

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

Σχολή Χρηματοοικονομικής και Στατιστικής



Τμήμα Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗΝ

ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ

ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ VALUE-AT-RISK ΣΤΙΣ ΤΙΜΕΣ ΤΩΝ ΧΡΗΜΑΤΙΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ ΓΙΑ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΕΣ ΧΩΡΕΣ ΠΡΙΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΚΡΙΣΗ ΤΟΥ 2008

Νικόλαος Π. Καραπαναγιώτης

Διπλωματική Εργασία

που υποβλήθηκε στο Τμήμα Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης του Πανεπιστημίου Πειραιώς ως μέρος των απαιτήσεων για την απόκτηση του Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στην *Εφαρμοσμένη Στατιστική*

Πειραιάς
Ιούνιος 2020

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία εγκρίθηκε ομόφωνα από την Τριμελή Εξεταστική Επιτροπή που ορίσθηκε από τη ΓΣΕΣ του Τμήματος Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης του Πανεπιστημίου Πειραιώς στην υπ' αριθμ. συνεδρίασή του σύμφωνα με τον Εσωτερικό Κανονισμό Λειτουργίας του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών στην Εφαρμοσμένη Στατιστική

Τα μέλη της Επιτροπής ήταν:

- Χρ. Αγιακλόγλου..... (Επιβλέπων)
- Μ. Νεκτάριος.....
- Κλ. Τσίμπος.....

Η έγκριση της Διπλωματικής Εργασίας από το Τμήμα Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης του Πανεπιστημίου Πειραιώς δεν υποδηλώνει αποδοχή των γνωμών του συγγραφέα.

UNIVERSITY OF PIRAEUS

School of Finance and Statistics



Department of Statistics and Insurance Science

**POSTGRADUATE PROGRAM IN
APPLIED STATISTICS**

**DETERMINING VALUE-AT-RISK FOR STOCK INDEX
PRICES FOR SELECTED EUROPEAN COUNTRIES
BEFORE AND AFTER THE 2008 CRISIS**

By

Nikolaos P. Karapanagiotis

MSc Dissertation

submitted to the Department of Statistics and
Insurance Science of the University of Piraeus in
partial fulfilment of the requirements for the
degree of Master of Science in *Applied Statistics*

Piraeus, Greece

June 2020

*Αφιερώνεται στους γονείς μου, Παναγιώτη και Παγώνα,
στην αδερφή μου, Δέσποινα*

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση των μεταπτυχιακών σπουδών μου, οφείλω να ευχαριστήσω, αρχικά, τον επιβλέποντα καθηγητή μου κύριο Χρήστο Αγιακλόγλου, για τη συμβολή του στην εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας. Η υποστήριξή του στο πρόσωπο μου και οι εύστοχες υποδείξεις του ήταν αναγκαίες για την επιτυχή ολοκλήρωση της εργασίας. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου, για την υπομονή που επέδειξαν και τη στήριξή τους, όλα αυτά τα χρόνια των σπουδών μου, προπτυχιακών και μεταπτυχιακών.

ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ VALUE-AT-RISK ΣΤΙΣ ΤΙΜΕΣ ΤΩΝ ΧΡΗΜΑΤΙΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ ΓΙΑ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΕΣ ΧΩΡΕΣ ΠΡΙΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΚΡΙΣΗ ΤΟΥ 2008

Σημαντικοί Όροι: χρηματιστήριο, χρηματιστηριακοί δείκτες, κίνδυνος, απόδοση, διαχείριση κινδύνου, Value at Risk, χρονοσειρά, υποδείγματα ARIMA, υποδείγματα ARCH-GARCH

Περίληψη

Κύριος σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η παρουσίαση και ανάπτυξη της έννοιας του κινδύνου και, τελικώς, η μέτρησή του με τη χρήση της μεθόδου Value at Risk ή VaR. Στο πρώτο κεφάλαιο εξετάζεται η σημασία του χρηματιστηρίου, η εξέλιξή του στο χρόνο, τα πλεονεκτήματα, τα μειονεκτήματά του και αναλύονται οι διάφορες κατηγορίες χρηματιστηρίων. Επιπλέον, δίνεται ο ορισμός του χρηματιστηριακού δείκτη και παρουσιάζονται οκτώ ευρωπαϊκοί δείκτες. Το δεύτερο κεφάλαιο περιγράφει την έννοια του κινδύνου, τα είδη του, την ιστορική του αναδρομή, αλλά και την ανάλυσή του. Στο τρίτο κεφάλαιο πραγματοποιείται μία εισαγωγή στην αξία σε κίνδυνο (VaR). Αναπτύσσονται οι μέθοδοι υπολογισμού της, η πορεία της στο χρόνο, ο έλεγχος των υποδειγμάτων VaR, τα πλεονεκτήματα και η κριτική που της ασκείται. Το τέταρτο κεφάλαιο περιλαμβάνει την ανάλυση χρονοσειρών, την ανάπτυξη των ιδιοτήτων τους και την περιγραφή ορισμένων υποδειγμάτων χρονοσειρών. Στο πέμπτο κεφάλαιο, με τη βοήθεια δύο μεθόδων, της διακύμανσης-συνδιακύμανσης και της ιστορικής προσομοίωσης, υπολογίζονται οι τιμές της VaR των αποδόσεων των επιλεγμένων χρηματιστηριακών δεικτών. Το κεφάλαιο αυτό περιέχει τη σύγκριση μεταξύ των δύο μεθόδων και τα τελικά συμπεράσματα.

Περιεχόμενα

| | |
|---|----|
| Περίληψη | vi |
| Κατάλογος Πινάκων | x |
| Κατάλογος Διαγραμμάτων | xi |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΑΓΟΡΕΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ ΚΑΙ ΧΡΗΜΑΤΙΣΤΗΡΙΟ ΑΞΙΩΝ | |
| 1.1 Εισαγωγή | 1 |
| 1.2 Αγορές κεφαλαίου | 2 |
| 1.3 Ιστορική αναδρομή του χρηματιστηρίου | 4 |
| 1.4 Πλεονεκτήματα του χρηματιστηρίου | 7 |
| 1.5 Κριτική στο χρηματιστήριο | 8 |
| 1.6 Κατηγορίες χρηματιστηρίων | 9 |
| 1.7 Χρηματιστηριακοί δείκτες | 10 |
| 1.7.1 Δείκτης DAX | 11 |
| 1.7.2 Δείκτης CAC 40 | 12 |
| 1.7.3 Δείκτης BEL 20 | 12 |
| 1.7.4 Δείκτης ATX | 13 |
| 1.7.5 Δείκτης IBEX 35 | 14 |
| 1.7.6 Δείκτης FTSE MIB | 14 |
| 1.7.7 Δείκτης PSI 20 | 15 |
| 1.7.8 Γενικός Δείκτης Χρηματιστηρίου Αξιών Αθηνών | 15 |
| 1.8 Ανακεφαλαίωση | 16 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ | |
| 2.1 Εισαγωγή | 17 |
| 2.2 Έννοια του κινδύνου | 18 |
| 2.3 Είδη του κινδύνου | 20 |
| 2.4 Ιστορική εξέλιξη του κινδύνου | 24 |
| 2.5 Ανάλυση, αξιολόγηση και επικοινωνία του κινδύνου | 27 |
| 2.6 Ανακεφαλαίωση | 31 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΗΣ ΑΞΙΑΣ ΣΕ ΚΙΝΔΥΝΟ

| | |
|--|----|
| 3.1 Εισαγωγή | 32 |
| 3.2 Έννοια και παράμετροι της VaR | 32 |
| 3.3 Ιστορική αναδρομή της VaR | 34 |
| 3.4 Μέθοδοι υπολογισμού της VaR | 36 |
| 3.4.1 Παραμετρική μέθοδος | 36 |
| 3.4.2 Μέθοδος ιστορικής προσομοίωσης | 37 |
| 3.4.3 Μέθοδος προσομοίωσης Monte Carlo | 38 |
| 3.5 Έλεγχος υποδειγμάτων VaR | 39 |
| 3.5.1 Προσομοίωση ακραίων καταστάσεων | 39 |
| 3.5.2 Επανάλεγχος | 40 |
| 3.6 Πλεονεκτήματα-χρησιμότητα της VaR | 41 |
| 3.7 Κριτική στη VaR | 42 |
| 3.8 Ανακεφαλαίωση | 44 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΩΝ

| | |
|--|----|
| 4.1 Εισαγωγή | 45 |
| 4.2 Έννοια της ανάλυσης χρονοσειρών | 46 |
| 4.3 Συνθετικά στοιχεία των χρονοσειρών | 46 |
| 4.4 Ιδιότητες των χρονοσειρών | 47 |
| 4.4.1 Στασιμότητα | 47 |
| 4.4.2 Αυτοσυνδιακύμανση, αυτοσυσχέτιση, μερική αυτοσυσχέτιση | 48 |
| 4.4.3 Λευκός θόρυβος | 49 |
| 4.5 Αυτοπαλίνδρομα υποδείγματα | 49 |
| 4.5.1 Υπόδειγμα AR(1) | 49 |
| 4.5.2 Υπόδειγμα AR(2) | 50 |
| 4.5.3 Υπόδειγμα AR(p) | 51 |
| 4.6 Υποδείγματα κινητού μέσου | 52 |
| 4.6.1 Υπόδειγμα MA(1) | 53 |
| 4.6.2 Υπόδειγμα MA(2) | 54 |

| | |
|--|----|
| 4.6.3 Υπόδειγμα MA(q) | 54 |
| 4.7 Μικτά υποδείγματα | 55 |
| 4.7.1 Υπόδειγμα ARMA(1,1) | 55 |
| 4.7.2 Υπόδειγμα ARMA(p,q) | 56 |
| 4.8 Υπόδειγμα ARIMA(p,d,q) | 57 |
| 4.9 Υπόδειγμα ARCH | 59 |
| 4.10 Υπόδειγμα GARCH | 60 |
| 4.11 Ανακεφαλαίωση | 61 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ VaR ΣΤΙΣ ΤΙΜΕΣ ΤΩΝ ΧΡΗΜΑΤΙΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ | |
| 5.1 Εισαγωγή | 62 |
| 5.2 Παρουσίαση και ανάλυση των δεδομένων | 63 |
| 5.3 Προσδιορισμός των κατάλληλων υποδειγμάτων | 68 |
| 5.4 Εφαρμογή της VaR με τη μέθοδο διακύμανσης-συνδιακύμανσης | 73 |
| 5.5 Εφαρμογή της VaR με τη μέθοδο ιστορικής προσομοίωσης | 76 |
| 5.6 Σύγκριση των δύο μεθόδων | 78 |
| 5.7 Συμπεράσματα | 79 |
| 5.8 Ανακεφαλαίωση | 80 |
| Βιβλιογραφία | |
| Ελληνική Βιβλιογραφία | 82 |
| Ξένα Βιβλιογραφία | 83 |
| Διαδικτυακές Πηγές | 84 |

Κατάλογος Πινάκων

| | |
|--|----|
| 2.1 Πίνακας Περιγραφής Κινδύνου | 29 |
| 5.1 Περιγραφικά Στοιχεία των Αποδόσεων των Χρηματιστηριακών Δεικτών Group A 2005-2006 | 64 |
| 5.2 Περιγραφικά Στοιχεία των Αποδόσεων των Χρηματιστηριακών Δεικτών Group B 2005-2006 | 64 |
| 5.3 Περιγραφικά Στοιχεία των Αποδόσεων των Χρηματιστηριακών Δεικτών Group A 2010-2011 | 64 |
| 5.4 Περιγραφικά Στοιχεία των Αποδόσεων των Χρηματιστηριακών Δεικτών Group B 2010-2011 | 65 |
| 5.5 Υποδείγματα ARMA(p,q) 2005-2006 | 69 |
| 5.6 Υποδείγματα ARMA(p,q) 2010-2011 | 69 |
| 5.7 Εκτίμηση των Παραμέτρων των Καλύτερων Υποδειγμάτων ARMA(p,q) | 70 |
| 5.8 Υποδείγματα GARCH(m,s) 2005-2006 | 71 |
| 5.9 Υποδείγματα GARCH(m,s) 2010-2011 | 71 |
| 5.10 Εκτίμηση των Συντελεστών των Υποδειγμάτων GARCH(1,1) | 72 |
| 5.11 Καταλληλότερα Υποδείγματα ARMA(p,q)-GARCH(m,s) | 73 |
| 5.12 Υπό Συνθήκη Τυπική Απόκλιση των Καταλληλότερων Υποδειγμάτων | 74 |
| 5.13 Προσδιορισμός της VaR των Αποδόσεων των Δεικτών με τη Μέθοδο Διακύμανσης-Συνδιακύμανσης | 75 |
| 5.14 Προσδιορισμός της VaR των Αποδόσεων των Δεικτών με τη Μέθοδο Ιστορικής Προσομοίωσης | 77 |

Κατάλογος Διαγραμμάτων

| | |
|--|----|
| 2.1 Γραφική Απεικόνιση του CAPM | 26 |
| 5.1 Διαγράμματα των Αποδόσεων των Χρηματιστηριακών Δεικτών Group A 2005-2006 | 66 |
| 5.2 Διαγράμματα των Αποδόσεων των Χρηματιστηριακών Δεικτών Group B 2005-2006 | 66 |
| 5.3 Διαγράμματα των Αποδόσεων των Χρηματιστηριακών Δεικτών Group A 2010-2011 | 67 |
| 5.4 Διαγράμματα των Αποδόσεων των Χρηματιστηριακών Δεικτών Group B 2010-2011 | 67 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΑΓΟΡΕΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ ΚΑΙ ΧΡΗΜΑΤΙΣΤΗΡΙΟ ΑΞΙΩΝ

1.1 Εισαγωγή

Αγορά κεφαλαίου ή **κεφαλαιαγορά** είναι ο χώρος μέσα στον οποίο διακινούνται χρηματικά κεφάλαια ενώ παράλληλα διαπραγματεύονται, αγοράζονται και πωλούνται χρηματοοικονομικά εργαλεία με μακροχρόνιο επενδυτικό ορίζοντα, άνω του έτους, σε αντίθεση με την χρηματαγορά όπου διαπραγματεύονται εργαλεία με λήξη μέχρι ενός έτους. Η διακίνηση αυτών των τίτλων γίνεται σε οργανωμένες αγορές κι ενέχουν πολύ μεγαλύτερο κίνδυνο, δηλαδή μεγαλύτερη πιθανότητα πτώχευσης ή αθέτησης υποχρεώσεων των εκδοτών, αλλά και αβεβαιότητα σε σχέση με τις τιμές των χρεογράφων (πολύ μεγαλύτερες διακυμάνσεις τιμών). Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι οι ομολογίες, μεταβλητού ή σταθερού εισοδήματος, τα αξιόγραφα (αποδεικτικά χρέους ή ιδιοκτησίας), τα αμοιβαία κεφάλαια και οι μετοχές. Οι αγορές κεφαλαίου διακρίνονται σε πρωτογενείς και δευτερογενείς. Πρωτογενής αγορά είναι εκείνη στην οποία πραγματοποιούνται εκδόσεις μετοχών και ομολογιών. Στη δευτερογενή αγορά γίνεται διαπραγμάτευση αυτών των χρεογράφων μεταξύ των επενδυτών. Στη δευτερογενή αγορά ανήκουν και τα **χρηματιστήρια**.

Χρηματιστήρια λέγονται οι οργανισμοί και τα καταστήματα μέσα στα οποία διεξάγονται αγοραπωλησίες εμπορευμάτων και κινητών αξιών σε ορισμένη ώρα των εργάσιμων ημερών και κατά τον πιο τέλειο, γρήγορο και αδιάβλητο τρόπο (Σφακιανός, 1998). Η ταυτόχρονη συνάντηση της προσφοράς και της ζήτησης καθιστά τα χρηματιστήρια ιδιόμορφες αγορές. Θεωρούνται οικονομικός θεσμός που κατά κανόνα αναγνωρίζεται από τα κράτη όπου λειτουργούν και η πλειονότητά τους με νομοθετικά και διοικητικά μέτρα, καθορίζουν το πλαίσιο μέσα στο οποίο διαμορφώνονται οι αγορές και θεσπίζουν τις προϋποθέσεις και τους όρους λειτουργίας τους.

Σύμφωνα με το Χολέβα (1995), η επιθυμία για εύρεση βραχυπρόθεσμων και κυρίως μακροπρόθεσμων κεφαλαίων, η ανάγκη για σύναψη αγοραπωλησιών μεγάλων ποσοτήτων εμπορευμάτων που βρίσκονται πολύ μακριά από τον τόπο διαπραγμάτευσής τους, ενώ απαιτούνται για αυτά σοβαρά κεφάλαια, όπως και η τάση για κερδοσκοπία, αποτελούν τους σημαντικότερους λόγους δημιουργίας των χρηματιστηρίων. Η οργανωμένη μορφή τους οφείλεται, κυρίως, στην ταχύτητα διενέργειας των συναλλαγών, στην αμεσότητά τους, στη δημοσιότητα των συναλλαγών, όπου φαίνονται δημόσια όλα τα χαρακτηριστικά των συναλλαγών

(προσφορά, ζήτηση, ποσότητα και αξία), αλλά και στην καθαρότητα των συναλλαγών.

Η σημασία των χρηματιστηρίων γίνεται εύκολα αντιληπτή στην πραγματική οικονομία. Τα χρηματιστήρια διευκολύνουν τις συναλλαγές, γιατί επιτρέπουν στους εκπροσώπους της προσφοράς και της ζήτησης ορισμένων αγαθών να συναντώνται σε ορισμένο χώρο και χρόνο, δηλαδή σε ορισμένες ημέρες και ώρες. Επιπλέον, επιτρέπουν την ελεύθερη διαμόρφωση τιμών των αγαθών με βάση το θεμελιώδη νόμο της αγοράς, αυτόν της προσφοράς και της ζήτησης. Με αυτόν τον τρόπο αποφεύγεται ή περιορίζεται ο κίνδυνος της δημιουργίας τεχνητών τιμών. Τέλος, δίνουν την ευκαιρία στις επιχειρήσεις να εξεύρουν κεφάλαια από τη αποταμίευση, αλλά και στους επενδυτές να μπορούν να διαθέσουν τα χρήματα που έχουν στην επένδυσή τους σε τίτλους, με την προσδοκία του σταθερού ή κυμαινόμενου κέρδους, συμβάλλοντας έτσι στην τόνωση της παραγωγικότητας και γενικότερα στην πρόοδο και ανάπτυξη της χώρας που λειτουργεί το χρηματιστήριο (Χολέβας, 1995).

Στη συνέχεια αναλύεται η έννοια των αγορών κεφαλαίου και πραγματοποιείται η διάκρισή τους, σε πρωτογενείς και δευτερογενείς. Ακόμα, γίνεται αναφορά στην ιστορική αναδρομή του χρηματιστηρίου, στα πλεονεκτήματά του, αλλά και στους κινδύνους που συνδέονται με αυτό. Επιπλέον, διαχωρίζονται τα χρηματιστήρια σε κατηγορίες, ανάλογα με τη λειτουργία και το αντικείμενό τους και τέλος, παρουσιάζεται η έννοια του χρηματιστηριακού δείκτη, όπως και ορισμένοι ευρωπαϊκοί χρηματιστηριακοί δείκτες.

1.2 Αγορές κεφαλαίου

Οι αγορές κεφαλαίου ή κεφαλαιαγορές θεωρούνται ένας από τους δύο βασικούς πυλώνες του χρηματοπιστωτικού συστήματος, μαζί με τις τράπεζες. Στην κεφαλαιαγορά, οικονομικοί πόροι μεταφέρονται από τις πλεονασματικές οικονομικές μονάδες, από τους ιδιώτες και τους θεσμικούς παράγοντες, προς τις ελλειμματικές κι αυτές με την σειρά τους καταβάλλουν μέρος των κερδών. Πιο αναλυτικά, η χρηματοδότηση μέσω της κεφαλαιαγοράς σημαίνει πώς η επιχείρηση πουλά ένα μέρος των περιουσιακών στοιχείων, όπως μετοχές, με άμεση συνέπεια ο αγοραστής, μέσω της κεφαλαιαγοράς, να συμμετέχει στον επιχειρηματικό κίνδυνο. Αν δηλαδή, υπάρξουν κέρδη, τότε λαμβάνει το μερίδιό του (μέρισμα), ενώ αν δεν υπάρξουν, δε λαμβάνει τίποτα. Με τον τρόπο αυτό οι εκδότες προσπαθούν να αντλήσουν χρήματα για να καλύψουν πάγιες ανάγκες τους ή να εξυπηρετήσουν αναπτυξιακούς σκοπούς, καθώς η χρηματοδότηση μέσω της κεφαλαιαγοράς είναι πολύ πιο ευέλικτη και συνήθως φθηνότερη. Στις αγορές κεφαλαίου συμμετέχουν μεταξύ άλλων και τα χρηματιστήρια, όπως αναφέρθηκε παραπάνω.

Ο ρόλος των κεφαλαιαγορών είναι πολύ σημαντικός για την οικονομία, καθώς:

- Συμβάλλουν στην προώθηση της ανάπτυξης των επιχειρήσεων, δημόσιων και ιδιωτικών και κατ' επέκταση της οικονομικής δραστηριότητας της χώρας.
- Καθιστούν δυνατή την αύξηση της παραγωγικότητας των επιχειρήσεων, δεδομένου ότι δε χρησιμοποιούνται πρόσθετοι επιχειρηματικοί πόροι πέραν των ιδίων πόρων των επιχειρήσεων.
- Βοηθούν την κάλυψη του ελλείματος στον οικονομικό προϋπολογισμό με την έκδοση νέων κρατικών ομολογιών.
- Εξασφαλίζουν και βελτιώνουν την εμπορευσιμότητα των επενδύσεων σε μετοχικές αξίες και ομόλογα, συντελώντας στην ελκυστικότητα αυτής της κατηγορίας επενδύσεων.
- Διευρύνουν τον αριθμό των ιδιοκτητών των παραγωγικών μονάδων με προφανή κοινωνικό όφελος από την δικαιότερη κατανομή των κερδών που προέρχονται από την παραγωγική επιχειρηματική διαδικασία.
- Απαιτούν την εφαρμογή κανόνων διαφάνειας και ανταγωνισμού, την τήρηση των οποίων επιβλέπουν οι αρμόδιες αρχές.

Τα βασικά πλεονεκτήματα οργανωμένων κεφαλαιαγορών, πρωτογενών και δευτερογενών, για τις επιχειρήσεις, είναι:

- Ικανοποίηση των αναγκών τους για επιπλέον κεφάλαια όταν πρωτοεισάγονται στο χρηματιστήριο με αρχικές δημόσιες εγγραφές.
- Άντληση περαιτέρω κεφαλαίων με αυξήσεις μετοχικού κεφαλαίου.
- Μεγάλη ρευστότητα στους μετόχους, κάνοντας έτσι πιο ελκυστική την επένδυση στη μετοχή της επιχείρησης.
- Διευκόλυνση των διαδικασιών των συγχωνεύσεων και εξαγορών, γιατί η αξία των εισηγμένων καθορίζεται καθημερινά και είναι εύκολα μετρήσιμη.
- Οι εισηγμένες επιχειρήσεις απολαμβάνουν μεγαλύτερης δημοσιότητας.

Συμπερασματικά, οι καλά ανεπτυγμένες και οργανωμένες κεφαλαιαγορές διευκολύνουν την αποταμίευση, αλλά και τις επιχειρήσεις, να αντλήσουν κεφάλαια για τις δραστηριότητες τους, με αποτέλεσμα την ενίσχυση των επενδύσεων οι οποίες έχουν καίριο θετικό αντίκτυπο στη μείωση της ανεργίας και στην οικονομική ανάπτυξη. Η πρώτη διάκριση των κεφαλαιαγορών είναι σε πρωτογενείς και δευτερογενείς.

Στην πρωτογενή αγορά πραγματοποιούνται οι εκδόσεις των νέων χρεογράφων, διότι εισάγονται σε αυτή για πρώτη φορά οι μετοχές και τα ομόλογα. Η αρχική πώληση των χρεογράφων γίνεται από οργανισμούς που αντιπροσωπεύουν τους εκδότες, όπως είναι οι επενδυτικές τράπεζες και τα κεφάλαια που συγκεντρώνονται πηγαίνουν στην εταιρεία που εκδίδει τα νέα χρεόγραφα. Μία πρωτογενής αγορά που λειτουργεί ορθολογικά και αποτελεσματικά για την οικονομία μίας χώρας, αυξάνει το συνολικό πλούτο και το βιοτικό επίπεδο μίας

κοινωνίας, αυξάνει την καταναλωτική και επενδυτική ευελιξία και, επιπλέον, βοηθά στην αύξηση του βιοτικού επιπέδου, επιτρέποντας στους πολίτες μίας κοινωνίας να καταναλώνουν περισσότερα προϊόντα στο παρόν από ότι τους επιτρέπουν τα εισοδήματά τους (δανεισμός).

Η χρησιμότητα των πρωτογενών αγορών μπορεί να γίνει αντιληπτή και από το γεγονός ότι χωρίς αυτές, ο καταναλωτής θα έπρεπε να περιμένει να συγκεντρώσει το απαραίτητο ποσό πριν αγοράσει ένα αγαθό, όπως αυτοκίνητο ή σπίτι. Οι οργανωμένες κεφαλαιαγορές του παρέχουν τη δυνατότητα του δανεισμού. Τέλος, από επενδυτικής σκοπιάς, η πρωτογενής αγορά προσφέρει στους αποταμιευτές ευελιξία και επιλογή στη διαχείριση και συγκέντρωση των κεφαλαίων τους.

Αντίθετα, ως δευτερογενής αγορά ορίζεται η αγορά στην οποία διαπραγματεύονται χρεόγραφα παλαιότερων εκδόσεων. Οι διαπραγματεύσεις γίνονται μεταξύ των επενδυτών, χωρίς να δημιουργούνται νέα αξιόγραφα. Οι διάφορες συναλλαγές λαμβάνουν χώρα σε κάποιο χρηματιστήριο. Επειδή οι τιμές κυμαίνονται βάσει των αρχών της προσφοράς και της ζήτησης, οι συναλλαγές της δευτερογενούς αγοράς είναι συχνά πιο δαπανηρές για τους επενδυτές από τις πωλήσεις της πρωτογενούς αγοράς. Τα πλεονεκτήματα της δευτερογενούς αγοράς, έχουν ως εξής:

- Μείωση του κόστους συναλλαγών, λόγω των οικονομιών κλίμακας που δημιουργούν.
- Δυνατότητα διακράτησης μεγάλου αριθμού αξιογράφων για τους επενδυτές, με αποτέλεσμα τη διαφοροποίηση του επενδυτικού τους κινδύνου και συνεπώς, την ευχέρεια επιλογής διαφορετικών συνδυασμών επενδυτικού κινδύνου και απόδοσης.
- Παροχή βοήθειας στην ανακάλυψη των ορθολογικών τιμών για τα διάφορα χρεόγραφα, αφού στα χρηματιστήρια γίνεται συνεχής διαπραγμάτευση των αξιογράφων και χρεογράφων από ενημερωμένους επενδυτές, που προσφέρουν μία συνεχή εκτίμηση για την αξία των προϊόντων αυτών.
- Προσφορά αυξημένης ρευστότητας στους επενδυτές σε σχέση με άλλες μορφές επενδύσεων, όπως είναι οι επενδύσεις σε ακίνητα και ο χρυσός.

Η ρευστότητα αυτή έχει αντίκτυπο και στην πρωτογενή αγορά, καθώς ο επενδυτής ξέρει ότι υπάρχει μια καλά οργανωμένη δευτερογενής αγορά για το νέο χρεόγραφο, κάτι που σημαίνει ότι δεν αντιμετωπίζει τον κίνδυνο μη μεταπώλησης του χρεογράφου που αγόρασε.

1.3 Ιστορική αναδρομή του χρηματιστηρίου

Πρόγονοι των σημερινών χρηματιστηρίων θεωρούνται οι οργανωμένες αγορές της αρχαιότητας, εκεί όπου οι έμποροι συγκεντρώνονταν και κανόνιζαν τις τιμές στις οποίες θα αντάλλασσαν τα προϊόντα τους. Αργότερα δημιουργήθηκαν

μόνιμες, ή και έκτακτες, εμπορικές εκθέσεις στις οποίες δεν έφερναν αυτούσια τα προϊόντα αλλά, όπως και σήμερα, οι συναλλαγές γίνονταν βάση δειγμάτων που προσκομίζονταν. Όταν, μάλιστα, πιο μετά έκαναν την εμφάνισή τους στο εμπόριο και οι κινητές αξίες (μετοχές, ομολογίες, γραμμάτια κλπ.) έγινε αναγκαία τόσο η άμεση και καθημερινή επαφή αγοραστών και πωλητών, όσο και η απλούστευση των διατυπώσεων της συναλλαγής. Δημιουργήθηκαν έτσι μόνιμες αγορές, τα χρηματιστήρια, στις οποίες ο τόπος και ο χρόνος στον οποίο συγκεντρώνονταν οι συναλλασσόμενοι, αλλά και τα αντικείμενα της συναλλαγής και το είδος των συμβάσεων, ήταν καθορισμένα. Στις αγορές αυτές δεν ήταν αναγκαία, πλέον, η παρουσία δειγμάτων, αλλά μόνο η απλή υπόμνηση του αντικειμένου της συναλλαγής αρκούσε.

Τα πρώτα ανοργάνωτα χρηματιστήρια λέγεται ότι λειτουργούσαν σε καφενεία και ότι οι συναλλαγές γίνονταν μεταξύ των θαμώνων. Με το πλήθος των συναλλαγών αλλά και των υπό διαπραγμάτευση προϊόντων να αυξάνονται διαχρονικά, τα χρηματιστήρια οργανώθηκαν κι άλλο, λαμβάνοντας τελικά τη σημερινή τους μορφή. Πολλές συναλλαγές, πλέον, δε γίνονται καν από τους ίδιους τους ενδιαφερόμενους αλλά από μεσάζοντες (χρηματιστές) μέσα από ηλεκτρονικά συστήματα και τα ίδια τα χρηματιστήρια έχουν εξειδικευτεί σε κατηγορίες βάση των αντικειμένων διαπραγμάτευσης (Κοτίτσας, 1979).

Η πρώτη οργανωμένη χρηματιστηριακή αγορά ιδρύθηκε στη Φλάνδρα, πιθανότατα στην Αμβέρσα, το 1460. Ο θεσμός διαδόθηκε γρήγορα στην περιοχή. Το 1602 στο χρηματιστήριο του Άμστερνταμ εισήχθη η πρώτη πολυμετοχική εταιρεία, η Ολλανδική Εταιρεία Ανατολικών Ινδιών (Dutch East India Company). Σήμερα, το γνωστότερο και μεγαλύτερο χρηματιστήριο, παγκοσμίως, είναι της Νέας Υόρκης, το οποίο το γνωρίζουν πολλοί από το όνομα του δρόμου που βρίσκεται, δηλαδή τη Wall Street. Το χρηματιστήριο της Νέας Υόρκης ιδρύθηκε το 1792, έχει περισσότερα από 1300 μέλη, είναι το μεγαλύτερο χρηματιστήριο των Ηνωμένων Πολιτειών και σε αυτό διαπραγματεύονται καθημερινά περισσότεροι από 2000 τίτλοι. Η πορεία του χρηματιστηρίου της Νέας Υόρκης επηρεάζει σημαντικά και τις υπόλοιπες χρηματιστηριακές αγορές, δέχεται όμως και πρώτο τις επιρροές από τις διάφορες αρνητικές οικονομικές συγκυρίες.

Δεύτερο στη σειρά θεωρείται το χρηματιστήριο του Τόκιο μέσω του οποίου κινείται μεγάλο μέρος χρεογράφων εταιριών υψηλής τεχνολογίας και βαριάς βιομηχανίας της ασιατικής ηπείρου και λειτουργεί υπό την αυστηρή προστασία της ιαπωνικής κυβέρνησης. Το χρηματιστήριο του Λονδίνου θεωρείται το τρίτο σε μέγεθος και το πρώτο στην Ευρώπη. Για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα είχε απωλέσει μέρος της δύναμής του, την οποία κατάφερε να ανακτήσει μέσα από σημαντικές διαρθρωτικές αλλαγές που έγιναν γνωστές παγκοσμίως με το χαρακτηρισμό Big Bang, το 1986. Ένα από τα σημαντικότερα χρηματιστήρια στην Ευρώπη και σε όλο τον κόσμο είναι της Φρανκφούρτης. Η χρηματιστηριακή αγορά της Φρανκφούρτης

οφείλει τη μεγάλη της ανάπτυξη και ισχυροποίηση στην ισχύ της γερμανικής οικονομίας και των γερμανικών τραπεζών (Φουρτούνας, 2011).

Στην Ελλάδα τα χρηματιστήρια δεν έχουν τόσο μακρόχρονη ιστορία. Το χρηματιστήριο Αθηνών ιδρύθηκε μόλις τον 19ο αιώνα. Η πρώτη χρηματιστηριακή κρίση στην Ελλάδα (Λιακοπούλου, 2002), όμως, ξέσπασε πριν ακόμη υπάρξει οργανωμένο χρηματιστήριο. Ήταν τον Απρίλιο του 1884 με τις μετοχές της εταιρείας Μεταλλουργείων Λαυρίου, η οποία αποτελούσε κατ' εξοχήν, κερδοσκοπικό «χαρτί» και βρέθηκε στο επίκεντρο της παιγνιομανίας κατά τη διετία 1882-1884. Τότε, η εφημερίδα «Παλιγγενεσία» συμβούλευε στο κοινό σύνεση και επιφυλακτικότητα. Η κρίση εκδηλώθηκε τον Ιανουάριο του 1884, με αφορμή ανακοίνωση της εταιρείας για διανομή σημαντικά μειωμένου μερίσματος, οπότε και η μετοχή της ξεκίνησε την κατακόρυφη πτώση, ενώ έγιναν συλλήψεις και προφυλακίσεις τραπεζιτών και μεσιτών. Η μετοχή του Λαυρίου συμπαρέσυρε στο δρόμο της και τις τιμές των υπόλοιπων μετοχών που κατέρρεαν μέχρι το τέλος του 1885 και πολλές εταιρείες υπέστησαν ζημίες, μεταξύ των οποίων και η ναυτική τράπεζα «Αρχάγγελος».

Τις εκλογές του 1890 κέρδισε το κόμμα του Θεόδωρου Δεληγιάννη που διαδέχθηκε την κυβέρνηση του Χαριλάου Τρικούπη. Οι τιμές των μετοχών έμειναν ανεπηρέαστες ως τον Μάιο του 1891, οπότε άρχισε μία ασυγκράτητη πτώση, σα συνέπεια των οικονομικών ελλειμμάτων της κυβέρνησης που διήρκεσε ως τον Φεβρουάριο του 1892. Τότε, η συγκεκριμένη κυβέρνηση παύθηκε κατόπιν πρωτοβουλίας του βασιλιά, ενώ η Πιστωτική Τράπεζα όδευε ολοταχώς προς πτώχευση. Ωστόσο, η μετοχή της Εθνικής Τράπεζας, αν και στο διάστημα αυτό έχασε το μισό περίπου της αξίας της, αντιστάθηκε και ήταν εκείνη που στήριξε την αγορά στην επόμενη μεγάλη κρίση της τον Σεπτέμβριο του 1912, με αίτιο την επιστράτευση και τελικά το κλείσιμο της αγοράς, μέχρι τις 14 Νοεμβρίου.

Η επόμενη κρίση εκδηλώθηκε μόλις δύο χρόνια αργότερα, το 1914, λόγω της σοβαρής έντασης στις ελληνοτουρκικές σχέσεις που επισκίασε τη νικηφόρο έκβαση των δύο βαλκανικών πολέμων. Στις αρχές του 1918 οι μετοχές άγγιζαν ξανά «οροφές», με το ενδιαφέρον να εστιάζεται στον κλάδο των ατμοπλοϊκών εταιρειών, ενώ με επίσημη απόφαση της χρηματιστηριακής επιτροπής, ήταν υποχρεωτική η εξόφληση των αγορών εντός 24 ωρών. Τον Ιούλιο του ίδιου έτους η τότε κυβέρνηση, αποφάσισε να εγκαταστήσει στο χρηματιστήριο το πρώτο γραφείο εποπτείας ανωνύμων εταιρειών και να επιβάλει την αποβολή όσων δεν συμμορφώνονταν με τα μέτρα περί εύρυθμης λειτουργίας της αγοράς, δηλαδή όπως περίπου αντέδρασε η ώριμη Σοφοκλέους το 1999. Τέσσερις αποβολές μελών κατάφεραν να ανακόψουν το χρηματιστηριακό ενθουσιασμό και σύντομα ξεκίνησε η καταιγίδα που άγγιξε τα όρια του πανικού και στις 24 Σεπτεμβρίου του 1918, έκλεισε το χρηματιστήριο για 15 ημέρες. Τα επόμενα δέκα χρόνια εμφανίστηκαν, αρκετές φορές, κρούσματα κερδοσκοπίας, τα οποία οδήγησαν σε χρηματιστηριακές κρίσεις (Λιακοπούλου, 2002).

Στη συνέχεια, όμως, μέχρι και το 1975, οι αλληπάλληλες πολιτικές κρίσεις εξασθένησαν το χρηματιστηριακό ενδιαφέρον. Το 1975 αναδείχθηκε και πάλι η χρηματιστηριακή ευφορία με χαρακτηριστικά αντίστοιχα του 1999, όπως και τη διετία 1987-1989. Η απώλεια των Ολυμπιακών Αγώνων από την Ατλάντα το 1989 και η πολιτική αστάθεια, έδωσαν την αφορμή για την πτώση και η χαριστική βολή δόθηκε από τον πόλεμο του Περσικού Κόλπου. Λίγα χρόνια αργότερα, το 1997, εκδηλώθηκε δειλά μία χρηματιστηριακή ευφορία που κορυφώθηκε με πρωτοφανή ένταση το 1999 (Λιακοπούλου, 2002).

Η ιστορία του Χρηματιστηρίου Αξιών Αθηνών σημαδεύτηκε από το κραχ του '99, στο οποίο ενεπλάκη μεγάλο μέρος των Ελλήνων. Έχει εκτιμηθεί ότι περίπου τριακόσια δισεκατομμύρια δραχμές άλλαξαν χέρια, μεγάλο μέρος από τα οποία έχασαν οι λεγόμενοι μικροεπενδυτές. Η απότομη πτώση του χρηματιστηρίου, ακολούθησε την άνοδο των προηγούμενων ετών που κορυφώθηκε το 1999 και συνδέθηκε με την ένταξη της Ελλάδας στην ΟΝΕ και την προοπτική ανάληψης των Ολυμπιακών Αγώνων της Αθήνας του 2004. Τη δεκαετία του 1990, καθώς το ελληνικό τραπεζικό σύστημα άρχισε να απελευθερώνεται, μεγάλες τράπεζες ιδιωτικοποιήθηκαν και τα επιτόκια άρχισαν να πέφτουν στον δρόμο προς την ΟΝΕ. Μετοχοποιήσεις μεγάλων δημόσιων εταιρειών, όπως ο ΟΤΕ και αρκετά αργότερα η ΔΕΗ, βοήθησαν στο να διαδοθεί η κατοχή μετοχών στους Έλληνες. Κατά το τέλος της δεκαετίας το χρηματιστήριο είχε περίπου 1,5 εκατομμύρια ενεργούς μετόχους, οι οποίοι έψαχναν για πιο αποδοτικές επενδύσεις από τα πενιχρά επιτόκια καταθέσεων και τα ελάχιστα άλλα επενδυτικά εργαλεία. Με το γενικό δείκτη να καταρρίπτει καθημερινά κάθε ρεκόρ, πολλοί Έλληνες πίστεψαν ότι έλυσαν το οικονομικό πρόβλημα της ζωής τους. Η πτώση ξεκίνησε στις 23 Σεπτεμβρίου του 1999 και συνεχίστηκε για αρκετά χρόνια, εξανεμίζοντας την αξία των μετοχών. Πολλές από τις μετοχές που είχαν εισαχθεί στο χρηματιστήριο αποδείχτηκαν «φούσκες», δηλαδή άνευ αντικρίσματος μετοχές, με εταιρείες χωρίς έργο, αλλά μόνο σκοπό την ελκυστική εικόνα στο χρηματιστήριο. Η μεγάλη πτώση του χρηματιστηρίου από το 1999 μέχρι το 2003, ονομάστηκε χρηματιστηριακό κραχ του 1999 και επηρέασε σχεδόν ολόκληρη την οικονομική πορεία της Ελλάδας.

1.4 Πλεονεκτήματα του χρηματιστηρίου

Η ύπαρξη του χρηματιστηρίου εμφανίζει σημαντικά πλεονεκτήματα τόσο για το σύνολο της κοινωνίας όσο και σε ατομικό επίπεδο για τους επενδυτές. Όλοι οι συμμετέχοντες σε μία οικονομία, δηλαδή οι επιχειρήσεις, τα νοικοκυριά και το δημόσιο, πραγματοποιούν έξοδα τα οποία είναι άλλοτε μεγαλύτερα από τα έσοδά τους και άλλοτε μικρότερα, εμφανίζοντας αντίστοιχα στο τέλος του οικονομικού τους έτους ή στον προϋπολογισμό του επόμενου, είτε έλλειμμα είτε πλεόνασμα. Όσες οικονομικές μονάδες παρουσιάζουν έλλειμμα αναζητούν τα απαραίτητα κεφάλαια για να το καλύψουν, ενώ εκείνες που παρουσιάζουν πλεόνασμα, έχουν συμφέρον να μην κρατούν τα κεφάλαια που τους περισσεύουν αδρανή, αλλά να τα δανείζουν,

αποκομίζοντας έτσι μια επιπλέον αμοιβή (τόκο). Κατά συνέπεια, υπάρχει στην οικονομία η αμοιβαία επιθυμία μεταφοράς κεφαλαίων (χρημάτων) από τις πλεονασματικές μονάδες στις ελλειμματικές (Αγγελόπουλος, 2013).

Η εισαγωγή μιας εταιρίας στις αγορές του Χρηματιστηρίου Αθηνών, αποτελεί απόφαση στρατηγικής σημασίας για όλες τις επιχειρήσεις ανεξαρτήτως οικονομικού κλάδου. Μέσω της εισαγωγής στις αγορές του Χ.Α. η εταιρεία, μπορεί να επιτύχει:

1. Ενίσχυση της κεφαλαιακής της διάρθρωσης και διεύρυνση των πηγών και των δυνατοτήτων χρηματοδότησής της, μέσω πρόσβασης στη δευτερογενή αγορά κεφαλαίου.
2. Προώθηση της αναγνωρισιμότητας και της φήμης της, με την οποία διευκολύνεται η επίτευξη επιχειρηματικών συμπράξεων, συμφωνιών και στρατηγικών συνεργασιών ή η βελτίωση των όρων τους, η εσωτερική της οργάνωση, οι σχέσεις της με τους προμηθευτές και τους πελάτες, όπως και η προσέλκυση αξιόλογων στελεχών.
3. Βελτίωση της εταιρικής διακυβέρνησης, μέσω της υιοθέτησης σύγχρονων διοικητικών δομών και αρχών διαφάνειας.
4. Διαμόρφωση διαρκούς και επίκαιρης αποτίμησης.
5. Συμμετοχή σε δείκτες που χρησιμοποιούνται είτε ως δείκτες αναφοράς ή για τις συναλλαγές χρηματοοικονομικών προϊόντων.

