

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΤΜΗΜΑ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗΝ ΟΡΓΑΝΩΣΗ
ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ ΓΙΑ ΣΤΕΛΕΧΗ (E-MBA)

ΑΞΙΑ ΣΕ ΚΙΝΔΥΝΟ (VALUE-AT-RISK)
ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ

Επώνυμο:	Σαΐνης
Όνομα:	Θεόδωρος
A.M.	EMBA-0838

Επιβλέπων Καθηγητής: κ. Γεώργιος Αρτίκης
--

ΜΑΡΤΙΟΣ 2011

ΑΦΙΕΡΩΣΗ

Στη Σταυρούλα μου

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΡΡΑΙΑ

Ευχαριστίες

Για την εργασία αυτή θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Γεώργιο Αρτίκη για την ευκαιρία που μου προσέφερε να μελετήσω το συγκεκριμένο θέμα. Επίσης εκφράζω τις ευχαριστίες μου προς το οικογενειακό μου περιβάλλον για την ηθική υποστήριξη που μου παρείχε

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ	9
1.1. Αντικειμενικός Σκοπός.....	10
1.2. Μεθοδολογία Εργασίας.....	10
1.3. Χρησιμότητα.....	11
1.4. Διάρθρωση Εργασίας.....	12
1.5. Η έννοια του κινδύνου.....	12
2. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Η ΑΞΙΑ ΣΕ ΚΙΝΔΥΝΟ – ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΚΑΙ ΕΠΟΠΤΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ	16
2.1. Αξία σε Κίνδυνο (Value at Risk).....	16
2.2. Ο προσδιορισμός του κινδύνου πριν το VaR και εξελικτική πορεία των εργαλείων διαχείρισης και μέτρησής του.....	18
2.3. Συγκεκριμένα γεγονότα που συνέβαλαν στην ανάπτυξη της μεθόδου Αξία σε Κίνδυνο (VaR).....	20
2.4. Επιτροπή της Βασιλείας και VaR.....	21
2.5. Άλλες μέθοδοι αποτίμησης του κινδύνου.....	25
2.6. Μεθοδολογία ανάπτυξης της διαχείρισης κινδύνου σε συνδυασμό με τη μέθοδο VaR.....	26
2.7. VaR και Παράγωγα.....	27
3. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΑΞΙΑ ΣΕ ΚΙΝΔΥΝΟ – ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΑΙ	32
3.1. Ορισμός της Αξίας σε Κίνδυνο (VaR).....	32
3.2. Βασικές παράμετροι της μεθόδου Αξία σε Κίνδυνο.....	36
3.2.1. Επίπεδο Εμπιστοσύνης.....	36
3.2.2. Ορίζοντας πρόβλεψης.....	37
3.3. Επιλογή των VaR παραμέτρων.....	43
3.4. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της μεθόδου VaR.....	44
3.5. Περιορισμοί στη μέθοδο της VaR ως τρόπος προσδιορισμού του κινδύνου.....	45
4. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΑΞΙΑΣ ΣΕ ΚΙΝΔΥΝΟ.	48
4.1. Παραμετρικές προσεγγίσεις.....	49
4.1.1. Μέθοδος Διακύμανσης-Συνδιακύμανσης.....	50
4.1.2. Μέθοδος Delta-Normal.....	51
4.1.3. Μέθοδος Delta-Gamma.....	52
4.1.4. Μέθοδος Εκθετικά Σταθμισμένου Κινούμενου Μέσου Όρου (Exponentially Weighted Moving Average - EWMA).....	54
4.1.5. Εργαλεία εκτίμησης των τιμών που θα χρησιμοποιηθούν για την τιμή του VaR.....	56
4.2. Μη Παραμετρικές προσεγγίσεις.....	57
4.2.1. Μέθοδος Ιστορικής Προσομοίωσης.....	57
4.2.2. Προσομοίωση Monte Carlo.....	58
5. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΕΠΑΛΗΘΕΥΣΗ ΚΑΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ	61
5.1. Δοκιμές αντοχής (stress testing).....	62
5.2. Δοκιμαστικός εκ των υστέρων έλεγχος (back testing).....	65

5.3.	Πρακτική προσέγγιση των δοκιμαστικών εκ των υστέρων ελέγχων	67
6.1.	Εισαγωγή	72
6.2.	Δεδομένα και Μεθοδολογία	72
6.3.	Αποτελέσματα	76
6.4.	Σύγκριση αποτελεσμάτων	78
6.5.	Εναλλακτική προσέγγιση για τον προσδιορισμό του VaR	79
6.6.	Γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων	82
6.7.	Δοκιμές Ελέγχου	89
6.8.	Συμπεράσματα της εφαρμογής μέτρησης του VaR.....	93
7.1.	Συμπεράσματα	95
7.2.	Κατεύθυνση για περαιτέρω έρευνα.....	97
7.3.	Κίνδυνος Μοντέλου	98
7.4.	Ρευστότητα Αγοράς	98
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	100

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία μελετάται ο κίνδυνος αγοράς που προκύπτει για τα χρηματοπιστωτικά και επενδυτικά ιδρύματα και γίνεται μια εκτενής επισκόπηση της ευρέως διαδεδομένης μεθόδου «Αξία σε Κίνδυνο» που χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό του. Συγκεκριμένα, μετά από μία παρουσίαση της εξέλιξης του κινδύνου, ακολουθεί η θεωρητική προσέγγιση της μεθόδου όπου ορίζονται οι βασικές έννοιες της και συγχρόνως παρουσιάζονται οι βασικές μέθοδοι υπολογισμού του με τις απαραίτητες δοκιμές ελέγχου όπως αυτές πρέπει να εφαρμοστούν. Τέλος ακολούθησε μια πρακτική εφαρμογή για τον υπολογισμό της Αξίας σε Κίνδυνο για πέντε συγκεκριμένα χαρτοφυλάκια με στοιχεία που ελήφθησαν από το Χρηματιστήριο Αξιών Αθηνών συμπληρωμένη και με τις απαραίτητες δοκιμές αντοχής.

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 2.1: Απεικόνιση της διαφορετικής προσέγγισης των μεθόδων διαχείρισης κινδύνου για κατανομές πληρωμών παραγώγων.....	32
Σχήμα 3.1 : Κατανομή VaR – Απεικόνιση περιοχής της.....	33
Σχήμα 3.2: Απεικόνιση του VaR για επίπεδο εμπιστοσύνης 95 %.....	39
Σχήμα 3.3: Απεικόνιση του VaR για επίπεδο εμπιστοσύνης 99 %.....	40
Σχήμα 3.4: Σχέση του VaR με το επίπεδο εμπιστοσύνης.....	41
Σχήμα 3.5: Σχέση του VaR με τον ορίζοντα πρόβλεψης.....	42
Σχήμα 3.6: Σχέση του VaR με τον ορίζοντα πρόβλεψης και το επίπεδο εμπιστοσύνης	

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα 1: Αποδόσεις σε λογαριθμική κλίμακα για επίπεδο εμπιστοσύνης 95 % και 99 %. Χαρτοφυλάκιο 1 – Alpha Bank.....	84
Γράφημα 2: Αποδόσεις σε λογαριθμική κλίμακα για επίπεδο εμπιστοσύνης 95 % και 99 %. Χαρτοφυλάκιο 2 – TITAN	85
Γράφημα 3: Αποδόσεις σε λογαριθμική κλίμακα για επίπεδο εμπιστοσύνης 95 % και 99 %. Χαρτοφυλάκιο 3 – Εθνική Τράπεζα.....	86
Γράφημα 4: Αποδόσεις σε λογαριθμική κλίμακα για επίπεδο εμπιστοσύνης 95 % και 99 %. Χαρτοφυλάκιο 4 – ΟΤΕ	87
Γράφημα 5: Αποδόσεις σε λογαριθμική κλίμακα για επίπεδο εμπιστοσύνης 95 % και 99 %. Χαρτοφυλάκιο 5 – Intralot.....	88

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2.1 : Εξέλιξη στη διαχείριση του κινδύνου.....	17
Πίνακας 6.1 : Χαρτοφυλάκια προς διαχείριση.....	74
Πίνακας 6.2 : Στατιστικά στοιχεία από την επεξεργασία των δεδομένων για τα 5 χαρτοφυλάκια.....	76
Πίνακας 6.3: Μέση τιμή αποτελεσμάτων για το VaR υπολογισμένα σε ποσοστιαίες τιμές και απόλυτα ποσά σε ευρώ για τα 5 χαρτοφυλάκια με επίπεδο εμπιστοσύνης 95% και 99%.....	77
Πίνακας 6.4: Μέση τιμή αποτελεσμάτων για το VaR υπολογισμένα σε ποσοστιαίες τιμές και απόλυτα ποσά σε ευρώ για τα 5 χαρτοφυλάκια με επίπεδο εμπιστοσύνης 95% και 99%.....	78
Πίνακας 6.5: Αριθμός εξαιρέσεων όπου μετράται το πόσες φορές το VaR που υπολογίστηκε ήταν εκτός των ορίων του επιπέδου εμπιστοσύνης για το καθένα από τα 5 χαρτοφυλάκια.....	80
Πίνακας 6.6: Τιμές για το Χαρτοφυλάκιο 1 – Alpha Bank με βάση τις δοκιμές ελέγχου για το VaR.....	88
Πίνακας 6.7: Τιμές για το Χαρτοφυλάκιο 2 –TITAN με βάση τις δοκιμές ελέγχου για το VaR.....	89
Πίνακας 6.8: Τιμές για το Χαρτοφυλάκιο 3 – Εθνική Τράπεζα Bank με βάση τις δοκιμές ελέγχου για το VaR.....	90
Πίνακας 6.9: Τιμές για το Χαρτοφυλάκιο 4 –ΟΤΕ με βάση τις δοκιμές ελέγχου για το VaR.....	91
Πίνακας 6.10: Τιμές για το Χαρτοφυλάκιο 5 – Intralot με βάση τις δοκιμές ελέγχου για το VaR.....	91

A. ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Αντικειμενικός Σκοπός

Η διαχείριση κινδύνου αποτελεί ένα πολύ σημαντικό τομέα της χρηματοοικονομικής επιστήμης και η εφαρμογή της είναι ευρεία σε πάρα πολλές περιπτώσεις επενδύσεων και όχι μόνο. Στο σύγχρονο επιχειρηματικό κόσμο διαδραματίζονται ραγδαίες αλλαγές στην κατεύθυνση τόσο των συγχωνεύσεων όσο και της μείωσης κόστους, ενώ ταυτόχρονα είναι επιτακτική η ανάγκη για προσαρμοστικότητα και ετοιμότητα σε απρόσμενες καταστάσεις. Σε αυτό το πλαίσιο, η διαχείριση κινδύνων καθίσταται ολοένα και περισσότερο απαραίτητη για την επιλογή των κατάλληλων μεθόδων αντιστάθμισης του πραγματικού και του ενδεχόμενου κινδύνου. Αντικειμενικός σκοπός της παρούσας εργασίας, είναι η μελέτη και παρουσίαση της ευρέως διαδεδομένης μεθόδου προσδιορισμού του κινδύνου η οποία ονομάζεται «Αξία σε Κίνδυνο» (Value-at-Risk-VaR). Αρχικά γίνεται μια θεωρητική επισκόπηση της μεθόδου στην οποία αναλύονται οι προσεγγίσεις που έχουν αναπτυχθεί προκειμένου να υπολογιστεί η αριθμητική τιμή του VaR. Στη συνέχεια η μέθοδος VaR παρουσιάζεται σε μια πρακτική της εφαρμογή, όπου προσδιορίζεται ο κίνδυνος για την επένδυση που γίνεται σε συγκεκριμένα χαρτοφυλάκια του Χρηματιστηρίου Αξιών Αθηνών, προκειμένου να γίνει μια κριτική αποτίμηση της συγκεκριμένης μεθόδου.

1.2. Μεθοδολογία Εργασίας

Στη συγκεκριμένη εργασία γίνεται μια επισκόπηση της μεθόδου VaR και αναλύονται οι μέθοδοι που έχουν αναπτυχθεί προκειμένου να υπολογιστεί με βάση τις συνθήκες της αγοράς, ο κίνδυνος για τις επενδύσεις. Ειδικότερα, γίνεται αναφορά στο περιβάλλον που καλλιέργησε τις συνθήκες για την ανάπτυξη της μεθόδου VaR και στη συνέχεια ακολουθεί μια εκτενής θεωρητική προσέγγιση της μεθόδου VaR. Οι δύο μεγάλες κατηγορίες με βάση τις οποίες παρουσιάστηκαν οι προσεγγίσεις για τη μέθοδο VaR ήταν οι παραμετρικές και οι μη προσεγγίσεις, εκ των οποίων οι κυριότερες είναι :

Παραμετρικές προσεγγίσεις

Η μέθοδος διακύμανσης – συνδιακύμανσης

Η μέθοδος Delta-Normal

Η μέθοδος Delta-Gamma

Η Μέθοδος Εκθετικά Σταθμισμένου Κινούμενου Μέσου Όρου

Μη Παραμετρικές προσεγγίσεις

Η μέθοδος ιστορικής προσομοίωσης

Η προσομοίωση Monte Carlo

Για τον ορθό υπολογισμό της Αξίας σε Κίνδυνο είναι απαραίτητο να γίνει και η παρουσίαση των μεθόδων επαλήθευσης και εκτίμησης της μεθόδου, οι οποίες ακολουθούν τους υπολογισμούς προκειμένου να επαληθευτεί ο υπολογισμός της τιμής της Αξίας σε Κίνδυνο. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό είναι:

- Οι δοκιμές αντοχής (stress testing) και
- Ο δοκιμαστικός εκ των υστέρων έλεγχος (back testing)

Τέλος η επισκόπηση της μεθόδου VaR ολοκληρώνεται με την πρακτική εφαρμογή της μεθόδου κατά την οποία έγινε ο υπολογισμός της για πέντε διαφορετικά χαρτοφυλάκια, οι τιμές των οποίων ελήφθησαν για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα από το Χρηματιστήριο Αξιών Αθηνών. Στο πρακτικό μέρος, έγινε επεξεργασία των διαθέσιμων δεδομένων, μέτρηση της τιμής της Αξίας σε Κίνδυνο και οι απαραίτητες δοκιμές ελέγχου, ώστε στη συνέχεια να συγκριθούν τα αποτελέσματα που ελήφθησαν προκειμένου να εξαχθούν τα αντίστοιχα συμπεράσματα.

1.3. Χρησιμότητα

Η παρούσα μελέτη μπορεί να αποτελέσει ένα σημείο αναφοράς για την περαιτέρω επισκόπηση και έρευνα πάνω στη μέθοδο προσδιορισμού και μέτρησης του κινδύνου που ονομάζεται «VaR» ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο με βάση δεδομένα που μπορούν να ληφθούν για οποιαδήποτε εταιρία.

Όπως λοιπόν υποδεικνύεται και στο πρακτικό μέρος της εργασίας, στόχος της εργασίας είναι να δοθεί μια εφαρμοσμένη διάσταση των όσων αναπτύσσονται θεωρητικά για τη μέθοδο VaR.

1.4. Διάρθρωση Εργασίας

Στο 2^ο Κεφάλαιο της εργασίας, παρουσιάζεται η εξέλιξη στη μέτρηση του κινδύνου και συγκεκριμένα γίνεται αναφορά στα γεγονότα που συνέβαλαν στην ανάπτυξη της μεθόδου. Γίνεται μια αναφορά στις μεθόδους προσδιορισμού του κινδύνου που προηγήθηκαν της Αξίας σε Κίνδυνο (VaR) και κατόπιν ακολουθεί η αναφορά σε συγκεκριμένες εποπτικές αρχές που καθόρισαν το μοντέλο

Στο 3^ο Κεφάλαιο ακολουθεί ο ορισμός του μοντέλου VaR και στη συνέχεια αναλύονται οι βασικές έννοιες όπως αυτές καθορίζουν το μοντέλο για τη σαφή και πλήρη λειτουργία του.

Στο 4^ο Κεφάλαιο αναλύεται ο θεωρητικός προσδιορισμός του μοντέλου και αναπτύσσονται οι μέχρι στιγμής προσεγγίσεις που έχουν αναπτυχθεί στη βιβλιογραφία για τον προσδιορισμό του VaR. Συγκεκριμένα αναλύονται οι δύο βασικές κατηγορίες που διατίθενται, οι παραμετρικές και οι μη παραμετρικές προσεγγίσεις.

Στο 5^ο Κεφάλαιο αναλύονται οι δοκιμές ελέγχου που έχουν αναπτυχθεί προκειμένου να προσδιοριστεί ορθά το μοντέλο και να υπολογιστούν πλήρως οι τιμές που έχουν ήδη μετρηθεί με βάση το προηγούμενο κεφάλαιο

Στο 6^ο Κεφάλαιο μελετάται συγκεκριμένη περίπτωση προσδιορισμού του VaR για πέντε συγκεκριμένα χαρτοφυλάκια και προσδιορίζουμε την τιμή του με τις πιο βασικές μεθόδους που έχουν αναπτυχθεί. Παράλληλα ακολουθεί ο εκ των υστέρων έλεγχος (back testing) για τον πλήρη υπολογισμό των τιμών.

Στο 7^ο Κεφάλαιο ακολουθούν τα συμπεράσματα της έρευνας, παραθέτοντας συγχρόνως και κατευθύνσεις για περαιτέρω έρευνα.

1.5. Η έννοια του κινδύνου

Είναι γεγονός πως η εποχή που διανύουμε χαρακτηρίζεται από ραγδαίες και απότομες αλλαγές που διαδραματίζονται σε όλα τα επίπεδα στο χώρο των επιχειρήσεων. Συχνά, έχουμε μεταβολές που συνδέονται με συγχωνεύσεις, εξαγορές, διαφοροποιήσεις

σε προϋπολογισμούς, και ραγδαίες τεχνολογικές εξελίξεις. Οι παράμετροι αυτές επιτάσσουν την ανάγκη για ύπαρξη ορθής διαχείρισης του κινδύνου όπως αυτός προκύπτει ανά περίπτωση.

Μεταβολές τιμών σε παραμέτρους για τα διάφορα χρηματοοικονομικά εργαλεία μπορεί να προκαλέσουν μεγάλα κέρδη ή καθοριστικές απώλειες στα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα που συμμετέχουν στις αγορές.

Τα βασικά σημεία που οφείλουμε να λαμβάνουμε υπόψη όταν αναλύουμε τον κίνδυνο, είναι το να έχουμε τη δυνατότητα να τον εντοπίσουμε, να προσδιορίσουμε το μέγεθός του, να τον μετρήσουμε και τέλος να αποφανθούμε αν είναι προς συμφέρον μας να προχωρήσουμε στην επένδυση ή όχι. Η ανάλυση του κινδύνου φανερώνει πληθώρα επιμέρους παραμέτρων που πρέπει να ληφθούν υπόψη και να επεξεργαστούν, ώστε να ληφθεί η τελική απόφαση. Τέτοιες παράμετροι είναι η μελλοντική ζήτηση, τα επιμέρους και τα συνολικά κόστη που προκύπτουν κατά την επένδυση, ανεπάρκειες αποθεμάτων, οι πωλήσεις όπως αυτές μπορεί να διαμορφωθούν, το νομοθετικό περιβάλλον καθώς και διάφορες πιθανές συγχωνεύσεις που μπορεί να γίνουν για διάφορους οργανισμούς.

Ο πιο συχνά εμφανιζόμενος κίνδυνος είναι εκείνος της αγοράς, και αφορά ουσιαστικά τον κίνδυνο των απωλειών που προέρχεται από δυσμενείς κινήσεις των τιμών θεμελιώδων μεγεθών της αγοράς. Προέρχεται κυρίως από πηγές, όπως: τα επιτόκια, τις μετοχές (equities), τα χρηματιστηριακά προϊόντα (commodities) και το συνάλλαγμα. Αρχικά τα διάφορα συστήματα ελέγχου του χρηματοοικονομικού κινδύνου αναπτύχθηκαν για να αντιμετωπίσουν ιδιαίτερος αυτόν τον κίνδυνο. Ωστόσο, υπάρχουν πολλές όψεις του χρηματοοικονομικού κινδύνου που μπορούν να ταξινομηθούν σε ευρείες κατηγορίες ώστε να μελετηθεί και να αναλυθεί πλήρως. Ορισμένες κατηγορίες κινδύνου είναι οι εξής:

Επιχειρησιακός κίνδυνος

Ο επιχειρησιακός κίνδυνος (business risk) είναι εκείνος που κατ' επιλογή μια εταιρία αναλαμβάνει προκειμένου να δημιουργήσει ανταγωνιστικό πλεονέκτημα στο χώρο που δραστηριοποιείται, και έτσι να προσθέσει αξία στους μετόχους της. Σχετίζεται με δραστηριότητες της εταιρίας που μπορούν να προσδώσουν δυναμικές προοπτικές σε

αυτήν όπως για παράδειγμα στοιχεία καινοτομίας, σε προϊόντικό σχεδιασμό καθώς και συγκεκριμένες δομές που αφορούν την αγορά και την πώληση των προϊόντων της.

Κίνδυνος της αγοράς

Είναι ο κίνδυνος που υπάρχει σε ένα χαρτοφυλάκιο εξαιτίας των μεταβολών των τιμών της αγοράς, όπως για παράδειγμα τιμές μετοχών, συναλλαγματικές ισοτιμίες, τιμές ενδιαφέροντος για χρηματιστηριακά προϊόντα. Ο κίνδυνος της αγοράς (market risk), μπορεί να ταξινομηθεί σε άμεσο και έμμεσο. Ο άμεσος κίνδυνος περιλαμβάνει την έκθεση σύμφωνα με τις κινήσεις των χρηματοοικονομικών μεταβλητών, όπως για παράδειγμα οι τιμές των μετοχών, τα επιτόκια, τα επίπεδα συναλλάγματος και τις τιμές των αγαθών. Αυτές οι εκθέσεις μετρώνται με τη βοήθεια γραμμικών προσεγγίσεων, όπως είναι οι δείκτες βήτα (beta) που αναφέρονται στην έκθεση των κινήσεων της αγοράς των μετοχών και δείχνουν τη σχέση της μεταβολής του δείκτη με την αντίστοιχη μεταβολή της τιμής της μετοχής, η διάρκεια (duration) που σχετίζεται με την έκθεση στα επιτόκια και οι δείκτες δέλτα (delta) που αναφέρονται στην έκθεση των δικαιωμάτων (options) στην υποκείμενη τιμή του στοιχείου του ενεργητικού (underlying asset price). Ο έμμεσος κίνδυνος περιλαμβάνει τους υπόλοιπους κινδύνους που αποτελούνται από μη γραμμικές εκθέσεις και εκθέσεις σε ισοσταθμισμένες θέσεις ή σε μεταβλητότητες.

Πιστωτικός κίνδυνος

Ο κίνδυνος πίστωσης (credit risk) πηγάζει από το γεγονός ότι οι αντισυμβαλλόμενοι (counterparties), μπορεί να είναι απρόθυμοι ή να μην είναι σε θέση να εκπληρώσουν τις συμβατικές υποχρεώσεις τους. Οι τράπεζες παίρνουν συνηθέστερα μεγάλο ποσοστό πιστωτικού κινδύνου μέσα από τα χαρτοφυλάκια των δανείων που εμπορεύονται. Μια μεταβολή στις διαβαθμίσεις πίστωσης ή στην αντίληψη της αγοράς είναι πιθανό να δημιουργήσει μεταβολές στις τιμές της αγοράς, προκαλώντας τη μεταβολή στον πιστωτικό ή στον κίνδυνο της αγοράς.

Κίνδυνος ρευστότητας

Ο κίνδυνος ρευστότητας (liquidity risk) αναδύεται με τη διενέργεια συναλλαγών σε αγορές με χαμηλή ρευστότητα, μικρό εμπορικό όγκο και μεγάλες προσφορές στα spreads. Στην περίπτωση χαμηλής ρευστότητας είναι δυνατό η προσπάθεια για διενέργεια πώλησης να ωθήσει τις τιμές των στοιχείων πιο χαμηλά. Σε αυτή την περίπτωση είναι πιθανό ο ιδιοκτήτης των στοιχείων αυτών να πουλήσει πιο χαμηλά από τα επίπεδα της αγοράς ή ακόμα και σε χρονικό διάστημα μεγαλύτερο απ' ό,τι θα έπρεπε.

Λειτουργικός κίνδυνος

Λειτουργικός κίνδυνος (operational risk) ορίζεται ως ο κίνδυνος που προκύπτει από ανθρώπινα και τεχνολογικά λάθη ή ατυχήματα. Περιλαμβάνει απάτες (καταστάσεις όπου οι παίκτες του χρηματιστηρίου σκοπίμως νοθεύουν πληροφορίες), αποτυχίες της διοίκησης, ανεπαρκείς διαδικασίες και ελέγχους. Τα τεχνικά λάθη είναι πιθανό να οφείλονται σε ελλιπή συλλογή πληροφοριών ή στη λανθασμένη λειτουργία των διαδικασιών συναλλαγής και των συστημάτων εξόφλησης. Η καλύτερη προστασία κατά του λειτουργικού κινδύνου είναι η περίσσεια συστημάτων, ο διαχωρισμός των ευθυνών με ισχυρούς εσωτερικούς ελέγχους και ο τακτικός σχεδιασμός των απρόοπτων.

Νομικός κίνδυνος

Ο νομικός κίνδυνος (legal risk) προκύπτει όταν μια συναλλαγή φαίνεται νομικά αδικαιολόγητη. Σχετίζεται γενικά με αυτόν της πίστωσης, εφόσον οι συμβαλλόμενοι που χάνουν χρήματα σε μια συναλλαγή μπορεί να προσπαθήσουν να ακυρώσουν τη συναλλαγή. Υπάρχει το ενδεχόμενο να πάρει τη μορφή δικαστικών αποφάσεων από την πλευρά των μετόχων που έχουν χάσει χρήματα εναντίον των επιχειρήσεων. Οι νομικοί κίνδυνοι ελέγχονται μέσω των αρχών που θεσπίζουν τα νομικά τμήματα αφού συμβουλευτούν τους διαχειριστές και την ανώτερη διοίκηση.

Οι παραπάνω τύποι κινδύνου θα πρέπει να αντιμετωπιστούν συνολικά καθώς αλληλεπιδρούν. Έχουν λοιπόν προταθεί τρόποι και εργαλεία προκειμένου να ελεγχθούν και να διαχειριστούν όλοι τους. Εάν ένα χρηματοπιστωτικό ίδρυμα επικεντρωθεί σε μια κατηγορία μόνο, είναι πιθανό να απομακρυνθούν από το μετρήσιμο κίνδυνο και να

προσηλωθούν σε είδη κινδύνων που είναι πιο δύσκολο να μετρηθούν. Για παράδειγμα οι τράπεζες που υπόκεινται σε πιστωτικό κίνδυνο προσαρμόστηκαν σύντομα στον τρόπο ώστε να μετατρέπουν μέρος αυτού του κινδύνου, σε κίνδυνο αγοράς δημιουργώντας απαιτήσεις μικρότερου κεφαλαίου. Ένα άλλο παράδειγμα είναι η ευρεία διάδοση του marking-to-market, δηλαδή της αποτίμησης των ανοικτών χρηματοοικονομικών προθεσμιακών συμβολαίων σε καθημερινή βάση σύμφωνα με τις τιμές κλεισίματος της αγοράς που μειώνει τον πιστωτικό κίνδυνο αλλά δημιουργεί την ανάγκη για καθημερινή παρακολούθηση των ταμιακών ροών, αυξάνοντας με αυτόν τον τρόπο το λειτουργικό κίνδυνο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Η ΑΞΙΑ ΣΕ ΚΙΝΔΥΝΟ - ΕΞΕΛΙΞΗ ΚΑΙ ΕΠΟΠΤΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Η ΑΞΙΑ ΣΕ ΚΙΝΔΥΝΟ - ΕΞΕΛΙΞΗ ΚΑΙ ΕΠΟΠΤΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ

2.1. Αξία σε Κίνδυνο (Value at Risk)

Στον τομέα της διαχείρισης του κινδύνου η πιο ευρέως διαδεδομένη μέθοδος, υπολογισμού του, είναι η «Αξία σε Κίνδυνο» (Value-at-Risk) και αποτελεί το πιο σημαντικό εργαλείο προκειμένου να αναλυθεί και να προσδιοριστεί ο συνολικός κίνδυνος μιας επένδυσης. Ουσιαστικά, με τη VaR υπολογίζεται η πιθανότητα εμφάνισης ή μη των απωλειών του χαρτοφυλακίου για το οποίο πρόκειται να γίνει η επένδυση. [Chernobai et al 2007]. Με τον όρο «κίνδυνος» όπως είδαμε, και στην εισαγωγή, εννοούμε ουσιαστικά όλες εκείνες τις παραμέτρους που είναι δυνατό να οδηγήσουν σε οικονομικές απώλειες. Αξίζει να σημειωθεί πως η μέθοδος VaR εστιάζει κυρίως στον πτωτικό κίνδυνο (downside risk) στον οποίο μπορεί να εκτεθεί το προς επένδυση χαρτοφυλάκιο προκαλώντας τις αντίστοιχες απώλειες. [Hakala et al , 2002]

Η μέθοδος VaR χαρακτηρίζεται κυρίως από συγκεκριμένα μεγέθη, τον χρονικό ορίζοντα και το επίπεδο εμπιστοσύνης. Έτσι λοιπόν, ουσιαστικά αποτελεί το μέτρο για τη μέγιστη πιθανή ζημία που μπορεί να προκύψει σε καθορισμένο χρονικό ορίζοντα, και για δεδομένο επίπεδο εμπιστοσύνης. Η τιμή του VaR ενός χαρτοφυλακίου για ένα χρονικό ορίζοντα 5 ημερών και για επίπεδο εμπιστοσύνης 95 % είναι 10.000 euros, τότε διατυπώνουμε την εξής πρόταση: Είμαστε 95 % βέβαιοι ότι δε θα χάσουμε πάνω από 10.000 euros στις επόμενες 5 ημέρες [Duffie et al, 1997].

Ο προσδιορισμός του κινδύνου για μία επένδυση, αποτελεί ένα πολύ σημαντικό στοιχείο και βασική παράμετρο για οποιοδήποτε επενδυτικό ίδρυμα. Εξελικτικά, τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα, επινοούσαν και χρησιμοποιούσαν διάφορα μοντέλα προκειμένου να μετρήσουν όσο το δυνατόν ορθότερα την πιθανότητα εμφάνισης απωλειών για τις επενδύσεις τους, προκειμένου να λάβουν την ορθότερη απόφαση για τις κινήσεις στις οποίες πρόκειται να προβούν [Kritzman, 1993]. Σταδιακά, αυξανόταν η ανάγκη για την πλήρη συγκέντρωση των εκάστοτε πηγών κινδύνου, με συνέπεια να είναι απαραίτητη η δημιουργία ενός συγκεκριμένου εργαλείου με το οποίο θα είναι δυνατό, η μέτρησή του κατ' απόλυτο τιμή, λαμβάνοντας δεδομένα από διαφορετικές μεριές. Ουσιαστικά, με τη μέθοδο VaR μετράμε τον κίνδυνο που δημιουργείται στην αγορά, σε απόλυτους νομισματικούς όρους και αποτελεί έναν πολύ χρήσιμο τρόπο για σύγκριση σεναρίων ώστε να ληφθεί η τελική απόφαση με βάση τις διάφορες παραμέτρους.

Η μέθοδος VaR εφαρμόζεται πλέον ευρέως, και έχει υιοθετηθεί στη χρήση της από πολλά επενδυτικά ιδρύματα. Είναι πολλά τα πλεονεκτήματα, που εισάγει, ενώ

συγχρόνως αρκετοί έγκριτοι εποπτικοί οργανισμοί, γνωστότερος εκ των οποίων είναι η Επιτροπή της Βασιλείας, ωθούν τα επενδυτικά ιδρύματα στη χρήση της [Papaioannou et al, 2002]. Ας δούμε όμως στο σημείο αυτό τί προϋπήρχε και πως εξελίχθηκε η μέθοδος VaR, μέχρι να λάβει την τελική της μορφή.

2.2. Ο προσδιορισμός του κινδύνου πριν το VaR και εξελικτική πορεία των εργαλείων διαχείρισης και μέτρησής του

Η διαχείριση κινδύνου αποτελούσε διαχρονικά μία ανάγκη, προκειμένου να αντιμετωπιστούν φαινόμενα αστάθειας που προέκυπταν από νομισματικούς παράγοντες όπως για παράδειγμα το συνάλλαγμα, τα επιτόκια, μεταβολές των τιμών των αγαθών [Giot, 2002]. Παράλληλα, η εξέλιξη των επικοινωνιών και η πρόοδος της πληροφορικής οδήγησε σε καινοτομίες, και υπολογιστικά συστήματα τα οποία αποτέλεσαν τη βάση για την ανάπτυξη εργαλείων και συστημάτων διαχείρισης κινδύνου τα οποία μάλιστα έδιναν τη δυνατότητα και για διαδικτυακή ανταλλαγή πληροφοριών. Συγχρόνως, η χρηματοοικονομική θεωρία και η πρόοδός της επέτρεψε στα επενδυτικά ιδρύματα να δημιουργούν, να ελέγχουν και να αποτιμούν οποιουσδήποτε παράγοντες δημιουργούν κινδύνους για τις επενδύσεις τους, προκειμένου να λάβουν όσο το δυνατόν ορθότερη απόφαση.

