

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ

ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΕΜΠΕΙΡΙΚΩΝ ΜΕΛΕΤΩΝ

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην απαρχή της δεκαετίας του 1920 (1922) το Χρηματιστήριο της Νέας Υόρκης (NYSE) εισήγαγε τους πρώιμους κανόνες σχετικά με τις κεφαλαιακές απαιτήσεις με στόχο την προστασία των πελατών των χρηματιστηριακών εταιριών από ακραίες μεταβολές στις τιμές αγοράς (Dale, 1996). Σύμφωνα με τους κανόνες αυτούς, τα μέλη του Χρηματιστηρίου ήταν υποχρεωμένα να τηρούν το 10% των κεφαλαίων τους σε αποθεματικά και απαιτήσεις έναντι πελατών. Το 1929, οι κεφαλαιακές απαιτήσεις μετασχηματίστηκαν σε πιο δυναμικό εργαλείο

προληπτικής αντιμετώπισης των κινδύνων καθώς συνδέθηκαν με ένα ευρύτερο φάσμα κεφαλαιακών σταθμίσεων (από 5% έως 100%), ανάλογα με τη φύση των επενδύσεων (Molinari και Kibler, 1983). Στα μέσα της δεκαετίας του 1990, η ΜΑΔΖ, έπειτα από μία σειρά διαβουλεύσεων και αλλαγών στο σχετικό θεσμικό πλαίσιο (Basel, 1996), συνδέθηκε άρρηκτα με τον υπολογισμό των κεφαλαιακών απαιτήσεων.

Την ίδια περίοδο με την εισαγωγή των μέτρων κεφαλαιακής επάρκειας στο Χρηματιστήριο της Νέας Υόρκης, η ακαδημαϊκή κοινότητα άρχισε να προβαίνει στη θεωρητική αξιολόγηση των οφελών από την διαφοροποίηση των επενδύσεων ενός χαρτοφυλακίου συναλλαγών. Οι Hardy (1923) και Hicks (1935) έθεσαν για πρώτη φορά το θεωρητικό υπόβαθρο για τα οφέλη που προκύπτουν από τη διαφοροποίηση ενός χαρτοφυλακίου συναλλαγών, κάτι που αποτέλεσε το θεμέλιο λίθο για την ανάπτυξη των πρώτων μορφών εκτίμησης της Μέγιστης Αναμενόμενης Δυνητικής Ζημίας (εφεξής ΜΑΔΖ).

Τα τελευταία χρόνια η μέθοδος της ΜΑΔΖ αποτελεί ένα πολύ χρήσιμο και δημοφιλές εργαλείο διαχείρισης του κινδύνου αγοράς και σε κάποιες περιπτώσεις του πιστωτικού κινδύνου. Οι κυριότερες αιτίες για την πρωτοκαθεδρία του υποδείγματος θα πρέπει να αναζητηθούν στην απόφαση της J.P. Morgan (1994) να παράσχει ελεύθερη πρόσβαση στις μεταβλητότητες της αγοράς της βάσης δεδομένων της RiskMetrics™, στο δυσμενές κλίμα λόγω των συνεχόμενων οικονομικών καταστροφών που οφείλονταν σε ανοιχτές θέσεις σε παράγωγα χρηματοοικονομικά προϊόντα (Procter & Gamble, Kidder Peabody, Orange County, και Barings) και στη στρατηγική απόφαση των Εποπτικών Αρχών των κεντρικών τραπεζών να αποδεχτούν τη χρήση της ΜΑΔΖ για τον υπολογισμό των ελάχιστων κεφαλαιακών απαιτήσεων που καλούνται να διατηρούν τα πιστωτικά ιδρύματα.

Το θεωρητικό υπόβαθρο των παραδοσιακών μεθόδων της ΜΑΔΖ, όπως αυτό έχει διαμορφωθεί τα τελευταία χρόνια, έχει επηρεαστεί, εν πολλοίς, από τη θεωρία χαρτοφυλακίου, τη θεωρία διαχείρισης κινδύνου και τις εξελίξεις στην αποτίμηση των παράγωγων χρηματοοικονομικών προϊόντων. Σύμφωνα με τις σύγχρονες εξελίξεις στη διαχείριση χρηματοοικονομικών

κινδύνων, η μεθοδολογία της ΜΑΔΖ δε μπορεί να διαχωριστεί από το πλαίσιο της ολοκληρωμένης παρακολούθησης των χρηματοοικονομικών κινδύνων (ενιαία αντιμετώπιση του πιστωτικού κινδύνου, του κινδύνου αγοράς και του λειτουργικού κινδύνου) και του αντίστοιχου υπολογισμού του δείκτη κεφαλαιακής επάρκειας των πιστωτικών ιδρυμάτων. Από την άλλη πλευρά, προκειμένου να υλοποιηθεί η ολοκληρωμένη αντιμετώπιση των χρηματοοικονομικών κινδύνων είναι αναγκαίο, εκτός από τη σαφή και αναλυτική γνώση των επιμέρους διαδικασιών, θεωριών και πρακτικών οι οποίες συνθέτουν τον κίνδυνο αγοράς, να υπάρξουν ενδείξεις, όπως αυτές εμφανίζονται στις εμπειρικές μελέτες, για την καταλληλότητα των υποδειγμάτων.

2 ΚΛΑΣΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ

Παρά το πλήθος των πρώτερων θεωρητικών αναζητήσεων και παρεμβάσεων, η αναλυτική τεκμηρίωση επιτεύχθηκε από τον Leavens (1945) ο οποίος παρέθεσε ένα ποσοτικό παράδειγμα που αναφέρεται στην πιθανολογική απόσταση μεταξύ των πιθανών κερδών και των πιθανών ζημιών. Ο Leavens εξέτασε ένα χαρτοφυλάκιο το οποίο αποτελούνταν από δέκα (10) ομόλογα με διαφορετική διάρκεια μέχρι τη λήξη και ανεξάρτητες πιθανότητες πτώχευσης. Η ανωτέρω μέτρηση υπήρξε ο πρώτος υπολογισμός της ΜΑΔΖ, παρότι δεν εκφράστηκε με αυτόν τον όρο (Holton, 2003).

Ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες (ίσως ο σημαντικότερος) στην εκτίμηση της συνολικής ΜΑΔΖ είναι η εκτίμηση του κινδύνου των προϊόντων σταθερού εισοδήματος. Κινούμενος προς τη μέτρηση αυτού του κινδύνου, ο Macaulay (1938) προσδιόρισε τον όρο 'διάρκεια', ο οποίος χρησιμοποιήθηκε μετέπειτα για την εκτίμηση της ΜΑΔΖ των ομολόγων, ως ένα περιγραφικό μέτρο για τον κίνδυνο και τη συμπεριφορά των ομολόγων. Το μέτρο αυτό λαμβάνει υπόψη του τη μέση σταθμισμένη χρονική διάρκεια μέχρι τη λήξη, σύμφωνα με την εμφάνιση όλων των χρηματικών ροών και όχι μόνο του αρχικού κεφαλαίου. Έτσι η 'διάρκεια' (εφεξής διάρκεια) παρέχει περισσότερη πληροφόρηση από τη διάρκεια μέχρι τη λήξη, καθώς η

δεύτερη διατηρεί άρρηκτη σχέση με το χρονικό σημείο στο οποίο σταματούν να λαμβάνονται οι χρηματικές ροές από το ομολόγο. Η έννοια της διάρκειας προσπαθεί να συνδέσει τη μεταβλητότητα της τιμής του ομολόγου με τις αλλαγές στην αξία ενός χαρτοφυλακίου χρεογράφων σταθερού εισοδήματος. Αρχικά, η παραπάνω σχέση επισημάνθηκε από τους Hicks (1939) και Samuelson (1945), και τέθηκε σε ένα διαφορετικό πλαίσιο από τον Fisher (1966) και τους Fisher & Weil (1971). Έκτοτε, η διάρκεια αποτελεί την κυριότερη προσέγγιση του κινδύνου επιτοκίου στο πλαίσιο της ανάλυσης των τίτλων σταθερών αποδόσεων.

Παρόλο που οι Hicks (1939) και Samuelson (1945) επικεντρώθηκαν στη διάρκεια ως ένα μέτρο εκτίμησης της ελαστικότητας της απόδοσης του ομολόγου, την εξίσωσαν, επίσης, με τη 'μέση (χρονική) διάρκεια', κάτι που είναι συμβατό με το πνεύμα που αντιπροσώπευε ο Macaulay (1938). Ο Hicks (1939) σημείωσε ότι το μέτρο της διάρκειας, παρόλο που είναι μια μορφή μέτρησης της ελαστικότητας, απαλλαγμένης από οποιουδήποτε είδους μονάδες μέτρησης, είναι συνυφασμένο με το εύρος της μέσης χρονικής διάρκειας των χρηματικών ροών.

Παρά την σύγχρονη ερμηνεία που της αποδίδεται ως η αρνητική ελαστικότητα της τιμής του ομολόγου σε σχέση με τις αλλαγές που τελούνται στα επιτόκια, η οπτική που τη θέλει να μετράται και σε όρους χρονικών περιόδων, τονίζεται από πολλούς άλλους συγγραφείς (Fabozzi, 1996; Fabozzi, 1997; Haugen, 1997 και Sharpe et al., 1999).

Η διαχείριση του κινδύνου αγοράς έχει πολλές διαστάσεις και αφορά πολλούς τύπους αποφάσεων. Η πιο σημαντική, ίσως, απόφαση που καλούνται να λάβουν οι διαχειριστές χαρτοφυλακίων είναι η επιλογή μεταξύ εναλλακτικών χαρτοφυλακίων (Markowitz, 1952). Αυτό επιτυγχάνεται είτε με τη μεταβολή της σύνθεσης του ήδη υπάρχοντος χαρτοφυλακίου, μέσω της πώλησης, αγοράς ή αλλαγής της σχετικής βαρύτητας κάποιας θέσης, είτε με την αντιστάθμιση του ανοίγματος (Dowd, 1999). Προκειμένου όμως να ληφθεί οποιαδήποτε από τις παραπάνω δράσεις είναι απαραίτητη η αναγνώριση της φύσης του κινδύνου αγοράς.

Η αξιολόγηση των κινδύνων που ενέχουν οι ανοιχτές θέσεις και η αντίστοιχη επιβράβευση των χαρτοφυλακίων που εμφανίζουν τους μικρότερους κινδύνους, αποτέλεσαν κεντρικό θέμα της διεθνούς βιβλιογραφίας. Στο πλαίσιο αυτό, η θεωρία χαρτοφυλακίου (Markowitz, 1952) διακρίνει μεταξύ των αποτελεσματικών και μη αποτελεσματικών χαρτοφυλακίων, μέσα από το πρίσμα των ορθολογικών επιλογών των επενδυτών (Markowitz, 1999). Από την άλλη πλευρά, η ΜΑΔΖ προσφέρει τα απαραίτητα εργαλεία για τη αξιολόγηση και επιβράβευση, σε όρους κεφαλαιακής ελάφρυνσης, των χαρτοφυλακίων που επιδεικνύουν μικρότερη επικινδυνότητα.

Η ΜΑΔΖ έχει επηρεαστεί, άμεσα ή έμμεσα, από κάποια στοιχεία της θεωρίας χαρτοφυλακίου (Markowitz, 1952). Παρά το γεγονός ότι ο Markowitz θεωρείται ο πατέρας της παραπάνω θεωρίας, ο Roy (1952) θα μπορούσε να διεκδικήσει παρόμοια αναγνώριση αφού ταυτόχρονα με τον Markowitz (1952) τεκμηρίωσε τη σχέση κινδύνου – απόδοσης.

Ο Garbade (1986) ανέπτυξε πολύπλοκες μεθόδους υπολογισμού της μέγιστης αναμενόμενης δυνητικής ζημιάς της αγοράς χρεογράφων των Η.Π.Α. με σκοπό να αξιολογήσει την κεφαλαιακή απαίτηση της Bankers Trust Cross Markets Research Group. Το υπόδειγμα που χρησιμοποίησε ο Garbade (1986) βασίστηκε στην ελαστικότητα της τιμής του κάθε ομολόγου σε σχέση με τις αλλαγές που λαμβάνουν χώρα στην απόδοση ("value of a basis point"). Ο ίδιος το 1987 επέκτεινε την εργασία του, εισάγοντας ένα σχήμα ομαδοποίησης το οποίο επέτρεψε την ομαδοποίηση μεγάλων ομάδων ομολόγων σε σχέση με κάποιο αντιπροσωπευτικό ομόλογο αναφοράς.

Τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα και οι εποπτικές αρχές έχουν εμπλακεί σε μία αέναη συζήτηση για το κατά πόσο η ΜΑΔΖ είναι η καταλληλότερη μέθοδος για τη μέτρηση του κινδύνου αγοράς. Εφόσον επί του παρόντος δεν υπάρχει εναλλακτική τεχνική μέτρησης του κινδύνου αγοράς, η προβληματική εστιάζεται στο ποια από τις προσεγγίσεις της ΜΑΔΖ θεωρείται βέλτιστη. Από την οπτική γωνία των εποπτικών αρχών, η ΜΑΔΖ μπορεί να υπολογισθεί σύμφωνα με τις εναλλακτικές προσεγγίσεις που προσφέρουν τα νομικά κείμενα της Βασιλείας, της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (τυποποιημένη μέθοδος ή μέθοδος εσωτερικών υποδειγμάτων) ή

των εποπτικών αρχών των Η.Π.Α. (SEC) και του Ηνωμένου Βασιλείου (Securities and Futures Authority), ανάλογα με τη δικαιοδοσία κάτω από την οποία δραστηριοποιούνται τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα (βλέπε Dimson και Marsh, 1995 για μια πιο εκτεταμένη αναφορά στις προαναφερθείσες μεθόδους υπολογισμού των κεφαλαιακών απαιτήσεων).

Ακόμα και στο επίπεδο των εσωτερικών υποδειγμάτων, δεν υπάρχει μια γενικώς αποδεκτή μέθοδος μέτρησης της ΜΑΔΖ η οποία να είναι ανεξάρτητη από τη σύνθεση του χαρτοφυλακίου. Παρά την έντονη προβληματική, ελάχιστες μελέτες έχουν εκπονηθεί πάνω σε αυτό το θέμα. Αποτελώντας μια από τις ελάχιστες εξαιρέσεις, η μελέτη των Jackson et al. (1998) συγκρίνει την αποδοτικότητα ενός αριθμού εναλλακτικών εσωτερικών υποδειγμάτων εκτίμησης της ΜΑΔΖ, χρησιμοποιώντας ιστορικά στοιχεία ενός πραγματικού χαρτοφυλακίου ενός πιστωτικού ιδρύματος, χωρίς να εξάγει καθολικά συμπεράσματα.

Οι Christoffersen et al. (1998) εξέτασαν την ΜΑΔΖ των ημερήσιων αποδόσεων του S&P500, εκτιμώντας τη διακύμανση με την προσέγγιση της RiskMetrics™, του Γενικευμένου Αυτοπαλίνδρομου υπό Συνθήκη Ετεροσκεδαστικού Υποδείγματος (ΓΑΥΣΕΥ–GARCH) και της τεκμαρτής μεταβλητότητας. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως οι δύο τελευταίες προσεγγίσεις παράγουν σχεδόν τα ίδια αποτελέσματα για βραχυχρόνιες εκτιμήσεις της μεταβλητότητας.

Οι Alexander και Leigh (1997) παρείχαν μια ανάλυση της σχετικής αποτελεσματικότητας των εκτιμητών της μεταβλητότητας που παράγονται από τη χρήση της ισοσταθμισμένης διακύμανσης, του εκθετικά σταθμισμένου κινητού μέσου και του Γενικευμένου Αυτοπαλίνδρομου υπό Συνθήκη Ετεροσκεδαστικού Υποδείγματος (ΓΑΥΣΕΥ – GARCH). Τα αποτελέσματα κατέδειξαν την ανωτερότητα του ισοσταθμισμένου εκτιμητή, ενώ η μέθοδος του εκθετικά σταθμισμένου κινητού μέσου επέδειξε την ελάχιστη αποτελεσματικότητα.

Ένα άλλο θέμα που μελετάται από τη διεθνή βιβλιογραφία αποτελεί η αναζήτηση του κατά πόσο οι αποδόσεις των χρηματοοικονομικών μεταβλητών μπορούν να αναπαρασταθούν αποτελεσματικά από την κανονική κατανομή ή, πιο συγκεκριμένα, του κατά πόσο οι

μεταβλητές αυτές αναδεικνύουν χαρακτηριστικά παχιών ουρών. Οι παχιές ουρές οδηγούν κατά κανόνα σε υποεκτίμηση της πραγματικής ΜΑΔΖ. Ο Jorion (1996) παρέχει το γενικευμένο πλαίσιο εκτίμησης της ΜΑΔΖ, απαλλαγμένο από υποθέσεις για την κατανομή που ακολουθούν οι αποδόσεις των παραγόντων κινδύνου, περιγράφοντας, ταυτόχρονα, τα χαρακτηριστικά των κατανομών που παρουσιάζουν παχιές ουρές.

