

173

Στατιστικές Μέθοδοι Υπολογισμού του Κινδύνου της Αγοράς

του

Τιμόθεου Θ. Αγγελίδη

B.A. in Statistics (1993) - Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

M.Sc. in Banking and Financial Management (2000) - Πανεπιστήμιο Πειραιώς

Διατριβή για την απόκτηση του

Διδακτορικού Διπλώματος

στην

Χρηματοοικονομική

Επιτροπή:

Επίκουρος Καθηγητής Αλέξανδρος Μπένος, Πρόεδρος

Καθηγητής Γιώργος Διακογιάννης

Καθηγητής Σπύρος Μαχριδιάκης

Αναπληρωτής Καθηγητής Δημήτριος Μαλλιάρηπουλος

Καθηγητής Νικήτας Πιπτής

Καθηγητής Νικόλαος Τραυλός

Αναπληρωτής Καθηγητής Μανώλης Τσιριτάκης

Δεκέμβριος 2004



00148503

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ	
ΑΡ. ΕΙΣ.	48503 + C1
ΕΠΙΣΤ.	28481
ΤΑΞΗ	332.6 ΑΓΓ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ	

Περίληψη

Στατιστικές Μέθοδοι Υπολογισμού του Κινδύνου της Αγοράς

του

Τιμόθεου Θεμιστοκλή Αγγελίδη

Διδακτορικό Δίπλωμα στην Χρηματοοικονομική

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

Επίκουρος Καθηγητής Αλέξανδρος Μπένος, Πρόεδρος

Η διπλωματική εργασία εξετάζει την προβλεπτική ικανότητα διαφόρων μοντέλων διακύμανσης για να υπολογιστεί η ημερήσια τιμή της μέγιστης πιθανής ζημιάς (Value-at-Risk ή VaR) για θέσεις αγοράς και πώλησης, υποθέτοντας διαφορετικές κατανομές και μεγέθη δείγματος. Η αξιολόγηση αυτών των τεχνικών δεν θα γίνει σε ένα αυστηρό οικονομομετρικό περιβάλλον, αλλά σε ένα περιβάλλον διαχείρισης κινδύνων. Συγκεκριμένα, προτείνουμε μια μέθοδο αξιολόγησης δύο σταδίων για να εξετάσουμε την στατιστική επάρκεια των μοντέλων. Επιπλέον, η εργασία αυτή προσαρμόζει το VaR στον κίνδυνο της ρευστότητας σύμφωνα με τα επιμέρους στοιχεία του ανοίγματος (spread) των μετοχών.

Η διπλωματική εργασία αποτελείται από τρεις εκθέσεις. Η πρώτη συνίσταται από τρία κεφάλαια. Στο

πρώτο υπολογίζω την τιμή του VaR για 4 ελληνικές μετοχές, 2 χαρτοφυλάκια και για τον Γενικό δείκτη του Ελληνικού χρηματιστηρίου. Η εμπειρική μελέτη αποκαλύπτει τη σημαντικότητα να μοντελοποιούμε τις θέσεις αγοράς και πώλησης διαφορετικά, αφού καμία τεχνική δεν δημιουργεί ακριβείς προβλέψεις του VaR για όλες τις περιπτώσεις.

Το δεύτερο κεφάλαιο αξιολογεί τις γνωστότερες μεθόδους πρόβλεψης της διακύμανσης για δείκτες διαφορετικής κεφαλαιοποίησης (DJ EURO STOXX-50, Large capitalization DJ EURO STOXX, Medium capitalization DJ EURO STOXX and Small capitalization DJ EURO STOXX) και επενδυτικών θέσεων. Όπως και στο πρώτο κεφάλαιο, η εμπειρική έρευνα δείχνει τη σημαντικότητα να μοντελοποιείται η θέση αγοράς διαφορετικά από ότι η θέση πώλησης, γεγονός το οποίο υποδηλώνει ότι ακόμα και τα ασυμμετρικά μοντέλα δεν είναι επαρκώς ασυμμετρικά. Η προβλεπτική ικανότητα των μοντέλων επηρεάζεται από την κεφαλαιοποίηση ενός χρηματιστηριακού δείκτη, αφού κανένα μοντέλο δεν μπορεί να προβλέψει ικανοποιητικά το VaR για όλα τα διαφορετικά σχήματα κεφαλαιοποίησης. Στο τελευταίο κεφάλαιο εφαρμόζω διάφορα μοντέλα διακύμανσης χρησιμοποιώντας τρεις κατανομές και τέσσερα διαφορετικά ιστορικά δείγματα για να εκτιμήσω το 95% ανώ 99% VaR για πέντε μετοχικά χαρτοφυλάκια ((S&P 500, Nikkei 225, FTSE 100, CAC 40 and DAX 30)). Με βάση την εμπειρική μελέτη, η διαδικασία του μέσου δεν είναι σημαντική στο περιβάλλον της διαχείρισης κινδύνων, ενώ η χρησιμοποίηση μόνο ARCH όρους στη διακύμανση είναι αποδοτική μόνο όταν χρησιμοποιείται είτε η Student's-t είτε η generalized error κατανομή. Επιπρόσθετα, με βάση τη διαδικασία αξιολόγησης δύο σταδίων, υπάρχουν επαρκείς ενδείξεις ότι η χρησιμοποίηση της Student's-t κατανομής με EGARCH μοντέλα οδηγεί στις πλέον ακριβείς προβλέψεις του VaR, ενώ το μέγεθος του ιστορικού δείγματος είναι ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες.

Στην δεύτερη ένδεση αναλύω τα επιμέρους στοιχεία του ανοίγματος spread των μετοχών για το ελληνικό χρηματιστήριο. Επεκτείνω το μοντέλο των Madhavan, Richardson και Roomans εισάγοντας τον αριθμό των μετοχών που διαπραγματεύθηκαν σε κάθε χρονική στιγμή. Το στοιχείο της αντίθετης πληροφόρησης (adverse selection) εμφανίζει μια μορφή U, ενώ το κόστος παρουσιάζει την ίδια μορφή μόνο για τις μετοχές με υψηλή τιμή. Για τις μετοχές με χαμηλή τιμή αυξάνεται κατά τη διάρκεια της ημέρας. Η ανάλυση των δεδομένων παρουσιάζει ότι το κόστος διαχείρισης των εντολών (order handling)

επικρατεί αυτού των αποθεμάτων (inventory), ιδιαίτερα στην αρχή και στο τέλος της συνεδρίασης και επομένως στο ελληνικό χρηματιστήριο υπάρχουν οικονομίες κλίμακας. Επιπλέον, εξέτασα την επίδραση στις τιμές των μετοχών που έχουν διάφοροι παράγοντες, όπως η σειρά των εντολών, ο αριθμός των μετοχών που διαπραγματεύονται και η κεφαλαιοποίηση των μετοχών. Συμπερασματικά, οι μετοχές υψηλής κεφαλαιοποίησης με υψηλή τιμή δεν επηρεάζονται από αυτούς τους παράγοντες.

Στην τελευταία έκθεση παρουσιάζω ένα μοντέλο διαμόρφωσης των τιμών των μετοχών με σκοπό να δημιουργήσω ένα μέτρο που να λαμβάνει υπόψη τη ρευστότητα (Liquidity Adjusted Value-at-Risk ή L-VaR). Η εκτίμηση των επιμέρους στοιχείων του (spread) δίνει τη δυνατότητα να υπολογιστεί ο ενδογενής και ο εξωγενής κίνδυνος ρευστότητας και κατά συνέπεια η τιμή ρευστοποίησης να είναι πιο ακριβής από ότι θα ήταν σε κάθε άλλη περίπτωση. Το νέο μέτρο (L-VaR) παρουσιάζει μια μορφή U κατά τη διάρκεια της ημέρας, ενώ το ποσοστό του κινδύνου της ρευστότητας εμφανίζει μια αντίθετη μορφή. Τέλος, στο υψηλότερο επίπεδο εμπιστοσύνης, το στοιχείο της ρευστότητας για τις μετοχές υψηλής κεφαλαιοποίησης με υψηλή τιμή αντιπροσωπεύει το 3,40% του συνολικού κινδύνου, ενώ για τις μετοχές χαμηλής κεφαλαιοποίησης το ποσοστό αυτό πλησιάζει το 11%, με αποτέλεσμα ο κίνδυνος ρευστότητας να μην μπορεί να αγνοηθεί.

1	Εισαγωγή	1
1.1	Διαχείριση Κινδύνων	1
1.2	Περιγραφή των μοντέλων του VaR	2
1.2.1	Μέθοδοι υπολογισμού του VaR	3
1.3	Αξιολόγηση των μοντέλων	10
1.3.1	Unconditional Coverage	11
1.3.2	Conditional Coverage	11
1.3.3	Mean Relative Scaled Bias	12
1.3.4	Loss Function	12
1.4	Κίνδυνος Ρευστότητας	12
1.4.1	Κίνδυνος Ρευστότητας και VaR	13
1.5	Περίληψη Εμπειρικών Εφαρμογών	14
2	Value-at-Risk for Greek Stocks	16
2.1	Εισαγωγή	16
2.2	Value-at-Risk	19
2.2.1	Παραμετρικά Μοντέλα	19
2.2.2	Ημι-Παραμετρικές Μεθοδολογίες	21
2.2.3	Extreme value theory	21

2.3	Αξιολόγηση των μοντέλων	23
2.3.1	Unconditional coverage	23
2.3.2	Conditional coverage	23
2.3.3	Loss functions	24
2.4	Εμπειρική Ανάλυση	25
2.4.1	Δεδομένα	25
2.4.2	Στατιστική Αξιολόγηση των Μοντέλων	25
2.4.3	Επιλογή Μοντέλων	26
2.5	Συμπεράσματα	27
3	The relation between market capitalization, sample size and VaR forecasts	28
3.1	Εισαγωγή	28
3.2	Κίνδυνος της Αγοράς	29
3.2.1	Παραμετρικά Μοντέλα	29
3.2.2	Κατανομές	31
3.2.3	Ιστορική Προσομοίωση	32
3.2.4	Ημι-Παραμετρικές Μεθοδολογίες	32
3.2.5	Extreme Value Theory	33
3.3	Αξιολόγηση των Μοντέλων	34
3.3.1	Unconditional Coverage	35
3.3.2	Conditional coverage	35
3.3.3	Mean Relative Scaled Bias	36
3.3.4	Loss functions	36
3.4	Εμπειρική Ανάλυση	37
3.4.1	Δεδομένα	37
3.4.2	Στατιστική Αξιολόγηση των Μοντέλων	38
3.4.3	Επιλογή Μοντέλων	39

3.5	Συμπεράσματα	39
4	The Use of GARCH Models in VaR Estimation	40
4.1	Εισαγωγή	40
4.2	Δεδομένα και Αποτελέσματα	41
4.2.1	Κανονική Κατανομή	42
4.2.2	Λεπτόκυρτες Κατανομές	42
4.2.3	Επιλογή Μοντέλου	43
4.3	Συμπεράσματα	43
5	The Components of the Bid-Ask Spread: The case of the Athens Stock Exchange	44
5.1	Εισαγωγή	44
5.1.1	Περιγραφικά Στατιστικά	45
5.2	Τα δυο δομικά μοντέλα	46
5.2.1	Το μοντέλο των MRR	46
5.2.2	Επέκταση του μοντέλου των MRR	48
5.3	Επιδράσεις στην τιμή των μετοχών	51
5.4	Συμπεράσματα	52
6	Κίνδυνος Ρευστότητας	53
6.1	Εισαγωγή	53
6.2	Δεδομένα	55
6.2.1	Περιγραφικά Στατιστικά	56
6.3	Δομικά μοντέλα και η προσαρμογή του VaR στη ρευστότητα	56
6.3.1	Μαθιαν εν αλ. (1997) μοντέλο	56
6.3.2	Επέκταση του μοντέλου των MRR	57
6.3.3	Προσαρμογή του VaR στον κίνδυνο ρευστότητας	58

6.4	Εμπειρικά Αποτελέσματα	60
6.5	Συμπεράσματα	61
7	Βιβλιογραφία	62
8	Πίνακες 2 Κεφαλαίου	77
9	Πίνακες 3 Κεφαλαίου	87
10	Πίνακες 4 Κεφαλαίου	102
11	Πίνακες 5 Κεφαλαίου	108
12	Πίνακες 6 Κεφαλαίου	121

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

List of Tables

8.1	Μοντέλα Διακύμανσης	77
8.2	Επίπεδο Εμπιστοσύνης Αριθμού Παραβιάσεων	78
8.3	Περιγραφικά Στατιστικά	78
8.4	Προσδιορισμός της διαδικασίας της διακύμανσης	79
8.5	Αποτελέσματα του 97.5%	81
8.6	Αποτελέσματα του 99%	83
8.7	Αποτελέσματα της της ελεγχουσυνάρτησης: 97.5%	84
8.8	Αποτελέσματα της ελεγχουσυνάρτησης : 99%	85
8.9	Επιλογή Μοντέλου	86
9.1	Περιγραφικά Στατιστικά	88
9.2	Προσδιορισμός της διαδικασίας της διακύμανσης	88
9.3	Ποσοστά Παραβιάσεων: 97.5% Επίπεδο εμπιστοσύνης	89
9.4	Ποσοστά Παραβιάσεων: 99% Επίπεδο εμπιστοσύνης	90
9.5	Αξιολόγηση Ποσοστού παραβιάσεων. 97.5% Επίπεδο Εμπιστοσύνης	91
9.6	Αξιολόγηση Ποσοστού παραβιάσεων. 99% Επίπεδο Εμπιστοσύνης	92
9.7	Αξιολόγηση Αναξαρτησίας παραβιάσεων. 97.5% Επίπεδο Εμπιστοσύνης	93
9.8	Αξιολόγηση Αναξαρτησίας παραβιάσεων. 97.5% Επίπεδο Εμπιστοσύνης	94
9.9	Αξιολόγηση με βάση το τρίτο κριτήριο. 97.5% Επίπεδο Εμπιστοσύνης	95
9.10	Αξιολόγηση με βάση το τρίτο κριτήριο. 99% Επίπεδο Εμπιστοσύνης	96

9.11 Αποτελέσματα ελεγχουσυνάρτησης. 97.5% επίπεδο Εμπιστοσύνης	97
9.12 Αποτελέσματα ελεγχουσυνάρτησης. 97.5% επίπεδο Εμπιστοσύνης	98
9.13 Αποτελέσματα ελεγχουσυνάρτησης. 99% επίπεδο Εμπιστοσύνης	99
9.14 Αποτελέσματα ελεγχουσυνάρτησης. 99% επίπεδο Εμπιστοσύνης	100
9.15 Επιλογή μοντέλου	101
10.1 Περιοχές μη απόρριψης των μοντέλων	102
10.2 Περιγραφικά Στατιστικά	102
10.3 Εκτιμήσεις Παραμέτρων.	103
10.4 Τα καλύτερα μοντέλα για την κανονική Κατανομή.	104
10.5 Τα καλύτερα μοντέλα για τις λεπτόκυρτες Κατανομές.	104
10.6 Τα καλύτερα μοντέλα για τις λεπτόκυρτες κατανομές.	105
10.7 τα καλύτερα μοντέλα.	106
10.8 Στατιστική σύγκριση	107
11.1 Μετοχές του δείγματος	109
11.2 Περιγραφικά Στατιστικά	109
11.3 Μη παραμετρικά τεστ.	110
11.4 Περιγραφικά στατιστικά κατά τη διάρκεια της συνεδρίασης	111
11.5 Εκτιμήσεις των Παραμέτρων)	112
11.6 Εκτιμήσεις των παραμέτρων κατά τη διάρκεια της ημέρας.	114
11.7 Εκτιμήσεις των παραμέτρων για το έτος 1999).	115
11.8 Εκτιμήσεις των παραμέτρων για το μοντέλο Όγκου	115
11.9 Εκτιμήσεις παραμέτρων	116
11.10 Συγκριτικά αποτελέσματα.	116
11.11 Εκτιμήσεις του μοντέλου Όγκου κατά τη διάρκεια της συνεδρίασης.	118
11.12 Επιδράσεις στις τιμές	119
11.13 Επιδράσεις στις τιμές	120

12.1	Οι μετοχές του δείγματος.	122
12.2	Περιγραφικά Στατιστικά.	123
12.3	Περιγραφικά Στατιστικά κατά τη διάρκεια της συνεδρίασης.	124
12.4	Εκτιμήσεις των παραμέτρων	125
12.5	Εκτιμήσεις των παραμέτρων κατά τη διάρκεια της ημέρας.	126
12.6	Κίνδυνος της ρευστότητας.	127
12.7	Κίνδυνος της ρευστότητας κατά τη διάρκεια της ημέρας.	129

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

Ευχαριστίες

Είμαι υπόχρεος στον επιβλέπων καθηγητή μου Αλέξανδρο Μπένο, ο οποίος με εισήγαγε στον τομέα της Χρηματοοικονομικής Οικονομετρίας και ιδιαίτερα στους τομείς του Value-at-Risk και του Microstructure. Θα ήθελα να τον ευχαριστήσω για τη συνεχή του υποστήριξη, βοήθεια, ενθάρρυνση και την διάθεση του να μοιραστεί μαζί μου μερικές από τις ιδέες του. Το τμήμα Χρηματοοικονομικής και Τραπεζικής Διοικητικής μου προσέφερε ένα δημιουργικό περιβάλλον για να μπορέσω να ολοκληρώσω τη διατριβή μου. Θα ήθελα, επίσης, να ευχαριστήσω τους καθηγητές Μανόλη Τσιφιλιάκη, Νικήτα Πιττή και Δημήτρη Μαλλιαρόπουλο για τη συνεχή βοήθεια που μου προσέφεραν, όπως και τους διδακτορικούς φοιτητές του τμήματος (Μιχάλης Κουμπούρος, Κατερίνα Πανοπούλου, Θεολόγος Παντελίδης και Χρήστος Τσούμας). Τέλος, επωφεληθήκα από τις εκτενείς συζητήσεις που είχα με τους καθηγητές Νικόλαο Τεσσαρομάτη και Νικόλαο Τραυλό.

Εισαγωγή

1.1 Διαχείριση Κινδύνων

Η ανάγκη για διαχείριση των κινδύνων είναι επιτακτική, λόγω της συνένωσης των χρηματαγορών, και της ανάπτυξης των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης. Η ευρεία αποδοχή του VaR ως ένα εργαλείο διαχείρισης κινδύνων είναι απόρροια της απλότητάς του, αφού συνδέει την υποκείμενη κατανομή με ένα μόνο μέτρο. Το VaR χρησιμοποιείται κυρίως για να μετρήσει τον κίνδυνο της αγοράς, ο οποίος ορίζεται ως την μείωση της αναμενόμενης αξίας μιας θέσης λόγω αλλαγών στις τιμές των χρεογράφων. Σε αρκετά χρηματοπιστωτικά ιδρύματα (Barings, Daiwa) προκλήθηκε ζημιά δισεκατομμυρίων δολαρίων με αποτέλεσμα οι κεντρικές τράπεζες να υποχρεώσουν τις ιδιωτικές και δημόσιες τράπεζες να αναπτύξουν συστήματα ελέγχου του κινδύνου.

Αλλά τι είναι κίνδυνος; Κίνδυνος ορίζεται το μη αναμενόμενο αποτέλεσμα της υποκείμενης κατανομής, ενώ το VaR αναφέρεται στο αρνητικό αποτέλεσμα του χαρτοφυλακίου που αναμένεται να συμβεί σε μια προκαθορισμένη περίοδο (1 ή 10 ημερών) και σε δεδομένο επίπεδο σημαντικότητας (97.5% ή 99%). Σύμφωνα με την οδηγία της Βασιλείας τον Ιανουάριο του 1996, το VaR μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα για να υπολογίσουν το κεφάλαιο που τους χρειάζεται σε σχέση με τους κινδύνους που αντιμετωπίζουν.

1.2 Περιγραφή των μοντέλων του VaR

Για να υπολογιστεί το VaR μέτρο ο ερευνητής θα πρέπει είτε να χρησιμοποιήσει παραμετρικές είτε μη παραμετρικές ή ήμι παραμετρικές μεθοδολογίες. Οι παραμετρικές μέθοδοι μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε δύο ομάδες. Ο Venkataraman (1996) και ο Zangari (1996) πρότειναν τη χρησιμοποίηση μικτών κατανομών, ενώ οι Billio και Pelizzon (2000) εκτίμησαν ένα πολυμεταβλητό switching regime μοντέλο για 10 Ιταλικές μετοχές και έδειξαν ότι το προτεινόμενο μοντέλο είναι καλύτερο από τα υπάρχοντα (RiskMetricsTM και GARCH). Επιπλέον οι Guidolin and Timmermann (2003) σύγκριναν ένα πολυμεταβλητό switching regime μοντέλο τεσσάρων καταστάσεων με τα αντίστοιχα GARCH και κατέληξαν ότι τα μέτρα κινδύνου (VaR, Expected Shortfall) υπολογίζονται καλύτερα με το αρχικό μοντέλο.

Επιπρόσθετα, οι ερευνητές έχουν συνδυάσει τα πλέον γνωστά μοντέλα πρόβλεψης της διακύμανσης (GARCH, APARCH, RiskMetricsTM) με διαφορετικές κατανομές Normal, Student-t and Skewed Student-t για να τα αξιολογήσουν σε ένα περιβάλλον διαχείρισης κινδύνων. Οι Gurmat and Harris (2002) χρησιμοποίησαν ένα εκθετικό μοντέλο για τρία χωροχρόνια (U.S., U.K. and Japan) και σημείωσαν ότι η προτεινόμενη μεθοδολογία υπολογίζει ακριβέστερα το VaR στα υψηλότερα επίπεδα εμπιστοσύνης από ότι οι άλλες μεθοδολογίες. Οι Bali and Theodossiou (2004) συνδύασαν την Skewed Generalized Student-t κατανομή με 10 GARCH μοντέλα για να υπολογίσουν τα VaR και expected shortfall μέτρα. Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι το TS-GARCH μοντέλο που προτάθηκε από τους Taylor (1986) και Taylor (1986) και τα EGARCH που δημιουργήθηκε από τον Nelson (1991) είχαν την καλύτερη επίδοση. Οι Giot και Laurent (2003α and 2003β) πρότειναν τα APARCH μοντέλα σε συνδυασμό με τη Skewed Student-t κατανομή για να προβλέψουν το VaR για θέσεις αγοράς και πώλησης. Σε κάθε περίπτωση, υποστήριξαν ότι το APARCH μοντέλο είναι το προτιμητέο, αφού το ποσοστό των παραβιάσεων ήταν στατιστικά ίσο με τον αναμενόμενο αριθμό. Στο ίδιο συμπέρασμα κατέληξαν και οι Huang and Lin (2004). Το θέμα της ασυμμετρίας των δεδομένων εξετάστηκε και από τους Brooks και Persaud (2003α) που τόνισαν ότι όλα τα μοντέλα κινδύνου θα πρέπει να ενσωματώνουν την ασυμμετρία γιατί σε κάθε άλλη περίπτωση το "πραγματικό" VaR θα υποεκτιμάτε.

Οι μη-παραμετρικές μεθοδολογίες προσφέρουν στον ερευνητή ένα εναλλακτικό δρόμο για να υπ-

ολογίσει το VaR. Η πλέον διαδεδομένη είναι η Ιστορική Προσομείωση (Historical Simulation). Κάτω από αυτό το πλαίσιο, το VaR αντιστοιχεί στο αντίστοιχο τεταρτημόριο της εμπειρικής κατανομής. Οι Hendricks (1996), Vlaar (2000) και ο Danielsson (2002) ανέφεραν ότι οι ερευνητές θα πρέπει να επιλέγουν όσο το δυνατόν μεγαλύτερο δείγμα για να υπολογίσουν το VaR, ενώ ο Horpe (1998) πρότεινε να χρησιμοποιούν το μικρότερο δυνατό, αφού ενσωματώνει τις δομικές αλλαγές που συμβαίνουν στις χρηματαγορές. Οι Lambadiaris κ.λ. (2003) σύγκριναν την Ιστορική Προσομείωση με αυτήν του Monte Carlo και ανέφεραν η πρώτη δεν θα πρέπει να εφαρμόζεται σε χαρτοφυλάκια μετοχών.

Τέλος, η Filtered Historical Simulation η οποία προτάθηκε από τους Hull και White (1998) και Barone-Adesi κ.λ. είναι μία ήμι-παραμετρική μεθοδολογία, αφού συνδυάζει τις παραμετρικές με τις ημι-παραμετρικές. Συγκεκριμένα, προβλέπει τη διακύμανση μέσω ενός παραμετρικού μοντέλου και χρησιμοποιεί τα τεταρτημόρια των τυποποιημένων καταλοίπων για να υπολογίσει την αντίστοιχη τιμή του VaR. Οι Barone-Adesi και Giannopoulos (2001) έδειξαν ότι μοντελοποιεί καλύτερα τις συνθήκες που επικρατούν στην αγορά από ότι η Ιστορική Προσομείωση. Στην ίδια κατηγορία ανήκει και η Extreme Value Theory (EVT) η οποία επικεντρώνεται στις ουρές των κατανομών. Επιγραμματικά, η επιλογή του κατάλληλου δείγματος όπως και του μοντέλου πρόβλεψης της διακύμανσης είναι θέματα που ακόμα δεν έχουν ακόμα επιλυθεί.

1.2.1 Μέθοδοι υπολογισμού του VaR

Ο σκοπός αυτού του κεφαλαίου είναι να παρουσιαστούν οι διάφορες παραμετρικές, μη-παραμετρικές και ήμι-παραμετρικές μεθοδολογίες οι οποίες θα χρησιμοποιηθούν στον υπολογισμό του ημερήσιου VaR, το οποίο ορίζεται ως $Pr(y_{t+1} < VaR_{t+1|t}) = \alpha$, όπου y_{t+1} είναι η μελλοντική αλλαγή της αξίας του χαρτοφυλακίου, ενώ η ισούται με 1 μείον το επίπεδο εμπιστοσύνης. Για τις παραμετρικές μεθοδολογίες το VaR υπολογίζεται ως εξής:

$$VaR_{t+1|t} = F(\alpha)\sigma_{t+1|t},$$

δεδομένου ότι $F(\alpha)$ είναι το αντίστοιχο τεταρτημόριο της υποκείμενης κατανομής και $\sigma_{t+1|t}$ είναι η πρόβλεψη της δεσμευμένης τυπικής απόκλισης στον χρόνο t .

Κάτω από την υπόθεση ότι οι αποδόσεις των χαρτοφυλακίων κατανομούνται κανονικά, ο υπολογισμός του VaR απλοποιείται αφού τόσο το $\sigma_{t+1/t}$ και το $F(\alpha)$ έχουν αναλυτικές λύσεις. Ωστόσο, η μέθοδος αυτή, η οποία αποκαλείται Variance-Covariance (VC) υποεκτιμάει την τιμή του VaR αφού οι χρηματοοικονομικές σειρές είναι ασύμμετρες και λεπτόκρυτες. Γι' αυτό τον λόγο, για να είναι ακριβείς οι εκτιμήσεις του VaR θα πρέπει να γίνουν υποθέσεις για την υποκείμενη κατανομή και για τη διαδικασία της διακύμανσης, οι οποίες πλήρως θα αναλυθούν σε επόμενα κεφάλαια.

GARCH Μοντέλα

Έστω ότι $y_t = 100 \ln(S_t/S_{t-1})$ δηλώνει την απόδοση ενός χαρτοφυλακίου από τον χρόνο $t-1$ στον t , όπου S_t είναι η τιμή του χρεογράφου στον χρόνο t . Συγκεκριμένα, το y_t μπορεί να μοντελοποιηθεί ως:

$$y_t = c_0 + \varepsilon_t,$$

όπου c_0 είναι η σταθερά και ε_t είναι το μη προβλέψιμο μέρος το οποίο έχει την εξής μορφή:

$$\varepsilon_t = z_t \sigma_t,$$

όπου $z_t \text{ IID}$ ενώ σ_t είναι η δεσμευμένη τυπική απόκλιση του ε_t .

Ο Bollerslev (1986) εισήγαγε τα Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedastic ή GARCH(p,q) μοντέλα:

$$\sigma_t^2 = a_0 + \sum_{i=1}^q a_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p b_j \sigma_{t-j}^2,$$

όπου $a_0 > 0$, $a_i \geq 0$ για $i = 1, \dots, q$, και $b_j \geq 0$ για $j = 1, \dots, p$

Αν και το GARCH(p,q) μοντέλο ενσωματώνει πολλά χαρακτηριστικά των χρηματοοικονομικών σειρών, δεν μοντελοποιεί την ασυμμετρία των δεδομένων. Γι' αυτόν τον λόγο, ο Nelson (1991) πρότεινε τα EGARCH(p,q) μοντέλα:

$$\ln(\sigma_t^2) = a_0 + \sum_{i=1}^q \left(a_i \left| \frac{\varepsilon_{t-i}}{\sigma_{t-i}} \right| + \gamma_i \frac{\varepsilon_{t-i}}{\sigma_{t-i}} \right) + \sum_{j=1}^p (b_j \ln(\sigma_{t-j}^2)).$$

Οι παράμετροι γ_i ενσωματώνουν την ασυμμετρία των δεδομένων. Αν $\gamma_i = 0$ τότε ένα θετικό σοκ, $\varepsilon_t > 0$, έχει την ίδια επίδραση στη διακύμανση με ένα αρνητικό, $\varepsilon_t < 0$.

Η ασυμμετρία των δεδομένων θα μπορούσε να συμπεριληφθεί επίσης σε ένα TAR(ρ, q) μοντέλο:

$$\sigma_t^2 = a_0 + \sum_{i=1}^q a_i \varepsilon_{t-i}^2 + \gamma_1 \varepsilon_{t-1}^2 d_{t-1} + \sum_{j=1}^p b_j \sigma_{t-j}^2,$$

όπου $d_t = 1$ αν $\varepsilon_t < 0$ και $d_t = 0$ σε κάθε άλλη περίπτωση με αποτέλεσμα η επίδραση των θετικών νέων να είναι διαφορετική από αυτή των αρνητικών.

Τέλος, επειδή δεν υπάρχει κάποιος προφανής λόγος η δεσμευμένη διακύμανση να είναι μια γραμμική συνάρτηση των χρονικών υστερήσεων των τετραγώνων των καταλοίπων, ο Ding κ.λ. εισήγαγαν τα APARCH(ρ, q) μοντέλα:

$$\sigma_t^\delta = a_0 + \sum_{i=1}^q a_i (|\varepsilon_{t-i}| - \gamma_i \varepsilon_{t-i})^\delta + \sum_{j=1}^p b_j \sigma_{t-j}^\delta,$$

όπου $a_0 > 0$, $a_i \geq 0$, $|\gamma_i| < 1$, $b_j > 0$ ανδ $\delta > 0$.

Switching Regime

Αν και τα Switching Regime μοντέλα είναι παρόμοια με αυτά των μεικτών κατανομών που πρότεινε ο Zangari (1996), υπάρχουν σημαντικές διαφορές. Πρώτων, η πρόβλεψη δημιουργείται από μια 2 σταδίων διαδικασία Markov αντί μιας Bernoulli. Δεύτερων, διάφορα χαρακτηριστικά της διακύμανσης είναι δυνατόν να ενσωματωθούν σε αυτά τα μοντέλα.

Στα Switching Regime μοντέλα επιτρέπεται να έχουν διαφορετικές παραμέτρους σε κάθε κατάσταση:

$$y_t = \mu_j + \varepsilon_{jt}$$

$$\varepsilon_{jt} = \varepsilon_{jt} \sigma_{jt}$$

$$j \text{ or } = j = 1, 2.$$

όπου y_t είναι η απόδοση του χαρτοφυλακίου, μ_j και σ_j είναι ο δεσμευμένος μέσος και η τυπική απόκλιση της κατάστασης j αντίστοιχα. Όπως και ο Hamilton (1989) υποθέτω ότι η διαδικασία y_t είναι πρώτης τάξης Markov η οποία περιγράφεται από την μεταβλητή $S_t = 1, 2$. Ο πίνακας μεταπήδησης, Π , συμπεριλαμβάνει τις πιθανότητες παραμονής (p_{11}, q_{11}) .

$$\Pi = \left\{ \begin{array}{cc} \Pr[S_t = 1/S_{t-1} = 1] & \Pr[S_t = 2/S_{t-1} = 1] \\ \Pr[S_t = 1/S_{t-1} = 2] & \Pr[S_t = 2/S_{t-1} = 2] \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{cc} p_{11} & 1 - p_{11} \\ 1 - q_{11} & q_{11} \end{array} \right\}$$

Η p_{1t} δίνει τη πιθανότητα το χαρτοφυλάκιο να ήταν στην κατάσταση $j = 1$ στο χρόνο t , δεδομένου την πληροφορόρηση στο χρόνο $t-1$. Σύμφωνα με την εργασία του Gray (1996b) υπολογίζεται ως εξής:

$$p_{1t} = (1 - q_{11}) \frac{f_{2t-1}(1 - p_{1t-1})}{f_{1t-1}p_{1t-1} + f_{2t-1}(1 - p_{1t-1})} + p_{11} \frac{f_{1t-1}p_{1t-1}}{f_{1t-1}p_{1t-1} + f_{2t-1}(1 - p_{1t-1})}$$

Στην εργασία του Hamilton, η διακύμανση ήταν διαφορετική σε κάθε κατάσταση, αλλά ίδια μέσα σε αυτές. Ένα παρόμοιο μοντέλο χρησιμοποίησαν οι Schaller και Van Norden (1997) που έδειξαν ότι τα switching regime μοντέλα περιγράφουν επαρκώς τις μηνιαίες αποδόσεις. Οι Hamilton και Susmel (1994) έφτασαν στο ίδιο συμπέρασμα εκτιμώντας ένα Switching ARCH (SWARCH) μοντέλο, το οποίο περιγράφεται ως:

$$\begin{aligned} y_t &= \mu_{jt} + \epsilon_{jt} \\ \sigma_{jt}^2 &= a_{j0} + \sum_{j=1}^2 \sum_{i=1}^{t-1} a_{ji} \epsilon_{i-1}^2 \\ \text{for } j &= 1, 2 \end{aligned}$$

όπου $a_{j0}, a_{ji} > 0$ είναι οι παράμετροι των 2 δεσμευμένων διακυμάνσεων. Σε μια ανεξάρτητη έρευνα ο Cai (1994) πρότεινε ένα διαφορετικό μοντέλο:

$$\begin{aligned} y_t &= \mu_{jt} + \epsilon_{jt} \\ \sigma_{jt}^2 &= a_{j0} + \sum_{i=1}^{t-1} a_i \epsilon_{i-1}^2 \\ \text{for } j &= 1, 2 \end{aligned}$$

Οι προηγούμενοι ερευνητές δεν ενσωμάτωσαν στο μοντέλο τους όρο χρονικής υστέρησης της διακύμανσης, αφού ανέφεραν ότι δεν θα ήταν δυνατόν να εκτιμηθεί. Ο Gray (1996b) πρότεινε μια μέθοδο για να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα της εξάρτησης. Το μοντέλο του περιγράφεται από τις επόμενες εξισώσεις:

$$\begin{aligned}
 y_{jt} &= \mu_{jt} + e_{jt} \\
 e_{jt} &= \sum_{j=1}^2 p_{jt} e_{jt} \\
 \sigma_{jt}^2 &= a_{j0} + a_{1j} e_{t-1}^2 + b_j \sigma_{t-1}^2 \\
 \sigma_{t-1}^2 &= p_{1,t-1} \sigma_{t-2}^2 + p_{2,t-1} \sigma_{t-2}^2 + p_{1,t-1} p_{2,t-1} (\mu_1 - \mu_2)^2 \\
 \text{for } j &= 1, 2.
 \end{aligned}$$

$$\mathbb{L}_T = \sum_{t=1}^T \log \left\{ p_{1t} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{1t}} \exp\left\{-\frac{e_{1t}^2}{2\sigma_{1t}^2}\right\} + p_{2t} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{2t}} \exp\left\{-\frac{e_{2t}^2}{2\sigma_{2t}^2}\right\} \right\}$$

Κατανομές

Ο Engle (1982) πρότεινε τη χρησιμοποίηση των ARCH μοντέλων κάτω από την υπόθεση της κανονικής κατανομής.

$$D(\varepsilon_t) = (2\pi)^{-(1/2)} e^{-(\varepsilon_t^2/2)}$$

Ο Bollerslev (1987) πρότεινε την συμμετρική Student-t κατανομή με $\nu > 2$ βαθμούς ελευθερίας.

$$D(\varepsilon_t; \nu) = \frac{\Gamma((\nu+1)/2)}{\Gamma(\nu/2)\sqrt{\pi(\nu-2)}} \left(1 + \frac{\varepsilon_t^2}{\nu-2}\right)^{-\frac{\nu+1}{2}}$$

όπου $\Gamma(\cdot)$ είναι η Γάμμα εξίσωση. Η κανονική κατανομή είναι μια ειδική περίπτωση της Student-t αν $\nu \rightarrow \infty$. Επειδή η Student-t κατανομή είναι συμμετρική, πολλοί ερευνητές επικεντρώνονται σε ασυμμετρικές.

Οι Lambert και Laurent πρότειναν την μη συμμετρική Student-t κατανομή:

$$D(\varepsilon_t; \xi, \nu) = \begin{cases} \frac{2}{\xi + \frac{1}{\xi}} s g[\xi(\varepsilon_t + m); \nu] & \text{if } \varepsilon_t < -\frac{m}{\xi} \\ \frac{2}{\xi + \frac{1}{\xi}} s g[\frac{\xi \varepsilon_t + m}{\xi}; \nu] & \text{if } \varepsilon_t \geq -\frac{m}{\xi} \end{cases}$$

όπου $g(\cdot; \nu)$ είναι η συνάρτηση της Student-t κατανομής, ξ είναι ο συντελεστής ασυμμετρίας, ενώ $m = \frac{\Gamma(\frac{\nu-1}{2})\sqrt{\nu-2}}{\sqrt{\pi}\Gamma(\frac{\nu}{2})}(\xi - \frac{1}{\xi})$ και $s^2 = (\xi^2 + \frac{1}{\xi^2} - 1) - m^2$ είναι ο μέσος και η διακύμανση της μη τυποποιημένης Skewed Student-t κατανομής, αντίστοιχα. Οι Lambert και Laurent (2000) ανέφεραν ότι η κατανομή είναι δεξιά (αριστερά) ασυμμετρική αν $\log(\xi) > 0 (< 0)$. Επίσης δημιουργήσανε τα τετρατημόριο της κατανομής:

$$st_{\alpha,\nu,\xi}^* = \begin{cases} \frac{1}{\xi} t_{\alpha,\nu} \left[\frac{\alpha}{2} (1 + \xi^2) \right] & \text{if } \alpha < \frac{1}{\alpha + \xi^2} \\ -\xi t_{\alpha,\nu} \left[\frac{1-\alpha}{2} (1 + \xi^2) \right] & \text{if } \alpha \geq \frac{1}{\alpha + \xi^2} \end{cases}$$

και επομένως ο υπολογισμός του VaR απλοποιείται :

$$st_{\alpha,\nu,\xi} = \frac{st_{\alpha,\nu,\xi}^* - m}{s}$$

Historical Simulation

Η Ιστορική Προσομοίωση είναι μία από τις πιο απλές μεθοδολογίες υπολογισμού του VaR, το οποίο κάτω από αυτό το πλαίσιο ισούται με το τερτατημόριο της εμπειρικής κατανομής που αντιστοιχεί στο επίπεδο εμπιστοσύνης.

$$VaR_{t+1|t}^p = \text{Quantile} \{ \{y_i\}_{i=1}^n, 100p \}$$

Συγκεκριμένα, η μεθοδολογία αυτή υποθέτει ότι η μελλοντική κατανομή των y_t περιγράφεται πλήρως από την ιστορική με αποτέλεσμα να συμπεριλαμβάνει μη κανονικές κατανομές. Αυτή η απλή μέθοδος δεν χρησιμοποιείται χωρίς κόστος, αφού η επιλογή του μεγέθους n του δείγματος είναι πολύ σημαντική. Αν το n είναι μεγάλο, τότε η βαρύτητα των τελευταίων παρατηρήσεων είναι η ίδια με αυτήν των αρχικών, οι οποίες δεν είναι το ίδιο σημαντικές. Αν το n είναι μικρό, τότε στο δείγμα δεν θα παρατηρηθούν αρκετά ακραία γεγονότα. Σε κάθε περίπτωση το μέγεθος του δείγματος θα είναι ένας ανασταλτικός παράγοντας για την εκτίμηση του VaR. Στο ίδιο συμπέρασμα κατέληξαν οι Van den Goorbergh και Vlaar (1999) οι οποίοι παρατήρησαν ότι οι εκτιμήσεις που έκαναν για τον Γερμανικό δείκτη μετοχών επηρεάζοντο από το μέγεθος του δείγματος.

Για να περιοριστούν οι συνέπειες του μεγέθους του δείγματος, έχει προταθεί να χρησιμοποιηθεί ένα εκθετικός μετασχηματισμός, Έστω $\eta_t = \{\eta^{t-1}(1-\eta)/(1-\eta)^n\}_{t=1}^n$ είναι η πιθανότητα εμφάνισης μιας απόδοσης, η οποία ισούται με 0.95 σύμφωνα με την πρόταση του Christoffersen's (2003).

Filtered Historical Simulation

Για να μπορέσει ένας ερευνητής να εκτιμήσει το VaR με ένα παραμετρικό μοντέλο θα πρέπει να κάνει υποθέσεις για την υποκείμενη κατανομή, ενώ για τις μη-παραμετρικές μεθοδολογίες δεν υπάρχει μια συνεπής τεχνική για την πρόβλεψη της διακύμανσης. Η Filtered Historical Simulation (FHS) η οποία προτάθηκε από τους Hull και White (1998) και Barone-Adesi κ.λ. (1999), συνδυάζει τις δύο τεχνικές με σκοπό να αξιοποιήσει τα θετικά τους στοιχεία.

$$VaR_{t+1|t} = Quantile\{\{z_t\}_{t=1}^n, 100p\} \sigma_{t+1|t}$$

Extreme Value Theory

Η σημαντικότητα της Extreme Value Theory (EVT) έχει αναγνωριστεί τις τελευταίες δεκαετίες αφού η κάθε στατιστική διαδικασία που μοντελοποιεί τα ακραία γεγονότα θα πρέπει να επωφελείται από τις κατάλληλες κατανομές. Η Generalized Pareto Distribution (GPD) περιγράφει τα ακραία γεγονότα. Η EVT πρέπει να εφαρμοστεί σε τυποποιημένες αποδόσεις ($\varepsilon_t = y_t/\sigma_t \sim i.i.d.D(0, 1)$) αφού σε αντίθετη περίπτωση οι εκτιμήσεις των παραμέτρων θα είναι μεροληπτικές. Ακολουθώντας την πρόταση των McNeil και Frey (2000) οι αποδόσεις θα πρέπει να προέλθουν από ένα μοντέλο διακύμανσης για να είναι δυνατόν η εμπειρική κατανομή να μοντελοποιηθεί σωστά.

Η τεχνική εκτίμησης ονομάζεται *peaks over threshold*, ενώ η πιθανότητα των τυποποιημένων καταλοίπων να είναι μεγαλύτερη από u είναι:

$$F_u(x) \equiv Pr\{z - u \leq x \mid z > u\} = \frac{F(x+u) - F(u)}{1 - F(u)},$$

όπου $x > u$. Η GPD, $G(x; \tau, \psi)$, περιγράφεται ως:

$$G(x; \tau, \psi) = \begin{cases} 1 - (1 + \frac{x\tau}{\psi}) & \text{if } \tau \neq 0 \\ 1 - \exp(-\frac{x\tau}{\psi}) & \text{if } \tau = 0, \end{cases}$$

όπου $\psi > 0$ είναι ένας παράγοντας στάθμισης και

$$\begin{cases} x \geq u & \text{if } \tau \geq 0 \\ u \leq x \leq u - \frac{\psi}{\tau} & \text{if } \tau < 0 \end{cases}$$

Η EVT καλύπτει μια σειρά από κατανομές. Αν $\tau > 0$ καλύπτει τις λεπτόκνυρες ενώ αν $\tau = 0$ συμπίπτει με την κανονική κατανομή. Κάτω από την υπόθεση ότι $\tau > 0$ ο Hill εκτιμητής υπολογίζεται ως:

$$\tau = \frac{1}{T_u} \sum_{i=1}^{T_u} T_u \ln\left(\frac{y_i}{u}\right),$$

όπου T_u είναι ο αριθμός των παρατηρήσεων που είναι μεγαλύτερες από το u , το οποίο το θέσαμε ίσο με 5% των συνολικών παρατηρήσεων. Το VaR υπολογίζεται ως:

$$\text{VaR}_{t+1/\mu} = \sigma_{t+1/\mu} u \left[\frac{\mu}{T_u/T} \right]^{-\tau},$$

όπου μ είναι το επίπεδο εμπιστοσύνης του VaR.

1.3 Αξιολόγηση των μοντέλων

Ο σκοπός αυτού του κεφαλαίου είναι η αξιολόγηση των πραγματοποιηθέντων VaR προβλέψεων σε ένα περιβάλλον διαχειρίσεις κινδύνων. Τα τρία τεστ που θα χρησιμοποιηθούν (unconditional, conditional coverage, mean relative scaled bias measure) δημιουργήθηκαν από τους Kupiec (1995), Christoffersen (1998, 2003), Hendricks (1996) και δίνουν τη δυνατότητα αξιολόγησης των μοντέλων διαχείρισης κινδύνων. Τα δύο πρώτα τεστ εξετάζουν αν ο αριθμός των παραβιάσεων είναι στατιστικά ίσος με τον αναμενόμενο και αν οι παραβιάσεις κατανέμονται ανεξάρτητα. Το τελευταίο τεστ δίνει τη δυνατότητα στον ερευνητή να επιλέξει το μέτρο που ελαχιστοποιεί το χρησιμοποιηθέν κεφάλαιο. Ωστόσο, στις περισσότερες των περιπτώσεων περισσότερα από ένα μοντέλα κρίνονται ως κατάλληλα, με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατόν να επιλεγεί μόνο ένα. Γι' αυτό τον λόγο, τα καλύτερα μοντέλα θα συγκριθούν και μέσω μιας ελεγχου-συνάρτησης

1.3.1 Unconditional Coverage

Η απλούστερη μέθοδος ελέγχου της ακρίβειας των μοντέλων είναι η εξέταση του αν ο αριθμός των παραβιάσεων είναι στατιστικά ίσος με τον αναμενόμενο. Έστω ότι I_{t+1} είναι η διαδικασία των παραβιάσεων η οποία μπορεί να περιγραφτεί ως:

$$I_{t+1} = \begin{cases} 1, & \text{αν έχει συμβεί παραβίαση} \\ 0, & \text{αλλιώς.} \end{cases}$$

και επομένως $N = \sum_{t=1}^T I_t$ είναι ο αριθμός των ημερών σε μια περίοδο T όπου η ζημιά ήταν μεγαλύτερη από τις προβλέψεις.

