



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΤΜΗΜΑ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗ
ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ (M.B.A.)

Διαχείριση Κινδύνου με τη χρήση Value at Risk (VaR) υποδειγμάτων

Επιβλέπων καθηγητής: Αρτίκης Γ. Παναγιώτης

Συντάκτης: Μπισμπίκης Β. Χρήστος

Περιεχόμενα

Περιεχόμενα	ii
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	iv
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	v
Κατάσταση Πινάκων	vi
Κατάσταση Διαγραμμάτων	vii
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.2. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΟΣ ΣΚΟΠΟΣ	2
1.3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	2
1.4. ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΤΑ	3
1.5. ΔΟΜΗ	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ	5
2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	5
2.2. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ	5
2.2.1. Κίνδυνος	8
2.2.2. Αναγνώριση-Είδη κινδύνου	10
2.2.3. Μέτρηση κινδύνου	14
2.3. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ (FINANCIAL RISK MANAGEMENT)	15
2.4. ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ	19
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 2 ^{ΟΥ} ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ	20
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Η ΜΕΘΟΔΟΣ VALUE-AT-RISK	22
3.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	22
3.2. ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ VaR	23
3.2.1. Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ VaR ΣΤΟ ΧΡΟΝΟ	25
3.2.2. ΤΟ VaR ΩΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ	26
3.2.3. Ο ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ VaR	27
3.2.4. ΕΠΙΚΡΙΣΕΙΣ ΕΝΑΝΤΙ ΤΟΥ VaR	30
3.3. ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΟΥ VaR	31
3.3.1. ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΑ ΓΡΑΜΜΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ	31
3.3.1.1. Μέθοδος Διακύμανσης/Συνδιακύμανσης (Variance/ Covariance)	32
3.3.1.2. Delta-Normal και Delta-Gamma VaR	34
3.3.1.3. Δεσμευμένο VaR (Conditional VaR (CVaR))	35
3.3.1.4. Riskmetrics	36
3.3.2. ΜΗ-ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ	36
3.3.2.1. Μέθοδος Ιστορικής Προσομοίωσης (Historic Simulation)	36
3.3.2.2. Υβριδικό Μοντέλο (Hybrid Model)	38
3.3.3. ΗΜΙ-ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ	39
3.3.3.1. Μέθοδος προσομοίωσης Monte Carlo (Monte Carlo Simulation)	39
3.3.3.2. Δεσμευμένο Αυτοπαλινδρομούμενο VaR (Conditional Autoregressive VaR (CaViaR))	41
3.3.3.3. Φιλτραρισμένη Ιστορική Προσομοίωση (Filtered Historical Simulation (FHS))	41
3.4. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ BACKTESTING	42
3.5. ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΚΡΑΙΩΝ ΤΙΜΩΝ (STRESS TESTING)	43
3.6. ΠΟΙΑ ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΙΝΑΙ Η ΚΑΛΥΤΕΡΗ;	43
3.7. Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας	44
3.8. ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ	48

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 3 ^{ΟΥ} ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ	48
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΧΡΗΣΗ ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΕΙΡΩΝ	52
4.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	52
4.2. ΒΑΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΩΝ.....	53
4.2.1. Στασιμότητα (Stationarity)	54
4.2.2. Αυτοσυσχέτιση (Autocorrelation).....	54
4.2.3. Λευκός Θόρυβος (White noise).....	56
4.3. ΜΟΝΤΕΛΑ ARMA-ARIMA	56
4.4. ΜΟΝΤΕΛΑ ARCH-GARCH.....	58
4.5. ΜΟΝΤΕΛΑ ARCH-GARCH ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΣ VaR.....	60
4.6. ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ	62
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 4 ^{ΟΥ} ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ	62
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	64
5.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	64
5.2. Dow Jones Industry Indexes	65
5.2.1. DJUSBM	70
5.2.2. DJUSCY	74
5.2.3. DJUSEN.....	78
5.2.4. DJUSFN	81
5.2.5. DJUSHC.....	85
5.2.6. DJUSIN	88
5.2.7. DJUSNC.....	92
5.2.8. DJUSTC	95
5.2.9. DJUSTL	99
5.2.10. DJUSUT	102
5.3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	106
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 5 ^{ΟΥ} ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ.....	108
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	109
6.1. ΤΕΛΙΚΗ ΣΥΝΟΨΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	109
6.2. ΠΕΔΙΑ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ	110
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - ΑΡΘΡΟΓΡΑΦΙΑ - ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ	
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ	113

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ Value at Risk ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

του μεταπτυχιακού φοιτητή Μπισμπίκη Β. Χρήστου

Σημαντικοί όροι: Κίνδυνος, Value at Risk, GARCH, αστάθεια, πρόβλεψη απωλειών

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ακριβής πρόβλεψη της αστάθειας και των απωλειών κάποιων περιουσιακών στοιχείων αποτελεί βασικό στοιχείο της χαρτογράφησης του κινδύνου αγοράς για έναν επενδυτή. Όσο υψηλότερη είναι η αστάθεια που εμφανίζεται σε ένα περιουσιακό στοιχείο (ή δείκτη, κλπ.) τόσο μεγαλύτερο είναι το ρίσκο που εμπεριέχει και επακολούθως τόσο δυσκολότερη είναι η πρόβλεψη της μελλοντικής της τιμής.

Η συγκεκριμένη μελέτη έχει ως σκοπό την επιστημονική προσέγγιση της έννοιας του κινδύνου και τον υπολογισμό του με τη χρήση της μεθόδου Value at Risk. Το VaR υπολογίζει τη χειρότερη απώλεια, για ένα συγκεκριμένο χρονικό ορίζοντα, υπό ένα δοθέν επίπεδο εμπιστοσύνης (κάτω από κανονικές συνθήκες της αγοράς). Οι υπολογισμοί του VaR μπορούν να εφαρμοστούν σε διάφορους τύπους κινδύνων. Παρόλα αυτά, η παρούσα διπλωματική επικεντρώνεται αποκλειστικά στη χρήση της μεθοδολογίας για την απεικόνιση του κινδύνου αγοράς.

Υπό το πρίσμα της παρούσας μελέτης και το μετέπειτα υπολογισμό του VaR, χρησιμοποιείται η παραμετρική μέθοδος με τη χρήση των GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity) μοντέλων, για τον υπολογισμό της δεσμευμένης αστάθειας των χρονοσειρών που δημιουργούνται από τις αποδόσεις 10 αμερικάνικων κλαδικών δεικτών, για το διάστημα 2005-2010. Για τη καλύτερη απεικόνιση του φαινομένου της μόχλευσης και απορρόφησης των γνωστών προβλημάτων των χρονοσειρών (αυτοσυσχέτιση, στασιμότητα, ετεροσκεδαστικότητα, κλπ.) πέρα των απλών κλασικών μοντέλων GARCH χρησιμοποιήθηκαν και ασύμμετρα μοντέλα. Όπως ήταν αναμενόμενο, στατιστικά καταλληλότερα αναδείχθηκαν τα ασύμμετρα μοντέλα που ακολουθούσαν πιο εξειδικευμένες πιθανοθεωρητικές κατανομές. Ενδεικτικά, τη μεγαλύτερη εκτιμώμενη (κατά την επόμενη χρονική περίοδο) αστάθεια και μεγαλύτερες απώλειες εκτιμήθηκε να έχει ο κλαδικός δείκτης πετρελαίου και φυσικού αερίου.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τα μέλη της επιτροπής για την ευκαιρία που μου δίνουν να παρουσιάσω τη συγκεκριμένη εργασία εδώ στο Πανεπιστήμιο Πειραιά. Στη συνέχεια θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Αρτίκη Παναγιώτη για τη βοήθειά του και την άφογη συνεργασία του καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας, καθώς και τον υποψήφιο διδάκτορα κ. Μπλούτσο Κωνσταντίνο, του οποίου η συνδρομή ήταν πολύτιμη. Τέλος θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη στην οικογένειά μου για την απεριόριστη υποστήριξη και ενθάρρυνση καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Αθήνα, Νοέμβριος 2012

Μπισμπίκης Χρήστος

Κατάσταση Πινάκων

Πίνακας 5.1. Απεικόνιση των περιγραφικών στατιστικών στοιχείων όλων των υπό έλεγχο κλαδικών δεικτών	69
Πίνακας 5.2. Σύγκριση των GARCH μοντέλων για το κλαδικό δείκτη DJUSBM ανά πιθανοθεωρητική κατανομή	71
Πίνακας 5.3. Οι παράμετροι του επιλεγμένου EGARCH μοντέλου με τη Skewed Student-t κατανομή για τον DJUSBM	72
Πίνακας 5.4. Πίνακας 4.4. Πρόβλεψη των σημαντικότερων παραμέτρων για χρονικό ορίζοντα = 1 σύμφωνα με το επιλεγμένο EGARCH μοντέλο για τον DJUSBM	73
Πίνακας 5.5. Σύγκριση των GARCH μοντέλων για το κλαδικό δείκτη DJUSCY ανά πιθανοθεωρητική κατανομή	77
Πίνακας 5.6. Οι παράμετροι του επιλεγμένου EGARCH μοντέλου με τη Skewed Student-t κατανομή για τον DJUSCY	77
Πίνακας 5.7. Πρόβλεψη των σημαντικότερων παραμέτρων για χρονικό ορίζοντα = 1 σύμφωνα με το επιλεγμένο EGARCH μοντέλο για τον DJUSCY	77
Πίνακας 5.8. Σύγκριση των GARCH μοντέλων για το κλαδικό δείκτη DJUSEN ανά πιθανοθεωρητική κατανομή	79
Πίνακας 5.9. Οι παράμετροι του επιλεγμένου EGARCH μοντέλου με τη Skewed Student-t κατανομή για τον DJUSEN	80
Πίνακας 5.10. Πρόβλεψη των σημαντικότερων παραμέτρων για χρονικό ορίζοντα = 1 σύμφωνα με το επιλεγμένο EGARCH μοντέλο για τον DJUSEN	81
Πίνακας 5.11. Σύγκριση των GARCH μοντέλων για το κλαδικό δείκτη DJUSFN ανά πιθανοθεωρητική κατανομή	83
Πίνακας 5.12. Οι παράμετροι του επιλεγμένου EGARCH μοντέλου με τη Skewed Student-t κατανομή για τον DJUSFN	83
Πίνακας 5.13. Πρόβλεψη των σημαντικότερων παραμέτρων για χρονικό ορίζοντα = 1 σύμφωνα με το επιλεγμένο EGARCH μοντέλο για τον DJUSFN	84
Πίνακας 5.14. Σύγκριση των GARCH μοντέλων για το κλαδικό δείκτη DJUSHC ανά πιθανοθεωρητική κατανομή	86
Πίνακας 5.15. Οι παράμετροι του επιλεγμένου EGARCH μοντέλου με τη Skewed Student-t κατανομή για τον DJUSHC	87
Πίνακας 5.16. Πρόβλεψη των σημαντικότερων παραμέτρων για χρονικό ορίζοντα = 1 σύμφωνα με το επιλεγμένο EGARCH μοντέλο για τον DJUSHC	88
Πίνακας 5.17. Σύγκριση των GARCH μοντέλων για το κλαδικό δείκτη DJUSIN ανά πιθανοθεωρητική κατανομή	90
Πίνακας 5.18. Οι παράμετροι του επιλεγμένου EGARCH μοντέλου με τη Skewed Student-t κατανομή για τον DJUSIN	90
Πίνακας 5.19. Πρόβλεψη των σημαντικότερων παραμέτρων για χρονικό ορίζοντα = 1 σύμφωνα	

με το επιλεγμένο EGARCH μοντέλο για τον DJUSIN	91
Πίνακας 5.20. Σύγκριση των GARCH μοντέλων για το κλαδικό δείκτη DJUSNC ανά πιθανοθεωρητική κατανομή	93
Πίνακας 5.21. Οι παράμετροι του επιλεγμένου EGARCH μοντέλου με τη Skewed Student-t κατανομή για τον DJUSNC.....	94
Πίνακας 5.22. Πρόβλεψη των σημαντικότερων παραμέτρων για χρονικό ορίζοντα = 1 σύμφωνα με το επιλεγμένο EGARCH μοντέλο για τον DJUSNC.....	95
Πίνακας 5.23. Σύγκριση των GARCH μοντέλων για το κλαδικό δείκτη DJUSTC ανά πιθανοθεωρητική κατανομή	97
Πίνακας 5.24. Οι παράμετροι του επιλεγμένου EGARCH μοντέλου με τη Skewed Student-t κατανομή για τον DJUSTC.....	97
Πίνακας 5.25. Πρόβλεψη των σημαντικότερων παραμέτρων για χρονικό ορίζοντα = 1 σύμφωνα με το επιλεγμένο EGARCH μοντέλο για τον DJUSTC	98
Πίνακας 5.26. Σύγκριση των GARCH μοντέλων για το κλαδικό δείκτη DJUSTL ανά πιθανοθεωρητική κατανομή	100
Πίνακας 5.27. Οι παράμετροι του επιλεγμένου EGARCH μοντέλου με τη Skewed Student-t κατανομή για τον DJUSTL.....	101
Πίνακας 5.28. Πρόβλεψη των σημαντικότερων παραμέτρων για χρονικό ορίζοντα = 1 σύμφωνα με το επιλεγμένο EGARCH μοντέλο για τον DJUSTL.....	101
Πίνακας 5.29. Σύγκριση των GARCH μοντέλων για το κλαδικό δείκτη DJUSUT ανά πιθανοθεωρητική κατανομή	103
Πίνακας 5.30. Οι παράμετροι του επιλεγμένου EGARCH μοντέλου με τη Skewed Student-t κατανομή για τον DJUSUT	104
Πίνακας 5.31. Πρόβλεψη των σημαντικότερων παραμέτρων για χρονικό ορίζοντα = 1 σύμφωνα με το επιλεγμένο EGARCH μοντέλο για τον DJUSUT	105
Πίνακας 5.32. Παρουσίαση των συνολικών αποτελεσμάτων ανά κλαδικό δείκτη	106

Κατάσταση Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 2.1. Ενδεικτικό διάγραμμα της διαδικασίας διαχείρισης κινδύνου	7
Διάγραμμα 2.2. Παρουσίαση των ειδών των επενδυτών βάσει Απόδοσης- Κίνδυνου	10
Διάγραμμα 2.3. Διάγραμμα ροής Κινδύνου σύμφωνα με τη Διαχείριση Κινδύνου.....	15
Διάγραμμα 3.1. Σχηματική απεικόνιση του VaR	25
Διάγραμμα 5.1. Απεικόνιση της κατανομή που σχηματίζουν οι αποδόσεις του κλαδικού δείκτη DJUSBM για τη περίοδο 2005- 2010	70
Διάγραμμα 5.2. Κορελόγραμμα που απεικονίζει τη συνάρτηση αυτοσυσχέτισης του DJUSBM	70

Διάγραμμα 5.3. Γραφική απεικόνιση των τετραγωνισμένων διαταραχτικών όρων για τον DJUSBM.....	71
Διάγραμμα 5.4. Q-Q plot των λογαριθμικών αποδόσεων του DJUSBM.....	71
Διάγραμμα 5.5. Απεικόνιση της κατανομή που σχηματίζουν οι αποδόσεις του κλαδικού δείκτη DJUSCY για τη περίοδο 2005- 2010.....	76
Διάγραμμα 5.6. Κορελόγραμμα που απεικονίζει τη συνάρτηση αυτοσυσχέτισης του DJUSCY	76
Διάγραμμα 5.7. Γραφική απεικόνιση των τετραγωνισμένων διαταραχτικών όρων για τον DJUSCY	77
Διάγραμμα 5.8. Q-Q plot των λογαριθμικών αποδόσεων του DJUSCY	77
Διάγραμμα 5.9. Απεικόνιση της κατανομή που σχηματίζουν οι αποδόσεις του κλαδικού δείκτη DJUSEN για τη περίοδο 2005- 2010.....	78
Διάγραμμα 5.10. Κορελόγραμμα που απεικονίζει τη συνάρτηση αυτοσυσχέτισης του DJUSEN	78
Διάγραμμα 5.11. Γραφική απεικόνιση των τετραγωνισμένων διαταραχτικών όρων για τον DJUSEN	78
Διάγραμμα 5.12. Q-Q plot των λογαριθμικών αποδόσεων του DJUSEN	79
Διάγραμμα 5.13. Απεικόνιση της κατανομή που σχηματίζουν οι αποδόσεις του κλαδικού δείκτη DJUSFN για τη περίοδο 2005- 2010.....	81
Διάγραμμα 5.14. Κορελόγραμμα που απεικονίζει τη συνάρτηση αυτοσυσχέτισης του DJUSFN	82
Διάγραμμα 5.15. Γραφική απεικόνιση των τετραγωνισμένων διαταραχτικών όρων για τον DJUSFN	82
Διάγραμμα 5.16. Q-Q plot των λογαριθμικών αποδόσεων του DJUSFN	82
Διάγραμμα 5.17. Απεικόνιση της κατανομή που σχηματίζουν οι αποδόσεις του κλαδικού δείκτη DJUSHC για τη περίοδο 2005- 2010	85
Διάγραμμα 5.18. Κορελόγραμμα που απεικονίζει τη συνάρτηση αυτοσυσχέτισης του DJUSHC	85
Διάγραμμα 5.19. Γραφική απεικόνιση των τετραγωνισμένων διαταραχτικών όρων για τον DJUSHC	86
Διάγραμμα 5.20. Q-Q plot των λογαριθμικών αποδόσεων του DJUSHC	86
Διάγραμμα 5.21. Απεικόνιση της κατανομή που σχηματίζουν οι αποδόσεις του κλαδικού δείκτη DJUSIN για τη περίοδο 2005- 2010.....	88
Διάγραμμα 5.22. Κορελόγραμμα που απεικονίζει τη συνάρτηση αυτοσυσχέτισης του DJUSIN	89
Διάγραμμα 5.23. Γραφική απεικόνιση των τετραγωνισμένων διαταραχτικών όρων για τον DJUSIN	89
Διάγραμμα 5.24. Q-Q plot των λογαριθμικών αποδόσεων του DJUSIN.....	89
Διάγραμμα 5.25. Απεικόνιση της κατανομή που σχηματίζουν οι αποδόσεις του κλαδικού δείκτη DJUSNC για τη περίοδο 2005- 2010	92
Διάγραμμα 5.26. Κορελόγραμμα που απεικονίζει τη συνάρτηση αυτοσυσχέτισης του DJUSNC	92
Διάγραμμα 5.27. Γραφική απεικόνιση των τετραγωνισμένων διαταραχτικών όρων για τον DJUSNC	93
Διάγραμμα 5.28. Q-Q plot των λογαριθμικών αποδόσεων του DJUSNC	93
Διάγραμμα 5.29. Απεικόνιση της κατανομή που σχηματίζουν οι αποδόσεις του κλαδικού δείκτη	

DJUSTC για τη περίοδο 2005- 2010.....	95
Διάγραμμα 5.30. Κορελόγραμμα που απεικονίζει τη συνάρτηση αυτοσυσχέτισης του DJUSTC	96
Διάγραμμα 5.31. Γραφική απεικόνιση των τετραγωνισμένων διαταραχτικών όρων για τον DJUSTC	96
Διάγραμμα 5.32. Q-Q plot των λογαριθμικών αποδόσεων του DJUSTC	96
Διάγραμμα 5.33. Απεικόνιση της κατανομή που σχηματίζουν οι αποδόσεις του κλαδικού δείκτη DJUSTL για τη περίοδο 2005- 2010	99
Διάγραμμα 5.34. Κορελόγραμμα που απεικονίζει τη συνάρτηση αυτοσυσχέτισης του DJUSTL	99
Διάγραμμα 5.35. Γραφική απεικόνιση των τετραγωνισμένων διαταραχτικών όρων για τον DJUSTL.....	99
Διάγραμμα 5.36. Q-Q plot των λογαριθμικών αποδόσεων του DJUSTL.....	100
Διάγραμμα 5.37. Απεικόνιση της κατανομή που σχηματίζουν οι αποδόσεις του κλαδικού δείκτη DJUSUT για τη περίοδο 2005- 2010.....	102
Διάγραμμα 5.38. Κορελόγραμμα που απεικονίζει τη συνάρτηση αυτοσυσχέτισης του DJUSUT	103
Διάγραμμα 5.39. Γραφική απεικόνιση των τετραγωνισμένων διαταραχτικών όρων για τον DJUSUT	103
Διάγραμμα 5.40. Q-Q plot των λογαριθμικών αποδόσεων του DJUSUT	103

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Διαχείριση του Κινδύνου αποτελεί μείζον, αναπόσπαστο κομμάτι που διατρέχει κατά μήκος έναν οργανισμό. Η σπουδαιότητα διαμόρφωσης ενός επιτυχημένου σχεδίου για τη δημιουργία αξίας στις επενδυτικές δραστηριότητες είναι καθοριστική, ειδικά σε περιόδους έντονης οικονομικής αστάθειας και ανταγωνισμού μεταξύ των επιχειρήσεων. Μια επιχείρηση έχει να αντιμετωπίσει μια πληθώρα κινδύνων που εμπεριέχουν οι επενδυτικές κινήσεις της. Η έννοια του κινδύνου αναφέρεται στις επιπτώσεις που έχει η έκθεση και η αβεβαιότητα στους εκάστοτε οικονομικούς σκοπούς.

Ο χρηματοοικονομικός κίνδυνος είναι ένα σύνολο κινδύνων που αναφέρεται στις μεταβολές της οικονομίας. Μία συνιστώσα του χρηματοοικονομικού κινδύνου είναι και ο κίνδυνος αγοράς ή αστάθεια όπως συχνά αναφέρεται, που σχετίζεται με τις απώλειες που μπορεί να έχει ένα χαρτοφυλάκιο επενδύσεων εξαιτίας των καθημερινών αναταράξεων στις αγορές. Αναλυτικότερα, σχετίζεται με τις μεταβολές στην αγοραία αξία των διάφορων χρηματοοικονομικών περιουσιακών στοιχείων εξαιτίας των μεταβολών στην αγορά ή στην ευρύτερη οικονομία. Όταν μιλάμε για μεταβλητότητα ή αστάθεια, αναφερόμαστε στην τυπική απόκλιση ή τη διασπορά. Στο πέρασμα των χρόνων έχει δημιουργηθεί η ανάγκη εύρεσης αξιόπιστων εργαλείων που θα απεικονίζουν την έκθεση και την αβεβαιότητα του κινδύνου αγοράς.

Η μέθοδος **Value-at-Risk** (VaR), μπορεί να οριστεί ως η χειρότερη μέγιστη απώλεια που μπορεί να προκύψει από τη παρακράτηση ενός περιουσιακού στοιχείου ή ενός χαρτοφυλακίου για μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο σε ένα δοθέν επίπεδο πιθανότητας. Ο κίνδυνος αγοράς παρουσιάζεται από τη παρακολούθηση των θέσεων χαρτοφυλακίου επενδύσεων υπό τις αλλαγές σε τιμές, λόγους, δείκτες, και άλλων παραμέτρων της αγοράς. Τα μοντέλα του VaR χωρίζονται σε τρεις διαφορετικές κατηγορίες αναλόγως της χρήσης ή μη των παραμέτρων μιας γνωστής θεωρητικής κατανομής: τα Παραμετρικά, τα Μη-παραμετρικά και τα Ημι-παραμετρικά. Το πεδίο χρήσης της VaR είναι ιδιαίτερος ευρύ, αλλά πολλοί οικονομολόγοι αντιτίθενται στη χρήση της, λόγω της αδυναμίας της να απεικονίσει κάποιες ποιοτικές ιδιότητες.

1.2. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΟΣ ΣΚΟΠΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως πρωταρχικό σκοπό την επιστημονική προσέγγιση και πρακτική εφαρμογή της μεθόδου Value-at-Risk. Αφορμή για τη συγγραφή της μελέτης αποτέλεσαν μια σειρά από επιστημονικά άρθρα. Το VaR είναι μία από τις σημαντικότερες μεθόδους μέτρησης του κινδύνου αγοράς. Χρησιμοποιείται ευρέως κατά τη διαχείριση του χρηματοοικονομικού κινδύνου από μεγάλους οργανισμούς, ρυθμιστικές αρχές και επενδυτές. Η μέθοδος κατά καιρούς έχει δεχτεί σκληρές κριτικές και η χρήση της συνίσταται με σύνεση.

Εμπειρικές μελέτες έχουν δείξει ότι οι χρονοσειρές των αποδόσεων περιουσιακών στοιχείων εμφανίζουν αυτοσυσχέτιση και αποκλίνουν σημαντικά από τη κανονική κατανομή. Οι διάφορες αναταράξεις έχουν τη τάση να συσσωρεύονται χρονικά. Πολλές χρονοσειρές έχουν την τάση να επηρεάζονται από τη μόχλευση. Ημερολογιακά γεγονότα ή εποχικότητα επηρεάζουν τις εκάστοτε αποδόσεις, οπότε και χρίζουν άξιος μελέτης. Ακολουθώντας, κατά το πρακτικό μέρος της εργασίας, χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικά αυτοπαλινδρομούμενα μοντέλα GARCH στις αποδόσεις, σε διαφορετικές κατανομές, με σκοπό την εύρεση της δεσμευμένης αστάθειας για τον υπολογισμό της παραμετρικής τιμής του VaR.

1.3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η μεθοδολογία που θα χρησιμοποιηθεί ακολουθεί τις επιταγές της στατιστικής και της οικονομετρίας. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν, συλλέχτηκαν από διαφορετικούς ηλεκτρονικούς ιστότοπους. Συγκεκριμένα, τα στοιχεία μελέτης είναι οι αποδόσεις 10 αμερικανικών κλαδικών δεικτών του δείκτη Dow Jones για το χρονικό διάστημα 2005-2010. Η επιλογή του συγκεκριμένου χρονικού διαστήματος ήταν σκόπιμη, αφού εμπεριέχει τις εντονότερες οικονομικές αναταράξεις των τελευταίων ετών, από το αναπτυξιακό ζενίθ στο ξέσπασμα της οικονομικής κρίσης. Η εκτίμηση της προβλέψιμης του VaR για την επόμενη χρονική περίοδο έγινε με τη χρήση παραμετρικών μοντέλων. Για την εκτίμηση της αστάθειας χρησιμοποιήθηκαν απλά και ασύμμετρα ARMA(1,1)-GARCH(1,1) υποδείγματα, με σκοπό την απορρόφηση κάποιων ιδιοτήτων που παρουσιάζουν οι εκάστοτε οικονομικές χρονοσειρές.

1.4. ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΤΑ

Η σπουδαιότητα της διπλωματικής σχετίζεται με την εύρεση μιας δυνατής πρόβλεψης του κινδύνου των αποδόσεων στις χρηματοπιστωτικές αγορές. Η μεθοδολογία και τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης μελέτης εμπεριέχουν σημαντικές εφαρμογές των στρατηγικών επενδύσεων και της διαχείρισης κινδύνου. Η εργασία εμπεριέχει τρεις σημαντικές συνιστώσες: τη μελέτη και αντιμετώπιση ιδιοτήτων που εμφανίζουν οι υπό-μελέτη χρονοσειρές, την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων που φέρουν οι τελευταίες επιταγές της παραμετρικής μεθόδου VaR που χρησιμοποιήθηκε και η εύρεση της αστάθειας και των απωλειών ανά κλαδικό δείκτη για τη χρονική περίοδο που επιλέχτηκε. Οι περισσότερες εμπειρικές μελέτες επικεντρώνονται στη πρόβλεψη της τιμής του VaR χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η οικονομική κρίση κατά τη μέτρηση του κινδύνου αγοράς. Η γενικότερη αύξηση της αστάθειας και των απωλειών στους περισσότερους κλάδους είναι ένα γεγονός που θα πρέπει να γνωρίζουν οι επενδυτές. Επακολούθως, οι επενδυτές προτιμούν να επενδύουν σε κλάδους που είναι πιο σταθεροί και δεν παρουσιάζουν έντονη αστάθεια, πόσο μάλλον όταν η συνεχώς αυξανόμενη αστάθεια δε συνοδεύεται και με μια ανάλογη αύξηση των αποδόσεων.

1.5. ΔΟΜΗ

Κάθε κεφάλαιο της εργασίας παρουσιάζεται παρακάτω:

Κεφάλαιο 2: Διαχείριση Κινδύνου: Αποτελεί εισαγωγικό κεφάλαιο και εστιάζει στη παρουσίαση των βασικών στοιχείων της γενικευμένης διαχείρισης κινδύνου και διαχείρισης του χρηματοοικονομικού κινδύνου.

Κεφάλαιο 3: Η μέθοδος Value at Risk: Ολοκληρωμένη παρουσίαση της μεθόδου με σκοπό την αποτύπωση μιας ολοκληρωμένης εικόνας.

Κεφάλαιο 4: Χρήση Χρονολογικών σειρών: Παρουσίαση της απαιτούμενης θεωρίας για τη συνέχιση της μεθοδολογίας. Κύρια συστατικά του κεφαλαίου είναι η στατιστική, οι στοχαστικές διαδικασίες και η θεωρία GARCH.

Κεφάλαιο 5: Μεθοδολογία: Παρουσίαση του συνόλου των δεδομένων και περιγραφή των βημάτων που ακολουθήθηκαν για το πρακτικό μέρος της μελέτης.

Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα Μελέτης: Αποτελεί τον επίλογο και τη παρουσίαση των συμπερασμάτων της μελέτης.

Η συγγραφή της εργασίας έγινε με βάση την σφαιρική ενημέρωση του αναγνώστη σε βασικές έννοιες που χρησιμοποιούνται εντός αυτής, με σκοπό την ευκολότερη κατανόηση. Δόθηκε ιδιαίτερη βάση στην ανάλυση κάποιων όρων με σκοπό την ομαλότερη εισαγωγή σε δυσκολότερους. Παρόλα αυτά ο αναγνώστης, θεωρείται πως διαθέτει κάποια γνώση στατιστικής, στοχαστικών διαδικασιών και οικονομικής θεωρίας. Μετά και από αυτή την εισαγωγή ξεκινά ο κύριος κορμός της μελέτης.

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

“Risk comes from not knowing what you're doing”(=Ο κίνδυνος προέρχεται από την άγνοια των πράξεων)

Warren Buffet (2005, Αμερικάνος οικονομολόγος)

2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το έντονα ευμετάβλητο και ασταθές παγκόσμιο οικονομικό περιβάλλον καθώς και ο έντονος ανταγωνισμός μεταξύ των επιχειρήσεων, θέτουν ως πρωταρχικό στόχο μιας επιχείρησης την αντιμετώπιση καταστάσεων, οι οποίες εμπεριέχουν το ενδεχόμενο απωλειών στη κερδοφορία, στην αγοραία αξία, ή στις καθαρές ταμειακές ροές της. Οι καταστάσεις αυτές, που αντιμετωπίζει ένας οργανισμός και οι λειτουργίες του, μπορεί να είναι αποτέλεσμα εξωτερικών και εσωτερικών παραγόντων. Αυτό έχει ως άμεση συνέπεια, το ενδιαφέρον των στελεχών στην εκτίμηση των απειλών που πλήττουν τις σύγχρονες επιχειρήσεις. Η υιοθέτηση της Ανάλυσης του κινδύνου σε πολλούς κλάδους έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη θεωριών, μεθοδολογιών και πρακτικών εργαλείων. Η ανάγκη μέτρησης του κινδύνου είναι ιδιαίτερα σημαντική ως βάση της λήψης αποφάσεων. Πόσο μεγάλος είναι ένας κίνδυνος και τι συνέπειες θα επέλθουν από την πραγματοποίησή του, είναι σημαντικές διαστάσεις που πρέπει να κατανοηθούν στις στρατηγικές που εμπεριέχουν κίνδυνο.

2.2. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

Η εφημερίδα The Economist το 2004 σχολίαζε χαρακτηριστικά: “Managing risks is one of the things that bosses are paid for, yet most companies still don't have any idea what is required of risk management” (=Η διαχείριση των κινδύνων είναι μία από τις υποχρεώσεις των αφεντικών για τις οποίες πληρώνονται, αλλά ακόμη και τώρα οι

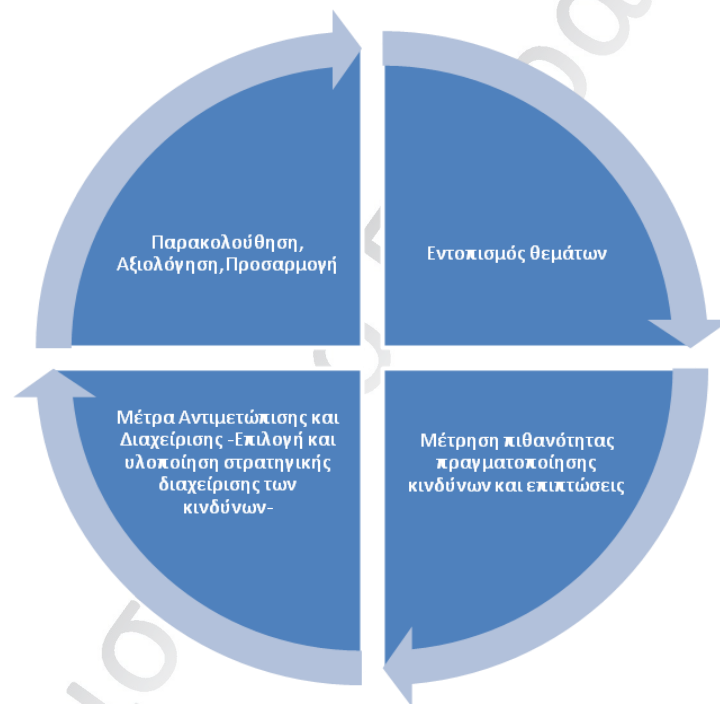
περισσότερες εταιρείες δεν έχουν ιδέα τι απαιτεί η διαχείριση των κινδύνων). Διαχείριση Κινδύνου (Risk Management) είναι η διεργασία με την οποία οι οργανισμοί προσεγγίζουν μεθοδικά τους κινδύνους, με σκοπό την επίτευξη αιεφόρου οφέλους και αξίας σε όλες τις δραστηριότητές τους.

Η διαχείριση του κινδύνου εστιάζει στην αναγνώριση και το χειρισμό των κινδύνων που περιβάλλουν τις παλαιότερες, τρέχουσες και μελλοντικές δραστηριότητες του οργανισμού. Θα πρέπει να είναι μια συνεχής και αναπτυσσόμενη διεργασία, η οποία διατρέχει τη στρατηγική του οργανισμού, όπου κάθε διοικητικό στέλεχος και εργαζόμενος είναι υπεύθυνος στη διαχείριση του κινδύνου ως μέρος της περιγραφής της εργασίας του. Τα στελέχη μέσω της διαχείρισης κινδύνου, αναγνωρίζουν τους κύριους (ανάλογα με την επιχείρηση) κινδύνους, παρέχοντας συνεπείς και κατανοητές μετρήσεις των κινδύνων, εστιάζουν στους πιο επιζήμιους και θεσπίζουν διαδικασίες και πολιτικές για τη παρακολούθηση της θέσης κινδύνου. Η δημιουργία μιας στρατηγικής κινδύνου θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη τους πόρους, τη κουλτούρα, την υποδομή ενός οργανισμού. Η στρατηγική διαχείρισης κινδύνου θα πρέπει να εξετάζεται περιοδικά ως προς την αποτελεσματικότητά της, την οικονομική επίδοση και την ανάπτυξη της αγοράς.

Η Διαχείριση Κινδύνου περιλαμβάνει τα εξής στάδια: 1) Αναγνώριση των Κινδύνων: Θα πρέπει να επισημανθεί ότι δεν είναι εύκολη η διαχείριση των κινδύνων αν δεν είναι γνωστή η φύση τους. Θα πρέπει να είναι φανερό το περιβάλλον και οι περιοχές στις οποίες θα πρέπει να αναζητηθούν οι κίνδυνοι. Η κατηγοριοποίηση των κινδύνων σε εξειδικευμένα είδη και ο προσδιορισμός ακόμη και των πιο προφανών, είναι στάδια της αναγνώρισης κινδύνων. 2) Μέτρηση των Κινδύνων: Πριν τη μέτρηση έχει προηγηθεί ο υπολογισμός του ρίσκου που ευελπιστεί και μπορεί να αντέξει ο εκάστοτε οργανισμός. Η δημιουργία ορίων κινδύνου από μέρους του οργανισμού βοηθά στην επίβλεψη της έκθεσης σε διάφορους υπολογίσιμους κινδύνους και της μέτρησης των απωλειών από ριψοκίνδυνες επενδυτικά δραστηριότητες. Τα προβλεπόμενα όρια θα πρέπει να βασίζονται στην ανεκτικότητα ενός οργανισμού στον κίνδυνο, στην ιστορική χρήση των ορίων κινδύνου και στην ευχέρεια παροχής έγκαιρης και ακριβούς αναφοράς σε σχετικούς κινδύνους. Οι κίνδυνοι θα πρέπει να προσμετρούνται τόσο για τη κατανόηση της πιθανότητας όσο και του αντίκτυπου εκδήλωσής τους. Εκτός της αναγνώρισης του είδους ενός κινδύνου, η αναγνώριση των επιπτώσεων του βοηθά στην ακριβέστερη αντιμετώπισή του. 3) Μέτρα αντιμετώπισης και διαχείρισης: Μετά την αναγνώριση και μέτρηση ενός κινδύνου πρέπει να αποφασιστεί η στάση που θα έχει ο διαχειριστής έναντι του κινδύνου. Οι επιλογές είναι:

- Ανάλυση του κινδύνου όπως είναι χωρίς να γίνει κάποια ενέργεια αντιμετώπισης
- Λήψη μέτρων για την ελαχιστοποίηση της πιθανότητας πραγματοποίησης ή το μετριασμό της ζημίας
- Πλήρης αποφυγή και απόρριψη του κινδύνου

4) Αξιολόγηση και παρακολούθηση των κινδύνων: Στις περιπτώσεις αποδοχής ή ελαχιστοποίησης του κινδύνου χρειάζεται η συνεχής επανεκτίμηση του κινδύνου-ανταμοιβής και ρύθμιση κατάλληλων μέτρων για τη προστασία έναντι ανεπιθύμητων ζημιών.



Διάγραμμα 2.1. Ενδεικτικό διάγραμμα της διαδικασίας διαχείρισης κινδύνου

(πηγή:<http://geopolicraticus.wordpress.com/2010/12/17/risk-management-a-personal-view/>)

Το ερώτημα που γεννάται είναι πως μπορεί να χαρακτηριστεί επιτυχές ένα σχέδιο διαχείρισης κινδύνου και να γίνει πραγματικότητα σε έναν οργανισμό. Σε πρώτη βάση, θα πρέπει να αναγνωριστούν τόσο από τους διαχειριστές όσο και από τον οργανισμό οι ανάγκες, οι σκοποί, τα οφέλη και η δέσμευση-υποστήριξη από τα ανώτερα στελέχη. Οι ανάγκες, οι σκοποί και τα οφέλη πρέπει να είναι κατανοητά και επιτεύξιμα. Η δημιουργία μιας συνεκτικής, σαφής στρατηγικής είναι το κλειδί της επιτυχίας με σκοπό την κατανόηση των εξωτερικών κινδύνων σε αντιπαραβολή με τους εσωτερικούς πόρους μιας εταιρείας. Ο οργανισμός θα πρέπει να εκφράσει τις πολιτικές-φιλοσοφία

και μεθοδολογίες που θα ακολουθήσει κατά τη διαχείριση του εκάστοτε κινδύνου τόσο σε ενεργητικό όσο και σε αμυντικό επίπεδο. Επακολούθως, θα πρέπει να δοθεί έμφαση στην οργανωσιακή δομή και στη υιοθέτηση κάποιου πληροφοριακού επικουρικού συστήματος. Σε πολλές περιπτώσεις, πρέπει να αποσαφηνιστεί ότι ο βαθμός του κινδύνου που λαμβάνει μια επιχείρηση επηρεάζεται και από τα εκάστοτε ενδιαφερόμενα μέρη (stakeholders): κάποιο νομικό ρυθμιστικό σώμα, ο κλάδος, οι μέτοχοι, το εργατικό δυναμικό, οι προμηθευτές, οι πελάτες, εξωτερικοί ελεγκτές, κλπ. Μετά την αναγνώριση των κινδύνων, χρειάζεται μια κατηγοριοποίηση και κατάταξη τους, σε μία κλίμακα σημαντικότητας. Η σημαντικότητα ενός περιστατικού δεν έγκειται μόνο στις συνέπειες, αλλά και στην πιθανότητα πραγματοποίησης. Οι οργανισμοί χαρτογραφούν τους κινδύνους για να έχουν μια σαφή εικόνα των κινδύνων ακόμη και όταν εμφανίζονται σε υβριδική μορφή. Στη συνέχεια, θα πρέπει να διευκρινιστούν τα μέτρα αντιμετώπισης που θα στηρίζονται στη σωστή πληροφόρηση, στην ταχύτητα απάντησης, στην εκμάθηση από παλιότερες εμπειρίες, δυνατότητα διαχείρισης των πόρων και ευέλικτης οργανωσιακής συμπεριφοράς. Τέλος, είναι αναγκαία η επανεξέταση της διαδικασίας εντοπισμού και αξιολόγησης των κινδύνων, σύμφωνα με την επίδοση του οργανισμού, και η δημιουργία μιας έξης διαδικασιών που περιοδικά να αναβαθμίζει την αξιολόγηση των κινδύνων.

