

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**



Διπλωματική Εργασία

**ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΛΟΓΗ
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΩΝ ΧΑΡΤΟΦΥΛΑΚΙΩΝ**

Κορνάρος Αντώνιος

Χανιά 2006

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικά.....	4
1.2 Γιατί χαρτοφυλάκιο και όχι μετοχές.....	5
1.3 Σύντομη παρουσίαση μελέτης	6
1.4 Δομή	7

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Σύνθεση χαρτοφυλακίων – Βασικές έννοιες –Μέτρα κινδύνου- Τεχνικές σύνθεσης χαρτοφυλακίων

2.1 Γενικά	8
2.2 Θεωρίες διαχείρισης χαρτοφυλακίου	9
2.3 Βασικά κριτήρια αξιολόγησης χαρτοφυλακίων	10
2.3.1 Η απόδοση του χαρτοφυλακίου	10
2.3.2 Ο Κίνδυνος ενός χαρτοφυλακίου	11
2.4 Η συνάρτηση χρησιμότητας του επενδυτή	12
2.5 Η έννοια του βέλτιστου μετώπου	14
2.6 Εισαγωγή ακίνδυνου χρεογράφου και η γραμμή κεφαλαιαγοράς	15
2.7 Η επιλογή του χαρτοφυλακίου	18

2.8 Το μοντέλο του Markowitz	19
2.8.1 Σκοπός του μοντέλου.....	19
2.8.2 Η δομή του μοντέλου	20
2.9 Το μοντέλο του Sharpe	21
2.10 Value at Risk.....	23
2.10.1 Μεθοδολογίες για την Μέτρηση της VaR	25
2.10.2 Αναλυτική προσέγγιση	26
2.10.3 Ιστορική προσομοίωση.....	28
2.10.4 Προσομοίωση Monte Carlo	30
2.10.5 Bootstrapping	31
2.11 Εναλλακτικές μέθοδοι υπολογισμού του κινδύνου	32
2.11.1 Conditional Value at Risk	32
2.11.2 Expected Regret.....	33

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Πολυκριτήρια Μεθοδολογία

3.1 Γενικά	35
3.2 Εφαρμογές πολυκριτήριας ανάλυσης στη σύνθεση χαρτοφυλακίων.....	35
3.3 Η πολυκριτήρια μέθοδος PROMETHEE.....	38

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Εφαρμογή στο Χρηματιστήριο Αξιών Αθηνών

4.1 Δεδομένα	43
4.2 Διαμόρφωση αποτελεσματικών χαρτοφυλακίων.....	49
4.2.1 Ανάλυση πρώτης χρονικής περιόδου.....	49
4.2.2 Δεύτερη χρονική περίοδος.....	61
4.3 Επεξεργασία των δεδομένων μέσω της πολυκριτήριας μεθοδολογίας PROMETHEE.....	71

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5.1 Συμπεράσματα.....	80
Βιβλιογραφία.....	82

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικά

Ως επενδυτικό χαρτοφυλάκιο ορίζουμε μια παρουσία που αποτελείται από μια ή περισσότερες κατηγορίες επενδυτικών τοποθετήσεων στις κεφαλαιαγορές και στις χρηματαγορές . Μερικές από τις κυριότερες επενδυτικές κατηγορίες είναι αυτές των μετοχών , των ομολόγων , των Εντόκων Γραμματίων του Δημόσιου , της πάσης φύσης τραπεζικών καταθέσεων , των εμπορευμάτων . του συναλλάγματος κ.λ.π . Επιπλέον στις παραπάνω επενδυτικές κατηγορίες μπορούν να συμπεριλαμβάνονται παράγωγα προϊόντα και Αμοιβαία κεφάλαια .

Με το όρο σύνθεση χαρτοφυλακίου εννοούμε την προσπάθεια μεγιστοποίησης της απόδοσης του χαρτοφυλακίου με παράλληλο όσο το δυνατό περιορισμό του επενδυτικού κινδύνου . Η διαχείριση χαρτοφυλακίου αποτελεί μια δυναμική διαδικασία αγορών και ρευστοποιήσεων μέσα στο χρόνο. Ο διαχειριστής αγοράζει υποτιμημένους κατά την γνώμη του τίτλους με την προσδοκία ότι η αξία αυτών θα αυξηθεί στο μέλλον , ενώ ρευστοποιεί τίτλους όταν πιστεύει ότι τα περιθώρια αύξησης της αξίας έχουν εξαντληθεί . Ο διαχειριστής πρέπει να δομήσει ένα ευέλικτο χαρτοφυλάκιο , έτσι ώστε να μπορεί να ανταποκρίνεται στις τρέχουσες απαιτήσεις του ιδιοκτήτη του αλλά και να προσαρμόζεται στις εκάστοτε αλλαγές .

Οι παράγοντες που επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό τον τρόπο σύνθεσης και διαχείρισης χαρτοφυλακίου είναι :

- Το ύψος του κινδύνου που ο επενδύτης είναι διατεθειμένος να αναλάβει .
- Το χρονικό ορίζοντα του επενδυτή , με αποτέλεσμα σε έναν επενδυτή με βραχυπρόθεσμο ορίζοντα οι δυνατές επενδυτικές επιλογές να περιορίζονται σημαντικά .

- Τις ανάγκες του κάθε επενδυτή .
- Τις εναλλακτικές επενδυτικές δυνατότητες που έχει ο κάθε διαχειριστής . Για παράδειγμα σε ορισμένα κράτη δεν επιτρέπονται όλες οι κατηγορίες των επενδύσεων ή ορισμένες κατηγορίες επενδύσεων προϋποθέτουν ένα ελάχιστο ύψος επενδύσεων που μπορεί ο επενδυτής να μην διαθέτει .
- Τις πεποιθήσεις και τις γνώσεις κάθε διαχειριστή γύρω από τις διάφορες στρατηγικές διαχείρισης χαρτοφυλακίου και τα χαρακτηριστικά των διαφόρων μορφών επενδύσεων . Έτσι ένας διαχειριστής που έχει εξειδικευτεί στην εφαρμογή περιορισμένων στρατηγικών χαρτοφυλακίου και που γνωρίζει μόνο μια συγκεκριμένη αγορά , περιορίζει το επενδυτικό του φάσμα .

1.2 Γιατί χαρτοφυλάκιο και όχι μετοχές

Οι κυριότεροι λόγοι για τους οποίους θα πρέπει να επιλεγεί η χρήση του χαρτοφυλακίου είναι οι παρακάτω:

- α) μέσω της αποσπασματικής επιλογής κάποιων μετοχών , δεν επιτυγχάνεται πολλές φορές ικανοποιητικός επιμερισμός κινδύνου ,καθώς μεγάλο ποσοστό του χαρτοφυλακίου είναι πιθανό να έχει επενδυθεί σε ένα κλάδο ή σε περισσότερους με έντονη συνδιακύμανση ή τέλος σε μια κατηγορία μετοχών που αντιμετωπίζουν σε μεγάλο βαθμό τον ίδιο κίνδυνο (π.χ κίνδυνο από αύξηση επιτοκίων) . Έτσι στην περίπτωση αυτή έχει επιλεγεί ένα χαρτοφυλάκιο με μικρή συνδιακύμανση και μεγάλο κίνδυνο.
- β) μέσω της αποσπασματικής επιλογής κάποιων μετοχών , δεν εξετάζονται παράγοντες όπως η εμπορευσιμότητα η οποία προσδιορίζει τη δυνατότητα ρευστοποίησης της επένδυσης .
- γ) μέσω της αποσπασματικής επιλογής κάποιων μετοχών , ο επενδυτής καθίσταται επιρρεπής σε βραχυπρόθεσμης διάρκειας τοποθετήσεις χωρίς τακτική και στόχο.

δ) μέσω της αποσπασματικής επιλογής κάποιων μετοχών δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ απόδοσης και κινδύνου ,πράγμα που γίνεται μέσω της δημιουργίας χαρτοφυλακίου με επαγγελματικό τρόπο . Ενδεικτικό είναι το παράδειγμα όπου οι επενδυτές ακολουθούν διάσπαρτες προτάσεις διαφόρων μετοχών από χρηματιστηριακές εταιρίες ή επενδυτικούς συμβούλους . Στις περιπτώσεις αυτές , ο επενδυτής περιορίζεται στην κατάληξη αυτής της πρότασης και όχι στην όλη συλλογιστική της ίδιας πρότασης .

1.3 Σύντομη παρουσίαση μελέτης

Στην παρούσα μελέτη με στόχο την πολυκριτήρια ανάλυση και αξιολόγηση αποτελεσματικών χαρτοφυλακίων έγινε συλλογή δεδομένων από την 1-1-2000 έως και την 1-11-2004 με τις μετοχές οι οποίες περιέχονται στους κλάδους FTSE 20 και FTSE 40 .

Η εύρεση των αποτελεσματικών χαρτοφυλακίων θα γίνει μέσω του μοντέλου του Markowitz σύμφωνα με το οποίο ο επενδυτής προσπαθεί να μεγιστοποιήσει την προσδοκώμενη απόδοση και να ελαχιστοποιήσει την αβεβαιότητα, δηλαδή τον κίνδυνο. Τα χαρτοφυλάκια που αναπτύσσονται, αξιολογούνται σε σχέση με τα ακόλουθα τέσσερα κριτήρια:

α) Value at Risk

β) CVAR

γ)Expected Loss

δ)Δείκτης του Sharpe

Τα παραπάνω τέσσερα κριτήρια καθώς και τα κριτήρια της αναμενόμενης απόδοσης και του κινδύνου συνεξετάζονται μέσω της πολυκριτήριας μεθοδολογίας PROMETHEE ώστε να πραγματοποιηθεί μια ολοκληρωμένη αξιολόγηση των χαρτοφυλακίων.

1.4 Δομή

Η υπόλοιπη εργασία οργανώνεται ως εξής :

Στο δεύτερο κεφάλαιο πραγματοποιείται εκτεταμένη αναφορά στο χώρο της σύνθεσης χαρτοφυλακίων . Αναλύονται βασικές έννοιες όπως μέτρα κινδύνου και τεχνικές σύνθεσης χαρτοφυλακίων .

Το τρίτο κεφάλαιο αναφέρεται στην πολυκριτήρια μεθοδολογία . Μελετούνται οι εφαρμογές της πολυκριτήριας ανάλυσης στην σύνθεση χαρτοφυλακίων . Τέλος μελετάται η πολυκριτήρια μέθοδος PROMETHEE και αναλύονται τα κριτήρια που έχουμε θεσπίσει .

Στο τέταρτο κεφαλαίο πραγματοποιείται η εφαρμογή της πολυκριτήριας μεθοδολογίας σε δεδομένα του Χρηματιστήριο Άξιων Αθηνών . Παρουσιάζεται η μεθοδολογία της ανάλυσης καθώς και τα αποτελέσματα για τα συγκεκριμένα δεδομένα.

Τέλος στο πέμπτο κεφαλαίο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της παραπάνω εφαρμογής .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Σύνθεση χαρτοφυλακίων – Βασικές έννοιες – Μέτρα κινδύνου- Τεχνικές σύνθεσης χαρτοφυλακίων

2.1 Γενικά

Ένας τομέας στο πεδίο των επενδύσεων είναι η **Διαχείριση χαρτοφυλακίου** .
(**Portfolio management**). Η διαχείριση χαρτοφυλακίου περιλαμβάνει τρία στάδια.
Αυτά είναι :

- 1) Ανάλυση μετοχών (Security Analysis) . Στο στάδιο αυτό εξετάζονται από τις διαθέσιμες μετοχές αυτές οι οποίες προβλέπονται να έχουν την μεγαλύτερη απόδοση . Αυτό γίνεται με την βοήθεια της θεμελιακής ή της τεχνικής ανάλυσης .
- 2) Ανάλυση χαρτοφυλακίου (Portfolio Analysis) . Στο στάδιο αυτό υπολογίζεται η απόδοση του χαρτοφυλακίου που έχουμε συνθέσει καθώς και ο κίνδυνος που το διέπει .
- 3) Επιλογή χαρτοφυλακίου (Portfolio Selection) . Στο στάδιο αυτό από τα χαρτοφυλάκια εκείνα τα οποία σε σχέση με την απόδοση τους ελαχιστοποιούν τον κίνδυνο , επιλέγεται εκείνο που ταιριάζει στις απαιτήσεις του επενδυτή . Τα χαρακτηριστικά ενός επενδυτή εξαρτώνται από το ποσό που επιθυμεί να επενδύσει , από τον χρονικό ορίζοντα και από τον κίνδυνο που είναι διατεθειμένος να αναλάβει .

Η παραδοχή από ορισμένους αναλυτές ότι η αγορά είναι αποτελεσματική και συνεπώς οι τιμές σε αυτήν εξελίσσονται τυχαία , πρόσφατα οδήγησε να εφεύρουν μεθόδους ώστε να έχουμε μεγαλύτερη απόδοση και παράλληλα μείωση του

κινδύνου από την απρόοπτη εξέλιξη των τιμών. Παρακάτω παρουσιάζονται ορισμένες από τις πιο διαδεδομένες μεθοδολογικές προσεγγίσεις στο χώρο αυτό.

2.2 Θεωρίες διαχείρισης χαρτοφυλακίου

Από τις διάφορες θεωρίες μέσω των οποίων ο επενδυτής μπορεί να διαχειριστεί επιτυχώς ένα χαρτοφυλάκιο είναι :

- **Η θεωρία της τυχαίας διαμόρφωσης των χρηματιστηριακών τιμών (random walk theory)**, σύμφωνα με την οποία οι μέχρι τώρα υπάρχουσες πληροφορίες έχουν αποτυπωθεί πλήρως στις τρέχουσες τιμές των μετοχών . Συνεπώς η πορεία των μετοχών είναι αποτέλεσμα μελλοντικών εξελίξεων που κανείς δεν μπορεί να προβλέψει . Σύμφωνα με αυτή τη θεωρία , ο επενδυτής πρέπει να διατηρεί ένα μετοχικό χαρτοφυλάκιο που να αντιπροσωπεύει κάθε φορά την αγορά , καθώς και να δημιουργεί το συνολικό χαρτοφυλάκιο με βάση την επενδυτική φιλοσοφία του πελάτη-επενδυτή .

- **Η θεμελιώδης ανάλυση** προσπαθεί να βρει την πραγματική τιμή μιας μετοχής με βάση το παρόν και το προβλεπόμενο μέλλον των στοιχείων της εταιρίας , του κλάδου , και της οικονομίας γενικότερα . Επόμενο βήμα είναι η επιλογή των μετοχών των οποίων η τρέχουσα τιμή είναι χαμηλότερη της πραγματικής . Η θεμελιώδης ανάλυση αναζητά αποδόσεις ανώτερες από αυτές της αγοράς στο μεσομακροπρόθεσμο διάστημα .

- **Η τεχνική ανάλυση** θεωρεί ότι μόνο με βάση την ιστορική πορεία των τιμών μιας μετοχής και με την βοήθεια των κατάλληλων δεικτών ανάλυσης , ο επενδυτής είναι σε θέση να έχει μια ικανοποιητική εκτίμηση της μελλοντικής πορείας της μετοχής .

Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονίσουμε ότι υπάρχει μια άλλη σειρά στρατηγικών διαχείρισης μετοχικών χαρτοφυλακίων , μέσω των οποίων οι χρηστές τους πιστεύουν ότι να επιτύχουν καλύτερες σχέσεις κίνδυνου – απόδοσης σε σχέση με την αγορά. Μερικές από αυτές είναι η ανάλυση γεγονότος (event analysis) , η ανάλυση

μετοχικών στυλ (style analysis) τα μοντέλα εκπλήξεων των κερδών (earning surprise models), η εκμετάλλευση των δυνατοτήτων arbitrage , ο συνδυασμός χρηματοοικονομικής μόχλευσης με παράγωγα προϊόντα κ.α .

2.3 Βασικά κριτήρια αξιολόγησης χαρτοφυλακίων

Με τη θεωρία χαρτοφυλακίου, το πρόβλημα που τίθεται κατά τη διαδικασία αξιολόγησης και επιλογής χρεογράφων, αφορά την επίτευξη ενός συνδυασμού μετοχών ή γενικά χρεογράφων, που ως σύνολο έχουν ένα άριστο συνδυασμό **προσδοκώμενης απόδοσης και κινδύνου**, υπό την προϋπόθεση ότι μεγιστοποιείται η χρησιμότητα του επενδυτή. Η κατανόηση και η αποσαφήνιση των δυο αυτών εννοιών είναι ιδιαίτερα σημαντική. Παρακάτω παρουσιάζεται αναλυτικά η έννοια των δυο αυτών κριτηρίων .

2.3.1 Η απόδοση του χαρτοφυλακίου

Ως απόδοση ορίζεται η ποσοστιαία μεταβολή της αξίας της επένδυσης κατά τη διάρκεια ενός χρονικού διαστήματος . Για παράδειγμα αν μια μετοχή αγοράστηκε 10 Ευρω και η τρέχουσα τιμή της είναι 12 Ευρω, η απόδοση της είναι :

$$(12-10)/10 = 20\% .$$

Γενικά αν θεωρήσουμε ότι η αξία ενός χρεογράφου είναι P_t την χρονική στιγμή t και η αξία την χρονική στιγμή $t+t'$ είναι $P_{t+t'}$, η απόδοση του χρεογράφου κατά τη χρονική περίοδο $\Delta t = t - t'$ υπολογίζεται ως εξής :

$$r_{\Delta t} = \frac{P_{t+t'} - P_t}{P_t} \quad (2.1)$$

Προκειμένου να εξαχθούν αξιόπιστες εκτιμήσεις για την απόδοση ενός χαρτοφυλακίου απαιτείται αξιολόγηση των ιστορικών στοιχείων σε βάθος χρόνου .

Έτσι ο υπολογισμός της αναμενόμενης απόδοσης όταν υπάρχει ένα δείγμα k ιστορικών περιόδων είναι :

$$E(r) = \frac{\sum_{i=1}^k r_i}{k} \quad (2.2)$$

Η σχέση (2.1) είναι γνωστή ως αριθμητική απόδοση ενώ η σχέση (2.2) ως μέση αριθμητική απόδοση. Τα δυο αυτά μέτρα αποτελούν το συνηθέστερο τρόπο για τον προσδιορισμό της απόδοσης μιας επένδυσης. Η αριθμητική απόδοση υποθέτει ότι τα αποτελέσματα της επένδυσης που επιτυγχάνονται κάθε περίοδο ρευστοποιούνται και το επενδεδυμένο ποσό παραμένει σταθερό.

2.3.2 Ο Κίνδυνος ενός χαρτοφυλακίου

Ο κίνδυνος ενός χαρτοφυλακίου προσδιορίζεται με την τυπική απόκλιση σ_p της απόδοσης. Μαθηματικά αναπαριστάται από την παρακάτω σχέση :

$$\sigma_p = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \rho_{ij} \sigma_i \sigma_j$$

όπου :

- ρ_{ij} : ο συντελεστής συσχέτισης των δυο χρεογράφων i, j
- σ_i, σ_j : οι τυπικές αποκλίσεις των δυο χρεογράφων i, j
- w_i, w_j : τα ποσοστά συμμετοχής των δυο χρεογράφων i, j

Στη συνέχεια θα αναλύσουμε τους παράγοντες που καθορίζουν τη διακύμανση της απόδοσης ενός χαρτοφυλακίου μετοχών.

α) Οι διακυμάνσεις της απόδοσης των επιμέρους μετοχών. Όσο μεγαλύτερες είναι αυτές τόσο πιο ριψοκίνδυνο καθίσταται το χαρτοφυλάκιο.

β) Οι συντελεστές συσχέτισης μεταξύ των αποδόσεων διαφορετικών μετοχών. Ο συντελεστής συσχέτισης των αποδόσεων δυο μετοχών A και B, εκφράζει το αν οι αποδόσεις δυο μετοχών κινούνται παράλληλα (αν $\rho_{AB} > 0$) ή όχι (αν $\rho_{AB} < 0$). Οι τιμές που μπορεί να λάβει ο συντελεστής κυμαίνονται μεταξύ -1 και 1. Όσο πιο μικρός είναι ο συντελεστής ρ_{AB} , τόσο πιο σταθερή είναι η απόδοση του χαρτοφυλακίου.

γ) Ο αριθμός N των μετοχών στο χαρτοφυλάκιο. Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός μετοχών που συμμετέχει στο χαρτοφυλάκιο, τόσο μειώνεται ο κίνδυνος του, μέχρι ενός βαθμού, πέραν του οποίου είναι αδύνατη η περαιτέρω μείωση, ώστε να εξαλειφθεί ο κίνδυνος της αγοράς

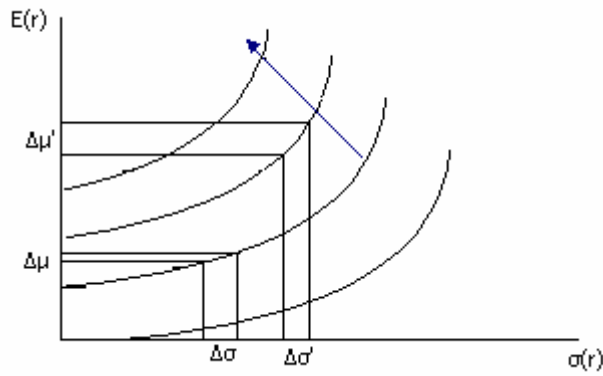
δ) Τα ποσοστά συμμετοχής των μετοχών στο χαρτοφυλάκιο. Οι διαφορετικές συνθέσεις του χαρτοφυλακίου, προκαλούν διαφορετικά αποτελέσματα, τα οποία σε τελευταία ανάλυση καθορίζουν και την αναμενόμενη απόδοση του χαρτοφυλακίου.

2.4 Η συνάρτηση χρησιμότητας του επενδυτή

Η συνάρτηση χρησιμότητας U του επενδυτή υπό την υπόθεση ότι η απόδοση r της μετοχής είναι μια μεταβλητή που ακολουθεί την κανονική κατανομή αποδεικνύεται ότι η U είναι τετραγωνική συνάρτηση της απόδοσης r της μορφής

$$U = A + B^2 - Cr^2$$

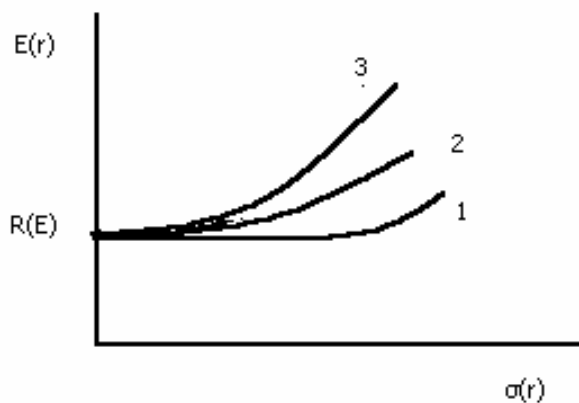
Με τη χρήση ενός μετασχηματισμού μεταφερόμαστε στο Καρτεσιανό επίπεδο και σχηματίζουμε τις καμπύλες αδιαφορίας που αντιστοιχούν σε διάφορες αναμενόμενες αποδόσεις $E(r)$. Οι καμπύλες αδιαφορίας παρουσιάζονται στο σχήμα 2.1.



Σχήμα 2.1 Καμπύλες αδιαφορίας διάφορων αποδόσεων

Από το σχήμα 2.1 παρατηρούμε ότι σχηματίζεται μια οικογένεια καμπυλών. Όσο μεγαλώνει ο κίνδυνος ενός χαρτοφυλακίου, τόσο ο επενδυτής ζητά να έχει μεγαλύτερη απόδοση ($\mu' > \mu$). Επίσης σε δυο διαφορετικά επίπεδα κινδύνου ζητά μεγαλύτερη απόδοση ($\Delta\mu' > \Delta\mu$) για την ίδια μεταβολή κινδύνου ($\Delta\sigma$), αφού έχει αναλάβει μεγαλύτερο κίνδυνο. Η χρησιμότητα αυξάνεται κατά τη φορά που δείχνει το βέλος. Η κάθε καμπύλη αποτελεί τόπο ισοχρησιμότητας.

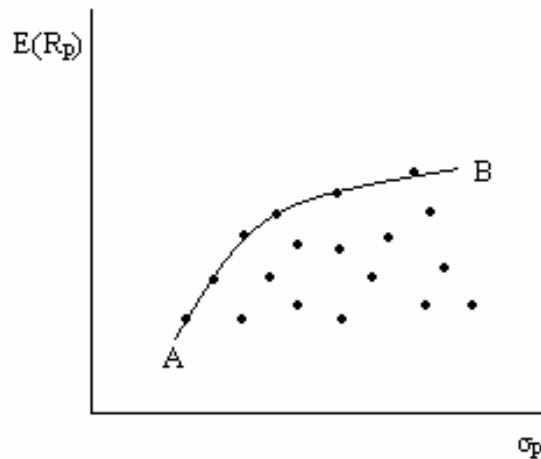
Η μορφή κάθε καμπύλης εξαρτάται από το βαθμό άρνησης του επενδυτή, που έχει για τον αναλαμβανόμενο κίνδυνο. Έτσι σύμφωνα με το σχήμα 2.2 για τρεις διαφορετικούς επενδυτές με αυξανόμενη άρνηση στο κίνδυνο R_E , έχουν τρεις διαφορετικές καμπύλες αδιαφορίας.



Σχήμα 2.2 Καμπύλες αδιαφορίας για τρεις διαφορετικούς επενδυτές

2.5 Η έννοια του βέλτιστου μετώπου

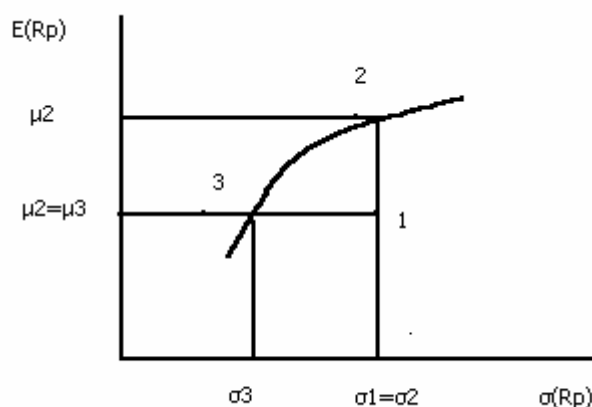
Στο αμέσως επόμενο σχήμα που παρουσιάζεται στην επόμενη σελίδα αναπαριστούνται στο καρτεσιανό επίπεδο διάφορα χαρτοφυλάκια με συντεταγμένες $(\sigma(R_p), E(R_p))$.



Σχήμα 2.3 Αναπαράσταση χαρτοφυλακίων στο καρτεσιανό επίπεδο

Είναι φανερό ότι ορισμένα χαρτοφυλάκια υπερτερούν έναντι των άλλων για δυο λόγους. Αυτοί είναι :

- Παρουσιάζουν για δεδομένο επίπεδο κινδύνου, μεγαλύτερη απόδοση
- Σε δεδομένο επίπεδο απόδοσης παρουσιάζουν μικρότερο κίνδυνο.



Σχήμα 2.4 Αναπαράσταση τριών χαρτοφυλακίων στο καρτεσιανό επίπεδο

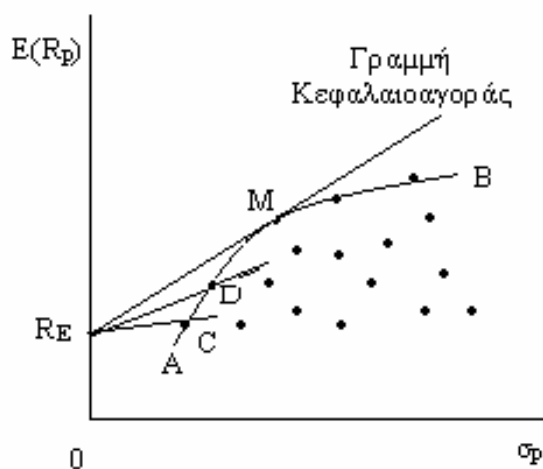
Θεωρώντας έναν λογικό επενδυτή ο οποίος επιθυμεί να τοποθετηθεί στο επίπεδο κίνδυνου σ_1 , θα προτιμήσει το χαρτοφυλάκιο 2 από το 1 επειδή παρουσιάζει μεγαλύτερη απόδοση.

Με βάση την αρχή της άρνησης προς τον κίνδυνο που έχει κάθε επενδυτής, αλλά και την αρχή λογικότητας, ένας επενδυτής που επιθυμεί να αποκομίσει μια απόδοση μ_3 , θα προτιμήσει το χαρτοφυλάκιο 3 από το 1, αφού το τρία παρουσιάζει μικρότερο κίνδυνο από το 1.