Σύμφωνα με τον Kupiec (1995) το ποσοστό των παραβιάσεων κατανέμεται με βάση τη διωνυμική κατανομή και ο έλεγχος της υπόθεσης ότι το πραγματοποιηθέν ποσοστό είναι ίσο με το αναμενόμενο. ($N/T = p$), γίνεται με την εξής συνάρτηση:

$$LR_{uc} = 2 \ln \left[\left(1 - \frac{N}{T}\right)^T \left(\frac{N}{T}\right)^N \right] - 2 \ln \left[(1-p)^{T-N} p^N \right] \sim \chi^2_1$$

1.3.2 Conditional Coverage

Christoffersen (1998) ανέπτυξε ένα τεστ που ταυτόχρονα εξετάζει τις δύο υποθέσεις: α) αν ο συνολικός αριθμός των παραβιάσεων είναι στατιστικά ίσος με τον αναμενόμενο αριθμό και αν β) οι παραβιάσεις είναι ανεξάρτητες. Η πραγματοποίηση του ελέγχου γίνεται με την εξής συνάρτηση:

$$LR_{cc} = -2 \ln \left[(1-p)^T \left(\frac{N}{T}\right)^N \right] + 2 \ln \left[(1-\pi_{01})^{n_{00}} \pi_{01}^{n_{01}} (1-\pi_{11})^{n_{10}} \pi_{11}^{n_{11}} \right] \sim \chi^2_2$$

όπου n_{ij} είναι ο αριθμός των παρατηρήσεων με τιμή i η οποία ακολουθείται από την j , για $i, j = 0, 1$ και

$$\pi_{ij} = \frac{n_{ij}}{\sum_j n_{ij}}$$

είναι οι αντίστοιχες πιθανότητες. $i, j = 1$ ορίζουν ότι μια παραβίαση έχει γίνει, ενώ $i, j = 0$ ορίζει το αντίθετο. Αν η ακολουθία I_t είναι ανεξάρτητη, τότε η πιθανότητα να παρατηρήσουμε μια παραβίαση στην επομένη περίοδο είναι ίδια ($\pi_{01} = \pi_{11} = p$). Σε αντίθεση με το τεστ του Kupiec (1995), το συγκεκριμένο απορρίπτει ένα μοντέλο που δημιουργεί είτε πολλές είτε λίγες εξαρτημένες παραβιάσεις.

1.3.3 Mean Relative Scaled Bias

Ο υπολογισμός αυτού του μέτρου γίνεται σε δυο στάδια. Αρχικά, για κάθε μοντέλο (k), υπολογίζουμε το εκ των υστέρων πολλαπλάσιο που χρειάζεται να επιτευχθεί το επιθυμητό επίπεδο εμπιστοσύνης:

$$F_k = \sum_{t=1}^T \begin{cases} 1, & \text{if } \Delta P_{k,t+1} < X_k \text{VaR}_{kt} \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

όπου $F_k = T_k(1 - \alpha)$ και $\Delta P_{k,t+1}$ είναι η πραγματοποιηθείσα ζημιά. Το προσαρμοσμένο $\text{VaR} (X_k \text{VaR}_{kt})$ συγκρίνεται με τα σχετικά μέτρα:

$$MRSB_k = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \frac{X_{kt} - \bar{X}_k}{\bar{X}_k},$$

όπου K είναι ο αριθμός των μοντέλων και $\bar{X}_k = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K X_{kt}$. Σύμφωνα με αυτήν τη μεθοδολογία, η τεχνική με την μικρότερη τιμή είναι η προτιμητέα.

1.3.4 Loss Function

Ο Lopez (1998) πρότεινε μια εναλλακτική μέθοδο αξιολόγησης των μοντέλων κάτω από ένα πλαίσιο διαχείρισης κινδύνων η οποία βασίζεται σε ελεγχοσυνάρτησεις. Οι Angelidis et al. (2004) πρότειναν να μετριέται η ακρίβεια των προβλέψεων του VaR με βάση την απόσταση είτε των πραγματοποιηθέντων αποδόσεων και του προβλεπθέν VaR είτε του τεταρτημορίου του πραγματοποιηθέντων αποδόσεων και του προβλεπθέν VaR. Συγκεκριμένα, πρότειναν η ακρίβεια του προβλεπθέν VaR να μετριέται ως:

$$\Psi_{t+1} = \begin{cases} (y_{t+1} - \text{VaR}_{t+1|t})^2, & \text{αν έχει συμβεί παραβίαση;} \\ [\text{Quantile}(y, 100p)]_t^2, & \text{αλλιώς} \end{cases}$$

Το προτιμητέο VaR μοντέλο είναι αυτό που ελαχιστοποιεί την ελεγχοσυνάρτηση ($\Psi = \sum_{t=1}^T \Psi_t$).

1.4 Κίνδυνος Ρευστότητας

Στις αναπτυσσόμενες και στις αναπτυγμένες αγορές ο κίνδυνος ρευστότητας είναι ένα σημαντικό θέμα, αφού ο επενδυτής δεν μπορεί να ρευστοποιήσει μεγάλες θέσεις. Η "τέλεια" αγορά ορίζεται ως εκείνη που

ο επενδυτής μπορεί να ρευστοποιήσει οποιαδήποτε θέση χωρίς να επηρεάζει την τιμή του χρεογράφου. Ο Kyle (1985) όρισε τρία χαρακτηριστικά της ρευστότητας: α) το κόστος ρευστοποίησης, β) τη δυνατότητα του επενδυτή να αγοράζει ή να πουλάει οποιαδήποτε θέση και γ) τον χρόνο που χρειάζονται οι τιμές των χρεογράφων να ενσωματώσουν τη νέα πληροφορία. Ο Black (1971) πρότεινε μια τέταρτη ιδιότητα που ενσωματώνει στη ρευστότητα τον χρόνο εκτέλεσης των εντολών.

Παράλο που η σημαντικότητα της ρευστότητας αναγνωρίζεται από όλους τους παράγοντες της αγοράς, δεν υπάρχει μια μεθοδολογία που να τη μετράει ακριβώς. Κάθε μέθοδος θα πρέπει να ενσωματώνει και τα τέσσερα στοιχεία της. Ωστόσο, αυτό δεν είναι δυνατόν, τουλάχιστον με τα υπάρχοντα μέτρα, και γι' αυτό τον λόγο διάφορες τεχνικές θα πρέπει να εφαρμόζονται.

1.4.1 Κίνδυνος Ρευστότητας και VaR

Χωρίς να συμπεριλάβουμε τον κίνδυνο της ρευστότητας, υποεκτιμούμε το VaR με αποτέλεσμα οι χρηματοοικονομική οργανισμοί να μην διαχειρίζονται σωστά τα κεφάλαιά τους. Bangia et al. (1999) πρότειναν μια μεθοδολογία που ενσωματώνει το κίνδυνο της ρευστότητας στο περιβάλλον του VaR. Κατάταξαν τον κίνδυνο της ρευστότητας σε δυο κατηγορίες: α) στον κίνδυνο της αγοράς και β) στον κίνδυνο που προέρχεται από τη ρευστοποίηση της θέσης. Προσάρμοσαν το VaR στον κίνδυνο των ακραίων γεγονότων και στη διακύμανση του ανοίγματος των χρεογράφων (bid-ask spread).

Η μεθοδολογία των Bangia et al. (1999) περιγράφεται ως:

$$L - VaR = VaR + L_1,$$

όπου L_1 το κόστος ρευστοποίησης. Το μοντέλο τους λαμβάνει υπόψη το άνοιγμα των χρεογράφων, της διακύμανση του και προσαρμόζει το VaR ανάλογα:

$$L - VaR = VaR + \frac{1}{2}[Spread + \alpha' \sigma_{spread}],$$

όπου α' είναι το επίπεδο εμπιστοσύνης του VaR.

1.5 Περίληψη Εμπειρικών Εφαρμογών

Η υπόλοιπη διατριβή αποτελείται από 5 κεφάλαια στα οποία εξετάζονται διαφορετικά θέματα του VaR. Συγκεκριμένα, στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύεται η δυνατότητα μοντέλων διαχείρισης κινδύνων να προβλέπουν το VaR για ελληνικές μετοχές. Το VaR υπολογίστηκε για θέσεις αγοράς και πώλησης χρησιμοποιώντας παραμετρικές, μη-παραμετρικές και ημι-παραμετρικές. Για τις παραμετρικές χρησιμοποιήθηκαν τρεις κατανομές (Normal, Student-T and Skewed Student-T) και τρεις διαδικασίες πρόβλεψης της διακύμανσης (GARCH, EGARCH and TARCH). Η επιλογή των μοντέλων γίνεται με βάση τη διαδικασία αξιολόγησης δυο σταδίων. Στο πρώτο στάδιο εξετάζεται η στατιστική τους επάρκεια. Στο δεύτερο στάδιο εφαρμόζεται η προτεινόμενη ελεγχουσυνάρτηση για να εξεταστεί αν οι διαφορές μεταξύ των μοντέλων είναι στατιστικά σημαντικές. Με βάση την εμπειρική μελέτη, αποδεικνύεται ότι τα υπάρχοντα μέτρα αξιολόγησης δεν είναι επαρκή, αφού δεν είναι δυνατόν να επιλεγεί ένα μοντέλο μεταξύ των διαφόρων υποψηφίων. Ωστόσο, κάτω από το πλαίσιο της ελεγχουσυνάρτησης, οι διαφορές μεταξύ των μοντέλων μπορούν να κριθούν στατιστικά και επομένως ο διαχειριστής κινδύνων να επιλέξει ένα μοντέλο μεταξύ των υποψηφίων. Οι μη και οι ημι-παραμετρικές μέθοδοι υπολόγισαν ακριβέστερα το VaR για τις δυο θέσεις, αφού μοντελοποιούν την υποκείμενη κατανομή καλύτερα από ότι οι παραμετρικές τεχνικές. Κάτω από το πλαίσιο της ελεγχουσυνάρτησης, οι ημι-παραμετρικές μέθοδοι πρέπει να χρησιμοποιούνται για θέσεις πώλησης ενώ για τις θέσεις αγοράς δεν υπάρχει ένα συγκεκριμένο μοντέλο που να έχει την καλύτερη επίδοση, τα οποία σημαίνει ότι τα ασυμμετρικά μοντέλα δεν είναι επαρκώς ασυμμετρικά.

Στο τρίτο κεφάλαιο πραγματοποιώ την ίδια ανάλυση αλλά για δυο διαφορετικά δείγματα (2000 και 1500 παρατηρήσεων) για να υπολογιστεί το VaR για 4 δείκτες διαφορετικής κεφαλαιοποίησης. Το VaR υπολογίστηκε για θέσεις αγοράς και πώλησης χρησιμοποιώντας παραμετρικές, μη-παραμετρικές και ημι-παραμετρικές. Η έρευνα αξιολογεί τις πλέον γνωστές μεθόδους πρόβλεψης της διακύμανσης για διαφορετικά σχήματα κεφαλαιοποίησης και θέσεων. Η εμπειρική έρευνα αποκαλύπτει ότι τα πιο πλήρη μοντέλα προβλέπουν σωστότερα το VaR. Για τις θέσεις αγοράς θα πρέπει να χρησιμοποιούνται μοντέλα διαφορετικά από ότι στην περίπτωση των θέσεων πώλησης, ενώ το μέγεθος δείγματος δεν ήταν σημαντικό παράγοντας.

Στο επόμενο κεφάλαιο συγκρίνουμε μια εκτενής οικογένεια ARCH μοντέλων για να υπολογιστεί το ημερήσιο VaR χρησιμοποιώντας τρεις διαφορετικές κατανομές και τέσσερα δείγματα. Οι λεπτόκυρτες κατανομές δημιουργούν καλύτερες προβλέψεις, η επιλογή του δείγματος είναι σημαντικός παράγοντας, ενώ η μοντελοποίηση του μέσου δεν είναι σημαντική. Τα πιο ευέλικτα μοντέλα είναι καταλληλότερα από όλα τα άλλα για όλους τους δείκτες, κατανομές και επίπεδα εμπιστοσύνης, ενώ τα ασυμμετρικά μοντέλα δημιουργούν πιο ακριβείς προβλέψεις από ότι τα συμμετρικά. Όσο αφορά την επιλογή της κατανομής, οι λεπτόκυρτες είναι οι πιο προτιμητέες, αφού μοντελοποιούν τα ακραία γεγονότα που το VaR προσπαθεί να μετρήσει. Τέλος, το μέγεθος του δείγματος είναι ένας σημαντικός παράγοντας, αφού σε ορισμένες περιπτώσεις η χρησιμοποίηση ενός μικρότερου δείγματος οδήγησε σε καλύτερες προβλέψεις.

Στο πέμπτο κεφάλαιο αναλύει τα επιμέρους στοιχεία του spread για το Ελληνικό χρηματιστήριο. Για 18 μετοχές υψηλής κεφαλαιοποίησης και για 13 μεσαίας, εκτιμώνται το στοιχείο της αντιθέτου επιλογής, το κόστος εκτέλεσης μιας εντολής όπως και την πιθανότητα οι πράξεις να εκτελούνται προς μια κατεύθυνση χρησιμοποιώντας το μοντέλο των Madhavan et al. (1997). Στη συνέχεια επεκτείνω το συγκεκριμένο μοντέλο και δείχνω ότι το στοιχείο της αντιθέτου επιλογής εμφανίζει μια μορφή U κατά τη διάρκεια της ημέρας, ενώ η μορφή του κόστους εξαρτάται από την τιμή της μετοχής. Επίσης, η αναμενόμενη μεταβολή στις τιμές των μετοχών είναι μεγαλύτερη στις μετοχές χαμηλής κεφαλαιοποίησης και επομένως οι μετοχές υψηλής κεφαλαιοποίησης είναι πιο ρευστές.

Το έχτο κεφάλαιο προτείνει μια μεθοδολογία για να προσαρμοστεί το VaR στον κίνδυνο της ρευστότητας, χρησιμοποιώντας την επέκταση του μοντέλου των Madhavan et al. (1997) με αποτέλεσμα στον υπολογισμό του VaR να έχει ληφθεί υπόψη το κόστος ρευστοποίησης. Το νέο μέτρο παρουσιάζει μια μορφή U κατά τη διάρκεια της ημέρας, ενώ το ποσοστό του κινδύνου που οφείλεται στην ρευστότητα έχει μια μορφή ανάδοου U κατά τη διάρκεια της συνεδρίασης. Για τις μετοχές υψηλής κεφαλαιοποίησης με υψηλή τιμή το VaR πρέπει να αυξηθεί κατά 3.40%, ενώ για τις άλλες μετοχές η προσαρμογή προσεγγίζει το 11% με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατόν να αγνοηθεί.

Value-at-Risk for Greek Stocks

2.1 Εισαγωγή

Το VaR είναι για τις ελεγχτικές αρχές το πιο σημαντικό μέτρο κινδύνου. Γενικά αναφέρεται στην πιθανή μείωση της αξίας του χαρτοφυλακίου σε προκαθορισμένο χρονικό διάστημα και επίπεδο εμπιστοσύνης. Το VaR χρησιμοποιείται από τα χρηματοοικονομικά ιδρύματα για τον υπολογισμό του κινδύνου που προέρχεται από τα επιτόκια, τις μετοχές, τις συναλλαγματικές ισοτιμίες και τα εμπορεύματα.

Για να υπολογιστεί το VaR, ο ερευνητής θα πρέπει είτε να χρησιμοποιήσει παραμετρικές είτε μη παραμετρικές ημι-παραμετρικές μεθόδους. Οι παραμετρικές μέθοδοι μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε δύο ομάδες. Ο Venkataraman (1996) και ο Zangari (1996) πρότειναν τη χρησιμοποίηση μικτών κατανομών, ενώ οι Billio και Pelizzon (2000) εκτίμησαν ένα switching regime μοντέλο για 10 Ιταλικές μετοχές και έδειξαν ότι το προτεινόμενο μοντέλο είναι καλύτερο από τα υπάρχοντα (RiskMetrics™ και GARCH). Επιπλέον οι Guidolin and Timmermann (2003) σύγκριναν ένα switching regime μοντέλο τεσσάρων καταστάσεων με τα αντίστοιχα GARCH και κατέληξαν ότι τα μέτρα κινδύνου (VaR, Expected Shortfall) υπολογίζονται καλύτερα με το αρχικό μοντέλο.

Επιπρόσθετα, οι ερευνητές έχουν συνδυάσει τα πλέον γνωστά μοντέλα πρόβλεψης της διακύμανσης (GARCH, APARCH, RiskMetrics™) με διαφορετικές κατανομές Normal, Student-t and Skewed Student-t για να τα αξιολογήσουν σε ένα περιβάλλον διαχείρισης κινδύνων. Οι Gurmat and Harris (2002)

πρότειναν ένα εκθετικό μοντέλο για τρία χαρτοφυλάκια (U.S., U.K., Japan) και σημείωσαν ότι η προτεινόμενη μεθοδολογία υπολογίζει ακριβέστερα το VaR στα υψηλότερα επίπεδα εμπιστοσύνης από ότι οι άλλες μεθοδολογίες. Οι Bali and Theodossiou (2004) συνδύασαν την Skewed Generalized Student-t κατανομή με 10 GARCH μοντέλα για να υπολογίσουν τα VaR και expected shortfall¹ μέτρα. Κατάληξαν στο συμπέρασμα ότι το TS-GARCH μοντέλο που προτάθηκε από τους Taylor (1986) και Taylor (1986) και τα EGARCH που δημιουργήθηκε από τον Nelson (1991) είχαν την καλύτερη επίδοση. Οι Giot και Laurent (2003a and 2003b) πρότειναν τα APARCH μοντέλα να συνδυάζονται με τη Skewed Student-t κατανομή για να προβλέψουν το VaR για θέσεις αγοράς και πώλησης. Σε κάθε περίπτωση, υποστήριξαν ότι το APARCH μοντέλο είναι το προτιμητέο, αφού το ποσοστό των παραβιάσεων ήταν στατιστικά ίσο με τον αναμενόμενο αριθμό. Στο ίδιο συμπέρασμα κατέληξαν και οι Huang and Lin (2004). Το θέμα της ασυμμετρίας των δεδομένων εξετάστηκε και από τους Brooks και Persaud (2003a) που τόνισαν ότι όλα τα μοντέλα κινδύνου θα πρέπει να ενσωματώνουν την ασυμμετρία γιατί σε κάθε άλλη περίπτωση το 'πραγματικό' VaR θα υποεκτιμάτε.

Οι μη-παραμετρικές μεθοδολογίες προσφέρουν στον ερευνητή ένα εναλλακτικό δρόμο για να υπολογίσουν το VaR. Η πλέον διαδεδομένη είναι η Ιστορική Προσομοίωση (Historical Simulation). Κάτω από αυτό το πλαίσιο, το VaR αντιστοιχεί στο αντίστοιχο τεταρτημόριο της εμπειρικής κατανομής. Οι Hendricks (1996), Vlaar (2000) και ο Danielsson (2002) ανέφεραν ότι οι ερευνητές θα πρέπει να επιλέγουν όσο το δυνατόν μεγαλύτερο δείγμα για να υπολογίσουν το VaR, ενώ ο Horpe (1998) πρότεινε να χρησιμοποιούν το μικρότερο δυνατό, αφού ενσωματώνει τις δομικές αλλαγές που συμβαίνουν στις χρηματαγορές. Οι Lambadiaris κ.λ. (2003) σύγκριναν την Ιστορική Προσομοίωση με αυτήν του Monte Carlo και ανέφεραν η πρώτη δεν θα πρέπει να εφαρμόζεται σε χαρτοφυλάκια μετοχών.

Τέλος, η Filtered Historical Simulation η οποία προτάθηκε από τους Hull και White (1998) και Barone-Adesi κ.λ. (1999) είναι μια ημι-παραμετρική μεθοδολογία, αφού συνδυάζει τις παραμετρικές με τις μη παραμετρικές. Συγκεκριμένα, προβλέπει τη διακύμανση μέσω ενός παραμετρικού μοντέλου και χρησιμοποιεί τα τεταρτημόρια των τυποποιημένων καταλοίπων για να υπολογίσει την αντίστοιχη τιμή του

¹ Για περισσότερες πληροφορίες για το συγκεκριμένο μέτρο δείτε τους Artzner (1997, 1999), Delbaen (1998) Basak and Shapiro (2001)

VaR. Οι Barone-Adesi και Giannopoulos (2001) έδειξαν ότι μοντελοποιεί καλύτερα τις συνθήκες που επικρατούν στην αγορά από ότι η Ιστορική Προσομοίωση. Στην ίδια κατηγορία ανήκει και η Extreme Value Theory (EVT) η οποία επικεντρώνεται στις ουρές των κατανομών. Επιγραμματικά, η επιλογή του κατάλληλου δείγματος όπως και του μοντέλου πρόβλεψης της διακύμανσης είναι θέματα που ακόμα δεν έχουν ακόμα επιλυθεί.

Δύο είναι σκοποί αυτής της έρευνας. Να χρησιμοποιηθούν μοντέλα πρόβλεψης της διακύμανσης για να εκτιμηθεί το 97.5% και 99% VaR για θέσεις αγοράς και πώλησης. Εφαρμόζεται μια διαδικασία 2 σταδίων για να αξιολογηθούν οι τεχνικές διαχείρισης κινδύνων. Στο πρώτο στάδιο εξετάζεται η στατιστική επάρκεια τους ενώ στο δεύτερο εφαρμόζεται η έλεγχο-συνάρτηση για να επιλεγεί στατιστικά μια μέθοδος.

Το συγκεκριμένο άρθρο παρουσιάζει σημαντικές διαφορές από τις προηγούμενες έρευνες. Αναλύονται οι τεχνικές διαχείρισης κινδύνου για θέσεις αγοράς και πώλησης αφού είναι σημαντικό οι ερευνητές να ξέρουν αν θα πρέπει να χρησιμοποιούν για τις δυο θέσεις διαφορετικά μοντέλα. Εφαρμόζονται παραμετρικές, ημι-παραμετρικές και μη-παραμετρικές μέθοδοι για να αξιολογηθούν όλες σε ένα ενοποιημένο περιβάλλον. Επιπλέον, χρησιμοποιείται μια διαδικασία αξιολόγησης δυο σταδίων με σκοπό να επιλεγεί μια μεθοδολογία για κάθε χρεόγραφο, χρηματιστηριακή θέση και επίπεδο εμπιστοσύνης. Τέλος, η εμπειρική μελέτη εφαρμόζεται σε μια αναπτυσσόμενη αγορά με σκοπό να συγκριθούν τα αποτελέσματα με αυτά των αναπτυγμένων.

Τα αποτελέσματα δείχνουν την ανάγκη να αναπτυχθούν πιο πλήρη μέτρα αξιολόγησης των τεχνικών, αφού στις περισσότερες φορές δεν καταδεικνύουν ένα μοντέλο για κάθε περίπτωση. Ωστόσο, κάτω από το πλαίσιο της έλεγχο-συνάρτησης, οι διαφορές των προβλέψεων αξιολογούνται στατιστικά με αποτέλεσμα να είναι δυνατόν να επιλεγεί μια τεχνική για κάθε μετοχή, επίπεδο εμπιστοσύνης και χρηματιστηριακή θέση. Η ημι-παραμετρικές μέθοδοι υπολογίζουν το VaR ακριβέστερα από ότι οι άλλες μέθοδοι. Κάτω από το πλαίσιο της έλεγχο-συνάρτησης, η ημι-παραμετρικές θα πρέπει να εφαρμόζονται για τις θέσεις πώλησης και οι παραμετρικές για τις θέσεις αγοράς.

Η υπόλοιπη εργασία έχει οργανωθεί ως εξής: Στο δεύτερο κεφάλαιο περιγράφονται τα μέτρα του VaR, ενώ στο τρίτο περιγράφεται το περιβάλλον αξιολόγησής τους. Στο τέταρτο περιγράφονται τα δεδομένα

και παρουσιάζονται τα αποτελέσματα. Το τελευταίο κεφάλαιο παρουσιάζει τα συμπεράσματα.

2.2 Value-at-Risk

Ο σκοπός αυτού του κεφαλαίου είναι να παρουσιαστούν οι διάφορες παραμετρικές, μη-παραμετρικές και ημι-παραμετρικές μεθοδολογίες οι οποίες θα χρησιμοποιηθούν στον υπολογισμό του ημερήσιου VaR. Συγκεκριμένα, για τις παραμετρικές μεθόδους χρησιμοποιούνται τρεις κατανομές (Normal, Student-t and Skewed Student-t) οι οποίες συνδυάζονται με τρεις οικογένειες μοντέλων διακύμανσης (GARCH, TARCH, EGARCH), ενώ στις περιπτώσεις των μη-παραμετρικών το VaR υπολογίζεται το VaR με βάση τα τεταρτημόρια της εμπειρικής κατανομής.

Το ημερήσιο VaR ορίζεται ως $Pr(y_{t+1} < VaR_{t+1|\mu}) = \alpha$, όπου y_{t+1} είναι η μελλοντική αλλαγή της αξίας του χαρτοφυλακίου, ενώ α ισούται με 1 μείον το επίπεδο εμπιστοσύνης. Για τις παραμετρικές μεθοδολογίες το VaR υπολογίζεται ως εξής:

$$VaR_{t+1|\mu} = F(\alpha)\sigma_{t+1|\mu}$$

δεδομένου ότι $F(\alpha)$ είναι το αντίστοιχο τεταρτημόριο της υποκείμενης κατανομής και $\sigma_{t+1|\mu}$ είναι η πρόβλεψη της δεσμευμένης τυπικής απόκλισης στον χρόνο t .

Κάτω από την υπόθεση ότι οι αποδόσεις των χαρτοφυλακίων κατανέμονται κανονικά, ο υπολογισμός του VaR απλοποιείται αφού τόσο το $\sigma_{t+1|\mu}$ όσο και το $F(\alpha)$ έχουν αναλυτικές λύσεις. Ωστόσο, η μέθοδος αυτή, η οποία αποκαλείται Variance-Covariance (VC) υποεκτιμάει την τιμή του VaR αφού οι χρηματοοικονομικές σειρές είναι ασύμμετρες και λεπτόκυρτες. Γι' αυτό τον λόγο, για να είναι ακριβείς οι εκτιμήσεις του VaR θα πρέπει να γίνουν υποθέσεις για την υποκείμενη κατανομή και για τη διαδικασία της διακύμανσης, οι οποίες πλήρως θα αναλυθούν σε επόμενα κεφάλαια.

2.2.1 Παραμετρικά Μοντέλα

Έστω ότι $y_t = \ln(S_t/S_{t-1})$ είναι η ημερήσια απόδοση από το χρόνο $t-1$ στο t :

$$y_t = \mu + \epsilon_t \quad (2.1)$$

όπου S_t είναι η τιμή του χρονογράνου στον χρόνο t , μ είναι ο δεσμευμένος μέσος, και το μη προβλεψίμο στοιχείο, ε_t , ζυρίζεται ως:

$$\varepsilon_t = \varepsilon_t \sigma_t, \quad (2.2)$$

όπου ε_t είναι ΠΔ.

Δεδομένου ότι τα περισσότερα μοντέλα διακύμανσης έχουν αναλυθεί εκτενώς², παρουσιάζονται μόνο στον πίνακα 8.1.

Ο Engle (1982) πρότεινε τη χρησιμοποίηση των ARCH μοντέλων κάτω από την υπόθεση της κανονικής κατανομής.

$$D(\varepsilon_t) = (2\pi)^{-1/2} e^{-\varepsilon_t^2/2} \quad (2.3)$$

Ο Bollerslev (1987) πρότεινε την συμμετρική Student-t κατανομή με $\nu > 2$ βαθμούς ελευθερίας:

$$D(\varepsilon_t; \nu) = \frac{\Gamma((\nu+1)/2)}{\Gamma(\nu/2)\sqrt{\pi(\nu-2)}} \left(1 + \frac{\varepsilon_t^2}{\nu-2}\right)^{-\frac{\nu+1}{2}} \quad (2.4)$$

όπου $\Gamma(\cdot)$ είναι η Γάμμα κατανομή. Η κανονική κατανομή είναι μια ειδική περίπτωση της Student-t στην περίπτωση που $\nu \rightarrow \infty$. Επειδή η Student-t κατανομή είναι συμμετρική, πολλοί ερευνητές επικεντρώνονται σε ασυμμετρικές³. Οι Lambert και Laurent πρότειναν την μη συμμετρική Student-t κατανομή:

$$D(\varepsilon_t; \xi, \nu) = \begin{cases} \frac{2}{\xi^{1+\frac{1}{\xi}}} s D[\xi(s\varepsilon_t + m); \nu] & \text{if } \varepsilon_t < -\frac{m}{s} \\ \frac{2}{\xi^{1+\frac{1}{\xi}}} s D[\frac{s\varepsilon_t + m}{\xi}; \nu] & \text{if } \varepsilon_t \geq -\frac{m}{s} \end{cases} \quad (2.5)$$

όπου $g(\cdot; \nu)$ είναι η συνάρτηση της Student-t κατανομής, ξ είναι ο συντελεστής ασυμμετρίας, ενώ $m = \frac{\Gamma(\frac{\nu-1}{2})\sqrt{\nu-2}}{\sqrt{\pi}\Gamma(\frac{\nu}{2})}(\xi - \frac{1}{\xi})$ και $s^2 = (\xi^2 + \frac{1}{\xi^2} - 1) - m^2$ είναι ο μέσος και η διακύμανση της μη τυποποιημένης Skewed Student-t κατανομής, αντίστοιχα. Οι Lambert και Laurent (2000) ανέφεραν ότι η κατανομή είναι δεξιά (αριστερά) ασυμμετρική αν $\log(\xi) > 0 (< 0)$. Επίσης δημιούργησαν τα τεταρτημόρια της κατανομής:

$$st_{\alpha, \nu, \xi}^* = \begin{cases} \frac{1}{\xi} t_{\alpha, \nu}[\frac{\alpha}{2}(1 + \xi^2)] & \text{if } \alpha < \frac{1}{\alpha + \xi^2} \\ -\xi t_{\alpha, \nu}[\frac{1-\alpha}{2}(1 + \xi^2)] & \text{if } \alpha \geq \frac{1}{\alpha + \xi^2} \end{cases} \quad (2.6)$$

²Για περισσότερες πληροφορίες δείτε τους Poon και Granger (2003) μεταξύ άλλων.

³Δες Theodossiou (1998).

Ιστορική Προσομοίωση

Η Ιστορική Προσομοίωση είναι μία από τις πιο απλές μεθοδολογίες υπολογισμού του VaR, το οποίο κάτω από αυτό το πλαίσιο ισούται με το τεταρτημόριο της εμπειρικής κατανομής του αντίστοιχου επιπέδου εμπιστοσύνης.

$$VaR_{t+1|t}^p = \text{Quantile}\{\{y_t\}_{t=1}^n, 100p\} \quad (2.7)$$

Συγκεκριμένα, η μεθοδολογία αυτή υποθέτει ότι η μελλοντική κατανομή των y_t περιγράφεται πλήρως από την ιστορική με αποτέλεσμα να συμπεριλαμβάνει μη κανονικές κατανομές.

2.2.2 Ημι-Παραμετρικές Μεθοδολογίες

Για να μπορέσει ένας ερευνητής να εκτιμήσει το VaR με ένα παραμετρικό μοντέλο θα πρέπει να κάνει υποθέσεις για την υποκείμενη κατανομή, ενώ για τις μη-παραμετρικές μεθοδολογίες δεν υπάρχει μια συνεπής τεχνική για την πρόβλεψη της διακύμανσης. Η Filtered Historical Simulation (FHS) η οποία προτάθηκε από τους Hull και White (1998) και Barone-Adesi κ.λ. (1999), συνδυάζει τις δύο τεχνικές με σκοπό να αξιοποιήσει τα θετικά τους στοιχεία:

$$VaR_{t+1|t} = \text{Quantile}\{\{\varepsilon_t\}_{t=1}^n, 100p\} \sigma_{t+1|t} \quad (2.8)$$

Όσο αναφορά την εμπειρική έρευνα, οι προβλέψεις της διακύμανσης και τα αντίστοιχα τεταρτημόρια δημιουργούνται από ένα GARCH μοντέλο. Ο συνδυασμός αυτός των δύο τεχνικών μπορεί να μειώσει τις αδυναμίες που αντιμετωπίζουν οι "κλασικές" μεθοδολογίες.

2.2.3 Extreme value theory

Η σημαντικότητα της Extreme Value Theory (EVT) έχει αναγνωριστεί τις τελευταίες δεκαετίες αφού η κάθε στατιστική διαδικασία που μοντελοποιεί τα ακραία γεγονότα θα πρέπει να επωφελείται από τις κατάλληλες κατανομές. Η Generalized Pareto Distribution (GPD) περιγράφει τη συμπεριφορά των ακραίων γεγονότων. Η EVT πρέπει να εφαρμοστεί στις τυποποιημένες αποδόσεις ($\varepsilon_t = y_t/\sigma_t \sim i.i.d.D(0, 1)$) αφού σε αντίθετη περίπτωση οι εκτιμήσεις των παραμέτρων θα είναι μερληπτικές.

Ακολουθώντας την πρόταση των McNeil και Frey (2000) οι αποδόσεις θα πρέπει να δημιουργηθούν από ένα μοντέλο διακύμανσης για να είναι δυνατόν η εμπειρική κατανομή να μοντελοποιηθεί σωστά.

Η τεχνική εκτίμησης ονομάζεται *peaks over threshold*, ενώ η πιθανότητα των τυποποιημένων καταλοίπων να είναι μεγαλύτερη από u είναι:

$$F_u(x) \equiv Pr\{z - u \leq x \mid z > u\} = \frac{F(x+u) - F(u)}{1 - F(u)},$$

όπου $x > u$. Η GPD⁴, $G(x; \tau, \psi)$, περιγράφεται ως:

$$G(x; \tau, \gamma) = \begin{cases} 1 - (1 + \frac{x\tau}{\psi})^{-\gamma} & \text{if } \tau \neq 0 \\ 1 - \exp(-\frac{x}{\psi}) & \text{if } \tau = 0, \end{cases} \quad (2.9)$$

όπου $\psi > 0$ είναι ένας παράγοντας στάθμησης και

$$\begin{cases} x \geq u & \text{if } \tau \geq 0 \\ u \leq x \leq u - \frac{\psi}{\tau} & \text{if } \tau < 0 \end{cases}$$

Η EVT συμπεριλαμβάνει μια σειρά από κατανομές. Αν $\tau > 0$ συμπεριλαμβάνει τις λεπτόκυρτες ενώ αν $\tau = 0$ συμπίπτει με αυτήν της κανονικής κατανομής. Κάτω από την υπόθεση ότι $\tau > 0$ ο Hill⁵ εκτιμητής υπολογίζεται ως:

$$\tau = \frac{1}{T_u} \sum_{i=1}^{T_u} T_u \ln\left(\frac{y_i}{u}\right), \quad (2.10)$$

όπου T_u είναι ο αριθμός των παρατηρήσεων που είναι μεγαλύτερος από το u , το οποίο το θέσαμε ίσο με το 5% των συνολικών παρατηρήσεων. Το VaR υπολογίζεται ως:

$$VaR_{t+1|t} = \sigma_{t+1|t} u \left[\frac{p}{T_u/T} \right]^{-\tau}, \quad (2.11)$$

όπου p είναι το επίπεδο εμπιστοσύνης.

⁴ Δες Balkema και de Haan (1974) και Pickands (1975) μεταξύ άλλων.

⁵ Για περισσότερες πληροφορίες, δες Christoffersen (2003).

2.3 Αξιολόγηση των μοντέλων

Ο σκοπός αυτού του κεφαλαίου είναι η αξιολόγηση των πραγματοποιηθέντων VaR προβλέψεων σε ένα περιβάλλον διαχείρισης κινδύνων. Τα δυο τεστ που θα χρησιμοποιηθούν (unconditional, conditional coverage) δημιουργήθηκαν από τους Kupiec (1995), Christoffersen (1998, 2003) και δίνουν τη δυνατότητα αξιολόγησης των μοντέλων διαχείρισης κινδύνων. Εξετάζουν αν ο αριθμός των παραβιάσεων είναι στατιστικά ίσος με τον αναμενόμενο και αν οι παραβιάσεις κατανέμονται ανεξάρτητα. Ωστόσο, στις περισσότερες των περιπτώσεων περισσότερο από ένα μοντέλα κρίνονται ως κατάλληλα, με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατόν να επιλεγεί μόνο ένα. Γι' αυτό τον λόγο, τα καλύτερα μοντέλα θα συγκριθούν και μέσω μιας έλεγχου-συνάρτησης

2.3.1 Unconditional coverage

Έστω ότι I_{t+1} είναι η διαδικασία των παραβιάσεων:

$$I_{t+1} = \begin{cases} 1, & \psi_{t+1} < \text{VaR}_{(t+1)|t} \\ 0, & \psi_{t+1} \geq \text{VaR}_{(t+1)|t} \end{cases}$$

και επομένως $N = \sum_{t=1}^T I_t$ είναι ο αριθμός των ημερών για μια περίοδο T όπου η ζημιά του χαρτοφυλακίου ήταν μεγαλύτερη από την προβλεπόμενη.

Κάτω από την υπόθεση ότι το ποσοστό των παραβιάσεων ισούται με τον αναμενόμενο ποσοστό ($N/T = p$), το τεστ περιγράφεται από την επόμενη εξίσωση:

$$LR_u = 2 \ln \left[\left(1 - \frac{N}{T}\right)^T \cdot N \left(\frac{N}{T}\right)^N \right] - 2 \ln \left[(1-p)^{T-N} p^N \right] \sim \chi_1^2 \quad (2.12)$$

2.3.2 Conditional coverage

Ο Christoffersen (1998) πρότεινε ένα πιο πλήρη έλεγχο ο οποίος ταυτόχρονα ελέγχει αν το ποσοστό των παραβιάσεων ισούται με τον αναμενόμενο αριθμό και αν οι παραβιάσεις είναι ανεξάρτητες. Κάτω από αυτές τις δυο υποθέσεις ο έλεγχος περιγράφεται ως:

$$-2 \ln \left[(1-p)^T \cdot N p^N \right] + 2 \ln \left[(1-\pi_{01})^{n_{00}} \pi_{01}^{n_{01}} (1-\pi_{11})^{n_{10}} \pi_{11}^{n_{11}} \right] \sim \chi_2^2, \quad (2.13)$$

όπου n_{ij} είναι ο αριθμός των παραβιάσεων με τιμή i η οποία ακολουθούνται από j , για $i, j = 0, 1$,

$$\pi_{ij} = \frac{n_{ij}}{\sum_j n_{ij}}$$

Αντίθετα με τον προηγούμενο έλεγχο, ο συγκεκριμένος μπορεί να απορρίψει ένα μοντέλο αν έχει δημιουργήσει είτε πολλές είτε λίγες εξαρτημένες παραβιάσεις.

2.3.3 Loss functions

Ο Lopez (1998) πρότεινε να χρησιμοποιείται η παρακάτω έλεγχο-συνάρτηση:

$$\Psi_{t+1}^{\text{Lopez}} = \begin{cases} 1 + (y_{t+1} - \text{VaR}_{t+1|t})^2, & y_{t+1} < \text{VaR}_{t+1|t} \\ 0, & y_{t+1} \geq \text{VaR}_{t+1|t}. \end{cases}$$

Όσο μεγαλύτερος είναι ο όρος $(y_{t+1} - \hat{\alpha}P_{t+1|t})^2$ τόσο 'τιμωρείται' ένα μοντέλο. Σύμφωνα με τον Lopez's (1998), ένα μοντέλο που ελαχιστοποιεί την ποσότητα $(\Psi = \sum_{t=1}^T \Psi_t)$, προτιμάται από όλα τα άλλα. Οι Angelidis κ.λ (2004) πρότειναν μια διαφορετική συνάρτηση, η οποία περιγράφεται ως:

$$\Psi_{t+1}^{\text{QL}} = \begin{cases} (y_{t+1} - \text{VaR}_{t+1|t})^2, & y_{t+1} < \text{VaR}_{t+1|t} \\ (\text{Quantile}\{y, 100p\}_1^T - \text{VaR}_{t+1|t})^2, & y_{t+1} \geq \text{VaR}_{t+1|t}, \end{cases} \quad (2.14)$$

Η συγκεκριμένη συνάρτηση τιμωρεί ένα μοντέλο είτε με βάση τον όρο $(y_{t+1} - \text{VaR}_{t+1|t})^2$ εάν έχει πραγματοποιηθεί μια παραβίαση, είτε με βάση τη διαφορά του p -τεταρτημορίου των μελλοντικών αποδόσεων και της πρόβλεψης του VaR $(\text{Quantile}\{y, 100p\}_1^T - \text{VaR}_{t+1|t})^2$.

Χρησιμοποιώντας τη συγκεκριμένη συνάρτηση είναι δυνατόν να εξαχθούν στατιστικά συμπεράσματα για την επάρκεια των μοντέλων με βάση το τεστ των Diebold και Mariano (1995)⁶.

⁶Για περισσότερες πληροφορίες δες την εργασία των Sarma et. al. (2003)

2.4 Εμπειρική Ανάλυση

2.4.1 Δεδομένα

Για να αξιολογηθούν τα μοντέλα διακύμανσης, δημιουργήθηκαν προβλέψεις του VaR για τέσσερις ελληνικές μετοχές (Άλφα Τράπεζα, Εμπορική Τράπεζα, Εθνική Τράπεζα και Τιτάνας) 2 χαρτοφυλάκια και για τον Γενικό Δείκτη για την περίοδο από τον Ιανουάριο 1991 έως τις 18 Δεκεμβρίου του 2003. Το πρώτο χαρτοφυλάκιο P.Small βασίζεται σε αυτές τις τέσσερις μετοχές, ενώ το δεύτερο ,P.Small, αποτελείται από όλες τις μετοχές του FTASE-20 δείκτη.

Το γράφημα F.1 παρουσιάζει τις αποδόσεις, ενώ το F.2 προβάλλει τα τεταρτημόρια των χαρτοφυλακίων. Και στις δυο των περιπτώσεων τα γραφήματα καταδεικνύουν την ασυμμετρία και τις πλατιές ουρές των αποδόσεων. Ο πίνακας 8.3 παρουσιάζει τα περιγραφικά στατιστικά των μετοχών και των χαρτοφυλακίων, τα οποία δείχνουν ότι πρέπει τα μοντέλα να ενσωματώνουν την ασυμμετρία των δεδομένων, ενώ είναι πιθανόν να χρειάζεται να χρησιμοποιούνται διαφορετικά μοντέλα για κάθε θέση.

Στον πίνακα 8.4 παρουσιάζεται ο έλεγχος των Engle και Ng (1993) ο οποίος περιγράφεται ως:

$$\hat{\epsilon}_t^2 = \phi_0 + \phi_1 S_{t-1} + \phi_2 S_{t-1} \hat{\epsilon}_{t-1} + \phi_3 S_{t-1}^2 \hat{\epsilon}_{t-1} + \xi_t, \quad (2.15)$$

όπου S_{t-1} είναι μια ψευδομεταβλητή η οποία ισούται με 1 αν $\hat{\epsilon}_{t-1} < 0$ και 0 σε κάθε άλλη περίπτωση, ενώ $\hat{\epsilon}_{t-1}$ είναι τα κατάλοιπα της εξίσωσης 2.1. Εάν ο συντελεστής ϕ_1 είναι στατιστικά σημαντικός, τότε το $\hat{\epsilon}_t^2$ εξαρτάται από το πρόσημο του $\hat{\epsilon}_{t-1}$, ενώ εάν οι συντελεστές ϕ_2 ή ϕ_3 είναι στατιστικά σημαντικοί τότε και το μέγεθος του καταλοίπου ($\hat{\epsilon}_t$) επηρεάζει τη δεσμευμένη διακύμανση.

2.4.2 Στατιστική Αξιολόγηση των Μοντέλων

Για κάθε μοντέλο, μετοχή και χαρτοφυλάκιο, χρησιμοποιήθηκε ένα κυλιόμενο δείγμα 1000 παρατηρήσεων για να υπολογιστεί το 97.5% και 99% VaR για θέσεις αγοράς και πώλησης. Τα ποσοστά παραβιάσεων για τα δυο επίπεδα εμπιστοσύνης και οι αντίστοιχες πιθανότητες των δυο μέτρων αξιολόγησης παρουσιάζονται στους πίνακες 8.5 και 8.6. Τα κύρια αποτελέσματα συνοψίζονται στα εξής:

- α. Οι απλές μέθοδοι (VC, RM) υποεκτιμούν τον πραγματικό κίνδυνο με αποτέλεσμα να μην είναι κατάλληλες τεχνικές διαχείρισης κινδύνων. Ο κύριος λόγος της υποεκτίμησης είναι η ασυμμετρία και οι πλατιές ουρές των δεδομένων.
- β. Οι τεχνικές που μοντελοποιούν τη διακύμανση (GARCH, EGARCH, TARCH) δημιουργούν πιο ακριβείς προβλέψεις του VaR σε σχέση με τις πιο απλές. Ωστόσο, αυτά τα μοντέλα κάτω από τις λεπτόκυρτες κατανομές υπερεκτιμούν το VaR με αποτέλεσμα να απορρίπτονται από τα τεστ αξιολόγησης.
- γ. Η ιστορική προσομοίωση δημιουργεί εξαρτημένες παραβιάσεις, αφού η τιμή της πιθανότητας να είναι σωστή η υπόθεση της ανεξαρτησίας είναι μικρότερη του 10% με αποτέλεσμα να απορρίπτεται αυτή η μεθοδολογία.
- δ. Οι ημι-παραμετρικές μεθοδολογίες προβλέπουν σωστά το VaR και για τις δύο θέσεις. Για παράδειγμα, το ποσοστό των παραβιάσεων προσεγγίζει το 1%. Η βελτιωμένη επίδοση των μοντέλων αυτών οφείλεται στα εμπειρικά τεταρτημόρια που είναι μεγαλύτερα από αυτά τις κανονικής κατανομής.