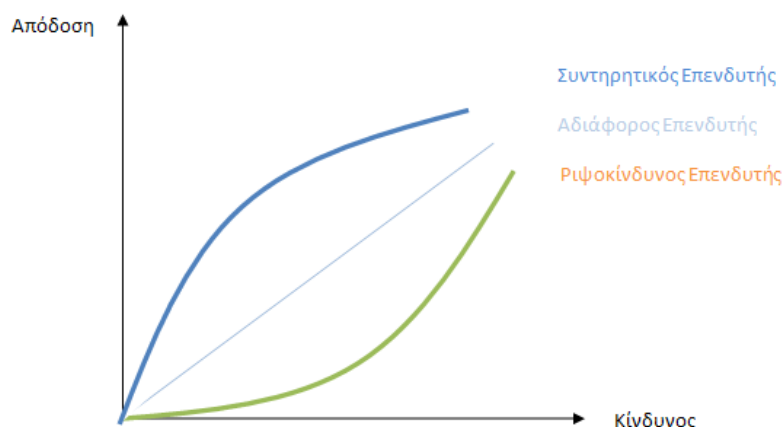
2.2.1. Κίνδυνος

Προτού ορισθεί ο κίνδυνος ως έννοια, θεωρείται σκόπιμο να αποσαφηνιστεί η διαφορά του από την αβεβαιότητα. Η έλλειψη πληροφοριών σχετικά με τους παράγοντες που επηρεάζουν τη διαδικασία λήψης αποφάσεων είναι γνωστή ως αβεβαιότητα (uncertainty). Με βάση την ποσότητα και ποιότητα των διαθέσιμων πληροφοριών ο Frank Knight (1921) διακρίνει τρία είδη αβεβαιότητας: την άγνοια, την οικονομική απροσδιοριστία και το κίνδυνο. Η άγνοια (ignorance) είναι το είδος της αβεβαιότητας που χαρακτηρίζεται από παντελή έλλειψη πληροφοριών. Η οικονομική απροσδιοριστία (economic indeterminacy) είναι το είδος της αβεβαιότητας όπου η απόφαση μιας επιχείρησης εξαρτάται από την αντίδραση που θα έχουν και οι υπόλοιπες επιχειρήσεις σε αυτή την απόφαση. Κίνδυνος (risk) είναι το είδος της αβεβαιότητας που χαρακτηρίζεται από διαθέσιμες πληροφορίες που επιτρέπουν την αναγνώριση της κατανομής πιθανότητας μιας τυχαίας μεταβλητής.

Ως κίνδυνος μπορεί να ορισθεί ο συνδυασμός της πιθανότητας πραγματοποίησης ενός γεγονότος και των συνεπειών του με την έκθεση σε αυτή την αβέβαιη κατάσταση. Σύμφωνα με το ISO 31000, ως κίνδυνος ορίζεται το αποτέλεσμα της επιρροής της αβεβαιότητας στους σκοπούς (objectives) ενός οργανισμού. Σε αυτό τον ορισμό η αβεβαιότητα εμπεριέχει γεγονότα και προκαλείται από την έλλειψη πληροφοριών και την ασάφεια. Η έννοια του κινδύνου θεμελιώνεται σε δύο έννοιες: την έκθεση (exposure) και την αβεβαιότητα (uncertainty) και απαιτείται η ταυτόχρονη ύπαρξη και των δύο.

Θα πρέπει να τονιστεί ότι κίνδυνος είναι άυλο στοιχείο και αντιμετωπίζεται διαφορετικά από τους ανθρώπους όχι μόνο από την ταυτότητα-το είδος του κινδύνου αλλά και από τα πιθανά αποτελέσματα που μπορεί να εμφανιστούν με τη πραγματοποίησή του. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την αντίληψη του ατόμου έναντι του κινδύνου είναι τα ακόλουθα: 1) Εμπειρία: Τα άπειρα άτομα δεν αναγνωρίζουν ή πολλές φορές υποτιμούν κάποιους κινδύνους. 2) Γνώση: Το επίπεδο γνώσης και πληροφοριών που έχει το εκάστοτε άτομο διαφέρει, με αποτέλεσμα να διαφέρει και ο βαθμός αισιοδοξίας του έναντι ενός κινδύνου. 3) Κουλτούρα-Θέση-Οικονομικό Status: Η οργανωσιακή, εθνική και γηγενής κουλτούρα, η θέση καθώς και η οικονομική κατάσταση επηρεάζουν τον τρόπο που μπορεί να αντιλαμβάνεται κάποιος το κίνδυνο και τις επιπτώσεις του. 4) Δυνατότητα επιρροής έναντι του αποτελέσματος. 5) Χρονικός ορίζοντας: Είναι ευκολότερη η αντίληψη βραχυπρόθεσμων κινδύνων. 6) Εθελουφλία: Το άτομο ενδέχεται να υπερεκτιμά τα θετικά στοιχεία ενός παλιότερου κινδύνου, υποτιμώντας τα αρνητικά. 7) Προσδοκίες και προτιμήσεις έναντι του κινδύνου: Οι επενδυτές, πρέπει κατά κάποιο τρόπο να συνδυάσουν τον κίνδυνο, ο οποίος διακρίνεται σε ένα δεδομένο φορέα, όχι μόνο με την αναμενόμενη απόδοση, αλλά και με την προδιάθεσή τους απέναντι στον κίνδυνο. Λόγω των διαφορετικών προτιμήσεων είναι δυνατός ο καθορισμός ενός γενικά αποδεκτού επιπέδου κινδύνου ζημίας. Οι τρεις βασικοί χαρακτήρες επενδυτών βάσει προτίμησης στον κίνδυνο ζημίας-απόδοσης:

- ο αδιάφορος ως προς τον κίνδυνο: περιγραφή ενός επενδυτή ο οποίος δεν απαιτεί αλλαγή στην απόδοση ως αποζημίωση για τον μεγαλύτερο κίνδυνο ζημίας
- ο συντηρητικός: περιγραφή ενός επενδυτή ο οποίος απαιτεί μεγαλύτερη απόδοση ως αντάλλαγμα για τον μεγαλύτερο κίνδυνο ζημίας
- ο ριψοκίνδυνος: περιγραφή ενός επενδυτή ο οποίος δέχεται μια μικρότερη απόδοση ως αντάλλαγμα για τον μεγαλύτερο κίνδυνο ζημίας.



Διάγραμμα 2.2. Παρουσίαση των ειδών των επενδυτών βάσει Απόδοσης-Κίνδυνου

Η έννοια του κινδύνου δεν είναι απαραίτητα συνδεδεμένη με την προοπτική απώλειας από την εξέλιξη της αξίας ενός χρηματοοικονομικού στοιχείου (asset) μελλοντικά, αλλά ενδέχεται να συνδέεται και με τη προοπτική κέρδους. Αυτό έχει ως επακόλουθο την ύπαρξη του κινδύνου προς τα κάτω (downside risk) και του κινδύνου προς τα πάνω (upside risk). Παρόλα αυτά ετυμολογικά έχει επικρατήσει η αρνητική του σημασία (downside risk). Στα πλαίσια της εκτίμησης και διαχείρισης του κινδύνου, οι συνέπειες ενός γεγονότος κρίνονται μόνο αρνητικές, εκτιμώνται οι πιθανές απώλειες και εστιάζονται στην πρόληψη και μετριασμό της ζημιάς.

2.2.2. Αναγνώριση-Είδη κινδύνου

Η αναγνώριση του κινδύνου αποτελεί πρωταρχικό βήμα στη διοίκηση του κινδύνου. Ένας τρόπος είναι η απαρίθμηση όλων των πιθανών κινδύνων που μπορεί να κρύβει μια κατάσταση. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι που μπορεί να γίνει αυτού του είδους η αναγνώριση, όπως μέσω συστηματικής αναζήτησης (drilling down) σε κάποια σημαντικά σημεία ή συνεχόμενου καταιγισμού ιδεών (brainstorming) μεταξύ των στελεχών. Ένας εναλλακτικός τρόπος αναγνώρισης των κινδύνων είναι η κατηγοριοποίηση τους σε διαφορετικά πεδία, με σκοπό να υπάρχει ένα πλαίσιο μέσω του οποίου να γίνεται πιο εύκολη η αναζήτηση των κινδύνων. Κατά συνέπεια, όταν συμβούν γεγονότα στο μέλλον που έχουν ξανασυμβεί στο παρελθόν, τότε θα υπάρχει

κάποιο πλαίσιο-σχέδιο ανάγκης με σκοπό την αποτελεσματική και άμεση αντίδραση. Μια επιχείρηση, όπως αναφέραμε και παραπάνω, στην προσπάθεια της να βρει και να κατηγοριοποιήσει τους κινδύνους θα πρέπει να ερευνήσει το εξωτερικό (παγκόσμια αγορά, οικονομική αστάθεια, καταστροφή επιχειρήσεων, περιβαλλοντικοί κίνδυνοι, κλπ.) και το εσωτερικό της περιβάλλον (εσωτερικοί έλεγχοι, ποιότητα πληροφοριών και δεδομένων, εταιρική συμμόρφωση, ηθική συμπεριφορά, κλπ.).

Κάθε επιχειρηματική δραστηριότητα εσωκλείει μια ποικιλία κινδύνων. Για μεγαλύτερη ευκολία, διακρίνονται διαφορετικές κατηγορίες κινδύνου. Αυτές οι κατηγοριοποιήσεις μπορεί να είναι εύχρηστες, αλλά είναι άτυπες. Η χρήση και οι ερμηνείες που δίνονται στους εκάστοτε κινδύνους ενδέχεται να ποικίλουν, ενώ τα όρια μεταξύ των κατηγοριών χαρακτηρίζονται από παντελή ασάφεια. Πολλοί διαφορετικοί κίνδυνοι μπορεί να εμπεριέχονται σε μια κατάσταση, ή να αλληλοσυνδέονται μεταξύ τους.

Στη συνέχεια αναφέρονται ενδεικτικά κάποια είδη κινδύνων:

Συστηματικός Κίνδυνος (Systematic risk): Είναι η μορφή του κινδύνου, που δεν μπορεί να μειωθεί ή να προβλεφθεί και μπορεί να επηρεάσει μεγάλο αριθμό χρηματοοικονομικών στοιχείων (για παράδειγμα η ψήφιση ενός νέου πολιτικού νόμου)

Μη συστηματικός κίνδυνος ή Διαφοροποιήσιμος Κίνδυνος (Unsystematic risk): Είναι η μορφή του κινδύνου, που επηρεάζει ένα μικρό αριθμό συγκεκριμένων χρηματοοικονομικών στοιχείων και μπορεί να περιοριστεί με τη διαδικασία της διαφοροποίησης (diversification) (για παράδειγμα η ανακοίνωση ενός γεγονότος όπως η απεργία κάποιων εργαζομένων).

Συνολικός Κίνδυνος: Είναι το άθροισμα του διαφοροποιήσιμου (μη συστηματικού) και μη διαφοροποιήσιμου (συστηματικού) κινδύνου μιας επένδυσης.

Χρηματοοικονομικός κίνδυνος (Financial Risk): Είναι ο επιμέρους συνολικός κίνδυνος που αναφέρεται σε διάφορες χρηματοοικονομικές συναλλαγές και σχετίζεται με την έκθεση και αβεβαιότητα των επιπτώσεων του Κίνδυνου Αγοράς, του Πιστωτικού Κίνδυνου, του Κίνδυνου Ρευστότητας και του Λειτουργικού Κίνδυνου (που αναφέρονται κάτωθι).

Κίνδυνος Αγοράς (Market Risk): Είναι η μορφή του κινδύνου (συχνά αναφέρεται και ως αστάθεια-μεταβλητότητα), που εστιάζει στις απώλειες που μπορεί να επέλθουν σε

ένα χαρτοφυλάκιο από τις καθημερινές αναταράξεις στις τιμές της αγοράς. Ο Κίνδυνος Αγοράς έχει να κάνει με τη μεταβλητότητα των διάφορων χρηματοοικονομικών αγορών (χρηματιστήρια, αγορά χρήματος, συναλλάγματος, κλπ). Συνήθως, σχετίζεται με τις μεταβολές στην αγοραία αξία των διάφορων χρηματοοικονομικών περιουσιακών στοιχείων εξαιτίας των μεταβολών στην αγορά, ως τη στιγμή της ρευστοποίησής τους. Οπότε είναι εύλογο, ότι όσο πιο μεγάλη είναι η περίοδος ρευστοποίησης, τόσο πιο αυξανόμενος είναι ο κίνδυνος αγοράς. Στη χρηματοοικονομική θεωρία, ο κίνδυνος αγοράς ορίζεται ως η διασπορά των μη αναμενόμενων αποτελεσμάτων ενός χαρτοφυλακίου, που οφείλονται σε διακυμάνσεις ορισμένων χρηματοοικονομικών μεταβλητών. Με αυτή την έννοια, τόσο οι θετικές όσο και οι αρνητικές αποκλίσεις μπορούν να θεωρηθούν ως πηγές κινδύνων. Οι διάφοροι κίνδυνοι που συνδέονται άμεσα με τον κίνδυνο της Αγοράς είναι: 1) Κίνδυνος Φορολογίας: η πιθανότητα να γίνουν μη ευνοϊκές αλλαγές στους φορολογικούς νόμους οι οποίοι μειώνουν τις μεταφορολογικές αποδόσεις και τις αγοραίες αξίες ορισμένων επενδύσεων, 2) Κίνδυνος Επιτοκίου (Interest Rate Risk): η πιθανότητα να επηρεάσουν αντίστροφα οι αλλαγές στα επιτόκια την αξία ενός χρεογράφου, 3) Συναλλαγματικός Κίνδυνος (Foreign exchange rate Risk): η πιθανότητα απαξίωσης μιας επένδυσης λόγω συναλλαγματικής διαφοράς εξαιτίας της αλλαγής των τιμών των διεθνών επιτοκίων, 4) Κίνδυνος της αγοραστικής αξίας (Commodity Risk): η πιθανότητα να επηρεάσουν αντίστροφα τα εναλλασσόμενα επίπεδα τιμών την οικονομία (πληθωρισμός ή αποπληθωρισμός) τις αποδόσεις σε μια ορισμένη επένδυση 5) Κίνδυνος Μετοχών (Equity Risk): η πιθανότητα να επηρεαστεί η τιμή μιας μετοχής, εξαιτίας της ευαισθησίας ενός περιουσιακού στοιχείου ή χαρτοφυλακίου στις αλλαγές των γνωστών χρηματιστηριακών δεικτών.

Πιστωτικός Κίνδυνος (Credit/Default Risk): Ο πιστωτικός κίνδυνος θεωρείται από τους πιο σημαντικούς κινδύνους, λόγω ίσως του μεγέθους των απωλειών που μπορεί να προκαλέσει. Συνήθως αναφέρεται στη αδυναμία κάλυψης οφειλών εμπρόθεσμα από τη μια μεριά μεταξύ δύο συμβαλλόμενων (όπως είναι η αδυναμία εκπλήρωσης των υποχρεώσεων από κάποιο δανειολήπτη). Μια μορφή του Πιστωτικού Κινδύνου είναι και ο Κυρίαρχος Κίνδυνος (Sovereign Risk) που σχετίζεται με το δανεισμό στο κράτος ή σε κάποιον συμβαλλόμενο για τον οποίον εγγυάται η κυβέρνηση.

Κίνδυνος Ρευστότητας (Liquidity Risk): Ο Κίνδυνος Ρευστότητας χωρίζεται στο Κίνδυνο Ρευστότητας Επένδυσης (Market Liquidity Risk) και τον κίνδυνο Ρευστότητας Κεφαλαίου (Funding Liquidity Risk). Ο Κίνδυνος Ρευστότητας Επένδυσης αναφέρεται στον κίνδυνο που απορρέει από την έλλειψη εμπορευσιμότητας της επένδυσης που

δεν μπορεί να αγοραστεί ή να πωληθεί γρήγορα για την πρόληψη ή την ελαχιστοποίηση μιας απώλειας. Ο Κίνδυνος Ρευστότητας Κεφαλαίου, σχετίζεται με την αδυναμία εκπλήρωσης των οικονομικών υποχρεώσεων, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε πρόωρη ρευστοποίηση περιουσιακών στοιχείων, μετατρέποντας ζημιές που έχουν καταγραφεί στην αγοραία αξία σε πραγματικές ζημιές. Ο Κίνδυνος Ρευστότητας Κεφαλαίου αλληλεπιδρά με τον Κίνδυνο Ρευστότητας Επένδυσης στις περιπτώσεις που το χαρτοφυλάκιο περιλαμβάνει επενδύσεις οι οποίες δεν ρευστοποιούνται εύκολα και πρέπει να πωληθούν με μικρότερη αξία.

Λειτουργικός Κίνδυνος (Operational Risk): Είναι ο κίνδυνος που εμφανίζεται κατά την εκτέλεση των λειτουργιών μιας επιχείρησης και μπορεί να επιφέρει απώλειες λόγω της αδυναμίας συντονισμού των συστημάτων, των ανθρώπων και των διαδικασιών. Συγκεκριμένα, προέρχεται από ανεπαρκή συστήματα, διοικητική αποτυχία, ελαττωματικούς ελέγχους, ανθρώπινο λάθος και παράνομες ενέργειες. Ένα μέρος του Λειτουργικού Κινδύνου είναι ο Εκτελεστικός Κίνδυνος (Executional Risk), που αφορά την αδυναμία εκτέλεσης των συναλλαγών. Ένα άλλο τμήμα του Λειτουργικού Κινδύνου είναι ο Τεχνολογικός Κίνδυνος (Technology Risk), ο οποίος αφορά τις βλάβες τεχνολογικών συστημάτων. Επιπλέον, ο κίνδυνος του ανθρώπινου παράγοντα (Human factor risk) αποτελεί ειδική περίπτωση του λειτουργικού κινδύνου και αναφέρεται στις απώλειες που μπορεί να επέλθουν από ανθρώπινα λάθη κατά τη διάρκεια της εργασίας.

Πολιτικός Κίνδυνος (Political Risk): Είναι η μορφή του κινδύνου που αντιμετωπίζουν οι επενδυτές, οι εταιρείες και οι κυβερνήσεις, ως αποτέλεσμα των όσων αναφέρονται σε πολιτικές αποφάσεις ή οποιαδήποτε πολιτική αλλαγή που αλλοιώνει τα αναμενόμενα αποτελέσματα ή την αξία μιας οικονομικής δράσης και αλλάζει την πιθανότητα επίτευξης συγκεκριμένων επιχειρησιακών σκοπών. Αποκτά σημασία ως παράγοντας εστίασης όταν μεγαλώνει ο χρονικός ορίζοντας μιας επένδυσης.

Περιβαλλοντικός Κίνδυνος (Environmental Risk): Είναι η μορφή του κινδύνου που αναφέρεται στις συνέπειες από τις δυσμενείς επιδράσεις στους ζώντες οργανισμούς και στο περιβάλλον από τα λύματα, τις εκπομπές, τα απόβλητα, την εξάντληση των φυσικών πόρων, κλπ, που προκύπτουν από τις δραστηριότητες ενός οργανισμού ή από άλλους, γεγονός που επηρεάζει την επιχείρηση.

Κίνδυνος Φήμης (Reputational/Reputation Risk): Είναι η μορφή του κινδύνου που σχετίζεται με την αξιοπιστία μιας επιχείρησης. Μια ενδεχόμενη αλλοίωση στην φήμη

μιας εταιρείας μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια εσόδων, ή σε μείωση της αξίας της εταιρικής μετοχής.

Κίνδυνος Χώρας (Country risk): Είναι η μορφή του κινδύνου που απορρέει από την επένδυση σε μια ξένη χώρα που μπορεί να επηρεάσουν αρνητικά τα λειτουργικά κέρδη ή την απαξίωση των περιουσιακών στοιχείων στη συγκεκριμένη χώρα. Ο Κίνδυνος Χώρας συνδέεται με τον πολιτικό κίνδυνο, τον συναλλαγματικό κίνδυνο, την οικονομική αδυναμία της χώρας, ή τον κίνδυνο παγώματος και κλειδώματος όλου του κεφαλαίου από πλευράς της κυβέρνησης. Η κυβέρνηση συνήθως διακόπτει τις πληρωμές σε συνάλλαγμα, λόγω έλλειψης του ξένου νομίσματος ή της πολιτικής που ακολουθεί.

Νομικός Κίνδυνος (Law/Litigation Risk): Είναι η μορφή του κινδύνου που αναφέρεται στην συμμόρφωση της επιχείρησης με τους νόμους, προς αποφυγή δικαστικών διαμαχών και των αρνητικών επιπτώσεων που θα είχαν για την εταιρεία.

Λογιστικός Κίνδυνος (Accounting Risk): Είναι η μορφή του κινδύνου όπου η οικονομικές καταστάσεις ενός οργανισμού δεν αντανακλούν την εύλογη οικονομική κατάσταση ενός οργανισμού.

Κλαδικός Κίνδυνος (Industry Risk): Είναι ο κίνδυνος που σχετίζεται με τις δραστηριότητες σε ένα συγκεκριμένο κλάδο.

Κίνδυνος Επίδοσης (Performance Risk): Είναι ο κίνδυνος που περιλαμβάνει τις απώλειες από την αποτυχία παρακολούθησης των εργαζομένων ή την χρήση κατάλληλων μεθόδων.

2.2.3. Μέτρηση κινδύνου

Μετά την αναγνώριση του κινδύνου, ως επόμενο στάδιο της διαχείρισης κινδύνου ορίζεται η μέτρησή του. Μολαταύτα, γιατί ένας οργανισμός να μπει στη διαδικασία μέτρησης του κινδύνου; Η απάντηση είναι απλή, αφού η παρακολούθηση του κινδύνου γίνεται πολύ πιο εύκολη με την ποσοτικοποίησή του. Η μέτρηση των διάφορων κινδύνων διαφέρει ανάλογα με το είδος του κινδύνου. Έτσι θα πρέπει να καθοριστεί το είδος και η πηγή του εκάστοτε κινδύνου, για να μετρηθεί και να διαχειριστεί

αποτελεσματικά. Η μέτρηση του κινδύνου είναι το στάδιο μετά την αναγνώριση και έγκειται στην ανάγκη έκφρασης αντικειμενικής γνώμης. Έτσι, όσο πιο αντικειμενικά είναι τα διαθέσιμα δεδομένα για μια επαρκή χρονική περίοδο, τόσο καλύτερες ποιοτικά θα είναι και οι αποφάσεις που θα ληφθούν.

Η μέτρηση του κινδύνου μπορεί να έχει μία από τις παρακάτω μορφές:

- Της μέτρησης της έκθεσης
- Της μέτρησης της αβεβαιότητας
- Της μέτρησης της έκθεσης και της αβεβαιότητας

Γίνεται εύκολα αντιληπτό, ότι όταν εμπλέκονται σε ένα κίνδυνο και αλληλένδετοι κίνδυνοι, η μέτρηση του κινδύνου γίνεται πιο πολύπλοκη.



Διάγραμμα 2.3. Διάγραμμα ροής Κινδύνου σύμφωνα με τη Διαχείριση Κινδύνου

2.3. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ (FINANCIAL RISK MANAGEMENT)

Όπως προαναφέρθηκε, ο χρηματοοικονομικός κίνδυνος είναι ένα σύνολο κινδύνων που σχετίζονται με τις μεταβολές της οικονομίας. Η διαχείριση χρηματοοικονομικού

κινδύνου είναι μια διαδικασία αντιμετώπισης της έκθεσης και της αβεβαιότητας από τις χρηματοπιστωτικές αγορές. Επιπλέον, η διαχείριση του χρηματοοικονομικού κινδύνου πραγματοποιείται την υλοποίηση κάποιων αποφάσεων: αποφάσεις χρηματοδοτήσεων, αποφάσεις επενδύσεων, τη βέλτιστη χρήση κάποιων περιουσιακών στοιχείων (αγορά, κράτηση, πώληση), και τη χρηματοοικονομική ανάλυση και προγραμματισμό. Όπως στη γενικευμένη διαχείριση κινδύνου, κατά ανάλογο τρόπο και στη διαχείριση του χρηματοοικονομικού κινδύνου χρειάζεται η αναγνώριση (προσδιορισμός παραγόντων κινδύνου, επίπεδο ανοχής σε απώλειες, στάση έναντι στο κίνδυνο, κλπ.), η μέτρηση και η αντιμετώπιση μέσω της θέσπισης στρατηγικών και πολιτικών στο εσωτερικό ενός οργανισμού. Η διαχείριση του χρηματοοικονομικού κινδύνου απαιτεί τη συμμετοχή και συνεργασία όλων των εταιρικών τμημάτων ενός οργανισμού. Η διαχείριση του χρηματοοικονομικού κινδύνου στηρίζεται σε ποιοτικά και ποσοτικά μέσα για την αντιστάθμιση και τη προστασία έναντι δαπανηρών εκθέσεων σε κινδύνους.

Η παραδοσιακή προσέγγιση (Smith και Stulz 1985) που εξηγεί γιατί οι εταιρείες διαχειρίζονται τους χρηματοοικονομικούς κινδύνους, στηρίζεται στο γεγονός ότι οι οργανισμοί χρησιμοποιούν την αντιστάθμιση (hedging-“to invest on both sides to avoid loss”) για να μειώσουν την πιθανότητα αθέτησης υποχρεώσεων και του κόστους χρηματοοικονομικών δυσχερειών. Ο ισχυρισμός απορρέει από την ατέλεια της αγοράς δεδομένου ότι υπάρχουν σταθερά κόστη που σχετίζονται με τις χρηματοοικονομικές δυσχέρειες. Οι DeMarzo και Duffie (1992) ισχυρίστηκαν ότι τα στελέχη αντιμετωπίζουν το χρηματοοικονομικό κίνδυνο σύμφωνα με την ιδιοτέλεια τους, στη προσπάθεια διαφοροποίησης του πλούτου και μείωσης της αστάθειας στην αγορά. Ο Stulz (1996) αναφέρεται στη διαχείριση του χρηματοοικονομικού κινδύνου σε σχέση με την εκμετάλλευση ευκαιριών (π.χ. μείωση κόστους κεφαλαίου, μείωση καταβεβλημένων φόρων κλπ.), ανταγωνιστικών πλεονεκτημάτων και προσωπικής πληροφόρησης (speculation-“frequently buying and selling derivatives”). Μια μελέτη των Geczy, Minton και Schrand (1997) αναλύει τα αίτια χρήσης των παραγώγων από μέρος των εταιρειών και καταλήγει ότι κύριος λόγος της χρήσης είναι η μείωση της αστάθειας των ταμειακών ροών και η απόκτηση κεφαλαίων για ευκαιρίες ανάπτυξης.

Γραφήματα, μοντέλα, υποστηρικτικές στατιστικές αναλύσεις και ανάλυση σεναρίων είναι εργαλεία που χρησιμοποιούν οι διάφοροι οργανισμοί για τη μέτρηση του χρηματοοικονομικού κινδύνου. Στη συνέχεια αναφέρονται ενδεικτικά κάποιες μέθοδοι μέτρησης και παρακολούθησης του χρηματοοικονομικού κινδύνου, με σκοπό ο αναγνώστης να έχει μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα:

Σε αρχικό στάδιο θα μπορούσαμε να αναφέρουμε την **ανάλυση και παρακολούθηση εξειδικευμένων γραφημάτων**. Οι Gain/Loss Curves μπορούν να βοηθήσουν ένα οργανισμό να κατανοήσει πως ένας κίνδυνος μπορεί να επηρεάσει τις οικονομικές του καταστάσεις ως αποτέλεσμα κέρδους ή ζημίας. Ομοίως, όπως στις gain/loss curves, τα Tornado charts αποτυπώνουν τον αντίκτυπο ενός κινδύνου στο κέρδος, στις καθαρές ταμιακές ροές κλπ.

Η **Διάρκεια**(Duration), η **Κυρτότητα**(Convexity) , το **Beta**, το **Delta**, το **Gamma**, το **Vega**, το **Rho**, το **Theta** και η **Αστάθεια** (volatility) είναι όλα παραδείγματα μονάδων μέτρησης του χρηματοοικονομικού κινδύνου. Η Διάρκεια και η Κυρτότητα μετρούν την έκθεση στις μεταβολές των επιτοκίων (σύμφωνα με την παράλληλη μετατόπιση των καμπυλών) και εφαρμόζονται σε ομόλογα, προνομιούχες μετοχές, έντοκα γραμμάτια (fixed income instruments), ή σε αντίστοιχα χαρτοφυλάκια που τα εμπεριέχουν. Το Beta είναι η μονάδα μέτρησης του μη διαφοροποιήσιμου κινδύνου που υποδεικνύει το πώς ανταποκρίνεται η τιμή ενός χρεογράφου στις δυνάμεις της αγοράς. Το Delta μετράει την έκθεση στις μεταβολές της τιμής μιας μετοχής, ή κατ' επέκταση της τιμής του χαρτοφυλακίου ανά μονάδα μεταβολής της μετοχής ή του αντίστοιχου δείκτη. Η μέθοδος παρουσιάζει πολλές ομοιότητες με την Ανάλυση Ευαισθησίας. Ακολουθώντας, το Gamma μετράει τη μεταβολή της τιμής του Delta, ανά μονάδα μεταβολής της τιμής της μετοχής ή του δείκτη. Το Vega δίνει την μεταβολή της τιμής του χαρτοφυλακίου παραγώγων ανά μονάδα μεταβολής της αστάθειας ενός περιουσιακού στοιχείου. Το Theta δίνει την μεταβολή της τιμής του χαρτοφυλακίου παραγώγων ανά μονάδα μεταβολής της χρονικής διάρκειας του δικαιώματος. Το Rho δίνει την μεταβολή της τιμής του χαρτοφυλακίου παραγώγων ανά μονάδα μεταβολής του επιτοκίου. Η αστάθεια μετρά την αβεβαιότητα και την έκθεση από την μεταβολή της τιμής ενός χρηματοπιστωτικού προϊόντος με την πάροδο του χρόνου, ενώ η εύρεση της στηρίζεται σε πιθανοθεωρητικά/ στατιστικά μοντέλα.

Η **Scenario analysis**, είναι μια διαδικασία ανάλυσης πιθανών μελλοντικών γεγονότων με την εξέταση εναλλακτικών πιθανών αποτελεσμάτων. Η μέθοδος αυτή δε στηρίζεται σε δεδομένα του παρελθόντος, αλλά προσπαθεί να βρει τις πιθανές εξελίξεις και τα σημεία καμψής που μπορούν να συνδεθούν με το παρελθόν. Ο αναλυτής απαιτεί αλλαγές στους καθοριστικούς παράγοντες που επηρεάζουν τη τιμή του χαρτοφυλακίου (για παράδειγμα επιτόκια, συναλλαγματικές ισοτιμίες, τιμές μετοχών, κλπ) και κάνει επανεκτίμηση του χαρτοφυλακίου λαμβάνοντας υπόψη αυτές τις αλλαγές. Η υπολογισμένη διαφορά μεταξύ του αρχικού και του εκτιμούμενου είναι η τιμή της απώλειας. Μια τυπική διαδικασία, συχνά καλείται stress testing, είναι η χρήση ενός

σεναρίου (scenario), βασισμένου σε ιστορικά δυσμενείς μεταβολές της αγοράς, πέρα από την κανονική λειτουργία, συχνά σε οριακό σημείο, προκειμένου να παρατηρηθούν τα αποτελέσματα. Το **stress testing** είναι μια τεχνική υπολογισμού, που χρησιμοποιείται από χρηματοπιστωτικά -και μη- ιδρύματα, με σκοπό τον υπολογισμό της μέγιστης ζημιάς, και την αντιμετώπιση ακραίων συνθηκών της αγοράς. Αυτή η προσέγγιση έχει ως πλεονέκτημα ότι δεν είναι αναγκαία η υπόθεση της κατανομής για τον υπολογισμό του κινδύνου. Αφ' ετέρου, πρόκειται για υποκειμενική μέθοδο, που ενσωματώνει την υπόθεση ότι οι μελλοντικές χρηματοοικονομικές διαταραχές μοιάζουν με εκείνες του παρελθόντος. Η μέθοδος αυτή παρέχει ρυθμιστικές αρχές για τις επιθυμητές lower-tail εκτιμήσεις, καθώς εξετάζει τα άκρα των ουρών της κατανομής, αλλά έχει περιορισμένη χρηστικότητα στη καθημερινή (day-to-day) διαχείριση κινδύνου. Η μέθοδος stress testing μπορεί να θεωρηθεί ως επέκταση της μεθόδου Ιστορικής Προσομοίωσης του VaR για μεγάλα διαστήματα εμπιστοσύνης. Πρέπει να επισημανθεί ότι η scenario analysis εξαρτάται από μοντέλα αποτίμησης με μεγάλο εύρος παραμέτρων. Τα stress-test μπορούν να γίνουν σε δύο στάδια: 1) Επιλογή του stress γεγονότος: Αυτό αποτελεί το πιο δύσκολο βήμα στη διαδικασία προσομοίωσης ακραίων καταστάσεων, γιατί στόχος αποτελεί η εξεύρεση αξιόπιστων σεναρίων που θα εκθέτουν τις πιθανές αδυναμίες ενός χαρτοφυλακίου υπό ιδιαίτερες συνθήκες της αγοράς. 2) Επανεκτίμηση του χαρτοφυλακίου με βάση τα σενάρια και τους παράγοντες κινδύνου.

Η **Ανάλυση Ευαισθησίας** είναι μια προσέγγιση που χρησιμοποιούν πολλοί οργανισμοί, υποθέτοντας αλλαγές στην αξία των εκάστοτε παραγόντων κινδύνου. Επακολούθως και για κάθε υποτιθέμενη αξία με τη χρήση υπολογιστικών μοντέλων γίνεται ο υπολογισμός της νέας αξίας του περιουσιακού στοιχείου, υπολογίζοντας και τη διαφορά στην αξία από τη μεταβολή του παράγοντα κινδύνου. Αυτή η τεχνική χρησιμοποιείται υπό το πρίσμα πλαισίων που εξαρτώνται από μία ή περισσότερες μεταβλητές (πχ. η επίδραση της τιμής των επιτοκίων στις τιμές των ομολόγων).

Τα **Δέντρα Αποφάσεων**(Decision trees) χρησιμοποιούνται όταν οι μεταβλητές/ παράμετροι είναι διακριτές και διαδοχικές. Στην συγκεκριμένη μέθοδο αρχικά επιμερίζεται ο κίνδυνος σε στάδια, υπολογίζεται σε κάθε στάδιο η πιθανότητα των ενδεχομένων, καθορισμός των σημείων απόφασης και υπολογισμός των αξιών στους τελικούς κόμβους. Οι διάφοροι οργανισμοί χρησιμοποιούν τα δέντρα αποφάσεων γιατί τους δίνουν μια εικόνα για το πώς θα πρέπει να ενεργήσουν σε εκάστοτε συνθήκες.

Μια διαφορετική προσέγγιση μέτρησης του κινδύνου δίνει η **Θεωρία Χαρτοφυλακίου** (Portfolio Theory). Με τον όρο χαρτοφυλάκιο (portfolio) επενδύσεων ορίζεται το σύνολο των επενδύσεων που έχει στην κατοχή του ένας ιδιώτης ή μια εταιρεία. Η Θεωρία Χαρτοφυλακίου ξεκινά με την υπόθεση ότι οι επενδυτές επιλέγουν τα χαρτοφυλάκιά τους βάσει της εκτιμώμενης απόδοσης και της τυπικής απόκλισης των αποδόσεων. Ένας επενδυτής επιλέγει ένα χαρτοφυλάκιο του οποίου η εκτιμώμενη απόδοση είναι υψηλή και η τυπική απόκλιση των αποδόσεων χαμηλή, ενώ το χαρτοφυλάκιο που ικανοποιεί αυτές τις ιδιότητες καλείται αποτελεσματικό (efficient). Μία από τις βασικές ιδέες της Θεωρίας Χαρτοφυλακίου είναι ότι ο κίνδυνος κάθε μεμονωμένου περιουσιακού στοιχείου δεν είναι η τυπική απόκλιση των αποδόσεων αλλά ο βαθμός κατά τον οποίο συμβάλλει στο συνολικό κίνδυνο του χαρτοφυλακίου. Ο βαθμός στον οποίο συμβάλλει ένα περιουσιακό στοιχείο στο συνολικό κίνδυνο του χαρτοφυλακίου εξαρτάται από τη συσχέτιση (συνδιακύμανση) της απόδοσης με τις αποδόσεις των άλλων στοιχείων του χαρτοφυλακίου.

Η μέθοδος **Value-at-Risk** (VaR), που στηρίχθηκε σε βασικές αρχές της θεωρίας χαρτοφυλακίου, αναλύει τη χρήση κατανομών των αποδόσεων των περιουσιακών στοιχείων και προβλέψιμων παραμέτρων για την εκτίμηση του κινδύνου αγοράς και των δυνητικών ζημιών των χαρτοφυλακίων. Συγκεκριμένα, μπορεί να οριστεί ως η χειρότερη μέγιστη απώλεια που μπορεί να προκύψει από τη παρακράτηση ενός περιουσιακού στοιχείου ή ενός χαρτοφυλακίου για μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο σε ένα δοθέν επίπεδο πιθανότητας, γνωστό και ως επίπεδο εμπιστοσύνης. Τα τελευταία χρόνια, τα ανώτατα διευθυντικά στελέχη εταιρειών και διαχειριστές κεφαλαίων χρησιμοποιούν το VaR ως εργαλείο ικανοποίησης των διοικήσεων τους για συνεχή παρακολούθηση και ποσοτικοποίηση των κινδύνων και των επικείμενων απαιτήσεων.

2.4. ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

Εν συντομία όλων των προαναφερθέντων, κίνδυνος μπορεί να ορισθεί ο συνδυασμός της πιθανότητας πραγματοποίησης ενός γεγονότος και των συνεπειών του με την έκθεση σε αυτή την αβέβαιη κατάσταση. Οι κίνδυνοι έχουν πολλές μορφές και μπορεί να προέρχονται είτε από το εσωτερικό είτε από το εξωτερικό περιβάλλον μιας επιχείρησης. Ένα καλό σύστημα διαχείρισης κινδύνου εξαρτάται από τον τρόπο

εφαρμογής του. Η φιλοσοφία της διαχείρισης κινδύνου θα πρέπει να ενσωματωθεί στην δομή και την κουλτούρα ενός οργανισμού. Επιπλέον, τα βασικά δομικά στοιχεία μιας επιτυχημένης διαχείρισης κινδύνου είναι: η ευθυγράμμιση των συμφερόντων των διαχειριστών με εκείνα των ιδιοκτητών, η καλή και έγκαιρη πληροφόρηση, η ευελιξία, η δομημένη επικοινωνία και το κατάλληλο ανθρώπινο δυναμικό. Στη συνέχεια επί του παρόντος κεφαλαίου έγινε αναφορά στην εκτίμηση, αναγνώριση ενός κινδύνου που αποτελούν κυρίαρχα στοιχεία για τη μέτρηση του κινδύνου. Η μέτρηση των διάφορων κινδύνων διαφέρει ανάλογα με το είδος του κινδύνου. Η μέτρηση εστιάζει στον υπολογισμό της έκθεσης, ή της αβεβαιότητας, ή και των δύο. Τέλος, έγινε μια συνοπτική επισκόπηση κάποιων ενδεικτικών μεθόδων μέτρησης του κινδύνου του χρηματοοικονομικού κίνδυνου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 2^{ΟΥ} ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Dowd Kevin (2002), *An introduction to Market Risk Measurement*, England: John Wiley & Sons Inc.

