαίου Baltic International Freight Futures Exchange (BIFFEX) το οποίο θα λέγαμε ότι αποτέλεσε τον προπομπό των ναυτιλιακών προθεσμιακών συμβολαίων (FFA). Ακολουθώντας τις εξελίξεις στον τομέα της ναυτιλίας το Baltic Exchange προχώρησε σε αλλαγές στη σύνθεση του δείκτη BFI και κατασκεύασε πλήθος νέων δεικτών έτσι ώστε να συλλάβει την μεγάλη τμηματοποίηση από την οποία χαρακτηρίζεται η ναυτιλιακή αγορά.

Μετά τον BFI την 1<sup>η</sup> Νοεμβρίου του 1999 το Baltic Exchange παρουσίασε τον Baltic Dry Index (BDI) ο οποίος αποτέλεσε τη φυσική συνέχεια του BFI. Την 1<sup>η</sup>



Ιουλίου 2009 επανεξετάστηκε η σύνθεση του BDI έτσι ώστε να ανταποκριθεί στις σύγχρονες συνθήκες της ναυτιλιακής αγοράς. Ουσιαστικά από το 2009 αποτελεί μια σύνθεση των μέσων χρονοναυλώσεων ξηρού χύδην (Dry Bulk Time Charter Average) δηλαδή του Baltic Capesize Index (BCI), του Baltic Panamax Index (BPI), του Baltic Supramax Index (BSI) και του Baltic Handysize Index (BHSI). Η φόρμουλα υπολογισμού του BDI είναι η εξής :  $[(\text{Capesize5TCavg} + \text{PanamaxTCavg} + \text{SupramaxTCavg} + \text{HandysizeTCavg}) / 4] * 0.110345333$  . Το 0.110345333 είναι ένας πολλαπλασιαστής ο οποίος επιλέχτηκε όταν ο BDI αντικατέστησε τον BDI και η τιμή του άλλαξε με τις όποιες αλλαγές σύνθεσης. Ο BDI θα λέγαμε ότι αποτελεί σημείο αναφοράς για την αγορά των ξηρών φορτίων καθώς υπολογίζει τις τιμές των ναύλων διαφορετικών φορτίων από πλήθος διεθνών διαδρομών.

Στον πίνακα 2 περιγράφεται η σύνθεση του Baltic Panamax Index (BPI) όπου δίνονται οι διαδρομές, το μέγεθος του πλοίου (χωρητικότητα μετρημένη σε dwt βλ. σημειώσεις πίνακα), η περιγραφή των διαδρομών και τα σταθμά που έχουν δοθεί από το χρηματιστήριο ναύλων του Λονδίνου. Το κάθε σταθμό αντικατοπτρίζει τη σημαντικότητα της κάθε διαδρομής στη σύνθεση του δείκτη.

**Πίνακας 2. Σύνθεση Baltic Panamax Index (BPI) 2015**

<b>Διαδρομές</b>	<b>Μέγεθος Πλοίου (dwt)</b>	<b>Φορτίο</b>	<b>Περιγραφή διαδρομής</b>	<b>Σταθμά</b>
P1a 03	74.000	T/C	Υπερατλαντικός γύρος 45-60 ημερών στην βάση της παράδοσης και επαναπαράδοσης στο εύρος Skaw-Gibraltar	25%
P2a 03	74.000	T/C	Βάση παράδοσης στο εύρος Skaw-Gibraltar, για ένα ταξίδι της ανατολικής ακτής της South America, US Gulf ή US East coast στην Άπω Ανατολή, επαναπαράδοση στο εύρος Taiwan -Japan, διάρκεια 60-65 ημέρες	25%
P3a 03	74.000	T/C	Υπερειρηνικός γύρος 35/50 ημερών είτε μέσω Australia είτε μέσω Ειρηνικού, παράδοση και επαναπαράδοση στο εύρος Japan/South Korea	25%

P4 03	74.000	T/C	Παράδοση στο εύρος Japan/South Korea για ένα ταξίδι μέσω του εύρους US West Coast-British Columbia, επαναπαράδοση στο εύρος Skaw-Passero, διάρκεια 50/60 ημέρες	25%
-------	--------	-----	---	-----

Πηγή: *Baltic Exchange*

- Το μέγεθος πλοίου εκφράζει τη χωρητικότητά του (τόνοι νεκρού φορτίου-*deadweight tones-dwt*) και περιλαμβάνει το ενεργό φορτίο, τα καύσιμα, τα λάδια μηχανής, τις μερίδες τροφίμων, το πλήρωμα και τους επιβάτες
- Κάθε ναυτιλιακή διαδρομή σταθμίζεται με συγκεκριμένα σταθμά για να αντικατοπτρίζει τη σημαντικότητα της, στην παγκόσμια ναυτιλιακή αγορά
- Οι διαδρομές T/C αναφέρονται σε συμβόλαια χρονοναυλώσεων (*Time-Charter*)

Στον πίνακα 3 περιγράφεται η σύνθεση του Baltic Capesize Index (BCI) όπου δίνονται οι διαδρομές, το μέγεθος του πλοίου (χωρητικότητα μετρημένη σε dwt βλ. σημειώσεις πίνακα), η περιγραφή των διαδρομών και τα σταθμά που έχουν δοθεί από το χρηματιστήριο ναύλων του Λονδίνου. Το κάθε σταθμό όπως και στον BPI αντικατοπτρίζει τη σημαντικότητα της κάθε διαδρομής στη σύνθεση του δείκτη. Τα φορτία στον BPI αποτελούνται τόσο από μεμονωμένα εμπορεύσιμα αγαθά (σιδηρομεταλλεύματα, κάρβουνο, σιτάρι) τα οποία είναι συμβόλαια διαδρομής (*voyage contracts*) όσο και από συμβόλαια χρονοναυλώσεων (T/C-Time Charter). Είναι σημαντικό να παρουσιάσουμε την σύνθεση των δεικτών BPI και BCI καθώς τις τιμές αυτών, μεταξύ άλλων, θα χρησιμοποιήσουμε για τον υπολογισμό της Αξία σε Κίνδυνο στην έρευνα μας.

**Πίνακας 3. Σύνθεση Baltic Capesize Index (BCI) 2015**

Διαδρομές	Μέγεθος Πλοίου (dwt)	Φορτίο	Περιγραφή διαδρομής	Σταθμά
C2	160.000	Σιδηρομετάλλευμα	από το Tubarao στο Rotterdam	10%
C3	170.000	Σιδηρομετάλλευμα	από το Tubarao στο Qingdao	15%
C4	150.000	Κάρβουνο	από το Richards Bay στο Rotterdam	5%
C5	170.000	Σιδηρομετάλλευμα	από τη W. Australia στο Qingdao	15%
C7	150.000	Κάρβουνο	από το Bolivar στο Rotterdam	5%
C8 03	172.000	T/C	Παράδοση στο εύρος Gibraltar-Hamburg, 3-10 μέρες πριν την ημερομηνία του δείκτη, διατλαντικός γύρος 35-40 ημερών, επαναπαράδοση στο εύρος Gibraltar-Hamburg	10%

C9 03	172.000	T/C	Παράδοση στο εύρος Amsterdam-Rotterdam-Antwerp ή Passero, 3-10 μέρες πριν την ημερομηνία του δείκτη, διατλαντικός γύρος 65 ημερών, επαναπαράδοση στο εύρος China-Japan	5%
C10 03	172.000	T/C	Παράδοση στο εύρος China-Japan, 3-10 μέρες πριν την ημερομηνία του δείκτη, διατλαντικός γύρος διάρκειας 30-35 ημερών, επαναπαράδοση στο εύρος China-Japan	20%
C11 03	172.000	T/C	Παράδοση στο εύρος China-Japan, 3-10 μέρες πριν την ημερομηνία του δείκτη, διατλαντικός γύρος διάρκειας 65 ημερών, επαναπαράδοση στο εύρος Amsterdam-Rotterdam-Antwerp ή Passero	15%

Πηγή: *Baltic Exchange*

- Βλέπε σημειώσεις από Πίνακα 2

### 2.3 Προθεσμιακές συμφωνίες ναύλων (*Forward Freight Agreements-FFA*)

Η μεγάλη διακύμανση η οποία παρατηρείται στις τιμές των ναύλων αποτελεί πηγή κινδύνου για τους συμμετέχοντες στην ναυτιλιακή αγορά τόσο για τους ναυλωτές όσο και για τους πλοιοκτήτες. Οι χαμηλές τιμές των ναύλων μειώνουν τα κέρδη των πλοιοκτητών οι οποίοι μισθώνουν τα καράβια τους για εμπόριο και άλλες ναυτιλιακές υπηρεσίες. Από την άλλη οι υψηλές τιμές των ναύλων αυξάνουν το κόστος των ναυλώσεων πλοίων δημιουργώντας προβλήματα στους ναυλωτές. Οι αυξημένες ανάγκες τόσο των επενδυτών όσο και όσων απασχολούνται στη ναυτιλιακή αγορά (πλοιοκτητών ναυλωτών κλπ.) οδήγησαν στη δημιουργία ναυτιλιακών παραγώγων. Αρχικά με τις προθεσμιακές συμφωνίες ναύλων (*Forward Freight Agreements - FFA*) οι οποίες εμφανίστηκαν στις αρχές της δεκαετίας του '90.

Τα FFAs δημιουργήθηκαν για να μπορούν οι συμμετέχοντες στη ναυτιλιακή αγορά (πλοιοκτήτες, ναυλωτές) να αντισταθμίζουν τον κίνδυνο από τις διακυμάνσεις στις τιμές των ναύλων. Πρόκειται για εξωχρηματιστηριακά

προϊόντα που δίνουν το δικαίωμα στον κάτοχο του συμβολαίου να αγοράσει και να πουλήσει την τιμή των ναύλων σε μελλοντικές ημερομηνίες και δημιουργήθηκαν πάνω στους ήδη υπάρχοντες δείκτες του χρηματιστηρίου ναύλων. Διαπραγματεύονται μέσω ενός μεσάζοντα (πχ Clarksons) αλλά οι επενδυτές αντιμετώπιζαν το πρόβλημα του πιστωτικού κινδύνου. Γι' αυτό το λόγο από το 2001 ξεκίνησε η καθημερινή εκκαθάριση τους από τους οίκους εκκαθάρισης Norwegian Futures & Options Clearing House (NOS) και London Clearing House (LCH). Το 2005 ο LCH ενοποιήθηκε με τον French Clearing House (FCH) σχηματίζοντας την Clearnet. Για εκτενέστερη περιγραφή της αγοράς βλ. τις έρευνες των [Kavussanos & Visvikis \(2006a,b\)](#) και [Alizabeth & Nomikos \(2009\)](#).

Όσο τα FFAs αναπτύσσονταν προσέλκυσαν και το ενδιαφέρον νέων συμμετεχόντων μακριά από τον ναυτιλιακό τομέα όπως επενδυτικών τραπεζών ή κεφαλαίων αντιστάθμισης κινδύνου οι οποίοι δεν είχαν σαν σκοπό την αντιστάθμιση αλλά την κερδοσκοπία. Η ολοένα αυξανόμενη ρευστότητα της αγοράς των FFA οδήγησε στην ανάγκη δημιουργίας αγοράς αποκλειστικά για τα ναυτιλιακά παράγωγα με την αξιοπιστία και την επιστημότητα που χρειαζόταν. Επίσης άρχισαν να δημιουργούνται νέου τύπου ναυτιλιακά παράγωγα για να ανταποκριθούν στις ανάγκες και τις απαιτήσεις των επενδυτών

## 2.4 Οργανωμένες αγορές ναυτιλιακών παραγώγων

Η αρχή έγινε με τη δημιουργία των πρώτων ναυτιλιακών συμβολαίων futures χρησιμοποιώντας ως υποκείμενο τίτλο τον δείκτη BFI. Παρουσιάστηκε το 1985 και ονομάστηκε BIFFEX (Baltic International Freight Futures Exchange). Όμως λόγω του ότι ο BFI δεν λάμβανε υπόψιν όλες τις διαδρομές το BIFFEX δεν ήταν ιδιαίτερα αποτελεσματικό όργανο αντιστάθμισης. Γι' αυτό και το 2002 αποσύρθηκε από την αγορά. Σταθμό στις οργανωμένες αγορές ναυτιλιακών παραγώγων αποτέλεσε η δημιουργία του IMAREX.

Το IMAREX (International Maritime Exchange) το οποίο δημιουργήθηκε το 2000 με έδρα το Όσλο και αποτέλεσε το πρώτο χρηματιστήριο ναυτιλιακών παραγώγων στον κόσμο. Το IMAREX χρησιμοποίησε τους δείκτες του χρηματιστηρίου ναύλων του Λονδίνου για να φτιάξει πάνω σε αυτούς

ναυτιλιακά παράγωγα χρησιμοποιώντας σαν οίκο εκκαθάρισης το Norwegian Options and Futures clearing house (NOS). Στο IMAREX κάποιος μπορούσε να βρει freight futures, freight options, FFAs και παράγωγα πάνω στα καύσιμα των πλοίων.

Η αρχή έγινε στις 2 Νοεμβρίου 2001 εστιάζοντας στην αρχή στην αγορά των πετρελαιοφόρων συμβολαίων futures και το 2002 επεκτάθηκε στα συμβόλαια futures ξηρού φορτίου. Οι ώρες συναλλαγών ήταν μεταξύ 9:00-18:30 Κεντρική Ώρα Ευρώπης (CET) και το χρηματιστήριο παρέμενε κλειστό τις ημέρες αργίας του Ηνωμένου Βασιλείου. Σήμερα το IMAREX αποτελεί παρελθόν μετά την εξαγορά της NOS Clearing ASA από την NASDAQ OMX η οποία ολοκληρώθηκε στις 7 Απριλίου 2014.

Η αποκλειστικότητα του IMAREX στη διαπραγμάτευση ναυτιλιακών παραγώγων σταμάτησε το 2005 όταν στον χρηματιστήριο εμπορευμάτων της Νέας Υόρκης (NYMEX) άρχισαν να διαπραγματεύονται ναυτιλιακά futures υγρού φορτίου τα οποία δημιουργήθηκαν από το Chicago Mercantile Exchange (CME Group). Επίσης το 2006 το χρηματιστήριο της Σιγκαπούρης (SGX) ξεκίνησε και αυτό με τη σειρά του να διαπραγματεύεται ναυτιλιακά παράγωγα. Για περισσότερες πληροφορίες βλ. [Kavussanos & Visvikis \(2006 a,b\)](#). Το 2010 το CME Group ξεκίνησε να διαπραγματεύεται και futures ξηρού φορτίου. Οι υποκείμενοι τίτλοι αποτελούν δείκτες του χρηματιστηρίου ναύλων του Λονδίνου και του Platts. Το CME Group αποτελεί έναν από τους πλέον αναγνωρισμένους φορείς παροχής χρηματοοικονομικών παραγώγων. Στον πίνακα 4 τον οποίον αντλήσαμε από το εγχειρίδιο [The international Handbook of Shipping and finance Kavussanos-Visvikis](#) μπορούμε να δούμε το σύνολο των ναυτιλιακών futures του CME Group.

**Πίνακας 4. Ναυτιλιακά futures CME Group Ιανουάριος 2016**

Διαδρομές	Τομέας	Περιγραφή διαδρομής	Μέγεθος φορτίου (τόνοι)	Δείκτης Εκκαθάρισης
<b>Πλαίσιο A : Dirty Tanker freight futures</b>				
TD3	VLCC	Περσικός Κόλπος έως Ιαπωνία	260.000	Baltic
TD7	Aframax	Βόρεια Θάλασσα έως ηπειρωτική χώρα	80.000	Baltic
<b>Πλαίσιο B : Clean Tanker freight futures</b>				
TC2	MR	Ευρώπη έως USAC	37.000	Baltic

TC5	LR1	Ras Tanura έως Yokohama	55.000	Baltic
TC6	MR	Αλγερία έως Euromed	30.000	Baltic
TC12	Handysize	Sika (δυτική ακτή Ινδίας)	35.000	Baltic
		έως Chiba		
TC14	Handysize	Αμερικάνικος Κόλπος έως ηπειρ. Χώρα	38.000	Baltic

#### Πλαίσιο Γ : Dry-Bulk Freight futures

-	Capesize	Time-Charter Average (4TC)	TC	Baltic
-	Capesize	Time-Charter Average (5TC)	TC	Baltic
-	Panamax	Time-Charter Average (4TC)	TC	Baltic
-	Supramax	Time-Charter Average (6TC)	TC	Baltic
-	Handysize	Time-Charter Average (6TC)	TC	Baltic

Πηγή: CME Group -The International Handbook of Shipping Finance: Theory and Practice

LR: Long Range, MR: Middle Range

Στο πλαίσιο Α βλέπουμε τα διαθέσιμα συμβόλαια futures Dirty Tankers TD3 και TD7 και στο πλαίσιο Β τα διαθέσιμα συμβόλαια futures Clean Tankers TC2,TC5,TC6,TC12 και TC14. Όλα τα futures εκκαθαρίζονται σύμφωνα με τιμές του Baltic Exchange. Στον πίνακα Γ βλέπουμε τα ναυτιλιακά futures ξηρού φορτίου χρησιμοποιώντας ως υποκείμενο τίτλο τον μέσο όρο χρονοναυλώσεων.

Στην διπλωματική θα ασχοληθούμε με τα συμβόλαια futures που χρησιμοποιούν ως υποκείμενο τίτλο τη διαδρομή TD3 (Περσικός κόλπος έως Ιαπωνία). Ανήκουν στην κατηγορία Dirty Tanker στον τομέα του υγρού φορτίου και πιο συγκεκριμένα αυτού των δεξαμενόπλοιων. Είναι τα πρώτα συμβόλαια futures τα οποία εισήγαγε το CME Group προς διαπραγμάτευση στο NYMEX το 2005.

Ο τομέας του υγρού φορτίου αποτελεί θεμέλιο λίθο στις παγκόσμιες εμπορικές δραστηριότητες περιλαμβάνοντας προϊόντα όπως αργό πετρέλαιο και υγρό φυσικό αέριο. Όπως προαναφέραμε κυρίαρχο ρόλο στις μεταφορές υγρού φορτίου αποτελούν οι μεταφορές πετρελαίου με τα πετρελαιοφόρα. Η δημιουργία χρηματοοικονομικών εργαλείων σε μία αγορά του μεγέθους του NYMEX, τα οποία θα προσφέρουν στους ενδιαφερόμενους δυνατότητα αντιστάθμισης του κινδύνου αγοράς αλλά και ενδεχομένως δυνατότητες για

κερδοσκοπία κρίνεται ιδιαίτερα σημαντική. Πρόκειται για μηνιαία συμβόλαια που λήγουν την τελευταία εργάσιμη για τα χρηματιστήρια μέρα του μήνα. Αναλυτική περιγραφή και χαρακτηριστικά των συμβολαίων μπορούμε να δούμε στον πίνακα 5.

**Πίνακας 5 Περιγραφή TD3 Freight Future Contract**

Μονάδα Συμβολαίου	1.000 τόνοι
Προσφορά τιμής	<b>CME Globex:</b> Κυριακή - Παρασκευή 6:00 μ.μ. - 5:00 μ.μ. (5:00 μ.μ. - 4:00 μ.μ. Ώρα Chicago/CT) με ένα διάλειμμα 60 λεπτών κάθε μέρα το οποίο ξεκινάει στις 5:00 μ.μ. (4:00 μ.μ. CT) <b>CME ClearPort:</b> Κυριακή - Παρασκευή 6:00 μ.μ. - 5:00 μ.μ. (5:00 μ.μ. - 4:00 μ.μ. Ώρα Chicago/CT) με ένα διάλειμμα 60 λεπτών κάθε μέρα το οποίο ξεκινάει στις 5:00 μ.μ. (4:00 μ.μ. CT)
Ελάχιστη διακύμανση τιμής	\$0.0001 ανά τόνο
Κωδικός προϊόντος	CME Globex: TL CME ClearPort: TL Clearing: TL
Χαρακτηριστικά Συμβολαίων	Μηνιαία συμβόλαια
Μέθοδος εκκαθάρισης	Οικονομική εκκαθάριση
Floating Price	Για συμβόλαια μέχρι τον Δεκέμβρη του 2017, η Floating Price υπολογίζεται με βάση τον αριθμητικό μέσο όρο των τιμών με τις οποίες η διαδρομή Tankers TD3 δημοσιεύεται στο Baltic Exchange. Η τιμή μετατρέπεται σε δολάρια ανά τόνο στην επικρατούσα Worldscale τιμή όπως δημοσιεύεται από τον Worldscale Association
Τερματισμός συναλλαγών	Την τελευταία εργάσιμη μέρα του μηνά του συμβολαίου
Διαδικασίες εκκαθάρισης	Daily Baltic Freight Futures Settlement Procedure
Όριο spot-μήνα σε μονάδες συμβολαίου	2.500.000
Τελική εκκαθάριση	Η παράδοση του συμβολαίου θα γίνεται με χρηματική εκκαθάριση. Η τελική εκκαθάριση θα βασίζεται στην floating price. Η τελική τιμή εκκαθάρισης θα είναι η floating price υπολογισμένη για κάθε μήνα συμβολαίου

Πηγή: CME Group

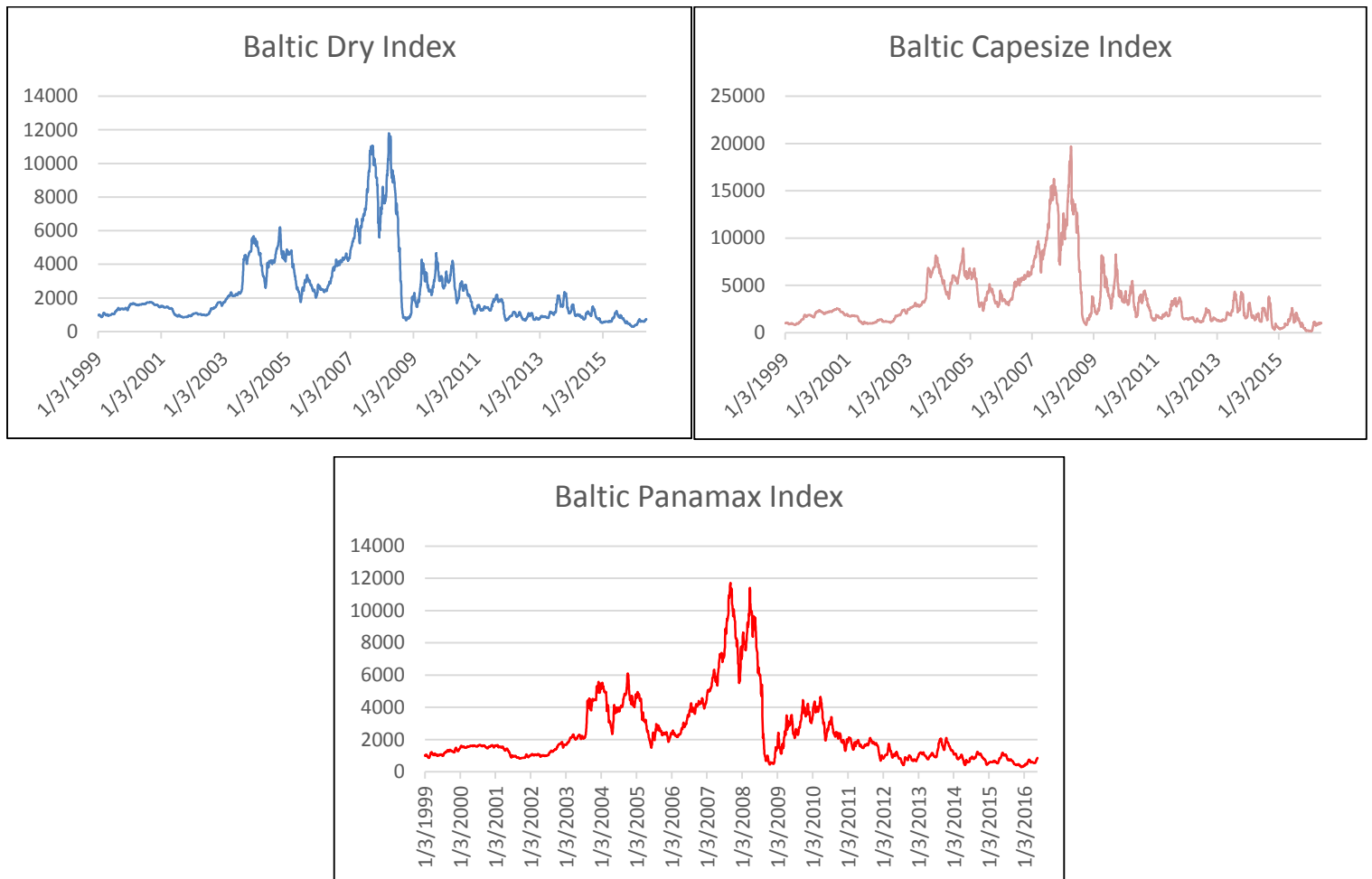
## 2.5 Περιγραφή του Συνόλου των δεδομένων

Τα δεδομένα αποτελούνται από καθημερινές τιμές τριών δεικτών του Baltic Exchange και από ένα σετ ναυτιλιακών futures από το CME Group.

Οι δείκτες που θα χρησιμοποιήσουμε είναι ο Baltic Dry Index (BDI), Baltic Capesize Index (BCI), Baltic Panamax Index (BPI) τα χαρακτηριστικά των οποίων τα περιγράψαμε. Οι δείκτες αυτοί αποτελούν αντιπροσωπευτικό δείγμα

της ναυτιλιακής αγοράς. Τα δεδομένα τα αποκτήσαμε από τη βάση δεδομένων DataStream της Thompson-Reuters. Η περίοδος ανάλυσης είναι κοινή για όλα τα δεδομένα και αποτελείται από τις 1/3/1999 έως τις 15/7/2016. Στο γράφημα 3 μπορούμε να δούμε την εξέλιξη των τιμών για το σύνολο του δείγματος.

**Γράφημα 3**



*Εξέλιξη των τιμών των ναύλων για τους BPI BCI και BDI από τις 1/3/1999 έως τις 15/7/2016*

Παρατηρούμε ότι και οι τρεις δείκτες ακολουθούν παρόμοια συμπεριφορά και θα λέγαμε ότι έχουν κοινό μοτίβο. Από την 1/3/1999 οι δείκτες παρουσιάζουν μια συνεχή ανοδική κίνηση και φθάνουν σε υψηλά ιστορικά το 2007 και το 2008. Ακολουθεί μια έντονη πτώση στις τιμές των ναύλων απόρροια της παγκόσμιας οικονομικής κρίσης του 2008. Παρότι παρατηρείται μια μικρή άνοδος το 2010 οι τιμές των ναύλων στην συνέχεια παρουσιάζουν μια πτωτική τάση φθάνοντας σε ιστορικά χαμηλά το 2016. Στην προηγούμενη ενότητα περιγράψαμε τον μηχανισμό ο οποίος μέσω της προσφοράς και ζήτησης καθορίζει τις τιμές των ναύλων. Επομένως η χαμηλή ζήτηση για εμπορεύματα, κυρίως το πετρέλαιο (η



τιμή του έχει φθάσει σε ιστορικά χαμηλά) και η ύπαρξη ενός μεγάλου παγκόσμιου στόλου, ο οποίος υπερκαλύπτει τη ζήτηση για ναυτιλιακές υπηρεσίες πιέζουν τις τιμές των ναύλων προς τα κάτω.

Στην συνέχεια παρουσιάζουμε τον πίνακα 6 με τα περιγραφικά στατιστικά για τους τρεις δείκτες Baltic. Στον πίνακα 6 αναφέρονται τα περιγραφικά στατιστικά για τις λογαριθμικές αποδόσεις των τριών δεικτών Baltic (BCI, BPI και BDI) καθώς και τα αποτελέσματα των ελέγχων. Περιγραφή των ελέγχων κάνουμε στο παράρτημα Γ.

**Πίνακας 6: Δείκτες του Baltic Exchange - Αποδόσεις**

	Baltic Panamax Index	Baltic Capesize Index	Baltic Dry Index
Μέσος	0	0	0
Τυπική			
Απόκλιση	0,022863	0,033581	0,018902
Ελάχιστο	-0,21263	-0,19215	-0,12072
Μέγιστο	0,1389	0,36442	0,13658
Ασυμμετρία	-0,08454	0,99654	0,047165
Κύρτωση	77,013	12,496	5,7717
Jarque-Bera	<b>11210*</b>	<b>30247,8*</b>	<b>6294,92*</b>
ρ1	0,689	0,596	0,628
Ljung-Box Q	<b>3696,09*</b>	<b>3230,15*</b>	<b>3845,52*</b>
ADF	0,00%	0,00%	0,00%
Παρατηρήσεις	4534	4534	4534

*Στον πίνακα παρουσιάζουμε τα περιγραφικά στατιστικά για τις λογαριθμικές αποδόσεις καθενός από τους τρεις δείκτες Baltic για την περίοδο 1/3/1999-17/6/2016. Οι Ljung-Box Q, ADF και Jarque-Bera έλεγχοι αναφέρονται επίσης όπως και ο συντελεστής αυτοσυσχέτισης. Οι αστερίσκοι αναπαριστούν την απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης σε επίπεδο σημαντικότητας 1%. Η μηδενική υπόθεση για τον έλεγχο Jarque-Bera είναι ότι υπάρχει κανονικότητα, για τον ADF ότι υπάρχει 1 μοναδιαία ρίζα και για τον Ljung Box Q ότι δεν υπάρχει αυτοσυσχέτιση.*

Παρατηρούμε ότι οι αποδόσεις χαρακτηρίζονται από θετική αυτοσυσχέτιση λόγω των υψηλών τιμών των συντελεστών αυτοσυσχέτισης όσο και λόγω των υψηλών τιμών των Ljung-Box οδηγώντας στην απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης για την μη ύπαρξη αυτοσυσχέτισης. Επίσης στον πίνακα μπορούμε να δούμε τις ελάχιστες και μέγιστες τιμές καθώς και τα στατιστικά για ασυμμετρία και κύρτωση. Οι τρεις δείκτες παρουσιάζουν μεγάλη κύρτωση και επίσης ο BDI παρουσιάζει κλίση στα αριστερά ενώ οι BCI και BPI κλίση στα δεξιά. Παρουσιάζουμε και τα αποτελέσματα του έλεγχου Jarque-Bera όπου απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση για κανονικότητα. Τέλος ο επαυξημένος

έλεγχος Dickey-Fuller (ADF) μας δείχνει ότι οι λογαριθμικές αποδόσεις είναι στάσιμες καθώς απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση του ADF (ύπαρξη μίας μοναδιαίας ρίζας).

Στην συνέχεια παρουσιάζουμε το πακέτο των ναυτιλιακών futures που θα χρησιμοποιήσουμε στη διπλωματική. Πρόκειται για τα TD3 futures που δημιούργησε το CME Group και διαπραγματεύονται στο χρηματιστήριο εμπορευμάτων της Νέας Υόρκης (NYMEX). Πρόκειται για μηνιαία συμβόλαια και χρησιμοποιούν σαν υποκείμενο τίτλο τη διαδρομή TD3 (υγρού φορτίου Dirty Tanker). Αποτελούν τα ναυτιλιακά futures με την μεγαλύτερη ρευστότητα. Περισσότερες λεπτομέρειες για την σύνθεση των συμβολαίων αναφέρουμε στην σχετική ενότητα. Χρησιμοποιούμε τις καθημερινές τιμές εκκαθάρισης για τα τέσσερα κοντινότερα στη λήξη συμβόλαια. Τα δεδομένα τα κατεβάσαμε από τη βάση δεδομένων Bloomberg. Η εξεταζόμενη περίοδος αποτελείται από τις 7/5/2010 έως τις 30/9/2013 (858 παρατηρήσεις). Η χρονική περίοδος παρότι τα futures ξεκίνησαν να διαπραγματεύονται το 2005 είναι μικρή και οφείλεται σε προβλήματα που αντιμετωπίσαμε στην συλλογή των δεδομένων. Πιο συγκεκριμένα για τις ημερομηνίες πριν και μετά από την εξεταζόμενη περίοδο υπάρχουν αρκετά κενά λόγω χαμηλής ρευστότητας και μικρού όγκου συναλλαγών με αποτέλεσμα να μην μπορούμε να έχουμε συνεχείς χρονοσειρές. Επίσης αρχική μας πρόθεση ήταν και η μελέτη των υπόλοιπων ναυτιλιακών futures του CME Group αλλά η έλλειψη ικανοποιητικής ποσότητας δεδομένων μας απέτρεψε να συμπεριλάβουμε στην έρευνα και άλλα futures. Επομένως λόγω του ότι η εξεταζόμενη περίοδος είναι μικρή για μελέτη VaR θα χρησιμοποιήσουμε την ανάλυση των futures σαν βοηθητική για τις spot τιμές.