2.4.3 Επιλογή Μοντέλων

Παρόλο που υπάρχουν ενδείξεις ότι οι ημι-παραμετρικές μέθοδοι δημιουργούν τις ακριβέστερες προβλέψεις, με βάση τα δύο μέτρα αξιολόγησης δεν είναι δυνατόν να επιλεγεί ένα μοντέλο για κάθε περίπτωση. Γι' αυτό το λόγο, για όλα τα μοντέλα που δεν έχουν απορριφθεί, ακολουθείται η διαδικασία που περιγράφηκε στο κεφάλαιο 2.3.3.

Οι πίνακες 8.7 και 8.8 παρουσιάζουν περιληπτικά τα αποτελέσματα. Για τις θέσεις πώλησης, οι ημι-παραμετρικές μέθοδοι δημιουργούν καλύτερες προβλέψεις από τις παραμετρικές, ενώ για τις θέσεις αγοράς τα αποτελέσματα είναι μικτά αφού τα περισσότερα μοντέλα δημιουργούν αποδεκτές εκτιμήσεις του κινδύνου. Ωστόσο με βάση την μεθοδολογία που προτάθηκε, είναι δυνατόν να επιλεγεί ένα μοντέλο για κάθε μετοχή, διάστημα εμπιστοσύνης και χρηματιστηριακή θέση. Έτσι, ο πίνακας 8.9 παρουσιάζει τα

συνοπτικά αποτελέσματα για τη διαδικασία δύο σταδίων.

2.5 Συμπεράσματα

Σε αυτήν την εργασία συγκρίθηκαν παραμετρικές, ημι-παραμετρικές και μη-παραμετρικές μέθοδοι για να εκτιμηθεί το VaR για θέσεις αγοράς και πώλησης για δύο επίπεδα εμπιστοσύνης (97.5%, 99%). Στο υψηλότερο επίπεδο εμπιστοσύνης, το ποσοστό των παραβιάσεων των ημι-παραμετρικών είναι πολύ κοντά στο 1% και επομένως είναι οι καλύτερες τεχνικές. Αντίθετα, στο άλλο επίπεδο εμπιστοσύνης, περισσότερα μοντέλα κρίνονται κατάλληλα. Με βάση την μεθοδολογία δύο σταδίων που προτάθηκε, σε κάθε περίπτωση είναι δυνατή η επιλογή ενός μοντέλου από τα 14 αρχικά.

The relation between market capitalization, sample size and VaR forecasts

3.1 Εισαγωγή

Ο σκοπός της έρευνας είναι διπλός. Χρησιμοποιούνται διαφορετικές οικογένειες μοντέλων διακύμανσης κάτω από δυο διαφορετικά δείγματα για να υπολογιστεί το VaR για θέσεις αγοράς και πώλησης τεσσάρων δεικτών ((DJ EURO STOXX-50, Large capitalization DJ EURO STOXX, Medium capitalization DJ EURO STOXX, Small capitalization DJ EURO STOXX). Επίσης, η χρησιμοποίηση διαφορετικών κατανομών ((Normal, Student-t, Skewed Student-t) θα προσφέρει στον ερευνητή τη δυνατότητα να επιλέξει την πιο κατάλληλη, ενώ τα διαφορετικά δείγματα θα τονίσουν τη σημασία των δεδομένων. Τέλος, η εφαρμογή των μεθοδολογιών έχει γίνει σε τέσσερις δείκτες έτσι ώστε τα αποτελέσματα να μην εξαρτώνται από την επιλογή των δεδομένων και συγχρόνως να εξεταστεί αν η κεφαλαιοποίηση των μετοχών επιδρά στην ακρίβεια των προβλέψεων.

Εφαρμόζεται μια διαδικασία 2 σταδίων για να αξιολογηθούν οι τεχνικές διαχείρισης κινδύνων. Στο

πρώτο στάδιο εξετάζεται η στατιστική επάρκεια τους ενώ στο δεύτερο μια μεθοδολογία που θα οδηγήσει στην επιλογή ενός μοντέλου για κάθε μεταχικό δείκτη, επίπεδο εμπιστοσύνης και χρηματιστηριακή θέση.

Συμπερασματικά, μπορούμε να διατυπώσουμε ότι μοντέλα που ενσωματώνουν τα βασικά χαρακτηριστικά των χρηματοοικονομικών σειρών προβλέπουν ακριβέστερα το VaR, ενώ στις δυο χρηματιστηριακές θέσεις πρέπει να εφαρμόζονται διαφορετικές τεχνικές διαχείρισης κινδύνων.

Η υπόλοιπη εργασία έχει οργανωθεί ως εξής: Στο δεύτερο κεφάλαιο περιγράφονται τα μέτρα του VaR, ενώ στο τρίτο περιγράφεται το περιβάλλον αξιολόγησής τους. Στο τέταρτο περιγράφονται τα δεδομένα και παρουσιάζονται τα αποτελέσματα. Το τελευταίο κεφάλαιο παρουσιάζει τα συμπεράσματα.

3.2 Κίνδυνος της Αγοράς

Το ημερήσιο VaR ορίζεται ως $Pr(y_{t+1} < VaR_{t+1/l}) = \alpha$, όπου y_{t+1} είναι η μελλοντική αλλαγή της αξίας του χαρτοφυλακίου, ενώ α ισούται με 1 μείον το επίπεδο εμπιστοσύνης. Για τις παραμετρικές μεθοδολογίες το VaR υπολογίζεται ως εξής:

$$VaR_{t+1/l} = F(\alpha)\sigma_{t+1/l}, \quad (3.1)$$

θεωρούμε ότι $F(\alpha)$ είναι το αντίστοιχο τεταρτημόριο της υποκείμενης κατανομής και $\sigma_{t+1/l}$ είναι η πρόβλεψη της δεσμευμένης τυπικής απόκλισης στον χρόνο l . Κάτω από την υπόθεση ότι οι αποδόσεις των χαρτοφυλακίων κατανομούνται κανονικά, ο υπολογισμός του VaR απλοποιείται αφού τόσο το $\sigma_{t+1/l}$ όσο και το $F(\alpha)$ έχουν αναλυτικές λύσεις. Ωστόσο, η μέθοδος αυτή, η οποία αποκαλείται Variance-Covariance (VC) υποεκτιμάει την τιμή του VaR αφού οι χρηματοοικονομικές σειρές είναι ασύμμετρες και λεπτόκυρτες.

3.2.1 Παραμετρικά Μοντέλα

Έστω ότι $y_t = \ln(S_t/S_{t-1})$ είναι η ημερήσια απόδοση του χαρτοφυλακίου από το χρόνο $t-1$ στο t :

$$y_t = \alpha_t + \varepsilon_t, \quad (3.2)$$

όπου c_t είναι μια σταθερά και ε_t είναι το μη προβλεπόμενο κομμάτι της διαδικασίας, το οποίο ορίζεται:

$$\varepsilon_t = z_t \sigma_t,$$

όπου z_t IID ενώ σ_t είναι η δεσμευμένη τυπική απόκλιση του ε_t .

Ο Bollerslev (1986) πρότεινε τα Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedastic ή GARCH(p,q) μοντέλα:

$$\sigma_t^2 = a_0 + \sum_{i=1}^q a_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p b_j \sigma_{t-j}^2, \quad (3.3)$$

όπου $a_0 > 0$, $a_i \geq 0$ για $i = 1, \dots, q$, και $b_j \geq 0$ για $j = 1, \dots, p$

Αν και το GARCH(p,q) μοντέλο ενσωματώνει πολλά χαρακτηριστικά των χρηματοοικονομικών σειρών, δεν μοντελοποιεί την ασυμμετρία των δεδομένων. Γι' αυτόν τον λόγο, ο Nelson (1991) πρότεινε τα EGARCH(p,q) μοντέλα:

$$\ln(\sigma_t^2) = a_0 + \sum_{i=1}^q \left(a_i \left| \frac{\varepsilon_{t-i}}{\sigma_{t-i}} \right| + \gamma_i \frac{\varepsilon_{t-i}}{\sigma_{t-i}} \right) + \sum_{j=1}^p (b_j \ln(\sigma_{t-j}^2)). \quad (3.4)$$

Οι παράμετροι γ_i ενσωματώνουν την ασυμμετρία των δεδομένων. Αν $\gamma_i = 0$ τότε ένα θετικό σοκ, $\varepsilon_t > 0$, έχει την ίδια επίδραση στη διακύμανση με ένα αρνητικό, $\varepsilon_t < 0$.

Η ασυμμετρία των δεδομένων θα μπορούσε επίσης να συμπεριληφθεί σε ένα TAR(p,q) μοντέλο:

$$\sigma_t^2 = a_0 + \sum_{i=1}^q a_i \varepsilon_{t-i}^2 + \gamma_i \varepsilon_{t-i}^2 d_{t-i} + \sum_{j=1}^p b_j \sigma_{t-j}^2, \quad (3.5)$$

όπου $d_t = 1$ αν $\varepsilon_t < 0$ και $d_t = 0$ σε κάθε άλλη περίπτωση. Τέλος, αφού δεν υπάρχει κάποιος εμφανής λόγος η δεσμευμένη διακύμανση να είναι μια γραμμική συνάρτηση των χρονικών υστερήσεων των τετραγώνων των καταλοίπων¹, ο Ding κ.λ. (1993) εισήγαγαν τα APARCH(p,q) μοντέλα:

$$\sigma_t^\delta = a_0 + \sum_{i=1}^q a_i (|\varepsilon_{t-i}| - \gamma_i \varepsilon_{t-i})^\delta + \sum_{j=1}^p b_j \sigma_{t-j}^\delta, \quad (3.6)$$

όπου $a_0 > 0$, $a_i \geq 0$, $|\gamma_i| < 1$, $b_j > 0$ και $\delta > 0$.

¹ Για περισσότερες πληροφορίες, δες την εργασία των Brooks et. al (2000)

Αν και τα Switching Regime μοντέλα είναι παρόμοια με αυτά των μεικτών κατανομών που πρότεινε ο Zangari (1996), υπάρχουν μεταξύ τους σημαντικές διαφορές. Πρώτων, η πρόβλεψη δημιουργείται από μια 2 σταδίων διαδικασία Markov αντί μιας Bernoulli. Δεύτερων, διάφορα χαρακτηριστικά της διακύμανσης είναι δυνατόν να ενσωματωθούν σε αυτά τα μοντέλα.

Στα Switching Regime μοντέλα επιτρέπεται να έχουν διαφορετικές παραμέτρους σε κάθε κατάσταση:

$$\begin{aligned} y_{jt} &= \mu_{jt} + \varepsilon_{jt} \\ \varepsilon_{jt} &= \varepsilon_{jt} \sigma_{jt} \end{aligned} \quad \text{for } j = 1, 2. \quad (3.7)$$

όπου y_{jt} είναι η απόδοση του χαρτοφυλακίου, μ_{jt} και σ_{jt} είναι οι δεσμευμένοι μέσοι και οι τυπικές αποκλίσεις της κατάστασης j αντίστοιχα. Όπως και ο Hamilton (1989) υποθέτω ότι η διαδικασία y_{jt} είναι πρώτης τάξης Markov η οποία περιγράφεται από την μεταβλητή $S_t = 1, 2$.

Δεδομένου ότι τα προαναφερθείσα μοντέλα ενσωματώνουν τα κύρια χαρακτηριστικά των χρηματοοικονομικών σειρών, η ανάλυσή μας θα περιοριστεί σε αυτά².

3.2.2 Κατανομές

Ο Engle (1982) πρότεινε τη χρησιμοποίηση των ARCH μοντέλων κάτω από την υπόθεση της κανονικής κατανομής:

$$D(\varepsilon_t) = (2\pi)^{-(1/2)} e^{-(\varepsilon_t^2/2)} \quad (3.8)$$

Ο Bollerslev (1987) πρότεινε την συμμετρική Student-t κατανομή με $\nu > 2$ βαθμούς ελευθερίας.

$$D(\varepsilon_t; \nu) = \frac{\Gamma((\nu+1)/2)}{\Gamma(\nu/2)\sqrt{\pi}(\nu-2)} \left(1 + \frac{\varepsilon_t^2}{\nu-2}\right)^{-\frac{\nu+1}{2}} \quad (3.9)$$

όπου $\Gamma(\cdot)$ είναι η Γάμμα κατανομή. Η κανονική κατανομή είναι μια ειδική περίπτωση της Student-t αν $\nu \rightarrow \infty$.

²Για περισσότερες πληροφορίες δες τις εργασίες των Engle and Patton (2001), Brooks and Persaud (2003a and 2003b), Giot and Laurent (2003a) and Poon and Granger (2003) μεταξύ άλλων

Επειδή η Student-t κατανομή είναι συμμετρική, πολλοί ερευνητές επικεντρώνονται σε ασυμμετρικές. Οι Lambert και Laurent (2000) πρότειναν την μη συμμετρική Student-t κατανομή:

$$D(\varepsilon_t; \xi, \nu) = \begin{cases} \frac{2}{\xi + \frac{1}{\xi}} sg[\xi(s\varepsilon_t + m); \nu] & \text{if } \varepsilon_t < -\frac{m}{s} \\ \frac{2}{\xi + \frac{1}{\xi}} sg[\frac{s\varepsilon_t + m}{s}; \nu] & \text{if } \varepsilon_t \geq -\frac{m}{s} \end{cases} \quad (3.10)$$

όπου $g(\cdot; \nu)$ είναι η συνάρτηση της Student-t κατανομής, ξ είναι ο συντελεστής ασυμμετρίας, ενώ $m = \frac{1 + (\frac{\nu-1}{2})\sqrt{\nu-2}}{\sqrt{\pi}\Gamma(\frac{\nu}{2})}(\xi - \frac{1}{\xi})$ και $s^2 = (\xi^2 + \frac{1}{\xi^2} - 1) - m^2$ είναι ο μέσος και η διακύμανση της μη τυποποιημένης Skewed Student-t κατανομής, αντίστοιχα. Οι Lambert και Laurent (2000) ανέφεραν ότι η κατανομή είναι δεξιά (αριστερά) ασυμμετρική αν $\log(\xi) > 0 (< 0)$. Επίσης δημιουργήσανε τα τεταρτημόρια της κατανομής:

$$st_{\alpha, \nu, \xi}^* = \begin{cases} \frac{1}{\xi} t_{\alpha, \nu}[\frac{\alpha}{2}(1 + \xi^2)] & \text{if } \alpha < \frac{1}{\alpha + \xi^2} \\ -\xi t_{\alpha, \nu}[\frac{1-\alpha}{2}(1 + \xi^2)] & \text{if } \alpha \geq \frac{1}{\alpha + \xi^2} \end{cases} \quad (3.11)$$

και επομένως ο υπολογισμός του VaR απλοποιείται:

$$st_{\alpha, \nu, \xi} = \frac{st_{\alpha, \nu, \xi}^* - m}{s}$$

3.2.3 Ιστορική Προσομοίωση

Η Ιστορική Προσομοίωση είναι μία από τις πιο απλές μεθοδολογίες υπολογισμού του VaR, το οποίο κάτω από αυτό το πλαίσιο ισούται με το τεταρτημόριο της εμπειρικής κατανομής του VaR επιπέδου εμπιστοσύνης.

$$VaR_{t+1|t}^p = Quantile\{\{y_t\}_{t=1}^n, 100p\} \quad (3.12)$$

Συγκεκριμένα, η μεθοδολογία αυτή υποθέτει ότι η μελλοντική κατανομή των y_t περιγράφεται πλήρως από την ιστορική με αποτέλεσμα να συμπεριλαμβάνει μη κανονικές κατανομές.

3.2.4 Ημι-Παραμετρικές Μεθοδολογίες

Για να μπορέσει ένας ερευνητής να εκτιμήσει το VaR με ένα παραμετρικό μοντέλο θα πρέπει να κάνει υποθέσεις για την υποκείμενη κατανομή, ενώ για τις μη-παραμετρικές μεθοδολογίες δεν υπάρχει μια

συνεπείς τεχνική για την πρόβλεψη της διακύμανσης. Η Filtered Historical Simulation (FHS) η οποία προτάθηκε από τους Hull και White (1998) και Barone-Adesi κ.λ. (1999), συνδυάζει τις δύο τεχνικές με σκοπό να αξιοποιήσει τα θετικά τους στοιχεία:

$$VaR_{t+1|t} = \text{Quantile} [\{\varepsilon_t\}_{t=1}^n, 100p] \sigma_{t+1|t} \quad (3.13)$$

Όσο αναφορά την εμπειρική έρευνα, οι προβλέψεις της διακύμανσης και τα αντίστοιχα τεταρτημόρια δημιουργούνται από GARCH, APARCH, Switch Regime μοντέλα. Ο συνδυασμός των παραμετρικών με των μη-παραμετρικών τεχνικών μπορεί να μειώσει τις αδυναμίες που αντιμετωπίζουν οι "κλασικές" μεθοδολογίες.

3.2.5 Extreme Value Theory

Η σημαντικότητα της Extreme Value Theory (EVT) έχει αναγνωριστεί τις τελευταίες δεκαετίες αφού η κάθε στατιστική διαδικασία που μοντελοποιεί τα ακραία γεγονότα θα πρέπει να επωφελείται από τις κατάλληλες κατανομές. Η Generalized Pareto Distribution (GPD) περιγράφει τη συμπεριφορά των ακραίων γεγονότων. Η EVT πρέπει να εφαρμοστεί σε τυποποιημένες αποδόσεις ($\varepsilon_t = y_t/\sigma_t \sim i.i.d.D(0, 1)$) αφού σε αντίθετη περίπτωση οι εκτιμήσεις των παραμέτρων θα είναι μεροληπτικές. Ακολουθώντας την πρόταση των McNeil και Frey (2000) οι αποδόσεις θα πρέπει να δημιουργηθούν από ένα μοντέλο διακύμανσης για να είναι δυνατόν η εμπειρική κατανομή να μοντελοποιηθεί σωστά.

Η τεχνική εκτίμησης ονομάζεται *peaks over threshold*, ενώ η πιθανότητα των τυποποιημένων καταλοίπων να είναι μεγαλύτερη από u είναι:

$$F_u(x) \equiv Pr\{z - u \leq x | z > u\} = \frac{F(x+u) - F(u)}{1 - F(u)}$$

όπου $x > u$. Η GPD³: $G(x; \tau, \psi)$, περιγράφεται ως:

$$G(x; \tau, \gamma) = \begin{cases} 1 - (1 + \frac{x\gamma}{\tau}) & \text{if } \tau \neq 0 \\ 1 - \exp(-\frac{x\gamma}{\tau}) & \text{if } \tau = 0, \end{cases} \quad (3.14)$$

³ Δες Balkema και de Haan (1974) και Pickands (1975) μεταξύ άλλων.

όπου $\psi > 0$ είναι ένας παράγοντας στάθμισης και

$$\begin{cases} x \geq u & \text{if } \tau \geq 0 \\ u \leq x \leq u - \frac{\psi}{\tau} & \text{if } \tau < 0 \end{cases}$$

Η EVT καλύπτει μια σειρά από κατανομές. Αν $\tau > 0$ περιλαμβάνει τις λεπτόχυστες ενώ αν $\tau = 0$ συμπίπτει με αυτήν της κανονικής κατανομής. Κάτω από την υπόθεση ότι $\tau > 0$ ο Hill⁴ εκτιμητής υπολογίζεται ως:

$$\tau = \frac{1}{T_u} \sum_{i=1}^{T_u} T_u \ln\left(\frac{y_i}{u}\right), \quad (3.15)$$

όπου T_u είναι ο αριθμός των παρατηρήσεων που είναι μεγαλύτερες από το u , το οποίο το θέσαμε ίσο με το 5% των συνολικών παρατηρήσεων. Το VaR υπολογίζεται ως:

$$\hat{x}P_{t+1|t} = \sigma_{t+1} u \left[\frac{p}{T_u/T} \right]^\tau, \quad (3.16)$$

όπου p είναι το επίπεδο εμπιστοσύνης.

3.3 Αξιολόγηση των Μοντέλων

Ο σκοπός αυτού του κεφαλαίου είναι η αξιολόγηση των πραγματοποιηθέντων VaR προβλέψεων σε ένα περιβάλλον διαχείρισης κινδύνων. Τα τρία τεστ που θα χρησιμοποιηθούν (unconditional, conditional coverage, mean relative scaled bias measure) δημιουργήθηκαν από τους Kupiec (1995), Christoffersen (1998, 2003), Hendricks (1996) και δίνουν τη δυνατότητα αξιολόγησης των μοντέλων διαχείρισης κινδύνων. Τα δύο πρώτα τεστ εξετάζουν αν ο αριθμός των παραβιάσεων είναι στατιστικά ίσος με τον αναμενόμενο και αν οι παραβιάσεις κατανέμονται ανεξάρτητα. Το τελευταίο τεστ δίνει τη δυνατότητα στον ερευνητή να επιλέξει το μέτρο που ελαχιστοποιεί το χρησιμοποιηθέν κεφάλαιο. Ωστόσο, στις περισσότερες των περιπτώσεων περισσότερα από ένα μοντέλα κρίνονται ως κατάλληλα, με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατόν να επιλεγεί μόνο ένα. Γι' αυτό τον λόγο, τα καλύτερα μοντέλα θα συγκριθούν και μέσω μιας έλεγχο-συνάρτησης

⁴Για περισσότερες πληροφορίες, δες Christoffersen (2003).

3.3.1 Unconditional Coverage

Έστω ότι I_{t+1} είναι η διαδικασία των παραβιάσεων:

$$I_{t+1} = \begin{cases} 1, & \psi_{t+1} < \text{VaR}_{t+1|t} \\ 0, & \psi_{t+1} \geq \text{VaR}_{t+1|t}. \end{cases}$$

και επομένως $N = \sum_{t=1}^T I_t$ είναι ο αριθμός των ημερών για μια περίοδο T όπου η ζημιά του χαρτοφυλακίου ήταν μεγαλύτερη από την προβλεπόμενη.

Κάτω από την υπόθεση ότι το ποσοστό των παραβιάσεων ισούται με τον αναμενόμενο ποσοστό ($N/T = p$), το κατάλληλο τεστ περιγράφεται από την επόμενη εξίσωση:

$$LR_{uc} = 2 \ln \left[\left(1 - \frac{N}{T}\right)^{T-N} \left(\frac{N}{T}\right)^N \right] - 2 \ln \left[(1-p)^{T-N} p^N \right] \sim \chi_1^2 \quad (3.17)$$

3.3.2 Conditional coverage

Ο Christoffersen (1998) πρότεινε ένα πιο πλήρη έλεγχο ο οποίος ταυτόχρονα ελέγχει αν το ποσοστό των παραβιάσεων ισούται με τον αναμενόμενο αριθμό και αν οι παραβιάσεις είναι ανεξάρτητες. Κάτω από αυτές τις δύο υποθέσεις ο έλεγχος περιγράφεται ως:

$$-2 \ln \left[(1-p)^{T-N} p^N \right] + 2 \ln \left[(1-\pi_{01})^{n_{00}} \pi_{01}^{n_{10}} (1-\pi_{11})^{n_{10}} \pi_{11}^{n_{11}} \right] \sim \chi_2^2, \quad (3.18)$$

όπου n_{ij} είναι ο αριθμός των παραβιάσεων με τιμή i η οποία ακολουθούνται από j , για $i, j = 0, 1$,

$$\pi_{ij} = \frac{n_{ij}}{\sum_j n_{ij}}$$

Αντίθετα με τον προηγούμενο έλεγχο, ο συγκεκριμένος μπορεί να απορρίψει ένα μοντέλο αν έχει δημιουργήσει είτε πολλές είτε λίγες εξαρτημένες παραβιάσεις.

3.3.3 Mean Relative Scaled Bias

Ο υπολογισμός αυτού του μέτρου γίνεται σε δυο στάδια. Αρχικά, για κάθε μοντέλο (k), υπολογίζουμε το εκ των υστέρων πολλαπλάσιο που χρειάζεται για να επιτευχθεί το επιθυμητό επίπεδο εμπιστοσύνης:

$$F_k = \sum_{t=1}^T \begin{cases} 1, & \text{if } \Delta P_{k,t+1} < X_k \text{VaR}_{kt} \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3.19)$$

όπου $F_k = T_k(1 - \alpha)$ και $\Delta P_{k,t+1}$ είναι η πραγματοποιηθείσα ζημιά. Το προσαρμοσμένο VaR ($X_k \text{VaR}_{kt}$) συγκρίνεται με τα σχετικά μέτρα:

$$MRSB_k = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \frac{X_{kt} - \bar{X}_k}{\bar{X}_k} \quad (3.20)$$

όπου $\bar{X}_k = \frac{1}{K} \sum_{t=1}^K X_{kt}$. Η τεχνική με την μικρότερη τιμή είναι προτιμητέα από τις άλλες.

3.3.4 Loss functions

Ο Lopez (1998) πρότεινε να χρησιμοποιείται η παρακάτω έλεγχο-συνάρτηση:

$$\Psi_{Lopez} = \begin{cases} 1 + (y_{t+1} - \text{VaR}_{t+1|t})^2, & y_{t+1} < \text{VaR}_{t+1|t} \\ 0, & y_{t+1} \geq \text{VaR}_{t+1|t} \end{cases}$$

Όσο μεγαλύτερος είναι ο όρος $(y_{t+1} - \text{VaR}_{t+1|t})^2$ τόσο "τιμωρείται" ένα μοντέλο. Σύμφωνα με τον Lopez's (1998), ένα μοντέλο που ελαχιστοποιεί την ποσότητα $(\Psi = \sum_{t=1}^T \Psi_t)$ προτιμάται από όλα τα άλλα. Οι Angelidis κ.λ. (2004) πρότειναν μια διαφορετική συνάρτηση, η οποία περιγράφεται ως:

$$\Psi_{QL} = \begin{cases} (y_{t+1} - \text{VaR}_{t+1|t})^2, & y_{t+1} < \text{VaR}_{t+1|t} \\ (\text{Quantile}\{y, 100p\}_1^T - \text{VaR}_{t+1|t})^2, & y_{t+1} \geq \text{VaR}_{t+1|t} \end{cases} \quad (3.21)$$

Η συγκεκριμένη συνάρτηση τιμωρεί ένα μοντέλο είτε με βάση τον όρο $(y_{t+1} - \text{VaR}_{t+1|t})^2$ εάν έχει πραγματοποιηθεί μια παραβίαση, είτε με βάση τη διαφορά του p -τεταρτημορίου των μελλοντικών αποδόσεων και της πρόβλεψης του VaR $(\text{Quantile}\{y, 100p\}_1^T - \text{VaR}_{t+1|t})^2$.

Χρησιμοποιώντας τη συγκεκριμένη συνάρτηση είναι δυνατόν να εξαχθούν στατιστικά συμπεράσματα για την επάρκεια των μοντέλων με βάση το τεστ των Diebold και Mariano (1995)⁵.

3.4 Εμπειρική Ανάλυση

3.4.1 Δεδομένα

Για να αξιολογηθούν τα μοντέλα διακύμανσης, δημιουργήθηκαν προβλέψεις του VaR για τέσσερις χρηματιστηριακούς δείκτες (DJ EURO STOXX-50, Large capitalization DJ EURO STOXX, Medium capitalization DJ EURO STOXX, Small capitalization DJ EURO STOXX) για την περίοδο από τον Ιανουάριο 1988 έως τις 31 Μαρτίου του 2004. Ο Dow Jones STOXXSM 600 δείκτης αποτελείται από τρεις επιμέρους δείκτες και καλύπτει τις 600 μεγαλύτερες μετοχές της Ευρώπης, ενώ ο Dow Jones STOXX 50SM δείκτης καλύπτει τις 50 μεγαλύτερες εταιρείες.

Το γράφημα G.1 παρουσιάζει τις αποδόσεις, ενώ το G.2 προβάλλει τα τεταρτημόρια. Και στις δύο των περιπτώσεων τα γραφήματα καταδεικνύουν την ασυμμετρία και τις πλατιές ουρές των αποδόσεων. Ο πίνακας 9.1 παρουσιάζει τα περιγραφικά στατιστικά των μετοχών και των χαρτοφυλακίων, τα οποία δείχνουν ότι πρέπει τα μοντέλα να ενσωματώνουν την ασυμμετρία των δεδομένων, ενώ είναι πιθανόν να χρειάζεται να χρησιμοποιούνται διαφορετικά μοντέλα για κάθε θέση.

Στον πίνακα 9.2 παρουσιάζεται ο έλεγχος των Engle και Ng (1993) το οποίο περιγράφεται ως:

$$\hat{\epsilon}_t^2 = \phi_0 + \phi_1 S_{t-1}^- + \phi_2 S_{t-1}^- \hat{\epsilon}_{t-1} + \phi_3 S_{t-1}^+ \hat{\epsilon}_{t-1} + \xi_t \quad (3.22)$$

όπου S_{t-1}^- είναι μια ψευδομεταβλητή η οποία ισούται με 1 αν $\hat{\epsilon}_{t-1} < 0$ και 0 σε κάθε άλλη περίπτωση, ενώ S_{t-1}^+ είναι τα κατάλοιπα της εξίσωσης 2.1. Εάν ο συντελεστής ϕ_1 είναι στατιστικά σημαντικός, τότε το $\hat{\epsilon}_t^2$ εξαρτάται από το πρόσημο του $\hat{\epsilon}_{t-1}$, ενώ εάν οι συντελεστές ϕ_2 ή ϕ_3 είναι στατιστικά σημαντικοί τότε και το μέγεθος του καταλοίπου (ϵ_t) επηρεάζει τη δεσμευμένη διακύμανση. Με βάση τις εκτιμήσεις αποκαλύπτεται ότι η δεσμευμένη διακύμανση επηρεάζεται από το πρόσημο και το μέγεθος του καταλοίπου με αποτέλεσμα τα μοντέλα να πρέπει να λαμβάνουν υπόψη την ασυμμετρία των δεδομένων.

⁵ Για περισσότερες πληροφορίες δες την εργασία των Sarina et. al. (2003)

3.4.2 Στατιστική Αξιολόγηση των Μοντέλων

Για κάθε μοντέλο, μετοχή και χαρτοφυλάκιο, χρησιμοποιήθηκε ένα κυλιόμενο δείγμα 1500 ή 2000 παρατηρήσεων για να υπολογιστεί το 97.5% και 99% VaR για θέσεις αγοράς και πώλησης. Τα ποσοστά παραβιάσεων για τα δύο επίπεδα εμπιστοσύνης και οι πιθανότητες των 2 τεστ αξιολόγησης παρουσιάζονται από τον πίνακα 9.3 μέχρι τον 9.10. Τα κύρια αποτελέσματα συνοψίζονται στα εξής:

- α. Οι απλές μέθοδοι (VC, RM) υποεκτιμούν τον πραγματικό κίνδυνο με αποτέλεσμα να μην είναι κατάλληλες τεχνικές διαχείρισης κινδύνων. Ωστόσο αυτό αναμενότανε αφού οι αποδόσεις των δεικτών εμφανίζουν ασυμμετρία και πλατιές ουρές (δες πίνακα 9.1).
- β. Οι τεχνικές που μοντελοποιούν τη διακύμανση (GARCH, EGARCH, TARCH, APARCH) δημιουργούν πιο ακριβείς προβλέψεις του VaR σε σχέση με τις πιο απλές. Και για τα δύο επίπεδα εμπιστοσύνης, αυτές οι τεχνικές διαχείρισης κινδύνων υποεκτιμούν το VaR για θέσεις αγοράς ενώ σωστά το προβλέπουν για τις θέσεις πώλησης. Εξάλλου, όεν υπάρχουν ενδείξεις ότι η κεφαλαιοποίηση των δεικτών διαφοροποιεί τα αποτελέσματα.
- γ. Τα μοντέλα κάτω από τις λεπτόκλιστες κατανομές υπερεκτιμούν το 97.5% VaR με αποτέλεσμα να απορρίπτονται. Ωστόσο, για το υψηλότερο επίπεδο εμπιστοσύνης το υπολογίζουν σωστά για τις θέσεις αγοράς ενώ το υποεκτιμούν για τις θέσεις πώλησης.
- δ. Τα Switching Regime μοντέλα δημιουργούν προβλέψεις οι οποίες είναι καλύτερες από τις αντίστοιχες της μεθόδου VC, αφού ενσωματώνουν την ασυμμετρία των μοντέλων. Ωστόσο και αυτές οι προβλέψεις απορρίπτονται από τα μέτρα αξιολόγησης.
- ε. Οι ημι-παραμετρικές μεθοδολογίες προβλέπουν σωστά το VaR και για τις δύο θέσεις μόνο για το χαμηλότερο επίπεδο εμπιστοσύνης. Για παράδειγμα, γί αυτό το επίπεδο εμπιστοσύνης το ποσοστό των παραβιάσεων προσεγγίζει το 2.28%. Η βελτιωμένη επίδοση των μοντέλων αυτών οφείλεται στα εμπειρικά τεταρτημόρια που είναι μεγαλύτερα από αυτά της κανονικής κατανομής. Από την άλλη πλευρά, υποεκτιμούν τον κίνδυνο στο υψηλότερο επίπεδο εμπιστοσύνης για τις θέσεις πώλησης κατά 60% έως 80%.

ζ. Σύμφωνα με το μέτρο mean relative scaled bias όλες οι τεχνικές είναι ισοδύναμες αφού οι τιμές του συγκεκριμένου μέτρου κυμαίνονται μεταξύ -6% και 6%. Οι ελάχιστες τιμές παρατηρούνται όταν τα μοντέλα έχουν εκτιμηθεί κάτω από την υπόθεση των λεπτόκυρτων κατανομών.

3.4.3 Επιλογή Μοντέλων

Παρόλο που υπάρχουν ενδείξεις ότι οι ημι-παραμετρικές μέθοδοι δημιουργούν τις ακριβέστερες προβλέψεις, δεν είναι δυνατόν να επιλέγει ένα μοντέλο για κάθε περίπτωση. Γι' αυτό το λόγο, για όλα τα μοντέλα που δεν έχουν απορριφθεί, ακολουθείται η διαδικασία που περιγράφηκε στο κεφάλαιο 3.3.4.

Οι πίνακες και παρουσιάζουν περιληπτικά τα αποτελέσματα. Οι θέσεις αγοράς θα πρέπει να μοντελοποιούνται διαφορετικά από ότι οι θέσεις πώλησης. Καμία τεχνική δεν φαίνεται να δημιουργεί αποδεκτά αποτελέσματα για όλους τους δείκτες, για τις δύο θέσεις και για τα δύο επίπεδα εμπιστοσύνης. Η κεφαλαιοποίηση των δεικτών επηρεάζει την ακρίβεια των μοντέλων αφού είναι δυνατόν μια τεχνική να δημιουργεί αποδεκτές προβλέψεις για ένα δείκτη υψηλής κεφαλαιοποίησης και όχι για τον αντίστοιχο της χαμηλής, ενώ το μέγεθος δείγματος δεν επηρέασε σημαντικά τις προβλέψεις. Τέλος, ο πίνακας ;; παρουσιάζει τα συνοπτικά αποτελέσματα για τη διαδικασία δύο σταδίων.

3.5 Συμπεράσματα

Σε αυτό το κεφάλαιο εκτιμήθηκαν μοντέλα διακύμανσης για δύο διαφορετικά δείγματα (2000 και 1500 παρατηρήσεων) για να υπολογιστεί το VaR για 4 δείκτες διαφορετικής κεφαλαιοποίησης. Το VaR υπολογίστηκε για θέσεις αγοράς και πώλησης χρησιμοποιώντας παραμετρικές, μη-παραμετρικές και ημι-παραμετρικές. Η έρευνα αξιολογεί τις πλέον γνωστές μεθόδους πρόβλεψης της διακύμανσης για διαφορετικά σχήματα κεφαλαιοποίησης και θέσεων. Η εμπειρική έρευνα αποκαλύπτει ότι τα πιο πλήρη μοντέλα προβλέπουν σωστότερα το VaR. Για τις θέσεις αγοράς θα πρέπει να χρησιμοποιούνται μοντέλα διαφορετικά από ότι στην περίπτωση των θέσεων πώλησης, ενώ το μέγεθος δείγματος δεν ήταν σημαντικός παράγοντας.

The Use of GARCH Models in VaR Estimation

4.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό χρησιμοποιώ διαφορετικές οικογένειες μοντέλων διακύμανσης κάτω από τέσσερα διαφορετικά δείγματα για να υπολογίσω το VaR τεσσάρων χρηματιστηριακών δεικτών ((S&P 500, Nikkei 225, FTSE 100, CAC 40, DAX 30). Επίσης, η χρησιμοποίηση διαφορετικών κατανομών ((Normal, Student-t, Generalized Error Distribution) θα προσφέρει στον ερευνητή τη δυνατότητα να επιλέξει την πιο κατάλληλη, ενώ τα διαφορετικά δείγματα θα τονίσουν τη σημασία των δεδομένων. Συνολικά δημιουργήθηκαν 1800 προβλέψεις και πραγματοποιήθηκαν περισσότερες από τέσσερα εκατομμύρια εκτιμήσεις. Παρόλο που για κάθε δείκτη εκτιμήθηκαν 484 μοντέλα, η έρευνα δεν συμπεριέλαβε όλα τα διαθέσιμα μοντέλα. Ωστόσο χρησιμοποιήθηκαν τα πλέον διαθέσιμα. Τέλος, η εφαρμογή των μεθοδολογιών έχει γίνει σε τέσσερις δείκτες έτσι ώστε τα αποτελέσματα να μην εξαρτώνται από την επιλογή των δεδομένων.

Εφαρμόζεται μια διαδικασία 2 σταδίων για να αξιολογηθούν οι τεχνικές διαχείρισης κινδύνων. Στο πρώτο στάδιο εξετάζεται η στατιστική επάρκεια τους ενώ στο δεύτερο μια μεθοδολογία που θα οδηγήσει

στην επιλογή ενός μοντέλου για κάθε μετοχικό δείκτη, επίπεδο εμπιστοσύνης και χρηματιστηριακή θέση.

Συμπερασματικά, μπορούμε να διατυλώσουμε ότι μοντέλα που ενσωματώνουν τα βασικά χαρακτηριστικά των χρηματοοικονομικών σειρών προβλέπουν ακριβέστερα το VaR, ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις προτείνεται η χρησιμοποίηση δείγματος μικρού μεγέθους, παρόλο που αρκετά συχνά προτείνεται η χρησιμοποίηση μεγαλύτερου.

Η υπόλοιπη εργασία έχει οργανωθεί ως εξής: Στο δεύτερο κεφάλαιο περιγράφονται τα δεδομένα και παρουσιάζονται τα αποτελέσματα. Το τελευταίο κεφάλαιο παρουσιάζει τα συμπεράσματα.

4.2 Δεδομένα και Αποτελέσματα

Δημιουργήθηκαν προβλέψεις για πέντε χρηματιστηριακούς δείκτες CAC40, DAX30, FTSE100, NIKKEI225, S&P500 για την περίοδο από τον Ιούλιο του 1987 έως τον Οκτώβριο του 2002. Οι ημερήσιες αποδόσεις παρουσιάζονται στο γράφημα Η.1. Ο πίνακας 10.2 παρουσιάζει τα περιγραφικά στατιστικά των 5 σειρών. Σε όλες τις περιπτώσεις η υπόθεση της κανονικότητας απορρίπτεται.

Το the AR(1) GARCH(1,1) μοντέλο:

$$y_t = \alpha_0 + \alpha_1 y_{t-1} + z_t \sigma_t \quad (4.1)$$

$$z_t \stackrel{iid}{\sim} D(0, 1) \quad (4.2)$$

$$\sigma_t^2 = a_0 + a_1 \varepsilon_{t-1}^2 + b_1 \sigma_{t-1}^2 \quad (4.3)$$

εκτιμήθηκε για τρεις κατανομές (Normal, Student-t, GED) και οι παράμετροι παρουσιάζονται στον πίνακα 10.3.

Σε αυτή την έρευνα μοντελοποιήθηκε ο μέσος ως k τάξης, με $k = 0, \dots, 4$, ενώ η διακύμανση ως GARCH, EGARCH, TARCH διαδικασία με παραμέτρους (p, q) με $p = 0, 1, 2$ και $q = 1, 2$. Συνολικά εκτιμήθηκαν 85 μοντέλα. Για τις λεπτόκρυτες κατανομές ορίστηκε ότι $k = 0$, $p = 0, 1, 2$ και $q = 1, 2$. Τα μοντέλα αυτά ενσωματώνουν τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά των χρηματοοικονομικών σειρών. Για όλα τα μοντέλα και όλους τους δείκτες, χρησιμοποιήθηκε ένα κυλιόμενο δείγμα 500, 100, 1500 και 2000

παρατηρήσεων. Τα μοντέλα εκτιμήθηκαν σε κάθε χρονική στιγμή έτσι ώστε να χρησιμοποιούν μόνο τις τελευταίες διαθέσιμες παρατηρήσεις.

4.2.1 Κανονική Κατανομή

Κάτω από την υπόθεση της κανονικής κατανομής, τα περισσότερα μοντέλα δεν δημιουργούν ικανοποιητικές προβλέψεις. Το ποσοστό των παραβιάσεων είναι μεγαλύτερο από το αναμενόμενο. Η μόνη εξαίρεση είναι τα μοντέλα για τον Nikkei 225 δείκτη.

Για τα δείγματα των 2000 και 1500 παρατηρήσεων, δεν υπάρχουν μοντέλα που να δημιουργήσαν παραβιάσεις λιγότερες από τις αναμενόμενες. Επίσης, είτε η μοντελοποίηση του μέσου είτε η προσθήκη μόνο ARCH όρους στην διακύμανση δεν οδηγεί σε αποδεχτές προβλέψεις. Για τον S&P 500 δείκτη το καλύτερο μοντέλο είναι το GARCH(1,1) ενώ για τους NIKKEI 225 και CAC 40 δείκτες είναι το EGARCH(1,2). Για τους άλλους δύο δείκτες δεν υπάρχει μοντέλο που να δημιουργεί αποδεχτές προβλέψεις. Εξάλλου, το μέγεθος του δείγματος επηρεάζει την ακρίβεια τους και συγκεκριμένα η χρησιμοποίηση δειγμάτων είτε 1000 είτε 500 παρατηρήσεων οδηγεί σε πιο αποδεχτές προβλέψεις. Για το 99% επίπεδο εμπιστοσύνης, τα ποσοστά των παραβιάσεων είναι πάντοτε μεγαλύτερα από τα αναμενόμενα ανεξάρτητα από το δείγμα που χρησιμοποιήθηκε και επομένως οι λεπτόκυρτες κατανομές πρέπει να χρησιμοποιηθούν για να υπολογίσουν τα μοντέλα το VaR ακριβέστερα. Ο πίνακας 10.4 παρουσιάζει συνοπτικά τα αποτελέσματα για την κανονική κατανομή.

4.2.2 Λεπτόκυρτες Κατανομές

Οι πίνακες 10.5 και 10.6 παρουσιάζουν τα αντίστοιχα αποτελέσματα για τις λεπτόκυρτες κατανομές, οι οποίες αναμένεται να δημιουργούν ακριβέστερα αποτελέσματα. Η GED δημιουργεί παρόμοια αποτελέσματα με αυτά της κανονικής, ενώ προβλέπει πιο αποτελεσματικά το VaR για το 99% επίπεδο εμπιστοσύνης. Η Student-t κατανομή δημιουργεί καλύτερα αποτελέσματα και για τα δύο επίπεδα εμπιστοσύνης.

Συγκεκριμένα για την Student-t κατανομή φαίνεται ότι είτε τα GARCH είτε τα EGARCH μοντέλα προβλέπουν καλύτερα το VaR από ότι τα TARARCH, ενώ για την GED η καλύτερη επιλογή είναι τα GARCH.

Στο υψηλότερο επίπεδο εμπιστοσύνης φαίνεται ότι τα πιο σύνθετα μοντέλα είναι τα προτιμητέα. Ωστόσο, δεν υπάρχει ένα μοντέλο που να προβλέπει 'σωστά' το VaR για όλες περιπτώσεις. Επίσης, η επιλογή είναι σημαντική αφού για το ίδιο μοντέλο χρησιμοποιώντας διαφορετικό μέγεθος δείγματος δημιουργούνται τελείως διαφορετικά αποτελέσματα. Αυτά τα αποτελέσματα παρουσιάζονται λεπτομερώς στον πίνακα 10.7.

4.2.3 Επιλογή Μοντέλου

Ο πίνακας 10.8 παρουσιάζει περιληπτικά τα αποτελέσματα για τη διαδικασία δυο σταδίων. Για κάθε δείκτη και επίπεδο εμπιστοσύνης παρουσιάζονται τα 6 μοντέλα με την μικρότερη τιμή της συνάρτησης ελέγχου και συγκρίνουμε το πρώτο μοντέλο με όλα τα άλλα. Στις περισσότερες των περιπτώσεων το μοντέλο με την μικρότερη τιμή είναι στατιστικά διαφορετικό με όλα τα άλλα. Η προτιμητέα κατανομή είναι η Student-t ενώ τα απλά ασυμμετρικά είναι τα μοντέλα που δημιουργούν τις καλύτερες προβλέψεις. Τέλος, δεν υπάρχουν ενδείξεις για το πιο είναι το καλύτερο μέγεθος δείγματος.

4.3 Συμπεράσματα

Σε αυτό το κεφάλαιο εκτιμήθηκαν ARCH μοντέλα για να υπολογιστεί το ημερήσιο VaR χρησιμοποιώντας τρεις διαφορετικές κατανομές και τέσσερα δείγματα. Οι λεπτόκυρτες κατανομές δημιουργούν καλύτερες προβλέψεις, η επιλογή του δείγματος είναι σημαντικός παράγοντας, ενώ η μοντελοποίηση του μέσου δεν είναι σημαντική. Τα πιο ευέλικτα μοντέλα είναι καταλληλότερα από όλα τα άλλα για όλους τους δείκτες, κατανομές και επίπεδα εμπιστοσύνης, ενώ τα ασυμμετρικά μοντέλα δημιουργούν πιο ακριβείς προβλέψεις από ό,τι τα συμμετρικά. Όσο αφορά την επιλογή της κατανομής, οι λεπτόκυρτες είναι οι πιο προτιμητέες, αφού μοντελοποιούν τα ακραία γεγονότα που το VaR προσπαθεί να μετρήσει. Τέλος, το μέγεθος του δείγματος είναι ένας σημαντικός παράγοντας, αφού σε ορισμένες περιπτώσεις η χρησιμοποίηση ενός μικρότερου δείγματος οδήγησε σε καλύτερες προβλέψεις.