Με βάση τα παραπάνω απομονώνουμε τα πιο αποδοτικά χαρτοφυλάκια σε ένα μέτωπο που παριστάνει η καμπύλη AB στο σχήμα 2.3. Τα υπόλοιπα χαρτοφυλάκια απορρίπτονται είτε γιατί για ορισμένο επίπεδο αποδοτικότητας έχουν μεγαλύτερο κίνδυνο, είτε γιατί για δεδομένο κίνδυνο παρουσιάζουν χαμηλότερη αποδοτικότητα.

2.6 Εισαγωγή ακίνδυνου χρεογράφου και η γραμμή κεφαλαιαγοράς

Ως ακίνδυνο χρεόγραφο μπορεί να θεωρηθεί ένα χρεόγραφο η απόδοση του οποίου δεν εμπεριέχει καμία αβεβαιότητα. Συνήθως ως ακίνδυνο θεωρείται ένα έντοκο γραμμάτιο του δημόσιου. Έτσι ο επενδυτής μπορεί να επενδύσει στο ακίνδυνο χρεόγραφο και να απολάβει μια βέβαιη απόδοση R_E ή να δανειστεί με επιτόκιο R_E .



Σχήμα 2.5 Παρουσίαση γραμμής κεφαλαιαγοράς

Στο σχήμα 2.5 παρουσιάζεται το αποτελεσματικό μέτωπο και το σημείο R_E που αντιπροσωπεύει ένα στοιχείο χωρίς κίνδυνο .

Η παρουσία του R_E δίνει στον επενδυτή τη δυνατότητα της επιλογής συνδυασμών στη τοποθέτηση του κεφαλαίου του, μεταξύ του στοιχείου χωρίς κίνδυνο R_E και κάποιου χαρτοφυλακίου που βρίσκεται πάνω στη καμπύλη AB . Οι συνδυασμοί αυτοί βρίσκονται κατά μήκος της γραμμής που συνδέει το R_E με ένα χαρτοφυλάκιο της AB . Τέτοιες γραμμές είναι R_EC , R_ED , R_EM .

Εξετάζοντας τις τρεις γραμμές, διαπιστώνουμε ότι η R_ED υπερτερεί της R_EC , γιατί κάθε στοιχείο της υπερτερεί σε απόδοση για το ίδιο επίπεδο κινδύνου. Το ίδιο συμβαίνει μεταξύ των στοιχείων της R_EM και της R_ED . Στο σημείο M η ευθεία R_EM εφάπτεται της AB .

Εξάλλου τα χαρτοφυλάκια που βρίσκονται πάνω σε αυτή υπερτερούν από άποψη απόδοσης και κινδύνου από τα χαρτοφυλάκια που βρίσκονται στο μέτωπο AB . Η γραμμή R_EM ονομάζεται **γραμμή κεφαλαιαγοράς** .

Σε περίπτωση που ο επενδυτής τοποθετούσε όλο το κεφάλαιο του στο στοιχείο χωρίς κίνδυνο, τότε το χαρτοφυλάκιο του θα αντιπροσωπευόταν από το R_E . Εάν το τοποθετούσε στο σύνολο των στοιχείων της αγοράς που παρουσιάζουν κίνδυνο με την ταυτόχρονη παρουσία του στοιχείου R_E το χαρτοφυλάκιο θα αντιπροσωπευόταν από το M .

Έτσι ενδιάμεσα σημεία της R_EM αντιπροσωπεύουν τα ποσοστά του συνολικού κεφαλαίου που έχει τοποθετηθεί στο R_E και στα στοιχεία του χαρτοφυλακίου M .

Το χαρτοφυλάκιο M είναι εκείνο το οποίο όλοι οι επενδυτές επιθυμούν να τοποθετήσουν όλο ή μέρος του κεφαλαίου τους , αφού περιλαμβάνει όλα τα εισηγμένα χρεόγραφα . Είναι λοιπόν το χαρτοφυλάκιο της αγοράς και είναι το καλύτερα διαφοροποιημένο χαρτοφυλάκιο που μπορεί να σχηματιστεί .

Έστω ότι X_i είναι το ποσοστό συμμετοχής του χρεογράφου i . Το ποσοστό αυτό προσδιορίζεται από τη μαθηματική σχέση :

$$X_i = \frac{P_i Q_i}{\sum_{i=1}^n P_i Q_i}$$

Όπου:

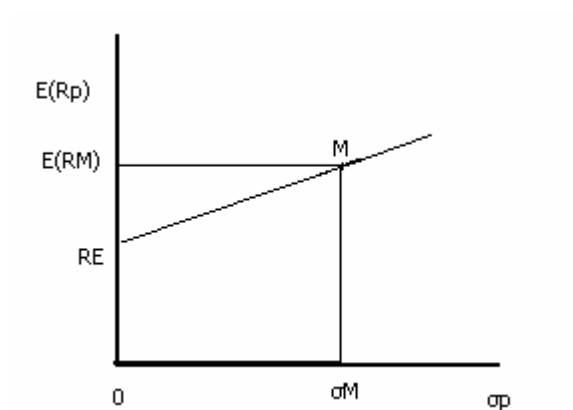
P_i : η τιμή της μετοχής

Q_i : το πλήθος των μετοχών κάθε μετοχής i

n : ο αριθμός των μετοχών του χαρτοφυλακίου M

Η απόδοση του χαρτοφυλακίου της αγοράς συμβολίζεται με R_M . Άρα :

$$R_M = \sum_{i=1}^n X_i R_i$$



Σχήμα 2.6 Εξίσωση γραμμής κεφαλαιαγοράς

Το σημείο M έχει συντεταγμένες $(E(R_M), \sigma_M)$

Συνεπώς η εξίσωση της γραμμής της κεφαλαιαγοράς δίνεται από την σχέση :

$$E(R_M) = R_E + \lambda \sigma_M$$

Όπου :

$$\lambda = (E(R_M) - R_E) / \sigma_M$$

η κλίση της γραμμής της κεφαλαιαγοράς

Η κλίση λ της κεφαλαιαγοράς αντιπροσωπεύει την ελαστικότητα της απόδοσης δηλαδή την επιπρόσθετη απόδοση του χαρτοφυλακίου M της αγοράς, στο οποίο συμμετέχει και το χρεόγραφο χωρίς κίνδυνο, σε μια μεταβολή του κινδύνου κατά μια μονάδα .

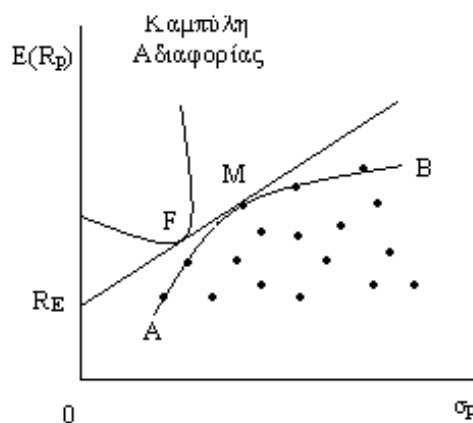
Σε περίπτωση όπου αντί του χαρτοφυλακίου της αγοράς M , θεωρήσουμε ένα αποτελεσματικό χαρτοφυλάκιο του βέλτιστου μετώπου, η γραμμή της κεφαλαιαγοράς δείχνει τον τρόπο με τον οποίο συνδέεται η προσδοκώμενη απόδοση με τον κίνδυνο .

$$E(R_p) = R_E + \lambda \sigma_p$$

2.7 Η επιλογή του χαρτοφυλακίου

Η επιλογή του χαρτοφυλακίου ανάμεσα σε όσα υπάρχουν στη **γραμμή κεφαλαιαγοράς**, των οποίων το πλήθος προκύπτει από διαφορετικούς συνδυασμούς ποσοστών που μπορούν να πραγματοποιηθούν μεταξύ του χρεογράφου R_E και των στοιχείων του M , προσδιορίζεται από την καμπύλη χρησιμότητας του επενδυτή .

Το χαρτοφυλάκιο με την μέγιστη χρησιμότητα για τον επενδυτή καθορίζεται από το σημείο, όπου η καμπύλη αδιαφορίας εφάπτεται της γραμμής της κεφαλαιαγοράς .



Σχήμα 2.7 Παρουσίαση χαρτοφυλακίου μέγιστης χρησιμότητας στο Καρτεσιανό επίπεδο

Οι προτιμήσεις του επενδυτή δεν υπεισέρχονται στη διαδικασία που καθορίζει το Μ ως άριστο χαρτοφυλάκιο, επειδή προσδιορίστηκε από τις συνθήκες της κεφαλαιαγοράς και την ύπαρξη του χρεογράφου χωρίς κίνδυνο.

Άρα κατά τη διαδικασία αυτή η επιλογή ενός χαρτοφυλακίου περιλαμβάνει δυο στάδια τα οποία είναι :

1^ο : Εντοπίζεται με τα δεδομένα της αγοράς το άριστο χαρτοφυλάκιο αποτελούμενο από όλα τα χαρτοφυλάκια που παρουσιάζουν κίνδυνο .

2^ο Προσδιορίζεται σύμφωνα με τις προτιμήσεις του επενδυτή, ο πιο επιθυμητός συνδυασμός ανάμεσα στο χαρτοφυλάκιο αυτό και το ελεύθερο από κίνδυνο χαρτοφυλάκιο.

Παρατηρούμε ότι κυρίαρχο ρόλο παίζει η υποκειμενικότητα του επενδυτή οποία εκδηλώνεται στο δεύτερο στάδιο . Ανάλογα με τη συνάρτηση χρησιμότητας του ο επενδυτής αποφασίζει για την απόδοση και τον κίνδυνο του χαρτοφυλακίου .

2.8 Το μοντέλο του Markowitz (1952)

2.8.1 Σκοπός του μοντέλου

Το μοντέλο του Markowitz, παρά τις αδυναμίες του, αποτέλεσε τη βάση για τη λεγόμενη “σύγχρονη θεωρία χαρτοφυλακίου” . Τα βασικά μέρη του μοντέλου είναι :

- Η επιλογή ενός “άριστου” χαρτοφυλακίου που αποτελείται από μετοχές ή από άλλες επενδύσεις που εμπεριέχουν κίνδυνο, το οποίο να προσφέρει στον επενδυτή την καλύτερη σχέση κινδύνου-απόδοσης .

- Ο συνδυασμός του χαρτοφυλακίου που εμπεριέχει κίνδυνο με ένα χαρτοφυλάκιο μηδενικού κινδύνου, έτσι ώστε να βελτιωθεί περαιτέρω η σχέση κινδύνου απόδοσης του χαρτοφυλακίου που θα προκύψει από το συνδυασμό των δυο παραπάνω χαρτοφυλακίων .Αυτή τη φορά τα προτεινόμενα από το μοντέλο χαρτοφυλάκια (που προκύπτουν από τη μεταβολή του ποσοστού συμμετοχής του χαρτοφυλακίου χωρίς κίνδυνο, στο συνολικό χαρτοφυλάκιο) είναι πολύ περισσότερα του ενός ,καθώς κάθε

ένα από αυτά παρουσιάζει μια διαφορετική σχέση κινδύνου και προσδοκώμενης απόδοσης.

- Η επιλογή ενός χαρτοφυλακίου από τα προτεινόμενα.

2.8.2 Η δομή του μοντέλου

Το μοντέλο του Markowitz περιγράφει τον τρόπο υπολογισμού ενός χαρτοφυλακίου με την μεγαλύτερη απόδοση για δεδομένο επίπεδο κινδύνου ή με τον χαμηλότερο κίνδυνο για ένα επίπεδο απόδοσης. Η μαθηματική ανάλυση του μοντέλου περιγράφεται παρακάτω :

Min $\sigma^2(R_p)$

Υπό :

$$E(R_p) = \sum (X_i * E(R_i))$$

$$\sum X_i = 1$$

Όπου :

$\sigma^2(R_p) = \sum_i \sum_j x_i x_j \sigma_{ij}$, η διασπορά της απόδοσης του χαρτοφυλακίου

X_i : Το ποσοστό συμμετοχής του χρεογράφου i στο χαρτοφυλάκιο

$E(R_i)$: Η προσδοκώμενη απόδοση του χρεογράφου i

$E(R_p)$: Η επιθυμητή απόδοση του χαρτοφυλακίου

σ_{ij} : Η συνδυακόμενη απόδοση των χρεογράφων i και j

Οι υποθέσεις πάνω στις οποίες βασίζεται το μοντέλο του Markowitz ήταν η αιτία να ασκηθούν έντονες κριτικές για την αποτελεσματικότητα του μοντέλου. Παρακάτω παρουσιάζονται ορισμένες υποθέσεις οι οποίες έχουν σχέση με τα χρεογραφα και τη συμπεριφορά των επενδυτών.

A) Υποθέσεις σχετικά με τα χρεόγραφα

- 1) Κάθε επένδυση είναι μια απόφαση που λαμβάνεται κάτω από συνθήκες κινδύνου. Η απόδοση ενός χρεογράφου για κάθε μελλοντική περίοδο, είναι μια τυχαία μεταβλητή που ακολουθεί την κανονική κατανομή.
- 2) Οι αποδόσεις των διαφόρων μετοχών δεν μεταβάλλονται ανεξάρτητα η μια από την άλλη, αλλά συσχετίζονται, δηλαδή έχουν μη μηδενική συνδιακύμανση. Δηλαδή :

$$\text{Cov}(R_i, R_j) = \rho_{ij} \sigma(R_i) \sigma(R_j) \neq 0$$

όπου ρ_{ij} ο συντελεστής συσχέτισης της απόδοσης των χρεογράφων i και j .

B) Υποθέσεις σχετικά με τη συμπεριφορά του επενδυτή

- 1) Η συμπεριφορά όλων των επενδυτών χαρακτηρίζεται από ένα βαθμό έκδηλης αποστροφής απέναντι στο κίνδυνο . Ο κίνδυνος αυτός προσδιορίζεται από την τυπική απόκλιση των αποδόσεων.
- 2) Οι επενδυτές είναι ορθολογικοί αν και η συνάρτηση προτίμησής τους είναι υποκειμενική, πραγματοποιούν όμως προσφεύγοντας σε αυτήν επιλογές οι οποίες είναι πρόσκαιρες .
- 3) Όλοι οι επενδυτές έχουν τον ίδιο ορίζοντα απόφασης ο οποίος περιλαμβάνει μια μόνο περίοδο .

2.9 Το μοντέλο του Sharpe (1963)

Το μοντέλο του Markowitz, ανέδνε σειρά υπολογιστικών προβλημάτων, όταν χρησιμοποιούνταν για μεγάλο αριθμό χρεογράφων . Έτσι η απαραίτητη γνώση της μήτρας των διακυμάνσεων και συνδιακυμάνσεων, που στην περίπτωση 100 χρεογράφων είναι ένας πίνακας διαστάσεων 100x100 στοιχείων, επέβαλε στον αναλυτή να υπολογίσει επιπλέον και την αναμενόμενη απόδοση αυτών .

Στην προσπάθεια να μειωθεί ο υπολογιστικός φόρτος του μοντέλου ο William Sharpe το 1963 πρότεινε μια λύση, η οποία βασίζεται στην υπόθεση ότι οι αποδόσεις

των διάφορων χρεογράφων είναι αποκλειστικά συνδεδεμένες βάσει κοινής σχέσης με ένα οικονομικό παράγοντα .Ο παράγοντας αυτός μπορεί να είναι ένας οποιοσδήποτε οικονομικός δείκτης .

Συνεπώς η απόδοση κάθε χρεογράφου στο εξής θα θεωρείται ότι προσδιορίζεται αποκλειστικά από τον εξωγενή αυτό παράγοντα, ενώ οποιαδήποτε άλλος παράγοντας ο οποίος δημιουργεί μεταβολές στην απόδοση θεωρείται τυχαίος . Ο Sharpe κατάφερε να μοντελοποιήσει την παραπάνω εμπειρική υπόθεση με τη βοήθεια της γραμμικής παλινδρόμησης .

$$R_i = a_i + b_i R_M + \varepsilon_i$$

Όπου :

R_i : η απόδοση του χρεογράφου i

R_M : η απόδοση του χαρτοφυλακίου της αγοράς

a_i, b_i : αμερόληπτοι γραμμικοί εκτιμητές παραμέτρων του χρεογράφου i

ε_i : μια τυχαία μεταβλητή η οποία χαρακτηρίζεται από

$$E(\varepsilon_i) = 0 \text{ (αναμενόμενη μέση τιμή μηδέν)}$$

$$\sigma^2(\varepsilon_i) = p \text{ (σταθερή διακύμανση)}$$

$$\sigma(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0 \text{ (κατάλοιπα ασυσχέτιστα)}$$

$$\sigma(\varepsilon_{i,t}, \varepsilon_{i,t+k}) = 0 \text{ για κάθε } k .$$

Η σχέση η οποία συνδέει την απόδοση της μετοχής με την απόδοση της αγοράς , αποτελεί το **Μοντέλο της Αγοράς (Index Model)** . Η εξίσωση $R_i = a_i + b_i R_M + \varepsilon_i$ είναι γνωστή ως χαρακτηριστική γραμμή του χρεογράφου i και προσδιορίζει την αντιστοιχία που υπάρχει μεταξύ της απόδοσης του χρεογράφου αυτού και της απόδοσης του χαρτοφυλακίου M της αγοράς .

Για την επίτευξη της εκτίμησης της σχέσης εξάρτησης μεταξύ απόδοσης του χρεογράφου i και της απόδοσης του χαρτοφυλακίου της Αγοράς R_M , πρέπει η R_M να ικανοποιεί τις παρακάτω υποθέσεις .

1) Να έχει υπολογιστεί με βάση όλα τα εισηγμένα χρεόγραφα του Χρηματιστηρίου

2) Να είναι δείκτης απόδοσης και όχι δείκτης τιμών

3) Να είναι σταθμικός δείκτης

Πρακτικά ο δείκτης του Sharpe προκύπτει από το αποτέλεσμα της διαίρεσης της απόδοσης ενός χαρτοφυλακίου με τον κίνδυνο που το διέπει. Εάν το μοναδικό κριτήριο επιλογής για κάποιον επενδύτη είναι ο δείκτης του Sharpe, τότε το πιο ελκυστικό θα ήταν αυτό που θα εμφάνιζε την μεγαλύτερη τιμή.

2.10 Value at Risk

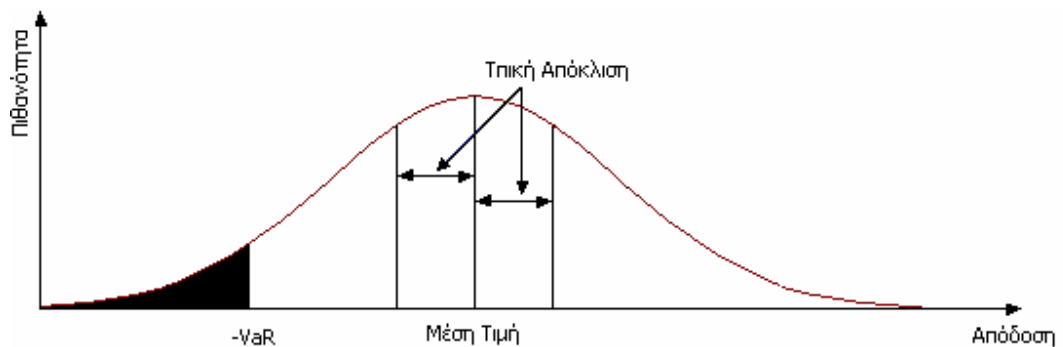
Ο κίνδυνος αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες που εξετάζονται από μια επιχείρηση . Τόσο ο κίνδυνος όσο και η απόδοση αποτελούν τη βάση κάθε συναλλαγής . Για την αντιμετώπιση του κινδύνου εξαιτίας της οικονομικής μεταβλητότητας της αγοράς οι τράπεζες καθώς και άλλα ιδρύματα ανέπτυξαν ορισμένα εργαλεία για την αντιμετώπιση του κινδύνου . Αυτά που χρησιμοποιήθηκαν ήταν τα παράγωγα . Στόχος των παραγώγων ήταν η μεταφορά του κινδύνου από αυτούς που δεν τον επιθυμούν σε αυτούς που τον επιθυμούν . Η ραγδαία ανάπτυξη των παραγώγων είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία νέων κινδύνων. Οι κίνδυνοι αυτοί αυξάνονται στη περίπτωση που τα χρηματοοικονομικά παράγωγα δεν κατανοηθούν και δεν χειριστούν ορθά . Η ύπαρξη επικίνδυνων παραγώγων έγινε θέμα συζήτησης στις Ηνωμένες Πολιτείες όταν αναφέρθηκαν τεράστιες οικονομικές απώλειες από ιδιώτες και επιχειρήσεις από μια ξαφνική αύξηση στα επιτόκια . Έκτοτε άρχισε η προσπάθεια εύρεσης άλλων τεχνικών που θα βοηθούσαν στην αντιμετώπιση του κινδύνου . Μια από αυτές είναι η **Value at Risk** την οποία αναλύουμε στη συνέχεια .

Η έννοια του όρου “Αξία σε κίνδυνο” γνωστό ως Value at Risk αναπτύχθηκε αρχικώς λόγω των απαιτήσεων που έθεσαν και των αυστηρών κανονισμών που θέσπισαν οι κεντρικές νομισματικές αρχές των χωρών στους χρηματοοικονομικούς οργανισμούς. Η VaR αναπτύχθηκε προκειμένου να ελεγχθεί η έκθεση των διαφόρων οργανισμών σε κινδύνους από τα ιδιαίτερα σύνθετα χαρτοφυλάκια .Τελικώς υιοθετήθηκε επισήμως ως μεθοδολογία το 1995 από την επιτροπή της Βασιλείας , η οποία είχε ως αρμοδιότητα την εποπτεία της εκκαθάρισης των συναλλαγών μεταξύ των τραπεζών σε ένα παγκόσμιο επίπεδο, προκειμένου να προσδιοριστεί το κεφάλαιο το οποίο απαιτείται για να καλυφθούν οι θέσεις των χρηματοοικονομικών οργανισμών σε παράγωγα προϊόντα. Έκτοτε η πλειοψηφία των χρηματοοικονομικών οργανισμών και ιδρυμάτων υιοθέτησε την μεθοδολογία VaR ως το βασικό εργαλείο μέτρησης του κινδύνου . Σε αυτό το σημείο πρέπει να επισημάνουμε ότι η μέθοδος

VaR είχε αναπτυχθεί νωρίτερα από το 1995 . Πολλά ήταν τα ιδρύματα, των οποίων ο κίνδυνος του χαρτοφυλακίου τους ήταν μεγαλύτερος και πιο σύνθετος, που είχαν αναπτύξει τη συγκεκριμένη μεθοδολογία για την μέτρηση του κινδύνου .

Γενικά η μέθοδος VaR σχετίζει τις αναμενόμενες απώλειες με ένα επίπεδο βεβαιότητας. Αναλυτικότερα η VaR προσδιορίζει τη μέγιστη ζημία που μπορεί να έχει ο επενδυτής σε δεδομένο χρονικό διάστημα και σε ένα καθορισμένο βαθμό βεβαιότητας (βαθμός εμπιστοσύνης) . Η VaR απαντά με άμεσο τρόπο στο πρόβλημα της εκτίμησης του επενδυτικού κινδύνου , βοηθώντας τον αναλυτή να προσδιορίσει τη μέγιστη αναμενόμενη ζημία που μπορεί να υποστεί σε εάν χρονικό διάστημα με κάποιο βαθμό εμπιστοσύνης το οποίο συνήθως ορίζεται στα επίπεδα του 95% ή 99% . Για παράδειγμα εάν η VaR μιας επένδυσης είναι 1000 Ευρώ για χρονικό διάστημα μιας ημέρας με επίπεδο εμπιστοσύνης 99% αυτό πρακτικά σημαίνει ότι υπάρχει 1% πιθανότητα η ημερήσια ζημία από την επένδυση να ξεπεράσει το ποσό των 1000 Ευρώ .

Το κλειδί για τον υπολογισμό της VaR σε ένα χαρτοφυλάκιο είναι ο υπολογισμός της πιθανότητας των κερδών και των απωλειών σε μια συγκεκριμένη περίοδο . Για καλύτερη κατανόηση όλων των παραπάνω παρουσιάζεται μια υποθετική κατανομή της απόδοσης μιας επένδυσης .



Σχήμα 2.8 Υποθετική κατανομή της απόδοσης μιας επένδυσης

Το γραμμοσχιασμένο κομμάτι του παραπάνω σχήματος μας δείχνει την πιθανότητα η ζημία να ξεπεράσει την τιμή της VaR για ένα επίπεδο εμπιστοσύνης που έχουμε θεσπίσει(συνήθως επιλέγεται επίπεδο εμπιστοσύνης 95% ή 99%). Το υπόλοιπο τμήμα που βρίσκεται κάτω από την καμπύλη δείχνει την πιθανότητα η ζημία να είναι μικρότερη από την τιμή της VaR.

Η VaR υπολογίζεται βασιζόμενη σε δυο βασικές παραμέτρους που αναφέρονται στην έννοια του χρηματοοικονομικού κινδύνου .

- στην ευαισθησία ενός χαρτοφυλακίου στις μεταβολές των παραμέτρων που το επηρεάζουν, γεγονός που αντανακλά στο πόσο καλά το χαρτοφυλάκιο καλύπτει τον χρηματοοικονομικό κίνδυνο (όσο καλύτερα καλύπτεται ο χρηματοοικονομικός κίνδυνος , τόσο λιγότερο <<ευαίσθητο>> εμφανίζεται το χαρτοφυλάκιο στις μεταβολές των επιμέρους παραμέτρων).

- στη διακύμανση των παραμέτρων που επηρεάζουν τα συστατικά ενός χαρτοφυλακίου, αντανακλώντας την πιθανότητα να συμβούν μεταβολές

Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονίσουμε ότι σε περίπτωση που η κατανομή της πιθανότητας δεν είναι κανονική τότε τα επίπεδα εμπιστοσύνης δεν έχουν κλιμακωτή σχέση και έτσι μπορεί να οδηγηθούμε σε λανθασμένα συμπεράσματα . Για να ξεπεράσουμε τέτοιου είδους προβλήματα μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε εναλλακτικά μέτρα κινδύνου . Από τα πιο διαδεδομένα είναι η Conditional Value at Risk η οποία είναι γνωστή και ως Mean Excess Loss και Mean Shortfall την οποία θα αναλύσουμε σε παρακάτω ενότητα .

2.10.1 Μεθοδολογίες για την Μέτρηση της VaR

Τέσσερις είναι οι βασικές μεθοδολογίες με την βοήθεια των οποίων μπορούμε να υπολογίσουμε την VaR :

- α) Η αναλυτική προσέγγιση
- β) Η ιστορική προσομοίωση
- γ) Το Bootstrapping
- δ) Η Προσομοίωση Monte Carlo

Κάθε μια από τις παραπάνω έχει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα .Οι μεθοδολογίες αυτές δεν πρέπει να αντιμετωπιστούν ανταγωνιστικά αλλά ως εναλλακτικές οι οποίες είναι κατάλληλες σε διαφορετικές περιστάσεις .

Το γεγονός ότι δεν υπάρχουν σύνθετες μεθοδολογίες οδηγούν σε ένα πρόβλημα του οποίου η λύση δεν έχει βρεθεί ακόμα . Εάν δεν θεσπιστούν ορισμένα στάνταρ μέτρα κινδύνου τότε δεν είναι εφικτό να επιτευχθεί η σύγκριση μεταξύ των επιχειρήσεων . Δυο επιχειρήσεις με το ίδιο χαρτοφυλάκιο και ίδιες αποδόσεις μπορεί να παρουσιάσουν τελείως διαφορετικά αποτελέσματα όσο αφορά την αξιολόγηση του κινδύνου εάν χρησιμοποιήσουν διαφορετική μεθοδολογία . Αυτό που πρέπει να επισημάνουμε είναι ότι και οι τέσσερις μεθοδολογίες έχουν την ίδια βασική προϋπόθεση : Η συμπεριφορά της αγοράς από το πρόσφατο παρελθόν είναι καλό εργαλείο για την αξιολόγηση της συμπεριφοράς της στο μέλλον . Ο στόχος μας είναι η συλλογή δεδομένων από το παρελθόν για την αξιολόγηση της κατανομής πιθανότητας των κερδών και των απωλειών . Η πρώτη ερώτηση που προκύπτει είναι : Ποιό είναι το πρόσφατο παρελθόν ; Ποσά δεδομένα πρέπει να έχουμε ; Από την οπτική γωνία της στατιστικής η απάντηση θα ήταν ότι όσο περισσότερα στοιχεία έχουμε τόσο λιγότερες είναι οι πιθανότητες να οδηγηθούμε σε λανθασμένα αποτελέσματα . Ωστόσο, λόγω του ότι οι αγορές δεν είναι τυχαίες διαδικασίες δεν θα πρέπει να υπερβάλλουμε και να αντλήσουμε ιδιαίτερα παλαιά δεδομένα διότι θα οδηγηθούμε σε σφάλματα . Στην συνέχεια παρουσιάζουμε αναλυτικά τις τέσσερις παραπάνω μεθοδολογίες .