Σύμφωνα με τη Βούλγαρη-Παπαγεωργίου (2002), το χρηματιστήριο σε σύγκριση με τις τράπεζες, εμφανίζεται να έχει ορισμένα προτερήματα. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι ο τραπεζικός δανεισμός θεωρείται συνήθως ακριβός και βραχυπρόθεσμος. Ακόμα, από τη μεριά των επενδυτών, το χρηματιστήριο προσφέρει επιλογές μεγαλύτερης απόδοσης από τις τραπεζικές καταθέσεις.

1.5 Κριτική στο χρηματιστήριο

Το χρηματιστήριο, ως γνωστόν, προσφέρει τη δυνατότητα υψηλού κέρδους. Η επένδυση σε μετοχές, όμως, περιλαμβάνει και την έννοια του ρίσκου και οι λόγοι για τους οποίους συμβαίνει αυτό, αναλύονται στη συνέχεια. Η «φούσκα», η κατάσταση κατά την οποία η τιμή ενός περιουσιακού στοιχείου αυξάνεται σε πολύ μεγάλο βαθμό, δίχως το γεγονός αυτό να βασίζεται σε κάποια λογική, παρά μόνο στις επιθυμίες των επενδυτών, δημιουργήθηκε πριν από δύο περίπου δεκαετίες, όταν οι πάντες αγόραζαν, οποιαδήποτε μετοχή και είναι ένας από αυτούς τους λόγους. Οι επενδυτές έβλεπαν τα κέρδη τους συνεχώς να αυξάνονται, μόνο και μόνο επειδή νέοι αγοραστές έμπαιναν στο παιχνίδι οδηγώντας την τιμή σε διαρκείς αυξήσεις, οι οποίες προκάλεσαν την διόγκωση της φούσκας. Όταν δεν υπήρχαν πλέον νέοι αγοραστές η φούσκα έσκασε, οι τιμές κατέρρευσαν και πολλοί ήταν εκείνοι που έχασαν τα λεφτά τους.

Επιπλέον, μια δυσμενής εξέλιξη στην παγκόσμια οικονομία, οικονομικής ή πολιτικής φύσεως, είναι σε θέση να επηρεάσει όλα τα χρηματιστήρια του κόσμου, ανεξάρτητα από την οικονομική ευρωστία των εισηγμένων εταιριών. Με δεδομένο

ότι διεθνή αμοιβαία κεφάλαια, τα λεγόμενα funds, επενδύουν σε διάφορα χρηματιστήρια του κόσμου, όπως και στο Χρηματιστήριο Αξιών Αθηνών, ένα σημαντικό ποσοστό των μετοχών του Χ.Α.Α. ανήκει σε ξένα funds. Αυτό, από τη μία πλευρά, είναι καλό, επειδή αυξάνει την ζήτηση και επομένως, τις τιμές των μετοχών. Από την άλλη, όμως, είναι κακό, στην περίπτωση που ένα fund αποφασίζει να πουλήσει, για δικούς του λόγους, όπως είναι η επανατοποθέτηση σε άλλο χρηματιστήριο ή να κάνει δυσοίωνες προβλέψεις για το ελληνικό χρηματιστήριο, διότι η μαζική πώληση οδηγεί σε μεγάλη μείωση τιμών.

Το χρηματιστηριακό ρίσκο μπορεί να γίνει εμφανές και όταν μία υγιής εταιρεία καταρρεύσει απότομα. Ο πίνακας με τις εισηγμένες μετοχές του Χρηματιστηρίου Αξιών Αθηνών έχει αλλάξει άρδην σε σχέση, με το όχι και τόσο μακρινό παρελθόν, καθώς νέες εταιρείες έχουν αντικαταστήσει ορισμένες παλιότερες σημαντικής φήμης. Σε τέτοιες συνθήκες, ξαφνικής πτώσης των τιμών, η πώληση των μετοχών καθίσταται ιδιαίτερος δύσκολη. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το χρηματιστηριακό κραχ του 1999.

Αρκετοί είναι εκείνοι οι μέτοχοι, οι οποίοι εμφανίζουν τη λεγόμενη «ψυχολογία του χαρτοπαίκτη». Εμφανίζονται απρόθυμοι να πουλήσουν σε περίπτωση κέρδους, καθώς περιμένουν να αποκομίσουν ακόμη μεγαλύτερα κέρδη, αλλά και σε περίπτωση ζημίας, διότι διακατέχονται από την προσδοκία ότι η κατάσταση στην αγορά θα αλλάξει προς το καλύτερο, με κίνδυνο, τελικά, οι ζημιές τους να γίνουν μεγαλύτερες. Η συμπεριφορά αυτή παρατηρήθηκε έντονα, στην Ελλάδα, στα τέλη της δεκαετίας του 1990. Όσοι κέρδιζαν σημαντικά ποσά τότε, στο χρηματιστήριο, ήταν απρόθυμοι να πουλήσουν, γιατί επιθυμούσαν να κερδίσουν πιο πολλά. Κάποια στιγμή, όμως, η «φούσκα» «έσκασε» και τα κέρδη μετατράπηκαν σε ζημιές. Λίγοι ήταν εκείνοι που σε αυτή την περίπτωση πουλούσαν, καθώς οι περισσότεροι ανέμεναν άνοδο των τιμών, αλλά διαψεύστηκαν, γεγονός που τους κόστισε πολύ ακριβά (Γαβριηλίδης, 2019).

1.6 Κατηγορίες χρηματιστηρίων

Τα χρηματιστήρια, ανάλογα με τον τρόπο συστάσεως και λειτουργίας τους, διακρίνονται σε επίσημα και ανεπίσημα ή ελεύθερα. Επίσημα λέγονται τα χρηματιστήρια, που ιδρύονται και ελέγχονται από το κράτος, το οποίο εγκρίνει το καταστατικό και τους κανονισμούς τους και διορίζει τους χρηματιστές και τους μεσίτες. Τα περισσότερα χρηματιστήρια στην Ευρώπη, σήμερα, είναι επίσημα, όπως του Παρισιού, της Βιέννης, του Αμβούργου και των Αθηνών. Από την άλλη πλευρά, ανεπίσημα ή ελεύθερα καλούνται τα χρηματιστήρια, τα οποία ιδρύονται και λειτουργούν με ιδιωτική πρωτοβουλία και ιδίως, των εταιρειών. Τέτοια χρηματιστήρια είναι του Λονδίνου και της Νέας Υόρκης.

Ανάλογα με το αντικείμενο με το οποίο ασχολούνται, τα χρηματιστήρια διακρίνονται σε χρηματιστήρια εμπορευμάτων, χρηματιστήρια αξιών, χρηματιστήρια συναλλάγματος, χρηματιστήρια ασφαλειών κλπ. Χρηματιστήρια εμπορευμάτων

ονομάζονται τα χρηματιστήρια, που ασχολούνται με αγοραπωλησίες εμπορευμάτων, σιτηρών, καφέ, ζάχαρης, σταφίδας, μεταλλευμάτων κλπ. Στην Ελλάδα λειτουργούσαν κάποτε δύο χρηματιστήρια εμπορευμάτων, του Πειραιά και της Θεσσαλονίκης. Χρηματιστήρια αξιών λέγονται τα χρηματιστήρια, τα οποία ασχολούνται με αγοραπωλησίες ξένων νομισμάτων και τίτλων, δηλαδή ομολογιών κρατικών δανείων ή διάφορων άλλων οργανισμών και μετοχών ανωνύμων εταιρειών. Στην Ελλάδα, υπάρχει ένα χρηματιστήριο αξιών, αυτό των Αθηνών, από το 1876 (Σφακιανός, 1998). Υπάρχουν πέντε αγορές που λειτουργούν στο Χρηματιστήριο Αθηνών, οι οποίες είναι: η οργανωμένη αγορά αξιών, η οργανωμένη αγορά παραγώγων, η εναλλακτική αγορά, η αγορά άνθρακα και η εξωχρηματιστηριακή αγορά.

Πιο αναλυτικά, στα χρηματιστήρια εμπορευμάτων (Σφακιανός, 1998), αντικείμενο των αγοραπωλησιών που γίνονται δεν είναι όλα τα εμπορεύματα, αλλά παρά μόνο εκείνα στα οποία μπορεί εύκολα να καθοριστεί η ποιότητα και τα τυποποιημένα εμπορεύματα, τα οποία ονομάζονται χρηματιστηριακά πράγματα. Σκοπός των χρηματιστηρίων εμπορευμάτων, είναι:

- Ο προσδιορισμός της πραγματικής αξίας των χρηματιστηριακών πραγμάτων, με τη συγκέντρωση της προσφοράς και της ζήτησης.
- Η γρήγορη και εύκολη διεξαγωγή των αγοραπωλησιών εμπορευμάτων χονδρικής.
- Η δίκαιη και σύντομη εκδίκαση των διαφορών που παρουσιάζονται κάθε φορά μεταξύ των συμβαλλομένων.

Από την άλλη πλευρά, αντικείμενο των αγοραπωλησιών που γίνονται στο χρηματιστήριο αξιών είναι οι ομολογίες και οι μετοχές, οι οποίες ονομάζονται χρηματιστηριακές αξίες. Κύριος σκοπός του χρηματιστηρίου αξιών, όπως και στην περίπτωση του χρηματιστηρίου εμπορευμάτων, είναι ο προσδιορισμός της πραγματικής αξίας των χρηματιστηριακών πραγμάτων, μέσω της συγκέντρωσης της προσφοράς και της ζήτησης. Επίσης, το χρηματιστήριο αξιών εξασφαλίζει την εύκολη, γρήγορη και ασφαλή εκτέλεση των χρηματιστηριακών συναλλαγών. Η διάδοση των κινητών αξιών στη μεγάλη μάζα των αποταμιευτών για τη γρήγορη ανάπτυξη της οικονομίας μίας χώρας και την άνοδο του βιοτικού επιπέδου των πολιτών της, είναι μία ακόμα βασική λειτουργία του χρηματιστηρίου αξιών (Σφακιανός, 1998).

1.7 Χρηματιστηριακοί δείκτες

Δείκτης χρηματιστηρίου είναι μια μέτρηση της συνολικής αξίας του χρηματιστηρίου, ή ενός τομέα του, με βάση τις μέσες τιμές. Αποτελεί ένα σταθμισμένο μέσο όρο, επομένως οι πιο ακριβές μετοχές τον επηρεάζουν περισσότερο από ό,τι οι μετοχές με πιο χαμηλές τιμές. Οι επενδυτές χρησιμοποιούν το χρηματιστηριακό δείκτη για να περιγράψουν την κατάσταση της αγοράς και να συγκρίνουν την απόδοση από διάφορες επενδύσεις. Ο δείκτης χρησιμοποιείται επίσης για να περιγραφεί η κατάσταση της οικονομίας. Επιπλέον, αποτελεί ένα μέσο

μέτρησης αξίας και όχι ένα πραγματικό περιουσιακό στοιχείο, επομένως δεν μπορεί κάποιος να επενδύσει απευθείας σε ένα χρηματιστηριακό δείκτη. Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί, η δυνατότητα επένδυσης σε ένα «δεικτοποιημένο» κεφάλαιο, δηλαδή σε ένα επενδυτικό προϊόν που συνδέει την απόδοσή του με αυτήν ενός συγκεκριμένου δείκτη. Επίσης, οι επενδυτές μπορούν να χρησιμοποιούν τους χρηματιστηριακούς δείκτες ως εργαλείο αξιολόγησης της συνολικής απόδοσης της αγοράς ή της σχετικής απόδοσης μιας συγκεκριμένης μετοχής.

Ορισμένοι χρηματιστηριακοί δείκτες είναι διεθνικοί, όπως ο δείκτης Global 100 της S&P και παρακολουθούν την απόδοση μεγάλων πολυεθνικών εταιρειών σε διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές. Άλλοι επικεντρώνονται σε μια συγκεκριμένη περιοχή, για παράδειγμα ο δείκτης FTSE Developed Asia Pacific. Υπάρχουν, ακόμα και οι εθνικοί δείκτες, όπως ο FTSE 100 ή ο Dow Jones, οι οποίοι αφορούν μόνο εταιρείες υπό διαπραγμάτευση σε μια συγκεκριμένη χώρα. Ακόμα, υπάρχουν δείκτες που βασίζονται στις μετοχές ενός συγκεκριμένου χρηματιστηρίου, όπως ο NASDAQ-100, ενώ υπάρχουν και δείκτες που βασίζονται σε περισσότερα από ένα χρηματιστήρια, όπως ο Euronext 100. Επίσης, υπάρχουν εξειδικευμένοι δείκτες, οι οποίοι παρακολουθούν εταιρείες ενός συγκεκριμένου κλάδου, όπως η βιοτεχνολογία ή τα ακίνητα. Παρακάτω παρουσιάζονται οκτώ ευρωπαϊκοί δείκτες, οι τέσσερις αφορούν χώρες του ευρωπαϊκού Βορρά και οι άλλοι τέσσερις του Νότου.

1.7.1 Δείκτης DAX

Ο DAX είναι ένας χρηματιστηριακός δείκτης ο οποίος περιλαμβάνει 30 από τις μεγαλύτερες γερμανικές εταιρείες που διαπραγματεύονται στο Χρηματιστήριο της Φρανκφούρτης. Οι τιμές, οι οποίες χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό του δείκτη DAX, προέρχονται από το σύστημα ηλεκτρονικής διαπραγμάτευσης Xetra. Ο δείκτης DAX δημιουργήθηκε το 1988 με τιμή εκκίνησης τις 1.000 μονάδες. Οι εταιρείες μέλη του DAX αντιπροσωπεύουν περίπου το 75% του συνολικού ανώτατου ορίου της αγοράς που διαπραγματεύεται στο Χρηματιστήριο της Φρανκφούρτης. Για αυτό το λόγο, ο συγκεκριμένος δείκτης μπορεί να αξιοποιηθεί και για την παρακολούθηση της κατάστασης της γερμανικής οικονομίας.

Οι κύριες ώρες διαπραγμάτευσης για το δείκτη DAX είναι από τις 9:00 έως τις 17:30, αν και σε ορισμένες περιπτώσεις συναλλαγές πραγματοποιούνται και από τις 8:00 έως τις 9:00, αλλά και από τις 17:30 έως τις 22:00. Οι προϋποθέσεις που πρέπει να πληροί μία εταιρεία για να ενταχθεί ή και να παραμείνει στο δείκτη, είναι οι εξής:

1. Να είναι εισηγμένη στο χρηματιστήριο τουλάχιστον για τρία χρόνια, προτού συμπεριληφθεί στο δείκτη.
2. Να ανήκει στο τμήμα «Prime Standard» του χρηματιστηρίου της Φρανκφούρτης.
3. Να αντιπροσωπεύει τη γερμανική οικονομία.

Ο δείκτης DAX έχει σταθμισμένη κεφαλαιοποίηση, πράγμα που σημαίνει ότι οι εταιρείες με υψηλότερη κεφαλαιοποίηση θα έχουν μεγαλύτερη επιρροή στην τιμή

της μετοχής του DAX. Οι εταιρείες που διαπραγματεύονται στον DAX εξετάζονται ανά τρίμηνο. Κάποιες προστίθενται, ενώ κάποιες άλλες αφαιρούνται εφόσον δεν πληρούν τα παραπάνω κριτήρια. Όσες εταιρείες δεν κατατάσσονται στις 45 μεγαλύτερες, παύουν να περιλαμβάνονται στο δείκτη. Αντίθετα, όσες δεν ανήκουν στο δείκτη και περιέχονται στη λίστα των 25 κορυφαίων εταιρειών, μπορούν να προστεθούν σε αυτόν. Χαρακτηριστικό είναι ότι ο δείκτης αποτελείται, κυρίως, από κατασκευαστικές εταιρείες. Τρεις πολύ σημαντικοί κατασκευαστές αυτοκινήτων, όπως η Daimler, η BMW και η Volkswagen περιλαμβάνονται στο δείκτη.

1.7.2 Δείκτης CAC 40

Ο CAC 40 είναι ο γαλλικός δείκτης χρηματιστηριακής αγοράς που παρακολουθεί τις 40 μεγαλύτερες μετοχές της Γαλλίας με βάση την κεφαλαιοποίηση Euronext Paris. Περιλαμβάνει εταιρείες όπως η L'Oreal, η Renault, η Michelin και η BNP Paribas. Χρησιμοποιείται ως δείκτης αναφοράς για τα κεφάλαια που επενδύονται στη γαλλική χρηματιστηριακή αγορά και δίνει, επίσης, μια γενική ιδέα για την κατεύθυνση του Euronext Paris, του μεγαλύτερου χρηματιστηρίου στη Γαλλία. Επιπλέον, παρουσιάζει μία αξιοσημείωτη ομοιότητα με τον δείκτη Dow Jones: αντιπροσωπεύει σε σημαντικό βαθμό την κατάσταση της αγοράς στη χώρα, δηλαδή στη Γαλλία.

Μια ανεξάρτητη επιτροπή επανεξετάζει τη σύνθεση του δείκτη CAC 40 ανά τρίμηνο. Σε κάθε ημερομηνία αναθεώρησης, η επιτροπή κατατάσσει τις εταιρείες που είναι εισηγμένες στο Euronext Paris, σύμφωνα με την κεφαλαιοποίηση του χρηματιστηρίου και τον κύκλο εργασιών της προηγούμενης χρονιάς. Το πλήθος των εταιρειών που επιλέγονται από τις 100 πρώτες για να εισέλθουν στο CAC 40, είναι 40 και εάν μια εταιρεία έχει περισσότερες από μία κατηγορίες μετοχών που διαπραγματεύονται στο χρηματιστήριο, μόνο ο πιο ενεργός τίτλος θα είναι αποδεκτός στο δείκτη.

Ο CAC 40 δημιουργήθηκε στις 31 Δεκεμβρίου 1987 και είχε τιμή εκκίνησης τις 1.000 μονάδες. Όπως και σε πολλές άλλες μεγάλες χρηματιστηριακές αγορές, το υψηλότερο επίπεδο των 6.922,33 μονάδων σημειώθηκε την περίοδο της μεγάλης χρηματιστηριακής «φούσκας», το Σεπτέμβριο του 2000. Είναι ένας από τους κύριους εθνικούς δείκτες του ευρωπαϊκού χρηματιστηρίου Euronext. Το Euronext δημιουργήθηκε το 2000 από τη συγχώνευση των χρηματιστηρίων του Άμστερνταμ, των Βρυξελλών και του Παρισιού.

1.7.3 Δείκτης BEL 20

Ο δείκτης BEL 20 αποτελεί δείκτη αναφοράς των μετοχών που διαπραγματεύονται στο Χρηματιστήριο Αξιών των Βρυξελλών, γνωστό πλέον ως Euronext Brussels. Σε γενικές γραμμές, ο δείκτης αποτελείται από τουλάχιστον 10 και το πολύ 20 εταιρείες που διαπραγματεύονται στο Χρηματιστήριο Αξιών των

Βρυξελλών. Από τις 20 Ιουνίου 2011, ο BEL 20 περιέχει 20 εταιρείες, με εξαίρεση μια περίοδο ενός μηνός, το Μάιο-Ιούνιο του 2018, όταν αφαιρέθηκε η Ablynx μετά την εξαγορά από τη Sanofi, αλλά αντικαταστάθηκε στα μέσα Ιουνίου από την arGEN-X.

Η σύνθεση του δείκτη BEL 20 αναθεωρείται ετησίως, με βάση τις τιμές κλεισίματος την τελευταία Παρασκευή του Φεβρουαρίου. Όλες οι αλλαγές πραγματοποιούνται μετά την τρίτη Παρασκευή του Μαρτίου. Εκτός από την εκπλήρωση ενός συνόλου κριτηρίων που απαιτούνται έτσι ώστε μία εταιρεία να είναι αντιπροσωπευτική της βελγικής αγοράς μετοχών, τουλάχιστον το 15% των μετοχών της πρέπει να πληρούν τις προϋποθέσεις της μεθοδολογίας free-float, για την ένταξή της στο δείκτη. Η μεθοδολογία κεφαλαιοποίησης free-float υπολογίζεται λαμβάνοντας την τιμή της μετοχής και πολλαπλασιάζοντας την με τον αριθμό των μετοχών που είναι άμεσα διαθέσιμες στην αγορά. Όταν χρησιμοποιείται αυτή η μεθοδολογία, η προκύπτουσα κεφαλαιοποίηση της αγοράς είναι μικρότερη από ό, τι θα προέκυπτε με τη μέθοδο πλήρους κεφαλαιοποίησης.

Επίσης, μία εταιρεία υποψήφια για ένταξη πρέπει να έχει κεφαλαιοποίηση, σε ευρώ, τουλάχιστον 300.000 φορές την τιμή του δείκτη την τελευταία ημέρα συναλλαγών του Δεκεμβρίου. Η ελάχιστη απαίτηση για διατήρηση μίας εταιρείας στο δείκτη είναι να έχει κεφαλαιοποίηση 200.000 φορές υψηλότερη από την τιμή του δείκτη. Τέλος, το πιο υψηλό επίπεδο των 4.756,82 μονάδων παρατηρήθηκε στις 23 Μαΐου 2007.

1.7.4 Δείκτης ATX

Ο αυστριακός δείκτης ATX είναι ένας από τους πιο δημοφιλείς, μεταξύ των, περίπου, 140 δεικτών, που είναι εισηγμένοι στο Χρηματιστήριο της Βιέννης. Ο ATX, όπως και οι περισσότεροι ευρωπαϊκοί δείκτες, ορίζεται ως δείκτης τιμών και σήμερα αποτελείται από 20 μετοχές. Ιδρύθηκε το 1991 με τιμή βάσης τις 1.000 μονάδες. Το 2018 έκλεισε στις 2.745,78 μονάδες, ενώ η τιμή του δείκτη έχει ανέλθει μέχρι τις 4.926 μονάδες.

Ο ATX είναι ένας σταθμισμένος δείκτης τιμών που αποτελείται από τις πιο συχνά διαπραγματεύσιμες μετοχές στην κύρια αγορά. Ο δείκτης χρηματιστηρίου της Βιέννης αποτελείται από έξι εταιρικά τμήματα:

1. Οικονομικά (46,7%)
2. Βιομηχανίες (32,6%)
3. Βιομηχανικά Προϊόντα & Υπηρεσίες (9,0%)
4. Υπηρεσίες κοινής ωφέλειας (7,5%)
5. Τεχνολογία & Τηλεπικοινωνίες (2,9%)
6. Καταναλωτικά προϊόντα (1,3%)

Αξίζει να σημειωθεί ότι, η σύνθεση του δείκτη αναθεωρείται δύο φορές ετησίως, μία φορά το Μάρτιο και μία το Σεπτέμβριο. Είναι δυνατόν να αντικατασταθούν έως και τρεις μετοχές σε κάθε αναθεώρηση.

1.7.5 Δείκτης IBEX 35

Ο δείκτης IBEX 35 είναι ένα εγχώριο, αλλά και διεθνές σημείο αναφοράς για το ισπανικό χρηματιστήριο BME. Αποτελείται από τις 35 πιο ρευστές μετοχές που διαπραγματεύονται στην ισπανική χρηματιστηριακή αγορά. Οι κορυφαίες στιγμές του δείκτη παρατηρήθηκαν μεταξύ του 2000 και του 2007, όταν η Ισπανία βρισκόταν σε μία περίοδο ραγδαίας οικονομικής ανάπτυξης. Τότε, ξεπέρασε μεγάλους δείκτες δυτικών χρηματιστηρίων, όπως ο FTSE 100 και ο CAC 40.

Ο δείκτης IBEX 35 δημιουργήθηκε το 1992, με τιμή βάσης τις 3.000 μονάδες. Οι τιμές του δείκτη, όμως, υπολογίζονταν ήδη από το Δεκέμβριο του 1989. Η Sociedad de Bolsas υπολογίζει τον δείκτη σε πραγματικό χρόνο, χρησιμοποιώντας την ευρωπαϊκή ζώνη ώρας και οι μετοχές σταθμίζονται με βάση την κεφαλαιοποίηση της αγοράς. Σε αντίθεση με άλλους δείκτες δυτικών χρηματιστηρίων, ο δείκτης IBEX 35 ανήλθε στην υψηλότερη τιμή του το 2007, πριν από την παγκόσμια οικονομική κρίση, αντί για τη δεκαετία του 1990. Εταιρείες όπως η Banco Santander, η BBVA, η Repsol και η Telefonica περιλαμβάνονται στον IBEX 35. Τέλος, η σύνθεση του δείκτη αναθεωρείται δύο φορές το χρόνο, τον Ιούνιο και το Δεκέμβριο.

1.7.6 Δείκτης FTSE MIB

Ο δείκτης FTSE MIB αποτελεί βασικό κριτήριο αναφοράς για τις ιταλικές χρηματιστηριακές αγορές και περιλαμβάνει τις 40 πιο ρευστές μετοχές που είναι εισηγμένες στο Borsa Italiana, το Χρηματιστήριο του Μιλάνου. Αυτό το χρηματιστήριο δημιουργήθηκε το 1997, συγχωνεύθηκε με το Χρηματιστήριο του Λονδίνου το 2007 και ο κύριος δείκτης του είναι ο FTSE MIB, που ονομαζόταν S&P MIB έως και το 2009. Περιέχει ορισμένα από τα πιο γνωστά ονόματα ιταλικών επιχειρήσεων και βιομηχανιών. Οι εταιρείες αυτές επιλέγονται ανάλογα με τη ρευστότητα των τίτλων που εκδίδουν, αλλά και ανάλογα με τη σημασία τους στον τομέα των δραστηριοτήτων που τις αφορούν. Κάποιες από τις εταιρείες που περιέχονται στο δείκτη είναι η Campari, η Fiat, η Chrysler, η Ferrari, η Pirelli, η Italgas, η Telecom Italia, η Mediaset και η UniCredit. Συνολικά, οι τίτλοι αυτοί αντιπροσωπεύουν τουλάχιστον το 80% της συνολικής κεφαλαιοποίησης του οικονομικού κέντρου του Μιλάνου.

Η σύνθεση του δείκτη αναθεωρείται κάθε τρίμηνο, δηλαδή το Μάρτιο, τον Ιούνιο, το Σεπτέμβριο και το Δεκέμβριο. Θεωρείται γενικά ότι οι 40 εταιρείες που απαρτίζουν αυτόν τον δείκτη είναι εκείνες με τον υψηλότερο όγκο συναλλαγών σε ευρώ κατά τη διάρκεια των προηγούμενων 6 μηνών. Ο δείκτης FTSE MIB έφτασε στο υψηλότερο σημείο του, στις 44.360 μονάδες, το 2007. Το Μάρτιο του 2009 ο ιταλικός δείκτης έφτασε στο χαμηλότερο ιστορικό επίπεδο των 12.895 μονάδων. Μετά από αυτή την περίοδο, έως και το τέλος του 2012, το επίπεδο του FTSE MIB ανέβαινε σταδιακά, ξεπερνώντας πολλές φορές το επίπεδο των 20.000 μονάδων. Από τις αρχές του 2013 καταγράφεται μία ανοδική πορεία του δείκτη, αλλά αυτή κρίνεται

εξαιρετικά ασταθής. Όσον αφορά τον υπολογισμό του ιταλικού χρηματιστηριακού δείκτη, οι μεγαλύτερες εταιρείες έχουν υψηλότερο συντελεστή βαρύτητας και οι μικρότερες εταιρείες έχουν μικρότερη επιρροή στη διαμόρφωση αυτού του δείκτη.

1.7.7 Δείκτης PSI 20

Ο δείκτης PSI 20 είναι ο σημαντικότερος δείκτης της πορτογαλικής χρηματιστηριακής αγοράς και αποτελείται από τις 20 εταιρείες με τη μεγαλύτερη χρηματιστηριακή κεφαλαιοποίηση και το μεγαλύτερο κύκλο εργασιών των μετοχών στο χρηματιστήριο. Οι επενδυτές συχνά δίνουν ιδιαίτερη προσοχή στις μεταβολές του PSI 20, όταν παρακολουθούν την πορεία της πορτογαλικής οικονομίας. Ο δείκτης δημιουργήθηκε το Δεκέμβριο του 1992, με τιμή βάσης τις 3.000 μονάδες. Η σύνθεση του PSI 20, έως και τον Ιούλιο του 2007, αναθεωρούνταν δύο φορές το χρόνο, τον Ιανουάριο και τον Ιούλιο. Στη συνέχεια, όμως, η συχνότητα αναθεώρησης του δείκτη άλλαξε και από το Μάρτιο του 2008, μετατράπηκε σε ετήσια.

Ο PSI 20 παρουσίασε αξιοσημείωτες μεταβολές μεταξύ του 1998 και του 2000, λόγω της αβεβαιότητας στις αναδυόμενες αγορές του κόσμου. Η υψηλότερη τιμή του δείκτη καταγράφηκε σε αυτό το διάστημα (14.822,59 μονάδες), συγκεκριμένα στις 3 Μαρτίου του 2000. Η κατάσταση αυτή συνεχίστηκε για περίπου τρία χρόνια ακόμα, αλλά από το 2003 και έπειτα ο δείκτης ακολουθεί ανοδική πορεία.

1.7.8 Γενικός Δείκτης Χρηματιστηρίου Αξιών Αθηνών

Ο Γενικός Δείκτης του Χρηματιστηρίου Αξιών Αθηνών (Γ.Δ.Χ.Α.Α.) ξεκίνησε να υπολογίζεται στις 31 Δεκεμβρίου 1980 με τιμή εκκίνησης τις 100 μονάδες και αποτελεί ένα αξιόπιστο μέτρο καταγραφής, σε πραγματικό χρόνο, των τάσεων των μετοχών των εταιρειών που διαπραγματεύονται στην κατηγορία μεγάλης κεφαλαιοποίησης του Χρηματιστηρίου Αθηνών. Ένα πολύ σημαντικό γεγονός, οποίο επηρέασε τις ζωές πολλών ελληνικών οικογενειών, ήταν το χρηματιστηριακό κραχ του 1999. Την Τρίτη 21 Σεπτεμβρίου 1999 ο γενικός δείκτης εμφάνισε ιστορικά υψηλά των 6.484,38 μονάδων. Ορισμένα χρόνια αργότερα, στις 24 Οκτωβρίου 2008, ο δείκτης αυτός έπεσε κατά 9.71%. Τη Δευτέρα 7 Ιουνίου 2010 ο γενικός δείκτης έφτασε στις 1.403,92 μονάδες και στις 18 Νοεμβρίου 2011 έκλεισε στις 712,63 μονάδες. Στις 28 Αυγούστου του 2011 ο γενικός δείκτης του χρηματιστηρίου σημείωσε την μεγαλύτερη ημερήσια άνοδο στην ιστορία του, συγκεκριμένα +14,37%, ευρισκόμενος βέβαια σε επίπεδα κάτω των 1.000 μονάδων.

Η τραπεζική αργία το καλοκαίρι του 2015, οδήγησε το Χρηματιστήριο Αθηνών στο να παραμείνει κλειστό από τις 29 Ιουνίου 2015. Η επαναλειτουργία του έγινε στις 3 Αυγούστου 2015, με το γενικό δείκτη να καταγράφει ιστορική πτώση, φτάνοντας το -22,88% και τις 615 μονάδες κατά τη διάρκεια τη συνεδρίασης, για να κλείσει τελικά στις 668 μονάδες με τη μεταβολή να είναι στο -16,23%, ξεπερνώντας την κατάρρευση

του -12,6% στις 26 Οκτωβρίου 1987, την ημέρα δηλαδή της επαναλειτουργίας του μετά τη σύντομη αργία, λόγω του "κραχ" των χρηματιστηρίων τη "μαύρη Δευτέρα", στις 19 Οκτωβρίου 1987. Στις 24 Αυγούστου 2015, εν μέσω κλυδωνισμών στις παγκόσμιες αγορές και αβεβαιότητας λόγω των επικείμενων πρόωρων εκλογών, ο γενικός δείκτης σημείωσε νέο αρνητικό ρεκόρ με χαμηλά 38 μηνών, κλείνοντας στις 568 μονάδες (-10,54%). Μάλιστα, οι ενδοσυνεδριακές απώλειες έφτασαν τις 562,87 μονάδες.

1.8 Ανακεφαλαίωση

Σε αυτό το κεφάλαιο πραγματοποιήθηκε η ανάλυση των αγορών κεφαλαίου, όπως και η διάκρισή τους σε πρωτογενείς και δευτερογενείς. Παρουσιάστηκε η έννοια του χρηματιστηρίου και ο καίριος ρόλος του στη σημερινή οικονομική πραγματικότητα. Επίσης, αναδείχθηκε η πορεία του χρηματιστηρίου στο χρόνο, τα πλεονεκτήματά του, η κριτική που του ασκείται, αλλά και οι διάφορες κατηγορίες χρηματιστηρίων. Τέλος, δόθηκε ο ορισμός του χρηματιστηριακού δείκτη και αναλύθηκαν οκτώ σημαντικοί δείκτες ευρωπαϊκών χρηματιστηρίων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

2.1 Εισαγωγή

Ένα ιδιαίτερα σύνηθες φαινόμενο, το οποίο καλείται να αντιμετωπίσει το μεγαλύτερο μέρος, αν όχι το σύνολο του πληθυσμού, είναι αυτό του κινδύνου. Παρόλο, όμως, που ο κίνδυνος ως έννοια, είναι οικείος στους περισσότερους, δεν έχει καθιερωθεί ένας σαφής, ξεκάθαρος ορισμός, ο οποίος να τον περιγράφει απόλυτα. Οι προσπάθειες που έχουν γίνει για να αποδώσουν τη σημασία του είναι αρκετές. Έτσι, ο κίνδυνος μπορεί να οριστεί ως η πιθανότητα η πραγματοποιηθείσα απόδοση να διαφέρει, για την ακρίβεια να είναι μικρότερη, από την αναμενόμενη απόδοση. Επιπλέον, με δεδομένο ότι ο κίνδυνος μπορεί να υπαχθεί σε ποσοτική μέτρηση, μπορεί να οριστεί και ως η μεταβλητότητα των δυνητικών αποδόσεων ως προς την αναμενόμενη τιμή της απόδοσης. Σε πιο απλοϊκή μορφή, κίνδυνος είναι τα πράγματα που γνωρίζουμε ότι δε γνωρίζουμε, σύμφωνα με τον Rumsfeld, ο οποίος διετέλεσε υπουργός Άμυνας των ΗΠΑ κατά το παρελθόν. (Τήνιος, 2017). Όπως διαπιστώνεται εύκολα από τους δύο πρώτους ορισμούς που δόθηκαν, η απόδοση και ο κίνδυνος σχετίζονται, γεγονός που αποτελεί θεμελιώδες στοιχείο για την οικονομία. Αξίζει να σημειωθεί, ότι η σχέση κινδύνου και αναμενόμενης απόδοσης είναι θετική. Η επικρατούσα άποψη στον επιχειρηματικό κόσμο είναι πως κάποιος επενδυτής είναι αδύνατον να αναμένει υψηλές αποδόσεις χωρίς υψηλό κίνδυνο και επίσης ότι οι ασφαλείς επενδύσεις συνεπάγονται χαμηλές αποδόσεις.

Ο κίνδυνος αποτελεί αδιάσπαστο στοιχείο της καθημερινότητας όλων και επηρεάζει το σύνολο της δραστηριότητας των διάφορων οικονομικών μονάδων. Συνεπώς, κάθε επιχείρηση είναι υποχρεωμένη να διαχειριστεί κατάλληλα τους κινδύνους που προκύπτουν και να προχωρά σε εκτιμήσεις για το μέγεθος και τη μορφή αυτών. Αυτό απαιτεί τη χρησιμοποίηση μεγάλων χρηματικών πόρων εκ μέρους της επιχείρησης και απασχόληση ενός μέρους του προσωπικού αποκλειστικά στον τομέα αυτό. Γίνεται λοιπόν αντιληπτό ότι, η κατανόηση της έννοιας του κινδύνου είναι ιδιαίτερα σημαντική για μία επιχείρηση και η σωστή διαχείριση και πρόβλεψή του συνιστούν βασικούς παράγοντες επιβίωσης και ανάπτυξης αυτής.

Στις επόμενες ενότητες περιγράφεται αναλυτικότερα ο κίνδυνος και αναλύεται η σχέση του με την έννοια της αβεβαιότητας. Ακόμα, παρουσιάζεται η διαχείρισή του και ταξινομούνται οι κίνδυνοι με την ομαδοποίησή τους σε δύο μεγάλες κατηγορίες. Επιπλέον, αναπτύσσεται η εξέλιξη του κινδύνου στο χρόνο, καταγράφονται τα στάδια της ανάλυσής του, η αξιολόγησή του και η αναφορά του.

2.2 Έννοια του κινδύνου

Όπως σημειώθηκε, ο κίνδυνος, ως όρος, δε θεωρείται σύνθετος. Όταν γίνεται εμφανής η ύπαρξη του κινδύνου, ο καθένας, χωρίς να χρειάζεται να διαθέτει εξειδικευμένες γνώσεις, αντιλαμβάνεται ότι η συγκεκριμένη κατάσταση περιγράφεται από αβεβαιότητα σχετικά με το αποτέλεσμα και υπάρχει η πιθανότητα το αποτέλεσμα αυτό να μην είναι το επιθυμητό. Αυτή η μη αυστηρή περιγραφή του κινδύνου μπορεί να προσφέρει μία πρώτη επαφή με την έννοια του, η οποία, όμως, σίγουρα δεν είναι αρκετή.

Σύμφωνα με τον Vaughan (2013), οι οικονομολόγοι και οι στατιστικολόγοι έχουν προσπαθήσει να αποσαφηνίσουν την έννοια του κινδύνου, αλλά και αυτή της αβεβαιότητας, με σκοπό να καταλήξουν σε έναν αυστηρό ορισμό για τον κίνδυνο. Συναντούν, όμως, σημαντικές δυσκολίες στην προσπάθειά τους αυτή, καθώς δεν είναι εύκολο να δοθεί ένας ορισμός, ο οποίος να είναι δυνατόν να αξιοποιηθεί σε πολλούς διαφορετικούς τομείς, όπως αυτός των οικονομικών και της ασφάλισης. Ο ορισμός του κινδύνου που είναι κατάλληλος για έναν οικονομολόγο, μπορεί να είναι λιγότερο χρήσιμος για έναν ασφαλιστή. Αυτό συμβαίνει διότι κάθε κλάδος αντιμετωπίζει διαφορετικά ζητήματα, τα οποία, προφανώς, απαιτούν ξεχωριστή επίλυση.

Δεν είναι λίγες οι περιπτώσεις στις οποίες, η αβεβαιότητα συγχέεται με τον κίνδυνο. Για αυτό το λόγο, κρίνεται απαραίτητο να αναλυθεί η σχέση μεταξύ αυτών των δύο όρων. Η έννοια της αβεβαιότητας συνδέεται με αμφιβολία, σχετικά με το τι θα συμβεί ή δε θα συμβεί στο μέλλον, το αντίθετο, δηλαδή, της βεβαιότητας. Για παράδειγμα, ένας φοιτητής λέει, «είμαι βέβαιος ότι η βαθμολογία μου σε αυτό το μάθημα θα είναι 10», το οποίο σημαίνει το ίδιο με τη δήλωση, «είμαι αισιόδοξος ότι η βαθμολογία μου σε αυτό το μάθημα θα είναι 10». Στις δύο δηλώσεις παρατηρείται μία πεποίθηση σχετικά με το αποτέλεσμα. Από την άλλη πλευρά, η πρόταση «δεν είμαι βέβαιος ποια θα είναι η βαθμολογία μου σε αυτό το μάθημα», φανερώνει έλλειψη γνώσης για το αποτέλεσμα. Η αβεβαιότητα είναι μία ψυχολογική αντίδραση στην άγνοια για το μέλλον. Η ύπαρξη κινδύνου, μία κατάσταση ή ένας συνδυασμός καταστάσεων στις οποίες υπάρχει πιθανότητα απώλειας ή ζημίας, δημιουργεί, τελικά, την αβεβαιότητα.

Η πεποίθηση ενός ατόμου σχετικά με ένα γεγονός ή μία κατάσταση, μπορεί να συμπίπτει ή να μη συμπίπτει με τις συνθήκες του πραγματικού κόσμου. Ο φοιτητής ο οποίος λέει, «είμαι βέβαιος ότι σε αυτό το μάθημα η βαθμολογία μου θα είναι 10», δεν αποκλείεται, στην πραγματικότητα, να λάβει χαμηλότερη βαθμολογία. Συνεπώς, η αβεβαιότητα ποικίλλει από άτομο σε άτομο. Διαφορετικές συμπεριφορές είναι πιθανό να παρουσιάσουν διαφορετικά άτομα, σε παρόμοιες συνθήκες. Από τη μία πλευρά, ένα άτομο είναι δυνατόν να αισθάνεται αβεβαιότητα για μία κατάσταση κατά την οποία πιστεύει ότι υπάρχει πιθανότητα απώλειας, αλλά στην πραγματικότητα να μην ισχύει κάτι τέτοιο. Από την άλλη πλευρά, ένα άτομο μπορεί

να μη διακατέχεται από αβεβαιότητα σχετικά με ένα κίνδυνο, όταν αδυνατεί να τον αναγνωρίσει (Vaughan, 2013).

Γενικότερα, παρατηρείται η τάση ο κίνδυνος να συνδέεται με κάτι αρνητικό. Ωστόσο, η αλήθεια δεν είναι αυτή, καθώς ο κίνδυνος είναι απαραίτητος σε μία επενδυτική δραστηριότητα και δε διαχωρίζεται από την απόδοση. Ένας απλός και κατανοητός ορισμός για τον κίνδυνο είναι ότι εκφράζει την απόκλιση από το αναμενόμενο αποτέλεσμα. Αυτή η απόκλιση μπορεί να είναι είτε θετική είτε αρνητική και περιγράφεται από τη φράση «χωρίς πόνο, χωρίς κέρδος». Δηλαδή, η επίτευξη υψηλότερων αποδόσεων μακροπρόθεσμα απαιτεί την αποδοχή εκ μέρους του επενδυτή βραχυπρόθεσμων κινδύνων.