The Components of the Bid-Ask Spread: The case of the Athens Stock Exchange

5.1 Εισαγωγή

Σε μια πολύ σημαντική εργασία, οι Madhavan (MRR) κ.λ (1997) έδειξαν ότι οι τιμές αλλάζουν είτε λόγω καινούργιων νέων είτε λόγω της διαδικασίας της διαπραγμάτευσης. Επίσης, τόνισαν ότι η ασύμμετρη πληροφόρηση μειώνεται κατά τη διάρκεια της ημέρας, ενώ τα κόστη συναλλαγής αυξάνονται. Οι Huang και Stoll (1997) δημιούργησαν ένα άλλο δομικό μοντέλο το οποίο ήταν η γενίκευση όλων των προηγούμενων. Με βάση την εμπειρική τους μελέτη, έδειξαν ότι τα κόστη συναλλαγής είναι πιο σημαντικά από αυτά της ασύμμετρης πληροφόρησης. Οι Liu κ.λ (2002) διατύπωσαν την πρόταση ότι το άνοιγμα (spread) των μετοχών εξαρτάται από τον όγκο συναλλαγής.

Πολλοί ερευνητές έχουν χρησιμοποιήσει τον όγκο συναλλαγής για να εξηγήσουν τα επιμέρους συστατικά του ανοίγματος των μετοχών. Οι Easley και O'Hara (1987) προέβλεψαν ότι οι πληροφορημένοι επενδυτές προτιμούν να κάνουν πράξεις με υψηλό όγκο συναλλαγών. Οι De Jong κ.λ. (1995) έδειξαν ότι στο χρηματιστήριο του Παρισιού τα κόστη είναι μικρότερα από αυτά του χρηματιστηρίου του Λονδίνου. Ένα χρόνο αργότερα, οι De Jong κ.λ. (1996) χρησιμοποίησαν το μοντέλο του Glosten (1994) και

έδειξαν για συναλλαγές με μικρό όγκο συναλλαγών η επίδραση του όγκου στο άνοιγμα των μετοχών είναι αμελητέα. Ωστόσο, αυτό δεν συμβαίνει όταν μελέτησαν πράξεις με μεγαλύτερο όγκο.¹

Αρκετές έρευνες μελέτησαν την συμπεριφορά των επιμέρους στοιχείων του ανοίγματος κατά τη διάρκεια της ημέρας. Τα συμπεράσματα είναι αντικρουόμενα. Ορισμένοι ερευνητές έδειξαν ότι η ασύμμετρη πληροφορία είναι το πιο σημαντικό στοιχείο και παρουσιάζει τις μέγιστες και ελάχιστες τιμές στην αρχή και στο τέλος της ημέρας. Άλλοι ερευνητές έχουν δείξει ότι τα κόστη συναλλαγής είναι πιο σημαντικά (Huang and Stoll (1997)) ενώ η ασύμμετρη πληροφόρηση μπορεί να παρουσιάζει διαφορετική μορφή (L) (Kim (2002)).

Για 18 μετοχές υψηλής κεφαλαιοποίησης και για 13 μεσαίες, εκτιμούνται το στοιχείο της αντιθέτους επιλογής, το κόστος εκτέλεσης μιας εντολής όπως και την πιθανότητα οι πράξεις να εκτελούνται προς μια κατεύθυνση χρησιμοποιώντας το μοντέλο των Madhavan κ.λ. (1997). Στη συνέχεια επεκτείνω το συγκεκριμένο μοντέλο και δείχνω ότι το στοιχείο της αντιθέτους επιλογής εμφανίζει μια μορφή U κατά τη διάρκεια της ημέρας, ενώ η μορφή του κόστους εξαρτάται από την τιμή της μετοχής. Επίσης, η αναμενόμενη μεταβολή στις τιμές των μετοχών είναι μεγαλύτερη στις μετοχές χαμηλής κεφαλαιοποίησης και επομένως οι μετοχές υψηλής κεφαλαιοποίησης είναι πιο ρευστές.

Η υπόλοιπη εργασία έχει οργανωθεί ως εξής: Στο δεύτερο περιγράφονται τα δυο δομικά μοντέλα. Στο τρίτο περιγράφεται πως επηρεάζονται οι τιμές των μετοχών από διάφορες συνθήκες. Το τελευταίο κεφάλαιο παρουσιάζει τα συμπεράσματα.

5.1.1 Περιγραφικά Στατιστικά

Ο πίνακας 11.2 παρουσιάζει τις στατιστικές για τις τέσσερις ομάδες. Οι μετοχές στην πρώτη ομάδα είναι οι πλέον δραστήριες, αφού πραγματοποιούνται κατά μέσο όρο 180 πράξεις την ημέρα. Το άνοιγμα ισούται με €0.0368. Οι μετοχές στις άλλες τρεις ομάδες είναι λιγότερο ρευστές. Για παράδειγμα, οι

¹Για περισσότερες πληροφορίες για τη σχέση μεταξύ όγκου συναλλαγών και ανοίγματος μετοχών, ο αναγνώστης μπορεί να μελετήσει τους Chan and Fong (2000), Hausman . (1992), Hasbrouck (1991), Chan (2000), Dufour and Engle (2000), Bollen (2004), Ahn (2002), Huang and Stoll (1997), Easley et al. (1997), Aitken and Frino (1996), Degryse (1999), Hedvall (1997)

μετοχές τις δεύτερης ομάδας πραγματοποιούν λιγότερες πράξεις κατά τη διάρκεια της ημέρας και το άνοιγμα αντιπροσωπεύει μεγαλύτερο ποσοστό από αυτό της πρώτης. Επομένως, στο ελληνικό χρηματιστήριο οι μετοχές με υψηλή τιμή και υψηλή κεφαλαιοποίηση είναι οι πιο ρευστές, ενώ οι διαφορές που παρατηρούνται μεταξύ των διαφόρων ομάδων είναι σημαντικές με βάση το μη παραμετρικό έλεγχο των Kruskal-Wallis. Για περισσότερες πληροφορίες γι αυτόν τον έλεγχο δείτε την εργασία του Sheskin (1997). Τα λεπτομερειακά αποτελέσματα παρουσιάζονται στον πίνακα 11.3.

Ο πίνακας 11.4 παρουσιάζει τα αντίστοιχα στατιστικά για τις έξι υποπεριόδους της ημέρας 11:00-11:30, 11:30-12:30, 12:30-13:30, 13:30-14:30, 14:30-15:30, 15:30-16:00. Το άνοιγμα των μετοχών εμφανίζει τη μορφή U η οποία έχει αναφερθεί από πολλούς ερευνητές.

5.2 Τα δυο δομικά μοντέλα

5.2.1 Το μοντέλο των MRR

Μέθοδος εκτίμησης

Οι Madhavan et al. (1997) (MRR) έδειξαν ότι οι τιμές αλλάζουν είτε λόγω καινούργιων νέων είτε λόγω της διαδικασίας της διαπραγμάτευσης. Επίσης, τόνισαν ότι η ασύμμετρη πληροφόρηση μειώνεται κατά τη διάρκεια της ημέρας, ενώ τα κόστη συναλλαγής αυξάνονται. Άλλες σημαντικές μεταβλητές είναι ο όγκος συναλλαγών (Hausman et al. (1992)) και ο χρόνος μεταξύ των πράξεων (Easley et al. (1992)).

Το μοντέλο των MRR περιγράφεται ως εξής:

$$p_t - p_{t-1} = (\phi + \theta)X_t - (\phi + \rho\theta)X_{t-1} + u_t, \quad (5.1)$$

όπου p_t είναι η τιμή της πράξης, X_t είναι μια ψευδομεταβλητή που ισούται με 1 αν η εντολή είναι αγοράς και -1 σε αντίθετη περίπτωση. Ο συντελεστής $\phi \geq 0$ δηλώνει το κόστος συναλλαγής, θ είναι η ασύμμετρη πληροφόρηση, ενώ ρ είναι η αυτοσυσχέτιση του X_t . Το μοντέλο 6.1 εκτιμήθηκε με βάση την τεχνική

της generalized method of moments (GMM) της οποίας οι συνθήκες για να εκτιμηθεί είναι:

$$E \left\{ \begin{array}{c} X_t X_{t-1} - \rho X_{t-1}^2 \\ u_t - \alpha \\ (u_t - \alpha) X_t \\ (u_t - \alpha) X_{t-1} \end{array} \right\} = 0, \quad (5.2)$$

όπου α είναι μια σταθερά.

Εμπειρικά Αποτελέσματα

Ο πίνακας 11.5 παρουσιάζει τις εκτιμήσεις του μοντέλου 6.1, όπως και το προβλεπόμενο άνοιγμα των μετοχών ($2(\theta + \phi)$) και το ποσοστό που εξηγείται από την ασύμμετρη πληροφόρηση ($\gamma \equiv \theta/(\theta + \phi)$). Σύμφωνα με τις εργασίες των Foster and George (1992) και Admati and Pfleiderer (1991) αυτό το ποσοστό αναμένεται να είναι υψηλό λόγω του ότι η διαδικασία διαπραγμάτευσης είναι ανώνυμη.

Στο ελληνικό χρηματιστήριο οι μετοχές που διαπραγματεύονται συχνά παρουσιάζουν υψηλό κίνδυνο ασύμμετρης πληροφόρησης, συμπέρασμα στο οποίο έχουν καταλήξει και οι Easley et al. (1996). Το ποσοστό αυτό είναι υψηλότερο στις μετοχές χαμηλής κεφαλαιοποίησης αφού όπως έχει ήδη δείχθει, τα χρεόγραφα αυτά δεν παρουσιάζουν υψηλή συναλλακτική δραστηριότητα.

Ο πίνακας 11.6 παρουσιάζει τα αντίστοιχα στατιστικά στοιχεία για τις 6 υπο-περιόδους, ενώ με βάση το Wald test, όλοι οι παράμετροι είναι στατιστικά διακριτικοί με αποτέλεσμα να καταδεικνύεται η σημαντικότητα του χρονικού διαχωρισμού.

Ο συντελεστής αυτοσυσχέτισης δεν εμφανίζει κάποια συγκεκριμένη μορφή κατά τη διάρκεια της ημέρας. Ωστόσο, η μέγιστη τιμή εμφανίζεται κατά τη διάρκεια των τελευταίων 30 λεπτών. Το χαρακτηριστικό αυτό του ελληνικού χρηματιστηρίου είναι μοναδικό, αφού και άλλοι ερευνητές έχουν αναφέρει θετική συσχέτιση, αλλά ποτέ η μέγιστη τιμή δεν εμφανίστηκε κατά τη διάρκεια της τελευταίας περιόδου. Αυτό οφείλεται στον υψηλότερο όγκο συναλλαγών που παρατηρείται στα τελευταία 30 λεπτά, όπου οι επενδυτές κλείνουν τις θέσεις τους.

Ο συντελεστής της ασύμμετρης πληροφόρησης, θ , μειώνεται μετά από τα πρώτα 30 λεπτά, αφού η δι-

αδικασία της διαπραγμάτευσης αυξάνει την πληροφόρηση των επενδυτών. Κατά τη διάρκεια των τελευταίων 30 λεπτών αυξάνεται, αφού οι πληροφορημένοι επενδυτές κλείνουν τις θέσεις τους και συγχρόνως θέλουν να μειώσουν τον κίνδυνο που αντιμετωπίζουν από το γεγονός ότι το χρηματιστήριο θα παραμείνει κλειστό για 20 ώρες. Τα κόστη συναλλαγής αυξάνονται για τις εταιρείες με χαμηλή τιμή και παρουσιάζουν το σχήμα U για τις άλλες.

5.2.2 Επέκταση του μοντέλου των MRR

Συνεχίζουμε τη συζήτηση παρουσιάζοντας την επέκταση του μοντέλου των MRR στο οποίο θα συμπεριληφθεί ο αριθμός των μετοχών που διαπραγματεύθηκαν σε κάθε χρονική στιγμή. Τα κόστη μπορούν να αναλυθούν σε δυο παράγοντες: α) στο (ϕ) , όπου η τιμή δεν εξαρτάται από τον όγκο συναλλαγής και β) στο (κ) όπου εξαρτάται. Κάτω από αυτό το επίπεδο η τιμή συναλλαγής ορίζεται ως εξής:

$$\begin{aligned} p_t &= \mu_t + \phi X_t + \kappa(X_t V_t) \\ \mu_t &= \mu_{t-1} + \theta V_t (X_t - \rho X_{t-1}), \end{aligned}$$

όπου V_t είναι ο αριθμός των μετοχών. Η εξίσωση 6.1 ορίζεται ως:

$$p_t - p_{t-1} = \theta V_t (X_t - \rho X_{t-1}) + \phi(X_t - X_{t-1}) + \kappa(X_t V_t - X_{t-1} V_{t-1}) + u_t, \quad (5.3)$$

όπου ο συντελεστής κ αποκαλύπτει αν επικρατούν τα κόστη διαχείρισης ή τα κόστη αποθήκευσης. Για παράδειγμα, αν το κ είναι αρνητικό, τότε το συνολικό κόστος $(\phi X_t + \kappa(X_t V_t))$ μειώνεται καθώς αυξάνεται ο όγκος συναλλαγής, αφού το $\kappa(X_t V_t)$ είναι συνάρτηση του όγκου.

Έστω $a_{X_t=1}$ και $b_{X_t=1}$ είναι η τιμές πώλησης και αγοράς. Το άνοιγμα των μετοχών (spread) μοντελοποιείται ως:

$$\begin{aligned} a_{X_t=1} &= \mu_{t-1} + \theta V_t [1 - \mathbb{E}(X_t | X_{t-1})] + (\phi + \kappa V_t) \\ b_{X_t=1} &= \mu_{t-1} - \theta V_t [1 + \mathbb{E}(X_t | X_{t-1})] - (\phi + \kappa V_t) \\ a_{X_t=1} - b_{X_t=1} &= 2[V_t(\theta + \kappa) + \phi] \end{aligned}$$

Χρησιμοποιήσαμε τον όγκο συναλλαγής επειδή ο επενδυτής δεν ενδιαφέρεται μόνο για το αν επικρατούν τάσεις αγοράς ή πώλησης, αλλά και για το μέγεθος τους με αποτέλεσμα να προσαρμόζει τις τιμές ανάλογα. Επίσης, αν και τα θεωρητικά μοντέλα προτείνουν τη χρησιμοποίηση γραμμικών σχέσεων μεταξύ του όγκου συναλλαγών και τιμής, στην έρευνα χρησιμοποιήθηκε η τετραγωνική ρίζα του όγκου αφού πολλές εμπειρικές έρευνες ότι αυτή η σχέση είναι καλύτερη (δες Barra (1997), Almgren (2001) και Hisata and Yamai (2000) μεταξύ άλλων).

Το μοντέλο 6.3 εκτιμήθηκε με βάση τις εξής συνθήκες:

$$E \left\{ \begin{array}{l} X_t X_{t-1} - \rho X_{t-1}^2 \\ u_t - \alpha \\ (u_t - \alpha) X_t \sqrt{V_t} \\ (u_t - \alpha) X_{t-1} \sqrt{V_{t-1}} \\ (u_t - \alpha) \sqrt{V_t} \\ (u_t - \alpha) \sqrt{V_{t-1}} \end{array} \right\} = 0, \quad (5.4)$$

Για να εξαλείψουμε το πρόβλημα των ακραίων τιμών, δεν λάμβανε υπόψη τους όγκους συναλλαγής που ήταν πέρα από το 99.5% τεταρτημόριο της εμπειρικής κατανομής²

Επίσης εκτιμήσαμε το μοντέλο των Glosten and Harris (1988) για λόγους συγκρισιμότητας, το οποίο έχει την εξής μορφή:

$$\begin{aligned} p_t &= \mu_t + \phi_t X_t \\ \mu_t &= \mu_{t-1} + \theta_t X_t + U_t \\ \phi_t &= c_0 + c_1 V_t \\ \theta_t &= z_0 + z_1 V_t. \end{aligned}$$

Η μεταβλητή U_t συμπεριλαμβάνει τους παράγοντες που επηρεάζουν τις τιμές των μετοχών. Η μεταβολή της τιμής υπολογίζεται ως:

$$p_t - p_{t-1} = \alpha + c_0 \Delta X_t + c_1 \Delta X_t V_t + z_0 X_t + z_1 X_t V_t + U_t, \quad (5.5)$$

²Για παρόμοιες ενέργειες εξαλέυσης ακραίων τιμών δες τις εργασίες των Hausman et al. (1992) και De Jong et al. (1995, 1996).

όπου α είναι μια σταθερά. Το άνοιγμα των μετοχών ισούται με $2(c_0 + c_1V_1 + z_0 + z_1V_1)$. Και τα δύο μοντέλα (6.3) και (5.5) περιγράφουν τα κόστη διαχείρισης των εντολών με τον ίδιο τρόπο, αφού, c_0 και ϕ περιγράφουν τα σταθερά κόστη, ενώ c_1 και k καταγράφουν τη σχέση μεταξύ του κόστους και του όγκου συναλλαγής. Από την άλλη πλευρά, το μοντέλο των Glosten and Harris ορίζει ότι η ασύμμετρη πληροφόρηση εξαρτάται από δύο παράγοντες: α) z_0 μετράει το κομμάτι της ασύμμετρης πληροφόρησης που δεν εξαρτάται από τον όγκο συναλλαγής και β) z_1 περιγράφει της σχέση του με τον όγκο.

Εμπειρικά αποτελέσματα

Ο πίνακας 11.8 τις εκτιμήσεις του μοντέλου, τα τυπικά σφάλματα, το εκτιμημένο άνοιγμα των μετοχών και τον συντελεστή γ , ο οποίος ισούται με:

$$\gamma = \frac{\theta\sqrt{V}}{\theta\sqrt{V} + k\sqrt{V} + \phi}$$

Οι δύο τελευταίοι συντελεστές έχουν υπολογιστεί με βάση τον ελάχιστο αριθμό διαπραγμάτευσης και με βάση τον μέσο όγκο συναλλαγής.

Όλοι οι παράμετροι είναι στατιστικά σημαντική και διαφορετικοί μεταξύ των τεσσάρων ομάδων, ενώ είναι παρόμοιοι με αυτούς του μοντέλου των MRR. Για τις ομάδες 1, 2 και 3 το μέσο γ είναι μικρότερο του 50% και επομένως τα κόστη συναλλαγής ($\phi + k\sqrt{V}$) είναι πιο σημαντικά από την ασύμμετρη πληροφόρηση ($\theta\sqrt{V}$). Ωστόσο, καθώς ο όγκος συναλλαγής αυξάνεται το γ επίσης αυξάνεται με αποτέλεσμα η ασύμμετρη πληροφόρηση να γίνεται το πιο σημαντικό στοιχείο. Για εντολές με μικρό όγκο οι επενδυτές δεν δίνουν βάρος στην ασύμμετρη πληροφόρηση αλλά μόνο στα κόστη συναλλαγής. Από την άλλη πλευρά, στις συναλλαγές με μεγάλο όγκο οι επενδυτές αντιμετωπίζουν την αυξημένη πιθανότητα να διαπραγματευτούν με ένα πληροφορημένο επενδυτή με αποτέλεσμα να αυξάνουν τη σημασία της ασύμμετρης πληροφόρησης.

Το αρνητικό πρόσημο του συντελεστή k σημαίνει ότι τα κόστη συναλλαγής μειώνονται καθώς ο όγκος αυξάνεται με αποτέλεσμα να δημιουργούνται οικονομίες κλίμακας. Το συμπέρασμα αυτό αναμενότανε αφού στην ελληνική αγορά τα κόστη αποθήκευσης (inventory costs) δεν είναι σημαντικά. Οι Ahn et al. (2002) παρατήρησαν επίσης οικονομίες κλίμακας, ενώ οι Hausman et al. (1992) κατέληξαν σε αντίθετο συμπέρασμα.

Ο πίνακας 11.9 παρουσιάζει τις εκτιμήσεις του μοντέλου των Glosten and Harris, όπως και τα αντίστοιχα τυπικά σφάλματα προσαρμοσμένα στην μεθοδολογία των Newey and West (1987). Επίσης παρουσιάζει το εκτιμώμενο άνοιγμα των μετοχών, το οποίο υπολογίζεται ως:

$$\gamma = \frac{z_0 + z_1\sqrt{V}}{z_0 + z_1\sqrt{V} + c_0 + c_1\sqrt{V}}.$$

Σε γενικές γραμμές τα αποτελέσματα είναι παρόμοια με αυτά του μοντέλου 6.3. Ο πίνακας 11.10 παρουσιάζει περιληπτικά τα αποτελέσματα των τριών μοντέλων. Τα δύο μοντέλα που ενσωματώνουν τον όγκο συναλλαγών εμφανίζουν παρόμοια αποτελέσματα, αλλά διαφοροποιούνται σημαντικά από αυτό των MRR, αφού υποεκτιμούν την ασύμμετρη πληροφόρηση και υπερεκτιμούν τα κόστη συναλλαγής.

Ο πίνακας 11.11 παρουσιάζει τις παραμέτρους του μοντέλου 6.3 για τα έξι διαστήματα της χρηματιστηριακής ημέρας. Όλα τα μέτρα παρουσιάζουν το γνωστό σχήμα U εκτός από την παράμετρο κ που τείνει να εμφανίζει ένα αντίστροφο U. Αυτό σημαίνει ότι κατά τη διάρκεια της χρηματιστηριακής ημέρας τα κόστη διεκπεραίωσης των εντολών μειώνονται. Οι διαφορετικές μορφές των κοστών συναλλαγής μεταξύ των ομάδων με υψηλή και χαμηλή τιμή οφείλεται στον συντελεστή κ . Στις δύο ομάδες με χαμηλή τιμή η αύξηση στα κόστη οφείλεται στην μικρότερη σημαντικότητα στο κόστος εξυπηρέτησης των συναλλαγών, αφού ο συντελεστής κ τείνει στο μηδέν. Κατά τη διάρκεια των τελευταίων 30 λεπτών η τάση αυτή αντιστρέφεται. Μια πιθανή εξήγηση του φαινομένου αυτού μπορεί να είναι ο μεγαλύτερος κίνδυνος που αντιμετωπίζουν οι επενδυτές από το γεγονός ότι το χρηματιστήριο θα παραμείνει κλειστό για τις επόμενες 19 ώρες.

5.3 Επιδράσεις στην τιμή των μετοχών

Μια τέλεια ρευστή αγορά είναι αυτή όπου επενδυτές μπορούν να είτε να αγοράσουν είτε να πωλήσουν χρηματοοικονομικά προϊόντα χωρίς να προκαλέσουν αλλαγή στις τιμές τους. Σύμφωνα με τους Laitken and Comerton-Forde (2003) υπάρχουν κόστη που συσχετίζονται με φόρους και άλλα που έχουν σχέση με τη διαδικασία διαπραγμάτευσης. Τα μοντέλα που παρουσιάστηκαν μπορούν να περιγράψουν τα τελευταία.

Ορίζουμε την επίδραση του όγκου συναλλαγών στην τιμή ως το ποσοστό που εξηγείται από την τιμή

από το κόστος:

$$\frac{\phi + \kappa\sqrt{V}}{\text{MedianPrice}}$$

Στον πίνακα 11.12, παρουσιάζουμε την επίδραση του όγκου στην μέση τιμή των μετοχών των τεσσάρων ομάδων. Για όλες τις ομάδες των μετοχών η πτωτική τάση των κοστών αποκαλύπτει την ύπαρξη οικονομικών κλίμακας, αφού το ποσοστό της τιμής που οφείλεται στα κόστη συναλλαγής μειώνεται καθώς αυξάνονται οι όγκοι συναλλαγών. Σύμφωνα με αυτό το κριτήριο, οι πιο ρευστές μετοχές είναι αυτές με υψηλή τιμή (ομάδες 1 και 3), λόγω του ότι σε αυτές παρατηρείται η ελάχιστη επίπτωση στην τιμή για δεδομένο όγκο συναλλαγών. Σε παρόμοια συμπεράσματα κατέληξαν και οι Brennan and Subrahmanyam (1995) και οι Hausman et al. (1992).

Για να μετρηθεί ακριβέστερα το "βάθος" των μετοχών, υπολογίσαμε την αναμενόμενη μεταβολή της τιμής για διαδοχικές πράξεις αγοράς και πώλησης. Τα αποτελέσματα εμφανίζονται στον πίνακα 11.13. Η επίδραση του όγκου είναι μεγαλύτερη αν η πρώτη πράξη είναι μικρή, αφού η επίδραση του $\kappa(X_t V_t - X_{t-1} V_{t-1})$ μειώνει τη συνολική αλλαγή. Συγκρίνοντας τις διαφορετικές ομάδες παρατηρούμε ότι η μέγιστη μεταβολή εμφανίζεται στις μετοχές μικρής κεφαλαιοποίησης (ομάδες 3 και 4).

5.4 Συμπεράσματα

Η εργασία αυτή αναλύει τα επιμέρους στοιχεία του spread για το Ελληνικό χρηματιστήριο. Για 18 μετοχές υψηλής κεφαλαιοποίησης και για 13 μεσαίες, εκτιμούνται το στοιχείο της αντιθέτους επιλογής, το κόστος εκτέλεσης μιας εντολής όπως και την πιθανότητα οι πράξεις να εκτελούνται προς μια κατεύθυνση χρησιμοποιώντας το μοντέλο των Madhavan et al. (1997). Στη συνέχεια επεκτείνω το συγκεκριμένο μοντέλο και δείχνω ότι το στοιχείο της αντιθέτους επιλογής εμφανίζει μια μορφή U κατά τη διάρκεια της ημέρας, ενώ η μορφή του κόστους εξαρτάται από την τιμή της μετοχής. Επίσης, η αναμενόμενη μεταβολή στις τιμές των μετοχών είναι μεγαλύτερη στις μετοχές χαμηλής κεφαλαιοποίησης και επομένως οι μετοχές υψηλής κεφαλαιοποίησης είναι πιο ρευστές.

Κίνδυνος Ρευστότητας

6.1 Εισαγωγή

Στις αναπτυσσόμενες και στις αναπτυγμένες αγορές ο κίνδυνος ρευστότητας είναι ένα σημαντικό θέμα, αφού ο επενδυτής δεν μπορεί να ρευστοποιήσει μεγάλες θέσεις. Η "τέλεια" αγορά ορίζεται ως εκείνη που ο επενδυτής μπορεί να ρευστοποιήσει οποιαδήποτε θέση χωρίς να επηρεάζει την τιμή του χρεογράφου. Ο Kyle (1985) όρισε τρία χαρακτηριστικά της ρευστότητας: α) το κόστος ρευστοποίησης, β) τη δυνατότητα του επενδυτή να αγοράζει ή να πουλάει οποιαδήποτε θέση και γ) τον χρόνο που χρειάζονται οι τιμές των χρεογράφων να ενσωματώσουν τη νέα πληροφορία. Ο Black (1971) πρότεινε μια τέταρτη ιδιότητα που ενσωματώνει στη ρευστότητα τον χρόνο εκτέλεσης των εντολών.

Παρόλο που η σημαντικότητα της ρευστότητας αναγνωρίζεται από όλους τους παράγοντες της αγοράς, δεν υπάρχει μια μεθοδολογία που να τη μετράει ακριβώς. Κάθε μέθοδος θα πρέπει να ενσωματώνει και τα τέσσερα στοιχεία της. Ωστόσο, αυτό δεν είναι δυνατόν, τουλάχιστον με τα υπάρχοντα μέτρα, και γι' αυτό τον λόγο διάφορες τεχνικές θα πρέπει να εφαρμόζονται.

Bangia et al. (1999) πρότειναν μια μεθοδολογία που εισάγει τον κίνδυνο ρευστότητας στο περιβάλλον του VaR η οποία τον ταξινομεί σε δυο κατηγορίες (α) στην εξωγενή ρευστότητα που εξαρτάται από τις συνθήκες της αγοράς και (β) στην ενδογενή η οποία συσχετίζει τη συγκεκριμένη θέση του επενδυτή με το άνοιγμα των μετοχών. Η μελέτή τους επικεντρώθηκε στον εξωγενή και κατασκεύασαν ένα

μέτρο ρευστότητας L-VaR για τον υποκείμενο τίτλο και για το άνοιγμα των μετοχών. Συγκεκριμένα προσαρμόσανε την εκτίμηση του VaR στις ακραίες τιμές και στη διακύμανση του ανοίγματος των μετοχών. Ο Le Saout (2001) ανέφερε ότι ο μισός κίνδυνος της αγοράς προέρχεται από την εξωγενή ρευστότητα, ενώ ο ενδογενής είναι και αυτός ένα σημαντικός κίνδυνος ο οποίος θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στο περιβάλλον του VaR. Επέκτειναν το μοντέλο των Bangias et al. (1999) αφού συμπεριέλαβαν το μέσο σταθμικό άνοιγμα των μετοχών για να λάβουν υπόψη τη επίδραση της ρευστοποίηση των μεγάλων θέσεων. Κάτω από το ίδιο πλαίσιο οι Francois-Heude και Van Wypendaele (2002) ανέπτυξαν μια τεχνική που ενσωματώνει τους δυο κινδύνους. Επιπλέον, οι Irvine et al. (2000) εισήγαγαν το (CRT) μέτρο το οποίο περιγράφει την εκ των υστέρων ρευστότητα, ενώ ένα χρόνο αργότερα οι Martínez et al. (2001) πρότειναν μια μεθοδολογία παρόμοια με αυτήν των Martínez et al. (2001). Τέλος οι Giot και Grammig (2003) βελτίωσαν το κλασικό VaR μέτρο αφού υπολόγισαν την επίδραση της ρευστοποίησης των μετοχών στο κίνδυνο των επενδύσεων.

Πολλοί ερευνητές έχουν χρησιμοποιήσει τον όγκο συναλλαγής για να εξηγήσουν τα επιμέρους συστατικά του ανοίγματος των μετοχών. Οι Easley και O'Hara (1987) προέβλεψαν ότι οι πληροφορημένοι επενδυτές προτιμούν να κάνουν πράξεις με υψηλό όγκο συναλλαγών. Οι De Jong et al. (1995) έδειξαν ότι στο χρηματιστήριο του Παρισιού τα κόστη είναι μικρότερα από αυτά του χρηματιστηρίου του Λονδίνου. Ένα χρόνο αργότερα, οι De Jong et al. (1996) χρησιμοποίησαν το μοντέλο του Glosten (1994) και έδειξαν ότι για συναλλαγές με μικρό όγκο συναλλαγών η επίδραση του στο άνοιγμα των μετοχών είναι αμελητέα. Ωστόσο, αυτό δεν συμβαίνει όταν μελέτησαν πράξεις με μεγαλύτερο όγκο¹.

Αρκετές έρευνες μελέτησαν την συμπεριφορά των επιμέρους στοιχείων του ανοίγματος κατά τη διάρκεια της ημέρας. Τα συμπεράσματα είναι αντιχρονόμενα. Ορισμένοι ερευνητές έδειξαν ότι η ασύμμετρη πληροφορία είναι το πιο σημαντικό στοιχείο και παρουσιάζει τις μέγιστες και ελάχιστες τιμές στην αρχή και στο τέλος της ημέρας (Ahn et al. (2002)). Άλλοι ερευνητές έχουν δείξει ότι τα κόστη συναλλαγής

¹ Για περισσότερες πληροφορίες για τη σχέση μεταξύ όγκου συναλλαγών και ανοίγματος μετοχών, ο αναγνώστης μπορεί να μελετήσει τους Chan and Fong (2000), Hansman et al. (1992), Hasbrouck (1991), Chan (2000), Dufour and Engle (2000), Bollen et al. (2004), Ahn et al. (2002), Huang and Stoll (1997), Easley et al. (1997), Aitken and Frino (1996), Degryse (1999), Hodvall et al. (1997)

είναι πιο σημαντικά (Huang and Stoll (1997)) ενώ η ασύμμετρη πληροφόρηση μπορεί να παρουσιάζει διαφορετική μορφή (L) (Kim et al. (2002)).

Η έρευνα προτείνει μια μεθοδολογία για να προσαρμοστεί το VaR στον κίνδυνο της ρευστότητας, χρησιμοποιώντας την επέκταση του μοντέλου των Madhavan et al. (1997) με αποτέλεσμα στον υπολογισμό του VaR να έχει ληφθεί υπόψη το κόστος ρευστοποίησης. Το νέο μέτρο παρουσιάζει μια μορφή U κατά τη διάρκεια της ημέρας, ενώ το ποσοστό του κινδύνου που οφείλεται στην ρευστότητα έχει μια μορφή ανάποδου U κατά τη διάρκεια της συνεδρίασης. Για τις μετοχές υψηλής κεφαλαιοποίησης με υψηλή τιμή, το VaR πρέπει να αυξηθεί κατά 3.40%, ενώ για τις άλλες μετοχές η προσαρμογή προσεγγίζει το 11% με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατόν να αγνοηθεί.

Η υπόλοιπη εργασία έχει οργανωθεί ως εξής: Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα δεδομένα, ενώ στο τρίτο περιγράφεται το δομικό μοντέλο και ο υπολογισμός του L-VaR μέτρου. Στο τέταρτο παρουσιάζονται τα εμπειρικά αποτελέσματα, ενώ το τελευταίο κεφάλαιο παρουσιάζει τα συμπεράσματα.

6.2 Δεδομένα

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτή την έρευνα αποκτήθηκαν από τα αρχεία συνεδρίασης του ελληνικού χρηματιστηρίου για την περίοδο από τον Ιούνιο του 2002 μέχρι το Δεκέμβριο του 2002. Βασίζονται σε 2 δείκτες: τον FTASE-20 και τον FTASE-40. Για κάθε δείκτη οι μετοχές κατατάχθηκαν ανάλογα με τη μέση τιμή τους. Το σημείο χωρισμού τους ήταν €9.615 και €5.21 για τον FTASE-20 και τον FTASE-40 αντίστοιχα. Ο πίνακας 12.1 παρουσιάζει τις μετοχές σε κάθε ομάδα.

Με βάση την εργασία των Amihud και Mendelson (1987), οι αρχικές πράξεις έχουν διαγραφεί από την ανάλυση, λόγω του ότι το ελληνικό χρηματιστήριο εφαρμόζει διαφορετικές μεθόδους διαπραγμάτευσης στην αρχή της συνεδρίασης. Επίσης οι πράξεις ομαδοποιήθηκαν με βάση τις προτάσεις του Chan (2000) και ο χαρακτηρισμός μια πράξης ως είτε αγοράς είτε πώλησης έγινε σύμφωνα με το κριτήριο των Aitken και Frino (1996)

6.2.1 Περιγραφικά Στατιστικά

Ο πίνακας 12.2 παρουσιάζει τις στατιστικές για τις τέσσερις ομάδες. Οι μετοχές στην πρώτη ομάδα είναι οι πλέον δραστήριες, αφού πραγματοποιούνται κατά μέσο όρο 180 πράξεις την ημέρα. Το άνοιγμα ισούται με €0.0396. Οι μετοχές στις άλλες τρεις ομάδες είναι λιγότερο ρευστές. Για παράδειγμα, οι μετοχές της δεύτερης ομάδας πραγματοποιούν λιγότερες πράξεις κατά τη διάρκεια της ημέρας και το άνοιγμα αντιπροσωπεύει μεγαλύτερο ποσοστό από αυτό της πρώτης. Επομένως, στο ελληνικό χρηματιστήριο οι μετοχές με υψηλή τιμή και υψηλή κεφαλαιοποίηση είναι οι πιο ρευστές.

Ο πίνακας 11.4 παρουσιάζει τα αντίστοιχα στατιστικά για δέκα υποπεριόδους της ημέρας 11:00-11:30, 11:30-12:00, 12:00-12:30, 12:30-13:00, 13:00-13:30, 13:30-14:00, 14:00-14:30, 14:30-15:00, 15:00-15:30, 15:30-16:00. Το άνοιγμα των μετοχών εμφανίζει τη μορφή U η οποία έχει αναφερθεί από πολλούς ερευνητές.

6.3 Δομικά μοντέλα και η προσαρμογή του VaR στη ρευστότητα

Μια τέλεια ρευστή αγορά είναι αυτή όπου επενδυτές μπορούν να είτε να αγοράσουν είτε να πωλήσουν χρηματοοικονομικά προϊόντα χωρίς να προκαλέσουν αλλαγή στις τιμές τους. Σύμφωνα με τους Aitken and Comerton-Forde (2003) υπάρχουν κόστη που συσχετίζονται με φόρους και άλλα που έχουν σχέση με τη διαδικασία διαπραγμάτευσης. Τα μοντέλα που θα παρουσιαστούν μπορούν να περιγράψουν τα τελευταίου.

Οι Madhavan et al. (1997) (MRR) έδειξαν ότι οι τιμές αλλάζουν είτε λόγω καινούργιων νέων είτε λόγω της διαδικασίας της διαπραγμάτευσης. Επίσης, τόνισαν ότι η ασύμμετρη πληροφόρηση μειώνεται κατά τη διάρκεια της ημέρας, ενώ τα κόστη συναλλαγής αυξάνονται. Άλλες σημαντικές μεταβλητές είναι ο όγκος συναλλαγών (Hausman et al. (1992)) και ο χρόνος μεταξύ των πράξεων (Easley et al. (1992)).

Το μοντέλο των MRR περιγράφεται ως εξής:

$$r_t - r_{t-1} = (\phi + \theta)X_t - (\phi + \rho\theta)X_{t-1} + u_t, \quad (6.1)$$

όπου r_t είναι η τιμή της πράξης, X_t είναι μια ψευδομεταβλητή που ισούται με 1 αν η εντολή είναι αγοράς και -1 σε αντίθετη περίπτωση. Ο συντελεστής $\phi \geq 0$ δηλώνει το κόστος συναλλαγής, θ είναι η ασύμμετρη πληροφόρηση, ενώ ρ είναι η αυτοσυσχέτιση του X_t . Το μοντέλο 6.1 εκτιμήθηκε με βάση την τεχνική της generalized method of moments (GMM) της οποίας οι συνθήκες για να εκτιμηθεί είναι:

$$E \left\{ \begin{array}{c} X_t X_{t-1} - \rho X_{t-1}^2 \\ u_t - \alpha \\ (u_t - \alpha)X_t \\ (u_t - \alpha)X_{t-1} \end{array} \right\} = 0, \quad (6.2)$$

όπου α είναι μια σταθερά.

6.3.2 Επέκταση του μοντέλου των MRR

Συνεχίζουμε τη συζήτηση παρουσιάζοντας την επέκταση του μοντέλου των MRR στο οποίο θα συμπεριληφθεί ο αριθμός των μετοχών που διαπραγματεύθηκαν σε κάθε χρονική στιγμή. Τα κόστη μπορούν να αναλυθούν σε δυο παράγοντες: α) στο (ϕ) , όπου η τιμή δεν εξαρτάται από τον όγκο συναλλαγής και β) στο (κ) όπου εξαρτάται. Κάτω από αυτό το επίπεδο η τιμή συναλλαγής ορίζεται ως εξής:

$$\begin{aligned} r_t &= \mu_t + \phi X_t + \kappa(X_t V_t) \\ \mu_t &= \mu_{t-1} + \theta V_t (X_t - \rho X_{t-1}), \end{aligned}$$

όπου V_t είναι ο αριθμός των μετοχών. Η εξίσωση 6.1 ορίζεται ως:

$$r_t - r_{t-1} = \theta V_t (X_t - \rho X_{t-1}) + \phi(X_t - X_{t-1}) + \kappa(X_t V_t - X_{t-1} V_{t-1}) + u_t, \quad (6.3)$$

όπου ο συντελεστής κ αποκαλύπτει αν επικρατούν τα κόστη διαχείρισης ή τα κόστη αποθήκευσης. Για παράδειγμα, αν το κ είναι αρνητικό, τότε το συνολικό κόστος $(\phi X_t + \kappa(X_t V_t))$ μειώνεται καθώς αυξάνεται ο όγκος συναλλαγής, αφού το $\kappa(X_t V_t)$ είναι συνάρτηση του όγκου.

Έστω $a_{X_{t-1}}$ και $b_{X_{t-1}}$ είναι η τιμές πώλησης και αγοράς. Το άνοιγμα των μετοχών (spread) μοντελοποιείται ως:

$$\begin{aligned} a_{X_{t-1}} &= \mu_{t-1} + \theta V_t [1 - \mathbb{E}(X_t | X_{t-1})] + (\phi + \kappa V_t) \\ b_{X_{t-1}} &= \mu_{t-1} - \theta V_t [1 + \mathbb{E}(X_t | X_{t-1})] - (\phi + \kappa V_t) \\ a_{X_{t-1}} - b_{X_{t-1}} &= 2[V_t(\theta + \kappa) + \phi] \end{aligned}$$

Χρησιμοποιήσαμε τον όγκο συναλλαγής επειδή ο επενδυτής δεν ενδιαφέρεται μόνο για το αν επικρατούν τάσεις αγοράς ή πώλησης, αλλά και για το μέγεθος τους με αποτέλεσμα να προσαρμόζει τις τιμές ανάλογα. Επίσης, αν και τα θεωρητικά μοντέλα προτείνουν τη χρησιμοποίηση γραμμικών σχέσεων μεταξύ του όγκου συναλλαγών και τιμής, στην έρευνα χρησιμοποιήθηκε η τετραγωνική ρίζα του όγκου αφού πολλές εμπειρικές έρευνες ότι αυτή η σχέση είναι καλύτερη (δες Barra (1997), Almgren (2001) και Hisata and Yamai (2000) μεταξύ άλλων).

Το μοντέλο 6.3 εκτιμήθηκε με βάση τις εξής συνθήκες:

$$E \left\{ \begin{pmatrix} X_t X_{t-1} - \rho X_{t-1}^2 \\ u_t - \alpha \\ (u_t - \alpha) X_t \sqrt{V_t} \\ (u_t - \alpha) X_{t-1} \sqrt{V_{t-1}} \\ (u_t - \alpha) \sqrt{V_t} \\ (u_t - \alpha) \sqrt{V_{t-1}} \end{pmatrix} \right\} = 0. \quad (6.4)$$

6.3.3 Προσαρμογή του VaR στον κίνδυνο ρευστότητας

Το VaR αναφέρεται στο αρνητικό αποτέλεσμα του χαρτοφυλακίου που αναμένεται να συμβεί σε μια προκαθορισμένη περίοδο (1 ή 10 ημερών) και σε δεδομένο επίπεδο σημαντικότητας (97.5% ή 99%). Οι Bangia et al. (1999) πρότειναν μια μεθοδολογία που προσαρμόζει το VaR στον κίνδυνο ρευστότητας και περιγράφεται ως:

$$L - VaR = VaR + L_t,$$

όπου L_1 είναι ο παράγοντας ρευστοποίησης και συγκεκριμένα ορίζεται:

$$L_1 - VaR = VaR + \frac{1}{2}[Spread + \alpha' \sigma_{spread}], \quad (6.5)$$

όπου α' είναι το επίπεδο εμπιστοσύνης του VaR.

Κάτω από αυτό το πλαίσιο, ο υπολογισμός του L-VaR χωρίζεται σε 2 μέρη: στο κίνδυνο της αγοράς VaR και στο κίνδυνο της ρευστότητας ($\frac{1}{2}[Spread + \alpha' \sigma_{spread}]$). Ωστόσο, η πρώτησή τους αντιμετωπίζει τα εξής προβλήματα:

- Το άνοιγμα των μετοχών δεν κατανέμεται κανονικά
- Δεν ενσωματώνεται ο κίνδυνος που προέρχεται από τη συγκεκριμένη θέση του επενδυτή (endogenous risk) Οι 2 κίνδυνοι είναι απόλυτα θετικά συσχετισμένοι

Έχοντας υπόψη τις αδυναμίες του μοντέλου τους, το προτεινόμενο μέτρο ορίζεται ως:

$$L - VaR = VaR + \frac{1}{2}[2(\theta + \phi) + \alpha' \sigma_{implied}] \quad (6.6)$$

$$L - VaR = VaR + \frac{1}{2}[2|\sqrt{V_t^{\alpha'}}(\theta + \kappa) + \phi|], \quad (6.7)$$

όπου $V_t^{\alpha'}$ είναι το α' τεταρτημόριο του όγκου συναλλαγής. Η εξίσωση 6.7 συμπεριλαμβάνει τα κόστη συναλλαγής αλλά και την επίδραση του μεγέθους της θέσης του επενδυτή. Το γράφημα 1.1 απεικονίζει αυτή τη σχέση.

Ο εξωγενής κίνδυνος περιγράφεται από το άνοιγμα των μετοχών, ενώ ο ενδογενής υπολογίζεται με βάση την επόμενη εξίσωση:

$$\text{Endogenous Liquidity} = \begin{cases} |\sqrt{V_t}(\theta + \kappa) + \phi| - |\sqrt{\bar{V}_t}(\theta + \kappa) + \phi|, & \text{if } V_t \geq \bar{V}_t; \\ 0, & \text{σε κάθε άλλη περίπτωση,} \end{cases}$$

όπου \bar{V}_t είναι ο μέσος όγκος συναλλαγής.

6.4 Εμπειρικά Αποτελέσματα

Σύμφωνα με την εξίσωση 6.7, αναλύσουμε το συνολικό κίνδυνο σε αυτόν της αγοράς (VaR) και σε αυτόν της ρευστότητας ($\frac{1}{2}[2\sqrt{V_t^{\sigma^2}(\theta + \kappa)} + \phi]$) και υπολογίζουμε το 95% και 99% L-VaR, μια διαδικασία η οποία παρουσιάζεται στον Πίνακα 12.6. Στο υψηλότερο επίπεδο εμπιστοσύνης(99%), ο κίνδυνος ρευστότητας της πρώτης ομάδας (μετοχές με υψηλή τιμή και υψηλή κεφαλαιοποίηση) αντιπροσωπεύει μόνο το 3.40% του συνολικού με αποτέλεσμα να μπορεί να αγνοηθεί. Ωστόσο δεν γίνεται να μην συμπεριληφθεί στην άλλη ομάδα αφού εξηγεί το 7.00% του συνολικού και κατά συνέπεια τα μέτρα κινδύνου υποεκτιμούν το VaR. Για τις ομάδες 3 και 4 αντιπροσωπεύει τουλάχιστον το 11% του συνολικού. Για το άλλο επίπεδο εμπιστοσύνης, η σημαντικότητα του κινδύνου ρευστότητας αυξήθηκε. Συγκεκριμένα, για την πρώτη ομάδα είναι ίσος με το 4.09% ενώ για την τέταρτη προσεγγίζει το 13.11% και επομένως ακόμα και αν ο κίνδυνος της αγοράς είναι πιο σημαντικός, ο κίνδυνος ρευστότητας πρέπει να ενσωματώνεται στον υπολογισμό του VaR.