Τα δεδομένα που έχουμε συλλέξει για την ανάλυση μας αποτελούνται από τις τιμές εκκαθάρισης των συμβολαίων futures. Τα futures έχουν συγκεκριμένες ημερομηνίες λήξης κι έτσι οι επενδυτές που επιθυμούν να κρατήσουν τη θέση τους για μεγαλύτερη περίοδο συνηθίζουν να κλείνουν τη θέση τους στο future πριν τη λήξη και να ανοίγουν καινούρια θέση σε συμβόλαιο με μεταγενέστερη λήξη. Η ιδιαιτερότητα αυτή των futures δημιουργεί προβλήματα στην ανάλυση καθώς μας δυσκολεύει στην κατασκευή συνεχών χρονοσειρών. Αντ' αυτού τα futures σχηματίζουν επικαλυπτόμενες χρονοσειρές οι οποίες αντιπροσωπεύουν διαφορετικά συμβόλαια. Επίσης, κατά το διάστημα από την ημερομηνία λήξης ενός συμβολαίου στην ημερομηνία έναρξης ενός νέου

συμβολαίου η τιμή ενδέχεται να σημειώσει άλμα(jump). Για τη δημιουργία συνεχών χρονοσειρών θα εφαρμόσουμε παρόμοια τεχνική με τους [Daskalaki Kostakis & Skiadopoulos \(2014\)](#), [Gorton Hayashi & Rouwenhorst \(2012\)](#). Κρατάμε το κοντινότερο στη λήξη συμβόλαιο μέχρι την αρχή του μήνα παράδοσης και την πρώτη εμπορεύσιμη ημέρα θα μετακυλήσουμε τη θέση μας στο επόμενο σε λήξη συμβόλαιο ώστε αυτό να γίνει πλέον το κοντινότερο στη λήξη συμβόλαιο. Στον πίνακα 7 παρουσιάζουμε τα περιγραφικά στατιστικά των TD3 futures για τα τέσσερα κοντινότερα στη λήξη συμβόλαια.

**Πίνακας 7: TD3 CME Futures – Αποδόσεις**

	1st Shortest	2nd Shortest	3rd Shortest	4th Shortest
Μέσος	0	0	0	0
Τυπική				
Απόκλιση	0,031732	0,033581	0,018764	0,015283
Ελάχιστο	-0,26819	-0,12475	-0,0709	-0,0637
Μέγιστο	0,57078	0,20462	0,0976	0,0794
Ασυμμετρία	6,0657	0,8216	0,85156	0,84918
Κύρτωση	133,270	7,5224	5,6648	4,7129
Jarque-Bera	<b>639489*</b>	<b>30247,8*</b>	<b>1249,47*</b>	<b>896,131*</b>
ρ1	0,036	0,1309	0,1503	0,086
Ljung-Box Q	7,646	<b>23,884*</b>	<b>29,1335*</b>	<b>14,4949*</b>
ADF	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Παρατηρήσεις	857	857	857	857

Στον πίνακα παρουσιάζουμε τα περιγραφικά στατιστικά των λογαριθμικών αποδόσεων για κάθε ένα από τα τέσσερα κοντινότερα στη λήξη TD3 futures για την περίοδο 7/5/2010-30/9/2013. Οι Ljung-Box Q, ADF και Jarque-Bera έλεγχοι αναφέρονται επίσης όπως και ο συντελεστής αυτοσυσχέτισης. Οι αστερίσκοι αναπαριστούν την απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης σε επίπεδο σημαντικότητας 1%. Η μηδενική υπόθεση για τον έλεγχο Jarque-Bera είναι ότι υπάρχει κανονικότητα, για τον ADF ότι υπάρχει 1 μοναδιαία ρίζα και για τον Ljung Box Q ότι δεν υπάρχει αυτοσυσχέτιση.

### 3. Μοντέλα Αξίας σε Κίνδυνο (VaR)

#### 3.1 Εισαγωγή στην Αξία σε Κίνδυνο

Από το παρελθόν έως σήμερα έχουν γίνει αρκετές προσπάθειες να μετρηθεί ο κίνδυνος αγοράς που αντιμετωπίζουν χρηματοοικονομικά ινστιτούτα και επιχειρήσεις. Η σωστή μέτρηση του όπως θα δούμε έχει σημασία τόσο για τα χρηματοοικονομικά ινστιτούτα όσο και για τις εποπτικές αρχές. Μια μέθοδος μέτρησης του κινδύνου η οποία χρησιμοποιείται ευρέως είναι η αξία σε κίνδυνο (Value at Risk). Η Αξία σε Κίνδυνο (VaR) αποτελεί μια προσπάθεια να

ποσοτικοποιήσουμε και να εκφράσουμε τον κίνδυνο αγοράς ενός χαρτοφυλακίου σε ένα μόνο αριθμό. Είναι μία μέτρηση της δυνητικής αλλαγής της αξίας ενός χαρτοφυλακίου σε ένα προκαθορισμένο χρονικό ορίζοντα. Η αξία σε κίνδυνο έρχεται να μας απαντήσει σε μία βασική ερώτηση «Πόσα περιμένω να χάσω με  $X\%$  πιθανότητα σε ένα συγκεκριμένο χρονικό ορίζοντα;» Αποτελείται από δύο μεταβλητές τον χρονικό ορίζοντα  $N$ , εκφρασμένο σε μέρες και το διάστημα εμπιστοσύνης  $X$ . Για παράδειγμα έστω η αξία σε κίνδυνο ενός χαρτοφυλακίου είναι υπολογισμένη στο 1 εκατομμύριο \$ με διάστημα εμπιστοσύνης 99%. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει 1% πιθανότητα η ζημία να είναι μεγαλύτερη από αυτό το ποσό.

$$N - \text{μέρες VaR} = 1 \text{ ημέρας VaR} \times \sqrt{N} \quad (3.1)$$

Το βασικότερο πλεονέκτημα της μεθόδου VaR είναι η απλότητα στην κατανόηση της. Μπορεί να εκφραστεί είτε σε ποσό εκφρασμένο στο νόμισμα το οποίο χρησιμοποιεί το χρηματοοικονομικό ινστιτούτο είτε σε ποσοστό της αξίας του χαρτοφυλακίου. Το παραπάνω επιτρέπει στην ευκολότερη κατανόηση του και από διοικητικά στελέχη τα οποία δεν έχουν εξειδικευμένες γνώσεις σχετικά με τη διαχείριση κινδύνου. Με την αξία σε κίνδυνο συνοψίζεται όλος ο κίνδυνος ενός χαρτοφυλακίου ή της θέσης μιας εταιρίας σε έναν αριθμό. Έχοντας τη πληροφορία αυτή οι διαχειριστές μπορούν να τη διαχειριστούν προς όφελος της επιχείρησης. Μπορούν να συγκρίνουν τον κίνδυνο του χαρτοφυλακίου με το κόστος χρηματοδότησης του. Αν ο αριθμός που θα ακούσουν δεν τους ικανοποιήσει μπορούν να ανακαταλείψουν τους πόρους είτε σε επενδύσεις σε στοιχεία με μεγαλύτερη απόδοση σε σχέση με τον κίνδυνο είτε σε επενδύσεις με μικρότερο κίνδυνο. Επίσης μέσω της μεθόδου VaR δύναται να γίνει αξιολόγηση του προσωπικού με βάση τον κίνδυνο που ανέλαβαν. Με λίγα λόγια με τη χρήση του VaR δίνεται η δυνατότητα στους διαχειριστές να δημιουργήσουν και να αξιολογήσουν την κατανομή κινδύνου-αποδόσεων που αυτοί θεωρούν επιθυμητή για την επιχείρηση ή το χρηματοοικονομικό ινστιτούτο

Η παγκοσμιοποιημένη αγορά έχει αυξήσει την έκθεση των επιχειρήσεων σε περισσότερες πηγές κινδύνων. Το παραπάνω ισχύει σε απόλυτο βαθμό και για

τις ναυτιλιακές αγορές, με τις οποίες θα ασχοληθούμε στην παρούσα έρευνα, οι οποίες ουσιαστικά δεν έχουν σύνορα. Επίσης η τεχνολογική πρόοδος επέτρεψε τη δημιουργία προγραμμάτων ηλεκτρονικών υπολογιστών και εξελιγμένων μεθόδων και μοντέλων για τη διαχείριση κινδύνου από επιχειρήσεις και χρηματοοικονομικά ινστιτούτα. Τα παραπάνω, καταδεικνύουν τη σημαντικότητα ανάπτυξης και υιοθέτησης μοντέλων διαχείρισης κινδύνου τόσο μάλλον αν πρόκειται για απλά και κατανοητά μοντέλα σαν το VaR. Επιπροσθέτως με τον υπολογισμό και την ερμηνεία του VaR δύναται να οριστούν τα επίπεδα κεφαλαιακής επάρκειας εκείνα, τα οποία θα προστατεύσουν το χρηματοοικονομικό ινστιτούτο από ενδεχόμενες ζημιές (και τις δυσάρεστες συνέπειες που αυτές ενδεχομένως να επιφέρουν τόσο στο εσωτερικό όσο και στο εξωτερικό περιβάλλον του). Όμως τα επίπεδα κεφαλαιακής επάρκειας αν είναι αρκετά αυστηρά δύνανται να δημιουργήσουν δυσμενείς συνθήκες και μειονεκτήματα για το χρηματοοικονομικό ινστιτούτο σε σχέση με τον ανταγωνισμό μειώνοντας τις προσδοκώμενες αποδόσεις των μετόχων. Η παραπάνω χρήση του VaR οδήγησε στην υιοθέτηση του από τις εποπτικές αρχές για τον καλύτερο έλεγχο των χρηματοοικονομικών ινστιτούτων, έλεγχος ο οποίος κατέστη μείζονος σημασίας μετά την παγκόσμια χρηματοοικονομική κρίση.

Πολλοί θα μπορούσαν να υποστηρίξουν ότι στα πλαίσια της ελεύθερης αγοράς δεν θα έπρεπε να υπάρχουν περιορισμοί και παρεμβατισμός στην λειτουργία των χρηματοοικονομικών ινστιτούτων και πως πχ αν κάποια τράπεζα επιθυμεί να οδηγείται σε υψηλού κινδύνου επενδύσεις ή να κρατά πολύ χαμηλούς δείκτες κεφαλαιακής επάρκειας να της επιτρέπεται αναλαμβάνοντας και τις ευθύνες από πιθανά προβλήματα σε σχέση με την επενδυτική της πολιτική. Όμως, ενδεχόμενη χρεωκοπία μίας τράπεζας ή ενός χρηματοοικονομικού ινστιτούτου μπορεί να οδηγήσει σε διάχυση της κρίσης και «μόλυνση» και άλλων ιδρυμάτων. Για την αποφυγή της «μόλυνσης» πολλές φορές τα κράτη αναγκάζονται να διασώσουν το εν χρεωκοπία τραπεζικό ινστιτούτο με χρήματα των φορολογουμένων ακολουθώντας τη λογική «too big to fail». Μάλιστα στην παγκοσμιοποιημένη αγορά η χρεωκοπία ενός χρηματοοικονομικού ινστιτούτου με σημαίνοντα ρόλο στην αγορά μπορεί να οδηγήσει στην απαρχή μια παγκόσμιας κρίσης όπως μας έδειξε η αμερικάνικη κρίση του 2007. Κάτω από αυτές τις συνθήκες, οι εποπτικές αρχές έθεσαν κανόνες (οι οποίοι γίνονται όλο

και αυστηρότεροι) σχετικά με τη κεφαλαιακή επάρκεια τραπεζών ή άλλων χρηματοοικονομικών ινστιτούτων. Αναγκάζουν τα ιδρύματα να διακρατούν κεφάλαια τα οποία θα αποτελούν δικλείδα ασφαλείας απέναντι σε μη αναμενόμενες ζημιές. Έτσι το VaR με τον καιρό έγινε η πιο διαδεδομένη τεχνική μέτρησης του κινδύνου.

Προς αυτή την κατεύθυνση συστάθηκε το 1974 από τους κεντρικούς τραπεζίτες των 10 κρατών-μελών (G-10) η επιτροπή της Βασιλείας για την τραπεζική εποπτεία. Η επιτροπή της Βασιλείας δεν αποτελεί μια εποπτική αρχή αλλά ένα forum χωρίς νομική εξουσία του οποίου τα συμπεράσματα αποσκοπούν στη διαμόρφωση γενικών εποπτικών κατευθύνσεων. Το 1988, η επιτροπή της Βασιλείας δημοσίευσε ένα κείμενο που αφορούσε τη διεθνή εναρμόνιση των κανόνων της κεφαλαιακής επάρκειας των χρηματοοικονομικών ιδρυμάτων όπου θέτονταν κανόνες στον τρόπο του υπολογισμού των κεφαλαιακών απαιτήσεων των ιδρυμάτων για την κάλυψη από την έκθεση τους στον πιστωτικό κίνδυνο και τον προσδιορισμό των εποπτικών ιδίων κεφαλαίων που θα χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό της κεφαλαιακής του επάρκειας.

Η διεθνής εναρμόνιση του κανονιστικού πλαισίου ολοκληρώθηκε το 1996 όταν η επιτροπή της Βασιλείας δημοσίευσε ένα νέο κείμενο γνωστό ως «Συμπληρωματική Συμφωνία» η πιο απλά Βασιλεία I όπου καθορίζονται οι κανόνες υπολογισμού των δεικτών κεφαλαιακής επάρκειας, δηλαδή αποτελεί την συμφωνία των εποπτών για το πώς θα υπολογίζεται το κεφάλαιο που θα διακρατούν οι τράπεζες για τον πιστωτικό κίνδυνο. Η αναθεωρημένη συμφωνία της Βασιλείας I όρισε το ότι πρέπει να γίνει κατάταξη των στοιχείων του ενεργητικού σε δύο κατηγορίες το εμπορικό χαρτοφυλάκιο και το επενδυτικό χαρτοφυλάκιο. Το εμπορικό χαρτοφυλάκιο συνίσταται από τα στοιχεία εκείνα τα οποία το ίδρυμα κατέχει με σκοπό την επαναπώληση τους ή τις θέσεις που λαμβάνει για την κάλυψη κινδύνων. Τα στοιχεία αυτά αποτιμώνται με τις καθημερινές τιμές της αγοράς και επομένως υπόκεινται σε κίνδυνο αγοράς.

Η Βασιλεία I υπολογίζει το κεφάλαιο του εμπορικού χαρτοφυλακίου χρησιμοποιώντας την αξία σε κίνδυνο με  $N=10$  και  $X=99$ . Δηλαδή εστιάζει στη ζημιά η οποία υπάρχει 1% πιθανότητα να είναι μεγαλύτερη σε μια περίοδο 10 ημερών. Οι τράπεζες είναι υποχρεωμένες να διακρατούν αυτό το ποσό πολλαπλασιασμένο με ένα συντελεστή ο οποίος επιλέγεται από τις εποπτικές αρχές. Μετά τη Βασιλεία I ακολούθησε η Βασιλεία II η Βασιλεία 2,5 και η

Βασιλεία III. Η Βασιλεία II χρησιμοποιεί χρονικό ορίζοντα ενός έτους και 99,9% διάστημα εμπιστοσύνης για τον υπολογισμό του VaR. Η Βασιλεία 2.5 έφερε στο προσκήνιο το stressed VaR το οποίο βασίζεται στο πως οι μεταβλητές της αγοράς έχουν μεταβληθεί σε μία δυσμενή περίοδο. Η Βασιλεία III η οποία δημιουργήθηκε στον απόηχο της παγκόσμιας χρηματοοικονομικής κρίσης καθορίζοντας αυστηρότερους εποπτικούς κανόνες υιοθέτησε την αναμενόμενη απώλεια (Expected Shortfall) ως μέθοδο υπολογισμού του κινδύνου αγοράς. Με την μέθοδο Expected Shortfall μετράμε την απώλεια που θα συμβεί σε μια περίοδο N-ημερών υπό τη δέσμευση ότι η απώλεια αυτή είναι χειρότερη από την απώλεια που έχει υπολογιστεί με το VaR. Η μέθοδος αυτή ονομάζεται και δεσμευμένο VaR (Conditional VaR).

Συνοψίζοντας η αξία σε κίνδυνο αποτελεί μια ευρεία διαδεδομένη μέθοδος μέτρησης του κινδύνου αγοράς η δημοφιλία της οποίας έγκειται στην απλότητα κατανόησης της. Ας θεωρήσουμε  $p_t$  την τιμή κλεισίματος των αξιογράφων που εξετάζουμε στο τέλος της ημέρας  $t$  και  $y_t = \log\left(\frac{p_t}{p_{t-1}}\right)$  οι λογαριθμικές αποδόσεις. Η αξία σε κίνδυνο μίας ημέρας σε διάστημα εμπιστοσύνης  $\alpha\%$  ορίζεται ως

$$P[y_t < -VaR_t(\alpha)] = \alpha \quad (3.2)$$

Οι απώλειες αναμένεται να ξεπεράσουν το υπολογισμένο VaR στο  $\alpha\%$  της περιόδου. Στη συνέχεια θα παρουσιάσουμε τα παραμετρικά και μη-παραμετρικά μοντέλα που θα χρησιμοποιήσουμε για τους υπολογισμούς μας.

### 3.2 Παραμετρικές μέθοδοι

Με τις παραμετρικές μεθόδους η μεγαλύτερη πρόκληση έχει να κάνει με την εκτίμηση της μεταβλητότητας των τιμών, εκτίμηση την οποία θα χρησιμοποιήσουμε για τον υπολογισμό της αξίας σε κίνδυνο. Ας θεωρήσουμε ότι οι λογαριθμικές αποδόσεις περιγράφονται από το παρακάτω γραμμικό μοντέλο.

$$y_t = c + \varepsilon_t \quad (3.3)$$

$$\varepsilon_t = z_t \sigma_t \quad (3.4)$$

$$z_t \sim f(E(z_t)) = 0, V(z_t) = 1; \theta \quad (3.5)$$

$$\sigma_t^2 = g(I_{t-1}; w) \quad (3.6)$$

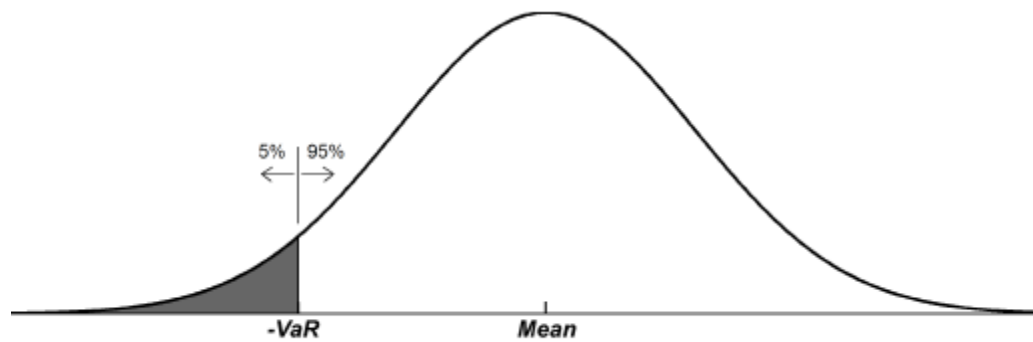
Το  $c$  είναι σταθερά και αναπαριστά την μέση απόδοση, το  $\varepsilon_t$  είναι το σφάλμα έχοντας δεσμευμένη διακύμανση  $\sigma_t^2$ , η  $f$  αναπαριστά την συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας του  $z_t$  με κατανομή  $F$  και το  $\theta$  είναι το διάνυσμα που εκφράζει τις άγνωστες παραμέτρους της  $f$ . Η  $g$  είναι συνάρτηση της διαθέσιμης πληροφορίας  $I_{t-1}$  που είναι διαθέσιμη τη χρονική στιγμή  $t-1$  και το  $w$  αναπαριστά το διάνυσμα για τις άγνωστες παραμέτρους της διακύμανσης. Η μίας ημέρας αξία σε κίνδυνο μπορεί να υπολογιστεί ως εξής

$$VaR_t(a) = c + F_a^{-1}(z_t; \theta) \sigma_t \quad (3.7)$$

Το  $F_a^{-1}$  είναι το εκατοστημόριο της συνάρτησης πιθανότητας  $F$ , η  $\sigma_t$  η εκτιμώμενη τυπική απόκλιση για την ημέρα  $t$  με δεδομένες τις εκτιμώμενες παραμέτρους  $\theta$  και  $w$  την  $t-1$  ημέρα. Εφόσον έχουμε να κάνουμε με ημερήσιες αποδόσεις μπορούμε να υποθέσουμε ότι  $c = 0$ . Επομένως για να υπολογίσουμε την αξία σε κίνδυνο πρέπει να εκτιμήσουμε την τυπική απόκλιση. Χρησιμοποιώντας την μέθοδο της διακύμανσης – συνδιακύμανσης υποθέτουμε ότι οι αλλαγές στις τιμές ενός χαρτοφυλακίου ακολουθούν κανονική κατανομή. Αν υποθέσουμε ότι οι τιμές είναι ανεξάρτητες και ομοιόμορφα κατανεμημένες (i.i.d.) τότε μπορούμε να εξαγάγουμε την αξία σε κίνδυνο από την αριστερή ουρά του ιστογράμματος της κανονικής κατανομής. Πχ σε διάστημα εμπιστοσύνης 95% το VaR προκύπτει από το 5% της αριστερής ουράς του ιστογράμματος της κατανομής



**Γράφημα 4: Διαγραμματική απεικόνιση του VaR στο ιστόγραμμα της κανονικής κατανομής**



Ένα ζήτημα που μπορεί να προκύψει χρησιμοποιώντας παραμετρικές μεθόδους όπου υποθέτουμε κανονικότητα των μεταβλητών είναι οι συναρτήσεις αποπληρωμής (payoff functions) των χρηματοοικονομικών προϊόντων που εξετάζουμε να μην είναι γραμμικές κάτι το οποίο σημαίνει ότι η υπόθεση της κανονικής κατανομής δεν ισχύει. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι τα options όμως στην έρευνα μας δε θα αντιμετωπίσουμε τέτοιο πρόβλημα καθώς η συνάρτηση αποπληρωμής (payoff function) των futures είναι γραμμική. Το βασικό μειονέκτημα της μεθόδου είναι ότι είναι απόλυτα εξαρτημένος ο υπολογισμός του VaR από το μοντέλο που θα χρησιμοποιήσουμε για την εκτίμηση της τυπικής απόκλισης καθώς ένα λανθασμένο μοντέλο οδηγεί και σε λανθασμένους υπολογισμούς του VaR.

Όπως αναφέραμε παραπάνω στις παραμετρικές μεθόδους το βασικό ζήτημα που καλούμαστε να λύσουμε είναι η εκτίμηση της μεταβλητότητας (υποθέτοντας ότι η μέση τιμή είναι ίση με μηδέν για καθημερινές παρατηρήσεις). Επομένως πρέπει να φτιάξουμε ένα μοντέλο με το οποίο θα μπορούσαμε να εκτιμήσουμε την τυπική απόκλιση. Στην συνέχεια παρουσιάζουμε μερικούς εκτιμητές που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε για την εκτίμηση της τυπικής απόκλισης.

### **3.2.1 Κινούμενος μέσος όρος (MA) & Εκθετικά σταθμισμένος μέσος όρος (EWMA)**

Η πιο απλή προσέγγιση που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε για να εκτιμήσουμε την τυπική απόκλιση στη χρονική στιγμή  $t+1$  είναι αυτή του

Κινούμενου μέσου όρου όπου θέτουμε  $\sigma_t = \sigma$  όπου το  $\sigma$  είναι η μη δεσμευμένη τυπική απόκλιση όπου εκτιμάται σαν κινούμενος μέσος όρος. Ο τύπος υπολογισμού είναι ο εξής.

$$\sigma^2 = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (\varepsilon_t^2 - \overline{\varepsilon_t^2}) \quad (3.8)$$

Όπου  $\varepsilon_t$  είναι οι αποδόσεις και  $T$  το σύνολο των παρατηρήσεων. Επειδή έχουμε ημερήσια δεδομένα μπορούμε να θέσουμε τον μέσο όρο ίσο με 0 και ο τύπος παίρνει την μορφή.

$$\sigma^2 = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \varepsilon_t^2 \quad (3.9)$$

Μία συνήθης πρακτική υπολογισμού του Κινούμενου μέσου όρου την οποία θα χρησιμοποιήσουμε και στην έρευνα μας είναι να χρησιμοποιήσουμε ένα κυλιόμενο παράθυρο (rolling window) με βάση τις τελευταίες  $M$  παρατηρήσεις.

$$\sigma_{t,M}^2 = \frac{1}{M} \sum_{i=0}^{M-1} \varepsilon_{t-i}^2 \quad (3.10)$$

Όμως βάζοντας ίσες σταθμίσεις σε όλες τις παρατηρήσεις μπορεί να μην έχουμε σωστή εικόνα της εκτίμησης στο πέρασμα του χρόνου. Επίσης μεγάλο ρόλο παίζει το μέγεθος του δείγματος καθώς δεν πρέπει να είναι ούτε πολύ μικρό ούτε πολύ μεγάλο. Μπαίνουμε σε δίλημμα για το αν πρέπει να βγάλουμε δεδομένα από το δείγμα κάνοντας το δείγμα μικρό ή για το αν πρέπει να τα συμπεριλάβουμε όλα συμπεριλαμβάνοντας άθελα μας ιστορικά δεδομένα τα οποία δεν αντιπροσωπεύουν την κατάσταση του σήμερα. Και στη μία και στην άλλη περίπτωση η αξιοπιστία του μοντέλου μας τίθεται εν αμφιβόλω.

Η JP Morgan παρουσιάζοντας την μέθοδο Riskmetrics το 1994 επιχείρησε να δώσει λύση στο πρόβλημα. Η Riskmetrics μέθοδος χρησιμοποιεί ένα σταθμισμένο μέσο όρο ιστορικών παρατηρήσεων με σταθμά τα οποία μειώνονται στο πέρασμα του χρόνου ανάλογα με το πόσο παλιά είναι τα

δεδομένα. Σύμφωνα με τη Riskmetrics η μελλοντική διακύμανση μπορεί να θεωρηθεί ως ο σταθμισμένος μέσος όρος των σημερινών τετραγώνων των αποδόσεων και της σημερινής διακύμανσης. Η μέθοδος υποθέτει κανονικότητα των αποδόσεων κι έτσι έχοντας μόνο τον μέσο όρο και τη διακύμανση μπορούμε να βρούμε και να περιγράψουμε ολόκληρη την κατανομή. Η επιλεκτική στάθμιση των μεταβλητών μας προσφέρει ένα πλεονέκτημα σε σχέση με την ίση στάθμιση του MA. Οι πρόσφατες παρατηρήσεις έχουν μεγαλύτερη στάθμιση σε σχέση με τις παλαιότερες και μετά από αναπάντεχες μεταβολές στην αγορά η μεταβλητότητα μεταβάλλεται εκθετικά με την μεταβολή των σταθμών των παρατηρήσεων.

Η μέθοδος Riskmetrics μας δίνει τον εκτιμητή της μεταβλητότητας ο οποίος είναι γνωστός και ως Εκθετικά σταθμισμένος κινούμενος μέσος όρος (Exponentially Weighted Moving Average – EWMA) και υπολογίζεται ως εξής.

$$\sigma_t^2 = (1 - \lambda)\varepsilon_{t-1}^2 + \lambda\sigma_{t-1}^2 \quad (3.11)$$

Το  $\lambda$  είναι ο παράγοντας που αναπαριστά την εκθετική μείωση των παρατηρήσεων. Η JP Morgan χρησιμοποιεί τιμή του  $\lambda$  ίση με 0,94. Όσο μικρότερο είναι το  $\lambda$  τόσο μεγαλύτερη στάθμιση δίνεται στις πρόσφατες παρατηρήσεις ενώ όταν το  $\lambda$  ισούται με τη μονάδα το μοντέλο μετατρέπεται σε ένα ισοσταθμικό μέσο όρο.

Θα μπορούσαμε να πούμε ότι ο EWMA αντιδρώντας καλύτερα σε μία ξαφνική μεταβολή ή αναταραχή αναπαριστά γρηγορότερα και καλύτερα τις αλλαγές στη μεταβλητότητα. Άρα θεωρητικά είναι ένα καλύτερο μέτρο για την πρόβλεψη της μεταβλητότητας. Το βασικότερο πρόβλημα όμως είναι ότι και αυτό το μοντέλο θεωρεί την μεταβλητότητα σταθερή κάτι το οποίο δεν ισχύει καθώς η μεταβλητότητα αλλάζει τυχαία με το χρόνο. Έτσι χρησιμοποιώντας ιστορικά δεδομένα με την μεταβλητότητα να αλλάζει στο χρόνο τα παλιά δεδομένα καθίστανται περιττά.

### 3.2.2 Μοντέλο GARCH - EGARCH

Ένα εναλλακτικό μοντέλο το οποίο θα χρησιμοποιήσουμε στην έρευνα μας για να εκτιμήσουμε την μεταβλητότητα είναι το μοντέλο GARCH. Είναι ένα μοντέλο που ανήκει στην οικογένεια των αυτοπαλίνδρομων μοντέλων δεσμευμένης ετεροσκεδαστικότητας (ARCH Engel 1982) τα οποία θεωρούν τη διακύμανση του τρέχοντος σφάλματος ως συνάρτηση των ιστορικών διακυμάνσεων των όρων σφάλματος. Η δημιουργία τέτοιου είδους μοντέλου αποτελείται από τέσσερα βήματα.

- Ορίζουμε την εξίσωση μέσου (mean equation) ελέγχοντας τις αποδόσεις για γραμμική συσχέτιση. Επίσης είναι δυνατόν να φτιάξουμε ένα οικονομετρικό μοντέλο (πχ το ARMA) για να αφαιρέσουμε την συσχέτιση.
- Χρησιμοποιούμε τα κατάλοιπα από την εξίσωση μέσου για να ελέγξουμε για φαινόμενα ARCH
- Αν τα φαινόμενα ARCH είναι στατιστικά σημαντικά επιλέγουμε και ορίζουμε ένα μοντέλο μεταβλητότητας και προχωρούμε σε κοινή εκτίμηση των εξισώσεων μέσου και μεταβλητότητας.
- Ελέγχουμε το μοντέλο και αν χρειαστεί προχωρούμε σε αλλαγές

Το μοντέλο μεταβλητότητας που θα χρησιμοποιήσουμε είναι το GARCH και η εξίσωση μέσου η AR(1). Το μοντέλο GARCH παρουσιάστηκε από τον Bollerslev (1986) υποθέτοντας ότι η υπό συνθήκη διακύμανση ακολουθεί τη διαδικασία ARMA (Αυτοπαλίνδρομο μοντέλο Κινούμενου μέσου όρου). Υποθέτει ότι η διακύμανση εξαρτάται από τα ιστορικά τετράγωνα των καταλοίπων και από την ιστορική τιμή της. Χρησιμοποιεί δύο τύπου υστερήσεις μία στα ιστορικά τετράγωνα των καταλοίπων για τα φαινόμενα υψηλής συχνότητας (ARCH) και μία στη τιμή της διακύμανσης με χρονική υστέρηση για πιο μακροπρόθεσμες επιρροές (GARCH). Πιο συγκεκριμένα

$$\sigma_t = a_0 + \sum_{i=1}^q a_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^p b_i \sigma_{t-i}^2 \quad (3.12)$$

Όπου  $a_0 > 0$ ,  $a_i \geq 0$  για  $i = 1, \dots, q$  και  $b_i > 0$  για  $t = 1, \dots, p$ . Τα  $a_i$  και  $b_i$  αναπαριστούν τις ARCH και GARCH παραμέτρους αντίστοιχα. Τα  $p$  και  $q$  αναφέρονται στο μέγεθος των υστερήσεων. Αν υποθέσουμε  $p = 0$  τότε θα έχουμε το απλό μοντέλο ARCH που προτάθηκε από τον Engle το 1982. Επίσης θέτοντας  $p = q = 1$ ,  $a_0 = 0$ ,  $a_1 = 0,6$  και  $b_1 = 0,94$  έχουμε το μοντέλο EWMA που παρουσιάσαμε στην προηγούμενη ενότητα

Για μικρές χρονικές περιόδους το EWMA και το GARCH δίνουν τα ίδια αποτελέσματα δεν ισχύει όμως το ίδιο για μεγαλύτερες περιόδους. Αν έχει συμβεί κάποια αναταραχή δίνοντας υψηλή διακύμανση για την τρέχουσα ημέρα το EWMA υποθέτει ότι όλες οι μελλοντικές μέρες θα έχουν υψηλή διακύμανση. Το GARCH από την άλλη κάνει τη ρεαλιστική υπόθεση ότι η μελλοντική διακύμανση αργά η γρήγορα θα πλησιάσει στη μέση αξία της.