2.10.2 Αναλυτική προσέγγιση

Η αναλυτική προσέγγιση κάνει δυο παραδοχές για την φύση του κινδύνου του χαρτοφυλακίου και κατά συνέπεια είναι εφικτό να υπολογιστεί ο κίνδυνος με ένα σύνθετο μοντέλο . Η πρώτη υπόθεση είναι ότι οι βασικές μεταβλητές ακολουθούν την κανονική κατανομή .Η δεύτερη είναι ότι η θέση του κινδύνου μπορεί να εκφραστεί από τις θέσεις ενός ορισμένου μεγέθους γνωστό ως delta equivalent σε μια

ή περισσότερες μεταβλητές αγορές . Εάν ισχύουν οι δυο παραπάνω υποθέσεις τότε όχι μόνο οι κινήσεις τις αγοράς αλλά και οι πιθανές απώλειες ή κέρδη ακολουθούν την κανονική κατανομή . Επίσης ο συνδυασμός δυο κατανομών όπως σε δυο χαρτοφυλάκια είναι μια κανονική κατανομή της οποίας η τυπική απόκλιση περιγράφεται από τη μαθηματική σχέση :

$$\sigma_{a,b}^2 = \sigma_a^2 + \sigma_b^2 + 2 \sigma_a \sigma_b \rho_{a,b}$$

όπου :

$\sigma_{a,b}$: η τυπική απόκλιση των αποδόσεων της σύνθεσης

σ_a : η τυπική απόκλιση του a χαρτοφυλακίου

σ_b : η τυπική απόκλιση του b χαρτοφυλακίου

$\rho_{a,b}$: ο συντελεστής συσχέτισης μεταξύ των χαρτοφυλακίων

Συνεπώς καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι εφόσον μπορούμε να υπολογίσουμε την τυπική απόκλιση κάθε χαρτοφυλακίου και την συσχέτιση μεταξύ των χαρτοφυλακίων μπορούμε να υπολογίσουμε την τυπική απόκλιση αλλά και την VaR του χαρτοφυλακίου .

Η διαδικασία της αναλυτικής προσέγγισης περιλαμβάνει 2 βήματα τα οποία είναι τα εξής :

Βήμα 1^ο

Το πρώτο βήμα περιλαμβάνει τη δημιουργία του πίνακα μεταβλητότητας και του πίνακα συσχέτισης . Για παράδειγμα η JP Morgan διάλεξε για τη βάση δεδομένων του μια περίοδο 75 ημερών για να υπολογίσει την μεταβλητότητα των τιμών . Στη συνέχεια τα στοιχεία αυτά υποβλήθηκαν σε μια διαδικασία εκθετικής στάθμισης για να δείξουν τη σημασία των πρόσφατων δεδομένων . Οι συσχετισμοί μεταξύ των παραγόντων του κινδύνου της αγοράς είναι ασταθής . Ακόμη οι συσχετισμοί πρέπει να βαθμολογηθούν για να υπολογιστούν οι παράγοντες που είναι κατάλληλοι για το πρόβλημα που χειριζόμαστε . Τέλος πρέπει να επισημάνουμε ότι ο πίνακας της μεταβλητότητας και της συσχέτισης αυξάνονται γεωμετρικά όταν εισέρχονται σε αυτούς νέοι παράγοντες κινδύνου , δεδομένου ότι κάθε νέος κίνδυνος

πρέπει να σχετίζεται και με τους άλλους . Αυτό βέβαια περιορίζει τον αριθμό των κινδύνων που μπορούμε να έχουμε .

Βήμα 2^ο

Εφόσον οι θέσεις αυτές έχουν χαρτογραφηθεί στους διαθέσιμους κινδύνους της αγοράς , ο υπολογισμός της VaR είναι πολύ απλός . Σε περίπτωση ύπαρξης πολλών κινδύνων, περισσότερων των δυο, αυξάνεται ο υπολογιστικός φόρτος του μοντέλου χωρίς όμως να γίνεται περίπλοκος . Το αποτέλεσμα είναι ένα κανονικά κατανομημένο χαρτοφυλάκιο του οποίου ο κίνδυνος μπορεί να μετρηθεί μέσω της τυπικής απόκλισης .

Ο υπολογισμός της VaR σύμφωνα με την παραπάνω διαδικασία πραγματοποιείται συνήθως για χρονική περίοδο μια ημέρας ή ενός μήνα . Εάν για παράδειγμα ο υπολογισμός της VaR αφορά τη χρονική περίοδο μιας ημέρας , τότε θα πρέπει να καθοριστεί η τυπική απόκλιση των ημερήσιων αποδόσεων . Με βάση αυτά τα στοιχεία μπορεί να γίνει ο υπολογισμός της VaR για μια μεγαλύτερη χρονική περίοδο . Εάν για παράδειγμα θελήσουμε να υπολογίσουμε την τυπική απόκλιση 20 εργάσιμων ημερών σ_M και η ημερήσια απόκλιση είναι σ_H έχουμε :

$$\sigma_M = \sigma_H \sqrt{20}$$

2.10.3 Ιστορική προσομοίωση

Η ιστορική προσομοίωση αποτελεί την πιο απλή από τις εναλλακτικές διαδικασίες υπολογισμού . Η διαδικασία αυτή απαιτεί τη συλλογή ιστορικών δεδομένων για τις άξιες p_1, p_2, \dots, p_{K+1} των χαρτοφυλακίων για χρονικά διάστημα $K+1$ περιόδων. Βάσει των δεδομένων υπολογίζεται η απόδοση r_t για κάθε χρονική περίοδο $t=1, 2, \dots, K$ σύμφωνα με τον τύπο $r_t = (P_{t+1} - P_t) / P_t$. Οι αποδόσεις κατατάσσονται από τη χαμηλότερη στην υψηλότερη . Για ένα βαθμό εμπιστοσύνης $1-\alpha$ η VaR μπορεί εύκολα να υπολογιστεί από την απόδοση r^* για την οποία το πλήθος k των περιπτώσεων με $r < r^*$ είναι $k=(1-\alpha)K$ (το k πρέπει να είναι ακέραιος). Η απόλυτη VaR (απόλυτη ζημία σε σχέση με την αρχική αξία της επένδυσης) είναι ίση με $-r^*P_0$ και η σχετική VaR (μέγιστη ζημία σε σχέση με το αναμενόμενο

αποτέλεσμα της επένδυσης) είναι ίση με $(\mu - r^*)P_0$, όπου P_0 η αξία της επένδυσης και μ η αναμενόμενη απόδοση.

Η ιστορική προσομοίωση εκτός από την απλότητα της, παρουσιάζει και μια σειρά άλλων πλεονεκτημάτων τα οποία είναι :

1. Δεν πραγματοποιείται καμία υπόθεση όσον αφορά την στατιστική κατανομή των αποδόσεων.
2. Δεν απαιτείται ο υπολογισμός καμίας παραμέτρου με αποτέλεσμα να αποφεύγονται περίπλοκοι μαθηματικοί υπολογισμοί όπως τυπική απόκλιση, συσχέτιση κ.α.
3. Είναι άμεσα εφαρμόσιμη.
4. Βοηθά στην καλύτερη κατανόηση των στατιστικών ιδιοτήτων που παρουσιάζουν τα κέρδη /ζημίες και οι αποδόσεις μιας επενδυτικής θέσης.

Στον αντίποδα η ιστορική προσομοίωση παρουσιάζει και κάποιες αδυναμίες στον υπολογισμό της VaR οι οποίες αφορούν κυρίως τα ιστορικά δεδομένα που χρησιμοποιούνται στην ανάλυση. Οι αδυναμίες αυτές είναι :

1. Τα ιστορικά δεδομένα τα οποία συλλέγονται πρέπει να είναι αντιπροσωπευτικά μια ρεαλιστικής κατάστασης εξετάζοντας περιόδους ηρεμίας αλλά και έντονων διακυμάνσεων.
2. Ο υπολογισμός της VaR επηρεάζεται σημαντικά εάν στα δεδομένα περιέχονται ιδιαίτερα αρνητικά γεγονότα, όπως ένα αναπάντεχο χρηματιστηριακό κραχ, το οποίο δεν είναι πιθανό να εμφανιστεί στο μέλλον. Σε μια ανάλογη περίπτωση η τιμή της VaR θα είναι ιδιαίτερα υψηλή και θα παραμείνει υψηλή όσο οι επιπτώσεις αυτού του γεγονότος ενσωματώνονται στα δεδομένα, ενώ με την αφαίρεση τους η τιμή της VaR θα μειωθεί ραγδαία.
3. Απαιτείται ο κατάλληλος προσδιορισμός του πλήθους των δεδομένων. Είναι γνωστό ότι όσο αυξάνεται το πλήθος των δεδομένων είναι δυνατή η πραγματοποίηση εκτιμήσεων με μεγαλύτερη ακρίβεια. Στον αντίποδα, ελλοχεύει ο κίνδυνος να κυριαρχήσουν τα παλαιότερα στοιχεία και να εξαλειφθούν τα πρόσφατα δεδομένα.

4. Ο υπολογισμός της VaR μέσω της ιστορικής προσομοίωσης σε χρονικές περιόδους μεγαλύτερες της μιας ημέρας παρουσιάζει δυσκολίες όσον αφορά τον όγκο των ιστορικών δεδομένων που απαιτούνται .

2.10.4 Προσομοίωση Monte Carlo

Η προσομοίωση Monte Carlo ακολουθεί παρόμοιες αρχές με αυτές της ιστορικής προσομοίωσης και του bootstrapping με την διάφορα ότι δεν βασίζεται στα ιστορικά δεδομένα . Βασίζεται στις στατιστικές ιδιότητες της απόδοσης της επένδυσης και προσομοιώνει κατά τυχαίο τρόπο τα πιθανά μελλοντικά αποτελέσματα της επένδυσης μέσω ενός αριθμού σεναρίων .

Το πρώτο βήμα για τη χρήση της προσομοίωσης Monte Carlo είναι ο καθορισμός του μοντέλου που περιγράφει την αξία του χρεογράφου . Το μοντέλο που θα επιλέγει είναι αυτό που θα καθορίσει τον τρόπο που θα πραγματοποιηθεί η προσομοίωση . Ανάλογα με τη μορφή του χρεογράφου επιλέγεται και διαφορετικό μοντέλο . Στην περίπτωση των μετοχών μια προσέγγιση που χρησιμοποιείται για την αναπαράσταση στην μεταβολή της αξίας της μετοχής είναι να μοντελοποιηθεί σαν μια διαδικασία Wiener δηλαδή, $dS = \mu S dt + \sigma S dw$, όπου dw ένας τυχαίος παράγοντας ο οποίος ακολουθεί την κανονική κατανομή .

Στο δεύτερο βήμα για κάθε μια αβέβαιη παράμετρο του μοντέλου παράγονται διάφορα τυχαία σενάρια , βάσει της στατιστικής κατανομής που ακολουθεί η παράμετρος . Ο αριθμός των σεναρίων που αναπτύσσονται θα πρέπει να είναι αρκετά μεγάλος ώστε να περιορίζεται το στατιστικό σφάλμα της εκτίμησης της VaR . Ένας ικανοποιητικός αριθμός είναι της τάξης των 10000 .

Τέλος στο τρίτο βήμα, έχοντας αναπτύξει τον απαραίτητο αριθμό των σεναρίων μπορούμε εύκολα να υπολογίσουμε την τιμή της VaR μέσω της ιστορικής προσομοίωσης θεωρώντας ως ιστορικά δεδομένα τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την προσομοίωση Monte Carlo .

Η ακρίβεια της εκτίμησης της VaR ανεξαρτήτως της πολυπλοκότητας και των ιδιαιτεροτήτων του χαρτοφυλακίου ή του χρεογράφου αποτελεί το σημαντικότερο πλεονέκτημα της προσομοίωσης .

Βασικό μειονέκτημά της αποτελεί ο αυξημένος υπολογιστικός φόρτος και η ανάγκη της επιλογής της κατάλληλης προσέγγισης για την μοντελοποίηση των μεταβολών στην αξία του χρεογράφου .

2.10.5 Bootstrapping

Αρκετά από τα προβλήματα της ιστορικής προσομοίωσης (κατά κύριο λόγο αυτά που αφορούν το πλήθος των δεδομένων και τον προσδιορισμό της VaR διαφορετικών χρονικών περιόδων) αντιμετωπίζονται μέσω μιας στατιστικής διαδικασίας η οποία είναι γνωστή ως bootstrap . Κατά τη διαδικασία bootstrapping πραγματοποιείται μια επαναληπτική τυχαία δειγματοληψία με επανατοποθέτηση. Η συγκεκριμένη διαδικασία έχει αποδειχθεί ότι είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική για την πραγματοποίηση στατιστικών εκτιμήσεων από προκαθορισμένα σύνολα δεδομένων με υψηλή ακρίβεια .

Στην κλασική στατιστική θεωρία ο υπολογισμός κάθε στατιστικής παραμέτρου πραγματοποιείται βάσει ενός συνόλου δεδομένων τα οποία θεωρούνται αντιπροσωπευτικά του προβλήματος που εξετάζεται . Συνήθως όμως η συλλογή επαρκών δεδομένων απαιτεί χρόνο και κόστος . Η διαδικασία bootstrapping μπορεί να αντιμετωπίσει το πρόβλημα . Έστω ότι το πλήθος των δεδομένων στο αρχικό δείγμα είναι Z . Από το αρχικό δείγμα κατασκευάζονται B τυχαία δείγματα τα οποία έχουν συνήθως το ίδιο μέγεθος με το αρχικό δείγμα . Τα B τυχαία δείγματα ονομάζονται bootstrap. Καθώς κάθε δείγμα bootstrap έχει το ίδιο μέγεθος με το αρχικό δείγμα, αλλά έχει κατασκευαστεί κατά τυχαίο τρόπο, είναι προφανές ότι πιθανότατα έχει επαναλήψεις, δηλαδή κάποιες από τις παρατηρήσεις του αρχικού δείγματος περιλαμβάνονται περισσότερες από μια φορές σε ένα δείγμα bootstrap . Δηλαδή είναι πιθανό να υπάρξει επανατοποθέτηση μιας παρατήρησης περισσότερο από μια φορές σε ένα δείγμα bootstrap .

Η διαδικασία bootstrap έχει τα ίδια πλεονεκτήματα με τη μέθοδο της ιστορικής προσομοίωσης, ενώ παράλληλα απαλλάσσει τον αναλυτή από την ανάγκη συλλογής μεγάλου πλήθους δεδομένων , καθώς με τη συγκεκριμένη διαδικασία μπορούν να κατασκευαστούν αυθαίρετα μεγάλα σύνολα τεχνητών ιστορικών δεδομένων . Επιπλέον η διαδικασία της επαναληπτικής δειγματοληψίας στη μέθοδο

bootstrap μειώνει το στατιστικό σφάλμα στο οποίο μπορεί να οδηγήσει η εξέταση ενός συγκεκριμένου συνόλου δεδομένων όπως συμβαίνει στην περίπτωση της ιστορικής προσομοίωσης . Βασικό μειονέκτημα του bootstrap για τον υπολογισμό της VaR αποτελεί το γεγονός ότι στην τυχαία δειγματοληψία υποθέτουμε ότι οι αποδόσεις είναι ανεξάρτητες του χρόνου, δηλαδή τα κέρδη ή ζημιές μιας χρονικής περιόδου είναι ανεξάρτητες των κερδών ή ζημιών των προηγούμενων περιόδων .

2.11 Εναλλακτικές μέθοδοι υπολογισμού του κινδύνου

Παρά το γεγονός ότι η VaR είναι μια πολύ διαδεδομένη μέθοδος μείωσης του κινδύνου, ωστόσο παρουσιάζει κάποια αλλά προβλήματα .Επίσης ο υπολογισμός της VaR δυσκολεύει όταν υπολογίζεται με βάση ένα πλήθος σεναρίων . Για το λόγο αυτό έχουν εφευρεθεί κάποια εναλλακτικά μέτρα μείωσης του κινδύνου όπως η Conditional Value at Risk (CVaR), Expected Regret(ER) .

2.11.1 Conditional Value at Risk

Ένα εναλλακτικό μέτρο υπολογισμού του κινδύνου είναι η CVaR.Η CVaR εκφράζει την μέση τιμή των ζημιών,η τιμή των οποίων ξεπερνά την τιμή της CVaR σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα με κάποιο βαθμό εμπιστοσύνης. Παρόλο που η συγκεκριμένη μέθοδος δεν έχει παγιωθεί στον οικονομικό χώρο ωστόσο είναι πολύ πιθανό να παίξει σημαντικό ρόλο.

Η CVaR μπορεί να υπολογιστεί μέσω γραμμικού προγραμματισμού, γεγονός που επιτρέπει την ανάλυση χαρτοφυλακίων με μεγάλο αριθμό στοιχείων και διαφόρων πιθανών σεναρίων . Αριθμητικά παραδείγματα δείχνουν ότι ελαχιστοποιώντας την τιμή της CVaR οδηγούμαστε σε μείωση της τιμής της VaR αφού ισχύει $CVaR \geq VaR$.

Η CVaR μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνεργασία με την VaR και να υπολογιστεί ο κίνδυνος σε περιπτώσεις μη κανονικής κατανομής. Όμοια με την αναλυτική προσέγγιση η CVaR μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην ανάλυση της απόδοσης και του κινδύνου . Για παράδειγμα μπορούμε να υπολογίσουμε ένα χαρτοφυλάκιο με συγκεκριμένη απόδοση και ελάχιστη τιμή CVaR. Εναλλακτικά μπορούμε να περιορίσουμε την CVaR και να βρούμε ένα χαρτοφυλάκιο με μέγιστη

απόδοση . Τέλος αντί να περιορίσουμε την συνδυακόμενη μπορούμε να ορίσουμε διάφορους περιορισμούς της CVaR με διάφορα επίπεδα εμπιστοσύνης . Παρακάτω παρουσιάζεται η μαθηματική προσέγγιση της CVaR.

Έστω ότι ένα χαρτοφυλάκιο αποτελείται από δυο χρεόγραφα x_1, x_2 τότε συμβολίζουμε το χαρτοφυλάκιο ως εξής $x=(x_1, x_2)$. Έστω επίσης ότι $m=(m_1, m_2)$ οι αρχικές τιμές των χρεογράφων και $y=(y_1, y_2)$ οι μελλοντικές τιμές των χρεογράφων κατά την επόμενη περίοδο . Η συνάρτηση απωλειών θα ισούται με την διάφορα της τρέχουσας αξίας του χαρτοφυλακίου ($x_1m_1+x_2m_2$) και της μελλοντικής του αξίας ($x_1y_1+x_2y_2$) .

Οπότε $f(x, y) = (x_1m_1+x_2m_2) - (x_1y_1+x_2y_2)$

Υπό :

$$X=\{(x_1, x_2), x_1 \geq 0, x_2 \geq 0\}$$

Η μεταβλητή y έχει συνάντηση πιθανότητας $p(y)$. Ως $\Psi(x, \alpha)$ συμβολίζεται η πιθανότητα απωλειών της $f(x, y)$. Η συνάρτηση VaR $\alpha(x, \beta)$, η οποία εκφράζει τη μέγιστη ζημία για ένα επίπεδο βεβαιότητας β , αποτελεί τον μικρότερο αριθμό για τον οποίο ισχύει $\Psi(x, \alpha(x, \beta)) = \beta$. Η μαθηματική έκφραση της CVaR δίνεται από την παρακάτω σχέση .

$$\Phi_{\beta}(x) = \frac{1}{1-\beta} \int_{f(x, y) > \alpha(x, \beta)} f(x, y) p(y) d(y)$$

Μπορεί να αποδειχθεί ότι 1) ότι η συνάρτηση $F_{\beta}(x, \alpha)$ είναι κυρτή, 2) Η VaR αποτελεί την ελάχιστη τιμή της συνάρτησης 3) ότι υπολογίζουμε την CVaR ελαχιστοποιώντας την $F_{\beta}(x, \alpha)$. Όποτε έχουμε :

$$\Phi_{\beta}(x) = F_{\beta}(x, \alpha(x, \beta)) = \min_{\alpha} F_{\beta}(x, \alpha)$$

2.11.2 Expected Regret

Ένα άλλο μέτρο υπολογισμού του κινδύνου είναι το Expected Regret (ER) το οποίο συνδέεται στενά με την CVaR. Το ER υπολογίζει τη μέγιστη τιμή των ζημιών κατά τη διάρκεια μιας περιόδου.

Ισχύει :

$$G_a(x) = \int_{y \in R} [f(x, y) - a] p(y) d(y)$$

με $[u]^+ = \max\{0, u\}$

Η ER μπορεί να υπολογιστεί μέσω του ακόλουθου γραμμικού προγραμματισμού :

$$\text{Min}_x p^T [y-a]^+$$

Υπό:

$$Y^T = x^T L > a e^T$$

$$x^T q = \chi \text{ όπου } \chi = e^T q \text{ (περιορισμός σχετικά με το ποσό το οποίο επενδύουμε)}$$

$$x^T (r - \pi) q^T \geq 0^T \text{ (περιορισμός σχετικά με την απόδοση του χαρτοφυλακίου)}$$

$$x^T r \geq \pi$$

$$l \leq x \leq u$$

Θεωρούμε από $i=1, \dots, n$ κεφάλαια και $j=1, \dots, m$ σενάρια

$p^T [y-a]^+$ αντικειμενική συνάρτηση η οποία αντιπροσωπεύει όλα τα πιθανά σενάρια απωλειών μεγαλύτερα από ένα κατώφλι a .

L είναι ένας $n \times m$ πίνακας απωλειών, εξαιτίας της μεταβολής της αξίας του εκάστοτε κεφαλαίου. Επομένως ισχύει $l_{ij} = b_i - d_{ij}$. Η ζημιά του χαρτοφυλακίου η οποία πρέπει να ελαχιστοποιηθεί για όλα τα πιθανά m σενάρια δίνεται από :

$$Y^T = x^T L > a e^T$$

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : Πολυκριτήρια Μεθοδολογία

3.1 Γενικά

Η σύνθεση και η επιλογή χαρτοφυλακίου αποτελεί ένα πρόβλημα εύρεσης αποδοτικών χρεογράφων τα οποία παρουσιάζουν μέγιστη απόδοση για δεδομένο επίπεδο κινδύνου . Το πρώτο μοντέλο σύνθεσης και επιλογής χαρτοφυλακίων παρουσιάστηκε από τον Markowitz το 1952 .Σύμφωνα με αυτή τη προσέγγιση ο επενδυτής επιθυμεί να ελαχιστοποιήσει τον κίνδυνο που διέπει ένα χαρτοφυλάκιο και να μεγιστοποιήσει την απόδοσή του . Στην πράξη η διαχείριση ενός χαρτοφυλακίου είναι ένα πολυκριτήριο πρόβλημα . Η πολυκριτήρια ανάλυση μπορεί να δώσει λύση στην πολυκριτήρια φύση της επιλογής χαρτοφυλακίου . Έχει έτσι την ικανότητα να δημιουργήσει ένα μοντέλο το οποίο να λαμβάνει υπόψη εκτός των δυο βασικών κριτηρίων, ένα μεγάλο αριθμό κριτηρίων όπως τις προτιμήσεις του επενδυτή και την μεταβλητότητα της αγοράς .

3.2 Εφαρμογές πολυκριτήριας ανάλυσης στη σύνθεση χαρτοφυλακίων

Το 1980 οι Saaty et al κατασκεύασαν ένα χαρτοφυλάκιο χρησιμοποιώντας την μέθοδο της αναλυτικής ιεραρχικής διαδικασίας (analytic hierarchy process) . Στην επιλογή του χαρτοφυλακίου έπαιξε ρόλο τόσο η υποκειμενικότητα του επενδυτή, όσο και διάφορα άλλα κριτήρια τα οποία επηρεάζονται από την διακύμανση της αγοράς. Σύμφωνα με τη συγκεκριμένη μέθοδο τα κριτήρια βαθμολογήθηκαν σύμφωνα με την σημαντικότητά τους. Το βάρος κάθε μετοχής αναπαριστά την αναλογία της στο χαρτοφυλάκιο.

Οι Lee και Chesser (1980) παρουσιάζουν το μοντέλο προγραμματισμού στόχων προκειμένου να κατασκευάσουν ένα αποδοτικό χαρτοφυλάκιο . Τα κύρια κριτήρια του μοντέλου είναι η μεγιστοποίηση της απόδοσης, η ελαχιστοποίηση του κινδύνου και μια ποικιλία κριτηρίων που στηρίζονται στην υποκειμενικότητα του επενδυτή. Ο επενδυτής κάνοντας χρήση του μοντέλου μπορεί να εκθέσει τις προτιμήσεις του με εύκολο και φυσικό τρόπο .

Οι Envrard και Zisswille (1983) χρησιμοποίησαν την πολυκριτήρια θεωρία χρησιμότητας για την αξιολόγηση ορισμένων μετοχών. Στόχος τους ήταν να δείξουν την πιθανότητα κατασκευής ενός μοντέλου το οποίο συνδέει την συμπεριφορά των μετοχών με τις προτιμήσεις του επενδυτή .

Οι Nakayama et al (1983) παρουσίασαν μια γραφική μέθοδο για τη δημιουργία ενός χαρτοφυλακίου χρησιμοποιώντας την αναμενόμενη απόδοση, τη συνδιακύμανση και την εξέλιξη της απόδοσης στο παρελθόν .

Οι Martel et al (1988) κατασκεύασαν ένα χαρτοφυλάκιο χρησιμοποιώντας τις μεθόδους ELECTRE I και ELECTRE II . Από τις μετοχές οι οποίες περιλαμβάνονται σε δυο χαρτοφυλάκια δημιούργησε 50 χαρτοφυλάκια. Αυτά συγκρίθηκαν με την μέθοδο ELECTRE I και ELECTRE II με βάση 4 κριτήρια :

- 1)απόδοση
- 2)λογαριθμική διακύμανση
- 3)Price earning ratio (PER)
- 4)Ρευστότητα

Στόχος ήταν η εύρεση του χαρτοφυλακίου που ταιριάζει καλύτερα στα θεσπισμένα κριτήρια .

Οι Colson και De Bruyn (1989) παρουσίασαν ένα σύστημα αξιολόγησης μετοχών το οποίο επιτρέπει τη δημιουργία χαρτοφυλακίου .Η βάση του συστήματος είναι η θέσπιση 4 προϋποθέσεων οι οποίες είναι :

- 1)Οριοθέτηση κατώτατης τιμής του κέρδους
- 2)Υπολογισμός του κίνδυνου κάτω από ένα επίπεδο
- 3)Οριοθέτηση κατώτατου επιπέδου κέρδους για το μέρος των μετοχών και τα επιτόκια
- 4)Διασφάλιση διαφοροποίησης (σταθερός έλεγχος ή ρευστότητα)

Ο Szala (1990) πραγματοποίησε μια αξιολόγηση μετοχών σε συνεργασία με μια γαλλική επενδυτική εταιρία . Ο Szala για ένα μικρό αριθμό μετοχών χρησιμοποίησε μεγάλο αριθμό κριτηρίων . Η κατάταξη των μετοχών έγινε με τη βοήθεια της μεθόδου ELECTRE III . Λόγω του ότι ο Szala είχε αρχικά επιλέξει

μεγάλο αριθμό κριτηρίων ενσωμάτωσε ορισμένα από αυτά σε ένα σύνθετο κριτήριο χρησιμοποιώντας το σύστημα PREFCALC.

Ο Khoury (1993) χρησιμοποίησε την ELECTRE I και την ELECTRE III για την δημιουργία διεθνών χαρτοφυλακίων. Δημιούργησε έτσι 19 χαρτοφυλάκια από 16 χώρες. Τα κριτήρια τα οποία χρησιμοποιήθηκαν ήταν : η απόδοση, το ρίσκο του κράτους, ο συναλλαγματικός κίνδυνος ,το κόστος διαχείρισης.