Επιπλέον στον Πίνακα 12.6 αναλύονται τα επιμέρους συστατικά του κινδύνου της ρευστότητας (εξωγενής και ενδογενής). Ο ενδογενής κίνδυνος στο υψηλότερο επίπεδο εμπιστοσύνης είναι πολύ σημαντικός, αφού αντιπροσωπεύει περισσότερο από το 25% του συνολικού κινδύνου της ρευστότητας. Από την άλλη πλευρά στο χαμηλότερο επίπεδο εμπιστοσύνης αντιπροσωπεύει το 14% αφού οι επενδυτές δεν μπορούν να εκτελέσουν τις πράξεις τους είτε στις τιμές αγοράς είτε στις τιμές πώλησης.

() Πίνακας 12 παρουσιάζει τα L-VaR μέτρα για τις 10 υποπεριόδους σύμφωνα με την εξίσωση 6.7. Για όλες τις ομάδες το ποσοστό του συνολικού κινδύνου που εξηγείται από τον κίνδυνο ρευστότητας εμφανίζει μια μορφή ανάποσου U, αφού η επίδραση της αγοράς μειώνεται μετά από τα πρώτα 30 λεπτά της συνεδρίασης. Κατά τη διάρκεια των τελευταίων 30 λεπτών η επίδραση της αγοράς είναι υψηλότερη από αυτήν της ρευστότητας και για αυτόν τον λόγο η σημαντικότητα της μειώνεται. Τέλος, το μέτρο L-VaR παρουσιάζει μια μορφή U κατά τη διάρκεια της ημέρας αφού τα υψηλότερα κόστη εμφανίζονται στην αρχή και στο τέλος αυτής και επομένως οι επενδυτές ίσως θα πρέπει να επικεντρώνονται στη μέση

της συνεδρίασης. Το συμπέρασμα αυτό είναι σύμφωνο με την εργασία των Admati και Pfleider (1988) και Monch.

6.5 Συμπεράσματα

Το κεφάλαιο αυτό προτείνει μια μεθοδολογία για να προσαρμοστεί το VaR στον κίνδυνο της ρευστότητας, χρησιμοποιώντας την επέκταση του μοντέλου των Madhavan et al. (1997) με αποτέλεσμα στον υπολογισμό του VaR να έχει ληφθεί υπόψη το κόστος ρευστοποίησης. Το νέο μέτρο παρουσιάζει μια μορφή U κατά τη διάρκεια της ημέρας, ενώ το ποσοστό του κινδύνου που οφείλεται στην ρευστότητα έχει μια μορφή ανάποδου U κατά τη διάρκεια της συνεδρίασης. Για τις μετοχές υψηλής κεφαλαιοποίησης με υψηλή τιμή το VaR πρέπει να αυξηθεί κατά 3.40%, ενώ για τις άλλες μετοχές η προσαρμογή προσεγγίζει το 11% με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατόν να αγνοηθεί.

Bibliography

Bibliography

- [1] J. K. Patera, "The use of the finite element method in the analysis of plates and shells," *Journal of Applied Mechanics*, vol. 30, pp. 157-176, 1963.
- [2] R. D. Mindlin, "Micro-continuum linearized theory of nonlocal elasticity and solutions of screw dislocations and surface waves," *Journal of Applied Physics*, vol. 51, pp. 4203-4215, 1984.
- [3] E. E. Gdoutos, "The theory of linearized nonlocal elasticity and solutions of screw dislocations and surface waves," *Journal of Applied Physics*, vol. 51, pp. 4203-4215, 1984.
- [4] S. D. Poisson, "Sur l'équilibre d'un corps élastique," *Annales de Chimie et de Physique*, vol. 36, pp. 375-408, 1827.
- [5] L. Landau and E. Lifshitz, "Elasticity," *Course of Theoretical Physics*, vol. 7, pp. 1-100, 1986.
- [6] C. Eringen, "On differential equations of nonlocal elasticity and solutions of screw dislocations and surface waves," *Journal of Applied Physics*, vol. 54, pp. 4703-4710, 1983.
- [7] E. E. Gdoutos, "The theory of linearized nonlocal elasticity and solutions of screw dislocations and surface waves," *Journal of Applied Physics*, vol. 51, pp. 4203-4215, 1984.
- [8] R. D. Mindlin, "Micro-continuum linearized theory of nonlocal elasticity and solutions of screw dislocations and surface waves," *Journal of Applied Physics*, vol. 51, pp. 4203-4215, 1984.
- [9] E. E. Gdoutos, "The theory of linearized nonlocal elasticity and solutions of screw dislocations and surface waves," *Journal of Applied Physics*, vol. 51, pp. 4203-4215, 1984.
- [10] R. D. Mindlin, "Micro-continuum linearized theory of nonlocal elasticity and solutions of screw dislocations and surface waves," *Journal of Applied Physics*, vol. 51, pp. 4203-4215, 1984.

Bibliography

- [1] Admati, A.R., Pfleiderer, P., 1988. A theory of Intraday Trading Patterns. *Review of Financial Studies* 1, 3-40.
- [2] Admati, A.R., Pfleiderer, P., 1991. Sunshine trading and financial market equilibrium. *Review of Financial Studies* 4, 443-481.
- [3] Ahn H.-J., Jun Cai, Yasushi Hamao, Richard Y.K. Ho, 2002. The components of the bid-ask spread in a limit-order market: evidence from the Tokyo Stock Exchange. *Journal of Empirical Finance* 9, 399-430.
- [4] Aitken, M., Frino, A., 1996. Execution costs associated with institutional trades on the Australian Stock Exchange. *Pacific-Basin Finance Journal* 4, 45-58.
- [5] Aitken, M., Frino, A., 1996. The accuracy of the tick test: Evidence from the Australian stock exchange. *Journal of Banking & Finance* 20, 1715-1729.
- [6] Aitken, M., Comerton-Forbe, C., 2003. How should liquidity be measured? *Pacific-Basin Finance Journal* 11, 45-59.
- [7] Akaike, H., 1973. Information theory and the extension of the maximum likelihood principle. *Proceeding of the Second International Symposium on Information Theory, Budapest* 267-281.
- [8] Angelidis, T., Benos, A., and Degiannakis, S. 2004. The Use of GARCH Models in VaR Estimation. *Statistical Methodology* 2004, 1, 1(2), 105-128.

- [9] Artzner, P., Delbaen, F., Eber, J.-M. and Heath, D. 1997. Thinking Coherently. *Risk* 10: 68-71.
- [10] Artzner, P., F. Delbaen, J.-M. Eber; and Heath, D. 1999. Coherent Measures of Risk. *Mathematical Finance* 9: 203-228.
- [11] Bali, T. G., and Theodossiou, P. 2004. A Conditional-SGT-VaR Approach with Alternative GARCH Models. Forthcoming in *Annals of Operations Research*.
- [12] Bali, T. G. 2003. An extreme value approach to estimating volatility and value at risk. *Journal of Business* 76: 83-108.
- [13] Balkema, A., and de Hann, L. 1974. Residual lifetime at great age. *Annals of Probability* 2: 792-804.
- [14] Bangia, A., Diebold, F.X., Schuermann, T., and Stroughair, 1999. Modeling liquidity risk, with implications for traditional market risk measurement and management. The Wharton Financial Institutions Center WP 99-06.
- [15] Barra, 1997. The Market Impact™ Handbook.
- [16] Barone-Adesi, G.; Giannopoulos, K.; and Vosper, L. 1999. VaR without correlations for nonlinear Portfolios. *Journal of Futures Markets* 19: 583-602.
- [17] Barone-Adesi, G., and Giannopoulos, K. 2001. Non-parametric VaR techniques. Myths and realities. *Economic Notes by Banca Monte dei Paschi di Siena SpA* 30: 167-181.
- [18] Basak, S., and Shapiro, A. 2001. Value-at-Risk-Based Risk Management: Optimal Policies and Asset Prices. *Review of Financial Studies* 14: 371-405.
- [19] Bera, A.K. and Higgins, M.L., 1993. ARCH models: Properties, estimation and testing. *Journal of Economic Surveys*, 7 305-366.

- [20] Billio, M. and Pelizzon, L. 2000. Value-at-Risk: A multivariate switching regime approach. *Journal of Empirical Finance* 7: 531-554.
- [21] Black, F. 1971. Towards a fully automated exchange: Part 1. *Financial Analyst Journal* 27, 29-34.
- [22] Black, F., 1976. Studies of stock market volatility changes, *Proceedings of the American Statistical Association, Business and Economic Statistics Section* 177-181.
- [23] Bollen, N.P.B., Smith, T., Whaley, R.E., 2004. Modeling the bid/ask spread: measuring the inventory-holding premium. *Journal of Financial Economics* 72, 97-141.
- [24] Bollerslev, T. 1986. Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity. *Journal of Econometrics*, 31, 307-327.
- [25] Bollerslev, T. 1987. A conditional heteroscedastic time series model for speculative prices and rates of return. *Review of Economics and Statistics* 69: 542-547.
- [26] Bollerslev, T. and Wooldridge, J.M., 1992. Quasi-maximum likelihood estimation and inference in dynamic models with time-varying covariances, *Econometric Reviews*, 11 143-172.
- [27] Bollerslev, T., Chou, R. and Kroner, K.F., 1992. ARCH modeling in Finance: A review of the theory and empirical evidence, *Journal of Econometrics*, 52 5-59.
- [28] Bollerslev, T., Engle, R.F, and Nelson, D., 1994. ARCH models, in: R.F., Engle and D., McFadden (Eds.), *Handbook of Econometrics*, vol. 4, Elsevier, Amsterdam, pp. 2959-3038.
- [29] Brennan, M., Subrahmanyam, A., 1995. Investment analysis and price formation in securities markets. *Journal of Financial Economics* 38, 361-381.
- [30] Brockman, P., Chung, D.Y., 1998. Inter- and intra-day liquidity patterns on the Stock Exchange of Hong Kong. *Journal of International Financial markets Institutions & Money* 8, 277-298.

- [31] Brooks, R. D., Faff, R.W., McKenzie, M.D., 2000. A multi-country study of power ARCH models and national stock market returns. *Journal of International Money and Finance* 19, 377-397.
- [32] Brooks, C. and Persaud, G., 2002. Model choice and Value-at-Risk performance, *Financial Analysts Journal*, 58,5 87-98.
- [33] Brooks, C., and Persaud, G. 2003a. The effect of asymmetries on stock index return Value-at-Risk estimates. *The Journal of Risk Finance* (Winter): 29-42.
- [34] Brooks, C., Persaud, G. (2003b). Volatility forecasting for risk management, *Journal of Forecasting*, 22 1-22.
- [35] Brooks, C. and Burke, S.P., 2003. Information criteria for Garch model selection, *The European Journal of Finance*, 9 557-580.
- [36] Brunetti, C., Mariano, R. M., Scotti, C. and Tan, A., 2003. Markov switching garch models of currency crises in southeast Asia. Johns Hopkins University. Working Paper.
- [37] Byström, H.N.E. 2004. Managing extreme risks in tranquil and volatile markets using conditional extreme value theory. Forthcoming in *International Review of Financial Analysis*.
- [38] Cabedo, D. J. and Moya, I. 2003. Estimating oil price 'Value at Risk' using the historical simulation approach. *Energy Economics* 25: 239-253.
- [39] Cai, J., 1994. A Markov model of unconditional variance in ARCH. *Journal of Business and Economic Statistics* 12, 309-316.
- [40] Chan, K., Fong, W.-M., 2000. Trade size, order imbalance, and the volatility-volume relation. *Journal of Financial Economics* 57, 247-273.
- [41] Chan, Y.-C., 2000. The price impact of trading on the stock exchange of Hong Kong. *Journal of Financial Markets* 3, 1-16.

- [42] Christoffersen, P. 1998. Evaluating interval forecasts. *International Economic Review* 39: 841-862.
- [43] Christoffersen, P. 2003. *Elements of Financial Risk Management*. Academic Press.
- [44] Crouhy, M., Galai, D. and Mark, R., 2001. *Risk Management*, McGraw Hill, New York.
- [45] Danielsson, J. 2002. The emperor has no clothes: Limits to risk modelling. *Journal of Banking & Finance* 26: 1273-1296.
- [46] Danielsson, S., 1996. Multivariate stochastic volatility models: estimation and a comparison with VGARCH models, Department of Economics, University of Iceland, Mimeo.
- [47] De Jong, F., Nijman, T., Roell, A., 1995. A comparison of the cost of trading French shares on the Paris Bourse and on SEAQ International. *European Economic Review* 39, 1277-1301.
- [48] De Jong, F., Nijman, T., Roell, A., 1996. Price effects of trading and components of the bid-ask spread on the Paris Bourse. *Journal of Empirical Finance* 3, 193-213.
- [49] Declerck, F., 2000. Trading Costs on a Limit Order Book Market: Evidence from the Paris Bourse. European Financial Management Association Meetings, 2000 Athens Meetings.
- [50] Degiannakis, S. and Xekalaki, E., 2004. Autoregressive conditional heteroskedasticity models: A review, *Quality Technology and Quantitative Management*, 1,2.
- [51] Degryse, H., 1999. The total cost of trading Belgian shares: Brussels versus London. *Journal of Banking and Finance* 23, 1331-1355.
- [52] Delbaen, F. 1998. Coherent Risk Measures on General Probability Spaces. Working Paper, ETH Zurich.
- [53] Diebold, F.X. and Mariano, R. 1995. Comparing predictive accuracy. *Journal of Business and Economic Statistics* 13(3): 253-263.

- [54] Ding, Z., Granger, C.W.J., Engle, R.F., 1993. A Long Memory Property of Stock Market Returns and a New Model. *Journal of Empirical Finance*, 1, 83-106.
- [55] Dowd, K., 1998. *Beyond Value at Risk: The new science of risk management*. John Wiley & Sons, New York.
- [56] Dufour, A., Engle, R.F., 2000. Time and the Price Impact of a Trade. *Journal of Finance* LV, 6, 2467-2498.
- [57] Easley, D., O'Hara, M., 1987. Price, trade size and information in securities markets. *Journal of Financial Economics* 19, 69-90.
- [58] Easley, D., O'Hara, M., 1992. Time and the process of Security Price Adjustments. *Journal of Finance* 46, 577-605.
- [59] Easley, D., Kiefer, N.M., O'Hara, M. and Paperman, J.B., 1996. Liquidity, Information, and Infrequently Traded Stocks. *Journal of Finance* 51, 1405-1436.
- [60] Easley, D., Kiefer, N.M., O'Hara, M., 1997. The information content of the trading process. *Journal of Empirical Finance* 4, 159-186.
- [61] Engle, R.F. 1982. Autoregressive conditional heteroskedasticity with estimates of the variance of U.K. inflation. *Econometrica* 50: 987-1008.
- [62] Engle, R.F. and Ng, V., 1993. Measuring and testing the impact of news on volatility. *Journal of Finance* 48: 1749-1778.
- [63] Engle, R.F., Hong, C.H., Kane, A. and Noh, J., 1993. Arbitrage valuation of variance forecasts with simulated options. *Advances in Futures and Options Research*, 6 393-415.
- [64] Engle, R.F. and Patton, A.J., (2001). What good is a volatility model? *Quantitative Finance*, 1,2 237-245.

- [65] Engle, R.F. and S. Manganelli. (2003). CAViaR: conditional autoregressive Value at Risk by Regression Quantiles. *Journal of Business and Economic Statistics* forthcoming.
- [66] Ervan, L.S., 2000. Incorporating Liquidity Risk in VaR Models. *University of Rene*.
- [67] Foster, M., George, T., 1992. Anonymity in securities markets. *Journal of Financial Intermediation* 2, 168-206.
- [68] François-Heude, A. Van Wynendaele, P., 2002. Integrating Liquidity Risk in a Parametric Intraday VaR Framework. 7th Bergian Financial Research Forum, Liège.
- [69] Frey, R. and Michaud, P. 1997. The effect of garch-type volatilities on prices and payoff-distributions of derivative assets - a simulation study. Unpublished Working Paper, ETH Zurich.
- [70] Gençay, R., and Selçuk, F. 2004. Extreme value theory and Value-at-Risk: Relative performance in emerging markets. Forthcoming in *International Journal of Forecasting*.
- [71] George, T., Kaul, G., Nimalendran, M., 1991. Estimation of the bid - ask spread and its components: a new approach. *Review of Financial Studies* 4, 623-656.
- [72] Giot, P. and Laurent, S. 2003a. Value-at-Risk for Long and Short Trading Positions. *Journal of Applied Econometrics* 18: 641-664.
- [73] Giot, P. and Laurent, S. 2003b. Market risk in commodity markets: a VaR approach. *Energy Economics* 25: 435 - 457.
- [74] Glosten, L., Harris, L., 1988. Estimating the components of the bid-ask spread. *Journal of Financial Economics* 21, 123-142.
- [75] Glosten, L. 1994. Is the electronic open limit order book inevitable?. *Journal of Finance* 49, 1127-1161.

- [76] Gray, S.F., 1996b. Modeling the conditional distribution of interest rates as a regime switching process. *Journal of Financial Economics* 42, 27-62.
- [77] Guermat, C. and Harris, R.D.F. 2002. Forecasting Value-at-Risk allowing for time variation in the variance and kurtosis of portfolio returns. *International Journal of Forecasting* 18: 409-419.
- [78] Guidolin, M. and Timmermann, A. 2003. Value at Risk and Expected Shortfall under Regime Switching. University of Virginia and University of California at San Diego. Working Paper.
- [79] Gwilym, O., Thomas, S., 2002. An empirical comparison of quoted and implied bid-ask spreads on future contracts. *Journal of International Financial Institutions & Money* 12, 81-99.
- [80] Hamilton, J. D. 1989. A new approach to the economic analysis of nonstationary time series and the business cycle. *Econometrica* 57, 357-384.
- [81] Hamilton, J. D. and Susmel, R., 1994. Autoregressive conditional heteroskedasticity and changes in regime. *Journal of Econometrics* 64, 307-333.
- [82] Hamilton, J.D., 1994. *Time series analysis*. New Jersey: Princeton University Press.
- [83] Hansen, P.R. and Lunde, A., 2003. A forecast comparison of volatility models: Does anything beat a GARCH(1,1)? Brown University, Working Paper.
- [84] Hasbrouck, J., 1991a. Measuring the information content of stock trades. *Journal of Finance* 46, 179-207.
- [85] Hasbrouck, J., 1991b. The summary informativeness of stock trades. An econometric analysis. *Review of Financial Studies* 4, 571-595.
- [86] Hausman, J., Lo, A., MacKinlay, A.C., 1992. An ordered probit analysis of transaction stock prices. *Journal of Financial Economics* 31, 319-379.

- [87] Hedvall, K., Niemeyer, J., Rosenqvist, G., 1997. Do buyers and sellers behave similarly in a limit order book? A high-frequency data examination of the Finnish stock exchange. *Journal of Empirical Finance* 4, 1997.
- [88] Hendricks, D. 1996. Evaluation of Value-at-Risk models using historical data. *Economic Police Review* 2: 39-70.
- [89] Hisata, Y., Yamai, Y., 2000. Research toward the Practical Application of Liquidity Risk Evaluation Methods. Discussion Paper No.2000-E-14, Bank of Japan.
- [90] Ho, L.-C.; Burridge, P.; Cadle, J.; and Theobald, M. 2000. Value-at-Risk: Applying the extreme value approach to Asian markets in the recent financial turmoil. *Pacific-Basin Finance Journal* 88: 249-275.
- [91] Hoppe, R. 1998. VAR and the unreal world, *Risk* 11: 45-50.
- [92] Hotchkiss, E. S., Mooradian, R. M. (1997). Vulture investors and the market for control of distressed firms. *Journal of Financial Economics* 43, 401-432.
- [93] Hsieh, D.A., 1989. Modeling heteroscedasticity in daily foreign-exchange rates, *Journal of Business and Economic Statistics*, 7 307-317.
- [94] Huang, R., Stoll, H., 1997. The components of the bid-ask spread: a general approach. *Review of Financial Studies* 10, 995-1034.
- [95] Huang, Y.C, Lin, B.-J., 2004. Value-at-Risk Analysis for Taiwan Stock Index Futures: Fat Tails and Conditional Asymmetries in Return Innovations. *Review of Quantitative Finance and Accounting*, 22, 79-95.
- [96] Hull, J., and White, A. 1998. Incorporating volatility updating into the historical simulation method for VaR. *Journal of Risk* 1: 5-19.

- [97] Irvine, P., Benston, G., and Kandel, E., 2000. Liquidity Beyond the Inside Spread: Measuring and Using Information in the Limit Order Book. Unpublished Working Paper. Goizueta Business School, Emory University, Atlanta.
- [98] Jackson, P., Maude, D.J. and Perraudin, W., 1998. Testing Value-at-Risk approaches to capital adequacy. Bank of England Quarterly Bulletin, 38 256-266.
- [99] Jondeau, E. and Rockinger, M. 1999. The tail behavior of stock returns: Emerging versus mature markets. Unpublished Working Paper, HEC-School of Management, Department of Finance.
- [100] Jondeau, E. and Rockinger, M. 2003. Testing for differences in the tails of stock-market returns. Journal of Empirical Finance 10: 559-581.
- [101] Jondeau, E. and Rockinger, M., 2003. Conditional volatility, skewness, and kurtosis: existence, persistence, and co movements. Journal of Economic Dynamics & Control 27, 1699-1737.
- [102] Jorion, P., 1998. On jump processes in the foreign exchange and stock markets, Review of Financial Studies, 1 427-445.
- [103] Jorion, P., 1997. Value at Risk. The new benchmark for controlling derivatives risk, McGraw Hill, New York.
- [104] Kim, J. I., Ko K., N. S. K., 2002. Time-varying bid-ask components of Nikkei 225 index futures on SIMEX. Pacific-Basin Finance Journal 10, 183-200.
- [105] Kim, S-H., Ogden, J.P., 1996. Determinants of the Components of Bid-Ask Spreads on Stocks . European Financial Management Vol. 2 No. 1.
- [106] Klaassen, E., 2002. Improving GARCH volatility forecasts with regime-switching GARCH, in J.D. Hamilton and B. Raj (Eds.), Advances in Markov-Switching Models, Physica Verlag, New York, pp. 223-254.

- [107] Kupiec, P.H. 1995. Techniques for verifying the accuracy of risk measurement models. *The Journal of Derivatives* 3: 73-84.
- [108] Kyle, A.S., 1985. Continuous auctions and insider trading. *Econometrica* 53, 1315-1335.
- [109] Lambadiaris, G.; Papadopoulou, L.; Skiadopoulos, G.; and Zoulis, Y. 2003. VAR: history or simulation? *Risk* 16 (September): 122-127.
- [110] Lambert, P. and Laurent, S. 2000. Modeling skewness dynamics in series of financial data. Discussion Paper, Institut de Statistique, Louvain-la-Neuve.
- [111] Lambert, P. and Laurent, S. 2001. Modeling financial time series using garch-type models and a skewed student Density. Mimeo, Université de Liège.
- [112] Lee, T.K.Y. and Tse, Y.K., 1991. Term structure of interest rates in the Singapore Asian dollar market. *Journal of Applied Econometrics*, 6 143-152.
- [113] Lee, C.M.C., Ready, M.J., 1991. Inferring trade direction from intraday data. *Journal of Finance* 46, 733-746.
- [114] Ljung, C. M. and Box, G. E. P. 1978. On measuring of lag in time series models. *Biometrics* 67: 297-303.
- [115] Lo, A. and MacKinlay, A.C., 1988. Stock market prices do not follow random walks: Evidence from a simple specification test. *Review of Financial Studies*, 1 41-66.
- [116] Longestay, J., 1996. An improved methodology for measuring VaR, RiskMetrics, Monitor Second Quarter, J.P. Morgan.
- [117] Lopez, J.A. 1998. Methods for evaluating Value-at-Risk estimates. Federal Reserve Bank of New York, Economic Policy Review.

- [118] Madhavan, A., Richardson, M., Roomans, M., 1997. Why do security prices change? A transaction-level analysis of NYSE stocks. *Review of Financial Studies* 10, 1035-1064.
- [119] Mandelbrot, B. 1963. The Variation of certain speculative prices. *Journal of Business*, 36 394-419.
- [120] Marquardt, D.W., 1963. An algorithm for least squares estimation of non-linear parameters, *Journal of the Society for Industrial and Applied Mathematics*, 11 431-441.
- [121] McNeil, A.J., and Frey, R. 2000. Estimation of tail-related risk measures for heteroskedasticity financial time series: An extreme value approach. *Journal of Empirical Finance* 7: 271-300.
- [122] Menyah, K., Paudyal, K., 2000. The components of bid-ask spreads on the London Stock Exchange. *Journal of Banking & Finance* 24, 1767-1785.
- [123] Nelson, D. 1991. Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns: A New Approach. *Econometrica* 59: 347-370.
- [124] Newey, W., and West, K. 1987. A simple positive semi-definite, heteroskedasticity and autocorrelation consistent covariance matrix. *Econometrica* 55: 703-708.
- [125] Nordén, L., 2003. Asymmetric option price distribution and bid-ask quotes: consequences for implied volatility smiles. *Journal of Multinational Financial Management* 13, 423-441.
- [126] Pagan, A.R. and Schwert, G.W., 1990. Alternative models for conditional stock volatility, *Journal of Econometrics*, 45 267-290.
- [127] Pickands, J. 1975. Statistical inference using extreme order statistics. *Annals of Statistics* 3: 119-131.
- [128] Pinder, S., 2003. An empirical examination of the impact of market microstructure changes on the determinants of option bid-ask spreads. *International Review of financial Analysis* 12, 563-577.

- [129] Poon, S.-H., and Granger, W.J. 2003. Forecasting volatility in financial markets: A review. *Journal of Economic Literature* XLI: 478-539.
- [130] RiskMetrics, 1995. Technical document, J.P. Morgan, New York, USA.
- [131] Rozario, D.,R. 2002. Estimating Value at Risk for the electricity market using a technique from extreme value theory. Unpublished Working Paper, School of Banking and Finance, University of NSW.
- [132] Sarma, M.; Thomas S.; and Shah., A. 2003. Selection of VaR models. *Journal of Forecasting* 22,4: 337-358.
- [133] Schaller, H. and Van Norden, S. 1997. Regime Switching in Stock Market Returns. *Applied Financial Economics*, 7, 177-191.
- [134] Scholes, M. and Williams, J., 1977. Estimating betas from non-synchronous data, *Journal of Financial Economics*, 5 309-328.
- [135] Schwarz, G., 1978. Estimating the dimension of a model, *Annals of Statistics*, 6 461-464.
- [136] Schwert, G. W. 1989. Why Does Stock Market Volatility Change Over Time? *Journal of Finance* 44: 1115-1153.
- [137] Seymour, A. J., and Polakow, D. A. 2003. A coupling of extreme-value theory and volatility updating with Value-at-Risk Estimation in emerging markets: A south african test. *Multinational Finance Journal* 7 (1&2): 3-23.
- [138] Sheskin, D., J., 1997. *Parametric and Nonparametric Statistical Procedures*. CRC Press.
- [139] Silva, C.,A., Chavez.,G., 2002. Components of execution costs: evidence of asymmetric information at the Mexican Stock Exchange. *Journal of International Financial Markets Institutions & Money* 12, 253-278.

- [140] Taylor, S. 1986. *Modeling Financial Time Series*. New York: Wiley.
- [141] Theodossiou, P. 1998. Financial data and the skewed generalized t distribution. *Management Science* 44 No:12-1 (December): 1650-1661.
- [142] Venkataraman, S. 1996. Value at Risk for a mixture of normal distributions: The use of quasi-bayesian estimation techniques. *Economic Perspectives*, Federal Reserve Bank of Chicago (March/April): 2-13.
- [143] Van den Goorbergh, R.W.J. and Vlaar, P. 1999. Value-at-Risk analysis of stock returns. Historical simulation, variance techniques or tail index estimation? DNB Staff Reports 40, Netherlands Central Bank.
- [144] Vlaar, P. 2000. Value at Risk models for Dutch bond portfolios. *Journal of Banking and Finance* 24: 131-151.
- [145] White, H. 1980. A heteroskedasticity-consistent covariance matrix and a direct test for heteroskedasticity. *Econometrica* 48 :817-838.
- [146] Zangari, P. 1996. An improved methodology for measuring VAR. *RiskMetrics Monitor*, Reuters/JP Morgan.

Μοντέλα Διακύμανσης	
Μοντέλο	Εξίσωση
GARCH(p,q)	$\sigma_t^2 = a_0 + \sum_{i=1}^q a_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{k=1}^p b_k \sigma_{t-k}^2$
RiskMetrics TM	$\sigma_t^2 = \lambda \sigma_{t-1}^2 + (1 - \lambda) \varepsilon_{t-1}^2$
EGARCH(p,q)	$\ln(\sigma_t^2) = a_0 + \sum_{i=1}^q \left(a_i \left \frac{\varepsilon_{t-i}}{\sigma_{t-i}} \right + \gamma_i \frac{\varepsilon_{t-i}}{\sigma_{t-i}} \right) + \sum_{j=1}^p (b_j \ln(\sigma_{t-j}^2))$
TARCH(p,q)	$\sigma_t^2 = a_0 + \sum_{i=1}^q a_i \varepsilon_{t-i}^2 + \gamma_1 \varepsilon_{t-1} d_{t-1} + \sum_{j=1}^p b_j \sigma_{t-j}^2$

Table 8.1: Μοντέλα Διακύμανσης

Επίπεδο Εμπιστοσύνης Αριθμού Παραβιάσεων				
Επίπεδο Εμπιστοσύνης	Μέγεθος Δείγματος			
	250	500	750	1000
5%	$7 \leq N \leq 19$	$17 \leq N \leq 35$	$27 \leq N \leq 49$	$38 \leq N \leq 64$
1%	$1 \leq N \leq 6$	$2 \leq N \leq 9$	$3 \leq N \leq 13$	$5 \leq N \leq 16$
0.5%	$0 \leq N \leq 4$	$1 \leq N \leq 6$	$1 \leq N \leq 8$	$2 \leq N \leq 9$
0.1%	$0 \leq N \leq 1$	$0 \leq N \leq 2$	$0 \leq N \leq 3$	$0 \leq N \leq 3$
0.01%	$0 \leq N \leq 0$	$0 \leq N \leq 0$	$0 \leq N \leq 1$	$0 \leq N \leq 1$

Table 8.2: Επίπεδο Εμπιστοσύνης Αριθμού Παραβιάσεων

Περιγραφικά Στατιστικά							
	Alpha Bank	Com. Bank	Nat. Bank	Titan	P.All	P.Small	Ase
Mean	0.05%	0.03%	0.04%	0.06%	0.04%	0.05%	0.03%
Median	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	-0.02%	-0.06%	-0.01%
Maximum	11.67%	11.50%	11.04%	12.00%	8.48%	11.21%	8.98%
Minimum	-10.40%	-10.84%	-13.06%	-10.50%	-9.39%	-9.93%	-9.69%
Std. Dev.	2.18%	2.54%	2.34%	2.15%	1.64%	1.96%	1.70%
Skewness	0.216	0.208	0.210	0.256	0.028	0.212	0.027
Kurtosis	6.170	5.508	5.507	6.308	6.405	6.238	6.516
Jarque-Bera	1,380	871	871	1,510	1,563	1,437	1,666
Probability	0	0	0	0	0	0	0
$Q^2(10)$	642	757	646	633	820	803	733
Observations	3,234	3,234	3,234	3,234	3,234	3,234	3,234

Table 8.3: Περιγραφικά Στατιστικά

Προσδιορισμός της διαδικασίας της διακύμανσης					
	ϕ_0	ϕ_1	ϕ_2	ϕ_3	$\chi^2(3)$
Alpha Bank	0.00018* (0.00004)	0.00004 (0.00006)	0.01553* (0.00301)	-0.01951* (0.00340)	56.36*
Com. Bank	0.00022* (0.00007)	0.00013 (0.00009)	0.01733* (0.00349)	-0.02145* (0.00454)	57.98*
Nat. Bank	0.00025* (0.00005)	0.00002 (0.00007)	0.01793* (0.00326)	-0.01548* (0.00362)	53.04*
Titan	0.00022* (0.00003)	0.00007 (0.00005)	0.01281* (0.00270)	-0.01507* (0.00228)	77.62*
P_All	0.00007** (0.00003)	0.000081** (0.00003)	0.00989* (0.00163)	-0.01729* (0.00303)	73.98*
P_Small	0.00010* (0.00004)	0.000107*** (0.00006)	0.01364* (0.00262)	-0.01830* (0.00324)	78.90*
Ase	0.00008* (0.00003)	0.0000823** (0.00004)	0.01040* (0.00190)	-0.01732* (0.00306)	73.19*

Table 8.4: Προσδιορισμός της διαδικασίας της διακύμανσης

Πίνακας 8.5. 97.5% Επίπεδο Εμπιστοσύνης

Μέρος Α. Ποσοστά Παραβιάσεων - Θέσεις Αγοράς														
	VC	RM	G-N	E-N	T-N	G-T	E-T	T-T	G-ST	E-ST	T-ST	HS	FHS	EV-T
Alpha Bank	2.86%	2.97%	2.33%	2.33%	0.63%	0.43%	0.45%	0.63%	0.81%	0.63%	0.85%	2.61%	2.42%	2.64%
Com. Bank	3.27%	2.95%	2.46%	2.51%	2.51%	0.76%	0.72%	0.67%	0.98%	0.98%	0.85%	2.91%	2.60%	2.78%
Nat. Bank	2.69%	3.09%	2.46%	2.42%	2.46%	0.72%	0.67%	0.67%	0.85%	0.94%	0.85%	2.55%	2.12%	2.73%
Titan	2.95%	3.40%	2.73%	2.98%	2.69%	0.18%	0.13%	0.18%	0.18%	0.18%	0.22%	2.64%	2.42%	2.86%
P-All	3.04%	3.13%	2.01%	2.10%	1.88%	1.30%	1.07%	1.16%	1.30%	1.16%	1.30%	2.86%	2.24%	2.33%
P-Small	3.09%	3.04%	2.10%	2.42%	2.15%	1.07%	1.07%	1.07%	1.25%	1.34%	1.16%	2.91%	2.00%	2.33%
Ase.	3.04%	2.91%	2.60%	2.51%	2.51%	0.98%	1.07%	0.98%	0.98%	1.16%	0.98%	2.86%	2.42%	2.82%
Average	2.99%	3.03%	2.39%	2.46%	2.36%	0.81%	0.74%	0.74%	0.91%	0.90%	0.89%	2.77%	2.37%	2.64%
Μέρος Β. Υπονομινακά Δεράγια - Θέσεις Υπόθετες														
	VC	RM	G-N	E-N	T-N	G-T	E-T	T-T	G-ST	E-ST	T-ST	HS	FHS	EV-T
Alpha Bank	4.16%	3.93%	3.27%	3.49%	3.18%	0.90%	0.94%	0.90%	0.63%	0.72%	0.70%	3.00%	2.69%	3.09%
Com. Bank	4.79%	3.85%	3.76%	3.80%	3.80%	0.67%	0.72%	0.72%	0.63%	0.58%	0.63%	3.22%	2.82%	3.18%
Nat. Bank	4.57%	4.43%	3.67%	3.94%	3.67%	0.94%	0.90%	0.94%	0.81%	0.85%	0.70%	2.60%	2.46%	2.86%
Titan	3.54%	3.72%	3.40%	3.58%	3.49%	0.72%	0.81%	0.67%	0.63%	0.72%	0.58%	2.55%	2.89%	3.13%
P-All	4.43%	3.40%	2.86%	3.69%	2.82%	1.30%	1.25%	1.43%	1.30%	1.39%	1.34%	3.22%	2.46%	2.73%
P-Small	4.79%	3.80%	3.04%	3.40%	3.13%	1.25%	1.21%	1.21%	0.98%	1.07%	1.03%	3.36%	2.59%	2.78%
Ase.	3.85%	3.67%	2.51%	2.69%	2.42%	1.07%	1.03%	1.12%	1.03%	1.07%	1.16%	3.00%	2.37%	2.42%
Average	4.30%	3.84%	3.22%	3.43%	3.22%	0.98%	0.98%	1.00%	0.86%	0.91%	0.90%	2.99%	2.60%	2.88%
Μέρος Β. Υπονομινακά Δεράγια - Θέσεις Αγοράς														
	VC	RM	G-N	E-N	T-N	G-T	E-T	T-T	G-ST	E-ST	T-ST	HS	FHS	EV-T
Alpha Bank	28.03%	57.83%	69.69%	59.77%	59.77%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	67.23%	80.10%	67.23%
Com. Bank	2.64%	18.10%	50.81%	98.38%	98.38%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	22.66%	77.22%	41.27%
Nat. Bank	57.83%	8.55%	90.81%	80.10%	90.81%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	87.66%	80.10%	49.16%
Titan	18.10%	0.46%	49.16%	18.10%	57.83%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	67.23%	80.10%	28.03%
P-All	11.11%	6.49%	12.83%	21.78%	4.98%	0.01%	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.01%	28.03%	41.97%	59.77%
P-Small	8.55%	11.11%	21.78%	80.10%	27.59%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	16.88%	16.88%	59.77%
Ase.	11.11%	22.66%	77.22%	98.38%	98.38%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	28.03%	80.10%	34.22%

Πίνακας 8.5. Μέρος Β. Συνθέσει														
Unconditional Coverage - Θέσεις Πρώτης														
	VC	RM	G-N	E-N	T-N	G-T	E-T	T-T	G-ST	E-ST	T-ST	HS	FHS	EVT
Alpha Bank	0.00%	0.00%	2.64%	0.46%	4.87%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	14.27%	57.83%	8.56%
Com. Bank	0.00%	0.02%	0.04%	0.02%	0.02%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	3.60%	34.22%	4.87%
Nat. Bank	0.00%	0.00%	0.09%	0.01%	0.09%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	77.22%	90.81%	28.03%
Titan	0.31%	0.66%	0.96%	0.21%	0.46%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	87.66%	34.22%	6.49%
P-All	0.00%	0.96%	28.03%	8.55%	34.22%	0.01%	0.00%	0.04%	0.01%	0.02%	0.01%	3.60%	90.81%	49.16%
P-Small	0.00%	0.02%	11.11%	0.96%	6.49%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.36%	87.66%	41.27%
Asc	0.02%	0.69%	98.38%	57.83%	80.10%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	14.27%	69.69%	80.10%
Μέρος Β. Οδηγισιακή κάλυψη - Θέσεις Αγοράς														
	VC	RM	G-N	E-N	T-N	G-T	E-T	T-T	G-ST	E-ST	T-ST	HS	FHS	EVT
Alpha Bank	0.00%	0.00%	0.56%	0.06%	0.43%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.12%	0.33%
Com. Bank	0.00%	0.00%	84.09%	4.86%	17.39%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	50.58%	2.04%
Nat. Bank	0.37%	1.69%	13.78%	13.78%	84.09%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	5.51%	79.93%	74.27%
Titan	6.51%	0.02%	48.43%	39.64%	50.13%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	6.62%	40.13%	38.89%
P-All	0.00%	4.21%	18.39%	2.84%	7.23%	0.01%	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.01%	0.00%	22.34%	2.33%
P-Small	0.00%	5.33%	11.21%	13.78%	14.46%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.05%	0.00%	0.00%	8.47%	34.35%
Asc	0.00%	0.11%	20.31%	1.06%	17.49%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	13.78%	2.11%
Conditional Coverage - Θέσεις Πρώτης														
	VC	RM	G-N	E-N	T-N	G-T	E-T	T-T	G-ST	E-ST	T-ST	HS	FHS	EVT
Alpha Bank	0.00%	0.00%	2.51%	0.13%	3.61%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	50.13%	4.83%
Com. Bank	0.00%	0.00%	0.06%	0.01%	0.04%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.02%	20.51%	3.61%
Nat. Bank	0.00%	0.00%	0.02%	0.01%	0.22%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	15.70%	19.35%
Titan	0.00%	0.23%	3.12%	0.73%	1.55%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	61.03%	17.46%
P-All	0.00%	1.28%	38.89%	10.94%	61.03%	0.02%	0.01%	0.13%	0.02%	0.08%	0.04%	0.00%	91.84%	74.27%
P-Small	0.00%	0.01%	12.72%	2.35%	15.29%	0.01%	0.01%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	87.40%	45.88%
Asc	0.00%	0.11%	23.08%	79.64%	24.79%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	87.84%	24.79%

Table 8.5: Αποτελέσματα του 91.5%.

Πίνακας 8.6. 90% Επίπεδο εμπιστοσύνης

Μέρος Α. Ποσοστά Παράβιτατων - Θέσεις Αγράφα														
	VC	RM	G-N	E-N	T-N	G-T	E-T	T-T	G-ST	E-ST	T-ST	HS	FHS	EVT
Alpha Bank	1.92%	1.61%	1.84%	1.43%	1.25%	0.18%	0.13%	0.18%	0.22%	0.22%	0.22%	1.07%	0.90%	0.94%
Com. Bank	2.28%	1.57%	1.52%	1.52%	1.52%	0.31%	0.27%	0.31%	0.40%	0.45%	0.40%	1.48%	1.34%	1.16%
Nat. Bank	1.48%	1.32%	1.34%	1.43%	1.39%	0.13%	0.13%	0.13%	0.27%	0.22%	0.27%	0.90%	0.90%	0.94%
Titan	1.79%	1.79%	1.59%	1.57%	1.57%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.07%	0.94%	0.98%
P-All	2.28%	1.79%	1.30%	1.21%	1.25%	0.49%	0.54%	0.54%	0.58%	0.63%	0.58%	1.30%	0.98%	0.98%
P-Small	1.92%	1.75%	1.25%	1.30%	1.21%	0.27%	0.27%	0.31%	0.40%	0.36%	0.40%	1.30%	0.90%	1.03%
Ase	2.06%	1.88%	1.34%	1.52%	1.30%	0.40%	0.49%	0.40%	0.45%	0.45%	0.45%	1.07%	0.90%	0.98%
Average	1.96%	1.70%	1.37%	1.43%	1.36%	0.26%	0.27%	0.27%	0.33%	0.33%	0.33%	1.17%	0.98%	1.00%
Μέρος Β. Υπονομιολογικά θέσεις - Θέσεις Παύλας														
	VC	RM	G-N	E-N	T-N	G-T	E-T	T-T	G-ST	E-ST	T-ST	HS	FHS	EVT
Alpha Bank	2.86%	2.42%	1.75%	1.97%	1.84%	0.27%	0.22%	0.27%	0.22%	0.18%	0.22%	1.39%	1.03%	0.98%
Com. Bank	3.27%	2.19%	2.01%	1.92%	1.97%	0.31%	0.27%	0.31%	0.22%	0.18%	0.22%	1.43%	1.03%	1.07%
Nat. Bank	2.82%	2.33%	2.15%	2.10%	2.15%	0.22%	0.22%	0.18%	0.13%	0.13%	0.13%	1.39%	1.07%	1.25%
Titan	2.42%	2.10%	2.15%	2.10%	2.01%	0.27%	0.27%	0.27%	0.27%	0.27%	0.27%	1.12%	0.98%	0.94%
P-All	2.55%	1.79%	1.34%	1.57%	1.34%	0.45%	0.40%	0.45%	0.36%	0.40%	0.31%	1.30%	0.90%	0.94%
P-Small	2.91%	2.19%	1.75%	1.57%	1.61%	0.40%	0.40%	0.51%	0.40%	0.40%	0.40%	1.07%	0.94%	0.90%
Ase	2.28%	1.84%	1.25%	1.39%	1.34%	0.40%	0.36%	0.45%	0.40%	0.36%	0.40%	1.07%	0.98%	0.94%
Average	2.73%	2.12%	1.77%	1.82%	1.75%	0.33%	0.31%	0.35%	0.29%	0.28%	0.28%	1.25%	0.90%	1.00%
Μέρος Β. Υπονομιολογικά θέσεις - Θέσεις Αγράφα														
	VC	RM	G-N	E-N	T-N	G-T	E-T	T-T	G-ST	E-ST	T-ST	HS	FHS	EVT
Alpha Bank	0.01%	0.76%	12.17%	5.37%	24.69%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	72.73%	61.25%	77.35%
Com. Bank	0.00%	1.29%	2.13%	2.13%	2.13%	0.01%	0.00%	0.01%	0.13%	0.32%	0.18%	3.43%	12.17%	44.81%
Nat. Bank	3.43%	2.13%	12.17%	5.37%	8.20%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	61.25%	61.25%	77.35%
Titan	0.07%	0.07%	2.13%	1.29%	1.29%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	72.73%	77.35%	94.22%
P-All	0.00%	0.07%	17.57%	33.73%	24.69%	0.75%	1.59%	1.59%	3.12%	5.69%	3.12%	17.57%	94.22%	94.22%
P-Small	0.01%	0.14%	24.69%	17.57%	33.73%	0.00%	0.00%	0.01%	0.13%	0.04%	0.13%	17.57%	61.25%	88.89%
Ase	0.00%	0.02%	12.17%	2.13%	17.57%	0.13%	0.75%	0.13%	0.32%	0.32%	0.32%	72.73%	61.25%	94.22%

Πίνακας 8.6. Μέρος Β. Συνέχεια.														
Unconditional Coverage - Θεωρείται Πολύχαρτα														
	VC	RM	G-N	E-N	T-N	G-T	E-T	T-T	G-ST	E-ST	T-ST	HS	FHS	EVT
Alpha Bank	0.00%	0.00%	0.14%	0.00%	0.04%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	8.20%	88.89%
Com. Bank	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	5.37%	88.89%
Nat. Bank	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	8.20%	72.73%
Titan	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	57.89%	94.22%
P-All	0.00%	0.00%	12.17%	1.29%	12.17%	0.32%	0.13%	0.32%	0.04%	0.13%	0.13%	0.13%	17.57%	77.35%
P-Small	0.00%	0.00%	0.14%	1.29%	0.76%	0.13%	0.13%	1.59%	0.13%	0.13%	0.13%	0.13%	72.73%	61.25%
Ase	0.00%	0.04%	24.69%	8.20%	12.17%	0.13%	0.04%	0.32%	0.13%	0.04%	0.13%	0.13%	72.73%	94.22%
Μέρος γ. Οδηγιστάθ. Θεωρείται Λυσιτελεία														
	VC	RM	G-N	E-N	T-N	G-T	E-T	T-T	G-ST	E-ST	T-ST	HS	FHS	EVT
Alpha Bank	0.00%	0.00%	21.54%	3.49%	33.41%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	34.28%	40.58%
Com. Bank	0.00%	3.83%	5.79%	4.11%	4.11%	0.07%	0.02%	0.07%	0.53%	1.25%	0.53%	0.00%	21.54%	54.57%
Nat. Bank	0.05%	5.79%	21.54%	11.97%	16.35%	0.00%	0.00%	0.00%	0.02%	0.00%	0.02%	0.20%	34.28%	77.86%
Titan	0.31%	0.01%	5.79%	3.83%	3.83%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	71.72%	77.86%	79.34%
P-All	0.00%	0.00%	27.35%	39.24%	33.41%	2.64%	5.10%	5.40%	9.04%	14.84%	9.04%	0.00%	45.52%	45.52%
P-Small	0.00%	0.24%	33.41%	27.35%	39.24%	0.02%	0.02%	0.07%	0.53%	0.20%	0.53%	0.00%	34.28%	48.52%
Ase	0.00%	0.01%	5.47%	0.04%	6.46%	0.53%	2.64%	0.53%	1.25%	1.25%	1.25%	0.00%	34.28%	45.52%
Conditional Coverage - Θεωρείται Πολύχαρτα														
	VC	RM	G-N	E-N	T-N	G-T	E-T	T-T	G-ST	E-ST	T-ST	HS	FHS	EVT
Alpha Bank	0.00%	0.00%	0.54%	0.02%	0.02%	0.02%	0.00%	0.02%	0.00%	0.00%	0.00%	0.07%	77.15%	79.34%
Com. Bank	0.00%	0.00%	0.01%	0.05%	0.02%	0.07%	0.02%	0.07%	0.00%	0.00%	0.00%	0.56%	77.15%	71.72%
Nat. Bank	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.07%	71.72%	35.40%
Titan	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.02%	0.02%	0.02%	0.02%	0.02%	0.02%	0.07%	45.52%	77.86%
P-All	0.00%	0.00%	19.79%	2.56%	19.79%	1.25%	0.53%	1.25%	0.53%	0.53%	0.07%	0.07%	72.70%	77.86%
P-Small	0.00%	0.00%	0.54%	2.46%	2.46%	0.53%	0.53%	5.10%	0.53%	0.53%	0.53%	0.04%	77.86%	72.70%
Ase	0.00%	0.17%	35.40%	14.04%	19.79%	0.53%	0.20%	1.25%	0.53%	0.20%	0.53%	0.66%	79.34%	77.86%

Table 8.6: Αποτελέσματα του 99%.