Τα υποδείγματα υπολογισμού της ΜΑΔΖ έχουν επαρκώς αναλυθεί σε όλο τους το εύρος από τους Duffie και Pan (1997). Αν και τα περισσότερα διαδεδομένα υποδείγματα υποθέτουν ότι οι ημερήσιες μεταβολές ακολουθούν κανονική κατανομή, η υπόθεση αυτή απέχει κατά πολύ από την πραγματικότητα καθώς οι ημερήσιες μεταβολές σε πολλές μεταβλητές (ειδικά στις νομισματικές ισοτιμίες) επιδεικνύουν έντονη θετική κύρτωση (Hull και White, 1998a). Αυτό υπονοεί πως η κατανομή πιθανότητας αυτών των μεταβολών έχουν παχιές ουρές, κάτι που προκαλεί τα ακραία γεγονότα να συμβαίνουν σε πολύ μεγαλύτερη συχνότητα απ' ό τι θα αναμενόταν σύμφωνα με την κανονική κατανομή.

Οι Duffie και Pan (1997) υποδεικνύουν τις ασυνέχειες στις τιμές των μεταβλητών και τη στοχαστική μεταβλητότητα ως τις πιθανές αιτίες της κύρτωσης. Επιπλέον, υποστήριξαν ότι σε ένα υπόδειγμα που χαρακτηρίζεται από ασυνέχειες, η κύρτωση είναι μειωτική συνάρτηση του χρονικού ορίζοντα εκτίμησης της ΜΑΔΖ, ενώ η στοχαστική μεταβλητότητα είναι θετική συνάρτηση του χρονικού ορίζοντα εκτίμησης της ΜΑΔΖ.

Ο Li (1999) έδειξε τον τρόπο με τον οποίο η ασυμμετρία και η κύρτωση των κατανομών μπορούν να συμπεριληφθούν στη δομή του διαστήματος εμπιστοσύνης. Πιο συγκεκριμένα, απέδειξε πως το τελικό αποτέλεσμα του διαστήματος εμπιστοσύνης είναι συνάρτηση της κύρτωσης, της ασυμμετρίας και της τυπικής απόκλισης. Έτσι, κατά τον Li (1999), το μήκος του διαστήματος εμπιστοσύνης συνδέεται θετικά με την κύρτωση και αρνητικά με την απόλυτη τιμή της ασυμμετρίας.

Συμπερασματικά, από τη βιβλιογραφία τεκμαίρεται ότι, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο της διακύμανσης – συνδιακύμανσης, η μήτρα συσχετίσεων μπορεί να ανανεωθεί σύμφωνα με τις συνθήκες που επικρατούν κάθε φορά στην αγορά. Αυτό επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας την προσέγγιση του εκθετικά σταθμισμένου κινητού μέσου ή την προσέγγιση ΓΑΥΣΕΥ. Αντίθετα, το μειονέκτημα της μεθόδου διακύμανσης – συνδιακύμανσης είναι ότι οι μεταβλητές υποτίθεται ότι κατανέμονται σύμφωνα με την κανονική κατανομή, κάτι που έχει ως αποτέλεσμα να μη λαμβάνει υπόψη της φαινόμενα ασυμμετρίας, κύρτωσης και μη-γραμμικής συσχέτισης μεταξύ των μεταβλητών.

Η μέθοδος της ιστορικής προσομοίωσης αφορά την προσομοίωση των πιθανών μελλοντικών τιμών με βάση την ιστορική συμπεριφορά των μεταβλητών και όχι την προσομοίωση του παρελθόντος όπως υπονοεί η ονομασία της. Παρόλα αυτά, για συμβατικούς λόγους έμεινε η ορολογία *ιστορική προσομοίωση*. Η μέθοδος της ιστορικής προσομοίωσης (Kuester et al., 2003; Barone-Adesi et al., 1999; Boudoukh et al., 1998; Hull & White, 1998a & 1998b) έχει το πλεονέκτημα ότι αντικατοπτρίζει πλήρως οποιαδήποτε υποκείμενη κατανομή των παραγόντων κινδύνου αγοράς, ενώ το κύριο μειονέκτημα της παραδοσιακής μορφής της ιστορικής προσομοίωσης είναι η μη ενσωμάτωση των σύγχρονων εξελίξεων στη μεταβλητότητα των παραγόντων κινδύνου.

Η απλούστερη προσέγγιση και ερμηνεία της ΜΑΔΖ σύμφωνα με τη μέθοδο της ιστορικής προσομοίωσης έχει παρασχεθεί από τους Kuester et al. (2003) οι οποίοι την ορίζουν ως το n -οστό στοιχείο μιας ταξινομημένης χρονολογικής σειράς το οποίο αντιστοιχεί στο προκαθορισμένο επίπεδο εμπιστοσύνης.

Οι Hull και White (1998b) προτείνουν μια προσέγγιση (HW) η οποία βασίζεται στην ιστορική προσομοίωση. Αυτή έχει να κάνει με τη μετατροπή οποιασδήποτε κατανομής, η οποία ορίζεται πλήρως από την ιστορική προσομοίωση, σε τυπική κανονική κατανομή. Η μετατροπή αυτή ορίζεται έτσι ώστε το X -ποσοστημόριο της υποκείμενης κατανομής να αντιστοιχίζεται στο X -ποσοστημόριο της τυπικής κανονικής κατανομής. Η μεθοδολογία, η οποία προσπαθεί να

γεφυρώσει το χάσμα μεταξύ της μεθόδου διακύμανσης – συνδιακύμανσης και αυτής της ιστορικής προσομοίωσης, εμφανίζει ικανοποιητικά αποτελέσματα για ένα σύνολο δώδεκα νομισμάτων. Με άλλα λόγια, οι Hull και White (1998b) εφαρμόζουν την ιστορική προσομοίωση, επιτρέποντας την ενσωμάτωση της επικαιροποιημένης μεταβλητότητας. Όταν η κατανομή πιθανότητας μιας μεταβλητής σταθμίζεται με την εκτιμημένη τρέχουσα μεταβλητότητα, που αντιστοιχεί στην περίοδο που καλύπτεται από τα χρησιμοποιούμενα ιστορικά στοιχεία¹, η κατανομή που προκύπτει είναι προσεγγιστικά στάσιμη.

Η μέθοδος HW είναι προέκταση της παραδοσιακής μορφής της ιστορικής προσομοίωσης. Ο νεωτερισμός της έγκειται στη στάθμιση των πραγματικών ιστορικών ποσοστιαίων μεταβολών των παραγόντων κινδύνου, οι οποίοι εμπλέκονται στην εκτίμηση της MAΔZ, με την τρέχουσα μεταβλητότητα ώστε να αντικατοπτρίζεται η αναλογία της τρέχουσας μεταβλητότητας σε σχέση με τη μεταβλητότητα που επικρατούσε την ημερομηνία της παρατήρησης της τιμής της μεταβλητής. Στη συνέχεια υπολογίζεται η MAΔZ με τη χρήση των τροποποιημένων δεδομένων. Λόγου χάρη, αν η πραγματική τιμή X_{t-n} που παρατηρήθηκε στο χρονικό σημείο $t-n$ αντιστοιχούσε σε μεταβλητότητα σ_{t-n} και η τρέχουσα εκτιμημένη μεταβλητότητα είναι σ_t τότε η νέα τροποποιημένη τιμή θα προκύψει από τη στάθμιση της παρελθούσας τιμής με το λόγο σ_t / σ_{t-n} .

Οι διαχειριστές κινδύνου προσπαθούν να αντιμετωπίσουν τη στοχαστική μεταβλητότητα είναι με την αντιστοίχιση μεγαλύτερων σταθμίσεων στις πιο πρόσφατες παρατηρήσεις σε σχέση με τις παρατηρήσεις οι οποίες είναι πιο απομακρυσμένες στο παρελθόν. Έτσι, πέραν της μεθοδολογίας της RiskMetrics™, οι Boudoukh, Richardson και Whitelaw (1998) πρότειναν μια παρόμοια μεθοδολογία (BRW) για την τροποποίηση της κλασικής ιστορικής προσομοίωσης. Σύμφωνα με αυτήν την πρόταση, η στάθμιση που αποδίδεται στην τιμή που παρατηρείται τη

¹ Για παράδειγμα αν η ημερήσια τρέχουσα μεταβλητότητα εκτιμάται ότι είναι 1%, ενώ η ίδια μεταβλητότητα προ τριών (3) μηνών ήταν 0,5%, τα παρελθόντα δεδομένα υποεκτιμούν τις αλλαγές που θα περιμέναμε να δούμε. Το αντίθετο συμβαίνει όταν η τρέχουσα μεταβλητότητα είναι μικρότερη της παρελθούσας μεταβλητότητας.

χρονική στιγμή $t-n-1$ είναι i φορές μεγαλύτερη της στάθμησης που αποδίδεται στην παρατήρηση του χρονικού σημείου $t-n$ ($0 < i < 1$).

Σύμφωνα με τη μέθοδο BRW, είναι απαραίτητη η ταξινόμηση των παρατηρήσεων σε όλο το μήκος του δείγματος, αρχίζοντας από τη μικρότερη. Στη συνέχεια αθροίζονται οι σταθμίσεις που αντιστοιχούν στις παρατηρήσεις έως ότου προσεγγιστεί το απαιτούμενο ποσοστημόριο της κατανομής πιθανότητας (π.χ. 1%, 5% κτλ.). Οι Boudoukh, Richardson, and Whitelaw (1998) κατάφεραν να υπερκεράσουν το πρόβλημα της ομαδοποιημένης εμφάνισης των γεγονότων που παρατηρούνται στις ουρές. Αντίθετα, οι παρατηρήσεις εμφανίζονται τυχαία κατανομημένες κατά την περίοδο παρατήρησης. Παρόλα αυτά, η μέθοδος δέχτηκε οξεία κριτική από τους Hull και White (1998b) οι οποίοι εξέφρασαν την άποψη πως μια αλληλουχία από ασυνήθιστα μεγάλες μεταβολές (θετικές ή αρνητικές) θα προκαλέσει φαινόμενα ασυμμετρίας (αριστερά ή δεξιά) στην προβλεπόμενη κατανομή.

Οι Hull και White (1998b) έλεγξαν την αποδοτικότητα της παραδοσιακής ιστορικής προσομοίωσης, της μεθόδου Boudoukh, Richardson, και Whitelaw και της μεθόδου Hull και White, χρησιμοποιώντας ημερήσια στοιχεία εννέα (9) ετών για δώδεκα (12) διαφορετικές συναλλαγματικές ισοτιμίες και πέντε (5) διαφορετικούς μετοχικούς δείκτες. Τα συγκριτικά αποτελέσματα ανέδειξαν την ανωτερότητα της μεθόδου HW έναντι της μεθόδου BRW αναφορικά με όλες τις χρονολογικές σειρές που εξετάστηκαν και έναντι της μεθόδου της παραδοσιακής ιστορικής προσομοίωσης για τις επενδύσεις σε νομίσματα.

Οι μέθοδοι της ιστορικής προσομοίωσης βασίζονται σε πραγματικά δεδομένα του παρελθόντος για να δημιουργήσουν ένα φάσμα μελλοντικών τιμών και σε καμία περίπτωση δεν κάνουν πρόβλεψη κάποιας συγκεκριμένης μελλοντικής τιμής. Η επιλογή σεναρίων διαφέρει σημαντικά από την πρόβλεψη μιας συγκεκριμένης μελλοντικής τιμής. Η πρόβλεψη αποτελεί εκτίμηση ότι κάποιο συγκεκριμένο σενάριο θα συμβεί και, επομένως, η ακρίβεια αποτελεί αναπόσπαστο συστατικό της. Παρόλα αυτά, δεν είναι εύκολο να προβλεφθεί ένα συγκεκριμένο γεγονός στο μέλλον καθώς μπορεί να διαφοροποιείται σημαντικά από τις παρελθοντικές τιμές. Στο

πλαίσιο αυτό είναι απαραίτητη η χρήση μεθόδων για την εκτίμηση του εύρους των πιθανολογούμενων μελλοντικών τιμών. Καθώς οι παράγοντες που επηρεάζουν τις μελλοντικές τιμές δεν είναι μόνο πολυπληθείς αλλά και η σχέση τους με τις μελλοντικές τιμές των παραγόντων κινδύνου χαρακτηρίζεται από ασάφεια και αστάθεια, συχνά επιλέγεται η χρήση τυχαίων μεταβλητών για την προσομοίωση του μελλοντικού εύρους τιμών. Η ευρύτερα χρησιμοποιούμενη μέθοδος για τη δειγματοληψία ενός μεγάλου αριθμού τυχαίων σεναρίων από ένα υπόδειγμα είναι η μέθοδος Monte Carlo (MC).

Η προσομοίωση MC αποτελεί μια στοχαστική διαδικασία η οποία περιγράφεται ως μια μέθοδος στατιστικής προσομοίωσης. Ο όρος 'στοχαστική διαδικασία' απηχεί τη χρήση τυχαίων αριθμών από την μέθοδο, η οποία συνεπικουρούμενη από τα κατάλληλα στατιστικά εργαλεία επιχειρεί να απαντήσει σε ορισμένα πολύπλοκα προβλήματα (βλέπε Παράρτημα).

Στα τέλη της δεκαετίας του 1940, το προσωπικό στο εθνικό ερευνητικό εργαστήριο του Los Alamos των Η.Π.Α. προγραμμάτισε τους πρώιμους ηλεκτρονικούς υπολογιστές που διέθετε κατά τρόπο ώστε να δημιουργούνται τυχαίοι συνδυασμοί μεταξύ των μεταβλητών, προκειμένου να επιτευχθεί η προσομοίωση ενός φάσματος πιθανών επιπτώσεων από πυρηνικές εκρήξεις. Έκτοτε, η μέθοδος, η οποία ονομάστηκε προσομοίωση Monte Carlo, χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να βρεθούν διαφορετικοί τρόποι εκτίμησης της πιθανότητας εμφάνισης κάποιου γεγονότος ή κάποιας ομάδας γεγονότων. Η εν λόγω μέθοδος εφαρμόζεται τόσο σε προβλήματα με έμφυτη πιθανοκρατική δομή όσο και σε αυτά τα οποία δεν επιδεικνύουν τέτοιου είδους δομή. Με άλλα λόγια, η προσομοίωση Monte Carlo αφορά την εύρεση του μεγέθους ενός χώρου M διαστάσεων μέσω της εκτίμησης N τυχαίων σημείων, με περίπου ίσες αποστάσεις μεταξύ τους, μέσα σε αυτό το χώρο.

Η προσομοίωση MC χρησιμοποιήθηκε, έμμεσα, άτυπα ή εν αγνοία των επιστημόνων, κατά τη διάρκεια των αιώνων, ως είδος στατιστικής προσομοίωσης ώστε να δοθούν αξιόπιστες απαντήσεις σε πολύπλοκα προβλήματα. Μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο η μέθοδος άρχισε να κερδίζει καθολική αναγνώριση και ευρύτατη εφαρμοσιμότητα καθώς η χρήση των

ηλεκτρονικών υπολογιστών ενίσχυσε την εισαγωγή μαθηματικών μεθόδων οι οποίες εμπλέκουν τυχαίους αριθμούς, καθιστώντας την αναπόσπαστο κομμάτι του σχεδιασμού πυρηνικών αντιδραστήρων, της ακτινοθεραπείας του καρκίνου, της ρύθμισης της κυκλοφορίας των μέσων μεταφοράς, της εξόρυξης πετρελαίου, της μελέτης των άστρων, της οικονομετρίας και της πρόβλεψης χρηματοοικονομικών γεγονότων.

Η γέννηση της ονομασίας θα πρέπει να πιστωθεί στον Πολωνό μαθηματικό Stanislaw Ulam το 1946, ο οποίος στοιχημάτισε για τις πιθανότητες που είχε να κερδίσει στην πασιέντζα, κάνοντας ένα ορισμένο πλήθος προσπαθειών. Ο Nicholas Metropolis ονόμασε την μέθοδο Monte Carlo καθώς στην ομώνυμη πόλη στεγάζεται πλήθος τυχερών παιγνίων. Κατά μία παρεμφερή εκδοχή στη μέθοδο αποδόθηκε το όνομα Monte Carlo καθώς ο Ulam είχε κάποιο θείο ο οποίος συχνά δανείζονταν χρήματα από τους συγγενείς του για να πηγαίνει στο καζίνο και να στοιχηματίζει στη ρουλέτα (Peterson, 1998).

Παρότι η αντιστοίχιση των μεθόδων MC με τυχερά παίγνια είναι πολύ εύστοχη, η προσομοιώσεις αυτού του είδους δεν έχουν να κάνουν με στοιχήματα αλλά με την επίλυση πραγματικών προβλημάτων, τα οποία είναι πολύ δύσκολο να επιλυθούν με συμβατικές μεθόδους. Σε πολλές εφαρμογές της μεθόδου, δε χρειάζεται, καν, να γραφεί η διαφορική εξίσωση που περιγράφει το πρόβλημα. Στην πραγματικότητα το μόνο που χρειάζεται είναι η αναπαράσταση της κατανομής πυκνότητας-πιθανότητας από την οποία θα αντληθούν οι τυχαίοι αριθμοί. Σε προβλήματα που σχετίζονται με την οικονομική ή χρηματοοικονομική θεωρία συνήθως υποθέτουμε ότι η τυχαίοι αριθμοί αντλούνται από την ομοιόμορφη κατανομή.