Gay D. Gerald, Nam Jouahn (1998), *The Underinvestment Problem and Corporate Derivatives Use*, *Financial Management*, Vol. 27, No. 4, winter 1998, pages 53 - 69

Klinke Andreas, Renn Ortwin (2002), *A New Approach to Risk Evaluation and Management: Risk-Based, Precaution-Based, and Discourse-Based Strategies*, *Risk Analysis Journal*, Vol.22, No.6, 2002

Knight, F. H. (1921), *Risk, Uncertainty and Profit*, Chicago: Houghton Mifflin Company

Markowitz M. Harry (1952), *Portfolio Selection*, *Journal of Finance*, Vol. 7, No. 1, pages 77-91

Myron S. Scholes (2000), *Crisis and Risk Management*, *The American Economic Review*, Vol.90, No2, *Papers and Proceedings of the One Hundred Twelfth Annual Meeting of the American Economic Association (May 2000)*, 17-21

Olsson Carl (2002), *Risk management in Emerging Markets*, London: Pearson Education

Pyle H. David (1997), *Research Program in Finance Working Paper RPF-272 Bank Risk: Theory*, Haas School of Business, University of California, Berkeley

Shenkir G. William, Walker Paul (2007), *Enterprise Risk Management: Tools and Techniques for effective implementation*, IMA (Institute of Management Accountants), Montvale (www.imanet.org)

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Η ΜΕΘΟΔΟΣ VALUE-AT-RISK

«Μηδέν της τύχης, αλλά πάντα της ευβουλίας και της προνοίας» (=Τίποτα δεν εξαρτάται από την τύχη, αλλά όλα από την ορθή κρίση και την προνοητικότητα)

Πλούταρχος (47- 120 μ. Χ., Αρχαίος Έλληνας ιστορικός)

3.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο Markowitz (1952) ποσοτικοποίησε, όπως αναφέρθηκε και στο προηγούμενο κεφάλαιο, την έννοια του κινδύνου της αγοράς, χρησιμοποιώντας στατιστικές μεθόδους και όρισε το κίνδυνο του χαρτοφυλακίου ως ένα άθροισμα των διακυμάνσεων και των συνδιακυμάνσεων των εμπειροχόμενων στοιχείων του. Τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα και οι παράγοντες της αγοράς (όπως επενδυτικές τράπεζες, συνταξιοδοτικά ταμεία, ασφαλιστικές εταιρείες, κλπ.) παρακινούμενοι από τη μεγάλη ανάπτυξη και τις ζημιές που προκάλεσαν τα παράγωγα προϊόντα (derivatives) τα τελευταία χρόνια στις παγκόσμιες χρηματοπιστωτικές αγορές, προέβησαν στην εξεύρεση νεότερων και αποτελεσματικότερων τεχνικών εκτίμησης και διαχείρισης του χρηματοοικονομικού κινδύνου. Σαν αποτέλεσμα των παραπάνω, έχει αναπτυχθεί η μέθοδος Value-at-Risk, η οποία έχει προσδώσει μια νέα διάσταση και προσέγγιση σε όλα τα επίπεδα διαχείρισης των χρηματοπιστωτικών και μη οργανισμών. Σκοπός του VaR ή Αξία σε Κίνδυνο, είναι η καλύτερη εκτίμηση των κινδύνων και η ευκολότερη λήψη αποφάσεων. Το VaR μετράει την απώλεια ενός χαρτοφυλακίου, υπολογίζοντας το ποσοστιαίο σημείο της κατανομής των αποδόσεων. Κατά συνέπεια, είναι επιτακτική ανάγκη της κατάλληλης απεικόνισης των ουρών με σκοπό την αμερόληπτη εκτίμηση. Οι υπολογισμοί του VaR πλέον μπορούν να εφαρμοστούν σε διάφορους τύπους κινδύνων: αγοράς (market), πίστωσης (credit), λειτουργίας (operational), κλπ. Η παρούσα μελέτη παρόλα αυτά θα αρκестεί στην χρήση του VaR και τη μελέτη της μεθοδολογίας από τη σκοπιά της μέτρησης του κινδύνου αγοράς.

3.2. ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ VaR

Στο σημερινό παγκόσμιο οικονομικό σκηνικό, το Value-at-Risk (VaR) έχει γίνει ένα από πιο δημοφιλή εργαλεία μέτρησης του κινδύνου αγοράς τόσο για τα εσωτερικά όσο και για τα εξωτερικά στοιχεία ενός οργανισμού. Το VaR παρέχει μια κοινή, συνεπή μέτρηση του κινδύνου σε όλο το εύρος φάσματος ενός οργανισμού, με στόχο τα αποτελέσματα να χρησιμοποιηθούν από τις ρυθμιστικές αρχές, τα στελέχη και τους εσωτερικούς και εξωτερικούς ελεγκτές. Λαμβάνει υπόψη του τις συσχετίσεις μεταξύ των παραγόντων, τον υπολογισμό της αστάθειας και δίνει πληροφορίες για τη σωστή διαχείριση, θέτοντας όρια για τον εκάστοτε κίνδυνο. Επιπλέον, με ένα δείκτη αναφοράς βοηθά στη διερεύνηση της σχέσης απόδοσης-κινδύνου ενός χαρτοφυλακίου και της σύγκρισής του με οποιοδήποτε άλλο χαρτοφυλάκιο επενδύσεων. Τέλος, αποτελεί ένα είδος εναρμόνισης των αποφάσεων και δημοσιοποίησης των κινδύνων ενός οργανισμού με τις πρακτικές και απαιτήσεις διαφόρων ρυθμιστικών αρχών.

Η προσέγγιση VaR παρέχει ένα στατιστικό εργαλείο εκτίμησης του Κινδύνου Αγοράς ενός χαρτοφυλακίου. Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με το Philippe Jorion (2003) αποτελεί μια στατιστική εκτίμηση, η οποία υπολογίζει, εντός ενός συγκεκριμένου διαστήματος εμπιστοσύνης (κάτω από φυσιολογικές συνθήκες για την αγορά), το χρηματικό ποσό σε ένα συγκεκριμένο νόμισμα, το οποίο ένα χαρτοφυλάκιο ή ένα ίδρυμα, αντέχει ανώδυνα να χάσει, μέσα σε ένα συγκεκριμένο χρονικό ορίζοντα, εξαιτίας των δυνητικών μεταβολών στις αγοραίες τιμές των υποκείμενων τίτλων. Η απλοϊκότητα της ιδέας του Value-at-Risk είναι η αιτία της δημοτικότητας του ως εργαλείο ελέγχου (risk control). Η σημαντικότητα της συγκεκριμένης μεθόδου συνάγεται στο γεγονός ότι αποτελεί την πρώτη συλλογική προσπάθεια των συμμετεχόντων στις αγορές και των ρυθμιστικών αρχών να δημιουργήσουν μια μεθοδολογία αποτίμησης κινδύνου ενός επενδυτικού χαρτοφυλακίου. Το πιθανό χρονικό διάστημα της ανάλυσης μπορεί να είναι μόνο μία μέρα για τις περισσότερες θέσεις διαπραγμάτευσης ή ακόμη και ένας μήνας ή περισσότερο για τα χαρτοφυλάκια. Οι παράμετροι που επηρεάζουν τη μέθοδο VaR είναι η χρονική περίοδος κατοχής των χρεογράφων, το επίπεδο εμπιστοσύνης, η χρονική περίοδος των ιστορικών στοιχείων, η μονάδα του νομίσματος που θα χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση του VaR. Το α ονομάζεται επίπεδο σπουδαιότητας (significance level) και ορίζεται από κάποιο «εξωτερικό οργανισμό», όπως για παράδειγμα κάποιο τραπεζικό ρυθμιστή. Για παράδειγμα για το τραπεζικό κλάδο, σύμφωνα με τη Basel II Accord, όταν χρησιμοποιούν εσωτερικά κάποιο μοντέλο

VaR για τη μέτρηση του κινδύνου αγοράς θα πρέπει το επίπεδο σπουδαιότητας να είναι στο 1%.

Σύμφωνα με το Philippe Artzner ο ορισμός του VaR είναι ο εξής: Δεδομένου ενός επιπέδου σημαντικότητας (confidence level) $1 - \alpha$ το οποίο ανήκει στο ανοικτό διάστημα $(0,1)$, (συνήθως το $1 - \alpha$ παίρνει τις τιμές 0,99 ή 0,95, ανάλογα με τη στάση του εκάστοτε οργανισμού έναντι του κινδύνου) και X ως συνεχής μεταβλητή, είναι η απόδοση του χαρτοφυλακίου τότε το $VaR_\alpha(X)$ του χαρτοφυλακίου στο δοθέν επίπεδο σημαντικότητας ισούται με:

$$VaR(X) = -\inf\{x \in R: P(X < x) \leq \alpha\} = -\inf\{x \in R: F_X(x) > 1 - \alpha\}$$

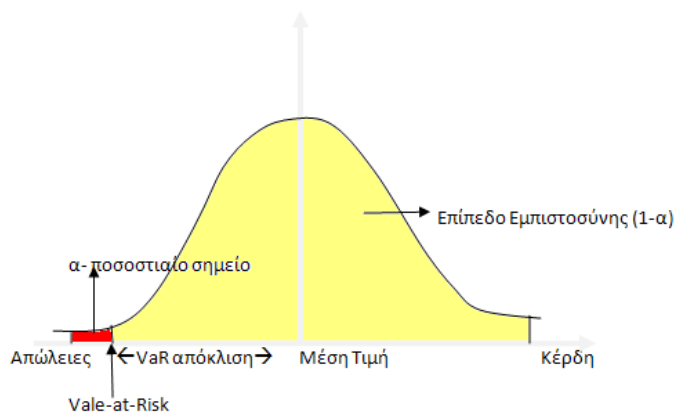
Σχέση 3.1.

Σύμφωνα με τον παραπάνω ορισμό το $VaR(X)$ ισούται με το μικρότερο πραγματικό αριθμό x που αναφέρεται στην απώλεια (το infimum υποδηλώνει το μεγαλύτερο από τα κάτω φράγματα του υποσυνόλου που δημιουργείται από τη σχέση) για τον οποίο ισχύει η πιθανότητα $P(X < x) \leq \alpha$ ή ισοδύναμα η αθροιστική συνάρτηση κατανομής (cumulative distribution function-cdf σε συντομογραφία) της X είναι $F_X(x) > 1 - \alpha$. Με τα παραπάνω δεδομένα, το ενδιαφέρον του παρατηρητή θα πρέπει να επικεντρωθεί στην αριστερή ουρά του σχήματος της κατανομής των μεταβολών των τιμών, όπου εμφανίζονται και οι απώλειες, ενώ το αρνητικό πρόσημο σχετίζεται με την απώλεια που υφίσταται ο επενδυτής. Ισοδύναμα, θα μπορούσαμε να πούμε ότι το α -ποσοστιαίο σημείο ή ποσοστημόριο (quantile), όπως κατονομάζεται σε πολλές αναφορές, μπορεί να οριστεί:

$$\alpha = \int_{-\infty}^{VaR} f(x) dx = F(VaR)$$

Σχέση 3.2.

όπου $f(X)$ είναι η συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας (probability density function-pdf σε συντομογραφία), αναλόγως τη κατανομή που ακολουθούν οι τιμές της X .



Διάγραμμα 3.1. Σχηματική απεικόνιση του VaR

(Πηγή: Jorion Philippe (2001) *Value at Risk*, σελ. 27)

3.2.1. Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ VaR ΣΤΟ ΧΡΟΝΟ

Από τη στιγμή που παρουσιάστηκε τον Ιούλιο του 1993, η μέθοδος Value-at-Risk, στην έκθεση του Group των 30 (G-30), ο αριθμός των χρηστών της μεθόδου έχει αυξηθεί αισθητά. Είναι σημαντικό να αναγνωρισθεί ότι η μέθοδος Value-at-Risk, έχει βελτιωθεί και έχει αλλάξει διαδικαστικά από τη στιγμή που πρωτοεμφανίστηκε. Έρευνες στο πεδίο της διαχείρισης χρηματοοικονομικού κινδύνου, έχουν αποδείξει την σημαντικότητα της μέτρησης του κινδύνου χαρτοφυλακίου, των περιουσιακών στοιχείων και των αντίστοιχων δικλείδων ασφαλείας.

Η μέθοδος έχει τις ρίζες της στη δεκαετία του '50, όταν ο Markowitz, στην έρευνά του για την επιλογή χαρτοφυλακίου (portfolio selection), διερεύνησε τον ορισμό και την μέτρηση του κινδύνου. Κατά τη δεκαετία του '80, οι αγορές είχαν γίνει πιο ασταθείς και η ανάγκη εύρεσης του κινδύνου αγοράς είχε εξαπλωθεί, αυξάνοντας και την ανάγκη εύρεσης πιο εξεζητημένων μεθόδων μέτρησης του. Η δυνατότητα εύρεσης πληθώρας διαθέσιμων ιστορικών δεδομένων τιμών, χωρίς ιδιαίτερο κόστος, βοήθησε σε αυτή την ανάπτυξη. Στα τέλη της δεκαετίας του '80, το εξειδικευμένο προσωπικό των χρηματοπιστωτικών ιδρυμάτων χρησιμοποιούσε πιο εξεζητημένες μεθόδους υπολογισμού του κινδύνου αγοράς, χωρίς να είναι ιδιαίτερα διαδεδομένες στο ευρύτερο κοινό. Η ανάπτυξη και η ευρύτερη ενασχόληση με τα παράγωγα προϊόντα, ενίσχυσε

την έρευνα στο πεδίο της Διαχείρισης Κινδύνου. Εκείνη τη περίοδο, η JP Morgan ανέπτυξε ένα εταιρικό σύστημα, μια προσέγγιση της μεθόδου VaR για τον υπολογισμό του κινδύνου αγοράς, που βασίζεται στη μέθοδο της εκτιμηθείσας διακύμανσης-συνδιακύμανσης, με δοθείσα επονομασία RiskMetrics.

Τα μοντέλα εύρεσης του VaR είναι δημοφιλή γιατί εσωκλείουν τον κίνδυνο αγοράς ενός χρηματοοικονομικού μέσου σε έναν αριθμό. Η αναγνώριση αυτής της μεθόδου από χρηματοοικονομικές και επιχειρηματικές κοινότητες δεν άργησε να έρθει ως επακόλουθο της ευρύτερης χρήσης του σε ποικίλες μορφές χρηματοοικονομικού κινδύνου. Η Κομητεία της Βασιλείας (Basel Committee), ενέκρινε τη χρήση του VaR το 1996, σε μια προσπάθεια τραπεζικής εποπτείας. Το 1997 η Επιτροπή Ασφαλειών και Συναλλαγών (Securities and Exchange Commission) απαίτησε από διάφορα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα, να υπολογίσουν (και να γνωστοποιήσουν) την έκθεση τους στον κίνδυνο αγοράς με τις αρχές του Value-at-Risk. Στην τρέχουσα δεκαετία, η επιστημονική και χρηματοοικονομική βιβλιογραφία, εμπεριέχει μια πληθώρα μοντέλων υπολογισμού του VaR, με συνεχείς αναβαθμίσεις και βελτιώσεις των επικείμενων μοντέλων.

Η ολοένα αυξανόμενη χρήση και αναγνώριση της μεθόδου αυξάνει τις συζητήσεις περί εμφάνισης VaR παράγωγων εργαλείων, που θα προσδώσει μια νέα διάσταση στη σημερινή βιομηχανία παράγωγων μέσων. Τα συγκεκριμένα παράγωγα, εικάζεται ότι θα προσδώσουν έναν αποτελεσματικότερο και ασφαλέστερο τρόπο διαχείρισης του συνόλου των κινδύνων ενός χαρτοφυλακίου. Εν ολίγοις, τα VaR παράγωγα εργαλεία θα αποτελέσουν χρηματοπιστωτικά συμβόλαια όπου το κέρδος ή η ζημιά θα καθορίζονται από τις χρηματικές ροές του ίδιου του VaR.

3.2.2. ΤΟ VaR ΩΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

Η μέθοδος VaR χρησιμοποιείται από οποιοδήποτε οργανισμό που εκτίθεται σε χρηματοοικονομικό κίνδυνο. Τα θετικά χρήσης της μεθόδου VaR για έναν οργανισμό είναι αρκετά. Οι οργανισμοί μετρούν την επίδοση των περιουσιακών τους στοιχείων (και κυρίως αυτά που ρευστοποιούνται μακροχρόνια) βάσει των προσδοκιών των υψηλόβαθμων στελεχών και προσπαθούν στην εξομάλυνση των βραχυπρόθεσμων ασταθειών. Αρχικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέτρο σύγκρισης (benchmark

μέτρηση), παραθέτοντας κινδύνους από διαφορετικές αγορές και κλάδους για κάποιο χρονικό διάστημα. Δευτερευόντως, το VaR μπορεί να δώσει μια ευρύτερη ιδέα των απωλειών που μπορεί να αντιμετωπίσει ένας οργανισμός και να περιορίσει τις ριψοκίνδυνες επενδύσεις. Επιπροσθέτως, μεταχειρίζεται ως μέσο προϋπολογισμού (budgeting) του κινδύνου, μια έννοια που γίνεται δημοφιλής στη διαχείριση επενδύσεων (investment management). Οι εφαρμογές της μεθόδου ως στρατηγικό εργαλείο θα μπορούσαν να έχουν χαρακτήρα: 1) Παθητικό: Αντανακλά τη χρήση της μεθόδου από ανώτερα διοικητικά στελέχη για την εκτίμηση, από ένα κοινά αποδεκτό μοντέλο, του κινδύνου που προέρχεται από συναλλαγές και επενδυτικές δραστηριότητες και μετέπειτα παρουσίασης των αποτελεσμάτων στους μετόχους. Επακολούθως γίνεται ταξινόμηση του κινδύνου ανά περιουσιακό στοιχείο ή παράγοντα κινδύνου και κατανόηση της επίδρασης των τάσεων των αγορών έναντι των περιουσιακών στοιχείων. 2) Αμυντικό: Ένας διαχειριστής κινδύνου που χρησιμοποιεί το VaR, στοχεύει στη διατήρηση των απωλειών του πλούτου του σε ένα προκαθορισμένο επίπεδο. Ο υπολογισμός των αναμενόμενων απωλειών βοηθά στη θέσπιση ορίων και κατ' επέκταση στη μείωση των μελλοντικών απωλειών. Το επίπεδο στο οποίο πρέπει να καθοριστούν τα όρια εξαρτάται από την ανοχή και «όρεξη» (appetite) ενός οργανισμού στο κίνδυνο καθώς και από παράγοντες όπως: το μέγεθος, την αστάθεια και το χρόνο ρευστοποίησης της θέσης. Ταυτόχρονα η χρήση της μεθόδου βοηθά στη θέσπιση «ορίων των θέσεων» και ασφάλειας μεταξύ συναλλασσομένων και επιχειρηματικών μονάδων. 3) Ενεργητικό: Απεικονίζει τη χρήση της μεθόδου για καλύτερη κατανομή των κεφαλαίων, αναμένοντας καλύτερη αντιμετώπιση του κινδύνου, σε αποδοτικότερες επενδύσεις. Το VaR έχει μεγάλη απήχηση στη διαχείριση επενδύσεων, δημιουργώντας ενεργητικά χαρτοφυλάκια. Οι σκοποί-στόχοι, το κέρδος, το ρίσκο που είναι διατεθειμένος να αναλάβει ο διαχειριστής, η ποιότητα ή η ασφάλεια που του δίνει η επένδυση ή η διαφοροποίηση του κινδύνου, συντελούν στην επιλογή της σύνθεσης μιας επένδυσης.

3.2.3. Ο ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ VaR

Τα βήματα που ακολουθούνται με ελάχιστες διαφοροποιήσεις σε κάθε περίπτωση επιλογής διαφορετικού μοντέλου, είναι τα εξής:

- Υπολογισμός της αγοραίας αξίας του χαρτοφυλακίου βάσει των τρεχουσών τιμών της αγοράς
- Υπολογισμός της διακύμανσης των παραγόντων κινδύνου (για ένα χαρτοφυλάκιο οι παράγοντες κινδύνου είναι οι τιμές των χρεογράφων που εμπεριέχονται σε αυτό)
- Καθορισμός του χρονικού ορίζοντα υπολογισμού του VaR
- Καθορισμός του επιπέδου εμπιστοσύνης του VaR
- Υπολογισμός του VaR μέσω της επεξεργασίας των παραπάνω δεδομένων

Για τον υπολογισμό του Κινδύνου της Αγοράς, ως τυχαίες μεταβλητές λαμβάνονται οι αποδόσεις που δίνει χρονικά ένα περιουσιακό στοιχείο. Στο κλάδο της Οικονομίας, η απόδοση είναι ένα μέτρο οικονομικού πλεονεκτήματος από την κράτηση περιουσιακών στοιχείων. Ο απλός λόγος απόδοσης ενός στοιχείου ή μιας επένδυσης P για το χρονικό διάστημα $[t-1, t]$ ορίζεται ως εξής: $R_t = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}}$, όπου P_t και P_{t-1} η αξία του στοιχείου στο τέλος και στην αρχή της περιόδου αντίστοιχα. Όμως η εστίαση σε αποδόσεις μεγαλύτερων χρονικών διαστημάτων προϋποθέτει τη χρήση του γεωμετρικού λόγου της απόδοσης που ορίζεται ως ο λογάριθμος του απλού λόγου απόδοσης, δηλαδή:

$$R_t = \ln \frac{P_t}{P_{t-1}}$$

Σχέση 3.3.

Σε περίπτωση που υπάρχει κάποιο interim payment D_t (π.χ. μερίσματα) κατά τη χρονική περίοδο t , τότε στο P_t προσθέτουμε και το D_t . Αν για κάποια επένδυση υπάρχουν ημερήσια στοιχεία, τότε λαμβάνοντας τη μέση τιμή των αποδόσεων για κάθε μία ημέρα, προκύπτει η αναμενόμενη ή εκτιμώμενη απόδοση για την ημέρα που θα ακολουθήσει. Για τη μέση τιμή των αποδόσεων χρησιμοποιούνται ο αριθμητικός μέσος όρος:

$$\bar{R} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_{i,t}$$

Σχέση 3.4.

και ο γεωμετρικός μέσος όρος:

$$\bar{R}_g = \left[\prod_{i=1}^n (1 + R_{i,t}) \right]^{1/n} - 1$$

Σχέση 3.5.

Στην περίπτωση χαρτοφυλακίων, όπου ενδεχομένως υπάρχει κάποιο ποσοστό συμμετοχής w_i κάθε χρεογράφου επί του χαρτοφυλακίου, τότε η συνολική αναμενόμενη απόδοση υπολογίζεται ως εξής:

$$\bar{R}_p = E[R_i] = \sum_{i=1}^n w_i \bar{R}_i$$

Σχέση 3.6.

Η επιλογή του χρονικού ορίζοντα και επιπέδου εμπιστοσύνης εξαρτώνται πάντοτε από το σκοπό για τον οποίο θα χρησιμοποιηθεί το VaR. Μεγαλύτερη αποστροφή έναντι του κινδύνου απαιτεί μεγαλύτερο κεφάλαιο για την κάλυψη πιθανών ζημιών, το οποίο συνεπακόλουθα προϋποθέτει και υψηλότερο επίπεδο εμπιστοσύνης.

Πριν τον υπολογισμό του VaR όπως επισημάνθηκε χρειάζεται ο καθορισμός του χρονικού ορίζοντα, της περιόδου κατά την οποία θα υπολογιστεί η απώλεια των δεδομένων. Αυτή η περίοδος μπορεί να οριστεί ως ώρες, μέρες, εβδομάδες, κλπ και εξαρτάται άμεσα από την ικανότητα ρευστοποίησης του χαρτοφυλακίου. Ο πιο συνηθισμένος χρόνος υπολογισμού του VaR είναι σε ημερήσια βάση. Οι τράπεζες προτιμούν να κάνουν αναφορές ανά δύο εβδομάδες. Ανεξάρτητα του επιλεγμένου χρονικού διαστήματος, όσο μεγαλύτερη είναι η χρονική περίοδος, τόσο μεγαλύτερη θα είναι η τιμή του VaR. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το μέγεθος των απωλειών, ποικίλει κατά το χρονικό διάστημα στο οποίο εκτιμώνται. Παρόλα αυτά θα πρέπει να υπάρξει χρονική εναρμόνιση μεταξύ δεδομένων και τελικών αποτελεσμάτων. Αν για παράδειγμα τα δεδομένα που διαθέτει κάποιος είναι σε ημερήσια βάση και η περίοδος επένδυσης είναι εκφρασμένη σε ετήσια, τότε η κατανομή των ημερήσιων δεδομένων θα πρέπει να μετατραπεί σε κατανομή δεδομένων σε ετήσια βάση. Βάση των παραπάνω υποθέσεων αν υποθέσουμε ότι 252 είναι οι μέρες διαπραγματεύσεων σε ένα χρόνο (δηλαδή $h=252$), τότε:

$$\mu_{\text{year}} = \mu_{\text{daily}} / h$$

$$\sigma_{\text{year}} = \sigma_{\text{daily}} / \sqrt{h}$$

Αντίστοιχα μπορεί να γίνει επέκταση του παραπάνω μετασχηματισμού από ετήσια σε ημερήσια, μηνιαία, τριμηνιαία, κλπ βάση.

Η επιλογή του επιπέδου εμπιστοσύνης επιλέγεται σχεδόν αυθαίρετα και ορίζει το όριο του VaR (VaR limit). Η επιλογή του επιπέδου εμπιστοσύνης αντανάκλα την αποστροφή στον κίνδυνο και το ποσό της ζημιάς που είναι διατεθειμένη να δεχτεί ο εκάστοτε οργανισμός. Μπορεί να θεωρηθεί εύλογη, σύμφωνα με πολλούς στατιστικολόγους, η προτίμηση του υπολογισμού του VaR σε αρχικό στάδιο σε 95% επίπεδο εμπιστοσύνης (το διάστημα εμπιστοσύνης δε θα πρέπει να είναι σε αρχική βάση πολύ μεγάλο διότι μειώνεται η αποτελεσματικότητα των στατιστικών ελέγχων), αντί του 99%, και η αύξηση

του στη συνέχεια με κάποιο προσαρμοσμένο παράγοντα, καθώς στο πέρασμα του χρόνου οι ζημιές αυξάνονται.

3.2.4. ΕΠΙΚΡΙΣΕΙΣ ENANTI TOY VaR

Πέρα από τις θετικές κριτικές που δέχτηκε η μέθοδος από τη στιγμή της εμφάνισής της, υπήρξαν και οι αντίθετες απόψεις που υποστήριζαν ότι η μέθοδος έχει βαθύτερα προβλήματα. Ένα σημείο αναφοράς, ήταν η εγκυρότητα των στατιστικών προσεγγίσεων, που χρησιμοποιούνταν μέχρι τότε αποκλειστικά στις θετικές επιστήμες. Γεννήθηκε το ερώτημα, αν αυτές οι προσεγγίσεις θα είχαν τα ίδια αποτελέσματα σε κοινωνικά ζητήματα, όπου η μη σταθερότητα και οι αλληλεξαρτήσεις πολλών διαδικασιών, θέτουν υπό αμφισβήτηση την αληθοφάνεια της μεθόδου. Το 1995 η Tanya Stublo Beder στο άρθρο VaR: Seductive but Dangerous ισχυρίζεται ότι η μέθοδος δε μπορεί να έχει σίγουρα αποτελέσματα αφού για διαφορετικές προσεγγίσεις, εμφανίζει διαφορετικά αποτελέσματα. Επιπλέον, όπως ισχυρίζεται, τα διαφορετικά μοντέλα υπολογισμού του VaR δίνουν διαφορετικά αποτελέσματα. Το 1997 οι Marshal και Siegel απέδειξαν ότι τα μοντέλα υπολογισμού του VaR εκτίθενται σε κίνδυνο εφαρμογής: τα διαφορετικά αποτελέσματα που εμφανίζονται στηρίζονται στους διαφορετικούς τρόπους εφαρμογής τους. Ένα πρόσθετο πρόβλημα επισημάνθηκε το 1999 από τους Ju και Pearson: πολλοί επενδυτές στηριζόμενοι στις προσεγγίσεις του VaR, ίσως προσπαθήσουν να μετρήσουν το κίνδυνο σε περιπτώσεις που δε συνίσταται η χρήση των μοντέλων, με αποτέλεσμα να υποτιμούν τη πραγματική τιμή του κινδύνου. Συγκεκριμένα, υπάρχει περίπτωση η μεθοδολογία να προσφέρει υποεκτιμημένα αποτελέσματα, αν οι αποδόσεις ενός περιουσιακού στοιχείου ή ενός χαρτοφυλακίου μεταβληθούν κατά μη προβλέψιμο τρόπο, λόγω μιας δομικής αλλαγής της υποκείμενης οικονομίας μιας χώρας ή λόγω χρονικής απαξίωσης κάποιων κεκτημένων μη ρευστοποιήσιμων στοιχείων. Επιπροσθέτως, η μεθοδολογία σε πολλές περιπτώσεις χειρισμού παραγώγων, υποθέτει την ανυπαρξία του πιστωτικού κινδύνου. Το 1998, στο άρθρο Coherent Measures of risk, οι Artzner, Dalbaen, Eber, Health, ισχυρίστηκαν ότι το VaR δεν δείχνει την ακριβή τιμή της απώλειας και δεν ενδείκνυται η χρήση του σε περιπτώσεις διαφοροποιήσιμου χαρτοφυλακίου, προτείνοντας τα coherent measures μοντέλα. Τα Coherent measure of risk (συνεπή μέτρα κινδύνου) μοντέλα περιλαμβάνουν κάποιες ιδιαίτερες μαθηματικές ιδιότητες (monotonicity (μονοτονικότητα), sub-additivity (υπο-προσθετικότητα), homogeneity (θετική

ομογενικότητα), translational invariance (μεταφραστικά αμετάβλητη)) που ισχύουν σε οικονομικές εφαρμογές. Τα μοντέλα του VaR δεν ικανοποιούν την sub-additivity ιδιότητα. Αναλυτικότερα, έστω μια γραμμική απεικόνιση $VaR: L \rightarrow R \cup \{+\infty\}$, όπου L ένα διάστημα με μετρήσιμες συναρτήσεις και Z_1, Z_2 να ανήκουν στο L (όπου Z_1, Z_2 εκφράζονται οι τιμές των κινδύνων δύο διαφορετικών χαρτοφυλακίων). Σύμφωνα με τη παραπάνω ιδιότητα της υπο-προσθετικότητας, θα έπρεπε να ισχύει ότι: $VaR(Z_1 + Z_2) \leq VaR(Z_1) + VaR(Z_2)$. Δηλαδή το άθροισμα δύο κινδύνων μαζί δεν μπορεί να είναι χειρότερο από το άθροισμα των δύο κινδύνων ξεχωριστά, κάτι που βρίσκει εφαρμογή στη διαφοροποίηση των στοιχείων σε ένα χαρτοφυλάκιο (σύμφωνα με τη portfolio theory). Αυτό στη πράξη δημιουργεί πρόβλημα κατά τον υπολογισμό του VaR σε περιπτώσεις κατανομών που ομαδοποιούνται γύρω από τη μέση τιμή και παρουσιάζουν κάποιες ακραίες τιμές μακριά από αυτή στην ουρά της κατανομής (π.χ. σε περίπτωση που υπάρχει μια μεγάλη «τρύπα» μεταξύ της μέσης τιμής και της ουράς). Το Conditional VaR (που θα αναφερθεί παρακάτω) είναι ένα παράδειγμα coherent measure. Παρόλα αυτά, ακόμη και τα τελευταία είδη μοντέλων επιδέχονται επικρίσεις, συνεπώς η χρήση των μοντέλων μέτρησης του κινδύνου αγοράς πρέπει να γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή και επιφύλαξη.

3.3. ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΟΥ VaR

3.3.1. ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΑ ΓΡΑΜΜΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ

Τα παραμετρικά γραμμικά μοντέλα υπολογίζουν τις απώλειες ενός χαρτοφυλακίου ή οποιουδήποτε χρηματοοικονομικού μέσου χρησιμοποιώντας αναλυτικές σχέσεις βασισμένες σε υποθετικές γνωστές παραμετρικές κατανομές (όπως η κανονική κατανομή, η t-student, κλπ.) που ακολουθούν οι αποδόσεις.

Στην **Σχέση 3.2.** αν υποθέσουμε ότι ακολουθείται η κανονική κατανομή και κάνοντας τους κατάλληλους μετασχηματισμούς και υπολογισμούς, για να υπολογίσουμε τον αριθμό που αντιστοιχεί στο VaR, θα καταλήγαμε στην παρακάτω σχέση:

$$VaR = \mu_p - (F_{1-\alpha}^{-1} \sigma_p)$$

Σχέση 3.7.

Όπου μ_p : η αναμενόμενη απόδοση του χαρτοφυλακίου

$F_{(1-\alpha)}^{-1}$: η αντίστροφη της αθροιστικής συνάρτησης κατανομής, ο αριθμός των τυπικών αποκλίσεων που περιέχει το $(1-\alpha)\%$ επίπεδο εμπιστοσύνης της περιοχής της κανονικής κατανομής (χρησιμοποιώ τη συγκεκριμένη μορφή γιατί π.χ. $F(1,96) = 0,975$)

σ_p : η μεταβλητότητα του χαρτοφυλακίου

Τη συγκεκριμένη σχέση ο Philippe Jorion την αποκαλεί Σχετικό (Relative) VaR και χρησιμοποιείται για μεγάλο χρονικό ορίζοντα. Η αναμενόμενη απόδοση λαμβάνεται υπόψη ενώ η αναμενόμενη απώλεια μετρίζεται από τα μελλοντικά κέρδη. Σε μικρό χρονικό ορίζοντα είθισται να μην λαμβάνεται υπόψη η αναμενόμενη απόδοση, σε αυτή τη περίπτωση καλείται Απόλυτο (Absolute) VaR.

Παρόλα αυτά υπάρχει η εκτίμηση ότι η κατανομή που ακολουθούν οι αποδόσεις δεν είναι η κανονική και εμφανίζουν τις λεγόμενες «παχιές ουρές» (fat tails). Οι συγκεκριμένες κατανομές εμφανίζουν αρκετά μεγάλη ασυμμετρία ή λόξωση (skewness) και κύρτωση (kurtosis) και αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι εμφανίζεται πολύ μεγάλη διακύμανση. Οι παχιές ουρές συχνά προβληματίζουν τους διαχειριστές κινδύνου γιατί εμφανίζουν πιο συχνά μεγάλες απώλειες από ότι θα φαινόταν με την υπόθεση μιας κανονικής κατανομής. Έτσι συχνά οι διαχειριστές κινδύνου χρησιμοποιούν κατανομές που συμβαδίζουν με τις επιταγές των παχιών ουρών και που είναι εύχρηστες (όπως για παράδειγμα την Student-t ή την Skewed Student κατανομή που χρησιμοποιήθηκαν στο 4^ο Κεφάλαιο της εργασίας).

3.3.1.1. Μέθοδος Διακύμανσης/Συνδιακύμανσης (Variance/ Covariance)

Το όνομα Διακύμανση/Συνδιακύμανση της μεθόδου, προέρχεται από το πίνακα της συνδιακύμανσης (covariance matrix) της κατανομής των αλλαγών στις τιμές των παραγόντων της αγοράς. (μια εναλλακτική ονομασία της μεθόδου είναι Αναλυτική ή Παραμετρική Μέθοδος). Το συγκεκριμένο μοντέλο χρησιμοποιείται για χαρτοφυλάκια των οποίων οι αποδόσεις είναι γραμμικές συναρτήσεις των τιμών των περιλαμβανομένων περιουσιακών στοιχείων. Θα πρέπει να προστεθεί ότι η μέθοδος

Διακύμανσης/Συνδιακύμανσης στηρίζεται στην υπόθεση ότι οι παράγοντες της αγοράς ακολουθούν την κανονική κατανομή. Συνεπώς και η κατανομή που ακολουθούν τα κέρδη και οι απώλειες ενός χαρτοφυλακίου είναι η κανονική. Η διακύμανση, όπως είναι γνωστό, μετρά τη διασπορά ενός συνόλου στοιχείων γύρω από το μέσο όρο. Όσο πιο ασταθής είναι η αξία του παρατηρούμενου χαρτοφυλακίου, τόσο μεγαλύτερη θα είναι η τυπική του απόκλιση (standard deviation). Επακολούθως, όσο μεγαλύτερη είναι η τυπική απόκλιση, τόσο μεγαλύτερη θα είναι η αναμενόμενη τιμή του VaR.

Για ένα χαρτοφυλάκιο που περιέχει περισσότερα από ένα περιουσιακά στοιχεία, η συσχέτιση (correlation) μεταξύ αυτών, είναι ιδιαίτερα σημαντική κατά τη μέτρηση του VaR. Αυτό στηρίζεται στο γεγονός ότι η αστάθεια των στοιχείων ενός χαρτοφυλακίου, ενδεχομένως να επηρεάζει και άλλα στοιχεία και να αντιδρούν ανά μεταξύ τους σε περιπτώσεις-ακραίων για την αγορά-γεγονότων. Η απόδοση του χαρτοφυλακίου εξαρτάται γραμμικά από όλες τις αποδόσεις των περιουσιακών στοιχείων. Ο τύπος για τον υπολογισμό του VaR είναι ο εξής:

$$VaR = F_{(1-\alpha)}^{-1} P \sigma_p$$

Σχέση 3.8.

$F_{(1-\alpha)}^{-1}$: η αντίστροφη της αθροιστικής συνάρτησης κατανομής, ο αριθμός των τυπικών αποκλίσεων που περιέχει το (1-α)% επίπεδο εμπιστοσύνης της περιοχής της κανονικής κατανομής

P: η αξία του περιουσιακού στοιχείου του χαρτοφυλακίου

σ_p : η μεταβλητότητα του χαρτοφυλακίου

Η μεταβλητότητα του χαρτοφυλακίου υπολογίζεται ως εξής:

$$\sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n r_{i,j} \sigma_i \sigma_j w_i w_j}$$

Σχέση 3.9.

Όπου

σ_i : η μεταβλητότητα(τυπική απόκλιση) των αποδόσεων του στοιχείου-*i*

w_i : το ποσοστό συμμετοχής του στοιχείου- *i* στο χαρτοφυλάκιο

$r_{i,j}$: ο συντελεστής συσχέτισης μεταξύ των αποδόσεων των στοιχείων- *i* και *j*

Η υπόθεση ότι οι αποδόσεις ενός χαρτοφυλακίου είναι i.i.d και ακολουθούν τη κανονική κατανομή είναι ανυπόστατη στη πράξη. Παρόλα αυτά η μέθοδος δίνει μια «χονδρική εκτίμηση» του VaR. Με τη μέθοδο διακύμανσης- συνδιακύμανσης μπορεί να συνδυαστεί ένας μεγάλος αριθμός μεθόδων για τον υπολογισμό του VaR, με σκοπό τη

πρόβλεψη της τιμής της τυπικής απόκλισης: 1) Η σταθερή διακύμανση-συνδιακύμανση: Προϋποθέτει την σταθερότητα της διακύμανσης στο πέρασμα του χρόνου. 2) Μεθοδολογία ισότιμου σταθμισμένου κινούμενου μέσου: Οι μελλοντικές τιμές της διακύμανσης μπορούν να υπολογιστούν μέσω ιστορικών δεδομένων. Η μέθοδος σταθμίζει ισότιμα όλες τις ιστορικές παρατηρήσεις. 3) Μεθοδολογία σταθμισμένου εκθετικού κινούμενου μέσου: Στη συγκεκριμένη μεθοδολογία χρησιμοποιείται διαφορετικοί σταθμικοί συντελεστές στις ιστορικές παρατηρήσεις που χρησιμοποιούνται. 4) Αυτοπαλινδρομούμενα υποθετικά μοντέλα ετεροσκεδαστικότητας (Autoregressional Conditional Heteroskedasticity Models-ARCH): Τα συγκεκριμένα μοντέλα διευκολύνουν τη πρόβλεψη των μελλοντικών διακυμάνσεων με βάση τις παρελθούσες διακυμάνσεις.

3.3.1.2. Delta-Normal και Delta-Gamma VaR

Οι Δέλτα-Κανονική και Δέλτα-Γάμμα μέθοδοι αποτελούν μέρος- επέκταση της μεθόδου διακύμανσης/συνδιακύμανσης. Στην περίπτωση που κάποιο χρηματοοικονομικό στοιχείο S_i σε ένα χαρτοφυλάκιο P εξαρτάται ως συνάρτηση από n παράγοντες κινδύνου για $i=1, \dots, n$ και η αλλαγή στην αξία του χαρτοφυλακίου dP μπορεί να οριστεί ως εξής:

$$dP = \sum_{i=1}^n \frac{\partial P}{\partial S_i} dS_i = \sum_{i=1}^n \text{delta}_i dS_i$$

Σχέση 3.10.

Όπου η αλλαγή στο P οφείλεται στην αλλαγή του S_i . Έτσι έχουμε τον εξής τύπο για τη μεταβλητότητα του χαρτοφυλακίου:

$$\sigma_{dP} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \text{delta}_i^2 \sigma_{dS_i}^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \text{cov}(dS_i, dS_j) \text{delta}_i \text{delta}_j}$$

Σχέση 3.11.

Η Δέλτα-Γάμμα και αυτή με τη σειρά της υποθέτει ότι οι αποδόσεις του χαρτοφυλακίου κατανέμονται κανονικά. Για να αυξηθεί η ακρίβεια υπολογισμού της Δέλτα-Κανονικής χρησιμοποιείται ο δεύτερος όρος του αναπτύγματος Taylor.

$$dP = \text{delta } dS + \frac{1}{2} \text{gamma } dS^2$$

Σχέση 3.12.

Και το VaR υπολογίζεται από τον τύπο:

$$\text{VaR} = |\text{delta}| \alpha \sigma S - \frac{1}{2} \text{gamma} (\alpha \sigma S)^2$$

Σχέση 3.13.

