

ΤΕΙ ΠΑΤΡΑΣ
Σχολή Διοίκησης και Οικονομίας
Τμήμα Επιχειρηματικού Σχεδιασμού και
Πληροφοριακών Συστημάτων

**ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ
ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ**

*Καλιμάνη Δήμητρα
Φίλος Σωτήριος*

*ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
Επιβλέπων Καθηγητής Μαστρογιάννης Νικόλαος*

Πάτρα , Σεπτέμβριος 2009

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αδυναμία των υπαρχόντων μοντέλων να αντιμετωπίσουν τα πολυδιάστατα πραγματικά προβλήματα, με χρήση ενός μόνο κριτηρίου, οδήγησε στην ανάπτυξη της Πολυκριτήριας Λήψης Αποφάσεων (Multi-Criteria Decision Making). Τα πολυκριτήρια προβλήματα, λόγω της παρουσίας πολλαπλών και αντικρουόμενων μεταξύ τους κριτηρίων αξιολόγησης των εναλλακτικών αποφάσεων, είναι προβλήματα με χαμηλό βαθμό δόμησης. Λόγω της δυσκολίας να εφαρμοσθεί η θεωρία με ένα και μοναδικό μοντέλο, κάθε περίπτωση λήψης απόφασης, οδήγησε στην ανάπτυξη εναλλακτικών μοντέλων, μεθοδολογιών. Στα πλαίσια της πτυχιακής αυτής εργασίας, παρουσιάζονται οι σημαντικότερες των Πολυκριτηριακών Μεθόδων, και δίνεται ιδιαίτερο βάρος στις Μεθόδους ELECTRE TRI , UTADIS και AHP. Επιπλέον η εφαρμογή των παραπάνω μεθόδων σε ένα πολυκριτηριακό πρόβλημα καθημερινότητας μας βοηθά να κατανοήσουμε την φιλοσοφία των μεθόδων υπεροχής και να αποφανθούμε για την αποτελεσματικότητα και την εγκυρότητα τους.

SUMMARY

The insufficiency of the existing models to cope with the multidimensional problems of real life, with the use of only one criterion, led to the development of the Multi-Criteria Decision Making. Because of the presence of multiple and contradictory evaluation criteria of the alternative decisions, the multi-criterion problems are problems of low figuration level. The difficulty to apply the theory with only one model in every case of decision-making, led to the development of alternative models. In this essay, the most important Multicriteria methods will be presented and emphasis will be given in ELECTRE TRI , UTADIS and ANALYTIC HIERARCHICAL methods. Furthermore, the application of the above mentioned methods in a realist multicriterion problem will help us understand the philosophy of the outranking methods and draw conclusions regarding the effectiveness and the validity of these methods.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ.....	6
--	---

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ.....	8
1.2 ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ.....	10
1.3 ΤΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΑΝΕΠΙΣΗΜΗ ΚΡΙΣΗ.....	11
1.4 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΗΣ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ.....	11
1.5 ΕΙΔΗ ΤΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΗΣ.....	13

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ.....	14
2.2 ΜΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ	
2.2.1 ΝΕΥΡΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ (artificial networks).....	18
2.2.2 ΑΣΑΦΗΣ ΛΟΓΙΚΗ (fuzzy set theory).....	21
2.2.3 ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ (machine learning).....	22
2.2.4 ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΤΙΚΑ ΣΥΝΟΛΑ.....	23
2.3 ΒΑΣΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ.....	24
2.3.1 ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ (multi-objective mathematical programming).....	24
2.3.2 ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑ ΘΕΩΡΙΑ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ (multiattribute utility theory).....	25
2.3.3 ΘΕΩΡΙΑ ΤΩΝ ΣΧΕΣΕΩΝ ΥΠΕΡΟΧΗΣ (outranking relations theory).....	27
2.3.4 ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ-ΣΥΝΘΕΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ (preference disaggregation approach).....	29
2.4 ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ.....	33

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΜΕΘΟΔΟΙ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ.....	36
3.1 ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ ΣΧΕΣΕΩΝ ΥΠΕΡΟΧΗΣ	
3.1.1 Η ΜΕΘΟΔΟΣ ELECTRE TRI.....	37
3.1.2 Η ΜΕΘΟΔΟΣ EVAMIX.....	46
3.1.3 ΟΙ ΜΕΘΟΔΟΙ PROMETHEE-GAIA.....	46
3.2 ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ ΑΝΑΛΥΤΙΚΗΣ-ΣΥΝΘΕΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ	
3.2.1 Η ΜΕΘΟΔΟΣ UTA.....	52
3.2.2 Η ΜΕΘΟΔΟΣ UTADIS.....	52
3.2.3 Η ΜΕΘΟΔΟΣ UTAPLUS.....	55
3.3 ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΣ ΘΕΩΡΙΑΣ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ	
3.3.1 Η ΜΕΘΟΔΟΣ LOGICAL DECISIONS.....	56
3.3.2 Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΟΥ ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΟΥ ΑΘΡΟΙΣΜΑΤΟΣ.....	56
3.3.3 Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΟΥ ΠΙΝΑΚΑ ΕΠΙΤΕΥΞΗΣ ΣΤΟΧΩΝ.....	57
3.4 ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ ΑΝΑΛΥΤΙΚΗΣ ΙΕΡΑΡΧΗΣΗΣ – ΤΕΧΝΙΚΗ ΒΑΣΙΖΟΜΕΝΗ ΣΤΗΝ ΑΜΕΣΗ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΤΟΥ ΑΠΟΦΑΣΙΖΟΝΤΟΣ	
3.4.1 Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΗΡ.....	57
3.4.2 Η ΜΕΘΟΔΟΣ EXPERT CHOICE.....	67

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΣΤΗ ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ.....	69
4.1 Η ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΠΤΩΧΕΥΣΗΣ ΤΩΝ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ	
4.1.1 Ο ΧΩΡΟΣ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ.....	71
4.1.2 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ.....	71
4.1.3 ΤΑ ΑΝΑΠΤΥΣΣΟΜΕΝΑ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΑ	
4.1.3.1 ΤΟ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ UTADIS.....	77
4.1.3.2 ΤΟ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ELECTRE TRI.....	80
4.1.4 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΩΝ.....	81
4.2 Η ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΠΙΣΤΩΤΙΚΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΤΩΝ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ	
4.2.1 Ο ΧΩΡΟΣ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ.....	83
4.2.2 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ	84
4.2.3. ΤΑ ΑΝΑΠΤΥΣΣΟΜΕΝΑ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΑ.....	89
4.2.3.1 ΤΟ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ UTADIS.....	89
4.2.3.2 ΤΟ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ELECTRE TRI.....	91

4.3.4 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΩΝ.....	92
4.4 ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗ ΧΑΡΤΟΦΥΛΑΚΙΩΝ.....	93
4.4.1 Ο ΧΩΡΟΣ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ.....	93
4.4.2 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ.....	94
4.4.3 ΤΑ ΑΝΑΠΤΥΣΣΟΜΕΝΑ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΑ.....	95
4.4.3.1 ΤΟ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ UTADIS.....	96
4.4.3.2 ΤΟ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ELECTRE TRI.....	96
4.4.4 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΩΝ.....	101

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ.....	105
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	106
ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	108

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Η πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων (multicriteria decision aid, MCDA ή multicriteria decision making, MCDM) είναι ένας εξελισσόμενος χώρος της επιχειρησιακής έρευνας (operations research), ο οποίος τις τελευταίες τρεις δεκαετίες έχει γνωρίσει ιδιαίτερη άνθηση τόσο σε θεωρητικό όσο και σε πρακτικό επίπεδο. Βασικό ρόλο στην ανάπτυξη και διάδοση της πολυκριτήριας ανάλυσης αποτέλεσε η απλή διαπίστωση ότι η επίλυση πολύπλοκων και ιδιαίτερα σημαντικών προβλημάτων λήψης αποφάσεων δεν είναι δυνατό να πραγματοποιείται μέσω μιας μονόπλευρης και μονοδιάστατης ανάλυσης. Κατά την προσπάθεια, όμως, εξέτασης όλων των παραμέτρων ενός προβλήματος και των κριτηρίων/παραγόντων που επηρεάζουν τη λήψη της κατάλληλης απόφασης, γεννάται ένα ιδιαίτερα σημαντικό πρόβλημα, το οποίο ορισμένες φορές αποθαρρύνει τους αποφασίζοντες και αναλυτές από την υιοθέτηση αυτής της πιο ρεαλιστικής προσέγγισης. Το πρόβλημα αυτό αναφέρεται στον τρόπο με τον οποίο μπορεί να πραγματοποιηθεί η σύνθεση όλων των παραμέτρων ώστε να επιτευχθεί η λήψη ορθολογικών αποφάσεων. Η αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού αποτελεί το βασικό αντικείμενο της πολυκριτήριας ανάλυσης αποφάσεων. Βασικό χαρακτηριστικό γνώρισμα της πολυκριτήριας ανάλυσης αποφάσεων είναι η πραγματοποίηση της αναγκαίας σύνθεσης υπό το πρίσμα της πολιτικής λήψης των αποφάσεων και του συστήματος προτιμήσεων και αξιών, το οποίο συνειδητά ή ασυνείδητα χρησιμοποιεί ο αποφασίζων. Το χαρακτηριστικό αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία στο χώρο της λήψης αποφάσεων. Όπως είναι κατανοητό, το αποτέλεσμα της όποιας ανάλυσης πραγματοποιείται με σκοπό την αντιμετώπιση ενός προβλήματος λήψης αποφάσεων, έχει ως τελικό αποδέκτη τον ίδιο τον αποφασίζοντα. Συνεπώς, η ανάπτυξη υποδειγμάτων λήψης αποφάσεων μέσω μεθοδολογικών προσεγγίσεων που δεν είναι σε θέση να ενσωματώσουν τον αποφασίζοντα και τις προτιμήσεις του στη διαδικασία ανάπτυξης των υποδειγμάτων αυτών, ουσιαστικά προσδίδουν στον αποφασίζοντα έναν παθητικό ρόλο, ο οποίος περιορίζεται στην παρακολούθηση και εφαρμογή των αποτελεσμάτων μαθηματικών υποδειγμάτων.

Αναλυτικότερα, η πολυκριτήρια ανάλυση αποτελεί ένα εργαλείο λήψης αποφάσεων που αναπτύχθηκε για να περιορίσει την σύγχυση που προκαλείται σε περιπτώσεις που εμπλέκονται μεταξύ τους πολλά και διαφορετικής φύσεως κριτήρια που αφορούν συγκεκριμένες επιλογές. Ουσιαστικά με την μέθοδο αυτή επιτυγχάνεται η σύνθεση ενός μεγάλου όγκου πληροφοριών διατηρώντας

παράλληλα τους στόχους και τις προτιμήσεις του εκάστοτε λήπτη της απόφασης. Τελικά, αυτό που επιδιώκουμε χρησιμοποιώντας πολυκριτήριες μεθόδους λήψης αποφάσεων είναι ο πολιτικός συμβιβασμός ανάμεσα σε όλους τους εμπλεκόμενους φορείς, ρυθμίζοντας κατά περίπτωση και ανάλογα με τους στόχους που έχουμε θέσει, το βάρος που φέρει ο καθένας στην τελική λήψη της απόφασης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Όλες οι προσεγγίσεις πολυκριτήριας ανάλυσης κάνουν τις επιλογές και την συνεισφορά τους στα διάφορα κριτήρια συγκεκριμένα, και όλες απαιτούν την άσκηση κρίσης. Διαφέρουν, όμως, στον τρόπο που συνδυάζουν τα στοιχεία. Επίσημες τεχνικές πολυκριτήριας ανάλυσης συνήθως παρέχουν ένα συγκεκριμένο σύστημα σχετικής βαρύτητας για τα διαφορετικά κριτήρια. Ο βασικός ρόλος αυτών των τεχνικών είναι να αντιμετωπίσουν τις δυσκολίες που φαίνεται να έχουν οι λήπτες αποφάσεων να χειριστούν με συνέπεια και λογική μεγάλο αριθμό περίπλοκων πληροφοριών. Οι τεχνικές πολυκριτήριας ανάλυσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό της προτιμότερης επιλογής, για την κατάταξη επιλογών, για απαρίθμηση ενός περιορισμένου αριθμού επιλογών, για επακόλουθη λεπτομερή αξιολόγηση, ή απλά για διαχωρισμό αποδεκτών και μη αποδεκτών δυνατοτήτων.

Οι τεχνικές πολυκριτήριας ανάλυσης εφαρμόζουν αριθμητική ανάλυση στον πίνακα αποδοτικότητας σε δύο στάδια:

- 1) Σκορ: ένα αριθμητικό σκορ ορίζεται για τις αναμενόμενες συνέπειες κάθε επιλογής βάσει μιας κλίμακας προτίμησης για κάθε επιλογή και για κάθε κριτήριο. Οι περισσότερο προτιμητέες επιλογές έχουν μεγαλύτερο σκορ στην κλίμακα και οι λιγότερο προτιμητέες έχουν χαμηλότερο σκορ. Στην πράξη, οι κλίμακες από 0 έως 100 χρησιμοποιούνται συχνά, όπου το 0 αναπαριστά μία πραγματική ή υποθετικά λιγότερο προτιμητέα επιλογή, και το 100 σχετίζεται με μία πραγματική ή περισσότερο προτιμητέα επιλογή. Όλες οι επιλογές που λαμβάνονται υπόψη στην πολυκριτήρια ανάλυση εμπίπτουν μεταξύ του 0 και του 100.
- 2) Βάρη: αριθμητικά βάρη ορίζονται, για κάθε κριτήριο, για να προσδιορίσουν τις σχετικές εκτιμήσεις μίας αλλαγής μεταξύ της κορυφής και της βάσης της επιλεγμένης κλίμακας.

Στη συνέχεια, μαθηματικοί τύποι χρησιμοποιούνται για να συνδυαστούν τα δύο παραπάνω στοιχεία ώστε να αξιολογηθεί ολικά το κάθε κριτήριο. Αυτές οι προσεγγίσεις πολυκριτήριας ανάλυσης ονομάζονται αντισταθμιστικές τεχνικές, καθώς χαμηλά σκορ σε ένα κριτήριο μπορούν να αντισταθμιστούν από υψηλά σκορ σε άλλο κριτήριο. Ο πιο απλός τρόπος συνδυασμού των σκορ σε κάθε κριτήριο και των σχετικών βαρών μεταξύ των κριτηρίων είναι ο απλός σταθμισμένος μέσος όρος των σκορ. Η χρήση των σταθμισμένων μέσων όρων βασίζεται στην υπόθεση της

αμοιβαίας ανεξαρτησίας των προτιμήσεων. Αυτό σημαίνει ότι η ισχύς της προτίμησης μίας επιλογής για ένα κριτήριο είναι ανεξάρτητη από την ισχύ της προτίμησης για ένα άλλο κριτήριο.

Υπάρχουν πολλές τεχνικές πολυκριτήριας ανάλυσης και ο αριθμός τους ακόμα αυξάνεται. Υπάρχουν πολλοί λόγοι για τους οποίους γίνεται αυτό:

- υπάρχουν πολλοί τύποι αποφάσεων που ταιριάζουν τις ευρείες περιστάσεις των τεχνικών πολυκριτήριας ανάλυσης
- ο διαθέσιμος χρόνος για την ανάληψη της ανάλυσης μπορεί να διαφέρει
- ο αριθμός ή η φύση των διαθέσιμων στοιχείων που στηρίζουν την ανάλυση ποικίλει
- οι αναλυτικές ικανότητες αυτών που υποστηρίζουν την απόφαση μπορεί να ποικίλουν
- η διοικητική κουλτούρα και οι απαιτήσεις των οργανισμών διαφέρουν.

Θα μπορούσαμε να πούμε ότι η επιλογή της κατάλληλης τεχνικής αποτελεί ένα παράδειγμα απόφασης που θα μπορούσε να ληφθεί με τη βοήθεια των τεχνικών πολυκριτήριας ανάλυσης. Υπάρχουν διάφορα κριτήρια και η απόδοση κάθε τεχνικής θα μπορούσε να μετρηθεί για κάθε κριτήριο, και ύστερα από τη μέτρηση του βάρους κάθε κριτηρίου θα είχαμε μία κατάταξη συνολικής απόδοσης μεταξύ των διαφόρων τεχνικών. Βέβαια, για να γίνει αυτό θα έπρεπε πρώτα να αποφασιστεί ποια τεχνική θα χρησιμοποιηθεί έτσι ώστε να εκτιμηθούν οι τεχνικές.

Μερικά κριτήρια που χρησιμοποιούνται για την επιλογή της κατάλληλης τεχνικής είναι:

- 1) Εσωτερική συνέπεια και λογική ορθότητα
- 2) Διαφάνεια
- 3) Ευκολία χρήσης
- 4) Απαιτήσεις στοιχείων που δεν είναι ασυνεπή με τη σημασία του θέματος που εξετάζεται
- 5) Ρεαλιστικές απαιτήσεις χρόνου και εργατικής δύναμης για τη διαδικασία ανάλυσης
- 6) Διαθεσιμότητα software

Τα περισσότερα από τα οικονομικά, βιομηχανικά ή πολιτικά προβλήματα είναι πολυκριτήρια. Κάνεις δεν πρόκειται να αγοράσει αυτοκίνητο βασιζόμενος μόνο στο οικονομικό κριτήριο αλλά η άνεση, η ποιότητα, οι επιδόσεις, το γόητρο κ.λ.π. λαμβάνονται πάντοτε υπόψη. Από την άλλη μεριά κανείς δεν αντιδρά στα κριτήρια αυτά με τον ίδιο τρόπο. Για τον λόγο αυτό βλέπουμε διαφορετικά αυτοκίνητα στους δρόμους. Η επιλογή καθορίζεται από το προσωπικό γούστο του λήπτη αποφάσεων, αφού το βάρος που ο ίδιος θα δώσει στα κριτήριά του είναι καθαρά θέμα επιλογής. Το πρόβλημα της επιλογής ή της κατάταξης των εναλλακτικών που υποβάλλονται σε μια πολυκριτήρια αξιολόγηση δεν είναι απλό θέμα. Συνήθως δεν υπάρχει καταλληλότερη λύση, αλλά ούτε κάποια εναλλακτική η οποία να υπερέχει περισσότερο από όλες τις άλλες. Τα κριτήρια

αλληλοσυγκρούονται, επομένως συμβιβαστικές λύσεις πρέπει να εξετάζονται πριν την τελική λήψη της απόφασης.

1.2 ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Η πολυκριτήρια ανάλυση δημιουργεί σχέσεις προτίμησης μεταξύ των επιλογών μέσω αναφοράς σε ένα εκτεταμένο σύνολο στόχων τους οποίους έχει εντοπίσει ο λήπτης αποφάσεων και για τους οποίους έχει ορίσει μετρήσιμα κριτήρια για να αξιολογήσει το βαθμό στον οποίο οι στόχοι αυτοί έχουν επιτευχθεί. Σε απλές συνθήκες, η διαδικασία εντοπισμού των στόχων και των κριτηρίων μπορεί να παρέχει από μόνη της αρκετές πληροφορίες για τους λήπτες αποφάσεων. Ένα κύριο χαρακτηριστικό της πολυκριτήριας ανάλυσης είναι η έμφαση που δίνεται στην κρίση της ομάδας των ληπτών απόφασης για τον καθορισμό των στόχων και των κριτηρίων, εκτιμώντας παράλληλα και τη σχετική σημαντικότητα των βαρών καθώς και για την κριτική της συνεισφοράς κάθε επιλογής σε κάθε κριτήριο απόδοσης. Η υποκειμενικότητα που χαρακτηρίζει τη διαδικασία αυτή μπορεί να προκαλέσει κάποια ανησυχία. Η βάση της κατά κύριο λόγο αποτελείται από τις προσωπικές επιλογές στόχων, κριτηρίων, βαρών και αξιολογήσεων εκπλήρωσης των στόχων των ληπτών αποφάσεων, παρόλο που «αντικειμενικά» στοιχεία, όπως οι τιμές που έχουν παρατηρηθεί, μπορούν επίσης να συμπεριληφθούν. Η πολυκριτήρια ανάλυση, ωστόσο, προσφέρει ένα βαθμό δομής, ανάλυσης και ανοίγματος σε κατηγορίες αποφάσεων οι οποίες εμπίπτουν πέραν της πρακτικής εφαρμογής της. Ένας περιορισμός της πολυκριτήριας ανάλυσης είναι ότι δεν μπορεί να αποδείξει ότι μία ενέργεια προσθέτει περισσότερα στον πλούτο από ότι αφαιρεί. Στην πολυκριτήρια ανάλυση, καθώς η «βέλτιστη» επιλογή μπορεί να είναι ασύμφωνη με τη βελτιστοποίηση του πλούτου, το να μη γίνει καμία ενέργεια είναι γενικά προτιμότερο.

1.3 ΤΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΑΝΕΠΙΣΗΜΗ ΚΡΙΣΗ

Η πολυκριτήρια ανάλυση έχει πολλά πλεονεκτήματα σε σύγκριση με την ανεπίσημη κρίση, η οποία δε στηρίζεται σε κάποια ανάλυση:

- Είναι ανοιχτή και εκτεταμένη
- Η επιλογή των στόχων και των κριτηρίων που μπορεί να πάρει η οποιαδήποτε ομάδα ληπτών αποφάσεων είναι ανοιχτή στην ανάλυση και την αλλαγή εάν κριθούν ακατάλληλοι

- Τα σκορ και τα βάρη, όταν χρησιμοποιούνται είναι επίσης αναλυτικά και διαμορφώνονται με βάση καθορισμένες τεχνικές. Μπορούν επίσης να διασταυρωθούν με άλλες πηγές πληροφορίας για τις σχετικές τιμές και να αλλαχθούν εάν κριθεί απαραίτητο.
- Η μέτρηση της αποδοτικότητας μπορεί να γίνει και από ειδικούς ώστε να μην αφήνεται απαραίτητα στους λήπτες αποφάσεων
- Μπορεί να παρέχει ένα σημαντικό μέσο επικοινωνίας μεταξύ των ληπτών αποφάσεων και ορισμένες φορές μεταξύ των ληπτών και της κοινότητας.

1.4 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΗΣ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Βάσει των ιδιαιτεροτήτων που παρουσιάζουν τα προβλήματα λήψης αποφάσεων με πολλαπλά κριτήρια, ο χώρος της πολυκριτήριας ανάλυσης αποφάσεων έχει τους ακόλουθους τρεις βασικούς στόχους:

- 1) Την ανάλυση της ανταγωνιστικής φύσης των κριτηρίων.
- 2) Τη μοντελοποίηση των προτιμήσεων του αποφασίζοντος.
- 3) Τον εντοπισμό ικανοποιητικών λύσεων.

Για την επίτευξη αυτών των στόχων ο Roy (1996) πρότεινε ένα γενικό μεθοδολογικό πλαίσιο που ακολουθείται στα πλαίσια της πολυκριτήριας ανάλυσης και παρουσιάζεται γραφικά στο Σχήμα 1.4.



Σχήμα 1.4: Το μεθοδολογικό πλαίσιο της πολυκριτήριας ανάλυσης αποφάσεων

Το αντικείμενο της απόφασης:

Το πρώτο αυτό στάδιο του μεθοδολογικού πλαισίου της πολυκριτήριας ανάλυσης αποφάσεων αφορά τον καθορισμό του συνόλου των εναλλακτικών δραστηριοτήτων και της προβληματικής της ανάλυσης. Ως «εναλλακτική δραστηριότητα» ή απλά «εναλλακτική» (alternative ή action) ορίζεται κάθε πιθανή επιλογή η οποία αποτελεί λύση του εξεταζόμενου προβλήματος και η οποία πρέπει να αξιολογηθεί ως προς την καταλληλότητά της. Το σύνολο των εναλλακτικών δραστηριοτήτων μπορεί να προσδιοριστεί είτε ως ένα διακριτό σύνολο (discrete set) είτε ως ένα συνεχές σύνολο (continuous set). Σε διακριτό σύνολο, είναι δυνατή η εξαντλητική (πλήρης) καταγραφή όλων των εναλλακτικών δραστηριοτήτων. Για παράδειγμα, κατά την επιλογή της κατάλληλης τοποθεσίας για τη χωροθέτηση ενός νέου εργοστασίου, είναι δυνατή η πλήρης καταγραφή όλων των δυνατών επιλογών (τοποθεσίες). Συνεπώς, στην περίπτωση αυτή το σύνολο των εναλλακτικών δραστηριοτήτων είναι διακριτό. Αντίθετα, στην περίπτωση ενός συνεχούς συνόλου εναλλακτικών δραστηριοτήτων, η εξαντλητική καταγραφή όλων των εναλλακτικών δεν είναι δυνατή. Για παράδειγμα, κατά την κατανομή ενός διαθέσιμου κεφαλαίου σε διάφορες επενδύσεις, δεν είναι δυνατή η εξαντλητική καταγραφή όλων των πιθανών συνδυασμών που αφορούν την κατανομή του κεφαλαίου, ακόμα και εάν το πλήθος των εναλλακτικών επενδύσεων είναι μικρό. Στην περίπτωση αυτή, το σύνολο των εναλλακτικών δραστηριοτήτων (συνεχές σύνολο) προσδιορίζεται από το σύνολο των περιορισμών του προβλήματος. Μετά τον προσδιορισμό του συνόλου των εναλλακτικών δραστηριοτήτων, απαιτείται ο καθορισμός της προβληματικής της ανάλυσης (decision problematic).

Γενικά, υπάρχουν τέσσερις προβληματικές που καλύπτουν το σύνολο των πρακτικών περιπτώσεων:

- 1) *Προβληματική α (επιλογή, choice)*: Η προβληματική τύπου α αναφέρεται στην επιλογή μίας ή περισσότερων εναλλακτικών οι οποίες θεωρούνται ως οι πλέον κατάλληλες.
- 2) *Προβληματική β (ταξινόμηση, classification/sorting)*: Η προβληματική τύπου β αναφέρεται στην ταξινόμηση των εναλλακτικών δραστηριοτήτων σε προκαθορισμένες ομοιογενείς κατηγορίες.
- 3) *Προβληματική γ (κατάταξη, ranking)*: Η προβληματική τύπου γ αναφέρεται στην κατάταξη των εναλλακτικών δραστηριοτήτων από τις καλύτερες προς τις χειρότερες.
- 4) *Προβληματική δ (περιγραφή, description)*: Η προβληματική τύπου δ αναφέρεται στην περιγραφή των εναλλακτικών δραστηριοτήτων βάσει των επιδόσεών τους στα επιμέρους κριτήρια αξιολόγησης.

Η επιλογή της κατάλληλης προβληματικής σχετίζεται αποκλειστικά και μόνο με το πρόβλημα που εξετάζεται. Σε ορισμένες περιπτώσεις πιθανόν να απαιτείται ο συνδυασμός δύο προβληματικών για την καλύτερη αντιμετώπιση του προβλήματος.

1.5 ΕΙΔΗ ΤΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Ø ΔΙΑΚΡΙΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται προβλήματα τα οποία αφορούν την ανάλυση ενός πεπερασμένου συνόλου συγκεκριμένων εναλλακτικών δραστηριοτήτων. Ως εναλλακτικές δραστηριότητες θεωρούνται τα αντικείμενα τα οποία αναλύονται. Στην περίπτωση για παράδειγμα της αξιολόγησης των επιδόσεων και της βιωσιμότητας των επιχειρήσεων, οι εναλλακτικές δραστηριότητες αφορούν τις επιχειρήσεις υπό αξιολόγηση.

Ο ROY(1985) θεώρησε τις ακόλουθες τέσσερις κατηγορίες διακριτών προβλημάτων :

- *Επιλογής (choice)*, όπου επιλέγεται η καλύτερη μεταξύ των εναλλακτικών δράσεων. Βασίζεται στην πραγματοποίηση σχετικών συγκρίσεων.
- *Κατάταξης (ranking)*, όπου οι εναλλακτικές δράσεις κατατάσσονται από την καλύτερη προς την χειρότερη. Βασίζεται στην πραγματοποίηση σχετικών συγκρίσεων. Με αυτό τον τρόπο, η επιλογή καθορίζεται από το σύνολο των υπαρχόντων εναλλακτικών.
- *Ταξινόμησης (sorting, classification, discrimination)*, όπου οι εναλλακτικές δράσεις τοποθετούνται σε προκαθορισμένες κατηγορίες. Βασίζεται στην πραγματοποίηση απόλυτων συγκρίσεων. Κάθε εναλλακτική κατατάσσεται με βάση συγκεκριμένους κανόνες και πρότυπα τα οποία διαχωρίζουν τις κατηγορίες. Με αυτό τον τρόπο η ταξινόμηση καθορίζεται από τα προδιαγεγραμμένα πρότυπα, κι όχι από το σύνολο των διατιθέμενων εναλλακτικών.
- *Περιγραφής (description)*, όπου καταγράφονται τα κύρια χαρακτηριστικά κάθε εναλλακτικής δράσης.

Ø ΣΥΝΕΧΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει προβλήματα στα οποία δεν είναι δυνατός ο άμεσος και σαφής καθορισμός ενός πεπερασμένου συνόλου εναλλακτικών δραστηριοτήτων. Αντίθετα είναι δυνατή η οροθέτηση του χώρου μέσα στον οποίο βρίσκονται οι δυνατές λύσεις του προβλήματος (χώρος των εφικτών λύσεων), καθεμιά από τις οποίες ουσιαστικά αντιστοιχεί σε ένα εναλλακτικό τρόπο δράσης (εναλλακτική δραστηριότητα). Η επιλογή μιας εκ των λύσεων αυτών ως της πλέον κατάλληλης , μπορεί να πραγματοποιηθεί μόνο μέσω της αναλυτικής διερεύνησης του χώρου των εφικτών λύσεων .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ

Βασίζεται στην πραγματοποίηση απόλυτων συγκρίσεων (absolute comparisons). Αναφέρεται στην ένταξη ορισμένων προκαθορισμένων εναλλακτικών δραστηριοτήτων ή αντικειμένων σε κατηγορίες. Ένας αυστηρός ορισμός είναι εκείνος που δόθηκε από τον Mirkin(1998) ο οποίος όρισε την ταξινόμηση ως εξής:

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

- 1) τη διαμόρφωση , οργάνωση και διατήρηση της γνώσης,
- 2) την ανάλυση της δομής του φαινομένου που εξετάζεται ,
- 3) τη συσχέτιση των διαφόρων πλευρών του υπό εξέταση του φαινομένου . »

Στην αγγλική ορολογία χρησιμοποιούνται διάφοροι όροι για την αναφορά στο πρόβλημα της ταξινόμησης , οι συνηθέστεροι των οποίων είναι οι ακόλουθοι τρεις :

- Ø Discrimination (διάκριση)
- Ø Classification (ταξινόμηση)
- Ø Sorting (διατεταγμένη ταξινόμηση)

Χαρακτηριστικές είναι οι ακόλουθες πρακτικές εφαρμογές :

1. *Ιατρική* : πραγματοποίηση ιατρικών διαγνώσεων ταξινομώντας τους ασθενείς σε κατηγορίες (παθήσεις) ανάλογα με τα συμπτώματα που παρουσιάζουν (Tsumoto(1998), Belacel(2000)) .
2. *Αναγνώριση προτύπων (pattern recognition)* : αναγνώριση των χαρακτηριστικών φυσικών προσώπων ή αντικειμένων και ταξινόμησή τους σε ανάλογες κατηγορίες . Χαρακτηριστικά είναι τα παραδείγματα της αναγνώρισης βασικών ανθρώπινων χαρακτηριστικών όπως η ομιλία , η ίριδα του ματιού , τα δακτυλικά αποτυπώματα , και οι εφαρμογές τους στην ασφάλεια καίριων συστημάτων (Ripley(1996), Young και Fu(1997), Nieddu και Patrizi(2000)).
3. *Διαχείριση ανθρώπινου δυναμικού* : αξιολόγηση του προσωπικού βάσει των προσόντων του με σκοπό τον προσδιορισμό της κατάλληλης θέσης εργασίας .
4. *Διαχείριση παραγωγικών συστημάτων* : παρακολούθηση της λειτουργίας πολύπλοκων συστημάτων παραγωγής για την έγκαιρη διάγνωση πιθανών βλαβών (Catelani και Fort(2000) , Shen(2000)) .

5. *Μάρκετινγκ* : καθορισμός της κατάλληλης πολιτικής μάρκετινγκ για τη διείσδυση προϊόντων στην αγορά , μελέτη των επιμέρους χαρακτηριστικών διαφορετικών κατηγοριών καταναλωτών , σχεδιασμός των προϊόντων ώστε να ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις των καταναλωτών , μέτρηση ικανοποίησης πελατών, κá. (Duka(1995) ,Siskos et al.(1998)) .

6. *Περιβαλλοντική και ενεργειακή διαχείριση* : ανάλυση και έγκαιρη διάγνωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων διαφόρων ενεργειακών πολιτικών σε κρατικό επίπεδο (Diakoulaki et al. (1999)) .

7. *Χρηματοοικονομική διοίκηση και οικονομική πολιτική*: πρόβλεψη της πτώχευσης επιχειρήσεων, εκτίμηση του πιστωτικού κινδύνου επιχειρήσεων, οργανισμών και φυσικών προσώπων, επιλογή και διαχείριση χαρτοφυλακίων επενδύσεων (ταξινόμηση μετοχών σε κατηγορίες απόδοσης κινδύνου , κλπ.) αξιολόγηση των οικονομικών επιδόσεων και της δανειοληπτικής ικανότητας κρατών (Zorounidis (1998 , Zorounidis και Doumpos (1998)).

Τα παραπάνω παραδείγματα καταδεικνύουν την ιδιαίτερη σημασία του προβλήματος της ταξινόμησης και της ανάπτυξης των αντίστοιχων αποτελεσματικών υποδειγμάτων. Μεταξύ των πολλών μεθοδολογικών προσεγγίσεων οι οποίες έχουν προταθεί για την ανάπτυξη υποδειγμάτων ταξινόμησης, η πολυκριτήρια ανάλυση, ένας από τους πλέον εξελιγμένους τομείς τα επιχειρησιακής έρευνας, χαρακτηρίζεται από ένα σύνολο βασικών πλεονεκτημάτων τόσο σε θεωρητικό επίπεδο όσο και σε πρακτικό, τα οποία την καθιστούν μια τουλάχιστον ενδιαφέρουσα εναλλακτική πρόταση έναντι των υπολοίπων υπαρχόντων προσεγγίσεων.

Σε θεωρητικό επίπεδο, η πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων παρέχει μια πληθώρα μεθοδολογικών προσεγγίσεων, οι οποίες είναι κατάλληλα προσαρμοσμένες για την αντιμετώπιση κάθε είδους προβλημάτων λήψης αποφάσεων. Κοινό χαρακτηριστικό των πολυκριτήριων τεχνικών ταξινόμησης αποτελεί η επικέντρωσή τους στην αντιμετώπιση προβλημάτων διατεταγμένης ταξινόμησης. Πρόσφατα έχουν παρουσιαστεί και έρευνες στο χώρο της πολυκριτήριας ανάλυσης με σκοπό την ανάπτυξη προσεγγίσεων οι οποίες θα είναι εφαρμόσιμες και στην περίπτωση του γενικότερου προβλήματος όπου ο ορισμός των κατηγοριών πραγματοποιείται ονομαστικά (Perny(1998),Belacel(2000)). Ελάχιστες είναι οι περιπτώσεις άλλων μεθοδολογικών προσεγγίσεων οι οποίες λαμβάνουν υπόψη την ιδιαίτερη μορφή του προβλήματος της διατεταγμένης ταξινόμησης. Η διαφοροποίηση αυτή αποτελεί σημαντικό θεωρητικό πλεονέκτημα της πολυκριτήριας ανάλυσης αποφάσεων .

Οι μεθοδολογικές προσεγγίσεις οι οποίες έχουν προταθεί για την ανάπτυξη υποδειγμάτων ταξινόμησης διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες:

- 1) Στις στατιστικές και οικονομετρικές προσεγγίσεις, οι οποίες αποτελούν τον παραδοσιακό τρόπο αντιμετώπισης του προβλήματος της ταξινόμησης.
- 2) Στις μη παραμετρικές προσεγγίσεις οι οποίες έχουν προταθεί κατά τις τελευταίες δύο δεκαετίες ως καινοτόμες και αποτελεσματικές τεχνικές ανάπτυξης υποδειγμάτων ταξινόμησης.

Η στατιστική είναι ίσως η παλαιότερη των επιστημών αντικείμενο της οποίας είναι η ανάλυση δειγμάτων με απώτερο στόχο την εξαγωγή συμπερασμάτων επί του πληθυσμού. Οι βάσεις των πολυδιάστατων στατιστικών μεθόδων τέθηκαν ουσιαστικά από τον Fisher το 1936 ο οποίος ανέπτυξε την πρώτη πολυδιάστατη μέθοδο ταξινόμησης, τη γραμμική διακριτική ανάλυση (linear discriminant analysis). Αργότερα, ο Smith(1947) επέκτεινε την εργασία του Fisher αναπτύσσοντας την τετραγωνική διακριτική ανάλυση (quadratic discriminant analysis) ως μια καταλληλότερη μορφή ανάλυσης, στην περίπτωση όπου οι πίνακες διακύμανσης–συνδιακύμανσης των κατηγοριών δεν είναι ίσοι. Στις επόμενες δεκαετίες, δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στην ανάπτυξη οικονομετρικών μεθόδων ταξινόμησης. Γνωστότερες από τις μεθόδους αυτές είναι το γραμμικό υπόδειγμα πιθανότητας (linear probability model), το λογιστικό υπόδειγμα πιθανότητας (logit analysis) και το κανονικό υπόδειγμα πιθανότητας (probit analysis).

ΔΙΑΚΡΙΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ (discriminant analysis)

Αποτελέσει τη πρώτη πολυδιάστατη μέθοδο ταξινόμησης. Στη γραμμική της μορφή αναπτύχθηκε από τον Fisher(1936). Κατατάσσει παρατηρήσεις (συνήθως πολυδιάστατες) σε γνωστούς πληθυσμούς με γνωστές κατανομές για κάθε πληθυσμό. Η διαχωριστική ή διακριτική ανάλυση (discriminant analysis) αποτελεί μια μέθοδο με πλήθος εφαρμογών σε πολλές επιστήμες.

Ας υποθέσουμε ότι έχουμε K πληθυσμούς (ομάδες) $\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_k$ με $K \geq 2$. Τότε για κάθε πληθυσμό Π_k έχουμε και μία κατανομή $f_k(x)$. Σκοπός της διαχωριστικής συνάρτησης είναι να «διαχωρίσει» ή να κατανείμει κάθε παρατήρηση στους k γνωστούς πληθυσμούς–ομάδες. Προφανώς ψάχνουμε για ένα διαχωριστικό κανόνα που μπορεί να κατατάξει σωστά όσο το δυνατόν περισσότερες παρατηρήσεις. Είναι επίσης σημαντικό να αναφέρουμε πώς σε άλλες επιστήμες η μέθοδος αναφέρεται και με άλλες ονομασίες, όπως για παράδειγμα αναγνώριση προτύπων (pattern recognition) στην επιστήμη της πληροφορικής.

Μερικά παραδείγματα εφαρμογών της μεθόδου είναι τα εξής:

- Στην Ιατρική συνήθως το ενδιαφέρον είναι να διαγνώσουμε την ασθένεια κάποιου ασθενή με βάση κάποια συμπτώματα που αυτός έχει. Δεδομένου πως για κάθε αρρώστια είναι γνωστά τα συμπτώματα της, θέλουμε να κατασκευάσουμε έναν κανόνα ο οποίος λαμβάνοντας υπόψη τα συμπτώματα αλλά και τη γνώση μας για τα συμπτώματα ενός συνόλου ασθενειών να κάνει διάγνωση για τον καινούριο ασθενή.
- Στο χώρο του *marketing* όπου ζητείται ο διαχωρισμός επιτυχημένων και αποτυχημένων αγορών ή διαφημιστικών εκστρατειών. Στην πρώτη περίπτωση μια εταιρεία αποφασίζει αν θα μπει σε μια αγορά ή όχι ενώ στη δεύτερη περίπτωση ποια διαφημιστική εκστρατεία ταιριάζει καλύτερα στην κάθε περίπτωση.
- Στα χρηματοοικονομικά οι τράπεζες ενδιαφέρονται να εντοπίσουν 'καλούς' και 'κακούς' πελάτες πριν τη χορήγηση δανείου ή πιστωτικής κάρτας (credit scoring). Ως 'καλούς' και 'κακούς' μπορούμε να θεωρήσουμε αυτούς που πληρώνουν κανονικά τις δόσεις τους και αυτούς που δεν πληρώνουν αντίστοιχα. Συνεπώς με τη χρήση ιστορικών στοιχείων σχετικά με άτομα που έλαβαν δάνειο από την τράπεζα, η τράπεζα μπορεί να σχηματίσει κανόνες ώστε να κατατάξει έναν καινούριο πελάτη σε μια από τις δύο κατηγορίες και, πιθανότατα, να αρνηθεί τη χορήγηση δανείου, είτε να χορηγήσει το δάνειο με όρους σύμφωνους με το επίπεδο κινδύνου (risk) που έχει διαγνώσει για τον νέο πελάτη.
- Μια άλλη εφαρμογή της διακριτικής ανάλυσης προέρχεται από το χώρο της ασφάλισης όπου μια εταιρεία πρέπει να αποφασίσει αν θα ασφαλίσει ή όχι ένα κίνδυνο (insurance risk management) χρησιμοποιώντας υπάρχοντα στοιχεία και δημιουργώντας αντίστοιχους κανόνες.
- Στις προεκλογικές καμπάνιες και δημοσκοπήσεις, συνήθως υπάρχει ένα έντονο πρόβλημα με τους αναποφάσιστους και γενικά αυτούς που δεν δηλώνουν καθαρά την προτίμησή τους. Σε αυτή την περίπτωση η διαχωριστική ανάλυση μπορεί να δημιουργήσει κανόνες ώστε ο αναποφάσιστος να κατατάσσεται σε κάποια ομάδα ψήφου.
- Πολλές φορές οι εικόνες από δορυφόρους δεν είναι άμεσα εκμεταλλεύσιμες και χρειάζονται επεξεργασία. Με βάση κάποια προηγούμενα δεδομένα μπορεί κανείς να κατατάξει το είδος της βλάστησης με βάση την εικόνα από το δορυφόρο και τη χρήση της διακριτικής ανάλυσης για την κατασκευή κανόνων κατάταξης.
- Στις κοινωνικές επιστήμες υπάρχει έντονο το ενδιαφέρον να κατατάξουμε ομάδες πληθυσμού σε συγκεκριμένες κοινωνικές ομάδες με βάση μια σειρά από χαρακτηριστικά που έχουν, όπως προβλήματα, οικονομικοκοινωνικά χαρακτηριστικά κλπ. Τέτοιες αποφάσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία συγκεκριμένης κοινωνικής πολιτικής για παράδειγμα.