Παρά τη μεγάλη διάδοσή της, η μέθοδος MC συχνά δεν διακρίνεται για την αποτελεσματική διαχείριση του διαθέσιμου χρόνου καθώς απαιτεί την επί μακρόν εμπλοκή πολλών τεχνολογικών και ανθρώπινων πόρων. Εξαιτίας τούτου τα πιστωτικά ιδρύματα και οι ασφαλιστικοί οργανισμοί δυσκολεύονται να συμπεριλάβουν τις εκατοντάδες ανοιχτές θέσεις τους, οι οποίες συχνά αποτελούνται από παράγωγα χρηματοοικονομικά μέσα (δικαιώματα

προαίρεσης, συμβάσεις ανταλλαγής, δικαιώματα προαίρεσης σε συμβάσεις ανταλλαγής κτλ.), στον μηχανισμό υπολογισμού της MADZ ο οποίος διεξάγεται με την μέθοδο της προσομοίωσης MC.

Για το λόγο αυτό αναπτύχθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν τροποποιητικές μεθοδολογίες ώστε να καταστεί η μέθοδος περισσότερο αποτελεσματική για εφαρμογές οι οποίες απαιτείται να διεκπεραιωθούν σε λιγότερο χρόνο (Dembo et al., 2000). Οι μεθοδολογίες αυτές αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία ως τεχνικές ελαχιστοποίησης της μεταβλητότητας και περιλαμβάνουν αντιθετικές μεταβλητές (antithetic variables), ελέγχους αποκλίσεων (control variates), δειγματοληψία σημαντικότητας (importance sampling), δειγματοληψία σχηματισμών (stratified sampling) και οιονεί MC μεθόδους (quasi MC).

Το μεγαλύτερο μέρος της βιβλιογραφίας έχει επικεντρωθεί στην εφαρμογή των μεθόδων ελαχιστοποίησης της μεταβλητότητας (Ackworth et al., 1997; Boyle, 1977; Boyle et al., 1997; Broadie and Glasserman, 1997; Caflisch et al., 1997; Glasserman et al., 1999c; Hamilton, 1994; Paskov and Traub, 1995; Schoenmakers and Heemink, 1997). Μερικά από αυτά τα εργαλεία στην πράξη δεν παρέχουν πλεονεκτήματα στη διαχείριση κινδύνων εξαιτίας των πολλών διαστάσεων των εν λόγω προβλημάτων και την επικέντρωση των προβλημάτων αυτών στις ουρές της κατανομής παρά στο μέσο αυτής.

Παρόλα αυτά, οι μέθοδοι των ελέγχων αποκλίσεων (control variates), της δειγματοληψίας σημαντικότητας (importance sampling), της δειγματοληψίας σχηματισμών (stratified sampling) και των οιονεί MC μεθόδων (quasi MC) βελτίωσαν την απόδοση σε ένα μεγάλο αριθμό εφαρμογών διαχείρισης χρηματοοικονομικών κινδύνων (Jamshidian and Zhu, 1997; Shaw, 1997; Kreinin et al. 1998a, 1998b; Cardenas et al., 1999). Οι Kreinin et al. (1998a, 1998b) έδειξαν ότι οι οιονεί MC μέθοδοι σε συνδυασμό με την ανάλυση των κύριων συνιστωσών (principal component analysis) υπολογίζουν την μέγιστη αναμενόμενη δυνητική ζημιά μία τάξη μεγέθους ταχύτερα απ' ότι η κλασική μέθοδος MC.

Η κλασική μέθοδος MC αντλεί τυχαία αριθμητικά δείγματα από μια κατανομή χρησιμοποιώντας μια γεννήτρια ψευδο-τυχαίων αριθμών. Αντίθετα, οι οιονεί MC μέθοδοι χρησιμοποιούν σημεία τα οποία προέρχονται από διανυσματικού τύπου αλληλουχίες οι οποίες ονομάζονται χαμηλής ετερομορφίας αλληλουχίες (low discrepancy sequences). Το σκεπτικό πίσω από αυτές τις μεθόδους έγκειται στο γεγονός ότι καθώς τα σημεία κατανέμονται σχετικά ομοιόμορφα, χρειάζονται λιγότερα εναλλακτικά σενάρια για να επιτευχθεί η επιθυμητή ακρίβεια στους υπολογισμούς.

Από τη φύση τους, οι οιονεί MC μέθοδοι είναι συνυφασμένες με προβλήματα διαχείρισης κινδύνων. Οι χαμηλής ετερομορφίας αλληλουχίες προσπαθούν να καλύψουν ομοιόμορφα το χώρο των παραγόντων κινδύνου, αποφεύγοντας την ομαδοποίηση που προκαλείται από τη δειγματοληψία ψευδο-τυχαίων αριθμών. Η ομοιόμορφη δειγματοληψία είναι πολύ σημαντική ιδιότητα όχι μόνο για την εκτίμηση του μέσου της κατανομής (δικαιώματα προαίρεσης) αλλά και για ακραίες περιπτώσεις συμβάντων στις ουρές (ΜΑΔΖ).

Παρόλο που η ιδέα πίσω από τις προαναφερθείσες μεθόδους είναι απλή, η μαθηματική θεωρία και οι αλγόριθμοι που σχετίζονται με τη δημιουργία αλληλουχιών είναι κάθε άλλο παρά ασήμαντες. Λεπτομερής επεξήγηση των λύσεων και των αλγορίθμων δίνεται από τους Sobol (1967) και Niederreiter (1992).

Τα νέου τύπου παράγωγα προϊόντα χαρακτηρίζονται από πολύπλοκες δομές χρηματικών ροών οι οποίες με τη σειρά τους εξαρτώνται από πολλαπλούς παράγοντες κινδύνου. Σε τέτοιες περιπτώσεις οι μέθοδοι αριθμητικών υπολογισμών όπως η προσομοίωση Monte Carlo ή οιονεί Monte Carlo εξελίσσονται σε απαιτητικά εργαλεία τα οποία δυσκολεύονται να παράγουν τιμές μέσω ενός πολυμεταβλητού υποδείγματος αποτίμησης σε ανταγωνιστικό χρόνο (Noceti, 2003).

Οι Batlle και Barquin (2004) παρουσίασαν μια καινοτόμο μεθοδολογία για τη γένεση διαφορετικών σεναρίων εμφάνισης τιμών καυσίμων, στο πλαίσιο ενός εργαλείου

προσομοίωσης το οποίο αναπτύχθηκε για την υποστήριξη της ανάλυσης του κινδύνου που ενυπάρχει στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας. Καθώς οι διάφορες ενεργειακές χρονολογικές σειρές (πετρέλαιο, φυσικό αέριο, κτλ.) παρουσίασαν στοχαστική μεταβλητότητα και ισχυρή συσχέτιση προτιμήθηκε η χρήση ενός πολυμεταβλητού ΓΑΥΣΕΥ ως βάση για τη δημιουργία τυχαίων μονοπατιών.

Οι Sing et al. (2004) εφάρμοσαν την προσομοίωση MC σε υπόδειγμα τιμολόγησης συμφωνίας ανταλλαγής με κίνδυνο αθέτησης, ώστε να αξιολογηθεί ο πιστωτικός κίνδυνος ομολόγων που ανακύπτει από την τιτλοποίηση ακίνητων περιουσιακών στοιχείων στη Σιγκαπούρη. Ο τελικός στόχος υπήρξε ο βέλτιστος καθορισμός του συνδυασμού, μεταξύ των τοκομεριδίων των ομολόγων και των χρηματικών ροών που προκύπτουν από τα ενοίκια των περιουσιακών στοιχείων, ο οποίος θα αντικατοπτρίζει τον κίνδυνο αθέτησης που προέρχεται από τη δυναμική των ενοικίων των τιτλοποιούμενων ακινήτων. Με άλλα λόγια εξετάστηκε η χρηματοοικονομική μηχανική η οποία πρέπει να υιοθετηθεί ώστε η πιστωτική ενίσχυση στο σχήμα της τιτλοποίησης να υποστηρίζεται επαρκώς.

Προχωρώντας πέρα από τον πιστωτικό κίνδυνο, στην μέτρηση του κινδύνου αγοράς, οι Wong και So (2003) συνέκριναν την προσομοίωση Monte Carlo με άλλες δύο μεθόδους για να συγκρίνουν την αποτελεσματικότητά της στην εκτίμηση της MAΔΖ. Εν τέλει, αποδείχθηκε ότι η προσομοίωση MC είναι ανώτερη σε σχέση με τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται ευρύτατα στην αγορά (π.χ. RiskMetrics). Αντίστοιχα, οι Fiorentini et al. (2003) χρησιμοποίησαν την ίδια μέθοδο για να υποστηρίξουν εμπειρικά ένα φάσμα υπό-συνθήκη ετεροσκεδαστικών υποδειγμάτων υποθέτοντας ότι η υποκείμενη κατανομή τους είναι η πολυμεταβλητή κατανομή t -student.

Εναλλακτικά, οι Chang et al. (2003) χρησιμοποίησαν την προσομοίωση MC για να εξετάσουν τη σχετική αποτελεσματικότητα τριών νέων υποδειγμάτων για την εκτίμηση της MAΔΖ αποδεικνύοντας πως, στο σύνολό τους, παρέχουν καλύτερες εκτιμήσεις από αυτές που παράγονται από τα παραδοσιακά και ευρέως χρησιμοποιούμενα υποδείγματα.

Οι Ellis et al. (2003), υποθέτοντας ότι οι λογαριθμικές μεταβολές του χρηματιστηρίου της Νότιας Αφρικής ακολουθούν κανονική κατανομή μεταξύ δύο ορίων (ανώτατο και κατώτατο) και κατανομή Pareto άνω και κάτω των ορίων αυτών (Pareto-Normal-Pareto), απέδειξαν ότι η προσομοίωση MC παράγει καλύτερα αποτελέσματα συγκρίνοντάς την με εναλλακτικές μεθόδους εκτίμησης της ΜΑΔΖ. Οι Castellacci και Siclari (2003), στην προσπάθειά τους να αξιολογήσουν τις γενικώς αποδεκτές μεθοδολογίες υπολογισμού της ΜΑΔΖ για μη-γραμμικά χαρτοφυλάκια από την πλευρά της υπολογιστικής ακρίβειας και της αποτελεσματικότητας, έδειξαν ότι η μέθοδος της ολοκληρωτικής αποτίμησης Monte Carlo (full valuation MC) δεν είναι τόσο αποτελεσματική όσο εικάζεται σε σχέση με άλλες εναλλακτικές μεθόδους. Ο Lien (2003), παρέθεσε μία σειρά από μεθόδους προσδιορισμού των αλληλεξαρτήσεων μεταξύ των στοχαστικών μεταβλητών, οι οποίες επηρεάζουν το μεσοπρόθεσμο χρηματοοικονομικό προγραμματισμό στα Νορβηγικά αγροκτήματα παραγωγής γαλακτοκομικών προϊόντων.

Οι Meuwissen et al. (2003), ανέλυσαν τον τρόπο με τον οποίο οι καταστροφές στην κτηνοτροφία, που οφείλονται σε αιφνίδιους θανάτους ζώων, μπορούν να χρηματοδοτηθούν αποτελεσματικά μέσω κάποιου αποθεματικού, τραπεζικής εγγύησης ή ασφαλιστικής κάλυψης. Τα ανωτέρω μέσα κάλυψης του χρηματοοικονομικού κινδύνου τιμολογήθηκαν με βάση το απαιτούμενο κόστος για την κάλυψη του συγκεκριμένου κινδύνου χρησιμοποιώντας το υπόδειγμα της προσομοίωσης Monte Carlo.

Οι Vehvilainen και Kerro (2003) εισήγαγαν τις μεθόδους διαχείρισης χρηματοοικονομικών κινδύνων στις μη-εποπτευόμενες σκανδιναβικές αγορές ηλεκτρικής ενέργειας εφαρμόζοντας την προσομοίωση Monte Carlo σε ένα ενεργειακό χαρτοφυλάκιο. Στη συνέχεια εντόπισαν το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο και απέδειξαν ότι οι εξεταζόμενες πρακτικές μπορούν να εφαρμόζονται καθημερινά στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας.

Ο Rajasekera (2001), εκτίμησε τη συνάρτηση πυκνότητας – πιθανότητας της αξίας μιας επιχείρησης ως ένα πρόβλημα βελτιστοποίησης της εντροπίας το οποίο υπόκειται σε

περιορισμούς που σχετίζονται με τις συσχετίσεις εφαρμόζοντας τις αρχές που διέπουν την τιμολόγηση των δικαιωμάτων προαίρεσης. Χρησιμοποιώντας δεδομένα για ιαπωνικούς μετοχικούς τίτλους, ο Rajasekera απέδειξε πως το πρόβλημα μπορεί να αντιμετωπιστεί ως ένα πρόβλημα γεωμετρικού προγραμματισμού. Επιπλέον, η χρήση της προσομοίωσης Monte Carlo στη διαχείριση κινδύνου και στην τιμολόγηση δικαιωμάτων προαίρεσης παράγει υποδεέστερα αποτελέσματα, σε όρους υπολογιστικών δυνατοτήτων, από τον γεωμετρικό προγραμματισμό, καθώς αντιμετωπίζει δυσκολίες που σχετίζονται με την εκτίμηση της μήτρας συσχετίσεων.

Τέλος, οι Lee και Saltoglu (2002), αξιολόγησε την προβλεπτική ικανότητα μιας σειράς υποδειγμάτων MAΔZ για το ιαπωνικό χρηματιστήριο αξιών. Εκτός των παραδοσιακών υποδειγμάτων (RiskMetrics™, ιστορική προσομοίωση, μέθοδος διακύμανσης – συνδυακύμανσης, μέθοδος προσομοίωσης Monte Carlo και όλες τις επεκτάσεις τους), συμπεριελήφθησαν στη μελέτη και κάποιες σύγχρονες μη-παραμετρικές μέθοδοι, όπως παλινδρόμηση ποσοστημορίων και η Θεωρία Ακραίων Τιμών (ΘΑΤ).

2.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΑΜΕΡΟΛΗΨΙΑ ΤΩΝ

ΕΚΤΙΜΗΤΩΝ ΤΗΣ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΤΗΤΑΣ

2.1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η βιβλιογραφία που αναφέρεται στην υποδειγματοποίηση της τεκμαρτής, από τα δικαιώματα προαίρεσης, μεταβλητότητας προτείνει διαφορετικές μεθοδολογίες οι οποίες ωστόσο δεν παράγουν πάντα τα αναμενόμενα αποτελέσματα. Στο θεωρητικό πεδίο, κάποιοι από τους παγιωμένους εκτιμητές της μελλοντικής μεταβλητότητας έχουν αμφισβητηθεί, ενώ στον εμπειρικό τομέα, η εφαρμογή των εκτιμητών αυτών σε στρατηγικές διαπραγμάτευσης δε οδηγεί πάντα σε θετικές αποδόσεις μετά την αφαίρεση των εξόδων διαπραγμάτευσης.

Αναλογιζόμενοι τη σημαντικότητα του θέματος, θα επιχειρηθεί να διευκρινιστεί περαιτέρω η πληροφόρηση που παρέχουν οι διάφοροι εκτιμητές της μεταβλητότητας κάνοντας αναφορά στην προβλεπτική τους ικανότητα. Ειδικότερα, κύριο μέλημα του παρόντος κεφαλαίου αποτελεί ο εντοπισμός της ακριβέστερης, της αποτελεσματικότερης και της περισσότερο αμερόληπτης εκτίμησης της μελλοντικής μεταβλητότητας των αποδόσεων του μετοχικού δείκτη FTSE 100 του χρηματιστηρίου LIFFE του Λονδίνου, χρησιμοποιώντας, επικουρικά ή αποκλειστικά την πληροφόρηση που παρέχεται από τα δικαιώματα προαίρεσης Ευρωπαϊκού τύπου από το 1992 έως 2001.

Γενικά, υπάρχουν τρεις κοινώς αποδεκτές μέθοδοι *ex ante* μέτρησης της μεταβλητότητας οι οποίες παρατηρούνται στη σχετική βιβλιογραφία:

- (i) η ιστορική μεταβλητότητα η οποία εκτιμάται από κάποια συμβατική στατιστική μέτρηση, όπως η τυπική απόκλιση των αποδόσεων,
- (ii) η τεκμαρτή μεταβλητότητα η οποία αντλείται από την αντιστροφή κάποιου υποδείγματος αποτίμησης δικαιωμάτων προαίρεσης (π.χ. Black-Scholes) και,
- (iii) η τεκμαρτή στοχαστική μεταβλητότητα, η οποία εκτιμάται με βάση τις τρέχουσες τιμές και την παρατηρημένη πορεία των ιστορικών τιμών χρησιμοποιώντας κάποιο υπόδειγμα ΓΑΥΣΕΥ (GARCH).