3.3.1.3. Δεσμευμένο VaR (Conditional VaR (CVaR))

Σε πολλές βιβλιογραφίες αναφέρεται και ως Expected Shortfall ή Average VaR ή Expected Tail Loss. Παρόλο που το VaR είναι η πιο δημοφιλής μέθοδος διαχείρισης κινδύνων όπως είδαμε και παραπάνω έχει κάποιες τεχνικές ατέλειες. Συγκεκριμένα, δεν πληρεί την sub-additivity ιδιότητα οπότε δε μπορεί να χαρακτηριστεί ως συνεπές εργαλείο. Σύμφωνα με τους Artzner, Delbaen, Eber και Heath, το CVaR περιγράφει πόσο μεγάλες είναι οι απώλειες κατά μέσο όρο, όταν υπερβαίνουν ένα δεδομένο VaR επίπεδο. Σύμφωνα με το Carol Alexander ο ορισμός για το CVaR είναι ο εξής:

Έστω X η μειωμένη απόδοση της j -ημέρας και $\text{VaR}_{h,\alpha} = -x_\alpha$, τότε :

$$\text{CVaR}(X) = -E[X|X < x_\alpha] = -\alpha^{-1} \int_{-\infty}^{x_\alpha} x f(x) dx$$

Σχέση 3.14.

Μειονέκτημα της συγκεκριμένης μεθοδολογίας, μπορεί να θεωρηθεί η δυσκολία υπολογισμού και η διαθεσιμότητα περισσότερων δεδομένων από οποιαδήποτε άλλη μέθοδο για την ολοκλήρωση της διαδικασίας αξιολόγησης-backtesting. Η σημαντικότητα της χρήσης της συνέπειας των συγκεκριμένων μοντέλων έγκειται σύμφωνα με τους Albanese και Lawi σε χαρτοφυλάκια που είναι εκτεθειμένα σε περιπτώσεις ακραίων οικονομικών καταστάσεων, όπου οι κατανομές των αποδόσεων αποκλίνουν σημαντικά από την κανονική κατανομή.

3.3.1.4. Riskmetrics

Η μέθοδος Riskmetrics δημιουργήθηκε από την αμερικάνικη τράπεζα JP Morgan το 1994 ως προς μια εναλλακτική μέθοδο υπολογισμού του VaR, μέσω Εκθετικού Σταθμισμένου Κινουμένου Μέσου (Exponentially Weighted Moving Average). Η πρόβλεψη της τυπικής απόκλισης στο χρόνο t είναι ο σταθμικός μέσος της προηγούμενης πρόβλεψης, χρησιμοποιώντας μια λ στάθμιση και $1-\lambda$ στάθμιση από τη τελευταία τετραγωνισμένη καινοτομία (innovation) των παρελθουσών αποδόσεων. Η Riskmetrics παρέχει μια καθημερινή εκτίμηση των ασταθειών και των συσχετίσεων, συγκεντρωμένων σε τρεις μήτρες (regulatory matrix, daily matrix, monthly matrix). Το μειονέκτημα της συγκεκριμένης μεθόδου είναι η υπόθεση της κανονικότητας των αποδόσεων που έχουν ως αποτέλεσμα την υποτίμηση της πραγματικής αξίας του VaR.

3.3.2. ΜΗ-ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ

Τα μη-παραμετρικά μοντέλα προέρχονται από μια κατανομή η οποία κατασκευάζεται από ιστορικά δεδομένα. Αποκαλούνται μη-παραμετρικά μοντέλα, γιατί σε αντίθεση με τα παραμετρικά μοντέλα, ο υπολογισμός του VaR δεν περιλαμβάνει τον υπολογισμό παραμέτρων μιας θεωρητικής κατανομής.

3.3.2.1. Μέθοδος Ιστορικής Προσομοίωσης (Historic Simulation)

Ο όρος προσομοίωση (simulation) χαρακτηρίζει οποιαδήποτε αναλυτική μέθοδο που μιμείται μια διαδικασία ή ένα σύστημα από την πραγματική ζωή στο πέρας του χρόνου. Στη πράξη η προσομοίωση απαιτεί την επιλογή και ανάπτυξη ενός κατάλληλου μαθηματικού μοντέλου που θα αντιπροσωπεύει τα χαρακτηριστικά ή τη συμπεριφορά της υπό μελέτης διαδικασίας ή συστήματος. Η ανάπτυξη της τεχνολογίας και των ηλεκτρονικών υπολογιστών, έχουν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία συστημάτων προσομοίωσης που χρησιμοποιούν το hardware και το λογισμικό του υπολογιστή βοηθώντας στον υπολογισμό και την ανάλυση των αποτελεσμάτων. Τί συμβαίνει κατά

το τρέξιμο μιας προσομοίωσης; Το λογισμικό κάνει επανειλημμένα δειγματοληψίες των τιμών των κατανομών, υπολογίζοντας πολλαπλά υποθετικά σενάρια.

Στις χρηματοοικονομικές εφαρμογές, για να πραγματοποιηθεί η προσομοίωση διαφόρων στοχαστικών διαδικασιών χρησιμοποιούνται διάφορα μοντέλα που περιγράφουν τη μεταβολή στην αξία του εξεταζόμενου χρεογράφου. Η μέθοδος Ιστορικής Προσομοίωσης αναφέρεται στην πρόβλεψη του VaR, κατασκευάζοντας την αθροιστική συνάρτηση κατανομής των αποδόσεων, προσομοιώνοντας το τρέχων χαρτοφυλάκιο κατά μήκος παλιότερων μεταβολών των τιμών των τίτλων, εντός μιας χρονικής περιόδου. Στηρίζεται στην υπόθεση ότι οι τωρινές συνθήκες της αγοράς είναι οι ίδιες με εκείνες που πραγματοποιήθηκαν σε κάποιο παρελθοντικό χρόνο. Συνοψίζοντας, λαμβάνονται υπόψη οι πρόσφατες αλλαγές των τιμών στο πρόσφατο παρελθόν ώστε να επαναυπολογιστεί το χαρτοφυλάκιο για ένα μελλοντικό προβλεπόμενο χρονικό ορίζοντα. Έτσι, δημιουργείται μια νέα κατανομή της οποίας πρέπει να βρεθεί το VaR δεδομένου ενός επίπεδο εμπιστοσύνης $(1-\alpha)$, ως το ποσοστιαίο σημείο (quantile) της εμπειρικής ιστορικής κατανομής:

$$VaR_{t+1/t}^{(1-\alpha)} = \text{quantile}\{\{R_t\}_{t=1}^n, 100(1-\alpha)\} \quad \text{Σχέση 3.15.}$$

Η μέθοδος χρησιμοποιεί την πραγματική κατανομή των αποδόσεων, δηλαδή δεν προϋποθέτει ότι οι αποδόσεις είναι κανονικά κατανεμημένες. Η μόνη υπόθεση που γίνεται είναι ότι η κατανομή των αποδόσεων για μια χρονική περίοδο θα είναι ταυτόσημη με τη κατανομή του παρελθόντος. Οι παχιές ουρές των κατανομών και άλλα αναπάντεχα γεγονότα μπορούν να απεικονισθούν όταν εμπειριέχεται στο σύνολο των δεδομένων. Κάτι που θα πρέπει να επισημανθεί είναι ότι όταν η κατανομή των αποδόσεων ενός χαρτοφυλακίου έχει παχιές ουρές, η μέθοδος ιστορικής προσομοίωσης τείνει να παράγει υψηλότερες τιμές από την μέθοδο διακύμανσης-συνδιακύμανσης.

Ο μόνος περιορισμός που απορρέει από τη χρήση του μοντέλου, είναι ότι ο αριθμός των δεδομένων που χρησιμοποιούνται για την ιστορική κατανομή, θα πρέπει να είναι ίσος με τον αριθμό των παρατηρήσεων για τη κάθε απόδοση κατά τη προσομοίωση. Ο αριθμός αυτός θα πρέπει να είναι αρκετά μεγάλος ώστε να υπάρχουν αρκετά σημεία που να σχηματίζουν τις χαμηλότερες ουρές. Συνεπώς, γίνεται ευκολότερος ο υπολογισμός για ένα μεγάλο δείγμα με υψηλή συχνότητα. Τα ιστορικά δεδομένα θα πρέπει να έχουν καθημερινή συχνότητα και να εκτείνονται σε πολλά χρόνια του

παρελθόντος. Η απόκτηση τέτοιου μεγέθους δεδομένων μπορεί να αποβεί δύσκολη, χρονοβόρα και δαπανηρή. Ο βαθμός της εξάρτησης των αποτελεσμάτων από την ιδιοσυγκρασία των δεδομένων αποτελεί αρνητικό στοιχείο του μοντέλου. Αυτό έχει ως συνέπεια, ακραία γεγονότα όπως οι κρίσεις των αγορών είτε δε λαμβάνονται υπόψη είτε στρεβλώνουν τα αποτελέσματα.

3.3.2.2. Υβριδικό Μοντέλο (Hybrid Model)

Το υβριδικό μοντέλο πρωτοδημοσιεύτηκε το 1998 από τους J. Boudoukh, M. Richardson, R. Whitelaw στην εργασία *The Best of the Worlds: A Hybrid Approach to Calculating VaR*. Η συγκεκριμένη μέθοδος συνδυάζει δύο διαφορετικές μεθόδους: τη Riskmetrics με την μέθοδο Ιστορικής Προσομοίωσης. Οι παρατηρούμενες αποδόσεις παρατίθενται σε σειρά για την μελετώμενη περίοδο όπως και στη μέθοδο της Ιστορικής Προσομοίωσης, με τη διαφορά ότι ενώ στη μέθοδο της Ιστορικής Προσομοίωσης αποδίδονται ισοβαρείς σταθμίσεις σε κάθε παρατήρηση, στην υβριδική προσέγγιση αποδίδονται εκθετικά φθίνουσες σταθμίσεις στις ιστορικές αποδόσεις. Η εκθετική εξομάλυνση (exponential smoothing) ή Riskmetrics εφαρμόζεται εκθετικά τις φθίνουσες κατά σειρά σταθμίσεις των αποδόσεων με σκοπό τον υπό συνθήκη υπολογισμό της αστάθειας. Η χρήση των φθινουσών σταθμίσεων βοηθά στην αποτύπωση της «κυκλικής συμπεριφοράς» της αστάθειας των αποδόσεων. Η μέθοδος έχει τα εξής βήματα: 1) Για τις K πιο πρόσφατες παρατηρήσεις αποδόσεων ενός χαρτοφυλακίου για το χρονικό διάστημα μεταξύ t-K+1 και t: $R_t, R_{t-1}, \dots, R_{t-K+1}$ αντιστοιχούν οι σταθμίσεις: $\frac{(1-\lambda)}{(1-\lambda^K)}, \frac{(1-\lambda)\lambda}{(1-\lambda^K)}, \dots, \frac{(1-\lambda)\lambda^{K-1}}{(1-\lambda^K)}$ (το άθροισμα των οποίων βγαίνει 1 και συνήθως η τιμή του $\lambda=0,97$ ή $0,99$). 2) Στη συνέχεια, οι αποδόσεις κατατάσσονται σε αύξουσα σειρά από τη χειρότερη απώλεια στην ασήμαντη. 3) Τέλος, για την εύρεση του VaR που αντιστοιχεί στο ποσοστιαίο σημείο α , αθροίζονται οι σταθμίσεις μέχρι να υπολογιστεί το α (είτε προσεγγιστικά). Το VaR θα είναι η απόδοση που θα αντιστοιχεί στην τελευταία στάθμιση του αθροίσματος.

3.3.3. ΗΜΙ-ΠΑΡΑΜΕΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ

Ημι-παραμετρικά μοντέλα ονομάζονται εκείνα που εμπεριέχουν παραμετρικά και μη-παραμετρικά στοιχεία, συνδυάζοντας ιδιότητες και των δύο κατηγοριών στατιστικών εργαλείων.

3.3.3.1. Μέθοδος προσομοίωσης Monte Carlo (Monte Carlo Simulation)

Ο όρος Monte Carlo χρησιμοποιήθηκε αρχικά από τους Ulam, Von Neumann και Metropolis, σαν κωδικό όνομα για τις στοχαστικές προσομοιώσεις που χρησιμοποίησαν για την περαιτέρω αποτελεσματικότητα των ατομικών βομβών κατά τη περίοδο του Β' Παγκόσμιου Πόλεμου. Η ονομασία στηρίζεται στη στατιστική δειγματοληψία που περιλαμβάνει και τα περίφημα καζίνο της περιοχής του Monte Carlo.

Η μέθοδος προσομοίωσης Monte Carlo είναι μια ιδιαίτερως ευέλικτη μέθοδος που χρησιμοποιείται συχνά στο χρηματοοικονομικό κλάδο, καθώς χρησιμοποιείται για οποιοδήποτε περίπλοκο χαρτοφυλάκιο και μπορεί ο εκάστοτε διαχειριστής να ενσωματώσει σενάρια τα οποία ακολουθούν μια συγκεκριμένη κατανομή. Για κάθε σενάριο υπολογίζεται και καταγράφεται η θέση. Επιτρέπει την ταυτόχρονη αλλαγή των τιμών για έναν αριθμό μεταβλητών, με αποτέλεσμα να κατασκευαστεί ένα εναλλακτικό αισιόδοξο ή απαισιόδοξο σενάριο. Στηρίζεται στη τεχνητή δημιουργία ενός μεγάλου αριθμού μεταβολών των τιμών, με σκοπό τη προσθήκη δυναμικής ανάλυσης, από τις οποίες τελικά θα προκύψει το VaR. Είναι ημι-παραμετρικό μοντέλο γιατί προϋποθέτει να γίνει η υπόθεση ότι οι αποδόσεις των στοιχείων ενός χαρτοφυλακίου ακολουθούν μια συγκεκριμένη κατανομή που πλησιάζει την κατανομή των αποδόσεων και στη συνέχεια μέσω αριθμητικών μεθόδων δημιουργούνται τα υποθετικά σενάρια για τα οποία υπολογίζονται οι υποθετικές τιμές του χαρτοφυλακίου. Επακολούθως από αυτές τις τιμές που προκύπτουν υπολογίζεται μια κατανομή όμοια με τη μέθοδο της ιστορικής προσομοίωσης.

Η μέθοδος Monte Carlo παρουσιάζει πολλές ομοιότητες με εκείνη της ιστορικής προσομοίωσης. Η βασική τους διαφορά είναι ότι η ιστορική προσομοίωση

πραγματοποιεί τη διαδικασία της προσομοίωσης χρησιμοποιώντας τις πραγματικές παρατηρούμενες αλλαγές της αγοράς κατά μια δεδομένη χρονική περίοδο (χρησιμοποιώντας ιστορικά καταγεγραμμένα δεδομένα της αγοράς), ενώ η μέθοδος Monte Carlo, όπως αναφέραμε, χρησιμοποιεί μια γεννήτρια τυχαίων αριθμών για να παράγει αρχικά χιλιάδες υποθετικές αλλαγές επί της αγοράς. Στη συνέχεια βάσει αυτών των σεναρίων υπολογίζονται τα κέρδη ή οι απώλειες ενός χαρτοφυλακίου και κατασκευάζεται η κατανομή των αποδόσεων. Τέλος, υπολογίζεται το VaR σύμφωνα με τη τελευταία κατανομή και κάποιων παραμέτρων (όπως π.χ. το επίπεδο εμπιστοσύνης).

Η μεθοδολογία του αλγορίθμου περιέχει τα εξής βήματα:

Σαν αρχικό βήμα χρειάζεται η εύρεση μιας στοχαστικής συνάρτησης που να περιγράφει τις μεταβολές της διαδικασίας. Αυτό θα προϋποθέσει τη δημιουργία ενός μοντέλου πρόβλεψης που θα ορίζει τις μαθηματικές ιδιότητες μεταξύ των αριθμητικών μεταβλητών.

Το επόμενο στάδιο περιλαμβάνει την επιλογή των κύριων μεταβλητών κινδύνου, των οποίων η απόκλιση από μια προβλεπόμενη τιμή μπορεί να είναι κρίσιμη για τη βιωσιμότητα μιας επένδυσης. Ο βαθμός της διασποράς γύρω από τη μέση τιμή για κάθε μεταβλητή καθορίζεται από τον καθορισμό των ορίων.

Για κάθε τιμή ενός περιουσιακού στοιχείου επιλέγεται ένα σενάριο, για καθένα από τα οποία εκτιμώνται κάποιες παράμετροι βασισμένοι σε ιστορικά δεδομένα. Στη συνέχεια για κάθε εμπλεκόμενη παράμετρο προσομοιώνονται πλασματικοί τυχαίοι αριθμοί, οι οποίοι σχηματίζονται μέσω της εύρεσης μιας «γεννήτριας». Στόχος αποτελεί η παραγωγή μιας ακολουθίας αριθμών μεταξύ του 0 και του 1, οι οποίοι είναι ομοιόμορφα κατανομημένοι, ανεξάρτητοι και μη-περιοδικοί. Οι πιο γνωστές γεννήτριες είναι οι linear congruent generators και χρειάζεται η χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών για την παραγωγή αυτών των «ψευδοτυχαίων» αριθμών (pseudo-random numbers), της οποίας πρέπει να υπολογιστεί η κατανομή της ακολουθίας. Αυτές οι γεννήτριες τυχαίων αριθμών έχουν τη μορφή: $x_n = (ax_{n-1} + c) \bmod m$ για δοθείς εκ των προτέρων ακέραιους a , c , m . Το x_n είναι το υπόλοιπο της διαίρεσης $ax_{n-1} + c$ με το m . Στην περίπτωση όπου $c=0$ ονομάζονται πολλαπλασιαστικές γεννήτριες και παράγονται τιμές $\{1, \dots, m-1\}$. Η ακολουθία των ψευδοτυχαίων αριθμών u_n που δημιουργούνται θα

πρέπει: $u_n = \frac{x_n}{m}$

Για κάθε σενάριο υπολογίζεται η τιμή του χαρτοφυλακίου προσομοιώνοντας με τη διαφορική εξίσωση και επαναλαμβάνοντας τη διαδικασία αρκετές φορές. Το τελικό στάδιο έχει αρκετές ομοιότητες με τον υπολογισμό του VaR μέσω της ιστορικής προσομοίωσης. Η μόνη διαφορά είναι ότι η Monte Carlo μπορεί να παράγει περισσότερα σενάρια. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία μιας κατανομής αποδόσεων της οποίας βρίσκεται το VaR για ένα δεδομένο διάστημα εμπιστοσύνης.

3.3.3.2. Δεσμευμένο Αυτοπαλινδρομούμενο VaR (Conditional Autoregressive VaR (CaViaR))

Το 1999 οι Engel και Manganelli πρότειναν το CaViaR μοντέλο. Αν και θεωρείται χρήσιμο εργαλείο διαχείρισης κινδύνου, δεν παρέχει πρόβλεψη της αστάθειας. Η μέθοδος δεν εστιάζει στη κατανομή (αφού δεν γίνονται υποθέσεις για το τύπο της κατανομής) των αποδόσεων αλλά στη συμπεριφορά του α-ποσοστιαίου σημείου. Το μοντέλο μελετάει την εξέλιξη των ποσοστημορίων στο χρόνο χρησιμοποιώντας μια αυτοσυσχετιζόμενη διαδικασία (GARCH). Οι άγνωστοι παράμετροι υπολογίζονται με τη χρήση μη-γραμμικής παλινδρόμησης ποσοστημορίων (Koenker και Bassett (1978)), και συγκεκριμένα μέσω της ελαχιστοποίησης της συνάρτησης της παλινδρόμησης ποσοστημορίων. Το θετικό της συγκεκριμένης μεθόδου είναι ότι δε χρειάζεται να γίνει κάποια υπόθεση ως προς τη κατανομή, αλλά να οριστεί σωστά η διαδικασία των ποσοστημορίων.

3.3.3.3. Φιλτραρισμένη Ιστορική Προσομοίωση (Filtered Historical Simulation (FHS))

Μια παραλλαγή των Monte Carlo Simulation και Historical Simulation που συνδυάζει τα χαρακτηριστικά των δύο μεθόδων είναι η FHS, η οποία προτάθηκε από τους Hull και White (1998) και τους Barone-Adesi, Giannopoulos και Vosper (1999). Η βασική ιδέα είναι η υιοθέτηση ενός GARCH τύπου υποδείγματος για τον υπολογισμό της διακύμανσης ενός χαρτοφυλακίου. Παίρνοντας σειρές n παρελθουσών αποδόσεων,

γίνεται ο υπολογισμός του GARCH μοντέλου βάσει των ιστορικών δεδομένων, με αποτέλεσμα τη δημιουργία μιας σειράς από παρελθούσες αποδόσεις. Στο τέλος γίνεται πρόβλεψη της αστάθειας για την επόμενη χρονική περίοδο, με τη δημιουργία μιας κατανομής για μελλοντικές τιμές βασισμένες σε παρελθούσες αποδόσεις.

3.4. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ BACKTESTING

Η διαδικασία αξιολόγησης των υποδειγμάτων υπολογισμού κινδύνου ή Backtesting αποτελεί βασικό βήμα της διαχείρισης του κινδύνου. Ο επανέλεγχος επαληθεύει εάν οι πραγματικές απώλειες συμφωνούν με τις εκτιμηθείσες. Οι διαχειριστές κινδύνου χρησιμοποιούν τον επανέλεγχο για να συγκρίνουν τις προβλέψεις του VaR με τις αντίστοιχες αποδόσεις ενός χαρτοφυλακίου, με σκοπό τον έλεγχο της αξιοπιστίας των υποθέσεων ή παραμέτρων και την επάρκεια του μοντέλου που χρησιμοποιήθηκε. Για την αξιολόγηση της επίδοσης ενός υποδείγματος χρησιμοποιούνται οι εξής μεθοδολογίες: 1) Proportion of failures 2) Unconditional coverage 3) Conditional coverage 4) Correct conditional coverage 5) Lopez magnitude of exceptions 6) Mean Relative Bias (MRB) 7) Root Mean Squared Relative Bias (RMSRB).

Στη συγκεκριμένη μελέτη ως προέκταση της προβλεπόμενης τιμής του VaR θα χρησιμοποιήσουμε την Proportion of failures μέθοδο. Η μέθοδος χρησιμοποιεί ένα λόγο που εκφράζει το σύνολο των φορών που οι αποδόσεις υπερβαίνουν σε απόλυτη τιμή την εκάστοτε τιμή του VaR. Ο υπολογισμός του failure rate δημιουργεί μια ακολουθία ναι/όχι παρατηρήσεων με συνέπεια τη δημιουργία της υπόθεσης: $H_0: f = \alpha$ και $H_1: f \neq \alpha$, όπου f απεικονίζει το failure rate. Σε πολλές βιβλιογραφίες η συγκεκριμένη μέθοδος καλείται LR test γιατί χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της υπόθεσης likelihood ratio test. Το $LR = -2 \log \left(\frac{\alpha^k (1 - \alpha)^{n-k}}{f^k (1 - f)^{n-k}} \right)$, όπου k είναι ο αριθμός των VaR-αποκλίσεων, n είναι το σύνολο των παρατηρήσεων κι το α είναι το θεωρητικό failure rate. Στη πράξη ο υπολογισμός του αριθμού των αποτυχιών χρησιμοποιείται για τη σύγκριση με θεμελιωμένα πρότυπα όπως τα traffic lights της Basel (green, yellow, red zone) που ελέγχει την αξιοπιστία του μοντέλου.

3.5. ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΚΡΑΙΩΝ ΤΙΜΩΝ (STRESS TESTING)

Οι ακραίες τιμές χρησιμοποιούνται για το προσδιορισμό της μέγιστης απώλειας ενός χαρτοφυλακίου στις ακραίες συνθήκες της αγοράς. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιούνται ακραίες συνθήκες του παρελθόντος με σκοπό τη δημιουργία μιας ιστορικής πιθανότητας που θα ανταποκρίνονται σε παρόμοια τωρινά γεγονότα. Η ιδιοσυγκρασία του ίδιου του οργανισμού έναντι του κινδύνου αποτελεί κεντρικό πυρήνα στην επιλογή των παρελθουσών γεγονότων. Δυστυχώς, αυτός ο έλεγχος έχει πολλά μειονεκτήματα επειδή η χρήση τιμών του παρελθόντος δε συμβαδίζει με τις αλλαγές των συνθηκών της αγοράς. Επιπλέον, η μέθοδος χρησιμοποιείται μόνο σε περιπτώσεις μικρών επιπέδων εμπιστοσύνης. Πολλοί παράγοντες κινδύνου όπως ο πολιτικός κίνδυνος, ο νομικός κίνδυνος, κλπ. δε μπορούν να αντικατοπτριστούν από τις απλές ποσοτικές μεθόδους (παρόλο το μεγάλο οικονομικό ρίσκο που μπορεί να προκαλέσουν). Έτσι στη προσπάθεια απεικόνισης των ποιοτικών και εξωγενών παραγόντων κινδύνου δημιουργείται η ανάγκη συνδυασμού του VaR με τη μέθοδο ακραίων τιμών.

3.6. ΠΟΙΑ ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΙΝΑΙ Η ΚΑΛΥΤΕΡΗ;

Το ερώτημα που εύλογα εμφανίζεται είναι ποια από αυτές τις μεθόδους υπολογισμού του VaR είναι η καλύτερη; Δυστυχώς, η απάντηση στο συγκεκριμένο ερώτημα μπορεί να δοθεί με ιδιαίτερη δυσκολία.

Οι μέθοδοι υπολογισμού του VaR, σύμφωνα με τους Thomas J. Linsmeier και Neil D. Pearson (1996) διαφέρουν μεταξύ τους ως προς την ικανότητά τους να υπολογίσουν το κίνδυνο, την ευκολία υπολογισμού, την ικανότητα επεξήγησης των αποτελεσμάτων από τους διαχειριστές, την ευελιξία στις αλλαγές των υποθέσεων και την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων. Για παράδειγμα, οι μέθοδοι προσομοίωσης «τρέχουν καλύτερα» με χαρτοφυλάκια που περιέχουν μετοχές γιατί επαναυπολογίζουν την αξία του χαρτοφυλακίου σε κάθε πιθανή αλλαγή των παραγόντων της αγοράς. Ο υπολογισμός και των τριών μεθόδων συχνά γίνεται με τη χρήση εξειδικευμένων υπολογιστικών λογισμικών. Οι τεχνικές Διακύμανσης-Συνδιακύμανσης και Monte Carlo είναι δύσκολο

να παρουσιαστούν σε κοινό που δεν έχει κατάλληλο τεχνικό γνωστικό υπόβαθρο. Στη περίπτωση της Ιστορικής Προσομοίωσης δε μπορούμε να μιλάμε για ευελιξία στις αλλαγές των υποθέσεων αφού είναι «αυστηρά δεμένη» στις ιστορικές αλλαγές των παραγόντων της αγοράς. Όσον αφορά την αξιοπιστία των δεδομένων, πρέπει να αναφέρουμε ότι και οι τρεις μέθοδοι στηρίζονται στη χρήση ιστορικών δεδομένων, έτσι ο διαχειριστής δε μπορεί να αισθανθεί σίγουρος ότι τα δεδομένα μιας συγκεκριμένης χρονικής περιόδου αποτελούν αξιόπιστη «πρώτη ύλη». Εν κατακλείδι, οι υποθετικές κατανομές που χρησιμοποιούνται στις μεθόδους Διακύμανσης-Συνδιακύμανσης και Monte Carlo μπορεί να μην περιγράφουν πλήρως τις κατανομές που ακολουθούν στη πραγματικότητα οι παράγοντες της αγοράς.

Κατά συνέπεια, εξαρτάται από τη προσωπική επιλογή και τη προοπτική με την οποία θα εξεταστεί το κάθε μοντέλο. Πολλές φορές μπορεί να είναι εξ' αρχής λάθος η επιλογή χρήσης μοντέλων VaR από μέρος ενός οργανισμού, αν δε συνάδει με τη στρατηγική και τη προοπτική του ίδιου του οργανισμού έναντι ενός κινδύνου.

3.7. Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας

Ο κατάλληλος υπολογισμός της αστάθειας αποτελεί σημαντικό κομμάτι της εκτίμησης του VaR. Ανάμεσα στα πολλά πλεονεκτήματα των τεχνικών πρόβλεψης των GARCH είναι η ευελιξία και η ακρίβεια και αυτά τα καθιστούν ιδιαίτερα ελκυστικά ως μοντέλα πρόβλεψης της αστάθειας. Η εκτίμηση του κινδύνου της αγοράς βάσει ιστορικών αποδόσεων δημιουργεί οικονομικές χρονοσειρές, οι οποίες παρουσιάζουν παχιές ουρές, ετεροσκεδαστικότητα και εξάρτηση. Συνεπώς, χρησιμοποιείται το GARCH μοντέλο σα «φίλτρο» και μία κατανομή για διαμέτρηση. Τελευταίες έρευνες στο τομέα της παραμετρικής μεθόδου, επιτάσσουν τη χρήση ασύμμετρων ή long-memory (που δε χρησιμοποιήθηκαν στη συγκεκριμένη μελέτη) GARCH μοντέλων για τον υπολογισμό της αστάθειας.

Οι Venkataran (1997) και Zangari (1996) πρώτοι πρότειναν τη χρήση ενός είδους κανονικών κατανομών με πιο παχιές ουρές που θα εμπεριέχουν τα απροσδόκητα γεγονότα που δε μπορούν να απεικονίσουν οι κλασσικές προσεγγίσεις.

Οι Hendricks (1996), Vlaar (2000) και Danielsson (2002) υποστήριξαν ότι μια αύξηση στο μέγεθος ενός δείγματος παράγει πιο ακριβή VaR αποτελέσματα. Από την άλλη, οι Frey και Michaud (1997) υποστήριξαν ότι τα μικρά δείγματα αποτυπώνουν καλύτερα τις αλλαγές που συμβαίνουν εξαιτίας των συναλλακτικών συμπεριφορών στις κεφαλαιαγορές.

Με αφορμή τις δύο παραπάνω θέσεις οι Τ. Αγγελίδης, Α. Μπένος και Σ. Στεγιαννάκης (2004) στο άρθρο τους “The Use of GARCH Models in VaR Estimation” αξιολόγησαν την επίδοση ενός συνόλου ARCH/GARCH (GARCH, EGARCH, TARCH) μοντέλων στον υπολογισμό του VaR (για $\alpha=5\%$ και $\alpha=1\%$) σε ημερήσια βάση για 5 χρηματιστηριακούς δείκτες, βάσει διαφορετικών δειγμάτων (δείγματα 500, 1000, 1500, 2000 παρατηρήσεων) και κατανομών. Αναλυτικότερα το δείγμα αποτελούνταν από τους πέντε δείκτες: CAC40, DAX30, FTSE100, NIKKEI225, S&P500 και καλύπτει χρονικά τη περίοδο 09/07/1987-18/09/2002. Εξέτασαν αρχικά για κάθε κατανομή τις προβλέψεις του VaR σε όλα τα δείγματα με σκοπό να δουν την τυχόν εξάρτηση μεταξύ επίδοσης και επιλογής μεγέθους δείγματος και στη συνέχεια τη συνεισφορά των εναλλακτικών κατανομών στον υπολογισμό του VaR. Τα αποτελέσματα της έρευνας απέδειξαν ότι οι λεπτοκυρτές κατανομές (t-Student και GED) απεικονίζουν καλύτερα τις προβλέψεις VaR του επόμενου χρονικού ορίζοντα και μάλιστα η χρήση του μοντέλου EGARCH με την t-Student αποτέλεσε το πιο επαρκές εργαλείο εκτίμησης για τη πλειοψηφία των αγορών. Εν συνεχεία αποδείχτηκε ότι το μέγεθος του δείγματος είναι σημαντικό για την ακρίβεια της εκτίμησης: στα απλά μοντέλα με χαμηλότερο επίπεδο εμπιστοσύνης ένα μέγεθος μικρότερο των 2000 παρατηρήσεων βελτώνει την αξιοπιστία των πιθανών τιμών, ενώ στα πιο πολύπλοκα μοντέλα με τη χρήση λεπτοκυρτών κατανομών και υψηλότερου επιπέδου εμπιστοσύνης ένα μικρού μεγέθους δείγμα μπορεί να οδηγήσει σε επισφαλή αποτελέσματα.

Οι M. So και P. Yu (2005), στο άρθρο τους “empirical analysis of GARCH models in value-at-risk estimation” απέδειξαν τη σημαντικότητα της χρήσης ασύμμετρων μοντέλων κατά τη μελέτη δεικτών της αγοράς (η ασυμμετρία δεν επηρέαζε τους συναλλαγματικούς δείκτες). Συγκεκριμένα, στην εργασία ανέλυσαν την επίδοση επτά μοντέλων GARCH στον υπολογισμό του VaR (για $\alpha=1\%$, $\alpha=2.5\%$ και $\alpha=5\%$), σε 12 δείκτες αγορών (ονομαστικά: All Ordinaries Index της Αυστραλίας, FTSE100 του Ηνωμένου Βασιλείου, Jakarta Composite της Ινδονησίας, Hang Seng Index του Χονγκ Κονγκ, Kuala Lumpur Composite Price Index της Μαλαισίας, KOSPI της Νότιας Κορέας, NASDAQ των Η.Π.Α., Nikkei225 Index της Ιαπωνίας, Stock Exchange of Thailand Daily Index της Ταϊλάνδης, Standard & Poor 500 Index των Η.Π.Α., Straits

Times Industrial Index της Σιγκαπούρης, Taiwan Stock Exchange Weighted Stock Index) και 4 ξένους συναλλαγματικούς δείκτες (GBP/US, YEN/US, AUD/US, CAD/US). Το δείγμα κάλυπτε τη χρονική περίοδο 1975-1998. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα GARCH και FIGARCH μοντέλα βγάζουν καλύτερα αποτελέσματα από τη Riskmetrics μέθοδο για 1% VaR. Επιπροσθέτως θεωρήθηκε σημαντικό η χρήση μοντέλων που να απορροφούν τις ιδιότητες της ασυμμετρίας, long memory και των παχιών ουρών. Τα μοντέλα που ακολουθούσαν τη t-student έδιναν καλύτερα αποτελέσματα στις long positions από ότι εκείνα που ακολουθούσαν τη κανονική στη περίπτωση των δεικτών των αγορών. Στη περίπτωση των συναλλαγματικών δεικτών δεν υπήρξε κάποιο πρόβλημα με την επίδοση των μοντέλων. Τέλος, γίνεται η εικασία ότι ίσως η long memory δεν αποτελεί καίριο σημείο για την κατάλληλο υπολογισμό του VaR.

Ο K. Mokni (2009) στο άρθρο του “On the effect of subprime crisis on VaR estimation” και μέσω της μελέτης των καθημερινών αποδόσεων του δείκτη NASDAQ, απέδειξε ότι το ασύμμετρο μοντέλο GJR-GARCH έχει καλύτερη επίδοση από τα «κλασικά» μοντέλα GARCH και IGARCH. Χρησιμοποιώντας δεδομένα από δύο διαφορετικές περιόδους 2003-2007(σταθερότητας) και 2007-2008(οικονομικής κρίσης), απέδειξε ότι η αστάθεια είναι διαφορετική για τις δύο αυτές περιόδους. Επιπλέον υποστήριξε ότι οι κατανομές Student και Skewed Student συμπεριφέρονται καλύτερα σε περιόδους ηρεμίας σε σχέση με τη κανονική, που συνίσταται σε περιόδους έντονης αστάθειας. Τέλος, καταλήγει ότι η οικονομική κρίση είχε σημαντική επιρροή στην εκτίμηση του VaR, με τη συνεχόμενη αύξηση των απωλειών κάτι που ωφέλησε τους κερδοσκόπους της αγοράς.

Οι L. Bonga-Bonga και G. Mutema (2009) στο άρθρο τους “Volatility forecasting and VaR estimation in emerging markets: The case of the stock market index portfolio in South Africa”, ανέδειξαν τη σημασία της δεσμευμένης ετεροσκεδαστικότητας και της ασύμμετρης αστάθειας κατά τον υπολογισμό του VaR με τη χρήση της παραμετρικής μεθόδου, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις αναδυόμενων αγορών. Συγκεκριμένα, χρησιμοποίησαν τις ημερήσιες αποδόσεις του JSE All-Share Index (I-Net Bridge Bank) για τη χρονική περίοδο 2005-2008 και σύγκριναν την επίδοση των GARCH, EGARCH και Riskmetrics μοντέλων κατά την εκτίμηση του VaR. Παρόλα αυτά τα αποτελέσματα τους έδειξαν ότι τα ασύμμετρα μοντέλα έχουν εξίσου καλή επίδοση με τα συμμετρικά μοντέλα. Επιπλέον, τα μοντέλα GARCH και EGARCH υπερερεύσαν έναντι των Riskmetrics.

Ο P. Thupayagale (2010) στη μελέτη του: “Evaluation of GARCH-based models in Value-at-Risk estimation: Evidence from emerging equity markets” ανέδειξε την επίδοση πρόβλεψης ενός συνόλου μοντέλων υπολογισμού (οχτώ στο σύνολο) της αστάθειας κατά την εκτίμηση του VaR, σύμφωνα με τα πρότυπα που προτείνει η ρυθμιστική αρχή της Βασιλείας. Τα δεδομένα τους αποτελούνταν από τις καθημερινές αποδόσεις διάφορων εταιρικών μετοχών διαφορετικών αγορών (ονομαστικά: Bovespa Stock Index της Βραζιλίας, Shanghai Stock Exchange Composite Index της Κίνας, Hermes Financial Index της Αιγύπτου, Bombay Stock Exchange Sensitive Index της Ινδίας, Nairobi Stock Exchange 20 της Κένυας, Nigeria Stock Exchange All Share Index της Νιγηρίας, Russian Composite Index της Ρωσίας, FTSE/JSE Africa All Share Index της Νοτίου Αφρικής, Istanbul Stock Exchange National 100 Index της Τουρκίας), καλύπτοντας χρονικά τη περίοδο 1998-2010. Τα αποτελέσματα ποίκιλλαν ανά χώρα για παράδειγμα για την Ινδία και τη Νιγηρία καλύτερη επίδοση είχαν τα FIGARCH μοντέλα, ή για τη Βραζιλία και την Αίγυπτο τα IGARCH και FIEGARCH. Τα Riskmetrics είχαν καλύτερη επίδοση μόνο στη περίπτωση της Ρωσίας, δείχνοντας τη περιορισμένη χρήση τους (όπως και η κλασική μορφή των GARCH). Τα ασύμμετρα ή τα long memory μοντέλα βοηθούν στην εξεύρεση αξιόπιστων VaR τιμών, αφού έδωσαν ελκυστικά αποτελέσματα για 7 από τις 10 χρηματιστηριακές αγορές. Τέλος, επισήμανε τη προσοχή που θα πρέπει να δείχνουν οι επενδυτές στην αστάθεια της εκάστοτε αγοράς και τη προσαρμογή του VaR αναλόγως τη δυναμικότητά τους.

Οι Chiadmi M. Mohammed Salah και Chaiti Fouzia (2012) στο άρθρο τους: “Modeling Stock Market using the ARCH and GARCH Models: Comparative study between an Islamic and a Conventional Index”, απέδειξαν ότι ο S&P 500 index Shariah ήταν λιγότερο ασταθής για μεγάλο διάστημα και λιγότερο ριψοκίνδυνος σε περιόδους κρίσης από τον αντίστοιχο Islamic index. Τα δεδομένα που χρησιμοποίησαν αφορούσαν τη περίοδο 29/12/2006-07/03/2011. Οι ημερήσιες αποδόσεις του S&P Shariah παρουσίασαν έντονη ασυμμετρία, λεπτοκύρτωση, αυτοσυσχέτιση στα τετράγωνα των αποδόσεων, στασιμότητα. Η μοντελοποίηση της αστάθειας των δύο δεικτών μέσω της χρήσης ARCH/GARCH ανέδειξε ότι ο S&P 500 index Shariah είναι λιγότερο ασταθής από τον αντίστοιχο Islamic index.

Εν κατακλείδι, η σωστή χρήση των μοντέλων GARCH συντελεί στη κατανόηση και απεικόνιση της αστάθειας για μεγάλο χρονικό ορίζοντα μελέτης, με σκοπό τον υπολογισμό πιο αξιόπιστων αποτελεσμάτων της VaR. Τα υποδείγματα GARCH έχουν τη δυνατότητα να λαμβάνουν υπόψη ιδιότητες των χρονοσειρών όπως η κύρτωση και η συσσώρευση χρονικά ασταθειών (οι οποίες θα αναλυθούν στο επόμενο κεφάλαιο).

Όλα τα παραπάνω συνετέλεσαν στην επιλογή της συγκεκριμένης μεθόδου που χρησιμοποιήθηκε και θα αναλυθεί εκτενέστερα σε επόμενα κεφάλαια.