Τα παραδείγματα προφανώς δεν εξαντλούνται αλλά δείχνουν την ποικιλία εφαρμογών της μεθόδου. Είναι ενδιαφέρον να παρατηρήσει κανείς πως η κατάταξη γίνεται είτε σε δύο (π.χ. παράδειγμα τράπεζας) είτε σε περισσότερες ομάδες (π.χ. παράδειγμα ιατρικής διάγνωσης).

ΤΟ ΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΚΑΙ ΤΟ ΚΑΝΟΝΙΚΟ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑΣ

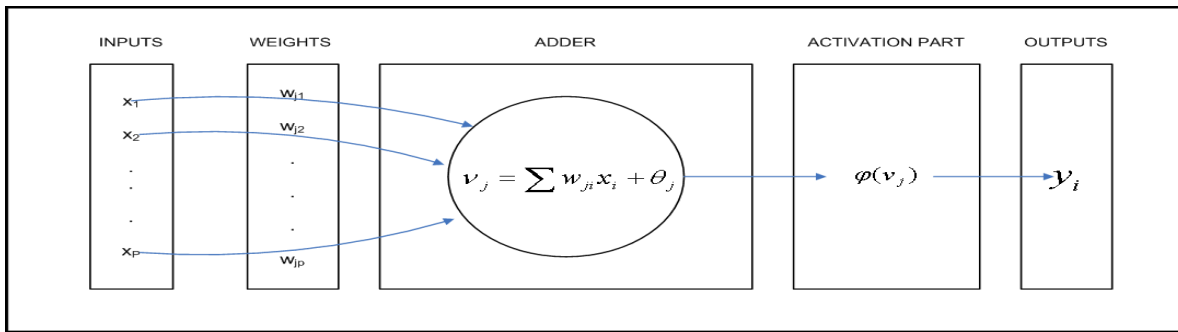
Προέρχονται από το χώρο της οικονομετρίας και παρουσιάζουν σημαντικές ομοιότητες μεταξύ τους. Οδηγούν στην ανάπτυξη μιας μη γραμμικής συνάρτησης βάσει της οποίας υπολογίζεται η πιθανότητα των εναλλακτικών δραστηριοτήτων να ανήκουν σε καθεμιά από τις υπο εξέταση κατηγορίες. Η διαφορά των δυο υποδειγμάτων έγκειται στη μορφή της συνάρτησης που αναπτύσσεται. Πιο συγκεκριμένα, στο λογιστικό υπόδειγμα, χρησιμοποιείται η λογιστική συνάρτηση, ενώ στο κανονικό υπόδειγμα χρησιμοποιείται η αθροιστική συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας της κανονικής κατανομής .

2.2 ΜΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ

2.2.1 ΝΕΥΡΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ (artificial networks)

Τα νευρωνικά δίκτυα (neural networks) συχνά αναφερόμενα και ως τεχνητά νευρωνικά δίκτυα (artificial neural networks), αναπτύχθηκαν από ερευνητές του χώρου της τεχνητής νοημοσύνης, ως μια καινοτόμος μεθοδολογία μοντελοποίησης πολύπλοκων προβλημάτων. Κύρια μεθοδολογική βάση των νευρωνικών δικτύων αποτελεί η προσπάθεια εξομοίωσης του τρόπου λειτουργίας του ανθρώπινου εγκεφάλου κατά την επεξεργασία των σημάτων /μηνυμάτων που λαμβάνει από το εξωτερικό περιβάλλον. Η δομή του ανθρώπινου εγκεφάλου αποτελείται από ένα πολύ μεγάλο πλήθος νευρώνων (neurons) οργανωμένων σε ένα ιδιαίτερα πολύπλοκο δίκτυο. Οι νευρώνες αποτελούν ανεξάρτητες μονάδες επεξεργασίας των ερεθισμάτων που δέχεται ο άνθρωπος από το εξωτερικό περιβάλλον. Κάθε νευρώνας δέχεται ένα σήμα εισόδου το οποίο μπορεί να προέρχεται είτε απευθείας από τους αισθητήρες του ανθρώπινου σώματος , είτε από άλλους νευρώνες

Διάγραμμα 1 : Απεικόνιση Νευρώνα



Το σήμα εισόδου υπόκειται σε μια επεξεργασία , αποτέλεσμα της οποίας είναι η παραγωγή ενός σήματος εξόδου, το οποίο μεταφέρεται στους υπόλοιπους νευρώνες προς περαιτέρω επεξεργασία, ώστε τελικά να προκύψει το ανάλογο αποτέλεσμα ανάλογα με το αρχικό ερέθισμα που αποτέλεσε το αντικείμενο της όλης αυτής επεξεργασίας. Αυτή η ιδιαίτερα περίπλοκη βιολογική διεργασία αποτελεί τη μεθοδολογική βάση των τεχνητών νευρωνικών δικτύων (TNN) . Κάθε TNN είναι ένα δίκτυο παράλληλων μονάδων επεξεργασίας οι οποίες είναι οργανωμένες σε μια σειρά επιπέδων (layers) .

Μια τυπική αρχιτεκτονική ενός TNN περιλαμβάνει:

- Ένα επίπεδο εισόδου (input layer) αποτελούμενο από μια σειρά κόμβων (επιμέρους μονάδες επεξεργασίας) ένα για κάθε είσοδο του TNN.
- Ένα επίπεδο εξόδου (output layer) το οποίο αποτελείται από ένα ή περισσότερους κόμβους, ανάλογα με τη μορφή που έχει το αποτέλεσμα του TNN.
- Μια σειρά ενδιάμεσων επιπέδων (hidden layers). Όλοι οι κόμβοι διαδοχικών επιπέδων συνδέονται πλήρως μεταξύ τους , ενώ είναι επίσης δυνατή η ανάπτυξη TNN στα οποία υπάρχουν συνδέσεις ακόμα και μεταξύ κόμβων που δεν ανήκουν σε διαδοχικά επίπεδα. Σε προβλήματα ταξινόμησης , έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί σχετικές με την εφαρμογή των TNN ((Pattwo 1992), Sabramanian et al.(1993)) έχουν δείξει ότι γενικά ένα ενδιάμεσο επίπεδο αρκεί για την επίτευξη ικανοποιητικών αποτελεσμάτων. Το πλήθος των κόμβων στο ενδιάμεσο αυτό επίπεδο μπορεί να κυμαίνεται μεταξύ q και $2n+1$, όπου q είναι το πλήθος των κριτηρίων αξιολόγησης.

Τα νευρωνικά δίκτυα είναι γνωστά και ως συνδεδετικά μοντέλα που προσπαθούν να κάνουν χρήση μερικών γνωστών ή αναμενόμενων τεχνικών οργάνωσης του ανθρώπινου εγκεφάλου. Στην αρχή η έρευνα σε αυτόν τον τομέα έγινε για νευροβιολογικά ενδιαφέροντα.

Σήμερα μερικά νευρωνικά δίκτυα ονομάζονται παγκόσμιοι προσεγγιστές (universal approximators) πού μπορούν να προσαρμοστούν σε οποιαδήποτε δεδομένα εισόδου, εξόδου και να προσεγγίσουν κάθε δεδομένο πρόβλημα.

Διάφοροι τύποι νευρωνικών δικτύων μπορούν να λύσουν διάφορα προβλήματα όπως:

- η αναγνώριση προτύπων
- η συμπλήρωση προτύπων
- ο καθορισμός ομοιοτήτων μεταξύ προτύπων ή δεδομένων
- αυτόματη κατάταξη σε κατηγορίες (classification).

Τα νευρωνικά δίκτυα για τους χρήστες τους λειτουργούν σαν “μαύρα κουτιά” και συνήθως δεν είναι δυνατόν να εξάγουμε από αυτά καθαρή γνώση. Τα νευρωνικά δίκτυα δηλαδή είναι ικανά να λύσουν δύσκολα προβλήματα αλλά δεν μας λένε πως το κάνουν.

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΤΝΝ

Βασικό πλεονέκτημα των ΤΝΝ είναι η δυνατότητα παράλληλης επεξεργασίας που παρέχουν και κυρίως η δυνατότητα αναπαράστασης έντονα μη γραμμικών συμπεριφορών, η οποία τους επιτρέπει να προσεγγίσουν οποιαδήποτε πραγματική συνάρτηση με θεωρητικά, άπειρη ακρίβεια. Αναλυτικότερα τα βασικότερα πλεονεκτήματα της μεθόδου των Νευρωνικών δικτύων είναι :

- 1) Δεν απαιτούν ικανοποίηση αυστηρών υποθέσεων.
- 2) Κατάλληλα για περίπλοκους υπολογισμούς.
- 3) Δίνουν την δυνατότητα χρησιμοποίησης και ποιοτικών μεταβλητών.
- 4) Αντιμετωπίζουν την ύπαρξη αυτοσυσχέτισης μεταξύ των μεταβλητών.
- 5) Εύρωστο πεδίο εφαρμογών
- 6) Φιλικά προς τον χρήστη

Στον αντίποδα οι επικριτές των ΤΝΝ έχουν επικεντρώσει την προσοχή τους σε δύο βασικά σημεία :

- 1) Στον αυξημένο υπολογιστικό φόρτο που συχνά απαιτείται κατά τη φάση της εκμάθησης του ΤΝΝ .
- 2) Στην αδυναμία εξήγησης των αποτελεσμάτων του ΤΝΝ οσον αφορά τη συμβολή των επιμέρους χαρακτηριστικών των εναλλακτικών δραστηριοτήτων στο εξαγόμενο αποτέλεσμα (ταξινόμηση).

Επομένως , στα μειονεκτήματα θα μπορούσαν να αναφερθούν :

- 1) Η προσεκτική εκ των προτέρων (a priori) επιλογή των μεταβλητών.
- 2) Μακρά χρονική περίοδο επεξεργασίας .
- 3) Απαίτηση για υψηλής ποιότητας δεδομένα.

2.2.2. ΑΣΑΦΗΣ ΛΟΓΙΚΗ (fuzzy set theory)

Η θεωρία της ασαφούς λογικής (fuzzy set theory) η οποία αναπτύχθηκε από τον Zadeh(1965) παρέχει τα κατάλληλα μέσα για τη μοντελοποίηση, αναπαράσταση και αντιμετώπιση προβλημάτων λήψης αποφάσεων τα οποία εμπεριέχουν κάποιο βαθμό ασάφειας , είτε ως προς τη μορφή των επιδόσεων των εναλλακτικών δραστηριοτήτων, είτε ως προς τη μορφή της τελικής απόφασης που πρέπει να ληφθεί. Η βασική έννοια της καινοτόμου αυτής μεθοδολογικής προσέγγισης είναι η έννοια του ασαφούς συνόλου. Στη θεωρία των ασαφών συνόλων η μοντελοποίηση του βαθμού ισχύος τέτοιων ασαφών εκτιμήσεων, υλοποιείται μέσω του ορισμού μιας συνάρτησης συμμετοχής (membership function).

Η κύρια ιδέα του ασαφή ελέγχου είναι η δημιουργία ενός μοντέλου που μοιάζει με το ανθρώπινο και να είναι ικανό να ελέγχει μια εργασία χωρίς να σκέφτεται χρησιμοποιώντας τους όρους ενός μαθηματικού μοντέλου. Ο ειδικός δηλαδή, να παρέχει εντολές ελέγχου στην μορφή γλωσσικών κανόνων. Οι έλεγχοι αυτοί μεταφράζονται από το πλαίσιο της θεωρίας των ασαφών συνόλων, και παρέχουν υπολογισμούς που μπορούν να προσομοιώσουν την συμπεριφορά του ειδικού. Ο προσδιορισμός καλών γλωσσικών κανόνων εξαρτάται από την γνώση του ειδικού που ελέγχει την διαδικασία. Η μεταφορά σε ασαφή σύνολα δεν είναι μια τυποποιημένη διαδικασία και μπορούν να γίνουν πάρα πολλές διαφορετικές επιλογές (για παράδειγμα στην μορφή των συναρτήσεων συμμετοχής). Αυτές οι αβεβαιότητες που υπάρχουν στη διαδικασία ενός ασαφούς ελεγχτή συνήθως οδηγούν σε μία ευρεστική διαδικασία για να ξεπεραστούν τα λάθη του αρχικού σχεδιασμού. Συνδυασμός ενός νευρωνικού δικτύου με ένα ασαφή ελεγχτή μπορεί να βοηθήσει ενισχύοντας την απόδοση του ελεγχτή χρησιμοποιώντας ειδικούς αλγόριθμους εκπαίδευσης. Ακόμα και αν οι περισσότερες εφαρμογές σε νευρο-ασαφή βρίσκονται σε διαδικασίες ελέγχου, αυτά δεν χρησιμοποιούνται μόνο στον τομέα αυτό. Υπάρχουν και προσεγγίσεις για την ανάλυση δεδομένων όπου ασαφή κανόνες και ασαφή σύνολα χρειάζεται να περιγράψουν ένα σύνολο δεδομένων. Μια πιθανή εφαρμογή είναι η κατάταξη προτύπων σε κατηγορίες (classification). Αυτός είναι ένας τομέας όπου τα νευρωνικά δίκτυα εφαρμόζονται με μεγάλη επιτυχία. Παρόλα αυτά ένα νευρωνικό δίκτυο δεν παρέχει μια εξήγηση για το πώς κατατάσσει τα πρότυπα σε κατηγορίες. Ένα νευρο-ασαφές σύστημα σε αυτή την περίπτωση είναι διαφορετικό: Το σύστημα εκπαιδεύεται με τα ασαφή σύνολα και κανόνες που από την μια πλευρά μπορούν να διεξάγουν την επιθυμητή κατάταξη σε κατηγορίες και από την άλλη να διερμηνεύονται γλωσσικά. Έτσι μπορεί να ελεγχτεί η εγκυρότητα του αποτελέσματος και προηγούμενη γνώση μπορεί εύκολα να ενσωματωθεί.

Ένα νευρο-ασαφές σύστημα είναι ο συνδυασμός των νευρωνικών δικτύων με τα ασαφή συστήματα με τέτοιο τρόπο ώστε τα νευρωνικά δίκτυα ή οι αλγόριθμοι εκπαίδευσης των νευρωνικών δικτύων, χρησιμοποιούνται για να καθορίσουν τις παραμέτρους ενός ασαφούς συστήματος. Αυτό σημαίνει ότι η κύρια προσέγγιση ενός συστήματος με νευρο-ασαφή είναι να δημιουργήσει ή να βελτιώσει ένα ασαφή σύστημα αυτόματα με μεθόδους των νευρωνικών δικτύων. Μια ακόμα σημαντική προσέγγιση είναι ότι το σύστημα θα πρέπει πάντα να διερμηνεύεται με κανόνες εάν-τότε των ασαφή, αυτό λόγω του ότι βασίζεται σε ένα ασαφή σύστημα που αναπαριστά γνώση.

2.2.3 ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ (Machine Learning)

Έχουν προταθεί διάφοροι ορισμοί για τη μάθηση:

Simon ('83) «"η μάθηση σηματοδοτεί προσαρμοστικές αλλαγές σε ένα σύστημα με την έννοια ότι αυτές του επιτρέπουν να κάνει την ίδια εργασία, ή εργασίες της ίδιας κατηγορίας, πιο αποδοτικά και αποτελεσματικά την επόμενη φορά"»

Minsky ('85) «"... είναι να κάνουμε χρήσιμες αλλαγές στο μυαλό μας"»

Michalski ('86) «"... είναι η δημιουργία ή η αλλαγή της αναπαράστασης των εμπειριών"»

Carbonell (1987) «"... η μελέτη υπολογιστικών μεθόδων για την απόκτηση νέας γνώσης, νέων δεξιοτήτων και νέων τρόπων οργάνωσης της υπάρχουσας γνώσης".»

Mitchell (1997) « "Ένα πρόγραμμα υπολογιστή θεωρείται ότι μαθαίνει από την εμπειρία E σε σχέση με μια κατηγορία εργασιών T και μια μετρική απόδοσης P, αν η απόδοση του σε εργασίες της T, όπως μετριοούνται από την P, βελτιώνονται με την εμπειρία E".»

Witten & Frank (2000) «"Κάτι μαθαίνει όταν αλλάζει τη συμπεριφορά του κατά τέτοιο τρόπο ώστε να αποδίδει καλύτερα στο μέλλον".»

Για τα συστήματα που ανήκουν στην συμβολική TN, η μάθηση προσδιορίζεται ως απόκτηση επιπλέον γνώσης, που επιφέρει μεταβολές στην υπάρχουσα γνώση. Τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα (που ανήκουν στην μη συμβολική TN) έχουν δυνατότητα μάθησης μετασχηματίζοντας την εσωτερική τους δομή, παρά καταχωρώντας κατάλληλα αναπαριστάμενη γνώση. Έχουν αναπτυχθεί πολλές τεχνικές μηχανικής μάθησης που χρησιμοποιούνται ανάλογα με τη φύση του προβλήματος και εμπίπτουν σε ένα από τα παρακάτω δυο είδη:

1) μάθηση με επίβλεψη (supervised learning) ή μάθηση με παραδείγματα (learning from examples),

2) μάθηση χωρίς επίβλεψη (unsupervised learning) ή μάθηση από παρατήρηση (learning from observation).

Στη μάθηση με επίβλεψη το σύστημα καλείται να "μάθει" μια έννοια ή συνάρτηση από ένα σύνολο δεδομένων, η οποία αποτελεί περιγραφή ενός μοντέλου.

Στη μάθηση χωρίς επίβλεψη το σύστημα πρέπει μόνο του να ανακαλύψει συσχετίσεις ή ομάδες σε ένα σύνολο δεδομένων, δημιουργώντας πρότυπα, χωρίς να είναι γνωστό αν υπάρχουν, πόσα και ποια είναι.

2.2.4 ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΤΙΚΑ ΣΥΝΟΛΑ

Η θεωρία των προσεγγιστικών συνόλων (rough set theory) αναπτύχθηκε από τον Pawlak (1991) ως μια νέα προσέγγιση για την περιγραφή των αλληλεξαρτήσεων μεταξύ των χαρακτηριστικών που περιγράφουν τις εναλλακτικές δραστηριότητες, για τον εντοπισμό σημαντικών χαρακτηριστικών, αλλά κυρίως, για την αντιμετώπιση προβλημάτων όπου υπάρχουν ασαφή και μη συνεπή (inconsistent) δεδομένα. Ως τέτοια, η θεωρία των προσεγγιστικών συνόλων παρουσιάζει αρκετές ομοιότητες τόσο με τη θεωρία των ασαφών συνόλων, όσο και με την προσέγγιση που υλοποιείται στα πλαίσια της μηχανικής μάθησης. Βέβαια, σε σύγκριση με τη θεωρία των ασαφών συνόλων, η θεωρία των προσεγγιστικών συνόλων δεν αποσκοπεί στη μοντελοποίηση και αναπαράσταση της ασάφειας όπως αυτή θεωρείται στα ασαφή σύνολα, αλλά των ασυνεπειών που εμφανίζονται στη διαδικασία λήψης των αποφάσεων. Σε σύγκριση με τις τεχνικές μηχανικής μάθησης η θεωρία των προσεγγιστικών συνόλων ουσιαστικά ξεκίνησε ως μια νέα μεθοδολογία στο χώρο αυτό. Σταδιακά όμως, έχει αποτελέσει έναν αυτοτελή χώρο έρευνας, ο οποίος παρά τις ομοιότητες που παρουσιάζει με τις διαδικασίες της μηχανικής μάθησης, παρουσιάζει και σημαντικές διαφορές, στη θεωρητική βάση της διαδικασίας αντιμετώπισης του προβλήματος της ταξινόμησης.

Η θεωρία των προσεγγιστικών συνόλων βασίζεται στην υπόθεση ότι για κάθε εναλλακτική δραστηριότητα υπάρχει διαθέσιμο ένα σύνολο πληροφοριών. Οι πληροφορίες αυτές αφορούν δύο ειδών χαρακτηριστικά: τα υπό συνθήκη χαρακτηριστικά (condition attributes) και τα χαρακτηριστικά απόφασης (decision attributes). Τα υπό συνθήκη χαρακτηριστικά είναι εκείνα τα οποία περιγράφουν τις εξεταζόμενες εναλλακτικές δραστηριότητες (κριτήρια αξιολόγησης). Τα χαρακτηριστικά απόφασης είναι εκείνα που καθορίζουν την ταξινόμηση των εναλλακτικών δραστηριοτήτων σε κατηγορίες, βάσει των υπό συνθήκη χαρακτηριστικών. Ουσιαστικά, κατά αναλογία με τη γνωστή στατιστική παλινδρόμηση, τα υπό συνθήκη χαρακτηριστικά είναι οι ανεξάρτητες μεταβλητές, ενώ τα χαρακτηριστικά απόφασης είναι οι εξαρτημένες μεταβλητές.

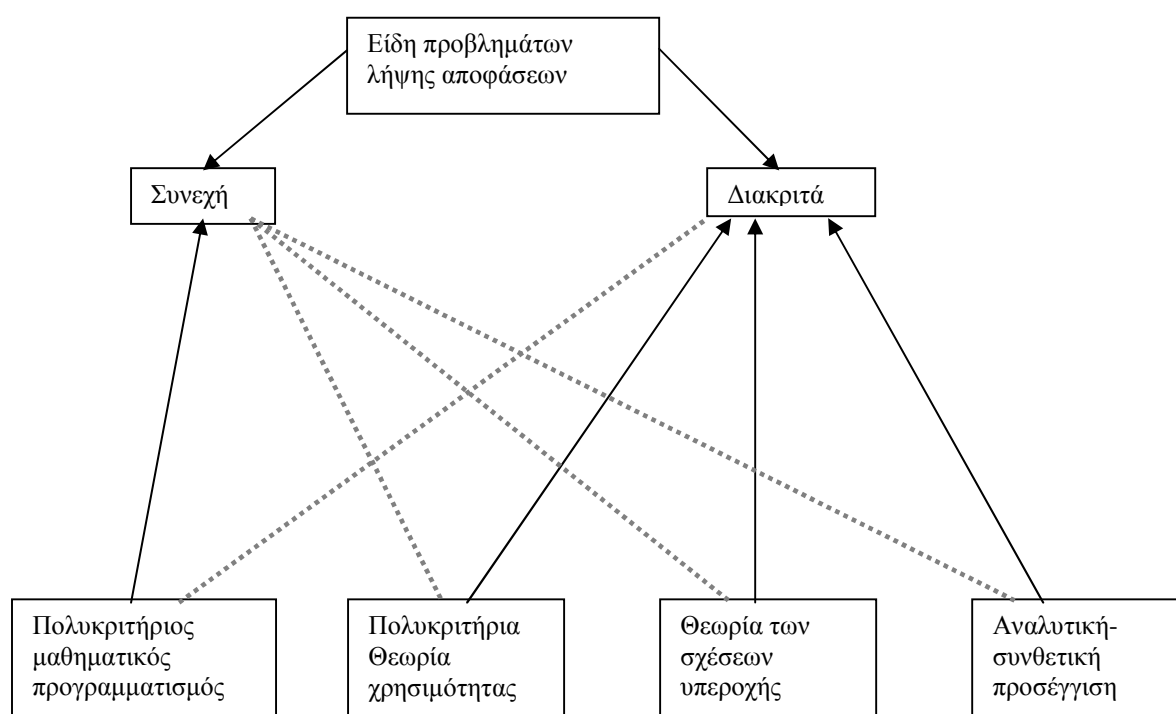
2.3 ΒΑΣΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ

Στο χώρο της πολυκριτήριας ανάλυσης αποφάσεων έχουν αναπτυχθεί τις τελευταίες τρεις δεκαετίες διάφορες μεθοδολογίες. Οι μεθοδολογίες αυτές μπορούν να χωριστούν σε διάφορες κατηγορίες ανάλογα με τη μορφή του μοντέλου ολικής προτίμησης που χρησιμοποιούν αλλά και τη διαδικασία ανάπτυξης του μοντέλου. Βάσει αυτής της θεώρησης, οι Pardalos et al.(1995) πρότειναν την ακόλουθη κατηγοριοποίηση:

1. Πολυκριτήριος μαθηματικός προγραμματισμός (multi-objective mathematical programming)
2. Πολυκριτήρια θεωρία χρησιμότητας (multiattribute utility theory)
3. Θεωρία των σχέσεων υπεροχής (outranking relations theory)
4. Αναλυτική-συνθετική προσέγγιση (preference disaggregation approach)

2.3.1 ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

(multi-objective mathematical programming)



Σχήμα 1.5: Η συμβολή των θεωρητικών ρευμάτων της πολυκριτήριας ανάλυσης στην επίλυση συνεχών και διακριτών προβλημάτων λήψης αποφάσεων

Όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 1.5 οι τρεις τελευταίες, δηλαδή η πολυκριτήρια θεωρία χρησιμότητας, η θεωρία των σχέσεων υπεροχής και η αναλυτική-συνθετική προσέγγιση,

προσανατολίζονται προς την αντιμετώπιση διακριτών προβλημάτων λήψης αποφάσεων. Απώτερος στόχος τους, είναι η σύνθεση όλων των κριτηρίων με σκοπό την αξιολόγηση ενός πεπερασμένου συνόλου εναλλακτικών δραστηριοτήτων σύμφωνα με τις προβληματικές της επιλογής, κατάταξης ή ταξινόμησης. Οι συνεχείς γραμμές στο Σχήμα 1.5 συμβολίζουν την άμεση συμβολή του κάθε μεθοδολογικού ρεύματος της πολυκριτήριας ανάλυσης στην αντιμετώπιση του υποδεικνυόμενου είδους προβλημάτων λήψης αποφάσεων. Οι διακεκομμένες γραμμές συμβολίζουν έμμεση συμβολή. Αντίθετα ο πολυκριτήριος μαθηματικός προγραμματισμός αποτελεί μια γενίκευση της γνωστής θεωρίας του μαθηματικού προγραμματισμού σε περιπτώσεις όπου πρέπει να βελτιστοποιηθούν πολλαπλές αντικειμενικές συναρτήσεις.

Όπως βέβαια είναι εμφανές από το παραπάνω σχήμα η συμβολή του κάθε θεωρητικού ρεύματος της πολυκριτήριας ανάλυσης δεν περιορίζεται στην αντιμετώπιση μόνο ενός είδους προβλημάτων λήψης αποφάσεων (συνεχή ή διακριτά). Αναλυτικότερα, η πολυκριτήρια θεωρία χρησιμότητας, η θεωρία των σχέσεων υπεροχής και η αναλυτική–συνθετική προσέγγιση μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως εργαλεία για την αντιμετώπιση συνεχών προβλημάτων, συμβάλλοντας στην αποτύπωση του συστήματος αξιών και προτιμήσεων του αποφασίζοντος σε ένα μαθηματικό υπόδειγμα. Το υπόδειγμα αυτό χρησιμοποιούμενο σε συνδυασμό με τεχνικές πολυκριτήριου μαθηματικού προγραμματισμού μπορεί να οδηγήσει στην επίλυση συνεχών προβλημάτων (για παράδειγμα καθορισμός της σύνθεσης ενός χαρτοφυλακίου χρεογράφων το οποίο βελτιστοποιεί τη συνάρτηση χρησιμότητας του επενδυτή). Αντίστοιχα, και ο πολυκριτήριος μαθηματικός προγραμματισμός μπορεί να συμβάλει στην αντιμετώπιση διακριτών προβλημάτων.

2.3.2 ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑ ΘΕΩΡΙΑ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ (multiattribute utility theory)

ΓΕΝΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η πολυκριτήρια θεωρία χρησιμότητας (multiattribute utility theory) αποτελεί γενίκευση της κλασσικής θεωρίας χρησιμότητας. Ήδη από τα πρώτα στάδια ανάπτυξης της πολυκριτήριας ανάλυσης, η πολυκριτήρια θεωρία χρησιμότητας αποτέλεσε (και αποτελεί) έναν από τους ακρογωνιαίους λίθους της θεωρητικής ανάπτυξης και πρακτικής εφαρμογής των αρχών της πολυκριτήριας ανάλυσης. Ο πολυκριτήριος μαθηματικός προγραμματισμός και ο προγραμματισμός στόχων, ουσιαστικά αποσκοπούν στον εντοπισμό μιας αποτελεσματικής λύσης, η οποία μεγιστοποιεί τη χρησιμότητα του αποφασίζοντος. Μάλιστα, βασικό σημείο

ορισμένων μεθόδων πολυκριτηρίου μαθηματικού προγραμματισμού αποτελεί η σαφής ανάπτυξη της συνάρτησης χρησιμότητας που διέπει την πολιτική που ακολουθεί ο αποφασίζων, η οποία στη συνέχεια μεγιστοποιείται στην περιοχή των εφικτών λύσεων ώστε να εντοπιστεί η κατάλληλη αποτελεσματική λύση. Σε αυτή την προσέγγιση βασίζεται η μεθοδολογία που προτάθηκε από τους Siskos και Despotis(1989) και υλοποιείται στο σύστημα ADELAIS.

Σκοπός της πολυκριτηρίας θεωρίας χρησιμότητας είναι η μοντελοποίηση και αναπαράσταση του συστήματος αξιών που συνειδητά ή ασυνειδήτα ακολουθεί ο αποφασίζων, μέσω μιας συνάρτησης αξιών/χρησιμότητας $U(x)$. Η συνάρτηση αυτή εκφράζεται βάσει του συνόλου των κριτηρίων αξιολόγησης τα οποία καθορίζουν το αποτέλεσμα της αξιολόγησης: $U_x = U(x_1, x_2, \dots, x_n)$.

Γενικά, οι συναρτήσεις χρησιμότητας είναι μη γραμμικές αύξουσες συναρτήσεις οριζόμενες στο πεδίο τιμών των αντίστοιχων κριτηρίων αξιολόγησης, οι οποίες ικανοποιούν τις ακόλουθες δύο βασικές ιδιότητες.

- 1) $U(x') > U(x'')$ $\Leftrightarrow x' P x''$ (η εναλλακτική x' προτιμάται της x'')
- 2) $U(x') = U(x'')$ $\Leftrightarrow x' I x''$ (η εναλλακτική x' είναι ισοδύναμη της x'')

∅ Στοχεύει στην αναπαράσταση του συστήματος αξιών που συνειδητά ή ασυνειδήτα ακολουθεί ο αποφασίζων.

∅ Η αναπαράσταση αυτή γίνεται με την χρήση μιας κατάλληλης συνολικής συνάρτησης χρησιμότητας.

∅ Ζητούμενο είναι ο προσδιορισμός των επιμέρους και της συνολικής συνάρτησης χρησιμότητας και των ιδιοτήτων τους.

∅ Εφαρμόζεται για την επίλυση προβλημάτων με διακριτές εναλλακτικές λύσεις, και ειδικότερα για προβλήματα επιλογής. Μπορεί όμως να χρησιμοποιηθεί σε περιπτώσεις όπου επιθυμείται κατάταξη ή ταξινόμηση των εναλλακτικών σε προκαθορισμένες κατηγορίες.

Η πλέον διαδεδομένη μορφή συνολικής συνάρτησης χρησιμότητας είναι η προσθετική, η οποία εκφράζεται από τη σχέση:

$$U(g) = p_1 u_1(g_1) + p_2 u_2(g_2) + \dots + p_n u_n(g_n)$$

όπου,

- u_i οι συναρτήσεις μερικών χρησιμότητων των κριτηρίων g_i ,
- $u_i g_i$ οι συναρτήσεις μερικής χρησιμότητας που καθορίζουν την χρησιμότητα των εναλλακτικών δράσεων βάσει των επιδόσεων τους στο κριτήριο g_i και,
- p_i οι σταθερές (βάρη) που υποδηλώνουν τη σημαντικότητα των κριτηρίων.

Λέξεις κλειδιά	Συστήματα επίλυσης μέσω Η/Υ
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Κριτήρια ▪ Συνάρτηση χρησιμότητας ▪ Βάρη ▪ Σημαντικότητα ▪ Παραχωρήσεις μεταξύ κριτηρίων (trade-offs) ▪ Προτιμησιακή ανεξαρτησία 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Logical Decisions ▪ Criterium Decision Plus

2.3.3 ΘΕΩΡΙΑ ΣΧΕΣΕΩΝ ΥΠΕΡΟΧΗΣ (outranking relations theory)

Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΣΧΕΣΗΣ ΥΠΕΡΟΧΗΣ

Η θεωρία των σχέσεων υπεροχής (outranking relations theory, Roy, 1991, 1996) παρέχει μια εναλλακτική μεθοδολογική προσέγγιση στη σύνθεση πολλαπλών κριτηρίων αξιολόγησης σε σχέση με την πολυκριτήρια θεωρία χρησιμότητας. Σε αντίθεση με την πολυκριτήρια θεωρία χρησιμότητας, στόχος της θεωρίας των σχέσεων υπεροχής δεν είναι η ανάπτυξη μιας συνάρτησης βαθμολόγησης των εναλλακτικών δραστηριοτήτων, όπως η συνάρτηση χρησιμότητας, αλλά η ανάπτυξη ενός μεθοδολογικού πλαισίου που επιτρέπει την πραγματοποίηση διμερών συγκρίσεων μεταξύ των εναλλακτικών δραστηριοτήτων. Η σχέση υπεροχής S είναι μια διμερής σχέση οριζόμενη στο σύνολο των εναλλακτικών δραστηριοτήτων, έτσι ώστε: $x' S x''$ η εναλλακτική x' είναι τουλάχιστον εξίσου καλή όσο η x'' .

Η γενική ιδέα της σχέσης υπεροχής είναι η σύγκριση δύο οποιοδήποτε εναλλακτικών x' και x'' και βασίζεται στην ισχύ των ενδείξεων (θετικές ενδείξεις) που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό «η εναλλακτική x' είναι τουλάχιστον εξίσου καλή όσο η x'' » καθώς και στην ισχύ των ενδείξεων κατά του ισχυρισμού αυτού (αρνητικές ενδείξεις). Εφόσον η ισχύς των θετικών ενδείξεων είναι υψηλή και ταυτόχρονα η ισχύς των αρνητικών ενδείξεων είναι περιορισμένη, τότε μπορεί να θεωρηθεί ότι ισχύει η σχέση υπεροχής $x' S x''$, δηλαδή ότι η x' είναι τουλάχιστον εξίσου καλή όσο η x'' . Αυτή η γενική έννοια και ορισμός της σχέσης υπεροχής υιοθετείται από όλες τις μεθοδολογίες της θεωρίας των σχέσεων υπεροχής, αλλά ο τρόπος με τον οποίο υλοποιείται διαφέρει, ανάλογα με τη μέθοδο. Κύριο χαρακτηριστικό της σχέσης υπεροχής είναι ότι δεν είναι απαραίτητα πλήρης (complete) ή μεταβατική (transitive). Η ιδιότητα της πληρότητας αναφέρεται στην πλήρη αξιολόγηση όλων των εναλλακτικών δραστηριοτήτων και την κατάταξή τους. Η πολυκριτήρια θεωρία χρησιμότητας μέσω της ανάπτυξης κατάλληλων συναρτήσεων χρησιμότητας οδηγεί σε μια πλήρη αξιολόγηση των εναλλακτικών, η οποία βασίζεται στις σχέσεις προτίμησης (P) και αδιαφορίας (I). Στο πλαίσιο αυτό για οποιοδήποτε δύο εναλλακτικές x' και x'' θα ισχύει $x' P x''$ ή $x' I x''$. Ταυτόχρονα, οι σχέσεις προτίμησης και αδιαφορίας

θεωρούνται μεταβατικές, δηλαδή εάν $x' P x''$ και $x'' P x'''$ τότε $x' P x'''$ (το ίδιο ισχύει και για τη σχέση αδιαφορίας I). Αντίθετα, στη θεωρία των σχέσεων υπεροχής θεωρείται ότι οι προτιμήσεις του αποφασίζοντος δεν ακολουθούν απαραίτητα τη μεταβατική ιδιότητα και επιπλέον θεωρείται ότι μια πλήρης αξιολόγηση των εναλλακτικών δεν είναι πάντα εφικτή.

Ως ένα απλό αλλά χαρακτηριστικό παράδειγμα της μη μεταβατικής φύσης των προτιμήσεων αναφέρεται το παράδειγμα του Luce (1956): προφανώς δεν είναι δυνατή η διάκριση μεταξύ ενός ποτηριού καφέ χωρίς ζάχαρη (x_1) και ενός ποτηριού καφέ με 1gr ζάχαρη (x_2). Συνεπώς, $x_1 I x_2$. Με την ίδια λογική, δεν είναι δυνατή η διάκριση μεταξύ ενός ποτηριού καφέ με 1gr ζάχαρη (x_2) και ενός ποτηριού καφέ με 2gr ζάχαρη (x_3), οπότε εξάγεται το συμπέρασμα ότι $x_2 I x_3$. Προφανώς, εάν η σχέση αδιαφορίας είναι μεταβατική τότε θα πρέπει $x_1 I x_3$. Συνεχίζοντας τον ίδιο συλλογισμό, εξάγεται το συμπέρασμα ότι $x_1 I x_f$, όπου το x_f αντιστοιχεί σε ένα ποτήρι καφέ το οποίο είναι γεμάτο ζάχαρη. Προφανώς αυτό είναι ένα παράδοξο αποτέλεσμα το οποίο δεν μπορεί να ισχύει στην πράξη, στοιχείο το οποίο υποδεικνύει ότι υπάρχουν περιπτώσεις όπου οι προτιμήσεις δεν ακολουθούν τη μεταβατική ιδιότητα. Επιπλέον, τονίζεται ότι η σχέση προτίμησης δεν είναι αντιμεταθετική ($x_1 P x_2 \Rightarrow x_2 P x_1$), ενώ η σχέση αδιαφορίας είναι αντιμεταθετική ($x_1 I x_2 \Rightarrow x_2 I x_1$). Η έννοια της μη πληρότητας είναι επίσης σημαντική, δεδομένου ότι σε πολλές πρακτικές περιπτώσεις η πλήρης αξιολόγηση των εναλλακτικών δραστηριοτήτων δεν είναι εφικτή. Για παράδειγμα συχνά υπάρχουν εναλλακτικές με πολύ ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τα οποία τις καθιστούν μη συγκρίσιμες με άλλες εναλλακτικές. Στην περίπτωση αυτή η πλήρης κατάταξη των εναλλακτικών δεν λαμβάνει υπόψη αυτές τις ιδιαιτερότητες, στοιχείο το οποίο μπορεί να αποδειχθεί σημαντικό για τον αποφασίζοντα.

Η θεωρία των σχέσεων υπεροχής, επιτρέπει την εισαγωγή στην ανάλυση της σχέσης ασυγκριτικότητας (incomparability relation), στοιχείο το οποίο τη διαφοροποιεί σημαντικά από την πολυκριτήρια θεωρία χρησιμότητας η οποία βασίζεται αποκλειστικά στις σχέσεις προτίμησης και αδιαφορίας. Τονίζεται, ότι η σχέση ασυγκριτικότητας είναι αντιμεταθετική αλλά όχι μεταβατική.

Όλες οι μέθοδοι της θεωρίας σχέσεων υπεροχής λειτουργούν σε δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο αναπτύσσεται η σχέση υπεροχής βάσει των πληροφοριών που παρέχει ο αποφασίζων, ενώ στο δεύτερο στάδιο χρησιμοποιούνται εφευρετικές διαδικασίες για την αξιοποίηση της σχέσης υπεροχής με σκοπό την αξιολόγηση των εναλλακτικών δραστηριοτήτων (επιλογή, κατάταξη, ταξινόμηση).