Παρά την ευρεία χρήση των παραπάνω μετρήσεων, δεν υπάρχει καθολικό συμπέρασμα για την υπεροχή κάποιας από αυτές. Οι Chiras και Manaster (1978), Hauser και Liu (1992), Gwilym και Buckle (1999), Christensen και Prabhala (1998) και οι Christensen οι Hansen (2002) τεκμηρίωσαν την υπεροχή της τεκμαρτής μεταβλητότητας έναντι της ιστορικής μεταβλητότητας ως προς την πληροφόρηση και τις προβλέψεις που παρέχει για την μελλοντική μεταβλητότητα. Αντίθετα, οι Canina και Figlewski (1993) και οι Lamoureux και Lastrapes (1993) συμπεραίνουν την ανωτερότητα της ιστορικής μεταβλητότητας σε σχέση με την τεκμαρτή μεταβλητότητα, απορρίπτοντας την συνδυασμένη υπόθεση της υπέρξης αποτελεσματικής αγοράς και της εφαρμοσιμότητας του υποδείγματος Black-Scholes. Οι Day

και Lewis (1992) σύγκριναν την αποτελεσματικότητα της τεκμαρτής μεταβλητότητας και της μεταβλητότητας που παράγεται από τα υποδείγματα ΓΑΥΣΕΥ (GARCH) χωρίς να καταλήγουν σε ασφαλή συμπεράσματα. Οι Chu και Freund (1996) υποστηρίζουν τη χρήση της τεκμαρτής μεταβλητότητας έναντι των υποδειγμάτων ΓΑΥΣΕΥ (GARCH) ενώ το αντίθετο υποστηρίχθηκε από τους Bollerslev, Chou και Kroner (1992).

Ο κύριος σκοπός του παρόντος κεφαλαίου είναι η διεξαγωγή μιας εμπειριστατωμένης εμπειρικής έρευνας για την συγκριτική αποτελεσματικότητα των διαφόρων μετρήσεων, χρησιμοποιώντας δεδομένα από δικαιώματα προαίρεσης ευρωπαϊκού τύπου και συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης στον δείκτη FTSE 100. Εν πρώτοις, η ανάλυση εκτείνεται πέραν των ήδη υπάρχοντων ως προς τα στοιχεία που θα χρησιμοποιηθούν και τις μετατροπές που θα διενεργηθούν. Οι Gwilym και Buckle (1999) και ο Gemmill (1986, 1993) εξέτασαν τη μεταβλητότητα μέσω της αγοράς παραγώγων του Ηνωμένου Βασιλείου εξετάζοντας, όμως, Αμερικάνικου τύπου παράγωγα προϊόντα. Επιπλέον, τα πρωτογενή δεδομένα (10 έτη) θα χρησιμοποιηθούν κατά τέτοιο τρόπο ώστε να μην υπάρξει αλληλοκάλυψη μεταξύ των εκτιμήσεων των μηνιαίων μεταβλητοτήτων. Δεύτερον, οι μεταβλητότητες θα χρησιμοποιηθούν σε όλα τα υποδείγματα ώστε να εξασφαλιστεί η άμεση σύγκριση με τους ίδιους όρους. Τρίτον, οι δυναμικές εντός και εκτός δείγματος εκτιμήσεις, βασισμένες στις διάφορες παλινδρομήσεις της μεθόδου των ελαχίστων τετραγώνων, της μεθόδου των ελαχίστων τετραγώνων σε δύο (2) στάδια και του υποδείγματος ΓΑΥΣΕΥ (GARCH), θα αξιολογηθούν στη βάση της προβλεπτικής τους ικανότητας.

Η παρούσα ενότητα δομείται ως εξής: το τμήμα 2.1.2 παραθέτει τις μεθοδολογίες που θα χρησιμοποιηθούν στην έρευνα, το τμήμα 2.1.3 περιγράφει τα δεδομένα και τις μεθόδους δειγματοληψίας, το τμήμα 2.1.4 παρουσιάζει τα εμπειρικά αποτελέσματα και το τμήμα 2.1.5 παρουσιάζει τα συμπεράσματα.

2.1.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

Η υποδειματοποίηση της αναμενόμενης μελλοντικής μεταβλητότητας αποτελεί το θεμέλιο λίθο της τιμολόγησης των δικαιωμάτων προαίρεσης. Η διεθνής βιβλιογραφία έχει προτείνει αρκετούς εναλλακτικούς ή συμπληρωματικούς υπολογισμούς για την προσέγγιση της πραγματικής μεταβλητότητας. Η πιο απλή θεωρείται η ιστορική μεταβλητότητα ενός χρηματοοικονομικού προϊόντος η οποία υπολογίζεται από τις αποδόσεις του. Σύμφωνα με τον Natenberg (1994, p:443) "... η ιστορική μεταβλητότητα ορίζεται ως η τυπική απόκλιση των λογαριθμικών μεταβολών της τιμής οι οποίες μετρώνται σε τακτά χρονικά σημεία".

Ο μαθηματικός τύπος για τη μέτρηση της πραγματοποιηθείσας μεταβλητότητας δίνεται από την εξίσωση (III.1):

$$\sigma_{h,t} = \sqrt{\frac{252}{T-1} \sum_{t=1}^T (r_t - m)^2} \quad (\text{III.1})$$

όπου m συμβολίζει τη μέση απόδοση κατά την περίοδο διακράτησης του προϊόντος και r_t είναι η απόδοση του προϊόντος κατά το χρονικό σημείο t . Ο πολλαπλασιαστής 252 χρησιμοποιείται για την προσέγγιση της ετησιοποιημένης ιστορικής μεταβλητότητας. Η μεταβλητότητα που χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη της μελλοντικής μεταβλητότητας είναι η αντίστοιχη εκτίμηση με μία χρονική υστέρηση.

Ένα σημείο αντιπαράθεσης στη βιβλιογραφία είναι ο βέλτιστος αριθμός των παρατηρήσεων που θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμησης της μεταβλητότητας. Παρόλο που ο αυξημένος αριθμός παρατηρήσεων αυξάνει την ακρίβεια των υπολογισμών υπάρχει πάντα ο προβληματισμός ότι οι αρκετά παρελθούσες παρατηρήσεις μπορεί μην είναι σχετικές με την πρόβλεψη της μελλοντικής μεταβλητότητας. Επιπλέον, η χρήση ισοβαρών υποδειγμάτων δίνει την ίδια βαρύτητα σε ακραία γεγονότα αδιακρίτως της χρονικής στιγμής κατά την οποία εμφανίστηκαν. Τέλος, η ιστορική μέτρηση δε λαμβάνει υπόψη της τις δυναμικές ιδιότητες της

μεταβλητότητας και το γεγονός ότι αυτή αλλάζει με το χρόνο. Με άλλα λόγια, η ιστορική μέτρηση αποτελεί ένα στατικό υπόδειγμα που προσπαθεί να προβλέψει ένα μεταβαλλόμενο περιβάλλον.

Μια εναλλακτική μέτρηση της μεταβλητότητας είναι αυτή της τεκμαιρόμενης μεταβλητότητας η οποία προτάθηκε αρχικά από τους Latane και Rendleman (1976). Η πλειοψηφία της ογκώδους βιβλιογραφίας που σχετίζεται με τη δυναμική της μεταβλητότητας δηλώνει ότι η τεκμαιρόμενη μεταβλητότητα αποτελεί αμερόληπτο και αποτελεσματικό εκτιμητή της μελλοντικής πραγματικής μεταβλητότητας κατά την εναπομείνασα διάρκεια ζωής του δικαιώματος προαίρεσης (βλέπε μεταξύ άλλων Christensen και Prabhala, 1998; Christensen και Hansen, 2002).

Η τεκμαιρόμενη μεταβλητότητα υπολογίζεται με βάση το υπόδειγμα αποτίμησης δικαιωμάτων προαίρεσης Black–Scholes (BSOPM). Υποθέτοντας ότι δεν υπάρχουν ευκαιρίες πραγματοποίησης κέρδους άνευ κινδύνου οι Black και Scholes (1973) συνέδεσαν την τιμή ενός Ευρωπαϊκού τύπου δικαιώματος αγοράς με την τιμή του υποκείμενου προϊόντος, την τιμή εξάσκησης, το χρόνο μέχρι τη λήξη του δικαιώματος, το επιτόκιο της αγοράς και τη μεταβλητότητα του υποκείμενου προϊόντος:

$$C = UN(h) - Ee^{-rt} N(h - v\sqrt{t}) \quad (\text{III.2})$$

όπου,

$$h = \frac{\ln\left(\frac{U}{E}\right) + \left(r + \frac{v^2}{2}\right)t}{v\sqrt{t}}$$

και,

C :	θεωρητική τιμή ενός δικαιώματος αγοράς,
U :	τιμή του υποκείμενου μέσου (προϊόντος),
E :	τιμή εξάσκησης,
t :	χρόνο μέχρι τη λήξη σε έτη,
v :	ετήσια μεταβλητότητα εκφρασμένη σε δεκαδική μορφή,
r :	επιτόκιο εκφρασμένο σε δεκαδική μορφή,

$N(x)$: αθροιστική κανονική συνάρτηση συχνότητα

Όλες οι παραπάνω μεταβλητές μπορούν εύκολα να παρατηρηθούν σε περιβάλλον ενεργής αγοράς εκτός από τη μεταβλητότητα. Η τεκμαρτή μεταβλητότητα μπορεί να υπολογιστεί αν εξισώσουμε την αγοραία τιμή με τη θεωρητική τιμή του δικαιώματος προαίρεσης, αντικαταστήσουμε τις γνωστές παραμέτρους και αντιστρέψουμε το υπόδειγμα αποτίμησης.

Το εμφανές πλεονέκτημα της μεθόδου είναι το ότι δεν απαιτεί τη χρήση χρονολογικών σειρών. Επιπλέον, αυτού του είδους η μεταβλητότητα παρατηρείται εύκολα από την αντιστροφή του υποδείγματος αποτίμησης χωρίς να υποθέτει κανένα επιπλέον οικονομετρικό υπόδειγμα. Τέλος, η αύξηση των δεικτών που αναφέρονται στο εν λόγω είδος μεταβλητότητας καταδεικνύει ότι οι συμμετέχοντες στην αγορά την χρησιμοποιούν ως εργαλείο αναφοράς. Παρόλα αυτά, ο εκτιμητής που προκύπτει από το BSOPM υποθέτει ότι η τιμή του υποκείμενου προϊόντος ακολουθεί Γεωμετρική Κίνηση Brown (*Geometric Brownian Motion*) με σταθερή μεταβλητότητα. Τα εμπειρικά ευρήματα (Dumas, Whaley and Fleming, 1998; Ncube, 1996) παρέχουν ενδείξεις ότι οι αυτού του είδους οι μεταβλητότητες διαφέρουν ανάλογα με την τιμή εξάσκησης (*volatility smiles*) και το χρόνο μέχρι τη λήξη (*term structure of implied volatilities*). Κάτι τέτοιο μπορεί σημαίνει ότι γίνεται λάθος χρήση υποδείγματος και ότι οι τιμές δύνανται να προσδιορίζονται από κάποιο άλλο υπόδειγμα. Επίσης, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη τα πιθανά λάθη εκτίμησης που προκύπτουν από την έλλειψη ρευστότητας ή δυσανάλογες τιμές αγοράς / πώλησης. Κάτω από αυτές τις συνθήκες η αγοραία τιμή του δικαιώματος προαίρεσης μπορεί να αποκλίνει από την αντίστοιχη θεωρητική του. Τέλος, ένα ακόμα βασικό σημείο είναι η επιλογή του κατάλληλου επιτοκίου, καθώς μια λανθασμένη επιλογή μπορεί να οδηγήσει σε λάθος αποτίμηση των δικαιωμάτων που οι τιμές των υποκείμενων προϊόντων διαπραγματεύονται σε απόσταση από την τιμή εξάσκησης (Rubinstein, 1985).

Λαμβάνοντας υπόψη τις περιοριστικές και μη-ρεαλιστικές υποθέσεις που κυριαρχούν στο υπόδειγμα BSOPM, πολλοί ακαδημαϊκοί και ερευνητές ανέπτυξαν μια σειρά από διαφορετικές

εξειδικεύσεις οι οποίες χαρακτηρίζονται από τη στοχαστική συμπεριφορά της μεταβλητότητας. Αυτό σημαίνει ότι η μεταβλητότητα αλλάζει με αργό ρυθμό φθοράς κάτι που σημαίνει ότι μπορεί να προβλεφθεί για κάποιο αριθμό περιόδων στο μέλλον. Τα υποδείγματα ΑΥΣΕΥ (ARCH) και ΓΑΥΣΕΥ (GARCH) έχουν γίνει ευρέως αποδεκτά ως ανώτερα μέσα υποδειματοποίησης της εναλλασσόμενης μεταβλητότητας (βλέπε μεταξύ άλλων Engle και Mustafa, 1992; Bougerol και Picard, 1992; Saez, 1997). Το υπόδειγμα ΓΑΥΣΕΥ (p, q) έχει ως εξής:

$$\begin{aligned} y_t &= x_t \gamma + \varepsilon_t \\ \sigma_t^2 &= \omega + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \dots + \alpha_p \varepsilon_{t-p}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 + \dots + \beta_q \sigma_{t-q}^2 \end{aligned} \quad (\text{III.3})$$

όπου

$$\omega > 0 \text{ και } \alpha_1, \dots, \alpha_p, \beta_1, \dots, \beta_q \geq 0$$

Η εξίσωση του μέσου αποτυπώνεται ως συνάρτηση των εξωγενών μεταβλητών και του παράγοντα λάθους. Ο παράγοντας σ_t^2 καλείται υπό συνθήκη διακύμανση επειδή είναι η εκτίμηση της μελλοντικής διακύμανσης γνωρίζοντας την παρελθούσα μεταβλητότητα. Οι περιορισμοί στους συντελεστές είναι απαραίτητοι για να εξασφαλιστεί η θετικότητα της διακύμανσης. Επίσης, πρέπει οι συντελεστές α και β να είναι μικρότεροι της μονάδας και το άθροισμά τους μικρότερο ή ίσο αυτής ώστε να διασφαλίζεται η στασιμότητα της διαδικασίας.

Παρά το ότι τα ΓΑΥΣΕΥ δύναται να εκτιμηθούν με ευκολία διακατέχονται από το μειονέκτημα ότι δεν μπορούν να συλλάβουν την επίδραση της ασυμμετρίας. Για να υπερκεραστεί αυτό το πρόβλημα εισάγονται τα Εκθετικά ΓΑΥΣΕΥ (ΕΓΑΥΣΕΥ). Η διακύμανση, σύμφωνα με τα ΕΓΑΥΣΕΥ, δίνεται από:

$$\log(\sigma_t^2) = \omega + \beta \log(\sigma_{t-1}^2) + \alpha \left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right| + \gamma \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \quad (\text{III.4})$$

2.1.2.1 TSLS – IV

Η μέθοδος TSLS – IV αφορά την ταυτόχρονη εκτίμηση δύο εξισώσεων οι οποίες αλληλοεπηρεάζονται. Αν υποθεθεί ότι οι προς εκτίμηση εξισώσεις είναι οι εξής:

$$Y_{1t} = a_{10} + b_{11}Y_{2t} + c_{11}X_{1t} + c_{12}X_{2t} + u_{1t} \quad (\text{III.5})$$

$$Y_{2t} = a_{20} + b_{21}Y_{1t} + u_{2t} \quad (\text{III.6})$$

οι X_1 και X_2 αποτελούν τις εξωγενείς μεταβλητές του συστήματος των εξισώσεων.

Βήμα 1

Προκειμένου το παραπάνω σύστημα να απαλλαχθεί από την πιθανή συσχέτιση μεταξύ της Y_1 και της u_2 εκτιμάται η μεταβλητή Y_1 σε σχέση με όλες τις προκαθορισμένες μεταβλητές του συστήματος (X_1 και X_2). Μετά την εκτίμηση της παλινδρόμησης η πραγματική τιμή της μεταβλητής Y_1 μπορεί να εκφραστεί ως εξής:

$$Y_{1t} = \hat{Y}_{1t} + \hat{u}_t \quad (\text{III.7})$$

Βήμα 2

Γίνεται εισαγωγή των εκτιμήσεων της παραπάνω εξίσωσης στην δεύτερη εξίσωση του συστήματος ως εξής:

$$Y_{2t} = a_{10} + b_{21}(\hat{Y}_{1t} + \hat{u}_t) + u_{2t} \quad (\text{III.8})$$

με αποτέλεσμα η δεύτερη ενδογενής μεταβλητή του συστήματος να εκτιμάται ως εξής:

$$Y_{2t} = a_{10} + b_{21}\hat{Y}_{1t} + u_t^* \quad (\text{III.9})$$

όπου

$$u_t^* = u_{2t} + b_{21} \hat{u}_t$$

Οι εξωγενείς μεταβλητές οι οποίες αντιστοιχούν στις μεταβλητές X_1 και X_2 και εκτιμήθηκαν στην ενότητα 4 του παρόντος κεφαλαίου (πίνακας 3.2) είναι οι $hvol(-1)$ και $atmvol(-1)$ για το πρώτο σύστημα εξισώσεων (IV2SLS1) και οι $hvol(-1)$, $hvol(-2)$, $hvol(-3)$ και $atmvol(-1)$ για το δεύτερο σύστημα εξισώσεων (IV2SLS2).