3.8. ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

Οι χρηματοοικονομικές καταστροφές στη δεκαετία του '90 είχαν ως συνέπεια την ανάπτυξη των εργαλείων διαχείρισης του κινδύνου, ένα εκ των οποίων είναι το VaR. Ολοένα και περισσότερες επιχειρήσεις χρησιμοποιούν τη μεθοδολογία VaR για τον υπολογισμό του κινδύνου αγοράς. Πρόκειται για μια στατιστική μέθοδο που υπολογίζει το μέτρο των απωλειών που μπορεί να έχει ένα περιουσιακό στοιχείο ή ένα συνολικό χαρτοφυλάκιο, σε ένα δεδομένο χρονικό ορίζοντα, για ένα δεδομένο επίπεδο εμπιστοσύνης. Το πεδίο εφαρμογής των μοντέλων VaR είναι ιδιαίτερος ευρύ, γιατί αποτελεί ένα αξιόπιστο μέτρο πρόβλεψης του κινδύνου αγοράς. Παρόλο που είναι ιδιαίτερα ελκυστική μέθοδος πολλοί επιστημονικοί κύκλοι την κατακρίνουν ως μέθοδο λόγω της αδυναμίας της να απεικονίσει κάποιες ποιοτικές ιδιότητες. Οι μέθοδοι υπολογισμού του VaR χωρίζονται σε τρεις βασικές κατηγορίες αναλόγως με τον τρόπο και το μέγεθος χρήσης κάποιων κατανομών πιθανότητας: παραμετρικές, μη-παραμετρικές και ημι-παραμετρικές. Δυστυχώς η απάντηση στο ποιο μοντέλο είναι το καλύτερο ή πιο αξιόπιστο για τη μέτρηση του κινδύνου αγοράς δεν υφίσταται. Η προσωπική επιλογή και η προοπτική σύστασης ενός χαρτοφυλακίου ή αντιμετώπισης μιας επένδυσης από μέρος του διαχειριστή συμβάλλουν αποκλειστικά στην επιλογή του εκάστοτε μοντέλου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 3^{ΟΥ} ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Aggelidis Timotheos, Benos Alexandros & Degiannakis Stavros (2004) *The Use of GARCH Models in VaR Estimation*, Statistical Methodology, Vol.1, No.2, pp. 105-128, 2004

Aggelidis Timotheos, Benos Alexandros (2005), *Value at Risk for Greek stocks*, Multinational Finance Journal, 2005, pages 68-104

Alexander Carol (2008), *Market Risk Analysis: Value-at-Risk Models*, West Sussex, England: John Wiley & Sons Ltd, The Atrium Southern Gate

Artzner Philippe, Delbaen Freddy, Eber Jean-Marc, Heath David (1999), *Coherent Measures of Risks*, Math Finance, vol. 9, No. 3, pages 203-228 (<http://www.math.ethz.ch/~delbaen/>)

Bohdalova Maria (2007), *A comparison of Value at Risk methods for measurement of financial risk*, E-Leader Journal, Prague 2007

Bonga-Bonga Lumengo & Mutema George (2009), *Volatility forecasting and Value at Risk estimation in emerging market: the case of the stock market index portfolio in South Africa*, Sajens NS journal, vol.12, No. 4, 2009

Boudoukh, J., M. Richardson, R.F. Whitelaw (1998), *The best of both worlds: A Hybrid Approach to Calculating Value at Risk*, Journal Risk, 11 May 1998

Chance D. M., Grant K., & Marsland J. (2007). Chapter 9: Risk management. In J. L. Maginn, D. L. Tuttle, J. E. Pinto & D. W. McLeavey (Eds.), *Managing Investment Portfolios: A Dynamic Process* (3rd ed., pp. 579-636). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.

Chiadmi M. Mohammed Salah & Chaiti Fouzia (2012), *Modeling Stock Market using the ARCH and GARCH Models: Comparative study between an Islamic and a Conventional Index (SP Sharia VS SP 500)*, International Research Journal of Finance and Economics, Eurojournals Publishing, Inc. 2012

Crouhy Michel, Galai Dan, Mark Robert (2001) *Risk Management: Comprehensive chapters on market, credit and operational risk: Features an integrated VaR framework: Hedging strategies for reducing risk*. U.S.A: McGraw-Hills

Dowd Kevin (2002), *An introduction to Market Risk Measurement*, England: John Wiley & Sons Inc.

Engle F. Robert, Manganelli Simone (October 2004), *CAViaR: Conditionally Autoregressive Value at Risk by Regression Quantiles*, Journal of Business & Economic Statistics, American Statistical Association, vol. 22, pages 367-381

Holton A. Glyn (2002) *History of Value at Risk: 1922- 1998*, Contingency Analysis, Boston, U.S.A. 2002

Jorion Philippe (2001) *Value at Risk: The new benchmark for managing Financial Risk*, U.S.A.: McGraw-Hills

J.P. Morgan/Reuters (1996), *RiskMetrics – Technical Document*, Fourth Edition New York December 1996

Holton A. Glyn (2003) *Value-at-Risk: Theory and Practice*, London: Academic Press

Hendricks Daryll (1996), *Evaluating of Value-at-Risk Models using Historical data*, Economic Policy Review, Vol. 2, No. 1, April 1996

Kiohos Apostolos & Dimopoulos Aris (2004), *Estimation portfolio VaR with three different methods: financial institution risk management approach*, Spoudai journal, Vol. 54, No.2, University of Piraeus, pp. 59-83, 2004

Matei Marius (2009), *Assessing volatility forecasting models: Why models take the lead*, Romanian Journal of economic forecasting, April 2009

McLeish L. Don (2004), *Monte Carlo Simulation and Finance*, April 2005, Willey Finance

Mina Jorge, Yi Xiao Jerry, introduction by Finger C. Christopher (2001), *Return to Risk Metrics: the Evolution of a Standard*, Risk Metrics Group, New York

Mokni Khaled (2009), *On the effect of subprime crisis on Value-at-Risk Estimation: GARCH Family Models Approach*, International Journal of Economics and Finance, vol. 1, No. 2, August 2009

Saita Francesco (2007), *Value at Risk and Bank Capital Management*, USA: Elsevier Inc.

So K.P. Mike, Yu L.H. Philip (2005), *Empirical analysis of GARCH models in Value at Risk estimation*, Journal of International Financial markets, institutions and money, August 2005

Stublo Beder Tanya (1995) *VaR: Seductive but Dangerous*, Financial Analysts Journal: A Publication of Association for Investment Management and Research (September-October 1995)

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΧΡΗΣΗ ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΕΙΡΩΝ

«Πάντα κατ' αριθμόν γίνονται.» (= Τα πάντα γίνονται σύμφωνα με αριθμούς)

Πυθαγόρας (580-490 π. Χ., Αρχαίος Έλληνας φιλόσοφος, μαθηματικός)

4.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η οπτική πλευρά της απόδοσης κάποιου περιουσιακού στοιχείου σαν ένα σύνολο πολλών μεταβλητών στο χρόνο έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία χρονολογικών σειρών. Οι συγκεκριμένες οικονομικές χρονολογικές σειρές μοντελοποιούν τις αποδόσεις διαφόρων περιουσιακών στοιχείων στο πέρασμα του χρόνου. Η υπό συνθήκη διακύμανση κάποιων χρονοσειρών χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του κινδύνου απόκτησης και κράτησης ενός περιουσιακού στοιχείου.

Η αστάθεια ή μεταβλητότητα όπως αναφέρθηκε συνδέεται με την έννοια της αβεβαιότητας και του κινδύνου και χρησιμοποιείται ως μέτρο της μεταβολής της τιμής ενός περιουσιακού στοιχείου. Εναλλακτικά, η μεταβλητότητα είναι ένα μέτρο της διασποράς των αποδόσεων και μπορεί να μετρηθεί χρησιμοποιώντας τη διακύμανση ή ακολούθως τη τυπική απόκλιση. Η αστάθεια είναι βασική παράμετρος σε πολλές χρηματοοικονομικές εφαρμογές όπως στις επενδύσεις, στη κατασκευή χαρτοφυλακίου, στη τιμολόγηση μετοχών, στην αντιστάθμιση, στη διαχείριση κινδύνου, κλπ. Η σημαντικότητα για τους επενδυτές του υπολογισμού της αστάθειας έγκειται στους εξής λόγους: 1) Η αστάθεια των τιμών παρουσιάζει την ευκαιρία αγοράς περιουσιακών στοιχείων σε υποτιμημένη τιμή και τη μετέπειτα πώλησή τους σε υπερεκτιμημένη. 2) Η ευρύτερη διακύμανση των τιμών προκαλεί την ανησυχία των επενδυτών, αφού η έκθεση σε χρηματοοικονομικές αγορές προκαλεί πιο επικίνδυνη θέση. 3) Η αστάθεια ενός περιουσιακού στοιχείου που σχεδιάζεται να εγκαταλειφτεί επηρεάζει την ολική αξία ενός χαρτοφυλακίου 4) Ένα φαινόμενο που παρακολουθείται στις κεφαλαιαγορές είναι ότι η αστάθεια εμφανίζεται συχνότερα όταν η απόδοση των χρεογράφων μειώνεται. Ένας λόγος ύπαρξης του συγκεκριμένου φαινομένου είναι η επίδραση της

μόχλευσης. Καθώς τα Ίδια Κεφάλαια μιας εταιρείας μειώνονται ως αξία, η μόχλευσή της αυξάνεται και επομένως και εμφανίζεται μείωση στην τιμή της εταιρικής μετοχής, με αποτέλεσμα να θεωρείται πιο ριψοκίνδυνη. Η αστάθεια σχετίζεται άμεσα με τη μετακίνηση των τιμών. Η πτώση των τιμών επέρχεται από υψηλά επίπεδα αστάθειας. Μελέτες έχουν δείξει ότι μεγάλη αστάθεια σε μηνιαίο χρονικό ορίζοντα, ακολουθείται από μεγάλη αστάθεια σε εβδομαδιαίο και ημερήσιο χρονικό ορίζοντα (πιθανά συσχετιζόμενη με τη διαφορετικότητα των συμμετεχόντων στις αγορές). Η αστάθεια της αγοράς επιπλέον συνδέεται με μεγαλύτερο όγκο συναλλαγών, μικρότερη ρευστότητα, μεγαλύτερη πληροφόρηση.

4.2. ΒΑΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΩΝ

Χρονοσειρά είναι ένα σύνολο παρατηρήσεων-δεδομένων που εξελίσσεται στο χρόνο κατά τυχαίο εν γένει τρόπο, δημιουργώντας μια διαδικασία. Το βασικό στοιχείο που διαχωρίζει τις οικονομικές χρονολογικές σειρές από τις υπόλοιπες χρονοσειρές είναι ο παράγοντας της αβεβαιότητας. Διάφορες μελέτες στο πέρασμα του χρόνου έχουν αποδείξει ότι οι χρονοσειρές που δημιουργούνται από τις αποδόσεις περιουσιακών στοιχείων έχουν κάποιες κοινές χαρακτηριστικές ιδιότητες.

Οι χρονοσειρές των αποδόσεων περιουσιακών στοιχείων εμφανίζουν αυτοσυσχέτιση, με αποτέλεσμα την εμφάνιση λευκού θορύβου. Τα τετράγωνα των αποδόσεων των τιμών παρουσιάζουν ισχυρή αυτοσυσχέτιση. Μεγάλες αναταράξεις και αστάθειες εμφανίζονται για μεγάλες χρονικές περιόδους. Οι διάφορες αναταράξεις έχουν τη τάση να συσσωρεύονται χρονικά με αποτέλεσμα οι μεγάλες αποδόσεις να έχουν ως επακόλουθο ακόμη πιο μεγάλες και οι μικρές αποδόσεις ακόμη μικρότερες. Πολλές χρονοσειρές έχουν την τάση να επηρεάζονται από τη μόχλευση, με αποτέλεσμα οι αλλαγές στις τιμές των μετοχών να είναι αρνητικά συσχετιζόμενες με την αστάθεια. Ημερολογιακά γεγονότα ή εποχικότητα επηρεάζουν τις εκάστοτε αποδόσεις, οπότε και χρίζουν άξιες μελέτης. Η εποχικότητα είναι πολύ σημαντική κατά την ενδοημερήσια ανάλυση των αποδόσεων. Τέλος, οι αστάθειες διαφορετικών περιουσιακών στοιχείων μπορεί να κινούνται παράλληλα, εντοπίζοντας ένα είδος συνοχής μεταξύ των αγορών και κοινά στοιχεία απόδειξης μιας παροδικής μεταβλητότητας.

Εύλογα στο σημείο αυτό μπορεί να δημιουργηθεί η απορία στον αναγνώστη για την έννοια πολλών όρων που έχουν αναφερθεί. Θεωρείται σκόπιμο να παρατεθούν κάποιες βασικές ιδιότητες της ανάλυσης χρονοσειρών που θα βοηθήσουν τον αναγνώστη στη καλύτερη κατανόηση βασικών εννοιών.

4.2.1. Στασιμότητα (Stationarity)

Στη περίπτωση υπολογισμού-πρόβλεψης των μελλοντικών τιμών μιας χρονοσειράς, γίνεται με βάση τις μέχρι τώρα γνωστές τιμές αυτής και στην εξάρτηση μεταξύ των μελλοντικών και των παρελθουσών τιμών. Μια χρονολογική σειρά χαρακτηρίζεται ως στάσιμη αν η τιμή της «ταλαντεύεται» γύρω από τη μέση τιμή της προσεγγιστικά με σταθερό διάστημα και τείνει στην μέση τιμή. Εναλλακτικώς, όταν όλα τα πιθανοθεωρητικά χαρακτηριστικά (μέσος, διακύμανση, κλπ.) μιας χρονοσειράς παραμένουν αναλλοίωτα στο χρόνο, τότε παρουσιάζεται στασιμότητα ή η λεγόμενη αυστηρή στασιμότητα. Μια χρονοσειρά ονομάζεται αυστηρά στάσιμη, όταν παραμένει αναλλοίωτη σε χρονικές μεταθέσεις. Το ίδιο ισχύει και για τις κατανομές πεπερασμένης διάστασης. Μια χρονοσειρά χαρακτηρίζεται ως μη στάσιμη αν οι στατιστικές της ιδιότητες μεταβάλλονται στο χρόνο. Δηλαδή τόσο ο μέσος $\mu(t) = E(X_t)$, όσο και η διακύμανση $\sigma^2(t) = V(X_t) = E[(X_t - \mu_t)]^2$, είναι συνάρτηση του χρόνου.

Εμπειρικές μελέτες των Kendall (1953), Houthaker (1961), Osborne (1962) απέδειξαν ότι οι κατανομές των οικονομικών αποδόσεων είναι μη στάσιμες. Ο Lee (2010), μελετώντας τις τιμές των μετοχών σε 32 ήδη-αναπτυγμένες και 26 υπό-ανάπτυξη χώρες, κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι κατανομές των δεικτών των τιμών των μετοχών για τις ήδη-και-υπό ανάπτυξη χώρες είναι στάσιμες.

4.2.2. Αυτοσυσχέτιση (Autocorrelation)

Τα βασικότερα χαρακτηριστικά μιας τυχαίας μεταβλητής είναι η μέση τιμή $\mu = E(X)$, η διασπορά $\sigma^2 = V(X)$, κλπ. Κατ' επέκταση τα βασικότερα χαρακτηριστικά μιας χρονοσειράς είναι X_t , είναι η συνάρτηση μέσης τιμής $\mu(t) = E(X_t)$, η συνάρτηση

διασποράς $\sigma^2(t) = V(X_t) = E[(X_t - \mu_t)]^2$, η συνάρτηση της αυτοσυνδιακύμανσης (ACVF): $\gamma_h = \gamma(t, h) = \text{Cov}(X_t, X_{t+h}) = E[(X_t - \mu_t)(X_{t+h} - \mu_{t+h})]$, όπου h είναι η χρονική υστέρηση. Είναι προφανές ότι ισχύει για $h=0$: $\sigma^2 = \gamma(t, 0) = \gamma_0 = \text{Cov}(X_t, X_t)$. Επομένως, η συνάρτηση αυτοσυσχέτισης (autocorrelation function- ACF) του πληθυσμού ορίζεται:

$$\rho_h = \frac{\text{Cov}(X_t, X_{t+h})}{\sqrt{\text{Var}(X_t)}\sqrt{\text{Var}(X_{t+h})}} = \frac{\text{Cov}(X_t, X_{t-h})}{\sqrt{\text{Var}(X_t)}\sqrt{\text{Var}(X_{t-h})}} = \frac{\gamma_h}{\gamma_0}$$

Σχέση 4.1.

Η παραπάνω σχέση δίνει τις τιμές των συντελεστών αυτοσυσχέτισης για διάφορες τιμές των χρονικών υστερήσεων. Ο συντελεστής αυτοσυσχέτισης κυμαίνεται μεταξύ 1 και -1, οπότε μια χρονολογική σειρά χαρακτηρίζεται ως στάσιμη αν η τιμή του ρ_h προσεγγίζει το μηδέν καθώς οι χρονικές υστερήσεις h τείνουν στο άπειρο. Το πρόβλημα της αυτοσυσχέτισης εμφανίζεται όταν παραβιάζεται η υπόθεση της μη συσχέτισης των σφαλμάτων (η συνδιακύμανση είναι διάφορη του μηδενός). Με τη βοήθεια ενός κορελογράμματος μπορεί να διαπιστωθεί αν μια χρονοσειρά είναι στάσιμη ή όχι. Σε ένα κορελόγραμμα η ενιαία γραμμή στο κέντρο του διαγράμματος αντιπροσωπεύει τον άξονα του 0. Οι παρατηρήσεις δεξιά του άξονος είναι οι θετικές ενώ οι παρατηρήσεις αριστερά του άξονος είναι αρνητικές τιμές. Όταν οι αυτοσυσχετίσεις σύμφωνα με ένα κορελόγραμμα κινούνται γύρω από το μηδέν, έχουν τα χαρακτηριστικά λευκού θορύβου και είναι στάσιμες.

Ο Fama (1970) αποκάλυψε ότι 22 από τις 30 μετοχές του Dow Jones Industrial Average (DIJA) παρουσιάζουν θετική ημερήσια αυτοσυσχέτιση. Οι Fama και French (1988), μελετώντας τις αποδόσεις μετοχών, ανακάλυψαν ότι η αυτοσυσχέτιση των διετών αποδόσεων παρουσιάζεται αρνητική, φτάνοντας στη χαμηλότερη τιμή σε χρονικό ορίζοντα πενταετίας και στη συνέχεια προσέγγισε και πάλι το μηδέν. Ο Jegadeh (1990) ανακάλυψε υψηλή αρνητική αυτοσυσχέτιση για τις μηνιαίες αποδόσεις των μετοχών και ισχυρή θετική αυτοσυσχέτιση για ολόκληρο το χρόνο. Ο Brock (1992) ανακάλυψε θετική αυτοσυσχέτιση στις ημερήσιες DIJA αποδόσεις. Ο Longin (1996) ανακάλυψε θετική αυτοσυσχέτιση για έναν ημερήσιο δείκτη μετοχών. Ο Lim (2008), ερευνώντας δέκα ασιατικές χρηματοπιστωτικές αγορές, ανακάλυψε ότι όλες οι σειρές των αποδόσεων παρουσιάζουν μη γραμμική αυτοσυσχέτιση. Οι Selertis και Rosenberg, χρησιμοποιώντας ημερήσια δεδομένα για τέσσερις αμερικανικούς δείκτες, ανακάλυψαν ότι οι αμερικανικές αποδόσεις μετοχών παρουσιάζουν αυτοσυσχέτιση. Εν κατακλείδι, σύμφωνα με τις μελέτες του Campbell (1996), οι εβδομαδιαίες και μηνιαίες

αποδόσεις μετοχών είναι ασθενώς αρνητικά αυτοσυσχέτιστες, ενώ οι εβδομαδιαίες και μηνιαίες αποδόσεις δεικτών είναι θετικά αυτοσυσχέτιστες.

4.2.3. Λευκός Θόρυβος (White noise)

Μια χρονοσειρά διαταραχών ε_t ονομάζεται λευκός θόρυβος, εάν η $\{ \varepsilon_t \}$ είναι μια ακολουθία ανεξάρτητων και ισόνομων τυχαίων μεταβλητών- διαταραχών (shocks). Συγκεκριμένα αν η ε_t ακολουθεί την $N(0, \sigma^2)$ τότε η σειρά ονομάζεται Gaussian Λευκός Θόρυβος. Επακολούθως ισχύει ότι:

$$\gamma_h = E(\varepsilon_t \varepsilon_{t+h}) = \text{Cov}(\varepsilon_t, \varepsilon_{t+h}) = \begin{cases} \sigma_\varepsilon^2, & h = 0 \\ 0, & h \neq 0 \end{cases}$$

Σχέση 4.2.

Επομένως σύμφωνα με τη **Σχέση 4.1.** έχουμε ότι:

$$\rho_h = \begin{cases} 1, & h = 0 \\ 0, & h \neq 0 \end{cases}$$

Σχέση 4.3.

4.3. ΜΟΝΤΕΛΑ ARMA-ARIMA

Στόχος των χρονοσειρών είναι η κατασκευή ενός μοντέλου για την υποκινούσα στοχαστική διαδικασία. Τα συγκεκριμένα μοντέλα χρησιμοποιούνται για την ανάλυση της αιτιατής δομής μιας διαδικασίας ή τον υπολογισμό βέλτιστων προβλέψεων. Εμπειρικά παρατηρείται σημαντική αυτοσυσχέτιση στις αποδόσεις, γεγονός που οδηγεί στην εξάρτηση της τιμής της απόδοσης τη στιγμή t από εκείνη της στιγμής $t-1$. Τα Αυτοπαλινδρομούμενα Κινητού Μέσου υποδείγματα (Autoregressive Moving Average-ARMA) ή Box-Jenkins μοντέλα όπως αναφέρονται σε πολλές βιβλιογραφίες, χρησιμοποιούνται στις αυτοσυσχετιζόμενες χρονοσειρές δεδομένων, με σκοπό τη πρόβλεψη μελλοντικών τιμών. Ένα ARMA υπόδειγμα απαρτίζεται από δύο μέρη: ένα αυτοπαλινδρομούμενο (AR) και ένα κινητού μέσου (MA). Έστω ότι ορίζουμε X_t μια χρονοσειρά δεδομένων. Τα αυτοπαλινδρομούμενα μοντέλα είναι μοντέλα γραμμικής παλινδρόμησης, όπου ως εξαρτημένη μεταβλητή αναφέρεται η τυχαία μεταβλητή της χρονοσειράς X_t τη στιγμή t και ως ανεξάρτητες μεταβλητές ορίζονται η τυχαία

μεταβλητή της χρονοσειράς σε παρελθόντες χρόνους. Ο αριθμός των υστερήσεων που συμπεριλαμβάνονται ονομάζεται η τάξη (order) του αυτοπαλινδρομούμενου μοντέλου. Τότε το AR(p) τάξης p αναλύεται ως εξής:

$$X_t = a_0 + \sum_{i=1}^p a_i X_{t-i} + \varepsilon_t$$

Σχέση 4.4.

Όπου a_0 είναι μια σταθερά, οι a_i οι παράμετροι του μοντέλου και ε_t ο λευκός θόρυβος. Στην πράξη οι συντελεστές του μοντέλου καθώς και η διασπορά του λευκού θορύβου εκτιμώνται από τη χρονοσειρά και οι εκτιμήσεις χρησιμοποιούνται για την πρόβλεψη της χρονοσειράς σε μελλοντικούς χρόνους. Το μοντέλο AR (p) σχετίζεται με την αυτοσυσχέτιση. Μικρή αυτοσυσχέτιση υποδηλώνει αδυναμία πρόβλεψης με το μοντέλο AR(p) (γεγονός που συμβαίνει σε χρονοσειρές χρηματοοικονομικών δεικτών).

Τα μοντέλα Κινητού Μέσου (MA) είναι μοντέλα γραμμικής παλινδρόμησης της τιμής της σειράς έναντι των παρελθουσών λευκών θορύβων και τυχαίων διαταραχών. Τότε το MA(q) τάξης q αναλύεται ως εξής:

$$X_t = \mu + \varepsilon_t + \sum_{i=1}^q \beta_i \varepsilon_{t-i}$$

Σχέση 4.5.

Όπου β_i είναι οι παράμετροι του μοντέλου, μ είναι ο μέσος της X_t και ε_t είναι όροι διαταραχών λευκού θορύβου. Επακολούθως τα δύο αυτά μοντέλα συντελούν στη διαμόρφωση νέων μοντέλων ARMA (p,q) (Autoregressive Moving Average) που βοηθούν στη πρόβλεψη στάσιμων χρονοσειρών:

$$X_t = a_0 + \varepsilon_t + \sum_{i=1}^p a_i X_{t-i} + \sum_{j=1}^q \beta_j \varepsilon_{t-j}$$

Σχέση 4.6.

Τα ARMA υποδείγματα συνδυάζουν τις ιδιότητες των AR και MA μοντέλων με βασικό σκοπό οι παράμετροι που χρησιμοποιούνται να κινούνται σε χαμηλά επίπεδα.

Στα παραπάνω υποδείγματα γίνεται η υπόθεση ότι οι χρονολογικές σειρές που χρησιμοποιούνται διακρίνονται από διαχρονική σταθερότητα. Αν κάτι τέτοιο δε συμβαίνει τότε χρησιμοποιούνται οι διαφορές διαδοχικών τιμών αντί για τις ίδιες τις τιμές. Η παραπάνω υπόθεση έχει ως συνέπεια την επέκταση των ARMA(p,q) σε ARIMA (p,d,q) υποδείγματα.

4.4. ΜΟΝΤΕΛΑ ARCH-GARCH

Στις οικονομικές εφαρμογές συνήθως χρησιμοποιείται ένα μοντέλο παλινδρόμησης που να εκφράζει τις σειρές των αποδόσεων και απεικονίζεται ως εξής:

$$R_t = \ln \frac{P_t}{P_{t-1}} = \mu + \varepsilon_t$$

Σχέση 4.7.

Όπου μ είναι η μέση τιμή των σειρών αυτών και ε_t είναι ο διαταρακτικός όρος ή η διαφορά μεταξύ της πραγματικής τιμής και της μέσης τιμής. Πολλά μοντέλα που εκφράζουν τις διαταραχές στις χρηματοοικονομικές αποδόσεις είναι σειριακά ασυσχέτιστες αλλά εξαρτώμενες από προηγούμενες τιμές και έχουν την μορφή:

$$\varepsilon_t = \sigma_t z_t$$

Σχέση 4.8.

Όπου ε_t είναι μια ακολουθία i.i.d. τυχαίων μεταβλητών και σ_t είναι μία μη αρνητική στοχαστική διαδικασία έτσι ώστε ε_t και σ_t να είναι ανεξάρτητα. Υπάρχει ο ισχυρισμός ότι η στοχαστική αστάθεια στις χρηματοοικονομικές χρονοσειρές οφείλεται στο ότι οι αποδόσεις δεν είναι ανεξάρτητες στο πέρασ του χρόνου.

Το 1982 ο Engle πρότεινε ένα μοντέλο για την $\{\sigma_t\}$:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2$$

Σχέση 4.9.

Τα μοντέλα αυτά οποίο ονομάστηκαν ARCH-Αυτοπαλινδρομούμενα Δεσμευμένης Ετεροσκεδαστικότητας (Autoregressive Conditional Heteroskedasticity), όπου ο όρος «αυτοπαλινδρομούμενα» αναφέρεται σε παλιότερα γεγονότα που έχουν επίδραση κάποιο χρόνο μετά τη στιγμή πραγματοποίησής τους (στηρίζεται σε παλιότερα δεδομένα) και ο όρος «δεσμευμένη ετεροσκεδαστικότητα» αναφέρεται στην διακύμανση η οποία μεταβάλλεται χρονικά και εξαρτάται από παλιότερες τιμές της διαδικασίας. Η βασική ιδέα των ARCH μοντέλων είναι ότι: η σ_t^2 είναι μεταβαλλόμενος σταθμικός μέσος των παρατηρήσεων υψωμένων στο τετράγωνο.

Για την καλύτερη κατανόηση των ARCH, παρουσιάζεται το ARCH(1) μοντέλο:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2, \quad \alpha_0 > 0, \alpha_1 \geq 0$$

Σχέση 4.10.

Στην αναφερόμενη βιβλιογραφία που αφορά τα μοντέλα ARCH ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα αποτελέσματα των εξής μελετών: Οι Lamoueux και Lastrapes (1990) ανέδειξαν ότι η υπό συνθήκη ετεροσκεδαστικότητα μπορεί να προκαλείται από την χρονική εξάρτηση της άφιξης πληροφοριών στην αγορά. Ο Stock (1998) διαπίστωσε ότι κάθε οικονομική μεταβλητή εξελίσσεται σε ένα «παραγωγικό χρόνο», παρόλο που λανθασμένα μετρείται σε μία ημερολογιακή κλίμακα, δημιουργώντας τη συσσώρευση της αστάθειας. Αυτού του είδους η συσσώρευση οφείλεται στο γεγονός ότι η μεταβλητή κινείται χρονικά πιο γρήγορα ή πιο αργά από την λαμβανόμενη ημερολογιακή κλίμακα. Η σ_t^2 μπορεί να οριστεί όχι μόνο ως μεταβαλλόμενος σταθμικός μέσος των παρατηρήσεων X^2 , αλλά να εξαρτάται από τις παλιότερες τιμές της σ_t^2 . Αυτή είναι η βασική ιδέα στην οποία στηρίζονται τα GARCH(p,q) μοντέλα (Generalized ARCH), τα οποία πρωτοπαρουσιάστηκαν από τον Bollerslev το 1986. Η υπό συνθήκη αστάθεια ορίζεται:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^2$$

Σχέση 4.11.

Αναλύοντας τους παράγοντες της εξίσωσης για τη διακύμανση, μέσω των α_i και β_j μπορεί να υπολογιστεί η άνευ συνθήκης διακύμανση υποθέτοντας ότι: $\sigma_t^2 = \sigma_{t-1}^2 = \sigma^2$ συμπεραίνεται ότι:

$$\sigma^2 = \frac{\alpha_0}{1 - \sum_{i=1}^p \alpha_i - \sum_{j=1}^q \beta_j}$$

Σχέση 4.12.

Ο Bollerslev (1987) εφάρμοσε για πρώτη φορά τα GARCH μοντέλα σε καθημερινές χρηματοοικονομικές αποδόσεις. Οι French, Schwert και Stambaugh (1987) εφάρμοσαν τα GARCH μοντέλα για να δρομολογήσουν τη σχέση μεταξύ κινδύνου και αποδόσεων στις αγορές.

Αυτό που πρέπει να επισημανθεί είναι ότι οι διαδικασίες GARCH συσχετίζονται με τη θεωρία των ARMA διαδικασιών, γεγονός που ενισχύει την δημοτικότητά τους. Πιο σύνθητες σε χρηματοοικονομικές περιπτώσεις είναι η χρήση του συστήματος GARCH (1,1) και αποτελεί την εξίσωση της υπό συνθήκη διακύμανσης:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2$$

Σχέση 4.13.

Το (1,1) στη περίπτωση του GARCH (1,1) αναφέρεται στη παρουσία ενός πρώτης τάξεως GARCH όρου και ενός πρώτης τάξεως κινούμενου μέσου ARCH όρου. Ένα συνηθισμένο ARCH σύστημα αποτελεί ειδική περίπτωση ενός GARCH μοντέλου στο οποίο δεν υπάρχουν κάποιοι προβλέψιμοι όροι διακυμάνσεων στην εξίσωση της υπό συνθήκη διακύμανσης (π.χ. GARCH (0,1)). Επιπλέον δεδομένης της στασιμότητας, το GARCH (1,1) απαιτεί $\alpha_1 + \beta_1 < 1$. Μια άμεση προέκταση του απλού μοντέλου GARCH αποτελεί το Integrated GARCH (IGARCH). Είναι μία ειδική μορφή μοντέλου GARCH όπου οι παράμετροι του μοντέλου ισούται με το 1 και πρωτοπαρουσιάστηκε από τους Engle και Bollerslev το 1986. Τα ARCH/ GARCH υποδείγματα στόχευαν στον υπολογισμό της αστάθειας, αδιαφορώντας για τη διεύθυνση των αποδόσεων (αν πρόκειται για αύξηση ή μείωση της αγοράς). Μελέτες έχουν δείξει ότι σε δείκτες μετοχών και ομολόγων, οι μειώσεις των αγορών δημιουργούν μεγαλύτερη αστάθεια από τις αυξήσεις (επιρροές μόχλευσης-leverage effect). Αυτό είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία GARCH ασύμμετρων υποδειγμάτων όπως τα EGARCH του Nelson (1991).

Το Exponential GARCH (EGARCH) πρωτοπαρουσιάστηκε από τον Daniel B. Nelson το 1991 και αναδιαμορφώθηκε από τους Bollerslev και Mikkelsen το 1996 ως μια εναλλακτική μορφή GARCH εξής:

$$\ln \sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{k=1}^q \beta_k g(\varepsilon_{t-k}) + \sum_{k=1}^p a_k \ln \sigma_{t-k}^2$$

Σχέση 4.14.

Όπου $g(\varepsilon_t) = \theta_1 \varepsilon_t + \theta_2 (|\varepsilon_t| - E(|\varepsilon_t|))$, σ_t^2 είναι η δεσμευμένη διακύμανση, οι α_0 , α , β , θ_1 , θ_2 είναι συντελεστές και η ε_t είναι ο θόρυβος. Η λογαρίθμηση της δεσμευμένης διακύμανσης επιβεβαιώνει το γεγονός ότι θα υπολογίζεται ως θετική.

4.5. ΜΟΝΤΕΛΑ ARCH-GARCH ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΣ VaR

Η μέθοδος VaR είναι ένα στατιστικό υπόδειγμα μελέτης και υπολογισμού των ουρών εμπειρικών κατανομών. Η διακύμανση ενός χαρτοφυλακίου ή διαφόρων περιουσιακών

στοιχείων αποτελεί βασικό στοιχείο του υπολογισμού του VaR. Πολλές εφαρμογές εικάζουν ότι οι αποδόσεις των διαφόρων περιουσιακών στοιχείων δε κατανέμονται κανονικά, ενώ είναι ευρέως τεκμηριωμένο ότι εμφανίζουν ασυμμετρία και υπερβολική κύρτωση (η εμφάνιση περίσσιας κύρτωσης οφείλεται στην μεταβλητότητα της διακύμανσης στο χρόνο), με αποτέλεσμα την αλλοίωση της πραγματικής τιμής της VaR.

Η επιλογή ενός κατάλληλου δείγματος ιστορικών δεδομένων και ενός επαρκούς μοντέλου για τον υπολογισμό της αστάθειας πρέπει να θεωρηθεί επιτακτική ανάγκη. Οι κατανομές στους περισσότερους υπολογισμούς του VaR σε εκάστοτε αρθρογραφίες είναι η t-student, generalized error, skewed student-t, κλπ. Οι κατανομές αυτές είναι συμμετρικές και μπορούν να καλύψουν θέματα παχιών ουρών και λεπτοκύρτωσης σε κατανομές αποδόσεων, όμως δε μπορούν να καλύψουν το πρόβλημα της υποτίμησης της πραγματικής τιμής του VaR. Ο υπολογισμός της μέσης τιμής και διακύμανσης ειδικά στη διαχείριση του κινδύνου απαιτεί τη χρήση παραμετρικών μεθόδων που λαμβάνουν υπόψη τις αστάθειες και συσχετίσεις στο χρόνο.

Για τον υπολογισμό του VaR με τη χρήση των μοντέλων GARCH χρειάζεται τη δημιουργία ενός ιστορικού από αποδόσεις και στη συνέχεια την εφαρμογή του συστήματος σε αυτές τις αποδόσεις. Υποθέτοντας την κατάλληλη κατανομή, μπορεί να γίνει ο συνδυασμός υπολογισμού της αστάθειας με τα μοντέλα GARCH, με τον υπολογισμό των απωλειών του χαρτοφυλακίου με τα μοντέλα VaR. Συγκεκριμένα στη **Σχέση 3.2.** ανάλογα την επιλεγμένη κατανομή και σε συνδυασμό με κάποιο μοντέλο GARCH, τοποθετούμε τα εκτιμηθέντα $\mu_p, \sigma_p, F_{(1-\alpha)}^{-1}$. Η υπόθεση της κατανομής που χρησιμοποιείται στα GARCH, επηρεάζει την κατανομή των διαταραχών. Η επιρροή αυτή, γίνεται ακόμη πιο σημαντική όταν το επίπεδο εμπιστοσύνης του VaR γίνεται μικρότερο. Τα μοντέλα GARCH συνυπολογίζουν και απεικονίζουν τα επίπεδα αστάθειας και διαμορφώνουν τη τιμή του VaR προς τα πάνω ή προς τα κάτω αναλόγως τις συνθήκες της αγοράς. Συνεπώς, τα GARCH μοντέλα αποτελούν ένα είδος «φιλτραρίσματος» στον υπολογισμό του VaR, λαμβάνοντας υπόψη τις ιδιότητες των χρονοσειρών και αυξάνοντας την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων.

4.6. ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο, παρουσιάστηκαν διάφορα χαρακτηριστικά των χρονοσειρών που δημιουργούν οι οικονομικές αποδόσεις. Το στοιχείο της αβεβαιότητας διαχωρίζει τις οικονομικές από τις υπόλοιπες χρονοσειρές. Οι χρονοσειρές των αποδόσεων έχουν κάποια κοινά χαρακτηριστικά: την εμφάνιση αυτοσυσχέτισης, λευκού θορύβου, ετεροσκεδαστικότητας και στασιμότητας, η υπόθεση της κανονικότητας των κατανομών που σχηματίζουν απορρίπτεται, η εμφάνιση κύρτωσης στις οικονομικές χρονοσειρές οφείλεται στην μεταβλητότητα της διακύμανσης στο χρόνο, η επιρροή της μόχλευσης, η εμφάνιση εποχικότητας. Η αστάθεια (διακύμανση) αποτελεί μέτρο κινδύνου και παρουσιάζει τη μεταβολή ενός περιουσιακού στοιχείου. Αποτελεί βασικό στοιχείο της μεθόδου VaR. Τα GARCH μοντέλα αποτελούν ένα είδος «φιλτραρίσματος» στον υπολογισμό του VaR, λαμβάνοντας υπόψη τις ιδιότητες των χρονοσειρών και αυξάνοντας την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων. Όμως οι επιρροές της μόχλευσης επηρεάζουν τις τιμές των περιουσιακών στοιχείων, γεγονός που δεν απεικονίζονταν ικανοποιητικά στα απλά μοντέλα GARCH και που είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία των ασύμμετρων GARCH.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 4^{ΟΥ} ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Ανδρικόπουλος Α. Ανδρέας (2000) *Οικονομετρία: Θεωρία και Εμπειρικές Εφαρμογές*, Αθήνα: Εκδόσεις Μπένου

Chiadmi M. Mohammed Salah & Chaiti Fouzia (2012), *Modeling Stock Market using the ARCH and GARCH Models: Comparative study between an Islamic and a Conventional Index (SP Sharia VS SP 500)*, International Research Journal of Finance and Economics, Eurojournals Publishing, Inc. 2012

Engle F. Robert (1982), *Autoregressive Conditional Heteroskedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation*, Econometrica, Vol. 50, No. 4 (July 1982), pages 987- 1007

Engle F. Robert (2001), *GARCH 101: The Use of ARCH/ GARCH Models in Applied Econometrics*, Journal of Economic Perspectives, Vol.15, No. 4 (2001), pages 157-168

Joschum C (1999), *Volatility spillovers and the price of risk: Evidence from the Swiss stock market*, Empirical Economics, Vol. 24, pages 303-22

Malmsten Hans (2004), *evaluating exponential GARCH models*, SSE/ EFI Working Paper Series in Economics and Finance, No. 564, Stockholm August 2004

Posedel Petra (2005), *Properties and estimation of GARCH (1,1) model*, Journal of Metodoloski zvezki, Vol. 2, No. 2, 2005, pages 243-257

Sewell Martin (2011), *Characterization of Financial Time Series*, Research Note 11/01, UCL Department of computer science

Tsay S. Ruey (2002), *Analysis of financial Time Series*, Canada: John Wiley & Sons Inc.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

“Statistics are like a bikini. What they reveal is suggestive, but what they conceal is vital.” (=Η στατιστική είναι σαν το μπικίνι. Αυτά που δείχνει είναι πολύ ελκυστικά, ενώ έχουν μεγαλύτερο ενδιαφέρον αυτά που κρύβει)

Aaron Levenstin (1986, Αμερικανός Οικονομολόγος)

5.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ως εισαγωγή στο συγκεκριμένο κεφάλαιο, προσδίδεται μία σύντομη παρουσίαση του οικονομικού κλίματος στις Η.Π.Α. τη περίοδο μελέτης, το χρονικό διάστημα 2005-2010. Συνοπτικά, η οικονομική ανάπτυξη της αμερικανικής οικονομίας ξεκίνησε το 1991 και έφτασε στο ζενίθ της το 2006. Τη περίοδο 2002-2007 σημειώθηκε η υψηλότερη μέση παγκόσμια ανάπτυξη των τελευταίων 40 ετών. Οι αγορές κινούνταν έντονα σε ένα κλίμα ευδαιμονίας και αισιοδοξίας μέχρι εκείνη τη στιγμή. Η αισιοδοξία ήταν μεγαλύτερη στο χρηματοοικονομικό τομέα, ο οποίος ξεπέρασε τα όρια λειτουργίας ως διαμεσολαβητικός μηχανισμός και ξέφυγε του ελέγχου από κυβερνήσεις, αρχές και διεθνείς οργανισμούς. Οι ειδικοί αντιλαμβάνονταν τους κινδύνους αλλά αδυνατούσαν να κατανοήσουν ότι η κατάρρευση ήταν προ των πυλών. Η οικονομική κρίση στις Η.Π.Α. ξεκίνησε το 2007 και πήρε παγκόσμια κλίμακα, επηρεάζοντας τις αναπτυσσόμενες και αδύναμες οικονομίες μέσω του καναλιού συναλλαγών και τη μείωση των μισθών. Η υποτίμηση των περιουσιακών στοιχείων, λόγω επισφαλών δανείων οδήγησε πολλές επιχειρήσεις στη χρεοκοπία. Πολλοί οργανισμοί παρουσίασαν προβλήματα, τη συγκεκριμένη περίοδο, με τη ποιότητα των περιουσιακών στοιχείων να πέφτει αισθητά, ενώ υπήρξε δυσκολία του οικονομικού τομέα να υποστηρίξει τη πραγματική οικονομία. Η απέχθεια των επενδυτών στα οικονομικά συστήματα, οδήγησε σε κινήσεις πανικού στις χρηματοπιστωτικές αγορές. Η επιλογή των κλαδικών δεικτών για τη συγκεκριμένη μελέτη έγινε με σκοπό τη πρόβλεψη της αστάθειας και της χειρότερης απώλειας που θα μπορούσε να έχει ένας επενδυτής την επόμενη χρονική περίοδο από το συγκεκριμένο υπό μελέτη χρονικό διάστημα. Η συμπεριφορά ενός δείκτη είναι ανάλογη με εκείνη που μπορεί να έχει

οποιοδήποτε περιουσιακό στοιχείο όπως για παράδειγμα μια μετοχή, συνεπώς δεν υπάρχει κάποιο τροχοπέδη στη μελέτη του.