Ο Πίνακας 2.1 περιγράφει τις κύριες εξελίξεις στη διαχείριση του χρηματοοικονομικού κινδύνου, ξεκινώντας από το μοντέλο διάρκειας ομολόγων και καταλήγοντας στις πρόσφατες προσπάθειες για τον υπολογισμό της αγοράς των εταιριών, των πιστώσεων και του λειτουργικού κινδύνου.[Chong, 2004]. Ξεκινώντας από τη χρήση της διακύμανσης, της διάρκειας των ομολόγων και των μοντέλων τιμολόγησης, οδηγούμαστε τελικά στον προσδιορισμό του πιστωτικού κινδύνου και του κινδύνου αγοράς καθώς και του ελέγχου του συνολικού κινδύνου διαχείρισης.

Στην πραγματικότητα, η μεθοδολογία πίσω από τα σύγχρονα «εργαλεία» διαχείρισης του κινδύνου δεν είναι καινούρια. Αρχικά ανιχνεύεται στο βασικό πλαίσιο μέσου-διακύμανσης που αναπτύχθηκε από τον Markowitz το 1952. Η καινοτομία εισέρχεται στην ολοκλήρωση του ελέγχου όλων των κινδύνων σε ένα κεντροποιημένο κοινά μετρικό σύστημα (centralized common metric system). Και τελικώς η

χρηματοοικονομική επιστήμη κατέληξε στη δημιουργία του Stress Testing (1992) και φυσικά της μεθόδου VaR (1993) με παράλληλη δημιουργία επιμέρους τεχνικών και εργαλείων (Risk Metrics, Credit Metrics) για τον προσδιορισμό του κινδύνου.

1938	Bond Duration
1952	Markowitz mean-variance framework
1963	Sharpe's capital asset pricing model
1966	Multiple factor models
1973	Black-Scholes option pricing model "Greeks"
1979	Binomial option model
1983	RAROC risk-adjusted return
1986	Limits on exposure by duration bucket
1988	Risk-weighted assets for banks Limits on Greeks
1992	Stress testing
1993	Value at Risk (VaR)
1994	Risk Metrics
1997	Credit Metrics, CreditRisk+
1998	Integration of credit and market risk
2000	Enterprisewide risk management

Πίνακας 2.1: Εξέλιξη στη διαχείριση του κινδύνου

Αξίζει να σημειωθεί πως ο βασικός κύκλος της εξέλιξης για την αναγνώριση και διαχείριση του χρηματοοικονομικού κινδύνου εφαρμόστηκε από μοντέλα όπου διαχειρίζονταν αρχικά, ομόλογα και παράγωγα. Χαρακτηριστικό είναι, πως με τη χρήση συγκεκριμένων μοντέλων για την αναγνώριση επιμέρους τμημάτων του κινδύνου όπως ο λειτουργικός ή ο πιστωτικός κίνδυνος ή ο κίνδυνος της αγοράς καταλήγουμε τελικά στον υπολογισμό και έλεγχο της διαχείρισης του συνολικού κινδύνου για μια επένδυση, το οποίο είναι και το ζητούμενο για την υπό εξέταση, μέθοδο Αξία σε Κίνδυνο (Value At Risk).

2.3. Συγκεκριμένα γεγονότα που συνέβαλαν στην ανάπτυξη της μεθόδου Αξία σε Κίνδυνο (VaR)

Δύο ήταν τα βασικά γεγονότα που επέδρασαν καταλυτικά στην διάδοση και εφαρμογή της μεθόδου VaR όσον αφορά τον προσδιορισμό του κινδύνου στις επενδύσεις, με αποτέλεσμα να χρησιμοποιείται πλέον ως το βασικό εργαλείο για τον προσδιορισμό του.

Το πρώτο συνέβη στα μέσα της δεκαετίας του '90 στο Basle της Ελβετίας. Συγκεκριμένα συστάθηκε μια επιτροπή αποτελούμενη από τις κεντρικές τράπεζες των πιο ισχυρών δυτικών οικονομιών και πρότεινε νέους κανόνες, με βάση τους οποίους οι χρηματοοικονομικοί επενδυτές, τηρώντας συγκεκριμένη μεθοδολογία όφειλαν να διατηρούν μέρος από το κεφάλαιό τους, προκειμένου να είναι προστατευμένοι από τον κίνδυνο της αγοράς και προφανώς το χρηματοπιστωτικό σύστημα να μην κινδυνεύει από κατάρρευση. Η πρόταση αυτή, ώθησε τις τράπεζες να αναπτύξουν μεθόδους και εργαλεία με τα οποία θα υπολογίζαν τον κίνδυνο και συγκεκριμένα αναπτύχθηκαν μεθοδολογίες για τον προσδιορισμό της αξίας του. Με αυτόν τον τρόπο διασφάλιζαν ότι θα οδηγούνταν στις κατάλληλες αποφάσεις σχετικά με τις επενδύσεις τους και έτσι θα μπορούσαν ακόμη και να προβούν σε μείωση του απαιτούμενου κεφαλαίου ανάλογα με τον κίνδυνο της αγοράς [Chernobai et al, 2007].

Συγχρόνως, η τράπεζα των Ηνωμένων Πολιτειών J.P. Morgan έφτιαξε το δικό της σύστημα που ονομάζεται RiskMetrics εργαλείο πολύ σημαντικό που έρχεται να προσφέρει χρηματοοικονομικές πληροφορίες και συγκεκριμένη μεθοδολογία για να υπολογίζεται η τιμή του VaR ενός χαρτοφυλακίου. Το σύστημα αυτό, διαδόθηκε και έγινε διαθέσιμο σε οργανισμούς που έπρεπε να υπολογίσουν τον κίνδυνο του χαρτοφυλακίου στο οποίο πρόκειται να γίνει κάποια επένδυση. Αρκετές φορές μάλιστα χρησιμοποιείτο, προκειμένου να αντλήσουν απλώς πληροφορίες που θα εισήγαγαν σε δικά τους συστήματα υπολογισμού του κινδύνου. Χαρακτηριστικό του συστήματος αυτού αποτελεί το γεγονός ότι υπάρχει συγκεκριμένη παραδοχή αναφορικά με τον καθορισμό της πορείας των τιμών της αγοράς. Έτσι, για τον υπολογισμό του κινδύνου η

VaR αποτέλεσε τη βασική μέθοδο και το RiskMetrics σύστημα το εργαλείο εκείνο που χρησιμοποιούσαν αρκετά επενδυτικά ιδρύματα για τον υπολογισμό της [Dowd, 2003].

Τέλος, ένας σημαντικός παράγοντας που έπαιξε επίσης καθοριστικό ρόλο αναφορικά με την ανάγκη για αξιολόγηση των επενδύσεων ήταν ότι οι υπήρξαν διευρυμένοι και αρκετά λεπτομερειακοί κανόνες όσον αφορά κινδύνους που προέρχονταν στους ισολογισμούς από ιδιαίτερα επενδυτικά κεφάλαια και ειδικά από τα παράγωγα. Έτσι λοιπόν, θεσπίστηκαν ιδιαίτεροι κανόνες για τη χρήση των παραγώγων από τους διάφορους οργανισμούς, οι οποίοι και σε αυτή την περίπτωση ήταν απαραίτητος ο υπολογισμός του VaR προκειμένου να μετρηθεί ο κίνδυνος που απορρέει από αυτά. [Hakala et al, 2002] Και σ' αυτήν την περίπτωση λοιπόν, το VaR αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο προκειμένου να εκτιμηθεί ορθά ο κίνδυνος που αναπτύσσεται ώστε να μπορούν οι αναλυτές με ευκολία να αποφασίσουν τα προς επένδυση κεφάλαια, καθώς και το μέγεθος της απόδοσης ή της απώλειας που μπορεί να επιτευχθεί.

Συμπερασματικά με την ανάπτυξη της μεθόδου VaR αναπτύχθηκε ένας αξιόπιστος τρόπος προσδιορισμού και μέτρησης του κινδύνου προκειμένου να ελαττωθούν όλες εκείνες οι επισφαλείς περιπτώσεις που θα μπορούσαν να ωθήσουν τον επενδυτικό οργανισμό σε εσφαλμένες επιλογές με μεγάλες απώλειες για την επένδυση που πραγματοποιείται.

2.4. Επιτροπή της Βασιλείας και VaR

Λόγω των γεγονότων που αναφέρθηκαν παραπάνω τα οποία οδήγησαν σε οικονομικές κρίσεις, οι εταιρίες βελτίωσαν τα συστήματα διαχείρισης κινδύνου και οι αρχές επανεξέτασαν τις κεφαλαιακές απαιτήσεις από κάθε ίδρυμα. Αντί λοιπόν να χρησιμοποιούνται ανελαστικοί κανόνες για τον καθορισμό της κεφαλαιακής επάρκειας των ιδρυμάτων, προτιμήθηκαν κανόνες οι οποίοι βασίζονται στον υπολογισμό του κινδύνου που αναλαμβάνεται και επομένως ανταποκρίνονται πιο γρήγορα στις αλλαγές του περιβάλλοντος μέσα στο οποίο δραστηριοποιείται ένας επενδυτικός οίκος.[Chernobai et al, 2007]

Το 1988 το Σύμφωνο της Βασιλείας, έκανε τα πρώτα βήματα προς μια πιο αυστηρή διαχείριση κινδύνου από τις τράπεζες. Έθεσε λοιπόν κάποιες ελάχιστες κεφαλαιακές απαιτήσεις ώστε να καλύπτονται τα ιδρύματα από τον πιστωτικό τους κίνδυνο. Το απαιτούμενο κεφάλαιο ήταν ίσο τουλάχιστον με το 8% των περιουσιακών στοιχείων της τράπεζας όταν αυτά σταθμίζονταν με βάση τον κίνδυνο, δηλαδή $CRC = 8\% * (\text{risk weighted assets})$, όπου $CRC = \text{credit risk charges}$.

Το 1996, η παραπάνω συμφωνία επεκτάθηκε ώστε να συμπεριλάβει και τον κίνδυνο αγοράς. Έτσι επιβλήθηκαν επιπλέον κεφαλαιακές απαιτήσεις, οι οποίες καθορίζονταν με δύο τρόπους, την τυποποιημένη μέθοδο και την μέθοδο εσωτερικών διαβαθμίσεων. Για να υπολογιστεί η κεφαλαιακή επάρκεια των ιδρυμάτων προσθέτουμε τις απαιτήσεις για τον πιστωτικό κίνδυνο και για τον κίνδυνο αγοράς, Έτσι, επιβλήθηκαν επιπλέον κεφαλαιακές απαιτήσεις, οι οποίες καθορίζονταν με δύο τρόπους, την τυποποιημένη μέθοδο και την μέθοδο εσωτερικών διαβαθμίσεων. Για να υπολογιστεί η κεφαλαιακή επάρκεια των ιδρυμάτων προσθέτουμε τις απαιτήσεις για τον πιστωτικό κίνδυνο και για τον κίνδυνο αγοράς, δηλαδή, $TRC = CRC + MRC$, όπου $TRC = \text{total risk charges}$, $CRC = \text{credit risk charges}$ και $MRC = \text{market risk charges}$.

Τυποποιημένη Μέθοδος: Αρχικά μετριέται ο κίνδυνος αγοράς για χαρτοφυλάκια τα οποία υπόκεινται σε κίνδυνο επιτοκίων, συναλλαγματικό κίνδυνο, μετοχικό κίνδυνο και κίνδυνο εμπορευμάτων, χρησιμοποιώντας συγκεκριμένους κανόνες. Στη συνέχεια υπολογίζεται ο συνολικός κίνδυνος της τράπεζας από το άθροισμα των παραπάνω τεσσάρων κατηγοριών.

Μέθοδος εσωτερικών διαβαθμίσεων: Από τον Απρίλιο του 1995, η Επιτροπή της Βασιλείας επέτρεπε πλέον στην τράπεζες την δυνατότητα να χρησιμοποιούν τα δικά τους μοντέλα μέτρησης κινδύνου, για τον υπολογισμό των κεφαλαιακών απαιτήσεων. Για να τους επιτραπεί όμως αυτό, οι τράπεζες πρέπει να πληρούν κάποιες προϋποθέσεις, όπως να έχουν ειδικό τμήμα διαχείρισης κινδύνου, καθώς και συστήματα ελέγχου των μοντέλων που χρησιμοποιούν. Όταν τα παραπάνω ικανοποιούνται, οι κεφαλαιακές απαιτήσεις για τον κίνδυνο αγοράς, βασίζονται στα παρακάτω βήματα:

- Το VaR πρέπει να υπολογίζεται για χρονικό ορίζοντα 10 ημερών, με διάστημα εμπιστοσύνης 99% και με ιστορικά δεδομένα τουλάχιστον ενός χρόνου.

- Συσχετίσεις μπορούν να αναγνωριστούν τόσο μέσα στην ίδια κατηγορία όσο και μεταξύ κατηγοριών.

- Οι κεφαλαιακές απαιτήσεις για τον κίνδυνο αγοράς υπολογίζονται από τον μέσο όρο του VaR των τελευταίων 60 ημερών επί έναν παράγοντα κ , ο οποίος ισούται με το τρία. Οι Jackson et al. (1997), απέδειξαν ότι ενώ το VaR 99% ξεπερνιέται συχνά, ο παράγοντας $\kappa = 3$ παρέχει επαρκή προστασία στις ακραίες ζημιές.

- Ένας επιπρόσθετος παράγοντας θα προστίθεται στον παράγοντα κ όταν ο έλεγχος των μοντέλων δείχνει ότι υπάρχουν πολλές εξαιρέσεις. [Lambadiaris et al, 2003]

Με τη Πράξη του Διοικητή της Τράπεζας της Ελλάδος (ΠΔ/ΤΕ) 2494/27.5.2002 τροποποιήθηκαν οι υφιστάμενες διατάξεις που αφορούσαν τον υπολογισμό των αναγκαίων κεφαλαίων για την κάλυψη των κινδύνων αγοράς (market risk), δηλαδή θέσεις σε τίτλους και συνάλλαγμα, οι οποίες αφού υπολογιστούν επίσης, οι κεφαλαιακές απαιτήσεις για τον πιστωτικό κίνδυνο απαρτίζουν το συνολικό δείκτη κεφαλαιακής επάρκειας που οφείλουν να τηρούν τα πιστωτικά ιδρύματα (8% κατ' ελάχιστο).

Τροποποιήθηκαν και συμπληρώθηκαν οι διατάξεις της ΠΔ/ΤΕ 2397/7.11.96, που αφορούσαν την κεφαλαιακή επάρκεια των πιστωτικών ιδρυμάτων τα οποία έχουν την έδρα τους στην Ελλάδα. Η εν λόγω Πράξη εκδόθηκε στα πλαίσια του Ν. 2937/2001 με τον οποίο, μεταξύ άλλων, ενσωματώθηκε στην ελληνική νομοθεσία η σχετική Οδηγία 98/31/ΕΚ. Ειδικότερα, οι νέες ρυθμίσεις αποβλέπουν:

- * στον υπολογισμό κεφαλαιακών απαιτήσεων για την κάλυψη του κινδύνου αγοράς από θέσεις σε εμπορεύματα και σε παράγωγα μέσα επί εμπορευμάτων.

- * στην αντιμετώπιση των θέσεων σε χρυσό ως θέσεων σε ξένο νόμισμα για τις οποίες εφαρμόζονται, ουσιαστικά, οι διατάξεις που αφορούν τον κίνδυνο συναλλάγματος.

- * στην παροχή της δυνατότητας χρησιμοποίησης εσωτερικών υποδειγμάτων διαχείρισης κινδύνων τύπου "Value-at-Risk", ως εναλλακτικής μεθόδου της τυποποιημένης προσέγγισης, για τον υπολογισμό των κεφαλαιακών απαιτήσεων που συνδέονται με την κάλυψη του κινδύνου αγοράς από τίτλους του εμπορικού χαρτοφυλακίου, του κινδύνου συναλλάγματος και του κινδύνου από θέσεις σε

εμπορεύματα. Με τις ανωτέρω τροποποιήσεις, πέραν της εναρμόνισης της ελληνικής νομοθεσίας με την αντίστοιχη κοινοτική, επιτυγχάνεται η πιο αποτελεσματική χρήση των κεφαλαίων. Συγκεκριμένα:

α) Η δυνατότητα των πιστωτικών ιδρυμάτων να χρησιμοποιούν, υπό αυστηρά προκαθορισμένες προϋποθέσεις, δικά τους υποδείγματα (internal models) προκειμένου να υπολογίζουν με ακριβέστερο τρόπο τις κεφαλαιακές απαιτήσεις για την κάλυψη έναντι των κινδύνων αγοράς, είναι ιδιαίτερα επιθυμητή τόσο από οικονομική όσο και από εποπτική άποψη, καθώς η χρήση τους ενισχύει την ικανότητα έγκαιρης και κατάλληλης προσαρμογής στο νέο περιβάλλον λειτουργίας και καθιστά δυνατό τον υπολογισμό των κεφαλαιακών απαιτήσεων σε χαμηλότερο επίπεδο από το ισχύον μέχρι σήμερα.

β) Οι συναλλαγές των πιστωτικών ιδρυμάτων σε εμπορεύματα και σε παράγωγα μέσα επί εμπορευμάτων, υπόκεινται μέχρι σήμερα στον υψηλότερο συντελεστή στάθμισης (100%), ο οποίος όμως δεν είναι προσαρμοσμένος στη φύση του αναλαμβανόμενου κινδύνου. Είναι επομένως αναγκαία η καθιέρωση κεφαλαιακών απαιτήσεων ώστε να αντανακλούν με μεγαλύτερη ακρίβεια τον κίνδυνο αυτό, καθώς οι συναλλαγές και θέσεις σε εμπορεύματα και σε παράγωγα μέσα επί εμπορευμάτων θεωρούνται δραστηριότητες με ιδιαίτερα υψηλή μεταβλητότητα.

γ) Οι θέσεις σε χρυσό αντιμετωπίζονται κατ' ανάλογο τρόπο, ως προς τις κεφαλαιακές απαιτήσεις με τις θέσεις σε συνάλλαγμα. Η αντιμετώπιση του χρυσού ως συναλλαγματικής θέσης οφείλεται στο ότι η μεταβλητότητά του αντιστοιχεί περισσότερο σε εκείνη των ξένων νομισμάτων, τα δε πιστωτικά ιδρύματα διαχειρίζονται τις θέσεις σε χρυσό κατά τρόπο ανάλογο προς τα ξένα νομίσματα.

δ) Λοιπές τροποποιήσεις:

- Για τη διασφάλιση ίσων όρων ανταγωνισμού των ελληνικών πιστωτικών ιδρυμάτων με τα πιστωτικά ιδρύματα της Ευρωπαϊκής Ένωσης στο νέο περιβάλλον λειτουργίας που έχει διαμορφωθεί, εναρμονίζεται ο συντελεστής κεφαλαιακής απαίτησης έναντι του κινδύνου τιμών συναλλάγματος στο 8% αντί του 10% που ισχύει σήμερα. Ειδικά για τα πιστωτικά ιδρύματα που λειτουργούν ως αμιγείς πιστωτικοί συνεταιρισμοί, ο συντελεστής μειώνεται στο 10% από 12% που ισχύει σήμερα.

Στο νέο περιβάλλον ανταγωνισμού είναι πιθανή η μεγαλύτερη διακύμανση των συντελεστών κεφαλαιακής επάρκειας απ' ότι στο παρελθόν και κατά συνέπεια θα είναι μεγαλύτερη η ανάγκη διορθωτικών κινήσεων.

2.5. Άλλες μέθοδοι αποτίμησης του κινδύνου

Πέρα από τη μέθοδο VaR που αναλύεται στην παρούσα μελέτη, έχουν αναπτυχθεί και κάποιες ακόμη μέθοδοι για τον προσδιορισμό του κινδύνου. Συγκεκριμένα υπάρχουν δύο ακόμη μέθοδοι αποτίμησης του κινδύνου, οι οποίες είναι η “Earning At Risk” (EAR) και η “Economic Value of Equity” (EVE) [Kritzman et al, 1993].

Η μέθοδος EAR, ορίζεται ως ένα μοντέλο κατά το οποίο λαμβάνονται σαν πραγματικά κέρδη ή απώλειες μόνο εκείνα τα οποία έχουν ήδη πραγματοποιηθεί, ενώ ένα ακόμη χαρακτηριστικό της είναι ότι οι προσομοιώσεις που γίνονται είναι μεγάλης διάρκειας. Η EAR ουσιαστικά λαμβάνει υπόψη μόνο τις σοβαρές μεταβολές στις ταμιακές ροές (είτε αυτά είναι κέρδη, είτε απώλειες) για μια συγκεκριμένη περίοδο. Μαθηματικοποιημένα, η EAR αποτελείται από το άθροισμα των πραγματοποιημένων ταμιακών ροών συν τους συσσωρευμένους τόκους και δίνεται από τον τύπο:

$$EAR = \sum_{r \geq r \geq 0} C(t) + (a_1 - a_0) \quad (2.1)$$

Όπου C(t) είναι οι ταμιακές ροές

a: είναι οι συσσωρευμένοι τόκοι (αρχής και τέλους περιόδου)

T: είναι η περίοδος που αναφερόμαστε.

Χαρακτηριστικές διαφορές της μεθόδου αυτής από τη μέθοδο VaR είναι ότι ο χρονικός ορίζοντας είναι συγκριτικά μεγαλύτερος. Επίσης η EAR αξιολογεί τα κέρδη και τις απώλειες του χαρτοφυλακίου και κάνει εφαρμογή μιας πλήρους αξιολόγησης για ένα δεδομένο χρονικό παράθυρο, προκειμένου τελικά να γίνει η ορθότερη διαχείριση του κινδύνου της αγοράς. Η μέθοδος αυτή είναι αναγκαία για επενδύσεις κυρίως μεγάλης

διάρκειας καθώς επίσης και για τον υπολογισμό της πιθανότητας να υπάρχει απώλεια για μια δεδομένη ταμιακή ροή όπου ως στόχος έχει τεθεί συγκεκριμένο ποσό κερδών [Bodnar et al, 1998].

Αναφορικά με τη δεύτερη μέθοδο η οποία ονομάζεται Economic Value of Equity (EVE), χαρακτηριστικό της στοιχείο είναι πως υπολογίζεται με βάση τη διαφορά ανάμεσα στην τρέχουσα αξία των στοιχείων του ενεργητικού και στην τρέχουσα αξία των υποχρεώσεων. Είναι χαρακτηριστικό επίσης πως ανάλογα, με τη μεταβολή στα επιτόκια προκαλείται αντίστοιχη μεταβολή στην EVE, γεγονός που αποτελεί ένα μέτρο για να αντιληφθούμε τον κίνδυνο που διατρέχει ένας οργανισμός από τις αυξομειώσεις των επιτοκίων [Bodnar et al, 1998].

Βασικό πλεονεκτήμα της μεθόδου αυτής είναι ότι αποτελεί ένα μέτρο πρόβλεψης που υπολογίζει όλες τις μελλοντικές ταμιακές ροές και το σημαντικότερο χωρίς την εισαγωγή περιορισμών μπορούμε να λάβουμε ικανοποιητικά αποτελέσματα. Η μεθοδολογία στην οποία στηρίζεται η συγκεκριμένη μέθοδος αποτελείται ουσιαστικά από τον υπολογισμό των μεταβολών στις αξίες των στοιχείων του ενεργητικού και του παθητικού μέσα από υποθετικές αλλαγές των επιτοκίων, οπότε μέσα από τους κατάλληλους μαθηματικούς υπολογισμούς μπορούμε τελικώς να εκτιμήσουμε τον κίνδυνο για την επένδυση που έχουμε την πρόθεση να κάνουμε. Έτσι λοιπόν με τη μέθοδο EVE λαμβάνουμε καλύτερες αποφάσεις για το αν είναι η κατάλληλη περίοδος να επενδύσουμε ή είναι προτιμότερο να αναμένουμε επικείμενες αλλαγές με βάση τις συνθήκες της αγοράς. [Szego et al, 2002]

2.6. Μεθοδολογία ανάπτυξης της διαχείρισης κινδύνου σε συνδυασμό με τη μέθοδο VaR

Η μέθοδος VaR αποτελεί χρονικά ένα από τα πιο σύγχρονα εργαλεία που αναπτύχθηκε κατά την εξέλιξη των μεθόδων που αναπτύχθηκαν για τη διαχείριση κινδύνου. Ωστόσο αποτέλεσε μια ολοκληρωμένη λύση στην αντιμετώπιση του προβλήματος του εντοπισμού και της διαχείρισης του κινδύνου, όσο το δυνατόν αποτελεσματικότερα, για τις επενδύσεις. Προκειμένου να εξάγει κάθε αναλυτής το

καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα, η διαδικασία της ανάλυσης και διαχείρισης του κινδύνου προκύπτει από 3 διαφορετικά στάδια.

Κατά το πρώτο στάδιο έχουμε μια πρώτη εκτίμηση του προβλήματος με την τρέχουσα απόδοση, και τη δεχόμαστε ως μια πρώτη λύση την τιμή που προκύπτει ώστε να μπορέσουμε να υπολογίσουμε την τιμή του VaR. Έτσι, έχουμε μια συγκεκριμένη αρχική τιμή ως τιμή αναφοράς.

Το επόμενο βήμα είναι η ανάλυση ευαισθησίας, το οποίο είναι ένα κλασσικό στάδιο για την προσέγγιση του κινδύνου, κατά το οποίο προκαλούμε μεταβολές στις παραμέτρους από τις οποίες εξαρτάται η τιμή του VaR, και δίνοντας διάφορες οριακές τιμές παρατηρούμε την επίδραση τους, στο πρόβλημα που εξετάζουμε. Με την ανάλυση ευαισθησίας είναι εύκολο να μετρηθεί αποτελεσματικότερα η γραμμική έκθεση σε ιδιαίτερες καταστάσεις, όπως για παράδειγμα σε κινδύνους της αγοράς που αφορούν τον κίνδυνο από αυξομειώσεις σε επιτόκια.

Μια εναλλακτική προσέγγιση για το δεύτερο στάδιο αναφορικά με την όσο το δυνατόν καλύτερη προσέγγιση προκειμένου να μετρηθεί ορθά η VaR είναι η ανάλυση σεναρίου. Κατά το στάδιο αυτό, το χαρτοφυλάκιο αξιολογείται για μια σειρά επιτοκίων κάνοντας πλήρη αξιολόγηση των στοιχείων του χαρτοφυλακίου με βάση τις διακυμάνσεις της αγοράς.

Στο σημείο αυτό αξίζει να αναφερθεί πως κατά την περίπτωση όπου στην αγορά εμφανίζονται δυσμενείς κινήσεις τότε για τον υπολογισμό της VaR αρκεί να καθορίσουμε επακριβώς τους συνδυασμούς της τιμής και της απόδοσης με βάση ευμενείς ή δυσμενείς κινήσεις στην αγορά.

Η VaR λοιπόν, ουσιαστικά περιγράφει την οριακή πιθανότητα των απωλειών που ενδέχεται να σημειωθούν σε σημαντικές παραμέτρους της αγοράς, προκειμένου να υπολογιστεί όσο το δυνατόν αποτελεσματικότερα ο κίνδυνος για μια επένδυση. [Froot et al, 1990]

2.7. VaR και Παράγωγα

Σημαντικό ενδιαφέρον παρουσιάζει η περίπτωση των επενδύσεων σε παράγωγα και γι' αυτό το λόγο στο σημείο αυτό θα γίνει μια ιδιαίτερη μνεία αναφορικά με τη

διαχείριση του κινδύνου με τη μέθοδο VaR, σε σύγκριση ασφαλώς με την κλασσική μέθοδο αξιολόγησης που εφαρμόζεται για να αποφανθούμε σχετικά την επένδυση αυτή.

Αρχικά θα κάνουμε μια συνοπτική παρουσίαση στον τρόπο που η VaR εφαρμόζεται κατά την αξιολόγηση των παραγώγων.

Συγκεκριμένα για την εφαρμογή της μεθόδου VaR για τα επενδυτικά στοιχεία των παραγώγων, είναι απαραίτητο να αποτιμηθεί η διακύμανση της τιμής του στοιχείου αυτού στο ενεργητικό μέχρι την ημερομηνία στόχο που έχει τεθεί. Η μαθηματική σχέση που υπολογίζει την τιμή της VaR απεικονίζεται στη συνέχεια:

$$\text{VAR}(c,T) = E(F_T) - Q(F_{T,c}) \quad (2.2)$$

Όπου $Q(F_{T,c})$, είναι η κερδοφορία ή μη σε ποσοστιαία μορφή, για διάστημα εμπιστοσύνης c και $E(F_T)$ το ποσό που αναμένεται να πληρωθεί σε χρόνο T , στο μέλλον.

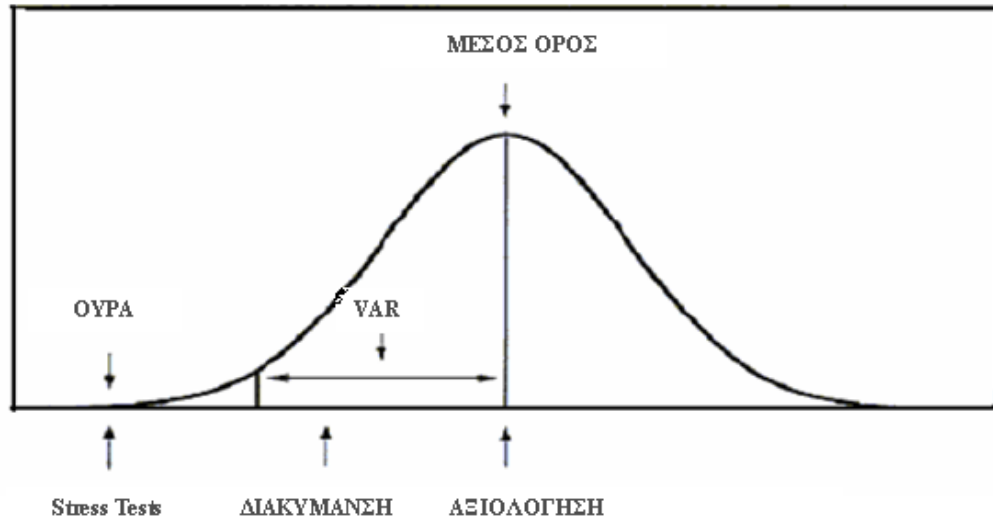
Από την άλλη πλευρά με βάση την κλασσική «προσέγγιση αξιολόγησης» (το οποίο είναι ένα δευτερεύον προϊόν του μοντέλου των Black & Sholes) παρατηρούμε ότι για να αξιολογηθεί ένα στοιχείο του ενεργητικού με πληρωμή που αντλείται από ένα spot rate S σε χρόνο T , απλά παίρνουμε την προσδοκία που θα προεξοφληθεί για μελλοντική πληρωμή $F(S)$ με κατανομή S . Η μαθηματική σχέση της προσέγγισης αυτής είναι:

$$f_t = E^* [e^{-r(T-t)} F(S_T)] \quad (2.3)$$

όπου με τον αστερίσκο δηλώνεται πως η λήψη τιμών που γίνεται για τη μέθοδο αυτή δε λαμβάνει υπόψη τον κίνδυνο. Ουσιαστικά λοιπόν η αξιολόγηση είναι ουδέτερη στον κίνδυνο εντελώς, ή πιο πρακτικά η μεταβολή της αναμενόμενης απόδοσης και του προεξοφλημένου επιτοκίου, ταυτόχρονα λειτουργεί για επιτόκια απαλλαγμένα από τον κίνδυνο.

Στο σημείο αυτό θα γίνει μια συγκριτική προσέγγιση δύο διαφορετικών μεθόδων για την εκτίμηση των επενδύσεων σε παράγωγα. Η μία μέθοδος είναι εκείνη της αξιολόγησης (valuation) και η άλλη είναι εκείνη της διαχείρισης κινδύνου με τη μέθοδο VaR. Και οι δύο προσεγγίσεις, τόσο αυτή της αξιολόγησης των παραγώγων όσο και αυτή της VaR, εκφράζονται με μια συνάρτηση και την ανάλογη κατανομή των τιμών.

Στο επόμενο σχήμα γίνεται μια απεικόνιση της διαφορετικής προσέγγισης για την κατανομή πληρωμών για παράγωγες επενδύσεις. Όπως εμφανίζεται χαρακτηριστικά στο σχήμα αυτό, η VaR περιγράφει την ενδεχόμενη διακύμανση στις πληρωμές, ενώ τα μοντέλα αξιολόγησης εστιάζονται στο μέσο όρο της κατανομής.



Σχήμα 2.1

Απεικόνιση της διαφορετικής προσέγγισης των μεθόδων διαχείρισης κινδύνου για κατανομές πληρωμών παραγώγων

Έτσι λοιπόν τα αποτελέσματα από τη μέθοδο VaR δίνουν ένα εύρος των απωλειών που μπορεί να προκύψει από την επένδυση στα συγκεκριμένα παράγωγα χωρίς να δίνουν τον απόλυτο αριθμό.

Η συμπεριφορά στην ουρά της κατανομής μπορεί ν' αναλυθεί περαιτέρω με τη βοήθεια δοκιμών αντοχής, οι οποίες είναι απαραίτητο συμπλήρωμα κατά την εφαρμογή της VaR. Οι δοκιμές αντοχής θα αναλυθούν εκτενέστερα στη συνέχεια της μελέτης, αλλά στο σημείο αυτό αξίζει να κάνουμε μία αναφορά, στο γεγονός ότι οι δοκιμές αντοχής δίνουν ένα μέτρο έκθεσης στον κίνδυνο συμπληρωματικά της VaR και λειτουργούν εντελώς ενισχυτικά για τη μέθοδο αυτή μέτρησης του κινδύνου λαμβάνοντας υπόψη τις πολύ ακραίες τιμές ώστε να βρεθούν τα όρια των τιμών που μπορεί να κινηθεί η επένδυση για περιβάλλοντα αρκετά διαφοροποιημένα από τις συνήθεις συνθήκες.