Συμπερασματικά :

Ø Οι Σχέσεις Υπεροχής χρησιμοποιούνται για την ταξινόμηση των εναλλακτικών λύσεων σε προκαθορισμένες κατηγορίες προβαίνοντας σε σχετικές συγκρίσεις με προκαθορισμένα πρότυπα, όταν πληρούνται μια σειρά από προϋποθέσεις

Ø Η κύρια απαίτηση Μεθόδων Πολυκριτήριας Ανάλυσης είναι η ύπαρξη ενός μέτρου σύγκρισης με βάση το οποίο θα συγκρίνονται όλες οι εναλλακτικές. Σε περίπτωση όπου δεν υπάρχει αυτό το μέτρο σύγκρισης, τότε απλά οι εναλλακτικές είναι μη συγκρίσιμες

Ø Η ειδική μεθοδολογία των μεθόδων Electre μπορεί να δώσει λύση σε περιπτώσεις όπου τα κριτήρια δεν έχουν κοινό μέτρο σύγκρισης ή ακόμη κι όταν αυτά δεν είναι ποσοτικά προσδιορίσιμα (μέσα από δύο στάδια εφαρμογής).

Λέξεις κλειδιά	Συστήματα επίλυσης μέσω Η/Υ
<ul style="list-style-type: none">▪ Εναλλακτικές▪ Κατώφλια (προτίμηση, βέτο, ισοτιμία)▪ Κριτήρια▪ Κλίμακα κριτηρίου▪ Βαθμός σημαντικότητας▪ Περιορισμοί	<ul style="list-style-type: none">▪ Electre TRI Assistant▪ Electre III/ IV▪ Electre Is▪ EVAMIX³

2.3.4 ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ-ΣΥΝΘΕΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ (preference disaggregation approach)

ΓΕΝΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η αναλυτική-συνθετική προσέγγιση (preference disaggregation approach, Jacquet-Lagrèze and Siskos, 1983, 2001) προσανατολίζεται στην ανάπτυξη ενός μεθοδολογικού πλαισίου, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση των αποφάσεων που λαμβάνει ο αποφασίζων έτσι ώστε να καθοριστεί το κατάλληλο υπόδειγμα σύνθεσης των κριτηρίων το οποίο ανταποκρίνεται στο σύστημα αξιών και προτιμήσεων του αποφασίζοντα. Ουσιαστικά, η αναλυτική συνθετική προσέγγιση αντιμετωπίζει τα προβλήματα λήψης αποφάσεων μέσω μιας ακριβώς αντίθετης διαδικασίας σε σχέση με αυτήν που ακολουθείται από την πολυκριτήρια θεωρία χρησιμότητας και τη θεωρία των σχέσεων υπεροχής. Πιο συγκεκριμένα, τόσο η πολυκριτήρια θεωρία χρησιμότητας όσο και η θεωρία των σχέσεων υπεροχής, σκοπό έχουν να υποστηρίξουν τον αποφασίζοντα στη σύνθεση των κριτηρίων αξιολόγησης, μέσω ενός προκαθορισμένου υποδείγματος το οποίο έχει τη μορφή μιας συνάρτησης χρησιμότητας ή μιας

σχέσης υπεροχής. Ο αποφασίζων καθορίζει όλες τις παραμέτρους του υποδείγματος σύνθεσης των κριτηρίων, υποστηριζόμενος από έναν εξειδικευμένο αναλυτή, ο οποίος διαθέτει την απαραίτητη εμπειρία στη χρησιμοποιούμενη μεθοδολογική προσέγγιση. Αντίθετα, η αναλυτική–συνθετική προσέγγιση ακολουθεί μια ανάστροφη διαδικασία. Θεωρεί ότι ο αποφασίζων ακολουθεί (συνειδητά ή ασυνειδητά) ένα σύστημα αξιών και προτιμήσεων, το οποίο τον οδηγεί στις αποφάσεις που λαμβάνει. Η αναλυτική–συνθετική προσέγγιση δεν προσπαθεί να εντοπίσει τις αποφάσεις αυτές ζητώντας από τον αποφασίζοντα να καθορίσει, άμεσα, πληροφορίες ως προς τον τρόπο με τον οποίο ελήφθησαν, κάτι το οποίο ουσιαστικά γίνεται στην ανάπτυξη των υποδειγμάτων σύνθεσης των κριτηρίων βάσει της πολυκριτήριας θεωρίας χρησιμότητας και της θεωρίας των σχέσεων υπεροχής· αντίθετα, προσπαθεί να εντοπίσει τον τρόπο με τον οποίο λαμβάνονται οι αποφάσεις μέσω της ανάλυσης σχέσης μεταξύ των αποφάσεων και των επιδόσεων των εναλλακτικών δραστηριοτήτων στα κριτήρια αξιολόγησης. Η ανάλυση αυτή οδηγεί στον καθορισμό όλων των παραμέτρων του υποδείγματος

Οι βάσεις της αναλυτικής–συνθετικής προσέγγισης εντοπίζονται στη διαπίστωση των προβλημάτων που συχνά παρουσιάζονται κατά τη διαδικασία απόσπασης από τους αποφασίζοντες, πληροφοριών σχετικών με το σύστημα αξιών και προτιμήσεων που τους διέπει. Πολλές φορές οι αποφασίζοντες αδυνατούν να παράσχουν τις πληροφορίες αυτές, είτε λόγω έλλειψης χρόνου, είτε γιατί απλά αδυνατούν να αποσαφηνίσουν επακριβώς τις παραμέτρους που ασυνειδητά λαμβάνουν υπόψη κατά τη διαδικασία λήψης των αποφάσεών τους. Αντίθετα, είναι συνήθως πολύ ευκολότερο να διατυπώσουν τις ίδιες τις αποφάσεις που λαμβάνουν, χωρίς να καθορίσουν καμία επιπλέον παράμετρο που να σχετίζεται με τον τρόπο λήψης των αποφάσεων. Στα πλαίσια της αναλυτικής–συνθετικής προσέγγισης είναι δυνατή η αξιοποίηση κάθε μορφής που μπορούν να έχουν οι αποφάσεις αυτές. Συνήθως εκφράζονται σε μια μονότονη κλίμακα μέσω της κατάταξης ή ταξινόμησης των εναλλακτικών δραστηριοτήτων. Παράλληλα όμως δύναται να εκφραστούν σε μορφή ενός δείκτη (πόσες φορές μια εναλλακτική δραστηριότητα προτιμάται μιας άλλης), ή ακόμα να παρέχουν και περισσότερο λεπτομέρειες όπως η κατάταξη των εναλλακτικών δραστηριοτήτων στο κάθε κριτήριο αξιολόγησης καθώς και η ιεράρχηση των κριτηρίων αξιολόγησης με βάση τη σημαντικότητά τους. Η συλλογή των παραπάνω μορφών πληροφοριών στοχεύει στη συγκέντρωση ενός επαρκούς συνόλου παραδειγμάτων των αποφάσεων που λαμβάνει ο αποφασίζων.

Τα παραδείγματα αυτά δύναται να αφορούν:

- 1) Παλιότερες αποφάσεις τις οποίες έλαβε ο αποφασίζων.
- 2) Την αξιολόγηση ενός περιορισμένου αλλά αντιπροσωπευτικού συνόλου φανταστικών εναλλακτικών δραστηριοτήτων.

3) Την αξιολόγηση ενός περιορισμένου αλλά αντιπροσωπευτικού υποσυνόλου των εξεταζόμενων δραστηριοτήτων, τις οποίες γνωρίζει καλά ο αποφασίζων και συνεπώς μπορεί εύκολα να εκφέρει το αποτέλεσμα της αξιολόγησής τους.

Στα παραδείγματα αυτά ενσωματώνονται όλες οι απαραίτητες πληροφορίες που προσδιορίζουν το σύστημα αξιών και προτιμήσεων που ακολουθεί ο αποφασίζων. Συνεπώς, η ανάλυση των παραδειγμάτων αυτών με τον κατάλληλο τρόπο μπορεί να οδηγήσει στο σαφή καθορισμό των παραμέτρων και της μορφής του υποδείγματος, το οποίο ανταποκρίνεται στο σύστημα αξιών του αποφασίζοντος. Εφεξής ως σύνολο αναφοράς θα ονομάζεται το σύνολο των παραδειγμάτων τα οποία αποτελούν τη βάση για τον καθορισμό του υποδείγματος σύνθεσης των κριτηρίων μέσω της αναλυτικής συνθετικής προσέγγισης. Το σύνολο αναφοράς είναι ουσιαστικά το αντίστοιχο του δείγματος εκμάθησης (training sample), όρος ο οποίος χρησιμοποιείται στην στατιστική, καθώς και στο χώρο της τεχνητής νοημοσύνης (μηχανική μάθηση, νευρωνικά δίκτυα, κλπ.). Οι αποφάσεις για τις δραστηριότητες του συνόλου αναφοράς θεωρούνται δεδομένες. Σκοπός της αναλυτικής-συνθετικής προσέγγισης είναι η ανάλυση των πληροφοριών που περιέχονται στο σύνολο αναφοράς με σκοπό τον καθορισμό του υποδείγματος σύνθεσης των κριτηρίων, το οποίο οδήγησε τον αποφασίζοντα στις δεδομένες αποφάσεις/αξιολογήσεις των δραστηριοτήτων του συνόλου αναφοράς.

Γενικά, η μεθοδολογική προσέγγιση που ακολουθείται στα πλαίσια της αναλυτικής – συνθετικής προσέγγισης είναι ανάλογη με αυτή της γνωστής στατιστικής παλινδρόμησης. Ουσιαστικά μάλιστα, οι βάσεις της αναλυτικής-συνθετικής προσέγγισης τέθηκαν από τις προσπάθειες των επιχειρησιακών ερευνητών να αναπτύξουν διαδικασίες μη παραμετρικής παλινδρόμησης χρησιμοποιώντας τεχνικές μαθηματικού προγραμματισμού, και συγκεκριμένα υποδείγματα προγραμματισμού στόχων. Οι πρώτες τέτοιες έρευνες παρουσιάστηκαν ήδη από τη δεκαετία του 1950 με τις εργασίες των Karst(1958), Kelley(1958) και Wagner(1959). Στις εργασίες αυτές παρουσιάστηκαν οι πρώτες διαδικασίες γραμμικής παλινδρόμησης βασιζόμενες σε υποδείγματα προγραμματισμού στόχων. Αργότερα, κατά τη δεκαετία του 1970, παρουσιάστηκαν εργασίες από τους Srinivasan και Shocker(1973) για την αντιμετώπιση προβλημάτων μονότονης παλινδρόμησης (ordinal regression). Στα τέλη του 1970 και στις αρχές του 1980 τέθηκαν οι βάσεις της σύγχρονης αναλυτικής-συνθετικής προσέγγισης από τους Jacquet-Lagrèze και Siskos(1982,1983) οι οποίοι εισήγαγαν τη μέθοδο UTA(UTilités Additives). Σκοπό είχαν τον καθορισμό των σταθερών i w (βάρη των κριτηρίων) της συνάρτησης $:U(x)=\sum w_i \cdot x_i$ ώστε το αποτέλεσμα $U(x)$ της σύνθεσης των κριτηρίων να διαφέρει όσο το δυνατόν λιγότερο από το πραγματικό αποτέλεσμα.

Η χρήση όμως μιας τέτοιας μορφής αναπαράστασης του συστήματος αξιών και προτιμήσεων του αποφασίζοντος παρουσιάζει δύο βασικά προβλήματα:

1) Είναι μια γραμμική συνάρτηση, γεγονός που καθιστά αδύνατη τη μοντελοποίηση της συμπεριφοράς αποφασίζόντων οι οποίοι χαρακτηρίζονται από «συντηρητική» (risk-averse) ή «επιθετική» συμπεριφορά (risk-prone). Ουσιαστικά η χρήση του σταθμισμένου μέσου αντιστοιχεί σε «ουδέτερους» αποφασίζοντες (risk-neutral).

2) Καθιστά δύσκολη τη χρήση ποιοτικών κριτηρίων. Πολλά πρακτικά προβλήματα λήψης αποφάσεων από τους χώρους του μάρκετινγκ, της χρηματοοικονομικής διοίκησης, της περιβαλλοντικής διαχείρισης, της διαχείρισης ανθρώπινου δυναμικού, κ.ά., αναλύονται καλύτερα μέσω ποιοτικών κριτηρίων. Η ενσωμάτωση ποιοτικών κριτηρίων σε συναρτήσεις ανάλογες με αυτή του σταθμισμένου μέσου απαιτεί την ποσοτικοποίησή τους μέσω της επιλογής μιας αριθμητικής κλίμακας. Μια τέτοια όμως ποσοτικοποίηση μεταβάλλει την έννοια και τη σημασία των ποιοτικών μεταβλητών, ενώ παράλληλα πολλές φορές συνδυάζεται με μια αυξημένη αυθαιρεσία στην επιλογή της ποσοτικής κλίμακας που χρησιμοποιείται.

Για την αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών οι Jacquet-Lagrèze και Siskos (1982) ήταν οι πρώτοι που χρησιμοποίησαν τα μέσα που παρέχει η πολυκριτήρια θεωρία χρησιμότητας. Πιο συγκεκριμένα, στη μέθοδο UTA πρότειναν τη χρησιμοποίηση μιας προσθετικής συνάρτησης χρησιμότητας, η εκτίμηση της μορφής της οποίας πραγματοποιείται μέσω τεχνικών μονότονης παλινδρόμησης βάσει τεχνικών προγραμματισμού στόχων.

Ø Χρησιμοποιεί συναρτήσεις χρησιμότητας για τη μοντελοποίηση και αναπαράσταση των προτιμήσεων του αποφασίζοντα, ώστε να γίνει επιλογή, κατάταξη ή ταξινόμηση των διακριτών εναλλακτικών λύσεων

Ø Η διαφορά με την Πολυκριτήρια Θεωρία Χρησιμότητας έγκειται στη διαδικασία της ανάπτυξης της συνάρτησης χρησιμότητας

Ø Η ανάλυση των προτιμήσεων του αποφασίζοντα γίνεται μέσα σε ένα περιορισμένο σύνολο εναλλακτικών ενεργειών, το σύνολο αναφοράς

Ø Ο αποφασίζων εκφράζει τις συνολικές του προτιμήσεις για τις εναλλακτικές ενέργειες του συνόλου αναφοράς ανάλογα με τη μορφή που πρέπει να έχει το αποτέλεσμα της αξιολόγησης ή καθορίζοντας μια ταξινόμηση σε προκαθορισμένες ομάδες

Ø Στη συνέχεια χρησιμοποιούνται τεχνικές παλινδρόμησης που βασίζονται στον Μαθηματικό Προγραμματισμό, από όπου προκύπτει η συνάρτηση χρησιμότητας η οποία “αναπαράγει” τις αποφάσεις του αποφασίζοντα όπως αυτές εκφράστηκαν στο σύνολο αναφοράς

Λέξεις κλειδιά	Συστήματα επίλυσης μέσω Η/Υ
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Συναρτήσεις χρησιμότητας ▪ Εναλλακτικές ενέργειες ▪ Σύνολο αναφοράς ▪ Παλινδρόμηση 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ UTA (Jacquet-Lagrèze & Siskos, 1982) ▪ UTA Plus ▪ UTADIS (Devaud <i>et al.</i>, 1980)

2.4 ΣΥΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Έπειτα από την ανάλυση των παραπάνω μεθόδων επίλυσης ενός προβλήματος λήψης αποφάσεων, προκύπτουν αβίαστα κάποια χρήσιμα συμπεράσματα. Να διευκρινιστεί όμως, ότι αυτά τα συμπεράσματα μπορεί να διαφέρουν, ανάλογα με την οπτική γωνία του χρήστη και το είδος των προβλημάτων όπου τελικά εφαρμόζονται οι τέσσερις παραπάνω μέθοδοι. Στην ουσία, θα αξιολογήσουμε τις πολυκριτήριες μεθόδους αποφάσεων με κριτήρια την δυνατότητα αναπαράστασης ποιοτικών παραγόντων, την δυνατότητα αποτύπωσης της λογικής του αποφασίζοντα και την επαναχρησιμοποίηση του μοντέλου της απόφασης.

- Στα θετικά στοιχεία της Πολυκριτήριας Θεωρίας Χρησιμότητας μπορούμε να αναφέρουμε με βεβαιότητα την δυνατότητα της αναπαράστασης ποιοτικών παραγόντων, η οποία με την σειρά της ενισχύει την δυνατότητα αποτύπωσης της λογικής του αποφασίζοντα. Η συγκεκριμένη μέθοδος είναι ιδιαίτερα ευέλικτη καθώς μας επιτρέπει την χρησιμοποίηση πολλών κριτηρίων που ανήκουν σε διαφορετικές κατηγορίες με διαφορετική κλίμακα μέτρησης απόδοσης και συνεπώς δεν υποχρεωνόμαστε σε σαφή καθορισμό των διακριτικών ορίων μεταξύ των κριτηρίων. Ένα ακόμη πλεονέκτημα είναι η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης του μοντέλου της απόφασης.

Αντιθέτως, οι αλγόριθμοι που χρησιμοποιούνται κατά την τελική αξιολόγηση των δεδομένων του προβλήματος είναι ιδιαίτερα πολύπλοκοι. Επίσης, στα αρνητικά της μεθόδου μπορούμε να αναφέρουμε τις παραχωρήσεις (trade-offs) μεταξύ της σημαντικότητας των κριτηρίων και την σχετική αβεβαιότητα των εκτιμήσεων.

- Η Αναλυτική-Συνθετική Προσέγγιση παρουσιάζει πολλές ομοιότητες με την Πολυκριτήρια Θεωρία Χρησιμότητας, αφού στηρίζεται σε μία επαναληπτική διαδικασία που αποτυπώνει την λογική του αποφασίζοντα. Ένα επιπλέον πλεονέκτημα είναι ότι η συγκεκριμένη μέθοδος στηρίζεται σ'ένα σύνολο δεδομένων τα οποία προκύπτουν από μία σειρά αξιολογήσεων παλαιότερων αποφάσεων αλλά και νεότερων στοιχείων, ενώ και τα αποτελέσματα αυτής μπορούν να παρουσιαστούν υπό την μορφή κατάταξης, ταξινόμησης ή επιλογής.

Στα αρνητικά της συγκεκριμένης μεθόδου μπορούμε να αναφέρουμε την πολυπλοκότητα και την δυσκολία χρήσης και κατανόησης από μη πεπειραμένους χρήστες, ενώ η σύνθετη δομή της αυξάνει τον χρόνο που απαιτείται για την εισαγωγή των δεδομένων. Τέλος, η Αναλυτική-Συνθετική Προσέγγιση θα λέγαμε ότι στηρίζεται σε υποκειμενικές κρίσεις, καθώς τα προς αξιολόγηση δεδομένα προκύπτουν από τον εκάστοτε αποφασίζοντα.

- Αντίστοιχα, οι Σχέσεις Υπεροχής πλεονεκτούν επειδή βασίζονται στην χρήση προφίλ. Με αυτό τον τρόπο η αξιολόγηση των εναλλακτικών λύσεων καθορίζεται από ορισμένα πρότυπα και όχι από άλλες υπάρχουσες εναλλακτικές λύσεις. Είναι επίσης σημαντικό το γεγονός ότι αυτή η μέθοδος παρέχει την δυνατότητα παρουσίασης διαφορετικών αποτελεσμάτων, ανάλογα με την σημαντικότητα των κριτηρίων (κλίμακα κριτηρίων).

Στον αντίποδα, θα λέγαμε ότι οι Σχέσεις Υπεροχής δεν είναι ιδιαίτερα εύχρηστες για την εισαγωγή ποιοτικών δεδομένων, ενώ η χρήση προτύπων είναι αυθαίρετη (εξαρτάται από τον αποφασίζοντα) με ό,τι καλό ή κακό συνεπάγεται κάτι τέτοιο. Επιπλέον, η συγκεκριμένη μέθοδος μοντελοποιεί το πρόβλημα και είναι εξαιρετικά δύσκολη η επαναχρησιμοποίηση του μοντέλου απόφασης.

- Η Διαδικασία της Αναλυτικής Ιεράρχησης είναι ευρύτατα χρησιμοποιούμενη μέθοδος και σ' αυτό συντελεί η μοντελοποίηση του προβλήματος, καθώς επιτρέπει την βαθύτερη κατανόηση του μοντέλου απόφασης. Ακόμη, αυτή η προσέγγιση μας επιτρέπει τον καταμερισμό του προβλήματος, ενώ μπορεί να υποστηρίξει την εισαγωγή και αναπαράσταση ποιοτικών παραγόντων.

Στα αρνητικά σημεία της μεθόδου, μπορούμε να τονίσουμε το γεγονός ότι απαιτείται μεγάλος αριθμός σχετικών συγκρίσεων από τον αποφασίζοντα και κατά συνέπεια πολλές ώρες δουλειάς, ενώ ταυτόχρονα αυτό κάνει και πιο δύσκολη την επαναχρησιμοποίηση του μοντέλου απόφασης. Επιπλέον είναι δυνατόν να προκύψουν ασυνέπειες μεταξύ των εκτιμήσεων και να οδηγηθούμε στο φαινόμενο της αναστροφής των αξιολογήσεων.

(INFO: <http://nemertes.lis.upatras.gr/dspace/bitstream/123456789/300/1/369.pdf>, 10-08-2009)

Μέθοδος	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Πολυκριτήρια Θεωρία Χρησιμότητας	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Αναπαράσταση ποιοτικών παραγόντων ▪ Αποτύπωση της λογικής του αποφασίζοντα ▪ Επαναχρησιμοποίηση του μοντέλου απόφασης 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Κατανόηση του μοντέλου απόφασης ▪ Παραχωρήσεις μεταξύ κριτηρίων ▪ Αβεβαιότητα των εκτιμήσεων
Αναλυτική-Συνθετική Προσέγγιση	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Αποτύπωση της λογικής του αποφασίζοντα ▪ Επαναχρησιμοποίηση των αποφάσεων ▪ Ταξινόμηση σε σαφώς ορισμένες κατηγορίες 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Κατανόηση του μοντέλου απόφασης ▪ Εισαγωγή των δεδομένων ▪ Υποκειμενικές κρίσεις
Σχέσεις Υπεροχής	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Εναλλακτικές ▪ Προφίλ ▪ Κατώφλια κριτηρίων ▪ Κλίμακα κριτηρίων ▪ Συνασπισμοί "συμφωνίας" και "διαφωνίας" 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Μοντελοποίηση του προβλήματος ▪ Ονομαστική ταξινόμηση ▪ Αισιόδοξη κι απαισιόδοξη πρόβλεψη
Διαδικασία Αναλυτικής Ιεράρχησης	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Μοντελοποίηση του προβλήματος ▪ Αναπαράσταση ποιοτικών παραγόντων ▪ Κατανόηση μοντέλου απόφασης 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Μεγάλος αριθμός σχετικών συγκρίσεων ▪ Δύσκολη η επαναχρησιμοποίηση του μοντέλου ▪ Φαινόμενο της αναστροφής των αξιολογήσεων

Τέλος να αναφέρουμε ότι οι μέχρι σήμερα ερευνητικές εξελίξεις στην εφαρμογή της πολυκριτήριας ανάλυσης στην αντιμετώπιση προβλημάτων ταξινόμησης αναλύονται σε δύο βασικές ομάδες :

- 1) Στις έρευνες που επικέντρωσαν το ενδιαφέρον τους σε διαδικασίες οι οποίες οδηγούν στην υποδειγμάτων ταξινόμησης , μέσω της απόσπασης των απαραίτητων πληροφοριών από τον αποφασίζοντα. Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται οι τεχνικές από το χώρο της πολυκριτήριας θεωρίας χρησιμότητας και της θεωρίας των σχέσεων υπεροχής .
- 2) Στις έρευνες που επικεντρώθηκαν στη χρήση των αρχών της αναλυτικής–συνθετικής προσέγγισης με σκοπό την ανάπτυξη και τον έλεγχο υποδειγμάτων, η κατασκευή των οποίων βασίζεται στην ανάλυση ενός συνόλου δεδομένων αποφάσεων του αποφασίζοντος (αναλυτική – συνθετική προσέγγιση) .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΜΕΘΟΔΟΙ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ

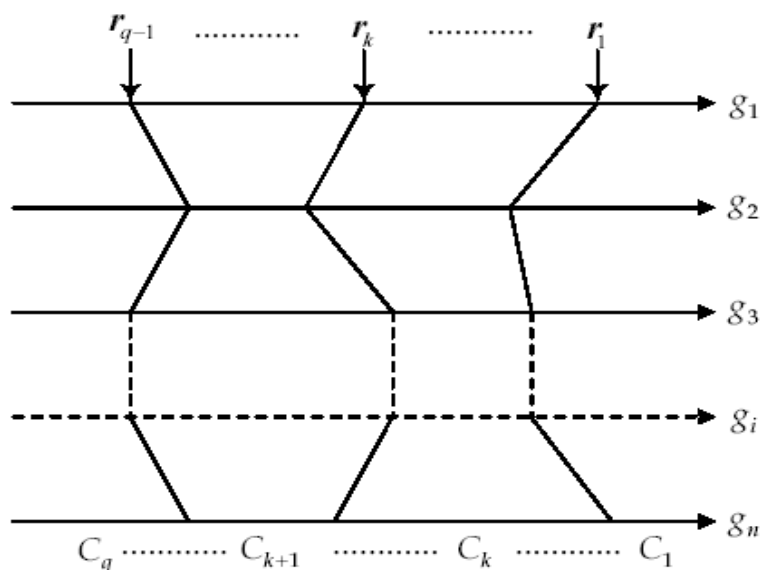
Η πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων (MCDA) περιλαμβάνει μία κατηγορία μεθόδων, που αναπτύχθηκαν κυρίως στην Ευρώπη, για την αντιμετώπιση πολυκριτήριων προβλημάτων με μικρό έως μεσαίο αριθμό διακριτών εναλλακτικών. Όλες περιλαμβάνουν μοντελοποίηση με βάση ένα μοντέλο προτιμήσεων. Μία ανασκόπηση πολλών από τις πιο εξέχουσες MCDA μεθόδους βρίσκεται στο Olson. Ίσως η επιφανέστερη από τις μεθόδους της πολυκριτήριας ανάλυσης είναι η οικογένεια μεθόδων ELECTRE του Bernard Roy που βασίζεται σε σχέσεις υπεροχής (μία λύση υπερέχει μιας άλλης αν είναι τουλάχιστον εξίσου καλή με την άλλη στις περισσότερες περιπτώσεις και όχι πολύ χειρότερη στις υπόλοιπες περιπτώσεις). Οι μέθοδοι ELECTRE αποτελούν μια από τις πλέον δημοφιλείς προσεγγίσεις στο χώρο της πολυκριτήριας ανάλυσης αποφάσεων. Για παράδειγμα, οι Martel et al.(1988) εφαρμόζουν την ELECTRE για να μελετήσουν τους περιορισμούς του συμβατικού κινδύνου στη δυνατότητα σύλληψης του παγκόσμιου κινδύνου σε περιβάλλον χαρτοφυλακίου. Επιπλέον, επηρεασμένο από την ELECTRE είναι το πρόγραμμα BANKADVISOR από τους Mareschal και Brans(1991), που είναι ιδιαίτερα επιτυχημένο στον τραπεζικό τομέα. Μία άλλη μέθοδος που έχει εφαρμοστεί στο χρηματοοικονομικό τομέα είναι η MINORA.

Συμπερασματικά, οι μέθοδοι Electre μπορούν να θεωρηθούν ιδιαίτερα αποτελεσματικές στο πρόβλημα της ταξινόμησης, καθώς τα αποτελέσματα που παρέχουν δεν εξαρτώνται από το σύνολο των εναλλακτικών υπό θεώρηση, αλλά από τα κριτήρια και τα πρότυπα που χρησιμοποιούνται. Αντίθετα, οι Electre δεν είναι κατάλληλες για την υπόδειξη μίας μόνης καλύτερης εναλλακτικής λύσης. Ακόμη ένα στοιχείο που κάνει τις μεθόδους Electre ιδιαίτερα δημοφιλείς, είναι η ύπαρξη μιας σειράς υλοποιημένων συστημάτων επίλυσης μέσω H/Y, οπότε παρακάμπτεται το πρόβλημα της πλήρους κατανόησης του μαθηματικού τους υπόβαθρου. Τέλος, πρέπει να αναφερθεί η κριτική που δέχονται οι Electre, και αφορά στη χρήση καταωφλιών, η επιλογή των οποίων θεωρείται αυθαίρετη(αυτό μπορεί να μειώσει την αξιοπιστία της μεθόδου).

3.1 ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ ΣΧΕΣΕΩΝ ΥΠΕΡΟΧΗΣ

3.1.1. Η ΜΕΘΟΔΟΣ ELECTRE TRI

Η μέθοδος ELECTRE TRI στόχο έχει την ταξινόμησή τους σε προκαθορισμένες κατηγορίες $C_1, C_2, C_3, \dots, C_q$. Οι κατηγορίες ορίζονται κατά διατεταγμένο τρόπο, θεωρώντας ότι η κατηγορία C_1 , περιλαμβάνει τις περισσότερο προτιμητέες εναλλακτικές δραστηριότητες (καλύτερη κατηγορία), ενώ η κατηγορία C_q , περιλαμβάνει τις λιγότερο προτιμητέες εναλλακτικές δραστηριότητες (χειρότερη κατηγορία). Η μέθοδος θεωρεί ότι κάθε κατηγορία διαχωρίζεται από τις υπόλοιπες μέσω μιας «εικονικής» εναλλακτικής δραστηριότητας, η οποία αποτελεί το διαχωριστικό όριο μεταξύ των κατηγοριών. Κάθε τέτοια δραστηριότητα/ όριο αποτελεί ένα πρότυπο αναφοράς r_k (reference profile), το οποίο διαχωρίζει τις κατηγορίες C_k και C_{k+1} (Σχήμα 1). Ουσιαστικά το πρότυπο r_k είναι το κάτω όριο της κατηγορίας C_k και το πρότυπο r_{k-1} είναι το άνω όριο της κατηγορίας. Κάθε πρότυπο r_k μπορεί να θεωρηθεί ως ένα διάνυσμα αποτελούμενο από τις τιμές των κριτηρίων αξιολόγησης που διαχωρίζουν τις κατηγορίες C_k και C_{k+1} : $r_k (r_{k1}, r_{k2}, \dots, r_{kn})$. Οι διαχωριστικές τιμές $r_{k1}, r_{k2}, \dots, r_{kn}$ των κριτηρίων θεωρούνται ως τα επιμέρους πρότυπα που διαχωρίζουν τις κατηγορίες βάσει των κριτηρίων x_1, x_2, \dots, x_n . Η υπόθεση ότι οι κατηγορίες είναι διατεταγμένες επιβάλλει ο καθορισμός των προτύπων να γίνει έτσι ώστε $r_{ki} > r_{k+1,i}$ για κάθε $k=1, 2, \dots, q-1$ και $i=1, 2, \dots, n$.



Σχήμα 1 : Τα πρότυπα αναφοράς στη μέθοδο ELECTRE TRI

Η σύγκριση κάθε εναλλακτικής δραστηριότητας με τα πρότυπα αναφοράς είναι αυτή που οδηγεί και στην ταξινόμηση των εναλλακτικών δραστηριοτήτων στις προκαθορισμένες κατηγορίες. Η πραγματοποίηση της σύγκρισης αυτής βασίζεται στους ελέγχους συμφωνίας και ασυμφωνίας. Προκειμένου να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι μια εναλλακτική x_i υπερέρχει του προτύπου r_k ($x_i S r_k$), ο δείκτης αξιοπιστίας $\sigma(x_i, r_k)$ θα πρέπει να είναι μεγαλύτερος από ένα όριο λ ($\lambda \in [0.5, 1]$), το οποίο καθορίζεται από τον αναλυτή, σε συνεργασία με τον αποφασίζοντα. Με βάση αυτή τη σχέση υπεροχής είναι δυνατό να καθοριστούν τρία πιθανά αποτελέσματα (σχέσεις) της σύγκρισης μιας εναλλακτικής x_i με το πρότυπο r_k :

1. Αδιαφορία (I): $(x_i I r_k) \Leftrightarrow (x_i S r_k) \wedge (r_k S x_i)$
2. Προτίμηση (P): $(x_i P r_k) \Leftrightarrow (x_i S r_k) \wedge (r_k \not S x_i)$
3. Ασυγκριτικότητα (R): $(x_i R r_k) \Leftrightarrow (x_i \not S r_k) \wedge (r_k \not S x_i)$

Βάσει αυτών των τριών σχέσεων η εκμετάλλευση της αναπτυσσόμενης σχέσης υπεροχής βασίζεται στη χρησιμοποίηση δύο διαδικασιών ταξινόμησης, της αισιόδοξης (optimistic) και της απαισιόδοξης (pessimistic). Οι δύο διαδικασίες ξεκινούν συγκρίνοντας κάθε εναλλακτική δραστηριότητα x_i με το πρότυπο r_{q-1} (χειρότερο πρότυπο). Εάν η δραστηριότητα προτιμάται του προτύπου ($x_i P r_{q-1}$) τότε πραγματοποιείται η σύγκριση με αμέσως καλύτερο πρότυπο r_{q-2} . Η ίδια διαδικασία συνεχίζεται μέχρι να εμφανιστεί μια από τις ακόλουθες δύο περιπτώσεις:

- 1) $(x_i P r_k) \wedge (r_{k-1} P x_i) \vee (x_i I r_{k-1})$
- 2) $(x_i P r_k) \wedge (x_i R r_{k-1}) \wedge (x_i R r_{k-2}) \wedge \dots \wedge (x_i R r_{k-1}) \wedge (r_{k-1} P x_i)$

Στην πρώτη περίπτωση τόσο η αισιόδοξη, όσο και η απαισιόδοξη διαδικασία οδηγούν στην ταξινόμηση της δραστηριότητας x_i στην κατηγορία C_k . Αντίθετα, στη δεύτερη περίπτωση η απαισιόδοξη διαδικασία θα ταξινομήσει τη δραστηριότητα στην κατηγορία C_k , ενώ η αισιόδοξη θα την ταξινομήσει στην κατηγορία C_{k-1} .

Αξίζει να σημειωθεί ότι η μέθοδος ELECTRE TRI χρησιμοποιήθηκε στην μελέτη των Apostolou, Dimitra, Tsami31(2006) για την εξέταση των επιπτώσεων κατά την μετάβαση από τα Ελληνικά πρότυπα χρηματοοικονομικής πληροφόρησης (Greek GAAP) στα Διεθνή πρότυπα (IFRS) μέσω της ταξινόμησης εισηγμένων εταιριών του κατασκευαστικού κλάδου σε 3 κατηγορίες: α) Υποψήφιος για πτώχευση β) Υγιής γ) δεν μπορεί να γίνει ασφαλής πρόβλεψη.

Συμπερασματικά ως κυριότερα πλεονεκτήματα της μεθόδου ELECTRE TRI θα μπορούσαν να αναφερθούν τα εξής:

- 1) Δυνατότητα ενσωμάτωσης ποσοτικών και ποιοτικών κριτηρίων.
- 2) Αποτελεσματική ανταπόκριση σε ζητήματα πρόβλεψης πτώχευσης.

3) Υποστήριξη διαδικασίας λήψης αποφάσεων με παράλληλη ελαχιστοποίηση. χρόνου και κόστους.

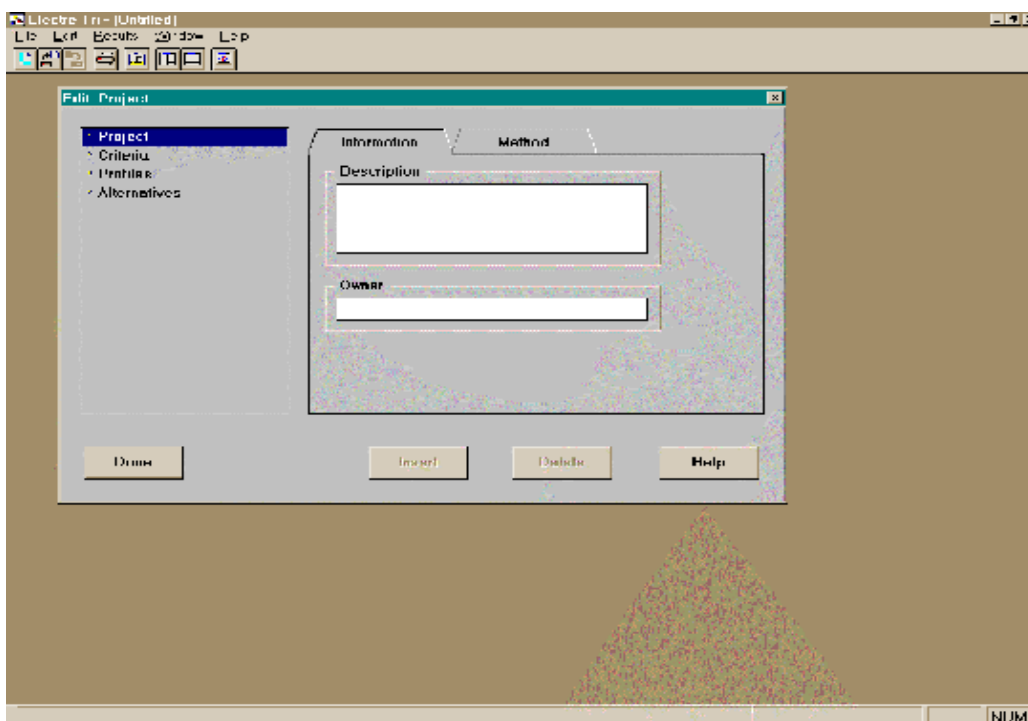
4) Τεκμηρίωση διαδικασίας ομαδοποίησης με επιστημονικά κριτήρια.