Οι Zourounidis et al (1998) χρησιμοποίησαν το σύστημα ADELAIS για την δημιουργία ενός χαρτοφυλακίου με ποικίλους περιορισμούς όπου μερικούς από αυτούς αφορούν τις προτιμήσεις του κάθε επενδυτή. Τα κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν ήταν : η απόδοση, η διακύμανση της αγοράς, το earning per share growth, PER και το μέρισμα των μετοχών.

Ο Dominiak (1997) παρουσιάζει μια διαδικασία για την ασφαλή επιλογή μετοχών χρησιμοποιώντας μια πολυκριτήρια μέθοδο ανάλυσης βασισμένη στην ιδέα της σχέσης υπεροχής .Τα κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες οι οποίες είναι:

1)μέτρα αξιολόγησης τα οποία περιέχουν Price book earning ratio και Price Earning Ratio (PER) .

2)βασικές μεταβλητές οι οποίες περιέχουν το λόγο περιθωρίου κέρδους καθώς και τριμηνιαίες αλλαγές κέρδους.

3) Τεχνικοί δείκτες οι οποίοι περιέχουν το ρυθμό αλλαγών, άλλους συγγενικούς δείκτες καθώς και εκτίμηση των τιμών κατά τη διάρκεια των τριών τελευταίων μηνών .

Οι Hurson και Ricci (1998) χρησιμοποίησαν την θεωρία αποτίμησης με βάση το Arbitrage (APT) και την πολυκριτήρια μέθοδο αξιολόγησης προκειμένου να μοντελοποιήσουν την διαδικασία διαχείρισης χαρτοφυλακίου. Αρχικά η APT χρησιμοποιήθηκε για την δημιουργία μερικών αποδοτικών χαρτοφυλακίων για να υπολογιστεί η απόδοσή τους, οι παράγοντες που τα επηρεάζουν καθώς και πηγες κινδύνου τους .Έπειτα δυο πολυκριτήριες μέθοδοι, η ELECTRE TRI και MINORA χρησιμοποιούνται για την επιλογή αποτελεσματικών χαρτοφυλακίων . Η παραπάνω μεθοδολογία εφαρμόζεται στην ελληνική αγορά .

Οι Tamiz et al (1997) χρησιμοποίησαν το μοντέλο προγραμματισμού στόχων για την επιλογή και αξιολόγηση χαρτοφυλακίου. Το μοντέλο περιλαμβάνει δυο

σταδία . Στο πρώτο υπολογίζεται η ευαισθησία των μετοχών σε συγκεκριμένους παράγοντες . Ο Tamiz χρησιμοποιεί τον Βρετανικό δείκτη επιτοκίων , τον δείκτη επιτοκίων των Ηνωμένων Πολιτειών, το δείκτη επιτοκίων της Γερμανίας, τον Γερμανικό δείκτη πληθωρισμού, τον δείκτη πληθωρισμού των Ηνωμένων Πολιτειών, το δείκτη Dow Jones, το μέσο όρο του δείκτη Nikkei, τον δείκτη Hang Sang, την τιμή του χρυσού, την τιμή του πετρελαίου, την τιμή των ακινήτων, και το δείκτη στερλίνας. Η ευαισθησία των παραπάνω παραγόντων εκτιμάται με την βοήθεια του μοντέλου προγραμματισμού στόχων. Στο δεύτερο στάδιο επιλέγεται το χαρτοφυλάκιο βασισμένο στις προτιμήσεις του επενδυτή.

3.3 Η πολυκριτήρια μέθοδος PROMETHEE

Πριν την ανάπτυξη της πολυκριτήριας ανάλυσης, τα προβλήματα της απόφασης ήταν καλά διατυπωμένα και είχαν τη μορφή προβλημάτων αριστοποίησης μιας οικονομικής συνάρτησης ή μιας συνάρτησης χρησιμότητας . Αυτή η κλασική προσέγγιση της επιχειρησιακής έρευνας καταλήγει σε μαθηματικά προβλήματα καλά διατυπωμένα τα οποία όμως, δεν αντιπροσωπεύουν την πραγματικότητα. Η σύγκριση πολλών πιθανών αποφάσεων δεν πραγματοποιείται συχνά μόνο από μια σκοπιά και οι προτιμήσεις για ένα μεγάλο αριθμό περιπτώσεων πραγματοποιούνται δύσκολα από μια μόνο συνάρτηση . Η πολυκριτήρια ανάλυση έχει ως στόχο τη μελέτη προβλημάτων απόφασης όπου πολλές απόψεις πρέπει να ληφθούν υπόψη . Το κυριότερο χαρακτηριστικό ενός πολυκριτήριου προβλήματος είναι ότι δεν είναι καλά διατυπωμένο . Οι τέσσερις κυριότερες πολυκριτήριες μέθοδοι είναι οι εξής :

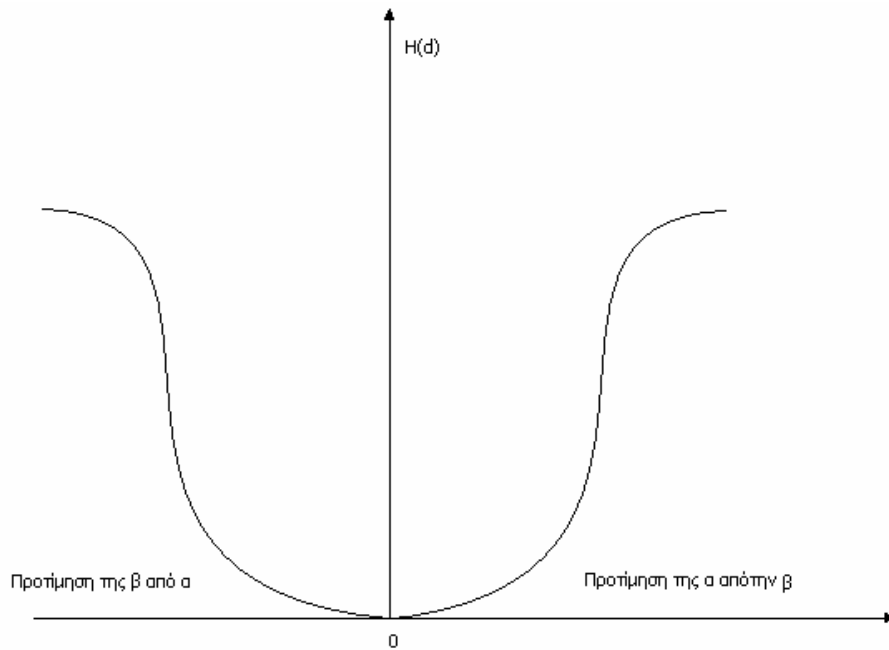
- ο πολυκριτήριος μαθηματικός προγραμματισμός
- η θεωρία της πολυκριτήριας χρησιμότητας
- η θεωρία των σχέσεων υπέροχης
- η πολυκριτήρια μονότονη παλινδρόμηση

Η πολυκριτήρια μέθοδος PROMETHEE με την οποία θα ασχοληθούμε ανήκει στη θεωρία των σχέσεων υπεροχής προτάθηκε για πρώτη φορά από τον Brans (1982) . Οι βασικές αρχές που διέπουν τη μέθοδο PROMETHEE είναι οι τρεις παρακάτω :

- 1) επέκταση στην έννοια των κριτηρίων
- 2) εκτιμώμενη σχέση υπεροχής
- 3) εκμετάλλευση της σχέσης υπεροχής

Σε ότι αφορά την αρχή της επέκτασης στην έννοια των κριτηρίων προτείνονται στον αποφασίζοντα νέες συναρτήσεις κριτηρίων όπως κριτήριο τελείως αυστηρό(αυστηρή προτίμηση) , κριτήριο αυστηρό αλλά με περιοχή αδιαφορίας , κριτήριο με γραμμική προτίμηση , κριτήριο με περιοχές προτίμησης κ.τ.λ . Στη μέθοδο PROMETHEE η εκτιμώμενη σχέση υπεροχής είναι λιγότερο ευαίσθητη σε μικρές τροποποιήσεις και έτσι είναι ευκολότερη η ερμηνεία της . Η εκμετάλλευση της σχέσης υπεροχής στην μέθοδο PROMETHEE πραγματοποιείται ειδικά όταν οι εναλλακτικές λύσεις πρέπει να καταταχθούν από την καλύτερη προς τη χειρότερη . Οι δυο PROMETHEE μέθοδοι που προτείνονται είναι η PROMETHEE I η οποία πραγματοποιεί μια μερική κατάταξη των εναλλακτικών λύσεων και η μέθοδος PROMETHEE II η οποία πραγματοποιεί μια πλήρη κατάταξη των εναλλακτικών λύσεων . Για το πρόβλημα της αξιολόγησης και ιεράρχησης των χαρτοφυλακίων θα χρησιμοποιηθεί η μέθοδος PROMETHEE II . Οι Brans (1986) θεωρούν έξι τύπους κριτηρίων, τα οποία παρατηρούνται συνήθως σε πολλές πρακτικές περιπτώσεις . Εάν $H(d)$ είναι μια συνάρτηση η οποία συνδέεται άμεσα με τη συνάρτηση προτίμησης P , τότε για δυο εναλλακτικές λύσεις a, b ισχύει :

$$H(d) = \begin{cases} P(a, b), d \geq 0 \\ P(b, a), d \leq 0 \end{cases}$$

Σχήμα 3.1 Παρουσίαση της συνάρτησης $H(d)$

Με βάση την συνάρτηση $H(d)$ παρουσιάζονται οι 6 τύποι γενικών κριτηρίων :

I. Σύνηθες κριτήριο

$$H(d) = \begin{cases} 0, & d = 0 \\ 1, & d \neq 0 \end{cases}$$

II. Σχεδόν κριτήριο

$$H(d) = \begin{cases} 0, & -q \leq d \leq q \\ 1, & d < -q \text{ ή } d > q \end{cases} \quad \text{όπου } q \text{ παράμετρος}$$

III. Κριτήριο με γραμμική προτίμηση

$$H(d) = \begin{cases} \frac{d}{p}, & -p \leq d \leq p \\ 1, & d < -p \text{ ή } d > p \end{cases} \quad \text{όπου } p \text{ παράμετρος}$$

IV. Κριτήριο επίπεδο

$$H(d) = \begin{cases} 0, & |d| \leq q \\ \frac{1}{2}, & q < |d| \leq p \\ 1, & q < |d| \end{cases}$$

V . Κριτήριο με γραμμική προτίμηση και αδιάφορη περιοχή

$$H(d) = \begin{cases} 0, & |d| \leq q \\ \frac{|d| - q}{p - q}, & q < |d| \leq p \\ 1, & p \leq |d| \end{cases}$$

VI. Κριτήριο Gauss

$$H(d) = \exp\{-d^2/2\sigma^2\} \quad \text{όπου } \sigma \text{ παράμετρος}$$

Ο πολυκριτήριος δείκτης προτίμησης, ο οποίος προσδιορίζει την εκτιμώμενη σχέση υπεροχής υπολογίζεται από την παρακάτω μαθηματική έκφραση :

$$\Pi(\alpha, b) = \frac{\sum_{i=1}^k \pi_i P_i(a, b)}{\sum_{i=1}^k \pi_i}$$

Όπου π_i είναι το βάρος κάθε κριτηρίου f_i ($i = 1, \dots, k$), $\Pi(a, b)$ αντιπροσωπεύει την ένταση της προτίμησης του αποφασίζοντα για την εναλλακτική λύση a έναντι της εναλλακτικής λύσης b , όταν θεωρούνται ταυτόχρονα όλα τα κριτήρια απόφασης. Η τιμή του μεταβάλλεται μεταξύ 0 και 1 και ισχύει :

- $\Pi(a,b) = 0$ σημαίνει ότι είναι αδύνατη η προτίμηση της εναλλακτικής λύσης a έναντι της εναλλακτικής λύσης b για όλα τα κριτήρια
- $\Pi(a,b) = 1$ σημαίνει ισχυρή προτίμηση της εναλλακτικής λύσης a έναντι της εναλλακτικής λύσης b για όλα τα κριτήρια

Σε ότι αφορά την εκμετάλλευση της σχέσης υπεροχής για την ταξινόμηση των εναλλακτικών λύσεων ορίζονται δυο ροές, η εξερχόμενη με μαθηματική μορφή :

$$\varphi^+(a) = \sum_{b \in K} \Pi(a, b) \quad K = \text{το σύνολο των εναλλακτικών λύσεων}$$

και η εισερχόμενη με μαθηματική μορφή:

$$\varphi^-(a) = \sum_{b \in K} \Pi(b, a)$$

Οι δυο αυτές ροές υποδηλώνουν μια πρώτη ταξινόμηση για κάθε εναλλακτική λύση. Η μεγαλύτερη εξερχόμενη ροή $\varphi^+(a)$ δηλώνει ότι η εναλλακτική λύση a υπερέχει των άλλων εναλλακτικών λύσεων του συνόλου K , ενώ η μικρότερη εισερχόμενη ροή $\varphi^-(a)$ δηλώνει ότι η εναλλακτική λύση της a κυριαρχείται από τις εναλλακτικές λύσεις. Με βάση τις παραπάνω ροές υπολογίζεται η καθαρή ροή ως εξής:

$$\varphi(a) = \varphi^+(a) - \varphi^-(a)$$

Στην περίπτωση της μεθόδου PROMETHEE II οι ακόλουθες σχέσεις υπεροχής :

- aPb (a υπερέχει της b) αν $\varphi(a) > \varphi(b)$
- aIb (a, b είναι αδιάφορες μεταξύ τους) αν $\varphi(a) = \varphi(b)$

Κεφάλαιο 4 : Εφαρμογή στο Χρηματιστήριο Αξιών Αθηνών

4.1 Δεδομένα

Για την επιλογή και αξιολόγηση χαρτοφυλακίων πραγματοποιήθηκε συλλογή δεδομένων από 59 μετοχές οι οποίες περιλαμβάνονται στους κλάδους FTSE 20 και FTSE 40 του Χρηματιστηρίου Αξιών Αθηνών . Ο χρονικός ορίζοντας της ανάλυσης ήταν περίπου τεσσάρων ετών (από 1-1-2000 έως 1-11-2004). Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονιστεί ότι πραγματοποιήθηκε ξεχωριστή ανάλυση για τις περιόδους από 1-1-2000 έως 31-12-2003 και 1-1-2004 έως 1-11-2004 . Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι αποδόσεις των 59 μετοχών για τις δυο ξεχωριστές περιόδους .

ΜΕΤΟΧΕΣ	Απόδοση πρώτης χρονικής περιόδου	Απόδοση δεύτερης χρονικής περιόδου
ALPHA BANK	-51,01%	14,26%
CHIPITA	-73,99%	-23,27%
COCA-COLA	-25,68%	5,69%
COSMOTE	14,50%	30,07%
E F G EUROBANK	-50,03%	38,45%
ELBISCO	-19,41%	-35,29%
FOLLIE-FOLLIE	22,59%	8,59%
GOODYS	-46,81%	3,25%
HYATT	-48,04%	-4,87%
S&B BIOM.ΟΡΥΚΤΑ	-70,72%	-18,44%
SEX FORM	10,02%	-75,29%
ΑΒΑΞ	-58,86%	-21,22%
ΑΓΡΟΤΙΚΗ	-22,79%	-28,38%
ΑΚΤΩΡ	-58,84%	-34,85%
ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ	-65,30%	-28,14%
ΑΣΤΗΡ ΠΑΛΛΑΣ	-4,74%	-24,28%
ΑΤΤΙΚΗΣ	-75,79%	-5,37%
ΒΙΟΧΑΛΚΟ	-68,81%	17,90%
ΓΕΚ	-64,32%	-41,64%
ΓΕΝΙΚΗ ΤΡΑΠΕΖΑ	-85,39%	21,13%
ΓΕΡΜΑΝΟΣ	-46,45%	6,01%
Δ.Ο.Λ	-91,32%	-28,34%
ΔΕΗ	54,16%	-0,94%
ΔΕΛΤΑ SINGULAR	-90,50%	-0,06%
ΔΕΛΤΑ.ΠΡΟ.ΒΙΟ.ΓΑΛ.	-69,10%	-26,26%
ΕΓΝΑΤΙΑ ΤΡΑΠΕΖΑ	-81,27%	-15,35%
ΕΘΝΙΚΗ	-55,45%	37,67%
ΕΘΝΙΚΗ ΑΚΙΝΗΤΩΝ	-67,08%	-27,02%
ΕΘΝΙΚΗ ΑΣΦΑΛΗΣΤΙΚΗ	-86,51%	-3,88%
ΕΛ.ΠΕ	-54,96%	9,22%

ΕΛΒΑΛ	-82,33%	2,01%
ΕΛΛ.ΒΙΟΜ.ΖΑΧΑΡΗΣ	-80,18%	-28,80%
ΕΛΛ.ΧΡΗΜΑΤΗΣΤΗΡΙΑ	-56,93%	6,80%
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΤΕΧΝΟ/ΚΗ	-66,27%	-30,39%
ΕΜΠΟΡΙΚΗ	-73,26%	2,71%
ΕΠΙΧΕΙΡ.ΑΤΤΙΚΗΣ	-77,75%	-35,36%
ΕΥΔΑΠ	-11,32%	-26,07%
ΗΡΑΚΛΗΣ	-67,28%	2,71%
ΙΑΣΩ	-64,74%	-21,66%
ΙΑΤΡΙΚΟ ΑΘΗΝΩΝ	-91,11%	-19,74%
ΙΝΤΡΑΚΟΜ	-86,29%	-36,70%
ΙΝΤΡΑΛΟΤ	-13,21%	-10,11%
ΚΑΤ.ΑΦ.ΕΙΔΩΝ	-35,11%	-21,72%
Μ.Ι.ΜΑΙΛΛΗΣ	-84,76%	12,09%
ΜΕΤΚΑ	-74,91%	-13,91%
ΜΟΤΟΡΟΙΛ	-33,46%	30,27%
ΜΠΑΜΗΣ ΒΩΒΟΣ	71,50%	-29,31%
ΜΥΤΙΛΗΝΑΙΟΣ	-85,29%	-8,50%
ΝΟΤΟΣ COM	-46,65%	-22,38%
Ο.Λ.Π	-9,37%	-9,00%
ΟΤΕ	-53,77%	17,05%
ΟΛΥΜΠΙΑΚΗ	-39,22%	-12,22%
ΟΠΑΠ	107,23%	40,61%
ΠΕΙΡΑΙΩΣ	-58,35%	11,34%
ΣΙΔΕΝΟΡ	-79,93%	-2,43%
ΤΕΡΝΑ	-44,75%	-39,60%
ΤΗΛΕΤΥΠΟΣ	-77,18%	-46,89%
ΤΙΤΑΝ	-42,28%	27,34%
ΧΑΛΚΟΡ	-82,67%	5,44%

Πίνακας 4.1 Απόδοση των 59 μετοχών για πρώτη και δεύτερη χρονική περίοδο

Σύμφωνα με τον πίνακα 4.1 παρατηρείται ότι κατά την πρώτη χρονική περίοδο η συντριπτική πλειοψηφία των μετοχών των δεικτών FTSE20 και FTSE40 σημείωσε απώλειες. Στο σύνολο τους, οι μετοχές των δυο παραπάνω δεικτών σημείωσαν κατά μέσο όρο απώλειες ίσες με 48,67%. Συγκεκριμένα 53 μετοχές σημείωσαν πτώση, ενώ μόλις έξι σημείωσαν άνοδο. Οι μετοχές οι οποίες κινήθηκαν ανοδικά ήταν οι εξής : ΟΠΑΠ (+107,23%), ΜΠΑΜΠΗΣ ΒΩΒΟΣ (+71,50%), Δ.Ε.Η (+54,16%), FOLLIE-FOLLIE (+22,59%), COSMOTE (+14,50%), SEX FORM (+10,02%).

Άρα λοιπόν εάν κάποιος επενδυτής ήθελε να επενδύσει τα χρήματα του σε κάποιες μετοχές και είχε ως μοναδικό κριτήριο την απόδοση, τότε ένα χαρτοφυλάκιο αποτελούμενο από κάποιες από τις 6 παραπάνω μετοχές θα ήταν μια πολύ καλή επιλογή. Λόγω του ότι η επιλογή χαρτοφυλακίου είναι ένα πολυκριτήριο πρόβλημα ο επενδυτής θα πρέπει να λάβει υπόψη του και άλλους παράγοντες με αποτέλεσμα ένα

χαρτοφυλάκιο αποτελούμενο από τις 6 παραπάνω μετοχές να μην είναι απαραίτητα και το πιο ελκυστικό.

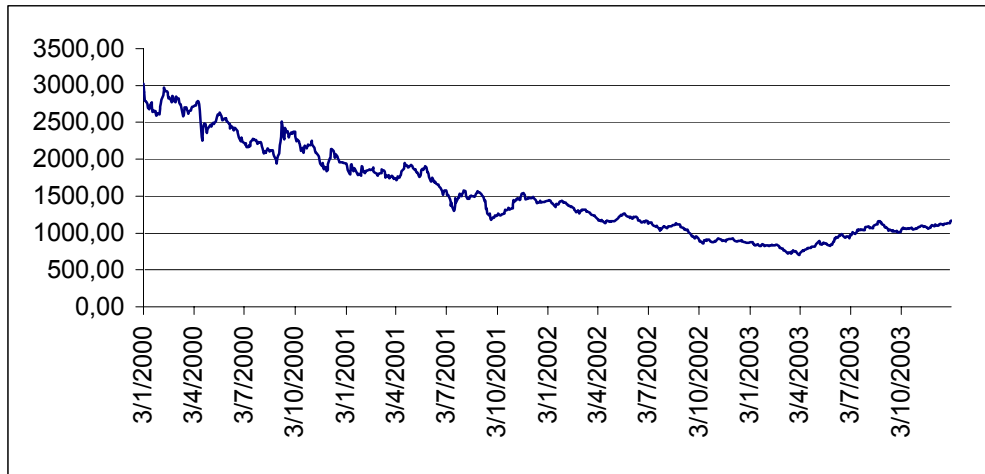
Στον αντίποδα οι πέντε μετοχές οι οποίες σημείωσαν τις μεγαλύτερες απώλειες ήταν : Δ.Ο.Λ (-91,32%), ΙΑΤΡΙΚΟ ΑΘΗΝΩΝ (-91,11%), ΔΕΛΤΑ SINGULAR (-90,50%), ΕΘΝΙΚΗ ΑΣΦΑΛΗΣΤΙΚΗ (-86,51%), ΙΝΤΡΑΚΟΜ (-86,29%).

Όσον αφορά την δεύτερη χρονική περίοδο, παρατηρείται ότι οι περισσότερες μετοχές και σε αυτό το χρονικό διάστημα σημείωσαν απώλειες με αποτέλεσμα να σημειώσουν κατά μέσο όρο απώλειες -8,59% . Πιο συγκεκριμένα 22 μετοχές σημείωσαν άνοδο, αριθμός μεγαλύτερος από αυτόν της πρώτης περιόδου που ήταν μόλις έξι. Οι μετοχές οι οποίες σημείωσαν την μεγαλύτερη άνοδο ήταν ο ΟΠΑΠ (+40,61), η ΕFG EUROBANK(+38,45%), η ΕΘΝΙΚΗ(+37,67%), η ΜΟΤΟΡΟΙΑ(+30,27%) και η COSMOTE(+30,07%), ενώ οι μετοχές με τις μεγαλύτερες απώλειες ήταν η SEX FORM(-75,29%), ο ΤΗΛΕΤΥΠΟΣ (-46,89%), η Γ.Ε.Κ(-41,64%), η ΤΕΡΝΑ (-39,60%) και η ΙΝΤΡΑΚΟΜ(-36,7%).

Οι αποδόσεις των 59 μετοχών των δυο χρονικών περιόδων κινούνται παράλληλα με μικρή τιμή συσχέτισης ίση με 0,1199. Αυτό το οποίο είναι άξιο προσοχής κατά την σύγκριση μεταξύ των δυο περιόδων είναι ότι παρόλο που η μετοχή της SEX FORM ήταν κατά την πρώτη περίοδο ανάμεσα στις έξι μετοχές οι οποίες σημείωσαν άνοδο, στην δεύτερη σημείωσε τις μεγαλύτερες απώλειες.

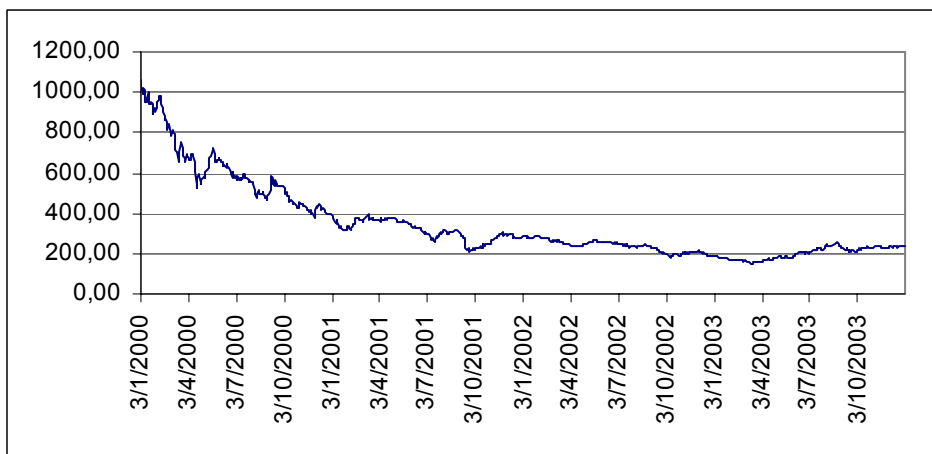
Ακόμη παρατηρείται ότι τόσο η μετοχή του ΟΠΑΠ όσο και της COSMOTE περιλαμβάνονται στις πέντε μετοχές με την μεγαλύτερη απόδοση και στις δυο χρονικές περιόδους. Τέλος η μετοχή της ΙΝΤΡΑΚΟΜ περιλαμβάνεται και στις δυο περιόδους στο σύνολο των μετοχών με τις μεγαλύτερες απώλειες.

Παρόμοια εξέλιξη με αυτή του συνόλου των μετοχών οι οποίες περιέχονται στους δείκτες FTSE20 και FTSE40 είχαν και οι ίδιοι οι δείκτες. Συγκεκριμένα ο δείκτης FTSE20 την 1-1-2000 ήταν στις 3020,27 μονάδες, ενώ την 31-12-2003 στις 1169,95 μονάδες, συνεπώς σημείωσε απώλειες ίσες με -61,26%. Στην επόμενη σελίδα παρουσιάζεται αναλυτικότερα η πορεία του συγκεκριμένου δείκτη κατά την διάρκεια της πρώτης περιόδου.



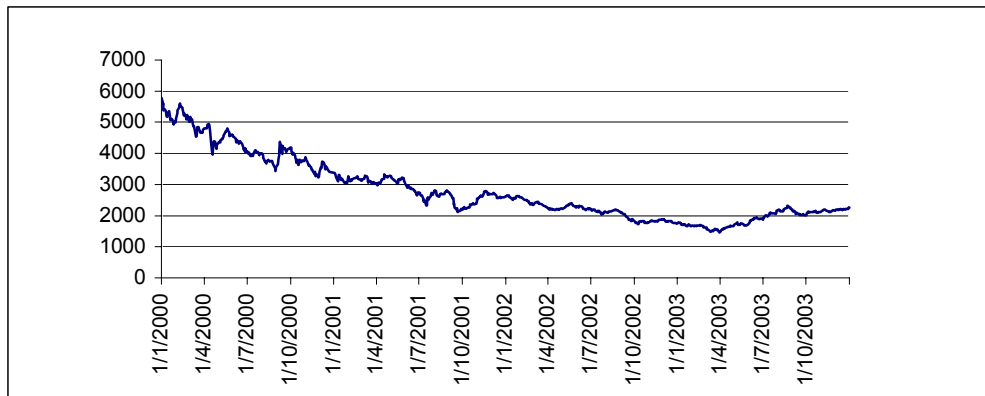
Γράφημα 4.1 Πορεία του Δείκτη FTSE20
(1-1-2000 έως 31-12-2003)

Την καθοδική πορεία κατά την διάρκεια της πρώτης περιόδου ακολούθησε και ο δείκτης FTSE40 ο οποίος την 1-1-2000 κυμαινόταν στις 1064,36 μονάδες και στο τέλος της εξεταζόμενης περιόδου έφτασε τις 237,71 μονάδες σημειώνοντας απώλειες -77,66%. Το παρακάτω γράφημα παρουσιάζει αναλυτικότερα την πορεία του συγκεκριμένου δείκτη.