Οι δύο λοιπόν προσεγγίσεις που αναφέρθηκαν παραπάνω, της αξιολόγησης (valuation) και της διαχείρισης κινδύνου (risk management) παρουσιάζουν και μια διαφορετικότητα αναφορικά με τον τρόπο αξιολόγησης των τιμών που υπολογίζονται από την εφαρμογή τους. Έτσι λοιπόν η κλασική μέθοδος αξιολόγησης απαιτεί μεγαλύτερη ακρίβεια καθώς χρειάζονται πιο απόλυτες τιμές προκειμένου να είναι εφικτή η πλήρης αποτίμηση της επένδυσης σε παράγωγα και συγχρόνως να μπορούμε να αξιολογήσουμε ορθά την επένδυση. Αυτό ισχύει λιγότερο για τις μεθόδους διαχείρισης του κινδύνου που απλά προσπαθούν να βρουν το πώς θα μειώσουν τον κίνδυνο, λαμβάνοντας υπόψη τις παραμέτρους χρονικός ορίζοντας και διάστημα εμπιστοσύνης όπως έχει ήδη αναφερθεί. [El-Marsy et al, 2006] Μια άλλη διαφορά είναι ότι η κλασική μέθοδος αξιολόγησης εφαρμόζεται σε οικονομικό περιβάλλον χωρίς να λαμβάνεται υπόψη ο παράγοντας του κινδύνου καθόλου, ενώ η μέθοδος VaR, ο κίνδυνος ακριβώς είναι αντικειμενικός στόχος υπολογισμού του και γι' αυτό το λόγο η προσέγγιση γίνεται και με την κατανομή πραγματικών τιμών που λαμβάνονται από την αγορά.

Κλείνοντας τη συγκεκριμένη αναφορά αξίζει να προσθέσουμε πως η γνώση που έχει αποκτηθεί στον τομέα των παραγώγων μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην εφαρμογή της για τη διαχείριση του κινδύνου, και ασφαλώς η μέθοδος Αξία σε Κίνδυνο μπορεί να επεκταθεί σε πολλές περιπτώσεις προσδιορισμού και μέτρησης του χρηματοοικονομικού κινδύνου. Το γεγονός ότι η VaR μέθοδος είναι μια ευρείας χρήσης μέθοδος ενισχύθηκε και από τα χρηματοοικονομικά συστήματα που αναπτύχθηκαν με πιο διαδεδομένο εκείνο του J.P. Morgan που δημιούργησε το RiskMetric σύστημα τον Οκτώβριο του 1994. Με το σύστημα αυτό ουσιαστικά γίνεται επανατροφοδότηση τιμών και δεδομένων για συγκεκριμένο ζεύγος διαστήματος εμπιστοσύνης και χρονικού ορίζοντα προκειμένου να υπολογιστεί ο κίνδυνος της αγοράς. [Audrino et al, 2005] Στη συνέχεια αναπτύχθηκε το Credit Metrics (Απρίλιος του 1967) και το Corporate Metrics (Απρίλιος του 1999). Το Credit Metrics μετρά τον πιστωτικό κίνδυνο σε πλαίσιο που αφορά το χαρτοφυλάκιο, ενώ το Corporate Metrics επεκτείνεται και για χρήση σε μη χρηματοοικονομικές εταιρίες. Η VaR επομένως αποτελεί μια απαραίτητη διαδικασία για τον έλεγχο του κινδύνου, ωστόσο είναι θεμελιώδες να συμπληρώνεται από δοκιμές και ελέγχους αντοχής προκειμένου να υπολογιστεί αντικειμενικά ο κίνδυνος και να γίνει η όσο το δυνατόν αρτιότερη πρόβλεψη για την επένδυση.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΡΡΑΙΑ

Β. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

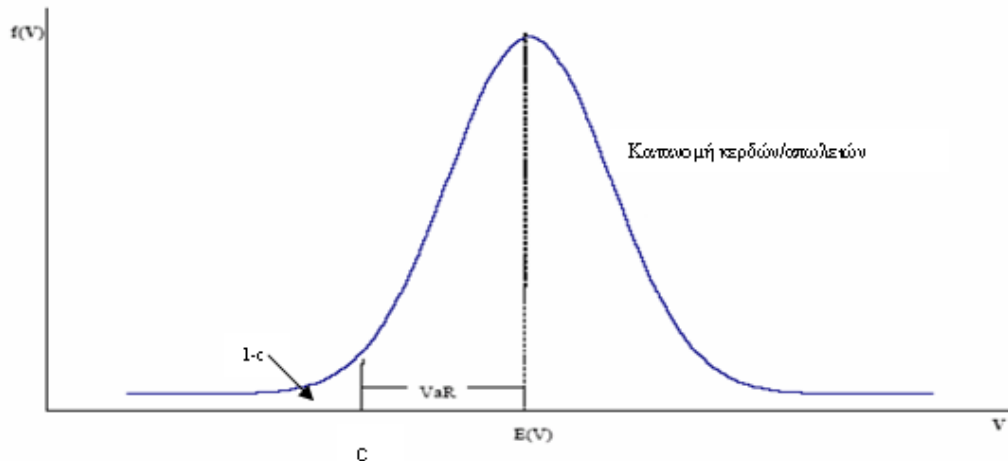
3. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΑΞΙΑ ΣΕ ΚΙΝΔΥΝΟ – ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΑΙ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΑΞΙΑ ΣΕ ΚΙΝΔΥΝΟ – **ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΑΙ ΕΝΝΟΙΕΣ**

3.1. Ορισμός της Αξίας σε Κίνδυνο (VaR)

Όπως προείπαμε, η μέθοδος VaR είναι ένα το πιο διαδεδομένα συστήματα στατιστικής για τη διαχείριση κινδύνου, το οποίο χρησιμοποιείται από τράπεζες, ασφάλειες, και γενικότερα χρηματοπιστωτικά και επενδυτικά ιδρύματα. Ουσιαστικά, με τη μέθοδο VaR ποσοτικοποιείται η κατ' εκτίμηση κατανομή των κερδών και της ζημίας στον χρονικό ορίζοντα που έχει επιλέξει ο επενδυτής να αναλύσει. Έτσι, εάν c είναι το διάστημα εμπιστοσύνης που έχει επιλεχθεί, τότε η VaR εκτίνεται ουσιαστικά στην περιοχή μέχρι το ακραίο σημείο $1-c$ της κατανομής.



Σχήμα 3.1

Κατανομή VaR – Απεικόνιση περιοχής της

Έτσι λοιπόν για παράδειγμα, με ένα επιλεγμένο διάστημα εμπιστοσύνης 95 %, η VaR θα αντιστοιχεί στο 5 % του συνολικού αριθμού των παρατηρήσεων στην κατανομή, το οποίο απεικονίζεται στην ουρά της κατανομής.

Η VaR λοιπόν μπορεί να οριστεί ως η μέθοδος που απεικονίζει τη χειρότερη ζημιά για συγκεκριμένο επίπεδο εμπιστοσύνης μέσα σε έναν καθορισμένο οριζονταστόχο. Ουσιαστικά, στα ακραία σημείο της κατανομής είναι η περιοχή εκείνη για την οποία η μέθοδος VaR απεικονίζει γεγονότα με τα οποία ποσοτικοποιείται ο κίνδυνος σε απόλυτα ποσοστά. [Giot et al, 2002] Ένα πρόβλημα ωστόσο που παρουσιάζεται έχει να κάνει με το γεγονός ότι δεν είναι δυνατό να εντοπιστεί με απόλυτη ακρίβεια η αρχή της περιοχής για την οποία η κατανομή αποδίδει τον κίνδυνο που αναλύεται από το μοντέλο. Ασφαλώς στις πιο απλές περιπτώσεις όπου το VaR μοντέλο απεικονίζεται με τη βοήθεια μιας κατανομής, όπως η κανονική, για να υπολογιστεί η απόδοση του χαρτοφυλακίου, τότε αρκεί κανείς να εντοπίσει τις ακραίες παρατηρήσεις που βρίσκονται στην ουρά, όπως φαίνεται και στο σχήμα που ακολουθεί, χαρακτηριστικά:

Όπως μπορεί να παρατηρήσει κανείς στον προηγούμενο ορισμό αναφέραμε ότι η εκτίμηση με τη μέθοδο αυτή γίνεται με βάση κάποιο *χρονικό ορίζοντα*. Ο χρονικός ορίζοντας για τον οποίο γίνεται η πρόβλεψη της VaR στις περισσότερες περιπτώσεις είναι της τάξεως της μιας ημέρας για το μεγαλύτερο πλήθος των χρηματοοικονομικών οργανισμών με ενεργά χαρτοφυλάκια. Ο βασικός λόγος που επιλέγεται αυτός ο

συγκεκριμένος χρονικός ορίζοντας έχει να κάνει με το γεγονός πως συνήθως παίρνει λιγότερο από μια μέρα προκειμένου να αντιμετωπιστεί και να αποφευχθεί ο κίνδυνος της αγοράς για τις περισσότερες θέσεις διακύμανσης ενός χαρτοφυλακίου. [Giot et al, 2002] Βέβαια, με αυτόν τον τρόπο αγνοούνται συγκεκριμένες παράμετροι που διαμορφώνουν το τελικό αποτέλεσμα και το αν η επένδυση είναι αποδοτική ή όχι. Μία από τις βασικές παραμέτρους που αγνοείται συνηθέστερα είναι οι συνθήκες ρευστοποίησης κάθε επένδυσης καθώς και οι συγκεκριμένες διαφοροποιήσεις και διακυμάνσεις που συμβαίνουν για τα διάφορα στοιχεία του χαρτοφυλακίου μέσα στη διάρκεια της ημέρας. Έτσι, τελικώς προκύπτει να είναι προτιμότερο να πάρουμε χρονικό διάστημα μιας ημέρας για κάποιες θέσεις του χαρτοφυλακίου και περισσότερες ημέρες για κάποιες άλλες θέσεις. [Chiou et al, 2006] Στη συνέχεια μπορούμε να ενοποιήσουμε και να συσχετίσουμε με κατάλληλες αναγωγές τα αποτελέσματα και να υπολογίσουμε το VaR του χαρτοφυλακίου. Ασφαλώς, ωστόσο, το καλύτερο είναι προφανώς να προσδιορίζουμε έναν συγκεκριμένο χρονικό ορίζοντα που ταιριάζει περισσότερο στα χαρακτηριστικά του χαρτοφυλακίου και να τον χρησιμοποιούμε για όλα τα στοιχεία του χαρτοφυλακίου ώστε να εξάγουμε τη VaR του χαρτοφυλακίου πιο ορθά.[Bodnar et al, 1998]

Η μέθοδος VaR (VaR) επιπρόσθετα λαμβάνει και μια επιπλέον έννοια αναφορικά με το κομμάτι εκείνο των πληροφοριών, που συγκεντρώνονται προκειμένου να υπολογιστούν οι πιθανές μελλοντικές απώλειες για ένα χαρτοφυλάκιο. Είναι γεγονός ασφαλώς πως τα κέρδη ή οι απώλειες που θα πραγματοποιηθούν δε θα μπορούν να υπολογιστούν με απόλυτη ακρίβεια, μέχρι τελικά να πραγματοποιηθούν. Έτσι λοιπόν, οι τιμές τους μέχρι τότε, αποτελούν τυχαίες εκτιμήσεις και οι μεταβλητές βάσει των οποίων υπολογίζουμε τα κατ' εκτίμηση αποτελέσματα πηγάζουν βασικά μέσα από τη στατιστική επεξεργασία δεδομένων μέχρι τη στιγμή της ανάλυσης των δεδομένων. Τα εξαγόμενα, τα οποία αποτελούν εκτιμήσεις, με τη μέθοδο VaR, οδηγούν τελικώς τη διοίκηση του επενδυτικού ιδρύματος στη λήψη αποφάσεων ώστε να αντιμετωπιστεί σχετικά κάποια επένδυση και να είναι αποτελεσματικά διαχειρίσιμος ο ενδεχόμενος κίνδυνος.[Dowd 2003].

Ασφαλώς για τον υπολογισμό της απόδοσης ενός χαρτοφυλακίου υπάρχουν πολλά διαφορετικά εργαλεία της στατιστικής, ωστόσο η μέθοδος VaR χρησιμοποιείται ως το βασικό εργαλείο για την πρόβλεψη του κινδύνου, χωρίς ασφαλώς να είναι και το

μοναδικό (ένα επίσης διαδεδομένο είναι η μέθοδος της αναμενόμενης απόδοσης). [Giot et al, 2002]. Καθώς η απόδοση του χαρτοφυλακίου είναι άγνωστη, και πρέπει να υπολογιστεί με την επίδραση ορισμένων παρατηρήσεων, ουσιαστικά καταδεικνύεται ότι το αποτέλεσμα της μεθόδου του VaR είναι προϊόν στατιστικής επεξεργασίας χωρίς απαραίτητα να είναι και το απόλυτα ορθό. Βασική παράμετρος, όπως προαναφέραμε, για τον προσδιορισμό της VaR είναι η χρονική περίοδος που χρησιμοποιείται για τη συλλογή παρατηρήσεων. Ισχύει γενικά, πως αν οι παρατηρήσεις είναι ακατάλληλες, τότε η πρόβλεψη που θα προκύψει ενδέχεται να είναι εντελώς λανθασμένη. Συνοψίζοντας, λοιπόν, με τη μέθοδο VaR γίνεται μια εκτίμηση μέσα σε ένα διάστημα εμπιστοσύνης για κάθε παράμετρο που χρησιμοποιείται, και από την ανάλυση μπορεί να αποδειχθεί το πόσο αξιόπιστη μπορεί να είναι η εκτίμηση αυτή. [Froot et al, 1990]

Στην ουσία της και προκειμένου να γίνει μια πρακτική παρουσίαση της μεθόδου VaR, από αυτήν δεν πληροφορούμαστε το πόσο εκτεταμένες είναι οι απώλειες για μια μη αποδοτική ημέρα, αλλά κυρίως προσδιορίζονται οι διαφοροποιήσεις μιας αποδοτικής από μια μη αποδοτική ημέρα. Επίσης σημαντική αξία έχει το είδος της αγοράς στην οποία θα εκτεθεί το χαρτοφυλάκιο των στοιχείων που πρόκειται να επενδύσουμε. Ας πάρουμε για παράδειγμα την περίπτωση όπου έχουμε δύο χαρτοφυλάκια με έκθεση σε κίνδυνο σε διαφορετικές αγορές, αν τα χαρτοφυλάκια έχουν την ίδια VaR, δεν είναι ορθό να προβούμε στη δέσμευση ίδιων κεφαλαίων καθώς το περιβάλλον για καθένα από αυτά διαφοροποιείται και άρα πιθανώς διαφοροποιούνται και οι μεταξύ τους αποδόσεις. Ένα ακόμη χαρακτηριστικό είναι ότι με τη μέθοδο αυτή μπορούμε να εξετάσουμε για μια συγκεκριμένη περίοδο πρόβλεψης, ένα όχι ιδιαίτερα αποδοτικό περιβάλλον και να διαβλέψουμε την περίπτωση επέκτασης των απωλειών πέρα από αυτόν τον χρονικό ορίζοντα που έχουμε θέσει. [Cuoco et al, 2006] Τέλος, ανάλογα με τη φύση της συναλλαγής και τη διάθεση για την ανάληψη του κινδύνου από τον επενδυτή ορίζεται μια μη αναλογική σχέση ανάμεσα στο μέγεθος του κινδύνου που αναλαμβάνεται και στο μέγεθος του κεφαλαίου που τελικώς επενδύεται. [Szego et al, 2002] Για να δοθεί μια πρακτική αίσθηση των όσων καταγράφονται θα μπορούσαμε υπό συνθήκες να πούμε πως αν η VaR είναι ίση με 3% του προς επένδυση κεφαλαίου, για μια άσχημη ημέρα (με απώλειες πάνω από 5% με βάση την προηγούμενη ημέρα) θα μπορούσαμε να πούμε πως είναι μια σχετικά ασφαλής επενδυτική κίνηση.

3.2. Βασικές παράμετροι της μεθόδου Αξία σε Κίνδυνο

Στο κεφάλαιο αυτό θα παρουσιάσουμε το μοντέλο VaR και θα προσπαθήσουμε να προσεγγίσουμε αυτή τη μέθοδο διαχείρισης κινδύνου προκειμένου να λάβουμε την πλήρη εικόνα της. Για την καλύτερη προσέγγιση, της υπό επεξεργασία μεθόδου VaR θα πρέπει αρχικά να απαλλαγούμε από τους όποιους περιορισμούς υφίστανται στις οντότητες κέρδη και απώλειες. Το σημείο της προσοχής μας εστιάζεται κυρίως στη στατιστική επεξεργασία της κατανομής των τιμών που προκύπτουν με βάση τα ζεύγη **επίπεδο εμπιστοσύνης** και **χρονικός ορίζοντας** που επιλέγουμε, και επικεντρωνόμαστε ιδιαίτερος στην ουρά της κατανομής τιμών. [Duffie et al, 1997] Στο τμήμα αυτό της κατανομής υπάρχει το κρίσιμο ποσοστό p , των τιμών που είναι λιγότερο αποδεκτές (χειρότερα αποτελέσματα). Πρακτικά, το νόημα της VaR, κατ' ουσίαν, για ένα χαρτοφυλάκιο, είναι η μέγιστη απώλεια που μπορεί να υπολογιστεί από τους αναλυτές για συγκεκριμένο διάστημα εμπιστοσύνης καθώς επίσης και για ορισμένο χρονικό ορίζοντα.

Στο σημείο αυτό είναι σημαντικό να ορίσουμε τις παραμέτρους αυτές που θα αναφερθούν στην παρούσα μελέτη κατά κόρον και που συγχρόνως αποτελούν θεμελιώδη μεγέθη για τη μέθοδο αυτή. Έτσι λοιπόν, οι δύο χαρακτηριστικές παράμετροι πάνω στις οποίες στηρίζεται η μέθοδος VaR είναι το **επίπεδο εμπιστοσύνης** και ο **ορίζοντας πρόβλεψης** που θα αναλύσουμε, αμέσως παρακάτω.

3.2.1. Επίπεδο Εμπιστοσύνης

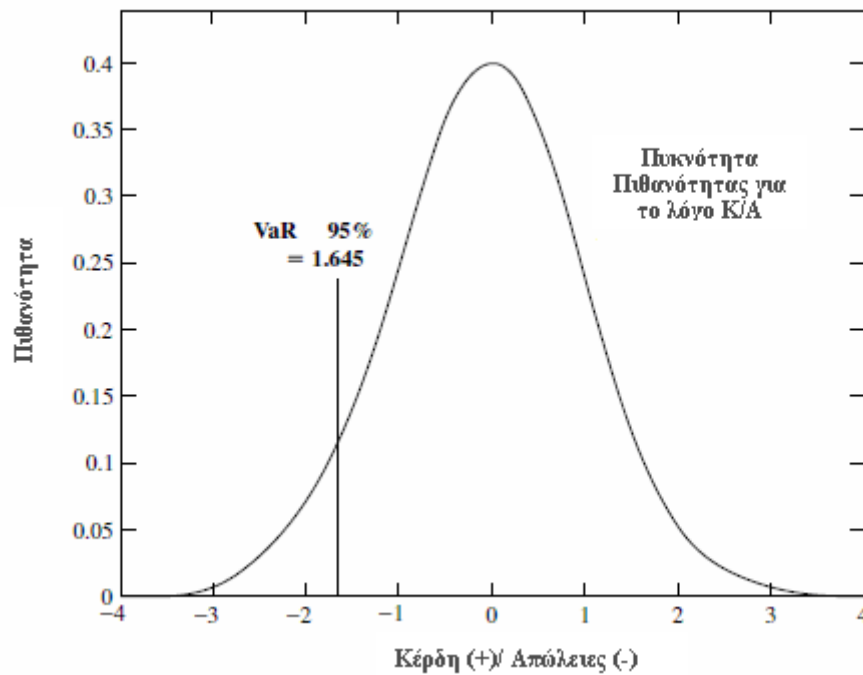
Το VaR όπως γνωρίζουμε αποτελεί ένα μέτρο της μέγιστης δυνητικής ζημίας. Παρόλ' αυτά, δε σημαίνει κυριολεκτικά «μέγιστη ζημία», καθώς κάτι τέτοιο θα αντιστοιχούσε στη συνολική αξία του χαρτοφυλακίου, παρά σχετίζεται με ένα δεδομένο επίπεδο εμπιστοσύνης. Το επίπεδο εμπιστοσύνης είναι η πιθανότητα η ζημία που προκύπτει να μην είναι μεγαλύτερη του προβλεπόμενου VaR. Τα μέτρα του VaR υπολογίζονται συνήθως για επίπεδα εμπιστοσύνης από 95-99 %, ενώ διαφοροποιώντας το επίπεδο εμπιστοσύνης, δίνεται η δυνατότητα αναλυτικής διερεύνησης του προφίλ

κινδύνου του χαρτοφυλακίου. Η επιλογή του κατάλληλου επιπέδου εμπιστοσύνης εξαρτάται από το λόγο για τον οποίο θα χρησιμοποιηθεί. Έτσι για υπολογισμό κεφαλαιακής επάρκειας τότε ίσως είναι προτιμότερο να είναι στα όρια του 99%, ενώ για εσωτερική πληροφόρηση, τα επίπεδα του 95 % είναι συνήθως ικανοποιητικά. [Giot et al, 2002]

3.2.2. Ορίζοντας πρόβλεψης

Το ύψος του VaR εξαρτάται από τον χρονικό ορίζοντα μέσα στον οποίο αναμένεται να προκύψει η ζημία. Ο ορίζοντας πρόβλεψης καθορίζει το χρονικό περιθώριο μέσα στο οποίο εκτιμάται το VaR, και κινείται συνήθως από μία ημέρα έως και ένα μήνα. Εξυπακούεται ότι, όσο μακραίνει ο ορίζοντας αυτός, τόσο αυξάνεται η πιθανότητα να παρατηρηθεί μεγαλύτερη μεταβολή στην αξία του χαρτοφυλακίου. Η επιλογή του ορίζοντα εξαρτάται από τη φύση του χαρτοφυλακίου και το χρόνο που χρειάζεται για τη ρευστοποίησή του. Το VaR υποθέτει ότι δε γίνονται αλλαγές στο χαρτοφυλάκιο κατά τη διάρκεια του ορίζοντα πρόβλεψης, κι έτσι συχνά χρησιμοποιείται ο όρος «περίοδος διακράτησης» αντί για το «ορίζοντας πρόβλεψης». Στην πράξη, ο μικρότερος δυνατός ορίζοντας είναι η μία ημέρα που χρησιμοποιείται συχνά για ενεργώς διαχειριζόμενα χαρτοφυλάκια. Για μη ρευστά εργαλεία είναι ίσως προτιμότερο, να χρησιμοποιηθεί μία πιο μακρά περίοδος αφού δεν υπάρχουν πολλές εναλλαγές στο χαρτοφυλάκιο. [Giot et al, 2002]

Μια απεικόνιση για τη VaR εμφανίζεται χαρακτηριστικά στο επόμενο σχήμα, όπου έχουμε τη γραφική αναπαράσταση της σχέσης του κλάσματος κέρδη/απώλειες και πιθανότητας εμφάνισης των τιμών του, για συγκεκριμένη χρονική περίοδο.



Σχήμα 3.2

Απεικόνιση του VaR για επίπεδο εμπιστοσύνης 95 %

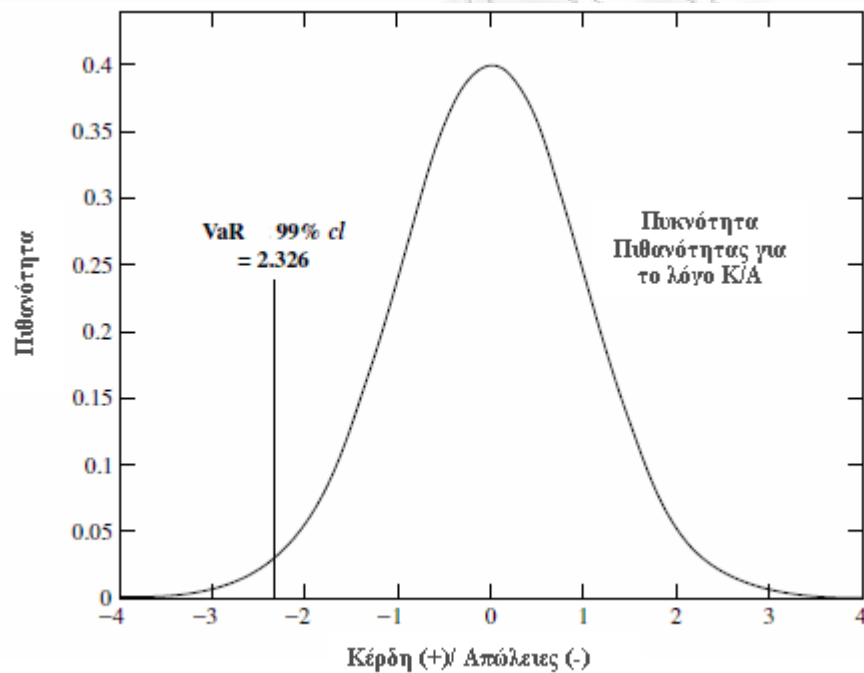
Όπως προείπαμε, για να υπολογίσουμε τη VaR, είναι απαραίτητο να καθορίσουμε και το κατάλληλο διάστημα εμπιστοσύνης. Ας υποθέσουμε ότι αυτό είναι 95 %, οπότε η VaR δίνεται από το σημείο τομής που βρίσκεται στο αρνητικό τμήμα του άξονα των x και διαχωρίζει το 95 % της κατανομής από το 5 % που βρίσκεται στην ουρά της. Το σημείο τομής είναι το -1,645, και επομένως η τιμή της VaR είναι κατ' απόλυτη τιμή ίση με 1,645. Για αρνητικές τιμές λοιπόν του λόγου κέρδη/απώλειες, προκύπτει ότι το χειρότερο εξαγόμενο για διάστημα εμπιστοσύνης 95 %, είναι απώλειες ίσες με 1,645. Έτσι λοιπόν, θετικές τιμές του κλάσματος αντιστοιχούν σε κέρδη, ενώ αρνητικές τιμές αντιστοιχούν σε ζημιές.

Επομένως πρακτικά το σημείο του άξονα X που αντιστοιχεί στην τιμή της VaR λαμβάνει αρνητικές τιμές και αντιστοιχεί σε απώλειες που υπολογίζονται κατ' απόλυτο τιμή. Επομένως και στο VaR αποδίδεται θετική τιμή. Στην περίπτωση που το σημείο τομής με τον άξονα X πάρει θετικές τιμές τότε μιλάμε για κέρδη και επομένως το VaR λαμβάνει αρνητικές τιμές. Έτσι λοιπόν, για συγκεκριμένο επίπεδο εμπιστοσύνης εάν το

αποτέλεσμα της μεθόδου είναι κέρδη και όχι απώλειες, τότε το VaR λαμβάνει αρνητικές τιμές.

Χαρακτηριστική ιδιότητα της VaR είναι η εξάρτησή της από την επιλογή του διαστήματος εμπιστοσύνης. Ειδικότερα είναι προφανές πως η τιμή της VaR μεταβάλλεται με βάση τις τιμές που λαμβάνει το διάστημα εμπιστοσύνης. [Dowd et al, 2003]

Αν παρατηρήσουμε για παράδειγμα το επόμενο σχήμα όπου απεικονίζεται το VaR για επίπεδο εμπιστοσύνης ίσο με 99%, τότε το VaR, παρατηρούμε ότι λαμβάνει άλλη τιμή. Το VaR λοιπόν υπολογίζεται ως η τομή του άξονα X στο σημείο εκείνο όπου η κατανομή διαχωρίζει τις τιμές του 99%, από το 1% της ουράς.

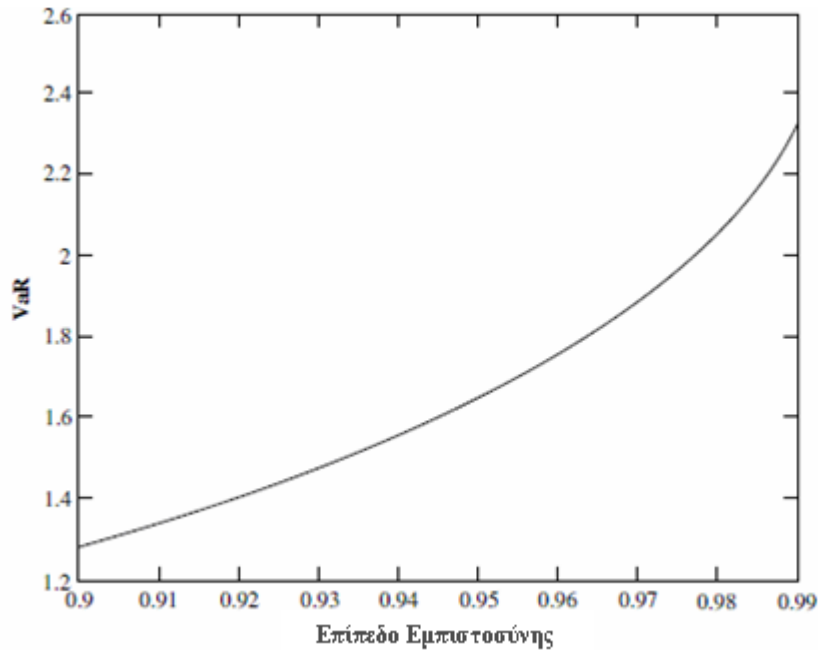


Σχήμα 3.3

Απεικόνιση του VaR για επίπεδο εμπιστοσύνης 99 %

Έτσι λοιπόν η τομή με τον άξονα των X είναι στο σημείο -2,326 και επομένως η τιμή της VaR είναι ίση με 2,326. Άρα λοιπόν όσο μεγαλύτερο επίπεδο εμπιστοσύνης έχουμε, τόσο πιο μικρή ουρά απομένει, άρα έχουμε μετατόπιση του σημείου τομής προς τ' αριστερά και άρα θα έχουμε και υψηλότερη τιμή για το VaR. [Dowd et al, 2003]

Εξετάζοντας τη σχέση του διαστήματος εμπιστοσύνης και της τιμής του VaR καταλήγουμε στο συμπέρασμα πως η VaR παίρνει μεγαλύτερες τιμές όσο το επίπεδο εμπιστοσύνης αυξάνεται. Χαρακτηριστικό είναι το επόμενο σχήμα όπου έχουμε την απεικόνιση της VaR ανάλογα με το επίπεδο εμπιστοσύνης, έχοντας όλες τις υπόλοιπες παραμέτρους σταθερές.



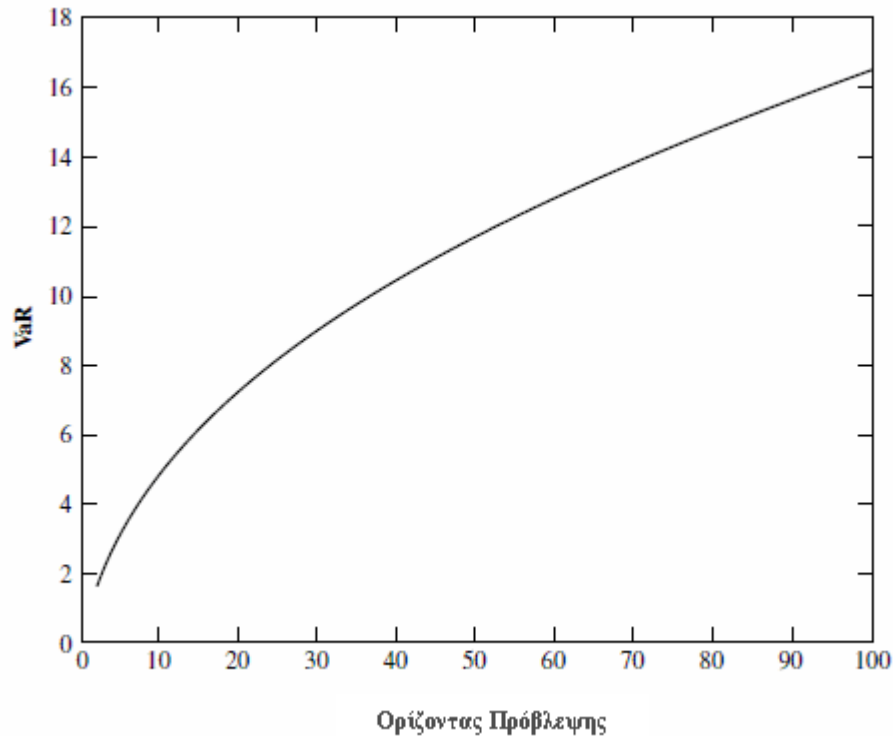
Σχήμα 3.4

Σχέση του VaR με το επίπεδο εμπιστοσύνης

Είναι χαρακτηριστικό επίσης πως η τιμή της VaR όχι μόνο αυξάνεται με την παράλληλη αύξηση του επιπέδου εμπιστοσύνης, αλλά συγχρόνως έχουμε και αυξανόμενο ρυθμό της μεταβολής της, στοιχείο που οι επενδυτές πρέπει να λαμβάνουν υπόψη κατά τη μελέτη τους για τη διαχείριση κινδύνου.