2.1.3 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ

Η παρούσα εμπειρική ανάλυση επικεντρώνεται στα Ευρωπαϊκού τύπου δικαιώματα αγοράς και πώλησης στον δείκτη FTSE 100 για τα οποία η τιμή του υποκείμενου μέσου και η τιμή εξάσκησης σχεδόν συμπίπτουν (*at-the-money* – ATM). Τα δεδομένα εκτείνονται από την 22/04/1992 έως την 21/11/2001. Για το ίδιο διάστημα καταγράφονται οι τιμές και οι ημερήσιες αποδόσεις του υποκείμενου μέσου (Συμβόλαιο Μελλοντικής Εκπλήρωσης – ΣΜΕ). Πρέπει να σημειωθεί ότι είναι αδύνατον να μην περιληφθούν κάποια λάθη δειγματοληψίας καθώς τα ωράρια διαπραγμάτευσης των δικαιωμάτων προαίρεσης και των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης δεν συμπίπτουν. Οι ώρες διαπραγμάτευσης των ΣΜΕ είναι μεταξύ 08:00 και 17:30 ενώ οι αντίστοιχες των δικαιωμάτων προαίρεσης (ΔΠ) παύουν μία ώρα νωρίτερα. Τα δεδομένα παρασχέθηκαν από το χρηματιστήριο LIFFE (London International Financial Futures Exchange). Το μέσο μηνιαίο διατραπεζικό επιτόκιο δανεισμού των πιστωτικών ιδρυμάτων του Λονδίνου (LIBOR) καταγράφηκε ως το αντιπροσωπευτικό επίπεδο επιτοκίων, διότι αποτελεί το επιτόκιο με το οποίο δανείζονται οι διαπραγματευτές της αγοράς των ΔΠ και των ΣΜΕ.

Η μέθοδος δειγματοληψίας είναι ίδια με αυτήν των Christensen και Prabhala (1998, 2002), Christensen και Hansen (2002) και Hansen (2001). Τα δικαιώματα προαίρεσης λήγουν κάθε 3^η Παρασκευή του μήνα λήξης. Η ημερομηνία διακανονισμού είναι η επόμενη εργάσιμη ημέρα μετά από την ημέρα λήξης. Για να αποφευχθεί η αλληλοκάλυψη στις παρατηρήσεις

μετακινούμαστε στην Τετάρτη που ακολουθεί την ημέρα λήξης για να καταγράψουμε την τιμή του ΣΜΕ. Την ίδια ημέρα εντοπίζουμε το αντιπροσωπευτικότερα ATM δικαιώματα αγοράς και πώλησης τα οποία λήγουν τον επόμενο μήνα, καταγράφοντας τις τιμές δικαιώματος και τις τιμές εξάσκησης, αντίστοιχα. Τα στοιχεία για τα επόμενα δικαιώματα αγοράς και πώλησης ($t+1$) συλλέγονται την Τετάρτη που ακολουθεί την επόμενη ημερομηνία λήξης. Κατ' αυτόν τον τρόπο δημιουργούνται δύο χρονολογικές σειρές αποτελούμενη από 116 μηνιαίες παρατηρήσεις δικαιωμάτων αγοράς και πώλησης, αντίστοιχα. Βάσει αυτών των σειρών υπολογίζονται δύο σειρές τεκμαιρόμενων μεταβλητοτήτων από τις οποίες υπολογίζουμε την ενιαία σειρά που αντιπροσωπεύει τη μέση τεκμαιρόμενη μεταβλητότητα.

2.1.4 ΕΜΠΕΙΡΙΚΑ ΕΥΡΗΜΑΤΑ

Η αξιολόγηση της παρεχόμενης πληροφόρησης και της προβλεπτικής ικανότητας της ιστορικής μεταβλητότητας ($hvol(-1)$), της τεκμαρτής μεταβλητότητας ($atmvol$) και του συνδυασμού των δύο σε σχέση με την πραγματική μεταβλητότητα ($hvol$) αποτελεί το σημείο εκκίνησης της εμπειρικής ανάλυσης. Υιοθετώντας το θεωρητικό υπόβαθρο που παρέχει η μέθοδος των ελαχίστων τετραγώνων (OLS) βρέθηκε ότι η ιστορική μεταβλητότητα και η τεκμαρτή μεταβλητότητα ερμηνεύουν το 36% (OLS1) και το 47% (OLS2), αντίστοιχα, της μεταβολής της πραγματικής μεταβλητότητας (Πίνακας III.1). Οι συντελεστές της παλινδρόμησης είναι στατιστικά σημαντικοί και για τις δύο μεταβλητές. Το γεγονός ότι οι τιμές τους είναι μικρότερες της μονάδας (0,60 και 0,76, αντίστοιχα) υποδεικνύουν ότι και οι δύο μεταβλητές παράγουν ατελή πληροφόρηση για την πραγματική μεταβλητότητα. Παρόλα αυτά, το υψηλότερο προσαρμοσμένο R^2 και η υψηλότερη τιμή του συντελεστή (OLS2) είναι ενδεικτικά της υπεροχής της τεκμαιρόμενης έναντι της ιστορικής μεταβλητότητας. Το εύρημα αυτό ενισχύεται περαιτέρω όταν οι δύο μεταβλητές περιλαμβάνονται ως ερμηνευτικές μεταβλητές στην παλινδρόμηση OLS3. Σε αυτήν την περίπτωση, το μέγεθος του συντελεστή της τεκμαιρόμενης μεταβλητότητας είναι δέκα φορές μεγαλύτερο του (στατιστικά μη-σημαντικού) μεγέθους του συντελεστή της ιστορικής μεταβλητότητας.

Στη συνέχεια εξετάζουμε κατά πόσο η τεκμαιρόμενη μεταβλητότητα είναι αποτελεσματικός εκτιμητής της πραγματικής μελλοντικής μεταβλητότητας. Κάτι τέτοιο ελέγχεται μέσω ενός πλήθους από διαγνωστικά μέτρα τα οποία εξετάζουν την παρουσία αυτοσυσχέτισης (μέχρι 5^{ου} βαθμού), φαινομένων ΑΥΣΕΥ (μέχρι 5^{ου} βαθμού), ετεροσκεδαστικότητας και κανονικότητας των καταλοίπων που παράγονται από την παλινδρόμηση των ελαχίστων τετραγώνων. Τα ως άνω στατιστικά μέτρα δεν αποκάλυψαν κάποια σημαντική ένδειξη λανθασμένης εξειδίκευσης, εκτός της απόρριψης της υπόθεσης της κανονικότητας κάτι το οποίο είναι κοινό χαρακτηριστικό των χρηματοοικονομικών μεταβλητών. Καθώς η μη-κανονικότητα των μεταβλητών δεν αποτελεί πρόβλημα σε μεγάλα δείγματα (Wooldridge, 2000) υποθέτουμε ότι οι εκτιμητές των ελαχίστων τετραγώνων κατανέμονται προσεγγιστικά κανονικά. Παρόλα αυτά η τεκμαιρόμενη μεταβλητότητα δείχνει να είναι μεροληπτικός εκτιμητής της πραγματικής μεταβλητότητας καθώς ο έλεγχος Wald απορρίπτει τη συνδυασμένη υπόθεση της μηδενικής σταθεράς και του μοναδιαίου συντελεστή της τεκμαιρόμενης μεταβλητότητας. Το πρόβλημα αυτό μπορεί να αποδοθεί στη λανθασμένη εξειδίκευση των μεταβλητών το οποίο στη συνέχεια (για την ενδελεχή αναφορά στους παραπάνω ελέγχους βλέπε 'Ανάλυση και Έλεγχος Μονομεταβλητών Χρηματοοικονομικών Χρονολογικών Σειρών' Κ. Συριόπουλος, Τυπωθήτω, Gutenberg).

Η μεροληψία της τεκμαρτής μεταβλητότητας παρέχει το κίνητρο να υιοθετηθεί η μέθοδος των ελαχίστων τετραγώνων σε δύο στάδια (IV2SLS). Η διαδικασία απαιτεί η τεκμαιρόμενη μεταβλητότητα να εξαρτάται από ένα άλλο σύνολο μεταβλητών και στην συνέχεια η προβλεπόμενη τεκμαιρόμενη μεταβλητότητα αντικαθιστά την αρχική τεκμαιρόμενη μεταβλητότητα. Το πιθανό λάθος στην εισαγωγή της αρχικής μεταβλητότητας έγκειται στο μη-συγχρονισμένο κλείσιμο των αγορών δικαιωμάτων προτίμησης και συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης, το άνοιγμα μεταξύ των τιμών αγοράς και πώλησης και την λανθασμένη χρήση του υποδείγματος αποτίμησης των δικαιωμάτων προαίρεσης.

Πίνακας ΙΙΙ.1:
Μέθοδος Ελαχίστων Τετραγώνων (OLS) (εξαρτημένη μεταβλητή:
πραγματοποιημένη μεταβλητότητα)

Μέρος Α: Αποτελέσματα Εκτίμησης

<i>Εξίσωση</i>	<i>Εξαρτημένες Μεταβλητές</i>	<i>Συντελεστής (τιμές ρ)</i>	<i>Αμεροληψία – Έλεγχος Wald (τιμές ρ)</i>
OLS1	Σταθερά	0,064 (0,000)*	-
	hvol(-1)	0,603 (0,000)*	-
OLS2	Σταθερά	0,024 (0,119)	0,000*
	Atmvol	0,758 (0,000)*	
OLS3	Σταθερά	0,024 (0,093)	0,005*
	hvol(-1)	0,067 (0,600)	
	atmvol	0,695 (0,000)*	

Μέρος Β: Αποτελέσματα Διαγνωστικών Ελέγχων

<i>Εξίσωση</i>	<i>Προς. R²</i>	<i>A-Συσχ.¹ (τιμές ρ)</i>	<i>ARCH² (τιμές ρ)</i>	<i>Ετεροσκεδ.³ (τιμές ρ)</i>	<i>Κανονικότητα⁴ (τιμές ρ)</i>
OLS1	0,358	0,574	0,682	0,074	0,000*
OLS2	0,473	0,903	0,796	-	0,000*
OLS3	0,469	0,914	0,793	0,128	0,000*

Σημειώσεις: Οι εκτιμημένες παράμετροι της OLS2 είναι ετεροσκεδαστικά προσαρμοσμένες,

¹ Έλεγχος Breusch-Godfrey LM για αυτοσυσχέτιση 5^{ου} βαθμού,

² Έλεγχος Engle LM (5^{ου} βαθμού),

³ Έλεγχος White για ύπαρξη ετεροσκεδαστικότητας,

⁴ Έλεγχος Jarque-Bera για ύπαρξη κανονικότητας,

* σημειώνεται απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης σε επίπεδο εμπιστοσύνης 5%.

Σύμφωνα με τους Christensen και Prabhala (1998), οι τιμές κλεισίματος των δύο αγορών δεν είναι συσχετισμένες με υστέρηση ενός μήνα. Σχετικά με την καταλληλότητα του υποδείγματος του Black (1976), ο εκτιμητής της τεκμαιρόμενης μεταβλητότητας είναι συγκρίσιμος με την μελλοντική αναμενόμενη μεταβλητότητα για τα ATM δικαιώματα προαίρεσης, ακόμα και όταν οι αποδόσεις ακολουθούν κάποια στοχαστική διαδικασία εκτίμησης της μεταβλητότητας. Τα παραπάνω μας επιτρέπουν να συμπεράνουμε ότι ο κίνδυνος επιλογή λανθασμένου υποδείγματος είναι αμελητέος και είναι απίθανο να υπάρχει συσχέτιση (με το πέρασ του χρόνου) αυτής της λανθασμένης επιλογής, οδηγώντας στην επιλογή της τεκμαιρόμενης μεταβλητότητας με μία χρονική υστέρηση (atmvol (-1)) ως εργαλείο της μονομεταβλητής παλινδρόμησης. Εκτός της παραπάνω μεταβλητής, η ιστορική μεταβλητότητα μπορεί να αποτελέσει υποψήφιο εργαλείο προσδιορισμού της τεκμαιρόμενης μεταβλητότητας στη διμεταβλητή παλινδρόμηση.

Τα αποτελέσματα των εκτιμήσεων που αφορούν την IV2SLS αναφέρονται στον πίνακα III.2. Η τεκμαιρόμενη μεταβλητότητα είναι στατιστικά σημαντικά θετική στις δύο παλινδρομήσεις (0,78 και 0,83, αντίστοιχα). Επιπροσθέτως, ο συντελεστής της ιστορικής μεταβλητότητας στην “μεγάλη” παλινδρόμηση (IV2SLS2) δεν είναι στατιστικά σημαντικά διαφορετικός από το μηδέν, αναδεικνύοντας την κατωτερότητά του εν λόγω τύπου μεταβλητότητας έναντι της τεκμαιρόμενης.

Ένα ενδιαφέρον εύρημα είναι η ενδυνάμωση της αμεροληψίας της τεκμαρτής μεταβλητότητας στη διμεταβλητή εξειδίκευση, όπως αυτή καταδεικνύεται από την αποδοχή του ελέγχου Wald για μοναδιαίο συντελεστή τεκμαρτής μεταβλητότητας και μηδενικό συντελεστή του συντελεστή της ιστορικής μεταβλητότητας. Επομένως, το θέμα της μεροληψίας της τεκμαρτής μεταβλητότητας που εμφανίζεται στην OLS παλινδρόμηση μπορεί να αποδοθεί στη λανθασμένη εισαγωγή μεταβλητών στην εν λόγω παλινδρόμηση. Επιπλέον, οι διαγνωστικοί έλεγχοι δεν αποκάλυψαν κάποια ένδειξη λανθασμένης εξειδίκευσης, επιβεβαιώνοντας την αποτελεσματικότητα της τεκμαρτής μεταβλητότητας.

Πίνακας III.2:

Μέθοδος IV2SLS (εξαρτημένη μεταβλητή: *πραγματοποιημένη μεταβλητότητα*)

Μέρος Α: Αποτελέσματα Εκτίμησης

Εξίσωση	Εξαρτημένες Μεταβλητές	Εξωγενείς Μεταβλητές	Συντελεστής (τιμές ρ)	Αμεροληψία – Έλεγχος Wald (τιμές ρ)
IV2SLS1	constant atmvol	constant hvol(-1) atmvol(-1)	0,020 (0,217) 0,780 (0,000)*	0,000*
IV2SLS2	constant hvol(-1) atmvol	constant hvol(-1,-2,-3) atmvol(-1)	0,015 (0,467) -0,035 (0,880) 0,834 (0,004)*	0,053

Μέρος Β: Αποτελέσματα Διαγνωστικών Ελέγχων

Εξίσωση	Πρ. R ²	A-Συσχ. (τιμές ρ)	ARCH (τιμές ρ)	Ετεροσκεδ. (τιμές ρ)	Κανονικότητα (τιμές ρ)	Sargan (τιμές ρ)
IV2SLS1	0,471	0,908	0,773	-	0,000*	0,923
IV2SLS2	0,468	0,887	0,754	0,136	0,000*	0,830

Σημειώσεις: βλέπε πίνακα III.1 για λεπτομέρειες που αφορούν τους ελέγχους. Οι εκτιμημένες παράμετροι της IV2SLS1 είναι ετεροσκεδαστικά προσαρμοσμένες. Ο έλεγχος Sargan για τη σωστή χρήση του υποδείγματος και την ισχύ των εξωγενών μεταβλητών.

Ο πίνακας ΙΙΙ.3 εκθέτει τα ευρήματα των διαφόρων υποδειγμάτων ΓΑΥΣΕΥ. Αρχικά, το απλό υπόδειγμα ΓΑΥΣΕΥ (1,1) αξιολογείται εισάγοντας μόνο τον σταθερό όρο στην εκτίμηση της εξίσωσης του μέσου και της διακύμανσης. Η αυτοπαλίνδρομη ρίζα (το άθροισμα α και β στην εξίσωση (ΙΙΙ.3)) είναι ίση με 0,525, υποδεικνύοντας ότι οι διαταραχές της μεταβλητότητας εμφανίζουν "ασθενή μνήμη". Το χαρακτηριστικό αυτό μπορεί να προέρχεται από την χαμηλή συχνότητα του δείγματος (μηνιαία στοιχεία). Ο έλεγχος ΑΥΣΕΥ υποστηρίζει τη σωστή εξειδίκευση της εξίσωσης της διακύμανσης. Αντίθετα, ο συντελεστής της διακύμανσης δε είναι στατιστικά σημαντικός σε επίπεδο 5% και τα τυποποιημένα κατάλοιπα δεν είναι κανονικά κατανομημένα.