Τα μοντέλα της οικογένειας ARCH έχουν το μειονέκτημα ότι χρειάζονται μεγάλο αριθμό δεδομένων για μία αξιόπιστη εκτίμηση και όλη η διαδικασία που ακολουθείται είναι αρκετά πολύπλοκη.

Για τον υπολογισμό της αξίας σε κίνδυνο το GARCH θα εκτιμηθεί χρησιμοποιώντας δύο δεσμευμένες συναρτήσεις πυκνότητας πιθανότητας των αποδόσεων αυτή της κανονικής κατανομής και της κατανομής student's t. Η συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας της Student's-t δίνεται από τον παρακάτω τύπο

$$f(z_t; v) = \frac{\Gamma\left(\frac{v+1}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{v}{2}\right)\sqrt{\pi(v-2)}} \left(1 + \frac{z_t^2}{v-2}\right)^{-\frac{v+1}{2}} \quad (3.13)$$

Ένα συχνό φαινόμενο που παρατηρείται είναι σχετικά με τις αποδόσεις είναι ότι είναι αρνητικά συσχετισμένες με την μεταβλητότητα. Δηλαδή η μεταβλητότητα τείνει να ανεβαίνει ακολουθώντας άσχημα νέα και να πέφτει ύστερα από καλά νέα. Το παραπάνω φαινόμενο λέγεται «φαινόμενο μόχλευσης» (leverage effect) και εξηγείται από την χρήση μόχλευσης των εταιριών. Ο Nelson [[D. Nelson, Conditional heteroscedasticity in asset returns: A new approach, Econometrica 59 \(1991\)](#)] πρότεινε ένα εναλλακτικό μοντέλο το οποίο λαμβάνει υπόψιν και προσπαθεί να διορθώσει το παραπάνω φαινόμενο. Το μοντέλο αυτό είναι μια παραλλαγή του GARCH και ονομάζεται

Εκθετικό-GARCH (Exponential-GARCH) ή αλλιώς E-GARCH(p,q) το οποίο είναι το παρακάτω

$$\log(\sigma_t^2) = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \left( a_i \left| \frac{\varepsilon_{t-i}}{\sigma_{t-i}} \right| + \gamma_i \frac{\varepsilon_{t-i}}{\sigma_{t-i}} \right) + \sum_{i=1}^p (b_i \log(\sigma_{t-i}^2)) \quad (3.14)$$

Τα  $\alpha_0$ ,  $a_i$  και  $b_i$  είναι οι συντελεστές από το μοντέλο GARCH. Η καινοτομία του EGARCH είναι ο συντελεστής  $\gamma_i$  το οποίο δηλώνει το φαινόμενο μόχλευσης ή ασυμμετρίας. Αναμένουμε ότι το  $\gamma_i$  σε εφαρμογές με πραγματικά δεδομένα θα είναι αρνητικό. Η δεύτερη καινοτομία του μοντέλου EGARCH είναι ότι μοντελοποιώντας τον λογάριθμο της διακύμανσης αντί για την απλή τιμή της διακύμανσης, εξασφαλίζουμε μια θετική εκτίμηση της διακύμανσης.

### 3.3 Μη παραμετρικές μέθοδοι - Ιστορική Προσομοίωση

Η ιστορική προσομοίωση είναι η πιο απλή μέθοδος υπολογισμού του VaR και αρκετά δημοφιλής. Η κυριότερη υπόθεση που γίνεται είναι ότι θεωρούμε τις ιστορικές αποδόσεις της περιόδου που αναλύουμε ως οδηγό και πιθανό σενάριο για το τι θα γίνει στο μέλλον. Ο υπολογισμός του VaR γίνεται χρησιμοποιώντας αποκλειστικά την εμπειρική κατανομή των αποδόσεων. Αρχικά μελετάμε και αναγνωρίζουμε τις μεταβλητές εκείνες της αγοράς οι οποίες θεωρούμε ότι επηρεάζουν το χαρτοφυλάκιο που εξετάζουμε. Οι υποθετικοί παράγοντες κατασκευάζονται χρησιμοποιώντας τις τρέχουσες αλλαγές και τις τιμές τους κατά την εξεταζόμενη περίοδο. Η κατανομή κατασκευάζεται προσαρμόζοντας το εξεταζόμενο χαρτοφυλάκιο στις αλλαγές των υποθετικών παραγόντων. Με την χρησιμοποίηση των τρεχουσών και ιστορικών τιμών μπορούμε να υπολογίσουμε τις υποθετικές αποδόσεις του χαρτοφυλακίου χρησιμοποιώντας τις σημερινές σταθμίσεις του χαρτοφυλακίου. Υποθέτουμε ότι μπορούμε να προσεγγίσουμε την κατανομή των μελλοντικών αποδόσεων χρησιμοποιώντας την εμπειρική κατανομή των ιστορικών παρατηρήσεων του δείγματος. Άρα η αξία σε κίνδυνο που υπολογίζουμε μπορεί να θεωρηθεί το εκατοστημόριο της εμπειρικής ιστορικής κατανομής για

ένα συγκεκριμένο διάστημα εμπιστοσύνης. Δηλαδή το VaR ισούται με το εκατοστημόριο των προηγούμενων T αποδόσεων

$$VaR_t = F^{-1}\{y_i\} \quad (3.14)$$

Κατανέμουμε τα αποτελέσματα σε αύξουσα σειρά και επιλέγουμε το VaR σαν τον αριθμό από τον οποίο μόνο το εκατοστημόριο των παρατηρήσεων είναι μικρότερο. Για παράδειγμα έστω ότι χρησιμοποιούμε το 5% της εμπειρικής κατανομής των ιστορικών στοιχείων. Με την ιστορική προσομοίωση υπολογίζουμε ποια θα ήταν στο παρελθόν η αξία του χαρτοφυλακίου στο τέλος κάθε ημέρας βασισμένη στις ιστορικές ημερήσιες μεταβολές των μεταβλητών και στη συνέχεια υπολογίζουμε το χειρότερο 5% των περιπτώσεων

Τα βήματα που ακολουθούνται είναι τα εξής

- Συλλογή των ιστορικών δεδομένων από μεγάλο και επαρκές δείγμα
- Προσαρμογή των δεδομένων για να αντανακλούν τις συνθήκες της αγοράς
- Εφαρμογή της εμπειρικής κατανομής
- Υπολογισμός της αξίας σε κίνδυνο για το διάστημα εμπιστοσύνης που έχουμε επιλέξει

Η μέθοδος της ιστορικής προσομοίωσης υποθέτει ότι οι ιστορικές τιμές μας δίνουν όλες τις απαραίτητες πληροφορίες που χρειαζόμαστε για τον υπολογισμό του VaR. Χρησιμοποιώντας την ιστορική προσομοίωση αποφεύγουμε να κάνουμε οποιαδήποτε υπόθεση για την κατανομή των αποδόσεων καθώς αφήνουμε τις ιστορικές τιμές να καθορίσουν την κατανομή η οποία είναι εμπειρική. Το ότι η ιστορική προσομοίωση δεν υποθέτει κανονικότητα στις κατανομές των μεταβλητών είναι ένα μεγάλο πλεονέκτημα χρήσης της μεθόδου καθώς οι αποδόσεις που πχ δεν ακολουθούν κανονική κατανομή αποτελούν πρόβλημα το οποίο με την ιστορική προσομοίωση ξεπερνιέται.

Επιπροσθέτως το ότι παίρνουμε όλες τις πληροφορίες που χρειαζόμαστε από τις ιστορικές τιμές μας επιτρέπει στη διαδικασία που ακολουθούμε εκτός από

να μην κάνουμε καθόλου υποθέσεις (πχ για κανονικότητα που προαναφέραμε) να μην χρησιμοποιήσουμε κάποιο μοντέλο για την εκτίμηση της τυπικής απόκλισης. Πολλές φορές τα στατιστικά μοντέλα που χρησιμοποιούνται αν είναι λανθασμένα ή με προβλήματα δημιουργούν προβλήματα και στην όλη διαδικασία. Με την ιστορική προσομοίωση τα παραπάνω αποφεύγονται.

Το βασικότερο πλεονέκτημα βέβαια της ιστορικής προσομοίωσης είναι η απλότητα της. Δε χρειάζεται να προχωρήσουμε σε εκτίμηση παραμέτρων μέσω μεθόδων ούτε χρειάζεται να υπολογίσουμε μεγέθη όπως η τυπική απόκλιση και οι συντελεστές συσχέτισης ή αυτοσυσχέτισης. Αυτή η απλότητα στους υπολογισμούς είναι που κάνει την ιστορική προσομοίωση ιδιαίτερα απλή στην εφαρμογή της και δημοφιλή. Όμως υπάρχουν κάποια ζητήματα που εγείρονται από την χρήση της μεθόδου της ιστορικής προσομοίωσης.

Το μεγαλύτερο πρόβλημα έχει να κάνει με το ότι δεν μπορούμε να είμαστε βέβαιοι ότι τα αποτελέσματα που θα πάρουμε είναι σωστά λόγω του μεγέθους του δείγματος που θα επιλέξουμε να εξετάσουμε. Καταρχάς αν το δείγμα είναι μικρό τότε δε θα έχουμε επαρκή εικόνα για όλες τις πιθανές περιπτώσεις οδηγώντας μας σε εσφαλμένα συμπεράσματα. Το παραπάνω ζήτημα μπορεί να λυθεί παίρνοντας ένα μεγαλύτερο δείγμα παρατηρήσεων κάνοντας περισσότερο αξιόπιστη εκτίμηση VaR αλλά αν το δείγμα είναι πολύ μεγάλο μπορεί να προκύψουν άλλα προβλήματα. Σε πολύ μεγάλα δείγματα οι πιο πρόσφατες παρατηρήσεις οι οποίες θεωρούνται και οι πιο αξιόπιστες για την εκτίμηση των μελλοντικών θα έχουν την ίδια στάθμιση με τις παλαιότερες παρατηρήσεις του δείγματος επιτρέποντας στις παλαιότερες παρατηρήσεις να επηρεάσουν το τελικό μας αποτέλεσμα. Με λίγα λόγια ο υπολογισμός του VaR που θα πραγματοποιήσουμε ενδεχομένως να μην αντανάκλα τις σημερινές συνθήκες της αγοράς. Μία λύση που ενδεχομένως μπορούμε να εφαρμόσουμε είναι να δώσουμε μεγαλύτερη στάθμιση στις πιο πρόσφατες παρατηρήσεις.

## **4.Αξιολόγηση των μοντέλων**

### **4.1 Στατιστικοί έλεγχοι των μοντέλων**

Τα μοντέλα που χρησιμοποιήσαμε χρειάζονται να αξιολογηθούν έτσι ώστε να ελέγξουμε την προβλεπτική τους δύναμη. Θέλουμε να δούμε δηλαδή αν



μπορέσαμε να προβλέψουμε με ακρίβεια το ποσοστό της απώλειας για κάθε διάστημα εμπιστοσύνης για την εξεταζόμενη περίοδο. Γι' αυτό τον σκοπό θα χρησιμοποιήσουμε τους τρεις ελέγχους που πρότεινε ο [Christoffersen \(2003\)](#)

Ο πρώτος είναι ο έλεγχος της μη δεσμευμένης κάλυψης (likelihood ratio test of unconditional coverage) Για να πραγματοποιήσουμε αυτόν και τους άλλους 2 ελέγχους πρώτα θα ορίσουμε την ακολουθία παραβιάσεων.

$$I_{t+1} = \begin{cases} 1, & \text{if } r_{t+1} < -VaR_{t+1} \\ 0, & \text{if } r_{t+1} \geq -VaR_{t+1} \end{cases} \quad (4.1.1)$$

Η παραπάνω ακολουθία εκτελείται χρησιμοποιώντας ιστορικές εκτιμήσεις VaR και ιστορικές αποδόσεις. Αν η απώλεια είναι μεγαλύτερη από το VaR βάζουμε 1 (έχουμε παραβίαση) ενώ αν είναι μικρότερη από το VaR βάζουμε 0. Με τον έλεγχο μη δεσμευμένης κάλυψης ελέγχουμε αν οι εμπειρικές παραβιάσεις είναι συνεπείς με τις αναμενόμενες. Δηλαδή θέλουμε να ελέγξουμε αν οι παραβιάσεις που πήραμε από την ακολουθία (ας τις συμβολίσουμε με  $u$ ) διαφέρουν από τις αναμενόμενες (ας τις συμβολίσουμε με  $p$ ). Η υπόθεση που θα χρησιμοποιήσουμε είναι η εξής

$$\begin{aligned} H_0: u &= p \\ H_1: u &\neq p \end{aligned} \quad (4.1.2)$$

Ο έλεγχος της υπόθεσης βασίζεται στον έλεγχο πιθανοφάνειας  $LR_{uc}$  ο οποίος υπολογίζεται από τον εξής τύπο

$$LR_{uc} = 2 \ln \left[ \left(1 - \frac{N}{T}\right)^{T-N} \left(\frac{N}{T}\right)^N \right] - 2 \ln \left[ (1-p)^{T-N} p^N \right] \sim \chi_1^2 \quad (4.1.3)$$

Όπου  $N$  είναι ο αριθμός των ημερών που συνέβη μία παραβίαση σε σχέση με τις εκτός δείγματος  $T$  ημέρες. Το μοντέλο απορρίπτεται αν υπερεκτιμά η υποτιμά το VaR δηλαδή αν υπάρχουν πάρα πολλές ή πολύ λίγες παραβιάσεις. Ο έλεγχος θα κατανεμηθεί ως  $\chi_1^2$  με ένα βαθμό ελευθερίας. Ακόμα όμως και αν το μοντέλο περάσει τον έλεγχο δεν μας δείχνει αν οι παραβιάσεις γίνονται σε μικρό χρονικό διάστημα και δεν είναι κατανεμημένες τυχαία στο χρόνο. Αν όλος

ο κίνδυνος είναι μαζεμένος σε μία μικρή περίοδο τότε μπορούν να δημιουργηθούν μεγάλα προβλήματα ακόμα και χρεωκοπία.

Εδώ έρχεται ο δεύτερος έλεγχος του Christoffersen ο έλεγχος ανεξαρτησίας με τον οποίο μπορούμε να δούμε αν οι παραβιάσεις είναι διασκορπισμένες στο χρόνο δηλαδή εξετάζουμε τη σχέση μεταξύ των παραβιάσεων. Με τον όρο ανεξαρτησία εννοούμε ότι οι μέρες στις οποίες οι απώλειες είναι μεγαλύτερες από αυτές που υπολογίσαμε μέσω του VaR είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους. Η κατανομή χαρακτηρίζεται από δύο πιθανότητες  $\pi_{01}$  και  $\pi_{11}$  όπου  $\pi_{01}$  είναι η πιθανότητα αύριο να γίνει παραβίαση με δεδομένου ότι σήμερα δεν έχει γίνει παραβίαση(0). Με την ίδια λογική η  $\pi_{11}$  είναι η πιθανότητα αύριο να γίνει παραβίαση με δεδομένου ότι σήμερα ήταν ημέρα που έγινε παραβίαση. Επίσης η πιθανότητα μετά από μια μέρα χωρίς παραβίαση να μην έχουμε παραβίαση είναι  $1-\pi_{01}$  ενώ η πιθανότητα μετά από μια μέρα με παραβίαση να μην έχουμε παραβίαση είναι  $1-\pi_{11}$ . Δηλαδή ελέγχουμε αν η πιθανότητα παραβίασης αύριο εξαρτάται ή όχι από το αν σήμερα έγινε παραβίαση. Κάνουμε την μηδενική υπόθεση

$$\begin{aligned} H_0: \pi_{01} &= \pi_{11} \\ H_1: \pi_{01} &\neq \pi_{11} \end{aligned} \tag{4.1.4}$$

Ο έλεγχος γίνεται με έναν έλεγχο πιθανοφάνειας τον  $LR_{in}$  η αξία του οποίου υπολογίζεται με τον εξής τύπο

$$\begin{aligned} LR_{in} &= 2(\ln(1 - \pi_{01})^{n_{00}} \pi_{01}^{n_{01}} (1 - \pi_{11})^{n_{10}} \pi_{11}^{n_{11}}) \\ &\quad - \ln((1 - \pi_0)^{n_{00}+n_{10}} \pi_0^{n_{01}+n_{11}})) \sim \chi_1^2 \end{aligned} \tag{4.1.5}$$

Ο τρίτος έλεγχος που προτείνει ο Christoffersen και θα χρησιμοποιήσουμε είναι αυτός της δεσμευμένης κάλυψης όπου θα ελέγχουμε συγχρόνως αν οι παραβιάσεις του VaR είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους και αν ο μέσος όρος είναι σωστός. Θα κάνουμε την μηδενική υπόθεση

$$H_0: \pi_{01} = \pi_{11} = p \tag{4.1.6}$$

$$H_1: \pi_{01} = \pi_{11} \neq p$$

Ουσιαστικά πρόκειται για έναν συνθετικό έλεγχο με βάση τους άλλους δύο ελέγχους. Υπολογίζεται ως εξής :

$$LR_{cc} = LR_{uc} + LR_{in} \sim X_2^2 \quad (4.1.7)$$

## 4.2 Έλεγχος οικονομικής ακρίβειας των μοντέλων

Η κυριότερη κριτική σχετικά με το VaR έχει να κάνει με το ότι δεν μας προσφέρει εκτίμηση της ζημιάς που θα προκύψει αν οι πραγματικές απώλειες προσπεράσουν το VaR. Για την λύση του παραπάνω προβλήματος προτάθηκε ένα νέο εργαλείο μέτρησης του κινδύνου αυτό της Αναμενόμενης Απώλειας (Expected Shortfall- ES) η αλλιώς Δεσμευμένο VaR (Conditional VaR). Η Αναμενόμενη Απώλεια ορίζεται ως ο μέσος όρος των απωλειών οι οποίες έχουν υπερβεί το VaR. Μας απαντά στο ερώτημα «Αν τα πράγματα πάνε άσχημα πόσο μεγάλες αναμένονται να είναι οι απώλειες;» Δηλαδή το ES μας πληροφορεί για το μέγεθος των απωλειών δίνοντας πληροφορίες σε σχέση με το απλό VaR και για το σχήμα της ουράς. Με την συμφωνία της Βασιλείας III η Αναμενόμενη Απώλεια επιλέγεται σαν το αποδεκτό εργαλείο μέτρησης του κινδύνου αγοράς αντικαθιστώντας το VaR Ορίζεται ως εξής

$$ES(\alpha) = -E[y_t | y_t \leq -VaR_t(\alpha)] \quad (4.2.1)$$

Για τον έλεγχο της οικονομικής ακρίβειας των μοντέλων που έχουν περάσει τους στατιστικούς ελέγχους χρησιμοποιούμε την συνάρτηση απώλειας (loss function) που προτείνουν οι [Angelidis & Skiadopoulos \(2008\)](#). Πρόκειται για μια συνάρτηση η οποία συνδυάζει το απλό VaR με το πιο σύγχρονο και επίκαιρο ES στοχεύοντας σε πιο αποτελεσματικά μοντέλα διαχείρισης κινδύνου. Η σύγκριση απλών μοντέλων VaR χωρίς τη χρήση του ES αδυνατεί να συλλάβει το φαινόμενο ότι το VaR θα μας δώσει αποτελέσματα τα οποία

ξεπερνούν κατά πολύ τις μέσες παραβιάσεις. Η συνάρτηση απώλειας ορίζεται ως εξής

$$LF_i = \frac{1}{T} \sum_{j=1}^T [y_j - ES_i(a)]^2 \quad (4.2.2)$$

Το  $i$ -οστό ES υπολογίζεται ως ο μέσος όρος των παραβιάσεων που έχουν βρεθεί στις εκτός δείγματος αποδόσεις για το  $i$ -οστό VaR μοντέλο. Επίσης

$$y_j - ES_i(a) = \begin{cases} 0, & \text{εάν } ES_i(a) \leq y_j \\ y_j - ES_i(a), & \text{εάν } y_j < ES_i(a) \end{cases} \quad (4.2.3)$$

Επιλέγουμε το μοντέλο το οποίο έχει την μικρότερη τιμή της συνάρτησης απώλειας. Με λίγα λόγια επιλέγουμε το μοντέλο που ελαχιστοποιεί τη διαφορά μεταξύ της Απόδοσης και του Αναμενόμενης Απώλειας. Η συνάρτηση απώλειας χρησιμοποιείται στις περιπτώσεις όπου δύο τουλάχιστον μοντέλα έχουν περάσει τουλάχιστον έναν από τους ελέγχους του Christoffersen. Το μοντέλο με την χαμηλότερη τιμή της συνάρτησης απώλειας επιλέγεται ως μοντέλο αναφοράς. Για την σύγκριση χρησιμοποιούμε τον τροποποιημένο Diebold-Mariano έλεγχο (Modified Diebold-Mariano – MDM).

Ο έλεγχος MDM παρουσιάστηκε από τους [Harvey, Leybourne & Newbold \(1997\)](#). Η τιμή του MDM ελέγχου συγκρίνεται με την κριτική τιμή της Student's- $t$  κατανομής με  $(T-1)$  βαθμούς ελευθερίας. Λειτουργεί έως εξής. Έστω ότι έχουμε δύο VaR μοντέλα για τα οποία έχουμε υπολογίσει μίας ημέρα  $T$  προβλέψεις.

Ελέγχουμε την μηδενική υπόθεση ότι τα μοντέλα μας δίνουν στατιστικά ίσες προβλέψεις και είναι η εξής

$$H_0: E(d_t) = 0 \quad (4.2.4)$$

$$H_1: E(d_t) \neq 0$$

$$d_t = g(e_{1t}) - g(e_{2t}), t = 1, \dots, N \quad (4.2.5)$$

Ο έλεγχος MDM υπολογίζεται ως εξής

$$MDM = \left[ \frac{T-1}{T} \right]^{1/2} \frac{\bar{d}}{\sqrt{var(\bar{d})}} \quad (4.2.6)$$

$$\bar{d} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^N d_t \quad (4.2.7)$$

$$var(\bar{d}) \approx \frac{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^N (d_t - \bar{d})^2}{T^2} \quad (4.2.8)$$

## 5.Αποτελέσματα Αξίας σε Κίνδυνο και σχολιασμός

### 5.1 Αποτελέσματα Αξίας σε Κίνδυνο για τις αποδόσεις των Ναύλων των BDI, BPI και BCI και σχολιασμός

Προτού προχωρήσουμε στον σχολιασμό των αποτελεσμάτων θα περιγράψουμε την μεθοδολογία που θα ακολουθήσουμε. Υποθέτοντας ότι έχουμε συνολικό δείγμα  $N$  παρατηρήσεων πρέπει να καθορίσουμε τον τρόπο που θα χωρίσουμε το δείγμα σε εντός δείγματος παρατηρήσεις (ας πούμε  $K$  παρατηρήσεις), το οποίο θα χρησιμοποιήσουμε για τις εκτιμήσεις μας και σε εκτός δείγματος παρατηρήσεις  $T$  ( $T=N-K$  παρατηρήσεις). Θεωρητικά όσο μεγαλύτερο είναι το  $K$  δείγμα τόσο καλύτερες εκτιμήσεις θα έχουμε αλλά από την άλλη θα έχουμε μικρό δείγμα εκτός δείγματος παρατηρήσεων για προβλέψεις. Έτσι η προβλεπτική ικανότητα του μοντέλου μας θα υπολείπεται αξιοπιστίας.

Το συνολικό μας δείγμα εκτείνεται από τις 2/3/1999 έως τις 15/7/2016 (4534 παρατηρήσεις). Χρησιμοποιούμε για τις εκτιμήσεις των μοντέλων μας ως εντός δείγματος παρατηρήσεις την περίοδο 2/3/1999 έως 30/12/2005 (1.784 παρατηρήσεις) και την περίοδο 1/1/2006 έως 15/7/2016 ως εκτός δείγματος παρατηρήσεις (2.750 παρατηρήσεις). Επιλέγουμε ένα ευρύ δείγμα εκτός δείγματος παρατηρήσεων προκειμένου να βελτιώσουμε την προβλεπτική

ικανότητα των μοντέλων μας. Επίσης η περίοδος των εκτός δείγματος παρατηρήσεων αντιπροσωπεύει μία περίοδο μεγάλης μεταβλητότητας στις τιμές των ναύλων καθώς περιλαμβάνεται και η διεθνής χρηματοοικονομική κρίση του 2008-2009, αλλά και η πρόσφατη ναυτιλιακή κρίση όπου παρατηρήθηκε μεγάλη πτώση στις τιμές των ναύλων. Επομένως είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρον να ελέγξουμε τα μοντέλα μας και να παρατηρήσουμε πως συμπεριφέρεται το VaR σε αυτές τις περιόδους. Προς αυτή την κατεύθυνση πραγματοποιούμε και μία επιπρόσθετη ανάλυση χρησιμοποιώντας ως εκτός δείγματος παρατηρήσεις την περίοδο 1/1/2007 έως 31/12/2010 (1.045 παρατηρήσεις), περίοδο στην οποία παρατηρήθηκε η διεθνής χρηματοοικονομική κρίση.

Παράγουμε προβλέψεις VaR μίας ημέρας για διαστήματα εμπιστοσύνης 95% και 99%. Χρησιμοποιούμε πληθώρα μοντέλων για τις εκτιμήσεις μας. Από μη παραμετρικές μεθόδους χρησιμοποιούμε την ιστορική προσομοίωση σε δύο διαφορετικά μεγέθη δείγματος. Παράγουμε προβλέψεις χρησιμοποιώντας ένα κυλιόμενο δείγμα 100 (HS-100) και 250 (HS-250) πιο πρόσφατων παρατηρήσεων. Από τα παραμετρικά μοντέλα αρχικά χρησιμοποιούμε τον Κινούμενο μέσο όρο που είναι και η απλούστερη μέθοδος. Για τις προβλέψεις μας πάλι χρησιμοποιούμε ένα κυλιόμενο δείγμα 100 (MA-100) και 250(MA-250) παρατηρήσεων. Επίσης υπολογίζουμε το VaR με την μέθοδο του εκθετικά σταθμισμένου μέσου όρου (EWMA) ή αλλιώς Riskmetrics όπως την εισήγαγε η JP Morgan. Την τιμή του  $\lambda$  την θέτουμε ίση με 0,94 όπως και η JP Morgan στην μελέτη της. Τέλος χρησιμοποιούμε τα μοντέλα δεσμευμένης διακύμανσης GARCH και EGARCH για να προβλέψουμε την μεταβλητότητα και έπειτα να υπολογίσουμε το VaR. Εκτιμούμε τα GARCH και EGARCH ξεχωριστά για τις συναρτήσεις πυκνότητας πιθανότητας της κανονικής (GARCH-n, EGARCH-n) και students t κατανομής (GARCH-t, EGARCH-t). Χρησιμοποιούμε τον συνδυασμό (p,q) (1,1) τόσο για το GARCH όσο και για το EGARCH και σαν εξίσωση μέσου (mean equation) την AR(1). Τα GARCH και EGARCH τα εκτιμούμε ξεχωριστά για κάθε ημέρα των εκτός δείγματος παρατηρήσεων.

Για τον έλεγχο της προβλεπτικής ικανότητας των μοντέλων χρησιμοποιούμε τους τρεις ελέγχους που προτείνει ο [Christoffersen\(2003\)](#) αφού πρώτα καθορίσουμε τον αριθμό των παραβιάσεων. Πρόκειται για τους ελέγχους αδέσμευτης κάλυψης ( $L_{uc}$ ), ανεξαρτησίας ( $L_{in}$ ) και δεσμευμένης κάλυψης

( $Lr_{cc}$ ). Αφού υπολογίσουμε τις τιμές των tests συχνότητας πιθανοφάνειας (likelihood ratio tests) για κάθε έλεγχο ύστερα υπολογίζουμε το p-value λαμβάνοντας υπόψιν ότι τα tests πιθανοφάνειας ακολουθούν την  $\chi^2_i$  κατανομή με ένα βαθμό ελευθερίας. Ανάλογα με την τιμή του p-value, απορρίπτουμε ή δεν απορρίπτουμε κάθε φορά την μηδενική υπόθεση για κάθε έλεγχο όπως τις ορίσαμε στο κεφάλαιο 4 σε επίπεδο σημαντικότητας 10%.

Στην συνέχεια στις περιπτώσεις όπου δύο τουλάχιστον μοντέλα έχουν περάσει τουλάχιστον έναν έλεγχο του Christoffersen υπολογίζουμε για αυτά την συνάρτηση απώλειας που ορίσαμε στην ενότητα 4.2 κατατάσσοντας τα. Το μοντέλο με την χαμηλότερη τιμή της συνάρτησης απώλειας ορίζεται ως μοντέλο αναφοράς και συγκρινόμενο με τα υπόλοιπα μοντέλα υπολογίζουμε τον τροποποιημένο Diebold Mariano έλεγχο (MDM) όπως περιγράψαμε στην ενότητα 4.2. Με αυτό τον τρόπο ελέγχουμε αν το μοντέλο αναφοράς παράγει στατιστικά ίσες προβλέψεις με το συγκρινόμενο κάθε φορά μοντέλο. Συγκρίνουμε την τιμή με την κριτική τιμή της Student's-T κατανομής με T-1 βαθμούς ελευθερίας και απορρίπτουμε η αποδεχόμαστε την μηδενική υπόθεση των στατιστικά ίσων προβλέψεων των μοντέλων. Η απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης καθιστά το μοντέλο αναφοράς σαν καταλληλότερο για προβλέψεις.

Το σύνολο των υπολογισμών έγινε με την βοήθεια της γλώσσας προγραμματισμού Matlab R2015a. Στο Παράρτημα A, στους πίνακες 1-3 υπάρχουν τα πλήρη αποτελέσματα για τους δείκτες BCI, BPI και BDI τόσο για διάστημα εμπιστοσύνης 99% (πλαίσιο A) όσο και για διάστημα εμπιστοσύνης 95% (πλαίσιο B). Αναφέρονται οι μέσες τιμές του VaR για κάθε μέθοδο, ο αριθμός των παραβιάσεων, η συχνότητα τους μέσα στις παρενθέσεις και τα p-values για κάθε έναν από τους τρεις ελέγχους του Christoffersen. Με έντονα γράμματα φαίνονται τα p-values για τα οποία δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση σε επίπεδο σημαντικότητας 10% και άρα περνάνε τους ελέγχους. Επιλέγουμε υψηλό επίπεδο σημαντικότητας για να αποφύγουμε να αποδεχθούμε ένα λάθος μοντέλο δηλαδή να προβούμε σε ένα Type II error όπως είναι γνωστό στην οικονομετρία. Το Type I error συμβαίνει όταν απορρίψουμε ένα σωστό μοντέλο. Επίσης η συχνότητα των παραβιάσεων μας δείχνει την επάρκεια του μοντέλου VaR καθώς ο αριθμός της θέλουμε να είναι όσο το δυνατόν πιο κοντά στο επίπεδο σημαντικότητας VaR που επιλέγουμε

κάθε φορά. Επίσης στους πίνακες 4-6 παρουσιάζουμε τα αποτελέσματα της επιπρόσθετης ανάλυσης για την περίοδο 1/1/2007 έως 31/12/2010, και στους πίνακες 11,12 παρουσιάζουμε τα αποτελέσματα του τροποποιημένου Diebold Mariano ελέγχου.