Παράλληλα με τις έννοιες του κινδύνου και της αβεβαιότητας, έχει αναπτυχθεί και η έννοια της διαχείρισης κινδύνου. Η διαχείριση κινδύνου είναι μία επιστημονική προσέγγιση η οποία έχει ως στόχο την εξάλειψη των κινδύνων που μπορεί να αντιμετωπίσει μία επιχείρηση ή ένας οργανισμός. Πολλές επιχειρήσεις στελεχώνονται από άτομα, τα οποία ειδικεύονται στον περιορισμό διάφορων κινδύνων και ονομάζονται διαχειριστές κινδύνου. Αν και ο όρος διαχείριση κινδύνου είναι σχετικά πρόσφατος, η λογική της διαχείρισης κινδύνων είναι πολύ παλιά. Με την ευρεία έννοια του όρου, η διαχείριση κινδύνου είναι η διαδικασία προστασίας ατόμων και περιουσιακών στοιχείων. Πιο συγκεκριμένα, μπορεί να αναφερθεί ότι, είναι μία προσπάθεια των επιχειρήσεων για τη μείωση της επιρροής των κινδύνων στη δραστηριότητά τους. Επομένως, η διαχείριση κινδύνου βασίζεται σε μία προκαθορισμένη μεθοδολογία και ακολουθεί μία καθορισμένη ακολουθία βημάτων (Vaughan, 2013).

Η διαχείριση κινδύνων συναντάται πολύ συχνά στο παγκόσμιο οικονομικό περιβάλλον. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η περίπτωση ενός επενδυτή, ο οποίος προτιμά να αγοράσει κρατικά ομόλογα χαμηλού κινδύνου έναντι πιο ριψοκίνδυνων εταιρικών ομολόγων ή ακόμα και μία τράπεζα όταν πραγματοποιεί έλεγχο στα οικονομικά στοιχεία ενός πελάτη, πριν του προσφέρει κάποια δανειακή χρηματοδότηση. Αρκετοί επενδυτές επιλέγουν τα προθεσμιακά συμβόλαια ή τα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης και ακολουθούν στρατηγικές, όπως η διαφοροποίηση χαρτοφυλακίου, για το μετριασμό των κινδύνων και την επίτευξη αποτελεσματικής διαχείρισης κινδύνου.

Η ανεπαρκής διαχείριση κινδύνου μπορεί να έχει σοβαρές συνέπειες για τις επιχειρήσεις, τα άτομα και την οικονομία. Η κρίση στην αγορά ακινήτων των ΗΠΑ το 2007, οδήγησε στη διεθνή χρηματοπιστωτική κρίση και αυτή με τη σειρά της, στην παγκόσμια οικονομική ύφεση του 2008, η οποία επηρέασε την πορεία των οικονομιών όλου του κόσμου. Οι αιτίες αυτής της κρίσης θα πρέπει να αναζητηθούν σε λανθασμένες αποφάσεις διαχείρισης κινδύνου. Μία από αυτές, ίσως η σπουδαιότερη, είναι η επιλογή των τραπεζών να παραχωρήσουν δάνεια σε φυσικά ή νομικά πρόσωπα με χαμηλή πιστοληπτική ικανότητα.

2.3 Είδη του κινδύνου

Η προσπάθεια ομαδοποίησης των κινδύνων περιλαμβάνει δύο στάδια.

Αρχικά, οι κίνδυνοι μπορούν να χωριστούν σε:

- Επιχειρηματικούς κινδύνους (Business Risks)
- Χρηματοοικονομικούς κινδύνους (Financial Risks)

Οι διαφορές μεταξύ των δύο ειδών κινδύνου είναι ξεκάθαρες. Από τη μία, οι επιχειρηματικοί κίνδυνοι σχετίζονται με τη στρατηγική που ακολουθεί μία επιχείρηση, η οποία φανερώνει τον τρόπο με τον οποίο αυτή πορεύεται. Ο επιχειρηματικός κίνδυνος μπορεί να οριστεί, ως ο κίνδυνος μείωσης της αποδοτικότητας και της παραγωγικότητας μιας επιχείρησης λόγω λανθασμένων αποφάσεων της διοίκησης, που έχουν ως συνέπεια την εμφάνιση ζημιών. Από την άλλη, ο χρηματοοικονομικός κίνδυνος είναι εκείνος που προέρχεται από τη χρήση δανειακών κεφαλαίων από την εταιρεία. Όσο αυξάνονται τα ξένα προς τα ίδια κεφάλαια, τόσο περισσότερο εκτίθεται η επιχείρηση στο χρηματοοικονομικό κίνδυνο (Λελεδάκης, 2007). Η έρευνα των Matthews και Thompson (2005) οδήγησε στο διαχωρισμό των χρηματοοικονομικών κινδύνων στις εξής πέντε κατηγορίες:

- Κίνδυνος αγοράς
- Νομικός κίνδυνος
- Κίνδυνος ρευστότητας
- Λειτουργικός κίνδυνος
- Πιστωτικός κίνδυνος

Στη συνέχεια ακολουθεί εκτενής περιγραφή και ανάλυση των ανωτέρω ειδών κινδύνου.

Κίνδυνος αγοράς

Ο κίνδυνος αγοράς (market risk) περιγράφει την πιθανότητα ενός επενδυτή να έρθει αντιμέτωπος με ζημίες, λόγω παραγόντων που επηρεάζουν τη συνολική απόδοση των χρηματοπιστωτικών αγορών στις οποίες εμπλέκεται. Ο κίνδυνος αγοράς, ο οποίος ονομάζεται και συστηματικός κίνδυνος, δεν μπορεί να εξλειφθεί μέσω διαφοροποίησης, αν και μπορεί να αντισταθμιστεί με άλλους τρόπους. Παραδείγματα κινδύνων αγοράς είναι, η ύφεση, η πολιτική αναταραχή, οι μεταβολές των επιτοκίων, οι φυσικές καταστροφές, όπως και οι τρομοκρατικές επιθέσεις. Ο συστηματικός κίνδυνος ή κίνδυνος αγοράς επηρεάζει ταυτόχρονα το σύνολο της αγοράς. Σε αντίθεση με τον κίνδυνο αγοράς, ο μη συστηματικός κίνδυνος, είναι δυνατόν να μειωθεί μέσω της διαφοροποίησης.

Ο κίνδυνος αγοράς υπάρχει εξαιτίας αλλαγών που συντελούνται στις τιμές. Η τυπική απόκλιση των τιμών των μετοχών, των νομισμάτων ή των εμπορευμάτων, αναφέρεται ως μεταβλητότητα των τιμών. Η μεταβλητότητα μπορεί να εκφράζεται ως απόλυτος αριθμός ή ως ποσοστό επί της αρχικής αξίας. Για τη μέτρηση του κινδύνου αγοράς, οι επενδυτές και οι αναλυτές χρησιμοποιούν, συνήθως, τη μέθοδο

της αξίας σε κίνδυνο (Value at Risk ή VaR), η οποία θα παρουσιαστεί αναλυτικά σε επόμενο κεφάλαιο. Με λίγα λόγια, η μέθοδος VaR ποσοτικοποιεί την πιθανή απώλεια ενός χαρτοφυλακίου, καθώς και την πιθανότητα να προκύψει αυτή η ζημιά.

Νομικός κίνδυνος

Νομικός κίνδυνος (legal risk) είναι ο κίνδυνος που αντιμετωπίζουν επιχειρήσεις και επενδυτές να απωλέσουν κεφάλαια ή κέρδη λόγω απουσίας του κατάλληλου νομικού πλαισίου για την υποχρεωτική εκτέλεση συμβάσεων ή λόγω της έκδοσης αντίθετων δικαστικών αποφάσεων σε διαφορετικές χώρες στις οποίες δραστηριοποιούνται. Ο νομικός κίνδυνος πηγάζει από την έλλειψη συμμόρφωσης των διαδικασιών μιας εταιρείας με τις νόμιμες ή κανονιστικές υποχρεώσεις. Μπορεί να προκύψει επίσης όταν τα δικαιώματα δύο πλευρών σε μία συναλλαγή υπόκεινται σε αμφισβήτηση.

Στόχος μίας εταιρείας είναι να αναγνωρίσει, να διαχειριστεί, να επιβλέψει και να μειώσει την πιθανή ύπαρξη νομικού κινδύνου. Η διαχείριση των νομικών κινδύνων εφαρμόζεται με:

- Το διαρκή έλεγχο των τμημάτων που είναι ιδιαίτερα εκτεθειμένα σε νομικούς κινδύνους.
- Την ανάληψη δεσμεύσεων για την εφαρμογή αναπτυξιακών διαδικασιών και την ελαχιστοποίηση τέτοιων κινδύνων.
- Την εγκατάσταση κατάλληλων διαχωρισμών των καθηκόντων, ώστε οι τεκμηριώσεις τέτοιων νομικών διαδικασιών να διεξάγονται και να εκτελούνται στο κατάλληλο επίπεδο αμεροληψίας από τα εμπλεκόμενα άτομα.
- Τη συνεχή έρευνα των σχέσεων μεταξύ του τμήματος του νομικού κινδύνου και των υπολοίπων τμημάτων διαχείρισης κινδύνων, για την απαλοιφή των κενών στις διαδικασίες διαχείρισης κινδύνων.
- Την εφαρμογή των ελαχίστων κριτηρίων ασφαλείας για τη μείωση και τον έλεγχο του κάθε κινδύνου, συμπεριλαμβανομένης της ιδιότητας του και των μεθόδων επίλυσης που πρέπει να ακολουθηθούν από τους εξωτερικούς και εσωτερικούς νομικούς μας πόρους.
- Την εφαρμογή μεθόδων επίβλεψης της συμμόρφωσης του νομικού κινδύνου, λαμβάνοντας υπόψιν τα ελάχιστα κριτήρια που πρέπει να πληροί το κάθε τμήμα της εταιρείας.

Η αποτελεσματική διαχείριση των νομικών κινδύνων αποτελεί προτεραιότητα για το σύνολο των επιχειρήσεων και των οργανισμών. Η ικανότητά τους να αντιμετωπίσουν με επιτυχία τέτοιου είδους κινδύνους, θεωρείται καίρια για τη συνέχιση της ύπαρξής τους. Κατά συνέπεια, δεν είναι υπερβολή να αναφερθεί ότι ο περιορισμός των διαφόρων νομικών κινδύνων κρίνει έως ένα βαθμό, τη μετέπειτα πορεία και την ανάπτυξή τους.

Κίνδυνος ρευστότητας

Ο κίνδυνος ρευστότητας (liquidity risk) είναι ο κίνδυνος μία εταιρεία ή μία τράπεζα να μην είναι σε θέση να ανταποκριθεί σε βραχυπρόθεσμες οικονομικές υποχρεώσεις. Αυτό συμβαίνει, συνήθως, λόγω αδυναμίας μετατροπής ενός περιουσιακού στοιχείου σε μετρητά, χωρίς απώλεια κεφαλαίου κατά τη διαδικασία αυτή. Γενικά, ο κίνδυνος ρευστότητας προκύπτει όταν μια επιχείρηση ή ακόμα και ένα άτομο, που έχει άμεση ανάγκη για μετρητά, κατέχει ένα πολύτιμο περιουσιακό στοιχείο το οποίο δεν μπορεί να πουλήσει στην αγοραία αξία για διάφορους λόγους, όπως είναι η έλλειψη αγοραστών.

Ο κίνδυνος ρευστότητας διαδραματίζει κυρίαρχο ρόλο στη λειτουργία μίας επιχείρησης. Οι αγοραστές και οι ιδιοκτήτες περιουσιακών στοιχείων θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψιν την αποδοτικότητα των περιουσιακών στοιχείων, όταν εξετάζουν τις βραχυπρόθεσμες ταμειακές τους ανάγκες. Τα περιουσιακά στοιχεία, τα οποία είναι δύσκολο να πωληθούν, προκαλούν τον κίνδυνο ρευστότητας, καθώς δεν είναι εύκολη η μετατροπή τους σε μετρητά σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή.

Ένα παράδειγμα ύπαρξης κινδύνου ρευστότητας από την κατοχή ενός περιουσιακού στοιχείου, είναι το εξής: Έστω ότι κάποιος έχει στην κατοχή του ένα σπίτι αξίας 1.000.000 ευρώ και επιθυμεί για δικούς του λόγους, να το πουλήσει. Λόγω, όμως, των συνθηκών της αγοράς τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο, δεν υπάρχουν ενδιαφερόμενοι αγοραστές. Ο ιδιοκτήτης γνωρίζει ότι, υπό άλλες καλύτερες οικονομικά συνθήκες, το σπίτι θα μπορούσε να πουληθεί αρκετά πάνω από την προαναφερθείσα αξία του. Ωστόσο, εξαιτίας οικονομικών δυσχερειών, ο κάτοχος του σπιτιού δεν έχει άλλη επιλογή από το να πουλήσει το σπίτι αυτή την περίοδο, γνωρίζοντας ότι θα υποστεί σημαντική οικονομική απώλεια. Επομένως, ο κίνδυνος ρευστότητας είναι δυνατό να οδηγήσει σε μείωση της αξίας ορισμένων περιουσιακών στοιχείων και για αυτό λαμβάνεται σοβαρά υπόψιν από τις επιχειρήσεις και τα άτομα.

Λειτουργικός κίνδυνος

Σύμφωνα με τη Συνθήκη της Βασιλείας II, ο λειτουργικός κίνδυνος (operational risk) προκύπτει από κάποια ανεπαρκή ή αποτυχημένη εσωτερική διαδικασία, από ανθρώπινο λάθος ή δόλο, από δυσλειτουργία συστήματος ή από άλλους λειτουργικούς εξωγενείς παράγοντες. Το πρωταρχικό μέλημα για τον εντοπισμό του λειτουργικού κινδύνου είναι, ο εντοπισμός των ατελών διαδικασιών εξαιτίας των οποίων έχουν επέλθει ή δύναται να επέλθουν απώλειες σε κάποιο τραπεζικό οργανισμό. Οι ατέλειες αυτές έγκεινται στην ανεπάρκεια, στην έλλειψη ή στην προσβολή (κυρίως από τον ανθρώπινο παράγοντα) των υπαρχόντων πρότυπων διαδικασιών και εσωτερικών κανονισμών του τραπεζικού οργανισμού. Ο λειτουργικός κίνδυνος που οφείλεται στον ανθρώπινο παράγοντα αναφέρεται σε ζημιές που ενδεχομένως θα προκληθούν από νυν ή τέως εργαζόμενους του τραπεζικού οργανισμού. Αυτού του είδους οι κίνδυνοι στηρίζονται κατά βάση,

έμμεσα ή άμεσα, στις δυσλειτουργίες των ελεγκτικών διαδικασιών και συστημάτων του πιστωτικού ιδρύματος. Η ικανότητα της ποιοτικής αξιολόγησης και της ποσοτικοποίησης των εν λόγω κινδύνων αποτελεί τη βάση για τον υπολογισμό των κεφαλαίων που απαιτείται να διακρατηθούν από τα πιστωτικά ιδρύματα έναντι του λειτουργικού κινδύνου.

Το νέο πλαίσιο περί κεφαλαιακής επάρκειας, έτσι όπως ορίζεται στον πρώτο πυλώνα του σχεδίου της Συνθήκης της Βασιλείας II, εισάγει τρεις προσεγγιστικές μεθόδους υπολογισμού αυτών των κεφαλαιακών απαιτήσεων. Οι προσεγγίσεις αυτές αφορούν τη Μέθοδο του Βασικού Δείκτη (Basic Indicator Approach), την Τυποποιημένη Μέθοδο (Standardized Approach) ή την Εναλλακτική Τυποποιημένη Μέθοδο (ASA) και τη Μέθοδο των Εσωτερικών Υποδειγμάτων (Advanced Measurement Approach). Οι δύο πρώτες μέθοδοι αποτελούν γενικευμένες απεικονίσεις της τραπεζικής πραγματικότητας και σε καμία περίπτωση δεν απεικονίζουν τους πραγματικούς λειτουργικούς κινδύνους του κάθε μεμονωμένου πιστωτικού ιδρύματος. Η μέθοδος των εσωτερικών υποδειγμάτων είναι περισσότερο επικεντρωμένη στις ανάγκες και το χαρακτήρα του πιστωτικού ιδρύματος καθώς βασίζεται, εν πολλοίς, στη χρήση εσωτερικών και εξωτερικών βάσεων δεδομένων ιστορικών ζημιών (Ακκίζιδης, Καλύβας, 2005).

Πιστωτικός κίνδυνος

Πιστωτικός κίνδυνος (credit risk) είναι ο κίνδυνος που διατρέχει μια επιχείρηση ή ένας οργανισμός να μην εισπράξει έγκαιρα τις απαιτήσεις του ή ακόμα, σε μερικές περιπτώσεις, να μην τις εισπράξει ποτέ. Ο πιστωτικός κίνδυνος δημιουργείται όταν η πιστοληπτική ικανότητα της χρηματοδοτούμενης επιχείρησης είναι χαμηλή και άρα ευπρόσβλητη ακόμη και από ασήμαντες μεταβολές του οικονομικού περιβάλλοντος. Έτσι, ενδεχόμενες αλλαγές στο μικροοικονομικό ή και μακροοικονομικό περιβάλλον μπορεί εύκολα να οδηγήσουν τις συγκεκριμένες επιχειρήσεις σε αδυναμία αποπληρωμής των υποχρεώσεών τους. Η συνηθέστερη συνέπεια του πιστωτικού κινδύνου στις επιχειρήσεις που τον αντιμετωπίζουν είναι ο περιορισμός της ρευστότητάς τους, ενώ σε άλλες περιπτώσεις το αποτέλεσμα είναι η μείωση της πιστοληπτικής τους ικανότητας και μοιραία, η πτώχευση. Συνήθεις παρενέργειες είναι επίσης, είτε η αναζήτηση έκτακτης χρηματοδότησης είτε η ανάγκη διατήρησης υψηλών αποθεματικών, καθώς οι επιχειρήσεις αυτές, λόγω μειωμένων ταμειακών ροών, αδυνατούν να καλύψουν τις υποχρεώσεις τους. Ακόμα, δεν είναι σπάνιο το φαινόμενο των εταιριών που αναγκάζονται είτε να αναστείλουν τακτικούς ή και στρατηγικούς στόχους, είτε να χάσουν το όποιο ανταγωνιστικό πλεονέκτημα διαθέτουν, εφόσον η έλλειψη ρευστότητας δεν επιτρέπει την άμεση υλοποίηση των σχεδίων τους.

Ο πιστωτικός κίνδυνος μπορεί να επηρεάσει την κεφαλαιακή επάρκεια ακόμα και των χρηματοπιστωτικών οργανισμών, παρ' όλες τις εγγυήσεις που λαμβάνουν για κάθε παρεχόμενο προϊόν χρηματοδότησης. Ο πιστωτικός κίνδυνος είναι αυξημένος

στις περιπτώσεις αυτές, τόσο λόγω του πλήθους των παρεχόμενων υπηρεσιών και προϊόντων, όσο και της διαφορετικότητας των πελατών στους οποίους απευθύνονται οι οργανισμοί αυτοί. Για τους λόγους αυτούς, ειδικά για τους τραπεζικούς οργανισμούς, ο πιστωτικός κίνδυνος θα πρέπει να μετριέται με την μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια, έτσι ώστε η τράπεζα να δεσμεύει τα λιγότερα δυνατά κεφάλαια για την κάλυψη τυχόν επισφαλειών.

2.4 Ιστορική εξέλιξη του κινδύνου

Ο κίνδυνος, ως έννοια, είναι γνωστός από τα αρχαία χρόνια. Για τους ανθρώπους εκείνης της εποχής, ο κίνδυνος, ήταν αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητάς τους. Η διαχείριση του κινδύνου, στο πρώιμο αυτό στάδιο, σχετιζόταν, σχεδόν αποκλειστικά, με την προσπάθεια για επιβίωση. Με το πέρασμα, όμως, των αιώνων αυτό άλλαξε. Μέχρι την περίοδο του Μεσαίωνα, δεν είχαν αναπτυχθεί εργαλεία για την εκτίμηση της αβεβαιότητας και του κινδύνου. Ένας Ιταλός, δικηγόρος, γιατρός και φίλος του Da Vinci, ο Cardano, στην προσπάθειά του να μεγιστοποιήσει τα κέρδη του, άρχισε να διερευνά τη βασική έννοια της πιθανότητας όταν έριχνε ζάρια. Το έργο του θα αποδειχτεί σημαντικό μόλις έναν αιώνα αργότερα, στα μέσα της δεκαετίας του 1660, όταν οι Pascal και Fermat καθόρισαν μια μέθοδο για τον υπολογισμό των πιθανοτήτων που επέτρεψαν την πρόβλεψη, με το τζόγο για άλλη μια φορά ως κινητήρια δύναμη. Έτσι, ενώ στα τυχερά παιχνίδια το αποτέλεσμα μιας μεμονωμένης δοκιμής δεν μπορούσε να προβλεφθεί με βεβαιότητα, οι μαθηματικοί αποφάσισαν ότι τα αποτελέσματα για μεγάλο χρονικό διάστημα παράγονταν με κάποια λογική.

Σύμφωνα με τον Dionne (2013), το έτος γέννησης της οικονομικής θεωρίας θεωρείται ότι είναι το 1900, όταν ο Bachelier χρησιμοποίησε την κίνηση Brown για να αναλύσει τις διακυμάνσεις ενός χρηματοοικονομικού περιουσιακού στοιχείου. Ωστόσο, η έρευνα για τις τιμές των χρηματοοικονομικών περιουσιακών στοιχείων άρχισε το 1930. Εννέα χρόνια αργότερα ιδρύθηκε η αμερικανική οικονομική ένωση στη Φιλαδέλφεια. Η σύγχρονη θεωρία χαρτοφυλακίου έχει τις ρίζες της στις δεκαετίες του 1950 και του 1960. Τότε, ερευνητές όπως οι Markowitz, Lintner, Treynor, Sharpe και Mossin, πραγματοποίησαν θεμελιώδεις μελέτες, οι οποίες χαρακτηρίστηκαν πρωτοπόρες για τα δεδομένα της εποχής.

Μία από τις δημοφιλέστερες προσπάθειες ορισμού του κινδύνου, ανήκει σε έναν αμερικανό οικονομολόγο της Σχολής του Σικάγο, τον Knight. Ο Knight (1921), στο βιβλίο του με τίτλο «Risk, Uncertainty, and Profit», κάνει σαφή διαχωρισμό της αβεβαιότητας και του ρίσκου (κινδύνου). Όσον αφορά την αβεβαιότητα, αναφέρει ότι είναι τυχαία έκβαση με άγνωστη πιθανότητα και είναι αδύνατο να υπολογιστεί, ενώ το ρίσκο είναι τυχαία έκβαση, όμως «μπορεί να υπαχθεί σε ποσοτική μέτρηση». Επομένως, τα άτομα οφείλουν να κρίνουν εάν αντιμετωπίζουν ρίσκο (κίνδυνο) ή αβεβαιότητα και ανάλογα να πράττουν.

Η παραπάνω άποψη βρίσκει σύμφωνο και τον Keynes, έναν από τους πιο σημαντικούς οικονομολόγους του 20ου αιώνα. Ο Keynes αντιτίθεται στην κλασική θεωρία των πιθανοτήτων, πιστεύοντας ότι δεν μπορούμε να υπολογίσουμε τις «πραγματικές» πιθανότητες με τη βοήθεια της στατιστικής και θα πρέπει να αρκεστούμε στην αξιοποίησή τους για τη βέλτιστη κατανόηση και ερμηνεία της πραγματικότητας.

Ο Markowitz, Αμερικανός οικονομολόγος, κάτοχος του βραβείου Νόμπελ Οικονομικών το 1990, εισήγαγε την έννοια του χαρτοφυλακίου επενδύσεων και έδωσε το έναυσμα για διαφορετική αντιμετώπιση των επενδυτικών ευκαιριών από εκείνο το σημείο και έπειτα. Πλέον, ήταν προτιμότερο για τους επενδυτές να εναποθέτουν τα κεφάλαιά τους όχι σε μεμονωμένους τίτλους, αλλά σε συνδυασμό τίτλων με σκοπό την επίτευξη της καλύτερης δυνατής σχέσης κινδύνου και απόδοσης.

Η διαχείριση κινδύνου (risk management) άρχισε να μελετάται μετά το Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο. Η αρχή της σύγχρονης διαχείρισης κινδύνων χρονολογείται από διάφορες πηγές, όπως είναι ο Crockford (1982), οι Williams και Heins (1995), μέχρι το διάστημα 1955-1964. Την εποχή εκείνη δεν υπήρχαν βιβλία σχετικά με τη διαχείριση κινδύνων και στα πανεπιστήμια δε διδάσκονταν μαθήματα γύρω από αυτό το θέμα (Snider, 1956). Οι Mehr, Hedges (1963) και οι Williams, Hems (1964) δημοσίευσαν τα δύο πρώτα ακαδημαϊκά βιβλία, των οποίων το περιεχόμενο κάλυπτε τη διαχείριση κινδύνου. Αυτά τα βιβλία θεωρήθηκαν καινοτόμα, διότι αντιμετώπιζαν τη διαχείριση κινδύνου ως ένα ξεχωριστό ζήτημα, αποκομμένο από άλλους παράγοντες που συνήθως απασχολούσαν τις εταιρείες (Dionne, 2013). Ορισμένοι θεωρούν «πατέρα» της διαχείρισης κινδύνου τον Gallagher, ο οποίος δημοσίευσε άρθρο με τίτλο «Risk Management: new phase of cost control», το 1956.

Η διαχείριση κινδύνου κατά τη διάρκεια εκείνης της περιόδου απέκτησε γενικότερη σημασία. Έγινε προτεραιότητα για πολλές εταιρείες, τράπεζες, αλλά και ασφαλιστικές και η σημασία της δεν περιοριζόταν στα αυστηρά πλαίσια της κάλυψης κινδύνων. Τότε, η διαχείριση κινδύνου άρχισε να επιδρά στη διαμόρφωση της αξίας της επιχείρησης ή του χαρτοφυλακίου. Σταδιακά, νέα στατιστικά εργαλεία αξιοποιήθηκαν από τράπεζες και οργανισμούς για την καλύτερη δυνατή διαχείριση κινδύνου και την αποφυγή χρεοκοπίας (Dionne, 2013). Η δεκαετία του 1970 αποτελεί την περίοδο στην οποία αναπτύχθηκε το **CAPM** (Capital Asset Pricing Model), παρότι υπάρχουν αναφορές σε αυτό ήδη από τις δύο προηγούμενες δεκαετίες, ο τρόπος δηλαδή αποτίμησης των κεφαλαιουχικών αγαθών. Το CAPM περιγράφει τη σχέση μεταξύ συστηματικού κινδύνου και αναμενόμενης απόδοσης των περιουσιακών στοιχείων, ιδιαίτερα των μετοχών (Γκλεζάκος, 2016). Η σχέση αυτή, είναι η εξής:

$$ER_i = R_f + \beta_i(ER_m - R_f), \text{ όπου}$$

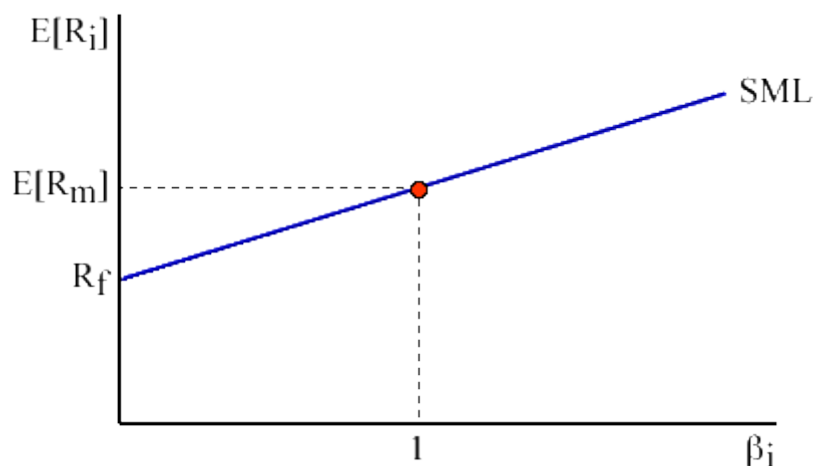
ER_i = Αναμενόμενη απόδοση της επένδυσης

R_f = Απόδοση ασφαλών επενδύσεων

β_i = Συντελεστής συστηματικού κινδύνου της επένδυσης

ER_m = Αναμενόμενη απόδοση της αγοράς

Επιπλέον, η σχέση αυτή παρουσιάζεται διαγραμματικά στο Διάγραμμα 2.1 και γίνεται άμεσα κατανοητό ότι, όσο μεγαλύτερος είναι ο συντελεστής συστηματικού κινδύνου, τόσο μεγαλύτερες είναι οι αναμενόμενες αποδόσεις των αξιογράφων. Ως SML (Security Market Line) ορίζεται η Γραμμή Αγοράς Αξιογράφων, μέσω της οποίας απεικονίζεται η σχέση μεταξύ συστηματικού κινδύνου και αναμενόμενης απόδοσης για κάθε περιουσιακό στοιχείο.



Διάγραμμα 2.1
Γραφική Απεικόνιση του CAPM

Τη δεκαετία του 1970 δεν ήταν λίγοι εκείνοι, οι οποίοι κέρδισαν βραβεία Νόμπελ, ύστερα από τη συγγραφή άρθρων σχετικών με τα χρηματοοικονομικά. Άλλωστε, από τις αρχές εκείνης της δεκαετίας άρχισαν να δημοσιεύονται τα θεωρητικά μοντέλα της σύγχρονης διαχείρισης κινδύνου. Το μοντέλο Black & Scholes ήταν αδιαμφισβήτητα το πιο δημοφιλές από αυτά τα μοντέλα. Αρχικά, το Black & Scholes δημιούργησε αμηχανία σε πολλούς οικονομικούς κύκλους, με αποκορύφωμα την άρνηση γνωστών χρηματοοικονομικών περιοδικών να το δημοσιεύσουν. Τελικά, το 1973, δημοσιεύτηκε αυτό το μοντέλο σε ένα από τα καλύτερα περιοδικά οικονομικών, το «Journal of Political Economy».

Η μεγάλη αστάθεια της αγοράς στα τέλη της δεκαετίας του 1980, οδήγησε την JP Morgan στην ανάπτυξη των δύο πιο δημοφιλών μοντέλων διαχείρισης κινδύνου, του RiskMetrics για τον κίνδυνο αγοράς και του CreditMetrics για τον πιστωτικό κίνδυνο, το 1994 και το 1997 αντίστοιχα. Αυτά τα δύο μοντέλα ανέδειξαν την ανάγκη μέτρησης του κινδύνου σε χαρτοφυλάκια λαμβάνοντας υπόψιν την αξία σε κίνδυνο (Value at Risk), για την εκτίμηση του συνολικού κινδύνου του χαρτοφυλακίου. Η δημοσίευση του μοντέλου Risk Metrics προκάλεσε ευρεία διάδοση της Value at Risk στον κύκλο των ακαδημαϊκών. Το νέο αυτό εργαλείο μέτρησης του κινδύνου χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση των πρώτων μεγάλων απωλειών που σημειώθηκαν το 1994 και το 1995, στις Procter and Gamble, Orange County και Barings. (Dionne (2013), μέσω Field (2003)).

Στη σύγχρονη εποχή η διαχείριση του κινδύνου εμπλέκεται, άμεσα και σημαντικά, στην οικονομική ζωή. Συνεπώς, για την επιτυχή διαχείριση των κινδύνων, σήμερα, απαιτείται η καλύτερη δυνατή συνεργασία μεταξύ των στελεχών των επιχειρήσεων. Αυτό καθιστά απαραίτητη την καθημερινή επικοινωνία τους, όπως και τη διάθεση διόλου ευκαταφρόνητων κεφαλαίων εκ μέρους των επιχειρήσεων ή των οργανισμών. Η παρακολούθηση των εκάστοτε οικονομικών εξελίξεων, των τάσεων στην αγορά, και γενικά, εξωγενών παραγόντων οι οποίοι είναι δυνατόν να επηρεάσουν τη δραστηριότητα μίας επιχείρησης, είναι μόνο ορισμένες σημαντικές παράμετροι που θα πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη από μία επιχείρηση. Οι διαπιστώσεις αυτές οδηγούν στο συμπέρασμα ότι, η διαχείριση του κινδύνου θα πρέπει να θεωρείται μία από τις προϋποθέσεις βιωσιμότητας των επιχειρήσεων και βασικό συστατικό ευημερίας τους.

2.5 Ανάλυση, αξιολόγηση και επικοινωνία του κινδύνου

Η **ανάλυση κινδύνου** είναι η διαδικασία εντοπισμού και ανάλυσης δυνητικών ζητημάτων που θα μπορούσαν να επηρεάσουν αρνητικά τις βασικές επιχειρηματικές πρωτοβουλίες ή τα κρίσιμα έργα, προκειμένου να βοηθήσουν τους οργανισμούς να αποφύγουν ή να μετριάσουν αυτούς τους κινδύνους. Η διεξαγωγή ανάλυσης κινδύνου περιλαμβάνει την εξέταση της πιθανότητας ανεπιθύμητων συμβάντων που προκαλούνται είτε από φυσικές διεργασίες, όπως σοβαρές καταιγίδες, σεισμούς ή πλημμύρες, είτε από ανεπιθύμητες ενέργειες που προκαλούνται από κακόβουλες ή ακούσιες ανθρώπινες δραστηριότητες. Σκοπός της ανάλυσης κινδύνου είναι ο καθορισμός της πιθανότητας να πραγματοποιηθούν αυτά τα αναπάντεχα γεγονότα. Παρακάτω παρουσιάζονται και περιγράφονται διεξοδικά τα στάδια ανάλυσης του κινδύνου, η αξιολόγησή του και, τέλος, η αναφορά του κινδύνου.

1) Αναγνώριση κινδύνου

Βασικό χαρακτηριστικό του κινδύνου είναι εκείνα τα στοιχεία του έργου που είναι πιθανό να δείξουν ότι κάτι δεν πάει καλά στο έργο. Τα προβλήματα δημιουργούνται κυρίως από μια ομάδα έργου (π.χ. μπορεί να παραληφθεί μια ενδιάμεση έκθεση από κάποια μέλη). Στη συγκεκριμένη φάση, η ανάλυση ασχολείται με τις επιπτώσεις και όχι τόσο με τα αίτια. Με την ανάλυση των σχεδίων για το χρόνο, το κόστος και την ποιότητα, πιθανόν να επέλθουν αποτελέσματα από τα οποία θα λείπουν βασικοί στόχοι, θα έχουν υποστεί αλλαγές από τις ομάδες συμφερόντων, θα υπάρχουν τεχνολογικά προβλήματα και αλλαγές στην στελέχωση.

Μία άλλη λύση είναι να μελετηθεί πώς θα μπορούσε να πάει κάτι στραβά. Αυτό είναι πολύ πιο παραγωγικό, διότι τα άτομα καλούνται να μελετήσουν το πώς θα συμπεριφερθούν σε περίπτωση που κάτι ενδέχεται να πάει στραβά στο έργο. Πρέπει να ληφθεί υπόψη ο χρόνος, όπου η κρίσιμη διαδρομή παρέχει μία βάση για ανάλυση, το κόστος, όπου οι εκτιμήσεις χαρακτηρίζονται από αβεβαιότητα και,

τέλος, η ποιότητα, όπου είναι αναγκαία η διασφάλιση ποιότητας σε όλες τις διαδικασίες.

Η αναγνώριση κινδύνου θα έπρεπε να προσεγγισθεί με ένα μεθοδικό τρόπο, για να διασφαλίσει ότι όλες οι σημαντικές δραστηριότητες εντός του οργανισμού έχουν αναγνωρισθεί και ότι όλοι οι κίνδυνοι που απορρέουν από αυτές τις δραστηριότητες έχουν προσδιορισθεί. Κάθε συγγενής αστάθεια που σχετίζεται με αυτές τις δραστηριότητες θα πρέπει να αναγνωρισθεί και να κατηγοριοποιηθεί. Οι επιχειρηματικές δραστηριότητες και αποφάσεις μπορούν να κατηγοριοποιηθούν με ένα εύρος προσεγγίσεων, παραδείγματα των οποίων περιλαμβάνουν:

Στρατηγικές: Αφορούν τους μακροχρόνιους στρατηγικούς στόχους του οργανισμού. Μπορεί να επηρεαστούν από θέματα, όπως η διαθεσιμότητα κεφαλαίων, κρατικούς και πολιτικούς κινδύνους, νομικές και ρυθμιστικές αλλαγές, φήμη και αλλαγές στο φυσικό περιβάλλον.

Λειτουργικές: Αφορούν τα καθημερινά θέματα που αντιμετωπίζει ένας οργανισμός στην προσπάθειά του να εκπληρώσει τους στρατηγικούς του στόχους.

Χρηματοοικονομικές: Αφορούν την αποτελεσματική διαχείριση και έλεγχο των χρηματοοικονομικών του οργανισμού και τις επιδράσεις εξωτερικών παραγόντων όπως η διαθεσιμότητα πίστωσης, οι τιμές ξένου συναλλάγματος, οι τάσεις των επιτοκίων και άλλες εκθέσεις σε κινδύνους της αγοράς.

Διαχείρισης γνώσης: Αφορούν την αποτελεσματική διαχείριση και τον έλεγχο των πόρων γνώσης, της παραγωγής, προστασίας και επικοινωνίας αυτών των πόρων. Εξωτερικοί παράγοντες που επηρεάζουν τις σχετικές αποφάσεις και δραστηριότητες μπορεί να περιλαμβάνουν τη μη εγκεκριμένη χρήση ή κακή χρήση της πνευματικής ιδιοκτησίας, την τοπική πτώση ισχύος, και την ανταγωνιστική τεχνολογία. Εσωτερικοί παράγοντες μπορεί να είναι μία δυσλειτουργία του συστήματος ή η απώλεια βασικών στελεχών.

Συμμόρφωσης: Αφορούν θέματα, όπως η υγεία και η ασφάλεια, το περιβάλλον, οι εμπορικές περιγραφές προϊόντος, η προστασία του καταναλωτή, η προστασία δεδομένων, οι πρακτικές εργασιακής απασχόλησης και τα ρυθμιστικά θέματα.

2) Περιγραφή κινδύνου

Με τη διαδικασία της περιγραφής κινδύνου, πραγματοποιείται μία προσπάθεια απεικόνισης των αναγνωρισμένων κινδύνων σε μία δομημένη μορφή. Αυτό μπορεί να συμβεί με τη χρήση ενός πίνακα, όπως είναι ένας πίνακας περιγραφής κινδύνων (βλ. Πίνακα 2.1), ο οποίος μπορεί να χρησιμοποιηθεί προκειμένου να διευκολύνει την περιγραφή, αλλά και την αποτίμηση των κινδύνων. Η χρήση μίας καλά σχεδιασμένης δομής είναι αναγκαία για να διασφαλίσει μία περιεκτική διεργασία αναγνώρισης, περιγραφής και αποτίμησης κινδύνου. Λαμβάνοντας υπόψιν τη συνέπεια και την πιθανότητα καθενός από τους κινδύνους που είναι καταγεγραμμένοι στον πίνακα, θα έπρεπε να είναι δυνατόν να τεθούν προτεραιότητες στους βασικούς κινδύνους που χρειάζονται να αναλυθούν με

μεγαλύτερη λεπτομέρεια. Η αναγνώριση των κινδύνων που σχετίζονται με επιχειρηματικές δραστηριότητες και με τη λήψη αποφάσεων μπορεί να κατηγοριοποιηθεί σε στρατηγικούς, έργου/τακτικούς, λειτουργικούς. Είναι σημαντικό να ενσωματωθεί η διαχείριση κινδύνων στην αρχική, εννοιολογικά σχεδιαστική φάση των έργων, καθώς και σε ολόκληρο τον κύκλο ζωής ενός συγκεκριμένου έργου.

Πίνακας 2.1
Πίνακας Περιγραφής Κινδύνου

| | |
|---|--|
| Όνομασία | |
| Πεδίο κινδύνου | Ποιοτική περιγραφή του μεγέθους, του τύπου, του αριθμού και των συσχετίσεων των γεγονότων |
| Φύση κινδύνου | Π.χ. στρατηγικός, λειτουργικός, χρηματοοικονομικός, γνωστικός, συμμόρφωσης |
| Έχοντες έννομο ενδιαφέρον | Οι έχοντες έννομο ενδιαφέρον και οι προσδοκίες τους |
| Ποσοτικοποίηση κινδύνου | Σημαντικότητα και Πιθανότητα |
| Ανοχή / Όρεξη στον κίνδυνο | Δυνητική Απώλεια και η χρηματοοικονομική επίδραση του Κινδύνου Αξία (περιουσιακών ή άλλων στοιχείων) σε Κίνδυνο Πιθανότητα και μέγεθος των δυνητικών ζημιών / κερδών Στόχος ή στόχοι για τον έλεγχο του Κινδύνου και επιθυμητό επίπεδο απόδοσης |
| Χειρισμός κινδύνου & Μηχανισμοί Ελέγχου | Βασικά μέσα με τα οποία ο κίνδυνος σήμερα διαχειρίζεται Επίπεδα εμπιστοσύνης στον υφιστάμενο έλεγχο Αναγνώριση πρωτοκόλλων παρακολούθησης και ανασκόπησης |
| Δυνητική Ενέργεια Βελτίωσης | Συστάσεις για μείωση Κινδύνου |
| Ανάπτυξη Στρατηγικής και Πολιτικής | Αναγνώριση της υπεύθυνης λειτουργίας του οργανισμού για την ανάπτυξη στρατηγικής και πολιτικής |

3) Εκτίμηση κινδύνου

Η εκτίμηση κινδύνου μπορεί να είναι ποσοτική, μερικώς ποσοτική ή ποιοτική όσον αφορά την πιθανότητα εμφάνισης, αλλά και την πιθανή συνέπεια. Για παράδειγμα, συνέπειες, σε αμφότερες απειλές και ευκαιρίες μπορεί να είναι υψηλές, μεσαίες ή χαμηλές. Διαφορετικοί οργανισμοί θα βρουν ότι διαφορετικά κριτήρια για τη συνέπεια και την πιθανότητα θα εξυπηρετήσουν καλύτερα τις ανάγκες τους.

4) Προφίλ κινδύνου

Τα προηγούμενα στάδια της ανάλυσης κινδύνου μπορούν να αξιοποιηθούν για να παραχθεί ένα προφίλ κινδύνου, το οποίο να δίνει ένα βαθμό σημαντικότητας σε κάθε κίνδυνο, παρέχοντας, ακόμα, ένα εργαλείο για την θέσπιση προτεραιότητας των προσπαθειών χειρισμού κινδύνων. Στο στάδιο αυτό, κατατάσσονται οι αναγνωρισμένοι κίνδυνοι για να παρουσιαστεί μία άποψη της σχετικής σημαντικότητας. Η διεργασία αυτή οδηγεί στη χαρτογράφηση των κινδύνων, περιγράφει τις βασικές διαδικασίες ελέγχου σε εφαρμογή και υποδεικνύει περιοχές, όπου το επίπεδο επένδυσης ελέγχου του κινδύνου μπορεί να αυξηθεί, να μειωθεί ή να ανακαταμεμηθεί. Η υπευθυνότητα βοηθάει στη διασφάλιση του ότι η "κυριότητα" του κινδύνου έχει αναγνωρισθεί και ότι οι κατάλληλοι διοικητικοί πόροι έχουν καταμεμηθεί.