Πίνακας 8.7. Ελεγχουσυνάρτηση 97.5%														
Μέρος Α. Θέσεις Αγοράς														
	VC	RM	G-N	E-N	T-N	G-T	E-T	T-T	G-ST	E-ST	T-ST	HS	FHS	EVT
Alpha Bank														
Com. Bank			0.66		0.65								0.69	
Nat. Bank			0.46	0.40	0.47								0.46	0.45
Titan			0.71	0.61	0.71								0.71	0.68
P_All			0.48										0.55	
P_Small			0.53	0.47	0.53									0.54
Ase			0.44		0.45								0.46	
Μέρος Β. Τ-Στατιστική - Θέσεις Αγοράς														
	VC	RM	G-N	E-N	T-N	G-T	E-T	T-T	G-ST	E-ST	T-ST	HS	FHS	EVT
Alpha Bank														
Com. Bank			-0.35										-2.99*	
Nat. Bank			-4.10*		-4.37*								-4.00*	-4.68*
Titan			-4.48*		-4.60*								-3.01*	-4.08*
P_All					-4.42*								-6.74*	
P_Small			-4.44*		-1.33								-2.31**	-6.18*
Ase														
Μέρος Γ. Θέσεις Πώλησεις														
	VC	RM	G-N	E-N	T-N	G-T	E-T	T-T	G-ST	E-ST	T-ST	HS	FHS	EVT
Alpha Bank													0.69	
Com. Bank													1.03	
Nat. Bank													0.72	0.76
Titan													0.89	
P_All			0.54		0.55								0.48	0.50
P_Small			0.67										0.62	0.63
Ase			0.45	0.37	0.46								0.40	0.42
Μέρος Δ. Τ-Στατιστική - Θέσεις Πώλησεις														
	VC	RM	G-N	E-N	T-N	G-T	E-T	T-T	G-ST	E-ST	T-ST	HS	FHS	EVT
Alpha Bank														
Com. Bank														
Nat. Bank														-4.18*
Titan														
P_All			-10.95*		-10.46*									-6.56*
P_Small			-3.34*											-1.30
Ase			-4.59*		-4.88*								-1.72***	-2.86*

Table 8.7: Αποτελέσματα της της ελεγχουσυνάρτησης: 97.5%

Πίνακας 8.8. Ελεγχουσυνάρτηση 99%														
Μέρος Α. Θέσεις Αγοράς														
	VC	RM	G-N	E-N	T-N	G-T	E-T	T-T	G-ST	E-ST	T-ST	HS	FHS	EVT
Alpha Bank			0.98		0.97								1.07	1.05
Com. Bank													1.72	1.74
Nat. Bank			0.72										0.74	0.79
Titan												0.26	1.10	1.12
P-All			0.86	0.82	0.88								0.93	0.93
P-Small			1.04	0.97	1.03								1.06	0.99
Asc													1.01	0.97
Μέρος Β. Τ-Στατιστική - Θέσεις Αγοράς														
	VC	RM	G-N	E-N	T-N	G-T	E-T	T-T	G-ST	E-ST	T-ST	HS	FHS	EVT
Alpha Bank			-1.27										-1.48	-1.27
Com. Bank													-1.01	-1.01
Nat. Bank													-0.58	-1.98**
Titan													-11.69*	-11.56*
P-All			-3.19*		-3.84*								-2.60*	-3.27*
P-Small			-4.02*		-3.97*								-1.47	-0.57
Asc													-3.78*	
Μέρος Γ. Θέσεις Πώλησης														
	VC	RM	G-N	E-N	T-N	G-T	E-T	T-T	G-ST	E-ST	T-ST	HS	FHS	EVT
Alpha Bank													1.65	1.68
Com. Bank													1.39	1.46
Nat. Bank													1.41	1.40
Titan													1.74	1.88
P-All			0.89		0.90								0.81	0.81
P-Small													1.12	1.13
Asc			0.91		0.92								0.79	0.83
Μέρος Δ. Τ-Στατιστική - Θέσεις Πώλησης														
	VC	RM	G-N	E-N	T-N	G-T	E-T	T-T	G-ST	E-ST	T-ST	HS	FHS	EVT
Alpha Bank														-2.35**
Com. Bank														-3.60*
Nat. Bank													-0.34	
Titan														-6.23*
P-All			-3.49*	-4.01*										-0.51
P-Small														-1.28
Asc			-7.48*		-6.79*									-4.62*

Table 8.8: Αποτελέσματα της ελεγχουσυνάρτησης : 99%

Πίνακας 8.9. Επιλογή Μοντέλου			
	Unconditional Coverage	Conditional Coverage	Ελεγχουσύνδεση
97.5%			
Θέσεις Αγοράς			
Alpha Bank	VC, RM, G-N, E-N, T-N, HS, FHS, EVT	G-N, T-N, FHS	G-N, T-N
Com. Bank	RM, G-N, E-N, T-N, HS, FHS, EVT	G-N, E-N, T-N, FHS, EVT	E-N
Nat. Bank	VC, G-N, E-N, T-N, HS, FHS, EVT	G-N, E-N, T-N, FHS, EVT	E-N
Titan	VC, G-N, E-N, T-N, HS, FHS, EVT	G-N, E-N, T-N, FHS, EVT	E-N
P.All	VC, RM, G-N, E-N, HS, FHS, EVT	G-N, FHS	G-N
P.Small	RM, G-N, E-N, T-N, HS, FHS, EVT	G-N, E-N, T-N, EVT	E-N
Asc	VC, RM, G-N, E-N, T-N, HS, FHS, EVT	G-N, T-N, FHS	G-N, T-N
Θέσεις Πώλησης			
Alpha Bank	HS, FHS	FHS	FHS
Com. Bank	FHS	FHS	FHS
Nat. Bank	HS, FHS, EVT	FHS, EVT	FHS
Titan	HS, FHS	FHS	FHS
P.All	G-N, T-N, FHS, EVT	G-N, T-N, FHS, EVT	FHS
P.Small	G-N, FHS, EVT	G-N, FHS, EVT	FHS, EVT
Asc	G-N, E-N, T-N, HS, FHS, EVT	G-N, E-N, T-N, FHS, EVT	E-N
99%			
Θέσεις Αγοράς			
Alpha Bank	G-N, T-N, HS, FHS, EVT	G-N, T-N, FHS, EVT	G-N, T-N, FHS, EVT
Com. Bank	FHS, EVT	FHS, EVT	FHS, EVT
Nat. Bank	G-N, HS, FHS, EVT	G-N, FHS, EVT	G-N, FHS
Titan	HS, FHS, EVT	HS, FHS, EVT	HS
P.All	G-N, E-N, T-N, HS, FHS, EVT	G-N, E-N, T-N, FHS, EVT	E-N
P.Small	G-N, E-N, T-N, HS, FHS, EVT	G-N, E-N, T-N, FHS, EVT	E-N, FHS, EVT
Asc	G-N, T-N, HS, FHS, EVT	FHS, EVT	EVT
Θέσεις Πώλησης			
Alpha Bank	FHS, EVT	FHS, EVT	FHS
Com. Bank	FHS, EVT	FHS, EVT	FHS
Nat. Bank	FHS, EVT	FHS, EVT	FHS, EVT
Titan	HS, FHS, EVT	FHS, EVT	FHS
P.All	G-N, T-N, HS, FHS, EVT	G-N, T-N, FHS, EVT	FHS
P.Small	HS, FHS, EVT	FHS, EVT	FHS, EVT
Asc	G-N, T-N, HS, FHS, EVT	G-N, T-N, FHS, EVT	FHS

Table 8.9: Επιλογή Μοντέλου

Περιγραφικά Στατιστικά				
	DJ-50	Large cap. DJ	Medium cap. DJ	Small cap. DJ
Mean	0.03%	0.03%	0.02%	0.01%
Median	0.08%	0.07%	0.07%	0.05%
Maximum	7.08%	6.63%	5.28%	4.52%
Minimum	-7.52%	-7.88%	-7.96%	-7.67%
Std. Dev.	1.26%	1.21%	0.91%	0.82%
Skewness	-0.21	-0.25	-0.66	-0.93
Kurtosis	7.51	7.54	9.70	10.97
Jarque-Bera	3579	3647	8144	11686
Probability	0	0	0	0
Παρατηρήσεις	4188	4188	4188	4188

Table 9.1: Περιγραφικά Στατιστικά

Προσδιορισμός της διαδικασίας της διακύμανσης					
	ϕ_0	ϕ_1	ϕ_2	ϕ_3	$\chi^2(3)$
DJ-50	0.0000789* (0.000014)	-0.000007 (0.000019)	0.007447* (0.001628)	-0.011778* (0.001688)	64.80*
Large cap. DJ	0.0000753* (0.000014)	-0.00000351 (0.000018)	0.006488* (0.001442)	-0.0111* (0.001693)	62.22*
Medium cap. DJ	0.00004* (0.000009)	0.000012 (0.000010)	0.002848* (0.000897)	-0.008549* (0.001434)	45.89*
Small cap. DJ	0.0000291* (0.000010)	0.0000147 (0.000011)	0.002503* (0.000801)	-0.008388* (0.001793)	30.49*

Table 9.2: Προσδιορισμός της διαδικασίας της διακύμανσης

Πίνακας 9.3. Ποσοστά Παραβιάσεων: 97.5% Επίπεδο εμπιστοσύνης
Μέρος Α. Θέσεις Αγοράς

Model	2000 Παρατηρήσεις					1500 Παρατηρήσεις				
	DJ50	Large	Medium	Small	Average	DJ50	Large	Medium	Small	Average
VC	6.35%	6.08%	5.07%	4.94%	5.61%	5.76%	5.67%	4.75%	4.75%	5.23%
G-N	3.34%	3.20%	3.70%	3.84%	3.52%	3.24%	3.20%	3.34%	3.56%	3.34%
E-N	3.47%	3.38%	3.52%	3.56%	3.48%	3.61%	3.47%	3.29%	3.47%	3.46%
T-N	3.47%	3.20%	3.79%	3.61%	3.52%	3.29%	3.29%	3.38%	3.56%	3.38%
A-N	3.52%	3.34%	3.70%	3.52%	3.52%	3.60%	3.47%	3.29%	3.52%	3.48%
G-T	1.78%	1.69%	1.97%	2.38%	1.95%	2.01%	1.97%	1.83%	2.42%	2.06%
E-T	1.69%	1.55%	1.83%	2.29%	1.84%	1.97%	1.83%	1.92%	2.29%	2.00%
T-T	1.69%	1.65%	1.74%	2.38%	1.86%	1.97%	2.01%	1.83%	2.29%	2.02%
A-T	1.60%	1.46%	1.74%	2.24%	1.76%	2.06%	1.87%	1.97%	2.38%	2.07%
G-ST	1.33%	1.37%	1.51%	1.97%	1.54%	1.46%	1.37%	1.60%	2.01%	1.61%
E-ST	1.19%	1.28%	1.65%	1.87%	1.50%	1.51%	1.37%	1.55%	1.87%	1.58%
T-ST	1.33%	1.19%	1.42%	2.01%	1.49%	1.46%	1.33%	1.46%	2.01%	1.57%
A-ST	1.83%	1.69%	1.33%	1.51%	1.59%	2.51%	2.19%	1.60%	1.78%	2.02%
SW	3.84%	3.88%	3.93%	3.43%	3.77%	3.38%	3.61%	3.75%	3.52%	3.56%
F-G	2.93%	2.74%	3.11%	2.83%	2.90%	2.74%	2.51%	2.74%	2.65%	2.66%
F-A	3.11%	3.11%	3.29%	2.93%	3.11%	3.24%	2.88%	2.79%	2.65%	2.89%
F-SW	3.24%	3.24%	3.11%	2.70%	3.07%	2.88%	2.79%	2.93%	2.70%	2.82%
EVT-G	2.19%	2.24%	1.97%	2.29%	2.17%	1.97%	1.97%	1.87%	2.10%	1.98%
EVT-A	2.15%	2.19%	2.19%	2.24%	2.19%	1.92%	1.92%	2.06%	2.10%	2.00%
EVT-SW	2.61%	2.61%	2.38%	2.29%	2.47%	2.10%	2.24%	2.24%	2.24%	2.21%
HS	5.48%	5.39%	4.39%	3.88%	4.79%	5.26%	4.98%	4.30%	3.52%	4.51%

Μέρος Β. Θέσεις Πώλησης

Model	2000 Παρατηρήσεις					1500 Παρατηρήσεις				
	DJ50	Large	Medium	Small	Average	DJ50	Large	Medium	Small	Average
VC	6.99%	6.54%	4.66%	3.70%	5.47%	6.40%	6.22%	4.39%	3.34%	5.08%
G-N	2.74%	2.70%	2.38%	1.83%	2.41%	2.65%	2.74%	2.24%	1.87%	2.38%
E-N	2.51%	2.61%	2.79%	2.29%	2.55%	2.88%	2.65%	2.42%	2.06%	2.50%
T-N	2.74%	2.70%	2.83%	2.15%	2.61%	2.74%	2.61%	2.70%	2.06%	2.53%
A-N	2.74%	2.47%	2.83%	2.10%	2.54%	3.02%	2.65%	2.47%	2.06%	2.55%
G-T	1.10%	1.01%	1.01%	0.82%	0.98%	1.46%	1.23%	1.05%	0.91%	1.17%
E-T	1.10%	0.87%	1.05%	1.05%	1.02%	1.37%	1.10%	1.23%	1.19%	1.22%
T-T	1.19%	1.01%	1.05%	1.10%	1.09%	1.28%	1.14%	1.28%	1.19%	1.22%
A-T	1.19%	0.96%	1.01%	1.05%	1.05%	1.33%	1.23%	1.23%	1.19%	1.25%
G-ST	1.78%	1.60%	1.51%	1.42%	1.58%	2.10%	2.06%	1.69%	1.46%	1.83%
E-ST	1.74%	1.51%	1.69%	1.28%	1.55%	1.97%	1.97%	1.74%	1.51%	1.79%
T-ST	1.65%	1.65%	1.87%	1.42%	1.65%	2.06%	2.15%	1.97%	1.51%	1.92%
A-ST	2.42%	1.83%	1.37%	1.01%	1.66%	2.88%	2.70%	1.83%	1.33%	2.18%
SW	3.29%	2.97%	2.56%	2.24%	2.77%	3.20%	3.02%	2.56%	2.24%	2.75%
F-G	3.70%	3.61%	3.61%	2.93%	3.46%	3.20%	3.24%	3.24%	2.83%	3.13%
F-A	3.34%	3.47%	3.20%	2.93%	3.23%	3.34%	3.24%	3.11%	3.06%	3.19%
F-SW	4.16%	4.20%	3.38%	3.11%	3.71%	3.79%	3.93%	3.47%	3.06%	3.56%
EVT-G	2.88%	2.83%	2.65%	2.19%	2.64%	2.56%	2.65%	2.33%	2.15%	2.42%
EVT-A	2.42%	2.42%	2.61%	2.10%	2.39%	2.42%	2.38%	2.24%	2.06%	2.27%
EVT-SW	3.20%	2.97%	2.56%	2.38%	2.78%	3.02%	3.15%	2.51%	2.33%	2.75%
HS	6.51%	6.58%	4.98%	4.34%	5.61%	6.35%	5.99%	5.12%	4.30%	5.44%

Table 9.3: Ποσοστά Παραβιάσεων: 97.5% Επίπεδο εμπιστοσύνης

Πίνακας 9.4. Ποσοστά Παραβιάσεων: 99% Επίπεδο εμπιστοσύνης

Μέρος Α. Θέσεις Αγοράς										
Model	2000 Παρατηρήσεις					1500 Παρατηρήσεις				
	DJ50	Large	Medium	Small	Average	DJ50	Large	Medium	Small	Average
VC	4.25%	4.07%	3.20%	3.43%	3.74%	3.47%	3.61%	3.02%	3.24%	3.34%
G-N	2.15%	2.01%	1.87%	2.38%	2.10%	1.65%	1.74%	1.78%	2.38%	1.89%
E-N	1.83%	1.83%	1.78%	2.15%	1.90%	1.55%	1.46%	1.74%	2.01%	1.69%
T-N	1.87%	1.87%	1.69%	2.29%	1.93%	1.69%	1.60%	1.78%	2.45%	1.81%
A-N	1.65%	1.74%	1.78%	2.24%	1.85%	1.55%	1.46%	1.78%	2.01%	1.70%
G-T	0.87%	0.87%	0.73%	0.78%	0.81%	0.87%	0.78%	0.69%	0.87%	0.80%
E-T	0.73%	0.73%	0.69%	0.73%	0.72%	0.78%	0.78%	0.78%	0.87%	0.80%
T-T	0.78%	0.78%	0.69%	0.73%	0.74%	0.87%	0.78%	0.78%	1.01%	0.86%
A-T	0.69%	0.69%	0.59%	0.64%	0.65%	0.78%	0.78%	0.73%	0.91%	0.80%
G-ST	0.69%	0.69%	0.50%	0.50%	0.59%	0.73%	0.73%	0.55%	0.64%	0.66%
E-ST	0.59%	0.69%	0.41%	0.50%	0.55%	0.59%	0.64%	0.50%	0.78%	0.63%
T-ST	0.59%	0.69%	0.55%	0.59%	0.61%	0.69%	0.73%	0.69%	0.69%	0.70%
A-ST	0.87%	0.73%	0.37%	0.50%	0.62%	1.01%	0.82%	0.46%	0.59%	0.72%
SW	2.51%	2.51%	2.19%	2.33%	2.39%	1.97%	2.15%	2.10%	2.29%	2.43%
F-G	1.10%	1.19%	1.10%	1.23%	1.15%	0.96%	0.96%	0.91%	1.10%	0.98%
F-A	0.96%	1.10%	1.14%	1.28%	1.12%	1.01%	1.05%	1.01%	1.19%	1.06%
F-SW	1.46%	1.42%	1.14%	1.42%	1.36%	1.37%	1.37%	1.33%	1.33%	1.35%
EVT-G	1.23%	1.33%	1.42%	1.46%	1.36%	1.10%	1.14%	1.19%	1.37%	1.20%
EVT-A	1.14%	1.33%	1.33%	1.51%	1.33%	1.19%	1.14%	1.37%	1.55%	1.31%
EVT-SW	1.97%	1.83%	1.37%	1.65%	1.70%	1.65%	1.74%	1.55%	1.60%	1.63%
HS	2.70%	2.42%	1.92%	1.46%	2.13%	2.33%	2.24%	1.60%	1.33%	1.90%

Μέρος Β. Θέσεις Πώλησης										
Model	2000 Παρατηρήσεις					1500 Παρατηρήσεις				
	DJ50	Large	Medium	Small	Average	DJ50	Large	Medium	Small	Average
VC	4.57%	4.07%	2.56%	2.24%	3.36%	3.84%	3.56%	2.33%	2.24%	2.99%
G-N	1.33%	1.19%	1.01%	0.87%	1.10%	1.14%	1.19%	0.91%	0.91%	1.04%
E-N	1.19%	1.10%	1.23%	1.33%	1.21%	1.28%	1.23%	1.14%	1.05%	1.18%
T-N	1.28%	1.28%	1.19%	1.19%	1.23%	1.23%	1.10%	1.23%	1.14%	1.18%
A-N	1.28%	1.01%	1.19%	1.19%	1.17%	1.23%	1.05%	1.19%	1.19%	1.17%
G-T	0.27%	0.27%	0.23%	0.09%	0.22%	0.27%	0.23%	0.23%	0.14%	0.22%
E-T	0.14%	0.09%	0.18%	0.27%	0.17%	0.23%	0.23%	0.23%	0.32%	0.25%
T-T	0.18%	0.09%	0.32%	0.18%	0.19%	0.27%	0.37%	0.32%	0.14%	0.27%
A-T	0.14%	0.09%	0.23%	0.32%	0.19%	0.27%	0.32%	0.27%	0.37%	0.31%
G-ST	0.37%	0.50%	0.55%	0.37%	0.45%	0.41%	0.59%	0.64%	0.64%	0.57%
E-ST	0.41%	0.37%	0.40%	0.46%	0.42%	0.64%	0.59%	0.69%	0.46%	0.59%
T-ST	0.37%	0.50%	0.64%	0.59%	0.53%	0.59%	0.64%	0.78%	0.69%	0.67%
A-ST	0.69%	0.59%	0.37%	0.37%	0.50%	1.14%	0.96%	0.59%	0.50%	0.80%
SW	1.74%	1.60%	1.28%	1.19%	1.45%	1.74%	1.69%	1.37%	1.10%	1.47%
F-G	1.92%	2.01%	1.55%	1.28%	1.69%	1.92%	1.83%	1.37%	1.28%	1.60%
F-A	1.60%	1.42%	1.23%	1.28%	1.41%	1.51%	1.33%	1.14%	1.33%	1.33%
F-SW	1.97%	1.92%	1.46%	1.46%	1.70%	2.29%	2.24%	1.46%	1.42%	1.85%
EVT-G	1.97%	2.01%	1.83%	1.55%	1.84%	1.97%	1.92%	1.55%	1.51%	1.74%
EVT-A	1.74%	1.60%	1.55%	1.60%	1.62%	1.83%	1.51%	1.37%	1.51%	1.55%
EVT-SW	2.24%	2.06%	1.60%	1.60%	1.87%	2.47%	2.42%	1.60%	1.65%	2.03%
HS	3.38%	3.20%	2.38%	2.38%	2.83%	3.11%	3.06%	2.19%	2.38%	2.69%

Table 9.4: Ποσοστά Παραβιάσεων: 99% Επίπεδο εμπιστοσύνης

Πίνακας		97.5% Επίπεδο εμπιστοσύνης									
Μέρος Α. Θέσεις Αγοράς											
Model	2000 Παρατηρήσεις					1500 Παρατηρήσεις					
	DJ50	Large	Medium	Small	Average	DJ50	Large	Medium	Small	Average	
VC	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
G-N	1.70%	4.45%	0.08%	0.02%	1.56%	3.27%	4.45%	1.70%	0.27%	2.42%	
E-N	0.58%	1.21%	0.40%	0.27%	0.61%	0.18%	0.58%	2.38%	0.58%	0.93%	
T-N	0.58%	4.45%	0.03%	0.18%	1.34%	2.38%	2.38%	4.21%	0.27%	1.56%	
A-N	0.40%	1.70%	0.08%	0.40%	0.64%	0.12%	0.58%	2.38%	0.40%	0.87%	
G-T	2.35%	1.01%	9.62%	70.93%	20.98%	12.95%	9.62%	3.47%	81.50%	26.89%	
E-T	1.01%	0.23%	3.47%	51.38%	14.02%	9.62%	3.47%	7.00%	51.38%	17.87%	
T-T	1.01%	0.64%	1.56%	70.93%	18.54%	9.62%	12.95%	3.47%	51.38%	19.36%	
A-T	0.39%	0.08%	4.56%	42.70%	11.18%	17.08%	4.98%	9.62%	70.93%	25.65%	
G-ST	0.01%	0.02%	0.14%	9.62%	2.45%	0.08%	0.02%	0.39%	12.95%	3.36%	
E-ST	0.00%	0.01%	0.64%	4.98%	1.41%	0.14%	0.02%	0.23%	4.98%	1.34%	
T-ST	0.01%	0.00%	0.04%	12.95%	3.25%	0.08%	0.01%	0.08%	12.95%	3.28%	
A-ST	3.47%	1.01%	0.01%	0.14%	1.16%	96.73%	34.89%	0.39%	2.35%	33.59%	
SW	0.02%	0.01%	0.01%	0.84%	0.22%	1.21%	0.18%	0.05%	0.40%	0.46%	
F-G	21.48%	47.48%	7.91%	32.75%	27.40%	47.48%	96.73%	47.48%	65.45%	64.28%	
F-A	7.91%	7.91%	2.38%	21.48%	9.92%	3.27%	26.69%	39.68%	65.45%	33.77%	
F-SW	3.27%	3.27%	7.91%	56.09%	17.64%	26.69%	39.68%	21.48%	56.09%	35.99%	
EVT-G	34.89%	42.70%	9.62%	51.38%	34.65%	9.62%	9.62%	4.98%	22.08%	11.58%	
EVT-A	28.01%	34.89%	34.89%	42.70%	35.12%	7.00%	7.00%	17.08%	22.08%	13.29%	
EVT-SW	75.14%	75.14%	70.93%	51.38%	68.30%	22.08%	42.70%	42.70%	42.70%	37.55%	
HS	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.40%	0.10%	

Μέρος Β. Θέσεις Πώλησης											
Model	2000 Παρατηρήσεις					1500 Παρατηρήσεις					
	DJ50	Large	Medium	Small	Average	DJ50	Large	Medium	Small	Average	
VC	0.00%	0.00%	0.00%	0.08%	0.02%	0.00%	0.00%	0.00%	1.70%	0.43%	
G-N	47.48%	56.09%	70.93%	3.47%	44.49%	65.45%	47.48%	42.70%	4.98%	40.15%	
E-N	96.73%	75.44%	39.68%	51.38%	65.81%	26.69%	65.45%	81.50%	17.08%	47.68%	
T-N	47.48%	56.09%	32.75%	28.01%	41.08%	47.48%	75.44%	56.09%	17.08%	49.02%	
A-N	47.48%	92.35%	32.75%	22.08%	48.67%	13.38%	65.45%	92.35%	17.08%	47.06%	
G-T	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.08%	0.00%	0.00%	0.00%	0.02%	
E-T	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.02%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	
T-T	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	
A-T	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
G-ST	2.35%	0.39%	0.14%	0.04%	0.73%	22.08%	17.08%	1.01%	0.08%	10.06%	
E-ST	1.56%	0.14%	1.01%	0.01%	0.68%	9.62%	9.62%	1.56%	0.14%	5.24%	
T-ST	0.64%	0.64%	4.98%	0.04%	1.57%	17.08%	28.01%	9.62%	0.14%	13.71%	
A-ST	81.50%	3.47%	0.02%	0.00%	21.25%	26.69%	56.09%	3.47%	0.01%	21.56%	
SW	2.38%	17.06%	85.92%	42.70%	37.01%	4.45%	13.38%	85.92%	42.70%	36.61%	
F-G	0.08%	0.18%	0.18%	21.48%	5.48%	4.45%	3.27%	3.27%	32.75%	10.94%	
F-A	1.70%	0.58%	4.45%	21.48%	7.05%	1.70%	3.27%	7.91%	10.35%	5.81%	
F-SW	0.00%	0.00%	1.21%	7.91%	2.28%	0.03%	0.01%	0.58%	10.35%	2.74%	
EVT-G	26.69%	32.75%	65.45%	34.89%	39.95%	85.92%	65.45%	60.84%	28.01%	60.06%	
EVT-A	81.50%	81.50%	75.44%	22.08%	65.13%	81.50%	70.93%	42.70%	17.08%	53.05%	
EVT-SW	4.45%	17.06%	85.92%	70.93%	44.59%	13.38%	5.97%	96.73%	60.84%	14.23%	
HS	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	

Table 9.5: Αξιολόγηση Ποσοστού παραβιάσεων. 97.5% Επίπεδο Εμπιστοσύνης

Πίνακας 9.6.						3% Επίπεδο εμπιστοσύνης				
Μέρος Α. Θέσεις Αγοράς										
Model	2000 Παρατηρήσεις					1500 Παρατηρήσεις				
	DJ50	Large	Medium	Small	Average	DJ50	Large	Medium	Small	Average
VC	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.17%	0.00%	0.00%	0.00%
G-N	0.00%	0.00%	0.02%	0.00%	0.01%	0.55%	0.17%	0.03%	0.00%	0.20%
E-N	0.05%	0.05%	0.09%	0.00%	0.05%	1.60%	4.19%	0.17%	0.00%	1.49%
T-N	0.02%	0.02%	0.31%	0.00%	0.09%	0.31%	0.95%	0.09%	0.00%	0.34%
A-N	0.55%	0.17%	0.09%	0.00%	0.20%	1.60%	4.19%	0.09%	0.00%	1.47%
G-T	52.67%	52.67%	18.46%	27.52%	37.83%	52.67%	27.52%	11.71%	52.67%	36.14%
E-T	18.46%	18.46%	11.71%	18.46%	16.77%	27.52%	27.52%	27.52%	52.67%	33.81%
T-T	27.52%	27.52%	11.71%	18.46%	21.30%	52.67%	27.52%	27.52%	97.94%	51.41%
A-T	11.71%	11.71%	3.90%	6.99%	8.58%	27.52%	27.52%	18.46%	68.19%	35.42%
G-ST	11.71%	11.71%	0.97%	0.97%	6.34%	18.46%	18.46%	2.03%	6.99%	11.48%
E-ST	3.90%	11.71%	0.17%	0.97%	4.19%	3.90%	6.99%	0.97%	27.52%	9.84%
T-ST	3.90%	11.71%	2.03%	3.90%	5.38%	11.71%	18.46%	11.71%	11.71%	13.39%
A-ST	52.67%	18.46%	0.06%	0.97%	18.04%	97.94%	38.98%	0.43%	3.90%	35.31%
SW	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
F-G	65.38%	39.00%	65.38%	28.86%	49.65%	84.90%	81.90%	68.19%	65.38%	75.84%
F-A	84.90%	65.38%	51.22%	20.75%	55.56%	97.94%	81.14%	97.94%	39.00%	79.01%
F-SW	4.19%	6.52%	51.22%	6.52%	17.11%	9.86%	9.86%	14.51%	14.51%	12.15%
EVT-G	28.86%	14.51%	6.52%	4.19%	13.52%	65.38%	51.22%	39.00%	9.86%	41.36%
EVT-A	51.22%	14.51%	14.51%	2.63%	20.71%	39.00%	51.22%	9.86%	1.60%	25.42%
EVT-SW	0.01%	0.05%	9.86%	0.55%	2.62%	0.55%	0.17%	1.60%	0.95%	0.82%
HS	0.00%	0.00%	0.01%	4.19%	1.05%	0.00%	0.00%	0.31%	14.51%	3.70%
Μέρος Β. Θέσεις Πώλησης										
Model	2000 Παρατηρήσεις					1500 Παρατηρήσεις				
	DJ50	Large	Medium	Small	Average	DJ50	Large	Medium	Small	Average
VC	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
G-N	14.51%	39.00%	97.94%	52.67%	51.03%	51.22%	39.00%	68.19%	68.19%	56.65%
E-N	39.00%	65.38%	28.86%	14.51%	36.93%	20.75%	28.86%	51.22%	81.14%	45.49%
T-N	20.75%	20.75%	39.00%	39.00%	29.87%	28.86%	65.38%	28.86%	51.22%	43.58%
A-N	20.75%	97.94%	39.00%	39.00%	49.17%	28.86%	81.14%	39.00%	39.00%	47.00%
G-T	0.01%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
E-T	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.02%	0.01%
T-T	0.00%	0.00%	0.02%	0.00%	0.00%	0.01%	0.06%	0.02%	0.00%	0.02%
A-T	0.00%	0.00%	0.00%	0.02%	0.01%	0.01%	0.02%	0.01%	0.06%	0.02%
G-ST	0.06%	0.97%	2.63%	0.06%	0.78%	0.17%	3.90%	6.99%	6.99%	4.51%
E-ST	0.17%	0.06%	0.43%	0.43%	0.27%	6.99%	3.90%	11.71%	0.43%	5.76%
T-ST	0.06%	0.97%	6.99%	3.90%	2.98%	3.90%	6.99%	27.52%	11.71%	12.53%
A-ST	11.71%	3.90%	0.06%	0.06%	3.93%	51.22%	84.90%	3.90%	0.97%	35.25%
SW	0.17%	0.95%	20.75%	39.00%	15.22%	0.17%	0.31%	9.86%	65.38%	18.93%
F-G	0.01%	0.00%	1.60%	20.75%	5.59%	0.01%	0.05%	9.86%	20.75%	7.67%
F-A	0.31%	6.52%	28.86%	20.75%	14.11%	2.63%	14.51%	51.22%	14.51%	20.71%
F-SW	0.01%	0.01%	4.19%	4.19%	2.10%	0.00%	0.00%	4.19%	6.52%	2.68%
EVT-G	0.01%	0.00%	0.05%	1.60%	0.41%	0.01%	0.01%	1.60%	2.63%	1.06%
EVT-A	0.17%	0.95%	1.60%	0.95%	0.92%	0.05%	2.63%	9.86%	2.63%	3.79%
EVT-SW	0.00%	0.00%	0.95%	0.95%	0.48%	0.00%	0.00%	0.95%	0.55%	0.38%
HS	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Table 9.6: Αξιολόγηση Ποσοστού παραβιάσεων. 99% Επίπεδο Εμπιστοσύνης

Πίνακας 9.7. --: 97.5% Επίπεδο εμπιστοσύνης

Μέρος Α. Θέσεις Αγοράς										
Model	2000 Παρατηρήσεις					1500 Παρατηρήσεις				
	DJ50	Large	Medium	Small	Average	DJ50	Large	Medium	Small	Average
VC	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
C-N	3.16%	8.14%	0.04%	0.01%	2.84%	6.03%	8.14%	1.82%	0.09%	4.02%
E-N	1.06%	3.90%	0.30%	0.09%	1.34%	0.31%	1.97%	2.25%	0.04%	1.14%
T-N	1.97%	12.67%	0.02%	0.07%	3.68%	4.40%	4.40%	3.94%	0.49%	3.31%
A-N	0.72%	5.37%	0.00%	0.11%	1.57%	0.20%	1.97%	2.25%	0.30%	1.18%
G-T	3.73%	1.90%	13.49%	11.29%	7.60%	30.82%	24.24%	10.07%	13.17%	19.58%
E-T	3.26%	0.81%	10.07%	26.02%	10.04%	24.24%	10.07%	9.84%	7.72%	12.97%
T-T	1.90%	1.30%	2.70%	34.93%	10.21%	10.37%	30.82%	10.07%	26.02%	19.32%
A-T	1.32%	0.27%	1.89%	21.67%	7.04%	38.22%	13.86%	24.24%	34.93%	27.81%
G-ST	0.04%	0.07%	0.47%	4.24%	1.21%	0.27%	0.08%	1.32%	5.94%	1.90%
E-ST	0.01%	0.02%	2.14%	1.98%	1.03%	0.47%	0.08%	0.81%	6.98%	2.08%
T-ST	0.04%	0.01%	0.12%	5.94%	1.53%	0.21%	0.04%	0.27%	5.94%	1.62%
A-ST	4.81%	3.26%	0.04%	0.03%	2.03%	85.71%	13.23%	1.32%	0.82%	33.02%
SW	0.00%	0.01%	0.00%	0.17%	0.05%	1.45%	0.07%	0.00%	0.01%	0.38%
F-G	34.75%	64.52%	4.41%	19.38%	30.77%	64.52%	91.59%	72.54%	6.21%	58.72%
F-A	14.12%	20.67%	0.88%	6.43%	10.53%	6.03%	11.68%	44.08%	20.22%	28.00%
F-SW	5.69%	1.04%	0.02%	6.58%	3.33%	18.24%	6.94%	6.43%	0.34%	7.99%
EVT-G	62.98%	70.98%	24.24%	7.72%	41.48%	24.24%	24.24%	13.86%	29.68%	23.00%
EVT-A	54.61%	62.98%	62.98%	70.98%	62.89%	18.57%	18.57%	38.22%	29.68%	26.20%
EVT-SW	85.18%	85.18%	34.93%	1.70%	51.75%	29.68%	21.67%	6.15%	0.21%	14.43%
HS	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Μέρος Β. Θέσεις Πώλησης										
Model	2000 Παρατηρήσεις					1500 Παρατηρήσεις				
	DJ50	Large	Medium	Small	Average	DJ50	Large	Medium	Small	Average
VC	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
C-N	64.52%	78.05%	88.80%	5.00%	59.09%	78.68%	64.52%	70.98%	13.86%	57.01%
E-N	91.59%	85.18%	6.94%	78.19%	65.47%	41.68%	78.68%	91.61%	38.22%	62.55%
T-N	72.54%	78.05%	40.83%	36.68%	57.03%	64.52%	85.18%	78.05%	38.22%	66.49%
A-N	72.54%	83.32%	59.15%	29.68%	61.17%	31.51%	82.35%	92.55%	38.22%	61.16%
G-T	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.21%	0.01%	0.00%	0.00%	0.06%
E-T	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.08%	0.00%	0.01%	0.01%	0.02%
T-T	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.02%	0.00%	0.02%	0.01%	0.01%
A-T	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.04%	0.01%	0.01%	0.01%	0.02%
G-ST	3.73%	0.87%	0.47%	0.12%	1.30%	46.24%	38.22%	3.26%	0.21%	21.98%
E-ST	2.70%	0.47%	1.90%	0.02%	1.27%	24.24%	24.24%	2.70%	0.35%	12.88%
T-ST	1.30%	1.30%	13.86%	0.12%	4.15%	38.22%	36.68%	24.24%	0.35%	24.87%
A-ST	79.29%	4.81%	0.08%	0.00%	21.04%	51.94%	78.05%	10.07%	0.04%	35.02%
SW	6.91%	28.94%	88.81%	21.67%	36.58%	11.34%	5.53%	86.33%	6.15%	27.34%
F-G	0.33%	0.73%	0.63%	34.75%	9.11%	8.14%	9.67%	6.03%	49.10%	18.24%
F-A	5.37%	1.97%	12.67%	33.07%	13.27%	5.37%	9.67%	17.39%	25.75%	14.55%
F-SW	0.00%	0.00%	3.90%	1.53%	1.36%	0.14%	0.03%	0.87%	4.99%	1.51%
EVT-G	51.94%	59.15%	78.68%	21.48%	52.81%	88.81%	78.68%	84.24%	54.61%	76.58%
EVT-A	91.61%	79.29%	85.18%	29.68%	71.44%	91.61%	88.80%	23.19%	38.22%	60.46%
EVT-SW	11.34%	28.94%	88.81%	34.93%	41.01%	24.87%	3.83%	85.71%	30.50%	36.23%
HS	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Table 9.7: Αξιολόγηση Αναξαρτησίας παραβάσεων. 97.5% Επίπεδο Εμπιστοσύνης

Πίνακας 9.8.