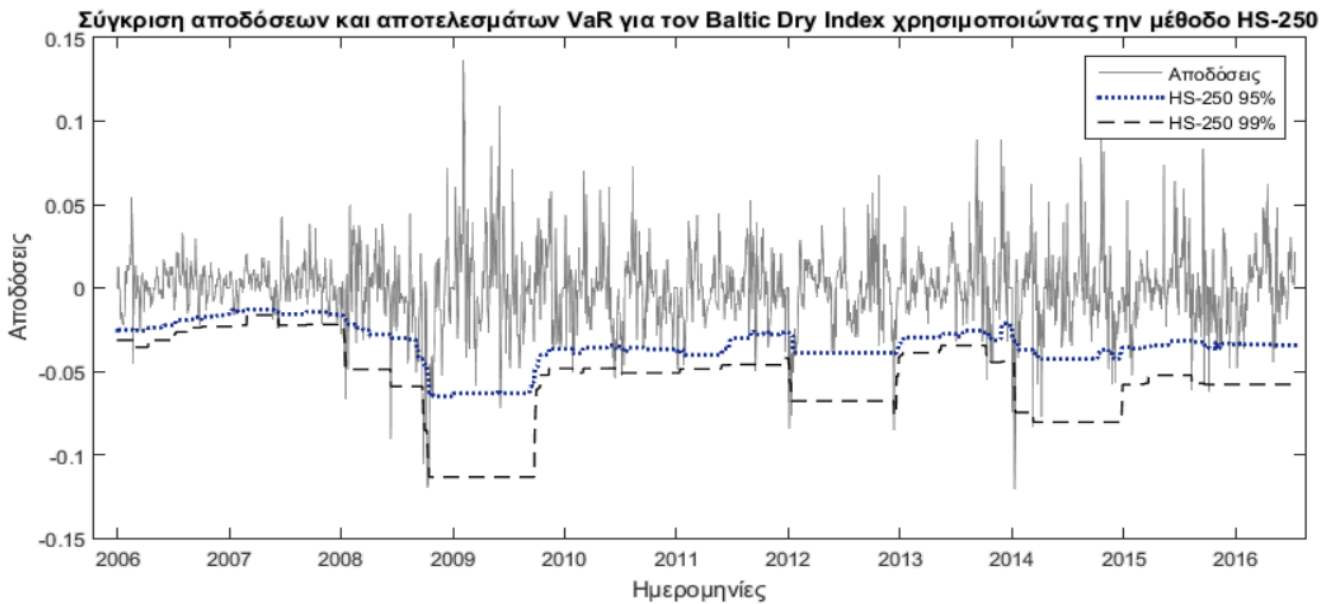
Σχολιάζοντας τα αποτελέσματα αρχικά για διάστημα εμπιστοσύνης 99% όσον αφορά τον Baltic Dry Index (BDI) (Παράρτημα Α, Πίνακας 1, Πλαίσιο Α) μόνο οι μέθοδοι AR(1)-GARCH(1,1) με Student-t κατανομή, EWMA και HS-250 δείχνουν μια ικανοποιητική επίδοση στους ελέγχους του Christoffersen καθώς περνάνε τον πρώτο έλεγχο αυτόν της αδέσμευτης κάλυψης ( $L_{uc}$ ). Η απόρριψη των δύο άλλων ελέγχων μας δείχνει ότι παρατηρούμε συγκεντρωμένες παραβιάσεις καθώς δεν ενημερώνεται αρκετά γρήγορα το αποτέλεσμα VaR όταν έχουμε άνοδο της μεταβλητότητας. Οι υπόλοιπες μέθοδοι αποτυγχάνουν και στους τρεις ελέγχους. Σχετικά με την συχνότητα των παραβιάσεων οι μέθοδοι HS-250 GARCH-t έχουν συχνότητες πολύ κοντά στις θεωρητικές τιμές ενώ οι υπόλοιπες μέθοδοι υποεκτιμούν το VaR εκτός από την EGARCH η οποία το υπερεκτιμά. Όπως αναφέραμε παραπάνω είναι σημαντικό από πρακτικής άποψης στην διαχείριση κινδύνου οι συχνότητες να είναι στατιστικά ίσες με το επίπεδο σημαντικότητας που έχουμε θέσει και να μην υπερεκτιμάται ούτε να υποεκτιμάται το VaR.

Κινούμενοι στο διάστημα εμπιστοσύνη 95% για τον BDI (Παράρτημα Α, Πίνακας 1, Πλαίσιο Β) παρατηρούμε ότι πάλι η μέθοδος HS-250 περνάει μόνο τον πρώτο έλεγχο του Christoffersen όπως και οι περισσότερες παραμετρικές μέθοδοι (MA-100, MA-250, EWMA, GARCH-n). Οι μέθοδοι HS-250, GARCH-n και MA-250 παράγουν συχνότητες παραβιάσεων στατιστικά ίσες με το θεωρητικό επίπεδο 5%. Οι υπόλοιπες μέθοδοι αυτή τη φορά υπερεκτιμούν το VaR εκτός από την HS-100 η οποία το υποεκτιμά.

Στο γράφημα 5 παρουσιάζουμε την σύγκριση των πραγματικών αποδόσεων με τα αποτελέσματα VaR χρησιμοποιώντας την μέθοδο HS-250 για 95% και για 99% διάστημα εμπιστοσύνης για τον BDI. Περισσότερα διαγράμματα σύγκρισης αποδόσεων και αποτελεσμάτων VaR για τον BDI παρουσιάσουμε στο Παράρτημα Β.

Παρόμοια σε γενικές γραμμές είναι και η εικόνα για τον Baltic Panamax Index (BPI) (Παράρτημα Α, Πίνακας 2, Πλαίσιο Α) σε 99% διάστημα εμπιστοσύνης. Μόνο η μέθοδος HS-250 περνάει τον πρώτο έλεγχο της αδέσμευτης κάλυψης



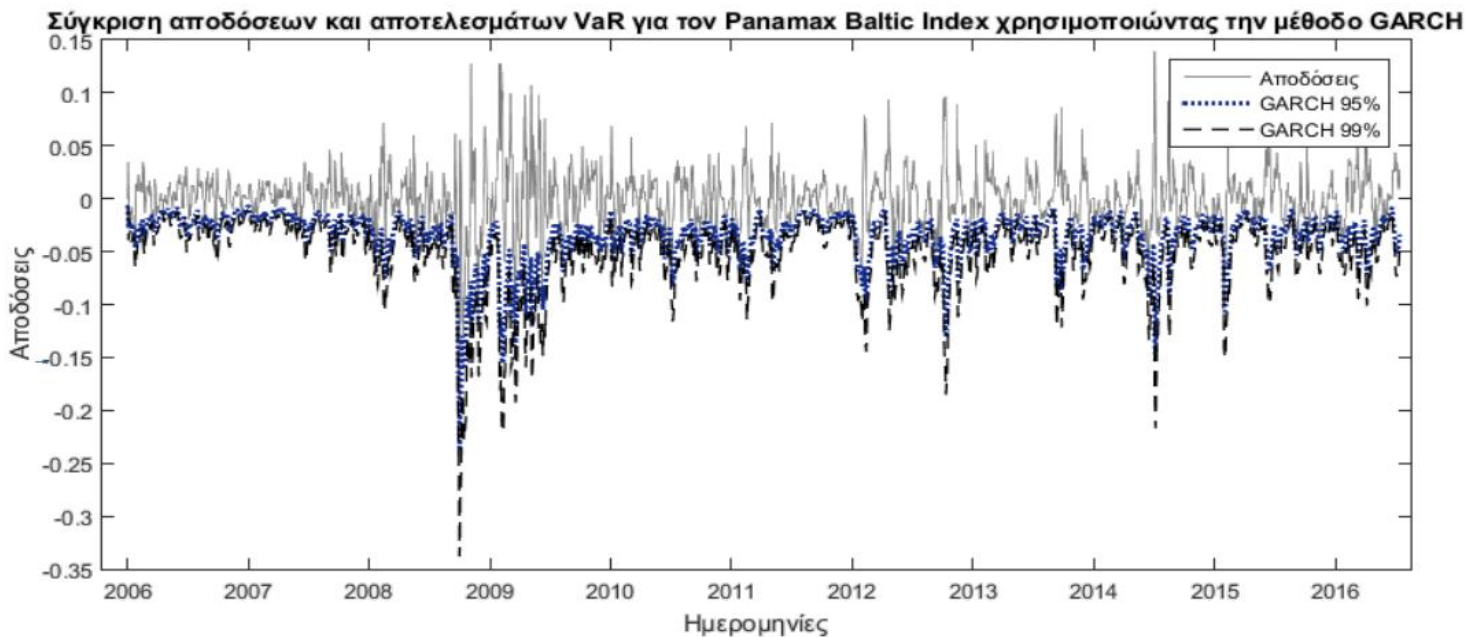


**Γράφημα 5:** Σύγκριση αποδόσεων και αποτελεσμάτων VaR για τον Baltic Dry Index χρησιμοποιώντας την Ιστορική Προσομοίωση για κινούμενο δείγμα 250 παρατηρήσεων σε διάστημα εμπιστοσύνης 95% και 99%. Η εξεταζόμενη περίοδος είναι από 1/1/2006 έως 15/7/2016

ενώ όλες οι υπόλοιπες αποτυγχάνουν. Η HS-250 επίσης παράγει την καλύτερη συχνότητα παραβιάσεων χωρίς όμως να είναι ιδιαίτερα ικανοποιητική καθώς το VaR υποεκτιμάται αρκετά. Στις άλλες μεθόδους παρατηρούμε μεγάλη υποεκτίμηση και υπερεκτίμηση του VaR. Στο διάστημα εμπιστοσύνης 95% (Παράρτημα Α, Πίνακας 2, Πλαίσιο Β) τα αποτελέσματα βελτιώνονται. Οι περισσότερες παραμετρικές μέθοδοι (MA-100, MA-250, EWMA, GARCH-n) καθώς και η Ιστορική Προσομοίωση τόσο για κινούμενο δείγμα 100 όσο και για κινούμενο δείγμα 250 παρατηρήσεων περνάνε τον πρώτο έλεγχο του Christoffersen. Μάλιστα οι μέθοδοι GARCH-n και EWMA παράγουν σχεδόν ιδανική συχνότητα παραβιάσεων με την MA-250 να ακολουθούν.

Στο γράφημα 6 παρουσιάζουμε την σύγκριση των πραγματικών αποδόσεων με τα αποτελέσματα VaR χρησιμοποιώντας την μέθοδο GARCH-n τόσο για 95% όσο και για 99% διάστημα εμπιστοσύνης για τον BPI. Περισσότερα διαγράμματα σύγκρισης αποδόσεων και αποτελεσμάτων VaR για τον BCI παρουσιάσουμε στο Παράρτημα Β

Τέλος στα αποτελέσματα του Baltic Capesize Index (BCI) για 99% διάστημα (Παράρτημα Α, Πίνακας 3, Πλαίσιο Α) μόνο οι μέθοδοι HS-250 και AR(1)-GARCH(1,1) με κανονική κατανομή περνάνε τον πρώτο έλεγχο του Christoffersen. Η συχνότητα παραβιάσεων που παρουσιάζουν δεν κρίνεται

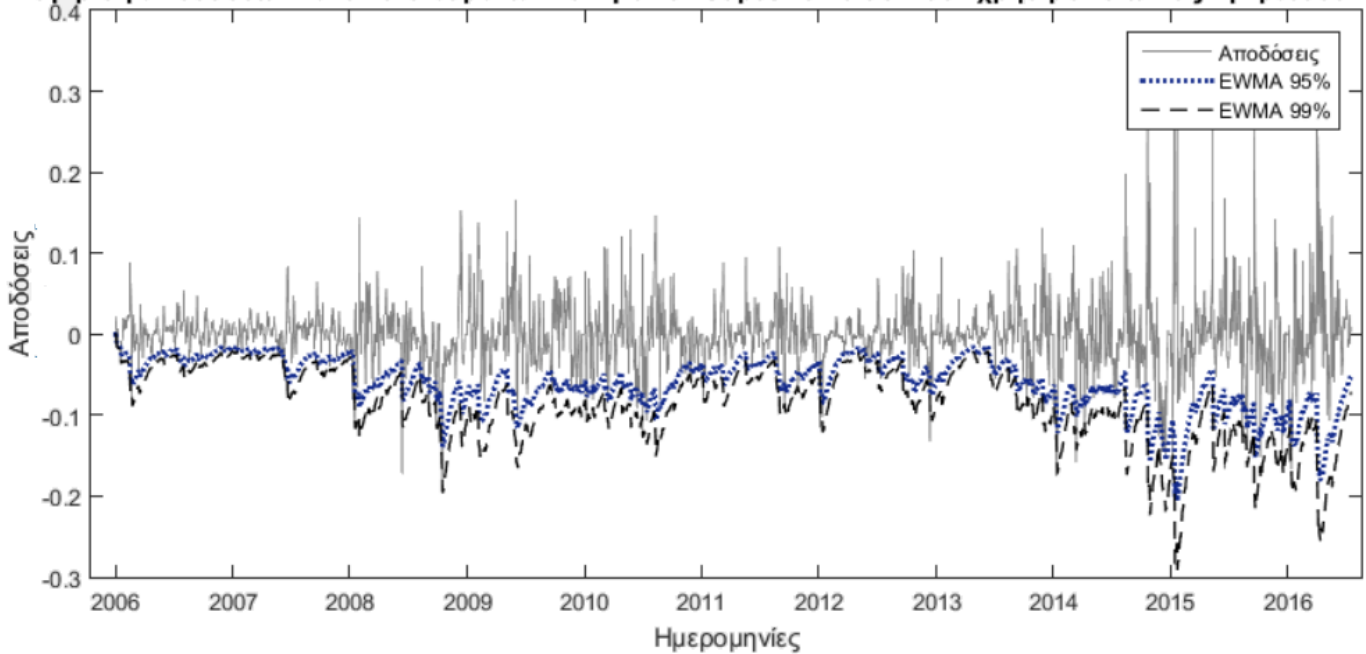


**Γράφημα 6:** Σύγκριση αποδόσεων και αποτελεσμάτων VaR για τον Baltic Panamax Index χρησιμοποιώντας την μέθοδο GARCH-η σε διάστημα εμπιστοσύνης 95% και 99% Η εξεταζόμενη περίοδος είναι από 1/1/2006 έως 15/7/2016

ιδιαίτερως ικανοποιητική καθώς υποεκτιμούν το VaR. Όσον αφορά τις υπόλοιπες μεθόδους όλες υποεκτιμούν το VaR εκτός των EGARCH-n και EGARCH-t οι οποίες το υπερεκτιμούν. Στο διάστημα εμπιστοσύνης 95% (Παράρτημα Α, Πίνακας 3, Πλαίσιο Β) η εικόνα που βλέπουμε είναι όμοια με τους άλλους δύο δείκτες. Οι περισσότερες παραμετρικές μέθοδοι (MA-100, MA-250, EWMA και GARCH κάτω από κανονική κατανομή) και η HS-250 περνάνε τον έλεγχο της αδέσμευτης κάλυψης. Οι μέθοδοι MA-100 και MA-250 παράγουν συχνότητα παραβιάσεων πολύ κοντά στη θεωρητική τιμή με τις μεθόδους HS-250 και GARCH-n να ακολουθούν

Στο γράφημα 7 παρουσιάζουμε την σύγκριση των πραγματικών αποδόσεων με τα αποτελέσματα VaR χρησιμοποιώντας την μέθοδο EWMA τόσο για 95% όσο και για 99% διάστημα εμπιστοσύνης για τον BCI. Περισσότερα διαγράμματα σύγκρισης αποδόσεων και αποτελεσμάτων VaR για τον BCI στο παράρτημα Β.

**Σύγκριση αποδόσεων και αποτελεσμάτων VaR για τον Capesize Baltic Index χρησιμοποιώντας την μέθοδο EWMA**



**Γράφημα 7:** Σύγκριση αποδόσεων και αποτελεσμάτων VaR για τον Baltic Capesize Index χρησιμοποιώντας την μέθοδο EWMA σε διάστημα εμπιστοσύνης 95% και 99%. Η εξεταζόμενη περίοδος είναι από 1/1/2006 έως 15/7/2016

Σχολιάζοντας τα αποτελέσματα της επιπρόσθετης ανάλυσης για την περίοδο της χρηματοοικονομικής κρίσης (1/1/2007-31/12/2010) παρατηρούμε διαφορές σχετικά με την ανάλυση του πλήρους δείγματος. Το παραπάνω είναι λογικό καθώς η περίοδος 2007-2010 είναι μια περίοδος έντονης μεταβλητότητας η οποία σημαδεύτηκε από μία διεθνή χρηματοοικονομική κρίση η οποία ήταν πολύ δύσκολο να προβλεφθεί. Αρχικά σχετικά με τα αποτελέσματα για τον BDI (Παράρτημα Α Πίνακας 4) παρατηρούμε ότι στο διάστημα εμπιστοσύνης 99% μόνο οι μέθοδοι GARCH-t και HS-100 περνάνε τον πρώτο έλεγχο ενώ στο διάστημα εμπιστοσύνης 95% έχουμε τρεις μεθόδους που περνάνε τον πρώτο έλεγχο (MA-100,EWMA,GARCH-n). Καμία από τις μεθόδους όμως δεν παρουσιάζει ιδιαίτερα ικανοποιητική συχνότητα παραβιάσεων. Τα αποτελέσματα του BPI δείκτη (Παράρτημα Α, Πίνακας 5) μας φανερώνουν και την μοναδική μέθοδο που πέρασε δύο ελέγχους του Christoffersen. Πρόκειται για την μέθοδο GARCH-t στο 99% διάστημα εμπιστοσύνης. Επίσης η HS-100 περνάει τον πρώτο έλεγχο στο 99% διάστημα εμπιστοσύνης όπως και η EWMA στο 95% διάστημα εμπιστοσύνης. Οι υπόλοιπες μέθοδοι αποτυγχάνουν σε όλους τους ελέγχους. Τέλος κινούμενοι στον BCI δείκτη (Παράρτημα Α, Πίνακας 6) παρατηρούμε ότι στο 95% διάστημα εμπιστοσύνη η HS-100 μαζί με όλες τις

παραμετρικές μεθόδους εκτός της EGARCH περνάνε τον πρώτο έλεγχο. Μάλιστα η GARCH με Student's t κατανομή παρουσιάζει και μια ικανοποιητική συχνότητα παραβιάσεων. Στο διάστημα εμπιστοσύνης 95% μόνο η HS-100 περνάει τον πρώτο έλεγχο. Συνοψίζοντας συγκρίνοντας τα αποτελέσματα με την ανάλυση για όλο το δείγμα αξίζει να τονίσουμε τα εξής. Την πλήρη αποτυχία της HS-250 στην ανάλυση της περιόδου 2007-2010 και την φτωχότερη επίδοση που παρουσίασαν οι περισσότερες μέθοδοι (εκτός των αποτελεσμάτων BCI για 95% διάστημα εμπιστοσύνης). Τέλος αξιοπρόσεκτο είναι το ότι στην επιπρόσθετη ανάλυση είχαμε και την μόνη μέθοδο η οποία πέρασε τους δύο ελέγχους του Christoffersen (η GARCH-t για BPI) κάτι το οποίο σημαίνει ότι αντιδρά καλύτερα στη διακύμανση παράγοντας ανεξάρτητες και μη συγκεντρωμένες παραβιάσεις.

Συνεχίζοντας στο δεύτερο στάδιο του ελέγχου της αξιοπιστίας των μοντέλων παρατηρούμε ότι τα αποτελέσματα (πίνακες 11, 12) είναι κοινά για την ανάλυση όλου του δείγματος και για την επιπρόσθετη ανάλυση για την περίοδο της κρίσης. Αξιοσημείωτη είναι η καθολική επικράτηση των απλούστερων παραμετρικών και μη παραμετρικών μοντέλων (HS-100, HS-250, MA-100, MA-250) στην αξιολόγηση με την συνάρτηση απώλειας καθιστώντας τα κάθε φορά ως μοντέλα αναφοράς στους ελέγχους MDM. Επίσης η απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης σε όλες τις περιπτώσεις (λόγω υψηλών τιμών) καταδεικνύουν τα μοντέλα αναφοράς σαν τα καταλληλότερα για τον υπολογισμό του VaR.

Συνοψίζοντας, συγκρίνοντας τα ευρήματά μας με την κατά τ'άλλα περιορισμένη σχετική βιβλιογραφία μπορούμε να πούμε ότι βρίσκουμε κάποια κοινά σημεία. Η καλή επίδοση της μεθόδου της Ιστορικής Προσομοίωσης, χρησιμοποιώντας κινούμενο δείγμα 250 παρατηρήσεων, σε όλους τους δείκτες για όλα τα διαστήματα εμπιστοσύνης έρχεται σε συνάρτηση με τα ευρήματα των [Angelidis & Skiadopoulos \(2008\)](#) οι οποίοι υποστηρίζουν ότι οι πιο απλές μη παραμετρικές μέθοδοι παράγουν ακριβή αποτελέσματα. Επίσης παρατηρήσαμε μια ικανοποιητική επίδοση των περισσότερων παραμετρικών μοντέλων ιδίως στο 95% διάστημα εμπιστοσύνης. Τα παραπάνω συμφωνούν με τους [Kavussanos & Dimitrakopoulos \(2011\)](#) οι οποίοι σε μια ανάλογη έρευνα τους στον τομέα των πετρελαιοφόρων καταλήγουν στο ότι τα απλούστερα παραμετρικά μοντέλα είναι καταλληλότερα για την ναυτιλιακή αγορά.

Επιπροσθέτως τα αποτελέσματα του δεύτερου σταδίου αξιολόγησης έρχονται να ενισχύσουν τα συμπεράσματα που κάναμε καθώς όπως είδαμε τα απλούστερα παραμετρικά και μη παραμετρικά μοντέλα υπερισχύουν καθολικά. Βέβαια πρέπει να είμαστε ιδιαίτερα προσεκτικοί όταν συγκρίνουμε αποτελέσματα από διαφορετικούς τομείς σε μια αγορά σαν την ναυτιλιακή η οποία είναι έντονα τμηματοποιημένη (βλ. Κεφάλαιο 2). Επίσης πολλές φορές η χρονική περίοδος διαφέρει και ορισμένες παλαιότερες έρευνες δεν περιλαμβάνουν ούτε την χρηματοοικονομική κρίση του 2008-2009 ούτε την πρόσφατη κρίση στις τιμές των ναύλων. Τέλος η σύγκριση των αποτελεσμάτων με την σχετική βιβλιογραφία που αφορά άλλες αγορές (πχ μετοχές) δεν είναι ιδιαίτερα ασφαλής καθώς πέρα από τη χρήση διαφορετικών μεθόδου υπολογισμού και ελέγχου που χρησιμοποιούνται η αγορά των ναύλων παρουσιάζει συγκεκριμένες ιδιαιτερότητες και χαρακτηριστικά που την κάνουν να διαφέρει (βλ. Κεφάλαιο 2).

### *5.2 Αποτελέσματα Αξίας σε Κίνδυνο για τις αποδόσεις των TD3 CME Futures και σχολιασμός*

Το συνολικό μας δείγμα εκτείνεται από τις 10/5/2010 έως τις 30/9/2013 (857 παρατηρήσεις). Το δείγμα είναι μικρό λόγω των προβλημάτων που περιγράψαμε στην ενότητα 2.5 και επομένως θα χρησιμοποιήσουμε την ανάλυση σαν βοηθητική. Χρησιμοποιούμε για τις εκτιμήσεις των μοντέλων μας ως εντός δείγματος παρατηρήσεις την περίοδο 10/5/2010 έως 31/5/2011 (268 παρατηρήσεις) και την περίοδο 1/6/2011 έως 30/9/2013 ως εκτός δείγματος παρατηρήσεις (589 παρατηρήσεις). Επιλέγουμε και πάλι ένα αναλογικά ευρύ δείγμα εκτός δείγματος παρατηρήσεων προκειμένου να βελτιώσουμε την προβλεπτική ικανότητα των μοντέλων μας.

Παράγουμε προβλέψεις VaR μίας ημέρας για διαστήματα εμπιστοσύνης 95% και 99%. Χρησιμοποιούμε πληθώρα μοντέλων για τις εκτιμήσεις μας. Από μη παραμετρικές μεθόδους χρησιμοποιούμε την ιστορική προσομοίωση σε δύο διαφορετικά μεγέθη δείγματος. Παράγουμε προβλέψεις χρησιμοποιώντας ένα κυλιόμενο δείγμα 100 (HS-100) και 250 (HS-250) παρατηρήσεων. Από τα παραμετρικά μοντέλα αρχικά χρησιμοποιούμε τον Κινούμενο μέσο όρο με ένα κυλιόμενο δείγμα 100 (MA-100) και 250(MA-250) παρατηρήσεων. Επίσης

υπολογίζουμε το VaR με την μέθοδο του εκθετικά σταθμισμένου μέσου όρου (EWMA) για  $\lambda=0,94$ . Τέλος χρησιμοποιούμε τα μοντέλα δεσμευμένης διακύμανσης GARCH και EGARCH για να προβλέψουμε την μεταβλητότητα και έπειτα να υπολογίσουμε το VaR. Εκτιμούμε τα GARCH και EGARCH ξεχωριστά για τις συναρτήσεις πυκνότητας πιθανότητας της κανονικής (GARCH-n, EGARCH-n) και Student's t κατανομής (GARCH-t, EGARCH-t). Χρησιμοποιούμε τον συνδυασμό  $(p,q)$  (1,1) τόσο για το GARCH όσο και για το EGARCH και σαν εξίσωση μέσου (mean equation) την AR(1). Σημειώνουμε ότι στα 1<sup>α</sup> κοντινότερα στη λήξη συμβόλαια από τα μοντέλα δεσμευμένης διακύμανσης μόνο αυτά της Students t κατανομής ταιριάζουν στα δεδομένα μας και αυτά χρησιμοποιούμε (GARCH-t, EGARCH-t). Τα GARCH και EGARCH τα εκτιμούμε ξεχωριστά για κάθε ημέρα των εκτός δείγματος παρατηρήσεων.

Για τον έλεγχο της προβλεπτικής ικανότητας των μοντέλων χρησιμοποιούμε τους τρεις ελέγχους του Christoffersen (2003) αφού πρώτα καθορίσουμε τον αριθμό των παραβιάσεων. Πρόκειται για τους ελέγχους αδέσμευτης κάλυψης ( $Lr_{uc}$ ), ανεξαρτησίας ( $Lr_{in}$ ) και δεσμευμένης κάλυψης ( $Lr_{cc}$ ). Αφού υπολογίσουμε τις τιμές των tests πιθανοφανείας για κάθε έλεγχο ύστερα υπολογίζουμε το p-value λαμβάνοντας υπόψιν ότι τα tests πιθανοφανείας ακολουθούν την  $\chi^2$  κατανομή με ένα βαθμό ελευθερίας. Ανάλογα με την τιμή του p-value, απορρίπτουμε ή δεν απορρίπτουμε κάθε φορά την μηδενική υπόθεση για κάθε έλεγχο όπως τις ορίσαμε στο κεφάλαιο 4. Επίσης πραγματοποιούμε και το δεύτερο στάδιο της αξιολόγησης χρησιμοποιώντας την συνάρτηση απώλειας που περιγράψαμε στην ενότητα 4.2 και ακολουθώντας την μεθοδολογία που περιγράψαμε στην ενότητα 5.1

Στο παράρτημα A (πίνακες 7-10) παραθέτουμε τα πλήρη αποτελέσματα για τα τέσσερα κοντινότερα στη λήξη συμβόλαια και στον πίνακα 13 παρουσιάζουμε τα αποτελέσματα των MDM ελέγχων. Τα αποτελέσματα είναι σχετικά όμοια για τις τέσσερις κατηγορίες λήξης των συμβολαίων. Στο διάστημα εμπιστοσύνης 99% τα παραμετρικά μοντέλα τύπου GARCH περνάνε στο σύνολο τους και τους τρεις ελέγχους του Christoffersen εκτός από τα EGARCH-t στο 4<sup>ο</sup> κοντινότερο στη λήξη συμβόλαιο (Παράρτημα A Πίνακας 10 Πλαίσιο A) και στο 1<sup>ο</sup> κοντινότερο στη λήξη συμβόλαιο (Παράρτημα A Πίνακας 7 Πλαίσιο A). Επιπροσθέτως το μοντέλο GARCH-n παρουσιάζει ιδανική συχνότητα

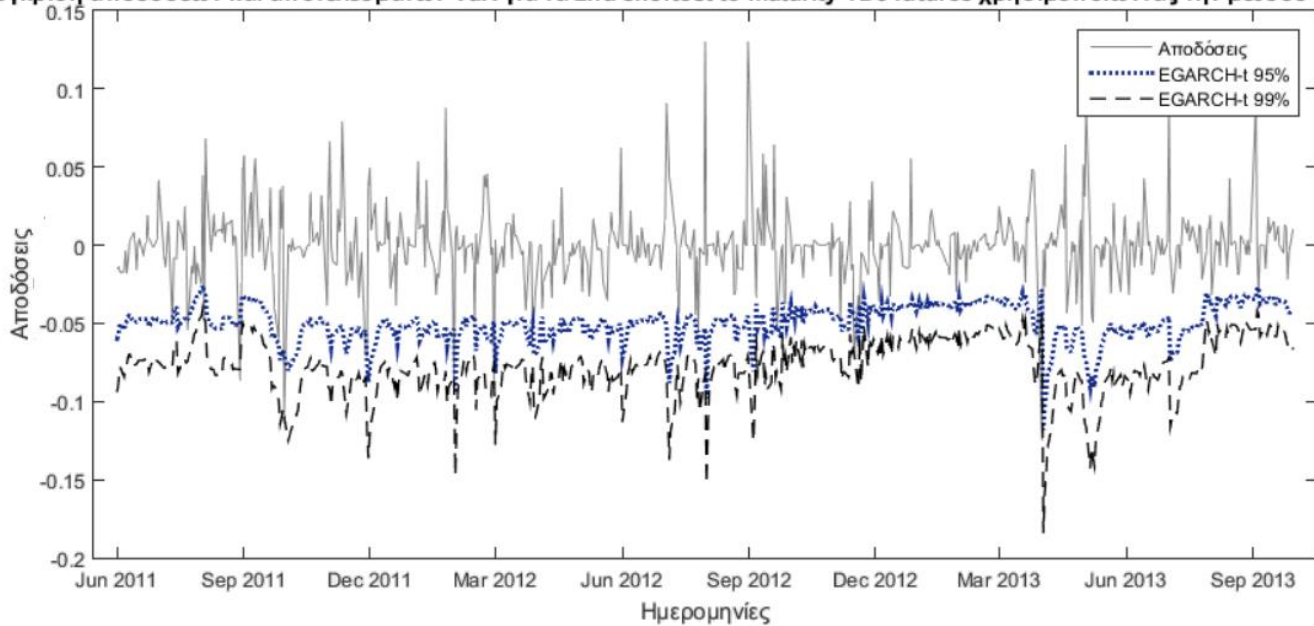
παραβιάσεων στα 2<sup>α</sup>, 3<sup>α</sup> και 4<sup>α</sup> κοντινότερα στη λήξη συμβόλαια (Παράρτημα Α Πίνακες 8-10 Πλαίσιο Α). Επίσης η μέθοδος της Ιστορικής Προσομοίωσης παρουσιάζει μια σταθερά καλή επίδοση καθώς περνάει τουλάχιστον δύο από τους ελέγχους του Christoffersen και σε μερικές περιπτώσεις και τους τρεις ελέγχους (1<sup>ο</sup> κοντινότερο στη λήξη συμβόλαιο Παράρτημα Α Πίνακας 7 Πλαίσιο Α). Όμως η Ιστορική Προσομοίωση υπερεκτιμά το VaR στο 99% διάστημα εκτός από το 1<sup>ο</sup> κοντινότερο στη λήξη συμβόλαιο όπου παρουσιάζει σχεδόν ιδανική συχνότητα παραβιάσεων. Τα υπόλοιπα παραμετρικά μοντέλα παρουσιάζουν φτωχότερες επιδόσεις εκτός από τον Κινούμενο μέσο όρο με παράθυρο 250 παρατηρήσεων στο 1<sup>ο</sup> κοντινότερο στη λήξη συμβόλαιο (Παράρτημα Α Πίνακας 7 Πλαίσιο Α).