(Δούμπος Μ, Ζοπουνίδης Κ.(2001) , Πολυκριτήριες τεχνικές ταξινόμησης Θεωρία και Εφαρμογές, Αθήνα : Κλειδάριθμος)

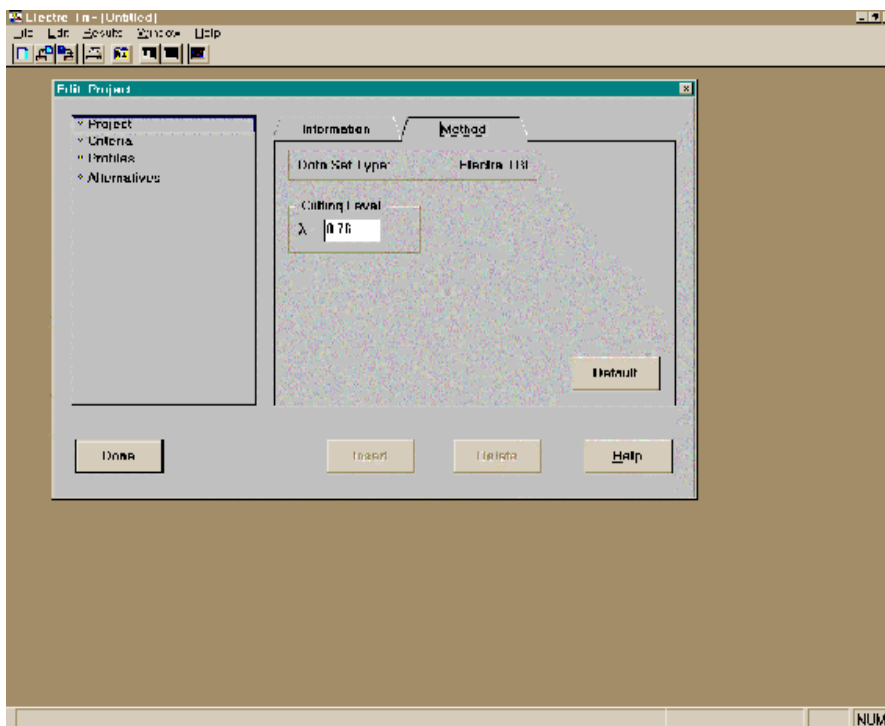
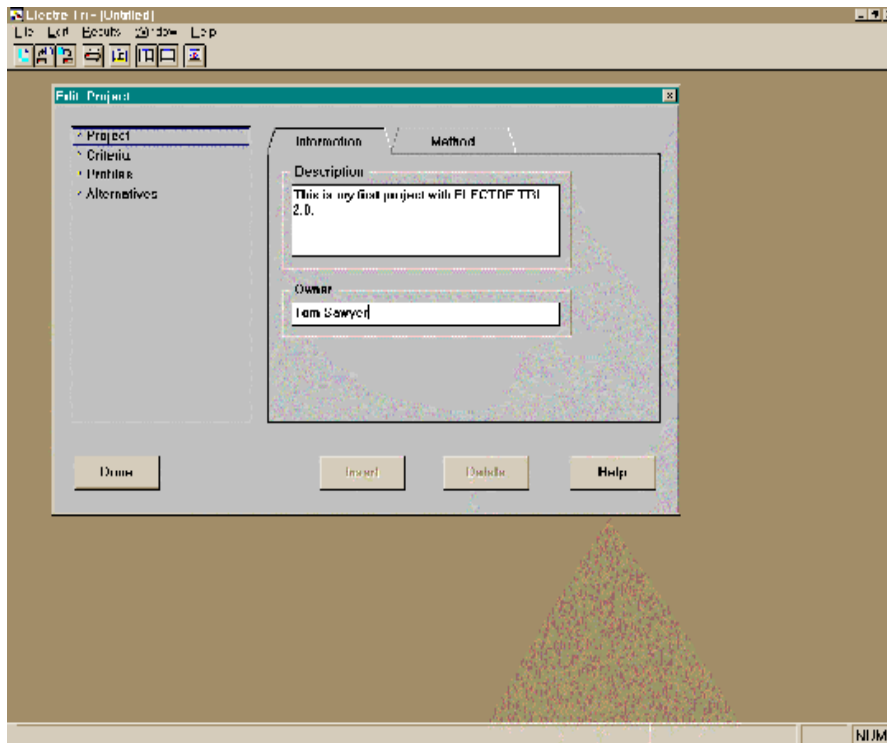
Για την κατανόηση της μεθόδου Electre Tri χρησιμοποιήσαμε το αντίστοιχο πρόγραμμα το οποίο λειτουργεί ως εξής :



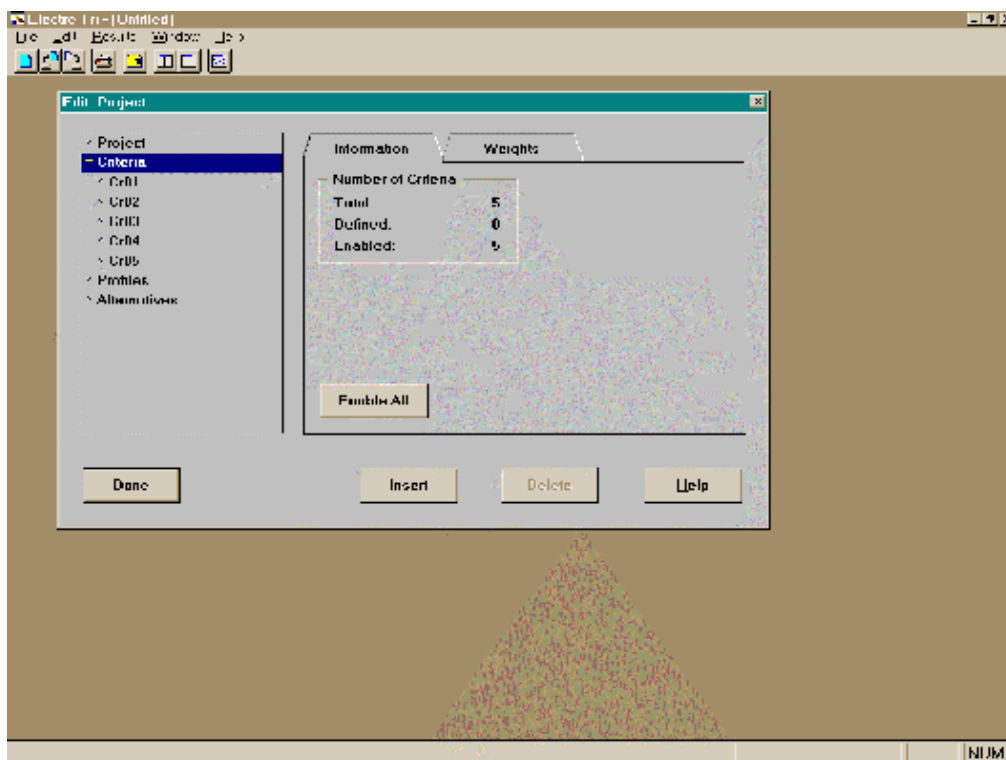
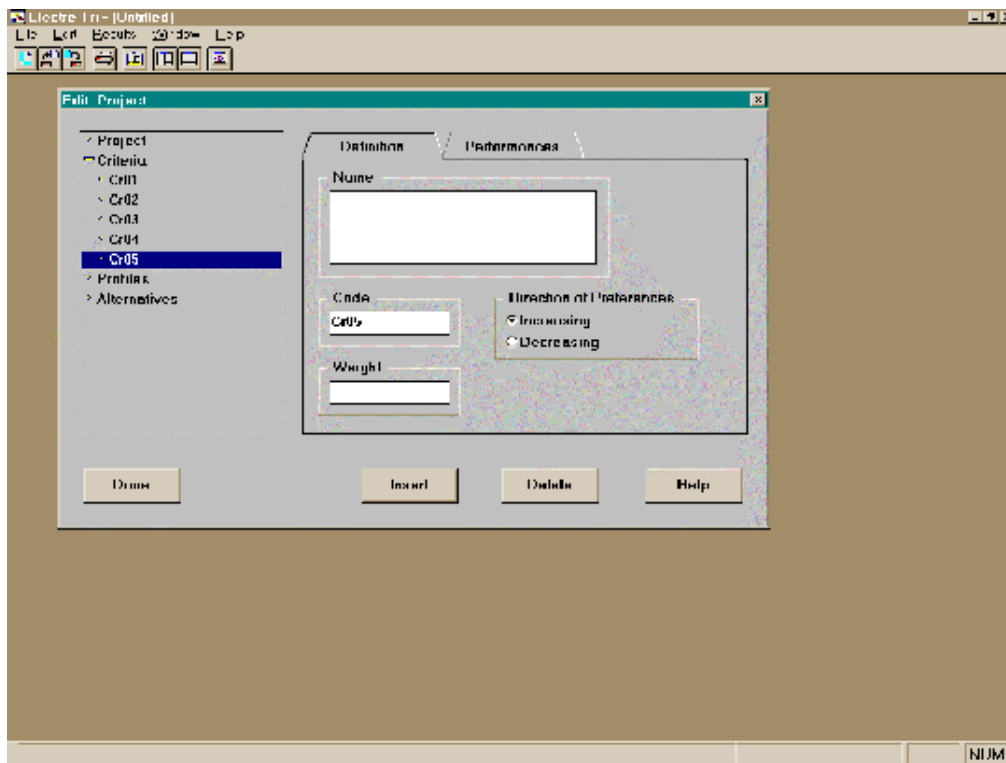
Με το συγκεκριμένο εικονίδιο δημιουργούμε νέο project .



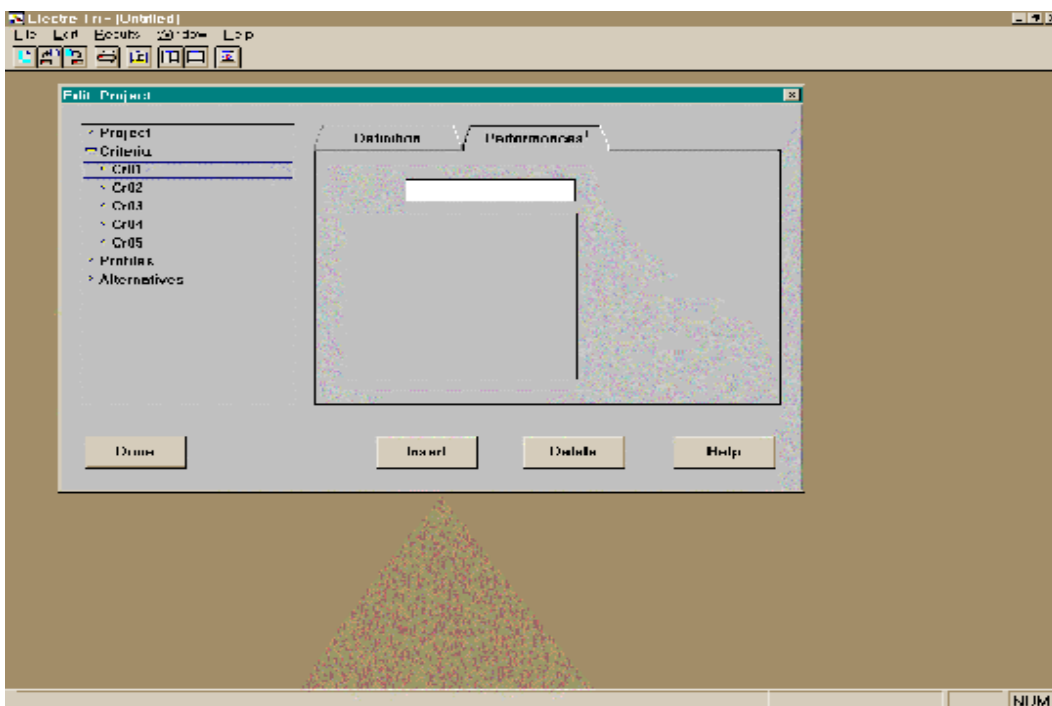
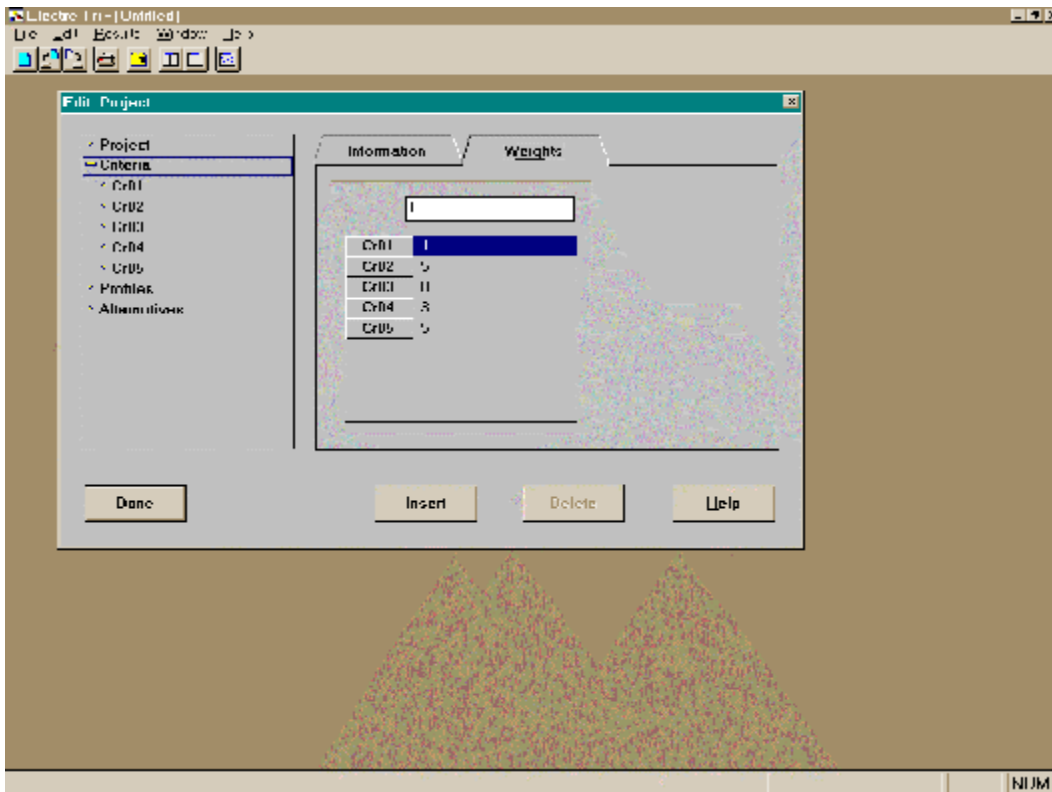
Στο Description κάνουμε μια σύντομη περιγραφή και στο owner δίνουμε το όνομα του ιδιοκτήτη (λήπτη αποφάσεων).




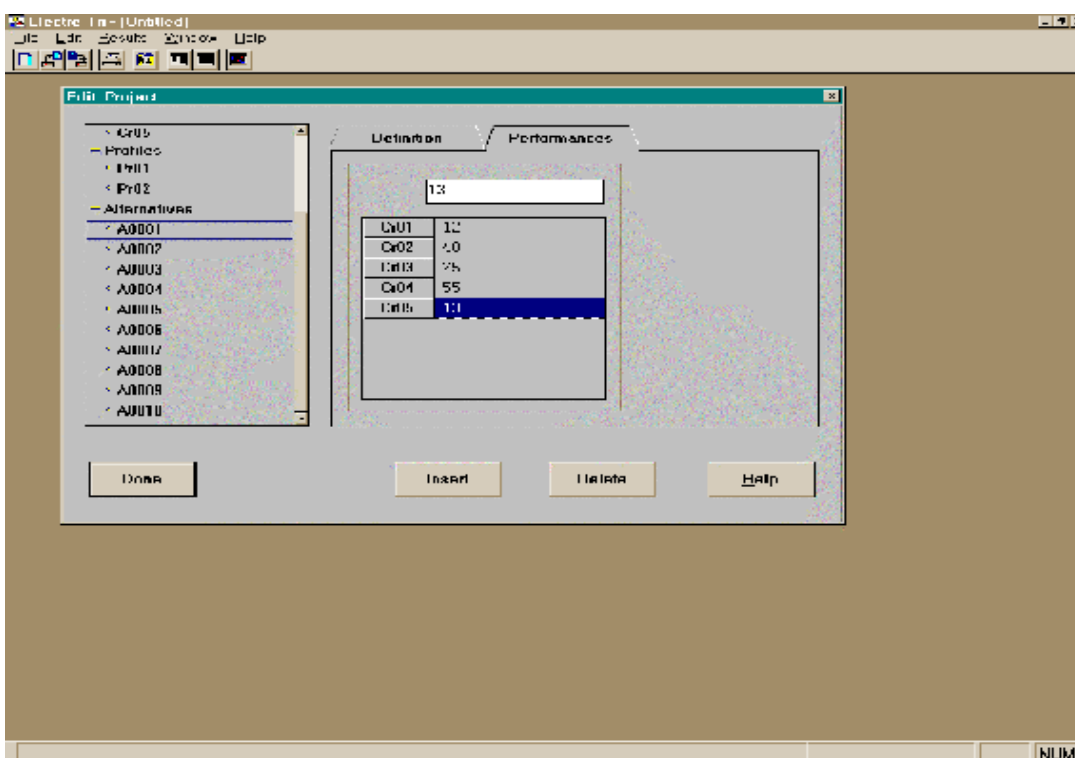
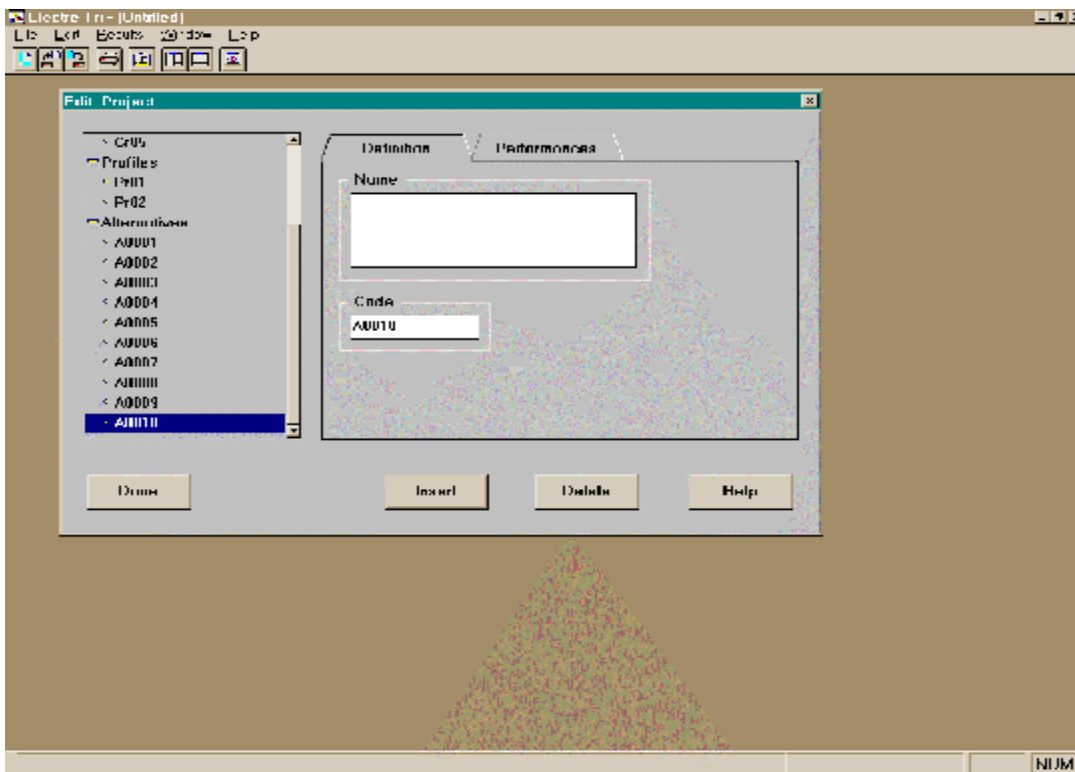
Εισάγουμε όσα κριτήρια θέλουμε (insert) , δίνουμε όνομα στο name και στο weight τις τιμές των βαρών και done. Με το disable διαγράφουμε το επιλεγμένο κριτήριο.




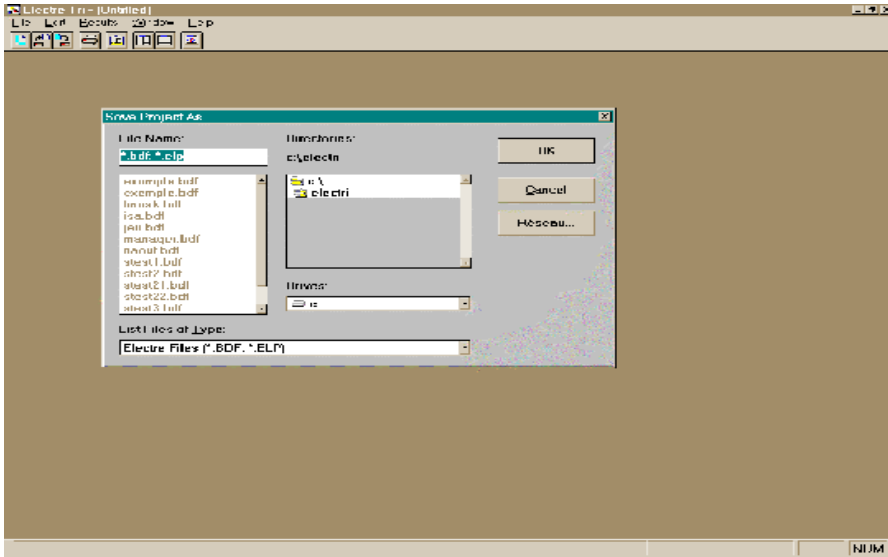
Στο συγκεκριμένο πλαίσιο συγκεντρώνονται όλες οι πληροφορίες για τα κριτήρια όπως το πλήθος τους (total) , πόσα έχουν προσδιοριστεί (defined) .



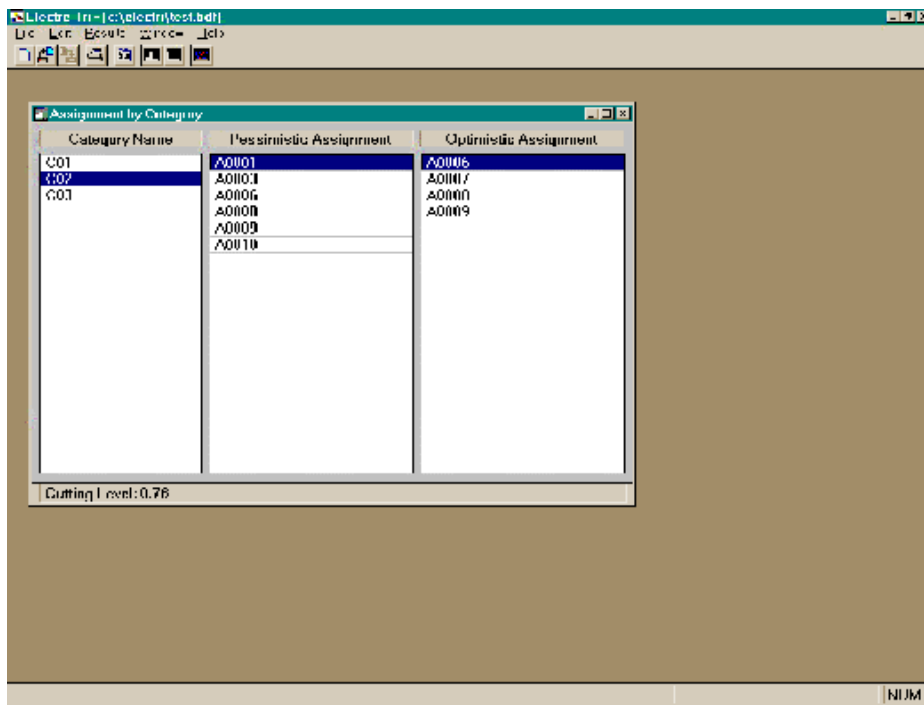
 Η εκχώρηση του συνόλου των εναλλακτικών λύσεων παρουσιάζονται διαδοχικά σε ένα πίνακα .
Εισάγουμε τις εναλλακτικές (alternatives).

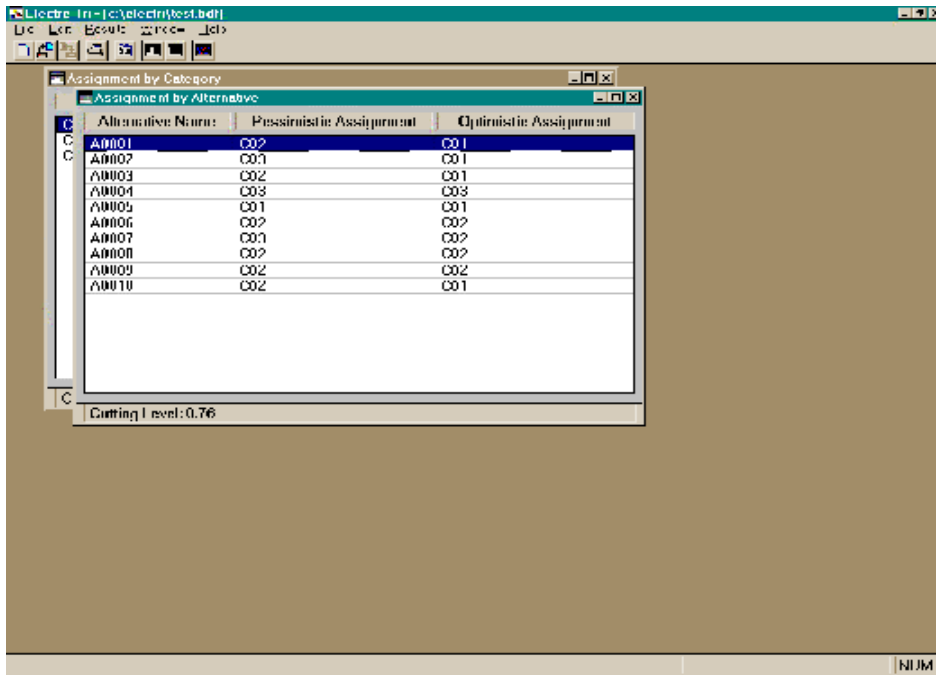


 Αποθηκεύει το υπάρχον project (save project as).

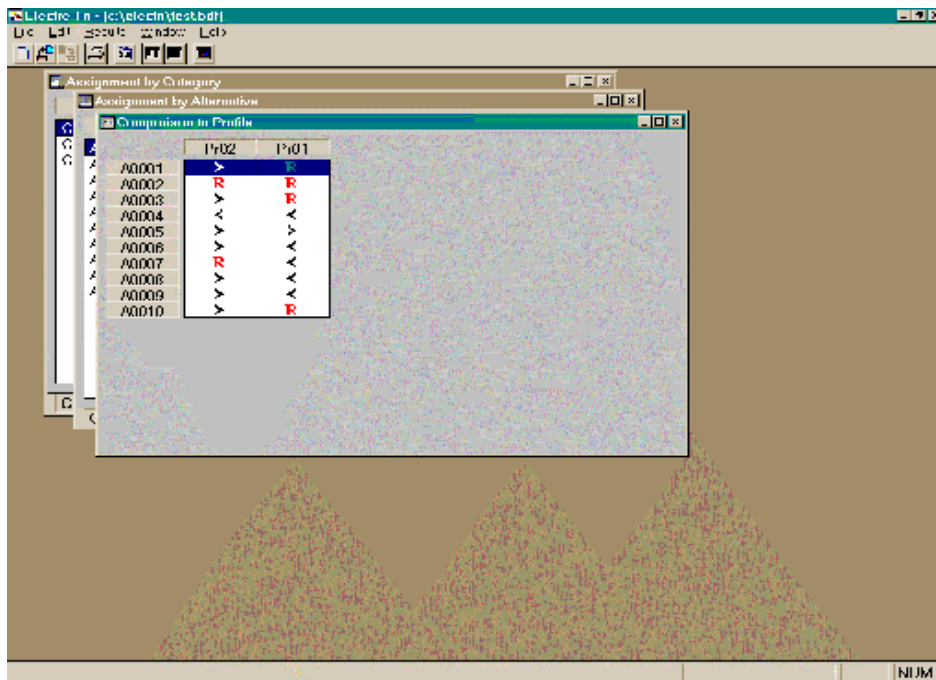


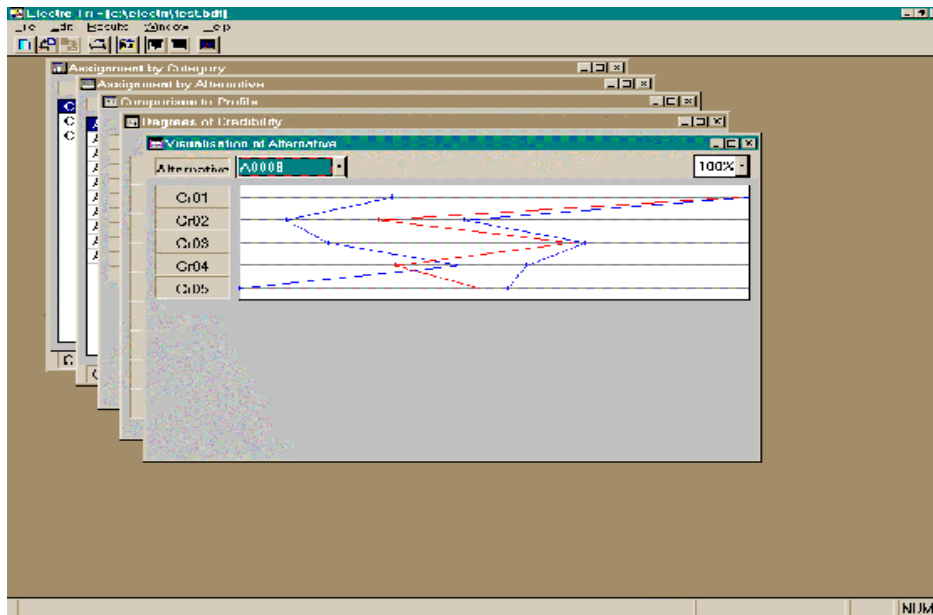
Ομαδοποιεί τις εναλλακτικές της επιλεγμένης κατηγορίας .





Γίνονται συγκρίσεις των εναλλακτικών.





Γραφική απεικόνιση των εναλλακτικών .

3.1.2 Η ΜΕΘΟΔΟΣ EVAMIX

Το Evamix είναι ένα δημοφιλές σύστημα πολυκριτήριας ανάλυσης το οποίο βασίζεται στις Σχέσεις Υπεροχής που προκύπτουν από τη δυαδική σύγκριση των εναλλακτικών. Η διαφοροποίηση του Evamix σε σχέση με τις μεθόδους ELECTRE έγκειται στη χρήση ενός συνδυασμού κριτηρίων, τα οποία χρησιμεύουν τόσο για να ταξινομήσουμε τις εναλλακτικές σε προκαθορισμένες κατηγορίες, όσο και για να τις κατατάξουμε σε σειρά προτίμησης. Τα αποτελέσματα αυτού του συστήματος παρουσιάζονται με τη μορφή κατάταξης, γεγονός σημαντικό όταν επιδιώκουμε τον προσδιορισμό της καλύτερης εναλλακτικής λύσης.

(INFO: <http://nemertes.lis.upatras.gr/dspace/bitstream/123456789/300/1/369.pdf>, 10-08-2009)

3.1.3 ΟΙ ΜΕΘΟΔΟΙ PROMETHEE-GAIA

Οι PROMETHEE (Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluations) και GAIA (Graphical Analysis for Interactive Assistance) είναι μέθοδοι που υποστηρίζουν τις πολυκριτήριες αναλύσεις αποφάσεων και αναπτύχθηκαν (το 1982 η PROMETHEE και το 1989 η GAIA) από τους *Jean-Pierre Brans* και *Bertrand Mareschal* στα πανεπιστήμια των Βρυξελλών ULB (Université Libre De Bruxelles) και VUB (Vrije Universiteit Brussel). Οι παραπάνω μέθοδοι εφαρμόζονται σ'ένα λογισμικό πρόγραμμα που ονομάζεται Decision Lab 2000, το οποίο

αναπτύχθηκε από μία канаδική εταιρεία - την Visual Decision - σε συνεργασία με τα προαναφερόμενα πανεπιστήμια.

Η PROMETHEE είναι από τις πιο γνωστές, ευρέως χρησιμοποιούμενες και εύκολες μεθόδους. Το περιβάλλον εργασίας είναι φιλικό προς το χρήστη και μπορεί να προσφέρει λύσεις σε όλα τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι αποφασίζοντες. Το συγκεκριμένο λογισμικό αναπτύσσει πίνακες όπως ο παρακάτω (Table 1), όπου $a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_n$ είναι n πιθανές εναλλακτικές και $f_1, f_2, \dots, f_j, \dots, f_k$ είναι k κριτήρια αξιολόγησης. Κάθε τιμή $f_j(a_i)$ πρέπει να είναι ένα πραγματικό νούμερο. Πολλά πραγματικά προβλήματα μπορούν να μοντελοποιηθούν μέσω τέτοιων πινάκων. Σε μερικές περιπτώσεις είναι μια εύκολη διαδικασία και ο πίνακας κατασκευάζεται σχετικά γρήγορα, ενώ άλλες φορές μπορεί να υπάρχει πρόβλημα και να απαιτείται σοβαρή και χρονοβόρα δουλειά, π.χ. όταν πρόκειται για μία απόφαση εγκατάστασης μιας μονάδας παραγωγής με πολλές πιθανές τοποθεσίες.

	$f_1(\cdot)$	$f_2(\cdot)$	$f_j(\cdot)$	$f_k(\cdot)$
a_1	$f(a_i)$					
a_2						
...						
a_i						
...						
a_n						

- Table 1 -

Πολλοί συγγραφείς όπως ο B.Roy (1985), ο S.Ziontis (1989), ο R.Keeney (1992) κ.α. έχουν αναφερθεί στους τρόπους με τους οποίους μπορεί να μοντελοποιηθεί ένα πραγματικό πρόβλημα και η συνεισφορά τους είναι εντυπωσιακή. Τονίζουν ότι οι πίνακες πρέπει να εξελίσσονται, διότι κατά την διαδικασία της λήψης απόφασης υπάρχει η πιθανότητα να προκύψουν νέα δεδομένα και πληροφορίες που πρέπει να ληφθούν υπ' όψιν, ενώ παράλληλα ίσως να πρέπει να διαγραφούν κάποια παλιότερα στοιχεία. Βέβαια, η μέθοδος PROMETHEE δεν λαμβάνει υπ' όψιν της τέτοιου είδους προβληματισμούς, αφού αρχίζει από τη στιγμή που είναι διαθέσιμος ο τελικός πίνακας.

Σε καμία περίπτωση δεν είναι απλή η περαιτέρω διαδικασία. Υπάρχουν αναγκαίες προϋποθέσεις που πρέπει να τηρηθούν, όπως το ότι η διαδικασία πρέπει να διατηρηθεί ευέλικτη, πρέπει να υπάρξουν δυνατότητες για περαιτέρω αναλύσεις, να υπάρχει συσχετισμός μεταξύ των αποκλίσεων των τιμών των κριτηρίων. Επίσης πρέπει να είναι σαφής η διαφορετικότητα του χαρακτήρα των κριτηρίων, ενώ θα πρέπει να παρουσιάζεται ξεχωριστά και εν συνόλω η επίδρασή τους στις εναλλακτικές.

Παράδειγμα

Ας υποθέσουμε ότι μια εταιρεία παραγωγής ποδηλάτων σκοπεύει να διαφημίσει τα προϊόντα της. Έπειτα από συζητήσεις της διοίκησης με εταιρείες marketing προκρίνονται έξι ενέργειες προώθησης των προϊόντων:

- 1) Διαφήμιση στην διεθνή εφημερίδα **News**
- 2) Διαφήμιση στην εγχώρια εφημερίδα **Herald**
- 3) Σχεδιασμός διαφημιστικών πινακίδων (**Panels**) σε μεγάλες πόλεις
- 4) Αποστολή κατ'οίκον (**Mailing**) διαφημιστικών φυλλαδίων
- 5) Διαφημιστικά σπότες στο κανάλι **CMM**
- 6) Διαφημιστικά σπότες στο κανάλι **NCB**

Όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα (**Table 2**) υπάρχουν πέντε κριτήρια αξιολόγησης που λαμβάνονται υπ' όψιν από τους αποφασίζοντες:

- C1) Το κόστος (**cost**) της διαφήμισης εκφραζόμενο σε χιλιάδες ευρώ(1.000 €)
- C2) Ο στόχος (**target**) της διαφήμισης εκφραζόμενος σε δεκάδες χιλιάδες ανθρώπους(10.000)
- C3) Η διάρκεια (**duration**) της διαφήμισης σε μέρες
- C4) Η αποτελεσματικότητα (**efficiency**) της διαφήμισης αποτυπωμένη σε κλίμακα 0-100
- C5) Το νούμερο των ανθρώπων (**manpower**) που πρέπει να απασχοληθούν από την εταιρεία για τις συγκεκριμένες ενέργειες

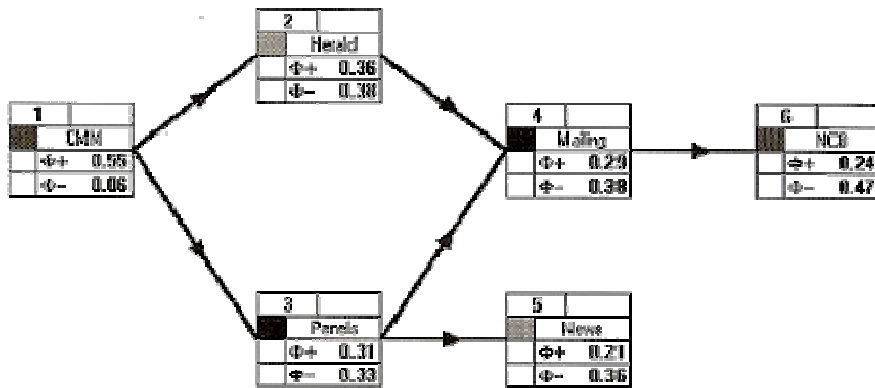
Ο πίνακας περιλαμβάνει 30 τιμές. Κάποια κριτήρια αριστοποιούνται στο ελάχιστο (cost, manpower), ενώ άλλα στο μέγιστο (target, duration, efficiency). Αρχικά έχουν αποδοθεί ίσα βάρη και στα πέντε κριτήρια. Παρόλο που αντιμετωπίζουμε ένα σχετικά απλό πρόβλημα, δεν είναι φανερό πια είναι η πιο αποτελεσματική διαφημιστική ενέργεια, δηλαδή καμία εναλλακτική δεν υπερισχύει και στα πέντε κριτήρια.

Criteria	C1	C2	C3	C4	C5
	cost	target	duration	effic.	manp.
min/max	min	max	max	max	min
News	60	900	22	51	8
Herald	30	520	31	13	1
Panels	40	650	20	58	2
Mailing	92	750	60	36	3
CMM	52	780	58	90	1
NCB	80	920	4	75	6

- Table 2 -

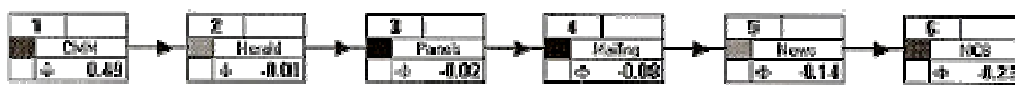
ΑΝΑΛΥΣΗ ΒΑΣΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ PROMETHEE-GAIA

Η μέθοδος PROMETHEE-GAIA απαιτεί επιπλέον πληροφορίες, δηλαδή για κάθε κριτήριο απαιτείται ένας συγκεκριμένος βαθμός προτίμησης. Το λογισμικό θα υπολογίσει τις θετικές και αρνητικές ροές που έχει η κάθε προτίμηση για κάθε εναλλακτική. Η θετική ροή εκφράζει το κατά πόσον μία εναλλακτική μπορεί να επικρατήσει των άλλων και η αρνητική ροή το κατά πόσον μία εναλλακτική υποκύπτει στις άλλες. Βασισμένη σ' αυτές τις ροές η PROMETHEE I μέθοδος μας δίνει μια μεροληπτική βαθμολόγηση που φαίνεται στο παρακάτω σχήμα (Fig. 1). Είναι εμφανές ότι η διαφήμιση στο κανάλι CMM επικρατεί των άλλων εναλλακτικών, σύμφωνα πάντα με τα βάρη που αποδώσαμε αρχικά στα κριτήρια. Μία άλλη παρατήρηση έχει να κάνει με τις δύο εφημερίδες, αφού η 'News' παρουσιάζεται πολύ δυνατή σαν ενέργεια (υψηλό κόστος, αλλά και υψηλός στόχος και αποτελεσματικότητα), ενώ η 'Herald' φαίνεται πιο περιορισμένη. Η σύγκριση ανάμεσα στις δύο εφημερίδες δεν μπορεί να γίνει, αφού η PROMETHEE I δεν συγκρίνει αντιμαχόμενες ενέργειες.



- Fig.1 : PROMETHEE I ranking -

Από την άλλη, η PROMETHEE II μας παρέχει μια αμέριστη και πλήρη βαθμολόγηση που φαίνεται στο επόμενο σχήμα (Fig. 2). Βασίζεται στην ισορροπία μεταξύ των δύο ροών, ενώ οι πληροφορίες που παίρνουν οι αποφασίζοντες είναι πιο ξεκάθαρες αλλά και πιο περιορισμένες.

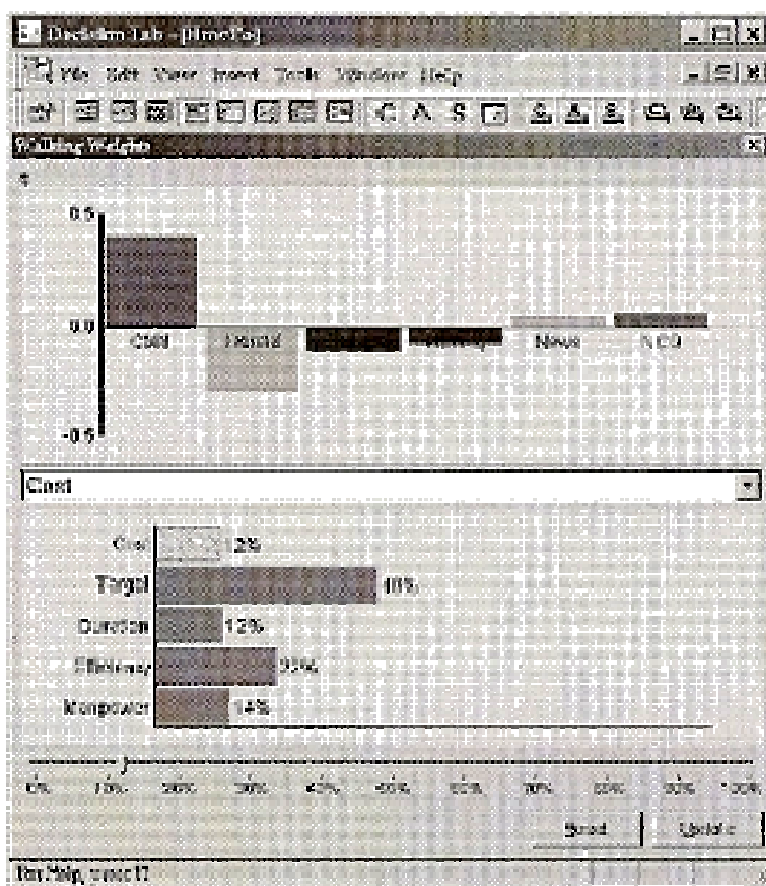


- Fig.2 : PROMETHEE II ranking -

Οι PROMETHEE I και II σαφώς βοηθούν τους αποφασίζοντες να καταλήξουν στην καλύτερη εναλλακτική ή ακόμα και σε έναν συνδυασμό εναλλακτικών. Προφανώς τα αποτελέσματα εξαρτώνται από τα βάρη που αποδόθηκαν στα κριτήρια. Υπάρχει δηλαδή το στοιχείο της υποκειμενικότητας στο μοντέλο.

Στο παρακάτω σχήμα (Fig. 3) φαίνεται ένα ειδικό χαρακτηριστικό του λογισμικού Decision Lab, που λέγεται ‘The Walking Weights’ και μας επιτρέπει να τροποποιήσουμε τα βάρη και να δούμε στη συνέχεια τα νέα αποτελέσματα της PROMETHEE II βαθμολόγησης.