5) Αξιολόγηση κινδύνου

Ύστερα από την ολοκλήρωση της διεργασίας της ανάλυσης κινδύνου, κρίνεται απαραίτητη η σύγκριση των εκτιμημένων κινδύνων με τα κριτήρια κινδύνου που έχουν εγκατασταθεί από τον ίδιο τον οργανισμό. Μεταξύ των κριτηρίων κινδύνου είναι δυνατό να περιλαμβάνονται σχετικά κόστη και οφέλη, νομικές απαιτήσεις, κοινωνικοοικονομικοί και περιβαλλοντικοί παράγοντες, ανησυχίες των εχόντων έννομο ενδιαφέρον, κλπ. Συνεπώς το στάδιο της αξιολόγησης κινδύνου, είναι χρήσιμο για έναν οργανισμό, καθώς εξετάζεται αν ένας κίνδυνος θα πρέπει να θεωρηθεί σημαντικός ή όχι.

6) Αναφορά κινδύνου

Η αναφορά κινδύνου διακρίνεται σε εσωτερική και εξωτερική. Στην εσωτερική αναφορά, το διοικητικό συμβούλιο θα πρέπει να πληροφορείται τους πιο σημαντικούς κινδύνους που αντιμετωπίζει μία εταιρεία ή ένας οργανισμός προκειμένου να είναι σε θέση να προσδιορίζει τις πιθανές επιπτώσεις στη μετοχική αξία. Επιπλέον, το διοικητικό συμβούλιο καλείται να ενημερώνει ολόκληρο τον οργανισμό για αυτούς τους κινδύνους και να μπορεί ταυτόχρονα, να γνωρίζει πως μία τέτοια κατάσταση θα αντιμετωπιστεί αποτελεσματικά. Τα μεμονωμένα άτομα, από την πλευρά τους, θα πρέπει να κατανοούν πως η ευαισθητοποίηση στον κίνδυνο είναι ένα βασικό κομμάτι της κουλτούρας του οργανισμού. Ακόμα, οφείλουν να αναφέρουν συστηματικά και άμεσα στην ανώτατη διοίκηση κάθε νέο κίνδυνο που τυχόν προκύψει.

Στην εξωτερική αναφορά, η εταιρεία έχει την υποχρέωση να ενημερώνει σε τακτά χρονικά διαστήματα τους έχοντες έννομο ενδιαφέρον για τις δραστηριότητές της. Αυτό το πετυχαίνει περιγράφοντας αναλυτικά στους εμπλεκόμενους τις πολιτικές της στη διαχείριση κινδύνου. Επίσης, οφείλει να αναδείξει το πόσο αποτελεσματική είναι στην επίτευξη των στόχων που έχει θέσει. Τελικά, η εταιρεία

θα πρέπει να ακολουθήσει μία προσέγγιση στη διαχείριση κινδύνου, η οποία να προστατεύει τα συμφέροντα των εμπλεκόμενων, να διασφαλίζει ότι το διοικητικό συμβούλιο εκπληρώνει τα καθήκοντά του, αλλά και ότι οι διοικητικοί έλεγχοι αποδίδουν.

2.6 Ανακεφαλαίωση

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάστηκαν οι βασικές έννοιες του κινδύνου. Αρχικά, δόθηκαν διάφοροι ορισμοί του κινδύνου, με σκοπό την καλύτερη κατανόηση της έννοιας και της σημασίας του στη σύγχρονη κοινωνία. Στη συνέχεια, αναλύθηκε ο διαχωρισμός των κινδύνων και πραγματοποιήθηκε η ομαδοποίησή τους σε δύο στάδια. Επιπλέον, έγινε εκτενής αναφορά στην ιστορική αναδρομή του κινδύνου και, τέλος, αναπτύχθηκαν τα στάδια ανάλυσής του, η αξιολόγησή του και η αναφορά του.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΗΣ ΑΞΙΑΣ ΣΕ ΚΙΝΔΥΝΟ

3.1 Εισαγωγή

Η αξία σε κίνδυνο (**Value at Risk** ή **VaR**) είναι το μέγιστο ποσό που μπορεί να χαθεί σε ένα χαρτοφυλάκιο, σε ένα δεδομένο χρονικό ορίζοντα, με δεδομένο επίπεδο εμπιστοσύνης και κάτω από την υπόθεση των κανονικών συνθηκών αγοράς. Δηλαδή, είμαστε X τοις εκατό σίγουροι ότι δε θα χάσουμε περισσότερες από V χρηματικές μονάδες στις επόμενες N μέρες, όπου V η VaR του χαρτοφυλακίου, N ο χρονικός ορίζοντας και X το επίπεδο εμπιστοσύνης. Η VaR είναι συνάρτηση δύο παραμέτρων: της περιόδου διακράτησης και του επιπέδου εμπιστοσύνης. Είναι, με άλλα λόγια, το επίπεδο απώλειας κατά τη διάρκεια μιας χρονικής περιόδου T που είμαστε X τοις εκατό σίγουροι ότι δε θα ξεπεραστεί.

Η VaR μπορεί να υπολογιστεί είτε από την κατανομή πιθανότητας των κερδών κατά τη διάρκεια του χρόνου T , είτε από την κατανομή πιθανότητας των απωλειών κατά τη διάρκεια του χρόνου T . Για παράδειγμα, όταν η T είναι πέντε ημέρες και το επίπεδο εμπιστοσύνης ισούται με 97%, η VaR είναι η απώλεια στο τρίτο εκατοστημόριο της κατανομής των κερδών κατά τις επόμενες πέντε ημέρες. Εναλλακτικά, είναι η απώλεια στο 97ο εκατοστημόριο της κατανομής των ζημιών κατά τις επόμενες πέντε ημέρες. Γενικότερα, όταν χρησιμοποιείται η κατανομή κερδών, η VaR είναι ίση με το κέρδος στο $(100-X)$ -οστό εκατοστημόριο της κατανομής. Όταν χρησιμοποιείται η κατανομή ζημιών, η VaR ισούται με τη ζημία στο X -οστό εκατοστημόριο της κατανομής. Η VaR είναι ένα ευρέως διαδεδομένο μέτρο κινδύνου, καθώς είναι αρκετά εύκολο να κατανοηθεί. Στην πραγματικότητα, απαντά σε ένα πολύ απλό ερώτημα: «Πόσο άσχημα μπορούν να πάνε τα πράγματα;». Αυτή είναι η ερώτηση, την οποία όλα τα ανώτερα στελέχη επιχειρήσεων ή οργανισμών επιθυμούν να απαντήσουν (Hull, 2015).

Στο κεφάλαιο αυτό, αρχικά, αναλύεται η έννοια της VaR και οι παράμετροί της. Στη συνέχεια, παρουσιάζεται η ιστορική της πορεία και η εξέλιξή της ως ένα από τα πλέον διαδεδομένα μέτρα κινδύνου. Επιπλέον, αναπτύσσονται οι πιο γνωστές μέθοδοι υπολογισμού της και δύο τεχνικές ελέγχου των υποδειγμάτων VaR . Τέλος, καταγράφονται τα πλεονεκτήματα της μεθόδου VaR και η κριτική που της ασκείται.

3.2 Έννοια και παράμετροι της VaR

Η αξιοποίηση της VaR ως ένα μέσο για τον περιορισμό των κινδύνων που έχει αναλάβει ένας επενδυτής, μπορεί να οδηγήσει σε ανεπιθύμητα αποτελέσματα. Ας

υποτεθεί ότι, μια τράπεζα αναφέρει σε έναν επενδυτή ότι η ημερήσια VaR σε επίπεδο εμπιστοσύνης 99% του χαρτοφυλακίου του επενδυτή, πρέπει να περιοριστεί σε 10 εκατομμύρια δολάρια. Ο επενδυτής μπορεί να κατασκευάσει ένα χαρτοφυλάκιο όπου υπάρχει πιθανότητα 99,1% η ημερήσια απώλεια να είναι μικρότερη από 10 εκατομμύρια δολάρια και πιθανότητα 0,9% να είναι 500 εκατομμύρια δολάρια. Σε αυτή την περίπτωση, ο επενδυτής ικανοποιεί τα όρια κινδύνου που επιβάλλει η τράπεζα, αλλά σαφώς λαμβάνει υψηλούς κινδύνους.

Αυτή η συμπεριφορά από έναν επενδυτή δεν είναι τόσο απίθανη όσο ίσως φαίνεται αρχικά. Πολλές στρατηγικές διαπραγμάτευσης δίνουν μεγάλη πιθανότητα καλής απόδοσης και μια μικρή πιθανότητα μεγάλης απώλειας. Για παράδειγμα, η εξόφληση των εξωχρηματοστηριακών παραγώγων είναι μια στρατηγική κατά την οποία, τον περισσότερο χρόνο ο επενδυτής συλλέγει το ασφάλιστρο δικαιωμάτων προαίρεσης και δεν χρειάζεται να αποπληρώνει τον αγοραστή των δικαιωμάτων προαίρεσης, αλλά περιστασιακά το δικαίωμα ασκείται σε περιπτώσεις όπου ο επενδυτής καταγράφει μεγάλη απώλεια. Πολλοί επενδυτές θέλουν να λαμβάνουν υψηλούς κινδύνους με την ελπίδα να πραγματοποιήσουν υψηλές αποδόσεις. Εάν μπορούν να βρουν τρόπους ανάληψης υψηλού κινδύνου χωρίς να παραβιάζουν τα όρια κινδύνου, θα το κάνουν (Hull, 2015).

Επιπλέον, άξια αναφοράς είναι και η σχέση της VaR με τη θεωρία χαρτοφυλακίου, καθώς η VaR θεωρείται μια φυσική εξέλιξη της θεωρίας χαρτοφυλακίου. Ωστόσο, παρατηρούνται σημαντικές διαφορές μεταξύ τους:

- Η θεωρία χαρτοφυλακίου ερμηνεύει τον κίνδυνο από την άποψη της τυπικής απόκλισης της απόδοσης, ενώ η VaR επιδιώκει να προσεγγίσει τη μέγιστη πιθανή απώλεια.
- Η θεωρία χαρτοφυλακίου προϋποθέτει ότι τα κέρδη ή οι ζημιές κατανέμονται κανονικά, ενώ οι προσεγγίσεις VaR μπορούν να φιλοξενήσουν ένα πολύ ευρύ φάσμα πιθανών κατανομών. Συνεπώς, οι προσεγγίσεις VaR είναι γενικότερες.
- Η VaR μπορεί να εφαρμοστεί σε όλα τα είδη κινδύνου. Αντίθετα, η θεωρία χαρτοφυλακίου περιορίζεται στους κινδύνους αγοράς.
- Η προσέγγιση διακύμανσης-συνδιακύμανσης στη VaR έχει την ίδια θεωρητική βάση με τη θεωρία χαρτοφυλακίου. Στην πραγματικότητα, η θεωρητική της βάση είναι η θεωρία χαρτοφυλακίου, αλλά, για παράδειγμα, η ιστορική προσομοίωση δεν έχει την ίδια θεωρητική βάση με τη θεωρία χαρτοφυλακίου. Επομένως, θα ήταν λάθος να θεωρηθεί η VaR εφαρμογή της θεωρίας χαρτοφυλακίου (Dowd, 2002).

Όπως έχει αναφερθεί και στην προηγούμενη ενότητα, η VaR είναι συνάρτηση δύο παραμέτρων, του χρονικού ορίζοντα (περίοδος διακράτησης) και του διαστήματος εμπιστοσύνης. Οι πιο συνήθεις περίοδοι διακράτησης είναι μία ημέρα ή ένας μήνας, αλλά δεν είναι λίγες εκείνες οι επιχειρήσεις, οι οποίες επιλέγουν ως περίοδο διακράτησης ένα τρίμηνο. Σημειώνεται ότι, οι κανόνες κεφαλαιακής

επάρκειας ορίζουν πως οι τράπεζες οφείλουν να λειτουργούν με περίοδο διακράτησης δύο εβδομάδων ή δέκα εργάσιμων ημερών.

Ένας παράγοντας που καθορίζει τη διάρκεια της περιόδου διακράτησης είναι η ρευστότητα των αγορών. Η περίοδος διακράτησης, η οποία είναι κατάλληλη σε οποιαδήποτε αγορά, είναι το χρονικό διάστημα που απαιτείται για την εξασφάλιση της ρευστοποίησης των θέσεων στην εκάστοτε αγορά. Ωστόσο, άλλοι είναι οι παράγοντες που καθιστούν προτιμότερη μία μικρή περίοδο διακράτησης:

- Το χαρτοφυλάκιο δε μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια της περιόδου διακράτησης, εφόσον αυτή η περίοδος δεν είναι ιδιαίτερα μεγάλη.
- Μία μικρή περίοδος διακράτησης ευνοεί την εξαγωγή αξιόπιστων συμπερασμάτων με τη μέθοδο του επανελέγχου (backtesting).

Σχετικά με τη δεύτερη παράμετρο, το διάστημα εμπιστοσύνης, για τον επανέλεγχο επιλέγεται μικρό διάστημα, έτσι ώστε να προκύπτει ένα σημαντικό ποσοστό ζημιών με τη μέθοδο VaR. Η επιλογή του επιπέδου εμπιστοσύνης καθορίζεται, επίσης, από θεωρητικές εκτιμήσεις (π.χ. θα χρειαζόταν να επιλεγεί ένα μεγάλο διάστημα εμπιστοσύνης στην περίπτωση εφαρμογής της θεωρίας ακραίων τιμών). Επιπλέον, θα ήταν θεμιτό ένα μεγάλο διάστημα εμπιστοσύνης, εάν χρησιμοποιούνταν η VaR για τον καθορισμό κεφαλαιακών απαιτήσεων. Συνεπώς, η καλύτερη επιλογή αυτών των δύο παραμέτρων εξαρτάται από πολλούς παράγοντες και μάλλον, θα ήταν προτιμότερο να επιλεγεί ένα εύρος τιμών για αυτές τις παραμέτρους (Dowd, 2002).

3.3 Ιστορική αναδρομή της VaR

Στα τέλη της δεκαετίας του 1970, αρκετά μεγάλα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα άρχισαν να επεξεργάζονται διάφορα μοντέλα για τη μέτρηση κινδύνων που τα αφορούσαν. Αρχικά, δούλευαν αυτά τα μοντέλα για τους δικούς τους εσωτερικούς σκοπούς διαχείρισης κινδύνων. Για τις επιχειρήσεις ήταν περίπλοκο και δύσκολο, αλλά ταυτόχρονα σημαντικό, να είναι σε θέση να αποτιμήσουν τους κινδύνους τους, αλλά δεν ήταν σε θέση να το πράξουν. Το πιο γνωστό από αυτά τα μοντέλα είναι το RiskMetrics, που αναπτύχθηκε από την JP Morgan. Σύμφωνα με το μύθο, ο πρόεδρος της JP Morgan, Weatherstone, δεν ήταν ικανοποιημένος από τις αναφορές που λάμβανε καθημερινά. Ζήτησε από το προσωπικό του να δημιουργήσει μια ημερήσια αναφορά, που να παρουσιάζει τους κινδύνους και τις πιθανές απώλειες μέσα στις επόμενες 24 ώρες, σε όλο το χαρτοφυλάκιο συναλλαγών της τράπεζας. Αυτή η αναφορά, η περίφημη «αναφορά 4:15», έπρεπε να του δίνεται στις 4:15 κάθε μέρα, μετά το κλείσιμο των συναλλαγών.

Προκειμένου να ανταποκριθεί σε αυτό το αίτημα, το προσωπικό της JP Morgan έπρεπε να αναπτύξει ένα σύστημα μέτρησης κινδύνου για ολόκληρο το ίδρυμα και επίσης να συγκεντρωθούν οι κίνδυνοι σε ένα ενιαίο μέτρο κινδύνου. Το μέτρο που χρησιμοποιήθηκε ήταν η αξία σε κίνδυνο, VaR, δηλαδή η μέγιστη πιθανή ζημία κατά την επόμενη ημέρα διαπραγμάτευσης. Η VaR εκτιμήθηκε από ένα

σύστημα βασισμένο στη θεωρία χαρτοφυλακίου. Ενώ η θεωρία ήταν απλή, αυτή η διαδικασία περιλάμβανε τεράστιο όγκο εργασίας. Έπρεπε να επιλεγούν κανόνες μέτρησης, να προσδιοριστούν σύνολα δεδομένων, να συμφωνηθούν στατιστικές υποθέσεις, να ακολουθηθούν διαδικασίες που ήταν απαραίτητες για την εκτίμηση της μεταβλητότητας και των συσχετίσεων, αλλά και να δημιουργηθούν υπολογιστικά συστήματα για την διενέργεια των εκτιμήσεων (Dowd, 2002).

Η ανάπτυξη αυτής της μεθοδολογίας χρειάστηκε πολύ καιρό, αλλά στις αρχές της δεκαετίας του 1990, τα κύρια στοιχεία, όπως τα σύνολα δεδομένων και η μεθοδολογία για τη μέτρηση των κινδύνων, ήταν έτοιμα να εφαρμοστούν στην πράξη. Σε εκείνο το σημείο αποφασίστηκε να ξεκινήσει να χρησιμοποιείται η «αναφορά 4:15» και σύντομα διαπιστώθηκε ότι το νέο σύστημα διαχείρισης κινδύνου είχε ένα σημαντικό θετικό αποτέλεσμα. Σύμφωνα με τον Guldimann, «ευαισθητοποίησε τα ανώτερα διευθυντικά στελέχη και οδήγησε με την πάροδο του χρόνου σε μια πολύ πιο αποδοτική κατανομή των κινδύνων σε όλες τις εμπορικές επιχειρήσεις». Το νέο σύστημα μέτρησης κινδύνου παρουσιάστηκε στο συνέδριο της JP Morgan το 1993 και προκάλεσε το ενδιαφέρον πολλών πελατών.

Παράλληλα, άλλα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα επεξεργάζονταν δικά τους μοντέλα και τα συστήματα λογισμικού VaR αναπτύχθηκαν επίσης από εξειδικευμένες εταιρείες που ασχολούνταν αποκλειστικά με το λογισμικό, αλλά δεν ήταν σε θέση να παρέχουν δεδομένα. Τα προκύπτοντα συστήματα διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους. Ακόμα και όταν βασίζονταν σε γενικά παρόμοιες θεωρητικές ιδέες, υπήρχαν σημαντικές διαφορές ως προς τη χρήση των δεδομένων και ως προς τις διαδικασίες για την εκτίμηση της μεταβλητότητας και της συσχέτισης. Εκτός αυτού, δεν ήταν όλα τα συστήματα VaR βασισμένα στη θεωρία χαρτοφυλακίου. Ορισμένα συστήματα δημιουργήθηκαν χρησιμοποιώντας ιστορικές προσεγγίσεις προσομοίωσης που υπολόγιζαν τη VaR από δεδομένα του παρελθόντος, ενώ άλλα συστήματα αναπτύχθηκαν χρησιμοποιώντας τεχνικές προσομοίωσης Monte Carlo (Dowd, 2002).

Ενώ οι περισσότερες επιχειρήσεις κράτησαν μυστικά τα μοντέλα τους, η JP Morgan αποφάσισε να κάνει τη μεθοδολογία της διαθέσιμη στις υπόλοιπες εταιρείες, ώστε να τη χρησιμοποιήσουν για να γράψουν το δικό τους λογισμικό διαχείρισης κινδύνου. Στις αρχές του 1994, η Morgan ίδρυσε τη μονάδα RiskMetrics και το μοντέλο RiskMetrics, μια απλοποιημένη έκδοση του εσωτερικού μοντέλου της επιχείρησης, ολοκληρώθηκε σε οκτώ μήνες. Τον Οκτώβριο του ίδιου έτους, η Morgan έκανε το μοντέλο RiskMetrics, ελεύθερα διαθέσιμο στο διαδίκτυο. Όποιος επιθυμούσε θα μπορούσε, πλέον, να έχει πρόσβαση στο μοντέλο RiskMetrics και να συνδέει τα δικά του δεδομένα με αυτό.

Αυτή η τολμηρή κίνηση, η οποία προκάλεσε μεγάλη προσοχή και δημόσια συζήτηση σχετικά με τα πλεονεκτήματα του μοντέλου RiskMetrics, ήταν χρήσιμη για την ευαισθητοποίηση σχετικά με τη VaR και για τα θέματα που σχετίζονται με τη δημιουργία και λειτουργία συστημάτων VaR. Επιπλέον, το γεγονός ότι τα δεδομένα του RiskMetrics ήταν διαθέσιμα, οδήγησε στη διάδοση των συστημάτων VaR,

δίνοντας στους παρόχους λογισμικού και στους πελάτες τους πρόσβαση σε σύνολα δεδομένων που συχνά δεν ήταν σε θέση να κατασκευάσουν. Επίσης, ενθάρρυνε πολλούς από τους μικρότερους παρόχους λογισμικού να υιοθετήσουν την προσέγγιση RiskMetrics ή να δημιουργήσουν τα δικά τους συστήματα, που ήταν συμβατά με αυτό (Dowd, 2002).

Η υιοθέτηση των προσεγγίσεων VaR, σύμφωνα με τον Dowd (2002), ήταν πολύ ταχεία, αρχικά από επενδυτικές τράπεζες και στη συνέχεια από εμπορικές τράπεζες, από συνταξιοδοτικά ταμεία, από άλλα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα, αλλά και από μη χρηματοπιστωτικές επιχειρήσεις. Οι δημιουργοί του μοντέλου και όσοι απλά το χρησιμοποιούσαν, ήταν πλέον πιο έμπειροι και πιο έτοιμοι να κατανοήσουν τη λειτουργία της VaR. Η συμβολή της τεχνολογίας ήταν καθοριστική, καθώς η συνεχής ανάπτυξη λογισμικού οδηγούσε σε πιο ισχυρά και πολύ πιο γρήγορα συστήματα, με αποτέλεσμα να υλοποιούνται εργασίες που δεν ήταν εφικτό στο παρελθόν να εκτελεστούν. Η μέθοδος VaR επεκτάθηκε ώστε να αντιμετωπίσει και άλλου τύπου κινδύνους εκτός από τους κινδύνους αγοράς, όπως τους πιστωτικούς κινδύνους και τους κινδύνους ρευστότητας.

3.4 Μέθοδοι υπολογισμού της VaR

Ο ορισμός της VaR φανερώνει ότι το μέγεθος αυτό εκτιμά το μέγιστο ποσό το οποίο μπορεί να χαθεί σε ένα χαρτοφυλάκιο, δηλαδή αποτελεί ένα μέτρο εκτίμησης των μεγαλύτερων δυνατών απωλειών, σε ένα συγκεκριμένο χρονικό ορίζοντα και σε κάποιο δεδομένο επίπεδο εμπιστοσύνης. Οι κύριες μέθοδοι υπολογισμού της VaR είναι οι εξής:

3.4.1 Παραμετρική μέθοδος

Η παραμετρική μέθοδος, γνωστή και ως μέθοδος **διακύμανσης-συνδιακύμανσης**, είναι μία μέθοδος διαχείρισης κινδύνου για τον υπολογισμό της αξίας σε κίνδυνο (VaR) ενός χαρτοφυλακίου που αποτελείται από ορισμένα περιουσιακά στοιχεία. Η αξία σε κίνδυνο, όπως έχει ήδη αναφερθεί, είναι μια τεχνική διαχείρισης κινδύνου που μετρά τη μέγιστη ζημία που ένα επενδυτικό χαρτοφυλάκιο είναι πιθανό να έχει, μέσα σε ένα συγκεκριμένο χρονικό πλαίσιο και σε ένα ορισμένο επίπεδο εμπιστοσύνης. Η μέθοδος διακύμανσης-συνδιακύμανσης, η οποία χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της αξίας σε κίνδυνο, προσδιορίζει τη μέση ή αναμενόμενη τιμή και την τυπική απόκλιση ενός επενδυτικού χαρτοφυλακίου.

Η παραμετρική μέθοδος εξετάζει τις μεταβολές των τιμών και χρησιμοποιεί τη θεωρία πιθανοτήτων για τον υπολογισμό της μέγιστης ζημίας ενός χαρτοφυλακίου. Η μέθοδος διακύμανσης-συνδιακύμανσης για την αξία σε κίνδυνο υπολογίζει την τυπική απόκλιση των μεταβολών των τιμών περιουσιακών στοιχείων. Υποθέτοντας ότι οι αποδόσεις των τιμών, για παράδειγμα, των μετοχών και η

μεταβλητότητα ακολουθούν κανονική κατανομή, υπολογίζεται η μέγιστη ζημία στο καθορισμένο επίπεδο εμπιστοσύνης.

Έστω ότι ένα χαρτοφυλάκιο περιλαμβάνει μόνο μία μετοχή και ότι 500.000 δολάρια επενδύονται σε αυτή τη μετοχή. Η τυπική απόκλιση των 252 ημερών ή ενός έτους είναι 7%. Σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95% το ποσοστιαίο σημείο ισούται με 1,645. Η αξία σε κίνδυνο αυτού του χαρτοφυλακίου είναι \$57.575 ($\$500.000 * 1,645 * 0,07$). Επομένως, σε αυτή την περίπτωση, η μέγιστη ζημία δεν θα υπερβεί τα 57.575 δολάρια σε ένα οικονομικό έτος.

3.4.2 Μέθοδος ιστορικής προσομοίωσης

Η δημοφιλέστερη μέθοδος για τον υπολογισμό της αξίας σε κίνδυνο είναι η **μέθοδος ιστορικής προσομοίωσης**. Η μέθοδος αυτή λαμβάνει υπόψιν τις καθημερινές αλλαγές στις τιμές διάφορων μεταβλητών, οι οποίες έχουν παρατηρηθεί στο παρελθόν, με σκοπό την εκτίμηση της κατανομής πιθανότητας της μεταβολής της αξίας του τρέχοντος χαρτοφυλακίου. Στη συνέχεια, αφού περιγραφεί η λογική της μεθόδου της ιστορικής προσομοίωσης, παρουσιάζεται μία σειρά παρεμβάσεων που μπορούν να βελτιώσουν την εν λόγω μέθοδο. Μπορεί να χαρακτηριστεί ως ένα εργαλείο, το οποίο είναι δυνατόν να βελτιώσει τις εκτιμήσεις για τη VaR και να αυξήσει το επίπεδο εμπιστοσύνης για τις εκτιμήσεις αυτές.

Η ιστορική προσομοίωση περιλαμβάνει τη χρήση παρελθοντικών δεδομένων ως οδηγό για το τι θα συμβεί στο μέλλον. Για τον υπολογισμό της VaR ενός χαρτοφυλακίου (Hull, 2015) χρησιμοποιώντας χρονικό ορίζοντα μιας ημέρας, επίπεδο εμπιστοσύνης 99% και δεδομένα 501 ημερών, το πρώτο βήμα είναι ο προσδιορισμός των μεταβλητών που επηρεάζουν το χαρτοφυλάκιο. Αυτές είναι, συνήθως, συναλλαγματικές ισοτιμίες, επιτόκια, δείκτες μετοχών κλπ. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν σχετικά με τις μεταβολές αυτών των μεταβλητών της αγοράς κατά τις τελευταίες 501 ημέρες και παρέχονται 500 εναλλακτικά σενάρια για το τι μπορεί να συμβεί μεταξύ του σήμερα και του αύριο.

Ορίζουμε, λοιπόν, την πρώτη μέρα για την οποία έχουμε δεδομένα, ως Ημέρα 0, τη δεύτερη μέρα ως Ημέρα 1 και ούτω καθεξής. Το σενάριο 1 είναι εκείνο κατά το οποίο, οι ποσοστιαίες μεταβολές στις τιμές όλων των μεταβλητών είναι οι ίδιες όπως ήταν μεταξύ της Ημέρας 0 και της Ημέρας 1, το σενάριο 2 είναι εκεί όπου είναι οι ίδιες όπως ήταν μεταξύ της Ημέρας 1 και της Ημέρας 2, κλπ. Για κάθε σενάριο, υπολογίζεται η μεταβολή της αξίας του χαρτοφυλακίου μεταξύ της σημερινής ημέρας και της αυριανής. Αυτό ορίζει μια κατανομή πιθανότητας για την ημερήσια ζημία, με τα κέρδη να υπολογίζονται ως αρνητικές ζημίες στην αξία του χαρτοφυλακίου. Είμαστε 99% σίγουροι ότι δεν θα έχουμε απώλειες μεγαλύτερες από την εκτίμηση για τη VaR, εάν οι αλλαγές στις μεταβλητές τις τελευταίες 500 ημέρες είναι αντιπροσωπευτικές σχετικά με το τι θα συμβεί μεταξύ της σημερινής ημέρας και της αυριανής.

Για να εκφραστεί αυτή η προσέγγιση αλγεβρικά, ορίζεται ως v_i η τιμή μίας μεταβλητής την ημέρα i και ως υποθέσουμε ότι σήμερα είναι η ημέρα n . Η τιμή της μεταβλητής στο i -οστό σενάριο στην προσέγγιση της ιστορικής προσομοίωσης αύριο, θα είναι

$$\text{Value under } i\text{th Scenario} = v_n \frac{v_i}{v_{i-1}}$$

Στην πραγματικότητα, το χαρτοφυλάκιο ενός χρηματοπιστωτικού ιδρύματος είναι βεβαίως πολύ πιο πολύπλοκο από αυτό που εξετάστηκε παραπάνω. Είναι πιθανό να αποτελείται από χιλιάδες ή δεκάδες χιλιάδες θέσεις. Συχνά, ορισμένες από τις θέσεις είναι σε προθεσμιακά συμβόλαια, δικαιώματα προαίρεσης και άλλα παράγωγα. Επίσης, το ίδιο το χαρτοφυλάκιο είναι πιθανό να αλλάζει από μέρα σε μέρα. Εάν υποτεθεί ότι το χαρτοφυλάκιο μεταβάλλεται και είναι περισσότερο εκτεθειμένο σε διάφορους κινδύνους, τότε η VaR συνήθως αυξάνεται. Αντίθετα, αν μετατρέπεται σε ένα λιγότερο επικίνδυνο χαρτοφυλάκιο, τότε η VaR μειώνεται. Η VaR σε οποιαδήποτε ημέρα υπολογίζεται με την προϋπόθεση ότι το χαρτοφυλάκιο θα παραμείνει αμετάβλητο κατά την επόμενη εργάσιμη ημέρα (Hull, 2015).

3.4.3 Μέθοδος προσομοίωσης Monte Carlo

Μία εναλλακτική μέθοδος για τον υπολογισμό της VaR είναι η μέθοδος **Monte Carlo**. Η μέθοδος Monte Carlo είναι μία μη παραμετρική μέθοδος, όπως και η μέθοδος της ιστορικής προσομοίωσης. Είναι μία διαδικασία κατά την οποία παράγονται τυχαίοι αριθμοί με τελικό σκοπό, την κατανόηση της επιρροής του κινδύνου και της αβεβαιότητας στα μοντέλα πρόβλεψης. Η μέθοδος αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αντιμετώπιση μιας σειράς προβλημάτων σε κάθε τομέα, όπως τα χρηματοοικονομικά και οι επιστήμες.

Όταν η διαδικασία της πρόβλεψης ή της εκτίμησης δεν παρέχει αξιόπιστα αποτελέσματα, τότε η προσομοίωση Monte Carlo μπορεί να αποδειχθεί καλύτερη λύση. Δεδομένου ότι στα χρηματοοικονομικά οι τυχαίες μεταβλητές εμφανίζονται συχνά, οι προσομοιώσεις της Monte Carlo προσφέρουν μία τεράστια ποικιλία δυνατικών εφαρμογών σε αυτούς τους τομείς. Χρησιμοποιούνται για να εκτιμηθεί η πιθανότητα να μεταβληθεί μια τιμή ενός περιουσιακού στοιχείου κατά ένα ορισμένο τρόπο. Στις τηλεπικοινωνίες χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της απόδοσης του δικτύου σε διάφορα σενάρια, βοηθώντας στη βελτιστοποίηση του δικτύου. Οι οικονομικοί αναλυτές τις χρησιμοποιούν για να εκτιμήσουν κινδύνους. Η μέθοδος Monte Carlo εφαρμόζεται σε πεδία εκτός των οικονομικών, όπως στη μετεωρολογία και στην αστρονομία.

Αξιοσημείωτο είναι ότι, η μέθοδος Monte Carlo έλαβε το όνομά της από την πόλη Μόντε Κάρλο, στην οποία υπάρχει ένα από τα πιο διάσημα καζίνο του κόσμου. Παρουσιάστηκε και αναπτύχθηκε για πρώτη φορά, από το μαθηματικό Stanislaw Ulam. Μετά το Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο κι ενώ ο Ulam ήταν στο στάδιο της

ανάρρωσης έπειτα από χειρουργική επέμβαση στον εγκέφαλο, έπαιζε πολλές φορές πασιέντζα. Όταν ολοκλήρωνε τις παρτίδες, κατέγραφε τα αποτελέσματα προκειμένου να καθορίσει την πιθανότητα επιτυχίας. Αφού μοιράστηκε την ιδέα του με τον John Von Neumann, οι δυο τους συνεργάστηκαν με σκοπό την ανάπτυξη της μεθόδου.

Η προσομοίωση Monte Carlo χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό πιθανών μεταβολών στις τιμές των περιουσιακών στοιχείων. Μέσω των ιστορικών δεδομένων, μπορούν να υπολογιστούν διάφορα μέτρα που αφορούν τις μεταβολές στις τιμές ενός περιουσιακού στοιχείου, όπως είναι η διακύμανση και η μέση τιμή. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι, η μέθοδος Monte Carlo, αγνοεί μακροοικονομικές τάσεις και άλλα μη προβλέψιμα οικονομικά και όχι μόνο γεγονότα, δηλαδή εφαρμόζεται υπό την προϋπόθεση ότι επικρατούν κανονικές συνθήκες αγοράς. Συνεπώς, γίνεται αντιληπτό ότι θα πρέπει να επιλέγεται η κατάλληλη μέθοδος υπολογισμού της VaR, ανάλογα με τη σύνθεση του εκάστοτε χαρτοφυλακίου, έτσι ώστε οι εκτιμήσεις για τη VaR να είναι αξιόπιστες και τελικές, η VaR να αποτελέσει χρήσιμο εργαλείο για τη λειτουργία μίας επιχείρησης ή ενός οργανισμού.

3.5 Έλεγχος υποδειγμάτων VaR

Η ανάπτυξη ενός υποδείγματος VaR συνδέεται με μία σειρά από παραδοχές, έτσι ώστε να γίνει όσο το δυνατόν πιο αποτελεσματική η λειτουργία του μοντέλου. Μία από αυτές είναι ότι η VaR υπολογίζεται για συνθήκες, οι οποίες θεωρούνται «κανονικές» και όχι ακραίες. Το ζήτημα αυτό αντιμετωπίζεται με την τεχνική της προσομοίωσης ακραίων καταστάσεων (stress testing). Ακόμα, για την αξιολόγηση των μοντέλων VaR χρησιμοποιείται η μέθοδος του επανελέγχου (backtesting), με την οποία ελέγχεται η εγκυρότητα των μετρήσεων με τη χρήση της VaR. Παρακάτω αναλύονται διεξοδικά οι δύο αυτές τεχνικές.

3.5.1 Προσομοίωση ακραίων καταστάσεων

Η προσομοίωση ακραίων καταστάσεων (**stress testing**) είναι μια τεχνική προσομοίωσης που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της αντοχής των τραπεζικών ιδρυμάτων και των επιχειρήσεων σε πιθανές μελλοντικές ακραίες καταστάσεις. Οι καταστάσεις αυτές δεν είναι απαραίτητο να είναι αποκλειστικά οικονομικές, αλλά μπορεί να σχετίζονται και με φυσικά φαινόμενα, όπως π.χ. ένας σεισμός. Αυτές οι δοκιμές χρησιμοποιούνται, συνήθως, από το χρηματοπιστωτικό κλάδο για να μετρήσουν τον επενδυτικό κίνδυνο, καθώς και να βοηθήσουν στην αξιολόγηση των εσωτερικών διαδικασιών και ελέγχων. Τα τελευταία χρόνια, οι ρυθμιστικές αρχές έχουν, επίσης, απαιτήσει από τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα να διενεργούν προσομοιώσεις ακραίων καταστάσεων για να εξασφαλίσουν ότι τα κεφάλαιά τους και άλλα περιουσιακά στοιχεία, είναι ασφαλή έναντι των κινδύνων.

Οι εταιρείες που διαχειρίζονται περιουσιακά στοιχεία χρησιμοποιούν, συνήθως, προσομοιώσεις ακραίων καταστάσεων για τον προσδιορισμό του κινδύνου του χαρτοφυλακίου τους και στη συνέχεια, θέτουν σε εφαρμογή τυχόν στρατηγικές αντιστάθμισης που είναι απαραίτητες για την άμβλυση των πιθανών ζημιών. Συγκεκριμένα, οι διαχειριστές χαρτοφυλακίων αυτών των εταιρειών, χρησιμοποιούν εσωτερικά προγράμματα προσομοίωσης για να αξιολογήσουν εάν τα περιουσιακά στοιχεία που διαχειρίζονται μπορούν να αντιμετωπίσουν ορισμένους κινδύνους της αγοράς και διάφορα άλλα απρόβλεπτα γεγονότα. Το stress testing περιλαμβάνει τη διεξαγωγή προσομοιώσεων για τον εντοπισμό ατελειών ή αδυναμιών που δε γίνονται εύκολα αντιληπτές. Η βιβλιογραφία προσδιορίζει τρεις διαφορετικές προσεγγίσεις γύρω από αυτό το ζήτημα, την ιστορική, την υποθετική και την τυποποιημένη.

Στην ιστορική προσέγγιση, η προσομοίωση βασίζεται σε ένα παρελθοντικό γεγονός, όπως μία κρίση. Παραδείγματα ιστορικών κρίσεων αποτελούν η ασιατική κρίση του 1997 και η τεχνολογική φούσκα που ξέσπασε το 1999-2000. Η υποθετική προσομοίωση επικεντρώνεται στον τρόπο με τον οποίο μία εταιρεία καταφέρνει να αντιμετωπίσει μία φυσική καταστροφή. Μία επιχείρηση στην Καλιφόρνια θα μπορούσε να εξετάσει πως θα αντιδρούσε σε ένα υποθετικό σεισμό ή μία εταιρεία πετρελαίου σε ένα πόλεμο στη Μέση Ανατολή. Τέλος, ένα παράδειγμα που θα αντιστοιχούσε στην τυποποιημένη προσέγγιση θα ήταν, μία πτώση του δείκτη Dow Jones της τάξης του 10% σε μία εβδομάδα.

Μία από τις πιο διαδεδομένες μεθοδολογίες για τις προσομοιώσεις ακραίων καταστάσεων είναι η μέθοδος Monte Carlo, η οποία αναλύθηκε στην προηγούμενη ενότητα. Οι παράγοντες που εξετάζονται στη προσομοίωση Monte Carlo, συχνά περιλαμβάνουν διάφορες οικονομικές μεταβλητές. Επιπλέον, πολλές εταιρείες στρέφονται σε επαγγελματικούς φορείς διαχείρισης κινδύνου για διάφορους τύπους προσομοιώσεων ακραίων καταστάσεων. Το Moody's Analytics είναι μία χαρακτηριστική περίπτωση προγράμματος stress testing και χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση του κινδύνου σε χαρτοφυλάκια.

3.5.2 Επανάλεγχος

Όπως αναλύθηκε και στις προηγούμενες ενότητες, με τη VaR παρακολουθείται και ποσοτικοποιείται το επίπεδο κινδύνου ενός επενδυτικού χαρτοφυλακίου. Υπολογίζεται το μέγιστο ποσό απώλειας για ένα συγκεκριμένο χρονικό ορίζοντα σε ένα δεδομένο επίπεδο εμπιστοσύνης. Παράλληλα, όμως, απαιτείται και η ύπαρξη μίας μεθόδου μέσω της οποίας να πιστοποιείται η ακρίβεια των μετρήσεων που πραγματοποιούνται με χρήση της VaR. Η μέθοδος αυτή, η οποία ονομάζεται επανάλεγχος (**backtesting**), συγκρίνει τις ζημιές που προκύπτουν με τη VaR με τις πραγματικές ζημιές στο τέλος του καθορισμένου χρονικού ορίζοντα. Ο επανάλεγχος (backtesting) είναι μία τεχνική προσομοίωσης ενός μοντέλου βασισμένη σε παρελθοντικά δεδομένα, έτσι ώστε να μετρηθεί η αποτελεσματικότητά του. Η

σύγκριση των πραγματικών απωλειών με αυτές που προβλέπονται μέσω της VaR, προσδιορίζει τις περιόδους, όπου η αξία σε κίνδυνο υποτιμάται ή εκείνες κατά τις οποίες οι ζημιές του χαρτοφυλακίου είναι μεγαλύτερες από αυτές που υπολογίζονται με τη VaR.

Σύμφωνα με τον Hull (2015), ένα σημαντικό ζήτημα στη διαδικασία του επανελέγχου, στην περίπτωση της ημερήσιας VaR, είναι η παρακολούθηση των μεταβολών που πραγματοποιούνται στο χαρτοφυλάκιο κατά τη διάρκεια μίας ημέρας. Υπάρχουν δύο διαθέσιμες επιλογές. Η πρώτη είναι η σύγκριση της VaR με την υποθετική μεταβολή της αξίας του χαρτοφυλακίου, υπολογισμένη, θεωρώντας δεδομένο ότι, η σύνθεση του χαρτοφυλακίου παραμένει αμετάβλητη κατά τη διάρκεια της ημέρας. Η δεύτερη είναι η σύγκριση της VaR με την πραγματική μεταβολή της αξίας του χαρτοφυλακίου κατά τη διάρκεια της ημέρας. Ο υπολογισμός της VaR βασίζεται στην υπόθεση ότι το χαρτοφυλάκιο θα παραμείνει αμετάβλητο κατά τη διάρκεια της ημέρας και έτσι η πρώτη σύγκριση είναι θεωρητικά πιο σωστή. Από την άλλη, όμως, οι πραγματικές αλλαγές στο χαρτοφυλάκιο είναι αυτές που ενδιαφέρουν τους διαχειριστές κινδύνου, τελικά. Στην πραγματικότητα, οι διαχειριστές κινδύνου συγκρίνουν, συνήθως, τη VaR τόσο με τις υποθετικές μεταβολές χαρτοφυλακίου, όσο και με τις πραγματικές μεταβολές χαρτοφυλακίου.