Κινούμενοι στο διάστημα εμπιστοσύνης 95% μόνο η Ιστορική Προσομοίωση παρουσιάζει μια σταθερά καλή επίδοση καθώς περνάει τουλάχιστον έναν από τους τρεις ελέγχους. Στο 3<sup>ο</sup> κοντινότερο στη λήξη συμβόλαιο μάλιστα περνάει και τους τρεις ελέγχους τόσο για το παράθυρο εκτίμησης 100 όσο και 250 παρατηρήσεων (Παράρτημα Α Πίνακας 9 Πλαίσιο Β) επιδεικνύοντας και ικανοποιητική συχνότητα παραβιάσεων VaR. Τα παραμετρικά μοντέλα στο 95% διάστημα εμπιστοσύνης παρουσιάζουν μάλλον φτωχές επιδόσεις. Ιδιαίτερα από τα μοντέλα τύπου GARCH κανένα δεν περνάει τους ελέγχους παρουσιάζοντας τελείως διαφορετική εικόνα σε σχέση με το 99% διάστημα εμπιστοσύνης. Μάλιστα σε όλες τις περιπτώσεις υπερεκτιμούν αρκετά το VaR. Τα απλούστερα παραμετρικά μοντέλα (MA-100, MA-250, EWMA) παρουσιάζουν καλύτερη εικόνα χωρίς όμως να είναι ιδιαίτερη ικανοποιητική. Μόνο στο 2<sup>ο</sup> και 3<sup>ο</sup> κοντινότερο στη λήξη συμβόλαιο οι μέθοδοι MA και EWMA περνάνε τον πρώτο έλεγχο ενώ αντίστοιχα υπερεκτιμούν και υποεκτιμούν ελαφρώς το VaR.

Στο γράφημα 8 παρουσιάζουμε την σύγκριση των πραγματικών αποδόσεων με τα αποτελέσματα VaR χρησιμοποιώντας την μέθοδο EGARCH-t τόσο για 95% όσο και για 99% διάστημα εμπιστοσύνης για το 2<sup>ο</sup> κοντινότερο στη λήξη συμβόλαιο TD3 future. Περισσότερα διαγράμματα σύγκρισης αποδόσεων και αποτελεσμάτων VaR για τα TD3 futures παρουσιάζονται στο παράρτημα Β.



Σύγκριση αποδόσεων και αποτελεσμάτων VaR για τα 2nd shortest to maturity TD3 futures χρησιμοποιώντας την μέθοδο EGARCH-t



**Γράφημα 8:** Σύγκριση αποδόσεων και αποτελεσμάτων VaR για το TD3 2nd shortest to maturity contract χρησιμοποιώντας την μέθοδο EGARCH-t σε διάστημα εμπιστοσύνης 95% και 99%. Η εξεταζόμενη περίοδος είναι από 1/6/2011 έως 30/9/2013

Τέλος τα αποτελέσματα του δεύτερου σταδίου της αξιολόγησης (πίνακας 13, παράρτημα Α) χρησιμοποιώντας την συνάρτηση απώλειας με βάση το Expected Shortfall μας δείχνει μια επικράτηση των απλούστερων παραμετρικών και μη παραμετρικών μοντέλων σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις. Μόνο στο 4<sup>ο</sup> κοντινότερο στη λήξη συμβόλαιο στο 99% διάστημα εμπιστοσύνης επικρατεί το μοντέλο EGARCH-t σαν μοντέλο αναφοράς. Όμως αξίζει να σημειώσουμε ότι στη σύγκριση με το απλούστερο μη παραμετρικό μοντέλο HS-250 η αποδοχή της μηδενικής υπόθεσης μας δείχνει ότι τα δύο μοντέλα παράγουν στατιστικά ίσες προβλέψεις καθιστώντας τα ισοδύναμα.

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα για τα futures σε σχέση με τις spot τιμές παρατηρούμε κοινά σημεία και διαφορές. Η καλή επίδοση του απλούστερου μη παραμετρικού μοντέλου, της ιστορικής προσομοίωσης είναι κοινή τόσο για τα futures όσο και για τις spot τιμές σε όλες σχεδόν τις χρονοσειρές και στα δύο διαστήματα εμπιστοσύνης. Από την άλλη η πολύ καλή επίδοση του συνόλου των μοντέλων τύπου GARCH στο 99% διάστημα εμπιστοσύνης δεν συναντάται στις spot τιμές όπου σε μεμονωμένες περιπτώσεις μοντέλο τύπου GARCH περνάει τον πρώτο τουλάχιστον έλεγχο. Επίσης το δεύτερο στάδιο της αξιολόγησης καταδεικνύει και πάλι την ανωτερότητα των απλούστερων



μοντέλων ακόμα και στην περίπτωση που δεν ορίστηκε κάποιο από αυτά ως μοντέλο αναφοράς (4<sup>ο</sup> κοντινότερο στη λήξη συμβόλαιο, 99% διάστημα εμπιστοσύνης). Τα προβλήματα όμως που συναντήσαμε στην συλλογή των δεδομένων περιορίζουν την ασφάλεια των συμπερασμάτων μας. Το δείγμα είναι μικρό για μελέτη τύπου VaR και δεν περιλαμβάνεται η περίοδος της διεθνούς χρηματοοικονομικής κρίσης όπως και η περίοδος της πρόσφατης ναυτιλιακής κρίσης.. Επίσης το πακέτο futures που αναλύσαμε, αν και είναι το μεγαλύτερο σε ρευστότητα, αφορά μόνο τον τομέα των Dirty Tankers και τη μεμονωμένη διαδρομή TD3 η οποία λειτουργεί σαν υποκείμενος τίτλος. Τέλος συγκρίνοντας τα ευρήματα μας με τη σχετική με τα futures βιβλιογραφία, το γεγονός ότι τα απλούστερα μη παραμετρικά μοντέλα αποδίδουν έρχεται σε συνάρτηση με την μελέτη που έγινε από τον [Sadorsky \(2006\)](#) ο οποίος υπολόγισε το VaR για πετρελαικά futures. Βέβαια το ότι μιλάμε για διαφορετικές αγορές μας κάνει επιφυλακτικούς ως προς το συμπέρασμα. Πιο ασφαλή συμπεράσματα μπορούν να βγουν στο μέλλον αν γίνουν επιπρόσθετες έρευνες για τον υπολογισμό του VaR των ναυτιλιακών futures.

## **6.Επίλογος**

Οι έντονες διακυμάνσεις στις τιμές των ναύλων αποτελούν μία από τις σημαντικότερες πηγές κινδύνου για τους μετέχοντες στην ναυτιλιακή αγορά. Επομένως είναι ιδιαίτερα σημαντική η μέτρηση αυτού του κινδύνου. Στην παρούσα διπλωματική επιχειρούμε να μετρήσουμε τον κίνδυνο αγοράς μέσω της μεθόδου της Αξίας σε Κίνδυνο (Value at Risk –VaR). Μετράμε το VaR για τους τρεις κυριότερους δείκτες του Χρηματιστηρίου Ναύλων του Λονδίνου (BDI, BCI, BPI) και για πρώτη φορά για ένα πακέτο ναυτιλιακών futures που δημιουργήθηκε από το CME Group χρησιμοποιώντας ως υποκείμενο τίτλο την διαδρομή TD3 (Dirty Tanker) από το Χρηματιστήριο Ναύλων του Λονδίνου. Για τον υπολογισμό του VaR και την πρόβλεψη της μεταβλητότητας χρησιμοποιούμε τις βασικότερες παραμετρικές (MA, EWMA, GARCH και EGARCH) και μη παραμετρικές (Historical Simulation) μεθόδους. Ο έλεγχος της αξιοπιστίας γίνεται σε δύο στάδια. Αρχικά με τους τρεις ελέγχους

πιθανοφάνειας που προτείνει ο Christoffersen και στην συνέχεια χρησιμοποιώντας μία συνάρτηση απώλειας η οποία βασίζεται στην Αναμενόμενη Απώλεια (Expected Shortfall)

Τα ευρήματα μας υποδεικνύουν ότι καμία μεμονωμένη μέθοδος δεν παρουσιάζει πολύ καλή επίδοση δηλαδή να πέρασε και τους τρεις ελέγχους και η συχνότητα των παραβιάσεων να έμεινε σε ικανοποιητικό επίπεδο σε σταθερή βάση. Μόνο η απλούστερη μη παραμετρική μέθοδος της Ιστορικής Προσομοίωσης παρουσιάζει αποδεκτά αποτελέσματα καθώς τόσο στις spot τιμές όσο και στα futures περνάει τουλάχιστον τον πρώτο έλεγχο επιδεικνύοντας και ικανοποιητική συχνότητα παραβιάσεων. Από τα παραμετρικά μοντέλα τα μοντέλα τύπου GARCH στις spot τιμές δίνουν αποδεκτά αποτελέσματα σε λίγες περιπτώσεις ενώ στα futures σε 99% διάστημα εμπιστοσύνης παρουσιάζουν μια σταθερά πολύ καλή επίδοση. Επίσης το δεύτερο στάδιο αξιολόγησης χρησιμοποιώντας την συνάρτηση απώλειας του Expected Shortfall καταδεικνύει την ανωτερότητα των απλούστερων παραμετρικών και μη παραμετρικών μεθόδων Τα αποτελέσματα της διπλωματικής είναι χρήσιμα σε όποιον επιθυμεί να προχωρήσει πρόβλεψη της μεταβλητότητας των τιμών των ναύλων.

Περαιτέρω έρευνα μπορεί να γίνει στο μέλλον αποκλειστικά για ναυτιλιακά futures του CME Group όταν θα υπάρχει μεγαλύτερη διαθεσιμότητα δεδομένων που θα καλύπτουν μεγαλύτερη χρονική περίοδο και περισσότερους τομείς της ναυτιλιακής αγοράς (υγρού και ξηρού φορτίου). Επιπροσθέτως παρόμοια ανάλυση μπορεί να επεκταθεί και σε άλλα είδη ναυτιλιακών παραγώγων όπως τα ναυτιλιακά options όπου ο ερευνητής θα έχει να αντιμετωπίσει την πρόκληση της μη γραμμικότητας της συνάρτησης αποπληρωμής (payoff function) των options.

## **Βιβλιογραφία**

- Abouarghoub, W. and Biefang-Frisancho Mariscal, I. (2011) ' Measuring level of risk exposure in tanker shipping freight markets', *International Journal of Business and Social Research*, Vol. 1 No. 2, pp. 20-44.
- 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*, Vol. 2 No. 1, pp. 132-147.
- Abouarghoub, W., Biefang-Frisancho Mariscal, I. and Howells, P.. (2014). A two-state Markov switching distinctive conditional variance application for tanker freight returns. *International Journal of Financial Engineering and Risk Management*, 1,239-263.
- Alizadeh, A., H. (2013). Trading volume and volatility in the shipping forward freight market. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 49, 250-265.
- Alizadeh, A., H. , Huang, C.-H., & Dellen, S. (2014) A regime switching approach for hedging tanker shipping rates. *Energy Economics*, 49 (10), 44-59.
- Alizadeh, A. & Nomikos, N.K. (2002). Risk Management in the Shipping Industry: Theory and Practice. In *The Handbook of Maritime Economics and Business*, edited by Costas Grammenos, LLP.
- Alizadeh, A. & Nomikos, N. (2009) *Shipping derivatives and risk management*, Palgrave: Macmillan, New York,

Alizadeh, A. Nomikos, N., & Dellen, S. (2009) 'An investigation into the correct specification for volatility in the shipping freight rate markets' in *IAME 2009: Proceedings of the 19<sup>th</sup> International Association of Maritime Economists (IAME) Conference*, Copenhagen, Denmark, 7-29.

Alizadeh, A. & Nomikos, N. (2011) 'Dynamics of the term structure and volatility of shipping freight rates', *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 45, No. 1, pp. 105-28.

Angelidis, T., & Benos, A. (2008). Value-at-Risk for Greek Stocks. *Multinational Finance Journal*, 12 (1/2) 67–104.

Angelidis, T. and Skiadopolous, G. S. (2008) 'Measuring the market risk of freight rates: a value-at-risk approach', *International Journal of Theoretical and Applied Finance*, Vol.11, No. 5, pp. 447– 69.

Artzner, P., Delbaen, F., Eber, J.M. and Heath, D. (1999). Coherent Measures of Risk, *Mathematical Finance*, 9, 203–228.

Basle Committee on Banking Supervision. (1995a). An Internal Model-Based Approach to Market Risk Capital Requirements. In Basle Committee on Banking Supervision, Basle, Switzerland.

Basle Committee on Banking Supervision. (1995b). Planned Supplement to the Capital Accord to incorporate Market Risks. In Basle Committee on Banking Supervision, Basle, Switzerland.

The Baltic Exchange (2015a). Manual for Panellists: A Guide to Freight Reporting and Index Production.

The Baltic Exchange (2015b). Manual for Forward Panellists: Baltic Forward Assessments. Beder, T. (1995). VaR: Seductive but Dangerous, *Financial Analysts Journal*, 51, 12-24.

- Bollerslev, T. (1986). Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity, *Journal of Econometrics*, 31, 307-27
- Bollerslev, T. (1987). A Conditional Heteroskedastic Time Series Model for Speculative Prices and Rates of Return. *Review of Economics and Statistics*, 69, 542-547.
- Cabedo, D.J, and Moya, I. (2003). Estimating Oil Price 'Value at Risk' using the Historical Simulation Approach, *Energy Economics*, 25, 239-253.
- Christoffersen P. F. (1998). Evaluating Interval Forecasts, *International Economic Review*, 39, 841-862.
- Christoffersen, P. (2003). *Elements of Financial Risk Management*, Academic Press.
- Christoffersen, P., Pelletier, D. (2004). Backtesting Value-at-Risk: A Duration-Based Approach. *Journal of Financial Econometrics*, 2, 84-108.
- Daskalaki C., Kostakis A. & Skiadopoulos G. (2013), Are There Common Factors in Individual Commodity Future Returns, *Journal of Banking and Finance*
- Ding, Z., Granger, C.W.J. and Engle, R.F. (1993). A Long Memory Property of Stock Market Returns and a New Model. *Journal of Empirical Finance*, 1, 83-106.
- Energy RISK (2007). Full Steam Ahead for FFAs, *Energy Risk*, July, 68-71.
- Engle, R.F. (1982). Autoregressive Conditional Heteroskedasticity with Estimates of the Variance of U.K. Inflation, *Econometrica*, 50, 987–1008.
- Giot, P., Laurent, S., (2003a). Market Risk in Commodity Markets: A VaR Approach, *Energy Economics*, 25, 435 – 45

- Giot, P. and Laurent, S.(2003b). Value-at-Risk for Long and Short Trading Positions, *Journal of Applied Econometrics*, 18, 641-664.
- Gorton, G.B., Hayashi, F., Rouwenhorst, K.G., 2012. The fundamentals of commodity futures returns. *Review of Finance* 17, 35-105.
- Goulas, L., & Skiadopoulos, G. (2012). Are Freight Futures Markets Efficient? Evidence from IMAREX. *International Journal of Forecasting*, 28, 644-659.
- Hardouvelis, G.A. & Kim, D. (1996). Price Volatility and Futures Margins, *Journal of Futures Markets*, 16, 81-111.
- Harvey D., Leybourne S., & Newbold P.(1997). Testing the equality of prediction mean squared errors,. *International Journal of Forecasting* 13 281-291
- Jonnala, S., Fuller, S. & Bessler D. (2002). A GARCH Approach to Modelling Ocean Grain Freight Rates, *International Journal of Maritime Economics*, Vol.4 pp. 103-125
- JP Morgan (1996). Riskmetrics Technical Document 4th Edition
- Kavussanos, M., & Dimitrakopoulos, D. (2011). Market Risk Model Selection and Medium Term Risk with Limited Data: Application to Ocean Tanker Freight Markets. *International Review of Financial Analysis*, 20, 258-268.
- Kavussanos, M.G. and Nomikos, N.K. (1999). The Forward Pricing Function of the Freight Futures Market, *Journal of Futures Markets* 19, 353-376.
- Kavussanos, M.G. and Nomikos, N.K. (2000). Hedging in the Freight Futures Market, *Journal of Derivatives*, 8, 41-58.
- Kavussanos, M.G. and Nomikos, N.K. (2003). Price Discovery, Causality and Forecasting in the Freight Futures Market, *Review of Derivatives Research*, 6, 203-230.

Kavussanos, M.G. and Visvikis, I.D. (2004). Market Interactions in Returns and Volatilities between Spot and Forward Shipping Freight Markets, *Journal of Banking and Finance*, 28,2015-2049.

Kavussanos, M.G. and Visvikis, I.D. (2006). Shipping Freight Derivatives: A Survey of Recent Evidence, *Maritime Policy Management*, 33, 233-255.

Kavussanos, M.G. and Visvikis, I.D. (2006). Economic spillovers between related derivatives markets: The case of commodity and freight markets, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Volume 68, pp. 79-102

Kavussanos, M.G. and Dimitrakopoulos, D.N. (2007). Measuring Freight Risk in the Tanker Shipping Sector, Working Paper, Athens University of Economics and Business.

Kuester, K., Mitnik, S., and Paoletta, M.S. (2006). Value-at-Risk Prediction: A Comparison of Alternative Strategies, *Journal of Financial Econometrics*, 4, 53-89.

Kupiec, P.H. (1995). Techniques for Verifying the Accuracy of Risk Measurement Models, *Journal of Derivatives*, 3, 73-84.

Kupiec, P.H. (1998). Margin Requirements, Volatility, and Market Integrity: What Have We Learned since the Crash?, *Journal of Financial Services Research*, 13, 231-255.

Lambadiaris, G., Papadopoulou, L., Skiadopoulos, G., and Zoulis, I. (2003). VAR:History or Simulation?, *Risk*, 16, 122-127.

Marshall C., & Siegel M. (1997). Value at Risk: Implementing a Risk Management Standard, *Journal of Derivatives* 4, 91-110

- Nelson, D. (1991). Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns: A New Approach, *Econometrica*, 59, 347-370.
- Nomikos N., Kyriakou, I., Papapostolou, N., & Pouliasis P. (2013). Freight Options: Price Modelling and Empirical Analysis. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 51, 82-94.
- Sarma, M., Thomas, S. and Shah, A. (2003). Selection of VaR Models, *Journal of Forecasting*, 22, 337–358.
- Sadorsky, P. (2006). Modeling and Forecasting Petroleum Futures Volatility, *Energy Economics*, 28, 467-488.
- Stopford, M. (2009). *Maritime Economics*, Third Edition, Routledge, London.
- Tsay R. S. (2010). *Analysis of Financial Time Series* 3rd Edition, Wiley



## Παράρτημα Α

### Πίνακες αποτελεσμάτων Αξίας σε Κίνδυνο

**Πίνακας 1:** Αποτελέσματα VaR για τον **Baltic Dry Index (BDI)**. Το VaR υπολογίζεται χρησιμοποιώντας τις μεθόδους του Κινούμενου Μέσου Όρου (Moving Average-MA) χρησιμοποιώντας κινούμενο δείγμα 100 και 250 πιο πρόσφατων παρατηρήσεων, του Εκθετικά Σταθμισμένου Κινούμενου Μέσου Όρου (EWMA), GARCH(1,1) με κανονική και Student-t κατανομή, EGARCH(1,1) με κανονική και Student-t κατανομή και την Ιστορική Προσομοίωση (HS) για τις 100 και 250 πιο πρόσφατες παρατηρήσεις. Τα GARCH EGARCH τα εκτιμούμε κάθε μέρα ξεχωριστά. Στον πίνακα αναφέρονται η μέση τιμή του VaR, ο αριθμός των παραβιάσεων δηλαδή οι φορές που οι απώλειες υπερβαίνουν το VaR και μέσα στις παρενθέσεις η συχνότητα των παραβιάσεων στο μέγεθος του δείγματος. Επίσης αναφέρονται τα **p-values** των ελέγχων του Christoffersen. Η μηδενική υπόθεση για το  $LR_{uc}$  είναι ότι ο αριθμός των παραβιάσεων VaR είναι σωστός. Η μηδενική υπόθεση για το  $LR_{ind}$  είναι ότι οι παραβιάσεις VaR είναι ανεξάρτητες. Η μηδενική υπόθεση για το  $LR_{cc}$  είναι ότι ο αριθμός των παραβιάσεων VaR είναι σωστός και ότι οι παραβιάσεις VaR είναι ανεξάρτητες. Οι έλεγχοι ακολουθούν  $\chi^2$  κατανομή με ένα βαθμό ελευθερίας. Με έντονα γράμματα δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση σε επίπεδο σημαντικότητας 10%. Οι εκτός δείγματος προβλέψεις VaR είναι για την περίοδο 1/1/2006 – 15/7/2016.

	Μέσο VaR	Παραβιάσεις	Lruc	Lrind	LRcc
<b>Πλαίσιο A: Αποτελέσματα VaR για διάστημα εμπιστοσύνης 99%</b>					
MA-100	-4,91%	49 (1,78%)	0,00%	0,00%	0,00%
MA-250	-4,98%	48 (1,74%)	0,00%	0,00%	0,00%
EWMA	-4,78%	36 (1,3%)	<b>11,99%</b>	0,00%	0,00%
GARCH-n	-4,34%	50 (1,81%)	0,00%	0,00%	0,00%
GARCH-t	-5,31%	28 (1,01%)	<b>92,39%</b>	3,22%	3,20%
EGARCH-n	-9,66%	7 (0,25%)	0,00%	0,00%	0,00%
EGARCH-t	-9,49%	3 (0,11%)	0,00%	0,00%	0,00%
HS-100	-4,99%	40 (1,45%)	2,49%	0,00%	0,00%
HS-250	-5,51%	33 (1,2%)	<b>30,68%</b>	0,00%	0,00%
<b>Πλαίσιο B: Αποτελέσματα VaR για διάστημα εμπιστοσύνης 95%</b>					
MA-100	-3,47%	123 (4,47%)	<b>19,68%</b>	0,00%	0,00%
MA-250	-3,52%	134 (4,87%)	<b>75,85%</b>	0,00%	0,00%
EWMA	-3,38%	122 (4,43%)	<b>16,71%</b>	0,00%	0,00%
GARCH-n	-3,07%	142 (5,16%)	<b>69,53%</b>	0,00%	0,00%
GARCH-t	-3,41%	108 (3,92%)	0,74%	0,00%	0,00%
EGARCH-n	-6,83%	28 (1,01%)	0,00%	0,00%	0,00%
EGARCH-t	-6,09%	19 (0,6%)	0,00%	0,00%	0,00%
HS-100	-3,30%	163 (5,92%)	3,00%	0,00%	0,00%
HS-250	-3,40%	140 (5,09%)	<b>82,73%</b>	0,00%	0,00%

**Πίνακας 2:** Αποτελέσματα VaR για τον **Baltic Panamax Index (BPI)**. Το VaR υπολογίζεται χρησιμοποιώντας τις μεθόδους του Κινούμενου Μέσου Όρου (Moving Average-MA) χρησιμοποιώντας κινούμενο δείγμα 100 και 250 πιο πρόσφατων παρατηρήσεων, του Εκθετικά Σταθμισμένου Κινούμενου Μέσου Όρου (EWMA), GARCH(1,1) με κανονική και Student-t κατανομή, EGARCH(1,1) με κανονική και Student-t κατανομή και την Ιστορική Προσομοίωση (HS) για τις 100 και 250 πιο πρόσφατες παρατηρήσεις. Τα GARCH EGARCH τα εκτιμούμε κάθε μέρα ξεχωριστά. Στον πίνακα αναφέρονται η μέση τιμή του VaR, ο αριθμός των παραβιάσεων δηλαδή οι φορές που οι απώλειες υπερβαίνουν το VaR και μέσα στις παρενθέσεις η συχνότητα των παραβιάσεων στο μέγεθος του δείγματος. Επίσης αναφέρονται τα **p-values** των ελέγχων του Christoffersen. Η μηδενική υπόθεση για το  $LR_{uc}$  είναι ότι ο αριθμός των παραβιάσεων VaR είναι σωστός. Η μηδενική υπόθεση για το  $LR_{ind}$  είναι ότι οι παραβιάσεις VaR είναι ανεξάρτητες. Η μηδενική υπόθεση για το  $LR_{cc}$  είναι ότι ο αριθμός των παραβιάσεων VaR είναι σωστός και ότι οι παραβιάσεις VaR είναι ανεξάρτητες. Οι έλεγχοι ακολουθούν  $\chi^2$  κατανομή με ένα βαθμό ελευθερίας. Με έντονα γράμματα δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση σε επίπεδο σημαντικότητας 10%. Οι εκτός δείγματος προβλέψεις VaR είναι για την περίοδο 1/1/2006 – 15/7/2016.

	Μέσο VaR	Παραβιάσεις	Lruc	Lrind	LRcc
<b>Πλαίσιο A: Αποτελέσματα VaR για διάστημα εμπιστοσύνης 99%</b>					
MA-100	-5,63%	49 (1,78%)	0,00%	0,00%	0,00%
MA-250	-5,80%	49 (1,78%)	0,00%	0,00%	0,00%
EWMA	-5,45%	41 (1,49%)	1,59%	0,00%	0,00%
GARCH-n	-4,90%	38 (1,38%)	5,71%	0,00%	0,00%
GARCH-T	-6,17%	9 (0,32%)	0,00%	0,00%	0,00%
EGARCH-n	-11,24%	7 (0,25%)	0,00%	0,00%	0,00%
EGARCH-t	-11,62%	1 (0,03%)	0,00%	0,00%	0,00%
HS-100	-5,53%	45 (1,63%)	0,21%	0,00%	0,00%
HS-250	-6,09%	35 (1,27%)	<b>16,79%</b>	0,00%	0,00%
<b>Πλαίσιο B: Αποτελέσματα VaR για διάστημα εμπιστοσύνης 95%</b>					
MA-100	-3,98%	146 (5,3%)	<b>46,13%</b>	0,00%	0,00%
MA-250	-4,10%	140 (5,09%)	<b>82,73%</b>	0,00%	0,00%
EWMA	-3,85%	137 (4,98%)	<b>96,51%</b>	0,00%	0,00%
GARCH-n	-3,46%	139 (5,05%)	<b>89,58%</b>	0,00%	0,00%
GARCH-t	-3,96%	99 (3,6%)	0,00%	0,00%	0,00%
EGARCH-n	-7,95%	22 (0,8%)	0,00%	0,00%	0,00%
EGARCH-t	-7,72%	11 (0,4%)	0,00%	0,00%	0,00%
HS-100	-3,73%	155 (5,63%)	<b>13,31%</b>	0,00%	0,00%
HS-250	-3,88%	149 (5,41%)	<b>32,05%</b>	0,00%	0,00%

**Πίνακας 3:** Αποτελέσματα VaR για τον **Baltic Capesize Index (BCI)**. Το VaR υπολογίζεται χρησιμοποιώντας τις μεθόδους του Κινούμενου Μέσου Όρου (Moving Average-MA) χρησιμοποιώντας κινούμενο δείγμα 100 και 250 πιο πρόσφατων παρατηρήσεων, του Εκθετικά Σταθμισμένου Κινούμενου Μέσου Όρου (EWMA), GARCH(1,1) με κανονική και Student-t κατανομή, EGARCH(1,1) με κανονική και Student-t κατανομή και την Ιστορική Προσομοίωση (HS) για τις 100 και 250 πιο πρόσφατες παρατηρήσεις. Τα GARCH EGARCH τα εκτιμούμε κάθε μέρα ξεχωριστά. Στον πίνακα αναφέρονται η μέση τιμή του VaR, ο αριθμός των παραβιάσεων δηλαδή οι φορές που οι απώλειες υπερβαίνουν το VaR και μέσα στις παρενθέσεις η συχνότητα των παραβιάσεων στο μέγεθος του δείγματος. Επίσης αναφέρονται τα **p-values** των ελέγχων του Christoffersen. Η μηδενική υπόθεση για το  $LR_{uc}$  είναι ότι ο αριθμός των παραβιάσεων VaR είναι σωστός. Η μηδενική υπόθεση για το  $LR_{ind}$  είναι ότι οι παραβιάσεις VaR είναι ανεξάρτητες. Η μηδενική υπόθεση για το  $LR_{cc}$  είναι ότι ο αριθμός των παραβιάσεων VaR είναι σωστός και ότι οι παραβιάσεις VaR είναι ανεξάρτητες. Οι έλεγχοι ακολουθούν  $\chi^2$  κατανομή με ένα βαθμό ελευθερίας. Με έντονα γράμματα δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση σε επίπεδο σημαντικότητας 10%. Οι εκτός δείγματος προβλέψεις VaR είναι για την περίοδο 1/1/2006 – 15/7/2016.

	Μέσο VaR	Παραβιάσεις	$LR_{uc}$	$LR_{ind}$	$LR_{cc}$
<b>Πλαίσιο A: Αποτελέσματα VaR για διάστημα εμπιστοσύνης 99%</b>					
MA-100	-8,67%	50 (1,8%)	0,00%	0,00%	0,00%
MA-250	-8,52%	56 (2,03%)	0,00%	0,00%	0,00%
EWMA	-8,52%	49 (1,78%)	0,00%	0,00%	0,00%
GARCH-n	-7,88%	51 (1,85%)	0,00%	0,00%	0,00%
GARCH-t	-9,50%	36 (1,3%)	<b>11,99%</b>	2,15%	0,55%
EGARCH-n	-16,55%	4 (0,14%)	0,00%	0,00%	0,00%
EGARCH-t	-15,07%	4 (0,14%)	0,08%	0,07%	0,00%
HS-100	-9,02%	43 (1,56%)	0,61%	0,00%	0,00%
HS-250	-9,47%	35 (1,27%)	<b>16,79%</b>	0,00%	0,00%
<b>Πλαίσιο B: Αποτελέσματα VaR για διάστημα εμπιστοσύνης 95%</b>					
MA-100	-6,13%	133 (4,83%)	<b>69,23%</b>	0,00%	0,00%
MA-250	-6,03%	132 (4,8%)	<b>62,82%</b>	0,00%	0,00%
EWMA	-6,02%	122 (4,43%)	<b>16,71%</b>	0,00%	0,00%
GARCH-n	-5,57%	145 (5,27%)	<b>51,52%</b>	0,00%	0,00%
GARCH-t	-6,10%	115 (4,18%)	4,30%	0,00%	0,00%
EGARCH-n	-11,07%	19 (0,69%)	0,00%	0,00%	0,00%
EGARCH-t	-10,02%	19 (0,69%)	0,00%	0,00%	0,00%
HS-100	-5,81%	166 (6,03%)	1,56%	0,00%	0,00%
HS-250	-5,67%	145 (5,27%)	<b>51,52%</b>	0,00%	0,00%

**Πίνακας 4:** Αποτελέσματα VaR του **Baltic Dry Index (BDI)** για την περίοδο της διεθνούς χρηματοοικονομικής κρίσης.. Το VaR υπολογίζεται χρησιμοποιώντας τις μεθόδους του Κινούμενου Μέσου Όρου (Moving Average-MA) χρησιμοποιώντας κινούμενο δείγμα 100 και 250 πιο πρόσφατων παρατηρήσεων, του Εκθετικά Σταθμισμένου Κινούμενου Μέσου Όρου (EWMA), GARCH(1,1) με κανονική και Student-t κατανομή, EGARCH(1,1) με κανονική και Student-t κατανομή και την Ιστορική Προσομοίωση (HS) για τις 100 και 250 πιο πρόσφατες παρατηρήσεις. Τα GARCH EGARCH τα εκτιμούμε κάθε μέρα ξεχωριστά. Στον πίνακα αναφέρονται η μέση τιμή του VaR, ο αριθμός των παραβιάσεων δηλαδή οι φορές που οι απώλειες υπερβαίνουν το VaR και μέσα στις παρενθέσεις η συχνότητα των παραβιάσεων στο μέγεθος του δείγματος. Επίσης αναφέρονται τα **p-values** των ελέγχων του Christoffersen. Η μηδενική υπόθεση για το  $LR_{uc}$  είναι ότι ο αριθμός των παραβιάσεων VaR είναι σωστός. Η μηδενική υπόθεση για το  $LR_{ind}$  είναι ότι οι παραβιάσεις VaR είναι ανεξάρτητες. Η μηδενική υπόθεση για το  $LR_{cc}$  είναι ότι ο αριθμός των παραβιάσεων VaR είναι σωστός και ότι οι παραβιάσεις VaR είναι ανεξάρτητες. Οι έλεγχοι ακολουθούν  $\chi^2$  κατανομή με ένα βαθμό ελευθερίας. Με έντονα γράμματα δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση σε επίπεδο σημαντικότητας 10%. Οι εκτός δείγματος προβλέψεις VaR είναι για την περίοδο **1/1/2007 – 31/12/2010**.