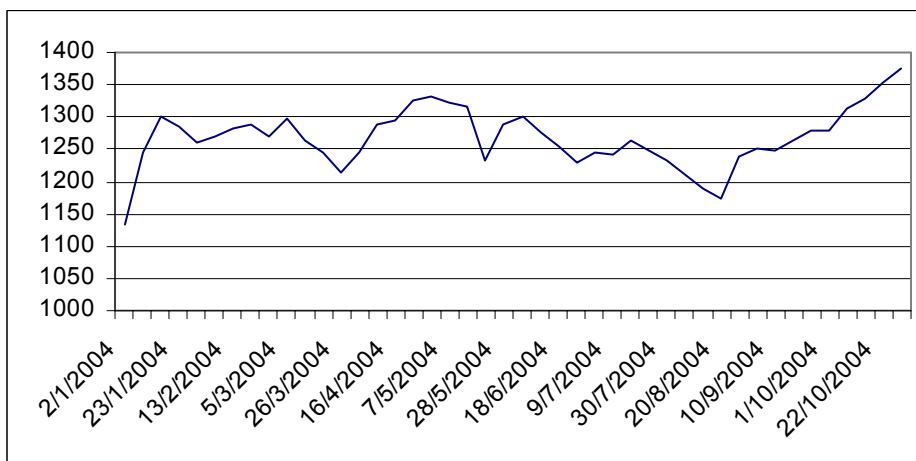
Γράφημα 4.2 Πορεία του Δείκτη FTSE40
(1-1-2000 έως 31-12-2003)

Η άσχημη περίοδος του Χρηματιστηρίου Αθηνών απεικονίζεται μέσω της πορείας του Γενικού Δείκτη ΧΑΑ ο οποίος κύλησε από τις 5794,85 μονάδες στις 2263,58 σημειώνοντας απώλειες ίσες με -60,94%. Το παρακάτω γράφημα παρουσιάζει αναλυτικά το πώς κυμάνθηκε ο Γενικός Δείκτης ΧΑΑ κατά την περίοδο 1-1-2000 έως 31-12-2003.



Γράφημα 4.3 Πορεία του Γενικού Δείκτη ΧΑΑ
(1-1-2000 έως 31-12-2003)

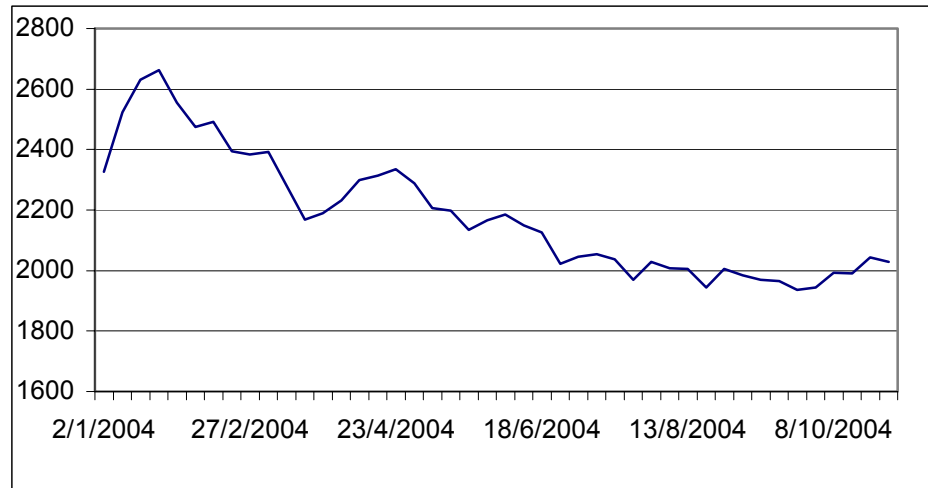
Όσον αφορά την δεύτερη χρονική περίοδο, στα παρακάτω γραφήματα παρουσιάζεται η διακύμανση των δεικτών FTSE20 και FTSE40 και του Γενικού Δείκτη ΧΑΑ και αναλύονται οι ομοιότητες και οι διαφορές τους, με την πρώτη περίοδο. Το παρακάτω γράφημα αναπαριστά το πώς κινήθηκε ο δείκτης FTSE20.



Γράφημα 4.4 Πορεία Δείκτη FTSE20.
(1-1-2004 έως 1-11-2004)

Σύμφωνα με το γράφημα 4.4 φαίνεται ότι ο δείκτης FTSE20 την 1-1-2004 ήταν στις 1134,74 μονάδες, ενώ την 1-11-2004 ήταν στις 1374,09 μονάδες σημειώνοντας αύξηση ίση με 21,09% ενώ κατά την διάρκεια της πρώτης περιόδου είχε σημειώσει πτώση -61,26%.

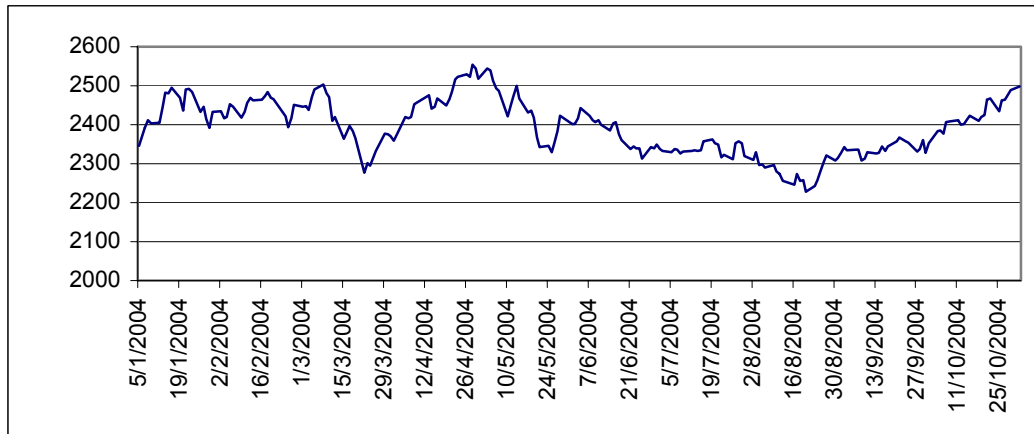
Σε αντίθεση με τον προηγούμενο δείκτη, ο FTSE40 όπως φαίνεται και στο παρακάτω γράφημα είχε καθοδική πορεία με απώλειες ίσες με -12,80%.



Γράφημα 4.5 Πορεία Δείκτη FTSE40.
(1-1-2004 έως 1-11-2004)

Ο δείκτης FTSE40 είχε ακολουθήσει την ίδια πορεία και στην πρώτη περίοδο με πολύ μεγαλύτερες απώλειες οι οποίες άγγιξαν το -77,66% .

Τέλος, σε αντίθεση με την πρώτη περίοδο στην οποία είχε μεγάλες απώλειες, στην δεύτερη ο Γενικός Δείκτης ΧΑΑ από τις 2346 μονάδες την 1-1-2004 έφτασε τις 2499,12 μονάδες σημειώνοντας άνοδο ίση με 6,52%. Το αμέσως επόμενο γράφημα παρουσιάζει αναλυτικά το πώς διακυμάνθηκε ο δείκτης την συγκεκριμένη περίοδο.



Γράφημα 4.6 Πορεία του Γενικού Δείκτη ΧΑΑ
(1-1-2004 έως 1-11-2004)

4.2 Διαμόρφωση Αποτελεσματικών Χαρτοφυλακίων

4.2.1 Ανάλυση Πρώτης Χρονικής Περιόδου

Στην συγκεκριμένη παράγραφο εξετάζεται ο τρόπος με τον οποίο θα επιτευχθεί η κατασκευή και η επιλογή αποτελεσματικών χαρτοφυλακίων. Για την επίτευξη του στόχου μας, χρησιμοποιήσαμε το μοντέλο του Markowitz, η μαθηματική δομή του οποίου παρουσιάστηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο.

Με βάση τα δεδομένα για το σύνολο των 59 μετοχών πραγματοποιήθηκε εφαρμογή του μοντέλου του Markowitz για την ανάπτυξη 25, 50 και 100 χαρτοφυλακίων. Ο λόγος ο οποίος δημιουργήθηκαν τρία διαφορετικά χαρτοφυλάκια είναι για να παρατηρηθεί εάν το πλήθος των χαρτοφυλακίων επηρεάζει την απόφαση του επενδυτή. Όσο αυξάνεται το πλήθος των χαρτοφυλακίων αυξάνονται και οι επιλογές του επενδυτή. Κατασκευάστηκαν έτσι χαρτοφυλάκια από την ελάχιστη ως την μέγιστη απόδοση, καθώς και χαρτοφυλάκια από τον ελάχιστο ως τον μέγιστο κίνδυνο.

Τα ποσοστά συμμετοχής των μετοχών στο κάθε χαρτοφυλάκιο υπολογίστηκαν μέσω του προγράμματος MATLAB. Στην περίπτωση των 25 χαρτοφυλακίων παρατηρείται ότι το 1^ο χαρτοφυλάκιο περιέχει τον μεγαλύτερο αριθμό διαφορετικών μετοχών. Συγκεκριμένα το χαρτοφυλάκιο αυτό αποτελείται από

δώδεκα διαφορετικές μετοχές. Στον αντίποδα το 25^ο χαρτοφυλάκιο αποτελείται εξολοκλήρου από μια μετοχή στην οποία τοποθετείται όλο το διαθέσιμο κεφαλαίο.

Όμοια με την περίπτωση των 25 χαρτοφυλακίων, έτσι και κατά την σύνθεση των 50, το 1^ο χαρτοφυλάκιο περιλαμβάνει το μεγαλύτερο αριθμό διαφορετικών μετοχών (12), ενώ το 50^ο χαρτοφυλάκιο αποτελείται από μια και μόνο μετοχή.

Τέλος σε αντίθεση με τις προηγούμενες περιπτώσεις, κατά την σύνθεση των 100 χαρτοφυλακίων παρατηρείται ότι εδώ υπάρχουν δυο χαρτοφυλάκια τα οποία περιλαμβάνουν το μεγαλύτερο αριθμό διαφορετικών μετοχών. Αυτά είναι το 1^ο και το 2^ο τα οποία αποτελούνται από δώδεκα διαφορετικές μετοχές. Το χαρτοφυλάκιο το στο οποίο έχει δαπανηθεί όλο το κεφαλαίο είναι το εκατοστό.

Η ανάλυση η οποία πραγματοποιείται στην συνέχεια αφορά ημερήσια στοιχεία. Παρακάτω παρουσιάζεται η ημερήσια απόδοση και ο κίνδυνος για την σύνθεση των 25 χαρτοφυλακίων κατά την διάρκεια της πρώτης χρονικής περιόδου.

Χαρτοφυλάκια	Κίνδυνος(%)	Απόδοση(%)
1 ^ο	0,00779	0,0253
2 ^ο	0,00779	0,0295
3 ^ο	0,00781	0,0337
4 ^ο	0,00783	0,0379
5 ^ο	0,00785	0,0421
6 ^ο	0,00789	0,0462
7 ^ο	0,00794	0,0504
8 ^ο	0,008	0,0546
9 ^ο	0,00807	0,0588
10 ^ο	0,00816	0,063
11 ^ο	0,00825	0,0672
12 ^ο	0,00835	0,0713
13 ^ο	0,00846	0,0755
14 ^ο	0,00859	0,0797
15 ^ο	0,00874	0,0839
16 ^ο	0,00891	0,0881
17 ^ο	0,00909	0,0923
18 ^ο	0,00929	0,0964
19 ^ο	0,00958	0,1003
20 ^ο	0,01026	0,1048
21 ^ο	0,01137	0,109
22 ^ο	0,0128	0,1132
23 ^ο	0,01446	0,1174
24 ^ο	0,01628	0,1215
25 ^ο	0,01821	0,1258

Πίνακας 4.2 Απόδοση και κίνδυνος για τα 25 χαρτοφυλάκια

Σύμφωνα με τον πίνακα 4.2 παρατηρούμε ότι όσον αφορά την απόδοση και την τυπική απόκλιση (κίνδυνος) οι τιμές είναι σε πλήρη διάταξη από την μικρότερη προς τη μεγαλύτερη τιμή. Όσο μεγαλώνει η απόδοση του χαρτοφυλακίου, τόσο αυξάνεται και ο κίνδυνος ο οποίος διέπει το συγκεκριμένο χαρτοφυλάκιο. Απόδοση και κίνδυνος είναι στενά συνδεδεμένα αφού έχουν τιμή συσχέτισης ίση με 0,7976, αριθμός ο οποίος βρίσκεται κοντά στη μονάδα που σημαίνει ότι τα δυο κριτήρια κινούνται παράλληλα.

Λόγω του ότι η αξιολόγηση και η επιλογή αποδοτικών χαρτοφυλακίων είναι μια πολυκριτήρια ανάλυση, ένας επενδυτής πρέπει να λάβει υπόψη του και άλλα κριτήρια. Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήσαμε εκτός από την απόδοση και τον κίνδυνο τον δείκτη του Sharpe, την VaR, την CVaR και το Expected Loss. Οι τιμές των τεσσάρων παραπάνω κριτηρίων για τα 25 χαρτοφυλάκια παρουσιάζονται στον πίνακα 4.3 .

Χαρτοφυλάκια	SHARPE	VaR	CVaR	Expected Loss
1 ^ο	3.26%	1,513	2,148	0,366
2 ^ο	3.79%	1,535	2,166	0,369
3 ^ο	4.32%	1,566	2,181	0,374
4 ^ο	4.85%	1,613	2,196	0,374
5 ^ο	5.36%	1,638	2,213	0,372
6 ^ο	5.86%	1,644	2,235	0,371
7 ^ο	6.35%	1,648	2,261	0,377
8 ^ο	6.83%	1,633	2,294	0,369
9 ^ο	7.29%	1,624	2,329	0,365
10 ^ο	7.73%	1,615	2,363	0,366
11 ^ο	8.15%	1,606	2,398	0,368
12 ^ο	8.55%	1,633	2,432	0,369
13 ^ο	8.93%	1,671	2,475	0,371
14 ^ο	9.28%	1,700	2,529	0,371
15 ^ο	9.60%	1,765	2,584	0,380
16 ^ο	9.89%	1,835	2,638	0,386
17 ^ο	10.15%	1,905	2,693	0,394
18 ^ο	10.38%	1,972	2,750	0,397
19 ^ο	10.51%	1,980	2,937	0,470
20 ^ο	10.22%	2,733	3,329	0,672
21 ^ο	9.59%	2,877	3,654	0,741
22 ^ο	8.84%	3,224	4,162	0,872
23 ^ο	8.12%	3,503	4,704	0,983
24 ^ο	7.47%	3,995	5,293	1,129
25 ^ο	6.91%	4,575	5,879	1,258

Πίνακας 4.3 Δείκτης του Sharpe, VaR, CVaR, Expected Loss των 25 χαρτοφυλακίων

Ο δείκτης του Sharpe προέκυψε από την διαίρεση της τιμής της απόδοσης με τον κίνδυνο για κάθε ένα από τα 25 χαρτοφυλάκια. Σύμφωνα με τον πίνακα 4.3 τα τρία χαρτοφυλάκια με την μεγαλύτερη τιμή για τον δείκτη του Sharpe είναι το 19^ο το 18^ο και το 20^ο με τιμή 10,51%, 10,38%, 10,22% αντίστοιχα. Ενώ αυτά με την μικρότερη είναι το 1^ο (3,26%), το 2^ο (3,79%) και το 3^ο (4,32%).

Συνεχίζοντας με το κριτήριο VaR το οποίο έχει επίπεδο εμπιστοσύνης 99%, η μεγαλύτερη τιμή παρατηρείται για το 25^ο το 24^ο και το 23^ο χαρτοφυλάκιο με τιμές 4,575, 3,995 και 3,503 αντίστοιχα. Η τιμή 4,575 πρακτικά σημαίνει ότι στις 100 μέρες θα υπάρξει μια στην οποία η ζημία θα υπερβεί τις 4,575 χρηματικές μονάδες. Στον αντίποδα τα χαρτοφυλάκια 1^ο, 2^ο και 3^ο παρουσιάζουν τις μικρότερες τιμές 1,513, 1,535 και 1,566 αντίστοιχα.

Όμοια με την VaR, η μεγαλύτερη τιμή για την CVaR παρατηρείται για το 25^ο χαρτοφυλάκιο (5,879) το 24^ο (5,293) και το 23^ο (4,704) ενώ αυτά με τη μικρότερη είναι το 1^ο, 2^ο και 3^ο με τιμές (2,148), (2,166), (2,181) αντίστοιχα.

Τέλος όσον αφορά το κριτήριο Expected Loss οι μεγαλύτερες τιμές παρατηρούνται για το 25^ο (1,258), 24^ο (1,129) και 23^ο (0,983) χαρτοφυλάκιο, ενώ οι μικρότερες για το 9^ο (0,360), το 1^ο και το 10^ο με τιμή 0,366.

Σε αυτό το σημείο θα ήταν σημαντική η πραγματοποίηση της συσχέτισης μεταξύ των τεσσάρων παραπάνω κριτηρίων για να παρατηρηθεί το πώς διαφοροποιούνται το ένα σε σχέση με το άλλο. Ο πίνακας 4.4 παρουσιάζει τη συσχέτιση μεταξύ των έξι κριτηρίων.

Συσχετίσεις μεταξύ κριτηρίων για τα 25 χαρτοφυλάκια πρώτης περιόδου						
	Κίνδυνος	Απόδοση	SHARPE	VaR	CVaR	Expected Loss
Κίνδυνος	1	0,7977	0,2047	0,9891	0,9978	0,9798
Απόδοση	0,7977	1	0,7490	0,8033	0,8240	0,7553
SHARPE	0,2047	0,7490	1	0,2145	0,2451	0,1373
VaR	0,9891	0,8033	0,2145	1	0,9936	0,9943
CVaR	0,9978	0,8240	0,2451	0,9936	1	0,9884
Expected Loss	0,9798	0,7553	0,1373	0,9943	0,9884	1

Πίνακας 4.4 Συσχέτιση μεταξύ κριτηρίων για τα 25 χαρτοφυλάκια για την πρώτη χρονική περίοδο

Δεδομένου του ότι η συσχέτιση μεταξύ δυο κριτηρίων με τιμή -1 δηλώνει ότι τα δυο κριτήρια κινούνται αντιπαράλληλα, ενώ με τιμή 1 ότι κινούνται παράλληλα με τη βοήθεια του πίνακα 4.4 παρατηρείται σε αρκετούς συνδυασμούς κριτηρίων υψηλή τιμή συσχέτισης η οποία πλησιάζει πολλές φορές τη μονάδα, πράγμα το οποίο σημαίνει ότι τα δυο κριτήρια κινούνται πλήρως παράλληλα. Οι τιμές των συσχετίσεων μεταξύ του δείκτη του Sharpe και των υπολοίπων κριτηρίων με εξαίρεση αυτόν της απόδοσης, κυμαίνονται σε πολύ μικρότερα επίπεδα.

Στη συνέχεια αναλύεται η περίπτωση για την δημιουργία των πενήντα χαρτοφυλακίων για χρονικό ορίζοντα από 1-1-2000 έως 31-12-2003. Η ημερήσια απόδοση και ο κίνδυνος των 50 χαρτοφυλακίων σύμφωνα με το μοντέλο του Markowitz παρουσιάζονται στον πίνακα 4.5.

Χαρτοφυλάκια	Κίνδυνος(%)	Απόδοση(%)
1 ^ο	0,0078	0,0254
2 ^ο	0,0078	0,0274
3 ^ο	0,0078	0,0295
4 ^ο	0,0078	0,0315
5 ^ο	0,0078	0,0336
6 ^ο	0,0078	0,0356
7 ^ο	0,0078	0,0377
8 ^ο	0,0078	0,0397
9 ^ο	0,0079	0,0418
10 ^ο	0,0079	0,0438
11 ^ο	0,0079	0,0459
12 ^ο	0,0079	0,0479
13 ^ο	0,0079	0,0500
14 ^ο	0,0080	0,0520
15 ^ο	0,0080	0,0541
16 ^ο	0,0080	0,0561
17 ^ο	0,0081	0,0582
18 ^ο	0,0081	0,0602
19 ^ο	0,0081	0,0623
20 ^ο	0,0082	0,0643
21 ^ο	0,0082	0,0663
22 ^ο	0,0083	0,0684
23 ^ο	0,0083	0,0704
24 ^ο	0,0084	0,0725
25 ^ο	0,0084	0,0745
26 ^ο	0,0085	0,0766
27 ^ο	0,0086	0,0786
28 ^ο	0,0086	0,0807
29 ^ο	0,0087	0,0827
30 ^ο	0,0088	0,0848
31 ^ο	0,0089	0,0868
32 ^ο	0,0089	0,0889
33 ^ο	0,0090	0,0909
34 ^ο	0,0091	0,0930
35 ^ο	0,0092	0,0950
36 ^ο	0,0093	0,0971
37 ^ο	0,0095	0,0991

38°	0,0096	0,1012
39°	0,0099	0,1032
40°	0,0104	0,1053
41°	0,0109	0,1073
42°	0,0115	0,1094
43°	0,0122	0,1114
44°	0,0129	0,1135
45°	0,0137	0,1155
46°	0,0145	0,1176
47°	0,0154	0,1196
48°	0,0163	0,1217
49°	0,0173	0,1237
50°	0,0182	0,1258

Πίνακας 4.5 Απόδοση και Κίνδυνος των 50 χαρτοφυλακίων

Στον πίνακα 4.5 παρουσιάζονται οι τιμές των αποδόσεων και της τυπικής απόκλισης των 50 χαρτοφυλακίων κατά αύξουσα σειρά. Όμοια με την περίπτωση 25 χαρτοφυλακίων, έτσι και εδώ μεγαλύτερη απόδοση συνεπάγεται λήψη μεγαλύτερου βαθμού κινδύνου. Εδώ βέβαια επειδή υπάρχει μεγαλύτερος αριθμός χαρτοφυλακίων, υπάρχουν περισσότερες δυνατές επιλογές όσον αφορά το συνδυασμό κινδύνου και απόδοσης. Τα δυο παραπάνω κριτήρια κινούνται παράλληλα με τιμή συσχέτισης 0,7985, ελάχιστα μεγαλύτερη από την περίπτωση των 25 χαρτοφυλακίων. Όσον αφορά τον δείκτη του Sharpe, την VaR, την CVaR και το Expected Loss οι τιμές τους παρουσιάζονται στον πίνακα 4.6.

Χαρτοφυλάκια	SHARPE	VaR	CVaR	Expected Loss
1°	3.26%	1,513	2,148	0,366
2°	3.52%	1,524	2,157	0,370
3°	3.78%	1,535	2,166	0,369
4°	4.04%	1,547	2,173	0,372
5°	4.30%	1,564	2,180	0,374
6°	4.56%	1,587	2,188	0,374
7°	4.81%	1,611	2,195	0,376
8°	5.07%	1,633	2,202	0,376
9°	5.32%	1,642	2,211	0,374
10°	5.57%	1,624	2,223	0,370
11°	5.81%	1,641	2,233	0,371
12°	6.06%	1,648	2,245	0,373
13°	6.30%	1,645	2,258	0,376
14°	6.53%	1,640	2,272	0,375
15°	6.76%	1,634	2,289	0,370
16°	6.99%	1,630	2,306	0,366
17°	7.21%	1,625	2,323	0,365
18°	7.43%	1,621	2,340	0,367
19°	7.65%	1,616	2,357	0,364

20 ^ο	7.86%	1,612	2,374	0,367
21 ^ο	8.06%	1,608	2,390	0,369
22 ^ο	8.26%	1,606	2,407	0,368
23 ^ο	8.46%	1,624	2,424	0,368
24 ^ο	8.65%	1,644	2,443	0,369
25 ^ο	8.84%	1,663	2,463	0,370
26 ^ο	9.02%	1,678	2,488	0,371
27 ^ο	9.19%	1,692	2,515	0,371
28 ^ο	9.35%	1,710	2,542	0,373
29 ^ο	9.51%	1,744	2,568	0,379
30 ^ο	9.66%	1,779	2,595	0,382
31 ^ο	9.80%	1,814	2,622	0,383
32 ^ο	9.94%	1,848	2,648	0,387
33 ^ο	10.07%	1,883	2,675	0,392
34 ^ο	10.19%	1,916	2,703	0,396
35 ^ο	10.31%	1,949	2,730	0,396
36 ^ο	10.41%	1,982	2,759	0,398
37 ^ο	10.49%	1,984	2,806	0,389
38 ^ο	10.50%	1,987	2,952	0,470
39 ^ο	10.39%	2,476	3,271	0,642
40 ^ο	10.17%	2,801	3,344	0,671
41 ^ο	9.87%	2,763	3,488	0,708
42 ^ο	9.53%	2,882	3,695	0,749
43 ^ο	9.17%	3,033	3,944	0,803
44 ^ο	8.80%	3,245	4,194	0,876
45 ^ο	8.44%	3,418	4,443	0,938
46 ^ο	8.09%	3,510	4,728	0,988
47 ^ο	7.76%	3,723	5,016	1,054
48 ^ο	7.46%	4,007	5,305	1,132
49 ^ο	7.17%	4,291	5,593	1,186
50 ^ο	6.91%	4,575	5,879	1,258

Πίνακας 4.6 Δείκτης του Sharpe, VaR, CVaR, Expected Loss των 50 χαρτοφυλακίων

Σύμφωνα με τον πίνακα 4.6 τα τρία χαρτοφυλάκια με την μεγαλύτερη τιμή για τον δείκτη του Sharpe είναι το 38^ο (10,5%), 37^ο (10,49%) και 36^ο (10,41%). Ενώ αυτά με την μικρότερη είναι το 1^ο το 2^ο και το 3^ο με τιμή 3,26%, 3,52 και 3,78% αντίστοιχα.

Όσον αφορά την VaR η μεγαλύτερη τιμή παρατηρείται για το 50^ο το 49^ο και το 48^ο χαρτοφυλάκιο με τιμές (4,575), (4,291), (4,107) αντίστοιχα. Στον αντίποδα τα χαρτοφυλάκια 1^ο, 2^ο, 3^ο παρουσιάζουν τις μικρότερες τιμές (1,513), (1,524), (1,535) αντίστοιχα.

Η μεγαλύτερη τιμή για την CVaR παρατηρείται για το 50^ο χαρτοφυλάκιο (5,879) το 49^ο (5,593) και το 3^ο (5,305) ενώ αυτά με τη μικρότερη είναι το 1^ο, 2^ο και 3^ο με τιμές (2,148), (2,157), (2,166) αντίστοιχα.

Αυτό το οποίο πρέπει να τονισθεί για τα παραπάνω κριτήρια είναι ότι τα τρία χαρτοφυλάκια κάθε κριτηρίου τα οποία εμφανίζουν την μικρότερη τιμή συμπίπτουν με αυτά που εμφάνιζαν την μικρότερη τιμή κατά την σύνθεσης των 25 χαρτοφυλακίων.

Τέλος όσον αφορά το κριτήριο Expected Loss οι μεγαλύτερες τιμές παρατηρούνται για το 50^ο(1,258), 49^ο (1,186) και 48^ο (1,132), ενώ οι μικρότερες τιμές παρατηρούνται για τα χαρτοφυλάκια 19^ο (0,364), 17^ο (0,365) και 1^ο (0,366) .

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται η συσχέτιση μεταξύ των προηγούμενων κριτηρίων.

Συσχετίσεις μεταξύ κριτηρίων για τα 50 χαρτοφυλάκια πρώτης περιόδου						
	Κίνδυνος	Απόδοση	SHARPE	VaR	CVaR	Expected Loss
Κίνδυνος	1	0,7986	0,2234	0,9891	0,9975	0,9828
Απόδοση	0,7986	1	0,7608	0,8030	0,8239	0,7474
SHARPE	0,2234	0,7608	1	0,2309	0,2626	0,1448
VaR	0,9891	0,8030	0,2309	1	0,9939	0,9929
CVaR	0,9975	0,8239	0,2626	0,9939	1	0,9866
Expected Loss	0,9828	0,7474	0,1448	0,9929	0,9866	1

Πίνακας 4.7 Συσχέτιση μεταξύ κριτηρίων για τα 50 χαρτοφυλάκια για την πρώτη χρονική περίοδο

Με τη βοήθεια των πινάκων 4.4 και 4.7 οι οποίοι αφορούν τη συσχέτιση μεταξύ των κριτηρίων για τα 25 και 50 χαρτοφυλάκια παρατηρείται ότι όλοι οι συνδυασμοί κριτηρίων παρουσιάζουν και στις δυο περιπτώσεις σχεδόν ίδιο βαθμό συσχέτισης. Οι συνδυασμοί του δείκτη του Sharpe με τα υπόλοιπα κριτήρια εκτός της απόδοσης εμφανίζουν και εδώ τις μικρότερες τιμές συσχέτισης από το σύνολο των έξι συνδυασμών μεταξύ των κριτηρίων. Μικρότερος βαθμός συσχέτισης παρατηρείται και στις δυο περιπτώσεις για το συνδυασμό Δείκτη Sharpe και Expected Loss, ενώ ο μεγαλύτερος βαθμός συσχέτισης για το συνδυασμό κινδύνου και CVaR .