3.6 Πλεονεκτήματα-χρησιμότητα της VaR

Τελικά γιατί η VaR είναι τόσο σημαντική; Σε αυτό το ερώτημα προσπάθησαν να απαντήσουν οι Linsmeier και Pearson το 1996. Η αξία σε κίνδυνο είναι ένα απλό και συνοπτικό μέτρο κινδύνου, αν υποτεθεί ότι ισχύουν οι «κανονικές» συνθήκες της αγοράς. Μέσω της VaR είναι δυνατόν να υπολογιστούν όλες οι πιθανές απώλειες σε ένα χαρτοφυλάκιο, καθώς όλοι οι κίνδυνοι συγκεντρώνονται σε ένα και μόνο αριθμό. Είναι απλά ένας τρόπος να εκτιμηθεί το ύψος των πιθανών ζημιών σε ένα χαρτοφυλάκιο (Dowd, 2002).

Η VaR έχει δύο σημαντικά χαρακτηριστικά. Το πρώτο είναι ότι αποτελεί ένα κριτήριο για τον κίνδυνο, το οποίο επιτρέπει στις επιχειρήσεις να διαχειρίζονται τους κινδύνους με νέες μεθόδους, που δεν ήταν διαθέσιμες πριν την αξία σε κίνδυνο. Το δεύτερο είναι ότι στην περίπτωση που δύο κίνδυνοι αντισταθμίζονται, η VaR λαμβάνει υπόψιν αυτή την αντιστάθμιση και το συμπέρασμα που προκύπτει είναι πως ο συνολικός κίνδυνος είναι ιδιαίτερα χαμηλός. Σε αντίθετη περίπτωση, η VaR εκτιμά ότι ο συνολικός κίνδυνος είναι υψηλός.

Οι πληροφορίες που λαμβάνονται από τη χρήση της VaR είναι ιδιαίτερες χρήσιμες για μία επιχείρηση και τους ανθρώπους της, καθώς:

- Η VaR διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στον καθορισμό των ορίων κινδύνου μίας επιχείρησης. Στην περίπτωση που μία επιχείρηση επιθυμεί να λάβει μεγαλύτερα ρίσκα, δηλαδή να βρεθεί περισσότερο εκτεθειμένη σε κινδύνους, για να επιτύχει καλύτερη απόδοση, τότε και

οι πιθανές της απώλειες θα είναι υψηλότερες, με αποτέλεσμα την αύξηση της τιμής της VaR.

- Η VaR χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό των κεφαλαιακών αναγκών μιας επιχείρησης. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, όσο πιο ριψοκίνδυνη είναι μία επενδυτική δραστηριότητα, τόσο μεγαλύτερη είναι η VaR, αλλά και οι κεφαλαιακές ανάγκες της επιχείρησης.
- Για την αξιολόγηση κινδύνων που αφορούν μία επιχείρηση, η VaR διαδραματίζει κυρίαρχο ρόλο και καθορίζει σε σημαντικό βαθμό τη λήψη αποφάσεων εκ μέρους της επιχείρησης. Οι αποφάσεις αυτές είναι πιθανό να αφορούν τη βιωσιμότητα ή ακόμα και τις μελλοντικές προοπτικές της επιχείρησης (Dowd, 2002).

Τα παραπάνω έχουν οδηγήσει, πλέον, τις επιχειρήσεις και τους οργανισμούς να περιλαμβάνουν τη VaR στις ετήσιες αναφορές τους. Εν κατακλείδι, η χρήση της VaR μπορεί να οδηγήσει στην επίτευξη μιας πιο αποτελεσματικής και ολοκληρωμένης προσέγγισης για τη διαχείριση των κινδύνων. Η υιοθέτηση αυτού του μέτρου κινδύνου θεωρείται ζωτικής σημασίας για τη βιωσιμότητα και την ευημερία επιχειρήσεων και οργανισμών.

3.7 Κριτική στη VaR

Οι απόψεις των οικονομολόγων για τη VaR ποικίλουν. Ορισμένοι εστιάζουν περισσότερο στα θετικά της, ενώ άλλοι στα αρνητικά της και οι συζητήσεις μεταξύ αυτών επικεντρώνονται, κυρίως, στα υπέρ και τα κατά των διάφορων μεθόδων υπολογισμού της VaR. Ωστόσο, υπάρχουν και εκείνοι οι οποίοι θεωρούν ότι η VaR έχει θεμελιώδη προβλήματα και η χρήση της είναι δυνατόν να οδηγήσει σε εσφαλμένα συμπεράσματα.

Το βασικό ζήτημα, το οποίο τους απασχόλησε, ήταν κατά πόσο οι παραδοχές πάνω στις οποίες στηρίχθηκε η VaR, ίσχυαν ή όχι. Οι κύριοι εκφραστές της άποψης ότι διάφορα μαθηματικά και στατιστικά μοντέλα ίσως να μην ήταν κατάλληλα για την ερμηνεία γεγονότων έξω από το στενό επιστημονικό περιβάλλον, ήταν οι Taleb και Horpe. Υποστήριζαν πως αρκετοί παράγοντες μπορούσαν να υπονομεύσουν την αξιοπιστία των μοντέλων, με συνέπεια η χρήση της VaR να μην εγγυάται σωστά αποτελέσματα.

Το επιχείρημα στο οποίο βασίστηκε αυτή η άποψη, ήταν ότι οι εκτιμήσεις για τη VaR ήταν ασαφείς, επομένως δε θα μπορούσαν να είναι χρήσιμες. Ο κίνδυνος, σε αυτή την περίπτωση, είναι εμφανής: Αν οι εκτιμήσεις VaR είναι ανακριβείς και οι επενδυτές τις λαμβάνουν σοβαρά υπόψιν, τότε είναι πολύ πιθανό οι ζημιές τους να είναι μεγαλύτερες από αυτές που θα περίμεναν. Όπως αναφέρει ο Horpe, «το να πιστεύει κάποιος σε μία μη αληθή εκτίμηση του κινδύνου, είναι χειρότερο από το να γνωρίζει ότι μία εκτίμηση είναι αναξιόπιστη. Από τη μεριά του ο Taleb ανέπτυξε τον παρακάτω συλλογισμό: «Είναι χειρότερο να βασίζεστε σε παραπλανητικές

πληροφορίες από το να μην έχετε καθόλου πληροφορίες. Αν σε ένα πιλότο δώσετε λανθασμένη ενημέρωση σχετικά με το υψόμετρο στο οποίο πετά, τότε το αεροπλάνο μπορεί να συντριβεί. Αν δεν του δώσετε καμία πληροφορία, θα κοιτάξει έξω από το παράθυρο» (Dowd, 2002).

Πολλοί αναλυτές, που εκτός από τη θεωρητική κατάρτιση έχουν και μεγάλη εμπειρία από τον τρόπο που πραγματικά λειτουργούν οι χρηματοπιστωτικές αγορές, παρομοιάζουν τη μέθοδο VaR με το «αερόσακο που λειτουργεί όλο το χρόνο, εκτός της στιγμής που έχετε ένα αυτοκινητιστικό ατύχημα». Κατηγορείται επίσης η μέθοδος VaR, ότι:

- Οδηγεί σε υπερβολική ανάληψη κινδύνων τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα.
- Επικεντρώνεται στη διαχείριση κινδύνων κοντά στο μέσο της κατανομής και αγνοεί τις ουρές.
- Δημιουργεί κίνητρα για ανάληψη υπερβολικών και ακραίων κινδύνων.
- Είναι πιθανό να επιφέρει καταστροφικά αποτελέσματα, δεδομένου ότι η χρήση της δημιουργεί μια ψευδή αίσθηση ασφάλειας σε υψηλόβαθμα στελέχη επιχειρήσεων ή οργανισμών, αλλά και γενικά σε όσους στηρίζονται σε αυτή.

Ο δημοσιογράφος των New York Times, Nocera, έγραψε ένα εκτενές κομμάτι για την κακή διαχείριση κινδύνων στις 2 Ιανουαρίου 2009, στο οποίο αναφέρεται στο ρόλο που έπαιξε η VaR στην κρίση 2007-2009. Μετά από συνεντεύξεις με αρκετούς διαχειριστές κινδύνου, στο άρθρο αναφέρεται ότι η VaR ήταν πολύ χρήσιμη στους ειδικούς της διαχείρισης των κινδύνων, αλλά τα συμπεράσματα που απορρέουν από αυτή κατά τη διάρκεια των κρίσεων δεν είναι αξιόπιστα, καθώς μέσω της VaR παράγονται ψευδή στοιχεία, κάτι που έχει ως συνέπεια να μην παρέχεται ασφάλεια σε στελέχη των τραπεζών και των ρυθμιστικών αρχών (Μελάς, 2011).

Δεν ήταν λίγοι αυτοί που τόνισαν ότι η χρήση της VaR ενδέχεται να αποσταθεροποιήσει το χρηματοπιστωτικό σύστημα. Ο Taleb ανέφερε ότι όσοι χρησιμοποιούν τη VaR είναι hedgers, δηλαδή επιθυμούν να μειώσουν τον κίνδυνο που αντιμετωπίζουν, μειώνοντας τη μέγιστη ζημιά και θα πρέπει να αναθεωρήσουν τις θέσεις τους λόγω των μεταβολών των τιμών της αγοράς. Το επιχείρημα του Taleb απέκτησε μεγαλύτερη βαρύτητα, διότι διατυπώθηκε πριν την οικονομική κρίση του 1998, όπου αυτό το ζήτημα παρατηρήθηκε ευρέως. Σε παρόμοια συμπεράσματα κατέληξαν και οι Danielsson, Zigrand, Basak και Shapiro (Dowd, 2002).

Επιπλέον, στη μέθοδο VaR ασκείται κριτική και από μία ακόμα οπτική. Ακόμα και αν η αξία σε κίνδυνο ως μέτρο κινδύνου θεωρείται σημαντική, είναι πλέον σαφές ότι δεν είναι το καλύτερο μέτρο για τον κίνδυνο. Σε ορισμένες σημαντικές θεωρητικές μελέτες στα μέσα και στα τέλη της δεκαετίας του 1990, οι Artzner, Delbaen, Eber και Heath, εξέτασαν το ζήτημα αυτό καθορίζοντας τους όρους που πρέπει να πληροί ένα μέτρο κινδύνου προκειμένου να θεωρείται ικανοποιητικό. Σύντομα, διαπίστωσαν ότι η VaR δεν ικανοποιούσε αυτούς τους όρους. Παρατήρησαν ότι η μέθοδος VaR δεν

τηρεί την ιδιότητα της υποπροσθετικότητας. Αυτό σημαίνει ότι η VaR ενός συνδυασμένου χαρτοφυλακίου μπορεί να είναι μεγαλύτερη από το άθροισμα των VaR των συνιστωσών του. Το γεγονός αυτό για ένα διαχειριστή κινδύνου σίγουρα έχει μεγάλη σημασία. Η υποπροσθετικότητα επιτρέπει σε ένα χαρτοφυλάκιο, που είναι σύνολο μικρότερων χαρτοφυλακίων, να έχει κίνδυνο, που είναι το πολύ ίσος με το άθροισμα των κινδύνων του κάθε μικρότερου χαρτοφυλακίου. Παράδειγμα αποτελεί η κατάλληλη διάσπαση ενός χαρτοφυλακίου, η οποία επιτυγχάνεται χωρίζοντας τα διαθέσιμα περιουσιακά στοιχεία σε μικρότερα χαρτοφυλάκια (Dowd, 2002, Μελάς, 2011).

Συμπερασματικά, η μέθοδος VaR παρέχει μια ακριβή στατιστική εκτίμηση της μέγιστης πιθανής απώλειας ενός χαρτοφυλακίου, όταν οι αγορές συμπεριφέρονται «κανονικά». Σε αρκετά συχνή βάση, όμως, οι χρηματοοικονομικές αγορές δεν συμπεριφέρονται «κανονικά», αλλά παρουσιάζουν ακραίες και απροσδόκητες αλλαγές τιμών. Η μέθοδος VaR δεν είναι η κατάλληλη για την αντιμετώπιση ακραίων αλλαγών στις τιμές (Μελάς, 2011).

3.8 Ανακεφαλαίωση

Στο παρόν κεφάλαιο αναλύθηκε η αξία σε κίνδυνο (Value at Risk ή VaR). Ορίστηκε η VaR, δόθηκαν κάποια παραδείγματα υπολογισμού της και παρουσιάστηκε η πορεία και η εξέλιξή της στο χρόνο. Επίσης, έγινε εκτενής αναφορά στις μεθόδους υπολογισμού και στις παραμέτρους της VaR, όπως και στις τεχνικές που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο των υποδειγμάτων VaR. Τέλος, αναδείχθηκαν τα πλεονεκτήματα, αλλά και τα μειονεκτήματα της μεθόδου VaR.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΩΝ

4.1 Εισαγωγή

Ο όρος **χρονοσειρά** χρησιμοποιείται για να περιγράψει ένα σύνολο από παρατηρήσεις οι οποίες καταγράφονται κατά τη διάρκεια ίσων διαδοχικών χρονικών περιόδων. Σκοπός της ανάλυσης χρονοσειρών είναι η διαμόρφωση προβλέψεων για τη μελλοντική εξέλιξη των τιμών μίας χρονοσειράς, η οποία βασίζεται σε παρελθοντικές τιμές της χρονοσειράς. Σύμφωνα με τους Shumway, Stoffer (2016), η μέθοδος της ανάλυσης χρονοσειρών περιορίζει την εφαρμογή πολλών στατιστικών μεθόδων, οι οποίες βασίζονται στην παραδοχή ότι οι παρατηρήσεις είναι ανεξάρτητες και ομοιόμορφα κατανομημένες στο χρόνο. Η συστηματική προσέγγιση μέσω της οποίας κάποιος απαντά στα μαθηματικά και στα στατιστικά ερωτήματα που τίθενται από αυτές τις χρονικές συσχετίσεις αναφέρεται, συνήθως, ως ανάλυση χρονοσειρών.

Η επιρροή της ανάλυσης χρονοσειρών στην επιστήμη μπορεί να τεκμηριωθεί με την παραγωγή ενός συντομευμένου καταλόγου των διαφόρων τομέων στους οποίους μπορεί να εφαρμοστεί. Πολλές γνωστές χρονοσειρές βρίσκουν εφαρμογή στον τομέα της οικονομίας. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το χρηματιστήριο, αλλά και διάφοροι οικονομικοί δείκτες που διαδραματίζουν καίριο ρόλο στη διαμόρφωση του οικονομικού κλίματος και, τελικά, επηρεάζουν την πορεία μίας οικονομίας, όπως είναι ο δείκτης ανεργίας. Οι επιστήμονες που έχουν ως αντικείμενο απασχόλησης την κοινωνιολογία, συχνά χρησιμοποιούν χρονοσειρές για να ερμηνεύσουν την εξέλιξη των γεννήσεων και των θανάτων ανά το χρόνο. Στην ιατρική, επίσης, η ανάλυση χρονοσειρών κατέχει περίοπτη θέση. Ένας επιδημιολόγος είναι πιθανό να ενδιαφέρεται να υπολογίσει τον αριθμό των περιπτώσεων γρίπης που παρατηρούνται σε κάποιο χρονικό διάστημα. Ακόμα, οι μετρήσεις της αρτηριακής πίεσης που καταγράφονται με την πάροδο του χρόνου θα μπορούσαν να είναι χρήσιμες για την αξιολόγηση των φαρμάκων που χρησιμοποιούνται στη θεραπεία της υπέρτασης (Shumway, Stoffer, 2016).

Αυτές είναι ορισμένες, μόνο, περιπτώσεις που αναδεικνύουν τη σπουδαιότητα της ανάλυσης χρονοσειρών σε αρκετά επιστημονικά πεδία, αλλά και τη χρησιμότητά της στην καθημερινή ζωή των ατόμων. Στη συνέχεια, αναλύεται εκτενέστερα η έννοια της ανάλυσης χρονοσειρών. Παρουσιάζονται τα συνθετικά στοιχεία των χρονοσειρών, οι ιδιότητές τους, τα αυτοπαλίνδρομα υποδείγματα, τα

υποδείγματα κινητού μέσου, τα μικτά υποδείγματα και, τέλος, τα υποδείγματα ARCH και GARCH.

4.2 Έννοια της ανάλυσης χρονοσειρών

Όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα, ως χρονοσειρά ορίζεται ένα σύνολο παρατηρήσεων, οι οποίες συλλέγονται σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές και έχουν την ιδιότητα να απέχουν το ίδιο η μία από την άλλη. Το πρώτο βήμα στην ανάλυση χρονοσειρών περιλαμβάνει πάντοτε την προσεκτική εξέταση των δεδομένων που έχουν ληφθεί με την πάροδο του χρόνου. Αυτός ο έλεγχος συχνά υποδεικνύει τις μεθόδους ανάλυσης που θα πρέπει να ακολουθηθούν και οι οποίες θα παρουσιαστούν στις επόμενες ενότητες.

Ο πρωταρχικός στόχος της ανάλυσης χρονοσειρών είναι η ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων για την παροχή κατανοητών περιγραφών για διάφορα σύνολα δεδομένων. Για καθαρά πρακτικούς λόγους, γίνεται η υπόθεση ότι μία χρονοσειρά μπορεί να οριστεί ως μια συλλογή τυχαίων μεταβλητών που ταξινομούνται σύμφωνα με τη σειρά που συλλέγονται. Επομένως, η χρονοσειρά θεωρείται ακολουθία τυχαίων μεταβλητών, έστω x_1, x_2, x_3, \dots , όπου η τυχαία μεταβλητή x_1 υποδηλώνει την τιμή που λαμβάνει η σειρά την πρώτη χρονική περίοδο, η μεταβλητή x_2 δηλώνει την τιμή για τη δεύτερη χρονική περίοδο, η x_3 δηλώνει την τιμή για την τρίτη χρονική περίοδο, κλπ. Γενικά, μία οικογένεια τυχαίων μεταβλητών $\{x_t\}$, ονομάζεται στοχαστική διαδικασία. Η t είναι μία παράμετρος, η οποία λαμβάνει τιμές σε ένα κατάλληλα ορισμένο σύνολο. Από εδώ και στο εξής, ο όρος χρονοσειρά θα αφορά είτε τη στοχαστική διαδικασία γενικότερα, είτε την τιμή που παίρνει αυτή για μία συγκεκριμένη τιμή της t (Shumway, Stoffer, 2016).

Μία χρονοσειρά μπορεί να είναι συνεχής ή διακριτή. Σε μία συνεχή χρονοσειρά οι παρατηρηθείσες τιμές καταγράφονται σε κάθε χρονική στιγμή. Αντίθετα, μία διακριτή χρονοσειρά περιλαμβάνει τιμές οι οποίες παρατηρούνται σε διακριτές χρονικές περιόδους. Ως παραδείγματα συνεχών χρονοσειρών μπορούν να αναφερθούν, οι μετρήσεις της θερμοκρασίας και η παρακολούθηση της ροής ενός ποταμού. Από την άλλη πλευρά, ο πληθυσμός μίας πόλης και η συναλλαγματική ισοτιμία δύο διαφορετικών νομισμάτων, αντιστοιχούν σε διακριτές χρονοσειρές. Δε θα πρέπει να παραλειφθεί ότι σε μια διακριτή χρονοσειρά οι παρατηρήσεις καταγράφονται σε χρονικά διαστήματα, τα οποία ισαπέχουν μεταξύ τους (Adhikari, 2013).

4.3 Συνθετικά στοιχεία των χρονοσειρών

Η διαμόρφωση των τιμών μίας χρονοσειράς, στην πράξη, επηρεάζεται από τα εξής τέσσερα στοιχεία: τάση, εποχικότητα, κυκλικότητα, μη κανονικότητα. Όταν οι τιμές μίας χρονοσειράς αυξάνονται ή μειώνονται ή παραμένουν σταθερές για αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα, τότε η χρονοσειρά παρουσιάζει **τάση**. Έτσι, εξάγεται το

συμπέρασμα ότι η τάση αντικατοπτρίζει τη μακροχρόνια εξέλιξη της χρονοσειράς. Για παράδειγμα, οι χρονοσειρές που σχετίζονται με την πληθυσμιακή ανάπτυξη και το πλήθος των κατοικιών σε μία πόλη παρουσιάζουν ανοδική τάση, ενώ παρατηρείται πτωτική τάση σε χρονοσειρές σχετικές με ποσοστά θνησιμότητας και επιδημίες.

Οι εποχικές διακυμάνσεις σε μία χρονοσειρά είναι διακυμάνσεις, οι οποίες γίνονται αντιληπτές σε χρονικές περιόδους εντός του έτους. Το κύριο χαρακτηριστικό τους είναι πως παρουσιάζουν πανομοιότυπη μορφή από έτος σε έτος. Σημαντικοί παράγοντες που προκαλούν εποχικές διακυμάνσεις είναι, μεταξύ άλλων, το κλίμα, οι καιρικές συνθήκες και τα έθιμα. Οι πωλήσεις των παγωτών αυξάνονται το καλοκαίρι, ενώ οι πωλήσεις ζεστών ρούχων είναι αισθητά περισσότερες το χειμώνα. Η **εποχικότητα** αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα διαμόρφωσης μελλοντικών σχεδίων για τους καταστηματαρχες και τους παραγωγούς.

Το στοιχείο της **κυκλικότητας** περιγράφει τις μεσοπρόθεσμες αλλαγές σε μία χρονοσειρά, οι οποίες προκαλούνται από κυκλικά επαναλαμβανόμενα γεγονότα. Η διάρκεια ενός κύκλου προσδιορίζεται, συνήθως, σε δύο ή και περισσότερα χρόνια. Οι περισσότερες οικονομικές και χρηματοοικονομικές σειρές παρουσιάζουν κάποια κυκλικότητα.

Το στοιχείο της **μη κανονικότητας** σε μία χρονοσειρά προκαλείται από απρόβλεπτους παράγοντες, οι οποίοι δεν επαναλαμβάνονται με ένα συγκεκριμένο μοτίβο. Ορισμένοι από αυτούς είναι: οι πόλεμοι, οι απεργίες και τα ακραία καιρικά φαινόμενα. Δεν υπάρχει κάποια τεκμηριωμένη στατιστική μέθοδος για την ερμηνεία τυχαίων διακυμάνσεων σε μία χρονοσειρά (Adhikari, 2013).

4.4 Ιδιότητες των χρονοσειρών

Σε αυτή την ενότητα αναπτύσσονται διεξοδικά οι πιο γνωστές ιδιότητες των χρονοσειρών. Αυτές είναι η **στασιμότητα** (stationarity), η **αυτοσυσχέτιση** (autocorrelation), η **μερική αυτοσυσχέτιση** (partial autocorrelation) και η **αυτοσυνδιακύμανση** (autocovariance). Τέλος, εξηγείται πότε μία χρονοσειρά καλείται **λευκός θόρυβος**.

4.4.1 Στασιμότητα

Η στασιμότητα αποτελεί μία θεμελιώδη έννοια για την ανάλυση χρονοσειρών. Όταν μία χρονοσειρά είναι στάσιμη, τότε αυτή η χρονοσειρά συγκλίνει στη μακροχρόνια ισορροπία. Επίσης, αν μία στοχαστική διαδικασία είναι στάσιμη, οι ιδιότητες είναι καλά ορισμένες, γεγονός που διευκολύνει την ανάλυσή της.

Πιο συγκεκριμένα, μία στοχαστική διαδικασία ονομάζεται αυστηρώς στάσιμη, εάν οι ιδιότητές της δεν επηρεάζονται από τις αλλαγές στις χρονικές περιόδους και η από κοινού κατανομή πιθανότητας στις χρονικές στιγμές t_1, t_2, \dots, t_m είναι ίδια με την από κοινού κατανομή πιθανότητας στις χρονικές στιγμές $t_{1+k}, t_{2+k}, \dots, t_{m+k}$, όπου k ένας ακέραιος αριθμός, ο οποίος δηλώνει μία αυθαίρετη μετατόπιση στο χρόνο. Μία

απλούστερη εκδοχή του παραπάνω ορισμού θα οδηγήσει στην έννοια της ασθενώς στασιμότητας. Έτσι, μία χρονοσειρά X_t καλείται ασθενώς στάσιμη, εφόσον πληροί τις τρεις ακόλουθες προϋποθέσεις:

- 1) Η μέση τιμή της χρονοσειράς είναι σταθερή στο χρόνο, δηλαδή ισχύει $E(X_t) = \mu$, για κάθε t .
- 2) Η διακύμανση είναι σταθερή στο χρόνο, δηλαδή $Var(X_t) = \sigma^2$, για κάθε t .
- 3) Η συνδιακύμανση δύο οποιονδήποτε τιμών της χρονοσειράς εξαρτάται μόνο από τη σταθερά k , μία χρονική μετατόπιση, δηλαδή ισχύει η σχέση $Cov(X_t, X_{t-k}) = \gamma_k$.

Στην πραγματικότητα, πιο συχνά συναντάται η ασθενώς στάσιμη χρονοσειρά. Συνεπώς, μία χρονοσειρά για να χαρακτηριστεί στάσιμη, αρκεί να είναι ασθενώς στάσιμη.

4.4.2 Αυτοσυνδιακύμανση, αυτοσυσχέτιση, μερική αυτοσυσχέτιση

Ο προσδιορισμός ενός κατάλληλου μοντέλου που αφορά δεδομένα χρονοσειρών, απαιτεί την ανάπτυξη των εννοιών της συνάρτησης αυτοσυσχέτισης (Autocorrelation Function ή ACF) και της συνάρτησης μερικής αυτοσυσχέτισης (Partial Autocorrelation Function ή PACF). Με τη χρήση αυτών των δύο συναρτήσεων, γίνεται κατανοητός ο τρόπος με τον οποίο οι παρατηρήσεις σε μία χρονοσειρά συνδέονται μεταξύ τους. Στη συνέχεια, δίνονται οι μαθηματικοί ορισμοί της αυτοσυνδιακύμανσης και του συντελεστή αυτοσυσχέτισης. Για μία χρονοσειρά $\{X(t), t = 0, 1, 2, \dots\}$ η αυτοσυνδιακύμανση των x_i, x_{i+k} δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$\gamma_k = Cov(x_i, x_{i+k}) = E[(x_i - \mu)(x_{i+k} - \mu)]$$

Ο συντελεστής αυτοσυσχέτισης των x_i, x_{i+k} υπολογίζεται ως εξής:

$$\rho_k = \frac{\gamma_k}{\gamma_0}$$

Με μ συμβολίζεται ο μέσος της χρονοσειράς και ως γ_0 ορίζεται η διακύμανση της χρονοσειράς. Αξίζει να σημειωθεί ότι, για το συντελεστή αυτοσυσχέτισης ισχύει η σχέση, $-1 \leq \rho_k \leq 1$. Οι Box και Jenkins αναφέρουν τη γ_k ως τη θεωρητική συνάρτηση αυτοσυνδιακύμανσης (ACVF) και τη ρ_k ως τη θεωρητική συνάρτηση αυτοσυσχέτισης. Η συνάρτηση μερικής αυτοσυσχέτισης χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της συσχέτισης μεταξύ μίας παρατήρησης, η οποία απέχει από μία άλλη k χρονικές περιόδους. Για χρονική υστέρηση ίση με μία χρονική περίοδο, ισχύει ότι η $PACF(1)$ έχει την ίδια τιμή με την $ACF(1)$.

Η στοχαστική διαδικασία η οποία καθορίζει μία χρονοσειρά είναι άγνωστη και για αυτόν το λόγο δεν είναι δυνατόν να προσδιοριστούν οι πραγματικές τιμές των ACF και PACF. Οι τιμές τους θα πρέπει να υπολογίζονται από τα διαθέσιμα δεδομένα και, συνεπώς, αποτελούν δείγμα των ACF και PACF. Η πιο κατάλληλη μαθηματική περιγραφή της εκτίμησης της ACVF είναι η εξής:

$$c_k = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n-k} (x_i - \mu)(x_{i+k} - \mu)$$

Η εκτίμηση για τη συνάρτηση αυτοσυσχέτισης δείγματος δίνεται από τη σχέση:

$$r_k = \frac{c_k}{c_0}$$

Όπως και προηγουμένως, για τη χρονοσειρά $\{X(t), t = 0, 1, 2, \dots\}$, με μ δηλώνεται ο μέσος της χρονοσειράς, με k η χρονική υστέρηση και με n το πλήθος των στοιχείων της χρονοσειράς (Adhikari, 2013).

4.4.3 Λευκός θόρυβος

Η ορολογία λευκός θόρυβος είναι ιδιαίτερα δημοφιλής σε επιστημονικούς τομείς, όπως η μηχανική και η φυσική. Στην οικονομετρία παρατηρείται συχνά, στα μοντέλα παλινδρόμησης, ως ο όρος σφάλματος σε ένα τέτοιο μοντέλο. Λευκός θόρυβος καλείται μία χρονοσειρά X_t , αν η X_t είναι μια ακολουθία ανεξάρτητων και ομοιόμορφα κατανομημένων τυχαίων μεταβλητών με πεπερασμένο μέσο όρο και πεπερασμένη διακύμανση. Αν οι τυχαίες μεταβλητές κατανέμονται κανονικά, με μέση τιμή μηδέν και διακύμανση σ^2 , τότε η χρονοσειρά ονομάζεται γκαουσιανός λευκός θόρυβος. Για μία χρονοσειρά, η οποία είναι λευκός θόρυβος, η συνάρτηση αυτοσυσχέτισης τείνει πάντα στο μηδέν, καθώς οι συντελεστές αυτοσυσχέτισης είναι μηδενικοί. Επιπλέον, στην περίπτωση που η συνάρτηση αυτοσυσχέτισης ρ_k , για οποιαδήποτε τιμή του k , είναι μηδενική, τότε η χρονοσειρά είναι λευκός θόρυβος (Tsay, 2002).

4.5 Αυτοπαλίνδρομα υποδείγματα

Τα αυτοπαλίνδρομα μοντέλα βασίζονται στην υπόθεση ότι οι προηγούμενες τιμές έχουν επίδραση στις τρέχουσες τιμές, γεγονός που καθιστά ιδιαίτερα δημοφιλή τα υποδείγματα αυτά σε διάφορους κλάδους, όπως αυτός των οικονομικών. Στο αυτοπαλίνδρομο υπόδειγμα πρώτης τάξης ($AR(1)$) η τρέχουσα τιμή, δηλαδή η τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής, εξαρτάται από την αμέσως προηγούμενη τιμή, την τιμή της ανεξάρτητης μεταβλητής. Αντίστοιχα στο $AR(2)$, η τρέχουσα τιμή εξαρτάται από τις δύο προηγούμενες τιμές, ενώ στο $AR(p)$ από τις p προηγούμενες τιμές. Στις τρεις επόμενες υποενότητες θα αναλυθούν τα τρία προαναφερθέντα υποδείγματα και οι ιδιότητές τους.

4.5.1 Υπόδειγμα $AR(1)$

Αυτοπαλίνδρομο υπόδειγμα τάξης 1 ($AR(1)$) καλείται το υπόδειγμα, το οποίο περιγράφεται από τη σχέση:

$$X_t = \varphi_0 + \varphi_1 X_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4.1)$$

όπου $|\varphi_1| < 1, t = 1, 2, \dots, n$ και ε_t είναι λευκός θόρυβος, με μηδενική μέση τιμή και πεπερασμένη διακύμανση. Αν υποτεθεί ότι η παραπάνω χρονοσειρά είναι στάσιμη, τότε ο μέσος του μοντέλου $AR(1)$ είναι πεπερασμένος, δηλαδή $E(X_t) = \mu$ και επιπλέον, $E(X_t) = E(X_{t-1}) = \mu$. Από τη σχέση (4.1), προκύπτει ότι:

$$E(X_t) = \varphi_0 + \varphi_1 E(X_{t-1}) \Rightarrow \mu = \varphi_0 + \varphi_1 \mu \Rightarrow E(X_t) = \mu = \frac{\varphi_0}{1-\varphi_1} \quad (4.2)$$

Επομένως, η μέση τιμή της X_t υπάρχει, όταν $\varphi_1 \neq 1$. Ακόμα, η μέση τιμή της X_t είναι μηδέν, $E(X_t) = 0$, αν και μόνο αν, $\varphi_0 = 0$.

Στη συνέχεια, χρησιμοποιώντας από την (4.2) ότι, $\varphi_0 = (1 - \varphi_1)\mu$, το $AR(1)$ γράφεται ως:

$$X_t - \mu = \varphi_1(X_{t-1} - \mu) + \varepsilon_t \quad (4.3)$$

και, συνεπώς, $X_t - \mu = \varepsilon_t + \varphi_1 \varepsilon_{t-1} + \varphi_1^2 \varepsilon_{t-2} + \dots = \sum_{i=0}^{\infty} \varphi_1^i \varepsilon_{t-i}$.

Έτσι, η ποσότητα $X_t - \mu$ είναι μία γραμμική συνάρτηση της ε_{t-i} , $i \geq 0$. Ακόμα, με βάση την ανεξαρτησία των σειρών ε_t και $X_t - \mu$, προκύπτει ότι,

$E[(X_t - \mu)\varepsilon_{t+1}] = 0$ και από τη στασιμότητα,

$Cov(X_{t-1}, \varepsilon_t) = E[(X_{t-1} - \mu)\varepsilon_t] = 0$. Από το τετράγωνο της σχέσης (4.3),

$Var(X_t) = \varphi_1^2 Var(X_{t-1}) + \sigma_\varepsilon^2$, όπου σ_ε^2 είναι η διασπορά της ε_t , $Var(X_{t-1}, \varepsilon_t) = 0$, λόγω ανεξαρτησίας και $Var(X_t) = Var(X_{t-1})$, από τη στασιμότητα. Τελικά, προκύπτει:

$$Var(X_t) = \gamma_0 = \frac{\sigma_\varepsilon^2}{1-\varphi_1^2}, \text{ με } \varphi_1^2 < 1, \text{ καθώς η διασπορά μιας τυχαίας}$$

μεταβλητής είναι πάντα μη αρνητικός αριθμός. Κατά συνέπεια, η στασιμότητα μιας σειράς συνεπάγεται ότι, $|\varphi_1| < 1$ ή $-1 < \varphi_1 < 1$ και σε συνδυασμό με την ανεξαρτησία των σειρών ε_t και $X_t - \mu$, η μέση τιμή και η διασπορά της ε_t είναι πεπερασμένες. Επιπλέον, οι αυτοσυνδιακυμάνσεις γ_j είναι πεπερασμένες, από την ανισότητα Cauchy-Schwartz. Εν κατακλείδι, ικανή και αναγκαία συνθήκη για να είναι μία χρονοσειρά $AR(1)$ στάσιμη, είναι η $|\varphi_1| < 1$ (Tsay, 2002). Τέλος, για τη συνάρτηση αυτοσυσχέτισης του υποδείγματος $AR(1)$, ισχύει ότι:

$$\rho_0 = 1, \rho_1 = \varphi \text{ και } \rho_k = \varphi \rho_{k-1}, \text{ για } k \geq 2 \text{ ή } \rho_k = \varphi^k, \text{ για } k \geq 0$$

Η συνάρτηση αυτοσυσχέτισης τείνει στο μηδέν, καθώς η τιμή του k αυξάνεται.

4.5.2 Υπόδειγμα $AR(2)$

Αυτοπαλίνδρομο υπόδειγμα τάξης 2 ($AR(2)$) είναι εκείνο για το οποίο ισχύει:

$$X_t = \varphi_0 + \varphi_1 X_{t-1} + \varphi_2 X_{t-2} + \varepsilon_t \quad (4.4)$$

Για το μέσο μ του υποδείγματος, ισχύει $E(X_t) = \mu = \frac{\varphi_0}{1-\varphi_1-\varphi_2}$, καθώς

$$X_t - \mu = \varphi_1(X_{t-1} - \mu) + \varphi_2(X_{t-2} - \mu) + \varepsilon_t \Rightarrow (1 - \varphi_1 B - \varphi_2 B^2)(X_t - \mu) = \varepsilon_t,$$

χρησιμοποιώντας τον τελεστή ολίσθησης B για τον οποίο ισχύει, $B^j X_t = X_{t-j}$, όπου $j \geq 1$. Δηλαδή, $X_t = (1 - \varphi_1 - \varphi_2)\mu + \varphi_1 X_{t-1} + \varphi_2 X_{t-2} + \varepsilon_t$ και εξισώνοντας τη σχέση αυτή με την (4.4), προκύπτει:

$$(1 - \varphi_1 - \varphi_2)\mu = \varphi_0 \Rightarrow \mu = \frac{\varphi_0}{1-\varphi_1-\varphi_2}$$

Η μέση τιμή της X_t υπάρχει, όταν $1 - \varphi_1 - \varphi_2 \neq 0 \Rightarrow \varphi_1 + \varphi_2 \neq 1$. Όπως και στο $AR(1)$, η μέση τιμή της X_t είναι μηδέν, $E(X_t) = 0$, αν και μόνο αν, $\varphi_0 = 0$.

Υπολογίζοντας τις ρίζες του πολυωνύμου $1 - \varphi_1 B - \varphi_2 B^2$, προκύπτουν οι συνθήκες για τις οποίες η $AR(2)$ είναι στάσιμη. Αυτές είναι οι εξής:

$$\varphi_1 + \varphi_2 < 1 \text{ ή } -\varphi_1 + \varphi_2 < 1 \text{ και } |\varphi_2| < 1.$$

Η διακύμανση του υποδείγματος δίνεται από τη σχέση:

$$\gamma_0 = \frac{(1 - \varphi_2)}{(1 + \varphi_2)[(1 - \varphi_2)^2 - \varphi_1^2]} \sigma^2$$

Δεδομένου ότι $\gamma_0 > 0$, $1 - \varphi_2 > 0 \Rightarrow |\varphi_2| < 1$. Ακόμα,

$$(1 + \varphi_2)[(1 - \varphi_2)^2 - \varphi_1^2] > 0 \text{ και επειδή } |\varphi_2| < 1 \Rightarrow 1 + \varphi_2 > 0.$$

$$\text{Συνεπώς, } [(1 - \varphi_2)^2 - \varphi_1^2] > 0 \Rightarrow [(1 - \varphi_2) - \varphi_1][(1 - \varphi_2) + \varphi_1] > 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 1 - \varphi_2 - \varphi_1 > 0 \Rightarrow \varphi_1 + \varphi_2 < 1 \text{ και } 1 - \varphi_2 + \varphi_1 > 0 \Rightarrow -\varphi_1 + \varphi_2 < 1.$$

Για τις αυτοσυνδιακυμάνσεις, ισχύουν τα παρακάτω:

$$\gamma_k = \begin{cases} \frac{\varphi_1}{1 - \varphi_2} \gamma_0, & k = 1 \\ \left(\frac{\varphi_1^2}{1 - \varphi_2} + \varphi_2 \right) \gamma_0, & k = 2 \\ \varphi_1 \gamma_{k-1} + \varphi_2 \gamma_{k-2}, & k \geq 3 \end{cases}$$

Τέλος, η συνάρτηση αυτοσυσχέτισης είναι:

$$\rho_k = \begin{cases} \frac{\varphi_1}{1 - \varphi_2}, & k = 1 \\ \frac{\varphi_1^2}{1 - \varphi_2} + \varphi_2, & k = 2 \\ \varphi_1 \rho_{k-1} + \varphi_2 \rho_{k-2}, & k \geq 3 \end{cases}$$

Για $k \geq 3$ η συνάρτηση αυτοσυσχέτισης συμπεριφέρεται σαν ένα μοντέλο $AR(2)$.

4.5.3 Υπόδειγμα $AR(p)$

Αυτοπαλίνδρομο υπόδειγμα τάξης p ($AR(p)$) είναι εκείνο για το οποίο ισχύει:

$$X_t = \varphi_0 + \varphi_1 X_{t-1} + \varphi_2 X_{t-2} + \dots + \varphi_p X_{t-p} + \varepsilon_t \quad (4.5)$$

Για το μέσο μ του υποδείγματος, ισχύει $E(X_t) = \mu = \frac{\varphi_0}{1 - \varphi_1 - \dots - \varphi_p}$, διότι

$$X_t - \mu = \varphi_1 (X_{t-1} - \mu) + \varphi_2 (X_{t-2} - \mu) + \dots + \varphi_p (X_{t-p} - \mu) + \varepsilon_t \Rightarrow$$

$$\Rightarrow (1 - \varphi_1 B - \varphi_2 B^2 \dots - \varphi_p B^p)(X_t - \mu) = \varepsilon_t, \text{ με χρήση του τελεστή ολίσθησης } B,$$

όπως προηγουμένως. Συνεπώς,

$$X_t = (1 - \varphi_1 - \varphi_2 - \dots - \varphi_p) \mu + \varphi_1 X_{t-1} + \varphi_2 X_{t-2} + \dots + \varphi_p X_{t-p} + \varepsilon_t$$

εξισώνοντας τη σχέση αυτή με την (4.5), προκύπτει:

$$(1 - \varphi_1 - \varphi_2 - \dots - \varphi_p) \mu = \varphi_0 \Rightarrow \mu = \frac{\varphi_0}{1 - \varphi_1 - \dots - \varphi_p}$$

Όμοια με τα $AR(1)$, $AR(2)$, η μέση τιμή της X_t υπάρχει, όταν

$1 - \varphi_1 - \dots - \varphi_p \neq 0 \Rightarrow \varphi_1 + \dots + \varphi_p \neq 1$ και είναι μηδέν, $E(X_t) = 0$, αν και μόνο αν, $\varphi_0 = 0$.

Οι ρίζες του πολυωνύμου $1 - \varphi_1 B - \dots - \varphi_p B^p$, ορίζουν τις συνθήκες για τις οποίες η $AR(p)$ είναι στάσιμη. Αυτές είναι οι εξής: $\varphi_1 + \dots + \varphi_p < 1$ και $|\varphi_p| < 1$. Για τη διακύμανση του υποδείγματος, ισχύει:

$$\gamma_0 = \frac{1}{1 - \varphi_1 \rho_1 - \dots - \varphi_p \rho_p} \sigma^2$$

Γνωρίζοντας ότι $\gamma_0 > 0$, $1 - \varphi_1 \rho_1 - \dots - \varphi_p \rho_p > 0 \Rightarrow \varphi_1 \rho_1 + \dots + \varphi_p \rho_p < 1$.