	Μέσο VaR	Παραβιάσεις	$LR_{uc}$	$LR_{ind}$	$LR_{cc}$
<b>Πλαίσιο A: Αποτελέσματα VaR για διάστημα εμπιστοσύνης 99%</b>					
MA-100	-5,36%	27 (2,58%)	0,00%	0,00%	0,00%
MA-250	-5,27%	30 (2,87%)	0,00%	0,00%	0,00%
EWMA	-5,25%	19 (1,81%)	1,71%	0,00%	0,00%
GARCH-n	-4,72%	23 (2,2%)	0,00%	0,00%	0,00%
GARCH-t	-5,89%	14 (1,33%)	<b>29,41%</b>	8,71%	4,41%
EGARCH-n	-9,35%	1 (0,1%)	0,00%	0,00%	0,00%
EGARCH-t	-8,93%	3 (0,28%)	0,13%	0,13%	0,00%
HS-100	-5,27%	16 (1,53%)	<b>10,91%</b>	0,00%	0,00%
HS-250	-5,86%	19 (1,81%)	1,71%	0,00%	0,00%
<b>Πλαίσιο B: Αποτελέσματα VaR για διάστημα εμπιστοσύνης 95%</b>					
MA-100	-3,79%	62 (5,93%)	<b>17,83%</b>	0,00%	0,00%
MA-250	-3,73%	68 (6,5%)	3,23%	0,00%	0,00%
EWMA	-3,71%	56 (5,35%)	<b>59,86%</b>	0,00%	0,00%
GARCH-n	-3,34%	57 (5,45%)	<b>50,61%</b>	0,00%	0,00%
GARCH-t	-3,78%	41 (3,92%)	9,76%	0,00%	0,00%
EGARCH-n	-6,61%	9 (0,86%)	0,00%	0,00%	0,00%
EGARCH-t	-5,94%	8 (0,76%)	0,00%	0,00%	0,00%
HS-100	-3,72%	70 (6,69%)	1,64%	0,00%	0,00%
HS-250	-3,61%	67 (6,41%)	4,44%	0,00%	0,00%

**Πίνακας 5:** Αποτελέσματα VaR του **Baltic Panamax Index (BPI)** για την περίοδο της διεθνούς χρηματοοικονομικής κρίσης. Το VaR υπολογίζεται χρησιμοποιώντας τις μεθόδους του Κινούμενου Μέσου Όρου (Moving Average-MA) χρησιμοποιώντας κινούμενο δείγμα 100 και 250 πιο πρόσφατων παρατηρήσεων, του Εκθετικά Σταθμισμένου Κινούμενου Μέσου Όρου (EWMA), GARCH(1,1) με κανονική και Student-t κατανομή, EGARCH(1,1) με κανονική και Student-t κατανομή και την Ιστορική Προσομοίωση (HS) για τις 100 και 250 πιο πρόσφατες παρατηρήσεις. Τα GARCH EGARCH τα εκτιμούμε κάθε μέρα ξεχωριστά. Στον πίνακα αναφέρονται η μέση τιμή του VaR, ο αριθμός των παραβιάσεων δηλαδή οι φορές που οι απώλειες υπερβαίνουν το VaR και μέσα στις παρενθέσεις η συχνότητα των παραβιάσεων στο μέγεθος του δείγματος. Επίσης αναφέρονται τα **p-values** των ελέγχων του Christoffersen. Η μηδενική υπόθεση για το  $LR_{uc}$  είναι ότι ο αριθμός των παραβιάσεων VaR είναι σωστός. Η μηδενική υπόθεση για το  $LR_{ind}$  είναι ότι οι παραβιάσεις VaR είναι ανεξάρτητες. Η μηδενική υπόθεση για το  $LR_{cc}$  είναι ότι ο αριθμός των παραβιάσεων VaR είναι σωστός και ότι οι παραβιάσεις VaR είναι ανεξάρτητες. Οι έλεγχοι ακολουθούν  $\chi^2$  κατανομή με ένα βαθμό ελευθερίας. Με έντονα γράμματα δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση σε επίπεδο σημαντικότητας 10%. Οι εκτός δείγματος προβλέψεις VaR είναι για την περίοδο **1/1/2007 – 31/12/2010**.

	Μέσο VaR	Παραβιάσεις	Lruc	Lrind	LRcc
<b>Πλαίσιο A: Αποτελέσματα VaR για διάστημα εμπιστοσύνης 99%</b>					
MA-100	-6,38%	25 (2,39%)	0,00%	0,00%	0,00%
MA-250	-6,43%	31 (2,96%)	0,00%	0,00%	0,00%
EWMA	-6,24%	19 (1,81%)	1,71%	0,00%	0,00%
GARCH-n	-5,61%	21 (2,29%)	0,00%	0,00%	0,00%
GARCH-t	-7,18%	6 (0,57%)	<b>13,27%</b>	<b>12,76%</b>	3,23%
EGARCH-n	-9,96%	2 (0,19%)	0,13%	0,00%	0,00%
EGARCH-t	-10,57%	1 (0,1%)	0,00%	0,00%	0,00%
HS-100	-6,87%	17 (1,62%)	6,19%	0,00%	0,00%
HS-250	-7,48%	16 (1,53%)	<b>10,95%</b>	0,00%	0,00%
<b>Πλαίσιο B: Αποτελέσματα VaR για διάστημα εμπιστοσύνης 95%</b>					
MA-100	-4,51%	66 (6,31%)	6,03%	0,00%	0,00%
MA-250	-4,55%	71 (6,79%)	1,14%	0,00%	0,00%
EWMA	-4,41%	59 (5,64%)	<b>34,75%</b>	0,00%	0,00%
GARCH-n	-3,96%	67 (6,22%)	8,08%	0,00%	0,00%
GARCH-t	-4,61%	40 (3,82%)	7,02%	0,00%	0,00%
EGARCH-n	-7,04%	12 (1,14%)	0,00%	0,00%	0,00%
EGARCH-t	-7,98%	9 (0,86%)	0,00%	0,00%	0,00%
HS-100	-4,59%	65 (6,22%)	8,08%	0,00%	0,00%
HS-250	-4,59%	69 (6,6%)	2,31%	0,00%	0,00%

**Πίνακας 6:** Αποτελέσματα VaR του **Baltic Capesize Index (BCI)** για την **περίοδο της διεθνούς χρηματοοικονομικής κρίσης**. Το VaR υπολογίζεται χρησιμοποιώντας τις μεθόδους του Κινούμενου Μέσου Όρου (Moving Average-MA) χρησιμοποιώντας κινούμενο δείγμα 100 και 250 πιο πρόσφατων παρατηρήσεων, του Εκθετικά Σταθμισμένου Κινούμενου Μέσου Όρου (EWMA), GARCH(1,1) με κανονική και Student-t κατανομή, EGARCH(1,1) με κανονική και Student-t κατανομή και την Ιστορική Προσομοίωση (HS) για τις 100 και 250 πιο πρόσφατες παρατηρήσεις. Τα GARCH EGARCH τα εκτιμούμε κάθε μέρα ξεχωριστά. Στον πίνακα αναφέρονται η μέση τιμή του VaR, ο αριθμός των παραβιάσεων δηλαδή οι φορές που οι απώλειες υπερβαίνουν το VaR και μέσα στις παρενθέσεις η συχνότητα των παραβιάσεων στο μέγεθος του δείγματος. Επίσης αναφέρονται τα **p-values** των ελέγχων του Christoffersen. Η μηδενική υπόθεση για το  $LR_{uc}$  είναι ότι ο αριθμός των παραβιάσεων VaR είναι σωστός. Η μηδενική υπόθεση για το  $LR_{ind}$  είναι ότι οι παραβιάσεις VaR είναι ανεξάρτητες. Η μηδενική υπόθεση για το  $LR_{cc}$  είναι ότι ο αριθμός των παραβιάσεων VaR είναι σωστός και ότι οι παραβιάσεις VaR είναι ανεξάρτητες. Οι έλεγχοι ακολουθούν  $\chi^2$  κατανομή με ένα βαθμό ελευθερίας. Με έντονα γράμματα δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση σε επίπεδο σημαντικότητας 10%. Οι εκτός δείγματος προβλέψεις VaR είναι για την περίοδο **1/1/2007 – 31/12/2010**.

	Μέσο VaR	Παραβιάσεις	Lruc	Lrind	LRcc
<b>Πλαίσιο A: Αποτελέσματα VaR για διάστημα εμπιστοσύνης 99%</b>					
MA-100	-8,25%	25 (2,39%)	0,00%	0,00%	0,00%
MA-250	-7,92%	27 (2,58%)	0,00%	0,00%	0,00%
EWMA	-8,11%	26 (2,48%)	0,00%	0,00%	0,00%
GARCH-n	-7,56%	26 (2,46%)	0,00%	0,00%	0,00%
GARCH-T	-9,25%	18 (1,81%)	6,04%	3,04%	0,43%
EGARCH-n	-16,58%	1 (1%)	0,00%	0,00%	0,00%
EGARCH-t	-15,77%	1 (1%)	0,00%	0,00%	0,00%
HS-100	-8,93%	14 (1,33%)	<b>29,41%</b>	0,00%	0,00%
HS-250	-8,85%	20 (1,91%)	0,84%	0,00%	0,00%
<b>Πλαίσιο B: Αποτελέσματα VaR για διάστημα εμπιστοσύνης 95%</b>					
MA-100	-5,83%	59 (5,64%)	<b>34,75%</b>	0,00%	0,00%
MA-250	-5,60%	56 (5,35%)	<b>59,86%</b>	0,00%	0,00%
EWMA	-5,73%	59 (5,64%)	<b>59,86%</b>	0,00%	0,00%
GARCH-n	-5,35%	64 (6,12%)	<b>10,66%</b>	0,00%	0,00%
GARCH-t	-5,94%	50 (4,78%)	<b>74,78%</b>	0,00%	0,00%
EGARCH-n	-12,43%	5 (0,47%)	0,58%	0,00%	0,00%
EGARCH-t	-10,48%	6 (0,57%)	0,00%	0,00%	0,00%
HS-100	-5,75%	61 (5,83%)	<b>22,58%</b>	0,00%	0,00%
HS-250	-5,29%	66 (6,31%)	0,00%	0,00%	0,00%

**Πίνακας 7:** Αποτελέσματα VaR για τα **1st Shortest to maturity contracts των TD3 futures**. Το VaR υπολογίζεται χρησιμοποιώντας τις μεθόδους του Κινούμενου Μέσου Όρου (Moving Average-MA) χρησιμοποιώντας κινούμενο δείγμα 100 και 250 πιο πρόσφατων παρατηρήσεων, του Εκθετικά Σταθμισμένου Κινούμενου Μέσου Όρου (EWMA), GARCH(1,1) με Student-t κατανομή, EGARCH(1,1) με Student-t κατανομή και την Ιστορική Προσομοίωση (HS) για τις 100 και 250 πιο πρόσφατες παρατηρήσεις. Τα GARCH EGARCH τα εκτιμούμε κάθε μέρα ξεχωριστά. Στον πίνακα αναφέρονται η μέση τιμή του VaR, ο αριθμός των παραβιάσεων δηλαδή οι φορές που οι απώλειες υπερβαίνουν το VaR και μέσα στις παρενθέσεις η συχνότητα των παραβιάσεων στο μέγεθος του δείγματος. Επίσης αναφέρονται τα **p-values** των ελέγχων του Christoffersen. Η μηδενική υπόθεση για το  $LR_{uc}$  είναι ότι ο αριθμός των παραβιάσεων VaR είναι σωστός. Η μηδενική υπόθεση για το  $LR_{ind}$  είναι ότι οι παραβιάσεις VaR είναι ανεξάρτητες. Η μηδενική υπόθεση για το  $LR_{cc}$  είναι ότι ο αριθμός των παραβιάσεων VaR είναι σωστός και ότι οι παραβιάσεις VaR είναι ανεξάρτητες. Οι έλεγχοι ακολουθούν  $\chi^2$  κατανομή με ένα βαθμό ελευθερίας. Με έντονα γράμματα δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση σε επίπεδο σημαντικότητας 10%. Οι εκτός δείγματος προβλέψεις VaR είναι για την περίοδο 1/6/2011 – 30/9/2013.

	Μέσο VaR	Παραβιάσεις	$LR_{uc}$	$LR_{ind}$	$LR_{cc}$
<b>Πλαίσιο A: Αποτελέσματα VaR για διάστημα εμπιστοσύνης 99%</b>					
MA-100	-4,91%	11 (1,86%)	5,89%	9,48%	1,17%
MA-250	-5,85%	10 (1,69%)	<b>12,17%</b>	<b>18,59%</b>	4,17%
EWMA	-4,42%	11 (1,86%)	5,89%	9,48%	1,17%
GARCH-t	-5,09%	9 (1,52%)	<b>23,21%</b>	<b>33,17%</b>	<b>12,37%</b>
EGARCH-t	-3,94%	12 (2,03%)	2,65%	4,44%	2,65%
HS-100	-9,27%	5 (0,84%)	<b>70,51%</b>	<b>38,57%</b>	<b>34,39%</b>
HS-250	-7,98%	6 (1,01%)	<b>96,38%</b>	<b>62,19%</b>	<b>62,09%</b>
<b>Πλαίσιο B: Αποτελέσματα VaR για διάστημα εμπιστοσύνης 95%</b>					
MA-100	-3,47%	15 (2,54%)	0,27%	0,00%	0,00%
MA-250	-4,13%	13 (2,2%)	0,00%	0,00%	0,00%
EWMA	-3,13%	17 (2,88%)	1,08%	0,34%	0,00%
GARCH-t	-3,26%	15 (2,54%)	0,26%	0,00%	0,00%
EGARCH-t	-2,53%	20 (3,39%)	5,85%	1,66%	0,83%
HS-100	-1,93%	27 (4,58%)	<b>63,87%</b>	<b>10,58%</b>	9,21%
HS-250	-2,40%	21 (3,56%)	9,29%	0,43%	0,00%

**Πίνακας 8:** Αποτελέσματα VaR για τα **2nd Shortest to maturity contracts των TD3 futures**. Το VaR υπολογίζεται χρησιμοποιώντας τις μεθόδους του Κινούμενου Μέσου Όρου (Moving Average-MA) χρησιμοποιώντας κινούμενο δείγμα 100 και 250 πιο πρόσφατων παρατηρήσεων, του Εκθετικά Σταθμισμένου Κινούμενου Μέσου Όρου (EWMA), GARCH(1,1) με κανονική και Student-t κατανομή, EGARCH(1,1) με κανονική και Student-t κατανομή και την Ιστορική Προσομοίωση (HS) για τις 100 και 250 πιο πρόσφατες παρατηρήσεις. Τα GARCH EGARCH τα εκτιμούμε κάθε μέρα ξεχωριστά. Στον πίνακα αναφέρονται η μέση τιμή του VaR, ο αριθμός των παραβιάσεων δηλαδή οι φορές που οι απώλειες υπερβαίνουν το VaR και μέσα στις παρενθέσεις η συχνότητα των παραβιάσεων στο μέγεθος του δείγματος. Επίσης αναφέρονται τα **p-values** των ελέγχων του Christoffersen. Η μηδενική υπόθεση για το LR<sub>uc</sub> είναι ότι ο αριθμός των παραβιάσεων VaR είναι σωστός. Η μηδενική υπόθεση για το LR<sub>ind</sub> είναι ότι οι παραβιάσεις VaR είναι ανεξάρτητες. Η μηδενική υπόθεση για το LR<sub>cc</sub> είναι ότι ο αριθμός των παραβιάσεων VaR είναι σωστός και ότι οι παραβιάσεις VaR είναι ανεξάρτητες. Οι έλεγχοι ακολουθούν  $\chi^2$  κατανομή με ένα βαθμό ελευθερίας. Με έντονα γράμματα δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση σε επίπεδο σημαντικότητας 10%. Οι εκτός δείγματος προβλέψεις VaR είναι για την περίοδο 1/6/2011 – 30/9/2013.

	Μέσο VaR	Παραβιάσεις	Lruc	Lrind	LRcc
<b>Πλαίσιο A: Αποτελέσματα VaR για διάστημα εμπιστοσύνης 99%</b>					
MA-100	-5,81%	13 (2,20%)	1,11%	0,58%	0,00%
MA-250	-6,05%	9 (1,51%)	<b>23,21%</b>	4,96%	2,16%
EWMA	-5,51%	12 (2,03%)	2,65%	4,44%	0,27%
GARCH-n	-6,99%	7 (1,18%)	<b>65,53%</b>	<b>54,20%</b>	<b>44,98%</b>
GARCH-t	-7,44%	5 (0,84%)	<b>70,51%</b>	<b>63,46%</b>	<b>54,35%</b>
EGARCH-n	-6,56%	7 (1,18%)	<b>65,53%</b>	<b>54,20%</b>	<b>44,98%</b>
EGARCH-t	-7,77%	6 (1,01%)	<b>96,38%</b>	<b>72,24%</b>	<b>72,03%</b>
HS-100	-7,67%	4 (0,67%)	<b>40,60%</b>	<b>39,01%</b>	<b>23,19%</b>
HS-250	-7,52%	3 (0,5%)	<b>18,63%</b>	<b>18,37%</b>	6,09%
<b>Πλαίσιο B: Αποτελέσματα VaR για διάστημα εμπιστοσύνης 95%</b>					
MA-100	-4,11%	25 (4,24%)	<b>38,83%</b>	6,48%	4,15%
MA-250	-4,28%	24 (4,07%)	<b>28,77%</b>	0,74%	0,40%
EWMA	-3,90%	31 (5,26%)	<b>77,13%</b>	1,85%	1,76%
GARCH-n	-4,94%	17 (2,88%)	1,08%	0,87%	0,06%
GARCH-t	-4,77%	17 (2,88%)	1,05%	0,89%	0,00%
EGARCH-n	-4,63%	20 (3,39%)	5,85%	2,00%	0,27%
EGARCH-t	-4,99%	16 (2,71%)	0,55%	0,35%	0,00%
HS-100	-4,06%	26 (4,4%)	<b>50,61%</b>	9,59%	7,30%
HS-250	-4,04%	24 (4,07%)	<b>28,77%</b>	4,14%	2,15%



**Πίνακας 9:** Αποτελέσματα VaR για τα **3rd Shortest to maturity contracts των TD3 futures**. Το VaR υπολογίζεται χρησιμοποιώντας τις μεθόδους του Κινούμενου Μέσου Όρου (Moving Average-MA) χρησιμοποιώντας κινούμενο δείγμα 100 και 250 πιο πρόσφατων παρατηρήσεων, του Εκθετικά Σταθμισμένου Κινούμενου Μέσου Όρου (EWMA), GARCH(1,1) με κανονική και Student-t κατανομή, EGARCH(1,1) με κανονική και Student-t κατανομή και την Ιστορική Προσομοίωση (HS) για τις 100 και 250 πιο πρόσφατες παρατηρήσεις. Τα GARCH EGARCH τα εκτιμούμε κάθε μέρα ξεχωριστά. Στον πίνακα αναφέρονται η μέση τιμή του VaR, ο αριθμός των παραβιάσεων δηλαδή οι φορές που οι απώλειες υπερβαίνουν το VaR και μέσα στις παρενθέσεις η συχνότητα των παραβιάσεων στο μέγεθος του δείγματος. Επίσης αναφέρονται τα **p-values** των ελέγχων του Christoffersen. Η μηδενική υπόθεση για το  $LR_{uc}$  είναι ότι ο αριθμός των παραβιάσεων VaR είναι σωστός. Η μηδενική υπόθεση για το  $LR_{ind}$  είναι ότι οι παραβιάσεις VaR είναι ανεξάρτητες. Η μηδενική υπόθεση για το  $LR_{cc}$  είναι ότι ο αριθμός των παραβιάσεων VaR είναι σωστός και ότι οι παραβιάσεις VaR είναι ανεξάρτητες. Οι έλεγχοι ακολουθούν  $\chi^2$  κατανομή με ένα βαθμό ελευθερίας. Με έντονα γράμματα δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση σε επίπεδο σημαντικότητας 10%. Οι εκτός δείγματος προβλέψεις VaR είναι για την περίοδο 1/6/2011 – 30/9/2013.

	Μέσο VaR	Παραβιάσεις	Lruc	Lrind	LRcc
<b>Πλαίσιο A: Αποτελέσματα VaR για διάστημα εμπιστοσύνης 99%</b>					
MA-100	-3,98%	12 (2,03%)	2,65%	1,96%	0,13%
MA-250	-4,03%	11 (1,86%)	5,89%	2,16%	0,29%
EWMA	-3,87%	14 (2,37%)	0,43%	0,29%	0,00%
GARCH-n	-4,62%	6 (1,01%)	<b>96,38%</b>	<b>72,24%</b>	<b>72,03%</b>
GARCH-t	-5,50%	5 (0,84%)	<b>70,51%</b>	<b>63,46%</b>	<b>54,35%</b>
EGARCH-n	-5,36%	7 (1,18%)	<b>65,53%</b>	<b>54,20%</b>	<b>44,98%</b>
EGARCH-t	-5,74%	4 (0,67%)	<b>40,60%</b>	<b>39,01%</b>	<b>23,19%</b>
HS-100	-5,20%	3 (0,5%)	<b>18,63%</b>	<b>18,37%</b>	6,09%
HS-250	-5,37%	3 (0,5%)	<b>18,63%</b>	<b>18,37%</b>	6,09%
<b>Πλαίσιο B: Αποτελέσματα VaR για διάστημα εμπιστοσύνης 95%</b>					
MA-100	-2,81%	25 (4,24%)	38,83%	22,71%	13,77%
MA-250	-2,85%	23 (3,9%)	<b>20,55%</b>	2,50%	1,00%
EWMA	-2,74%	32 (5,43%)	<b>63,43%</b>	2,51%	2,21%
GARCH-n	-3,27%	17 (2,88%)	1,09%	0,63%	0,00%
GARCH-t	-3,24%	16 (2,71%)	0,55%	0,35%	0,00%
EGARCH-n	-3,61%	14 (2,37%)	0,13%	0,00%	0,00%
EGARCH-t	-3,31%	14 (2,37%)	0,00%	0,00%	0,00%
HS-100	-2,63%	27 (4,58%)	<b>63,87%</b>	<b>31,73%</b>	<b>33,31%</b>
HS-250	-2,74%	27 (4,58%)	<b>63,87%</b>	<b>12,15%</b>	<b>10,56%</b>

**Πίνακας 10:** Αποτελέσματα VaR για τα **4th Shortest to maturity contracts των TD3 futures**. Το VaR υπολογίζεται χρησιμοποιώντας τις μεθόδους του Κινούμενου Μέσου Όρου (Moving Average-MA) χρησιμοποιώντας κινούμενο δείγμα 100 και 250 πιο πρόσφατων παρατηρήσεων, του Εκθετικά Σταθμισμένου Κινούμενου Μέσου Όρου (EWMA), GARCH(1,1) με κανονική και Student-t κατανομή, EGARCH(1,1) με κανονική και Student-t κατανομή και την Ιστορική Προσομοίωση (HS) για τις 100 και 250 πιο πρόσφατες παρατηρήσεις. Τα GARCH EGARCH τα εκτιμούμε κάθε μέρα ξεχωριστά. Στον πίνακα αναφέρονται η μέση τιμή του VaR, ο αριθμός των παραβιάσεων δηλαδή οι φορές που οι απώλειες υπερβαίνουν το VaR και μέσα στις παρενθέσεις η συχνότητα των παραβιάσεων στο μέγεθος του δείγματος. Επίσης αναφέρονται τα **p-values** των ελέγχων του Christoffersen. Η μηδενική υπόθεση για το  $LR_{uc}$  είναι ότι ο αριθμός των παραβιάσεων VaR είναι σωστός. Η μηδενική υπόθεση για το  $LR_{ind}$  είναι ότι οι παραβιάσεις VaR είναι ανεξάρτητες. Η μηδενική υπόθεση για το  $LR_{cc}$  είναι ότι ο αριθμός των παραβιάσεων VaR είναι σωστός και ότι οι παραβιάσεις VaR είναι ανεξάρτητες. Οι έλεγχοι ακολουθούν  $\chi^2$  κατανομή με ένα βαθμό ελευθερίας. Με έντονα γράμματα δεν απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση σε επίπεδο σημαντικότητας 10%. Οι εκτός δείγματος προβλέψεις VaR είναι για την περίοδο 1/6/2011 – 30/9/2013.

	Μέσο VaR	Παραβιάσεις	Lruc	Lrind	LRcc
<b>Πλαίσιο A: Αποτελέσματα VaR για διάστημα εμπιστοσύνης 99%</b>					
MA-100	-3,26%	12 (2,03%)	2,65%	1,08%	0,00%
MA-250	-3,29%	11 (1,86%)	5,89%	1,96%	0,27%
EWMA	-3,11%	13 (2,2%)	1,11%	0,54%	0,00%
GARCH-n	-3,83%	6 (1,01%)	<b>96,38%</b>	<b>74,54%</b>	<b>74,30%</b>
GARCH-t	-4,32%	5 (0,84%)	<b>70,51%</b>	<b>64,78%</b>	<b>55,31%</b>
EGARCH-n	-4,21%	3 (0,5%)	<b>18,63%</b>	<b>17,37%</b>	7,09%
EGARCH-t	-4,52%	4 (0,67%)	<b>40,60%</b>	<b>39,01%</b>	<b>23,19%</b>
HS-100	-3,86%	4 (0,67%)	<b>40,60%</b>	<b>39,01%</b>	<b>23,19%</b>
HS-250	-4,03%	3 (0,5%)	<b>18,63%</b>	<b>18,37%</b>	6,09%
<b>Πλαίσιο B: Αποτελέσματα VaR για διάστημα εμπιστοσύνης 95%</b>					
MA-100	-2,31%	22 (3,73%)	14,11%	1,24%	0,37%
MA-250	-2,33%	19 (3,22%)	3,51%	0,94%	0,00%
EWMA	-2,20%	28 (4,75%)	<b>78,23%</b>	3,77%	3,60%
GARCH-n	-2,71%	12 (2,03%)	0,00%	0,00%	0,00%
GARCH-t	-2,77%	10 (1,69%)	0,00%	0,00%	0,00%
EGARCH-n	-2,97%	13 (2,2%)	0,00%	0,00%	0,00%
EGARCH-t	-2,90%	15 (2,54%)	0,27%	0,17%	0,00%
HS-100	-2,04%	24 (4,07%)	<b>28,77%</b>	0,63%	0,34%
HS-250	-2,14%	17 (2,88%)	1,08%	0,20%	0,00%

**Πίνακας 11:** Παρουσίαση των αποτελεσμάτων του τροποποιημένου ελέγχου Diebold-Mariano. Τα περιλαμβανόμενα μοντέλα έχουν περάσει τουλάχιστον έναν έλεγχο του Christoffersen. Ελέγχουμε την μηδενική υπόθεση  $E(d_t) = 0$ . Όπου  $d_t = g(e_{1t}) - g(e_{2t}), t = 1, \dots, N$  και  $g(e_{it})$  η συνάρτηση απώλειας που χρησιμοποιούμε να αξιολογήσουμε τα VaR μοντέλα. Το μοντέλο με την χαμηλότερη τιμή της συνάρτησης απώλειας επιλέγεται σαν μοντέλο αναφοράς. Ο έλεγχος MDM υπολογίζεται ως εξής

$$MDM = \left[ \frac{T-1}{T} \right]^{1/2} \frac{\bar{d}}{\sqrt{var(\bar{d})}} \quad \text{όπου} \quad \bar{d} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^N d_t \quad \text{και} \quad var(\bar{d}) \approx \frac{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^N (d_t - \bar{d})^2}{T^2} .$$

Παρουσιάζουμε τα αποτελέσματα για τους τρεις δείκτες BDI (πλαίσιο Α), BCI (πλαίσιο Β) και BPI (πλαίσιο Γ). Η εξεταζόμενη περίοδος είναι η 1/1/2006 – 15/7/2016.

Μοντέλο αναφοράς vs επιλεγμένο μοντέλο για $\alpha=5\%$	MDM	Μοντέλο αναφοράς vs επιλεγμένο μοντέλο για $\alpha=1\%$	MDM
<b>Πλαίσιο Α : BDI δείκτης</b>			
MA-250 vs MA-100	-5,2912	HS-250 vs GARCH-t	-4,6939
MA-250 vs EWMA	-5,6632	HS-250 vs EWMA	-4,1264
MA-250 vs GARCH-n	-6,4421		
MA-250 vs HS-250	-5,4287		
<b>Πλαίσιο Β : BCI δείκτης</b>			
MA-250 vs MA-100	-6,4007	HS-250 vs GARCH-t	-5,9898
MA-250 vs EWMA	-6,5803		
MA-250 vs GARCH-n	-7,3543		
MA-250 vs HS-250	-6,3778		
<b>Πλαίσιο Γ : BPI δείκτης</b>			
MA-250 vs MA-100	-4,8202	—	
MA-250 vs HS-100	-5,1814		
MA-250 vs HS-250	-4,8811		
MA-250 vs EWMA	-5,1942		
MA-250 vs GARCH-n	-5,4772		

**Πίνακας 12:** Παρουσίαση των αποτελεσμάτων του τροποποιημένου ελέγχου Diebold-Mariano. Τα περιλαμβανόμενα μοντέλα έχουν περάσει τουλάχιστον έναν έλεγχο του Christoffersen. Ελέγχουμε την μηδενική υπόθεση  $E(d_t) = 0$ . Όπου  $d_t = g(e_{1t}) - g(e_{2t}), t = 1, \dots, N$  και  $g(e_{it})$  η συνάρτηση απώλειας που χρησιμοποιούμε να αξιολογήσουμε τα VaR μοντέλα. Το μοντέλο με την χαμηλότερη τιμή της συνάρτησης απώλειας επιλέγεται σαν μοντέλο αναφοράς.

Ο έλεγχος MDM υπολογίζεται ως εξής  

$$MDM = \left[ \frac{T-1}{T} \right]^{1/2} \frac{\bar{d}}{\sqrt{var(\bar{d})}}$$
 όπου  $\bar{d} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^N d_t$  και  $var(\bar{d}) \approx \frac{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^N (d_t - \bar{d})^2}{T^2}$ .

Παρουσιάζουμε τα αποτελέσματα για τους τρεις δείκτες BDI (πλαίσιο Α), BCI (πλαίσιο Β) και BPI (πλαίσιο Γ). Η εξεταζόμενη περίοδος είναι η περίοδος της χρηματοοικονομικής κρίσης **1/1/2007 – 31/12/2010**.