Όπως έχουμε ήδη επισημάνει η τιμή της VaR εξαρτάται από το χρονικό ορίζοντα και επομένως είναι πολύ βασική η επιλογή του, επηρεάζοντας επίσης την τελική τιμή της VaR. Αυτή η συσχέτιση της VaR με το χρονικό παράθυρο όπου αναλύουμε την επένδυση που πρόκειται να κάνουμε και άρα θέλουμε να υπολογίσουμε γι' αυτήν τον κίνδυνο, απεικονίζεται χαρακτηριστικά στο επόμενο σχήμα. Στο σχήμα αυτό για σταθερό

διάστημα εμπιστοσύνης (ίσο με 95 %), έχουμε την απεικόνιση των τιμών που λαμβάνει το VaR ενώ ο χρονικός ορίζοντας κινείται σε ένα εύρος τιμών από 1 έως 100 ημέρες.



Σχήμα 3.5

Σχέση του VaR με τον ορίζοντα πρόβλεψης

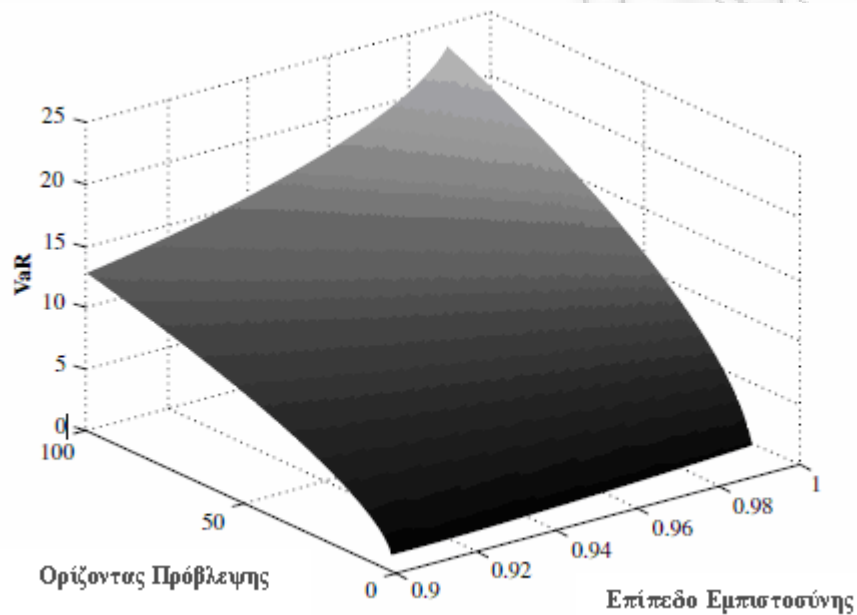
Παρατηρούμε πως η VaR αυξάνεται και μάλιστα εξαρτώμενη από την τετραγωνική ρίζα του χρονικού ορίζοντα, λαμβάνοντας τιμές στο διάστημα 1,645 και 16,449.

Ωστόσο, τόσο από τα προαναφερθέντα όσο και από τα δύο προηγούμενα διαγράμματα λαμβάνουμε μόνο τη μερική εικόνα μεταξύ της τιμής του VaR και των παραμέτρων του διαστήματος εμπιστοσύνης και του χρονικού ορίζοντα.

Συγκεκριμένα, στο πρώτο σχήμα διατηρείται σταθερό το διάστημα εμπιστοσύνης και υπολογίζεται το VaR για μεταβολές του χρονικού ορίζοντα, ενώ στο δεύτερο σχήμα μεταβάλλεται το διάστημα εμπιστοσύνης και παραμένει σταθερός ο χρονικός ορίζοντας, ώστε να υπολογιστεί η VaR. [Dowd et al, 2003]

Προκειμένου να σχηματίσουμε μια πλήρη και ολοκληρωμένη εικόνα για τον τρόπο που μεταβάλλεται το VaR θα ήταν πιο χρήσιμο να υπολογίσουμε τη VaR με ταυτόχρονες μεταβολές και για τις δύο παραμέτρους, και να συμβαίνουν συγχρόνως.

Το αποτέλεσμα, προφανώς είναι η επιφάνεια που απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα, και από την οποία μπορούμε να εξάγουμε την τιμή της VaR για οποιοδήποτε συνδυασμό τιμών των δύο παραμέτρων.



Σχήμα 3.6

Σχέση του VaR με τον ορίζοντα πρόβλεψης και το επίπεδο εμπιστοσύνης

Με βάση τις τιμές που βρίσκονται επί της επιφάνειας, μπορούμε να συμπεράνουμε το πώς μεταβάλλεται το VaR εξαρτώμενο από τις τιμές που λαμβάνουν οι παράμετροι αυτές και μας παρέχεται ολοκληρωμένη η πληροφορία σχετικά με τον κίνδυνο της αγοράς που πιθανά να εμφανίσει η επένδυση στην οποία θέλουμε να προβούμε.

Στο συγκεκριμένο σχήμα, η επιφάνεια παρατηρούμε πως καμπυλώνεται ανοδικά όταν το διάστημα εμπιστοσύνης αλλά και ο χρονικός ορίζοντας παίρνουν ταυτόχρονα ένα συγκεκριμένο ζεύγος τιμών, για τις οποίες άλλωστε το χαρτοφυλάκιο είναι πιο πιθανό να εμφανίσει τις μεγαλύτερες απώλειες. [Pavlou et al, 2006]

3.3. Επιλογή των VaR παραμέτρων

Όπως γίνεται κατανοητό λοιπόν, για τον προσδιορισμό του VaR, είναι απαραίτητο να οριοθετήσουμε τον κατάλληλο ορίζοντα πρόβλεψης και συγχρόνως να αποφασίσουμε και το επίπεδο εμπιστοσύνης που θα επιλέξουμε προκειμένου να προσδιορίσουμε την κατανομή απωλειών και να προσδιοριστεί ο κίνδυνος της αγοράς.

Ο ορίζοντας πρόβλεψης, εξαρτάται κυρίως από τη ρευστότητα της αγοράς αλλά και από νομικούς περιορισμούς που διαμορφώνουν το οικονομικό περιβάλλον μέσα στο οποίο πρόκειται να γίνει η επένδυση. Είναι άλλωστε χαρακτηριστικό πως ο ορίζοντας πρόβλεψης εμφανίζει αξιοσημείωτες διαφορές μεταξύ διαφορετικών αγορών, με αποτέλεσμα κάθε επενδυτικός φορέας να πρέπει να επιλέξει τον κατάλληλο ορίζοντα πρόβλεψης, που ταιριάζει με την αγορά που αυτός πρόκειται να δραστηριοποιηθεί. Χαρακτηριστική πολιτική διαχείρισης του κινδύνου για αγορές όπου παρουσιάζονται χαμηλά επίπεδα ρευστότητας, είναι συνήθως η διακράτηση ενός επενδυτικού στοιχείου ακόμα και αν εμφανίζει ζημιές για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, καθώς η έκθεση του σε μια επισφαλή αγορά, είναι πιθανό να προκαλέσει μεγαλύτερες απώλειες στον επενδυτικό οίκο. [Chernobai et al, 2007]

Όσον αφορά το επίπεδο εμπιστοσύνης και τον τρόπο που αυτό πρέπει να επιλεγεί για τη βέλτιστη εφαρμογή της διαχείρισης κινδύνου, συνηθέστερα οι επενδυτές ανάλογα με το πλήθος των στοιχείων που διαθέτουν προς επένδυση είναι προτιμότερο το VaR να υπολογίζεται για διαφορετικό επίπεδο εμπιστοσύνης. Εάν ωστόσο διαθέτουμε την εκτίμηση για την κατανομή των απωλειών, είναι εύκολο να υπολογίσουμε τα απαιτούμενα ποσοστά και άρα και το VaR για διαφορετικά επίπεδα εμπιστοσύνης, συγχρόνως. [Chernobai et al, 2007]

Ασφαλώς, προκειμένου να είμαστε κεφαλαιακά καλυμένοι, είναι προτιμότερο να υπάρχει ένα υψηλό επίπεδο εμπιστοσύνης, καθώς σε αυτή την περίπτωση τα περιθώρια ασφαλείας που έχουμε για την επένδυσή μας εμπεριέχουν λιγότερο κίνδυνο. [Sheedy et al, 2006]

Τέλος, είναι βασικό να υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός παρατηρήσεων προκειμένου οι κατανομές που προκύπτουν να έχουν τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια και για οποιοδήποτε ζεύγος τιμών επιπέδου εμπιστοσύνης και χρονικού ορίζοντα να είναι δυνατή η τιμή του VaR, βάσει της οποίας θα μπορέσει ο αναλυτής να διαχειριστεί τον κίνδυνο.

3.4. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της μεθόδου VaR

Προκειμένου να προσδιορίσουμε τις δυνάμεις και τις αδυναμίες της μεθόδου VaR ως τρόπο μέτρησης του κινδύνου, θα πρέπει να τη συγκρίνουμε με άλλες αντίστοιχες μεθόδους. Στην ανάλυσή μας, θα χρησιμοποιήσουμε μια απλή μέτρηση του χρηματοοικονομικού κινδύνου, η οποία αφορά την **ολοκληρωτική έκθεση** σε αυτόν. Πιο συγκεκριμένα, μια τοποθέτηση 1 εκατ. Ευρώ σε κυβερνητικά ομόλογα, έχει ολοκληρωτική έκθεση στον κίνδυνο της τάξης του 1 εκατ. Ευρώ. Το ίδιο θα μπορούσε κανείς να υποθέσει και για μια τοποθέτηση του ίδιου ύψους σε μετοχές διαδικτύου. Θεωρητικά το ποσό που μπορεί να χαθεί και στις δύο περιπτώσεις είναι το ίδιο, ωστόσο με τη μέθοδο VaR μπορεί να προβλεφθεί ότι οι απώλειες μπορεί να είναι μεγαλύτερες στη δεύτερη περίπτωση [Hakala et al, 2002].

Ας συγκρίνουμε μια τοποθέτηση ενός κεφαλαίου σε διμηνιαία κυβερνητικά ομόλογα με μια τοποθέτηση ίδιου κεφαλαίου σε εικοσαετή κυβερνητικά ομόλογα. Από τη μία μεριά η έκθεση στον κίνδυνο είναι η ίδια και για τις δύο περιπτώσεις, ωστόσο η επένδυση μεγαλύτερης διάρκειας αντιμετωπίζει μεγαλύτερο κίνδυνο γιατί προφανώς η αξία των μακροπρόθεσμων ομολόγων είναι περισσότερη ευαίσθητη σε αλλαγές των επιτοκίων. Το πόσο ευαίσθητη είναι μια επένδυση στις μεταβολές των επιτοκίων αποτελεί μια σημαντική πηγή κινδύνου για τις σταθερές αγορές εισοδήματος.

Ασφαλώς, οι παράγοντες που δημιουργούν τον κίνδυνο δεν είναι οι ίδιοι στις αγορές και τα προϊόντα με αποτέλεσμα να υπάρχει δυσκολία προκειμένου να προσδιοριστεί ο βαθμός του κινδύνου. Έτσι λοιπόν, ο χρονικός ορίζοντας έχει ιδιαίτερο νόημα όταν συγκρίνουμε προϊόντα σε επίπεδα ενός κράτους αλλά έχει μικρότερη σημασία για διεθνείς συγκρίσεις. Ωστόσο με τη VaR σκοπός είναι να μετρηθεί το ίδιο

επίπεδο του κινδύνου ανεξαρτήτως από το σε ποιά στοιχεία έχει επενδυθεί ένα χαρτοφυλάκιο (ομόλογα, μετοχές κ.α.).

Για τη μέτρηση του κινδύνου, ευρέως χρησιμοποιείται το στατιστικό εργαλείο της κανονικής κατανομής η οποία χρησιμοποιείται ως μέσο για τη μέτρηση κινδύνου. Αυτό ισχύει διότι η κανονική κατανομή χρησιμοποιείται για να μετρηθεί το μέγεθος των στατιστικών διακυμάνσεων πολλών φαινομένων. Η κανονική κατανομή της VaR, παρέχει πληροφορίες τόσο για τις πιθανότητες όσο και για το μέγεθος των απωλειών, απλώς η μόνη διαφορά τους έγκυται στο γεγονός ότι στην κανονική κατανομή, τα κέρδη και οι απώλειες αποτελούν το ένα εικονική αναπαράσταση του άλλου. Μια απώλεια 1 εκατομμυρίου ευρώ, έχει την ίδια πιθανότητα να συμβεί όσο και η παρουσία κερδών της ίδιας τάξης κάτι που ισχύει για οποιοδήποτε ποσό. Αν και αυτό μπορεί να λειτουργεί σωστά για απλές εφαρμογές απέχει από την πραγματικότητα όταν αναφερόμαστε σε δικαιώματα. Αγοράζοντας δικαιώματα δημιουργείται μια χωρίς όριο προς τα πάνω πιθανότητα κέρδους, χωρίς να υπάρχει πιθανότητα να χαθούν χρήματα περισσότερα από το κόστος του δικαιώματος. [Hakala et al, 2002]

3.5. Περιορισμοί στη μέθοδο της VaR ως τρόπος προσδιορισμού του κινδύνου

Σύμφωνα με πολλούς διαχειριστές κινδύνου, η ευρεία χρήση του VaR από όλων των ειδών τις επιχειρήσεις, επενδυτές και νομοθέτες, καθώς και η πεποίθηση ότι αυτός ο απλός αριθμός αντικατοπτρίζει τον κίνδυνο που αναλαμβάνεται, είναι ένας συνεχώς αυξανόμενος κίνδυνος για την παγκόσμια οικονομία. Παρά το γεγονός ότι η μέθοδος Value-at Risk έχει γίνει ευρέως αποδεκτή για την αντιμετώπιση του κινδύνου από χρηματοπιστωτικούς οργανισμούς, εποπτικές αρχές και άλλους φορείς, παρουσιάζει αρκετά προβλήματα και περιορισμούς, τους οποίους ο χρήστης της τεχνικής θα πρέπει να γνωρίζει.

Καταρχήν πρέπει να αναφερθεί ο νόμος του Goodhart (1974), σύμφωνα με τον οποίο κάθε στατιστική σχέση θα καταρρεύσει όταν χρησιμοποιείται για νομοθετικούς σκοπούς. Επομένως εκφράζονται φόβοι ότι και το VaR ως μία στατιστική μέθοδο

υπολογισμού του κινδύνου, μπορεί να καταρρεύσει επειδή χρησιμοποιείται από την Επιτροπή της Βασιλείας για τον καθορισμό της κεφαλαιακής επάρκειας των τραπεζών.

Η ποιότητα των υπολογισμών της VaR εξαρτάται από την ποιότητα των πληροφοριών και των δεδομένων που έχουν συλλεχθεί. Οι πληροφορίες αυτές αντλούνται κυρίως από παρατηρήσεις των αντιδράσεων της αγοράς στο παρελθόν, δηλαδή από ιστορικά στοιχεία. Ακόμα όμως και αν γίνει τέλεια ανάλυση στα ιστορικά στοιχεία, αυτό δε σημαίνει απαραίτητα πως το παρελθόν μπορεί να αποτελέσει οδηγό για την μελλοντική συμπεριφορά των τιμών.

Υπάρχουν επίσης δύο επιμέρους κίνδυνοι που ενέχονται στις αναλύσεις σύμφωνα με τη μεθοδολογία VaR. Ο πρώτος είναι ο κίνδυνος γεγονότος, δηλαδή ο κίνδυνος που μπορεί να προέλθει από μεμονωμένα και αποσπασματικά γεγονότα. Ο δεύτερος είναι ο κίνδυνος περιβάλλοντος, δηλαδή ο κίνδυνος που μπορεί να προέλθει από δομικές αλλαγές σε επίπεδο συνθηκών της αγοράς ή θεσμικού πλαισίου.

Επίσης ένας άλλος περιορισμός είναι ότι για τον υπολογισμό του VaR, θεωρούμε ότι το χαρτοφυλάκιο δεν είναι διαχειρίσιμος. Κάτι τέτοιο όμως δεν συμβαίνει, ειδικά από τράπεζες και άλλους χρηματοοικονομικούς οργανισμούς. Όταν λοιπόν η επιτροπή της Βασιλείας ορίζει το VaR σαν μέτρο για τον καθορισμό της κεφαλαιακής επάρκειας, είναι σαν να παραδέχεται ότι οι τράπεζες λειτουργούν με γνώμονα την τύχη, αναφορικά με τα χαρτοφυλάκιά τους.

Για την εφαρμογή της μεθόδου γίνονται κάποιες παραδοχές, οι οποίες όμως μειώνουν την αξιοπιστία των υπολογισμών. Αυτό, κάποιες φορές μπορεί να αντιμετωπιστεί και κάποιες άλλες όχι. Τα προβλήματα που δημιουργούνται από τις παραδοχές αυτές είναι:

Ασύμμετρες κατανομές: στις περισσότερες περιπτώσεις η παραδοχή της κανονικής κατανομής είναι αποδεκτή προσέγγιση της πραγματικότητας. Ωστόσο υπάρχουν περιπτώσεις που πραγματική κατανομή της απόδοσης της επένδυσης διαφέρει από την κανονική. Αυτό γίνεται συνήθως όταν α) οι παράμετροι της αγοράς έχουν τιμή πλησίον του μηδενός, οπότε έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα να κινηθούν ανοδικά και β) όταν υπάρχουν στο χαρτοφυλάκιο χρηματοοικονομικά δικαιώματα (options).

Ακραία γεγονότα των πραγματικών κατανομών: τα ακραία γεγονότα οφείλονται στο ότι μεγάλες μετακινήσεις στην αγορά συμβαίνουν περισσότερο συχνά από αυτές που

θα συνέβαιναν αν οι αποδόσεις ακολουθούσαν την κανονική κατανομή. Παρά το γεγονός αυτό, πολλοί πρακτικοί και ακαδημαϊκοί θεωρούν ότι οι αποδόσεις κατανέμονται κανονικά. Αυτό μπορεί να δημιουργήσει σημαντικό πρόβλημα στον υπολογισμό του VaR, γιατί αν αγνοηθούν τα ακραία γεγονότα, τότε γίνεται δύσκολη η ποσοτικοποίηση των ζημιών, αφού μία μικρή αλλαγή στο επίπεδο σημαντικότητας προκαλεί σημαντικές αλλαγές στο άνω όριο των ζημιών.

Πέραν όμως των παραπάνω προβλημάτων ο χρήστης της μεθόδου πρέπει να γνωρίζει πως το VaR δεν υπολογίζει τη μέγιστη δυνητική ζημία που μπορεί να υποστεί ένας οργανισμός, αλλά την πιθανή ζημία για κάποιο δεδομένο διάστημα εμπιστοσύνης. Επομένως η ανάλυση δε θα πρέπει να σταματά στον υπολογισμό του μοναδικού αριθμού VaR, αλλά να επεκτείνεται και στη διεύρυνση των ακραίων τιμών (της ουράς της κατανομής), που μπορεί να λάβει η αξία του χαρτοφυλακίου με σκοπό την προετοιμασία του οργανισμού για ένα τέτοιο ακραίο ενδεχόμενο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΑΞΙΑΣ ΣΕ ΚΙΝΔΥΝΟ

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται θεωρητική προσέγγιση της μεθόδου VaR και παρουσιάζονται οι μαθηματικοποιημένες σχέσεις για καθέναν από τους διαφορετικούς τρόπους υπολογισμού της. Βασικό στοιχείο για τον υπολογισμό του VaR αποτελεί ο προσδιορισμός της κατανομής των αποδόσεων που προκύπτουν από την επένδυση σε ένα χαρτοφυλάκιο. Οι προσεγγίσεις που χρησιμοποιούνται προκειμένου να υπολογιστεί το VaR μπορούν να ταξινομηθούν στις εξής δύο κατηγορίες σχετιζόμενες μάλιστα με τις κατανομές αποδόσεων που προκύπτουν από τις επενδύσεις. Τις **παραμετρικές** και τις μη **παραμετρικές προσεγγίσεις**. [Hakala et al, 2002]

Στις παραμετρικές προσεγγίσεις συγκεκριμένα γίνονται παραδοχές σχετικά με την κατανομή των αποδόσεων, στις οποίες ακολουθείται και μια συγκεκριμένη διαδικασία για την εκτίμηση των παραμέτρων που ρυθμίζουν τη μορφή της. Η τιμή του VaR λοιπόν, υπολογίζεται ως το ποσοστό της κατανομής που προκύπτει με βάση τις αποδόσεις για συγκεκριμένο διάστημα εμπιστοσύνης. Βέβαια, οι παραμετρικές προσεγγίσεις περικλείουν τον κίνδυνο, το στατιστικό υπόδειγμα που ακολουθείται να μην είναι ορθό, μειονέκτημα που θα ανφερθεί και στη συνέχεια της μελέτης. [Chong et al, 2004]

Αντίθετα με τις παραμετρικές προσεγγίσεις, στις μη παραμετρικές δε γίνεται καμία υπόθεση σχετικά με τις κατανομές των αποδόσεων, και έτσι οι τιμές του VaR που πρόκειται να εκτιμηθούν βασίζονται σε υπολογισμούς με βάση τις τιμές που έχουν ληφθεί για τον υπολογισμό της κατανομής. Οι μη παραμετρικές προσεγγίσεις, δεν εμπεριέχουν κινδύνους αναφορικά με την ορθότητα ή μη του στατιστικού μοντέλου, ωστόσο, εμφανίζουν το μειονέκτημα ότι οι εκτιμήσεις στηρίζονται μόνο σε μία σειρά δεδομένων χωρίς να έχουμε την απόλυτη βεβαιότητα για τα αποτελέσματα εκείνα που θα

λάβουμε από τις κατανομές μας. Η βασικότερη και ευρέως διαδεδομένη μέθοδος αυτής της κατηγορίας είναι η μέθοδος της ιστορικής προσομοίωσης, όπου χρησιμοποιούνται οι αποδόσεις με βάση ιστορικά δεδομένα προκειμένου να προσομοιωθεί ο κίνδυνος της αγοράς και να υπολογιστεί το VaR.[Chong et al, 2004]

Ας δούμε αρχικά όμως το πώς υπολογίζονται οι αποδόσεις του χαρτοφυλακίου. Είναι γεγονός πως οι συντελεστές κινδύνου της αγοράς ενός χαρτοφυλακίου προκύπτουν από πιθανές δυσμενείς μεταβολές των στοιχείων του χαρτοφυλακίου. Η **απόδοση**, λοιπόν ενός στοιχείου στη χρονική περίοδο t δίνεται από τον τύπο,

$$R_t = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}} \quad (4.1)$$

Όπου P_t είναι η τιμή του στοιχείου στο τέλος της περιόδου t και P_{t-1} είναι η τιμή του στοιχείου στο τέλος της προηγούμενης περιόδου. Οι αποδόσεις που χρησιμοποιούνται είναι ημερήσιες και προκύπτουν από τις τιμές κλεισίματος για δύο συνεχόμενες ημέρες.

Η σχέση 5.1 μπορεί και να απλοποιηθεί από τύπο που δίνει τις λογαριθμικές αποδόσεις, προκειμένου να υπολογίζονται οι απώλειες κατ' απόλυτη τιμή. Η απόδοση σε λογαριθμική μορφή λοιπόν δίνεται από τη σχέση:

$$r_t = \ln \left(\frac{P_t}{P_{t-1}} \right) = \ln (1 + R_t) \quad (4.2)$$

Όταν οι μεταβολές στην τιμή του στοιχείου που πρόκειται να γίνει η επένδυση είναι μικρές, τότε προφανώς και η τιμή της απόδοσης όπως προκύπτει από την παραπάνω σχέση είναι πολύ κοντά στη μηδενική τιμή. [Dowd et al, 2003]. Στη συνέχεια της μελέτης θα παρουσιάσουμε τις βασικές μεθόδους προσδιορισμού του VaR με βάση τις δύο κατηγορίες που προαναφέραμε τις παραμετρικές και τις μη παραμετρικές προσεγγίσεις.

4.1. Παραμετρικές προσεγγίσεις

4.1.1. Μέθοδος Διακύμανσης-Συνδιακύμανσης

Η μέθοδος Διακύμανσης-Συνδιακύμανσης στηρίζεται στην παραδοχή ότι οι αποδόσεις ακολουθούν πολυμεταβλητή κανονική κατανομή με μηδενικό μέσο. Το VaR υπολογίζεται με χρήση των διακυμάνσεων και συνδιακυμάνσεων των συστατικών του. Η πολυμεταβλητή κανονική κατανομή των αξιών των επιμέρους αξιών του χαρτοφυλακίου καταδεικνύει ότι το χαρτοφυλάκιο είναι κανονικά καταμεμημένο. [Wu et al, 2007]

Το VaR δίνεται από τον τύπο:

$$\text{VaR} = \alpha \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \sigma_{i,j}} = \alpha * \sigma_p \quad (4.3)$$

Όπου w_i είναι το βάρος του στοιχείου i , $\sigma_{i,j}$ είναι η συνδιακύμανση μεταξύ των αποδόσεων των αξιών i και j και σ_p είναι η τυπική απόκλιση των αποδόσεων του χαρτοφυλακίου. Η παράμετρος α είναι η τιμή της αθροιστικής κανονικής κατανομής σύμφωνα με το επίπεδο εμπιστοσύνης.

Όπως μπορεί εύκολα να συμπεράνει κανείς, το VaR είναι πολλαπλάσιο της τυπικής απόκλισης. Με βάση το χαρακτηριστικό αυτό, το VaR για δεδομένο επίπεδο εμπιστοσύνης και συγκεκριμένο χρονικό ορίζοντα μπορεί να μεταφραστεί σε VaR άλλου ζεύγους επιπέδου εμπιστοσύνης και χρονικού ορίζοντα πρόβλεψης [Hakala et al, 2002]. Έτσι λοιπόν το VaR γίνεται αρκετά αποτελεσματικό σχετικά με την πρόβλεψη ζημιάς χαρτοφυλακίων.

Πιθανές μη-γραμμικές σχέσεις μεταξύ της αξίας του χαρτοφυλακίου και των παραγόντων της αγοράς μπορούν να αντιμετωπιστούν με τη βοήθεια της μεθόδου Delta-Gamma που περιλαμβάνει ευαισθησία δεύτερης τάξης, όπως θα παρουσιάσουμε στη συνέχεια.

Μειονέκτημα της μεθόδου αποτελεί το γεγονός ότι δεν είναι αρκετά σταθερή στον κίνδυνο του μοντέλου. Συγκεκριμένα, το VaR δεν εκτιμάται απόλυτα σωστά σε επίπεδα εμπιστοσύνης πέρα από το 95 %, κι αυτό διότι η κανονική κατανομή έχει άρτια περιγραφή στο κέντρο της όμως στα άκρα της υπάρχει υποεκτίμηση των τιμών του μοντέλου.

4.1.2. Μέθοδος Delta-Normal

Η μέθοδος Delta-Normal, είναι ένα πολύ χρήσιμο μοντέλο σε περιπτώσεις όπου τα στοιχεία ενός χαρτοφυλακίου εμφανίζουν γραμμική εξάρτηση από παράγοντες της αγοράς. Οι αποδόσεις των επιμέρους στοιχείων ακολουθούν κανονική κατανομή και είναι μεταξύ τους ανεξάρτητες. [Dowd et al, 2003] Έτσι το VaR για επίπεδο εμπιστοσύνης α και περίοδο διακράτησης T είναι:

$$\text{VaR}(\alpha, T, \rho) = Z_\alpha \sigma_\pi \sqrt{T} - \mu_\pi \quad (4.4)$$

Όπου Z_α είναι η ανεστραμμένη κανονική συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας και αντιστοιχεί σε τιμή πιθανότητας α , σ_π είναι η τυπική απόκλιση του χαρτοφυλακίου, μ_π είναι η αναμενόμενη P/L κατανομή και ρ ένα διάνυσμα των συντελεστών διακύμανσης ρ_{ij} . Η τυπική απόκλιση του χαρτοφυλακίου είναι:

$$\sigma_\pi = \sqrt{\sum_{i=1}^n W_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^n \sum_{j \neq i}^n W_i W_j \sigma_i \sigma_j \rho_{ij}} \quad (4.5)$$

Η μέθοδος Delta-Normal που εφαρμόζει τοπική αποτίμηση (local valuation) στις κινήσεις των τιμών χρησιμοποιείται όταν το χαρτοφυλάκιο αποτελείται από μεγάλο αριθμό επιμέρους αξιών και ουσιαστικά απαιτεί μόνο τις αγοραίες αξίες και τα ανοίγματα των τρεχουσών θέσεων.

Μειονέκτημα της μεθόδου, αποτελεί το γεγονός ότι δε λαμβάνεται υπόψη ο κίνδυνος γεγονότων (event risk) που μπορεί να προκληθεί από ασυνήθιστες ή ακραίες καταστάσεις που δε λαμβάνουν χώρα αρκετά συχνά. [Chernobai et al, 2007]. Φυσικά τα γεγονότα αυτά δε λαμβάνουν χώρα τόσο συχνά με αποτέλεσμα να μην υπάρχουν επαρκή ιστορικά στοιχεία και φυσικά να μην αποτυπώνονται ικανοποιητικά από μια κατανομή πιθανότητας βασισμένη σε πρόσφατα ιστορικά στοιχεία.

Κατ' επέκτασιν η μέθοδος παραγνωρίζει και το φαινόμενο των παχιών ουρών (fat tails) που πολλές φορές επιδεικνύουν οι κατανομές πολλών αξιών. Άλλωστε ένα υπόδειγμα που βασίζεται στην κανονική προσέγγιση υποεκτιμά τη συμμετοχή των

δεδομένων που δε συμβαδίζουν με τη γενική κατανομή των υπόλοιπων δεδομένων και επομένως και το ίδιο το VaR. [Chong et al, 2004]

Επίσης η μέθοδος δεν είναι κατάλληλη για μη-γραμμικά εργαλεία, όπως τα δικαιώματα προαίρεσης (options) για τα οποία η μέθοδος χρησιμοποιεί τους δείκτες Δέλτα. Οι δείκτες Δέλτα απεικονίζουν τη μεταβολή στην τιμή του δικαιώματος για κάθε μία μονάδα μεταβολής της τιμής του υποκείμενου προϊόντος. Για παράδειγμα τα δικαιώματα που βρίσκονται στη χρηματική τους αξία έχουν πολύ υψηλή κυρτότητα άρα και ασταθή Δέλτα. Ουσιαστικά λοιπόν, η γραμμική προσέγγιση σε τιμές δικαιωμάτων είναι κατάλληλη μόνο για μικρό εύρος τιμών των υποκείμενων τίτλων.[Hoyot et al, 2007]

4.1.3. Μέθοδος Delta-Gamma

Για το χειρισμό περιπτώσεων που η τιμή του εργαλείου είναι μη γραμμική ως προς τις μεταβλητές της αγοράς, τότε χρησιμοποιείται η μέθοδος Delta-Gamma. Στη μέθοδο αυτή συμπεριλαμβάνονται οι delta κίνδυνοι καθώς επίσης και οι gamma και οι vega. Το Γάμμα απεικονίζει τη μεταβολή στην τιμή του δικαιώματος. Το Γάμμα είναι θετικό για τις θέσεις της αγοράς και αρνητικό για τις θέσεις της πώλησης. Το Βέγκα απεικονίζει τη μεταβολή στην αξία ενός δικαιώματος για κάθε μονάδα ποσοστιαίας αύξησης στη μεταβλητότητα του υποκειμένου. Και πάλι το Βέγκα είναι θετικό για τις θέσεις της αγοράς και αρνητικό για τις θέσεις πώλησης. [Castalleci et al, 2003]. Η τιμή του εργαλείου δίνεται από τη σχέση:

$$dc = \Delta dS + \frac{1}{2} \Gamma dS^2 + \Lambda d\sigma + \dots \quad (4.6)$$

Όπου Δ, Γ, Λ είναι καθαρές αξίες για το συνολικό χαρτοφυλάκιο δικαιωμάτων.

Είναι γεγονός πως η συμπεριφορά των τιμών των δικαιωμάτων θα πρέπει να συμπεριλαμβάνονται από τα εσωτερικά συστήματα διαχείρισης κινδύνου, με χρήση μη-γραμμικής προσέγγισης, μέσω ευαισθησιών συντελεστών κινδύνου υψηλής τάξης, όπως ο gamma.

Έστω όταν εξετάζουμε μια απλή θέση, το VaR ισούται με:

$$VaR = \left| \Delta \left(\frac{\partial P}{\partial S} \right) \right| (4.7).$$

Όπου το α είναι μια συνάρτηση επιπέδου εμπιστοσύνης. Με τη μέθοδο Delta-gamma, το VaR είναι:

$$VaR = \left| \Delta \left(\frac{\partial P}{\partial S} \right) - \frac{1}{2} \Gamma \left(\frac{\partial^2 P}{\partial S^2} \right) \right| + \left| \Lambda \left\| S d\sigma \right\| \right| (4.8).$$

Όταν το Γ είναι αρνητικό, ο δεύτερος όρος αυξάνει το VaR, και το αντίστροφο. Ο τρίτος όρος λόγω της έκθεσης στις μεταβολές της μεταβλητότητας αυξάνει και αυτός το VaR. Τέλος το $d\sigma$ αντιστοιχεί σε μείωση της μεταβλητότητας, όταν η καθαρή θέση έχει θετικό Λ . Ωστόσο, όταν δεν υπάρχει γραμμικότητα η κατανομή των μεταβολών της αξίας του χαρτοφυλακίου μεταβάλλεται και προς τα πάνω και προς τα κάτω και δε μπορεί να συνδεθεί με τον υποκείμενο τίτλο. [Dowd et al, 2003]

Η μέθοδος DG μπορεί να εφαρμοστεί σε πολλαπλές πηγές κινδύνου. Σε πολυμεταβλητό πλαίσιο το ανάπτυγμα του Taylor μπορεί να εκφραστεί ως:

$$dP(S) = \Delta' dS + \frac{1}{2} (dS)' \Gamma (dS) + \dots (4.9)$$

Όπου dS είναι το διάνυσμα των N μεταβολών των τιμών, Δ διάνυσμα των N θέσεων και Γ ένα $N \times N$ πίνακας των gammas που σχετίζονται με διάφορους συντελεστές κινδύνου.