Με τη βοήθεια της (4.5), προκύπτει:

$$\begin{aligned} E(X_{t-1}X_t) &= \varphi_1 E(X_{t-1}X_{t-1}) + \dots + \varphi_p E(X_{t-p}X_{t-p}) + E(X_{t-1}\varepsilon_t) \Rightarrow \\ &\Rightarrow \gamma_1 = \varphi_1 \gamma_0 + \dots + \varphi_p \gamma_{p-1} \end{aligned}$$

Συνεπώς, $\gamma_k = \varphi_1 \gamma_{k-1} + \dots + \varphi_p \gamma_{k-p}$, για $k \geq p + 1$

Οι εξισώσεις Yule-Walker θα οδηγήσουν στον υπολογισμό της συνάρτησης αυτοσυσχέτισης:

$$\rho_1 = \varphi_1 + \varphi_2 \rho_1 + \varphi_3 \rho_2 + \dots + \varphi_p \rho_{p-1}$$

$$\rho_2 = \varphi_1 \rho_1 + \varphi_2 + \varphi_3 \rho_1 + \dots + \varphi_p \rho_{p-2}$$

$$\rho_3 = \varphi_1 \rho_2 + \varphi_2 \rho_1 + \varphi_3 + \dots + \varphi_p \rho_{p-3}, \text{ επομένως}$$

$$\rho_p = \varphi_1 \rho_{p-1} + \varphi_2 \rho_{p-2} + \varphi_3 \rho_{p-3} + \dots + \varphi_p$$

Λύνοντας αυτό το σύστημα των p εξισώσεων με p αγνώστους, η συνάρτηση αυτοσυσχέτισης είναι η εξής:

$$\rho_k = \begin{cases} \frac{\varphi_1}{1 - \varphi_2}, & k = 1 \\ \frac{\varphi_1^2}{1 - \varphi_2} + \varphi_2, & k = 2 \\ \varphi_1 \rho_{k-1} + \dots + \varphi_p \rho_{k-p}, & k \geq p + 1 \end{cases}$$

Αυτή είναι μία αναλυτική παρουσίαση των αυτοπαλίνδρομων υποδειγμάτων, πρώτης, δεύτερης, αλλά και μεγαλύτερης τάξης και των ιδιοτήτων τους. Όπως παρατηρείται, το κοινό χαρακτηριστικό των τριών μοντέλων είναι ότι η τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής επηρεάζεται από παρελθοντικές τιμές, τις τιμές της ανεξάρτητης μεταβλητής.

4.6 Υποδείγματα κινητού μέσου

Στην ανάλυση χρονοσειρών το μοντέλο κινητού μέσου (Moving Average model ή MA model), γνωστό και ως διαδικασία κινητού μέσου όρου, είναι μία προσέγγιση για τη μοντελοποίηση χρονοσειρών. Το μοντέλο κινητού μέσου καθορίζει ότι η εξαρτημένη μεταβλητή εξαρτάται από τις τρέχουσες και τις προηγούμενες τιμές ενός τυχαίου σφάλματος. Μαζί με το υπόδειγμα AR, το υπόδειγμα κινητού μέσου, χρησιμοποιείται για τη δημιουργία των μοντέλων ARMA και ARIMA, τα οποία θα εξεταστούν στη συνέχεια. Σε αντίθεση, όμως, με το αυτοπαλίνδρομο μοντέλο, το μοντέλο κινητού μέσου είναι πάντα στάσιμο. Σημειώνεται ότι, το υπόδειγμα MA δεν πρέπει να συγχέεται με τον κινητό μέσο όρο.

Το μοντέλο $X_t = \mu + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q}$ καλείται υπόδειγμα κινητού μέσου τάξης q . Με μ συμβολίζεται ο μέσος της σειράς, οι $\theta_1, \dots, \theta_q$ είναι οι παράμετροι του μοντέλου και οι $\varepsilon_t, \varepsilon_{t-1}, \dots, \varepsilon_{t-q}$ είναι οι τυχαίοι όροι σφάλματος του μοντέλου, με μέση τιμή μηδέν και πεπερασμένη διακύμανση (λευκός θόρυβος). Με χρήση του τελεστή ολίσθησης B , το υπόδειγμα μπορεί να γραφεί στη μορφή:

$$X_t = \mu + (1 + \theta_1 B + \dots + \theta_q B^q) \varepsilon_t$$

Έτσι, ένα υπόδειγμα κινητού μέσου θεωρείται μία γραμμική παλινδρόμηση με εξαρτημένη μεταβλητή την τρέχουσα τιμή της χρονοσειράς και εξαρτημένες τις τρέχουσες και παρελθοντικές τιμές του τυχαίου σφάλματος.

4.6.1 Υπόδειγμα MA(1)

Το υπόδειγμα κινητού μέσου πρώτης τάξης (**MA(1)**) έχει την εξής μορφή:

$$X_t = \varepsilon_t - \theta \varepsilon_{t-1} \quad (4.6)$$

όπου $|\theta| < 1, t = 1, 2, \dots, n$ και η ε_t είναι μία χρονοσειρά λευκού θορύβου. Για τη μέση τιμή του υποδείγματος, $E(X_t)$, ισχύει ότι $E(X_t) = 0$. Αξίζει να σημειωθεί ότι το υπόδειγμα παρουσιάζει μόνο βραχυχρόνια συμπεριφορά και ότι το μοντέλο αυτό είναι χρήσιμο αποκλειστικά για την πρόβλεψη μίας περιόδου. Η διακύμανση του υποδείγματος ισούται με $\gamma_0 = (1 + \theta^2)\sigma^2$, διότι από την (4.6),

$X_t \cdot X_t = X_t \cdot \varepsilon_t - \theta \cdot X_t \cdot \varepsilon_{t-1} \Rightarrow E(X_t \cdot X_t) = E(X_t \cdot \varepsilon_t) - \theta \cdot E(X_t \cdot \varepsilon_{t-1}) \Rightarrow$
 $\Rightarrow \gamma_0 = \sigma^2 - \theta(-\theta\sigma^2) = (1 + \theta^2)\sigma^2$. Με παρόμοια λογική υπολογίζονται οι γ_1, γ_2 , δηλαδή, από την (4.6):

$$X_{t-1} \cdot X_t = X_{t-1} \cdot \varepsilon_t - \theta \cdot X_{t-1} \cdot \varepsilon_{t-1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E(X_{t-1} \cdot X_t) = E(X_{t-1} \cdot \varepsilon_t) - \theta \cdot E(X_{t-1} \cdot \varepsilon_{t-1}) \Rightarrow \gamma_1 = -\theta\sigma^2,$$

$$X_{t-2} \cdot X_t = X_{t-2} \cdot \varepsilon_t - \theta \cdot X_{t-2} \cdot \varepsilon_{t-1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E(X_{t-2} \cdot X_t) = E(X_{t-2} \cdot \varepsilon_t) - \theta \cdot E(X_{t-2} \cdot \varepsilon_{t-1}) \Rightarrow \gamma_2 = 0$$

Τελικά, για τις αυτοσυνδιακυμάνσεις, ισχύουν οι σχέσεις:

$$\gamma_k = \begin{cases} -\theta\sigma^2, & k = 1 \\ 0, & k \geq 2 \end{cases}$$

Για τη συνάρτηση αυτοσυσχέτισης του υποδείγματος MA(1), προκύπτουν τα παρακάτω:

$$\rho_k = \begin{cases} 1, & k = 0 \\ -\frac{\theta}{1 + \theta^2}, & k = 1 \\ 0, & k \geq 2 \end{cases}$$

Επομένως, οι τιμές των συντελεστών αυτοσυσχέτισης ρ_k για καθαρά υποδείγματα κινητού μέσου όρου μειώνονται εκθετικά ή με μορφή φθίνουσας ταλάντωσης, καθώς αυξάνεται το k , μέχρι, όμως, το βαθμό του πολυωνύμου του κινητού μέσου όρου. Από εκεί και πέρα οι τιμές των συντελεστών αυτοσυσχέτισης είναι μηδέν. Αντίθετα, οι τιμές των συντελεστών μερικής αυτοσυσχέτισης, μειώνονται εκθετικά ή με μορφή φθίνουσας ταλάντωσης, καθώς αυξάνεται το k .

Μία σημαντική ιδιότητα των υποδειγμάτων MA είναι αυτή της αντιστρεψιμότητας. Μέσω αυτής της ιδιότητας, είναι δυνατόν να εκφραστεί ένα υπόδειγμα κινητού μέσου ως ένα αυτοπαλίνδρομο υπόδειγμα με άπειρους όρους. Πιο συγκεκριμένα, για το MA(1):

$$X_t = \varepsilon_t - \theta \varepsilon_{t-1} \Rightarrow X_t = (1 - \theta B) \varepsilon_t \Rightarrow \varepsilon_t = \frac{1}{1 - \theta B} X_t \Rightarrow \varepsilon_t = (1 + \theta B + \theta^2 B^2 + \dots) X_t$$

Η συνθήκη, η οποία καθιστά ένα υπόδειγμα MA(1) αντιστρέψιμο και άρα δίνει τη δυνατότητα να γραφεί ένα υπόδειγμα MA(1) ως AR(∞), είναι η $|\theta| < 1$.

4.6.2 Υπόδειγμα MA(2)

Το υπόδειγμα κινητού μέσου δεύτερης τάξης (MA(2)), έχει τη μορφή:

$$X_t = \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} \quad (4.7)$$

όπου ε_t είναι μία χρονοσειρά λευκού θορύβου. Η μέση τιμή του υποδείγματος είναι $E(X_t) = 0$, ενώ για τη διακύμανσή γ_0 , ισχύει με τη βοήθεια της (4.7):

$$\begin{aligned} X_t \cdot X_t &= X_t \cdot \varepsilon_t - \theta_1 \cdot X_t \cdot \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \cdot X_t \cdot \varepsilon_{t-2} \Rightarrow \\ \Rightarrow E(X_t \cdot X_t) &= E(X_t \cdot \varepsilon_t) - \theta_1 \cdot E(X_t \cdot \varepsilon_{t-1}) - \theta_2 \cdot E(X_t \cdot \varepsilon_{t-2}) \Rightarrow \\ \Rightarrow \gamma_0 &= \sigma^2 - \theta_1(-\theta_1 \sigma^2) - \theta_2(-\theta_2 \sigma^2). \end{aligned}$$

Όπως και το MA(1), το μοντέλο αυτό παρουσιάζει μόνο βραχυχρόνια συμπεριφορά, αλλά είναι χρήσιμο για την πρόβλεψη δύο περιόδων. Οι αυτοσυνδιακυμάνσεις προκύπτουν ως εξής, πάλι από την (4.7):

$$\begin{aligned} X_{t-1} \cdot X_t &= X_{t-1} \cdot \varepsilon_t - \theta_1 \cdot X_{t-1} \cdot \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \cdot X_{t-1} \cdot \varepsilon_{t-2} \Rightarrow \\ \Rightarrow E(X_{t-1} \cdot X_t) &= E(X_{t-1} \cdot \varepsilon_t) - \theta_1 \cdot E(X_{t-1} \cdot \varepsilon_{t-1}) - \theta_2 \cdot E(X_{t-1} \cdot \varepsilon_{t-2}) \Rightarrow \\ \Rightarrow \gamma_1 &= 0 - \theta_1 \sigma^2 - \theta_2(-\theta_1) \sigma^2 = \theta_1(\theta_2 - 1) \sigma^2. \end{aligned}$$

Όμοια με το MA(1), βρίσκονται και οι υπόλοιπες αυτοσυνδιακυμάνσεις, δηλαδή:

$$\gamma_k = \begin{cases} \theta_1(\theta_2 - 1) \sigma^2, & k = 1 \\ -\theta_2 \sigma^2, & k = 2 \\ 0, & k = 3 \end{cases}$$

Ακόμα, για τη συνάρτηση αυτοσυσχέτισης, ισχύει $\rho_0 = 1$. Επιπλέον:

$$\rho_k = \begin{cases} \frac{\theta_1(\theta_2 - 1)}{1 + \theta_1^2 + \theta_2^2}, & k = 1 \\ -\frac{\theta_2}{1 + \theta_1^2 + \theta_2^2}, & k = 2 \\ 0, & k \geq 3 \end{cases}$$

Τέλος, για την αντιστρεψιμότητα, ισχύουν:

$$X_t = \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} \Rightarrow X_t = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2) \varepsilon_t \Rightarrow \varepsilon_t = \frac{1}{1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2} X_t$$

Οι συνθήκες που καθιστούν ένα μοντέλο MA(2) αντιστρέψιμο, είναι οι:

$$\theta_1 + \theta_2 < 1, -\theta_1 + \theta_2 < 1, |\theta_2| < 1$$

4.6.3 Υπόδειγμα MA(q)

Η μορφή που λαμβάνει ένα υπόδειγμα κινητού μέσου τάξης q (MA(q)), είναι:

$$X_t = \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (4.8)$$

όπου ε_t είναι μία χρονοσειρά λευκού θορύβου. Η μέση τιμή του μοντέλου είναι $E(X_t) = 0$ και η διακύμανσή του ισούται με $\gamma_0 = (1 + \theta_1^2 + \dots + \theta_q^2)\sigma^2$. Για τις αυτοσυνδιακυμάνσεις, ισχύουν τα παρακάτω:

$$\gamma_k \neq 0, \text{ για } k < q \text{ και } \gamma_k = \begin{cases} -\theta_q \sigma^2, & k = q \\ 0, & k \geq q + 1 \end{cases}$$

Η συνάρτηση αυτοσυσχέτισης για το $MA(q)$, ορίζεται ως εξής:

$$\rho_k \neq 0, \text{ για } k < q \text{ και } \rho_k = \begin{cases} 1, & k = 0 \\ \frac{-\theta_q}{1 + \theta_1^2 + \dots + \theta_q^2}, & k = q \\ 0, & k \geq q + 1 \end{cases}$$

Τέλος, για την αντιστρεψιμότητα:

$$\begin{aligned} X_t = \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} &\Rightarrow X_t = (1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q) \varepsilon_t \Rightarrow \\ &\Rightarrow \varepsilon_t = \frac{1}{1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q} X_t \end{aligned}$$

Ένα υπόδειγμα $MA(q)$ είναι αντιστρέψιμο όταν οι ρίζες του

$$1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q = 0, \text{ βρίσκονται εκτός του μοναδιαίου κύκλου.}$$

4.7 Μικτά υποδείγματα

Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζεται μία σημαντική κατηγορία υποδειγμάτων, που είναι γνωστά ως υποδείγματα $ARMA$. Αρχικά, θα εξεταστεί η διαδικασία $ARMA(1, 1)$, ενώ στη συνέχεια θα αναλυθούν τα υποδείγματα μεγαλύτερης τάξης, δηλαδή τα $ARMA(p, q)$ (Brockwell, Davis, (2002)).

4.7.1 Υπόδειγμα $ARMA(1,1)$

Η ειδική περίπτωση, $ARMA(1,1)$, ορίζεται από γραμμικές διαφορικές εξισώσεις με σταθερούς συντελεστές. Μία χρονοσειρά $X(t)$ καλείται διαδικασία $ARMA(1,1)$, εάν είναι στάσιμη και ικανοποιεί τη συνθήκη:

$$X_t - \varphi X_{t-1} = Z_t + \theta Z_{t-1}, \text{ για κάθε } t, \text{ όπου } \{Z_t\} \sim WN(0, \sigma^2) \text{ και } \varphi + \theta \neq 0.$$

Ένα τέτοιο μοντέλο μπορεί να θεωρηθεί ως γενίκευση των $AR(1)$, $MA(1)$. Από τις σχέσεις που έχουν δοθεί, προκύπτει ότι, όταν $\varphi = 0$, τότε $ARMA(1,1) = MA(1)$ και ένα τέτοιο υπόδειγμα ονομάζεται υπόδειγμα $ARMA(0,1)$. Στην περίπτωση που ισχύει $\theta = 0$, τότε $ARMA(1,1) = AR(1)$ και ένα τέτοιο υπόδειγμα καλείται υπόδειγμα $ARMA(1,0)$. Με χρήση του τελεστή ολίσθησης, όπως και με τα μοντέλα AR και MA , το υπόδειγμα $ARMA$ γράφεται πιο συνοπτικά, ως:

$$\varphi(B)X_t = \theta(B)Z_t, \text{ με } \varphi(B) = 1 - \varphi B, \theta(B) = 1 + \theta B.$$

Οι τιμές των φ, θ για τις οποίες το υπόδειγμα $ARMA(1,1)$ ορίζεται, υπολογίζονται μέσω της μελέτης της στασιμότητας και της αντιστρεψιμότητας του υποδείγματος. Ισχύει ότι, $X_t = \frac{1}{\varphi(B)} \theta(B)Z_t$. Για $|\varphi| < 1$,

$$\begin{aligned} \frac{1}{\varphi(B)}\theta(B) &= (1 + \varphi B + \varphi^2 B^2 + \varphi^3 B^3 + \dots)(1 + \theta B) = \\ &= 1 + \varphi B + \varphi^2 B^2 + \varphi^3 B^3 + \dots + \theta B + \varphi\theta B^2 + \varphi^2\theta B^3 + \varphi^3\theta B^4 + \dots \\ &= 1 + (\varphi + \theta)B + (\varphi^2 + \varphi\theta)B^2 + (\varphi^3 + \varphi^2\theta)B^3 + \dots = \\ &= 1 + (\varphi + \theta)B + (\varphi + \theta)\varphi B^2 + (\varphi + \theta)\varphi^2 B^3 + \dots = \sum_{j=0}^{\infty} \psi_j B^j, \text{ όπου} \\ &\psi_0 = 1 \text{ και } \psi_j = (\varphi + \theta)\varphi^{j-1}, \text{ για } j = 1, 2, \dots \end{aligned}$$

Τελικά, το υπόδειγμα μπορεί να γραφεί στη μορφή μιας $MA(\infty)$ διαδικασίας, δηλαδή

$$X_t = Z_t + (\varphi + \theta) \sum_{j=1}^{\infty} \varphi^{j-1} Z_{t-j}, \text{ η οποία είναι μία στάσιμη διαδικασία. Στις}$$

περιπτώσεις που $|\varphi| = 1$ και $|\varphi| > 1$, η διαδικασία δεν είναι στάσιμη.

Όπως προαναφέρθηκε, το υπόδειγμα $ARMA(1,1)$, ορίζεται ως εξής:

$$\varphi(B)X_t = \theta(B)Z_t$$

Λύνοντας ως προς Z_t , προκύπτει ότι: $Z_t = \frac{1}{\theta(B)}\varphi(B)X_t = \frac{1}{1+\theta B}(1 - \varphi B)X_t$

Αν $|\theta| < 1$, τότε $\frac{1}{1+\theta B} = \sum_{j=0}^{\infty} (-\theta)^j B^j$, συνεπώς από την παραπάνω σχέση,

$$Z_t = \sum_{j=0}^{\infty} (-\theta)^j B^j (1 - \varphi B)X_t = X_t - (\varphi + \theta) \sum_{j=1}^{\infty} (-\theta)^{j-1} X_{t-j}$$

Η διακύμανση του υποδείγματος $ARMA(1,1)$, ισούται με

$$\gamma(0) = \sigma^2 \left[1 + \frac{(\varphi + \theta)^2}{1 - \varphi^2} \right], \text{ ενώ για τις αυτοσυνδιακυμάνσεις ισχύουν τα εξής:}$$

$$\gamma(\tau) = \begin{cases} \sigma^2 \left[(\varphi + \theta) + \frac{(\varphi + \theta)^2 \varphi}{1 - \varphi^2} \right], \tau = 1 \\ \varphi^{\tau-1} \gamma(1), \tau \geq 2 \end{cases}$$

Τέλος, για τη συνάρτηση αυτοσυσχέτισης ισχύουν τα παρακάτω:

$$\rho(\tau) = \begin{cases} \frac{\gamma(1)}{\gamma(0)} = \frac{(\varphi + \theta)(1 + \varphi\theta)}{1 + 2\varphi\theta + \theta^2}, \tau = 1 \\ \varphi^{\tau-1} \rho(1), \tau \geq 2 \end{cases}$$

Το συμπέρασμα που εξάγεται είναι ότι το υπόδειγμα $ARMA(1,1)$ είναι αντιστρέψιμο όταν $|\theta| < 1$, διαφορετικά δεν είναι. Εν κατακλείδι, οι αποδεκτές τιμές των παραμέτρων φ, θ , δηλαδή οι τιμές για τις οποίες ένα μοντέλο $ARMA(1,1)$ είναι στάσιμο και αντιστρέψιμο, είναι οι παρακάτω:

$$|\varphi| < 1 \Rightarrow -1 < \varphi < 1 \quad \text{και} \quad |\theta| < 1 \Rightarrow -1 < \theta < 1$$

4.7.2 Υπόδειγμα $ARMA(p,q)$

Ένα υπόδειγμα $ARMA(p,q)$ είναι ένας συνδυασμός υποδειγμάτων $AR(p)$ και $MA(q)$ και χρησιμοποιείται ιδιαίτερα συχνά στην ανάλυση χρονοσειρών. Το υπόδειγμα αυτό περιγράφεται μαθηματικά από την παρακάτω σχέση:

$$y_t = c + \varepsilon_t + \sum_{i=1}^p \varphi_i y_{t-i} + \sum_{j=1}^q \theta_j \varepsilon_{t-j}$$

Με p συμβολίζεται ο βαθμός του αυτοπαλίνδρομου υποδείγματος και με q ο βαθμός του υποδείγματος κινητού μέσου. Τα υποδείγματα $ARMA(p, q)$ μπορούν να γραφούν και με τη βοήθεια πολυωνύμων των τελεστών υστέρησης, ως εξής:

$$\text{Υπόδειγμα } AR(p): \varepsilon_t = \varphi(L)y_t$$

$$\text{Υπόδειγμα } MA(q): y_t = \theta(L)\varepsilon_t$$

$$\text{Υπόδειγμα } ARMA(p, q): \varphi(L)y_t = \theta(L)\varepsilon_t, \text{ με}$$

$$\varphi(L) = 1 - \sum_{i=1}^p \varphi_i L_i \quad \text{και} \quad \theta(L) = 1 + \sum_{j=1}^q \theta_j L_j$$

Μία σημαντική ιδιότητα της χρονοσειράς AR είναι η αντιστρεψιμότητα, η οποία δηλώνει ότι το υπόδειγμα $AR(p)$ μπορεί να αναπαρασταθεί σαν ένα υπόδειγμα $MA(\infty)$ και αντίστοιχα, το ίδιο ισχύει και για ένα υπόδειγμα $MA(q)$, δηλαδή μπορεί να γραφτεί ως ένα υπόδειγμα $AR(\infty)$. Έτσι, ικανή και αναγκαία συνθήκη έτσι ώστε μία διαδικασία $AR(p)$ να είναι στάσιμη, είναι οι ρίζες της χαρακτηριστικής εξίσωσης $\varphi(L) = 0$ να βρίσκονται εκτός του μοναδιαίου κύκλου. Από την άλλη πλευρά, για να είναι ένα υπόδειγμα $MA(q)$ αντιστρέψιμο, θα πρέπει οι ρίζες της χαρακτηριστικής εξίσωσης $\theta(L) = 0$ να βρίσκονται εκτός του μοναδιαίου κύκλου. Οι συνθήκες για τη στασιμότητα και την αντιστρεψιμότητα των υποδειγμάτων $AR(p)$ και $MA(q)$, ισχύουν και στα υποδείγματα $ARMA(p, q)$. Επομένως, μία διαδικασία $ARMA(p, q)$ είναι στάσιμη, αν όλες οι ρίζες του χαρακτηριστικού πολυωνύμου $\varphi(L) = 0$ βρίσκονται εκτός του μοναδιαίου κύκλου και αντιστρέψιμη, αν όλες οι ρίζες του χαρακτηριστικού πολυωνύμου $\theta(L) = 0$ βρίσκονται εκτός του μοναδιαίου κύκλου (Adhikari, 2013).

4.8 Υπόδειγμα ARIMA(p,d,q)

Στην προηγούμενη ενότητα παρουσιάστηκαν τα υποδείγματα ARMA, τα οποία είχαν ως βασική προϋπόθεση τη στασιμότητα. Σε αυτή την ενότητα θα γίνει περιγραφή των υποδειγμάτων ARIMA, τα οποία αφορούν μη στάσιμες χρονοσειρές. Μία διαδικασία ARIMA, ορίζεται ως εξής:

Αν d είναι ένας μη αρνητικός ακέραιος, τότε η $\{X_t\}$ είναι μία διαδικασία $ARIMA(p, d, q)$, αν η $Y_t = (1 - B)^d X_t$ είναι μία $ARMA(p, q)$ διαδικασία. Αυτός ο ορισμός δείχνει ότι η $\{X_t\}$ ικανοποιεί μία εξίσωση διαφοράς της μορφής

$$\varphi^*(B)X_t \equiv \varphi(B)(1 - B)^d X_t = \theta(B)Z_t, \{Z_t\} \sim WN(0, \sigma^2),$$

όπου $\varphi(z)$ και $\theta(z)$ είναι πολυώνυμα με βαθμούς p και q αντίστοιχα, και $\varphi(z) \neq 0$, για $|z| \leq 1$ (Brockwell, Davis, (2002)).

Αν $d = 0$, τότε η $\{X_t\}$ είναι μία $ARMA(p, q)$ διαδικασία, δηλαδή μία στάσιμη διαδικασία. Αν, εκτός από $d = 0$, ισχύει και ότι $q = 0$, τότε το μοντέλο $ARIMA(p, 0, 0)$ ταυτίζεται με το μοντέλο $AR(p)$. Όμοια, αν ισχύουν $d = 0$ και $p = 0$, τότε το $ARIMA(0, 0, q)$ είναι το μοντέλο $MA(q)$. Επιπλέον, το μοντέλο $ARIMA(0, 1, 0)$ είναι μία ειδική περίπτωση και είναι γνωστό ως μοντέλο τυχαίου περιπάτου. Χρησιμοποιείται ευρέως για μη στάσιμα δεδομένα, όπως για παράδειγμα, για οικονομικές χρονοσειρές.

Ύστερα από την ανάλυση διαφόρων μοντέλων χρονοσειρών, το επόμενο θεμελιώδες ζήτημα είναι η επιλογή ενός κατάλληλου μοντέλου, το οποίο να παράγει ακριβείς προβλέψεις, βασισμένο σε ιστορικά δεδομένα. Οι στατιστικοί Box και Jenkins (1970) ανέπτυξαν μία προσέγγιση για την κατασκευή ενός μοντέλου ARIMA. Η ιδέα τους έχει τεράστια αξία για την ανάλυση και πρόβλεψη χρονοσειρών.

Η μεθοδολογία **Box-Jenkins** δεν υποθέτει κανένα συγκεκριμένο μοτίβο στα ιστορικά δεδομένα της σειράς που πρέπει να προβλεφθεί. Αντίθετα, χρησιμοποιεί μία επαναληπτική προσέγγιση τριών βημάτων, τα οποία είναι η ταυτοποίηση του μοντέλου, η εκτίμηση των παραμέτρων του και ο διαγνωστικός έλεγχος, με στόχο τον προσδιορισμό του καλύτερου μοντέλου από μία κατηγορία μοντέλων ARIMA. Αυτή η διαδικασία των τριών βημάτων επαναλαμβάνεται αρκετές φορές, μέχρι την επιλογή ενός ικανοποιητικού μοντέλου. Τότε, το μοντέλο αυτό μπορεί να αξιοποιηθεί για την πρόβλεψη μελλοντικών τιμών των χρονοσειρών (Adhikari, 2013). Τα τρία αυτά βήματα της μεθόδου πρόβλεψης Box-Jenkins, είναι:

- **Ταυτοποίηση του μοντέλου**

Στο στάδιο της ταυτοποίησης, αρχικά, εξετάζεται, αν η χρονοσειρά είναι στάσιμη. Αν δεν είναι, τότε θα πρέπει να υπολογιστεί ο αριθμός d , δηλαδή το πλήθος των διαφορών που χρειάζονται έτσι ώστε η χρονοσειρά να γίνει στάσιμη. Στη συνέχεια, προσδιορίζονται οι παράμετροι του μοντέλου, ο βαθμός p του αυτοπαλίνδρομου υποδείγματος και ο βαθμός q του υποδείγματος κινητού μέσου. Σύμφωνα με τον Adhikari, δύο ευρέως χρησιμοποιούμενα κριτήρια για την ταυτοποίηση του μοντέλου είναι το κριτήριο πληροφορίας του Akaike (AIC) και το κριτήριο πληροφορίας του Schwarz (BIC), που ορίζονται ως εξής:

$$AIC(p) = n \ln \left(\frac{\hat{\sigma}_e^2}{n} \right) + 2p \quad \text{και} \quad BIC(p) = n \ln \left(\frac{\hat{\sigma}_e^2}{n} \right) + p + p \ln(n),$$
 όπου n ο αριθμός των παρατηρήσεων, p ο αριθμός των παραμέτρων του μοντέλου και $\hat{\sigma}_e^2$ το άθροισμα των δειγματικών τετραγωνικών υπολοίπων. Τα κριτήρια αυτά είναι προτιμότερο να λαμβάνουν όσο το δυνατόν μικρότερες τιμές.

- **Εκτίμηση των παραμέτρων του μοντέλου**

Η εκτίμηση των παραμέτρων του υποδείγματος επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας ορισμένους αλγόριθμους για τον υπολογισμό των παραμέτρων που ταιριάζουν περισσότερο στο επιλεγμένο μοντέλο ARIMA. Οι πιο συνηθισμένες μέθοδοι είναι της μέγιστης πιθανοφάνειας και των ελαχίστων τετραγώνων. Επίσης, δύο είναι τα διαγράμματα εκείνα που μπορούν να αξιοποιηθούν για τον υπολογισμό των παραμέτρων p , q του υποδείγματος, αυτό της συνάρτησης αυτοσυσχέτισης (ACF) και αυτό της συνάρτησης μερικής αυτοσυσχέτισης (PACF).

- **Διαγνωστικός έλεγχος**

Σε αυτό το στάδιο, ελέγχεται εάν το υπόδειγμα έχει τις ιδιότητες ενός στάσιμου υποδείγματος. Πιο συγκεκριμένα, τα υπόλοιπα θα πρέπει να είναι ανεξάρτητα το ένα από το άλλο, με μηδενική μέση τιμή και σταθερή διακύμανση. Για αυτό τον έλεγχο χρησιμοποιούνται συνήθως διαγράμματα πιθανότητας, αλλά και

ιστογράμματα. Εφόσον από τον έλεγχο δεν προκύψουν τα επιθυμητά αποτελέσματα, τότε η μέθοδος επαναλαμβάνεται, ξεκινώντας από το πρώτο βήμα, με σκοπό τη δημιουργία ενός καλύτερου μοντέλου.

Οι Commandeur και Koopman (2007) υποστηρίζουν ότι η μεθοδολογία Box-Jenkins είναι προβληματική. Στηρίζουν την άποψή τους στο γεγονός ότι «στον κοινωνικό και στον οικονομικό τομέα οι σειρές δεν είναι πότε στάσιμες». Για αυτό το λόγο προτείνουν να χρησιμοποιούνται μέθοδοι, στις οποίες δεν απαιτείται η στασιμότητα των χρονοσειρών.

4.9 Υπόδειγμα ARCH

Η αυτοπαλίνδρομη υπό συνθήκη ετεροσκεδαστικότητα (Autoregressive Conditional Heteroskedasticity ή ARCH) είναι ένα στατιστικό μοντέλο, το οποίο χρησιμοποιείται για την ερμηνεία των αποτελεσμάτων που δεν εξηγούνται από διάφορα οικονομετρικά μοντέλα. Σε αυτά τα μοντέλα, ο όρος σφάλματος εκφράζει την πληροφορία, η οποία δεν εξηγείται από το μοντέλο. Η υπόθεση των οικονομετρικών μοντέλων είναι ότι η διακύμανση του σφάλματος παραμένει σταθερή, ιδιότητα που έχει γίνει γνωστή ως ομοσκεδαστικότητα. Ωστόσο, υπάρχουν περιπτώσεις στις οποίες παρατηρείται ετεροσκεδαστικότητα, δηλαδή η διακύμανση του σφάλματος δεν είναι σταθερή. Στην πραγματικότητα, η διακύμανση του όρου σφάλματος δεν είναι απλά μη σταθερή, αλλά επηρεάζεται και από τις διακυμάνσεις που προηγούνται χρονικά και για αυτό το λόγο, καλείται υπό συνθήκη διακύμανση.

Αυτό συναντάται ιδιαίτερα σε χρονοσειρές, οι οποίες σχετίζονται με τις χρηματοπιστωτικές αγορές. Για παράδειγμα, στην αγορά ακινήτων, οι περίοδοι χαμηλής μεταβλητότητας ακολουθούνται συχνά από περιόδους υψηλής μεταβλητότητας. Έτσι, η διακύμανση του όρου σφάλματος που περιγράφει αυτές τις αγορές, θα ποικίλλει ανάλογα με τη διακύμανση των προηγούμενων περιόδων. Το πρόβλημα με την ετεροσκεδαστικότητα είναι ότι καθιστά τα διαστήματα εμπιστοσύνης πολύ στενά, δίνοντας έτσι μεγαλύτερη αίσθηση ακρίβειας από αυτή που δικαιολογείται από το οικονομετρικό μοντέλο. Τα μοντέλα ARCH προσπαθούν να μοντελοποιήσουν τη διακύμανση των όρων σφάλματος, με τελικό στόχο να παρέχουν μέτρα μεταβλητότητας, τα οποία να αξιοποιούνται για τη λήψη οικονομικών αποφάσεων.

Σύμφωνα με τον Tsay (2002), ένα μοντέλο $ARCH(m)$ υποθέτει ότι, $\alpha_t = \sigma_t \varepsilon_t$, $\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \alpha_{t-1}^2 + \dots + \alpha_m \alpha_{t-m}^2$, όπου $\{\varepsilon_t\}$ είναι μία ακολουθία ανεξάρτητων και κανονικά κατανομημένων τυχαίων μεταβλητών, με μέση τιμή 0 και διακύμανση 1, $\alpha_0 > 0$ και $\alpha_i \geq 0$, για $i \geq 0$. Οι συντελεστές α_i πρέπει να πληρούν κάποιες συνθήκες κανονικότητας, προκειμένου να διασφαλιστεί ότι η διακύμανση είναι πεπερασμένη. Στην πράξη, η ε_t συχνά ακολουθεί την κανονική κατανομή ή την κατανομή t-Student.

Η καλύτερη κατανόηση του υποδείγματος ARCH προϋποθέτει τη μελέτη του $ARCH(1)$, για το οποίο ισχύει:

$$\alpha_t = \sigma_t \varepsilon_t, \sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \alpha_{t-1}^2, \text{ όπου } \alpha_0 > 0 \text{ και } \alpha_1 \geq 0.$$

Δύο βασικές ιδιότητες του $ARCH(1)$ είναι οι εξής:

$$E(a_t) = E(\sigma_t \varepsilon_t) = E[\sigma_t E(\varepsilon_t)] = 0,$$

$$Var(a_t) = E(a_t^2) = E(\alpha_0 + \alpha_1 \alpha_{t-1}^2) = \alpha_0 + E(\alpha_1 \alpha_{t-1}^2).$$

Επειδή α_t είναι μία στάσιμη διαδικασία με $E(a_t) = 0$, προκύπτει ότι $Var(a_t) = Var(a_{t-1}) = E(\alpha_{t-1}^2)$. Επομένως, $Var(a_t) = \alpha_0 + \alpha_1 Var(a_t) \Rightarrow Var(a_t) = \frac{\alpha_0}{1-\alpha_1}$. Η διακύμανση της α_t θα πρέπει να είναι θετική, συνεπώς $\frac{\alpha_0}{1-\alpha_1} > 0 \Rightarrow 1 - \alpha_1 > 0 \Rightarrow \alpha_1 < 1$.

Οι Mapa και De Guzman (2004) αναφέρουν ότι ένα αξιοσημείωτο χαρακτηριστικό του $ARCH(1)$ είναι ότι έχει βαρύτερες ουρές από την κανονική κατανομή. Το γεγονός αυτό υποδεικνύει πως τα δεδομένα που παράγονται μέσω αυτής της διαδικασίας, σε αρκετές περιπτώσεις, απέχουν από τη μέση τιμή της. Η συγκεκριμένη ιδιότητα των μοντέλων $ARCH$ παρατηρείται, κυρίως, στις χρηματοοικονομικές χρονοσειρές.

Το υπόδειγμα $ARCH$ έχει και κάποια σημαντικά μειονεκτήματα. Αρχικά, το μοντέλο υποθέτει ότι οι θετικές και οι αρνητικές μεταβολές έχουν την ίδια επίπτωση στη μεταβλητότητα. Στην πραγματικότητα, όμως, είναι γνωστό ότι η τιμή ενός περιουσιακού στοιχείου επηρεάζεται διαφορετικά από τις θετικές και τις αρνητικές μεταβολές. Επιπλέον, το μοντέλο $ARCH$ δεν προσφέρει καμία γνώση για την κατανόηση των μεταβολών μίας χρονοσειράς. Παρέχει, μόνο, ένα μηχανικό τρόπο για την περιγραφή της συμπεριφοράς της υπό συνθήκη διακύμανσης, χωρίς να δίνει καμία ένδειξη σχετικά με το τι προκαλεί αυτή τη συμπεριφορά. Τέλος, το υπόδειγμα $ARCH$ αρκετές φορές υπερεκτιμά τη μεταβλητότητα (Tsay, 2002).

4.10 Υπόδειγμα GARCH

Η γενικευμένη αυτοπαλίνδρομη υπό συνθήκη ετεροσκεδαστικότητα (Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity ή $GARCH$) είναι ένα υπόδειγμα που αναπτύχθηκε από το 1982 από τον Engle για να περιγράψει μία προσέγγιση για την εκτίμηση της μεταβλητότητας στις χρηματοπιστωτικές αγορές. Υπάρχουν διάφορες μορφές μοντέλων $GARCH$. Η διαδικασία $GARCH$ προτιμάται συχνά, διότι θεωρείται αξιόπιστη για την πρόβλεψη χρηματοοικονομικών μεγεθών.

Το έργο του Engle συνεχίστηκε το 1986 από τον Bollerslev, καθώς η δημιουργία ενός νέου μοντέλου κρίθηκε απαραίτητη, διότι το μοντέλο $ARCH$, αν και απλό, απαιτεί αρκετές παραμέτρους για την περιγραφή της μεταβλητότητας ενός περιουσιακού στοιχείου. Για ένα μοντέλο $GARCH(m, s)$ ισχύουν τα παρακάτω:

$\alpha_t = \sigma_t \varepsilon_t, \sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_i \alpha_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^s \beta_j \sigma_{t-j}^2$, όπου $\{\varepsilon_t\}$ είναι μία ακολουθία ανεξάρτητων και κανονικά κατανομημένων τυχαίων μεταβλητών, με μέση τιμή 0 και διακύμανση 1, $\alpha_0 > 0$ και $\alpha_i \geq 0, \beta_j \geq 0$ και $\sum_{i=1}^{\max(m,s)} (\alpha_i + \beta_i) < 1$. Η ποσότητα $\alpha_i = 0$, για $i > m$ και $\beta_j = 0$, για $j > s$. Ο περιορισμός που αφορά την

ποσότητα $\alpha_i + \beta_i$ συνεπάγεται ότι η διακύμανση της α_t είναι πεπερασμένη, ενώ η σ_t^2 εξελίσσεται με το χρόνο. Όπως και για το μοντέλο ARCH, η ε_t ακολουθεί την κανονική κατανομή ή την κατανομή t-Student. Αν $s = 0$, τότε το μοντέλο $GARCH(m, s)$ αντιστοιχεί σε ένα μοντέλο $ARCH(m)$.

Τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των μοντέλων GARCH γίνονται εύκολα αντιληπτά στην περίπτωση του $GARCH(1,1)$:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \alpha_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2, 0 \leq \alpha_1, \beta_1 \leq 1, (\alpha_1 + \beta_1) < 1.$$

Αρχικά, μία μεγάλη τιμή για το α_{t-1}^2 ή για το σ_{t-1}^2 , οδηγεί σε μία μεγάλη τιμή για το σ_t^2 . Αυτό σημαίνει ότι μία μεγάλη τιμή της ποσότητας α_{t-1}^2 ακολουθείται από μία μεγάλη τιμή για την ποσότητα α_t^2 . Επιπλέον, μέσω του υποδείγματος $GARCH(1,1)$, περιγράφεται εύκολα και αποτελεσματικά η εξέλιξη της μεταβλητότητας. Συμπερασματικά, τα μοντέλα GARCH έχουν παρόμοια μειονεκτήματα με τα μοντέλα ARCH. Όπως και στα υποδείγματα ARCH, οι μεταβολές, είτε είναι θετικές είτε είναι αρνητικές, επηρεάζουν κατά τον ίδιο τρόπο τη μεταβλητότητα (Tsay, 2002).

4.11 Ανακεφαλαίωση

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάστηκαν οι χρονοσειρές, τα συνθετικά τους στοιχεία, αλλά και οι ιδιότητές τους. Έπειτα, πραγματοποιήθηκε ανάλυση, αρχικά, των αυτοπαλίνδρομων υποδειγμάτων (AR) και στη συνέχεια, των υποδειγμάτων κινητού μέσου (MA), εστιάζοντας παράλληλα στις συνθήκες που καθιστούν τα μοντέλα αυτά στάσιμα και αντιστρέψιμα. Ακόμα, αναλύθηκαν τα μικτά υποδείγματα (ARMA), τα υποδείγματα ARIMA και τα βήματα της μεθόδου Box-Jenkins. Το κεφάλαιο ολοκληρώθηκε με την περιγραφή των υποδειγμάτων ARCH, GARCH.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ VaR ΣΤΙΣ ΤΙΜΕΣ ΤΩΝ ΧΡΗΜΑΤΙΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ

5.1 Εισαγωγή

Το πολύπλοκο οικονομικό περιβάλλον που έχει διαμορφωθεί τις τελευταίες δεκαετίες, έχει αναγκάσει επενδυτές, επιχειρήσεις και οργανισμούς να αντιμετωπίζουν πολλών ειδών κινδύνους. Κρίνεται, πλέον, ζωτικής σημασίας για την επιβίωση και τη μετέπειτα πορεία τους, η ικανότητά τους να διαχειρίζονται αποτελεσματικά τους κινδύνους που προκύπτουν. Ένα σημαντικό μέρος των διαθέσιμων οικονομικών πόρων χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για αυτό το σκοπό. Η επίτευξη του στόχου τους αυτού προϋποθέτει την αξιοποίηση χρηματοοικονομικών εργαλείων, όπως η αξία σε κίνδυνο (Value at Risk ή VaR).

Η VaR ορίζεται ως το μέγιστο ποσό απώλειας σε ένα χαρτοφυλάκιο, για ένα δεδομένο χρονικό ορίζοντα και για ένα συγκεκριμένο επίπεδο εμπιστοσύνης. Για τον υπολογισμό της λαμβάνονται υπόψιν δύο παράμετροι, η περίοδος διακράτησης και το επίπεδο (διάστημα) εμπιστοσύνης. Η μέθοδος VaR είναι μία ευρέως διαδεδομένη μέθοδος μέτρησης του κινδύνου, τον οποίον αντιμετωπίζουν καθημερινά επιχειρήσεις και οργανισμοί. Ο προσδιορισμός της αποτελεί μία, όχι ιδιαίτερα, χρονοβόρα διαδικασία και αυτός είναι ο κύριος λόγος που καθιστά τη χρήση της τόσο συχνή. Βασικό χαρακτηριστικό της μεθόδου είναι ότι επιτυγχάνει να συνοψίσει το συνολικό κίνδυνο ενός χαρτοφυλακίου σε έναν αριθμό και έτσι, το αποτέλεσμα που προκύπτει από τη χρήση της μπορεί να γίνει άμεσα κατανοητό.