Μοντέλο αναφοράς vs επιλεγμένο μοντέλο για $\alpha=5\%$	MDM	Μοντέλο αναφοράς vs επιλεγμένο μοντέλο για $\alpha=1\%$	MDM
<b>Πλαίσιο Α : BDI δείκτης (δείγμα 1/1/1997-31/12/2010)</b>			
MA-100 vs EWMA	-4,3590	HS-100 vs GARCH-t	-4,8970
MA-100 vs GARCH-n	-4,9856		
<b>Πλαίσιο Β : BCI δείκτης (δείγμα 1/1/1997-31/12/2010)</b>			
MA-250 vs EWMA	-3,7832	—	
MA-250 vs GARCH-n	-4,3064		
MA-250 vs GARCH-t	-4,3753		
MA-250 vs HS-100	-3,6651		
MA-250 vs MA-100	-3,5970		
<b>Πλαίσιο Γ : BPI δείκτης (δείγμα 1/1/1997-31/12/2010)</b>			
—		HS-250 vs GARCH-t	-4,4385

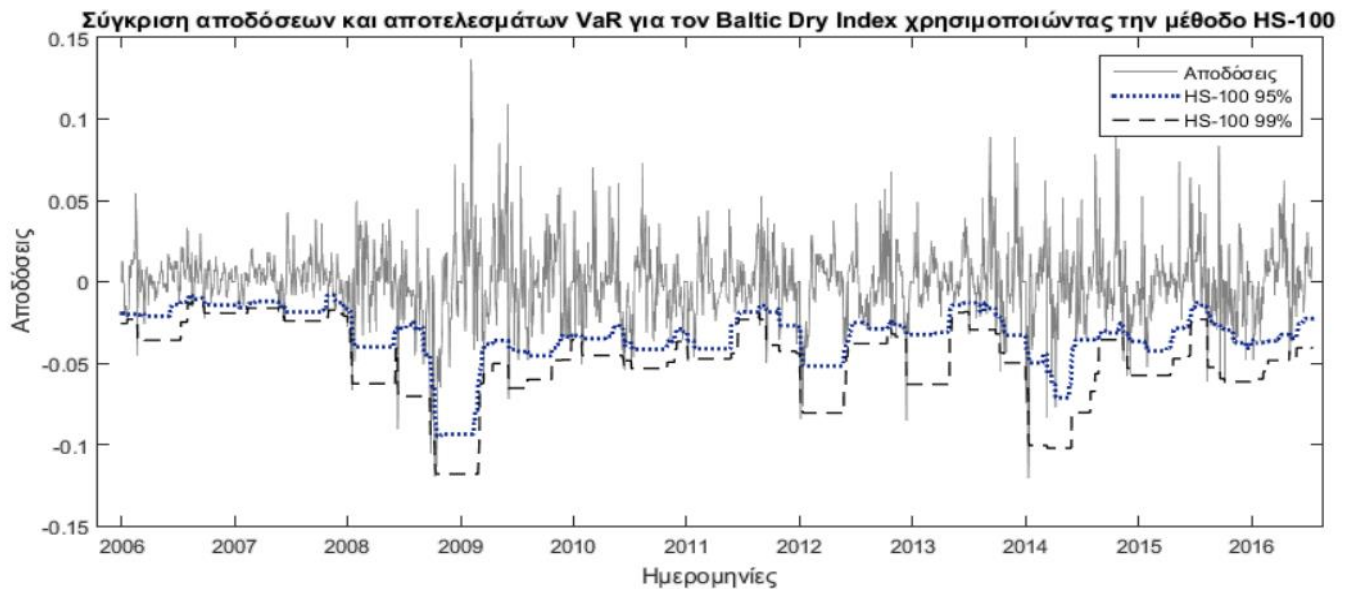
**Πίνακας 13:** Παρουσίαση των αποτελεσμάτων του τροποποιημένου ελέγχου Diebold-Mariano. Τα περιλαμβανόμενα μοντέλα έχουν περάσει τουλάχιστον έναν έλεγχο του Christoffersen. Ελέγχουμε την μηδενική υπόθεση  $E(d_t) = 0$ . Όπου  $d_t = g(e_{1t}) - g(e_{2t}), t = 1, \dots, N$  και  $g(e_{it})$  η συνάρτηση απώλειας που χρησιμοποιούμε να αξιολογήσουμε τα VaR μοντέλα. Το μοντέλο με την χαμηλότερη τιμή της συνάρτησης απώλειας επιλέγεται σαν μοντέλο αναφοράς. Ο έλεγχος MDM υπολογίζεται ως εξής  $MDM = \left[ \frac{T-1}{T} \right]^{1/2} \frac{\bar{d}}{\sqrt{var(\bar{d})}}$  όπου  $\bar{d} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^N d_t$  και  $var(\bar{d}) \approx \frac{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^N (d_t - \bar{d})^2}{T^2}$ . Παρουσιάζουμε τα αποτελέσματα για τους τέσσερα κοντινότερα στη λήξη TD3 futures συμβόλαια (πλαίσιο Α, Β, Γ, Δ). Η εξεταζόμενη περίοδος είναι η περίοδος 1/6/2011 – 30/9/2013.

Μοντέλο αναφοράς vs επιλεγμένο μοντέλο για $\alpha=5\%$	MDM	Μοντέλο αναφοράς vs επιλεγμένο μοντέλο για $\alpha=1\%$	MDM
<b>Πλαίσιο Α : TD3 1st Shortest to maturity</b>			
—		HS-250-t vs HS-100	-1,6771
		HS-250 vs GARCH-t	-1,7148
		HS-250 vs MA-100	-1,7630
<b>Πλαίσιο Β : TD3 2nd Shortest to maturity</b>			
MA-250 vs MA-100	-2,3545	HS-250 vs GARCH-n	-1,2807
MA-250 vs HS-100	-2,3748	HS-250 vs GARCH-t	-1,1769
MA-250 vs HS-250	-2,3440	HS-250 vs EGARCH-t	-1,3731
MA-250 vs EWMA	-2,5246	HS-250 vs EGARCH-n	-1,2807
		HS-250 vs HS-100	-1,3116
		HS-250 vs MA-250	-1,3644
<b>Πλαίσιο Γ : TD3 3rd Shortest to maturity</b>			
MA-250 vs HS-100	-2,6677	HS-100 & HS-250 vs GARCH-n	-1,1559
MA-250 vs HS-250	-2,6577	HS-100 & HS-250 vs GARCH-t	-1,0303
MA-250 vs EWMA	-2,7704	HS-100 & HS-250 vs EGARCH-n	-1,2888
		HS-100 & HS-250 vs EGARCH-t	-1,0860
<b>Πλαίσιο Δ : TD3 4th Shortest to maturity</b>			
HS-100 vs EWMA	-3,0428	EGARCH-t vs GARCH-n	-1,0482
		EGARCH-t vs GARCH-t	-1,0655
		EGARCH-t vs EGARCH-n	-1,1456
		EGARCH-t vs HS-100	-2,0407
		EGARCH-t vs HS-250	-1,1456

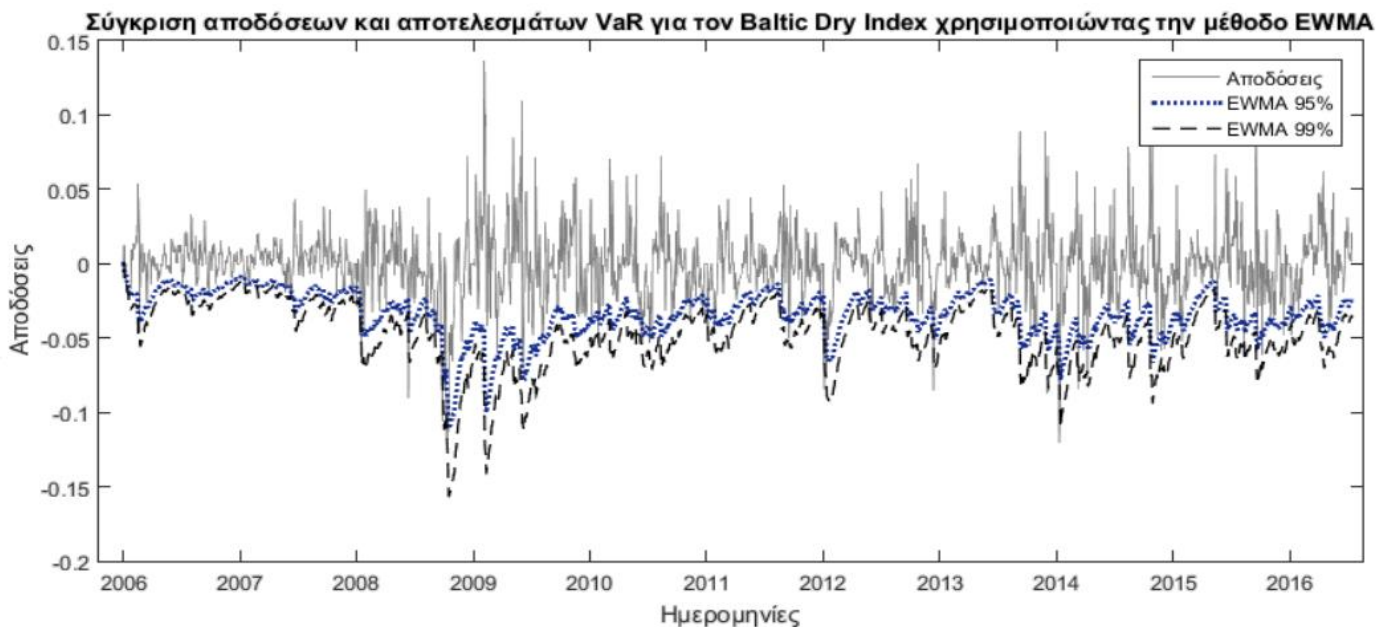
## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

Διαγράμματα σύγκρισης των αποδόσεων και των αποτελεσμάτων της αξίας σε κίνδυνο.

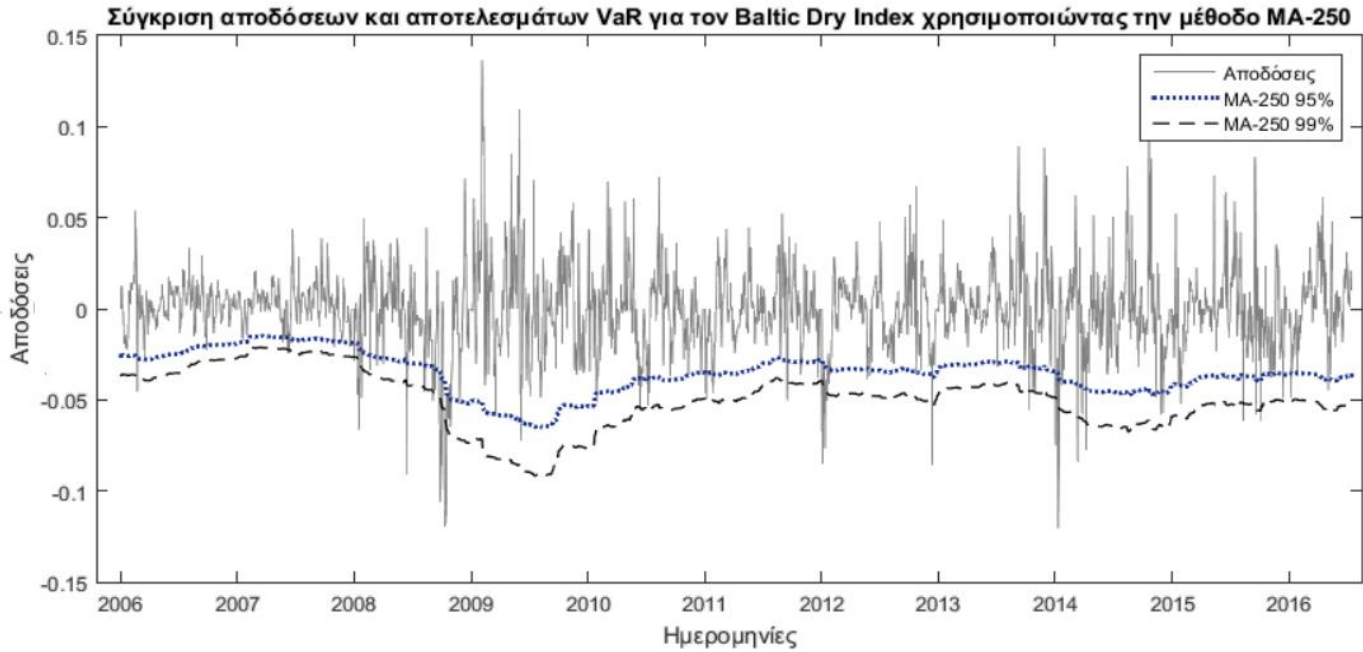
### Baltic Dry Index



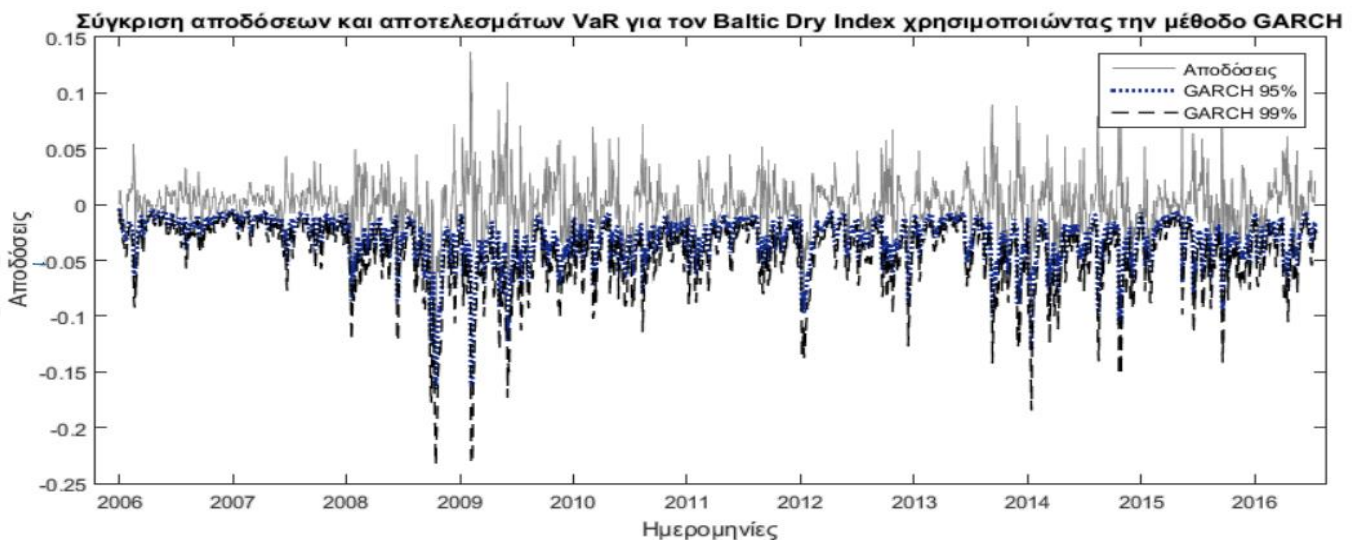
**Γράφημα 1:** Σύγκριση αποδόσεων και αποτελεσμάτων VaR για τον Baltic Dry Index χρησιμοποιώντας την ιστορική προσομοίωση για κινούμενο δείγμα 100 παρατηρήσεων σε διάστημα εμπιστοσύνης 95% και 99%. Η εξεταζόμενη περίοδος είναι από 1/1/2006 έως 15/7/2016



**Γράφημα 2:** Σύγκριση αποδόσεων και αποτελεσμάτων VaR για τον Baltic Dry Index χρησιμοποιώντας την μέθοδο EWMA σε διάστημα εμπιστοσύνης 95% και 99%. Η εξεταζόμενη περίοδος είναι από 1/1/2006 έως 15/7/2016

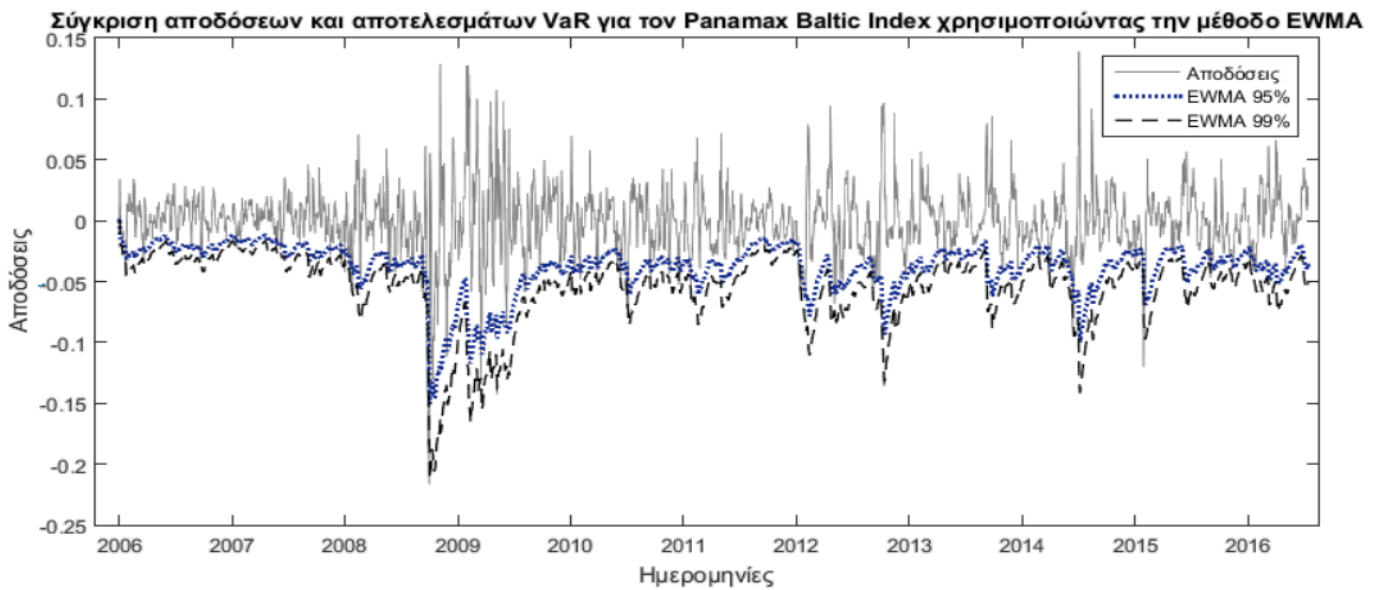


**Γράφημα 3:** Σύγκριση αποδόσεων και αποτελεσμάτων VaR για τον Baltic Dry Index χρησιμοποιώντας την μέθοδο του Κινούμενου Μέσου Όρου για κινούμενο δείγμα 250 παρατηρήσεων σε διάστημα εμπιστοσύνης. 95% και 99% Η εξεταζόμενη περίοδος είναι από 1/1/2006 έως 15/7/2016

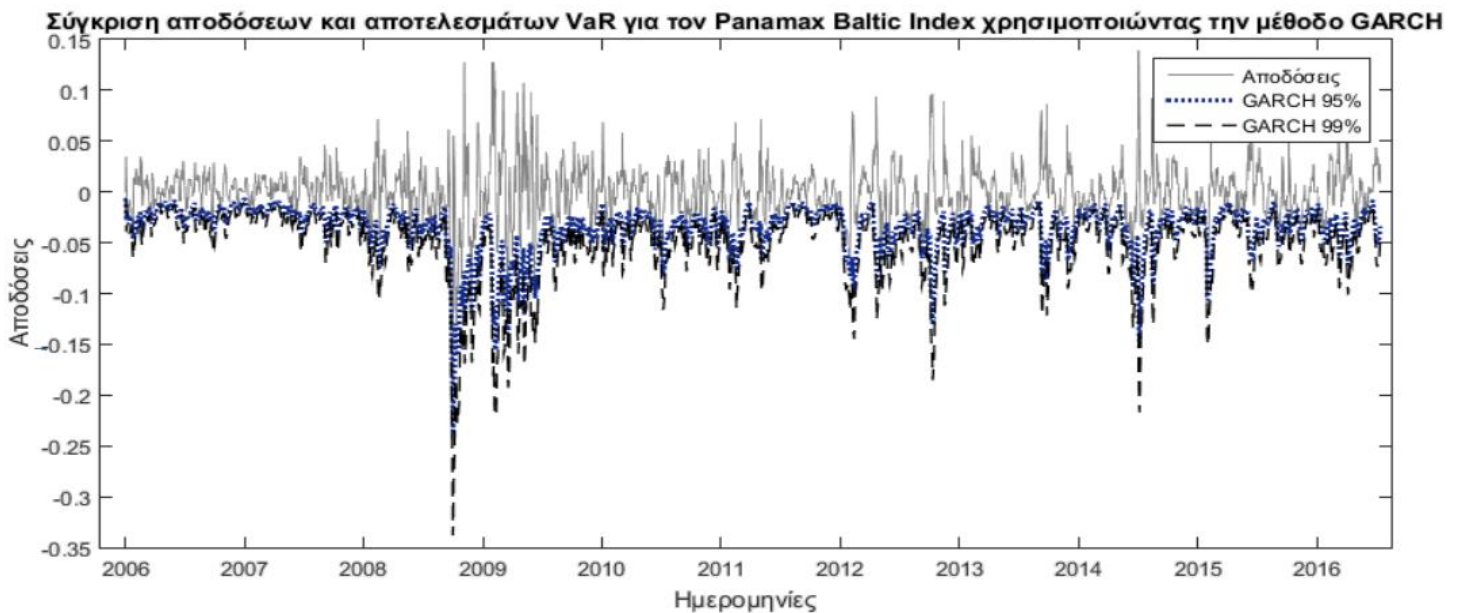


**Γράφημα 4:** Σύγκριση αποδόσεων και αποτελεσμάτων VaR για τον Baltic Dry Index χρησιμοποιώντας την μέθοδο GARCH σε διάστημα εμπιστοσύνης. 95% και 99% Η εξεταζόμενη περίοδος είναι από 1/1/2006 έως 15/7/2016

### Baltic Panamax Index

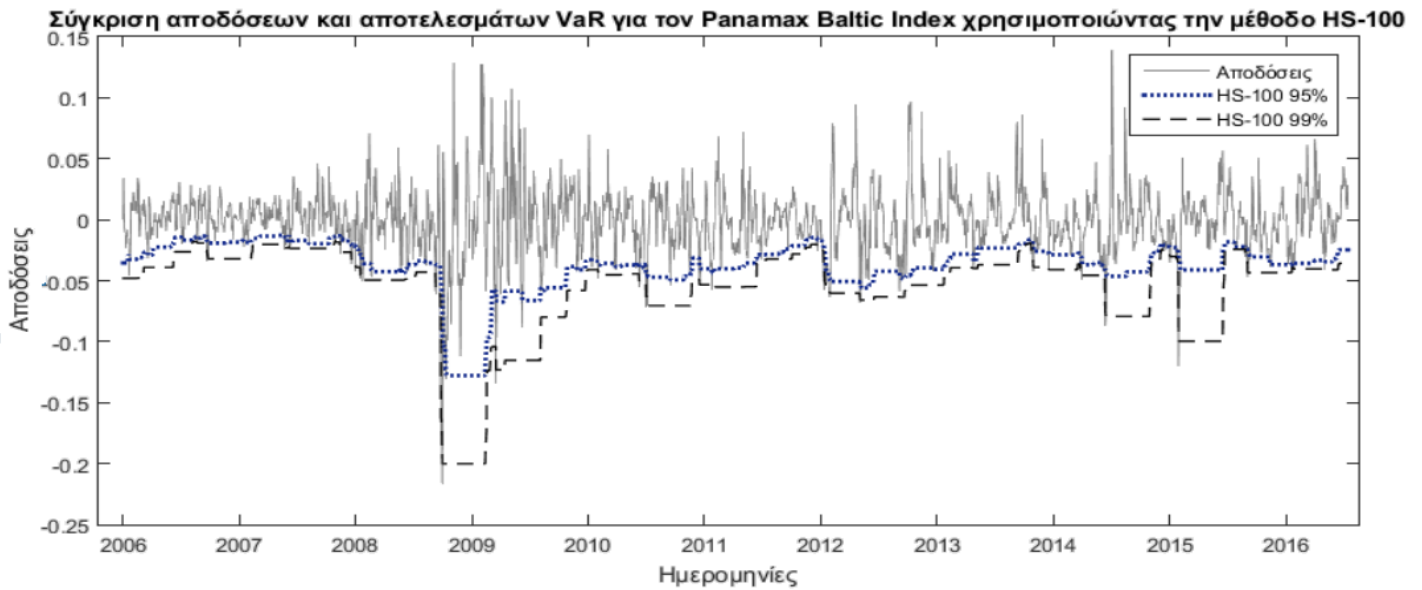


**Γράφημα 5:** Σύγκριση αποδόσεων και αποτελεσμάτων VaR για τον Baltic Panamax Index χρησιμοποιώντας την μέθοδο EWMA σε διάστημα εμπιστοσύνης 95% και 99%. Η εξεταζόμενη περίοδος είναι από 1/1/2006 έως 15/7/2016

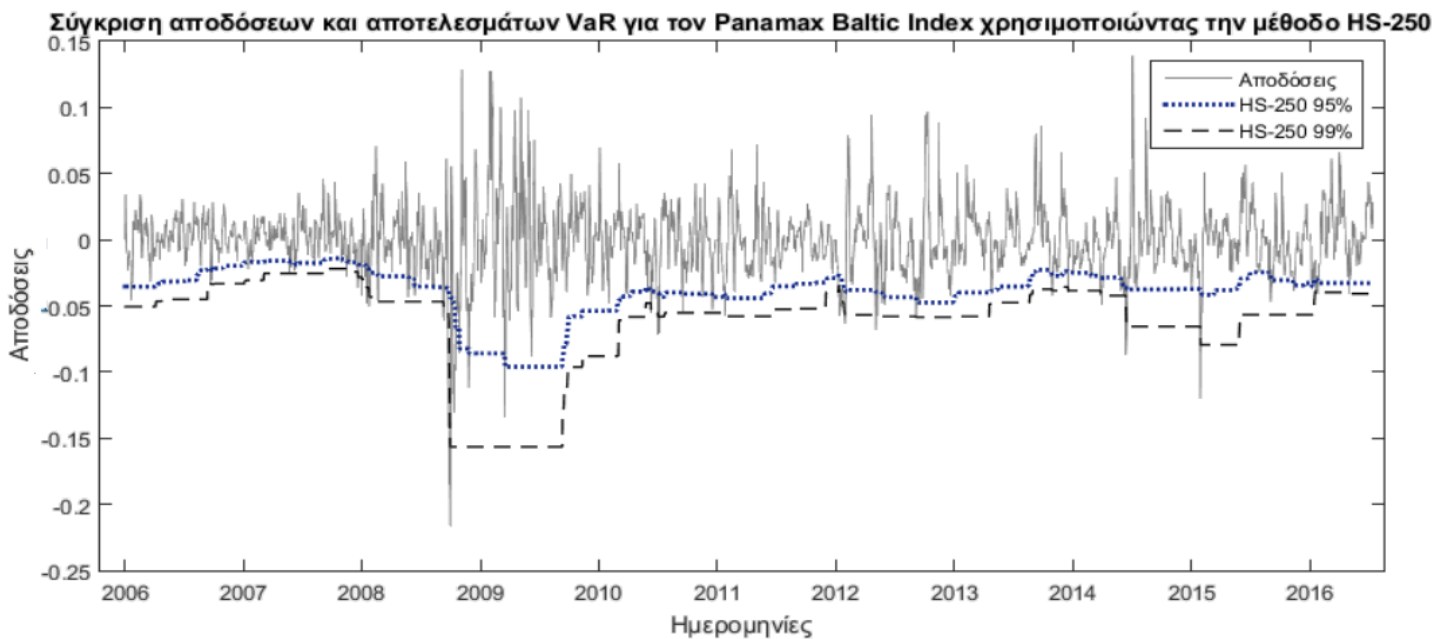


**Γράφημα 6:** Σύγκριση αποδόσεων και αποτελεσμάτων VaR για τον Baltic Panamax Index χρησιμοποιώντας την μέθοδο GARCH σε διάστημα εμπιστοσύνης 95% και 99%. Η εξεταζόμενη περίοδος είναι από 1/1/2006 έως 15/7/2016





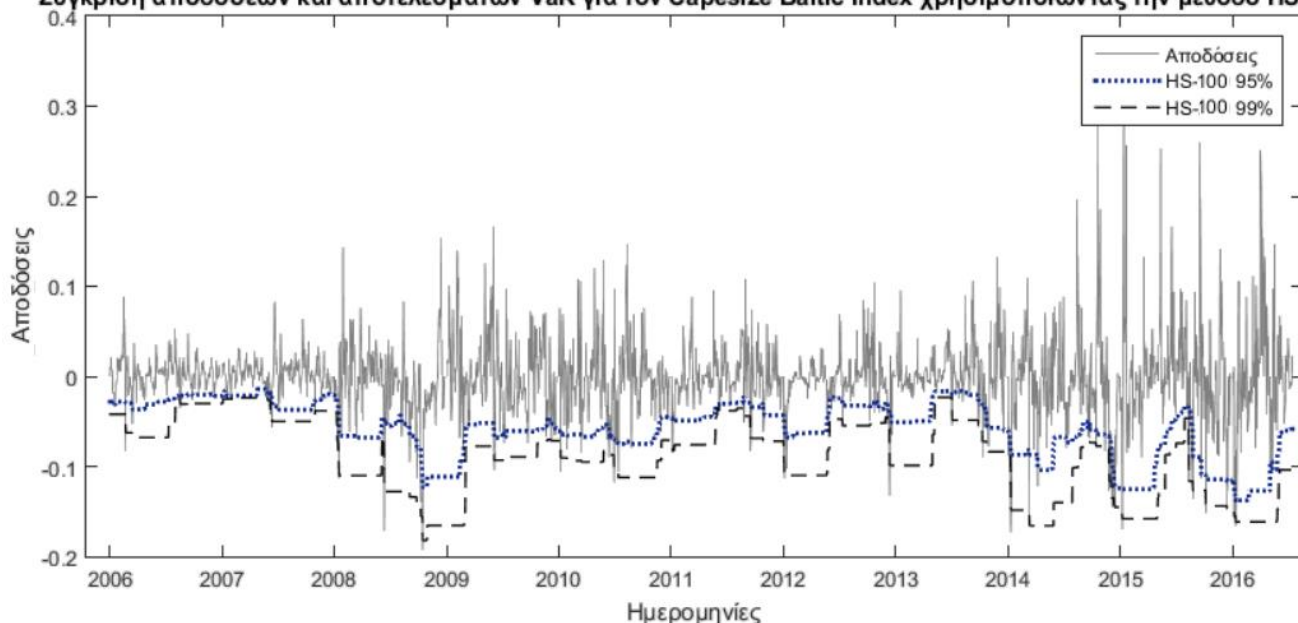
**Γράφημα 7:** Σύγκριση αποδόσεων και αποτελεσμάτων VaR για τον Baltic Panamax Index χρησιμοποιώντας την Ιστορική Προσομοίωση για κινούμενο δείγμα 100 παρατηρήσεων σε διάστημα εμπιστοσύνης. 95% και 99% Η εξεταζόμενη περίοδος είναι από 1/1/2006 έως 15/7/2016



**Γράφημα 8:** Σύγκριση αποδόσεων και αποτελεσμάτων VaR για τον Baltic Panamax Index χρησιμοποιώντας την Ιστορική Προσομοίωση για κινούμενο δείγμα 250 παρατηρήσεων σε διάστημα εμπιστοσύνης. 95% και 99% Η εξεταζόμενη περίοδος είναι από 1/1/2006 έως 15/7/2016

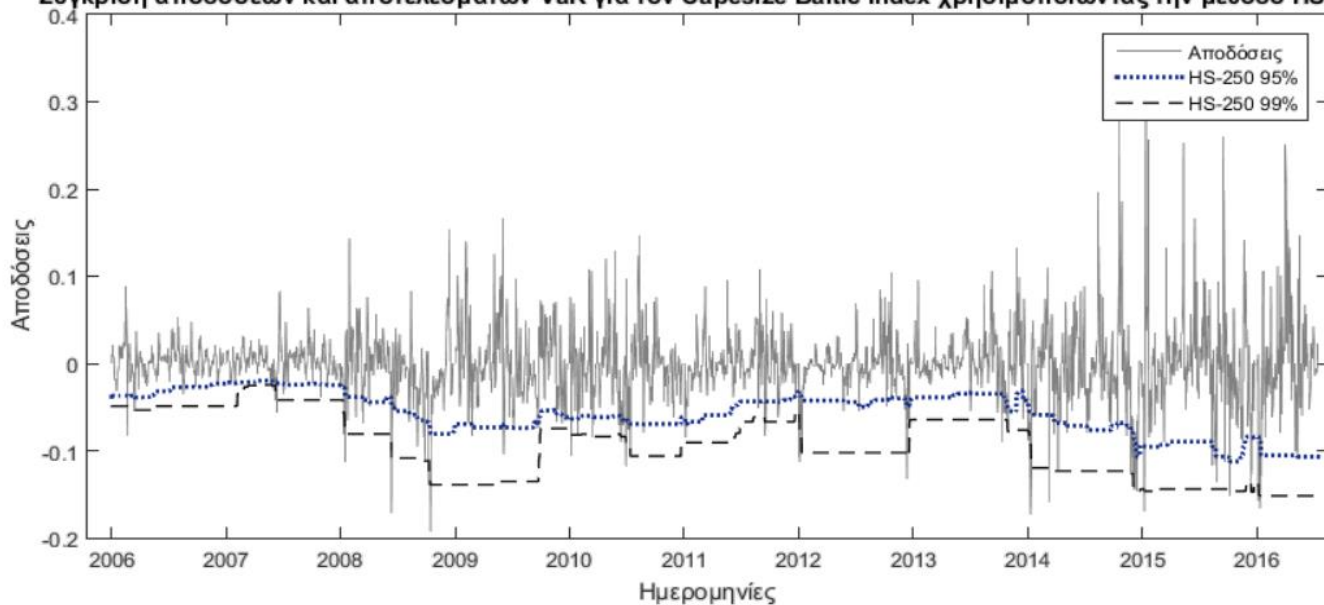
### Baltic Capesize Index

Σύγκριση αποδόσεων και αποτελεσμάτων VaR για τον Capesize Baltic Index χρησιμοποιώντας την μέθοδο HS-100