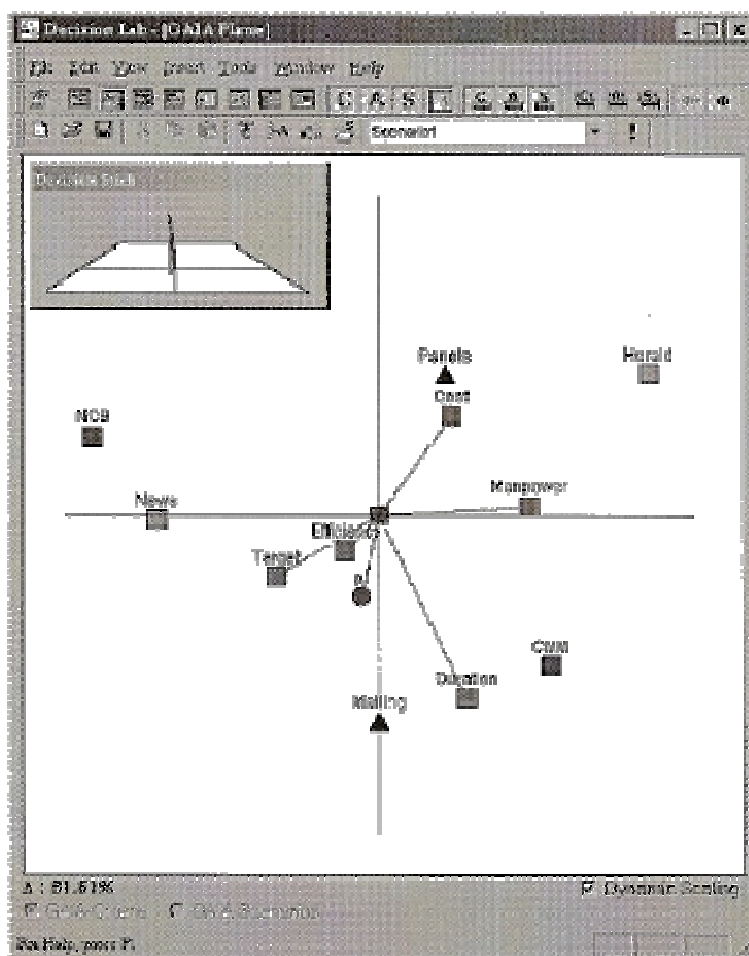
Για την ακόλουθη διανομή βαρών (12, 40, 12, 22, 14) φαίνεται εύκολα ότι η διαφήμιση στο κανάλι CMM ακόμα κυριαρχεί έναντι των υπολοίπων ενεργειών. Η θέση του φαίνεται να είναι πολύ σταθερή, ενώ η αξιολόγηση των υπολοίπων πέντε ενεργειών είναι τελείως διαφορετική. Αυτή η δυνατότητα του Decision Lab είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για τους αποφασίζοντες που δεν είναι σίγουροι για τα βάρη που πρέπει να αποδώσουν στα κριτήρια.



- Fig 3 : Walking Weights -

Οι πληροφορίες ενός πολυκριτηρίου προβλήματος λήψης αποφάσεων που περιλαμβάνει k κριτήρια, μπορούν να παρουσιαστούν σε ένα χώρο k διαστάσεων. Ένα σχήμα GAIA μπορεί να παρουσιάσει τις περισσότερες από τις παραπάνω πληροφορίες. Οι εναλλακτικές παρουσιάζονται με σημεία και τα κριτήρια με άξονες. Ο ασύμβατος χαρακτήρας κάποιων κριτηρίων φαίνεται

καθαρά στο επόμενο σχήμα (Fig. 4): τα κριτήρια που εκφράζουν παρόμοιες προτιμήσεις προσανατολίζονται προς την ίδια κατεύθυνση, ενώ τα ‘αντιμαχόμενα’ κριτήρια ‘δείχνουν’ προς αντίθετες κατευθύνσεις. Στην συγκεκριμένη περίπτωση βλέπουμε πως το κόστος (cost) είναι αντίθετο με το στόχο (target). Επίσης, μπορούμε να εκτιμήσουμε την ποιότητα των εναλλακτικών σε σχέση με διαφορετικά κριτήρια. Για παράδειγμα η εφημερίδα ‘News’ και το κανάλι ‘NCB’ είναι καλές εναλλακτικές στο στόχο (target) και στην αποτελεσματικότητα (efficiency), ενώ το κανάλι ‘CMM’ και η αποστολή κατ’οίκον φυλλαδίων (mailing) είναι καλές εναλλακτικές στην διάρκεια (duration).



- Fig.4 : GAIA -

Επιπλέον, στην περίπτωση που υπάρχει τροποποίηση στη διανομή των βαρών μεταξύ των κριτηρίων, το πλάνο GAIA μας δείχνει αυτή την αλλαγή σ’ένα εικονίδιο (Decision Stick) όπου η ‘βέργα’ κινείται σ’ένα τρισδιάστατο χώρο (Fig. 4) ανταποκρινόμενη στις αλλαγές των βαρών, με σκοπό να κατευθύνει την απόφαση.

Τέλος, να αναφέρουμε ότι το λογισμικό Decision Lab 2000 ‘τρέχει’ σε Windows 95, 98, NT και 2000, ενώ παρέχει και άλλες πρακτικές εφαρμογές, όπως την κατηγοριοποίηση ενεργειών ή κριτηρίων και την κατεύθυνση αποφάσεων μέσω του προσδιορισμού εναλλακτικών σεναρίων.

(INFO: <http://homepages.ulb.ac.be/~bmaresc/PromWeb.htm>, 10-08-2009)

3.2 ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ ΑΝΑΛΥΤΙΚΗΣ-ΣΥΝΘΕΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ

3.2.1 Η ΜΕΘΟΔΟΣ UTA

Η μέθοδος UTA (UTilités Additives) αρχικά αναπτύχθηκε το 1982 από τους Jacquet-Lagrèze και Siskos και χρησιμοποιείται για την κατάταξη μιας σειράς εναλλακτικών, ανάλογα με τις προτιμήσεις του αποφασίζοντα. Πρόκειται καθαρά για μια διαδικασία μονότονης παλινδρόμησης, η οποία έχει στόχο την ανάπτυξη προσθετικών συναρτήσεων χρησιμότητας.

(INFO: <http://nemertes.lis.upatras.gr/dspace/bitstream/123456789/300/1/369.pdf>, 10-08-2009)

3.2.2 Η ΜΕΘΟΔΟΣ UTADIS

Η μέθοδος UTADIS (Douprios and Zorounidis, 2002) είναι μια επέκταση της μεθόδου UTA, στην περίπτωση όπου η ανάπτυξη και χρησιμοποίηση μιας προσθετικής συνάρτησης χρησιμότητας δεν στοχεύει στην κατάταξη των εναλλακτικών, αλλά στην ταξινόμησή τους σε q ομοιογενείς προκαθορισμένες κατηγορίες $1, 2, \dots, q \subset C \subset C$. Οι κατηγορίες αυτές ορίζονται κατά ένα διατεταγμένο (ordered) τρόπο, έτσι ώστε η κατηγορία $1 \subset C$ να αντιστοιχεί στην κατηγορία των καλύτερων εναλλακτικών δραστηριοτήτων και η κατηγορία $q \subset C$ να αντιστοιχεί στην κατηγορία των χειρότερων εναλλακτικών δραστηριοτήτων. Ειδικότερα, για την ταξινόμηση των εναλλακτικών δεν απαιτείται η μεταξύ τους σύγκριση, αλλά μόνο η σύγκριση των ολικών χρησιμότητων των εναλλακτικών με κάποια όρια χρησιμότητων t_1, t_2, \dots, t_{q-1} τα οποία αποτελούν τα διαχωριστικά σημεία των κατηγοριών ως εξής:

$$U(x_j) \geq t_1 \quad \forall x_j \in C_1$$

$$t_k \leq U(x_j) < t_{k-1} \quad \forall x_j \in C_k \quad (k = 2, 3, \dots, q-1)$$

$$U(x_j) < t_{q-1} \quad \forall x_j \in C_q$$

Δεδομένου ενός συνόλου αναφοράς οι εναλλακτικές του οποίου έχουν ταξινομηθεί από τον αποφασίζοντα στις προκαθορισμένες κατηγορίες, στόχος είναι ο προσδιορισμός της κατάλληλης

προσθετικής συνάρτησης χρησιμότητας U η οποία επαληθεύει τους παραπάνω κανόνες για κάθε εναλλακτική στο σύνολο αναφοράς. Εάν αυτό δεν είναι δυνατό για κάποια εναλλακτική x_j , τότε θα σημειώνεται το σφάλμα σ_j . Το σφάλμα αυτό αναλύεται ως εξής:

- 1) Υπερεκτίμηση της x_j με την τοποθέτησή της (βάσει της συνάρτησης U και των κανόνων
- 2) Υποεκτίμηση της x_j με την τοποθέτησή της (βάσει της συνάρτησης U και των κανόνων (σε χαμηλότερη κατηγορία από αυτή στην οποία πραγματικά ανήκει (σφάλμα $j \sigma^+$))

Δεδομένου ενός συνόλου αναφοράς, ο προσδιορισμός της συνάρτησης U που ελαχιστοποιεί τα σφάλματα αυτά και ο καθορισμός των ορίων χρησιμότητων πραγματοποιείται μέσω του ακόλουθου γραμμικού προβλήματος:

$$\text{Min } Z = \sum (\sigma_j^+ + \sigma_j^-)$$

$$\forall x_j \in C_1 \quad U(x_j) - t_1 + \sigma_j^+ \geq \delta$$

$$\forall x_j \in C_k \quad U(x_j) - t_k + \sigma_j^+ \geq \delta \quad (k=2,3,\dots, q-1)$$

$$\forall x_j \in C_q \quad U(x_j) - t_{q-1} + \sigma_j^- \leq \delta$$

$$\forall x_j \in C_q \quad U(x_j) - t_{q-1} + \sigma_j^- \leq \delta$$

$$\sum p_{it} = 1$$

$$p_{it} \geq 0 \quad \forall i=1,2,\dots,n, t=1,2,\dots,a_i$$

$$\sigma_j \geq 0 \quad \forall j=1,2,\dots,m$$

Με την επίλυση του παραπάνω προβλήματος και τον προσδιορισμό μιας βέλτιστης συνάρτησης U που ελαχιστοποιεί το άθροισμα των σφαλμάτων, πραγματοποιείται η ανάλυση μεταβελτιστοποίησης. Τέλος η συνάρτηση που χρησιμοποιείται για την ταξινόμηση των εναλλακτικών και τα όρια χρησιμότητων υπολογίζονται ως η μέση λύση όλων των επιμέρους λύσεων που επιτυγχάνονται κατά τη φάση της μεταβελτιστοποίησης.

Η μέθοδος UTADIS παρουσιάζει τα ακόλουθα βασικά πλεονεκτήματα :

- 1) Όλες οι παράμετροι του αναπτυσσόμενου υποδείγματος ταξινόμησης (σημαντικότητα των κριτηρίων αξιολόγησης και συναρτήσεις μερικών χρησιμότητων), έχουν απτή πρακτική σημασία η οποία μπορεί να γίνει εύκολα κατανοητή από τον αποφασίζοντα. Το στοιχείο αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για την κατανόηση των αποτελεσμάτων και των υποδείξεων του υποδείγματος ταξινόμησης, αλλά και την περαιτέρω βελτίωσή του από τον ίδιο τον αποφασίζοντα σε συνεργασία με τον αναλυτή. Η διαδικασία του υποδείγματος ταξινόμησης δεν περατώνεται μετά την ολοκλήρωση της φάσης καθορισμού των παραμέτρων του υποδείγματος μέσω μιας αυτοματοποιημένης προσέγγισης η οποία βασίζεται σε τεχνικές βελτιστοποίησης (μαθηματικός προγραμματισμός). Ουσιαστικά το αποτέλεσμα αυτής της αυτοματοποιημένης διαδικασίας είναι μια σημαντική πρώτη βάση, η οποία μπορεί να αποτελέσει την απαρχή μιας αλληλεπιδραστικής

διαδικασίας μεταξύ του αποφασίζοντος και του αναλυτή , ώστε να εξαλειφθούν οι ασυνέπειες που εντοπίζονται είτε στο αναπτυσσόμενο υποδείγμα ταξινόμησης , είτε στην κρίση του ίδιου του αποφασίζοντος . Η ολοκλήρωση αυτής της αλληλεπιδραστικής φάσης , οδηγεί στην ανάπτυξη του τελικού υποδείγματος ταξινόμησης , το οποίο αντικατοπτρίζει πλήρως το σύστημα προτιμήσεων και αξιών του αποφασίζοντος ο οποίος είναι και ο τελικός αποδέκτης των υποδείξεων του αναπτυσσόμενου υποδείγματος .

2) Η πολυπλοκότητα του αναπτυσσόμενου υποδείγματος ταξινόμησης παραμένει σταθερή ανεξαρτήτως των χαρακτηριστικών του υποδείγματος που αντιμετωπίζεται .

3) Η έκφραση του αναπτυσσόμενου υποδείγματος ταξινόμησης ως μια συνάρτηση χρησιμότητας επιτρέπει την άμεση χρησιμοποίηση ποιοτικών κριτηρίων αξιολόγησης , χωρίς να απαιτείται η ποσοτικοποίησή τους .

Οι Doumpos και Zorounidis προτείνουν τρεις παραλλαγές της μεθόδου UTADIS. Οι τρεις παραλλαγές της μεθόδου UTADIS ενσωματώνουν διαφορετικά κριτήρια διάκρισης, προκειμένου να επιτευχθεί υψηλότερη διάκριση και ικανότητα πρόβλεψης :

(1) Η πρώτη παραλλαγή (UTADIS I) εκτός από το να ταξινομεί σφάλματα, επίσης ενσωματώνει τις αποστάσεις από τις ορθώς ταξινομηθείς εναλλακτικές λύσεις από τα κατώτατα όρια χρησιμότητας τα οποία πρέπει να μεγιστοποιηθούν προκειμένου να επιτευχθεί η διάκριση όσο γίνεται καλύτερα.

(2) Η δεύτερη παραλλαγή (UTADIS II) βασίζεται σε μια μικτή ακέραια διατύπωση με σκοπό να ελαχιστοποιηθεί ο αριθμός των εναλλακτικών λύσεων που έχουν εσφαλμένα ταξινομηθεί αντί του μεγέθους τους. Χρήση του μεγέθους των αποκλίσεων από το όριο χρησιμότητας ως κριτήριο διάκρισης μπορεί να οδηγήσει σε σχεδόν ευνοικότερα αποτελέσματα των διακρίσεων.

(3) Τέλος, η τρίτη παραλλαγή (UTADIS III) συνδυάζει UTADIS I και UTADIS II, και σκοπός της είναι να ελαχιστοποιηθεί ο αριθμός των εναλλακτικών λύσεων που έχουν εσφαλμένα ταξινομηθεί και να μεγιστοποιήσουν τις αποστάσεις από τις ορθώς ταξινομηθείς εναλλακτικές λύσεις από τα κατώτατα όρια χρησιμότητας.

(Δούμπος Μ, Ζοπουνίδης Κ. (2001), Πολυκριτήριες τεχνικές ταξινόμησης Θεωρία και Εφαρμογές , Αθήνα : Κλειδάριθμος)

PREFDIS (PREFerence DIScrimination) : Ένα πολυκριτήριο σύστημα υποστήριξης αποφάσεων για τη ταξινόμηση προβλημάτων αποφάσεων

Το σύστημα PREFDIS αποτελεί ένα ισχυρό εργαλείο για την αξιολόγηση ενός συνόλου εναλλακτικών μέσω ποιοτικών ή ποσοτικών κριτηρίων αναθέτοντας τα σε δύο ή περισσότερες διατεταγμένες τάξεις. Το σύστημα εκτελεί την ανάλυση και τη ταξινόμηση των εναλλακτικών

λύσεων με τη χρήση ισχυρών μεθόδων πολυκριτήριας ανάλυσης που βασίζονται στην μέθοδο διαχωρισμού προτίμησης .Συγκεκριμένα η βάση του μοντέλου του συστήματος PREFDIS ενσωματώνει τη μέθοδο UTADIS μαζί με τρεις από τις παραλλαγές του, που αναφέρονται ως UTADIS I, UTADIS II και UTADIS III. Η εφαρμογή αυτών των τεσσάρων μεθόδων στο σύστημα παρέχει αυξημένη δυνατότητα διαμόρφωσής της προτίμησης και διαδραστική ανάπτυξη πρόσθετων υποδειγμάτων χρησιμότητας για να ταξινομηθεί ένα σύνολο εναλλακτικών λύσεων σε κατηγορίες, όσο το δυνατόν ακριβέστερα, με βάση τεχνικών ταξινόμησης . Ο γενικός σχεδιασμός και η ανάπτυξη του συστήματος PREFDIS έχει πραγματοποιηθεί έτσι ώστε να εξασφαλίζεται ευελιξία, αποτελεσματικότητα , συντηρησιμότητα και απλότητα.

Το σύστημα PREFDIS έχει πολλές χρήσιμες εφαρμογές. Ενδεικτικά, το σύστημα έχει ήδη χρησιμοποιηθεί με επιτυχία σε διάφορες εφαρμογές κυρίως στον τομέα της χρηματοοικονομικής διαχείρισης, συμπεριλαμβανομένης τη πρόβλεψη της επιχειρηματικής αποτυχίας, της αξιολόγησης πιστωτικών καρτών , της επιλογής και διαχείρισης χαρτοφυλακίου, της αξιολόγησης των κρατικών κινδύνων και της αξιολόγησης υποκαταστημάτων τραπεζών, μεταξύ άλλων.

3.2.3 Η ΜΕΘΟΔΟΣ UTAPLUS

Η μέθοδος UTA Plus (E.Jacquet–Lagrece,1982) δύναται να χρησιμοποιηθεί για την επίλυση προβλημάτων λήψης αποφάσεων με πολλαπλά κριτήρια, όταν ο χρήστης επιθυμεί την κατάταξη ενός συνόλου εναλλακτικών λύσεων σε προκαθορισμένες κατηγορίες. Είναι απαραίτητη η κατασκευή μιας προσθετικής συνάρτησης χρησιμότητας από μία σειρά προτιμήσεων του αποφασίζοντα, όπως αυτές έχουν εκφραστεί για μια σειρά εναλλακτικών αναφοράς. Η δομή του προβλήματος στηρίζεται στην αρχή της σχετικής παλινδρόμησης (ordinal regression). Το σύστημα μας δίνει προτάσεις με οριακές συναρτήσεις χρησιμότητας μέσω μιας ακολουθιακής διαδικασίας και μας επιτρέπει να τροποποιήσουμε τη συνάρτηση αυτή μέσα σε συγκεκριμένα όρια. Αυτά τα όρια ορίζονται από τη σχετική ανάλυση ευαισθησίας. Η συγκεκριμένη δυνατότητα τροποποίησης των συναρτήσεων χρησιμότητας υποστηρίζεται από την αλληλεπιδραστικότητα και τη φιλική στο χρήστη διεπαφή του συστήματος. Η συνάρτηση χρησιμότητας την οποία ο χρήστης κάνει αποδεκτή, χρησιμοποιείται για να προσδιοριστεί η σειρά κατάταξης ολόκληρου του συνόλου των εναλλακτικών.

(INFO: <http://nemertes.lis.upatras.gr/dspace/bitstream/123456789/300/1/369.pdf>, 10-08-2009)

3.3 ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΣ ΘΕΩΡΙΑΣ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ

3.3.1 Η ΜΕΘΟΔΟΣ LOGICAL DECISIONS

Το Logical Decisions είναι ένα σύστημα επίλυσης προβλημάτων με πολλαπλά κριτήρια μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή, το οποίο ενσωματώνει τη χρήση συναρτήσεων χρησιμότητας. Το συγκεκριμένο σύστημα επιτρέπει στον χρήστη να ενισχύσει την δομή του προβλήματος με την προσθήκη συναρτήσεων χρησιμότητας, αλλά η κύρια ανάπτυξή του προς επίλυση μοντέλου γίνεται με τη χρήση της διαδικασίας της αναλυτικής ιεράρχησης. Το Logical Decisions δύναται να χρησιμοποιηθεί για τη δόμηση προβλημάτων λήψης αποφάσεων με πολλαπλά κριτήρια και την αξιολόγησή τους. Βασικό μειονέκτημα είναι ότι το περιβάλλον εργασίας δεν είναι φιλικό στον χρήστη, ιδιαίτερα παρουσιάζονται δυσκολίες σε ό,τι αφορά την εισαγωγή δεδομένων του προβλήματος. Πλεονέκτημα του συστήματος θεωρείται η παρουσίαση των αποτελεσμάτων της αξιολόγησης. Συγκεκριμένα, το σύστημα μας παρέχει μια πληθώρα εναλλακτικών δυνατοτήτων παρουσίασης, η οποία με τη σειρά της διευκολύνει την ερμηνεία των αποτελεσμάτων και δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να αποκτήσει μία συνολική εικόνα της απόδοσης των εναλλακτικών στα επιμέρους μέτρα αξιολόγησης.

(INFO:<http://nemertes.lis.upatras.gr/dspace/bitstream/123456789/300/1/369.pdf>, 10-08-2009)

3.3.2 Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΟΥ ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΟΥ ΑΘΡΟΙΣΜΑΤΟΣ

Η μέθοδος του Σταθμισμένου Αθροίσματος (Weighted Summation) χρησιμοποιεί μια σειρά από διαδικασίες για τη μετατροπή δυσανάλογων εκτιμήσεων (π.χ. ποιοτικές, ποσοτικές, διάφορες μονάδες κ.λ.π.) σε τιμές μεταξύ των 0 και 1. Για κάθε μία εναλλακτική, αυτές οι κανονικοποιημένες τιμές πολλαπλασιάζονται με το αντίστοιχο βάρος του κριτηρίου και συναθροίζονται ώστε να προκύψει μια τελική τιμή εκτίμησης.

Το σταθμισμένο άθροισμα είναι μία μέθοδος απλή, κατάλληλη για προβλήματα επιλογής μεταξύ διακριτών εναλλακτικών λύσεων και εύχρηστη διότι υπάρχει σχετικά μικρός αριθμός εκτιμήσεων που χρειάζονται από τον αποφασίζοντα. Αντιθέτως, δεν είναι κατάλληλη για προβλήματα που αφορούν μεγάλο αριθμό κριτηρίων, αφού όσο αυξάνει ο αριθμός τους, τόσο μειώνεται η επίδρασή του κάθε κριτηρίου στην συνολική εκτίμηση. Επιπλέον, έχει παρατηρηθεί δυσκολία στον προσδιορισμό των εκτιμήσεων που είναι απαραίτητες για τον καθορισμό των

κριτηρίων και των βαρών τους. Γι'αυτό το λόγο άλλωστε η μέθοδος του Σταθμισμένου Αθροίσματος έχει παρακαμφθεί από άλλες βελτιωμένες εκδοχές της.

(INFO: <http://nemertes.lis.upatras.gr/dspace/bitstream/123456789/300/1/369.pdf>, 10-08-2009)

3.3.3 Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΟΥ ΠΙΝΑΚΑ ΕΠΙΤΕΥΞΗΣ ΣΤΟΧΩΝ

Ο Πίνακας Επίτευξης Στόχων(Goals Achievement Matrix) είναι μία μέθοδος που εξετάζει το βαθμό στον οποίο τα κέρδη από την επιλογή μιας εναλλακτικής υπερτερούν του κόστους που αυτή συνεπάγεται. Οι τιμές που έχουν τα κέρδη και τα κόστη μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να εκφράσουν τα ποιοτικά ή ποσοτικά αποτελέσματα που προκύπτουν όταν επιλέγεται κάθε μία από το σύνολο των εναλλακτικών λύσεων. Το αποτέλεσμα αυτής της μεθόδου είναι η δημιουργία ενός πίνακα για κάθε εναλλακτική λύση, ο οποίος περιέχει μια εκτίμηση από κάθε ομάδα αποφασίζοντων. Οι πίνακες αυτοί (Goal Achievement Accounts) μπορούν να χρησιμοποιηθούν αυτούσιοι για το σχηματισμό μιας απόφασης ή το περιεχόμενό τους μπορεί να αναλυθεί από κάποια άλλη τεχνική όπως το Σταθμισμένο Άθροισμα.

Στα πλεονεκτήματα της συγκεκριμένης μεθόδου συγκαταλέγονται η σαφήνεια με την οποία διαφοροποιούνται οι θετικές και αρνητικές συνέπειες μιας επιλογής και το ότι είναι σχεδιασμένη για τη διαχείριση μετρήσιμων ή μη μεγεθών. Ακόμη, απαιτείται από τους αποφασίζοντες να εκφράσουν έναν σχετικά μικρό αριθμό προτιμήσεων, για να δώσει η μέθοδος αξιόπιστα αποτελέσματα. Στα αρνητικά σημεία της μεθόδου αναφέρεται ότι δεν παρέχει μια συγκεκριμένη τιμή εκτίμησης για τις εναλλακτικές, γεγονός το οποίο μπορεί να δημιουργήσει κάποια σύγχυση στο λήπτη των αποφάσεων, ειδικά όταν εξετάζεται ένας μεγάλος αριθμός εναλλακτικών και στόχων.

(INFO: <http://nemertes.lis.upatras.gr/dspace/bitstream/123456789/300/1/369.pdf>, 10-08-2009)

3.4 ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ ΑΝΑΛΥΤΙΚΗΣ ΙΕΡΑΡΧΗΣΗΣ-ΤΕΧΝΙΚΗ ΒΑΣΙΖΟΜΕΝΗ ΣΤΗΝ ΑΜΜΕΣΗ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΤΟΥ ΑΠΟΦΑΣΙΖΟΝΤΟΣ

3.4.1 Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΗΡ

Η μέθοδος ΑΗΡ αναπτύχθηκε από τον Thomas Saaty(1980) ως απάντηση στην έλλειψη κοινών και εύκολα κατανοητών καθώς και εφαρμόσιμων μεθόδων στη διαδικασία λήψης σύνθετων

αποφάσεων. Από τότε, η μέθοδος αυτή έχει βρει εφαρμογή σε πολλούς τομείς ανά τον κόσμο, όπως στις επιχειρήσεις, την κυβέρνηση, τις κοινωνικές μελέτες, την έρευνα και ανάπτυξη, την άμυνα και άλλους τομείς όπου απαιτείται η λήψη αποφάσεων, στις οποίες βασικό ρόλο παίζει η επιλογή, η προτεραιότητα και η πρόβλεψη. Η μέθοδος αυτή προτιμάται από πολυάσχολους μάνατζερ και λήπτες αποφάσεων λόγω της απλότητας και ευκολίας στη χρήση της. Συμβάλλει στην οργάνωση του προβλήματος και στη δόμηση της πολυπλοκότητας, μέτρησης και σύνθεσης των κατατάξεων, γεγονός που την κάνει κατάλληλη για μια πληθώρα εφαρμογών.

Η Analytic Hierarchy Process (AHP) αναπτύσσει ένα γραμμικό προσθετικό μοντέλο, αλλά, στη βασική μορφή της, χρησιμοποιεί διαδικασίες για να παράγει τα βάρη και τα σκορ που επιτυγχάνονται από τις εναλλακτικές που βασίζονται, αντίστοιχα, σε κατά ζεύγη συγκρίσεις μεταξύ των κριτηρίων και μεταξύ των επιλογών.

Η AHP είναι μία μέθοδος αποσύνθεσης του προβλήματος σε μία ιεραρχία υπο-προβλημάτων, τα οποία μπορούν να κατανοηθούν και να αξιολογηθούν καλύτερα. Όπως αναφέρει και ο Nauman (1998) η μέθοδος αυτή αποτελείται από τέσσερα κύρια βήματα:

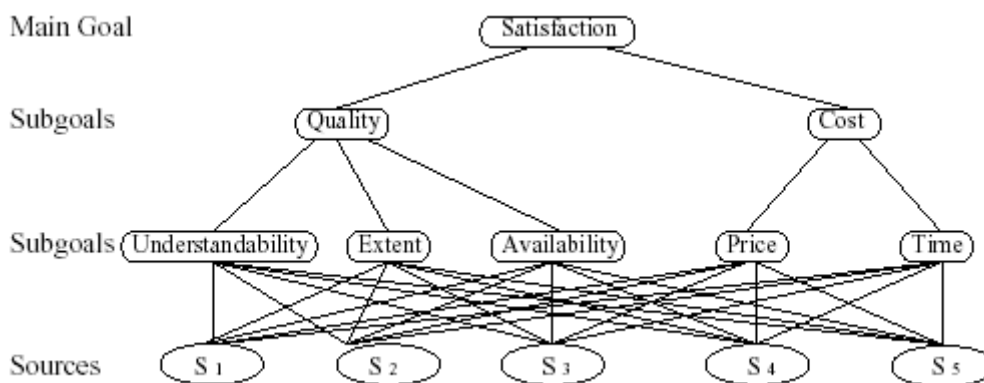
ΒΗΜΑ 1 : Αποσύνθεση του προβλήματος και Ιεράρχηση των στόχων, των κριτηρίων και υπο-κριτηρίων και των εναλλακτικών

ΒΗΜΑ 2 : Σύγκριση των στόχων ανά ζεύγη

ΒΗΜΑ 3 : Έλεγχος συνέπειας των συγκρίσεων και

ΒΗΜΑ 4 : Συγκέντρωση των συγκρίσεων

Η ιεράρχηση των στόχων της επιλογής των πηγών απεικονίζεται στο διάγραμμα 1 (Nauman,1998). Ο κύριος στόχος της επιλογής πηγής είναι η ικανοποίηση του χρήστη, τόσο σε ποιότητα όσο και σε κόστος. Κάθε υπο-στόχος διαμορφώνεται με βάση διάφορα κριτήρια. Το κάτω επίπεδο αποτελείται από τις πηγές πληροφόρησης.



Διάγραμμα 1

Για την αναπαράσταση των συγκρίσεων των στόχων ανά ζεύγη, πίνακες συγκρίσεων ορίζονται για τον κύριο στόχο και για κάθε υπο-στόχο της ιεραρχίας. Τα δεδομένα του πίνακα για την ικανοποίηση, ποιότητα και το κόστος αντικατοπτρίζουν τη στάθμιση, ενώ τα δεδομένα του πίνακα για τα κριτήρια αντικατοπτρίζουν τα υπολογιζόμενα κόστη. Οι τιμές είναι ανάμεσα στο 1 (ίσης σημασίας) και το 9 (πολύ περισσότερο σημαντικό) ή είναι συμπληρωματικές. Τα στοιχεία που αφορούν την ιεράρχηση των στόχων συλλέγονται από ειδικούς ή από τους λήπτες αποφάσεων για την ανά ζεύγη σύγκριση των στόχων στη βάση μίας ποιοτικής κλίμακας. Οι ειδικοί μπορούν να χαρακτηρίσουν τη σύγκριση ως «ίση», «οριακά ισχυρή», «πολύ ισχυρή» και «υπερβολικά ισχυρή».

Αριθμητική τιμή	Ερμηνεία
1	Τα συγκρινόμενα στοιχεία είναι ίσης σημασίας.
3	Το ένα στοιχείο είναι ελαφρά πιο σημαντικό από το άλλο.
5	Το ένα στοιχείο είναι πολύ πιο σημαντικό από το άλλο.
7	Το ένα στοιχείο είναι πάρα πολύ πιο σημαντικό από το άλλο.
9	Το ένα στοιχείο είναι απόλυτα πιο σημαντικό από το άλλο.
2,4,6,8	Ενδιάμεσες τιμές

Στο στάδιο του ελέγχου συνέπειας δίνονται στοιχεία για τη μεταβατική ασυνέπεια των συγκρίσεων. Οι ανα ζεύγη συγκρίσεις των κριτηρίων που προέκυψαν στο προηγούμενο βήμα οργανώνονται σε έναν τετράγωνο πίνακα. Τα διαγώνια στοιχεία του πίνακα είναι 1. Το κριτήριο που βρίσκεται στην i σειρά είναι καλύτερο από το κριτήριο που βρίσκεται στη σειρά j εάν η τιμή του στοιχείου (i,j) είναι μεγαλύτερη του 1. Διαφορετικά, το κριτήριο στη j σειρά είναι καλύτερο από το κριτήριο στην i σειρά. Το στοιχείο (j,i) είναι το αντίστροφο του στοιχείου (i,j) (Triantaphyllou et al., 1996). Για το στάδιο της συγκέντρωσης, υπολογίζεται ένας συντελεστής βάρους για κάθε στόχο και υπο-στόχο. Το τελικό σκορ προτίμησης κάθε πηγής υπολογίζεται ως το σταθμισμένο άθροισμα των τιμών κάθε πιθανούς πορείας ανάμεσα στην πηγή και τον κύριο στόχο (Nauman, 1998).

Η μέθοδος AHP, σύμφωνα με τον Saaty(1980), βασίζεται θεωρητικά σε τέσσερα αξιώματα:

- 1) Ο λήπτης αποφάσεων μπορεί να παρέχει συγκρίσεις ανα ζεύγη a_{ij} δύο εναλλακτικών i και j αναφορικά με ένα κριτήριο/ υπο-κριτήριο στη βάση μίας αντίστροφης κλίμακας $a_{ij}=1/ a_{ji}$.
- 2) Ο λήπτης αποφάσεων ποτέ δεν κρίνει μία εναλλακτική ως απόλυτα καλύτερη από μία άλλη αναφορικά με ένα κριτήριο, για παράδειγμα, $a_{ij} \neq \infty$.
- 3) Το πρόβλημα απόφασης μπορεί να διαμορφωθεί σε μία ιεραρχία.

4) Όλα τα κριτήρια/υπο-κριτήρια, τα οποία έχουν κάποια επιρροή στο δοσμένο πρόβλημα, καθώς και όλες οι σχετικές εναλλακτικές, απεικονίζονται σε μία ιεραρχία.

Περιληπτικά, τρεις βασικές ιδέες διέπουν τη μέθοδο AHP:

1) Η AHP είναι αναλυτική- η μαθηματική και λογική αιτιολόγηση για τη λήψη αποφάσεων είναι το ισχυρό γνώρισμα της μεθόδου. Συμβάλλει στην ανάλυση του προβλήματος σε μία λογική βάση και στη μετατροπή των σκέψεων και διαισθήσεων του λήπτη αποφάσεων σε νούμερα.

2) Η AHP δομεί το πρόβλημα σε μία ιεραρχία- η αποσύνθεση του προβλήματος σε υπο-προβλήματα μειώνει την πολυπλοκότητα του προβλήματος.

3) Η AHP ορίζει μία διαδικασία για τη λήψη αποφάσεων- οι πληροφορίες του λήπτη αποφάσεων ενσωματώνονται στη διαδικασία λήψης αποφάσεων, η οποία αναπτύσσεται σε επιστημονική βάση, κάνοντας ευκολότερη τη συλλογική λήψη αποφάσεων.

Η AHP έχει βρει εφαρμογή σε πολλά σενάρια λήψης αποφάσεων:

- Ø Επιλογή μίας εναλλακτικής από ένα σύνολο εναλλακτικών
- Ø Αξιολόγηση/προτεραιότητα ορισμένων εναλλακτικών έναντι άλλων
- Ø Κατανομή πόρων-εύρεση του καλύτερου συνδυασμού εναλλακτικών κάτω από ορισμένους περιορισμούς
- Ø Οριοθέτηση-ορισμένων διαδικασιών ή συστημάτων με βάση κάποιες άλλες διαδικασίες ή συστήματα
- Ø Ποιοτικό μάνατζμεντ

Διάφοροι τομείς όπου έχει εφαρμοστεί η μέθοδος AHP είναι ο τομέας της υγείας, της άμυνας, του σχεδιασμού προγραμμάτων, των τεχνολογικών προβλέψεων, του μάρκετινγκ, της τιμολόγησης νέων προϊόντων, των οικονομικών προβλέψεων, την αξιολόγηση πολιτικής, των κοινωνικών επιστημών κ.α. Επίσης, οι εφαρμογές της μεθόδου αυτής στην ανάλυση συγκρούσεων, την έρευνα στρατιωτικών επιχειρήσεων, τον τοπικό και αστικό σχεδιασμό και το ερευνητικό και αναπτυξιακό μάνατζμεντ, την έχουν καταστήσει μία από τις πλέον διαδεδομένες μεθόδους στο χώρο της λήψης αποφάσεων. Η μέθοδος AHP έχει εξελιχθεί με το πέρασμα των χρόνων και εφαρμόζεται ευρέως σε συνδυασμό με μαθηματικό προγραμματισμό και διάφορες τεχνικές ανάλυσης.(Nauman, 1998).

Τα ισχυρά σημεία και οι αδυναμίες της AHP αποτελούν θέμα σημαντικής συζήτησης ανάμεσα σε ειδικούς της πολυκριτηριακής ανάλυσης. Είναι εμφανές ότι οι χρήστες γενικά βρίσκουν την κατά ζεύγη σύγκριση των στοιχείων ευθεία και βολική. Από την άλλη, σοβαρές αμφιβολίες έχουν εμφανιστεί σε σχέση με τα θεωρητικά θεμέλια της AHP και με μερικές ιδιότητές της. Συγκεκριμένα, ανησυχία έχει προκαλέσει το φαινόμενο της αντιστροφής της κατάταξης. Αναλυτικότερα, έχει δεχθεί έντονη κριτική κυρίως λόγω του φαινομένου της αναστροφής των

αξιολογήσεων των εναλλακτικών δραστηριοτήτων που επιτυγχάνονται μέσω της μεθόδου . Το φαινόμενο αυτό είναι γνωστό ως <<rank reversal>> και είναι πιθανό να εμφανιστεί όταν μεταβληθεί το σύνολο των εξεταζόμενων εναλλακτικών δραστηριοτήτων. Αναλυτικότερα , οι Belton και Gear (1983) διαπίστωσαν το εξής παράδοξο φαινόμενο στα αποτελέσματα της μεθόδου: όταν στο σύνολο των εξεταζόμενων εναλλακτικών δραστηριοτήτων A προστεθεί μια νέα εναλλακτική χ' η οποία έχει πανομοιότυπες επιδόσεις σε όλα τα κριτήρια αξιολόγησης με μια εναλλακτική δραστηριότητα $\chi \in A$, τότε η αξιολόγηση των εναλλακτικών δραστηριοτήτων του νέου συνόλου $A' = A \cup \chi'$ διαφέρει από την αξιολόγηση των εναλλακτικών δραστηριοτήτων του αρχικού συνόλου A .

Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα των Harker και Vargas (1990), οι οποίοι χρησιμοποίησαν μια απλή περίπτωση αξιολόγησης τριών εναλλακτικών δραστηριοτήτων χ_1, χ_2, χ_3 βάσει τριών κριτηρίων αξιολόγησης g_1, g_2, g_3 , καταλήγοντας την ιεράρχηση: $\chi_2 > \chi_1 > \chi_3$. Προσθέτοντας στο σύνολο των εναλλακτικών δραστηριοτήτων , μια νέα εναλλακτική χ_4 , η οποία είναι όμοια με την χ_2 , το αναμενόμενο αποτέλεσμα θα πρέπει προφανώς να είναι: $(\chi_2 - \chi_4) > \chi_1 > \chi_3$. Το αποτέλεσμα όμως που αποδίδει η μέθοδος είναι $\chi_1 > (\chi_2 - \chi_4) > \chi_3$. Προφανώς η αξιολόγηση αυτή δεν ανταποκρίνεται στο θεωρητικά αναμενόμενο αποτέλεσμα. Αυτή είναι η πιθανότητα όπου, απλά προσθέτοντας μία άλλη επιλογή στη λίστα των επιλογών που εκτιμούνται, η κατάταξη δύο άλλων επιλογών, που δεν σχετίζονται με την καινούργια, μπορεί να αντιστραφεί. Αυτό αντιμετωπίζεται από πολλούς ως ασυνεπές σε σχέση με τη λογική αξιολόγηση των επιλογών και έτσι αμφισβητείται η θεωρητική βάση της AHP.