Για να υπολογιστεί το VaR του χαρτοφυλακίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί η προσομοίωση των μεταβολών των τιμών της αγοράς dS . Το θετικό στοιχείο της μεθόδου σε αυτό το σημείο είναι ότι η αξία του χαρτοφυλακίου υπολογίζεται από τη σχέση 5.12 ακόμη και όταν η κατανομή δεν είναι κανονική. Μεγάλος αριθμός πραγματοποιήσεων μπορεί να ληφθεί από την κατανομή:

$$dS \sim N(0, \Sigma), (4.10)$$

όπου Σ είναι ο πίνακας συνδιακυμάνσεων των μεταβολών των τιμών

Το χαρτοφυλάκιο αποτιμάται πλήρως μόνο στο αρχικό σημείο V_0 , υπολογίζοντας το VaR μέσω της κατανομής των αξιών του χαρτοφυλακίου.

Ένα μειονέκτημα της μεθόδου αποτελεί το γεγονός ότι η μέθοδος DG δε μπορεί να εφαρμοστεί εύκολα σε πολλές περιπτώσεις διότι απαιτείται μεγάλος αριθμός δεδομένων, με αποτέλεσμα να είναι πιο κατάλληλες άλλες μέθοδοι για τον υπολογισμό του VaR, όπως η προσομοίωση Monte Carlo που θα δούμε στη συνέχεια. [Gang et al, 2005]

4.1.4. Μέθοδος Εκθετικά Σταθμισμένου Κινούμενου Μέσου Όρου (Exponentially Weighted Moving Average - EWMA)

Με βάση την προηγούμενη μέθοδο η ακρίβεια της εκτίμησης του VaR βασίζεται στην αντίστοιχη ακρίβεια των εκτιμήσεων για τις διακυμάνσεις και συνδιακυμάνσεις. Γι' αυτό το λόγο είναι βασικό να έχουμε μεγάλο όγκο ιστορικών στοιχείων, όμως έτσι αναπτύσσεται μια τεχνική που αντιδρά στις αλλαγές των παραμέτρων με καθυστέρηση χωρίς να μπορεί να αντιμετωπίσει το φαινόμενο της συγκέντρωσης μεταβλητότητας (volatility clustering)

Η μέθοδος «του Εκθετικά Σταθμισμένου Κινούμενου Μέσου Όρου» αποτελεί ίσως μια πιο ολοκληρωμένη και ευρέως εφαρμόσιμη τεχνική προσδιορισμού της τιμής του VaR, και χαρακτηριστικό της είναι πως κατά τη μέθοδο αυτή συνυπολογίζονται ακόμη και οι μικρές μεταβολές στις τιμές των στοιχείων που γίνεται η επένδυση κατά τη διάρκεια του διαστήματος της παρατήρησης. Επίσης είναι εύκολη στην εφαρμογή της και συλλαμβάνει τη χρονική εξάρτηση της διακύμανσης αρκετά καλά. [Chernobai et al, 2007]

Θεμελιώδης αρχή ωστόσο της μεθόδου αυτής, αποτελεί η προσέγγιση *ότι οι πρόσφατες παρατηρήσεις είναι σημαντικότερες από τις πιο απομακρυσμένες*, προσδίδοντας ανάλογο συντελεστή βαρύτητας στις τιμές των αποδόσεων, και ο οποίος μειώνεται εκθετικά με το χρόνο. Με σειρά αποδόσεων (r_1, \dots, r_{t-1}) η διακύμανση για τη μέρα t δίνεται από τη σχέση:

$$\sigma_t^2 = \frac{1}{\sum_{i=1}^{\infty} \lambda^{i-1}} \sum_{i=1}^{\infty} \lambda^{i-1} r_{t-i}^2 = \lambda \sum_{i=1}^{\infty} \lambda^{i-1} r_{t-i}^2 \quad (4.11)$$

Και η συνδιακύμανση είναι:

$$\sigma_{i,j;t} = \lambda \sum_{i=1}^{\infty} \lambda^{i-1} r_{i,t-i} r_{j,t-i} \quad (4.12)$$

Όπου τα i και j , είναι στοιχεία του χαρτοφυλακίου. Η παράμετρος λ η οποία παίρνει τιμές στο διάστημα $(0,1)$ ονομάζεται συντελεστής εξομάλυνσης και ουσιαστικά καθορίζει τα βάρη των παρατηρήσεων που έχουν συγκεντρωθεί.

Ο τύπος 4.11 μπορεί να λάβει και τη μορφή:

$$\sigma_t^2 = \lambda r_{t-1}^2 + \lambda \sigma_{t-1}^2 \quad (4.13)$$

Από τη σχέση 4.13 φαίνεται χαρακτηριστικά το πώς αντιμετωπίζεται η συγκέντρωση μεταβλητότητας, όπου εάν η μεταβλητότητα της παρούσας περιόδου χαρακτηρίζεται ως υψηλή, τότε πιθανώς και η επόμενη περίοδος θα εμφανίζει υψηλή μεταβλητότητα, επίσης. Ουσιαστικά, ανάλογα με την τετραγωνισμένη παρούσα απόδοση η μεταβλητότητα θα μεγενθυθεί ή θα ελαττωθεί.

Στη μέθοδο EWMA για την εκτίμηση των διακυμάνσεων και συνδιακυμάνσεων των συντελεστών κινδύνου, παρατηρούμε ότι μια μακρινή παρατήρηση αποτελεί μικρό μόνο μέρος της συνολικής εκτίμησης. Έτσι λοιπόν, είναι πρακτικότερο να αποκλείουμε μακρινές παρατηρήσεις πέρα από κάποιο επίπεδο αποκοπής. [Chernobai et al, 2007]

Για να υπολογίσουμε το πόσο ακριβής ή όχι είναι η εκτίμηση του VaR είναι απαραίτητο να έχουμε ακριβείς εκτιμήσεις για τις διακυμάνσεις και τις συνδιακυμάνσεις. Ένας τρόπος ίσως, είναι η επιλογή δειγμάτων διακυμάνσεων και συνδιακυμάνσεων χρησιμοποιώντας επαρκή όγκο ιστορικών στοιχείων. Αν και η μέθοδος αυτή είναι

αρκετά απλή, μειονεκτεί όσον αφορά τις αλλαγές των παραμέτρων με υστέρηση, μην αντιμετωπίζοντας περιπτώσεις συγκέντρωσης μεταβλητότητας.

4.1.5. Εργαλεία εκτίμησης των τιμών που θα χρησιμοποιηθούν για την τιμή του VaR.

Με βάση τα όσα έχουν αναφερθεί λοιπόν έχουμε καταλήξει στο συμπέρασμα ότι μια μακρινή παρατήρηση δε συμβάλει ιδιαίτερα στην εκτίμηση του μοντέλου VaR, ενώ αντίθετα μια κοντινή παρατήρηση έχει ιδιαίτερη συμβολή στην τελική εκτίμηση. Έτσι λοιπόν χρησιμοποιούνται συγκεκριμένα εργαλεία προκειμένου να υπολογιστούν οι τιμές που θα συμμετέχουν με τα αντίστοιχα βάρη τους για τη μέτρηση του κινδύνου. Επίσης τίθενται όρια αποκοπής έτσι ώστε το βάρος των απομακρυσμένων παρατηρήσεων να είναι στα όρια του 1% ενώ οι κοντινές παρατηρήσεις να συμβάλλουν στο υπόλοιπο 99%. Ωστόσο σε κάποια από τα εργαλεία αυτά υπάρχουν και αρκετά μειονεκτήματα που έχουν να κάνουν με το γεγονός ότι πολλά από αυτά, βασίζονται στην πρόβλεψη του πίνακα διακύμανσης-συνδιακύμανσης. Συγκεκριμένα, τέτοια εργαλεία εκτίμησης του VaR, αποτελούνται από τρεις μεγάλους πίνακες αποδόσεων των μεγαλύτερων ισοτιμιών, χρηματαγορών, δεικτών κεφαλαιαγοράς, ομολογίων και ορισμένων βασικών προϊόντων. Ο πρώτος είναι ο πίνακας της μιας ημέρας, όπου έχουμε τη διακύμανση και τη συνδιακύμανση σχετική με μέτρα VaR που αντιστοιχούν σε λόγο κέρδη/απώλειες μίας ημέρας, ο δεύτερος είναι πίνακας ενός μήνα, και ο τρίτος είναι ένας συγκεντρωτικός πίνακας. [Hakala et al, 2002]

Προκειμένου να υπολογιστούν οι τυπικές αποκλίσεις της χ -ημέρας, ακολουθούνται συγκεκριμένοι κανόνες και ειδικότερα ο κανόνας της τετραγωνικής ρίζας, όπου υπολογίζεται το \sqrt{x} επί την καθημερινή τυπική απόκλιση. Βασική υπόθεση που έχει γίνει είναι ότι οι λογαριθμικές αποδόσεις κατανέμονται κανονικά, ανεξάρτητα και ομοιόμορφα και έτσι η διακύμανση της απόδοσης της χ -ημέρας ισούται απλώς με χ -φορές τη διακύμανση των ημερήσιων αποδόσεων. Όμως η μεταβλητότητα είναι η τυπική απόκλιση με αναγωγή σε ένα έτος και συγχρόνως ο παράγοντας ετησιοποίησης είναι περίπου $\sqrt{250}$ για τις ημερήσιες αποδόσεις και $\sqrt{250}/\chi$ για τις αποδόσεις της χ -ημέρας,

κατ επέκτασιν για τη σταθερή μεταβλητότητα ισχύει ότι τα τρέχοντα επίπεδα της μεταβλητότητας παραμένουν ως έχουν.

Πέρα από τον περιορισμό της παραδοχής για σταθερή μεταβλητότητα, η έρευνα έχει δείξει ότι η χρήση του πίνακα του ενός μήνα μπορεί να οδηγήσει σε παραπλανητικά αποτελέσματα ενώ και χαρτοφυλάκια που περιλαμβάνουν δικαιώματα προαίρεσης η μέθοδος είναι ακατάλληλη καθώς μπορεί να γίνουν μη επιτρεπτές αλλαγές στον πίνακα.

4.2. Μη Παραμετρικές προσεγγίσεις

4.2.1. Μέθοδος Ιστορικής Προσομοίωσης

Στη συνέχεια θα αναφερθούμε στη μέθοδο της ιστορικής προσομοίωσης η οποία έχει ίσως την πιο ευρεία εφαρμογή ενώ κύριο χαρακτηριστικό της είναι η απλότητά της. Η μέθοδος της ιστορικής προσομοίωσης δεν απαιτεί πολλές παραδοχές, ωστόσο κύρια υπόθεση που γίνεται σε αυτήν, είναι ότι η κατανομή των αποδόσεων είναι σταθερή κατά τη δειγματική περίοδο που εξετάζουμε. Δεύτερη υπόθεση που γίνεται επίσης είναι ότι το μέλλον είναι όμοιο με το παρελθόν ενώ το μέτρο της VaR είναι το ποσοστημόριο της εμπειρικής κατανομής στην οποία η μέθοδος στηρίζεται με βάση πάντα το διάστημα εμπιστοσύνης.

Ο αριθμός των παρατηρήσεων που συμπεριλαμβάνονται στην κατανομή ονομάζεται μέγεθος παραθύρου και το μήκος του είναι καθοριστικής σημασίας καθώς επιδρά στον υπολογισμό του VaR. Εάν το μέγεθος παραθύρου είναι μικρό, τότε το VaR είναι ευαίσθητο σε τυχαία γεγονότα του πρόσφατου παρελθόντος και επομένως το VaR είναι ασταθές. Αντιθέτως ένα μεγάλο μέγεθος παραθύρου σίγουρα θα περιλαμβάνει και παρατηρήσεις από το μακρινό παρελθόν που προφανώς δεν έχουν και μεγάλη συνάφεια με την παρούσα κατάσταση και είναι πιθανό λοιπόν να οδηγήσει σε μεγάλες περιόδους σταθερού VaR.

Ένα από τα βασικότερα πλεονεκτήματα της μεθόδου ιστορικής προσομοίωσης είναι ότι εμφανίζεται ως αρκετά απλή και εύκολη στην εφαρμογή της. Επίσης η μέθοδος δεν εμφανίζει αυξημένο κίνδυνο μοντέλου και είναι κατάλληλη και για κατανομές που

εμφανίζουν μεγάλη συγκέντρωση δεδομένων. [Hakala et al, 2002]. Τέλος στη μέθοδο αυτή δεν υπάρχει καμία ανάγκη εκτίμησης των παραμέτρων της διακύμανσης και της συσχέτισης.

Ωστόσο, η μέθοδος εμφανίζει και κάποιες αδυναμίες. Μία βασική, είναι το γεγονός ότι δεν υπάρχει η δυνατότητα πρόβλεψης απωλειών που εμφανίζονται λιγότερο συχνά απ' ότι στην περίοδο του δείγματος. Επίσης για προβλέψεις εντός του δείγματος η ακριβής εκτίμηση των ακραίων τιμών έχοντας ένα μικρό δείγμα, δεν είναι δυνατό να επιτευχθεί με επιτυχία και αυτό συμβαίνει διότι η κατανομή των αποδόσεων είναι διακριτή και έτσι τα μεταξύ των αποδόσεων, διαστήματα, είναι αρκετά μεγαλύτερα, πράγμα που προκαλεί υψηλή διακύμανση στα ακραία στατιστικά. Έτσι, για να μπορέσουμε να προβλέψουμε ακραίες ζημιές θα πρέπει να επιλέξουμε και το παράθυρο με το κατάλληλο μέγεθος.

Επιπλέον, η μέθοδος ιστορικής προσομοίωσης μειονεκτεί στο γεγονός ότι δίδεται το ίδιο βάρος σε όλες τις περασμένες παρατηρήσεις, ανεξάρτητα από τη χρονική σειρά, με αποτέλεσμα με τη μέθοδο αυτή να μη λαμβάνονται υπόψη οι τυχόν αλλαγές στις συνθήκες της αγοράς. Ουσιαστικά λοιπόν, η μέθοδος ιστορικής προσομοίωσης αντιδρά πολύ αργά σε αλλαγές των συνθηκών αγοράς. [Hakala et al, 2002]

Τέλος πρέπει ν' αναφερθεί πως προκειμένου να ληφθεί υπόψη η συγκέντρωση της μεταβλητότητας έχουν αναπτυχθεί διάφορες παραλλαγές που περιλαμβάνουν την κατασκευή εμπειρικής κατανομής με τη χρήση συστήματος κατανομής βαρών, ενώ συγχρόνως έχουν προταθεί και τεχνικές για μείωση της διακύμανσης των ακραίων στατιστικών.

4.2.2. Προσομοίωση Monte Carlo

Στη συνέχεια θα αναλύσουμε τη μέθοδο Monte Carlo, η οποία είναι μια επίσης ευρέως διαδεδομένη και χρησιμοποιούμενη μη-παραμετρική προσέγγιση για εκτίμηση του VaR. Σε αντίθεση με μεθόδους όπως η μέθοδος διακύμανσης-συνδιακύμανσης, η προσομοίωση Monte Carlo, είναι κατάλληλη για περιπτώσεις που υπάρχουν μη-

γραμμικές θέσεις στο χαρτοφυλάκιο, χρονική διαφοροποίηση στη μεταβλητότητα, παχιές ουρές, και ένα μεγάλο εύρος εκθέσεων σε κίνδυνο. [Hakala et al, 2002]

Με τη μέθοδο Monte Carlo, το VaR υπολογίζεται με προσομοίωση των μεταβολών, στις αξίες των συντελεστών κινδύνου, και μετά από κάθε προσομοίωση το χαρτοφυλάκιο επαναποτιμάται. Βασική παραδοχή είναι ότι η τιμή της αξίας ακολουθεί τη γεωμετρική κίνηση Brown, δηλαδή στο χρόνο t , το στοιχείο του χαρτοφυλακίου έχει την τιμή:

$$S_j(t) = S_j(0) \cdot \exp\left[\left(\mu_j - \frac{\sigma_j^2}{2}\right) \cdot t + \sigma_j \cdot \varepsilon_i \cdot \sqrt{t}\right] \quad (4.14)$$

Όπου ε είναι η τυχαία μεταβλητή, $\varepsilon \sim N(0,1)$, μ_j είναι η αναμενόμενη αξία της σχετικής μεταβολής με βάση το έτος, σ_j είναι η τυπική απόκλιση της σχετικής μεταβολής και πάλι με βάση το έτος και t ο χρονικός ορίζοντας μετρημένο σε έτη. [Chernobai et al, 2007].

Στη μέθοδο Monte Carlo, είναι γεγονός πως λόγω του μικρού χρονικού ορίζοντα στους υπολογισμούς του VaR, κάνουμε την υπόθεση ότι η αναμενόμενη μεταβολή της τιμής ενός παράγοντα κινδύνου κατά τη διάρκεια της χρονικής περιόδου είναι μηδενική. Αυτή είναι μια λογική απλοποίηση καθώς η μεταβολή που αναμένουμε στην τιμή ενός παράγοντα κινδύνου θα είναι μικρή, ιδιαίτερα αν τη συγκρίνουμε με τη μεταβλητότητα των αντίστοιχων μεταβολών.

Τα μελλοντικά σενάρια για τους διάφορους συντελεστές κινδύνου της αγοράς, μπορούν να παραχθούν με βάση στοχαστικές διαδικασίες που έχουν αναπτυχθεί. Για να παραχθούν κανονικές τυχαίες μεταβλητές που να συσχετίζονται μεταξύ τους, σύμφωνα με τον εκτιμημένο πίνακα διακυμάνσεων-συνδιακυμάνσεων χρησιμοποιείται η αποσύνθεση Cholesky. Η μεθοδολογία που ακολουθείται είναι η εξής:

- Εκτίμηση του ιστορικού πίνακα συνδιακυμάνσεων
- Αποσύνθεση του πίνακα συνδιακυμάνσεων, ώστε να προκύψει ο πίνακας Cholesky, ο οποίος είναι ένας κάτω τριγωνικός πίνακας.
- Παραγωγή ενός διάνυσματος με ασυσχέτιστες κανονικές τυχαίες μεταβλητές
- Πολλαπλασιασμός του κάτω τριγωνικού πίνακα με το διάνυσμα, ώστε να προκύψει ένα διάνυσμα με κανονικές τυχαίες μεταβλητές που συσχετίζονται

σύμφωνα με τον εκτιμημένο πίνακα διακυμάνσεων-συνδιακυμάνσεων. Για κάθε δοκιμή προσομοίωσης γίνεται επανα-αποτίμηση των επιμέρους θέσεων και του συνολικού χαρτοφυλακίου.

Το αντίστοιχο VaR μπορεί να διαβαστεί ως το α -ποσοστημόριο της μεταβολής του χαρτοφυλακίου. Έτσι λοιπόν όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των δοκιμών προσομοίωσης, τόσο πιο ακριβής είναι η εκτίμηση που θα προκύψει. Στην περίπτωση άπειρων δοκιμών η εκτιμώμενη κατανομή θα συγκλίνει προς τη θεωρητική κατανομή. [Chernobai et al, 2007].

Βασικό πλεονέκτημα της προσομοίωσης Monte Carlo, είναι ότι τυχαίες διαδικασίες μπορούν να λειτουργήσουν ως υπόθεση για τις υποκείμενες αξίες των στοιχείων του χαρτοφυλακίου, ενώ συγχρόνως να γίνεται παραγωγή διαφορετικών συσχετισμένων σεναρίων γεγονός που μας εξασφαλίζει πως το χαρτοφυλάκιο επανεκτιμάται πλήρως για κάθε τιμή που γίνεται προσομοίωση.

Η προσομοίωση Monte Carlo θεωρείται ίσως η πιο αξιόπιστη και δυνατή μέθοδος για τον υπολογισμό του VaR, καθώς παρουσιάζει μεγάλη ευελιξία. Είναι γεγονός πως η προσομοίωση Monte Carlo, σε συνδυασμό με την πλήρη αποτίμηση, δίνει τα πιο ακριβή αποτελέσματα για χαρτοφυλάκια όπου υπάρχει σημαντική συμμετοχή δικαιωμάτων. Παράλληλα, βασικό πλεονέκτημα είναι το γεγονός πως ο κίνδυνος τιμής και ο πιστωτικός μπορούν να αντιμετωπιστούν ταυτόχρονα. [Chong et al, 2004]

Η προσομοίωση Monte Carlo, από την άλλη πλευρά μειονεκτεί στο γεγονός ότι προκειμένου να εφαρμοστεί σωστά, θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν δαπανηρές υπολογιστικές δομές, ενώ συγχρόνως μπορεί να θεωρηθεί και ιδιαίτερος χρονοβόρα, καθώς είναι γεγονός πως τα στοιχεία του χαρτοφυλακίου επανατιμώνται πολλές φορές. Προκειμένου να αντιπαρέλθουμε το μειονέκτημα αυτό, αντί της προσομοίωσης Monte Carlo, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η μερική προσομοίωση Monte Carlo, όπου το χαρτοφυλάκιο αποτιμάται επαναλαμβανόμενα, με χρήση του υπολογισμού του δέλτα, με αποτέλεσμα οι υπολογισμοί να εκτελούνται πολύ πιο γρήγορα.

Τέλος στην εφαρμογή της προσομοίωσης Monte Carlo, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και άλλοι κίνδυνοι όπως ο κίνδυνος μεταβλητότητας ή ο επιτοκιακός κίνδυνος αν και ελεγχόμενη είναι επίσης η υπόθεση πως οι παράγοντες κινδύνου ακολουθούν κανονική κατανομή.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΡΡΑΙΑΣ

5. ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΕΒΛΗΘΕΥΣΗ ΚΑΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΕΠΑΛΗΘΕΥΣΗ ΚΑΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ

5.1. Δοκιμές αντοχής (stress testing)

Στην ανάλυση του υποδείγματος VaR εισάγονται πολλές υποθέσεις με αποτέλεσμα να δημιουργείται η αμφιβολία του κατά πόσον το μοντέλο είναι αντικειμενικό και οδηγεί σε σωστά αποτελέσματα. Ο λόγος για τον οποίο γίνονται όλες αυτές οι προσεγγίσεις, είναι προκειμένου, οι μεταβλητές και οι παράμετροι του μοντέλου να προσεγγίσουν τις κανονικές συνθήκες της αγοράς και να οδηγηθούμε έτσι σε ορθά αποτελέσματα. Κρίνεται απαραίτητη λοιπόν κατά την ανάπτυξη του υποδείγματος VaR να πραγματοποιηθούν και καταστάσεις προσομοίωσης αντοχής (stress tests) για τα υποεξέταση χαρτοφυλάκια. [Bodnar et al, 1998]

Είναι γεγονός πως παλαιότερα στις δοκιμές αντοχής δε δινόταν ιδιαίτερη σημασία καθώς άλλωστε η μεθοδολογία των δοκιμών αντοχής δεν ήταν ιδιαίτερα αναπτυγμένη όπως οι αντίστοιχες μεθοδολογίες μέτρησης του κινδύνου. Ιδιαίτερος, πριν το 1996 οι περισσότερες δοκιμές αντοχής γινόντουσαν σε μικρής κλίμακας επίπεδα με περιορισμένες τιμές και όχι σε καταστάσεις προσομοίωσης πραγματικών συνθηκών, δίνοντας έτσι μια πραγματική εικόνα για το εταιρικό επίπεδο. Στη συνέχεια, όμως, οι δοκιμές αντοχής εξελίχθηκαν και πλέον εφαρμόζονται ολόένα και περισσότερο ιδιαίτερος για έκτακτες καταστάσεις ώστε να ελεγχθούν τα πιστωτικά όρια καθώς και τα όρια ρευστότητας. [Froot et al, 1990]. Έτσι λοιπόν, οι δοκιμές αντοχής απολαμβάνουν ιδιαίτερης σημασίας και αναγνώρισης και σε πολλές των περιπτώσεων έχουν βοηθήσει αρκετούς επενδυτές να αποφύγουν σημαντικές απώλειες αναγνωρίζοντας τον κίνδυνο της αγοράς.

Οι δοκιμές αντοχής βασίζονται στη δημιουργία σεναρίων καθορισμένων από το χρήστη, με βάση τα οποία υπολογίζονται τα αναμενόμενα κέρδη ή οι αναμενόμενες απώλειες. Ανάλογα με το σενάριο και τον τρόπο δόμησής του, έχουμε τις εξής κατηγορίες για τις δοκιμές αντοχής:

1. Δοκιμές αντοχής μηχανικής αναζήτησης στα οποία γίνεται μια μεταβολή των παραγόντων του κινδύνου και με αυτόν τον τρόπο υπολογίζεται το

αποτέλεσμα της χειρότερης πιθανής περίπτωσης, υπολογίζοντας το λόγο κέρδη/απώλειες (P/L).

2. Σενάρια προκαθορισμένα, όπου γίνεται προσομοίωση της επίδρασης στο λόγο κέρδη/απώλειες (P/L) για μεταβολές διάφορων σχετικών δεικτών.
3. Δοκιμές αντοχής που γίνονται με βάση προσομοιώσεις του λόγου κέρδη/απώλειες (P/L) με βάση πρόσφατα ιστορικά στοιχεία.

Από τις δοκιμές αντοχής οι αναλυτές επιδιώκουν να οριοθετηθεί το μέγεθος των πιθανών απωλειών. Ωστόσο, δε είναι δυνατό να υπολογιστεί η συχνότητα των πιθανών απωλειών σε σχέση με ειδικά σενάρια που μπορεί να προκύψουν.

Για τη σωστή λειτουργία των δοκιμών αυτών, τα σενάρια που θα δημιουργηθούν και θα αναλυθούν, βοηθούν στον προσδιορισμό της συμπεριφοράς του χαρτοφυλακίου σε πιθανές κρίσεις. Τα αποτελέσματα που θα προκύψουν από τις δοκιμές αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τον επενδυτή προκειμένου να λάβει στρατηγικές αποφάσεις, σχετικές με την κατανομή κεφαλαίων το σχεδιασμό της επιχείρησης και λοιπούς τομείς που δραστηριοποιείται. [Duffie et al, 1997]

Οι δοκιμές αντοχής, όπως γίνεται κατανοητό λοιπόν είναι απολύτως απαραίτητες για την ανάλυση με βάση το στατιστικό μοντέλο VaR. Για την ορθή του χρήση απαιτούνται να γίνουν υποθέσεις για τους παράγοντες κινδύνου, έτσι ώστε να υπολογιστεί αποτελεσματικά το υπόδειγμα. Ωστόσο στις υποθέσεις αυτές πέρα από τις κανονικές συνθήκες που λαμβάνονται υπόψη, είναι απαραίτητο να γίνουν υπολογισμοί και σε ακραία γεγονότα, προκαλώντας μεταβολές σε τιμές που είναι πιθανό να μην υπολογίζονται με βάση την κανονική κατανομή.

Ένα βασικό πλεονέκτημα που εμφανίζεται στις δοκιμές αντοχής, είναι η αντίληψη του πόσο ευαίσθητο είναι ένα χαρτοφυλάκιο σε ένα πλήθος ακραίων γεγονότων. Κατά τη διάρκεια μιας χρηματοοικονομικής κρίσης, όσο αυξάνεται η μεταβλητότητα, τόσο οι συσχετίσεις για τις διάφορες επενδύσεις μεταβάλλονται. Έτσι εάν για παράδειγμα οι αγορές καταρρεύσουν και η ρευστότητα εξαντληθεί, οι συσχετίσεις μπορεί να αυξηθούν δραματικά. Το ίδιο θα συμβεί, ασφαλώς, εάν οι αγορές και οι επιμέρους δείκτες κινηθούν σε αντίθετη πορεία. [Giot et al, 2002]

Είναι γεγονός πως κάθε χαρτοφυλάκιο είναι πιθανό να είναι αρκετά εκτεθειμένο σε συγκεκριμένους παράγοντες κινδύνου κάτι το οποίο εξαρτάται και από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που αυτό έχει. Για παράδειγμα, ένα χαρτοφυλάκιο το οποίο αποτελείται από ομολογίες με υψηλές αποδόσεις, εμφανίζεται περισσότερο ευάλωτο σε πιθανή διεύρυνση των πιστωτικών ορίων. Άλλο παράδειγμα αποτελεί ένα χαρτοφυλάκιο που αποτελείται από μετοχές με διασπορά σε ένα μεγάλο πλήθος χωρών και τομέων δραστηριότητας το οποίο και παρουσιάζει ευαισθησία σε μεταβολές στη δομή των συσχετίσεων των παγκόσμιων αγορών κεφαλαίου.

Ωστόσο, οι δοκιμές αντοχής παρουσιάζουν και κάποια μειονεκτήματα, ένα από τα οποία είναι το γεγονός ότι τα σενάρια που πρόκειται να εφαρμοστούν εμπεριέχουν τον ανθρώπινο παράγοντα επιλογής τους, και έτσι τελικώς ειγάζεται μια υποκειμενικότητα στη διάρθρωσή τους. Αυτό έχει ως συνέπεια να μη μπορούμε να έχουμε αντικειμενικά αποτελέσματα στις εκτιμήσεις που προκύπτουν με βάση τις δοκιμές αντοχής, από τους φορείς που καλούνται να τα επεξεργαστούν.

Ένα ακόμη μειονέκτημα αποτελεί το γεγονός ότι δε δίνεται κάποια ιδιαίτερη εκτίμηση των πιθανοτήτων εμφάνισης που παρουσιάζουν τα διάφορα γεγονότα, οπότε τελικώς είναι δύσκολο να ληφθεί η ορθότερη απόφαση για το στρατηγικό σχεδιασμό του επενδυτή, μόνο μέσα από τις δοκιμές αντοχής. Ένα σενάριο είναι πιθανό να αποτελείται από ακραίες μεταβολές στην τιμή ενός παράγοντα κινδύνου, δίνοντας αίσθηση του μεγέθους της απώλειας από τον παράγοντα αυτόν, για τον επενδυτή. Ωστόσο, δε δίνεται καμία πληροφόρηση των πιθανοτήτων που συγκεντρώνει το ενδεχόμενο αυτό, προκειμένου να ληφθούν τα ανάλογα μέτρα.

Τέλος, ένα ακόμη μειονέκτημα αποτελεί το γεγονός, ότι κατά την εφαρμογή των δοκιμών αντοχής, λαμβάνονται υπόψη οι ακραίες τιμές που μπορεί να πάρει μόνο μία παράμετρος κινδύνου, διατηρώντας τις υπόλοιπες σταθερές. Ωστόσο, στην πραγματικότητα, σε καταστάσεις κρίσεων είναι πολλές οι περιπτώσεις που περισσότεροι παράγοντες μεταβάλλονται, με αποτέλεσμα οι δοκιμές αντοχής, τελικά να μην είναι απόλυτα ρεαλιστικές. [Papaioannou et al, 2002]

Προκειμένου λοιπόν να αντιμετωπιστούν τέτοια προβλήματα, το βέλτιστο ίσως τελικά στις δοκιμές αντοχής να γίνεται κάποια απόδοση πιθανοτήτων ενοποιώντας τις ουσιαστικά με το μοντέλο του VaR, όπως προκύπτει από τις μεθόδους που ήδη

μελετήσαμε. Τα αποτελέσματα που θα προκύψουν λοιπόν, συμπεριλαμβάνουν τις παραδοσιακές εκτιμήσεις του κινδύνου της αγοράς με τα αποτελέσματά τους και τις πιθανότητες εμφάνισής τους.

5.2. Δοκιμαστικός εκ των υστέρων έλεγχος (back testing)

Είναι γεγονός πως το πραγματικό VaR δε μπορεί να παρατηρηθεί και να μετρηθεί επακριβώς, γι αυτό το λόγο και τα υποδείγματα VaR δε μπορούν να αξιολογηθούν με απόλυτη βεβαιότητα. Άλλωστε τα συστήματα VaR είναι αρκετά ευαίσθητα σε περιπτώσεις σφάλματος, όπως για παράδειγμα το να έχουν επιλεγεί ανακριβή μοντέλα αποτίμησης ή το να μην ισχύει η υπόθεση της κανονικότητας, καθώς επίσης το να δημιουργούνται σφάλματα συσχέτισεων ή σφάλματα εκτίμησης της μεταβλητότητας. [Papaioannou et al, 2002].