: 99% Επίπεδο εμπιστοσύνης
Μέρος Α. Θέσεις Αγοράς

Model	2000 Παρατηρήσεις					1500 Παρατηρήσεις				
	DJ50	Large	Medium	Small	Average	DJ50	Large	Medium	Small	Average
VC	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
G-N	0.00%	0.02%	0.06%	0.00%	0.02%	1.85%	0.67%	0.38%	0.00%	0.72%
E-N	0.21%	0.21%	0.38%	0.00%	0.20%	4.55%	9.83%	0.67%	0.00%	3.76%
T-N	0.05%	0.05%	1.13%	0.00%	0.31%	1.13%	2.95%	0.38%	0.00%	1.11%
A-N	1.85%	0.67%	0.38%	0.00%	0.72%	4.55%	9.83%	0.38%	0.01%	3.69%
G-T	68.69%	68.69%	36.59%	47.89%	55.46%	68.69%	47.89%	26.22%	29.72%	43.13%
E-T	36.59%	36.59%	26.22%	11.08%	27.62%	47.89%	47.89%	16.45%	29.72%	35.49%
T-T	47.89%	47.89%	26.22%	36.59%	39.64%	68.69%	47.89%	47.89%	46.38%	52.71%
G-ST	26.22%	26.22%	10.93%	17.56%	20.23%	47.89%	47.89%	36.59%	36.45%	42.20%
E-ST	10.93%	26.22%	0.70%	3.33%	10.29%	36.59%	36.59%	6.29%	17.56%	24.26%
T-ST	10.93%	26.22%	6.29%	10.93%	13.59%	26.22%	17.56%	3.33%	16.45%	12.07%
A-ST	68.69%	36.59%	0.27%	3.33%	27.22%	79.14%	59.01%	1.60%	10.93%	37.67%
SW	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.02%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
F-G	68.53%	49.94%	18.08%	40.13%	51.67%	79.34%	79.34%	36.45%	68.53%	65.92%
F-A	79.34%	48.08%	59.73%	31.03%	54.54%	79.14%	48.39%	40.38%	41.33%	53.81%
F-SW	9.83%	13.72%	45.59%	0.59%	17.43%	18.47%	16.61%	5.78%	5.78%	11.66%
EVT-G	40.13%	23.11%	13.72%	9.83%	21.70%	08.53%	59.73%	41.33%	18.47%	47.01%
EVT-A	45.59%	23.96%	23.11%	5.03%	24.42%	41.33%	45.59%	18.47%	4.55%	27.48%
EVT-SW	0.03%	0.21%	18.47%	0.15%	4.72%	0.71%	0.29%	1.54%	0.03%	0.64%
HS	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.07%	0.02%

Μέρος Β. Θέσεις Πωλήσεις

Model	2000 Παρατηρήσεις					1500 Παρατηρήσεις				
	DJ50	Large	Medium	Small	Average	DJ50	Large	Medium	Small	Average
VC	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
G-N	23.11%	49.94%	79.14%	68.69%	55.22%	59.73%	41.33%	75.75%	75.75%	63.14%
E-N	41.33%	48.08%	35.90%	23.11%	37.11%	29.92%	35.90%	59.73%	75.31%	50.21%
T-N	31.03%	29.92%	49.94%	49.94%	40.21%	35.90%	48.08%	40.13%	59.73%	45.96%
A-N	29.92%	16.38%	49.94%	41.33%	41.89%	35.90%	48.39%	49.94%	49.94%	46.04%
G-T	0.03%	0.03%	0.01%	0.00%	0.02%	0.03%	0.01%	0.01%	0.00%	0.01%
E-T	0.00%	0.00%	0.00%	0.03%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.09%	0.03%
T-T	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.02%	0.03%	0.27%	0.09%	0.00%	0.10%
A-T	0.00%	0.00%	0.01%	0.09%	0.03%	0.03%	0.09%	0.03%	0.27%	0.11%
G-ST	0.27%	3.33%	6.29%	0.27%	2.54%	0.70%	10.93%	17.56%	17.56%	11.69%
E-ST	0.70%	0.27%	1.60%	1.60%	1.04%	17.56%	10.93%	26.22%	1.60%	14.08%
T-ST	0.27%	3.33%	17.56%	10.93%	8.02%	10.93%	17.56%	47.89%	26.22%	25.65%
A-ST	26.22%	10.93%	0.27%	0.27%	9.42%	45.59%	42.24%	10.93%	3.33%	25.52%
SW	0.37%	1.93%	31.03%	49.94%	20.82%	0.37%	1.13%	16.61%	68.53%	21.66%
F-G	0.03%	0.02%	1.55%	31.03%	8.91%	0.06%	0.21%	18.47%	31.03%	12.44%
F-A	1.13%	13.72%	40.13%	29.92%	21.22%	0.80%	23.96%	59.73%	23.11%	28.40%
F-SW	0.03%	0.03%	7.74%	9.83%	4.41%	0.00%	0.00%	7.74%	13.72%	5.36%
EVT-G	0.01%	0.02%	0.21%	3.16%	0.85%	0.03%	0.06%	4.55%	5.03%	2.42%
EVT-A	0.67%	2.95%	3.16%	2.95%	2.43%	0.21%	6.80%	16.61%	5.03%	7.16%
EVT-SW	0.00%	0.01%	1.93%	2.95%	1.22%	0.00%	0.00%	1.93%	0.21%	0.66%
HS	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Table 9.8: Αξιολόγηση Αναξαρτησίας παραβιάσεων. 97.5% Επίπεδο Εμπιστοσύνης

Πίνακας 9.9. : 97.5% Επίπεδο εμπιστοσύνης

Μέρος Α. Θέσεις Αγοράς										
Model	2000 Παρατηρήσεις					1500 Παρατηρήσεις				
	DJ50	Large	Medium	Small	Average	DJ50	Large	Medium	Small	Average
VC	18.81%	19.25%	16.99%	16.02%	17.77%	16.63%	16.35%	17.15%	17.71%	16.96%
G-N	-2.77%	-1.94%	-0.55%	-2.40%	-1.92%	-1.96%	-3.54%	0.37%	-0.67%	-1.45%
E-N	-1.60%	-4.39%	-1.07%	-4.03%	-4.27%	-2.48%	-1.85%	-1.72%	-5.87%	-3.73%
T-N	-3.20%	-1.48%	-1.90%	-3.38%	-3.24%	-2.45%	-2.11%	-3.02%	-3.35%	-2.73%
A-N	-3.23%	-3.65%	-4.29%	-2.87%	-3.51%	-3.07%	-2.19%	-1.94%	-3.68%	-3.47%
G-T	-2.66%	-4.19%	-0.55%	0.49%	-1.73%	-2.12%	-0.70%	-1.14%	0.05%	-1.05%
E-T	-5.72%	-5.83%	-1.26%	-4.10%	-4.98%	-3.82%	-4.21%	-4.87%	-3.57%	-4.12%
T-T	-3.78%	-4.22%	-4.29%	-1.94%	-3.56%	-1.15%	-2.02%	-2.83%	-3.03%	-2.26%
A-T	-4.87%	-6.50%	-5.29%	-3.12%	-4.95%	-3.34%	-4.66%	-4.04%	-3.21%	-3.81%
G-ST	-3.22%	-4.47%	-0.09%	0.92%	-1.72%	-2.74%	-1.04%	-0.46%	0.88%	-0.83%
E-ST	-5.07%	-5.46%	-3.29%	-3.17%	-4.47%	-4.56%	-3.59%	-5.87%	-3.32%	-4.34%
T-ST	-4.00%	-3.67%	-3.84%	-1.77%	-3.32%	-2.84%	-1.52%	-2.96%	-3.30%	-2.66%
A-ST	2.14%	0.07%	4.41%	1.22%	1.95%	9.46%	6.76%	3.70%	4.35%	6.07%
SW	5.20%	6.92%	4.59%	-2.32%	3.60%	-0.73%	-0.04%	5.24%	0.80%	1.32%
F-G	-2.50%	-1.76%	-2.28%	-0.11%	-1.66%	-1.40%	-4.83%	-1.17%	-0.74%	-2.03%
F-A	-2.07%	-1.35%	-5.89%	-2.48%	-2.95%	-2.38%	-1.38%	-5.56%	-4.76%	-3.54%
F-SW	3.87%	5.80%	4.09%	-0.64%	3.28%	-0.80%	0.76%	3.22%	-0.27%	0.73%
EVT-G	-2.36%	-2.82%	-2.20%	-1.04%	-2.10%	-1.78%	-4.02%	-2.13%	-1.43%	-2.34%
EVT-A	-3.65%	-1.81%	-5.74%	-2.66%	-3.31%	-2.32%	-1.55%	-5.80%	-5.04%	-3.68%
EVT-SW	4.54%	5.65%	4.44%	0.46%	3.77%	1.24%	-0.39%	3.72%	-1.16%	0.85%
HS	19.50%	15.86%	17.02%	16.94%	17.33%	12.55%	15.73%	16.39%	19.61%	16.07%

Μέρος Β. Θέσεις Πώλησης										
Model	2000 Παρατηρήσεις					1500 Παρατηρήσεις				
	DJ50	Large	Medium	Small	Average	DJ50	Large	Medium	Small	Average
VC	19.67%	21.35%	16.57%	17.94%	18.88%	17.84%	16.10%	15.45%	19.34%	17.19%
G-N	-3.62%	-2.76%	-2.80%	-3.44%	-3.16%	-3.86%	-2.43%	-2.83%	-3.77%	-3.22%
E-N	-5.34%	-3.53%	0.27%	-0.35%	-2.24%	-4.54%	-4.49%	-2.73%	-3.70%	-3.86%
T-N	-4.96%	-3.90%	-0.41%	-3.26%	-3.13%	-4.40%	-3.35%	-0.28%	-2.65%	-2.67%
A-N	-3.71%	-4.09%	0.05%	-2.32%	-2.52%	-4.57%	-3.48%	-1.09%	-3.81%	-3.24%
G-T	-2.03%	-1.52%	-2.09%	-4.63%	-2.57%	-3.03%	-2.41%	-2.48%	-4.30%	-3.06%
E-T	-2.51%	-3.22%	-4.50%	-0.47%	-2.68%	-4.57%	-4.19%	-2.90%	-1.39%	-3.26%
T-T	-3.14%	-3.07%	-2.71%	-3.58%	-3.13%	-4.44%	-4.55%	-1.92%	-2.13%	-3.26%
A-T	-2.86%	-2.47%	-2.92%	-0.76%	-2.25%	-4.27%	-4.65%	-1.82%	-2.90%	-3.41%
G-ST	-1.96%	-1.33%	-2.39%	-6.06%	-2.93%	-3.21%	-2.15%	-2.86%	-3.82%	-3.01%
E-ST	-2.74%	-2.60%	-3.33%	-2.04%	-2.68%	-4.27%	-1.91%	-2.95%	-2.67%	-2.95%
T-ST	-2.34%	-3.15%	-3.23%	-4.04%	-3.19%	-2.85%	-2.63%	-2.97%	-3.34%	-2.95%
A-ST	2.08%	-1.11%	-1.29%	4.18%	0.96%	6.41%	6.79%	0.06%	4.46%	4.43%
SW	2.46%	1.46%	0.59%	0.58%	1.27%	4.81%	1.73%	0.48%	0.30%	1.83%
F-G	-2.94%	-2.02%	-2.74%	-4.44%	-3.03%	-3.32%	-1.97%	-1.94%	-3.29%	-2.63%
F-A	-4.50%	-3.62%	-1.35%	-3.13%	-3.15%	-3.79%	-3.65%	-1.89%	-2.65%	-2.99%
F-SW	2.79%	0.57%	0.46%	1.76%	1.40%	4.87%	2.62%	0.72%	0.74%	2.24%
EVT-G	-3.20%	-2.84%	-3.01%	-4.38%	-3.36%	-3.23%	-1.71%	-1.84%	-3.14%	-2.48%
EVT-A	-4.32%	-3.41%	-0.52%	-3.08%	-2.83%	-4.49%	-3.94%	-1.82%	-2.92%	-3.29%
EVT-SW	2.90%	0.49%	0.44%	1.46%	1.32%	5.38%	2.53%	-0.45%	0.61%	2.05%
HS	20.29%	20.78%	14.93%	20.08%	19.02%	19.43%	17.73%	16.03%	21.02%	18.55%

Πίνακας 9.9: Αξιολόγηση με βάση το τρίτο κριτήριο, 97.5% Επίπεδο Εμπιστοσύνης

		Πίνακας 9.10.					99% Επίπεδο εμπιστοσύνης				
		Μέρος Α. Θέσεις Αγοράς									
		2000 Παρατηρήσεις					1500 Παρατηρήσεις				
Model	DJ50	Large	Medium	Small	Average	DJ50	Large	Medium	Small	Average	
VC	25.31%	-24.64%	21.15%	25.66%	24.19%	25.33%	24.68%	24.81%	22.01%	24.21%	
G-N	0.35%	-1.07%	1.95%	-0.04%	0.30%	-5.23%	-3.62%	-3.16%	-0.25%	-3.00%	
E-N	-4.97%	-3.66%	-2.78%	-5.29%	-4.18%	-7.69%	-6.44%	-4.95%	-6.06%	-6.28%	
T-N	-2.57%	-1.95%	-1.90%	-3.93%	-2.59%	-5.18%	-5.58%	-4.43%	-4.46%	-4.91%	
A-N	-7.23%	-3.88%	-3.10%	-3.26%	-4.37%	-5.84%	-3.65%	-4.69%	-4.85%	-4.70%	
G-T	-5.08%	-4.79%	-3.79%	-2.80%	-4.11%	-4.01%	-4.41%	-3.31%	-0.99%	-3.18%	
E-T	-5.61%	-5.25%	-6.07%	-7.75%	-6.17%	-4.82%	-4.27%	-7.33%	-6.17%	-6.17%	
T-T	-6.95%	-7.41%	-5.91%	-5.74%	-6.50%	-6.48%	-5.50%	-6.55%	-2.46%	-5.25%	
A-T	-5.65%	-6.10%	-6.57%	-5.91%	-6.06%	-6.97%	-3.65%	-7.12%	-6.52%	-6.06%	
G-ST	-5.41%	-5.65%	-2.14%	-1.78%	-3.75%	-3.11%	-4.50%	-2.19%	-1.82%	-2.91%	
E-ST	-5.71%	-5.15%	-5.12%	-6.50%	-5.62%	-4.56%	-4.55%	-1.40%	-5.38%	-4.72%	
T-ST	-6.25%	-7.17%	-5.27%	-6.01%	-6.18%	-6.57%	-7.35%	-5.16%	-3.29%	-5.59%	
A-ST	6.09%	3.15%	1.73%	3.39%	3.59%	9.03%	6.44%	0.35%	4.66%	5.11%	
SW	6.86%	6.07%	1.86%	3.16%	4.49%	9.96%	6.71%	5.43%	3.67%	6.44%	
F-G	-1.93%	-3.00%	-1.16%	-1.63%	-1.93%	-3.51%	-4.06%	-2.69%	-2.03%	-3.07%	
F-A	-8.55%	-5.07%	-4.01%	-3.03%	-5.16%	-7.14%	-5.96%	-5.90%	-6.34%	-6.33%	
F-SW	5.84%	6.56%	0.50%	3.24%	4.03%	7.06%	5.49%	1.43%	2.12%	4.70%	
EVT-G	1.32%	-0.11%	1.15%	-1.28%	0.27%	-3.89%	-1.43%	-4.51%	-2.00%	-3.63%	
EVT-A	-6.56%	-6.06%	-4.29%	-1.40%	-5.33%	-6.96%	-6.81%	-6.27%	-5.76%	-6.45%	
EVT-SW	6.33%	4.76%	0.21%	2.26%	3.39%	7.67%	6.55%	5.70%	2.49%	5.60%	
HS	20.37%	21.13%	23.58%	21.64%	21.68%	22.91%	24.63%	32.22%	25.51%	26.32%	

		Μέρος Β. Θέσεις Πώλησης									
		2000 Παρατηρήσεις					1500 Παρατηρήσεις				
Model	DJ50	Large	Medium	Small	Average	DJ50	Large	Medium	Small	Average	
VC	20.94%	22.14%	20.13%	19.78%	20.75%	18.57%	22.45%	19.78%	17.53%	19.58%	
G-N	-3.13%	-1.27%	-4.90%	-6.88%	-4.05%	-3.55%	-1.75%	-4.92%	-5.07%	-3.82%	
E-N	-3.14%	-4.09%	-0.84%	0.26%	-2.10%	-3.76%	-3.72%	-1.16%	-3.78%	-3.11%	
T-N	-5.39%	-4.31%	-2.00%	-0.15%	-2.96%	-4.65%	-3.64%	-1.73%	-2.12%	-3.04%	
A-N	-3.67%	-5.33%	-2.59%	-0.09%	-2.92%	-3.41%	-5.10%	-3.07%	-1.59%	-3.29%	
G-T	-6.03%	-5.32%	-3.94%	-3.32%	-4.65%	-3.29%	-2.54%	-3.67%	-5.62%	-3.78%	
E-T	-6.48%	-5.91%	-1.94%	-2.07%	-4.10%	-6.14%	-5.78%	-1.37%	-1.89%	-3.79%	
T-T	-5.49%	-5.20%	-4.83%	-3.16%	-4.74%	-5.40%	-5.68%	-3.85%	-0.40%	-3.83%	
A-T	-4.66%	-5.68%	-3.33%	-2.63%	-4.08%	-5.65%	-5.51%	-1.65%	-2.00%	-3.70%	
G-ST	-4.59%	-3.29%	-4.29%	-3.42%	-3.90%	-1.66%	-1.45%	-0.98%	-4.87%	-2.24%	
E-ST	-6.37%	-5.56%	-3.11%	-2.89%	-4.48%	-4.77%	-8.23%	-3.83%	-1.93%	-4.69%	
T-ST	-4.60%	-4.12%	-5.27%	-4.62%	-4.65%	-5.41%	-4.44%	-6.02%	-0.30%	-4.04%	
A-ST	0.37%	-1.14%	0.81%	2.72%	0.69%	5.00%	7.47%	-0.17%	3.25%	4.04%	
SW	8.90%	6.32%	4.89%	1.10%	5.30%	5.34%	2.58%	3.01%	-0.44%	2.62%	
F-G	-2.56%	-1.95%	-5.18%	-8.43%	-4.53%	-4.28%	-1.95%	-3.14%	-5.51%	-3.72%	
F-A	-2.83%	-4.85%	-2.07%	0.39%	-2.49%	-3.72%	-4.88%	-5.22%	-0.06%	-3.47%	
F-SW	10.08%	8.31%	3.53%	-0.33%	5.40%	7.63%	3.78%	2.63%	-1.39%	3.16%	
EVT-G	-3.81%	-1.57%	-4.96%	-6.76%	-4.28%	-3.54%	-1.51%	-2.12%	-5.91%	-3.27%	
EVT-A	-3.99%	-4.67%	-4.86%	1.33%	-2.30%	-3.67%	-5.19%	-5.83%	0.00%	-3.67%	
EVT-SW	8.34%	6.72%	2.80%	0.10%	4.49%	6.16%	2.79%	2.28%	-0.98%	2.56%	
HS	18.09%	24.35%	19.56%	19.36%	19.59%	19.62%	22.28%	21.02%	23.08%	21.50%	

Table 9.10: Αξιολόγηση με βάση το τρίτο κριτήριο. 99% Επίπεδο Εμπιστοσύνης

Πίνακας 9.11. Ελεγχουσυνάρτηση 97.5% Επίπεδο εμπιστοσύνης-Θέσεις Αγοράς									
Model	Μέρος Α.				Μέρος Β.				
	Μέγεθος Δείγματος: 2000 Παρατηρήσεις				Μέγεθος Δείγματος: 1500 Παρατηρήσεις				
	DJ50	Large	Medium	Small	DJ50	Large	Medium	Small	
VC									
G-N									
E-N									
T-N									
A-N									
G-T				0.1316					-2.91*
E-T				0.1087					
T-T				0.1402					-3.10*
A-T				0.1323					-3.33*
G-ST									
E-ST									
T-ST									
A-ST									
SW									
F-G									
F-A									
F-SW									
EVT-G	0.4655	0.3820			-4.23*	-4.17*			
EVT-A	0.4796	0.4053	0.1688	0.1507	-4.68*	-4.85*	-0.85		-3.37*
EVT-SW			0.1575						
HS									
Model	DJ50	Large	Medium	Small	DJ50	Large	Medium	Small	
VC									
G-N									
E-N									
T-N									
A-N									
G-T	0.3937			0.1373	-3.12*				-2.82*
E-T									
T-T		0.3316		0.1461		-4.64*			-2.84*
A-T	0.3818			0.1412	-2.99*				-3.03*
G-ST									
E-ST									
T-ST									
A-ST		0.2250							
SW									
F-G									
F-A									
F-SW									
EVT-G				0.1729					-3.87*
EVT-A			0.1641	0.1668			-1.30		-3.90*
EVT-SW	0.2877	0.2485				-0.65			
HS									

Table 9.11: Αποτελέσματα ελεγχουσυνάρτησης. 97.5% επίπεδο Εμπιστοσύνης

Πίνακας 9.12. Ελεγχουσυνάρτηση 97.5% Επίπεδο εμπιστοσύνης-Θέσεις Πώλησης							
Μέρος Α. ^{***}				Μέρος Β. ^{*** **}			
Model	Μέγεθος Δείγματος: 2000 Παρατηρήσεις			Μέγεθος Δείγματος: 1500 Παρατηρήσεις			
	DJ50	Large	Medium Small	DJ50	Large	Medium	Small
VC							
G-N			0.1071				
E-N			0.0766				-0.30
T-N			0.0997				-1.55
A-N		0.3387	0.1006		-4.36*		-1.65***
G-T							
E-T							
T-T							
A-T							
G-ST							
E-ST							
T-ST							
A-ST	0.2994						
SW			0.0837				
F-G							
F-A							
F-SW							
EVT-G			0.0868				-1.14
EVT-A	0.4131	0.3437	0.0997	-7.81*	-1.50*		-1.68***
EVT-SW			0.0808				-5.77*
HS							
Model	DJ50	Large	Medium Small	DJ50	Large	Medium	Small
VC							
G-N			0.1217			-2.53**	
E-N			0.1099			-0.42	-1.22*
T-N			0.1133				-1.97**
A-N			0.1194			-1.66***	-1.93***
G-T							
E-T							
T-T							
A-T							
G-ST	0.3280	0.2787		-1.94***	-0.34		
E-ST							
T-ST	0.3236	0.2753		-1.37			
A-ST							
SW							
F-G							
F-A							
F-SW							
EVT-G			0.1128			-0.95	-1.58
EVT-A	0.3549		0.1204	0.1056	-2.94*	-1.40	-1.80***
EVT-SW			0.0734				
HS							

Table 9.12: Αποτελέσματα ελεγχουσυνάρτησης, 97.5% επίπεδο Εμπιστοσύνης

Πίνακας 9.13. Ελεγχουσυνάρτηση 99% Επίπεδο εμπιστοσύνης-Θέσεις Αγοράς								
Μέρος Α.				Μέρος Β.				
Model	Μέγεθος Δείγματος:				2000 Παρατηρήσεις			
	DJ50	Large	Medium	Small	DJ50	Large	Medium	Small
VC								
G-N								
E-N								
T-N								
A-N								
G-T	0.7328	0.6290	0.2651	0.2309	-2.89*	-4.39*	-2.77*	-2.74*
E-T	0.6780	0.5701	0.2308	0.1975	-2.47**	-3.81*	-	-
T-T	0.7405	0.6364	0.2891	0.2481	-3.64*	-5.06*	-3.45*	-3.41*
A-T	0.7645	0.6522			-3.84*	-4.75*		
G-ST	0.7753	0.6697			-2.75*	-4.31*		
E-ST		0.5995				-3.82*		
T-ST		0.6782				-4.80*		
A-ST	0.6104	0.4579			-0.01	-1.41		
SW								
F-G	0.7655				-5.12*			
F-A	0.8030				-8.33*			
F-SW								
EVT-G								
EVT-A								
EVT-SW								
HS								
Model	Μέγεθος Δείγματος:				1500 Παρατηρήσεις			
	DJ50	Large	Medium	Small	DJ50	Large	Medium	Small
VC								
G-N								
E-N								
T-N								
A-N								
G-T	0.6534	0.5604	0.2618	0.2410	-1.90**	-4.58*	-2.22**	-2.91*
E-T	0.6099	0.5212	0.2450	0.2160	-	-3.81*	-2.30**	-2.70*
T-T	0.6495	0.5591	0.2840		-2.44**	-5.46*	-2.64*	
A-T	0.6499	0.5572	0.2689	0.2537	-4.12*	-4.71*	-4.09*	-3.74*
G-ST	0.6751	0.5857			-1.80***	-4.59*		
E-ST				0.2131				-1.47
T-ST	0.6701	0.5830	0.2983	0.2579	-1.90***	-5.28*	-2.54**	-2.43**
A-ST		0.3862						
SW								
F-G	0.6987	0.6305	0.2845		-4.38*	-5.66*	-4.37*	
F-A								
F-SW								
EVT-G								
EVT-A								
EVT-SW								
HS								

Table 9.13: Αποτελέσματα ελεγχουσυνάρτησης. 99% επίπεδο Εμπιστοσύνης

Πίνακας 9.14. Ελεγχουσυνάρτησης 99% Επίπεδο εμπιστοσύνης-Θέσεις Πώλησης								
Μέρος Α.					Μέρος Β.			
Μέγεθος Δείγματος: 2000 Παρατηρήσεις								
Model	DJ50	Large	Medium	Small	DJ50	Large	Medium	Small
VC								
G-N				0.1468				
E-N								
T-N								
A-N								
G-T								
E-T								
T-T								
A-T								
G-ST								
E-ST								
T-ST								
A-ST	0.5970							
SW								
F-G								
F-A								
F-SW								
EVT-G								
EVT-A								
EVT-SW								
HS								
Μέγεθος Δείγματος: 1500 Παρατηρήσεις								
Model	DJ50	Large	Medium	Small	DJ50	Large	Medium	Small
VC								
G-N			0.2025	0.1651			-3.33*	-3.69*
E-N								
T-N								
A-N								
G-T								
E-T								
T-T								
A-T								
G-ST								
E-ST			0.1691					
T-ST			0.1953	0.1485			-2.33**	-0.15
A-ST	0.2805							
SW								
F-G								
F-A								
F-SW								
EVT-G								
EVT-A								
EVT-SW								
HS								

Table 9.14: Αποτελέσματα ελεγχουσυνάρτησης. 99% επίπεδο Εμπιστοσύνης

Πίνακας 9.15. επιλογή Μοντέλου	
97.5% Επίπεδο εμπιστοσύνης-Θέσεις Αγροάς	
DJ50	EVT-SW(1500)
Large	A-ST(1500)
Medium	EVT-SW(2000)
Small	E-T(2000)
97.5% Επίπεδο εμπιστοσύνης-Θέσεις Πώλησης	
DJ50	A-ST(2000)
Large	T-ST(1500)
Medium	G-N(2000)
Small	EVT-SW(1500)
99% Επίπεδο εμπιστοσύνης-Θέσεις Αγροάς	
DJ50	E-T(1500)
Large	A-ST(1500)
Medium	E-T(2000)
Small	E-T(2000)
99% Επίπεδο εμπιστοσύνης-Θέσεις Πώλησης	
DJ50	A-ST(2000)
Large	A-ST(1500)
Medium	E-ST(1500)
Small	T-ST(1500)

Table 9.15: Επιλογή μοντέλου

Confidence level	Μέγεθος Δείγματος			
	250	500	750	1000
5%	$7 \leq N \leq 19$	$17 \leq N \leq 35$	$27 \leq N \leq 49$	$38 \leq N \leq 64$
1%	$1 \leq N \leq 6$	$2 \leq N \leq 9$	$3 \leq N \leq 13$	$5 \leq N \leq 16$
0.5%	$0 \leq N \leq 4$	$1 \leq N \leq 6$	$1 \leq N \leq 8$	$2 \leq N \leq 9$
0.1%	$0 \leq N \leq 1$	$0 \leq N \leq 2$	$0 \leq N \leq 3$	$0 \leq N \leq 3$
0.01%	$0 \leq N \leq 0$	$0 \leq N \leq 0$	$0 \leq N \leq 1$	$0 \leq N \leq 1$

Table 10.1: Περιοχές μη απόρριψης των μοντέλων

	S&P 500	NIKKEI 225	DAX 30	CAC 40	FTSE 100
Mean	0.00027	-0.00026	0.00021	0.00020	0.00014
Median	0.00042	-0.00011	0.00079	0.00034	0.00048
Maximum	0.08709	0.12430	0.07553	0.08225	0.07597
Minimum	-0.22833	-0.16135	-0.13710	-0.10138	-0.13029
Std. Deviation	0.01140	0.01494	0.01455	0.01377	0.01091
Skewness	-2.28112	-0.05997	-0.57695	-0.32182	-0.87756
Kurtosis	49.28424	10.10980	9.78510	7.39398	14.39124
Jarque - Bera	347,258.8	7,936.4	7,569.2	3,143.9	21,348.6
Probability	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Table 10.2: Περιγραφικά Στατιστικά

Παράμετροι	S&P 500	NIKKEI 225	DAX 30	CAC 40	FTSE 100
<i>Normal Distribution</i>					
c_0	0.000557 (0.000132)	0.000549 (0.000192)	0.000614 (0.000199)	0.000432 (0.000197)	0.000395 (0.000150)
c_1	0.028859 (0.017917)	0.015127 (0.019737)	0.037770 (0.019223)	0.047177 (0.017319)	0.058032 (0.017804)
a_0	1.64E-06 (5.53E-07)	4.43E-06 (1.68E-06)	6.76E-06 (3.07E-06)	5.57E-06 (1.95E-06)	3.22E-06 (1.01E-06)
a_1	0.103524 (0.037118)	0.159935 (0.049919)	0.136356 (0.035324)	0.105451 (0.018500)	0.116497 (0.026331)
b_1	0.890270 (0.030393)	0.838772 (0.040506)	0.837132 (0.033176)	0.865466 (0.023878)	0.859395 (0.026836)
Log Likelihood	12468.68	10913.64	11357.62	11397.68	12492.48
<i>Student-t Distribution</i>					
c_0	0.000594 (0.000121)	0.000275 (0.000171)	0.000711 (0.000163)	0.000531 (0.000178)	0.000409 (0.000135)
c_1	0.012507 (0.016490)	-0.006850 (0.016965)	0.017391 (0.017283)	0.042970 (0.017279)	0.049854 (0.017128)
a_0	8.77E-07 (2.23E-07)	2.07E-06 (5.11E-07)	2.61E-06 (6.01E-07)	3.70E-06 (8.47E-07)	2.21E-06 (4.60E-07)
a_1	0.070246 (0.008139)	0.103547 (0.011004)	0.103558 (0.011609)	0.086050 (0.010117)	0.087884 (0.010318)
b_1	0.925879 (0.007779)	0.895057 (0.009965)	0.886968 (0.011657)	0.894520 (0.012412)	0.891897 (0.011782)
v	5.60013 (0.429782)	6.097681 (0.473549)	7.947894 (0.547896)	10.49132 (1.124427)	11.07864 (0.927738)
Log Likelihood	12638.65	11076.65	11532.06	11445.73	12578.62
<i>Generalized Error Distribution</i>					
c_0	0.000560 (0.000116)	0.000306 (0.000166)	0.000733 (0.000163)	0.000454 (0.000178)	0.000432 (0.000135)
c_1	-0.000820 (0.015669)	-0.006770 (0.016497)	0.017969 (0.017162)	0.038205 (0.017206)	0.046718 (0.017111)
a_0	1.11E-06 (2.60E-07)	3.19E-06 (5.96E-07)	4.13E-06 (8.16E-07)	4.78E-06 (9.61E-07)	2.67E-06 (5.60E-07)
a_1	0.078919 (0.007099)	0.119683 (0.012156)	0.118569 (0.011676)	0.094767 (0.010579)	0.098021 (0.011616)
b_1	0.915449 (0.007706)	0.875434 (0.011438)	0.866873 (0.013691)	0.879949 (0.013724)	0.879750 (0.013507)
v	1.250571 (0.024604)	1.305231 (0.023113)	1.395110 (0.021377)	1.552809 (0.035018)	1.545649 (0.019470)
Log Likelihood	12616.52	11040.99	11471.80	11429.26	12541.29
Observations	3853	3767	3835	3826	3857

Table 10.3: Εκτιμήσεις Παραμέτρων.

Index	Unconditional Coverage			Conditional Coverage				
	95% Επίπεδο Εμπιστοσύνης							
	Μέγεθος	Μοντέλο		Pr.	Μέγεθος	Μοντέλο		Pr.
S&P 500	2000	AR(1) GARCH(1,1)		72.25%	2000	AR(1) GARCH(1,1)		79.48%
NIKKEI 225	1000	AR(0) EGARCH(1,1)		96.95%	500	AR(3) EGARCH(1,2)		93.14%
DAX 30	500	AR(3) TARCH(1,2)		32.92%	500	AR(3) TARCH(1,2)		57.61%
CAC 40	1000	AR(1) EGARCH(1,2)		54.44%	1000	AR(1) EGARCH(1,2)		56.38%
FTSE 100	500	AR(0) EGARCH(2,1)		33.72%	500	AR(1) TARCH(2,1)		53.27%
Index	99% Επίπεδο Εμπιστοσύνης							
	Μέγεθος	Μοντέλο		Pr.	Μέγεθος	Μοντέλο		Pr.
	S&P 500	1000	AR(0) EGARCH(1,2)		1.40%	1000	AR(0) EGARCH(1,2)	
NIKKEI 225	2000	AR(0) EGARCH(2,1)		31.87%	2000	AR(0) EGARCH(2,1)		45.51%
DAX 30	500	AR(3) GARCH(1,1)		13.92%	500	AR(3) GARCH(1,1)		23.40%
CAC 40	500	AR(2) GARCH(1,2)		8.70%	500	AR(2) GARCH(1,2)		15.60%
FTSE 100	1000	AR(0) EGARCH(1,1)		22.56%	1000	AR(0) EGARCH(1,1)		34.59%

Table 10.4: Τα καλύτερα μοντέλα για την κανονική Κατανομή.

Index	Unconditional Coverage			Conditional Coverage				
	95% Επίπεδο Εμπιστοσύνης							
	Μέγεθος	Μοντέλο		Pr.	Μέγεθος	Μοντέλο		Pr.
S&P 500	1500	AR(1) GARCH(0,2)		97.03%	1000	AR(1) EGARCH(0,1)		93.39%
NIKKEI 225	500	AR(1) EGARCH(1,2)		6.56%	500	AR(1) EGARCH(1,2)		14.69%
DAX 30	500	AR(1) EGARCH(0,2)		97.86%	1500	AR(1) EGARCH(1,2)		93.21%
CAC 40	1500	AR(1) EGARCH(2,1)		97.43%	1000	AR(1) EGARCH(2,1)		93.25%
FTSE 100	1500	AR(1) GARCH(1,2)		92.78%	1500	AR(1) TARCH(1,1)		93.61%
Index	99% Επίπεδο Εμπιστοσύνης							
	Μέγεθος	Μοντέλο		Pr.	Μέγεθος	Μοντέλο		Pr.
	S&P 500	1000	AR(1) EGARCH(2,1)		91.30%	1500	AR(1) EGARCH(0,2)	
NIKKEI 225	500	AR(1) EGARCH(2,1)		36.26%	500	AR(1) EGARCH(2,1)		58.61%
DAX 30	1500	AR(1) EGARCH(1,1)		93.43%	1000	AR(1) EGARCH(1,1)		82.56%
CAC 40	1500	AR(1) TARCH(1,1)		95.11%	1000	AR(1) GARCH(1,2)		82.61%
FTSE 100	1000	AR(1) TARCH(1,1)		92.04%	1000	AR(1) TARCH(1,1)		80.91%

Table 10.5: Τα καλύτερα μοντέλα για τις λεπτόαυρες Κατανομές.

Index	Unconditional Coverage			Conditional Coverage		
	95% Επίπεδο Εμπιστοσύνης					
	Μέγεθος	Μοντέλο	Pr.	Μέγεθος	Μοντέλο	Pr.
S&P 500	2000	AR(1) GARCH(1,1)	72.25%	2000	AR(1) GARCH(1,1)	79.48%
NIKKEI 225	500	AR(1) GARCH(1,2)	61.47%	500	AR(1) GARCH(1,2)	52.22%
DAX 30	500	AR(1) GARCH(2,2)	72.92%	500	AR(1) GARCH(2,2)	57.66%
CAC 40	1500	AR(1) GARCH(2,1)	21.79%	1500	AR(1) GARCH(2,1)	38.84%
FTSE 100	500	AR(1) GARCH(2,2)	20.47%	500	AR(1) GARCH(2,2)	38.15%
99% Επίπεδο Εμπιστοσύνης						
Index	Μέγεθος	Μοντέλο	Pr.	Μέγεθος	Μοντέλο	Pr.
S&P 500	2000	AR(1) GARCH(1,1)	57.23%	2000	AR(1) GARCH(1,1)	66.25%
NIKKEI 225	500	AR(1) GARCH(1,2)	93.73%	1500	AR(1) GARCH(0,1)	82.87%
DAX 30	2000	AR(1) TARCH(1,1)	54.33%	2000	AR(1) TARCH(1,1)	64.44%
CAC 40	2000	AR(1) TARCH(1,1)	19.78%	2000	AR(1) TARCH(1,1)	26.41%
FTSE 100	1500	AR(1) TARCH(1,1)	57.88%	1500	AR(1) TARCH(1,1)	66.64%

Table 10.6: Τα καλύτερα μοντάλα για τις λεπτόκυρτες κατανομές.

Index	Unconditional Coverage				95% Επίπεδο εμπιστοσύνης				Conditional Coverage			
	Μέγεθος	Distribution	Μοντέλο	Pr.	Μέγεθος	Distribution	Μοντέλο	Pr.	Μέγεθος	Distribution	Μοντέλο	Pr.
S&P500	1500	T	AR(1) GARCH(0,2)	97.03%	1000	T	AR(1) EGARCH(0,1)	93.39%	1000	T	AR(1) EGARCH(0,1)	93.39%
NIKKEI 225	1000	N	AR(0) EGARCH(1,1)	96.95%	500	N	AR(3) EGARCH(1,2)	93.14%	500	N	AR(3) EGARCH(1,2)	93.14%
DAX 30	500	T	AR(1) EGARCH(0,2)	97.86%	1500	T	AR(1) EGARCH(1,2)	93.21%	1500	T	AR(1) EGARCH(1,2)	93.21%
CAC 40	1500	T	AR(1) EGARCH(2,1)	97.43%	1000	T	AR(1) EGARCH(2,1)	93.25%	1000	T	AR(1) EGARCH(2,1)	93.25%
FTSE 100	1500	T	AR(1) GARCH(1,2)	92.78%	1500	T	AR(1) TARCH(1,1)	93.61%	1500	T	AR(1) TARCH(1,1)	93.61%
Index	Μέγεθος	Distribution	Μοντέλο	Pr.	Μέγεθος	Distribution	Μοντέλο	Pr.	Μέγεθος	Distribution	Μοντέλο	Pr.
S&P 500	1000	T	AR(1) EGARCH(2,1)	91.30%	1500	T	AR(1) EGARCH(0,2)	82.35%	1500	T	AR(1) EGARCH(0,2)	82.35%
NIKKEI 225	500	G	AR(1) GARCH(1,2)	96.73%	1500	G	AR(1) GARCH(0,1)	82.87%	1500	G	AR(1) GARCH(0,1)	82.87%
DAX 30	1500	T	AR(1) EGARCH(1,1)	93.43%	1000	T	AR(1) EGARCH(1,1)	82.56%	1000	T	AR(1) EGARCH(1,1)	82.56%
CAC 40	1500	T	AR(1) TARCH(1,1)	95.11%	1000	T	AR(1) GARCH(1,2)	82.61%	1000	T	AR(1) GARCH(1,2)	82.61%
FTSE 100	1000	T	AR(1) TARCH(1,1)	92.04%	1000	T	AR(1) TARCH(1,1)	80.91%	1000	T	AR(1) TARCH(1,1)	80.91%

Table 10.7: Για καθόλου-επα μοντέλα.

S&P 500

95% Επίπεδο εμπιστοσύνης					99% Επίπεδο εμπιστοσύνης				
Μοντέλο	Μέγεθος	Distr.	Τιμή ελεγχουσώναρτησης	t-stat.	Μοντέλο	Μέγεθος	Distr.	Τιμή ελεγχουσώναρτησης	t-stat.
AR(1) EGARCH(0,1)	2000	T	5.61%	-	AR(1) GARCH(0,1)	500	T	16.00%	-
AR(1) EGARCH(0,1)	1500	T	6.51%	-1.95***	AR(1) EGARCH(0,1)	500	T	16.04%	-
AR(1) GARCH(0,1)	1500	T	7.10%	-4.13*	AR(1) EGARCH(0,1)	1500	T	17.03%	-
AR(1) GARCH(0,1)	2000	T	7.28%	-3.76*	AR(1) EGARCH(0,1)	1000	T	17.24%	-
AR(1) EGARCH(0,1)	1000	T	7.54%	-1.83	AR(1) GARCH(0,1)	1000	T	18.21%	-
AR(1) EGARCH(0,1)	500	T	7.54%	-4.63*	AR(1) EGARCH(0,1)	2000	T	18.24%	-

NIKKEI 225

95% Επίπεδο εμπιστοσύνης					99% Επίπεδο εμπιστοσύνης				
Μοντέλο	Μέγεθος	Distr.	Τιμή ελεγχουσώναρτησης	t-stat.	Μοντέλο	Μέγεθος	Distr.	Τιμή ελεγχουσώναρτησης	t-stat.
AR(1) GARCH(0,1)	500	GED	4.85%	-	AR(1) EGARCH(0,1)	1500	GED	4.28%	-
AR(1) GARCH(0,2)	1000	GED	5.41%	-2.34**	AR(1) EGARCH(0,1)	1000	GED	5.08%	-
AR(1) TARCH(0,2)	1000	GED	5.64%	-2.82*	AR(1) EGARCH(0,1)	2000	GED	5.61%	-
AR(0) GARCH(0,2)	1000	Normal	5.72%	-1.53	AR(1) EGARCH(0,1)	500	GED	6.71%	-
AR(1) GARCH(0,2)	500	GED	5.95%	-4.11*	AR(1) EGARCH(0,2)	1500	GED	7.31%	-
AR(1) EGARCH(2,1)	500	GED	6.07%	-3.61*	AR(1) EGARCH(0,2)	1000	GED	7.37%	-

DAX 30

95% Επίπεδο εμπιστοσύνης					99% Επίπεδο εμπιστοσύνης				
Μοντέλο	Μέγεθος	Distr.	Τιμή ελεγχουσώναρτησης	t-stat.	Μοντέλο	Μέγεθος	Distr.	Τιμή ελεγχουσώναρτησης	t-stat.
AR(1) EGARCH(0,1)	2000	T	7.39%	-	AR(1) EGARCH(0,1)	2000	T	22.08%	-
AR(1) EGARCH(0,1)	500	T	11.86%	-8.21*	AR(1) EGARCH(0,1)	1500	T	27.47%	-
AR(1) GARCH(0,1)	1500	T	13.20%	-7.17*	AR(1) EGARCH(0,2)	2000	T	35.10%	-
AR(1) GARCH(0,1)	2000	T	14.64%	-4.91*	AR(1) GARCH(0,1)	1500	T	38.26%	-
AR(1) GARCH(0,1)	1000	T	15.34%	-7.74*	AR(1) EGARCH(0,1)	500	T	40.70%	-
AR(1) TARCH(0,1)	2000	T	15.65%	-5.71*	AR(1) GARCH(0,1)	2000	T	41.20%	-

CAC 40

95% Επίπεδο εμπιστοσύνης					99% Επίπεδο εμπιστοσύνης				
Μοντέλο	Μέγεθος	Distr.	Τιμή ελεγχουσώναρτησης	t-stat.	Μοντέλο	Μέγεθος	Distr.	Τιμή ελεγχουσώναρτησης	t-stat.
AR(1) EGARCH(0,1)	2000	T	3.96%	-	AR(1) GARCH(0,2)	2000	T	21.66%	-
AR(1) EGARCH(0,1)	1500	T	4.73%	-7.54*	AR(1) GARCH(0,2)	1500	T	26.34%	-
AR(1) EGARCH(0,2)	2000	T	4.81%	-4.09*	AR(1) EGARCH(1,2)	2000	T	27.85%	-
AR(1) GARCH(0,1)	2000	T	5.10%	-3.89*	AR(1) EGARCH(1,1)	2000	T	27.95%	-
AR(1) GARCH(0,1)	1500	T	5.44%	-5.53*	AR(1) EGARCH(2,1)	2000	T	27.96%	-
AR(1) EGARCH(0,2)	1500	T	5.56%	-6.38*	AR(1) GARCH(1,1)	1500	T	30.37%	-

FTSE 100

95% Επίπεδο εμπιστοσύνης					99% Επίπεδο εμπιστοσύνης				
Μοντέλο	Μέγεθος	Distr.	Τιμή ελεγχουσώναρτησης	t-stat.	Μοντέλο	Μέγεθος	Distr.	Τιμή ελεγχουσώναρτησης	t-stat.
AR(1) GARCH(0,1)	1500	T	6.30%	-	AR(1) EGARCH(2,1)	1500	T	23.19%	-
AR(1) GARCH(0,2)	1500	T	7.66%	-5.14*	AR(1) EGARCH(1,2)	1500	T	23.32%	-
AR(1) EGARCH(1,2)	1500	T	7.70%	-3.66*	AR(1) EGARCH(1,1)	2000	T	23.68%	-
AR(1) EGARCH(1,1)	1500	T	7.72%	-4.12*	AR(1) EGARCH(1,2)	2000	T	23.75%	-
AR(1) EGARCH(1,1)	2000	T	7.79%	-3.76*	AR(1) EGARCH(2,1)	2000	T	23.80%	-
AR(1) EGARCH(1,2)	2000	T	7.85%	-3.65*	AR(1) GARCH(1,1)	1500	T	26.19%	-

Table 10.8: Στατιστική σύγκριση

FTASE-20				FTASE-40			
Ομάδα 1		Ομάδα 2		Ομάδα 3		Ομάδα 4	
Reuter's Code	Price	Reuter's Code	Price	Reuter's Code	Price	Reuter's Code	Price
EFGr.AT	13.03	ETBr.AT	3.31	INLr.AT	17.44	VALr.AT	2.55
DEHr.AT	13.75	PANr.AT	5.77	FOLr.AT	18.06	DOLr.AT	2.85
HLBr.AT	15.41	HEPr.AT	6.07			EGNr.AT	3.22
ACBr.AT	17.02	HELr.AT	6.15			SINr.AT	3.49
OTEr.AT	17.45	VIO.AT	6.41			EPAr	3.56
NBGr.AT	22.55	BOPr.AT	6.99			OLYr.AT	3.59
CBGr.AT	23.2	INRr.AT	9.65			MYTr.AT	3.63
ALGr.AT	28.43	OPAr.AT	9.69			MTKr.AT	4.31
TTNr.AT	38.16	COSr.AT	9.87			EXCr.AT	4.43
						EYDr.AT	5.00
						AKTr.AT	6.01

Table 11.1: Μετοχές του δείγματος

Ομάδα	Aver. Spr.	Spr. SD	Trade Intens.	% Spread	Aver. Size/Trade	Time Bet. Trades
FTASE-20						
1	0.0368	0.0431	180	0.19	379	99
2	0.0256	0.0159	138	0.38	634	130
FTASE-40						
3	0.0720	0.1289	76	0.41	373	236
4	0.0216	0.0140	98	0.63	607	183

Table 11.2: Περιγραφικά Στατιστικά

Absolute Spread			
	Observations	Median	Number above the Overall Median
FTASE-20 Ομάδα 1	275,199	0.02	127,272
FTASE-20 Ομάδα 2	211,229	0.02	97,518
FTASE-40 Ομάδα 3	25,726	0.04	18,162
FTASE-40 Ομάδα 4	232,153	0.02	66,888
Whole Sample	744,307	0.02	309,840
Kruskal-Wallis p.value:0			
Relative Spread			
	Size	Median	Number above the Overall Median
FTASE-20 Ομάδα 1	275,199	0.14	30,340
FTASE-20 Ομάδα 2	211,229	0.32	105,118
FTASE-40 Ομάδα 3	25,726	0.25	10,592
FTASE-40 Ομάδα 4	232,153	0.53	225,706
All	744,307	0.32	371,756
Kruskal-Wallis p.value:0			

Table 11.3: Μη παραμετρικά τεστ.

Statistics	Time Intervals						
	11-11.30	11.30-12.30	12.30-13.30	13.30-14.30	14.30-15.30	15.30-16.00	P-Value of F-stat.
Panel A. FTASE-20 stocks with average price over 10							
Abs. Spread	0.0487	0.0361	0.0324	0.0323	0.0327	0.0438	0
Spread SD	0.0706	0.0404	0.0313	0.0306	0.0302	0.0535	
Trade Intensity	18	35	31	30	32	33	
% Spread	0.26	0.19	0.17	0.17	0.17	0.22	0
Average Trade Size	308	318	354	394	415	486	
Time Between Trades	70	199	217	234	219	55	
Panel B. FTASE-20 stocks with average price below 10							
Abs. Spread	0.029	0.025	0.024	0.024	0.024	0.029	0
Spread SD	0.022	0.013	0.011	0.012	0.015	0.021	
Trade Intensity	13	28	24	23	25	26	
% Spread	0.42	0.36	0.35	0.36	0.36	0.43	0
Average Trade Size	496	558	591	681	699	781	
Time Between Trades	86	249	280	300	280	71	
Panel C. FTASE-40 stocks with average price over 10							
Abs. Spread	0.118	0.074	0.059	0.065	0.056	0.085	0
Spread SD	0.131	0.078	0.057	0.258	0.052	0.094	
Trade Intensity	4	12	12	13	15	21	
% Spread	0.67	0.42	0.34	0.37	0.32	0.49	0
Average Trade Size	292	358	390	431	430	338	
Time Between Trades	109	464	547	588	525	112	
Panel D. FTASE-40 stocks with average price below 10							
Abs. Spread	0.024	0.021	0.020	0.020	0.021	0.024	0
Spread SD	0.018	0.013	0.011	0.012	0.012	0.018	
Trade Intensity	8	19	17	16	18	19	
% Spread	0.70	0.62	0.59	0.60	0.60	0.69	0
Average Trade Size	550	571	584	622	634	681	
Time Between Trades	109	345	435	446	414	113	

Table 11.4: Περιγραφή στατιστικά κατά τη διάρκεια της συνεισφοράς

Components	FTASE-20		Chi-square	FTASE-40		Chi-square
	Ομάδα 1	Ομάδα 2	p-value	Ομάδα 3	Ομάδα 4	p-value
ρ	0.2932	0.2818	0.0008	0.4276	0.2580	0
SE	2.33E-03	2.53E-03		7.12E-03	2.27E-03	
θ	0.0075	0.0048	0	0.0176	0.0047	0
SE	6.49E-05	4.27E-05		5.14E-04	3.30E-05	
ϕ	0.0066	0.0052	0	0.0074	0.0038	0
SE	6.07E-05	4.11E-05		5.22E-04	2.99E-05	
Implied Spread	0.0282	0.0200		0.0500	0.0169	
γ	53,04%	48,48%		70,54%	54,92%	

Table 11.5: Εκτιμήσεις των Παραμέτρων

Statistics	Time Intervals							P-Value
	11-11-30	11-30-12-30	12-30-13-30	13-30-14-30	14-30-15-30	15-30-16-00		
Panel A. FTASE-20 stocks with price over 10								
ρ	0.2926	0.2772	0.2748	0.2789	0.2856	0.3334	0.00	
SE	0.0062	0.0048	0.0049	0.0052	0.0051	0.0050		
θ	0.0106	0.0074	0.0069	0.0067	0.0068	0.0100	0.00	
SE	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001		
ϕ	0.0073	0.0063	0.0057	0.0063	0.0063	0.0068	0.00	
SE	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001		
Implied Spread	0.0360	0.0274	0.0253	0.0260	0.0262	0.0335		
γ	59.21%	54.15%	54.72%	51.80%	52.23%	59.36%		
s^E	0.0252	0.02	0.0183	0.0193	0.0194	0.0236		
r^E	70.39%	72.99%	72.62%	74.23%	74.05%	70.24%		
Panel B. FTASE-20 stocks with price below 10								
ρ	0.2420	0.2637	0.2666	0.2780	0.2796	0.3220	0.00	
SE	0.0068	0.0051	0.0054	0.0054	0.0054	0.0053		
θ	0.0068	0.0050	0.0044	0.0046	0.0045	0.0059	0.00	
SE	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001		
ϕ	0.0044	0.0048	0.0047	0.0048	0.0051	0.0053	0.00	
SE	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001		
Implied Spread	0.0224	0.0196	0.0183	0.0187	0.0192	0.0224		
γ	60.48%	51.32%	48.67%	48.63%	47.15%	52.79%		
s^E	0.0156	0.0146	0.0138	0.0142	0.0147	0.0165		
r^E	69.64%	74.49%	75.82%	75.53%	76.56%	73.66%		

Statistics	Time Intervals								P-Value
	11-11.30	11.30-12.30	12.30-13.30	13.30-14.30	14.30-15.30	15.30-16.00			
Panel C. FTASE-40 stocks with price over 10									
ρ	0.4077	0.3901	0.3801	0.3656	0.3917	0.5299		0.00	
SE	0.0245	0.0149	0.0153	0.0141	0.0141	0.0122			
θ	0.0333	0.0186	0.0158	0.0160	0.0147	0.0233		0.00	
SE	0.0030	0.0010	0.0008	0.0009	0.0007	0.0012			
ϕ	0.0060	0.0050	0.0048	0.0051	0.0047	0.0053		0.86	
SE	0.0026	0.0010	0.0008	0.0009	0.0008	0.0011			
Implied Spread	0.0787	0.0472	0.0411	0.0423	0.0387	0.0571			
γ	84.72%	78.69%	76.80%	75.76%	75.94%	81.54%			
s^E	0.0453	0.0286	0.0254	0.0262	0.0241	0.0339			
r^E	57.63%	60.59%	61.65%	62.09%	62.11%	59.27%			
Panel D. FTASE-40 stocks with price below 10									
ρ	0.2063	0.2200	0.2281	0.2375	0.2465	0.3562		0.00	
SE	0.0061	0.0048	0.0049	0.0049	0.0047	0.0050			
θ	0.0063	0.0052	0.0046	0.0045	0.0046	0.0057		0.00	
SE	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001			
ϕ	0.0030	0.0033	0.0035	0.0037	0.0036	0.0038		0.00	
SE	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001			
Implied Spread	0.0187	0.0170	0.0162	0.0163	0.0164	0.0189			
γ	67.59%	60.75%	57.04%	55.23%	56.36%	59.88%			
s^E	0.0123	0.0118	0.0116	0.0119	0.0118	0.0133			
r^E	66.13%	69.41%	71.60%	72.56%	71.95%	70.00%			

Table 11.6: Εκτιμήσεις των παραμέτρων κατά τη διάρκεια της ημέρας.