Λέξεις κλειδιά		Συστήματα επίλυσης μέσω H/Y
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Δυναμική σύγκριση ▪ (προσωπική) Εκτίμηση ▪ Επίπεδο ιεράρχησης ▪ Κλίμακα σχετικής σημαντικότητας 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Προτεραιότητες ▪ Κύριο ιδιοδιάνυσμα ▪ Αξιοπιστία ▪ Συνέπεια, ασυνέπεια, βαθμός ασυνέπειας 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Expert Choice¹ ▪ HIPRE 3+²

Ø Εφαρμογή Υποστήριξης Απόφασης με την Μέθοδο AHP

Διαδικασία προετοιμασίας δεδομένων στο Excel

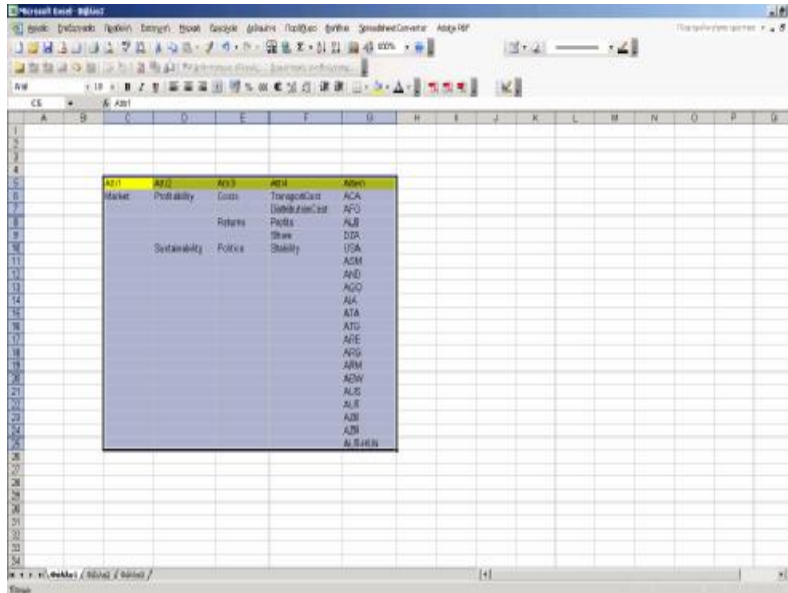
Το πρόγραμμα ανοίγει αρχεία τύπου Excel και δέχεται σαν είσοδο μια περιοχή κελιών που έχει ονομαστεί "Struktur". Είναι μια δενδρική δομή με ρίζα τον στόχο (Goal), κλαδιά τα κριτήρια (και υποκριτήρια) και τέλος φύλλα τις εναλλακτικές λύσεις.

```
Στόχος1----- Κριτ2(1) ----- Κριτ5(2) ---Κριτ11(5) Εναλλακτικη1
|| - Κριτ12(5) Εναλλακτικη2
|| - Κριτ13(5) Εναλλακτικη3
|----- Κριτ6(2) --- Κριτ14(6) Εναλλακτικη4
|----- Κριτ3(1) ----- Κριτ7(3) --- Κριτ15(7) Εναλλακτικη5
|| - Κριτ16(7) Εναλλακτικη6
|| - Κριτ17(7) Εναλλακτικη7
    |----- Κριτ8(3) --- Κριτ18(8) Εναλλακτικη8
    | - Κριτ19(8) Εναλλακτικη9
    ----- Κριτ4(1)----- --- Κριτ9(4) --- Κριτ20(9) Εναλλακτικη10
    |----- Κριτ10(4) --- Κριτ21(10)
```

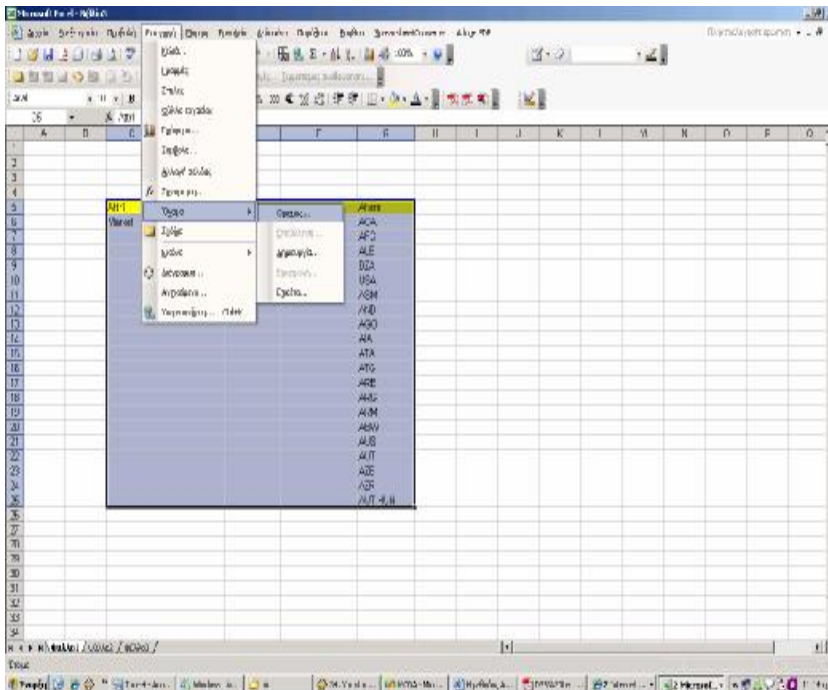
ΠΡΟΣΟΧΗ:

- 1) Τα ονόματα των κλαδιών δεν θα πρέπει να είναι τα ίδια.
- 2) Δεν πρέπει να υπάρχουν άδεια κελιά ανάμεσα στις δυο τελευταίες στήλες
- 3) Η περιοχή κελιών με όνομα "Struktur" πρέπει να έχουν όνομα στήλης "Attr1", "Attr2" και ου το καθεξής για την ρίζα και τα κριτήρια και όνομα "Altern" για τις εναλλακτικές λύσεις. Σε αντίθετη περίπτωση το πρόγραμμα δεν θα ανταποκριθεί.

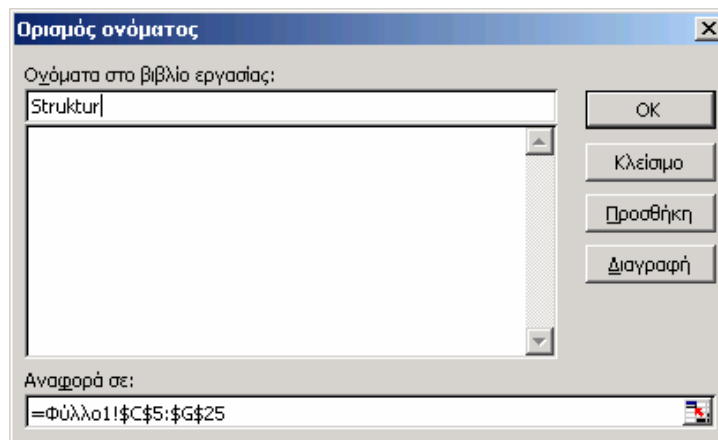
Ορισμός ονόματος περιοχής “Struktur” : Επιλεγούμε την περιοχή που έχουμε περάσει τα δεδομένα.



Μετά επιλεγούμε από το μενού Εισαγωγή → Όνομα → Ορισμός.

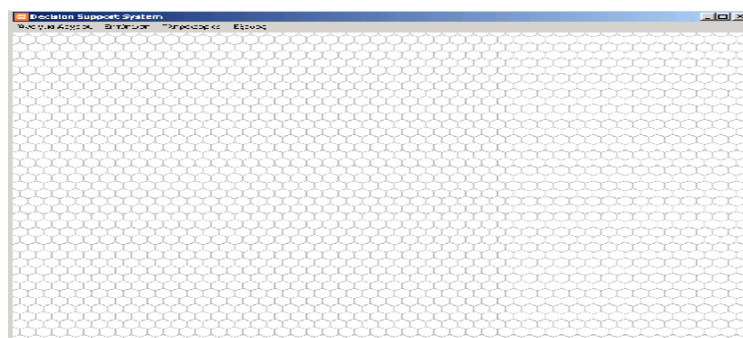


Στο παράθυρο που εμφανίζεται δίνουμε σαν όνομα της περιοχής το “Struktur” και στην συνέχεια πατάμε OK.

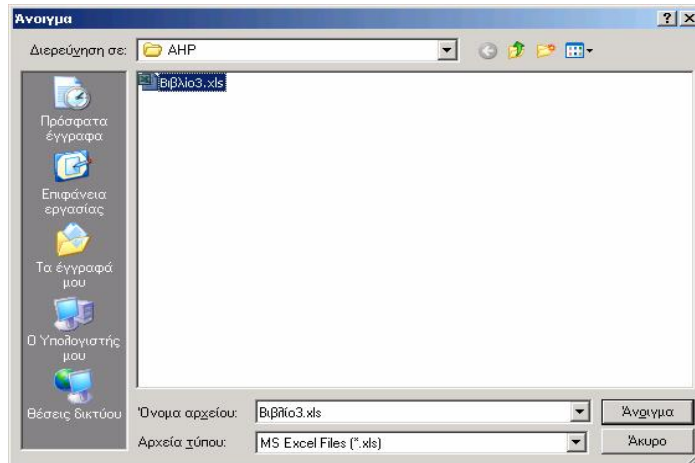


Χρήση της εφαρμογής

Αποθηκεύουμε το αρχείο το οποίο είναι πλέον έτοιμο να το καλέσουμε από την εφαρμογή. Όταν τρέξουμε την εφαρμογή εμφανίζεται μια εισαγωγική οθόνη. Μετά από μερικά δευτερόλεπτα περνάμε στην κυρία οθόνη του προγράμματος που είναι η παρακάτω.



Από το μενού αν επιλέξουμε “Άνοιγμα Αρχείου” εμφανίζεται μια οθόνη που προτρέπει τον χρήστη να περιηγηθεί και να επιλέξει το αρχείο Excel με τα δεδομένα του προγράμματος



Αφού πατήσουμε άνοιγμα (και το αρχείο είναι σωστά δομημένο) τότε στην κύρια οθόνη του προγράμματος εμφανίζεται το δένδρο όπως το έχουμε δομήσει και αναμένει τις προτιμήσεις του αποφασίζοντα.

Decision Support System

Ανοιγμα Αρχείου Εκτύπωση Πληροφορίες Έξοδος

Market	Profitability	Costs	TransportCos	ACA
			DistributionC	AFG
		Returns	Profits	ALB
			Share	DZA
	Sustainability	Politics	Stability	USA
				ASM
				AND
				AGO
				AIA
				ATA
				ATG

Επόμενο Κριτήριο

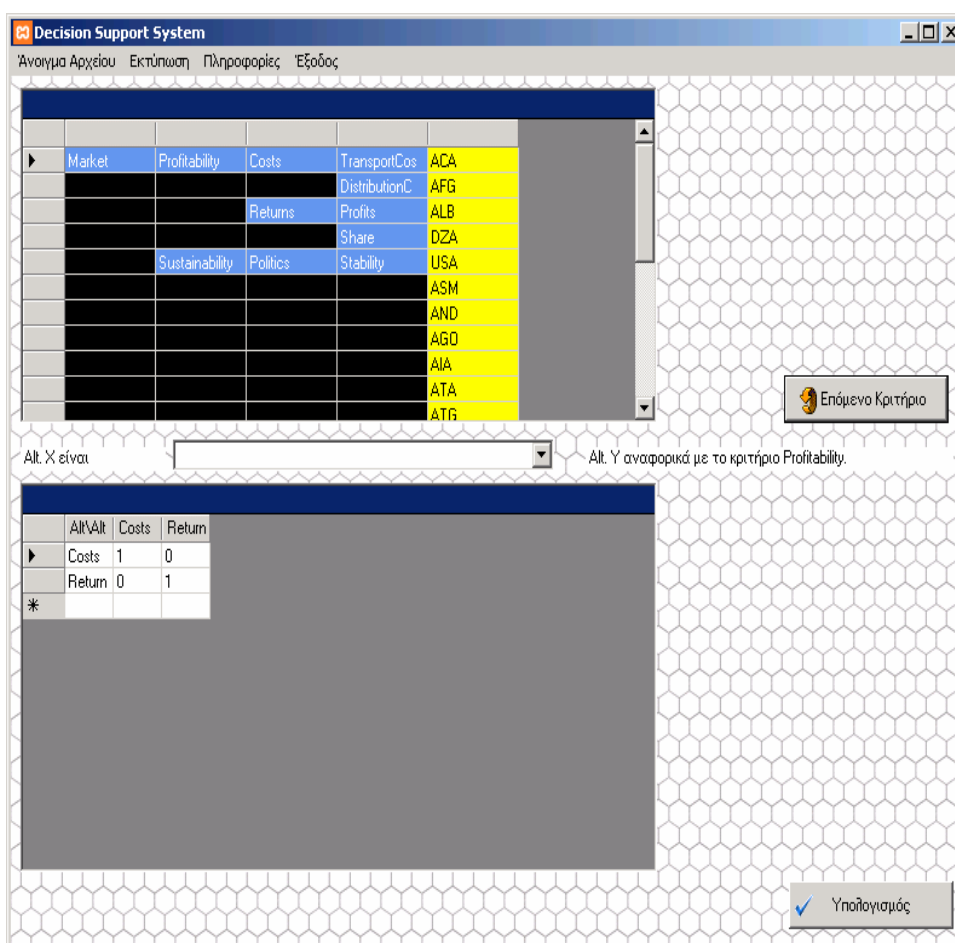
USA είναι

ACA αναφορικά με το κριτήριο TransportCost.

	ACA	ATA	ATG
ACA	1	0	0
AFG	0	1	0
ALB	0	0	1
DZA	0	0	0
USA	0	0	0
ASM	0	0	0
AND	0	0	0
AGO	0	0	0
AIA	0	0	0
ATA	0	0	0
ATG	0	0	0
ARE	0	0	0

Υπολογισμός

Ο αποφασίζων επιλέγει το κελί στο οποίο θέλει να δηλώσει προτίμηση και από το drop down menu θέτει το πόσο ισχυρά προτιμότερη είναι η μια εναλλακτική από την άλλη αναφορικά με το υπό εξέταση κριτήριο. Με το κουμπί “Επόμενο Κριτήριο” το πρόγραμμα ζητάει τις προτιμήσεις του αποφασίζοντα για το επόμενο κριτήριο. Συνεχίζει σειριακά και αφού τελειώσει με τις προτιμήσεις των εναλλακτικών λύσεων ζητάει από τον αποφασίζων τις προτιμήσεις του για τα κριτήρια ως και ένα επίπεδο πριν την ρίζα.



Ο αποφασίζων αφού δηλώσει τις προτιμήσεις του για τις εναλλακτικές και τα υποκριτήρια πατάει το κουμπί “Υπολογισμός” και το πρόγραμμα υπολογίζει τα βάρη των εναλλακτικών λύσεων και στον πάνω πίνακα εμφανίζεται μια νέα στήλη χρωματισμένη με πράσινο χρώμα όπου δίπλα σε κάθε εναλλακτική εμφανίζεται και το σκορ της (σημ. αποτελέσματα εμφανίζονται και για κάθε επιμέρους πίνακα προτιμήσεων με τον ίδιο τρόπο.) Υπάρχει και η δυνατότητα αύξουσας ή φθίνουσας ταξινόμησης με κλικ στο κελί πάνω από τα αποτελέσματα.

Decision Support System

Άνοιγμα Αρχείου Εκτύπωση Πληροφορίες Έξοδος

Market	Profitability	Costs	TransportCos	ACA	0,06307599
			DistributionC	AFG	0,05817677
			Returns	ALB	0,053097624
			Share	DZA	0,047774642
			Stability	USA	0,04536356
				ASM	0,044331423
				AND	0,04567417
				AGO	0,04433742
				AIA	0,045809477
				ATA	0,05268696
				ATG	0,049671955

Επόμενο Κριτήριο

ATG είναι 3 - λίγο ή ασθητά προτιμότερο από AFG αναφορικά με το κριτήριο TransportCost.

Alt	ACA	AFG	ALB	DZA	USA	ASM	AND	AGO	AIA	ATA	ATG
ACA	0,0822	0,1469	0,1384	0,2123	0,2604	0,3333	0,5316	0,4210	0,3082	0,0259	0,631!
AFG	0,0411	0,0734	0,0922	0,4778	0,4166	0,3888	0,3797	0,1578	0,1712	0,0389	0,070!
ALB	0,0274	0,0367	0,0461	0,0132	0,2604	0	0	0,3684	0,0068	0,7012	0,035!
DZA	0,0205	0,0081	0,1845	0,0530	0	0,2222	0	0	0,1027	0	0,052!
USA	0,0164	0,0091	0,0092	0	0,0520	0	0	0	0,1712	0	0
ASM	0,0137	0,0104	0	0,0132	0	0,0555	0	0	0	0	0
AND	0,0117	0,0146	0	0	0	0	0,0759	0	0,2054	0	0
AGO	0,0102	0,0244	0,0065	0	0	0	0	0,0526	0	0	0
AIA	0,0091	0,0146	0,2306	0,0176	0,0104	0	0,0126	0	0,0342	0	0
ATA	0,7399	0,4407	0,0153	0	0	0	0	0	0	0,2337	0
ATG	0,0274	0,2203	0,2768	0,2123	0	0	0	0	0	0	0,210!
ARE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Υπολογισμός

Για την παραπάνω εφαρμογή χρησιμοποιήσαμε την ιστοσελίδα:

<http://www.geocities.com/thor4bp/>

3.4.2 Η ΜΕΘΟΔΟΣ EXPERT CHOICE

Το λογισμικό Expert Choice (EC) βασίζεται στη μέθοδο AHP και επιτρέπει το χειρισμό εμπειρικών δεδομένων αλλά και υποκειμενικών κρίσεων. Το 1983 οι Dr.Saaty και Dr.Forman ανέπτυξαν το Expert Choice με σκοπό την αυτοματοποίηση της διαδικασίας λήψης αποφάσεων. Η δόμηση του προβλήματος στο EC είναι αντίστοιχη με την ιεράρχηση στην AHP, ενώ υπάρχουν κάποιες επιπλέον δυνατότητες για την ανάλυση, την επίλυση και την αποτίμηση του προβλήματος. Το EC χρησιμοποιεί μια μοναδική μέθοδο δυαδικών συγκρίσεων για την εξαγωγή προτεραιοτήτων,

οι οποίες αντανακλούν με ακρίβεια τις αξίες και τις αντιλήψεις του χρήστη. Στη συνέχεια συνδυάζει το σύνολο των προτεραιοτήτων για να δώσει τις συνολικές προτεραιότητες όλων των εναλλακτικών. Μία επιπλέον δυνατότητα είναι ότι μπορεί να κάνει ανάλυση ευαισθησίας και 'what if' ανάλυση, για τον προσδιορισμό της επίδρασης στο εξαγόμενο αποτέλεσμα που μπορεί να έχει μία αλλαγή των δεδομένων του προβλήματος. Ένα σημαντικό πλεονέκτημα του EC είναι ότι στην περίπτωση που τα αποτελέσματα της μεθόδου στο μοντέλο απόφασης που έχει προσδιοριστεί είναι διαφορετικά από τις εκτιμήσεις του χρήστη, επιτρέπεται η τροποποίηση του μοντέλου μέχρι αυτό να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις του χρήστη. Ακόμη, υπάρχει υποστήριξη από γραφικές αναφορές και αναλύσεις ευαισθησίας στην αιτιολόγηση των αποφάσεων, ενώ το EC μπορεί να χρησιμοποιηθεί επίσης για πρόβλεψη, εκτίμηση κινδύνου και αβεβαιότητας και εξαγωγή κατανομής πιθανοτήτων. Το περιβάλλον εργασίας του Expert Choice είναι ιδιαίτερα φιλικό και εύχρηστο, αφού ο χρήστης μπορεί να το διαμορφώσει έτσι ώστε να ταιριάζει περισσότερο στις ανάγκες του, δίνονται δηλαδή πολλαπλές δυνατότητες απεικόνισης της δομής του προβλήματος και της ανάλυσής του. Επιπλέον, υπάρχει η δυνατότητα δόμησης του μοντέλου απόφασης με την προσθήκη σχολίων για οποιοδήποτε στοιχείο της ιεραρχίας, τα οποία παρουσιάζονται σε ανεξάρτητο παράθυρο, ενώ επιτρέπεται ακόμη και η εισαγωγή άτυπων σχολίων (δεν λαμβάνονται υπ' όψιν από τον μηχανισμό αξιολόγησης της μεθόδου) ώστε να ενισχυθεί η επαναχρησιμοποίηση του μοντέλου. Στα θετικά πρέπει να αναφερθεί επίσης η δυνατότητα δυαδικών συγκρίσεων με τρεις διαφορετικούς τρόπους: με λεκτικούς όρους, με γραφική αναπαράσταση και με αριθμητικές τιμές. Όσον αφορά την παρουσίαση των αποτελεσμάτων της μεθόδου, το EC προσφέρει μια σειρά εναλλακτικών παρουσιάσεων των αποτελεσμάτων επιτρέπει παράλληλα την ανάλυση της ευαισθησίας των αποτελεσμάτων. Τέλος, το EC παρέχει τη δυνατότητα λήψης απόφασης από ομάδα χρηστών.

Στα αρνητικά σημεία του EC μπορούμε να αναφέρουμε το γεγονός ότι στηρίζεται σε δυαδικές συγκρίσεις, οι οποίες δεν είναι απόλυτα αντικειμενικές αφού απορρέουν από τις σχετικές εκτιμήσεις του λήπτη της απόφασης. Ακόμη, αυτές οι συγκρίσεις γίνονται μία προς μία για κάθε στοιχείο της ιεραρχίας και είναι συχνό το φαινόμενο της ασυνέπειας των εκτιμήσεων. Βέβαια, το EC εντοπίζει τις ασυνέπειες αυτές και δεν επιτρέπει την αξιολόγηση των εναλλακτικών έως ότου επιτευχθεί η απόλυτη συνέπεια μεταξύ των εκτιμήσεων.

(INFO: <http://nemertes.lis.upatras.gr/dspace/bitstream/123456789/300/1/369.pdf>, 10-08-2009)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΣΤΗ ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ

Οι έντονες οικονομικές, κοινωνικές και πολιτικές εξελίξεις, που συμβαίνουν με γοργούς ρυθμούς, είναι γεγονός ότι δεν αφήνουν ανεπηρέαστες τις παγκόσμιες χρηματοοικονομικές αγορές. Η γενική ρευστότητα και αστάθεια, που παρατηρείται στις περισσότερες εξ' αυτών των χρηματοοικονομικών αγορών, στη σημερινή εποχή, είναι ένα φαινόμενο που προβληματίζει έντονα, τόσο τους χρηματοοικονομικούς αναλυτές, όσο και τους επενδυτές. Η αυξημένη αυτή πολυπλοκότητα που διέπει πλέον το χώρο της Χρηματοοικονομικής Διοίκησης (Financial Management), καθιστά αναγκαία και την κατάλληλη προσαρμογή των διαδικασιών αντιμετώπισης των προβλημάτων λήψης χρηματοοικονομικών αποφάσεων. Ένας μεγάλος αριθμός προβλημάτων λήψης χρηματοοικονομικών αποφάσεων, παρουσιάζει ισχυρή πολυκριτήρια φύση, με πιο χαρακτηριστικά τα ακόλουθα παραδείγματα:

1. **Πρόβλεψη της πτώχευσης των επιχειρήσεων:** διαχωρισμός μεταξύ των μη βιώσιμων και των βιώσιμων επιχειρήσεων. Η ώθηση στο χώρο της πρόβλεψης της πτώχευσης των επιχειρήσεων δόθηκε από την εργασία του Altman(1968), ο οποίος διερεύνησε τη δυνατότητα ανάπτυξης ενός υποδείγματος πολλαπλών χρηματοοικονομικών δεικτών χρησιμοποιώντας τη γραμμική διακριτική ανάλυση. Η εργασία αυτή αποτέλεσε το έναυσμα για την εφαρμογή μιας σειράς άλλων στατιστικών και οικονομετρικών προσεγγίσεων, όπως της τετραγωνικής διακριτικής ανάλυσης, της ανάλυσης ομαδοποίησης του λογιστικού υποδείγματος, του κανονικού υποδείγματος πιθανότητας, της ανάλυσης επιβίωσης, κ.ά. Κατά τις τελευταίες δύο δεκαετίες, ερευνητές του χώρου παρουσίασαν την εφαρμογή των σύγχρονων μεθοδολογικών εξελίξεων από τους χώρους της επιχειρησιακής έρευνας και της τεχνητής νοημοσύνης. Αναλυτικότερα, οι εφαρμογές του μαθηματικού προγραμματισμού, των έμπειρων συστημάτων, της μηχανικής μάθησης των προσεγγιστικών συνόλων των νευρωνικών δικτύων και της πολυκριτήριας ανάλυσης έδειξαν ότι τα νέα αυτά μεθοδολογικά εργαλεία είναι σε θέση να αντιμετωπίσουν με επιτυχία το πρόβλημα της πρόβλεψης της πτώχευσης των επιχειρήσεων.

2. **Εκτίμηση του πιστωτικού κινδύνου των επιχειρήσεων:** διαχωρισμός μεταξύ των επιχειρήσεων που μπορούν να χρηματοδοτηθούν χωρίς να υπάρχει κίνδυνος αθέτησης των

υποχρεώσεων που τους δημιουργεί ο δανεισμός (default risk), από τις επιχειρήσεις για τις οποίες ο κίνδυνος αυτός είναι αυξημένος. Σε ερευνητικό επίπεδο, ευρεία υπήρξε μέχρι σήμερα η χρησιμοποίηση στατιστικών προσεγγίσεων. Αναλυτική ανασκόπηση των σχετικών εφαρμογών δίνεται στο βιβλίο των Altman et al.(1981). Πρόσφατα όμως, άρχισε και η διάδοση εναλλακτικών προσεγγίσεων όπως η μηχανική μάθηση και τα έμπειρα συστήματα, τα ευφυή συστήματα υποστήριξης αποφάσεων οι γενετικοί αλγόριθμοι και τα νευρωνικά δίκτυα, η πολυκριτήρια ανάλυση κ.ά.

3. Αξιολόγηση μετοχών, χρεογράφων και αμοιβαίων κεφαλαίων: ταξινόμηση των διαθέσιμων χρεογράφων/αμοιβαίων κεφαλαίων ανάλογα με την καταλληλότητά τους ως μορφή επένδυσης, βάσει της επενδυτικής πολιτικής του αποφασίζοντος. Ο βαθμός καταλληλότητας μπορεί να σχετίζεται με την αναμενόμενη απόδοση, τον κίνδυνο που εμπεριέχουν (ταξινόμηση των χρεογράφων/αμοιβαίων κεφαλαίων σε χρεόγραφα υψηλού ή χαμηλού κινδύνου) ή οποιοδήποτε άλλο χαρακτηριστικό κρίνει ο αποφασίζων ως σημαντικό για την επιλογή των χρεογράφων/αμοιβαίων κεφαλαίων. Χαρακτηριστικές είναι οι αξιολογήσεις μετοχών που παρέχονται από χρηματιστηριακές εταιρίες και επενδυτικούς οίκους με τη μορφή προτάσεων αγοράς, διακράτησης, πώλησης, κλπ., οι οποίες προφανώς ακολουθούν τη φιλοσοφία της ταξινόμησης. Ανάλογες αξιολογήσεις παρέχονται από επενδυτικούς οίκους και για αμοιβαία κεφάλαια.

4. Αξιολόγηση ομολογιών: αξιολόγηση των ομολογιακών εκδόσεων επιχειρήσεων και κρατών με σκοπό την ένταξή τους σε προκαθορισμένες κατηγορίες, ανάλογα με τον πιστωτικό κίνδυνο του εκδότη (bond rating). Το πρόβλημα αυτό είναι ιδιαίτερα διαδεδομένο στο εξωτερικό και πολυεθνικοί χρηματοπιστωτικοί οργανισμοί παρέχουν τέτοιου είδους αξιολογήσεις .

5. Αξιολόγηση της δανειοληπτικής ικανότητας κρατών: αξιολόγηση των οικονομικών επιδόσεων, αλλά και της γενικότερης κοινωνικοπολιτικής κατάστασης των κρατών (country risk assessment), με σκοπό την ταξινόμησή τους σε κατηγορίες ανάλογα με την πιθανότητα αθέτησης των υποχρεώσεών τους που δημιουργούνται μέσω της χρηματοδότησής τους από διεθνείς οργανισμούς. Όπως και στο πρόβλημα της αξιολόγησης ομολογιακών εκδόσεων, διεθνείς χρηματοπιστωτικοί οργανισμοί όπως οι Moody's και οι Standard & Poor's παρέχουν τέτοιες αξιολογήσεις της δανειοληπτικής ικανότητας των κρατών.

4.1 Η πρόβλεψη της πτώχευσης των επιχειρήσεων

4.1.1 Ο χώρος του προβλήματος

Στο χώρο της χρηματοοικονομικής διοίκησης επιχειρήσεων (corporate finance), κάθε φυσικό πρόσωπο, επιχείρηση ή οργανισμός ο οποίος συνάπτει οποιαδήποτε σχέση (ως επενδυτής, χρηματοδότης, ή μέτοχος) με μια επιχειρηματική μονάδα, ενδιαφέρεται για την ανάλυση των επιδόσεων και της βιωσιμότητας της μονάδας αυτής, με σκοπό τον εντοπισμό και έγκαιρη διάγνωση των προβλημάτων που πιθανόν να αντιμετωπίζει. Οι χρηματοοικονομικοί ερευνητές έχουν προσεγγίσει το θέμα αυτό από διάφορες πλευρές, εξετάζοντας τις επιμέρους μορφές της χρηματοοικονομικής αποτυχίας (financial distress) μιας επιχείρησης, όπως η αθέτηση υποχρεώσεων προς τους πιστωτές (default), η έλλειψη ρευστότητας και ο υψηλός δανεισμός (insolvency), και βέβαια η νομική πτώχευση (legal bankruptcy). Ουσιαστικά ο όρος «πτώχευση» αναφέρεται στην οριστική παύση της λειτουργίας μιας επιχείρησης ύστερα από δικαστική απόφαση λόγω της χρηματοοικονομικής της αποτυχίας. Αντίθετα, οι υπόλοιπες μορφές χρηματοοικονομικής αποτυχίας δεν συνεπάγονται πάντα την οριστική παύση της λειτουργίας μιας επιχείρησης. Όπως μάλιστα τονίζεται από τους Theodossiou et al.(1996), πολλές χρηματοοικονομικά αποτυχημένες επιχειρήσεις δεν καταθέτουν τελικά αίτηση πτώχευσης λόγω της εξαγοράς τους από άλλες επιχειρήσεις ή της συγχώνευσής τους με υγιείς επιχειρήσεις. Αντίθετα, βιώσιμες επιχειρήσεις συχνά καταθέτουν αίτηση πτώχευσης προκειμένου να αποφύγουν την καταβολή υψηλών φόρων , ή για την αποφυγή πολυέξοδων δικαστικών διαδικασιών .

Οι επιπτώσεις του φαινομένου της πτώχευσης περιορίζονται μόνο στα φυσικά πρόσωπα, επιχειρήσεις και οργανισμούς που συνδέονται με την υπό πτώχευση επιχείρηση. Αντίθετα, πολλές φορές υπάρχει επίδραση και στο γενικότερο οικονομικό και κοινωνικό περιβάλλον μιας χώρας . Έτσι στο ιδιαίτερα ευπαθές οικονομικό περιβάλλον των αναπτυσσόμενων χωρών , η αναταραχή που μπορεί να προκαλέσει η πτώχευση μιας μεγάλης επιχείρησης είναι πιθανόν να οδηγήσει ακόμη και σε οικονομική κρίση, η οποία με τη σειρά της μπορεί να επεκταθεί ακόμα και σε παγκόσμιο επίπεδο, έχοντας παράλληλα και κοινωνικές επιπτώσεις.

4.1.2 Δεδομένα και μεθοδολογία ανάλυσης

Τα δεδομένα προέρχονται από τον Δημητρά(1995) και αφορούν δύο δείγματα ελληνικών βιομηχανικών επιχειρήσεων. Το πρώτο δείγμα περιλαμβάνει 80 επιχειρήσεις τα στοιχεία των οποίων χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη του υποδείγματος πρόβλεψης της πτώχευσης, ενώ το

δεύτερο δείγμα αποτελείται από 38 επιχειρήσεις τα στοιχεία των οποίων χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της αποτελεσματικότητας του αναπτυσσόμενου υποδείγματος. Εφεξής, το πρώτο δείγμα θα αναφέρεται ως βασικό δείγμα και το δεύτερο δείγμα ως δείγμα ελέγχου.

Το βασικό δείγμα περιλαμβάνει : 40 επιχειρήσεις οι οποίες πτώχευσαν κατά την περίοδο 1986-1990. Στο εξής το πρώτο έτος πριν την πτώχευση θα αναφέρεται ως έτος -1, και αντίστοιχα τα προηγούμενα έτη θα αναφέρονται ως έτη -2, -3, -4 και -5. Σε κάθε μια από τις πτωχευμένες επιχειρήσεις, αντιστοιχίζεται μια υγιής επιχείρηση, η επιλογή της οποίας πραγματοποιείται έτσι ώστε να υπάρχει αναλογία μεγέθους (σύνολο ενεργητικού και πλήθος προσωπικού) με την αντίστοιχη πτωχευμένη επιχείρηση.

Το δείγμα ελέγχου περιλαμβάνει : 19 επιχειρήσεις οι οποίες πτώχευσαν την περίοδο 1991-1993. Όπως και στην περίπτωση του βασικού δείγματος, σε κάθε πτωχευμένη επιχείρηση του δείγματος ελέγχου αντιστοιχίζεται μια υγιής επιχείρηση. Με βάση τα διαθέσιμα χρηματοοικονομικά στοιχεία των επιχειρήσεων των δύο δειγμάτων υπολογίστηκαν οι 12 χρηματοοικονομικοί δείκτες που παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.1. Οι πρώτοι τέσσερις χρηματοοικονομικοί δείκτες αφορούν την αποδοτικότητα των επιχειρήσεων. Οι δείκτες g_5 έως g_8 σχετίζονται με τη φερεγγυότητα των επιχειρήσεων (ρευστότητα και δανειακή επιβάρυνση), ενώ οι δείκτες g_9 έως g_{12} σχετίζονται με τη επίδοση της διαχείρισής τους.

Πίνακας 4.1 : Χρηματοοικονομικοί δείκτες για την πρόβλεψη της πτώχευσης των επιχειρήσεων
g_1 Καθαρά κέρδη /Μικτά κέρδη
g_2 Μικτά κέρδη / Σύνολο ενεργητικού
g_3 Καθαρά κέρδη / Σύνολο ενεργητικού
g_4 Καθαρά κέρδη /Ιδια κεφάλαια
g_5 Κυκλοφορούν ενεργητικό / Βραχυπρόθεσμες υποχρεώσεις
g_6 (Κυκλοφορούν ενεργητικό - Αποθέματα) / Βραχυπρόθεσμες υποχρεώσεις
g_7 Σύνολο υποχρεώσεων / Σύνολο ενεργητικού
g_8 Ιδια κεφάλαια / (Ιδια κεφάλαια + Μακροπρόθεσμες υποχρεώσεις)
g_9 Ιδιακεφάλαια/Πάγιοενεργητικό
g_{10} Αποθέματα / Κεφάλαιο κίνησης
g_{11} Βραχυπρόθεσμες υποχρεώσεις / Σύνολο ενεργητικού
g_{12} Κεφάλαιο κίνησης / Ιδια κεφάλαια

Στον Πίνακα 4.2 παρουσιάζονται οι μέσες τιμές των παραπάνω χρηματοοικονομικών δεικτών για τις επιχειρήσεις του βασικού δείγματος και του δείγματος ελέγχου. Ο Πίνακας 4.3_παρουσιάζει τους συντελεστές ασυμμετρίας και κύρτωσης στα δύο δείγματα, ενώ τέλος στον Πίνακα 4.4 συνοψίζονται οι

μέσες τιμές των συντελεστών συσχέτισης των χρηματοοικονομικών δεικτών, για όλα τα έτη των δύο δειγμάτων.

Πίνακας 4.2: Μέσες τιμές των χρηματοοικονομικών δεικτών για τις δύο κατηγορίες επιχειρήσεων στο βασικό δείγμα και στο δείγμα ελέγχου.

		Βασικό δείγμα					Δείγμα ελέγχου		
		Έτος -1	Έτος -2	Έτος -3	Έτος -4	Έτος -5	Έτος -1	Έτος -2	Έτος -3
g1	C1	0,3261	0,3189	0,2003	0,2080	-0,0359	-0,0829	4,8108	1,7606
	C2	-1,7478	0,6656	-4,8207	-4,0253	-1,0770	-0,1003	1,4899	0,0631
	X ²	28,83	20,19	22,14	22,96	17,20	1,69	0,03	1,61
g2	C1	0,3088	0,3015	0,2982	0,2810	0,3116	0,2316	0,2350	0,2939
	C2	0,1630	0,1935	0,1689	0,1961	0,2085	0,1588	0,2045	0,2151
	X ²	24,75	15,11	13,90	6,43	6,07	1,26'	0,00	0,85
g3	C1	0,1067	0,1024	0,0752	0,0866	0,0870	0,0118	0,0075	0,0523
	C2	-0,1399	-0,0824	-0,0826	-0,0432	-0,0299	-0,0979	-0,0042	0,0147
	X ²	52,36	42,81	29,82	27,05	24,27	4,48	0,51'	1,33
g4	C1	0,3513	0,3755	0,2764	0,3824	0,3782	-0,0222	0,0480	0,1281
	C2	-0,6036	-0,7833	-0,2870	-0,1410	-0,2666	-0,1877	0,0117	0,0677
	X ²	47,76	30,10	22,78	20,72	18,01	3,89	0,20	0,55
g5	C1	1,7519	1,7479	1,6533	1,6220	1,5500	1,3687	1,4893	1,4752
	C2	0,9025	0,9713	0,9454	1,0297	1,0463	1,2520	1,1776	1,2154
	X ²	28,73	24,18	20,98	14,19	10,83	1,84	1,84	0,43
g6	C1	1,0289	0,9452	0,9406	0,8837	0,8628	0,7756	0,8588	0,8522
	C2	0,5758	0,6095	0,5680	0,6049	0,5708	0,7158	0,5759	0,6943
	X ²	17,76	11,08	17,04	9,01	13,51	2,92'	3,88	0,11
g7	C1	0,5840	0,5937	0,6004	0,6041	0,6064	0,6457	0,6120	0,5940
	C2	1,0196	0,9374	0,8215	0,8076	0,5983	0,7858	0,7112	0,7130
	X ²	37,22	34,34	19,42	14,12	4,77	9,31	9,13	7,45
g8	X1	0,8465	0,8385	0,8450	0,8498	0,8449	0,8840	0,8739	0,7280
	C2	0,5022	0,6060	0,5896	0,6703	0,6977	0,7738	0,8164	0,7582
	X ²	13,07	7,54	10,51	7,51	4,16	2,01'	0,79'	1,26'
g9	C1	2,6271	2,5764	2,6271	2,9144	2,4136	1,1816	1,2232	1,6694
	C2	0,3330	1,2411	1,5401	0,7641	0,7932	10,8897	25,6966	25,0198
	X ²	32,01	22,87	13,58	15,79	15,04	2,53'	0,23	0,47
	C1	0,4212	-0,7835	-0,1041	1,1154	-0,8860	17,6488	1,1372	2,4340

g10	C2	8,2608	0,7860	-6,1003	1,5139	-0,9262	0,2853	-1,6298	0,8800
	X ²	3,63	1,31'	0,96	1,38"	1,04"	0,47	0,69'	0,02'

		Βασικό δείγμα			Δείγμα ελέγχου					
		Έτος -1	Έτος -2	Έτος -3	Έτος -4	Έτος -5	Έτος-1	Έτος -2	Έτος -3	
g11	C1	0,4965	0,4949	0,5035	0,5100	0,5182	0,5867	0,5064	0,4899	
	C2	0,8521	0,7774	0,6806	0,6696	0,4644	0,6948	0,6351	0,6030	
	χ ²	17,12	14,81	6,36	5,97	0,32	4,86	5,52	2,44"	
g12	C1	0,4338	0,3821	0,3666	0,3675	0,2562	0,2173	0,3069	0,3161	
	C2	0,2592	-2,2285	0,1755	29,3434	28,1058	0,4270	0,1927	0,4802	
	χ ²	0,32'	1,54	0,18"	0,26	1,42'	0,00'	0,18'	1,14"	

C₁: Μη πτωχευμένες επιχειρήσεις, C₂: Πτωχευμένες επιχειρήσεις

* Στατιστικά μη σημαντική διαφορά μεταξύ των μη πτωχευμένων και των πτωχευμένων επιχειρήσεων, σύμφωνα με το μη παραμετρικό στατιστικό έλεγχο των Kruskal Walls , σε επίπεδο 5%

Πίνακας 4.3: Συντελεστές ασυμμετρίας και κύρτωσης των χρηματοοικονομικών δεικτών

	Υγιείς επιχειρήσεις											
	Βασικό δείγμα					Δείγμα ελέγχου						
	Ασυμμετρία				Κύρτωση			Ασυμμετρία		Κύρτωση		
	Έτος -1	Έτος -2	Έτος -3	Έτος -4	Έτος -1	Έτος -2	Έτος -3	Έτος -1	Έτος -2	Έτος -1	Έτος -2	
g1	-0,737	-0,325	-1,437	-3,340	1,928	0,142	3,768	-1,138	4,353	5,194	18,962	
		-5,981			15,438	36,962		4,271			18,494	
	3,811	3,047	3,282	3,289	17,558	14,255	15,090	0,461	0,580	-0,549	-0,985	
g2		5,048			15,485	29,250		0,473			0,788	
	0,854	0,603	1,075	2,205	0,614	-0,056	0,828	-0,152	-1,779	1,307	6,223	
g3		2,737			8,195	12,039		0,337			2,264	
	3,761	3,201	2,816	3,709	18,011	11,461	8,045	-1,693	-0,365	4,183	1,786	
g4		3,891			16,093	17,612		0,297			0,957	
	1,570	0,986	1,219	1,309	2,214	0,036	0,559	0,808	1,336	1,315	1,744	
g5		1,890			1,142	5,358		2,203			5,923	
g6	1,438	1,554	1,430	1,222	1,032	2,487	1,712	1,871	2,502	4,413	8,202	
		1,533			1,555	4,515		2,166			6,110	
g7	0,350	0,212	0,244	0,278	-0,865	-0,788	-0,835	-3,075	-2,965	12,009	11,393	
		0,232			0,867	-0,919		,654			4,800	
g8	-1,292	-1,424	-1,515	-1,458	1,154	1,847	1,620	-1,789	-0,620	4,230	-0,895	
		-1,055			1,250	-0,003		4,167			17,819	
g9	3,822	2,879	2,597	2,899	16,487	8,732	6,216	-1,650	-1,066	7,418	5,882	
		2,764			7,923	8,570		3,526			14,244	
g10	-2,694	-5,073	-2,329	0,718	9,087	30,907	9,339	4,008	2,840	16,558	11,665	
		-4,742			8,754	28,559		1,059			6,420	
g11	-0,126	-0,108	-0,128	-	-1,456	-1,365	-1,276	-2,799	-1,001	10,713	2,534	
		0,121	-0,008		1,270	-1,237		0,349			-1,006	
g12	-1,703	-1,591	-2,003	-	3,176	3,146	6,813	-2,008	-0,267	5,664	-1,557	
		1,473	-2,520		13,004	10,818		0,222			-0,766	