Σε αυτό το κεφάλαιο πραγματοποιείται ο υπολογισμός της VaR των αποδόσεων των τιμών των οκτώ χρηματιστηριακών δεικτών που αναλύθηκαν στο Κεφάλαιο 1, με τη χρήση της μεθόδου διακύμανσης-συνδιακύμανσης και της μεθόδου της ιστορικής προσομοίωσης. Αρχικά, με τη βοήθεια του Microsoft Excel προσδιορίζονται οι αποδόσεις των δεικτών και απεικονίζεται διαγραμματικά η πορεία τους. Το στατιστικό πακέτο SPSS αξιοποιείται για την εύρεση ορισμένων περιγραφικών μέτρων των δεικτών, για την επιλογή των κατάλληλων υποδειγμάτων $ARIMA(p, d, q)$, αλλά και για την εκτίμηση των παραμέτρων των καλύτερων μοντέλων $ARIMA(p, d, q)$. Τέλος, η εύρεση των καλύτερων $GARCH(m, s)$ υποδειγμάτων, η εκτίμηση των συντελεστών τους και ο προσδιορισμός της VaR, για τη μέθοδο διακύμανσης-συνδιακύμανσης πραγματοποιούνται μέσω του λογισμικού EViews. Η VaR των αποδόσεων των τιμών των δεικτών, στην περίπτωση της μεθόδου της ιστορικής προσομοίωσης, υπολογίζεται με το Microsoft Excel.

5.2 Παρουσίαση και ανάλυση των δεδομένων

Οι ημερήσιες τιμές κλεισίματος οκτώ δεικτών ευρωπαϊκών χρηματιστηρίων αποτελούν τα δεδομένα, στα οποία στηρίζεται η εργασία. Οι πηγές άντλησης των τιμών κλεισίματος είναι οι ιστοσελίδες *finance.yahoo.com* και *investing.com*. Αυτές οι τιμές έχουν επιλεγεί για δύο χρονικά διαστήματα: Ιανουάριος 2005-Δεκέμβριος 2006 και Ιανουάριος 2010-Δεκέμβριος 2011. Οι τέσσερις από τους οκτώ δείκτες, δηλαδή οι DAX, CAC 40, BEL 20 και ATX αφορούν χρηματιστήρια χωρών του ευρωπαϊκού Βορρά, το Χρηματιστήριο Αξιών Φρανκφούρτης, το Χρηματιστήριο Αξιών Παρισιού, το Χρηματιστήριο Αξιών Βρυξελλών και το Χρηματιστήριο Αξιών Βιέννης, αντίστοιχα. Οι δείκτες αυτοί συγκροτούν το Group A για τις ανάγκες της εργασίας. Οι υπόλοιποι δείκτες, οι IBEX 35, FTSE MIB, PSI 20 και Γ.Δ.Χ.Α.Α. σχετίζονται με χρηματιστήρια χωρών του ευρωπαϊκού Νότου, το Χρηματιστήριο Αξιών Μαδρίτης, το Χρηματιστήριο Αξιών Μιλάνου, το Χρηματιστήριο Αξιών Λισσαβόνας και το Χρηματιστήριο Αξιών Αθηνών, αντίστοιχα. Οι τέσσερις αυτοί δείκτες δημιουργούν το Group B. Η επιλογή των δύο χρονικών περιόδων έγινε με βάση την παγκόσμια χρηματοπιστωτική κρίση του 2008, το διάστημα Ιανουαρίου 2005-Δεκεμβρίου 2006 είναι πριν από αυτή, ενώ το διάστημα Ιανουαρίου 2010-Δεκεμβρίου 2011 μετά από αυτήν.

Ο υπολογισμός των αποδόσεων των ημερήσιων τιμών κλεισίματος των προαναφερθέντων χρηματιστηριακών δεικτών και στα δύο επιλεγμένα χρονικά διαστήματα, έπεται της συλλογής των δεδομένων. Η απόδοση μιας επένδυσης είναι εκείνο το χαρακτηριστικό, το οποίο λειτουργεί ως αντιστάθμιση έναντι των κινδύνων που λαμβάνει κάποιος επενδυτής, είτε πρόκειται για άτομο είτε για επιχείρηση. Συνεπώς, οι δύο έννοιες, κίνδυνος και απόδοση, συνδέονται στενά. Η σχέση που τις συνδέει είναι, στις περισσότερες περιπτώσεις, θετική. Αυτό σημαίνει πως δεν είναι σύνηθες μία επενδυτική δραστηριότητα να οδηγεί σε υψηλές αποδόσεις, δίχως να λαμβάνονται τα ανάλογα μεγάλα ρίσκα (κίνδυνοι) από τον επενδυτή. Από την άλλη πλευρά, οι ασφαλείς επενδύσεις, οι επενδύσεις χαμηλού ρίσκου, αποφέρουν χαμηλές αποδόσεις.

Αρχικά, προσδιορίζονται οι τιμές των αποδόσεων για κάθε χρηματιστηριακό δείκτη και για κάθε χρονικό διάστημα. Ο τύπος που χρησιμοποιείται για την εύρεση της απόδοσης ενός περιουσιακού στοιχείου σε μία χρονική στιγμή t , υποθέτοντας μηδενικό μέρισμα, είναι ο εξής:

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

Στην παρούσα ανάλυση, με R_t συμβολίζεται η τιμή της απόδοσης του χρηματιστηριακού δείκτη την ημέρα t , με P_t η τιμή του δείκτη την ημέρα t και με P_{t-1} η τιμή του δείκτη την προηγούμενη ημέρα, δηλαδή την ημέρα $t - 1$. Σημειώνεται ότι, επειδή τα δεδομένα της εργασίας είναι ημερήσια, οι τιμές της απόδοσης, προσεγγιστικά, είναι αρκετά κοντά στις τιμές της λογαριθμικής απόδοσης. Επομένως, ο υπολογισμός της VaR των αποδόσεων των χρηματιστηριακών δεικτών, θα

μπορούσε να βασιστεί και στις λογαριθμικές αποδόσεις. Η σχέση από την οποία θα προέκυπτε, τότε, η απόδοση κάθε δείκτη, θα ήταν:

$$R_t \approx \log\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right)$$

Ο προσδιορισμός των τιμών των αποδόσεων των χρηματιστηριακών δεικτών σε κάθε χρονική περίοδο, αξιοποιείται για την εύρεση ορισμένων περιγραφικών μέτρων των δεικτών. Τα μέτρα αυτά είναι η μέση τιμή της απόδοσης κάθε δείκτη, η τυπική απόκλιση, αλλά και τα 95%, 99% ποσοστιαία σημεία.

Πίνακας 5.1
Περιγραφικά Στοιχεία των Αποδόσεων των Χρηματιστηριακών Δεικτών
Group A 2005-2006

| Δείκτης | Πλήθος Παρατηρήσεων | Μέση Τιμή | Τυπική Απόκλιση | 95% Ποσοστιαίο Σημείο | 99% Ποσοστιαίο Σημείο |
|---------|---------------------|------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|
| DAX | 511 | 0,00087975 | 0,008719202 | -0,02288856 | -0,02282053 |
| CAC 40 | 511 | 0,00074343 | 0,008160707 | -0,02405310 | -0,02391248 |
| BEL 20 | 507 | 0,00079681 | 0,007209408 | -0,02363184 | -0,02335031 |
| ATX | 493 | 0,00127663 | 0,010984454 | -0,03578669 | -0,03443440 |

Πίνακας 5.2
Περιγραφικά Στοιχεία των Αποδόσεων των Χρηματιστηριακών Δεικτών
Group B 2005-2006

| Δείκτης | Πλήθος Παρατηρήσεων | Μέση Τιμή | Τυπική Απόκλιση | 95% Ποσοστιαίο Σημείο | 99% Ποσοστιαίο Σημείο |
|------------|---------------------|------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|
| IBEX 35 | 510 | 0,00088820 | 0,007477923 | -0,02262547 | -0,02229359 |
| FTSE MIB | 509 | 0,00059717 | 0,007392591 | -0,02273304 | -0,02252539 |
| PSI 20 | 511 | 0,00077274 | 0,005536774 | -0,01473433 | -0,01465088 |
| Γ.Δ.Χ.Α.Α. | 518 | 0,00139845 | 0,022393130 | -0,05419171 | -0,05310593 |

Πίνακας 5.3
Περιγραφικά Στοιχεία των Αποδόσεων των Χρηματιστηριακών Δεικτών
Group A 2010-2011

| Δείκτης | Πλήθος Παρατηρήσεων | Μέση Τιμή | Τυπική Απόκλιση | 95% Ποσοστιαίο Σημείο | 99% Ποσοστιαίο Σημείο |
|---------|---------------------|-------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|
| DAX | 511 | 0,00006664 | 0,015216905 | -0,05032934 | -0,05015893 |
| CAC 40 | 512 | -0,00033213 | 0,016463460 | -0,04797611 | -0,04727793 |
| BEL 20 | 513 | -0,00030546 | 0,014110080 | -0,03825977 | -0,03756891 |
| ATX | 496 | -0,00044846 | 0,016935070 | -0,04893465 | -0,04799139 |

Πίνακας 5.4
Περιγραφικά Στοιχεία των Αποδόσεων των Χρηματιστηριακών Δεικτών
Group B 2010-2011

| Δείκτης | Πλήθος Παρατηρήσεων | Μέση Τιμή | Τυπική Απόκλιση | 95% Ποσοστιαίο Σημείο | 99% Ποσοστιαίο Σημείο |
|------------|---------------------|-------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|
| IBEX 35 | 512 | -0,00051603 | 0,018284433 | -0,05413708 | -0,05352839 |
| FTSE MIB | 511 | -0,00069575 | 0,018692399 | -0,05175938 | -0,05147292 |
| PSI 20 | 514 | -0,00076499 | 0,014653772 | -0,04267371 | -0,04260262 |
| Γ.Δ.Χ.Α.Α. | 502 | -0,00135075 | 0,031561213 | -0,06813394 | -0,06771177 |

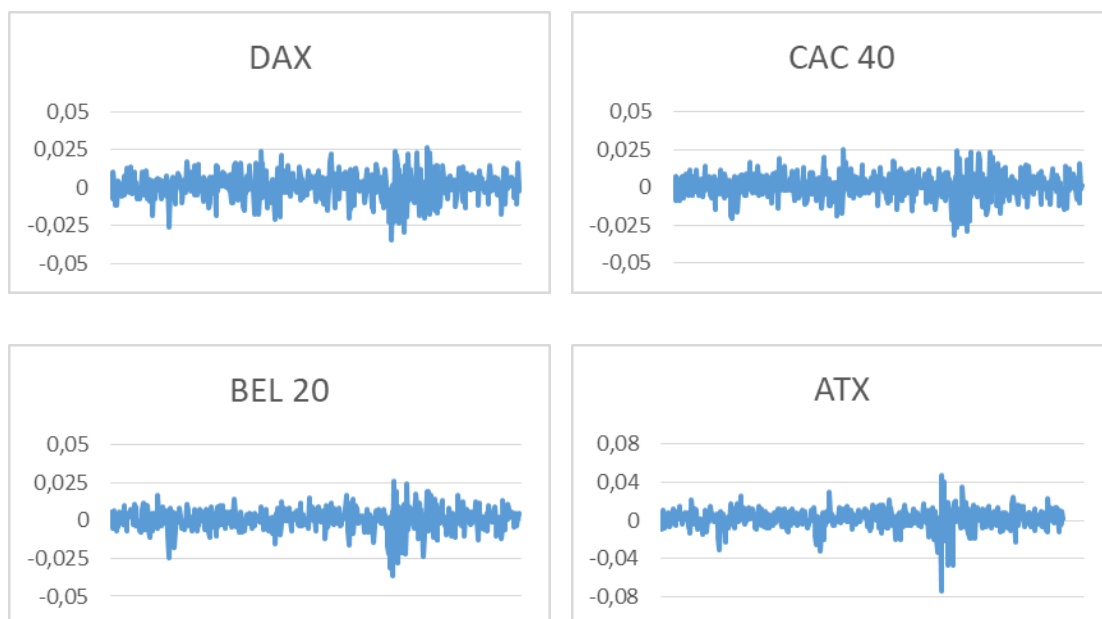
Από τους Πίνακες 5.1, 5.2, 5.3 και 5.4, στους οποίους απεικονίζονται τα περιγραφικά μέτρα των δεικτών, συμπεραίνεται ότι οι μέσες τιμές των αποδόσεων των δεικτών για το διάστημα 2005-2006, για το Group A και για το Group B, βρίσκονται οριακά πάνω από το μηδέν. Για το διάστημα 2010-2011 είναι οριακά αρνητικές, με εξαίρεση το δείκτη DAX, του οποίου η μέση τιμή της απόδοσης είναι λίγο μεγαλύτερη του μηδενός. Συνεπώς και στις δύο περιόδους, οι μέσες τιμές των αποδόσεων των δεικτών βρίσκονται πολύ κοντά στο μηδέν. Με βάση αυτή τη διαπίστωση, οι μέσες τιμές των αποδόσεων όλων των χρηματιστηριακών δεικτών και για τις δύο περιόδους, για την εν λόγω ανάλυση, θεωρούνται μηδενικές. Τέλος, οι τιμές των τυπικών αποκλίσεων, για όλους τους δείκτες, είναι μεγαλύτερες την περίοδο 2010-2011 σε σύγκριση με τις τιμές της περιόδου 2005-2006.

Οι ακραίες τιμές για το 95% ποσοστιαίο σημείο την περίοδο 2005-2006, είναι με ακρίβεια τριών δεκαδικών ψηφίων, οι -0,054 και -0,014 και αφορούν και οι δύο δείκτες του Group B, το Γ.Δ.Χ.Α.Α. και τον PSI 20, αντίστοιχα. Η μέση τιμή για το Group A είναι -0,026, για το Group B -0,028 και συνολικά -0,027. Την περίοδο 2010-2011 η μικρότερη τιμή που παρατηρείται είναι η -0,068, η οποία ανήκει στο Group B και συγκεκριμένα στον Γ.Δ.Χ.Α.Α. και η μεγαλύτερη (-0,038) στο δείκτη BEL 20 του Group A. Η μέση τιμή για τους δείκτες του Group A, του Group B είναι -0,046, -0,054 αντίστοιχα και συνολικά -0,05.

Όμοια, για το 99% ποσοστιαίο σημείο στο διάστημα 2005-2006, οι ακραίες τιμές, όπως και για το 95% ποσοστιαίο σημείο, βρίσκονται στο Group B και είναι ίσες με -0,053, για το Γ.Δ.Χ.Α.Α. και -0,014, για τον PSI 20. Η μέση τιμή για το Group A είναι -0,026, για το Group B -0,028 και συνολικά -0,027. Για το διάστημα 2010-2011 η μικρότερη τιμή (-0,067) ανήκει στο Γ.Δ.Χ.Α.Α. του Group B και η μεγαλύτερη (-0,037) στο δείκτη BEL 20 του Group A, κάτι που ίσχυε και στην περίπτωση του 95% ποσοστιαίου σημείου. Η μέση τιμή για το Group A είναι -0,045, για το Group B -0,053 και συνολικά -0,049.

Τα συμπεράσματα για τις μέσες τιμές και τις τυπικές αποκλίσεις των αποδόσεων των χρηματιστηριακών δεικτών από τους Πίνακες 5.1-5.4, μπορούν να προκύψουν και με διαφορετικό τρόπο. Είναι δυνατόν, μάλιστα, να γίνουν πιο άμεσα

αντιληπτά. Αυτό επιτυγχάνεται με τη διαγραμματική απεικόνιση της πορείας των τιμών των αποδόσεων των δεικτών σε κάθε χρονική περίοδο.



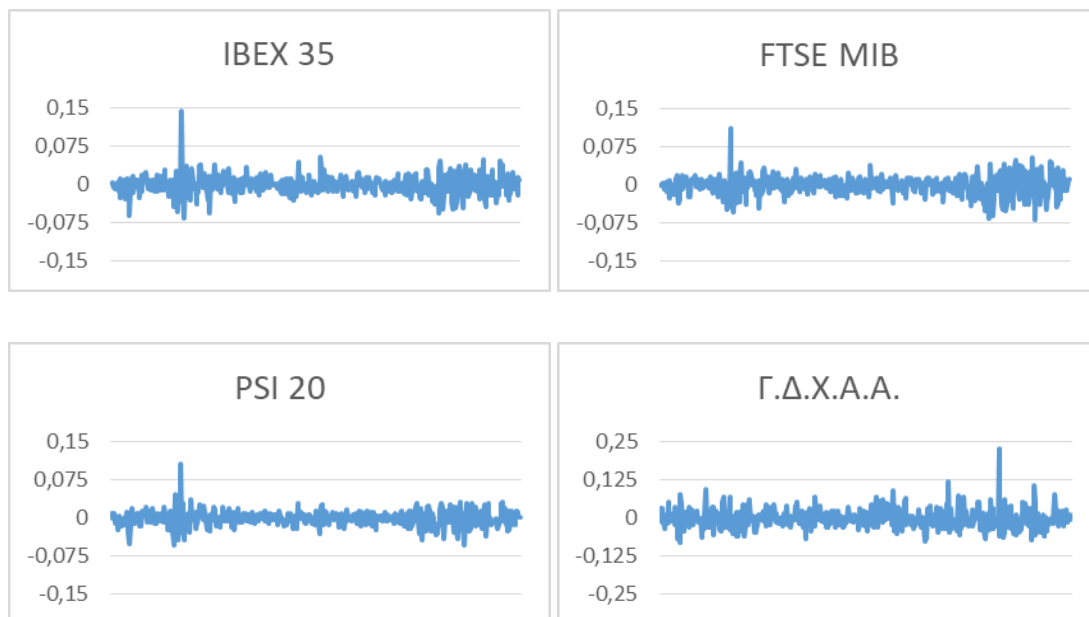
Διάγραμμα 5.1
Διαγράμματα των Αποδόσεων των Χρηματιστηριακών Δεικτών
Group A 2005-2006



Διάγραμμα 5.2
Διαγράμματα των Αποδόσεων των Χρηματιστηριακών Δεικτών
Group B 2005-2006



Διάγραμμα 5.3
Διαγράμματα των Αποδόσεων των Χρηματιστηριακών Δεικτών
Group A 2010-2011



Διάγραμμα 5.4
Διαγράμματα των Αποδόσεων των Χρηματιστηριακών Δεικτών
Group B 2010-2011

Όπως γίνεται κατανοητό από τα Διαγράμματα 5.1-5.4, οι μέσες τιμές των αποδόσεων των χρηματιστηριακών δεικτών και για τα δύο χρονικά διαστήματα, προσεγγίζουν το μηδέν. Επιπλέον, το διάστημα 2010-2011 είναι εκείνο στο οποίο παρουσιάζεται η μεγαλύτερη μεταβλητότητα για όλους τους χρηματιστηριακούς

δείκτες. Αυτό συμβαίνει διότι, το διάστημα αυτό βρίσκεται μετά το ξέσπασμα της παγκόσμιας χρηματοπιστωτικής κρίσης, όπου επικρατεί αβεβαιότητα και αστάθεια. Ακόμα, οι ακραίες τιμές των αποδόσεων των δεικτών της περιόδου 2010-2011, τόσο για το Group A όσο και για το Group B, είναι, κατά κύριο λόγο, θετικές. Είναι η περίοδος, κατά την οποία, έχει ξεπεραστεί το αρχικό σοκ της κρίσης και οι οικονομίες προσπαθούν να ανακάμψουν. Το διάστημα 2005-2006, η μεταβλητότητα δεν είναι ιδιαίτερα έντονη, για κανένα δείκτη. Αξιοσημείωτο είναι ότι ο Γ.Δ.Χ.Α.Α. έχει τη χαμηλότερη τιμή απόδοσης μεταξύ όλων των δεικτών. Η τιμή αυτή εμφανίζεται την περίοδο 2005-2006, το Μάιο του 2005.

5.3 Προσδιορισμός των κατάλληλων υποδειγμάτων

Η εφαρμογή της VaR στις αποδόσεις των τιμών των οκτώ χρηματιστηριακών δεικτών ευρωπαϊκών χρηματιστηρίων με τη μέθοδο διακύμανσης-συνδιακύμανσης, προϋποθέτει, αρχικά, την εύρεση του βέλτιστου $ARIMA(p, d, q)$ υποδείγματος, για κάθε χρονοσειρά. Η επιλογή του κατάλληλου υποδείγματος $ARIMA(p, d, q)$ προκύπτει με τη μέθοδο Box-Jenkins. Σε πρώτη φάση, πραγματοποιείται η ταυτοποίηση του μοντέλου, προσδιορίζεται, δηλαδή, αν η χρονοσειρά είναι στάσιμη. Σε περίπτωση που δεν είναι, τότε υπολογίζεται ο αριθμός d των διαφορών, για να γίνει η χρονοσειρά στάσιμη. Κατόπιν, υπολογίζονται οι παράμετροι p, q του υποδείγματος, όπου p ο βαθμός του αυτοπαλίνδρομου υποδείγματος και q ο βαθμός του υποδείγματος κινητού μέσου.

Σε αυτό το στάδιο, για την εξαγωγή συμπεράσματος, χρησιμοποιούνται διάφορα πληροφοριακά κριτήρια, όπως τα AIC, BIC, που ορίστηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο ή και το Normalized BIC, που αποτελεί μία τροποποιημένη εκδοχή του κριτηρίου BIC. Οι πιο διαδεδομένες μεθοδολογίες για την εκτίμηση των παραμέτρων του μοντέλου είναι της μέγιστης πιθανοφάνειας, αλλά και των ελαχίστων τετραγώνων. Τα διαγράμματα της συνάρτησης αυτοσυσχέτισης (ACF) και της συνάρτησης μερικής αυτοσυσχέτισης (PACF) μπορούν, επίσης, να αξιοποιηθούν για αυτό το σκοπό.

Το μοντέλο $ARIMA(p, d, q)$ που χρησιμοποιείται για την εύρεση των παραμέτρων p, q είναι εκείνο για το οποίο ισχύει $d = 0$, δηλαδή το $ARMA(p, q)$. Αυτό συμβαίνει διότι, οι χρονοσειρές των αποδόσεων των χρηματιστηριακών δεικτών, όπως αυτές παρουσιάζονται στα Διαγράμματα 5.1-5.4, είναι στάσιμες. Ακόμα, για την εν λόγω ανάλυση, οι μέσες τιμές των αποδόσεων των χρηματιστηριακών δεικτών, δεδομένου ότι απέχουν λίγο από το μηδέν, θεωρούνται μηδενικές. Καταλληλότερο υπόδειγμα κρίνεται εκείνο που λαμβάνει τη μικρότερη τιμή με το πληροφοριακό κριτήριο Normalized BIC. Η μελέτη βασίστηκε στα υποδείγματα $ARMA(p, q)$ για τα οποία ισχύουν $p + q \leq 3$ και $p, q \neq 3$.

Πίνακας 5.5
Υποδείγματα ARMA(ρ, η) 2005-2006

| | Δείκτες | | | |
|--------------------|-----------------------|-----------|------------|------------|
| | Group A | | | |
| | DAX | CAC 40 | BEL 20 | ATX |
| Υποδείγματα | Normalized BIC | | | |
| $\rho=0, \eta=1$ | -9,463775 | -9,601093 | -9,840980 | -8,998698 |
| $\rho=1, \eta=0$ | -9,463867 | -9,600903 | -9,841047 | -8,999104 |
| $\rho=1, \eta=1$ | -9,449995 | -9,587063 | -9,827104 | -8,991224 |
| $\rho=2, \eta=0$ | -9,450379 | -9,587339 | -9,828934 | -8,993127 |
| $\rho=0, \eta=2$ | -9,450521 | -9,587183 | -9,829454 | -8,992880 |
| $\rho=2, \eta=1$ | -9,436290 | -9,574049 | -9,819930 | -8,978555 |
| $\rho=1, \eta=2$ | -9,436405 | -9,573797 | -9,819084 | -8,978408 |
| | Group B | | | |
| | IBEX 35 | FTSE MIB | PSI 20 | Γ.Δ.Χ.Α.Α. |
| | Normalized BIC | | | |
| $\rho=0, \eta=1$ | -9,765373 | -9,807782 | -10,368735 | -7,586820 |
| $\rho=1, \eta=0$ | -9,765372 | -9,808156 | -10,370223 | -7,586735 |
| $\rho=1, \eta=1$ | -9,759585 | -9,793944 | -10,374830 | -7,585023 |
| $\rho=2, \eta=0$ | -9,751310 | -9,793957 | -10,364670 | -7,572800 |
| $\rho=0, \eta=2$ | -9,751292 | -9,794345 | -10,364461 | -7,572930 |
| $\rho=2, \eta=1$ | -9,740556 | -9,783254 | -10,351837 | -7,573531 |
| $\rho=1, \eta=2$ | -9,740250 | -9,782411 | -10,351132 | -7,571740 |

Πίνακας 5.6
Υποδείγματα ARMA(ρ, η) 2010-2011

| | Δείκτες | | | |
|--------------------|-----------------------|-----------|-----------|------------|
| | Group A | | | |
| | DAX | CAC 40 | BEL 20 | ATX |
| Υποδείγματα | Normalized BIC | | | |
| $\rho=0, \eta=1$ | -8,370419 | -8,203866 | -8,509725 | -8,155874 |
| $\rho=1, \eta=0$ | -8,368524 | -8,203488 | -8,509641 | -8,155881 |
| $\rho=1, \eta=1$ | -8,369010 | -8,200477 | -8,504323 | -8,141417 |
| $\rho=2, \eta=0$ | -8,361888 | -8,193378 | -8,500169 | -8,141507 |
| $\rho=0, \eta=2$ | -8,362428 | -8,193004 | -8,501006 | -8,141530 |
| $\rho=2, \eta=1$ | -8,349977 | -8,186441 | -8,504487 | -8,135446 |
| $\rho=1, \eta=2$ | -8,350765 | -8,186327 | -8,503893 | -8,132914 |
| | Group B | | | |
| | IBEX 35 | FTSE MIB | PSI 20 | Γ.Δ.Χ.Α.Α. |
| | Normalized BIC | | | |
| $\rho=0, \eta=1$ | -7,999689 | -7,948035 | -8,436975 | -6,897433 |
| $\rho=1, \eta=0$ | 7,997936 | -7,947672 | -8,436248 | -6,897433 |
| $\rho=1, \eta=1$ | -7,994866 | -7,952729 | -8,429968 | -6,884945 |
| $\rho=2, \eta=0$ | -7,994563 | -7,939874 | -8,427063 | -6,885724 |
| $\rho=0, \eta=2$ | -7,994906 | -7,940616 | -8,427350 | -6,886044 |
| $\rho=2, \eta=1$ | -7,987727 | -7,929693 | -8,421896 | -6,873547 |
| $\rho=1, \eta=2$ | -7,988149 | -7,929969 | -8,421258 | -6,873518 |

Το συμπέρασμα που εξάγεται εξετάζοντας τις τιμές του πληροφοριακού κριτηρίου Normalized BIC του Πίνακα 5.5, είναι ότι το καλύτερο υπόδειγμα για τη χρονική περίοδο 2005-2006, είναι το $ARMA(1, 0)$ για τους δείκτες του Group A, εκτός του CAC 40. Το υπόδειγμα $ARMA(0, 1)$ επιλέγεται για αυτό το δείκτη. Σχετικά με το Group B, το υπόδειγμα $ARMA(0, 1)$ υπερτερεί των υπολοίπων υποδειγμάτων σε δύο περιπτώσεις δεικτών, του IBEX 35 και του Γ.Δ.Χ.Α.Α. Το $ARMA(1, 0)$ κρίνεται καταλληλότερο για το δείκτη FTSE MIB του Group B και το $ARMA(1, 1)$ για τον PSI 20 του ίδιου Group.

Οι τιμές του Normalized BIC του Πίνακα 5.6 για το χρονικό διάστημα 2010-2011 υποδεικνύουν ως καλύτερο υπόδειγμα το $ARMA(0, 1)$ σε όλες τις περιπτώσεις, με εξαίρεση τους δείκτες ATX (Group A) και FTSE MIB (Group B). Για τον αυστριακό δείκτη, επιλέγεται το μοντέλο $ARMA(1, 0)$ και για τον ιταλικό το $ARMA(1, 1)$. Επιπλέον, οι τιμές του κριτηρίου Normalized BIC για τον Γ.Δ.Χ.Α.Α. στα υποδείγματα $ARMA(0, 1)$ και $ARMA(1, 0)$ είναι ίσες, κάτι που έχει ως συνέπεια και τα δύο μοντέλα να θεωρούνται εξίσου κατάλληλα. Τέλος, πραγματοποιήθηκε και εκτίμηση των παραμέτρων των υποδειγμάτων $ARMA(p, q)$. Ο Πίνακας 5.7 περιλαμβάνει τις εκτιμήσεις για τις παραμέτρους των καλύτερων υποδειγμάτων $ARMA(p, q)$, για τα οποία ισχύει η σχέση $p + q \leq 3$, με $p, q \neq 3$.

Πίνακας 5.7
Εκτίμηση των Παραμέτρων των Καλύτερων Υποδειγμάτων $ARMA(p, q)$

| | | Χρονικά Διαστήματα | | | | | |
|----------------|------------|--------------------|---------|---------|-------------|---------|---------|
| | | 2005-2006 | | | 2010-2011 | | |
| | Δείκτες | Μοντέλα | AR | MA | Μοντέλα | AR | MA |
| Group A | DAX | $ARMA(1,0)$ | -0,0419 | | $ARMA(0,1)$ | | -0,1179 |
| | CAC 40 | $ARMA(0,1)$ | | 0,0697 | $ARMA(0,1)$ | | -0,0600 |
| | BEL 20 | $ARMA(1,0)$ | -0,0275 | | $ARMA(0,1)$ | | -0,0267 |
| | ATX | $ARMA(1,0)$ | 0,0506 | | $ARMA(1,0)$ | 0,1110 | |
| Group B | IBEX 35 | $ARMA(0,1)$ | | 0,0058 | $ARMA(0,1)$ | | -0,1052 |
| | FTSE MIB | $ARMA(1,0)$ | -0,1106 | | $ARMA(1,1)$ | -0,8477 | -0,9250 |
| | PSI 20 | $ARMA(1,1)$ | 0,9670 | 0,9233 | $ARMA(0,1)$ | | -0,0803 |
| | Γ.Δ.Χ.Α.Α. | $ARMA(0,1)$ | | -0,0699 | $ARMA(0,1)$ | | 0,0012 |

Ο υπολογισμός της VaR των αποδόσεων των χρηματιστηριακών δεικτών απαιτεί και την εύρεση του βέλτιστου $GARCH(m, s)$ υποδείγματος, για κάθε χρονοσειρά, δηλαδή για κάθε δείκτη, σε καθεμία από τις δύο περιόδους. Το καλύτερο $GARCH(m, s)$ υπόδειγμα είναι εκείνο το οποίο λαμβάνει τη μικρότερη τιμή, με βάση το πληροφοριακό κριτήριο AIC. Σημειώνεται ότι, το συγκεκριμένο κριτήριο έχει την τάση να επιλέγει υποδείγματα με μεγάλο αριθμό παραμέτρων. Το κριτήριο BIC, επίσης, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό του καταλληλότερου $GARCH(m, s)$ υποδείγματος. Για τις τιμές m, s , στις οποίες στηρίχθηκε η ανάλυση, ισχύει η σχέση $m + s \leq 3$, με $m, s \neq 3$.

Πίνακας 5.8
Υποδείγματα GARCH(m,s) 2005-2006

| | Δείκτες | | | |
|-------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| | Group A | | | |
| | DAX | CAC 40 | BEL 20 | ATX |
| Υποδείγματα | AIC | | | |
| m=0, s=1 | -6,665506 | -6,808773 | -7,058053 | -6,225814 |
| m=1, s=0 | -6,656529 | -6,778272 | -7,033308 | -6,222830 |
| m=1, s=1 | -6,730884 | -6,863342 | -7,189667 | -6,442041 |
| m=2, s=0 | -6,666321 | -6,806535 | -7,087841 | -6,319260 |
| m=0, s=2 | -6,661663 | -6,804842 | -7,054110 | -6,221743 |
| m=2, s=1 | -6,727178 | -6,860147 | -7,187111 | -6,438022 |
| m=1, s=2 | -6,730186 | -6,860110 | -7,186868 | -6,445172 |
| | Group B | | | |
| | IBEX 35 | FTSE MIB | PSI 20 | Γ.Δ.Χ.Α.Α. |
| Υποδείγματα | AIC | | | |
| m=0, s=1 | -6,972758 | -6,993089 | -7,545027 | -4,765350 |
| m=1, s=0 | -6,960771 | -6,982730 | -7,562923 | -4,750583 |
| m=1, s=1 | -7,020004 | -7,058043 | -7,581280 | -4,794058 |
| m=2, s=0 | -6,966876 | -6,987489 | -7,563759 | -4,747544 |
| m=0, s=2 | -6,968837 | -6,989180 | -7,552472 | -4,792381 |
| m=2, s=1 | -7,016516 | -7,054115 | -7,578064 | -4,792786 |
| m=1, s=2 | -7,021671 | -7,055974 | -7,588684 | -4,792416 |

Πίνακας 5.9
Υποδείγματα GARCH(m,s) 2010-2011

| | Δείκτες | | | |
|-------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| | Group A | | | |
| | DAX | CAC 40 | BEL 20 | ATX |
| Υποδείγματα | AIC | | | |
| m=0, s=1 | -5,570579 | -5,390471 | -5,696940 | -5,308828 |
| m=1, s=0 | -5,597068 | -5,412183 | -5,757790 | -5,354303 |
| m=1, s=1 | -5,827035 | -5,599995 | -5,925377 | -5,561216 |
| m=2, s=0 | -5,680066 | -5,457934 | -5,798209 | -5,404914 |
| m=0, s=2 | -5,567648 | -5,388667 | -5,735074 | -5,315656 |
| m=2, s=1 | -5,825810 | -5,597182 | -5,921482 | -5,565079 |
| m=1, s=2 | -5,824028 | -5,597313 | -5,921576 | -5,560716 |
| | Group B | | | |
| | IBEX 35 | FTSE MIB | PSI 20 | Γ.Δ.Χ.Α.Α. |
| Υποδείγματα | AIC | | | |
| m=0, s=1 | -5,170993 | -5,143649 | -5,604313 | -4,064933 |
| m=1, s=0 | -5,210893 | -5,155420 | -5,669573 | -4,073933 |
| m=1, s=1 | -5,342323 | -5,372370 | -5,842460 | -4,069968 |
| m=2, s=0 | -5,223552 | -5,216659 | -5,709691 | -4,069987 |
| m=0, s=2 | -5,220211 | -5,142290 | -5,600453 | -4,085359 |
| m=2, s=1 | -5,339599 | -5,378707 | -5,841101 | -4,076803 |
| m=1, s=2 | -5,344624 | -5,373291 | -5,843609 | -4,067056 |

Ο Πίνακας 5.8 φανερώνει ότι οι τιμές του πληροφοριακού κριτηρίου AIC για το υπόδειγμα $GARCH(1,1)$, είναι οι μικρότερες για όλους τους χρηματιστηριακούς δείκτες του Group A, με εξαίρεση τον ATX, για την περίοδο 2005-2006. Για τον ATX, οι τιμές του κριτηρίου AIC για τα υποδείγματα $GARCH(1,1)$ και $GARCH(1,2)$ είναι πολύ κοντά. Οι δύο δείκτες του Group B, για τους οποίους το $GARCH(1,1)$ είναι το καλύτερο υπόδειγμα για το χρονικό διάστημα 2005-2006, είναι οι FTSE MIB και Γ.Δ.Χ.Α.Α. Ικανοποιητικές τιμές του κριτηρίου AIC στους δείκτες IBEX 35 και PSI 20, προκύπτουν όχι μόνο για το υπόδειγμα $GARCH(1,1)$, αλλά, επίσης, και για τα $GARCH(1,2)$, $GARCH(2,1)$.

Στη χρονική περίοδο 2010-2011, καλύτερο υπόδειγμα για τους δείκτες DAX, CAC 40 και BEL 20 του Group A, είναι το $GARCH(1,1)$, ενώ για τον ATX τα υποδείγματα $GARCH(2,1)$ και $GARCH(1,1)$ λαμβάνουν τις μικρότερες τιμές του AIC, σύμφωνα με τον Πίνακα 5.9. Στο Group B, οι καλύτερες τιμές του κριτηρίου εμφανίζονται σε υποδείγματα με μεγάλο αριθμό παραμέτρων. Το $GARCH(1,2)$ είναι το βέλτιστο υπόδειγμα για τους δείκτες IBEX 35 και PSI 20, το $GARCH(2,1)$ για τον FTSE MIB και το $GARCH(0,2)$ για τον Γ.Δ.Χ.Α.Α. Οι τιμές του AIC για το $GARCH(1,1)$ στους δείκτες IBEX 35 και PSI 20, απέχουν λίγο από τις τιμές του $GARCH(1,2)$. Στους δείκτες FTSE MIB και Γ.Δ.Χ.Α.Α. με το AIC, δεν προκύπτουν ιδιαίτερα μικρές τιμές για το $GARCH(1,1)$, κυρίως στην περίπτωση του Γ.Δ.Χ.Α.Α.

Συμπερασματικά, το $GARCH(1,1)$ επιλέγεται ως το καλύτερο υπόδειγμα, με βάση τις τιμές του AIC, στις μισές, συνολικά, περιπτώσεις. Στις υπόλοιπες, οι τιμές του AIC με αυτό το υπόδειγμα προσεγγίζουν τις τιμές υποδειγμάτων με μεγάλες τιμές για τις παραμέτρους p, q . Παρατηρείται, όμως, πως οι εκτιμήσεις αυτών των υποδειγμάτων δεν είναι στατιστικά σημαντικές. Επιπλέον, όπως αναφέρθηκε, με το κριτήριο AIC, συνήθως, επιλέγονται υποδείγματα με μεγάλο αριθμό παραμέτρων. Συνεπώς, για όλες τις χρονοσειρές και στις δύο χρονικές περιόδους, καταλληλότερο υπόδειγμα είναι το $GARCH(1,1)$. Ο Πίνακας 5.10 περιέχει τις εκτιμήσεις των συντελεστών των υποδειγμάτων $GARCH(1,1)$ και τα αντίστοιχα τυπικά σφάλματα:

Πίνακας 5.10
Εκτίμηση των Συντελεστών των Υποδειγμάτων $GARCH(1,1)$

| | | Χρονικά Διαστήματα | | | | | | | |
|----------------|------------|--------------------|--------|-----------|--------|------------|--------|-----------|--------|
| | | 2005-2006 | | | | 2010-2011 | | | |
| | Δείκτες | α_1 | S.E. | β_1 | S.E. | α_1 | S.E. | β_1 | S.E. |
| Group A | DAX | 0,0972 | 0,0279 | 0,8346 | 0,0492 | 0,1177 | 0,0264 | 0,8579 | 0,0288 |
| | CAC 40 | 0,0686 | 0,0211 | 0,8871 | 0,0398 | 0,1316 | 0,0227 | 0,8501 | 0,0241 |
| | BEL 20 | 0,1176 | 0,0262 | 0,8160 | 0,0462 | 0,1248 | 0,0203 | 0,8443 | 0,0256 |
| | ATX | 0,1547 | 0,0276 | 0,8036 | 0,0322 | 0,1217 | 0,0245 | 0,8660 | 0,0275 |
| Group B | IBEX 35 | 0,1085 | 0,0317 | 0,7671 | 0,0748 | 0,1475 | 0,0253 | 0,8312 | 0,0331 |
| | FTSE MIB | 0,0956 | 0,0267 | 0,8284 | 0,0535 | 0,1137 | 0,0192 | 0,8669 | 0,0234 |
| | PSI 20 | 0,1422 | 0,0448 | 0,6842 | 0,0954 | 0,1690 | 0,0335 | 0,8134 | 0,0369 |
| | Γ.Δ.Χ.Α.Α. | -0,005 | 0,0004 | 0,9885 | 0,0037 | 0,1008 | 0,0641 | 0,0641 | 0,3121 |

Σύμφωνα με τον Πίνακα 5.10, το άθροισμα των συντελεστών των υποδειγμάτων $GARCH(1,1)$ το χρονικό διάστημα 2005-2006 είναι αρκετά κοντά στο ένα, για την ακρίβεια βρίσκεται ίσο, περίπου, με 0,8. Το διάστημα 2010-2011, οριακά, αυτό το άθροισμα ξεπερνά τη μονάδα. Επομένως και στις δύο περιόδους, δεν παραβιάζεται η ιδιότητα της στασιμότητας για το σύνολο των χρονοσειρών. Ακόμα, οι συντελεστές των υποδειγμάτων $GARCH(1,1)$ κρίνονται στατιστικά σημαντικοί στο σύνολο των περιπτώσεων, εκτός του Γ.Δ.Χ.Α.Α., την περίοδο 2005-2006. Το υπόδειγμα με το οποίο προκύπτουν στατιστικά σημαντικές εκτιμήσεις, για αυτό το δείκτη την περίοδο 2005-2006, είναι το $GARCH(0,1)$, καθώς ο συντελεστής β_1 είναι ίσος με 0,9659. Για λόγους, όμως, ομοιομορφίας, τελικά, για τον Γ.Δ.Χ.Α.Α. το διάστημα 2005-2006, το μοντέλο που επιλέγεται είναι το $GARCH(1,1)$.