Τέλος αναλύεται η περίπτωση για την δημιουργία των 100 χαρτοφυλακίων για χρονικό ορίζοντα από 1-1-2000 έως 31-12-2003. Η ημερήσια απόδοση και ο κίνδυνος των 100 χαρτοφυλακίων σύμφωνα με το μοντέλο του Markowitz παρουσιάζονται στον πίνακα 4.8 .

Χαρτοφυλάκια	Κίνδυνος (%)	Απόδοση (%)	Χαρτοφυλάκια	Κίνδυνος (%)	Απόδοση (%)
1°	0,00779	0,0254	51°	0,00848	0,0761
2°	0,00779	0,0264	52°	0,00851	0,0771
3°	0,00779	0,0274	53°	0,00854	0,0781
4°	0,00779	0,0284	54°	0,00857	0,0791
5°	0,00779	0,0294	55°	0,00861	0,0801
6°	0,0078	0,0304	56°	0,00864	0,0811
7°	0,0078	0,0315	57°	0,00868	0,0822
8°	0,0078	0,0325	58°	0,00872	0,0832
9°	0,0078	0,0335	59°	0,00875	0,0842
10°	0,00781	0,0345	60°	0,00879	0,0852
11°	0,00781	0,0355	61°	0,00883	0,0862
12°	0,00782	0,0365	62°	0,00887	0,0872
13°	0,00782	0,0375	63°	0,00892	0,0882
14°	0,00783	0,0386	64°	0,00896	0,0893
15°	0,00784	0,0396	65°	0,009	0,0903
16°	0,00784	0,0406	66°	0,00905	0,0913
17°	0,00785	0,0416	67°	0,00909	0,0923
18°	0,00786	0,0426	68°	0,00914	0,0933
19°	0,00787	0,0436	69°	0,00919	0,0943
20°	0,00788	0,0446	70°	0,00924	0,0953
21°	0,00789	0,0457	71°	0,00929	0,0964
22°	0,0079	0,0467	72°	0,00934	0,0974
23°	0,00791	0,0477	73°	0,0094	0,0984
24°	0,00792	0,0487	74°	0,00947	0,0994
25°	0,00793	0,0497	75°	0,00955	0,1004
26°	0,00795	0,0507	76°	0,00967	0,1014
27°	0,00796	0,0517	77°	0,00981	0,1025
28°	0,00797	0,0527	78°	0,00998	0,1035
29°	0,00799	0,0538	79°	0,01018	0,1045
30°	0,008	0,0548	80°	0,0104	0,1055
31°	0,00802	0,0558	81°	0,01065	0,1065
32°	0,00804	0,0568	82°	0,01092	0,1075
33°	0,00806	0,0578	83°	0,01122	0,1085
34°	0,00807	0,0588	84°	0,01153	0,1095
35°	0,00809	0,0598	85°	0,01186	0,1106
36°	0,00811	0,0609	86°	0,01221	0,1116
37°	0,00813	0,0619	87°	0,01257	0,1126
38°	0,00815	0,0629	88°	0,01295	0,1136
39°	0,00817	0,0639	89°	0,01334	0,1146
40°	0,0082	0,0649	90°	0,01374	0,1156
41°	0,00822	0,0659	91°	0,01415	0,1166
42°	0,00824	0,0669	92°	0,01457	0,1177
43°	0,00827	0,0680	93°	0,015	0,1187
44°	0,00829	0,0690	94°	0,01544	0,1197
45°	0,00832	0,0700	95°	0,01589	0,1207
46°	0,00834	0,0710	96°	0,01634	0,1217
47°	0,00837	0,0720	97°	0,0168	0,1227
48°	0,00839	0,0730	98°	0,01726	0,1237
49°	0,00842	0,0740	99°	0,01774	0,1248
50°	0,00845	0,0751	100°	0,01821	0,1258

Πίνακας 4.8 Απόδοση και κίνδυνος των 100 χαρτοφυλακίων

Απόδοση και κίνδυνος κινούνται παράλληλα με τιμή συσχέτισης 0,7990. Αυτό το οποίο παρατηρείται από την σύνθεση των τριών ομάδων χαρτοφυλακίων είναι ότι όταν αυξάνεται ο αριθμός των χαρτοφυλακίων, αυξάνεται ελάχιστα η συσχέτιση μεταξύ απόδοσης και κινδύνου. Όσον αφορά τον δείκτη του Sharpe, την VaR, την CVaR και το Expected Loss οι τιμές τους παρουσιάζονται στον πίνακα 4.9.

Χαρτοφυλάκια	SHARPE	VaR	CVaR	Expected Loss
1 ^ο	3,26%	1,513	2,148	0,366
2 ^ο	3,39%	1,519	2,152	0,368
3 ^ο	3,52%	1,524	2,157	0,37
4 ^ο	3,65%	1,529	2,161	0,37
5 ^ο	3,78%	1,535	2,166	0,369
6 ^ο	3,91%	1,54	2,169	0,37
7 ^ο	4,03%	1,546	2,173	0,372
8 ^ο	4,16%	1,552	2,176	0,372
9 ^ο	4,29%	1,563	2,18	0,374
10 ^ο	4,42%	1,574	2,184	0,373
11 ^ο	4,55%	1,586	2,187	0,374
12 ^ο	4,67%	1,598	2,191	0,376
13 ^ο	4,80%	1,609	2,194	0,376
14 ^ο	4,92%	1,62	2,198	0,377
15 ^ο	5,05%	1,632	2,202	0,376
16 ^ο	5,17%	1,643	2,205	0,376
17 ^ο	5,30%	1,643	2,21	0,374
18 ^ο	5,42%	1,634	2,216	0,371
19 ^ο	5,55%	1,624	2,222	0,369
20 ^ο	5,67%	1,631	2,227	0,371
21 ^ο	5,79%	1,639	2,232	0,371
22 ^ο	5,91%	1,648	2,237	0,372
23 ^ο	6,03%	1,649	2,243	0,373
24 ^ο	6,15%	1,647	2,25	0,375
25 ^ο	6,27%	1,645	2,256	0,377
26 ^ο	6,38%	1,649	2,263	0,377
27 ^ο	6,50%	1,643	2,27	0,376
28 ^ο	6,62%	1,637	2,278	0,374
29 ^ο	6,73%	1,635	2,287	0,372
30 ^ο	6,84%	1,632	2,295	0,368
31 ^ο	6,96%	1,63	2,303	0,366
32 ^ο	7,07%	1,628	2,312	0,366
33 ^ο	7,18%	1,626	2,32	0,366
34 ^ο	7,29%	1,624	2,329	0,365
35 ^ο	7,40%	1,622	2,337	0,366
36 ^ο	7,50%	1,619	2,345	0,366
37 ^ο	7,61%	1,617	2,354	0,365
38 ^ο	7,71%	1,615	2,362	0,365
39 ^ο	7,82%	1,613	2,37	0,366
40 ^ο	7,92%	1,611	2,379	0,369
41 ^ο	8,02%	1,609	2,387	0,369
42 ^ο	8,12%	1,606	2,395	0,369
43 ^ο	8,22%	1,604	2,404	0,368
44 ^ο	8,32%	1,611	2,412	0,367
45 ^ο	8,42%	1,62	2,42	0,368

46°	8,51%	1,629	2,429	0,369
47°	8,61%	1,639	2,438	0,37
48°	8,70%	1,649	2,448	0,369
49°	8,79%	1,659	2,458	0,369
50°	8,88%	1,668	2,468	0,372
51°	8,97%	1,675	2,481	0,37
52°	9,06%	1,682	2,495	0,371
53°	9,14%	1,689	2,508	0,371
54°	9,23%	1,695	2,521	0,37
55°	9,31%	1,702	2,534	0,371
56°	9,39%	1,717	2,547	0,375
57°	9,47%	1,735	2,561	0,378
58°	9,54%	1,752	2,574	0,379
59°	9,62%	1,769	2,587	0,38
60°	9,69%	1,786	2,6	0,382
61°	9,76%	1,803	2,614	0,382
62°	9,83%	1,82	2,627	0,384
63°	9,90%	1,837	2,64	0,386
64°	9,96%	1,854	2,653	0,388
65°	10,03%	1,872	2,666	0,39
66°	10,09%	1,889	2,68	0,393
67°	10,15%	1,905	2,693	0,394
68°	10,21%	1,921	2,707	0,397
69°	10,27%	1,938	2,721	0,396
70°	10,32%	1,954	2,734	0,396
71°	10,38%	1,97	2,748	0,399
72°	10,43%	1,986	2,765	0,397
73°	10,47%	1,985	2,788	0,388
74°	10,50%	1,984	2,812	0,39
75°	10,51%	1,992	2,93	0,47
76°	10,49%	2,006	2,962	0,478
77°	10,44%	2,082	3,014	0,485
78°	10,37%	2,512	3,279	0,644
79°	10,27%	2,673	3,315	0,665
80°	10,14%	2,813	3,351	0,677
81°	10,00%	2,808	3,414	0,7
82°	9,84%	2,779	3,504	0,708
83°	9,68%	2,866	3,594	0,731
84°	9,50%	2,884	3,715	0,751
85°	9,32%	2,91	3,839	0,781
86°	9,14%	3,054	3,962	0,807
87°	8,96%	3,17	4,085	0,848
88°	8,78%	3,256	4,209	0,88
89°	8,60%	3,341	4,332	0,91
90°	8,42%	3,426	4,455	0,941
91°	8,25%	3,471	4,597	0,966
92°	8,08%	3,513	4,739	0,991
93°	7,91%	3,591	4,882	1,026
94°	7,75%	3,731	5,025	1,056
95°	7,60%	3,872	5,168	1,096
96°	7,45%	4,012	5,311	1,133
97°	7,31%	4,153	5,454	1,149
98°	7,17%	4,294	5,596	1,187
99°	7,04%	4,434	5,739	1,224
100°	6,91%	4,575	5,879	1,258

Πίνακας 4.9 Δείκτης του Sharpe, VaR, CVaR, Expected Loss των 100 χαρτοφυλακίων

Σύμφωνα με τον πίνακα 4.8 τα τρία χαρτοφυλάκια με την μεγαλύτερη τιμή για τον δείκτη του Sharpe είναι το 75^ο (10,51%) , 74^ο (10,5%) και 76^ο (10,49%). Ενώ αυτά με την μικρότερη, τα οποία συμπίπτουν με την περίπτωση των 25 και 50 χαρτοφυλακίων, είναι το 1^ο το 2^ο και το 3^ο με τιμή 3,26%, 3,39% και 3,52% αντίστοιχα.

Όσον αφορά την VaR η μεγαλύτερη τιμή παρατηρείται για το 100^ο το 99^ο και το 98^ο χαρτοφυλάκιο με τιμές (4,575), (4,434) και (4,294) αντίστοιχα. Στον αντίποδα τα χαρτοφυλάκια τα οποία παρουσιάζουν τις μικρότερες τιμές είναι το 1^ο (1,536), 2^ο (1,519) και 3^ο (1,524). Τα τρία προηγούμενα χαρτοφυλάκια έλαβαν τις μικρότερες τιμές και κατά την δημιουργία των 25 και 50 χαρτοφυλακίων .

Η μεγαλύτερη τιμή για την CVaR παρατηρείται για το 100^ο χαρτοφυλάκιο (5,879) το 99^ο (5,736) και το 98^ο (5,596) ενώ αυτά με τη μικρότερη είναι το 1^ο, 2^ο και 3^ο με τιμές (2,148), (2,152), (2,157) αντίστοιχα. Και σε αυτό το κριτήριο τα χαρτοφυλάκια που εμφανίζουν τις μικρότερες τιμές είναι ίδια με αυτά των προηγούμενων συνθέσεων.

Τέλος όσον αφορά το κριτήριο Expected Loss οι μεγαλύτερες τιμές παρατηρούνται για 100^ο (1,258), 99^ο (1,224) και 98^ο (1,187), ενώ η μικρότερη τιμή η οποία είναι ίση με 0,365 παρατηρείται για τα χαρτοφυλάκια 34^ο , 38^ο και 37^ο .

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται η συσχέτιση μεταξύ των τεσσάρων προηγούμενων κριτηρίων.

Συσχετίσεις μεταξύ κριτηρίων για τα 25 χαρτοφυλάκια πρώτης περιόδου						
	Κίνδυνος	Απόδοση	SHARPE	VaR	CVaR	Expected Loss
Κίνδυνος	1	0,7990	0,2331	0,9888	0,9978	0,9825
Απόδοση	0,7990	1	0,7668	0,8010	0,8231	0,7433
SHARPE	0,2331	0,7668	1	0,2367	0,2701	0,1476
VaR	0,9888	0,8010	0,2367	1	0,9934	0,9928
CVaR	0,9978	0,8231	0,2701	0,9934	1	0,9858
Expected Loss	0,9825	0,7433	0,1476	0,9928	0,9858	1

Πίνακας 4.10 Συσχέτιση μεταξύ κριτηρίων για τα 100 χαρτοφυλάκια για την πρώτη χρονική περίοδο

Σύμφωνα με τον πίνακα 4.10 παρατηρούμε ότι τα ζεύγη των συσχετίσεων είναι σε πλήρη διάταξη με τις περιπτώσεις των 50 χαρτοφυλακίων. Και σε αυτή την περίπτωση παρατηρείται χαμηλή τιμή συσχέτισης μεταξύ του Δείκτη Sharpe και κινδύνου, του Δείκτη Sharpe και του VaR, του Δείκτη Sharpe και του CVaR και του Δείκτη Sharpe και του Expected Loss ενώ η μεγαλύτερη τιμή της συσχέτισης παρατηρείται και αυτή τη φορά για την συσχέτιση μεταξύ κινδύνου και CVaR.

4.2.2 Ανάλυση Δεύτερης Χρονικής Περιόδου

Όπως έχει προαναφερθεί για τους δέκα μήνες του 2004 (1-1-2004 έως 1-11-2004) πραγματοποιήθηκε ξεχωριστή ανάλυση, χωρίς όμως να δημιουργηθούν ξανά νέα χαρτοφυλάκια. Έτσι κατά την δεύτερη περίοδο αξιολογούνται οι επιδόσεις των χαρτοφυλακίων που αναλύθηκαν στην προηγούμενη ενότητα για τα νέα δεδομένα. Όπως και στην πρώτη χρονική περίοδο έτσι και στην δεύτερη τα 25, 50 και 100 χαρτοφυλάκια αξιολογήθηκαν με βάση τα ίδια έξι κριτήρια με την πρώτη χρονική περίοδο.

Στον πίνακα 4.11 παρουσιάζονται οι τιμές των παραπάνω κριτηρίων για την δημιουργία των 25 χαρτοφυλακίων :

Χαρτοφυλάκια	Απόδοση (%)	Κίνδυνος (%)	SHARPE	VaR	CVaR	Expected Loss
1 ^ο	-0,0478	0,00846	-5,66%	2,183	2,566	0,648
2 ^ο	-0,0487	0,00842	-5,78%	2,191	2,553	0,659
3 ^ο	-0,0496	0,00838	-5,92%	2,2	2,534	0,657
4 ^ο	-0,0505	0,00834	-6,05%	2,21	2,515	0,68
5 ^ο	-0,0513	0,00831	-6,18%	2,219	2,496	0,654
6 ^ο	-0,0522	0,00825	-6,32%	2,237	2,469	0,653
7 ^ο	-0,053	0,0082	-6,46%	2,26	2,436	0,632
8 ^ο	-0,0537	0,00815	-6,59%	2,288	2,404	0,625
9 ^ο	-0,0545	0,00812	-6,71%	2,31	2,401	0,647
10 ^ο	-0,0553	0,00811	-6,82%	2,324	2,453	0,652
11 ^ο	-0,0561	0,00811	-6,92%	2,346	2,504	0,665
12 ^ο	-0,0569	0,00813	-7,00%	2,367	2,556	0,661
13 ^ο	-0,0566	0,0081	-6,99%	2,39	2,604	0,678
14 ^ο	-0,0537	0,00804	-6,69%	2,445	2,663	0,679
15 ^ο	-0,0509	0,00803	-6,34%	2,5	2,722	0,658
16 ^ο	-0,0481	0,00807	-5,95%	2,548	2,781	0,677
17 ^ο	-0,045	0,00817	-5,50%	2,543	2,839	0,693
18 ^ο	-0,0406	0,00831	-4,89%	2,536	2,892	0,682

19°	-0,0265	0,00851	-3,11%	2,459	2,814	0,68
20°	0,0094	0,00898	1,05%	2,431	2,649	0,663
21°	0,0427	0,00992	4,30%	2,326	2,48	0,686
22°	0,076	0,01122	6,77%	2,403	2,493	0,765
23°	0,1093	0,01277	8,56%	2,57	2,721	0,869
24°	0,1426	0,01449	9,85%	2,868	3,095	0,93
25°	0,1763	0,01632	10,80%	3,272	3,51	1,014

Πίνακας 4.11 Απόδοση, Κίνδυνος, Δείκτης του Sharpe, VaR, CVaR, Expected Loss των 25 χαρτοφυλακίων δεύτερης χρονικής περιόδου

Με βάση τον πίνακα 4.11 παρατηρείται ότι σε αντίθεση με την πρώτη χρονική περίοδο, στην δεύτερη ορισμένα χαρτοφυλάκια εμφανίζουν αρνητική απόδοση. Συγκεκριμένα 19 χαρτοφυλάκια εμφανίζουν απώλειες, ενώ τα υπόλοιπα 6 εμφανίζουν θετική απόδοση. Ακόμη σε αντίθεση με την πρώτη περίοδο, στην δεύτερη η απόδοση των χαρτοφυλακίων δεν είναι διατεταγμένη κατά αύξουσα τιμή. Οι μεγαλύτερες τιμές των αποδόσεων, παρατηρούνται για τα χαρτοφυλάκια τα οποία σημείωσαν τις μεγαλύτερες αποδόσεις και στην πρώτη περίοδο.

Όπως έχει προαναφερθεί, μεγαλύτερη απόδοση συνεπάγεται την αύξηση του κινδύνου. Σύμφωνα με το πίνακα 4.11, τα χαρτοφυλάκια 25°, 24° και 23° τα οποία εμφανίζουν τις μεγαλύτερες αποδόσεις είχαν και τις υψηλότερες τιμές κινδύνου. Τα ίδια τρία χαρτοφυλάκια εμφάνιζαν τις μεγαλύτερες τιμές κινδύνου κατά την διάρκεια της πρώτης εξεταζόμενης περιόδου. Επίσης σε αντίθεση με την πρώτη περίοδο τα χαρτοφυλάκια της δεύτερης χρονικής περιόδου δεν είναι διατεταγμένα κατά αύξουσα τιμή του κινδύνου.

Ο δείκτης του Sharpe ο οποίος προέκυψε από την διαίρεση της απόδοσης με τον κίνδυνο, σε αντίθεση με την πρώτη περίοδο, στην δεύτερη εμφανίζει αρνητικά ποσοστά αφού εδώ ορισμένα χαρτοφυλάκια είχαν αρνητική απόδοση. Τέλος τα χαρτοφυλάκια τα οποία εδώ παρουσιάζουν τις μικρότερες και τις μεγαλύτερες τιμές είναι διαφορετικά από αυτά της προηγούμενης περιόδου.

Συνεχίζοντας με το κριτήριο VaR το οποίο και τώρα έχει επίπεδο εμπιστοσύνης 99% παρατηρούμε ότι τα χαρτοφυλάκια τα οποία παρουσίασαν την μέγιστη και ελάχιστη τιμή είναι τα ίδια και για τις δυο περιόδους. Αυτό οποίο το οποίο πρέπει να τονισθεί είναι το διαφορετικό εύρος τιμών το οποίο παρουσιάζουν οι δυο περίοδοι αφού στην πρώτη η μέγιστη τιμή της VaR ξεπερνάει κατά πολύ την αντίστοιχη μέγιστη της δεύτερης περιόδου.

Η ελάχιστη τιμή για το κριτήριο CVaR παρατηρείται για το 9^ο χαρτοφυλάκιο, το οποίο βρισκόταν στην πρώτη περίοδο στην ένατη θέση. Η ελάχιστη τιμή της δεύτερης περιόδου είναι σε αυξημένη συγκριτικά με την πρώτη. Η μέγιστη τιμή του κριτηρίου παρατηρείται για το 25^ο χαρτοφυλάκιο και είναι κατά πολύ μικρότερη σε σχέση με την αντίστοιχη μέγιστη της πρώτης περιόδου.

Τέλος όσον αφορά το κριτήριο Expected Loss η ελάχιστη τιμή του κριτηρίου παρατηρείται για διαφορετικό χαρτοφυλάκιο και έχει πολύ μεγαλύτερη τιμή συγκριτικά με αυτή της πρώτης περιόδου. Η μέγιστη τιμή η οποία παρατηρείται και αυτή φορά για το 25^ο χαρτοφυλάκιο είναι μειωμένη σε σχέση με την πρώτη περίοδο.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η συσχέτιση μεταξύ των παραπάνω κριτηρίων.

Συσχετίσεις μεταξύ κριτηρίων για τα 25 χαρτοφυλάκια δεύτερης περιόδου						
	Κίνδυνος	Απόδοση	SHARPE	VaR	CVaR	Expected Loss
Κίνδυνος	1	0,9774	0,9309	0,8090	0,7241	0,9555
Απόδοση	0,9774	1	0,9863	0,7663	0,6647	0,9379
SHARPE	0,9309	0,9863	1	0,6872	0,5843	0,8766
VaR	0,8090	0,7663	0,6872	1	0,9376	0,8703
CVaR	0,72418	0,6647	0,5843	0,9376	1	0,8044
Expected Loss	0,9555	0,9379	0,8766	0,8703	0,8044	1

Πίνακας 4.12 Συσχέτιση μεταξύ κριτηρίων για τα 25 χαρτοφυλάκια για την δεύτερη χρονική περίοδο

Με την βοήθεια των πινάκων 4.4 και 4.12 οι οποίοι παρουσιάζουν τις συσχετίσεις μεταξύ των κριτηρίων για τα 25 χαρτοφυλάκια παρατηρούνται αρκετές διαφοροποιήσεις μεταξύ των δυο περιόδων. Η μικρότερη τιμή συσχέτισης, η οποία είναι αυξημένη συγκριτικά με την πρώτη περίοδο, παρατηρείται μεταξύ των κριτηρίων CVaR και του δείκτη του Sharpe, ενώ η μεγαλύτερη τιμή της συσχέτισης παρατηρείται μεταξύ των κριτηρίων δείκτη του Sharpe και απόδοσης. Αυτό το οποίο πρέπει να τονισθεί είναι ότι ο συνδυασμός του κριτηρίου του δείκτη του Sharpe με τα υπόλοιπα κριτήρια εμφανίζει πολύ μεγαλύτερες τιμές συσχέτισης συγκριτικά με αυτές της πρώτης περιόδου.

Στην συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της συσχέτισης μεταξύ των κριτηρίων πρώτης και δεύτερης περιόδου.

	Κίνδυνος Α'περιόδου	Απόδοση Α'περιόδου	SHARPE Α'περιόδου	VaR Α'περιόδου	CVaR Α'περιόδου	Expected Loss Α'περιόδου
Κίνδυνος Β'περιόδου	0,9768	0,6517	-0,0027	0,9596	0,9643	0,9715
Απόδοση Β'περιόδου	0,9868	0,7421	0,1137	0,9911	0,9874	0,9982
SHARPE Β'περιόδου	0,9580	0,7630	0,1611	0,9796	0,9678	0,9865
VaR Β'περιόδου	0,8556	0,7754	0,3769	0,8081	0,8412	0,7677
CVaR Β'περιόδου	0,7537	0,6395	0,2615	0,6988	0,7309	0,6576
Expected Loss Β'περιόδου	0,9639	0,6775	0,0662	0,9258	0,9471	0,9295

Πίνακας 4.13 Συσχέτιση μεταξύ κριτηρίων πρώτης και δεύτερης χρονικής περιόδου για τα 25 χαρτοφυλάκια

Η μεγαλύτερη τιμή συσχέτισης, η οποία είναι ιδιαίτερα υψηλή, παρατηρείται μεταξύ του Expected Loss α' περιόδου και απόδοσης β' περιόδου. Η μικρότερη τιμή συσχέτισης παρατηρείται μεταξύ του δείκτη του Sharpe α' περιόδου και του κινδύνου της β' περιόδου. Η αρνητική τιμή δηλώνει ότι τα δυο κριτήρια κινούνται αντιπαράλληλα. Με εξαίρεση τις συσχετίσεις μεταξύ του δείκτη του Sharpe των δυο περιόδων, δείκτη του Sharpe α' περιόδου και απόδοση β' περιόδου, δείκτη του Sharpe α' περιόδου και VaR β' περιόδου, δείκτη του Sharpe α' περιόδου και CVaR β' περιόδου καθώς και δείκτη του Sharpe α' περιόδου και Expected Loss β' περιόδου οι υπόλοιπες συσχετίσεις εμφανίζουν μεγάλες τιμές.

Εν συνεχεία παρουσιάζονται οι επιδόσεις των κριτηρίων για την περίπτωση δημιουργίας 50 χαρτοφυλακίων.

Χαρτοφυλάκια	Απόδοση (%)	Κίνδυνος (%)	SHARPE	VaR	CVaR	Expected Loss
1 ^ο	-0,0478	0,00846	-5,66%	2,183	2,566	0,648
2 ^ο	-0,0482	0,00844	-5,71%	2,186	2,559	0,653
3 ^ο	-0,0487	0,00843	-5,78%	2,191	2,553	0,659
4 ^ο	-0,0491	0,0084	-5,85%	2,195	2,544	0,658
5 ^ο	-0,0495	0,00838	-5,91%	2,2	2,535	0,657
6 ^ο	-0,0500	0,00836	-5,98%	2,204	2,525	0,662
7 ^ο	-0,0504	0,00834	-6,04%	2,209	2,516	0,68
8 ^ο	-0,0508	0,00832	-6,11%	2,214	2,507	0,667

9°	-0,0513	0,00831	-6,17%	2,218	2,498	0,654
10°	-0,0517	0,00829	-6,23%	2,224	2,488	0,654
11°	-0,0521	0,00826	-6,31%	2,235	2,472	0,653
12°	-0,0525	0,00823	-6,38%	2,245	2,456	0,646
13°	-0,0529	0,0082	-6,44%	2,257	2,44	0,638
14°	-0,0532	0,00818	-6,51%	2,27	2,424	0,632
15°	-0,0536	0,00816	-6,57%	2,284	2,409	0,631
16°	-0,0540	0,00814	-6,63%	2,298	2,393	0,63
17°	-0,0544	0,00813	-6,69%	2,292	2,393	0,641
18°	-0,0548	0,00812	-6,75%	2,312	2,418	0,647
19°	-0,0552	0,00811	-6,80%	2,32	2,443	0,646
20°	-0,0556	0,00811	-6,85%	2,33	2,469	0,659
21°	-0,0559	0,00811	-6,90%	2,341	2,494	0,672
22°	-0,0563	0,00811	-6,94%	2,352	2,519	0,666
23°	-0,0567	0,00812	-6,98%	2,362	2,544	0,661
24°	-0,0569	0,00812	-7,01%	2,372	2,568	0,674
25°	-0,0570	0,00811	-7,03%	2,38	2,59	0,68
26°	-0,0559	0,00808	-6,92%	2,403	2,618	0,683
27°	-0,0545	0,00805	-6,77%	2,43	2,647	0,666
28°	-0,0531	0,00803	-6,61%	2,457	2,676	0,672
29°	-0,0517	0,00802	-6,45%	2,484	2,705	0,664
30°	-0,0503	0,00803	-6,27%	2,511	2,734	0,658
31°	-0,0489	0,00805	-6,08%	2,538	2,763	0,664
32°	-0,0476	0,00809	-5,88%	2,547	2,792	0,677
33°	-0,0462	0,00814	-5,68%	2,545	2,821	0,685
34°	-0,0442	0,00819	-5,40%	2,542	2,848	0,693
35°	-0,0421	0,00825	-5,10%	2,539	2,874	0,687
36°	-0,0399	0,00833	-4,79%	2,534	2,897	0,69
37°	-0,0356	0,00844	-4,21%	2,483	2,859	0,681
38°	-0,0218	0,00854	-2,56%	2,456	2,794	0,686
39°	-0,0035	0,00874	-0,40%	2,441	2,715	0,674
40°	0,0128	0,00906	1,41%	2,428	2,632	0,671
41°	0,0291	0,00949	3,07%	2,424	2,549	0,685
42°	0,0454	0,01002	4,53%	2,291	2,466	0,69
43°	0,0617	0,01063	5,81%	2,222	2,435	0,717
44°	0,0781	0,01131	6,90%	2,434	2,503	0,777
45°	0,0944	0,01205	7,83%	2,524	2,601	0,819
46°	0,1107	0,01284	8,62%	2,569	2,732	0,872
47°	0,1270	0,01366	9,29%	2,675	2,902	0,884
48°	0,1433	0,01452	9,87%	2,877	3,104	0,932
49°	0,1596	0,01541	10,36%	3,079	3,306	0,972
50°	0,1763	0,01632	10,80%	3,272	3,51	1,014

Πίνακας 4.14 Απόδοση, Κίνδυνος, Δείκτης του Sharpe, VaR, CVaR, Expected Loss των 50 χαρτοφυλακίων

Όπως και στην περίπτωση δημιουργίας των 25 χαρτοφυλακίων για την δεύτερη χρονική περίοδο έτσι και εδώ αυτό το οποίο πρέπει να τονισθεί συγκριτικά με την πρώτη περίοδο είναι ύπαρξη αρνητικών τιμών στις αποδόσεις ορισμένων χαρτοφυλακίων. Από το σύνολο των 50 χαρτοφυλακίων, μόλις τα 11 έχουν θετική απόδοση. Ακόμη παρατηρείται ότι μόλις δυο χαρτοφυλάκια είχαν μεγαλύτερη απόδοση συγκριτικά με τα αντίστοιχα χαρτοφυλάκια της πρώτης περιόδου.