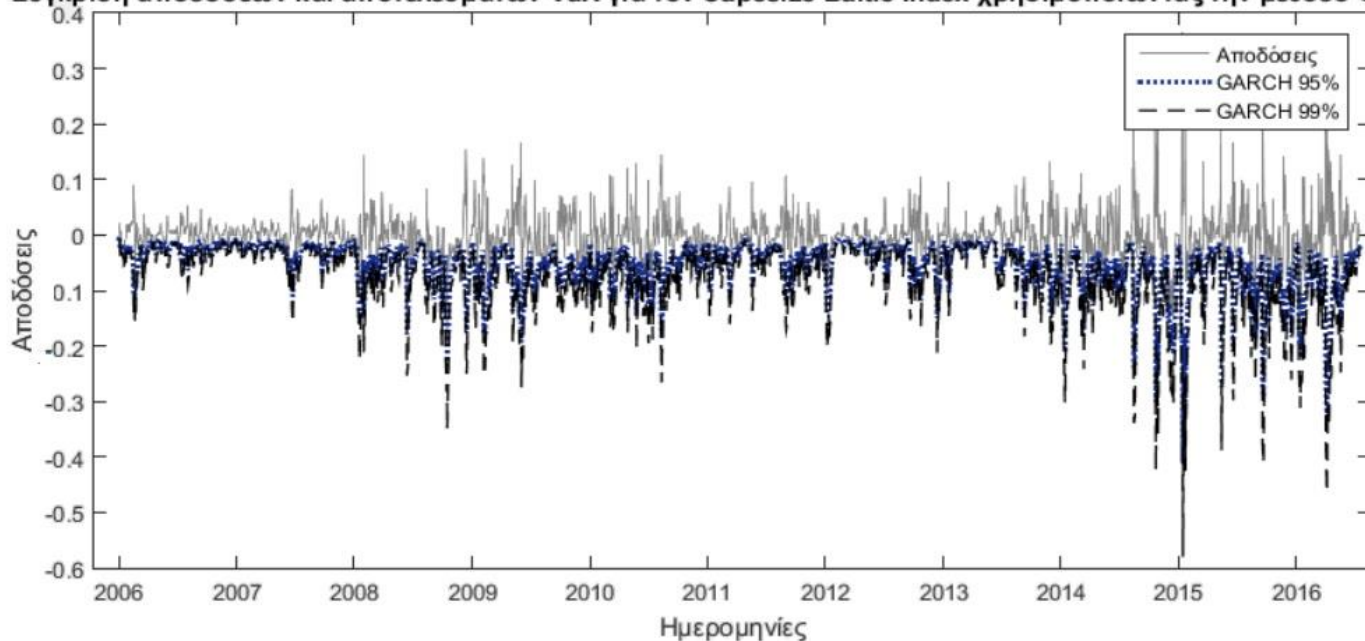
**Γράφημα 9:** Σύγκριση αποδόσεων και αποτελεσμάτων VaR για τον Baltic Capesize Index χρησιμοποιώντας την Ιστορική Προσομοίωση για κινούμενο δείγμα 100 παρατηρήσεων σε διάστημα εμπιστοσύνης. 95% και 99% Η εξεταζόμενη περίοδος είναι από 1/1/2006 έως 15/7/2016

Σύγκριση αποδόσεων και αποτελεσμάτων VaR για τον Capesize Baltic Index χρησιμοποιώντας την μέθοδο HS-250



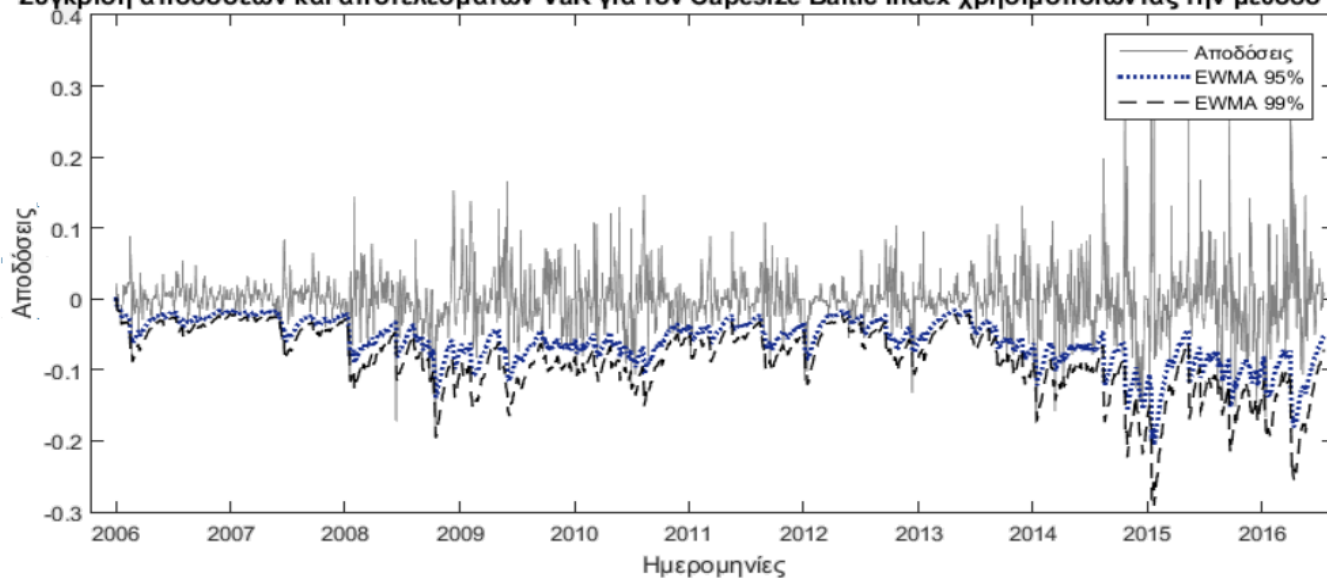
**Γράφημα 10:** Σύγκριση αποδόσεων και αποτελεσμάτων VaR για τον Baltic Capesize Index χρησιμοποιώντας την Ιστορική Προσομοίωση για κινούμενο δείγμα 250 παρατηρήσεων σε διάστημα εμπιστοσύνης. 95% και 99% Η εξεταζόμενη περίοδος είναι από 1/1/2006 έως 15/7/2016

**Σύγκριση αποδόσεων και αποτελεσμάτων VaR για τον Capesize Baltic Index χρησιμοποιώντας την μέθοδο GARCH**



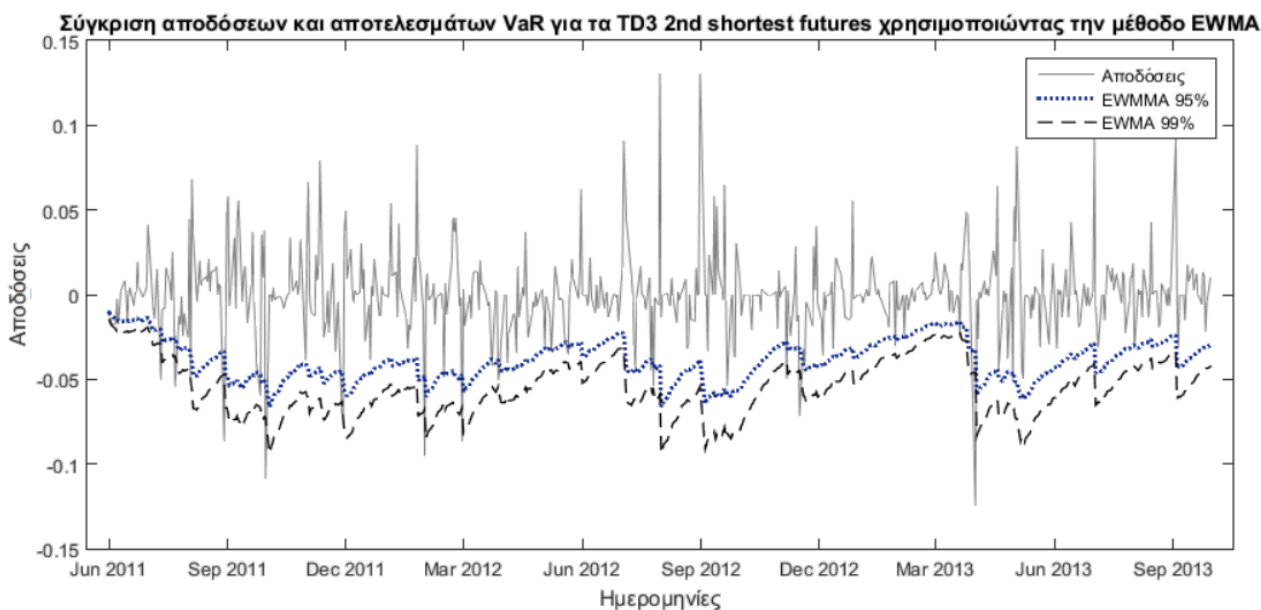
**Γράφημα 11:** Σύγκριση αποδόσεων και αποτελεσμάτων VaR για τον Baltic Capesize Index χρησιμοποιώντας την μέθοδο GARCH σε διάστημα εμπιστοσύνης 95% και 99%. Η εξεταζόμενη περίοδος είναι από 1/1/2006 έως 15/7/2016

**Σύγκριση αποδόσεων και αποτελεσμάτων VaR για τον Capesize Baltic Index χρησιμοποιώντας την μέθοδο EWMA**

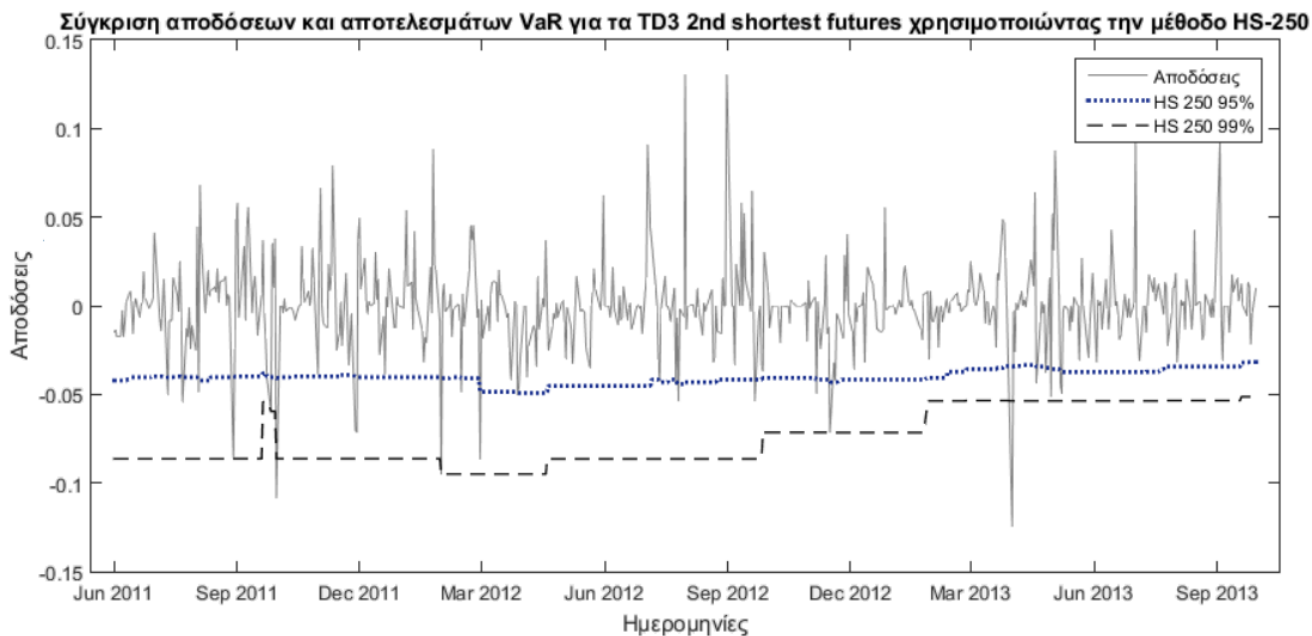


**Γράφημα 12:** Σύγκριση αποδόσεων και αποτελεσμάτων VaR για τον Baltic Capesize Index χρησιμοποιώντας την μέθοδο EWMA σε διάστημα εμπιστοσύνης 95% και 99%. Η εξεταζόμενη περίοδος είναι από 1/1/2006 έως 15/7/2016

### TD3 Futures

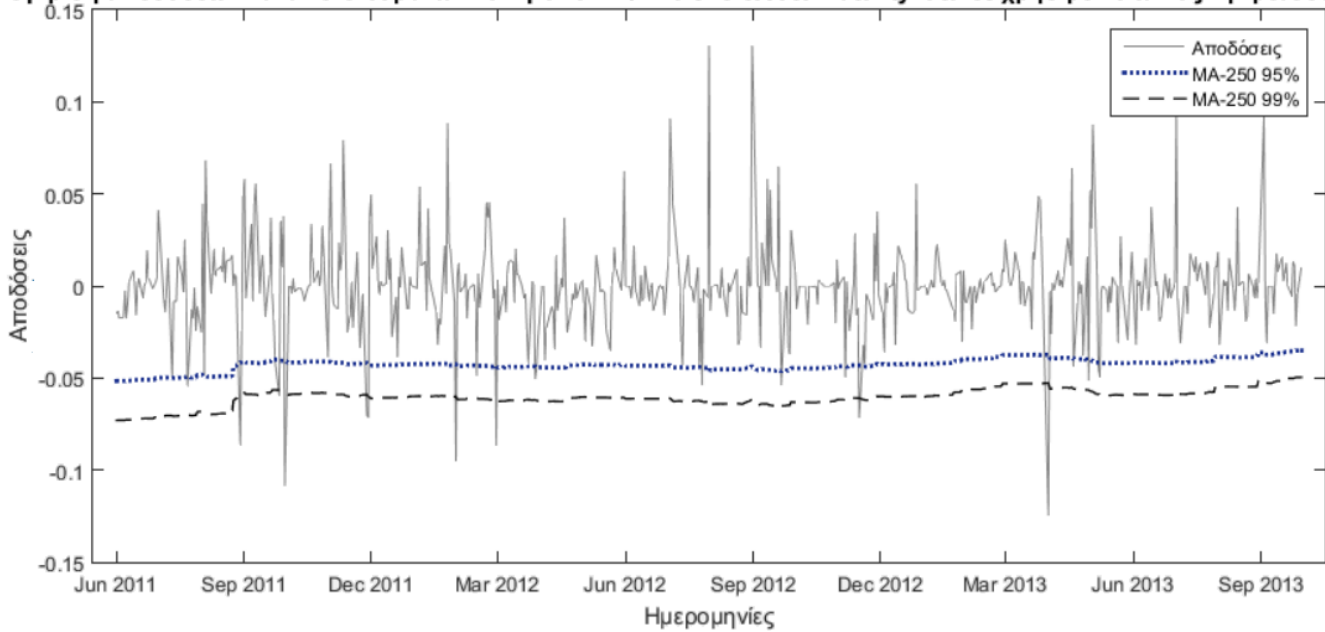


**Γράφημα 13:** Σύγκριση αποδόσεων και αποτελεσμάτων VaR για το TD3 2nd shortest to maturity contract χρησιμοποιώντας την μέθοδο EWMA σε διάστημα εμπιστοσύνης. 95% και 99% Η εξεταζόμενη περίοδος είναι από 1/6/2011 έως 30/9/2013



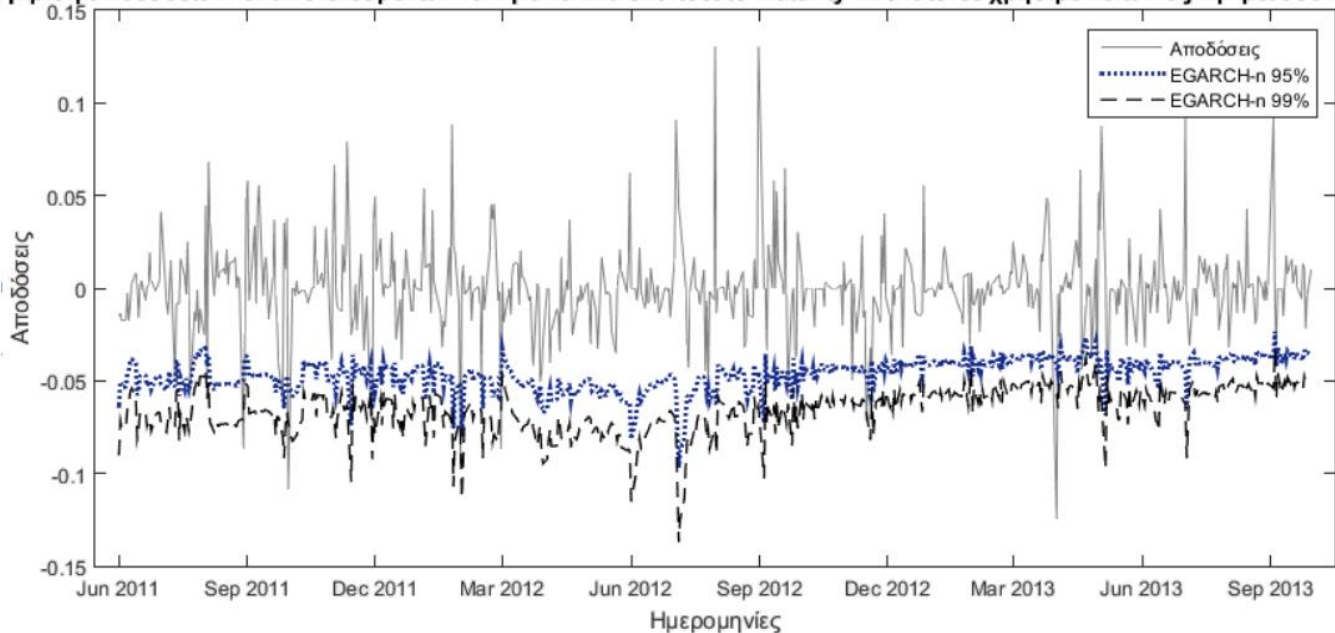
**Γράφημα 14:** Σύγκριση αποδόσεων και αποτελεσμάτων VaR για το TD3 2nd shortest to maturity contract χρησιμοποιώντας την μέθοδο HS-250 σε διάστημα εμπιστοσύνης. 95% και 99% Η εξεταζόμενη περίοδος είναι από 1/6/2011 έως 30/9/2013

Σύγκριση αποδόσεων και αποτελεσμάτων VaR για τα TD3 2nd shortest to maturity futures χρησιμοποιώντας την μέθοδο MA-250



**Γράφημα 15:** Σύγκριση αποδόσεων και αποτελεσμάτων VaR για το TD3 2nd shortest to maturity contract χρησιμοποιώντας την μέθοδο MA-250 σε διάστημα εμπιστοσύνης. 95% και 99% Η εξεταζόμενη περίοδος είναι από 1/6/2011 έως 30/9/2013

Σύγκριση αποδόσεων και αποτελεσμάτων VaR για τα 2nd shortest to maturity TD3 futures χρησιμοποιώντας την μέθοδο EGARCH-n



**Γράφημα 16:** Σύγκριση αποδόσεων και αποτελεσμάτων VaR για το TD3 2nd shortest to maturity contract χρησιμοποιώντας την μέθοδο EGARCH-n σε διάστημα εμπιστοσύνης. 95% και 99% Η εξεταζόμενη περίοδος είναι από 1/6/2011 έως 30/9/2013

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

### *Ιδιαιτερότητες και χαρακτηριστικά των χρηματοοικονομικών αποδόσεων*

Στην ενότητα αυτή θα αναφερθούμε σε κάποια στοιχεία και χαρακτηριστικά των αποδόσεων και θα παρουσιάσουμε τους στατιστικούς ελέγχους που διενεργούμε στην ενότητα 2.5 όπου παρουσιάζουμε τα δεδομένα. Η απόλυτη διαφορά των τιμών ενός αξιογράφου μεταξύ δύο ημερομηνιών ορίζεται ως εξής

$$D_t = P_t - P_{t-1} \quad (1)$$

Η ποσοστιαία μεταβολή ή απόδοση  $R_t$  ορίζεται ως εξής

$$R_t = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}} \quad (2)$$

Στην έρευνα μας για τον υπολογισμό της Αξίας σε Κίνδυνο θα χρησιμοποιήσουμε λογαριθμικές αποδόσεις οι οποίες είναι συνεπείς ως προς τον χρόνο και μας επιτρέπουν όσο εύκολα υπολογίζουμε αποδόσεις μίας ημέρας τόσο εύκολα να υπολογίσουμε αποδόσεις  $k$  ημερών από το άθροισμά τους.

$$R_t = \ln\left(\frac{P_{t+1}}{P_t}\right) \quad (3)$$

Θέλοντας να μοντελοποιήσουμε τις μελλοντικές αλλαγές των τιμών και των αποδόσεων προκειμένου να μετρήσουμε τον κίνδυνο πρέπει να λάβουμε υπόψιν ότι οι τιμές ακολουθούν το φαινόμενο του τυχαίου περιπάτου (random walk). Δηλαδή είναι σχεδόν αδύνατο να προβλέψουμε τις αυριανές τιμές χρησιμοποιώντας τις παρελθούσες τιμές. Οι τρέχουσες τιμές περιέχουν όλη τη σχετική πληροφορία που χρειαζόμαστε κάτι το οποίο έρχεται σε συνέπεια με τη



θεωρία της αποτελεσματικής αγοράς. Επίσης συχνό είναι το φαινόμενο της αρνητικής συσχέτισης μεταξύ αποδόσεων και διακύμανσης το οποίο είναι γνωστό ως φαινόμενο μόχλευσης και θα αναφερθούμε σε αυτό εκτενέστερα παρακάτω στην περιγραφή των μεθόδων υπολογισμού της Αξίας σε Κίνδυνο.

Στην έρευνά μας θα χρησιμοποιήσουμε καθημερινές αποδόσεις οι οποίες θα υποθέσουμε ότι έχουν μηδενικό μέσο όρο. Ο [Stephen Figlewski \(1997\)](#) στην έρευνά του, υπολόγισε το μέσο τετραγωνικό σφάλμα (RMSE) υποθέτοντας τη μία φορά μηδενικό μέσο όρο και την άλλη χρησιμοποίησε τον μέσο όρο του δείγματος. Κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η ακρίβεια των προβλέψεων είναι καλύτερη υποθέτοντας μηδενικό μέσο όρο ιδιαίτερα για μικρότερες περιόδους.

Θα παρουσιάσουμε έναν πίνακα με τα περιγραφικά στατιστικά των δεδομένων μας τόσο για τις τιμές όσο και για τις αποδόσεις. Αρχικά θα ελέγξουμε για την στασιμότητα των χρονοσειρών χρησιμοποιώντας τον επαυξημένο έλεγχο Dickey-Fuller (Augmented Dickey-Fuller test-ADF) ο οποίος παρουσιάστηκε στο paper [Dickey D. & Fuller W. \(1979\)](#) – ‘Distributions of the estimators for autoregressive time series with a unit root’. Πιο συγκεκριμένα εκτελούνται τρεις έλεγχοι

$$\Delta y_t = a_i y_{t-1} + \sum_{i=1}^P \gamma_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (4)$$

$$\Delta y_t = \alpha_0 + a_i y_{t-1} + \sum_{i=1}^P \gamma_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (5)$$

$$\Delta y_t = \alpha_0 + a_i y_{t-1} + \alpha_2 * t + \sum_{i=1}^P \gamma_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (6)$$

Ο πρώτος έλεγχος είναι χωρίς σταθερά και τάση, ο δεύτερος με σταθερά και ο τρίτος με τάση. Το  $t$  αναπαριστά την τάση, το  $\varepsilon$  αναπαριστά το τυπικό σφάλμα και το  $P$  τον αριθμό των υστερήσεων. Επιλέγουμε να κάνουμε τον έλεγχο χρησιμοποιώντας έως 12 υστερήσεις. Υπολογίζεται κάθε φορά το  $p$  value ελέγχοντας την μηδενική υπόθεση.

$H_0$  : Υπάρχει μία μοναδιαία ρίζα

Η ύπαρξη μοναδιαίας ρίζας συνεπάγεται ότι η χρονοσειρά είναι μη στάσιμη. Επομένως παίρνουμε πρώτες διαφορές και διενεργούμε ξανά το ADF test μέχρι να γίνει στάσιμη η χρονοσειρά.

Επίσης διενεργούμε έλεγχο για κανονικότητα χρησιμοποιώντας τον έλεγχο Jarque-Bera. Ο έλεγχος Jarque-Bera βασίζεται στην ασυμμετρία και την κύρτωση του δείγματος και υπολογίζεται ως εξής.

$$kurt = \frac{N}{6 \left[ S^2 + \frac{(K-3)^2}{4} \right]} \quad (7)$$

Όπου  $N$  είναι το μέγεθος του δείγματος,  $S$  η ασυμμετρία και  $K$  η κύρτωση. Επιπροσθέτως μπορούμε να διενεργήσουμε ελέγχους ασυμμετρίας και κύρτωσης. Η κανονική κατανομή υποθέτει ασυμμετρία και κύρτωση ίση με 0. Οι έλεγχοι βασίζονται στο γεγονός ότι όταν τα δεδομένα έχουν κανονική κατανομή, τα t-statistics  $z_s = \frac{skew}{se}$  και  $z_k = \frac{kurt}{se}$  για ασυμμετρία και κύρτωση αντίστοιχα έχουν και αυτά με τη σειρά τους κανονική κατανομή. Όπου  $skew$  η ασυμμετρία του δείγματος,  $kurt$  η κύρτωση του δείγματος και s.e. τα τυπικά σφάλματα. Τα τυπικά σφάλματα για ασυμμετρία και κύρτωση αντίστοιχα υπολογίζονται από τους παρακάτω τύπους όπου  $N$  = το μέγεθος του δείγματος.

$$s.e.s = \sqrt{\frac{6N(N-1)}{(N-2)(N+1)(N+3)}} \quad (8)$$

$$s.e.k = 2(N-1) \sqrt{\frac{6N}{(N-2)(N-3)(N+3)(N+5)}} \quad (9)$$

Τέλος χρήσιμο είναι να ελέγξουμε αν οι αποδόσεις είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους. Αυτό μπορεί να γίνει ελέγχοντας απλά για αυτοσυσχέτιση. Αν δεν υπάρχει αυτοσυσχέτιση τότε οι αποδόσεις είναι στατιστικά ανεξάρτητες μεταξύ τους. Ο συντελεστής αυτοσυσχέτισης μετράει την συσχέτιση μεταξύ δύο μεταβλητών προϊόντος του χρόνου. Έστω ότι έχουμε παρατηρήσεις  $R_t$  για  $t = 1 \dots T$  ο συντελεστής συσχέτισης  $k$  τάξης  $p_k$  ορίζεται ως εξής



$$\rho_k = \frac{\sigma_{t,t-k}^2}{\sigma_t^2} \quad (10)$$

Αν ο συντελεστής αυτοσυσχέτισης είναι κοντά στο 0 αυτό σημαίνει υπάρχει αυτοσυσχέτιση. Για να ελέγξουμε για αυτοσυσχέτιση χρησιμοποιούμε το Ljung-Box Q statistic το οποίο εκτελείται στα κατάλοιπα και ελέγχουμε τη μηδενική υπόθεση

$H_0 : corr(u_t, u_{t-i}) = 0$  εναλλακτικά  $H_0 : \text{δεν υπάρχει αυτοσυσχέτιση.}$

Ο τύπος υπολογισμού είναι ο εξής

$$Q = n * (n - 2) * \sum_{k=1}^p \frac{\rho_k^2}{n - k} \quad (11)$$

Όπου  $n$  ο αριθμός παρατηρήσεων του δείγματος. Το Ljung-Box Q statistic εξαρτάται από την επιλογή των υστερήσεων και καλό είναι να εκτελεστεί συνεχόμενα για πολλές παρατηρήσεις προκειμένου να έχουμε ένα αξιόπιστο αποτέλεσμα.

Συνοψίζοντας σύμφωνα με το σύγγραμμα του [Christoffersen, Elements of Financial Risk Management \(2003\)](#) οι χρηματοοικονομικές αποδόσεις χαρακτηρίζονται από ορισμένες τάσεις.

- Οι καθημερινές αποδόσεις έχουν σχεδόν μηδενική ή πολύ μικρή αυτοσυσχέτιση. Δηλαδή είναι σχεδόν αδύνατο να γίνουν προβλέψεις χρησιμοποιώντας παρελθούσες τιμές. Συγκεκριμένα

$$corr(r_{t+1}, r_{t+1-t}) \approx 0 \quad (12)$$

- Η αδέσμευτη κατανομή των καθημερινών αποδόσεων δεν ακολουθεί την κανονική κατανομή. Μάλιστα η κατανομή τους παρουσιάζει πιο χοντρές ουρές από την κανονική κατανομή αυξάνοντας την πιθανότητα για μεγαλύτερες απώλειες.
- Η κατανομή των αποδόσεων χαρακτηρίζεται από ασυμμετρία και αρνητική κλίση ιδιαίτερα για τις χρηματιστηριακές αγορές όπου συμβαίνουν μεγάλες πτώσεις αλλά όχι τόσο μεγάλες άνοδοι των τιμών.

- Στις ημερήσιες αποδόσεις αλλά και σε ανάλογα μικρές περιόδους μπορούμε να υποθέσουμε ότι ο μέσος όρος ισούται με μηδέν και άρα μεγάλη σημασία στην όποια ανάλυση γίνει παίζει η τυπική απόκλιση.
- Η διακύμανση η οποία υπολογίζεται με τα τετράγωνα των αποδόσεων εμφανίζει θετική συσχέτιση σε σχέση με το παρελθόν της. Το παραπάνω είναι εντονότερο όταν χρησιμοποιούμε μικρό χρονικό ορίζοντα. Δηλαδή έχουμε ότι

$$\text{corr}(r_{t+1}, r_{t+1-t}) > 0 \quad (13)$$

- Παρατηρείται συχνά το φαινόμενο μόχλευσης (leverage effect) δηλαδή η αρνητική σχέση μεταξύ αποδόσεων και διακύμανσης. Πιο συγκεκριμένα η πτώση στην τιμή μπορεί να αυξήσει την μόχλευση της επιχείρησης, υποθέτοντας ότι το χρέος μένει σταθερό, η οποία δύναται να αυξήσει τη διακύμανση παρά την πτώση της τιμής.
- Η συσχέτιση μεταξύ των αξιογράφων είναι χρονικά μεταβαλλόμενη. Σε καθοδικές αγορές που χαρακτηρίζονται από υψηλή μεταβλητότητα δείχνει να αυξάνεται.
- Ακόμα και αν χρησιμοποιήσουμε ένα χρονικά μεταβαλλόμενο μοντέλο μεταβλητότητας η κατανομή των αποδόσεων θα συνεχίσει να χαρακτηρίζεται από πιο χοντρές ουρές σε σχέση με την κανονική κατανομή.
- Όσο μεγαλώνει ο χρονικός ορίζοντας των αποδόσεων τόσο αλλάζει η κατανομή των αποδόσεων και πηγαίνει προς την κανονική κατανομή.