Πίνακας 4.3 : Συνέχεια

		Πρωτεύουσες επιχειρήσεις										
		-4,123	3,142	-3,836	-	21,360	12,280	15,598	0,187	4,351	6,643	18,952
g1		4,520	-4,664			20,686	24,327		1,140		3,577	
		1,890	1,771	1,544	2,243	4,002	3,851	2,474	0,214	0,744	-0,043	1,165 -
g2		1,938				8,230	5,298		0,005		1,487	
		-3,274	-3,456	-3,474	-	13,492	13,028	13,758	-3,525	-2,230	-	13,628 6,612 -
g3		2,163	-0,210			8,277	1,034		0,081		0,245	
		0,556	0,801	0,207	0,413	0,510	1,655	0,363	3,463	2,406	13,600	8,500 -
g5		0,248				0,359	-0,535		0,015		0,665	
g6		0,794	0,395	0,684	1,333	0,409	0,849	1,009	3,628	0,238	-	14,416 -0,406
		0,296				4,374	0,214		0,279		1,480	
		-3,073	-5,087	-0,095	-	12,064	29,517	8,398	-0,907	-1,044	1,435	1,887 -
g7		1,382	2,277			4,735	4,415		0,008		1,141	
		-4,919	-0,318	-1,950	-	25,558	-1,348	6,608	-1,395	-1,997	-	1,121 4,069
g8		1,745	-0,947			4,732	0,821		1,343		1,137	
g9		-3,502	4,936	4,962	-	12,920	30,802	30,505	4,357	4,359	18,985	18,998
		1,503	0,915			8,287	1,415		4,359		18,998	
g10o		4,194	1,081	-5,999		16,783	4,885	37,020	-0,658	-4,090	-	-0,333 17,357
		4,783	-4,709			28,069	28,929		2,122		7,202	
g11		-2,475	-3,800	-1,017	-	9,212	20,223	8,266	-0,074	1,421	-	1,547 2,691 -
		0,862	1,919			2,718	3,656		0,171		0,804	
g12		-0,692	-2,951	0,901		19,366	11,879	8,415	1,604	-0,207	3,726	1,078
		6,316	6,323			39,925	39,988		0,232		0,069	

Πίνακας 6.4: Μέσες συσχετίσεις των χρηματοοικονομικών δεικτών

Υγιείς επιχειρήσεις	Βασικό δείγμα												Δείγμα ελέγχου											
	Υγιείς επιχειρήσεις												Δείγμα ελέγχου											
	g1	g2	g3	g4	g5	g6	g7	g8	g9	g10	g11	g12	g1	g2	g3	g4	g5	g6	g7	g8	g9	g10	g11	g12
g1	1,00	0,23	0,61	0,31	0,16	0,15	0,20	0,22	0,03	0,02	0,02	0,02	1,00	-0,16	-0,24	-0,24	0,01	-0,03	-0,03	-0,03	-0,01	0,00	0,01	0,03
g2		1,00	0,73	0,73	-0,03	0,09	-0,10	0,12	0,24	0,00	-0,17	0,20		1,00	0,87	0,72	0,08	0,18	0,08	0,16	0,40	0,01	-0,02	0,30
g3			1,00	0,64	0,13	0,18	0,14	0,14	0,12	0,07	0,04	0,14			1,00	0,95	0,41	0,37	0,50	0,33	0,59	0,02	0,43	0,46
g4				1,00	-0,19	-0,08	-0,06	0,00	0,09	-0,05	-0,33	-0,14				1,00	0,36	0,32	0,47	0,40	0,85	0,07	0,30	0,58
g5					1,00	0,71	0,63	-0,02	0,14	0,09	0,61	0,43				1,00	0,88	0,67	-0,09	0,23	-0,07	0,69	0,53	
g6						1,00	0,40	0,00	0,04	0,03	0,89	0,31				1,00	0,37	-0,13	0,24	-0,02	0,48	0,37		
g7							1,00	0,17	-0,02	0,19	0,82	0,38				1,00	0,24	0,50	-0,07	0,81	0,10			
g8								1,00	0,12	0,09	-0,17	0,01				1,00	0,28	0,01	-0,07	0,13				
g9									1,00	0,18	0,06	0,50				1,00	0,02	0,32	0,51					
g10										1,00	0,11	0,70				1,00	-0,12	-0,08						
g11											1,00	0,40				1,00	0,12							
g12												1,00				1,00								

Συνεχίζεται

Πίνακας 6.4: Μέσες συσχετίσεις των χρηματοοικονομικών δεικτών (συνέχεια)

	Βασικό δείγμα												Δείγμα ελέγχου											
g ₁	1,00	0,11	0,18	-0,03	0,18	0,20	0,39	0,26	0,30	0,01	0,32	-0,10	1,00	-0,18	0,18	0,17	-0,22	-0,11	0,20	0,08	0,00	0,11	0,04	-0,15
g ₂		1,00	0,16	0,29	0,34	0,28	0,11	0,32	0,25	0,08	-0,05	-0,09		1,00	0,39	0,40	-0,01	0,16	-0,09	-0,03	-0,26	-0,05	-0,12	-0,08
g ₃			1,00	0,25	0,41	0,41	0,47	0,27	0,39	0,34	0,41	-0,09			1,00	0,67	0,04	0,26	0,07	0,00	0,05	0,11	0,02	0,05
g ₄				1,00	0,27	0,21	0,09	0,17	0,21	0,10	0,01	0,21				1,00	-0,01	0,22	-0,12	-0,06	0,09	0,26	-0,13	0,04
g ₅					1,00	0,69	0,38	0,09	0,45	0,10	0,30	0,01				1,00	0,46	0,08	-0,56	0,14	0,21	0,63	0,60	
g ₆						1,00	0,28	0,05	0,43	0,09	0,29	0,08				1,00	-0,03	-0,50	-0,28	-0,02	0,37	0,25		
g ₇							1,00	0,18	0,39	0,05	0,04	0,01					1,00	0,30	-0,11	0,17	0,62	0,38		
g ₈								1,00	0,08	-0,01	-0,01	-0,19					1,00	0,24	0,00	-0,41	-0,51			
g ₉									1,00	0,06	0,44	0,13						1,00	0,21	-0,22	0,20			
g ₁₀										1,00	0,15	-0,01							1,00	0,16	0,34			
g ₁₁											1,00	0,16								1,00	0,42			
g ₁₂												1,00									1,00			

4.1.3 Τα αναπτυσσόμενα υποδείγματα

4.1.3.1 Το υπόδειγμα της μεθόδου UTADIS

Η εφαρμογή της μεθόδου βασίστηκε στον καθορισμό του πλήθους των υποδιαστημάτων των χρηματοοικονομικών δεικτών, χρησιμοποιώντας ως σύνολο αναφοράς τα στοιχεία των επιχειρήσεων του βασικού δείγματος κατά το πρώτο έτος πριν την πτώχευση (έτος -1). Το αποτέλεσμα της μεθόδου συνίσταται στην ανάπτυξη του ακόλουθου υποδείγματος εκτίμησης της πρόβλεψης της πτώχευσης των επιχειρήσεων:

$$u(g) = 0,051u_1(g_1) + 0,0470u_2(g_2) + 0,0489u_3(g_3) + 0,0554u_4(g_4) + 0,0488u_5(g_5) + 0,0446u_6(g_6) + 0,4017u_7(g_7) + 0,1257 u_8(g_8) + 0,0666u_9(g_9) + 0,0004u_{10}(g_{10}) + 0,0663u_{11}(g_{11}) + 0,0435u_{12}(g_{12})$$

(4.1)

Οι συντελεστές των συναρτήσεων μερικών χρησιμοτήτων καταδεικνύουν ως πλέον σημαντικούς παράγοντες τους χρηματοοικονομικούς δείκτες της δανειακής επιβάρυνσης (σύνολο υποχρεώσεων/σύνολο ενεργητικού, g₇) και της μακροπρόθεσμης ικανότητας δανεισμού [ίδια κεφάλαια/(ίδια κεφάλαια + μακροπρόθεσμες υποχρεώσεις), g₈]. Στο Σχήμα 4.1 παρουσιάζεται η μορφή των συναρτήσεων μερικών χρησιμοτήτων των 12 χρηματοοικονομικών δεικτών, ενώ η αναλυτική τους μορφή μπορεί να εκφραστεί ως $u_i(g_i) = a + bg_i$, όπου οι συντελεστές a και b

παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.5. Η διάκριση μεταξύ των πτωχευμένων και των υγιών επιχειρήσεων, πραγματοποιείται χρησιμοποιώντας τον ακόλουθο κανόνα:

- Εάν $v(gj) \geq 0,9450$, τότε η επιχείρηση xj είναι υγιής.
- Εάν $v(gj) < 0,9450$, τότε η επιχείρηση Xj είναι πτωχευμένη.

Πίνακας 4.5: Αναλυτική μορφή των συναρτήσεων μερικών χρησιμοτήτων των χρηματοοικονομικών δεικτών ($U_i(g_i) = a + b g_i$)

		<i>a</i>	<i>b</i>
g1	<-33,8539	0,0000	0,0000
	[-33,8539, -0,5320)	0,0255	0,8637
	[-0,5320, -0,0010)	0,0000	0,8502
	[-0,0010, 0,0714)	0,8365	0,8510
	[0,0714, 0,7724)	0,1274	-0,9016
	>0,7724	0,0000	1,0000
g2	<-0,1400	0,0000	0,0000
	[-0,1400, 0,0845)	4,2282	0,5918
	[0,0845, 0,1541)	0,0000	0,9489
	[0,1541, 0,1828)	1,6948	0,6878
	[0,1828, 0,2364)	0,0429	0,1019
	>0,2364	0,0000	1,0000
g3	<-1,3231	0,0000	0,0000
	[-1,3231, -0,0464)	0,6945	0,9188
	[-0,0464, -0,0003)	0,0000	0,8866
	[-0,0003, 0,0278)	0,2212	0,8866
	[-0,0278, 0,3351)	0,3490	0,8831
	>0,3351	0,0000	1,0000
g4	<-1,8804	0,0000	0,0000
	[-1,8804, -0,2085)	0,0672	0,7989
	[-0,2085, -0,0050)	0,0000	0,7849
	[-0,0050, 0,1226)	1,6157	0,7930
	[0,1226, 1,1944)	0,0083	0,9901
	>1,1944	0,0000	1,0000
g5	<0,2538	0,0000	0,0000
	[0,2538, 0,7599)	1,7496	-0,4440
	[0,7599, 0,9272)	0,6466	0,3942
	[0,9272, 1,1927)	0,0000	0,9937
	[1,1927, 1,3349)	0,0045	0,9884
	[1,3349, 1,7122)	0,0000	0,9943
	[1,7122, 4,6315)	0,0019	0,9910
	>4,6315	0,0000	1,0000
g6	<0,1436	0,0000	0,0000
	[0,1436, 0,2738)	5,7601	-0,8273
	[0,2738, 1,2708)	0,0000	0,7500
	[1,2708, 2,4885)	0,2053	0,4890
	>2,4885	0,0000	1,0000

	a	b
>3,0072	0,0000	0,0000
(0,9179, 3,0072]	0,4735	1,4238
(0,8461,0,9179)	0,0008	0,9900
(0,8071,0,8461)	0,0103	0,9980
^{g7} (0,7662, 0,8071]	0,0057	0,9943
(0,6867, 0,7662]	0,0000	0,9899
(0,5281, 0,6867]	0,0636	1,0336
<0,5281	0,0000	1,0000
<-23,1046	0,0000	0,0000
[-23,1046, 0,3097)	0,0398	0,9206
^{g8} [0,3097, 0,7820)	0,1420	0,8889
>0,7820	0,0000	1,0000
<-13,0667	0,0000	0,0000
[-13,0667, 0,3067)	0,0729	0,9521
^{g9} [0,3067,0,5231)	0,1179	0,9383
>0,5231	0,0000	1,0000
<1,6967	0,0000	0,0000
[0,6967, 2,9266)	0,1519	-0,2578
^{g10} [2,9266, 160,2169)	0,0052	0,1717
>160,2169	0,0000	1,0000
>2,9452	0,0000	0,0000
(0,9257, 2,9452]	0,3243	0,9551
(0,8071,0,9257]	0,4893	1,1085
^{g11} (0,5223, 0,8071]	0,0000	0,7136
(0,3606, 0,5223]	0,1683	0,8015
(0,2215, 0,3606]	1,8632	1,4127
<0,2215	0,0000	1,0000
<-115,4209	0,0000	0,0000
^{g12} [-115,421, -0,6032)	0,0087	1,0053
>-0,6032	0,0000	1,0000

4.1.3.2 Το υπόδειγμα της μεθόδου ELECTRE TRI

Οι βασικές παράμετροι του υποδείγματος πρόβλεψης της πτώχευσης των επιχειρήσεων που αναπτύσσεται παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.6. Θα πρέπει να τονιστεί ότι οι δείκτες για τους οποίους η παράμετρος q_1 που αντιστοιχεί στο κατώφλι αδιαφορίας είναι μικρότερη της παραμέτρου p_1 που

αντιστοιχεί στο κατώφλι προτίμησης, είναι θετικά συσχετισμένοι με την πτώχευση των επιχειρήσεων (υψηλότερες τιμές υποδεικνύουν μη βιώσιμες επιχειρήσεις).

Πίνακας 4.6: Οι παράμετροι του υποδείγματος πρόβλεψης της πτώχευσης των επιχειρήσεων που αναπτύσσεται μέσω της μεθόδου ELECTRE TRI

	Βάρος w_i	p^*1	q^*1
g1	2,66%	0,0344	0,0445
g2	0,27%	0,1781	0,1801
g3	28,10%	0,0018	0,0109
g4	2,81%	0,0058	0,0259
g5	0,40%	1,0557	1,0707
g6	0,19%	0,6091	0,6303
g7	2,58%	0,8300	0,8189
g8	31,40%	0,3610	0,4053
g9	0,19%	0,7454	0,8584
g10	0,40%	0,0724	0,3286
g11	30,60%	0,6065	0,5931
g12	0,40%	0,2971	0,3399

Συγκρίνοντας τα βάρη των 12 χρηματοοικονομικών δεικτών στο υπόδειγμα πρόβλεψης της πτώχευσης των επιχειρήσεων που αναπτύσσεται μέσω της μεθόδου ELECTRE TRI, σε σχέση με τα βάρη των δεικτών στο αντίστοιχο υπόδειγμα που παρουσιάστηκε για τη μέθοδο UTADIS, εντοπίζονται τρεις σημαντικές διαφοροποιήσεις. Οι διαφοροποιήσεις αυτές αφορούν τους χρηματοοικονομικούς δείκτες g_3 (καθαρά κέρδη/σύνολο ενεργητικού), g_7 (σύνολο υποχρεώσεων / σύνολο ενεργητικού) και g_{11} (βραχυπρόθεσμες υποχρεώσεις / σύνολο ενεργητικού). Τα βάρη των τριών αυτών δεικτών στην προσθετική συνάρτηση χρησιμότητας που αναπτύχθηκε μέσω της μεθόδου UTADIS για την πρόβλεψη της πτώχευσης των επιχειρήσεων είναι αντίστοιχα 4,89%, 40,17% και 6,63% [βλ. σχέση (4.1)], τα οποία διαφέρουν σημαντικά σε σχέση με τα βάρη των τριών αυτών δεικτών στο υπόδειγμα που αναπτύσσεται μέσω της μεθόδου ELECTRE TRI (28,10%, 2,58% και 30,60%, αντίστοιχα).

4.1.4 Σύγκριση των υποδειγμάτων

Τα αναλυτικά αποτελέσματα που προκύπτουν από την εφαρμογή των υποδειγμάτων πρόβλεψης της πτώχευσης των επιχειρήσεων που αναπτύχθηκαν μέσω των παραπάνω τεχνικών ταξινόμησης στα πέντε έτη του βασικού δείγματος, καθώς και στα τρία έτη του δείγματος ελέγχου παρουσιάζονται

στους Πίνακες 4.10 και 4.11 αντίστοιχα. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων βασίζεται σε δύο είδη σφαλμάτων, το σφάλμα τύπου I και το σφάλμα τύπου II. Ως σφάλμα τύπου I αναφέρεται το ποσοστό των πτωχευμένων επιχειρήσεων οι οποίες βάσει του αναπτυχθέντος υποδείγματος ταξινομούνται ως υγιείς. Αντίστοιχα, το σφάλμα τύπου II αναφέρεται στο ποσοστό των υγιών επιχειρήσεων, οι οποίες ταξινομούνται ως πτωχευμένες. Η ανάπτυξη των δύο υποδειγμάτων βασίστηκε αποκλειστικά στην ανάλυση των διαθέσιμων στοιχείων των επιχειρήσεων, χωρίς να είναι διαθέσιμη η συμβολή κάποιου ειδικού. Μεταξύ των υποδειγμάτων κατά την ανάπτυξη των οποίων δεν αξιοποιήθηκε η άποψη κάποιου ειδικού, το υπόδειγμα της μεθόδου UTADIS παρουσιάζει την υψηλότερη αποτελεσματικότητα. Στα έτη -2, -3 και -4 παρουσιάζει το μικρότερο ποσοστό εσφαλμένων ταξινομήσεων έναντι των υποδειγμάτων της μεθόδου ELECTRE TRI.

Πίνακας 4.10: Αποτελέσματα των υποδειγμάτων πρόβλεψης της πτώχευσης επιχειρήσεων στο βασικό δείγμα (ποσοστά εσφαλμένων ταξινομήσεων)

		Σφάλμα τύπου I	Σφάλμα τύπου II	Συνολικό σφάλμα
UTADIS	Έτος-1	2,50%	0,00%	1,25%
	Έτος -2	15,00	7,50%	11,25%
	Έτος -3	30,00	10,00%	20,00%
	Έτος -4	30,00	15,00%	22,50%
	Έτος -5	32,50	22,50%	27,50%
ELECTRE TRI	Έτος -1	5,00%	2,50%	3,75%
	Έτος -2	27,50	10,00%	18,75%
	Έτος -3	37,50	10,00%	23,75%
	Έτος -4	47,50	10,00%	28,75%
	Έτος -5	50,00	15,00%	32,50%

Πίνακας 4.11: Αποτελέσματα των υποδειγμάτων πρόβλεψης της πτώχευσης επιχειρήσεων στο δείγμα ελέγχου (ποσοστά εσφαλμένων ταξινομήσεων)

		Σφάλμα τύπου I	Σφάλμα τύπου II	Συνολικό σφάλμα
UTADIS	Έτος-1	10,53%	36,84%	23,68%
	Έτος -2	26,32%	31,58%	28,95%
	Έτος -3	47,37%	31,58%	39,47%
ELECTRE TRI	Έτος -1	31,58%	21,05%	26,32%
	Έτος -2	52,63%	10,53%	31,58%
	Έτος -3	63,16%	15,79%	39,47%

Η αποτελεσματικότητα όλων των υποδειγμάτων πρόβλεψης της πτώχευσης των επιχειρήσεων στο δείγμα ελέγχου εμφανίζεται σημαντικά μειωμένη σε σύγκριση με την περίπτωση του βασικού δείγματος. Η συγκριτική αξιολόγηση όλων των υποδειγμάτων στο δείγμα ελέγχου υποδεικνύει ως το υπόδειγμα πρόβλεψης της πτώχευσης το οποίο αναπτύχθηκε μέσω της μεθόδου UTADIS, ως το πλέον αποτελεσματικό. Και στα τρία έτη του δείγματος ελέγχου το υπόδειγμα αυτό παρουσιάζει σημαντικά μικρότερο συνολικό σφάλμα έναντι όλων των υπολοίπων υποδειγμάτων. Μόνο στο έτος -3 το συνολικό σφάλμα της μεθόδου UTADIS είναι ισοδύναμο με το σφάλμα της μεθόδου ELECTRE TRI. Ένα ακόμα βασικό στοιχείο το οποίο τονίζει την υπεροχή του υποδείγματος πρόβλεψης της πτώχευσης των επιχειρήσεων της μεθόδου UTADIS είναι το περιορισμένο σφάλμα τύπου I που παρουσιάζει, σε σύγκριση με του υποδείγματος ELECTRE TRI. Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι το σφάλμα τύπου I, δηλαδή το ποσοστό των πτωχευμένων επιχειρήσεων οι οποίες ταξινομούνται ως μη πτωχευμένες εκτός εκείνου της μεθόδου UTADIS, υπερβαίνει το 50% (και σε πολλές περιπτώσεις και το 60%) στα έτη -2 και -3. Γενικά, είναι εμφανές ότι και στα δυο υποδείγματα το σφάλμα τύπου I είναι αυξημένο σε σχέση με το σφάλμα τύπου II. Οι διαφορές αυτές μεταξύ των δύο τύπων σφαλμάτων μπορούν να δικαιολογηθούν από τη φύση του προβλήματος της πτώχευσης των επιχειρήσεων. Γενικά, μια υγιής επιχείρηση παρουσιάζει σταθερά ικανοποιητικές χρηματοοικονομικές επιδόσεις. Αντίθετα, τα προβλήματα που αντιμετωπίζει μια επιχείρηση επιδρούν με χρονική καθυστέρηση στα χρηματοοικονομικά στοιχεία της. Έτσι, όσο περισσότερο απέχει η εξεταζόμενη χρονική περίοδος από την στιγμή της πτώχευσης τόσο μικρότερες είναι οι διαφορές που εντοπίζονται μεταξύ των χρηματοοικονομικών χαρακτηριστικών μιας προβληματικής επιχείρησης έναντι των αντίστοιχων χαρακτηριστικών μιας υγιούς επιχείρησης (Dimitras et al. 1999). Το στοιχείο αυτό καθιστά, γενικά, πιο δύσκολο τον εντοπισμό των επιχειρήσεων που πιθανώς να πτωχεύσουν έναντι του εντοπισμού των υγιών επιχειρήσεων.

4.2 Η εκτίμηση του πιστωτικού κινδύνου των επιχειρήσεων

4.2.1 Ο χώρος του προβλήματος

Ως πιστωτικός κίνδυνος μιας επιχείρησης αναφέρεται ο κίνδυνος που προκύπτει από την ανεπαρκή ανταπόκριση της επιχείρησης προς την εκπλήρωση των υποχρεώσεων της προς τους πιστωτές της. Η ανεπαρκής αυτή ανταπόκριση της επιχείρησης αναφέρεται στην καθυστερημένη αποπληρωμή των υποχρεώσεων της, ή στην αποφυγή της αποπληρωμής τους. Όπως τονίζουν οι Srinivasan και Kim (1987), το πρόβλημα της εκτίμησης του πιστωτικού κινδύνου και η λήψη αποφάσεων σχετικών με τη χρηματοδότηση επιχειρήσεων, παρουσιάζει αυξημένη πολυπλοκότητα. Η συμβολή των τεχνικών

ταξινόμησης εντοπίζεται στην εκτίμηση των πιθανοτήτων αποπληρωμής ή όχι της χορηγούμενης χρηματοδότησης. Όπως είναι κατανοητό, η εκτίμηση των πιθανοτήτων αυτών συνδέεται και με το πρόβλημα της πτώχευσης των επιχειρήσεων, υπό την έννοια ότι μια επιχείρηση η οποία έχει αυξημένα προβλήματα βιωσιμότητας, με βεβαιότητα, δεν θα είναι σε θέση να αποπληρώσει το χορηγούμενο δάνειο. Αυτό όμως δεν συνεπάγεται και το αντίθετο, ότι δηλαδή μια επιχείρηση που δεν αντιμετωπίζει πρόβλημα πτώχευσης, θα ανταποκριθεί με συνέπεια στις υποχρεώσεις που της δημιουργεί η χρηματοδότηση. Η χρησιμοποίηση των τεχνικών ταξινόμησης για την αντιμετώπιση του προβλήματος της εκτίμησης του πιστωτικού κινδύνου επιχειρήσεων, αποσκοπεί στην ανάπτυξη υποδειγμάτων τα οποία διαχωρίζουν τις εξεταζόμενες επιχειρήσεις σε κατηγορίες, ανάλογα με την πιθανότητα ικανοποιητικής ανταπόκρισης στις υποχρεώσεις που προκύπτουν από την έγκριση της χρηματοδότησης τους. Στην προσέγγιση αυτή συνήθως χρησιμοποιούνται μόνο δύο κατηγορίες οι οποίες αφορούν: (α) τις επιχειρήσεις που αποτελούν «καλούς» πελάτες και οι οποίες πρέπει να χρηματοδοτηθούν, και (β) τις επιχειρήσεις που εμφανίζονται ως «κακοί» πελάτες και συνεπώς δεν πρέπει να χρηματοδοτηθούν.

4.2.2 Δεδομένα και μεθοδολογία ανάλυσης

Τα δεδομένα αυτής της εφαρμογής αφορούν 60 βιομηχανικές επιχειρήσεις, οι οποίες προέρχονται από το χαρτοφυλάκιο χορηγήσεων μιας μεγάλης Ελληνικής εμπορικής τράπεζας. Η χρονική περίοδος στην οποία αναφέρονται τα στοιχεία των επιχειρήσεων είναι η τριετία 1993-1995. Οι επιχειρήσεις του δείγματος διακρίνονται σε δύο κατηγορίες :

- 1) Στις επιχειρήσεις οι οποίες χαρακτηρίζονται από υψηλές χρηματοοικονομικές επιδόσεις και οι οποίες συνεργάζονται άρτια με την τράπεζα κατά τη φάση της χρηματοδότησης τους.
- 2) Στις επιχειρήσεις οι οποίες χαρακτηρίζονται από ιδιαίτερα χαμηλές χρηματοοικονομικές επιδόσεις (30 τον αριθμό). Οι επιχειρήσεις αυτές κατά το 1996 παρουσίασαν σημαντικά προβλήματα ρευστότητας με αποτέλεσμα να μην είναι σε θέση να ανταποκριθούν στις υποχρεώσεις τους προς την τράπεζα.

Η ανάλυση των επιδόσεων των επιχειρήσεων του δείγματος πραγματοποιείται μέσω των 12 χρηματοοικονομικών δεικτών του Πίνακα 4.12. Η επιλογή αυτών των χρηματοοικονομικών δεικτών πραγματοποιήθηκε μέσα από ένα ευρύ σύνολο 30 χρηματοοικονομικών δεικτών οι οποίοι υπολογίστηκαν μέσω του συστήματος FINCLAS (Zorounidis και Doumpos, 1998).

Πίνακας 4.12: Χρηματοοικονομικοί δείκτες για την εκτίμηση του πιστωτικού κινδύνου επιχειρήσεων
g ₁ Κέρδη προ τόκων και φόρων / Σύνολο ενεργητικού
g ₂ Καθαρά κέρδη / Ιδια κεφάλαια
g ₃ Καθαρά κέρδη / Πωλήσεις
g ₄ Ίδια κεφάλαια / Σύνολο υποχρεώσεων
g ₅ Σύνολο υποχρεώσεων / Σύνολο ενεργητικού
g ₆ Κυκλοφορούν ενεργητικό / Βραχυπρόθεσμες υποχρεώσεις
g ₇ (Κυκλοφορούν ενεργητικό - Αποθέματα) / Βραχυπρόθεσμες υποχρεώσεις
g ₈ Διαθέσιμα / Βραχυπρόθεσμες υποχρεώσεις
g ₉ Μερισίματα / Περιθώριο αυτοχρηματοδότησης
g ₁₀ Κεφάλαιο κίνησης/Σύνολο ενεργητικού
g ₁₁ Χρηματοοικονομικά έξοδα / Πωλήσεις
g ₁₂ Βραχυπρόθεσμες υποχρεώσεις / Αποθέματα

Υψηλές τιμές στους τρεις αυτούς δείκτες υποδεικνύουν αυξημένα χρηματοοικονομικά προβλήματα, τα οποία οφείλονται στον αυξημένο δανεισμό, στοιχείο το οποίο συμβάλλει στην αύξηση του πιστωτικού κινδύνου.

Στον Πίνακα 4.13 συνοψίζονται οι μέσες τιμές των παραπάνω χρηματοοικονομικών δεικτών για τις δύο κατηγορίες επιχειρήσεων (υψηλού και χαμηλού κινδύνου), ενώ οι Πίνακες 4.14 και 4.15 παρουσιάζουν τις λοιπές στατιστικές ιδιότητες (συντελεστές ασυμμετρίας, κύρτωσης και συσχέτισης) των επιδόσεων των επιχειρήσεων για τα τρία έτη της ανάλυσης (1993-1995).

Πίνακας 6.13: Μέσες τιμές των χρηματοοικονομικών δεικτών για τις δύο κατηγορίες επιχειρήσεων

		1995	1994	1993			1995	1994	1993
g_1	C_1	0,1879	0,1957	0,1946	g_7	C_1	1,1771	1,3542	1,1322
	C_2	0,0583	0,0721	0,0624		C_2	0,6807	0,7472	1,7994
	χ^2	34,62	24,82	23,23		χ^2	12,64	10,87	4,04
g_2	C_1	0,2520	0,2347	0,2030	g_8	C_1	0,2079	0,1507	0,0809
	C_2	-0,1443	-0,0773	-0,1060		C_2	0,0736	0,1146	0,9006
	χ^2	37,06	27,74	26,28		χ^2	2,72*	0,02*	0,00*
g_3	C_1	0,0989	0,0939	0,0739	g_9	C_1	0,2498	0,2381	0,5719
	C_2	-0,0157	-0,0238	0,0048		C_2	0,0957	0,0872	0,0723
	χ^2	35,15	34,02	25,57		χ^2	17,94	18,48	17,54
g_4	C_1	1,3267	1,6269	1,3468	g_{10}	C_1	0,2212	0,2221	0,6683
	C_2	0,4701	0,5599	6,7148		C_2	0,0166	0,0256	0,0635
	χ^2	22,66	17,38	9,55		χ^2	18,89	13,88	6,85
g_5	C_1	0,4873	0,4724	0,5042	g_{11}	C_1	0,0588	0,0527	0,0563
	C_2	0,7222	0,6805	0,5852		C_2	0,1575	0,1104	0,0860
	χ^2	22,66	17,51	3,69*		χ^2	17,75	4,22	0,37*
g_6	C_1	1,6281	1,8984	1,6195	g_{12}	C_1	2,8220	2,8456	3,8833
	C_2	1,0626	1,1030	2,1543		C_2	5,3417	6,6273	6,0489
	χ^2	16,05	15,00	5,49		χ^2	3,31*	3,67*	0,28*

C_1 : Επιχειρήσεις χαμηλού πιστωτικού κινδύνου, C_2 : Επιχειρήσεις υψηλού πιστωτικού κινδύνου

* Στατιστικά μη σημαντική διαφορά μεταξύ των επιχειρήσεων υψηλού και χαμηλού πιστωτικού κινδύνου, σύμφωνα με το μη παραμετρικό στατιστικό έλεγχο των Kruskal Wallis, σε επίπεδο 5%.

Πίνακας 4.14: Συντελεστές ασυμμετρίας και κύρτωσης των χρηματοοικονομικών δεικτών

Επιχειρήσεις χαμηλού πιστωτικού κινδύνου						Επιχειρήσεις υψηλού πιστωτικού κινδύνου						
Ασυμμετρία			Κύρτωση			Ασυμμετρία			Κύρτωση			
Έτος-1	Έτος -2	Έτος -3	Έτος-1	Έτος -2	Έτος -3	Έτος-1	Έτος -2	Έτος -3	Έτος-1	Έτος -2	Έτος -3	
2,187	1,276	0,642	5,705	2,573		-1,462	0,560	0,325	2,600	1,031	-0,238	
5,111	4,830	3,352	0,620	27,212	25,155	-4,507	-3,054	-1,653	21,550	12,416	2,205	
1,215	0,831	1,169	14,975	1,270	0,574	-2,442	-0,748	3,517	9,789	4,773	18,223	
1,985	2,660	1,927	3,255	4,315	7,856	1,595	1,147	5,212	4,875	1,318	27,768	
-0,056	0,188	0,441	3,541	0,084	-0,580	-	-1,421	0,009	0,884	5,557	-0,522	-0,035
1,711	2,318	2,402	0,472	3,314	5,501	-0,177	0,886	4,894	0,135	2,485	24,995	
1,970	2,243	2,343	7,181	3,445	5,018	0,112	0,768	4,908	-0,839	1,392	25,073	
2,689	2,318	3,410	6,643	7,579	5,042	3,367	2,617	5,453	12,943	6,834	29,815	
1,763	1,299	5,384	13,860	3,905	3,049	2,832	3,252	3,235	6,988	10,022	12,028	
0,778	0,512	5,438	29,290	0,554	0,051	-1,173	-0,829	-0,283	1,494	0,698	0,798	
-4,346	-0,902	-0,652	29,704	21,103	0,019	-2,854	-2,546	-1,104	8,237	7,728	0,448	
-2,318	-2,862	-3,772	0,012	7,032	9,367	-4,174	-5,326	-5,060	19,570	28,848	26,699	
			14,619									

Πίνακας 4.15: Μέσες συσχετίσεις των χρηματοοικονομικών δεικτών για τη χρονική περίοδο 1993-1995

	Επιχειρήσεις χαμηλού πιστωτικού κινδύνου											
	g1	g2	g3	g4	g5	g6	g7	g8	g9	g10	g11	g12
g1	1,00	0,74	0,47	-0,01	-0,13	0,09	0,09	0,18	0,13	0,03	0,25	0,15
g2		1,00	0,37	-0,19	-0,41	-0,09	-0,08	-0,01	0,37	-0,12	0,29	0,01
g3			1,00	0,60	0,45	0,66	0,65	0,53	-0,05	0,43	0,20	0,28

g4				1,00	0,88	0,88	0,86	0,59	-0,16	0,51	0,04	0,27
g5					1,00	0,75	0,73	0,51	-0,19	0,57	0,05	0,31
g6						1,00	0,94	0,62	-0,13	0,57	0,18	0,30
g7							1,00	0,67	-0,11	0,51	0,21	0,14
g8								1,00	-0,05	0,32	0,27	0,04
g9									1,00	0,22	0,21	-0,07
g10										1,00	0,05	0,33
g11											1,00	0,01
g12												1,00
Επιχειρήσεις υψηλού πιστωτικού κινδύνου												
g1	1,00	0,64	0,44	0,05	-0,04	-0,23	0,14	0,21	0,13	-0,05	0,32	
			0,02									
g2	1,00	0,56	0,20	0,30	0,10	0,00	0,17	0,14	0,35	0,16	0,31	
g3		1,00	0,26	0,40	-0,06	-0,07	0,22	0,33	0,12	0,29	0,04	
g4			1,00	0,75	0,38	0,40	0,35	0,17	0,15	-0,03	0,11	
g5				1,00	0,22	0,20	0,16	0,21	0,22	-0,02	0,19	
g6					1,00	0,77	0,27	0,11	0,69	0,00	0,16	
g7						1,00	0,40	0,04	0,44	-0,01	-0,09	
g8							1,00	-0,08	0,04	0,00	0,08	
g9								1,00	0,27	0,06	0,09	
g10									1,00	0,02	0,15	
g11										1,00	-0,10	
g12												1,00

Τα παραπάνω στατιστικά στοιχεία υποδεικνύουν ότι τα δεδομένα του δείγματος που εξετάζεται στη συγκεκριμένη εφαρμογή, παρουσιάζονται περισσότερο «ομοιόμορφα» έναντι των δεδομένων του προβλήματος της πτώχευσης των επιχειρήσεω

4.2.3 Τα αναπτυσσόμενα υποδείγματα

4.2.3.1 Το υπόδειγμα της μεθόδου UTADIS

Χρησιμοποιώντας τα στοιχεία των επιχειρήσεων για το πλέον πρόσφατο έτος της ανάλυσης (1995), το υπόδειγμα που αναπτύσσεται μέσω της μεθόδου UTADIS για την εκτίμηση του πιστωτικού κινδύνου έχει τη μορφή της ακόλουθης προσθετικής συνάρτησης χρησιμότητας:

$$\begin{aligned}
 U(g) = & 0,0735u_1(g_1) + 0,1670u_2(g_2) + 0,1200u_3(g_3) + 0,0737u_4(g_4) + \\
 & + 0,0664u_5(g_5) + 0,0672u_6(g_6) + 0,0797u_7(g_7) + 0,0533u_8(g_8) + \\
 & + 0,0575u_9(g_9) + 0,0887u_{10}(g_{10}) + 0,0810u_{11}(g_{11}) + 0,0720u_{12}(g_{12})
 \end{aligned}$$

(4.2)

Στο Σχήμα 4.2 παρουσιάζεται η μορφή των συναρτήσεων μερικών χρησιμοτήτων των 12 χρηματοοικονομικών δεικτών, ενώ η αναλυτική τους μορφή παρουσιάζεται στον Πίνακα 4.16.

Πίνακας 4.16: Αναλυτική μορφή των συναρτήσεων μερικών χρησιμοτήτων των χρηματοοικονομικών δεικτών [$u_i(g_i) = a + b g_i$]

		a	
g1	<-0,1931	0,0000	0,0000
	[-0,1931,0,0896)	0,5695	2,9497
	[0,0896, 0,1355)	0,8337	0,0000
	[0,1355, 0,4536)	0,7629	0,5227
	>0,4536	0,0000	1,0000
g2	<-3,4500	0,0000	0,0000
	[-3,4500, 0,0900)	0,6103	0,1769
	[0,0900, 0,1500)	0,0657	6,2288
	>0,1500	0,0000	1,0000
	<-0,4732	0,0000	0,0000
g3	[-0,4732, 0,0345)	0,8371	1,7688
	[0,0345, 0,0807)	0,8220	2,2060
	>0,0807	0,0000	1,0000
	<-0,2848	0,0000	0,0000
	[-0,2848,0,4731)	0,0372	0,1305
g4	[0,4731,0,6043)	-0,2383	0,7129
	[0,6043,1,6294)	0,1925	0,0000
	[1,6294,4,6163)	-0,2481	0,2704
	>4,6163	0,0000	1,0000
	>1,3982	0,0000	0,0000
	[0,6789,1,3982)	0,5927	-0,4239

g5	[0,6233, 0,6789)	0,6719	-0,5405
	[0,5437, 0,6233)	0,3350	0,0000
	[0,3803, 0,5437)	0,3694	-0,0633
	[0,1781, 0,3803)	1,5763	-3,2367
	<0,1781	0,0000	1,0000
g6	<1,4720	0,0000	0,0000
	[1,4720,3,9460)	-0,5950	0,4042
	>3,9460	0,0000	1,0000
	<0,1560	0,0000	0,0000
g7	[0,1560,0,5850)	-0,3341	2,1415
	[0,5850, 0,7430)	0,8320	0,1483
	[0,7430, 0,9780)	0,7628	0,2413
	[0,9780,1,2150)	0,9940	0,0049
	>1,2150	0,0000	1,0000

	a	b
<0,0010	0,0000	0,0000
[0,0010,0,0130)	-0,0174	17,3996
[0,0130,0,0340)	0,2088	0,0000
g8 [0,0340, 0,0670)	0,1926	0,4758
[0,0670, 0,2020)	0,2245	0,0000
[0,2020, 1,6640)	0,1173	0,5304
>1,6640	0,0000	1,0000
<0	0,0000	0,0000
g9 [0,0,1096)	0,0000	9,1283
>0,1096	0,0000	1,0000
<-0,4291	0,0000	0,0000
g10 [-0,4291, -0,0266)	1,0500	2,4470
[-0,0266, 0,0638)	0,9893	0,1678
>0,0638	0,0000	1,0000
>0,8560	0,0000	0,0000
[0,1611,0,8560)	0,0145	-0,0169
[0,0979,0,1611)	0,0659	-0,3362
[0,0645,0,0979)	0,6461	-6,2612
g11 [0,0347, 0,0645)	0,2540	-0,1821
[0,0183, 0,0347)	0,2477	0,0000
[0,0040, 0,0183)	1,2124	-52,7169
<0,0040	0,0000	1,0000
>43,2270	0,0000	0,0000
[4,6870, 43,2270)	0,8413	-0,0195
[3,2540, 4,6870)	1,2448	-0,1055
g12 [1,3430,3,2540)	0,9013	0,0000
[0,7740, 1,3430)	1,1342	-0,1734
<0,7740	0,0000	1,0000

Οι συντελεστές των συναρτήσεων μερικών χρησιμοτήτων στο υπόδειγμα πρόβλεψης της πτώχευσης των επιχειρήσεων της μεθόδου UTADIS, καταδεικνύουν ως πλέον σημαντικούς παράγοντες για την εκτίμηση του πιστωτικού κινδύνου των επιχειρήσεων, δύο χρηματοοικονομικούς δείκτες αποδοτικότητας, και συγκεκριμένα τους δείκτες καθαρά κέρδη/ίδια κεφάλαια (g2) και καθαρά κέρδη/πωλήσεις (g3). Όλοι οι υπόλοιποι χρηματοοικονομικοί δείκτες έχουν παρόμοια βάρη. Τη μικρότερη επίδραση παρουσιάζουν οι δείκτες διαθέσιμα/βραχυπρόθεσμες υποχρεώσεις (g8) και

μερίσματα/περιθώριο αυτοχρηματοδότησης (g_9), καθώς τα βάρη τους κυμαίνεται σε επίπεδα μικρότερα του 6%. Η διάκριση μεταξύ των πτωχευμένων και των υγιών επιχειρήσεων, πραγματοποιείται χρησιμοποιώντας τον ακόλουθο κανόνα:

Εάν $U(g_j) > 0,6198$, τότε η επιχείρηση x_j είναι χαμηλού πιστωτικού κινδύνου.