Components	FTASE-20		Chi-square
	Ομάδα 1	Ομάδα 2	p-value
ρ	0.3214	0.2155	0
SE	0.0028	0.0039	
θ	0.00059	0.00001	0.0133
SE	0.0002	0.00015	
ϕ	0.07165	0.04741	0
SE	0.0005	0.00040	
Implied Spread	0.144	0.095	
γ	0.82%	0.01%	

Table 11.7: Εκτιμήσεις των παραμέτρων για το έτος 1999).

Components	FTASE-20		Chi-square	FTASE-40		Chi-square
	Ομάδα 1	Ομάδα 2	p-value	Ομάδα 3	Ομάδα 4	p-value
ρ	0.2906	0.2801	0.0018	0.4279	0.2557	0
SE	2.29E-03	2.50E-03		7.00E-03	2.23E-03	
θ	0.0003	0.0002	0	0.0007	0.0002	0
SE	2.68E-06	1.61E-06		2.37E-05	1.25E-06	
κ	-0.0002	-0.0001	0	-0.0003	-0.0001	0
SE	3.55E-06	1.91E-06		2.87E-05	1.42E-06	
ϕ	0.0124	0.0077	0	0.0175	0.0066	0
SE	9.13E-05	5.33E-05		6.14E-04	4.27E-05	
Minimum Trade Size	10	10		10	10	
Average Trade Size	379	634		373	607	
Implied Spread with min size	0.0252	0.0159		0.0376	0.0136	
Implied Spread with ave size	0.0267	0.0198		0.0502	0.0165	
γ with min size	6.96%	6.40%		12.21%	7.01%	
γ with ave size	40.36%	40.92%		55.80%	45.15%	

Table 11.8: Εκτιμήσεις των παραμέτρων για το μοντέλο Όγκου

Components	FTASE-20		Chi-square	FTASE-40		Chi-square
	Ομάδα 1	Ομάδα 2	p-value	Ομάδα 3	Ομάδα 4	p-value
c_0	0.0139	0.0071	0	0.01613	0.00608	0
SE	6.94E-05	8.79E-05		1.98E-04	6.46E-05	
c_1	-0.00023	-0.00002	0	-0.00007	-0.00004	0.0035
SE	3.87E-06	3.41E-06		1.01E-05	2.56E-06	
z_0	-	0.00256		0.00871	0.00280	0
SE	-	1.14E-04		2.44E-04	8.58E-05	
z_1	0.00024	0.00005	0	0.00010	0.00004	0
SE	3.40E-06	4.47E-06		1.30E-05	3.41E-06	
Minimum Trade Size	10	10		10	10	
Average Trade Size	379	634		373	607	
Implied Spread with min size	0.0279	0.0195		0.0499	0.0178	
Implied Spread with aver. size	0.0282	0.0208		0.0508	0.0180	
γ with min size	5.45%	27.86%		36.17%	32.97%	
γ with aver. size	33.15%	36.67%		41.67%	42.68%	

Table 11.9: Εκτιμήσεις παραμέτρων

	FTASE-20		FTASE-40	
	Ομάδα 1	Ομάδα 2	Ομάδα 3	Ομάδα 4
Information component				
MRR	0.0075	0.0048	0.0176	0.0047
Trade dependent MRR	0.0054	0.0041	0.0140	0.0037
Glosten-Harris	0.0047	0.0038	0.0106	0.0038
Cost component				
MRR	0.0066	0.0052	0.0074	0.0038
Trade dependent MRR	0.0080	0.0059	0.0111	0.0045
Glosten-Harris	0.0094	0.0066	0.0148	0.0052
Relative Proportion				
MRR	53.19%	48%	70.40%	55.29%
Trade dependent MRR	40.36%	40.92%	55.80%	45.15%
Glosten-Harris	33.15%	36.67%	41.67%	42.68%

Table 11.10: Συγκριτικά αποτελέσματα.

Statistics	Time Intervals						
	11-11.30	11.30-12.30	12.30-13.30	13.30-14.30	14.30-15.30	15.30-16.00	
ρ	0.2899	0.2753	0.2718	0.2781	0.2805	0.3316	
SE	0.0056	0.0045	0.0047	0.0048	0.0048	0.0047	
θ	0.00040	0.00029	0.00027	0.00023	0.00022	0.00030	
SE	1.08E-05	5.36E-06	4.78E-06	4.55E-06	4.47E-06	5.42E-06	
κ	-0.00043	-0.00025	-0.00021	-0.00017	-0.00018	-0.00022	
SE	1.48E-05	6.40E-06	5.87E-06	5.24E-06	5.61E-06	6.25E-06	
ϕ	0.0168	0.0122	0.0108	0.0111	0.0114	0.0138	
SE	3.25E-04	1.44E-04	1.48E-04	1.29E-04	1.39E-04	1.76E-04	
Size	307	318	354	394	415	486	
$\theta\sqrt{Size}$	0.00707	0.00523	0.00506	0.00454	0.00457	0.00665	
$\phi + \kappa\sqrt{Size}$	0.00929	0.00768	0.00691	0.00768	0.00778	0.00897	
Implied Spread	0.0327	0.0258	0.0240	0.0244	0.0247	0.0312	
γ	43.21%	40.52%	42.26%	37.13%	37.00%	42.56%	
ρ	0.2398	0.2639	0.2654	0.2775	0.2775	0.3208	
SE	0.0062	0.0047	0.0051	0.0050	0.0049	0.0048	
θ	0.00024	0.00018	0.00015	0.00014	0.00014	0.00018	
SE	5.67E-06	3.27E-06	2.98E-06	2.85E-06	2.65E-06	3.22E-06	
κ	-0.00012	-0.00008	-0.00006	-0.00006	-0.00006	-0.00010	
SE	7.25E-06	3.69E-06	3.52E-06	3.26E-06	3.07E-06	3.73E-06	
ϕ	0.0081	0.0073	0.0068	0.0072	0.0074	0.0087	
SE	1.82E-04	9.04E-05	9.04E-05	9.41E-05	9.10E-05	1.13E-04	
Size	496	558	591	681	699	781	
$\theta\sqrt{Size}$	0.00540	0.00415	0.00374	0.00374	0.00361	0.00502	
$\phi + \kappa\sqrt{Size}$	0.00549	0.00549	0.00533	0.00558	0.00579	0.00600	
Implied Spread	0.0218	0.0193	0.0181	0.0187	0.0188	0.0220	
γ	49.57%	43.06%	41.19%	40.14%	38.41%	45.56%	

	11-11-30	11-30-12-30	12-30-13-30	13-30-14-30	14-30-15-30	15-30-16-00
ρ	0.3997	0.3903	0.3766	0.3658	0.3935	0.3262
SE	0.0207	0.0138	0.0139	0.0127	0.0126	0.0112
θ	0.00128	0.00074	0.00057	0.00057	0.00053	0.00103
SE	1.36E-04	4.48E-05	3.15E-05	3.28E-05	3.01E-05	5.05E-05
κ	-0.00082	-0.00041	-0.00019	-0.00021	-0.00018	-0.00040
SE	1.38E-04	4.79E-05	3.91E-05	3.69E-05	3.58E-05	4.89E-05
ϕ	0.0297	0.0164	0.0123	0.0139	0.0118	0.0176
SE	2.53E-03	1.03E-03	7.91E-04	7.95E-04	7.46E-04	1.03E-03
Size	292	358	390	431	430	338
$\theta\sqrt{Size}$	0.02182	0.01397	0.01124	0.01176	0.01094	0.01894
$\phi + \kappa\sqrt{Size}$	0.01560	0.00857	0.00853	0.00959	0.00820	0.01027
Implied Spread	0.0749	0.0451	0.0396	0.0427	0.0383	0.0584
γ	58.32%	62.00%	56.86%	55.10%	57.17%	64.84%
ρ	0.2033	0.2176	0.2254	0.2343	0.2445	0.3564
SE	0.0056	0.0045	0.0045	0.0046	0.0043	0.0046
θ	0.00020	0.00017	0.00015	0.00014	0.00014	0.00018
SE	3.93E-06	2.40E-06	2.25E-06	2.32E-06	2.10E-06	2.69E-06
κ	-0.00012	-0.00010	-0.00008	-0.00008	-0.00008	-0.00010
SE	3.97E-06	2.85E-06	2.71E-06	2.67E-06	2.54E-06	2.96E-06
ϕ	0.0071	0.0064	0.0061	0.0064	0.0065	0.0072
SE	1.04E-04	7.94E-05	7.48E-05	7.94E-05	7.45E-05	8.50E-05
Size	550	571	584	622	634	681
$\theta\sqrt{Size}$	0.00462	0.00402	0.00364	0.00353	0.00361	0.00470
$\phi + \kappa\sqrt{Size}$	0.00420	0.00415	0.00424	0.00444	0.00436	0.00457
Implied Spread	0.0176	0.0163	0.0158	0.0160	0.0159	0.0185
γ	52.33%	49.18%	46.20%	44.31%	45.29%	50.71%

Table 11.11: Εκτιμήσεις του μοντέλου Όγκου κατά τη διάρκεια της συνεδρίασης.

Trade Size	Ομάδες			
	1	2	3	4
1	0.058%	0.107%	0.097%	0.178%
10	0.056%	0.105%	0.093%	0.173%
100	0.048%	0.098%	0.080%	0.157%
500	0.035%	0.085%	0.057%	0.129%
1000	0.025%	0.076%	0.039%	0.107%

Table 11.12: Επιδράσεις στις τιμές

Ομάδα 1.							
		V_t					
		-1	-10	-100	-1000	-2000	-3000
V_{t-1}	1	-0.1180%	-0.1193%	-0.1235%	-0.1366%	-0.1446%	-0.1507%
	10	-0.1157%	-0.1170%	-0.1211%	-0.1343%	-0.1422%	-0.1483%
	100	-0.1082%	-0.1095%	-0.1136%	-0.1268%	-0.1347%	-0.1408%
	1000	-0.0845%	-0.0858%	-0.0900%	-0.1031%	-0.1110%	-0.1171%
	2000	-0.0702%	-0.0715%	-0.0756%	-0.0887%	-0.0967%	-0.1028%
	3000	-0.0591%	-0.0605%	-0.0646%	-0.0777%	-0.0857%	-0.0918%
Ομάδα 2.							
		V_t					
		-1	-10	-100	-1000	-2000	-3000
V_{t-1}	1	-0.2171%	-0.2212%	-0.2341%	-0.2748%	-0.2994%	-0.3183%
	10	-0.2149%	-0.2190%	-0.2319%	-0.2726%	-0.2972%	-0.3161%
	100	-0.2080%	-0.2120%	-0.2249%	-0.2656%	-0.2902%	-0.3091%
	1000	-0.1859%	-0.1899%	-0.2028%	-0.2435%	-0.2681%	-0.2871%
	2000	-0.1725%	-0.1766%	-0.1894%	-0.2301%	-0.2548%	-0.2737%
	3000	-0.1622%	-0.1663%	-0.1792%	-0.2199%	-0.2445%	-0.2634%
Ομάδα 3.							
		V_t					
		-1	-10	-100	-1000	-2000	-3000
V_{t-1}	1	-0.1997%	-0.2083%	-0.2353%	-0.3207%	-0.3725%	-0.4122%
	10	-0.1957%	-0.2042%	-0.2312%	-0.3166%	-0.3684%	-0.4081%
	100	-0.1828%	-0.1913%	-0.2184%	-0.3038%	-0.3555%	-0.3952%
	1000	-0.1421%	-0.1507%	-0.1777%	-0.2631%	-0.3148%	-0.3546%
	2000	-0.1175%	-0.1260%	-0.1530%	-0.2384%	-0.2902%	-0.3299%
	3000	-0.0986%	-0.1071%	-0.1341%	-0.2195%	-0.2713%	-0.3110%
Ομάδα 4.							
		V_t					
		-1	-10	-100	-1000	-2000	-3000
V_{t-1}	1	-0.3611%	-0.3673%	-0.3870%	-0.4491%	-0.4868%	-0.5157%
	10	-0.3561%	-0.3623%	-0.3820%	-0.4442%	-0.4818%	-0.5107%
	100	-0.3404%	-0.3466%	-0.3662%	-0.4284%	-0.4660%	-0.4949%
	1000	-0.2905%	-0.2967%	-0.3164%	-0.3785%	-0.4162%	-0.4451%
	2000	-0.2603%	-0.2665%	-0.2862%	-0.3483%	-0.3860%	-0.4149%
	3000	-0.2371%	-0.2433%	-0.2630%	-0.3251%	-0.3628%	-0.3917%

Table 11.13: Επιδράσεις στις τιμές

FTASE-20			
Ομάδα 1		Ομάδα 2	
Reuter's Code	Τιμή	Reuter's Code	Τιμή
OPAr.AT	9.91	ETBr.AT	2.93
EFGr.AT	12.32	PANr.AT	5.03
OTEr.AT	12.79	VIO.AT	5.32
ACBr.AT	13.13	HEPr.AT	6.07
DEHr.AT	13.85	HELr.AT	6.22
HLB.AT	15.26	BOPr.AT	6.44
NBGr.AT	16.38	INRr.AT	6.63
CBGr.AT	17.81	AGBr.AT	6.72
ALGr.AT	22.43	MORr.AT	7.22
TTNr.AT	37.26	COSr.AT	9.32
FTASE-40			
Ομάδα 3		Ομάδα 4	
Reuter's Code	Τιμή	Reuter's Code	Τιμή
BOAr.AT	5.34	VAL.AT	2.17
HIS.AT	5.38	HAL.AT	2.17
AKTr.AT	5.43	DOLr.AT	2.36
CHI.AT	5.66	AMCr.AT	2.37
GHB.AT	5.67	EGNr.AT	2.97
DELe.AT	5.98	EPA.AT	3.08
PALr.AT	6.13	SID.AT	3.10
HDFr.AT	6.20	MYTr.AT	3.12
HYAr.AT	6.41	WARr.AT	3.29
BARr.AT	6.50	SINr.AT	3.33
IASr.AT	7.20	EXCr.AT	3.44
HERr.AT	9.19	OLYr.AT	3.51
SEXr.AT	9.26	PERr.AT	3.65
GERr.AT	10.78	MTKr.AT	4.09
AVAr.AT	13.36	EYDr.AT	4.35
GUD.AT	13.44	HBI.AT	4.38
FOLr.AT	16.23	TELr.AT	4.63
PAPr.AT	16.26	MAIr.AT	4.97
INLr.AT	16.70	ALFr.AT	5.03
VOVr.AT	18.08	ETHr.AT	5.08

Table 12.1: Οι μετοχές του δείγματος.

	FTASE-20		FTASE-40	
	Group1	Ομάδα 2	Ομάδα 3	Ομάδα 4
Mean Spread	0.0396	0.0349	0.0739	0.0312
Spread Std. Dev.	3.48%	2.34%	8.73%	2.67%
Trade Intensity	168	85	37	47
Relative Spread	0.23%	0.58%	0.85%	0.87%
Time between trades	95	215	401	333
Average Volume	584	624	445	547
95 th Quantile of Volume	1957	2083	1325	1773
99 th Quantile of Volume	4826	5021	4678	4043

Table 12.2: Περιγραφικά Στατιστικά.

Statistics	Time Intervals									
	11-11.30	11.30-12.00	12.00-12.30	12.30-13.00	13.00-13.30	13.30-14.00	14.00-14.30	14.30-15.00	15.00-15.30	15.30-16.00
Panel A. Ουδέρα 1 op Φ(Λ)I=20; Υup > € 0.1015										
Mean Spread	0.0658	0.0441	0.0372	0.0351	0.0346	0.0343	0.0328	0.0333	0.0341	0.0350
Spread Std. Dev.	6.36%	3.43%	2.71%	2.49%	2.49%	2.49%	2.36%	2.46%	2.46%	2.46%
Trade Intensity	18	18	16	18	14	13	14	14	15	31
Spread %	0.34%	0.24%	0.21%	0.21%	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%	0.25%
Time between trades	70	96	103	110	113	118	118	118	105	55
Average Volume	487	487	493	528	544	576	576	599	611	792
95th Quantile of Volume	1653	1631	1589	1727	1892	1995	2026	1991	2104	2427
99th Quantile of Volume	4617	4284	4644	4562	4525	5258	5167	4979	5231	6326
Panel B. Ουδέρα 2 op Φ(Λ)I=20; Υup < € 0.615										
Mean Spread	0.0466	0.0359	0.0344	0.0339	0.0353	0.0321	0.0311	0.0314	0.0312	0.0372
Spread Std. Dev.	3.51%	2.29%	2.07%	2.06%	2.32%	2.01%	1.84%	1.82%	1.78%	2.07%
Trade Intensity	8	8	8	7	7	7	7	7	8	16
Spread %	0.76%	0.59%	0.57%	0.50%	0.58%	0.54%	0.52%	0.52%	0.52%	0.61%
Time between trades	96	188	219	232	246	279	282	276	287	144
Average Volume	471	466	690	549	589	596	607	734	664	709
95th Quantile of Volume	1513	1671	1804	1869	2011	2068	2226	2385	2156	2461
99th Quantile of Volume	3816	3762	10893	4988	4993	5268	4334	7184	5791	5888
Panel C. Ουδέρα 1 op Φ(Λ)I=40; Υup > € 5.21										
Mean Spread	0.1023	0.0844	0.0676	0.0680	0.0616	0.0608	0.0657	0.0638	0.0620	0.0900
Spread Std. Dev.	8.25%	7.14%	5.39%	5.18%	4.92%	4.57%	4.82%	4.69%	4.45%	12.27%
Trade Intensity	2	3	3	3	3	3	3	3	4	9
Spread %	1.15%	0.97%	0.79%	0.79%	0.72%	0.72%	0.75%	0.73%	0.71%	1.05%
Time between trades	139	283	412	447	466	536	540	524	541	273
Average Volume	370	381	381	412	496	474	490	488	459	379
95th Quantile of Volume	1191	1181	1627	1669	1752	1648	1689	1470	1300	1221
99th Quantile of Volume	4050	4437	7912	8778	7214	6653	7065	6450	4811	3274
Panel D. Ουδέρα 1 op Φ(Λ)I=40; Υup < € 5.21										
Mean Spread	0.0436	0.0355	0.0286	0.0301	0.0281	0.0281	0.0297	0.0279	0.0285	0.0334
Spread Std. Dev.	3.33%	3.31%	1.75%	2.57%	2.36%	1.67%	1.70%	1.55%	1.61%	2.36%
Trade Intensity	4	5	4	4	4	4	4	4	5	11
Spread %	1.20%	0.99%	0.81%	0.85%	0.79%	0.80%	0.84%	0.78%	0.81%	0.92%
Time between trades	147	247	337	378	395	469	449	383	390	241
Average Volume	526	512	510	505	546	550	564	560	580	567
95th Quantile of Volume	1574	1610	1728	1645	1713	1700	1979	1807	1868	2006
99th Quantile of Volume	4327	4221	4108	4082	5193	5241	4368	3965	4207	3369

Table 12.3: Περιγραφικά Στατιστικά κατά τη διάρκεια της συνεδρίασης.

Statistics	Ομάδα 1	Ομάδα 2	Ομάδα 3	Ομάδα 4
ρ	0.313	0.284	0.416	0.291
Std. Error	2.29E-03	3.12E-03	3.42E-03	2.84E-03
θ	0.00016	0.00016	0.00033	0.00016
Std. Error	1.92E-06	2.12E-06	5.76E-06	1.8E-06
κ	-0.00008	-0.00007	-0.00019	-0.00008
Std. Error	3.61E-06	2.35E-06	5.89E-06	2.07E-06
ϕ	0.008	0.007	0.014	0.006
Std. Error	8.68E-05	6.58E-05	1.83E-04	5.93E-05
Average Volume	584	624	445	547
Average Implied Spread	0.021	0.019	0.034	0.017
Average γ	36.28%	41.59%	41.76%	44.81%

Table 12.4: Εκτιμήσεις των παραμέτρων

Statistics	Time Intervals									
	11-11.30	11.30-12.00	12.00-12.30	12.30-13.00	13.00-13.30	13.30-14.00	14.00-14.30	14.30-15.00	15.00-15.30	15.30-16.00
ρ	0.290	0.294	0.301	0.296	0.314	0.299	0.300	0.311	0.308	0.331
Std. Error	0.0064	0.0066	0.0070	0.0069	0.0076	0.0073	0.0075	0.0074	0.0074	0.0074
θ	0.00023	0.00016	0.00016	0.00015	0.00015	0.00013	0.00014	0.00013	0.00012	0.00015
Std. Error	7.92E-06	5.07E-06	5.03E-06	4.92E-06	5.19E-06	4.77E-06	5.09E-06	4.32E-06	4.32E-06	4.09E-06
κ	-0.00040	-0.00008	-0.00007	-0.00007	-0.00007	-0.00007	-0.00006	-0.00004	-0.00006	-0.00008
Std. Error	1.51E-05	5.80E-06	5.30E-06	5.48E-06	6.18E-06	4.97E-06	5.92E-06	7.35E-06	5.15E-06	5.38E-06
ϕ	0.00863	0.00793	0.00756	0.00746	0.00754	0.00788	0.00746	0.00754	0.00773	0.00958
Std. Error	0.000681	0.00015	0.00013	0.00014	0.00016	0.00014	0.00017	0.00019	0.00016	0.00017
Implied Spread	0.023	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.023
γ	44.29%	35.9%	38.82%	37.20%	36.92%	33.24%	35.49%	33.06%	33.30%	37.00%
ρ	0.259	0.249	0.283	0.269	0.267	0.286	0.260	0.283	0.278	0.325
Std. Error	0.0073	0.00659	0.0073	0.0071	0.0068	0.0075	0.0071	0.0076	0.0072	0.0059
θ	0.00025	0.00021	0.00017	0.00015	0.00015	0.00015	0.00013	0.00013	0.00014	0.00016
Std. Error	6.61E-06	5.89E-06	4.99E-06	5.09E-06	4.20E-06	4.60E-06	4.15E-06	3.98E-06	4.10E-06	4.32E-06
κ	-0.00012	-0.00008	-0.00008	-0.00008	-0.00007	-0.00006	-0.00005	-0.00004	-0.00005	-0.00007
Std. Error	7.01E-06	5.71E-06	5.33E-06	4.94E-06	4.50E-06	6.03E-06	4.66E-06	4.11E-06	4.27E-06	4.34E-06
ϕ	0.00752	0.00697	0.00729	0.00713	0.00695	0.00025	0.00674	0.00657	0.00656	0.00768
Std. Error	0.00018	0.00014	0.00013	0.00013	0.00012	0.00013	0.00012	0.00012	0.00013	0.00014
Implied Spread	0.020	0.019	0.019	0.018	0.018	0.017	0.018	0.018	0.017	0.020
γ	52.28%	47.49%	46.74%	39.97%	40.78%	44.20%	38.55%	39.20%	40.51%	42.48%
ρ	0.391	0.362	0.374	0.380	0.400	0.312	0.368	0.405	0.432	0.477
Std. Error	0.0084	0.0083	0.0089	0.0090	0.0097	0.0086	0.0084	0.0087	0.0088	0.0057
θ	0.00043	0.00037	0.00029	0.00027	0.00032	0.00029	0.00030	0.00031	0.00030	0.00044
Std. Error	1.98E-05	1.77E-05	1.21E-05	1.20E-05	1.35E-05	1.12E-05	1.24E-05	1.32E-05	1.30E-05	1.36E-05
κ	-0.00030	-0.00021	-0.00017	-0.00015	-0.00017	-0.00016	-0.00015	-0.00011	-0.00013	-0.00022
Std. Error	1.94E-05	1.66E-05	1.18E-05	8.91E-06	1.13E-05	1.11E-05	1.16E-05	1.03E-05	1.06E-05	1.20E-05
ϕ	0.01482	0.01235	0.01010	0.01140	0.00934	0.01011	0.01007	0.00981	0.01021	0.01351
Std. Error	0.00048	0.00043	0.00033	0.00032	0.00029	0.00032	0.00030	0.00032	0.00030	0.00030
Implied Spread	0.035	0.031	0.026	0.028	0.025	0.026	0.029	0.029	0.027	0.036
γ	47.64%	47.05%	49.10%	44.08%	56.34%	49.05%	46.25%	47.95%	47.30%	48.13%
ρ	0.224	0.250	0.247	0.238	0.253	0.252	0.237	0.288	0.251	0.429
Std. Error	0.0075	0.0072	0.0075	0.0072	0.0078	0.0080	0.0079	0.0077	0.0079	0.0056
θ	0.00019	0.00019	0.00018	0.00014	0.00014	0.00016	0.00014	0.00015	0.00016	0.00021
Std. Error	5.90E-06	5.46E-06	4.78E-06	4.41E-06	4.50E-06	4.72E-06	4.43E-06	4.43E-06	4.61E-06	4.32E-06
κ	-0.00009	-0.00008	-0.00007	-0.00006	-0.00007	-0.00007	-0.00006	-0.00007	-0.00007	-0.00011
Std. Error	6.43E-06	5.37E-06	4.93E-06	4.12E-06	4.71E-06	5.33E-06	4.70E-06	4.34E-06	5.15E-06	4.38E-06
ϕ	0.00592	0.00558	0.00546	0.00546	0.00520	0.00555	0.00518	0.00577	0.00545	0.00765
Std. Error	0.00019	0.00015	0.00014	0.00012	0.00013	0.00014	0.00013	0.00013	0.00014	0.00012
Implied Spread	0.017	0.016	0.016	0.015	0.015	0.015	0.014	0.016	0.015	0.019
γ	52.77%	52.82%	50.42%	45.43%	51.06%	47.88%	47.22%	46.34%	49.63%	52.86%

Table 12.5: Εκτιμήσεις των παραμέτρων κατά τη διάρκεια της ημέρας.

	Ομάδα 1	Ομάδα 2	Ομάδα 3	Ομάδα 4
Panel A.				
Τιμή (Μεδίων)	13.85	6.22	6.85	3.39
Return on volatility	0.015%	0.015%	0.014%	0.014%
Panel B. 99% L-VaR				
Τιμή	0.392	0.176	0.187	0.093
Liquidity Component	0.014	0.013	0.024	0.012
L-VaR	0.406	0.190	0.210	0.104
%Liquidity Component	3.40%	7.00%	11.18%	11.19%
%Endogenous liquidity	25.28%	28.94%	28.75%	28.34%
Panel C. 95% L-VaR				
Τιμή	0.278	0.125	0.133	0.066
Liquidity Component	0.012	0.011	0.019	0.010
L-VaR	0.290	0.136	0.151	0.075
%Liquidity Component	4.09%	8.20%	12.52%	13.11%
%Endogenous liquidity	13.03%	15.49%	11.55%	15.56%

Table 12.6: Κίνδυνος της ρευστότητας.

Statistics	Time Intervals										
	11:11.30	11:30-12:00	12:00-12:30	12:30-13:00	13:00-13:30	13:30-14:00	14:00-14:30	14:30-15:00	15:00-15:30	15:30-16:00	
99% L-VaR											
$\tau_{\text{Liquidity Component}}$	0.189	0.119	0.106	0.085	0.069	0.073	0.075	0.081	0.081	0.134	
Liquidity Component L-VaR	0.018	0.013	0.013	0.013	0.013	0.012	0.013	0.011	0.011	0.016	
%Liquidity Component	8.55%	10.03%	11.97%	13.27%	16.06%	14.45%	15.29%	14.40%	13.35%	10.39%	
%Endogenous liquidity	34.50%	26.55%	28.65%	28.00%	28.27%	24.46%	29.78%	28.99%	22.39%	24.77%	
95% L-VaR											
$\tau_{\text{Liquidity Component}}$	0.133	0.084	0.075	0.060	0.040	0.052	0.053	0.057	0.057	0.095	
Liquidity Component L-VaR	0.014	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.013	
%Liquidity Component	9.51%	11.77%	12.67%	15.34%	18.54%	17.06%	17.55%	16.62%	16.82%	12.29%	
%Endogenous liquidity	17.59%	13.24%	13.37%	13.95%	14.64%	12.21%	15.69%	15.14%	9.93%	11.92%	
99% L-VaR											
$\tau_{\text{Liquidity Component}}$	0.085	0.053	0.047	0.038	0.031	0.033	0.034	0.036	0.036	0.060	
Liquidity Component L-VaR	0.010	0.007	0.004	0.005	0.003	0.006	0.007	0.005	0.003	0.015	
%Liquidity Component	15.20%	20.39%	25.84%	24.75%	28.11%	28.51%	28.29%	27.39%	26.26%	19.49%	
%Endogenous liquidity	32.75%	31.74%	41.84%	28.71%	28.28%	34.77%	33.15%	35.28%	32.52%	30.56%	
95% L-VaR											
$\tau_{\text{Liquidity Component}}$	0.060	0.038	0.034	0.027	0.022	0.029	0.024	0.026	0.026	0.043	
Liquidity Component L-VaR	0.012	0.011	0.011	0.010	0.010	0.011	0.011	0.011	0.010	0.012	
%Liquidity Component	17.08%	23.26%	24.79%	27.94%	31.80%	31.23%	30.88%	29.40%	28.95%	22.30%	
%Endogenous liquidity	17.29%	18.41%	12.98%	14.45%	14.88%	18.91%	16.45%	17.05%	16.52%	17.17%	

Statistics	Time Intervals												
	11-11-30	11-30-12-00	12-00-12-30	12-30-13-00	13-00-13-30	13-30-14-00	14-00-14-30	14-30-15-00	15-00-15-30	15-30-16-00			
99% L-VaR													
μ_{Liq}^T	0.116	0.069	0.050	0.035	0.032	0.037	0.037	0.035	0.039	0.054			
Liquidity Component	0.023	0.025	0.021	0.022	0.022	0.021	0.024	0.026	0.020	0.026			
L-VaR	0.140	0.083	0.071	0.057	0.054	0.058	0.061	0.062	0.058	0.080			
%Liquidity Component	16.72%	28.04%	29.66%	38.63%	40.48%	36.31%	39.16%	42.83%	34.53%	32.70%			
%Endogenous liquidity	25.48%	32.96%	39.26%	36.02%	42.45%	38.22%	39.58%	45.59%	31.54%	31.82%			
95% L-VaR													
μ_{Liq}^T	0.082	0.042	0.035	0.025	0.023	0.026	0.026	0.025	0.027	0.038			
Liquidity Component	0.019	0.018	0.015	0.016	0.016	0.016	0.017	0.018	0.016	0.021			
L-VaR	0.102	0.060	0.050	0.041	0.038	0.042	0.044	0.043	0.043	0.059			
%Liquidity Component	19.11%	29.91%	29.92%	39.40%	40.53%	37.31%	39.78%	41.59%	36.49%	35.83%			
%Endogenous liquidity	10.53%	13.42%	15.15%	12.31%	18.73%	16.26%	16.70%	18.95%	14.97%	16.06%			
99% L-VaR													
μ_{Liq}^T	0.058	0.029	0.025	0.017	0.016	0.018	0.018	0.017	0.019	0.027			
Liquidity Component	0.013	0.012	0.012	0.011	0.012	0.012	0.011	0.011	0.011	0.014			
L-VaR	0.070	0.042	0.037	0.028	0.028	0.030	0.029	0.029	0.030	0.040			
%Liquidity Component	17.99%	29.31%	33.32%	39.07%	42.60%	39.86%	36.34%	38.85%	36.56%	31.06%			
%Endogenous liquidity	34.65%	35.61%	36.11%	31.70%	38.02%	36.73%	32.45%	30.02%	31.85%	31.11%			
95% L-VaR													
μ_{Liq}^T	0.041	0.021	0.017	0.012	0.011	0.013	0.013	0.012	0.014	0.019			
Liquidity Component	0.010	0.010	0.010	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.012			
L-VaR	0.051	0.031	0.027	0.021	0.020	0.022	0.022	0.022	0.023	0.030			
%Liquidity Component	19.65%	31.90%	36.25%	42.53%	44.41%	41.99%	40.26%	43.27%	40.40%	38.12%			
%Endogenous liquidity	17.15%	18.60%	20.54%	16.26%	18.51%	18.00%	19.04%	17.50%	17.99%	18.30%			

Table 12.7: Κίνδυνος της ρευστότητας κατά τη διάρκεια της ημέρας.

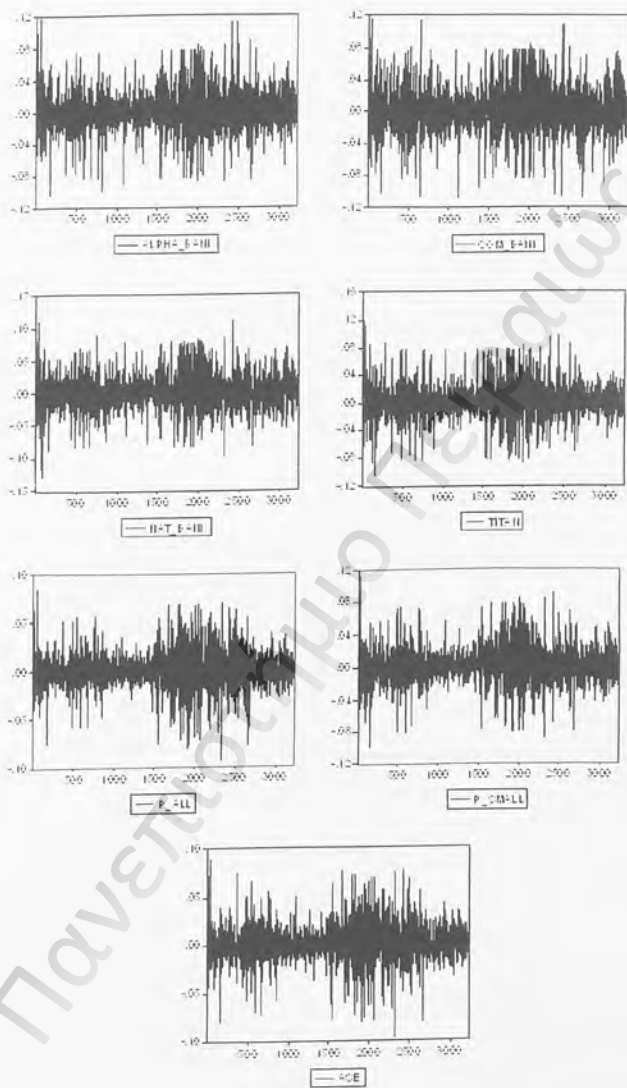


Figure F.1:

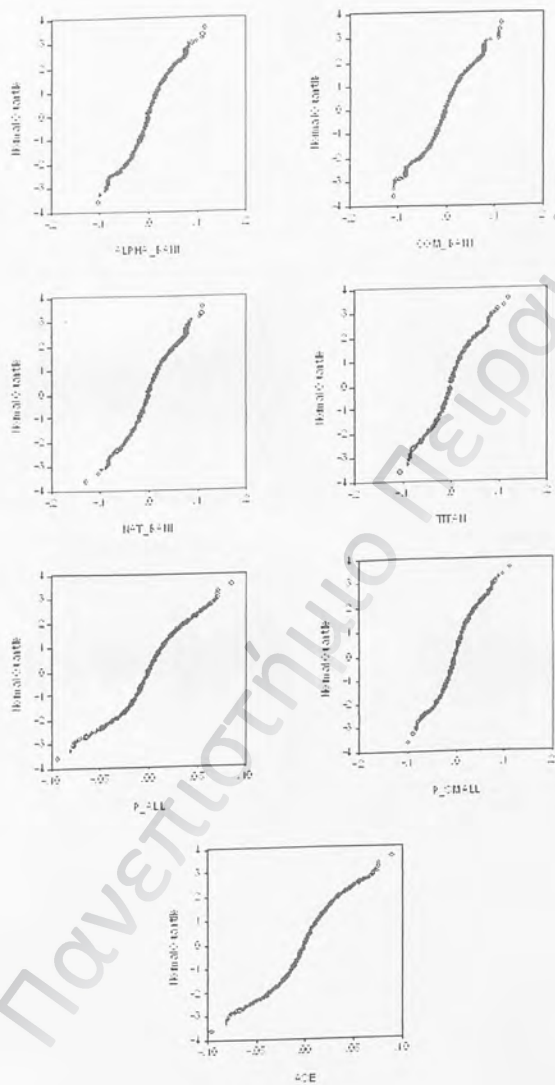


Figure F.2:

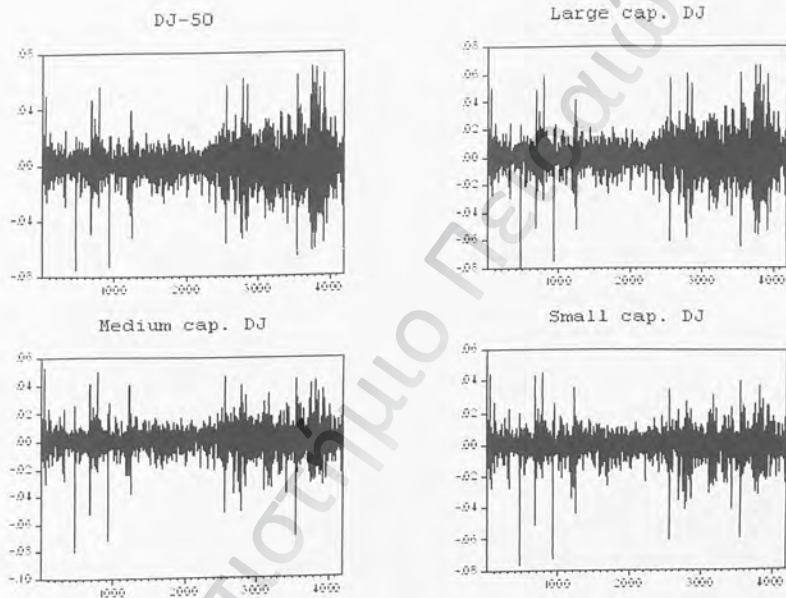


Figure G.1: -

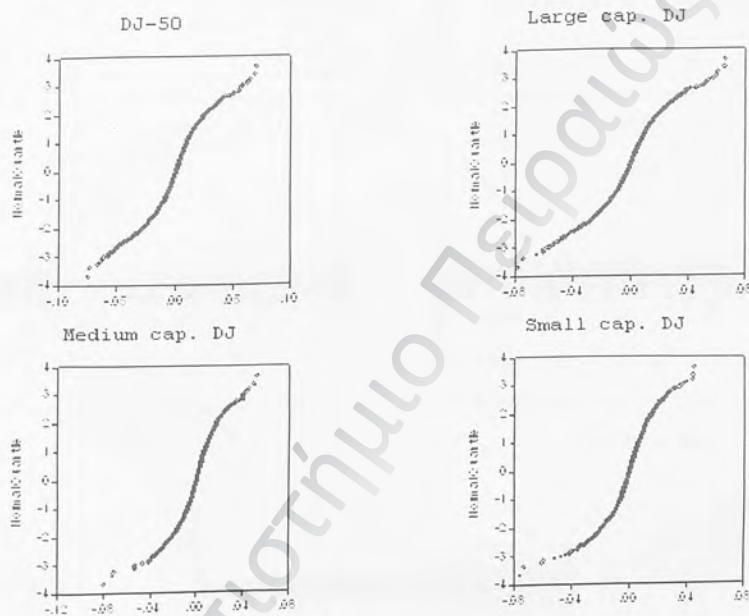


Figure G.2:

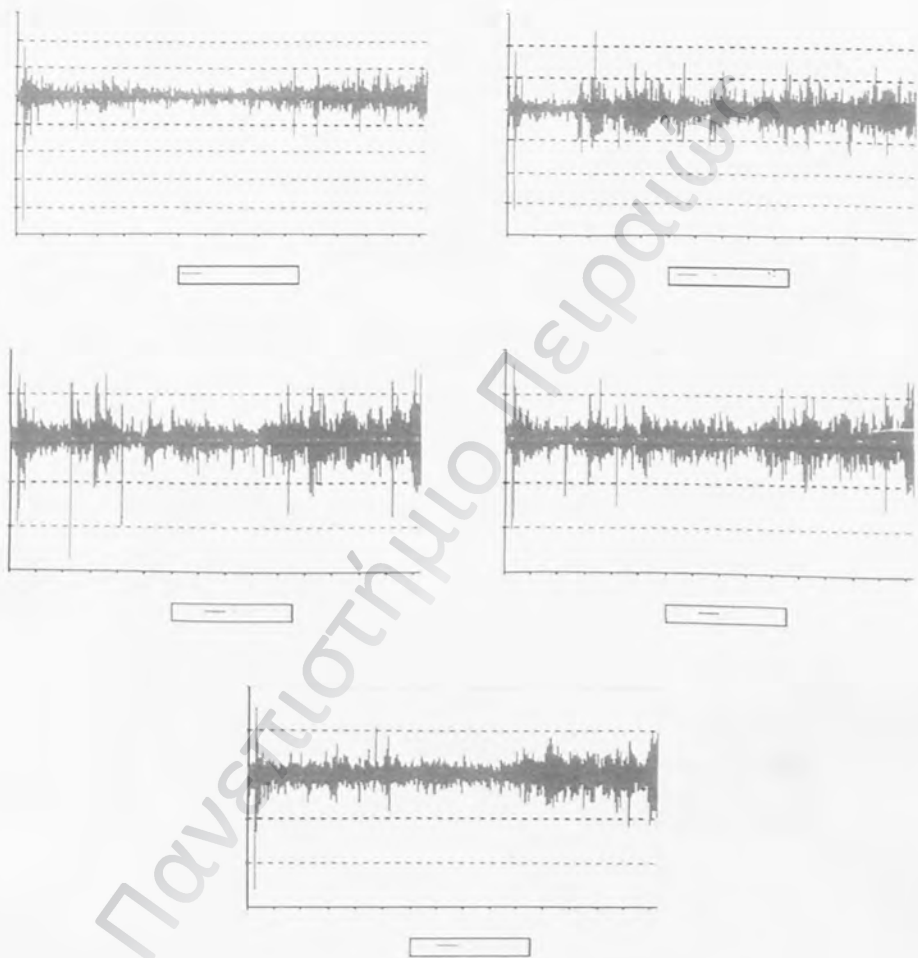


Figure H.1:

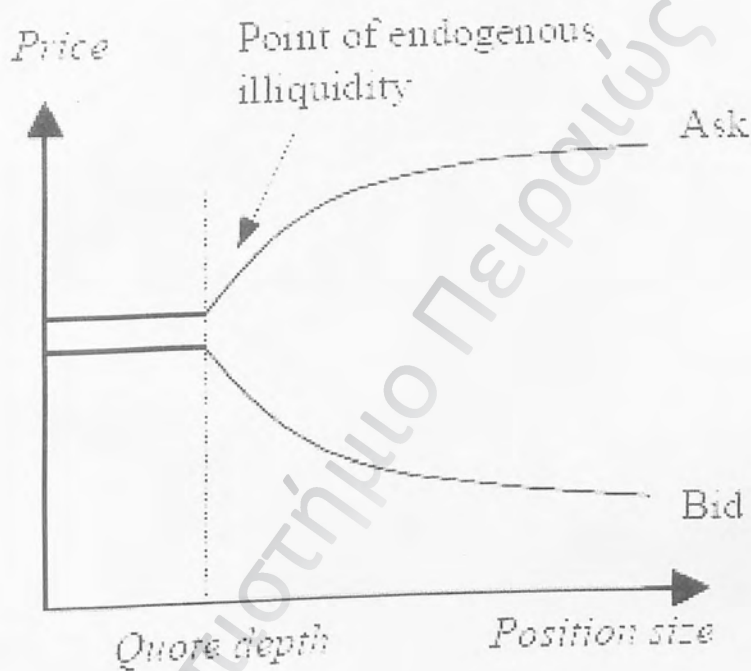


Figure 1.1: