ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Διαχείριση Διεθνούς Χαρτοφυλακίου με Χρήση Παραγώγων

Μεταπτυχιακό Τμήμα Διεθνών Ευρωπαϊκών και Οικονομικών Σπουδών

Σφακιανάκης Αναστάσιος

1/22/2016

Επιβλέπων Καθηγητής

Τοπάλογλου Νικόλαος

Διπλωματική Εργασία Υποβληθείσα στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος του τμήματος Διεθνών και Ευρωπακών Σπουδών, με κατεύθυνση την Ευρωπαική Οικονομική Πολιτική



Βεβαίωση Εκπόνησης Διπλωματικής Εργασίας

«Δηλώνω υπεύθυνα ότι η συγκεκριμένη Διπλωματική Εργασία για τη λήψη του Μεταπτυχιακού Διπλώματος στη Διεθνή Οικονομική και Χρηματοδοτική έχει συγγραφεί από εμένα προσωπικά και δεν έχει υποβληθεί ούτε έχει εγκριθεί στο πλαίσιο κάποιου άλλου Προπτυχιακού ή Μεταπτυχιακού Τίτλου Σπουδών, στην Ελλάδα ή στο εξωτερικό. Η εργασία αυτή έχοντας εκπονηθεί από εμένα, αντιπροσωπεύει τις προσωπικές μου απόψεις επί του θέματος. Οι πηγές στις οποίες ανέτρεξα για την εκπόνηση της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας αναφέρονται στο σύνολο τους στο τέλος δίνοντας πλήρεις αναφορές στους συγγραφείς, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο.»

Ονοματεπώνυμο: Σφακιανάκης Αναστάσιος

Υπογραφή:

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέπων Αναπληρωτή Καθηγητή της παρούσας διπλωματικής εργασίας κ. Τοπάλογλου, για την καθοδήγηση, τη κατανόηση και τη συνεργασία στα πλαίσια της ολοκλήρωσης της. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους Καθηγητές και το Προσωπικό του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών του τμήματος των Διεθνών Ευρωπαϊκών και Οικονομικών Σπουδών, για τις γνώσεις που αποκόμισα κατά τη διάρκεια της φοίτησης μου. Τέλος ευχαριστώ τους φίλους και την οικογένεια μου για τη στήριξη τους κατά τη διάρκεια της συγγραφής της παρούσας εργασίας.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η διαχείριση της αβεβαιότητας και του κινδύνου αποτελούν ένα μεγάλο πεδίο έρευνας της οικονομικής επιστήμης. Στην παρούσα εργασία αναπτύξαμε ένα στοχαστικό μοντέλο, το οποίο με τη χρήση ιστορικών δεδομένων πραγματοποιεί ενεργή διαχείριση διεθνών χαρτοφυλακίων. Το μοντέλο αυτό υιοθετεί μία ολιστική οπτική του προβλήματος, και πραγματοποιεί διαδοχικές μηνιαίες αποφάσεις αναδιάρθρωσης του χαρτοφυλακίου για ένα έτος. Ως εκ τούτου λοιπόν, οι αποφάσεις για την τοποθέτηση του χαρτοφυλακίου στις διεθνής αγορές, η επιλογή των περιουσιακών στοιχείων σε κάθε αγορά καθώς και τα κατάλληλα επίπεδα αντιστάθμισης του συναλλαγματικού κινδύνου λαμβάνονται από κοινού. Οι αποφάσεις για την αντιστάθμιση του συναλλαγματικού κινδύνου υλοποιούνται σε δεύτερο χρόνο, με την ενσωμάτωση στο στοχαστικό μοντέλο μεταβλητών που αντιπροσωπεύουν forward contracts σε κάθε ξένο νόμισμα επένδυσης. Επίσης το μοντέλο επιλύθηκε με 3 εναλλακτικές στρατηγικές, ώστε να αναλύσουμε τις αποδόσεις της κάθε μίας ξεχωριστά, με αποτέλεσμα να δημιουργήσουμε χαρτοφυλάκια με υψηλότερες αποδόσεις και μεγαλύτερη μεταβλητότητα, ενδιάμεσα χαρτοφυλάκια, και χαρτοφυλάκια με πιο συντηρητικές αποδόσεις και μικρότερη μεταβλητότητα. Με τη χρήση των forward contracts καταφέραμε να περιορίσουμε σε ακόμα μεγαλύτερο βαθμό την μεταβλητότητα των αποδόσεων των χαρτοφυλακίων, θυσιάζοντας όμως ένα σχετικά μεγαλύτερο μέρος της τελικής τους απόδοσης.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή**.....σελ.6**

Κεφάλαιο 2: Ανάλυση του Κινδύνου**.....σελ.9**

2.1 Η Διαχρονική Έννοια του Κινδύνου**.....σελ.9**

2.2 Ορίζοντας τον Κίνδυνο**.....σελ.10**

2.3 Εννοιολογική Διχοτόμηση του Κινδύνου**.....σελ.11**

Κεφάλαιο 3: Μέτρα Κινδύνου**.....σελ.17**

3.1 Οι Κατηγορίες των Μέτρων Κινδύνου**.....σελ.17**

3.2 Μέτρα Μεταβλητότητας**.....σελ.18**

3.3 Μέτρα Κατερχόμενου Κινδύνου**.....σελ.22**

3.4 Μέτρα Ευαισθησίας (Greek Letters)**.....σελ.25**

Κεφάλαιο 4: Τα Παράγωγα Προϊόντα**.....σελ.30**

4.1 Η Εξέλιξη της Αγοράς Παραγώγων**.....σελ.30**

4.2 Τα Forward Contracts**.....σελ.30**

4.3 Τα Future Contracts**.....σελ.31**

4.4 Μελλοντική Τιμή Επενδυτικού Τίτλου**.....σελ.33**

4.5 Τα Δικαιώματα Αγοράς/Πώλησης (Options)**.....σελ.35**

4.6 Στρατηγικές με τη Χρήση Options**.....σελ.41**

Κεφάλαιο 5: Εμπειρική Εφαρμογή**.....σελ.47**

5.1 Βελτιστοποίηση Διεθνούς Χαρτοφυλακίου**.....σελ.47**

5.2 Οι Υποθέσεις του Προβλήματος**.....σελ.47**

5.3 Η Πηγή των Δεδομένων**.....σελ.48**

5.4.1 Το Μοντέλο Βελτιστοποίησης Διεθνούς Χαρτοφυλακίου....σελ.48

5.4.2 Τα Εμπειρικά Αποτελέσματα του Επανέλεγχου (Backtesting) Βελτιστοποίησης**.....σελ.52**

5.5.1 Βελτιστοποίηση Χαρτοφυλακίου και Αντιστάθμιση Συναλλαγματικού Κινδύνου**.....σελ.61**

5.5.2 Το Μοντέλο ταυτόχρονης Βελτιστοποίησης Διεθνούς Χαρτοφυλακίου και Αντιστάθμισης Συναλλαγματικού Κινδύνου..σελ62

5.5.3 Τα Εμπειρικά Αποτελέσματα του Επανέλεγχου (Backtesting) Βελτιστοποίησης και Αντιστάθμισης Συναλλαγματικού Κινδύνου....σελ62

5.6 Συμπεράσματα**.....σελ.69**

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Βιβλιογραφία**.....σελ. 71**
Κατάλογος Διαγραμμάτων**.....σελ. 73**
Παράρτημα**.....σελ. 75**

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. Εισαγωγή

Τις τελευταίες δεκαετίες κυρίως λόγο του φαινομένου της παγκοσμιοποίησης, τα χαρτοφυλάκια των επενδυτών σταδιακά άρχισαν τοποθετούνται όλο και περισσότερο από τις εγχώριες, στις διεθνείς αγορές. Οι διεθνείς επενδύσεις λοιπόν, προσφέρουν αφενός την επιλογή από μία ευρύτερη γκάμα περιουσιακών στοιχείων, αφετέρου δε παρέχουν στους επενδυτές και τη δυνατότητα για ακόμα μεγαλύτερη διαφοροποίηση του χαρτοφυλακίου τους και παράλληλα τη μείωση της έκθεσης τους στο συστηματικό κίνδυνο, λόγο των χαμηλών συσχετίσεων που παρουσιάζουν τα διεθνή περιουσιακά στοιχεία, καθώς προέρχονται από διαφορετικές οικονομίες.

Όσο όμως το ενδιαφέρον των επενδυτών αυξάνονταν για τα διεθνή χαρτοφυλάκια, παράλληλα και το ενδιαφέρον των οικονομολόγων άρχισε να στρέφεται προς αυτά, εκπονώντας επιστημονικές εργασίες που να αναλύουν τα πλεονεκτήματα τους. Συγκεκριμένα πρώτος ο Grubel (1968) στο άρθρο του με τίτλο 'Internationally Diversified Portfolios: Welfare Gains and Capital Flows', η διεθνής διαφοροποίηση των χαρτοφυλακίων συνεισφέρει στην παγκόσμια ευημερία, και βάση ενός θεωρητικού μοντέλου απέδειξε πως οι κινήσεις των κεφαλαίων μεταξύ διεθνών αγορών είναι αποτέλεσμα όχι μόνο των διαφορών των επιτοκίων, αλλά και των αποδόσεων των χρηματιστηριακών περιουσιακών στοιχείων των αγορών. Εν συνεχεία, οι Levy και Sarnat (1970) με το άρθρο τους 'International Diversification of Investment Portfolios' υποστήριξαν πως με τη διεθνή διαφοροποίηση μειώνεται ο κίνδυνος του χαρτοφυλακίου, ενώ στο ίδιο μήκος κύματος, ο Solnik (1974) με το έργο του 'Why not Diversify Internationally rather than Domestically?', ανέλυσε γιατί τα διεθνώς διαφοροποιημένα χαρτοφυλάκια είναι πιο προστατευμένα από τα εγχώρια, και ταυτόχρονα ανέδειξε πρακτικές προτάσεις για το πως οι επενδυτές μπορούν να διαφοροποιήσουν το χαρτοφυλάκιο τους σε διεθνές επίπεδο με χαμηλό κόστος.

Η επιστημονική βιβλιογραφία όμως δεν επικεντρώθηκε μόνο στο πλεονεκτήματα της μεγαλύτερης διαφοροποίησης των διεθνών χαρτοφυλακίων, αλλά προσανατολίστηκε και στην μελέτη του μεγάλου μειονεκτήματος των διεθνών χαρτοφυλακίων, την έκθεση στον συναλλαγματικό κίνδυνο. Έτσι οι Eun και Resnick (1988) με το έργο τους 'Exchange Rate Uncertainty, Forward Contracts, and International Portfolio Selection' ότι κατά τη δημιουργία διεθνών χαρτοφυλακίων οι επενδυτές θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τους την έκθεση τους στον συναλλαγματικό. Στα πλαίσια της αντιστάθμισης του συναλλαγματικού κινδύνου, ο Black (1989) με τη μελέτη του 'Optimizing Currency Risk and Reward in International Equity Portfolios' πρότεινε ότι ως ιδανική στρατηγική αντιστάθμισης, αυτή όπου όλες οι ξένες επενδύσεις αντισταθμίζονται κατά την ίδια αναλογία, η οποία και θα πρέπει να είναι λιγότερο από 100%.

Από την άλλη πλευρά, μεταγενέστερες μελέτες, κυρίως βασισμένες στη χρήση των Συμβολαίων Μελλοντικής Εκπλήρωσης (forward contracts), ανέλυσαν πιο ευέλικτες στρατηγικές αντιστάθμισης του συναλλαγματικού κινδύνου. Οι Filatov και Rappoport με την εργασία τους 'Is complete hedging optimal for international bond portfolios?', πρότειναν τη στρατηγική της επιλεκτικής αντιστάθμισης, με τη χρήση της οποίας επιτρέπεται τα ποσοστά αντιστάθμισης μεταξύ των επενδύσεων σε διαφορετικές ξένες αγορές να διαφέρουν μεταξύ τους. Ένα χρόνο μετά οι Jack Glen and Philippe Jorion (1993) στο άρθρο τους 'Currency Hedging for International

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Portfolios', ανέλυσαν τα οφέλη της αντιστάθμισης του συναλλαγματικού κινδύνου, και χρησιμοποιώντας δυναμικές στρατηγικές αντιστάθμισης, έφθασαν στο συμπέρασμα πως η βέλτιστη πολιτική αντιστάθμισης δεν είναι χρονικά σταθερή. Αν και κυρίως λόγο της ευελιξίας της, η επιλεκτική αντιστάθμιση κυριαρχεί έναντι των υπολοίπων στρατηγικών αντιστάθμισης, στη βιβλιογραφία παρουσιάζονται διαφορετικές απόψεις, και ως εκ τούτου, δεν υπάρχει ένας παγκόσμιος αποδεκτός κανόνας που να περιγράφει τη βέλτιστη τακτική αντιστάθμισης συναλλαγματικού κινδύνου.

Εκτός όμως από τις τακτικές αντιστάθμισης του συναλλαγματικού κινδύνου, άρχισαν να εξελίσσονται και τα μέτρα κινδύνου τα οποία χρησιμοποιούνταν για τη βελτιστοποίηση των χαρτοφυλακίων. Έτσι οι Topaloglou, Vladimirou και Zenios (2002) στο έργο τους με τίτλο 'CVaR Models with Selective Hedging for International Asset Allocation', μελέτησαν τα πλεονεκτήματα της διαφοροποίησης σε διεθνές επίπεδο, και παράλληλα σύγκριναν τα αποτελέσματα από τη βελτιστοποίηση με τη χρήση του CVaR και της μέσης τυπικής (MAD). Επίσης οι Andrea Beltratti, Andrea Laurant, Stavros A. Zenios (2004) στο άρθρο τους 'Scenario Modelling for Selective Hedging Strategies', μελέτησαν τα αποτελέσματα της επιλεκτικής αντιστάθμισης του συναλλαγματικού κινδύνου και έφθασαν στο συμπέρασμα πως κάτω από ορισμένες συνθήκες οι τελευταίες επιφέρουν καλύτερα αποτελέσματα σε σχέση με τις εναλλακτικές στρατηγικές αντιστάθμισης, με το κόστος συναλλαγών να παίζει πρωτεύων ρόλο στη διαμόρφωση τους.

Επίσης οι Topaloglou, Vladimirou και Zenios (2004), διευρύνοντας την ερευνά τους, και με το άρθρο 'A Dynamic Stochastic Programming Model for International Portfolio Management', δημιούργησαν ένα στοχαστικό μοντέλο προγραμματισμού το οποίο αναπροσαρμόζει το χαρτοφυλάκιο σε διαδοχικές χρονικές περιόδους και ταυτόχρονα καθορίζει την κατανομή των κεφαλαίων στις διεθνής αγορές, την επιλογή των περιουσιακών στοιχείων και το επίπεδο αντιστάθμισης συναλλαγματικού κινδύνου σε κάθε ξένη αγορά, φθάνοντας στο συμπέρασμα πως η χρήση των Συμβολαίων Μελλοντικές Εκπλήρωσης (forward contracts) μειώνει το συναλλαγματικό κίνδυνο. Ακόμα οι ίδιοι συγγραφείς μέσα στο ίδιο έτος, με το έργο τους 'Currency Hedging Strategies Using Options and Forwards', δημιουργούν και πάλι ένα στοχαστικό μοντέλο προγραμματισμού, αλλά αυτή τη φορά εκτός από forward contracts, χρησιμοποιούν και options για την αντιστάθμιση των κινδύνων του χαρτοφυλακίου, και φθάνουν στο συμπέρασμα πως τα δεύτερα μειώνουν πιο αποτελεσματικά το κίνδυνο της αγοράς απ'ότι αυτόν του συναλλαγματικού κινδύνου.

Στην παρούσα εργασία πραγματοποιείτε μία ανάλυση διεθνούς χαρτοφυλακίου με σκοπό τη βελτιστοποίηση του, στηριζόμενοι στις αρχές που είχε αναπτύξει ο Markowitz, όπου στόχος του προβλήματος είναι η μεγιστοποίηση της απόδοσης και η ταυτόχρονη ελαχιστοποίηση του μέτρου κινδύνου που έχουμε θέσει. Όπως μία επιχείρηση λοιπόν εκτίθεται καθημερινά σε κινδύνους που θέτουν υπό αμφισβήτηση την ομαλή της λειτουργία, έτσι και οι επενδύσεις εκτίθενται στην αβεβαιότητα των χρηματαγορών, γι'αυτό και η ανάγκη για κατανόηση, μέτρηση και διαχείριση των κινδύνων που ενέχουν οι επενδύσεις είναι σημαντική. Ως εκ τούτου λοιπόν, στόχος του 1ου κεφαλαίου είναι η ανάλυση των κινδύνων που μπορεί να ενέχει μία επένδυση, και εν συνεχεία στο 2ο κεφάλαιο γίνεται η παρουσίαση των μέτρων κινδύνων, τα οποία χρησιμοποιούνται διαχρονικά από την επιστημονική βιβλιογραφία για την μέτρηση των κινδύνων αυτών. Επίσης επειδή σε δεύτερο χρόνο,

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

παράλληλα με τη βελτιστοποίηση του χαρτοφυλακίου πραγματοποιείτε και αντιστάθμιση του συναλλαγματικού κινδύνου με τη χρήση forward contracts, στο 3ο κεφάλαιο της εργασίας γίνεται εκτενής ανάλυση της αγοράς των χρηματοοικονομικών παραγώγων, ολοκληρώνοντας έτσι τη θεωρητική βάση πάνω στην οποία στηρίζεται η μελέτη που πραγματοποιήσαμε.

Τέλος, στο 4ο και τελευταίο κεφάλαιο, παρουσιάζεται η εμπειρική εφαρμογή της εργασίας αυτής. Αρχικά γίνεται η ανάλυση του στοχαστικού μοντέλου βελτιστοποίησης διεθνούς χαρτοφυλακίου που χρησιμοποιείτε για την επίλυση του προβλήματος, το οποίο και ελαχιστοποιεί την υπό συνθήκη αξία σε κίνδυνο (CVaR). Στη συνέχεια, παρουσιάζονται και αναλύονται οι αποδόσεις των δυναμικών διεθνών χαρτοφυλακίων που προκύπτουν από την εφαρμογή του μοντέλου, για ένα διάστημα 12 συνεχόμενων μηνών (κάθε μήνα γίνεται επαναπροσαρμογή του χαρτοφυλακίου) υπό το πρίσμα 3 διαφορετικών στρατηγικών, μία για κάθε κατηγορία επενδυτή, (‘risk lover’, ‘risk neutral’ και ‘risk averse’). Επειδή όμως οι επενδυτές που έχουν στη κατοχή τους διεθνή χαρτοφυλάκια εκτίθενται και στην αβεβαιότητα των συναλλαγματικών ισοτιμιών των νομισμάτων (συναλλαγματικός κίνδυνος), η όλη διαδικασία της βελτιστοποίησης χαρτοφυλακίου επαναλαμβάνεται, μεταλλάσσοντας το μοντέλο βελτιστοποίησης, ώστε να αποφασίζει από κοινού για την τοποθέτηση των κεφαλαίων στις αγορές, για τα βάρη των περιουσιακών στοιχείων που επιλέγει, αλλά και για το πιο μέρος των ξένων επενδύσεων θα αντισταθμίσει. Να επισημάνουμε ακόμα πως η επίλυση του στοχαστικού μοντέλου έγινε με τη βοήθεια της προγραμματιστικής εφαρμογής General Algebraic Modeling System (GAMS).

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Ανάλυση του Κινδύνου

2.1 Η Διαχρονική Έννοια του Κινδύνου

Ο κίνδυνος βρίσκεται σε κάθε πτυχή της ανθρώπινης προσπάθειας. Κάθε τι που κάνουμε εγκυμονεί την έκθεση μας σε διαφόρων ειδών κινδύνων. Αυτό που κάνει όμως τη μελέτη του κινδύνου γοητευτική, είναι ότι παρότι μέρος των κινδύνων που αντιμετωπίζουμε μπορεί να μην είναι κάτι θεμιτό, κάποιους άλλους, όμως όχι μόνο τους επιδιώκουμε, αλλά τους απολαμβάνουμε κιόλας.

Άλλωστε κατά μία άποψη, κάθε σημαντική πρόοδο που έχει επιτευχθεί στον ανθρώπινο πολιτισμό, από την εφεύρεση των εργαλείων του ανθρώπου των σπηλαίων μέχρι την ανάλυση του DNA, έγινε δυνατό επειδή κάποιος ήταν πρόθυμος να αναλάβει ένα κίνδυνο και να αμφισβητήσει το Status Quo.

Κατά τη μεγαλύτερη διάρκεια της ανθρώπινης ιστορίας, η επιβίωση και ο κίνδυνος πήγαιναν χέρι-χέρι. Ο προϊστορικός άνθρωπος ζούσε μία σύντομη και σκληρή ζωή, αφού η προσπάθεια εύρεσης τροφής και καταφύγιου, τον εξέθετε στο Κίνδυνο των άγριων ζώων, και της κακοκαιρίας. Έτσι για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα, ο φυσικός κίνδυνος και η υλική ανταμοιβή ήταν δύο έννοιες αλληλένδετες. Ο ριψοκίνδυνος άνθρωπος των σπηλαίων κατέληγε με τροφή, ενώ αυτός που αποστρέφονταν τον κίνδυνο, λιμοκτονούσε μέχρι θανάτου.

Η ανάπτυξη της εμπορικής ναυτιλίας δημιούργησε μία νέα εξίσωση μεταξύ κινδύνου/απόδοσης, με το κίνδυνο του να βουλιάξει ή να λεηλατηθεί από πειρατές ένα πλοίο, να αντισταθμίζεται από την ανταμοιβή της επιστροφής του πλοίου με το φορτίο του. Επίσης από αυτό το σημείο και μετά επετράπη ο διαχωρισμός του φυσικού από τον οικονομικό κίνδυνο, αφού οι πλούσιοι στοιχημάτιζαν μόνο τα χρήματα τους στα ταξίδια των εμπορικών πλοίων, ενώ οι φτωχοί ναυτικοί διακινδύνευαν την ίδια τους τη ζωή.

Σχεδόν κάθε οικονομική δραστηριότητα μέχρι τη βιομηχανική εποχή εξέθετε σε φυσικό κίνδυνο αυτούς που συμμετείχαν σε αυτή, με αντάλλαγμα την οποιαδήποτε οικονομική ανταμοιβή. Έτσι οι Ισπανοί ξεκίνησαν για την Αμερική γνωρίζοντας ότι διέτρεχαν ένα θανάσιμο κίνδυνο, όμως θα ανταμείβονταν πλουσιοπάροχα εάν επιτύγχαναν, και παρομοίως οι Άγγλοι ναυτικοί σάλπαραν για μακρινά λιμάνια της αυτοκρατορίας σε Ινδία και Κίνα ελπίζοντας να γίνουν πλούσιοι, εκθέτοντας τον εαυτό τους στο κίνδυνο του θανάτου, τραυματισμού και του πολέμου.

Τους τελευταίους δύο αιώνες με την έλευση των χρηματοοικονομικών προϊόντων και της ελεύθερης αγοράς από τη μία, και των δραστηριοτήτων αναψυχής από την άλλη, έχουμε τη δυνατότητα να διαχωρίσουμε τον φυσικό από τον οικονομικό κίνδυνο. Π.χ. κάποιος που αγοράζει options πάνω σε μετοχές του τεχνολογικού κλάδου, μπορεί να εκτεθεί σε σημαντικό οικονομικό κίνδυνο χωρίς όμως να διατρέχει κανένα απολύτως φυσικό κίνδυνο, ενώ κάποιος άλλος ο οποίος περνά ένα σαββατοκύριακο κάνοντας bungee jumping, διατρέχει ένα πολύ σημαντικό φυσικό κίνδυνο, χωρίς όμως καμία πιθανή οικονομική ανταμοιβή. Παρά την ύπαρξη σημαντικών φυσικών κινδύνων λοιπόν στο κόσμο μας, αυτό που θα απασχολήσει τη

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

συγκεκριμένη εργασία είναι η διαχείριση μόνο του οικονομικού κινδύνου και οι επιπτώσεις της.

2.2 Ορίζοντας τον Κίνδυνο

Δεδομένης της παρουσίας του κινδύνου σε κάθε πτυχή της ανθρώπινης δραστηριότητας, είναι εκπληκτική η έλλειψη ομοφωνίας που υπάρχει γύρο από τον ορισμό του κινδύνου. Τελευταία η ακαδημαϊκή συζήτηση επικεντρώθηκε στη διάκριση μεταξύ του κινδύνου που μπορεί να ποσοτικοποιηθεί αντικειμενικά και τον υποκειμενικό κίνδυνο. Το 1921, ο Frank Knight συνοψίζοντας τη διαφορά μεταξύ κινδύνου και αβεβαιότητας, είπε τα εξής1:

΄΄Η αβεβαιότητα πρέπει να λαμβάνεται ως μια έννοια ριζικά διακριτή από αυτή του Κινδύνου, πράγμα το οποίο δεν γίνεται ως τώρα... Μέχρι σήμερα, 'κίνδυνος' σημαίνει μερικές φορές μία ποσότητα που εμπίπτει σε μέτρηση, και κάποιες άλλες φορές κάτι το οποίο δε μπορεί να μετρηθεί; Όμως τα αποτελέσματα των φαινομένων στα όποια οι δύο αυτές έννοιες επιδρούν, είναι τελείως διαφορετικά...Φαίνεται λοιπόν ότι μια μετρήσιμη αβεβαιότητα, ή καλύτερα ο 'κίνδυνος', είναι πολύ διαφορετικός από μια μη-μετρήσιμη αβεβαιότητα, η οποία στην ουσία δεν είναι αβεβαιότητα΄΄

Εν ολίγης, ο Knight όρισε ως κίνδυνο μόνο τη ποσοτικοποιημένη αβεβαιότητα και το εξήγησε με ένα παράδειγμα όπου δύο άτομα τραβούν τυχαία από ένα δοχείο με μαύρες και κόκκινες μπάλες μία εξ αυτών; Ο πρώτος αγνοεί το γεγονός ότι για κάθε μαύρη μπάλα υπάρχουν τρεις κόκκινες, ενώ ο δεύτερος το γνωρίζει. Έτσι ο δεύτερος υπολογίζει σωστά τη πιθανότητα να τραβήξει κόκκινα μπάλα στο 75%, ενώ ο πρώτος δρα υπό τη λανθασμένη εντύπωση ότι οι πιθανότητα να τραβήξει κόκκινη μπάλα είναι 50%. Ο Knight λοιπόν υποστηρίζει ότι ο το δεύτερο άτομο εκτίθεται σε κίνδυνο, ενώ ο πρώτος, πάσχει από άγνοια.

Η έμφαση όμως στο εάν ένας κίνδυνος είναι αντικειμενικός ή υποκειμενικός είναι άστοχη. Σίγουρα ένας κίνδυνος ο οποίος μπορεί να μετρηθεί ασφαλίζεται ευκολότερα, αλλά ενδιαφερόμαστε για κάθε είδους αβεβαιότητα, μετρήσιμη ή μη. Σ'ένα paper που ορίζει τον κίνδυνο, ο Holton (2004) υποστηρίζει ότι είναι δύο τα απαραίτητα στοιχεία για να υπάρχει κίνδυνος2. Το πρώτο είναι η αβεβαιότητα για τα αποτελέσματα ενός πειράματος, και το άλλο είναι ότι τα αποτελέσματα πρέπει να έχουν σημασία υπό την έννοια ότι προσφέρουν χρησιμότητα. Έτσι αναφέρει, για παράδειγμα, ότι κάποιος ο οποίος πηδά από ένα αεροπλάνο δεν διατρέχει κάποιο κίνδυνο, αφού είναι σίγουρο ότι θα πεθάνει (καμία αβεβαιότητα) και ότι το να τραβήξεις τυχαία μία μπάλα από ένα δοχείο επίσης δε εκθέτει κανέναν σε κίνδυνο, αφού κανενός η υγεία ή η περιουσία δεν επηρεάζεται από το εάν θα τραβηχθεί κόκκινη ή μαύρη μπάλα. Φυσικά η απόδοση χρηματικής αξίας στις μαύρες και κόκκινες μπάλες, μετατρέπει αμέσως το παράδειγμα σε κάτι το οποίο θα περιείχε κίνδυνο.

Μιας και η έννοια του κινδύνου συμπεριλαμβάνεται σε πολλές διαφορετικές επιστήμες, το γεγονός ότι κάθε μία του αποδίδει και διαφορετικό ορισμό δε προκαλεί έκπληξη. Στα Οικονομικά όμως ορίζεται σε όρους μεταβλητότητας των πραγματικών

[1] Knight, F.H., 1921, Risk, Uncertainty and Profit, New York Hart, Schaffner and Marx.
[2] Holton, Glyn A.(2004). Defining Risk, Financial Analysts Journal, 60(6), 19-25.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

αποδόσεων μίας επένδυσης γύρω από μία αναμενόμενη απόδοση, η οποία μπορεί να είναι είτε θετική είτα αρνητική.

Η σχέση Κινδύνου και Ανταμοιβής

Η γνωστή έκφραση "no free lunch", έχει μία λογική εφαρμογή. Αυτοί που επιθυμούν μεγάλες ανταμοιβές, θα πρέπει να εκτεθούν σε ένα αξιοσημείωτο κίνδυνο. Ο σύνδεσμος κινδύνου και ανταμοιβής είναι πιο ξεκάθαρος όταν παίρνουμε επενδυτικές αποφάσεις. Λόγου χάρη οι μετοχές φέρουν μεγαλύτερο κίνδυνο από τα ομόλογα, αλλά επιφέρουν μακροχρόνια μεγαλύτερα κέρδη από τα ομόλογα.

Επομένως, δεν αποτελεί έκπληξη το γεγονός ότι οι αποφάσεις για το πόσο και τι είδους ρίσκο θα πάρουμε, είναι κρίσιμες για την επιτυχία μίας επένδυσης. Μία επιχείρηση που αποφασίζει να προστατευθεί ενάντια σε κάθε κίνδυνο δεν είναι ιδιαίτερα πιθανό να είναι κερδοφόρα, όμως μια επιχείρηση που εκτίθεται σε λάθος κινδύνους ενδέχεται να είναι ζημιογόνα, αφού είναι πιθανότερο να επιβαρυνθεί παρά να επωφεληθεί από ένα τέτοιο κίνδυνο. Εν ολίγοις καλό management σημαίνει να γίνεται η σωστή επιλογή κινδύνων.

2.3 Η εννοιολογική Διχοτόμηση του Κινδύνου

Γενικότερα, κάθε είδους επενδυτικός κίνδυνος, εμπίπτει σε μία από δύο γενικές κατηγορίες, τον μη-διαφοροποιήσημο κίνδυνο(γνωστός και ως συστηματικός κίνδυνος /κίνδυνος της αγοράς) ή τον διαφοροποιήσημο (γνωστό και ως μη-συστηματικό κίνδυνο). Εάν λοιπόν ο κίνδυνος δε μπορεί να διαφοροποιηθεί αυξάνοντας των αριθμό των διαφορετικών ειδών επενδύσεων σ'ένα χαρτοφυλάκιο, τότε αυτός είναι συστηματικός. Η οικονομική δραστηριότητα, η νομισματική και δημοσιονομική πολιτική, τα επίπεδα των επιτοκίων και η ψυχολογία της αγοράς είναι κίνδυνο που από δύσκολα έως καθόλου δε μπορούν να διαφοροποιηθούν.

Από την άλλη, εάν ο κίνδυνος μπορεί να μετριαστεί μέσο της διαφοροποίησης με τη χρήση διαφόρων χρηματοοικονομικών προϊόντων, τότε είναι μη-συστηματικός ή διαφοροποιήσιμος.

Κατηγορίες Χρηματοοικονομικού Κινδύνου

Ειδικότερα τώρα, πέρα από τη γενική διχοτόμηση του κινδύνου, υπάρχουν σύμφωνα με το Crouhy (2005), επιμέρους τύποι χρηματοοικονομικού κινδύνου που διευρύνουν τα δύο αυτά πρωταρχικά είδη σε κατηγορίες με μεγαλύτερη ομοιγένεια και πιο διακριτά χαρακτηριστικά. Αυτές είναι:

1. ο κίνδυνος της Αγοράς (Martket risk)
2. ο κίνδυνος της Αγοράς Συναλλάγματος (Exchange Rate risk)
3. ο Πιστωτικός κίνδυνος, (Credit risk)
4. ο κίνδυνος Ρευστότητας (Liquidity Risk)
5. ο Λειτουργικός κίνδυνος (Operational risk)

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

1. *Ο Κίνδυνος της Αγοράς (Market Risk)*

Το ενδεχόμενο μία επένδυση να υποστεί απώλειες από παράγοντες που επηρεάζουν την αγορά στο σύνολο της ορίζεται ως κίνδυνος της αγοράς. Ο κίνδυνος της αγοράς λοιπόν, το πιο δημοφιλές μέτρο κινδύνου σύμφωνα με τους McNeil, Frey και Embrechts (2005)3, έχει άμεση σχέση με τη μεταβλητότητα της αγοραίας τιμής των χρηματοοικονομικών προϊόντων, και συμπεριλαμβάνει την έκθεση στη κίνηση των τιμών των μετοχών, των επιτοκίων, των ισοτιμιών συναλλάγματος και των τιμών των αγαθών. Ακόμα συμπεριλαμβάνει την έκθεση των χρηματοοικονομικών παραγώγων στις κινήσεις των τιμών των υποκείμενων τίτλων, και τις κινήσεις στη πραγματική ή τεκμαρτή μεταβλητότητα των χρηματοοικονομικών προϊόντων και των option.

Με τη σειρά του τώρα, ο Κίνδυνος της Αγοράς μπορεί να διαχωριστεί σε 4 θεμελιώδη είδη κινδύνου:

A. το κίνδυνο των Μετοχών (Equity risk),
B. το κίνδυνο του Επιτοκίου (Interest rate risk),
C. το κίνδυνο των Τιμών των Αγαθών (Commodity risk)
D. και το κίνδυνο του Πληθωρισμού (Inflationary risk)

Α. Ο Κίνδυνος των Μετοχών (Equity Risk)

Το είδος του κινδύνου που περιλαμβάνει η κατοχή μετοχών, λόγω μιας πιθανής αρνητικής κίνησης των τιμών τους, ονομάζεται κίνδυνος των μετοχών. Η έννοια του μετοχικού κινδύνου, αναφέρεται αποκλειστικά στην αγορά μετοχικού κεφαλαίου εταιριών, και όχι στη κατοχή κτιρίων και ιδίων κεφαλαίων αυτών.

Ο λόγος για τον οποίο οι επενδύτες προτίθενται να αναλάβουν το κίνδυνο της αγοράς των μετοχών, είναι το επονομαζόμενο "Risk Premium", δηλαδή ένα πιθανό ποσοστιαίο κέρδος, άνω του άνευ-κινδύνου επιτοκίου(risk-free rate). Το μέγεθος, του Risk Premium ποικίλει, αφού όσο πιο επικίνδυνη είναι μια αγορά μετοχών, αναλόγως μεγαλύτερο είναι και το πιθανό κέρδος που αυτή μπορεί να προσφέρει.

Β. Ο Κίνδυνος του Επιτοκίου (Interest Rate Risk)

Ο κίνδυνος του επιτοκίου σχετίζεται με μία πιθανή μείωση της αξίας χρηματοοικονομικών προιόντων λόγω της μεταβολής των επιτοκίων. Οι μεταβολές αυτές επηρεάζουν άμεσα τις τιμές των ομολόγων, αφού καθώς αυξάνονται τα επιτόκια, οι τιμές των ομολόγων μειώνονται, και αντιστρόφως όταν τα επιτόκια μειώνονται, οι τιμές των ομολόγων αυξάνονται. Η αιτιολογία αυτού του γεγονότος είναι ότι μιας και τα ομόλογα είναι μία υπόσχεση μελλοντικών πληρωμών, ένας επενδυτής θα προσφέρει λιγότερα χρήματα για ένα ομόλογο που δίνει χαμηλότερο επιτόκιο από το επιτόκιο που προσφέρεται στην αγορά, σε σχέση με ένα άλλο ομόλογο που προσφέρει μεγαλύτερο επιτόκιο από αυτό της αγοράς.

[3] McNeil, A. J., Frey R., Embrechts, P. (2005). Quantitative Risk Management, Princeton: Princeton University Press.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Η ευαισθησία ενώς ομολόγου στις μεταβολές των επιτοκίων εξαρτάται από δύο βασικά χαρακτηριστικά του. Όσο μεγαλύτερο είναι το χρονικό διάστημα που χρειάζεται ένα ομόλογο για να "ωριμάσει", τόσο μεγαλύτερη είναι η ευαισθησία του στις μεταβολές των επιτοκίων, ενώ από την άλλη, όσο μεγαλύτερο είναι το τοκομερίδιο που προσφέρει ένα ομόλογο, αυτό το κάνει λιγότερο ευαίσθητο στις ίδιες μεταβολές.

C. Ο Κίνδυνος των Βασικών Εμπορευμάτων (Commodity Risk)

Ο κίνδυνος των βασικών εμπορευμάτων αναφέρεται στην αβεβαιότητα των μελλοντικών αγοραίων τιμών των κυριότερων εμπορευμάτων, και φυσικά οι επιδράσεις αυτών σε μελλοντικά εισοδήματα των εταιριών/επενδυτών. Τα κυριότερα εξ αυτών είναι τα σιτηρά, τα μέταλλα, τα καύσιμα ο ηλεκτρισμός κ.α. Κάθε εμπορική εταιρία λοιπόν, θα πρέπει να αντιμετωπίσει τυχόν μεταβολές στη τιμή, ή ακόμα και το πολιτικό κίνδυνο που μπορεί να διατρέχει μία χώρα με την οποία εμπορεύεται τα παραπάνω αγαθά.

Οι κατηγορίες οικονομικών παραγόντων οι οποίες συνήθως εκτείθενται περισσότερο στο Commodity Risk είναι:

- οι κάθε είδους *παραγωγοί*, οι οποίοι αντιμετωπίζουν το κίνδυνο της μεταβολής της τιμής και της ποσότητας των αγαθών που παράγουν,
- *οι αγοραστές* οι οποίοι αντιμετωπίζουν το κίνδυνο της τιμής που θα αγοράσουν και τελικά θα πουλήσουν στους εξαγωγείς,
- *οι εξαγωγείς* ο οποίοι αντιμετωπίζουν τον ιδιο κίνδυνο στην αγορά προορισμού, αλλά πιθανότατα και πολιτικό κίνδυνο λόγω πιθανής απαγόρευσης εξαγωγών σε 3η χώρα, και τέλος,
- *οι κυβερνήσεις* αντιμετωπίζουν και αυτές το κίνδυνο της τιμής και της ποσότητας, λόγω της μεταβολής τον φορολογικών τους εσόδων, καθώς μεταβάλονται οι τιμές των βασικών εμπορευμάτων.

D. Ο Κίνδυνος του Πληθωρισμού (Inflationary Risk)

Σύμφωνα με το πληθωριστικό κίνδυνο, μία αύξηση των γενικών τιμών των αγαθών και των υπηρεσιών, προκαλεί μείωση της αξία του χρήματος, οπότε έχει αρνητική επίδραση και στην αξία των επενδύσεων. Κατά αυτό το τρόπο, αφού ο πληθωρισμός μειώνει την αγοραστική ισχύ του χρήματος (όπως και την αξία των επενδύσεων), ο αναφερόμενος κίνδυνος ονομάζεται εναλλακτικά και κίνδυνος της αγοραστικής ισχύος. Γενικά ο πληθωρισμός είναι στενά συνδεδεμένος με τα επιτόκια, αφού καθώς αυξάνεται ο πρώτος, εν συνεχεία οι δανειστές απαιτούν μεγαλύτερα επιτόκια ώστε να αποζημιωθούν για την απώλεια της αγοραστικής τους δύναμης.

2. Ο Κίνδυνος της Ισοτιμίας Συναλλάγματος (Exchange Rate Risk)

Ο κίνδυνος της ισοτιμίας συναλλάγματος (ή και νομισματικός κίνδυνος) εμφανίζεται όταν για να γίνει μία επένδυση (είτε αυτή είναι αγορά είτε πώληση), πρέπει τα χρήματα της επένδυσης αυτής να μετατραπούν σε διαφορετικό νόμισμα. Σε αυτή τη περίπτωση, η συγκεκριμένη επένδυση εκτίθεται στις μεταβολές της ισοτιμίας μεταξύ των νομισμάτων που έχει γίνει η μετατροπή, και δημιουργώντας τον κίνδυνο να μειωθεί έτσι η αξία του χαρτοφυλακίου. Επενδυτές και πολυεθνικές εταιρίες, που

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

εισάγουν ή εξάγουν αγαθά και υπηρεσίες, ή κάνουν επενδύσεις σε διεθνές επίπεδο αντιμετωπίζουν το νομισματικό κίνδυνο, ο οποίες μπορεί να δημιουργήσει σοβαρές οικονομικές συνέπειες εάν δεν αντιμετωπιστεί σωστά.

3. Ο Πιστωτικός Κίνδυνος (Credit Risk)

Ως πιστωτικός κίνδυνος ορίζεται ο κίνδυνος ένας οφειλέτης να αθετήσει οποιοδήποτε είδους χρέους του, αδυνατώντας να εκπληρώσει τις απαιτούμενες πληρωμές του. Ο κίνδυνος που αντιμετωπίζει ο δανειστής, συμπεριλαμβάνει απώλεια κεφαλαίου ή τόκων, τη διαταραχή χρηματοροών, ή ακόμα και την αύξηση του κόστους συλλογής πληρωμών. Η απώλεια μπορεί να είναι μερική ή ολική και προκύπτουν σε έναν αριθμό περιπτώσεων, όπως : την αδυναμία ενός καταναλωτή να πληρώσει ένα στεγαστικό δάνειο, μια πιστωτική κάρτα, ή κάποιο άλλο είδους δάνειο, μία επιχείρηση αδυνατεί να αποπληρώσει τα δεδουλευμένα των εργαζομένων της, ένας εταιρικός ή κυβερνητικός εκδότης ομολόγων αδυνατεί να καταβάλει τη πληρωμή τοκομεριδίων ή του κεφαλαίου, μία τράπεζα δεν επιστρέφει στους καταθέτες τα κεφάλαια τους, ή ακόμα μία κυβέρνηση να χορήγησε τη προστασία της σε μία αφερέγγυα επιχείρηση.

Συνήθως ένας δανειστής για να ελαχιστοποιήσει το πιστωτικό κίνδυνο, προβαίνει σε πιστωτικούς ελέγχους στους υποψήφιους δανειολήπτες, ή μπορεί να απαιτήσει από τους τελευταίους να λάβει τις κατάλληλες ασφαλιστικές δικλίδες, όπως η ασφάλιση ενυπόθηκων δανείων, ή η ασφάλιση/εγγύηση τρίτων. Γενικά ισχύει ότι όσο υψηλότερος είναι ο πιστωτικός κίνδυνος, τόσο μεγαλύτερο είναι το επιτόκιο που θα ζητηθεί από το δανειστή.

Ο πιστωτικός κίνδυνος λοιπόν, βάσει της UniCredit (2012)4 μπορεί να ταξινομηθεί στις εξής κατηγορίες:

- *Το Πιστωτικό Κίνδυνο Αθέτησης (Credit Default Risk)*, ο οποίος προκύπτει από ένα οφειλέτη που είναι απίθανο να καλύψει τις δανειακές του υποχρεώσεις στο ακέραιο, ή έχει καθυστερήσει άνω των 90 ημερών οποιαδήποτε πληρωμή των δανειακών του υποχρεώσεων. Ο πιστωτικός κίνδυνος αθέτησης μπορεί να επηρεάσει οποιαδήποτε συναλλαγή που υπόκειται σε πίστωση, όπως δάνεια, χρηματοοικονομικά προιόντα και παράγωγα.
- *Ο Κίνδυνος Συγκέντρωσης (Concentration Risk)* είναι συνδεδεμένος με οποιαδήποτε μορφή έκθεσης ή σύνολο εκθέσεων σε χρηματοοικονομικό κίνδυνο που μπορεί να προκαλέσει σημαντικές απώλειες ώστε να απειληθούν οι βασικές λειτουργίες μίας τράπεζας.
- *Ο Κρατικός Κίνδυνος (Sovereign risk)* ,είναι ο κίνδυνος της απώλειας από ένα κυρίαρχο κράτος το όποιο παγώνει τις πληρωμές του σε ξένα νομίσματα (κίνδυνος μετατροπής) ή όταν αθετεί τις υποχρεώσεις του (κίνδυνος κυριαρχίας). Το είδος αυτό του κινδύνου, συνδέεται άμεσα με τις

[4] UniCredit (2012) Credit Risk Classification, Retrieved from https://www.unicreditgroup.eu/en/investors/risk-management/credit.html

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

μακροοικονομικές επιδόσεις του κράτους αυτού, αλλά και την πολιτική σταθερότητα που επικρατεί στο εσωτερικό του.

4. *Ο Κίνδυνος Ρευστότητας (Liquidity Risk)*

Η πρόσφατη αναταραχή στις χρηματοπιστωτικές αγορές, η οποία ξεκίνησε στα μέσα του 2007, υποδεικνύει με έντονο τρόπο ότι η ρευστότητα είναι ένα ιδιαίτερα σημαντικό ζήτημα για τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα. Πριν από τη κρίση, οι κεφαλαιαγορές, οι αγορές ενυπόθηκων δανείων αλλά και οι χρηματιστηριακές αγορές αναπτύσσονταν ραγδαία, και η χρηματοδότηση για τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα ήταν άμεση και σε χαμηλό κόστος. Όταν όμως επιδεινώθηκε η οικονομική κατάσταση, πολλά είδη κεφαλαίων ήταν δύσκολο να πωληθούν χωρίς απώλειες, αφού οι συνθήκες ρευστότητας έγιναν στενότερες, συνοδευόμενες από υψηλή διακύμανση των τιμών των κεφαλαίων. Ένα ακόμα χαρακτηριστικό παράδειγμα ήταν και η χρηματοπιστωτική κρίση στην νοτιοανατολική Ασία το 1998, τονίζοντας έτσι ακόμα περισσότερο το σημαντικό ρόλο του κινδύνου της ρευστότητας.

Η έννοια της ρευστότητας διακρίνεται σε δύο διαφορετικά είδη: α) τη ρευστότητα της αγοράς, β) και τη ρευστότητα χρηματοδότησης. Με τη πρώτη νοείται η δυνατότητα των συμμετεχόντων της αγοράς να εκτελούν αγοραπωλησίες με σχεδόν μηδενικό κόστος, ρίσκο και δυσκολία, και με τη δεύτερη η δυνατότητα των τραπεζών να χρηματοδοτούν αυξήσεις κεφαλαίων και να εκπληρώνουν τις υποχρεώσεις τους, χωρίς να υφίστανται μη-αποδεκτές ζημιές.

Έτσι για τα δύο είδη ρευστότητας υπάρχουν και οι αντίστοιχες κατηγορίες κινδύνου, ο κίνδυνος ρευστότητας της αγοράς και ο κίνδυνος χρηματοδοτικής ρευστότητας. Ο κίνδυνος ρευστότητας της αγοράς είναι η ζημιά που υφίσταται ένας συμμετέχον της αγοράς, που θέλει να εκτελέσει άμεσα μια αγοραπωλησία χωρίς να επιτυγχάνει τη καλύτερη δυνατή τιμή, και ως κίνδυνος χρηματοδοτικής ρευστότητας, η πιθανότητα μία τράπεζα να αδυνατεί να ανταποκριθεί είτε στις ταμειακές και ασφαλιστικές της υποχρεώσεις.

5. *Ο Λειτουργικός Κίνδυνος (Operational Risk)*

Στη παρελθόν, κάθε είδος κινδύνου που δεν καταλαμβάνονταν από το κίνδυνο της αγοράς και το πιστωτικό κίνδυνο, χαρακτηρίζονταν ως λειτουργικός κίνδυνος. Παρ'όλα αυτά όμως, τελευταία χρησιμοποιούνται πιο συμπαγής όροι, όπως αυτός που δίδεται στη Βασιλεία 2 κατά τη τραπεζική εποπτεία (2004)5:

"Ως λειτουργικός κίνδυνος ορίζεται ο κίνδυνος απώλειας από ανεπάρκεια ή αποτυχία των διαδικασιών, των ανθρώπων, των συστημάτων, ή από εξωγενή γεγονότα. Στον ορισμό αυτό, συμπεριλαμβάνεται ο νομικός κίνδυνος, αλλά εξαιρείται ο στρατηγικός κίνδυνος και ο κίνδυνος της υπόληψης".

Όπως αναφέρεται και στον ορισμό λοιπόν, οι κυριότερες αιτίες "η ανεπάρκεια ή αποτυχία" των οποίων προκαλεί το λειτουργικό κίνδυνο, ουσιαστικά είναι τέσσερις:

[5] Basel Committee on Banking Supervision. (2004). International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards. Retrieved from http://www.bis.org

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

- Τα ανθρώπινα λάθη,
- Οι λανθασμένες διαδικασίες που μπορεί να χρησιμοποιούνται επί δραστηριοτήτων,
- Οι βλάβες των συστημάτων,
- Εξωγενή γεγονότα που διαταράσσουν τις διαδικασίες.

Γενικότερα στο πλαίσιο της Βασιλείας 2 θεσπίστηκαν νέοι διεθνείς κανόνες για τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα που δραστηριοποιούνται στην Ευρώπη, όσο αναφορά τη διαχείριση και τη κεφαλαιακή μέτρηση του κινδύνου της αγοράς, του πιστωτικού κινδύνου αλλά και λειτουργικού. Εκτός όμως από τις κεφαλαιακές απαιτήσεις, εισήχθησαν και ποιοτικές απαιτήσεις για τη καλύτερη διαχείριση του λειτουργικού κινδύνου, δημιουργώντας μία νέα εποχή στη διαχείριση του κινδύνου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. Μέτρα Κινδύνου

3.1 Οι Κατηγορίες των Μέτρων Κινδύνου

Ένα κεντρικό ζήτημα στη σύγχρονη διαχείριση χαρτοφυλακίου είναι η μέτρηση και ποσοτικοποίηση του κινδύνου. Ο καθορισμός ορίων κινδύνου, όπως και ο προσδιορισμός επαρκών κεφαλαίων που ένα χρηματοπιστωτικό ίδρυμα απαιτεί, έναντι απροσδόκητων μελλοντικών απωλειών, ανήκει στις σημαντικότερες λειτουργίες της μέτρησης του κινδύνου. Υπάρχουν ποικίλες μεθόδοι για τη μέτρηση αυτών των κινδύνων, με κοινό στόχο τη σύλληψη της ποικιλότητας των αποδόσεων των επιχειρήσεων. Σύμφωνα με τον Bessis (2002)6, διακρίνονται τρεις κατηγορίες μέτρων κινδύνου:

- *Η Μεταβλητότητα(Volatility Measures)* η οποία περιγράφει τη τυπική απόκλιση μιας στοχευόμενης μεταβλητής γύρω από τον μέσο της. Η μεταβλητότητα συμπεριλαμβάνει και ανοδικές και καθοδικές παρεκκλίσεις, που σημαίνει ότι είναι ένα συμμετρικό μέτρο κινδύνου που προσδίδει την ίδια ποσότητα του κινδύνου ανάμεσα στις κινήσεις πάνω και κάτω από τον μέσο. Οπότε η μεταβλητότητα δεν αρκεί για να δώσει μια ολοκληρωμένη εικόνα του κινδύνου στη περίπτωση που η στοχευόμενη μεταβλητή έχει ασύμμετρη διανομή.
- *Τα Μέτρα Κατερχόμενου Κινδύνου (Downside Risk Measures)* είναι (σε αντίθεση με τη μεταβλητότητα), μέτρα κινδύνου που επικεντρώνονται σε ανεπιθύμητες αποκλίσεις της στοχευόμενης μεταβλητής. Τα πιο διαδεδομένα μέτρα κατερχόμενου κινδύνου είναι το Value-at-Risk (VaR), και το Conditional Value-at-Risk (CVaR). Αυτά τα μέτρα κατερχόμενου κινδύνου επικεντρώνονται αποκλειστικά σε ακραίες καθοδικές κινήσεις των παραγόντων του κινδύνου, αντί να λαμβάνουν υπόψιν τους, συγχρόνως ανοδικές και καθοδικές κινήσεις. Διαισθητικά και μόνο, τα μετρά κατερχόμενου κινδύνου είναι τα πιο εύλογα μέτρα κινδύνου, αφού είναι συνεπή με την ασύμμετρη αντίληψη του ανθρώπου για το κίνδυνο. Τα μέτρα που στηρίζονται στο καθοδικό κίνδυνο, είναι ιδιαίτερα χρήσιμα όταν η κατανομή της στοχευόμενης μεταβλητής είναι ιδιαίτερα λοξή. Από την άλλη πλευρά όμως, εάν η κατανομή μίας μεταβλητής είναι συμμετρική, τα μέτρα κατερχόμενουν κινδύνου παρέχουν μία ελλειπή εικόνα σε σχέση με τα μέτρα μεταβλητότητας (Volatility). Επίσης, ο υπολογισμός των περισσοτέρων μέτρων κατερχόμενου κινδύνου (Downside Risk Measures), είναι αρκετά δύσκολος, ειδικά όταν συμπεριλαμβάνονται παράγωγα προιόντα με ασύμμετρες πληρωμές. Πρώτος ο Markowitz (1959)[7] είχε αναγνωρίσει την ανάγκη της χρήσης μέτρων κατερχόμενου κινδύνου (downside risk measures) και πρότεινε τη χρήση τους έναντι των μέτρων μεταβλητότητας (volatility measures), ενώ και η πιο πρόσφατη βιβλιογραφία πάνω στο management όπως αναφέρουν και οι Martellini, Priaulet και Priaulet (2003)[8],

[6] Bessis, J. (2002). Risk Management in Banking (2nd ed.). West Sussex: Wiley.

[7] Markowitz, H. (1959). Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments. New York: Wiley.

[8] Martellini, L., Priaulet, P., & Priaulet, S. (2003). Fixed-income securities. Valuation, risk

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

επικεντρώνεται στα μέτρα κατερχόμενου κινδύνου (downside risk measures) παρά στα μέτρα μεταβλητότητας (volatility measures).

- *Τα Μέτρα Ευαισθησίας (Sensitivity Measures)* συλλαμβάνουν την απόκλιση μιας στοχευόμενης μεταβλητής βάσει της κίνησης μίας άλλης παραμέτρου. Οι ευαισθησίες συνήθως σχετίζονται με το κίνδυνο της αγοράς, αφού συνδυάζουν τις μεταβολές της στοχευόμενης μεταβλητής, με παραμέτρους της αγοράς, όπως το κίνδυνο του επιτοκίου. Μεταξύ των μέτρων ευαισθησίας, τα πιο γνωστά, είναι τα "Greek letters" και χρησιμοποιούνται σε χαρτοφυλάκια με παράγωγα. Παρ'ότι τα μέτρα αυτά παρέχουν χρήσιμη πληροφόρηση, σχετικά με την ευρωστία ενός χαρτοφυλακίου σε σχέση με συγκεκριμένα γεγονότα, δεν μπορούν να ποσοτικοποιήσουν το συνολικό κίνδυνο μιας θέσης, που σημαίνει ότι ενδεχομένως να δημιουργήσουν προβλήματα όταν ο κίνδυνος πρέπει να εκφρασθεί συνολικά.

3.2 Μέτρα Μεταβλητότητας (Volatility Measures)

Variance (Διακύμανση)

Ο όρος διακύμανση (Variance) παρουσιάστηκε πρώτη φορά σε paper από τον Ronald Fisher (1918)9. Στη θεωρία των Πιθανοτήτων και τη Στατιστική, η διακύμανση (Variance) είναι το μέτρο του κινδύνου που μετρά πόσο διεσπαρμένη είναι η κατανομή πιθανοτήτων μιας στοχευόμενης μεταβλητής, δηλαδή πόσο απέχουν οι τυχαίες τιμές της από το μέσο της.

Η διακύμανση (Variance) μιας μεταβλητής X, που συμβολίζεται με σ2 ή Var(X) ορίζεται ως η προσδοκώμενη τιμή της παρακάτω συνάρτησης:

$$Var(x) = E\left[(x-\mu)^2\right]$$

Όπου μ=E(x), δηλαδή η αναμενόμενη τιμή της μεταβλητής x.

Αντίστοιχα η διακύμανση (Variance) της τιμής μιας μετοχής, ισούται με το άθροισμα των τετραγωνικών διαφορών των πιθανών αποδόσεων από το μέσο της τιμής της, διά τον αριθμό των περιόδων που παρατηρήθηκαν οι αποδόσεις αυτές, και δίνεται από τον τύπο:

$$\sigma^2(R_{it}) = \frac{\sum_{t=1}^{T}(R_{it} - E(R_{it}))^2}{T}$$

Η διακύμανση (Variance) ενός χαρτοφυλακίου δίνεται από το παρακάτω τύπο:

---

management and portfolio strategies. West Sussex: Wiley.

[9] Ronald Fisher (1918), "the Correlation between Relatives on the Supposition of Mendelian Inheritance"

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

$$\sigma^2(R_p) = x_1\left[x_1 * \sigma^2(R_1) + x_2 * Cov(R_1, R_2)\right] + x_2\left[x_2 * \sigma^2(R_2) + x_1 * Cov(R_1, R_2)\right]$$

Όπου, $x_1 * \sigma^2(R_1) + x_2 * Cov(R_1, R_2)$ είναι η συνεισφορά της μετοχής 1 στο συνολικό κίνδυνο του χαρτοφυλακίου ($\mathrm{Cov}(P_1,P_p)$), και αντίστοιχα,
$x_2 * \sigma^2(R_2) + x_1 * Cov(R_1, R_2)$ είναι η συνεισφορά της μετοχής 2 στο συνολικό κίνδυνο του χαρτοφυλακίου ($\mathrm{Cov}(P_2,P_p)$).

Επίσης ο ολικός κίνδυνος του χαρτοφυλακίου εκφράζεται σαν συνάρτηση του συντελεστή συσχέτισης των 2 μετοχών με τον εξής τύπο:

$$\sigma^2(R_P) = x_1 * \sigma_1^2 + x_2 * \sigma_2^2 + 2x_1 * x_2 * \sigma_1 * \sigma_2 * \rho_{12},$$

όπου ρ_{12}, είναι ο συντελεστής συσχέτισης των δύο μετοχών, με δυνατές τιμές μεταξύ -1 και 1. Όσο μικρότερο είναι λοιπόν το ρ, τόσο διαφοροποιείται ο κίνδυνος του χαρτοφυλακίου.

Η διακύμανση (Variance) φυσικά δεν είναι ποτέ αρνητική αφού αποτελείται από αθροίσματα τετραγώνων, και η μονάδα μέτρησης της είναι το τετράγωνο της μονάδας μέτρησης της παρατηρούμενης μεταβλητής. Ακριβώς γι΄αυτό το λόγο, πολλοί στατιστικοί χρησιμοποιούν αντί της διακύμανσης, την τετραγωνική της ρίζα. Γνωστή και ως τυπική απόκλιση.

Τυπική Απόκλιση (Standard Deviation)

Η τυπική απόκλιση (Standard Deviation) συμβολίζεται με το σ ή με std(X), και είναι η θετική τετραγωνική ρίζα της διακύμανσης. Αποτελεί ένα μέτρο μεταβλητότητας μιας στοχευόμενης μεταβλητής, και ουσιαστικά υποδεικνύει πόσο απέχουν οι παρατηρήσεις της μεταβλητής αυτής από το μέσο τους. Μια χαμηλή τυπική απόκλιση (Standard Deviation) μαρτυρά χαμηλή μεταβλητότητα, ενώ μια υψηλή το αντίθετο, και δίνεται από τον εξής τύπο:

$$\sigma(R_{it}) = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{T}\left(R_{it} - E(R_{it})\right)^2}{T}}$$

Όπου: R_{it} είναι η απόδοση ενώς χρηματοοικονομικού προιόντος μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο,
$E(R_{it})$ είναι η μέση απόδοση του αναφερόμενου χρηματοοικονομικού προιόντος για την ίδια χρονική περίοδο, και
Τ ο αριθμός των περιόδων.

Η τυπική απόκλιση (Standard Deviation) αντιπροσωπεύει τον συνολικό κίνδυνο (συστηματικός και μη-συστηματικός κίνδυνος μαζί), γι'αυτό και είναι καταλληλότερο μέτρο κινδύνου, για μη-διαφοροποιημένα χαρτοφυλάκια. Επίσης

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

όπως και τα υπόλοιπα μέτρα μεταβλητότητας, βασίζεται στην υπόθεση της κανονικής κατανομής, όπου θετικές και αρνητικές κινήσεις γύρω από τον μέσο της έχουν την ίδια πιθανότητα εμφάνισης, μία υπόθεση η οποία συνήθως δεν επιβεβαιώνεται από τις χρηματιστηριακές αγορές, οι οποίες δείχνουν μακροπρόθεσμα έχουν ανοδική τάση.

Απόλυτη Μέση Απόκλιση (Mean Absolute Deviation)

Οι Konno και Yamazaki (1991)10 ανέπτυξαν ένα εναλλακτικό μέτρο κινδύνου με το όνομα απόλυτη απόκλιση (εν συντομία MAD). Η απόλυτη απόκλιση (Mean Absolute Deviation), όπως η τυπική απόκλιση (Standard Deviation), ποσοτικοποιεί την απόκλιση από τη μέση απόδοση, με τη διαφορά ότι ο υπολογισμός του απαιτεί τη χρήση πολύ πιο απλών πράξεων, εξοικονομώντας σημαντικό υπολογιστικό χρόνο. Επίσης οι Konno και Yamazaki έδωσαν ένα μέτρο κινδύνου με το οποίο λύνεται το πρόβλημα του αποτελεσματικού χαρτοφυλακίου χωρίς να είναι απαραίτητος ο υπολογισμός της μήτρας συνδιακύμανσης, ενώ αριθμητικά πειράματα έδειξαν ότι δημιουργείται ένα χαρτοφυλάκιο σχεδόν ίδιο με τη περίπτωση όπου χρησιμοποιείται η τυπική απόκλιση (Standard Deviation).

Ως μέση τυπική απόκλιση (Mean Absolute Deviation) λοιπόν ορίζεται η αναμενόμενη τιμή της απόλυτης τιμής της διαφοράς των τυχαίων παρατηρήσεων με τον μέσο, και υπολογίζεται ως εξής:

$$MAD = \frac{\left(\sum \left| x_i - \mu \right|\right)}{n}$$

Όπου x_i είναι τιμή της μεταβλητής x για μία παρατήρηση i,

μ είναι η αναμενόμενη τιμή του x, και

n ο αριθμός των παρατηρήσεων.

Συντελεστής Βήτα (Beta Coefficient)

Η έννοια του beta χρησιμοποιήθηκε πρώτη φορά στο paper του William Sharpe (1964)11 όπου παρουσίασε το Capital Asset Pricing Model (αναφέρεται παρακάτω). Ενώ η τυπική απόκλιση (Standard Deviation) προσδιορίζει την μεταβλητότητα των αποδόσεων ενός τίτλου για μία συγκεκριμένη περίοδο, το beta προσδιορίζει τη μεταβλητότητα των αποδόσεων ενός τίτλου, σε σύγκριση με έναν δείκτη αναφοράς (benchmark), ο οποίος συνήθως περιγράφει όσο το δυνατόν καλύτερα τις κινήσεις της αγοράς συνολικά.

Το beta υπολογίζεται με τον εξής τύπο:

[10] Konno, H. and Yamazaki, H. (1991). Mean-absolute deviation portfolio optimization model and its applications to tokyo stock market. Management Science, 37(5):519{531.

[11] William Sharpe (1964) "Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk." *Journal of Finance* 19 (September): 425–442.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

$$Beta = \frac{Cov(Z_P, Z_m)}{\sigma_m^2}$$

Όπου: $Cov(Z_P, Z_m)$είναι η συνδιακύμανση μεταξύ της απόδοσης του χαρτοφυλακίου (ή ενός μεμονωμένου τίτλου) με την απόδοση της αγοράς,
σ_m^2 είναι η διακύμανση της απόδοσης της αγοράς.

Εάν λοιπόν ένας κεφαλαιακός τίτλος έχει beta πάνω από 0 και μικρότερο από 1, πραγματοποιεί κινήσεις ίδιας κατεύθυνσης με αυτές του δείκτη αναφοράς αλλά μικρότερου σχετικά εύρους (αμυντικός τίτλος), πάνω από 2 κάνει πάλι κινήσεις ίδιας κατεύθυνσης με το δείκτη αναφοράς, αλλά μεγαλύτερου εύρους από αυτόν (επιθετικοί τίτλοι), ενώ το αντίθετο ισχύει για τους τίτλους με αρνητικό beta. Εξ ορισμού ο ίδιος ο δείκτης έχει beta ίσο με τη μονάδα, ενώ τίτλοι με μηδενικό beta, πραγματοποιούν κινήσεις τελείως διαφοροποιημένες σε σχέση με αυτές του δείκτη αναφοράς. Οπότε μία επιθετική μετοχή σε μία κερδοφόρα αγορά θα έχει μεγαλύτερη άνοδο από το δείκτη αναφοράς, και αντίστοιχα θα έχει μεγαλύτερες απώλειες σε μία καθοδική αγορά. Από την άλλη, μια αμυντική αγορά θα ενισχυθεί λιγότερο από το δείκτη αναφοράς σε μία κερδοφόρα αγορά, όμως σε μία καθοδική θα έχει μικρότερες απώλειες.

Ακριβώς επειδή λόγω κατασκευής του, το beta συλλαμβάνει της κινήσεις της αγοράς, χρησιμοποιείται ως μέτρο του κινδύνου της αγοράς (συστηματικού κινδύνου) ενός χαρτοφυλακίου ή ενός κεφαλαιακού τίτλου. Άρα εύκολα συμπεραίνεται ότι ένα χαρτοφυλάκιο με χαμηλό beta έχει μικρό συστηματικό κίνδυνο, ενώ ένα με μεγάλο beta, αντίστοιχα και μεγάλο συστηματικό κίνδυνο. Φυσικά χαμηλό beta, δεν σημαίνει και ότι ο συνολικός κίνδυνος χαρτοφυλακίου είναι μικρός, αφού και οι μη-συστηματικοί κίνδυνοι (αναφέρονται παραπάνω), μπορούν να είναι πηγή μεταβλητότητας για ένα χαρτοφυλάκιο.

Συντελεστής Μεταβλητότητας (Coefficient of Variation)

Ο συντελεστής μεταβλητότητας (Coefficient of Variation) είναι ένα ακόμα μέτρο μεταβλητότητας το οποίο μετρά το κίνδυνο ανά μονάδα απόδοσης και υπολογίζεται ως εξής:

$$CV = \sigma / \overline{X}$$

Είναι ένα απλό μέτρο στον υπολογισμό του, το οποίο σχετίζει την απόδοση με τη μεταβλητότητα (Volatility), και χρησιμοποιείται κυρίως σε περιπτώσεις σύγκρισης μεταξύ πιθανών επενδύσεων, όπου η μεμονωμένη χρήση των μέτρων απόδοσης ή μεταβλητότητας, δεν αρκούν για να επιλεχθεί η επένδυση με την ευνοϊκότερη σχέση μεταξύ απόδοσης και μεταβλητότητας. Η χρήση του συντελεστή μεταβλητότητας (Coefficient of Variation) γίνεται ιδιαίτερα χρήσιμη στις συγκρίσεις μεταξύ επενδύσεων με διαφορετική απόδοση και μεταβλητότητα.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

3.3. Μέτρα Κατερχόμενου Κινδύνου

Semivariance (SV)

Η διακύμανση (Variance) δε υποστηρίζεται από όλους τους ερευνητές ως το καταλληλότερο μέτρο κινδύνου κατά την επιλογή χαρτοφυλακίου, επειδή θεωρεί ίσης σημασίας τις αποδόσεις πάνω και κάτω από την αναμενόμενη απόδοση. Όμως κίνδυνος για ένα επενδυτή, είναι η πιθανότητα να ανταμειφθεί με λιγότερα από αυτά που ανέμενε. Έτσι τα μέτρα κατερχόμενου κινδύνου ποσοτικοποιούν την πιθανότητα αποδόσεων χαμηλότερων των αναμενόμενων. Ήδη από το 1959 ο Markowitz πρότεινε το πρώτο μέτρο κατερχόμενου κινδύνου γνωστό ως semivariance. Το semivariance ορίζεται ως η αναμενόμενη τιμή των τετραγώνων της διαφοράς των αποτελεσμάτων κάτω από την αναμενόμενη απόδοση με αυτή, και εκφράζεται με το παρακάτω τύπο:

$$SV = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \min\left[0, (x_i - r)\right]^2$$

Όπου: n είναι το μέγεθος του δείγματος,
και r είναι η αναμενόμενη απόδοση.

Στο πρόβλημα της θεωρίας του χαρτοφυλακίου, επιχειρείται να ελαχιστοποιηθεί το semivariance (όπως και η διακύμανση), χωρίς όμως να επιβαρύνεται η πιθανότητα της απόδοσης πάνω από την αναμενόμενη του χαρτοφυλακίου. Κατά αυτό το τρόπο λοιπόν, με τη χρήση του συγκεκριμένου μέτρου κινδύνου, γίνεται προσπάθεια να ελαχιστοποιηθεί η διασπορά των αποδόσεων του χαρτοφυλακίου που βρίσκονται κάτω της αναμενόμενης απόδοσης, δεδομένου ότι οι πρώτες είναι μικρότερες από τη δεύτερη.

Φυσικά εάν η κατανομή των αποδόσεων είναι συμμετρική, ή έχει τον ίδιο βαθμό ασυμμετρίας άνω και κάτω από την αναμενόμενη απόδοση, τότε το semivariance και το variance παράγουν τα ίδια αποτελεσματικά χαρτοφυλάκια. Σε αυτή τη περίπτωση το semivariance δεν παρέχει καλύτερη πληροφόρηση σε σχέση με τη διακύμανση, οπότε και η χρήση του είναι ανώφελη.

Αξία σε Κίνδυνο (Value at Risk)

Η αξία σε κίνδυνο (ή εν συντομία VaR) είναι ένα πολύ δημοφιλές μέτρο κατερχόμενου κινδύνου στις τάξεις των χρηματοπιστωτικών ιδρυμάτων που παρουσιάστηκε από τη JP Morgan αμέσως μετά το χρηματοπιστωτική καταστροφή στις αρχές της δεκαετίας του 90'. Η αξία σε κίνδυνο (VaR) λοιπόν, περιγράφει το μέγεθος ενδεχόμενων απωλειών που αναμένεται να υποστεί ένα χαρτοφυλάκιο κάτω από "συνήθεις" κινήσεις της αγοράς Linsmeier and Pearson (2000)12. Με απλά λόγια, η αξία σε κίνδυνο (VaR) είναι τι αναμένεται να χαθεί με α% πιθανότητα, όπου α είναι το επίπεδο εμπιστοσύνης.

[12] Linsmeier, T. J. and Pearson, N. D. (2000). Value at Risk. Financial Analysts Journal, 56(2):47{67.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Λόγου χάρη, ένα χαρτοφυλάκιο μπορεί να έχει ετήσια αξία σε κίνδυνο (VaR) ένα εκατομμύριο δολάρια με 99% επίπεδο εμπιστοσύνης. Αυτό σημαίνει ότι υπό φυσιολογικές συνθήκες, το παραπάνω χαρτοφυλάκιο κατά 99% δεν θα χάσει πάνω από ένα εκατομμύριο δολάρια. Από την άλλη όμως, υπάρχει μια πιθανότητα μόλις 1%, να χάσει κατά τη διάρκεια του έτους πάνω από ένα εκατομμύριο δολάρια. Συνήθως το επίπεδο εμπιστοσύνης ορίζεται στο 95 ή 99%, και ο χρονικός ορίζοντας μεταξύ μίας και δέκα ημερών για το κίνδυνο της αγοράς, και για το πιστωτικό και λειτουργικό κίνδυνο στο ένα έτος.

Οι κυριότερες μέθοδοι που χρησιμοποιούνται από τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα για τον υπολογισμό της αξίας σε κίνδυνο (VaR) είναι η μέθοδος της διακύμανσης-συνδιακύμανσης, η ιστορική προσομοίωση και η προσομοίωση Monte Carlo. Ενώ η μέθοδος της διακύμανσης-συνδιακύμανσης και η προσομοίωση Monte Carlo αναγάγουν του παράγοντες κινδύνου από το παρελθόν στο μέλλον, η ιστορική προσομοίωση χρησιμοποιεί ατόφιες τις παρελθοντικές κατανομές. Έτσι και οι τρεις μέθοδοι στηρίζονται στην υπόθεση ότι τα ιστορικά δεδομένα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να προβλέψουν το μέλλον, κάτι το οποίο πολλοί ακαδημαϊκοί το αμφισβητούν.

Εάν υποτεθεί λοιπόν ότι οι αποδόσεις του υποκείμενου τίτλου είναι κανονικά κατανεμημένες, το VaR ισοούται με:

$$VaR = \alpha * \sigma * W ,$$

Με το α να αντικατροπτίζει το επιλεγμένο επίπεδο εμπιστοσύνης13,

το σ τη τυπική απόκλιση (standard deviation) των αποδόσεων του χαρτοφυλακίου, και W η αρχική αξία του χαρτοφυλακίου.

Διευρύνοντας το παραπάνω τύπο, μπορεί να υπολογιστεί το VaR ενός χαρτοφυλακίου με δύο τίτλους με τη χρήση της συσχέτισης των αποδόσεων των δύο αυτών τίτλων, και υπολογίζεται ως εξής:

$$VaR_P = \sqrt{w_1^2 s_1^2 + w_2^2 s_2^2 + 2 w_1 w_2 s_1 s_2 r_{12}} \text{ ,όπου}$$

w_1 είναι το βάρος του πρώτου τίτλου,

w_2 το βάρος του δεύτερου τίτλου,

s_1 η τυπική απόκλιση (standard deviation) του πρώτου τίτλου,

s_2 η τυπική απόκλιση (standard deviation) του δεύτερου τίτλου,

και r_{12} ο συντελεστής συσχέτισης (correlation coefficient) των δύο αυτών τίτλων.

[13] Για παράδειγμα, το α είναι ίσο με -2.33 για επίπεδο εμπιστοσύνης 99%, και -1.65 για 95%. Οι αριθμοί αυτοί μπορούν εύκολα να βρεθούν από τους πίνακες τιμών κανονικών κατανομών.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Επίσης όταν υπολογίζεται η αξία σε κίνδυνο (VaR), είναι απαραίτητο να υποθέτεται ότι η έκθεση στο κίνδυνο κατά τη διάρκεια του χρονικού ορίζοντα που έχει οριστεί παραμένει σταθερή, ενώ όσο εκτείνεται ο χρονικός ορίζοντας, τόσο η αξία σε κίνδυνο (VaR), χάνει εν μέρει τη σημασία της. Συνήθως ο χρονικός ορίζοντας επιλέγεται με τέτοιο τρόπο ώστε να ανταποκρίνεται στη ρευστότητα ενός κεφαλαιακού τίτλου. Δηλαδή όσο πιο ρευστός είναι ένας τίτλος, τόσο πιο μικρός θα πρέπει να είναι και ο χρονικός ορίζοντας της αξίας σε κίνδυνο.

Παρ'όλα αυτά όμως, ο Alexander (2008)14, ανέφερε ότι αν και τα ιστορικά δεδομένα φαίνεται να μην αρκούν για τη πρόβλεψη των μελλοντικών κινδύνων, η εμπειρία έχει δείξει ότι υπό την απουσία ενός σοκ, η αγορές είναι σχεδόν απίθανο να αλλάξουν τελείως για ένα σχετικά μικρό χρονικό ορίζοντα. Έτσι είναι λογικό να στηριχθεί ο υπολογισμός μιας βραχυπρόθεσμης αξίας σε κίνδυνο (VaR) σε ιστορικά δεδομένα, αλλά όσο ο χρονικός ορίζοντας αυξάνεται, άλλες μέθοδοι μπορεί να είναι πιο ακριβείς, όπως π.χ. τα stress scenarios.

Ένα ακόμα μειονέκτημα της αξίας σε κίνδυνο (VaR), είναι το γεγονός ότι δεν παρέχει πληροφορίες για την ενδεχόμενη απώλεια με πιθανότητα κάτω του 1 – α. Αυτό σχετίζεται με επιχειρησιακούς τομείς οι οποίοι έχουν πολύ χαμηλή αξία σε κίνδυνο (VaR), αλλά αντιμετωπίζουν μεγάλες απώλειες σε περίπτωση διαχειριστικών λαθών.

Εξαρτώμενη Αξία σε Κίνδυνο (CVaR), και Αναμενόμενη Απώλεια (Expected Shortfall)

Τα μειονεκτήματα και οι περιορισμοί της αξίας σε κίνδυνο (VaR), κινητοποίησαν πολλούς ακαδημαϊκούς στην εξερεύνηση πιο συνεκτικών μέτρων κινδύνου. Ένα εναλλακτικό μέτρο κινδύνου της αξίας σε κίνδυνο (VaR) που θεσπίστηκε από τους Rockafellar and Ursayev (2000)15, είναι η εξαρτώμενη αξία σε κίνδυνο (εν συντομία CVaR), η οποία διαθέτει σημαντικά πλεονεκτήματα έναντι του VaR. Το CVaR λοιπόν, είναι ένα ακόμα μέτρο κατερχόμενου κινδύνου, και ισούται με την αναμενόμενη ζημία, υπό τη προϋπόθεση ότι αυτή είναι μεγαλύτερη των επιπέδων του VaR, και ορίζεται ως ο μέσος όρος απόδοσης του χειρότερου $100(1 - \alpha)\%$ των περιπτώσεων ζημίας (Dowd 2005)16, και υπολογίζεται ως εξής:

$$CVAR = \lambda * VaR + (1 - \lambda) * ES$$

Όπου ES(expected shortfall) είναι οι αναμενόμενες απώλειες που υπερβαίνουν κατά πολύ αυτές του VaR,
$\Psi(\text{VaR})$ είναι η πιθανότητα οι απώλειες να ισούται ή να μην υπερβαίνουν αυτές του VaR, με

$$\lambda = \frac{(\Psi(VaR) - \alpha)}{(1 - \alpha)}, \text{ με } (0 \leq \lambda \leq 1)$$

[14] Alexander, C. (2008b). Market Risk Analysis, Volume IV: Value-at-Risk Models. London: Wiley.
[15] Rockafellar, R. T. and Ursayev, S. (2000). Optimization of Conditional Value-at-Risk. The Journal of Risk, 2(3):21{41.

[16] Dowd, K., (2005). Measuring Market Risk. 2nd edition. Chichester: John Wiley & Sons.

Αφού το CVaR υποδεικνύει τι αποδόσεις αναμένονται όταν παραβιάζεται το VaR, είναι ένα πιο αξιόπιστο μέτρο κινδύνου σε περίπτωση κατάρρευσης των αγορών. Επίσης είναι συνεκτικό μέτρο κινδύνου καθώς ικανοποιεί την ιδιότητα της υποπροσθετικότητας (Αγγελίδης και Δεγιαννάκης 2007)17, ενθαρρύνοντας τη διαφοροποίηση του χαρτοφυλακίου, ενώ και τα αποτελέσματα του είναι πιο ακριβή από αυτά του VaR. Η υποπροσθετικότητα είναι απαραίτητη στη βελτιστοποίηση του χαρτοφυλακίου επειδή έτσι η κυρτότητα της επιφάνειας του κινδύνου ελαχιστοποιείται στο διάστημα των χαρτοφυλακίων. Εάν λοιπόν οι επιφάνειες είναι κυρτές, η διαδικασία ελαχιστοποίησης του κινδύνου καταλήγει σε μία ορθά διαφοροποιημένη βέλτιστη λύση.

Από την άλλη όμως, το CVaR δεν υπερισχύει σε όλα τα πεδία, καθώς απαιτεί περισσότερα δεδομένα από το VaR, αφού οι απώλειες πέρα από τα επίπεδα του VaR είναι ακαθόριστες, και άρα είναι και δυσκολότερο να υπολογιστεί με ακρίβεια ο μέσος όρος τους. Ειδικά στη περίπτωση που η υποκείμενη κατανομή έχει "παχιά" άκρα, το σφάλμα εκτίμησης είναι μεγαλύτερο για την αναμενόμενη απώλεια από ότι για το VaR, διότι η πιθανότητα εμφάνισης ασυνήθιστα μεγάλων απωλειών υπό αυτή τη συνθήκη είναι υψηλή, αλλά μπορεί να μειωθεί με την αύξηση του μεγέθους του δείγματος.

Ένα άλλο μέτρο κατερχόμενου κινδύνου, άρρηκτα συνδεδεμένο με το CVaR (και πολλές φορές λανθασμένα συνυφασμένο με το πρώτο), είναι η αναμενόμενη απώλεια (expected shortfall). Όπως αναφέρεται και στο τύπο υπολογισμού του CVaR, η αναμενόμενη απώλεια είναι ο μέσος των ζημιών που υπερβαίνουν κατά πολύ αυτές του VaR, και η ιδιότητα που ισχύει μεταξύ των τριών αυτών μέτρων είναι:

$$VaR \leq CVaR \leq ES$$

Γενικότερα όπως υποδεικνύεται και από την ακριβώς παραπάνω ιδιότητα, η αναμενόμενη απώλεια είναι ένα μέτρο μεγαλύτερο από το CVaR. Στη περίπτωση της συνεχής κατανομής όμως, συνήθως τα δύο αυτά μέτρα συμπίπτουν, ενώ για τις μη-συνεχείς κατανομές, το CVaR πιθανότατα θα διαφέρει από την αναμενόμενη απώλεια (ES).

3.4. Μέτρα Ευαισθησίας, (Greek Letters)

Ένα χρηματοπιστωτικό ίδρυμα το οποίο παρέχει ένα option σε ένα πελάτη στην εξωχρηματιστηριακή αγορά, αντιμετωπίζει το πρόβλημα διαχείρισης του κινδύνου του συγκεκριμένου παραγώγου. Εάν το ίδιο option διαπραγματεύεται σε χρηματιστηριακή αγορά, τότε ο παραπάνω κίνδυνος μπορεί να εξουδετερωθεί, αγοράζοντας το option αυτό. Εάν όμως το option αυτό δεν διαπραγματεύεται στις αγορές, το hedging της έκθεσης αυτής, γίνεται πολύ πιο δύσκολο, και λύνεται με τη χρήση των "Greek letters", ή πιο απλά των "Greeks". Κάθε Greek letter μετρά και μία

[17] Angelidis, T. and Degiannakis, S., 2007. Econometric Modeling of Value-at-Risk. New Econometric Modeling Research.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

διαφορετική διάσταση του κινδύνου ενός option, ώστε με τη χρήση τους να είναι αποδεκτοί όλων των ειδών οι κίνδυνοι.

Το Δέλτα (Delta)

Το Delta ενός option ορίζεται ως το ποσοστό της αλλαγής της τιμής αυτού του option, σε σχέση με τη τιμή του υποκείμενου τίτλου. Είναι δηλαδή η κλίση της καμπύλης που σχετίζει τη τιμή του option με τη τιμή του υποκείμενου τίτλου. Εάν υποθέσουμε ότι το Delta ενός call option μιας μετοχής είναι 0,6, αυτό σημαίνει ότι εάν μεταβάλετε η τιμή της μετοχής κατά ένα ποσοστό, η τιμή του option μεταβάλετε κατά το 60% του ποσοστού αυτού. Γενικά το Delta υπολογίζεται ως εξής:

$\Delta = dc/dS$, όπου c είναι η τιμή του call option, και S η τιμή της μετοχής.

Είναι σημαντικό να κατανοηθεί ότι το Delta μίας θέσης σε options δεν μένει σταθερό, παραμόνο για πολύ μικρά χρονικά διαστήματα, οπότε μία τέτοια θέση για να είναι διαρκώς hedged, θα πρέπει να ρυθμίζεται περιοδικά. Αυτό το φαινόμενο είναι γνωστό και ως επανεξισορρόπηση.

Το Delta ενός χαρτοφυλακίου με options ή άλλα παράγωγα που εξαρτώνται από τιμή ενός κεφαλαιακού τίτλου με τιμή S είναι:

$\Delta = d\Pi/dS$, όπου Π είναι η αξία του χαρτοφυλακίου.

Το Delta ενός χαρτοφυλακίου μπορεί επίσης να υπολογιστεί από τα Delta των επιμέρους options του χαρτοφυλακίου. Εάν λοιπόν το χαρτοφυλάκιο περιέχει μία ποσότητα Wi το οποίο i ($1 < i < n$), το Delta του χαρτοφυλακίου δίνεται από τη σχέση:

$\Delta = \sum w_i * \Delta_i$, όπου Δ_i είναι το Delta του i κατά σειρά option.

Με τη χρήση της παραπάνω σχέσης υπολογίζεται η θέση που θα πρέπει να πάρει ο κάτοχος του χαρτοφυλακίου στον υποκείμενο τίτλο, ώστε να γίνει το Delta του χαρτοφυλακίου μηδέν. Όταν αυτή η θέση παρθεί λοιπόν, πλέον το χαρτοφυλάκιο χαρακτηρίζεται ως Delta neutral.

Το Θήτα (Theta)

Το Theta τώρα ενός χαρτοφυλακίου με options, είναι το ποσοστό μεταβολής στην αξία αυτού του χαρτοφυλακίου, σε σχέση με το πέρας του χρόνου, με όλους τους άλλους παράγοντες σταθερούς, και αναφέρεται και εναλλακτικά και ως ο χρόνος παρακμής ενός χαρτοφυλακίου. Για ένα ευρωπαϊκό χωρίς μέρισμα call option, το Theta δίνεται από το τύπο των Black–Scholes–Merton, όπου

$$\Theta(call) = -\frac{S_0 N'(d_1)\sigma}{2\sqrt{T}} - rKe^{-rT}N(d_2), \text{ με } N'(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}e^{-x^2/2}$$

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Αντίστοιχα για ένα ευρωπαϊκό put option σε μία μετοχή:

$$\Theta(put) = -\frac{S_0 N'(d_1)\sigma}{2\sqrt{T}} + rKe^{-rT}N(-d_2)$$

επειδή $N(-d_2) = 1 - N(d_2)$.

Αν και γενικά στους παραπάνω τύπους ο χρόνος μετριέται σε χρόνια, συνήθως όταν υπολογίζεται το Theta, ο χρόνος μετριέται σε ημέρες, ούτως ώστε το Theta να εκφράζει την ημερήσια αλλαγή της αξίας του χαρτοφυλακίου μετά το πέρασμα μιας ημέρας, με τους υπόλοιπους παράγοντες σταθερούς. Ο υπολογισμός του Theta μπορεί να γίνεται λοιπόν είτε "ανά ημερολογιακή ημέρα", είτε "ανά ημέρα συναλλαγών". Στη πρώτη περίπτωση ο τύπος του Theta διαιρείται με το 365, και στη δεύτερη με το 252.

Συνήθως το Theta για ένα option είναι αρνητικό, αφού καθώς περνά ο χρόνος με όλα τα υπόλοιπα σταθερά, το option τείνει να γίνεται λιγότερο πολύτιμο. Γενικά όταν η τιμή της μετοχής στην οποία αναφέρεται ένα call option είναι πολύ χαμηλή, το Theta είναι κοντά στο μηδέν, ενώ για ένα at-the-money call option, το Theta είναι μεγάλο και αρνητικό.

Το Theta δεν επηρεάζει με ίδιο τρόπο το hedging όπως το Delta. Παρ'ότι υπάρχει αβεβαιότητα για τη μελλοντική τιμή της μετοχής, δεν υπάρχει καμία αμφιβολία για το πέρας του χρόνου, γι'αυτό και δεν υπάρχει κανένας λόγος κάποιος να κάνει hedging ενάντια στο πέρασμα του χρόνου. Παρ'όλα αυτά όμως, το Theta είναι ένα σημαντικό στατιστικό στοιχείο ενός χαρτοφυλακίου, αφού όπως φαίνεται παρακάτω, σ'ένα delta-neutral χαρτοφυλάκιο, το Theta είναι απαραίτητο για το Gamma.

Το Γάμμα (Gamma)

Το Gamma ενός χαρτοφυλακίου με options σε ένα υποκείμενο τίτλο είναι η ποσοστιαία μεταβολή του delta του χαρτοφυλακίου, σε σχέση με τη μεταβολή της τιμής του υποκείμενου τίτλου. Είναι λοιπόν η μερική παράγωγος του χαρτοφυλακίου συνάρτηση της τιμής του τίτλου, και υπολογίζεται από τη παρακάτω σχέση:

$$\Gamma = \frac{d^2\Pi}{dS^2}$$

Εάν το Gamma είναι μικρό, το delta αλλάζει αργά, και τυχόν προσαρμογές για να διατηρηθεί το χαρτοφυλάκιο delta-neutral είναι σχετικές και σπάνιες. Από την άλλη όμως, εάν το Gamma είναι υψηλά θετικό ή αρνητικό, το delta είναι πολύ ευαίσθητο στις αλλαγές της τιμής του υποκείμενου τίτλου. Άρα είναι πολύ επικίνδυνο να μένει ίδιο ένα τέτοιο χαρτοφυλάκιο για μεγάλο χρονικό διάστημα. Όταν λοιπόν η τιμή της μετοχής αλλάζει από S σε S', βάσει του delta υποθέτεται η τιμή του option κινείται από C σε C', αλλά έχει στη πραγματικότητα πάει σε C'', με αποτέλεσμα να γίνεται hedging χωρίς επιτυχία. Το μέγεθος του λάθους εξαρτάται από τη

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

καμπυλότητα της σχέσης μεταξύ της τιμής του option και τη τιμή της μετοχής. Αυτή τη καμπυλότητα μετρά το Gamma.

Εάν λοιπόν dS είναι μία μεταβολή στη τιμή του υποκείμενου τίτλου κατά τη διάρκεια ενός μικρού χρονικού διαστήματος dt, και dΠ η μεταβολή της αξίας του χαρτοφυλακίου, τότε:

$$d\Pi = \Theta * dt + \frac{1}{2} * \Gamma * dS^2,$$

για ένα delta-neutral χαρτοφυλάκιο, με Θ το Theta του χαρτοφυλακίου.

Έτσι όταν το Gamma είναι θετικό το Theta είναι αρνητικό, δηλαδή η αξία του χαρτοφυλακίου μειώνεται εάν δεν υπάρξουν μεταβολές στο S, και αυξάνεται εάν συμβεί το αντίθετο. Επίσης όταν το Gamma είναι αρνητικό, το Theta τείνει να είναι θετικό και ισχύει το αντίθετο του παραπάνω συμπεράσματος; η αξία του χαρτοφυλακίου αυξάνεται εάν δεν υπάρξουν μεταβολές στη τιμή του S, και μειώνεται όταν συμβαίνουν μεγάλες αλλαγές στη τιμή. Έτσι συμπεραίνεται ότι καθώς η απόλυτη τιμή του Gamma αυξάνεται, η ευαισθησία της αξίας του χαρτοφυλακίου στις μεταβολές του S αυξάνεται.

Μία θέση στον υποκείμενο τίτλο έχει Gamma μηδέν, όποτε δεν είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί για να αλλάξει το Gamma του χαρτοφυλακίου. Αυτό που χρειάζεται, είναι μία θέση σε ένα εργαλείο όπως ένα παράγωγο, το οποίο δεν είναι γραμμικά συνδεδεμένο με τον υποκείμενο τίτλο. Εάν υποτεθεί ένα delta-neutral χαρτοφυλάκιο με Gamma ίσο με Γ, και ένα ξεχωριστό option με Gamma ίσο με Γt, τότε εάν προστεθούν στο χαρτοφυλάκιο Wt τέτοια options, το νέο Gamma του χαρτοφυλακίου θα είναι

$$W_t * \Gamma_t + \Gamma$$

Οπότε και η θέση στο ξεχωριστό option για να γίνει το χαρτοφυλάκιο gamma-neutral που θα πρέπει να αποκτηθεί είναι –Γ/Γt. Εφόσον όμως προστεθεί το νέο option στο χαρτοφυλάκιο, το τελευταίο θα πάψει να είναι delta-neutral, άρα θα πρέπει και να αλλάξει εκ νέου η θέση στον υποκείμενο τίτλο για να μετατραπεί και πάλι το χαρτοφυλάκιο neutral ως προς το delta. Είναι αξιοσημείωτο ότι ένα χαρτοφυλάκιο μπορεί να είναι gamma-neutral μόνο για σύντομο χρονικό διάστημα, έτσι καθώς ο χρόνος περνά, η ουδετερότητα του Gamma μπορεί μόνο να διατηρηθεί μόνο με συνεχείς προσαρμογές στη θέση του νέου option, ώστε να ισχύει πάντα ότι –Γ/Γt, διορθώνοντας έτσι το λάθος του hedging που αναφέρθηκε παραπάνω.

Το Βέγκα (Vega)

Μέχρι τώρα απλοϊκά θεωρούνταν ότι η μεταβλητότητα του υποκείμενου τίτλου ενός παραγώγου είναι σταθερή. Στη πράξη όμως, οι μεταβλητότητες αλλάζουν συνέχεια. Αυτό σημαίνει ότι η αξία ενός παραγώγου είναι καταδικασμένη να αλλάζει λόγω των μεταβολών της μεταβλητότητας των τιμών, αλλά και το πέρας του χρόνου. Το Vega ενός χαρτοφυλακίου παραγώγων, είναι η μεταβολή της αξίας του

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

χαρτοφυλακίου αυτού συνάρτηση της μεταβλητότητας της τιμής του υποκείμενου τίτλου και ισούται με:

$$V = \frac{d\Pi}{d\sigma}$$

Εάν η απόλυτη τιμή του Vega είναι υψηλή, η αξία του χαρτοφυλακίου είναι πολύ ευαίσθητη στις μικρές αλλαγές της μεταβλητότητας, ενώ εάν είναι κοντά στο μηδέν, οι αλλαγές αυτές έχουν ελάχιστες επιπτώσεις. Όπως και στο Gamma, μία θέση στον υποκείμενο τίτλο δεν μεταβάλει το Vega, οπότε και πάλι πρέπει να προστεθούν στο χαρτοφυλάκιο νέα options. Εφόσον λοιπόν V είναι το Vega του χαρτοφυλακίου και Vt το Vega του νέου option, μία θέση ίση με –V/Vt στο νέο option κάνει το χαρτοφυλάκιο Vega neutral. Δυστυχώς όμως, συνήθως ένα χαρτοφυλάκιο που είναι gamma neutral δεν γίνεται να είναι και vega neutral συγχρόνως. Για να πραγματοποιηθεί παράλληλη ουδετερότητα σε Gamma και Vega, πρέπει να χρησιμοποιηθούν δύο διαφορετικά παράγωγα με τον ίδιο υποκείμενο τίτλο.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η gamma-neutrality προστατεύει ενάντια σε μεγάλες αλλαγές στη τιμή του υποκείμενου τίτλου, κατά τη διάρκεια των εξισορροπήσεων, και η vega neutrality ενάντια σε μία μεταβλητή σ. Όπως αναμένεται, η επιλογή μεταξύ των δύο ουδετεροτήτων, εξαρτάται από το χρόνο επανισορρόπησης και τη μεταβλητότητα της μεταβλητότητας (J. C. Hull and A. White)18.

Το Ρο (Rho)

Το Rho ενός χαρτοφυλακίου αποτελούμενου από options, είναι ο ρυθμός μεταβολής της αξίας του χαρτοφυλακίου συναρτήσει του επιτοκίου της αγοράς:

$$\frac{d\Pi}{dr}$$

και μετρά την ευαισθησία της αξίας του χαρτοφυλακίου σε μία αλλαγή του επιτοκίου, με τους υπόλοιπους παράγοντες σταθερούς.

[18] J. C. Hull and A. White (1987). ‘‘Hedging the Risks from Writing Foreign Currency Options,’’ Journal of International Money and Finance: 131–52.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. Τα Παράγωγα Προϊόντα

4.1 Η Εξέλιξη της Αγοράς Παραγώγων

Τα τελευταία 30 χρόνια, τα παράγωγα έχουν γίνει ένα αυξανόμενα σημαντικό κομμάτι των χρηματοοικονομικών. Τα Future Contracts και τα options εμπορεύονται ενεργά σε πολλά χρηματιστήρια ανά το κόσμο. Πολλές διαφορετικές κατηγορίες Forward contracts, swaps, options και άλλων παραγώγων διαχειρίζονται από χρηματοπιστωτικά ιδρύματα, fund managers, αλλά και στις εξωχρηματισηριακές αγορές. Γενικά τα παράγωγα προστίθενται στην έκδοση ομολόγων, ενσωματώνονται σε επενδυτικές ευκαιρίες κεφαλαίου, και χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά του κινδύνου των στεγαστικών δανείων από τους αρχικούς δανειστές σε επενδυτές, και ούτω καθεξής. Πλέον είμαστε στο στάδιο όπου αυτοί που εργάζονται στον χρηματοπιστωτικό τομέα, αλλά και γύρω από αυτόν, πρέπει να γνωρίζουν πως λειτουργούν τα παράγωγα, πως χρησιμοποιούνται, αλλά και πως τιμολογούνται.

Άσχετα με την συμπάθεια ή την αντιπάθεια κάποιου για τα παράγωγα, η αγνόησή τους θα ήταν λανθασμένη, μιας και η αγορά παραγώγων είναι τόσο μεγάλη που ξεπερνά αυτή των μετοχών σε όρους των υποκείμενων τίτλων. Η αξία λοιπόν των τίτλων στους οποίους αναφέρονται οι αγοραπωλησίες των παραγώγων είναι πολλαπλάσια του παγκόσμιου ακαθάριστου προϊόντος. Τα παράγωγα από στρατηγικής άποψης, χρησιμοποιούνται κυρίως για hedging, για κερδοσκοπία, ή για arbitrage.

Ως παράγωγο ορίζεται το χρηματοοικονομικό εργαλείο η αξία του οποίου εξαρτάται από την αξία άλλων, βασικότερων, υποκείμενων μεταβλητών. Πολύ συχνά οι μεταβλητές που υπόκεινται τα παράγωγα, είναι οι τιμές διαπραγματεύσιμων κεφαλαιακών τίτλων. Ένα option μιας μετοχής για παράδειγμα, είναι ένα παράγωγο του οποίου η αξία εξαρτάται από τη τιμή της συγκεκριμένης μετοχής. Παρ'όλα αυτά, τα παράγωγα μπορούν να εξαρτιούνται σχεδόν από κάθε μεταβλητή, από τη τιμή καφέ, μέχρι τη ποσότητα του χιονιού που θα πέσει σε μια συγκεκριμένη περιοχή.

4.2 Τα Forward Contracts

Η πιο απλοϊκή μορφή παράγωγου προϊόντος είναι τα Forward Contracts. Είναι η συμφωνία αγοράς ή πώλησης ενός συγκεκριμένου κεφαλαιακού τίτλου, μία συγκεκριμένη χρονική στιγμή, για μία προσυμφωνημένη τιμή. Ένα Forward Contract διαπραγματεύεται στην εξωχρηματιστηριακή αγορά, συνήθως μεταξύ δύο χρηματοπιστωτικών ιδρυμάτων, ή μεταξύ ενός χρηματοπιστωτικού ιδρύματος και ενός φυσικού προσώπου.

Πάντα ένας εκ των δύο που συμμετέχουν σε ένα Forward Contract ο ένας είναι ο αγοραστής (long position), που συμφωνεί να αγοράσει τον υποκείμενο τίτλο κάποια συγκεκριμένη χρονική στιγμή σε μία συμφωνηθέντα τιμή, και ο άλλος είναι ο πωλητής (short position), που αντίστοιχα συμφωνεί να πουλήσει τον υποκείμενο τίτλο τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή και στη συμφωνηθέντα τιμή.

Τα Forward Contract μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να εξισταθμίσουν το συναλλαγματικό κίνδυνο. Εάν υποτεθεί ότι στις 24 Μαίου ο οικονομικός διευθυντής

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

μίας αμερικανικής εταιρίας γνωρίζει ότι θα πρέπει να πληρώσει ένα εκατομμύριο αγγλικές στερλίνες σε έξι μήνες (δηλαδή στις 24 Νοεμβρίου) και θέλει να προστατευθεί από το κίνδυνο της ισοτιμίας δολαρίου/στερλίνας μπορεί να συμφωνήσει να αγοράσει ένα εκατομμύριο στερλίνες σε έξι μήνες με ένα Forward Contract με μία ισοτιμία, παραδείγματος χάρη 1,4422. Πλέον η εταιρία είναι long σε ένα Forward Contract αγγλικής στερλίνας. Έχει συμφωνήσει να αγοράσει στις 24 Νοεμβρίου ένα εκατομμύριο στερλίνες με 1,4422 εκατομμύρια δολάρια. Από την άλλη πλευρά το χρηματοπιστωτικό ίδρυμα με το οποίο έκανε τη συμφωνία ο οικονομικός διευθυντής, είναι short σε ένα Forward Contract αγγλικής στερλίνας. Έχει συμφωνήσει να πουλήσει ένα εκατομμύριο στερλίνες για 1,4422 εκατομμύρια δολάρια. Και για τις δύο πλευρές, η συμφωνία είναι δεσμευτική.

Υπολογισμός Κερδών/Ζημιών των Forward Contracts

Ποια είναι λοιπόν τα πιθανά αποτελέσματα του παραπάνω παραδείγματος; Βάσει του Forward Contracts, η εταιρία υποχρεούται να αγοράσει ένα εκατομμύριο στερλίνες με 1,4422 εκατομμύρια δολάρια. Εάν η πραγματική ισοτιμία ανέβει στο 1,50, στους έξι μήνες, τότε το Forward Contract θα αποφέρει 57.800 δολάρια (=1.500.000 – 1.442.200) στην εταιρία. Αντίθετα εάν η ισοτιμία πέσει στο 1,35 στουε έξι μήνες, το Forward Contracts θα έχει αρνητική αξία για την εταιρία 92.200 δολαρίων, αφού θα έπρεπε η εταιρία να καταβάλει 92.200 δολάρια παραπάνω για την αγορά των στερλινών από την τιμή αγοράς.

Γενικά, η αξία ενός long position σε Forward Contract μίας μονάδας κεφαλαιακού τίτλου είναι:

$$\mathbf{S_t - K}$$

Όπου K είναι η συμφωνηθέντα τιμή και St η αγοραία τιμή του τίτλου την ημερομηνία ωρίμανσης του συμβολαίου. Αυτό συμβαίνει γιατί ουσιαστικά ο κάτοχος του συμβολαίου είναι υποχρεωμένος να αγοράσει ένα τίτλο αξίας St για K. Παρομοίως, η αξία ενός short position σε ένα Forward Contract για μία μονάδα ενός τίτλου είναι:

$$\mathbf{K - S_t}$$

Φυσικά αυτές οι διαφορές μπορούν να είναι είτε θετικές είτε αρνητικές, και αφού δεν υπάρχει κόστος εισόδου σε ένα Forward Contract, η αξία του είναι το κέρδος ή η ζημία που επιφέρει.

4.3 Τα Future Contracts

Όπως και ένα Forward Contract, έτσι και ένα Future Contract, είναι μία συμφωνία μεταξύ δύο πλευρών για αγορά ή πώληση ενός κεφαλαιακού τίτλου μία συγκεκριμένη χρονική στιγμή στο μέλλον, σε μία προσυμφωνηθέντα τιμή. Σε αντίθεση όμως με τα forward contracts, τα future contracts, διαπραγματεύονται κανονικά στις χρηματιστηριακές αγορές. Για να πραγματοποιηθεί μία αγοραπωλησία, το χρηματιστήριο υποδεικνύει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά των συμβολαίων. Καθώς λοιπόν οι δύο πλευρές της συμφωνίας δεν γνωρίζονται μεταξύ τους, το

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

χρηματιστήριο παρέχει επίσης ένα μηχανισμό που εξασφαλίζει τις δύο μεριές για τη διατήρηση των όρων του συμβολαίου.

Τα μεγαλύτερο χρηματιστήριο διαπραγμάτευσης των future contracts είναι αυτό του Σικάγο. Σε αυτό και σε πολλά άλλα ανά το κόσμο, μία μεγάλη ποικιλία από εμπορεύματα και κεφαλαιακούς τίτλους, σχηματίζουν τους υποκείμενους τίτλους διάφορων συμβολαίων. Τα εμπορεύματα αποτελούν κοιλιές χοιρινών, ζωντανά βοοειδή, ζάχαρη, μαλλί, ξυλεία, χαλκός, χρυσός, αλουμίνιο και κασσίτερος. Τους κεφαλαιακούς τίτλους αποτελούν δείκτες μετοχών, νομίσματα και ομόλογα. Οι τιμές των Future Contracts συνήθως ανακοινώνονται στον χρηματιστηριακό τύπο. Παραδείγματος χάρη εάν τη 1η Σεπτέμβρη, η τιμή του future Δεκεμβρίου του χρυσού είναι 1.080 δολάρια, σημαίνει ότι βάσει του νόμου της αγοράς και της ζήτησης, αγοραστές και πωλητές έχουν συμφωνήσει ότι ο χρυσός θα εμπορεύεται το Δεκέμβρη στα 1080 δολάρια.

Forward VS Future Contracts

Όπως συνοψίζεται και στο παρακάτω πίνακα, τα forward και των future contracts παρά του ότι και τα δύο είναι συμβόλαια μελλοντικής αγοράς/πώλησης, έχουν και κάποιες ουσιαστικές διαφορές. Ένα forward contract εμπορεύεται εξωχρηματιστηριακά, και δεν υπάρχει κάποιος κανόνας για το μέγεθος ή τις συνθήκες παράδοσης. Συνήθως στο συμβόλαιο αναγράφεται μία ημερομηνία παράδοσης, και το συμβόλαιο διατηρείται μέχρι την ημερομηνία αυτή οπότε και καθορίζεται η αξία του. Από την άλλη όμως τα future contracts είναι τυποποιημένα συμβόλαια που διαπραγματεύονται ενδοχρηματιστηριακά, και συνήθως υπάρχει ένα εύρος από ημερομηνίες παράδοσης. Επίσης οι τιμές τους καθορίζονται καθημερινά, και τις περισσότερες φορές μεταπωλούνται προ της ωρίμανσης τους.

Πίνακας 1.

Σύγκριση των forward και future contracts

Forward Contracts	Future Contracts
Ιδιωτικό συμβόλαιο μεταξύ δύο μερών	Διαπραγματεύσιμο σε χρηματιστήριο
Μη-τυποποιημένο	Τυποποιημένο συμβόλαιο
Μία προκαθορισμένη ημερομηνία παράδοσης	Εύρος ημερομηνιών παράδοσης
Αποκατάσταση της αξίας του την ημερομηνία παράδοσης	Καθημερινή αποκατάσταση της αξίας του
Συνήθως κρατείται μέχρι την ωρίμανση του	Συνήθως μεταπωλείται προ της ωρίμανσης του
Ύπαρξη πιστωτικού κινδύνου	Κανένας ουσιαστικός πιστωτικός κίνδυνος

4.4 Μελλοντική Τιμή Επενδυτικού Τίτλου

Παρακάτω λοιπόν εξετάζεται πως σχετίζονται οι τιμές των forward και των futures contracts με την τρέχουσα τιμή των υποκείμενων τίτλων. Τα forward contracts αναλύονται ευκολότερα διότι δεν υπάρχει καθημερινός καθορισμός της αξίας τους, παραμόνο την ημερομηνία ωρίμανσης τους. Επίσης οι τιμές των forwards και των futures του ίδιου τίτλου είναι πολύ κοντά όταν η ημερομηνία λήξης είναι η ίδια, κάτι που εξυπηρετεί διότι τα αποτελέσματα για τα forwards, συνήθως αληθεύουν και για τα futures contracts.

Βάσει λοιπόν του κανόνα της μελλοντικής τιμής επενδυτικών τίτλων, η τιμή ενός forward contract F0 σε T χρονικό διάστημα , με r επιτόκιο χωρίς κίνδυνο και S0 τη τρέχουσα τιμή του υποκείμενου τίτλου είναι:

$$F_0 = S_0 e^{rT} ,$$

Αφού εάν F0 > S0erT ,είναι δυνατή η στρατηγική arbitrage αγοράζοντας τον υποκείμενο τίτλο και πουλώντας(short sell) το forward contract, αλλά και το αντίστροφο.

Ακόμα ένας επενδυτικός τίτλος παρέχει έσοδα παρούσας αξία I κατά τη διάρκεια ζωής του forward contract, η παραπάνω τύπος για τον ίδιο λόγο γίνεται:

$$F_0 = (S_0 - I)e^{rT} ,$$

ενώ εάν αντί για για ένα σταθερό έσοδο I παρέχει ένα μέσο ετήσιο μέρισμα q (με συνεχή ανατοκισμό), τότε ο τύπος γίνεται αντίστοιχα:

$$F_0 = S_0 e^{(r-q)T}$$

Εκτίμηση των Forward Contracts

Αν και η αρχική αξία ενός forward contract είναι μηδέν, σε μεταγενέστερα στάδια, αυτό μπορεί να πάρει είτε θετική είτε αρνητική αξία. Βάσει και του παραπάνω συλλογισμού, υποθέτεται ότι K είναι η τιμή παράδοσης που είχε συμφωνηθεί στο συμβόλαιο, η ημερομηνία λήξης είναι T χρόνια από σήμερα, r είναι το επιτόκιο χωρίς κίνδυνο, F0 είναι η μελλοντική τιμή που θα εξασφαλίζονταν εάν διαπραγματεύονταν το συμβόλαιο σήμερα και f η αξία του συμβολαίου σήμερα.

Έτσι ενώ αρχικά το f ήταν μηδέν, καθώς περνάει ο χρόνος, το K παραμένει σταθερό (ως καθορισμένο μέρος του συμβολαίου), αλλά η μελλοντική αξία αλλάζει με αποτέλεσμα η αξία του συμβολαίου f, να γίνεται θετική ή αρνητική.

Γενικά η αξία των forward contracts είναι:

$$f = (F_0 - K)e^{-rT}$$

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

και αντίστοιχα η αξία ενός short forward contract με τιμή K είναι:

$$f = (K - F_0)e^{-rT}$$

Βάσει λοιπόν των παραπάνω τύπων η αξία ενός forward contract σε ένα επενδυτικό τίτλο χωρίς κάποιο σταθερό έσοδο ισούται με:

$$f = S_0 - Ke^{-rT}$$

αντίστοιχα η αξία ενός forward contract με γνωστό έσοδο είναι:

$$f = S_0 - I - Ke^{-rT}$$

και τέλος ένα forward contract με γνωστή απόδοση:

$$f = S_0 e^{-qT} - Ke^{-rT}$$

Σχέση τιμής των Forward και των Future Contracts

Οι τιμές των forwards και των futures contracts, ενδέχεται υπό συγκεκριμένες συνθήκες να είναι όμοιες. Όσο λοιπόν το βραχυπρόθεσμο επιτόκιο χωρίς κίνδυνο είναι σταθερό, η forward τιμή για ένα συμβόλαιο με συγκεκριμένη ημερομηνία λήξης, θεωρητικά είναι ίση με την future τιμή ενός όμοιου συμβολαίου.

Όταν όμως τα επιτόκια κινούνται απρόβλεπτα (όπως και συμβαίνει στη πραγματικότητα) οι forward και future τιμές δεν είναι πια ίδιες. Για να γίνει αντιληπτή αυτή η σχέση, ας υποτεθεί η περίπτωση όπου η τιμή του υποκείμενου τίτλου συσχετίζεται θετικά με το επιτόκιο. Όταν λοιπόν το S αυξάνεται ένας επενδυτής με long θέση σε future έχει άμεσο κέρδος λόγω του καθημερινού καθορισμού των τιμών τους, και αφού θα έχουν ενδεχομένως αυξηθεί και τα επιτόκια, το κέρδος αυτό μπορεί να αυξηθεί με υψηλότερο επιτόκιο. Αντιθέτως όταν το S μειώνεται, ο επενδυτής θα έχει άμεση ζημία, η οποία θα καταβληθεί με μικρότερο επιτόκιο. Από την άλλη, ο κάτοχος ενός forward contract, δεν θα επηρεαστεί από τις κινήσεις των επιτοκίων, οπότε οι τιμές των πρώτων να είναι οριακά μεγαλύτερες από των δεύτερων σε αυτή τη περίπτωση, με αποτέλεσμα ένα future να είναι πιο δελεαστικό από ένα forward contract. Φυσικά στη περίπτωση όπου το S συσχετίζεται αρνητικά με τα επιτόκια, θα συμβαίνει το εντελώς αντίθετο, με τα forward να είναι δελεαστικότερα των future contracts.

Θεωρητικά οι διαφορές μεταξύ των τιμών των future και των forwards contracts είναι αρκετά μικρές ώστε να μπορούν να αγνοηθούν. Στη πράξη όμως, υπάρχουν πολλοί παράγοντες που μπορούν να κάνουν αυτές τις δύο τιμές να διαφέρουν. Τέτοια παραδείγματα είναι οι φόροι, τα κόστη συναλλαγών και η διαχείριση των margin. Επίσης ο πιστωτικός κίνδυνος στη περίπτωση των futures contracts ενδεχομένως να είναι μικρότερος λόγω του ρόλου του χρηματιστηρίου. Παρά την ύπαρξη πολλών επιχειρημάτων για το αντίθετο, στη πλειονότητα των περιπτώσεων, οι τιμές των future και forwards θα θεωρούνται ίσες και συνήθως και τα δύο θα συμβολίζονται με το σύμβολο F0.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Μελλοντικές Τιμές (Future Prices) πάνω σε Δείκτες Μετοχών

Συνήθως ως δείκτης μετοχών θεωρείται, ένας επενδυτικός τίτλος που παρέχει μερίσματα. Ο τίτλος αυτός είναι ένα χαρτοφυλάκιο μετοχών, και τα μερίσματα που παρέχει ο τίτλος αυτός, είναι τα μερίσματα που θα παρείχε και ένα όμοιο χαρτοφυλάκιο. Επίσης υποθέτεται στη πλειονότητα των περιπτώσεων ότι τα μερίσματα παρέχονται ως ένα γνωστό ποσοστό κέρδους παρά ως σταθερό ποσό. Έτσι εάν q είναι το μερισματικό ποσοστό κέρδους, η μελλοντική τιμή F0 ενώς δείκτη ορίζεται ως:

$$F_0 = S_0 e^{(r-q)T}$$

Forward και Future Contracts πάνω σε ισοτιμίες

Μία ακόμα κλασσική εφαρμογή των forward και future contracts είναι σε ισοτιμίες. Ο υποκείμενος τίτλος πλέον είναι μία μονάδα ενός ξένου νομίσματος, και με το σύμβολο S0 ορίζεται η τρέχουσα τιμή του ξένου νομίσματος εκφρασμένο σε μονάδες του εγχώριου νομίσματος και με F0 η μελλοντική τιμή του ίδιου νομίσματος και πάλι εκφρασμένη σε μονάδες του εγχώριου νομίσματος. Ένα ξένο νόμισμα έχει την ιδιότητα ο κάτοχος να κερδίζει τόκους ίσους με το επιτόκιο χωρίς κίνδυνο που επικρατή σε αυτή τη χώρα. Παραδείγματος χάρη ένας επενδυτής μπορεί να επενδύσει σε ομόλογα εκφρασμένα σε ξένο νόμισμα. Εάν οριστεί με rf το επιτόκιο χωρίς κίνδυνο μίας ξένης χώρας στην οποία επενδύονται χρήματα για χρόνο T, και r το εγχώριο επιτόκιο, η σχέση ανάμεσα στα F0 και S0 είναι:

$$F_0 = S_0 e^{(r-r_f)T},$$

μία σχέση γνωστή και ως ισότητα των επιτοκίων για τα διεθνή χρηματοοικονομικά. Επίσης εάν στη τελευταία σχέση αντικατασταθεί το r_f με το q, τότε δίδεται ο τύπος της μελλοντικής αξίας μίας επένδυσης με γνωστό ποσοστό κέρδους. Κάτι τέτοιο δεν είναι τυχαίο, αφού ένα ξένο νόμισμα μπορεί να θεωρηθεί ως ένας επενδυτικός τίτλος, που το μέρισμα που παρέχει, είναι το επιτόκιο χωρίς κίνδυνο της χώρας αυτής.

4.5 Τα Δικαιώματα Αγοράς/Πώλησης (Options)

Τα options διαπραγματεύονται στα χρηματιστήρια και σε εξωχρηματιστηριακές αγορές. Υπάρχουν δύο κατηγορίες από options, τα call options, τα οποία οποία δίνουν στο κάτοχο τους το δικαίωμα να αγοράσουν τον υποκείμενο τίτλο μία συγκεκριμένη ημερομηνία και σε μία προσυμφωνημένη τιμή, και τα put options από την άλλη, τα οποία δίνουν στο κάτοχος του το δικαίωμα να πουλήσει τον υποκείμενο τίτλο μία συγκεκριμένη ημερομηνία και για μία επίσης προκαθορισμένη τιμή. Η τιμή που αναφέρεται στο συμβόλαιο είναι ευρέως γνωστή και ως τιμή εξάσκησης (exercise price/ strike price), και η ημερομηνία ως ημερομηνία λήξης ή ωριμότητα. Τα American options μπορούν να εξασκηθούν οποιαδήποτε στιγμή μέχρι την ημερομηνία λήξης, ενώ τα European μπορούν μόνο να εξασκηθούν την ημερομηνία λήξης. Τα περισσότερα options που εμπορεύονται είναι American. Επίσης στην χρηματιστηριακή αγορά των options μετοχών, ένα συμβόλαιο συνήθως

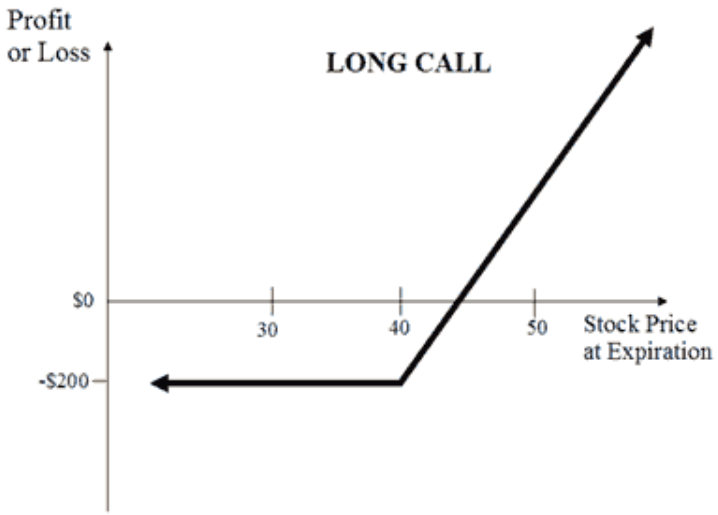
ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

είναι μία συμφωνία αγοράς/πώλησης 100 μετοχών. Γενικά τα European options αναλύονται ευκολότερα από τα American, ενώ κάποιες ιδιότητες των δεύτερων συνήθως συνεπάγονται από αυτές των πρώτων.

Εδώ πρέπει να αποσαφηνισθεί ότι τα options δίνουν το δικαίωμα επιλογής στο κάτοχο τους, χωρίς να υποχρεούται αυτός να εξασκήσει αυτό το δικαίωμα. Αυτή είναι η ειδοποιός διαφορά των options από τα forwards και τα futures, ότι δηλαδή ο κάτοχος υποχρεούται να αγοράσει/πουλήσει τον υποκείμενο τίτλο. Επίσης ενώ δεν υπάρχει κόστος εισαγωγής σε ένα forward ή future contract, η απόκτηση ενός option έχει κόστος.

Τα Call Options

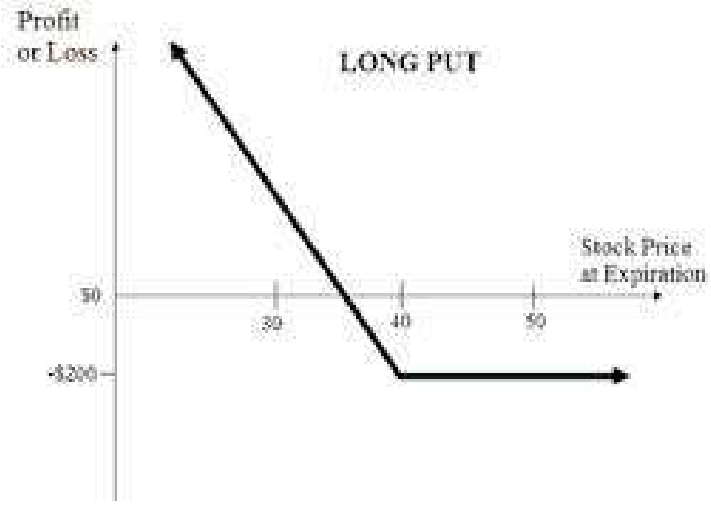
Όπως φαίνεται και στο γράφημα, το κέρδος η ζημία ενός επενδυτή που έχει αγοράσει ένα call option, εξαρτάται από τη τιμή που θα πάρει ο υποκείμενος τίτλος την ημερομηνία λήξης. Επίσης υπάρχει το ενδεχόμενο να ασκηθεί ένα option, αλλά ο επενδυτής να έχει ζημία, αφού σε περίπτωση που δεν ασκούνταν, η απώλεια αυτή θα ήταν ακόμα μεγαλύτερη. Γενικότερα τα call options θα πρέπει πάντα να ασκούνται την ημερομηνία λήξης εφόσον η τιμή της αγοράς είναι μεγαλύτερη της τιμής εξάσκησης.



Τα Put Options

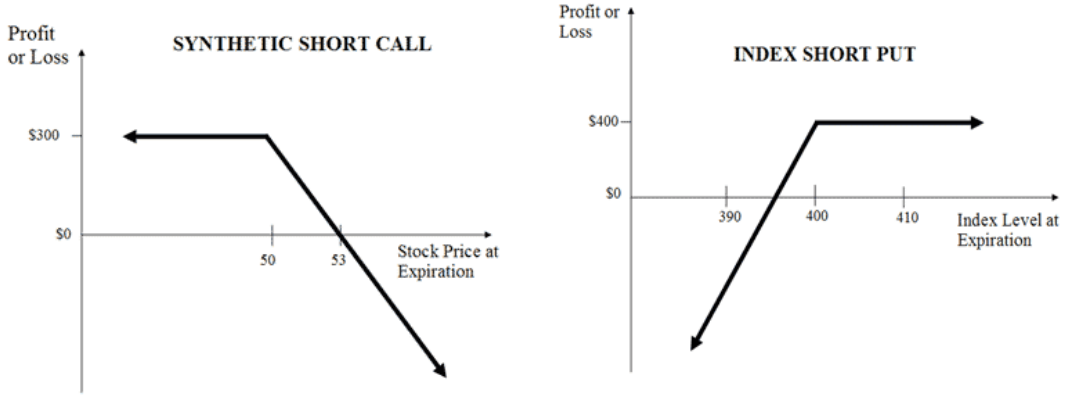
Ενώ ο κάτοχος ενός call option αναμένει άνοδο της τιμής της μετοχής που αυτό αναφέρεται, ο κάτοχος ενός put option αναμένει πτώση. Όπως υποδεικνύει και το γράφημα, όσο η τιμή της μετοχής πέφτει, τόσο αυξάνεται το κέρδος του κατόχου του put option, αλλά για να έχει ο τελευταίος καθαρό κέρδος θα πρέπει πάντα να λαμβάνεται υπόψιν και η τιμή αγοράς του option αυτού. Στη περίπτωση ενός ευρωπαικού option, σημασία έχει μόνο η τιμή της μετοχής την ημερομηνία λήξης, όμως στη περίπτωση των αμερικανικών options, μπορεί να γίνει εξάσκηση του δικαιώματος αγοράς ή πώλησης (αναλόγως εάν το option είναι call ή put) και να επωφεληθεί από ένα πιθανό κέρδος χωρίς να χρειάζεται να αναμένει την ημερομηνία λήξης του συμβολαίου για να κάνει κάτι τέτοιο.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ



Θέσεις σε Options (Option Positions)

Υπάρχουν πάντα δύο πλευρές σε κάθε συμβόλαιο option. Στη μία πλευρά είναι ο επενδυτής που έχει αγοράσει το option (long position), και από την άλλη πλευρά είναι ο επενδυτής που έχει 'γράψει' το option (short position). Φυσικά το κέρδος ή η ζημία του ενός, είναι το αντίθετο για τον άλλο. Τα παρακάτω γραφήματα μαρτυρούν τη ποικιλομορφία των κερδών ή ζημιών συναρτήσει της τελικής τιμής του υποκείμενου τίτλου για τους πωλητές των options.



Υπάρχουν τέσσερα είδη θέσεων (positions) σε options:

- Long position σε call option
- Long position σε put option
- Short position σε call option
- Short position σε put option.

Συνήθως διευκολύνει να ορίζεται η αποπληρωμή ενός European option από τη πλευρά του αγοραστεί. Επίσης το κόστος αγοράς του option δεν υπολογίζεται. Εάν λοιπόν είναι K η τιμή άσκησης και St η τελική τιμή του υποκείμενου τίτλου, η αποπληρωμή ενός long position σε European call option είναι:

$$\max(S_t - K, 0),$$

το οποίο αντικατοπτρίζει το γεγονός ότι το option θα εξασκηθεί εάν $S_t > K$, ενώ δεν θα εξασκηθεί εάν $S_t \leq K$. Αντίθετα η αποπληρωμή ενώς short position European call option είναι:

$$-\max(S_t - K, 0) = \min(K - S_t, 0)$$

Αντίστοιχα, η αποπληρωμή του κατόχου ενώς long position σε European put option είναι:

$$\max(K - S_t, 0),$$

και ενός short position σε European put option είναι:

$$-\max(K - S_t, 0) = \min(S_t - K, 0).$$

Τα Margin

Στις Ηνωμένες Πολιτείες όταν αγοράζονται μετοχές, ένας επενδυτής μπορεί να δανειστεί μέχρι το 50% της τιμής από το χρηματιστή του. Αυτό είναι και γνωστό ως αγορά με margin. Εάν όμως η τιμή της μετοχής μειωθεί τόσο ώστε το δάνειο αυτό να αρκετά πάνω από τη τρέχουσα αξία της μετοχής, τότε ο χρηματιστής καλεί τον επενδυτή να προσθέσει χρήματα (margin call), διαφορετικά ο χρηματιστής πουλά τη μετοχή.

Όταν αγοράζονται call ή put options με διάρκεια ζωής λιγότερο από 9 μήνες, η τιμή του option πρέπει να καταβάλετε στο ακέραιο. Οι επενδυτές δεν επιτρέπεται να αγοράζουν αυτά τα option με margin, επειδή ήδη αυτά περιέχουν αρκετή μόχλευση, οπότε μία αγορά με margin θα αύξανε τη μόχλευση σε μη-αποδεκτά επίπεδα. Όμως για options με διάρκεια ζωής άνω των 9 μηνών, οι επενδυτές μπορούν να αγοράσουν με μόχλευση, δανειζόμενοι μέχρι το 25% τις αξίας του option.

Ένας επενδυτής που πουλά ένα option πρέπει να διατηρεί χρήματα σε ένα λογαριασμό περιθωρίου (margin). Όπως το χρηματιστήριο, έτσι και ο χρηματιστής του επενδυτή, θέλουν να είναι όσο το δυνατόν πιο σίγουροι ότι ο επενδυτής δε θα αθετήσει τη πληρωμή του εάν εξασκηθεί το option. Η ποσότητα του margin εξαρτάται από τη θέση του επενδυτή.

Πώληση "Γυμνών Θέσεων" (Naked positions)

Μία γυμνή θέση είναι όταν ένα option που δε συνδυάζεται από αντίθετη θέση στην υποκείμενη μετοχή. Βάσει της αμερικανικής νομοθεσίας το αρχικό και διατηρητέο margin που απαιτείται για τη πώληση ενός "γυμνού" είναι το μεγαλύτερο από τους δύο παρακάτω υπολογισμούς:

1. Το άθροισμα των εσόδων από τη πώληση και του 20% της τιμής της υποκείμενης μετοχής, μείον, εφόσον υπάρχει, το κατά πόσο το option είναι out of the money
2. Το άθροισμα των εσόδων από τη πώληση του option, συν το 10% της τιμής της υποκείμενης μετοχής.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Για τη πώληση ενός "γυμνού" put option είναι το μεγαλύτερο από:

1. Το άθροισμα των εσόδων από τη πώληση και του 20% της τιμής της υποκείμενης μετοχής, μείων, εφόσων υπάρχει, το κατά πόσο το option είναι out of the money
2. Το άθροισμα των εσόδων από τη πώληση του option, συν το 10% της τιμής εξάσκησης.

Στη περίπτωση που οι παραπάνω υπολογισμοί γίνονταν για ένα option πάνω σε δείκτη μετοχών, το 20% αντικαθίσταται από 15% λόγω της μικρότερης μεταβλητότητας των δεικτών από αυτή μεμονωμένων μετοχών.

Οι Παράγοντες που επιρεάζουν τις τιμές των options

Με τη χρήση διαφόρων συλλογισμών βάσει του arbitrage, αναλύονται οι σχέσεις μεταξύ των τιμών των European options, των American options και των υποκείμενων τίτλων των μετοχών. Μεταξύ άλλων, η σημαντικότερη σχέση είναι το επονομαζόμενο put – call parity, το οποίο ορίζει της σχέση μεταξύ της τιμής ενός European put option, ενός European call option, και του υποκείμενου τίτλου τους.

Επίσης θα αναλυθεί εάν ένα American option θα πρέπει να εξασκείται νωρίτερα, και θα δειχθεί ότι ένα American call option πάνω σε μία μετοχή χωρίς μέρισμα δεν είναι ποτέ ιδανικό να εξασκείται νωρίτερα, ενώ υπό συνθήκες, ένα American put option πάλι πάνω σε μία μετοχή χωρίς μέρισμα είναι ιδανικό να εξασκείται. Επίσης όταν υπάρχουν μερίσματα, είναι ιδανικό να εξασκούνται νωρίτερα και οι δύο κατηγορίες options.

Οι παράγοντες λοιπόν που επηρεάζουν τις τιμές των options είναι οι εξής έξι:

1. Η τρέχουσα τιμή της μετοχής, S_0
2. Η τιμή εξάσκησης. K
3. Ο χρόνος μέχρι την ωρίμανση, T
4. η μεταβλητότητα της τιμής της μετοχής, σ
5. Το επιτόκιο χωρίς κίνδυνο, r
6. Τα μερίσματα που αναμένεται να πληρωθούν.

Αρχικά μελετάται τη συμβαίνει στις τιμές των options όταν αλλάζει ένας από αυτούς τους παράγοντες, με όλους τους υπόλοιπους σταθερούς, με τα αποτελέσματα να συγκεντρώνονται στο παρακάτω πίνακα.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Πίνακας 2.

Περίληψη των επιδράσεων στη τιμή ενός option σε μετοχή, από την αύξηση μίας μεταβλητής, διατηρώντας τις υπόλοιπες σταθερές.*

Μεταβλητή	*European call*	*European put*	*American call*	*American put*
Τρέχουσα τιμή μετοχής	+	-	+	-
Τιμή εξάσκησης	-	+	-	+
Χρόνος ωρίμανσης	?	?	+	+
Μεταβλητότητα	+	+	+	+
Επιτόκιο χωρίς κίνδυνο	+	-	+	-
Σύνολο μελλοντικών μερισμάτων	-	+	-	+

*+ υποδηλώνει ότι μία αύξηση στη μεταβλητή προκαλεί αύξηση στη τιμή του option
- υποδηλώνει ότι μία αύξηση στη μεταβλητή προκαλεί μείωση στη τιμή του option
? υποδηλώνει ότι η σχέση είναι αβέβαιη.

Εάν ένα call option εξασκηθεί κάποια μελλοντική στιγμή, η αποπληρωμή του είναι η διαφορά της τιμής της μετοχής από τη τιμή εξάσκησης, οπότε η αξία ενός call option αυξάνεται όσο αυξάνεται η τιμή της μετοχής. Στη περίπτωση των put options τώρα, η αποπληρωμή του είναι η διαφορά της τιμής εξάσκησης από τη τιμή της μετοχής, οπότε η αξία του option μειώνεται όσο αυξάνεται η τιμή της μετοχής.

Όσο αναφορά τώρα το χρόνο ωρίμανσης, τα put και call American options γίνονται πολυτιμότερα όσο αυξάνεται ο χρόνος ωρίμανσης. Αυτό συμβαίνει διότι εάν συγκριθούν δύο ίδια options με μόνη διαφορά το χρόνο ωρίμανσης, τότε ο κάτοχος του μακροβιότερου option, θα έχει περισσότερες ευκαιρίες (χρόνο) να εξασκήσει το δικαίωμα του, σε αντίθεση με το κάτοχο του άλλου option. Αν και στα European options συνήθως αυξάνεται η αξία τους καθώς αυξάνεται ο χρόνος ωρίμανσης, κάτι τέτοιο δεν ισχύει πάντοτε. Στη περίπτωση όπου υπάρχουν πάλι δύο ίδια European call option με χρόνο ωρίμανσης όμως τον έναν και δύο μήνες αντίστοιχα, αλλά αναμένεται η πληρωμή μεγάλου μερίσματος στις έξι βδομάδες, το μέρισμα θα προκαλέσει μεγάλη μείωση στη τιμή του δεύτερου option, με αποτέλεσμα το πρώτο να έχει μεγαλύτερη αξία.

Όπως έχει αναφερθεί και στο δεύτερο κεφάλαιο, η μεταβλητότητα είναι ένα μέτρο αβεβαιότητας της μελλοντικής τιμής μιας μετοχής. Όσο λοιπόν η μεταβλητότητα αυξάνεται, αυξάνεται και η πιθανότητα η μετοχή να έχει μία πολύ καλή ή πολύ κακή επίδοση. Αν και για το κάτοχο της μετοχής αυτές οι δύο παρατηρήσεις τείνουν να αλληλοεξουδετερώνονται, δεν ισχύει το ίδιο και για το κάτοχο ενός option. Ο κάτοχος του call επωφελείται από τις ανοδικές κινήσεις της μετοχής αλλά έχει περιορισμένο κατερχόμενο κίνδυνο, διότι το μέγιστο που μπορεί να χάσει είναι η αξία του option. Παρομοίως, ο κάτοχος ενός put, επωφελείται από τη πτώση μιας μετοχής, αλλά έχει επίσης περιορισμένο κατερχόμενο κίνδυνο από τις

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ανόδους της τιμής. Γι'αυτό το λόγο λοιπόν, η αξία των option αυξάνεται, όσο αυξάνεται και η μεταβλητότητα.

Το επιτόκιο χωρίς κίνδυνο επηρεάζει τη τιμή των options με πιο έμμεσο τρόπο από ότι οι υπόλοιπες μεταβλητές. Καθώς τα επιτόκια σε μία οικονομία αυξάνονται, οι αποδόσεις από τις μετοχές που απαιτούν οι επενδυτές αυξάνονται. Επίσης, η παρούσα αξία κάθε μελλοντικής χρηματοροής από το option έχει λιγότερη αξία. Ο συνδυασμός αυτών των δύο επιδράσεων, προκαλεί την αύξηση της τιμής των call options, και τη μείωση των put options. Βέβαια πρέπει να αναφερθεί ότι ο παραπάνω συλλογισμός θεωρεί ότι οι υπόλοιπες μεταβλητές παραμένουν σταθερές. Στη πράξη όμως, όταν τα επιτόκια, αυξάνονται, οι τιμές των μετοχών πέφτουν, με αποτέλεσμα οι τιμές των call options να μειώνονται, και των put options να αυξάνονται, ενώ όταν τα επιτόκια μειώνονται, παρατηρείται το αντίθετο αποτέλεσμα.

Τα μερίσματα γενικά έχουν τη τάση να μειώνουν τη τιμή των μετοχών την ημέρα καταχώρησης τους. Αυτό φυσικά είναι άσχημο για τα call options, και καλό για τα put options. Ας υποτεθεί ένα μέρισμα που καταγράφεται κατά τη διάρκεια ζωής ενός option. Η αξία του option είναι αρνητικά συσχετιζόμενη με το μέγεθος του μερίσματος εάν αυτό είναι call, και θετικά εάν είναι put.

4.6 Στρατηγικές με τη χρήση Options

Αν και αναφέρθηκε παραπάνω το pattern του ενδεχόμενου κέρδους από μία επένδυση σε ένα option, ο συνδυασμός άνω του ενός και διαφορετικών options, μπορούν να δημιουργήσουν διαφορετικά pattern κέρδους, αναλόγως με τη στρατηγική που επιθυμεί να ακολουθήσει κάθε επενδυτής.

Τα spreads

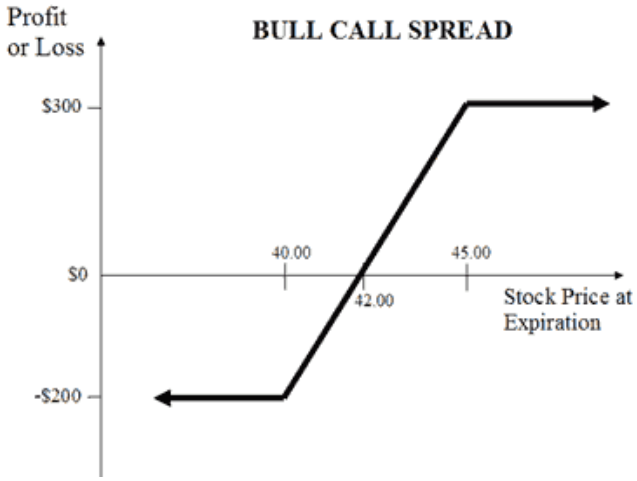
Η στρατηγική με spread, συμπεριλαμβάνει τη κτήση μίας θέσης σε δύο ή παραπάνω options ίδιου τύπου, και παίρνει διάφορες μορφές οι οποίες είναι οι εξής:

- *Bull Spread*

Μία από τις πιο δημοφιλής στρατηγικές είναι το bull spread. Ένα bull spread δημιουργείται εάν αγοραστεί ένα European call option σε μία συγκεκριμένη τιμή, και πωληθεί ένα ακόμα European call πάνω στην ίδια μετοχή και ίδια ημερομηνία λήξης αλλά με υψηλότερη τιμή εξάσκησης. Το κέρδος της στρατηγικής είναι φυσικά το άθροισμα του κέρδους των δύο option. Επίσης αφού ένα call option με υψηλότερη τιμή εξάσκησης έχει μικρότερη τιμή από ένα ίδιο με χαμηλότερη, ένα bull spread αποτελούμενο από call options έχει αρχικό κόστος.

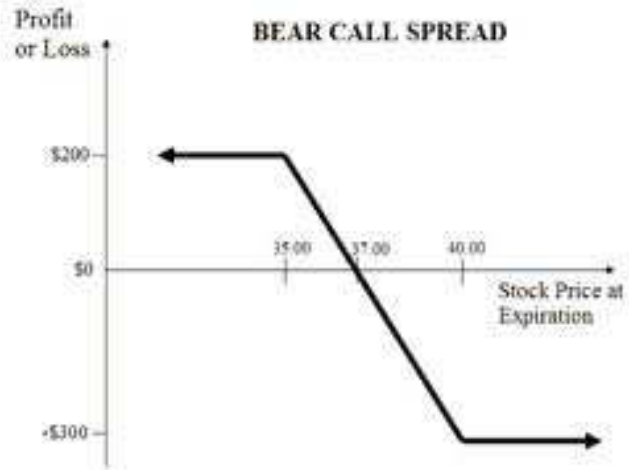
Με τη συγκεκριμένη στρατηγική όπως φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα, ο επενδυτής θυσιάζει ποσοστό των πιθανών κερδών από τη θέση σε ένα call option, με αντάλλαγμα την αντίστοιχη μείωση του κατερχόμενου κινδύνου. Ένα bull spread μπορεί επίσης να δημιουργηθεί αγοράζοντας ένα European put με χαμηλή τιμή εξάσκησης, και πουλώντας ένα κατά τα άλλα ίδιο European put option με ψηλή τιμή. Η στρατηγική αυτή αν και έχει τα ίδια αποτελέσματα με τη προηγούμενη, συμπεριλαμβάνει μία αρχική θετική ή μηδενική χρηματική ροή.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ



- *Bear Spread*

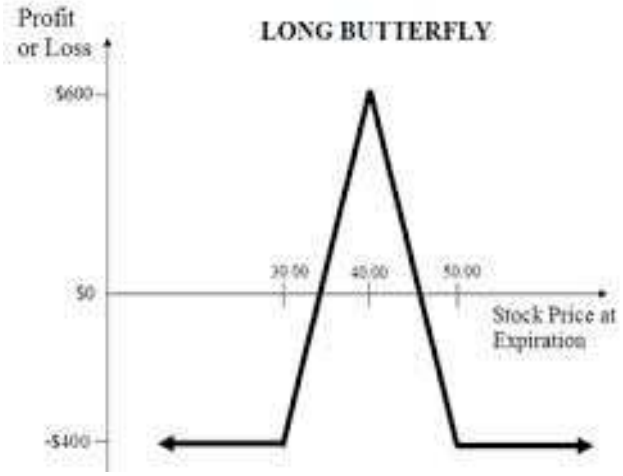
Αν ένας επενδυτής που ακολουθεί μία στρατηγική με bull spread αναμένει αύξηση της τιμής της μετοχής, αυτός που ακολουθεί στρατηγική με bear spread ελπίζει ότι η τιμή της μετοχής θα μειωθεί. Τα bear spreads δημιουργούνται αγοράζοντας ένα European put με μία τιμή Α, και πουλώντας ένα ίδιο European put με χαμηλότερη τιμή, πράγμα που σημαίνει ότι απαιτούνται χρήματα για να ακολουθηθεί αυτή η στρατηγική, αφού το option που πωλείται είναι φθηνότερο από αυτό που αγοράζεται. Φυσικά όπως και με το bull spread, το ίδιο αποτέλεσμα μπορεί να επιτευχθεί και με European calls, όμως προσφέροντας αυτή τη φορά θετική χρηματοροή στον επενδυτή που θα την ακολουθήσει.



- *Butterfly Spread*

Μία ακόμη δημοφιλή στρατηγική, είναι το butterfly spread το οποίο επιτυγχάνεται αγοράζοντας ένα European call option με πολύ χαμηλή τιμή εξάσκησης, ένα ακόμα ίδιο με πολύ υψηλή τιμή εξάσκησης, και πουλώντας δύο με τιμή εξάσκησης τη μισή διαφορά της τιμής εξάσκησης των άλλων δύο και η οποία βρίσκεται συνήθως πολύ κοντά στη τρέχουσα τιμή του υποκείμενου τίτλου. Η

συγκεκριμένη στρατηγική μπορεί να εφαρμοστεί και με τη χρήση European put options, με το ίδιο ακριβώς αποτέλεσμα και βάσει του put – call parity, με το ίδιο ακριβώς κόστος.

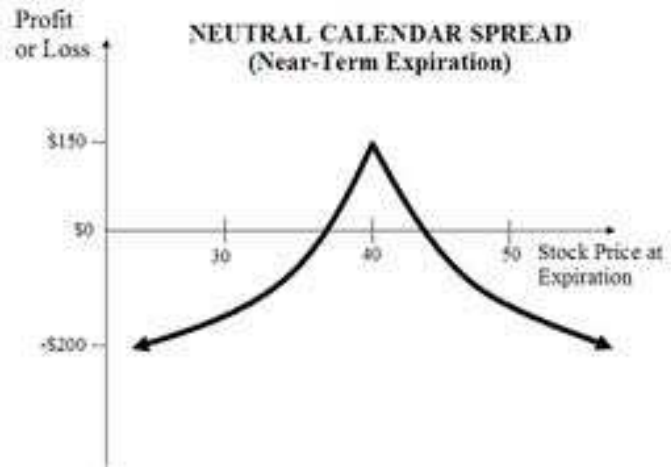


Το butterfly spread όπως φαίνεται και στο διάγραμμα, έχει κερδοφόρα αποτελέσματα, όταν κατά την ωριμότητα των options, η τιμή της υποκείμενης μετοχής βρίσκεται κοντά στη αρχική της τιμή, ενώ έχει ζημία όταν η τιμή της μετοχής βρίσκεται μακριά από την αρχική της τιμή. Είναι ευνόητο λοιπόν ότι επενδυτές που πιστεύουν ότι δε θα υπάρχει μεταβλητότητα της τιμής μίας συγκεκριμένης μετοχής για ένα χρονικό διάστημα, προτιμούν το butterfly spread, το οποίο μπορεί και να γίνει short sell, παίρνοντας ακριβώς τις αντίθετες θέσεις και δίνοντας τα ακριβώς αντίθετα αποτελέσματα.

- *Calendar Spread*

Ως τώρα υποθέταμε ότι τα options που χρησιμοποιούνταν για τη δημιουργία ενός spread είχαν την ίδια ημερομηνία λήξης. Με τα calendar spreads όμως τα optinos που χρησιμοποιούνται έχουν την ίδια τιμή εξάσκησης και διαφορετική ημερομηνία λήξης.

Ένα calendar spread μπορεί να δημιουργηθεί πουλώντας ένα European call option με συγκεκριμένη ημερομηνία λήξης, και αγοράζοντας ένα European call option με ίδια τιμή εξάσκησης, αλλά μεγαλύτερης ωριμότητας. Μιας και ένα option όσο αργότερα είναι η λήξη του, τόσο ακριβότερο είναι, η στρατηγική αυτή έχει κόστος για να εφαρμοσθεί. Όπως υποδεικνύει και το διάγραμμα, η συνάρτηση κέρδους που δίνεται από αυτή τη στρατηγική, είναι πολύ παρόμοια με το butterfly spread, και στηρίζεται στην υπόθεση ότι με τη λήξη του short-maturity option, κλείνεται και η θέση του long-maturity. Έτσι όσο πιο κοντά κατά τη λήξη short-maturity option είναι η τιμή της μετοχής στη τιμή εξάσκησης, τόσο μεγαλύτερο είναι το κέρδος, ενώ όσο πιο μακριά είναι η πρώτη από το δεύτερη υπάρχει απώλεια, μικρότερη όμως από αυτή που θα προκαλούσε ένα butterfly spread.



Για να γίνει πιο εύκολα κατανοητή αυτή η στρατηγική, αρκεί να γίνει αντιληπτό ότι στη περίπτωση μίας μεγάλης μείωσης της τιμής της μετοχής κατά τη λήξη του short-maturity option, το τελευταίο δεν έχει αξία, και αυτό με long-maturity έχει πολύ μικρή, με αποτέλεσμα η απώλεια να ισούται σχεδόν με το κόστος της στρατηγικής. Στη περίπτωση της μεγάλης αύξησης της μετοχής τπ πρώτο option θα κοστίσει St – K και το δεύτερο θα επιφέρει κέρδος σχεδόν St – K, με αποτέλεσμα η απώλεια να είναι ίση με πριν. Όμως εάν η τιμή της μετοχής κατά τη λήξη του short-maturity option είναι κοντά στη τιμή εξάσκησης, τότε το short-maturity option θα κοστίσει είτε ελάχιστα είτε καθόλου, και το long-maturity θα επιφέρει έσοδα από τη πώληση του αφού θα έχει σημαντική αξία.

Η συγκεκριμένη έχει διάφορες παραλλαγές, όπως το bullish calendar spread, όπου γίνεται με υψηλότερη τιμή εξάσκησης, και το bearish calendar spread, το οποίο έχει χαμηλότερη τιμή εξάσκησης, ενώ το ίδιο αποτέλεσμα μπορεί και να επιτευχθεί και με put options, αγοράζοντας πάλι ένα με long-maturity και πουλώντας ένα με short-maturity. Φυσικά υπάρχει και επιλογή να παιχτεί "short" η στρατηγική κάνοντας της αντίθετες κινήσεις.

- *Diagonal Spread*

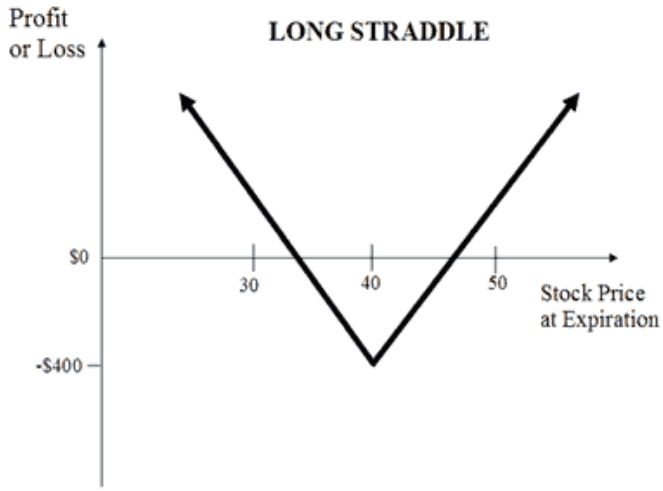
Τα bull, bear και calendar spreads δημιουργούνται από long και short positions σε call options. Τα δύο πρώτα αποτελούνται από calls με ίδια ημερομηνία λήξης, ενώ για τα τελευταία έχουν ίδια τιμή εξάσκησης με διαφορετική ημερομηνία λήξης. Όμως αν χρησιμοποιηθεί μία στρατηγική με call options με διαφορετική τιμή εξάσκησης αλλά και ημερομηνία λήξης, τότε αυξάνονται τα πιθανά περιθώρια κέρδους, δίνοντας περισσότερες επιλογές, και ονομάζεται diagonal spread.

- *Straddle*

Όμως οι στρατηγικές με options δεν σταματούν εδώ, αφού μπορούν να δημιουργηθούν και άλλες συνδυάζοντας μαζί calls και puts. Μία από τις πιο δημοφιλής εξ αυτών, είναι το straddle, το οποίο περιλαμβάνει την αγορά ενός European call και put, με την ίδια ημερομηνία λήξης και τιμή εξάσκησης. Εάν η τιμή της μετοχής είναι κοντά στη τιμή εξάσκησης με τη λήξη των options, η στρατηγική

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

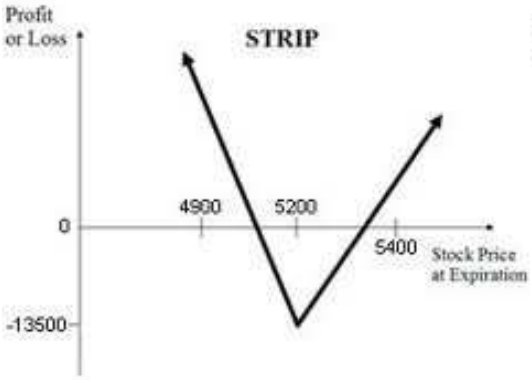
οδηγεί σε απώλεια. Όμως εάν υπάρχει σημαντική μεταβολή της τιμής πρώτα πάνω ή κάτω, τότε υπάρχει σημαντικό κέρδος.

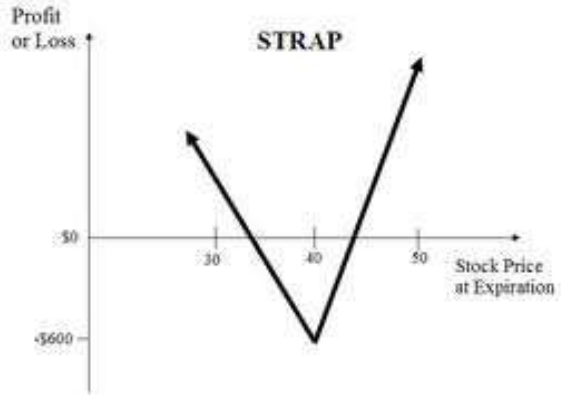


Προφανώς η χρήση του straddle ενδείκνυνται όταν ένας επενδυτής αναμένει μεγάλη μεταβλητότητα της τιμής μιας μετοχής αλλά δεν γνωρίζει προς τα που θα κατευθυνθεί. Η αναφερόμενη στρατηγική είναι επίσης γνωστή και ως bottom straddle ή straddle purchase, ενώ η αντίθετη θέση αυτής ονομάζεται top straddle ή straddle write. Η εφαρμογή όμως ενός τέτοιου spread, είναι ιδιαίτερα επικίνδυνη, αφού παρέχει συγκεκριμένα κέρδη σε περίπτωση που η τιμή της μετοχής είναι κοντά στη τιμή εξάσκησης κατά την ημερομηνία λήξης, ενώ οι απώλειες είναι απεριόριστες σε περίπτωση ακραίων κινήσεων της μετοχής.

- *Strips and Straps*

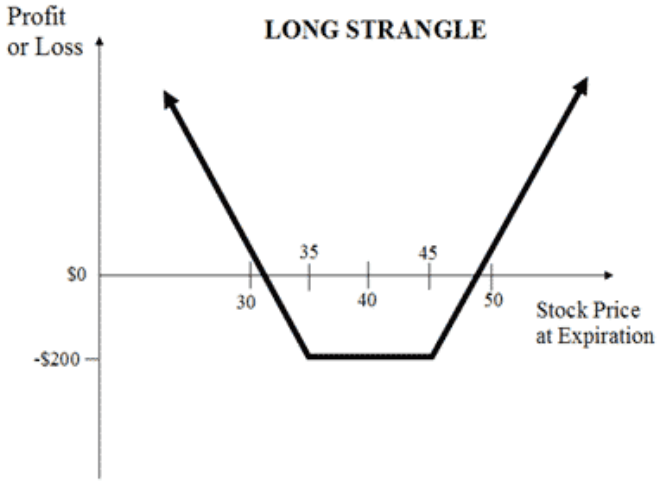
Παραπλήσια στρατηγική του Straddle είναι το strip το ποίο εφαρμόζεται με long position σε ένα European call και σε δύο European puts με ίδια ημερομηνία λήξης και τιμή εξάσκησης, και το strap, το οποίο πραγματοποιείτε πάλι με long position σε δύο όμως European calls και ένα European put με τα ίδια επίσης χαρακτηριστικά. Η πρώτη στρατηγική εφαρμόζεται όταν αναμένεται μεγάλη μεταβλητότητα στη τιμή της μετοχής με περισσότερες πιθανότητες πτώσης, και η δεύτερη πάλι όταν προβλέπεται μεγάλη μεταβλητότητα, αλλά με τις πιθανότητες υπέρ μιας ανόδου.





- *Strangle*

Μία παρόμοια στρατηγική με την straddle είναι η strangle, με την οποία ένας επενδυτής αγοράζει ένα European put και ένα European call με κοινή ημερομηνία λήξης και διαφορετική εξάσκησης, μόνο που τιμή εξάσκησης του call πρέπει να είναι μεγαλύτερη από αυτή του put. Όπως και στη straddle, έτσι και στη strangle, ένας επενδυτής αναμένει μεγάλες μεταβολές της τιμής της μετοχής, όμως χωρίς να είναι σίγουρος για την κατεύθυνση αυτής της μεταβολής, όμως η απώλεια στη τελευταία είναι μικρότερη σε περίπτωση που η τιμή της μετοχής κλείσει σε επίπεδα κοντά στη κεντρική τιμή.



Το σχήμα του διαγράμματος κερδών της strangle εξαρτάται από το πόσο κοντά είναι οι δύο τιμές εξάσκησης. Όσο πιο μακριά είναι αυτές, τόσο μειώνονται οι πιθανές απώλειες, αλλά τόσο πιο πολύ πρέπει να μεταβληθεί η τιμή για να αποκτηθούν κέρδη. Στη περίπτωση που ένας επενδυτής δεν περιμένει μεγάλες μεταβολές στη τιμή της μετοχής, μπορεί να πάρει short position στη strangle, όμως και όπως και στη πώληση της straddle, δεν υπάρχει περιορισμός στις απώλειες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. Εμπειρική Εφαρμογή

5.1 Βελτιστοποίηση Διεθνούς Χαρτοφυλακίου

Η δημιουργία ενός αποτελεσματικού χαρτοφυλακίου, βάσει και όσων αναφέρθηκαν στην εισαγωγή της εργασίας αυτής, είναι η διαδικασία κατά την οποία οι επενδυτές τοποθετούν το πλούτο τους σε διαφορετικά περιουσιακά στοιχεία με σκοπό να πετύχουν όχι μόνο τη μεγιστοποίηση της απόδοσης αλλά και συγχρόνως, την ελαχιστοποίηση του κινδύνου που διατρέχουν οι επενδύσεις αυτές. Με τη δημιουργία όμως ενός διεθνούς χαρτοφυλακίου ο παράγοντας κίνδυνος μπορεί να μειωθεί περαιτέρω αφού μειώνεται αισθητά η συσχέτιση που έχουν μεταξύ τους τα διεθνή περιουσιακά στοιχεία σε σχέση με τη συσχέτιση που έχουν μεταξύ τους εγχώρια περιουσιακά στοιχεία. Εκμεταλλευόμενοι λοιπόν τη χαμηλή συσχέτιση που έχουν μεταξύ τους τα διεθνή περιουσιακά στοιχεία οι επενδυτές που τοποθετούνται σε διεθνής αγορές μπορούν έτσι να δημιουργήσουν ακόμα αποτελεσματικότερα χαρτοφυλάκια.

Για να επιτευχθεί όμως κάτι τέτοιο πρέπει να επιλεγούν τα κατάλληλα περιουσιακά στοιχεία μέσα από μία πληθώρα επιλογών, και παράλληλα να αποφασισθεί το ποσοστό του επενδυμένου κεφαλαίου που θα επενδυθεί σε κάθε ένα από τα επιλεγμένα περιουσιακά στοιχεία. Με άλλα λόγια ο επενδυτής πρέπει να αποφασίσει τι ποσοστό του χαρτοφυλακίου του θα επενδύσει σε κάθε αγορά ξεχωριστά και ποια περιουσιακά στοιχεία από τη κάθε αγορά θα επιλέξει να τοποθετηθεί.

Οι απαντήσεις λοιπόν σε ένα τέτοιο περίπλοκο πρόβλημα δίνονται στις παρακάτω ενότητες του κεφαλαίου αυτού. Συγκεκριμένα στη δεύτερη ενότητα περιγράφονται οι υποθέσεις που λαμβάνουμε υπόψιν για τη δημιουργία του μοντέλου βελτιστοποίησης όσο αναφορά τον επενδυτή και την αγορά. Στη συνέχεια αναφέρονται τα περιουσιακά στοιχεία που έχουν επιλεγεί και τα αντίστοιχα δεδομένα τους, στη τέταρτη ενότητα αναλύεται το μαθηματικό μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε για την επίλυση του προβλήματος, και στη τελευταία ενότητα του κεφαλαίου παραθέτονται και αναλύονται τα αποτελέσματα της εμπειρικής εφαρμογής.

5.2 Οι Υποθέσεις του προβλήματος

Το εμπειρικό μοντέλο της εργασίας αυτής βασίζεται σε μία σειρά από υποθέσεις οι οποίες μας βοηθούν να οριστικοποιήσουμε το πρόβλημα. Αρχικά υποθέτουμε πως το πρόβλημα λύνεται από τη σκοπιά ενός έλληνα επενδυτή, που σημαίνει ότι η εγχώρια αγορά του προβλήματος είναι η ελληνική, το νόμισμα στο οποίο θα μετατρέπουμε κάθε περιουσιακό στοιχεία μετά τη ρευστοποίηση του είναι το Ευρώ, και επίσης ο δείκτης με τον οποίο θα συγκρίνουμε τις αποδόσεις των χαρτοφυλακίων που θα δημιουργήσουμε είναι ο γενικός δείκτης του ελληνικού χρηματιστηρίου (FTSE20).

Αν και από το 1952 με την εργασία του Markowitz ξεκίνησε η βελτιστοποίηση χαρτοφυλακίων, το ενδιαφέρον προς τη δημιουργία διεθνών χαρτοφυλακίων στράφηκε μόλις το 1970 και μετά με την εργασία των Levy και

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Sarnat (1970) οι οποίοι παρουσίασαν μία εκτίμηση για τα οφέλη της διαφοροποίησης του κινδύνου σε διεθνές επίπεδο. Παρόλα αυτά πολλοί επενδυτές ήταν απρόθυμοι να προσθέσουν στο χαρτοφυλάκιο τους διεθνής περιουσιακά στοιχεία, καθώς δεν επιθυμούσαν να αναλάβουν πέραν του κινδύνου των μετοχών, και των συναλλαγματικό κίνδυνο της εκάστοτε αγοράς. Από την άλλη πλευρά όμως, πληθώρα ερευνητών έχουν συμπεράνει πως οι διεθνής αγορές είναι αρκετά ασυσχέτιστες ώστε να προσφέρουν ένα ευρύ πεδίο για διαφοροποίηση των χαρτοφυλακίων.

Ο επενδυτής λοιπόν έχει πλήρη γνώση των τρεχουσών τιμών των περιουσιακών στοιχεία που μελετά αλλά και των συναλλαγματικών ισοτιμιών, τις οποίες και προσπαθεί να εκτιμήσει έτσι ώστε να έχει τη μέγιστη δυνατή απόδοση το χαρτοφυλάκιο του. Η εκτίμηση αυτή γίνεται με την επεξεργασία των ιστορικών δεδομένων των αποδόσεων των περιουσιακών στοιχείων που μας αφορούν από το μοντέλο βελτιστοποίησης που έχουμε δημιουργήσει μέσο της GAMS. Τα ιστορικά δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν στην εμπειρική εφαρμογή είναι μηνιαία και ξεκινούν από τις 31/12/1999 και καταλήγουν στις 31/12/2012, δηλαδή το δείγμα μας αποτελείτε από 157 σενάρια για κάθε περιουσιακό στοιχείο και συναλλαγματική ισοτιμία που μελετάμε.

5.3 Η Πηγή των Δεδομένων

Τα περιουσιακά στοιχεία τα οποία μελετάμε είναι οι δείκτες των μετοχικών αγορών και το 10 ετές ομόλογο των αγορών της Ελλάδας(GR), η οποία θεωρείτε και η εγχώρια αγορά, των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής(US), του Ηνωμένου Βασιλείου(UK), και της Ιαπωνίας(JP),και θα συμβολίζονται στο μοντέλο βελτιστοποίησης ως εξής:

GR1: Greek Stock Index,
GR2:Greek (10years maturity) government bond,
US1: US Stock Index,
US2: US (10years maturity) government bond,
UK1: UK Stock Index,
UK2: UK (10years maturity) government bond,
JP1:Japanese Stock Index
JP2: Japanese (10years maturity) government bond.

Οι τιμές των χρηματιστηριακών δεικτών, των κρατικών ομολόγων και οι συναλλαγματικές ισοτιμίες έχουν αποκτηθεί από το πρόγραμμα Datastream. Τα παραπάνω δεδομένα είναι μηνιαία, και αντιστοιχούν στο κλείσιμο του κάθε περιουσιακού στοιχείου κατά τη τελευταία συνεδρία του κάθε μήνα από τις 31/12/1999 μέχρι και τις 31/12/2013.

5.4.1 Το Μοντέλο Βελτιστοποίησης Διεθνούς Χαρτοφυλακίου

Το κατάλληλο μαθηματικό εργαλείο για την βελτιστοποίηση ενός διεθνούς χαρτοφυλακίου είναι τα στοχαστικά μοντέλα. Τα στοχαστικά μοντέλα αποτελούν μοντέλα βελτιστοποίησης πολλαπλών περιόδων τα οποία λειτουργούν κάτω από

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

συνθήκες αβεβαιότητας. Τα μοντέλα αυτά πρωτοεμφανίστηκαν τη δεκαετία του 1950 μέσα από τη δουλειά των Dantzing (1955) και Wets (1966) και σήμερα είναι ευρέως αποδεκτά στη μοντελοποίηση χρηματοοικονομικών προβλημάτων καθώς δεν περιορίζονται σε κάποια υπόθεση σχετικά με την κατανομή των τυχαίων μεταβλητών. Το στοχαστικό μοντέλο που θα χρησιμοποιηθεί είναι το CVaR (Rockafellar και Uryasev 2002). Ο λόγος είναι ότι οι αποδόσεις των μετοχών και οι τιμές των συναλλαγματικών ισοτιμιών, ακολουθούν ασύμμετρες κατανομές που χαρακτηρίζονται από υπερβολική κύρτωση.

Πιο συγκεκριμένα, Το μοντέλο που έχουμε δημιουργήσει καθορίζει μία σειρά από επενδυτικές αποφάσεις στο τέλος κάθε μήνα, καθ'όλη τη διάρκεια του 2013, δηλαδή 12 αποφάσεις. Ο επενδυτής του χαρτοφυλακίου ξεκινά με το ποσό του 1000000 € (νόμισμα αναφοράς) και με βάση τα ιστορικά δεδομένα (historical data) που έχει στη διάθεση του για τους τίτλους των αγορών που αναφέραμε παραπάνω και τις αντίστοιχες ισοτιμίες του νομίσματος αναφοράς με τα αντίστοιχα νομίσματα των αγορών αυτών, καλείται να δημιουργήσει ένα αρχικό χαρτοφυλάκιο που να ικανοποιεί τους περιορισμούς που έχουμε θέσει.

Στην αρχή του επόμενου μήνα, ήδη έχει στα χέρια του ένα ώριμο χαρτοφυλάκιο, η σύνθεση του οποίου φυσικά εξαρτάται από τις συναλλαγές που είχε κάνει στο προηγούμενο σημείο απόφασης, και η αξία του από το αποτέλεσμα των αποδόσεων των τίτλων που είχε επιλέξει και των αντίστοιχων ισοτιμιών των νομισμάτων στα οποία αναφέρονται οι τίτλοι αυτοί, σε σχέση με το νόμισμα αναφοράς. Σε αυτό το χρονικό σημείο λοιπόν, ο επενδυτής καλείται να πάρει μία ακόμα απόφαση (δώδεκα το σύνολο, για ένα χρόνο) για την αναδιάρθρωση του χαρτοφυλακίου, δεδομένου όμως ότι τώρα έχει ήδη στη διάθεση του μία συγκεκριμένη ποσότητα από εγχώριους, και διεθνείς τίτλους, για τους οποίους θα αποφασίσει εάν θα τους διατηρήσει ή μειώσει ή αυξήσει και εάν θα προβεί στην αγορά νέων τίτλων, είτε εγχώριων, είτε διεθνών, πάντα συναρτήσει των περιορισμών που έχει θέσει εξ αρχής πως πρέπει να ικανοποιούνται σε κάθε χρονικό σημείο απόφασης.

Το πρόβλημα της ενεργής διαχείρισης διεθνούς χαρτοφυλακίου, αντιμετωπίζεται από τη σκοπιά ενός έλληνα επενδυτή (νόμισμα αναφοράς το Ευρώ). Χωρίς απώλεια της γενικότητας, καμία άμεση συναλλαγή δεν θα εκτελείται μεταξύ ξένων νομισμάτων (είτε στη spot είτε στη forward αγορά), ώστε να απλοποιηθεί η φόρμουλα του μοντέλου, και να ελαττωθούν τα απαραίτητα δεδομένα, όπως και οι μεταβλητές απόφασης. Κατά αυτό το τρόπο, όλες οι συναλλαγές νομισμάτων θα πραγματοποιούνται βάσει του νομίσματος αναφοράς, οπότε για να επανατοποθετηθούν επενδύσεις από μία ξένη αγορά σε μία άλλη, τότε θα πρέπει να μετατραπούν σε εγχώριο νόμισμα τα έσοδα από την πώληση των τίτλων που ρευστοποιούνται στις αγορές που μειώνεται η επένδυση, και μετά η εισροή αυτή να μετατραπεί στο αντίστοιχο νόμισμα της αγοράς στην οποία επιθυμείται να αυξηθεί η επένδυση.

Μία βασική λειτουργία του μοντέλου, είναι ότι ελαχιστοποιεί την Εξαρτώμενη Αξία σε Κίνδυνο (CVaR) των απωλειών του χαρτοφυλακίου στο τέλος του ορίζοντα προγραμματισμού (για ένα μήνα, και γίνεται διαδοχικά 12 φορές, δηλαδή παίρνονται αποφάσεις κάθε μήνα για ένα χρόνο). Αυτό σημαίνει ότι ελαχιστοποιεί την αναμενόμενη τιμή στην 'ουρά' (πέρα από το προκαθορισμένο

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

εκατοστημόριο, α) των απωλειών του χαρτοφυλακίου για ένα χρονικό διάστημα ενός μήνα. Το CVaR λοιπόν, είναι η εξαρτώμενη αναμενόμενη τιμή των απωλειών που υπερβαίνουν αυτές του VaR, στο αντίστοιχο εκατοστημόριο.

Ορίζουμε λοιπόν τα ακόλουθα σύμβολα:

Σετ συμβόλων:

C_0 σετ αγορών (χώρα, νόμισμα)

$\ell \in C_0$ δείκτης του εγχώριου νομίσματος του επενδυτή

C σετ ξένων αγορών, $C = C_0 \setminus \{\ell\}$

I_c σετ διαθέσιμων επενδύσεων (κατηγοριών τίτλων) στην αγορά $c \in C$.

Παράμετροι οριζόμενοι από το χρήστη:

α κρίσιμο εκατοστημόριο για το VaR και το CVaR

μ ελάχιστα αποδεκτή απόδοση του χαρτοφυλακίου στο τέλος του χρονικού ορίζοντα σχεδιασμού

h_ℓ αρχικά διαθέσιμα χρήματα σε εγχώριο νόμισμα

Ιστορικά δεδομένα και ντετερμινιστικά δεδομένα εισόδου:

P_{ic} τρέχουσα τιμή του τίτλου $i \in I_c$, $c \in C_0$ (στο αντίστοιχο νόμισμα c)

e_c τρέχουσα ισοτιμία συναλλάγματος των νομισμάτων $c \in C_0$

V_0 συνολική αξία του αρχικού χαρτοφυλακίου (αρχικός πλούτος σε νόμισμα αναφοράς): $V_{0=} \sum_{c \in C_0} \left(h_\ell + \sum_{i \in I_c} b_{ic} P_{ic} \right) e_c$

Μεταβλητές απόφασης:

x_{ic} μονάδες του τίτλου $i \in I_c$, $c \in C_0$ που αγοράστηκε

g_c δαπάνη σε εγχώριο νόμισμα, ℓ, για την αγορά ξένου νομίσματος $c \in C$ στην spot αγορά.

Μεταβλητές που ορίζονται στο τέλος του χρονικού ορίζοντα σχεδιασμού:

V τελική αξία του χαρτοφυλακίου στο τέλος του χρονικού ορίζοντα σχεδιασμού (σε εγχώριο νόμισμα),

R κέρδη του χαρτοφυλακίου κατά το χρονικό ορίζοντα σχεδιασμού,

L απώλειες του χαρτοφυλακίου κατά το χρονικό ορίζοντα σχεδιασμού.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Βοηθητικές μεταβλητές:

ψ απώλεια του χαρτοφυλακίου πέρα του VaR
z μεταβλητή στον ορισμό του CVaR – ισούται με το VaR στη βέλτιστη λύση.

Όλες οι συναλλαγματικές ισοτιμίες θα αναφέρονται ως η ισοδύναμη ποσότητα του ξένου νομίσματος, με μία μονάδα εγχώριου νομίσματος ℓ. Προφανώς, $g_\ell = q_l$, μεταβλητές οι οποίες παραλείπονται από τη διατύπωση.

Οπότε το μοντέλο προγραμματισμού για το πρόβλημα της διαχείρισης του δυναμικού διεθνούς χαρτοφυλακίου διαμορφώνεται ως εξής:

Max. $\zeta = z - \frac{1}{1-\alpha}\sum p_n \Psi_n$ (1α)

$$h_l^0 = \sum_{i \in I_\ell} x_{il}^n P_{il}^n + \sum_{c \in C} g_c^n \,, \tag{1b}$$

$$\frac{g_c^n}{e_c^n} = \sum_{i \in I_c} x_{ic}^n P_{ic}^n \,, \quad \forall c \in C \,, \ \forall n \in N \tag{1c}$$

$$R = \frac{V_T}{V_0} - 1 \tag{1d}$$

$$L = -R \tag{1e}$$

$$\psi \geq L - z \tag{1f}$$

$$\psi \geq 0 \tag{1g}$$

$$x_{ic}^n \geq 0 \,, \qquad \forall c \in C_0, \forall i \in I_c, \forall n \in N \tag{1h}$$

$$R \geq \mu \tag{1i}$$

Where

$$V_T = \sum_{i \in I_l} x_{il} P_{ic}^n + \sum_{c \in C} e_c^n \left(\sum_{i \in I_c} x_{ic} P_{ic}^n \right) \tag{2}$$

Το παραπάνω μοντέλο, πέρα από το ότι ελαχιστοποιεί την εξαρτώμενη αξία σε κίνδυνο των απωλειών του χαρτοφυλακίου στο τέλος του ορίζοντα προγραμματισμού (για τον επόμενο μήνα), παράλληλα θέτει και ένα ελάχιστο στόχο, μ, για την αναμενόμενη απόδοση του χαρτοφυλακίου για το ίδιο χρονικό διάστημα. Η μεταβλητή, ζ, μετρά το CVaR των απωλειών του χαρτοφυλακίου για τον επόμενο

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

μήνα, και το αντίστοιχο VaR των απωλειών του χαρτοφυλακίου (στο εκατοστημόριο α) εκφράζεται από τη μεταβλητή z. Το μοντέλο είναι έτσι δομημένο, ώστε οι αποφάσεις σε κάθε χρονική στιγμή απόφασης (η αρχή κάθε μήνα) να εξαρτούνται από τα ιστορικά δεδομένα (historical data) των τελευταίων δέκα χρόνων.

Οι ισότητες (1b) και (1c) εκφράζουν τις συνθήκες χρηματικής ισορροπίας σε εγχώριο και σε ξένα νομίσματα. Σε κάθε περίπτωση πάντως, η διαθεσιμότητα χρημάτων απορρέει από τα αρχικά αποθέματα, τα έσοδα από τις πωλήσεις τίτλων, και από τις προσοδοφόρες συναλλαγές νομισμάτων στην spot αγορά, τα οποία καλύπτουν τις δαπάνες για τις αγορές τίτλών, εγχώριων και ξένων, και των αντίστοιχων ξένων νομισμάτων.

Οι ισότητες (1d) και (1e) ορίζουν την απόδοση του χαρτοφυλακίου και τις απώλειες αυτού, και οι περιορισμοί (1f) και (1g) τις υπερβάλλουσες απώλειες, ψ= max (0, L – z), για τον επόμενο μήνα. Ο περιορισμός (1h) εμποδίζει τις short θέσεις σε τίτλους. Ο περιορισμός (1i) θέτει μία ελάχιστα αποδεκτή απόδοση του χαρτοφυλακίου για τον επόμενο μήνα, ενώ μεταβάλλοντας την, δημιουργούνται λύσεις που μειώνουν/αυξάνουν την αναμενόμενη απόδοση για μία αντίστοιχη αύξηση/μείωση της συνολικής έκθεσης στο κίνδυνο. Επίσης η ισότητα (2) μετρά την τελική αξία του χαρτοφυλακίου.

Ξεκινώντας λοιπόν με τα αρχικά διαθέσιμα χρήματα, το μοντέλο καθορίζει τη βέλτιστη λύση για τις μεταβλητές απόφασης. Οι αποφάσεις αναδιάρθρωσης του χαρτοφυλακίου για κάθε μήνα, συγκεκριμενοποιούν όχι μόνο τη ποσότητα χρημάτων που θα επενδυθούν σε κάθε αγορά, αλλά και την ποσότητα και των τίτλων που θα αγορασθούν σε αυτήν. Ακόμα, σε δεύτερο χρόνο, forward contracts πάνω σε νομίσματα, θα χρησιμοποιηθούν ώστε να γίνει μερικώς hedging της έκθεσης στο νομισματικό κίνδυνο των επενδύσεων στις ξένες αγορές κατά τη περίοδο προγραμματισμού (ένας μήνας). Έτσι ένα σύνολο αποφάσεων που συνήθως καθορίζονταν ξεχωριστά, εδώ αντιμετωπίζονται σε ένα ενοποιημένο πλαίσιο, ενώ απλές παραλλαγές του μοντέλου που αντικατροπτίζουν εναλλακτικές στρατηγικές εφαρμόζονται για hedging του νομισματικού κινδύνου, πάντα με τη χρήση των forward contracts, ώστε να δειχθεί ποια εξ αυτών επιφέρει τα βέλτιστα αποτελέσματα.

5.4.2 Εμπειρικά Αποτελέσματα του Επανέλεγχου (Backtesting) Βελτιστοποίησης

Η επαλήθευση των μοντέλων βελτιστοποίησης είναι μία βασική διαδικασία για τη συστηματική διαδικασία διαχείρισης κινδύνου. Ο επανέλεγχος (backtesting) αφορά ένα συστηματικό πλαίσιο που συνίσταται στο να επαληθεύεται εάν οι πραγματικές αποδόσεις του χαρτοφυλακίου συμφωνούν με τις εκτιμώμενες. Σε αυτό το σημείο λοιπόν θα παρουσιαστούν αναλυτικά τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τον επανέλεγχο (backtesting) έτσι ώστε να διερευνηθεί κατά πόσον τα στατικά αποτελέσματα υλοποιούνται στην πράξη, διαχρονικά για μία συγκεκριμένη χρονική περίοδο (στη συγκεκριμένη περίπτωση ένα έτος). Τα στατιστικά αποτελέσματα αποκαλύπτουν απλώς δυνητικά οφέλη και όχι πραγματοποιηθέντα κέρδη από την υιοθέτηση μεθόδων διαφοροποίησης του κινδύνου.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω ο επανέλεγχος (backtesting) της βελτιστοποίησης του χαρτοφυλακίου θα γίνει με τη χρήση του General Algebraic Modeling System, ή εν συντομία GAMS. Η GAMS είναι ένα προγραμματιστικό εργαλείο, ιδανικό για τη επίλυση προβλημάτων οικονομικής θεωρίας και χρηματοοικονομικής, αφού στη συγκεκριμένη περίπτωση θα ελέγξει αρχικά την αποτελεσματικότητα του στοχαστικού μοντέλου ως ένα πρακτικό εργαλείο για τη διαχείριση των διεθνών επενδυτικών χαρτοφυλακίων και στη συνέχεια, θα επιλέξει το ποσοστό εκείνο της αξίας του χαρτοφυλακίου που πρέπει να επενδυθεί σε κάθε επιμέρους μετοχή.

Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθούν οι εναλλακτικές στρατηγικές με βάσει τις οποίες επιλύθηκε το στοχαστικό μοντέλο που έχουμε δημιουργήσει. Πρώτον, το μοντέλο επιλύεται αφαιρώντας των περιορισμό της ελάχιστης αποδεκτής απόδοσης (μ), και παράλληλα ελαχιστοποιείτε το μέτρο κινδύνου που έχουμε επιλέξει (CVaR), με σκοπό να δημιουργήσουμε ένα αμυντικό χαρτοφυλάκιο που ενδείκνυται για επενδυτές που αποφεύγουν τον κίνδυνο(risk averse). Δεύτερον, το μοντέλο επιλύεται και πάλι αλλά αυτή τη φορά αντί να ελαχιστοποιήσουμε το CVaR, μεγιστοποιούμε την αναμενόμενη απόδοση (Expected Return), με σκοπό τώρα τη δημιουργία ενός επιθετικού χαρτοφυλακίου το οποίο φυσικά θα προορίζεται για πιο ριψοκίνδυνους(risk lover) επενδυτές, και τρίτων θα έχουμε και μία ενδιάμεση στρατηγική, βάσει της οποίας θα σχηματίζεται ένα μετριοπαθές χαρτοφυλάκιο, που θα ελαχιστοποιεί το μέτρο κινδύνου (CVaR) από τη μία, και από την άλλη θα θέτει μία ελάχιστη αποδεκτή απόδοση, ίση με τη μέση αναμενόμενη απόδοση των άλλων δύο χαρτοφυλακίων, και θα προορίζεται για επενδυτές που είναι ουδέτεροι ως προς το κίνδυνο(risk neutral).

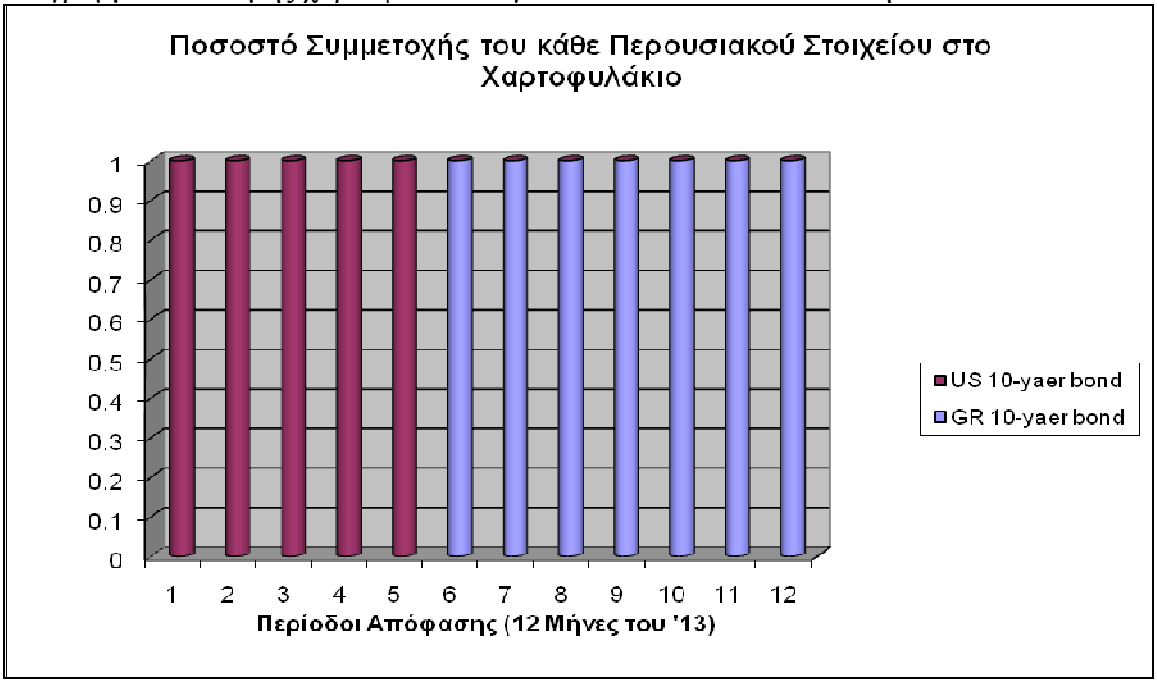
Σύμφωνα λοιπόν με το μοντέλο που έχει περιγραφεί, μέσο της χρήσης του General Algebraic Modeling System καταλήξαμε στης εξής αποφάσεις για τις 3 διαφορετικές στρατηγικές που αντιπροσωπεύουν τα 3 διαφορετικά είδη επενδυτών:

Το πρόβλημα βελτιστοποίησης χαρτοφυλακίου για έναν ‘risk lover’ επενδυτή ουσιαστικά αποτελεί ένα πρόβλημα μεγιστοποίησης της απόδοσης του χαρτοφυλακίου, αδιαφορώντας για το επίπεδο κινδύνου το οποίο αναλαμβάνει ο εν λόγο επενδυτής. Ως εκ τούτου λοιπόν, όλο το προς επένδυση κεφάλαιο, όπως φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα, δαπανάται για την αγορά ενός και μόνο περιουσιακού στοιχείου, το οποίο βάσει των στατιστικών στοιχείων και του μοντέλου που έχουμε δημιουργήσει προσφέρει τη μεγαλύτερη δυνατή αναμενόμενη απόδοση.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Διάγραμμα 1.

Διάγραμμα κατανομής χαρτοφυλακίου για έναν 'risk lover' επενδυτή.



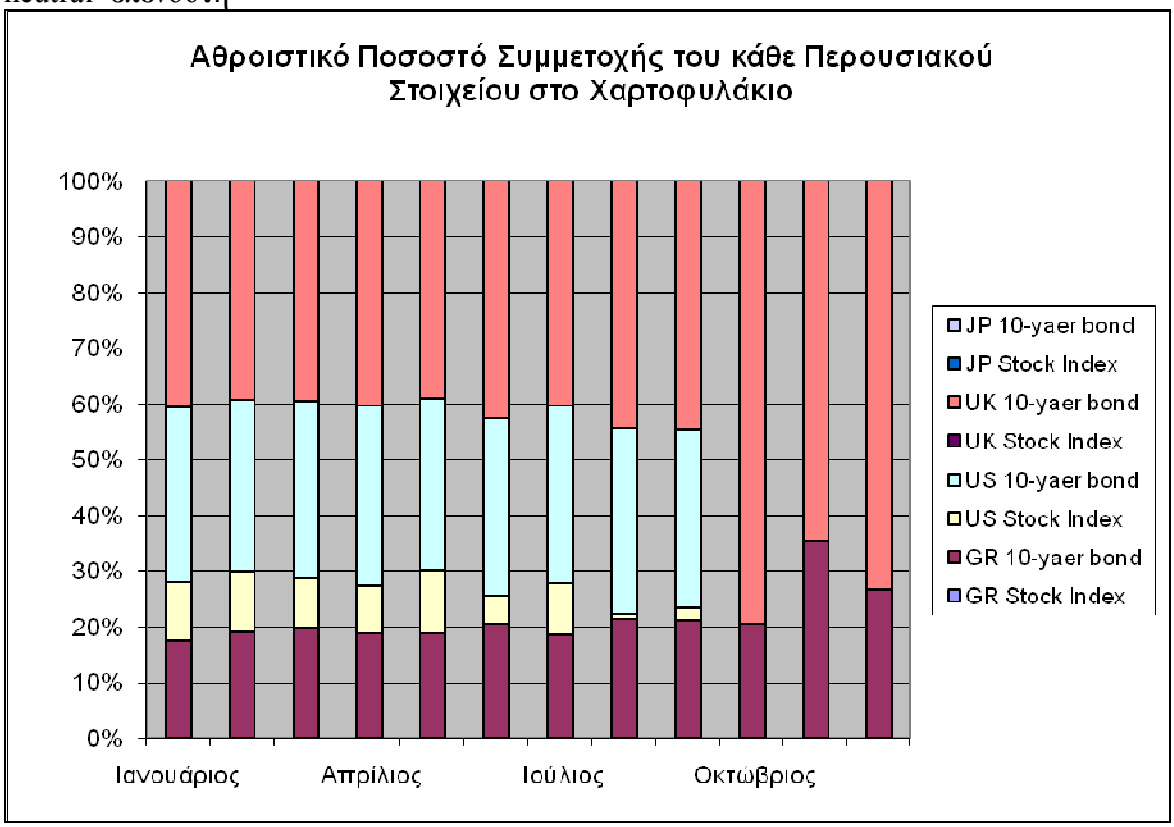
Όπως διακρίνεται και στο διάγραμμα, κατά τους 5 πρώτους μήνες του επανέλεγχου (bakstesting) το σύνολο του χαρτοφυλακίου επενδύεται στο 10ετές αμερικάνικο ομόλογο, και από τον έκτο μήνα και μετά, στο αντίστοιχο ελληνικό ομόλογο. Προφανώς δεν υπάρχει καμία μορφή διαφοροποίησης στο συγκεκριμένο χαρτοφυλάκιο, με αποτέλεσμα η απόδοση του να είναι 100% εξαρτώμενη από την απόδοση του συγκεκριμένου περιουσιακού στοιχείου, και όπως διακρίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα με τις αποδόσεις των χαρτοφυλακίων των 3 σεναρίων, η μεταβλητότητα του αναμένεται να ξεπερνά κατά πολύ των άλλων 2.

Επίσης το γεγονός ότι τα περιουσιακά στοιχεία με τη μεγαλύτερη αναμενόμενη απόδοση είναι αρχικά το αμερικανικό, και εν συνεχεία το ελληνικό 10ετές ομόλογο, και όχι κάποιος μετοχικός δείκτης αν και πρώτης όψεως δημιουργεί έκπληξη, εάν λάβουμε υπόψιν μας τη χρονική περίοδο (31/12/1999 – 31/12/2013) στην οποία ανήκουν τα ιστορικά δεδομένα τα οποία χρησιμοποιεί το μοντέλο μας ένα τέτοιο αποτέλεσμα θα πρέπει να είναι φυσιολογικό, καθώς η περίοδος αυτή συμπεριλαμβάνει 2 οικονομικές κρίσεις (2000 και 2008) και μία περίοδο μακράς οικονομικής αστάθειας για τις παγκόσμιες αγορές. Ως εκ τούτου είναι απολύτως φυσιολογικό βάσει των ιστορικών δεδομένων της τελευταίας 15ετίας τα ομόλογα να δίνουν μεγαλύτερες αναμενόμενες αποδόσεις από τους μετοχικούς δείκτες, αφού οι τελευταίοι ακόμα δεν έχουν ξεπεράσει τα επίπεδα τιμών που είχαν πριν το '00.

Στη συνέχεια παραθέτουμε τα διαγράμματα με τη κατανομή του χαρτοφυλακίου ανά περιουσιακό στοιχείο, ανά διεθνή αγορά και ανά κατηγορία περιουσιακών στοιχείων, για έναν επενδυτή ο οποίος είναι ουδέτερος ως προς το κίνδυνο (risk neutral), δηλαδή είναι διατεθειμένος να αναλάβει μεγαλύτερο κίνδυνο από τον risk averse επενδυτή εφόσον υπάρχουν προσδοκίες για αναλογικά ακόμα μεγαλύτερες αποδόσεις.

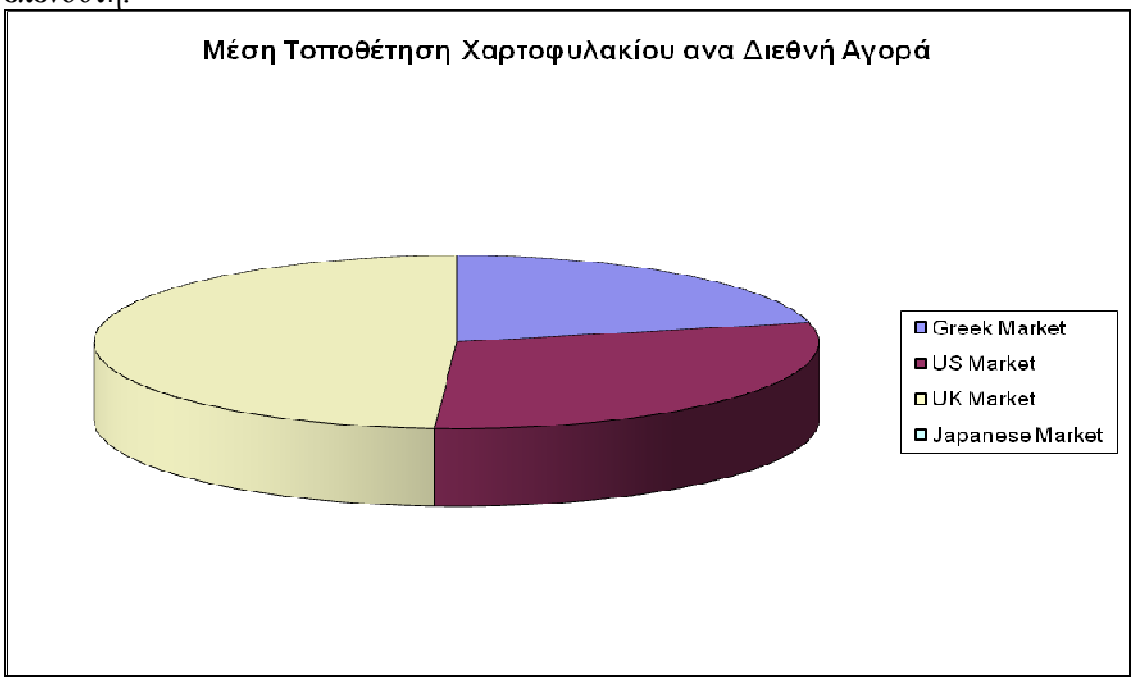
Διάγραμμα 2.

Διάγραμμα κατανομής χαρτοφυλακίου ανα Περουσιακό Στοιχείο για έναν 'risk neutral' επενδυτή



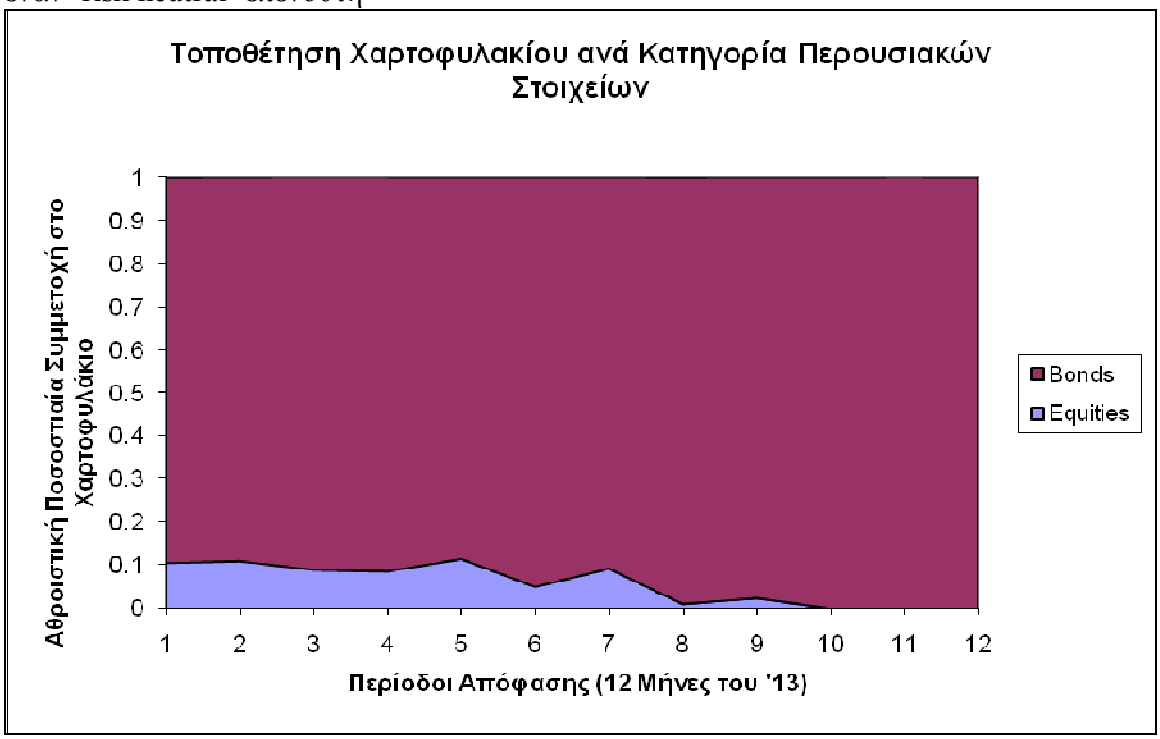
Διάγραμμα 3.

Διάγραμμα κατανομής χαρτοφυλακίου ανα Διεθνή Αγορά για έναν 'risk neutral' επενδυτή.



Διάγραμμα 4.

Διάγραμμα κατανομής χαρτοφυλακίου ανα κατηγορία Περουσιακών Στοιχείων για έναν 'risk neutral' επενδυτή



Όπως διακρίνεται στα ακριβώς παραπάνω διαγράμματα, σε σχέση με το χαρτοφυλάκιο του risk lover επενδυτή, αρχίζει να πραγματοποιείτε η διαφοροποίηση χαρτοφυλακίου θυσιάζοντας ένα μέρος αναμενόμενης απόδοσης, ώστε να μειωθεί το επίπεδο του κινδύνου.

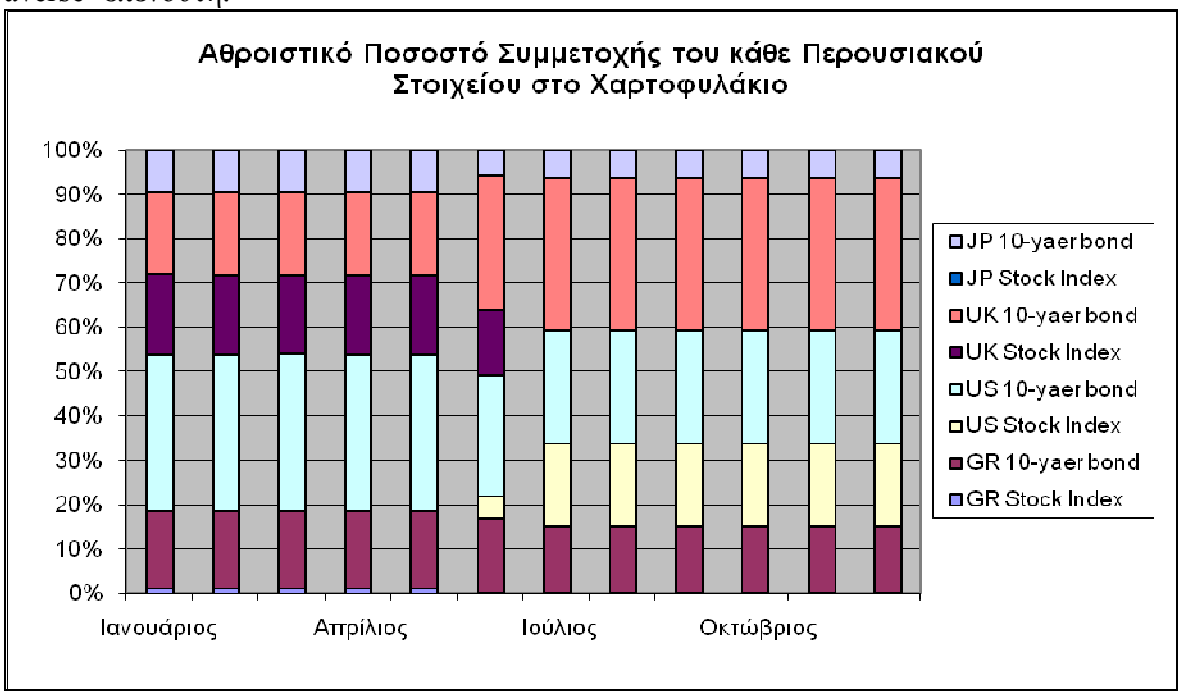
ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Αναλυτικότερα το αγγλικό 10ετές ομόλογο φαίνεται να είναι το περιουσιακό στοιχείο που κυριαρχεί στο χαρτοφυλάκιο, και ακολουθούν αντίστοιχα το αμερικανικό και το ελληνικό 10ετές, με το πρώτο όμως σταδιακά να εξαφανίζεται και το δεύτερο μαζί με το αγγλικό ομόλογο να είναι τα μόνα στοιχεία του χαρτοφυλακίου κατά τις 3 τελευταίες περιόδους απόφασης (Οκτώβρης, Νοέμβρης και Δεκέμβρης).

Η μόνη παρουσία σε μετοχές στο συγκεκριμένο σενάριο είναι στον αμερικανικό δείκτη (S&P500), η οποία μάλιστα είναι και περιορισμένη, αποτελεί αρχικά το 10% του χαρτοφυλακίου και σταδιακά μέχρι την 10 περίοδο απόφασης (Οκτώβρης) αφαιρείται τελείως από το χαρτοφυλάκιο, με αποτέλεσμα η μέση συμμετοχή του χαρτοφυλακίου σε μετοχές να είναι μόλις 5% κατά τη διάρκεια του έτους που γίνεται ο επανέλεγχος (2013), με τα ομόλογα, πρωτίστως το αγγλικό και κατά δεύτερον το αμερικάνικο και το ελληνικό, όπως διακρίνεται και στο ακριβώς παραπάνω διάγραμμα, να κυριαρχούν με μία αθροιστική μέση συμμετοχή της τάξεως του 95%.

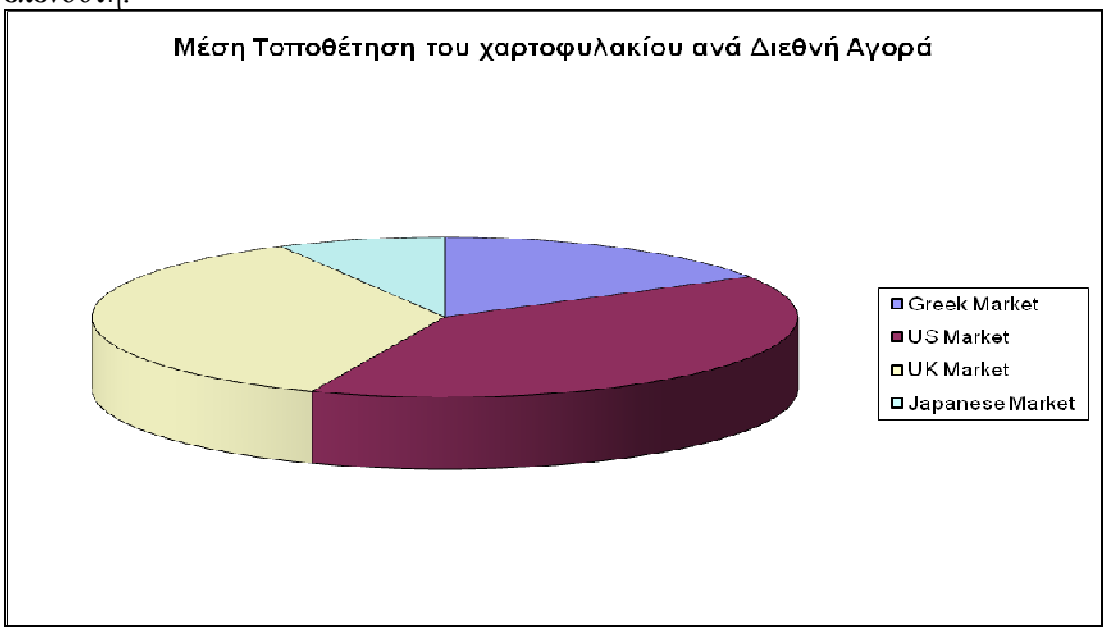
Εν συνεχεία, όσο αναφορά το σενάριο με τον επενδυτή που επιθυμεί να αποφύγει το κίνδυνο (‘risk averse’) η αναμενόμενη απόδοση αγνοείται τελείως ως μεταβλητή του μοντέλου, και δίδεται προτεραιότητα στην ελαχιστοποίηση του μέτρου κινδύνου (CVaR), με αποτέλεσμα όπως διακρίνεται και στα παρακάτω διαγράμματα, να επιτυγχάνεται διαφοροποίηση του χαρτοφυλακίου σε ακόμα μεγαλύτερο βαθμό, διευρύνοντας ακόμη περισσότερο τη γκάμα περιουσιακών προϊόντων στα οποία επενδύουμε, και των διεθνών αγορών στις οποίες τοποθετούμαστε.

Διάγραμμα 5.
Διάγραμμα κατανομής χαρτοφυλακίου ανα Περουσιακό Στοιχείο για έναν ‘risk averse’ επενδυτή.



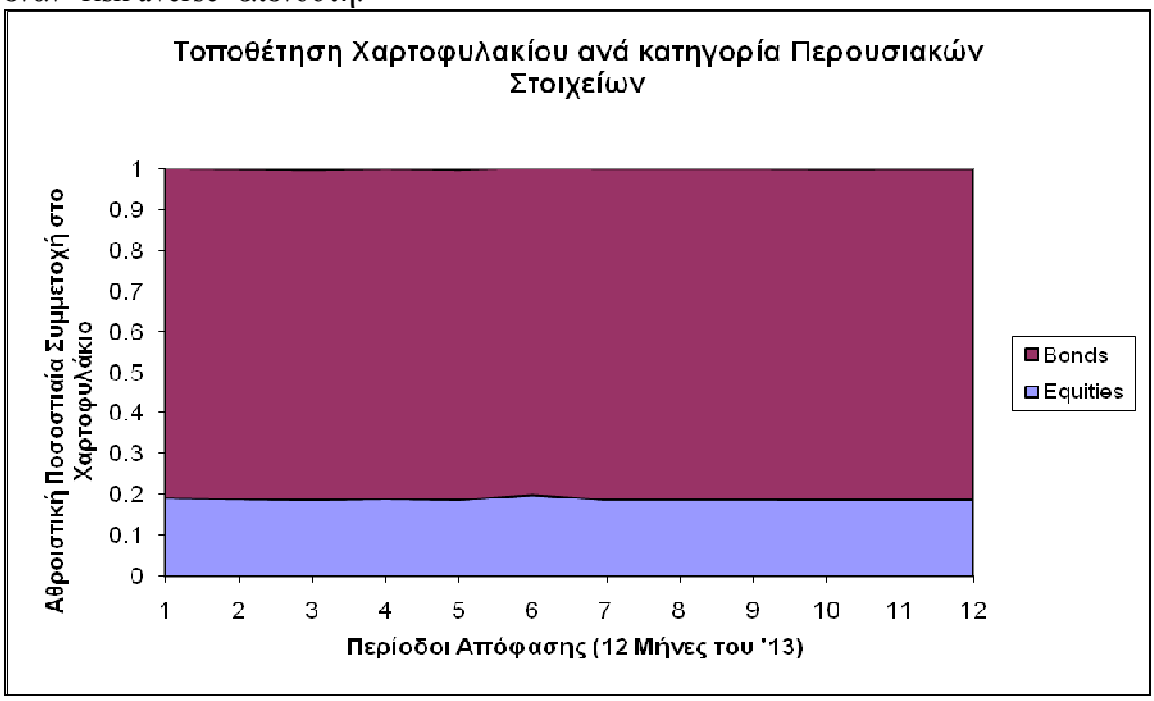
Διάγραμμα 6.

Διάγραμμα κατανομής χαρτοφυλακίου ανα Διεθνή Αγορά για έναν 'risk averse' επενδυτή.



Διάγραμμα 7.

Διάγραμμα κατανομής χαρτοφυλακίου ανα κατηγορία Περουσιακών Στοιχείων για έναν 'risk averse' επενδυτή.



Πλέον, είναι εμφανές από τα διαγράμματα που περιγράφουν το χαρτοφυλάκιο για έναν 'risk averse' επενδυτή, πως η διαφοροποίηση του χαρτοφυλακίου είναι μέγιστης σημασίας. Είναι χαρακτηριστικό άλλωστε πως κατά τις 5 πρώτες περιόδους απόφασης, το χαρτοφυλάκιο μας αποτελείται από 6 περιουσιακά στοιχεία από ένα σύνολο 8 πιθανών επιλογών, ενώ για τις υπόλοιπες 7 περιόδους σταθεροποιείτε στα 5 περιουσιακά στοιχεία. Με ένα τέτοιο βαθμό διαφοροποίησης, μας δημιουργείτε η

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

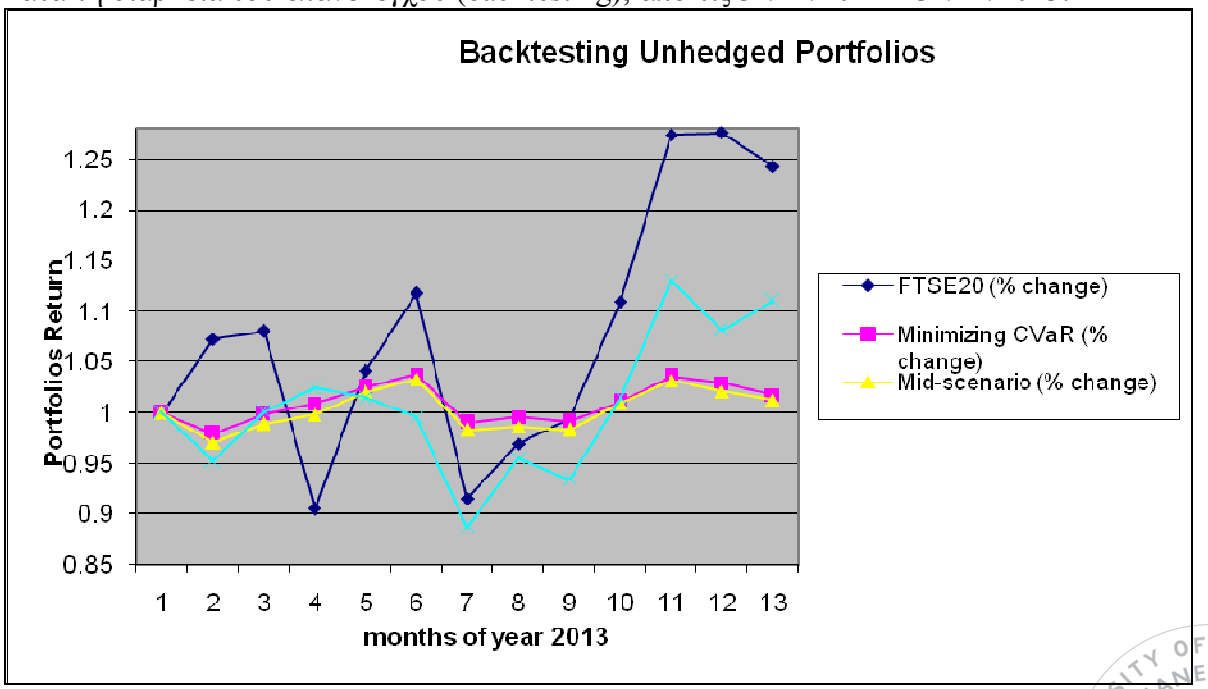
πεποίθηση πως η μεταβλητότητα της αξίας του χαρτοφυλακίου θα είναι μειωμένη ειδικά σε σχέση με το χαρτοφυλάκιο για τον risk lover επενδυτή.

Επιπλέον, όπως εύκολα παρατηρείτε στο διάγραμμα σε σχήμα 'πίτα', θυσιάζοντας λίγο από τη συμμετοχή του χαρτοφυλακίου στην αγγλική αγορά (σε σχέση με το risk neutral), το χαρτοφυλάκιο μας, ανοίγει για πρώτη φορά την αγορά της Ιαπωνίας, και διευρύνει την παρουσία του στην εγχώρια ελληνική αγορά, και παράλληλα βάσει του τελευταίου διαγράμματος, η συμμετοχή του χαρτοφυλακίου σε μετοχικούς δείκτες, αυξάνεται αισθητά και πάλι σε σχέση με το σενάριο του risk neutral επενδυτή, καθώς σταθεροποιείτε καθ'όλη τη διάρκεια του επανέλεγχου (backtesting) στα επίπεδα του 20%, αρκετά υψηλότερα σε σχέση με το προηγούμενο σενάριο.

Μία πιθανή ερμηνεία της έως τώρα αποφυγής και γενικότερα περιορισμένης επένδυσης στην ιαπωνική αγορά είναι η μεγάλη μεταβλητότητα του ιαπωνικού νομισμάτων, η οποία θέτει σε έναν ακόμα μεγάλο κίνδυνο τις επενδύσεις του χαρτοφυλακίου μας, αυτό του συναλλαγματικού κινδύνου. Ενδεχομένως λοιπόν, στο δεύτερο χρόνο αυτής της μελέτης όπου ισοσταθμίζεται εν μέρη ο συναλλαγματικός κίνδυνος, να επενδύεται ακόμα μεγαλύτερο ποσοστό του χαρτοφυλακίου στην ιαπωνική αγορά.

Αφού πλέον έχουμε πλήρη εικόνα της δομής των 3 χαρτοφυλακίων που έχουν δημιουργηθεί βάσει των 3 ειδών των επενδυτών, μένει να δούμε στα ακριβώς παρακάτω διαγράμματα με τις αποδόσεις εάν στη πράξη οι αποδόσεις τους αυτές συνάδουν με τις προσδοκίες μας: Δηλαδή, 3 χαρτοφυλάκια το ένα με όλο και μικρότερη μεταβλητότητα από το άλλο (risk lover πρώτα, και μετά αντίστοιχα risk neutral και risk averse).

Διάγραμμα 8.
Διάγραμμα Αποδόσεων των Χαρτοφυλακίων βάσει των 3 κατηγοριών επενδυτών κατά τη διάρκεια του επανέλεγχου (backtesting), από τις 31/12/2012 – 31/12/2013.



Εκ πρώτης όψεως λοιπόν παρατηρούμε πως ο δείκτης που έχουμε θέσει ως σημείο αναφοράς, δηλαδή ο ελληνικός δείκτης μετοχών (FTSE20) ξεπερνά σε απόδοση και τα 3 χαρτοφυλάκια, και ειδικά τα 2 πιο συντηρητικά χαρτοφυλάκια μας. Παρότι λοιπόν καταλήγει με μία αρκετά μεγάλη απόδοση, ο FTSE20 δεν αποδίδει τις καλύτερες αποδόσεις σταθερά καθ'όλη τη διάρκεια του επανέλεγχου (backtesting).

Συγκεκριμένα παρατηρείτε πως αν και τις περιόδους που οι αγορές έχουν ανοδικές τάσεις ο FTSE20 δείχνει να ξεπερνά σε απόδοση τα χαρτοφυλάκια που έχουμε δημιουργήσει, τις περιόδους που παρουσιάζονται πτωτικές τάσεις, ο FTSE20 σημειώνει πτώσεις κατά πολύ μεγαλύτερες των πτώσεων που παρουσιάζουν τα χαρτοφυλάκια μας, και ιδιαίτερα σε σχέση με τα 2 πιο συντηρητικά χαρτοφυλάκια (risk averse και risk neutral). Το φαινόμενο αυτό είναι απολύτως φυσιολογικό, καθώς ένα υποτιθέμενο χαρτοφυλάκιο που θα αποτελούνταν μόνο από τον FTSE20, τις ευνοϊκές περιόδους θα υπεραποδίδει σε σχέση με ένα διαφοροποιημένο χαρτοφυλάκιο, ενώ κατά τη διάρκεια δυσμενών οικονομικών συγκυριών, θα υποαποδίδει αποφέροντας μεγάλες απώλειες, καθώς τα διαφοροποιημένα χαρτοφυλάκια θυσιάζουν μέρος από την αναμενόμενη απόδοση τους, για να μειώσουν το κίνδυνο.

Σύμφωνα με τα παραπάνω λοιπόν, οι προσδοκίες μας όσο αναφορά τη μεταβλητότητα των χαρτοφυλακίων που έχουμε δημιουργήσει επαληθεύτηκε σε ένα αρκετά μεγάλο βαθμό. Μετά το δείκτη αναφοράς (FTSE20) ο οποίος διακρίνεται εκτός από τη μέγιστη απόδοση του, και για τη μέγιστη μεταβλητότητα του, ακολουθεί το χαρτοφυλάκιο που έχουμε δημιουργήσει για τον επενδυτή που επιθυμεί τη μέγιστη δυνατή απόδοση (risk lover), και τέλος ακολουθούν τα άλλα 2 χαρτοφυλάκια με μεταβολές κατά πολύ μικρότερες σε σχέση με τα άλλα 2.

Αναλυτικότερα τώρα, το 2013, μετά από μία μακρά περίοδο αστάθειας από το 2008 και μετά, ήταν μία χρονιά η οποία παρά τους κραδασμούς, ήταν ιδιαίτερα κερδοφόρα για της αγορές των μετοχών, το οποίο εξηγεί και γιατί τα χαρτοφυλάκια που έχουμε δημιουργήσει υποαποδίδουν σε σχέση με τον FTSE20. Συγκεκριμένα ο δείκτης αναφοράς (FTSE20) είχε μία ετήσια απόδοση της τάξεως του 24%, η οποία ξεπερνά κατά πολύ το 11% του επιθετικού χαρτοφυλακίου που έχουμε δημιουργήσει, πράγμα λογικό αν λάβουμε υπόψιν μας, πως κατά τη διάρκεια μιας ευνοϊκής χρονιάς για τις μετοχές, παρότι και τα 2 χαρτοφυλάκια αποτελούνται από ένα και μόνο περιουσιακό στοιχείο, το ένα αποτελείται από ελληνικές μετοχές και το άλλο από ένα 10ετές ομόλογο (αμερικανικό στην αρχή, ελληνικό στη συνέχεια) . Επίσης η ετήσια απόδοση των άλλων 2 χαρτοφυλακίων κινήθηκε σε χαμηλά επίπεδα, κοντά στο 1,2% και 1,7% για τα χαρτοφυλάκια των 'risk neutral' και 'risk averse' επενδυτών αντίστοιχα.

Το συμπέρασμα λοιπόν που καταλήγουμε μελετώντας τα συγκεκριμένα αποτελέσματα είναι πως αν και για μία δεδομένη χρονική περίοδο ένα επιθετικό χαρτοφυλάκιο μπορεί να υπεραποδίδει, σε περιόδους αυξημένης αβεβαιότητας για τις αγορές, μία τέτοια στρατηγική μπορεί να αποβεί μοιραία, αποφέροντας τεράστιες απώλειες στους επενδυτές, όπως και συνέβη κατά τη διάρκεια του μήνα Μάρτη και Ιούνη, όπου ο δείκτης αναφοράς (FTSE20) αλλά και το επιθετικό χαρτοφυλάκιο που δημιουργήσαμε παρουσίασαν έντονα αρνητικές αποδόσεις, ενώ από την άλλη, τα 2

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

πιο συντηρητικά χαρτοφυλάκια που δημιουργήσαμε απορρόφησαν τους κραδασμούς των αγορών χωρίς ιδιαίτερες απώλειες.

5.5.1 Βελτιστοποίηση Χαρτοφυλακίου και Αντιστάθμιση Συναλλαγματικού Κινδύνου

Μία επένδυση σέ ένα διεθνώς διαφοροποιημένο χαρτοφυλάκιο έχει ως αποτέλεσμα την περαιτέρω μείωση της έκθεσης στον κινδύνου της αγοράς, καθώς το χαρτοφυλάκιο αποτελείται από περιουσιακά στοιχεία τα οποία ανήκουν σε διαφορετικές εθνικές οικονομίες, άρα και ως εκ τούτου τα στοιχεία αυτά θα συσχετίζονται μεταξύ τους λιγότερο σε σχέση με τα στοιχεία μιας κοινής εθνικής οικονομίας. Παρότι η ενίσχυση της διαφοροποίησης είναι από τα χαρακτηριστικότερα πλεονεκτήματα ενός διεθνούς χαρτοφυλακίου, το τελευταίο συνοδεύεται και από ένα πολύ σημαντικό μειονέκτημα, την έκθεση του, σε ένα εντελώς διαφορετικό είδος κινδύνου, αυτό του συναλλαγματικού κινδύνου. Κατά αυτό το τρόπο ο επενδυτής εκτός από το κίνδυνο των αγορών, έχει να αντιμετωπίσει και το συναλλαγματικό κίνδυνο, ο οποίος επηρεάζει άμεσα την απόδοση επενδύσεων σε κάθε ξένο νόμισμα κατά τη μετατροπή τους στο εγχώριο νόμισμα.

Μία πολύ βασική στρατηγική αντιμετώπισης του συναλλαγματικού κινδύνου, είναι η αντιστάθμιση του, η οποία επιτυγχάνεται με τη χρήση παράγωγων προϊόντων (Derivatives), και συγκεκριμένα με τα Συμβόλαια Μελλοντικής Εκπλήρωσης (Forward Contracts) ή με τα Δικαιώματα Προαίρεσης (Options). Τα πλεονεκτήματα των στρατηγικών αντιστάθμισης του συναλλαγματικού κινδύνου παραμένουν ως επί το πλείστον ένα εμπειρικό θέμα το οποίο βρίσκεται υπό μελέτη, και εξαρτώνται από παράγοντες όπως είναι οι ευκαιρίες επενδύσεων που παρουσιάζονται, η αποστροφή κινδύνου, ο χρονικός ορίζοντας για την λήψη αποφάσεων, το νόμισμα που θέτει ως σημείο αναφοράς ο επενδυτής, η επενδυτική στρατηγική (παθητική ή ενεργή) κ.α.

Στη συνέχεια αυτής της ενότητας θα παρουσιάσουμε τις απαραίτητες αλλαγές στο μοντέλο βελτιστοποίησης που παρουσιάσαμε στην ενότητα 4.4.1 έτσι ώστε να πραγματοποιήσουμε μία από κοινού αντιστάθμιση του συναλλαγματικού κινδύνου και βελτιστοποίηση του χαρτοφυλακίου με χρήση Συμβολαίων Μελλοντικής Εκπλήρωσης (Forward Contracts). Πιο συγκεκριμένα για να αποφύγουμε τον κίνδυνο των μεταβολών των συναλλαγματικών ισοτιμιών, θα εισέλθουμε σε Forward Contracts, με τα οποία θα συμφωνήσουμε να πουλήσουμε ξένο για εγχώριο νόμισμα σε μία προσυμφωνημένη ισοτιμία ένα μήνα μετά (12 μήνες, οι περίοδοι απόφασης). Εάν με το πέρας του ένα μήνα η αξία του ξένου νομίσματος αυξηθεί, τότε ο επενδυτής θα υποστεί ζημία από τα Forward Contracts, αλλά η αξία των επενδύσεων του σε αυτό το νόμισμα θα έχει αυξηθεί σε όρους εγχώριου νομίσματος, και το αντίστροφο εάν μειωθεί, οπότε σε κάθε περίπτωση ο συναλλαγματικός κίνδυνος αντισταθμίζεται εξασφαλίζοντας στον επενδυτή μία σταθερή συναλλαγματική ισοτιμία.

Η χρήση των Forward Contracts δεν συνεπάγεται όμως και ολική αντιστάθμιση του συναλλαγματικού κινδύνου και αυτό γιατί η αξία της κάθε ξένης μετοχής στο τέλος της περιόδου δεν είναι γνωστή με βεβαιότητα στην αρχή της περιόδου αυτής στη οποία και αποφασίζονται οι όροι του συμβολαίου. Με άλλα λόγια η ποσότητα του ξένου νομίσματος που ο επενδυτής θα χρειαστεί να μετατρέψει σε βασικό νόμισμα στο τέλος του κάθε μήνα είναι μία ακόμα μεταβλητή απόφασης

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

για το πρόβλημα που έχουμε θέση. Η απόφαση αυτή λοιπόν, θα λαμβάνεται από το μοντέλο βελτιστοποίησης που έχουμε δημιουργήσει, καθώς παράλληλα με τη κατανομή του κεφαλαίου στις ξένες αγορές θα αποφασίζει και για τη ποσότητα του αντίστοιχου ξένου νομίσματος που θα αντισταθμίζεται, πάντα με γνώμονα τους περιορισμούς που έχουμε ήδη θέσει.

5.5.2 Το Μοντέλο ταυτόχρονης Βελτιστοποίησης Διεθνούς Χαρτοφυλακίου και Αντιστάθμισης Συναλλαγματικού Κινδύνου

Ο κορμός του μοντέλου βελτιστοποίησης που παρουσιάστηκε στην ενότητα 4.4.1 του ίδιου κεφαλαίου θα χρησιμοποιηθεί και σε αυτό το σημείο της μελέτης, με το οποίο θα επαναληφθεί η ενεργή διαχείριση του χαρτοφυλακίου που πραγματοποιήσαμε στην ενότητα 4.4.2, με τον ίδιο αριθμό αποφάσεων στο τέλος κάθε μήνα (σύνολο 12) και για το ίδιο οικονομικό έτος (2013), μόνο που τώρα με τις κατάλληλες προσαρμογές που αναφέρονται στη συνέχεια της παραγράφου, θα πραγματοποιηθεί εκτός από βελτιστοποίηση, και ταυτόχρονη αντιστάθμιση του συναλλαγματικού κινδύνου των θέσεων του χαρτοφυλακίου.

Συγκεκριμένα, στις παραμέτρους που ορίζονται από το χρήστη προσθέτουμε την συναλλαγματική ισοτιμία Φ_C για κάθε ξένη αγορά C, με την οποία έχουμε συμφωνήσει να πουλήσουμε το κάθε ξένο νόμισμα μέσο της χρήσης των Forward Contracts στο τέλος του κάθε μήνα, και στις μεταβλητές απόφασης προσθέτουμε αντίστοιχα τη μεταβλητή F_C (θετική μεταβλητή) για κάθε ξένη αγορά C, η οποία συμβολίζει τη ποσότητα του ξένου νομίσματος που θα πουλήσουμε στο τέλος του κάθε μήνα, δηλαδή τη ποσότητα των Forward Contracts που θα αγοράσουμε για να αντισταθμίσουμε τον συναλλαγματικό κίνδυνο σε κάθε μία από τις ξένες αγορές που έχουμε τοποθετηθεί.

Επίσης προστίθεται ένας ακόμα περιορισμός (1j) με το οποίο τίθεται η μέγιστη ποσότητα των Forward Contracts που θα μπορούμε να αγοράσουμε για κάθε ξένο νόμισμα ίση με την αναμενόμενη αξία των περιουσιακών στοιχείων σε κάθε ξένη αγορά :

$$F_c \le \sum_{ieI_C} X_{ic} * P_{ic}^n \qquad \text{(1j)},$$

ενώ και η ισότητα (2) που μετρά τη τελική αξία του χαρτοφυλακίου αλλάζει ώστε να συμπεριλαμβάνει και τα κέρδη ή τις ζημίες από την αγορά των Forward Contracts, και γίνεται ως εξής :

$$V_T = \sum_{ieI_l} X_{il} * P_{ic}^n + \sum_{ceC} (F_c + e_c^n (\sum_{ieI_c} X_{ic} * P_{ic}^n - F_c / \Phi_c)) \qquad (2).$$

5.5.3 Τα Εμπειρικά Αποτελέσματα του Επανέλεγχου (Backtesting) Βελτιστοποίησης και Αντιστάθμισης του Συναλλαγματικού Κινδύνου

Με τη χρήση του νέου προσαρμοσμένου μοντέλου που περιγράψαμε στην ακριβώς παραπάνω ενότητα, πραγματοποιήσαμε για μία ακόμα φορά τον επανέλεγχο (backtesting) της βελτιστοποίησης του χαρτοφυλακίου αλλά αυτή τη φορά

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ταυτόχρονα αντισταθμίσαμε τον συναλλαγματικό κίνδυνο του χαρτοφυλακίου. Όπως και πριν, ο επανέλεγχος (backtesting) εκτελέστηκε στα πλαίσια 3 διαφορετικών στρατηγικών, δημιουργώντας κατά αυτό το τρόπο και πάλι 3 διαφορετικά χαρτοφυλάκια, ένα για κάθε είδος επενδυτή :

Δηλαδή ένα για επενδυτές που επιθυμούν την έκθεση τους στο κίνδυνο προκειμένου να αποκομίσουν τα μέγιστη δυνατή απόδοση (risk lover), ένα για τους επενδυτές που είναι ουδέτεροι στο κίνδυνο (risk neutral), και ένα για τους επενδυτές που έχουν αποστροφή στο κίνδυνο (risk averse). Στη συνέχεια της ενότητας παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα και των 3 χαρτοφυλακίων που δημιουργήθηκαν βάσει των 3 αυτών στρατηγικών.

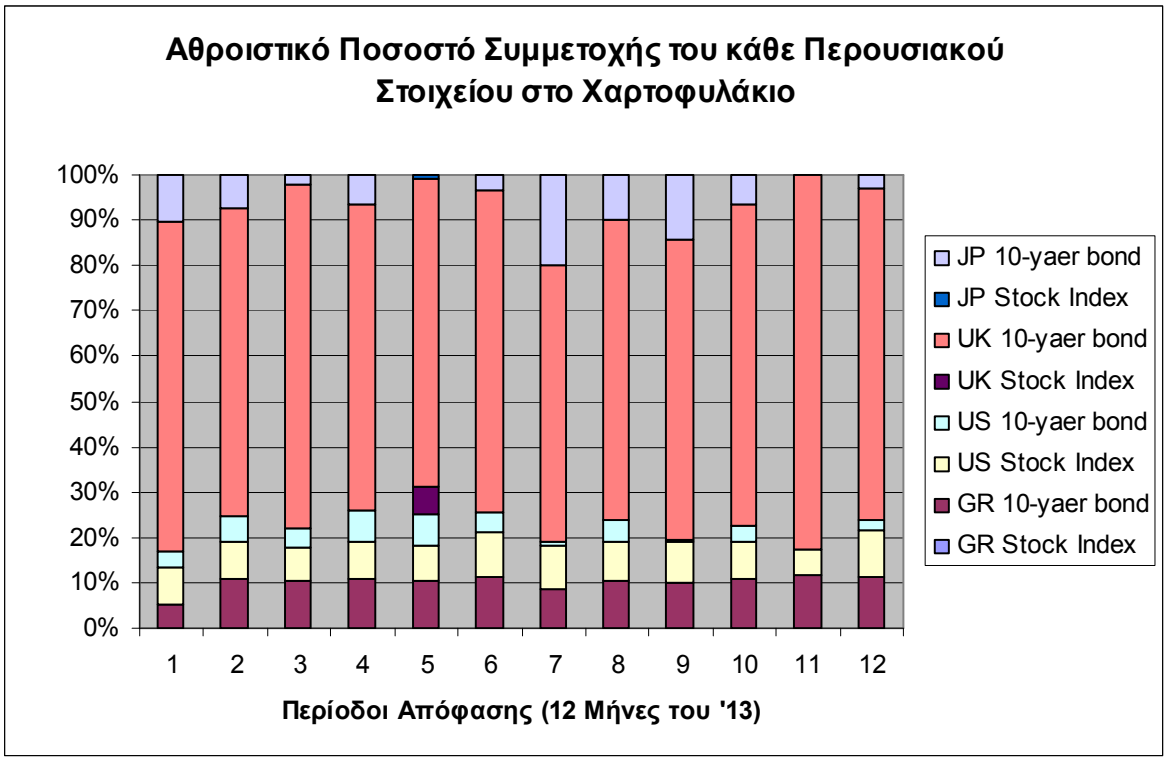
Ακριβώς επειδή ο περιορισμός που τίθεται κατά τη δημιουργία του χαρτοφυλακίου ενός risk lover επενδυτή είναι πως επιθυμεί τη μέγιστη δυνατή αναμενόμενη απόδοση, ανεξαρτήτου του βαθμού κινδύνου που εκτίθεται το χαρτοφυλάκιο του, το χαρτοφυλάκιο που δημιουργείτε στα πλαίσια του σεναρίου αυτού ταυτίζεται με το αντίστοιχο χαρτοφυλάκιο για το risk lover επενδυτή που περιγράψαμε στην 4.4.2 ενότητα, αφού για χάρη της επίτευξης της μέγιστης δυνατής απόδοσης, όπως και πριν, όλο το κεφάλαιο προς επένδυση τοποθετείτε σε ένα και μόνο περιουσιακό στοιχείο. Επίσης, η δυνατότητα που προσφέρεται στο νέο μοντέλο για αντιστάθμιση του συναλλαγματικού κινδύνου, δεν χρησιμοποιείτε καθ΄όλη τη διάρκεια του επανέλεγχου, αφού κάτι τέτοιο θα είχε ως αποτέλεσμα τη θυσία αναμενόμενης απόδοσης και παράλληλα τον περιορισμό του συναλλαγματικού κινδύνου, κάτι το οποίο έρχεται σε αντίθεση με το περιορισμό της συγκεκριμένης στρατηγικής. Άξιο αναφοράς επίσης είναι πως από τον 6 μήνα όλο το χαρτοφυλάκιο τοποθετείτε στο 10ετές ελληνικό ομόλογο, η κατοχή του οποίου δεν εκθέτει τον επενδυτή στον συναλλαγματικό κίνδυνο, άρα δεν υπάρχει και η ανάγκη αντιστάθμισης του συναλλαγματικού κινδύνου ευθύς εξ αρχής.

Εν συνεχεία παραθέτουμε τα διαγράμματα με της αποφάσεις επένδυσης σύμφωνα με την δεύτερη εναλλακτική στρατηγική που εφαρμόσαμε, η όποια είναι η ενδιάμεση των άλλων 2, όπου από τη μία ελαχιστοποιούμε το κίνδυνο, αλλά από την άλλη θέτουμε και μία ελάχιστη επιθυμητή απόδοση ίση με τη μέση αναμενόμενη απόδοση των άλλων 2 σεναρίων (risk neutral).

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

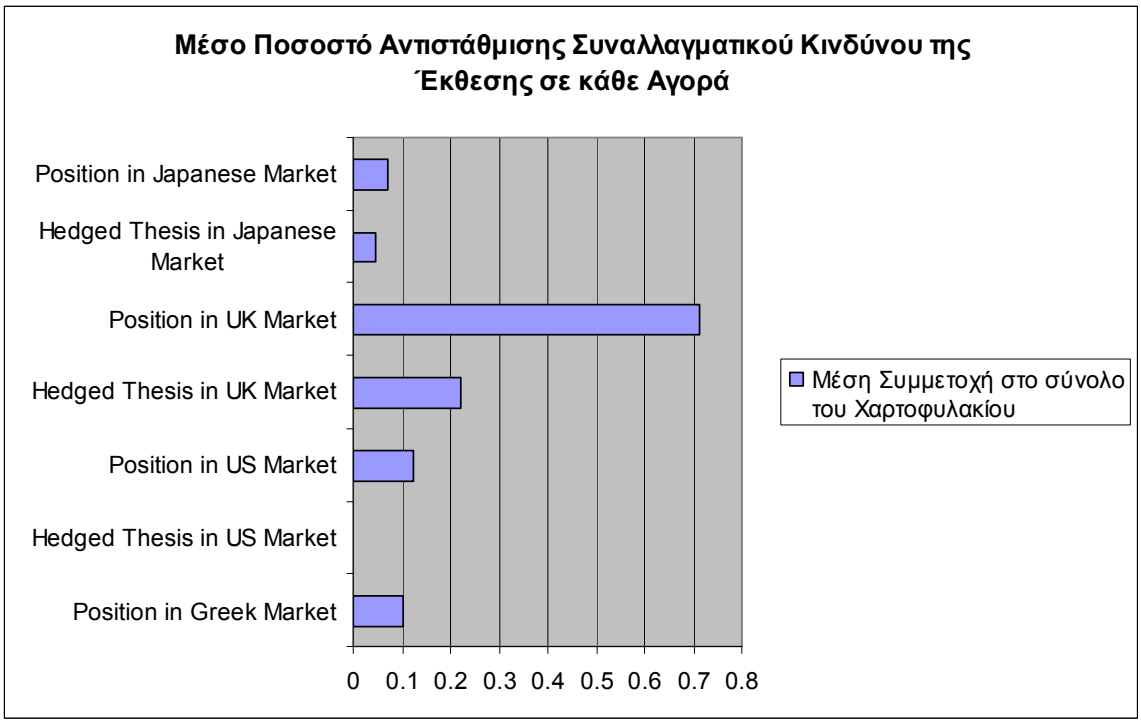
Διάγραμμα 9

Διάγραμμα κατανομής χαρτοφυλακίου ανα Περουσιακό Στοιχείο για έναν 'risk neutral' επενδυτή.



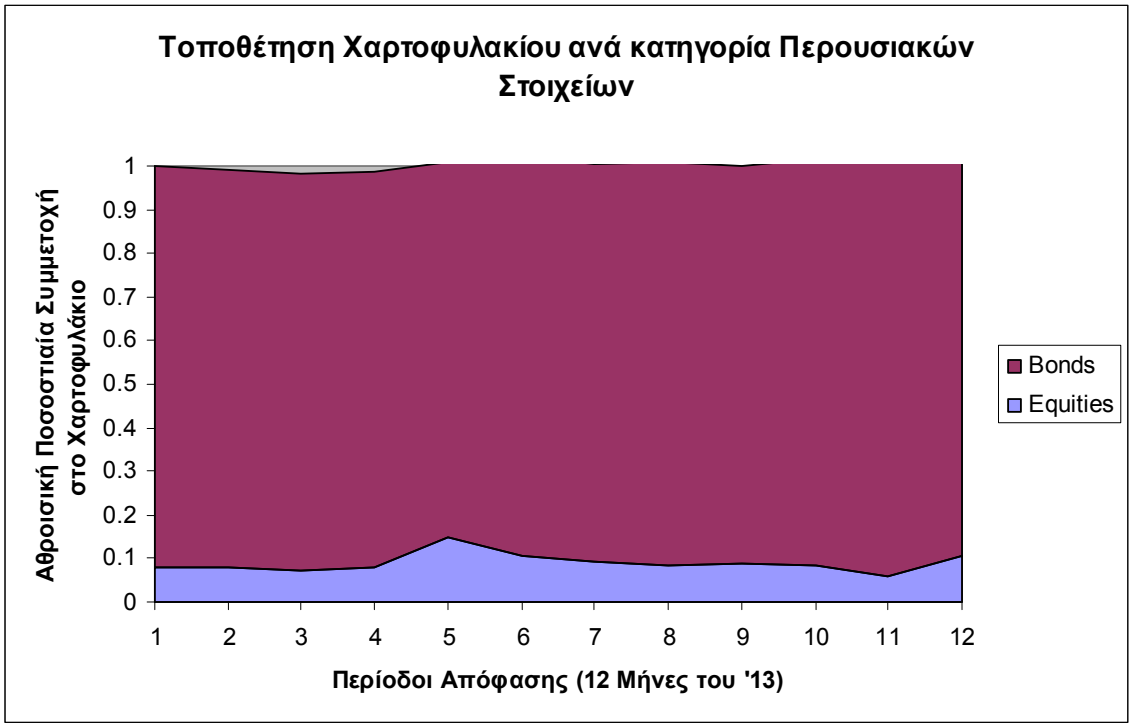
Διάγραμμα 10

Διάγραμμα κατανομής χαρτοφυλακίου ανα Διεθνή Αγορά και αντίστοιχο ποσοστό Αντιστάθμισης Συναλλαγματικού Κινδύνου, για έναν 'risk neutral' επενδυτή.



Διάγραμμα 11.

Διάγραμμα κατανομής χαρτοφυλακίου ανα κατηγορία Περουσιακών Στοιχείων για έναν 'risk neutral' επενδυτή.



Όπως και στο πρώτο επανέλεγχο, στα πλαίσια του σεναρίου για έναν επενδυτή που είναι ουδέτερος ως προς το κίνδυνο, η διαφοροποίηση του χαρτοφυλακίου σε σχέση με το σενάριο για τον risk lover επενδυτή σαφώς και ενισχύεται, και παράλληλα το περιουσιακό στοιχεία το οποίο κυριαρχεί, είναι και πάλι το αγγλικό 10ετές ομόλογο. Παρόλα αυτά όμως παρατηρούνται και μία σειρά από αξιόλογες αλλαγές.

Πρώτα από όλα η θέση στο αγγλικό 10ετές ομόλογο στην όποια βάσει του μοντέλου τοποθετούμαστε (και κατ'επέκταση και η έκθεση μας στην αγγλική αγορά), λόγο της δυνατότητας που έχουμε για αντιστάθμιση του συναλλαγματικού κινδύνου, ενισχύεται ακόμα περισσότερο (από 50% του χαρτοφυλακίου σε 70), αφού όπως παρατηρούμε η ποσότητα αυτή της αύξησης της θέσης μας στην αγγλική αγορά συνοδεύεται και από ισόποση αντιστάθμιση του συναλλαγματικού κινδύνου του βασικού νομίσματος έναντι της αγγλικής λίρας.

Επίσης, σε σχέση με το αντίστοιχο σενάριο όπου δεν έχουμε τη δυνατότητα όμως της αντιστάθμισης του συναλλαγματικού κινδύνου, παρατηρούμε πως η τοποθέτηση μας στην ελληνική αγορά, στην οποία φυσικά δεν υπάρχει έκθεση στον συναλλαγματικό κίνδυνο, μειώνεται στο μισό προκειμένου να τοποθετηθούμε σε ξένες αγορές με μεγάλα επίπεδα συναλλαγματικού κινδύνου, όπως αυτή της Ιαπωνίας, στην οποία ακολουθείτε για πάνω από μία δεκαετία από τη κεντρική της τράπεζα τακτική ποσοτικής χαλάρωσης, με αποτέλεσμα την αυξημένη μεταβλητότητα μεταξύ του Γιεν και των υπολοίπων νομισμάτων. Ακριβώς λοιπόν επειδή η ισοτιμία EUR/JPY είναι η πιο ευμετάβλητη ισοτιμία από αυτές τις οποίες μελετούμε, παρότι μικρή σε απόλυτο μέγεθος, σχεδόν ολόκληρη η έκθεση μας στην ιαπωνική αγορά αντισταθμίζεται με forward contracts πάνω στο ιαπωνικό Γιεν, σε

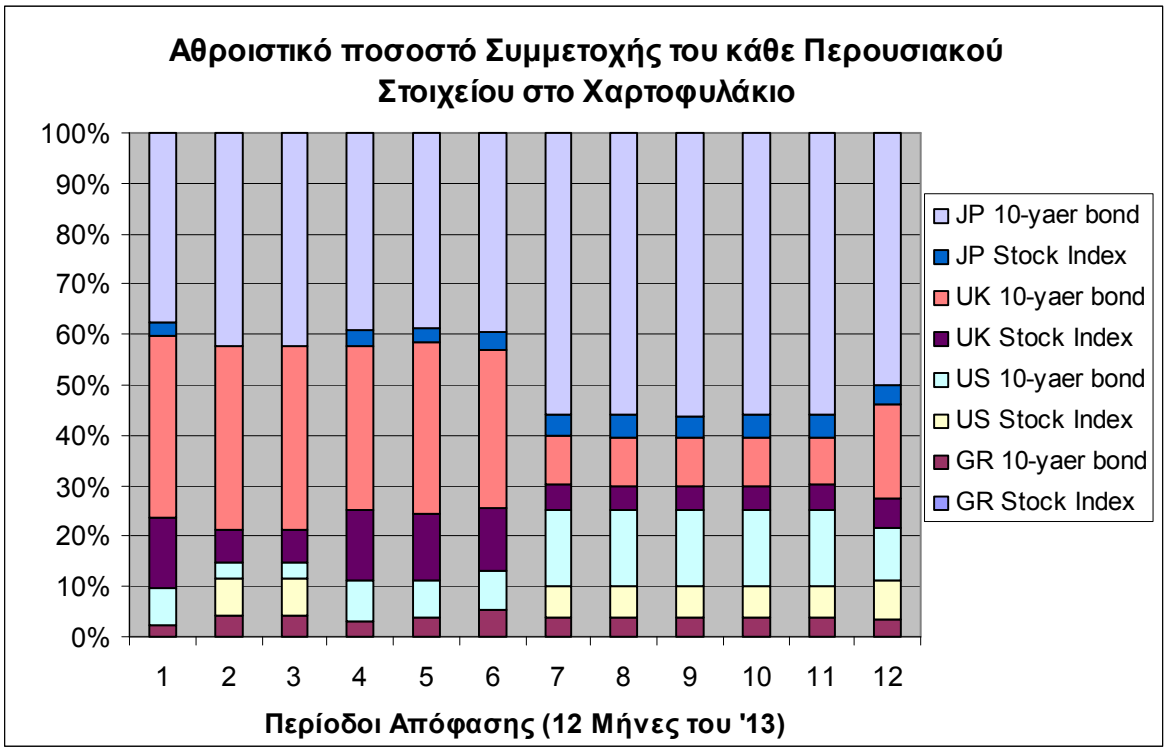
ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

αντίθεση με την έκθεση μας στην αμερικανική αγορά η οποία παρότι είναι παρομοίου μεγέθους, δεν αντισταθμίζεται καθόλου λόγο της μεγαλύτερης σταθερότητας που παρουσιάζει η ισοτιμία του EYR/USD.

Επιπροσθέτως, η τοποθέτηση του χαρτοφυλακίου σε μετοχές αντιπροσωπεύεται στο συγκεκριμένο σενάριο από την αγορά του αμερικανικού δείκτη μετοχών (S&P500) η οποία αν και ξεκινά στα ίδια επίπεδα σε σχέση με το αντίστοιχο σενάριο της ενότητας 4.4.2, στη συνέχεια παρουσιάζει έντονη ανθεκτικότητα και διατηρεί περίπου το 10% του χαρτοφυλακίου ως το πέρας του 2013.

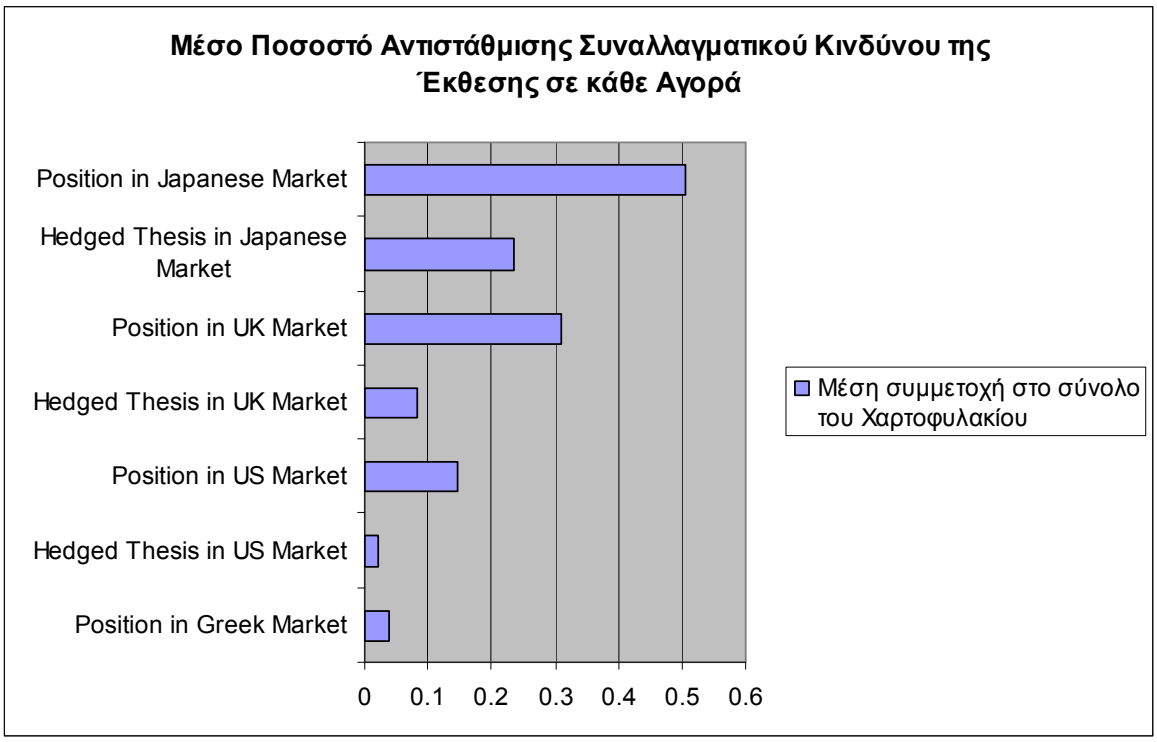
Το τελευταίο σενάριο που δημιουργείτε στα πλαίσια αυτής της εργασίας, και παράλληλα το συντηρητικότερο όλων, είναι αυτό όπου ελαχιστοποιούμε το μέτρο κινδύνου (CVaR) χωρίς να θέτουμε κάποια ελάχιστη αποδεκτή απόδοση (προορίζεται για risk averse επενδυτή), και την ίδια στιγμή αντισταθμίζουμε και τον συναλλαγματικό κίνδυνο, οι τοποθετήσεις του οποίου παρουσιάζονται αναλυτικά στα παρακάτω διαγράμματα.

Διάγραμμα 12.
Διάγραμμα κατανομής χαρτοφυλακίου ανα περουσιακό στοιχείο για έναν 'risk averse' επενδυτή.



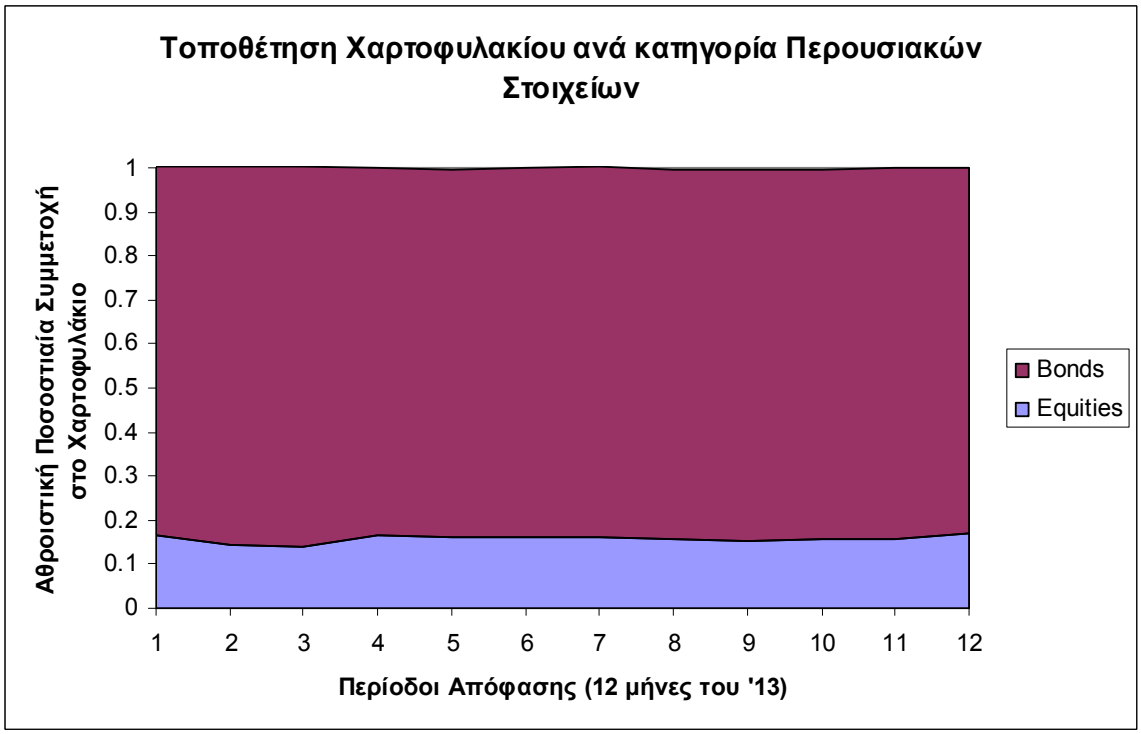
Διάγραμμα 13.

Διάγραμμα κατανομής χαρτοφυλακίου ανα Διεθνή Αγορά και αντίστοιχο ποσοστό Αντιστάθμισης Συναλλαγματικού Κινδύνου, για έναν 'risk averse' επενδυτή.



Διάγραμμα 14.

Διάγραμμα κατανομής χαρτοφυλακίου ανα κατηγορία Περουσιακών Στοιχείων για έναν 'risk averse' επενδυτή.



Είναι ιδιαίτερα εμφανές από το διάγραμμα της τοποθέτησης του χαρτοφυλακίου ανά περιουσιακό στοιχείο, πως στα πλαίσια του σεναρίου αυτού, η διαφοροποίηση του χαρτοφυλακίου φθάνει στο μέγιστο βαθμό, καθώς τοποθετούμαστε σε όλες τις αγορές, και το χαρτοφυλάκιο περιέχει καθ'όλη τη διάρκεια του επανέλεγχου 6 με 7 περιουσιακά στοιχεία, αποφεύγοντας μόνο τον ελληνικό δείκτη μετοχών (FTSE20).

Επίσης με τη χρήση των forward contracts και τη δυνατότητα αντιστάθμισης του συναλλαγματικού κινδύνου, η τοποθέτηση μας στην ιαπωνική αγορά αυξάνεται άρδην, συμπιέζοντας έτσι τη συμμετοχή μας σε όλες τις άλλες αγορές, και με το 10ετές ιαπωνικό ομόλογο να γίνεται το κυρίαρχο στοιχείο στο χαρτοφυλάκιο. Κατά αυτό το τρόπο λοιπόν, δεδομένου ότι στα πλαίσια του συγκεκριμένου σεναρίου πρωτίστως ελαχιστοποιούμε το μέτρο κινδύνου, καταφέρνουμε και προσεγγίζουμε μία αγορά της οποίας το 10ετές ομόλογο χαρακτηρίζεται από σταθερές αποδόσεις από τη μία, και από την άλλη μέσο της χρήσης των forward contracts, γίνεται προσπάθεια να αντισταθμίσουμε το συναλλαγματικό κίνδυνο που προκύπτει από την έκθεση μας στο ιδιαίτερα ευμετάβλητο ιαπωνικό Γιεν. Άλλωστε είναι χαρακτηριστικό το ότι από τα 490000 € που επενδύσαμε κατά μέσο όρο στην ιαπωνική αγορά κατά τους 12 μήνες του '13, αντισταθμίσαμε τις 230000, το μεγαλύτερο ποσό αντιστάθμισης μεταξύ όλων των σεναρίων.

Από την άλλη πλευρά, παρατηρούμε για μία ακόμα φορά, πως όπως και στο προηγούμενο σενάριο, έτσι και τώρα, το μοντέλο αντισταθμίζει λίγο λιγότερο από το 1/3 της ολικής μας θέσης στην αγγλική αγορά, δείγμα της μεγαλύτερης σταθερότητας που παρουσιάζει η αγγλική λίρα σε σχέση με το ιαπωνικό νόμισμα.

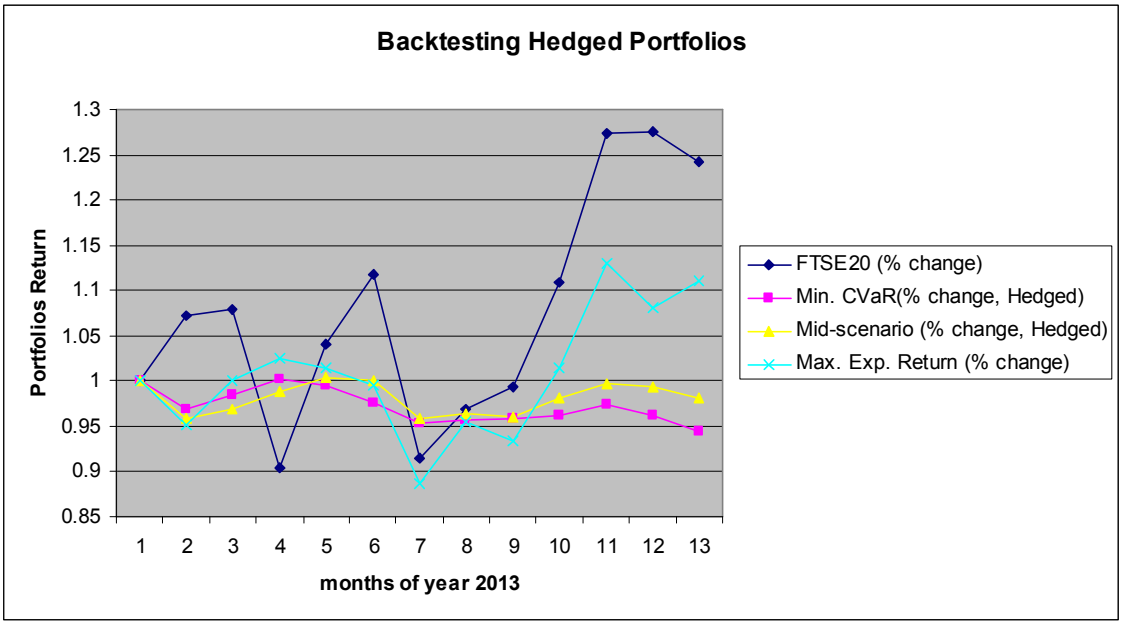
Όσο αναφορά τώρα τη συμμετοχή του χαρτοφυλακίου στην αγορά μετοχών, αυτή ενισχύεται σε σχέση με το σενάριο για τον επενδυτή που είναι ουδέτερος ως προς το κίνδυνο, και κινείται στα ίδια ποσοστά με το αντίστοιχο σενάριο για τον επενδυτή που αποστρέφεται το κίνδυνο χωρίς την αντιστάθμιση του συναλλαγματικού κινδύνου (δηλαδή λίγο κάτω από 20%), με τη διαφορά όμως πως θυσιάζει μέρος της τοποθέτησης στον αμερικανικό και αγγλικό δείκτη μετοχών για να τοποθετηθεί στον ιαπωνικό.

Μετά την αναλυτική παρουσίαση της δομής των 3 χαρτοφυλακίων που δημιουργήσαμε, στη συνέχεια παρουσιάζουμε στο παρακάτω διάγραμμα την απόδοσης τους, σε σχέση με το δείκτη αναφοράς που έχουμε θέσει, ο οποίος όπως έχουμε ήδη αναφέρει είναι ο δείκτης των ελληνικών μετοχών, FTSE 20.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Διάγραμμα 15.

Διάγραμμα Αποδόσεων των Χαρτοφυλακίων βάσει των 3 κατηγοριών επενδυτών κατά τη διάρκεια του επανέλεγχου (backtesting), με παράλληλη αντισταθμιση χαρτοφυλακίου, από τις 31/12/2012 – 31/12/2013.



Με την χρήση των forward contracts και την εφαρμογή της αντιστάθμισης του συναλλαγματικού κινδύνου, τα αποτελέσματα που παρουσιάζουν τα 3 σενάρια από τον επανέλεγχο, σε σχέση με τα αντίστοιχα σενάρια για τις 3 κατηγόριες επενδυτών χωρίς όμως την αντιστάθμιση, διακρίνονται από μικρότερη μεταβλητότητα, αφού κινούνται όπως φαίνεται και στο διάγραμμα μεταξύ της αρνητικής απόδοσης του 5% και του 0%, ενώ τα σενάρια χωρίς αντιστάθμιση κινούνταν μεταξύ του -3% και του 5%.

Επίσης είναι προφανές, πως τα σενάρια με αντιστάθμιση πραγματοποιούν μικρότερες αποδόσεις σε σχέση με τα σενάρια όπου δεν αντισταθμίζουμε το συναλλαγματικό κίνδυνο, και ακολουθούν σχεδόν την ίδια ιεραρχία απόδοσης. Το σενάριο όπου μεγιστοποιούμε την αναμενόμενη απόδοση υπεραποδίδει των άλλων 2 (ταυτίζεται με το αντίστοιχο σενάριο όπου μεγιστοποιούμε την αναμενόμενη απόδοση αλλά δεν πραγματοποιούμε αντιστάθμιση συναλλαγματικού κινδύνου), με το σενάριο όμως όπου ελαχιστοποιούμε το μέτρο κινδύνου (CVaR) να παρουσιάζει αυτή τη φορά εμφανώς την χαμηλότερη απόδοση, κυρίως λόγο της εκτεταμένης παρουσίας του στην ιαπωνική αγορά.

5.6 Συμπεράσματα

Στη παρούσα εργασία αναπτύχθηκε μια ολοκληρωμένη διαδικασία βελτιστοποίησης της διαχείρισης διεθνών χαρτοφυλακίων, χρησιμοποιώντας πραγματικά δεδομένα των αγορών. Διατυπώσαμε ένα στοχαστικό μοντέλο προγραμματισμού για την ενεργή αντιμετώπιση των προβλημάτων της διαχείρισης των διεθνών χαρτοφυλακίων, το οποίο στηρίζεται στα ιστορικά δεδομένα των μεταβλητών απόφασης.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Η εκδοχή του μοντέλου που έχουμε δημιουργήσει ελέγχει τη συνολική έκθεση του χαρτοφυλακίου στο κίνδυνο ελαχιστοποιώντας το CVaR και παράλληλα θέτει μία ελάχιστη αποδεκτή αναμενόμενη απόδοση. Το CVaR εκφράζει τις απώλειες του χαρτοφυλακίου πέρα από το VaR, και είναι ένα συνεκτικό μέτρο κινδύνου, κατάλληλο για τη μελέτη των ασύμμετρων κατανομών των αποδόσεων των μετοχικών δεικτών, των ομολόγων και των συναλλαγματικών ισοτιμιών.

Ένα ακόμα χαρακτηριστικό του μοντέλου είναι πως παράλληλα με τις υπόλοιπες αποφάσεις που αφορούν τη τοποθέτηση του χαρτοφυλακίου, αποφασίζεται και η χρήση των currency forward contracts για την μείωση του συναλλαγματικού κινδύνου. Με απλά λόγια, το μοντέλο αποφασίζει από κοινού για την τοποθέτηση των κεφαλαίων στις διεθνείς αγορές, για τη βέλτιστη σύνθεση του χαρτοφυλακίου και για τη κατάλληλη ποσότητα των currency forward contracts ώστε να ελαχιστοποιηθεί το μέτρο κινδύνου του χαρτοφυλακίου. Ως εκ τούτου λοιπόν, οι αποφάσεις για την κατανομή και τοποθέτηση του χαρτοφυλακίου, και για την αντιστάθμιση του συναλλαγματικού κινδύνου, παρότι παραδοσιακά λαμβάνονταν ξεχωριστά, εδώ λαμβάνονται σε ένα ενοποιημένο πλαίσιο αποφάσεων.

Συγκεκριμένα το μοντέλο χρησιμοποιήθηκε για τη λήψη (12 τω αριθμό) μηνιαίων αποφάσεων για το έτος 2013, υπό τη μορφή 3 διαφορετικών παραλλαγών ώστε να αντιπροσωπεύονται 3 διαφορετικές κατηγορίες επενδυτών, οι 'risk lover', οι 'risk neutral', και οι 'risk averse' επενδυτές. Επίσης η διαδικασία αυτή επαναλήφθηκε για το ίδιο έτος με την επιπρόσθετη δυνατότητα όμως μείωσης του συναλλαγματικού κινδύνου μέσο της χρήσης των currency forward contracts, ώστε να υπάρξει μία σύγκριση μεταξύ των 2 σεναρίων.

Η στρατηγική με τη μεγαλύτερη απόδοση ήταν αυτή όπου μεγιστοποιήσαμε την αναμενόμενη απόδοση, χωρίς τη παραμικρή ελαχιστοποίηση του κινδύνου, η οποία χαρακτηρίστηκε και από τη μεγαλύτερη μεταβλητότητα αποδόσεων. Με τη χρήση των άλλων 2 στρατηγικών (για 'risk neutral' και 'risk averse' επενδυτές) επιτεύχθηκε μεγαλύτερη διαφοροποίηση του χαρτοφυλακίου, με αποτέλεσμα να παρατηρηθούν μικρότερες αποδόσεις με μικρότερη όμως μεταβλητότητα. Τέλος με τη χρήση και των currency forward contracts, προκειμένου να μειώσουμε το συναλλαγματικό κίνδυνο, η διαφοροποίηση των χαρτοφυλακίων αυξήθηκε στο μέγιστο βαθμό, επιτυγχάνοντας όμως μόνο μία μικρή μείωση της μεταβλητότητας των αποδόσεων και παράλληλα θυσιάζοντας ένα ακόμα μεγαλύτερο μέρος από τις τελικές αποδόσεις τους.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Βιβλιογραφία

Alexander, C. (2008b). Market Risk Analysis, Volume IV: Value-at-Risk Models. London: Wiley.

Angelidis, T. and Degiannakis, S., (2007). Econometric Modeling of Value-at-Risk. New Econometric Modeling Research.

Aswath Damodaran (2003). Value and Risk: Beyond Betas, Stern School of Business.

Basel Committee (2013). "Principles for the Management of Credit Risk - final document", Retrieved from http://www.bis.org/publ/bcbs75.htm

Basel Committee on Banking Supervision. (2004). International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards, Retrieved from http://www.bis.org

Bessis, J. (2002). Risk Management in Banking (2nd ed.). West Sussex: Wiley.

Crouhy, M., Galai, D., & Mark, R. (2005). The Essentials of Risk Management, New York: McGraw-Hill.

Dowd, K., (2005). Measuring Market Risk. 2nd edition. Chichester: John Wiley & Sons.

Financial Industry Regulatory Authority (2007). Market Risk: What You Don't Know *Can* Hurt You, Retrieved from https://www.finra.org/Investors/ProtectYourself/InvestorAlerts/TradingSecurities/p018891

Hariharan Kandasamy (2008). Portfolio Selection under various Risk Measures, Clemson University

Holton, Glyn A.(2004). Defining Risk, Financial Analysts Journal, 60(6), 19-25.

J. C. Hull and A. White (1987). ''Hedging the Risks from Writing Foreign Currency Options,'' Journal of International Money and Finance: 131–52.

John C. Hull (1997). Options, Futures, and other Derivatives, Senventh Edition.

Knight, F.H. (1921). Risk, Uncertainty and Profit. New York Hart, Schaffner and Marx.

Konno, H. and Yamazaki, H. (1991). Mean-absolute deviation portfolio optimization model and its applications to tokyo stock market, Management Science, 37(5):519{531.

Linsmeier, T. J. and Pearson, N. D. (2000). Value at Risk. Financial Analysts Journal, 56(2):47{67.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Markowitz, H. (1959). Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments, New York: Wiley.

Martellini, L., Priaulet, P., & Priaulet, S. (2003). Fixed-income securities, Valuation, risk management and portfolio strategies. West Sussex: Wiley.

McNeil, A. J., Frey R., Embrechts, P. (2005). Quantitative Risk Management, Princeton: Princeton University Press.

Olli Nieppola (2009). Backtesting Value-at-Risk Models, Helsinki School of Economics

Philipp Schmid (2010). Risk-adjusted Performance Measures – State of the Art, University of St. Gallen, Economics, Law and Social Sciences.

Rockafellar, R. T. and Ursayev, S. (2000). Optimization of Conditional Value-at-Risk. The Journal of Risk, 2(3):21{41.

Ronald Fisher (1918). "the Correlation between Relatives on the Supposition of Mendelian Inheritance"

Ross, Westerfield, Jordan (2010). Fundamentals of Corporate Finance, New York: McGraw Hill / Irwin.

Shubiao Ren, Hulda Sigmundsdóttir (2012). Portfolio optimization: The Downside risk framework versus the Mean–Variacne Framework.

Teus Mourik (2003). Market risks of insurance companies, Mercer Olivan Wyman, Amsterdam, the Netherlands.

UniCredit (2012). Credit Risk Classification, Retrieved from https://www.unicreditgroup.eu/en/investors/risk-management/credit.html

William Sharpe (1964). "Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium Under Conditions of Risk, " *Journal of Finance* 19 (September): 425–442.

Yu Tian (2009). Market Liquidity Risk and Market Risk Measurement, the Royal Bank of Scotland, Delft University of Technology. Amsterdam, the Netherlands.

Πατσάκη Σταυρούλα – Αντωνία (2006). "Μέτρα Κινδύνου στη Χρηματοοικονομική", Πανεπιστήμιο Πειραιώς.

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1. Διάγραμμα κατανομής χαρτοφυλακίου για έναν 'risk lover' επενδυτή.....σελ.54

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2. Διάγραμμα κατανομής χαρτοφυλακίου ανα Περουσιακό Στοιχείο για έναν 'risk neutral' επενδυτή.....σελ.55

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3. Διάγραμμα κατανομής χαρτοφυλακίου ανα Διεθνή Αγορά για έναν 'risk neutral' επενδυτή.....σελ.56

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4. Διάγραμμα κατανομής χαρτοφυλακίου ανα κατηγορία Περουσιακών Στοιχείων για έναν 'risk neutral' επενδυτή.....σελ.56

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5. Διάγραμμα κατανομής χαρτοφυλακίου ανα Περουσιακό Στοιχείο για έναν 'risk averse' επενδυτή.....σελ.57

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6. Διάγραμμα κατανομής χαρτοφυλακίου ανα Διεθνή Αγορά για έναν 'risk averse' επενδυτή.....σελ.58

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7. Διάγραμμα κατανομής χαρτοφυλακίου ανα κατηγορία Περουσιακών Στοιχείων για έναν 'risk averse' επενδυτή.....σελ.58

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 8. Διάγραμμα Αποδόσεων των Χαρτοφυλακίων βάσει των 3 κατηγοριών επενδυτών κατά τη διάρκεια του επανέλεγχου (backtesting), από τις 31/12/2012 – 31/12/2013.....σελ.59

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 9. Διάγραμμα κατανομής χαρτοφυλακίου ανα Περουσιακό Στοιχείο για έναν 'risk neutral' επενδυτή.....σελ.64

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 10. Διάγραμμα κατανομής χαρτοφυλακίου ανα Διεθνή Αγορά και αντίστοιχο ποσοστό Αντιστάθμισης Συναλλαγματικού Κινδύνου, για έναν 'risk neutral' επενδυτή.....σελ.64

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 11. Διάγραμμα κατανομής χαρτοφυλακίου ανα κατηγορία Περουσιακών Στοιχείων για έναν 'risk neutral' επενδυτή.....σελ.65

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 12. Διάγραμμα κατανομής χαρτοφυλακίου ανα περουσιακό στοιχείο για έναν 'risk averse' επενδυτή.....σελ.66

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 13. Διάγραμμα κατανομής χαρτοφυλακίου ανα Διεθνή Αγορά και αντίστοιχο ποσοστό Αντιστάθμισης Συναλλαγματικού Κινδύνου, για έναν 'risk averse' επενδυτή.....σελ.67

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 14. Διάγραμμα κατανομής χαρτοφυλακίου ανα κατηγορία Περουσιακών Στοιχείων για έναν 'risk averse' επενδυτή.....σελ.67

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 15. Διάγραμμα Αποδόσεων των Χαρτοφυλακίων βάσει των 3 κατηγοριών επενδυτών κατά τη διάρκεια του επανέλεγχου (backtesting), με παράλληλη αντισταθμιση χαρτοφυλακίου, από τις 31/12/2012 – 31/12/2013.....σελ.69

ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Στο παράρτημα παραθέτουμε τους 2 κώδικες που χρησιμοποιήθηκαν στην General Algebraic Modeling System (GAMS) για την επίλυση του προβλήματος

Ο πρώτος κώδικας που χρησημοποιήθηκε έχει ως εξής:

```
$OFFSYMXREF
$OFFSYMLIST
OPTION LIMCOL=0;
OPTION LIMROW=0;
OPTION SOLPRINT=OFF;
OPTION RESLIM=1000000;
OPTION ITERLIM=1000000;
* select optimization solver
OPTION LP=GUROBI;

$offlisting;

OPTION LIMROW = 100000;
OPTION LIMCOL = 100000;
OPTION SOLPRINT=ON;

* scenarios for greek asset classes
SET GRassets greek asset classes / GR1,GR2 /;
SET scen / scen1*scen156 /;
TABLE GRreturns (scen,GRassets)
$INCLUDE greekreturns.txt

* define scenarios for american asset classes
SET USassets american asset classes / US1,US2 /;
TABLE USreturns (scen,USassets)
$INCLUDE americanreturns.txt

* define scenarios for english asset classes
SET UKassets english asset classes / UK1,UK2 /;
TABLE UKreturns (scen,UKassets)
$INCLUDE englishreturns.txt

* define scenarios for japanesse asset classes
SET JPassets japanesse asset classes / JP1,JP2 /;
TABLE JPreturns (scen,JPassets)
$INCLUDE japanessereturns.txt


*define scenarios for exchange rate of euro and usd
*SET USexrate exchange rates for euro with usd / eurusd /;
Parameter USexraterets (scen)
```


ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

```
$INCLUDE eurusdexrates.txt

*define scenarios for exchange rate of eur and gbp
*SET UKexrate exchange rates for euro with gbp / eurgbp /;
Parameter UKexraterets (scen)
$INCLUDE eurgbpexrates.txt

*define scenarios for exchange rate of eur and jpy
*SET JPexrate exchange rates for eur with jpy / eurjpy /;
Parameter JPexraterets (scen)
$INCLUDE eurjpyexrates.txt

parameter Prob(scen)    Scenario probabilities;
loop(scen,Prob(scen)=1/156);

parameter GRlastprice(GRassets) last price of each greek asset
/ GR1 309.68, GR2 106.879 /;

parameter USlastprice(USassets) last price of each american asset
/ US1 1426.19, US2 545.102 /;

parameter UKlastprice(UKassets) last price of each english asset
/ UK1 5897.81, UK2 756.933 /;

parameter JPlastprice(JPassets) last price of each japanesse asset
/JP1 10395.18, JP2 286.298 /;

parameter GRprice(scen,GRassets) price of greek assets for each scenario;

parameter USprice(scen,USassets) price of american assets for each scenario;

parameter UKprice(scen,UKassets) price of english assets for each scenario;

parameter JPprice(scen,JPassets) price of japanesse assets for each scenario;

loop(scen,GRprice(scen,GRassets) = GRlastprice(GRassets) * (1 +
GRreturns(scen,GRassets)));

loop(scen,USprice(scen,USassets) = USlastprice(USassets) * (1 +
USreturns(scen,USassets)));

loop(scen,UKprice(scen,UKassets) = UKlastprice(UKassets) * (1 +
UKreturns(scen,UKassets)));

loop(scen,JPprice(scen,JPassets) = JPlastprice(JPassets) * (1 +
JPreturns(scen,JPassets)));

parameter newUSexrate(scen) exchange rate of eur with usd in each scenario;

parameter newUKexrate(scen) exchange rate of eur with gbp in each scenario;
```


ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

```
parameter newJPexrate(scen) exchange rate or eur with jpy in each scenario;

loop(scen,newUSexrate(scen) = 1.3184 * (1 + USexraterets(scen)));

loop(scen,newUKexrate(scen) = 0.8111 * (1 + UKexraterets(scen)));

loop(scen,newJPexrate(scen) = 113.9955 * (1 + JPexraterets(scen)));

Scalar a          confidence interval of VaR /0.95/
Scalar Rho        target expected return /0.00/
Scalar Budget     initial budget /1000000/;

* model variables

Variables

GR(GRassets)    asset units purchased from the greek market
US(USassets)    asset units purchased from the american market
UK(UKassets)    asset units purchased from the english market
JP(JPassets)    asset units purchased from the japaneses maret
USD             amount of us dollars purchased with euros
GBP             amount of gb sterlins purchased with euros
JPY             amount of yens purchased with euros
PortVal(scen)   value of portfolio in each scenario
PortRet(scen)   return of portfolio in each scenario
ExpRet          Expected return of portfolio
z               Var
Y(scen)         Auxiliary variable
CVaR            Conditional Value at Risk;

Positive Variables Y,GR,US,UK,JP,USD,GBP,JPY;

* model equations

Equations

CVARformula             CVAR mathematical formula
EURbc                   Budget constraint in euro
USDbc                   Budget constraint in usd
GBPbc                   Budget constraint in gbp
JPYbc                   Budget constraint in jpy
Port_Value(scen)        Portfolio value in each scenario
Port_Return(scen)       Portfolio return in each scenario
Exp_Return              Expected portfolio return
Tar_Ret                 constraint in expected return
Auxiliary(scen)         auxiliary variable;

CVARformula..           CVaR =e= z - (1/(1-a))*sum(scen, Prob(scen)*Y(scen));
```


ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

```
EURbc..              Budget =e= sum(GRassets,
GR(GRassets)*GRlastprice(GRassets))+(USD+GBP+JPY);
USDbc..              USD =g= sum
(USassets,US(USassets)*USlastprice(USassets))/1.3184;
GBPbc..              GBP =g= sum (UKassets,UK(UKassets)*UKlastprice(UKassets))/
0.8111;
JPYbc..             JPY =g= sum
(JPassets,JP(JPassets)*JPlastprice(JPassets))/113.9955;
Port_Value(scen)..      PortVal(scen) =e= sum(GRassets,GR(GRassets)*
GRprice(scen,GRassets))+ sum(USassets,
US(USassets)*USprice(scen,USassets))/newUSexrate(scen)+ sum(UKassets,
UK(UKassets)*UKprice(scen,UKassets))/newUKexrate(scen)+ sum(JPassets,
JP(JPassets)*JPprice(scen,JPassets))/newJPexrate(scen);
Port_Return(scen)..     PortRet(scen) =e= PortVal(scen)/budget-1;
Exp_Return..          ExpRet =e= sum(scen, prob(scen)*PortRet(scen));
Tar_Ret..             ExpRet =g= Rho;
Auxiliary(scen)..       Y(scen) =g= z - PortRet(scen);

file results;

model portfolio / all /;

Solve portfolio using lp maximizing CVaR;

display GR.l, US.l, UK.l, JP.l;

put results;
results.nd=5;
loop(GRassets, put GR.l(GRassets));
put /;
loop(USassets, put US.l(USassets));
put /;
loop(UKassets, put UK.l(UKassets));
put /;
loop(JPassets, put JP.l(JPassets));
put /;
put USD.l, GBP.l, JPY.l, ExpRet.l, z.l, CVaR.l;
```

Ο δεύτερος κώδικας που χρησιμοποιήθηκε και συμπεριλμβάνει forward contracts έχει ως εξής:

```
$OFFSYMXREF
$OFFSYMLIST
OPTION LIMCOL=0;
OPTION LIMROW=0;
OPTION SOLPRINT=OFF;
OPTION RESLIM=1000000;
OPTION ITERLIM=1000000;
* select optimization solver
OPTION LP=GUROBI;
```


ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

```
$offlisting;

OPTION LIMROW = 100000;
OPTION LIMCOL = 100000;
OPTION SOLPRINT=ON;

* scenarios for greek asset classes
SET GRassets greek asset classes / GR1,GR2 /;
SET scen / scen1*scen156 /;
TABLE GRreturns (scen,GRassets)
$INCLUDE greekreturns.txt

* define scenarios for american asset classes
SET USassets american asset classes / US1,US2 /;
TABLE USreturns (scen,USassets)
$INCLUDE americanreturns.txt

* define scenarios for english asset classes
SET UKassets english asset classes / UK1,UK2 /;
TABLE UKreturns (scen,UKassets)
$INCLUDE englishreturns.txt

* define scenarios for japanesse asset classes
SET JPassets japanesse asset classes / JP1,JP2 /;
TABLE JPreturns (scen,JPassets)
$INCLUDE japanessereturns.txt


*define scenarios for exchange rate of euro and usd
*SET USexrate exchange rates for euro with usd / eurusd /;
Parameter USexraterets (scen)
$INCLUDE eurusdexrates.txt

*define scenarios for exchange rate of eur and gbp
*SET UKexrate exchange rates for euro with gbp / eurgbp /;
Parameter UKexraterets (scen)
$INCLUDE eurgbpexrates.txt

*define scenarios for exchange rate of eur and jpy
*SET JPexrate exchange rates for eur with jpy / eurjpy /;
Parameter JPexraterets (scen)
$INCLUDE eurjpyexrates.txt

parameter Prob(scen)    Scenario probabilities;
loop(scen,Prob(scen)=1/156);

parameter GRlastprice(GRassets) last price of each greek asset
/ GR1 309.68, GR2 106.879 /;
```




```
parameter USlastprice(USassets) last price of each american asset
/ US1 1426.19, US2 545.102 /;

parameter UKlastprice(UKassets) last price of each english asset
/ UK1 5897.81, UK2 756.933 /;

parameter JPlastprice(JPassets) last price of each japanesse asset
/JP1 10395.18, JP2 286.298 /;

parameter GRprice(scen,GRassets) price of greek assets for each scenario;

parameter USprice(scen,USassets) price of american assets for each scenario;

parameter UKprice(scen,UKassets) price of english assets for each scenario;

parameter JPprice(scen,JPassets) price of japanesse assets for each scenario;

loop(scen,GRprice(scen,GRassets) = GRlastprice(GRassets) * (1 +
GRreturns(scen,GRassets)));

loop(scen,USprice(scen,USassets) = USlastprice(USassets) * (1 +
USreturns(scen,USassets)));

loop(scen,UKprice(scen,UKassets) = UKlastprice(UKassets) * (1 +
UKreturns(scen,UKassets)));

loop(scen,JPprice(scen,JPassets) = JPlastprice(JPassets) * (1 +
JPreturns(scen,JPassets)));

parameter newUSexrate(scen) exchange rate of eur with usd in each scenario;

parameter newUKexrate(scen) exchange rate of eur with gbp in each scenario;

parameter newJPexrate(scen) exchange rate or eur with jpy in each scenario;

loop(scen,newUSexrate(scen) = 1.3184 * (1 + USexraterets(scen)));

loop(scen,newUKexrate(scen) = 0.8111 * (1 + UKexraterets(scen)));

loop(scen,newJPexrate(scen) = 113.9955 * (1 + JPexraterets(scen)));

Scalar a          confidence interval of VaR /0.95/
Scalar Rho        target expected return /0.00/
Scalar Budget     initial budget /1000000/;

* model variables

Variables

GR(GRassets)    asset units purchased from the greek market
```


ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

```
US(USassets)    asset units purchased from the american market
UK(UKassets)    asset units purchased from the english market
JP(JPassets)    asset units purchased from the japaneses maret
USD             amount of us dollars purchased with euros
GBP             amount of gb sterlins purchased with euros
JPY             amount of yens purchased with euros
PortVal(scen)   value of portfolio in each scenario
PortRet(scen)   return of portfolio in each scenario
ExpRet          Expected return of portfolio
z               Var
Y(scen)         Auxiliary variable
CVaR            Conditional Value at Risk
FUSD            amount of euros collected from sale of USD in the forward market
FGBP            amount of euros collected from sale of GBP in the forward market
FJPY            amount of euros collected from sale of JPY in the forward market;

Positive Variables Y,GR,US,UK,JP,USD,GBP,JPY,FUSD,FGBP,FJPY;

Equations

CVARformula             CVAR mathematical formula
EURbc                   Budget constraint in euro
USDbc                   Budget constraint in usd
GBPbc                   Budget constraint in gbp
JPYbc                   Budget constraint in jpy
Port_Value(scen)        Portfolio value in each scenario
Port_Return(scen)       Portfolio return in each scenario
Exp_Return              Expected portfolio return
Tar_Ret                 constraint in expected return
FUSDupperbound          upper bound of a forward contract in USD
FGBPupperbound          upper bound of a forward contract in GBP
FJPYupperbound          upper bound of a forward contract in JPY
Auxiliary(scen)         auxiliary variable;

CVARformula..           CVaR =e= z - (1/(1-a))*sum(scen, Prob(scen)*Y(scen));
EURbc..                 Budget =e= sum(GRassets,
GR(GRassets)*GRlastprice(GRassets))+(USD+GBP+JPY);
USDbc..                 USD =g= sum
(USassets,US(USassets)*USlastprice(USassets))/1.3184;
GBPbc..                 GBP =g= sum (UKassets,UK(UKassets)*UKlastprice(UKassets))/
0.8111;
JPYbc..                 JPY =g= sum
(JPassets,JP(JPassets)*JPlastprice(JPassets))/113.9955;
Port_Value(scen)..      PortVal(scen) =e= sum(GRassets,GR(GRassets)*
GRprice(scen,GRassets))+ sum(USassets, FUSD + (US(USassets)*
USprice(scen,USassets) - FUSD*1.3213) /newUSexrate(scen))+ sum(UKassets,
FGBP + (UK(UKassets)*UKprice(scen,UKassets) -
FGBP*0.8127)/newUKexrate(scen)) + sum(JPassets, FJPY +
(JP(JPassets)*JPprice(scen,JPassets) - FJPY*114.1511)/newJPexrate(scen));
Port_Return(scen)..     PortRet(scen) =e= PortVal(scen)/budget-1;
```


ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

```
Exp_Return..            ExpRet =e= sum(scen, prob(scen)*PortRet(scen));
Tar_Ret..               ExpRet =g= Rho;
Auxiliary(scen)..       Y(scen) =g= z - PortRet(scen);
FUSDupperbound..        FUSD =l=   sum(scen, prob(scen)* sum(USassets,
US(USassets)* USprice(scen,USassets)) /newUSexrate(scen));
FGBPupperbound..        FGBP =l=   sum(scen, prob(scen)* sum(UKassets,
UK(UKassets)* UKprice(scen,UKassets)) /newUKexrate(scen));
FJPYupperbound..        FJPY =l=   sum(scen, prob(scen)* sum(JPassets,
JP(JPassets)* JPprice(scen,JPassets)) /newJPexrate(scen));

file results;

model portfolio / all /;

Solve portfolio using lp maximizing CVaR;

display GR.l, US.l, UK.l, JP.l, FUSD.l, FGBP.l, FJPY.l;

put results;
results.nd=5;
loop(GRassets, put GR.l(GRassets));
put /;
loop(USassets, put US.l(USassets));
put /;
loop(UKassets, put UK.l(UKassets));
put /;
loop(JPassets, put JP.l(JPassets));
put /;
put USD.l, GBP.l, JPY.l, ExpRet.l, z.l, CVaR.l, FUSD.l, FGBP.l, FJPY.l;
```


ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS & BUSINESS
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