Στην προοπτική της λάθος εξειδίκευσης του υποδείγματος εξαιτίας της αρνητικής τιμής που παράγεται για τον συντελεστή GARCH, εκτιμήθηκε το ΑΥΣΕΥ-Μ, όπου η τυπική απόκλιση εισάγεται ως εξωγενής μεταβλητή στην εξίσωση του μέσου. Παρόλα αυτά, το συγκεκριμένο υπόδειγμα αποδεικνύεται ακατάλληλο εξαιτίας του ελέγχου ΑΥΣΕ. Αναλογιζόμενος την ανεπάρκεια του προηγούμενου υποδείγματος, ο Nelson (1991) εισήγαγε το Εκθετικό ΓΑΥΣΕ υπόδειγμα το οποίο επιτρέπει την προσμέτρηση της ασυμμετρίας της υπό συνθήκες διακύμανσης. Ο συντελεστής μόχλευσης (γ) είναι θετικός αλλά στατιστικά μη-σημαντικός, καταδεικνύοντας την ανυπαρξία μόχλευσης στα ΣΜΕ κατά τη διάρκεια της εξεταζόμενης περιόδου. Αντίθετα, η εκτίμηση του ΕΓΑΥΣΕΥ-Μ παράγει στατιστικά σημαντικό και θετικό συντελεστή γ κάτι το οποίο αποδεικνύει την ύπαρξη ασυμμετρίας κατά την περίοδο εκτίμησης. Το θετικό προσαρμοσμένο R^2 υποδεικνύει ότι το υπόδειγμα ερμηνεύει το 34% της αναμενόμενης μελλοντικής μεταβλητότητας.

Ακολουθώντας την μεθοδολογία των Day και Lewis (1992) εκτιμούμε το ΓΑΥΣΕΥ-Μ με την τεκμαιρόμενη μεταβλητότητα ως ανεξάρτητη μεταβλητή της εξίσωσης της διακύμανσης. Τα εμπειρικά αποτελέσματα δείχνουν την ακαταλληλότητα του υποδείγματος (αρνητικό προσαρμοσμένο R^2) και μη-κανονικά κατάλοιπα.

Πίνακας ΙΙΙ.3:
Υποδείγματα ΓΑΥΣΕΥ (GARCH) (εξαρτημένη μεταβλητή: πραγματοποιημένη μεταβλητότητα)

Εκτιμήσεις και Αποτελέσματα Διαγνωστικών Ελέγχων					
<i>Εξίσωση</i>	<i>Μεταβλητές</i>	<i>Εκτιμήσεις (τιμές ρ)</i>	<i>Πρ. R²</i>	<i>ARCH (τιμές ρ)</i>	<i>Κανονικότητα (τιμές ρ)</i>
GARCH(1,1)	σταθερά	0,002 (0,000)*	-	0,525	0,000
	Arch	0,544 (0,015)*			
	Garch	-0,019 (0,875)			
GARCH-M	σταθερά	-0,001 (0,000)*	-	0,000	0,000
	Arch	0,156 (0,000)*			
	Garch	1,170 (0,000)*			
EGARCH	σταθερά	-3,645 (0,016)*	-	0,809	0,022
	α	0,501 (0,107)			
	γ	0,237 (0,142)			
	EGarch	0,418 (0,101)			
EGARCH-M	σταθερά	-0,781 (0,086)	0,341	0,748	0,002
	α	-0,109 (0,235)			
	γ	0,361 (0,001)*			
	EGarch	0,854 (0,000)*			
GARCH-M (τεκμαρτή μεταβλητ.)	σταθερά	0,003 (0,000)*	-	0,000	0,000
	Arch	0,194 (0,000)*			
	Garch	0,986 (0,000)*			
EGARCH-M (τεκμαρτή μεταβλητ.)	σταθερά	-5,706 (0,000)*	0,383	0,984	0,000
	α	-0,105 (0,135)			
	γ	0,058 (0,263)			
	EGarch	0,252 (0,161)			
	atmvol	6,598 (0,029)*			

* σημειώνεται απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης σε επίπεδο εμπιστοσύνης 5%.

Τέλος, εκτιμάται ένα ΕΓΑΥΣΕΥ-M με την τεκμαιρόμενη μεταβλητότητα ως ανεξάρτητη μεταβλητή της εξίσωσης της διακύμανσης προκειμένου να γίνει ευδιάκριτη η παρουσία των επιπτώσεων της ασυμμετρίας. Τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν τη σωστή εξειδίκευση του υποδείγματος και δείχνουν την επίπτωση της μόχλευσης, ενώ υποδηλώνουν μια σημαντική αύξηση στην προβλεπτική ικανότητα της εξειδίκευσης (προσαρ $R^2 = 38\%$).

Δεδομένης της υπεροχής του ΕΓΑΥΣΕΥ-M και του ΕΓΑΥΣΕΥ-M με την τεκμαιρόμενη μεταβλητότητα ως ανεξάρτητη μεταβλητή, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι όταν χρησιμοποιούνται οι μηνιαίες μεταβλητότητες για την πρόβλεψη της μελλοντικής μεταβλητότητας του ΣΜΕ στον δείκτη FTSE 100 είναι αναγκαία η υποδειγματοποίηση των εξισώσεων του μέσου και της διακύμανσης.

Το τελευταίο μέρος της ανάλυσης επικεντρώνεται στην εντός δείγματος προβλεπτική ικανότητα των υποδειγμάτων που εξετάστηκαν (Πίνακας ΙΙΙ.4 – Μέρος Α). Οι εντός δείγματος δυναμικές προβλέψεις για τη μονομεταβλητή και διμεταβλητή παλινδρόμηση IV2SLS είναι οι πιο ακριβείς σε όλες τις περιπτώσεις, όπως καταδεικνύεται από τη χαμηλότερη ρίζα του μέσου τετραγωνικού σφάλματος (RMSE=0,049), το μέσο απόλυτο σφάλμα (MAE=0,036) και του συντελεστή ανισότητας Theil² (Theil=0,143). Η σύνθεση του συντελεστή ανισότητας Theil (αναλογίες μεροληψίας, διακύμανσης και συνδιακύμανσης) αποκαλύπτει ότι ο μέσος και η διακύμανση των προβλέψεων ανιχνεύουν τον μέσο και τη διακύμανση της εξαρτημένης μεταβλητής (λογαριθμικής πραγματικής μεταβλητότητας). Επίσης, υπολογίσθηκαν και αναφέρθηκαν στον πίνακα ΙΙΙ.4–ομαδοποίηση Β οι εκτός δείγματος προβλέψεις, οι οποίες επιδεικνύουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον καθώς τα περισσότερα υποδείγματα έχουν καλή εντός δείγματος προβλεπτική ικανότητα αλλά αποδίδουν λιγότερο ικανοποιητικά εκτός δείγματος.

Πίνακας ΙΙΙ.4:
Προβλεπτική Ικανότητα

Μέρος Α: Εντός δείγματος δυναμικές εκτιμήσεις						
Εξίσωση	RMSE	MAE	Έλεγχος Theil (ανάλυση)			
			Τιμή	Μεροληψία	Διακύμανση	Συνδιακύμανση
OLS1	0,067	0,052	0,201	0,000	0,924	0,076
OLS2	0,048	0,036	0,143	0,000	0,183	0,817
OLS3	0,049	0,036	0,143	0,000	0,210	0,790
IV2SLS1	0,049	0,036	0,143	0,000	0,160	0,840
IV2SLS2	0,049	0,036	0,143	0,000	0,128	0,872
GARCH	0,068	0,051	0,211	0,027	0,973	0,000
GARCH-M	0,206	0,195	0,989	0,894	0,106	0,000
EGARCH	0,068	0,051	0,214	0,037	0,963	0,000
EGARCH-M	0,135	0,118	0,626	0,753	0,247	0,000
GARCH-M ¹	0,197	0,185	0,991	0,884	0,116	0,000
EGARCH-M ¹	0,195	0,183	0,992	0,882	0,118	0,000

² βλέπε Theil, H., Economic and Information Theory, Amsterdam: North Holland, 1967

Μέρος Β: Εκτός δείγματος δυναμικές προβλέψεις (12/2000 – 11/2001)

OLS1	0,078	0,052	0,211	0,259	0,594	0,147
OLS2 ²	0,063	0,035	0,156	0,028	0,072	0,901
OLS3	0,063	0,035	0,155	0,031	0,104	0,864
IV2SLS1 ²	0,063	0,036	0,156	0,027	0,069	0,904
IV2SLS2	0,064	0,036	0,157	0,020	0,049	0,930
GARCH	0,085	0,061	0,239	0,411	0,589	0,000
GARCH-M	0,087	0,063	0,246	0,443	0,540	0,016
EGARCH	0,085	0,061	0,239	0,409	0,591	0,000
EGARCH-M	0,081	0,055	0,220	0,305	0,573	0,122
GARCH-M ¹	0,061	0,031	0,151	0,044	0,197	0,759
EGARCH-M ¹	0,068	0,043	0,167	0,017	0,027	0,956

Σημειώσεις: Οι εκτιμήσεις των GARCH-M¹ και EGARCH-M¹ έγιναν αφότου συμπεριλήφθηκε η τεκμαρτή μεταβλητότητα στη συνάρτηση της διακύμανσης. Οι εκτιμήσεις των OLS2² και IV2SLS1² είναι εκτός δείγματος στατικές εκτιμήσεις.

Το υπόδειγμα ΓΑΥΣΕ-M με τη τεκμαιρόμενη μεταβλητότητα ως εξωγενή μεταβλητή στην εξίσωση της διακύμανσης δείχνει να παράγει τις καλύτερες εκτός δείγματος δυναμικές εκτιμήσεις όπως φαίνεται και από τους τρεις δείκτες. Οι παλινδρομήσεις OLS2, OLS3 και IV2SLS παράγουν σχεδόν ισοδύναμες προβλέψεις, αποκαλύπτοντας την αυξημένη πληροφορία που είναι ενσωματωμένη στην τεκμαιρόμενη μεταβλητότητα, κάτι το οποίο φαίνεται ακόμα και στις εκτός δείγματος δυναμικές προβλέψεις.

2.1.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Εκτιμώντας τις παλινδρομήσεις OLS, IV2SLS και διάφορες εξειδικεύσεις της οικογένειας των ΓΑΥΣΕ υποδειγμάτων συμπεραίνουμε ότι η IV2SLS περιέχει πληροφορία και προβλεπτική ικανότητα πέραν της υπάρχουσας στην ιστορική μεταβλητότητα και την τεκμαιρόμενη στοχαστική μεταβλητότητα. Σε όρους καταλληλότητας υποδείγματος, το IV2SLS με τεκμαιρόμενη μεταβλητότητα φαίνεται να είναι το αρτιότερο ως προς την εντός δείγματος αξιολόγησή του και την εκτός δείγματος απόδοσή του.

Τα ευρήματα συμφωνούν με αυτά των Christensen και Prabhala (1998), Christensen και Hansen (2002) και των Gwilym και Buckle (1999) ως προς την ανωτερότητα της προβλεπτικής ικανότητας της τεκμαρτής μεταβλητότητας. Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα με αυτά των Canina και Figlewski (1993), παρατηρούμε πλήρη ασυμφωνία. Οι Canina και Figlewski (1993) σημειώνουν την υπεροχή της ιστορικής μεταβλητότητας κάτι που μπορεί να είναι ψευδές εξαιτίας των ημερήσιων, αλληλοκαλυπτόμενων παρατηρήσεων. Η περιορισμένη πληροφορία που παρέχεται από τα ΓΑΥΣΕ υποδείγματα που εξετάστηκαν υποστηρίζει τα ευρήματα των Chu και Freund (1996). Παρόλα αυτά, όπως σημειώνεται από τον Nelson (1992), η χρήση υψηλής συχνότητας αποδόσεων είναι πιθανό να υποστηρίξει την υπεροχή των υποδειγμάτων αυτών.

Τέλος, τα εμπειρικά ευρήματα έδειξαν ότι η τεκμαρτή μεταβλητότητα δεν ερμηνεύει επαρκώς τη μελλοντική μεταβλητότητα μέσω των υποδειγμάτων ΓΑΥΣΕ. Επειδή όμως οι μεθοδολογίες της υπό – συνθήκες ιστορικής προσομοίωσης και της υπό – συνθήκες ΘΑΤ, που θα χρησιμοποιηθούν στο κεφάλαιο IV, βασίζονται στην εκτίμηση ενός ΓΑΥΣΕΥ (1,1), δεν θεωρείται σωστή η χρήση της τεκμαρτής μεταβλητότητας στις εν λόγω μεθοδολογίας.

2.2 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ –

ΣΥΝΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ ΚΑΙ ΙΣΤΟΡΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών ο συναλλαγματικός κίνδυνος επέδειξε αξιοσημείωτη αύξηση. Προκειμένου να δειχθεί με ποια μεθοδολογία αντιμετωπίζεται καλύτερα η παραπάνω πραγματικότητα θα διεξαχθεί η ποσοτικοποίηση της ΜΑΔΖ με δύο εναλλακτικές μεθόδους, ήτοι της μεθόδου της διακύμανσης – συνδιακύμανσης και της άνευ – συνθηκών ιστορικής προσομοίωσης. Σκοπός των εμπειρικών ελέγχων είναι να βρεθεί πιθανή υπεροχή κάποιου υποδείγματος έναντι του άλλου. Η αξιολόγηση θα γίνει με βάση την τεχνική των εκ των υστέρων ελέγχου όπως αυτή ορίστηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο.

Για την ποσοτικοποίηση της ΜΑΔΖ χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από την 14/04/1997 έως την 28/06/2004 (1893 παρατηρήσεις) για τέσσερις συναλλαγματικές ισοτιμίες του Ευρώ έναντι του Δολαρίου, της αγγλικής Λίρας, του ελβετικού Φράγκου και του ιαπωνικού Γεν. Οι ανοιχτές θέσεις που χρησιμοποιήθηκαν ήταν η ανοιχτή συναλλαγματική θέση του συνόλου των πιστωτικών ιδρυμάτων του ελληνικού πιστωτικού συστήματος στα τέσσερα νομίσματα την 31/03/2004. Έτσι, η συμμετοχή της κάθε ανοιχτής συναλλαγματικής θέσης στη συνολική επένδυση σε ξένα νομίσματα διαμορφώνονται ως εξής: 56,58% σε δολάρια, 11,86% σε αγγλικές λίρες, -5,47% σε ελβετικά φράγκα και 37,04% σε ιαπωνικά γεν. Τα στοιχεία που αφορούν τόσο τα δεδομένα της αγοράς όσο και τα δεδομένα των θέσεων παρασχέθηκαν από τη Διεύθυνση Εποπτείας Πιστωτικού Συστήματος της Τράπεζας της Ελλάδος.

Οι συμμετοχές στο συνολικό χαρτοφυλάκιο των ανοιχτών συναλλαγματικών θέσεων θεωρήθηκε ότι παρέμειναν σταθερές καθ' όλη τη διάρκεια των εκτιμήσεων. Η ΜΑΔΖ εκτιμήθηκε και για τις δύο μεθόδους για το διάστημα από την 31/03/1998 έως την 26/04/2004 με προγραμματισμό στο λογισμικό Gauss 5.0 και για τις δύο μεθόδους (το αναλυτικό πρόγραμμα παρατίθεται στο Παράρτημα).

Μετά τη χρήση των πρώτων 250 παρατηρήσεων για την εκτίμηση της πρώτης τιμής της ΜΑΔΖ το μήκος του δείγματος αποτελείται από 1643 σημεία. Για την εκτίμηση της ΜΑΔΖ σε κάθε ένα από τα εναπομείναντα σημεία χρησιμοποιείται το κινητό δείγμα των προηγούμενων 250 παρατηρήσεων. Προκειμένου να ελεγχθεί η αποτελεσματικότητα του κάθε υποδείγματος γίνεται εκ των υστέρων έλεγχος συγκρίνοντας τις εκτιμήσεις της ΜΑΔΖ και της πραγματικής ζημίας που παρουσιάστηκαν κατά το προηγούμενο έτος (250 παρατηρήσεις). Επομένως, απομένουν 1393 ενεργά σημεία για να αποδειχθεί η αποτελεσματικότητα της κάθε μεθόδου εκτίμησης της ΜΑΔΖ. Για κάθε ένα από αυτά τα ενεργά σημεία υπολογίζονται οι υπερβάσεις που πραγματοποιήθηκαν κατά τις προηγούμενες 250 εργάσιμες ημέρες (Πίνακας ΙΙΙ.5).

Πίνακας ΙΙΙ.5:
Αντιστοίχιση του κάθε σημείου εκτίμησης σε κάθε ζώνη

Ζώνη	Υπερβάσεις	Αριθμός	
		Ιστορική Προσομοίωση	Διακύμανση – Συνδιακύμανση
Πράσινη	4	812	512
	5	148	182
	6	197	115
	7	116	92
	8	50	106
Κίτρινη	9	35	46
	10 ή περισσότερες	35	340

Τα αποτελέσματα κατέδειξαν ότι οι εκτιμήσεις της ΜΑΔΖ ποικίλουν από 0,95% έως 2,03% τις συνολικής συναλλαγματικής θέσης. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα η μέθοδος της διακύμανσης – συνδιακύμανσης επέδειξε περισσότερες υπερβάσεις, από όσες θα έπρεπε ώστε να χαρακτηριστεί ως αποδεκτό υπόδειγμα, κατά το δεύτερο μισό του 2000.

