

**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΘΗΝΩΝ**



ATHENS UNIVERSITY
OF ECONOMICS
AND BUSINESS

ΣΧΟΛΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΔΙΕΘΝΩΝ ΚΑΙ ΕΥΡΩΠΑΪΚΩΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Διπλωματική Εργασία με Θέμα: “Βελτιστοποίηση χαρτοφυλακίου
S&P 500 με Black-Litterman και Αντιστάθμιση βέλτιστου
χαρτοφυλακίου μέσω τιμολόγησης Corrado-Su”

Ονοματεπώνυμο: Τατιάνα Μαρκουλάκη

Αριθμός Μητρώου: 4140092

Επιβλέπων Καθηγητής: Ν. Τοπάλογλου

Σεπτέμβριος 2019, Αθήνα

Περίληψη

Η εργασία αυτή χωρίζεται σε τρία μέρη. Το πρώτο μέρος αφορά το θεωρητικό υπόβαθρο των μοντέλων που χρησιμοποιούνται στο δεύτερο και τρίτο μέρος. Γίνεται δηλαδή μία εισαγωγή στην θεωρία χαρτοφυλακίου, στην θεωρία παραγώγων καθώς και στα υποδείγματα αποτίμησης δικαιωμάτων προαίρεσης.

Όσον αφορά το δεύτερο μέρος της εργασίας, χρησιμοποιώντας τα βάρη κεφαλαιοποίησης της αγοράς, επιλέγω το χαρτοφυλάκιο του δείκτη S&P 500 και βρίσκω το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο με την βοήθεια του μοντέλου Black-Litterman. Ακόμη, κάνω και βελτιστοποίηση μέσου-διακύμανσης και ελέγχω την αποτελεσματικότητα και των δύο μοντέλων.

Τέλος, το τρίτο μέρος, επικεντρώνεται στην αντιστάθμιση κινδύνου. Χρησιμοποιώ τα δύο χαρτοφυλάκια του Black-Litterman που έχω δημιουργήσει από το προηγούμενο μέρος, δηλαδή το χαρτοφυλάκιο του Black-Litterman πάνω στα βάρη κεφαλαιοποίησης αγοράς του S&P 500 και το χαρτοφυλάκιο του Black-Litterman στο χαρτοφυλάκιο μέσου-διακύμανσης των μετοχών του S&P 500. Χρησιμοποιώντας το μοντέλο των Corrado-Su τιμολογώ δικαιώματα προαίρεσης και στην συνέχεια διαλέγω 4 στρατηγικές έτσι ώστε να αντισταθμίσω τα χαρτοφυλάκια μου. Ακολουθούν συμπεράσματα σχετικά με την αποτελεσματικότητα αντιστάθμισης. Για την διεξαγωγή της εργασίας αυτής χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα της MATLAB, ο κώδικας της οποίας βρίσκεται στο Παράρτημα.

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή
2. Βασικές χρηματοοικονομικές θεωρίες
 - 2.1. Θεωρία Χαρτοφυλακίου
 - 2.1.1. Βελτιστοποίηση Μέσου-Διακύμανσης
 - 2.1.2. Υπόδειγμα Αποτίμησης Περιουσιακών Στοιχείων (CAPM)
 - 2.1.3. Το μοντέλο Black-Litterman
 - 2.2. Θεωρία Παραγώγων
 - 2.2.1. Δικαίωμα αγοράς
 - 2.2.2. Δικαίωμα πώλησης
 - 2.3. Υποδείγματα Αποτίμησης
 - 2.3.1. Διωνυμικό Υπόδειγμα
 - 2.3.2. Υπόδειγμα Black-Scholes
 - 2.3.3. Υπόδειγμα Corrado-Su
3. Βελτιστοποίηση Χαρτοφυλακίου S&P 500 με το μοντέλο Black-Litterman
4. Αντιστάθμιση Χαρτοφυλακίων Black-Litterman
5. Συμπεράσματα
6. Βιβλιογραφία
7. Παράρτημα

1. Εισαγωγή

Η εργασία αυτή επικεντρώνεται από την μία πλευρά στην βελτιστοποίηση χαρτοφυλακίου, και από την άλλη στην αντιστάθμιση του κινδύνου των βελτιστοποιημένων χαρτοφυλακίων με την βοήθεια δικαιωμάτων προαίρεσης.

Αρχικά εισάγεται στο επόμενο κεφάλαιο, το Κεφάλαιο 2, το θεωρητικό υπόβαθρο των εννοιών και θεωριών που θα χρησιμοποιηθούν, δηλαδή στοιχεία τα οποία είναι βασικά για την διεκπεραίωση της εργασίας. Έτσι γίνεται μία εισαγωγή στην θεωρία χαρτοφυλακίου, δηλαδή στην βελτιστοποίηση μέσου-διακύμανσης, στο Υπόδειγμα Αποτίμησης Περιουσιακών Στοιχείων αλλά και στο Black-Litterman που είναι το μοντέλο βελτιστοποίησης που θα χρησιμοποιήσω. Στην συνέχεια γίνεται μία εισαγωγή στην θεωρία των παραγώγων όσον αφορά τα δικαιώματα προαίρεσης και τέλος περιγράφονται τρία υποδείγματα αποτίμησης δικαιωμάτων, τα οποία είναι το Διωνυμικό Υπόδειγμα, το υπόδειγμα Black-Scholes και το υπόδειγμα Corrado-Su, το οποίο είναι και το υπόδειγμα που θα χρησιμοποιηθεί για την τιμολόγηση των δικαιωμάτων μου.

Στο Κεφάλαιο 3, συλλέγω τις απαραίτητες πληροφορίες για τις μετοχές του S&P 500 που είναι και το χαρτοφυλάκιο το οποίο θα χρησιμοποιηθεί προς μελέτη, βρίσκω τα κεφαλαιοποιημένα βάρη ανά μετοχή και στην συνέχεια εισάγω το μοντέλο Black-Litterman, το οποίο χαρακτηρίζεται από το γεγονός ότι ανεξάρτητοι επενδυτές μπορούν στην βελτιστοποίηση χαρτοφυλακίου να εισάγουν τις δικές τους υποκειμενικές απόψεις σχετικά με τις αναμενόμενες αποδόσεις των μετοχών του εκάστοτε χαρτοφυλακίου. Έτσι, προσθέτω τρεις απόψεις επενδυτών στο μοντέλο και βρίσκω όλες τις παραμέτρους που απαιτούνται για την διεξαγωγή του. Στην συνέχεια γίνεται μία κριτική αξιολόγηση των διαφόρων παραδοχών του μοντέλου σχετικά με τις παραμέτρους του και ακριβώς μετά βρίσκω το χαρτοφυλάκιο Black-Litterman σύμφωνα με τα βέλτιστα βάρη τα οποία προτείνει το μοντέλο. Ακόμη δημιουργώ και το χαρτοφυλάκιο μέσου-διακύμανσης και το χαρτοφυλάκιο Black-Litterman πάνω στο χαρτοφυλάκιο μέσου-διακύμανσης. Έχοντας λοιπόν συνολικά τέσσερα χαρτοφυλάκια, γίνεται παρακολούθηση της απόδοσης τους για ένα μήνα, για να ελεγχθεί αρχικά εάν πράγματι το χαρτοφυλάκιο μέσου-διακύμανσης δεν μπορεί να συμπεριφερθεί σωστά και να αποδώσει, καθώς και εάν το χαρτοφυλάκιο Black-Litterman τείνει να ακολουθεί τις αποδόσεις του χαρτοφυλακίου της ισορροπίας όπως προβλέπεται από την θεωρία του.

Στο Κεφάλαιο 4, παίρνω τα δύο χαρτοφυλάκια του Black-Litterman τα οποία κατασκευάστηκαν στο Κεφάλαιο 3, και επικεντρώνομαι στην αντιστάθμιση του κινδύνου τους. Αρχικά, εισάγω το μοντέλο τιμολόγησης Corrado-Su και προσαρμόζω τις παραμέτρους της λοξότητας και της κυρτότητας έτσι

ώστε να ανταποκρίνονται στην πραγματική αγορά και σε πραγματικά δικαιώματα αγοράς και πώλησης. Παρουσιάζω τις διαφορές της κανονικής κατανομής και της δικής μου κατανομής η οποία είναι λεπτόκυρτη, και αμέσως μετά συγκρίνω την αποτελεσματικότητα του υποδείγματος Black-Scholes σε σχέση με το Corrado-Su, όσον αφορά την τιμολόγηση των δικαιωμάτων. Στην συνέχεια, αφού υποθέσω ένα αρχικό κεφάλαιο ενός εκατομμυρίου, δημιουργώ τέσσερις στρατηγικές με τις οποίες αντισταθμίζω τα δύο χαρτοφυλάκια μου. Οι δύο πρώτες θα επικεντρώνονται στην δημιουργία στρατηγικών ελάχιστου κόστους, ενώ οι δύο δεύτερες θα είναι αδιάφορες για το αρχικό κόστος που θα καλείται να πληρώσει ο επενδυτής. Για ακόμη μία φορά παρακολουθώ τα χαρτοφυλάκια αυτά για ένα μήνα και γίνεται στην συνέχεια αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της αντιστάθμισης μου σε σχέση με τα μη αντισταθμισμένα χαρτοφυλάκια.

Στο Κεφάλαιο 5, γίνεται μία ανασκόπηση των αποτελεσμάτων της εργασίας.

Στο Κεφάλαιο 6, αναγράφεται η βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε κατά την διεξαγωγή της εργασίας.

Τέλος, το Κεφάλαιο 7 αποτελεί το παράρτημα, στο οποίο παρουσιάζονται όλοι οι πίνακες οι οποίοι χρησιμοποιήθηκαν κατά την διαδικασία της μελέτης των χαρτοφυλακίων μου.

2. Βασικές χρηματοοικονομικές θεωρίες

2.1. Θεωρία χαρτοφυλακίου

Σύμφωνα με τον Brandimarte(2001) μπορούμε να θεωρήσουμε n μετοχές, από τις οποίες μπορούμε να αγοράσουμε μία μετοχή i , όπου $i = 1 \dots n$, σε μία τιμή P_i και αφού την κρατήσουμε για μία περίοδο, μπορούμε να την πουλήσουμε για μια τιμή Q_i , η οποία όμως είναι μια τυχαία μεταβλητή. Έτσι, τόσο η απόδοση της, $R_i = Q_i / P_i$, όσο και ο ρυθμός απόδοσης της, $r_i = (Q_i - P_i) / P_i = R_i - 1$ είναι επίσης τυχαίες μεταβλητές. Οι μετοχές επίσης μπορεί να πληρώνουν μερίσματα κατά την περίοδο διακράτησης, γεγονός που θα συμβάλλει στην απόδοση τους. Ο ρυθμός απόδοσης μπορεί να είναι και αρνητικός, αλλά οριοθετείται έτσι ώστε να φτάνει έως -1 .

Για την διαχείριση ενός χαρτοφυλακίου, απαιτείται η αντιστάθμιση κινδύνου. Εξετάζουμε την περίπτωση αντιστάθμισης για τις αποδόσεις των μετοχών μίας περιόδου χωρίς την δυνατότητα επανεξισορρόπησης του χαρτοφυλακίου μετά από την περίοδο αυτή. Ας υποθέσουμε λοιπόν έναν αρχικό πλούτο W_0 , δεδομένου όμως ότι οι αποδόσεις είναι τυχαίες, το W είναι τυχαία μεταβλητή επίσης άρα δεν έχει νόημα η μεγιστοποίησή του. Μία λογική θα ήταν να μεγιστοποιήσουμε την αναμενόμενη τιμή του, αλλά έτσι θα αγνοούσαμε πλήρως τους κινδύνους. Πρέπει λοιπόν να ποσοτικοποιήσουμε τον κίνδυνο, υποθέτοντας ότι ο ρυθμός απόδοσης μίας μετοχής διανέμεται κανονικά. Στην περίπτωση αυτή, ο ρυθμός απόδοσης χαρακτηρίζεται πλήρως από δύο παραμέτρους, την αναμενόμενη απόδοση r_i και την τυπική απόκλιση σ_i .

Η τυπική απόκλιση μίας μετοχής θεωρείται από κάποιους ως μέτρο κινδύνου, το οποίο σημαίνει ότι όσο μεγαλύτερη είναι η τυπική απόκλιση, τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα να έχουμε μεγάλες θετικές αλλά και μεγάλες αρνητικές αποδόσεις. Στην πραγματικότητα, όμως η χρήση της τυπικής απόκλισης για τη μέτρηση κινδύνου μπορεί να είναι αποτελεσματική και ακριβής μόνο σε συμμετρικά κατανεμημένες αποδόσεις.

Τώρα, ας συνεχίσουμε με το παράδειγμα του Brandimarte(2001) και ας υποθέσουμε ότι έχουμε δύο μετοχές 1 και 2, όπου $r_1 > r_2$ και $\sigma_1 > \sigma_2$. Με άλλα λόγια, η μετοχή 1 έχει καλύτερη απόδοση από την μετοχή 2 αλλά είναι και πιο επικίνδυνη. Εάν θέσουμε το ερώτημα για το ποια μετοχή είναι καλύτερη, φυσικά δεν θα υπάρχει σίγουρη απάντηση, καθώς εξαρτάται από την υποκειμενική στάση του κάθε επενδυτή απέναντι στον κίνδυνο.

Για να διαμορφώσουμε λοιπόν τις προτιμήσεις των επενδυτών εισάγουμε μία συνάρτηση χρησιμότητας $U(w)$, ανάλογα με τον πλούτο. Μία υπόθεση θα μπορούσε να είναι ότι η U είναι μια αύξουσα συνάρτηση, δεδομένου ότι προτιμούμε περισσότερο πλούτο από λιγότερο. Μια άλλη λογική παραδοχή είναι ότι η U είναι κοίλη,

$$U(\lambda x + (1 - \lambda)y) \geq \lambda U(x) + (1 - \lambda)U(y) \quad 0 \leq \lambda \leq 1 \quad (1.1.1)$$

Σε μια κοίλη συνάρτηση χρησιμότητας μπορεί να υπονοείται κάποιος βαθμός αποφυγής κινδύνου.

Το παράδειγμα λοιπόν συνεχίζει με την εξέταση δύο επιπέδων πλούτου, W_1 και W_2 με $W_1 < W_2$. Υποθέτει δύο επιλογές για τον επενδυτή. Η μία επιλογή του είναι να πάρει μία λοταρία κατά την οποία θα πάρει είτε W_1 είτε W_2 με ισόποση πιθανότητα $\frac{1}{2}$. Αλλιώς, μπορεί να πάρει $W^* = 0.5W_1 + 0.5W_2$, το οποίο βέβαια σημαίνει ότι με αυτή την "ασφαλή" προσφορά θα έχει μόνο την αναμενόμενη αξία του πλούτου που κερδίζει με την κλήρωση. Η αναμενόμενη χρησιμότητα της κλήρωσης είναι:

$$0.5U(W_1) + 0.5U(W_2), \quad (1.1.2)$$

Όπου η αναμενόμενη χρησιμότητα της εναλλακτικής επιλογής είναι

$$U(0.5W_1 + 0.5W_2) \quad (1.1.3)$$

Οι πιο συνηθεις συναρτήσεις χρησιμότητας είναι η λογαριθμική χρησιμότητα,

$$U(W) = \log(W) \quad (1.1.4)$$

Και η τετραγωνική χρησιμότητα,

$$U(W) = W - bW^2 \quad (1.1.5)$$

Η βελτιστοποίηση του χαρτοφυλακίου μπορεί να δηλωθεί ως

$$\begin{aligned} \max E[U(\sum_{i=1}^n \theta_i Q_i)] \\ \text{s.t. } \sum_{i=1}^n \theta_i P_i = W_0 \end{aligned} \quad (1.1.6)$$

Όπου οι μεταβλητές απόφασης θ_i είναι τα κομμάτια των μετοχών που αγόρασα (ή έγινε ανοικτή πώληση εάν δεν έχω βάλει περιορισμό $\theta_i \geq 0$).

Μπορούμε ακόμη να μετρήσουμε το βαθμό αποστροφής του κινδύνου που σχετίζεται με μια λειτουργία χρησιμότητας. Ένα τέτοιο μέτρο είναι ο συντελεστής αποστροφής κινδύνου Arrow-Pratt, ο οποίος ορίζεται ως

$$A(W) = -\frac{U''(W)}{U'(W)} = \frac{-1/W^2}{1/W} = \frac{1}{W}, \quad (1.1.7)$$

Και παρατηρούμε ότι η αποστροφή κινδύνου μειώνεται με την αύξηση του πλούτου. Για την τετραγωνική χρησιμότητα (1.1.5) έχουμε

$$A(W) = \frac{2b}{1-2bW} \quad (1.1.8)$$

Το οποίο μας δείχνει ότι στην περίπτωση αυτή η αποστροφή κινδύνου αυξάνεται με την αύξηση του πλούτου. Ο καθορισμός μιας συνάρτησης χρησιμότητας μπορεί να είναι δύσκολο καθήκον, μια απλή προσέγγιση ωστόσο βασίζεται στην επιλογή “ορθολογικών” χαρτοφυλακίων. Η προσέγγιση αυτή βασίζεται στον συλλογισμό πως εάν ο επενδυτής καθορίσει την αναμενόμενη απόδοση που θέλει να πάρει από μία επένδυση, θα θέλει να βρει το χαρτοφυλάκιο που επιτυγχάνει την συγκεκριμένη αναμενόμενη απόδοση με τον ελάχιστο δυνατό κίνδυνο. Με τον ίδιο τρόπο, εάν καθορίσει το επίπεδο κινδύνου που θέλει να πάρει, θα θέλει να βρει το χαρτοφυλάκιο που με δεδομένο τον κίνδυνο αυτό, έχει την μεγαλύτερη αναμενόμενη απόδοση. Αυτή η προσέγγιση οδηγεί στη θεωρία του χαρτοφυλακίου μέσου-διακύμανσης, η οποία, παρά την σημαντική κριτική που έχει δεχτεί, στηρίζει ένα αρκετά σημαντικό μέρος της οικονομικής θεωρίας.

2.1.1. Βελτιστοποίηση μέσου-διακύμανσης

Αν επιστρέψουμε στο προηγούμενο παράδειγμα και υποθέσουμε ότι $\bar{r}_1 > \bar{r}_2$ και $\sigma_1 < \sigma_2$, ένα αφελές επιχείρημα κάποιου επενδυτή θα ήταν να πει ότι εφόσον η μετοχή 1 έχει μεγαλύτερη αναμενόμενη απόδοση από τη μετοχή 2 και είναι επίσης λιγότερο επικίνδυνη, τότε δεν χρειάζεται καν να εξεταστεί η επένδυση στην μετοχή αυτή. Έτσι όμως αγνοείται εντελώς η συσχέτιση μεταξύ

των δύο μετοχών, λόγω της οποίας θα μπορούσε η επένδυση στην μετοχή 2 να είναι επωφελής για τη μείωση του κινδύνου.

Προκειμένου να λυθεί το πρόβλημα αυτό, αρχικά επιβάλλουμε περιορισμό $W_1 + W_2 = 1$ (1.1.9).

Εάν ακόμη θέλουμε να αποκλείσουμε τις ανοικτές πωλήσεις(short selling) , πρέπει επίσης να επιβάλλουμε $W_i \geq 0$. (1.1.10). Ο ρυθμός απόδοσης του χαρτοφυλακίου θα είναι $r = w_1 r_1 + w_2 r_2$ (1.1.11) και η αναμενόμενη απόδοση θα είναι

$$\bar{r} = w_1 \bar{r}_1 + w_2 \bar{r}_2 \quad (1.1.12)$$

Εάν θέλουμε να γενικεύσουμε την εξίσωση (1.1.12) για ένα χαρτοφυλάκιο που έχει n επικίνδυνα περιουσιακά στοιχεία, τότε η αναμενόμενη απόδοσή του θα είναι

$$\bar{r} = \sum_{i=1}^n w_i \bar{r}_i = w^T \bar{r} \quad (1.1.13)$$

Η διακύμανση των αποδόσεων δίνεται, για την περίπτωση δύο στοιχείων, από την εξής συνάρτηση $\sigma^2 = Var(w_1 r_1 + w_2 r_2) = w_1^2 \sigma_1^2 + 2w_1 w_2 \sigma_{12} + w_2^2 \sigma_2^2$ (1.1.14)

Όπου σ_{12} είναι η συνδιακύμανση μεταξύ r_1 και r_2 . Για n περιουσιακά στοιχεία θα έχουμε $\sigma^2 = \sum_{i,j=1}^n w_i w_j \sigma_{ij} = w^T \Sigma w$ (1.1.15), όπου Σ η μήτρα συνδιακύμανσης.

Το λογικό είναι λοιπόν ο οποιοσδήποτε επενδυτής να επιθυμεί να μεγιστοποιήσει την αναμενόμενη απόδοση του χαρτοφυλακίου του και να ελαχιστοποιήσει την διακύμανσή του. Δεδομένου όμως ότι αυτοί οι δύο στόχοι είναι γενικά αντιφατικοί, θα πρέπει να βρεθεί ένας συμβιβασμός, ο οποίος θα εξαρτηθεί από το βαθμό αποστροφής του κινδύνου του επενδυτή. Υποθέτουμε λοιπόν για την λύση του προβλήματος βελτιστοποίησης ότι για μία δεδομένη τιμή της αναμενόμενης απόδοσης $\bar{r}_T$, θέλουμε να ελαχιστοποιήσουμε τη διακύμανση. Έτσι έχουμε το εξής:

$$\min w^T \Sigma w$$

$$s. t. \quad w^T \bar{r} = \bar{r}_T$$

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

$$W_i \geq 0 \quad (1.1.16)$$

Όταν θα αλλάζουμε την τιμή ή αλλιώς στόχο της αναμενόμενης απόδοσης θα επιτυγχάνεται ένα σύνολο αποτελεσματικών χαρτοφυλακίων. Αποτελεσματικό είναι ένα χαρτοφυλάκιο εάν δεν είναι δυνατή η επίτευξη υψηλότερης αναμενόμενης απόδοσης χωρίς την αύξηση του κινδύνου. Ένα από αυτά τα αποτελεσματικά χαρτοφυλάκια, θα είναι και το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο.

Κριτική Μοντέλου

Η βελτιστοποίηση χαρτοφυλακίου μέσου-διακύμανσης είναι γεγονός ότι οδηγεί σε σχετικά κατανοητά αριθμητικά προβλήματα και σαν μοντέλο έχει πρωταρχικό ρόλο στην θεωρία χαρτοφυλακίου, αλλά έχει αποτελέσει αντικείμενο ευρείας κριτικής. Είναι συνεπής με την κανονική κατανομή αναμενόμενων αποδόσεων, ωστόσο η υπόθεση αυτή δεν ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα, αφού οι αποδόσεις δεν ακολουθούν κανονική κατανομή και άρα δεν υπάρχει συμμετρία. Ακόμη, η διαχείριση χαρτοφυλακίου έχει μία δυναμική φύση, η οποία δεν εξετάζεται σε μοντέλα μίας περιόδου που υποθέτει το μοντέλο. Επιπρόσθετα, τα χαρτοφυλάκια αναθεωρούνται συνεχώς και δεν πρέπει να παραμεληθούν οι επιπτώσεις του κόστους συναλλαγής. Τέλος, υποθέτει συγκεκριμένες συναρτήσεις χρησιμότητας και ορθολογικούς επενδυτές και ακόμη και οι μικρές αλλαγές στους εκτιμώμενους μέσους μπορούν να οδηγήσουν σε τεράστιες αλλαγές στην διανομή των μετοχών στο χαρτοφυλάκιο.

2.1.2. Υπόδειγμα Αποτίμησης Περιουσιακών Στοιχείων(CAPM)

Οι Elton και Gruber(2018) τονίζουν ότι όσον αφορά το υπόδειγμα αποτίμησης περιουσιακών στοιχείων ή αλλιώς Capital asset pricing model(CAPM), για την κατανόηση και την δημιουργία ενός μοντέλου σαν αυτό το οποίο προσπαθεί να αντικατοπτρίσει τον πραγματικό κόσμο, ο οποίος είναι πολύ περίπλοκος, επιβλήθηκαν οι παρακάτω οχτώ υποθέσεις:

- 1) Δεν υπάρχει κόστος συναλλαγής, δηλαδή δεν υπάρχει καμία χρέωση για την αγορά ή πώληση οποιουδήποτε περιουσιακού στοιχείου.
- 2) Τα περιουσιακά στοιχεία είναι άπειρα διαιρούμενα. Για παράδειγμα, ένας επενδυτής μπορεί να αγοράσει μετοχή της IBM αξίας ενός δολαρίου.
- 3) Δεν υπάρχει φόρος εισοδήματος φυσικών προσώπων. Δηλαδή ο επενδυτής είναι αδιάφορος για την μορφή στην οποία εισπράττει την απόδοση της επένδυσής του (μέρισμα ή κέρδος).
- 4) Ένας επενδυτής δεν μπορεί να επηρεάσει την αγορά και τις τιμές με ατομική ενέργεια δηλαδή με την αγορά ή πώληση ενός μετοχικού κεφαλαίου.
- 5) Οι επενδυτές λαμβάνουν αποφάσεις αποκλειστικά όσον αφορά τις αναμενόμενες αξίες και τις τυπικές αποκλίσεις των αποδόσεων των χαρτοφυλακίων τους.
- 6) Υπάρχει ένα επιτόκιο χωρίς κίνδυνο, με το οποίο κάθε επενδυτής μπορεί να δανείσει ή να δανειστεί οποιοδήποτε ποσό.
- 7) Οι επενδυτές ενδιαφέρονται μόνο για την μέση τιμή και την διακύμανση των αποδόσεων σε μία μόνο περίοδο και έχουν τις ίδιες προσδοκίες για αυτές τις εισροές.
- 8) Όλα τα περιουσιακά στοιχεία, συμπεριλαμβανομένου του ανθρώπινου κεφαλαίου, είναι εμπορεύσιμα, δηλαδή μπορούν να πωληθούν και να αγοραστούν στην αγορά.

Η βασική απορία όμως είναι το κατά πόσο παραμορφώνεται η πραγματικότητα λόγω των υποθέσεων αυτών καθώς και κατά πόσο το τελικό υπόδειγμα ανταποκρίνεται στην πραγματική απόδοση των κεφαλαιαγορών. Η τυποποιημένη μορφή του υποδείγματος αποτίμησης περιουσιακών στοιχείων αναπτύχθηκε από τους Sharpe, Lintner και Mossin. Αυτό το μοντέλο έχει διάφορες μορφές με διαφορετικό βαθμό αυστηρότητας και μαθηματικής πολυπλοκότητας. Εμείς θα επικεντρωθούμε στην απλή προσέγγιση της, έτσι όπως την περιγράφουν οι Elton και Gruber(2018) καθώς και ο Μυλωνάς(2005).

Εάν όλοι οι επενδυτές έχουν ίδιες προσδοκίες όπως υποστηρίζει η θεωρία του υποδείγματος αποτίμησης περιουσιακών στοιχείων και υπάρχει το ίδιο επιτόκιο δανεισμού για όλους, τότε όλοι οι επενδυτές θα διακατέχουν το ίδιο χαρτοφυλάκιο επικίνδυνων περιουσιακών στοιχείων. Έτσι, στην ισορροπία αυτό το χαρτοφυλάκιο θα είναι το χαρτοφυλάκιο της αγοράς. Όλοι οι επενδυτές θα

διατηρήσουν συνδυασμούς μόνο δύο χαρτοφυλακίων: το χαρτοφυλάκιο αγοράς (M) και μια ασφάλεια χωρίς κίνδυνο.

Χρησιμοποιώντας την θεωρία της μεγιστοποίησης της χρησιμότητας του πλούτου, της αποστροφής κινδύνου καθώς και την επιλογή των επενδύσεων με βάση την απόδοση και την διακύμανση όπως προβλέπει η θεωρία του CAPM που αναφέρθηκε και πιο πάνω, ο Μυλωνάς (2005) αναφέρει ότι οικονομολόγοι δημιούργησαν το υπόδειγμα αυτό για να προσδιοριστεί η σχέση της αναμενόμενης απόδοσης μίας μετοχής i , $E(R_i)$ και του κινδύνου της, β_i , με βάση την απόδοση του επιτοκίου χωρίς κίνδυνο, R_f , και την αναμενόμενη απόδοση του χαρτοφυλακίου της αγοράς, $E(R_M)$. Η σχέση λοιπόν αυτή εκφράστηκε ως εξής:

$$E(R_i) = R_f + \beta_i(E(R_M) - R_f) \quad (1.2.1)$$

Όπου β_i ονομάζεται συντελεστής βήτα και αποτελεί την μέτρηση του συστηματικού κινδύνου της απόδοσης R_i λόγω της μεταβολής των αποδόσεων του χαρτοφυλακίου της αγοράς R_M .

Συστηματικός είναι ο κίνδυνος που οφείλεται σε μακροοικονομικούς παράγοντες όπως τα επιτόκια, οι ισοτιμίες, ο πληθωρισμός κ.ά., παράγοντες δηλαδή που επηρεάζουν κάθε οικονομική μονάδα.

Μη συστηματικός κίνδυνος είναι ο κίνδυνος ο οποίος οφείλεται σε παράγοντες της ίδιας της οικονομικής μονάδας.

Η ακριβής μαθηματική σχέση του βήτα είναι η εξής:

$$\beta_i = \frac{\text{cov}(R_i, R_M)}{\sigma_M^2} \quad (1.2.2)$$

Όπου $\text{cov}(R_i, R_M)$ είναι η συνδιακύμανση των αποδόσεων της μετοχής i και του δείκτη της αγοράς και σ_M^2 είναι η διακύμανση των αποδόσεων του δείκτη της αγοράς. Σημαντική είναι ακόμη και η απόδοση του ακίνδυνου επιτοκίου αφού αποτελεί την ελάχιστη απόδοση που θα πάρει ο επενδυτής ο οποίος αποστρέφεται εντελώς τον κίνδυνο δηλαδή $\beta=0$, ενώ στις υπόλοιπες περιπτώσεις όπου $\beta \neq 0$ η αναμενόμενη απόδοση θα βρίσκεται με βάση την απόδοση του χαρτοφυλακίου της αγοράς καθώς και το μέγεθος του συστηματικού κινδύνου.

Σύμφωνα με τους Elton και Gruber(2018), λόγω του ότι η CAPM είναι μία σχέση ισορροπίας είναι λογικό ότι οι μετοχές που έχουν υψηλό συντελεστή βήτα, δηλαδή περισσότερο κίνδυνο, να δίνουν μεγαλύτερη απόδοση από αυτές με χαμηλότερο συντελεστή βήτα. Αυτό βέβαια δεν σημαίνει ότι θα γίνεται για όλα τα χρονικά μεσοδιαστήματα, διότι εάν έδιναν πάντοτε υψηλότερη απόδοση, τότε θα είχαν πολύ χαμηλό συντελεστή βήτα. Παρόλα αυτά όμως σε μακριές χρονικές περιόδους κατά μέσο όρο παράγουν υψηλότερες αποδόσεις.

2.1.3 BLACK-LITTERMAN

Το μοντέλο των Black & Litterman εμφανίζεται για πρώτη φορά το 1990 ως ένα μοντέλο κατανομής περιουσιακών στοιχείων το οποίο έχει αποκτήσει ευρεία εφαρμογή σε πολλά χρηματοπιστωτικά ιδρύματα.

Ύστερα από πολλές παραδοχές του μοντέλου, για τις οποίες όμως οι πληροφορίες ήταν ελλιπείς και έτσι ήταν δύσκολο για τον οποιοδήποτε να χρησιμοποιήσει το μοντέλο στην πράξη, λόγω του ότι πολλοί τύποι δεν υπήρχαν στις δημοσιοποιημένες έρευνες, ο Guangliang He και ο Robert Litterman το 1999, προσθέτουν ορισμένες χρήσιμες πληροφορίες για το μοντέλο, κάνοντας το πιο εύκολα προσβάσιμο.

Σύμφωνα με εκείνους, η έρευνα ξεκινάει με την αρχική πεποίθηση (prior belief). Μέσω της εισαγωγής πρόσθετων πληροφοριών καταλήγουν στην τελική κατανομή (posterior distribution), χρησιμοποιώντας μία μπεϋζιανή προσέγγιση.

Υποθέτουν την ύπαρξη N-περιουσιακών στοιχείων στην αγορά, των οποίων οι αποδόσεις έχουν μια κανονική κατανομή,

$$r \sim N(\mu, \Sigma), (1.3.1)$$

όπου μ είναι η αναμενόμενη απόδοση, Σ η συνδιακύμανση και r είναι ο πίνακας των αποδόσεων.

Στην ισορροπία, θεωρείται ότι όλοι οι επενδυτές κατέχουν το χαρτοφυλάκιο της αγοράς w_{eq} . Οι αποδόσεις της ισορροπίας οι οποίες συμβολίζονται από το Π , είναι τέτοιες ώστε η ζήτηση για τα περιουσιακά στοιχεία να ισούται ακριβώς με την προσφορά τους (Black, 1989). Υποθέτοντας ως δ την παράμετρο αποστροφής κινδύνου, οι αποδόσεις ισορροπίας δίνονται από τον τύπο

$$\Pi = \delta \Sigma w_{eq} \quad (1.3.2)$$

Η αρχική πεποίθηση είναι ότι οι αναμενόμενες αποδόσεις μ είναι κανονικά κατανεμημένες με

$$\mu = \Pi + \varepsilon^{(e)} \quad (1.3.3)$$

Εκτός λοιπόν από την αρχική πεποίθηση, υπάρχουν και οι επιπλέον πληροφορίες για να δημιουργηθεί η τελική κατανομή, που είναι οι απόψεις του σχετικά με τις αποδόσεις της αγοράς. Έστω λοιπόν ότι K είναι ο συνολικός αριθμός των απόψεων, P είναι ένας πίνακας $K \times N$ ο οποίος

κατανέμεται κανονικά με μέσο όρο q και τυπική απόκλιση ω χαρτοφυλακίου και Q είναι ένας K πίνακας των αναμενόμενων αποδόσεων σε αυτά τα χαρτοφυλάκια. Έτσι έχουμε:

$$P' = (p_1 \ p_2 \ \cdots \ p_K)$$

$$Q' = (q_1 \ q_2 \ \cdots \ q_K) \quad (1.3.4)$$

Στη συνέχεια, οι απόψεις του επενδυτή εκφράζονται ως

$$P\mu = Q + \varepsilon^{(u)} \quad (1.3.5)$$

όπου $\varepsilon^{(u)}$ είναι ένας μη παρατηρήσιμος κανονικά κατανεμημένος τυχαίος πίνακας με μηδενική μέση τιμή και μια διαγώνια μήτρα συνδιακύμανσης Ω και όπου $\varepsilon^{(e)}$ της εξίσωσης (1.3.3) είναι ένας κανονικά κατανεμημένος τυχαίος πίνακας με μηδενική μέση τιμή και μήτρα συνδιακύμανσης $\tau\Sigma$,

όπου τ είναι μία σταθερά που υποδεικνύει την αβεβαιότητα της αρχικής πεποιθήσης της CAPM. Υποτίθεται περαιτέρω ότι είναι και είναι ανεξάρτητοι.

$$\begin{pmatrix} \varepsilon^{(e)} \\ \varepsilon^{(u)} \end{pmatrix} \sim N\left(0, \begin{bmatrix} \tau\Sigma & 0 \\ 0 & \Omega \end{bmatrix}\right) \quad (1.3.6)$$

Οι απόψεις αυτές συνδυάζονται με την αρχική CAPM στο μπεϋζιανό πλαίσιο.

Το αποτέλεσμα είναι ότι οι αναμενόμενες αποδόσεις κατανέμονται ως $N(\bar{\mu}, \bar{M}^{-1})$, όπου ο μέσος όρος $\bar{\mu}$ δίνεται από τον τύπο

$$\bar{\mu} = [(\tau\Sigma)^{-1} + P'\Omega^{-1}P]^{-1}[(\tau\Sigma)^{-1}\Pi + P'\Omega^{-1}Q] \quad (1.3.7)$$

και η μήτρα συνδιακύμανσης $\bar{M}^{-1}$ δίνεται από τον τύπο

$$\bar{M}^{-1} = [(\tau\Sigma)^{-1} + P'\Omega^{-1}P]^{-1} \quad (1.3.8)$$

Επειδή οι αναμενόμενες αποδόσεις είναι τυχαίες μεταβλητές στο μοντέλο Black-Litterman, η κατανομή των αποδόσεων σύμφωνα με τις εξισώσεις (1.3.1), (1.3.7) και (1.3.8) είναι $r \sim N(\bar{\mu}, \bar{\Sigma})$ (1.3.9)

όπου $\bar{\Sigma} = \Sigma + \bar{M}^{-1}$.

Συνεχίζοντας, οι He και Litterman(1999) για να βρουν το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο χρησιμοποιούν την τυπική μέθοδο βελτιστοποίησης της μέσου-διακύμανσης. Για έναν επενδυτή με την παράμετρο αποστροφής κινδύνου δ , το πρόβλημα μεγιστοποίησης μπορεί να γραφεί ως

$$\max w' \bar{\mu} - \frac{\delta}{2} w' \bar{\Sigma} w \quad (1.3.10)$$

Η πρώτη παράγωγος θα δώσει

$$\bar{\mu} = \delta \bar{\Sigma} w^* \quad (1.3.11)$$

ή λύνοντας ως προς w^* ,

$$w^* = \frac{1}{\delta} \bar{\Sigma}^{-1} \bar{\mu} \quad (1.3.12)$$

Τα οποία είναι τα βέλτιστα βάρη του χαρτοφυλακίου. Χρησιμοποιώντας απλοποιήσεις και βοηθητικές σχέσεις (βλέπε Παράρτημα 1), τα βέλτιστα βάρη μπορούν να γραφτούν ως

$$w^* = \frac{1}{1+\tau} (w_{eq} + P' \Lambda) \quad (1.3.13)$$

Όπου $w_{eq} = (\delta \Sigma)^{-1} \Pi$ είναι το χαρτοφυλάκιο ισορροπίας της αγοράς και Λ είναι ένας πίνακας που ορίζεται ως

$$\Lambda = \tau \Omega^{-1} \left(\frac{Q}{\delta} \right) - A^{-1} P \left(\frac{\Sigma}{1+\tau} \right) w_{eq} - A^{-1} P \left(\frac{\Sigma}{1+\tau} \right) P' \tau \Omega^{-1} \left(\frac{Q}{\delta} \right) \quad (1.3.14)$$

Και δείχνει το βάρος που υπάρχει σε κάθε χαρτοφυλάκιο, πρώτα στο χαρτοφυλάκιο της ισορροπίας της αγοράς και ύστερα στο χαρτοφυλάκιο των απόψεων των επενδυτών.

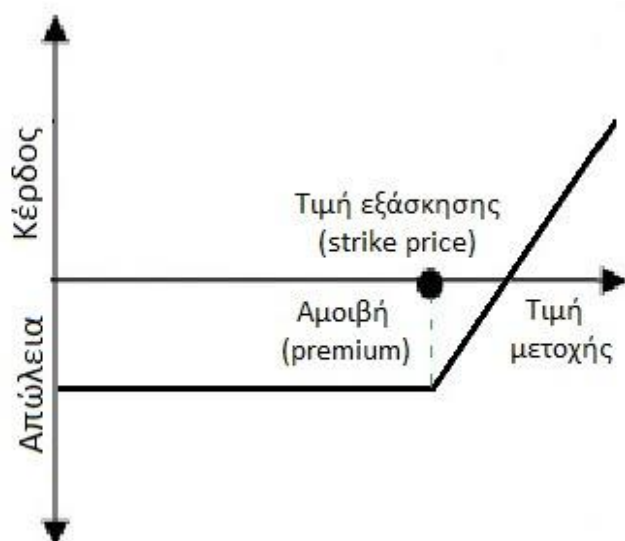
Σύμφωνα με τον Litterman (2003), το μοντέλο των Black και Litterman δεν δημιουργήθηκε κάτω από την πεποίθηση ότι η ισορροπία παρέχει ακριβείς προβλέψεις των αποδόσεων, αλλά αντίθετα, δημιουργήθηκε ως λύση στην βελτιστοποίηση χαρτοφυλακίων, λόγω του ότι η τυπική βελτιστοποίηση του χαρτοφυλακίου μέσου-διακύμανσης δεν συμπεριφέρεται καλά, όπως ειπώθηκε και παραπάνω.

Μετά από τις πολλές προσπάθειες των Black και Litterman να λύσουν το πρόβλημα της βελτιστοποίησης, συνειδητοποίησαν ότι με την ένταξη της αβεβαιότητας ως μεταβλητής στο υπόδειγμα για τις αποδόσεις της ισορροπίας αλλά και για τις απόψεις, την ένταξη της φύσης των απόψεων των επενδυτών καθώς και των συσχετίσεων μεταξύ των αναμενόμενων αποδόσεων διαφόρων περιουσιακών στοιχείων, το μοντέλο δημιουργεί έναν εκτιμητή ο οποίος εξαλείφει την κακή συμπεριφορά της βελτιστοποίησης και παρέχει ένα ισχυρό πλαίσιο για τη διαχείριση των παγκόσμιων χαρτοφυλακίων. Σύμφωνα ακόμη με τους Elton και Gruber (2018), η προσέγγιση των Black και Litterman έχει το προσόν ότι χρησιμοποιεί τη χρηματοοικονομική θεωρία για να παράσχει έναν τρόπο μείωσης του κινδύνου εκτίμησης.

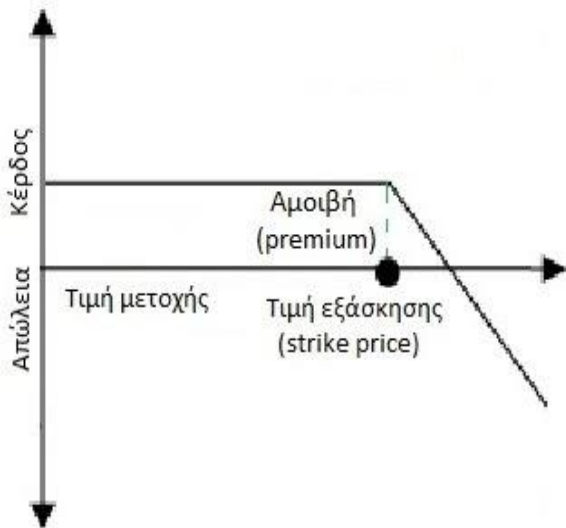
2.2. Θεωρία Παραγώγων

2.2.1. Δικαίωμα Αγοράς

Σύμφωνα με τον Μυλωνά(2005), όταν ένας επενδυτής αγοράζει δικαιώματα αγοράς(long call) τότε έχει το δικαίωμα να αγοράσει Χ μονάδες ενός τίτλου ή αγαθού σε μία συγκεκριμένη τιμή στην οποία συμφώνησε και σε μία συγκεκριμένη μέρα στο μέλλον. Η αγορά ενός δικαιώματος αγοράς συνεπάγεται την προσδοκία ανόδου της τιμής του τίτλου ή αγαθού. Εάν η τιμή δεν ανέβει, τότε ο αγοραστής θα χάσει απλώς το ποσό που κατέβαλε για να αγοράσει το δικαίωμα. Εάν όμως πράγματι η τιμή ανέβει τότε ο επενδυτής θα επιτύχει σημαντικά κέρδη. Εάν αντίθετα ένας επενδυτής πουλήσει ένα δικαίωμα αγοράς(short call), τότε αναμένει την πώση της τιμής του αγαθού ή τίτλου ή τη διατήρησή της στα ίδια επίπεδα ώστε να επωφεληθεί το ασφάλιστρο (πριμ) από τον αγοραστή του δικαιώματος. Εάν η πρόβλεψή του ωστόσο βγει αναληθής, λαμβάνει τον κίνδυνο να υποστεί σημαντικές ζημίες. Το παίγνιο αυτό είναι μηδενικού αθροίσματος, δηλαδή όταν ο αγοραστής έχει κέρδος, ο πωλητής έχει ζημία και το αντίθετο. Στις ακόλουθες εικόνες, Εικόνα 1 και Εικόνα 2, μπορούν να γίνουν κατανοητές οι χρηματοροές για τον αγοραστή και τον πωλητή αντίστοιχα.



Εικόνα 1



Εικόνα 2

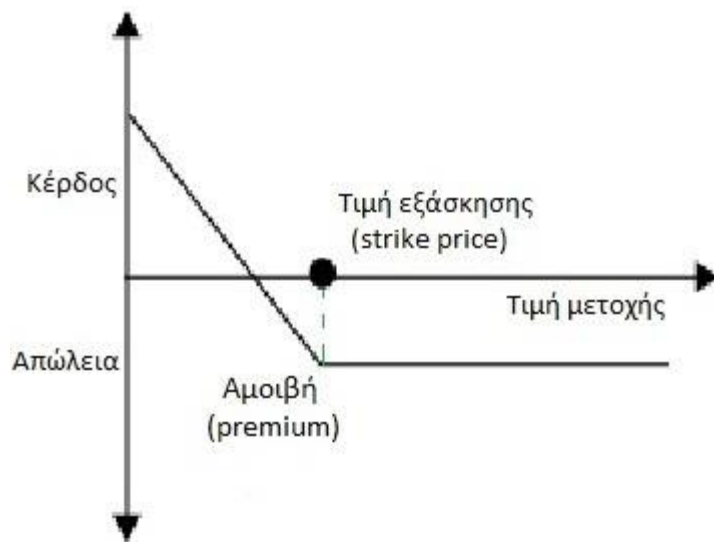
Είναι κατανοητό ότι ο πωλητής του δικαιώματος έχει ένα μέγιστο κέρδος το ποσό που πληρώνει ο αγοραστής του δικαιώματος αγοράς κατά τη σύναψη του συμβολαίου. Το ποσό αυτό αποτελεί επίσης και τη μέγιστη ζημιά του αγοραστή στις τιμές από 0 έως την τιμή εξάσκησης X .

Όταν η τιμή του υποκειμένου γίνεται μεγαλύτερη του X , η ζημία του αγοραστή μειώνεται και το κέρδος του πωλητή μηδενίζεται στο σημείο που τέμνει τον άξονα του x (νεκρό σημείο) που είναι και το σημείο που κανείς δεν χάνει ή κερδίζει και υπολογίζεται εάν στην τιμή εξάσκησης X προσθέσουμε την τιμή του δικαιώματος. Από το νεκρό σημείο και μετά, τα κέρδη του αγοραστή του δικαιώματος καθώς και οι ζημίες του πωλητή του δικαιώματος γίνονται απεριόριστες.

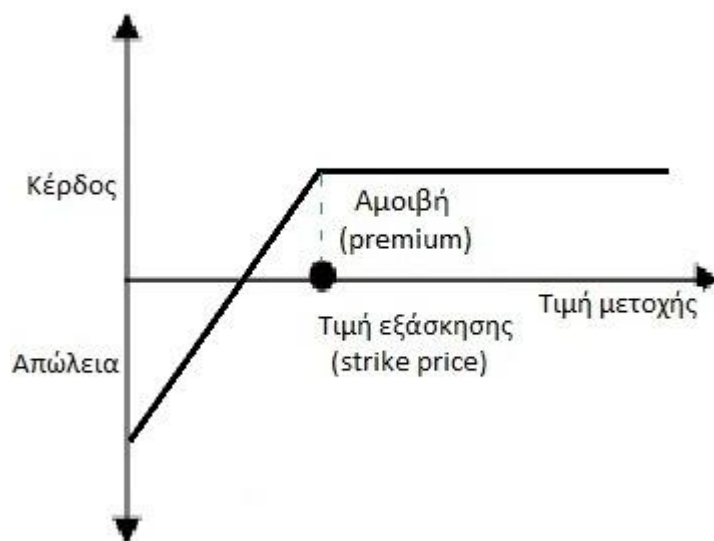
2.2.2. Δικαίωμα Πώλησης

Αντίστοιχα, όταν ένας επενδυτής αγοράζει δικαιώματα πώλησης (long put) τότε έχει το δικαίωμα να πουλήσει X μονάδες του υποκειμένου τίτλου ή αγαθού σε μια συγκεκριμένη τιμή σε μία συγκεκριμένη ημέρα στο μέλλον. Η αγορά ενός δικαιώματος πώλησης συνεπάγεται την προσδοκία πτώσης της τιμής του τίτλου ή αγαθού. Εάν η τιμή του δεν μειωθεί τότε ο επενδυτής θα χάσει μόνο το ποσό που πλήρωσε με την σύναψη του συμβολαίου ενώ αν όντως μειωθεί θα έχει σημαντικά κέρδη. Αντίθετα, ο πωλητής του δικαιώματος πώλησης (short put) εκτιμά ότι οι τιμές θα διατηρηθούν ως έχουν ή ότι θα ανέβουν και εάν γίνει αυτό θα επωφεληθεί το ασφάλιστρο (πριμ-premium). Εάν δεν βγει σωστή η πρόβλεψή του, τότε θα έχει σημαντικές ζημίες. Και αυτό το παίγνιο είναι μηδενικού

αθροίσματος και οι χρηματοροές παρουσιάζονται στις παρακάτω εικόνες, Εικόνα 3 και 4, για τον αγοραστή και τον πωλητή αντίστοιχα σε κάθε δυνατή τιμή του υποκείμενου τίτλου ή αγαθού.



Εικόνα 3



Εικόνα 4

Όταν η τιμή του υποκείμενου είναι μεγαλύτερη της τιμής εξάσκησης X , ο αγοραστής του δικαιώματος πώλησης θα έχει την μέγιστη δυνατή ζημία που θα είναι το ασφάλιστρο (πριμ) ή αλλιώς η τιμή του δικαιώματος, και ο πωλητής του δικαιώματος θα έχει τα μέγιστα δυνατά κέρδη που θα είναι ακριβώς αυτό το ασφάλιστρο.

Όσο η τιμή του υποκειμένου μειώνεται τόσο ώστε να φτάσει κάτω από το X , η ζημία του αγοραστή μειώνεται συνεχώς και το ίδιο συμβαίνει και στο κέρδος του πωλητή. Αντίστοιχα, όπως και στο

δικαίωμα αγοράς, στο νεκρό σημείο, τόσο ο αγοραστής όσο και ο πωλητής δεν κερδίζουν αλλά ούτε χάνουν τίποτα.

Για τιμές μικρότερες του νεκρού σημείου, το κέρδος του αγοραστή ανέρχεται σταδιακά σε ένα μέγιστο επίπεδο και αντίστοιχα για τον πωλητή η ζημία του φτάνει κάποια στιγμή στο μέγιστο δυνατό επίπεδο.

Η τιμή ενός δικαιώματος αγοράς την ημέρα της λήξης του που σύμφωνα με τον Μυλωνά(2005) συμβολίζεται ως C_t , θα είναι ίση με το μέγιστο των ωφελειών, δηλαδή:

$$C_t = S_t - X, \text{ όταν } S_t > X \text{ και } C_t = 0, \text{ όταν } S_t \leq X \quad (2.1.1.)$$

Ενώ η τιμή ενός δικαιώματος πώλησης την ημέρα λήξης του θα είναι:

$$P_t = X - S_t, \text{ όταν } X > S_t \text{ και } P_t = 0, \text{ όταν } X \leq S_t \quad (2.1.2)$$

Οι παραπάνω τιμές χαρακτηρίζονται ως Εσωτερική Αξία του δικαιώματος αγοράς ή πώλησης αντίστοιχα, κατά την ημέρα λήξης του εκάστοτε συμβολαίου.

Εσωτερική αξία λοιπόν είναι το μέγιστο του μηδενός και της αξίας που θα είχε το δικαίωμα εάν εξασκούταν αμέσως. Δηλαδή:

$$EA_{\text{call}} = \max(S_T - X, 0) \text{ και } EA_{\text{put}} = \max(X - S_T, 0) \quad (2.1.3)$$

Πριν την λήξη του δικαιώματος ωστόσο, το δικαίωμα εμφανίζεται να έχει αξία μεγαλύτερη της εσωτερικής του αξίας. Αυτή η αξία ονομάζεται χρονική αξία.

Χρονική αξία ορίζεται ως η αξία που προκύπτει από την επιλογή της εξάσκησης του δικαιώματος σε μία μελλοντική χρονική στιγμή. Ο υπολογισμός αυτής γίνεται μέσω του εξής τύπου:

$$\text{Χρονική Αξία} = \text{Αξία Δικαιώματος} - \text{Εσωτερική Αξία}$$

Η εσωτερική αξία του δικαιώματος ωστόσο αλλάζει όταν δεν βρισκόμαστε στην ημέρα λήξης του δικαιώματος, καθώς θα πρέπει να λαμβάνεται και η διαχρονική αξία του χρήματος.

Για το λόγο αυτό, όταν δεν ισχύει $t=T$, αλλά $t < T$, θα πρέπει να υπολογίζουμε την παρούσα αξία της τιμής εξάσκησης.

$$\text{Για το δικαίωμα αγοράς: εσωτερική αξία} = \text{μέγιστο}[0; S - Xe^{-rf(T-t)}] \quad (2.1.4)$$

$$\text{Για το δικαίωμα πώλησης: εσωτερική αξία} = \text{μέγιστο}[0; Xe^{-rf(T-t)} - S] \quad (2.1.5)$$

Ακόμη, γνωρίζω για τα δικαιώματα προαίρεσης τα εξής:

- Όταν το δικαίωμα έχει θετική εσωτερική αξία λέμε ότι είναι πάνω από το χρηματικό του ισοδύναμο (in the money-ITM).
- Όταν το δικαίωμα έχει αρνητική εσωτερική αξία λέμε ότι είναι κάτω από το χρηματικό του ισοδύναμο (out of the money-OTM).
- Όταν το δικαίωμα είναι στην εσωτερική αξία λέμε ότι είναι στο χρηματικό του ισοδύναμο (at the money-ATM).

2.3. Υποδείγματα Αποτίμησης

Για την δημιουργία υποδειγμάτων αποτίμησης της αξίας των δικαιωμάτων θα πρέπει να καθοριστεί η συμπεριφορά των τιμών του υποκείμενου αγαθού ή τίτλου καθώς και ο χρόνος που απομένει για την λήξη του δικαιώματος. Ανάλογα με την συμπεριφορά των τιμών, θα έχω και διαφορετικό υπόδειγμα αποτίμησης. Στην συνέχεια λοιπόν παρουσιάζονται τρία διαφορετικά υποδείγματα με τρεις διαφορετικές υποθέσεις το κάθε ένα: το διωνυμικό υπόδειγμα μίας και δύο περιόδων, το υπόδειγμα των Black και Scholes, καθώς και το υπόδειγμα των Corrado και Su.

2.3.1. Το διωνυμικό υπόδειγμα αποτίμησης δικαιωμάτων μίας περιόδου

Ο Μυλωνάς (2005) ξεκινά το διωνυμικό υπόδειγμα με την εισαγωγή στη μη εξισορροπητική διαδικασία. Όταν η τιμή του δικαιώματος είναι μικρότερη από την εσωτερική του αξία, τότε ο εξισορροπιστής θα πάρει αντίθετη θέση στην μετοχή από ότι στο δικαίωμα αγοράς και έτσι θα επωφεληθεί της διαφοράς τους, έως ότου η διαφορά αυτή εξαφανιστεί και επέλθει η ισορροπία. Η λογική της μη εξισορροπητικής κερδοσκοπίας είναι ότι μπορεί να δημιουργηθεί ένα χαρτοφυλάκιο μετοχών και δανείου ομολόγων όπου η αξία του χαρτοφυλακίου θα ισούται με την αξία ενός δικαιώματος αγοράς το οποίο θα έχει ως υποκείμενο τις μετοχές του χαρτοφυλακίου αυτού. Θεωρητικά πουλώντας το δικαίωμα και αγοράζοντας το χαρτοφυλάκιο, ο εξισορροπιστής θα επιτύχει την πλήρη αντιστάθμιση.

Έτσι λοιπόν θα πρέπει να ισχύει: $C_0 = N S_0 - B_0$ (3.1.1)

Όπου C_0 η αξία του δικαιώματος αγοράς την $t=0$, S_0 η τιμή της μετοχής την $t=0$, B_0 η αξία του δανείου και N ο αριθμός των μετοχών που εμπεριέχονται στο χαρτοφυλάκιο.

Εφόσον αναφερόμαστε σε μία περίοδο, εάν το επιτόκιο του δανείου είναι ίσο με r_f , τότε η αξία του δανείου στο τέλος της περιόδου θα είναι ίση με $B_0(1+r_f)$. Ακόμη, βασιζόμενοι στη διωνυμική κατανομή του υποδείγματος, θα έχω μεταβολή της τιμής της μετοχής σύμφωνα με ένα ποσοστό

προσαύξησης, u , και ένα ποσοστό μείωσης, d . Δηλαδή η τιμή της μετοχής θα μεταβληθεί είτε σε S_{1u} είτε σε S_{1d} :

$$S_{1u} = (1+u)S_0 \quad (3.1.2)$$

$$S_{1d} = (1-d)S_0 \quad (3.1.3)$$

Αντίστοιχα, η αξία του χαρτοφυλακίου θα είναι:

$$C_{1u} = \max(0, NS_{1u} - B_0(1 + r_f)) \quad (3.1.4)$$

$$C_{1d} = \max(0, NS_{1d} - B_0(1 + r_f)) \quad (3.1.5)$$

Λύνοντας ως προς N και B_0 τις (3.1.4) και (3.1.5) έχω:

$$N = \frac{C_{1u} - C_{1d}}{(u+d)S_0} \quad (3.1.6)$$

$$B_0 = \frac{C_{1u}(1-d) - C_{1d}(1+u)}{(u+d)(1+r_f)} \quad (3.1.7)$$

Επομένως σύμφωνα με την εξίσωση (3.1.1) και τις (3.1.6), (3.1.7), δημιουργείται ένα χαρτοφυλάκιο N μετοχών και ένα δάνειο αξίας B_0 χωρίς να δημιουργεί ευκαιρίες για τους εξισορροπιστές.

Υποθέτοντας τώρα, ότι ο επενδυτής είναι ουδέτερος ως προς τον κίνδυνο, θα λάβει αποφάσεις με βάση μόνο την αναμενόμενη αξία χωρίς να τον απασχολεί ο κίνδυνος. Έτσι αντικαθιστώντας στην (3.1.1) τις (3.1.6), (3.1.7) έχουμε:

$$C_0 = \frac{C_{1u} \left[\frac{R_F + d}{u + d} \right] + C_{1d} \left[\frac{u - R_F}{u + d} \right]}{(1 + R_F)} \quad (3.1.8)$$

Όπως διαπιστώνεται από την εξίσωση (3.1.8),

«η αξία του δικαιώματος στην αρχή της περιόδου είναι ίση με την παρούσα αξία της προσδοκώμενης αξίας των πιθανών χρηματοροών που θα προκύψουν στην λήξη του δικαιώματος σταθμισμένες με τις πιθανότητες ανόδου και πτώσης της τιμής της υποκείμενης μετοχής.» (ΜΥΛΩΝΑΣ, 2005:252)

Επομένως σύμφωνα με την (3.1.8) θα έχουμε:

$$p = \left[\frac{R_F + d}{u + d} \right] \quad (3.1.9)$$

$$1 - p = \left[\frac{u - R_F}{u + d} \right] \quad (3.1.10)$$

Όπου (3.1.9) είναι η πιθανότητα ανόδου της τιμής της μετοχής και (3.1.10) είναι η πιθανότητα πτώσης της τιμής της μετοχής.

Το διωνυμικό υπόδειγμα αποτίμησης δικαιωμάτων δύο περιόδων

Για να προσδιοριστεί η αξία ενός δικαιώματος αγοράς δύο περιόδων για την λήξη του, τροποποιείται η εξίσωση (3.1.8), με σκοπό να συμπεριληφθούν οι πιθανές τιμές του δικαιώματος στο τέλος κάθε περιόδου. Ο παρακάτω τύπος υπολογίζει την αξία του δικαιώματος στην αρχή της πρώτης περιόδου, λαμβάνοντας υπόψη και τις πιθανές τιμές στο τέλος της δεύτερης περιόδου:

$$C_0 = \frac{p^2 C_{2uu} + p(1-p)C_{2ud} + (1-p)pC_{2du} + (1-p)^2 C_{2dd}}{(1+r_f)^2} \quad (3.1.11))$$

2.3.2. Το υπόδειγμα αποτίμησης δικαιωμάτων Black-Scholes

Αποτίμηση δικαιωμάτων αγοράς

Το 1952 οι Fisher Black και Myron Scholes προσπάθησαν να αποτιμήσουν δικαιώματα με πιο ρεαλιστικές συνθήκες. Για το υπόδειγμά τους έκαναν ορισμένες υποθέσεις. Αρχικά, υπέθεσαν ότι οι αγορές είναι τέλειες και υπάρχει ελεύθερη πρόσβαση πληροφοριών για όλους. Ακόμη, ότι οι τιμές των υποκείμενων μετοχών είναι στοχαστικές και μεταβάλλονται συνέχεια, οι αποδόσεις ακολουθούν λογαριθμική κανονική πιθανοκατανομή με μέσο μ και τυπική απόκλιση σ , η οποία παραμένει σταθερή μέχρι την λήξη. Επιπρόσθετα ότι δεν περιορίζονται οι προπωλήσεις των υποκείμενων

μετοχών και τα επιτόκια δανεισμού παραμένουν σταθερά μέχρι την λήξη του δικαιώματος. Τέλος, ότι δεν καταβάλλονται μερίσματα και το δικαίωμα είναι ευρωπαϊκού τύπου.

Οι Black και Scholes λοιπόν, βάσει αυτών των υποθέσεων καθώς και την ύπαρξη συνθηκών μη εξισορροπητικής διαδικασίας που αναφέραμε και στο διωνυμικό υπόδειγμα αποτίμησης, δημιούργησαν μια μερικώς διαφορική εξίσωση για την τιμή του δικαιώματος αγοράς. Όπως και στην περίπτωση του διωνυμικού υποδείγματος, η συνθήκη της μη εξισορροπητικής κερδοσκοπίας επιτυγχάνεται με τη δημιουργία ενός πλήρως αντισταθμισμένου χαρτοφυλακίου που περιέχει τον κατάλληλο αριθμό μετοχών για κάθε ένα δικαίωμα αγοράς που πωλείται. Όταν μεταβληθεί η τιμή της υποκείμενης μετοχής θα μεταβληθεί και η αξία της θετικής θέσης και έτσι και της αρνητικής και για να επέλθει πάλι η πλήρης αντιστάθμιση θα πρέπει να αγοράσω ή να πουλήσω μετοχές. Με τον συλλογισμό αυτό, εάν κάθε χρονική στιγμή έχω ένα αντισταθμισμένο χαρτοφυλάκιο, σημαίνει ότι δεν ενέχω και κανέναν κίνδυνο και έτσι η απόδοση μου δεν θα διαφέρει από την απόδοση χωρίς κίνδυνο r_f . Η εξίσωση αποτίμησης του δικαιώματος αγοράς θα είναι:

$$C = SN(d_1) - Xe^{-r_f(T-t)}N(d_2) \quad (3.2.1)$$

$$\text{με } d_1 = \frac{\ln(S/X) + \{r_f + (\frac{1}{2})\sigma^2\}(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}} \quad (3.2.2) \text{ και}$$

$$d_2 = \frac{\ln(S/X) + \{r_f - (\frac{1}{2})\sigma^2\}(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}} \quad (3.2.3)$$

Όπου $N(d_1)$ είναι η τιμή από τη σωρευτική κανονική κατανομή της τιμής d_1 και αντίστοιχα $N(d_2)$ η τιμή από τη σωρευτική κανονική κατανομή της τιμής d_2 .

Αποτίμηση δικαιωμάτων πώλησης

Ακριβώς όπως δημιουργήθηκε το υπόδειγμα αποτίμησης για το δικαίωμα αγοράς δημιουργείται και για το δικαίωμα πώλησης. Ακόμη, δημιουργείται και μέσω της ισότητας δικαιωμάτων αγοράς και πώλησης (put-call-parity), σύμφωνα με την οποία ένα χαρτοφυλάκιο το οποίο έχει θέση αγοράς σε ένα δικαίωμα αγοράς, θέση πώλησης στη μετοχή και πραγματοποιεί επένδυση ίση με την τιμή

εξάσκησης στο ακίνδυνο επιτόκιο, θα ισούται με ένα δικαίωμα πώλησης με την ίδια ημερομηνία λήξης και την ίδια τιμή εξάσκησης που έχει το δικαίωμα αγοράς. Συγκεκριμένα:

$$P = C - S + Xe^{-r_f(T-t)} \quad (3.2.4)$$

Έτσι λοιπόν θα έχω και την εξίσωση αποτίμησης και του δικαιώματος πώλησης ως εξής:

$$P = Xe^{-r_f(T-t)}N(-d_2) - SN(-d_1) \quad (3.2.5)$$

$$\text{όπου, } d_1 = \frac{\ln(S/X) + \{r_f + (\frac{1}{2})\sigma^2\}(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}} \quad (3.2.6)$$

$$d_2 = \frac{\ln(S/X) + \{r_f - (\frac{1}{2})\sigma^2\}(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}} \quad (3.2.7)$$

2.3.3. Corrado & Su

Λοξότητα και Κούρτωση

Η λοξότητα(skewness) και η κύρτωση(kurtosis) είναι στατιστικές παράμετροι που ποσοτικοποιούν τις διαφορές μεταξύ μιας πραγματικής κατανομής και μιας κανονικής κατανομής. Η λοξότητα ποσοτικοποιεί το κατά πόσο η καμπύλη βρίσκεται γύρω από το κέντρο, δηλαδή μια κατανομή είναι θετικά λοξή(positively skewed) αν η κορυφή της καμπύλης τείνει προς τα αριστερά ενώ οι ουρές είναι μεγαλύτερες στη δεξιά πλευρά. Αντίθετα, μία κατανομή είναι αρνητικά λοξή εάν η κορυφή της τείνει προς τα δεξιά, ενώ έχει μεγαλύτερες ουρές αριστερά. Στην πράξη, μία θετικά λοξή καμπύλη σημαίνει έναν υπερβολικό βαθμό θετικών «αιχμών» και η αρνητικά λοξή έναν υπερβολικό βαθμό αρνητικών «αιχμών», αντίστοιχα.

Η κύρτωση ποσοτικοποιεί τα χαρακτηριστικά της κορυφής της καμπύλης δηλαδή το κατά πόσο η κορυφή είναι ψηλή και λεπτή ή κοντή και επίπεδη. Η ψηλή και λεπτή κορυφή έχει θετική κύρτωση, ενώ η κοντή και επίπεδη κορυφή έχει αρνητική κύρτωση. Στην πράξη η θετική κύρτωση φανερώνει μεγάλο αριθμό πολύ μικρών και πολύ μεγάλων μεταβολών στις τιμές και μικρό αριθμό ενδιάμεσων μεταβολών των τιμών, ενώ η αρνητική κύρτωση φανερώνει μικρό αριθμό πολύ μεγάλων και πολύ μικρών μεταβολών στις τιμές και μεγάλο αριθμό ενδιάμεσων μεταβολών.

Για την περιγραφή μιας κατανομής χρησιμοποιούνται τέσσερις βασικές παράμετροι. Η πρώτη ορίζει το μέσο (συνήθως 0), και η δεύτερη είναι η διακύμανση. Η λοξότητα περιγράφεται από τη δεύτερη

και την τρίτη εξίσωση, ενώ η κύρτωση ορίζεται από την τρίτη και την τέταρτη. Οι τέσσερις εξισώσεις είναι οι εξής:

$$m1 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Xi - X) \quad (3.3.1)$$

$$m2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Xi - X)^2 \quad (3.3.2)$$

$$m3 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Xi - X)^3 \quad (3.3.3)$$

$$m4 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Xi - X)^4 \quad (3.3.4)$$

Και από αυτές τις εξισώσεις βρίσκω την λοξότητα και την κύρτωση ως εξής:

$$skewness = \frac{m3}{m2\sqrt{m2}} \quad (3.3.5)$$

$$kurtosis = \frac{m4}{(m2)^2} - 3 \quad (3.3.6)$$

Στην εξίσωση της κύρτωσης (3.3.6) αφαιρούμε 3, το οποίο είναι η ουδέτερη κύρτωση, και η αφαίρεση της εξίσωσης συμβολίζει την υπερβάλλουσα κύρτωση, η οποία χρησιμοποιείται για μεγαλύτερη ευκολία.

Οι Corrado και Su (1996) ανέπτυξαν μία μέθοδο για να ενσωματώσουν στο υπόδειγμα τιμολόγησης των δικαιωμάτων προαίρεσης Black-Scholes τις μη κανονικές παραμέτρους της λοξότητας και της κύρτωσης. Πιο συγκεκριμένα, έχω την συνάρτηση $g(z)$ η οποία μετράει τις μη κανονικές, λοξότητα

και κύρτωση σε συνάρτηση των μ_3 και μ_4 και $n(z)$ η συνάρτηση κανονικής κατανομής.

$$g(z) = n(z) \left[1 + \frac{\mu_3}{3!} (z^3 - 3z) + \frac{\mu_4 - 3}{4!} (z^4 - 6z^2 + 3) \right] \quad (3.3.7)$$

$$\text{Όπου } z = \frac{\ln(S_t/S_0) - (r - \sigma^2/2)t}{\sigma\sqrt{t}} \quad (3.3.8)$$

S_0 είναι η τρέχουσα τιμή των μετοχών,

S_t είναι η τιμή των μετοχών μία στιγμή t ,

r είναι το επιτόκιο χωρίς κίνδυνο,

t ο χρόνος μέχρι την λήξη, και

σ η τυπική απόκλιση των αποδόσεων των μετοχών.

Στην εξίσωση (3.3.7), όταν οι παράμετροι μ_3 -λοξότητα και μ_4 -κύρτωση είναι ίσες με μηδέν, τότε βρίσκομαι στην κανονική κατανομή. (Stuart και Ord, 1987: 222)

Συνεχίζοντας, οι Corrado και Su (1996) βρίσκουν την εξίσωση τιμολόγησης ενός δικαιώματος αγοράς με μία σειρά Gram-Charlier σύμφωνα με τον τύπο:

$$C_{GC} = C_{BS} + \mu_3 Q_3 + (\mu_4 - 3) Q_4 \quad (3.3.9)$$

Όπου $C_{BS} = S_0 N(d) - K e^{-rt} N(d - \sigma/\sqrt{t})$ (3.3.10) είναι η εξίσωση τιμολόγησης δικαιώματος αγοράς βάση του υποδείγματος Black-Scholes και

$$Q_3 = \frac{1}{3!} S_0 \sigma \sqrt{t} ((2\sigma\sqrt{t} - d)n(d) + \sigma^2 t N(d)) \quad (3.3.11)$$

$$Q_4 = \frac{1}{4!} S_0 \sigma \sqrt{t} \left((d^2 - 1 - 3\sigma\sqrt{t}(d - \sigma\sqrt{t})) n(d) + \sigma^3 t^{\frac{3}{2}} N(d) \right) \quad (3.3.12)$$

$$d = \frac{\ln(S_0/K) + (r + \frac{\sigma^2}{2})t}{\sigma\sqrt{t}} \quad (3.3.13)$$

Στην εξίσωση (3.3.9) οι όροι $\mu_3 Q_3$ και $(\mu_4 - 3) Q_4$ μετράνε την επίδραση της λοξότητας και της κύρτωσης στην τιμή του δικαιώματος. Οι Corrado και Su, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι όροι ρύθμισης που προστέθηκαν στη φόρμουλα Black-Scholes αποφέρουν σημαντικά βελτιωμένη ακρίβεια για την τιμολόγηση σε δικαιώματα που βρίσκονται βαθιά πάνω από το χρηματικό τους ισοδύναμο (deep in-the-money) και σε δικαιώματα που βρίσκονται βαθιά κάτω από το χρηματικό τους ισοδύναμο (deep out-of-the-money).

3. Βελτιστοποίηση χαρτοφυλακίου S&P 500 με το μοντέλο Black-Litterman

Το κεφάλαιο αυτό ξεκινάει μέσω την συλλογής ημερήσιων στοιχείων για τις μετοχές του S&P 500 για ένα χρόνο και ένα μήνα από το Bloomberg, όπου ο ένας μήνας επιπλέον θα χρησιμοποιηθεί μόνο για το επόμενο κεφάλαιο της εργασίας. Στην συνέχεια βρίσκω τα σταθμισμένα βάρη των μετοχών του S&P 500 από την κεφαλαιοποίηση της αγοράς και τα διαμορφώνω ώστε να αθροίζουν στο 100. Τα βάρη αυτά βρίσκονται στον Πίνακα 1 στο Παράρτημα. Με την βοήθεια της MATLAB, απομονώνω τις μετοχές του S&P 500 για τις οποίες έχω στοιχεία για όλες τις ημέρες, ενώ με τις άλλες δεν ασχολούμαι λόγω έλλειψης στοιχείων, έτσι ώστε να μην είναι αναξιόπιστα τα αποτελέσματά μου.

Στην συνέχεια θέτω τον S&P 500 ως τον δείκτη αναφοράς και κανονικοποιώ τις τιμές των μετοχών διαιρώντας με τον εαυτό τους έτσι ώστε να έχω μία συγκριτική ανάλυση.



Σχήμα 1

Στην συνέχεια, υπολογίζω τις αποδόσεις των μετοχών και του δείκτη βάσει των ιστορικών δεδομένων για τις πρώτες 252 ημέρες, και υπολογίζω την μέση απόδοση καθώς και την διακύμανσή τους. Έτσι λοιπόν δημιουργώ ένα διάγραμμα ετήσιου κινδύνου και απόδοσης (Σχήμα 2) το οποίο μου δείχνει για την κάθε μετοχή με δεδομένη την αναμενόμενη απόδοση, πόσος θα είναι ο κίνδυνός της, ή αντίστροφα, με δεδομένο τον κίνδυνο της μετοχής, πόση θα είναι η αναμενόμενη απόδοσή της. Μπορείτε αυτά να τα δείτε από τον Πίνακα 2 και Πίνακα 3 στο Παράρτημα, όπου βρίσκονται οι ετησιοποιημένες αποδόσεις των μετοχών καθώς και ο κίνδυνός τους.



Αρχίζοντας λοιπόν την βελτιστοποίηση μου, θα εισάγω το μοντέλο Black-Litterman. Γνωρίζω και από την θεωρία πως ο βασικός τύπος του μοντέλου Black Litterman, για να βρω τις καινούργιες αποδόσεις και την νέα κατανομή είναι ο εξής:

$$\bar{\mu} = [(\tau\Sigma)^{-1} + P'\Omega^{-1}P]^{-1}[(\tau\Sigma)^{-1}\Pi + P'\Omega^{-1}Q]$$

Απόψεις των επενδυτών. Πολλές είναι οι φορές που οι επενδυτές έχουν κάποια συγκεκριμένη άποψη σχετικά με την αναμενόμενη απόδοση μίας ή περισσότερων μετοχών. Σύμφωνα με το μοντέλο των Black και Litterman οι απόψεις αυτές διαχωρίζονται σε απόλυτες και συγκριτικές. Στην συγκεκριμένη εργασία εισάγω τρεις απόψεις επενδυτών από τις οποίες οι δύο είναι απόλυτες και η μία συγκριτική.

Όσον αφορά τις απόλυτες απόψεις των επενδυτών, έχω υποθέσει ότι η Verizon Communications Inc. (VZ) θα προηγηθεί της αναμενόμενης απόδοσης της κατά 5% και η Advanced Micro Devices, Inc. (AMD) το ίδιο. Ως συγκριτική, έχω προσθέσει πως η AutoZone Inc. θα προηγηθεί της Intel Corporation κατά 5% επίσης. Και στις τρεις αυτές απόψεις έχω υποθέσει 1% αβεβαιότητα, γεγονός το οποίο τις κάνει ισχυρότερες έτσι ώστε να έχω διακριτά αποτελέσματα. Έτσι δημιουργείται ο πίνακας P[3x497] ως συμπληρωματικός πίνακας των απόψεων και διαμορφώνεται ως εξής: στην πρώτη γραμμή όπου VZ θα είναι 1 και όλες οι υπόλοιπες μετοχές θα είναι 0, στην δεύτερη όπου AMD 1 και οι υπόλοιπες 0 και στην τρίτη γραμμή όπου AZO θα είναι 1, όπου INTC -1 και όλες οι υπόλοιπες 0.

Όπου Π όπως διατυπώθηκε και παραπάνω είναι ο πίνακας αποδόσεων ισορροπίας το οποίο προκύπτει από τον τύπο $\Pi = \delta\Sigma w_{eq}$.

Κ είναι ο αριθμός των απόψεων των επενδυτών και Ν είναι ο αριθμός των μετοχών. Ακόμη, το τ είναι μία σταθερά, το Σ είναι ο πίνακας συνδιακύμανσης των αποδόσεων, P[KxN] όπως αναφέρθηκε ο συμπληρωματικός πίνακας, Q ο πίνακας των απόψεων [K x 1] και Ω ο διαγώνιος πίνακας συνδιακύμανσης των όρων σφάλματος από τις εκφρασμένες απόψεις.

Η δυσκολία του συγκεκριμένου μοντέλου βρίσκεται στον διαχωρισμό των εισροών και των εκροών ή αλλιώς των δεδομένων και των ζητούμενων. Όσον αφορά τις απόψεις, όπως έγινε και κατανοητό προηγουμένως, το μοντέλο δεν απαιτεί τον καθορισμό μίας άποψης για κάθε μετοχή ή χρηματοοικονομικό στοιχείο. Η αβεβαιότητα των απόψεων καταλήγει σε ένα τυχαίο, άγνωστο, ανεξάρτητο, κανονικά κατανομημένο πίνακα όρου σφάλματος με μέσο όρο 0 και μήτρα συνδιακύμανσης Ω και γι' αυτό η άποψη έχει την μορφή Q+ ε. Οι διακυμάνσεις των όρων σφάλματος (ω) διαμορφώνουν την μήτρα Ω, η οποία εκτός από την διαγώνιο, σε όλες τις υπόλοιπες θέσεις της έχει μηδενικά. Τα μηδενικά αυτά, υποδηλώνουν την ανεξαρτησία των απόψεων μεταξύ τους. Όσο

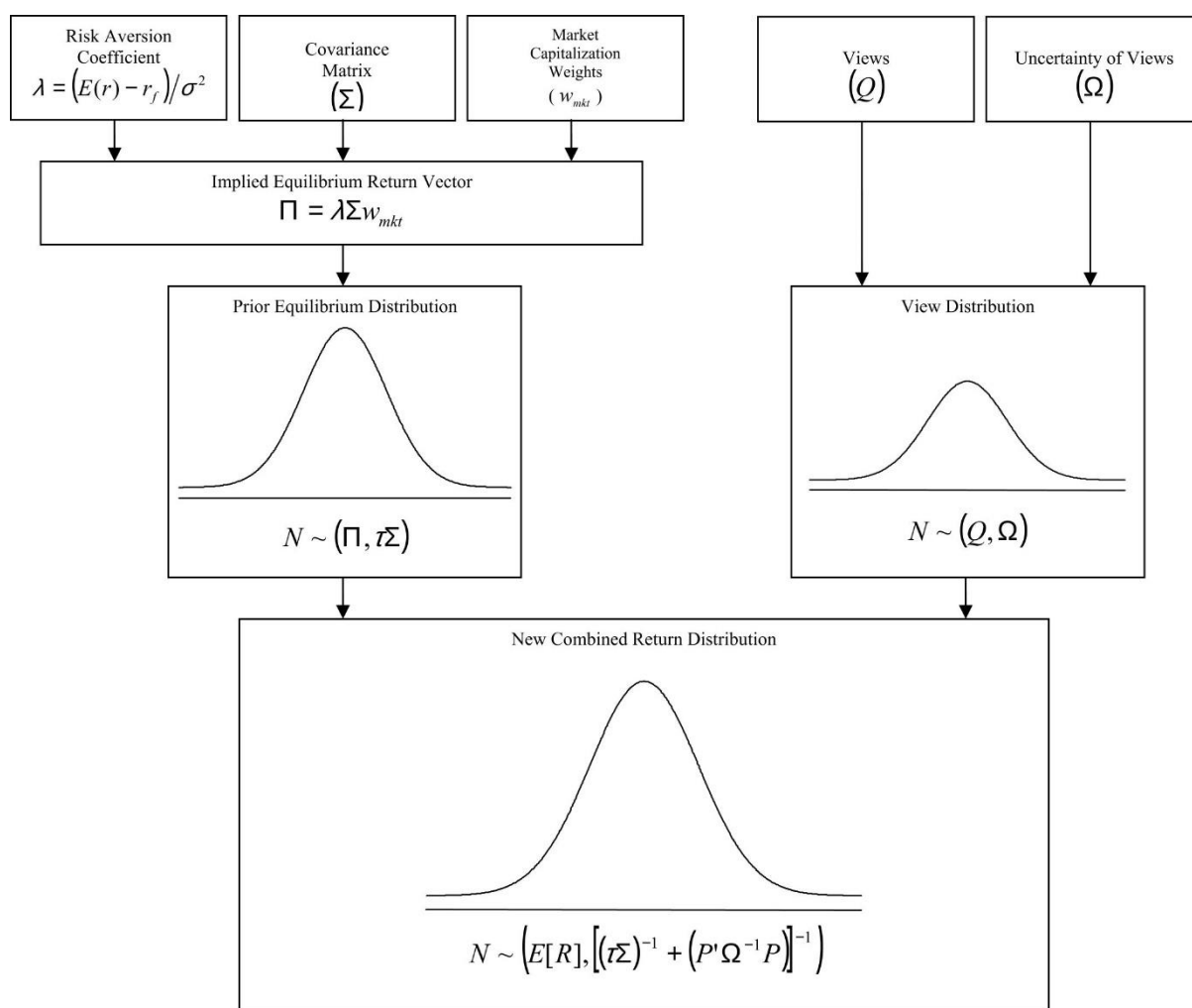
μεγαλύτερες οι διακυμάνσεις των όρων σφάλματος (ω) τόσο μεγαλύτερη και η αβεβαιότητα για την άποψη αυτή. Αυτά τα στοιχεία παρατηρούνται στον Πίνακα 4.

Οι απόψεις περί της διαμόρφωσης του πίνακα P ποικίλουν, εάν μελετήσουμε την βιβλιογραφία. Ο Idzorek (2005) αναθέτει μία ποσοστιαία τιμή σε κάθε ένα από τα χρηματοοικονομικά στοιχεία για τα οποία έχει την πληροφόρηση. Οι Satchell και Scowcroft (2000) από την άλλη, χρησιμοποιούν ίσες σταθμίσεις, ίδια βαρύτητα σε όλα τα στοιχεία. Αυτή η συγκεκριμένη στάθμιση, αγνοεί την κεφαλαιοποίηση της αγοράς, έτσι εάν η κεφαλαιοποίηση της αγοράς για το ένα στοιχείο είναι πολύ μεγαλύτερη από την κεφαλαιοποίηση της αγοράς για ένα άλλο, είναι κατανοητό ότι η ίση στάθμιση οδηγεί σε ανεπιθύμητα και αναξιόπιστα αποτελέσματα.

Σύμφωνα ξανά με τον Idzorek(2005) το μοντέλο Black-Litterman είναι ο σταθμισμένος όρος του πίνακα αποδόσεων ισορροπίας (Π) και του πίνακα απόψεων των επενδυτών (Q), για τα οποία οι σχετικοί συντελεστές στάθμισης είναι στο πρώτο συναρτήσεως της σταθεράς τ και στο δεύτερο η αβεβαιότητα των απόψεων (Ω). Όσο πιο μεγάλη είναι η βεβαιότητα για τις εκφρασμένες απόψεις, τόσο πιο κοντά θα είναι ο νέος πίνακας αποδόσεων($\bar{\mu}$) στις απόψεις. Αντίστοιχα, όσο πιο μεγάλη είναι η αβεβαιότητα για τις απόψεις, τόσο πιο κοντά θα είναι ο νέος πίνακας αποδόσεων($\bar{\mu}$) στον πίνακα αποδόσεων ισορροπίας (Π).

Πολλές είναι ακόμη και οι παραδοχές για την σταθερά τ . Ουσιαστικά η σταθερά λέγεται ότι είναι αντιστρόφως ανάλογη του σχετικού βάρους που δίνεται στον πίνακα Π . Ο Idzorek(2005) αναφέρει ότι οι Black και Litterman(1992) και ο Lee(2000) θεωρούν ότι δεδομένου ότι η αβεβαιότητα του μέσου είναι μικρότερη από την αβεβαιότητα των αποδόσεων, η σταθερά τ είναι κοντά στο μηδέν. Ο Lee συνήθως ορίζει την τιμή της σταθεράς τ από 0.01 έως 0.05 και στην συνέχεια βαθμονομεί το μοντέλο βάσει ενός επιπέδου λάθους εκτίμησης. Αντίθετα οι Satchell και Scowcroft (2000) αναφέρουν ότι η τιμή της σταθεράς συνήθως 1. Τέλος, οι Blamont και Firoozye(2003) ερμηνεύουν το $\tau\sigma$ σαν το τυπικό σφάλμα εκτίμησης του πίνακα Π και έτσι η σταθερά τ είναι περίπου 1 διαιρεμένο με τον αριθμό των παρατηρήσεων.

Έτσι προκύπτει ο νέος πίνακας αποδόσεων ($\bar{\mu}$) , όπου είναι ουσιαστικά ο συνδυασμός του πίνακα αποδόσεων ισορροπίας (Π) ή αλλιώς αρχική πεποίθηση(prior belief) και των απόψεων των επενδυτών. Έτσι προκύπτει και η τελική κατανομή (posterior distribution). Η διαδικασία συνδυασμού των δύο πληροφοριών φαίνεται στο παρακάτω σχήμα, μέσω της έρευνας των Satchell και Scowcroft(2000)



* The variance of the New Combined Return Distribution is derived in Satchell and Scowcroft (2000).

αφού υπολογιστεί το τ , όπου εγώ χρησιμοποίησα τον τελευταίο τρόπο υπολογισμού του βρίσκοντας $\tau = \frac{1}{N} = \frac{1}{497} = 0.002$. Προσπάθησα να κάνω έλεγχο με την υπόθεση ότι το $\tau=0.025$ αλλά ο νέος πίνακας αποδόσεων έβγαζε μη ρεαλιστικά αποτελέσματα. Στην συνέχεια, υπολογίζω τον πίνακα συνδιακύμανσης(Σ) και αφού έχω βρει την σταθερά(τ) υπολογίζω το $\tau \Sigma$.

Λόγω του ότι η βιβλιογραφία για το μοντέλο των Black και Litterman είναι εκτενής και οι παραλλαγές είναι πολλές σχεδόν σε κάθε σημείο του μοντέλου, στον κώδικα της MATLAB που βρίσκεται στο Παράρτημα γράφω και διάφορες παραλλαγές και άλλους τρόπους που έχει γίνει έλεγχος πάνω στο μοντέλο, όπως είναι αρχικά η παραλλαγή της σταθεράς (τ) ή η παραλλαγή της συνάρτησης της αβεβαιότητας (Ω) ή ακόμη και των σταθμίσεων των μετοχών. Στο Παράρτημα λοιπόν έχουν ενταχθεί όλες οι παραλλαγές αυτές, παρά το γεγονός ότι δεν έχουν ενταχθεί στην εργασία μου, διότι

δοκιμάστηκαν και δεν απέδωσαν όπως θα έπρεπε, πιθανόν επειδή οι μετοχές μου είναι πάρα πολλές, ή δεν έχουν χρησιμοποιηθεί αρκετές υποθέσεις τιμών των μεταβλητών, έτσι ακριβώς όπως ο εκάστοτε ερευνητής/συγγραφέας θεώρησε στην έρευνά του.

Το επόμενο μου βήμα λοιπόν, είναι να υπολογιστεί το δ , δηλαδή η παράμετρος αποστροφής κινδύνου. Η μία παραλλαγή υπολογισμού του δ υπάρχει και πάλι στο Παράρτημα, ενώ ο τύπος που χρησιμοποίησα εγώ είναι ο εξής:

$$Delta = \frac{Sharpe\ ratio}{\sqrt{w_{eq}' \Sigma w_{eq}}}$$

$$\text{Με } Sharpe\ ratio = \frac{(R_M - R_F)}{\sigma_M},$$

w_{eq} = οι σταθμίσεις κεφαλοποίησης της αγοράς

Σ = ο πίνακας συνδιακύμανσης

Όπου R_M = ο μέσος των αποδόσεων των μετοχών,

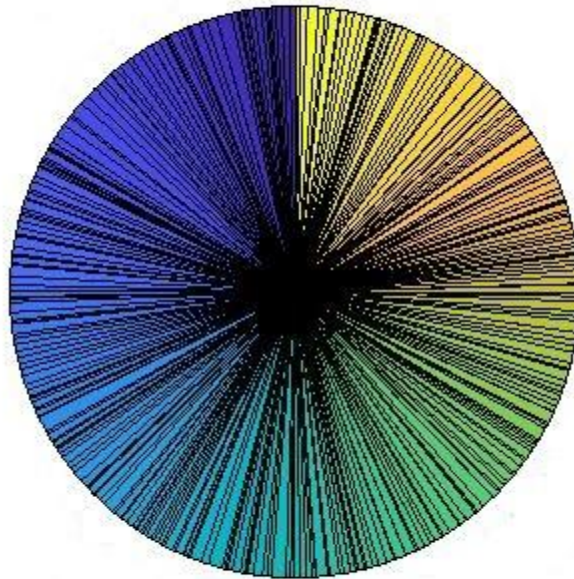
R_F = επιτόκιο χωρίς κίνδυνο

σ_M = η διακύμανση των μετοχών

Έτσι βρίσκω τον αρχικό πίνακα αποδόσεων ισορροπίας(Π) όπως προβλέπει ο He και Litterman (1999) με τον τύπο $\Pi = \delta \Sigma w_{eq}$ καθώς και οι Satchell και Scowcroft(2000) και εν συνεχεία βρίσκω τον νέο πίνακα αποδόσεων($\bar{\mu}$) με ενσωματωμένες τις απόψεις των επενδυτών με τον τύπο $\bar{\mu} = [(\tau \Sigma)^{-1} + P' \Omega^{-1} P]^{-1} [(\tau \Sigma)^{-1} \Pi + P' \Omega^{-1} Q]$, ο οποίος αφού έχω υπολογίσει όλα τα στοιχεία ξεχωριστά υπολογίζεται εύκολα με την βοήθεια της MATLAB, και τέλος υπολογίζω τον νέο πίνακα συνδιακύμανσης.

Στην συνέχεια, υπολογίζω το χαρτοφυλάκιο μέσου-διακύμανσης. Ο λόγος του ότι η πίτα του χαρτοφυλακίου μέσου-διακύμανσης δείχνει να έχει τόσες πολλές μετοχές είναι διότι κατά την εύρεση του, εκτός του περιορισμού των αρνητικών σταθμίσεων που υπέβαλλα, θεώρησα ακόμη έναν πολύ μικρό θετικό περιορισμό, διότι χωρίς αυτόν πίτα δεν ήταν ολόκληρη. Έτσι, ακόμη και ένα

ελάχιστο βάρος να έχει μία μετοχή της τάξεως του 0.0001, την έχει προσθέσει η MATLAB στην πίτα.



Σχήμα 3

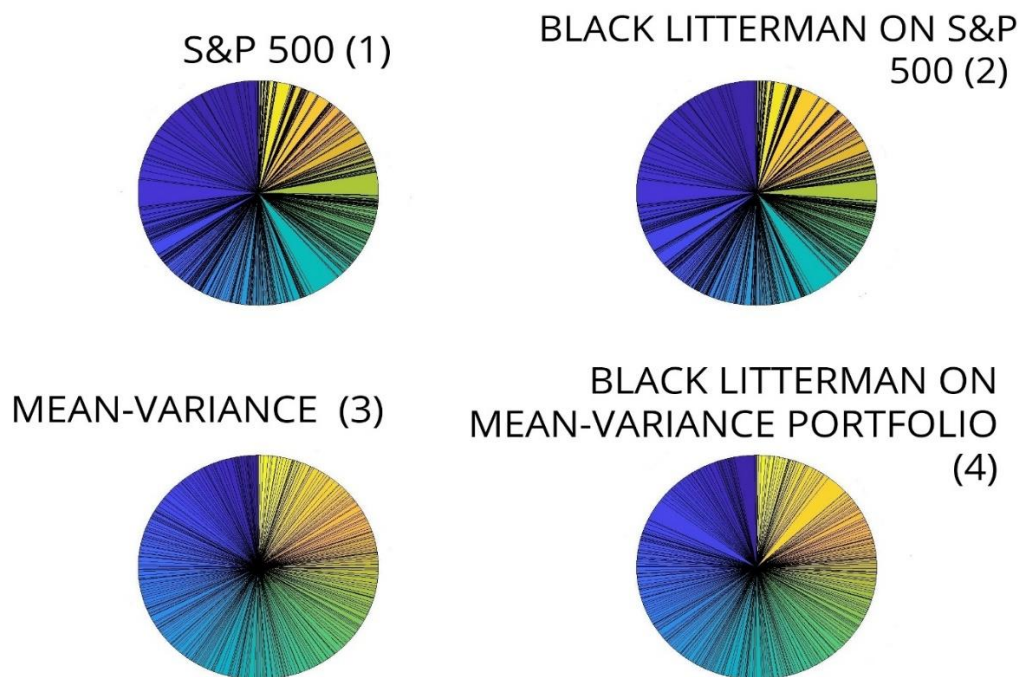
Παρόλα αυτά, για να είναι εμφανή τα αποτελέσματα, υπάρχει και ο πίνακας στο Παράρτημα, Πίνακας 5, όπου υπάρχουν τα βάρη όλων των χαρτοφυλακίων που θα δημιουργηθούν.

Σύμφωνα με την έρευνα των He και Litterman(1999), οι βέλτιστες σταθμίσεις θα είναι $w^* = \frac{1}{1+\tau}(w_{eq} + P'\Lambda)$, όπου το Λ είναι ένας πίνακας $\Lambda = \tau\Omega^{-1}\left(\frac{Q}{\delta}\right) - A^{-1}P\left(\frac{\Sigma}{1+\tau}\right)w_{eq} - A^{-1}P\left(\frac{\Sigma}{1+\tau}\right)P'\tau\Omega^{-1}\left(\frac{Q}{\delta}\right)$. Οι ίδιοι αναφέρουν ότι, ο πρώτος όρος του Λ δείχνει ότι όσο πιο δυνατή είναι η άποψη του επενδυτή για την συγκεκριμένη μετοχή τόσο πιο πολύ βάρος θα έχει στο βέλτιστο χαρτοφυλάκιο. Ο δεύτερος όρος δείχνει ότι το βάρος μίας άποψης μειώνεται λόγω της συνδιακύμανσης μεταξύ του χαρτοφυλακίου των απόψεων και του χαρτοφυλακίου της ισορροπίας της αγοράς. Αφού το δεύτερο έχει παρουσιαστεί ήδη από την αρχική πεποίθηση, η συνδιακύμανση θα δείχνει ότι δεν υπάρχουν πολλές νέες πληροφορίες, και άρα για αυτό επιδέχεται αυτή την μείωση. Με την ίδια λογική, ο τελευταίος όρος δείχνει ότι το βάρος μίας άποψης μειώνεται λόγω της

συνδιακύμανσης ενός χαρτοφυλακίου απόψεων με άλλα χαρτοφυλάκια απόψεων. Για τον ίδιο λόγο μειώνεται το βάρος, γιατί είναι σαν να προσμετρούνται δύο φορές οι ίδιες πληροφορίες.

Ο Walters (2007) στην έρευνά του, ορίζει το Λ ως ένα μέτρο της επίδρασης των απόψεων στην ισορροπία.

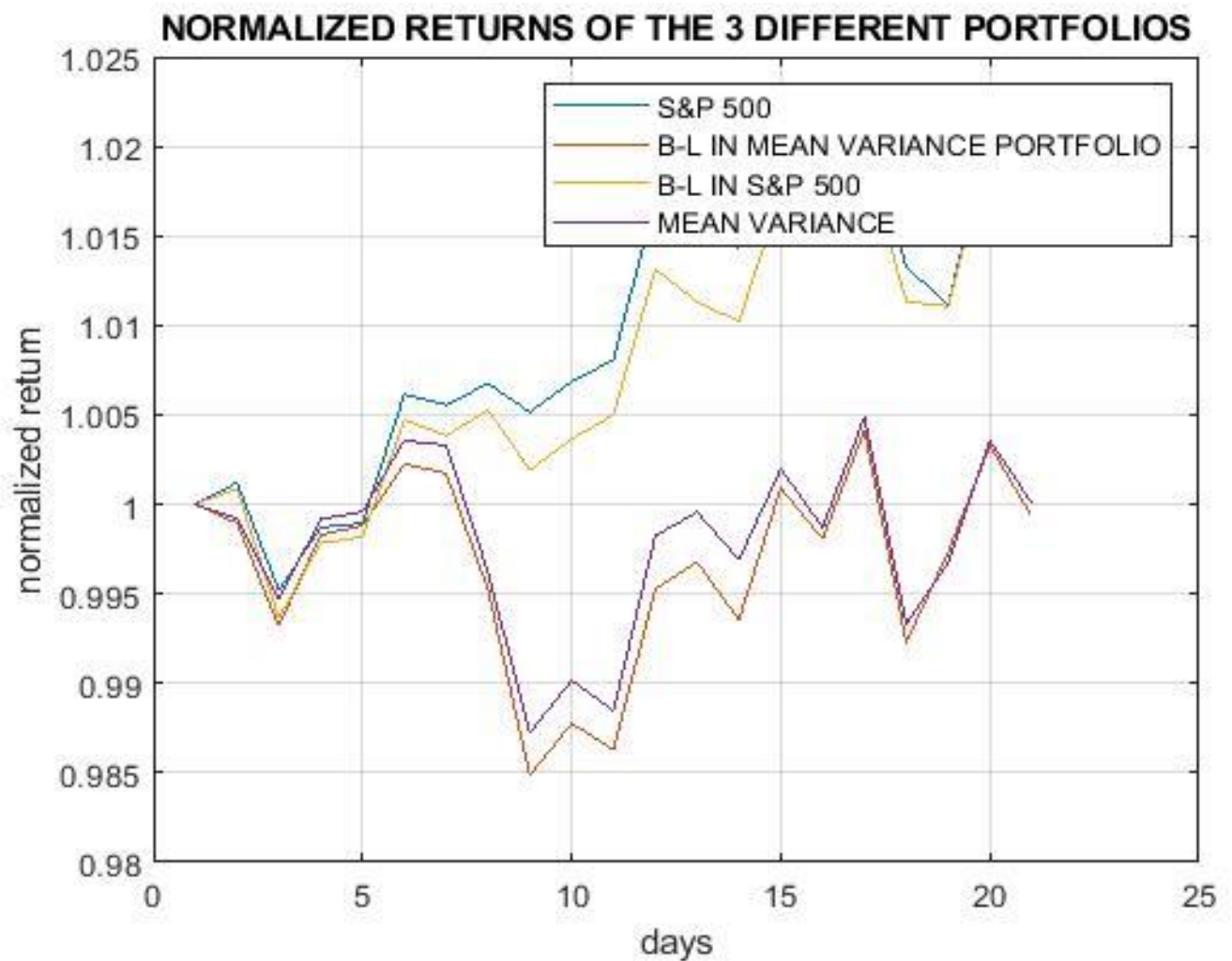
Συνεχίζοντας στον κώδικα, δημιουργώ δύο βέλτιστα χαρτοφυλάκια βάσει Black-Litterman(2 και 4 στο Σχήμα 4), δηλαδή εφαρμόζω το μοντέλο πρώτα πάνω στο χαρτοφυλάκιο των κεφαλαιοποιημένων σταθμίσεων της αγοράς του S&P 500 και ύστερα στο χαρτοφυλάκιο μέσου-διακύμανσης για να συγκρίνω τα χαρτοφυλάκια μεταξύ τους. Τα βάρη αυτά καθώς και οι πληροφορίες για το επόμενο σχήμα, βρίσκονται και αυτά στον Πίνακα 5, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω.



Σχήμα 4

Συμπέρασμα μοντέλου- Βελτιστοποίηση

Για να γίνει πιο κατανοητή η αποτελεσματικότητα της βελτιστοποίησης κάθε χαρτοφυλακίου δημιουργώ το παρακάτω Σχήμα 5.



Σχήμα 5

Αφού γίνει η κανονικοποίηση των αποδόσεων των τεσσάρων χαρτοφυλακίων ώστε να γίνει η σύγκριση τους για 1 μήνα, παρατηρώ ότι η βελτιστοποίηση των χαρτοφυλακίων με μεσο-διακύμανση μόνο μειώνει την απόδοση του δείκτη S&P 500. Τα χαρτοφυλάκια που δεν περιέχουν το μέσου-διακύμανσης χαρτοφυλάκιο βλέπουμε ότι έχουν καλύτερη απόδοση από ότι τα χαρτοφυλάκια που σύμφωνα με την θεωρία θεωρούνται βέλτιστα. Παρατηρούμε λοιπόν πως ακόμη και με την

προσθήκη επιπλέον πληροφόρησης για τις αποδόσεις των μετοχών και μεγάλη βεβαιότητα γι' αυτές τις πληροφορίες(απόψεις επενδυτών), και πάλι η βελτιστοποίηση χαρτοφυλακίου με το μοντέλο μέσου-διακύμανσης δεν είναι αποτελεσματική, λόγω των πολλών υποθέσεων του που αναφέρθηκαν και προηγουμένως όπως:

- 1) Οι επενδυτές έχουν μία συγκεκριμένη συνάρτηση χρησιμότητας την οποία μεγιστοποιούν στο τέλος κάθε περιόδου με βάση τον πλούτο τους και αποστρέφονται τον κίνδυνο.
- 2) Δεν υπάρχουν κόστη συναλλαγών.
- 3) Η πληροφόρηση είναι ελεύθερη και ομοιόμορφη, χωρίς κόστος.
- 4) Υπάρχει ένα επιτόκιο χωρίς κίνδυνο, το οποίο είναι ίδιο για όλους και κάθε επενδυτής μπορεί να δανείσει ή να δανειστεί σε αυτό.
- 5) Δεν υπάρχει φορολογία.
- 6) Οι επενδυτές είναι ορθολογικοί.
- 7) Δεν μπορεί κανένας επενδυτής να επηρεάσει την αγορά προς την κατεύθυνση που θέλει με την αγορά ή την πώληση περιουσιακών στοιχείων.

Κριτική Μοντέλου

Όσον αφορά το μοντέλο των Black και Litterman, οι He και Litterman(1999) συμπεραίνουν ότι το μοντέλο βασίζεται σε ενστικτώδεις κινήσεις των επενδυτών οι οποίοι βασιζόμενοι σε ορισμένες απόψεις πρώτα επενδύουν στο χαρτοφυλάκιο της αγοράς και ύστερα προσθέτουν τα χαρτοφυλάκια που αντιπροσωπεύουν τις απόψεις τους. Το μοντέλο δίνει τις βέλτιστες σταθμίσεις για τα χαρτοφυλάκια και αλλάζει τον μέσο των αναμενόμενων αποδόσεων καθώς και τον πίνακα συνδιακύμανσης. Έτσι, προσθέτουν πως σε αντίθεση με την βελτιστοποίηση της ελάχιστης διακύμανσης, το μοντέλο Black-Litterman εάν εφαρμοστεί σωστά θα δημιουργεί πάντα ένα βέλτιστο χαρτοφυλάκιο του οποίου οι σταθμίσεις θα είναι σχετικά εύκολα κατανοητές.

Ο Walters, CFA(2007) αναφέρει τις διάφορες έρευνες όσον αφορά το μοντέλο, επισημαίνοντας την δυσκολία του μοντέλου, δεδομένου της έλλειψης στοιχείων για τους τύπους του, ή των διαφορετικών χειρισμών του. Όπως αναφέρει, η πρώτη αναφορά στο μοντέλο έγινε από τους Black και Litterman της Goldman Sachs στην έρευνά τους Fixed Income Research Note, Black and Litterman (1990) η οποία αργότερα δημοσιοποιήθηκε στο Journal of Fixed Income το 1991, Black and Litterman (1991a) η οποία μπορεί να μην εμπεριείχε όλους τους τύπους του μοντέλου, αλλά έκανε μία καλή περιγραφή των χαρακτηριστικών του μοντέλου. Ακολούθησε την ίδια χρονιά μία δεύτερη έρευνα, Black και Litterman(1991b), η οποία αργότερα διευρύνθηκε και δημοσιεύτηκε στο Financial Analysts Journal(FAJ) ως Black and Litterman(1992). Την ίδια την ξαναδημοσίευσε το FAJ στα μέσα της δεκαετίας του 1990 και δημοσιεύτηκε και στο διαδίκτυο. Η έρευνα αυτή παρέχει στοιχεία για την

λογική της μεθοδολογίας του μοντέλου και πληροφορίες σχετικά με την προέλευσή του αλλά και πάλι δεν παρέχει όλους του απαιτούμενους τύπους και επίσης το παράδειγμα που χρησιμοποιείται βασισμένο στην παγκόσμια ισορροπία είναι αρκετά περίπλοκο.

Το έργο των He και Litterman(1999) είναι η τελευταία διεύρυνση του μοντέλου από έναν από τους αρχικούς συγγραφείς του και περιέχει αρκετές περισσότερες πληροφορίες για το μοντέλο καθώς και περισσότερους τύπους, αν και πάλι όχι όλους.

Οι Satchell και Scowcroft(2000), σύμφωνα με τον Walters (2007), στην προσπάθειά τους να απομυθοποιήσουν το μοντέλο, εισήγαγαν μία νέα όχι μπεϋζιανή έκφραση του. Η δική τους παραλλαγή του μοντέλου χρησιμοποιεί εκτιμήσεις σημείων για την αρχική πεποίθηση και τις απόψεις, χρησιμοποιεί το τ και το Ω μόνο για τον έλεγχο του ποσού που μειώνουν οι απόψεις την αρχική πεποίθηση. Επειδή χρησιμοποιούν μόνο εκτιμήσεις, δεν υπάρχει καμία πληροφορία σχετικά με την ακρίβεια της εκτίμησης. Έτσι υποθέτουν ότι $\tau=1$ και επίσης εισάγουν ένα στοχαστικό τ , αλλά επειδή χρησιμοποιούν εκτιμήσεις σημείων, αυτό γίνεται ένα μοντέλο με στοχαστική συνδιακύμανση των αποδόσεων.

Τέλος, ο Idzorek(2005), εισήγαγε μία τεχνική για τον προσδιορισμό του Ω έτσι ώστε ο αντίκτυπος της μείωσης να προσδιορίζεται σε όρους ποσοστού αλλαγής των σταθμίσεων μεταξύ 0 και της αλλαγής που πραγματοποιείται με 100% εμπιστοσύνη.

Ο Walters(2007) συνεχίζει με την αναθεώρηση όλων των ερευνών γύρω από το Black-Litterman μοντέλο, απλώς στην συγκεκριμένη εργασία, επέλεξα να προσθέσω την έρευνα του μόνο σχετικά με τους συγγραφείς που ήδη έχουν αναφερθεί στην διαδικασία της εργασίας και του ελέγχου μου.

Σύμφωνα με τον Litterman(2003), εάν αναγνωριστεί η διευκόλυνση που παρέχεται λόγω της διαμόρφωσης των χαρτοφυλακίων των απόψεων, θα γίνει κατανοητό ότι το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο είναι απλώς αυτό που αλλάζει τα βάρη στα χαρτοφυλάκια των απόψεων. Είναι πιθανά πιο εύκολο λοιπόν να καθοριστούν τα βάρη σε αυτά τα χαρτοφυλάκια και όχι να απαιτείται ο καθορισμός των αναμενόμενων αποδόσεων, οι βαθμοί εμπιστοσύνης και οι συσχετίσεις μεταξύ των απόψεων, όπως απαιτεί το μοντέλο Black-Litterman.

Δύο είναι όμως τουλάχιστον οι λόγοι για τους οποίους είναι απαραίτητο το μοντέλο Black-Litterman. Πρώτον, αν κάποιος απλά προσδιορίσει τα βάρη στα χαρτοφυλάκια απόψεων, χάνεται η γνώση που δίνει το μοντέλο σχετικά με τις επιδράσεις των διαφόρων παραμέτρων στα βέλτιστα βάρη. Πιο σημαντικό βέβαια από αυτό είναι, εφόσον χρησιμοποιηθεί το μοντέλο, να γνωρίζει ο κάθε ένας που θα το χρησιμοποιήσει πώς να ορίσει αυτές τις παραμέτρους. Σύμφωνα με τον Litterman(2003) από

την πρώτη δημοσίευση του μοντέλου, πολλές ήταν οι ερωτήσεις σχετικά με τον καθορισμό των παραμέτρων αυτών, αφού είναι γνωστό τί αντιπροσωπεύει η κάθε μία αλλά ο καθορισμός τους εξαρτάται από το πλαίσιο στο οποίο βρίσκονται.

Τουλάχιστον, στο πλαίσιο του Black-Litterman, ο διαχειριστής χαρτοφυλακίου γνωρίζει τι αντιπροσωπεύουν οι παράμετροι αυτοί και μπορεί έτσι να εξετάσει το κατά πόσον αυτές οι προδιαγραφές έχουν νόημα.

Ο δεύτερος, ίσως και πιο σημαντικός, λόγος για τον οποίο το Black-Litterman είναι πραγματικά απαραίτητο είναι επειδή στον πραγματικό κόσμο σχεδόν ποτέ δεν βελτιστοποιείται σε ένα περιβάλλον χωρίς περιορισμούς. Η πραγματική ισχύς του μοντέλου Black-Litterman προκύπτει όταν υπάρχουν περιορισμοί. Σε αυτά τα πιο σύνθετα πλαίσια, τα βέλτιστα βάρη δεν είναι πλέον προφανή ή διαισθητικά. Το βέλτιστο χαρτοφυλάκιο σίγουρα δεν είναι απλώς ένα σύνολο μεταβολών στα χαρτοφυλάκια απόψεων. Εντούτοις, ο διαχειριστής μπορεί να είναι βέβαιος ότι η βελτιστοποίηση παραμένει λειτουργική όταν υπάρχουν περιορισμοί.

4. Αντιστάθμιση Χαρτοφυλακίων Black-Litterman μέσω Corrado-Su

Το κεφάλαιο αυτό ξεκινάει με την μελέτη των δύο χαρτοφυλακίων που βρήκα στο προηγούμενο κεφάλαιο δηλαδή το χαρτοφυλάκιο του Black-Litterman πάνω στα κεφαλαιοποιημένα βάρη του S&P 500 και το χαρτοφυλάκιο του Black-Litterman στο χαρτοφυλάκιο μέσου-διακύμανσης των μετοχών του S&P 500.

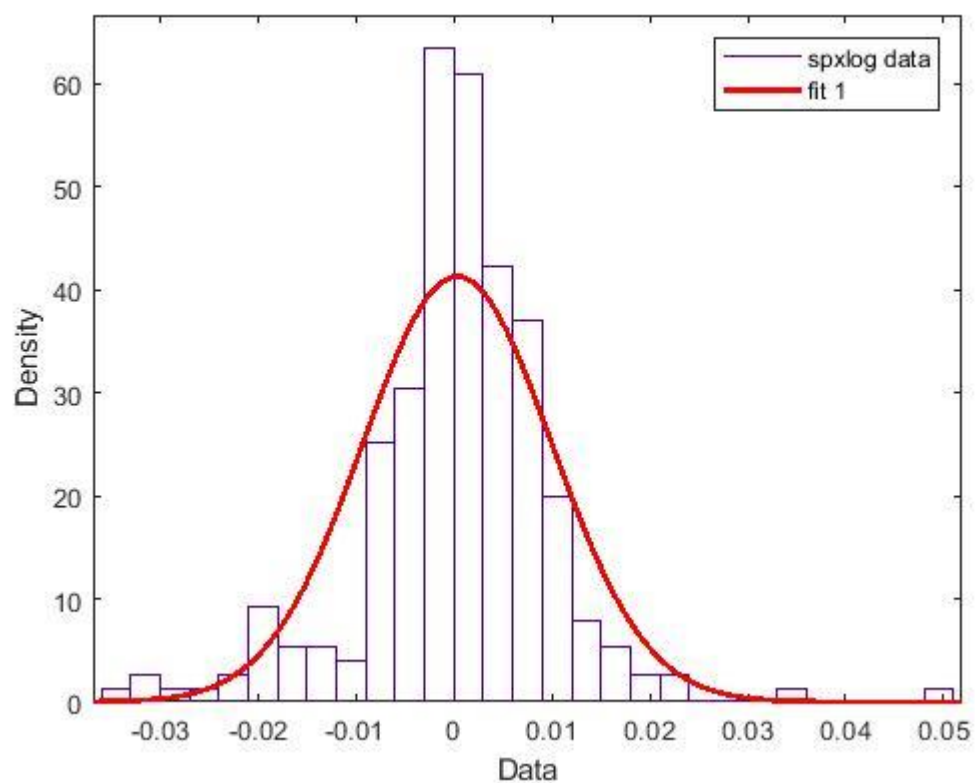
Θα τα μελετήσω για τον επόμενο ένα μήνα και θα αντισταθμίσω τον κίνδυνο τους, επιβάλλοντας στρατηγικές με την χρήση δικαιωμάτων προαίρεσης. Τα δικαιώματα αυτά, θα τα τιμολογήσω με την χρήση του μοντέλου των Corrado και Su και αφού μελετηθούν τα χαρτοφυλάκια για τις υπόλοιπες ημέρες, θα συγκρίνω με τα μη αντισταθμισμένα, έτσι ώστε να κριθεί η αποτελεσματικότητα της αντιστάθμισής μου.

Σύμφωνα με τους Corrado και Su(1997), το μοντέλο τιμολόγησης Black και Scholes χρησιμοποιείται για την εκτίμηση ενός ευρέος φάσματος συμβάσεων δικαιωμάτων προαίρεσης. Παρά την ευρεία αποδοχή του, ωστόσο, το μοντέλο είναι γνωστό ότι έχει αδυναμία στην τιμολόγηση βαθιά in-the-money και βαθιά out-of-the-money δικαιώματα. Το φαινόμενο αυτό χαρακτηρίζεται ως «ασυμμετρία μεταβλητότητας» ή χαμόγελο και συσχετίζεται σημαντικά με το βαθμό στον οποίο τα δικαιώματα είναι πάνω ή κάτω από χρηματικού τους ισοδύναμου.

Αυτό το φαινόμενο δεν προβλέπεται από το μοντέλο Black and Scholes, αφού, θεωρητικά, η μεταβλητότητα είναι ιδιότητα του υποκείμενου μέσου και η ίδια τεκμαρτή τιμή μεταβλητότητας πρέπει να τηρείται σε όλα τα δικαιώματα του ίδιου μέσου. Το μοντέλο Black-Scholes υποθέτει ότι οι λογαριθμικές τιμές κατανέμονται κανονικά σε οποιοδήποτε χρονικό διάστημα.

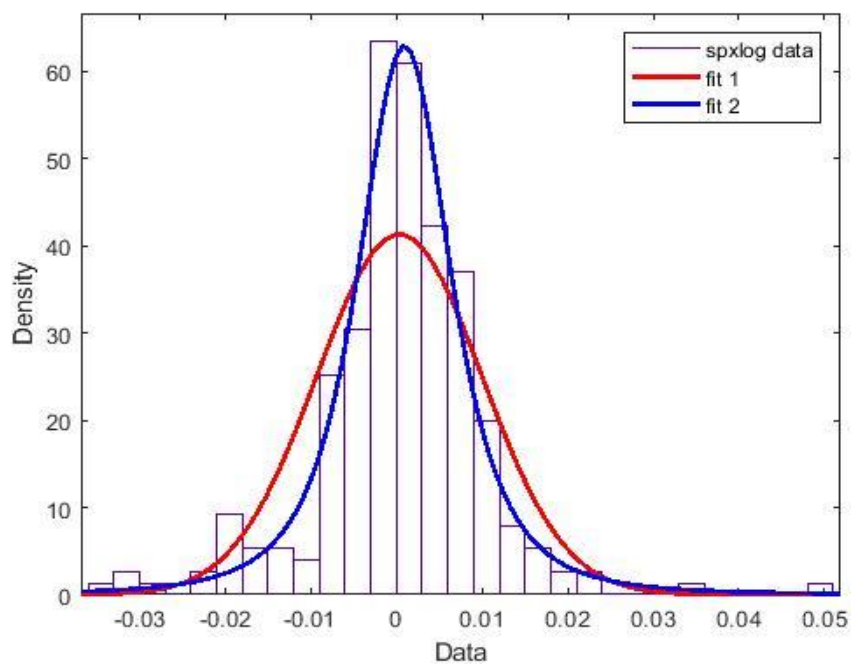
Ο Hull (1993) και ο Nattenburg(1994) επισημαίνουν ότι οι αποδόσεις μετοχών εμφανίζουν μη κανονική λοξότητα και κύρτωση και ότι οι ασυμμετρίες μεταβλητότητας είναι συνέπεια παραβιάσεων της υπόθεσης κανονικότητας. Στο έργο τους, οι Corrado και Su (1996) επεκτείνουν τον τύπο Black-Scholes για την προσαρμογή τιμών δικαιωμάτων προαίρεσης όσον αφορά την μη κανονική λοξότητα και κύρτωση, χρησιμοποιώντας μία σειρά Gram-Charlier.

Για να γίνει κατανοητή η διαφορά της κανονικής κατανομής με την πραγματική κατανομή παρουσιάζω τα δύο παρακάτω σχήματα. Πράγματι στο Σχήμα 6, παρατηρώ ότι εάν υποθέσω κανονική κατανομή του δείκτη S&P 500 όπως προϋποθέτει το υπόδειγμα των Black και Scholes(1973) θα έχω ανεπιθύμητα αποτελέσματα.



Σχήμα 6

Βλέπω λοιπόν ότι η πραγματική κατανομή μου είναι λεπτόκυρτη, και άρα σίγουρα χρησιμοποιώντας σε αυτή την περίπτωση το υπόδειγμα αποτίμησης των Black και Scholes θα τιμολογούσα λανθασμένα τα δικαιώματα προαίρεσης της αγοράς.



Σχήμα 7

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η λοξότητα(skewness) και η κύρτωση(kurtosis) είναι μετρήσιμες μέσω των εξής τύπων:

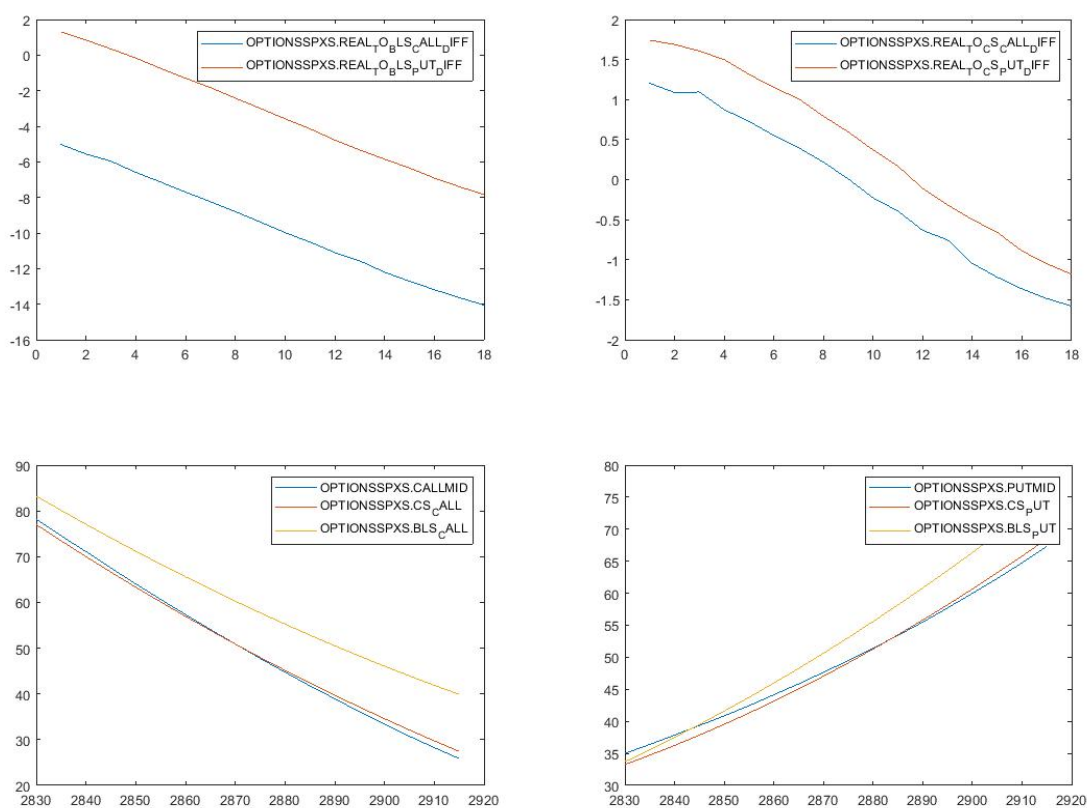
$$Q_3 = \frac{1}{3!} S_0 \sigma \sqrt{t} ((2\sigma \sqrt{t} - d)n(d) + \sigma^2 t N(d))$$

$$Q_4 = \frac{1}{4!} S_0 \sigma \sqrt{t} ((d^2 - 1 - 3\sigma \sqrt{t}(d - \sigma \sqrt{t}))n(d) + \sigma^3 t^{\frac{3}{2}} N(d))$$

Όσον αφορά την κύρτωση, υπολογίστηκε πράγματι βάσει του τύπου της, μεταβάλλοντας την ελάχιστα έτσι ώστε να ανταποκρίνεται στα πραγματικά δεδομένα.

Η λοξότητα όμως, εάν μετρηθεί με βάση τον τύπο της, τότε δεν ταυτίζεται η τιμή της, με αυτήν που θα έπρεπε να έχει για να ανταποκριθεί σε πραγματικές τιμές δικαιωμάτων προαίρεσης. Αφού λοιπόν έκανα αρκετές δοκιμές λοξότητας για να βρω ποια τιμή τιμολογεί σωστά τα δικαιώματα προαίρεσης κατέληξα στην τιμή -2.5.

Όσον αφορά τα υπόλοιπα μεγέθη, η απόδοση του υποκείμενου περιουσιακού στοιχείου είναι 2.05%(q), το ετήσιο επιτόκιο χωρίς κίνδυνο είναι 2.525% (r) και η μεταβλητότητα (sig) των τιμών των περιουσιακών στοιχείων για την περίοδο αυτή είναι 15.4%.



Σχήμα 8

Στο παραπάνω σχήμα (Σχήμα 8) γίνεται αντιληπτή η ανταπόκριση του μοντέλου Corrado-Su στην πραγματική αγορά σε σύγκριση με το μοντέλο Black-Scholes. Στο σχήμα πάνω αριστερά, έχω το υπόδειγμα αποτίμησης με Black-Scholes, όπου η μπλε καμπύλη συμβολίζει το δικαίωμα αγοράς και η κόκκινη το δικαίωμα πώλησης. Το σχήμα αυτό μας δείχνει την διαφορά της πραγματικής αξίας των δικαιωμάτων στην πραγματική αγορά με την αξία που προβλέπει το μοντέλο BLS. Βλέπω δηλαδή ότι το call έχει ένα εύρος λάθους από -5 έως -14, ενώ το put από 2 μέχρι -8.

Αντίστοιχα, βλέπω στο σχήμα πάνω δεξιά την ίδια διαφορά τιμολόγησης αλλά με το μοντέλο Corrado-Su. Βλέπω ότι το εύρος λάθους είναι πολύ μικρότερο, με το call να είναι από 1.25 μέχρι -1.5 και το put από 1.75 μέχρι -1. Τα ακριβώς από κάτω σχήματα, δείχνουν στα αριστερά την τιμολόγηση των calls και δεξιά την τιμολόγηση των puts. Κίτρινη είναι η γραμμή του Black-Scholes, μπλε είναι της πραγματικής αγοράς και κόκκινο του Corrado-Su. Παρατηρώ δηλαδή την αποτελεσματικότητα της χρήσης του μοντέλου Corrado-Su στην τιμολόγηση δικαιωμάτων προαίρεσης σε σχέση με το μοντέλο των Black και Scholes.

Έχοντας λοιπόν προσαρμόσει το μοντέλο των Corrado & Su στην πραγματική αγορά, μπορούν να τιμολογηθούν τα options τα οποία θα πάρω για να αντισταθμίσω τα χαρτοφυλάκια μου. Επιλέγω να χρησιμοποιήσω 4 στρατηγικές, διαχωρίζοντας τις δύο πρώτες με τις δύο τελευταίες μεταξύ τους.

Οι δύο πρώτες στρατηγικές επικεντρώνονται στο ελάχιστο δυνατό αρχικό κόστος. Δηλαδή:

- 1) Πώληση call option με strike price 2955 και με τα λεφτά αυτά αγορά put option με strike price 2895 και πώληση put option με strike price 2830
- 2) Πώληση call option με strike price 2955 και με τα λεφτά αυτά αγορά put option με strike price 2830

Οι δύο τελευταίες, επικεντρώνονται καθαρά στην αντιστάθμιση, χωρίς να δίνουν βάση στο αρχικό κόστος. Δηλαδή:

- 3) Αγορά put option με strike price 2895
- 4) Αγορά call option με strike price 2895 και αγορά put option με strike price 2895

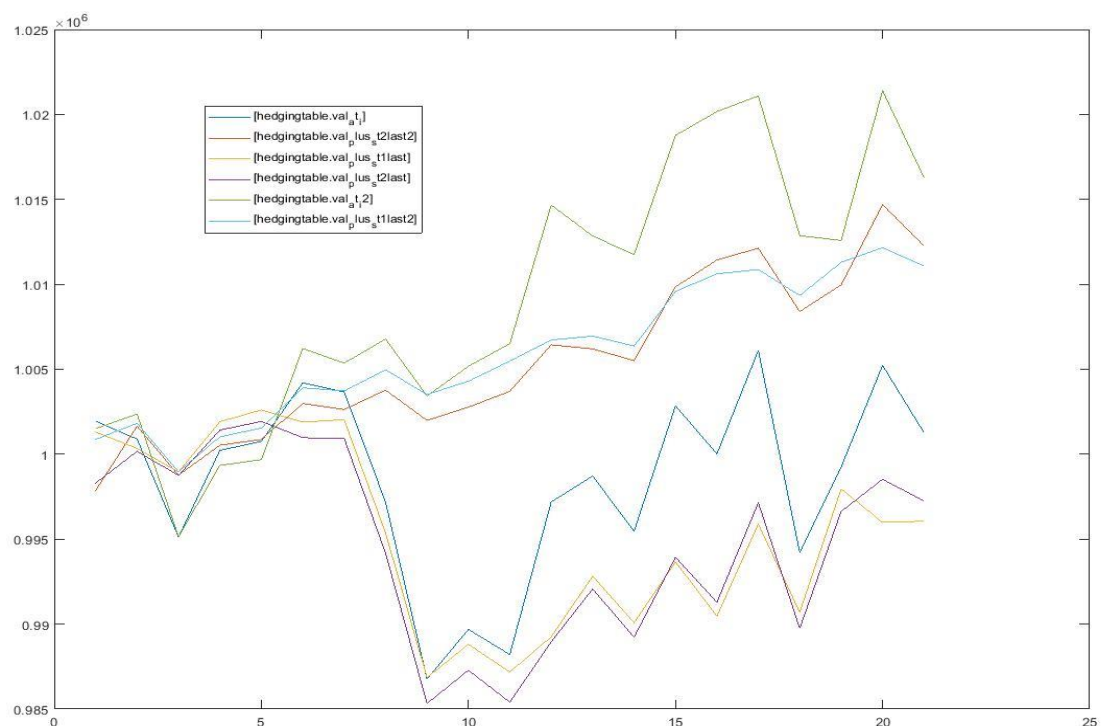
Αφού τιμολογήσω τα παραπάνω δικαιώματα προαίρεσης(options) θέτω ως αρχικό μου κεφάλαιο 1εκατομμύριο ευρώ. Παίρνω τα 2 χαρτοφυλάκια όπως ειπώθηκε παραπάνω και για το κάθε ένα κάνω το εξής. Βρίσκω πόσα χρήματα θα επενδύσω στην κάθε μετοχή του χαρτοφυλακίου μου, χρησιμοποιώντας τα βέλτιστα βάρη για το κάθε χαρτοφυλάκιο, όπως αυτά υπολογίστηκαν στο προηγούμενο μέρος της εργασίας($\text{Χρήματα} = 1000000 \cdot \text{βέλτιστα βάρη}$). Ύστερα βρίσκω το πόσα κομμάτια μετοχών θα πάρω διαιρώντας τα χρήματα αυτά με την τιμή της εκάστοτε μετοχής($\text{Ποσότητα} = \text{Χρήματα} / \text{Τιμή Μετοχής}$). Η αξία του κάθε χαρτοφυλακίου θα είναι το άθροισμα

όλων γινομένων ποσότητας*τιμή για κάθε μετοχή. Στο σημείο αυτό, έχω μόνο τα δύο μη αντισταθμισμένα χαρτοφυλάκια.

Προχωρώντας στα δικαιώματα προαίρεσης και τις 4 στρατηγικές που έχω προαναφέρει, βρίσκω αρχικά το κόστος των στρατηγικών μου. Δεν κάνω δυναμική αντιστάθμιση αλλά στατική στο τέλος δηλαδή $1.000.000/(\text{strike} * 100) = 4$ συμβόλαια options στην λήξη. Έτσι λοιπόν για να βρω το κόστος της κάθε στρατηγικής, όπως φαίνεται και στον κώδικα, αθροίζω την αγορά/πώληση των δικαιωμάτων προαίρεσής μου και ύστερα τα πολλαπλασιάζω με 100 που είναι ο πολλαπλασιαστής των συμβολαίων και με 4 που είναι ο αριθμός των συμβολαίων που απαιτείται για την αντιστάθμιση του χαρτοφυλακίου μου. Αφού λοιπόν δημιουργήσω τις παραπάνω στρατηγικές μου, αφήνω το μοντέλο να τρέξει για ένα μήνα ώστε να παρακολουθήσω την αποτελεσματικότητα της αντιστάθμισης μου.

Συμπεράσματα αντιστάθμισης

Αρχικά στο παράρτημα, υπάρχει ο Πίνακας 6, όπου υπάρχουν όλες οι λεπτομέρειες σχετικά με την αντιστάθμιση.

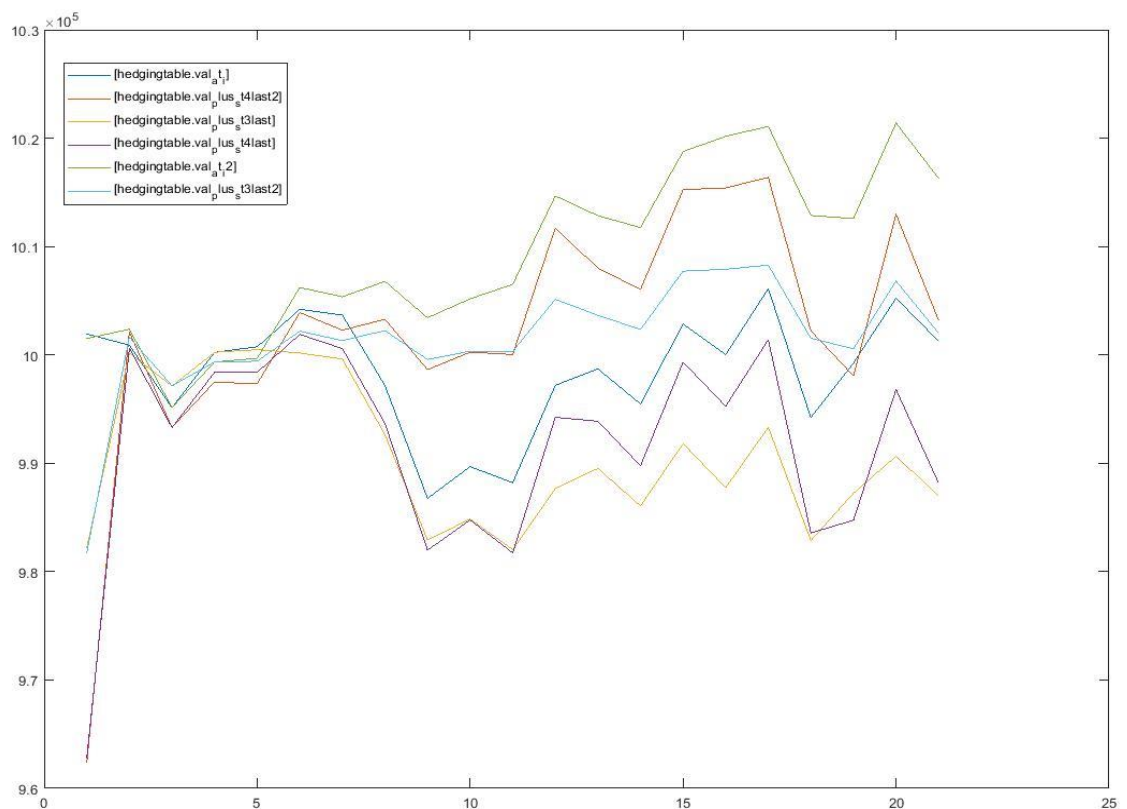


Σχήμα 9

Όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα (Σχήμα 9), το οποίο αναφέρεται στις 2 πρώτες στρατηγικές, παρατηρούμε ότι οι στρατηγικές αυτές αρχίζουν με μικρό κόστος, όπως ήταν και το προαπαιτούμενό τους. Βλέπουμε ακόμη ότι σε περιόδους κατά τις οποίες τα μη αντισταθμισμένα χαρτοφυλάκια έχουν μεγάλη πτώση απόδοσης, οι στρατηγικές αυτές προστατεύουν το χαρτοφυλάκιο από μεγάλες ζημιές του δείκτη, ενώ αντίστοιχα στην άνοδο του δείκτη του επιβάλλουν ένα όριο.

Αντίθετα παρατηρείται στο δεύτερο σχήμα (Σχήμα 10), ότι η 3^η και η 4^η στρατηγική τις πρώτες ημέρες ακολουθούν καλύτερα τον δείκτη, αλλά με την πάροδο του χρόνου τα πιθανά κέρδη χάνονται. Λόγω του ότι ξεκινάνε και οι δύο στρατηγικές με μεγάλο κόστος, της τάξεως του 20.000 και 40.000 αντίστοιχα, και λόγω του ότι ο S&P 500 είναι δύσκολο να μεταβληθεί τόσο πολύ ώστε να ανέβει πάνω από 40.000 η αξία της στρατηγικής μου, είναι πολύ δύσκολο να έχω κέρδη ως επενδυτής με την χρήση της στρατηγικής αυτής.

Αν και οι πρώτες δύο στρατηγικές φαίνεται να έχουν λιγότερες ζημιές, και στις δύο περιπτώσεις τα δύο μη αντισταθμισμένα χαρτοφυλάκια έχουν μεγαλύτερα κέρδη.



Σχήμα 10

5. Συμπεράσματα εργασίας

Διάλεξα λοιπόν το μοντέλο των Black και Litterman για να βελτιστοποιήσω το χαρτοφυλάκιο των κεφαλαιοποιημένων βαρών του S&P 500, διότι είναι ένα πολύ καινοτόμο μοντέλο για την θεωρία της βελτιστοποίησης, υιοθετημένο από την Goldman Sachs. Το μοντέλο αυτό μπορεί να είναι περίπλοκο και να διαθέτει προχωρημένες μαθηματικές σχέσεις, μπορεί η πληροφόρηση του για τις μεταβλητές του υποδείγματος να μην είναι τόσο ξεκάθαρες, και να μην έχει βρεθεί ο ακριβής τρόπος διεξαγωγής των αποτελεσμάτων μέσω του μοντέλου για κάθε περίπτωση προβλήματος, αλλά το γεγονός ότι ο επενδυτής έχει την δυνατότητα επιλογής και συναπόφασης ουσιαστικά στο βέλτιστο χαρτοφυλάκιο, το κάνει να επιτρέπει στην θεωρία βελτιστοποίησης να εξελιχθεί και να ανταποκρίνεται περισσότερο στις πραγματικές συνθήκες επένδυσης.

Δημιούργησα λοιπόν 4 χαρτοφυλάκια, το ένα τα κεφαλαιοποιημένα βάρη του S&P 500, το δεύτερο το χαρτοφυλάκιο βέλτιστων βαρών Black-Litterman πάνω στα κεφαλαιοποιημένα βάρη του S&P 500, το τρίτο το χαρτοφυλάκιο μέσου-διακύμανσης πάνω στις μετοχές του S&P 500 και το τέταρτο το χαρτοφυλάκιο βέλτιστων βαρών Black-Litterman πάνω στα βάρη του χαρτοφυλακίου μέσου-διακύμανσης. Τα παρατήρησα για έναν μήνα και συμπέρανα πως τα χαρτοφυλάκια που εμπεριέχουν το χαρτοφυλάκιο μέσου-διακύμανσης έχουν χαμηλή απόδοση, είτε επιβάλλω είτε όχι το Black-Litterman μοντέλο. Αντίθετα, βλέπω ότι το χαρτοφυλάκιο Black-Litterman πάνω στα κεφαλαιοποιημένα βάρη του S&P 500 έχει σημαντικά καλύτερη απόδοση από του μέσου-διακύμανσης και επίσης τείνει να έχει την απόδοση του S&P 500, όπως ακριβώς προβλέπεται και από την θεωρία των Black και Litterman με ορισμένες διαφορές, λόγω ενσωμάτωσης τυχαίων απόψεων επενδυτών στο μοντέλο.

Στην συνέχεια, πήρα τα δύο Black-Litterman χαρτοφυλάκια και τα μελέτησα για ένα μήνα. Χρησιμοποιώντας το μοντέλο Corrado-Su, διορθώνοντας τις παραμέτρους λοξότητας και κύρτωσης ώστε να ανταποκρίνονται σε πραγματικά δεδομένα, τιμολόγησα δικαιώματα προαίρεσης, δημιούργησα 4 στρατηγικές για να αντισταθμίσω τα δύο χαρτοφυλάκια μου και ύστερα είδα πως αυτά συμπεριφέρονται. Παρατήρησα τις διαφορές στις 4 αυτές στρατηγικές, και πως στο τέλος, καλύτερη απόδοση είχαν τα μη αντισταθμισμένα χαρτοφυλάκια.

6. Βιβλιογραφία

(2019, April 22). Ανάκτηση από SlickCharts- S&P 500 Companies by Weight:
<https://www.slickcharts.com/sp500>

Andreou, P., Charalambous, C., & Martzoukos, S. (2008). Pricing and trading European options by combining artificial neural networks and parametric models with implied parameters. *European Journal of Operational Research* 185, 1415-1433.

Black, F. (July-August 1989). Universal hedging: Optimizing currency risk and reward in international equity portfolios. *Financial Analysts Journal*, 16-22.

Black, F., & Litterman, R. (1991). Global Portfolio Optimization. *Journal of Fixed Income*, Vol 1, No2, 7-18.

Black, F., & Litterman, R. (Sept/Oct 1992). Global Portfolio Optimization. *Financial Analysts Journal*.

Black, F., & Litterman, R. (September 1990). Asset Allocation: Combining Investors Views with Market Equilibrium. *Fixed Income Research Note, Goldman Sachs*.

Black, F., & M., S. (1973). The pricing of options and Corporate Liabilities. *The University of Chicago Press*, 637-654.

Black, F., & R., L. (October 1991). Global Asset Allocation With Equities, Bonds, and Currencies. *Fixed Income Research*.

Blamont, D., & Firoozye, N. (July 2003). Asset Allocation Model. *Global Markets Research: Fixed Income Research, Deutsche Bank*.

Brandimarte, P. (2001). *Numerical Methods in Finance: A MATLAB-Based Introduction*. Wiley-Interscience.

Corrado, C., & Su, T. (1996). Skewness and kurtosis in S&P 500 Index returns implied by option prices. *Financial Research* 19, 175-92.

Corrado, C., & Su, T. (1997). Implied Volatility skews and stock return skewness and kurtosis implied by stock option prices. *The European Journal of Finance* 3, 73-85.

Elton, E. J., Gruber, M. J., Brown, S. J., & Goetzmann, W. N. (2018). *Σύγχρονη Θεωρία Χαρτοφυλακίου και Ανάλυση Επενδύσεων*. Utopia.

He, G., & Litterman, R. (1999). *The intuition behind Black-Litterman model portfolios*. New York.

Hull, J. (2003). *Options, Futures, and Other Derivatives*. Prentice Hall, 5th edition.

Ibisevic, S. (2013, 29 April). *Mathworks*. Ανάκτηση από Corrado and Su (1996) European Option Prices : <https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/41551-corrado-and-su-1996-european-option-prices>

- Idzorek, T. M. (2005). *A STEP-BY-STEP GUIDE TO THE BLACK-LITTERMAN MODEL*. Chicago: Thomas Idzorek.
- Kendall, G. M., A., S., & Ord, J. K. (1987). *Kendall's advanced theory of statistics*. New York: Oxford University Press.
- Lee, W. (2000). *Advanced Theory and Methodology of Tactical Asset Allocation*. New York: John Wiley&Sons.
- Litterman, R. B. (2003). *Modern investment management : an equilibrium approach / Bob Litterman and the Quantitative Resources Group, Goldman Sachs Asset Management*. . USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Luenberger, D. (1998). *Investment Science* . Oxford Press.
- Nattenburg, S. (1994). *Option volatility & pricing*. McGraw-Hill.
- Satchell, S., & A., S. (September 2000). A Demystification of the Black-Litterman Model: Managing Quantitative and Traditional Construction. *Journal of Asset Management* , 138-150.
- Walters, J. (2007). *The Black-Litterman Model In Detail*. Jay Walters .
- ΜΥΛΩΝΑΣ, Ν. Θ. (2005). *Αγορές και Προϊόντα Παραγωγών*. Αθήνα.

7. Παράρτημα

1) Από την σχέση (1.3.12) $w^* = \frac{1}{\delta} \bar{\Sigma}^{-1} \bar{\mu}$

Όπου w^* είναι ο πίνακας των βέλτιστων βαρών. Αυτά μπορούν να γραφούν ως:

$$w^* = \frac{1}{\delta} \bar{\Sigma}^{-1} \bar{M}^{-1} [(\tau \Sigma)^{-1} \Pi + P' \Omega^{-1} Q]$$

Και επίσης ισχύει πως

$$\bar{\Sigma}^{-1} = (\Sigma + \bar{M}^{-1})^{-1} = \bar{M} - \bar{M}(\bar{M} + \Sigma^{-1})^{-1} \bar{M}$$

Ο οποίος όρος $\bar{\Sigma}^{-1} \bar{M}^{-1}$ μπορεί να απλοποιηθεί ως

$$\bar{\Sigma}^{-1} \bar{M}^{-1} = \frac{\tau}{1+\tau} \left(I - P' A^{-1} P \left(\frac{\Sigma}{1+\tau} \right) \right)$$

Και ο πίνακας A θα είναι $A = \frac{\Omega}{\tau} + P \Sigma / (1 + \tau) P'$. Τότε τα βέλτιστα βάρη, $w^* = \bar{\Sigma}^{-1} \bar{\mu} / \delta$ μπορούν να γραφούν ως:

$$w^* = \frac{1}{1+\tau} (w_{eq} + P' \Lambda) \quad (17)$$

2) Κώδικας της MATLAB όσον αφορά το 3^ο και 4^ο Κεφάλαιο

```
% %STEP 1: Import historical data from Bloomberg.  
% Import market capitalization weight, and manage cells  
% clc;  
% clear all;  
% c = blp  
% % Import data from spreadsheet  
% % Script for importing data from the following spreadsheet:  
% %  
% % Workbook: C:\blp\data\SPX_bl.xlsx  
% % Worksheet: Worksheet  
% %  
% % To extend the code for use with different selected data or a different  
% % spreadsheet, generate a function instead of a script.  
% % Auto-generated by MATLAB on 2019/04/16 12:35:57  
%  
% % Import the data  
% [~, ~, raw] = xlsread('C:\blp\data\SPX_bl.xlsx','Worksheet','A2:E507');  
% stringVectors = string(raw(:,[1,2,3,4]));  
% stringVectors(ismissing(stringVectors)) = '';
```



```

% raw = raw(:,5);
%
% %% Create output variable
% data = reshape([raw{:}],size(raw));
%
% %% Create table
% spxindex = table;
%
% %% Allocate imported array to column variable names
% spxindex.Ticker = cellstr(stringVectors(:,1));
% spxindex.Name = cellstr(stringVectors(:,2));
% spxindex.Industry_Sector = categorical(stringVectors(:,3));
% spxindex.Industry_Group = cellstr(stringVectors(:,4));
%
%
% %% Clear temporary variables
% clearvars data raw stringVectors;
%
% save c:\blp\spx_black.mat 'spxindex'
% startdate= '04/05/2018';
% enddate= '05/06/2019'; %(testing period 04/05/2018 - 04/05/2019 )
%          %(portfolio period 04/06/2019 - 05/06/2019)
%
% % Number of Stocks-- nos
%
% nos=size(spxindex,1);
%
% for row=1:1:nos
% spxindex.Ticker(row,1);
% spxindex.Name(row,1);
% spxindex.Industry_Sector(row,1);
% spxindex.Industry_Group(row,1);
%
% %spxindex.Ticker(row,1);
% %d = timeseries(c,'ibm us equity',{12/03/2016,31/03/2016},1,'trade')
% [stock1,sec1] = history(c, spxindex.Ticker(row,1), 'Last_Price', startdate, enddate, 'daily')
% w1 = stock1(1:end,2);
% day= datedisp(stock1(1:end, 1));
% % natural logarithms
% lw1 = log(w1);
% d1ln = diff(lw1);
% spxgigastock(row).ticker=sec1;
% spxgigastock(row).date=day;
% spxgigastock(row).stocktable = stock1 ;
% spxgigastock(row).w = w1;
% spxgigastock(row).lw = lw1;
% spxgigastock(row).row = row;
% spxgigastock(row).Indiff = d1ln;
% end
% save c:\blp\spx_black.mat 'spxindex' 'spxgigastock' -v7.3
clc

```

```

clear all
%% Import data from spreadsheet
% Script for importing data from the following spreadsheet:
%   Workbook: F:\marketcapequilibrium.xlsx
%   Worksheet: Sheet1
%

% Auto-generated by MATLAB on 2019/04/24 16:47:38

%% Import the data from the Market Equilibrium Excel
[~, ~, raw] = xlsread('F:\marketcapequilibrium.xlsx','Sheet1','B3:D508');
raw(cellfun(@(x) ~isempty(x) && isnumeric(x) && isnan(x),raw)) = {''};
stringVectors = string(raw(:,[1,2]));
stringVectors(ismissing(stringVectors)) = '';
raw = raw(:,3);

%% Replace non-numeric cells with NaN
R = cellfun(@(x) ~isnumeric(x) && ~islogical(x),raw); % Find non-numeric cells
raw(R) = {NaN}; % Replace non-numeric cells

%% Create output variable
data = reshape([raw{:}],size(raw));

%% Create table of MARKET CAPITALIZATION WEIGHTS
marketcapequilibrium = table;

%% Allocate imported array to column variable names
marketcapequilibrium.Company = cellstr(stringVectors(:,1));
marketcapequilibrium.Symbol = cellstr(stringVectors(:,2));
marketcapequilibrium.Weight = data(:,1);
marketcapequilibrium(1,:) = [];
marketcapequilibrium.Symbol{445} = 'BF1B';
marketcapequilibrium.Symbol{5} = 'BRK1B';
%% Clear temporary variables
clearvars data raw stringVectors R;
load c:\blp\spx_black.mat 'spxindex' 'spxgigastock'

spxgigastock(76).ticker = strrep((spxgigastock(76).ticker),'BF/B UN Equity','BF1B UN Equity');
spxgigastock(70).ticker = strrep((spxgigastock(70).ticker),'BRK/B UN Equity','BRK1B UN Equity');

%Check for data size
sn=504
cors=1;
assetNames(cors)=(spxgigastock(:,1).ticker); %Name of stocks
assetNames(cors)=erase(assetNames(cors),' UN Equity');
assetNames(cors)=erase(assetNames(cors),' UW Equity');
assetNames(cors)=erase(assetNames(cors),' UR Equity');
assetNames(cors)=erase(assetNames(cors),' UF Equity');
assetNames(cors)=erase(assetNames(cors),' INDEX');
assetPrice(:,cors)=(spxgigastock(:,1).w); %Price of stocks

```

```

assetweightname(cors)=assetNames(cors)

assetweight(1)=0.9999999
assetP(:,cors)=(assetPrice(:,cors)/assetPrice(1,cors)); %Normalized Prices
assetRetni(:,cors)=tick2ret(assetPrice(:,cors)); %Daily Returns
    cors=cors+1;
for i=2:sn
    sizei=size(spxgigastock(i).w);
    size1=size(spxgigastock(1).w);
    if (sizei(1,1) ~= size1(1,1))

    else
        assetNames(cors)=(spxgigastock(:,i).ticker); %Name of stocks
        assetNames(cors)=erase(assetNames(cors),' UN Equity');
        assetNames(cors)=erase(assetNames(cors),' UW Equity');
        assetNames(cors)=erase(assetNames(cors),' UR Equity');
        assetNames(cors)=erase(assetNames(cors),' UF Equity');
        assetNames(cors)=erase(assetNames(cors),' INDEX');
        assetPrice(:,cors)=(spxgigastock(:,i).w); %Price of stocks

    k = find(string (table2cell(marketcapequilibrium(:,2)))==assetNames(cors))
        assetweightname(cors)=table2cell(marketcapequilibrium(k,2));
        assetweight(cors)=table2array(marketcapequilibrium(k,3));

    assetP(:,cors)=(assetPrice(:,cors)/assetPrice(1,cors)); %Normalized Prices
    assetRetni(:,cors)=tick2ret(assetPrice(:,cors)); %Daily Returns
    cors=cors+1;
end
end
%% Clear temporary variables
clearvars i k cors sn sizei size1;

totalassetweight=(sum(assetweight(2:1:end)))
assetweight(2:1:end)=( assetweight(2:1:end) / totalassetweight )

% Set Spx as Benchmark
benchmarkP(:,1)=(assetP(1:252,1)); % Normalized Price of spx

%Figure 1: Normalized Asset Prices and Benchmark
figure(1)
plot(assetP)
hold on;
plot(benchmarkP,'Linewidth',3,'Color','k')
hold off
xlabel('Days')
ylabel('Normalized Price')
title('Normalized Asset Prices and Benchmark')

```

```

grid on

%STEP 2: Compute returns and risk-adjusted returns
assetRetni=assetRetni(1:252,:)
%benchmark
benchRetns=assetRetni(:,1);
allmynames=assetNames

assetRetni=assetRetni(:,2:end); %remove benchmark
assetNames=assetNames(:,2:end)
assetweight=assetweight(:,2:end)

%% Mean and standard deviation for S&P 500
benchRetn=mean(benchRetns); %benchmark returns
benchRisk=std(benchRetns); %benchmark risk

%% SKEWNESS AND KURTOSIS IF COMPUTED BASED ON THEIR FORMULA
%skew=skewness(benchRetns(222:252))
% kurt=kurtosis(benchRetns(222:252))

%%Mean and standard deviation for my assets
assetRetn=mean(assetRetni);
assetRisk=std(assetRetni); %std
numAssets= size(assetRetn,2)

%%Scale in case of conversion (daily to annual)
scale=252; %252
assetRiskR=sqrt(scale)*assetRisk;
benchRiskR=sqrt(scale)*benchRisk;
assetReturnR=scale*assetRetn;
benchReturnR=scale*benchRetn;

%Figure 2: Annual Risk-Return
figure(2)
scatter(assetRiskR,assetReturnR,6,'m','Filled')
hold on;
scatter(benchRiskR,benchReturnR,6,'g','Filled')

for k= 1:length(allmynames(2:end))
    text(assetRiskR(k)+0.005,assetReturnR(k),assetNames{k},'FontSize',8)
end
text(benchRiskR+0.05,benchReturnR,'Benchmark','FontSize',8)
hold off;
xlabel('Risk')
ylabel('E(R)')
grid on

```

```

%% STEP 3: VIEWS OF THE INVESTOR-ANALYST
v=3; %total 3views
P=zeros(v,numAssets);
q=zeros(v,1);
Omega=zeros(v);
%View 1
%P(1,string(assetNames))== "VZ ")=1;
P(1,string(assetNames(1:end))== "VZ")=1;
q(1)=0.05;
Omega(1,1)=0.001;
%View 2
P(2,string(assetNames(1:end))== "AMD")=1;
q(2)=0.05;
Omega(2,2)=0.001;
%View 3
P(3,string(assetNames(1:end))== "AZO")=1;
P(3,string(assetNames(1:end))== "INTC")=-1;
q(3)=0.05;
Omega(3,3)=0.001;

%% STEP 4: COMPUTE THE VARIABLES

%% COVARIANCE OF DAILY RETURNS
Sigma=cov(assetRetni) % sqrt(252)

%% DETERMINE THE UNCERTAINTY C
tau=1/numAssets
%tau=0.025
C=tau*Sigma;

% newomega=tau*P*Sigma*transpose(P)
% Omega(1,1)=newomega(1,1)
% Omega(2,2)=newomega(2,2)
% Omega(3,3)=newomega(3,3)

%% CONVERT VIEWS TO BE ON DAILY RETURNS LIKE THE RETURNS
q= q %/252;
Omega= Omega %/sqrt(252);

%% VIEW TABLE
viewTable= table ;
viewTable = [P q diag(Omega)];
as = table ;
as = [assetNames(1:end) 'View_Return' 'View_Uncertainty']

viewTable= array2table([P q diag(Omega)] )

```

```

viewTable.Properties.VariableNames(:) = as(:)
%

%% FIND THE MARKET PORTFOLIO
% numAssets=size(assetReturnR,2)
% LB=zeros(1,numAssets);
% Aeq=ones(1,numAssets);
% Beq=1;
% opts=optimoptions('lsqlin','Algorithm','interior-point','Display','off');
% wtsMarket=lsqlin((mean(assetRetni)), (mean(benchRetns)), [], [], Aeq, Beq, LB, [], [], opts);

wtsspx=assetweight'

%% FIND DELTA
%% %delta=(mean(benchRetns)/var(benchRetns))
shpr=(mean(benchRetns)/(std(benchRetns)))
delta=shpr/sqrt(wtsspx'*Sigma*wtsspx)
% % delta=1

%% PI EQUILIBRIUM RETURNS
PI=delta*Sigma*wtsspx

%% BLENDED RETURNS
mu_bl1=inv((inv(C)+(P*(inv(Omega))*P))      %%% satchell scowcroft 2000
mu_bl2=((inv(C))*PI+P*(inv(Omega))*q)      %%% satchell scowcroft 2000
mu_new=mu_bl1*mu_bl2 %%% satchell scowcroft 2000

% Covariance of blended returns
covmu=inv(inv(C)+P*(inv(Omega)*P));

% CONVERT DAILY RETURNS TO ANNUAL
Plann= PI*252;
mu_blann= mu_new*252;
annsigma=sqrt(252)*(Sigma+covmu)

%% STEP 5: FIND THE MEAN VARIANCE PORTFOLIO WITH S&P500(-3-)
port=Portfolio('NumAssets',numAssets,'lb',0,'budget',1,'Name','Mean Variance');
port=setAssetMoments(port,assetReturnR,assetRiskR);
wts=estimateMaxSharpeRatio(port);

%% FIGURE 3-Mean Variance portfolio
as1=(string(assetNames(1:end)))'
figure(3)
ax1=subplot(1,1,1);
idx=wts>0.0001;
pie(ax1,wts(idx),as1(idx));
title(ax1,port.Name,'Position',[-0.05,1.6,0]);

```

```
% ax2=subplot(1,2,2);
% idx_BL=wtsBL>0.001;
% pie(ax2,wtsBL(idx_BL),as1(idx_BL));
% title(ax2,portBL.Name,'Position',[-0.05,1.6,0]);
```

%%STEP 6: FIND THE BLACK LITTERMAN PORTFOLIOS

```
%%% S&P500 market cap weights adjusted for our views using BL methodology ADJUSTED(-2-)
%%% WEIGHTS/ EQUILIBRIUM
A=Omega/tau + (P*(Sigma)/((1+tau))*P')
L=(tau*inv(Omega)*(q/delta)-(inv(A)*P*(Sigma/(1+tau))*wtsspx)-
(inv(A)*P*(Sigma/(1+tau))*P'*tau*inv(Omega)*(q/delta)))
weightopt= (1/(1+tau))*(wtsspx+(P'*L))
```

```
%%
%%% MEAN VARIANCE portfolio weights adjusted for our views using BL
%%% methodology ADJUSTED WEIGHTS/ EQUILIBRIUM(-4-)
```

```
Lnew=(tau*inv(Omega)*(q/delta)-(inv(A)*P*(Sigma/(1+tau))*wts)-
(inv(A)*P*(Sigma/(1+tau))*P'*tau*inv(Omega)*(q/delta)))
weightoptNEW=(1/(1+tau))*(wts+(P'*Lnew))
```

```
adweightopt=(weightopt / sum(weightopt))
adweightoptNEW=(weightoptNEW / sum(weightoptNEW))
```

```
wdiff=adweightopt-wtsspx
```

%% STEP 7: FINAL TABLE-RESULTS

```
as1=(string(assetNames(1:end)))'
%"Asset_Name", %
"Prior_Belief_of_Expected_Return","Black_Litterman_Blended_Expected_Return"])
exp_table = table ;

exp_table.Asset_Name(:)=(string(assetNames(1:end)))'
exp_table.assetReturnR(:)=assetReturnR'
exp_table.wtsspx(:)=wtsspx(:)
exp_table.adweightopt(:)=adweightopt(:)
exp_table.wts(:)=wts(:)
exp_table.adweightoptNEW(:)=adweightoptNEW(:)
exp_table.Prior_Belief_of_Expected_Return(:)=Plann
exp_table.Black_Litterman_Blended_Expected_Return(:)=mu_blann
```

%%% FIGURE 4: THE FOUR PIES

```
figure(4)
ax1=subplot(2,2,1);
idx=wtsspx>0.0005; %% 0.00005
```

```

pie(ax1,wtsspx(idx),as1(idx));
title(ax1,"spx",'Position',[-0.05,1.6,0]);

ax2=subplot(2,2,2);
idx_BL=adweightopt>0.0005; %% 0.00005
pie(ax2,adweightopt(idx_BL),as1(idx_BL));
title(ax2,"bl",'Position',[-0.05,1.6,0]);

ax3=subplot(2,2,3);
idx=wts>0.0005; %% 0.00005
pie(ax3,wts(idx),as1(idx));
title(ax3,port.Name,'Position',[-0.05,1.6,0]);

ax4=subplot(2,2,4);
idx_BLOPT=weightoptNEW>0.0005; %% 0.00005
pie(ax4,weightoptNEW(idx_BLOPT),as1(idx_BLOPT));
title(ax4,"bl OPT",'Position',[-0.05,1.6,0]);

wts_table = table ;
wts_table.Asset_Name(:)=as1(:)
wts_table.Prior_Belief_of_Expected_Return(:)=wts(:)
%wts_table.Prior_Belief_of_Expected_Return
wts_table.Black_Litterman_Blended_Expected_Return(:)=wtsspx(:)
idxt=(wts)>0.001

wts_final=wts_table(idxt,:)

%%%%%% MODEL TWO: CORRADO&SU

%%% BLACK LITTERMAN OPTIM WITH MEAN VAR-4-
ad=adweightoptNEW %MEAN VARIANCE portfolio weights adjusted for our views using BL
portfoliovalue=1000000
p1=assetPrice(253,2:497)
valueperstock=valueperstock.*ad

quantity=round(valueperstock./p1',0)
val_at_start=sum(quantity.*p1')

%% BLACK LITTERMAN S&P500 OPTIM -2-
ad2=adweightopt
portfoliovalue=1000000
p2=assetPrice(253,2:497)
valueperstock2=valueperstock.*ad2
quantity2=round(valueperstock2./p1',0)
val_at_start2=sum(quantity2.*p1')

% MEAN VARIANCE ON S&P500 STOCKS(-3)
ad3=wts
portfoliovalue=1000000
p2=assetPrice(253,2:497)
valueperstock3=portfoliovalue.*ad3

```



```

quantity3=round(valueperstock3./p1',0)
val_at_start3=sum(quantity3.*p1')

%% S&P 500 (-1)
ad0= wtsspx
portfoliovalue=1000000
p1=assetPrice(253,2:497)
valueperstock0=portfoliovalue.*ad0
quantity0=round(valueperstock0./p1',0)
val_at_start0=sum(quantity0.*p1')

% CORRADO&SU USING INPUTS FROM FITTED MARKET THAT I FOUND IN THE OTHER CODE
r=0.02525
q=0.0205
spxlog=spxgigastock(1).Indiff
skew1= -2.5
kurt1=4.5
hedgingtable=struct
cor=1;
t1=0
for i=253:1:273 % 273

    if t1 == 5
        t1=t1+2
    elseif t1==12;
        t1=t1+2;
    elseif t1==19;
        t1=t1+2;
    elseif t1==24;
        t1=t1+2;
    else
        t1=t1;
    end

% s=2893
s=assetPrice(i,1)

%%STRATEGIES OF THE INVESTOR-ANALYST
%total STRATEGIES
%strategy 1
% buy 2895 put, sell 2830 put , sell 2955 call
T=((36-t1)/365)
[CS_CALL2955,CS_PUT2955]=csprice(s, 2955, r,T,0.154, skew1, kurt1,q )
[CS_CALL2895,CS_PUT2895]=csprice(s, 2895, r,T,0.154, skew1, kurt1,q )
[CS_CALL2830,CS_PUT2830]=csprice(s, 2830, r,T,0.154, skew1, kurt1,q )

[CallDelta2955,PutDelta2955] = blsdelta(s,2955,r,T,0.154)
[CallDelta2895,PutDelta2895] = blsdelta(s,2895,r,T,0.154)
[CallDelta2830,PutDelta2830] = blsdelta(s,2830,r,T,0.154)

```

```

st1=(-CS_CALL2955+CS_PUT2895-CS_PUT2830)*100*4

%strategy 2
% buy 2830 put , sell 2955 call

[CS_CALL2955,CS_PUT2955]=csprice(s, 2955, r, T,0.154, skew1, kurt1,q )
[CS_CALL2830,CS_PUT2830]=csprice(s, 2830, r, T,0.154, skew1, kurt1,q )

st2=(-CS_CALL2955+CS_PUT2830)*100*4

%strategy 3
% buy 2895 put,

[CS_CALL2895,CS_PUT2895]=csprice(s, 2895, r,T,0.154, skew1, kurt1,q )

[CallDelta2895,PutDelta2895] = blsdelta(s,2895,r,T,0.154)

st3=(+CS_PUT2895)*100*4

%strategy 4
% buy 2895 put, buy 2895 call

[CS_CALL2895,CS_PUT2895]=csprice(s, 2895, r,T,0.154, skew1, kurt1,q )

[CallDelta2895,PutDelta2895] = blsdelta(s,2895,r,T,0.154)

st4=(CS_PUT2895+CS_CALL2895)*100*4

p2=assetPrice(i,2:497)
val_at_i0=sum(quantity0.*p2') %%S&P 500 -1-
val_at_i1=sum(quantity.*p2') %%BLACK LITTERMAN OPTIM WITH MEAN VAR-4-
val_at_i2=sum(quantity2.*p2') %% BLACK LITTERMAN S&P500 OPTIM -2-
val_at_i3=sum(quantity3.*p2') %%MEAN VARIANCE ON S&P500 STOCKS -3-

hedgingtable(cor).s=s
hedgingtable(cor).st1=st1
hedgingtable(cor).st2=st2

hedgingtable(cor).st3=st3
hedgingtable(cor).st4=st4

%% BLACK LITTERMAN OPTIM WITH MEAN VAR-4-
hedgingtable(cor).val_at_i=val_at_i1
% rrr(cor).val_plus_st1start=val_at_i1+rrr(1).st1
% rrr(cor).val_plus_st2start=val_at_i1+rrr(1).st2
hedgingtable(cor).val_plus_st1last=val_at_i1+st1-hedgingtable(1).st1
hedgingtable(cor).val_plus_st2last=val_at_i1+st2-hedgingtable(1).st2

hedgingtable(cor).val_plus_st3last=val_at_i1+st3-hedgingtable(1).st3

```

```

hedgingtable(cor).val_plus_st4last=val_at_i1+st4-hedgingtable(1).st4

hedgingtable(1).val_plus_st1last=hedgingtable(1).val_at_i-hedgingtable(1).st1
hedgingtable(1).val_plus_st2last=hedgingtable(1).val_at_i-hedgingtable(1).st2

hedgingtable(1).val_plus_st3last=hedgingtable(1).val_at_i-hedgingtable(1).st3
hedgingtable(1).val_plus_st4last=hedgingtable(1).val_at_i-hedgingtable(1).st4

% BLACK LITTERMAN S&P500 OPTIM -2-
hedgingtable(cor).val_at_i2=val_at_i2
% rrr(cor).val_plus_st1start2=val_at_i2+rrr(1).st1
% rrr(cor).val_plus_st2start2=val_at_i2+rrr(1).st2
hedgingtable(cor).val_plus_st1last2=val_at_i2+st1-hedgingtable(1).st1
hedgingtable(cor).val_plus_st2last2=val_at_i2+st2-hedgingtable(1).st2
hedgingtable(cor).val_plus_st3last2=val_at_i2+st3-hedgingtable(1).st3
hedgingtable(cor).val_plus_st4last2=val_at_i2+st4-hedgingtable(1).st4

hedgingtable(1).val_plus_st1last2=hedgingtable(1).val_at_i2-hedgingtable(1).st1
hedgingtable(1).val_plus_st2last2=hedgingtable(1).val_at_i2-hedgingtable(1).st2

hedgingtable(1).val_plus_st3last2=hedgingtable(1).val_at_i2-hedgingtable(1).st3
hedgingtable(1).val_plus_st4last2=hedgingtable(1).val_at_i2-hedgingtable(1).st4

cor=cor+1;
t1=t1+1
end

v0=(sum(quantity0.*assetPrice(253:273,2:497')))/sum(quantity0.*p1')
v1=(sum(quantity.*assetPrice(253:273,2:497')))/sum(quantity.*p1')
v2=(sum(quantity2.*assetPrice(253:273,2:497')))/sum(quantity2.*p1')
v3=(sum(quantity3.*assetPrice(253:273,2:497')))/sum(quantity3.*p1')

```

```

figure(9) %% THE FIRST 2 STRATEGIES AND THE UNHEDGED PORTFOLIO -4,2-
plot([hedgingtable.val_at_i],'DisplayName','[hedgingtable.val_at_i]');hold
on;plot([hedgingtable.val_plus_st2last2],'DisplayName','[hedgingtable.val_plus_st2last2]');plot([
hedgingtable.val_plus_st1last],'Portfolio with strategy
1','[hedgingtable.val_plus_st1last]');plot([hedgingtable.val_plus_st2last],'DisplayName','[hedging
table.val_plus_st2last]');plot([hedgingtable.val_at_i2],'DisplayName','[hedgingtable.val_at_i2]');
plot([hedgingtable.val_plus_st1last2],'DisplayName','[hedgingtable.val_plus_st1last2]');hold off;
figure(10) %% THE OTHER 2 STRATEGIES AND THE UNHEDGED PORTFOLIO-4,2-
plot([hedgingtable.val_at_i],'DisplayName','[hedgingtable.val_at_i]');hold
on;plot([hedgingtable.val_plus_st4last2],'DisplayName','[hedgingtable.val_plus_st4last2]');plot([
hedgingtable.val_plus_st3last],'DisplayName','[hedgingtable.val_plus_st3last]');plot([hedgingtabl
e.val_plus_st4last],'DisplayName','[hedgingtable.val_plus_st4last]');plot([hedgingtable.val_at_i2]

```

```
, 'DisplayName', [hedgingtable.val_at_i2]); plot([hedgingtable.val_plus_st3last2], 'DisplayName', [hedgingtable.val_plus_st3last2]); hold off;
```

```
figure(5) %%NORMALIZED RETURNS OF EACH PORTFOLIO
plot(v0)
hold on
plot(v1)
hold on
plot(v2)
hold on
plot(v3)
hold on
% Create ylabel
ylabel({'normalized return'});

% Create xlabel
xlabel({'days'});

% Create title
title({'NORMALIZED RETURNS OF THE 3 DIFFERENT PORTFOLIOS'}, 'Editing', 'on');
legend('S&P 500', 'B-L IN MEAN VARIANCE PORTFOLIO', 'B-L IN S&P 500', 'MEAN VARIANCE')
grid on
hold off
```

3) Κώδικας για το Corrado& Su

```
%CSPRICE Corrado and Su (1996) put and call option pricing.
% Compute European put and call option prices using the Corrado and Su
% (1996) model.
%
% [Call,Put] = blsprice(Price, Strike, Rate, Time, Volatility) [Call,Put]
% = blsprice(Price, Strike, Rate, Time, Volatility, Yield)
%
% Optional Input: Yield
%
% Inputs:
% Price - Current price of the underlying asset.
%
% Strike - Strike (i.e., exercise) price of the option.
%
% Rate - Annualized continuously compounded risk-free rate of
% return over the life of the option, expressed as a
% positive decimal number.
%
% Time - Time to expiration of the option, expressed in years.
%
% Volatility - Annualized asset price volatility (i.e., annualized
% standard deviation of the continuously compounded asset
% return), expressed as a positive decimal number.
%
```

```

%           Skewness           -   Skewness   of   the   underlying   asset   returns.
%

% Kurtosis   - Kurtosis of the underlying asset returns.
%
% Optional Input:
% Yield      - Annualized continuously compounded yield of the underlying
%              asset over the life of the option, expressed as a decimal
%              number. If Yield is empty or missing. the default value
%              is zero.
%
%              For example, this could represent the dividend yield
%              (annual dividend rate expressed as a percentage of the
%              price of the security) or foreign risk-free interest rate
%              for options written on stock indices and currencies,
%              respectively.
%
% Outputs:
% Call       - Price (i.e., value) of a European call option.
%
% Put        - Price (i.e., value) of a European put option.
%
% Example:
% Consider European stock options with an exercise price of $95 that
% expire in 3 months. Assume the underlying stock pays no dividends,
% is trading at $100, and has a volatility of 50% per annum, and that
% the risk-free rate is 10% per annum. Also assume that the skewness
%           of the underlying equals 0.15 and the kurtosis is equal to 3.15.
% Using this data,
%
% [Call, Put] = csprice(100, 95, 0.1, 0.25, 0.5, 0.15, 3.15) Call =
%      13.7634
% Put =
%      6.4179
%
% Notes:
% (1) Any input argument may be a scalar or vector. If a scalar, then
%      that value is used to price all options. If more than one input is a
%      vector or matrix, then the dimensions of those non-scalar inputs must
%      be the same.
% (2) Ensure that Rate, Time, Volatility, and Yield are expressed in
%      consistent units of time.
%
% Semin Ibisevic (2013)
% $Date: 04/29/2013 $
% -----
% Input argument checking & default assignment.
if nargin < 7

```

```

error('Finance:csprice:InsufficientInputs', ...
    'Specify Price, Strike, Rate, Time, Volatility, Skewness and Kurtosis')
end
if (nargin < 8) || isempty(q)
    q = zeros(size(S));
end
message = blscheck('blsprice', S, X, r, T, sig, q);
error(message);
% Perform scalar expansion & guarantee conforming arrays.
try
    [S, X, r, T, sig, q] = finargsz('scalar', S, X, r, T, sig, q);
catch
    error('Finance:csprice:InconsistentDimensions', ...
        'Inputs must be scalars or conforming matrices.')
end
% -----
% Black and Scholes Price
[call, put] = blsprice(S, X, r, T, sig, q);
% Corrado and Su approximation
d1 = ( log(S./X) + (r-sig).*T + ((sig.*sqrt(T)).^2)/2 ) ./ ( sig.*sqrt(T) );
nd1 = (1./sqrt(2*pi)) * exp(-(1.^2)/2);
NNd1 = cdf('Normal',d1,0,1);
Q3 = ( 1/(3^2) ) .* ( S.*exp(-sig.*T) ) .* ( sig .* sqrt(T) ) ...
    .* ( ( 2*sig.*sqrt(T) - d1 ).*nd1 + sig.^2.*T.*NNd1);
Q4 = ( 1/(4*3^2) ) .* ( S.*exp(-sig.*T) ) .* ( sig .* sqrt(T) ) ...
    .* ( ( d1.^2 - 1 - 3.*sig.*sqrt(T) .* (d1 - sig.*sqrt(T)) ).*nd1 + ...
        sig.^3.*T.^(3/2).*NNd1);
% Call and Put prices
callCS = call + skew.*Q3 + (kurt-3).*Q4;
if (nargout>1)
    putCS = put + skew.*Q3 + (kurt-3).*Q4;
end

```

4) Προσαρμογή Corrado-Su και σύγκριση με Black-Scholes

```

%% Import data from spreadsheet
% Script for importing data from the following spreadsheet:
%
%   Workbook: V:\OPTIONSSPX.xlsx
%   Worksheet: VALUES
%
% To extend the code for use with different selected data or a different
% spreadsheet, generate a function instead of a script.

% Auto-generated by MATLAB on 2019/05/15 16:09:29

%% Import the data
[~, ~, raw] = xlsread('V:\OPTIONSSPX.xlsx','VALUES','A2:E19');
stringVectors = string(raw(:,[2,4]));
stringVectors(ismissing(stringVectors)) = '';

```

```

raw = raw(:,[1,3,5]);

%% Create output variable
data = reshape([raw{:}],size(raw));

%% Create table
OPTIONSSPXS = table;

%% Allocate imported array to column variable names
OPTIONSSPXS.OPT_STRIKE_PX = data(:,1);
OPTIONSSPXS.CALL = cellstr(stringVectors(:,1));
OPTIONSSPXS.CALLMID = data(:,2);
OPTIONSSPXS.PUT = cellstr(stringVectors(:,2));
OPTIONSSPXS.PUTMID = data(:,3);

%% Clear temporary variables
clearvars data raw stringVectors;
load c:\blp\spx_black.mat 'spxindex' 'spxgigastock'

%% FIGURE 8
r=0.02525
q=0.0205
spxlog=spxgigastock(1).Indiff
skew1= -2.5
% (skewness(spxlog(222:252)))/sqrt(30)
kurt1=4.5 % 4.5

kurtosis(spxlog(222:252))
for i=1:1:18
    X=OPTIONSSPXS.OPT_STRIKE_PX(i)
    [CS_CALL,CS_PUT]=csprice(2872.5, X, r, (36/365),0.154, skew1, kurt1,q )
    [BLS_CALL,BLS_PUT]=blsprice(2872.5, X, r, (36/365),0.154)

    OPTIONSSPXS.CS_CALL(i)=CS_CALL
    OPTIONSSPXS.CS_PUT(i)=CS_PUT
    OPTIONSSPXS.BLS_CALL(i)=BLS_CALL
    OPTIONSSPXS.BLS_PUT(i)=BLS_PUT
    OPTIONSSPXS.REAL_TO_CS_CALL_DIFF(i)=OPTIONSSPXS.CALLMID(i)-CS_CALL
    OPTIONSSPXS.REAL_TO_CS_PUT_DIFF(i)=OPTIONSSPXS.PUTMID(i)-CS_PUT
    OPTIONSSPXS.REAL_TO_BLS_CALL_DIFF(i)=OPTIONSSPXS.CALLMID(i)-BLS_CALL
    OPTIONSSPXS.REAL_TO_BLS_PUT_DIFF(i)=OPTIONSSPXS.PUTMID(i)-BLS_PUT

end
subplot(2,2,1)
plot(OPTIONSSPXS.REAL_TO_BLS_CALL_DIFF,'DisplayName','OPTIONSSPXS.REAL_TO_BLS_CALL_
DIFF');hold
on;plot(OPTIONSSPXS.REAL_TO_BLS_PUT_DIFF,'DisplayName','OPTIONSSPXS.REAL_TO_BLS_PUT
_DIFF');hold off;
subplot(2,2,2)
plot(OPTIONSSPXS.REAL_TO_CS_CALL_DIFF,'DisplayName','OPTIONSSPXS.REAL_TO_CS_CALL_DI
FF');hold

```

```

on;plot(OPTIONSSPX.SREAL_TO_CS_PUT_DIFF,'DisplayName','OPTIONSSPX.SREAL_TO_CS_PUT_
DIFF');hold off;
subplot(2,2,3)
plot(OPTIONSSPX.OPT_STRIKE_PX,OPTIONSSPX.CALLMID,'DisplayName','OPTIONSSPX.CALLM
ID');hold
on;plot(OPTIONSSPX.OPT_STRIKE_PX,OPTIONSSPX.CS_CALL,'DisplayName','OPTIONSSPX.CS_
CALL');plot(OPTIONSSPX.OPT_STRIKE_PX,OPTIONSSPX.BLS_CALL,'DisplayName','OPTIONSSPX
.BLS_CALL');hold off;
subplot(2,2,4)
plot(OPTIONSSPX.OPT_STRIKE_PX,OPTIONSSPX.PUTMID,'DisplayName','OPTIONSSPX.PUTMI
D');hold
on;plot(OPTIONSSPX.OPT_STRIKE_PX,OPTIONSSPX.CS_PUT,'DisplayName','OPTIONSSPX.CS_P
UT');plot(OPTIONSSPX.OPT_STRIKE_PX,OPTIONSSPX.BLS_PUT,'DisplayName','OPTIONSSPX.BL
S_PUT');hold off;

```


22/4/19 MARKET CAPITALIZATION WEIGHTS S&P 500

slick chart

#	Company	Symbol	Weight	Adjusted weights	SUM
1	Microsoft Corporation	MSFT	3.916432	3.944040282	100.6473424
2	Apple Inc.	AAPL	3.779015	3.805654582	
3	Amazon.com Inc.	AMZN	3.211955	3.23459718	
4	Facebook Inc. Class A	FB	1.785282	1.797867069	
5	Berkshire Hathaway Inc. Class B	BRK.B	1.680222	1.692066465	
6	Alphabet Inc. Class C	GOOG	1.583353	1.594514602	
7	Alphabet Inc. Class A	GOOGL	1.548078	1.558990937	
8	JPMorgan Chase & Co.	JPM	1.53419	1.545005035	
9	Johnson & Johnson	JNJ	1.514003	1.52467573	
10	Exxon Mobil Corporation	XOM	1.448783	1.458995972	
11	Visa Inc. Class A	V	1.15791	1.166072508	
12	Bank of America Corp	BAC	1.113368	1.121216516	
13	Procter & Gamble Company	PG	1.093817	1.101527694	
14	Intel Corporation	INTC	1.09103	1.098721047	
15	Cisco Systems Inc.	CSCO	1.022956	1.03016717	
16	Verizon Communications Inc.	VZ	0.994811	1.001823766	
17	AT&T Inc.	T	0.963893	0.970687815	
18	Walt Disney Company	DIS	0.956207	0.962947633	
19	Chevron Corporation	CVX	0.955352	0.962086606	
20	Home Depot Inc.	HD	0.95408	0.960805639	
21	Mastercard Incorporated Class A	MA	0.904924	0.911303122	
22	UnitedHealth Group Incorporated	UNH	0.898846	0.905182276	
23	Pfizer Inc.	PFE	0.892618	0.898910373	
24	Boeing Company	BA	0.813066	0.818797583	
25	Wells Fargo & Company	WFC	0.798143	0.803769386	
26	Merck & Co. Inc.	MRK	0.782104	0.787617321	
27	Comcast Corporation Class A	CMCSA	0.781736	0.787246727	
28	Coca-Cola Company	KO	0.75136	0.756656596	
29	PepsiCo Inc.	PEP	0.732567	0.737731118	
30	Netflix Inc.	NFLX	0.678671	0.683455186	
31	Citigroup Inc.	C	0.670127	0.674850957	
32	McDonald's Corporation	MCD	0.61276	0.617079557	
33	Walmart Inc.	WMT	0.600345	0.604577039	
34	Oracle Corporation	ORCL	0.573344	0.5773857	
35	Adobe Inc.	ADBE	0.54691	0.550765358	
36	Philip Morris International Inc.	PM	0.539793	0.543598187	
37	Abbott Laboratories	ABT	0.539101	0.542901309	
38	Union Pacific Corporation	UNP	0.529165	0.532895267	
39	3M Company	MMM	0.518325	0.521978852	
40	PayPal Holdings Inc	PYPL	0.516871	0.520514602	
41	Broadcom Inc.	AVGO	0.513875	0.517497482	
42	International Business Machines Corporation	IBM	0.509079	0.512667674	
43	Honeywell International Inc.	HON	0.505236	0.508797583	
44	salesforce.com inc.	CRM	0.500342	0.503869084	
45	AbbVie Inc.	ABBV	0.474818	0.478165156	
46	NVIDIA Corporation	NVDA	0.470802	0.474120846	
47	Accenture Plc Class A	ACN	0.467608	0.47090433	
48	Medtronic plc	MDT	0.464909	0.468186304	
49	United Technologies Corporation	UTX	0.457166	0.460388721	
50	NIKE Inc. Class B	NKE	0.452974	0.45616717	
51	Amgen Inc.	AMGN	0.452029	0.455215509	

- Πίνακας 1 -

52	Texas Instruments Incorporated	TXN	0.44434	0.447472306
53	Costco Wholesale Corporation	COST	0.441738	0.444851964
54	Thermo Fisher Scientific Inc.	TMO	0.429664	0.43269285
55	Altria Group Inc	MO	0.421676	0.42464854
56	Eli Lilly and Company	LLY	0.411283	0.414182276
57	QUALCOMM Incorporated	QCOM	0.409201	0.412085599
58	Linde plc	LIN	0.406129	0.408991944
59	Starbucks Corporation	SBUX	0.386283	0.389006042
60	NextEra Energy Inc.	NEE	0.375022	0.37766566
61	Lowe's Companies Inc.	LOW	0.3749	0.3775428
62	DowDuPont Inc.	DWDP	0.3559	0.358408862
63	American Tower Corporation	AMT	0.349488	0.351951662
64	Booking Holdings Inc.	BKNG	0.342019	0.34443001
65	Caterpillar Inc.	CAT	0.337521	0.339900302
66	General Electric Company	GE	0.334223	0.336579053
67	Danaher Corporation	DHR	0.32841	0.330725076
68	Gilead Sciences Inc.	GILD	0.326559	0.328861027
69	United Parcel Service Inc. Class B	UPS	0.325762	0.328058409
70	American Express Company	AXP	0.319994	0.322249748
71	Lockheed Martin Corporation	LMT	0.319667	0.321920443
72	U.S. Bancorp	USB	0.317327	0.319563948
73	ConocoPhillips	COP	0.312895	0.315100705
74	Bristol-Myers Squibb Company	BMJ	0.30428	0.306424975
75	Mondelez International Inc. Class A	MDLZ	0.300006	0.302120846
76	Automatic Data Processing Inc.	ADP	0.290557	0.292605237
77	Goldman Sachs Group Inc.	GS	0.289961	0.292005035
78	CVS Health Corporation	CVS	0.280158	0.282132931
79	Intuit Inc.	INTU	0.279531	0.281501511
80	TJX Companies Inc	TJX	0.277794	0.279752266
81	Celgene Corporation	CELG	0.270308	0.272213494
82	Duke Energy Corporation	DUK	0.265769	0.267642497
83	Schlumberger NV	SLB	0.261782	0.263627392
84	Chubb Limited	CB	0.260562	0.262398792
85	Anthem Inc.	ANTM	0.258496	0.260318228
86	CME Group Inc. Class A	CME	0.25761	0.259425982
87	Charter Communications Inc. Class A	CHTR	0.255933	0.25773716
88	EOG Resources Inc.	EOG	0.25584	0.257643505
89	Morgan Stanley	MS	0.253296	0.255081571
90	CSX Corporation	CSX	0.251544	0.253317221
91	PNC Financial Services Group Inc.	PNC	0.250158	0.25192145
92	Becton Dickinson and Company	BDX	0.249455	0.251213494
93	Colgate-Palmolive Company	CL	0.247044	0.248785498
94	Dominion Energy Inc	D	0.246034	0.247768379
95	Stryker Corporation	SYK	0.232113	0.233749245
96	BlackRock Inc.	BLK	0.23202	0.233655589
97	Cigna Corporation	CI	0.23169	0.233323263
98	Intuitive Surgical Inc.	ISRG	0.231548	0.233180262
99	Charles Schwab Corporation	SCHW	0.22261	0.224179255
100	S&P Global Inc.	SPGI	0.222295	0.223862034
101	Norfolk Southern Corporation	NSC	0.221972	0.223536757
102	Deere & Company	DE	0.22135	0.222910373
103	Southern Company	SO	0.221326	0.222886203
104	Simon Property Group Inc.	SPG	0.221106	0.222664653
105	General Motors Company	GM	0.213294	0.214797583

- Πίνακας 1 -

106	Raytheon Company	RTN	0.211783	0.213275932
107	Crown Castle International Corp	CCI	0.20986	0.211339376
108	Micron Technology Inc.	MU	0.200683	0.202097684
109	Boston Scientific Corporation	BSX	0.199434	0.200839879
110	Northrop Grumman Corporation	NOC	0.197792	0.199186304
111	Exelon Corporation	EXC	0.197665	0.199058409
112	General Dynamics Corporation	GD	0.19756	0.198952669
113	Zoetis Inc. Class A	ZTS	0.197459	0.198850957
114	Illinois Tool Works Inc.	ITW	0.195462	0.196839879
115	Occidental Petroleum Corporation	OXY	0.194673	0.196045317
116	Marsh & McLennan Companies Inc.	MMC	0.194247	0.195616314
117	FedEx Corporation	FDX	0.19382	0.195186304
118	Illumina Inc.	ILMN	0.193246	0.194608258
119	Ecolab Inc.	ECL	0.190839	0.19218429
120	Prologis Inc.	PLD	0.189383	0.190718026
121	Intercontinental Exchange Inc.	ICE	0.188125	0.189451158
122	Emerson Electric Co.	EMR	0.185625	0.186933535
123	Biogen Inc.	BIIB	0.185368	0.186674723
124	Kimberly-Clark Corporation	KMB	0.184089	0.185386707
125	Allergan plc	AGN	0.18225	0.183534743
126	Progressive Corporation	PGR	0.179345	0.180609265
127	Dow Inc.	DOW	0.179083	0.180345418
128	Walgreens Boots Alliance Inc	WBA	0.178411	0.179668681
129	MetLife Inc.	MET	0.178255	0.179511581
130	Air Products and Chemicals Inc.	APD	0.177884	0.179137966
131	Vertex Pharmaceuticals Incorporated	VRTX	0.177487	0.178738167
132	Target Corporation	TGT	0.176537	0.17778147
133	Prudential Financial Inc.	PRU	0.176105	0.177346425
134	Bank of New York Mellon Corporation	BK	0.174355	0.175584089
135	Aon plc	AON	0.172702	0.173919436
136	Analog Devices Inc.	ADI	0.171993	0.173205438
137	Applied Materials Inc.	AMAT	0.171224	0.172431017
138	Marathon Petroleum Corporation	MPC	0.169602	0.170797583
139	Waste Management Inc.	WM	0.169568	0.170763343
140	Cognizant Technology Solutions Corporation Class A	CTSH	0.169557	0.170752266
141	Phillips 66	PSX	0.169066	0.170257805
142	Capital One Financial Corporation	COF	0.168845	0.170035247
143	American Electric Power Company Inc.	AEP	0.168524	0.169711984
144	American International Group Inc.	AIG	0.166068	0.167238671
145	Kinder Morgan Inc Class P	KMI	0.160661	0.161793555
146	Marriott International Inc. Class A	MAR	0.159457	0.160581067
147	Valero Energy Corporation	VLO	0.158446	0.159562941
148	Autodesk Inc.	ADSK	0.155317	0.156411883
149	BB&T Corporation	BBT	0.155002	0.156094663
150	Equinix Inc.	EQIX	0.153556	0.154638469
151	Ford Motor Company	F	0.15293	0.154008056
152	Estee Lauder Companies Inc. Class A	EL	0.152778	0.153854985
153	Sherwin-Williams Company	SHW	0.152509	0.153584089
154	Edwards Lifesciences Corporation	EW	0.152277	0.153350453
155	Aflac Incorporated	AFL	0.151675	0.152744209
156	Fidelity National Information Services Inc.	FIS	0.150081	0.151138973
157	Ross Stores Inc.	ROST	0.150031	0.15108862
158	Roper Technologies Inc.	ROP	0.149757	0.150812689
159	Eaton Corp. Plc	ETN	0.149633	0.150687815

- Πίνακας 1 -

160	Travelers Companies Inc.	TRV	0.148711	0.149759315
161	Delta Air Lines Inc.	DAL	0.147997	0.149040282
162	Baxter International Inc.	BAX	0.147726	0.148767372
163	Williams Companies Inc.	WMB	0.14347	0.14448137
164	Activision Blizzard Inc.	ATVI	0.142666	0.143671702
165	Sempra Energy	SRE	0.141552	0.142549849
166	Constellation Brands Inc. Class A	STZ	0.141147	0.142141994
167	Xilinx Inc.	XLNX	0.140197	0.141185297
168	Fiserv Inc.	FISV	0.138279	0.139253776
169	Johnson Controls International plc	JCI	0.138019	0.138991944
170	Sysco Corporation	SYT	0.13747	0.138439074
171	Humana Inc.	HUM	0.136101	0.137060423
172	Dollar General Corporation	DG	0.133802	0.134745217
173	Anadarko Petroleum Corporation	APC	0.133747	0.134689829
174	Allstate Corporation	ALL	0.132718	0.133653575
175	Red Hat Inc.	RHT	0.132711	0.133646526
176	Public Storage	PSA	0.132533	0.133467271
177	Yum! Brands Inc.	YUM	0.130223	0.131140987
178	Moody's Corporation	MCO	0.128907	0.12981571
179	O'Reilly Automotive Inc.	ORLY	0.128781	0.129688822
180	eBay Inc.	EBAY	0.128025	0.128927492
181	General Mills Inc.	GIS	0.127214	0.128110775
182	V.F. Corporation	VFC	0.12691	0.127804632
183	Amphenol Corporation Class A	APH	0.126813	0.127706949
184	HCA Healthcare Inc	HCA	0.126465	0.127356495
185	TE Connectivity Ltd.	TEL	0.125613	0.126498489
186	HP Inc.	HPQ	0.12556	0.126445116
187	Lam Research Corporation	LRCX	0.122695	0.123559919
188	Public Service Enterprise Group Inc	PEG	0.121681	0.122538771
189	Pioneer Natural Resources Company	PXD	0.121479	0.122335347
190	Alexion Pharmaceuticals Inc.	ALXN	0.118715	0.119551863
191	ONEOK Inc.	OKE	0.118574	0.119409869
192	SunTrust Banks Inc.	STI	0.115666	0.11648137
193	PPG Industries Inc.	PPG	0.115556	0.116370594
194	Xcel Energy Inc.	XEL	0.115332	0.116145015
195	LyondellBasell Industries NV	LYB	0.11531	0.11612286
196	Electronic Arts Inc.	EA	0.115054	0.115865055
197	Welltower Inc.	WELL	0.114236	0.115041289
198	Equity Residential	EQR	0.11303	0.113826788
199	Ingersoll-Rand Plc	IR	0.112757	0.113551863
200	Halliburton Company	HAL	0.111481	0.112266868
201	Corning Inc	GLW	0.111323	0.112107754
202	Consolidated Edison Inc.	ED	0.110943	0.111725076
203	AvalonBay Communities Inc.	AVB	0.110506	0.111284995
204	Newmont Goldcorp Corporation	NEM	0.10956	0.110332326
205	State Street Corporation	STT	0.109181	0.109950655
206	Regeneron Pharmaceuticals Inc.	REGN	0.107868	0.108628399
207	Paychex Inc.	PAYX	0.107574	0.108332326
208	AutoZone Inc.	AZO	0.107137	0.107892246
209	Hilton Worldwide Holdings Inc	HLT	0.106853	0.107606244
210	Fortive Corp.	FTV	0.106526	0.107276939
211	Dollar Tree Inc.	DLTR	0.106066	0.106813696
212	Southwest Airlines Co.	LUV	0.105955	0.106701913
213	T. Rowe Price Group	TROW	0.105128	0.105869084

- Πίνακας 1 -

214	Discover Financial Services	DFS	0.103995	0.104728097
215	Twitter Inc.	TWTR	0.103209	0.103936556
216	Digital Realty Trust Inc.	DLR	0.102206	0.102926485
217	Parker-Hannifin Corporation	PH	0.102203	0.102923464
218	Zimmer Biomet Holdings Inc.	ZBH	0.102066	0.102785498
219	Advanced Micro Devices Inc.	AMD	0.101451	0.102166163
220	PACCAR Inc	PCAR	0.101383	0.102097684
221	Concho Resources Inc.	CXO	0.099486	0.100187311
222	WEC Energy Group Inc	WEC	0.099256	0.09995569
223	Cummins Inc.	CMI	0.098941	0.099638469
224	Agilent Technologies Inc.	A	0.098879	0.099576032
225	Archer-Daniels-Midland Company	ADM	0.098553	0.099247734
226	Aptiv PLC	APTIV	0.09688	0.097562941
227	Motorola Solutions Inc.	MSI	0.096542	0.097222558
228	Microchip Technology Incorporated	MCHP	0.095287	0.095958711
229	M&T Bank Corporation	MTB	0.095012	0.095681772
230	Rockwell Automation Inc.	ROK	0.094839	0.095507553
231	Willis Towers Watson Public Limited Company	WLTW	0.094233	0.094897281
232	Hewlett Packard Enterprise Co.	HPE	0.094085	0.094748238
233	TransDigm Group Incorporated	TDG	0.093683	0.094343404
234	SBA Communications Corp. Class A	SBAC	0.093104	0.093760322
235	Verisk Analytics Inc	VRSK	0.092403	0.093054381
236	DTE Energy Company	DTE	0.09209	0.092739174
237	Eversource Energy	ES	0.091393	0.092037261
238	Stanley Black & Decker Inc.	SWK	0.09097	0.091611279
239	PPL Corporation	PPL	0.090907	0.091547835
240	Global Payments Inc.	GPN	0.090872	0.091512588
241	FleetCor Technologies Inc.	FLT	0.090621	0.091259819
242	Synchrony Financial	SYF	0.090256	0.090892246
243	Monster Beverage Corporation	MNST	0.089031	0.08965861
244	McKesson Corporation	MCK	0.088876	0.089502518
245	IQVIA Holdings Inc	IQV	0.0882	0.088821752
246	Tyson Foods Inc. Class A	TSN	0.087892	0.088511581
247	Fifth Third Bancorp	FITB	0.087447	0.088063444
248	Carnival Corporation	CCL	0.087336	0.087951662
249	Align Technology Inc.	ALGN	0.086615	0.087225579
250	Royal Caribbean Cruises Ltd.	RCL	0.085195	0.085795569
251	Realty Income Corporation	O	0.084976	0.085575025
252	Ventas Inc.	VTR	0.084766	0.085363545
253	Edison International	EIX	0.08459	0.085186304
254	Kraft Heinz Company	KHC	0.084393	0.084987915
255	FirstEnergy Corp.	FE	0.084233	0.084826788
256	Cerner Corporation	CERN	0.08399	0.084582075
257	Kroger Co.	KR	0.083798	0.084388721
258	KLA-Tencor Corporation	KLAC	0.083762	0.084352467
259	Boston Properties Inc.	BXP	0.083717	0.08430715
260	Northern Trust Corporation	NTRS	0.083616	0.084205438
261	IHS Markit Ltd.	INFO	0.083342	0.083929507
262	Fastenal Company	FAST	0.082737	0.083320242
263	Ball Corporation	BLL	0.082476	0.083057402
264	VeriSign Inc.	VRSN	0.081853	0.08243001
265	Centene Corporation	CNC	0.081838	0.082414904
266	Clorox Company	CLX	0.081689	0.082264854
267	United Continental Holdings Inc.	UAL	0.081614	0.082189325

- Πίνακας 1 -

268	AMETEK Inc.	AME	0.081221	0.081793555
269	Freeport-McMoRan Inc.	FCX	0.080655	0.081223565
270	Ulta Beauty Inc	ULTA	0.080391	0.080957704
271	Harris Corporation	HRS	0.080218	0.080783484
272	Ameriprise Financial Inc.	AMP	0.079865	0.080427996
273	Weyerhaeuser Company	WY	0.079044	0.079601208
274	American Water Works Company Inc.	AWK	0.078229	0.078780463
275	IDEXX Laboratories Inc.	IDXX	0.078118	0.078668681
276	NetApp Inc.	NTAP	0.078035	0.078585096
277	MSCI Inc. Class A	MSCI	0.077256	0.077800604
278	McCormick & Company Incorporated	MKC	0.077099	0.077642497
279	Hartford Financial Services Group Inc.	HIG	0.075362	0.075893253
280	Mettler-Toledo International Inc.	MTD	0.075263	0.075793555
281	Church & Dwight Co. Inc.	CHD	0.074708	0.075234642
282	Omnicom Group Inc	OMC	0.074685	0.07521148
283	Essex Property Trust Inc.	ESS	0.074549	0.075074522
284	Cintas Corporation	CTAS	0.073828	0.074348439
285	Cadence Design Systems Inc.	CDNS	0.073564	0.074082578
286	International Paper Company	IP	0.073506	0.074024169
287	Nucor Corporation	NUE	0.073398	0.073915408
288	CBS Corporation Class B	CBS	0.07322	0.073736153
289	Entergy Corporation	ETR	0.073147	0.073662638
290	Synopsys Inc.	SNPS	0.072137	0.072645519
291	DXC Technology Co.	DXC	0.071376	0.071879154
292	First Republic Bank	FRC	0.071372	0.071875126
293	Hess Corporation	HES	0.071186	0.071687815
294	Ameren Corporation	AEE	0.071065	0.071565962
295	Waters Corporation	WAT	0.070998	0.071498489
296	Diamondback Energy Inc.	FANG	0.070862	0.071361531
297	KeyCorp	KEY	0.070593	0.071090634
298	Arista Networks Inc.	ANET	0.070496	0.070992951
299	Chipotle Mexican Grill Inc.	CMG	0.070426	0.070922457
300	Keysight Technologies Inc	KEYS	0.070149	0.070643505
301	Republic Services Inc.	RSG	0.070095	0.070589124
302	Best Buy Co. Inc.	BBY	0.069715	0.070206445
303	L3 Technologies Inc	LLL	0.069682	0.070173212
304	Citizens Financial Group Inc.	CFG	0.069215	0.06970292
305	Total System Services Inc.	TSS	0.068809	0.069294058
306	Maxim Integrated Products Inc.	MXIM	0.067809	0.068287009
307	Hershey Company	HSY	0.066635	0.067104733
308	Vulcan Materials Company	VMC	0.066068	0.066533736
309	CBRE Group Inc. Class A	CBRE	0.065039	0.065497482
310	Marathon Oil Corporation	MRO	0.064946	0.065403827
311	Regions Financial Corporation	RF	0.064506	0.064960725
312	ANSYS Inc.	ANSS	0.064442	0.064896274
313	Western Digital Corporation	WDC	0.064242	0.064694864
314	Skyworks Solutions Inc.	SWKS	0.064215	0.064667674
315	Alexandria Real Estate Equities Inc.	ARE	0.063861	0.064311178
316	D.R. Horton Inc.	DHI	0.063541	0.063988922
317	Devon Energy Corporation	DVN	0.063484	0.063931521
318	Symantec Corporation	SYMC	0.063441	0.063888218
319	CenterPoint Energy Inc.	CNP	0.06293	0.063373615
320	Genuine Parts Company	GPC	0.06239	0.062829809
321	Equifax Inc.	EFX	0.062137	0.062575025

- Πίνακας 1 -

322	Lennar Corporation Class A	LEN	0.061893	0.062329305
323	Xylem Inc.	XYL	0.061828	0.062263847
324	CMS Energy Corporation	CMS	0.061816	0.062251762
325	Conagra Brands Inc.	CAG	0.061364	0.061796576
326	Arthur J. Gallagher & Co.	AJG	0.060796	0.061224572
327	Kellogg Company	K	0.060178	0.060602216
328	Expedia Group Inc.	EXPE	0.0601	0.060523666
329	Laboratory Corporation of America Holdings	LH	0.059765	0.060186304
330	Principal Financial Group Inc.	PFG	0.059383	0.059801611
331	Huntington Bancshares Incorporated	HBAN	0.05935	0.059768379
332	Evergy Inc.	EVRG	0.059156	0.059573011
333	ResMed Inc.	RMD	0.059046	0.059462236
334	Darden Restaurants Inc.	DRI	0.059018	0.059434038
335	Gartner Inc.	IT	0.058219	0.058629406
336	Dover Corporation	DOV	0.057965	0.058373615
337	Cooper Companies Inc.	COO	0.057784	0.058191339
338	Apache Corporation	APA	0.057436	0.057840886
339	HCP Inc.	HCP	0.057223	0.057626385
340	Host Hotels & Resorts Inc.	HST	0.057082	0.057484391
341	J.M. Smucker Company	SJM	0.056879	0.05727996
342	Expeditors International of Washington Inc.	EXPD	0.056749	0.057149043
343	MGM Resorts International	MGM	0.056724	0.057123867
344	Baker Hughes a GE Company Class A	BHGE	0.056257	0.056653575
345	Mylan N.V.	MYL	0.056122	0.056517623
346	Wynn Resorts Limited	WYNN	0.055841	0.056234642
347	Loews Corporation	L	0.055798	0.056191339
348	International Flavors & Fragrances Inc.	IFF	0.055791	0.05618429
349	American Airlines Group Inc.	AAL	0.055785	0.056178248
350	Noble Energy Inc.	NBL	0.055609	0.056001007
351	Celanese Corporation	CE	0.055451	0.055841893
352	Cardinal Health Inc.	CAH	0.055294	0.055683787
353	Lincoln National Corporation	LNC	0.055289	0.055678751
354	Fox Corporation Class A	FOXA	0.054792	0.055178248
355	Fortinet Inc.	FTNT	0.054785	0.055171198
356	CarMax Inc.	KMX	0.054593	0.054977845
357	Martin Marietta Materials Inc.	MLM	0.053913	0.054293051
358	Incyte Corporation	INCY	0.053906	0.054286002
359	W.W. Grainger Inc.	GWV	0.053891	0.054270896
360	Broadridge Financial Solutions Inc.	BR	0.053794	0.054173212
361	Copart Inc.	CPRT	0.053482	0.053859013
362	Cincinnati Financial Corporation	CINF	0.053005	0.053378651
363	Teleflex Incorporated	TFX	0.052502	0.052872105
364	Textron Inc.	TXT	0.052111	0.052478348
365	Extra Space Storage Inc.	EXR	0.052105	0.052472306
366	Citrix Systems Inc.	CTXS	0.052077	0.052444109
367	Seagate Technology PLC	STX	0.052035	0.052401813
368	SVB Financial Group	SIVB	0.051981	0.052347432
369	Comerica Incorporated	CMA	0.051846	0.05221148
370	WellCare Health Plans Inc.	WCG	0.051657	0.052021148
371	Kansas City Southern	KSU	0.051518	0.051881168
372	Akamai Technologies Inc.	AKAM	0.051218	0.051579053
373	E*TRADE Financial Corporation	ETFC	0.051135	0.051495468
374	Advance Auto Parts Inc.	AAP	0.051046	0.051405841
375	C.H. Robinson Worldwide Inc.	CHRW	0.050979	0.051338369

- Πίνακας 1 -

376	Norwegian Cruise Line Holdings Ltd.	NCLH	0.050644	0.051001007
377	Tractor Supply Company	TSCO	0.050268	0.050622356
378	Masco Corporation	MAS	0.049613	0.049962739
379	Mid-America Apartment Communities Inc.	MAA	0.049402	0.049750252
380	UDR Inc.	UDR	0.049071	0.049416918
381	Varian Medical Systems Inc.	VAR	0.049067	0.04941289
382	Vornado Realty Trust	VNO	0.048649	0.048991944
383	NRG Energy Inc.	NRG	0.048574	0.048916415
384	ABIOMED Inc.	ABMD	0.04853	0.048872105
385	AES Corporation	AES	0.048324	0.048664653
386	Eastman Chemical Company	EMN	0.047828	0.048165156
387	Atmos Energy Corporation	ATO	0.04773	0.048066465
388	Hologic Inc.	HOLX	0.047619	0.047954683
389	Raymond James Financial Inc.	RJF	0.047377	0.047710977
390	Tiffany & Co.	TIF	0.046991	0.047322256
391	Cabot Oil & Gas Corporation	COG	0.046977	0.047308157
392	Quest Diagnostics Incorporated	DGX	0.046873	0.047203424
393	Molson Coors Brewing Company Class B	TAP	0.046647	0.046975831
394	AmerisourceBergen Corporation	ABC	0.046276	0.046602216
395	Kohl's Corporation	KSS	0.046016	0.046340383
396	CenturyLink Inc.	CTL	0.046005	0.046329305
397	Cboe Global Markets Inc	CBOE	0.045885	0.046208459
398	United Rentals Inc.	URI	0.045634	0.04595569
399	Jack Henry & Associates Inc.	JKHY	0.045632	0.045953676
400	Hormel Foods Corporation	HRL	0.044779	0.045094663
401	Alliant Energy Corp	LNT	0.044732	0.045047331
402	Regency Centers Corporation	REG	0.044649	0.044963746
403	DENTSPLY SIRONA Inc.	XRAY	0.044605	0.044919436
404	FMC Corporation	FMC	0.044142	0.044453172
405	Duke Realty Corporation	DRE	0.044054	0.044364552
406	TechnipFMC Plc	FTI	0.043921	0.044230614
407	National Oilwell Varco Inc.	NOV	0.04387	0.044179255
408	Franklin Resources Inc.	BEN	0.043653	0.043960725
409	PerkinElmer Inc.	PKI	0.043192	0.043496475
410	Universal Health Services Inc. Class B	UHS	0.043018	0.043321249
411	Take-Two Interactive Software Inc.	TTWO	0.04259	0.042890232
412	CF Industries Holdings Inc.	CF	0.042466	0.042765358
413	Pinnacle West Capital Corporation	PNW	0.042425	0.042724068
414	Garmin Ltd.	GRMN	0.042406	0.042704935
415	Westinghouse Air Brake Technologies Corporation	WAB	0.04218	0.042477341
416	Nasdaq Inc.	NDAQ	0.042054	0.042350453
417	Hasbro Inc.	HAS	0.041937	0.042232628
418	NiSource Inc	NI	0.041911	0.042206445
419	Lamb Weston Holdings Inc.	LW	0.041651	0.041944612
420	Viacom Inc. Class B	VIAB	0.041516	0.041808661
421	Iron Mountain Inc.	IRM	0.041262	0.04155287
422	PVH Corp.	PVH	0.040889	0.041177241
423	F5 Networks Inc.	FFIV	0.040559	0.040844914
424	Avery Dennison Corporation	AVY	0.040183	0.040466264
425	Discovery Inc. Class C	DISCK	0.039828	0.040108761
426	Federal Realty Investment Trust	FRT	0.039685	0.039964753
427	LKQ Corporation	LKQ	0.03967	0.039949648
428	Juniper Networks Inc.	JNPR	0.039508	0.039786506
429	Mosaic Company	MOS	0.039231	0.039507553

- Πίνακας 1 -

430	Snap-on Incorporated	SNA	0.038735	0.039008056
431	Qorvo Inc.	QRVO	0.038568	0.038839879
432	Huntington Ingalls Industries Inc.	HII	0.038548	0.038819738
433	Henry Schein Inc.	HSIC	0.038204	0.038473313
434	Jacobs Engineering Group Inc.	JEC	0.038038	0.038306143
435	Everest Re Group Ltd.	RE	0.038031	0.038299094
436	Nielsen Holdings Plc	NLSN	0.037824	0.038090634
437	Packaging Corporation of America	PKG	0.037342	0.037605237
438	WestRock Company	WRK	0.037225	0.037487412
439	BorgWarner Inc.	BWA	0.037212	0.03747432
440	Zions Bancorporation N.A.	ZION	0.036918	0.037178248
441	Torchmark Corporation	TMK	0.036774	0.037033233
442	Tapestry Inc.	TPR	0.036717	0.036975831
443	Allegion PLC	ALLE	0.036375	0.03663142
444	Albemarle Corporation	ALB	0.036273	0.036528701
445	Brown-Forman Corporation Class B	BF.B	0.03621	0.036465257
446	Whirlpool Corporation	WHR	0.036197	0.036452165
447	Invesco Ltd.	IVZ	0.035546	0.035796576
448	Arconic Inc.	ARNC	0.035503	0.035753273
449	Interpublic Group of Companies Inc.	IPG	0.035079	0.035326284
450	Western Union Company	WU	0.035058	0.035305136
451	J.B. Hunt Transport Services Inc.	JBHT	0.034661	0.034905337
452	Mohawk Industries Inc.	MHK	0.033766	0.034004028
453	Robert Half International Inc.	RHI	0.033527	0.033763343
454	A. O. Smith Corporation	AOS	0.032911	0.033143001
455	Unum Group	UNM	0.032301	0.032528701
456	HollyFrontier Corporation	HFC	0.032231	0.032458207
457	PulteGroup Inc.	PHM	0.032127	0.032353474
458	DISH Network Corporation Class A	DISH	0.031317	0.031537764
459	Alliance Data Systems Corporation	ADS	0.030994	0.031212487
460	SL Green Realty Corp.	SLG	0.030594	0.030809668
461	Apartment Investment and Management Company Class A	AIV	0.030532	0.030747231
462	Campbell Soup Company	CPB	0.030475	0.030689829
463	Macy's Inc	M	0.030205	0.030417925
464	Alaska Air Group Inc.	ALK	0.030136	0.030348439
465	Ralph Lauren Corporation Class A	RL	0.029965	0.030176234
466	Sealed Air Corporation	SEE	0.029553	0.029761329
467	Cimarex Energy Co.	XEC	0.029454	0.029661631
468	Kimco Realty Corporation	KIM	0.029418	0.029625378
469	Capri Holdings Limited	CPRI	0.029328	0.029534743
470	Helmerich & Payne Inc.	HP	0.028454	0.028654582
471	Foot Locker Inc.	FL	0.028364	0.028563948
472	Fortune Brands Home & Security Inc.	FBHS	0.027982	0.028179255
473	Hanesbrands Inc.	HBI	0.027944	0.028140987
474	Xerox Corporation	XRX	0.027832	0.028028197
475	FLIR Systems Inc.	FLIR	0.027695	0.027890232
476	Harley-Davidson Inc.	HOG	0.026879	0.027068479
477	Flowserve Corporation	FLS	0.026432	0.026618328
478	DaVita Inc.	DVA	0.026402	0.026588117
479	Rollins Inc.	ROL	0.026143	0.026327291
480	IPG Photonics Corporation	IPGP	0.025869	0.02605136
481	People's United Financial Inc.	PBCT	0.025275	0.025453172
482	Pentair plc	PNR	0.025134	0.025311178
483	Perrigo Co. Plc	PRGO	0.025075	0.025251762

- Πίνακας 1 -

484	Fox Corporation Class B	FOX	0.024664	0.024837865
485	Affiliated Managers Group Inc.	AMG	0.024648	0.024821752
486	Quanta Services Inc.	PWR	0.023831	0.023998993
487	Fluor Corporation	FLR	0.023538	0.023703927
488	L Brands Inc.	LB	0.023114	0.023276939
489	Newell Brands Inc	NWL	0.023074	0.023236657
490	Leggett & Platt Incorporated	LEG	0.022951	0.02311279
491	Gap Inc.	GPS	0.022475	0.022633434
492	H&R Block Inc.	HRB	0.022176	0.022332326
493	Nektar Therapeutics	NKTR	0.021801	0.021954683
494	TripAdvisor Inc.	TRIP	0.021598	0.021750252
495	Jefferies Financial Group Inc.	JEF	0.021557	0.021708963
496	Coty Inc. Class A	COTY	0.020567	0.020711984
497	Assurant Inc.	AIZ	0.019822	0.019961732
498	Nordstrom Inc.	JWN	0.019632	0.019770393
499	News Corporation Class A	NWSA	0.019322	0.019458207
500	Discovery Inc. Class A	DISCA	0.018417	0.018546828
501	Macerich Company	MAC	0.017592	0.017716012
502	Under Armour Inc. Class A	UAA	0.016536	0.016652568
503	Mattel Inc.	MAT	0.016408	0.016523666
504	Under Armour Inc. Class C	UA	0.014915	0.015020141
505	News Corporation Class B	NWS	0.00583	0.005871098

ASSET NAMES NORMALIZED RETURNS				
'LYB'	-0.107276919	MAX	AMD	1.298465
'AXP'	0.186316181	MIN	'NKTR'	-0.73329
'VZ'	0.222564598			
'AVGO'	0.31449612			
'BA'	0.199300743			
'CAT'	-0.000598636			
'JPM'	-0.040100117			
'CVX'	0.098236152			
'KO'	0.05946094			
'ABBV'	-0.058947256			
'DIS'	0.137106079			
'FLT'	0.253324824			
'EXR'	0.164288429			
'XOM'	0.101950175			
'PSX'	0.03395586			
'GE'	-0.159696425			
'HPQ'	-0.035793813			
'HD'	0.141146087			
'IBM'	-0.043245125			
'CXO'	-0.165776723			
'JNJ'	0.059218589			
'MCD'	0.168527106			
'MRK'	0.414713734			
'MMM'	0.009847794			
'AWK'	0.259947495			
'BAC'	-0.012310355			
'BHGE'	-0.057515345			
'PFE'	0.20245193			
'PG'	0.291599127			
'T'	-0.08335287			
'TRV'	-0.005501038			
'UTX'	0.084625961			
'ADI'	0.240780235			
'WMT'	0.13748581			
'CSCO'	0.305983687			
'INTC'	0.143651128			
'GM'	0.0706949			
'MSFT'	0.293687051			
'DG'	0.270825605			
'CI'	0.01402029			
'KMI'	0.282194353			
'C'	-0.039473412			
'AIG'	-0.15832617			
'HON'	0.158383042			
'MO'	-0.131847535			

'HCA'	0.34346119
'UAA'	0.332784596
'IP'	-0.083087399
'HPE'	-0.01568104
'ABT'	0.301601163
'AFL'	0.128734905
'APD'	0.179573437
'RCL'	0.041021991
'AEP'	0.205934768
'HES'	0.254664902
'APC'	-0.184086923
'AON'	0.227682241
'APA'	-0.013812273
'ADM'	-0.018981815
'ADP'	0.332590874
'VRSK'	0.269069797
'AZO'	0.528739428
'AVY'	0.098340744
'MSCI'	0.376920562
'BLL'	0.387533611
'BK'	0.011008451
'BAX'	0.231393434
'BDX'	0.152159214
'BRK1B'	0.042216524
'BBY'	0.091901727
'HRB'	0.014493443
'BSX'	0.34404698
'BMY'	-0.247238007
'FBHS'	-0.134175067
'BF1B'	-0.009855205
'COG'	0.133539656
'CPB'	-0.076647644
'KSU'	0.074089506
'HLT'	0.131825238
'CCL'	-0.171833924
'QRVO'	0.112449488
'CTL'	-0.247727472
'UDR'	0.250677684
'CLX'	0.204525678
'CMS'	0.203982556
'CL'	-0.037328849
'CMA'	-0.203474061
'IPGP'	-0.181695014
'CAG'	-0.205006284
'ED'	0.087447944
'SLG'	-0.018471586
'GLW'	0.275928883

'CMI'	0.03413942
'DHR'	0.305185479
'TGT'	0.146500421
'DE'	0.130837757
'D'	0.154449626
'DOV'	0.228855242
'DUK'	0.153794987
'ETN'	0.073199149
'ECL'	0.266023162
'PKI'	0.302765529
'EMR'	0.065418019
'EOG'	-0.005372963
'ETR'	0.183230894
'EFX'	0.068376302
'IQV'	0.429947698
'IT'	0.291001971
'FDX'	-0.197406368
'M'	-0.095741836
'FMC'	0.187092061
'F'	-0.165613434
'NEE'	0.160071091
'BEN'	0.055678684
'FCX'	-0.199638944
'GPS'	-0.121996351
'GD'	-0.232222132
'GIS'	0.141414868
'GPC'	0.253258754
'ATO'	0.197674017
'GWW'	0.119584023
'HAL'	-0.383289582
'HOG'	-0.014898105
'HRS'	0.041103119
'HCP'	0.319532432
'HP'	-0.088385381
'FTV'	0.139007736
'HSY'	0.168324277
'SYF'	-0.030081778
'HRL'	0.195568772
'AJG'	0.147290627
'MDLZ'	0.178147648
'CNP'	0.138446789
'HUM'	-0.00888761
'WLTW'	0.202249435
'ITW'	-0.011112525
'IR'	0.295460219
'FL'	0.361671239
'IPG'	-0.045129231

'IFF'	-0.015880172
'JEC'	0.287469253
'HBI'	0.050021042
'K'	-0.103081257
'BR'	0.036486471
'PRGO'	-0.390099151
'KMB'	0.134399003
'KIM'	0.262361956
'KSS'	0.136199838
'ORCL'	0.183756972
'KR'	0.050063388
'LEG'	-0.000400501
'LEN'	-0.161979967
'JEF'	-0.072701917
'LLY'	0.501856221
'LB'	-0.248245158
'CHTR'	0.156737012
'LNC'	-0.082720727
'L'	-0.020335884
'LOW'	0.292258614
'HST'	0.064219646
'MMC'	0.150984083
'MAS'	0.035253803
'MAT'	0.139474983
'SPGI'	0.143704112
'MDT'	0.129065531
'CVS'	-0.132975117
'DWDP'	-0.109992891
'MU'	-0.025817449
'MSI'	0.307368856
'CBOE'	-0.128643014
'MYL'	-0.3103406
'LH'	-0.009567733
'NEM'	-0.033593182
'NKE'	0.242198353
'NI'	0.168746305
'NBL'	-0.086098738
'NSC'	0.395981841
'PFG'	-0.107695254
'ES'	0.182092708
'NOC'	-0.230569272
'WFC'	-0.066730995
'NUE'	-0.007289197
'PVH'	-0.168335735
'OXY'	0.036450791
'OMC'	0.061220666
'OKE'	0.231997694

'RJF'	-0.004215741
'PH'	0.096779532
'ROL'	0.222970026
'PPL'	0.158945731
'EXC'	0.25805559
'COP'	0.130636009
'PHM'	-0.016340173
'PNW'	0.178987515
'PNC'	-0.153569585
'PPG'	0.057926057
'PGR'	0.196451709
'PEG'	0.176941919
'RTN'	-0.172616674
'RHI'	0.174493732
'EIX'	0.058975858
'SLB'	-0.342845435
'SCHW'	-0.125445593
'SHW'	0.150359115
'SJM'	-0.030361315
'SNA'	0.109610485
'AME'	0.123707249
'SO'	0.153309284
'BBT'	-0.066744498
'LUV'	-0.026267016
'SWK'	-0.023186403
'PSA'	0.09788254
'ANET'	0.262411001
'STI'	-0.073138408
'SYY'	0.127492978
'TXN'	0.147417445
'TXT'	-0.114159642
'TMO'	0.291175777
'TIF'	0.157868716
'TJX'	0.262851581
'TMK'	0.022155848
'TSS'	0.140282779
'JCI'	0.072304351
'ULTA'	0.586708038
'UNP'	0.267521472
'KEYS'	0.579705934
'UNH'	0.107823172
'UNM'	-0.259726986
'MRO'	0.136860482
'VAR'	0.184913015
'VTR'	0.255845168
'VFC'	0.178021346
'VNO'	0.043327613

'VMC'	0.079002296
'WY'	-0.233560699
'WHR'	-0.054621009
'WMB'	0.185289794
'WEC'	0.223887478
'XRX'	0.21956582
'ADBE'	0.235142022
'AES'	0.489320294
'AMGN'	0.15114433
'AAPL'	0.176725209
'ADSK'	0.334009244
'CTAS'	0.209328185
'CMCSA'	0.189226065
'TAP'	-0.149523743
'KLAC'	0.19541859
'MAR'	0.028877418
'MKC'	0.392070808
'JWN'	-0.02264741
'PCAR'	0.073266489
'COST'	0.299948714
'FRC'	0.160227048
'SYK'	0.225934763
'TSN'	0.009919814
'LW'	0.178967204
'AMAT'	-0.156759272
'AAL'	-0.340977255
'CAH'	-0.231273212
'CELG'	0.128395668
'CERN'	0.01850904
'CINF'	0.16665408
'DHI'	-0.013651691
'FLS'	0.120372386
'EA'	-0.11955697
'EXPD'	0.235880568
'FAST'	0.216788011
'MTB'	-0.111927852
'XEL'	0.212118555
'FISV'	0.255198918
'FITB'	-0.156293555
'GILD'	-0.071001993
'HAS'	0.044547735
'HBAN'	-0.097621122
'WELL'	0.361977472
'BIIB'	0.021857321
'NTRS'	-0.068575095
'PKG'	-0.06217788
'PAYX'	0.277249294

'PBCT'	-0.086940751
'QCOM'	0.087018565
'ROP'	0.251977774
'ROST'	0.241334969
'IDXX'	0.219727554
'SBUX'	0.26418975
'KEY'	-0.138334199
'STT'	-0.346131001
'NCLH'	0.088999118
'USB'	-0.013341422
'AOS'	-0.133167589
'SYMC'	-0.004901711
'TROW'	0.002009147
'WM'	0.185759875
'CBS'	-0.011797772
'AGN'	-0.057740374
'STZ'	-0.13490744
'XLNX'	0.6778457
'XRAY'	0.066672408
'ZION'	-0.078587772
'ALK'	-0.010056724
'IVZ'	-0.400382702
'LIN'	0.256178493
'INTU'	0.459789267
'MS'	-0.166897622
'MCHP'	0.099344384
'CB'	0.028505098
'HOLX'	0.259128106
'CFG'	-0.187797699
'ORLY'	0.532206231
'ALL'	0.008349475
'FLIR'	-0.021801752
'EQR'	0.192470695
'BWA'	-0.171056226
'INCY'	0.112581253
'SPG'	0.190365317
'EMN'	-0.214244487
'TWTR'	0.330518355
'AVB'	0.209061023
'PRU'	-0.033405933
'UPS'	0.092903301
'AIV'	0.226125959
'WBA'	-0.124349295
'MCK'	-0.164799831
'LMT'	-0.110126773
'ABC'	-0.083368325
'COF'	-0.091948901

'WAT'	0.25699099
'DLTR'	0.118708405
'DRI'	0.350878766
'NTAP'	0.196222497
'CTXS'	0.101030031
'DXC'	-0.243825589
'DVA'	-0.08828218
'HIG'	-0.027232255
'IRM'	0.096854751
'EL'	0.11780207
'CDNS'	0.594673367
'UHS'	0.128650066
'ETFC'	-0.118418726
'SWKS'	-0.071515915
'NOV'	-0.22422372
'DGX'	-0.068294007
'ATVI'	-0.256951671
'ROK'	0.090777358
'KHC'	-0.536150353
'AMT'	0.32320898
'HFC'	0.021301737
'REGN'	0.264305545
'AMZN'	0.29819965
'JKHY'	0.183949387
'RL'	0.168978519
'BXP'	0.1414728
'APH'	0.213537214
'ARNC'	-0.041354395
'PXD'	-0.08026802
'VLO'	-0.055122958
'SNPS'	0.369946158
'LLL'	0.03600549
'WU'	0.032321715
'CHRW'	-0.015560784
'ACN'	0.183887343
'TDG'	0.431211752
'YUM'	0.166195935
'PLD'	0.188517528
'FE'	0.191805484
'VRSN'	0.503827389
'PWR'	0.162294215
'HSIC'	0.198680521
'AEE'	0.24525094
'ANSS'	0.19983069
'NVDA'	-0.016538429
'SEE'	0.097330868
'CTSH'	-0.059300456

'SIVB'	0.055876691
'ISRG'	0.402354991
'AMG'	-0.416446997
'TTWO'	0.049813074
'RSG'	0.168165866
'EBAY'	-0.019147097
'GS'	-0.202122585
'SBAC'	0.175315744
'SRE'	0.164482423
'MCO'	0.172252056
'BKNG'	-0.131651076
'FFIV'	0.190144642
'AKAM'	0.070819259
'DVN'	0.071890309
'GOOGL'	0.193910259
'RHT'	0.306468786
'TFX'	0.215152492
'ALLE'	0.121770977
'NFLX'	0.313907151
'A'	0.249757226
'ANTM'	0.271271707
'CME'	0.068764734
'JNPR'	0.13337282
'BLK'	-0.162305609
'DTE'	0.183031062
'CE'	0.067087127
'NDAQ'	0.043628707
'PM'	-0.132997984
'CRM'	0.344037048
'HII'	-0.164896452
'MET'	0.0078687
'UA'	0.357423841
'TPR'	-0.393323441
'FLR'	-0.274576413
'CSX'	0.320466187
'EW'	0.339583764
'AMP'	-0.015496809
'FTI'	-0.10376593
'ZBH'	0.186964964
'CBRE'	0.099012863
'MA'	0.33503868
'KMX'	0.190098729
'ICE'	0.079791531
'FIS'	0.169941485
'CMG'	0.844985571
'WYNN'	-0.153892517
'AIZ'	0.065768869

'NRG'	0.359100179
'MNST'	-0.042120994
'RF'	-0.184192424
'MOS'	0.154220262
'EXPE'	0.138793484
'EVRG'	0.112055369
'DISCA'	0.323351727
'CF'	0.184164319
'VIAB'	0.012965882
'GOOG'	0.19485419
'TEL'	-0.109922655
'COO'	0.290481016
'DFS'	0.065294967
'TRIP'	0.342763895
'V'	0.29152142
'MAA'	0.187805818
'XYL'	0.067842717
'MPC'	-0.094309004
'AMD'	1.298465281
'TSCO'	0.535962239
'RMD'	0.103203064
'MTD'	0.270778494
'CPRT'	0.274921561
'FTNT'	0.50248776
'ALB'	-0.060691066
'ESS'	0.196829889
'O'	0.337652316
'STX'	-0.097702621
'WRK'	-0.435346306
'INFO'	0.136150936
'WAB'	-0.012171063
'WDC'	-0.447891629
'PEP'	0.110803309
'FANG'	-0.119744154
'NKTR'	-0.733292085
'MXIM'	0.032051325
'CHD'	0.401513378
'DRE'	0.194456477
'FRT'	0.176586936
'MGM'	-0.194937065
'JBHT'	-0.053421028
'LRCX'	0.074475603
'MHK'	-0.515488215
'PNR'	-0.022284977
'VRTX'	0.231581605
'FB'	0.171565608
'URI'	-0.278717539

- Πίνακας 2 -

'ARE'	0.173753762
'ABMD'	0.093387571
'DAL'	0.100957786
'NWS'	-0.199823265
'CNC'	0.064538567
'MAC'	-0.251560474
'MLM'	0.026178288
'PYPL'	0.369533758
'COTY'	-0.305935112
'DISH'	-0.038456025
'ALXN'	0.320991023
'RE'	-0.149313784
'WCG'	0.419051871
'NWSA'	-0.188285104
'GPN'	0.237980116
'CCI'	0.178149599
'APTV'	0.056250398
'AAP'	0.46127942
'CPRI'	-0.234697707
'ALGN'	0.263116579
'ILMN'	0.381121008
'ADS'	-0.124508282
'LKQ'	-0.20385868
'NLSN'	-0.115936906
'GRMN'	0.420934803
'XEC'	-0.238266378
'ZTS'	0.226120387
'DLR'	0.177195546

ASSET NAME	ASSET RISK
'LYB'	0.260364665
'AXP'	0.213026831
'VZ'	0.19835445
'AVGO'	0.348743268
'BA'	0.305449511
'CAT'	0.325609086
'JPM'	0.202512619
'CVX'	0.21615962
'KO'	0.165731011
'ABBV'	0.286194817
'DIS'	0.191033698
'FLT'	0.245813471
'EXR'	0.187768687
'XOM'	0.201671795
'PSX'	0.259955987
'GE'	0.43660036
'HPQ'	0.308352126
'HD'	0.203959902
'IBM'	0.2410898
'CXO'	0.384834963
'JNJ'	0.189298477
'MCD'	0.187157126
'MRK'	0.184309287
'MMM'	0.222751513
'AWK'	0.171277389
'BAC'	0.243562543
'BHGE'	0.303688517
'PFE'	0.186793018
'PG'	0.187632279
'T'	0.232800444
'TRV'	0.176048992
'UTX'	0.215679839
'ADI'	0.273092388
'WMT'	0.19785805
'CSCO'	0.237307174
'INTC'	0.300048748
'GM'	0.307523473
'MSFT'	0.257076355
'DG'	0.245531171
'CI'	0.250417187
'KMI'	0.22260197
'C'	0.242824506
'AIG'	0.255702672
'HON'	0.176064482
'MO'	0.25380744
'HCA'	0.255249576
'UAA'	0.481668953
'IP'	0.274516866

- Πίνακας 3 -

'HPE'	0.306156714
'ABT'	0.21953978
'AFL'	0.169533252
'APD'	0.181596172
'RCL'	0.302721383
'AEP'	0.163814991
'HES'	0.381836853
'APC'	0.350547876
'AON'	0.197670292
'APA'	0.379138044
'ADM'	0.175085114
'ADP'	0.208384847
'VRSK'	0.189919158
'AZO'	0.246158406
'AVY'	0.229594982
'MSCI'	0.249555311
'BLL'	0.204503701
'BK'	0.20853492
'BAX'	0.215325022
'BDX'	0.199126729
'BRK1B'	0.20104478
'BBY'	0.335975712
'HRB'	0.310665661
'BSX'	0.274171614
'BMV'	0.286882278
'FBHS'	0.289414362
'BF1B'	0.237164753
'COG'	0.298827949
'CPB'	0.319277768
'KSU'	0.241873052
'HLT'	0.248979131
'CCL'	0.275687237
'QRVO'	0.36020512
'CTL'	0.38998983
'UDR'	0.170675421
'CLX'	0.230768031
'CMS'	0.164700317
'CL'	0.191422042
'CMA'	0.240382218
'IPGP'	0.50084594
'CAG'	0.336373034
'ED'	0.173319217
'SLG'	0.187880095
'GLW'	0.293024105
'CMI'	0.240740402
'DHR'	0.214457107
'TGT'	0.265353922
'DE'	0.297846528
'D'	0.168830954
'DOV'	0.231115578

- Πίνακας 3 -

'DUK'	0.157746515
'ETN'	0.219153049
'ECL'	0.167746983
'PKI'	0.272342083
'EMR'	0.229654931
'EOG'	0.320497547
'ETR'	0.166934101
'EFX'	0.257469737
'IQV'	0.257148633
'IT'	0.21943018
'FDX'	0.284011492
'M'	0.435538927
'FMC'	0.257525652
'F'	0.279698423
'NEE'	0.157883621
'BEN'	0.251520673
'FCX'	0.458152433
'GPS'	0.39176354
'GD'	0.220527569
'GIS'	0.236838818
'GPC'	0.168609253
'ATO'	0.169251811
'GWW'	0.299954613
'HAL'	0.308497666
'HOG'	0.285753738
'HRS'	0.285882948
'HCP'	0.205451527
'HP'	0.332851589
'FTV'	0.225761134
'HSY'	0.190277623
'SYF'	0.296276132
'HRL'	0.189795017
'AJG'	0.158445331
'MDLZ'	0.173650705
'CNP'	0.174247544
'HUM'	0.243195088
'WLTW'	0.20219738
'ITW'	0.24743328
'IR'	0.221272714
'FL'	0.399918513
'IPG'	0.259392087
'IFF'	0.238625217
'JEC'	0.281707103
'HBI'	0.424636152
'K'	0.222357447
'BR'	0.265236186
'PRGO'	0.455942723
'KMB'	0.228451659
'KIM'	0.255350956
'KSS'	0.354695087

- Πίνακας 3 -

'ORCL'	0.217582658
'KR'	0.303544822
'LEG'	0.252787842
'LEN'	0.322545465
'JEF'	0.290697042
'LLY'	0.209774569
'LB'	0.429759414
'CHTR'	0.329039596
'LNC'	0.265211753
'L'	0.190908286
'LOW'	0.259535434
'HST'	0.223794233
'MMC'	0.179386823
'MAS'	0.281729069
'MAT'	0.48721773
'SPGI'	0.204646749
'MDT'	0.197477207
'CVS'	0.302599139
'DWDP'	0.279884719
'MU'	0.477950675
'MSI'	0.251942093
'CBOE'	0.216190724
'MYL'	0.376250937
'LH'	0.234988004
'NEM'	0.28058742
'NKE'	0.275289891
'NI'	0.212381907
'NBL'	0.396357904
'NSC'	0.257402267
'PFG'	0.261876403
'ES'	0.159531976
'NOC'	0.260110394
'WFC'	0.20583669
'NUE'	0.25188284
'PVH'	0.341129763
'OXY'	0.254866531
'OMC'	0.223663316
'OKE'	0.230308422
'RJF'	0.254344173
'PH'	0.259642863
'ROL'	0.205810368
'PPL'	0.202663238
'EXC'	0.151491533
'COP'	0.286906793
'PHM'	0.305292743
'PNW'	0.170817504
'PNC'	0.218535776
'PPG'	0.239153557
'PGR'	0.223056793
'PEG'	0.167733266

- Πίνακας 3 -

'RTN'	0.233099344
'RHI'	0.298180173
'EIX'	0.33333976
'SLB'	0.270140374
'SCHW'	0.268183282
'SHW'	0.229515131
'SJM'	0.251169911
'SNA'	0.26371593
'AME'	0.226489283
'SO'	0.176963715
'BBT'	0.212519431
'LUV'	0.280918542
'SWK'	0.325424837
'PSA'	0.178039485
'ANET'	0.433140445
'STI'	0.257431452
'SYY'	0.199845026
'TXN'	0.289160583
'TXT'	0.252844162
'TMO'	0.223123826
'TIF'	0.372487359
'TJX'	0.204458418
'TMK'	0.18938201
'TSS'	0.226040797
'JCI'	0.234547898
'ULTA'	0.316318283
'UNP'	0.247341626
'KEYS'	0.276998075
'UNH'	0.225214464
'UNM'	0.330883123
'MRO'	0.412489041
'VAR'	0.242891819
'VTR'	0.213646937
'VFC'	0.274638376
'VNO'	0.185236482
'VMC'	0.327887596
'WY'	0.254032066
'WHR'	0.343375684
'WMB'	0.224329937
'WEC'	0.162657594
'XRX'	0.32622973
'ADBE'	0.334650666
'AES'	0.228055625
'AMGN'	0.216980767
'AAPL'	0.301654154
'ADSK'	0.383348992
'CTAS'	0.224950267
'CMCSA'	0.260148297
'TAP'	0.305998108
'KLAC'	0.350439713

- Πίνακας 3 -

'MAR'	0.251965159
'MKC'	0.224894938
'JWN'	0.372904243
'PCAR'	0.238977131
'COST'	0.209368495
'FRC'	0.240016502
'SYK'	0.235342231
'TSN'	0.229867359
'LW'	0.228753487
'AMAT'	0.388483447
'AAL'	0.410803863
'CAH'	0.348525973
'CELG'	0.363538686
'CERN'	0.253369519
'CINF'	0.192789715
'DHI'	0.327428413
'FLS'	0.323887403
'EA'	0.39800769
'EXPD'	0.237569715
'FAST'	0.265471711
'MTB'	0.208603964
'XEL'	0.165978288
'FISV'	0.214161661
'FITB'	0.265139475
'GILD'	0.250057536
'HAS'	0.252227456
'HBAN'	0.230321819
'WELL'	0.218375258
'BIIB'	0.458500381
'NTRS'	0.226959732
'PKG'	0.281404553
'PAYX'	0.17490252
'PBCT'	0.194772271
'QCOM'	0.263598816
'ROP'	0.227722754
'ROST'	0.249309966
'IDXX'	0.293979524
'SBUX'	0.228994985
'KEY'	0.266159022
'STT'	0.268933792
'NCLH'	0.282289288
'USB'	0.167820526
'AOS'	0.247504301
'SYMC'	0.467088454
'TROW'	0.250020946
'WM'	0.164440982
'CBS'	0.271952528
'AGN'	0.284493018
'STZ'	0.276019206
'XLNX'	0.395738771

'XRAY'	0.345578865
'ZION'	0.234338325
'ALK'	0.314540166
'IVZ'	0.276237414
'LIN'	0.22989175
'INTU'	0.278854894
'MS'	0.258950932
'MCHP'	0.354887618
'CB'	0.174356112
'HOLX'	0.241155368
'CFG'	0.247229639
'ORLY'	0.263791855
'ALL'	0.183143286
'FLIR'	0.272327826
'EQR'	0.170566372
'BWA'	0.309285853
'INCY'	0.419663587
'SPG'	0.190205502
'EMN'	0.250394721
'TWTR'	0.520666398
'AVB'	0.1624217
'PRU'	0.244536956
'UPS'	0.238585401
'AIV'	0.175106068
'WBA'	0.289192442
'MCK'	0.266436549
'LMT'	0.226695869
'ABC'	0.280690607
'COF'	0.23429641
'WAT'	0.258752231
'DLTR'	0.311230446
'DRI'	0.264580345
'NTAP'	0.341840843
'CTXS'	0.176509955
'DXC'	0.327920217
'DVA'	0.313780768
'HIG'	0.185925689
'IRM'	0.213804535
'EL'	0.288762933
'CDNS'	0.295966244
'UHS'	0.230719319
'ETFC'	0.262770961
'SWKS'	0.34047606
'NOV'	0.32799228
'DGX'	0.229593987
'ATVI'	0.407289861
'ROK'	0.257878878
'KHC'	0.371423426
'AMT'	0.181929916
'HFC'	0.371866061

- Πίνακας 3 -

'REGN'	0.303016521
'AMZN'	0.354430899
'JKHY'	0.196639078
'RL'	0.348049754
'BXP'	0.18819071
'APH'	0.207982579
'ARNC'	0.430826584
'PXD'	0.331345255
'VLO'	0.300970357
'SNPS'	0.242964005
'LLL'	0.275611077
'WU'	0.179912919
'CHRW'	0.228943836
'ACN'	0.211389157
'TDG'	0.258838164
'YUM'	0.177728888
'PLD'	0.202179505
'FE'	0.17612621
'VRSN'	0.292842195
'PWR'	0.244229966
'HSIC'	0.257723349
'AEE'	0.166011563
'ANSS'	0.269410289
'NVDA'	0.504672898
'SEE'	0.252168794
'CTSH'	0.233743104
'SIVB'	0.392828115
'ISRG'	0.327256898
'AMG'	0.274750202
'TTWO'	0.42898883
'RSG'	0.144475084
'EBAY'	0.270994666
'GS'	0.253993323
'SBAC'	0.187621551
'SRE'	0.228141073
'MCO'	0.239723144
'BKNG'	0.264021364
'FFIV'	0.262881325
'AKAM'	0.309475773
'DVN'	0.387528465
'GOOGL'	0.2619457
'RHT'	0.521137701
'TFX'	0.259069333
'ALLE'	0.211425436
'NFLX'	0.439442723
'A'	0.261248974
'ANTM'	0.251408938
'CME'	0.18189607
'JNPR'	0.239666326
'BLK'	0.236081315

- Πίνακας 3 -

'DTE'	0.163089361
'CE'	0.260128469
'NDAQ'	0.187481366
'PM'	0.281917778
'CRM'	0.339085918
'HII'	0.278088954
'MET'	0.241279211
'UA'	0.457725265
'TPR'	0.347519416
'FLR'	0.416953438
'CSX'	0.241019995
'EW'	0.315394476
'AMP'	0.286316374
'FTI'	0.363473956
'ZBH'	0.231201595
'CBRE'	0.236398339
'MA'	0.275440885
'KMX'	0.299675707
'ICE'	0.182822692
'FIS'	0.193078846
'CMG'	0.394107846
'WYNN'	0.441250818
'AIZ'	0.212181018
'NRG'	0.250066798
'MNST'	0.28357467
'RF'	0.262039939
'MOS'	0.321479622
'EXPE'	0.255679459
'EVRG'	0.171314373
'DISCA'	0.343454174
'CF'	0.360790944
'VIAB'	0.302719704
'GOOG'	0.261231933
'TEL'	0.226159689
'COO'	0.25109187
'DFS'	0.231464747
'TRIP'	0.44854943
'V'	0.239019965
'MAA'	0.173623011
'XYL'	0.258376958
'MPC'	0.320315272
'AMD'	0.689465787
'TSCO'	0.268505019
'RMD'	0.291205551
'MTD'	0.244845134
'CPRT'	0.292643452
'FTNT'	0.373319457
'ALB'	0.301029052
'ESS'	0.17898407
'O'	0.174702688

- Πίνακας 3 -

'STX'	0.374562866
'WRK'	0.2953524
'INFO'	0.194970285
'WAB'	0.327195903
'WDC'	0.454725997
'PEP'	0.176661147
'FANG'	0.384139307
'NKTR'	0.715775248
'MXIM'	0.287745731
'CHD'	0.243170011
'DRE'	0.191296266
'FRT'	0.177483161
'MGM'	0.358218092
'JBHT'	0.246076204
'LRCX'	0.387627464
'MHK'	0.389100653
'PNR'	0.214874287
'VRTX'	0.322667711
'FB'	0.379101143
'URI'	0.415634241
'ARE'	0.188253488
'ABMD'	0.484229444
'DAL'	0.275839396
'NWS'	0.264930649
'CNC'	0.283022208
'MAC'	0.229645494
'MLM'	0.273086079
'PYPL'	0.322114246
'COTY'	0.563818314
'DISH'	0.424932588
'ALXN'	0.362612782
'RE'	0.20315662
'WCG'	0.325757879
'NWSA'	0.274726005
'GPN'	0.252012319
'CCI'	0.179634143
'APTV'	0.298556398
'AAP'	0.295350031
'CPRI'	0.401808582
'ALGN'	0.47396856
'ILMN'	0.368097903
'ADS'	0.299677716
'LKQ'	0.307388241
'NLSN'	0.40999677
'GRMN'	0.250907651
'XEC'	0.38224708
'ZTS'	0.224348592
'DLR'	0.225464861

- Πίνακας 4 -

Omega Matrix		
0.001	0	0
0	0.001	0
0	0	0.001

ΟΝΟΜΑΤΑ ΜΕΤΟΧΩΝ	ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ ΜΕΤΟΧΩΝ	ΣΤΑΘΜΙΣΕΙΣ S&P500 (1)	ΣΤΑΘΜΙΣΕΙΣ S&P500 ΜΕ Β-Λ (2)	MEAN VARIANCE ΤΟΥ S&P500 ΧΑΡΤΟΦΥΛΑΚΙΟΥ (3)	Β-Λ ΣΤΟ MEAN VARIANCE ΤΟΥ S&P500 ΧΑΡΤΟΦΥΛΑΚΙΟΥ (4)	Prior Belief of Expected Return	Black Litterman Blended Expected Return
LYB	-0.1073	0.0012	0.0011	0.0000	0.0000	0.0988	-0.3666
AXP	0.1863	0.0032	0.0031	0.0033	0.0031	0.0930	0.3632
VZ	0.2226	0.0100	0.0337	0.0042	0.0282	0.0285	-0.4417
AVGO	0.3145	0.0052	0.0049	0.0034	0.0032	0.1130	0.2221
BA	0.1993	0.0082	0.0078	0.0025	0.0023	0.1261	0.7177
CAT	-0.0006	0.0034	0.0032	0.0000	0.0000	0.1510	0.7543
JPM	-0.0401	0.0155	0.0147	0.0000	0.0000	0.0852	0.1551
CVX	0.0982	0.0096	0.0092	0.0017	0.0016	0.0825	-0.0700
KO	0.0595	0.0076	0.0072	0.0014	0.0013	0.0349	0.1314
ABBV	-0.0589	0.0048	0.0046	0.0000	0.0000	0.0926	-0.6022
DIS	0.1371	0.0096	0.0092	0.0027	0.0026	0.0743	-0.5052
FLT	0.2533	0.0009	0.0009	0.0039	0.0037	0.0927	-0.0503
EXR	0.1643	0.0005	0.0005	0.0033	0.0031	0.0268	0.2688
XOM	0.1020	0.0146	0.0139	0.0019	0.0018	0.0816	0.2804
PSX	0.0340	0.0017	0.0016	0.0005	0.0005	0.0947	-0.3799
GE	-0.1597	0.0034	0.0032	0.0000	0.0000	0.0853	1.6651
HPQ	-0.0358	0.0013	0.0012	0.0000	0.0000	0.1265	0.1614
HD	0.1411	0.0096	0.0091	0.0026	0.0025	0.0856	0.5774
IBM	-0.0432	0.0051	0.0049	0.0000	0.0000	0.0911	0.1314
CXO	-0.1658	0.0010	0.0010	0.0000	0.0000	0.1177	-0.6636
JNJ	0.0592	0.0152	0.0145	0.0012	0.0011	0.0594	-0.3376
MCD	0.1685	0.0062	0.0059	0.0034	0.0032	0.0385	-0.3936
MRK	0.4147	0.0079	0.0075	0.0085	0.0081	0.0668	0.4529
MMM	0.0098	0.0052	0.0050	0.0002	0.0002	0.1040	0.0613
AWK	0.2599	0.0008	0.0008	0.0057	0.0055	0.0239	-0.1199
BAC	-0.0123	0.0112	0.0107	0.0000	0.0000	0.0952	0.4909
BHGE	-0.0575	0.0006	0.0005	0.0000	0.0000	0.0927	0.4956
PFE	0.2025	0.0090	0.0086	0.0041	0.0039	0.0681	-0.0867
PG	0.2916	0.0110	0.0105	0.0059	0.0056	0.0416	0.1135
T	-0.0834	0.0097	0.0092	0.0000	0.0000	0.0569	-0.0345
TRV	-0.0055	0.0015	0.0014	0.0000	0.0000	0.0663	-0.1794
UTX	0.0846	0.0046	0.0044	0.0015	0.0014	0.0918	0.1811
ADI	0.2408	0.0017	0.0016	0.0033	0.0032	0.1104	-0.0384
WMT	0.1375	0.0060	0.0058	0.0026	0.0025	0.0504	0.3468
CSCO	0.3060	0.0103	0.0098	0.0049	0.0046	0.1196	-0.1172
INTC	0.1437	0.0110	-0.0139	0.0018	-0.0226	0.1273	-0.4599
GM	0.0707	0.0021	0.0020	0.0009	0.0008	0.0838	-0.7006
MSFT	0.2937	0.0394	0.0376	0.0043	0.0041	0.1351	0.0153
DG	0.2708	0.0013	0.0013	0.0042	0.0040	0.0745	-0.1811
CI	0.0140	0.0023	0.0022	0.0002	0.0002	0.0840	-0.2494
KMI	0.2822	0.0016	0.0015	0.0048	0.0046	0.0816	0.2893
C	-0.0395	0.0067	0.0064	0.0000	0.0000	0.1024	0.2998
AIG	-0.1583	0.0017	0.0016	0.0000	0.0000	0.0838	0.2263
HON	0.1584	0.0051	0.0048	0.0034	0.0032	0.0838	0.7618
MO	-0.1318	0.0042	0.0040	0.0000	0.0000	0.0438	0.0172
HCA	0.3435	0.0013	0.0012	0.0051	0.0048	0.0913	0.0501
UAA	0.3328	0.0002	0.0002	0.0026	0.0025	0.1186	1.2081
IP	-0.0831	0.0007	0.0007	0.0000	0.0000	0.0994	0.3794
HPE	-0.0157	0.0009	0.0009	0.0000	0.0000	0.1173	0.3607
ABT	0.3016	0.0054	0.0052	0.0052	0.0049	0.1040	0.2791
AFL	0.1287	0.0015	0.0015	0.0029	0.0027	0.0634	0.3411
APD	0.1796	0.0018	0.0017	0.0037	0.0036	0.0804	0.2768
RCL	0.0410	0.0009	0.0008	0.0005	0.0005	0.1258	0.4532
AEP	0.2059	0.0017	0.0016	0.0047	0.0045	0.0056	0.1619
HES	0.2547	0.0007	0.0007	0.0025	0.0024	0.1505	0.6759
APC	-0.1841	0.0013	0.0013	0.0000	0.0000	0.1210	0.4295
AON	0.2277	0.0017	0.0017	0.0043	0.0041	0.0652	0.1390
APA	-0.0138	0.0006	0.0006	0.0000	0.0000	0.1101	1.1220
ADM	-0.0190	0.0010	0.0009	0.0000	0.0000	0.0603	-0.4223
ADP	0.3326	0.0029	0.0028	0.0060	0.0057	0.1008	-0.1778
VRSK	0.2691	0.0009	0.0009	0.0053	0.0051	0.0846	0.3210
AZO	0.5287	0.0011	0.0254	0.0081	0.0321	0.0238	0.1239
AVY	0.0983	0.0004	0.0004	0.0016	0.0015	0.0886	0.2343
MSCI	0.3769	0.0008	0.0007	0.0057	0.0054	0.1168	0.4972
BLL	0.3875	0.0008	0.0008	0.0072	0.0068	0.0764	0.0192

BK	0.0110	0.0018	0.0017	0.0002	0.0002	0.0716	0.1543
BAX	0.2314	0.0015	0.0014	0.0041	0.0039	0.0860	0.1764
BDX	0.1522	0.0025	0.0024	0.0029	0.0027	0.0889	0.3539
BRK18	0.0422	0.0169	0.0161	0.0008	0.0008	0.0927	0.3341
BBY	0.0919	0.0007	0.0007	0.0010	0.0010	0.1032	0.0555
HRB	0.0145	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0719	0.4842
BSX	0.3440	0.0020	0.0019	0.0047	0.0045	0.1139	-0.2664
BMV	-0.2472	0.0031	0.0029	0.0000	0.0000	0.0811	-0.1953
FBHS	-0.1342	0.0003	0.0003	0.0000	0.0000	0.1088	-0.0942
BF1B	-0.0099	0.0004	0.0003	0.0000	0.0000	0.0714	-0.1860
COG	0.1335	0.0005	0.0005	0.0017	0.0016	0.0629	0.3690
CPB	-0.0766	0.0003	0.0003	0.0000	0.0000	0.0134	0.3024
KSU	0.0741	0.0005	0.0005	0.0012	0.0011	0.0899	0.0845
HLT	0.1318	0.0011	0.0010	0.0020	0.0019	0.0965	0.1798
CCL	-0.1718	0.0009	0.0008	0.0000	0.0000	0.0953	0.3515
QRVO	0.1124	0.0004	0.0004	0.0012	0.0011	0.1446	-0.6471
CTL	-0.2477	0.0005	0.0004	0.0000	0.0000	0.0848	0.8634
UDR	0.2507	0.0005	0.0005	0.0055	0.0053	0.0378	0.1767
CLX	0.2045	0.0008	0.0008	0.0033	0.0032	0.0372	-0.7307
CMS	0.2040	0.0006	0.0006	0.0047	0.0045	0.0112	0.0542
CL	-0.0373	0.0025	0.0024	0.0000	0.0000	0.0476	-0.0453
CMA	-0.2035	0.0005	0.0005	0.0000	0.0000	0.0748	0.4055
IPGP	-0.1817	0.0003	0.0002	0.0000	0.0000	0.1522	-0.2415
CAG	-0.2050	0.0006	0.0006	0.0000	0.0000	0.0517	-0.1317
ED	0.0874	0.0011	0.0011	0.0019	0.0018	0.0086	0.1378
SLG	-0.0185	0.0003	0.0003	0.0000	0.0000	0.0638	-0.2438
GLW	0.2759	0.0011	0.0011	0.0036	0.0034	0.1230	0.8321
CMI	0.0341	0.0010	0.0009	0.0005	0.0005	0.0945	0.3383
DHR	0.3052	0.0033	0.0031	0.0054	0.0051	0.0923	0.1358
TGT	0.1465	0.0018	0.0017	0.0021	0.0020	0.0732	0.4936
DE	0.1308	0.0022	0.0021	0.0017	0.0016	0.1217	0.5169
D	0.1544	0.0025	0.0024	0.0035	0.0033	0.0131	-0.3719
DOV	0.2289	0.0006	0.0006	0.0037	0.0036	0.0880	0.3007
DUK	0.1538	0.0027	0.0025	0.0037	0.0035	0.0060	0.0291
ETN	0.0732	0.0015	0.0014	0.0013	0.0012	0.0970	0.3798
ECL	0.2660	0.0019	0.0018	0.0060	0.0057	0.0746	0.0283
PKI	0.3028	0.0004	0.0004	0.0042	0.0040	0.1265	0.7946
EMR	0.0654	0.0019	0.0018	0.0011	0.0010	0.1038	-0.2295
EOG	-0.0054	0.0026	0.0025	0.0000	0.0000	0.1128	0.3947
ETR	0.1832	0.0007	0.0007	0.0041	0.0039	0.0108	-0.2160
EFX	0.0684	0.0006	0.0006	0.0010	0.0010	0.0641	0.4150
IQV	0.4299	0.0009	0.0008	0.0063	0.0060	0.1103	0.4653
IT	0.2910	0.0006	0.0006	0.0050	0.0048	0.0920	0.1400
FDX	-0.1974	0.0020	0.0019	0.0000	0.0000	0.1221	0.5290
M	-0.0957	0.0003	0.0003	0.0000	0.0000	0.0831	-0.4946
FMC	0.1871	0.0004	0.0004	0.0027	0.0026	0.0981	0.1635
F	-0.1656	0.0015	0.0015	0.0000	0.0000	0.0800	0.0996
NEE	0.1601	0.0038	0.0036	0.0038	0.0036	0.0164	-0.0807
BEN	0.0557	0.0004	0.0004	0.0008	0.0008	0.0839	0.0313
FCX	-0.1996	0.0008	0.0008	0.0000	0.0000	0.1521	-0.4432
GPS	-0.1220	0.0002	0.0002	0.0000	0.0000	0.0628	-0.6348
GD	-0.2322	0.0020	0.0019	0.0000	0.0000	0.0832	-0.3500
GIS	0.1414	0.0013	0.0012	0.0023	0.0021	0.0242	-0.1206
GPC	0.2533	0.0006	0.0006	0.0057	0.0054	0.0546	0.1497
ATO	0.1977	0.0005	0.0005	0.0044	0.0042	0.0218	-0.2009
GWV	0.1196	0.0005	0.0005	0.0015	0.0014	0.0860	0.1704
HAL	-0.3833	0.0011	0.0011	0.0000	0.0000	0.1019	-0.0491
HOG	-0.0149	0.0003	0.0003	0.0000	0.0000	0.0926	0.1459
HRS	0.0411	0.0008	0.0008	0.0005	0.0005	0.0720	0.1049
HCP	0.3195	0.0006	0.0005	0.0059	0.0056	0.0307	-0.0560
HP	-0.0884	0.0003	0.0003	0.0000	0.0000	0.1050	-0.3761
FTV	0.1390	0.0011	0.0010	0.0023	0.0022	0.0984	-0.2035
HSY	0.1683	0.0007	0.0006	0.0033	0.0032	0.0203	-0.4263
SYF	-0.0301	0.0009	0.0009	0.0000	0.0000	0.0840	0.6019
HRL	0.1956	0.0005	0.0004	0.0039	0.0037	0.0359	0.3465
AIG	0.1473	0.0006	0.0006	0.0035	0.0033	0.0642	0.4491

MDLZ	0.1781	0.0030	0.0029	0.0039	0.0037	0.0475	0.0306
CNP	0.1384	0.0006	0.0006	0.0030	0.0029	0.0299	0.0688
HUM	-0.0089	0.0014	0.0013	0.0000	0.0000	0.0817	-0.3482
WLTW	0.2022	0.0009	0.0009	0.0038	0.0036	0.0570	1.3094
ITW	-0.0111	0.0020	0.0019	0.0000	0.0000	0.0954	-0.1565
IR	0.2955	0.0011	0.0011	0.0050	0.0048	0.0942	-0.0767
FL	0.3617	0.0003	0.0003	0.0034	0.0033	0.0659	-0.2298
IPG	-0.0451	0.0004	0.0003	0.0000	0.0000	0.0729	-0.2076
IFF	-0.0159	0.0006	0.0005	0.0000	0.0000	0.0706	0.2498
JEC	0.2875	0.0004	0.0004	0.0039	0.0037	0.1084	-0.3717
HBI	0.0500	0.0003	0.0003	0.0004	0.0004	0.0822	0.9159
K	-0.1031	0.0006	0.0006	0.0000	0.0000	0.0310	-0.5326
BR	0.0365	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0954	0.7056
PRGO	-0.3901	0.0003	0.0002	0.0000	0.0000	0.1218	0.0948
KMB	0.1344	0.0019	0.0018	0.0022	0.0021	0.0351	-0.5782
KIM	0.2624	0.0003	0.0003	0.0039	0.0037	0.0644	-0.0239
KSS	0.1362	0.0005	0.0004	0.0014	0.0014	0.0822	0.2354
ORCL	0.1838	0.0058	0.0055	0.0032	0.0030	0.0874	-0.1707
KR	0.0501	0.0008	0.0008	0.0006	0.0006	0.0436	0.0800
LEG	-0.0004	0.0002	0.0002	0.0000	0.0000	0.0906	0.0415
LEN	-0.1620	0.0006	0.0006	0.0000	0.0000	0.0751	0.2797
JEF	-0.0727	0.0002	0.0002	0.0000	0.0000	0.1009	0.1929
LLY	0.5019	0.0041	0.0039	0.0090	0.0086	0.0593	0.0320
LB	-0.2482	0.0002	0.0002	0.0000	0.0000	0.0891	-0.3408
CHTR	0.1567	0.0026	0.0025	0.0018	0.0017	0.0945	0.4205
LNC	-0.0827	0.0006	0.0005	0.0000	0.0000	0.1113	0.1459
L	-0.0203	0.0006	0.0005	0.0000	0.0000	0.0780	-0.1966
LOW	0.2923	0.0038	0.0036	0.0043	0.0040	0.0961	0.4568
HST	0.0642	0.0006	0.0005	0.0011	0.0010	0.0750	0.3598
MMC	0.1510	0.0020	0.0019	0.0032	0.0030	0.0725	0.3350
MAS	0.0353	0.0005	0.0005	0.0005	0.0004	0.0961	-0.0640
MAT	0.1395	0.0002	0.0002	0.0011	0.0010	0.1078	0.7774
SPGI	0.1437	0.0022	0.0021	0.0027	0.0025	0.0970	0.5659
MDT	0.1291	0.0047	0.0045	0.0025	0.0023	0.0728	-0.0682
CVS	-0.1330	0.0028	0.0027	0.0000	0.0000	0.0835	-0.0873
DWDP	-0.1100	0.0036	0.0034	0.0000	0.0000	0.1164	-0.0227
MU	-0.0258	0.0020	0.0019	0.0000	0.0000	0.1873	-0.3319
MSI	0.3074	0.0010	0.0009	0.0046	0.0044	0.0885	0.3200
CBOE	-0.1286	0.0005	0.0004	0.0000	0.0000	0.0363	-0.2899
MYL	-0.3103	0.0006	0.0005	0.0000	0.0000	0.1093	-0.4917
LH	-0.0096	0.0006	0.0006	0.0000	0.0000	0.0787	0.1952
NEM	-0.0336	0.0011	0.0011	0.0000	0.0000	0.0059	-0.3349
NKE	0.2422	0.0046	0.0043	0.0033	0.0032	0.1028	0.7984
NI	0.1687	0.0004	0.0004	0.0030	0.0029	0.0080	0.0414
NBL	-0.0861	0.0006	0.0005	0.0000	0.0000	0.1408	0.7778
NSC	0.3960	0.0022	0.0021	0.0058	0.0055	0.1026	0.3226
PFG	-0.1077	0.0006	0.0006	0.0000	0.0000	0.0994	0.6767
ES	0.1821	0.0009	0.0009	0.0043	0.0041	0.0132	0.0884
NOC	-0.2306	0.0020	0.0019	0.0000	0.0000	0.0723	-0.3831
WFC	-0.0667	0.0080	0.0077	0.0000	0.0000	0.0683	-0.0996
NUE	-0.0073	0.0007	0.0007	0.0000	0.0000	0.1076	-0.0539
PVH	-0.1683	0.0004	0.0004	0.0000	0.0000	0.1063	-0.0299
OXY	0.0365	0.0020	0.0019	0.0005	0.0005	0.0971	0.1008
OMC	0.0612	0.0008	0.0007	0.0010	0.0010	0.0652	-0.6114
OKE	0.2320	0.0012	0.0011	0.0038	0.0036	0.0856	0.1534
RJF	-0.0042	0.0005	0.0005	0.0000	0.0000	0.1130	-0.2744
PH	0.0968	0.0010	0.0010	0.0014	0.0013	0.1152	0.3159
ROL	0.2230	0.0003	0.0003	0.0041	0.0039	0.0743	0.4734
PPL	0.1589	0.0009	0.0009	0.0030	0.0028	0.0152	-0.1087
EXC	0.2581	0.0020	0.0019	0.0064	0.0061	0.1066	0.1133
COP	0.1306	0.0032	0.0030	0.0017	0.0016	0.1097	0.2807
PHM	-0.0163	0.0003	0.0003	0.0000	0.0000	0.0620	0.2385
PNW	0.1790	0.0004	0.0004	0.0040	0.0038	0.0108	-0.2014
PNC	-0.1536	0.0025	0.0024	0.0000	0.0000	0.0708	-0.2622
PPG	0.0579	0.0012	0.0011	0.0009	0.0009	0.0782	0.2406
PGR	0.1965	0.0018	0.0017	0.0033	0.0032	0.0853	-0.4184

- Πίνακας 5 -

PEG	0.1769	0.0012	0.0012	0.0040	0.0038	0.0157	-0.0332
RTN	-0.1726	0.0021	0.0020	0.0000	0.0000	0.0782	0.1158
RHI	0.1745	0.0003	0.0003	0.0022	0.0021	0.1299	-0.5633
EIX	0.0590	0.0009	0.0008	0.0007	0.0006	0.0436	-0.2419
SLB	-0.3428	0.0026	0.0025	0.0000	0.0000	0.0892	-0.2203
SCHW	-0.1254	0.0022	0.0021	0.0000	0.0000	0.1139	0.7107
SHW	0.1504	0.0015	0.0015	0.0025	0.0024	0.0841	0.2517
SJM	-0.0304	0.0006	0.0005	0.0000	0.0000	0.0161	-0.4489
SNA	0.1096	0.0004	0.0004	0.0016	0.0015	0.0876	0.6123
AME	0.1237	0.0008	0.0008	0.0021	0.0020	0.1073	0.1840
SO	0.1533	0.0022	0.0021	0.0033	0.0031	0.0112	-0.1235
BBT	-0.0667	0.0016	0.0015	0.0000	0.0000	0.0613	0.1674
LUV	-0.0263	0.0011	0.0010	0.0000	0.0000	0.0725	0.0030
SWK	-0.0232	0.0009	0.0009	0.0000	0.0000	0.1262	-0.0154
PSA	0.0979	0.0013	0.0013	0.0021	0.0020	0.0149	0.2549
ANET	0.2624	0.0007	0.0007	0.0023	0.0022	0.1630	-1.2103
STI	-0.0731	0.0012	0.0011	0.0000	0.0000	0.0760	0.1931
SYI	0.1275	0.0014	0.0013	0.0024	0.0023	0.0436	-0.0393
TXN	0.1474	0.0045	0.0043	0.0019	0.0018	0.1225	-0.2094
TXT	-0.1142	0.0005	0.0005	0.0000	0.0000	0.1020	0.3451
TMO	0.2912	0.0043	0.0041	0.0049	0.0047	0.1100	0.7431
TIF	0.1579	0.0005	0.0005	0.0016	0.0015	0.0909	-0.2178
TJX	0.2629	0.0028	0.0027	0.0049	0.0046	0.0698	-0.1242
TMK	0.0222	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0796	0.1534
TSS	0.1403	0.0007	0.0007	0.0023	0.0022	0.1082	0.2735
JCI	0.0723	0.0014	0.0013	0.0012	0.0011	0.0823	0.1076
ULTA	0.5867	0.0008	0.0008	0.0070	0.0067	0.0883	1.6407
UNP	0.2675	0.0053	0.0051	0.0041	0.0039	0.1010	-0.0174
KEYS	0.5797	0.0007	0.0007	0.0079	0.0075	0.1110	-0.1170
UNH	0.1078	0.0091	0.0086	0.0018	0.0017	0.0938	0.3144
UNM	-0.2597	0.0003	0.0003	0.0000	0.0000	0.1096	0.0198
MRO	0.1369	0.0007	0.0006	0.0013	0.0012	0.1493	-0.5881
VAR	0.1849	0.0005	0.0005	0.0029	0.0027	0.0836	1.0539
VTR	0.2558	0.0009	0.0008	0.0045	0.0043	0.0218	-0.1800
VFC	0.1780	0.0013	0.0012	0.0024	0.0023	0.0924	-0.3528
VNO	0.0433	0.0005	0.0005	0.0009	0.0008	0.0543	-0.0442
VMC	0.0790	0.0007	0.0006	0.0009	0.0009	0.1008	-0.1411
WY	-0.2336	0.0008	0.0008	0.0000	0.0000	0.0743	0.4543
WHR	-0.0546	0.0004	0.0003	0.0000	0.0000	0.0880	0.0618
WMB	0.1853	0.0014	0.0014	0.0031	0.0030	0.0769	-0.2171
WEC	0.2239	0.0010	0.0010	0.0052	0.0049	0.0111	0.0690
XRX	0.2196	0.0003	0.0003	0.0025	0.0024	0.1118	0.5711
ADBE	0.2351	0.0055	0.0052	0.0027	0.0025	0.1579	-0.1189
AES	0.4893	0.0005	0.0005	0.0081	0.0077	0.0579	-0.5216
AMGN	0.1511	0.0046	0.0043	0.0026	0.0025	0.0871	0.2725
AAPL	0.1767	0.0381	0.0362	0.0022	0.0021	0.1389	-0.2657
ADSK	0.3340	0.0016	0.0015	0.0033	0.0031	0.1720	-0.5531
CTAS	0.2093	0.0007	0.0007	0.0035	0.0033	0.1064	0.5631
CMCSA	0.1892	0.0079	0.0075	0.0027	0.0026	0.0775	-0.0338
TAP	-0.1495	0.0005	0.0004	0.0000	0.0000	0.0526	-0.5796
KLAC	0.1954	0.0008	0.0008	0.0021	0.0020	0.1470	0.0201
MAR	0.0289	0.0016	0.0015	0.0004	0.0004	0.1001	0.1787
MKC	0.3921	0.0008	0.0007	0.0066	0.0063	0.0494	-0.7774
JWN	-0.0226	0.0002	0.0002	0.0000	0.0000	0.0726	-0.4155
PCAR	0.0733	0.0010	0.0010	0.0012	0.0011	0.0920	0.4902
COST	0.2999	0.0044	0.0042	0.0054	0.0051	0.0757	-0.2452
FRC	0.1602	0.0007	0.0007	0.0025	0.0024	0.0727	0.3242
SYK	0.2259	0.0023	0.0022	0.0036	0.0035	0.0910	0.4744
TSN	0.0099	0.0009	0.0008	0.0002	0.0002	0.0515	-0.1724
LW	0.1790	0.0004	0.0004	0.0030	0.0028	0.0367	0.6952
AMAT	-0.1568	0.0017	0.0016	0.0000	0.0000	0.1483	0.5723
AAL	-0.3410	0.0006	0.0005	0.0000	0.0000	0.1312	0.3192
CAH	-0.2313	0.0006	0.0005	0.0000	0.0000	0.0861	0.1534
CELG	0.1284	0.0027	0.0026	0.0013	0.0013	0.0834	0.1848
CERN	0.0185	0.0008	0.0008	0.0003	0.0003	0.0925	-0.3154
CINF	0.1667	0.0005	0.0005	0.0033	0.0031	0.0590	0.2302

- Πίνακας 5 -

DHI	-0.0137	0.0006	0.0006	0.0000	0.0000	0.0771	-0.3784
FLS	0.1204	0.0003	0.0003	0.0014	0.0013	0.1329	-0.2492
EA	-0.1196	0.0012	0.0011	0.0000	0.0000	0.1130	-0.1146
EXPD	0.2359	0.0006	0.0005	0.0037	0.0036	0.0951	-0.2256
FAST	0.2168	0.0008	0.0008	0.0031	0.0029	0.0964	0.2187
MTB	-0.1119	0.0010	0.0009	0.0000	0.0000	0.0627	0.5159
XEL	0.2121	0.0012	0.0011	0.0048	0.0046	0.0115	0.0041
FISV	0.2552	0.0014	0.0013	0.0045	0.0043	0.0912	0.1472
FITB	-0.1563	0.0009	0.0008	0.0000	0.0000	0.0687	0.3024
GILD	-0.0710	0.0033	0.0031	0.0000	0.0000	0.0853	0.6497
HAS	0.0445	0.0004	0.0004	0.0007	0.0006	0.0592	0.5820
HBAN	-0.0976	0.0006	0.0006	0.0000	0.0000	0.0713	-0.2736
WELL	0.3620	0.0012	0.0011	0.0063	0.0060	0.0308	-0.4537
BIIB	0.0219	0.0019	0.0018	0.0002	0.0002	0.0891	0.3167
NTRS	-0.0686	0.0008	0.0008	0.0000	0.0000	0.0969	0.3946
PKG	-0.0622	0.0004	0.0004	0.0000	0.0000	0.1074	-0.3306
PAYX	0.2772	0.0011	0.0010	0.0060	0.0057	0.0819	0.1508
PBCT	-0.0869	0.0003	0.0002	0.0000	0.0000	0.0661	-0.0833
QCOM	0.0870	0.0041	0.0039	0.0012	0.0012	0.0956	-0.8487
ROP	0.2520	0.0015	0.0014	0.0042	0.0040	0.0963	0.3364
ROST	0.2413	0.0015	0.0014	0.0037	0.0035	0.0882	-0.2200
IDXX	0.2197	0.0008	0.0007	0.0028	0.0027	0.1331	0.4548
SBUX	0.2642	0.0039	0.0037	0.0044	0.0041	0.0672	-0.3290
KEY	-0.1383	0.0007	0.0007	0.0000	0.0000	0.0860	-0.0141
STT	-0.3461	0.0011	0.0010	0.0000	0.0000	0.1011	-0.1970
NCLH	0.0890	0.0005	0.0005	0.0012	0.0011	0.1131	0.0174
USB	-0.0133	0.0032	0.0030	0.0000	0.0000	0.0612	-0.0100
AOS	-0.1332	0.0003	0.0003	0.0000	0.0000	0.0932	-0.4846
SYMC	-0.0049	0.0006	0.0006	0.0000	0.0000	0.0982	0.7984
TROW	0.0020	0.0011	0.0010	0.0001	0.0001	0.1162	0.6937
WM	0.1858	0.0017	0.0016	0.0043	0.0041	0.0529	0.1569
CBS	-0.0118	0.0007	0.0007	0.0000	0.0000	0.0800	-0.3003
AGN	-0.0577	0.0018	0.0017	0.0000	0.0000	0.0857	0.0150
STZ	-0.1349	0.0014	0.0014	0.0000	0.0000	0.0702	-0.5513
XLNX	0.6778	0.0014	0.0013	0.0065	0.0062	0.1466	0.8572
XRAY	0.0667	0.0004	0.0004	0.0007	0.0007	0.0672	-0.0382
ZION	-0.0786	0.0004	0.0004	0.0000	0.0000	0.0762	-0.0088
ALK	-0.0101	0.0003	0.0003	0.0000	0.0000	0.0924	0.1141
IVZ	-0.4004	0.0004	0.0003	0.0000	0.0000	0.0885	0.8228
LIN	0.2562	0.0041	0.0039	0.0042	0.0040	0.0793	-0.2887
INTU	0.4598	0.0028	0.0027	0.0062	0.0059	0.1327	0.1623
MS	-0.1669	0.0026	0.0024	0.0000	0.0000	0.1123	0.0878
MCHP	0.0993	0.0010	0.0009	0.0011	0.0010	0.1373	0.0718
CB	0.0285	0.0026	0.0025	0.0006	0.0006	0.0591	0.1156
HOLX	0.2591	0.0005	0.0005	0.0041	0.0039	0.0936	0.0540
CFG	-0.1878	0.0007	0.0007	0.0000	0.0000	0.0849	0.0720
ORLY	0.5322	0.0013	0.0012	0.0076	0.0073	0.0652	0.1134
ALL	0.0083	0.0013	0.0013	0.0002	0.0002	0.0654	-0.1263
FLIR	-0.0218	0.0003	0.0003	0.0000	0.0000	0.0851	0.0852
EQR	0.1925	0.0011	0.0011	0.0043	0.0041	0.0358	0.3285
BWA	-0.1711	0.0004	0.0004	0.0000	0.0000	0.1119	0.3845
INCY	0.1126	0.0005	0.0005	0.0010	0.0010	0.1325	1.1724
SPG	0.1904	0.0022	0.0021	0.0038	0.0036	0.0477	0.0861
EMN	-0.2142	0.0005	0.0005	0.0000	0.0000	0.1094	-0.0378
TWTR	0.3305	0.0010	0.0010	0.0024	0.0023	0.1788	-0.4594
AVB	0.2091	0.0011	0.0011	0.0049	0.0046	0.0373	0.1889
PRU	-0.0334	0.0018	0.0017	0.0000	0.0000	0.1040	0.4536
UPS	0.0929	0.0033	0.0031	0.0015	0.0014	0.1030	0.1810
AIV	0.2261	0.0003	0.0003	0.0049	0.0046	0.0412	-0.0507
WBA	-0.1243	0.0018	0.0017	0.0000	0.0000	0.0855	0.0755
MCK	-0.1648	0.0009	0.0009	0.0000	0.0000	0.0750	0.2870
LMT	-0.1101	0.0032	0.0031	0.0000	0.0000	0.0810	0.2652
ABC	-0.0834	0.0005	0.0004	0.0000	0.0000	0.0778	-0.2914
COF	-0.0919	0.0017	0.0016	0.0000	0.0000	0.0957	0.4373
WAT	0.2570	0.0007	0.0007	0.0037	0.0036	0.0924	0.2657
DLTR	0.1187	0.0011	0.0010	0.0014	0.0014	0.0522	-0.3493

- Πίνακας 5 -

DRI	0.3509	0.0006	0.0006	0.0050	0.0048	0.0576	-0.1697
NTAP	0.1962	0.0008	0.0007	0.0022	0.0021	0.1337	0.4303
CTXS	0.1010	0.0005	0.0005	0.0022	0.0021	0.0654	-0.5078
DXC	-0.2438	0.0007	0.0007	0.0000	0.0000	0.1162	-0.4202
DVA	-0.0883	0.0003	0.0003	0.0000	0.0000	0.1042	-0.0834
HIG	-0.0272	0.0008	0.0007	0.0000	0.0000	0.0702	0.2155
IRM	0.0969	0.0004	0.0004	0.0017	0.0016	0.0579	0.1419
EL	0.1178	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0941	-0.3944
CDNS	0.5947	0.0007	0.0007	0.0076	0.0072	0.1061	-0.1076
UHS	0.1287	0.0004	0.0004	0.0021	0.0020	0.0684	-0.4920
ETFC	-0.1184	0.0005	0.0005	0.0000	0.0000	0.1071	0.0090
SWKS	-0.0715	0.0006	0.0006	0.0000	0.0000	0.1334	-0.7583
NOV	-0.2242	0.0004	0.0004	0.0000	0.0000	0.1028	0.1316
DGX	-0.0683	0.0005	0.0004	0.0000	0.0000	0.0647	0.0357
ATVI	-0.2570	0.0014	0.0014	0.0000	0.0000	0.1223	0.5086
ROK	0.0908	0.0010	0.0009	0.0013	0.0013	0.1075	-0.0357
KHC	-0.5362	0.0008	0.0008	0.0000	0.0000	0.0556	0.0482
AMT	0.3232	0.0035	0.0034	0.0067	0.0064	0.0332	0.0389
HFC	0.0213	0.0003	0.0003	0.0002	0.0002	0.1176	-0.2547
REGN	0.2643	0.0011	0.0010	0.0033	0.0031	0.1131	0.2575
AMZN	0.2982	0.0323	0.0308	0.0032	0.0030	0.1769	-0.2768
JKHY	0.1839	0.0005	0.0004	0.0035	0.0034	0.0771	-0.3393
RL	0.1690	0.0003	0.0003	0.0018	0.0017	0.1007	-0.2602
BXP	0.1415	0.0008	0.0008	0.0028	0.0027	0.0576	0.1640
APH	0.2135	0.0013	0.0012	0.0039	0.0037	0.0981	0.4393
ARNC	-0.0414	0.0004	0.0003	0.0000	0.0000	0.1245	0.1305
PXD	-0.0803	0.0012	0.0012	0.0000	0.0000	0.1170	0.6367
VLO	-0.0551	0.0016	0.0015	0.0000	0.0000	0.1006	-0.0429
SNPS	0.3699	0.0007	0.0007	0.0057	0.0055	0.1144	0.2094
LLL	0.0360	0.0007	0.0007	0.0005	0.0005	0.0661	0.0108
WU	0.0323	0.0004	0.0003	0.0007	0.0006	0.0627	-0.0746
CHRW	-0.0156	0.0005	0.0005	0.0000	0.0000	0.0835	-0.0243
ACN	0.1839	0.0047	0.0045	0.0033	0.0031	0.1034	-0.1703
TDG	0.4312	0.0009	0.0009	0.0063	0.0060	0.1121	0.5929
YUM	0.1662	0.0013	0.0012	0.0035	0.0034	0.0629	0.4246
PLD	0.1885	0.0019	0.0018	0.0035	0.0034	0.0603	0.1939
FE	0.1918	0.0008	0.0008	0.0041	0.0039	0.0196	-0.2754
VRSN	0.5038	0.0008	0.0008	0.0065	0.0062	0.1049	0.3014
PWR	0.1623	0.0002	0.0002	0.0025	0.0024	0.1023	-0.1561
HSC	0.1987	0.0004	0.0004	0.0029	0.0028	0.0802	-0.2826
AEE	0.2453	0.0007	0.0007	0.0056	0.0053	0.0170	0.2117
ANSS	0.1998	0.0006	0.0006	0.0028	0.0027	0.1273	0.1660
NVDA	-0.0165	0.0047	0.0045	0.0000	0.0000	0.2025	0.6568
SEE	0.0973	0.0003	0.0003	0.0015	0.0014	0.0604	0.3696
CTSH	-0.0593	0.0017	0.0016	0.0000	0.0000	0.0929	0.1275
SIVB	0.0559	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.1362	-0.2389
ISRG	0.4024	0.0023	0.0022	0.0046	0.0044	0.1495	0.2481
AMG	-0.4164	0.0002	0.0002	0.0000	0.0000	0.1108	0.2283
TTWO	0.0498	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.1335	-0.2266
RSG	0.1682	0.0007	0.0007	0.0044	0.0042	0.0479	-0.0634
EBAY	-0.0191	0.0013	0.0012	0.0000	0.0000	0.0864	-0.0897
GS	-0.2021	0.0029	0.0028	0.0000	0.0000	0.1048	0.2758
SBAC	0.1753	0.0009	0.0009	0.0035	0.0034	0.0433	-0.0497
SRE	0.1645	0.0014	0.0014	0.0027	0.0026	0.0265	-1.3225
MCO	0.1723	0.0013	0.0012	0.0027	0.0026	0.1157	0.5654
BKNG	-0.1317	0.0034	0.0033	0.0000	0.0000	0.1022	-0.2774
FFIV	0.1901	0.0004	0.0004	0.0027	0.0026	0.1086	-0.2247
AKAM	0.0708	0.0005	0.0005	0.0009	0.0008	0.1165	-0.4043
DVN	0.0719	0.0006	0.0006	0.0007	0.0007	0.1360	0.7546
GOOGL	0.1939	0.0156	0.0148	0.0028	0.0027	0.1292	-0.2340
RHT	0.3065	0.0013	0.0013	0.0022	0.0021	0.0381	0.0654
TFX	0.2152	0.0005	0.0005	0.0031	0.0030	0.0932	0.1276
ALLE	0.1218	0.0004	0.0003	0.0022	0.0021	0.0830	0.0197
NFLX	0.3139	0.0068	0.0065	0.0027	0.0026	0.1831	0.0299
A	0.2498	0.0010	0.0009	0.0036	0.0034	0.1102	0.8998
ANTM	0.2713	0.0026	0.0025	0.0041	0.0039	0.0833	0.5503

- Πίνακας 5 -

CME	0.0688	0.0026	0.0025	0.0014	0.0014	0.0427	0.2334
JNPR	0.1334	0.0004	0.0004	0.0021	0.0020	0.0852	0.0855
BLK	-0.1623	0.0023	0.0022	0.0000	0.0000	0.1073	0.3745
DTE	0.1830	0.0009	0.0009	0.0042	0.0040	0.0077	0.2584
CE	0.0671	0.0006	0.0005	0.0010	0.0009	0.1028	0.0584
NDAQ	0.0436	0.0004	0.0004	0.0009	0.0008	0.0736	-0.0244
PM	-0.1330	0.0054	0.0052	0.0000	0.0000	0.0479	-0.2149
CRM	0.3440	0.0050	0.0048	0.0038	0.0036	0.1626	0.1503
HII	-0.1649	0.0004	0.0004	0.0000	0.0000	0.0920	0.5122
MET	0.0079	0.0018	0.0017	0.0001	0.0001	0.0958	0.2469
UA	0.3574	0.0002	0.0001	0.0029	0.0028	0.1166	1.1681
TPR	-0.3933	0.0004	0.0004	0.0000	0.0000	0.1089	-0.3046
FLR	-0.2746	0.0002	0.0002	0.0000	0.0000	0.1301	0.0564
CSX	0.3205	0.0025	0.0024	0.0050	0.0048	0.1017	-0.0803
EW	0.3396	0.0015	0.0015	0.0041	0.0039	0.1267	-0.5604
AMP	-0.0155	0.0008	0.0008	0.0000	0.0000	0.1323	-0.0520
FTI	-0.1038	0.0004	0.0004	0.0000	0.0000	0.1080	0.1306
ZBH	0.1870	0.0010	0.0010	0.0031	0.0029	0.0914	-0.0314
CBRE	0.0990	0.0007	0.0006	0.0016	0.0015	0.1041	0.5105
MA	0.3350	0.0091	0.0087	0.0046	0.0044	0.1394	0.7444
KMX	0.1901	0.0005	0.0005	0.0024	0.0023	0.0774	-0.2467
ICE	0.0798	0.0019	0.0018	0.0016	0.0016	0.0642	0.6531
FIS	0.1699	0.0015	0.0014	0.0033	0.0032	0.0871	-0.2870
CMG	0.8450	0.0007	0.0007	0.0081	0.0077	0.0701	-1.1342
WYNN	-0.1539	0.0006	0.0005	0.0000	0.0000	0.1479	-0.3730
AIZ	0.0658	0.0002	0.0002	0.0012	0.0011	0.0640	0.1422
NRG	0.3591	0.0005	0.0005	0.0054	0.0052	0.0683	0.1369
MNST	-0.0421	0.0009	0.0009	0.0000	0.0000	0.0762	0.2306
RF	-0.1842	0.0006	0.0006	0.0000	0.0000	0.0855	0.1442
MOS	0.1542	0.0004	0.0004	0.0018	0.0017	0.1150	0.2202
EXPE	0.1388	0.0006	0.0006	0.0020	0.0020	0.0799	0.1531
EVRG	0.1121	0.0006	0.0006	0.0025	0.0024	0.0063	-0.1588
DISCA	0.3234	0.0002	0.0002	0.0036	0.0034	0.0763	-0.1150
CF	0.1842	0.0004	0.0004	0.0019	0.0018	0.1243	0.4675
VIAB	0.0130	0.0004	0.0004	0.0002	0.0002	0.0755	-0.6091
GOOG	0.1949	0.0159	0.0152	0.0028	0.0027	0.1291	-0.1863
TEL	-0.1099	0.0013	0.0012	0.0000	0.0000	0.0953	0.2537
COO	0.2905	0.0006	0.0006	0.0044	0.0042	0.0910	1.0462
DFS	0.0653	0.0010	0.0010	0.0011	0.0010	0.1047	-0.1377
TRIP	0.3428	0.0002	0.0002	0.0029	0.0027	0.1302	-0.1223
V	0.2915	0.0117	0.0111	0.0046	0.0044	0.1215	0.3133
MAA	0.1878	0.0005	0.0005	0.0041	0.0039	0.0357	-0.0032
XYL	0.0678	0.0006	0.0006	0.0010	0.0009	0.1079	0.1061
MPC	-0.0943	0.0017	0.0016	0.0000	0.0000	0.1163	0.1225
AMD	1.2985	0.0010	0.0247	0.0071	0.0305	0.2231	0.7163
TSCO	0.5360	0.0005	0.0005	0.0075	0.0072	0.0846	0.6070
RMD	0.1032	0.0006	0.0006	0.0013	0.0013	0.0808	-0.2243
MTD	0.2708	0.0008	0.0007	0.0042	0.0040	0.1062	0.7015
CPRT	0.2749	0.0005	0.0005	0.0035	0.0034	0.1020	-0.3096
FTNT	0.5025	0.0006	0.0005	0.0051	0.0048	0.1251	0.2867
ALB	-0.0607	0.0004	0.0003	0.0000	0.0000	0.1028	0.3086
ESS	0.1968	0.0008	0.0007	0.0042	0.0040	0.0324	0.1613
O	0.3377	0.0009	0.0008	0.0073	0.0069	0.0341	-0.0716
STX	-0.0977	0.0005	0.0005	0.0000	0.0000	0.1335	-1.3613
WRK	-0.4353	0.0004	0.0004	0.0000	0.0000	0.1077	-0.0454
INFO	0.1362	0.0008	0.0008	0.0026	0.0025	0.0938	0.6636
WAB	-0.0122	0.0004	0.0004	0.0000	0.0000	0.0886	-0.0336
WDC	-0.4479	0.0006	0.0006	0.0000	0.0000	0.1513	-1.0620
PEP	0.1108	0.0074	0.0070	0.0024	0.0023	0.0393	-0.4116
FANG	-0.1197	0.0007	0.0007	0.0000	0.0000	0.1154	-1.0721
NKTR	-0.7333	0.0002	0.0002	0.0000	0.0000	0.1432	0.5482
MXIM	0.0321	0.0007	0.0007	0.0004	0.0004	0.1202	-0.2184
CHD	0.4015	0.0008	0.0007	0.0062	0.0059	0.0424	-1.0543
DRE	0.1945	0.0004	0.0004	0.0038	0.0037	0.0524	-0.2556
FRT	0.1766	0.0004	0.0004	0.0038	0.0036	0.0458	0.1892
MGM	-0.1949	0.0006	0.0005	0.0000	0.0000	0.1385	0.8851

- Πίνακας 5 -

JBHT	-0.0534	0.0003	0.0003	0.0000	0.0000	0.0878	-0.2824
LRCX	0.0745	0.0012	0.0012	0.0007	0.0007	0.1426	0.6156
MHK	-0.5155	0.0003	0.0003	0.0000	0.0000	0.0931	-0.6053
PNR	-0.0223	0.0003	0.0002	0.0000	0.0000	0.0867	0.0029
VRTX	0.2316	0.0018	0.0017	0.0027	0.0026	0.1213	0.2059
FB	0.1716	0.0180	0.0171	0.0017	0.0016	0.1247	-0.1416
URI	-0.2787	0.0005	0.0004	0.0000	0.0000	0.1801	0.3039
ARE	0.1738	0.0006	0.0006	0.0035	0.0033	0.0502	0.0507
ABMD	0.0934	0.0005	0.0005	0.0007	0.0007	0.1602	0.0026
DAL	0.1010	0.0015	0.0014	0.0014	0.0013	0.0903	-0.2497
NWS	-0.1998	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	0.0860	0.2137
CNC	0.0645	0.0008	0.0008	0.0009	0.0008	0.1093	0.0160
MAC	-0.2516	0.0002	0.0002	0.0000	0.0000	0.0613	0.1968
MLM	0.0262	0.0005	0.0005	0.0004	0.0003	0.0746	0.1062
PYPL	0.3695	0.0052	0.0050	0.0043	0.0041	0.1477	0.2648
COTY	-0.3059	0.0002	0.0002	0.0000	0.0000	0.0837	-0.3479
DISH	-0.0385	0.0003	0.0003	0.0000	0.0000	0.1272	-0.5380
ALXN	0.3210	0.0012	0.0011	0.0033	0.0032	0.1354	-0.3329
RE	-0.1493	0.0004	0.0004	0.0000	0.0000	0.0478	-0.2270
WCG	0.4191	0.0005	0.0005	0.0049	0.0046	0.0894	-0.0022
NWSA	-0.1883	0.0002	0.0002	0.0000	0.0000	0.0890	0.3775
GPN	0.2380	0.0009	0.0009	0.0036	0.0034	0.1195	0.1713
CCI	0.1781	0.0021	0.0020	0.0037	0.0036	0.0379	-0.1468
APTV	0.0563	0.0010	0.0009	0.0007	0.0007	0.1002	0.1407
AAP	0.4613	0.0005	0.0005	0.0059	0.0056	0.0659	-0.3750
CPRI	-0.2347	0.0003	0.0003	0.0000	0.0000	0.0867	-0.9890
ALGN	0.2631	0.0009	0.0008	0.0021	0.0020	0.1677	0.1955
ILMN	0.3811	0.0019	0.0019	0.0039	0.0037	0.1627	1.1574
ADS	-0.1245	0.0003	0.0003	0.0000	0.0000	0.1174	-0.2497
LKQ	-0.2039	0.0004	0.0004	0.0000	0.0000	0.0801	0.5361
NLSN	-0.1159	0.0004	0.0004	0.0000	0.0000	0.0842	0.0536
GRMN	0.4209	0.0004	0.0004	0.0063	0.0060	0.0752	0.1974
XEC	-0.2383	0.0003	0.0003	0.0000	0.0000	0.1192	0.1062
ZTS	0.2261	0.0020	0.0019	0.0038	0.0036	0.0988	-0.2837
DLR	0.1772	0.0010	0.0010	0.0030	0.0028	0.0520	-0.0800

[illegible]