5.4 Εφαρμογή της VaR με τη μέθοδο διακύμανσης-συνδιακύμανσης

Η αποτίμηση του κινδύνου με τη μέθοδο διακύμανσης-συνδιακύμανσης στις αποδόσεις των τιμών των χρηματιστηριακών δεικτών, στηρίζεται στα αποτελέσματα της ανάλυσης της προηγούμενης ενότητας. Τα μικτά υποδείγματα για τα οποία ισχύει $p = 0, q = 1$ ή $p = 1, q = 0$, δηλαδή το $ARMA(0,1)$ και το $ARMA(1,0)$, είναι τα καταλληλότερα υποδείγματα για όλους τους δείκτες και στις δύο χρονικές περιόδους. Η χρήση του κριτηρίου Normalized BIC, όμως, για το δείκτη FTSE MIB τη χρονική περίοδο 2010-2011 και για το δείκτη PSI 20 την περίοδο 2005-2006, υποδεικνύει ως καλύτερο υπόδειγμα το $ARMA(1,1)$. Αξίζει να σημειωθεί ότι, η καλύτερη τιμή του κριτηρίου Normalized BIC για το Γ.Δ.Χ.Α.Α., τη χρονική περίοδο 2010-2011, εμφανίζεται σε δύο υποδείγματα, τα $ARMA(0,1)$ και $ARMA(1,0)$. Το υπόδειγμα στο οποίο στηρίζεται η εφαρμογή της μεθόδου VaR για το σύνολο των περιπτώσεων, είναι το $GARCH(1,1)$. Στον Πίνακα 5.11 παρουσιάζονται τα επιλεγμένα υποδείγματα $ARMA(p, q) - GARCH(m, s)$:

Πίνακας 5.11
Καταλληλότερα Υποδείγματα $ARMA(p,q)$ - $GARCH(m,s)$

| | Δείκτες | Χρονικά Διαστήματα | |
|----------------|------------|----------------------------|----------------------------|
| | | 2005-2006 | 2010-2011 |
| Group A | DAX | $ARMA(1,0)$ - $GARCH(1,1)$ | $ARMA(0,1)$ - $GARCH(1,1)$ |
| | CAC 40 | $ARMA(0,1)$ - $GARCH(1,1)$ | $ARMA(0,1)$ - $GARCH(1,1)$ |
| | BEL 20 | $ARMA(1,0)$ - $GARCH(1,1)$ | $ARMA(0,1)$ - $GARCH(1,1)$ |
| | ATX | $ARMA(1,0)$ - $GARCH(1,1)$ | $ARMA(1,0)$ - $GARCH(1,1)$ |
| Group B | IBEX 35 | $ARMA(0,1)$ - $GARCH(1,1)$ | $ARMA(0,1)$ - $GARCH(1,1)$ |
| | FTSE MIB | $ARMA(1,0)$ - $GARCH(1,1)$ | $ARMA(1,1)$ - $GARCH(1,1)$ |
| | PSI 20 | $ARMA(1,1)$ - $GARCH(1,1)$ | $ARMA(0,1)$ - $GARCH(1,1)$ |
| | Γ.Δ.Χ.Α.Α. | $ARMA(0,1)$ - $GARCH(1,1)$ | $ARMA(0,1)$ - $GARCH(1,1)$ |

Οι τιμές της VaR των αποδόσεων των οκτώ χρηματιστηριακών δεικτών προκύπτουν από τον εξής τύπο:

$$VaR = -a \cdot \sigma_t \quad (5.1)$$

όπου με a ορίζεται η κριτική τιμή για το καθορισμένο επίπεδο εμπιστοσύνης και με σ_t η υπό συνθήκη τυπική απόκλιση της χρονοσειράς. Στον τύπο (5.1), δε συμπεριλαμβάνεται η μέση τιμή, διότι έχει δειχθεί ότι οι μέσες τιμές όλων των χρονοσειρών βρίσκονται κοντά στο μηδέν. Η κριτική τιμή a λαμβάνει τις τιμές, 1,65 και 2,33, για επίπεδο εμπιστοσύνης 95% και για επίπεδο εμπιστοσύνης 99%, αντίστοιχα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι για την ανάλυση έχει υποτεθεί τυπική κανονική κατανομή. Η υπό συνθήκη τυπική απόκλιση της κάθε χρονοσειράς υπολογίζεται με βάση το βέλτιστο $GARCH(m, s)$ υπόδειγμα που επιλέχθηκε για καθμία από αυτές, το $GARCH(1,1)$. Ο Πίνακας 5.12 περιλαμβάνει τις τιμές της υπό συνθήκη τυπικής απόκλισης των χρηματιστηριακών δεικτών σε καθένα από τα δύο χρονικά διαστήματα:

Πίνακας 5.12
Υπό Συνθήκη Τυπική Απόκλιση των Καταλληλότερων Υποδειγμάτων

| | | Χρονικά Διαστήματα | |
|----------------|------------|--------------------|-----------|
| | | 2005-2006 | 2010-2011 |
| Δείκτες | | σ_t | |
| Group A | DAX | 0,008719 | 0,015217 |
| | CAC 40 | 0,008161 | 0,016463 |
| | BEL 20 | 0,007209 | 0,014110 |
| | ATX | 0,010984 | 0,016935 |
| Group B | IBEX 35 | 0,007478 | 0,018284 |
| | FTSE MIB | 0,007393 | 0,018692 |
| | PSI 20 | 0,005537 | 0,014654 |
| | Γ.Δ.Χ.Α.Α. | 0,022393 | 0,031561 |

Στον Πίνακα 5.12 απεικονίζονται οι τιμές της υπό συνθήκη τυπικής απόκλισης για το σύνολο των χρονοσειρών, λαμβάνοντας υπόψιν τα καλύτερα $GARCH(m, s)$ υποδείγματα του Πίνακα 5.11. Οι τιμές αυτές αξιοποιούνται για τον προσδιορισμό της VaR των αποδόσεων των χρηματιστηριακών δεικτών. Από τη σχέση (5.1), προκύπτουν οι ζητούμενες τιμές της VaR κάθε δείκτη, στις δύο χρονικές περιόδους και στα δύο διαστήματα εμπιστοσύνης. Στον Πίνακα 5.13, στον οποίο συνοψίζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης, συμπεριλαμβάνονται πέραν των τιμών της VaR, οι μέσες τιμές της VaR των αποδόσεων των δεικτών, για τις χώρες του ευρωπαϊκού Βορρά (Group A), οι αντίστοιχες τιμές για τον ευρωπαϊκό Νότο (Group B), σε κάθε περίοδο και διάστημα εμπιστοσύνης. Τέλος, παρουσιάζονται οι συνολικοί μέσοι όροι, για κάθε χρονική περίοδο και διάστημα εμπιστοσύνης.

Πίνακας 5.13
Προσδιορισμός της VaR των Αποδόσεων των Δεικτών με τη Μέθοδο
Διακύμανσης-Συνδιακύμανσης

| | | Χρονικά Διαστήματα | | | |
|----------------------|------------|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | | 2005-2006 | | 2010-2011 | |
| | | Επίπεδα Εμπιστοσύνης | | | |
| | Δείκτες | 95% | 99% | 95% | 99% |
| Group A | DAX | -0,01438 | -0,02031 | -0,0251 | -0,03545 |
| | CAC 40 | -0,01346 | -0,01901 | -0,02716 | -0,03835 |
| | BEL 20 | -0,01189 | -0,01679 | -0,02328 | -0,03287 |
| | ATX | -0,01812 | -0,02559 | -0,02794 | -0,03945 |
| | Μέσος Όρος | -0,01446 | -0,02043 | -0,02587 | -0,03653 |
| Group B | IBEX 35 | -0,01233 | -0,01742 | -0,03016 | -0,0426 |
| | FTSE MIB | -0,01219 | -0,01722 | -0,03084 | -0,04355 |
| | PSI 20 | -0,00913 | -0,0129 | -0,02417 | -0,03414 |
| | Γ.Δ.Χ.Α.Α. | -0,03694 | -0,05217 | -0,05207 | -0,07353 |
| | Μέσος Όρος | -0,01765 | -0,02493 | -0,03431 | -0,04846 |
| Συνολικός Μέσος Όρος | | -0,01606 | -0,02268 | -0,03009 | -0,04249 |

Οι τιμές της VaR του Πίνακα 5.13 φανερώνουν πως για την περίοδο 2010-2011 οι απώλειες για κάθε χρηματιστηριακό δείκτη, του ευρωπαϊκού Βορρά (Group A) και του ευρωπαϊκού Νότου (Group B) και στα δύο επίπεδα εμπιστοσύνης, είναι μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες απώλειες της περιόδου 2005-2006. Το αποτέλεσμα αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι το διάστημα 2010-2011, σε αντίθεση με το 2005-2006, έπεται της παγκόσμιας χρηματοπιστωτικής κρίσης, η οποία αδιαμφισβήτητα επηρέασε την πορεία των οικονομιών όλης της Ευρώπης και είχε αντίκτυπο και στην εξέλιξη των κύριων χρηματιστηριακών δεικτών της ηπείρου. Οι μέσες τιμές της VaR αποτυπώνουν με ξεκάθαρο τρόπο αυτό το συμπέρασμα. Οι μέσοι όροι των τιμών της VaR των αποδόσεων των δεικτών για τη χρονική περίοδο 2005-2006 είναι -0,01606 ή -1,606% σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95% και -0,02268 ή -2,268% σε επίπεδο εμπιστοσύνης 99%. Οι αντίστοιχες τιμές για την περίοδο 2010-2011 είναι -3,009% και -4,249%.

Οι διαφορές στο ύψος της VaR μεταξύ των χωρών του ευρωπαϊκού Βορρά (Group A) και του Νότου (Group B), γίνονται περισσότερο αισθητές κατά την περίοδο 2010-2011, μετά, δηλαδή, τη χρηματοπιστωτική κρίση. Οι απώλειες που καταγράφονται αυτή την περίοδο για τους δείκτες του Group B, οι οποίοι ανήκουν σε χρηματιστήρια χωρών του ευρωπαϊκού Νότου, είναι κατά μέσο όρο 3,431% και 4,846% σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%, 99%, αντίστοιχα. Οι αντίστοιχες απώλειες για τους δείκτες χωρών του Group A είναι μικρότερες, συγκεκριμένα 2,587% και 3,653%. Η ανάλυση για το διάστημα 2005-2006, οδηγεί στο συμπέρασμα ότι και σε αυτή την περίπτωση οι απώλειες των δεικτών του Group B είναι μεγαλύτερες από αυτές του

Group A, με τις μέσες τιμές αυτή τη φορά να μην απέχουν όσο στο διάστημα 2010-2011.

Ο δείκτης για τον οποίο καταγράφεται ο μεγαλύτερος κίνδυνος και στο Group A και στο Group B, για τις δύο χρονικές περιόδους και για τα δύο διαστήματα εμπιστοσύνης, είναι ο Γ.Δ.Χ.Α.Α. Από το Group A, οι μεγαλύτερες απώλειες παρατηρούνται στον αυστριακό δείκτη ATX και για τις δύο χρονικές περιόδους, ενώ οι μικρότερες στο βελγικό BEL 20. Οι απώλειες για το δείκτη DAX κατά τη διάρκεια της περιόδου 2005-2006 είναι μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες του CAC 40, ενώ το αντίστροφο ισχύει για την περίοδο 2010-2011. Στο Group B ο δείκτης με το μικρότερο κίνδυνο και στις δύο περιόδους είναι ο PSI 20. Επίσης, ο PSI 20 έχει τις μικρότερες απώλειες τη χρονική περίοδο 2005-2006, σε σύγκριση με τους δείκτες του Group A και του Group B. Ο IBEX 35 κατά την περίοδο 2005-2006 παρουσιάζει περισσότερες απώλειες έναντι του FTSE MIB. Την περίοδο 2010-2011 ο κίνδυνος που καταγράφεται στο δείκτη FTSE MIB είναι μεγαλύτερος του κινδύνου του δείκτη IBEX 35.

5.5 Εφαρμογή της VaR με τη μέθοδο ιστορικής προσομοίωσης

Επιπλέον, ύστερα από τον υπολογισμό της VaR με τη μέθοδο διακύμανσης-συνδιακύμανσης, επιλέγεται και η **μέθοδος της ιστορικής προσομοίωσης** (historical simulation) για την εύρεση της VaR των αποδόσεων των οκτώ χρηματιστηριακών δεικτών. Η διαδικασία, η οποία ακολουθείται για τον προσδιορισμό της VaR, είναι λιγότερο σύνθετη και χρονοβόρα, σε σύγκριση με αυτή της μεθόδου διακύμανσης-συνδιακύμανσης. Συγκεκριμένα, η VaR της απόδοσης κάθε δείκτη, για κάθε χρονικό διάστημα και για κάθε επίπεδο εμπιστοσύνης, υπολογίζεται με τον εξής τρόπο: Αρχικά, οι τιμές των αποδόσεων για κάθε δείκτη σε καθεμία από τις δύο χρονικές περιόδους, που δίνονται από τη σχέση $R_t = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}}$, ταξινομούνται από τη μικρότερη στη μεγαλύτερη, δηλαδή από τη χειρότερη στην καλύτερη. Στη συνέχεια, υπολογίζεται το πλήθος των παρατηρήσεων που βρίσκονται στην αριστερή ουρά, δηλαδή στο αριστερό άκρο της κατανομής.

Αυτό επιτυγχάνεται πολλαπλασιάζοντας το συνολικό πλήθος των παρατηρήσεων, δηλαδή το πλήθος των αποδόσεων των δεικτών σε κάθε χρονική περίοδο, με το επίπεδο σημαντικότητας. Το επίπεδο σημαντικότητας, δεδομένου ότι η ανάλυση βασίζεται σε δύο επίπεδα εμπιστοσύνης, 95% και 99%, ορίζεται στη μία περίπτωση 5% και στην άλλη 1%. Από το αποτέλεσμα του πολλαπλασιασμού και ανατρέχοντας στη στήλη του Microsoft Excel με τις ταξινομημένες αποδόσεις των χρηματιστηριακών δεικτών, στην παρατήρηση που υποδεικνύεται από τον πολλαπλασιασμό, βρίσκεται η VaR των αποδόσεων για κάθε δείκτη. Οι τιμές της VaR που προκύπτουν με τη μέθοδο της ιστορικής προσομοίωσης, παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.14. Ο Πίνακας 5.14 περιλαμβάνει, όπως και ο αντίστοιχος Πίνακας 5.13 της μεθόδου διακύμανσης-συνδιακύμανσης, τους μέσους όρους των τιμών της VaR των αποδόσεων των δεικτών, για το Group A (ευρωπαϊκός Βορράς) και για το Group B

(ευρωπαϊκός Νότος). Ακόμα, περιέχει και τους συνολικούς μέσους όρους, για κάθε χρονική περίοδο και για κάθε επίπεδο εμπιστοσύνης.

Πίνακας 5.14
Προσδιορισμός της VaR των Αποδόσεων των Δεικτών με τη Μέθοδο
Ιστορικής Προσομοίωσης

| | | Χρονικά Διαστήματα | | | |
|----------------------|------------|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | | 2005-2006 | | 2010-2011 | |
| | | Επίπεδα Εμπιστοσύνης | | | |
| | Δείκτες | 95% | 99% | 95% | 99% |
| Group A | DAX | -0,01506 | -0,02286 | -0,02474 | -0,05017 |
| | CAC 40 | -0,01274 | -0,02402 | -0,02741 | -0,04732 |
| | BEL 20 | -0,01045 | -0,02339 | -0,02317 | -0,03759 |
| | ATX | -0,01698 | -0,03368 | -0,02998 | -0,04761 |
| | Μέσος Όρος | -0,01381 | -0,02599 | -0,02633 | -0,04567 |
| Group B | IBEX 35 | -0,01086 | -0,02235 | -0,02933 | -0,05408 |
| | FTSE MIB | -0,01223 | -0,02256 | -0,03450 | -0,05162 |
| | PSI 20 | -0,00850 | -0,01466 | -0,02496 | -0,04265 |
| | Γ.Δ.Χ.Α.Α. | -0,02692 | -0,05418 | -0,04753 | -0,06766 |
| | Μέσος Όρος | -0,01463 | -0,02844 | -0,03408 | -0,05400 |
| Συνολικός Μέσος Όρος | | -0,01422 | -0,02721 | -0,03020 | -0,04984 |

Τα αποτελέσματα των τιμών της VaR του Πίνακα 5.14 είναι αρκετά κοντά στα αποτελέσματα του Πίνακα 5.13, που απεικονίζει τις τιμές της VaR με τη μέθοδο της διακύμανσης-συνδιακύμανσης. Η περίοδος 2010-2011, για όλους τους δείκτες, τόσο του Group A όσο και του Group B, είναι αυτή στην οποία παρατηρήθηκαν περισσότερες απώλειες, σε σχέση με την περίοδο 2005-2006. Οι μέσες τιμές της VaR για τη χρονική περίοδο 2005-2006 είναι -0,01422 ή -1,422% σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95% και -0,02721 ή -2,721% σε επίπεδο εμπιστοσύνης 99%. Για το χρονικό διάστημα 2010-2011 οι αντίστοιχες τιμές είναι -3,02% και -4,984%.

Οι απώλειες των χρηματιστηριακών δεικτών του Group B είναι μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες του Group A. Το γεγονός αυτό γίνεται φανερό και στις δύο περιόδους, αλλά ιδιαίτερα την περίοδο 2010-2011. Οι απώλειες των δεικτών του Group B, σε αυτό το διάστημα, είναι κατά μέσο όρο 3,408% και 5,4% σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%, 99%, αντίστοιχα. Οι αντίστοιχες απώλειες των δεικτών του Group A είναι 2,633% και 4,567%. Ο Γ.Δ.Χ.Α.Α. και με την εφαρμογή της μεθόδου της ιστορικής προσομοίωσης, καταγράφει τις σημαντικότερες απώλειες, στα δύο χρονικά διαστήματα και στα δύο διαστήματα εμπιστοσύνης.

Ο ATX είναι ο δείκτης που παρουσιάζει μεγαλύτερο κίνδυνο για το Group A, εκτός από την περίοδο 2010-2011 με επίπεδο εμπιστοσύνης 99%. Ο γερμανικός δείκτης DAX έχει μεγαλύτερες απώλειες από κάθε άλλο δείκτη του Group A, σε αυτή

την περίπτωση. Στους δείκτες DAX, CAC 40 παρατηρούνται παρόμοιες απώλειες και στις δύο περιόδους. Με το δείκτη BEL 20, καταγράφονται οι μικρότερες απώλειες στο Group A, με εξαίρεση την περίοδο 2005-2006 με επίπεδο εμπιστοσύνης 99%, όπου ο DAX παρουσιάζει το μικρότερο κίνδυνο.

Ο FTSE MIB είναι ο δεύτερος, σε απώλειες, δείκτης μετά το Γ.Δ.Χ.Α.Α. στο Group B και για τις δύο χρονικές περιόδους και για τα δύο διαστήματα εμπιστοσύνης. Αυτό δε συμβαίνει κατά την περίοδο 2010-2011 και με διάστημα εμπιστοσύνης 99%, καθώς με τον IBEX 35 παρατηρείται μεγαλύτερος κίνδυνος, τότε. Τέλος, ο δείκτης PSI 20 παρουσιάζει και στα δύο χρονικά διαστήματα και στα δύο επίπεδα εμπιστοσύνης το μικρότερο κίνδυνο σε σχέση με τους υπόλοιπους δείκτες του Group B, αλλά και το μικρότερο κίνδυνο μεταξύ όλων των δεικτών για την περίοδο 2005-2006.

5.6 Σύγκριση των δύο μεθόδων

Η εφαρμογή των δύο μεθόδων, της μεθόδου διακύμανσης-συνδιακύμανσης και της μεθόδου ιστορικής προσομοίωσης, οδηγεί σε ορισμένα παρόμοια συμπεράσματα. Αρχικά, κατά τη χρονική περίοδο 2010-2011 καταγράφονται περισσότερες απώλειες συγκριτικά με την περίοδο 2005-2006 και με τις δύο μεθόδους. Το αποτέλεσμα αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι η περίοδος 2010-2011, σε αντίθεση με την περίοδο 2005-2006, επηρεάζεται από τη χρηματοπιστωτική κρίση. Η διαπίστωση αυτή γίνεται φανερή εξετάζοντας τις τιμές της VaR, για το Group A, το Group B και για τα δύο διαστήματα εμπιστοσύνης. Ακόμα, οι δύο μέθοδοι καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι ο κίνδυνος που παρατηρείται στις χώρες του ευρωπαϊκού Νότου (Group B) είναι μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο των χωρών του ευρωπαϊκού Βορρά (Group A). Το αποτέλεσμα αυτό συναντάται και στις δύο περιόδους, ιδιαίτερα την περίοδο 2010-2011.

Πιο συγκεκριμένα, ο Γ.Δ.Χ.Α.Α. με τη χρήση και των δύο μεθόδων, εμφανίζει τις μεγαλύτερες απώλειες, στις δύο χρονικές περιόδους και στα δύο επίπεδα εμπιστοσύνης, σε σύγκριση με όλους τους δείκτες. Ακόμα, με το δείκτη BEL 20 παρατηρούνται οι λιγότερες απώλειες, όσον αφορά το Group A, με τη μέθοδο διακύμανσης-συνδιακύμανσης και με τη μέθοδο ιστορικής προσομοίωσης, αλλά και συνολικά, για την περίοδο 2010-2011. Ο ATX, επίσης, είναι ο δείκτης με το μεγαλύτερο κίνδυνο για το Group A και με τις δύο μεθόδους. Τέλος, ο δείκτης PSI 20 έχει το μικρότερο κίνδυνο μεταξύ των δεικτών του Group B, αλλά και το μικρότερο κίνδυνο για τις χώρες του Βορρά και του Νότου την περίοδο 2005-2006 και με τις δύο μεθόδους.

Από την εφαρμογή, όμως, των δύο αυτών μεθόδων προέκυψαν και κάποιες διαφορές. Οι κίνδυνοι που καταγράφονται με τη μέθοδο της ιστορικής προσομοίωσης, συνολικά, είναι υψηλότεροι από τους αντίστοιχους με τη μέθοδο διακύμανσης-συνδιακύμανσης. Ο υπολογισμός της VaR με τη μέθοδο της διακύμανσης-συνδιακύμανσης οδηγεί σε μεγαλύτερες απώλειες, μόνο, την περίοδο

2005-2006 με επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Επιπλέον, την περίοδο 2010-2011 και σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%, ο κίνδυνος που παρατηρείται με τη χρήση των δύο μεθόδων, διαφέρει ελάχιστα. Συνεπώς, οι αποκλίσεις των τιμών της VaR μεταξύ των δύο μεθόδων, γίνονται πιο ξεκάθαρα αντιληπτές όταν το επίπεδο εμπιστοσύνης είναι 99%. Αξίζει να σημειωθεί, ότι την περίοδο 2010-2011 με επίπεδο εμπιστοσύνης 99%, οι διαφορές μεταξύ των δύο μεθόδων είναι πιο έντονες σε σχέση με τις αντίστοιχες της περιόδου 2005-2006, για το Group A και το Group B.

5.7 Συμπεράσματα

Στη σημερινή εποχή η έννοια του κινδύνου θεωρείται, δικαίως, άμεσα συνυφασμένη με την οικονομική ζωή ατόμων και επιχειρήσεων. Κατά το παρελθόν, δόθηκαν αρκετοί ορισμοί, οι οποίοι αποτύπωσαν τη σημασία του. Σε κάθε περίπτωση, ο κίνδυνος που απορρέει από μία οικονομική δραστηριότητα, θα πρέπει να εξετάζεται παράλληλα με την απόδοση αυτής της δραστηριότητας. Η σχέση κινδύνου και απόδοσης είναι, κατά βάση, θετική. Αυτό σημαίνει πως οι δραστηριότητες ή οι επενδύσεις, οι οποίες εμπεριέχουν υψηλού βαθμού ρίσκο (κίνδυνο), είναι πολύ πιθανό να προσφέρουν μεγαλύτερη απόδοση. Αντίθετα, χαμηλού ρίσκου επενδύσεις, δεν είναι σύνηθες να συνδέονται με υψηλές αποδόσεις.

Ο προσδιορισμός του κινδύνου είναι ένα ζήτημα που έχει απασχολήσει την επιστημονική κοινότητα στην πορεία του χρόνου. Μία από τις πιο γνωστές, πλέον, μεθόδους μέτρησης του κινδύνου είναι η αξία σε κίνδυνο (VaR). Η VaR χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο από επιχειρήσεις και οργανισμούς, καθώς παρέχει τη δυνατότητα της συγκέντρωσης του συνολικού κινδύνου σε έναν αριθμό. Η ευκολία και η ταχύτητα με την υπολογίζεται, δίνει την ευκαιρία στις επιχειρήσεις να καθορίζουν με ακρίβεια τους κινδύνους που τις απειλούν και τους στόχους που θα θέσουν για το μέλλον. Τα δύο αυτά χαρακτηριστικά της, την έχουν αναγάγει σε μία ιδιαίτερα ελκυστική, όσο και απαραίτητη μέθοδο υπολογισμού του κινδύνου.

Στην παρούσα εργασία, οι μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό της VaR, ήταν δύο: η μέθοδος διακύμανσης-συνδιακύμανσης και η μέθοδος της ιστορικής προσομοίωσης. Η μελέτη βασίστηκε στις ημερήσιες τιμές κλεισίματος οκτώ χρηματιστηριακών δεικτών ευρωπαϊκών χρηματιστηρίων, τεσσάρων του Βορρά και ισάριθμων του Νότου, σε δύο διαφορετικές χρονικές περιόδους, μία πριν και μία μετά την κρίση του 2008. Η εφαρμογή της μεθόδου VaR στις αποδόσεις των τιμών των δεικτών οδήγησε σε παρόμοια αποτελέσματα και στις δύο περιπτώσεις. Κατά κύριο λόγο, ανέδειξε το σημαντικό ρόλο, τον οποίο διαδραμάτισε η παγκόσμια χρηματοπιστωτική κρίση του 2008 στην πορεία των χρηματιστηριακών δεικτών της Ευρώπης.

Στο χρονικό διάστημα 2010-2011 κατεγράφησαν μεγαλύτερες απώλειες σε σχέση με την περίοδο 2005-2006, τόσο για το Group A (Βορράς), όσο και για το Group B (Νότος). Επιπλέον, αξίζει να σημειωθεί ότι οι μέσες τιμές της VaR για τους δείκτες του Group B και στις δύο περιόδους, υποδεικνύουν υψηλότερο κίνδυνο σε σύγκριση

με τις αντίστοιχες τιμές του Group A. Η διαπίστωση αυτή γίνεται ιδιαίτερα εμφανής την περίοδο 2010-2011, γεγονός που φανερώνει ότι οι οικονομίες του ευρωπαϊκού Νότου επλήγησαν σε μεγαλύτερο βαθμό από την κρίση του 2008 σε σύγκριση με τις αντίστοιχες του Βορρά.

Εν κατακλείδι, επιχειρήσεις και οργανισμοί οφείλουν να είναι σε θέση να μετριάσουν τους κινδύνους που αντιμετωπίζουν. Η διαδικασία, η οποία αξιοποιείται για αυτό το σκοπό, είναι εκείνη της διαχείρισης κινδύνου. Η διαχείριση κινδύνου αποτελεί προτεραιότητα, σήμερα, για τις οικονομικές μονάδες. Η υιοθέτησή της από αυτές αποβλέπει στον, όσο το δυνατόν, καλύτερο και αποτελεσματικότερο έλεγχο των κινδύνων που συναντούν καθημερινά. Δε θα πρέπει να παραληφθεί, όμως, ότι η σωστή εφαρμογή της απαιτεί τη διάθεση σημαντικών κεφαλαίων από την πλευρά της επιχείρησης και ταυτόχρονα, την επιλογή του κατάλληλου προσωπικού για τη στελέχωσή της.

Στην περίπτωση που ορισμένες επιχειρήσεις συνειδητά υποβαθμίσουν τη σημασία της διαχείρισης κινδύνου, τότε οι συνέπειες μπορεί να αποβούν καταστροφικές και να μην περιοριστούν στα στενά πλαίσια της επιχείρησης. Η χρηματοπιστωτική κρίση του 2008, η οποία προκλήθηκε από την κρίση στην αγορά ακινήτων των ΗΠΑ, είναι ένα πρόσφατο και χαρακτηριστικό παράδειγμα κακής διαχείρισης κινδύνου. Οι ολέθριες επιπτώσεις της έγιναν αντιληπτές παγκοσμίως και επιβράδυναν σημαντικά την οικονομική ανάπτυξη για αρκετά χρόνια. Τελικά, η ικανότητα επιχειρήσεων, οργανισμών και ατόμων να διαβλέπουν και να αντιμετωπίζουν με επιτυχία κινδύνους, επηρεάζει τη βιωσιμότητα και την ευημερία, όχι μόνο μεμονωμένων οικονομικών μονάδων, αλλά και της οικονομίας στο σύνολό της.

5.8 Ανακεφαλαίωση

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάστηκε ο υπολογισμός της VaR των αποδόσεων οκτώ ευρωπαϊκών χρηματιστηριακών δεικτών. Τα δεδομένα της εργασίας αφορούσαν δύο χρονικά διαστήματα, ένα πριν (2005-2006) και ένα μετά (2010-2011) τη χρηματοπιστωτική κρίση. Αρχικά, προσδιορίστηκαν οι αποδόσεις των δεικτών και έγινε εκτενής ανάλυση των δεδομένων, μέσω του υπολογισμού ορισμένων περιγραφικών μέτρων των αποδόσεων, αλλά και της διαγραμματικής απεικόνισης αυτών. Στη συνέχεια, χρησιμοποιήθηκαν δύο μέθοδοι, της διακύμανσης-συνδιακύμανσης και της ιστορικής προσομοίωσης, για τον υπολογισμό της VaR.

Στην περίπτωση της μεθόδου διακύμανσης-συνδιακύμανσης υπολογίστηκαν τα καλύτερα $ARMA(p, q)$ υποδείγματα για κάθε χρονοσειρά, με τη βοήθεια της μεθόδου Box-Jenkins. Ακόμα, βρέθηκαν τα πιο κατάλληλα $GARCH(m, s)$ υποδείγματα, μέσω του πληροφοριακού κριτηρίου AIC. Η ανάλυση αυτή οδήγησε στην εύρεση της VaR για κάθε δείκτη, χρονικό διάστημα και επίπεδο εμπιστοσύνης. Επίσης, εφαρμόστηκε και η μέθοδος της ιστορικής προσομοίωσης, αξιοποιώντας τις τιμές των αποδόσεων των δεικτών, για τον υπολογισμό της VaR. Οι τιμές της VaR

απεικονίστηκαν σε δύο πίνακες, ένα για κάθε μέθοδο. Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε σύγκριση μεταξύ των δύο μεθόδων και παρουσιάστηκαν τα τελικά συμπεράσματα.

Βιβλιογραφία

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Σφακιανός Γ. (1998), «Τεχνική των συναλλαγών», Αθήνα
- Χολέβας Ι. (1995), «Τι πρέπει να γνωρίζουμε για το χρηματιστήριο», Εκδόσεις Interbooks, 2η Έκδοση, Αθήνα
- Κοτίτσας Γ. (1979), «Χρηματιστήριο Αξιών Αθηνών, Οργάνωση - Λειτουργία – Επενδύσεις», Έκδοση Χρηματιστηρίου Αθηνών, Αθήνα
- Φουρτούνας Α. (2011), «Χρηματικές Επενδύσεις & Χρηματοοικονομικά Εργαλεία»
- Λιακοπούλου Θ. (2002), «Η ιστορία του ελληνικού Χρηματιστηρίου μέσα από τις κρίσεις που το σημάδεψαν...», Καθημερινή
- Αγγελόπουλος Π. (2013), «Τράπεζες και Χρηματοπιστωτικό Σύστημα: Αγορές, Προϊόντα, Κίνδυνοι», Εκδόσεις Α. Σταμούλης, Δ' Ανανεωμένη Έκδοση, Αθήνα
- Βούλγαρη - Παπαγεωργίου Ε. (2002), «Χρηματιστήριο Αξιών και Χρηματιστήριο Παραγώγων», Εκδόσεις Σύγχρονη Εκδοτική, 5η Έκδοση, Αθήνα
- Γαβριηλίδης Α. (2019), «Χρηματιστήριο: Κίνδυνοι και αποδόσεις»
- Αγιακλόγλου Χ., Σημειώσεις, «Time Series Analysis», Πανεπιστήμιο Πειραιώς
- Ανθρωπέλος Μ., Σημειώσεις, «Διαχείριση Χαρτοφυλακίου Επενδύσεων», Πανεπιστήμιο Πειραιώς
- Γκλεζάκος Μ. (2016) Συνοπτικές Σημειώσεις, «Διαχείριση Χαρτοφυλακίου Επενδύσεων», Πανεπιστήμιο Πειραιώς
- Τήνιος Π. (2017), Σημειώσεις, «Οικονομική της Ασφάλισης», Πανεπιστήμιο Πειραιώς
- Λελεδάκης Γ. (2017), «Ανάλυση και Διαχείριση Χαρτοφυλακίου», Εκδόσεις Οικονομικού Πανεπιστημίου Αθηνών
- Ακκίζίδης Ι., Καλύβας Λ. (2005), «Πώς αντιμετωπίζεται ο λειτουργικός κίνδυνος», Καθημερινή
- Μελάς Κ. (2011), Σύγχρονες κρίσεις του Παγκόσμιου Χρηματοπιστωτικού Συστήματος, Εκδόσεις Α. Α. Λιβάνη
- Δράκος Κ., Σημειώσεις, «Risk Management», Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Ξένη Βιβλιογραφία

- Vaughan E. J., Vaughan T. M. (2013), «Fundamentals of Risk and Insurance», Eleventh Edition
- Matthews K., Thompson J. (2005), «The Economics of Banking», Wiley J. & Sons
- Knight F. (1921), «Risk, Uncertainty, and Profit», Signalman Publishing
- Dionne G. (2013), «Risk Management: History, Definition and Critique», Montreal
- Field P. (2003), «Modern Risk Management: A History», London
- Maylor H. (2003), «Διαχείριση Έργων», Τρίτη Αγγλική Έκδοση, Εκδόσεις Κλειδάριθμος
- Montana P., Charnov B., «Μάνατζμεντ», Δεύτερη Αμερικανική Έκδοση, Εκδόσεις Κλειδάριθμος (σειρά οικονομία & επιχείρηση)
- Hull J. C. (2015), «Risk Management and Financial Institution», Fourth Edition
- Dowd K. (2002), «Measuring Market Risk», Second Edition
- Linsmeier T., Pearson N. (1996), «Risk Measurement: An Introduction to Value at Risk»
- Nocera J. (2009), «Risk Mismanagement», New York Times
- Shumway R. H., Stoffer D. S. (2016), «Time Series Analysis and Its Applications», Fourth Edition
- Tsay R. S. (2002), «Analysis of Financial Time Series», John Wiley & Sons, Inc.
- Adhikari R. (2013), «An Introductory Study on Time Series Modeling and Forecasting»
- Brockwell P. J., Davis R. A. (2002), «Introduction to Time Series and Forecasting», Second Edition
- Box G., Jenkins G. (1970), «Time Series Analysis: Forecasting and Control»
- Commandeur J., Koopman S. (2007), «An Introduction to State Space Time Series Analysis»
- Mapa D.S., De Guzman A. M. (2004), « The Generalized AutoRegressive Conditional Heteroskedasticity Parkinson Range (GARCH-PARK-R) Model for Forecasting Financial Volatility»

Διαδικτυακές Πηγές

<https://www.euretirio.com/agores-kefalaiou/>

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A7%CF%81%CE%B7%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B9%CE%BF>

<https://www.euretirio.com/protogenis-agera/>

<https://www.euretirio.com/defterogenis-agera/>

<https://el.talkingofmoney.com/what-is-difference-between-primary-and-secondary-market>

<http://eranistis.net/wordpress/2017/10/11/%CE%BF-%CF%84%CE%B6%CE%BF%CE%BD-%CE%BC%CE%AD%CE%B9%CE%BD%CE%B1%CF%81%CE%BD%CF%84-%CE%BA%CE%AD%CE%B9%CE%BD%CF%82-%CE%B3%CE%B9%CE%B1-%CF%84%CE%BF-%CF%87%CF%81%CE%B7%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CF%83%CF%84/>

<http://eranistis.net/wordpress/2017/10/11/%CE%BF-%CF%84%CE%B6%CE%BF%CE%BD-%CE%BC%CE%AD%CE%B9%CE%BD%CE%B1%CF%81%CE%BD%CF%84-%CE%BA%CE%AD%CE%B9%CE%BD%CF%82-%CE%B3%CE%B9%CE%B1-%CF%84%CE%BF-%CF%87%CF%81%CE%B7%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CF%83%CF%84/>

<http://eranistis.net/wordpress/2017/10/11/%CE%BF-%CF%84%CE%B6%CE%BF%CE%BD-%CE%BC%CE%AD%CE%B9%CE%BD%CE%B1%CF%81%CE%BD%CF%84-%CE%BA%CE%AD%CE%B9%CE%BD%CF%82-%CE%B3%CE%B9%CE%B1-%CF%84%CE%BF-%CF%87%CF%81%CE%B7%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CF%83%CF%84/>

<http://eranistis.net/wordpress/2017/10/11/%CE%BF-%CF%84%CE%B6%CE%BF%CE%BD-%CE%BC%CE%AD%CE%B9%CE%BD%CE%B1%CF%81%CE%BD%CF%84-%CE%BA%CE%AD%CE%B9%CE%BD%CF%82-%CE%B3%CE%B9%CE%B1-%CF%84%CE%BF-%CF%87%CF%81%CE%B7%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CF%83%CF%84/>

<http://eranistis.net/wordpress/2017/10/11/%CE%BF-%CF%84%CE%B6%CE%BF%CE%BD-%CE%BC%CE%AD%CE%B9%CE%BD%CE%B1%CF%81%CE%BD%CF%84-%CE%BA%CE%AD%CE%B9%CE%BD%CF%82-%CE%B3%CE%B9%CE%B1-%CF%84%CE%BF-%CF%87%CF%81%CE%B7%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CF%83%CF%84/>

<http://eranistis.net/wordpress/2017/10/11/%CE%BF-%CF%84%CE%B6%CE%BF%CE%BD-%CE%BC%CE%AD%CE%B9%CE%BD%CE%B1%CF%81%CE%BD%CF%84-%CE%BA%CE%AD%CE%B9%CE%BD%CF%82-%CE%B3%CE%B9%CE%B1-%CF%84%CE%BF-%CF%87%CF%81%CE%B7%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CF%83%CF%84/>

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A7%CF%81%CE%B7%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B9%CE%BF_%CE%B1%CE%BE%CE%B9%CF%8E%CE%BD

<https://www.kathimerini.gr/127004/article/oikonomia/epixeirhseis/h-istoria-toy-ellhnikoy-xrhmatisthrioy-mesa-apo-tis-kriseis-poy-to-shmadeyan>

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%95%CE%BB%CE%BB%CE%B7%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CF%8C_%CF%87%CF%81%CE%B7%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CF%8C_%CE%BA%CF%81%CE%B1%CF%87_%CF%84%CE%BF%CF%85_1999

<https://www.dailyeconomics.gr/oikonomikoi-oroi/chrhmatisthrio>

<http://www.helex.gr/el/web/guest/listing>

https://www.flowmagazine.gr/xrimatistirio_kindunoi_kai_apodoseis/

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A7%CF%81%CE%B7%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B9%CE%BF_%CE%91%CE%B8%CE%B7%CE%BD%CF%8E%CE%BD

<https://capital.com/el/chrematisteriakos-deiktes-orismos>

<https://www.investopedia.com/terms/d/dax.asp>

<https://capital.com/trade-dax>

<https://www.investopedia.com/terms/c/cac40.asp>

<https://capital.com/cac-40-index-definition>

https://en.wikipedia.org/wiki/CAC_40

https://en.wikipedia.org/wiki/BEL_20

<https://capital.com/bel-20-index-definition>

<https://www.investopedia.com/terms/f/freefloatmethodology.asp>

https://en.wikipedia.org/wiki/Austrian_Traded_Index

<https://capital.com/vienna-stock-exchange>

<https://capital.com/ibex-35-index-definition>

<https://capital.com/trade-ibex>

<https://capital.com/ftse-mib-index-definition>

<https://www.strategystocks.co.uk/milan-stock-exchange-italian-index.html>

<https://capital.com/psi-20-index-definition>

<https://en.wikipedia.org/wiki/PSI-20>

<https://www.athexgroup.gr/el/web/guest/index-profile>

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A7%CF%81%CE%B7%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B9%CE%BF_%CE%91%CE%B8%CE%B7%CE%BD%CF%8E%CE%BD

<https://www.investopedia.com/terms/r/riskmanagement.asp>

[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9A%CE%AF%CE%BD%CE%B4%CF%85%CE%BD%CE%BF%CF%82_\(%CE%BF%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CE%BD%CE%BF%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CE%AC\)](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9A%CE%AF%CE%BD%CE%B4%CF%85%CE%BD%CE%BF%CF%82_(%CE%BF%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CE%BD%CE%BF%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CE%AC))

<https://www.investopedia.com/terms/m/marketrisk.asp>

<https://www.euretirio.com/nomikos-kindynos/>

<https://www.euroxx.gr/gr/content/page/%CE%BD%CE%BF%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82-%CE%BA%CE%B1%CE%BD%CE%BF%CE%BD%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82-%CE%BA%CE%AF%CE%BD%CE%B4%CF%85%CE%BD%CE%BF%CF%82-18>

<https://investinganswers.com/dictionary/l/liquidity-risk>

<http://dir.icap.gr/2322.asp>

https://www.allianz.com/en_GB/press/extra/knowledge/finance/150723-principles-of-risk.html

<https://processpolicy.com/history-risk-management.htm>

<https://www.investopedia.com/terms/c/capm.asp>

<http://www.zenwealth.com/businessfinanceonline/RR/CAPM.html>

<https://searchsecurity.techtarget.com/definition/risk-analysis>

https://www.theirm.org/media/886331/Risk_Management_Standard_Greek_000.pdf

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CE%B9%CE%B1%CF%87%CE%B5%CE%AF%CF%81%CE%B9%CF%83%CE%B7_%CE%9A%CE%B9%CE%BD%CE%B4%CF%8D%CE%BD%CE%BF%CF%85#%CE%91%CE%BD%CE%AC%CE%BB%CF%85%CF%83%CE%B7_%CE%BA%CE%B9%CE%BD%CE%B4%CF%8D%CE%BD%CE%BF%CF%85

<https://www.investopedia.com/ask/answers/041715/what-variancecovariance-matrix-or-parametric-method-value-risk-var.asp>

<https://www.investopedia.com/terms/m/montecarlosimulation.asp>

<https://www.investopedia.com/terms/s/stresstesting.asp>

<https://www.investopedia.com/ask/answers/041715/what-backtesting-value-risk-var.asp>

http://www.maths.qmul.ac.uk/~bb/TimeSeries/TS_Chapter4_6.pdf

<https://machinelearningmastery.com/gentle-introduction-box-jenkins-method-time-series-forecasting/>

https://en.wikipedia.org/wiki/Box%E2%80%93Jenkins_method

<https://www.investopedia.com/terms/a/autoregressive-conditional-heteroskedasticity.asp>

<https://www.investopedia.com/terms/g/generalizedautoregressiveconditionalheteroskedasticity.asp>

https://en.wikipedia.org/wiki/Moving-average_model

<https://www.investopedia.com/terms/a/autoregressive.asp>

<https://finance.yahoo.com/>

<https://gr.investing.com/indices/major-indices>