Παρόλο που η ιστορική προσομοίωση δείχνει να παράγει καλύτερα αποτελέσματα στο να προβλέπει τις ζημιές των χαρτοφυλακίων σε όλο το μήκος του δείγματος, οι δύο μέθοδοι φαίνεται να κινούνται μαζί σε μεγάλο μήκος του πρόσφατου παρελθόντος. Η αξιολόγηση της ακρίβειας της εκτίμησης της ΜΑΔΖ για κάθε ένα από τα 1393 σημεία του ενεργού δείγματος τα εντάσσει σε κάποια από τις ζώνες που ορίζονται από την Επιτροπή της Βασιλείας. Οι μικρότερες τιμές της ΜΑΔΖ που παράγονται από τη μέθοδο της διακύμανσης – συνδιακύμανσης παραπέμπουν σε μικρότερες κεφαλαιακές απαιτήσεις. Από την άλλη, οι μικρές τιμές της ΜΑΔΖ παραπέμπουν σε μεγαλύτερο πολλαπλασιαστικό συντελεστή. Επομένως, το πιστωτικό ίδρυμα καλείται να βρει την καλύτερη ισορροπία μεταξύ του ύψους της ΜΑΔΖ και του ύψους του πολλαπλασιαστικού συντελεστή η οποία παρέχει τις λιγότερες κεφαλαιακές απαιτήσεις.

Πίνακας ΙΙΙ.6:
Μέση Υπέρβαση – Μέσος Πολλαπλασιαστής

	Υπερβάσεις	Πολλαπλασιαστής
Ιστορική Προσομοίωση	4,18	3,24
Διακύμανση – Συνδιακύμανση	6,61	3,47

Καθώς η ιστορική προσομοίωση παρουσιάζεται, στο σύνολο του δείγματος, ως η μέθοδος με τις λιγότερες υπερβάσεις, θα χρησιμοποιηθεί ως αντιπροσωπευτική των παραδοσιακών μεθόδων στη συγκριτική μελέτη που θα ακολουθήσει στο κεφάλαιο IV. Στο κεφάλαιο IV θα γίνει σύγκριση των μεθόδων της ιστορικής προσομοίωσης της ιστορικής προσομοίωσης, της δεσμευμένης (ή υπό-συνθήκες) Θεωρίας Ακραίων Τιμών και της δεσμευμένης (ή υπό-συνθήκες) ιστορικής προσομοίωσης. Στην επόμενη ενότητα θα παρουσιαστούν οι εμπειρικές μελέτες που αφορούν στη ΘΑΤ.

3 ΘΕΩΡΙΑ ΑΚΡΑΙΩΝ ΤΙΜΩΝ

Η Θεωρία Ακραίων Τιμών (Extreme Value Theory) υιοθετήθηκε από τη χρηματοοικονομική θεωρία και τη χρηματοοικονομική μηχανική κατά τη διάρκεια των τελευταίων 10 ετών. Αντίθετα, αποτελεί βασική συνιστώσα στην ανάλυση και επίλυση προβλημάτων καταστάσεων κρίσεων που σχετίζονται με άλλους τομείς της επιστήμης (υδρολογία, μετεωρολογία, κτλ.) για να ερμηνεύσει ακραία γεγονότα τα οποία είτε δεν έχουν παρατηρηθεί στο διαθέσιμο δείγμα των παρελθουσών παρατηρήσεών μας ή η πιθανότητα εμφάνισής τους, που τεκμαίρεται από αυτό, υποεκτιμά την πραγματική πιθανότητα εμφάνισης. Επομένως, η ΘΑΤ παρέχει τη δυνατότητα στον αναλυτή μιας κατάστασης κρίσης να προβλέψει γεγονότα που εκτείνονται πέραν του διαθέσιμου δείγματος και να προσεγγίσει καλύτερα τον πληθυσμό. Τα έτη 1953 και 1986 αποτέλεσαν σταθμό καθώς η χρήση της ανωτέρω θεωρίας επεκτάθηκε σε προβλήματα τα οποία υπήρξαν ευρέως γνωστά λόγω της κοινωνικής αναστάτωσης που προκάλεσαν.

Την 1^η Φεβρουαρίου του 1953, εξαιτίας μιας έντονης καταιγίδας, κατέρρευσαν τα φράγματα που συγκρατούσαν την υψηλή θαλάσσια στάθμη σε πολλές παράκτιες τοποθεσίες της Ολλανδίας, προκαλώντας τεράστιας έκτασης πλημμύρες και τον θάνατο περισσότερων των 1800 ανθρώπων. Εξηγώντας το φαινόμενο σε όρους διαχείρισης κινδύνων, ένα ακραίο

γεγονός (άνοδος της στάθμης των υδάτων) προκάλεσε την καταστροφή ενός συστήματος προστασίας (φράγματα). Αφυπνιζόμενες από το γεγονός οι Ολλανδικές αρχές προχώρησαν στη σύσταση της Επιτροπής 'Δέλτα' (Delta-Committee).

Όταν ο προεδρεύων της Επιτροπής καλέστηκε να δώσει απάντηση στο ερώτημα: 'ποιο πρέπει να είναι το ύψος των φραγμάτων ώστε να προλαμβάνονται μελλοντικές καταστροφικές πλημμύρες με μια επαρκώς υψηλή πιθανότητα;', έκανε χρήση της Θεωρίας Ακραίων Τιμών (ΘΑΤ). Προσαρμόζοντας τη ΘΑΤ στο πρόβλημα, θεώρησε ότι τα μέγιστα ετήσια ύψη των κυμάτων είναι κατανεμόντα ανεξάρτητα και χαρακτηρίζονται από την ίδια κατανομή πιθανότητας F .

Η απλουστευμένη υπόθεση της ανεξαρτησίας των παρατηρήσεων τόσο στην εν λόγω περίπτωση όσο και σε ένα σύνολο άλλων περιπτώσεων, θα μπορούσε να θεωρηθεί επιφανειακή προσέγγιση, καθώς συνήθως υπάρχει αυτό-συσχέτιση και επιρροή από άλλους παράγοντες οι οποίοι είναι συσχετισμένοι μεταξύ τους. Άρα, η πιο ορθή προσέγγιση του προβλήματος θα ήταν η μετατροπή των αυτό-συσχετισμένων παρατηρήσεων σε παρατηρήσεις με χαρακτηριστικά όμοια με αυτά που περιγράφονται παραπάνω.

Οι Bassi et al. (1998) εξέφρασαν το παραπάνω πρόβλημα ως ένα ακραίο γεγονός το οποίο μπορεί να συμβεί μία (1) φορά κάθε t έτη (μεγάλος αριθμός ετών). Εκφρασμένο σε μαθηματική γλώσσα, η τιμή μιας τυχαίας μεταβλητής, με κατανομή πιθανότητας F και πιθανότητα να εμφανιστεί $1/t$, αποδίδεται ως:

$$x_t = F^{-1}(1 - t^{-1}) \quad (\text{III.10})$$

όπου

F^{-1} είναι η γενικευμένη αντίστροφη συνάρτηση της F συνάρτησης με:

$$F^{-1}(t) = \inf \{x \in R : F(x) \geq t\} \quad (\text{III.11})$$

Επομένως, μπορεί να θεωρηθεί ότι η τιμή x_t δε θα υπερβαίνεται, παρά μόνο στο $1/t$ των περιπτώσεων ή, εναλλακτικά, ότι η τιμή x_t αποτελεί το άνω ποσοστημόριο της συνάρτησης F .

Το παράδειγμα των πλημμύρων στην Ολλανδία κατέδειξε την αναγκαιότητα οι προβλέψεις να κινηθούν πέραν του υπάρχοντος δείγματος. Κατά τον ίδιο τρόπο θα έπρεπε να είχε προβλεφθεί και η ακραία θερμοκρασία που είχε παρατηρηθεί στην ατμόσφαιρα (31°F) την $28^{\text{η}}$ Ιανουαρίου 1986 και είχε ως αποτέλεσμα τη συντριβή του διαστημοπλοίου Challenger.

Ο Feynman (1989) και οι Dalal et al. (1989) επεσήμαναν τις πιθανές αιτίες της συντριβής του διαστημοπλοίου και πρότειναν την προσέγγιση στο πρόβλημα μέσω της χρήσης της ΘΑΤ. Ο Feynman (1989) μεταξύ άλλων θεώρησε ότι η σημαντικότερη αιτία υπήρξε η ασυνήθιστα ακραία θερμοκρασία που επικράτησε την προηγούμενη, από αυτήν της εκτόξευσης, ημέρα με αποτέλεσμα να παγώσουν τα ελαστικά μέρη των εξωτερικών αποθηκών καυσίμων, προκαλώντας τη διαρροή καυσίμων.

Οι δύο αυτές περιπτώσεις ακραίων καταστάσεων κρίσης, έφεραν στην επιφάνεια τη Θεωρία Ακραίων Τιμών και ένα σύνολο από γενικευμένες κατανομές πιθανότητας που την πλαισιώνει το μαθηματικό της υπόβαθρο (Fisher και Tippett, 1928; Jenkinson, 1955).

Οι ερευνητές που απασχολούνται στον τομέα της ευρύτερης χρηματοοικονομικής εισήγαγαν για πρώτη φορά τη ΘΑΤ στην ανάλυση των ασφαλίσεων από καταστροφές που προέρχονται από σεισμούς. Αυτό έγινε ακριβώς μετά το σεισμό της $17^{\text{ης}}$ Ιανουαρίου 1994 (6,6 μονάδες της κλίμακας Richter) στην Καλιφόρνια των Η.Π.Α., ο οποίος προκάλεσε στις ασφαλιστικές εταιρίες 2272,7 φορές περισσότερες ζημιές από το ύψος των αντίστοιχων ποσών που καταβλήθηκαν για ασφαλίσεις (βλέπε πίνακα III.7).

Καθώς, με βάση τα διαθέσιμα δεδομένα, κανείς δε θα μπορούσε να προβλέψει τις ασυνήθιστα υψηλές ζημιές που προκλήθηκαν, η χρηματοοικονομική θεωρία και μηχανική αναγκάστηκε να επιστρατεύσει νέα καινοτόμα προϊόντα αντασφάλισης σε περιπτώσεις ακραίων ζημιών και τη

ΘΑΤ για την πρόβλεψη των ακραίων αυτών γεγονότων. Η τιμολόγηση αυτών των προϊόντων πολλές φορές βασίστηκε σε κατανομές πιθανότητας οι οποίες παραπέμπουν στη ΘΑΤ. Ο Punter (1997) παρέχει μια σύντομη περιγραφή αυτών των προϊόντων και οι Doherty (1997) και Tilley (1997) αντίστοιχες αναλύσεις της υποκείμενης χρηματοοικονομικής μηχανικής αυτών των προϊόντων που αφορούν τόσο τον τομέα των ασφαλίσεων όσο και τον τραπεζικό τομέα.

Παρόμοιες μέθοδοι έχουν εισαχθεί στην εκτίμηση της μέγιστης αναμενόμενης δυνητικής ζημίας και της αναμενόμενης ζημίας στην περίπτωση που υπάρξει υπέρβαση της ΜΑΔΖ (βλέπε Bassi, Embrechts και Kafetzaki, 1998 και Embrechts, Samorodnitsky και Resnick, 1998).

Πίνακας ΙΙΙ.7:
Λόγος Ζημιών / Ασφαλίσεων για Σεισμούς στην Καλιφόρνια

<i>Έτος</i>	<i>Λόγος</i>	<i>Ταξινόμηση</i>
1971	17,4	5
1972	0,0	21
1973	0,6	20
1974	3,4	12
1975	0,0	21
1976	0,0	21
1977	0,7	19
1978	1,5	16
1979	2,2	15
1980	9,2	10
1981	0,9	18
1982	0,0	21
1983	2,9	14
1984	5,0	11
1985	1,3	17
1986	9,3	9
1987	22,8	4
1988	11,5	8
1989	129,8	2
1990	47,0	3
1991	17,2	6
1992	12,8	7
1993	3,2	13
1994	2272,7	1

Πηγή: Jaffe, D.M. και Russell, T., Catastrophe Insurance, Capital Markets and Uninsurable Risk, Philadelphia: Financial Institutions Center, The Wharton School, 1996, pp. 96–112

Επομένως, η ΘΑΤ παρέχει στον αναλυτή χρηματοοικονομικών σειρών τα απαραίτητα εργαλεία για την ποσοτικοποίηση ακραίων γεγονότων και των επιπτώσεών τους με έναν βέλτιστο (στατιστικά) τρόπο (βλέπε McNeil 1998 για την ερμηνεία της κρίσης του Οκτωβρίου του

1987). Επίσης, τέτοιου είδους υποδείγματα παρέχουν ένα σύνολο τεχνικών που έχουν τη δυνατότητα να διακρίνουν και να κατατάξουν τα διάφορα επίπεδα ζημιών στις εξής κατηγορίες: των αναμενόμενων ζημιών, των μέγιστων αναμενόμενων ζημιών και των ζημιών που προέρχονται από καταστάσεις κρίσεων.

Παρά την διαρκώς αυξανόμενη αποδοχή τους τόσο από την ακαδημαϊκή κοινότητα όσο και από τους συμμετέχοντες στην αγορά, τα υποδείγματα αυτά θα πρέπει να αποτελέσουν πεδίο προβληματισμού καθώς τα περισσότερα από τα χαρακτηριστικά τους παραμένουν στην αφάνεια. Οι Diebold et al. (1998) περιέγραψαν τις διαδικασίες γένεσης ενός αριθμού μειονεκτημάτων που ανακύπτουν από τη χρήση τέτοιων υποδειγμάτων.

Η μελέτη των Van den Goorbergh και Vlaar (1999) ασχολήθηκε με την ανάλυση της ΜΑΔΖ για τις τιμές των μετοχών των χρηματιστηρίων του Άμστερνταμ και της Νέας Υόρκης χρησιμοποιώντας το εποπτικό πλαίσιο της Συνθήκης της Βασιλείας για να αποδείξει την αποτελεσματικότητα, σε ένα υποθετικό χαρτοφυλάκιο, τριών μεθόδων εκτίμησης της ΜΑΔΖ: των μεθόδων ΓΑΥΣΕΥ (GARCH) με κατανομή Student-t και Bernoulli-κανονικής κατανομής, αντίστοιχα και της μεθόδου της χρήσης του δείκτη ουρών (tail index). Η μέθοδος του δείκτη ουρών αποδείχτηκε ότι είναι η λιγότερο αποτελεσματική καθώς δε λαμβάνει υπόψη την ομαδοποίηση της μεταβλητότητας με αποτέλεσμα να παράγει, μεγαλύτερο των άλλων δύο μεθόδων, αριθμό υπερβάσεων.

Αντίθετα, οι Danielsson και de Vries (1997) απέδειξαν ότι η εκτίμηση της ΜΑΔΖ με βάση τη Θεωρία Ακραίων Τιμών παράγει καλύτερα αποτελέσματα από αυτά της ιστορικής προσομοίωσης και της ολοκληρωτικού υποδείγματος ΓΑΥΣΕΥ, κυρίως, γιατί συνδυάζει μερικά από τα πλεονεκτήματα των παραμετρικών (ολοκληρωτικού υποδείγματος ΓΑΥΣΕΥ) και των μη-παραμετρικών υποδειγμάτων (ιστορική προσομοίωση).

Κινούμενοι στο ίδιο μήκος κύματος, οι Gencay και Selcuk (2004) έδειξαν ότι η ΘΑΤ είναι αποτελεσματικότερη, στην εκτίμηση της ημερήσιας ΜΑΔΖ στις χρηματαγορές εννέα (9)

αναπτυσσόμενων χωρών, έναντι των κλασικών μεθόδων (διακύμανσης – συν-διακύμανσης και ιστορικής προσομοίωσης) για μεγαλύτερα ποσοστημόρια (επίπεδα εμπιστοσύνης). Εξετάζοντας επιπλέον την αποδοτικότητα της κλάσης των υποδειγμάτων ΓΑΥΣΕΥ (GARCH) που υποθέτουν ως υποκείμενη κατανομή πιθανότητας είτε την κανονική κατανομή είτε την κατανομή Student-t, οι Gencay et al. (2001) πιστοποίησαν την ανωτερότητα των υποδειγμάτων που χρησιμοποιούν την γενικευμένη κατανομή Pareto, ως προς το γεγονός ότι παρέχουν λιγότερο μεταβαλλόμενες εκτιμήσεις της ΜΑΔΖ. Οι σταθερές εκτιμήσεις της ΜΑΔΖ καθιστούν τη συγκεκριμένη κλάση υποδειγμάτων ιδιαίτερα ανταγωνιστική εξαιτίας της εύκολης παρακολούθησης από τη διοίκηση των πιστωτικών ιδρυμάτων που την εφαρμόζουν και από τις εποπτικές αρχές στις οποίες αυτά αναφέρονται.

Οι Mittnik και Paoletta (2003) απέδειξαν την υπεροχή των εκτιμητών της ΜΑΔΖ των ανοιχτών συναλλαγματικών θέσεων με βάση τα υποδείγματα ΓΑΥΣΕΥ (GARCH) που κάνουν χρήση των κατά Pareto κατανεμημένων καταλοίπων, έναντι αυτών με βάση τα αντίστοιχα οικονομετρικά υποδείγματα που υποθέτουν κανονική ή Student-t κατανομή των καταλοίπων. Το συγκριτικό πλεονέκτημα των υποδειγμάτων που κάνουν χρήση των κατά Pareto κατανεμημένων καταλοίπων είναι ότι επιτρέπουν την ύπαρξη λεπτοκύρτωσης και ασυμμετρίας των χρηματοοικονομικών αποδόσεων χωρίς να εξαιρούν την κανονικότητά τους.