Προκειμένου λοιπόν να εκτιμηθεί το πόσο ορθά εφαρμόστηκε το μοντέλο VaR χρησιμοποιείται η μέθοδος του δοκιμαστικού εκ των υστέρων ελέγχου (back testing), κατά την οποία για μια δεδομένη περίοδο, τα VaR που έχουν εκτιμηθεί συγκρίνονται με τις αποδόσεις που έχουν παρατηρηθεί σε καθημερινή βάση. Ουσιαστικά, με τη μέθοδο του δοκιμαστικού εκ των υστέρων ελέγχου γίνεται η προσπάθεια γίνεται σύγκριση των ημερήσιων αποδόσεων σε σύγκριση με το VaR που υπολογίζεται από το μοντέλο για δεδομένο διάστημα εμπιστοσύνης. Για παράδειγμα, για επίπεδο εμπιστοσύνης 99% και αν το υπόδειγμα είναι σωστό, η απόλυτη αξία των ημερήσιων αποδόσεων δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από το VaR που έχει προβλεφθεί για πάνω από μια μέρα στις 100. Στον έλεγχο αυτό, χαρακτηριστική παράμετρος είναι ο λόγος των εξαιρέσεων, ο οποίος προκύπτει από το κλάσμα του αριθμού των εξαιρέσεων προς την περίοδο του ελέγχου.

Έτσι λοιπόν τα υποδείγματα VaR αξιολογούνται με βάση τρία σενάρια. Με το πρώτο μετριέται το πόσο αποδοτικό είναι το υπόδειγμα ως προς την περιγραφή του ποσοστού της κατανομής αποδόσεων που έχει τεθεί ως στόχος. Οι λόγοι των εξαιρέσεων υπολογίζονται για κάθε περίοδο και συγκρίνονται με τον αντίστοιχο εκείνο λόγο που έχει τεθεί ως στόχος. Έτσι λοιπόν, για VaR σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95 % και 99 % ως στόχος του λόγου εξαιρέσεων είναι αντίστοιχα 5 % και 1 %. Στη συνέχεια υπολογίζεται

ο μέσος όρος των εξαιρέσεων για όλες τις back test περιόδους και οι όποιες διαφορές προκύψουν από τον αντίστοιχο λόγο που έχει τεθεί ως στόχος, οπότε και καταδεικνύεται ότι το μοντέλο λειτουργεί εσφαλμένα.

Στο δεύτερο σενάριο υπολογίζεται η αποτελεσματικότητα του υποδείγματος VaR, δηλαδή μετράται ουσιαστικά το αν υπάρχει τυχαίο σφάλμα και πόσο είναι αυτό, στην εκτίμηση του VaR. Εάν η απόδοση του μοντέλου διαφοροποιείται στο χρόνο λόγω του τυχαίου σφάλματος του VaR, τότε δε μπορούμε να είμαστε βέβαιοι ότι η εκτίμηση του VaR είναι ορθή. Έτσι λοιπόν εάν μετρήσουμε την τυπική απόκλιση των λόγων εξαιρέσεων κατά τις περιόδους των δοκιμαστικών εκ των υστέρων ελέγχων, μπορούμε να αποφανθούμε σχετικά με το πόσο αποτελεσματικό είναι η VaR αποδίδοντας του συγκεκριμένη ποσοστόση. [Papaioannou et al, 2002]

Στο τρίτο σενάριο, το μοντέλο απορρίπτεται ή όχι, με βάση ελέγχους στατιστικών για κάθε περίοδο των δοκιμαστικών ελέγχων. Ειδικότερα, ας υποθέσουμε ότι S είναι ο αριθμός των εξαιρέσεων κατά τη διάρκεια της back test περιόδου, με μήκος n παρατηρήσεων, οι οποίες είναι μεταξύ τους ανεξάρτητες. Επίσης q είναι η παράμετρος που αντιπροσωπεύει τη συχνότητα των εξαιρέσεων και πρέπει να ισούται με το λόγο – στόχο των εξαιρέσεων q_0 . Έτσι γίνεται ο έλεγχος της μηδενικής υπόθεσης H_0 έναντι της εναλλακτικής H_1 .

$$H_0: q=q_0$$

$$H_1: q \neq q_0.$$

Έτσι η παράμετρος T σύμφωνα με την οποία γίνεται ή όχι αποδεκτή η μηδενική υπόθεση για δεδομένο επίπεδο εμπιστοσύνης, είναι:

$$T = \frac{S - nq_0}{\sqrt{nq_0(1 - q_0)}}$$

Η H_0 εκτίμηση γίνεται αποδεκτή όταν το T βρίσκεται στο διάστημα $X_{\alpha/2} < T < X_{1-\alpha/2}$ όπου $X_{\alpha/2}$ και $X_{1-\alpha/2}$ δίνονται από την κανονική κατανομή.

5.3. Πρακτική προσέγγιση των δοκιμαστικών εκ των υστέρων ελέγχων

Οι μέθοδοι για τον προσδιορισμό του VaR, μετά από τον υπολογισμό του, είναι απαραίτητο να ελεγχθούν όσον αφορά το πόσο αποδοτικοί είναι ως προς τα αποτελέσματά τους. Έτσι λοιπόν για κάθε επίπεδο εμπιστοσύνης και αντίστοιχο χρονικό ορίζοντα πρόβλεψης, θα πρέπει να υπολογιστεί το αντίστοιχο ποσοστό των απωλειών. [Kritzman et al, 1993]. Ένα μέτρο, της απόδοσης του μοντέλου που εφαρμόστηκε είναι ο προσδιορισμός του πόσες φορές το VaR που μετρήθηκε οδηγεί σε προσδιορισμό απωλειών που είχαν υποεκτιμηθεί.

Εάν για παράδειγμα, έχουμε πιθανότητα 5 % ότι οι απώλειες που μετρήθηκαν ξεπερνούν την πρόβλεψη του VaR, και ο χρονικός ορίζοντας πρόβλεψης που χρησιμοποιούμε είναι 20 ημέρες, τότε οι παραβιάσεις του VaR, θα είναι $20 \times 0,05 = 1$ ημέρα. Άρα σε διάστημα 20 ημερών θα έχουμε 1 παραβίαση του VaR.

Για να αξιολογήσουμε λοιπόν τις διαφορετικές μεθόδους που χρησιμοποιήσαμε, έχουμε τις εξής προσεγγίσεις:

- Ο υποθετικός έλεγχος της εκτός συνθηκών κάλυψης (Likelihood Ratio unconditional – LR_{uc})
- Ο υποθετικός έλεγχος της ανεξαρτησίας (Likelihood Ratio independence – LR_{ind})
- Ο κοινός έλεγχος κάλυψης και ανεξαρτησίας (Likelihood Ratio coverage and independence LR_{cc})

Όταν γίνεται ο έλεγχος μιας υπόθεσης, έχουμε δύο πιθανά σφάλματα:

I) Τα σφάλματα τύπου I όπου το μοντέλο που είναι ορθό, τελικώς απορρίπτεται

III) Τα σφάλματα τύπου II όπου το μοντέλο που είναι λανθασμένο, γίνεται αποδεκτό.

Τα σφάλματα τύπου II είναι αρκετά επικίνδυνα στη διαχείριση κινδύνου, ωστόσο και στα δύο είδη θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή.

Προκειμένου να ελέγχουμε εάν το VaR που υπολογίζεται είναι αυτό που από την αρχή είχαμε υποθέσει, τότε θα πρέπει να υπολογίσουμε εάν για επίπεδο εμπιστοσύνης 99 %, από τις 100 παρατηρήσεις υπάρχει μία εξαίρεση. Αυτό μπορούμε να το υπολογίσουμε

με τη βοήθεια χρονοσειρών που περιλαμβάνουν παρελθούσες προβλέψεις για το VaR και αποδόσεις που τελικά προκύπτουν. [Chong et al, 2004]. Και έτσι το ενδεχόμενο οι αρνητικές αποδόσεις να είναι μικρότερες από το VaR ισούται με τη μονάδα 1, ενώ το ενδεχόμενο οι αποδόσεις να είναι μεγαλύτερες του VaR, είναι ίσες με το μηδέν 0. Αυτή η προσέγγιση είναι η ακολουθία των επιτυχημένων αποτελεσμάτων και είναι:

$$I_{t+1} = \begin{cases} 1, & \text{if } r_{t+1} < \text{VaR}_{t+1} \\ 0, & \text{if } r_{t+1} > -\text{VaR}_{t+1} \end{cases} \quad (5.1)$$

Προκειμένου να ελέγχουμε εάν το ποσοστό των παραβιάσεων για κάποια συγκεκριμένη μέθοδο (τη συμβολίζουμε με το γράμμα π) διαφέρει από το ποσοστό α (π.χ. 5% ή 1%), μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τον εκτός συνθηκών έλεγχο κάλυψης. Έτσι λοιπόν η μηδενική υπόθεση είναι :

H_0 : $\pi = \alpha$ και

H_1 : $\pi \neq \alpha$.

Η τιμή του π είναι: $\frac{T_1}{T}$ όπου T_1 είναι ο αριθμός των παραβιάσεων για δείγμα T . Η πιθανότητα είναι:

$$LR_{uc} = -2 \ln \left(\frac{(1-\alpha)^{T_0} \alpha^{T_1}}{\left\{ \left(1 - \frac{T_1}{T}\right)^{T_0} \left(\frac{T_1}{T}\right)^{T_1} \right\}} \right) \square \chi_1^2 \quad (5.2)$$

Επιλέγουμε επίπεδο εμπιστοσύνης 10 %, και κρίσιμη τιμή ίση με 2,7055 για τον συγκεκριμένο έλεγχο. Εάν η τιμή LR_{uc} είναι μεγαλύτερη από την κρίσιμη τιμή τότε απορρίπτουμε την αρχική υπόθεση για επίπεδο εμπιστοσύνης 10 %. Επιλέξαμε ένα

υψηλό επίπεδο εμπιστοσύνης, ώστε να αποφύγουμε σφάλματα τύπου II, αυτό βέβαια δεν εκμηδενίζει το ενδεχόμενο να έχουμε σφάλμα τύπου I. [Chernobai et al, 2007]

Ακόμη και αν με την προηγούμενη μέθοδο βλέπουμε ότι η μέθοδος που επιλέξαμε ήταν ορθή, δεν είμαστε απόλυτα σίγουροι για το εάν όλες οι παραβιάσεις συμβαίνουν γύρω από την ίδια τιμή. Αυτό είναι ένας χρήσιμος έλεγχος, διότι η συγκέντρωση του κινδύνου σε μια μικρή περιοχή τιμών, μπορεί να οδηγήσει τα επενδυτικά ιδρύματα σε χρεωκοπία, σε αντίθεση με το εάν οι παραβιάσεις είχαν μεγαλύτερη διασπορά. Έτσι λοιπόν η δεύτερης μορφής έλεγχος έχει να κάνει με το πόσο οι παραβιάσεις είναι συγκεντρωμένες σε κάποια περιοχή ή όχι. Ο έλεγχος της μορφής αυτής, εισάγει μια μέτρηση ώστε να αποφανθούμε για το εάν η υπόθεση της ανεξαρτησίας είναι αληθής ή όχι. [Chong et al, 2007]. Ο έλεγχος ανεξαρτησίας (LRind) για τη μέθοδο VaR, σημαίνει πως οι ημέρες εκείνες κατά τις οποίες οι πραγματικές απώλειες είναι μεγαλύτερες από την τιμή του VaR, είναι και μεταξύ τους ανεξάρτητες. Έτσι λοιπόν εάν η μία μέρα δεν υπάρχουν παραβιάσεις, τη συμβολίζουμε με μηδέν) και αν την επόμενη έχουμε παραβιάσεις του VaR, τη συμβολίζουμε με 1. Το γεγονός αυτό της αλληλουχίας των δύο ημερών συμβολίζεται με π_{01} . Εάν και την επόμενη ημέρα έχουμε πάλι παραβίαση τότε το γεγονός συμβολίζεται με π_{11} . Έτσι λοιπόν η πιθανότητα να ακολουθεί μια μη παραβίαση είναι $1-\pi_{01}$, ενώ η πιθανότητα να ακολουθεί μια παραβίαση είναι $1-\pi_{11}$. Ο αριθμός των παρατηρήσεων είναι T_{ij} όπου i, j είναι η ακολουθία των παρατηρήσεων. Οπότε έχουμε τη σχέση:

$$\hat{\Pi} = \begin{pmatrix} \pi_{00} & \pi_{01} \\ \pi_{10} & \pi_{11} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 - \pi_{01} & \pi_{01} \\ 1 - \pi_{11} & \pi_{11} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{T_{00}}{T_{00} + T_{01}} & \frac{T_{01}}{T_{00} + T_{01}} \\ \frac{T_{10}}{T_{10} + T_{11}} & \frac{T_{11}}{T_{10} + T_{11}} \end{pmatrix} \quad (5.3)$$

Ο έλεγχος μας, επικεντρώνεται στην πιθανότητα του ενδεχομένου όπου η παραβίαση που συμβαίνει μία ημέρα εξαρτάται ή όχι από την παραβίαση της προηγούμενης. Έτσι η μηδενική υπόθεση είναι:

$H_0: \pi_{01} = \pi_{11}$ και

$H_1: \pi_{01} \neq \pi_{11}$.

Και η πιθανότητα δίνεται από τη σχέση:

$$LR_{ind} = -2(\ln(1-\pi_{01})^{T_{00}} \pi_{01}^{T_{11}} (1-\pi_{11})^{T_{10}} \pi_{11}^{T_{11}} - \ln((1-\pi_0)^{T_{00}+T_{01}} \pi_0^{T_{01}+T_{11}})) * \chi_1^2 \quad (5.4)$$

Ο τελευταίος έλεγχος που κάνουμε είναι ο έλεγχος της κάλυψης υπό συνθήκη (LRcc), όπου ελέγχουμε εάν οι παραβιάσεις του VaR είναι ανεξάρτητες και ο μέσος αριθμός των παραβιάσεων είναι σωστός.

Οι τρεις έλεγχοι έχουν την επόμενη σχέση:

$$LR_{cc} = LR_{uc} + LR_{ind} \quad (5.5)$$

Η μηδενική υπόθεση είναι η $H_0: \pi_{01} = \pi_{11} = \alpha$, και ο έλεγχος υπολογίζεται από το άθροισμα των δύο προηγούμενων ελέγχων.

Β. ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ

6.1. Εισαγωγή

Στο σημείο αυτό της μελέτης, θα ακολουθήσει ο προσδιορισμός του κινδύνου με τη μέθοδο της Αξίας-σε-Κίνδυνο (VaR), έτσι όπως αναλύθηκε στα προηγούμενα κεφάλαια. Συγκεκριμένα, στο τμήμα αυτό της μελέτης, χρησιμοποιήσαμε α) τη μέθοδο της ιστορικής προσομοίωσης και β) τη μέθοδο της διακύμανσης-συνδιακύμανσης, προκειμένου να υπολογιστεί το VaR για συγκεκριμένα χαρτοφυλάκια επενδύσεων. Από κάθε μέθοδο προκύπτει ο υπολογισμός του VaR σε ημερήσια βάση για χρονικό ορίζοντα μιας ημέρας και για επίπεδο εμπιστοσύνης που παίρνει τιμές 95 % και 99 %.

6.2. Δεδομένα και Μεθοδολογία

Στην επεξεργασία που θα ακολουθήσει, θα χρησιμοποιήσουμε την ιστορική προσομοίωση, για χρονικό παράθυρο, που περιλαμβάνει 100 και 250 παρατηρήσεις. Δεδομένου ότι κάθε μία από τις προσεγγίσεις της ιστορικής προσομοίωσης που χρησιμοποιούμε έχουν την ίδια βαρύτητα στο τελικό αποτέλεσμα, προφανώς τα σενάρια αυτά που παρουσιάζονται στο παρόν τμήμα της έρευνας οδηγούν σε ίδια πιθανότητα εμφάνισης για τον κίνδυνο της αγοράς.

Είναι χαρακτηριστικό, πως για την περίπτωση της ιστορικής προσομοίωσης, εάν η αγορά δεν παρουσιάζει μεγάλη μεταβλητότητα για δεδομένο χρονικό παράθυρο, και το δείγμα των τιμών που χρησιμοποιούμε για να υπολογίσουμε το VaR προέρχεται από περίοδο που έχει μεγάλη μεταβλητότητα, τότε το τελικό αποτέλεσμα που προκύπτει για το VaR θα είναι υπερεκτιμημένο. Αντιθέτως, εάν χρησιμοποιούμε δεδομένα από μια χαμηλής μεταβλητότητας περίοδο και η αγορά παρουσιάζει υψηλή μεταβλητότητα, τότε προφανώς η τιμή της VaR θα είναι υποεκτιμημένη.

Αναφορικά με τη μέθοδο διακύμανσης-συνδιακύμανσης, η μέθοδος αυτή υπολογίζεται με τη χρήση καθημερινών διακυμάνσεων μέσω δύο τρόπων:

1. του απλού κινούμενου μέσου όρου (simple moving average – SMA) με χρήση ενός χρονικού διαστήματος που περιλαμβάνει τιμές για 250 ημέρες.

2. του εκθετικά κινούμενου μέσου όρου (exponentially weighted moving averages - EWMA), μέθοδος κατά την οποία ενσωματώνεται η μεταβλητότητα με βάση χρονικά εξαρτημένες μεταβλητές.

Οι δύο μέθοδοι, εφαρμόστηκαν σε 5 χαρτοφυλάκια αποτελούμενα, το καθένα από μία μετοχή υψηλής κεφαλαιοποίησης που διαπραγματεύεται στο Χρηματιστήριο Αξιών Αθηνών. Γίνεται η υπόθεση πως η επένδυση που γίνεται είναι της τάξης του 1.000.000 €. Πρακτικά, οι επενδυτικοί οίκοι, διαχειρίζονται χαρτοφυλάκια, τα οποία ασφαλώς αποτελούνται από πολλαπλά στοιχεία, ωστόσο εμείς για την παρούσα μελέτη, προκειμένου να αναδειχθούν οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό του VaR επιλέξαμε την πιο απλή περίπτωση όπου κάθε χαρτοφυλάκιο αποτελείται από μία μετοχή. Με αυτόν τον τρόπο έχουμε μειώσει την πολυπλοκότητα και θα μπορούσαμε να κάνουμε ουσιαστική σύγκριση των μεθόδων, αλλά και να αξιολογήσουμε τον κίνδυνο που τελικά εξάγεται μέσα από αυτές.

Η πρακτική εφαρμογή αποτελείται από δύο μέρη. Στο πρώτο τμήμα αναπτύσσονται πρακτικά οι μέθοδοι υπολογισμού για το VaR, με βάση τη θεωρητική εισαγωγή που έχει ήδη γίνει και υπολογίζονται παράμετροι όπως μέσοι όροι διακυμάνσεις κ.λ.π. Στο δεύτερο μέρος της ανάλυσής μας έχουμε προβεί στη χρήση των δοκιμαστικών ελέγχων, προκειμένου να ελεγχθεί το αποτέλεσμα και να εξαχθούν συμπεράσματα για ακραία σενάρια, όπως άλλωστε γίνεται κατά τον υπολογισμό του VaR.

Υποθέσεις:

Κατά την ανάλυση με βάση τις μεθόδους της ιστορικής προσομοίωσης καθώς και της διακύμανσης-συνδιακύμανσης γίνονται οι εξής υποθέσεις.

- Έχουμε επιλέξει να επεξεργαστούμε απλά και γραμμικά χαρτοφυλάκια για να αποφύγουμε σύνθετες εκτιμήσεις, που θα μας προσέθεταν επιπρόσθετη πολυπλοκότητα στις συγκρίσεις που θέλουμε να κάνουμε.

- Το χαρτοφυλάκιο παραμένει μη διαπραγματεύσιμο κατά τη διάρκεια της περιόδου που ορίζουμε ως χρονικό ορίζοντα.

Έχουμε λοιπόν τον παρακάτω πίνακα για τα χαρτοφυλάκια που πρόκειται να επεξεργαστούμε:

	Κοινές Μετοχές	Σύμβολο	Επενδεδυμένο Ποσό
Χαρτοφυλάκιο 1	Alpha Bank	ΑΛΦΑ	1.000.000 €
Χαρτοφυλάκιο 2	TITAN	TITAN	1.000.000 €
Χαρτοφυλάκιο 3	Εθνική Τράπεζα	ΕΤΕ	1.000.000 €
Χαρτοφυλάκιο 4	ΟΤΕ	ΟΤΕ	1.000.000 €
Χαρτοφυλάκιο 5	INTRALOT	INTP	1.000.000 €

Πίνακας 6.1 Χαρτοφυλάκια προς Διαχείριση

Τα δεδομένα των χαρτοφυλακίων που χρησιμοποιήθηκαν, αντλήθηκαν από το χρονικό διάστημα από 1^η Απριλίου του 2004 έως 31 Μαρτίου του 2009, έχοντας διαθέσιμες συνολικά 1826 παρατηρήσεις. Προκειμένου να παρατηρήσουμε το πώς συμπεριφέρεται το VaR στη διάρκεια του χρόνου, αρχικά χρησιμοποιήσαμε τις ιστορικές προσομοιώσεις τόσο των 100 (HS-100) και των 250 (HS-250) σημείων. Είναι βασικό να καταγράψουμε πώς το μέγεθος του δείγματος είναι εκείνο που καθορίζει σε μεγάλο βαθμό το πόσο αποτελεσματική ήταν η μέθοδός μας για τον προσδιορισμό του VaR. Έτσι λοιπόν, όσο μεγαλύτερο είναι το μέγεθος του δείγματος, τόσο πιο πιθανό είναι η ιστορική προσομοίωση να δώσει ορθά αποτελέσματα.

Αντίστοιχα, όσον αφορά την εφαρμογή της μεθόδου διακύμανσης-συνδακύμανσης υποθέτουμε πως οι αποδόσεις ακολουθούν κανονική κατανομή. Κατά την επεξεργασία και τον προσδιορισμό του VaR καταλήγουμε αν η υπόθεση αυτή, είναι ορθή, οπότε και η μέθοδός μας, οδηγεί σε ορθά αποτελέσματα.

Τέλος, μια ακόμη υπόθεση που γίνεται κατά την επεξεργασία των χαρτοφυλακίων αυτών, έχει να κάνει με το γεγονός ότι υποθέσαμε πως τα διάφορα οικονομικά μεγέθη

παραμένουν σταθερά κατά την επεξεργασία του κινδύνου, προκειμένου να τον ποσοτικοποιήσουμε.

Αναφορικά με τις αποδόσεις των χαρτοφυλακίων που εξετάζουμε, ένα βασικό χαρακτηριστικό τους των κατανομών τους, είναι η «συμμετρία» που εμφανίζουν. Ωστόσο η συμμετρία αποτελεί το μέτρο, του πόσες θετικές αποκλίσεις έχουμε από το μέσο όρο καθώς επίσης και τις αντίστοιχες αρνητικές. Η συμμετρία ουσιαστικά χαρακτηρίζει το πως διαμορφώνεται η κατανομή γύρω από το μέσο όρο και είναι ίση με 0 για την κανονική κατανομή. Υπολογίζεται από τη σχέση:

$$s^3 = E[(r_t - \mu)^3] \quad (6.1)$$

Ένα ακόμη χαρακτηριστικό των κατανομών είναι η κύρτωση που αποτελεί το χαρακτηριστικό με το οποίο προσδιορίζεται το πόσο συγκεντρωμένη ή απλωμένη είναι μια κατανομή. Για την κανονική κατανομή η τιμή της είναι ίση με 3 και δίνεται από τη σχέση:

$$s^4 = E[(r_t - \mu)^4] \quad (6.2)$$

Αξίζει να αναφέρουμε μερικά χαρακτηριστικά που ενσωματώνονται στην κατανομή τιμών για τα χαρτοφυλάκια που επεξεργαζόμαστε και μας δίνουν μια ποιοτική εικόνα των όσων μελετάμε:

- Εάν η συμμετρία ισούται με μηδέν, τότε και η συμμετρία είναι κανονική.
- Εάν η συμμετρία είναι αρνητική τότε η κατανομή έχει λεπτότερη κατανομή, σε σύγκριση με την κανονική κατανομή, ενώ αν η συμμετρία είναι θετική τότε η κατανομή έχει «παχύτερη» ουρά.
- Εάν η μέση τιμή είναι ίση με μηδέν, τότε προκύπτει πως η μεταβλητότητα στην κατανομή τιμών είναι ίση με μηδέν, επίσης.
- Τέλος η παρουσία ακραίων γεγονότων συνδέεται ποσοτικά με το γεγονός ότι οι μέγιστες και οι ελάχιστες τιμές είναι ιδιαίτερα μεγάλες σε απόλυτες τιμές.

6.3. Αποτελέσματα

Στη συνέχεια αναλύουμε τα αποτελέσματα από τη στατιστική επεξεργασία των 5 χαρτοφυλακίων τα οποία παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα.

Ας δούμε λοιπόν τα στατιστικά στοιχεία των 5 χαρτοφυλακίων συνοπτικά:

Summary Statistics					
	Alpha Bank	Titan	National Bank	OTE	Intralot
Mean	0,01%	0,01%	0,01%	0,00%	0,00%
Std. Deviation	1,93 %	1,97 %	2,03 %	1,90 %	1,53 %
Sample Variance	0,07 %	0,05 %	0,02 %	0,04 %	0,04 %
Kurtosis	2,7136	3,1747	2,2901	3,0121	4,1613
Skewness	0,4253	0,3411	0,2262	0,3688	0,2114
Minimum	-8,18 %	-12,14 %	-8,67 %	-8,15 %	-9,21 %
Maximum	10,96 %	8,51 %	10,94 %	8,89 %	8,92 %
Observations	1826	1826	1826	1826	1826

Πίνακας 6.2: Στατιστικά στοιχεία από την επεξεργασία των δεδομένων για τα 5 χαρτοφυλάκια

Κατόπιν εφαρμόζοντας τη μέθοδο της ιστορικής προσομοίωσης για 100 και 250 ημέρες και υπολογίζουμε το VaR μιας ημέρας για επίπεδο εμπιστοσύνης 95 % και 99 %. Τα αποτελέσματα που προκύπτουν παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα.

Μέσος όρος – 95 %				
	HS – 100		HS – 250	
	Ποσοστό	Ποσό	Ποσοστό	Ποσό
Alpha Bank	-2,35 %	- 23.585	-2,46 %	-24.678

TITAN	-2,49 %	-24.965	-2, 58 %	-25.832
Εθνική Τράπεζα	- 2,21 %	-22.149	- 2,34 %	-23.496
OTE	- 2,25 %	-22.523	- 2,41 %	-24.189
INTRALOT	- 3,04 %	-30.456	- 3,21 %	-32.178

Μέσος όρος – 99 %				
	HS – 100		HS – 250	
	Ποσοστό	Ποσό	Ποσοστό	Ποσό
Alpha Bank	-2,46 %	- 24.657	- 4,18 %	-41.832
TITAN	-2,58 %	- 25.823	- 4,19 %	-41.994
Εθνική Τράπεζα	- 2,12 %	-21.294	- 4,15 %	-41.559
OTE	- 2,31 %	-23.149	- 4,18 %	-41.859
INTRALOT	- 3,01 %	-30.149	- 5,32 %	-53.134

Πίνακας 6.3: Μέση τιμή αποτελεσμάτων για το VaR υπολογισμένα σε ποσοστιαίες τιμές και απόλυτα ποσά σε ευρώ για τα 5 χαρτοφυλάκια με επίπεδο εμπιστοσύνης 95 % και 99 %. Το VaR υπολογίζεται με τη μέθοδο της ιστορικής προσομοίωσης για 100 και 250 παρατηρήσεις. Τα δεδομένα είναι για το χρονικό διάστημα 01/04/2004 – 31/3/2009.

Παράλληλα, υπολογίζουμε το VaR με την προσέγγιση της διακύμανσης-συνδιακύμανσης με τη βοήθεια των επόμενων δύο μεθόδων:

α) του απλού κινούμενου μέσου όρου (SMA) και β) εκθετικά σταθμισμένου μέσου όρου (EWMA).

Μέσος όρος – 95 %				
	EWMA		SMA	
	Ποσοστό	Ποσό	Ποσοστό	Ποσό
Alpha Bank	-2,65 %	- 26.582	-2,66 %	-26.679

TITAN	-2,39 %	-23.969	-2, 88 %	-28.834
Εθνική Τράπεζα	- 2,21 %	-22.149	- 2,34 %	-23.496
OTE	- 2,25 %	-22.523	- 2,41 %	-24.189
INTRALOT	- 3,04 %	-30.456	- 3,21 %	-32.178

Μέσος όρος – 99 %				
	EWMA		SMA	
	Ποσοστό	Ποσό	Ποσοστό	Ποσό
Alpha Bank	-3,47 %	- 34.757	- 4,16 %	-41.632
TITAN	-3,57 %	- 35.723	- 4,23 %	-42.394
Εθνική Τράπεζα	- 3,13 %	-31.394	- 4,19 %	-41.959
OTE	- 3,30 %	-33.049	- 4,12 %	-41.259
INTRALOT	- 4,02 %	-40.249	- 5,32 %	-53.234

Πίνακας 6.4: Μέση τιμή αποτελεσμάτων για το VaR υπολογισμένα σε ποσοστιαίες τιμές και απόλυτα ποσά σε ευρώ για τα 5 χαρτοφυλάκια με επίπεδο εμπιστοσύνης 95 % και 99 %. Το VaR υπολογίζεται με τη μέθοδο της διακύμανσης-συνδιακύμανσης με βάση τις μεθόδους α) του απλού κινούμενου μέσου όρου (SMA) και β) εκθετικά σταθμισμένου μέσου όρου (EWMA). Τα δεδομένα προκύπτουν από το χρονικό διάστημα 01/04/2004 – 31/3/2009.

6.4. Σύγκριση αποτελεσμάτων

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα για το VaR παρατηρούμε μια έντονη διαφοροποίηση αναφορικά με τις τιμές που τελικώς υπολογίστηκαν για τα επίπεδα εμπιστοσύνης 95 % και 99 %. Ασφαλώς και δεν υπάρχει μια μόνο μέθοδος που θα οδηγήσει στα αντικειμενικά ορθά αποτελέσματα, ωστόσο εξάγουμε χρήσιμα συμπεράσματα αναφορικά με τον κίνδυνο για κάθε μία από τις προς επεξεργασία μεθόδους.

Όπως μπορούμε να δούμε από τους παραπάνω πίνακες για επίπεδο εμπιστοσύνης 95 % από τη μέθοδο απλού κινούμενου μέσου όρου (SMA) προκύπτουν οι υψηλότερες μέσες τιμές για το VaR.

Για επίπεδο εμπιστοσύνης που είναι ίσο με 99 % στις περιπτώσεις των HS-250 και SMA συναντάμε τις υψηλότερες τιμές για το VaR.

Καταλήγοντας, μπορούμε να πούμε πως η μέθοδος SMA οδηγεί σε αποτελέσματα που εμφανίζουν μέσα στα επιθυμητά όρια, σε σύγκριση με τις υπόλοιπες μεθόδους και πιθανώς με τη μέθοδο αυτή να υπολογίζεται ο κίνδυνος ορθά με τις μεγαλύτερες πιθανότητες.

Αξίζει, τέλος να σημειωθεί πως υπάρχουν αναφορές σε ξένα χαρτοφυλάκια, συγκρίνοντας τις βασικές μεθόδους υπολογισμού του VaR (Ιστορική Προσομοίωση, Μέθοδος διακύμανσης-συνδιακύμανσης, Μέθοδος Monte Carlo), οι χαμηλότερες τιμές για το VaR εμφανίζονται στην Ιστορική Προσομοίωση.

Ασφαλώς με βάση τη μέθοδο που χρησιμοποιούμε για να υπολογίσουμε τη VaR, και άρα τον κίνδυνο της αγοράς, οι επενδυτές αποφασίζουν και το ύψος του κεφαλαίου που διατηρείται από τις εταιρίες προκειμένου να έχουν τη δυνατότητα να καλύψουν ανάγκες που μπορεί να προκύψουν λόγω αστάθμητων παραγόντων της αγοράς. Εάν, για παράδειγμα, για να υπολογιστεί το VaR μια τράπεζα χρησιμοποιεί την ιστορική προσομοίωση με 250 παρατηρήσεις και μια δεύτερη τράπεζα χρησιμοποιεί τη μέθοδο διακύμανσης-συνδιακύμανσης με την προσέγγιση του EWMA, με τα ίδια ακριβώς χαρτοφυλάκια, και για ίδιο επίπεδο εμπιστοσύνης, είναι πιθανό τα διαθέσιμα κεφάλαια για κάλυψη αναγκών τους να είναι διαφορετικά, παρόλο που δραστηριοποιούνται στην ίδια αγορά.

6.5. Εναλλακτική προσέγγιση για τον προσδιορισμό του VaR

Μια διαφορετική προσέγγιση αποτελεί και η αντίστροφη διαδικασία, με βάση την οποία ο υπολογισμός της τιμής του VaR, προκύπτει προσδιορίζοντας τις εξαιρέσεις που προκύπτουν από τις παρατηρήσεις που έχουμε συγκεντρώσει και για κάθε μέθοδο υπολογίζουμε τα ποσοστά εμφάνισής τους.

Έτσι λοιπόν για τα επίπεδα εμπιστοσύνης 95 % και 99 % έχουμε τον παρακάτω πίνακα:

Εξαιρέσεις – 95 %								
	HS – 100		HS – 250		EWMA		SMA	
	No	%	No	%	No	%	No	%
<i>Alpha Bank</i>	106	5,81	99	5,42	82	4,49	101	5,53
<i>TITAN</i>	113	6,19	101	5,53	86	4,71	105	5,75
<i>Εθνική</i>	114	6,24	95	5,20	89	4,87	98	5,36
<i>Τράπεζα</i>								
<i>ΟΤΕ</i>	117	6,41	108	5,91	91	4,98	89	4,87
<i>INTRALOT</i>	128	7,00	88	4,82	92	5,04	93	5,09
<i>Μέσος Όρος</i>	115,6	6,33	98,2	5,38	88	4,82	97,2	5,32

Εξαιρέσεις – 99 %								
	HS – 100		HS – 250		EWMA		SMA	
	No	%	No	%	No	%	No	%
<i>Alpha Bank</i>	46	2,52	42	2,30	39	2,12	17	0,93
<i>TITAN</i>	37	1,92	37	2,03	35	1,92	23	1,26
<i>Εθνική</i>	44	2,41	36	1,97	44	2,41	21	1,15
<i>Τράπεζα</i>								
<i>ΟΤΕ</i>	39	2,12	35	1,92	41	2,25	19	1,04
<i>INTRALOT</i>	34	1,86	39	2,12	40	2,19	22	1,20
<i>Μέσος Όρος</i>	40	2,17	37,8	2,07	39,8	2,18	20,4	1,11

Πίνακας 6.5: Αριθμός εξαιρέσεων όπου μετράται το πόσες φορές το VaR που υπολογίστηκε ήταν εκτός των ορίων του επιπέδου εμπιστοσύνης για το καθένα από τα 5 χαρτοφυλάκια. Το VaR υπολογίζεται με τη μέθοδο της ιστορικής προσομοίωσης για 100 και 250 παρατηρήσεις και τη μέθοδο της διακύμανσης-συνδιακύμανσης με βάση α) τον απλό κινούμενο μέσο όρο (SMA) και β) τον εκθετικά σταθμισμένο μέσο όρο (EWMA). Τα δεδομένα προκύπτουν από το χρονικό διάστημα 01/04/2004 – 31/3/2009.

Έτσι λοιπόν, με βάση τη μέθοδο αυτή, του προσδιορισμού του VaR υπολογίσαμε το μέσο όρο των εξαιρέσεων που ουσιαστικά αντιστοιχεί στις τιμές που βρίσκονται στην περιοχή του 5 % για επίπεδο εμπιστοσύνης 95 % και στην περιοχή του 1 % για επίπεδο εμπιστοσύνης 99 %, αντίστοιχα.

Με βάση τον παραπάνω πίνακα, κατά μέσο όρο για επίπεδο εμπιστοσύνης 95 % η ιστορική προσομοίωση HS-250 και η μέθοδος SMA οδηγούν στον πιο ορθό υπολογισμό του VaR προκειμένου να εκτιμηθεί ο κίνδυνος. Από την άλλη πλευρά είναι φανερό πως η ιστορική προσομοίωση των 100 σημείων (HS-100) φαίνεται να υποεκτιμά την τιμή του VaR (καθώς $6,33\% > 5\%$) ενώ αντίθετα η μέθοδος EWMA (καθώς $4,82\% < 5\%$), υπερεκτιμά την τιμή του VaR το οποίο άλλωστε είναι και σε συμφωνία με το γεγονός ότι η μέθοδος αυτή εμφανίζει την υψηλότερη τιμή στο μέσο όρο για το VaR.

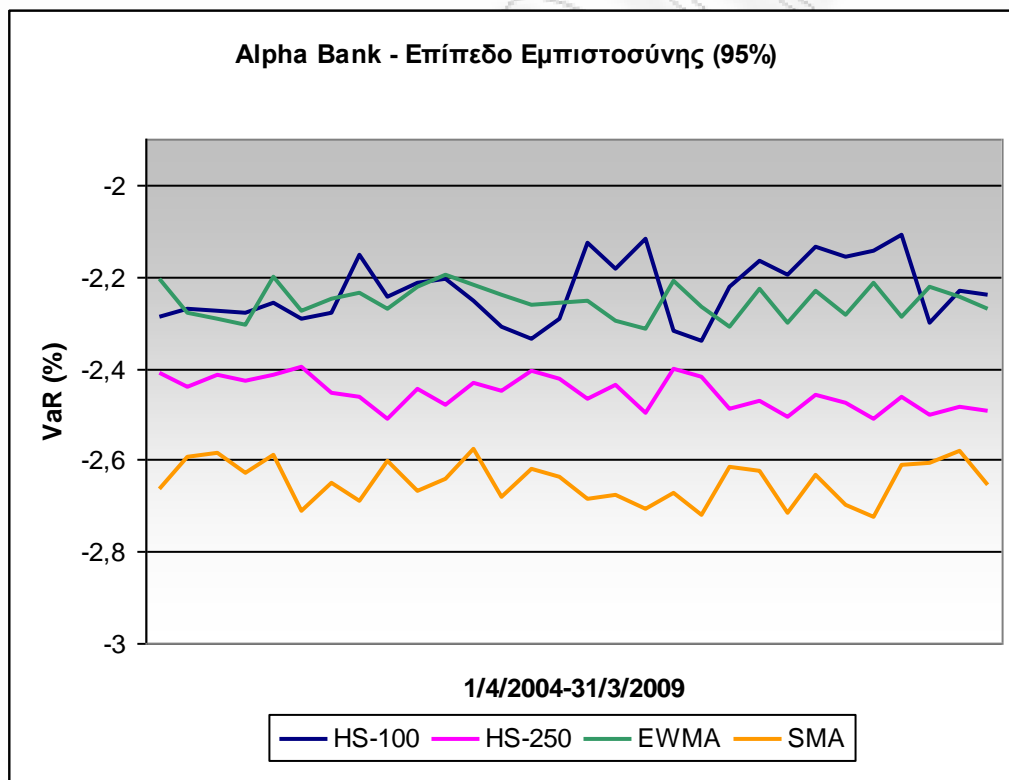
Για το επίπεδο εμπιστοσύνης που ισούται με 99%, από την άλλη πλευρά, το μοντέλο που λειτουργεί πιο κοντά στο ορθότερο αποτέλεσμα είναι εκείνο της μεθόδου SMA, καθώς οι τιμές που προκύπτουν από τη μέθοδο αυτή είναι κατά μέσο όρο πιο κοντά στο επιθυμητό επίπεδο των εξαιρέσεων, το οποίο είναι ίσο με το 1 %. Η ιστορική προσομοίωση HS-100 αναδεικνύει τα ίδια χαρακτηριστικά όπως στην περίπτωση για επίπεδο εμπιστοσύνης 95 % κατά την οποία η τιμή του VaR υποεκτιμάται, ενώ οι υπόλοιπες μέθοδοι διαφέρουν αισθητά από τον κίνδυνο που έχει τεθεί με βάση το επίπεδο εμπιστοσύνης.

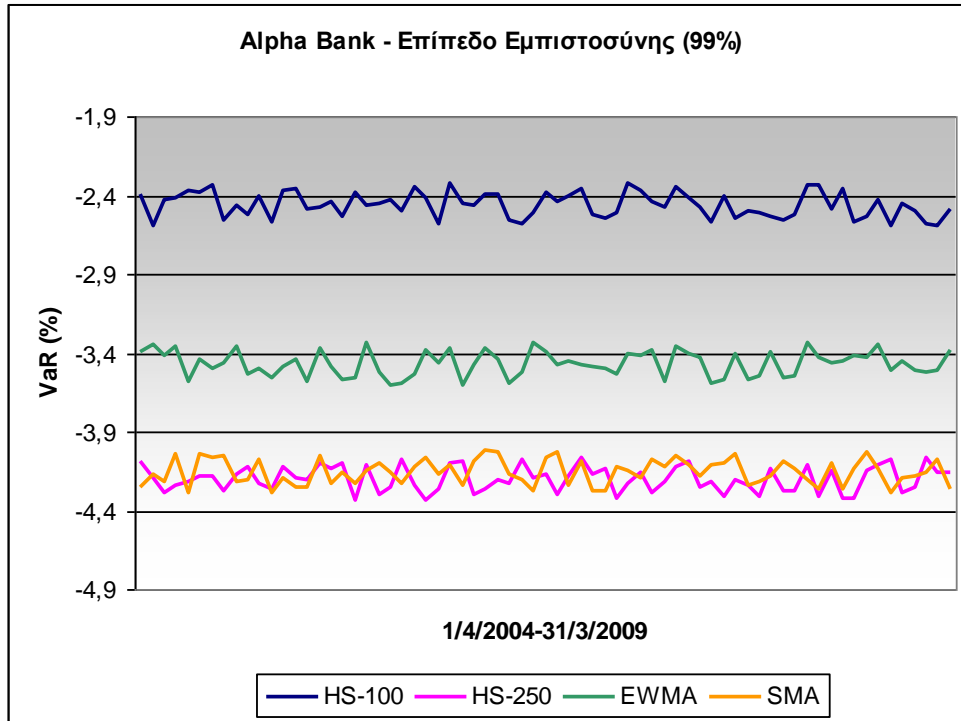
Αξίζει να σημειωθεί ότι με βάση μελέτες που έχουν γίνει όπου μελετήθηκαν χαρτοφυλάκια από ξένες αγορές, με τη χρήση παρόμοιων μεθόδων έχει βρεθεί πως για επίπεδο εμπιστοσύνης 99 % η μέθοδος SMA παρουσιάζει το λιγότερο ορθό αποτέλεσμα. Προφανώς η διαφορετικότητα στα αποτελέσματα έγγυται στις διαφορετικές συνθήκες που υπάρχουν σε κάθε αγορά, δημιουργώντας έτσι και αντιφατικές συνθήκες για τον υπολογισμό του VaR με βάση τις μεθόδους που αναλύσαμε.

6.6. Γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων

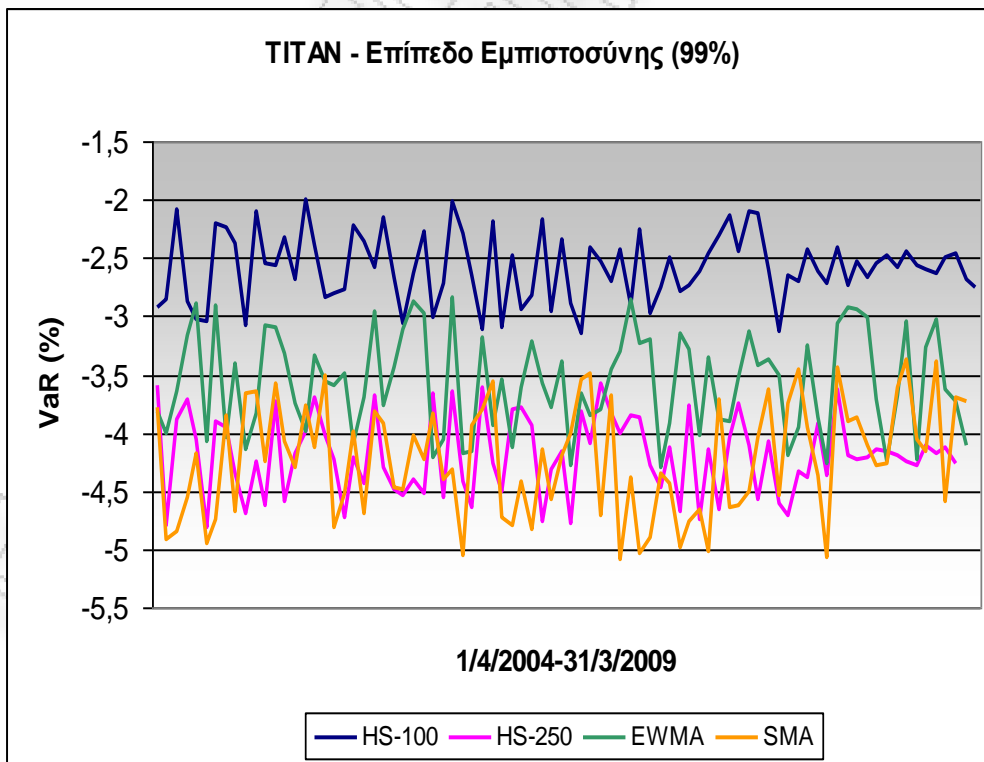
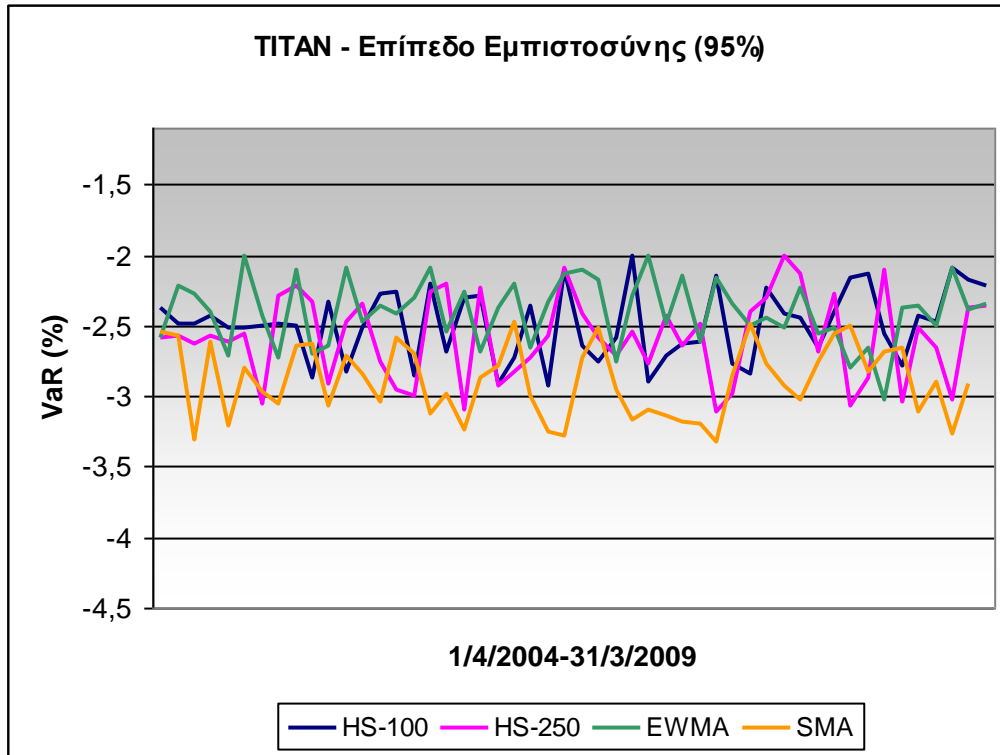
Τα γραφήματα 1 έως 5 παρέχουν μια οπτική παρουσίαση για τον υπολογισμό του VaR για κάθε μία από τις τέσσερις μεθόδους που έχουν χρησιμοποιηθεί (HS-100, HS-250, EWMA, SMA) για επίπεδο εμπιστοσύνης 95 % και 99 %.

Στη συνέχεια παραθέτουμε τα γραφήματα των 5 χαρτοφυλακίων για επίπεδα εμπιστοσύνης 95 % και 99 %.

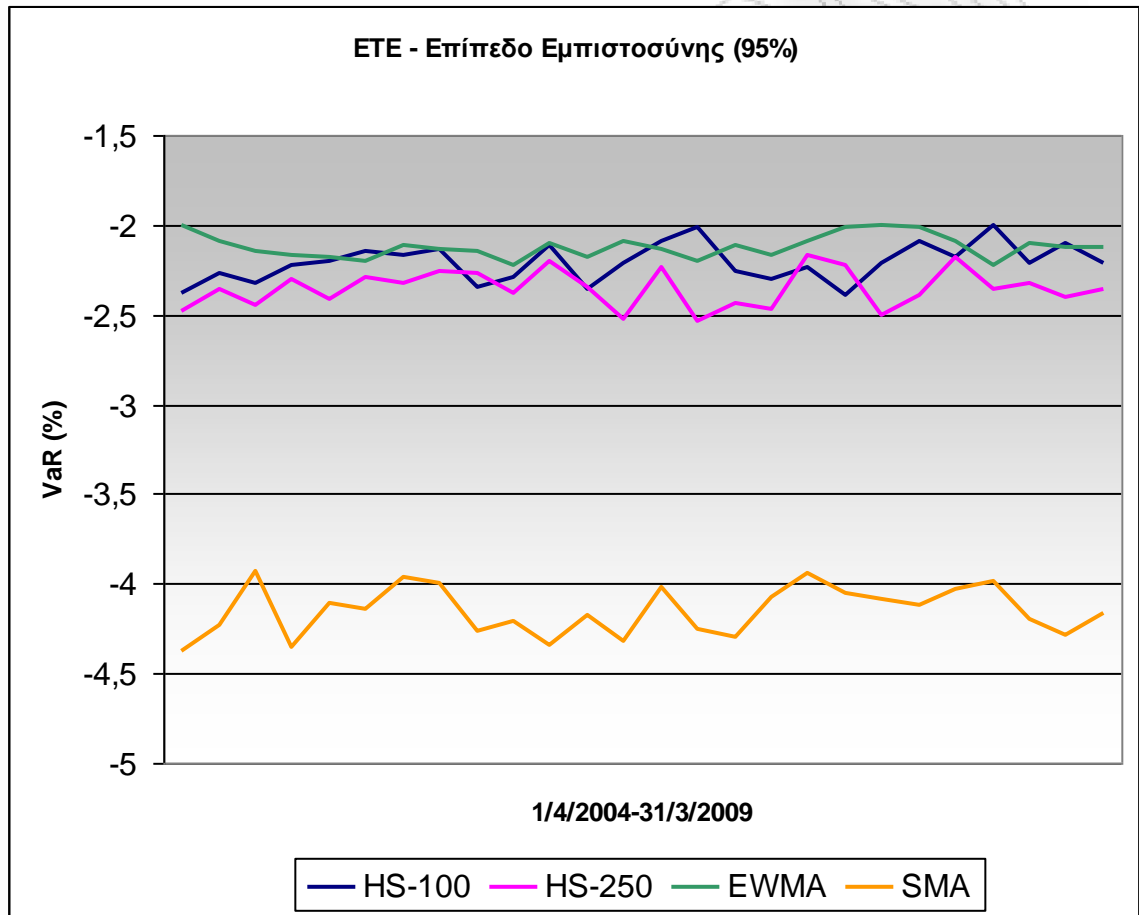


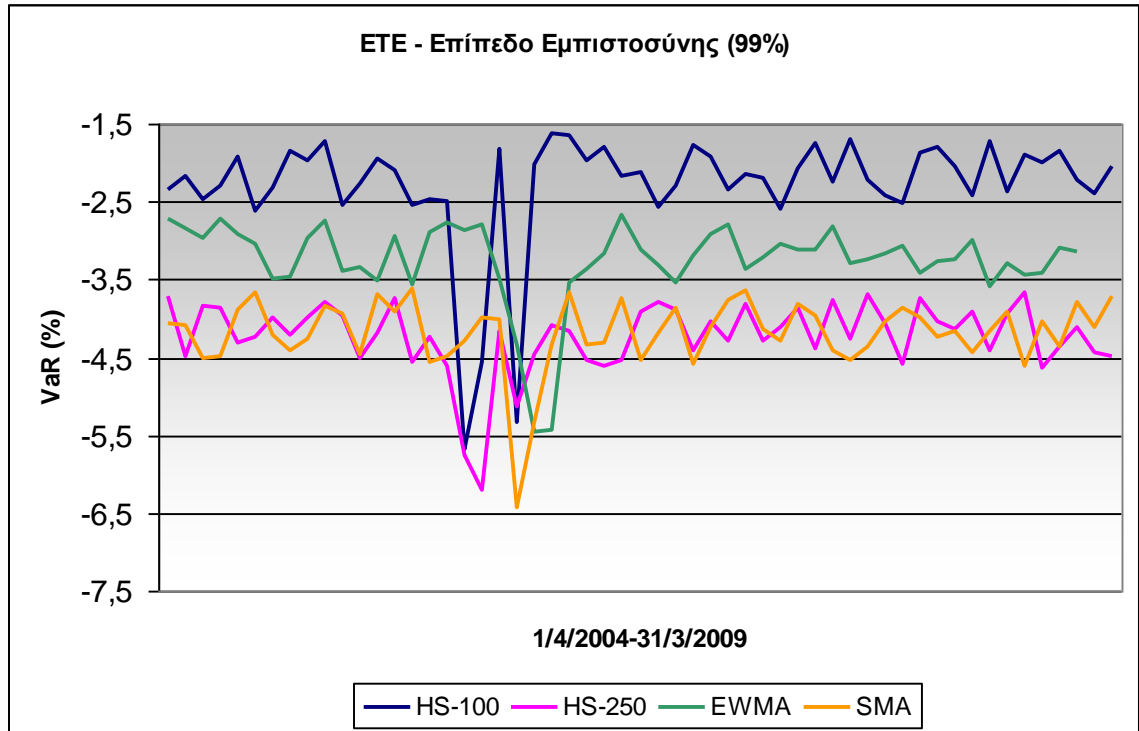


Γράφημα 1: Αποδόσεις σε λογαριθμική κλίμακα για επίπεδο εμπιστοσύνης 95 % και 99 %. Χαρτοφυλάκιο 1 – Alpha Bank, όπως υπολογίστηκε με βάση τις επόμενες μεθόδους. Ιστορική Προσομοίωση 100 παρατηρήσεων (HS-100), Ιστορική Προσομοίωση 250 παρατηρήσεων (HS-250), Εκθετικά σταθμισμένου Κινούμενου Μέσου Όρου (EWMA), Απλός Κινούμενος Μέσος Όρος (SMA)

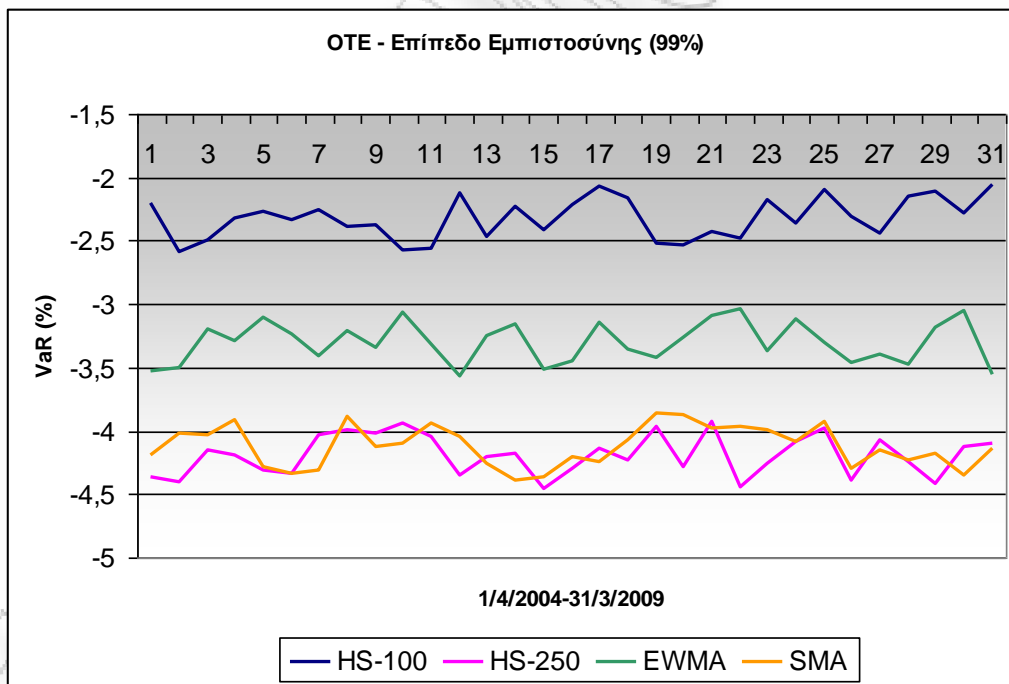
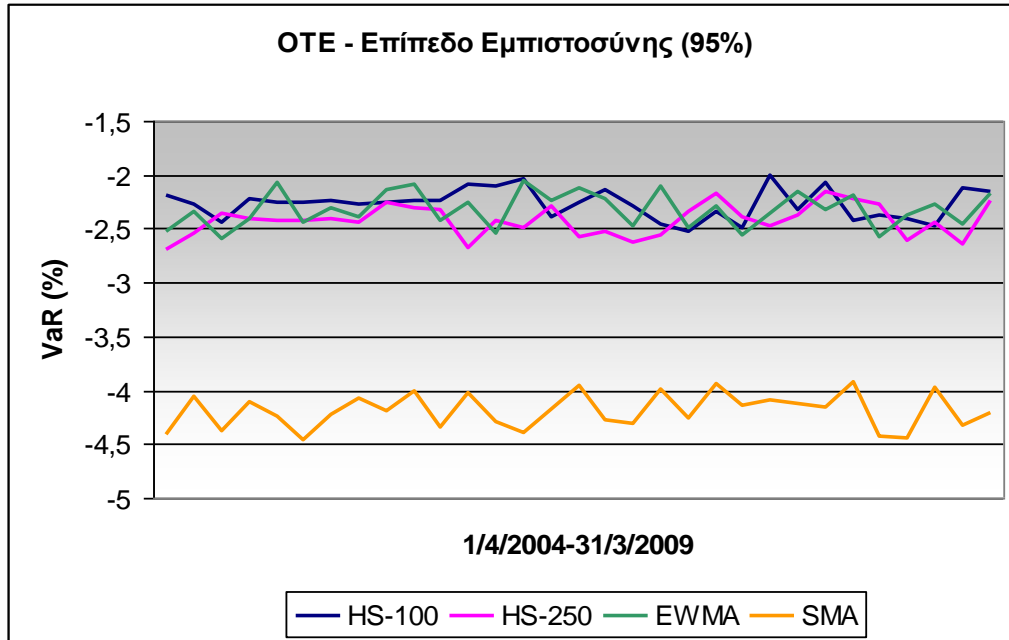


Γράφημα 2: Αποδόσεις σε λογαριθμική κλίμακα για επίπεδο εμπιστοσύνης 95 % και 99 %. Χαρτοφυλάκιο 1 – TITAN, όπως υπολογίστηκε με βάση τις επόμενες μεθόδους. Ιστορική Προσομοίωση 100 παρατηρήσεων (HS-100), Ιστορική Προσομοίωση 250 παρατηρήσεων (HS-250), Εκθετικά σταθμισμένου Κινούμενου Μέσου Όρου (EWMA), Απλός Κινούμενος Μέσος Όρος (SMA)



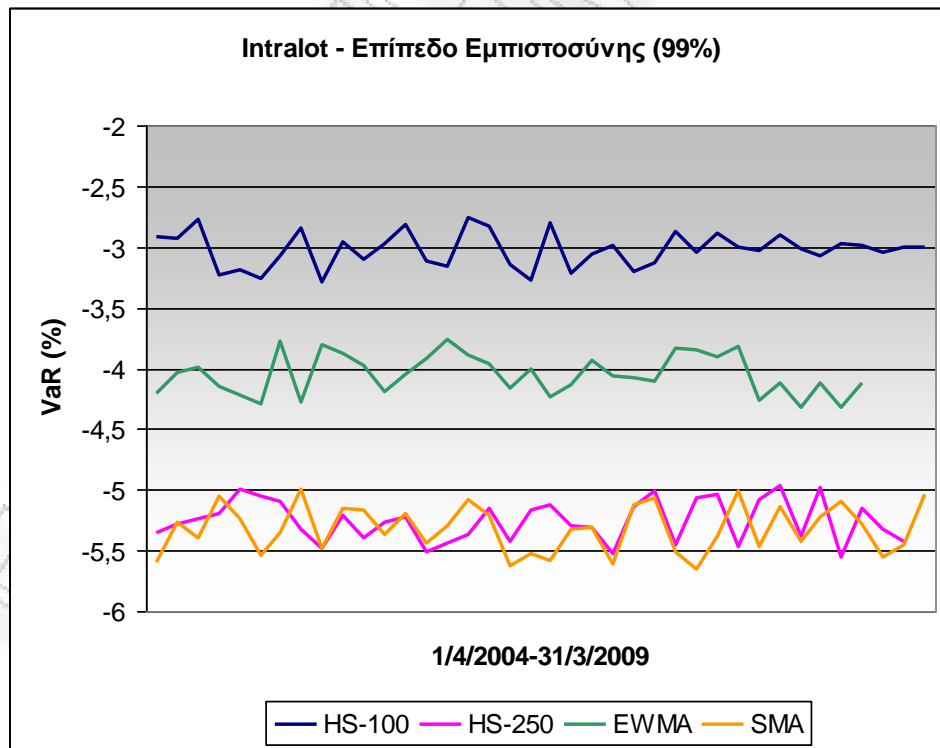
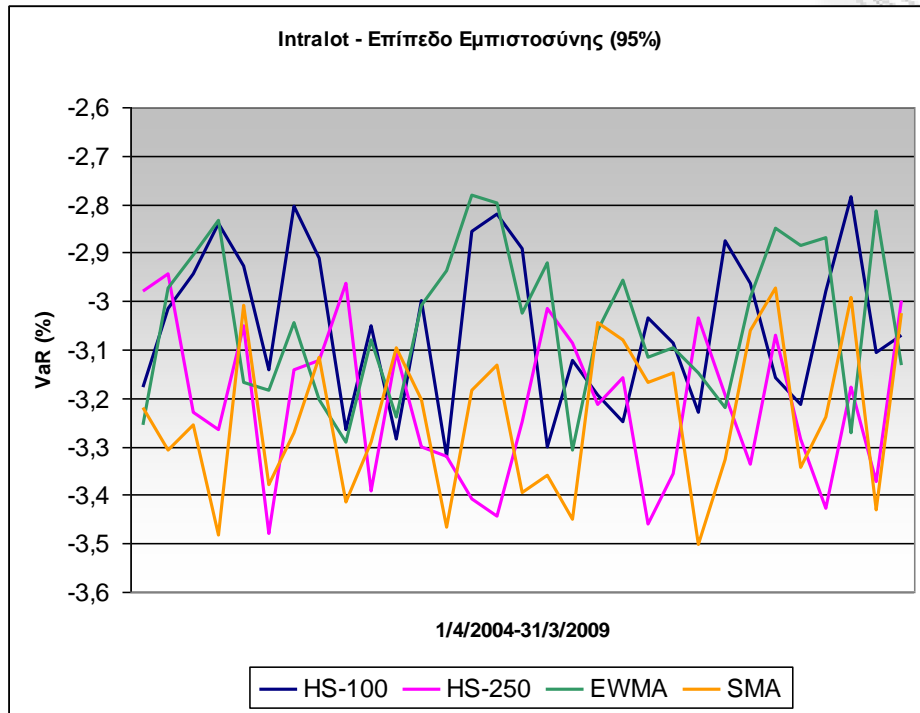


Γράφημα 3: Αποδόσεις σε λογαριθμική κλίμακα για επίπεδο εμπιστοσύνης 95 % και 99 %. Χαρτοφυλάκιο 1 – Εθνική Τράπεζα, όπως υπολογίστηκε με βάση τις επόμενες μεθόδους. Ιστορική Προσομοίωση 100 παρατηρήσεων (HS-100), Ιστορική Προσομοίωση 250 παρατηρήσεων (HS-250), Εκθετικά σταθμισμένου Κινούμενου Μέσου Όρου (EWMA), Απλός Κινούμενος Μέσος Όρος (SMA)



Γράφημα 4: Αποδόσεις σε λογαριθμική κλίμακα για επίπεδο εμπιστοσύνης 95 % και 99 %. Χαρτοφυλάκιο 1 – ΟΤΕ, όπως υπολογίστηκε με βάση τις επόμενες μεθόδους. Ιστορική Προσομοίωση 100

παρατηρήσεων (HS-100), Ιστορική Προσομοίωση 250 παρατηρήσεων (HS-250), Εκθετικά σταθμισμένου Κινούμενου Μέσου Όρου (EWMA), Απλός Κινούμενος Μέσος Όρος (SMA)



Γράφημα 5: Αποδόσεις σε λογαριθμική κλίμακα για επίπεδο εμπιστοσύνης 95 % και 99 %. Χαρτοφυλάκιο 1 – Intralot, όπως υπολογίστηκε με βάση τις επόμενες μεθόδους. Ιστορική Προσομοίωση 100

παρατηρήσεων (HS-100), Ιστορική Προσομοίωση 250 παρατηρήσεων (HS-250), Εκθετικά σταθμισμένου Κινούμενου Μέσου Όρου (EWMA), Απλός Κινούμενος Μέσος Όρος (SMA).

Παρόλο που τα δείγματα που επεξεργαστήκαμε παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές, φαίνεται να παρουσιάζουν αρκετές ομοιότητες για τα δύο επίπεδα εμπιστοσύνης. Το VaR που έχει μετρηθεί για επίπεδο εμπιστοσύνης 95 % με βάση τη μέθοδο της ιστορικής προσομοίωσης είναι αρκετά κοντά στο VaR που έχει υπολογιστεί με βάση και τις δύο άλλες μεθόδους (EWMA & SMA), συγκρινόμενα πάντα με την περίπτωση που το επίπεδο εμπιστοσύνης είναι ίσο με 99 %.

Αξίζει να σημειωθεί πως το VaR που έχει υπολογιστεί με τη βοήθεια της μεθόδου της ιστορικής προσομοίωσης παραμένει σταθερό για μεγάλα διαστήματα και κατόπιν προκύπτουν αλλαγές με έναν απότομο τρόπο, κάτι το οποίο είναι ιδιαίτερα εμφανές ειδικά στην περίπτωση που οι παρατηρήσεις είναι τάξη μεγέθους 100. Γεγονότα που αποτελούν εξαιρέσεις μπορεί να δημιουργούν μεγάλες αρνητικές απώλειες και είναι δυνατό να επηρεάσουν τις τιμές του VaR για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Αυτό χαρακτηριστικά αποτυπώνεται στο γράφημα 3, όπου παρουσιάζονται σαφώς οι υπολογισμοί του VaR για το χαρτοφυλάκιο της όπου έχουμε την εθνική τράπεζα και ιδιαίτερα για επίπεδο εμπιστοσύνης 99 %, όπου παρατηρούμε ότι αρνητικές απώλειες που έφτασαν στα επίπεδα του -5 % και βλέπουμε ότι αποτυπώνεται στη συνέχεια για τις τιμές του VaR όπως αυτές έχουν υπολογιστεί από τη μέθοδο της ιστορικής προσομοίωσης αισθητά και για μεγάλο χρονικό διάστημα.