5.2. Dow Jones Industry Indexes

Πρόκειται για διαδεδομένους ταξινομημένους δείκτες (Πηγή: finance.yahoo.com) ανά κλάδο που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση των αμερικανικών μετοχών. Ενοποιημένοι οι δέκα αυτοί δείκτες, αντιπροσωπεύουν πάνω από το 95% της κεφαλαιοποίησης της αμερικανικής αγοράς.

Για παράδειγμα, ο DJUSBM-Dow Jones Basic Materials είναι ο κλαδικός προσαρμοσμένος δείκτη κεφαλαιοποίησης της αγοράς που ικανοποιεί τα ICB πρότυπα και μετρά την επίδοση των μετοχών στον δείκτη Dow Jones του κλάδου των Βασικών Υλικών (www.bloomberg.com). Ο DJUSBM-Dow Jones Basic Materials είναι ο κλαδικός προσαρμοσμένος δείκτης κεφαλαιοποίησης της αγοράς που μετρά την επίδοση των μετοχών στον δείκτη Dow Jones του κλάδου των Βασικών Υλικών. Στο κλάδο αυτό βρίσκονται οι εταιρείες που ασχολούνται με: τη Βιομηχανία Χαρτιού, τα Βιομηχανικά Μεταλλεύματα (αλουμινίου, χάλυβα, μη σιδηρούχα μέταλλα), τη Βιομηχανία Εξόρυξης (άνθρακα, γενικής εξόρυξης, χρυσού, λευκόχρυσου) και τη Βιομηχανία Χημικών (εμπορεύσιμα χημικά, ειδικά χημικά προϊόντα). Ο DJUSCY-Dow Jones Consumer Services είναι ο κλαδικός προσαρμοσμένος δείκτης κεφαλαιοποίησης της αγοράς που μετρά την επίδοση των μετοχών στον δείκτη Dow Jones του κλάδου των Υπηρεσιών που απευθύνονται προς καταναλωτές. Στο κλάδο των Υπηρεσιών που απευθύνονται προς καταναλωτές βρίσκονται οι εταιρείες που ασχολούνται με: τη Βιομηχανία Media (εκδόσεων, μετάδοσης και ψυχαγωγίας, διαφημιστικών εταιρειών), τη Βιομηχανία Λιανικής Πώλησης (τροφίμων και φαρμάκων, γενικής πώλησης) και τη Βιομηχανία Ταξιδιών και Αναψυχής (αεροπορικών εταιρειών, τυχερών παιγνίων, ξενοδοχείων, υπηρεσιών αναψυχής, restaurants & bars, υπηρεσιών ταξιδιών και τουρισμού). Ο DJUSEN-Dow Jones Oil and Gas είναι ο κλαδικός προσαρμοσμένος δείκτης κεφαλαιοποίησης της αγοράς που μετρά την επίδοση των μετοχών στον δείκτη Dow Jones του κλάδου των Πετρελαίου και Φυσικού Αερίου. Στο κλάδο των Πετρελαίου και Φυσικού Αερίου βρίσκονται οι εταιρείες που ασχολούνται με: τη Βιομηχανία Παραγωγής Πετρελαίου και Φυσικού αερίου (εξόρυξη και παραγωγή, ολοκληρωμένα παραγόμενα προϊόντα Πετρελαίου και Φυσικού αερίου) και τη

Βιομηχανία συναφούς Εξοπλισμού και Υπηρεσιών Διανομής (αγωγοί, εξοπλισμού, υπηρεσιών διανομής). Ο DJUSFN-Dow Jones Financials είναι ο κλαδικός προσαρμοσμένος δείκτης κεφαλαιοποίησης της αγοράς που μετρά την επίδοση των μετοχών στον δείκτη Dow Jones του κλάδου των Χρηματοοικονομικών. Στο κλάδο των Χρηματοοικονομικών βρίσκονται οι Τράπεζες και Χρηματοπιστωτικές εταιρείες, Ασφαλιστικές εταιρείες, Real Estate εταιρείες. Ο DJUSIN-Dow Jones Industrials είναι ο κλαδικός προσαρμοσμένος δείκτης κεφαλαιοποίησης της αγοράς που μετρά την επίδοση των μετοχών στον δείκτη Dow Jones του κλάδου της Βαριάς Βιομηχανίας. Στο κλάδο της Βαριάς Βιομηχανίας βρίσκονται οι: κατασκευαστικές και εταιρείες υλικών (υλικών οικοδόμησης, βαριές κατασκευές), βιομηχανικών αγαθών και υπηρεσιών (αεροδιαστημική(aerospace), αμυντικού εξοπλισμού), ηλεκτρονικού και ηλεκτρολογικού εξοπλισμού, γενικές βιομηχανικές (containers& packaging, diversified industrials), industrial engineering (εμπορικά φορτηγά και οχήματα, βιομηχανικά μηχανήματα), industrial transportation, business support services. Ο DJUSHC-Dow Jones Health Care είναι ο κλαδικός προσαρμοσμένος δείκτης κεφαλαιοποίησης της αγοράς που μετρά την επίδοση των μετοχών στον δείκτη Dow Jones του κλάδου της Υγείας . Στο κλάδο της Υγείας βρίσκονται οι: εταιρείες εξοπλισμού και υπηρεσιών (πάροχοι υγείας, εξοπλισμού, προμηθευτές ιατρικού υλικού), φαρμακευτικές και εταιρείες βιοτεχνολογίας. Ο DJUSNC-Dow Jones Consumer Goods είναι ο κλαδικός προσαρμοσμένος δείκτης κεφαλαιοποίησης της αγοράς που μετρά την επίδοση των μετοχών στον δείκτη Dow Jones του κλάδου των Καταναλωτικών Αγαθών. Στο κλάδο των Καταναλωτικών Αγαθών βρίσκονται οι: αυτοκινητοβιομηχανίες και συναφείς βιομηχανίες, εστίασης και ποτού, προσωπικών και οικιακών αγαθών (κατασκευή οικιών, οικιακών συσκευών, προϊόντων αναψυχής, παιχνιδιών, ρουχισμού, προσωπικών προϊόντων, καπνού). Ο DJUSTC-Dow Jones Technology είναι ο κλαδικός προσαρμοσμένος δείκτης κεφαλαιοποίησης της αγοράς που μετρά την επίδοση των μετοχών στον δείκτη Dow Jones του κλάδου της Τεχνολογίας. Στο κλάδο της Τεχνολογίας βρίσκονται οι εταιρείες που ασχολούνται με: Software& Computer Services και Technology Hardware& Equipment. Ο DJUSTL-Dow Jones Telecommunications είναι ο κλαδικός προσαρμοσμένος δείκτης κεφαλαιοποίησης της αγοράς που μετρά την επίδοση των μετοχών στον δείκτη Dow Jones του κλάδου των Τηλεπικοινωνιών. Στο κλάδο των Τηλεπικοινωνιών βρίσκονται οι εταιρείες σταθερής και κινητής τηλεφωνίας. Ο DJUSUT-Dow Jones Utilities είναι ο κλαδικός προσαρμοσμένος δείκτης κεφαλαιοποίησης της αγοράς που μετρά την επίδοση των μετοχών στον δείκτη Dow Jones του κλάδου των Επιχειρήσεων κοινής ωφέλειας. Στο κλάδο αυτό βρίσκονται οι (δημόσιες) εταιρείες ηλεκτροδότησης.

Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν αφορούν τις ημερήσιες τιμές των 10 παραπάνω δεικτών με σκοπό τον υπολογισμό των αποδόσεων τους για τη πενταετία 2005-2010 (συνολικά 1482 παρατηρήσεις). Από τα παραπάνω αποτελέσματα της χρονικής περιόδου 2005-2010, φαίνεται ότι οι μέσοι όροι των αποδόσεων όλων των κλάδων κινούνται γύρω από το μηδέν, με τις τυπικές αποκλίσεις να βρίσκονται σε σχετικά υψηλά επίπεδα. Οι μέσοι των αποδόσεων των κλάδων των χρηματοοικονομικών εταιρειών και των εταιρειών τηλεπικοινωνίας παρουσιάζονται αρνητικοί. Μεγαλύτερη τυπική απόκλιση, από τα δεδομένα, παρουσιάζουν οι χρηματοοικονομικές εταιρείες, οι εταιρείες βασικών υλικών και οι εταιρείες πετρελαίου και φυσικού αερίου. Από το **Πίνακα 5.1**, οι αποδόσεις των κλαδικών δεικτών DJUSBM, DJUSCY, DJUSFN, DJUSIN, DJUSEN, DJUSTC παρουσιάζουν αρνητική ασύμμετρη κατανομή, γεγονός που υποδηλώνει ότι η κατανομή παρουσιάζει μακρύτερη ουρά αριστερά από ότι στα δεξιά και το μεγαλύτερο μέρος των τιμών της βρίσκονται στα δεξιά της μέσης τιμής. Ενώ οι αποδόσεις των DJUSNC, DJUSHC, DJUSTL και DJUSUT πράγμα που ισχύει το αντίθετο από το παραπάνω. Οι κυρτώσεις των κατανομών όλων των κλαδικών δεικτών παρουσιάζονται μεγαλύτερες από 3, πράγμα που τις καθιστά λεπτοκυρτωτικές. Η λεπτοκύρτωση σχετίζεται με κατανομές που είναι πιο ισχνές ή πιο παχιές ουρές

Σε αυτή τη διπλωματική εργασία θα χρησιμοποιηθεί το Ox G@RCH (Ox Metrics 6 Package) ως software package για τον υπολογισμό και τις προβλέψεις. Οι λόγοι επιλογής του συγκεκριμένου προγράμματος είναι ο απλούστερος χειρισμός και ο μεγάλος αριθμός χαρακτηριστικών και εργαλείων που προσφέρει.

Η διαδικασία μελέτης ξεκίνησε με τον υπολογισμό των αποδόσεων ως εξής:

$$R_t = 100 \left(\ln \frac{P_t}{P_{t-1}} \right)$$

Σχέση 5.1.

Για την επιλογή των καταλληλότερων μοντέλων χρησιμοποιήθηκαν τα Schwartz Bayesian Information Criteria: $BIC = -2 \ln(L) + k \ln(n)$ και Akaike Information Criteria: $AIC = 2k - 2 \ln(L)$, όπου n είναι ο αριθμός των παρατηρήσεων, k ο αριθμός των παραμέτρων και L η maximum likelihood function.

Κατόπιν εξέτασης διαφορετικών υποδειγμάτων ARMA(m,s)-GARCH(p,q): ARMA(0,0)-GARCH(1,0), ARMA(0,0)-GARCH(1,1), ARMA(1,0)-GARCH(1,1), ARMA(1,1)-GARCH(1,1), ARMA(1,1)-GARCH(2,1) και ARMA(1,1)-GARCH(2,2), καταλληλότερο υπόδειγμα στατιστικά για την πρόβλεψη της επόμενης περιόδου και υπολογισμού του VaR αναδείχτηκε το ARMA(1,1)-GARCH(1,1). Όμως εκτός του απλού αυτού μοντέλου,

μελετήθηκαν και τα μοντέλα ARMA(1,1)-IGARCH(1,1) και ARMA(1,1)-EGARCH(1,1) αφού σε πολλές περιπτώσεις οι επιρροές των ARCH, της αυτοσυσχέτισης και της μόχλευσης δεν εξουδετερώνονταν από το απλό μοντέλο GARCH. Για τον υπολογισμό του VaR χρησιμοποιείται η **Σχέση 3.7.**, και η μέση τιμή υπολογίζεται από τον ακόλουθο τύπο:

$$x_t = \varphi_0 + \sum_{i=1}^p \varphi_i x_{t+1-i}^2 + \sum_{j=1}^q \theta_j \varepsilon_{t+1-j}^2$$

Σχέση 5.2.

Η δεσμευμένη τυπική απόκλιση υπολογίζεται από τη **Σχέση 4.12.**, όπως αναπτύχθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο.

Για τον έλεγχο τυχόν ARCH επιρροών, χρειάζεται η ανάλυση των τετραγωνισμένων καταλοίπων (διαταραχών) και συγκεκριμένα σε πρώτο στάδιο ελέγχεται η συσχέτιση τους (με τη χρήση της ACF-συνάρτησης αυτοσυσχέτισης). Αναλυτικότερα, γίνεται η υπόθεση για την ACF ότι: $H_0: \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_k = 0$ και $H_1: \rho_k \neq 0$ και εφαρμόζεται η Q-statistic (που πρωτοπαρουσιάστηκε από τους Ljung και Box) με το τύπο:.

$$Q = n(n+2) \sum_{i=1}^k \frac{\rho_i^2}{n-i} \rightarrow \chi_k^2$$

Σχέση 5.3.

Όπου n είναι ο αριθμός των δειγμάτων και ρ_i είναι η συνάρτηση αυτοσυσχέτισης. Όταν η Q-statistic είναι μεγάλη, η περιοχή κάτω από τη Chi-Square κατανομή, που ανταποκρίνεται στη τιμή αυτή είναι μικρότερη από 0,05. Ως συνέπεια των παραπάνω, γίνεται απόρριψη της όλης υπόθεσης. Οι παρενθέσεις που συνοδεύουν τις εκάστοτε τιμές Q αποτελούν τις αντίστοιχες p -τιμές. Στη συνέχεια, ελέγχεται αν οι διαταραχές (residuals) παρουσιάζουν ή όχι υπό συνθήκη ετεροσκεδαστικότητα. Οι διαταραχές «τρέχουν» μια παλινδρόμηση δημιουργώντας μια R^2 τιμή. Για τα n δείγματα διαταραχών θα έχουμε nR^2 τιμές, που ασυμπτωτικά κατανέμονται κατά Chi-Square.

(Στο Ox-package γίνεται ο έλεγχος μέσω μιας F-statistic : $F = \frac{MSR}{MSE}$, με τις αντίστοιχες p -τιμές στις παρενθέσεις).

Για την εκτίμηση των VaR και αστάθειας χρησιμοποιήθηκαν τρεις διαφορετικές κατανομές: η Normal, η t-Student και η Skewed Student-t κατανομή (με σκοπό να ληφθεί υπόψη η οποιαδήποτε περίπτωση εμφάνισης κάποιων περιπτώσεων που δε μπορεί να απεικονίσει ικανοποιητικά η κανονική κατανομή). Πριν την εκτίμηση, θεωρείται ενδιαφέρον η παρουσίαση μιας εικόνας της κατανομής των αποδόσεων του εκάστοτε κλάδου (βλ. **Πίνακα 5.1**). Από τη παρατήρηση όλων των κορελογραμμάτων

(βλ. **Σχήμα 5.2, Σχήμα 5.6, Σχήμα 5.10**, κλπ.) των δεδομένων διαπιστώνουμε ότι οι παρατηρήσεις όλων των κλαδικών δεικτών κινούνται γύρω από το μηδέν πράγμα που υποδηλώνει την ύπαρξη λευκού θορύβου και στασιμότητας. Από τα Q-Q σχήματα (βλ. **Σχήμα 5.4, Σχήμα 5.8, Σχήμα 5.12**, κλπ.) και από τη σύγκριση των ποσοστημορίων των κατανομών όλων των αποδόσεων με την αντίστοιχη κανονική κατανομή, παρατηρείται ότι αποκλίνουν από αυτή, γεγονός που υποδηλώνει τη ύπαρξη παχιών ουρών και κατά συνέπεια την ύπαρξη απομακρυσμένων παρατηρήσεων που επηρεάζουν αρνητικά τους κλάδους. Από τα σχήματα των τετραγωνισμένων διαταραχτικών όρων όλων των κλαδικών δεικτών (βλ. **Σχήμα 5.3, Σχήμα 5.7, Σχήμα 5.11**, κλπ.) παρατηρείται η συσσώρευση (clustering) συνεχώς αυξανόμενης αστάθειας που κλιμακώνεται μετά το 2007 (μετά το ξέσπασμα της αμερικανικής οικονομικής κρίσης). Μετά τον υπολογισμό της εκτιμώμενης τιμής VaR έγινε αξιολόγηση της αξιοπιστίας του εκάστοτε επιλεγμένου μοντέλου με τη χρήση του LR Kupiec Test (που περιγράφηκε στο 2^ο κεφάλαιο).

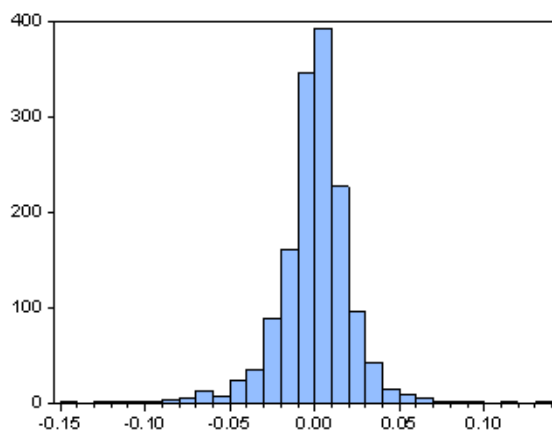
Πίνακας 5.1. Απεικόνιση των περιγραφικών στατιστικών στοιχείων όλων των υπό έλεγχο κλαδικών δεικτών

E:2005-2010	DJUSBM	DJUSNC	DJUSCY	DJUSFN	DJUSHC
Μέση Τιμή	0,029	0,01303	0,006986	-0,036422	0,007226
Τυπική απόκλιση	2,1918	1,48461	1,442362	2,5516197	1,1577369
Κύρτωση	9,34294	53,60775	10,27747	12,56878	15,30789
Αστάθεια	-0,52418	0,52806	-0,0020923	-1,1566843	0,31613969
Διάμεσος	0,1305	0,05089	2,365489	0	0,04

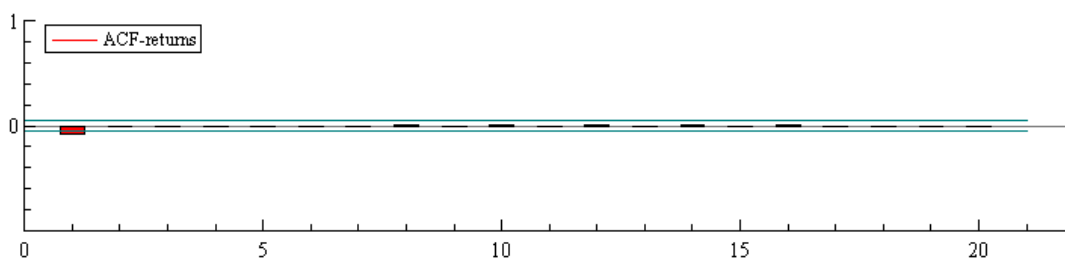
E:2005-2010	DJUSIN	DJUSEN	DJUSTC	DJUSTL	DJUSUT
Μέση Τιμή	0,0101	0,04021	0,019216	-0,001667	0,00762
Τυπική απόκλιση	1,6391	2,13952	1,573146	1,6343744	1,5563
Κύρτωση	9,392154	13,05833	9,315618	22,33062	23,23706
Αστάθεια	-2,97719	-3,98003	-0,12642	4,59688	4,05454
Διάμεσος	0,0756	0,11269	0,0906473	0,016855	0,1006

Στη συνέχεια παρουσιάζεται αναλυτικά η διαδικασία που ακολουθήθηκε για τη μελέτη του εκάστοτε κλάδου

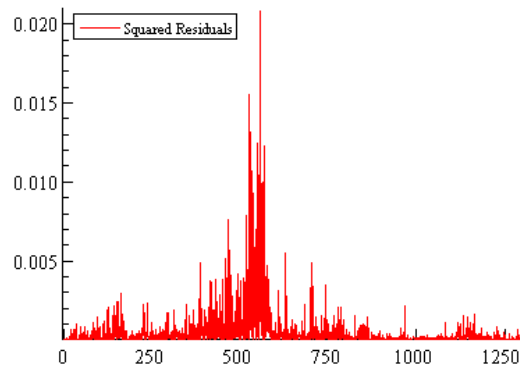
5.2.1. DJUSBM



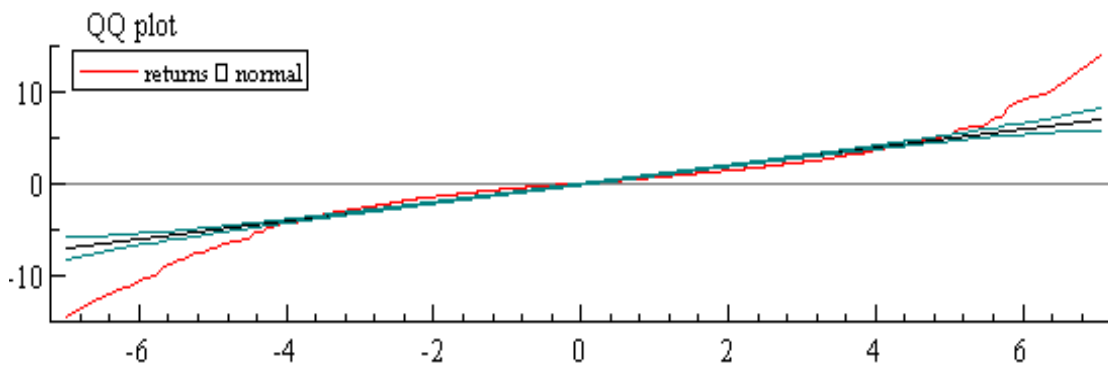
Διάγραμμα 5.1. Απεικόνιση της κατανομής που σχηματίζουν οι αποδόσεις του κλαδικού δείκτη DJUSBM για τη περίοδο 2005- 2010



Διάγραμμα 5.2. Κορελόγραμμα που απεικονίζει τη συνάρτηση αυτοσυσχέτισης του DJUSBM



Διάγραμμα 5.3. Γραφική απεικόνιση των τετραγωνισμένων διαταραχτικών όρων για τον DJUSBM



Διάγραμμα 5.4. Q-Q plot των λογαριθμικών αποδόσεων του DJUSBM

Πίνακας 5.2. Σύγκριση των GARCH μοντέλων για το κλαδικό δείκτη DJUSBM ανά πιθανοθεωρητική κατανομή

Κανονική Κατανομή	GARCH (1,1)	EGARCH	IGARCH
Log-likelihood	-2881.91	-2845.79	-2882.36
Akaike	3.897315	3.85127	3.896571
Schwartz	3.918777	3.879886	3.914456

t-Student Κατανομή	GARCH (1,1)	EGARCH	IGARCH
Log-likelihood	-2871.17	-2857.78	-2871.37

Akaike	3.884166	3.868805	3.883095
Schwartz	3.909205	3.900998	3.904557

Skewed Student-t Κατανομή	GARCH (1,1)	EGARCH	IGARCH
Log-likelihood	-2870.78	-2839.51	-2871.04
Akaike	3.884991	3.845492	3.883997
Schwartz	3.913607	3.881262	3.909037

Καλύτερη επίδοση σύμφωνα με τα παραπάνω In sample Criteria έχει το EGARCH μοντέλο που ακολουθεί τη Skewed Student-t κατανομή (με 13.6541 βαθμούς ελευθερίας και asymmetry coefficient (log xi) -0.0250804). Οι παράμετροι του μοντέλου παρουσιάζονται στο παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 5.3. Οι παράμετροι του επιλεγμένου EGARCH μοντέλου με τη Skewed Student-t κατανομή για τον DJUSBM

	Συντελεστής	Std Error
Cst(M)	0.139919	0.032537
AR(1)	0.879115	0.07268
MA(1)	-0.899784	0.066401
Cst(V)	0.442192	2.4855
ARCH(Alpha1)	32.710969	53.171
GARCH(Beta1)	0.995956	0.0035378
EGARCH(Theta1)	0.003055	0.0049260
EGARCH(Theta2)	0.004719	0.0073162
Asymmetry	-0.025080	0.035626
Tail	13.654061	4.3147

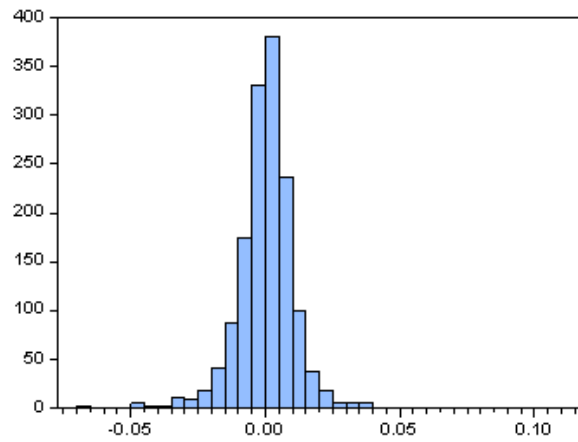
Από τα αποτελέσματα του Jarque-Bera test (statistic : 18.197, p-value : 0.00011181) απορρίπτεται η υπόθεση ότι τα δεδομένα ακολουθούν τη κανονική κατανομή (εξαιτίας της μικρής τιμής της p-value). Από το Ljung-Box-Pierce Q-test για συγκεκριμένες lags (με τις αντίστοιχες αγκύλες να απεικονίζουν τις p- τιμές) φαίνεται ότι τα κατάλοιπα δεν παρουσιάζουν αυτοσυσχέτιση (μεγάλες τιμές οι p-values): $Q(5) = 6.99862$

[0.0719416] και $Q(10) = 13.3441$ [0.1005471]. Από το ARCH-test φαίνεται ότι ισχύει η υπόθεση πως δεν υπάρχουν ARCH επιρροές στα κατάλοιπα (λόγω και πάλι των μεγάλων τιμών στις p- τιμές): ARCH 1-2 test: $F(2,1475) = 1.9420$ [0.1438] και ARCH 1-5 test: $F(5,1469) = 1.4924$ [0.1892]. Θα πρέπει να επισημανθεί ότι το συγκεκριμένο μοντέλο κατάφερε να ξεπεράσει και να απαλείψει τις ARCH επιρροές στα κατάλοιπα, σε αντίθεση με τα υπόλοιπα υπό εξέταση μοντέλα.

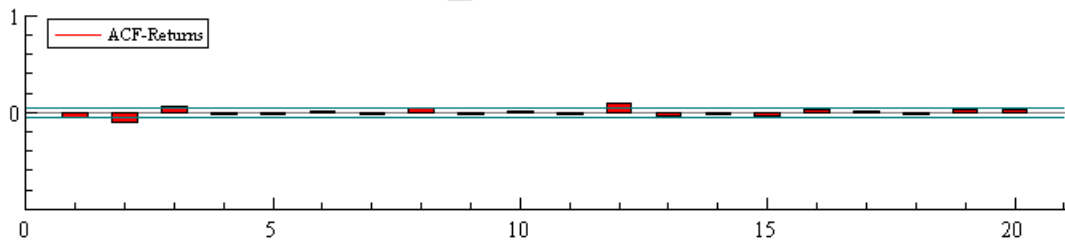
Πίνακας 5.4. Πρόβλεψη των σημαντικότερων παραμέτρων για χρονικό ορίζοντα = 1 σύμφωνα με το επιλεγμένο EGARCH μοντέλο για τον DJUSBM

Προβλεπόμενη Παράμετρος		Kupiec LR test for back testing VaR (Failure rate/ Kupiec LRT/ P-value)
Αστάθεια	0.7869	
Μέση Τιμή	0.2331	
VaR ($\alpha=5\%$)	-1.226	0.055331 / 0.85822 / 0.35424 (Αριθμός Αποτυχιών = 82,00054)
VaR ($\alpha=1\%$)	-1.954	0.010796 / 0.092505 / 0.76102 (Αριθμός Αποτυχιών = 15,999672)

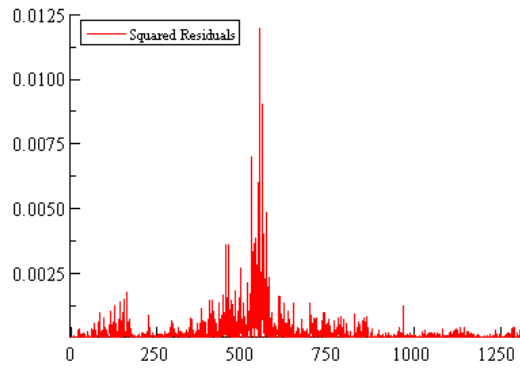
5.2.2. DJUSCY



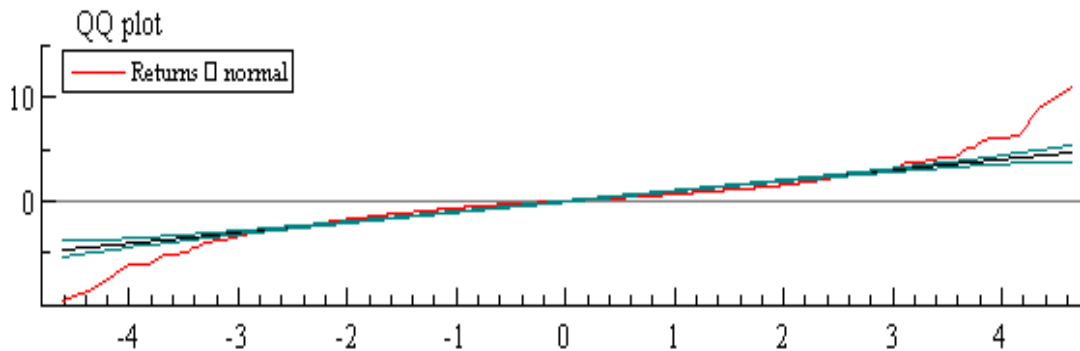
Διάγραμμα 5.5. Απεικόνιση της κατανομής που σχηματίζουν οι αποδόσεις του κλαδικού δείκτη DJUSCY για τη περίοδο 2005- 2010.



Διάγραμμα 5.6. Κορελόγραμμα που απεικονίζει τη συνάρτηση αυτοσυσχέτισης του DJUSCY



Διάγραμμα 5.7. Γραφική απεικόνιση των τετραγωνισμένων διαταραχτικών όρων



Διάγραμμα 5.8. Q-Q plot των λογαριθμικών αποδόσεων του DJUSCY

Πίνακας 5.5. Σύγκριση των GARCH μοντέλων για το κλαδικό δείκτη DJUSCY ανά πιθανοθεωρητική κατανομή

Κανονική Κατανομή	GARCH (1,1)	EGARCH	IGARCH
Log-likelihood	-2246.74	-2214.32	-2247.28
Akaike	3.040131	2.999084	3.039513
Schwartz	3.061593	3.027700	3.057399

t-Student Κατανομή	GARCH (1,1)	EGARCH	IGARCH
Log-likelihood	-2238.67	-2213.77	-2239
Akaike	3.030595	2.999687	3.029689

Schwartz	3.055634	3.031880	3.051151
-----------------	----------	----------	----------

Skewed Student-t Κατανομή	GARCH (1,1)	EGARCH	IGARCH
Log-likelihood	-2237.46	-2208.18	-2237.69
Akaike	3.030314	2.993501	3.029273
Schwartz	3.058930	3.029271	3.054312

Καλύτερη επίδοση σύμφωνα με τα παραπάνω In sample Criteria έχει το EGARCH μοντέλο που ακολουθεί τη Skewed Student-t κατανομή (με 14.6853 βαθμούς ελευθερίας και asymmetry coefficient (log xi) 0.0517867). Οι παράμετροι του μοντέλου παρουσιάζονται στο παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 5.6. Οι παράμετροι του επιλεγμένου EGARCH μοντέλου με τη Skewed Student-t κατανομή για τον DJUSCY

	Συντελεστής	Std Error
Cst(M)	0.077633	0.020124
AR(1)	0.649958	0.076092
MA(1)	-0.696512	0.072297
Cst(V)	5.859378	1.8784
ARCH(Alpha1)	2.723577	6.8228
GARCH(Beta1)	0.997312	0.0025163
EGARCH(Theta1)	0.028233	0.029937
EGARCH(Theta2)	0.037131	0.036462
Asymmetry	0.051787	0.035746
Tail	14.685274	5.4679

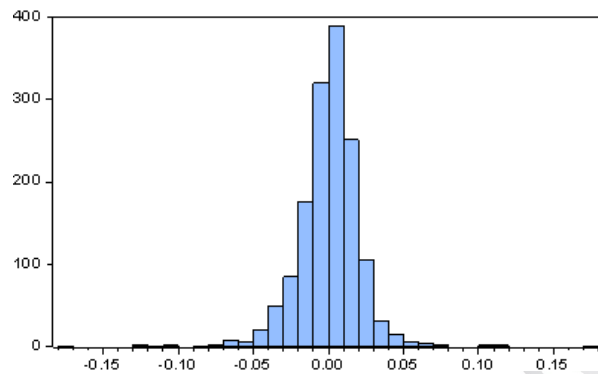
Από τα αποτελέσματα του Jarque-Bera test (statistic : 21.156, p-value : 2.5472e-005) απορρίπτεται η υπόθεση ότι τα δεδομένα ακολουθούν τη κανονική κατανομή (εξαιτίας της μικρής τιμής της p-value). Από το Ljung-Box-Pierce Q-test για συγκεκριμένες lags (με τις αντίστοιχες αγκύλες να απεικονίζουν τις p- τιμές) φαίνεται ότι τα κατάλοιπα δεν παρουσιάζουν αυτοσυσχέτιση (μεγάλες τιμές οι p-values): $Q(5) = 5.52530$

[0.1371330] και $Q(10) = 10.8263$ [0.2117365]. Από το ARCH-test φαίνεται ότι ισχύει η υπόθεση πως τα κατάλοιπα δεν εμφανίζουν ARCH επιρροές (λόγω και πάλι των μεγάλων τιμών στις p- τιμές): ARCH 1-2 test: $F(2,1475) = 2.5071$ [0.0819] και ARCH 1-5 test: $F(5,1469) = 1.2093$ [0.3023]. Θα πρέπει να επισημανθεί ότι το συγκεκριμένο μοντέλο κατάφερε να ξεπεράσει τις ARCH επιρροές των καταλοίπων, σε αντίθεση με τα υπόλοιπα υπό εξέταση μοντέλων που και μετά την εφαρμογή τους, τα κατάλοιπα εμφάνισαν ARCH επιρροές.

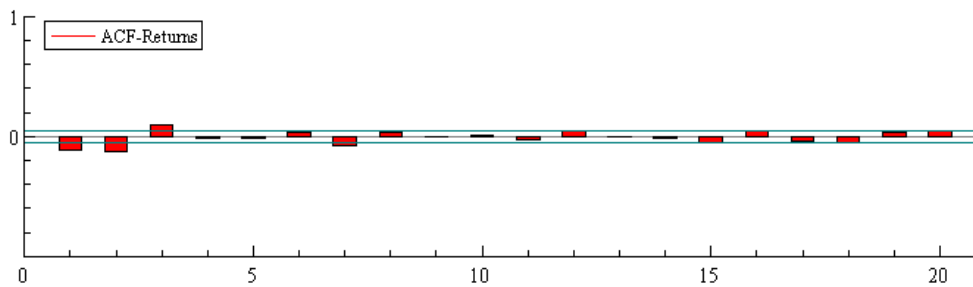
Πίνακας 5.7. Πρόβλεψη των σημαντικότερων παραμέτρων για χρονικό ορίζοντα = 1 σύμφωνα με το επιλεγμένο EGARCH μοντέλο για τον DJUSCY

Προβλεπόμενη Παράμετρος		Kupiec LR test for VaR (Failure rate/ Kupiec LRT/ P-value)
Αστάθεια	0.2597	
Μέση Τιμή	0.1629	
VaR ($\alpha=5\%$)	-0.6525	0.051282 / 0.050872 / 0.82155 (Αριθμός Αποτυχιών = 75,999)
VaR ($\alpha=1\%$)	-1.037	0.010121 / 0.0021995 / 0.96259 (Αριθμός Αποτυχιών = 14,992)

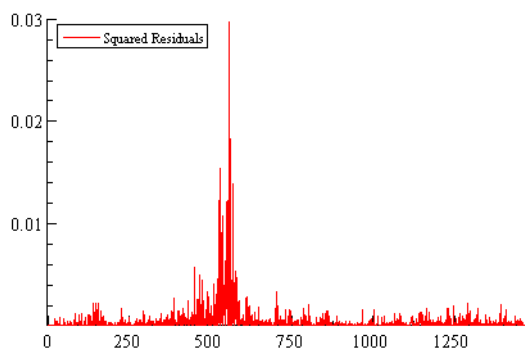
5.2.3. DJUSEN



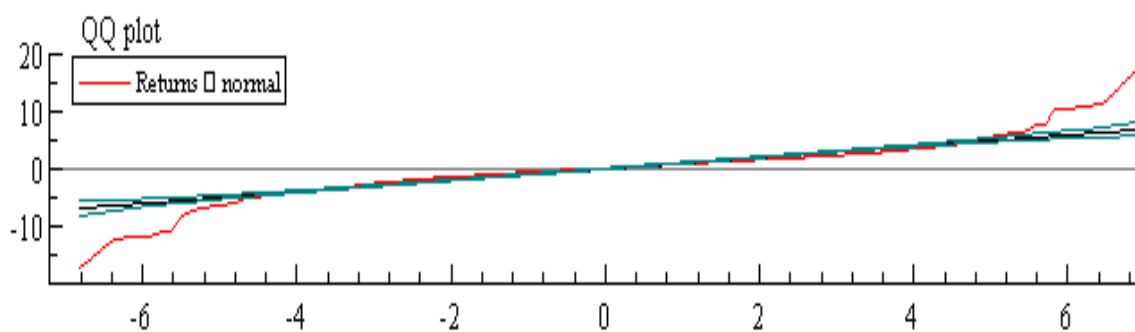
Διάγραμμα 5.9. Απεικόνιση της κατανομής που σχηματίζουν οι αποδόσεις του κλαδικού δείκτη DJUSEN για τη περίοδο 2005-2010



Διάγραμμα 5.10. Κορελόγραμμα που απεικονίζει τη συνάρτηση αυτοσυσχέτισης του DJUSEN



Διάγραμμα 5.11. Γραφική απεικόνιση των τετραγωνισμένων διαταραχτικών όρων του DJUSEN



Διάγραμμα 5.12. Q-Q plot των λογαριθμικών αποδόσεων του DJUSEN

Πίνακας 5.8. Σύγκριση των GARCH μοντέλων για το κλαδικό δείκτη DJUSEN ανά πιθανοθεωρητική κατανομή

Κανονική Κατανομή	GARCH (1,1)	EGARCH	IGARCH
Log-likelihood	-2911	-2894.6	-2915
Akaike	3.936575	3.917139	3.940621
Schwartz	3.958037	3.945756	3.958506

t-Student Κατανομή	GARCH (1,1)	EGARCH	IGARCH
Log-likelihood	-2903.88	-2891.52	-2906.21
Akaike	3.928317	3.914335	3.930103
Schwartz	3.953356	3.946528	3.951566

Skewed Student-t Κατανομή	GARCH (1,1)	EGARCH	IGARCH
Log-likelihood	-2902.2	-2887.54	-2905.07
Akaike	3.927394	3.91031	3.929926
Schwartz	3.95601	3.94608	3.954965

Καλύτερη επίδοση σύμφωνα με τα παραπάνω In sample Criteria έχει το EGARCH μοντέλο που ακολουθεί τη Skewed Student κατανομή (με 11.9674 βαθμούς ελευθερίας και asymmetry coefficient (log xi) -0.0375576). Οι παράμετροι του μοντέλου παρουσιάζονται στο παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 5.9. Οι παράμετροι του επιλεγμένου EGARCH μοντέλου με τη Skewed Student-t κατανομή για τον DJUSEN

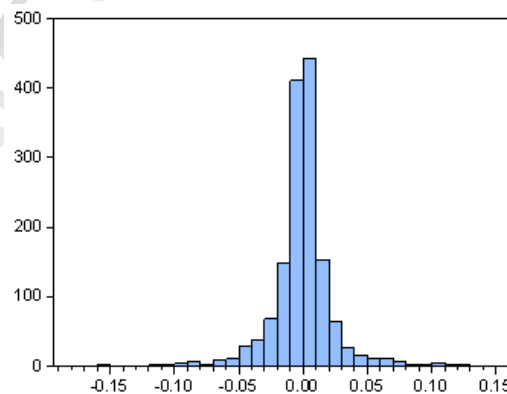
	Συντελεστής	Std Error
Cst(M)	0.158379	0.03759
AR(1)	0.524652	0.32184
MA(1)	-0.570199	0.31355
Cst(V)	0.434303	1.1076
ARCH(Alpha1)	3.010304	5.92
GARCH(Beta1)	0.989745	0.0059783
EGARCH(Theta1)	0.019775	0.033189
EGARCH(Theta2)	0.04472	0.065318
Asymmetry	-0.037558	0.038125
Tail	11.967422	3.0628

Από τα αποτελέσματα του Jarque-Bera test (statistic : 16.661, p-value : 0.00024101) απορρίπτεται η υπόθεση ότι τα δεδομένα ακολουθούν τη κανονική κατανομή (εξαιτίας της μικρής τιμής της p-value). Από το Ljung-Box-Pierce Q-test για συγκεκριμένες lags (με τις αντίστοιχες αγκύλες να απεικονίζουν τις p- τιμές) φαίνεται ότι τα κατάλοιπα δεν παρουσιάζουν αυτοσυσχέτιση (μεγάλες τιμές οι p-values) $Q(5) = 4.91153$ [0.1783913] και $Q(10) = 10.2977$ [0.2447503]. Από το ARCH-test φαίνεται πως δεν υπάρχουν ARCH επιρροές στις διαταραχές (λόγω και πάλι των μεγάλων τιμών στις p- τιμές): ARCH 1-2 test: $F(2,1475) = 0.55941$ [0.5717] και ARCH 1-5 test: $F(5,1469) = 0.98587$ [0.4250]. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι το συγκεκριμένο μοντέλο κατάφερε να ξεπεράσει τις ARCH επιρροές των καταλοίπων, σε αντίθεση με τα υπόλοιπα υπό εξέταση μοντέλων που και μετά την εφαρμογή τους υπήρχαν ARCH επιρροές.