Όσον αφορά το κριτήριο του κίνδυνου παρατηρείται ότι η ελάχιστη τιμή της δεύτερης περιόδου είναι αυξημένη συγκριτικά με την ελάχιστη της πρώτης περιόδου, ενώ η μέγιστη είναι μειωμένη συγκριτικά με αυτή της πρώτης περιόδου.

Ο δείκτης του Sharpe έχει θετική τιμή για τα χαρτοφυλάκια τα οποία έχουν θετική απόδοση, συνεπώς μόνο 11 χαρτοφυλάκια εμφανίζουν ποσοστό μεγαλύτερο του μηδέν. Ακόμη μόλις 5 χαρτοφυλάκια εμφανίζουν μεγαλύτερο ποσοστό συγκριτικά με τα αντίστοιχα χαρτοφυλάκια της πρώτης περιόδου.

Συνεχίζοντας με τα τρία επόμενα κριτήρια VaR, CVaR και Expected Loss παρατηρείται ότι παρουσιάζουν μικρότερο εύρος τιμών συγκριτικά με την πρώτη περίοδο. Ακόμη οι ελάχιστες τιμές των τριών κριτηρίων είναι αυξημένες συγκριτικά με αυτές της πρώτης περιόδου, ενώ οι μέγιστες τιμές είναι μειωμένες συγκριτικά με την προηγούμενη περίοδο.

Παρακάτω παρουσιάζεται η συσχέτιση μεταξύ των έξι παραπάνω κριτηρίων και αναλύονται οι διαφορές τους με τη αντίστοιχη σύνθεση των 50 χαρτοφυλακίων της πρώτης περιόδου.

	Κίνδυνος	Απόδοση	SHARPE	VaR	CVaR	Expected Loss
Κίνδυνος	1	0,9766	0,9316	0,7662	0,6755	0,9755
Απόδοση	0,9766	1	0,9872	0,7243	0,6189	0,9368
SHARPE	0,9316	0,9872	1	0,6477	0,5435	0,8773
VaR	0,7662	0,7243	0,6477	1	0,9284	0,8473
CVaR	0,6755	0,6189	0,5435	0,9284	1	0,7756
Expected Loss	0,9755	0,9368	0,8773	0,8473	0,7756	1

Πίνακας 4.15 Συσχέτιση μεταξύ κριτηρίων για τα 50 χαρτοφυλάκια για την δεύτερη χρονική περίοδο

Σύμφωνα με τους πίνακες 4.7 και 4.15 οι οποίοι αφορούν την συσχέτιση μεταξύ των κριτηρίων για την σύνθεση των 50 χαρτοφυλακίων για τις δυο διαφορετικές περιόδους παρατηρείται ότι οι τιμές των συσχετίσεων μεταξύ της

απόδοσης και δείκτη του Sharpe, απόδοσης και Expected Loss, κινδύνου και απόδοσης, κινδύνου και δείκτη του Sharpe, CVaR και δείκτη του Sharpe, Expected Loss και δείκτη του Sharpe καθώς και VaR και του δείκτη του Sharpe είναι αυξημένες, ενώ οι τιμές των συσχετίσεων μεταξύ CVaR και Expected Loss, απόδοσης και CVaR, απόδοσης και VaR, κινδύνου και CVaR, κινδύνου και Expected Loss, κινδύνου και VaR, CVaR και VaR καθώς και Expected Loss και VaR εμφανίζονται μειωμένες σε σχέση με την πρώτη περίοδο.

Στην συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της συσχέτισης μεταξύ των κριτηρίων πρώτης και δεύτερης περιόδου.

	Κίνδυνος Α'περιόδου	Απόδοση Α'περιόδου	SHARPE Α'περιόδου	VaR Α'περιόδου	CVaR Α'περιόδου	Expected Loss Α'περιόδου
Κίνδυνος Β'περιόδου	0,9748	0,6456	0,0069	0,9578	0,9619	0,9699
Απόδοση Β'περιόδου	0,9859	0,7387	0,1267	0,9910	0,9866	0,9974
SHARPE Β'περιόδου	0,9585	0,7592	0,1726	0,9808	0,9682	0,9863
VaR Β'περιόδου	0,8222	0,7686	0,4166	0,7721	0,8075	0,7244
CVaR Β'περιόδου	0,7154	0,6336	0,3040	0,6592	0,6926	0,6080
Expected Loss Β'περιόδου	0,9641	0,6801	0,0873	0,9274	0,9468	0,9285

Πίνακας 4.16 Συσχέτιση μεταξύ κριτηρίων πρώτης και δεύτερης χρονικής περιόδου για τα 50 χαρτοφυλάκια

Όμοια με την περίπτωση των 25 χαρτοφυλακίων η μεγαλύτερη τιμή συσχέτισης παρατηρείται μεταξύ του Expected Loss α' περιόδου και απόδοσης β' περιόδου. Η μικρότερη τιμή συσχέτισης παρατηρείται και αυτή τη φορά μεταξύ του δείκτη του Sharpe α' περιόδου και του κινδύνου της β' περιόδου με την διάφορα ότι τώρα έχει θετική τιμή. Όλες οι τιμές των συσχετίσεων έχουν πολύ μικρές διαφορές συγκριτικά με την περίπτωση σύνθεσης των 25 χαρτοφυλακίων.

Τέλος αναλύεται η περίπτωση της δημιουργίας 100 χαρτοφυλακίων με βάση τα έξι κριτήρια που είχαμε και στις προηγούμενες περιπτώσεις. Στον πίνακα 4.17 παρουσιάζονται οι τιμές των εκατό χαρτοφυλακίων για τα έξι κριτήρια.

Χαρτοφυλάκια	Απόδοση (%)	Κίνδυνος (%)	SHARPE	VaR	CVaR	Expected Loss
1 ^ο	-0,0478	0,00846	-5,66%	2,183	2,566	0,648
2 ^ο	-0,0480	0,00845	-5,68%	2,185	2,562	0,648
3 ^ο	-0,0482	0,00844	-5,71%	2,186	2,559	0,647

4°	-0,0484	0,00843	-5,74%	2,188	2,556	0,653
5°	-0,0487	0,00843	-5,78%	2,191	2,553	0,653
6°	-0,0489	0,00841	-5,81%	2,193	2,549	0,659
7°	-0,0491	0,0084	-5,84%	2,195	2,544	0,658
8°	-0,0493	0,00839	-5,88%	2,197	2,54	0,657
9°	-0,0495	0,00838	-5,91%	2,2	2,535	0,657
10°	-0,0497	0,00837	-5,94%	2,202	2,53	0,663
11°	-0,0499	0,00836	-5,98%	2,204	2,526	0,662
12°	-0,0502	0,00835	-6,01%	2,207	2,521	0,668
13°	-0,0504	0,00834	-6,04%	2,209	2,517	0,68
14°	-0,0506	0,00833	-6,07%	2,211	2,512	0,673
15°	-0,0508	0,00832	-6,10%	2,213	2,507	0,667
16°	-0,0510	0,00832	-6,14%	2,216	2,503	0,667
17°	-0,0512	0,00831	-6,17%	2,218	2,498	0,654
18°	-0,0515	0,0083	-6,20%	2,22	2,494	0,654
19°	-0,0517	0,0083	-6,23%	2,223	2,489	0,654
20°	-0,0519	0,00828	-6,26%	2,228	2,481	0,654
21°	-0,0520	0,00826	-6,30%	2,234	2,473	0,653
22°	-0,0522	0,00825	-6,33%	2,239	2,466	0,652
23°	-0,0524	0,00823	-6,37%	2,244	2,458	0,646
24°	-0,0526	0,00822	-6,40%	2,249	2,45	0,645
25°	-0,0528	0,00821	-6,44%	2,255	2,442	0,645
26°	-0,0530	0,00819	-6,47%	2,262	2,434	0,632
27°	-0,0532	0,00818	-6,50%	2,269	2,426	0,632
28°	-0,0534	0,00817	-6,53%	2,276	2,419	0,631
29°	-0,0536	0,00816	-6,57%	2,282	2,411	0,631
30°	-0,0538	0,00815	-6,60%	2,289	2,403	0,625
31°	-0,0540	0,00814	-6,63%	2,296	2,395	0,624
32°	-0,0541	0,00814	-6,66%	2,285	2,387	0,635
33°	-0,0543	0,00813	-6,68%	2,284	2,389	0,641
34°	-0,0545	0,00812	-6,71%	2,31	2,401	0,647
35°	-0,0547	0,00812	-6,74%	2,312	2,414	0,647
36°	-0,0549	0,00812	-6,77%	2,314	2,426	0,647
37°	-0,0551	0,00811	-6,79%	2,318	2,439	0,646
38°	-0,0553	0,00811	-6,82%	2,323	2,451	0,652
39°	-0,0555	0,00811	-6,84%	2,328	2,464	0,652
40°	-0,0557	0,00811	-6,87%	2,334	2,476	0,659
41°	-0,0559	0,00811	-6,89%	2,339	2,489	0,671
42°	-0,0561	0,00811	-6,91%	2,344	2,501	0,665
43°	-0,0562	0,00811	-6,93%	2,35	2,514	0,659
44°	-0,0564	0,00812	-6,95%	2,355	2,526	0,666
45°	-0,0566	0,00812	-6,97%	2,36	2,539	0,66
46°	-0,0568	0,00813	-6,99%	2,365	2,551	0,661
47°	-0,0569	0,00812	-7,01%	2,37	2,563	0,674
48°	-0,0569	0,00812	-7,01%	2,374	2,574	0,673
49°	-0,0570	0,00812	-7,02%	2,378	2,585	0,68
50°	-0,0569	0,00811	-7,02%	2,383	2,597	0,679

51°	-0,0562	0,00809	-6,95%	2,396	2,611	0,677
52°	-0,0555	0,00807	-6,88%	2,41	2,625	0,682
53°	-0,0549	0,00805	-6,81%	2,423	2,64	0,667
54°	-0,0542	0,00804	-6,74%	2,436	2,654	0,672
55°	-0,0535	0,00803	-6,66%	2,45	2,668	0,672
56°	-0,0528	0,00803	-6,58%	2,463	2,683	0,671
57°	-0,0521	0,00802	-6,49%	2,476	2,697	0,665
58°	-0,0514	0,00802	-6,41%	2,49	2,711	0,671
59°	-0,0507	0,00803	-6,32%	2,503	2,726	0,658
60°	-0,0500	0,00804	-6,23%	2,516	2,74	0,658
61°	-0,0494	0,00805	-6,14%	2,53	2,754	0,657
62°	-0,0487	0,00806	-6,04%	2,543	2,769	0,664
63°	-0,0480	0,00808	-5,94%	2,548	2,783	0,677
64°	-0,0473	0,0081	-5,84%	2,547	2,797	0,677
65°	-0,0466	0,00812	-5,74%	2,546	2,811	0,684
66°	-0,0459	0,00814	-5,64%	2,545	2,826	0,685
67°	-0,0450	0,00817	-5,50%	2,543	2,839	0,693
68°	-0,0439	0,0082	-5,36%	2,542	2,852	0,693
69°	-0,0428	0,00823	-5,21%	2,54	2,865	0,687
70°	-0,0418	0,00826	-5,06%	2,538	2,878	0,687
71°	-0,0407	0,0083	-4,91%	2,537	2,891	0,682
72°	-0,0393	0,00834	-4,71%	2,526	2,892	0,691
73°	-0,0371	0,0084	-4,42%	2,501	2,873	0,699
74°	-0,0350	0,00846	-4,14%	2,476	2,854	0,682
75°	-0,0288	0,0085	-3,39%	2,461	2,824	0,695
76°	-0,0196	0,00856	-2,29%	2,454	2,785	0,679
77°	-0,0103	0,00864	-1,19%	2,447	2,746	0,679
78°	-0,0017	0,00876	-0,19%	2,44	2,706	0,675
79°	0,0064	0,00892	0,72%	2,433	2,665	0,661
80°	0,0145	0,0091	1,59%	2,427	2,624	0,672
81°	0,0225	0,0093	2,42%	2,424	2,583	0,685
82°	0,0306	0,00953	3,21%	2,426	2,542	0,687
83°	0,0387	0,00979	3,95%	2,377	2,501	0,688
84°	0,0467	0,01007	4,64%	2,274	2,46	0,698
85°	0,0548	0,01036	5,29%	2,171	2,419	0,722
86°	0,0629	0,01068	5,89%	2,233	2,438	0,719
87°	0,0710	0,01101	6,45%	2,328	2,468	0,755
88°	0,0790	0,01136	6,96%	2,448	2,508	0,779
89°	0,0871	0,01172	7,44%	2,472	2,548	0,796
90°	0,0952	0,01209	7,87%	2,531	2,608	0,821
91°	0,1033	0,01248	8,28%	2,573	2,673	0,847
92°	0,1113	0,01287	8,65%	2,57	2,737	0,874
93°	0,1194	0,01328	8,99%	2,588	2,808	0,875
94°	0,1275	0,01369	9,31%	2,681	2,908	0,885
95°	0,1356	0,01411	9,61%	2,781	3,008	0,913
96°	0,1436	0,01454	9,88%	2,881	3,108	0,933
97°	0,1517	0,01498	10,13%	2,981	3,208	0,943

98°	0,1598	0,01542	10,36%	3,081	3,308	0,973
99°	0,1679	0,01586	10,58%	3,181	3,408	0,993
100°	0,1763	0,01632	10,80%	3,272	3,51	1,014

Πίνακας 4.17 Απόδοση, Κίνδυνος, Δείκτης του Sharpe, VaR, CVaR, Expected Loss των 100 χαρτοφυλακίων

Σύμφωνα με τον πίνακα 4.17 μόλις 21 από τα 100 χαρτοφυλάκια έχουν θετική απόδοση και θετική τιμή για τον δείκτη του Sharpe. Αυτό το οποίο παρατηρείται κατά την σύγκριση μεταξύ των δυο περιόδων για την απόδοση και το δείκτη του Sharpe είναι ότι μόλις 6 χαρτοφυλάκια εμφανίζουν μεγαλύτερη απόδοση, ενώ 10 εμφανίζουν μεγαλύτερη τιμή για τον δείκτη του Sharpe από τα αντίστοιχα χαρτοφυλάκια της πρώτης περιόδου. Ακόμη η μέγιστη τιμή της απόδοσης η οποία παρατηρείται για το 100^ο χαρτοφυλάκιο είναι μεγαλύτερη από αυτή του ίδιου χαρτοφυλακίου της πρώτης περιόδου. Τέλος η μέγιστη τιμή για το δείκτη του Sharpe η οποία παρατηρείται για το 100^ο χαρτοφυλάκιο είναι μεγαλύτερη από τη μέγιστη τιμή η οποία παρατηρείται για το 74^ο χαρτοφυλάκιο της πρώτης περιόδου.

Τέλος τα κριτήρια VaR, CVaR και Expected Loss όπως και στις δυο προηγούμενες περιπτώσεις έχουν μικρότερο εύρος τιμών συγκριτικά με την δεύτερη περίοδο. Οι ελάχιστες τιμές των τριών κριτηρίων εξακολουθούν να είναι αυξημένες συγκριτικά με αυτές της πρώτης περιόδου, ενώ οι μέγιστες τιμές τους είναι και εδώ μειωμένες σε σχέση με την προηγούμενη περίοδο.

Στην συνέχεια παρουσιάζεται ο πίνακας με την συσχέτιση των παραπάνω έξι κριτηρίων της δεύτερης περιόδου.

	Κίνδυνος	Απόδοση	SHARPE	VaR	CVaR	Expected Loss
Κίνδυνος	1	0,9764	0,9322	0,7440	0,6475	0,9750
Απόδοση	0,9764	1	0,9877	0,7033	0,5931	0,9377
SHARPE	0,9322	0,9877	1	0,6285	0,5209	0,8805
VaR	0,7440	0,7033	0,6285	1	0,9231	0,8296
CVaR	0,6475	0,5931	0,5209	0,9231	1	0,7551
Expected Loss	0,9750	0,9377	0,8805	0,8296	0,7551	1

Πίνακας 4.18 Συσχέτιση μεταξύ κριτηρίων για τα 100 χαρτοφυλάκια για την δεύτερη χρονική περίοδο

Η μεγαλύτερη τιμή συσχέτισης παρατηρείται μεταξύ απόδοσης και του δείκτη του Sharpe, ενώ η μικρότερη τιμή παρατηρείται μεταξύ του δείκτη του Sharpe και CVaR. Τόσο η μικρότερη όσο και η μεγαλύτερη τιμή συσχέτισης της δεύτερης περιόδου είναι αυξημένες συγκριτικά με την πρώτη περίοδο.

Στην συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της συσχέτισης μεταξύ των κριτηρίων πρώτης και δεύτερης περιόδου.

	Κίνδυνος Α'περιόδου	Απόδοση Α'περιόδου	SHARPE Α'περιόδου	VaR Α'περιόδου	CVaR Α'περιόδου	Expected Loss Α'περιόδου
Κίνδυνος Β'περιόδου	0,9738	0,6428	0,0123	0,9572	0,9615	0,9707
Απόδοση Β'περιόδου	0,9855	0,7369	0,1332	0,9908	0,9862	0,9976
SHARPE Β'περιόδου	0,9590	0,7571	0,1781	0,9812	0,9681	0,9864
VaR Β'περιόδου	0,8057	0,7671	0,4389	0,7531	0,7913	0,7024
CVaR Β'περιόδου	0,6940	0,6310	0,4389	0,6343	0,6713	0,5802
Expected Loss Β'περιόδου	0,9652	0,6848	0,1017	0,9285	0,9489	0,9298

Πίνακας 4.19 Συσχέτιση μεταξύ κριτηρίων πρώτης και δεύτερης χρονικής περιόδου για τα 100 χαρτοφυλάκια

Σύμφωνα με τον πίνακα 4.19 οι τιμές των συσχετίσεων μεταξύ των δυο περιόδων κυμαίνονται στα ίδια επίπεδα με τις περιπτώσεις σύνθεσης των 25 και 50 χαρτοφυλακίων. Η μικρότερη και η μεγαλύτερη τιμή συσχέτισης εμφανίζεται και σε αυτή την περίπτωση για τους ίδιου συνδυασμούς των κριτηρίων.

4.3 Επεξεργασία των δεδομένων μέσω της πολυκριτήριας μεθοδολογίας PROMETHEE

Στην πολυκριτήρια μεθοδολογία PROMETHEE με στόχο την επιλογή αποδοτικών χαρτοφυλακίων χρησιμοποιήθηκαν τα κριτήρια που αναλύθηκαν στο τέταρτο κεφάλαιο. Τα έξι αυτά κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν για την αξιολόγηση

25 , 50 και 100 χαρτοφυλακίων κατά την πρώτη και δεύτερη χρονική περίοδο είναι :

- 1) Δείκτης του Sharpe
- 2) VaR
- 3) CvaR
- 4) Expected Loss
- 5) Κίνδυνος του χαρτοφυλακίου
- 6) Η αναμενόμενη απόδοση του χαρτοφυλακίου

Αρχικά η πολυκριτήρια μέθοδος PROMETEE εφαρμόστηκε για την περίπτωση των 25 χαρτοφυλακίων κατά την πρώτη χρονική περίοδο. Πρώτο βήμα αποτέλεσε ο καθορισμός των 50 βαρών για τα 6 κριτήρια. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα βάρη των 6 κριτηρίων . Τα βάρη αυτά αναπτύχθηκαν ως ομοιόμορφα κατανεμημένοι τυχαίοι αριθμοί μεταξύ μηδέν και εκατό, οι οποίοι στη συνέχεια κανονικοποιήθηκαν ώστε να αθροίζουν στο 100%.

Δείκτης του Sharpe	VaR	CVaR	Expected Loss	Κίνδυνος	Απόδοση
22,12%	16,82%	18,07%	9,03%	9,66%	24,30%
0,72%	27,60%	29,39%	25,45%	1,79%	15,05%
21,97%	20,20%	9,60%	24,49%	22,22%	1,52%
28,96%	11,28%	16,16%	23,48%	1,83%	18,29%
18,08%	11,54%	24,23%	25,00%	10,38%	10,77%
18,91%	18,91%	13,44%	22,55%	20,96%	5,24%
19,50%	27,58%	6,96%	15,04%	3,06%	27,86%
29,57%	0,87%	25,22%	4,78%	4,78%	34,78%
12,66%	2,18%	13,10%	17,03%	13,54%	41,48%
36,84%	15,41%	10,53%	6,39%	6,39%	24,44%
15,33%	15,33%	26,28%	12,04%	23,36%	7,66%
7,57%	23,51%	3,59%	18,33%	36,25%	10,76%
21,64%	10,41%	7,95%	25,21%	17,53%	17,26%
12,08%	2,81%	16,01%	19,66%	25,84%	23,60%
0,96%	17,57%	29,39%	14,06%	21,73%	16,29%
24,88%	22,49%	17,22%	19,62%	12,92%	2,87%

9,77%	38,28%	2,73%	15,63%	14,45%	19,14%
7,14%	21,43%	11,61%	28,13%	24,55%	7,14%
27,57%	19,35%	14,96%	11,73%	3,23%	23,17%
15,86%	26,21%	20,69%	28,97%	0,69%	7,59%
6,61%	9,09%	28,10%	10,74%	0,83%	44,63%
21,93%	18,27%	27,57%	2,99%	6,64%	22,59%
14,60%	11,43%	4,76%	22,54%	29,52%	17,14%
3,69%	31,15%	16,80%	19,26%	20,49%	8,61%
14,86%	4,50%	26,58%	7,66%	41,89%	4,50%
13,51%	8,41%	26,43%	22,82%	8,41%	20,42%
14,29%	4,95%	2,20%	18,13%	43,96%	16,48%
12,77%	26,06%	13,83%	18,62%	2,66%	26,06%
5,68%	23,51%	15,95%	20,54%	25,14%	9,19%
19,71%	3,23%	22,94%	15,05%	34,77%	4,30%
33,70%	22,83%	12,68%	5,43%	17,39%	7,97%
33,33%	4,67%	1,00%	11,67%	18,33%	31,00%
13,37%	10,15%	21,04%	20,54%	16,83%	18,07%
31,85%	10,83%	15,92%	13,38%	22,29%	5,73%
13,07%	16,72%	24,92%	16,72%	13,07%	15,50%
6,97%	18,79%	14,85%	20,91%	26,97%	11,52%
14,62%	14,15%	7,55%	25,00%	10,85%	27,83%
10,98%	26,11%	14,24%	5,93%	20,47%	22,26%
17,42%	22,19%	4,78%	22,75%	5,90%	26,97%
3,66%	3,66%	41,88%	19,90%	24,61%	6,28%
5,50%	8,26%	2,29%	33,03%	24,77%	26,15%
6,27%	13,39%	21,37%	21,65%	11,40%	25,93%
28,20%	3,38%	24,06%	27,07%	0,75%	16,54%
11,36%	7,76%	27,42%	22,44%	19,39%	11,63%
25,52%	9,66%	12,41%	15,17%	32,76%	4,48%
35,71%	19,23%	6,04%	10,44%	4,40%	24,18%
26,74%	15,32%	13,93%	27,30%	6,13%	10,58%
14,13%	10,25%	18,02%	4,95%	18,37%	34,28%
16,72%	27,16%	19,70%	13,43%	20,90%	2,09%
28,25%	26,39%	18,59%	5,95%	8,55%	12,27%

Πίνακας 4.20 Τιμές των βαρών για τα έξι κριτήρια

Για κάθε ένα από αυτά τα 50 σενάρια βαρών, η μέθοδος PROMETHEE εφαρμόζεται με το γενικευμένο κριτήριο του Gauss χρησιμοποιώντας δέκα διαφορετικές τιμές για την παράμετρο σ , από 0.25 έως 2.5 φορές την τυπική απόκλιση των διαφόρων των χαρτοφυλακίων στα επιμέρους κριτήρια της ανάλυσης. Συνολικά λοιπόν η ευαισθησία των αποτελεσμάτων ελέγχεται σε 500 διαφορετικά σενάρια αξιολόγησης.

Στον παρακάτω πίνακα υπολογίζεται η μέση καθαρή ροή (f), ελάχιστη καθαρή ροή (f_{\min}) και η μέγιστη καθαρή ροή (f_{\max}) στα 500 σενάρια. για την περίπτωση των 25 χαρτοφυλακίων της πρώτης και δεύτερης χρονικής περιόδου.

Χαρτοφυλάκια	Πρώτη Χρονική Περίοδος			Δεύτερη Χρονική Περίοδος		
	f	f_{\min}	f_{\max}	f	f_{\min}	f_{\max}
1 ^ο	-1,83	-11,17	7,83	1,35	-2,01	7,95
2 ^ο	-1,48	-10,40	7,72	1,24	-1,98	7,46
3 ^ο	-1,11	-9,53	7,66	1,30	-1,80	7,77
4 ^ο	-0,72	-8,51	7,62	1,08	-2,51	6,60
5 ^ο	-0,29	-7,30	7,60	1,38	-1,89	8,21
6 ^ο	0,17	-5,92	7,53	1,41	-1,96	8,48
7 ^ο	0,63	-4,47	7,36	1,69	-1,79	10,47
8 ^ο	1,12	-2,95	7,19	1,78	-1,78	11,82
9 ^ο	1,58	-1,51	6,93	1,36	-2,38	10,35
10 ^ο	2,03	-0,06	6,58	0,96	-2,84	8,14
11 ^ο	2,46	0,38	6,43	0,46	-3,60	5,40
12 ^ο	2,84	0,65	6,31	0,12	-4,12	3,40
13 ^ο	3,18	0,92	6,36	-0,42	-5,44	1,82
14 ^ο	3,48	1,17	6,71	-0,97	-6,33	0,93
15 ^ο	3,67	1,42	7,43	-1,29	-7,58	1,09
16 ^ο	3,80	1,46	8,13	-1,97	-9,19	0,37
17 ^ο	3,88	0,41	8,70	-2,34	-10,98	0,28
18 ^ο	3,92	-0,78	9,30	-2,25	-10,24	0,34
19 ^ο	3,39	-5,20	9,23	-0,75	-6,32	4,27
20 ^ο	0,17	-10,78	6,15	1,97	-1,46	8,26
21 ^ο	-1,49	-12,59	4,17	3,86	-1,74	12,39
22 ^ο	-4,06	-14,81	1,89	2,48	-6,76	12,53
23 ^ο	-6,30	-16,66	0,25	-0,78	-12,36	9,70
24 ^ο	-8,60	-18,62	-0,78	-4,43	-17,60	6,39
25 ^ο	-10,46	-20,39	-1,77	-7,25	-19,28	6,45

Πίνακας 4.21 Μέση , Ελάχιστη και Μέγιστη καθαρή ροή για τα 500 σενάρια των 25 χαρτοφυλακίων για τις δυο χρονικές περιόδους

Όπως έχει προαναφερθεί στο τρίτο κεφάλαιο η καθαρή ροή προκύπτει από τη διάφορα της εισερχόμενης από την εξερχόμενη ροή. Το χαρτοφυλάκιο με την μεγαλύτερη καθαρή ροή δηλώνει ότι το συγκεκριμένο υπερέρχει από τα υπόλοιπα χαρτοφυλάκια. Συνολικά οι μέσες καθαρές ροές των 25 χαρτοφυλακίων των δυο περιόδων εμφανίζουν τιμή συσχέτισης 0,307, τιμή η οποία υποδεικνύει χαμηλό

βαθμό συσχέτισης μεταξύ των δυο περιόδων. Σύμφωνα με το πίνακα 4.21 τα τρία καλύτερα χαρτοφυλάκια της πρώτης περιόδου σύμφωνα με τα έξι κριτήρια που έχουν θεσπιστεί είναι το 18° με μέση καθαρή ροή 3,92, το 17° με μέση καθαρή ροή 3,88 και το 14° με μέση καθαρή ροή ίση με 3,80, ενώ τα τρία χαρτοφυλάκια τα οποία θα έπρεπε να αποφύγει ένας επενδύτης είναι αυτά με την μικρότερη μέση καθαρή ροή η οποία παρουσιάζεται για το 25°, 24° και 23° χαρτοφυλάκιο. Τα τρία προηγούμενα χαρτοφυλάκια παρουσιάζουν τις ελάχιστες τιμές καθαρής ροής από το σύνολο των πεντακόσιων σεναρίων.

Όσον αφορά την δεύτερη χρονική περίοδο παρατηρούμε ότι τα χαρτοφυλάκια με τις μεγαλύτερες μέσες καθαρές ροές είναι το 21°, το 22° και το 20°, ενώ αυτά με τις μικρότερες καθαρές ροές είναι το 25°, το 24° και το 17° χαρτοφυλάκιο.

Αυτό το οποίο αξίζει να τονισθεί είναι ότι το 25° και 24° χαρτοφυλάκιο είχαν τις μικρότερες μέσες καθαρές ροές και στις δυο περιόδους. Επίσης τα τρία χαρτοφυλάκια μικρότερης μέσης καθαρής ροής της δεύτερης περιόδου παρουσίασαν μικρές τιμές μέσης καθαρής ροής κατά την πρώτη περίοδο.

Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι για την περίπτωση της σύνθεσης των 25 χαρτοφυλακίων οι καλύτερες επιλογές της πρώτης περιόδου δεν θα ήταν ορθές στην δεύτερη και θα έπρεπε να αποφευχθούν.

Στην συνέχεια υπολογίζεται η μέση καθαρή ροή (f), ελάχιστη καθαρή ροή (f_{min}) και η μέγιστη καθαρή ροή (f_{max}) για την σύνθεση των 50 χαρτοφυλακίων για τις δυο περιόδους.

Χαρτοφυλάκια	Πρώτη Χρονική Περίοδος			Δεύτερη Χρονική Περίοδος		
	f	f_{min}	f_{max}	f	f_{min}	f_{max}
1°	-3,87	-22,62	15,87	2,79	-3,97	15,91
2°	-3,55	-22,00	15,70	2,70	-3,92	15,42
3°	-3,19	-21,21	15,63	2,54	-4,07	14,66
4°	-2,84	-20,32	15,54	2,61	-3,80	15,03
5°	-2,47	-19,50	15,48	2,66	-3,50	15,32
6°	-2,10	-18,59	15,43	2,59	-3,67	14,91
7°	-1,72	-17,58	15,37	2,19	-5,00	12,72
8°	-1,32	-16,49	15,33	2,53	-4,13	14,56
9°	-0,87	-15,28	15,31	2,86	-3,64	16,35
10°	-0,37	-13,97	15,29	2,89	-3,70	16,58
11°	0,06	-12,63	15,16	2,94	-3,76	17,19
12°	0,50	-11,23	15,01	3,17	-3,61	18,81
13°	0,96	-9,78	14,83	3,41	-3,52	20,43
14°	1,44	-8,29	14,67	3,59	-3,45	22,09
15°	1,93	-6,78	14,46	3,59	-3,51	23,15

16°	2,40	-5,28	14,23	3,61	-3,57	24,21
17°	2,85	-3,86	13,92	3,33	-3,89	22,74
18°	3,30	-2,45	13,55	2,66	-4,64	20,14
19°	3,75	-1,01	13,22	2,33	-4,83	18,44
20°	4,18	0,30	12,82	1,60	-6,19	14,46
21°	4,61	0,58	12,77	0,90	-7,53	10,46
22°	5,03	0,87	12,71	0,64	-7,38	9,00
23°	5,40	1,14	12,44	0,36	-7,83	7,40
24°	5,76	1,41	12,28	-0,32	-9,49	5,32
25°	6,09	1,67	12,33	-0,81	-10,58	3,86
26°	6,41	1,94	12,37	-1,41	-11,64	2,62
27°	6,70	2,20	12,82	-1,57	-11,94	2,01
28°	6,96	2,45	13,42	-2,28	-12,99	1,29
29°	7,14	2,70	14,15	-2,67	-14,53	1,76
30°	7,29	2,87	14,94	-3,10	-15,85	2,34
31°	7,42	2,89	15,68	-3,77	-17,09	1,50
32°	7,52	2,24	16,33	-4,42	-18,97	0,60
33°	7,58	0,94	16,88	-4,83	-21,01	0,50
34°	7,63	-0,34	17,43	-5,17	-22,81	0,43
35°	7,68	-1,45	18,07	-5,06	-21,92	0,50
36°	7,70	-2,62	18,64	-5,13	-22,37	0,47
37°	7,77	-3,89	19,15	-3,56	-17,16	2,03
38°	6,49	-11,75	18,18	-1,26	-12,50	10,91
39°	1,55	-20,69	13,53	1,77	-7,16	15,83
40°	-0,43	-22,44	11,63	4,05	-3,97	16,13
41°	-1,77	-24,20	9,80	5,44	-7,10	21,23
42°	-3,87	-26,19	7,57	8,27	-4,25	25,93
43°	-6,34	-28,37	5,35	8,79	-7,09	27,92
44°	-9,08	-30,54	3,28	3,91	-15,58	24,91
45°	-11,47	-32,42	1,41	0,80	-21,14	22,28
46°	-13,51	-34,24	0,20	-2,38	-25,67	18,98
47°	-15,78	-36,17	-0,84	-5,53	-32,25	15,67
48°	-18,05	-38,17	-1,91	-9,95	-36,07	12,75
49°	-19,90	-39,89	-2,92	-13,07	-37,71	12,90
50°	-21,61	-41,32	-3,93	-15,24	-39,28	12,89

Πίνακας 4.22 Μέση , Ελάχιστη και Μέγιστη καθαρή ροή για τα 500 σενάρια των 50 χαρτοφυλακίων για τις δυο χρονικές περιόδους

Σύμφωνα με τον πίνακα 4.22 συνολικά οι μέσες ροές των δυο χρονικών περιόδων εμφανίζουν τιμή συσχέτισης 0,5946, τιμή περίπου διπλάσια από αυτή της περίπτωσης των 25 χαρτοφυλακίων. Τα τρία πιο ελκυστικά χαρτοφυλάκια της πρώτης χρονικής περιόδου τα οποία υπερέρχουν έναντι των υπόλοιπων είναι το 37° , το 36° και το 35° η μέση καθαρή ροή των οποίων παρουσιάζεται στον παραπάνω πίνακα. Στον αντίποδα τα χαρτοφυλάκια τα οποία ο επενδύτης θα πρέπει να αποφύγει μια πιθανή επένδυση είναι αυτά με την μικρότερη μέση καθαρή ροή η οποία παρατηρείται για το 50° ,49° και 48° χαρτοφυλάκιο.

Όσον αφορά την δεύτερη χρονική τα τρία πλέον αποδοτικά χαρτοφυλάκια είναι το 43° , 42° και 41°, ενώ αυτά τα οποία πρέπει να αποφευχθούν από τον επενδύτη είναι το 50° , το 49° και το 48°.

Σύμφωνα με τις παραπάνω παρατηρήσεις, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι οι επιλογές της πρώτης χρονικής περιόδου δεν εξακολουθούν να είναι βέλτιστες και στην δεύτερη χρονική περίοδο, αφού τα ίδια χαρτοφυλάκια στην δεύτερη περίοδο εμφανίζουν χαμηλή μέση ροή συγκριτικά με τα υπόλοιπα. Τέλος τα χαρτοφυλάκια τα οποία έπρεπε να αποφευχθούν στην πρώτη περίοδο αποτελούν και στην δεύτερη περιπτώσεις προς αποφυγή.

Τέλος παρουσιάζεται η μέση καθαρή ροή (f), ελάχιστη καθαρή ροή (f_{min}) και η μέγιστη καθαρή ροή (f_{max}) για την σύνθεση των 100 χαρτοφυλακίων για τις δυο περιόδους.

Χαρτοφυλάκια	Πρώτη Χρονική Περίοδος			Δεύτερη Χρονική Περίοδος		
	f	f_{min}	f_{max}	F	f_{min}	f_{max}
1°	-7,97	-45,47	32,07	5,73	-7,85	31,94
2°	-7,65	-44,88	31,89	5,77	-7,63	32,13
3°	-7,34	-44,26	31,71	5,85	-7,47	32,59
4°	-6,99	-43,54	31,61	5,55	-7,71	31,09
5°	-6,63	-42,75	31,55	5,51	-7,73	31,00
6°	-6,29	-41,92	31,46	5,26	-7,89	29,71
7°	-5,93	-41,07	31,36	5,36	-7,51	30,21
8°	-5,57	-40,28	31,30	5,43	-7,28	30,63
9°	-5,22	-39,47	31,22	5,46	-6,96	30,78
10°	-4,85	-38,60	31,18	5,23	-7,15	29,45
11°	-4,49	-37,70	31,10	5,30	-7,16	29,87
12°	-4,12	-36,75	31,02	5,03	-7,86	28,40
13°	-3,73	-35,75	30,98	4,44	-9,97	25,29
14°	-3,34	-34,71	30,90	4,86	-8,94	27,43
15°	-2,93	-33,61	30,89	5,21	-8,09	29,28
16°	-2,53	-32,47	30,84	5,20	-8,35	29,25
17°	-2,06	-31,26	30,84	5,88	-7,07	32,88
18°	-1,56	-29,98	30,86	5,90	-7,14	33,01
19°	-1,06	-28,68	30,82	5,92	-7,22	33,33
20°	-0,64	-27,39	30,67	5,98	-7,28	33,85
21°	-0,21	-26,05	30,55	6,06	-7,29	34,60
22°	0,22	-24,69	30,41	6,13	-7,31	35,26
23°	0,67	-23,29	30,26	6,50	-7,03	37,77
24°	1,13	-21,87	30,06	6,59	-7,05	38,47
25°	1,59	-20,43	29,86	6,60	-7,13	38,63
26°	2,04	-18,98	29,68	7,39	-6,60	43,43
27°	2,52	-17,49	29,50	7,37	-6,68	44,27
28°	3,02	-15,99	29,30	7,40	-6,71	45,46
29°	3,50	-14,49	29,08	7,40	-6,80	46,46
30°	3,99	-12,98	28,89	7,78	-6,54	48,99
31°	4,46	-11,48	28,66	7,83	-6,56	50,16

32°	4,91	-10,00	28,33	7,53	-7,08	48,33
33°	5,37	-8,60	28,01	7,13	-7,42	46,40
34°	5,83	-7,19	27,70	5,88	-8,81	42,83
35°	6,26	-5,79	27,30	5,53	-9,08	41,10
36°	6,71	-4,37	26,94	5,21	-9,35	39,39
37°	7,16	-2,94	26,59	4,89	-9,41	37,72
38°	7,60	-1,51	26,20	4,18	-10,73	34,04
39°	8,03	-0,07	25,76	3,77	-11,04	31,75
40°	8,44	0,68	25,58	3,00	-12,52	27,64
41°	8,87	0,97	25,55	2,00	-14,77	21,90
42°	9,30	1,26	25,51	1,91	-14,10	21,32
43°	9,74	1,55	25,50	1,77	-13,45	20,57
44°	10,12	1,82	25,19	1,03	-14,99	16,39
45°	10,49	2,10	24,79	0,90	-15,16	15,71
46°	10,85	2,37	24,65	0,45	-16,26	13,67
47°	11,20	2,64	24,46	-0,58	-18,73	10,97
48°	11,56	2,91	24,29	-0,88	-19,17	9,72
49°	11,89	3,18	24,37	-1,61	-20,89	7,83
50°	12,20	3,44	24,37	-1,94	-21,92	6,85
51°	12,52	3,71	24,46	-2,40	-22,66	5,67
52°	12,82	3,97	24,47	-3,27	-23,86	4,47
53°	13,11	4,23	24,93	-3,09	-23,78	4,04
54°	13,40	4,50	25,60	-3,92	-24,87	3,19
55°	13,67	4,76	26,22	-4,51	-25,49	2,54
56°	13,86	5,01	26,82	-5,06	-27,01	1,97
57°	14,03	5,25	27,59	-5,32	-28,30	3,40
58°	14,20	5,50	28,31	-6,21	-30,16	1,77
59°	14,36	5,68	29,14	-6,17	-31,14	4,80
60°	14,49	5,70	29,92	-6,73	-32,47	4,61
61°	14,62	5,72	30,67	-7,26	-33,67	4,68
62°	14,73	5,70	31,36	-8,14	-34,99	2,89
63°	14,81	4,56	32,00	-9,14	-38,31	1,08
64°	14,90	3,30	32,60	-9,35	-38,99	1,06
65°	14,96	2,01	33,16	-9,93	-42,16	0,93
66°	15,01	0,70	33,67	-10,20	-43,13	0,89
67°	15,06	-0,56	34,24	-10,79	-46,43	0,73
68°	15,09	-1,88	34,88	-10,89	-46,71	0,72
69°	15,15	-2,97	35,53	-10,57	-44,63	0,86
70°	15,19	-4,11	36,14	-10,61	-44,73	0,86
71°	15,18	-5,40	36,68	-10,39	-42,99	0,95
72°	15,22	-6,48	37,26	-10,44	-45,13	0,86
73°	15,36	-7,46	37,85	-9,62	-44,38	0,89
74°	15,32	-9,15	38,17	-7,20	-34,01	5,18
75°	12,89	-23,26	36,23	-5,67	-33,45	12,67
76°	12,29	-26,13	35,64	-1,76	-21,74	25,07
77°	11,04	-29,72	34,40	1,09	-17,98	29,83
78°	2,27	-42,64	26,43	3,83	-14,53	31,81
79°	0,13	-44,49	24,35	6,78	-8,58	33,73
80°	-1,72	-46,09	22,54	8,33	-8,52	33,13
81°	-3,16	-47,81	20,85	9,50	-12,85	38,53
82°	-4,38	-49,47	18,84	10,91	-16,02	43,61
83°	-6,64	-51,33	16,73	13,48	-12,91	47,93
84°	-8,63	-53,36	14,47	16,68	-10,78	52,49
85°	-10,90	-55,54	12,31	18,49	-14,12	57,73
86°	-13,74	-57,70	10,16	17,25	-15,07	56,08
87°	-16,65	-59,98	8,04	12,14	-20,43	53,27
88°	-19,16	-61,98	6,06	6,97	-32,98	49,77
89°	-21,57	-63,87	4,17	4,69	-36,28	48,01

90°	-23,91	-65,73	2,34	0,66	-43,84	44,16
91°	-25,98	-67,56	1,06	-3,06	-49,51	40,79
92°	-27,96	-69,38	0,06	-5,65	-52,33	37,52
93°	-30,17	-71,34	-0,99	-7,70	-58,41	34,52
94°	-32,47	-73,26	-2,05	-12,19	-65,72	30,81
95°	-34,79	-75,29	-3,14	-17,05	-70,90	27,19
96°	-36,94	-77,22	-4,21	-20,98	-72,99	25,63
97°	-38,69	-78,83	-5,20	-24,00	-74,43	25,83
98°	-40,57	-80,55	-6,25	-27,08	-76,30	25,84
99°	-42,32	-82,02	-7,28	-29,36	-77,83	25,83
100°	-43,90	-83,12	-8,26	-31,19	-79,08	25,85

Πίνακας 4.19 Μέση , Ελάχιστη και Μέγιστη καθαρή ροή για τα 500 σενάρια των 100 χαρτοφυλακίων για τις δυο χρονικές περιόδους

Σύμφωνα με τον πίνακα 4.23 οι μέσες καθαρές ροές των δυο χρονικών περιόδων εμφανίζουν τιμή συσχέτισης 0,2061 η οποία είναι μικρότερη από αυτές οι οποίες προέκυψαν για την σύνθεση των 25 και 50 χαρτοφυλακίων. Τα τρία πιο ελκυστικά χαρτοφυλάκια από την σύνθεση των 100 χαρτοφυλακίων είναι το 73° , το 74° και το 72° με μέση καθαρή ροή 15,36, 15,32 και 15,22 αντίστοιχα. Με μια σύντομη ματιά στον παραπάνω πίνακα φαίνεται ότι παρόλο που τα τρία προαναφερθέντα χαρτοφυλάκια αποτελούν κατά την πρώτη περίοδο τις βέλτιστες επιλογές, στη δεύτερη περίοδο παρουσιάζουν πολύ μικρές μέσες καθαρές ροές και κατά συνέπεια θα πρέπει να αποφευχθούν από τον επενδυτή. Ακόμη παρατηρείται ότι τα χαρτοφυλάκια με τις μικρότερες μέσες καθαρές ροές πρώτης και δεύτερης περιόδου είναι τα ίδια και παρατηρούνται για το 100° ,99° και 98° χαρτοφυλάκιο οι τιμές των οποίων φαίνονται στο παραπάνω πίνακα. Τέλος τα τρία πιο ελκυστικά χαρτοφυλάκια της δεύτερης περιόδου είναι το 85° ,86° και 84° .Τα τρία προαναφερθέντα χαρτοφυλάκια παρουσιάζουν αρνητική μέση καθαρή ροή στην πρώτη περίοδο και δεν αποτελούν ορθή επιλογή για επένδυση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σύμφωνα με τα προηγούμενα κεφάλαια καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η σύνθεση και η επιλογή αποδοτικού χαρτοφυλακίου είναι μια πολύπλοκη διαδικασία, λύση στην οποία καλείται να δώσουν οι πολυκριτήριες μέθοδοι.

Στόχος της σύνθεσης χαρτοφυλακίου αποτελεί η μεγιστοποίηση της απόδοσης του χαρτοφυλακίου με παράλληλη μείωση του επενδυτικού κινδύνου. Η διαχείριση χαρτοφυλακίου περιλαμβάνει την ανάλυση των χρεογράφων, την ανάλυση των χαρτοφυλακίων και τέλος την επιλογή του πιο αποτελεσματικού χαρτοφυλακίου. Εκτός από τα προφανή κριτήρια της απόδοσης και του κινδύνου για την πραγματοποίηση μιας ολοκληρωμένης αξιολόγησης και επιλογής χαρτοφυλακίου είναι αναγκαία η θέσπιση κι άλλων κριτηρίων τα οποία εξαρτώνται από τον επενδυτή. Ανάλογα με τα κριτήρια του κάθε επενδυτή, αναπτύσσονται διαφορετικά χαρτοφυλάκια και συνεπώς θα είναι διαφορετική η επιλογή του αποτελεσματικού χαρτοφυλακίου.

Το μοντέλο βάσει του οποίου έγινε η επιλογή του αποτελεσματικού χαρτοφυλακίου ήταν αυτό του Markowitz το οποίο έχει ως στόχο τη δημιουργία χαρτοφυλακίου με την μεγαλύτερη απόδοση για δεδομένο επίπεδο κινδύνου ή με τον χαμηλότερο κίνδυνο για ένα επίπεδο απόδοσης. Εκτός από την απόδοση και τον κίνδυνο τα κριτήρια τα οποία χρησιμοποιήθηκαν ήταν η VaR, η CVaR, Expected Loss και ο δείκτης του Sharpe. Τα έξι προαναφερθέντα κριτήρια χρησιμοποιήθηκαν από την πολυκριτήρια μέθοδο PROMETHEE για την επιλογή των κατάλληλων αποτελεσματικών χαρτοφυλακίων.

Η πολυκριτήρια μέθοδος PROMETHEE αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο στα χέρια κάθε αποφασίζοντα-επενδυτή αφού έχει την ικανότητα να δημιουργήσει ένα μοντέλο το οποίο λαμβάνει υπόψη εκτός των δυο βασικών κριτηρίων, ένα μεγάλο αριθμό κριτηρίων ανάλογα με τις επιθυμίες του επενδυτή και να επιλέξει την καλύτερη λύση από ένα πλήθος επιλογών.

Στην παρούσα μελέτη η πολυκριτήρια μέθοδος PROMETHEE παρουσιάζει 500 σενάρια για κάθε ένα από τα 25,50 και 100 χαρτοφυλάκια που δημιουργήθηκαν για τις δυο χρονικές περιόδους.

Κατά την εφαρμογή της μεθόδου παρατηρείται ότι επιλέγονται διαφορετικά χαρτοφυλάκια ανάλογα με το βάρος του κάθε κριτηρίου. Συνεπώς η εύρεση του

αποτελεσματικού χαρτοφυλακίου εξαρτάται άμεσα από τις προτιμήσεις του επενδυτή και το ποσοστό των βαρών που θέλει να κατανέμει σε κάθε κριτήριο.

Παρατηρείται ότι τα αποδοτικά χαρτοφυλάκια διαφέρουν ανάλογα με το αν δημιουργήθηκαν 25, 50 ή 100 χαρτοφυλάκια. Συνεπώς το αποτελεσματικό χαρτοφυλάκιο επηρεάζεται εκτός από τον αριθμό των περιεχομένων χρεογράφων και από τον αριθμό των χαρτοφυλακίων που θα δημιουργήσουμε.

Αυτό το οποίο προέκυψε από τη συγκριτική αξιολόγηση ανάμεσα στις δυο περιόδους μέσω της πολυκριτήριας μεθόδου PROMETHEE είναι ότι σε όλες τις περιπτώσεις συνθέσεων χαρτοφυλακίων οι βέλτιστες επιλογές της πρώτης περιόδου είναι από τις χειρότερες επιλογές για επένδυση για την δεύτερη χρονική περίοδο. Συνεπώς θα ήταν λάθος για έναν επενδυτή να βασιστεί στα ιστορικά δεδομένα της πρώτης περιόδου για την επιλογή αποτελεσματικών χαρτοφυλακίων στην δεύτερη. Τα αποτελέσματα της έρευνας έρχονται σε αντίθεση με την θεωρία της τεχνικής ανάλυσης βάσει της οποίας μόνο με ιστορικά δεδομένα και με την βοήθεια κατάλληλων δεικτών ανάλυσης, ο επενδυτής είναι σε θέση να κάνει μια ικανοποιητική εκτίμηση στον μέλλον.

Τέλος αυτό που πρέπει να επισημανθεί είναι ο κάθε επενδυτής που επιθυμεί να τοποθετήσει ένα κεφάλαιο με σκοπό τη σύνθεση ενός χαρτοφυλακίου πρέπει να είναι ιδιαίτερα προσεκτικός στις επιλογές του και να λαμβάνει υπόψη του εκτός από τις προτιμήσεις και τις τάσεις τις αγορές. Επίσης καλό θα ήταν να λάβει κάποιες συμβουλές από ειδικούς του χώρου (π.χ χρηματιστηριακούς αναλυτές) σχετικά με τις καλύτερες δυνατές επιλογές επένδυσης του κεφαλαίου του.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική

Δούμπος Μ(2004), Σημειώσεις μαθήματος “Μαθηματικός- Χρηματοοικονομικός Λογισμός”

Ζουπουνίδης Κ(2003), “Βασικές Αρχές και Σύγχρονα Θέματα του Χρηματοοικονομικού Μάνατζμεντ”, Εκδόσεις Κλειδάριθμος.

Μαλανδράκης Ι(2001),. “Πανόραμα Μεθόδων Επιλογής & Σύνθεσης Χαρτοφυλακίου Μετοχών”. Μεταπτυχιακή Διατριβή-Πολυτεχνείο Κρήτης-Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης

Καταπιστόλης Δ., “Διαχείριση χαρτοφυλακίων και αξιολόγηση Αμοιβαίων Κεφαλαίων”

Λαρός Ι.(2000), “Διαχείριση Χρηματοοικονομικού Κινδύνου σε Απελευθερωμένες Αγορές Ηλεκτρισμού”. Διδακτορική Διατριβή-Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο-Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών.

Κοτζαμάνης Σ., “Διαχείριση Χαρτοφυλακίου στη Θεωρία και στη Πράξη”, Εκδόσεις Finance Invest.

Ξένη

Brans J.P., Vincke, Ph. and Mareschal, B. (1986). “ How to select and how to rank projects: The PROMETHEE method ”, European Journal of Operational Research, vol. 24, 228-238

Colson, G.. and De Bruyn, C.: “An integrated multiobjective portfolio management system”, *Mathematical and Computer Modelling* 12/10-11 (1989), 1359-1381

Dominiak C.: “Portfolio selection using the idea of reference solution”, in :G.Fandel and Th.Gal (eds), *Multiple Criteria Decision Making, Proceeding of the twelfth International Conference, Lectures Notes in Economics and Mathematical Systems* 448, Hagen, Germany, Berlin Heidelberg(1997), 593-602.

Evrard, Y., and Zisswiller, R.: “The setting of market investor preferences : an exploratory study based on multi- attribute models”, Working Paper, Centre d’Enseignement Superieur des Affaires, 1982

Hurson Ch., and Ricci, N.: “Multicriteria Decision making and portfolio management with arbitrage pricing theory” , in :C.Zopounidis(ed.), *Operational Tools in the Management of Financial Risks*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht (1998), 31-55

Khouryn N., Martel, J.M., and Veilleux, M.: “Méthode multicritère de selection de portefeuilles indicieles internatiaux”, *L’Actualité Economique*, 69/1, (1993)

Lee, S.M., and Chesser, L.: “Goal Programming for portfolio Selection”, *The Journal of Portfolio Management*, Spring(1980), 22-26

Markowitz, H.(1952) “ Portfolio Selection”, *Journal of Finance*, 7/1, 77-91

Martel, J.M., Khoury, N.T., and Bergeron M.: “An application of multicriteria approach to portfolio comparisons”, *Journal of the Operational Research Society* 39/7(1998), 617-628.

Nakayama, H., Takeguchi, T., and Sano, M.: “Interactive graphics for portfolio selection”, in :P.Hansen (ed.), *Essays and Surveys on Multiple Criteria Decision Making, Lectures Notes in Economics and Mathematical Systems* 209, Springer Verlag, Berlin Heidelberg (1983), 280-289

Saaty, T., Rogers, P., and Pell, R.: "Portfolio selection through hierarchies", The Journal of Portfolio Management, Spring(1980), 16-21

Sharpe,W.(1964), " Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk", Journal of Finance, 19, 425-442

Stambaugh F. (1996), "Risk and Value at Risk", European Management Journal Vol 14 No 6 December 1996

Szala, A : "L'Aide à la Décision en Gestion de Portefeuille", Diplôme supérieur de Rechercher Appliquées, Université de Paris Dauphine, 1990

Szego G. (2002), "Measures of Risk", Journal of Banking & Finance 26 (2002) 1253-1272

Tamiz, M ., Hasham, R., and Jones, D.F.: "A comparison between goal programming and regression analysis for portfolio selection" , in :G. Fandel and Th. Gal (eds.), Lectures Notes in Economics and Mathematical Systems 448 Multiple Criteria Decision Making, Proceeding of the twelfth International Conferencen Hagen, Germany, Berlin Heidelberg(1997), 422-432

Uryasev S.,(2000), Conditional Value-at-Risk : "Optimization Algorithms and Applications"

Zoupounidis C., Despotis D.K., and Kamaratou, I.: "Portfolio Selection using the ADELAIS multiobjective linear programming System" Computational Economics 11/3 (1998), 189-204

Zoupounidis C. , Horson Ch., (2001), "Encyclopedia of Optimazation", Vol. IV, Floudas C.A and Pardalos P.M (eds), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 310-322