Ο Longin (2000) πρότεινε τη χρήση ενός υποδείγματος εκτίμησης της ΜΑΔΖ μέσω της ΘΑΤ για τη συνδυασμένη εκτίμηση των ακραίων μεταβολών που προέρχονται από τις διορθώσεις των αγοραίων τιμών κατά τη διάρκεια συνηθισμένων περιόδων και αυτών που αντιστοιχούν σε καταρρεύσεις των αγορών χρήματος, των αγορών κεφαλαίου και των αγορών συναλλάγματος κατά τη διάρκεια εξαιρετικών καταστάσεων.

Οι Focardi και Fabozzi (2003), συμφωνώντας με τον Longin (2000), απέδειξαν ότι οι κατανομές παχιών ουρών και τα οικονομετρικά υποδείγματα που προτείνονται από τη Θεωρία Ακραίων Τιμών αποτελούν βέλτιστα εργαλεία διαχείρισης διαθεσίμων, καθώς οι εκτιμήσεις τους, χωρίς να παραλείπουν τη βελτιστοποίηση της αναμενόμενης ζημιάς, παρέχουν στον

διαχειριστή κινδύνων και στον διαχειριστή διαθεσίμων τις εκτιμήσεις ζημιών που θα αναμένεται να προκληθούν από ακραίες και απίθανες μεταβολές στις τιμές.

3.1 ΣΤΑΤΙΚΗ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΤΗΣ ΘΑΤ ΚΑΙ ΤΗΣ ΙΣΤΟΡΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

Ο αντικειμενικός σκοπός της παρούσας εμπειρικής μελέτης είναι η σύγκριση των προβλέψεων της ΜΑΔΖ που παράγεται από τις άνευ – συνθηκών και από τις υπό –συνθήκες εκδόσεις της μεθόδου της ιστορικής προσομοίωσης και της ημι – παραμετρικής μεθόδου της Θεωρίας Ακραίων Τιμών (ΘΑΤ).

Για το σκοπό αυτό, θα εξεταστεί η συμπεριφορά τεσσάρων (4) μετοχικών δεικτών που αντιστοιχούν σε τέσσερα διαφορετικά χρηματιστήρια ευρωπαϊκών χωρών, ήτοι του δείκτη ASE-G (Ελλάδα), του δείκτη CAC-40 (Γαλλία), του δείκτη DAX (Γερμανία) και του δείκτη FTSE-100 (Ηνωμένο Βασίλειο). Η ανάλυση βασίστηκε σε δεδομένα τα οποία παρασχέθηκαν από το λογισμικό παροχής δεδομένων Bloomberg και αφορούν ημερήσιες παρατηρήσεις οι οποίες εκτείνονται από την 03/01/1984 έως την 06/11/2003 (5020 παρατηρήσεις) για τον δείκτη FTSE-100, από την 09/07/1987 έως την 06/11/2003 (4096 παρατηρήσεις) για τον δείκτη CAC-40, από την 21/06/1976 έως την 06/11/2003 (6874 παρατηρήσεις) για τον δείκτη DAX και από την 04/01/1987 έως την 06/11/2003 (4195 παρατηρήσεις) για τον δείκτη ASE-G.

Με βάση τα παραπάνω στοιχεία, εκτιμήθηκε κατ' αρχήν το οικονομετρικό υπόδειγμα το οποίο περιγράφει κατά τον καλύτερο τρόπο τη συμπεριφορά του κάθε μετοχικού δείκτη. Οι παράμετροι του υποδείγματος εκτιμήθηκαν με βάση τη μέθοδο της οιονεί μεγίστης πιθανοφάνειας, ήτοι τη μεγιστοποίηση της λογαριθμικής συνάρτησης πιθανοφάνειας υποθέτοντας ότι τα κατάλοιπα είναι υπό – συνθήκες κανονικά κατανομημένα. Οι εκτιμήσεις των παραμέτρων θα χρησιμοποιηθούν για την πρόβλεψη της υπό – συνθήκες ημερήσιας ΜΑΔΖ για την μέθοδο της ιστορικής προσομοίωσης και την προσέγγιση της Θεωρίας Ακραίων

Τιμών (ΘΑΤ). Στη συνέχεια θα χρησιμοποιηθεί η υπό – συνθήκες και η άνευ – συνθηκών προσέγγιση της ΘΑΤ χρησιμοποιώντας τον εκτιμητή του πρότειναν οι Dacorogna et. al. (1995). Η άνευ – συνθηκών ΜΑΔΖ εκτιμήθηκε βάσει των πρωτογενών αποδόσεων.

Χρησιμοποιώντας την προσέγγιση των McNeil και Frey (2000) εκτιμήθηκε το οικονομετρικό υπόδειγμα AR(1) – GARCH(1,1) το οποίο αποδείχτηκε ότι αποτελεί την καλύτερη εξειδίκευση των χρονολογικών σειρών και των τεσσάρων δεικτών.

Όλοι οι συντελεστές της παραπάνω εξειδίκευσης είναι στατιστικά σημαντικοί σε επίπεδο εμπιστοσύνης 99%, εκτός του όρου AR(1) που αφορά τον δείκτη CAC-40 ο οποίος είναι στατιστικά σημαντικός σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95% και του σταθερού όρου της AR(1) εξίσωσης για τον δείκτη ο οποίος δεν είναι στατιστικά σημαντικός ASE-G. Σε γενικές γραμμές, τα αποτελέσματα της παραπάνω εξειδίκευσης απέδωσαν καθολικά αποδεκτά αποτελέσματα για όλους τους δείκτες και χρησιμοποιήθηκαν στις υπό – συνθήκες προσεγγίσεις της ιστορικής προσομοίωσης και της ΘΑΤ.

Πίνακας III.8:
Συντελεστές παλινδρόμησης του Υποδείγματος AR(1) - GARCH(1,1)

Δείκτης	AR(1)		GARCH(1,1)		
	A_0	a_1	β_0	β_1	β_2
DAX	0,000425 (0,000117)* [0,0003]**	0,057771 (0,013569) [0,0000]	1,85E-06 (2,01E-07) [0,0000]	0,113542 (0,003680) [0,0000]	0,880725 (0,004950) [0,0000]
ASE-G	8,31E-05 (0,000233) [0,7215]	0,221317 (0,014761) [0,0000]	6,22E-06 (5,99E-07) [0,0000]	0,188025 (0,008662) [0,0000]	0,815052 (0,005452) [0,0000]
CAC-40	0,000465 (0,000189) [0,0138]	0,037925 (0,017000) [0,0257]	5,21E-06 (5,96E-07) [0,0000]	0,099442 (0,007211) [0,0000]	0,873531 (0,008995) [0,0000]
FTSE-100	0,000502 (0,000125) [0,0001]	0,047995 (0,015044) [0,0014]	2,48E-06 (3,58E-07) [0,0000]	0,089912 (0,007050) [0,0000]	0,887369 (0,008902) [0,0000]

*Οι αριθμοί στην παρένθεση δείχνουν το τυπικό σφάλμα των εκτιμήσεων του υποδείγματος

**Οι αριθμοί στην αγκύλες δείχνουν την πιθανότητα οι εκτιμήσεις να μην είναι στατιστικά σημαντικές

Τα αποτελέσματα φανερώνουν ότι ο δείκτης ASE-G είναι, σύμφωνα με τις άνευ – συνθηκών μεθόδους, ο πιο επικίνδυνος δείκτης ενώ σύμφωνα με τις υπό – συνθήκες μεθόδους είναι ο τρίτος πιο επικίνδυνος στο σύνολο των τεσσάρων δεικτών. Αυτό αποδεικνύει ότι οι τρέχουσες συνθήκες τοποθετούν την Ελληνική κεφαλαιαγορά ανάμεσα στις ανεπτυγμένες αγορές σε όρους κινδύνου αγοράς που ενέχει. Ακριβώς το αντίθετο παρατηρείται για τη συμπεριφορά του δείκτη DAX καθώς η Γερμανία σπαράζεται από παρατεταμένη οικονομική ύφεση. Τέλος, σε κάθε περίπτωση ο δείκτης FTSE-100 είναι ο δείκτης που ενέχει τον μικρότερο κίνδυνο.

**Πίνακας ΙΙΙ.9:
Ημερήσια ΜΑΔΖ**

Επίπεδο Εμπιστοσύνης	Δείκτης	Ιστορική Προσομοίωση		ΘΑΤ	
		Άνευ – Συνθηκών	Υπό – Συνθήκες	Άνευ – Συνθηκών	Υπό – Συνθήκες
95%	ASE-G	2,628%	1,733%	3,061%	1,809%
	CAC-40	2,192%	1,923%	2,495%	1,948%
	DAX	1,952%	2,326%	2,193%	2,251%
	FTSE-100	1,593%	1,252%	1,815%	1,478%
99%	ASE-G	5,577%	2,651%	5,387%	2,752%
	CAC-40	4,036%	2,780%	3,904%	2,830%
	DAX	3,728%	4,168%	3,706%	3,387%
	FTSE-100	2,906%	1,876%	2,926%	2,004%
99,9%	ASE-G	10,120%	4,281%	12,098%	5,031%
	CAC-40	7,608%	3,334%	7,407%	4,836%
	DAX	6,910%	6,281%	7,847%	6,077%
	FTSE-100	5,579%	2,640%	5,793%	3,100%

Η μέθοδος της υπό – συνθήκες ιστορικής προσομοίωσης παράγει υψηλότερες τιμές από την αντίστοιχη άνευ – συνθηκών μεθόδου μόνο για τον δείκτη DAX για επίπεδο εμπιστοσύνης 95% και 99%. Για το υψηλότερο επίπεδο εμπιστοσύνης (99,9%) η άνευ – συνθηκών ιστορική προσομοίωση παράγει υψηλότερες τιμές για όλους τους δείκτες. Οι δύο εκδόσεις της ΘΑΤ παρουσιάζουν τα ίδια περίπου αποτελέσματα με την μέθοδο της ιστορικής προσομοίωσης εκτός της περίπτωσης του DAX ο οποίος εμφανίζει μεγαλύτερες εκτιμήσεις ΜΑΔΖ για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

Σε γενικές γραμμές παρατηρείται ότι, οι υπό – συνθήκες εκτιμήσεις της ΜΑΔΖ, για την παρούσα συγκυρία, παράγουν μικρότερες τιμές διότι αυτά τα υποδείγματα λαμβάνουν υπόψη τους τις τρέχουσες συνθήκες της αγοράς. Αντίθετα, τα άνευ – συνθηκών υποδείγματα λαμβάνουν υπόψη τους ακραίες τιμές που εμφανίζονται σε όλο το μήκος του διαθέσιμου δείγματος. Επομένως, καθίσταται εμφανές ότι τα άνευ – συνθηκών υποδείγματα είναι κατάλληλα για τη διεξαγωγή ελέγχου ακραίων καταστάσεων (βλέπε κεφάλαιο IV), ενώ τα υπό – συνθήκες υποδείγματα είναι κατάλληλα για τη συνεχή και καθημερινή εκτίμηση της ΜΑΔΖ.

Συγκρίνοντας τις μεθόδους της ιστορικής προσομοίωσης και της ΘΑΤ παρατηρείται ότι αυτές της ιστορικής προσομοίωσης παράγουν συστηματικά κατώτερες ημερήσιες εκτιμήσεις ΜΑΔΖ εκτός του δείκτη DAX για τον οποίο εμφανίζεται η αντίθετη εικόνα. Όσον αφορά τη μετατροπή των ημερήσιων εκτιμήσεων της ΜΑΔΖ σε δεκαήμερες εκτιμήσεις της ΜΑΔΖ οι Danielsson και De Vries (2000) πρότεινα ότι κάτι τέτοιο θα πρέπει να γίνεται με τον παράγοντα $T^{1/a}$ (Τ είναι η περίοδος διακράτησης που απαιτείται) για εκτιμήσεις η οποίες γίνονται με βάση τη ΘΑΤ. Αυτού του είδους η κλιμάκωση οδηγεί σε μικρότερες εκτιμήσεις δεκαήμερης εκτίμησης από την αντίστοιχη που θα παρήγαγε ο 'νόμος της τετραγωνικής ρίζας' (Danielsson et al, 1998).

4 ΚΑΘΟΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στο τρέχον κεφάλαιο παρουσιάστηκαν οι εμπειρικές μελέτες και τα αποτελέσματα που εμφανίζονται στη διεθνή βιβλιογραφία και αφορούν τις παραδοσιακές μεθόδους εκτίμησης της ΜΑΔΖ και τις μεθόδους εκτίμησης της ΜΑΔΖ που βασίζονται στη ΘΑΤ. Επιπλέον, τα αποτελέσματα των εμπειρικών μελετών στηρίχθηκαν και ενισχύθηκαν από τις εμπειρικές έρευνες που διεξήχθησαν από τον συγγραφέα.

Η συμβολή των εμπειρικών ερευνών αφορούν την επιλογή ανάμεσα στην τεκμαρτή και στην ιστορική μεταβλητότητα ως ένα από τα δομικά στοιχεία των μεθοδολογιών εκτίμησης της

ΜΑΔΖ. Παρόλο που η τεκμαρτή μεταβλητότητα αποδείχθηκε ότι αποτελεί αποτελεσματικότερο εκτιμητή από την ιστορική μεταβλητότητα στην πρόβλεψη της μελλοντικής μεταβλητότητας, η φτωχή αποδοτικότητα που επιδεικνύει στα υποδείγματα ΓΑΥΣΕ δεν επιτρέπει τη χρήση της για την εκτίμηση της ΜΑΔΖ που βασίζεται στα ΓΑΥΣΕΥ.

Πέραν τούτου, εξετάστηκαν τα συγκριτικά αποτελέσματα δύο παραδοσιακών μεθόδων εκτίμησης της ΜΑΔΖ (ιστορική προσομοίωση, διακύμανση – συνδιακύμανση) αποδεικνύοντας την υπεροχή της ιστορικής προσομοίωσης. Έτσι, η ιστορική προσομοίωση θα χρησιμοποιηθεί ως αντιπρόσωπος των παραδοσιακών υποδειγμάτων στη σύγκριση που θα γίνει σε σχέση με νεότερα υποδείγματα στο κεφάλαιο IV.

Επίσης, στο κεφάλαιο παρουσιάστηκε μια εμπειρική έρευνα που αφορά την εκτίμηση της ΜΑΔΖ για τέσσερις ευρωπαϊκούς μετοχικούς δείκτες με βάση τις υπό – συνθήκες και άνευ – συνθηκών μεθόδους της ιστορικής προσομοίωσης και της Θεωρίας Ακραίων Τιμών, αντίστοιχα. Από τα αποτελέσματα φανερώθηκε ότι ΜΑΔΖ μπορεί να αξιοποιηθεί με πολλούς τρόπους.

Παρόλο που δεν υπάρχει ενιαία συνταγή επιλογής του καλύτερου υποδείγματος υπολογισμού της ΜΑΔΖ από τους συμμετέχοντες στην αγορά και από τις αρμόδιες αρχές εποπτείας του πιστωτικού συστήματος, είναι φανερό ότι οι άνευ – συνθηκών εξειδικεύσεις των δύο μεθόδων (ιστορική προσομοίωση και ΘΑΤ) παράγουν περισσότερο 'ασφαλείς' προβλέψεις της ΜΑΔΖ. Επομένως, οι άνευ – συνθηκών προσεγγίσεις και των δύο μεθόδων φαίνεται να είναι καταλληλότερες προς χρήση από τις κανονιστικές αρχές, καθώς, χρησιμοποιώντας το σύνολο του δείγματος παράγουν τα πιο συντηρητικά αποτελέσματα.

Παρόλα αυτά, η στατική αξιολόγηση των υποδειγμάτων αποτίμησης δεν μας παρέχει σαφή εικόνα για τα δυναμικά χαρακτηριστικά τους και την ακρίβεια των εκτιμήσεων σε βάθος χρόνου. Για το σκοπό αυτό, θα πρέπει να γίνουν επαναλαμβανόμενες και συνεχείς εκτιμήσεις της ΜΑΔΖ οι οποίες θα πρέπει με τη σειρά τους να συγκριθούν με τις πραγματικές ζημιές του

υπό εξέταση χαρτοφυλακίου. Εν συνεχεία, αντί της υποκειμενικής αξιολόγησης (αρτιότερο για τα πιστωτικά ιδρύματα θεωρείται το υπόδειγμα που παράγει την μικρότερη ΜΑΔΖ ενώ για τις εποπτικές αρχές αυτό που παράγει τη μεγαλύτερη ΜΑΔΖ) θα πρέπει να σχηματιστεί μια καθολική εικόνα για το καταλληλότερο υπόδειγμα σύμφωνα με τα διεθνώς συμφωνημένα ανάμεσα στους εποπτεύοντες και εποπτευόμενους (Επιτροπή της Βασιλείας, 1996, 2004). Τα παραπάνω δυναμικά χαρακτηριστικά εξετάζονται εκτενώς στο επόμενο κεφάλαιο.