



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ

Τομέας Οργάνωσης & Διοίκησης

**Βελτίωση Αλγορίθμου Collaborative Filtering με χρήση μεθόδων
Πολυκριτήριας Ανάλυσης για την Σύσταση Αμοιβαίων Κεφαλαίων**

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΤΟΥ

ΜΑΝΑΡΩΛΗ ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΥ

**ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ
ΕΠΙΤΡΟΠΗ:**

Καθηγητής Ν. Ματσατσίνης
Καθηγητής Κ. Ζοπουνίδης
Επικ. καθηγητής Μ. Δούμπος

Χανιά, Ιούλιος 2008

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	3
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1Ο ΑΜΟΙΒΑΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΑ - ΠΛΑΙΣΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	8
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	8
1.2 Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΑΜΟΙΒΑΙΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ.....	9
1.3 ΦΟΡΕΙΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΜΟΙΒΑΙΩΝ ΚΕΦΑΛΑΙΩΝ – ΕΠΟΠΤΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ	11
1.3.1 Ανώνυμη Εταιρία Διαχείρισης Αμοιβαίων Κεφαλαίων (Α.Ε.Δ.Α.Κ.) (ν.3283, 2004).....	11
1.3.2 Θεματοφύλακας (ν.3283, 2004).....	12
1.3.3 Μεριδιούχοι - Μερίδια (ν.3283, 2004)	12
1.3.4 Επιτροπή Κεφαλαιαγοράς (ν.1969, 1991).....	14
1.4 ΣΥΣΤΑΣΗ ΑΜΟΙΒΑΙΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ (Ν.3283, 2004).....	15
1.4.1 Η κατάταξη των αμοιβαίων κεφαλαίων (αποφ.129, 1998).....	16
1.4.2 Επενδυτικά όρια (ν.3283, 2004).....	17
1.5 ΦΟΡΟΛΟΓΙΚΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΑΜΟΙΒΑΙΩΝ ΚΕΦΑΛΑΙΩΝ (Ν.2238, 1994) (Ν.3283, 2004)	18
1.6 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΣΕ ΑΜΟΙΒΑΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΑ.....	19
1.6.1 Πλεονεκτήματα	19
1.6.2 Μειονεκτήματα	20
1.7 ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ.....	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2Ο ΘΕΩΡΙΑ ΧΑΡΤΟΦΥΛΑΚΙΟΥ – ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....	23
2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	23
2.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΈΝΝΟΙΕΣ ΘΕΩΡΙΑΣ ΧΑΡΤΟΦΥΛΑΚΙΟΥ.....	23
2.2.1 Απόδοση.....	24
2.2.2 Κίνδυνος.....	26
2.2.3 Διαφοροποίηση (Diversification)	28
2.2.4 Θεωρία Αποτελεσματικότητας της Αγοράς.....	29
2.3 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	31
2.3.1 Το μοντέλο Μέσου – Διακύμανσης (Mean – Variance Model).....	31
2.3.2 Το μοντέλο του Απλού Δείκτη (Single Factor Model)	32
2.3.3 Μοντέλο Αποτίμησης Κεφαλαιακών Στοιχείων (Capital Asset Pricing Model)	34
2.3.4 Θεωρία Αποτίμησης Εξισορροπητικής Κερδοσκοπίας (Arbitrage Pricing Theory).....	35
2.3.5 Οι διαχειριστές νικούν την αγορά.....	36
2.3.6 Οι διαχειριστές δεν νικούν την αγορά	37
2.3.7 Ανασκόπηση Ελληνικής Βιβλιογραφίας	38
2.3.8 Μετά – Μοντέρνα Θεωρία Χαρτοφυλακίου (Post Modern Portfolio Theory).....	39
2.4 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΠΙΔΟΣΗΣ ΑΜΟΙΒΑΙΩΝ ΚΕΦΑΛΑΙΩΝ	40
2.4.1 Κίνδυνος.....	40
2.4.2 Μέτρα Απόδοσης Προσαρμοσμένα για τον Κίνδυνο	43
2.4.3 Μέτρα Αξιολόγησης του Συγχρονισμού με την Αγορά (Market Timing Models)	47
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3Ο ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ	51
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	51

3.2	ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ	52
3.3	ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ.....	54
3.3.1	Κύρια Θεωρητικά Ρεύματα	56
3.3.2	Η μέθοδος UTADIS.....	59
3.4	ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΥΣΤΑΣΕΩΝ	66
3.4.1	Εισαγωγή.....	66
3.4.2	Συστήματα Συστάσεων περιεχομένου (Content-based recommender systems).....	69
3.4.3	Collaborative Filtering	72
3.4.4	Υβριδικά συστήματα συστάσεων (Hybrid Recommender Systems)	79
3.4.5	Πολυκριτήρια συστήματα συστάσεων.....	81
3.5	HOLD OUT VALIDATION	82
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4Ο ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ		84
4.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	84
4.2	ΣΥΝΟΛΟ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	86
4.3	ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ.....	89
4.4	COLLABORATIVE FILTERING	91
4.4.1	CF1.....	92
4.4.2	CF2.....	93
4.4.3	CF3.....	95
4.5	ΥΒΡΙΔΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	95
4.6	ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ	96
4.6.1	Μέσο Απόλυτο Σφάλμα.....	97
4.6.2	Μέσο Τετραγωνικό Σφάλμα	97
4.6.3	Ακρίβεια (Precision)	98
4.6.4	Ανάκληση (Recall).....	99
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5Ο ΕΦΑΡΜΟΓΗ		100
5.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	100
5.2	ΧΡΟΝΙΚΟΣ ΟΡΙΖΟΝΤΑΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ	88
5.3	ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ	89
5.4	ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ	100
5.4.1	Μέτρα Απόδοσης	101
5.4.2	Μέτρα Κινδύνου.....	103
5.4.3	Μέτρα Απόδοσης Προσαρμοσμένα για τον Κίνδυνο	105
5.4.4	Μέτρα αξιολόγησης της Αποδοτικότητας των Διαχειριστών	107
5.5	ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ	109
5.6	ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	111
5.6.1	Πολυκριτήρια Ανάλυση (UTADIS) – Collaborative Filtering	112
5.6.2	Υβριδικές Προσεγγίσεις	114
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ		119
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....		121

Εισαγωγή

Τα αμοιβαία κεφάλαια αποτελούν μία μορφή συλλογικής επένδυσης η οποία προσφέρει επαγγελματική διαχείριση στον υποψήφιο επενδυτή. Ως θεσμός τα αμοιβαία κεφάλαια έχουν γνωρίσει ραγδαία ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια και είναι ακριβώς αυτό το γεγονός που έχει προκαλέσει έντονο ενδιαφέρον τόσο από πλευράς ακαδημαϊκών αλλά και επαγγελματιών του χώρου για την αξιολόγηση των επιδόσεών τους. Το πλήθος των αμοιβαίων κεφαλαίων που διαπραγματεύονται καθημερινά είναι τέτοιο που σε συνδυασμό με την πολυπλοκότητά τους, δεν επιτρέπει στον απλό επενδυτή να αναλύσει διεξοδικά τις εναλλακτικές επιλογές επενδύσεων και να επιλέξει τη βέλτιστη εξ αυτών.

Ήδη από τη δεκαετία του 1960 υπήρξε πληθώρα εργασιών για την αξιολόγηση των επιδόσεων των αμοιβαίων κεφαλαίων. Η πρωτοποριακή εργασία του Harry Markowitz (Markowitz, 1952) και η ενσωμάτωση της έννοιας του κινδύνου στην αξιολόγηση επενδυτικών προϊόντων άνοιξε το δρόμο για τα μοντέλα των Sharpe (1963), Treynor (1965) και Jensen (1968) στα οποία παρουσιάζονται δείκτες αξιολόγησης που λαμβάνουν υπόψη την ανά μονάδα κινδύνου προσφερόμενη απόδοση. Ακολούθησαν τα μοντέλα των Treynor & Mazuy (1966) και Henriksson & Merton (1981) τα οποία εξετάζουν την ικανότητα των διαχειριστών να επιλέγουν τα κατάλληλα χρεόγραφα την κατάλληλη χρονική στιγμή για τη σύνθεση του χαρτοφυλακίου Αμοιβαίων Κεφαλαίων.

Παράλληλα υπάρχει έντονη διαφωνία μεταξύ ακαδημαϊκών για τη δυνατότητα των διαχειριστών να ξεπεράσουν τις αναμενόμενες αποδόσεις της αγοράς προσφέροντας έτσι στους μεριδιούχους Αμοιβαίων Κεφαλαίων υπεραποδόσεις οι οποίες θα δικαιολογούν την αμοιβή για τις παρεχόμενες υπηρεσίες τους. Η έρευνα εστιάζεται κυρίως στην ύπαρξη επαναληπτικότητας των αποδόσεων, την ικανότητα διαφοροποίησης του χαρτοφυλακίου και σε άλλους παράγοντες σε ένα γενικότερο φάσμα ελέγχου της ύπαρξης αποτελεσματικότητας ή όχι στην αγορά.

Η επιχειρησιακή έρευνα είναι ένας κλάδος που ασχολείται με την υποστήριξη των αποφάσεων, συμπεριλαμβανομένης και της απόφασης επιλογής χαρτοφυλακίου. Τα τελευταία 30 χρόνια έχουν αναπτυχθεί μεθοδολογίες που αντιμετωπίζουν το πρόβλημα αξιολόγησης χρεογράφων, ως πρόβλημα ταξινόμησης. Μία από τις πλέον γνωστές και ευρέως εφαρμοσμένες μεθόδους είναι η UTADIS η οποία ανήκει στο χώρο της αναλυτικής συνθετικής προσέγγισης. Επιγραμματικά αυτή η μεθοδολογία αναλύει διεξοδικά το σύνολο των εμπλεκόμενων κριτηρίων ώστε να προκύψει ένα πλαίσιο σύνθεσής τους το οποίο θα αναπαράγει με τον πλέον ακριβή τρόπο τις αποφάσεις ενός αποφασίζοντα.

Ο χώρος των Συστημάτων Συστάσεων είναι σχετικά νέος με τις πρώτες εργασίες να δημοσιεύονται μόλις την τελευταία δεκαετία. Στοχεύει στην ανάπτυξη και εφαρμογή μεθοδολογιών οι οποίες θα αντιμετωπίσουν το φόρτο πληροφοριών με τον οποίο έρχεται αντιμέτωπος ο σύγχρονος άνθρωπος, υποστηρίζοντας και διευκολύνοντας την διαδικασία λήψης αποφάσεων. Ειδικά τα συστήματα Collaborative Filtering εκμεταλλευόμενα την προϋπάρχουσα γνώση που έχουν προσφέρει αποφασίζοντες στο παρελθόν και αναζητώντας συσχετίσεις στον τρόπο συμπεριφοράς μεταξύ τους

είναι σε θέση να προσφέρουν αξιόπιστες προτάσεις για εναλλακτικές που ο χρήστης θα θεωρήσει ενδιαφέρουσες. Η εκμετάλλευση της συμφωνίας και ομοθυμίας μεταξύ του συνόλου των χρηστών απαλλάσσει τον αποφασίζοντα από το να χρειάζεται να εξετάσει μία - μία όλες τις εναλλακτικές του προκειμένου να επιλέξει τη βέλτιστη. Το νεαρό του χώρου δεν έχει επιτρέψει την ύπαρξη εφαρμογών για την αντιμετώπιση του προβλήματος της επιλογής Αμοιβαίων Κεφαλαίων και επενδυτικών προϊόντων γενικότερα.

Από τις παραπάνω περιγραφές είναι εμφανής η συνάφεια μεταξύ των Συστημάτων Συστάσεων και της Πολυκριτήριας Ανάλυσης Αποφάσεων αναφορικά με τα αντιμετωπιζόμενα προβλήματα. Εντούτοις παρά τη συνάφειά τους δεν έχουν υπάρξει εφαρμογές στον ακαδημαϊκό χώρο στις οποίες να υπάρχει από κοινού λειτουργία αυτών των τεχνικών, ώστε να εκμεταλλεύονται τα πλεονεκτήματα και των δύο για παροχή βελτιωμένης υποστήριξης στη διαδικασία λήψης αποφάσεων.

Πρωτεύοντα στόχο αυτής της εργασίας αποτελεί η διερεύνηση της δυνατότητας ενσωμάτωσης τεχνικών της Πολυκριτήριας Ανάλυσης Αποφάσεων στα Συστήματα Συστάσεων, με γνώμονα τη βελτίωση της ποιότητας των εξαγόμενων αποτελεσμάτων.

Η ολοκλήρωση της εργασίας θα επιτρέψει να απαντηθεί το ερώτημα ποια από τις εξεταζόμενες μεθοδολογία υπερέχει έναντι των υπολοίπων στην επίλυση του προβλήματος ταξινόμησης Αμοιβαίων Κεφαλαίων.

Τέλος η εργασία στοχεύει να καλύψει το βιβλιογραφικό κενό που παρατηρείται στις εφαρμογές των Συστημάτων Συστάσεων στον τομέα της επιλογής χαρτοφυλακίου, να διαπιστώσει τα προβλήματα που θα προκύψουν και έχουν εμποδίσει την μέχρι τώρα εκτενή εφαρμογή και να απευθύνει λύσεις.

Η πορεία επίτευξης των παραπάνω στόχων παρουσιάζεται στα 6 κεφάλαια που ακολουθούν με την εξής δομή: Στο πρώτο κεφάλαιο δίνεται ο ορισμός και η ιστορία του θεσμού των Αμοιβαίων Κεφαλαίων. Αναλύεται ο ελληνικός νόμος που περιγράφει το θεσμικό πλαίσιο που διέπει τη λειτουργία τόσο των Αμοιβαίων Κεφαλαίων, όσο και των υπολοίπων εμπλεκόμενων φορέων (ΑΕΔΑΚ, Μεριδιούχοι, Επιτροπή Κεφαλαιαγοράς κτλ).

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται η παρουσίαση της βιβλιογραφίας που αφορά τη θεωρία χαρτοφυλακίου. Παρουσιάζονται οι κυριότερες θεωρητικές συμβολές στην αξιολόγηση επενδύσεων και τα κριτήρια που τις απαρτίζουν.

Στο τρίτο κεφάλαιο δίνεται η περιγραφή του προβλήματος ταξινόμησης, το οποίο καλείται να αντιμετωπίσει αυτή η εργασία καθώς και οι τεχνικές από τον ακαδημαϊκό χώρο που έχουν ασχοληθεί με αυτό το πρόβλημα. Συγκεκριμένα παρουσιάζεται η Πολυκριτήρια Ανάλυση Αποφάσεων και ειδικότερα η μέθοδος UTADIS, καθώς και Συστημάτων Συστάσεων με έμφαση στα συστήματα Collaborative Filtering. Αυτές οι τεχνικές αν και συναφείς δεν έχουν μέχρι τώρα εφαρμοστεί στην από κοινού αντιμετώπιση προβλημάτων ταξινόμησης.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζεται το πλαίσιο ενσωμάτωσής τους σε 5 νέες προσεγγίσεις για την αξιολόγηση Αμοιβαίων Κεφαλαίων. Ειδικά τα συστήματα Collaborative Filtering, όντας ένας χώρος με πολύ σύντομο παρελθόν, δεν έχουν εφαρμοστεί μέχρι τώρα στον τομέα της αξιολόγησης επενδύσεων, ούτε έχουν γίνει

σημαντικές προσπάθειες ενσωμάτωσης πολυκριτήριου χαρακτήρα στις πραγματοποιούμενες συστάσεις. Η εργασία αυτή προσπαθεί να καλύψει αυτό το κενό.

Τα αποτελέσματα από την εφαρμογή των νέων τεχνικών τα οποία παρουσιάζονται στο πέμπτο κεφάλαιο αποδεικνύουν ότι είναι εφικτή η από κοινού λειτουργία της Πολυκριτήριας Ανάλυσης Αποφάσεων με τα Συστήματα Συστάσεων, καθώς το πρόβλημα της σύστασης αμοιβαίων κεφαλαίων προσεγγίζεται αποτελεσματικά από το συνδυασμό των δύο τεχνικών. Οι επιδόσεις των μεθοδολογιών που προκύπτουν στα εξεταζόμενα μέτρα αξιολόγησης δείχνουν ότι υπάρχει βελτίωση σε σχέση με την μεμονωμένη εφαρμογή της Πολυκριτήριας Ανάλυσης και του αλγορίθμου Collaborative Filtering.

Στο τελευταίο κεφάλαιο παρουσιάζονται συνολικά τα συμπεράσματα της εργασίας, τα προβλήματα που συνάντησε στην πορεία υλοποίησής της καθώς και προτάσεις για περεταίρω έρευνα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο ΑΜΟΙΒΑΙΑ

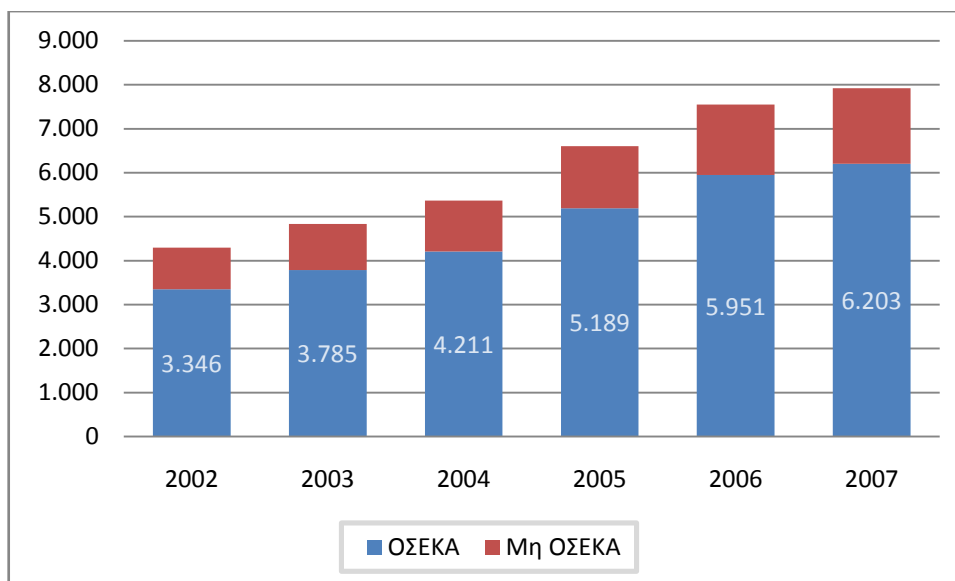
ΚΕΦΑΛΑΙΑ - ΠΛΑΙΣΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

1.1 Εισαγωγή

Τα επενδυτικά κεφάλαια προσφέρουν στο ευρύ επενδυτικό κοινό τη δυνατότητα πρόσβασης σε διαφοροποιημένα χαρτοφυλάκια επενδύσεων με επαγγελματική διαχείριση, σε προσιτούς όρους. Οι ευρωπαίοι επενδυτές θα χρειαστούν έναν ικανό και σωστά ρυθμιζόμενο κλάδο διαχείρισης περιουσιακών στοιχείων, καθώς η γήρανση της κοινωνίας απαιτεί από αυτούς να αναλάβουν μεγαλύτερες ευθύνες για τις μακροπρόθεσμες χρηματοδοτικές τους ανάγκες. Το γεγονός αυτό οδηγεί ήδη την εν λόγω επιχειρηματική δραστηριότητα σε τεράστια ανάπτυξη, τόσο στο εσωτερικό της Ευρώπης όσο και παγκοσμίως. Οι θεσμικοί επενδυτές, συμπεριλαμβανομένων των αμοιβαίων κεφαλαίων, είναι υπεύθυνοι για ένα αυξανόμενο μερίδιο των επενδύσεων των νοικοκυριών σε όλες τις χώρες του G-10.

Ο θεσμός του αμοιβαίου κεφαλαίου αριθμεί πάνω από ένα αιώνα ζωής. Οι ρίζες του τοποθετούνται στην Ευρώπη του 19^{ου} αιώνα με πρώτες χώρες την Ελβετία και την Αγγλία. Το πρώτο αμοιβαίο κεφάλαιο ιδρύθηκε το 1849 στην Ελβετία (“Societe civile Genevoise d’emploi de fonds”) και ακολούθησε το 1868 στο City του Λονδίνου το “Foreign and Colonial Government Trust”. Το πρώτο αμοιβαίο κεφάλαιο των ΗΠΑ ιδρύθηκε στις 21 Μαρτίου του 1924 στη Μασαχουσέτη και ονομαζόταν “Massachusetts Investors Trust” (Σήμερα MFS Investment Management). Μέσα σε ένα χρόνο διέθετε 392.000 δολάρια ενεργητικό και 200 μεριδιούχους.

Στα χρόνια που ακολούθησαν ο θεσμός των αμοιβαίων κεφαλαίων και γενικότερα των επενδυτικών κεφαλαίων γνώρισε έντονη ανάπτυξη ως αποτέλεσμα της συνειδητοποίησης των διαμορφωτών πολιτικής ότι αποτελούν μέσο οικονομικής ανάπτυξης και ευημερίας. Σήμερα τα επενδυτικά κεφάλαια αντιπροσωπεύουν το 11,5% των χρηματοοικονομικών περιουσιακών στοιχείων των ευρωπαϊκών νοικοκυριών (EFAMA 2007 Fact book). Σε διάστημα 12 ετών, πενταπλασιάστηκε η αξία των περιουσιακών στοιχείων που διαχειρίζονται τα επενδυτικά κεφάλαια στην ΕΕ. Μέχρι το 2010, αναμένονται ρυθμοί αύξησης 10% περίπου ετησίως – ανεβάζοντας τη συνολική αξία των στοιχείων του ενεργητικού που διαχειρίζονται τα αμοιβαία κεφάλαια σε άνω των 8 τρισεκατομμυρίων ευρώ. Χαρακτηριστικό δείγμα της αύξησης που περιγράφεται παραπάνω είναι το Σχήμα 1 που παρουσιάζει την εξέλιξη των καθαρών κεφαλαίων των Ευρωπαϊκών επενδυτικών κεφαλαίων την τελευταία πενταετία.



Σχήμα 1 Καθαρό Ενεργητικό Ευρωπαϊκών επενδυτικών κεφαλαίων (Delbecque, 2008)

Η οδηγία του 1985 για τους ΟΣΕΚΑ (Οργανισμοί Συλλογικών Επενδύσεων σε Κινητές Αξίες) αποτελεί τη βάση του πλαισίου της ΕΕ για τα επενδυτικά κεφάλαια. Η οδηγία ΟΣΕΚΑ¹ ήταν καθοριστικής σημασίας για την ανάπτυξη ενός δραστήριου ευρωπαϊκού κλάδου αμοιβαίων κεφαλαίων. Η αγορά αυτή οργανώνεται όλο και περισσότερο σε πανευρωπαϊκή βάση.

Σύμφωνα με στοιχεία της Επιτροπής Κεφαλαιαγοράς σήμερα στην Ελλάδα δραστηριοποιούνται 22 Ανώνυμες Εταιρίες Διαχείρισης Αμοιβαίων Κεφαλαίων (Α.Ε.Δ.Α.Κ.), οι οποίες έχουν υπό τον έλεγχο τους 267 Αμοιβαία Κεφάλαια.

1.2 Η έννοια του Αμοιβαίου Κεφαλαίου

Τα επενδυτικά κεφάλαια είναι ειδικά επενδυτικά οχήματα, τα οποία δημιουργήθηκαν με αποκλειστικό σκοπό τη συγκέντρωση κεφαλαίων από επενδυτές και την τοποθέτηση των κεφαλαίων αυτών σε διαφοροποιημένα χαρτοφυλάκια. Οι επενδυτές αγοράζουν τίτλους που εκδίδονται από το αμοιβαίο κεφάλαιο έναντι των υποκείμενων στοιχείων του ενεργητικού, και η αξία των τίτλων αυτών κυμαίνεται ανάλογα με την αξία των υποκείμενων στοιχείων του ενεργητικού. Με τον τρόπο αυτό, οι μικροί επενδυτές μπορούν να αποκτήσουν συμμετοχή σε ένα διαφοροποιημένο καλάθι χρηματοοικονομικών ή άλλου είδους στοιχείων, με επαγγελματική διαχείριση. Τα γενικά έξοδα κατανέμονται σε όλους τους επενδυτές,

¹ Οδηγία 85/611/ΕΟΚ του Συμβουλίου, όπως τροποποιήθηκε από τις οδηγίες 2001/107/ΕΚ και 2001/108/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου.

μειώνοντας με τον τρόπο αυτό το μέσο κόστος για καθένα από τους εν λόγω επενδυτές. Οι τελευταίοι έχουν τη δυνατότητα μεταπώλησης των μεριδίων τους εφόσον το επιθυμούν (αμοιβαία κεφάλαια ανοικτού τύπου) ή τα μερίδιά τους είναι δυνατόν να κλειδώνονται για κάποια συγκεκριμένη χρονική περίοδο (αμοιβαία κεφάλαια κλειστού τύπου).

Το αμοιβαίο κεφάλαιο αποτελεί κατηγορία επενδυτικού κεφαλαίου. Ο Έλληνας νομοθέτης έχει δώσει τον ακόλουθο ορισμό για το αμοιβαίο κεφάλαιο. Το αμοιβαίο κεφάλαιο είναι ομάδα περιουσίας, που αποτελείται από κινητές αξίες, μέσα χρηματαγοράς και μετρητά και της οποίας τα επί μέρους στοιχεία ανήκουν εξ αδιαίρετου σε περισσότερους του ενός μεριδιούχους. Το αμοιβαίο κεφάλαιο δεν αποτελεί νομικό πρόσωπο και οι μεριδιούχοι του εκπροσωπούνται δικαστικώς και εξωδίκως, ως προς τις έννομες σχέσεις από τη διαχείριση του και τα δικαιώματά τους επί του ενεργητικού του, από την Α.Ε.Δ.Α.Κ.. Οι μεριδιούχοι του αμοιβαίου κεφαλαίου δεν ευθύνονται για πράξεις ή παραλείψεις της Α.Ε.Δ.Α.Κ. ή του θεματοφύλακα κατά την άσκηση των καθηκόντων τους. Το αμοιβαίο κεφάλαιο, το οποίο αποτελεί αντικείμενο διαχείρισης Α.Ε.Δ.Α.Κ. της οποίας η καταστατική έδρα και η κεντρική διοίκηση είναι στην Ελλάδα, συνιστάται κατόπιν αδείας της Επιτροπής Κεφαλαιαγοράς και διέπεται από τις διατάξεις του νόμου 3283/2004.

Ο ν.3283/2004 αντικαθιστώντας και συμπληρώνοντας το ν.2778/1999 στοχεύει στην εναρμόνιση του εθνικού δικαίου με την οδηγία 2001/107/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης της 21ης Ιανουαρίου 2002 για την τροποποίηση της Οδηγίας 85/611/ΕΟΚ του Συμβουλίου. Σύμφωνα με την οδηγία προβλέπεται εκτός των άλλων η διάκριση των επενδυτικών κεφαλαίων και κατ' επέκταση και των αμοιβαίων κεφαλαίων σε ΟΣΕΚΑ και μη ΟΣΕΚΑ.

Οι ΟΣΕΚΑ (Οργανισμοί Συλλογικών Επενδύσεων σε Κινητές Αξίες) είναι επενδυτικά κεφάλαια που έχουν συσταθεί και εγκριθεί σύμφωνα με τις απαιτήσεις της οδηγίας 85/611/ΕΟΚ. Η εν λόγω οδηγία προβλέπει κοινές απαιτήσεις για την οργάνωση, τη διαχείριση και την εποπτεία. Επιβάλλει κανόνες σχετικά με τη διαφοροποίηση του χαρτοφυλακίου, τη ρευστότητα και τη χρήση της μόχλευσης. Η οδηγία για τους ΟΣΕΚΑ καθορίζει ένα κατάλογο επιλέξιμων περιουσιακών στοιχείων στα οποία μπορεί να επενδύει το αμοιβαίο κεφάλαιο. Από τη στιγμή που έχουν λάβει άδεια λειτουργίας, τα αμοιβαία κεφάλαια ΟΣΕΚΑ μπορούν να διατίθενται στο κοινό σε ολόκληρη την ΕΕ, με την υποχρέωση σχετικής κοινοποίησης σε κάθε κράτος μέλος στο οποίο πωλούνται τα μερίδια.

Οι "μη ΟΣΕΚΑ" είναι ένας γενικός όρος που αναφέρεται σε όλα τα μη εναρμονισμένα αμοιβαία κεφάλαια, είτε αυτά υπόκεινται σε εθνικές κανονιστικές ρυθμίσεις είτε όχι. Ο όρος αυτός περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα επενδυτικών στρατηγικών και προϊόντων – που κυμαίνεται από προϊόντα τα οποία απευθύνονται σε ιδιώτες επενδυτές, όπως είναι τα ανοικτού τύπου αμοιβαία κεφάλαια επί ακινήτων, μέχρι

προϊόντα που παρουσιάζουν μεγαλύτερη μεταβλητότητα, όπως είναι τα αμοιβαία κεφάλαια που επενδύουν σε προθεσμιακά συμβόλαια και τα ιδιωτικά επενδυτικά κεφάλαια.

1.3 Φορείς διαχείρισης Αμοιβαίων Κεφαλαίων – Εποπτικές Αρχές

1.3.1 Ανώνυμη Εταιρία Διαχείρισης Αμοιβαίων Κεφαλαίων (Α.Ε.Δ.Α.Κ.) (ν.3283, 2004)

Η Α.Ε.Δ.Α.Κ. έχει ως αποκλειστικό σκοπό τη διαχείριση αμοιβαίων κεφαλαίων, καθώς και την ανάληψη της διαχείρισης Ο.Σ.Ε.Κ.Α. κατά την έννοια της Οδηγίας 85/611/ΕΟΚ καθώς και άλλων οργανισμών συλλογικών επενδύσεων για τους οποίους υπόκειται σε προληπτική εποπτεία και για τους οποίους δεν επιτρέπεται η διάθεση μεριδίων τους σε άλλα κράτη μέλη. Η διαχείριση αμοιβαίων κεφαλαίων περιλαμβάνει τις παρακάτω λειτουργίες:

- i. τη διαχείριση επενδύσεων,
- ii. τη διοίκηση του αμοιβαίου κεφαλαίου, δηλαδή: νομικές υπηρεσίες, υπηρεσίες λογιστικής διαχείρισης του αμοιβαίου κεφαλαίου, υπηρεσίες εξυπηρέτησης πελατών, αποτίμηση του ενεργητικού του αμοιβαίου κεφαλαίου και καθορισμό της αξίας των μεριδίων του (περιλαμβανομένων τυχόν φορολογικών επιβαρύνσεων), έλεγχο της τήρησης των κανονιστικών διατάξεων, τήρηση μητρώου μεριδιούχων, διανομή εσόδων, έκδοση και εξαγορά μεριδίων αμοιβαίου κεφαλαίου, διεκπεραίωση εγγράφων και αποστολής εντύπων και βεβαιώσεων, τήρηση αρχείων, και
- iii. τη διαφήμιση του αμοιβαίου κεφαλαίου και την προώθηση των μεριδίων του.

Η Επιτροπή Κεφαλαιαγοράς οφείλει να απαντήσει στην Α.Ε.Δ.Α.Κ. που αιτείται άδεια εντός έξι μηνών από την υποβολή των απαιτούμενων δικαιολογητικών. Οι μετοχές της Α.Ε.Δ.Α.Κ. είναι ονομαστικές και δεν μπορούν να διαπραγματευτούν σε οργανωμένη αγορά. Το μετοχικό κεφάλαιο της Α.Ε.Δ.Α.Κ. καταβάλλεται πλήρως σε μετρητά και έχει ελάχιστο ύψος ένα εκατομμύριο διακόσιες χιλιάδες (1.200.000) ευρώ.

Το 51 % τουλάχιστον του μετοχικού κεφαλαίου της Α.Ε.Δ.Α.Κ. πρέπει να ανήκει:

- i. σε ένα ή περισσότερα πιστωτικά ιδρύματα ή/και πιστωτικούς συνεταιρισμούς ή/και σε μία, ή περισσότερες Α.Ε.Π.Ε.Υ. ή ασφαλιστικές εταιρείες ή/και

- ii. σε μία ή περισσότερες εταιρείες συμμετοχών των οποίων η κύρια δραστηριότητα είναι η επένδυση ποσοστού τουλάχιστον 51% των ιδίων κεφαλαίων τους σε πιστωτικά ιδρύματα, ή/και ασφαλιστικές εταιρείες ή/και Α.Ε.Π.Ε.Υ. ή/και Α.Ε.Δ.Α.Κ., ή/και
- iii. σε ένα ή περισσότερα ασφαλιστικά ταμεία που έχουν ελάχιστο ύψος αποθεματικού τρία εκατομμύρια (3.000.000) ευρώ.

1.3.2 Θεματοφύλακας (ν.3283, 2004)

Η φύλαξη των στοιχείων του ενεργητικού του αμοιβαίου κεφαλαίου ανατίθεται από την Α.Ε.Δ.Α.Κ., μετά από σχετική άδεια της Επιτροπής Κεφαλαιαγοράς, σε ένα θεματοφύλακα. Ο θεματοφύλακας εκτελεί καθήκοντα ταμίας του αμοιβαίου κεφαλαίου σύμφωνα με τις οδηγίες της Α.Ε.Δ.Α.Κ.

Ο θεματοφύλακας συνυπογράφει τον κανονισμό του αμοιβαίου κεφαλαίου, τις εκθέσεις και τις καταστάσεις του και εξασφαλίζει ότι:

- i. η διάθεση, η έκδοση, η εξαγορά, η καταβολή της αξίας των εξαγοραζόμενων μεριδίων του αμοιβαίου κεφαλαίου και η ακύρωσή τους πραγματοποιούνται σύμφωνα με τις διατάξεις του νόμου, των αποφάσεων που εκδίδονται κατ' εξουσιοδότησή του και του κανονισμού του αμοιβαίου κεφαλαίου,
- ii. η αποτίμηση των στοιχείων του ενεργητικού του αμοιβαίου κεφαλαίου, ο υπολογισμός της καθαρής αξίας των μεριδίων του αμοιβαίου κεφαλαίου και η διανομή των κερδών προς τους μεριδιούχους του αμοιβαίου κεφαλαίου πραγματοποιούνται σύμφωνα με τις διατάξεις του νόμου, των αποφάσεων που εκδίδονται κατ' εξουσιοδότησή του και του κανονισμού του αμοιβαίου κεφαλαίου,
- iii. το τίμημα από τις συναλλαγές που αφορούν στοιχεία του ενεργητικού του αμοιβαίου κεφαλαίου καταβάλλεται προς το θεματοφύλακα μέσα στις συνήθεις προθεσμίες.

1.3.3 Μεριδιούχοι - Μερίδια (ν.3283, 2004)

Το ενεργητικό του αμοιβαίου κεφαλαίου διαιρείται σε ίσης αξίας μερίδια ή κλάσματα μεριδίου. Η συμμετοχή στο αμοιβαίο κεφάλαιο αποδεικνύεται με ονομαστικό τίτλο, που εκδίδεται από την Α.Ε.Δ.Α.Κ. και προσυπογράφεται από το θεματοφύλακα (τίτλος μεριδίων). Ο τίτλος μεριδίων αμοιβαίου κεφαλαίου μπορεί να εκδίδεται για ένα ή περισσότερα μερίδια ή κλάσματα μεριδίων του και πρέπει να περιέχει τα παρακάτω:

- i. την ονομασία του αμοιβαίου κεφαλαίου και τα στοιχεία της άδειας σύστασης του,
- ii. την επωνυμία της Α.Ε.Δ.Α.Κ. και του θεματοφύλακά του,
- iii. τα στοιχεία του μεριδιούχου ή των μεριδιούχων του αμοιβαίου κεφαλαίου και τον αριθμό των μεριδίων που αντιστοιχούν στον τίτλο, και
- iv. βεβαίωση σχετικά με την πλήρη καταβολή του τιμήματος που αντιστοιχεί στην αξία των μεριδίων του αμοιβαίου κεφαλαίου.

Για την απόκτηση μεριδίων αμοιβαίου κεφαλαίου απαιτούνται τα παρακάτω:

- i. γραπτή αίτηση προς την Α.Ε.Δ.Α.Κ.,
- ii. αποδοχή του κανονισμού του αμοιβαίου κεφαλαίου και
- iii. πλήρης καταβολή στο θεματοφύλακα της αξίας των μεριδίων σε μετρητά ή/και, υπό την προϋπόθεση της αποδοχής τους από την Α.Ε.Δ.Α.Κ., σε κινητές αξίες.

Η καθαρή τιμή του μεριδίου προκύπτει από το πηλίκο της καθαρής αξίας του ενεργητικού του προς το σύνολο των μεριδίων. Η τιμή διάθεσης και η τιμή εξαγοράς του μεριδίου του αμοιβαίου κεφαλαίου επιτρέπεται να υπερβαίνει ή να υπολείπεται, αντίστοιχα, της καθαρής τιμής του μεριδίου του κατά το ποσοστό της αντίστοιχης προμήθειας της Α.Ε.Δ.Α.Κ.. Για τον προσδιορισμό της αξίας του καθαρού ενεργητικού του αμοιβαίου κεφαλαίου αφαιρούνται οι αμοιβές και οι προμήθειες της Α.Ε.Δ.Α.Κ., του θεματοφύλακα και των μελών των οργανωμένων αγορών, οι δαπάνες που σύμφωνα με τον κανονισμό του βαρύνουν το αμοιβαίο κεφάλαιο, καθώς και τα κέρδη που διανέμονται στους μεριδιούχους κατά την αποτίμηση της 31ης Δεκεμβρίου κάθε έτους. Η Α.Ε.Δ.Α.Κ. αποτιμά καθημερινά τα στοιχεία του ενεργητικού του αμοιβαίου κεφαλαίου σύμφωνα με όσα προβλέπονται στο άρθρο 20 του ν.3283/2004 και είναι υπεύθυνη για τη δημοσίευσή τους στον ημερήσιο τύπο.

Η συμβατική μεταβίβαση μεριδίων αμοιβαίου κεφαλαίου είναι απολύτως άκυρη, με εξαίρεση τη μεταβίβαση μεταξύ συζύγων ή συγγενών πρώτου και δεύτερου βαθμού σε ευθεία γραμμή.

Κατά την άσκηση των καθηκόντων τους ο θεματοφύλακας και η Α.Ε.Δ.Α.Κ. οφείλουν να ενεργούν κατά τρόπο ανεξάρτητο μεταξύ τους και αποκλειστικά προς το συμφερόντων μεριδιούχων του αμοιβαίου κεφαλαίου.

Οι μεριδιούχοι συμμετέχουν στην άσκηση της διαχείρισης του αμοιβαίου κεφαλαίου μέσω της συνέλευσης των μεριδιούχων. Μεριδιούχοι, οι οποίοι εκπροσωπούν τουλάχιστον το ένα δέκατο (1/10) των μεριδίων αμοιβαίου κεφαλαίου, έχουν δικαίωμα να ζητήσουν από την Α.Ε.Δ.Α.Κ. τη σύγκληση συνελεύσεως των μεριδιούχων.

1.3.4 Επιτροπή Κεφαλαιαγοράς (ν.1969, 1991)

Η Επιτροπή Κεφαλαιαγοράς είναι αρμόδια για την εποπτεία της εφαρμογής των διατάξεων της νομοθεσίας για την κεφαλαιαγορά. Η Επιτροπή Κεφαλαιαγοράς αποτελεί νομικό πρόσωπο δημοσίου και είναι λειτουργικά και διοικητικά ανεξάρτητη. Η σύστασή της έγινε αρχικά με το νόμο 148/1967, ο οποίος αντικαταστάθηκε από τον νόμο 1969/1991, ο οποίος με τροποποιήσεις από τους νόμους 2324/1995, 2396/1996, 2471/1997, 2836/2000 εξακολουθεί να ισχύει και σήμερα και να ρυθμίζει τη λειτουργία και τις αρμοδιότητες της Επιτροπής Κεφαλαιαγοράς.

Οι πόροι της Επιτροπής προέρχονται από τέλη και εισφορές που βαρύνουν τους εποπτευόμενους φορείς. Η Επιτροπή Κεφαλαιαγοράς υποβάλλει έκθεση πεπραγμένων στον Πρόεδρο της Βουλής και στον Υπουργό Οικονομίας και Οικονομικών. Ο Πρόεδρος της Επιτροπής Κεφαλαιαγοράς καλείται τουλάχιστον δύο φορές το χρόνο από την αρμόδια Επιτροπή της Βουλής, προκειμένου να την ενημερώνει για θέματα της κεφαλαιαγοράς.

Στόχος της Επιτροπής Κεφαλαιαγοράς αποτελεί η διασφάλιση της ακεραιότητας της αγοράς, ο περιορισμός του συστημικού κινδύνου, και η προστασία του επενδυτικού κοινού με την προώθηση της διαφάνειας.

Στους εποπτευόμενους φορείς από την Επιτροπή Κεφαλαιαγοράς περιλαμβάνονται οι Ανώνυμες Χρηματιστηριακές Εταιρίες και οι Ανώνυμες Εταιρίες Παροχής Επενδυτικών Υπηρεσιών, οι Ανώνυμες Εταιρίες Διαχείρισης Αμοιβαίων Κεφαλαίων, οι Ανώνυμες Εταιρίες Επενδύσεων Χαρτοφυλακίου, οι Ανώνυμες Εταιρίες Επενδύσεων Ακίνητης Περιουσίας και οι Ανώνυμες Εταιρίες Επενδυτικής Διαμεσολάβησης. Οι εισηγμένες εταιρίες στο Χρηματιστήριο Αθηνών εποπτεύονται επίσης από την Επιτροπή Κεφαλαιαγοράς ως προς τη τήρηση της χρηματιστηριακής νομοθεσίας αναφορικά με τα θέματα νομιμότητας των πράξεων που συνδέονται με την προστασία των επενδυτών.

Την εποπτεία ασκεί κατ' αρχήν το Διοικητικό συμβούλιο το αποτελείται από τον Πρόεδρο, δύο Αντιπροέδρους και έξι μέλη. Ο Πρόεδρος και οι δύο Αντιπρόεδροι του Διοικητικού Συμβουλίου διορίζονται από τον Υπουργό Οικονομίας και Οικονομικών ύστερα από σύμφωνη γνώμη της αρμόδιας επιτροπής της Ελληνικής Βουλής. Τα υπόλοιπα έξι μέλη επιλέγονται από κατάλογο δεκαοκτώ υποψηφίων που υποβάλλεται από κοινού από την Τράπεζα Ελλάδος, το Διοικητικό Συμβούλιο του Χρηματιστηρίου Αθηνών, την Ένωση Θεσμικών Επενδυτών, τον Σύνδεσμο Ελληνικών Βιομηχανιών, τον Σύνδεσμο Μελών Χρηματιστηρίων Αθηνών και την Ένωση Ελληνικών Τραπεζών και διορίζονται με απόφαση του Υπουργού Οικονομίας και Οικονομικών.

Η θητεία του Διοικητικού Συμβουλίου είναι πενταετής. Ο Πρόεδρος και οι δύο Αντιπρόεδροι μπορούν να αναδιορίζονται, αλλά η θητεία καθενός δεν επιτρέπεται να υπερβαίνει τα δέκα έτη συνολικά. Τα λοιπά μέλη του Δ.Σ. αναδιορίζονται ελεύθερα.

Όπου ο νόμος απαιτεί Απόφαση της Επιτροπής Κεφαλαιαγοράς, αυτή λαμβάνεται από το Διοικητικό Συμβούλιο, εκτός εάν η συγκεκριμένη αρμοδιότητα έχει εκχωρηθεί στην Εκτελεστική Επιτροπή. Το Διοικητικό Συμβούλιο συγκαλείται δύο φορές το μήνα από τον Πρόεδρο και συνεδριάζει, εφόσον παρίστανται αυτοπροσώπως πέντε τουλάχιστον μέλη.

Η Εκτελεστική Επιτροπή αποτελείται από τον Πρόεδρο και τους δύο Αντιπροέδρους και είναι επιφορτισμένη με την εκτέλεση των αποφάσεων του Διοικητικού Συμβουλίου. Η Εκτελεστική Επιτροπή συγκαλείται από τον Πρόεδρο και συνεδριάζει τουλάχιστον άπαξ εβδομαδιαίως, εφόσον παρίστανται αυτοπροσώπως δύο τουλάχιστον από τα μέλη της. Έχει την ευθύνη για σειρά θεμάτων για τα οποία της έχει εκχωρηθεί αρμοδιότητα από το Διοικητικό Συμβούλιο, για την καθημερινή διοίκηση της Επιτροπής Κεφαλαιαγοράς και για την επίβλεψη της λειτουργίας των υπηρεσιών της. Επίσης η Εκτελεστική Επιτροπή εκπροσωπεί την Επιτροπή Κεφαλαιαγοράς δικαστικά ενώπιον των Ελληνικών και των αλλοδαπών δικαστηρίων.

1.4 Σύσταση Αμοιβαίου Κεφαλαίου (ν.3283, 2004)

Αίτηση για άδεια σύστασης αμοιβαίου κεφαλαίου υποβάλλεται στην Επιτροπή Κεφαλαιαγοράς αποκλειστικά από την Α.Ε.Δ.Α.Κ. που αναλαμβάνει τη διαχείριση του υπό σύσταση αμοιβαίου κεφαλαίου. Προκειμένου να λάβει την άδεια σύστασης του Α/Κ, η Α.Ε.Δ.Α.Κ. υποβάλλει στην Επιτροπή Κεφαλαιαγοράς τα παρακάτω:

- i. Αναλυτικό κατάλογο των στοιχείων του ενεργητικού του αμοιβαίου κεφαλαίου, το οποίο πρέπει να είναι συνολικής αξίας τουλάχιστον 1.200.000 €.
- ii. Δήλωση πιστωτικού ιδρύματος που λειτουργεί στην Ελλάδα ότι δέχεται να κατατίθενται σε αυτό τα στοιχεία του ενεργητικού του αμοιβαίου κεφαλαίου και να ασκεί καθήκοντα θεματοφύλακά του.
- iii. Κανονισμό του αμοιβαίου κεφαλαίου, υπογεγραμμένο από την Α.Ε.Δ.Α.Κ. και το θεματοφύλακα.

Παράλληλα, προκειμένου η Επιτροπή Κεφαλαιαγοράς να ελέγξει το ήθος και την εμπειρία των διαχειριστών του Α/Κ, υποβάλλεται σε αυτήν η ταυτότητα των διευθυντών της Α.Ε.Δ.Α.Κ.

Η Επιτροπή Κεφαλαιαγοράς δεν χορηγεί άδεια σύστασης σε αμοιβαίο κεφάλαιο του οποίου ο κανονισμός του δεν επιτρέπει τη διάθεση των μεριδίων του στην Ελλάδα.

1.4.1 Η κατάταξη των αμοιβαίων κεφαλαίων (αποφ.129, 1998)

Η απόφαση 129/1998 του Δ.Σ. της Επιτροπής Κεφαλαιαγοράς, τροποποιώντας την απόφαση 79/1996 κατατάσσει τα αμοιβαία κεφάλαια στις ακόλουθες ονοματολογικές κατηγορίες σύμφωνα με τη σύνθεση του ενεργητικού τους. Η διάκριση γίνεται για λόγους διευκόλυνσης του επενδυτικού κοινού, προκειμένου να είναι εφικτή η σύγκριση ομοειδών αμοιβαίων κεφαλαίων.

Πίνακας 1 Ονοματολογική κατάταξη Α/Κ (αποφ.129, 1998)

	ΜΕΤΟΧΙΚΑ	ΟΜΟΛΟΓΙΑΚΑ	ΔΙΑΘΕΣΙΜΩΝ	ΜΙΚΤΑ	ΕΙΔΙΚΟΥ ΤΥΠΟΥ
	Επενδύουν κυρίως σε μετοχές	Επενδύουν κυρίως σε μακροχρόνιους τίτλους σταθερού εισοδήματος και όχι άνω του 10% σε μετοχές	Επενδύουν κυρίως σε προϊόντα (μέσα, τίτλους) χρηματαγοράς, δευτερευόντως σε τίτλους σταθερού εισοδήματος και όχι άνω του 10% σε μετοχές	Συνδυασμός επενδύσεων προηγούμενων κατηγοριών	Επενδύουν κυρίως σε ειδικού τύπου επενδυτικά προϊόντα και τουλάχιστον 10% σε τίτλους σταθερού εισοδήματος
ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ	Επενδύουν κυρίως σε μετοχές εσωτερικού	Επενδύουν κυρίως σε μακροχρόνιους τίτλους σταθερού εισοδήματος εσωτερικού	Επενδύουν κυρίως σε προϊόντα (μέσα, τίτλους) χρηματαγοράς, δευτερευόντως σε τίτλους σταθερού εισοδήματος εσωτερικού	Επενδύουν κατά κύριο λόγο το ενεργητικό τους στο εσωτερικό	Επενδύουν κυρίως σε επενδυτικά προϊόντα εσωτερικού
ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ	Επενδύουν κυρίως σε μετοχές εξωτερικού	Επενδύουν κυρίως σε μακροχρόνιους τίτλους σταθερού εισοδήματος εξωτερικού	Επενδύουν κυρίως σε προϊόντα (μέσα, τίτλους) χρηματαγοράς, δευτερευόντως σε τίτλους σταθερού εισοδήματος εξωτερικού	Επενδύουν κατά κύριο λόγο το ενεργητικό τους στο εξωτερικό	Επενδύουν κυρίως σε επενδυτικά προϊόντα εξωτερικού
ΔΙΕΘΝΗ	Επενδύουν κυρίως σε μετοχές εσωτερικού – εξωτερικού	Επενδύουν κυρίως σε μακροχρόνιους τίτλους σταθερού εισοδήματος εσωτερικού - εξωτερικού	Επενδύουν κυρίως σε προϊόντα (μέσα, τίτλους) χρηματαγοράς, δευτερευόντως σε τίτλους σταθερού εισοδήματος εσωτερικού - εξωτερικού	Επενδύουν κατά κύριο λόγο το ενεργητικό τους στο εσωτερικό και εξωτερικό	Επενδύουν κυρίως σε επενδυτικά προϊόντα εσωτερικού-εξωτερικού

Η έκφραση "κυρίως" που εμφανίζεται στον Πίνακα 1 υπονοεί ποσοστό τουλάχιστον 65% επί του συνολικού ενεργητικού του Αμοιβαίου Κεφαλαίου, το οποίο υπολογίζεται κατά μέσο όρο τριμήνου και θα πρέπει να είναι επενδεδυμένο στην αντίστοιχη κατηγορία τίτλων/μέσων.

Η Α.Ε.Δ.Α.Κ. λογοδοτεί στην Επιτροπή Κεφαλαιαγοράς για τυχόν αποκλίσεις που εμφανίζονται στη σύνθεση του ενεργητικού των Αμοιβαίων Κεφαλαίων που διαχειρίζεται. Παράλληλα ενημερώνει τους επενδυτές με ενημερωτικά φυλλάδια που διαθέτει στα καταστήματα διάθεσης των μεριδίων των Αμοιβαίων Κεφαλαίων για την ποσοστιαία διάρθρωση τους σε τριμηνιαία βάση.

1.4.2 Επενδυτικά όρια (ν.3283, 2004)

Προκειμένου τα Αμοιβαία Κεφάλαια να έχουν επαρκή διαφοροποίηση και να μην υπόκεινται σε κινδύνους από τη σύγκρουση συμφερόντων των επενδυτών, ο νομοθέτης έχει θέσει όρια στην επενδυτική πολιτική που ασκούν οι Α.Ε.Δ.Α.Κ.. Τα όρια αυτά εμποδίζουν εκτός των άλλων την εκμετάλλευση του ενεργητικού του Αμοιβαίου Κεφαλαίου για την ανάληψη του ελέγχου ανωνύμων εταιρειών. Ο ν.3283/2004 στα άρθρα 21 – 26 προβλέπει που επιτρέπεται να επενδύσει ένα Αμοιβαίο Κεφάλαιο καθώς και τα όρια μέσα στα οποία ασκείται η επενδυτική του πολιτική.

Επιτρέπεται η τοποθέτηση μέχρι 10% του καθαρού ενεργητικού του αμοιβαίου κεφαλαίου σε κινητές αξίες και μέσα της χρηματαγοράς του ίδιου εκδότη, όπως και η τοποθέτηση μέχρι 40% του καθαρού ενεργητικού του αμοιβαίου κεφαλαίου σε κινητές αξίες και μέσα χρηματαγοράς εκδοτών σε καθέναν από τους οποίους έχει επενδύσει ποσοστό μεγαλύτερο του 5% του καθαρού ενεργητικού του.

Το αμοιβαίο κεφάλαιο δεν επιτρέπεται να τοποθετεί άνω του 20% του καθαρού ενεργητικού του σε καταθέσεις στο ίδιο πιστωτικό ίδρυμα, εκτός αν οι κινητές αξίες ή τα μέσα χρηματαγοράς έχουν εκδοθεί ή είναι εγγυημένα από κράτος μέλος ή από τρίτα κράτη, όπως αυτά ορίζονται από την Επιτροπή Κεφαλαιαγοράς και την Τράπεζα της Ελλάδος, καθώς και από δημόσιο διεθνή οργανισμό στον οποίο συμμετέχουν ένα ή περισσότερα κράτη μέλη. Στην περίπτωση αυτή το όριο επένδυσης γίνεται 35% του καθαρού ενεργητικού.

Το αμοιβαίο κεφάλαιο δεν επιτρέπεται να συνδυάζει, αθροιστικά, άνω του 20% του καθαρού ενεργητικού του σε:

- i. επενδύσεις σε κινητές αξίες ή μέσα χρηματαγοράς που έχουν εκδοθεί από τον ίδιο οργανισμό,
- ii. καταθέσεις στον οργανισμό αυτό, ή/και

iii. κινδύνους από πράξεις εξωχρηματιστηριακών παράγωγων χρηματοοικονομικών μέσων που διενεργήθηκαν με τον οργανισμό αυτό.

Οι εταιρείες που συμπεριλαμβάνονται στον ίδιο όμιλο για τους σκοπούς των ενοποιημένων λογαριασμών, όπως ορίζονται σύμφωνα με την Οδηγία 83/349/ΕΟΚ, όπως ισχύει, ή από τους διεθνώς αναγνωρισμένους λογιστικούς κανόνες, θεωρούνται ως ενιαίος οργανισμός. Το αμοιβαίο κεφάλαιο δεν επιτρέπεται να επενδύει, αθροιστικά, ποσοστό μεγαλύτερο του 20% του καθαρού ενεργητικού του σε κινητές αξίες και μέσα χρηματαγοράς των εταιρειών του ίδιου ομίλου.

Ειδικά για την περίπτωση αμοιβαίων κεφαλαίων τα οποία προβλέπεται από τον κανονισμό τους να επενδύουν σε αμοιβαία κεφάλαια και άλλους οργανισμούς συλλογικών επενδύσεων (funds of funds) επιτρέπεται να αποκτά τα εν λόγω μερίδια μέχρι 20% του καθαρού ενεργητικού του ανά αμοιβαίο κεφάλαιο ή ανά οργανισμό συλλογικών επενδύσεων.

Η Α.Ε.Δ.Α.Κ., για το σύνολο των αμοιβαίων κεφαλαίων που διαχειρίζεται, δεν επιτρέπεται να αποκτά μετοχές εταιρείας που έχει την καταστατική της έδρα στην Ελλάδα ή σε κράτος εκτός της Ευρωπαϊκής Ένωσης, είτε με δικαίωμα ψήφου είτε χωρίς δικαίωμα ψήφου, που αντιπροσωπεύουν ποσοστό μεγαλύτερο του 10% του συνόλου της αντίστοιχης κατηγορίας μετοχών.

Τέλος το αμοιβαίο κεφάλαιο δεν επιτρέπεται να αποκτά ποσοστό μεγαλύτερο του 25% των μεριδίων ενός αμοιβαίου κεφαλαίου ή ενός άλλου οργανισμού συλλογικών επενδύσεων.

1.5 Φορολογικό καθεστώς Αμοιβαίων Κεφαλαίων (ν.2238, 1994) (ν.3283, 2004)

Σημαντικό στοιχείο για να καταστήσει ένα Αμοιβαία Κεφάλαιο ανταγωνιστικό σε παγκόσμιο επίπεδο αποτελεί το φορολογικό καθεστώς που διέπει τη χώρα στην οποία δραστηριοποιείται. Στην Ελλάδα η πράξη σύστασης αμοιβαίου κεφαλαίου, η διάθεση και η εξαγορά των μεριδίων του απαλλάσσονται από κάθε φόρο, τέλος, τέλος χαρτοσήμου, εισφορά, δικαίωμα ή οποιαδήποτε άλλη επιβάρυνση υπέρ του Δημοσίου, νομικών προσώπων δημοσίου δικαίου και γενικώς τρίτων.

Κατά την είσπραξη τόκων στο όνομα και για λογαριασμό του αμοιβαίου κεφαλαίου ενεργείται από τον καταβάλλοντα παρακράτηση φόρου εισοδήματος, ανάλογα με το επενδυτικό προϊόν από το οποίο προκύπτει ο τόκος. Η παρακράτηση κυμαίνεται σε ποσοστό από 10% - 20% του ποσού σύμφωνα όσα προβλέπονται στα άρθρα 12 και 54 του Ν. 2238/1994 (ΦΕΚ151 Α'). Με την παρακράτηση αυτή εξαντλείται η

φορολογική υποχρέωση των μεριδιούχων του αμοιβαίου κεφαλαίου για τα εισοδήματα αυτά.

Η Α.Ε.Δ.Α.Κ. υποχρεούται σε καταβολή φόρου 3% ετησίως, στο όνομα και για λογαριασμό του αμοιβαίου κεφαλαίου, ο οποίος υπολογίζεται επί του εξαμηνιαίου μέσου όρου του καθαρού ενεργητικού του αμοιβαίου κεφαλαίου.

Η πρόσθετη αξία τέλος, που προκύπτει επ' ωφελεία των μεριδιούχων του αμοιβαίου κεφαλαίου από την εξαγορά μεριδίων σε τιμή ανώτερη της τιμής κτήσης, απαλλάσσεται από κάθε φόρο, τέλος, τέλος χαρτοσήμου, εισφορά, δικαίωμα ή οποιαδήποτε άλλη επιβάρυνση υπέρ του Δημοσίου, νομικών προσώπων δημοσίου δικαίου και γενικώς τρίτων.

1.6 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα από την επένδυση σε Αμοιβαία Κεφάλαια

1.6.1 Πλεονεκτήματα

Παρακάτω περιγράφονται τα πλεονεκτήματα που συνεπάγεται η επένδυση σε Αμοιβαία Κεφάλαια (ALPHA TRUST, 2008).

Επαγγελματική διαχείριση: Η ομάδα ειδικών αναλυτών η οποία αναλαμβάνει τη διαχείριση του Αμοιβαίου Κεφαλαίου διαθέτει μεγάλη εμπειρία και γνώσεις και εγγυάται ότι η επενδυτική πολιτική του Αμοιβαίου Κεφαλαίου παραμένει συνεπής με τον επενδυτικό του στόχο.

Διασπορά: Τα Αμοιβαία Κεφάλαια επενδύουν σε ένα εύρος τοποθετήσεων, με αποτέλεσμα να μειώνεται ο επενδυτικός κίνδυνος ο οποίος προκύπτει από μια μεμονωμένη επένδυση.

Ρευστότητα: Ο επενδυτής των Αμοιβαίων Κεφαλαίων μπορεί μέσα σε ένα μικρό χρονικό διάστημα να εξαγοράσει μέρος ή ολόκληρη την επένδυση του. Το συγκεκριμένο πλεονέκτημα είναι ιδιαίτερα σημαντικό στο χώρο των επενδύσεων σε μετοχές και σε σχέση με την απευθείας επένδυση στις κεφαλαιαγορές, όπου πολλές φορές ο επενδυτής δεν βρίσκει αγοραστές για τους τίτλους του λόγω απόλυτης πτώσης της τιμής μιας μετοχής.

Διαπραγματευτική Δύναμη: Ο επενδυτής ο οποίος συμμετέχει ακόμα και με ένα μικρό ποσό στο Αμοιβαίο Κεφάλαιο αποκτά τη διαπραγματευτική δύναμη

ολόκληρου του Αμοιβαίου Κεφαλαίου το οποίο λόγω του μεγέθους του απολαμβάνει πιο ευνοϊκούς όρους στις συναλλαγές στις διάφορες αγορές.

Φορολογικό Καθεστώς: Η φορολόγηση των Αμοιβαίων Κεφαλαίων έχει μειωθεί ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια καθιστώντας την επένδυση ιδιαίτερα ελκυστική, δεδομένης της παγκόσμιας οικονομικής συγκυρίας.

Θεσμικό Πλαίσιο: Η εξασφάλιση του επενδυτή απορρέει από το αυστηρό θεσμικό πλαίσιο που επιβάλλει τη διαφάνεια των συναλλαγών της Α.Ε.Δ.Α.Κ., τους ελέγχους που πραγματοποιεί η Επιτροπή Κεφαλαιαγοράς και την εφαρμογή απλοποιημένων ενημερωτικών καταστάσεων για τους μεριδιούχους.

Υπηρεσίες: Τα Αμοιβαία Κεφάλαια προσφέρουν μια σειρά από σημαντικές υπηρεσίες με αποτέλεσμα την αύξηση του τελικού οφέλους του επενδυτή χωρίς πρόσθετη επιβάρυνση. Οι υπηρεσίες αυτές περιλαμβάνουν αυτόματα επανεπένδυση μερίσματος, δυνατότητα επενδυτικού σχεδιασμού, ευελιξία, ευκολία στη συναλλαγή κ.α.

1.6.2 Μειονεκτήματα

Σε αγορές όπου ο ανταγωνισμός των Α.Ε.Δ.Α.Κ. δεν είναι ισχυρός, λόγω και του περιορισμένου αριθμού εταιριών διαχείρισης οι αμοιβές διαχείρισης και εξαγοράς είναι υψηλές και μειώνουν αισθητά την απόδοση της επένδυσης.

Σε περιόδους με έντονες διακυμάνσεις στην αγορά, η ρευστότητα των τίτλων είναι πιθανόν να μειωθεί μετά από απόφαση της Επιτροπής Κεφαλαιαγοράς, η οποία δύναται να επιβάλλει πάγωμα των εξαγορών των μεριδίων.

Το απλοποιημένο ενημερωτικό δελτίο το οποίο θεσμοθετήθηκε με τον ν.3283/2004 δεν εκπληρώνει πλήρως το σκοπό του. Η ενιαία εμφάνιση δεν ακολουθήθηκε ουσιαστικά από τις εταιρίες διαχείρισης και οι πληροφορίες που περιλαμβάνει δεν είναι σε όλες τις περιπτώσεις ικανές να ενημερώσουν επαρκώς τους επενδυτές για το μείγμα απόδοσης κινδύνου καθώς και για το κόστος που συνεπάγεται η επένδυση στον εκάστοτε ΟΣΕΚΑ. (Λευκή Βίβλος COM(2006) 686, 2006)

Οι προσπάθειες που έγιναν για την εφαρμογή του διαβατηρίου ΟΣΕΚΑ δεν απέδωσαν τα αναμενόμενα. Οι επαχθείς όροι και προϋποθέσεις που εξακολουθεί να θέτει το εθνικό δίκαιο καθιστά δυσχερή την εφαρμογή της οδηγίας. Ενώ στην οδηγία προβλέπεται διάστημα έως 2 μηνών για να αποφανθούν οι τοπικές αρχές για τις λεπτομέρειες του κανονισμού του ΟΣΕΚΑ στην πράξη έχουν παρατηρηθεί το διάστημα αυτό να εκτείνεται έως και 9 μήνες. (Λευκή Βίβλος COM(2006) 686, 2006)

1.7 Προκλήσεις για το μέλλον

Σύμφωνα με ανεξάρτητη έρευνα, η μείωση του κόστους διαχείρισης των ευρωπαϊκών αμοιβαίων κεφαλαίων στα επίπεδα που ισχύουν στις ΗΠΑ θα τονώσει τις ονομαστικές αποδόσεις των επενδύσεων κατά 3%².

Η αγορά των ΟΣΕΚΑ περιλαμβάνει αμοιβαία κεφάλαια, των οποίων το μέγεθος υπολείπεται του βέλτιστου: περίπου 54% των κεφαλαίων ΟΣΕΚΑ διαχειρίζονται στοιχεία ενεργητικού ύψους μικρότερου από 50 εκατ. €. Ο δείκτης των συνολικών εξόδων ενός τυπικού διασυννοριακού ευρωπαϊκού μετοχικού αμοιβαίου κεφαλαίου είναι διπλάσιος από εκείνον ενός αντίστοιχου αμερικανικού αμοιβαίου κεφαλαίου. Κατά συνέπεια, σημαντικές οικονομίες κλίμακας παραμένουν ανεκμετάλλευτες και ο τελικός επενδυτής επιβαρύνεται με περιττά υψηλό κόστος. Σύμφωνα με την έρευνα, το κόστος αυτό μπορεί να μειωθεί, σε ετήσια βάση, κατά 5—6 δισ. €.

Λόγω της αδυναμίας εκμετάλλευσης των οικονομιών κλίμακας από τα ευρωπαϊκά αμοιβαία κεφάλαια η επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων προσανατολίζεται στη θεσμοθέτηση του asset pooling και των διασυννοριακών συγχωνεύσεων. Εκτιμάται ότι θα εξοικονομηθούν από 2 έως 6 εκατ. ευρώ ετησίως.

Το διαβατήριο ΟΣΕΚΑ πλέον επεκτείνεται στις εταιρείες διαχείρισης για τα επόμενα χρόνια με την αναθεώρηση της οδηγίας για τους ΟΣΕΚΑ, ενώ παράλληλα αίρονται περιορισμοί που αφορούν τη διαφοροποίηση των ΟΣΕΚΑ και εισάγεται στην οδηγία το πλαίσιο με το οποίο θα καταστεί δυνατή η υλοποίηση συγκέντρωσης στοιχείων ενεργητικού (asset pooling).

Η επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων προσανατολίζεται και σε αλλαγή της οδηγίας αναφορικά με το περιεχόμενο του απλοποιημένου ενημερωτικού δελτίου. Η εργασία αυτή θα μπορούσε να χρησιμεύσει ως σημείο αναφοράς για τις πληροφορίες που πρέπει να παρέχονται σχετικά με τους κινδύνους και το κόστος για άλλα επενδυτικά προϊόντα, όπως είναι τα προϊόντα ασφάλισης ζωής που είναι συνδεδεμένα με μερίδια αμοιβαίων κεφαλαίων. Στα πλαίσια που περιγράφονται στη λευκή βίβλο καθίσταται σαφής η επιδίωξη για την υλοποίηση και υιοθέτηση ενός ενιαίου συστήματος αξιολόγησης των ΟΣΕΚΑ.

Συμπερασματικά διαπιστώνεται επίσης η ανάγκη να δοθούν στους επενδυτές καλύτερα εργαλεία προκειμένου να διαθέτουν όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για τη λήψη των αποφάσεών τους και για να εξασφαλιστεί ότι λαμβάνουν από τους διανομείς των επενδυτικών κεφαλαίων αντικειμενική και αμερόληπτη βοήθεια. Η εν λόγω δέσμη μέτρων συνιστά ένα συνεκτικό πρόγραμμα, η καταλληλότητα και το

² CRA (2006).

ενδιαφέρον του οποίου είναι άμεσα για τον ευρωπαϊκό κλάδο των επενδυτικών κεφαλαίων και τους επενδυτές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο Θεωρία Χαρτοφυλακίου – Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

2.1 Εισαγωγή

Η θεωρία χαρτοφυλακίου ενδιαφέρεται για τη σύνθεση χαρτοφυλακίων από τα πλέον ελκυστικά επενδυτικά προϊόντα σε όρους απόδοσης και κινδύνου. Βασικές έννοιες για την κατανόηση της θεωρίας χαρτοφυλακίου είναι η διαφοροποίηση του χαρτοφυλακίου (diversification), το αποτελεσματικό σύνολο (efficient frontier), το Μοντέλο Αποτίμησης Κεφαλαιουχικών Στοιχείων (Capital Asset Pricing Model), οι συντελεστές α και β . Θεμελιωτής του χώρου της Σύγχρονης Θεωρίας Χαρτοφυλακίου (Modern Portfolio Theory) θεωρείται ο Markowitz (1952) με τη διατύπωση του μοντέλου Μέσου – Διακύμανσης, κερδίζοντας μάλιστα το Nobel στα Οικονομικά. Οι εξελίξεις που σηματοδότησαν το χώρο έκτοτε είναι πολλές και περιλαμβάνουν τις εργασίες των (Sharpe, 1963), (Sharpe, 1964), (Lintner, 1965), (Jensen, 1969), (Roll, 1977) κ.α. οι οποίες θα αναλυθούν διεξοδικά στις παραγράφους που ακολουθούν.

Οι θεωρίες που αναπτύχθηκαν στηρίζονται σε υποθέσεις για την αγορά και τη συμπεριφορά των επενδυτών οι οποίες έχουν δεχτεί κατά καιρούς έντονη κριτική. Το κεφάλαιο αυτό αποσκοπεί στην παρουσίαση των ερευνών και των αντιφατικών αποτελεσμάτων τους. Αφού παρουσιαστούν οι εισαγωγικές έννοιες για την κατανόηση της σύγχρονης θεωρίας χαρτοφυλακίου, αναλύονται οι δείκτες που εμφανίζονται στη βιβλιογραφία για την αξιολόγηση της επίδοσης κεφαλαιακών στοιχείων σε όρους απόδοσης και κινδύνου, και κατ' επέκταση και των αμοιβαίων κεφαλαίων. Τέλος γίνεται ειδική μνεία στους δείκτες αξιολόγησης της επίδοσης των αμοιβαίων κεφαλαίων και των διαχειριστών τους, αναφορικά με την ικανότητα των δεύτερων να επιλέγουν τα κατάλληλα χρεόγραφα την κατάλληλη χρονική στιγμή για τη σύνθεση του ενεργητικού των αμοιβαίων κεφαλαίων που διαχειρίζονται.

2.2 Βασικές Έννοιες Θεωρίας Χαρτοφυλακίου

Η παρουσίαση των ερευνητικών εξελίξεων στο χώρο της θεωρίας χαρτοφυλακίου προϋποθέτει ο αναγνώστης να είναι εξοικειωμένος με τις βασικές έννοιες και τις διακρίσεις της απόδοσης και του κινδύνου, καθώς και τη θεωρία αποτελεσματικότητας της αγοράς (Fama, 1970). Ειδικά τα θέματα της απόδοσης και

του κινδύνου και η μεταξύ τους εξάρτηση έχουν προκαλέσει έντονο ακαδημαϊκό ενδιαφέρον. Ο επενδυτής απαιτεί να έχει πλήρη γνώση αυτών των μεγεθών για να αποφασίσει αν θα επενδύσει σε ένα συγκεκριμένο χρεόγραφο. Από την άλλη πλευρά οι διαχειριστές αμοιβαίων κεφαλαίων επιβάλλεται να γνωρίζουν αυτά τα μεγέθη για το διαμορφούμενο χαρτοφυλάκιο τους, καθώς από αυτά προσδιορίζεται η αμοιβή τους (Simons, 1998).

2.2.1 Απόδοση

Η απόδοση αποτελεί το σπουδαιότερο ίσως παράγοντα για τον καθορισμό μιας επενδυτικής απόφασης. Η συνολική απόδοση μιας επένδυσης που πραγματοποιείται για δεδομένο χρονικό διάστημα ορίζεται ως:

$$r_{i,t} = \frac{(P_{i,t} - P_{i,0}) + D_i}{P_{i,0}}$$

Όπου $P_{i,t}$ η τιμή του επενδυτικού προϊόντος στο τέλος της περιόδου αναφοράς, $P_{i,0}$ η τιμή του προϊόντος στην αρχή της επένδυσης και D_i οι τυχόν χρηματικές εισροές που προσφέρει η επένδυση στο διάστημα διακράτησής της. Προκειμένου να είναι εφικτή η σύγκριση αποδόσεων για επενδύσεις με διαφορετικό χρονικό ορίζοντα απαιτείται η μετατροπή των αποδόσεων στην ίδια περίοδο αναφοράς. Ο τύπος για τον υπολογισμό των μέσων αποδόσεων μιας επένδυσης, όταν οι περίοδοι είναι διαφορετικές του έτους είναι:

$$\bar{r}_{i,t} = \left(\frac{P_{i,t}}{P_{i,0}} \right)^{\frac{1}{\mu}} - 1$$

Όπου μ είναι η διάρκεια της επένδυσης εκφρασμένη σε έτη.

Ο επενδυτής θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη την αξία του χρήματος σε σχέση με το χρόνο και σαν αποτέλεσμα να προτιμά τις πραγματικές αποδόσεις έναντι των ονομαστικών. Πραγματική ονομάζεται η απόδοση από την οποία έχει αφαιρεθεί ο πληθωρισμός και υπολογίζεται ως:

$$R_{i,t} = \frac{1 + r_{i,t}}{1 + I} - 1 \approx r_{i,t} - I$$

Όπου I είναι το ποσοστό του πληθωρισμού για την εξεταζόμενη περίοδο.

Γενικότερα στο χώρο των επενδύσεων η αριθμητική απόδοση, όπως περιγράφηκε παραπάνω χρησιμοποιείται για την περιγραφή βραχυχρόνιων αποδόσεων (ημέρα, εβδομάδα). Για μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα προτιμάται η χρήση των λογαριθμικών αποδόσεων, καθώς συγκεντρώνουν πολλά πλεονεκτήματα

συγκρινόμενες με τις απλές αποδόσεις. Η λογαριθμική απόδοση μιας επένδυσης i για χρονικό διάστημα t υπολογίζεται ως:

$$r_{i,t} = \ln \left(\frac{P_{i,t}}{P_{i,0}} \right)$$

Η λογαριθμική απόδοση διαδοχικών περιόδων είναι το άθροισμα των αποδόσεων των επιμέρους περιόδων, αντίθετα με όσα ισχύουν για τις αριθμητικές αποδόσεις. Η υπόθεση παράλληλα κανονικής κατανομής για τις απλές αποδόσεις είναι δυνατόν να οδηγήσει σε θεωρητικές απώλειες μεγαλύτερες του 100%, που δεν είναι αποδεκτό. Δεν ισχύει κάτι τέτοιο για τις λογαριθμικές αποδόσεις.

Ειδικά για την περίπτωση υπολογισμού της αριθμητικής απόδοσης των αμοιβαίων κεφαλαίων κρίνεται απαραίτητη η γνώση της περιόδου επένδυσης, οι χρηματικές εισροές και εκροές που συνεπάγεται η επένδυση αυτή και ο χρόνος που πραγματοποιούνται, όταν πρόκειται για πρόσθετες ταμειακές εισροές όπως μερίσματα κτλ. Ο τύπος υπολογισμού της απόδοσης αμοιβαίων κεφαλαίων υπολογίζεται από τον ακόλουθο τύπο:

$$r_{f,t} = \frac{NAV_t + D + NAV_{t0}}{NAV_{t0}}$$

Όπου $r_{f,t}$ είναι η απόδοση του αμοιβαίου κεφαλαίου για την περίοδο αναφοράς, NAV_t η τιμή πώλησης του μεριδίου του αμοιβαίου κεφαλαίου, NAV_{t0} η τιμή εξαγοράς του μεριδίου τη χρονική στιγμή που ξεκινά η επένδυση και D είναι οι τυχόν πρόσθετες ταμειακές ροές που πραγματοποιούνται στο διάστημα της επένδυσης από το αμοιβαίο κεφάλαιο και μπορεί να αφορούν καταβολή τόκων ή μερισμάτων κτλ. Συχνά ο όρος D παραλείπεται από τον υπολογισμό της απόδοσης, καθώς θεωρείται αυτές οι εισροές επανεπενδύονται.

Πολλές φορές προκειμένου να αποκτήσει ο επενδυτής σφαιρική αντίληψη της επένδυσής του κρίνεται απαραίτητο να συγκρίνει την απόδοση του χρεογράφου με την απόδοση του χρεογράφου μηδενικού κινδύνου. Η διαφορά των αποδόσεων ονομάζεται υπερβάλλουσα απόδοση προς το χρεόγραφο χωρίς κίνδυνο. Ο διαφορετικός τρόπος μέτρησης της απόδοσης ενός χρεογράφου ή αμοιβαίου κεφαλαίου σύμφωνα με το πλαίσιο αυτό ονομάζεται γεωμετρικός μέσος της υπερβάλλουσας απόδοσης και ο τύπος υπολογισμού του φαίνεται ακολούθως:

$$R_g = \left\{ \sqrt[N]{\prod_{t=1}^N \frac{1 + [(R_p - R_f) - (R_M - R_f)]}{100}} \right\} - 1$$

Όπου R_f η απόδοση του χρεογράφου χωρίς κίνδυνο, R_M η απόδοση της αγοράς και N το πλήθος των περιόδων.

2.2.2 Κίνδυνος

Σε άμεση συνάρτηση με τις αναμενόμενες αποδόσεις βρίσκεται ο κίνδυνος που συνεπάγεται η επένδυση σε ένα χρεόγραφο. Κίνδυνος στη θεωρία χαρτοφυλακίου ονομάζεται η μεταβλητότητα που παρουσιάζουν οι πραγματοποιηθείσες αποδόσεις σε σχέση με την αναμενόμενη, παρελθούσα απόδοση. Όσο μεγαλύτερη είναι η διακύμανση των αποδόσεων, τόσο μεγαλύτερος θεωρείται ο κίνδυνος που αναλαμβάνει ένας επενδυτής και κατ' επέκταση τόσο μεγαλύτερη θα πρέπει να είναι η αναμενόμενη απόδοση του εξεταζόμενου χρεογράφου για να δεχτεί την ανάληψη αυτού του κινδύνου. Η διακύμανση μετρά τη διασπορά μιας κατανομής αποδόσεων και έτσι δίνει την ίδια βαρύτητα σε θετικές και αρνητικές αποκλίσεις από την προσδοκώμενη τιμή. Ένας επενδυτής προφανώς αντιμετωπίζει διαφορετικά τις θετικές αποκλίσεις από το μέσο όρο, σε σχέση με τις αρνητικές αποκλίσεις. Το γεγονός αυτό αποτέλεσε την αφορμή για την ανάπτυξη της Μετα-Μοντέρνας Θεωρίας Χαρτοφυλακίου (Post-Modern Portfolio Theory) η οποία αντιμετωπίζει διαφορετικά τις θετικές αποκλίσεις από το μέσο όρο των αποδόσεων ενός χρεογράφου, από τις αρνητικές αποκλίσεις. Αναλυτικότερη περιγραφή της Μετα-Μοντέρνας Θεωρίας Χαρτοφυλακίου θα γίνει στις παραγράφους που ακολουθούν.

Ειδικά για την περίπτωση των αμοιβαίων κεφαλαίων ο κίνδυνος πηγάζει από τη διασπορά των αποδόσεων των τίτλων που έχει στο χαρτοφυλάκιό του το αμοιβαίο κεφάλαιο. Είναι κατανοητό ότι τα αμοιβαία κεφάλαια που επενδύουν σε τίτλους με υψηλότερο κίνδυνο και αναμενόμενη απόδοση, αναλαμβάνουν συνολικά υψηλότερο κίνδυνο από τα αμοιβαία κεφάλαια που επενδύουν σε τίτλους σταθερού εισοδήματος και χρεόγραφα χαμηλού κινδύνου.

2.2.2.1 Είδη Κινδύνου

Ανάλογα με το είδος του επιλεγόμενου για επένδυση χρεογράφου ο επενδυτής αναλαμβάνει διαφορετικά είδη κινδύνων. Η διάκριση που πραγματοποιούν οι (Pendaraki et al., 2005) είναι η ακόλουθη:

- Κίνδυνοι χρεογράφων μεταβλητής απόδοσης
- Κίνδυνοι χρεογράφων σταθερής απόδοσης

Στην πρώτη κατηγορία εντάσσονται τα χρεόγραφα των οποίων οι αποδόσεις εμφανίζουν μεγαλύτερο συνολικό κίνδυνο από τα χρεόγραφα της δεύτερης κατηγορίας κινδύνων. Περιλαμβάνονται κατά κύριο λόγο οι μετοχές, τα μερίδια αμοιβαίων κεφαλαίων, οι συναλλαγματικές ισοτιμίες, τα παράγωγα επενδυτικά προϊόντα κτλ. Η πρόσθετη πηγή κινδύνου για αυτή την κατηγορία χρεογράφων απορρέει κυρίως από την ανάληψη μη συστηματικού κινδύνου, δηλαδή κινδύνου ο οποίος δεν έχει να κάνει με τις γενικότερες κινήσεις της αγοράς (συστηματικός

κίνδυνος), αλλά πηγάζει από τη διακύμανση των αποδόσεων της συγκεκριμένης εταιρίας ή επενδυτικού κλάδου.

- i. Πληθωριστικός κίνδυνος: Όπως αναφέρθηκε παραπάνω ο πληθωρισμός αποτελεί παράγοντα μείωσης της πραγματικής απόδοσης. Η μη αναμενόμενη μεταβολή του αποτελεί παράγοντα κινδύνου.
- ii. Κίνδυνος επιτοκίου: Η αύξηση των επιτοκίων επηρεάζει αρνητικά τις πραγματικές αποδόσεις που πετυχαίνουν οι επενδυτές. Επηρεάζει με άμεσο τρόπο κυρίως τους κατόχους ομολόγων και ομολογιών, αλλά με έμμεσο τρόπο επηρεάζεται ολόκληρη η αγορά συμπεριλαμβανομένων και των συμμετεχόντων στη χρηματιστηριακή αγορά. Ο κίνδυνος που πηγάζει από τις μεταβολές των επιτοκίων ανήκει στην κατηγορία του συστηματικού κινδύνου και επηρεάζει εξίσου και τις δύο κατηγορίες επενδυτικών προϊόντων.
- iii. Επιχειρηματικός κίνδυνος: Ανήκει στην κατηγορία του μη συστηματικού κινδύνου και προέρχεται από την μεταβολή στην απόδοση της επιχείρησης που εκδίδει τον επενδυτικό τίτλο. Μπορεί να είναι εσωτερικός (internal) ή εξωτερικός (external). Ο εσωτερικός επιχειρηματικός κίνδυνος αφορά αποκλειστικά την κερδοφορία της επιχείρησης, ενώ ο εξωτερικός κίνδυνος αφορά τις συνθήκες που επιβάλλονται στην επιχείρηση από εξωτερικούς παράγοντες επηρεάζοντας την κερδοφορία της. Ειδικά ο εξωτερικός κίνδυνος δεν είναι αμιγώς μη συστηματικός κίνδυνος, αλλά ο ορισμός του περιλαμβάνει και μέρους του συστηματικού κινδύνου.
- iv. Χρηματοδοτικός κίνδυνος: Είναι ο κίνδυνος που πηγάζει από την ενδεχόμενη αδυναμία μιας επιχείρησης να αποπληρώσει τις υποχρεώσεις της. Το γεγονός αυτό επηρεάζει δυσμενώς την απόδοση του εκδοθέντα τίτλου.
- v. Απτοί (tangible) και μη απτοί (Intangible) κίνδυνοι: Οι απτοί κίνδυνοι αφορούν την εθνική ή την παγκόσμια οικονομία και συγκεκριμένα μακροοικονομικά φαινόμενα, όπως ύφεση, ανάπτυξη κτλ. Από την άλλη πλευρά οι μη απτοί κίνδυνοι αφορούν παράγοντες κυρίως ψυχολογικούς, κοινωνικούς και άλλους που επηρεάζουν την πορεία των τιμών των επενδυτικών προϊόντων.

Επιπρόσθετα των συστηματικών κινδύνων που περιγράφηκαν παραπάνω οι επενδυτές σε χρεόγραφα σταθερής απόδοσης αναλαμβάνουν επιπρόσθετα είδη κινδύνων που πηγάζουν από τη μορφή της πραγματοποιούμενης επένδυσης. Στην κατηγορία των χρεογράφων σταθερού εισοδήματος περιλαμβάνονται τα κρατικά ομόλογα, οι τραπεζικές καταθέσεις (επενδυτικής φύσης), τα έντοκα γραμμάτια του δημοσίου.

- i. Κίνδυνος χρονικής διάρκειας (maturity risk): Είναι ο κίνδυνος που πηγάζει από τις ενδεχόμενες μεταβολές που μπορεί να συμβούν στην περίοδο διακράτησης του τίτλου. Συνήθως τα προϊόντα σταθερού εισοδήματος με χαμηλότερη

διάρκεια παρουσιάζουν μικρότερες ονομαστικές αποδόσεις σαν αποτέλεσμα του παραπάνω γεγονότος.

- ii. Κίνδυνος αθέτησης (default risk): Αφορά την αβεβαιότητα του επενδυτή για την έγκαιρη και πλήρη πληρωμή των υποχρεώσεων του εκδότη του χρεογράφου.
- iii. Κίνδυνος εξαναγκασμού (Callability risk): Αφορά τις περιπτώσεις που οι κανονισμοί της κεφαλαιαγοράς επιτρέπουν την επιβολή εξαγοράς των ομολόγων από τον εκδότη. Σε περίοδο μείωσης των επιτοκίων η επανεπένδυση συνεπάγεται απώλειες για τον κάτοχο αυτών των ομολόγων.
- iv. Κίνδυνος ρευστότητας (Liquidity risk): Είναι ο κίνδυνος που πηγάζει από την αδυναμία άμεσης και χωρίς χρηματική απώλεια ρευστοποίησης του χρεογράφου.

2.2.3 Διαφοροποίηση (Diversification)

Με τον όρο διαφοροποίηση εννοούσε την διαδικασία ένταξης σε ένα χαρτοφυλάκιο κατάλληλων χρεογράφων με σκοπό τη μείωση του συνολικού κινδύνου του χαρτοφυλακίου. Ο Markowitz (1952) ήταν εκείνος που εξήγησε τον τρόπο με τον οποίο μπορεί να καταστεί εφικτό κάτι τέτοιο. Η αρχή πίσω από αυτή την πρόταση είναι ότι οι αποδόσεις κάποιων κεφαλαιουχικών στοιχείων έχουν παρόμοια συμπεριφορά σε ένα μακροχρόνιο επενδυτικό ορίζοντα. Προσπάθεια του επενδυτή πρέπει να είναι η επιλογή χρεογράφων οι κινήσεις των οποίων να αναιρούν τις ενδεχόμενες απώλειες. Το μέγεθος που περιγράφει την ταυτόσημη κίνηση μεταξύ δύο μεγεθών, στην προκειμένη περίπτωση χρεογράφων, καλείται συνδιακύμανση. Σε ένα τέτοιο χαρτοφυλάκιο με υψηλή αρνητική συνδιακύμανση ο συνολικός κίνδυνος είναι μικρότερος από το άθροισμα των κινδύνων των μεμονωμένων χρεογράφων που το απαρτίζουν.

Η Πενταράκη (2003) διακρίνει τρεις περιπτώσεις διαφοροποίησης χαρτοφυλακίου.

Την απλή διαφοροποίηση (naive diversification) η οποία στηρίζεται στην άποψη ότι ο μεγαλύτερος αριθμός τυχαία επιλεγμένων χρεογράφων οδηγεί και σε καλύτερα επίπεδα διαφοροποίησης του χαρτοφυλακίου. Η έρευνα που πραγματοποίησε ο Evans (1968) απέδειξε ότι χαρτοφυλάκια με περισσότερα από 8 χρεόγραφα δεν αυξάνει σημαντικά τη διαφοροποίηση. Αντίθετα δημιουργούνται κόστη από τη συμμετοχή πολλών χρεογράφων στο χαρτοφυλάκιο.

Τη διαφοροποίηση μεταξύ διαφορετικών κλάδων η οποία διαφοροποιείται από την απλή διαφοροποίηση ως προς το ότι τα χρεόγραφα που επιλέγονται με τυχαίο τρόπο πρέπει να ανήκουν σε διαφορετικούς βιομηχανικούς ή άλλους κλάδους. Οι έρευνες που έγιναν συγκρίνοντας τους δύο τύπους διαφοροποίησης απέδειξαν ότι δεν παρατηρείται σημαντική βελτίωση των αποτελεσμάτων σε όρους κινδύνου των

χαρτοφυλακίων που έχουν διαμορφωθεί ακολουθώντας την διαφοροποίηση μεταξύ κλάδων (Fisher & Lorie, 1968).

Η πλέον επικρατούσα προσέγγιση αναφορικά με τη διαφοροποίηση χαρτοφυλακίου έρχεται από την εργασία του Markowitz (1952). Εκείνος εισάγει τον όρο της συνδιακύμανσης και συνιστά την επιλογή χρεογράφων κατά τη σύνθεση χαρτοφυλακίου που να παρουσιάζουν σημαντικά αρνητική συσχέτιση μεταξύ τους.

Απόδειξη της πρότασης του Markowitz γίνεται από την εργασία του Fama (1976). Ο Fama εξέτασε ένα χαρτοφυλάκιο αποτελούμενο από 50 χρεόγραφα. Παρακολούθησε την πορεία του κινδύνου του χαρτοφυλακίου καθώς προσέθετε ένα – ένα τα χρεόγραφα. Έδειξε ότι η προσθήκη των χρεογράφων μείωνε με φθίνοντα ρυθμό τη συνολική διακύμανση του χαρτοφυλακίου μέχρι και την προσθήκη του 50^{ου} χρεογράφου.

2.2.4 Θεωρία Αποτελεσματικότητας της Αγοράς

Η κατανόηση της θεωρίας αποτελεσματικότητας είναι κεφαλαιώδους σημασίας για να γίνει κατανοητή η αντιφατικότητα των αποτελεσμάτων των πειραματικών ερευνών για την ικανότητα των διαχειριστών να νικήσουν την αγορά. Η θεωρία αποτελεσματικότητας έχει δεχτεί σφοδρή κριτική και πληθώρα ερευνών έχουν παρουσιαστεί για να στηρίξουν την ανυπαρξία αποτελεσματικών αγορών. Σε αυτή την παράγραφο γίνεται μια συνοπτική παρουσίαση των αρχών της θεωρίας αποτελεσματικότητας, των τύπων των αποτελεσματικών αγορών και των προϋποθέσεων για την ύπαρξη αποτελεσματικότητας.

Μια αγορά είναι αποτελεσματική σχετικά με ένα ξεχωριστό σύνολο πληροφοριών εάν είναι αδύνατο να πραγματοποιήσει κανείς υπερκέρδη ή υπεραποδόσεις (εκτός αν αυτό συμβεί τυχαία), χρησιμοποιώντας αυτό το σύνολο πληροφοριών, ώστε να διαμορφώσει τις αποφάσεις του για την αγορά και την πώληση χρεογράφων (Fama, 1970). Οι βασικές προϋποθέσεις για την ισχύ της υπόθεσης αποτελεσματικότητας όπως διατυπώθηκαν από το Fama είναι:

- i. Οι συμμετέχοντες στην αγορά δρουν λογικά, είναι πλήρως ενήμεροι και συνειδητοποιημένοι για τους στόχους τους και για τα μέσα με τους οποίους θα τους πετύχουν.
- ii. Δεν υπάρχουν κόστη συναλλαγών ή αυτά είναι όσο το δυνατόν μικρότερα προκειμένου να επιτρέπουν το φαινόμενο της αντισταθμιστικής κερδοσκοπίας δίχως ανάληψη κινδύνου (arbitrage).
- iii. Οι πληροφορίες διαδίδονται ισότιμα σε όλους τους συμμετέχοντες.

- iv. Όλοι οι συμμετέχοντες έχουν την ίδια αντίληψη αναφορικά με τη λειτουργία της αγοράς και οι προσδοκίες τους είναι ταυτόσημες.

Σύμφωνα και με όσα διατυπώθηκαν στην εργασία του Markowitz (1952) ο ορθολογικός επενδυτής αναμένει μεγαλύτερες αποδόσεις για επενδύσεις υψηλότερου κινδύνου. Το είδος της πληροφορίας για την οποία παρατηρείται η ελεύθερη διακίνησή της εντός της αγοράς είναι αυτή που καθορίζει τους τρεις τύπους των αποτελεσματικών αγορών (Fama, 1970):

- Αδύνατου Τύπου Αποτελεσματική Αγορά (Weak efficient) είναι η αγορά στην οποία είναι αδύνατο να πραγματοποιήσει κανείς υπερκέρδη ή υπεραποδόσεις (εκτός αν αυτό συμβεί τυχαία), χρησιμοποιώντας ως πληροφόρηση τις ιστορικές τιμές των χρεογράφων, ώστε να διαμορφώσει τις αποφάσεις του για την αγορά και την πώληση χρεογράφων. Σε αυτή την περίπτωση αποτελεσματικότητας οι τιμές των χρεογράφων κινούνται ανεξάρτητα από τις προηγούμενες μεταβολές (random walk). Οι τιμές σε μια τέτοια αγορά αποκρίνονται μόνο σε νέες πληροφορίες ή σε νέα οικονομικά γεγονότα.
- Μέτριου Τύπου Αποτελεσματική Αγορά (Semi-strong efficient) είναι η αγορά στην οποία είναι αδύνατο να πραγματοποιήσει κανείς υπερκέρδη ή υπεραποδόσεις (εκτός αν αυτό συμβεί τυχαία), χρησιμοποιώντας δημόσια διαθέσιμες πληροφορίες για την λήψη αποφάσεων αγοράς ή πώλησης. Τέτοιες πληροφορίες θα είναι οι δημοσιευμένες ετήσιες οικονομικές καταστάσεις, οι κυβερνητικές πληροφορίες για την κατάσταση της οικονομίας, εκτιμήσεις και καταστάσεις αποτελεσμάτων χρήσης που δημοσιεύουν οι επιχειρήσεις οι αναλυτές χρεογράφων κ.α. Οι τρέχουσες τιμές απεικονίζουν πλήρως όλες τις δημόσια διαθέσιμες πληροφορίες. Σε μια τέτοια αγορά, όμως, οι βασικοί αναλυτές, οι οποίοι πραγματοποιούν μελέτες με βάση τις χρηματοοικονομικές καταστάσεις της επιχείρησης και τις υπάρχουσες συνθήκες, με σκοπό να προβλέψουν τη μελλοντική εξέλιξη της αξίας των μετοχών, δε θα μπορέσουν να επιτύχουν τον επιδιωκόμενο στόχο, ώστε να δικαιολογήσουν τις διαχειριστικές αμοιβές τους.
- Ισχυρού Τύπου Αποτελεσματική Αγορά (Strong efficient) είναι η αγορά στην οποία είναι αδύνατο να πραγματοποιήσει κανείς υπερκέρδη ή υπεραποδόσεις (εκτός αν αυτό συμβεί τυχαία), χρησιμοποιώντας οποιαδήποτε πληροφορία δημόσια ή ιδιωτική (εσωτερική πληροφόρηση) για την λήψη αποφάσεων αγοράς ή πώλησης. Κύριο φαινόμενο μιας ισχυρά αποτελεσματικής αγοράς είναι ότι δεν παρουσιάζεται το φαινόμενο της εμπορίας μεταξύ μελών που έχουν το προνόμιο της πρόσβασης στις πληροφορίες που δεν είναι διαθέσιμες στο κοινό. Μια αγορά είναι υπό αυτή την μορφή αποτελεσματική εάν οι τιμές των μετοχών απεικονίζουν πλήρως όχι μόνο τις δημοσιευμένες πληροφορίες αλλά όλες τις σχετικές πληροφορίες συμπεριλαμβανομένων και των στοιχείων που δεν είναι ακόμα δημόσια διαθέσιμα. Κανένα μέλος μιας τέτοιας μορφής αποτελεσματικής

αγοράς δεν είναι σε θέση να ωφεληθεί από την προνομιούχο θέση του και να πετύχει υπεραποδόσεις διότι όλες οι πληροφορίες είναι γνωστές, ακόμα και αυτές που είναι ιδιωτικές (εσωτερικές).

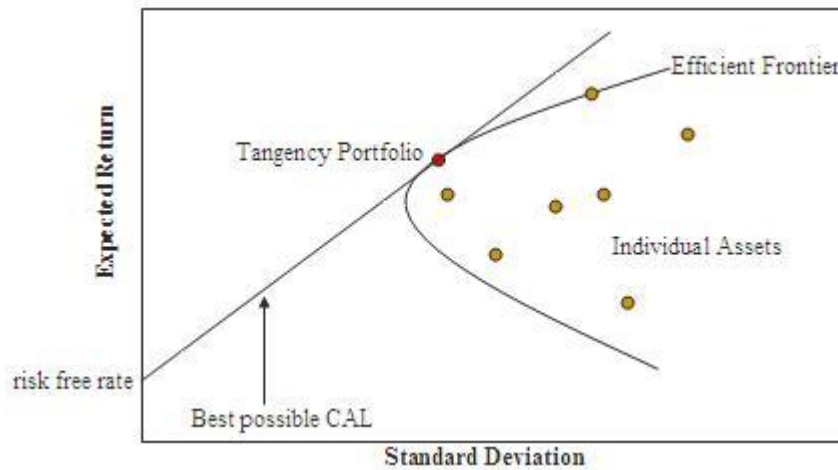
Γενικότερα πιστεύεται ότι οι αγορές ακολουθούν τους δύο πρώτους τύπους αποτελεσματικότητας ενώ ο τρίτος τύπος δεν είναι ρεαλιστικός. Αν και η διάκριση των τριών επιπέδων αποτελεσματικότητας της αγοράς είναι ιδιαίτερα βολική για την ανάλυση και διεξοδική μελέτη τους πρέπει να τονίσουμε ότι οι τύποι αποτελεσματικότητας παρουσιάζουν συσχέτιση μεταξύ τους. Μια αγορά αποτελεσματική κατά το μεσαίο τύπο θα είναι και αδύνατου τύπου αποτελεσματική, αλλά όχι αντίστροφα. Αντίστοιχα μια ισχυρού τύπου αποτελεσματική αγορά θα είναι και μεσαίου και αδύνατου τύπου αποτελεσματική.

2.3 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

2.3.1 Το μοντέλο Μέσου – Διακύμανσης (Mean – Variance Model)

Όπως αναφέρθηκε και προηγούμενα ο Harry Markowitz θεωρείται ο θεμελιωτής της Σύγχρονης Θεωρίας Χαρτοφυλακίου. Εκείνος πρώτος διατύπωσε την εξάρτηση μεταξύ του κινδύνου και της απόδοσης ενός χαρτοφυλακίου, ενώ ποσοτικοποίησε και τον υπολογισμό του στηριζόμενος στην έννοια της διαφοροποίησης του κινδύνου. Σύμφωνα με το μοντέλο του Markowitz (1952), (1959) ο μέσος επενδυτής επιλέγει χαρτοφυλάκια που ελαχιστοποιούν τον κίνδυνο για δεδομένα επίπεδα απόδοσης, ή μεγιστοποιούν την απόδοση για δεδομένα επίπεδα κινδύνου. Αυτή η πρόταση αποτελεί τη διατύπωση του Θεωρήματος του Αποτελεσματικού Συνόλου (Efficient Set Theorem). Από ένα σύνολο N χρεογράφων είναι δυνατόν να κατασκευαστεί ένας μεγάλος αριθμός χαρτοφυλακίων, ως αποτέλεσμα του συνδυασμού των χρεογράφων μεταξύ τους. Ο υπολογισμός της απόδοσης για κάθε ένα από τα χαρτοφυλάκια και του επιπέδου του συνολικού του κινδύνου και στη συνέχεια η απεικόνισή τους σε ένα καρτεσιανό σύστημα οδηγεί στην διαγραμματική απεικόνιση του Αποτελεσματικού Συνόλου (Efficient Set/ Efficient Frontier). Το Αποτελεσματικό Σύνολο αποτελείται από τα Pareto βέλτιστα χαρτοφυλάκια, εκείνα δηλαδή που δεν κυριαρχούνται μεταξύ τους ή από άλλα σε όρους απόδοσης και κινδύνου. Όπως φαίνεται στο Σχήμα 2 τα χαρτοφυλάκια του Αποτελεσματικού Συνόλου βρίσκονται στη βορειοδυτική γωνία του συνόλου των διαθέσιμων χαρτοφυλακίων. Ο επενδυτής επιλέγει εκείνο το χαρτοφυλάκιο που προσδιορίζεται από την τομή του Αποτελεσματικού Συνόλου και της καμπύλης αδιαφορίας του. Η

καμπύλη αδιαφορίας είναι μοναδική για κάθε επενδυτή και προσδιορίζει το μείγμα απόδοσης κινδύνου που είναι διατεθειμένος να αναλάβει.



Σχήμα 2 Αποτελεσματικό Σύνολο (Modern Portfolio Theory)

Η ισχύ του μοντέλου του Markowitz στηρίζεται στις ακόλουθες υποθέσεις:

- Η αγορά είναι αποτελεσματική, σύμφωνα με τον ορισμό που δόθηκε σε προηγούμενη παράγραφο του κεφαλαίου.
- Η διακράτηση του χαρτοφυλακίου γίνεται για μία περίοδο
- Ο επενδυτής λειτουργεί ορθολογικά, προσπαθεί δηλαδή να ελαχιστοποιήσει τον κίνδυνο και παράλληλα να μεγιστοποιήσει την απόδοσή του.
- Ο επενδυτής επιλέγει χαρτοφυλάκια σύμφωνα με την απόδοση και τη συνδιακύμανση των χρεογράφων που τα απαρτίζουν.
- Τα χρεόγραφα που επιλέγονται δεν παρουσιάζουν θετική αυτοσυσχέτιση των αποδόσεών τους.
- Το χαρτοφυλάκιο που επιλέγεται δεν περιλαμβάνει χρεόγραφα μηδενικού κινδύνου.

2.3.2 Το μοντέλο του Απλού Δείκτη (Single Factor Model)

Το μοντέλο του Markowitz αν και πρωτοποριακό για την εποχή που αναπτύχθηκε δεν άργησε να διαπιστωθεί ότι ήταν δύσκολο στην πρακτική εφαρμογή του. Αν και για μικρό αριθμό χρεογράφων η τιμή της διακύμανσης είναι εύκολα υπολογίσιμη, όταν ο αριθμός των χρεογράφων που απαρτίζουν το χαρτοφυλάκιο αυξάνεται, τότε αυξάνεται σημαντικά και ο υπολογιστικός φόρτος. Σε μια προσπάθεια να αντιμετωπιστεί αυτός ο περιορισμός αναπτύχθηκε το μοντέλο του Απλού Δείκτη (Sharpe, 1963, 1964). Η ανάπτυξη του μοντέλου δεν έγινε ανεξάρτητα από την

ανάπτυξη του Μοντέλου Αποτίμησης Κεφαλαιακών Στοιχείων (CAPM) το οποίο αναλύεται στην επόμενη παράγραφο.

Το μοντέλο του απλού δείκτη θεωρεί ότι οι μεταβολές της απόδοσης ενός χαρτοφυλακίου είναι αποτέλεσμα των γενικότερων τάσεων που εμφανίζονται στην αγορά. Η μαθηματική διατύπωση του μοντέλου είναι η ακόλουθη:

$$r_i = a_i + b_i r_m + e_i$$

Όπου r_i είναι η απόδοση του χρεογράφου i , r_m είναι η απόδοση του χαρτοφυλακίου της αγοράς, a_i είναι το ποσοστό απόδοσης που δε σχετίζεται με την κίνηση της αγοράς και e_i είναι τα σφάλματα που προκύπτουν από τη διαφορά της πραγματικής με την εκτιμώμενη απόδοση για το χρεόγραφο i .

Η γραμμή που προκύπτει από την εφαρμογή του μοντέλου για ένα χρεόγραφο ονομάζεται χαρακτηριστική γραμμή και ο υπολογισμός της γίνεται με ανάλυση παλινδρόμησης. Η κλίση της χαρακτηριστικής γραμμής b_i απεικονίζει το συστηματικό κίνδυνο που αναλαμβάνει κάποιος με την επένδυση στην αγορά. Ο συστηματικός κίνδυνος, όπως αναφέρθηκε προηγούμενα είναι μη διαφοροποιήσιμος κίνδυνος. Τα κατάλοιπα ή σφάλματα της παλινδρόμησης e_i αποτελούν το μη συστηματικό κίνδυνο και η κατάλληλη διαφοροποίηση του χαρτοφυλακίου μπορεί να τα μηδενίσει.

Σε αντίθεση με το υπόδειγμα του Markowitz ο υπολογισμός του κινδύνου για ένα καλά διαφοροποιημένο χαρτοφυλάκιο γίνεται από τον τύπο:

$$\sigma_\rho^2 = b_\rho^2 \sigma_m^2$$

Όπου σ_ρ^2 είναι η διακύμανση του χαρτοφυλακίου ρ , b_ρ^2 ο συντελεστής b του χαρτοφυλακίου που έχει υπολογιστεί από την ανάλυση παλινδρόμησης και σ_m^2 είναι η διακύμανση του χαρτοφυλακίου της αγοράς. Είναι προφανής η απλούστευση που εισάγεται στον υπολογισμό του κινδύνου χαρτοφυλακίου συγκριτικά με το μοντέλο του Markowitz.

Η ανάπτυξη του Μοντέλου του Απλού Δείκτη έγινε παράλληλα με την ανάπτυξη του Μοντέλου Αποτίμησης Κεφαλαιακών Στοιχείων. Συγκεκριμένα η ανάπτυξή του ξεκίνησε από μια προσπάθεια του συγγραφέα να επαληθεύσει την ισχύ του CAPM με τη ανάλυση παλινδρόμησης χρονοσειρών, όπως φαίνεται ακολούθως:

$$r_{i,t} - r_{f,t} = a_i + b_i(r_{m,t} - r_{f,t}) + e_{i,t}$$

Αν και το μοντέλο έχει τις ρίζες του στους πρώτους ελέγχους του CAPM, εντούτοις γρήγορα η χρήση του ανεξαρτητοποιήθηκε. Το γεγονός ότι ο κίνδυνος ενός χρεογράφου συνδέεται με ένα υποκείμενο δείκτη και ένα υπολειπόμενο μέρος, κατέστησε τη χρήση του πολύ βολική. Σε αυτό βοήθησε το γεγονός ότι δε στηρίζεται

σε κάποια θεωρητική υπόθεση για τη λειτουργία των αγορών σε αντίθεση με το CAPM.

2.3.3 Μοντέλο Αποτίμησης Κεφαλαιακών Στοιχείων (Capital Asset Pricing Model)

Εξίσου σημαντική με την ανάπτυξη του μοντέλου Μέσου – Διακύμανσης θεωρείται και η ανάπτυξη του Μοντέλου Αποτίμησης Κεφαλαιακών Στοιχείων (Sharpe, 1964, Lintner, 1965, Mossin, 1966). Στα χρόνια που ακολούθησαν δέχτηκε πολλές παραλλαγές που αφορούσαν απλές αλλαγές στο υπόδειγμα (Black, 1972) και τις υποθέσεις που στηρίζεται, μέχρι και αλλαγές της φιλοσοφίας του (Merton, 1973, Breeden, 1979).

Προϋπόθεση για την ισχύ του μοντέλου είναι η ύπαρξη τέλειων αγορών, δηλαδή αποτελεσματικών αγορών σύμφωνα με τον Fama (Fama, 1970) και ισχύ του θεωρήματος των ομογενών προσδοκιών (homogenous expectations): εάν όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη συμφωνούν αναφορικά με τις προσδοκώμενες αποδόσεις, τυπικές αποκλίσεις και συσχετίσεις των διαθέσιμων επενδυτικών επιλογών, τότε ως αποτέλεσμα θα αντιμετωπίζουν το ίδιο σύνολο ευκαιριών. Το αποτέλεσμα του παραπάνω θεωρήματος οδηγεί στην κατοχή του ίδιου χαρτοφυλακίου.

Σε ευθεία αντιστοιχία με το μοντέλο του Απλού Δείκτη του οποίου και αποτελεί θεωρητική προέκταση, το Μοντέλο Αποτίμησης Κεφαλαιακών Στοιχείων θεωρεί ότι η αναμενόμενη απόδοση ενός χρεογράφου προκύπτει από το επιτόκιο δίχως κίνδυνο και το πριμ κινδύνου που αποτελεί την ανταμοιβή του επενδυτή για την ανάληψη του συστηματικού κινδύνου. Η μαθηματική διατύπωση της παραπάνω πρότασης είναι:

$$E(r_{i,t}) = r_{f,t} + b_i[E(r_{m,t}) - r_{f,t}]$$

Διαγραμματική έκφραση του Μοντέλου Αποτίμησης Κεφαλαιακών Στοιχείων αποτελεί η Γραμμή Αγοράς Χρεογράφων (Securities Market Line). Η τομή της με τον κάθετο άξονα των αποδόσεων είναι το σημείο του επιτοκίου χωρίς κίνδυνο, ενώ η κλίση της είναι ίση με b καταλήγοντας στο χαρτοφυλάκιο της αγοράς. Η γραμμή αγοράς χρεογράφων είναι προέκταση της γραμμής κεφαλαιαγοράς (Capital Market Line) που διατυπώθηκε ως προέκταση του μοντέλου του Markowitz από τον Tobin (Tobin, 1958). Ο Tobin εισάγοντας στα αποτελεσματικά χαρτοφυλάκια του Markowitz τα χρεογραφα μηδενικού κινδύνου, κατασκεύασε τα υπερ-αποτελεσματικά χαρτοφυλάκια, τα οποία υπερέχουν των χαρτοφυλακίων του Markowitz. Η ευθεία που τέμνει των άξονα των αποδόσεων στο σημείο του επιτοκίου μηδενικού κινδύνου και εφάπτεται του Αποτελεσματικού Συνόλου ονομάζεται Γραμμή Κεφαλαιαγοράς

(CML). Ο Sharpe δεδομένων των περιορισμών που συνεπάγεται το CAPM διατύπωσε την άποψη ότι η Γραμμή Κεφαλαιαγοράς θα πρέπει να αποτελείται από το χαρτοφυλάκιο της αγοράς, από το οποίο με κατάλληλη μόχλευση ο επενδυτής μπορεί να λάβει τον κίνδυνο που επιθυμεί και τις δέουσες αποδόσεις.

Αν και η πειραματική επαλήθευση του CAPM δε μπορεί να πραγματοποιηθεί καθώς είναι διατυπωμένο στη βάση των προσδοκιών της αγοράς, και το χαρτοφυλάκιο της αγοράς, το οποίο προϋποθέτει, δεν είναι δυνατόν να συντεθεί, εντούτοις έχουν γίνει πολλές ερευνητικές απόπειρες για τον έλεγχο του. Οι έλεγχοι εντοπίζονται κυρίως στην αναζήτηση της ισχύος των προϋποθέσεων που θέτει το μοντέλο, και στην εμπειρική διαπίστωση της ικανότητας του μοντέλου να προβλέπει ή να εξηγεί τις παρατηρηθείσες αποδόσεις.

2.3.4 Θεωρία Αποτίμησης Εξισορροπητικής Κερδοσκοπίας (Arbitrage Pricing Theory)

Οι έντονες διαφωνίες που διατύπωσε ο Ross για την ισχύ του CAPM, οδήγησαν στην ανάπτυξη μιας νέας θεωρίας αποτίμησης των κεφαλαιακών στοιχείων (Ross, 1976). Το APT είναι μια θεωρία που έχει αποδεσμευτεί από τους ισχυρούς περιορισμούς του CAPM. Υποθέτει απλώς την ύπαρξη ορθολογικών επενδυτών, δηλαδή επενδυτών οι οποίοι αναζητούν υψηλότερες αποδόσεις και ανάληψη χαμηλότερων επιπέδων κινδύνου. Είναι ένα παραγοντικό μοντέλο και μάλιστα μπορεί να θεωρηθεί ως γενίκευση του Μοντέλου Αποτίμησης Κεφαλαιακών Στοιχείων. Σύμφωνα με το APT οι αποδόσεις δε λαμβάνονται αποκλειστικά στη βάση της τυπικής απόκλισης από την αναμενόμενη απόδοση, αλλά είναι μάλλον αποτέλεσμα της επίδρασης πολλών παραγόντων (Factors). Μαθηματικά διατυπώνεται ως ακολούθως:

$$E(r_{i,t}) = r_{f,t} + b_{1,i}[E(f_{1,t}) - r_{f,t}] + b_{2,i}[E(f_{2,t}) - r_{f,t}] + \dots + b_{n,i}[E(f_{n,t}) - r_{f,t}] + e_{i,t}$$

Όπου $E(r_{i,t})$ η προσδοκώμενη απόδοση του στοιχείου i , $r_{f,t}$ η απόδοση χωρίς κίνδυνο, $b_{n,i}$ η ευαισθησία του στοιχείου i στον παράγοντα n , $E(f_{n,t}) - r_{f,t}$ το αναμενόμενο πριμ κινδύνου από την ανάληψη του κινδύνου που σχετίζεται με τον παράγοντα n , $e_{i,t}$ η υπολειμματική απόδοση του στοιχείου i .

Η αρχή στην οποία στηρίζεται η Θεωρία Αποτίμησης Εξισορροπητικής Κερδοσκοπίας είναι το arbitrage. Ο ακριβής όρος που έχει υιοθετηθεί στην ελληνική γλώσσα είναι εξισορροπητική κερδοσκοπία χωρίς την ανάληψη κινδύνου, αλλά πρακτικά χρησιμοποιείται ο όρος κερδοσκοπία. Αναφέρεται στη διαδικασία κατά την οποία ένας επενδυτής μπορεί να αποκομίσει κέρδος χωρίς να εκτεθεί σε κίνδυνο, εκμεταλλευόμενος τη διαφορετική αποτίμηση για το ίδιο φυσικό περιουσιακό στοιχείο ή χρεόγραφο. Η πραγματοποίησή της γίνεται με την πώληση του στοιχείου

σε υψηλότερη από την προσδοκώμενη τιμή και την ταυτόχρονη αγορά του σε σχετικά χαμηλότερη τιμή.

Η δραστηριότητα αυτή είναι βασικό χαρακτηριστικών των σύγχρονων αποτελεσματικών αγορών. Ακόμα και αν επιδίδονται σε αυτή ολιγάριθμοι επενδυτές, οι αγοραπωλησίες τους οδηγούν στην εξάλειψη αυτών των ευκαιριών και στην αποκατάσταση της ισορροπίας στην αγορά. Υπάρχει όμως και η περίπτωση η ευκαιρίες για κερδοσκοπία να αφορούν όχι μόνο τα ίδια περιουσιακά στοιχεία, αλλά και παρόμοια, είτε χρεόγραφα, είτε χαρτοφυλάκια. Το παραγοντικό μοντέλο αποτίμησης APT δείχνει ότι χαρτοφυλάκια ή χρεόγραφα με την ίδια έκθεση σε παρεμφερής παράγοντες θα αντιδράσουν με τον ίδιο τρόπο, με εξαίρεση τον κίνδυνο που δεν επηρεάζεται από τους αναλυόμενους παράγοντες. Εάν τα χρεόγραφα και χαρτοφυλάκια που παρουσιάζουν την ίδια έκθεση στους ίδιους παράγοντες κινδύνου παρουσιάζουν συστηματικά διαφορετική απόδοση, τότε εμφανίζονται στην αγορά συνθήκες κερδοσκοπίας, τις οποίες εκμεταλλευόμενοι οι επενδυτές οδηγούν την αγορά στην εξάλειψή τους.

Αν και η σύγχρονη αντίληψη κάνει αποδεκτή την ύπαρξη πολλών παραγόντων κινδύνου για τον καθορισμό της απόδοσης ενός χρεογράφου ή χαρτοφυλακίου, εντούτοις ο καθορισμός τους αποτελεί μια εμπειρική προσέγγιση πάνω στην οποία δεν έχει επιτευχθεί συμφωνία ανάμεσα στην ακαδημαϊκή κοινότητα.

2.3.5 Οι διαχειριστές νικούν την αγορά

Το Μοντέλο Αποτίμησης Κεφαλαιακών Στοιχείων υποδεικνύει πως θα έπρεπε να συμπεριφέρονται οι επενδυτές αν ήταν ορθολογικοί και οι αγορές αποτελεσματικές. Υπό αυτές τις συνθήκες μόνο ο μη συστηματικός κίνδυνος θα ανταμείβεται. Η παραπάνω θεώρηση του CAPM εξηγεί το λόγο που οι επαγγελματίες της αγοράς δεν το δέχτηκαν με ενθουσιασμό, καθώς η ισχύ του υποδηλώνει ότι η παροχή των υπηρεσιών τους δεν προσφέρει κάτι το ουσιαστικό στην αγορά.

Πολλές έρευνες έλαβαν χώρα σε μια προσπάθεια να στηρίξουν την άποψη ότι οι διαχειριστές των αμοιβαίων κεφαλαίων και γενικότερα οι επαγγελματίες της αγοράς μπορούν να επιτύχουν υπεραποδόσεις, τέτοιες που να δικαιολογούν τις αμοιβές τους.

Ο Henriksson (1984) και οι Chang & Lewellen (1984) ερευνώντας ένα σύνολο Αμοιβαίων Κεφαλαίων διαπίστωσαν ότι οι καθαρές αποδόσεις μετά την αφαίρεση των διαχειριστικών εξόδων ήταν παρόμοιες με τις αναμενόμενες από το Μοντέλο Αποτίμησης Κεφαλαιακών Στοιχείων. Εκτός από επαλήθευση του μοντέλου η παραπάνω διαπίστωση ενισχύει την άποψη ότι οι διαχειριστές επέτυχαν

μεγαλύτερες αποδόσεις από ένα τυχαίο κατάλληλα διαφοροποιημένο χαρτοφυλάκιο.

Ακολούθησε η έρευνα του Ippolito (1989) ο οποίος οδηγήθηκε στο συμπέρασμα ότι οι καθαρές αποδόσεις μετά την αφαίρεση των διαχειριστικών εξόδων ήταν μεγαλύτερες από τις αποδόσεις που υποδείκνυε το Μοντέλο Αποτίμησης Κεφαλαιακών Στοιχείων.

Αργότερα οι Gallo & Swanson (1996) εξετάζοντας διεθνή αμοιβαία κεφάλαια με έδρα τις ΗΠΑ διαπίστωσαν ότι οι αποδόσεις τους δεν υπολείπονταν τις αποδόσεις της αγοράς. Στην ανάλυσή τους εφάρμοσαν δείκτες όπως του Sharpe & Jensen. Ειδικά για τον υπολογισμό του δείκτη του Jensen χρησιμοποιήθηκε ένας αντιπροσωπευτικός δείκτης της διεθνούς κεφαλαιαγοράς και ένα Μοντέλο Αποτίμησης Κεφαλαιακών Στοιχείων δύο παραγόντων αντίστοιχο της APT. Η χρήση της APT καταδεικνύει ότι η συμπεριφορά των εξεταζόμενων αμοιβαίων κεφαλαίων είναι ιδιαίτερα καλή για την εξεταζόμενη περίοδο.

2.3.6 Οι διαχειριστές δεν νικούν την αγορά

Χρησιμοποιώντας παρόμοια δεδομένα, αλλά λαμβάνοντας υπόψη άλλους παράγοντες ένας εξίσου σημαντικός αριθμός ερευνητών δεν κατάφερε να ανακαλύψει στα στοιχεία, τις ικανότητες εκείνες που θα διέκριναν τους επαγγελματίες διαχειριστές από το μέσο επενδυτή (Μυλωνάς, 1995).

Ακολουθώντας αντίστοιχη μεθοδολογία με αυτή του (Ippolito, 1989) οι Elton et al. (1993) χρησιμοποίησαν στοιχεία από την ίδια περίοδο για να δείξουν ότι οι αποδόσεις των αμοιβαίων κεφαλαίων δεν υπερβαίνουν τις αναμενόμενες αποδόσεις και οι διαχειριστές δεν καταφέρνουν να επιτύχουν αποδόσεις μεγαλύτερες από αυτές ενός χαρτοφυλακίου παθητικής διαχείρισης.

Οι αποδόσεις των αμοιβαίων κεφαλαίων που επιτυγχάνουν να ξεπεράσουν αυτά που προβλέπουν τα γνωστά Μοντέλα Αποτίμησης Κεφαλαιακών Στοιχείων ενδέχεται να το καταφέρνουν εκμεταλλευόμενα τυχαίες και προσωρινές ανωμαλίες της αγοράς (Μυλωνάς, 1995). Σε απόδειξη αυτής της πρότασης έρχονται τα αποτελέσματα της εργασίας των Grinblatt et al. (1995). Στην ίδια εργασία του Μυλωνά αναφέρεται ότι οι υπερβάλλουσες αποδόσεις που επιτυγχάνουν οι διαχειριστές των αμοιβαίων κεφαλαίων στις εργασίες που παρουσιάστηκαν στην προηγούμενη παράγραφο είναι αποτέλεσμα της ένταξης στα δεδομένα της ανάλυσης στοιχείων από την περίοδο της δεκαετίας του 1970. Εκείνη η δεκαετία ήταν χαρακτηριστική για το θετικό κλίμα και τις επιτυχείς επενδυτικές στρατηγικές οι οποίες όμως ήταν χωρίς ένδειξη συνέχισης για την επόμενη δεκαετία.

Αναλυτικότερη παρουσίαση ερευνών σχετικών με την ικανότητα των διαχειριστών αμοιβαίων κεφαλαίων να ξεπερνούν τις προβλεπόμενες αποδόσεις από τα Μοντέλα Αποτίμησης Κεφαλαιακών Στοιχείων γίνεται στην εργασία του Φίλιππα (2001) και της Πενταράκη (2003).

2.3.7 Ανασκόπηση Ελληνικής Βιβλιογραφίας

Στον ελλαδικό χώρο ο θεσμός των αμοιβαίων κεφαλαίων έκανε την εμφάνισή του μόλις τη δεκαετία του 1970. Αποτέλεσμα αυτού το γεγονός είναι η ύπαρξη μικρού αριθμού ερευνών που εστιάζουν στην αξιολόγηση της επίδοσης των διαχειριστών αμοιβαίων κεφαλαίων. Το μεγαλύτερο μέρος εστιάζει στην παρουσίαση του νομοθετικού πλαισίου λειτουργίας του θεσμού και μόλις πρόσφατα έγιναν προσπάθειες ανάλυσης πραγματικών δεδομένων.

Μόλις το 1995 ο Μυλωνάς (1995) επεδίωξε τη λεπτομερή καταγραφή της αποδοτικότητας 36 ελληνικών αμοιβαίων κεφαλαίων τα οποία λειτουργούσαν στο τέλος του 1993 και αποτελούσαν το 95% του συνολικού ενεργητικού της ελληνικής χρηματαγοράς. Στην εργασία αυτή διαπιστώνεται η ύπαρξη χρονικής τοποθέτησης των διαχειριστών, υψηλή διαφοροποίηση των αμοιβαίων κεφαλαίων και απόδοση που συμβαδίζει με τον αναλαμβανόμενο κίνδυνο.

Ακολούθησαν δύο εργασίες των Karapistolis et al. (1997) και Karapistolis (1999) στις οποίες προτείνεται από τους συγγραφείς ένα νέο πλαίσιο αξιολόγησης της επίδοσης των αμοιβαίων κεφαλαίων με ένα σύνολο τεσσάρων δεικτών, ο συνδυασμός των οποίων σύμφωνα με τους συγγραφείς επιτρέπει την εμπεριστατωμένη αξιολόγηση της ποιότητας της διαχείρισης.

Ο Φίλιππας (2000) πραγματοποιεί αξιολόγηση των επιδόσεων 19 αμοιβαίων κεφαλαίων της περιόδου 1993-1997 με τη χρήση των υποδειγμάτων των Treynor & Mazuy και Henriksson & Merton. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι οι Έλληνες διαχειριστές στερούνται της ικανότητας ορθής χρονικής τοποθέτησης.

Πιο πρόσφατη μελέτη είναι αυτή του Αρτίκη (2001) στην οποία αξιολογούνται 10 ελληνικά μικτά αμοιβαία κεφάλαια της περιόδου 1995-1998. Τα αμοιβαία κεφάλαια εξετάστηκαν σε ένα πλήθος δεικτών (Sharpe, Treynor, Jensen, συστηματικός κίνδυνος κ) και βρέθηκε ότι υπολείπονταν σε αποδόσεις από το δείκτη του ΧΑΑ, ενώ παρουσίαζαν θετική συσχέτιση μεταξύ απόδοσης και αναλαμβανόμενου κινδύνου.

Τέλος το 2005 οι Pendaraki et al. (2005) προτείνουν ένα νέο πλαίσιο αξιολόγησης αμοιβαίων κεφαλαίων συνδυαζόμενο με τεχνικές σύνθεσης χαρτοφυλακίου. Οι προτεινόμενη τεχνική εφαρμόζεται σε 33 ελληνικά μετοχικά αμοιβαία κεφάλαια της περιόδου 1999-2001.

2.3.8 Μετά – Μοντέρνα Θεωρία Χαρτοφυλακίου (Post Modern Portfolio Theory)

Η μεγαλύτερη συνεισφορά της Σύγχρονης Θεωρίας Χαρτοφυλακίου υπήρξε η εισαγωγή μιας ποσοτικοποιημένης σχέσης ανάμεσα στην απόδοση και τον κίνδυνο. Ο επενδυτής πλέον ήταν σε θέση να υπολογίζει με μαθηματικό τρόπο τα χρεόγραφα που θα απαρτίζουν το χαρτοφυλάκιό του. Εντούτοις στα χρόνια που ακολούθησαν διαπιστώθηκαν μια σειρά περιορισμών στην αρχική διατύπωση. Ήδη από το 1964 ο Sharpe διαπίστωσε ότι το Μοντέλο Μέσου Διακύμανσης μπορεί να οδηγήσει σε μη ικανοποιητική επενδυτική συμπεριφορά (Sharpe, 1964). Διατύπωσε την πρόταση ότι αν και ο Markowitz γνώριζε ότι το μοντέλο θα έπρεπε να είχε διαφορετική διατύπωση αναφορικά με τον κίνδυνο, εντούτοις κράτησε την προσέγγιση της διακύμανσης ως μέτρο κινδύνου διότι ο υπολογιστικός φόρτος θα ήταν πολύ μεγάλος αν χρησιμοποιούνταν η ημι-διακύμανση (semivariance). Οι περιορισμοί στη διατύπωση της σύγχρονης θεωρίας χαρτοφυλακίου αφορούν, εκτός από την καταλληλότητα της διακύμανσης ως μέτρο κινδύνου, και τη διατύπωση ότι οι αποδόσεις των χρεογράφων μπορούν να αναπαρασταθούν από την κανονική κατανομή.

Οι περιορισμοί της προηγούμενης 50-ετίας, οπότε και πραγματοποιήθηκε η διατύπωση του μοντέλου Μέσου Διακύμανσης, έχουν εκλείψει από την εξέλιξη που ακολούθησε στον κλάδο της χρηματοοικονομικής και τη ραγδαία τεχνολογική εξέλιξη. Η αναθεώρηση της Θεωρίας Χαρτοφυλακίου έγινε εφικτή και η νέα διατύπωση οδήγησε στην Μετά- Μοντέρνα Θεωρία Χαρτοφυλακίου της οποίας το μοντέλο του Markowitz αποτελεί μια υποπερίπτωση (Rom & Ferguson, 1993).

Το θεωρητικό υπόβαθρο που στηρίζει την ανάπτυξη της νέας θεωρίας προέρχεται από την διαπίστωση ότι η συμμετρία του μεγέθους της τυπική απόκλιση, όπως και η κανονική κατανομή δεν παρατηρούνται στην πραγματικότητα. Το μοντέλο Μέσου Διακύμανσης οδηγεί τον επενδυτή στην αντιμετώπιση των αποδόσεων άνω του αναμενόμενου ως το ίδιο επικίνδυνες, επομένως και ανεπιθύμητες, όσο τις αποδόσεις κάτω του αναμενόμενου. Παράλληλα η υιοθέτηση κανονικής κατανομής για τις αποδόσεις χρεογράφου το οποίο πρακτικά εμφανίζει αποδόσεις άνω του αναμενόμενου μέσου όρου οδηγεί στην αντιμετώπισή του σαν αυτές οι αποδόσεις να ήταν αποδόσεις κάτω του αναμενόμενου μέσου όρου. Η υιοθέτηση αυτού του μοντέλου συνεπάγεται την παραμόρφωση της επενδυτικής πραγματικότητας.

Η διαπίστωση ότι οι επενδυτές αντιμετωπίζουν τον κίνδυνο διαφορετικά από ότι υποδηλώνει το μοντέλο του Μέσου Διακύμανσης έχει έρθει από πολύ νωρίς, όπως αναφέρθηκε και προηγούμενα. Η σταδιακή τεχνολογική εξέλιξη και η συνεχής ερευνητική προσπάθεια των τελευταίων ετών καθιστά δύσκολο να αποδοθεί σε κάποιον ερευνητή η διατύπωση της Μετά Μοντέρνας Θεωρίας Χαρτοφυλακίου,

καθώς αυτή αποτελεί άθροισμα πολλών ερευνητικών προσπαθειών οι οποίες πραγματοποιούνταν ταυτόχρονα. Πολύ σημαντική όμως θεωρείται η συμβολή του Sortino στην εξέλιξη της θεωρίας. Το βιβλίο των Sortino & Satchell (2001) θέτει τα θεμέλια για την κατανόηση της νέας έννοιας που λαμβάνει ο κίνδυνος στη ΜΜΘΧ.

Ο κίνδυνος απώλειας (Downside risk) μετράται από την τετραγωνική ρίζα του ολοκληρώματος της ημι-διακύμανσης. Ο υπολογισμός του φαίνεται στον ακόλουθο τύπο:

$$d = \sqrt{\int_{-\infty}^t (t - r)^2 f(r) dr}$$

Όπου t είναι το ελάχιστο αποδεκτό επίπεδο απόδοσης και r η μεταβλητή που αναπαριστά την απόδοση του στοιχείου.

2.4 Κριτήρια Αξιολόγησης της Επίδοσης Αμοιβαίων Κεφαλαίων

Στην παρούσα παράγραφο γίνεται ανάλυση των κριτηρίων που χρησιμοποιούνται στη διεθνή βιβλιογραφία για την αξιολόγηση της επίδοσης χρεογράφων και αμοιβαίων κεφαλαίων ειδικότερα, σύμφωνα με την ανάλυση που πραγματοποιήθηκε στις προηγούμενες παραγράφους. Εξετάζονται τα μέτρα επίδοσης των χρεογράφων σε όρους κινδύνου, σε όρους απόδοσης προσαρμοσμένης για τον κίνδυνο (risk-adjusted return), καθώς και μέτρα για την αξιολόγηση της επίδοσης των διαχειριστών αμοιβαίων κεφαλαίων.

2.4.1 Κίνδυνος

Εκτός από την προσέγγιση μέτρησης του κινδύνου από τη διακύμανση που παρουσιάστηκε στο μοντέλο Μέσου – Διακύμανσης, από την ημι-διακύμανση (downside risk) που περιγράφηκε κατά την παρουσίαση της Μετά - Μοντέρνας Θεωρίας Χαρτοφυλακίου, του συντελεστή β από τα Μοντέλα Αποτίμησης Κεφαλαιακών Στοιχείων (SFM, CAPM, APT) παρουσιάζεται η χρήση και ευρεία αποδοχή από την ακαδημαϊκή κοινότητα του μέτρου της Αξίας σε Κίνδυνο (Value at Risk).

2.4.1.1 Συντελεστής βήτα

Ο συντελεστής β μετρά την έκθεση ενός χρεογράφου ή χαρτοφυλακίου στον κίνδυνο της αγοράς (συστηματικό κίνδυνο), όταν χρησιμοποιείται στο Μοντέλο Αποτίμησης Κεφαλαιακών Στοιχείων και στο Μοντέλο του Απλού Δείκτη. Η χρήση του σε πολυπαραγοντικά μοντέλα όπως η APT υποδηλώνει το πριμ κινδύνου που αναμένει να λάβει ένας επενδυτής από την έκθεσή του στον υποκείμενο παράγοντα.

Ο υπολογισμός του συντελεστή δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$\beta_{i,t} = \frac{\text{cov}(r_{i,t}, r_{m,t})}{\sigma^2(r_{m,t})}$$

Όπου $\text{cov}(r_{i,t}, r_{m,t})$ είναι η συνδιακύμανση της απόδοσης του χρεογράφου i με την απόδοση του δείκτη της αγοράς, και $\sigma^2(r_{m,t})$ η διακύμανση του δείκτη της αγοράς. Αν ο εξεταζόμενος παράγοντας είναι άλλος από την απόδοση της αγοράς ο τύπος διαμορφώνεται κατάλληλα.

Η ερμηνεία του συντελεστή αφορά την επιθετικότητα του χαρτοφυλακίου/χρεογράφου όσον αφορά τον εξεταζόμενο παράγοντα. Ειδικά για την περίπτωση του CAPM ένας αυξημένος δείκτης (μεγαλύτερος από τη μονάδα) υποδηλώνει αυξημένο συστηματικό κίνδυνο, επιθετικό χαρτοφυλάκιο/χρεόγραφο. Ο επενδυτής που επιλέγει τέτοια στρατηγική διαβλέπει άνοδο της αγοράς, αναμένοντας αύξηση των αποδόσεών του. Θεωρητικά ένα μετοχικό αμοιβαίο κεφάλαιο έχει συντελεστή β μεγαλύτερο από τη μονάδα, ενώ ένα αμοιβαίο σταθερού εισοδήματος έχει συντελεστή β μικρότερο από τη μονάδα.

2.4.1.2 Αξία σε Κίνδυνο (VaR)

Είναι ένα μέτρο που αναπτύχθηκε τα τελευταία χρόνια από παράγοντες της αγοράς και έκτοτε γνώρισε ευρεία αποδοχή. Επιτρέπει την αποτίμηση του κινδύνου ενός χαρτοφυλακίου σε χρηματικές μονάδες. Αρχικά συναντιόνταν πολλές ονομασίες για το μέτρο αυτό ανάλογα με τον χρηματοοικονομικό ίδρυμα που το εισήγαγε, όπως Κεφάλαιο σε Κίνδυνο (Capital at Risk) της Bankers Trust, η Αξία σε Κίνδυνο (Value at Risk) της J.P. Morgan. Όλα τα παραπάνω όμως αποτελούν διαφοροποιήσεις της Αξίας σε Κίνδυνο, δηλαδή της μέγιστης πιθανής χρηματικής απώλειας μιας συγκεκριμένης επενδυτικής θέσης ή ενός χαρτοφυλακίου με δεδομένο επίπεδο εμπιστοσύνης και για δεδομένο χρονικό διάστημα.

Αν και το μέγεθος της VaR αξιοποιήθηκε για την αποτίμηση του κινδύνου παράγωγων προϊόντων, όπου οι αναλαμβανόμενοι κίνδυνοι είναι πολλαπλών φύσεων, εντούτοις αξιοποιείται επιτυχώς και στην αποτίμηση του κινδύνου κάθε

χαρτοφυλακίου, συμπεριλαμβανομένων των χαρτοφυλακίων των αμοιβαίων κεφαλαίων. Η συνεισφορά του έγκειται στα εξής:

- Επιτρέπει την σύγκριση κινδύνων που πηγάζουν από επένδυση σε διαφορετικά επενδυτικά προϊόντα. Αν και οι σύγχρονη χρηματοοικονομική παρέχει πληθώρα μεγεθών για την ποσοτικοποίηση του κινδύνου, δεν υπήρχε μέχρι πρότινος ένα μέγεθος που να είναι σε θέση να ενσωματώσει όλους τους κινδύνους ενός χαρτοφυλακίου και να τους αποτιμήσει σε χρηματικές μονάδες.
- Επιτρέπει ταυτόχρονα τη σύγκριση αποδόσεων που προκύπτουν από την υιοθέτηση διαφορετικών επενδυτικών στρατηγικών με βάση την αναπροσαρμογή που πραγματοποιεί για να ληφθεί υπόψη ο κίνδυνος.
- Τέλος το γεγονός ότι αποτιμάται σε χρηματικές μονάδες επιτρέπει στους διαχειριστές χαρτοφυλακίων να γνωρίζουν με μεγάλη βεβαιότητα το επίπεδο των κεφαλαίων που θα πρέπει να έχουν άμεσα διαθέσιμα για να καλύψουν πιθανές απώλειες. Το γεγονός αυτό ενισχύει τη μόχλευση και την ρευστότητα του συστήματος των αγορών.

Για τον υπολογισμό της Αξίας σε Κίνδυνο (VaR) υιοθετούνται παραμετρικές και μη παραμετρικές προσεγγίσεις. Η διαφοροποίηση των πρώτων προσεγγίσεων αφορά τις υποθέσεις για το είδος της κατανομής των αποδόσεων των υποκείμενων τίτλων στις οποίες στηρίζεται η εφαρμογή τους. Στην παρούσα εργασία τα δεδομένα της VaR έχουν υπολογιστεί με την παραμετρική προσέγγιση διακύμανσης – συνδιακύμανσης που περιγράφει ο Jorion (2000). Σύμφωνα με αυτή οι αποδόσεις ενός χαρτοφυλακίου ακολουθούν την κανονική κατανομή. Ο υπολογισμός της VaR για διάστημα εμπιστοσύνης 97,5% προκύπτει ως ακολούθως:

$$VaR_{i,t} = -V_{i,t}(\bar{r}_{i,t} - 1,96 \cdot \sigma_{i,t})$$

Όπου $V_{i,t}$ είναι το επενδυμένο κεφάλαιο στο χρεόγραφο i , $\bar{r}_{i,t}$ η μέση απόδοση του χρεογράφου/ χαρτοφυλακίου i για την περίοδο αναφοράς t και $\sigma_{i,t}$ η τυπική απόκλιση των αποδόσεων του για το ίδιο διάστημα.

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι η Αξία σε Κίνδυνο μετρά ενδεχόμενη απώλεια ενός χαρτοφυλακίου με δεδομένες την ιστορική μέση απόδοση και τυπική απόκλιση των αποδόσεων. Σε περίπτωση ενεργητικής διαχείρισης χαρτοφυλακίου οι προβλέψεις για τις απώλειες που εξάγονται από τη VaR ενδεχομένως να αποκλίνουν από την πραγματικότητα.

2.4.2 Μέτρα Απόδοσης Προσαρμοσμένα για τον Κίνδυνο

Η κατηγορία αυτή αφορά δείκτες που ενσωματώνουν ταυτόχρονα στο ίδιο μέγεθος τον κίνδυνο και την απόδοση ενός χρεογράφου, απλουστεύοντας την ανάλυση της επίδοσής του. Διακρίνονται σε απόλυτους και διαφορικούς δείκτες.

2.4.2.1 Δείκτης του Treynor

Ο πρώτος δείκτης που προτάθηκε με τις παραπάνω ιδιότητες ήταν ο δείκτης του Treynor (Treynor, 1965). Είναι απόλυτος δείκτης απόδοσης προσαρμοσμένος για κίνδυνο και υπολογίζεται από το λόγο του πριμ κινδύνου, δηλαδή της διαφοράς ανάμεσα στην απόδοση του χρεογράφου (αμοιβαίο κεφάλαιο) και του χρεογράφου χωρίς κίνδυνο, προς τον συστηματικό κίνδυνο του χαρτοφυλακίου.

$$T.I_{i,t} = \frac{r_{i,t} - r_{f,t}}{b_{i,t}}$$

Όπου $r_{i,t}$ η απόδοση του χρεογράφου, $r_{f,t}$ η απόδοση χωρίς κίνδυνο, $b_{i,t}$ ο συστηματικός κίνδυνος του χαρτοφυλακίου, όπως μετράται από το συντελεστή β.

Γίνεται η παραδοχή ότι η σύνθεση του χαρτοφυλακίου συνεπάγεται την ανάληψη μόνο συστηματικού κινδύνου, γεγονός που προϋποθέτει καλά διαφοροποιημένο χαρτοφυλάκιο. Στην περίπτωση που κάτι τέτοιο δεν συμβαίνει ο δείκτης δεν δίνει αξιόπιστα αποτελέσματα.

2.4.2.2 Δείκτης του Sharpe

Την επόμενη χρονιά ακολούθησε ο δείκτης του Sharpe (Sharpe, 1966). Αποτελεί επίσης απόλυτη δείκτη απόδοσης προσαρμοσμένη για τον κίνδυνο. Η διαφορά με τον προηγούμενο δείκτη έγκειται στην υπόθεση της διαφοροποίησης του χαρτοφυλακίου. Ο Sharpe δεν υποθέτει καλά διαφοροποιημένο χαρτοφυλάκιο επομένως στον παρανομαστή του δείκτη περιλαμβάνεται ο συνολικός κίνδυνος του χαρτοφυλακίου.

$$S.R_{i,t} = \frac{r_{i,t} - r_{f,t}}{\sigma_{i,t}}$$

Όπου $\sigma_{i,t}$ είναι η τυπική απόκλιση της απόδοσης του χαρτοφυλακίου, μέτρο του συνολικού κινδύνου.

Είναι προφανές ότι υψηλότερες τιμές του δείκτη είναι δείγμα καλής διαχείρισης του εξεταζόμενου χαρτοφυλακίου/ αμοιβαίου κεφαλαίου, επομένως προτιμώνται.

Η αδυναμία που συνεπάγεται η χρήση των παραπάνω δεικτών αφορά τη χρήση μέσων αποδόσεων, γεγονός που συνεπάγεται σχετική σύγκριση μεταξύ ενός χαρτοφυλακίου και ενός δείκτη αναφοράς.

2.4.2.3 Τροποποιημένος δείκτης του Sharpe (Conditional Sharpe ratio – STARR)

Ο τροποποιημένος δείκτης Sharpe (conditional Sharpe ratio ή STARR) αποτελεί παραλλαγή του δείκτη του Sharpe. Η διαφοροποίηση στον υπολογισμό του αφορά την προσέγγιση που γίνεται για τον κίνδυνο. Σε αντίθεση με την τυπική προσέγγιση ο τροποποιημένος δείκτης Sharpe αντιλαμβάνεται τον κίνδυνο ως αποτέλεσμα της τροποποιημένης Αξίας σε Κίνδυνο (conditional VaR). Η τροποποιημένη Αξία σε Κίνδυνο είναι η μέση απώλεια ενός χαρτοφυλακίου που ενδέχεται να πραγματοποιηθεί σε συγκεκριμένο χρονικό ορίζοντα στο χειρότερο $1-\alpha$ μέρος των περιπτώσεων, όπου α είναι το επιλεγόμενο κάθε φορά διάστημα εμπιστοσύνης. Η cVaR είναι πιο αυστηρό μέτρο κινδύνου συγκρινόμενο με την VaR, καθώς λαμβάνει υπόψη συνολικά το τμήμα της κατανομής των αποδόσεων χρεογράφου που αφορά τις χειρότερες αποδόσεις σε αντιδιαστολή με τη VaR, όπου υπολογίζει την καλύτερη τιμή αυτού του τμήματος της κατανομής. Ο τύπος υπολογισμού του φαίνεται παρακάτω:

$$cS.R_{i,t} = \frac{r_{i,t} - r_{f,t}}{cVaR_{i,t}}$$

Όπου $cVaR_{i,t}$ η τροποποιημένη Αξία σε Κίνδυνο του χρεογράφου i για καθορισμένο χρονικό ορίζοντα και με καθορισμένο επίπεδο εμπιστοσύνης.

Όπως συμβαίνει με το δείκτη του Sharpe τα αποτελέσματα του τροποποιημένου δείκτη του Sharpe είναι δύσκολο να ερμηνευθούν όταν λαμβάνουν αρνητικές τιμές. Το κριτήριο επιπρόσθετα δεν έχει μονότονη συμπεριφορά, γεγονός που το καθιστά ακατάλληλο για χρήση στην επίλυση προβλημάτων από το χώρο της Πολυκριτήριας Ανάλυσης Αποφάσεων.

2.4.2.4 Δείκτης α του Jensen (Jensen's alpha)

Ο δείκτης α του Jensen μετράει την προστιθέμενη αξία από την ενεργητική διαχείριση που πραγματοποιεί ο επαγγελματίας της αγοράς που έχει στη διάθεσή του εσωτερική πληροφόρηση (Jensen, 1968). Η σύγκριση πραγματοποιείται με την απόδοση που θα επιτύγχανε ο διαχειριστής αν ακολουθούσε παθητική στρατηγική διακράτησης βασιζόμενος στις δημόσια διαθέσιμες πληροφορίες αναλαμβάνοντας ίδια επίπεδα συστηματικού κινδύνου.

Ο υπολογισμός του δείκτη γίνεται από την εκτίμηση της ακόλουθης παλινδρόμησης:

$$(r_{i,t} - r_{f,t}) = a_i + b_i(r_{m,t} - r_{f,t}) + e_i$$

Όπου $r_{i,t}$ η απόδοση του εξεταζόμενου χαρτοφυλακίου, $r_{f,t}$ η απόδοση χωρίς κίνδυνο, b_i ο συστηματικός κίνδυνος, όπως μετράται από το Μοντέλο Αποτίμησης Κεφαλαιακών Στοιχείων, $r_{m,t}$ η απόδοση της αγοράς για την περίοδο αναφοράς, e_i τα σφάλματα της παλινδρόμησης ή κατάλοιπα της απόδοσης που δεν μπορούν να ερμηνευθούν από το γραμμικό μοντέλο.

Κατά την εκτίμηση της παλινδρόμησης είναι απαραίτητο ο δείκτης α να προκύψει στατιστικά σημαντικός για να μπορέσουμε να δεχτούμε τη μηδενική υπόθεση, σύμφωνα με την οποία ο δείκτης α είναι διαφορετικός του μηδενός. Σε αντίθετη περίπτωση θεωρείται από την παλινδρόμηση ότι ο διαχειριστής του χαρτοφυλακίου πετυχαίνει την αναμενόμενη απόδοση σύμφωνα με το Μοντέλο Αποτίμησης Κεφαλαιακών Στοιχείων. Η παραπάνω παλινδρόμηση αποτελεί εκτός των άλλων και έλεγχο της ισχύος του CAPM. Οι επιθυμητές τιμές του δείκτη είναι θετικές και στατιστικά σημαντικές. Μια τέτοια τιμή υποδηλώνει ότι ο διαχειριστής κατέχει πληροφορία που τον καθιστά ικανό να ξεπεράσει την απόδοση που θα κατάφερνε ακολουθώντας στρατηγική διακράτησης.

Ο παραπάνω δείκτης αν και βελτιώνει τις προηγούμενες μεθόδους μέτρησης της απόδοσης των διαχειριστών παρουσιάζει μια σημαντική αδυναμία. Δεν είναι σε θέση να ενσωματώσει την ικανότητα συγχρονισμού του διαχειριστή. Με τον όρο συγχρονισμός εννοούμε την ικανότητα που παρουσιάζουν οι διαχειριστές να μεταβάλλουν το επίπεδο του αναλαμβανόμενου κινδύνου ανάλογα με την τάση που διαβλέπουν στην αγορά. Στην περίπτωση που προβλέπεται άνοδος ο διαχειριστής θα αυξήσει την έκθεσή του αποσκοπώντας στην είσπραξη υψηλότερων αποδόσεων, ενώ όταν αναμένεται πτώση της αγοράς ο διαχειριστής μειώνει το β , δηλαδή την έκθεση του χαρτοφυλακίου στον κίνδυνο. Οι υποθέσεις του δείκτη περιλαμβάνουν την έκθεση σε σταθερά επίπεδα κινδύνου καθ' όλη τη διάρκεια της ανάλυσης. Αν ο διαχειριστής όμως διαφοροποιεί τον αναλαμβανόμενο κίνδυνο του χαρτοφυλακίου του, ενδέχεται υπό συνθήκες ο δείκτης του α να αποτελέσει αναξιόπιστο μέτρο της ικανότητας του στην επιλογή χρεογράφων.

Η αντιμετώπιση αυτού του περιορισμού γίνεται, μεταξύ άλλων προσεγγίσεων που απαντώνται στη βιβλιογραφία, μέσω της τετραγωνικής παλινδρόμησης που προτείνουν στην εργασία τους οι (Treynor & Mazuy, 1966).

2.4.2.5 Δείκτης των Modigliani (M2)

Το 1997 οι Modigliani και Modigliani πρότειναν ένα εναλλακτικό μέτρο της αποδοτικότητας της διαχείρισης χαρτοφυλακίου (Modigliani & Modigliani, 1997). Ο

δείκτης αυτός μπορεί να γίνει ευκολότερα κατανοητός από το μέσο επενδυτή. Η διατύπωση του δείκτη είναι η ακόλουθη:

$$M2 = \frac{(r_{i,t} - r_{f,t})}{\sigma_{i,t}\sigma_{I,t}}$$

Όπου $r_{i,t}$ η απόδοση του χαρτοφυλακίου, $r_{f,t}$ η απόδοση δίχως κίνδυνο, $\sigma_{i,t}$ η τυπική απόκλιση της απόδοσης του χαρτοφυλακίου, $\sigma_{I,t}$ η τυπική απόκλιση του δείκτη αναφοράς (benchmark index).

Η ερμηνεία του δείκτη M2 για ένα αμοιβαίο κεφάλαιο με δεδομένο κίνδυνο και απόδοση είναι ουσιαστικά το ισοδύναμο απόδοσης που θα λάμβανε κάποιος αν επένδυε με το ίδιο επίπεδο κινδύνου στον δείκτη της αγοράς. Το χαρτοφυλάκιο με τον υψηλότερο δείκτη θα επιτυγχάνει τις υψηλότερες αποδόσεις για δεδομένο κίνδυνο. Το γεγονός ότι ο δείκτης εκφράζεται ως ποσοστό βοηθάει στην ευκολότερη κατανόησή του. Εναλλακτικά ο δείκτης μπορεί διατυπωθεί ως γραμμικός συνδυασμός του δείκτη Sharpe

$$M2 = r_{f,t} + \sigma_{I,t} \cdot SR_i$$

Αποδεικνύεται ότι αυτός ο δείκτης δεν περιλαμβάνει περισσότερη η διαφορετική πληροφορία από το δείκτη Sharpe, επομένως η κατάταξη αμοιβαίων κεφαλαίων με τους δύο δείκτες δε θα παρουσιάζει διαφοροποίηση.

2.4.2.6 Δείκτης Πληροφόρησης (Information Ratio / Appraisal Ratio)

Ο δείκτης Πληροφόρησης αναπτύχθηκε από το Sharpe, αποτελώντας μια διαφορετική εκδοχή, προσαρμοσμένη για τον κίνδυνο, του α του Jensen. Υπολογίζει την υπερβάλλουσα απόδοση από το δείκτη της αγοράς ανά μονάδα ενεργού κινδύνου. Ως ενεργός κίνδυνος (Tracking Error) εννοείται το μέρος της απόδοσης του χαρτοφυλακίου που δε μπορεί να ερμηνευθεί από το γραμμικό Μοντέλο Αποτίμησης Κεφαλαιακών Στοιχείων. Ο δείκτης Πληροφόρησης υπολογίζεται από τον ακόλουθο τύπο:

$$IR_i = \frac{a_i}{e_i}$$

Όπου a_i ο δείκτης του Jensen και e_i τα κατάλοιπα της παλινδρόμησης (ενεργός κίνδυνος). Η εκτίμηση των όρων γίνεται μέσω της παλινδρόμησης του Jensen:

$$(r_{i,t} - r_{f,t}) = a_i + b_i(r_{m,t} - r_{f,t}) + e_i$$

Ο δείκτης πληροφόρησης αποτελεί ένα γενικευμένο μέτρο αξιολόγησης της αποδοτικότητας της διαχείρισης ενός χαρτοφυλακίου σε σχέση με τον κλασικό

δείκτη Sharpe. Ο τελευταίος αποτελεί υποπερίπτωση του δείκτη Πληροφόρησης όταν ο δείκτης αναφοράς είναι ένα χρεόγραφο μηδενικού κινδύνου. Σε διαφορετική περίπτωση τα αποτελέσματα από την αξιολόγηση με τους δύο δείκτες είναι διαφορετικά. Όπως και ο δείκτης Sharpe είναι δύσκολο να ερμηνευθεί όταν το α του Jensen είναι αρνητικό.

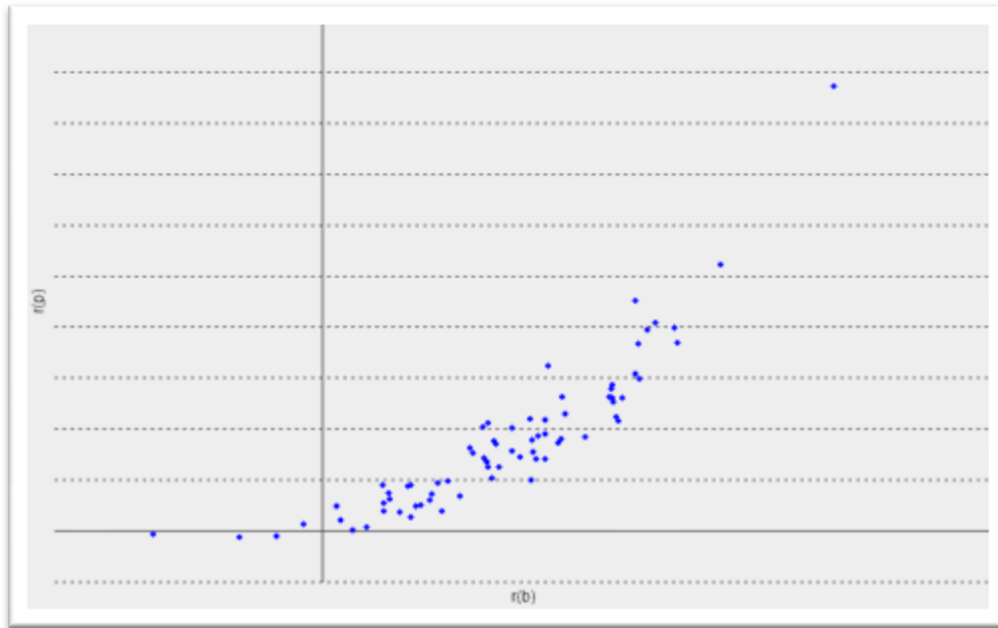
2.4.3 Μέτρα αξιολόγησης του συγχρονισμού με την αγορά (Market Timing Models)

Ο Fama (1972) κάνει διάκριση ανάμεσα σε δύο κατηγορίες προβλεπτικής ικανότητας των διαχειριστών. Την ικανότητα πρόβλεψης των κινήσεων μεμονωμένων χρεογράφων σε σχέση με τη συνολική πορεία της αγοράς και την ικανότητα πρόβλεψης σε μακρο επίπεδο, δηλαδή την ικανότητα να διαβλέπει τάσεις που επηρεάζουν την αγορά στο σύνολό της. Η ικανότητα αυτή προέρχεται από την κατοχή εσωτερικής πληροφόρησης για την πορεία χαρακτηριστικών μεγεθών της αγοράς, όπως για παράδειγμα τα επιτόκια.

Οι επενδυτές περιμένουν από τους επαγγελματίες της αγοράς να είναι σε θέση να επιλέγουν τα κατάλληλα χρεόγραφα στην κατάλληλη συγκυρία, ώστε να μεγιστοποιούν τις αποδόσεις του χαρτοφυλακίου τους, ενώ παράλληλα θα είναι σε θέση να πραγματοποιούν κατάλληλη διαφοροποίηση του κινδύνου που θα εμποδίσει την διακύβευση αυτών των αποδόσεων. Τα μοντέλα που αναλύονται παρακάτω αναπτύχθηκαν προκειμένου να απαντήσουν σε αυτή την ανάγκη για πληροφόρηση των επενδυτών και περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων το Μοντέλο Treynor – Mazuy, το Μοντέλο Henriksson – Merton, το Μοντέλο Bhattacharya – Pfleiderer, το Μοντέλο Grinblatt – Titman (1989), το Μοντέλο Connor – Korajczyk (1991).

2.4.3.1 Μοντέλο Treynor – Mazuy

Το μοντέλο των Treynor & Mazuy (1966) περιγράφει μέσω ανάλυσης τετραγωνικής παλινδρόμησης την ικανότητα του διαχειριστή να επιλέγει κατάλληλα έκθεση σε κίνδυνο, ανάλογα με τις τάσεις της αγοράς. Οι συγγραφείς απέδειξαν ότι η ικανότητα ενός διαχειριστή να προβλέπει τις κινήσεις της αγοράς συνοδεύεται από καμπύλη απεικόνιση των αποδόσεων του χαρτοφυλακίου, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 3.



Σχήμα 3 Διαχείριση με ικανότητα συγχρονισμού

Η παλινδρόμηση που χρησιμοποίησαν για να μοντελοποιήσουν την παραπάνω παρατήρηση είναι η ακόλουθη:

$$(r_{i,t} - r_{f,t}) = a_i + b_i(r_{m,t} - r_{f,t}) + g_i(r_{m,t} - r_{f,t}) + e_i$$

Όπου a_i είναι η ικανότητα των διαχειριστών για επιλεκτικότητα σε αντιστοιχία με το δείκτη α του Jensen, b_i είναι ο συστηματικός κίνδυνος αν ληφθεί υπόψη η ύπαρξη συγχρονισμού από πλευράς διαχείρισης, g_i ο συντελεστής που μετράει την ικανότητα έγκαιρης τοποθέτησης και συγχρονισμού και e_i τα κατάλοιπα της παλινδρόμησης, δηλαδή τα ποσοστά απόδοσης που δε μπορούν να εξηγηθούν από το μοντέλο.

Όπως στις ερμηνείες που είχαν δοθεί στα προηγούμενα μοντέλα που ενσωμάτωναν ανάλυση παλινδρόμησης και στο μοντέλο των Treynor & Mazuy η ικανότητα των διαχειριστών να συγχρονίζονται με την αγορά προσδιορίζεται από στατιστικά σημαντικούς και με υψηλές τιμές συντελεστές g . Αρνητικές τιμές ή τιμές κοντά στο μηδέν συνεπάγονται ότι η διαχείριση δε διαθέτει τέτοιες ικανότητες.

2.4.3.2 Το Μοντέλο των Henriksson – Merton

Το μοντέλο που αναπτύχθηκε από τους Henriksson & Merton (1981) υποθέτει ότι οι τιμές του συστηματικού κινδύνου εξαρτώνται από την πορεία της αγοράς. Λαμβάνουν τις τιμές 0 όταν η αγορά είναι καθοδική και β όταν η αγορά είναι ανοδική.

Η μεταβολή της σύνθεσης του χαρτοφυλακίου πραγματοποιείται με αλλαγή του μείγματος χρεογράφων με αυξημένο συντελεστή β και χρεογράφων χωρίς κίνδυνο. Όταν υπάρχει πρόβλεψη για άνοδο της αγοράς ο διαχειριστής φροντίζει να αυξήσει τη συμμετοχή μετοχών με υψηλό συντελεστή β στο χαρτοφυλάκιο, ενώ όταν προβλέπεται πτωτική τάση της αγοράς ο διαχειριστής μειώνει τη συμμετοχή τέτοιων χρεογράφων προς όφελος εκείνων χωρίς κίνδυνο.

Ο έλεγχος της ικανότητας συγχρονισμού πραγματοποιείται με την εκτίμηση της ακόλουθης παλινδρόμησης:

$$R_{i,t} = a_i + b_{i,d}R_{m,t} + b_{i,o}R_{m,t}D_{u,t} + e_i$$

Όπου $R_{i,t}$ είναι το πριμ κινδύνου του χαρτοφυλακίου, δηλαδή η απόδοση του χαρτοφυλακίου $r_{i,t}$ μείον την απόδοση χωρίς κίνδυνο $r_{f,t}$, $R_{m,t}$ η διαφορά της απόδοσης του δείκτη της αγοράς από το επιτόκιο χωρίς κίνδυνο, a_i ο όρος που περιγράφει την επιλεκτικότητα του διαχειριστή, $D_{u,t}$ μια ψευδό-μεταβλητή η οποία παίρνει την τιμή 1 όταν η αγορά είναι ανοδική και 0 όταν η αγορά είναι καθοδική, $b_{i,d}$ ο συντελεστής β του χαρτοφυλακίου όταν η αγορά είναι ανοδική και $b_{i,o}$ ο συντελεστής β όταν η αγορά είναι καθοδική, e_i τα κατάλοιπα της παλινδρόμησης.

Οι επιθυμητές τιμές των συντελεστών β είναι θετικές έχοντας εξασφαλιστεί η στατιστική τους σημαντικότητα. Αναμένεται ότι από αυτή την παλινδρόμησης ο όρος A που περιγράφεται και στην παλινδρόμηση του Jensen θα διαφέρει και το μοντέλο των Henriksson – Merton λόγω της προσθήκης του όρου για το συγχρονισμό.

2.4.3.3 Το Μοντέλο των Bhattacharya – Pfleiderer

Το μοντέλο των Bhattacharya – Pfleiderer (1983) αποτελεί προέκταση του μοντέλου των Treynor και Mazuy. Δεν εξετάζεται μόνο η κατοχή εσωτερικής πληροφόρησης από πλευράς διαχειριστή, αλλά και η ικανότητά του να την εκμεταλλεύεται σωστά και άμεσα (aggressiveness). Για τον υπολογισμό του μοντέλου χρησιμοποιείται η ακόλουθη παλινδρόμηση:

$$R_{i,t} = a_i + b_i R_{m,t} + g_i R_{m,t}^2 + e_{m,t}$$

Η σχέση είναι παρόμοια με αυτή των Treynor – Mazuy αλλά διαφοροποιείται η ερμηνεία των όρων. Η επιλεκτικότητα προσδιορίζεται πάλι από τον όρο a_i , αλλά η ικανότητα συγχρονισμού προκύπτει από την ανάλυση του διαταρακτικού όρου (disturbance term) της παλινδρόμησης $e_{m,t}$, μέσω μιας νέας παλινδρόμησης ανάμεσα στο τετράγωνο του διαταρακτικού όρου $e_{m,t}^2$ και το τετράγωνο της υπερβάλλουσας απόδοσης της αγοράς $R_{m,t}^2$.

Ο συντελεστής g_i μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση της ποιότητας της πληροφορίας που διαθέτει ο διαχειριστής. Το πρόσημο του δείκτη καθορίζει αν η ικανότητα του διαχειριστή να εκμεταλλεύεται τέτοια πληροφορία είναι υπαρκτή ($g_i > 0$) ή όχι ($g_i \leq 0$).

2.4.3.4 Άλλες Προσεγγίσεις

Το μοντέλο των Grinblaat και Titman (Grinblatt & Titman, 1989) ακολουθεί διαφορετική προσέγγιση για τον προσδιορισμό του συγχρονισμού από όσα παρουσιάστηκαν ως τώρα. Το μοντέλο τους ονομάζεται Μέσο Σταθμικό Μέσο στο Χρόνο (Positive Period Weighting Measure) του οποίου όσα περιγράφηκαν παραπάνω αποτελούν υποπεριπτώσεις. Προσδιορίζεται ένα σύνολο προϋποθέσεων τις οποίες καλείται να υπηρετήσει η ορθή και αποτελεσματική διαχείριση.

Το μοντέλο των Connor και Korajczyk (Connor & Korajczyk, 1991) είναι μια βελτίωση του μοντέλου των Henriksson και Merton. Τα μέχρι τώρα μοντέλα δεν μπορούσαν να διακρίνουν σε όλες τις περιπτώσεις την αποτελεσματική διαχείριση από την παρουσία ασυμμετρίας (co-skewness) μεταξύ των αποδόσεων του χαρτοφυλακίου/αμοιβαίου κεφαλαίου και του δείκτη αναφοράς. Το προτεινόμενο μοντέλο κάνοντας χρήση της παλινδρόμησης των Henriksson και Merton καταφέρνει να το πραγματοποιήσει, αλλά παύει πλέον να μετράται ξεχωριστά η επιλεκτικότητα και ο συγχρονισμός. Τα δύο μεγέθη αντικαθίστανται από το δείκτη των Connor και Korajczyk.

Περισσότερα πάνω στα μέτρα αξιολόγησης της αποτελεσματικότητας της διαχείρισης (επιλεκτικότητα και συγχρονισμός) μπορούν να βρεθούν στην εργασία της Πενταράκη (2003).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο Θεωρητικό Υπόβαθρο

3.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο θα παρουσιαστούν αναλυτικά οι μεθοδολογίες που αξιοποιήθηκαν στην δημιουργία του προτεινόμενου πλαισίου αξιολόγησης και επιλογής Αμοιβαίων Κεφαλαίων, ενώ θα ακολουθήσει η περιγραφή της ενσωμάτωσής τους σε ένα ενιαίο ολοκληρωμένο λειτουργικό πλαίσιο στο κεφάλαιο που θα ακολουθήσει.

Η προτεινόμενη μεθοδολογία μπορεί να αναλυθεί σε δύο βασικά στάδια:

- Ανάλυση του συνόλου των δεδομένων των Α/Κ και ταξινόμησή τους σε κατηγορίες σύμφωνα με τις επιδόσεις τους.
- Αναζήτηση συσχετίσεων μεταξύ των ταξινομήσεων των αποφασιζόντων και εφαρμογή του αλγόριθμου για Collaborative Filtering (CF) στα Α/Κ τα οποία συγκέντρωσαν τις υψηλότερες επιδόσεις σύμφωνα με το προηγούμενο στάδιο.

Στο πρώτο στάδιο, αφού παρουσιαστεί η φύση του προβλήματος ταξινόμησης και η πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων, εξηγείται η επιλογή της μεθοδολογίας UTADIS για την ταξινόμηση των εναλλακτικών του δείγματος και εξηγείται το πλαίσιο λειτουργίας της, δηλαδή η μοντελοποίηση του προβλήματος, η μορφή των αναπτυσσόμενων υποδειγμάτων ταξινόμησης καθώς και η διαδικασία ανάπτυξής τους. Επιγραμματικά αναφέρεται ότι η εφαρμογή του δεύτερου σταδίου της ανάλυσης, όπως περιγράφεται παρακάτω κατέστη δυνατή χάρη στην κατασκευή ικανού αριθμού εναλλακτικών ταξινομήσεων, οι οποίες προσομοιώνουν διαφορετικές επενδυτικές συμπεριφορές. Η περιγραφή της διαδικασίας ανάπτυξης των εναλλακτικών ταξινομήσεων γίνεται στο επόμενο κεφάλαιο.

Δεν κρίθηκε απαραίτητη η διενέργεια παραγοντικής ανάλυσης ή ανάλυσης σε κύριες συνιστώσες, ούτε άλλων τεχνικών ελάττωσης των διαστάσεων του προβλήματος ταξινόμησης, καθώς αυτό θα περιόριζε τη διαθέσιμη πληροφορία για το δεύτερο στάδιο της ανάλυσης. Συνειδητά επιλέγεται η διατήρηση του συνόλου των κριτηρίων που περιγράφουν τις επιδόσεις των Α/Κ, σε αντιδιαστολή με προηγούμενες έρευνες στο χώρο (Pendaraki et al., 2005), καθώς η εφαρμογή της παραγοντικής ανάλυσης γίνεται υπό την εποπτεία του αποφασίζοντα, γεγονός που λόγω της προσέγγισης που ακολουθήθηκε, της προσομοίωσης της επενδυτικής συμπεριφοράς, δε θα ήταν δυνατόν.

Αφού έχει γίνει η επιλογή των εναλλακτικών που θα συνεχίσουν για την τελική επιλογή εκείνων που θα συμμετέχουν στο τελικό χαρτοφυλάκιο πραγματοποιείται το

τμήμα εκείνο που αποτελεί και τον πυρήνα της προτεινόμενης μεθοδολογίας, και συγκεκριμένα ο αλγόριθμος CF.

Στις παραγράφους που ακολουθούν γίνεται αναλυτική περιγραφή των εξελίξεων που έχουν πραγματοποιηθεί τα τελευταία χρόνια στο χώρο των συστημάτων συστάσεων. Παρουσιάζεται το θεωρητικό υπόβαθρο στο οποίο στηρίζεται η αξιοποίηση αυτών των συστημάτων και γίνεται απόπειρα να εξηγηθεί η ευρεία αποδοχή τους, ειδικά στο χώρο του ηλεκτρονικού εμπορίου. Ακολουθεί η περιγραφή του αλγοριθμικού πλαισίου για τη διενέργεια CF και το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με τις σύγχρονες κατευθύνσεις πάνω στις οποίες πραγματοποιείται η εξέλιξη αυτών των συστημάτων, καθώς και με τον τρόπο που το προτεινόμενο πλαίσιο συμβάλλει σε αυτήν.

3.2 Το πρόβλημα της ταξινόμησης

Η επιστήμη που ασχολείται με την υποστήριξη της διαδικασίας λήψης αποφάσεων έχει γνωρίσει μεγάλη ανάπτυξη στα χρόνια που ακολούθησαν το 2^ο μισό του 20^{ου} αιώνα. Η αξιοσημείωτη ανάπτυξη έχει καταστήσει αναγκαία την διάκριση των προβλημάτων τα οποία καλείται κάθε φορά να επιλύσει ο αποφασίζων. Η διάκριση αυτή, ανάλογα με την οπτική από την οποία πραγματοποιείται οδηγεί και σε διαφορετικά αποτελέσματα.

Πριν γίνει αναφορά στο πρόβλημα της ταξινόμησης είναι απαραίτητο να διακριθούν τα προβλήματα λήψης αποφάσεων σε συνεχή και διακριτά. Με τον όρο συνεχή προβλήματα αναφερόμαστε σε εκείνα των οποίων ο αριθμός των εναλλακτικών δεν είναι πεπερασμένος, αλλά οριοθετείται από ένα χώρο τον οποίο διαμορφώνουν οι περιορισμοί του προβλήματος. Σε αυτά τα προβλήματα η λύση προκύπτει με αναλυτική διερεύνηση του χώρου των εφικτών λύσεων. Αντίθετα τα διακριτά προβλήματα έχουν σαφώς προσδιορισμένο αριθμό εναλλακτικών λύσεων. Το πρόβλημα της ταξινόμησης ανήκει στην κατηγορία των διακριτών προβλημάτων.

Σύμφωνα με τον Roy (1985) τα διακριτά προβλήματα, ανάλογα με το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα ανήκουν στις ακόλουθες προβληματικές:

- Προβληματική α (επιλογή), στην οποία η ανάλυση στοχεύει να εντοπίσει τη βέλτιστη ή τις βέλτιστες λύσεις από το σύνολο των εναλλακτικών.
- Προβληματική β (ταξινόμηση), στην οποία ο στόχος της ανάλυσης είναι η τοποθέτηση των εναλλακτικών σε κατηγορίες, σύμφωνα με τα επιμέρους χαρακτηριστικά τους.
- Προβληματική γ (κατάταξη), όπου επιδιώκεται η κατάταξη των εναλλακτικών από τις καλύτερες στις χειρότερες

- Προβληματική δ (περιγραφή), όπου στόχο αποτελεί η περιγραφή των εναλλακτικών σύμφωνα με τα επιμέρους χαρακτηριστικά τους, όπως αυτά προσδιορίζονται από τις επιδόσεις τους στα κριτήρια αξιολόγησης.

Σε ότι αφορά τα συστήματα συστάσεων τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την εφαρμογή τεχνικών ταξινόμησης παρουσιάζουν μεγαλύτερη ευστάθεια έναντι των αποτελεσμάτων από την εφαρμογή τεχνικών επιλογής ή κατάταξης. Η διαφοροποίηση έγκειται στο γεγονός ότι τόσο η επιλογή εναλλακτικής, όσο και η κατάταξη βασίζονται στην πραγματοποίηση συγκρίσεων μεταξύ των εναλλακτικών με αποτέλεσμα τα συναγόμενα συμπεράσματα να ενσωματώνουν αυτή τη σχετικότητα. Στην περίπτωση που αλλάζει το σύνολο δεδομένων, αλλάζει και η λύση του προβλήματος. Αντίθετα η ταξινόμηση που στηρίζεται στην τοποθέτηση εναλλακτικών σε σαφώς προσδιορισμένες κατηγορίες παρουσιάζει μεγαλύτερη ευστάθεια στη βέλτιστη λύση.

Ο ορισμός που ακολουθεί δόθηκε από τον Mirkin (1996):

«Ταξινόμηση είναι η ρεαλιστική ή ιδεατή τοποθέτηση μαζί παρόμοιων αντικειμένων, και ο διαχωρισμός των αντικειμένων που διαφέρουν, με σκοπό:

- Τη διαμόρφωση και διατήρηση της γνώσης,
- Την ανάλυση της δομής του φαινομένου που εξετάζεται,
- Τη συσχέτιση των διαφόρων πλευρών του εξεταζόμενου φαινομένου.»

Διεθνώς παρατηρείται η υιοθέτηση όρων όπως discrimination, classification, sorting. Ενώ όλοι οι όροι στη βάση τους αναφέρονται στην ταξινόμηση εντούτοις παρατηρείται μια ουσιαστική διαφορά. Με τους όρους discrimination και classification εννοούμε τη διαδικασία ταξινόμησης των εναλλακτικών σε ονομαστικές ομάδες (nominal categories). Μεταξύ των ομάδων δεν υπάρχει σχέση προτίμησης. Αντίθετα για τα προβλήματα που εμπίπτουν στον ορισμό του sorting υπάρχει σαφής σχέση προτίμησης των κατηγοριών στις οποίες εντάσσονται οι εναλλακτικές.

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να γίνει άλλη μια διάκριση που αφορά τις μορφές ταξινόμησης. Η διάκριση αφορά την ταξινόμηση υπό επίβλεψη και χωρίς επίβλεψη. Στην ταξινόμηση υπό επίβλεψη (supervised classification) ένα σύνολο από προ-ομαδοποιημένα στοιχεία είναι διαθέσιμο, και επιδιώκεται η ένταξη ενός νέου στοιχείου σε κάποια από τις υπάρχουσες ομάδες. Τα προ-ομαδοποιημένα στοιχεία είναι εκείνα τα οποία αξιοποιούνται για να περιγραφούν οι διαφορετικές ομάδες – κλάσεις στις οποίες θα ενταχθούν τα στοιχεία. Αντίθετα στην ταξινόμηση χωρίς επίβλεψη (unsupervised classification) το πρόβλημα έγκειται στην ομαδοποίηση σε λογικές κλάσεις των εναλλακτικών, χωρίς προηγούμενη γνώση των ομάδων. Η κατηγοριοποίηση αποκαλείται οδηγούμενη από τα δεδομένα (data driven) και παράγεται μόνο από αυτά. Η ομαδοποίηση (clustering) είναι μια διαδικασία που

εντάσσεται γενικότερα στην ταξινόμηση χωρίς επίβλεψη (unsupervised classification) και δε θα πρέπει να συγχέεται με τις διαδικασίες ταξινόμησης που περιγράφηκαν παραπάνω και ανήκουν στην ταξινόμηση υπό επίβλεψη (supervised classification).

Η παρούσα εργασία αντιμετωπίζει ένα πρόβλημα μονότονης ταξινόμησης (sorting) μεθοδολογία η οποία ανήκει στην ταξινόμηση υπό επίβλεψη (supervised classification).

3.3 Πολυκριτήρια Ανάλυση Αποφάσεων

Η πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων αποτελεί κλάδο της επιχειρησιακής έρευνας με ραγδαία ανάπτυξη τα τελευταία 40 χρόνια, τόσο σε θεωρητικό όσο και σε πρακτικό επίπεδο. Γεννήθηκε από τη διαπίστωση ότι η μονοκριτήρια ανάλυση της διαδικασία λήψης αποφάσεων λειτουργεί περιοριστικά και εν πάση περιπτώσει διαφέρει από την πραγματικότητα. Αυτό που επιχειρεί να κάνει η πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων είναι να αποτυπώσει το σύστημα αξιών και τις προτιμήσεις γενικότερα του αποφασίζοντα, σε ένα μαθηματικό μοντέλο και στη συνέχεια αξιοποιώντας το να υποστηρίξει τη λήψη της απόφασης. Η διαφοροποίηση της πολυκριτήριας ανάλυσης από άλλες τεχνικές του χώρου, όπως για παράδειγμα η πολυδιάστατη στατιστική είναι ο βαθμός συμμετοχής του αποφασίζοντα. Στόχος δεν είναι η κατασκευή ενός μοντέλου που θα οδηγεί σε βέλτιστες αποφάσεις, αλλά αντίθετα η αποτύπωση του τρόπου σκέψης του αποφασίζοντα σε ένα μοντέλο το οποίο θα είναι σε θέση να αναγνωρίσει αποδεκτές λύσεις. Εκείνος που πρώτος παρουσίασε τα στάδια που ακολουθεί η εφαρμογή των μεθοδολογιών του χώρου ήταν ο Roy (1985), ο οποίος μάλιστα με τη συνολικότερη συμβολή του στο χώρο θεωρείται ο πατέρας της Ευρωπαϊκής σχολής πολυκριτήριας ανάλυσης. Το πλαίσιο αυτό απεικονίζεται στο Σχήμα 4.

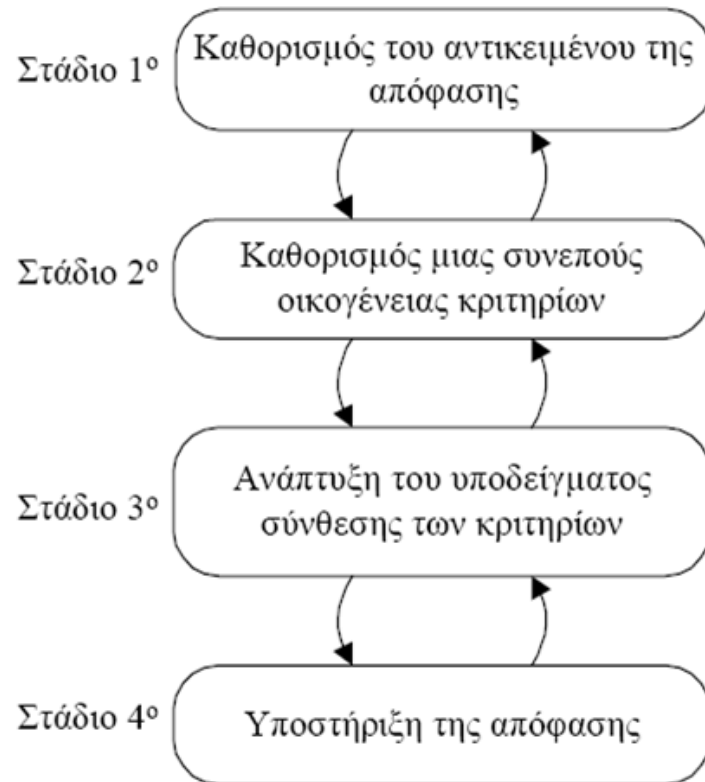
Στο πρώτο στάδιο προσδιορίζεται το σύνολο των εφικτών λύσεων, αν πρόκειται για διακριτό πρόβλημα ή η εφικτή περιοχή όταν πρόκειται για συνεχές πρόβλημα, και παράλληλα γίνεται ο καθορισμός της προβληματικής, δηλαδή η φύση του προβλήματος, όπως περιγράφηκε αναλυτικότερα παραπάνω.

Στο δεύτερο στάδιο καθορίζεται η συνεπής οικογένεια κριτηρίων σύμφωνα με ένα σύνολο τριών κανόνων. Στην πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων κάθε εναλλακτική αντιμετωπίζεται ως ένα σύνολο χαρακτηριστικών χάρη στα οποία γίνεται εφικτή η σύγκριση των εναλλακτικών μεταξύ τους. Τα κριτήρια καθορίζουν την προτιμησιακή συμπεριφορά ακολουθώντας τις σχέσεις:

$$g(x) > g(y) \Leftrightarrow x \text{ προτιμάται } y$$

$$g(x) = g(y) \Leftrightarrow x \text{ αδιάφορη } y$$

Το γεγονός αυτό διαφοροποιεί την έννοια του κριτηρίου από την έννοια του χαρακτηριστικού (attribute), στη βάση ότι στο δεύτερο δεν ισχύουν οι παραπάνω σχέσεις. Προκειμένου να προσδιοριστεί αν τα κριτήρια πληρούν τις προϋποθέσεις για να θεωρηθεί ότι αποτελούν συνεπή οικογένεια κριτηρίων, εξετάζεται αν διαθέτουν τις ακόλουθες ιδιότητες:



Σχήμα 4 Λήψη αποφάσεων στην Πολυκριτήρια Ανάλυση (Roy, 1968)

Μονοτονία (monotonicity), αν για κάθε συνδυασμό εναλλακτικών για τις οποίες υπάρχει $g_l \in \mathbf{g}$, έτσι ώστε $g_i(x) = g_i(y)$ για κάθε $g_i \neq g_l$ και $g_l(x) > g_l(y)$, τότε αληθεύει το συμπέρασμα ότι η x προτιμάται της y .

Επάρκεια (exhaustivity), αν και μόνο εάν για κάθε συνδυασμό εναλλακτικών για τις οποίες $g_i(x) = g_i(y)$ για κάθε $g_i \in \mathbf{g}$, τότε ισχύει ότι η x είναι ισοδύναμη της y .

Μη πλεονασμός (non redundancy), αν η διαγραφή ενός κριτηρίου μεταβάλει κάποια από τις δύο παραπάνω ιδιότητες, τότε θεωρούμε ότι το σύνολο των κριτηρίων δεν είναι πλεονασματικό.

Ακολουθώς στο τρίτο στάδιο κατασκευάζεται το υπόδειγμα ολικής προτίμησης, το οποίο προκύπτει από τον κατάλληλο συνδυασμό των επιμέρους κριτηρίων που συμμετέχουν στην ανάλυση. Αφού προσδιοριστούν οι σχέσεις σημαντικότητας μεταξύ των κριτηρίων, οι εναλλακτικές του συνόλου A αξιολογούνται σύμφωνα με το μοντέλο που προέκυψε, ακολουθώντας την αρχικώς προσδιορισμένη προβληματική.

Στο τέταρτο στάδιο υποστηρίζεται το μοντέλο που προέκυψε νωρίτερα και η απόφαση στην οποία κατευθύνει τον αποφασίζοντα. Μετά από αλληλεπίδραση με το σύστημα ο αποφασίζων είναι σε θέση να απαντήσει γιατί οδηγείται στη συγκεκριμένη απόφαση και ενδεχομένως υπάρχει και ανατροφοδότηση του μοντέλου.

3.3.1 Κύρια Θεωρητικά Ρεύματα

Η ανάπτυξη που γνώρισε ο κλάδος της πολυκριτήριας ανάλυσης αποφάσεων, οδήγησε στην εμφάνιση πληθώρας διαφορετικών μεθοδολογικών προσεγγίσεων που εμπίπτουν σε αυτό το χώρο, γεγονός που με τη σειρά του έκανε την ανάγκη κατηγοριοποίησής τους επιτακτική. Ο Roy (1985) πρότεινε την ακόλουθη κατηγοριοποίηση λαμβάνοντας υπόψη τη μορφή των υποδειγμάτων που προκύπτουν:

- Προσεγγίσεις μοναδικής σύνθεσης των κριτηρίων αγνοώντας κάθε ασυγκρισιμότητα μεταξύ των εναλλακτικών δραστηριοτήτων (unique synthesis criterion)
- Προσεγγίσεις βασιζόμενες στις σχέσεις υπεροχής, στις οποίες λαμβάνεται υπόψη το ενδεχόμενο ασυγκρισιμότητας (outranking synthesis approach)
- Αλληλεπιδραστικές προσεγγίσεις (interactive local judgment approach)

Ακολούθησε η κατηγοριοποίηση από τους Pardalos et al (1995), οι οποίοι εκτός των άλλων έλαβαν υπόψη τον τρόπο με τον οποίο προκύπτει το αναπτυσσόμενο υπόδειγμα.

- Πολυκριτήριος μαθηματικός προγραμματισμός (multiobjective mathematical programming)
- Πολυκριτήρια θεωρία χρησιμότητας (multiattribute utility theory).
- Θεωρία των σχέσεων υπεροχής (outranking relations).
- Αναλυτική - Συνθετική προσέγγιση (preference disaggregation approach).

Ο Πολυκριτήριος μαθηματικός προγραμματισμός (Charnes & Cooper, 1961) αποτελεί μια γενίκευση του μαθηματικού προγραμματισμού. Η διαφοροποίηση του έγκειται στο γεγονός ότι πραγματοποιεί βελτιστοποίηση παραπάνω από μίας αντικειμενικών συναρτήσεων. Σαν αποτέλεσμα η έννοια της βέλτιστης λύσης, με το περιεχόμενο που αυτή λαμβάνει στον μονοστοχικό μαθηματικό προγραμματισμό παύει να υφίσταται. Ο πολυκριτήριος μαθηματικός προγραμματισμός στοχεύει στον εντοπισμό αποτελεσματικών λύσεων, δηλαδή λύσεων οι οποίες δεν κυριαρχούνται από καμία άλλη από το σύνολο των εφικτών λύσεων (Pareto optimal). Ο πολυκριτήριος γραμμικός προγραμματισμός, λόγω της μορφής που λαμβάνει ο

χώρος των εφικτών λύσεων και προκειμένου να είναι δυνατός ο εντοπισμός όλων των αποτελεσματικών λύσεων, αντιμετωπίζεται διαφορετικά στη διαδικασία επίλυσης. Οι μέθοδοι που συναντώνται στη διεθνή βιβλιογραφία λειτουργούν αλληλεπιδραστικά και επαναληπτικά, ώστε να είναι δυνατή η ανάλυση του συνόλου του χώρου των αποτελεσματικών λύσεων. Στη βάση αυτών των τεχνικών επίλυσης έχουν δημιουργηθεί παραλλαγές του πολυκριτηρίου μαθηματικού προγραμματισμού που στοχεύουν στην απλούστευση της διαδικασίας επίλυσης. Τέτοιες μέθοδοι είναι:

- Η διαδικασία των αποτελεσματικών λύσεων (efficient solutions procedure)
- Ο προγραμματισμός στόχων (goal programming)
- Ο συμβιβαστικός προγραμματισμός (compromise programming)

Τόσο ο συμβιβαστικός προγραμματισμός (Zeleny, 1974) όσο και ο προγραμματισμός στόχων (Charnes & Cooper, 1961) αποσκοπούν στην ενσωμάτωση των αντικειμενικών συναρτήσεων στην περιοχή των περιορισμών. Με τον τρόπο αυτό καταφέρνουν σε πρώτο στάδιο να εντοπίζουν τις Pareto βέλτιστες λύσεις, δηλαδή εκείνες που δεν κυριαρχούνται από καμία άλλη λύση του εφικτού συνόλου. Σε δεύτερο στάδιο ελαχιστοποιούν ένα μέγεθος που υπολογίζει απόσταση αυτών των λύσεων από κάποιο βέλτιστο που έχει προσδιοριστεί από τον αποφασίζοντα για κάθε μια από τις αντικειμενικές συναρτήσεις. Ο τρόπος αυτός απλοποιεί την επίλυση του αρχικού προβλήματος και αυτό αποτελεί έναν από τους λόγους που έχει γνωρίσει τόσο ευρεία αποδοχή από την ερευνητική κοινότητα (Zeleny, 1982, Spronk, 1981, Hwang et al., 1979).

Η πολυκριτήρια θεωρία χρησιμότητας είναι εκείνη στις βασικές αρχές της οποίας στηρίζεται μεγάλο μέρος της πολυκριτηρίας ανάλυσης αποφάσεων. Αποτελεί γενίκευση της κλασικής θεωρίας χρησιμότητας και αποσκοπεί στον προσδιορισμό μιας συνάρτησης χρησιμότητας η οποία θα αναπαριστά τις προτιμήσεις του αποφασίζοντα. Η αξιολόγηση κάθε εναλλακτικής προκύπτει από το άθροισμα των επιμέρους χρησιμοτήτων που επιτυγχάνει η εναλλακτική σε κάθε κριτήριο αξιολόγησης. Οι συναρτήσεις χρησιμότητας είναι μη γραμμικές και αύξουσες και τοποθετούνται στην κλίμακα του κριτηρίου το οποίο περιγράφουν.

Προκειμένου να εξαχθούν οι συναρτήσεις χρησιμότητας απαιτείται η αλληλεπίδραση ενός έμπειρου αναλυτή με τον αποφασίζοντα. Ο πρώτος προσπαθεί να εκμαιεύσει πληροφορία για το σύστημα αξιών του αποφασίζοντα. Παράλληλα προσδιορίζεται τόσο η μορφή των συναρτήσεων χρησιμότητας, όσο και τα επίπεδα σημαντικότητας των κριτηρίων που συμμετέχουν στην ανάλυση. Η συγκέντρωση και απεικόνιση αυτής της πληροφορίας στη συνέχεια οδηγεί στην κατασκευή των συναρτήσεων χρησιμότητάς. Μια από τις τεχνικές που εφαρμόζεται για την απόκτηση της πληροφορίας αναφορικά με το σύστημα αξιών του αποφασίζοντα είναι αυτή του σημείου μέσης αξίας που περιγράφουν οι Kenny & Raiffa (1993).

Θεμελιωτής της θεωρίας των σχέσεων υπεροχής θεωρείται ο Roy με την παρουσίαση της οικογένειας μεθοδολογιών ELECTRE (Roy, 1968). Η λειτουργία αυτών των μεθοδολογιών στηρίζεται επιγραμματικά σε δύο στάδια. Αρχικά κατασκευάζεται η σχέση υπεροχής, η οποία σε δεύτερο στάδιο θα αξιοποιηθεί για την επίλυση του προβλήματος όπως αυτό τέθηκε κατά τη μοντελοποίηση (επιλογή, κατάταξη, ταξινόμηση). Προκειμένου να γίνει εφικτή η διαμόρφωση της σχέσης υπεροχής απαιτείται από τον αποφασίζοντα να ορίσει τη σχετική βαρύτητα των κριτηρίων, τα κατώφλια προτίμησης, αδιαφορίας και βέτο. Η αξιοποίηση των παραπάνω πληροφοριών θα γίνει με σκοπό να προσδιοριστεί αν υπάρχουν αρκετές ενδείξεις που να στηρίζουν την πρόταση ότι η εξεταζόμενη εναλλακτική υπερέχει σημαντικά από κάποια άλλη, ενώ ταυτόχρονα δεν υπάρχουν σοβαρές ενδείξεις που να υποστηρίζουν το αντίθετο.

Από την παραπάνω πρόταση γίνονται αντιληπτά δύο βασικά χαρακτηριστικά των μεθοδολογιών που εφαρμόζουν τις σχέσεις υπεροχής. Σε πρώτο επίπεδο παρατηρείται ότι πραγματοποιούνται διμερείς, επομένως σχετικές, συγκρίσεις μεταξύ των εναλλακτικών. Η σχετικότητα που ενέχουν αυτές οι μεθοδολογίες καθιστά δύσκολη την αξιοποίησή τους για αντιμετώπιση προβλημάτων ταξινόμησης, εντούτοις στη βιβλιογραφία απαντώνται τεχνικές που αντιμετωπίζουν τον παραπάνω περιορισμό. Σε δεύτερο επίπεδο παρατηρείται ότι οι σχέσεις υπεροχής εκμεταλλεύονται μια παραπάνω σχέση συγκρινόμενες με τις υπόλοιπες μεθοδολογίες της πολυκριτήριας ανάλυσης, οι οποίες χρησιμοποιούν αποκλειστική τη σχέση αδιαφορίας και προτίμησης. Ως τρίτη σχέση θεωρείται η σχέση ασυγκρισιμότητας μεταξύ των εναλλακτικών, η οποία θεμελιώνεται θεωρητικά στη βάση της ύπαρξης εναλλακτικών μεταξύ των οποίων υπάρχουν τέτοιες διαφορές που η σύγκριση μεταξύ τους είναι αδύνατη.

Η αναλυτική συνθετική προσέγγιση διαφέρει στην πορεία που ακολουθεί για την αποτύπωση της συνάρτησης αξιών και των προτιμήσεων του αποφασίζοντα από την θεωρία χρησιμότητας και την θεωρία των σχέσεων υπεροχής. Τα δύο τελευταία ρεύματα κάνουν χρήση ενός προκαθορισμένου μαθηματικού μοντέλου (συνάρτηση χρησιμότητας, σχέσεις υπεροχής) για να αποτυπώσουν τη γνώση. Η αναλυτική συνθετική προσέγγιση στηριζόμενη στο γεγονός ότι ο αποφασίζων έχει συνειδητά ή ασυνείδητα ένα σύστημα αξιών το οποίο αποτυπώνεται στις αποφάσεις του, ακολουθεί ανάστροφη διαδικασία από τη θεωρία της χρησιμότητας και των σχέσεων υπεροχής. Κατασκευάζεται ένα γενικό μεθοδολογικό πλαίσιο, το οποίο κάθε φορά προσαρμόζεται προκειμένου να αναπτυχθεί το υπόδειγμα που προσεγγίζει στο μέγιστο δυνατό βαθμό το σύστημα αξιών και προτιμήσεων του αποφασίζοντα.

Η αδυναμία που επεδείκνυαν οι αποφασίζοντες να αποσαφηνίσουν τις ληφθείσες αποφάσεις τους σε συνδυασμό με την έλλειψη χρόνου στα υψηλότερα διοικητικά κλιμάκια, οδήγησε τους ερευνητές της επιχειρησιακής έρευνας να αναζητήσουν

τεχνικές που αντιμετώπιζαν αυτούς τους περιορισμούς. Η αναλυτική συνθετική προσέγγιση γεννήθηκε από αυτή την ανάγκη. Αντικαταστάθηκε η αλληλεπίδραση του αποφασίζοντα με τον έμπειρο αναλυτή από τεχνικές, οι οποίες σαν είσοδο λαμβάνουν τα κριτήρια αξιολόγησης και τις ειλημμένες αποφάσεις και μέσω παλινδρόμησης αναζητούν τις παραμέτρους της συνάρτησης χρησιμότητας, οι οποίες ελαχιστοποιούν τις αποκλίσεις ανάμεσα στις προβλεπόμενες από το μοντέλο αξιολογήσεις και τις αξιολογήσεις που έχει πραγματοποιήσει ο αποφασίζων.

Αν και η προσπάθεια ανάπτυξης τέτοιων τεχνικών ξεκίνησε ήδη από το 1950 με την παρουσίαση διαδικασιών γραμμικής παλινδρόμησης με χρήση υποδειγμάτων προγραμματισμού στόχων (Karst, 1958, Kelley, 1958), εντούτοις ήταν μόλις τη δεκαετία του 1980 που τέθηκαν οι σύγχρονες βάσεις της σύγχρονης αναλυτικής συνθετικής προσέγγισης από τους (Jacquet-Lagrèze & Siskos, 1982) με την παρουσίαση της μεθοδολογίας UTA. Δανειζόμενοι στοιχεία από την πολυκριτήρια θεωρία χρησιμότητας κατάφεραν να αντιμετωπίσουν την μέχρι πρότινος αδυναμία ενσωμάτωσης ποιοτικών κριτηρίων στην ανάλυση και την αναπαράσταση μη γραμμικών συναρτήσεων χρησιμότητας. Το πέτυχαν αυτό με την ενσωμάτωση μιας προσθετικής συνάρτησης χρησιμότητας η οποία προκύπτει από τεχνικές μονότονης παλινδρόμησης.

Ήδη από το 1970 έχουν παρουσιαστεί εργασίες που πραγματεύονται το πρόβλημα της ταξινόμησης ενός συνόλου εναλλακτικών σε προκαθορισμένες κατηγορίες, αλλά δεν ήταν πριν το 1990 που αυτός ο χώρος γνώρισε μεγάλη άνθηση σε θεωρητικό και πρακτικό επίπεδο. Βιβλιογραφικά απαντώνται εργασίες που αξιοποιούν τόσο τις τεχνικές της πολυκριτήριας θεωρίας χρησιμότητας (Saaty, 1980) και των σχέσεων υπεροχής (Yu, 1992), όσο και τις τεχνικές της αναλυτικής συνθετικής προσέγγισης. Ανασκόπηση αυτών των εργασιών βρίσκεται στην εργασία των (Zorounidis & Doumpos, 2002).

3.3.2 Η μέθοδος UTADIS

Η μέθοδος UTADIS (UTilites Additives Discriminantes, Devaud et al., 1980, Jacquet-Lagrèze, 1995) στηρίχτηκε στην εισαγωγική εργασία των Jacquet-Lagrèze και Siskos (1982) για τις μεθοδολογίες UTA. Αποτελεί εφαρμογή των τεχνικών που περιγράφηκαν παραπάνω και υπάγεται μεθοδολογικά στην αναλυτική συνθετική προσέγγιση της πολυκριτήριας ανάλυσης αποφάσεων.

Η μέθοδος UTA πραγματοποιεί μια διαδικασία μονότονης παλινδρόμησης που σκοπό έχει την ανάπτυξη προσθετικών συναρτήσεων χρησιμότητας για την φθίνουσα κατάταξη ενός συνόλου εναλλακτικών, αξιοποιώντας μια δεδομένη κατάταξη που έχει πραγματοποιήσει ο αποφασίζων. Η διαφοροποίηση της μεθόδου UTADIS

έγκειται στο γεγονός ότι πραγματοποιεί ταξινόμηση του συνόλου των εναλλακτικών σε καθορισμένο αριθμό ομάδων με δεδομένες ιδιότητες.

Σκοπός και των δύο μεθόδων, αλλά και γενικότερα των μεθόδων που υπάγονται στην αναλυτική συνθετική προσέγγιση, είναι η ανάπτυξη υποδείγματος σύνθεσης των κριτηρίων, έτσι ώστε το αποτέλεσμα της σύνθεσης να αποδίδει υψηλότερες βαθμολογίες στις καλύτερες εναλλακτικές, όπως αυτές έχουν προσδιοριστεί από τον αποφασίζοντα. Στην περίπτωση που οι εναλλακτικές είναι αμοιβαία κεφάλαια, όπως και στην παρούσα εργασία, στόχος είναι η εκτίμηση μιας προσθετικής συνάρτησης χρησιμότητας, καθώς και των ορίων χρησιμότητας που ταξινομούν τις εναλλακτικές στις πρωταρχικές τους κατηγορίες με το ελάχιστο δυνατό σφάλμα (Zorounidis & Doumpos, 1998). Προκειμένου να εκτιμηθούν οι παράγοντες που θα οδηγήσουν στο αποτέλεσμα που περιγράφονται παραπάνω αξιοποιούνται τεχνικές προγραμματισμού στόχων.

Τα δεδομένα εισόδου της μεθόδου περιλαμβάνουν ένα διάνυσμα $\mathbf{g} = (g_1, g_2, \dots, g_n)$ με το σύνολο των n κριτηρίων αξιολόγησης, $\mathbf{A}$ το σύνολο αναφοράς των m εναλλακτικών που θα κατηγοριοποιηθούν στις Q προκαθορισμένες και προδιατεταγμένες κατηγορίες. Για τις ομάδες στις οποίες θα ταξινομηθούν οι εναλλακτικές ισχύει:

$$C_1 \text{ P } C_2 \text{ P } \dots \text{ P } C_Q$$

όπου με P συμβολίζεται η σαφής προτίμηση της μίας ομάδας ταξινόμησης έναντι της επόμενης (Zorounidis & Doumpos, 1998). Στην κατηγορία C_1 εντάσσονται οι εναλλακτικές που επιτυγχάνουν την καλύτερη επίδοση, ενώ στην κατηγορία C_Q εντάσσονται οι εναλλακτικές που πέτυχαν τη χειρότερη επίδοση.

Αντίστοιχα το πλήθος των εναλλακτικών που υπάγονται στην πρώτη κατηγορία συμβολίζεται m_1 , ενώ το πλήθος των εναλλακτικών των εναλλακτικών που υπάγονται στις υπόλοιπες κατηγορίες $C_2, \dots, C_Q$ θα συμβολίζεται $m_2, \dots, m_Q$.

Το αναπτυσσόμενο υπόδειγμα θα έχει τη μορφή προσθετικής συνάρτησης χρησιμότητας ως ακολούθως:

$$U(\mathbf{g}) = \sum_{i=1}^n u_i(g_i)$$

όπου $U(\mathbf{g})$ είναι η ολική χρησιμότητα μιας εναλλακτικής, η οποία ανήκει στο σύνολο των εναλλακτικών $\mathbf{A}$ και $u_i(g_i)$ η μερική χρησιμότητα που επιτυγχάνει η εναλλακτική στο κριτήριο i του συνόλου των κριτηρίων $\mathbf{g}$.

Η έννοια της μερικής χρησιμότητας είναι δανεισμένη από την πολυκριτήρια θεωρία χρησιμότητας. Οι συναρτήσεις μερικών χρησιμοτήτων είναι μονότονες συναρτήσεις,

γραμμικές ή μη γραμμικές, και κανονικοποιούνται στην κλίμακα του κριτηρίου προκειμένου να ισχύουν οι ακόλουθες σχέσεις:

$$\begin{cases} u_i(g_{i*}) = 0 \\ u_i(g_i^*) = 1 \end{cases}$$

Η μη γραμμικότητα των συναρτήσεων μερικών χρησιμοτήτων επιτρέπουν την αναπαράσταση των συναρτήσεων αξιών αποφασιζόντων που δεν συμπεριφέρονται με γραμμικό τρόπο, ενώ παράλληλα διευκολύνει την αναπαράσταση στη συνάρτηση ολικής χρησιμότητας και ποιοτικών μεταβλητών. Η κλίμακα κάθε κριτηρίου i προκύπτει από τις τιμές g_{i*} και g_i^* . Αν συμβολίσουμε ως g_{ji} την επίδοση της εναλλακτικής j στο κριτήριο i , τότε οι τιμές g_{i*} και g_i^* ορίζονται ως ακολούθως:

$$g_{i*} = \min_{\forall x_j \in A} \{g_{ji}\}$$

$$g_i^* = \max_{\forall x_j \in A} \{g_{ji}\}$$

εφόσον πρόκειται για κριτήριο αύξουσας προτίμησης, ενώ το αντίστροφο ισχύει για κριτήρια φθίνουσας προτίμησης. Οι συναρτήσεις μερικών χρησιμοτήτων μοντελοποιούνται ως κατά τμήματα γραμμικές συναρτήσεις. Για το σκοπό αυτό το πεδίο τιμών κάθε κριτηρίου i , υποδιαιρείται σε $\alpha_i - 1$ υποδιαστήματα. Ακολουθώντας την παραπάνω διάκριση του πεδίου τιμών των κριτηρίων μπορεί να υπολογιστεί η μερική χρησιμότητα κάθε εναλλακτικής στο συγκεκριμένο κριτήριο με γραμμική παρεμβολή. Το γινόμενο της επίδοσης που επιτυγχάνει η εναλλακτική x_j στο κριτήριο i με το συντελεστή παραχώρησης του αντίστοιχου κριτηρίου οδηγούν στον προσδιορισμό της μερικής χρησιμότητας της εναλλακτικής στο συγκεκριμένο κριτήριο. Η μερική χρησιμότητα της εναλλακτικής x_j στο κριτήριο i υπολογίζεται ως εξής:

$$u_i(g_{ij}) = u_i(g_i^h) + \frac{g_{ji} + g_i^h}{g_i^{h+1} - g_i^h} [u_i(g_i^{h+1}) - u_i(g_i^h)],$$

Όπου $g_{ij} \in [g_i^h, g_i^{h+1}]$

Από τον παραπάνω τύπο υπολογισμού της μερικής χρησιμότητας μιας εναλλακτικής x_j προκύπτουν και οι περιορισμοί μονοτονίας για τη μερική συνάρτηση χρησιμότητας, όπως έχει αναφερθεί παραπάνω. Οι περιορισμοί αυτοί έχουν την ακόλουθη μορφή:

$$u_i(g_i^{h+1}) - u_i(g_i^h) \geq 0, \forall i$$

Κατά τη διαδικασία μοντελοποίησης του προβλήματος παρατηρείται αυξημένος αριθμός περιορισμών σχετικών με τη μονοτονία, καθώς αυτοί είναι τόσο όσο το γινόμενο του πλήθους των κριτηρίων με τα υποδιαστήματα στα οποία αυτά

διαιρούνται. Η αντικατάσταση των περιορισμών μονοτονίας από περιορισμούς μη αρνητικότητας διευκολύνει τη μοντελοποίηση προβλήματος καθώς μειώνει αισθητά το πλήθος των περιορισμών. Η διαδικασία μετατροπής περιγράφεται στην εργασία των Siskos & Yannacopoulos (1985) και πραγματοποιείται με την εισαγωγή της μεταβλητής w_{ih} η οποία αναπαριστά τη διαφορά των μερικών χρησιμοτήτων στα σημεία g_i^{h+1} και g_i^h , όπως φαίνεται ακολούθως:

$$w_{ih} = g_i^{h+1} - g_i^h$$

Πρέπει να ισχύει $w_{ih} \geq 0$. Εισαγωγή της διαδικασίας των w για τη μείωση του πλήθους των περιορισμών μονοτονίας οδηγεί σε αλλαγή του τύπου υπολογισμού της μερικής χρησιμότητας, καθώς σε αυτόν πλέον περιλαμβάνεται η νέα μεταβλητή. Η μερική χρησιμότητα μιας εναλλακτικής x_j στο κριτήριο i υπολογίζεται από τον τύπο:

$$u_i(g_{ij}) = \sum_{p=1}^{h-1} w_{ip} + \frac{g_{ji} + g_i^h}{g_i^{h+1} - g_i^h} w_{ih}$$

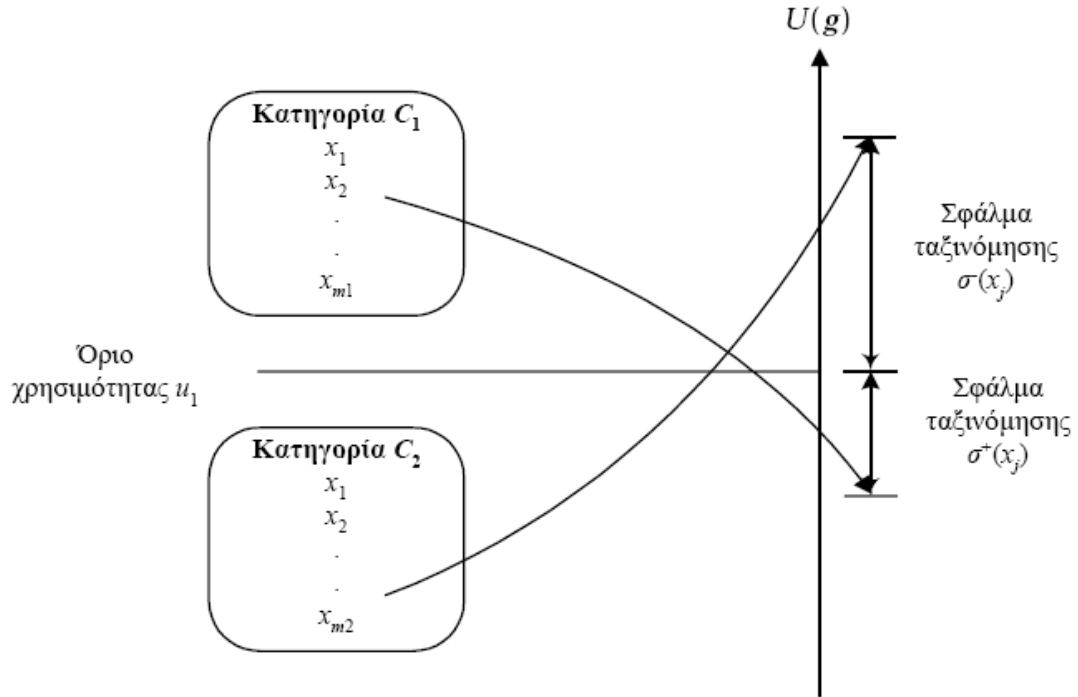
Όπου $g_{ij} \in [g_i^h, g_i^{h+1}]$

Το άθροισμα των μερικών χρησιμοτήτων της εναλλακτικής x_j στο σύνολο των κριτηρίων προσδιορίζει την ολική χρησιμότητα της εναλλακτικής. Οι ολικές χρησιμότητες κυμαίνονται και αυτές στο διάστημα $[0, 1]$ και σύμφωνα με αυτές καθορίζεται η ταξινόμηση κάθε εναλλακτικής στις προκαθορισμένες ομάδες. Για τον υπολογισμό της ολικής χρησιμότητας της εναλλακτικής x_j χρησιμοποιείται ο παρακάτω τύπος:

$$U(g_j) = \sum_{i=1}^n \left(\sum_{p=1}^{h-1} w_{ip} + \frac{g_{ji} + g_i^{r_{ij}}}{g_i^{r_{ij}+1} - g_i^{r_{ij}}} w_{ir_{ij}} \right)$$

Όπου r_{ij} είναι το υποδιάστημα του κριτηρίου i στο οποίο ανήκει η επίδοση της εναλλακτικής x_j .

Στο Σχήμα 5 παρουσιάζεται η γραφική απεικόνιση της ταξινόμησης μιας εναλλακτικής σε ένα υποθετικό σύνολο δύο ομάδων, σύμφωνα με όσα περιγράφηκαν παραπάνω. Μια εναλλακτική τοποθετείται στην κατηγορία C_1 αν η ολική χρησιμότητά της, όπως αυτή έχει υπολογιστεί με τον ανωτέρω τύπο, ξεπερνά το κατώφλι διαχωρισμού των δύο κατηγοριών C_1 και C_2 , ενώ τοποθετείται στην κατηγορία C_2 αν η ολική της χρησιμότητα δεν ξεπερνά το κατώφλι διαχωρισμού. Το όριο διαχωρισμού των κατηγοριών προκύπτει από την επίλυση του αλγορίθμου και δεν προσδιορίζεται άμεσα από τον αποφασίζοντα.



Σχήμα 6 Σφάλμα ταξινόμησης (Zorounidis & Doumpos, 2002)

$$\min F = \left\{ \sum_{k=1}^q \left[\frac{\sum_{\forall x_j \in C_k} (\sigma^+ + \sigma^-)}{m_k} \right] \right\}$$

Υπό τους περιορισμούς

$$\sum_{i=1}^n \left(\sum_{p=1}^{h-1} w_{ip} + \frac{g_{ji} + g_i^{r_{ij}}}{g_i^{r_{ij}+1} - g_i^{r_{ij}}} w_{ir_{ij}} \right) - u_1 + \sigma_j^+ \geq \delta_1, \forall x_j \in C_1$$

$$\left. \begin{aligned} & \sum_{i=1}^n \left(\sum_{p=1}^{h-1} w_{ip} + \frac{g_{ji} + g_i^{r_{ij}}}{g_i^{r_{ij}+1} - g_i^{r_{ij}}} w_{ir_{ij}} \right) - u_k + \sigma_j^+ \geq \delta_1 \\ & \sum_{i=1}^n \left(\sum_{p=1}^{h-1} w_{ip} + \frac{g_{ji} + g_i^{r_{ij}}}{g_i^{r_{ij}+1} - g_i^{r_{ij}}} w_{ir_{ij}} \right) - u_{k-1} + \sigma_j^- \geq -\delta_2 \end{aligned} \right\}, \forall x_j \in C_k (2 \leq k \leq Q-1)$$

$$\sum_{i=1}^n \left(\sum_{p=1}^{h-1} w_{ip} + \frac{g_{ji} + g_i^{r_{ij}}}{g_i^{r_{ij}+1} - g_i^{r_{ij}}} w_{ir_{ij}} \right) - u_{Q-1} + \sigma_j^- \geq -\delta_2, \forall x_j \in C_Q$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{p=1}^{a_i-1} w_{ip} = 1$$

$$u_k - u_{k+1} \geq s, \forall k = 1, 2, \dots, Q-2$$

$$\sigma_j^+ \geq 0, \sigma_j^- \geq 0, \forall j = 1, 2, \dots, m$$

$$w_{ip} \geq 0, \forall i = 1, 2, \dots, n, \forall p = 1, 2, \dots, a_i - 1$$

Οι σταθερές $\delta_1 \geq 0, \delta_2 \geq 0$ χρησιμοποιούνται για να εξασφαλιστεί ότι δε παρουσιαστούν περιπτώσεις, όπου η ολική χρησιμότητα μιας εναλλακτικής είναι ίση με το κατώφλι χρησιμότητας μιας κατηγορίας $U(g_j) = u_k$. Η παράμετρος $s > 0$ χρησιμοποιείται για να εξασφαλιστεί ότι το κατώφλι της κατηγορίας u_k είναι μεγαλύτερο από το κατώφλι u_{k+1} που διαχωρίζει την κατηγορία C_{k+1} , εξασφαλίζοντας έτσι την διάταξη των κατηγοριών.

Μετά την επίλυση του γραμμικού προβλήματος ακολουθεί ο έλεγχος της ύπαρξης πολλαπλών βέλτιστων ή σχεδόν βέλτιστων λύσεων. Μέσω της ανάλυσης μεταβελτιστοποίησης (post optimality analysis, Zorounidis & Doumpos, 1998) ελέγχεται η ευστάθεια της αρχικής λύσης. Η πραγματοποίηση της ανάλυσης αυτής πραγματοποιείται με την εκ νέου επίλυση του γραμμικού προβλήματος με διαδοχική αντικατάσταση της αντικειμενικής συνάρτησης από τους παρακάτω περιορισμούς:

$$\min_i \left[\sum_{p=1}^{a_i-1} w_{ip} + \sum_{k=1}^{Q-1} u_k \right], \max_i \left[\sum_{p=1}^{a_i-1} w_{ip} + \sum_{k=1}^{Q-1} u_k \right], \forall i$$

Όπως φαίνεται από την αντικειμενική συνάρτηση που επιλύεται ο αναλυτής και ο αποφασίζων ενημερώνονται για την ευστάθεια των μερικών χρησιμοτήτων κάθε κριτηρίου, δηλαδή τη σχετική του βαρύτητα στο αναπτυσσόμενο υπόδειγμα, και των κατωφλίων χρησιμότητας των κατηγοριών ταξινόμησης των εναλλακτικών. Το συνολικό σφάλμα που προέκυψε κατά την αρχική επίλυση του γραμμικού προβλήματος δεν συμμετέχει, όπως παρατηρείται στην αντικειμενική συνάρτηση, αλλά τοποθετείται ως πρόσθετος περιορισμός του προβλήματος για να εξασφαλιστεί ότι οι λύσεις που θα προκύψουν από την ανάλυση μεταβελτιστοποίησης δε θα απέχουν πολύ από την αρχική τιμή σφάλματος, θα είναι δηλαδή σχεδόν βέλτιστες. Ο περιορισμός αυτός παίρνει την μορφή:

$$F \leq F^* + z(F^*), \text{ όπου } F^* \text{ είναι η τιμή του σφάλματος για το αρχικό γραμμικό πρόβλημα.}$$

Το υπόδειγμα που προκύπτει τελικά είναι αυτό που συγκεντρώνει τις μέσες τιμές όλων των επιμέρους λύσεων των γραμμικών προβλημάτων.

3.4 Συστήματα Συστάσεων

3.4.1 Εισαγωγή

Τα συστήματα συστάσεων αξιοποιούν τις προτιμήσεις μιας κοινότητας χρηστών για να υποστηρίξουν τα άτομα που μετέχουν στην κοινότητα αυτή στην αναγνώριση με περισσότερη αποτελεσματικότητα αντικειμένων ενδιαφέροντος από ένα ευμεγέθες σύνολο εναλλακτικών (Resnik & Varian, 1997). Στα χρόνια που ακολούθησαν την πρώτη αμιγή δημοσίευση πάνω στο αντικείμενο, στα μέσα της δεκαετίας του 1990 (Resnick et al., 1994), τα συστήματα συστάσεων γνώρισαν ευρεία αποδοχή από την ακαδημαϊκή κοινότητα και πληθώρα εφαρμογών στο ηλεκτρονικό εμπόριο. Ενδεικτικά αναφέρονται το Amazon (Linden et al., 2003) γνωστό ηλεκτρονικό κατάστημα, το GroupLens (Konstan et al., 1997) που αποτελεί εφαρμογή για τη σύσταση ειδησιογραφίας, το Foodio54 (<http://foodio54.com>) που είναι ένα σύστημα σύστασης εστιατορίων στις ΗΠΑ, το Pandora (<http://www.pandora.com>) που αποτελεί σύστημα σύστασης μουσικής για κατοίκους των ΗΠΑ, το Last.fm (<http://www.last.fm>) που είναι μια δημοφιλής εφαρμογή σύστασης μουσικής, το MovieLens (MovieLens) σύστημα για την επιλογή ταινιών, το Criticker (<http://www.criticker.com>) που αποτελεί εμπορική εφαρμογή αντίστοιχη με το MovieLens και το Criteo (<http://www.criteo.com>) που αποτελεί υπηρεσία παροχής συστάσεων σε μια πληθώρα εμπορικών ηλεκτρονικών καταστημάτων.

Παρά την ευρεία αποδοχή όμως η τεχνολογία των συστημάτων παροχής συστάσεων είναι αναγκαίο να βελτιωθεί περαιτέρω για να καταστεί αποδεκτή από μια ακόμα ευρύτερη γκάμα κοινού και εμπορικών εφαρμογών. Παράδειγμα της τάσης που επικρατεί στην ακαδημαϊκή κοινότητα, και όχι μόνο, για βελτίωση του θεωρητικού υπόβαθρου παροχής συστάσεων αποτελεί το Netflix Prize, ένας διαγωνισμός τον οποίο διοργανώνει η Netflix (εταιρεία ενοικίασης ταινιών DVD) με έπαθλο 1.000.000\$ σε εκείνον που θα επιτύχει την μεγαλύτερη βελτίωση στην ακρίβεια του αλγορίθμου του συστήματος συστάσεων. Η εν γένει βελτίωση των συστημάτων θα καταστήσει δυνατή την εφαρμογή τους σε χώρους με αυξημένη πολυπλοκότητα και λιγότερη ανοχή σε σφάλματα, όπως την επιλογή πακέτων διακοπών, την επιλογή επενδυτικών προϊόντων, ακόμα και την επιλογή κατοικίας.

Η παρούσα εργασία στοχεύει στο να πετύχει στη βελτίωση αυτών των συστημάτων και παράλληλα να εφαρμόσει την προτεινόμενη μεθοδολογία σε έναν από τους τομείς αυξημένης πολυπλοκότητας, όπως είναι η επιλογή αμοιβαίων κεφαλαίων, χρησιμοποιώντας ένα υποθετικό σύνολο επενδυτών. Ο τρόπος με τον οποίο θα πραγματοποιηθεί βελτίωση θα αναλυθεί διεξοδικά στο επόμενο κεφάλαιο. Στις παραγράφους που ακολουθούν περιγράφεται η γενικότερη φιλοσοφία που διέπει

τη λειτουργία των συστημάτων συστάσεων, οι εργασίες που σηματοδότησαν τις εξελίξεις στον τομέα αυτό, ενώ γίνεται αναλυτική παρουσίαση του αλγορίθμου της σημαντικότερης κατηγορίας αυτών (Collaborative Filtering).

Αν και οι ρίζες των συστημάτων συστάσεων μπορεί να βρεθούν στους τομείς της προσεγγιστικής θεωρίας (approximation theory), εξόρυξης δεδομένων (data mining) και της θεωρίας πρόβλεψης (forecasting theory) εντούτοις η ανάδειξη τους ως ξεχωριστού ερευνητικού χώρου δεν έγινε πριν τα μέσα της δεκαετίας του 1990. Στην πιο συχνή τους εκδοχή τα συστήματα συστάσεων στοχεύουν στην απόδοση μιας πιθανότητας στο ενδεχόμενο ένα αντικείμενο που δεν έχει αξιολογηθεί από ένα χρήστη να του είναι αρεστό, ή πιο απλά στην απόδοση βαθμολογίας στο αντικείμενο αυτό. Για να καταστεί δυνατόν αυτό αξιοποιούνται οι αξιολογήσεις που έχουν πραγματοποιήσει οι χρήστες στο σύνολό τους καθώς και άλλες πληροφορίες που αφορούν τους χρήστες και τα αντικείμενα που αξιολογούνται. Η ανάπτυξη τέτοιων συστημάτων έγινε με πρωταρχικό στόχο την αντιμετώπιση της πληθώρας των πληροφοριών και των εναλλακτικών που ακολούθησαν τη ραγδαία ανάπτυξη του διαδικτύου και των ηλεκτρονικών καταστημάτων.

Για την ενίσχυση της κατανόησης και της ταξινόμησης των συστημάτων συστάσεων απαιτείται η σύντομη περιγραφή των ακαδημαϊκών χώρων από τους οποίους έχουν δανειστεί στοιχεία (Paragelis, 2005):

- Ανάκτηση Πληροφοριών (Information Retrieval)
- Εξατομίκευση (Personalization)
- Κοινωνικά Δίκτυα (Social Networks)
- Διαχείριση Εμπιστοσύνης (Trust Management)

Ανάκτηση Πληροφοριών: Ως συστήματα information retrieval αναφέρουμε τα συστήματα εκείνα που ταξινομούν, αναζητούν και ανακτούν δεδομένα, είτε με μορφή κειμένου είτε με πιο πολύπλοκες μορφές όπως ψηφιακή εικόνα, βίντεο κλπ. Ο χρήστης με επεμβάσεις του τροποποιεί τη λίστα της αναζήτησής του βελτιώνοντας τα αποτελέσματα που λαμβάνει. Χαρακτηριστικό παράδειγμα συστημάτων ανάκτησης πληροφοριών είναι οι μηχανές αναζήτησης του διαδικτύου (π.χ. Google).

Εξατομίκευση: Η εξατομίκευση ή αλλιώς εξατομικευμένο μάρκετινγκ είναι μια μορφή διαφοροποίησης ενός προϊόντος. Ενώ η απλή διαφοροποίηση στοχεύει στη δημιουργία προϊόντων διαφορετικά από τα ανταγωνιστικά, η εξατομίκευση προσπαθεί να δημιουργήσει ή να συστήσει το προϊόν που ανταποκρίνεται επακριβώς στις ανάγκες κάθε χρήστη με σκοπό τη μεγιστοποίηση της ωφέλειας του.

Κοινωνικά Δίκτυα: Με τον όρο κοινωνικά δίκτυα εννοούμε το σύνολο των σχέσεων που αναπτύσσονται μεταξύ των ατόμων. Η ανάλυση των κοινωνικών δικτύων

αναδείχτηκε πολύ σημαντική στην σύγχρονη κοινωνιολογία, ανθρωπολογία και στη μελέτη οργανισμών.

Η θεωρία κοινωνικών δικτύων απεικονίζει τις κοινωνικές σχέσεις ως κόμβους και ενώσεις. Κόμβοι είναι τα άτομα μέσα στο κοινωνικό δίκτυο και οι ενώσεις είναι οι σχέσεις μεταξύ των ατόμων. Μικρά αποκλεισμένα δίκτυα με σφικτούς δεσμούς είναι λιγότερο χρήσιμα στα μέλη τους από ότι μεγαλύτερα δίκτυα με πιο χαλαρούς δεσμούς. Τα πιο «ανοικτά» δίκτυα με τους πιο χαλαρούς δεσμούς είναι πιο εύκολο να εισάγουν μέσα τους νέες ιδέες ανάμεσα στα μέλη τους σε σύγκριση με τα πιο κλειστά δίκτυα.

Έτσι τα κοινωνικά δίκτυα παρουσιάζουν μια εναλλακτική θεώρηση των πραγμάτων, όπου τα χαρακτηριστικά του κάθε μέλους παίζουν μικρότερο ρόλο από ότι οι σχέσεις μεταξύ των ατόμων μέσα στο δίκτυο, και έχουν βοηθήσει αρκετά στην αιτιολόγηση φαινομένων που άπτονται της πραγματικότητας.

Διαχείριση Εμπιστοσύνης: Το διαδίκτυο όπως και άλλα μέσα είναι περιβάλλοντα αυξημένης πολυπλοκότητας και όγκου πληροφοριών. Η εμπιστοσύνη στην πηγή είναι κεφαλαιώδους σημασίας στην αποδοχή ή απόρριψη μίας σύστασης από το χρήστη. Επομένως εγκυρότητα προσδίδεται μονάχα σε πληροφορίες που λαμβάνονται από αξιόπιστες πηγές.

Με τον τομέα της εμπιστοσύνης έχουν ασχοληθεί η ψυχολογία και η κοινωνιολογία. Τα άτομα προτιμούν να ανταλλάσσουν πληροφορίες με τους φίλους των φίλων παρά με άλλα άγνωστα άτομα. Έτσι ένας απλός κανόνας που προκύπτει είναι ότι εάν ένα άτομο *A* εμπιστεύεται ένα άτομο *B* και το άτομο *B* εμπιστεύεται ένα άτομο *Γ* τότε μπορεί να θεωρηθεί ότι το άτομο *A* εμπιστεύεται το άτομο *Γ*. Έτσι σε ένα δίκτυο μπορεί να υπάρχει αποτελεσματικότητα στη διακίνηση πληροφοριών όταν ανάμεσα σε δυο άτομα υπάρχει τουλάχιστον ένα μονοπάτι εμπιστοσύνης το οποίο να τα ενώνει.

Στην κατανόηση της λειτουργίας των συστημάτων συστάσεων θα βοηθήσει και το ακόλουθο παράδειγμα. Έστω υπάρχει ένα σύνολο χρηστών *U* οι οποίοι αξιολογούν αντικείμενα από ένα σύνολο *I*. Ο πίνακας που απεικονίζει τους χρήστες και τα αντικείμενα συμπληρώνεται από τις αξιολογήσεις που κάθε χρήστης έχει πραγματοποιήσει για κάθε ένα από τα αντικείμενα του συνόλου *I*. Πολλά από τα στοιχεία αυτού του πίνακα είναι κενά, καθώς δεν έχουν αξιολογήσει όλοι οι χρήστες κάθε ένα από τα αντικείμενα. Σκοπός ενός συστήματος συστάσεων είναι η δημιουργία προβλέψεων για κάθε μια από τις κενές καταχωρήσεις και η παρουσίαση στο εκάστοτε χρήστη εκείνων των αντικειμένων τα οποία παρουσιάζουν την υψηλότερη πρόβλεψη.

Ανάλογα με τα δεδομένα που αξιοποιεί το σύστημα για να πραγματοποιήσει τις προβλέψεις του τα συστήματα συστάσεων κατατάσσονται στις ακόλουθες κατηγορίες (Balabanovic & Shoham, 1997):

- Συστήματα περιεχομένου (Content-based), όπου γίνεται αξιοποίηση ενός προφίλ που κατασκευάζεται για κάθε αντικείμενο ανάλογα με τις ιδιότητες που αυτό συγκεντρώνει. Το προφίλ αυτό ταυτίζεται με τις ανάγκες του χρήστη, όπως αυτές προσδιορίζονται από το προφίλ που έχει κατασκευαστεί για τον ίδιο.
- Collaborative Filtering, όπου αξιοποιείται η βαθμολογία που έχουν αποδώσει άλλοι χρήστες στο αντικείμενο για το οποίο αναζητείται πρόβλεψη. Τα συστήματα αυτά στοχεύουν στον προσδιορισμό μιας «γειτονιάς» χρηστών με κοινές προτιμήσεις με την αξιοποίηση της οποίας δημιουργούν προβλέψεις για τον εκάστοτε χρήστη.
- Υβριδικά συστήματα (Hybrid) είναι εκείνα τα συστήματα τα οποία συγκεντρώνουν χαρακτηριστικά και από τις δύο παραπάνω κατηγορίες.

3.4.2 Συστήματα Συστάσεων περιεχομένου (Content-based recommender systems)

Τα συστήματα στοχεύουν στο να προτείνουν στο χρήστη αντικείμενα από το σύνολο των εναλλακτικών **A** τα οποία παρουσιάζουν υψηλή συνάφεια στο περιεχόμενό τους σε σχέση με τις εναλλακτικές που προτιμούσε στο παρελθόν. Σε υποθετικό χώρο σύστασης ταινιών, χώρος που υπήρξε πολύ δημοφιλής για την ανάπτυξη συστάσεων, το σύστημα συστάσεων περιεχομένου θα αναζητούσε τις ταινίες με τον ίδιο σκηνοθέτη, ίδιους πρωταγωνιστές, ίδιο θεματική κατηγορία (genre) με τις ταινίες που άρεσαν στο χρήστη στο παρελθόν. Η μεθοδολογική συνάφεια με τον ερευνητικό χώρο της ανάκτησης πληροφοριών (information retrieval, Belkin & Croft, 1992) και το γεγονός ότι οι πρώτες εργασίες με ευρεία αποδοχή αφορούσαν τομείς σχετικούς με διαχείριση εγγράφων, οδήγησαν στην ανάπτυξη εφαρμογών για σύσταση βιβλίων, ειδησεογραφικών και επιστημονικών άρθρων και ιστοσελίδων. Η βελτίωση που έγινε στο χώρο της ανάκτησης πληροφοριών (information retrieval) ήταν η κατασκευή ενός προφίλ για το χρήστη το οποίο προσδιόριζε τις προτιμήσεις του.

Αναλυτικά η λειτουργία των συστημάτων συστάσεων περιεχομένου περιγράφεται στην εργασία των Adomavicius & Tuzhilin (2005). Επιγραμματικά αναφέρεται ότι το προφίλ κάθε εναλλακτικής κατασκευάζεται λαμβάνοντας υπόψη τη συχνότητα εμφάνισης των λέξεων κλειδιά, όταν πρόκειται για εφαρμογές σύστασης κειμένου, όπως αναφέρθηκε παραπάνω. Οι λέξεις κλειδιά αποκτούν ένα συντελεστή βαρύτητας μέσα στο διάνυσμα του προφίλ της κάθε εναλλακτικής, το οποίο

προκύπτει συνήθως από δείκτες που χρησιμοποιούνται στο χώρο της ανάκτησης πληροφορίας (information retrieval). Παράδειγμα τέτοιου δείκτη αποτελεί ο TFIDF ο οποίος υπολογίζει τη συχνότητα εμφάνισης μιας λέξης κλειδί στο κείμενο ή την ιστοσελίδα σε σχέση με τη συχνότητα εμφάνισής της στο σύνολο των διαθέσιμων κειμένων/ ιστοσελίδων.

Υποθέτουμε N το συνολικό αριθμό κειμένων που μπορούν να προταθούν στους χρήστες και k_i την λέξη-κλειδί που εμφανίζεται σε m_j από αυτά. Επίσης f_{ij} είναι ο αριθμός που η λέξη-κλειδί k_i εμφανίζεται στο κείμενο d_j . Έτσι TF_{ij} είναι η κανονικοποιημένη συχνότητα εμφάνισης της λέξης-κλειδί k_i στο κείμενο d_j και ορίζεται ως:

$$TF_{ij} = \frac{f_{ij}}{\max_n f_{nj}}$$

Όπου στον παρανομαστή υπολογίζεται η μέγιστη συχνότητα f_z όλων των λέξεων-κλειδιά k_n που εμφανίζονται στο κείμενο d_j . Όμως λέξεις-κλειδιά οι οποίες εμφανίζονται σε πάρα πολλά κείμενα δεν είναι χρήσιμες για το διαχωρισμό των σχετικών κειμένων. Γι' αυτό το λόγο εισάγεται ένας άλλος δείκτης αντίστροφης συχνότητας IDF_i που χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με τον TF_{ij} και ορίζεται ως:

$$IDF_i = \log \frac{N}{m_i}$$

Έτσι ο δείκτης βάρους z για τη λέξη κλειδί k_i στο κείμενο d_j ορίζεται ως:

$$z_{ij} = TF_{ij} \times IDF_i$$

Έχουμε λοιπόν το διάνυσμα βαρών του χρήστη c και τα διανύσματα βαρών των διαθέσιμων εναλλακτικών s .

Με αντίστοιχο τρόπο κατασκευάζεται το διάνυσμα του προφίλ του χρήστη, ο οποίος δηλώνει τις προτιμήσεις του είτε με άμεσο (βαθμολογία σε μια ιστοσελίδα), είτε με έμμεσο τρόπο (χρόνος παραμονής σε μια ιστοσελίδα). Αφού υπολογιστούν τα προφίλ των εναλλακτικών και των χρηστών, ο αλγόριθμος αναζητά εκείνες τις εναλλακτικές που θα πετύχουν την υψηλότερη ταύτιση με τις εναλλακτικές που ο χρήστης είχε αξιολογήσει θετικά στο παρελθόν. Για τον καθορισμό αυτών των εναλλακτικών υπολογίζεται το σκορ $u(c,s)$.

Μια συχνά χρησιμοποιούμενη μέθοδος υπολογισμού του σκορ u είναι η συνάρτηση συσχέτισης εφαπτόμενης των διανυσμάτων z_s και z_c , όπου το z_s περιλαμβάνει τους δείκτες z για την εναλλακτική s και το z_c περιλαμβάνει τους δείκτες z για το χρήστη c .

$$\begin{aligned}
 u(c, s) &= \cos(\vec{z}_c, \vec{z}_s) = \frac{\vec{z}_c \cdot \vec{z}_s}{\|\vec{z}_c\|_2 \times \|\vec{z}_s\|_2} \\
 &= \frac{\sum_{i=1}^n z_{i,c} z_{i,s}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n z_{i,c}^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n z_{i,s}^2}}
 \end{aligned}$$

Όπου n είναι ο συνολικός αριθμός των λέξεων-κλειδιά στο σύστημα.

Η παραπάνω τεχνική που προέρχεται από το χώρο της ανάκτησης πληροφορίας (information retrieval) μία από τις επιρροές που έχουν δεχτεί τα συστήματα συστάσεων περιεχομένου από αυτό τον ερευνητικό χώρο. Άλλα παραδείγματα αποτελούν οι εργασίες των (Somlo & Howe, 2001, Robertson & Walker, 2000). Εκτός από τεχνικές του συγκεκριμένου χώρου έχουν παρουσιαστεί εργασίες οι οποίες κάνουν χρήση στατιστικών μεθοδολογιών για τον υπολογισμό των προφίλ, όπως συσχέτιση εφαιπτομένης και άλλες, καθώς και τεχνικές από το χώρο της τεχνητή νοημοσύνης π.χ. νευρωνικά δίκτυα (Pazzani & Billsus, 1997).

Στις εργασίες των (Shardanand & Maes, 1995, Balabanovic & Shoham, 1997, Adomavicius & Tuzhilin, 2005) γίνεται η περιγραφή των μειονεκτημάτων των συστημάτων συστάσεων περιεχομένου.

Ο βασικός περιορισμός αυτών των συστημάτων προκύπτει από τις ιδιότητες των εναλλακτικών που αξιολογούνται. Η αρχή λειτουργίας τους απαιτεί απεικόνιση των εναλλακτικών με λέξεις κλειδιά. Κάτι τέτοιο είναι εύκολα υλοποιήσιμο στις περιπτώσεις που τομέας εφαρμογής είναι σύσταση βιβλίων, άρθρων, ιστοσελίδων κτλ. Όταν πρόκειται για εφαρμογές σύστασης εικόνας ή ήχου, τότε απαιτείται είτε χειροκίνητη καταχώρηση των ιδιοτήτων των εναλλακτικών είτε χρήση υπολογιστικών τεχνικών από το χώρο ανάλυσης ήχου και εικόνας, με το κόστος που αυτό συνεπάγεται. Επιπρόσθετα είναι δύσκολο, με την παρούσα δομή αυτών των συστημάτων, να γίνει ποιοτική αξιολόγηση των εναλλακτικών. Δύο άρθρα τα οποία έχουν το ίδιο προφίλ σύμφωνα με τις λέξεις κλειδιά που περιέχουν θα προτείνονται το ίδιο συχνά, ανεξάρτητα αν το ένα είναι καλογραμμένο και το άλλο όχι.

Ένα χαρακτηριστικό των συστημάτων συστάσεων περιεχομένου είναι η εξειδίκευση των προτάσεων. Σε κάθε περίπτωση ο χρήστης θα λαμβάνει προτάσεις για εναλλακτικές που έχουν υψηλή συνάφεια με όσα του άρεσαν στο παρελθόν. Αυτά τα συστήματα δεν είναι σε θέση να αξιολογήσουν θετικά και να προτείνουν κατ' επέκταση εναλλακτικές που ο χρήστης δεν έχει αξιολογήσει ποτέ στο παρελθόν. Σαν παράδειγμα αναφέρεται η περίπτωση ενός συστήματος πρότασης βιβλίων. Αν ο χρήστης δεν έχει διαβάσει ποτέ βιβλία επιστημονικής φαντασίας, δεν πρόκειται να λάβει πρόταση για βιβλίο αυτής της κατηγορίας. Γενικότερα είναι αποδεκτή και επιθυμητή η ύπαρξη ευρείας διασποράς των προτάσεων που κάνει ένα σύστημα

συστάσεων. Προκειμένου λοιπόν να ξεπεραστεί ο παραπάνω περιορισμός έχουν παρουσιαστεί στη διεθνή βιβλιογραφία εργασίες που εισάγουν τυχαιότητα στις προτάσεις. Παράδειγμα αποτελεί η χρήση γενετικών αλγορίθμων επικουρικά στο σύστημα σύστασης περιεχομένου των Sheth & Maes (1993).

Ο νέος χρήστης δε μπορεί να λάβει συστάσεις προτού πραγματοποιήσει ένα ικανό αριθμό αξιολογήσεων. Κρίνεται απαραίτητο αυτό το στάδιο για να διαμορφωθεί το προφίλ των προτιμήσεων του. Σαν αποτέλεσμα ένας χρήστης που τώρα συμμετέχει σε ένα σύστημα παροχής συστάσεων δε μπορεί αρχικά να λάβει αξιόπιστες συστάσεις. Αυτός ο περιορισμός εντούτοις αφορά γενικότερα τα συστήματα συστάσεων.

3.4.3 Collaborative Filtering

Το άλλο θεωρητικό ρεύμα που ακολουθείται στα συστήματα συστάσεων δηλαδή το collaborative filtering έχει γνωρίσει ευρύτερη αποδοχή στον ακαδημαϊκό χώρο, ενώ τα πλεονεκτήματά του επιτρέπουν την ανάπτυξη πληθώρας εμπορικών εφαρμογών. Η αρχή δημιουργίας συστάσεων έγκειται στην αναζήτηση χρηστών με παρόμοιες προτιμήσεις (γειτονιά). Στη συνέχεια προτείνονται στον ενεργό χρήστη εκείνες οι εναλλακτικές που είχαν αξιολογηθεί θετικά από τους γείτονές του. Μπορεί να θεωρηθεί ότι το πρώτο αμιγές σύστημα στο χώρο του collaborative filtering αποτέλεσε η εργασία των Konstan et al. (1997). Η έρευνα που έχει πραγματοποιηθεί στο χώρο επιτρέπει την ανάπτυξη δύο διαφορετικών διακρίσεων για τα συστήματα collaborative filtering. Η διάκριση αφορά τις επιμέρους διαδικασίες που ακολουθούνται για την εξαγωγή της πρόβλεψης. Έτσι τα συστήματα συστάσεων collaborative filtering διακρίνονται σε (Breese et al., 1998):

- Προσανατολιζόμενα στη μνήμη (memory-based)
- Προσανατολιζόμενα σε μοντέλο (model-based)

Τα συστήματα της πρώτης κατηγορίας (Breese et al., 1998, Resnick et al., 1994, Shardanand & Maes, 1995) αξιοποιούν όλη τη διαθέσιμη πληροφορία από τις αξιολογήσεις των χρηστών για να εξάγουν μια πρόταση. Γίνεται χρήση στατιστικών τεχνικών για να αναζητηθεί συσχέτιση μεταξύ των αξιολογήσεων που έχει πραγματοποιήσει ένας χρήστης και των αξιολογήσεων που έχουν πραγματοποιήσει στα ίδια αντικείμενα οι υπόλοιποι χρήστες της «κοινότητας». Οι πιο συχνά εφαρμοζόμενες προσεγγίσεις στην αναζήτηση συσχέτισης είναι η γραμμική συσχέτιση κατά Pearson ή η εφαπτομένη της γωνίας που σχηματίζουν τα διανύσματα των αξιολογήσεων των χρηστών όταν εξετάζονται ανά ζεύγη. Αναλυτική παρουσίαση αυτών των τεχνικών θα γίνει στην παράγραφο που ακολουθεί. Αφού προσδιοριστούν οι χρήστες με την υψηλότερη μεταξύ τους συσχέτιση, προκειμένου

να πραγματοποιηθεί μια πρόβλεψη για την αναμενόμενη τιμή της αξιολόγησης ενός αντικειμένου για τον ενεργό χρήστη, σταθμίζονται οι αξιολογήσεις που έχουν πραγματοποιήσει στο παρελθόν για αυτό το αντικείμενο οι κοντινότεροι «γείτονες» του ενεργού χρήστη. Αν η πρόβλεψη ξεπερνά ένα όριο που έχει τεθεί από τον αναλυτή, τότε αυτό το αντικείμενο- εναλλακτική προτείνεται στον ενεργό χρήστη (αντίστοιχο με την προβληματική τύπου α της πολυκριτήριας ανάλυσης αποφάσεων). Εναλλακτικά παρουσιάζονται στο χρήστη οι καλύτερες N εναλλακτικές (Top N recommendation).

Από την άλλη πλευρά τα συστήματα collaborative filtering προσανατολιζόμενα σε μοντέλο αναζητούν τη σχέση που συνδέει τις βαθμολογίες που έχει πραγματοποιήσει ένας χρήστης στο παρελθόν και τις μελλοντικές αξιολογήσεις που πρόκειται να πραγματοποιήσει. Αξιοποιούνται κυρίως τεχνικές από το χώρο της μηχανικής μάθησης (machine learning algorithms) και ενδεικτικά αναφέρονται δίκτυα Bayes, ομαδοποίηση (clustering) και προσεγγίσεις βασιζόμενες σε κανόνες (rule based approach). Στα δίκτυα Bayes οι εναλλακτικές αναπαριστούνται από κόμβους του δικτύου και οι καταστάσεις των κόμβων αποτελούν τις εναλλακτικές βαθμολογίες που μπορεί να αποδοθούν σε μια εναλλακτική (Breese et al., 1998). Στις εφαρμογές που κάνουν χρήση τεχνικών clustering κάθε χρήστης θεωρείται ότι ανήκει σε μια ομάδα (cluster) και ανάλογα με το ποσοστό συμμετοχής του σε αυτή καθορίζεται και η εξαγόμενη βαθμολογία της εκάστοτε προς αξιολόγηση εναλλακτικής (Breese et al., 1998, Ungar & Foster, 1998, Basu et al., 1998). Οι βασιζόμενες σε κανόνες προσεγγίσεις αναζητούν συνδέσεις μεταξύ των προϊόντων που έχουν από κοινού αγοραστεί και στη συνέχεια παράγουν συστάσεις σύμφωνα με την ένταση που παρουσιάζουν οι κανόνες σύνδεσης μεταξύ των αντικειμένων (Sarwar et al., 2000).

Η δεύτερη διάκριση που πραγματοποιείται στα συστήματα συστάσεων collaborative filtering αφορά σε ποια στοιχεία του πίνακα δεδομένων αναζητείται συσχέτιση. Σύμφωνα με αυτό το κριτήριο τα συστήματα διακρίνονται σε:

- Αντικείμενο προς Αντικείμενο (Item to Item)
- Χρήστης προς Χρήστη (User to User)

Όπως υποδηλώνεται και από τον τίτλο η πρώτη κατηγορία συστημάτων collaborative filtering στοχεύει στην αναζήτηση συσχετίσεων μεταξύ του συνόλου των εναλλακτικών **A**.

Πίνακας 2 Πίνακας Αξιολογήσεων – Item to Item Collaborative Filtering

		Χρήστες				
		Y_1	Y_2	Y_k	...	Y_l
Εναλλακτικές	X_1	r_{11}	r_{12}	r_{1k}		r_{1l}
	X_2	r_{21}	r_{22}	r_{2k}		r_{2l}
	X_j	r_{j1}	r_{j2}	r_{jk}		r_{jl}
	...	Συσχέτιση 				
	$X_{j'}$	$r_{j'1}$	$r_{j'2}$	$r_{j'k}$		$r_{j'l}$
	...					
	X_m	r_{m1}	r_{m2}	r_{mk}		r_{ml}

Αν υποθέσουμε ότι στον πίνακα αξιολογήσεων (Πίνακας 2) οι γραμμές αντιπροσωπεύουν τις εναλλακτικές και οι στήλες τους χρήστες, τότε η συσχέτιση που θα αξιοποιηθεί για τη στάθμιση των εξαγόμενων βαθμολογιών αναζητείται μεταξύ των γραμμών του πίνακα αξιολογήσεων. Το αντικείμενο του οποίου τη βαθμολογία αναζητούμε συσχετίζεται με τα αντικείμενα που έχει αξιολογήσει στο παρελθόν ο ενεργός χρήστης. Επιλέγοντας εκείνα που παρουσιάζουν την υψηλότερη συσχέτιση και σταθμίζοντας τις βαθμολογίες τους σύμφωνα με τη συσχέτισή τους, προκύπτει η βαθμολογία του προς αξιολόγηση αντικειμένου. Η φιλοσοφία πίσω από αυτή την προσέγγιση είναι ότι ο εκάστοτε χρήστης θα επιλέγει αντικείμενα τα οποία παρουσιάζουν υψηλή συνάφεια με αντικείμενα τα οποία είχε αξιολογήσει θετικά στο παρελθόν, ενώ θα αποφεύγει τα αντικείμενα που έχουν υψηλή συνάφεια με τα αντικείμενα που αξιολόγησε αρνητικά στο παρελθόν (Sarwar et al., 2001). Παραδείγματα τέτοιων εφαρμογών είναι οι εργασίες των (Breese et al., 1998, Herlocker, 2000, Karypis, 2000 και Sarwar et al., 2001). Αυτή η τεχνική δεν απαιτεί τον προσδιορισμό γειτόνων για τον ενεργό χρήστη, μειώνοντας τον υπολογιστικό φόρτο καθιστώντας τα πιο κατάλληλα για εμπορικές εφαρμογές που διαχειρίζονται πληθώρα δεδομένων. Η ακρίβεια στις προβλέψεις που πετυχαίνουν αυτές οι τεχνικές δεν είναι εφάμιλλη των συστημάτων συστάσεων collaborative filtering Χρήστη προς Χρήστη (user to user, Adomavicius & Tuzhilin, 2005).

Η επόμενη κατηγορία των συστημάτων Χρήστη προς Χρήστη collaborative filtering είναι αυτά που απαντώνται πιο συχνά στη βιβλιογραφία και θεωρείται ότι πετυχαίνουν την καλύτερη συμπεριφορά σε ότι αφορά την ακρίβεια των προβλέψεων που εξαγουν (Adomavicius & Tuzhilin, 2005). Σε αντιδιαστολή με την κατηγορία που περιγράφηκε παραπάνω, η αναζήτηση των συσχετίσεων που στη συνέχεια αξιοποιούνται για την εξαγωγή μιας πρότασης πραγματοποιείται επί των στηλών του πίνακα δεδομένων (Πίνακας 3).

Πίνακας 3 Πίνακας Αξιολογήσεων – User to User Collaborative Filtering

		Χρήστες						
		y_1	y_2	y_k	...	$y_{k'}$	...	y_l
Εναλλακτικές	x_1	r_{11}	r_{12}	r_{1k}		$r_{1k'}$		r_{1l}
	x_2	r_{21}	r_{22}	r_{2k}		$r_{2k'}$		r_{2l}
	x_j	r_{j1}	r_{j2}	r_{jk}		$r_{jk'}$		r_{jl}
	...							
	x_m	r_{m1}	r_{m2}	r_{mk}		$r_{mk'}$		r_{ml}

Συσχέτιση

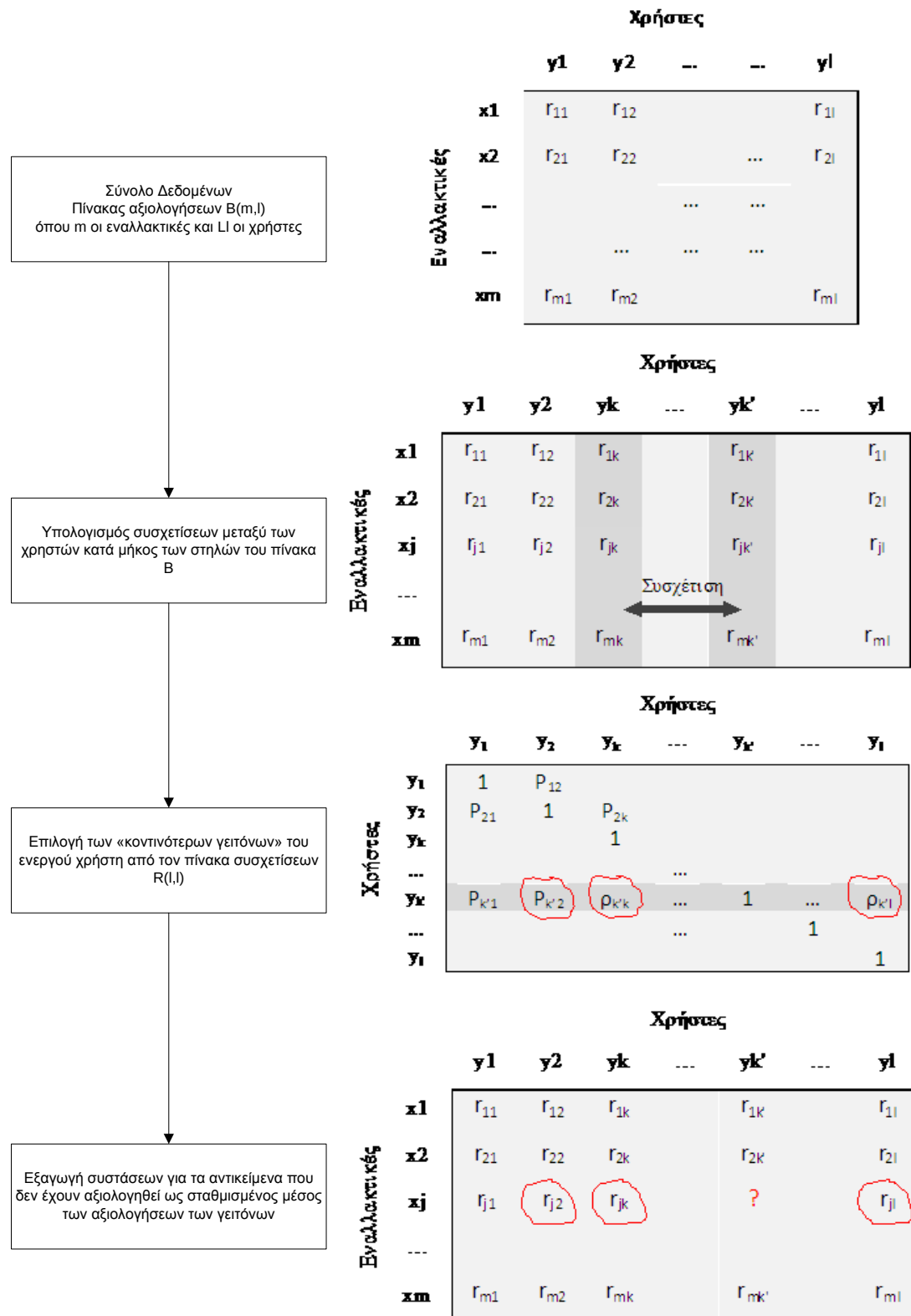
Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι η παραπάνω διάκριση των συστημάτων (collaborative filtering) σε Αντικείμενο προς Αντικείμενο και Χρήστη προ Χρήστη, αφορά την ήδη αναλυθείσα κατηγορία των προσανατολισμένων στη μνήμη συστημάτων. Αποτελεί επομένως υποκατηγοριοποίηση της αρχικά πραγματοποιηθείσας διάκρισης. Μεθοδολογικά επομένως δεν παρατηρείται διαφοροποίηση στις τεχνικές που αξιοποιούνται για τον υπολογισμό των συσχετίσεων.

3.4.3.1 Ο αλγόριθμος Collaborative Filtering (CF)

Σε αυτή την παράγραφο γίνεται αναλυτικότερη περιγραφή της μεθοδολογίας που χρησιμοποιούν τα συστήματα συστάσεων Collaborative Filtering και των αλγορίθμων που χρησιμοποιούν. Χαρακτηριστική θεωρείται η εργασία των (Herlocker et al., 1999). Το σύστημα που παρουσιάζουν εντάσσεται στην κατηγορία των προσανατολιζόμενων στη μνήμη (memory-based Collaborative Filtering) και στην κατηγορία Χρήστη προς Χρήστη collaborative filtering (User – User collaborative filtering) και αυτό θα αναλυθεί ακολούθως. Τα στάδια στα οποία αναλύεται ένα τέτοιο σύστημα είναι:

1. Απεικόνιση των αξιολογήσεων των χρηστών σε ένα πίνακα διαστάσεων $m \times l$, όπου m το πλήθος των εναλλακτικών και l το πλήθος των χρηστών. Οι αξιολογήσεις r συνήθως ανήκουν σε ακέραιη 5βάθμια ή 7βάθμια κλίμακα, όπου το 1 συμβολίζει την απόλυτη ικανοποίηση που λαμβάνει ο χρήστης από την εναλλακτική.
2. Υπολογισμός των βαρών κάθε χρήστη σύμφωνα με την συσχέτιση που παρουσιάζουν με τον ενεργό χρήστη.
3. Επιλογή των χρηστών που παρουσιάζουν τα υψηλότερα ποσοστά συσχέτισης με τον ενεργό χρήστη
4. Κανονικοποίηση των αξιολογήσεων και εξαγωγή μιας πρόβλεψης ως σταθμισμένο μέσο των αξιολογήσεων των επιλεχθέντων χρηστών.

Τα βήματα φαίνονται αναλυτικά στο Σχήμα 7



Σχήμα 7 Αλγόριθμος Χρήστη - Χρήστη Collaborative Filtering

Η καρδιά του συστήματος βρίσκεται στον τρόπο υπολογισμού της συσχέτισης είτε αυτή πραγματοποιείται μεταξύ χρηστών, είτε πραγματοποιείται μεταξύ

αντικειμένων. Οι πλέον γνωστές μέθοδοι για τον υπολογισμό των βαρών είναι η γραμμική συσχέτιση κατά Pearson (Resnick et al., 1994) και η διανυσματική ομοιότητα, όπως υπολογίζεται από την εφαπτομένη των διανυσμάτων με τις βαθμολογίες του συνόλου των χρηστών και του ενεργού χρήστη. Ο συντελεστής συσχέτισης Pearson υπολογίζεται από τον τύπο:

$$w_{k,k'} = \frac{\sum_{j=1}^{m'} (r_{k,j} - \bar{r}_k)(r_{k',j} - \bar{r}_{k'})}{\sigma_k \sigma_{k'}}$$

Όπου m' είναι το σύνολο των κοινά βαθμολογημένων εναλλακτικών, σ_k η διακύμανση των βαθμολογιών που έχει αποδώσει ο χρήστης k (ενεργός χρήστης) και $\sigma_{k'}$ η διακύμανση των βαθμολογιών που έχει αποδώσει ο χρήστης k' .

Ο τύπος για τον υπολογισμό της διανυσματικής ομοιότητας είναι ο τύπος για τον υπολογισμό της εφαπτομένης δύο διανυσμάτων (Breese et al. 1998, Sarwar et al., 2001):

$$w_{k,k'} = \cos(\vec{k}, \vec{k'}) = \frac{\vec{k} \cdot \vec{k'}}{\|\vec{k}\|_2 \cdot \|\vec{k'}\|_2} = \frac{\sum_{j=1}^{m'} (r_{k,j})(r_{k',j})}{\sqrt{\sum_{j=1}^{m'} r_k^2} \sqrt{\sum_{j=1}^{m'} r_{k'}^2}}$$

Στην εργασία των Breese et al. (1998) παρουσιάζονται παραλλαγές των δύο προσεγγίσεων που στοχεύουν στη βελτίωση της απόδοσης του συστήματος τόσο από την άποψη της υπολογιστικής ισχύος που απαιτείται για τη λειτουργία του, όσο και από την άποψη της ακρίβειας των εξαγόμενων προβλέψεων. Για παράδειγμα αναφέρεται η ενσωμάτωση μιας αρχικής βαθμολογίας στον πίνακα των δεδομένων για τα αντικείμενα που δεν έχουν μεγάλο αριθμό κοινών αξιολογήσεων. Η προσέγγιση αυτή βοηθάει την αντιμετώπιση του προβλήματος της αραιής δομής (sparsity) και το “cold start problem”. Από το χώρο της ανάκτησης πληροφοριών (information retrieval) είναι δανεισμένη η παραλλαγή που ακολουθεί και συγκεκριμένα από το δείκτη IDF (inverse document frequency). Σύμφωνα με αυτό το μέγεθος που χρησιμοποιείται στο χώρο των συστημάτων συστάσεων περιεχομένου, όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη παράγραφο, η βαρύτητα μιας λέξης κλειδί μειώνεται όταν αυτή απαντάται με αυξημένη συχνότητα στο σύνολο των αναλυόμενων εγγράφων. Η αρχή πίσω από αυτό το μέγεθος είναι ότι μια λέξη κλειδί που εμφανίζεται με μεγάλη συχνότητα σε πολλά έγγραφα έχει μειωμένη αξία για τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών που διαμορφώνουν το προφίλ των εγγράφων. Κατά αντιστοιχία αφαιρούνται από τον υπολογισμό συσχετίσεων τα αντικείμενα που παρουσιάζουν μικρή διακύμανση στις βαθμολογίες που συγκεντρώνουν. Το μέγεθος ονομάζεται IUF (Inverse User Frequency).

Αφού έχουν υπολογιστεί οι συσχετίσεις ακολουθεί η επιλογή των χρηστών με την υψηλότερη συσχέτιση με τον ενεργό χρήστη. Ο αριθμός των χρηστών που επιλέγονται δεν είναι κάθε φορά συγκεκριμένος και απαιτείται να διερευνηθεί πειραματικά για ποιον αριθμό χρηστών επιτυγχάνεται μεγαλύτερη ακρίβεια χωρίς να θυσιάζεται μεγάλο μέρος της υπολογιστικής ισχύος.

Στο στάδιο που ακολουθεί πραγματοποιείται ο υπολογισμός των βαθμολογιών από το σύστημα ως σταθμισμένο μέσο των βαθμολογιών που έχουν αποδώσει στο παρελθόν οι χρήστες που παρουσιάζουν την υψηλότερη συσχέτιση με τον ενεργό χρήστη. Ενώ στο παρελθόν έχουν προταθεί και άλλες προσεγγίσεις για τον υπολογισμό των βαθμολογιών έχει επικρατήσει ο ακόλουθος τύπος:

$$r_{k,j} = \bar{r}_k + \frac{\sum_{k'=1}^{l'} w_{k,k'} \cdot (r_{k',j} - \bar{r}_{k'})}{\sum_{k'=1}^{l'} w_{k,k'}}$$

Όπου $r_{k,j}$ η αξιολόγηση του συστήματος προς το χρήστη k για το αντικείμενο j , $\bar{r}_k$ η μέση τιμή των αξιολογήσεων του χρήστη k , l' το πλήθος των γειτόνων που έχουν αξιολογήσει το αντικείμενο, $r_{k',j}$ η αξιολόγηση του χρήστη k' για το αντικείμενο j , $w_{k,k'}$ ο συντελεστής συσχέτισης των αξιολογήσεων του ενεργού χρήστη k με τον χρήστη k' .

Αυτός ο τύπος σε αντίθεση με όλους όσους είχαν προταθεί στο παρελθόν μπορεί να λάβει υπόψη το γεγονός ότι οι χρήστες αξιολογούν τις εναλλακτικές έχοντας διαφορετικό σύστημα αξιών και διαφορετική κλίμακα αξιολόγησης κατ' επέκταση. Αντί να χρησιμοποιούνται οι απόλυτες αξιολογήσεις, στον τύπο που δίνεται παραπάνω χρησιμοποιούνται οι αποκλίσεις από τους μέσους όρους των αξιολογήσεων κάθε χρήστη. Αυτό επιτρέπει την αντιμετώπιση του παραπάνω περιορισμού και για το λόγο αυτό ο προσαρμοσμένος σταθμισμένος μέσος έχει γνωρίσει ευρεία αποδοχή στα συστήματα συστάσεων (Collaborative Filtering).

3.4.3.2 Μειονεκτήματα Collaborative Filtering

Γενικότερα τα συστήματα συστάσεων collaborative filtering δεν παρουσιάζουν τα μειονεκτήματα που αποδόθηκαν στα συστήματα συστάσεων περιεχομένου (content-based recommender systems). Το γεγονός ότι δεν υπεισέρχονται οι ιδιότητες των αντικειμένων στη διαδικασία εξαγωγής προβλέψεων καθιστά εφικτή την εφαρμογή τους σε κλάδους όπου τα αντικείμενα που αξιολογούνται δεν έχουν συνοχή μεταξύ τους, καθώς και σε κλάδους που δεν πληρούν τον περιορισμό περιγραφής των αντικειμένων τους με λέξεις κλειδιά. Παρά την ευρύτερη εφαρμογή που θεωρητικά έχουν αυτά τα συστήματα δε στερούνται μειονεκτημάτων (Lee, 2001, Balabanovic & Shoham, 1997, Claypool et al., 1999).

Ο νέος χρήστης απαιτείται να αξιολογήσει μεγάλο μέρος των εναλλακτικών, ώστε να είναι σε θέση το σύστημα να παράγει αξιόπιστες προβλέψεις. Αυτό γιατί οι συσχετίσεις μεταξύ χρηστών που στηρίζονται σε χαμηλό αριθμό κοινών αξιολογήσεων πολλές φορές δεν είναι αξιόπιστες. Αυτό το πρόβλημα έχει επικρατήσει ακαδημαϊκό χώρο να ονομάζεται ως “cold start problem” (Schein et al., 2002). Προκειμένου να ξεπεραστεί αυτός ο περιορισμός έχουν αναλυθεί τεχνικές που στοχεύουν στον εντοπισμό ενός ελάχιστου συνόλου εναλλακτικών που θα επιτρέπουν την πραγματοποίηση αξιόπιστων προβλέψεων (Rashid, et al., 2002).

Αντίστοιχο είναι και το πρόβλημα που παρατηρείται κατά την εισαγωγή νέων αντικειμένων στο σύστημα. Τα νέα αντικείμενα δεν έχουν λάβει αξιολογήσεις και έτσι δεν είναι δυνατή η πρότασή τους στους χρήστες για ένα διάστημα, ώσπου να αναμορφωθεί αυτή η κατάσταση.

Τα δεδομένα των συστημάτων συστάσεων παρουσιάζουν στην συντριπτική πλειοψηφία τους την ιδιότητα της αραιής δομής (sparsity). Ακόμα και σε ένα δημοφιλές ηλεκτρονικό κατάστημα όπως είναι το Amazon με χιλιάδες χρηστών και εκατομμύρια αντικειμένων και υψηλό δείκτη μετατροπής (conversion ratio – το ποσοστό που οι επισκέψεις συνοδεύονται από αγορά αντικειμένου) είναι απίθανο οι αξιολογήσεις να ξεπερνούν το 5% των αντικειμένων (5% του 1εκ. βιβλίων είναι 50.000 πωλήσεις βιβλίων) (Sarwar et al., 2001). Με τόσο περιορισμένο αριθμό αξιοποιήσιμων δεδομένων είναι εξαιρετικά δύσκολη η πραγματοποίηση προτάσεων με υψηλά ποσοστά ακρίβειας. Μέρος αυτού του προβλήματος είναι και η παρουσία χρηστών οι προτιμήσεις των οποίων δεν συναντούν αντιστοιχίσεις στο σύνολο των υπολοίπων χρηστών (Gray sheep problem, Claypool et al., 1999). Η δημιουργία προτάσεων για αυτή την κατηγορία χρηστών είναι πολύ πιθανό να οδηγήσει σε χαμηλή ακρίβεια, καθώς οι συστάσεις θα επηρεαστούν από ένα σύνολο χρηστών οι οποίοι δεν είναι ουσιαστικοί «γείτονες» του ενεργού χρήστη, παραπλανώντας τον αλγόριθμο. Η προσπάθεια για την αντιμετώπιση αυτού και των παραπάνω προβλημάτων που εμφανίζουν τα συστήματα συστάσεων είτε πρόκειται για συστήματα περιεχομένου (content-based), είτε πρόκειται για συστήματα (collaborative filtering) γίνεται από το συνδυασμό των δύο μεθοδολογιών. Τα συστήματα που προκύπτουν έχουν επικρατήσει στη διεθνή βιβλιογραφία με τον όρο υβριδικά (Hybrid).

3.4.4 Υβριδικά συστήματα συστάσεων (Hybrid Recommender Systems)

Στην κατηγορία αυτή υπάγονται τα συστήματα που δεν ανήκουν σε κάποια από τις παραπάνω κατηγορίες. Η ταξινόμησή τους σε ομάδες συναντά δυσκολίες για αυτό το λόγο. Μια απόπειρα κατηγοριοποίησης τους πραγματοποιείται από τους

Adomavicius & Tuzhilin (2005). Σύμφωνα με την εργασία τους τα υβριδικά συστήματα συστάσεων υπάγονται στις ακόλουθες κατηγορίες:

- Ξεχωριστή υλοποίηση συστημάτων περιεχομένου και συστημάτων Collaborative Filtering και από κοινού παρουσίαση των αποτελεσμάτων τους στο χρήστη.
- Ενσωμάτωση χαρακτηριστικών από τα συστήματα περιεχομένου σε ένα σύστημα Collaborative Filtering.
- Ενσωμάτωση των χαρακτηριστικών των συστημάτων Collaborative Filtering σε ένα σύστημα περιεχομένου.
- Εξ αρχής υλοποίηση νέου συστήματος που να ενσωματώνει τα χαρακτηριστικά και των δύο μεθοδολογιών σε ένα νέο σύστημα.

Η πρώτη περίπτωση αφορά την ανάπτυξη συστημάτων στα οποία εμφανίζονται αμιγώς τα χαρακτηριστικά και των δύο μεθοδολογιών. Το τελικό αποτέλεσμα για μια εναλλακτική προκύπτει είτε ως γραμμικός συνδυασμός των επιμέρους αποτελεσμάτων (Claypool et al., 1999), είτε με την επιλογή κάθε φορά της πλέον κατάλληλης μεθοδολογίας σύμφωνα με ένα σύστημα αξιολόγησης των παρελθουσών επιδόσεών τους (Billsus & Pazzani, 2000, Tran & Cohen, 2000).

Οι πλέον αντιπροσωπευτικές εφαρμογές της δεύτερης κατηγορίας των υβριδικών συστημάτων είναι η μηχανή σύστασης ιστοσελίδων Fab (Balabanovic & Shoham, 1997) και το “collaboration via content” (Pazzani, 1999). Αυτά τα συστήματα αν και διατηρούν τον χαρακτήρα του Collaborative Filtering παράλληλα κατασκευάζουν προφίλ των προτιμήσεων του χρήστη και των δημογραφικών του χαρακτηριστικών. Αντιμετωπίζουν το πρόβλημα της αραιής δομής καθώς η συσχέτιση μεταξύ των χρηστών υπολογίζεται μεταξύ των προφίλ τους και όχι σύμφωνα με τις βαθμολογίες που έχουν αποδώσει στα κοινώς αξιολογημένα αντικείμενα. Η δομή αυτή επιτρέπει πολύ εύκολα την ενσωμάτωση πολυκριτήριων χαρακτηριστικών στις προτάσεις που εξάγονται. Η προτεινόμενη μεθοδολογία που θα περιγραφεί στο επόμενο κεφάλαιο ανήκει σε αυτή την κατηγορία.

Η επόμενη κατηγορία δεν απαντάται πολύ συχνά. Η επικρατούσα τάση είναι η εφαρμογή τεχνικών μείωσης των διαστάσεων του προβλήματος με τη χρήση latent semantic indexing (LSI) για βελτίωση της ακρίβειας του συστήματος συστάσεων περιεχομένου (Soboroff & Nicholas, 1999).

Στην τελευταία κατηγορία διάκρισης των υβριδικών συστημάτων συστάσεων έχει παρατηρηθεί έντονο ακαδημαϊκό ενδιαφέρον και πληθώρα εφαρμογών. Αναζητείται ένα πλαίσιο που θα ενοποιεί τα δεδομένα των επιμέρους μεθοδολογιών που παρουσιάστηκαν στις προηγούμενες παραγράφους. Στην ίδια κατηγορία εντάσσονται και συστήματα που αξιοποιούν τεχνικές διαχείρισης της γνώσης (Knowledge based techniques), όπως το παράδειγμα της εφαρμογής σύστασης εστιατορίων Entrée (Burke, 2000) με το οποίο αντιμετωπίζεται το πρόβλημα

παροχής αξιόπιστων προτάσεων για το νέο χρήστη. Άλλες εργασίες που υπάγονται σε αυτή την κατηγορία είναι αυτές των Basu et al. (1998) και Schein et al. (2002).

3.4.5 Πολυκριτήρια συστήματα συστάσεων

Η χρήση Πολυκριτήριας Ανάλυσης Αποφάσεων σε συνεργασία με τα συστήματα συστάσεων εμφανίστηκε με την εργασία των Manouselis & Costopoulou (2007) και των Lakiotaki et al. (2007) και των Matsatsinis et al. (2007). Νωρίτερα είχαν γίνει αναφορές στην ενσωμάτωση πολλαπλών μεταβλητών κυρίως στους αλγόριθμους που χρησιμοποιούν τα συστήματα συστάσεων Collaborative Filtering, αλλά και γενικότερα σε αυτά τα συστήματα ανεξάρτητα της μεθοδολογίας υλοποίησης τους (Adomavicius & Tuzhilin, 2005, Adomavicius & Kwon, 2007).

Ειδικότερα οι Manouselis & Costopoulou (2007) πραγματοποιούν ταξινόμηση των συστημάτων συστάσεων σε ένα αναλυτικό πλαίσιο, καλύπτοντας έτσι το βιβλιογραφικό κενό που οφειλόταν στο νέο του χώρου και των εφαρμογών του. Το πλαίσιο που κατασκευάζουν προβλέπει μεταξύ άλλων την ορθή ταξινόμηση και πολυκριτήριων συστημάτων συστάσεων, αν και η βιβλιογραφία ακόμα δεν είναι εκτενής. Οι εργασίες που αναφέρονται μελετούν το ενδεχόμενο διεύρυνσης του πίνακα αξιολογήσεων με πρόσθετη πληροφορία, η οποία προέρχεται από τις αξιολογήσεις των επιμέρους παραμέτρων που χαρακτηρίζουν τις εναλλακτικές. Αυτή η διεύρυνση, όπως αποδεικνύουν βελτιώνει την ακρίβεια των παραγόμενων συστάσεων.

Συστήματα όπως αυτό που περιγράφεται από τους Adomavicius & Kwon (2007) επαναπροσδιορίζουν την έννοια της συσχέτισης μεταξύ χρηστών, ώστε να γίνει εφικτή η χρήση πολλαπλών κριτηρίων. Συγκεκριμένα υπολογίζονται συσχετίσεις για κάθε ένα από τα κριτήρια που θεωρείται ότι συμμετέχουν στην απόφαση ενός χρήστη και σε δεύτερο στάδιο οι επιμέρους συσχετίσεις σταθμίζονται για να προκύψει η πολυκριτήρια συσχέτιση μεταξύ χρηστών. Η προσέγγισή τους δεν αφορά αποκλειστικά συστήματα συστάσεων Collaborative Filtering, αλλά γενικεύεται με τη χρήση άλλων τεχνικών του χώρου της Μηχανικής Μάθησης (Machine Learning).

Η εργασία των Lakiotaki et al. (2007) αποτελεί εφαρμογή στο χώρο των συστημάτων συστάσεων της Πολυκριτήριας Ανάλυσης Αποφάσεων. Η ανάλυση που πραγματοποιείται αφορά τη μοντελοποίηση των προτιμήσεων διαφορετικών χρηστών με τη χρήση της πολυκριτήριας μεθοδολογίας UTA*. Αποδεικνύεται ότι η ενσωμάτωση πολυκριτήριας ανάλυσης προγενέστερα της εφαρμογής μεθοδολογιών clustering, οδηγεί σε βελτίωση των αποτελεσμάτων της μεθόδου clustering στα μέτρα συμπαγούς δομής των ομάδων και στα μέτρα διάκρισης μεταξύ τους. Η

εργασία τους αποτελεί ουσιαστικά απόδειξη της χρησιμότητας εφαρμογής πολυκριτήριας ανάλυσης προκειμένου να γίνει ακριβέστερη αποτύπωση της ομαδοποίησης των πελατών στα πλαίσια μίας εξατομικευμένης πολιτικής προώθησης, σύστασης προϊόντων.

Οι Matsatsinis et al. (2007) υλοποιούν μία μεθοδολογία σύστασης επιστημονικών άρθρων προς την επιστημονική κοινότητα με ενσωμάτωση χαρακτηριστικών από την πολυκριτήρια ανάλυση. Το σύστημα συστάσεων μοντελοποιεί τη συμπεριφορά του εκάστοτε χρήστη με τη βοήθεια 7 κριτηρίων. Αξιοποιείται η πολυκριτήρια μεθοδολογία UTASTAR η οποία ενσωματώνει το μέγεθος TF που χρησιμοποιείται στα συστήματα συστάσεων περιεχομένου και παρουσιάστηκε στην παράγραφο 3.4.2. Η προτεινόμενη μεθοδολογία από τους Matsatsinis et al. (2007) επιλύει το πρόβλημα της απουσίας εφαρμογών που θα επιτρέπουν τη ανάδραση μεταξύ χρήστη και συστήματος για την πρόταση επιστημονικών άρθρων.

3.5 Hold out validation

Η διασταύρωση hold out αποτελεί διαδικασία αξιολόγησης της ακρίβειας του εκτιμώμενου μοντέλου. Σε ένα δείγμα του συνόλου των δεδομένων που ονομάζεται δείγμα ελέγχου (test sample) εφαρμόζεται το μοντέλο το οποίο αναπτύχθηκε χρησιμοποιώντας το τμήμα του συνόλου δεδομένων που καλείται δείγμα εκμάθησης – learning sample (Statistica). Η μέθοδος στηρίζεται στις αρχές του Ελέγχου Διασταύρωσης (Cross Validation) η οποία είναι μέθοδος που η παρουσίαση της έγινε αρχικά από τον (Stone, 1974) και έκτοτε αποτελεί μια ευρέως διαδεδομένη μέθοδο αξιολόγησης υποδειγμάτων ταξινόμησης και παλινδρόμησης. Ο έλεγχος διασταύρωσης, όπως και ο έλεγχος hold out αξιοποιούνται κατά κύριο λόγο στις περιπτώσεις όπου η συλλογή δείγματος ελέγχου του αναπτυσσόμενου υποδείγματος είναι αδύνατη ή ιδιαίτερα δαπανηρή.

Ο έλεγχος διασταύρωσης απαντάται στη βιβλιογραφία ως K-fold cross validation (K-CV) όπου το σύνολο των δεδομένων χωρίζεται σε K μέρη. Πραγματοποιούνται K επαναλήψεις της διαδικασίας ανάπτυξης του υποδείγματος και κάθε φορά ένα από τα K υποσύνολα των δεδομένων δε συμμετέχει στην ανάπτυξή του, αλλά χρησιμοποιείται ως δείγμα ελέγχου της ακρίβειας του μοντέλου. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται K φορές, όσα και τα υποσύνολα του συνόλου των δεδομένων.

Στην περίπτωση του ελέγχου hold out δεν πραγματοποιείται η τυπική διασταύρωση, όπως αυτή περιγράφηκε παραπάνω. Αντί αυτής επιλέγεται τυχαία ένα μέρος του συνόλου των δεδομένων το οποίο χρησιμοποιείται ως δείγμα ελέγχου και το υπόλοιπο τμήμα του συνόλου δεδομένων λειτουργεί ως δείγμα εκμάθησης. Η

διαδικασία αυτή δεν επαναλαμβάνεται εκ νέου όπως προβλέπεται στον έλεγχο διασταύρωσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο Προτεινόμενη Μεθοδολογία

4.1 Εισαγωγή

Μετά την αναλυτική παρουσίαση των μεθοδολογιών που εφαρμόζονται για την επίλυση του προβλήματος της ταξινόμησης, και τα κριτήρια αξιολόγησης της επίδοσης αμοιβαίων κεφαλαίων, παρουσιάζεται το πλαίσιο στο οποίο θα ενταχθούν τα παραπάνω για τη δημιουργία μιας βελτιωμένης προσέγγισης η οποία δανείζεται στοιχεία από το χώρο της πολυκριτήριας ανάλυσης και το χώρο των συστημάτων συστάσεων.

Οι στόχοι από την υλοποίηση αυτής της εργασίας αναλύονται σε ακαδημαϊκούς, δηλαδή τη συνεισφορά της στην επιστημονική κοινότητα και εφαρμοσμένους, οι οποίοι απορρέουν από το ενδεχόμενο αξιοποίησης της προτεινόμενης μεθοδολογίας σε εμπορικές εφαρμογές.

Σε ακαδημαϊκό επίπεδο η πρωτοτυπία της εργασίας μπορεί να αναλυθεί σε δύο επίπεδα.

- Στη βελτίωση του αλγορίθμου λειτουργίας του Collaborative Filtering.
- Στο συνδυασμό μεθοδολογιών για τη δημιουργία υβριδικού συστήματος συστάσεων (Hybrid Recommender System).

Σε ότι αφορά το πρώτο επίπεδο, η προτεινόμενη μεθοδολογία εντάσσεται σύμφωνα με τους Adomavicius & Tuzhilin (2005) στην κατηγορία υβριδικών συστημάτων τα οποία λειτουργούν ως συστήματα collaborative filtering αλλά ενσωματώνουν χαρακτηριστικά από τα συστήματα συστάσεων περιεχομένου (content – based recommender) (2^η κατηγορία). Η διαφοροποίησή της από τα έως τώρα εφαρμοζόμενα συστήματα έγκειται στο γεγονός ότι ενσωματώνει μια τεχνική η οποία προέρχεται από διαφορετικό χώρο του ευρύτερου πεδίου της ανάλυσης δεδομένων. Η τεχνική της Πολυκριτήριας Ανάλυσης Αποφάσεων χρησιμοποιεί πολλαπλά κριτήρια για την κατασκευή της προσθετικής συνάρτησης της αξίας κάθε χρήστη, γεγονός που μέχρι τώρα αποτελούσε ένα από τα μειονεκτήματα των συστημάτων συστάσεων. Οι μεθοδολογίες αυτές μέχρι πρότινος δεν είχαν αξιοποιηθεί από κοινού στην επίλυση του προβλήματος παραγωγής συστάσεων παρά την εγγενή συνάφειά τους. Η έρευνα της δυνατότητας ενσωμάτωσης χαρακτηριστικών της πολυκριτήριας ανάλυσης στη μεθοδολογία του απλού collaborative filtering γίνεται με σκοπό τη βελτίωση της ακρίβειας των πραγματοποιούμενων συστάσεων και της ενίσχυσης της αποδοχής τους από το

χρήστη. Ο ισχυρισμός της βελτίωσης των αποτελεσμάτων βασίζεται στην ενίσχυση της έννοιας της συσχέτισης, ο ακριβής υπολογισμός της οποίας καθορίζει σε μεγάλο βαθμό τα αποτελέσματα των συστάσεων, όπως φάνηκε κατά την ανάλυση του αλγορίθμου collaborative filtering. Η γραμμική συσχέτιση κατά Pearson λαμβάνει πολυκριτήριο χαρακτήρα με αποτέλεσμα ο υπολογισμός της να αποτελεί πλέον πιο ακριβή απεικόνιση της συνάφειας μεταξύ χρηστών και της ταύτισης των προτιμήσεών τους. Η νέα πληροφορία που προκύπτει από την εφαρμογή της πολυκριτηρίας μεθοδολογίας UTADIS και η αξιοποίησή της οδηγεί στην εισαγωγή της έννοιας της πολυκριτηρίας συσχέτισης (Multi-criteria Correlation).

Μετά τη διερεύνηση ενσωμάτωσης χαρακτηριστικών της πολυκριτηρίας ανάλυσης στο collaborative filtering εξετάζεται η δυνατότητα δημιουργίας μίας νέας μεθοδολογίας στην οποία θα λειτουργούν αμιγείς και οι δύο μεθοδολογίες προκειμένου να συνυπάρχουν τα πλεονεκτήματα και των δύο κατά τη διαδικασία παραγωγής συστάσεων. Αυτό το στάδιο της ανάλυσης οδηγεί στην ανάπτυξη υβριδικών προσεγγίσεων που εντάσσονται στην 4^η κατηγορία ταξινόμησης των υβριδικών συστημάτων σύμφωνα με τους Adomavicius & Tuzhilin (2005), τα οποία αναμένεται να βελτιώσουν περεταίρω την ακρίβεια των παραγόμενων συστάσεων.

Παράλληλα με τη βελτίωση της ακρίβειας των συστάσεων πραγματοποιείται δευτερευόντως αντιμετώπιση προβλημάτων που απορρέουν από την εφαρμογή των συστημάτων συστάσεων collaborative filtering τα οποία έχουν αναφερθεί στο προηγούμενο κεφάλαιο. Τα ζητήματα αυτά (“cold start”, “grey sheep”) αντιμετωπίζονται παραδοσιακά με την ενσωμάτωση στο collaborative filtering χαρακτηριστικών από τα συστήματα συστάσεων. Η συνάφεια της πολυκριτηρίας ανάλυσης με τα συστήματα συστάσεων περιεχομένου συνεπάγεται την έμμεση αντιμετώπιση των παραπάνω προβλημάτων κατά την ενσωμάτωσή της στο collaborative filtering.

Η περιγραφή των χαρακτηριστικών των μεθοδολογιών που αξιοποιούνται αποδεικνύει τη μεταξύ τους συνάφεια. Το γεγονός αυτό δικαιολογεί την επιλογή αναζήτησης του τρόπου ενσωμάτωσής τους σε υβριδικές μεθοδολογίες.

Οι εφαρμογές των προτεινόμενων μεθοδολογιών εστιάζουν στο χώρο της σύστασης αμοιβαίων κεφαλαίων, αλλά δεν περιορίζονται εκεί. Η προτεινόμενη μεθοδολογία, όπως και τα συστήματα συστάσεων μπορεί να εφαρμοστεί σε οποιονδήποτε από τους τομείς υπάρχει σήμερα εφαρμογή των συστημάτων συστάσεων και παράλληλα ανάγκη για πολυκριτήρια ανάλυση του προβλήματος της απόφασης – σύστασης. Αποτελεί ανταγωνιστικό πλεονέκτημα για μία εταιρεία ή οργανισμό καθώς επιτρέπει εξατομικευμένο μάρκετινγκ και προσαρμογή των προϊόντων ή των υπηρεσιών στις ανάγκες των πελατών ως αποτέλεσμα του προσδιορισμού του προφίλ των πελατών.

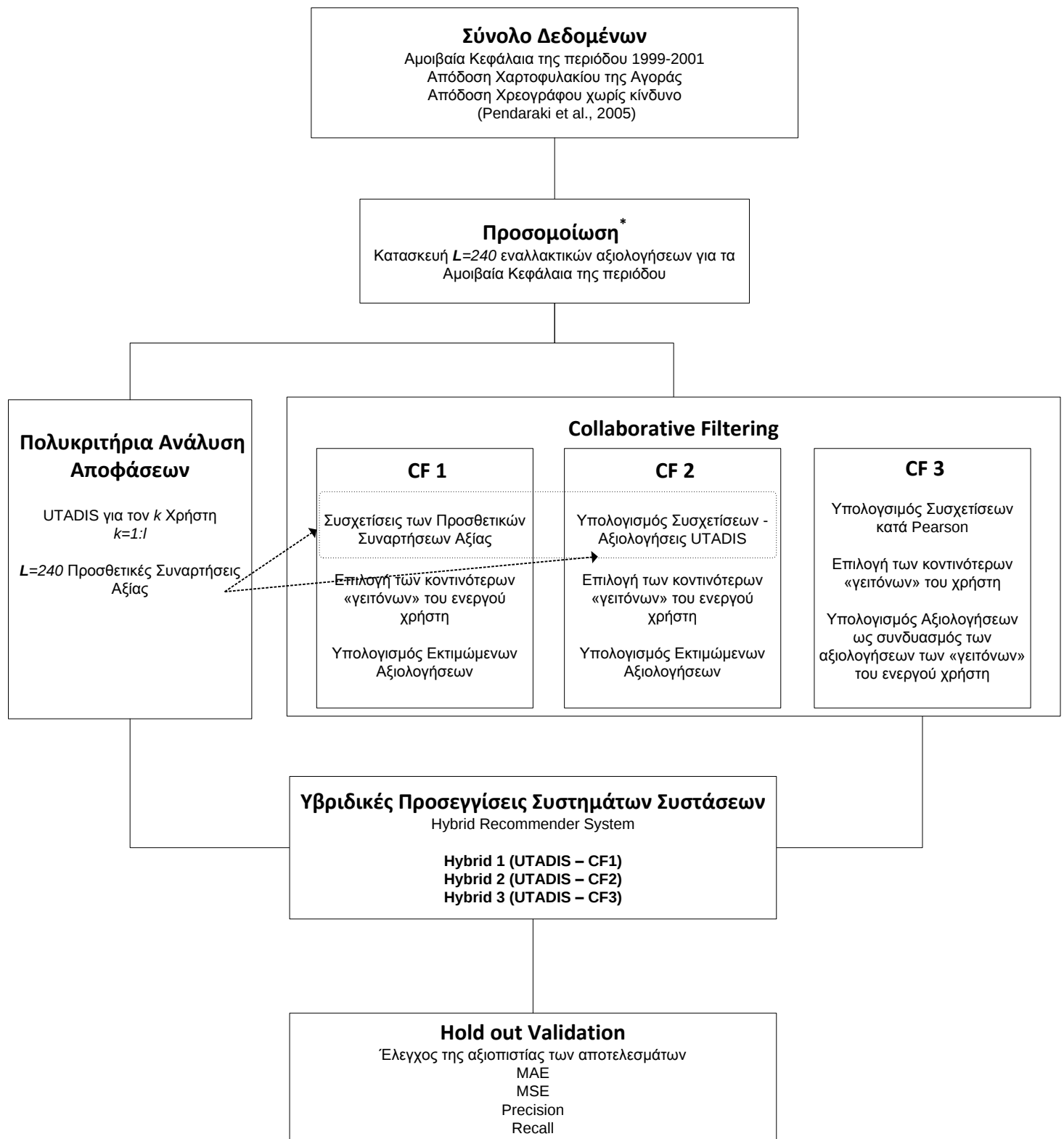
Η προτεινόμενη μεθοδολογία επιτρέπει την ανάλυση των αμοιβαίων κεφαλαίων, ώστε σε πρώτο στάδιο να επιλεγούν εκείνα τα οποία είναι κατάλληλα για επένδυση σύμφωνα με το σύστημα αξιών κάθε επενδυτή μεμονωμένα και όχι ακολουθώντας κάποια αυθεντία, ενώ σε δεύτερο στάδιο επιτρέπει τη σύσταση των εναλλακτικών που εκτός από το κριτήριο της καταλληλότητας για επένδυση καλύπτουν ταυτόχρονα τις ανάγκες και τις προτιμήσεις του εκάστοτε επενδυτή, όπως αυτές αποτυπώνονται από στην επενδυτική του συμπεριφορά κατά το παρελθόν. Η πρακτική εφαρμογή των προτεινόμενων μεθοδολογιών μπορεί να γίνει από παράγοντες της αγοράς, όπως συμβούλους επενδύσεων, εταιρείες παροχής επενδυτικών υπηρεσιών ώστε να προσφέρουν στους πελάτες τους εξατομικευμένες υπηρεσίες, ανάλυση του προφίλ και των αναγκών τους και κατά συνέπεια σύσταση των επενδυτικών προϊόντων (αμοιβαία κεφάλαια, συνταξιοδοτικά προγράμματα, ασφαλιστικά προγράμματα) που καλύπτουν τις ανάγκες τους.

Στο Σχήμα 8 πραγματοποιείται η διαγραμματική απεικόνιση της προτεινόμενης μεθοδολογίας. Στις επόμενες παραγράφους θα παρουσιαστεί το σύνολο δεδομένων και θα αναλυθεί κάθε στάδιο βελτίωσης, πριν την παρουσίαση των τελικών αποτελεσμάτων.

4.2 Σύνολο Δεδομένων

Το κυριότερο σημείο προβληματισμού που χρειάστηκε να αντιμετωπιστεί κατά τη διαδικασία σχεδιασμού της προτεινόμενης μεθοδολογίας ήταν η συλλογή του συνόλου δεδομένων. Οι εμπλεκόμενοι φορείς στο θέμα των επενδύσεων, δημόσιοι και ιδιωτικοί, δεν ήταν σε θέση να προσφέρουν τα δεδομένα που ήταν απαραίτητα λόγω νομικών και γραφειοκρατικών κωλυμάτων. Η εγγύηση για εχεμύθεια σε ότι αφορούσε τα παρεχόμενα στοιχεία, καθώς και η διαβεβαίωση ότι επρόκειτο να αξιοποιηθούν αποκλειστικά για ερευνητικούς σκοπούς στα πλαίσια μεταπτυχιακής διατριβής, δεν ήταν αρκετές για να τα εξασφαλίσουν. Ως εκ τούτου, αν και ο αρχικός στόχος ήταν η συγκέντρωση ιστορικών στοιχείων που αφορούσαν τις επενδυτικές πράξεις μεμονωμένων επενδυτών, προέκυψε η ανάγκη ο στόχος αυτός να τροποποιηθεί.

Πηγή προέλευσης του συνόλου των δεδομένων αποτέλεσαν τα Α/Κ που περιγράφονται στη διδακτορική διατριβή της Πενταράκη (2003). Επιγραμματικά στην παραπάνω εργασία χρησιμοποιήθηκαν τα 33 μετοχικά Α/Κ εσωτερικού του Πίνακα 4, τα οποία την 3ετία 1999-2001 αποτελούσαν περίπου το 83% της κεφαλαιοποίησης της παραπάνω κατηγορίας αμοιβαίων στην ελληνική αγορά.



Σχήμα 8 Προτεινόμενη Μεθοδολογία

Τα Α/Κ ταξινομήθηκαν σε 2 ομάδες ανάλογα με τις επιδόσεις τους ακολουθώντας δύο προκαθορισμένους κανόνες ταξινόμησης, ενώ τα δεδομένα που αφορούσαν τις επιδόσεις των Α/Κ στα κριτήρια αξιολόγησης αντλήθηκαν από την Alpha Trust Α.Ε.Δ.Α.Κ. στην οποία αξίζει ιδιαίτερη μνεία, καθώς οφείλεται και σε αυτή η ολοκλήρωση αυτής της εφαρμογής.

Ο αριθμός των Α/Κ της περιόδου δεν παρέμεινε σταθερός καθώς η αγορά παρουσίασε έντονες διακυμάνσεις. Εντούτοις τα 33 Α/Κ που επιλέχθηκαν είχαν διαχρονική παρουσία στην περίοδο αναφοράς. Το γεγονός αυτό δεν αποτελεί εξασφάλιση ότι τα εξεταζόμενα Α/Κ παρουσίασαν υψηλές επιδόσεις στην 3ετία που εξετάζουμε. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι από τα 33 Α/Κ μόλις τα 6 κατάφεραν να ξεπεράσουν σε απόδοση το Γ.Δ. για το έτος 2001, ποσοστό δηλαδή μόλις 18%.

4.2.1 Χρονικός Ορίζοντας Ανάλυσης

Για την παρούσα εφαρμογή τα 33 Α/Κ διασπάστηκαν στα έτη αναφοράς τους (1999-2001) με αποτέλεσμα να προκύψουν 99 εναλλακτικές (Α/Κ). Στο σημείο αυτό υπήρξε διαφοροποίηση από την εργασία των Pendaraki et al. (2005) όπου τα Α/Κ εξετάστηκαν συνολικά για την τριετία 1999-2001. Με την ενέργεια αυτή οι συστάσεις αποκτούν χαρακτήρα προσανατολισμού στο χρόνο (timing oriented), ο οποίος έλειπε σε πολλές από τις μέχρι τώρα προσεγγίσεις. Αυτή η επιλογή διευκολύνει την αξιολόγηση των διαχειριστών αναφορικά με την επιλεκτικότητα και το συγχρονισμό, όρους που εξηγήθηκαν σε προηγούμενο κεφάλαιο. Παράλληλα η επένδυση αποκτά τον ενεργητικό χαρακτήρα που έχει και στην πράξη, καθιστώντας τις συστάσεις πιο ρεαλιστικές και αξιοποιήσιμες από τους χρήστες. Η ανάλυση των αμοιβαίων κεφαλαίων ανά έτος, εύκολα θα μπορούσε να αποκτήσει ορίζοντα εξαμήνου ή τριμήνου προσαρμόζοντας την ανάλυση με τέτοιο τρόπο, ώστε να αντικατοπτρίζει πιο πιστά τις κινήσεις της αγοράς και να προσαρμόζεται έτσι σε πιο ενεργητικές επενδυτικές στρατηγικές.

Ο συμβολισμός που υιοθετήθηκε περιελάμβανε ένα διψήφιο πρόθεμα που αντιστοιχεί στο έτος αναφοράς, 99 για το 1999, 00 για το 2000 και 01 για το 2001, το πρόθεμα ΑΚ αφού τα δεδομένα αποτελούν μετοχικά αμοιβαία κεφάλαια εσωτερικού, όπως έχει αναφερθεί παραπάνω και ένα αύξοντα αριθμό από το 1 ως το 33 που χαρακτηρίζει κάθε εναλλακτική, όπως φαίνεται στον πίνακα 4. Σύμφωνα με τα παραπάνω όταν γίνεται αναφορά π.χ. στο Αμοιβαίο Κεφάλαιο ΑΒΝ ΑΜΡΟ Ελληνικό Αναπτυξιακό για το έτος 1999 θα χρησιμοποιείται ο συμβολισμός 99ΑΚ1.

Πίνακας 4 Αμοιβαία Κεφάλαια (Pendaraki et al., 2005)

AK1	ABN AMRO ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΟ
AK2	ALICO - EUROBANK ΜΕΤΟΧΙΚΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ
AK3	ALLIANZ ΜΕΤΟΧΩΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ
AK4	ALPHA ATHENS INDEX FUND ΜΕΤΟΧΙΚΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ
AK5	ALPHA TRUST ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΟ ΜΕΤΟΧΙΚΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ
AK6	ALPHA TRUST ΝΕΩΝ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ ΜΕΤΟΧΙΚΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ
AK7	ALPHA TRUST ΥΠΟΔΟΜΗΣ ΜΕΤΟΧΙΚΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ
AK8	ALPHA ΕΥΡΩΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΤΟΧΙΚΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ
AK9	ALPHA ΜΕΤΟΧΙΚΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ
AK10	ΑΤΕ ΜΕΤΟΧΙΚΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ
AK11	EUROBANK VALUE INDEX ΜΕΤΟΧΙΚΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ
AK12	HSBC ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΟ
AK13	HSBC ΜΕΤΟΧΩΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ FTSE/ASE-20
AK14	INTERAMERICAN ΑΝΑΠΤΥΣΣΟΜΕΝΩΝ ΕΤΑΙΡΙΩΝ
AK15	INTERAMERICAN ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΜΕΤΟΧΙΚΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ
AK16	INTERNATIONAL ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ
AK17	METROLIFE ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΟ
AK18	SIGMA ΜΕΤΟΧΙΚΟ FTSE/ASE-20
AK19	SOGEN INVEST ΜΕΤΟΧΙΚΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ
AK20	ALPHA ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΟ ΜΕΤΟΧΙΚΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ
AK21	ΑΣΠΙΣ ΜΕΤΟΧΙΚΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ
AK22	ΓΕΝΙΚΗ ΜΕΤΟΧΙΚΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ
AK23	ΔΗΛΟΣ BLUE CHIPS
AK24	ΔΗΛΟΣ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ
AK25	ΕΓΝΑΤΙΑ-ΟΛΥΜΠΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΟ
AK26	ΕΡΜΗΣ ΔΥΝΑΜΙΚΟ
AK27	ΕΤΒΑ Π&Κ CAPITAL
AK28	ΕΥΡΩΠΑΙΚΗ ΠΙΣΤΗ ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΟ
AK29	ΚΥΠΡΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟ
AK30	ΛΑΙΚΗ ΜΕΤΟΧΙΚΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ
AK31	NATIONALE NEDERLANDEN ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΟ
AK32	ΠΕΙΡΑΙΩΣ ΜΕΤΟΧΩΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ
AK33	ΤΕΛΕΣΙΣ ΜΕΤΟΧΙΚΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ

4.2.2 Κατηγορίες Ταξινόμησης

Είναι χαρακτηριστικό ότι καταξιωμένοι διεθνείς οίκοι που είναι υπεύθυνοι για την αξιολόγηση Α/Κ και άλλων επενδυτικών προϊόντων χρησιμοποιούν 5βάθμιες κλίμακες αξιολόγησης (βλ. Morningstar, Lipper). Η αύξηση του αριθμού των κατηγοριών ταξινόμησης σε τρεις σε σύγκριση με τις δύο κατηγορίες που

χρησιμοποιήθηκαν στην εργασία των Pendaraki et al. (2005) κρίθηκε σύμφωνη με τη διεθνή τάση, ενώ ταυτόχρονα επέτρεψε την βελτίωση της συμπεριφοράς των μεθοδολογιών ταξινόμησης.

Στην κατηγορία Q_1 εντάσσονται τα Α/Κ από τα ο χρήστης είναι ικανοποιημένος από την συμπεριφορά τους ως επενδυτικά προϊόντα στο διάστημα διακράτησης και τα συστήνει ως καλές επενδυτικές επιλογές. Στην κατηγορία Q_2 εντάσσονται τα Α/Κ για τα οποία ο ενεργός χρήστης συστήνει περεταίρω ανάλυση, ενώ τα Α/Κ της κατηγορίας Q_3 σύμφωνα με τον ενεργό χρήστη αποτελούν κακή επενδυτική επιλογή και συστήνεται στους κατόχους τους η πώληση των μεριδίων τους. Ο χρήστης δεν ήταν ικανοποιημένος από τη συμπεριφορά των Α/Κ ως επενδυτικά προϊόντα στο διάστημα διακράτησης.

4.3 Πολυκριτήρια Ανάλυση Αποφάσεων

Στην ακολουθούμενη προσέγγιση η Πολυκριτήρια Ανάλυση Αποφάσεων και συγκεκριμένα η μεθοδολογία UTADIS αξιοποιείται σε ένα διαφορετικό πεδίο, ενώ παράλληλα αντιμετωπίζονται και κάποια μειονεκτήματα που μέχρι τώρα η εφαρμογή της παρουσίαζε. Ειδικότερα η μέθοδος UTADIS δεν είχε προσανατολισμό εξατομίκευσης του εξαγόμενου μοντέλου χρησιμότητας, αλλά μάλλον δημιουργίας μιας καθολικά αποδεκτής συνάρτησης αξίας, η οποία θα αντικατόπτριζε τον τρόπο με τον οποίο αποφασίζει ένας εμπειρογνώμων. Η τάση αυτή ήταν αποτέλεσμα των πεδίων στα οποία εφαρμοζόταν και η αντιμετωπιζόμενη προβληματική.

Η εγγενής συνάφεια της μεθόδου UTADIS με τα συστήματα συστάσεων και ειδικότερα με τα συστήματα συστάσεων περιεχομένου οδήγησε στην ιδέα για μια διαφορετική προσέγγιση στην αντιμετώπιση του προβλήματος της ταξινόμησης, με τις απαραίτητες αλλαγές στην μοντελοποίηση του γραμμικού προβλήματος. Τα συστήματα συστάσεων περιεχομένου, όπως έχει αναφερθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο, είναι προσανατολισμένα στην κατασκευή ενός στατικού προφίλ προτιμήσεων του χρήστη, στη βάση πληθώρας εργασιών που έχουν αναπτυχθεί στο χώρο της ανάκτησης πληροφοριών (Information Retrieval). Ο τομέας εφαρμογής τους έχει περιορίσει τις χρήσεις τους σε τομείς τα χαρακτηριστικά των οποίων μπορούν να αποτυπωθούν με τη μορφή κειμένου. Η μέθοδος UTADIS όντας απαλλαγμένη από τέτοιου είδους περιορισμούς μπορεί να αξιοποιηθεί πιο αποδοτικά στα πλαίσια ενός συστήματος συστάσεων.

Η μοντελοποίηση για πολλαπλούς χρήστες δεν παρουσιάζει διαφοροποιήσεις από την αρχικά αναπτυχθείσα για την περίπτωση του ενός χρήστη. Τροποποίηση παρατηρείται στην αντικειμενική συνάρτηση του προβλήματος το οποίο επιλύεται πλέον I φορές, όπου I ο αριθμός των χρηστών που συμμετέχουν στο σύστημα

συστάσεων και έχουν προσφέρει αξιολογήσεις για τις εναλλακτικές. Αποτέλεσμα της πολλαπλής επίλυσης του προβλήματος είναι ότι προκύπτουν I συναρτήσεις αξίας (utility functions) κάθε μία από τις οποίες χαρακτηρίζει τη συμπεριφορά ενός χρήστη, καθώς και $(Q-1) \times I$ κατώφλια χρησιμότητας τα οποία αξιοποιούνται για την ταξινόμηση των εναλλακτικών κάθε χρήστη.

Η εξαγόμενη πληροφορία από τις επιλύσεις των γραμμικών προβλημάτων και συγκεκριμένα οι I συναρτήσεις αξίας κάθε χρήστη και οι $I \times m$ εκτιμώμενες αξιολογήσεις, (όπου m το πλήθος των εναλλακτικών) που προκύπτουν από κάθε μία από τις συναρτήσεις αξίας αξιοποιούνται εν συνεχεία στη δημιουργία δύο τροποποιήσεων του κλασικού αλγόριθμο διενέργειας Collaborative Filtering, οι οποίες αναλύονται διεξοδικά στην επόμενη παράγραφο.

4.4 Collaborative Filtering

Προκειμένου να ξεπεραστούν τα γνωστά προβλήματα που προκύπτουν από την υλοποίηση συστημάτων συστάσεων Collaborative Filtering, προτάθηκε η ενσωμάτωση χαρακτηριστικών από την Πολυκριτήρια Ανάλυση Αποφάσεων. Αναλυτικότερα επιδιώκεται η αύξηση των διαστάσεων του πίνακα Χρηστών – Αξιολογήσεων σε δύο στάδια, κάθε ένα από τα οποία οδηγεί σε μία διαφορετική προσέγγιση του αλγορίθμου Collaborative Filtering. Στην πρώτη προσέγγιση επιδιώκεται η αύξηση των στηλών του πίνακα χρηστών – εναλλακτικών (CF1), ενώ στη δεύτερη η αύξηση του αριθμού των γραμμών του πίνακα χρηστών – εναλλακτικών (CF2). Η αύξηση των διαστάσεων γίνεται προσωρινά και με αποκλειστικό σκοπό τη βελτίωση των υπολογιζόμενων συσχετίσεων. Τα δεδομένα προέρχονται από την επίλυση της μεθοδολογίας UTADIS, γεγονός το οποίο εντάσσει αυτές τις προσεγγίσεις στην κατηγορία των Υβριδικών (Hybrid).

Για να είναι δυνατή ή συγκριτική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων που συνεπάγεται η εφαρμογή τους στο σύνολο δεδομένων με τα Αμοιβαία Κεφάλαια της περιόδου 1999-2001 όλες οι παράμετροι του αλγορίθμου παρέμειναν σταθερές και κοινές για όλες τις εκδοχές του αλγορίθμου (CF1, CF2, CF3). Συγκεκριμένα επιλέγονται και στις 3 περιπτώσεις οι 10 κοντινότεροι «γείτονες», ακολουθώντας της φιλοσοφία της προσέγγισης k Nearest Neighbors (kNN). Υπάρχει πλήθος βιβλιογραφικών αναφορών που υποστηρίζουν ότι η βέλτιστη συμπεριφορά παρατηρείται για διαφορετικό σύνολο «γειτόνων». Ο αριθμός τους πρακτικά κυμαίνεται από 20 – 60, (Breese et al., 1998, Herlocker et al., 1999). Επιλέγεται η προσέγγιση του καθορισμού πλήθους «γειτόνων» έναντι της προσέγγισης καθορισμού ελάχιστης συσχέτισης καθώς η δεύτερη οδηγεί σε πολύ χαμηλή κάλυψη του δείγματος. Διαπιστώνεται ότι ο αριθμός των «γειτόνων» για τον οποίο παρατηρείται η βέλτιστη

συμπεριφορά του αλγορίθμου σε όρους σφαλμάτων ταξινόμησης κυμαίνεται και βρίσκεται σε άμεση εξάρτηση με το υπό εξέταση δείγμα δεδομένων.

Αντίστοιχη ομοιομορφία μεταξύ των αλγορίθμων επιδιώχθηκε και για τον υπολογισμό της συσχέτισης. Η πλέον γνωστή και ευρέως αποδεκτή μεθοδολογία είναι αυτή της γραμμικής συσχέτισης κατά Pearson η οποία έχει περιγραφεί σε προηγούμενο κεφάλαιο.

4.4.1 CF1

Η διαφοροποίηση της πρώτης τροποποίησης σε σχέση με τον απλό αλγόριθμο collaborative filtering αφορά τα δεδομένα που λαμβάνονται υπόψη για τον υπολογισμό της συσχέτισης μεταξύ χρηστών. Συγκεκριμένα λαμβάνονται υπόψη επιπρόσθετα οι αξιολογήσεις των εναλλακτικών, όπως προκύπτουν από τον αλγόριθμο της UTADIS. Αποτέλεσμα της ενσωμάτωσης είναι η αύξηση της διάστασης που περιλαμβάνει τους χρήστες στον πίνακα χρηστών – εναλλακτικών κατά I , όπου I ο αριθμός των διαφορετικών συναρτήσεων αξιών. Αυτός ο αριθμός είναι ίσος με τον αριθμό των χρηστών. Η σχηματική απεικόνιση του τροποποιημένου πίνακα χρηστών – αντικειμένων γίνεται στο Σχήμα 9.

	y_1	UTADIS ₁	y_2	UTADIS ₂	..	y_I	UTADIS _I
x_1							
x_2							
..							
..							
x_m							

Σχήμα 9 Πίνακας Χρηστών Εναλλακτικών CF1

Οι αξιολογήσεις που υπήρχαν εξ αρχής στον πίνακα χρηστών – αντικειμένων συμβολίζονται με το σκούρο σκιασμένο μοτίβο.

Κάθε ένας από τους υποθετικούς χρήστες ($UTADIS_k$) που ενσωματώνονται στην ανάλυση έχει αξιολογήσει το σύνολο των εναλλακτικών, σύμφωνα με τη συνάρτηση αξίας του χρήστη στον οποίο αντιστοιχίζεται. Έτσι π.χ. ο χρήστης $UTADIS_1$ υιοθετεί τη συνάρτηση αξίας του χρήστη y_1 , όπως αυτή υπολογίστηκε κατά το στάδιο

επίλυσης της UTADIS. Ο πρακτικός διπλασιασμός του πίνακα χρηστών – εναλλακτικών που συντελείται από την ενσωμάτωση / υποθετικών χρηστών στον πίνακα χρηστών - εναλλακτικών, αυξάνει παράλληλα και το μέγεθος του πίνακα που περιλαμβάνει τις συσχετίσεις των χρηστών. Η αύξηση του πίνακα συσχετίσεων δεν είναι αποδεκτή στο σύνολό της, γιατί περιλαμβάνει τις συσχετίσεις μεταξύ των υποθετικών χρηστών (UTADIS) για τους οποίους όμως δεν πραγματοποιείται πρόβλεψη. Επομένως οι γραμμές και οι στήλες στον πίνακα συσχετίσεων που αφορούν τη συσχέτιση μεταξύ υποθετικών χρηστών αφαιρούνται.

Η προτεινόμενη μεθοδολογία αντιμετωπίζει αφενός μεν το πρόβλημα της αραιής δομής του πίνακα δεδομένων, του νέου χρήστη και νέας εναλλακτικής, αφού υπολογίζει συσχετίσεις μεταξύ ενός ευρύτερου συνόλου χρηστών για τους οποίους μάλιστα συμπεριλαμβάνονται και πλήρεις αξιολογήσεις σύμφωνα με τον αλγόριθμο UTADIS. Παράλληλα δίνει Πολυκριτήριο χαρακτήρα στην υπολογιζόμενη συσχέτιση, δεδομένου ότι οι αξιολογήσεις που έχουν πραγματοποιήσει οι υποθετική χρήστες γίνεται στη βάση της πολυκριτήριας ανάλυσης αξιοποιώντας μια δεδομένη κατά περίπτωση συνάρτηση αξίας.

4.4.2 CF2

Η δεύτερη τροποποίηση του αλγόριθμου Collaborative Filtering πραγματοποιείται με την ενσωμάτωση των βαθμολογιών των χρηστών και των μερικών χρησιμότητων σε ένα νέο πίνακα, αυξημένων διαστάσεων, από τον οποίο υπολογίζονται οι συσχετίσεις χρηστών. Αποτέλεσμα της ενσωμάτωσης είναι η αύξηση της διάστασης που περιλαμβάνει τις εναλλακτικές στον πίνακα χρηστών – εναλλακτικών κατά n , όπου n είναι ο αριθμός των κριτηρίων που συμμετέχουν στην ανάλυση. Η διαδικασία διεύρυνσης φαίνεται στο Σχήμα 10. Η ήδη υπάρχουσα πληροφορία είναι οι αξιολογήσεις $r_{j,k}$ και είναι σκιασμένη με το σκούρο μοτίβο, ενώ το υπόλοιπο μέρος του πίνακα έχει προέλθει από την εφαρμογή της UTADIS ($u_i(g_{i,j})$). Ως $u_i(g_{i,j})$ συμβολίζεται η μερική χρησιμότητα της εναλλακτικής j στο κριτήριο i . Η παρακάτω προσέγγιση αποτελεί ουσιαστικά υλοποίηση ενός υβριδικού συστήματος συστάσεων, αφού ο αλγόριθμος υπολογισμού των συσχετίσεων λαμβάνει υπόψη του πολλαπλά κριτήρια τα οποία έχουν προκύψει από την υλοποίηση της πολυκριτήριας ανάλυσης που αποτελεί μία μεθοδολογία που προσιδιάζει συστήματα συστάσεων περιεχομένου.

	y_1	y_2	y_3	y_k	..	..	y_l
$u_1(g_{1,1})$							
$u_2(g_{2,1})$							
..							
..							
$u_{16}(g_{16,1})$							
x_1							
..							
..							
$u_{16}(g_{16,m})$							
x_m							

Σχήμα 10 Πίνακας Χρηστών Εναλλακτικών CF2

Συμπεριλαμβάνοντας στις αξιολογήσεις των χρηστών τις μερικές χρησιμότητες που επιτυγχάνουν οι εναλλακτικές στα επιμέρους εξεταζόμενα κριτήρια για κάθε χρήστη μεμονωμένα, επιτυγχάνεται ο υπολογισμός ενός μεγέθους το οποίο μπορεί να αποτυπώσει με μεγαλύτερη ακρίβεια τη συσχέτιση μεταξύ χρηστών. Το γεγονός αυτό προκύπτει από τον πολυκριτήριο χαρακτήρα που αποκτούν οι συσχετίσεις, καθώς λαμβάνεται υπόψη για τον υπολογισμό τους ένα σύνολο κριτηρίων. Η ενσωμάτωση των μερικών χρησιμοτήτων των εναλλακτικών στα κριτήρια που συμμετέχουν στην ανάλυση σε συνδυασμό με τις αποδοθείσες από τους χρήστες βαθμολογίες επιτυγχάνει την αντιμετώπιση του προβλήματος της αραιής δομής και του νέου χρήστη - νέου αντικειμένου, καθώς ένα μεγάλο μέρος των χρησιμοποιούμενων δεδομένων προέρχονται από τη μεθοδολογία UTADIS για την οποία δεν απαντώνται τέτοιοι περιορισμοί. Οι μερικές χρησιμότητες των εναλλακτικών προκύπτουν άμεσα από τη συνάρτηση αξίας κάθε χρήστη, η οποία είναι υπολογισμένη και ήδη γνωστή. Να σημειωθεί επιπρόσθετα ότι η επιλογή να συμπεριληφθούν οι μερικές χρησιμότητες στον υπολογισμό της συσχέτισης, δεν αναιρεί το χαρακτήρα του συστήματος, καθώς οι μερικές χρησιμότητες βρίσκονται σε άμεση συνάρτηση με τις αξιολογήσεις των χρηστών.

4.4.3 CF3

Εδώ ακολουθείται η συνηθισμένη εκδοχή του αλγορίθμου. Κρίνεται σκόπιμη η ενσωμάτωση της στην ανάλυση για λόγους σύγκρισης των προτεινόμενων μεθοδολογιών με ένα δείκτη αναφοράς (Benchmark). Εξαιρώντας τις διαφοροποιήσεις του CF1 και CF2 αναφορικά με τον τρόπο υπολογισμού της συσχέτισης οι παραπάνω μεθοδολογίες διενέργειας Collaborative Filtering ταυτίζονται στα υπόλοιπα στάδια του αλγορίθμου.

4.5 Υβριδικό Σύστημα

Η εφαρμογή που έγινε στις μεθοδολογίες που περιγράφονται παραπάνω, δηλαδή στη μέθοδο UTADIS και στον αλγόριθμο Collaborative Filtering, έδειξε ότι σε πολλές από τις περιπτώσεις δεν ήταν σαφής η επικράτηση της μίας έναντι της άλλης. Από αυτό το γεγονός προέκυψε η ανάγκη ενσωμάτωσής τους σε μία νέα μεθοδολογία, η οποία κατά περίπτωση θα εκμεταλλεύεται τα πλεονεκτήματα κάθε μεθοδολογίας με σκοπό την καλύτερη προσέγγιση της επενδυτικής συμπεριφοράς κάθε χρήστη μεμονωμένα. Όπως η εφαρμογή της μεθόδου UTADIS πραγματοποιείται εξατομικευμένα για κάθε χρήστη, εξάγοντας την προσωπική συνάρτηση αξίας (Personal Utility Function), κατ' αντιστοιχία πραγματοποιείται και η ενσωμάτωση των επιμέρους μεθοδολογιών δημιουργώντας υβριδικές προσεγγίσεις συστημάτων συστάσεων (Hybrid Recommender System).

Η απόπειρα αφορά μία γενικότερη προσπάθεια για να διερευνηθεί η δυνατότητα από κοινού λειτουργίας δύο μεθοδολογιών που μέχρι σήμερα λειτουργούν ανεξάρτητα, καθώς προσεγγίζουν από διαφορετική οπτική ένα παρεμφερές πρόβλημα, αυτό της σύστασης εναλλακτικών ή/και της ταξινόμησής τους.

Αντίστοιχα ζητήματα προβληματισμού έχουν αντιμετωπίσει στις εργασίες τους οι Vogt et al. (1996) πρότειναν ένα σύστημα συνεργαζόμενων πρακτόρων για την σύσταση κειμένου, το οποίο απέδειξαν ότι λειτουργούσε πιο αποτελεσματικά από τα μεμονωμένα συστήματα πρακτόρων. Συνέχεια αυτής της προσπάθειας αποτέλεσε η εργασία των Claypool et al. (1999) στην οποία υλοποιείται ένα σύστημα συνεργασίας δύο ανεξάρτητων συστημάτων, ενός συστήματος collaborative filtering και ενός συστήματος σύστασης περιεχομένου (content – based recommender system). Αρχικά προτείνεται ίση στάθμιση μεταξύ των αξιολογήσεων που πραγματοποιούν τα δύο συστήματα (collaborative filtering & content based) και διαχρονικά η στάθμιση αυτή διαφοροποιείται ανά χρήστη, ώστε να βελτιώνεται η συνολική ακρίβεια του συστήματος.

Η προσέγγιση που ακολουθείται στην παρούσα εργασία στηρίζεται στην ίδια βάση με τις προηγούμενες. Διατηρώντας ανεξάρτητα τα δύο συστήματα (UTADIS και Collaborative Filtering), αναζητά ένα πλαίσιο ενσωμάτωσής τους. Η αντιμετώπιση γίνεται με την επίλυση ενός γραμμικού προβλήματος στο οποίο ελαχιστοποιείται το μέγεθος των εσφαλμένων ταξινομήσεων. Η μοντελοποίηση του προβλήματος φαίνεται παρακάτω:

$$\min F_k = \sum_{j=1}^m (\sigma_{jk}^+ + \sigma_{jk}^-)$$

Υπό τους περιορισμούς

$$w_{kUTADIS} \cdot P_{jkUTADIS} + w_{kCF} \cdot P_{jkCF} - r_{jk} + \sigma_{jk}^+ - \sigma_{jk}^- = 0$$

$$\sum_{p \in [UTADIS, CF]} w_{kp} = 1$$

$$\sigma_{jk}^+ \geq 0, \sigma_{jk}^- \geq 0, \forall j = 1, 2, \dots, m$$

$$w_{kp} \geq 0, \forall k = 1, 2, \dots, l, \forall p \in [UTADIS, CF]$$

Όπου σ_{jk}^+ το σφάλμα κατάταξης της εναλλακτικής j σε μικρότερη κατηγορία από αυτή που την έχει ταξινομήσει ο χρήστης k , σ_{jk}^- το σφάλμα κατάταξης της εναλλακτικής j σε μεγαλύτερη κατηγορία από αυτή που την έχει ταξινομήσει ο χρήστης k , P_{jkp} η εκτιμώμενη βαθμολογία που έχει αποδώσει η μεθοδολογία UTADIS και Collaborative Filtering στην εναλλακτική j , r_{jk} η βαθμολογία που έχει αποδώσει ο χρήστης k στην εναλλακτική j , w_{kp} ο συντελεστής στάθμισης της μεθοδολογίας UTADIS και Collaborative Filtering.

4.6 Κριτήρια Αξιολόγησης

Στη διεθνή βιβλιογραφία των συστημάτων συστάσεων διαπιστώνεται η παρουσία ενός συνόλου μέτρων αξιολόγησης της επίδοσης των συστημάτων. Η τάση αυτή έχει κατηγορηθεί από προηγούμενες έρευνες καθώς αφενός μεν δεν επιτρέπει την υιοθέτηση ενός καθολικά αποδεκτού συστήματος αξιολόγησης, και αφετέρου επιτρέπει την κατά περίπτωση εφαρμογή της πλέον ελαστικής μεθοδολογίας αξιολόγησης της επίδοσης του συστήματος με αποτέλεσμα τα εξαγόμενα συμπεράσματα να είναι ανακριβή (Herlocker et al., 2004). Γίνεται προσπάθεια αυτή η εργασία να περιλάβει ένα πλήρες σύνολο μέτρων αξιολόγησης της επίδοσης των εφαρμοζόμενων αλγορίθμων προκειμένου να αντιμετωπιστούν οι παραπάνω περιορισμοί. Τα πρώτα δύο κριτήρια, δηλαδή το μέσο απόλυτο σφάλμα και το μέσο τετραγωνικό σφάλμα, αφορούν την κατανομή της απόκλισης των προβλεπόμενων

από τις πραγματικές αξιολογήσεις και χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο για συστήματα συστάσεων που στοχεύουν στη σύσταση των N καλύτερων αντικειμένων (Top N recommendation). Τα δύο επόμενα, η ακρίβεια και η ανάκληση, χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο για αξιολόγηση συστημάτων που πραγματοποιούν ταξινόμηση των εναλλακτικών με σκοπό τη διάκριση ανάμεσα σε καλές και κακές εναλλακτικές.

4.6.1 Μέσο Απόλυτο Σφάλμα

Το μέσο απόλυτο σφάλμα (mean absolute error, MAE) μετρά την απόκλιση κατά απόλυτη τιμή ανάμεσα στην προβλεπόμενη και την πραγματική αξιολόγηση που έχει πραγματοποιήσει ένας χρήστης. Το μέτρο αυτό έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως (Shardanand & Maes, 1995, Breese et al., 1998, Herlocker et al., 1999). Ο τύπος υπολογισμού του είναι:

$$MAE = \frac{\sum_{j=1}^m |p_j - r_j|}{m}$$

Όπου p_j η εκτιμώμενη τιμή της υπό αξιολόγηση εναλλακτικής, r_j η πραγματική τιμή της εναλλακτικής όπως αυτή αποδόθηκε από το χρήστη, και m το πλήθος των εναλλακτικών. Στην παρούσα εφαρμογή το σφάλμα ταξινόμησης μίας εναλλακτικής υπολογίζεται ως ακέραιος αριθμός. Μία εναλλακτική που ανήκει στην κατηγορία 1 και ταξινομείται από τη μεθοδολογία στην κατηγορία 2 επιβαρύνει τα αποτελέσματα του αλγορίθμου με μία μονάδα σφάλματος, ενώ αν ταξινομηθεί στην κατηγορία 3 επιβαρύνει το αποτέλεσμα με 2 μονάδες σφάλματος.

4.6.2 Μέσο Τετραγωνικό Σφάλμα

Το μέσο τετραγωνικό σφάλμα (mean square error, MSE) υπολογίζεται σε αντιστοιχία με τον παραπάνω δείκτη του μέσου απόλυτου σφάλματος. Η αντικατάσταση της απόλυτης τιμής της διαφοράς από το τετράγωνο της διαφοράς μεταξύ προβλεπόμενης και πραγματικής τιμής οδηγεί σε διαφορετική αντιμετώπιση των μεγάλων αποκλίσεων. Το συγκεκριμένο μέτρο ευνοεί τις χαμηλές (μικρότερες από τη μονάδα) αποκλίσεις σε βάρος των μεγάλων αποκλίσεων. Η λογική ανάπτυξης αυτού του μέτρου τοποθετείται στη διαφορετική αντιμετώπιση ανάμεσα στις μικρές και τις μεγάλες διακυμάνσεις μεταξύ εκτιμώμενης και πραγματικής βαθμολογίας της υπό εξέταση εναλλακτικής. Για το χρήστη μπορεί να είναι αδιάφορη μια μικρή απόκλιση, η οποία μάλιστα δε θα οδηγεί σε διαφορετική ταξινόμηση της

εναλλακτικής όταν πρόκειται για πρόβλημα ταξινόμησης, αλλά να ενέχει μεγάλο κόστος η σημαντικά εσφαλμένη ταξινόμηση μιας άλλης εναλλακτικής.

Το μέσο τετραγωνικό σφάλμα υπολογίζεται από τον ακόλουθο τύπο:

$$MSE = \frac{\sum_{j=1}^m (p_j - r_j)^2}{m}$$

Στην παρούσα εφαρμογή για τον υπολογισμό του μέσου τετραγωνικού σφάλματος υιοθετείται ο τρόπος αντιμετώπισης των σφαλμάτων ως ακέραιων αριθμών που περιγράφηκε στο μέσο απόλυτο σφάλμα.

4.6.3 Ακρίβεια (Precision)

Τα μέτρα που εστιάζουν στην αξιολόγηση ταξινομήσεων και όχι κατατάξεων είναι πιο ελαστικά σε ότι αφορά τα σφάλματα. Το σημείο που έχει σημασία δεν είναι πλέον αν προσδιορίζεται επακριβώς η χρησιμότητα μίας εναλλακτικής. Υπάρχει ανοχή σε τέτοιου είδους σφάλματα, αρκεί αυτά να μην οδηγούν σε εσφαλμένες ταξινομήσεις. Σε αυτή την κατηγορία μέτρων ανήκει η Ακρίβεια και η Ανάκληση.

Τα μέτρα αυτά έχουν γνωρίσει ευρεία αποδοχή στα συστήματα συστάσεων (Herlocker et al., 2004). Για να γίνει εφικτός ο υπολογισμός τους απαιτείται αρχικά να προσδιοριστούν οι σχετικές (relevant alternatives) και οι μη σχετικές εναλλακτικές (irrelevant alternatives). Σχετικές θεωρούνται εκείνες οι οποίες συγκεντρώνουν τις καλύτερες επιδόσεις, ενώ οι μη σχετικές εκείνες οι εναλλακτικές που παρουσιάζουν τις λιγότερο επιθυμητές επιδόσεις. Η ταξινόμηση ουσιαστικά μετατρέπεται σε δυαδική μετά την εφαρμογή αυτής της διαδικασίας. Εκτός της παραπάνω διάκρισης απαιτείται η διάκριση των εναλλακτικών μεταξύ επιλεγόμενων (selected alternatives) και μη επιλεγόμενων (non selected alternatives). Επιλεγόμενες θεωρούνται οι εναλλακτικές που το σύστημα επιστρέφει στον χρήστη ως ενδιαφέρουσες, ενώ επιλεγόμενες είναι εκείνες οι οποίες δεν επιλέγονται ως μη αποδεκτές. Αφού πραγματοποιηθούν οι παραπάνω διακρίσεις ο τύπος υπολογισμού του μέτρου ακρίβεια είναι:

$$P = \frac{N_{rs}}{N_s}$$

Όπου N_{rs} είναι το πλήθος των σχετικών εναλλακτικών που επιστρέφονται στο χρήστη από το σύστημα, και N_s είναι το πλήθος των επιλεγόμενων εναλλακτικών. Το μέγεθος που περιγράφηκε παραπάνω προσδιορίζει την πιθανότητα μία από τις εναλλακτικές που επιστρέφονται από το σύστημα να είναι σχετική, επομένως ενδιαφέρουσα για τον χρήστη.

4.6.4 Ανάκληση (Recall)

Η ανάκληση ως μέγεθος λειτουργεί συνδυαστικά με την Ακρίβεια. Η διάκριση που πραγματοποιήθηκε στο σύνολο δεδομένων για τον υπολογισμό της ακρίβειας απαιτείται και για τον υπολογισμό της ανάκλησης. Συγκεκριμένα ο τύπος υπολογισμού της ανάκλησης είναι:

$$Re = \frac{N_{rs}}{N_r}$$

Όπου N_r είναι το πλήθος των σχετικών εναλλακτικών. Το μέτρο της ανάκλησης μετράει την πιθανότητα μία σχετική εναλλακτική να επιλεγεί από το σύστημα και να επιστραφεί στο χρήστη προς εξέταση.

Τόσο το μέγεθος της ακρίβειας όσο και το μέγεθος της ανάκλησης έχουν δεχτεί έντονη κριτική για την εφαρμογή τους στο χώρο των συστημάτων συστάσεων. Η κριτική εστιάζεται στο γεγονός του προσδιορισμού των σχετικών εναλλακτικών. Από τη φύση τους τα συστήματα συστάσεων στηρίζονται στο διαφορετικό περιεχόμενο που δίνει κάθε χρήστης στην έννοια του ενδιαφέροντος. Η προσπάθεια να γίνει μια καθολική διάκριση των εναλλακτικών σε ενδιαφέρουσες και μη ενδιαφέρουσες, η οποία μάλιστα θα ίσχυε για όλους τους χρήστες είναι δύσκολο να πραγματοποιηθεί. Επιπρόσθετα είναι δύσκολο να εξαχθεί τέτοια πληροφορία από το σύνολο δεδομένων που χρησιμοποιείται για τη λειτουργία ενός συστήματος συστάσεων, λόγω του προβλήματος της αραιής δομής (sparsity). Όπως έχει εξηγηθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο αυτό το πρόβλημα έγκειται στην απουσία μεγάλου μέρους αξιολογήσεων από τον πίνακα χρηστών – εναλλακτικών.

Η προσπάθεια που έχει πραγματοποιηθεί στη διεθνή βιβλιογραφία προς αντιμετώπιση των παραπάνω περιορισμών στη χρήση των μέτρων της ανάκλησης και της ακρίβειας αφορά την υιοθέτηση μίας προσέγγισης αντίστοιχης με αυτή του ελέγχου διασταύρωσης. Τόσο οι Basu et al. (1998), όσο και οι Sarwar et al. (2000) διακρίνουν το σύνολο δεδομένων σε δείγμα εκμάθησης (training set) που χρησιμοποιείται για την εκπαίδευση του αλγορίθμου και σε δείγμα ελέγχου (test set) που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της επίδοσης του αναπτυσσόμενου μοντέλου. Το γεγονός ότι οι αξιολογήσεις του δείγματος ελέγχου είναι γνωστές στην πραγματικότητα, επομένως είναι γνωστή και η σχετικότητα (relevance) των εναλλακτικών επιτρέπει ακριβή μέτρηση της ακρίβειας και της ανάκλησης (Herlocker et al., 2004). Θα πρέπει σε κάθε περίπτωση ο αναλυτής να γνωρίζει ότι η σχετικότητα των αποτελεσμάτων των δύο μέτρων δε συνιστά τη χρήση τους ως απόλυτα μέτρα αξιολόγησης, αλλά στα πλαίσια της πραγματοποίησης συγκρίσεων μεταξύ εναλλακτικών προσεγγίσεων που αφορούν το ίδιο δείγμα δεδομένων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5ο Εφαρμογή

5.1 Εισαγωγή

Η εφαρμογή ενός συστήματος συστάσεων, όπως περιγράφηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, καθιστά απαραίτητη την ύπαρξη χρηστών οι οποίοι αξιολογούν τα επενδυτικά προϊόντα σύμφωνα με τη συνάρτηση αξιών που ενδόμυχα έχουν υιοθετήσει. Οι λόγοι για τους οποίους κάτι τέτοιο δεν κατέστη δυνατόν αναφέρθηκαν προηγούμενα. Προκειμένου να ξεπεραστεί αυτό το σημείο προβληματισμού ακολουθήθηκε μια διαδικασία προσομοίωσης της συμπεριφοράς των επενδυτών.

5.2 Επιλογή Κριτηρίων Αξιολόγησης

Πηγή προέλευσης του συνόλου των δεδομένων αποτέλεσαν τα Α/Κ που περιγράφονται στη διδακτορική διατριβή της Πενταράκη (Πενταράκη, 2003). Τα διαθέσιμα στοιχεία επέτρεψαν των υπολογισμό 16 κριτηρίων. Η ανάλυση του συνόλου δεδομένων οδήγησε σε μεταβολή του συνόλου των κριτηρίων αξιολόγησης σε σχέση με την προηγούμενη εργασία και η οποία εξηγείται στις παραγράφους που ακολουθούν.

Συνοπτικά ο Πίνακας 5 παρουσιάζει τα κριτήρια που συμμετέχουν στην ανάλυση και τις κατηγορίες ταξινόμησής τους.

Πίνακας 5 Μέτρα Αξιολόγησης Α.Κ.

Μέτρα Απόδοσης
Απόδοση Α/Κ
Μέση Απόδοση Α/Κ
Γεωμ. Μέσος της υπερβα.
Απόδοσης του Α/Κ προς το
χρεόγραφο χωρίς κίνδυνο (R_g)
Μέτρα Κινδύνου
Τυπική Απόκλιση
Συντελεστής β
Αξία σε Κίνδυνο

Μέτρα Απόδοσης προσαρμοσμένα για Κίνδυνο
Δείκτης του Sharpe
Δείκτης των Modigliani
Δείκτης Πληροφόρησης
Δείκτης του Treynor
α του Jensen
Μέτρα Αξιολόγησης του Συγχρονισμού με την Αγορά
α των Treynor & Mazuy
γ των Treynor & Mazuy
α των Henriksson & Merton
γ των Henriksson & Merton
Δείκτης των Treynor & Black

5.2.1 Μέτρα Απόδοσης

Αναλυτική περιγραφή των τύπων που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό των μέτρων απόδοσης των Αμοιβαίων Κεφαλαίων του δείγματος γίνεται στην παράγραφο 2.2.1. Με r συμβολίζεται η ετήσια απόδοση κάθε εναλλακτικής για την περίοδο αναφοράς, R είναι η μέση ημερήσια απόδοση, ενώ R_g είναι ο γεωμετρικός μέσος της υπερβάλλουσας απόδοσης από το χρεόγραφο χωρίς κίνδυνο. Ως χρεόγραφο μηδενικού κινδύνου λειτούργησε το Έντοκο Γραμμάτιο του Ελληνικού δημοσίου, και συγκεκριμένα οι ημερήσιες αποδόσεις του τίτλου με τριμηνιαία διάρκεια.

Όπως παρατηρείται στον Πίνακα 6 τα μετοχικά αμοιβαία κεφάλαια εσωτερικού που εξετάστηκαν παρουσίασαν αντίστοιχη πορεία με το γενικό δείκτη του ΧΑ για το διάστημα της ανάλυσης. Το 1999 συγκεκριμένα η απόδοση του γενικού δείκτη άγγιξε το 102,2% επηρεάζοντας παράλληλα και τα εξεταζόμενα επενδυτικά προϊόντα τα οποία πέτυχαν αποδόσεις που κατά μέσο όρο ξεπέρασαν κατά 56,21% την απόδοση του γενικού δείκτη.

Όταν το επόμενο έτος η εικόνα του γενικού δείκτη και των αγορών γενικότερα άλλαξε, τα αμοιβαία κεφάλαια ακολούθησαν. Η πτώση του ΧΑ κατά 38,8% είχε ως αποτέλεσμα αντίστοιχες μειώσεις των αποδόσεων των αμοιβαίων κεφαλαίων τα οποία κατά μέσο όρο πέτυχαν αποδόσεις κατά 14,4% χαμηλότερες από την αντίστοιχη του γενικού δείκτη.

Το αρνητικό κλίμα που συνεχίστηκε και το 2001 με μείωση του γενικού αλλά με μικρότερο ποσοστό από το 2000 δεν άφησε ανεπηρέαστα τα αμοιβαία κεφάλαια τα οποία σημείωσαν αποδόσεις κατά 3,05% μικρότερες από την απόδοση του ΧΑ.

Γενικότερα τα αμοιβαία κεφάλαια τα οποία παρουσίασαν πολύ υψηλές αποδόσεις το 1999 βρέθηκαν στις τελευταίες θέσεις της κατάταξης σε ότι αφορά την απόδοση για την επόμενη διετία, ενώ τα αμοιβαία που είχαν χαμηλές κατά μέσο όρο αποδόσεις στην πρώτη χρονιά της ανάλυσης ανέβηκαν στις υψηλότερες θέσεις της κατάταξης τη διετία που ακολούθησε.

Σε ότι αφορά το μέτρο R_g διαπιστώνεται ότι ενώ το 1999 η πλειοψηφία των αμοιβαίων κεφαλαίων (31 στα 33) ξεπέρασαν την απόδοση του έντοκου γραμματίου στα χρόνια που ακολούθησαν μόλις ένα μικρό ποσοστό κατάφερε να την υπερβεί (4 Α/Κ το 2000 και 6 Α/Κ το 2001).

Πίνακας 6 Επιδόσεις Α/Κ στα Μέτρα Απόδοσης

A.K.	r	R	Rg	A.K.	r	R	Rg
99AK1	141,344	95,501	18,592	00AK17	-46,834	-57,685	-13,305
99AK2	129,795	90,123	12,758	00AK18	-34,373	-37,74	6,139
99AK3	173,705	108,063	34,636	00AK19	-36,771	-40,126	2,284
99AK4	112,528	82,244	4,724	00AK20	-33,87	-38,02	5,602
99AK5	231,928	128,577	63,92	00AK21	-45,197	-56,103	-11,96
99AK6	245,128	131,195	68,004	00AK22	-51,765	-67,556	-21,347
99AK7	227,213	126,805	60,306	00AK23	-43,097	-51,537	-7,621
99AK8	207,57	118,679	49,576	00AK24	-44,619	-54,613	-10,515
99AK9	194,554	113,573	42,257	00AK25	-48,306	-60,975	-16,152
99AK10	131,387	89,807	12,706	00AK26	-43,923	-52,579	-8,612
99AK11	157,156	101,729	26,346	00AK27	-47,007	-58,056	-13,763
99AK12	190,174	112,992	41,338	00AK28	-41,224	-48,483	-4,748
99AK13	66,15	55,28	-20,431	00AK29	-54,94	-74,281	-26,699
99AK14	186,365	111,466	39,032	00AK30	-52,401	-69,075	-22,713
99AK15	137,219	91,968	15,08	00AK31	-42,29	-50,21	-6,428
99AK16	135,807	94,606	16,397	00AK32	-47,728	-59,273	-14,626
99AK17	167,449	104,238	29,156	00AK33	-43,94	-53,964	-10,105
99AK18	83,133	66,794	-10,346	01AK1	-26,27	-27,5	-4,969
99AK19	159,666	102,053	26,868	01AK2	-26,485	-27,379	-4,687
99AK20	141,107	93,199	16,291	01AK3	-26,575	-27,673	-5,019
99AK21	112,428	79,85	1,398	01AK4	-23,524	-22,881	-0,211
99AK22	143,686	95,317	18,893	01AK5	-24,718	-23,817	-1,418
99AK23	139,85	93,644	17,027	01AK6	-23,19	-23,186	-1,085
99AK24	145,143	96,055	19,733	01AK7	-13,377	-10,793	12,122
99AK25	202,518	117,78	48,004	01AK8	-26,179	-26,613	-4,024
99AK26	176,42	107,27	33,657	01AK9	-23,576	-23,649	-1,115
99AK27	130,779	90,289	12,772	01AK10	-24,683	-24,707	-2,056
99AK28	140,736	94,816	18,304	01AK11	-19,78	-19,62	2,851
99AK29	139,254	94,234	17,1	01AK12	-22,269	-22,257	0,239
99AK30	235,668	128,549	63,892	01AK13	-18,297	-17,288	5,402
99AK31	149,501	98,426	22,565	01AK14	-25,58	-25,81	-3,343
99AK32	144,579	96,617	20,187	01AK15	-24,903	-25,351	-2,713
99AK33	188,001	111,127	38,76	01AK16	-29,92	-32,302	-9,463
00AK1	-47,563	-58,787	-14,359	01AK17	-24,205	-24,03	-1,333
00AK2	-49,744	-63,854	-18,453	01AK18	-20,971	-20,597	1,963
00AK3	-46,853	-57,856	-13,415	01AK19	-23,105	-23,475	-1,002
00AK4	-39,994	-46,156	-2,398	01AK20	-23,607	-23,845	-1,237
00AK5	-51,118	-64,715	-19,422	01AK21	-30,366	-33,953	-11,209
00AK6	-48,713	-61,197	-16,689	01AK22	-32,985	-36,197	-12,742
00AK7	-41,847	-48,547	-5,459	01AK23	-27,752	-28,95	-6,156
00AK8	-45,534	-55,72	-11,593	01AK24	-24,601	-25,178	-2,718
00AK9	-46,004	-56,499	-12,217	01AK25	-25,087	-25,731	-3,181
00AK10	-38,077	-43,224	0,429	01AK26	-23,421	-22,824	-0,21
00AK11	-32,108	-35,377	8,311	01AK27	-19,841	-17,593	4,969
00AK12	-40,438	-46,974	-3,511	01AK28	-23,217	-23,046	-0,404
00AK13	-25,631	-26,827	17,855	01AK29	-20,304	-20,109	2,422
00AK14	-51,522	-66,469	-20,743	01AK30	-24,004	-24,187	-1,616
00AK15	-39,728	-46,242	-2,593	01AK31	-28,01	-28,747	-5,932
00AK16	-57,301	-78,884	-30,297	01AK32	-26,641	-28,059	-5,49
				01AK33	-22,639	-23,034	-0,661

5.2.2 Μέτρα Κινδύνου

Η περιγραφή των μέτρων κινδύνου και των τύπων που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό τους έγινε αναλυτικά στην παράγραφο 2.4.1 του 2^{ου} κεφαλαίου. Στον Πίνακα 7 συμβολίζεται με σ η τυπική απόκλιση της απόδοσης ενός αμοιβαίου κεφαλαίου, β είναι ο συστηματικός κίνδυνος που προκύπτει από την παλινδρόμηση του Μοντέλου Αποτίμησης Κεφαλαιακών Στοιχείων που παρουσιάστηκε παραπάνω και VaR συμβολίζεται η αξία σε κίνδυνο, δηλαδή η μέγιστη πιθανή απώλεια που μπορεί να προκύψει από μία επενδυτική θέση για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα με συγκεκριμένη πιθανότητα.

Σε ότι αφορά την τυπική απόκλιση των αποδόσεων από τον Πίνακα 7 καταδεικνύεται η μεγάλη επικινδυνότητα των αμοιβαίων κεφαλαίων που εξετάζονται, αποτέλεσμα των υψηλών τιμών που παρατηρούνται σε αυτό το μέτρο. Συγκεκριμένα τα έτη 1999 και 2000 το 27,27% των αμοιβαίων κεφαλαίων και το 36,36% αντίστοιχα παρουσίασαν μεγαλύτερη τιμή για την τυπική απόκλιση των αποδόσεων σε σχέση με το γενικό δείκτη. Το 2001 η εικόνα αλλάζει με μόλις το 9,09% των αμοιβαίων να εμφανίζει μεγαλύτερο επίπεδο κίνδυνο από αυτό του γενικού δείκτη του ΧΑ.

Σε ότι αφορά το συντελεστή β όπως έχει εξηγηθεί και στο κεφάλαιο 2 οι τιμές του αντικατοπτρίζουν τον κίνδυνο ενός μεμονωμένου χρεογράφου σε σχέση με την αγορά. Τιμές που ξεπερνούν τη μονάδα ερμηνεύονται ως επικινδυνότητα υψηλότερη από την αγορά, επομένως επιθετικό χρεόγραφο και επενδυτική πολιτική κατά συνέπεια, ενώ τιμές μικρότερες της μονάδας εμφανίζονται για αμυντικά χρεόγραφα με κίνδυνο μικρότερο από τον κίνδυνο της αγοράς.

Εξ ορισμού ο συντελεστής β του χαρτοφυλακίου της αγοράς είναι ίσος με τη μονάδα, εδώ ο γενικός δείκτης του ΧΑ. Όπως φαίνεται από τον πίνακα που ακολουθεί τα περισσότερα χρεόγραφα εμφάνισαν συντελεστή β μικρότερο της μονάδας για όλο το διάστημα της ανάλυσης και μάλιστα ο δείκτης αυτό κατά τον υπολογισμό της παλινδρόμησης βρέθηκε να είναι στατιστικά σημαντικός.

Για το κριτήριο της Αξίας σε Κίνδυνο έγινε η υπόθεση ότι οι αποδόσεις ακολουθούν κανονική κατανομή. Ο υπολογισμός της έγινε με την προσέγγιση της διακύμανσης – συνδιακύμανσης (Jorion, 2000), όπου πραγματοποιήθηκε ο υπολογισμός της σε ημερήσια βάση για επίπεδο εμπιστοσύνης 97,5% και στη συνέχεια έγινε η αναγωγή του τύπου στην περίοδο αναφοράς. Όπως ήταν αναμενόμενο η συμπεριφορά του μέτρου VaR είναι ανάλογη του κλίματος που επικρατούσε στο ΧΑ. Το 1999 οι τιμές της VaR καταδεικνύουν χαμηλή πιθανότητα πραγματοποίησης ζημιών, ενώ για τα έτη που ακολουθούν οι τιμές της είναι πάντα αρνητικές βεβαιώνοντας την αυξημένη πιθανότητα πραγματοποίησης αρνητικών αποδόσεων.

Πίνακας 7 Επιδόσεις Α/Κ στα Μέτρα Κινδύνου

A.K.	σ	β	VaR	A.K.	σ	β	VaR
99AK1	38,065	0,943	20,893	00AK17	32,924	0,966	-122,216
99AK2	36,842	0,917	17,912	00AK18	29,493	0,922	-95,547
99AK3	37,87	0,947	33,839	00AK19	33,895	0,906	-106,559
99AK4	36,742	0,974	10,231	00AK20	25,728	0,785	-88,446
99AK5	40,804	0,971	48,601	00AK21	28,18	0,82	-111,335
99AK6	37,463	0,864	57,767	00AK22	32,408	0,977	-131,076
99AK7	39,978	0,899	48,448	00AK23	30,944	0,932	-112,186
99AK8	34,898	0,859	50,28	00AK24	29,711	0,885	-112,847
99AK9	32,66	0,788	49,56	00AK25	31,399	0,935	-122,517
99AK10	34,025	0,89	23,118	00AK26	32,27	0,978	-115,828
99AK11	37,668	0,934	27,9	00AK27	32,799	0,971	-122,341
99AK12	35,314	0,884	43,777	00AK28	30,362	0,928	-107,993
99AK13	29,893	0,786	-3,311	00AK29	32,588	0,925	-138,153
99AK14	34,751	0,857	43,354	00AK30	31,778	0,931	-131,36
99AK15	33	0,871	27,288	00AK31	30,701	0,921	-110,384
99AK16	41,591	0,943	13,088	00AK32	33,244	0,959	-124,43
99AK17	33,693	0,808	38,2	00AK33	27,738	0,809	-108,33
99AK18	35,317	0,942	-2,427	01AK1	24,245	0,81	-75,021
99AK19	35,941	0,869	31,609	01AK2	25,877	0,884	-78,099
99AK20	31,759	0,824	30,951	01AK3	25,22	0,862	-77,104
99AK21	29,627	0,727	21,78	01AK4	27,994	0,967	-77,748
99AK22	34,913	0,884	26,887	01AK5	30,07	0,99	-82,756
99AK23	34,693	0,899	25,646	01AK6	25,098	0,809	-72,378
99AK24	35,304	0,916	26,859	01AK7	26,572	0,841	-62,873
99AK25	37,011	0,909	45,238	01AK8	27,148	0,905	-79,823
99AK26	32,851	0,828	42,882	01AK9	25,302	0,86	-73,241
99AK27	36,113	0,885	19,508	01AK10	26,853	0,921	-77,339
99AK28	36,907	0,946	22,479	01AK11	21,936	0,758	-62,615
99AK29	36,998	0,926	21,718	01AK12	24,097	0,825	-69,488
99AK30	37,946	0,89	54,175	01AK13	24,113	0,836	-64,55
99AK31	36,987	0,934	25,931	01AK14	27,146	0,896	-79,017
99AK32	37,494	0,922	23,129	01AK15	25,52	0,875	-75,37
99AK33	32,02	0,793	48,369	01AK16	25,319	0,823	-81,927
00AK1	33,724	0,969	-124,887	01AK17	27,04	0,943	-77,03
00AK2	31,191	0,934	-124,987	01AK18	24,193	0,833	-68,016
00AK3	32,494	0,951	-121,543	01AK19	23,54	0,8	-69,612
00AK4	31,22	0,964	-107,347	01AK20	24,72	0,857	-72,296
00AK5	36,807	1,073	-136,856	01AK21	20,977	0,68	-75,069
00AK6	33,147	0,928	-126,165	01AK22	27,46	0,941	-90,019
00AK7	33,498	0,956	-114,202	01AK23	26,511	0,907	-80,912
00AK8	31,536	0,962	-117,531	01AK24	24,605	0,833	-73,404
00AK9	31,801	0,951	-118,828	01AK25	24,994	0,853	-74,72
00AK10	30,547	0,933	-103,097	01AK26	27,646	0,939	-77,01
00AK11	25,798	0,74	-85,94	01AK27	29,972	1,018	-76,339
00AK12	30,967	0,903	-107,669	01AK28	25,878	0,898	-73,767
00AK13	23,553	0,716	-72,991	01AK29	22,655	0,818	-64,511
00AK14	34,173	1,013	-113,448	01AK30	25,4	0,869	-73,971
00AK15	29,459	0,882	-103,982	01AK31	28,539	0,991	-84,683
00AK16	34,863	0,936	-147,216	01AK32	24,044	0,78	-75,185
				01AK33	22,841	0,77	-67,803

5.2.3 Μέτρα Απόδοσης Προσαρμοσμένα για τον Κίνδυνο

Αναλυτικά η παρουσίαση των μέτρων απόδοσης προσαρμοσμένων για τον κίνδυνο γίνεται στην παράγραφο 2.4.2 του κεφαλαίου 2.

Οι δείκτες Treynor και Sharpe εμφανίζουν μεγάλη συνάφεια στις κατατάξεις που δίνουν όταν τα χαρτοφυλάκια – αμοιβαία κεφάλαια που εξετάζονται είναι καλά διαφοροποιημένα. Ο συστηματικός κίνδυνος ταυτίζεται με το συνολικό κίνδυνο όταν πραγματοποιείται καλή διαφοροποίηση. Γενικά υψηλότερες τιμές για τους δύο δείκτες είναι προτιμότερες καθώς υποδεικνύουν χρεόγραφα που αποδίδουν υψηλότερα ανά μονάδα αναλαμβανόμενου κινδύνου.

Ο δείκτης πληροφόρησης αποτελεί μέτρο αποδοτικότητας και προκύπτει από τη σύγκριση της απόδοσης του Αμοιβαίου κεφαλαίου με το δείκτη της αγοράς, ενώ ο δείκτης Modigliani ερμηνεύεται ως η απόδοση που θα έπρεπε να αποδίδει ένα A/K εάν είχε τον ίδιο κίνδυνο με το δείκτη της αγοράς.

Σε ότι αφορά το δείκτη Jensen για το 1999 η πλειοψηφία των εξεταζόμενων κεφαλαίων έχουν θετική και στατιστικά σημαντική τιμή για το μέτρο (25 στα 33), ενώ μόλις 2 έχουν αρνητικό και στατιστικά σημαντικό α του Jensen. Το γεγονός αυτό ερμηνεύεται ως εμφάνιση αποδόσεων οι οποίες στην πλειοψηφία του ξεπερνούν το αναμενόμενο όπως αυτό ορίζεται από την ανάληψη συστηματικού κινδύνου. Για τα έτη 2000 και 2001 16 και 10 αμοιβαία κεφάλαια αντίστοιχα παρουσιάζουν αρνητικό και στατιστικά σημαντικό δείκτη Jensen. Το γεγονός αυτό μεταφράζεται σε αδυναμία κατάλληλης διαφοροποίησης και επιλογή υπερτιμημένων χρεογράφων για να απαρτίσουν το χαρτοφυλάκιο των υπό ανάλυση αμοιβαίων κεφαλαίων.

Παρά το διαφορετικό περιεχόμενο που λαμβάνει κάθε μέτρο που εξετάστηκε, εντούτοις συνολικά φαίνεται να ακολουθούν αντίστοιχη πορεία με ταυτόχρονες αλλαγές πρόσημου. Από αυτό τον κανόνα εξαιρείται ο δείκτης πληροφόρησης. Το 1999 οι τιμές των δεικτών επιβεβαιώνουν τις υπεραποδόσεις της αγοράς και των μετοχικών αμοιβαίων κεφαλαίων εσωτερικού κατά συνέπεια, ενώ οι αρνητικές τιμές των δεικτών για τα επόμενα έτη επιβεβαιώνουν το αρνητικό κλίμα που επικρατούσε στην αγορά, συμπεριλαμβανομένης της αγοράς μετοχικών αμοιβαίων κεφαλαίων εσωτερικού.

Οι επιδόσεις των εναλλακτικών στην κατηγορία κριτηρίων απόδοσης προσαρμοσμένης για τον κίνδυνο φαίνεται στον Πίνακα 8.

Πίνακας 8 Επιδόσεις Α/Κ στα μέτρα απόδοσης προσαρμοσμένα για τον κίνδυνο

A.K.	Sharpe	Modigliani	Appraisal	Treynor	Jensen	A.K.	Sharpe	Modigliani	Appraisal	Treynor	Jensen
99AK1	1,540	57,996	2,984	0,249	0,026	00AK17	-2,716	-87,945	-0,938	-0,367	-0,052
99AK2	1,445	54,421	2,685	0,232	0,087	00AK18	-2,356	-76,278	1,094	-0,299	-0,019
99AK3	1,880	70,784	5,951	0,301	0,131	00AK19	-2,121	-68,668	0,117	-0,315	-0,013
99AK4	1,235	46,496	3,453	0,186	0,023	00AK20	-2,711	-87,794	0,624	-0,353	-0,041
99AK5	2,247	84,622	7,423	0,378	0,209	00AK21	-3,118	-100,946	-0,708	-0,425	-0,088
99AK6	2,518	94,804	7,804	0,436	0,237	00AK22	-3,064	-99,203	-1,939	-0,403	-0,101
99AK7	2,249	84,704	6,271	0,400	0,123	00AK23	-2,691	-87,140	-0,742	-0,355	-0,054
99AK8	2,344	88,280	8,328	0,381	0,109	00AK24	-2,907	-94,114	-0,789	-0,387	-0,070
99AK9	2,349	88,457	7,699	0,389	0,095	00AK25	2,953	-95,615	-1,046	-0,393	-0,058
99AK10	1,556	58,577	4,052	0,238	0,067	00AK26	-2,613	-84,608	-0,806	0,342	-0,032
99AK11	1,722	64,827	4,491	0,278	0,108	00AK27	-2,738	-88,661	-0,802	-0,367	-0,081
99AK12	2,156	81,166	7,010	0,344	0,161	00AK28	-2,642	-85,548	-0,431	-0,343	-0,019
99AK13	0,616	23,178	-3,465	0,094	-0,054	00AK29	-3,253	-105,335	-1,577	-0,455	-0,124
99AK14	2,147	80,827	6,248	0,348	0,160	00AK30	-3,172	-102,716	-1,429	-0,430	-0,089
99AK15	1,669	62,864	4,277	0,253	0,060	00AK31	-2,669	-86,435	-0,538	-0,353	-0,053
99AK16	1,388	52,274	1,756	0,245	0,075	00AK32	-2,738	-88,645	-1,128	-0,377	-0,092
99AK17	1,999	75,285	4,487	0,334	0,130	00AK33	-3,090	-100,047	-0,535	-0,420	-0,104
99AK18	0,847	31,897	-3,728	0,127	-0,066	01AK1	-1,822	-51,999	-0,343	-0,218	-0,049
99AK19	1,814	68,289	4,995	0,300	0,122	01AK2	-1,703	-48,588	-0,550	-0,199	-0,026
99AK20	1,773	66,779	3,820	0,273	0,091	01AK3	-1,758	-50,177	-0,483	-0,206	0,000
99AK21	1,450	54,613	0,774	0,236	0,069	01AK4	-1,413	-40,329	0,001	-0,164	-0,003
99AK22	1,674	63,033	4,516	0,264	0,079	01AK5	-1,347	-38,433	-0,146	-0,164	0,010
99AK23	1,636	61,614	4,617	0,253	0,081	01AK6	-1,588	-45,316	0,030	-0,197	-0,030
99AK24	1,676	63,122	4,501	0,258	0,078	01AK7	-1,034	-29,508	1,029	-0,131	0,037
99AK25	2,186	82,326	7,245	0,356	0,176	01AK8	-1,595	-45,509	-0,401	-0,191	-0,033
99AK26	2,143	80,701	6,463	0,340	0,147	01AK9	-1,594	-45,484	-0,008	-0,188	-0,023
99AK27	1,479	55,695	2,446	0,241	0,057	01AK10	-1,541	-43,975	-0,266	-0,180	-0,003
99AK28	1,570	59,114	4,217	0,245	0,064	01AK11	-1,655	-47,219	0,489	-0,192	-0,026
99AK29	1,550	58,379	2,828	0,248	0,072	01AK12	-1,616	-46,104	0,187	-0,189	-0,025
99AK30	2,416	90,981	7,584	0,412	0,222	01AK13	-1,409	-40,203	0,884	-0,163	-0,012
99AK31	1,664	62,665	4,793	0,264	0,067	01AK14	-1,565	-44,660	-0,259	-0,190	-0,014
99AK32	1,593	60,000	3,748	0,259	0,076	01AK15	-1,647	-46,998	-0,276	-0,192	-0,029
99AK33	2,319	87,322	6,937	0,375	0,143	01AK16	-1,934	-55,191	-0,753	-0,238	-0,071
00AK1	-2,684	-86,911	-0,889	-0,371	-0,049	01AK17	-1,506	-42,963	-0,252	-0,173	-0,010
00AK2	-3,065	-99,242	-1,377	-0,406	-0,098	01AK18	-1,541	-43,973	0,422	-0,179	-0,028
00AK3	-2,757	-89,275	-1,002	-0,374	-0,049	01AK19	-1,706	-48,671	0,059	-0,201	-0,027
00AK4	-2,495	-80,783	-0,381	-0,321	-0,005	01AK20	-1,639	-46,778	-0,016	-0,189	-0,027
00AK5	-2,620	-84,841	-1,081	-0,357	-0,040	01AK21	-2,414	-68,891	-0,598	-0,298	-0,094
00AK6	-2,804	-90,782	-0,769	-0,398	-0,047	01AK22	-1,926	-54,946	-1,708	-0,225	-0,048
00AK7	-2,396	-77,596	-0,236	-0,333	-0,005	01AK23	-1,721	-49,113	-0,838	-0,201	-0,037
00AK8	-2,773	-89,802	-0,777	-0,361	-0,035	01AK24	-1,701	-48,537	-0,138	-0,201	-0,036
00AK9	-2,775	-89,852	-0,921	-0,368	-0,053	01AK25	-1,697	-48,415	-0,232	-0,199	-0,029
00AK10	-2,454	-79,458	0,138	-0,319	-0,017	01AK26	-1,429	-40,778	0,023	-0,168	-0,009
00AK11	-2,601	-84,230	0,728	-0,360	-0,023	01AK27	-1,144	-32,635	0,491	-0,135	0,012
00AK12	-2,542	-82,314	-0,191	-0,346	-0,003	01AK28	-1,535	-43,808	0,076	-0,177	-0,018
00AK13	-2,487	-80,522	1,291	-0,325	-0,018	01AK29	-1,624	-46,338	0,483	-0,180	-0,020
00AK14	-2,874	-93,052	-1,218	-0,385	-0,048	01AK30	-1,609	-45,911	-0,083	-0,188	-0,006
00AK15	-2,647	-85,712	-0,166	-0,351	-0,030	01AK31	-1,592	-45,423	-1,047	-0,183	-0,025
00AK16	-3,173	-102,749	-1,335	-0,469	-0,218	01AK32	-1,860	-53,088	-0,395	-0,229	-0,032
						01AK33	-1,738	-49,601	0,011	-0,206	-0,017

5.2.4 Μέτρα αξιολόγησης της Αποδοτικότητας των Διαχειριστών

Η ολοκλήρωση της παρουσίασης των κριτηρίων που συμμετέχουν στην ανάλυση γίνεται με τα μέτρα αξιολόγησης της αποδοτικότητας της διαχείρισης. Είναι απαραίτητο να διερευνηθεί αν οι διαχειριστές των αμοιβαίων κεφαλαίων με τις αποδόσεις που επιτυγχάνουν δικαιολογούν το κόστος της διαχείρισης που διενεργούν ή αν αντίθετα προκαλούν απώλειες με τις λάθος τοποθετήσεις τους στην αγορά. Το θεωρητικό υπόβαθρο των μέτρων που χρησιμοποιούνται σε αυτό το στάδιο της ανάλυσης έχει δοθεί στην παράγραφο 2.4.3.

Οι συντελεστές α και γ των μοντέλων των Treynor και Mazuy και Henriksson και Metron μετρούν κατ' αντιστοιχία την επιλεκτικότητα και το συγχρονισμό, δηλαδή την ικανότητα επιλογής χρεογράφων και την ικανότητα χρονικής τοποθέτησης των διαχειριστών. Οι συντελεστές προκύπτουν από την εκτίμηση παλινδρόμησης της απόδοσης των μεμονωμένων χρεογράφων με την απόδοση του χαρτοφυλακίου της αγοράς.

Συγκεκριμένα για το μοντέλο των Treynor – Mazuy ο συντελεστής β είναι στατιστικά σημαντικός για όλο το διάστημα της ανάλυσης. Όπως ήταν αναμενόμενο από όσα έχουν προηγηθεί ο συντελεστής α είναι θετικός και στατιστικά σημαντικός για το έτος 1999 χωρίς αυτό να σημαίνει κατ' ανάγκη ότι οι διαχειριστές εμφανίζουν αυξημένη ικανότητα επιλογής χρεογράφων, αλλά είναι μάλλον αποτέλεσμα του γενικότερου κλίματος που επικρατούσε. Την επόμενη διετία που το κλίμα αντιστράφηκε οι συντελεστές α και γ παρέμειναν στατιστικά σημαντικοί αλλά στην πλειοψηφία του είχαν αρνητικό πρόσημο (Πίνακας 9).

Αντίστοιχη είναι και η εικόνα που προκύπτει από την εκτίμηση της παλινδρόμησης για το υπόδειγμα των Henriksson – Merton. Ενώ το 1999 υπάρχουν ενδείξεις επιλεκτικότητας για την πλειοψηφία των διαχειριστών, καμία τέτοια ένδειξη δεν υπάρχει για τα επόμενα χρόνια της ανάλυσης. Συνολικά για την τριετία σε ότι αφορά το συγχρονισμό των διαχειριστών 23 από τις 33 περιπτώσεις εμφάνισαν αρνητικό δείκτη και στατιστικά σημαντικό.

Για το δείκτη των Treynor – Black εμφανίζεται μεγάλος αριθμός στατιστικά μη σημαντικών τιμών. Για το 1999 η πλειοψηφία των τιμών που υπολογίζεται είναι στατιστικά σημαντικές, ενώ για τα επόμενα έτη ο αριθμός των στατιστικά σημαντικών δεικτών α μειώνεται κατά πολύ. Συνολικά μπορεί να θεωρηθεί ότι δεν υπάρχουν σημαντικά στοιχεία που να στηρίζουν το επιχείρημα ότι οι διαχειριστές αμοιβαίων κεφαλαίων για την περίοδο αναφοράς εμφάνισαν ικανότητα επιλογής κατάλληλων χρεογράφων και συγχρονισμού με τις τάσεις της αγοράς.

Πίνακας 9 Επιδόσεις Α/Κ για τα μέτρα αξιολόγησης του συγχρονισμού με την αγορά

A.K.	α T&M	γ T&M	α H&M	γ H&M	T&B	A.K.	α T&M	γ T&M	α H&M	γ H&M	T&B
99AK1	0,058	-0,008	0,101	-0,104	0,031	00AK17	-0,033	-0,004	-0,039	-0,015	-0,097
99AK2	0,113	-0,004	0,144	-0,06	0,139	00AK18	-0,016	0	-0,02	0,01	-0,111
99AK3	0,169	-0,007	0,197	-0,074	0,189	00AK19	0,016	-0,007	0,01	-0,032	-0,012
99AK4	0,034	-0,001	0,048	-0,029	0,128	00AK20	-0,055	0,003	-0,094	0,055	-0,179
99AK5	0,249	-0,007	0,289	-0,089	0,202	00AK21	-0,077	-0,002	-0,079	-0,011	-0,189
99AK6	0,307	-0,014	0,402	-0,201	0,233	00AK22	-0,099	0	-0,11	0,011	-0,244
99AK7	0,18	-0,009	0,243	-0,131	0,106	00AK23	-0,051	0,001	-0,053	0	-0,155
99AK8	0,11	0	0,129	-0,023	0,15	00AK24	-0,061	-0,002	-0,066	-0,004	-0,17
99AK9	0,071	0,005	0,054	0,05	0,158	00AK25	-0,068	0,002	-0,151	0,09	-0,104
99AK10	0,07	0	0,081	-0,016	0,184	00AK26	-0,031	0	-0,046	0,017	-0,082
99AK11	0,165	-0,01	0,193	-0,097	0,147	00AK27	-0,096	0,002	-0,113	0,031	-0,128
99AK12	0,224	-0,011	0,282	-0,138	0,223	00AK28	-0,017	0	-0,026	0,011	-0,059
99AK13	-0,067	0,002	-0,073	0,022	-0,144	00AK29	-0,099	-0,008	-0,099	-0,032	-0,194
99AK14	0,208	-0,008	0,236	-0,086	0,214	00AK30	-0,09	0	-0,0114	0,035	-0,151
99AK15	0,08	-0,004	0,11	-0,056	0,149	00AK31	-0,059	0,001	-0,057	0,005	-0,14
99AK16	0,181	-0,017	0,265	-0,203	0,066	00AK32	-0,071	-0,003	-0,079	-0,022	-0,181
99AK17	0,153	-0,004	0,195	-0,07	0,162	00AK33	-0,094	-0,002	-0,092	-0,017	-0,213
99AK18	-0,085	0,004	-0,091	0,029	-0,235	01AK1	-0,018	-0,009	0,027	-0,119	-0,129
99AK19	0,147	-0,004	0,172	-0,053	0,18	01AK2	-0,005	-0,009	0,035	-0,09	-0,094
99AK20	0,111	-0,003	0,119	-0,031	0,193	01AK3	-0,007	-0,007	0,012	-0,07	0
99AK21	0,132	-0,01	0,184	-0,125	0,125	01AK4	-0,012	0,002	-0,025	0,032	-0,015
99AK22	0,124	-0,006	0,164	-0,081	0,151	01AK5	0,06	-0,015	0,095	-0,128	0,019
99AK23	0,096	-0,002	0,114	-0,037	0,182	01AK6	0,044	-0,024	0,087	-0,159	-0,049
99AK24	0,109	-0,005	0,186	-0,106	0,138	01AK7	0,131	-0,025	0,178	-0,235	0,063
99AK25	0,192	-0,003	0,247	-0,08	0,213	01AK8	0,036	-0,021	0,085	-0,176	-0,084
99AK26	0,185	-0,006	0,224	-0,094	0,249	01AK9	0,036	-0,013	0,028	-0,059	-0,072
99AK27	0,115	-0,008	0,17	-0,112	0,084	01AK10	0,005	-0,003	0,006	-0,017	-0,012
99AK28	0,135	-0,009	0,168	-0,095	0,112	01AK11	-0,032	0,002	-0,032	0,01	-0,119
99AK29	0,099	-0,008	0,153	-0,113	0,094	01AK12	0,025	-0,017	0,072	-0,141	-0,086
99AK30	0,272	-0,009	0,354	-0,15	0,207	01AK13	-0,023	0,004	-0,037	0,042	-0,053
99AK31	0,082	-0,002	0,096	-0,029	0,115	01AK14	0,051	-0,017	0,072	-0,154	-0,03
99AK32	0,103	-0,005	0,163	-0,068	0,118	01AK15	-0,013	-0,005	0,002	-0,026	-0,123
99AK33	0,177	-0,007	0,21	-0,076	0,242	01AK16	-0,027	-0,011	0,017	-0,123	-0,152
00AK1	-0,027	-0,006	-0,017	-0,044	-0,078	01AK17	-0,008	0	-0,003	-0,009	-0,073
00AK2	-0,102	0,002	-0,116	0,028	-0,206	01AK18	-0,048	0,01	-0,065	0,075	-0,113
00AK3	-0,043	-0,001	-0,07	0,028	-0,097	01AK19	0,008	-0,009	0,039	-0,09	-0,092
00AK4	-0,005	0	0,003	0	-0,026	01AK20	-0,013	-0,004	0	-0,041	-0,144
00AK5	-0,047	0,001	-0,074	0,046	-0,058	01AK21	-0,061	-0,01	-0,005	-0,139	-0,207
00AK6	-0,038	-0,002	-0,057	0,014	-0,059	01AK22	-0,015	-0,01	0,007	-0,089	-0,143
00AK7	0,004	-0,016	0,046	-0,071	-0,006	01AK23	-0,011	-0,007	0,024	-0,087	-0,134
00AK8	-0,031	-0,001	-0,061	0,036	-0,065	01AK24	-0,013	-0,007	0,02	-0,089	-0,094
00AK9	-0,045	-0,002	-0,059	0,009	-0,109	01AK25	-0,009	-0,005	0,024	-0,084	-0,086
00AK10	-0,024	0,001	-0,024	0,038	-0,06	01AK26	0,026	-0,01	0,048	-0,087	-0,032
00AK11	-0,036	0,003	-0,465	0,03	0,062	01AK27	0,044	-0,013	0,074	-0,099	0,026
00AK12	-0,005	0,001	-0,066	0,097	-0,006	01AK28	-0,015	0	-0,02	0,002	-0,093
00AK13	-0,049	0,002	-0,061	0,03	-0,067	01AK29	0,002	-0,007	0,007	-0,04	-0,109
00AK14	-0,051	0,001	-0,074	0,035	-0,073	01AK30	0,019	-0,012	0,062	-0,109	-0,021
00AK15	-0,027	-0,001	-0,017	-0,02	-0,101	01AK31	-0,001	-0,008	0,015	-0,064	-0,093
00AK16	-0,186	-0,004	-0,158	-0,063	-0,251	01AK32	-0,01	-0,005	-0,006	-0,044	-0,085
						01AK33	-0,016	-0,007	0,018	-0,087	-0,048

Σε ότι αφορά το κριτήριο g_4 (Ενεργητικό Αμοιβαίου Κεφαλαίου), δεν υπήρχαν διαθέσιμα και αξιοποιήσιμα δεδομένα στην εργασία από την οποία έγινε η προμήθεια των υπόλοιπων δεδομένων. Η αναζήτηση ιστορικών στοιχείων για το σύνολο των Α/Κ που συμπεριέλαβε η ανάλυση ήταν ατελέσφορη, γεγονός που οδήγησε στην αφαίρεση του συγκεκριμένου κριτηρίου.

5.3 Προσομοίωση

Η διαδικασία προσομοίωσης των ταξινομήσεων εξηγείται στο Σχήμα 11.

Κάθε ένα από τα 16 κριτήρια που περιγράφηκαν παραπάνω και συμμετείχαν στην ανάλυση δημιουργήθηκαν 5 εναλλακτικές ταξινομήσεις των 99 εναλλακτικών (Α/Κ), ακολουθώντας τις προδιαγραφές των σεναρίων, όπως εμφανίζονται παρακάτω.

Πιο συγκεκριμένα σύμφωνα με το Σενάριο Α

$$r_{iAj} = \begin{cases} 1, & g_{ij} \geq \mu_{i3y} + \sigma_i \\ 2, & \mu_{i3y} - \sigma \leq g_{ij} < \mu_{i3y} + \sigma_i \\ 3, & g_{ij} < \mu_{i3y} - \sigma_i \end{cases}$$

Όπου, r_{iAj} είναι η προσομοιωμένη επίδοση της εναλλακτικής j κατά το κριτήριο i , μ_{i3y} είναι η μέση τιμή της τριετίας για το κριτήριο i , σ_i η τυπική απόκλιση του κριτηρίου i και g_{ij} η επίδοση της εναλλακτικής j στο κριτήριο i .

Για το Σενάριο Β ισχύουν τα ακόλουθα:

$$r_{iBj} = \begin{cases} 1, & g_{ij} \geq \mu_{i3y} + \sigma_i/2 \\ 2, & \mu_{i3y} - \sigma_i/2 \leq g_{ij} < \mu_{i3y} + \sigma_i/2 \\ 3, & g_{ij} < \mu_{i3y} - \sigma_i/2 \end{cases}$$

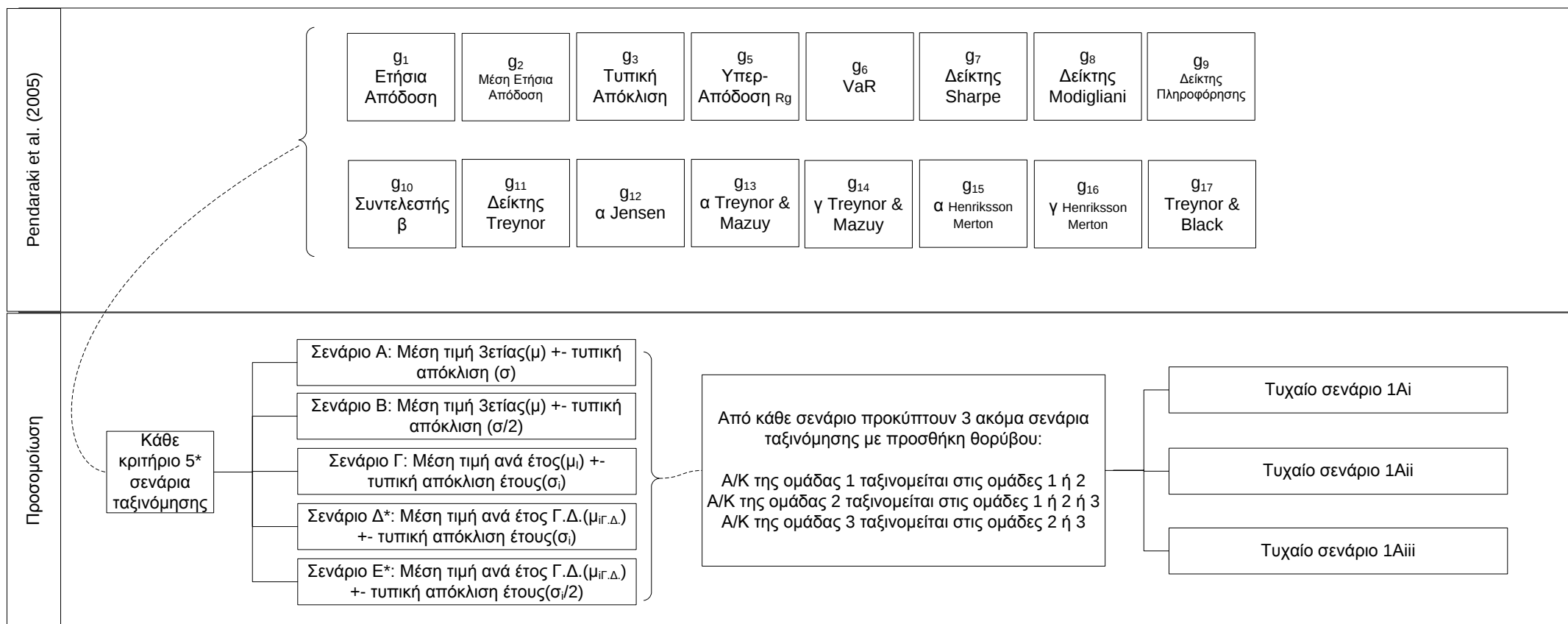
Σενάριο Γ:

$$r_{i\Gamma j} = \begin{cases} 1, & g_{ij} \geq \mu_{iy} + \sigma_i \\ 2, & \mu_{iy} - \sigma_i \leq g_{ij} < \mu_{iy} + \sigma_i \\ 3, & g_{ij} < \mu_{iy} - \sigma_i \end{cases}$$

Όπου, μ_{iy} η μέση τιμή του κριτηρίου i για το έτος στο οποίο ανήκει η εναλλακτική j και σ_i η τυπική απόκλιση του κριτηρίου ανά έτος.

Σενάριο Δ:

$$r_{i\Delta j} = \begin{cases} 1, & g_{ij} \geq \mu_{i\Gamma.\Delta.y} + \sigma_i \\ 2, & \mu_{i\Gamma.\Delta.y} - \sigma \leq g_{ij} < \mu_{i\Gamma.\Delta.y} + \sigma_i \\ 3, & g_{ij} < \mu_{i\Gamma.\Delta.y} - \sigma_i \end{cases}$$



Σχήμα 11 Προσομοίωση Ταξινομήσεων

Όπου, $\mu_{i\Gamma.\Delta.y}$ η μέση τιμή ανά έτος του Γ.Δ. στο κριτήριο i και σ_i η τυπική απόκλιση ανά έτος για το κριτήριο i όπως και στο σενάριο Γ.

Σενάριο Ε:

$$r_{iEj} = \begin{cases} 1, & g_{ij} \geq \mu_{i\Gamma.\Delta.y} + \sigma_i/2 \\ 2, & \mu_{i\Gamma.\Delta.y} - \sigma_i/2 \leq g_{ij} < \mu_{i\Gamma.\Delta.y} + \sigma_i/2 \\ 3, & g_{ij} < \mu_{i\Gamma.\Delta.y} - \sigma_i/2 \end{cases}$$

Για 10 από τα 16 κριτήρια τα σενάρια Δ και Ε δε μπορούν να διαμορφωθούν καθώς δεν έχει νόημα η σύγκριση με την επίδοση του δείκτη της αγοράς για τα συγκεκριμένα κριτήρια. Ακολουθώντας τα παραπάνω βήματα προκύπτουν τελικά 60 σενάρια, κάθε ένα από τα οποία δημιουργεί με προσθήκη θορύβου επιπλέον 3 σενάρια, όπως εξηγείται με το ακόλουθο παράδειγμα που αφορά τις αξιολογήσεις – ταξινομήσεις των εναλλακτικών που προκύπτουν με βάση το σενάριο Α για το κριτήριο g_1 .

$$r_{1Akj} = \begin{cases} 1 \vee 2, & r_{iAj} = 1 \\ 1 \vee 2 \vee 3, & r_{iAj} = 2, k = 1, 2, 3 \\ 2 \vee 3, & r_{iAj} = 3 \end{cases}$$

Συνολικά προκύπτουν 240 σενάρια για την προσομοίωση της επενδυτικής συμπεριφοράς.

5.4 Ανάλυση Αποτελεσμάτων

Η εφαρμογή των μεθοδολογιών που περιγράφηκαν παραπάνω έγινε με την πραγματοποίηση 2 επαναλήψεων για κάθε τμήμα του συνόλου δεδομένων. Τα τμήματα προέκυψαν σύμφωνα με ότι προβλέπει ο έλεγχος hold out, και συγκεκριμένα το αρχικό δείγμα διασπάστηκε σε τμήματα που απάρτιζαν το:

- 10%
- 20%
- 40%
- 60%
- 80%

του αρχικού συνόλου δεδομένων, το οποίο λειτούργησε ως δείγμα εκμάθησης των αλγορίθμων, ενώ το υπόλοιπο μέρος του συνόλου δεδομένων αποτέλεσε το δείγμα ελέγχου. Αυτή η επιλογή επιτρέπει να μελετηθεί η συμπεριφορά των αλγορίθμων για διαφορετικά επίπεδα αραιής δομής του αρχικού πίνακα δεδομένων.

5.4.1 Πολυκριτήρια Ανάλυση (UTADIS) – Collaborative Filtering

Αφού έτρεξε ο αλγόριθμος UTADIS 40800 φορές, συμπεριλαμβανομένης της μετά-βελτιστοποίησης (μία φορά για κάθε επίπεδο αραιής δομής), ακολούθησαν οι αλγόριθμοι CF1, CF2, CF3, οι δύο εκ των οποίων κάνουν χρήση των αποτελεσμάτων της UTADIS. Καταγράφηκαν οι επιδόσεις που πέτυχαν τόσο στο δείγμα εκμάθησης όσο και στο δείγμα ελέγχου. Τα αποτελέσματα της εφαρμογής παρουσιάζονται παρακάτω ως μέσοι όροι που επετεύχθησαν για το σύνολο των χρηστών για τους 5 εναλλακτικούς κερματισμούς του αρχικού συνόλου δεδομένων. Στην ανάλυση έχουν περιληφθεί και τα 4 μέτρα αξιολόγησης που αναφέρθηκαν σε προηγούμενη παράγραφο (MAE, MSE, P, Re).

Πίνακας 10 Σύγκριση UTADIS - CF3

	Δείγμα Ελέγχου 20%		Δείγμα Ελέγχου 40%		Δείγμα Ελέγχου 60%		Δείγμα Ελέγχου 80%		Δείγμα Ελέγχου 90%	
	UTADIS	CF3	UTADIS	CF3	UTADIS	CF3	UTADIS	CF3	UTADIS	CF3
MAE	0,2522	0,2239	0,2539	0,2337	0,2661	0,2567	0,2977	0,2928	0,3058	0,2699
MSE	0,2600	0,2264	0,2663	0,2401	0,2847	0,2729	0,3291	0,3223	0,3419	0,2936
P	0,1989	0,2046	0,1641	0,1998	0,1427	0,1692	0,1551	0,1328	0,1385	0,1549
Re	0,0755	0,0220	0,0692	0,0384	0,0750	0,0588	0,1066	0,0756	0,1081	0,0625

Σαν πρώτο συμπέρασμα διαπιστώνεται ότι το Collaborative Filtering επιτυγχάνει υψηλότερα επίπεδα ακρίβειας των προβλέψεων από τη μεθοδολογία UTADIS (Πίνακας 10). Στην πλειοψηφία των εξεταζόμενων μέτρων και για κάθε ένα από τους εναλλακτικούς κερματισμούς η μεθοδολογία CF3, δηλαδή το απλό Collaborative Filtering υπερσχύει της UTADIS με μόνη εξαίρεση το μέτρο Ανάκληση, το οποίο αν και συμπεριλαμβάνεται στην ανάλυση, εντούτοις δεν ενδείκνυται η χρήση του για το εξεταζόμενο σύνολο δεδομένων. Ο λόγος είναι ότι τα Αμοιβαία Κεφάλαια της περιόδου έχουν αξιολογηθεί στην πλειοψηφία τους με αυστηρά κριτήρια, επομένως δεν υπάρχει μεγάλος αριθμός σχετικών εναλλακτικών (relevant alternatives) για να προσεγγιστεί σωστά η έννοια της πιθανότητας που περιγράφει το μέτρο Ανάκληση.

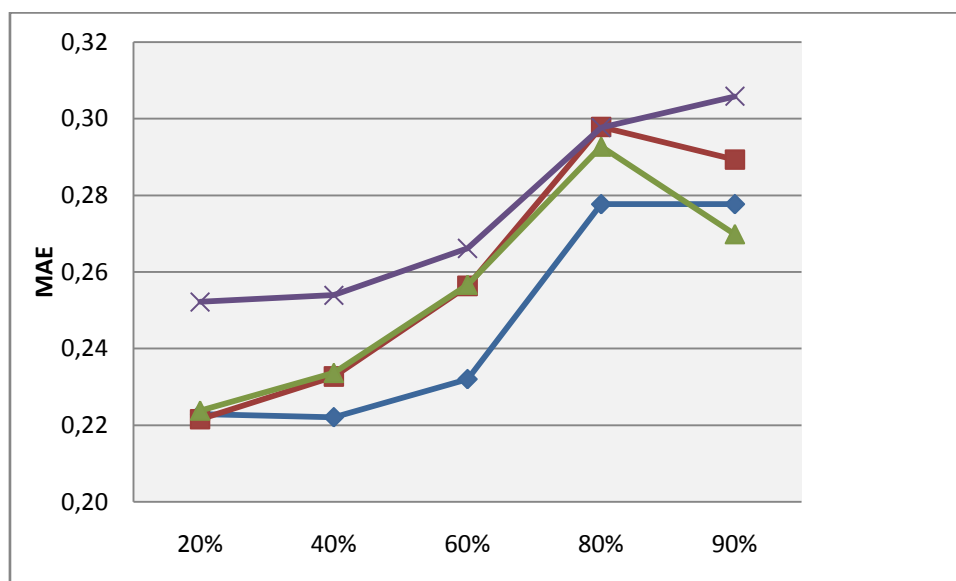
Οι εναλλακτικές προσεγγίσεις - βελτιώσεις του αλγόριθμου του Collaborative Filtering (CF1, CF2) επιτυγχάνουν καλύτερα αποτελέσματα από τη μεθοδολογία UTADIS, της οποίας δεδομένα αξιοποιούν για την λειτουργία τους. Στις συγκρίσεις που γίνονται στον Πίνακα 11 φαίνεται η βελτίωση που συνεπάγεται σε όρους Μέσου Απόλυτου Σφάλματος, Μέσου Τετραγωνικού Σφάλματος και Ακρίβειας η ενσωμάτωση στοιχείων από την Πολυκριτήρια Ανάλυση Αποφάσεων. Η υπεροχή του αλγορίθμου της UTADIS έναντι των προτεινόμενων μεθοδολογιών αφορά μόνο το μέγεθος Ανάκληση.

Πίνακας 11 Σύγκριση UTADIS - CF1, CF2

	Δείγμα Ελέγχου 20%			Δείγμα Ελέγχου 40%			Δείγμα Ελέγχου 60%		
	UTADIS	CF1	CF2	UTADIS	CF1	CF2	UTADIS	CF1	CF2
MAE	0,2522	0,2229	0,2216	0,2539	0,2221	0,2327	0,2661	0,2320	0,2564
MSE	0,2600	0,2235	0,2247	0,2663	0,2241	0,2385	0,2847	0,2358	0,2715
P	0,1989	0,2143	0,2369	0,1641	0,2582	0,1509	0,1427	0,1867	0,1586
Re	0,0755	0,0263	0,0193	0,0692	0,0342	0,0340	0,0750	0,0430	0,0558

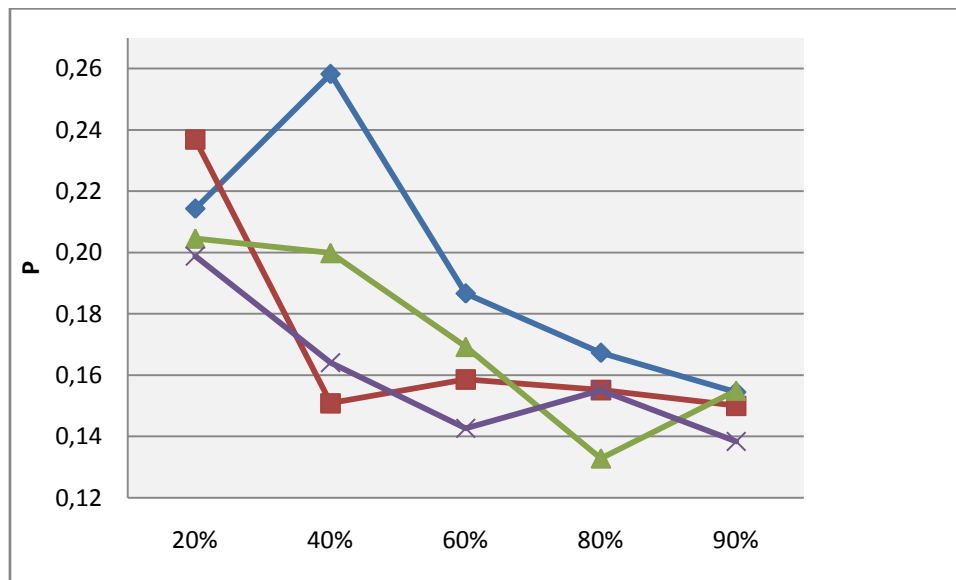
	Δείγμα Ελέγχου 80%			Δείγμα Ελέγχου 90%		
	UTADIS	CF1	CF2	UTADIS	CF1	CF2
MAE	0,2977	0,2777	0,2978	0,3058	0,2777	0,2893
MSE	0,3291	0,3030	0,3311	0,3419	0,3017	0,3204
P	0,1551	0,1673	0,1552	0,1385	0,1545	0,1501
Re	0,1066	0,0795	0,1019	0,1081	0,0841	0,0816

Η υπεροχή των εξεταζόμενων μεθοδολογιών επεκτείνεται και στον απλό αλγόριθμο του Collaborative Filtering. Η προσέγγιση CF1 παρουσιάζει καλύτερη συμπεριφορά από την προσέγγιση CF3 με εξαίρεση το επίπεδο κερματισμού του συνόλου δεδομένων 90% όπου η προσέγγιση CF3 υπερέχει σε όλα τα μέτρα αξιολόγησης, πλην της Ανάκλησης. Παράλληλα το γενικότερο επίπεδο σφάλματος των προτεινόμενων μεθοδολογιών κυμάνθηκε σε χαμηλά επίπεδα, χωρίς να ξεπερνά το 30%, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 12. Υποθέτοντας ομοιόμορφη κατανομή για τις εναλλακτικές αξιολογήσεις η τυχαία επιλογή συνεπάγεται σφάλμα 66%, δεδομένου του αριθμού των ομάδων ταξινόμησης (3 κατηγορίες ταξινόμησης). Όταν το σφάλμα κυμαίνεται σε επίπεδα κάτω του 30% θεωρείται σημαντική βελτίωση στην τυχειότητα. Συγκρίσεις που πραγματοποιούνται με τα επίπεδα σφάλματος άλλων προσεγγίσεων δεν προσφέρουν αξιόπιστα αποτελέσματα αν δεν αφορούν στο ίδιο σύνολο δεδομένων.



Σχήμα 12 MAE για κάθε επίπεδο κερματισμού

Από την ακρίβεια (Precision) που επιτυγχάνουν οι αλγόριθμοι διαπιστώνεται η υπεροχή της προσέγγισης CF1 στην πλειοψηφία των επιπέδων κερματισμού του συνόλου δεδομένων, με εξαίρεση το επίπεδο κερματισμού 20%, όπου υπερέχει η προσέγγιση CF2 και το επίπεδο κερματισμού 90% όπου υπερέχει ελάχιστα η προσέγγιση CF3. Παρατηρείται πτωτική τάση των επιδόσεων των μεθοδολογιών σύστασης όσο αυξάνεται το επίπεδο κερματισμού, γεγονός που επαληθεύει τη θεωρία.



Σχήμα 13 Ακρίβεια για κάθε επίπεδο κερματισμού

5.4.2 Υβριδικές Προσεγγίσεις

Η υπεροχή του απλού αλγόριθμου Collaborative Filtering για το επίπεδο κερματισμού 90%, αποτέλεσε τη βάση αναζήτησης μίας νέας υβριδικής προσέγγισης η οποία θα ήταν σε θέση να βελτιώσει περαιτέρω τις επιδόσεις των εξεταζόμενων αλγορίθμων. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω η πρόταση αυτή υλοποιήθηκε με την επίλυση γραμμικών προβλημάτων για τον προσδιορισμό ανά δύο των βαρών των μεθοδολογιών που θα συμμετέχουν στα υβριδικά συστήματα που προκύπτουν. Η βάση κάθε ενός από τα 3 συστήματα που προκύπτουν είναι ο αλγόριθμος UTADIS. Θεωρήθηκε ότι η πρόσθετη πληροφορία που ενσωματώνει αν λειτουργήσει σε συνδυασμό με τις προσεγγίσεις CF1, CF2, CF3 θα οδηγούσε σε συνολική βελτίωση των επιδόσεων στα μέτρα αξιολόγησης.

Για κάθε ένα χρήστη το μίγμα συμμετοχής των μεθοδολογιών που απαρτίζουν τις υβριδικές προσεγγίσεις διαφέρει και καθορίζεται από την επίλυση του γραμμικού προβλήματος που έχει περιγραφεί σε προηγούμενη παράγραφο. Τα συγκεντρωτικά

αποτελέσματα από την εφαρμογή τους στο δείγμα ελέγχου φαίνονται στον Πίνακα 12.

Οι συνδυασμοί των μεθοδολογιών οδήγησαν στις προσεγγίσεις

- Hybrid 1 (UTADIS – CF1)
- Hybrid 2 (UTADIS – CF2)
- Hybrid 3 (UTADIS – CF3)

Πίνακας 12 Σύγκριση Υβριδικών Προσεγγίσεων

	Δείγμα Ελέγχου 20%			Δείγμα Ελέγχου 40%			Δείγμα Ελέγχου 60%		
	Hybrid 1	Hybrid 2	Hybrid 3	Hybrid 1	Hybrid 2	Hybrid 3	Hybrid 1	Hybrid 2	Hybrid 3
MAE	0,2456	0,2503	0,2483	0,2335	0,2437	0,2402	0,2300	0,2442	0,2408
MSE	0,2513	0,2578	0,2555	0,2390	0,2532	0,2490	0,2362	0,2555	0,2531
P	0,2161	0,2110	0,2103	0,2294	0,1954	0,2231	0,2254	0,1910	0,1976
Re	0,0703	0,0763	0,0712	0,0647	0,0723	0,0719	0,0536	0,0666	0,0659

	Δείγμα Ελέγχου 80%			Δείγμα Ελέγχου 90%		
	Hybrid 1	Hybrid 2	Hybrid 3	Hybrid 1	Hybrid 2	Hybrid 3
MAE	0,2596	0,2648	0,2627	0,2637	0,2625	0,2539
MSE	0,2775	0,2851	0,2809	0,2829	0,2822	0,2704
P	0,1941	0,1803	0,1786	0,1685	0,1609	0,1563
Re	0,0759	0,0888	0,0822	0,0778	0,0698	0,0567

Διαπιστώνεται ότι σε επίπεδο σφαλμάτων οι προσεγγίσεις Hybrid 1 και Hybrid 3 μοιράζονται τις καλύτερες επιδόσεις. Η προσέγγιση Hybrid 1 έχει καλύτερη συμπεριφορά σε όρους σφαλμάτων στα συμπαγή σύνολα δεδομένων, ενώ η προσέγγιση Hybrid 3 εκμεταλλευόμενη τα πλεονεκτήματα που συγκεντρώνει η προσέγγιση CF3 εμφανίζει καλύτερες επιδόσεις στο πιο αραιό σύνολα δεδομένων (90%).

Στο μέτρο Ακρίβεια υπάρχει σαφής υπεροχή της προσέγγισης Hybrid 1, ενώ για το μέτρο Ανάκληση στην πλειοψηφία των περιπτώσεων υπερέχει η προσέγγιση Hybrid 2. Η εξέλιξη των επιδόσεων των προσεγγίσεων για κάθε επίπεδο αραιής δομής για το μέγεθος της Ακρίβειας φαίνεται να είναι σύμφωνη με όσα προβλέπει η θεωρία, με κάθε προσέγγιση να ακολουθεί πτωτική πορεία. Το μέτρο Ανάκληση φαίνεται να παρουσιάζει υψηλή διακύμανση στις επιδόσεις κάθε προσέγγισης. Το γεγονός αποδίδεται στην ακαταλληλότητα του δείγματος για την εφαρμογή αυτού του μεγέθους.

Σαν συμπέρασμα οι προσεγγίσεις Hybrid 1 και Hybrid 3 υπερέχουν της προσέγγισης Hybrid 2. Προκειμένου όμως να προκύψουν ασφαλή συμπεράσματα για την καταλληλότητα μίας προσέγγισης θα πρέπει να συγκριθούν οι επιδόσεις των νέων υβριδικών προσεγγίσεων με τις επιδόσεις των προσεγγίσεων CF1 και CF3 των

οποίων αποτελούν προέκταση. Η σύγκριση αυτή πραγματοποιείται στους Πίνακες 13 και 14.

Πίνακας 13 Σύγκριση Υβριδικών 1 και 3 - CF1

	Δείγμα Ελέγχου 20%			Δείγμα Ελέγχου 40%			Δείγμα Ελέγχου 60%		
	Hybrid 1	Hybrid 3	CF1	Hybrid 1	Hybrid 3	CF1	Hybrid 1	Hybrid 3	CF1
MAE	0,2456	0,2483	0,2229	0,2335	0,2437	0,2221	0,2300	0,2442	0,2320
MSE	0,2513	0,2555	0,2235	0,2390	0,2532	0,2241	0,2362	0,2555	0,2358
P	0,2161	0,2103	0,2143	0,2294	0,1954	0,2582	0,2254	0,1910	0,1867
Re	0,0703	0,0712	0,0263	0,0647	0,0723	0,0342	0,0536	0,0666	0,0430

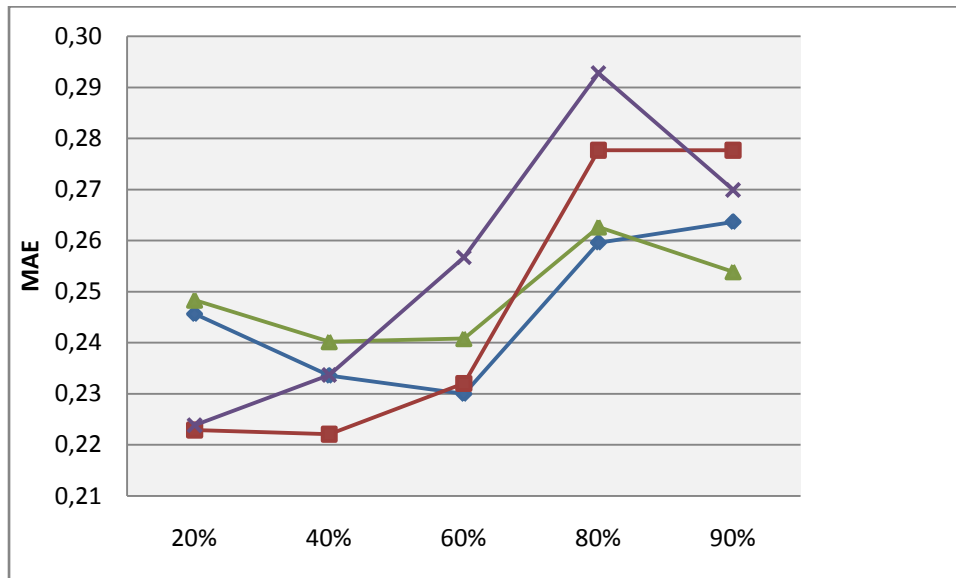
Από τον Πίνακα 13 είναι φανερό ότι σε συνεκτικά σύνολα δεδομένων οι υβριδικές προσεγγίσεις Hybrid 1 και Hybrid 3 δεν ξεπερνούν τις επιδόσεις της CF1 προσέγγισης σε όρους σφαλμάτων και ακρίβειας. Αν και η Hybrid 1 αποτελεί γραμμικό συνδυασμό της CF1 και UTADIS οι επιδόσεις της υπολείπονται αυτών ενός εκ των δύο συστατικών μεθοδολογιών της. Η βελτιωμένη εικόνα της Hybrid 1 και 3 σε σχέση με τη CF1 σε όρους Ανάκλησης είναι έμμεσο αποτέλεσμα του γραμμικού συνδυασμού της CF1 με την UTADIS οι επιδόσεις της οποίας στο συγκεκριμένο μέτρο υπερτερούν των αντίστοιχων της προσέγγισης CF1.

Πίνακας 14 Σύγκριση Υβριδικών 1 και 3 - CF3

	Δείγμα Ελέγχου 80%			Δείγμα Ελέγχου 90%		
	Hybrid 1	Hybrid 3	CF3	Hybrid 1	Hybrid 3	CF3
MAE	0,2596	0,2627	0,2928	0,2637	0,2625	0,2699
MSE	0,2775	0,2809	0,3223	0,2829	0,2822	0,2936
P	0,1941	0,1786	0,1328	0,1685	0,1609	0,1549
Re	0,0759	0,0822	0,0756	0,0778	0,0698	0,0625

Στον Πίνακα 14 φαίνεται η βελτιωμένη επίδοση της υβριδικής προσέγγισης Hybrid 3 σε σχέση με τη CF3 της οποίας αποτελεί προέκταση. Τόσο το MAE όσο και το MSE είναι ελαττωμένο σε σχέση με τη CF3 για τα επίπεδα που σε προηγούμενο στάδιο της ανάλυσης η CF3 είχε παρουσιάσει καθολική υπεροχή. Το γεγονός ότι η μέθοδος Hybrid 3 παρουσιάζει βελτιωμένες επιδόσεις σε σχέση με τις μεθοδολογίες που την απαρτίζουν μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η επίλυση του γραμμικού προβλήματος είναι σε θέση να διαγνώσει τις δυνατότητες βελτίωσης της επίδοσης των δύο μεθοδολογιών (UTADIS – CF3) και να εντοπίσει το κατάλληλο μίγμα που θα επιτρέψει να προκύψει μια μέθοδος με συνολικά βελτιωμένες επιδόσεις. Η παραπάνω παρατήρηση οδηγεί στο συμπέρασμα ότι το γραμμικό πρόβλημα είναι σε θέση να διαγνώσει και να εκμεταλλευτεί το ενδεχόμενο συνέργειας μεταξύ των μεθοδολογιών που θα απαρτίζουν τη νέα προσέγγιση. Η βελτιωμένες επιδόσεις που παρατηρούνται στις υβριδικές προσεγγίσεις σε σχέση με τις επιδόσεις των συστατικών τους μεθοδολογιών αποτελούν ικανοποιητική δικαιολογητική βάση για την επιλογή ανάπτυξής τους.

Στα Σχήματα 14 και 15 απεικονίζεται συγκεντρωτικά η επίδοση των υβριδικών προσεγγίσεων και των προσεγγίσεων CF1 και CF3 που παρουσίασαν τις υψηλότερες επιδόσεις κατά το προηγούμενο στάδιο της ανάλυσης. Τα παρουσιαζόμενα μέτρα είναι αυτό του Μέσου Απόλυτου Σφάλματος και της Ακρίβειας τα οποία θεωρήθηκαν τα πλέον αντιπροσωπευτικά για τη διαμόρφωση άποψης σχετικά με την ακρίβεια των προβλέψεων των ως άνω αναφερθεισών μεθοδολογιών.

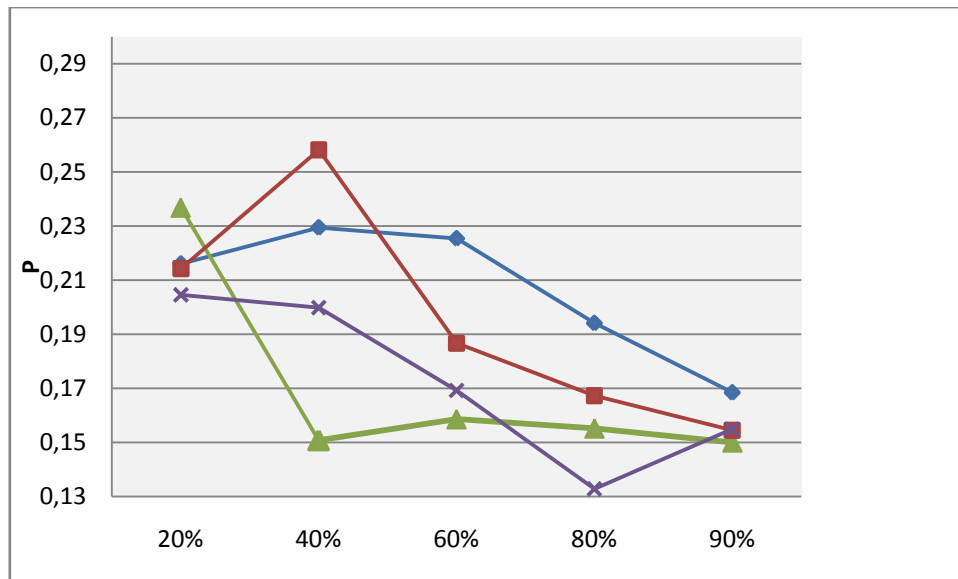


Σχήμα 14 MAE για κάθε επίπεδο κερματισμού

Τα υβριδικά συστήματα επιτυγχάνουν καλύτερα αποτελέσματα σε όρους σφαλμάτων για τα υψηλότερα ποσοστά αραιής δομής του συνόλου δεδομένων, αλλά οι προσέγγιση CF1 έχει σημαντικά χαμηλότερο σφάλμα όσο μικρότερο είναι το ποσοστό αραιής δομής, γεγονός ιδιαίτερα αξιοποιήσιμο για πεδία εφαρμογής με πολύ συνεκτική δομή στις αξιολογήσεις.

Αντίστοιχα είναι τα αποτελέσματα αναφορικά με το μέτρο Ακρίβεια (Precision), όπου η προσέγγιση CF1 αρχικά και η CF2 στη συνέχεια υπερέχουν των υπολοίπων μέχρι και το επίπεδο αραιής δομής 40%, ενώ η υβριδική προσέγγιση Hybrid 1 υπερέχει στα υπόλοιπα. Πρέπει να σημειωθεί ότι με διαφορετική μοντελοποίηση του γραμμικού προβλήματος οι επιδόσεις των υβριδικών προσεγγίσεων αναμένεται να είναι ακόμα καλύτερες.

Σαν συμπέρασμα οι προτεινόμενες προσεγγίσεις στο σύνολό τους είναι σε θέση να ξεπεράσουν τις μέχρι σήμερα ακολουθούμενες τεχνικές σε όλα τα εξεταζόμενα μέτρα. Εξάιρεση αποτελεί το μέτρο της Ανάκλησης του οποίου η χρήση δεν έδωσε ικανοποιητικά αποτελέσματα στο εξεταζόμενο σύνολο δεδομένων για το λόγο που παρουσιάστηκε παραπάνω.



Σχήμα 15 Ακρίβεια για κάθε επίπεδο κερματισμού

Διαπιστώνεται ότι η υπεροχή μίας μεθόδου έναντι των υπολοίπων είναι σε συνάρτηση με το επίπεδο αραιής δομής του συνόλου δεδομένων. Η ανάλυση σε αυτό το επίπεδο αποβαίνει ιδιαίτερα χρήσιμη για την μελλοντική αξιοποίηση αυτών των προσεγγίσεων, καθώς η αραιή δομή του συνόλου δεδομένων θα καθορίζει ποια εκ των 5 (CF1, CF2, Hybrid1, Hybrid 2, Hybrid 3) θα επιλέγεται για μεγιστοποίηση της ακρίβειας των προτεινόμενων αξιολογήσεων.

Συμπεράσματα

Η υλοποίηση της εργασίας συνάντησε αρχικά δυσεπίλυτα εμπόδια που αφορούσαν την απόκτηση ενός πραγματικού συνόλου δεδομένων που θα περιελάμβανε αξιολογήσεις επενδυτών σε Αμοιβαία Κεφάλαια. Αφού δεν κατέστη δυνατή η αγορά μίας βάσης δεδομένων με αυτές τις πληροφορίες ήταν απαραίτητο να γίνει απόπειρα προσομοίωσης της επενδυτικής συμπεριφοράς. Η διαδικασία που περιγράφεται αναλυτικά στο 5^ο κεφάλαιο οδήγησε στην δημιουργία 240 υποθετικών επενδυτών με διαφορετικούς στόχους και προτιμήσεις. Αυτό το σύνολο δεδομένων χωρίστηκε σε δείγμα εκμάθησης και δείγμα ελέγχου, με διαφορετικά ποσοστά συμμετοχής για κάθε ένα από τα 5 κατασκευαζόμενα μίγματα. Τα μοντέλα που υλοποιήθηκαν στη συνέχεια εκπαιδεύτηκαν στο δείγμα εκμάθησης, ώστε να αποτυπώσουν με τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια τους στόχους και τις προτιμήσεις των επενδυτών και για να πραγματοποιήσουν συστάσεις επενδυτικών προϊόντων για τις εναλλακτικές του δείγματος ελέγχου.

Συγκεκριμένα εφαρμόστηκε η τεχνική UTADIS από το χώρο της αναλυτικής συνθετικής προσέγγισης για ένα σύνολο 16 κριτηρίων. Οι συναρτήσεις αξίας που προέκυψαν για κάθε ένα από τους 240 χρήστες αποτέλεσαν είσοδο για την ανάπτυξη 2 υβριδικών προσεγγίσεων στη βάση του αλγορίθμου Collaborative Filtering (CF1 και CF2). Μαζί με τον αμιγή αλγόριθμο διενέργειας Collaborative Filtering (CF3) αποτέλεσαν το πρώτο επίπεδο αξιολόγησης των Αμοιβαίων Κεφαλαίων και παραγωγής συστάσεων. Αν και παρουσιάστηκε βελτίωση της ποιότητας των συστάσεων από τις προσεγγίσεις CF1 και CF2 για όλα τα μίγματα κερματισμού του αρχικού συνόλου σε σύγκριση με τη UTADIS, εντούτοις υπήρχαν περιπτώσεις που οι νέες προσεγγίσεις δεν κατάφεραν να ξεπεράσουν τον αλγόριθμο CF3. Προκειμένου να υπάρξει περαιτέρω βελτίωση μελετήθηκε ο συνδυασμός των 3 προσεγγίσεων Collaborative Filtering (CF1, CF2, CF3) με την πολυκριτήρια μέθοδο UTADIS. Αποτέλεσμα ήταν η ανάπτυξη 3 υβριδικών προσεγγίσεων (Hybrid 1, Hybrid 2 Hybrid 3) οι οποίες σε συνδυασμό με τις αρχικές προσεγγίσεις (CF1, CF2) επιτυγχάνουν υψηλότερη ακρίβεια προβλέψεων σε όρους Μέσου Απόλυτου Σφάλματος, Μέσου Τετραγωνικού Σφάλματος, Ακρίβειας (Precision) και Ανάκλησης (Recall).

Σαν συμπέρασμα η παρούσα εργασία πραγματοποιεί αναλυτική παρουσίαση των σύγχρονων τάσεων στη θεωρία χαρτοφυλακίου, προσφέροντας στον αναγνώστη πλήρη εικόνα των τεχνικών αξιολόγησης επενδυτικών προϊόντων, και παράλληλα διερευνά τον ακαδημαϊκό χώρο των Συστημάτων Υποστήριξης Αποφάσεων που υλοποιούν αυτές τις τεχνικές με σκοπό να προσφέρουν αξιόπιστες συστάσεις στο επενδυτικό κοινό.

Προχωρά ένα βήμα παραπέρα με την δημιουργία 5 προσεγγίσεων οι οποίες ενσωματώνουν στοιχεία από 2 διαφορετικούς χώρους, Πολυκριτήρια Ανάλυση Αποφάσεων και Συστήματα Συστάσεων, οι οποίοι μέχρι πρότινος δεν είχαν έρθει σε επαφή παρά την εγγενή συνάφειά τους.

Αποδεικνύεται ότι οι προτεινόμενες τεχνικές είναι σε θέση να εφαρμοστούν στο χώρο της σύστασης επενδύσεων και συγκεκριμένα Αμοιβαίων Κεφαλαίων και ταυτόχρονα να βελτιώσουν τις επιδόσεις των μέχρι τώρα εφαρμοζόμενων συστημάτων, σε όρους ακρίβειας των εξαγόμενων αξιολογήσεων.

Οι μελλοντικές έρευνες θα πρέπει να εστιάσουν στην αναζήτηση πραγματικών αξιολογήσεων επενδυτών στις οποίες θα εφαρμοστούν οι προτεινόμενες μεθοδολογίες για να εξεταστεί η συμπεριφορά τους σε πραγματικά δεδομένα. Παράλληλα θα πρέπει να μελετηθεί το ενδεχόμενο τροποποίησης και διεύρυνσης των προτεινόμενων τεχνικών, ώστε να προσφέρουν συστάσεις σε ορίζοντα μικρότερο του έτους, ιδανικά ορίζοντα ημέρας ή εβδομάδας, αποκτώντας έτσι οι συστάσεις χαρακτήρα ενεργητικής διαχείρισης χαρτοφυλακίου.

Σε μελλοντικές έρευνες θα μπορούσαν να χαλαρώσουν οι περιορισμοί που τέθηκαν για την υλοποίηση των προτεινόμενων μεθοδολογιών και αφορούσαν τον αριθμό των επιλεγόμενων «γειτόνων» κάθε χρήστη, τον τύπο υπολογισμού της συσχέτισης (Pearson, cosine κτλ), και τον τύπο υπολογισμού των συστάσεων (απλός μέσος, προσαρμοσμένος μέσος). Η εφαρμογή τεχνικών μη γραμμικού προγραμματισμού και προγραμματισμού στόχων θα μπορούσε να αξιοποιηθεί στην πλήρη ανάλυση του χώρου των παραμέτρων κάθε τεχνικής. Η ανάλυση αυτή θα επιτρέψει να εξακριβωθεί το βέλτιστο μίγμα που επιτυγχάνει την υψηλότερη ακρίβεια των παρεχόμενων συστάσεων για κάθε επίπεδο αραιής δομής του συνόλου δεδομένων, ώστε να αξιοποιηθεί στη συνέχεια αυτή η πληροφορία σε ενδεχόμενη εφαρμογή σε εμπορικά συστήματα συστάσεων. Παράλληλα μπορούν να εξεταστούν εναλλακτικές μοντελοποιήσεις του γραμμικού προβλήματος που επιλύεται για τις υβριδικές προσεγγίσεις προκειμένου να βελτιωθούν και άλλα μέτρα αξιολόγησης της επίδοσης των συστημάτων συστάσεων, ανάλογα με το τι απαιτεί ο εκάστοτε χώρος στον οποίο εφαρμόζονται.

Το προτεινόμενο πλαίσιο θεωρείται κατάλληλο για εφαρμογή σε χώρους στους οποίους υπάρχει ήδη ευρεία χρήση των συστημάτων συστάσεων και εμφανίζουν χαμηλότερη πολυπλοκότητα σε σχέση με το πρόβλημα επιλογής Αμοιβαίων Κεφαλαίων, όπως είναι η σύσταση άρθρων, ταινιών, μουσικής κτλ. Παράλληλα οι βελτιώσεις που παρατηρήθηκαν στις πραγματοποιούμενες συστάσεις σε σχέση με τον αλγόριθμο UTADIS καθιστά την προτεινόμενη μεθοδολογία κατάλληλη για εφαρμογή σε πεδία χρηματοοικονομικού ενδιαφέροντος, όπως η εκτίμηση κινδύνου χώρας, η δανειοληπτική ικανότητα ιδιωτών και επιχειρήσεων, η επιλογή μετοχών και γενικότερα επενδυτικών προϊόντων.

Βιβλιογραφία

(Επιτροπή Κεφαλαιαγοράς 4 14, 1998).

Adomavicius, G., & Kwon, Y. (2007). New Recommendation Techniques for Multicriteria Recommendation Systems. *IEEE Intelligent Systems* , 48-55.

Adomavicius, G., & Tuzhilin, A. (2005). Towards the next generation of Recommender Systems: A survey of the state of the art and possible extensions. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering* , 734-749.

Alpha Trust. Ανάκτηση Μάρτιος 2008 από ALPHA TRUST: www.alphatrust.gr

Artikis, G. P. (2001). Evaluation of Balanced Mutual Funds: The case of the Greek Financial Market. *Managerial Finance* , 60-67.

Balabanovic, B., & Shoham, Y. (1997). Fab: Content-based, Collaborative Recommendation. *Comm ACM* , 66-72.

Basu, C., Hirsh, H., & Cohen, W. (1998). Recommendation as Classification: Using Social and Content-based Information in Recommendation. *Recommender System Workshop 1998*, (σσ. 11-15).

Belkin, N., & Croft, B. (1992). Information Filtering and Information Retrieval. *Comm. ACM* , 35 (12), σσ. 29-37.

Bhattacharya, S., & Pfleiderer, P. (1983). *A Note on Performance Evaluation*. Stanford University, Graduate School of Business.

Billsus, D., & Pazzani, M. (2000). User Modelling for Adaptive News Access. *User Modelling and User-Adapted Interaction* , 147-180.

Black, F. (1972). Capital Market Equilibrium with Restricted Borrowing. *Journal of Business* , 444-455.

Breeden, D. T. (1979). An Intertemporal Asset Pricing Model with Stochastic Consumption and Investment Opportunities. *Journal of Financial Economics* , 265-296.

Breese, J. S., Heckerman, D., & Kadie, C. (1998). Empirical Analysis of Predictive Algorithms for Collaborative Filtering. *14th Conference Uncertainty in Artificial Intelligence*.

Burke, R. (2000). Knowledge-Based Recommender Systems. Στο A. Kent, *Encyclopedia Of Library and Information Systems*. Marcel Dekker.

Chang, E. C., & Lewellen, W. G. (1984). Market Timing and Mutual Fund Investment Performance. *Journal of Business* , 57-72.

Charnes, A., & Cooper, W. W. (1961). *Management Models and Industrial Applications of Linear Programming*. New York: Wiley.

Claypool, M., Gokhale, A., Miranda, T., Murnikov, P., Netes, D., & Sartin, M. (1999). Combining Content-based and Collaborative Filters in online Newspaper. *ACM SIGIR 1999 Workshop Recommender Systems: Algorithms and Evaluation*.

Connor, G., & Korajczyk, R. (1991). The Attributes, Behaviour and Performance of U.S. Mutual Funds. *Review of Quantitative Finance and Accounting* , 5-26.

Criteo. Ανάκτηση Μάρτιος 2008, από Criteo: <http://www.criteo.com>

Criticker. Ανάκτηση Μάρτιος 2008, από Criticker: <http://www.criticker.com>

Delbecque, B. (2008). *Quarterly Statistical Release*. EFAMA.

Devaud, J. M., Groussaud, G., & Jacquet-Lagrez, E. (1980). *UTADIS: Une méthode de construction de fonctions d'utilité additives rendant compte de jugements globaux*. Bochum.: European Working Group on Multicriteria Decision Aid.

Elton, E. J., Gruber, M. J., Das, S., & Hlavka, M. (1993). Efficiency with Costly Information: A Reinterpretation of Evidence from Managed Portfolios. *Review of Financial Studies* , 1-22.

Evans, J. L. (1968). *Diversification and the Reduction of Dispersion: An Empirical Analysis*. Doctoral Dissertation, School of Business Administration, University of Washington.

Fama, E. (1972). Components of Investment Performance. *Journal of Finance* , 551-567.

Fama, E. (1970). Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. *Journal of Finance* , 383-417.

Fama, E. (1976). *Foundations of Finance*. New York: Basic Books.

Fisher, L., & Lorie, J. H. (1968). Rates of Return on Investments in Common Stock: The Year-by-Year Record. *Journal of Business* , 291-316.

Foodio54. Ανάκτηση Μάρτιος 2008, από: <http://foodio54.com>

Gallo, J. G., & Swanson, P. E. (1996). Comparative Measures of Performance for U.S.-based International Equity Mutual Funds. *Journal of Banking and Finance* , 1635-1650.

Grigoroudis, E., & Siskos, Y. (2000). Decision support for service quality evaluation: the MUSA system. *EURO XVII/Operational Research* , 113-127.

Grinblatt, M., & Titman, S. (1989). Portfolio Performance Evaluation: Old Issues and New Insights. *The Review of Financial Studies* , 393-416.

Grinblatt, M., Titman, S., & Wermers, R. (1995). Momentum Investment Strategies, Portfolio Performance and Hedging: A Study of Mutual Fund Performance. *The American Economic Review* , 1088-1105.

Henriksson, R. (1984). Market Timing and Mutual Fund Performance: An Empirical Investigation. *Journal of Business* , 73-96.

Henriksson, R., & Merton, R. (1981). On Market Timing and Investment Performance. *Journal of Business* , 513-534.

Herlocker, J. L., Konstan, J. A., Borchers, A., & Riedl, J. (1999). An Algorithmic Framework for Performing Collaborative Filtering. *22nd Annual International ACM SIGIR Conference Research and Development in Information Retrieval*.

Herlocker, J. L., Konstan, J. A., Terveen, L. G., & Riedl, J. T. (2004). Evaluating Collaborative Filtering Recommender Systems. *ACM Transactions on Information Systems* , 5-53.

Herlocker, J. (2000). *Understanding and Improving Automated Collaborative Filtering*. Minnesota: University of Minnesota.

Hwang, C. L., Masud, A. M., Paidy, S. R., & Yoon, K. (1979). *Multiple Objective Decision Making - Methods and Applications: A State of the Art Survey*. New York: Springer - Verlag.

Ippolito, R. A. (1989). Efficiency with Costly Information: A Study of Mutual Fund Performance, 1965-1984. *Quarterly Journal of Economics* , 1-23.

Jacquet-Lagrèze, E. (1995). An application of the UTA discriminant model for the evaluation of R & D projects. Στο Y. S. P.M. Pardalos, *Advances in Multicriteria Analysis* (σσ. 203-211). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Jacquet-Lagrèze, E., & Siskos, Y. (1982). Assessing a set of additive utility functions for multicriteria decision making: The UTA method. *European Journal of Operational Research* (10), 151-164.

Jensen, C. M. (1969). Risk, the Pricing of Capital Assets, and Evaluations of Investment Portfolios. *Journal of Business* , 167-247.

Jensen, C. M. (1968). The Performance of Mutual Funds in the Period 1945-1964. *Journal of Finance* , 389-416.

Jorion, P. (2000). *Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk (2nd Edition)*. New York: McGraw-Hill.

Karapistolis, D., Papadimitriou, I., & Koutsoupas, N. (1997). An Alternative Proposal in Evaluating the Performance of Mutual Funds. Στο C. Zopounidis, *New Operational Approaches for Financial Modelling*. New York: Physica-Verlag.

Karst, O. J. (1958). Linear curve fitting using least deviations. *Journal of the American Statistical Association* (53), 118-132.

Karypis, G. (2000). *Evaluation of Item-based Top-N Recommendation Algorithms*. Minnesota: University of Minnesota.

Kelley, J. E. (1958). An application of linear programming to curve fitting. *Journal of Industrial and Applied Mathematics* (6), 15-22.

Kenny, R. L., & Raiffa, H. (1993). *Decisions with Multiple Objectives: Preference and Value Trade-offs*. Cambridge: Cambridge University Press.

Konstan, J. A., Miller, B. N., Maltz, D., Herlocker, J. L., Gordon, L. R., & Riedl, J. (1997). GroupLens: Applying Collaborative Filtering to Usenet News. *Comm. ACM* , 77-87.

Lakiotaki, K., Delias, P., Sakalis, V. and Matsatsinis, N. F. User profiling for Recommender Systems: The role of Utility Functions. *Operational Research: An International Journal* (to appear)

Last.Fm. Ανάκτηση Μάρτιος 2008, από Last.Fm: <http://www.last.fm>

Lee, W. S. (2001). Collaborative Learning for Recomender Systems. *International Conference Machine Learning*.

Linden, G., Smith, B., & York, J. (2003). Amazon.com Recommendations: Item to Item Collaborative Filtering. *IEEE Internet Computing* .

Lintner, J. (1965). The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets. *Review of Economics and Statistics* , 13-37.

Manouselis, N., & Costopoulou, C. (2007). Analysis and Classification of Multicriteria Recommender Systems. *World Wide Web* , 415-441.

Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection. *Journal of Finance* , 77-91.

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

Matsatsinis, N., Lakiotaki, K. and Delias, P. A System based on Multiple Criteria Analysis for Scientific Paper Recommendation. In Proceedings of the 11th Panhellenic Conference on Informatics (PCI 2007) (Patras, Greece, 18-20 May 2007)

Merton, R. C. (1973). An Intertemporal Capital Asset Pricing Model. *Econometrica* , 867-887.

Mirkin, B. (1996). *Mathematical Classification and Clustering*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Modern Portfolio Theory. Ανάκτηση Μάρτιος 2008, από Wikipedia: <http://en.wikipedia.org>

Modigliani, F., & Modigliani, L. (1997). Risk-Adjusted Performance. *Journal of Portfolio Management* , 45-54.

Mossin, J. (1966). Equilibrium in a Capital Asset Market. *Econometrica* , 768-783.

MovieLens. Ανάκτηση Μάρτιος 2008, από MovieLens: <http://www.movielens.org>

Pandora. Ανάκτηση Μάρτιος 2008, από: <http://www.pandora.com>

Papagelis, M. (2005). *Crawling the Algorithmic Foundations of Recommendation Technologies*. Heraklion.

Pardalos, P. M., Siskos, Y., & Zopounidis, C. (1995). *Advances in Multicriteria Analysis*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Pazzani, M. (1999). A Framework for Collaborative, Content-based and Demographic Filtering. *Artificial Intelligence Rev.* , 393-408.

Pazzani, M., & Billsus, D. (1997). Learning and Revising User Profiles: The identification of interesting websites. *Machine Learning* , 313-331.

Pendaraki, K., Zopounidis, K., & Doumpos, M. (2005). On the construction of mutual fund portfolios: A multicriteria methodology and an application to the Greek market of equity mutual funds. *European Journal of Operational Research* , 2 (163), 462-481.

Rashid, A. M., Albert, I., Cosley, D., Lam, S. K., McNee, S. M., Konstan, J. A., και συν. (2002). Getting to Know You: Learning New User Preferences in Recommender Systems. *International Conference Intelligent User Interfaces*.

Resnick, P., Iakovou, N., Sushak, M., Bergstrom, P., & Riedl, J. (1994). GroupLens: An open architecture for Collaborative Filtering of Netnews. *Computer Supported Cooperative Work Conf.*

Resnik, P., & Varian, H. R. (1997). Recommender Systems. *Communications of the ACM*, (σσ. 56-59).

Robertson, S., & Walker, S. (2000). Threshold Setting in Adaptive Filtering. *Journal Documentation* , 312-331.

Roll, R. (1977). A critique of the Asset Pricing Theory's Test; Part I: On Past and Potential Testability of the Theory. *Journal of Financial Economics* , 129-176.

Rom, B. M., & Ferguson, K. (1993). Post-Modern Portfolio Theory Comes of Age. *Journal of Investig* .

Ross, S. (1976). The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing. *Journal of Economic Theory* .

Roy, B. (1968). Classment et choix en presence de points de vue multiples: La methode ELECTRE. *R.I.R.O.* , 57-75.

Roy, B. (1985). *Methodologie d' Aide a la Decision Multicritere*. Paris: Economica.

Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw Hill.

Sarwar, B. M., Karypis, G., Konstan, J. A., & Riedl, J. (2000). Analysis of Recommendation Algorithms for E-Commerce. *ACM EC 2000*, (σσ. 158-167).

Sarwar, B., Karypis, G., Konstan, J., & Riedl, J. (2001). Item-based Collaborative Filtering Recommendation Algorithms. *10th International World Wide Web Conference*.

Schein, J. B., Popescul, A., Ungar, L. H., & Pennock, D. M. (2002). Methods and Metrics for Cold-start Recommendations. *25th Annual International ACM SIGIR Conference*.

Shardanand, U., & Maes, P. (1995). Social Information Filtering: Algorithms for automating 'Word of Mouth'. *Human Factors in Computing Systems*.

Sharpe, W. F. (1963). A Simplified Model for Portfolio Analysis. *Management Science* , 277-293.

Sharpe, W. F. (1964). Capital Asset Prices - A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk. *Journal of Finance* , 425-442.

Sharpe, W. F. (1966). Mutual Fund Performance. *Journal of Business* , 119-138.

Sheth, B., & Maes, P. (1993). Evolving Agents for Personalized Information Filtering. *9th IEEE Conference Artificial Intelligence for Applications*.

Simons, K. (1998). Risk-Adjusted Performance of Mutual Funds. *New England Economic Review* , 33-48.

Siskos, Y., & Yannacopoulos, D. (1985). UTASTAR: An ordinal regression method for building additive utility functions. *Investigacao Operational* , 39-53.

Soboroff, I., & Nicholas, C. (1999). Combining Content and Collaboration in Text Filtering. *International Joint Conference Artificial Intelligence Workshop: Machine Learning for Information Filtering*.

Somlo, G., & Howe, A. (2001). Adaptive Lightweight Text Filtering. *Fourth International Symp. Intelligent Data Analysis*.

Sortino, F., & Satchell, S. (Επμ.). (2001). *Managing Downside Risk in Financial Markets*. Oxford; Boston: Butterworth-Heinemann.

Spronk, J. (1981). *Interactive Multiple Goal Programming Application to Financial Planning*. Boston: Martinus Nijhof Publishing.

Statistica. Ανάκτηση από StatSoft:
<http://www.statsoft.com/textbook/glosfra.html?glos.html&1>

Stone, M. (1974). Cross validation choice and assessment of statistical predictions. *Journal of the Royal statistical society* , 149-158.

Tobin, J. (1958). Liquidity Preference as Behaviour Towards Risk. *The Review of Economic Studies* , 65-86.

Tran, T., & Cohen, R. (2000). *Hybrid Recommender Systems for Electronic Commerce*. AAAI Press.

Treynor, J. L. (1965). How to Rate Management of Investment Funds. *Harvard Business Review* , 63-75.

Treynor, J., & Mazuy, K. K. (1966). Can Mutual Funds Outguess the Market. *Harvard Business Review* , 131-136.

Ungar, L. H., & Foster, D. P. (1998). Clustering Methods for Collaborative Filtering. *Workshop on Recommender Systems at the 15th National Conference on Artificial Intelligence*.

Vogt, C. C., Cottrell, G. W., Belew, R. K., & Bartell, B. T. (1996). Using relevance to train a linear mixture of experts. *Fifth Text Retrieval Conference*.

Yu, W. (1992). *ELECTRE TRI: Aspects methodologiques et manuel d'utilisation*. Paris: Universite de Paris-Dauphine.

Zeleny, M. (1974). *Linear Multiobjective Programming*. New York: Springer - Verlag.

Zeleny, M. (1982). *Multiple criteria decision making*. U.S.A. 281-313: McGraw Hill.

Zorounidis, C., & Doumpos, M. (1998). Developing a multicriteria decision support system for financial classification problems: The FINCLAS system. *Optimization Methods and Software* , 277-304.

Zorounidis, C., & Doumpos, M. (2002). Multicriteria Classification and Sorting methods: A literature review. *European Journal of Operational Research* , 229-246.

(2006). *ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΤΗΣ ΕΝΙΑΙΑΣ ΑΓΟΡΑΣ ΠΟΥ ΔΙΕΠΕΙ ΤΑ ΕΠΕΝΔΥΤΙΚΑ ΚΕΦΑΛΑΙΑ*. Βρυξέλλες: Επιτροπή Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων.

Καραπιστόλης, Δ. Ν. (1999). *Διαχείριση Χαρτοφυλακίου και Αξιολόγηση Αμοιβαίων Κεφαλαίων*. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Ανίκουλα.

Μυλωνάς, Ν. (1995). Τα Αμοιβαία Κεφάλαια στην Ελλάδα: Κίνδυνος, Απόδοση, και Αποδοτικότητα στην Περίοδο 1990-1993. Στο Ν. Μυλωνάς, & Γ. Προβόπουλος (Επιμ.), *Το Ελληνικό Χρηματοπιστωτικό Σύστημα: Τάσεις και Προοπτικές* (σσ. 293-336). Αθήνα: ΙΟΒΕ.

Πενταράκη, Κ. (2003). Μεθοδολογικό Πλαίσιο για την Αξιολόγηση της Επίδοσης Αμοιβαίων Κεφαλαίων. Χανιά.

ΦΕΚ 151, 2238 (1994).

ΦΕΚ 210, 3283 (2004).

Φίλιππας, Ν. (2001). Μια Εμπειρική Αξιολόγηση της Επίδοσης των Ελλήνων Διαχειριστών Αμοιβαίων Κεφαλαίων. *ΣΠΟΥΔΑΙ* , 142-163.

Φίλιππας, Δ. Φ. (2000). Μια Εμπειρική Αξιολόγηση της Επίδοσης των Ελλήνων Διαχειριστών Αμοιβαίων Κεφαλαίων. *ΣΠΟΥΔΑΙ* , 142-161.