6.7. Δοκιμές Ελέγχου

Μετά την παρουσίαση των διαφορετικών χαρακτηριστικών μεταξύ των διαφόρων μεθόδων για τον υπολογισμό του VaR, θα συγκρίνουμε τις μεθόδους, με τη διαδικασία των δοκιμών ελέγχου (backtesting). Τα test που θα χρησιμοποιηθούν έχουν ήδη παρουσιαστεί στο προηγούμενο κεφάλαιο.

Η πρώτη μέθοδος, η εκτός συνθηκών κάλυψη (LR_{uc}), εισάγει ελέγχους που σχετικά με το κατά πόσο η παραβίαση του VaR είναι ορθή ή όχι. Αν δεν είναι αποδεκτή

τότε συμπεραίνουμε πως ο επενδυτικός οίκος δε χρησιμοποιεί το κεφάλαιο κατά το δοκούν.

Ο δεύτερος έλεγχος, που ονομάζεται έλεγχος ανεξαρτησίας (LR_{ind}), ουσιαστικά ελέγχει το πόσο ανεξάρτητο είναι το γεγονός των παραβιάσεων που θα συμβεί τη μία μέρα από εκείνο της επόμενης και

Η τρίτη μέθοδος είναι εκείνη που συνδυάζει τόσο την ανεξαρτησία όσο και την ορθή υπόθεση και είναι ο έλεγχος της υπό συνθήκης κάλυψης. (LR_{cc}).

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα ξεχωριστά για τα 5 χαρτοφυλάκια για κάθε μία από τις μεθόδους τόσο για επίπεδο εμπιστοσύνης 95 % όσο και για 99 % στους επόμενους 5 πίνακες.

Χαρτοφυλάκιο 1 – Alpha Bank				
Δοκιμές Ελέγχου – 95 % Επίπεδο Εμπιστοσύνης				
	HS - 100	HS – 250	EWMA	SMA
LR_{uc}	2,3948	0,4558	0,4452	6,3456
LR_{ind}	4,2094	2,0492	8,5421	2,3556
LR_{cc}	6,6042	2,505	8,9873	8,7012

Χαρτοφυλάκιο 1 – Alpha Bank				
Δοκιμές Ελέγχου – 99 % Επίπεδο Εμπιστοσύνης				
	HS - 100	HS – 250	EWMA	SMA
LR_{uc}	26,3535	1,4537	1,8567	0,0005
LR_{ind}	5,2068	1,2322	1,7456	1,9573
LR_{cc}	31,5603	2,6859	3,7023	1,9578

Πίνακας 6.6: Τιμές για το Χαρτοφυλάκιο 1 – Alpha Bank με βάση τις δοκιμές ελέγχου για το VaR όπως υπολογίστηκαν με τις τέσσερις μεθόδους, την ιστορική προσομοίωση των 100 σημείων (HS-100), την ιστορική προσομοίωση των 250 σημείων (HS-250), τη μέθοδο του Εκθετικά Σταθμισμένου Κινούμενου Μέσου Όρου (EWMA), και τον Απλό Κινούμενο Μέσο Όρο (SMA) τόσο για διάστημα εμπιστοσύνης 95 % όσο και για διάστημα 99 %. Η αρχική υπόθεση ελέγχου με την LR_{uc} είναι ότι ο μέσος αριθμός των παραβιάσεων για το VaR είναι σωστός. Αντιστοίχως η αρχική υπόθεση για την LR_{ind} είναι ότι τα ενδεχόμενα των παραβιάσεων για το VaR είναι ανεξάρτητα, μεταξύ τους. Η αρχική υπόθεση για το LR_{cc} είναι ότι ο μέσος όρος του αριθμού των παραβιάσεων του VaR είναι σωστός και τα ενδεχόμενα για τις παραβιάσεις του VaR είναι ενδεχόμενα μεταξύ τους ανεξάρτητα. Τα δεδομένα είναι για την περίοδο 1/4/2004 έως την 31/3/2009.

Χαρτοφυλάκιο 2 – TITAN

Δοκιμές Ελέγχου – 95 % Επίπεδο Εμπιστοσύνης

	HS - 100	HS – 250	EWMA	SMA
LR _{uc}	4,1247	0,4158	0,0052	7,3216
LR _{ind}	7,5123	5,0212	6,5325	5,3251
LR _{cc}	11,637	5,437	6,5377	12,6467

Χαρτοφυλάκιο 2 – TITAN

Δοκιμές Ελέγχου – 99 % Επίπεδο Εμπιστοσύνης

	HS – 100	HS – 250	EWMA	SMA
LR _{uc}	25,3535	4,4837	1,8662	0,2045
LR _{ind}	0,2169	0,2722	1,5455	1,9571
LR _{cc}	25,5704	3,7559	3,8117	2,1616

Πίνακας 6.7: Τιμές για το Χαρτοφυλάκιο 2 – TITAN με βάση τις δοκιμές ελέγχου για το VaR όπως υπολογίστηκαν με τις τέσσερις μεθόδους, την ιστορική προσομοίωση των 100 σημείων (HS-100), την ιστορική προσομοίωση των 250 σημείων (HS-250), τη μέθοδο του Εκθετικά Σταθμισμένου Κινούμενου Μέσου Όρου (EWMA), και τον Απλό Κινούμενο Μέσο Όρο (SMA) τόσο για διάστημα εμπιστοσύνης 95 % όσο και για διάστημα 99 %. Η αρχική υπόθεση ελέγχου με την LR_{uc} είναι ότι η υπόθεση σχετικά με το μέσο αριθμό των παραβιάσεων για το VaR είναι ορθή. Αντιστοίχως η αρχική υπόθεση για την LR_{ind} είναι ότι τα ενδεχόμενα των παραβιάσεων για το VaR είναι ανεξάρτητα, μεταξύ τους. Η αρχική υπόθεση για το LR_{cc} είναι ότι ο μέσος όρος του αριθμού των παραβιάσεων του VaR είναι σωστός και τα ενδεχόμενα για τις παραβιάσεις του VaR είναι ενδεχόμενα μεταξύ τους ανεξάρτητα. Τα δεδομένα είναι για την περίοδο 1/4/2004 έως την 31/3/2009.

Χαρτοφυλάκιο 3 – Εθνική Τράπεζα

Δοκιμές Ελέγχου – 95 % Επίπεδο Εμπιστοσύνης

	HS - 100	HS – 250	EWMA	SMA
LR _{uc}	8,1325	0,4254	0,0052	0,0216
LR _{ind}	5,2780	12,0315	1,5231	11,3144
LR _{cc}	13,4105	12,4569	1,5283	11,336

Χαρτοφυλάκιο 3 – Εθνική Τράπεζα

Δοκιμές Ελέγχου – 99 % Επίπεδο Εμπιστοσύνης

	HS - 100	HS – 250	EWMA	SMA
--	----------	----------	------	-----

LR _{uc}	28,1513	5,2117	1,9623	7,2232
LR _{ind}	0,2321	0,2722	0,8354	2,9032
LR _{cc}	28,3834	4,4839	1,7977	9,1264

Πίνακας 6.8: Τιμές για το Χαρτοφυλάκιο 3 – Εθνική Τράπεζα με βάση τις δοκιμές ελέγχου για το VaR όπως υπολογίστηκαν με τις τέσσερις μεθόδους, την ιστορική προσομοίωση των 100 σημείων (HS-100), την ιστορική προσομοίωση των 250 σημείων (HS-250), τη μέθοδο του Εκθετικά Σταθμισμένου Κινούμενου Μέσου Όρου (EWMA), και τον Απλό Κινούμενο Μέσο Όρο (SMA) τόσο για διάστημα εμπιστοσύνης 95 % όσο και για διάστημα 99 %. Η αρχική υπόθεση ελέγχου με την LR_{uc} είναι ότι ο μέσος αριθμός των παραβιάσεων για το VaR είναι σωστός. Αντιστοίχως η αρχική υπόθεση για την LR_{ind} είναι ότι τα ενδεχόμενα των παραβιάσεων για το VaR είναι ανεξάρτητα, μεταξύ τους. Η αρχική υπόθεση για το LR_{cc} είναι ότι ο μέσος όρος του αριθμού των παραβιάσεων του VaR είναι σωστός και τα ενδεχόμενα για τις παραβιάσεις του VaR είναι ενδεχόμενα μεταξύ τους ανεξάρτητα. Τα δεδομένα είναι για την περίοδο 1/4/2004 έως την 31/3/2009.

Χαρτοφυλάκιο 4 – ΟΤΕ

Δοκιμές Ελέγχου – 95 % Επίπεδο Εμπιστοσύνης

	HS - 100	HS – 250	EWMA	SMA
LR _{uc}	3,1281	0,4254	0,0041	2,0126
LR _{ind}	7,2120	9,0214	1,6150	10,3144
LR _{cc}	10,3401	9,4468	1,6191	12,327

Χαρτοφυλάκιο 4 – ΟΤΕ

Δοκιμές Ελέγχου – 99 % Επίπεδο Εμπιστοσύνης

	HS - 100	HS – 250	EWMA	SMA
LR _{uc}	27,1321	0,2125	2,9721	0,2142
LR _{ind}	2,2569	2,2711	2,8252	4,9122
LR _{cc}	29,389	2,4836	5,7973	5,1264

Πίνακας 6.9: Τιμές για το Χαρτοφυλάκιο 4 – ΟΤΕ με βάση τις δοκιμές ελέγχου για το VaR όπως υπολογίστηκαν με τις τέσσερις μεθόδους, την ιστορική προσομοίωση των 100 σημείων (HS-100), την ιστορική προσομοίωση των 250 σημείων (HS-250), τη μέθοδο του Εκθετικά Σταθμισμένου Κινούμενου Μέσου Όρου (EWMA), και τον Απλό Κινούμενο Μέσο Όρο (SMA) τόσο για διάστημα εμπιστοσύνης 95 % όσο και για διάστημα 99 %. Η αρχική υπόθεση ελέγχου με την LR_{uc} είναι ότι ο μέσος αριθμός των παραβιάσεων για το VaR είναι σωστός. Αντιστοίχως η αρχική υπόθεση για την LR_{ind} είναι ότι τα ενδεχόμενα των παραβιάσεων για το VaR είναι ανεξάρτητα, μεταξύ τους. Η αρχική υπόθεση για το LR_{cc} είναι ότι ο μέσος όρος του αριθμού των παραβιάσεων του VaR είναι σωστός και τα ενδεχόμενα για τις παραβιάσεις του VaR είναι ενδεχόμενα μεταξύ τους ανεξάρτητα. Τα δεδομένα είναι για την περίοδο 1/4/2004 έως την 31/3/2009.

Χαρτοφυλάκιο 5 – Intralot				
Δοκιμές Ελέγχου – 95 % Επίπεδο Εμπιστοσύνης				
	HS – 100	HS – 250	EWMA	SMA
LR _{uc}	3,1172	0,4163	0,0131	4,0127
LR _{ind}	1,1231	7,1124	2,5251	5,3134
LR _{cc}	4,2403	7,5287	2,5382	9,3261
Χαρτοφυλάκιο 5 – Intralot				
Δοκιμές Ελέγχου – 99 % Επίπεδο Εμπιστοσύνης				
	HS – 100	HS – 250	EWMA	SMA
LR _{uc}	26,1210	2,2143	5,7712	0,2142
LR _{ind}	4,1538	1,2712	1,8161	6,9122
LR _{cc}	30,2748	3,4855	7,5873	7,1264

Πίνακας 6.10: Τιμές για το Χαρτοφυλάκιο 5 – Intralot με βάση τις δοκιμές ελέγχου για το VaR όπως υπολογίστηκαν με τις τέσσερις μεθόδους, την ιστορική προσομοίωση των 100 σημείων (HS-100), την ιστορική προσομοίωση των 250 σημείων (HS-250), τη μέθοδο του Εκθετικά Σταθμισμένου Κινούμενου Μέσου Όρου (EWMA), και τον Απλό Κινούμενο Μέσο Όρο (SMA) τόσο για διάστημα εμπιστοσύνης 95 % όσο και για διάστημα 99 %. Η αρχική υπόθεση ελέγχου με την LR_{uc} είναι ότι ο μέσος αριθμός των παραβιάσεων για το VaR είναι σωστός. Αντιστοίχως η αρχική υπόθεση για την LR_{ind} είναι ότι τα ενδεχόμενα των παραβιάσεων για το VaR είναι ανεξάρτητα, μεταξύ τους. Η αρχική υπόθεση για το LR_{cc} είναι ότι ο μέσος όρος του αριθμού των παραβιάσεων του VaR είναι σωστός και τα ενδεχόμενα για τις παραβιάσεις του VaR είναι ενδεχόμενα μεταξύ τους ανεξάρτητα. Τα δεδομένα είναι για την περίοδο 1/4/2004 έως την 31/3/2009.

6.8. Συμπεράσματα της εφαρμογής μέτρησης του VaR

Με βάση λοιπόν τα αποτελέσματα των δοκιμών ελέγχου η μέθοδος της ιστορικής προσομοίωσης για 100 παρατηρήσεις, (HS-100) δεν είναι επιτυχημένη και για τους 3 ελέγχους για αμφότερα τα επίπεδα εμπιστοσύνης (95 και 99 %). Στην περίπτωση του 95% επιπέδου εμπιστοσύνης, παρατηρούμε πως τόσο για την περίπτωση της EWMA όσο και για την περίπτωση του HS-250, βλέπουμε ότι ικανοποιείται ο έλεγχος κάλυψης χωρίς συνθήκες (LR_{ind}), ενώ οι δύο άλλοι έλεγχοι δεν ικανοποιούνται. Στην περίπτωση του

ελέγχου για 99 % επίπεδο εμπιστοσύνης, παρατηρούμε πως οι μέθοδοι EWMA και SMA, δεν ικανοποιούν τη μηδενική υπόθεση όμως παρουσιάζουν παρόμοια αποτελέσματα, και πιο αξιόπιστα αν τα συγκρίνουμε με εκείνα των δύο άλλων μεθόδων.

Στο επίπεδο εμπιστοσύνης του 95 % παρατηρούμε πως συνολικά ο έλεγχος εκτός συνθηκών κάλυψης (LRuc) και ο έλεγχος ανεξαρτησίας (LRind) ικανοποιείται στο 60 % των περιπτώσεων συνολικά και για τις 4 μεθόδους.

Για επίπεδο εμπιστοσύνης 99% παρατηρούμε πως για τους δύο ελέγχους βλέπουμε οι δοκιμές να ικανοποιούνται για το 20 % των περιπτώσεων. Η μέθοδος SMA εμφανίζεται να λειτουργεί πιο ικανοποιητικά για επίπεδο εμπιστοσύνης 99 % σε σύγκριση με το επίπεδο εμπιστοσύνης του 95 %.

Τέλος αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι στις 3 από τις 4 μεθόδους που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα ανάλυση βλέπουμε ότι δεν υπάρχουν αρκετές παραβιάσεις για επίπεδο εμπιστοσύνης 99 % ενώ για επίπεδο εμπιστοσύνης 95 % φαίνεται ότι εάν έχουμε κάποια παραβίαση, τότε η πιθανότητα εμφάνισής της είναι σημαντικά μεγάλη.

Συγκρίνοντας, λοιπόν τις διάφορες μεθόδους υπολογισμού του VaR, παρόλο που η μέθοδος HS-100 υπολογίζει κατά μέσο όρο το μικρότερο ποσό για κεφαλαιακή κάλυψη, αποτυγχάνει να ικανοποιήσει τις δοκιμές ελέγχου, με αποτέλεσμα να μην είναι στην περίπτωση αυτή ιδιαίτερα αξιόπιστη μέθοδος.

Από την άλλη πλευρά η μέθοδος SMA εμφανίζει καλύτερα αποτελέσματα αναφορικά με τις δοκιμές ελέγχου όμως από τις 4 μεθόδους εκείνη η οποία φαίνεται να λειτουργεί καλύτερα για επίπεδο εμπιστοσύνης 99 %, με αποδεκτό αριθμό εξαιρέσεων, είναι η μέθοδος EWMA.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΣΥΝΟΨΗ- ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

7.1. Συμπεράσματα

Όπως αναλύσαμε λοιπόν στην παρούσα μελέτη η μέθοδος Αξία στον Κίνδυνο (Value-at-Risk) αποτελεί εκείνο το μέτρο προκειμένου να καθοριστεί για ένα ίδρυμα το ποσό των απωλειών, ως αποτέλεσμα δυσμενών μεταβολών στις συνθήκες της αγοράς, που μπορεί να σημειωθεί για ένα χαρτοφυλάκιο σε μια προκαθορισμένη χρονική περίοδο δίνοντας συγκεκριμένη πιθανότητα να συμβεί το ενδεχόμενο αυτό.

Έτσι λοιπόν, έγινε η ανάλυση της μεθόδου αυτής, προκειμένου να εκτιμηθεί ο κίνδυνος που υπάρχει μέσα στο περιβάλλον μιας αγοράς για τα στοιχεία ενός χαρτοφυλακίου όπως αυτή έχει προταθεί από ειδικές επιτροπές εποπτείας της αγοράς (όπως για παράδειγμα την Επιτροπή της Βασιλείας) και τελικώς υλοποιείται από τους διάφορους επενδυτικούς οίκους. Για τον υπολογισμό του VaR, έγινε η παρουσίαση συγκεκριμένων μεθόδων που χρησιμοποιούνται στο χώρο της αγοράς και έγινε παράθεση των πλεονεκτημάτων και των μειονεκτημάτων που εμφανίζει καθεμία από αυτές.

Στο δεύτερο τμήμα της εργασίας, ακολούθησε μελέτη περίπτωσης όπου οι ευρέως διαδεδομένες και χρησιμοποιούμενες μέθοδοι της ιστορικής προσομοίωσης και της διακύμανσης-συνδιακύμανσης, χρησιμοποιήθηκαν, προκειμένου να προσδιοριστεί η VaR (VaR), για διαστήματα εμπιστοσύνης 95 % και 99 %, σε 5 διαφορετικά

χαρτοφυλάκια που αποτελούνταν από στοιχεία του Χρηματιστηρίου Αξιών Αθηνών. Για την ιστορική προσομοίωση χρησιμοποιήθηκαν οι προσομοιώσεις δύο διαφορετικών αριθμών σημείων (100 και 250), ενώ για τη μέθοδο της διακύμανσης-συνδιακύμανσης, χρησιμοποιήθηκαν οι μέθοδοι του Εκθετικά Σταθμισμένου Κινούμενου Μέσου Όρου (EWMA), και του Απλά Κινούμενου Μέσου Όρου (SMA).

Με βάση και τη βιβλιογραφία αναφορικά με τον υπολογισμό του VaR, έχει διαπιστωθεί πως ακόμα και για ίδια χαρτοφυλάκια, οι διάφορες μεθοδολογίες που ακολουθούνται είναι δυνατό, να οδηγήσουν σε αντικρουόμενα αποτελέσματα για το VaR. Παράλληλα αποδεικνύεται πως η επιλογή των παραμέτρων του επιπέδου εμπιστοσύνης και του ορίζοντα πρόβλεψης, έχει μεγάλη επίδραση στον υπολογισμό του VaR. Διαπιστώνουμε λοιπόν, πως οι τιμές του VaR που υπολογίζονται με βάση τις μεθοδολογίες που έχουν αναπτυχθεί δε μπορούν να συγκριθούν απολύτως, καθώς τα αποτελέσματα τελικώς μπορεί να είναι αρκετά ελλιπή.

Ο σκοπός της ανάλυσής μας ήταν κατά κύριο λόγο να χρησιμοποιήσουμε απλές μεθόδους στις οποίες ετίθεντο αυστηροί περιορισμοί, όπως ακριβώς συμβαίνει και σε συχνή πρακτική κατά τη διαχείριση κινδύνου, επεκτείνοντας τη λογική αυτή στα χαρτοφυλάκια που εξετάσαμε με τα στοιχεία που αντλήθηκαν από το Χρηματιστήριο Αξιών Αθηνών.

Συνοψίζοντας λοιπόν, διαπιστώνουμε ότι στο χώρο της αγοράς, παρά τις όποιες αμφιβολίες σχετικά με τη χρήση των εν λόγω μοντέλων, η μέτρηση VaR, έχει καθιερωθεί ως βασικό εργαλείο διαχείρισης κινδύνου, κατόπιν προτροπής βέβαια των εποπτικών αρχών.

Ενώ τα μέτρα του VaR έχουν δεχτεί κριτική από τους διαχειριστές κινδύνου ως ανεπαρκή, η αλήθεια είναι ότι ενώνουν το χάσμα μεταξύ της ανάγκης, από τη μια για ακριβή μέτρηση του κινδύνου και από την άλλη, για την ύπαρξη ενός μέτρου που είναι ευρέως κατανοητό. Ως τέτοιο, είναι η ελάχιστη τεχνική προϋπόθεση από το οποίο μπορούν να προκύψουν άλλα, πιο εξεζητημένα μέτρα. Η έννοια του VaR παρουσιάζει αρκετά κενά, το κυριότερο από τα οποία είναι ότι εκφράζει μόνο το ελάχιστο ποσό απωλειών, ενώ οι αναμενόμενες απώλειες είναι μάλλον περισσότερο διαισθητικές, δηλαδή, δε γνωρίζουμε ποιο ακριβώς είναι το μέγιστο ποσό που μπορεί να υπάρξει ως ζημία.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει επίσης και η άποψη ότι τα ισχύοντα μέτρα VaR, που είναι εξαιρετικά ευμετάβλητα, έχουν ως αποτέλεσμα υπερβολικές αυξομειώσεις στα κεφάλαια των τραπεζών, κάτι όμως που δεν ισχύει στην πράξη. Οποσδήποτε τα περισσότερα μέτρα VaR, είναι υπερβολικά ευμετάβλητα, αλλά κάτι τέτοιο έχει ελάχιστη ή και καθόλου επίπτωση τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα. Ο λόγος είναι ότι το εποπτικό VaR είναι απώλεια που προκύπτει πάνω από δύο φορές το χρόνο και ένας επενδυτικός οίκος που δε μπορεί να χειριστεί τέτοια ζημιά αντιμετωπίζει σίγουρα μεγαλύτερα προβλήματα από το αυξομειούμενο εποπτικό κεφάλαιο. Το κεφάλαιο που αντιστοιχεί στον πιστωτικό κίνδυνο είναι πολύ μεγαλύτερο από εκείνο του κινδύνου της αγοράς, και επίσης μια τράπεζα που έχει μόνο τα ελάχιστα κεφάλαια κινδύνου αγοράς θα θεωρηθεί υψηλού κινδύνου από πελάτες και επενδυτές.

Όσον αφορά την εσωτερική διαχείριση κινδύνου, τα πράγματα περιπλέκονται. Σε αυτή την περίπτωση, η διαχείριση κινδύνου εξυπηρετεί πλήθος σκοπών, από την ολοκληρωμένη διαχείριση έως τη θέσπιση ορίων θέσης. Ασφαλώς όλες οι τεχνικές μέτρησης κινδύνου ανήκουν σε μια από τις δύο κατηγορίες προσδιορισμού του κινδύνου α) τις παραμετρικές μεθόδους και β) τις μη παραμετρικές. Ασφαλώς όλες οι μέθοδοι παρουσιάζουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Έτσι έχουμε εύκολες και δύσκολες μεθόδους, καθώς επίσης και ακριβείς ή ανακριβείς. Ασφαλώς καμία μέθοδος δεν είναι τέλεια και η επιλογή μιας τεχνικής εξαρτάται από την αγορά στην οποία δραστηριοποιείται το χρηματοπιστωτικό ίδρυμα. Έτσι λοιπόν η μέτρηση και διαχείριση κινδύνου αγοράς είναι μια πολύ αναγκαία εξέλιξη στον τομέα των χρηματοοικονομικών, ωστόσο βρίσκεται σε στάδιο διερεύνησης και ανάπτυξης, προκειμένου να εντοπιστεί και να βελτιστοποιηθεί η κατάλληλη τεχνική για τον προσδιορισμό του.

7.2. Κατεύθυνση για περαιτέρω έρευνα

Είναι γεγονός πως η μέθοδος VaR αποτελεί ένα αρκετά εξελιγμένο μοντέλο για τη διαχείριση του κινδύνου, ωστόσο μπορούν να γίνουν και περαιτέρω αναλύσεις και έρευνες προκειμένου να βελτιστοποιηθεί ως μέθοδος για έναν καλύτερο και πληρέστερο προσδιορισμό του συνολικού κινδύνου. Παρακάτω διατυπώνονται

κάποιες προτάσεις στις οποίες το μοντέλο θα μπορούσε να βελτιστοποιηθεί ώστε να αντιμετωπιστούν συγκεκριμένα μειονεκτήματά του.

7.3. Κίνδυνος Μοντέλου

Σε καθημερινή πρακτική το VaR επιδέχεται ερμηνειών που είναι πολλές φορές απλουστευμένες υπέρ του δέοντος, όπως «με πιθανότητα 95 %, η ζημιά του χαρτοφυλακίου θα είναι μικρότερη από το ποσό χ». Ωστόσο η εκτίμηση απωλειών ενέχει τον κίνδυνο εκτίμησης και τον κίνδυνο μοντέλου. Κίνδυνος εκτίμησης είναι ο κίνδυνος κάποιες παράμετροι του μοντέλου να έχουν εκτιμηθεί λανθασμένα (πιθανά λόγω του μικρού αριθμού παρατηρήσεων που ελήφθησαν κατά την κατασκευή του μοντέλου). Ο κίνδυνος του μοντέλου είναι ο κίνδυνος τα μοντέλα που χρησιμοποιούνται να μην είναι σωστά καθορισμένα ή οι υποθέσεις να μην υφίστανται στην πράξη. Ένα συχνό πρόβλημα κατά τη διάρκεια της κατασκευής του υποδείγματος είναι η υπόθεση κανονικής κατανομής των μεταβολών των συντελεστών κινδύνου, ενώ η πραγματική κατανομή παρουσιάζει βαριά ουρά, ή η αποτυχία αναγνώρισης της συγκέντρωσης μεταβλητότητας.

7.4. Ρευστότητα Αγοράς

Με βάση τη συνήθη ερμηνεία του VaR παραγωνρίζονται τυχόν προβλήματα σχετικά με τη ρευστότητα της αγοράς, με τη δυνατότητα, δηλαδή άμεσης ρευστοποίησης του τίτλου, χωρίς να επηρεάζεται η αγορά. Σε περιπτώσεις μη ρευστών αγορών, η ρευστοποίηση έχει κόστος, το οποίο όμως δε λαμβάνεται υπόψη από τα υποδείγματα μέτρησης κινδύνου, γιατί είναι δύσκολο να υπολογιστεί η επίπτωση της συναλλακτικής δραστηριότητας στην αγορά, αφού εξαρτάται από παράγοντες όπως το πως είναι διαμορφωμένη η αγορά και τη διάθεση έχουν οι επενδυτές. Έτσι λοιπόν ο παράγων ρευστότητα αξιολογείται ξεχωριστά, κατά την ερμηνεία των αποτελεσμάτων.

Είναι λοιπόν χρήσιμο περαιτέρω έρευνα να διεξαχθεί στα τμήματα αυτά της μεθόδου προσδιορισμού Αξία σε Κίνδυνο προκειμένου τα επενδυτικά ιδρύματα και το

χρηματοπιστωτικό μας σύστημα να διαθέτει ένα πλήρες εργαλείο για την αποφυγή, όσο το δυνατόν είναι εφικτό, οικονομικών καταστροφών.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΡΡΑΙΑ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βιβλία

1. Anna S. Chernobai, Svetlozar T. Rachev, Frank J. Fabozzi, 2007. The Frank J. Fabozzi Series. Operational Risk. A guide to Basel II Capital Requirements, Models and Analysis. Wiley Finance Editions
2. Hakala, J., and Wystup, U., 2002, Foreign Exchange Risk: Models, Instruments, and Strategies , London: Risk Publications.
3. Kevin Dowd, 2003. An introduction to market risk measurement. Wiley Finance Editions.
4. Yen Yee Chong, 2004. Investment risk management. Wiley Finance Editions

Δημοσιεύσεις

5. Audrino, F. and G. Barone-Adesi 2005, “Functional gradient descent for financial time series with an application to the measurement of market risk”, *Journal of Banking & Finance*, 29:959-977.
6. Bodnar, G. And Gebhardt, G. 1998, Derivatives Usage in Risk Management by U.S. and German Non-Financial Firms: A comparative Survey. NBER Working Paper No 6705, Cambridge, Massachusetts: NBER (August)
7. Bredin, D. and S. Hyde 2001, “FOREX Risk: Measurement and Evaluation using Value-at-Risk”, Research Department, Central Bank of Ireland.
8. Castellacci, C. and M.J. Siclari 2003, “The practice of Delta-Gamma VaR: Implementing the quadratic portfolio model”, *European Journal of Operational Research*, 150:529-545.
9. Chiu, C., S. Chiang, J. Hung and Y. Chen 2006, “Clearing margin system in the futures market-Applying the valua-at-risk model to Taiwanese data”, *Physica A*, 367:353-374

10. Christoffersen, P., J., Hahn and A., Inoue, 2001 “Testing and Comparing Value-at-Risk Measures”, *Journal of Empirical Finance*, 8:325-342.
11. Cuoco, D. and Liu, H. 2006, “An analysis of VaR- based capital requirements”, *Journal of Financial Intermediation*, 15:362-394.
12. Duan, J. and J. Simonato 2002, “Maximum likelihood estimation of deposit insurance value with interest rate risk”, *Journal of Empirical Finance*, 9:109-132.
13. Duffie D. & Pan J, 1997, “An Overview of Value at Risk”. *The journal of Derivatives*, Vol.4 pg. 7-49.
14. El- Masry, A.A., 2006, “Derivatives Use and Risk Management Practices by UK Nonfinancial Companies”, *Managerial Finance*, 32(2):137-159.
15. Gang, L. 2005, “A Study of Value at Risk Models and Their Prediction Power”, M. Phil Thesis, The University of Hong Kong.
16. Froot, K and Thaler, R., 1990, Anomalies: Foreign Exchange, *Journal of Economic Perspectives*, 4(3), pp. 179-192
17. Giot & Laurent, 2002, “Market Risk in Commodity Markets: a VaR approach” *Energy Economics* Vol 25, pg .435-457
18. Gourieroyx, C., J.P. Laurent and O. Scaillet 2000, “Sensitivity analysis of Values at Risk”, *Journal of Empirical Finance*, 7:225-245.
19. Hoyt, R.E., S.P. Lawrence and W.S., Sommer 2007, “Computing Value- at Risk: A Simulation Assignment to Illustrate The Value of Enterprise Risk Management”, *Risk Management and Insurance Review*, 10(2): 299-307.
20. Kritzman, M., 1993, The Optimal Currency Hedging Policy with Biased Forward Rates, *Journal of Portofolio Management*, 19(4), pp, 94-101
21. Lambadiaris G. – Papadopoulou L. – Skiadopoulos G. – Zoulis Y, 2003, “VaR: History or Simulation?”, *Risk*, pg.122-127
22. Leung, W.K., 1998 “Applicability of Value- at- Risk Methodology in Managing Market Risk for HK Stock Market Investors”, Master Thesis.
23. The University of Hong Kong. Manganelli, S. and R.F. Engle 2001, “VALUE AT RISK MODELS IN FINANCE”, European Central Park, Working Paper NO.75.
24. Papaioannou, M. and Gatzonas, E. K., 2002, Assessing Market and Credit Risk of Country Funds: A Value-At-Risk Analysis, In J. Jay Choi and Michael R. Powers

- (eds), *Global Risk Management: Financial, Operational and Insurance Strategies*, International Finance Review, 3, Amsterdam: Elsevier Science, pp. 61-79
25. Pavlou, N. 2006, “The Use, Development and Financial Analysis of Financial Derivatives. The Case of Athens Derivatives Exchange (ADEX).”, Master Thesis, Staffordshire University.
26. Reichert, A. and Y. Shyu 2003, “Derivatives activities and the risk of international banks: A market index and VaR approach”, *International Review of Financial Analysis*, 12:489-511.
27. Sheedy, E. 2006, “Corporate Risk Management in Hong Kong and Singapore”, *Managerial Finance*, 32(2):89-100.
28. Tsetsekos, G. and P. Varangis, 2000, “Lessons in Structuring Derivatives Exchanges”, *The World Bank Research Observer*, 15(1):85-98.
29. Szego G, 2002, “Measures of Risk”, *Journal of Banking & Finance*, Vol. 26, pg. 1253 – 1272
30. Wu, P.T. and S. Shieh 2007, “Value-at-Risk analysis for long term interest rate futures: Fat-tail and long memory in return innovations”, *Journal of Empirical Finance*, 14:248-259.

Λιαδίκτυο

31. <http://www.investopedia.com/articles/04/092904.asp>
32. <http://www.gloriamundi.org/>
33. http://www.riskglossary.com/link/value_at_risk.htm
34. <http://www.value-at-risk.net/index.htm>
35. http://www.investorwords.com/5212/Value_At_Risk.html
36. <http://www.fooledbyrandomness.com/jorion.html>

КОНСТИТУЦИОННО ПРАВО