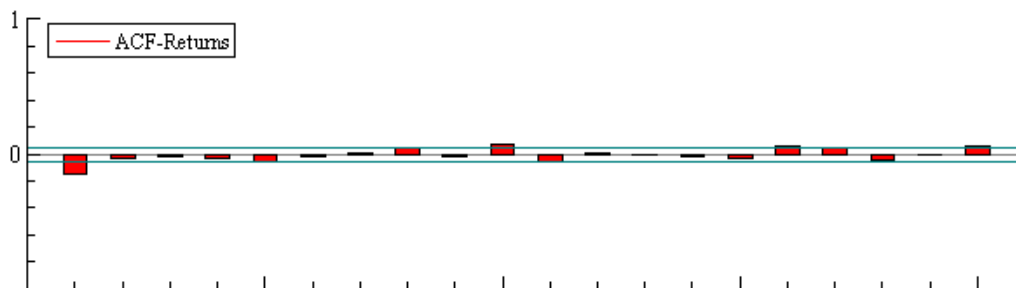
Πίνακας 5.10. Πρόβλεψη των σημαντικότερων παραμέτρων για χρονικό ορίζοντα = 1 σύμφωνα με το επιλεγμένο EGARCH μοντέλο για τον DJUSEN

Προβλεπόμενη Παράμετρος		Kupiec LR test for VaR (Failure rate/ Kupiec LRT/ P-value)
Αστάθεια	1.681	
Μέση Τιμή	0.3364	
VaR ($\alpha=5\%$)	-1.802	0.05803 / 1.9171 / 0.16617 (Αριθμός Αποτυχιών = 86,00046)
VaR ($\alpha=1\%$)	-2.903	0.011471 / 0.30926 / 0.57814 (Αριθμός Αποτυχιών = 17,00002)

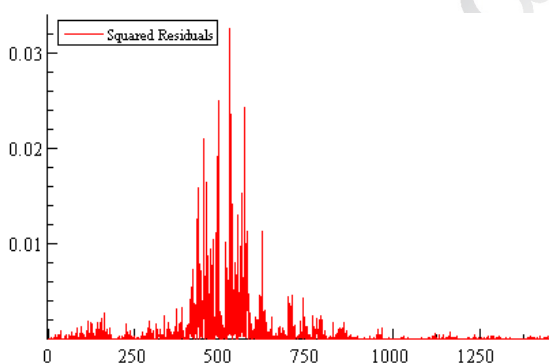
5.2.4. DJUSFN



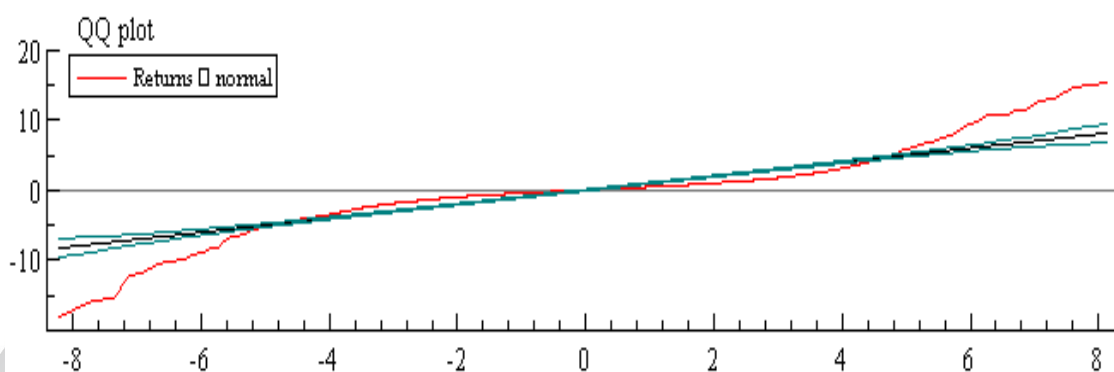
Διάγραμμα 5.13. Απεικόνιση της κατανομή που σχηματίζουν οι αποδόσεις του κλαδικού δείκτη DJUSFN για τη περίοδο 2005- 2010



Διάγραμμα 5.14. Κορελόγραμμα που απεικονίζει τη συνάρτηση αυτοσυσχέτισης του DJUSFN



Διάγραμμα 5.15. Γραφική απεικόνιση των τετραγωνισμένων διαταραχτικών όρων του DJUSFN



Διάγραμμα 5.16. Q-Q plot των λογαριθμικών αποδόσεων του DJUSFN

Πίνακας 5.11. Σύγκριση των GARCH μοντέλων για το κλαδικό δείκτη DJUSFN ανά πιθανοθεωρητική κατανομή

Κανονική Κατανομή	GARCH (1,1)	EGARCH	IGARCH
Log-likelihood	-2704.44	-2673.28	-2704.47
Akaike	3.657817	3.618456	3.656507
Schwartz	3.679279	3.647072	3.674392

t-Student Κατανομή	GARCH (1,1)	EGARCH	IGARCH
Log-likelihood	-2685.19	-2666.11	-2685.36
Akaike	3.633186	3.609075	3.632064
Schwartz	3.658225	3.641268	3.653526

Skewed Student-t Κατανομή	GARCH (1,1)	EGARCH	IGARCH
Log-likelihood	-2681.66	-2658.3	-2681.99
Akaike	3.62976	3.600943	3.628873
Schwartz	3.658383	3.636713	3.653912

Καλύτερη επίδοση σύμφωνα με τα παραπάνω In sample Criteria έχει το EGARCH μοντέλο που ακολουθεί τη Skewed Student κατανομή (με 9.48776 βαθμούς ελευθερίας και asymmetry coefficient (log xi) 0.119719). Οι παράμετροι του μοντέλου παρουσιάζονται στο παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 5.12. Οι παράμετροι του επιλεγμένου EGARCH μοντέλου με τη Skewed Student-t κατανομή για τον DJUSFN

	Συντελεστής	Std Error
Cst(M)	0.087427	0.022854
AR(1)	0.620268	0.28928
MA(1)	-0.68955	0.26724
Cst(V)	21.571237	0.0032726
ARCH(Alpha1)	0.350281	0.017408

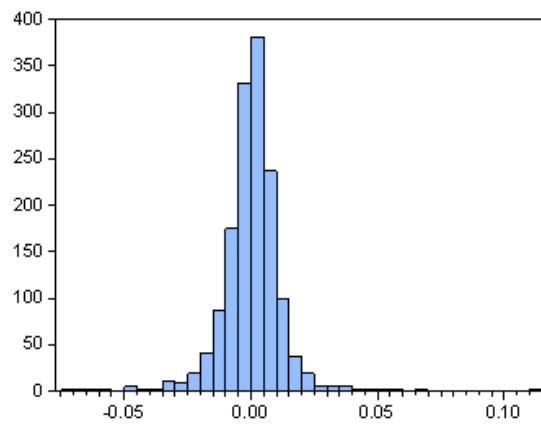
GARCH(Beta1)	0.998165	0.012432
EGARCH(Theta1)	0.081813	0.18068
EGARCH(Theta2)	0.118575	0.20018
Asymmetry	0.119719	0.032507
Tail	9.487755	2.0235

Από τα αποτελέσματα του Jarque-Bera test (statistic : 38.021, p-value : 5.5435e-009) απορρίπτεται η υπόθεση ότι τα δεδομένα ακολουθούν τη κανονική κατανομή (εξαιτίας της μικρής τιμής της p-value). Από το Ljung-Box-Pierce Q-test για συγκεκριμένες lags (με τις αντίστοιχες αγκύλες να απεικονίζουν τις p- τιμές) φαίνεται ότι η υπόθεση ότι τα κατάλοιπα δε παρουσιάζουν αυτοσυσχέτιση: $Q(5) = 8.42956$ [0.0679201] και $Q(10) = 13.4546$ [0.0971349]. Από το ARCH-test φαίνεται ότι ισχύει η υπόθεση πως δεν υπάρχουν στα κατάλοιπα ARCH επιρροές (λόγω και πάλι των μεγάλων τιμών στις p-τιμές) γίνεται αποδεκτή: ARCH 1-2 test: $F(2,1475) = 0.55941$ [0.5717] και ARCH 1-5 test: $F(5,1469) = 0.98587$ [0.4250].

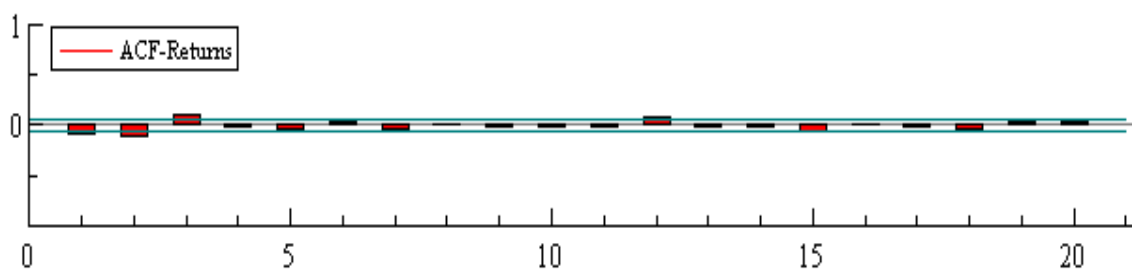
Πίνακας 5.13. Πρόβλεψη των σημαντικότερων παραμέτρων για χρονικό ορίζοντα = 1 σύμφωνα με το επιλεγμένο EGARCH μοντέλο για τον DJUSFN

Προβλεπόμενη Παράμετρος		Kupiec LR test for VaR (Failure rate/ Kupiec LRT/ P-value)
Αστάθεια	0.3455	
Μέση Τιμή	0.212	
VaR (a=5%)	-0.6941	0.046559 / 0.37781 / 0.53878 (number failures = 69.000438)
VaR (a=1%)	-1.139	0.010796 / 0.092505 / 0.76102(number failures = 15.999672)

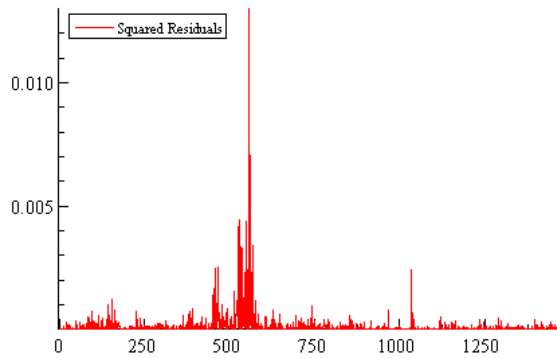
5.2.5. DJUSHC



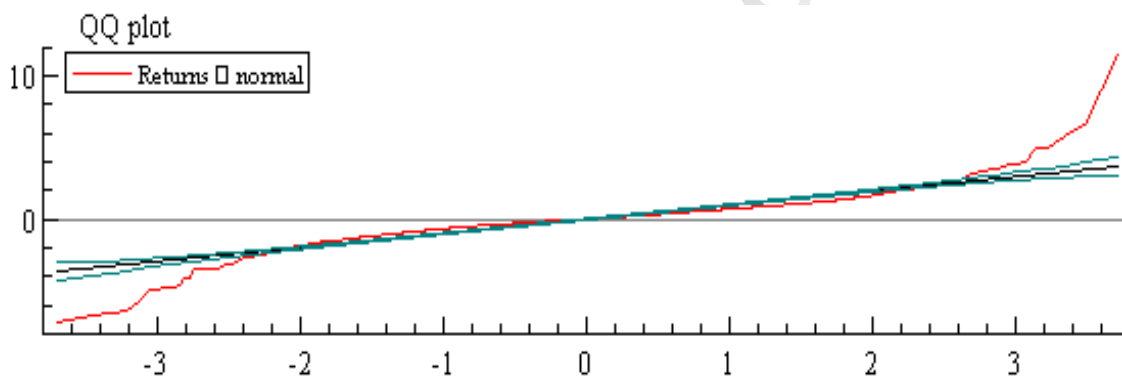
Διάγραμμα 5.17. Απεικόνιση της κατανομής που σχηματίζουν οι αποδόσεις του κλαδικού δείκτη DJUSHC για τη περίοδο 2005-2010



Διάγραμμα 5.18. Κορελόγραμμα που απεικονίζει τη συνάρτηση αυτοσυσχέτισης του DJUSHC



Διάγραμμα 5.19. Γραφική απεικόνιση των τετραγωνισμένων διαταραχτικών όρων του DJUSHC



Διάγραμμα 5.20. Q-Q plot των λογαριθμικών αποδόσεων του DJUSHC

Πίνακας 5.14. Σύγκριση των GARCH μοντέλων για το κλαδικό δείκτη DJUSHC ανά πιθανοθεωρητική κατανομή

Κανονική Κατανομή	GARCH (1,1)	EGARCH	IGARCH
Log-likelihood	-1991.28	-1985.85	-2000.59
Akaike	2.695385	2.690758	2.706598
Schwartz	2.716847	2.719374	2.724483

t-Student Κατανομή	GARCH (1,1)	EGARCH	IGARCH
Log-likelihood	-1945.68	-1933.68	-1947.74
Akaike	2.635192	2.621701	2.636619

Schwartz	2.660231	2.653894	2.658082
-----------------	----------	----------	----------

Skewed Student Κατανομή	GARCH (1,1)	EGARCH	IGARCH
Log-likelihood	-1945.35	-1930.25	-1947.16
Akaike	2.6361	2.618428	2.637195
Schwartz	2.664717	2.654198	2.662234

Καλύτερη επίδοση σύμφωνα με τα παραπάνω In sample Criteria έχει το EGARCH μοντέλο που ακολουθεί τη Skewed Student-t κατανομή (με 6.2207 βαθμούς ελευθερίας και asymmetry coefficient (log xi) 0.0460662). Οι παράμετροι του μοντέλου παρουσιάζονται στο παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 5.15. Οι παράμετροι του επιλεγμένου EGARCH μοντέλου με τη Skewed Student-t κατανομή για τον DJUSHC

	Συντελεστής	Std Error
Cst(M)	0.071316	0.018154
AR(1)	0.530569	0.11835
MA(1)	-0.596552	0.096684
Cst(V)	1.366431	1.3243
ARCH(Alpha1)	0.053675	0.016651
GARCH(Beta1)	0.989823	0.0048281
EGARCH(Theta1)	0.105757	0.034059
EGARCH(Theta2)	0.173605	0.049654
Asymmetry	0.046066	0.034954
Tail	6.220696	1.2212

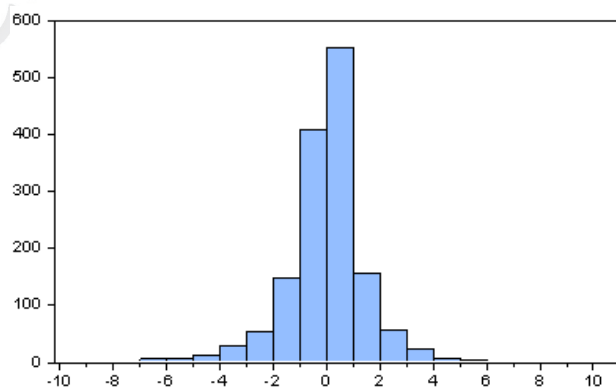
Από τα αποτελέσματα του Jarque-Bera test (statistic: 3500.1, p-value: 0) απορρίπτεται η υπόθεση ότι τα δεδομένα ακολουθούν τη κανονική κατανομή (εξαιτίας της μικρής τιμής της p-value). Από το Ljung-Box-Pierce Q-test για συγκεκριμένες lags (με τις αντίστοιχες αγκύλες να απεικονίζουν τις p- τιμές) φαίνεται ότι τα κατάλοιπα δεν παρουσιάζουν αυτοσυσχέτιση: $Q(5) = 2.96879$ [0.3964627] και $Q(10) = 6.49286$ [0.5921998]. Από το ARCH-test φαίνεται ότι ισχύει η υπόθεση πως τα κατάλοιπα δεν παρουσιάζουν ARCH επιρροές (λόγω και πάλι των μεγάλων τιμών στις p- τιμές):

ARCH 1-2 test: $F(2,1475) = 0.18266$ [0.8331] και ARCH 1-5 test: $F(5,1469) = 0.16483$ [0.9754]. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι στο συγκεκριμένο δείκτη όλα τα μοντέλα (IGARCH, EGARCH, GARCH) κατάφεραν να «φιλτράρουν» τα δεδομένα και να μην εμφανίσουν τα κατάλοιπα αυτοσυσχέτιση και ARCH επιρροές.

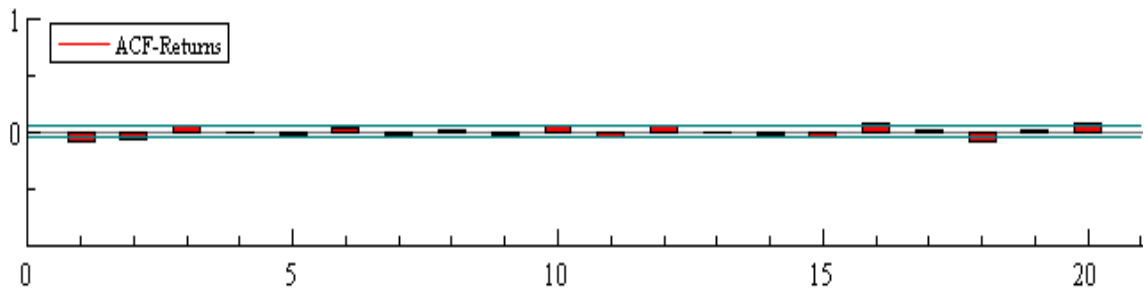
Πίνακας 5.16. Πρόβλεψη των σημαντικότερων παραμέτρων για χρονικό ορίζοντα = 1 σύμφωνα με το επιλεγμένο EGARCH μοντέλο για τον DJUSHC

Προβλεπόμενη Παράμετρος		Kupiec LR test for VaR (Failure rate/ Kupiec LRT/ P-value)
Αστάθεια	0.5879	
Μέση Τιμή	0.1844	
VaR ($\alpha=5\%$)	-1.011	0.052632 / 0.21257 / 0.64476 (Αριθμός Αποτυχιών = 78.000624)
VaR ($\alpha=1\%$)	-1.717	0.010796 / 0.092505 / 0.76102 (Αριθμός Αποτυχιών = 15,999672)

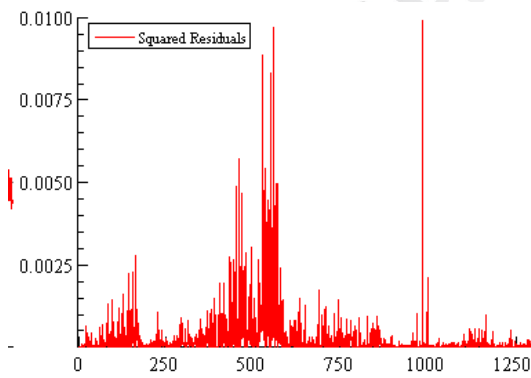
5.2.6. DJUSIN



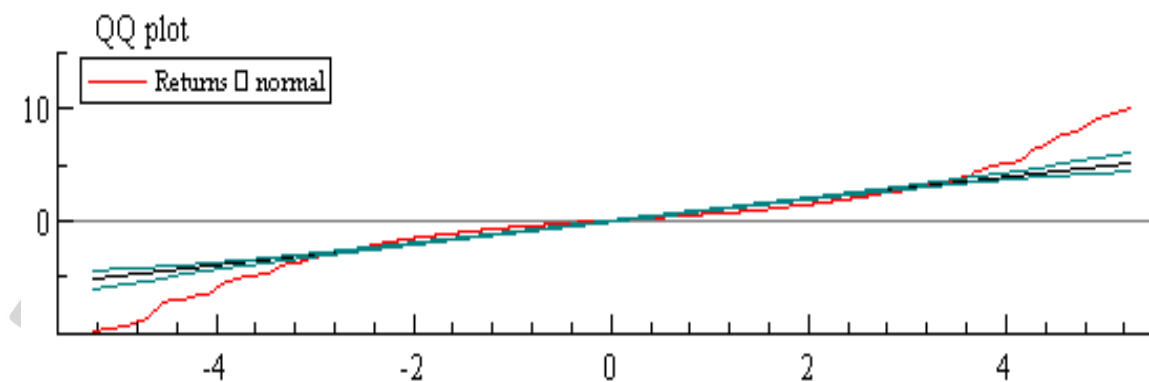
Διάγραμμα 5.21. Απεικόνιση της κατανομή που σχηματίζουν οι αποδόσεις του κλαδικού δείκτη DJUSIN για τη περίοδο 2005- 2010



Διάγραμμα 5.22. Κορελόγραμμα που απεικονίζει τη συνάρτηση αυτοσυσχέτισης του DJUSIN



Διάγραμμα 5.23. Γραφική απεικόνιση των τετραγωνισμένων διαταραχτικών όρων του DJUSIN



Διάγραμμα 5.24. Q-Q plot των λογαριθμικών αποδόσεων του DJUSIN

Πίνακας 5.17. Σύγκριση των GARCH μοντέλων για το κλαδικό δείκτη DJUSIN ανά πιθανοθεωρητική κατανομή

Κανονική Κατανομή	GARCH (1,1)	EGARCH	IGARCH
Log-likelihood	-2488.02	-2480.33	-2489.79
Akaike	3.365753	3.358065	3.366791
Schwartz	3.387215	3.386681	3.384676

t-Student Κατανομή	GARCH (1,1)	EGARCH	IGARCH
Log-likelihood	-2415.36	-2405.37	-2415.53
Akaike	3.269046	3.25826	3.267921
Schwartz	3.294085	3.290453	3.289383

Skewed Student-t Κατανομή	GARCH (1,1)	EGARCH	IGARCH
Log-likelihood	-2415.3	-2394.27	-2415.44
Akaike	3.270304	3.24463	3.269153
Schwartz	3.29892	3.2804	3.294192

Καλύτερη επίδοση σύμφωνα με τα παραπάνω In sample Criteria έχει το EGARCH μοντέλο που ακολουθεί τη Skewed Student-t κατανομή (με 6.24421 βαθμούς ελευθερίας και asymmetry coefficient (log xi) 0.0241265). Οι παράμετροι του μοντέλου παρουσιάζονται στο παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 5.18. Οι παράμετροι του επιλεγμένου EGARCH μοντέλου με τη Skewed Student-t κατανομή

	Συντελεστής	Std Error
Cst(M)	0.104607	0.027318
AR(1)	0.674012	0.30675
MA(1)	-0.711898	0.29557
Cst(V)	1.953296	1.6850
ARCH(Alpha1)	0.040671	0.33641

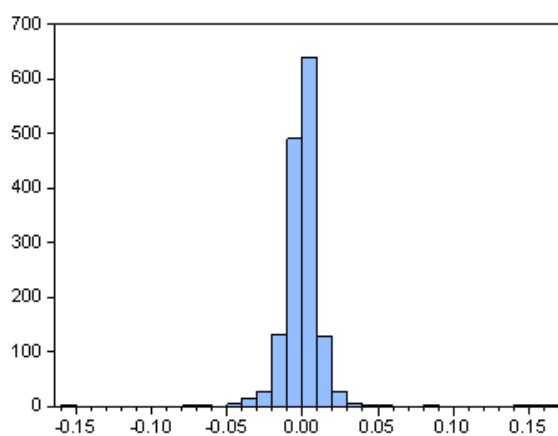
GARCH(Beta1)	0.994124	0.0040905
EGARCH(Theta1)	0.079932	0.027679
EGARCH(Theta2)	0.870665	0.048061
Asymmetry	0.024127	0.031716

Από τα αποτελέσματα του Jarque-Bera test (statistic : 39687, p-value : 0) απορρίπτεται η υπόθεση ότι τα δεδομένα ακολουθούν τη κανονική κατανομή (εξαιτίας της μικρής τιμής της p-value). Από το Ljung-Box-Pierce Q-test για συγκεκριμένες lags (με τις αντίστοιχες αγκύλες να απεικονίζουν τις p- τιμές) φαίνεται ότι τα κατάλοιπα δε παρουσιάζουν αυτοσυσχέτιση: $Q(5) = 1.72497$ [0.6313957] και $Q(10) = 3.80199$ [0.8745320]. Από το ARCH-test φαίνεται πως τα κατάλοιπα δεν παρουσιάζουν ARCH επιρροές: ARCH 1-2 test: $F(2,1475) = 0.22773$ [0.7964] και ARCH 1-5 test: $F(5,1469) = 0.12095$ [0.9878]. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι στο συγκεκριμένο δείκτη τα IGARCH επίσης δεν εμφάνισαν στα κατάλοιπα αυτοσυσχέτιση και ARCH επιρροές.

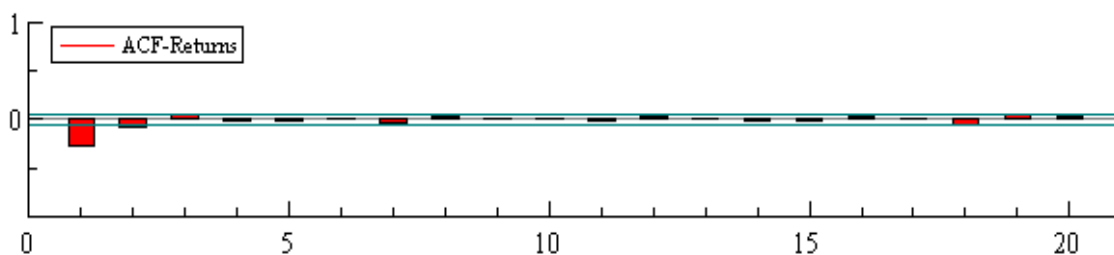
Πίνακας 5.19. Πρόβλεψη των σημαντικότερων παραμέτρων για χρονικό ορίζοντα = 1 σύμφωνα με το επιλεγμένο EGARCH μοντέλο

Προβλεπόμενη Παράμετρος		Kupiec LR test for VaR (Failure rate/ Kupiec LRT/ P-value)
Αστάθεια	0.2108	
Μέση Τιμή	0.4643	
VaR (α=5%)	-0.8622	0.056005 / 1.0849 / 0.29759 (Αριθμός Αποτυχιών = 82,99941)
VaR (α=1%)	-1.504	0.012821 / 1.0935 / 0.29571 (Αριθμός Αποτυχιών = 19,000722)

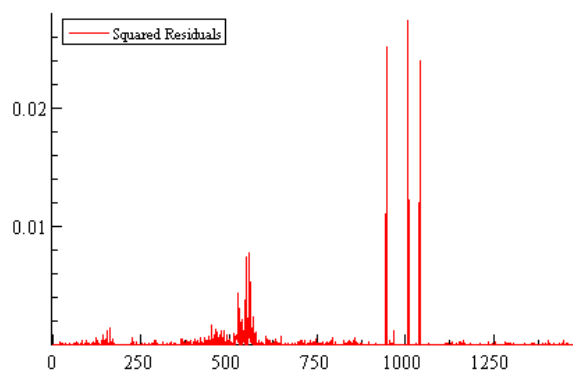
5.2.7. DJUSNC



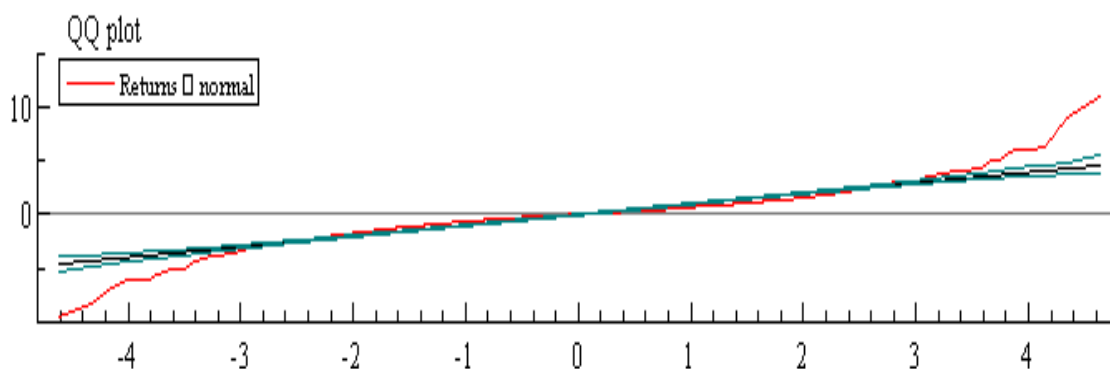
Διάγραμμα 5.25. Απεικόνιση της κατανομής που σχηματίζουν οι αποδόσεις του κλαδικού δείκτη DJUSNC για τη περίοδο 2005- 2010.



Διάγραμμα 5.26. Κορελόγραμμα που απεικονίζει τη συνάρτηση αυτοσυσχέτισης του DJUSNC



Διάγραμμα 5.27. Γραφική απεικόνιση των τετραγωνισμένων διαταραχτικών όρων του DJUSNC



Διάγραμμα 5.28. Q-Q plot των λογαριθμικών αποδόσεων του DJUSNC

Πίνακας 5.20. Σύγκριση των GARCH μοντέλων για το κλαδικό δείκτη DJUSNC ανά πιθανοθεωρητική κατανομή

Normal	GARCH (1,1)	EGARCH	IGARCH
Log-likelihood	-2442.17	-2306.86	-2419.77
Akaike	3.303878	3.12397	3.272295
Schwartz	3.32534	3.152587	3.29018

t-Student	GARCH (1,1)	EGARCH	IGARCH
Log-likelihood	-1985.23	-1967.98	-1986.28
Akaike	2.688569	2.667988	2.688632
Schwartz	2.713609	2.700181	2.710094

Skewed Student-t	GARCH (1,1)	EGARCH	IGARCH
Log-likelihood	-1985.21	-1966.93	-1986.21
Akaike	2.689892	2.667923	2.689888
Schwartz	2.718509	2.703693	2.714927

Καλύτερη επίδοση σύμφωνα με τα παραπάνω In sample Criteria έχει το EGARCH μοντέλο που ακολουθεί τη Skewed Student-t κατανομή (με 3.74996 βαθμούς ελευθερίας και asymmetry coefficient (log xi) -0.00123505). Οι παράμετροι του μοντέλου παρουσιάζονται στο παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 5.21. Οι παράμετροι του επιλεγμένου EGARCH μοντέλου με τη Skewed Student-t κατανομή

	Συντελεστής	Std Error
Cst(M)	0.05215	0.063878
AR(1)	0.733651	0.28549
MA(1)	-0.795934	0.2862
Cst(V)	-0.052932	0.6782
ARCH(Alpha1)	0.616189	0.092316
GARCH(Beta1)	0.980562	0.0089166
EGARCH(Theta1)	0.000067	0.037007
EGARCH(Theta2)	0.280276	0.035384
Asymmetry	0.001235	0.082197

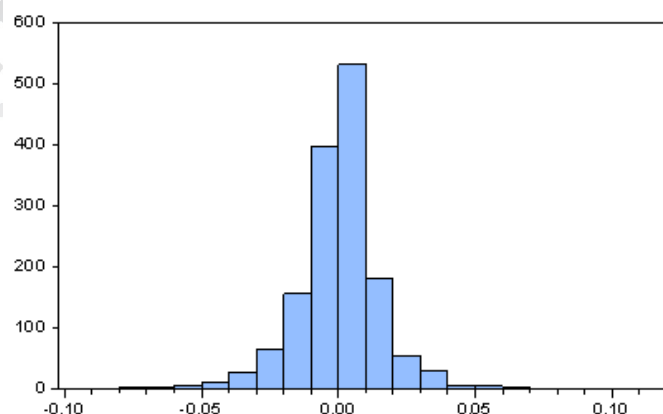
Από τα αποτελέσματα του Jarque-Bera test (statistic : 1.6216e+006, p-value : 0) απορρίπτεται η υπόθεση ότι τα δεδομένα ακολουθούν τη κανονική κατανομή (εξαιτίας της μικρής τιμής της p-value). Από το Ljung-Box-Pierce Q-test για συγκεκριμένες lags (με τις αντίστοιχες αγκύλες να απεικονίζουν τις p- τιμές) φαίνεται ότι τα κατάλοιπα δεν παρουσιάζουν αυτοσυσχέτιση: $Q(5) = 3.21675$ [0.3593992] και $Q(10) = 3.51423$ [0.8980825]. Από το ARCH-test φαίνεται ότι ισχύει η υπόθεση πως τα κατάλοιπα δεν παρουσιάζουν ARCH επιρροές (λόγω και πάλι των μεγάλων τιμών στις p- τιμές): ARCH 1-2 test: $F(2,1475) = 0.015928$ [0.9842] και ARCH 1-5 test: $F(5,1469) = 0.020654$ [0.9998]. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι στο συγκεκριμένο δείκτη όλα τα

μοντέλα (IGARCH, EGARCH, GARCH) κατάφεραν να απορροφήσουν την αυτοσυσχέτιση και ARCH επιρροές των διαταραχών.

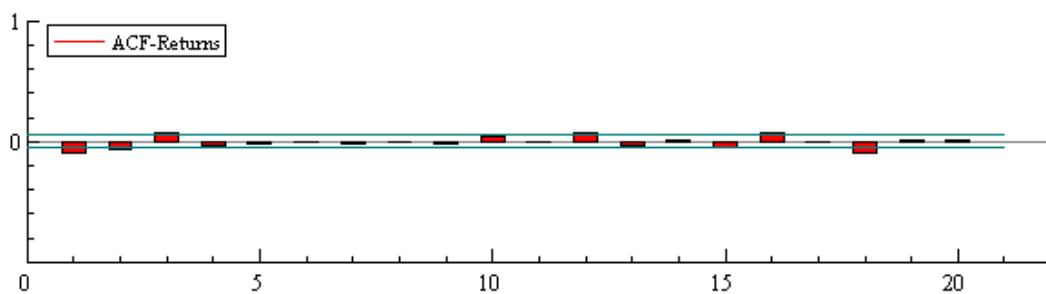
Πίνακας 5.22. Πρόβλεψη των σημαντικότερων παραμέτρων για χρονικό ορίζοντα = 1 σύμφωνα με το επιλεγμένο EGARCH μοντέλο

Προβλεπόμενη Παράμετρος		Kupiec LR test for VaR (Failure rate/ Kupiec LRT/ P-value)
Αστάθεια	0.7243	
Μέση Τιμή	0.1529	
VaR ($\alpha=5\%$)	-1.143	0.051282 / 0.050872 / 0.82155 (Αριθμός αποτυχιών = 75.999924)
VaR ($\alpha=1\%$)	-2.163	0.0026991 / 11.242 0.00079961 (Αριθμός αποτυχιών = 4,000062)

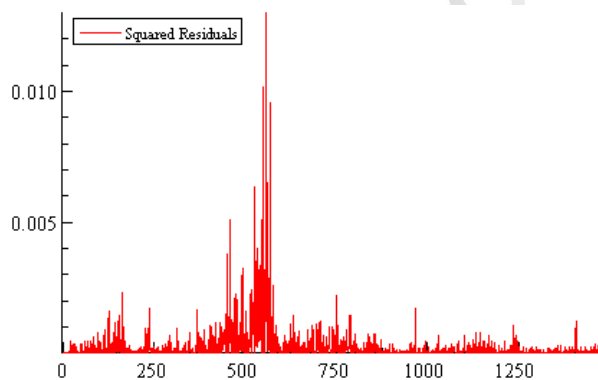
5.2.8. DJUSTC



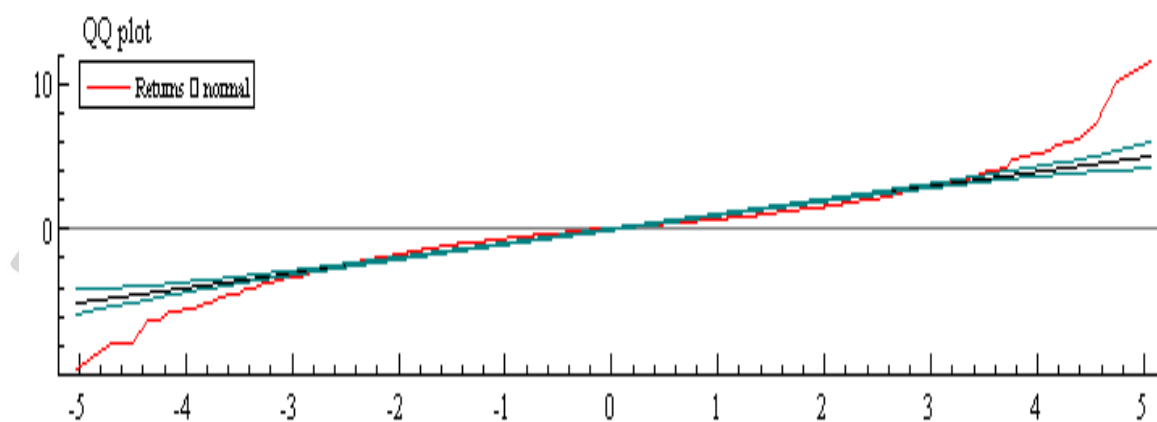
Διάγραμμα 5.29. Απεικόνιση της κατανομής που σχηματίζουν οι αποδόσεις του κλαδικού δείκτη DJUSTC για τη περίοδο 2005- 2010.



Διάγραμμα 5.30. Κορελόγραμμα που απεικονίζει τη συνάρτηση αυτοσυσχέτισης του DJUSTC



Διάγραμμα 5.31. Γραφική απεικόνιση των τετραγωνισμένων διαταραχτικών όρων του DJUSTC



Διάγραμμα 5.32. Q-Q plot των λογαριθμικών αποδόσεων του DJUSTC

Πίνακας 5.23. Σύγκριση των GARCH μοντέλων για το κλαδικό δείκτη DJUSTC ανά πιθανοθεωρητική κατανομή

Κανονική Κατανομή	GARCH (1,1)	EGARCH	IGARCH
Log-likelihood	-2442.17	-2437.44	-2419.77
Akaike	3.303878	3.300185	3.272295
Schwartz	3.32692	3.328801	3.29018

t-Student Κατανομή	GARCH (1,1)	EGARCH	IGARCH
Log-likelihood	-2453.46	-2431.77	-1986.28
Akaike	3.320465	3.293885	2.688632
Schwartz	3.345504	3.326079	2.710094

Skewed Student-t Κατανομή	GARCH (1,1)	EGARCH	IGARCH
Log-likelihood	-2453.46	-2428.71	-1986.21
Akaike	3.321804	3.291106	2.689888
Schwartz	3.350420	3.326876	2.714927

Καλύτερη επίδοση σύμφωνα με τα παραπάνω In sample Criteria έχει το EGARCH μοντέλο που ακολουθεί τη Skewed Student-t κατανομή (με 10.2915 βαθμούς ελευθερίας και asymmetry coefficient (log xi) 0.00644206). Οι παράμετροι του μοντέλου παρουσιάζονται στο παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 5.24. Οι παράμετροι του επιλεγμένου EGARCH μοντέλου με τη t-Student κατανομή

	Συντελεστής	Std Error
Cst(M)	0.115331	0.02937
AR(1)	0.279833	0.35868

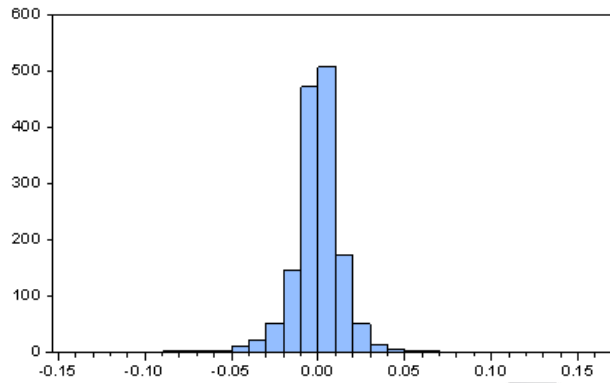
MA(1)	0.307434	0.35479
Cst(V)	1.701572	1.8567
ARCH(Alpha1)	3.913550	6.6875
GARCH(Beta1)	0.994403	0.0042521
EGARCH(Theta1)	0.020586	0.029249
EGARCH(Theta2)	0.031955 0.043595	0.043595
Asymmetry	0.006442	0.032318
Tail	10.291452	2.6416

Από τα αποτελέσματα του Jarque-Bera test (statistic : 22.214, p-value : 1.5008e-005) απορρίπτεται η υπόθεση ότι τα δεδομένα ακολουθούν τη κανονική κατανομή (εξαιτίας της μικρής τιμής της p-value). Από το Ljung-Box-Pierce Q-test για συγκεκριμένες lags (με τις αντίστοιχες αγκύλες να απεικονίζουν τις p- τιμές) φαίνεται ότι τα κατάλοιπα δεν παρουσιάζουν αυτοσυσχέτιση: $Q(5) = 9.78281$ [0.205055] και $Q(10) = 13.8867$ [0.0847665]. Από το ARCH-test φαίνεται ότι ισχύει η υπόθεση πως δεν υπάρχουν ARCH επιρροές στα κατάλοιπα (λόγω και πάλι των μεγάλων τιμών στις p- τιμές): ARCH 1-2 test: $F(2,1475) = 1.9720$ [0.1395] και ARCH 1-5 test: $F(5,1469) = 1.9673$ [0.0807].

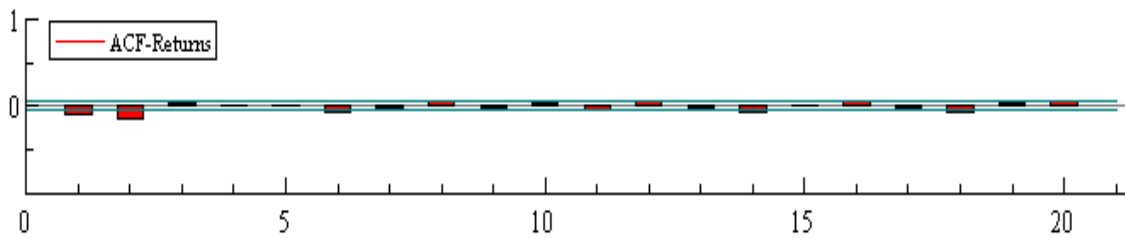
Πίνακας 5.25. Πρόβλεψη των σημαντικότερων παραμέτρων για χρονικό ορίζοντα = 1 σύμφωνα με το επιλεγμένο EGARCH μοντέλο

Προβλεπόμενη Παράμετρος		Kupiec LR test for VaR (Failure rate/ Kupiec LRT/ P-value)
Αστάθεια	0.6213	
Μέση Τιμή	0.1656	
VaR (α=5%)	-1.11	0.051957 / 0.11802 / 0.73119 (Αριθμός Αποτυχιών = 77,000274)
VaR (α=1%)	-1.772	0.0094467 / 0.04669 / 0.82893 (Αριθμός Αποτυχιών = 14,0000094)

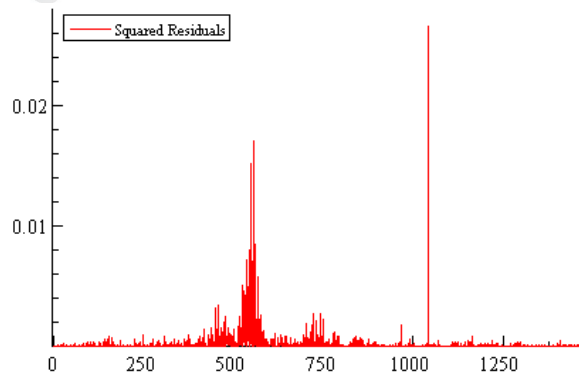
5.2.9. DJUSTL



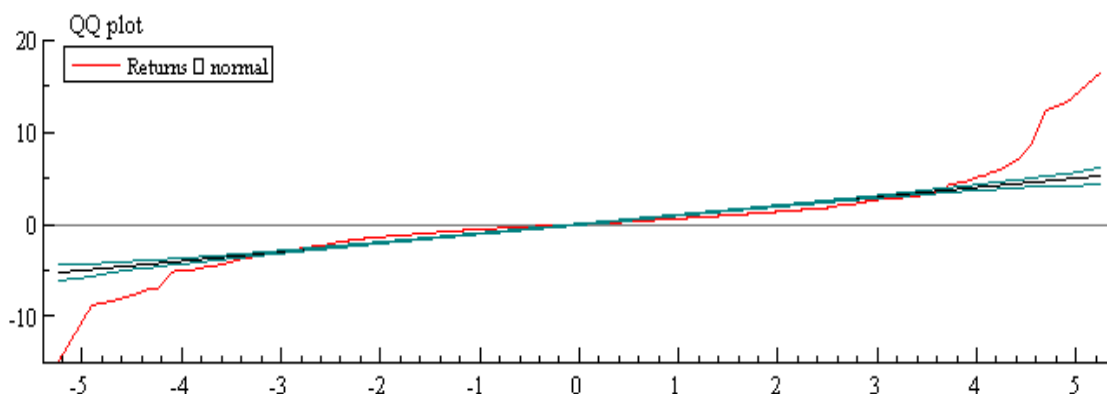
Διάγραμμα 5.33. Απεικόνιση της κατανομής που σχηματίζουν οι αποδόσεις του κλαδικού δείκτη DJUSTL για τη περίοδο 2005- 2010



Διάγραμμα 5.34. Κορελόγραμμα που απεικονίζει τη συνάρτηση αυτοσυσχέτισης του DJUSTL



Διάγραμμα 5.35. Γραφική απεικόνιση των τετραγωνισμένων διαταραχτικών όρων του DJUSTL



Σχήμα 5.36. Q-Q plot των λογαριθμικών αποδόσεων του DJUSTL

Πίνακας 5.26. Σύγκριση των GARCH μοντέλων για το κλαδικό δείκτη DJUSTL ανά πιθανοθεωρητική κατανομή

Κανονική Κατανομή	GARCH (1,1)	EGARCH	IGARCH
Log-likelihood	-2468.31	-2457.65	-2468.47
Akaike	3.339146	3.327463	3.338016
Schwartz	3.360609	3.35608	3.355901

t-Student Κατανομή	GARCH (1,1)	EGARCH	IGARCH
Log-likelihood	-2339.47	-2335.44	-2340.37
Akaike	3.166625	3.163893	3.166488
Schwartz	3.191664	3.196086	3.187950

Skewed Student-t Κατανομή	GARCH (1,1)	EGARCH	IGARCH
Log-likelihood	-2339.2	-2331.68	-2339.97
Akaike	3.167615	3.160163	3.167307
Schwartz	3.196231	3.195933	2.714927

Καλύτερη επίδοση σύμφωνα με τα παραπάνω In sample Criteria έχει το EGARCH μοντέλο που ακολουθεί τη Skewed Student-t κατανομή (με 5.4655 βαθμούς ελευθερίας και asymmetry coefficient (log xi) 0.0286221). Οι παράμετροι του μοντέλου παρουσιάζονται στο παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 5.27. Οι παράμετροι του επιλεγμένου EGARCH μοντέλου με τη Skewed Student-t κατανομή

	Συντελεστής	Std Error
Cst(M)	0.058655	0.025958
AR(1)	0.405746	0.69896
MA(1)	-0.442443	0.68340
Cst(V)	1.080832	0.88013
ARCH(Alpha1)	-0.367298	0.17028
GARCH(Beta1)	0.990972	0.0051578
EGARCH(Theta1)	0.025966	0.021680
EGARCH(Theta2)	0.207357	0.040282
Asymmetry	0.028622	0.030839
Tail	5.465501	1.2374

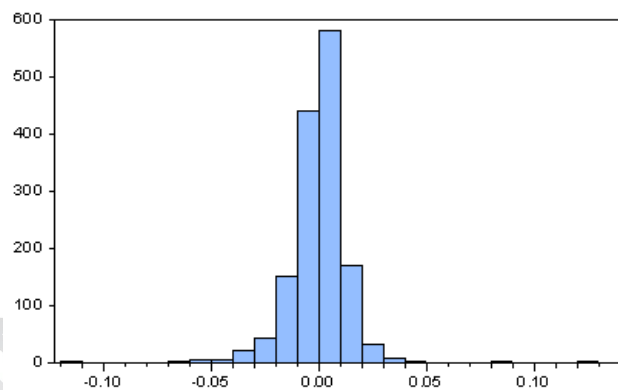
Από τα αποτελέσματα του Jarque-Bera test (statistic 3.6482e+005, p-value :0) απορρίπτεται η υπόθεση ότι τα δεδομένα ακολουθούν τη κανονική κατανομή (εξαιτίας της μικρής τιμής της p-value). Από το Ljung-Box-Pierce Q-test για συγκεκριμένες lags (με τις αντίστοιχες αγκύλες να απεικονίζουν τις p- τιμές) φαίνεται ότι τα κατάλοιπα δε παρουσιάζουν αυτοσυσχέτιση: $Q(5) = 3.81882$ [0.2817051] και $Q(10) = 9.47936$ [0.3034833]. Από το ARCH-test φαίνεται πως τα κατάλοιπα δεν εμφανίζουν ARCH επιρροές: ARCH 1-2 test: $F(2,1475) = 0.034329$ [0.9663] και ARCH 1-5 test: $F(5,1469) = 0.026320$ [0.9997]. Τα μοντέλα IGARCH, GARCH, EGARCH δεν εμφάνισαν στις διαταραχές αυτοσυσχέτιση και ARCH επιρροές.

Πίνακας 5.28. Πρόβλεψη των σημαντικότερων παραμέτρων για χρονικό ορίζοντα = 1 σύμφωνα με το επιλεγμένο EGARCH μοντέλο

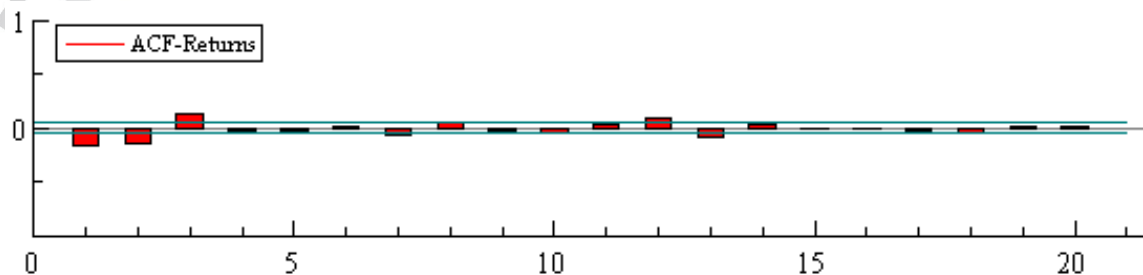
Προβλεπόμενη	Kupiec LR test for VaR
--------------	------------------------

Παράμετρος		(Failure rate/ Kupiec LRT/ P-value)
Ασάθεια	0.7222	
Μέση Τιμή	0.09764	
VaR ($\alpha=5\%$)	-1.224	0.064103 / 5.7195 / 0.016778 (Αριθμός αποτυχιών = 95.000646)
VaR ($\alpha=1\%$)	-2.057	0.0080972 / 0.57971 / 0.44642 (Αριθμός αποτυχιών = 11.0000504)

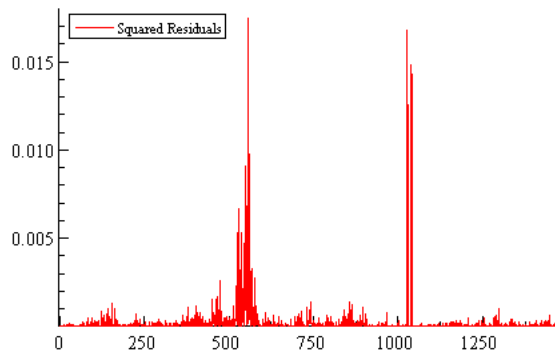
5.2.10. DJUSUT



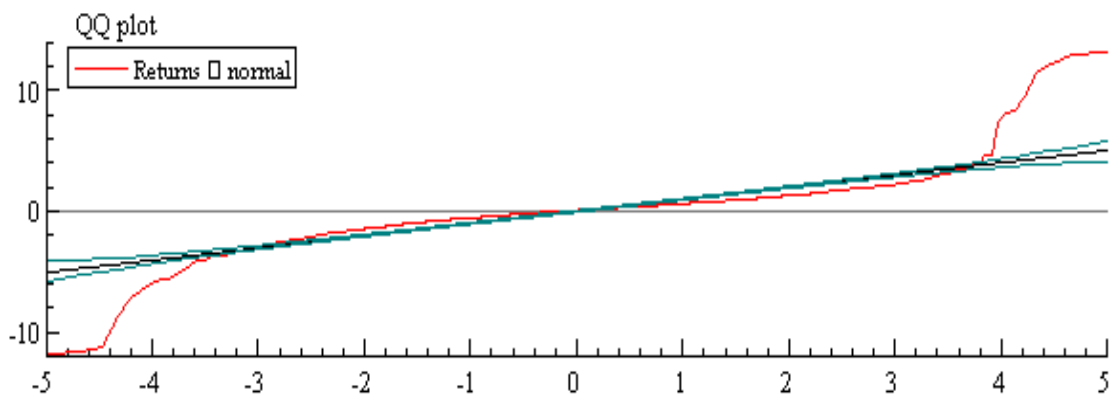
Διάγραμμα 5.37. Απεικόνιση της κατανομής που σχηματίζουν οι αποδόσεις του κλαδικού δείκτη DJUSUT για τη περίοδο 2005- 2010. Σχήμα 4.37



Διάγραμμα 5.38. Κορελόγραμμα που απεικονίζει τη συνάρτηση αυτοσυσχέτισης του DJUSUT



Διάγραμμα 5.39. Γραφική απεικόνιση των τετραγωνισμένων διαταραχτικών όρων



Διάγραμμα 5.40. Q-Q plot των λογαριθμικών αποδόσεων του DJUSUT

Πίνακας 5.29. Σύγκριση των GARCH μοντέλων για το κλαδικό δείκτη DJUSUT ανά πιθανοθεωρητική κατανομή

Κανονική Κατανομή	GARCH (1,1)	EGARCH	IGARCH
Log-likelihood	-2373.61	-2368.19	-2390.61
Akaike	3.211348	3.206734	3.232936
Schwartz	3.23281	3.23535	3.250821

t-Student Κατανομή	GARCH (1,1)	EGARCH	IGARCH
Log-likelihood	-2234.27	-2229.73	-2235.92
Akaike	3.024651	3.021223	3.02553
Schwartz	3.04969	3.053417	3.046992

Skewed Student-t Κατανομή	GARCH (1,1)	EGARCH	IGARCH
Log-likelihood	-2232.45	-2224.87	-2234.45
Akaike	3.023545	3.016019	3.024901
Schwartz	3.052161	3.051789	3.04994

Καλύτερη επίδοση σύμφωνα με τα παραπάνω In sample Criteria έχει το EGARCH μοντέλο που ακολουθεί τη Skewed Student-t κατανομή (με 6.03634 βαθμούς ελευθερίας και asymmetry coefficient (log xi) -0.0584847). Οι παράμετροι του μοντέλου παρουσιάζονται στο παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 5.30. Οι παράμετροι του επιλεγμένου EGARCH μοντέλου με τη Skewed Student-t κατανομή

	Συντελεστής	Std Error
Cst(M)	0.064907	0.020592
AR(1)	0.738682	0.16589
MA(1)	-0.784753	0.15493
Cst(V)	-0.482793	0.49185
ARCH(Alpha1)	0.647851	0.88970
GARCH(Beta1)	0.970825	0.010949
EGARCH(Theta1)	0.035196	0.026184
EGARCH(Theta2) 1.826 0.0680	0.148445	0.081292
Asymmetry	0.058485	0.034655

Από τα αποτελέσματα του Jarque-Bera test (statistic : 2.6832e+005, p-value : 0) απορρίπτεται η υπόθεση ότι τα δεδομένα ακολουθούν τη κανονική κατανομή (εξαιτίας της μικρής τιμής της p-value). Από το Ljung-Box-Pierce Q-test για συγκεκριμένες lags (με τις αντίστοιχες αγκύλες να απεικονίζουν τις p- τιμές) φαίνεται ότι τα κατάλοιπα δεν

παρουσιάζουν αυτοσυσχέτιση: $Q(5) = 4.21132$ [0.2395306] και $Q(10) = 6.61679$ [0.5784840]. Από το ARCH-test φαίνεται ότι ισχύει η υπόθεση πως τα κατάλοιπα δεν εμφανίζουν ARCH επιρροές: ARCH 1-2 test: $F(2,1475) = 0.019680$ [0.9805] και ARCH 1-5 test: $F(5,1469) = 0.018510$ [0.9999]. Τα μοντέλα IGARCH, EGARCH και GARCH δεν εμφάνισαν αυτοσυσχέτιση και ARCH επιρροές στα κατάλοιπα.

Πίνακας 5.31. Πρόβλεψη των σημαντικότερων παραμέτρων για χρονικό ορίζοντα = 1 σύμφωνα με το επιλεγμένο EGARCH μοντέλο

Προβλεπόμενη Παράμετρος		Kupiec LR test for VaR (Failure rate/ Kupiec LRT/ P-value)
Αστάθεια	0.7862	
Μέση Τιμή	0.205	
VaR ($\alpha=5\%$)	-1.226	0.056005 / 1.0849 / 0.29759 (Αριθμός αποτυχιών = 82,99941)
VaR ($\alpha=1\%$)	-2.092	0.0067476 / 1.7880 / 0.18117 (Αριθμός αποτυχιών = 9,999432)

Σύμφωνα με τα πρότυπα (traffic lights) της Basel Committee (1996) και τον αριθμό των αποτυχιών που υπολογίστηκαν με το Kupiec LR test τα περισσότερα αποτελέσματα που υπολογίστηκαν με την παραπάνω μέθοδο VaR, βρίσκονται στην green (δεκτά αποτελέσματα- πιθανόν καλό μοντέλο) και ελάχιστα στην yellow zone (δεκτά αποτελέσματα- πιθανόν επισφαλές μοντέλο).

Μετά από συλλογή των αποτελεσμάτων από τις παραπάνω παρατηρήσεις, σχηματίστηκαν οι παρακάτω πίνακες ανά κλαδικό δείκτη που παρουσιάζουν τη προβλεπόμενη μέση(αναμενόμενη) τιμή των αποδόσεων, τη τυπική απόκλιση και τις τιμές των VaR (απωλειών) για $\alpha=1\%$ και 5% .

Πίνακας 5.32. Παρουσίαση των συνολικών αποτελεσμάτων ανά κλαδικό δείκτη για τη χρονική περίοδο 2005-2010

Προβλεπόμενη Παράμετρος	DJUSBM	DJUSCY	DJUSEN	DJUSFN	DJUSHC
Αστάθεια	0.7869	0.2597	1.681	0.3455	0.5879
Μέση Τιμή	0.2331	0.1629	0.13364	0.212	0.1844
VaR ($\alpha=5\%$)	-1.226	-0.6525	-1.802	-0.6941	-1.011
VaR ($\alpha=1\%$)	-1.954	-1.073	-2.903	-1.139	-1.717
Μοντέλο	EGARCH Skewed Student-t	EGARCH Skewed Student-t	EGARCH Skewed Student-t	EGARCH Skewed Student-t	EGARCH Skewed Student-t

Προβλεπόμενη Παράμετρος	DJUSIN	DJUSNC	DJUSTC	DJUSTL	DJUSUT
Αστάθεια	0.2108	0.7243	0.6213	0.7222	0.7862
Μέση Τιμή	0.4643	0.1529	0.1656	0.09764	0.205
VaR ($\alpha=5\%$)	-0.8622	-1.143	-1.11	-1.224	-1.189
VaR ($\alpha=1\%$)	-1.504	-2.163	-1.772	-2.057	-2.092
Μοντέλο	EGARCH Skewed Student-t	EGARCH Skewed Student-t	EGARCH Skewed Student-t	EGARCH Skewed Student-t	EGARCH Skewed Student-t

5.3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τον παραπάνω πίνακα, φαίνεται ότι μεγαλύτερη αστάθεια και μεγαλύτερες απώλειες από την προβλέψιμη τιμή του VaR για $\alpha=1\%$ και $\alpha=5\%$, είχε ο κλαδικός δείκτης των Πετρελαίου και Φυσικού αερίου. Η ζήτηση για ενέργεια και η υπάρχουσα παραγωγή λόγω έλλειψης νέων πόρων έπεσαν δραματικά. Η τιμή του πετρελαίου είχε αυξομειώσεις, αφού οι ασθενέστερες οικονομικά χώρες εξομάλυναν τις πιέσεις της ζήτησης. Η υπερπροσφορά στη ζήτηση φυσικού αερίου έριξε τη τιμή του. Η ανησυχία για το περιβάλλον, οι νομοθετικοί περιορισμοί, η πολιτική αστάθεια περιορίζουν τη

περαιτέρω ανάπτυξη του κλάδου. Δεύτερος σε σειρά μεγαλύτερης αστάθειας και μεγαλύτερων απωλειών για $\alpha=1\%$ και $\alpha=5\%$ VaR για τον επόμενο χρονικό ορίζοντα είναι ο κλαδικός δείκτης των βασικών υλικών. Οι βιομηχανίες χημικών, μεταλλευμάτων και εξόρυξης υπέφεραν από την υψηλή αστάθεια που επηρέασε τα κέρδη και τα κόστη τους (Πηγή: Άρθρο Accenture). Επιπλέον, ο κλάδος επηρεάζεται άμεσα από τις τιμές του πετρελαίου και αερίου, αφού η ενέργεια αποτελεί το 10-20% των κοστών του κλάδου. Για τη περίοδο 2000-2010, οι τιμές των εμπορευμάτων σε μέταλλα και ορυκτά αυξήθηκαν κατά μέσο όρο 10,8% ετησίως. Οι μακροπρόθεσμες αυξήσεις σχετίζονται με το νόμο της ζήτησης/ προσφοράς, ενώ οι πιο βραχυπρόθεσμες σχετίζονται με το υψηλότερο κόστος και την έλλειψη πόρων. Τα χημικά, παρουσίασαν αυξομειώσεις που οφείλονται σε μεταβολές του κόστους των πρώτων υλών. Η έλλειψη κεφαλαίων ανέστειλε τις επενδύσεις τα τελευταία χρόνια. Η αίσθηση της αβεβαιότητας για τους επενδυτές φαίνεται στις συνεχώς μειωμένες τιμές των μετοχών και την αύξηση της τιμής του χρυσού. Στη περίπτωση που μελετήθηκε, οι κλαδικοί δείκτες με τη μεγαλύτερη αστάθεια είχαν και τη μεγαλύτερη απώλεια.

Θα πρέπει να αποσαφηνιστεί ότι η μεταβλητότητα και οι απώλειες σε ένα κλάδο πέρα από τη δημοσίευση πληροφοριών και τις χρηματοοικονομικές τάσεις επηρεάζεται και από άλλους παράγοντες όπως: οι καιρικές συνθήκες, οι φυσικές καταστροφές, οι κερδοσκοπικές τιμές, οι κυβερνητικές πολιτικές και το νομοθετικό πλαίσιο σε εισαγωγές και εξαγωγές, τις μεταβολές στις συναλλαγματικές ισοτιμίες, κλπ.

Τα συμπεράσματα που μπορούμε να βγάλουμε για τα μοντέλα GARCH σύμφωνα με τα παραπάνω είναι τα εξής: Μεταξύ των μοντέλων που επιλέχθηκαν για τους 10 κλαδικούς δείκτες στατιστικά καλύτερη επίδοση είχαν τα ασύμμετρα μοντέλα EGARCH, πιθανόν λόγω ίσως της ικανότητάς τους να λαμβάνουν υπόψη τη μόχλευση της αγοράς. Η skewed student-t κατανομή είχε καλύτερη εφαρμογή από τη κανονική και t-student κατανομή. Μετά την εφαρμογή τους τα κατάλοιπα δεν εμφάνισαν αυτοσυσχέτιση και ARCH επιρροές. Στους κλαδικούς δείκτες DJUSHC, DJUSNC, DJUSTL, DJUSUT και τα τρία (συμμετρικά και ασύμμετρα) υπό μελέτη μοντέλα κατάφεραν να ξεπεράσουν τις επιρροές από ARCH και αυτοσυσχέτιση στα κατάλοιπα.

Θα πρέπει να αποσαφηνιστεί στον αναγνώστη ότι η επαλήθευση ενός τέτοιου μοντέλου εντός του δείγματος είναι περιορισμένη λόγω της φύσεως των δεδομένων. Επιπλέον, αν μπει σε διαδικασία εξαγωγής συμπερασμάτων εκτός του δείγματος η πιθανότητα εξαγωγής λανθασμένων συμπερασμάτων και προσεγγίσεων είναι ακόμη

μεγαλύτερη. Τέλος η χρήση των Akaike και Schwartz κριτηρίων δεν είναι απαραίτητο ότι θα συντελέσει στη εύρεση καλύτερων αποτελεσμάτων VaR.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 5^{ΟΥ} ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Dullien Sebastian, Kotte J. Detlef, Alejandro Marquez, Priewe Jan (2010), *The financial and economic crisis of 2008-2009 and developing countries*, United Nations Conference on trade and development, New York and Geneva, December 2010

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

“I think that only daring speculation can lead us further and not accumulation of facts” (= Νομίζω ότι μόνο οι τολμηρές εικασίες μπορούν να μας οδηγήσουν παραπέρα και όχι η συσσώρευση των γεγονότων)

Albert Einstein (1920, Φυσικός)

6.1. ΤΕΛΙΚΗ ΣΥΝΟΨΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η παρούσα μελέτη ανέλυσε την αστάθεια και την απόδοση (χειρότερη απώλεια λόγω του VaR) βάσει κινδύνου για δέκα κλαδικούς δείκτες του αμερικανικού δείκτη Dow Jones. Χρησιμοποιήθηκαν οι ημερήσιες αποδόσεις των συγκεκριμένων κλαδικών δεικτών για τη πενταετία 2005- 2010. Μια πενταετία που εμπεριέχει το ξέσπασμα της αμερικανικής οικονομικής κρίσης. Οι χρονοσειρές που σχηματίστηκαν από την επεξεργασία των δεδομένων παρουσίασαν αυτοσυσχέτιση, λευκό θόρυβο, στασιμότητα, ενώ φαίνονταν οι κατανομές που σχηματίζονταν ξέφευγαν από τα πλαίσια της κανονικής κατανομής.

Στατιστικά σε πρώτη βάση καλύτερο μοντέλο βρέθηκε το ARMA(1,1)- GARCH (1,1) μετά από μια εξέταση διαφορετικών μοντέλων ARMA (m,s)- GARCH(p,q). Στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκαν 3 διαφορετικά μοντέλα από τη GARCH οικογένεια για τη μελέτη της αστάθειας: GARCH (1,1), IGARCH(1,1), EGARCH (1,1) χρησιμοποιώντας 3 διαφορετικές κατανομές: τη κανονική, t-Student, Skewed student-t. Τα ασύμμετρα μοντέλα κατάφεραν να ανταποκριθούν καλύτερα έναντι των απλών μοντέλων στην αποφυγή της αυτοσυσχέτισης και των ARCH επιρροών στη περίπτωση των διαταραχών. Η χρήση της skewed student-t κατάφερε να βγάλει στατιστικά καλύτερα αποτελέσματα σε σχέση με τα αντίστοιχα που ακολουθούσαν την κανονική κατανομή, ή τη t-student. Όπως ήταν αναμενόμενο τα ασύμμετρα μοντέλα EGARCH «ταίριαξαν» καλύτερα από τα υπόλοιπα υπό μελέτη μοντέλα. Μετά την εφαρμογή τους τα κατάλοιπα δεν εμφάνισαν αυτοσυσχέτιση και ARCH επιρροές. Από τα αποτελέσματα

μεγαλύτερη αστάθεια και μεγαλύτερες απώλειες σύμφωνα με το $\alpha=1\%$ και $\alpha=5\%$ VaR είχε ο κλαδικός δείκτης Πετρελαίου και Φυσικού Αερίου. Στη περίπτωση που μελετήθηκε, οι κλαδικοί δείκτες με τη μεγαλύτερη αστάθεια είχαν και τη μεγαλύτερη απώλεια.

Δυστυχώς, η στατιστική και η μέθοδος VaR δε μπορούν να σταθούν ως πανάκεια στην όρεξη του επενδυτή για αύξηση της αξίας των επενδύσεών του, αφού δε μπορεί να μετρήσει την ακριβή απώλεια ενός χαρτοφυλακίου για μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Μπορεί όμως να δώσει μια σαφή εικόνα των θέσεων τους για να αντεπεξέλθουν στους κινδύνους που εμφανίζονται από τις παγκόσμιες οικονομικές αλλαγές. Σύμφωνα με τους M.Crouhy, D. Galai και R. Mark, η μόνη πιθανή απάντηση που μπορεί να δοθεί στο ερώτημα: ποιο είναι το ακριβές ποσό της απώλειας της αξίας ενός χαρτοφυλακίου είναι «τα πάντα, ή σχεδόν η συνολική αξία του χαρτοφυλακίου». Και αυτή η απάντηση στηρίζεται στο χειρότερο υποθετικό σενάριο της συγχρονισμένης πτώσης όλων των αγορών την ίδια στιγμή, με αποτέλεσμα η συνολική αξία του χαρτοφυλακίου να τείνει στο μηδέν.

6.2. ΠΕΔΙΑ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ

Σκοπός της συγκεκριμένης μελέτης ήταν η προσέγγιση της έννοιας του κινδύνου και τον υπολογισμό με τη χρήση της μεθόδου VaR. Λόγω της ευρείας επέκτασης όλων αυτών των εννοιών που αναλύθηκαν, υπάρχουν πολλά θέματα για περαιτέρω ανάλυση από τους υποψήφιους μελετητές/ ερευνητές.

Περίοδος μελέτης της εργασίας αποτέλεσε η χρονική περίοδος 2005-2010 μια πενταετία με έντονες αναταραχές. Μια άλλη παραδοχή θα μπορούσε να είναι ο διαχωρισμός του μεγάλου δείγματος που χρησιμοποιήθηκε, σε άλλα μικρότερα (π.χ. σε μικρότερα δείγματα των 250, 500, 1000, κλπ. παρατηρήσεων).

Επιπροσθέτως, η χρήση περισσότερων GARCH μοντέλων ή περισσότερων πιθανοθεωρητικών κατανομών ίσως να έδινε τη δυνατότητα για περαιτέρω σύγκριση και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων. Είναι τεράστια η πληθώρα των μοντέλων GARCH που χρησιμοποιούνται ευρέως, όποτε ήταν δύσκολη η χρήση μεγάλου αριθμού

μοντέλων. Όσον αφορά στη μέθοδο VaR, ενδιαφέρον ίσως να είχε η χρήση διαφορετικών VaR μεθόδων ή η δημιουργία ενός βέλτιστου χαρτοφυλακίου αποτελούμενο από μετοχές των εξεταζόμενων κλάδων.

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - ΑΡΘΡΟΓΡΑΦΙΑ - ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

Ελληνική Βιβλιογραφία

Ανδρικόπουλος Α. Ανδρέας (2000) *Οικονομετρία: Θεωρία και Εμπειρικές Εφαρμογές*, Αθήνα: Εκδόσεις Μπένου

Ξένη Βιβλιογραφία

Alexander Carol (2008) *Market Risk Analysis: Value-at-Risk Models*, West Sussex, England: John Wiley & Sons Ltd, The Atrium Southern Gate

Chance, D. M., Grant, K., & Marsland, J. (2007). Chapter 9: Risk management. In J. L. Maginn, D. L. Tuttle, J. E. Pinto & D. W. McLeavey (Eds.), *Managing Investment Portfolios: A Dynamic Process* (3rd ed., pp. 579-636). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.

Crouhy Michel, Galai Dan, Mark Robert (2001) *Risk Management: Comprehensive chapters on market, credit and operational risk: Features an integrated VaR framework: Hedging strategies for reducing risk*. U.S.A: McGraw-Hills

Dowd Kevin (2002), *An introduction to Market Risk Measurement*, England: John Wiley & Sons Inc.

Dullien Sebastian, Kotte J. Detlef, Alejandro Marquez, Priewe Jan (2010), *The financial and economic crisis of 2008-2009 and developing countries*, United Nations Conference on trade and development, New York and Geneva, December 2010

Holton A. Glyn (2002) *History of Value at Risk: 1922- 1998*, Contingency Analysis, Boston, U.S.A. 2002

Jorion Philippe (2001) *Value at Risk: The new benchmark for managing Financial Risk*, U.S.A.: McGraw-Hills

J.P. Morgan/Reuters (1996), *RiskMetrics – Technical Document*, Fourth Edition New York December 1996

McLeish L. Don (2004), *Monte Carlo Simulation and Finance*, April 2005, Willey Finance

Olsson Carl (2002), *Risk management in Emerging Markets*, London: Pearson Education

Saita Francesco (2007), *Value at Risk and Bank Capital Management*, USA: Elsevier Inc.

Shenkir G. William, Walker Paul (2007), *Enterprise Risk Management: Tools and Techniques for effective implementation*, IMA (Institute of Management Accountants), Montvale (www.imanet.org)

Mina Jorge, Yi Xiao Jerry, introduction by Finger C. Christopher (2001), *Return to Risk Metrics: the Evolution of a Standard*, Risk Metrics Group, New York

Tsay S. Ruey (2002), *Analysis of financial Time Series*, Canada: John Wiley & Sons Inc.

Ξένη Αρθρογραφία

Artzner Philippe, Delbaen Freddy, Eber Jean-Marc, Heath David (1999), *Coherent Measures of Risks*, Math Finance, vol. 9, No. 3, pages 203-228 (<http://www.math.ethz.ch/~delbaen/>)

Bohdalova Maria (2007), *A comparison of Value at Risk methods for measurement of financial risk*, E-Leader Journal, Prague 2007

Bonga-Bonga Lumengo & Mutema George (2009), *Volatility forecasting and Value at Risk estimation in emerging market: the case of the stock market index portfolio in South Africa*, Sajens NS journal, vol.12, No. 4, 2009

Boudoukh, J., M. Richardson, R.F. Whitelaw (1998), *The best of both worlds: A Hybrid Approach to Calculating Value at Risk*, Journal Risk, 11 May 1998

Chiadmi M. Mohammed Salah & Chaiti Fouzia (2012), *Modeling Stock Market using the ARCH and GARCH Models: Comparative study between an Islamic and a Conventional Index (SP Sharia VS SP 500)*, International Research Journal of Finance and Economics, Eurojournals Publishing, Inc. 2012

Gay D. Gerald, Nam Jouahn (1998), *The Underinvestment Problem and Corporate Derivatives Use*, Financial Management, Vol. 27, No. 4, winter 1998, pages 53 - 69

Engle F. Robert (1982), *Autoregressive Conditional Heteroskedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation*, Econometrica, Vol. 50, No. 4 (July 1982), pages 987- 1007

Engle F. Robert (2001), *GARCH 101: The Use of ARCH/ GARCH Models in Applied Econometrics*, Journal of Economic Perspectives, Vol.15, No. 4 (2001), pages 157-168

Engle F. Robert, Manganelli Simone (October 2004), *CAViaR: Conditionally Autoregressive Value at Risk by Regression Quantiles*, Journal of Business & Economic Statistics, American Statistical Association, vol. 22, pages 367-381

Hendricks Daryll (1996), *Evaluating of Value-at-Risk Models using Historical data*, Economic Policy Review, Vol. 2, No. 1, April 1996

Joschum C (1999), *Volatility spillovers and the price of risk: Evidence from the Swiss stock market*, Empirical Economics, Vol. 24, pages 303-22

Klinke Andreas, Renn Ortwin (2002), *A New Approach to Risk Evaluation and Management: Risk-Based, Precaution-Based, and Discourse-Based Strategies*, Risk Analysis Journal, Vol.22, No.6, 2002

Knight, F. H. (1921) *Risk, Uncertainty and Profit*, Chicago: Houghton Mifflin Company

Malmsten Hans (2004), *Evaluating exponential GARCH models*, SSE/ EFI Working Paper Series in Economics and Finance, No. 564, Stockholm August 2004

Markowitz M. Harry (1952), *Portfolio Selection*, Journal of Finance, Vol. 7, No. 1, pages 77-91

Matei Marius (2009), *Assessing volatility forecasting models: Why models take the lead*, Romanian Journal of economic forecasting, April 2009

Mokni Khaled (2009), *On the effect of subprime crisis on Value-at-Risk Estimation: GARCH Family Models Approach*, International Journal of Economics and Finance, vol. 1, No. 2, August 2009

Posedel Petra (2005), *Properties and estimation of GARCH (1,1) model*, Journal of Metodoloski zvezki, Vol. 2, No. 2, 2005, pages 243-257

Pyle H. David (1997), *Research Program in Finance Working Paper RPF-272 Bank Risk: Theory*, Haas School of Business, University of California, Berkeley

Seweil Martin (2011), *Characterization of Financial Time Series*, Research Note 11/01, UCL Department of computer science

So K.P. Mike, Yu L.H. Philip (2005), *Empirical analysis of GARCH models in Value at Risk estimation*, Journal of International Financial markets, institutions and money, August 2005

Thupayagale P. (2010), *Evaluation of GARCH-based models in value-at-risk estimation: evidence from emerging equity markets*, Investment Analysis Journal, No.72, pp.13-29, 2010

Ελληνική Αρθρογραφία

Aggelidis Timotheos, Benos Alexandros & Degiannakis Stavros (2004) *The Use of GARCH Models in VaR Estimation*, Statistical Methodology, Vol.1, No.2, pp. 105-128, 2004

Aggelidis Timotheos, Benos Alexandros (2005), *Value at Risk for Greek stocks*, Multinational Finance Journal, 2005, pages 68-104

Kiohos Apostolos & Dimopoulos Aris (2004), *Estimation portfolio VaR with three different methods: financial institution risk management approach*, Spoudai journal, Vol. 54, No.2, University of Piraeus, pp. 59-83, 2004

Ηλεκτρονικές πηγές πληροφόρησης (Ξένες)

Füss Roland, Kaiser G. Dieter and Adams Zeno (2007), *Value at risk, GARCH modelling and the forecasting of hedge fund return volatility*, Journal of Derivatives & Hedge Funds (2007), Vol. 13, pages 2–25, viewed in June 2012, available online <http://www.palgrave-journals.com/jdhf/journal/v13/n1/full/1850048a.html#equ2>

Market Watch, Big Charts Services, *Information about Industry Sectors*, viewed in July 2012, available online <http://bigcharts.marketwatch.com/industry/bigcharts-com/default.asp?symb=DJUSEN>

Bjacek Paul (2012), *Commodities volatility – It may not go away soon!*, Accenture Company, viewed in August 2012, available online <http://www.accenture.com/us-en/blogs/cnr/archive/2012/02/10/Commodities-volatility.aspx>

Fidelity Investor's Publication (2010), *The utilities sector: 2010 and beyond*, viewed in August 2012, available online <https://news.fidelity.com/news/article.jhtml?guid=/FidelityNewsPage/pages/fidelity-utilities-sector&topic=investing-stocks>

Laurent Sébastien (2008), *Help guide for G@RCH 6.1 program*, OxMetrics, available online <http://www.core.ucl.ac.be/~laurent/G@RCH/site/default.htm>

Τα ιστορικά δεδομένα της μελέτης για όλους τους κλαδικούς δείκτες συλλέχθηκαν από την ιστοσελίδα της Yahoo!finance: <http://finance.yahoo.com/>