Εάν $U(g_j) < 0,6198$, τότε η επιχείρηση x_j είναι υψηλού πιστωτικού κινδύνου.

4.2.3.2 Το υπόδειγμα της μεθόδου ELECTRE TRI

Οι βασικές παράμετροι του υποδείγματος εκτίμησης του πιστωτικού κινδύνου των επιχειρήσεων που αναπτύσσεται χρησιμοποιώντας τη μέθοδο ELECTRE TRI, παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.17. Οι συντελεστές σημαντικότητας των χρηματοοικονομικών δεικτών στο υπόδειγμα εκτίμησης του πιστωτικού κινδύνου των επιχειρήσεων που αναπτύσσεται βάσει της μεθόδου ELECTRE TRI παρουσιάζουν ορισμένες ομοιότητες σε σχέση με τη σημαντικότητα των δεικτών στην προσθετική συνάρτηση χρησιμότητας της μεθόδου UTADIS. Αναλυτικότερα, όπως και στην περίπτωση της μεθόδου UTADIS, οι δείκτες αποδοτικότητα καθαρά κέρδη/ίδια κεφάλαια (g_2) και καθαρά κέρδη/πωλήσεις (g_3) εμφανίζονται ιδιαίτερα σημαντικοί. Από τους υπόλοιπους χρηματοοικονομικούς δείκτες, τη μεγαλύτερη βαρύτητα στο υπόδειγμα της μεθόδου ELECTRE TRI παρουσιάζουν οι δείκτες κυκλοφορούν ενεργητικό/βραχυπρόθεσμες υποχρεώσεις (g_6) και μερίσματα/περιθώριο αυτοχρηματοδότησης (g_9).

Πίνακας 4.17: Οι παράμετροι του υποδείγματος εκτίμησης του πιστωτικού κινδύνου των επιχειρήσεων που αναπτύσσεται μέσω της μεθόδου ELECTRE TRI

	Βάρος w_i	$P'1$	$q'1$
g_1	3,35%	0,1355	0,1407
g_2	33,83%	0,0700	0,0900
g_3	11,36%	0,0356	0,0396
g_4	4,41%	0,6110	0,6345
g_5	3,83%	0,6118	0,5902
g_6	12,57%	1,1240	1,1425
g_7	5,12%	0,7515	0,7630
g_8	3,00%	0,0365	0,0395
g_9	11,41%	0,0000	0,0518
g_{10}	2,60%	0,1851	0,2022
g_{11}	6,10%	0,0749	0,0676
g_{12}	2,43%	2,7945	2,7570

Με βάση τις παραπάνω παραμέτρους του υποδείγματος που αναπτύχθηκε μέσω της μεθόδου ELECTRE TRI, η ταξινόμηση των επιχειρήσεων στις δύο προκαθορισμένες κατηγορίες

πραγματοποιείται (όπως και στην περίπτωση της πτώχευσης των επιχειρήσεων) αποκλειστικά με βάση τον ολικό δείκτη συμφωνίας, ως εξής:

Εάν $C(g_j, p^*1, q^*1) > 0,5121$, τότε η επιχείρηση x_j είναι χαμηλού πιστωτικού κινδύνου.

Εάν $C(g_j, p^*1, q^*1) < 0,5121$, τότε η επιχείρηση x_j είναι υψηλού πιστωτικού κινδύνου.

4.3.4 Σύγκριση των υποδειγμάτων

Τα αποτελέσματα όλων των υποδειγμάτων εκτίμησης του πιστωτικού κινδύνου των επιχειρήσεων τα οποία αναπτύχθηκαν μέσω των παραπάνω τεχνικών ταξινόμησης, συνοψίζονται στον Πίνακα 4.18.

Πίνακας 4.18: Αποτελέσματα των υποδειγμάτων εκτίμησης του πιστωτικού κινδύνου επιχειρήσεων (ποσοστά εσφαλμένων ταξινομήσεων)

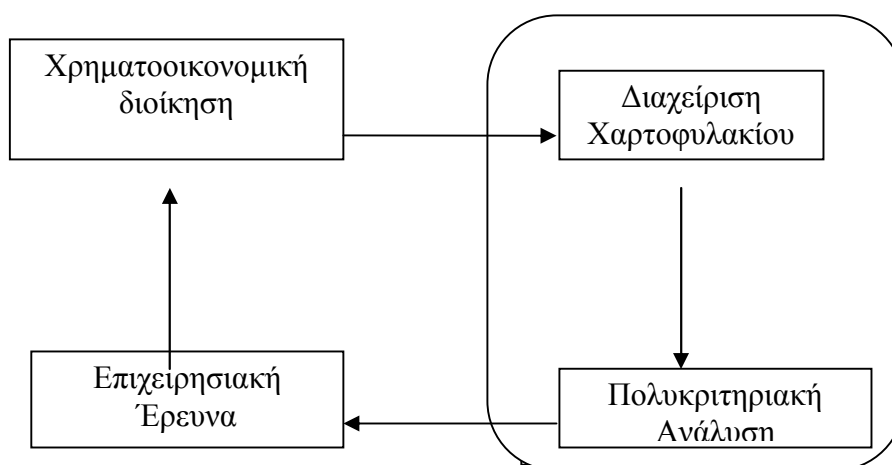
		Σφάλμα τύπου I	Σφάλμα τύπου II	Συνολικό σφάλμα
UTADIS	Έτος -1	0,00%	0,00%	0,00%
	Έτος -2	6,67%	6,67%	6,67%
	Έτος -3	16,67%	20,00%	18,33%
ELECTRE TRI	Έτος-1	0,00%	0,00%	0,00%
	Έτος -2	16,67%	6,67%	11,67%
	Έτος -3	16,67%	16,67%	16,67%

Τα αποτελέσματα του παραπάνω πίνακα καταδεικνύουν την υψηλή αποτελεσματικότητα των πολυκριτήριων προσεγγίσεων ταξινόμησης, στην έγκαιρη και αξιόπιστη εκτίμηση του πιστωτικού κινδύνου των επιχειρήσεων. Το συνολικό σφάλμα του υποδείγματος που αναπτύσσεται μέσω της μεθόδου UTADIS είναι σημαντικά μικρότερο τόσο στο έτος -2 όσο και στο έτος -3. Το υπόδειγμα της μεθόδου ELECTRE TRI παρουσιάζεται ανώτερο στο έτος -3, ενώ στο έτος -2 υπολείπεται του υποδείγματος της μεθόδου UTADIS. Γενικά, αυτές οι μη παραμετρικές προσεγγίσεις (UTADIS, ELECTRE TRI) παρέχουν τα πλέον αποτελεσματικά υποδείγματα για την εκτίμηση του πιστωτικού κινδύνου των επιχειρήσεων.

4.4 Επιλογή και διαχείριση χαρτοφυλακίων

4.4.1 Ο χώρος του προβλήματος

Το πρόβλημα της επιλογής και διαχείρισης χαρτοφυλακίων αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα πεδία έρευνας της χρηματοοικονομικής θεωρίας τα τελευταία 50 περίπου χρόνια. Γενικά, το πρόβλημα αυτό έγκειται στη σύνθεση ενός χαρτοφυλακίου χρεογράφων έτσι ώστε να μεγιστοποιείται η χρησιμότητα του επενδυτή. Στις πρόσφατες έρευνες των Δούμπος και Ζοπουνίδης (1995, 1996, 1997), Ζοπουνίδης et al. (1999) χρησιμοποιούνται πολυκριτήριες προσεγγίσεις (μέθοδοι ELECTRE TRI και UTADIS, αντίστοιχα) για την ανάπτυξη υποδειγμάτων ταξινόμησης των μετοχών σε κατηγορίες οι οποίες καθορίζονται βάσει της επενδυτικής πολιτικής ειδικών χρηματιστηριακών αναλυτών. Για παράδειγμα, στην έρευνα των Klemkowsky και Petty(1973) χρησιμοποιείται η γραμμική_διακριτική ανάλυση_με σκοπό την έγκαιρη διάγνωση του κινδύνου. Εναλλακτικά, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν τεχνικές ταξινόμησης για την διάκριση μεταξύ χρεογράφων με βάση την αναμενόμενη μελλοντική τους απόδοση. Στην προσέγγιση αυτή βασίστηκαν οι Jog et al.(1999) , οι οποίοι χρησιμοποίησαν τη θεωρία των προσεγγιστικών συνόλων, καθώς και οι John et al.(1996) , οι οποίοι χρησιμοποίησαν τεχνικές μηχανικής μάθησης, ενώ οι Liu και Lee(1997) πρότειναν ένα έμπειρο σύστημα, το οποίο βασιζόμενο στη φιλοσοφία της ταξινόμησης, παρέχει προτάσεις αγοράς και πώλησης μετοχών χρησιμοποιώντας δείκτες της τεχνικής ανάλυσης (Murphy, 1995).



Σχήμα 4.1: Συσχέτιση επιχειρησιακής διοίκησης, χρηματοοικονομικής διοίκησης, διαχείρισης χαρτοφυλακίου και πολυκριτηριακής ανάλυσης αποφάσεων

4.4.2 Δεδομένα και μεθοδολογία ανάλυσης

Στο πλαίσιο της ανασκόπησης των ερευνών στην επιλογή και διαχείριση χαρτοφυλακίου η παρούσα εφαρμογή αποσκοπεί στην ανάπτυξη ενός υποδείγματος αξιολόγησης μετοχών, το οποίο θα αντικατοπτρίζει την επενδυτική στρατηγική που ακολουθεί ένας ειδικός χρηματιστηριακός αναλυτής.

Από μεθοδολογικής πλευράς, η συγκεκριμένη εφαρμογή διαφέρει από τις προηγούμενες δύο εφαρμογές στα ακόλουθα σημεία:

- 1) Στο αυξημένο πλήθος των κατηγοριών (εξετάζονται τρεις κατηγορίες).
- 2) Στο αυξημένο μέγεθος του προβλήματος όσον αφορά τον αριθμό των εξεταζόμενων εναλλακτικών δραστηριοτήτων (μετοχών) και το πλήθος των κριτηρίων αξιολόγησης. Στις διαφοροποιήσεις που παρουσιάζει η κατανομή των εναλλακτικών δραστηριοτήτων στις προκαθορισμένες κατηγορίες. Στις προηγούμενες δύο εφαρμογές κάθε κατηγορία περιλάμβανε ίσο αριθμό επιχειρήσεων. Αντίθετα, στην παρούσα εφαρμογή το πλήθος των μετοχών ανά κατηγορία παρουσιάζει σημαντικές διαφορές.
- 3) Στη διαδικασία ελέγχου των αναπτυσσόμενων υποδειγμάτων ταξινόμησης. Στις προηγούμενες εφαρμογές ο έλεγχος αυτός πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας τα αναπτυσσόμενα υποδείγματα σε προηγούμενες χρονικές περιόδους του ίδιου δείγματος ή σε ένα διαφορετικό δείγμα ελέγχου. Στην παρούσα εφαρμογή η υλοποίηση αυτής της διαδικασίας δεν είναι δυνατή λόγω έλλειψης των απαραίτητων στοιχείων. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιείται μια διαδικασία ελέγχου jackknife (McLachlan(1992), Kahya και Theodossiου(1999), Doumpos et al.(2000β)], η οποία υλοποιείται επαναληπτικά σε πέντε στάδια. Αναλυτικότερα, η συγκεκριμένη εφαρμογή στην επιλογή και διαχείριση χαρτοφυλακίων αφορά την αξιολόγηση των επιδόσεων 98 μετοχών του Χρηματιστηρίου Αξιών Αθηνών (ΧΑΑ). Τα στοιχεία της έρευνας προέρχονται από τις εργασίες των Καραπιστόλης et al.(1996) και Zorounidis et al.(1999).

Πίνακας 4.19: Χρηματιστηριακοί και χρηματοοικονομικοί δείκτες για την επιλογή και διαχείριση χαρτοφυλακίων
g1 Μικτή λογιστική αξία μετοχής
g2 Δείκτης κεφαλαιοποίησης
g3 Χρηματιστηριακή αξία
g4 Εμπορευσιμότητα
g5 Ετήσια ποσοστιαία μεταβολή λογιστικής αξίας
g6 Μερισματική απόδοση
g7 Ετήσια κεφαλαιακή απόδοση
g8 Μέσος αριθμός ημερών διαπραγμάτευσης
g9 Μέσος αριθμός διακινούμενων μονάδων διαπραγμάτευσης
g10 Μέση ημερήσια αξία συναλλαγών
g11 Τιμή/Κέρδη ανά μετοχή
g12 Ίδια κεφάλαια/Σύνολο ενεργητικού
g13 Κυκλοφορούν ενεργητικό/Σύνολο υποχρεώσεων
g14 Ίδια κεφάλαια/Σύνολο υποχρεώσεων
g15 Καθαρά κέρδη/Ίδια κεφάλαια

Οι πρώτοι 11 από τους δείκτες αυτούς σχετίζονται με τη χρηματιστηριακή συμπεριφορά των μετοχών, ενώ οι τελευταίοι τέσσερις δείκτες χαρακτηρίζουν τις χρηματοοικονομικές επιδόσεις των αντίστοιχων επιχειρήσεων. Αυτός ο συνδυασμός χρηματοοικονομικών και χρηματιστηριακών δεικτών επιτρέπει τη συνολική αξιολόγηση των μετοχών σε μέσο-μακροπρόθεσμο ορίζοντα. Τα αποτελέσματα του Πίνακα 4.23 δείχνουν ότι οι επιδόσεις των εξεταζόμενων μετοχών των τριών προαναφερθέντων κατηγοριών παρουσιάζουν διαφοροποιήσεις κυρίως όσον αφορά τους χρηματιστηριακούς δείκτες. Αντίθετα, οι διαφορές που εντοπίζονται στους χρηματοοικονομικούς

δείκτες είναι περιορισμένες και πολλές από αυτές είναι στατιστικά μη σημαντικές, σύμφωνα με το μη παραμετρικό στατιστικό έλεγχο των Kruskal Wallis, σε επίπεδο 5%.

4.4.3 Τα αναπτυσσόμενα υποδείγματα

4.4.3.1 Τα υποδείγματα των μεθόδων UTADIS και ELECTRE TRI

Κοινή βασική παράμετρος των υποδειγμάτων που αναπτύσσονται μέσω των δύο πολυκριτήριων μεθόδων είναι το επίπεδο σημαντικότητας των 15 εξεταζόμενων χρηματοοικονομικών και χρηματιστηριακών δεικτών. Στον Πίνακα 4.20 συνοψίζονται τα αντίστοιχα αποτελέσματα. Ο πίνακας αυτός παρουσιάζει τη μέση τιμή της σημαντικότητας του κάθε δείκτη στα 150 υποδείγματα αξιολόγησης των μετοχών που αναπτύχθηκαν. Παράλληλα, παρουσιάζεται η τυπική απόκλιση της σημαντικότητας του κάθε δείκτη, ο συντελεστής μεταβλητότητας, καθώς και οι μέγιστες και ελάχιστες τιμές.

Πίνακας 4.20: Στατιστικά στοιχεία επί της σημαντικότητας των χρηματιστηριακών και χρηματοοικονομικών δεικτών αξιολόγησης των μετοχών (150 επαναλήψεις).

	UTADIS					ELECTRE TRI				
	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση	Συντ. μεταβλ.	Μέγιστη τιμή	Ελάχιστη τιμή	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση	Συντ. μεταβλ.	Μέγιστη τιμή	Ελάχιστη τιμή
g1	7,41%	0,0269	0,3635	16,15%	2,93%	6,13%	0,0664	1,0845	20,45%	0,25%
g2	1,54%	0,0155	1,0053	16,25%	0,29%	0,75%	0,0119	1,5933	6,83%	0,04%
g3	2,18%	0,0286	1,3078	15,17%	0,05%	1,12%	0,0139	1,2371	11,83%	0,05%
g4	2,89%	0,0374	1,2950	27,80%	0,90%	3,63%	0,0425	1,1702	14,43%	0,19%
g5	0,48%	0,0163	3,3534	15,06%	0,00%	1,93%	0,0259	1,3409	8,70%	0,02%
g6	0,82%	0,0133	1,6232	11,34%	0,09%	0,50%	0,0073	1,4557	3,71%	0,05%
g7	0,52%	0,0064	1,2232	5,53%	0,00%	0,54%	0,0106	1,9783	6,93%	0,03%
g8	26,84%	0,0977	0,3641	48,06%		11,13%	0,1327	1,1919	46,55%	0,33%
	6,14%									

g9	9,20%	0,0616	0,6697	34,83%	0,18%	1,47%	0,0178	1,2108	7,04%		
g10	19,28%	0,0868	0,4505	56,78%		0,10%	27,11%	0,2099	0,7743	49,16%	
g11	8,03%	0,0388	0,5644	28,51%	0,02%	0,46%	1,03%	0,0177	1,7194	13,14%	
g12	10,74%	0,0422	0,3932	20,56%		0,03%	31,05%	0,1972	0,6352	49,34%	
g13	0,12%	3,67%	0,0213	0,5800	14,68%	1,69%	5,30%	0,0852	1,6066	30,15%	
g14	5,89%	0,0347	0,5896	20,85%	2,19%		0,21%	6,87%	0,1034	1,5057	44,28%
g15	1,68%	0,0104	0,6210	6,82%	0,02%	0,04%	1,15%	0,0187	1,6220	9,37%	
						0,02%					

Όπως φαίνεται από τον παραπάνω πίνακα, τα υποδείγματα των δύο μεθόδων παρουσιάζουν σημαντική συμφωνία ως προς τους κύριους παράγοντες, οι οποίοι επιδρούν σημαντικά στην ταξινόμηση των μετοχών στις τρεις προκαθορισμένες κατηγορίες. Αναλυτικότερα, και τα δύο υποδείγματα υποδεικνύουν το μέσο αριθμό των ημερών διαπραγμάτευσης των μετοχών (g8), τη μέση ημερήσια αξία συναλλαγών (g10), και το χρηματοοικονομικό δείκτη ίδια κεφάλαια/σύνολο ενεργητικού (g12) ως κύριους παράγοντες των επιδόσεων των μετοχών σε ένα μεσο-μακροπρόθεσμο ορίζοντα, σύμφωνα με τη λογική με την οποία καθορίστηκαν οι τρεις κατηγορίες. Παράλληλα, θεωρώντας το συντελεστή μεταβλητότητας ως μέτρο της ευστάθειας των δύο υποδειγμάτων όσον αφορά το επίπεδο σημαντικότητας των κριτηρίων αξιολόγησης, τα παραπάνω αποτελέσματα δείχνουν ότι τα βάρη των 15 δεικτών στα υποδείγματα της μεθόδου UTADIS παρουσιάζουν μεγαλύτερη ευστάθεια κατά τις 150 επαναλήψεις που πραγματοποιήθηκαν. Για εννέα από τους 15 δείκτες ο συντελεστής μεταβλητότητας της σημαντικότητας τους στο υπόδειγμα της μεθόδου UTADIS είναι μικρότερος από τη μονάδα. Το φαινόμενο αυτό παρατηρείται μόνο για δύο δείκτες στο υπόδειγμα της μεθόδου ELECTRE TRI. Επιπλέον, θα πρέπει να σημειωθεί ότι στα υποδείγματα και των δύο μεθόδων, οι συντελεστές μεταβλητότητας των βαρών των πλέον σημαντικών δεικτών είναι περιορισμένοι, στοιχείο το οποίο αυξάνει τη βεβαιότητα των σχετικών συμπερασμάτων που πραγματοποιήθηκαν παραπάνω.

Οι Πίνακες 4.21 και 4.22 παραθέτουν ορισμένα επιπλέον στοιχεία σχετικά με τη σημαντικότητα των κριτηρίων αξιολόγησης στα υποδείγματα ταξινόμησης των μετοχών που αναπτύχθηκαν μέσω των πολυκριτήριων μεθόδων UTADIS και ELECTRE TRI.

Πίνακας 6.26: Κατάταξη των κριτηρίων βάσει της σημαντικότητάς τους στα υποδείγματα της μεθόδου UTADIS (αθροιστικά ποσοστά στις 150 επαναλήψεις)

Θέση στην κατάταξη	Κριτήρια αξιολόγησης														
	g ₁	g ₂	g ₃	g ₄	g ₅	g ₆	g ₇	g ₈	g ₉	g ₁₀	g ₁₁	g ₁₂	g ₁₃	g ₁₄	g ₁₅
1 ^η	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	85,3	4,0	26,0	0,7	2,0	0,0	0,0	0,0
2 ^η	1,3	0,0	3,3	4,0	0,7	0,0	0,0	86,0	10,0	72,7	5,3	14,7	0,7	1,3	0,0
3 ^η	5,3	0,7	3,3	5,3	0,7	0,0	0,0	91,3	22,7	92,7	11,3	54,0	1,3	11,3	0,0
4 ^η	34,7	0,7	6,0	6,0	0,7	0,0	0,0	92,7	44,0	100,0	20,7	74,0	2,7	18,0	0,0
5 ^η	61,3	1,3	6,7	6,0	0,7	0,7	0,0	97,3	62,0	100,0	43,3	84,0	6,7	30,0	0,0
6 ^η	86,7	1,3	9,3	7,3	1,3	0,7	0,7	99,3	76,7	100,0	76,0	89,3	9,3	39,3	2,7
7 ^η	99,3	2,0	17,3	10,0	2,0	0,7	0,7	100,0	90,0	100,0	85,3	94,0	20,7	75,3	2,7
8 ^η	100,0	4,0	23,3	13,3	4,0	4,0	0,7	100,0	93,3	100,0	90,0	97,3	77,3	88,0	4,7
9 ^η	100,0	16,7	26,7	43,3	4,7	4,0	2,0	100,0	96,7	100,0	92,7	98,0	96,0	96,0	23,3
10 ^η	100,0	32,7	31,3	80,7	4,7	7,3	4,0	100,0	97,3	100,0	83,3	98,7	99,3	99,3	51,3
11 ^η	100,0	57,3	52,0	96,7	4,7	12,7	10,0	100,0	97,3	100,0	98,0	98,7	100,0	100,0	72,7
12 ^η	100,0	83,3	77,3	99,3	6,7	27,3	22,0	100,0	98,7	100,0	99,3	98,7	100,0	100,0	87,3
13 ^η	100,0	94,0	86,7	100,0	16,7	70,7	37,3	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	94,7
14 ^η	100,0	100,0	99,3	100,0	28,7	94,7	79,3	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,0
15 ^η	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Μέση κατάταξη	5,1	11,1	10,6	9,3	14,2	12,8	13,4	1,7	5,1	2,1	5,8	4,0	7,9	6,4	10,6
Kendall's W	0,825														

Πίνακας 6.27: Κατάταξη των κριτηρίων βάσει της σημαντικότητάς τους στα υποδείγματα της μεθόδου ELECTRE TRI (αθροιστικά ποσοστά στις 150 επαναλήψεις)

Θέση στην κατάταξη	Κριτήρια αξιολόγησης														
	g ₁	g ₂	g ₃	g ₄	g ₅	g ₆	g ₇	g ₈	g ₉	g ₁₀	g ₁₁	g ₁₂	g ₁₃	g ₁₄	g ₁₅
1 ^η	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,3	0,0	2,7	0,0	59,3	4,7	13,3	0,0
2 ^η	18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,0	0,0	59,3	0,0	66,0	12,7	20,0	0,0
3 ^η	49,3	0,0	2,0	1,3	0,0	0,0	0,0	63,3	0,0	62,0	0,7	72,7	18,7	30,0	0,0
4 ^η	92,0	0,0	4,0	11,3	0,7	0,0	0,0	83,3	0,0	63,3	0,7	74,7	35,3	34,0	0,7
5 ^η	98,0	0,0	7,3	42,0	5,3	0,0	0,0	94,0	0,7	70,0	0,7	80,0	61,3	38,0	2,7
6 ^η	100,0	1,3	21,3	72,7	15,3	0,0	0,7	98,7	6,0	74,7	2,0	84,7	74,0	44,7	4,0
7 ^η	100,0	6,7	48,7	90,0	21,3	0,0	2,7	99,3	26,0	74,7	6,0	85,3	79,3	48,0	10,0
8 ^η	100,0	14,0	59,3	92,7	42,7	3,3	4,0	100,0	56,0	75,3	15,3	87,3	84,7	48,7	16,7
9 ^η	100,0	18,0	68,0	96,7	66,7	10,0	6,7	100,0	75,3	84,0	30,7	87,3	86,0	48,7	22,0
10 ^η	100,0	24,0	80,0	96,7	83,3	20,7	11,3	100,0	85,3	87,3	51,3	90,7	88,0	51,3	30,0
11 ^η	100,0	47,3	84,7	97,3	85,3	27,3	27,3	100,0	92,7	92,7	66,7	90,7	92,0	54,7	41,3
12 ^η	100,0	64,7	94,0	98,7	90,7	40,7	48,0	100,0	94,7	94,7	76,0	93,3	93,3	80,0	53,3
13 ^η	100,0	78,7	96,7	100,0	90,7	61,3	62,7	100,0	98,7	96,7	90,7	95,3	98,7	70,0	60,0
14 ^η	100,0	93,3	98,7	100,0	94,0	80,0	76,0	100,0	100,0	98,7	96,0	98,7	100,0	96,7	68,0
15 ^η	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Μέση κατάταξη	3,4	11,5	8,4	6,0	9,0	12,6	12,6	3,2	6,6	4,6	10,8	3,3	6,7	8,4	11,9
Kendall's W	0,589														

Τα αποτελέσματα των παραπάνω δύο πινάκων ενισχύουν τις διαπιστώσεις που πραγματοποιήθηκαν προηγουμένα, σχετικά με τη σημαντικότητα των δεικτών g_8 , g_{10} και g_{12} . Στα υποδείγματα της μεθόδου UTADIS, ο δείκτης του μέσου αριθμού των ημερών διαπραγμάτευσης των μετοχών (g_8) εντοπίζεται ως το πλέον σημαντικό κριτήριο στο 65,3% των επαναλήψεων (σε 98 επαναλήψεις από τις 150), ενώ στο 91,3% των επαναλήψεων (137 επαναλήψεις) συγκαταλέγεται στα τρία πιο σημαντικά κριτήρια αξιολόγησης των μετοχών. Ο δείκτης της μέσης ημερήσιας αξίας συναλλαγών (g_{10}) βρίσκεται να είναι μεταξύ των τεσσάρων πιο σημαντικών κριτηρίων και στις 150 επαναλήψεις, ενώ σε 39 επαναλήψεις (26%) βρίσκεται να είναι το πλέον σημαντικό κριτήριο. Τέλος, ο χρηματοοικονομικός δείκτης ίδια κεφάλαια/σύνολο ενεργητικού (g_{12}) συγκαταλέγεται μεταξύ των πέντε πιο σημαντικών χρηματοοικονομικών δεικτών στο 84% των επαναλήψεων. Ο συντελεστής W του Kendall για τις 150 κατατάξεις των κριτηρίων αξιολόγησης βάσει της σημαντικότητας τους στα αντίστοιχα υποδείγματα που αναπτύχθηκαν μέσω της μεθόδου UTADIS είναι ιδιαίτερα υψηλός (0,825). Το στοιχείο αυτό υποδεικνύει τη σημαντική ευστάθεια των αποτελεσμάτων της μεθόδου ως προς τους συντελεστές σημαντικότητας των κριτηρίων, στη συγκεκριμένη εφαρμογή.

Τα αντίστοιχα αποτελέσματα της μεθόδου ELECTRE TRI (Πίνακας 4.22) παρουσιάζουν μεγαλύτερη αστάθεια, στοιχείο το οποίο επισημάνθηκε προηγουμένα και από τους συντελεστές μεταβλητότητας των βαρών των κριτηρίων αξιολόγησης (Πίνακας 4.2). Η διαπίστωση αυτή επιβεβαιώνεται και από τη χαμηλή τιμή του συντελεστή W του Kendall (0,589) για τις κατατάξεις των κριτηρίων βάσει της σημαντικότητας τους. Αναλυτικότερα, σύμφωνα με τα αποτελέσματα του Πίνακα 4.27, ο χρηματοοικονομικός δείκτης ίδια κεφάλαια/σύνολο ενεργητικού (g_{12}), στο 59,3% των επαναλήψεων (89 επαναλήψεις) βρίσκεται να είναι ο πλέον σημαντικός. Παρόλα αυτά η θέση του συγκεκριμένου δείκτη στην κατάταξη των κριτηρίων βάσει της σημαντικότητας τους, παρουσιάζει σημαντικές διακυμάνσεις, καθώς υπάρχουν και περιπτώσεις όπου ο συγκεκριμένος δείκτης βρέθηκε να είναι ο πλέον ασήμαντος (15η θέση στην κατάταξη). Ανάλογα σημαντικές διακυμάνσεις παρουσιάζει και ο δείκτης της μέσης ημερήσιας αξίας συναλλαγών (g_{10}), ο οποίος με βάση το μέσο βάρος του (27,11%, βλ. Πίνακα 4.25) είχε βρεθεί ως το δεύτερο πιο σημαντικό κριτήριο αξιολόγησης των μετοχών. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του Πίνακα 4.22, στο 59,3% των επαναλήψεων ο δείκτης αυτός βρέθηκε να συγκαταλέγεται μεταξύ των δύο πιο σημαντικών κριτηρίων, αλλά όπως και στην περίπτωση του δείκτη g_{12} , υπάρχουν και περιπτώσεις όπου ο δείκτης βρέθηκε να είναι ο πλέον ασήμαντος (1505 στην κατάταξη). Μεγαλύτερη ευστάθεια παρουσιάζεται στην κατάταξη των δεικτών g_8 (μέσος αριθμός ημερών διαπραγμάτευσης των μετοχών) και g_1 (μικτή λογιστική αξία). Μάλιστα ο δείκτης (g_1) στο 92% των επαναλήψεων βρίσκεται μεταξύ των τεσσάρων πιο σημαντικών

κριτηρίων, ενώ σε όλες τις επαναλήψεις βρίσκεται στις πρώτες έξι θέσεις της κατάταξης των κριτηρίων βάσει της σημαντικότητάς τους. Στο υπόδειγμα της μεθόδου ELECTRE TRI, εκτός του επιπέδου σημαντικότητας σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν και τα κατώφλια προτίμησης, αδιαφορίας και βέτο. Ο Πίνακας 4.23 παρουσιάζει τις μέσες τιμές των αντίστοιχων παραμέτρων που εκτιμώνται για τις 150 επαναλήψεις της διαδικασίας jack – knife που αναλύθηκε στην προηγούμενη παράγραφο.

Πίνακας 6.28: Μέσες τιμές των παραμέτρων προτίμησης, αδιαφορίας και βέτο στο υπόδειγμα της μεθόδου ELECTRE TRI

	Σύγκριση με το πρότυπο r_1			Σύγκριση με το πρότυπο r_2		
	p'_1	q'_1	v'_1	p'_2	q'_2	v'_2
g_1	3,8577	18,2043	1,8590	2,1822	2,2531	0,6575
g_2	0,0616	0,1338	0,0379	0,0366	0,0446	0,0140
g_3	72,076,76	103,675,89	48,279	9,404,8	10,136,14	-
g_4	19,5372	25,7047	15,4750	12,3632	13,1878	4,4500
g_5	1,1609	1,1835	1,0575	1,0541	1,0696	-
g_6	0,0157	0,1185	0,0130	0,0040	0,0134	-
g_7	-0,2870	-0,0373	-0,4650	-0,3683	-0,3379	-
g_8	0,9898	0,9946	0,9810	0,8609	0,8816	-
g_9	347,4764	955,0088	396,5600	70,0624	78,6723	-
g_{10}	49,5190	66,8697	44,2500	3,9387	4,3668	-
g_{11}	15,5174	3,4704	15,4800	19,6555	17,6909	-
g_{12}	27,5762	57,9560	-	24,4090	27,0184	-
g_{13}	0,9925	2,1474	0,2800	0,8125	0,8756	-
g_{14}	0,6885	1,5368	-	0,5449	0,6156	-
g_{15}	24,8327	32,5466	18,7600	16,0656	19,6497	-

Όπως φαίνεται, οι περισσότεροι δείκτες θέτουν βέτο στη σύγκριση των μετοχών με το πρότυπο το οποίο διαχωρίζει την κατηγορία C1 από την κατηγορία C2 (πρότυπο r_1). Αναλυτικότερα, κατά τις 150 επαναλήψεις ο δείκτης g_1 έθεσε βέτο στη σύγκριση αυτή 87 φορές, ο δείκτης g_2 έθεσε βέτο 10 φορές, οι δείκτες $g_3 - g_5$, $g_7 - g_{10}$, g_{11} , g_{13} και g_{15} έθεσαν βέτο τέσσερις φορές, ενώ ο δείκτης g_6 έθεσε βέτο δύο φορές. Κατά τη σύγκριση των μετοχών με το πρότυπο r_2 , η μέση τιμή της παραμέτρου που αντιστοιχεί στο κατώφλι βέτο v'_1 για το δείκτη g_9 (396,56) είναι μεγαλύτερη της μέσης τιμής της παραμέτρου που αντιστοιχεί στο κατώφλι προτίμησης p'_1 [(347,4764). Αυτό το γεγονός είναι φαινομενικά παράδοξο, αλλά θα πρέπει να σημειωθεί ότι και στις τέσσερις φορές όπου ο συγκεκριμένος δείκτης έθεσε βέτο, η τιμή της παραμέτρου που αντιστοιχεί στο κατώφλι βέτο (v'_1) ήταν 396,56 και η αντίστοιχη τιμή της παραμέτρου που αντιστοιχεί στο κατώφλι προτίμησης (p'_1) ήταν 519,305.

Σε αντίθεση με τη σύγκριση των μετοχών με το πρότυπο r_1 , στην περίπτωση της σύγκρισης τους με το πρότυπο που διαχωρίζει τις κατηγορίες C2 και C3 (πρότυπο r_2), ο έλεγχος ασυμφωνίας εφαρμόστηκε πολύ λιγότερες φορές. Πιο συγκεκριμένα, ο δείκτης g_1 έθεσε βέτο στη σύγκριση αυτή

τέσσερις φορές κατά τις 150 επαναλήψεις που πραγματοποιήθηκαν, ενώ από μια φορά έθεσαν βέτο οι δείκτες g_2 και g_4 . Στο Σχήμα 4.3 παρουσιάζεται η συχνότητα εμφάνισης των 15 εξεταζόμενων δεικτών στους κανόνες που αναπτύσσονται κατά τις 150 επαναλήψεις της διαδικασίας που περιγράφηκε στην παράγραφο 4.2 του παρόντος κεφαλαίου. Όπως φαίνεται, ο δείκτης της μικτής λογιστικής αξίας των μετοχών (g_1) και ο μέσος αριθμός ημερών διαπραγμάτευσης (g_8) χρησιμοποιήθηκαν και στα 150 σύνολα κανόνων που αναπτύχθηκαν. Χαρακτηριστικό είναι ότι στο υπόδειγμα της μεθόδου ELECTRE TRI, ο πρώτος δείκτης έθεσε πολλές φορές βέτο στην αξιολόγηση των μετοχών, ενώ το επίπεδο σημαντικότητας του δεύτερου βρέθηκε μεγαλύτερο από 10% τόσο στο υπόδειγμα της μεθόδου UTADIS όσο και στο υπόδειγμα της μεθόδου ELECTRE TRI. Ένας ακόμη δείκτης ο οποίος βρέθηκε να έχει ιδιαίτερη σημασία στα υποδείγματα των δύο πολυκριτήριων μεθόδων, ο δείκτης της μέσης ημερήσιας αξίας συναλλαγών (g_{10}) εμφανίζεται πολύ συχνά και στους κανόνες που αναπτύσσονται μέσω των προσεγγιστικών συνόλων (σε 127 από τις 150 επαναλήψεις). Αντίθετα, ο χρηματοοικονομικός δείκτης ίδια κεφάλαια/σύνολο ενεργητικού, ο οποίος εντοπίστηκε ως σημαντικός στα υποδείγματα των δύο πολυκριτήριων μεθόδων, σπανίως εμφανίζεται στους κανόνες που αναπτύσσονται μέσω των προσεγγιστικών συνόλων (μόνο 19 φορές στις 150 επαναλήψεις).

4.4.4 Σύγκριση των υποδειγμάτων

Τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα (μέσες τιμές) που επιτυγχάνονται από τα παραπάνω υποδείγματα, για τις 150 επαναλήψεις που πραγματοποιήθηκαν, παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.24. Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στον πίνακα αυτό αναφέρονται στο μέσο ποσοστό εσφαλμένων ταξινομήσεων στο δείγμα ελέγχου των τριών μετοχών που σχηματίζεται σε κάθε επανάληψη της διαδικασίας jackknife. Στον Πίνακα 4.24 παρουσιάζεται επίσης (μέσα σε παρενθέσεις) και η ομαδοποίηση των υποδειγμάτων βάσει του συνολικού ποσοστού σφάλματος, χρησιμοποιώντας τον στατιστικό έλεγχο του Tukey σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Πίνακας 6.31: Σύνοψη των μέσων αποτελεσμάτων ταξινόμησης στην επιλογή και διαχείριση χαρτοφυλακίων (150 επαναλήψεις - δείγμα ελέγχου τριών μετοχών)

		Εκτιμώμενη ταξινόμηση			Συνολικό σφάλμα	
		C ₁	C ₂	C ₃		
Προκαθορισμένη ταξινόμηση	UTADIS	C ₁	76,67%	14,67%	8,67%	29,89% (1)
		C ₂	23,33%	46,00%	30,67%	
		C ₃	1,33%	8,00%	90,67%	
	ELECTRE TRI (με βέτο)	C ₁	57,33%	42,67%	0,00%	33,33% (1)
		C ₂	3,33%	76,67%	18,00%	
		C ₃	0,00%	36,00%	64,00%	
	ELECTRE TRI (χωρίς βέτο)	C ₁	57,33%	42,67%	0,00%	34,67% (1-2)
		C ₂	7,33%	75,33%	17,33%	
		C ₃	0,67%	36,00%	63,33%	
	Προσεγγιστικά σύνολα	C ₁	44,30%	50,34%	5,37%	41,83% (2)
		C ₂	16,11%	51,01%	32,89%	
		C ₃	2,01%	18,79%	79,19%	
	Γραμμική διακριτική ανάλυση	C ₁	69,33%	0,00%	30,67%	35,33% (1-2)
		C ₂	16,00%	50,00%	34,00%	
		C ₃	0,00%	25,33%	74,67%	
	Λογιστικό υπόδειγμα πιθανότητας	C ₁	62,67%	19,33%	18,00%	32,00% (1)
		C ₂	10,67%	64,67%	24,67%	
		C ₃	0,00%	23,33%	76,67%	

Το υπόδειγμα της μεθόδου UTADIS παρουσιάζει το μικρότερο ποσοστό σφάλματος. Το υπόδειγμα της μεθόδου UTADIS είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικό στην ταξινόμηση των μετοχών της πρώτης και της τρίτης κατηγορίας, ενώ αντίθετα η αποτελεσματικότητα του για την δεύτερη κατηγορία μετοχών είναι εμφανώς μειωμένη. Το υπόδειγμα της μεθόδου ELECTRE TRI παρουσιάζει την υψηλότερη αποτελεσματικότητα στην ταξινόμηση των μετοχών της δεύτερης κατηγορίας. Συνολικά, τα υψηλά ποσοστά εσφαλμένων ταξινομήσεων (28,89% - 41,83%) υποδεικνύουν την υψηλή πολυπλοκότητα του προβλήματος της αξιολόγησης και ταξινόμησης μετοχών. Η δυναμική φύση των χρηματιστηριακών αγορών σε συνδυασμό με την πληθώρα των παραγόντων που επιδρούν στην συμπεριφορά τους, αλλά και ο μεγάλος όγκος των διαθέσιμων δεδομένων αποτελούν βασικά συστατικά στοιχεία της πολυπλοκότητας της διαδικασίας επιλογής και διαχείρισης χαρτοφυλακίων. Δεν είναι τυχαίο μάλιστα, ότι ένα σημαντικό τμήμα της έρευνας που αφορά τη θεωρία των χρηματοοικονομικών αγορών επικεντρώνεται στη διερεύνηση των παραγόντων που επιδρούν στη χρηματιστηριακή συμπεριφορά των μετοχών, σε μια εκτεταμένη προσπάθεια πληρέστερης κατανόησης του προβλήματος της επιλογής και σύνθεσης χαρτοφυλακίων.

Με βάση όλα τα παραπάνω, μπορούμε να συναγάγουμε τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Το πρόβλημα της διαχείρισης χαρτοφυλακίου είναι ένα πρόβλημα πολυκριτήριας φύσης.
- Μια αποτελεσματική χρησιμοποίηση της πολυδιάστατης φύσης του κινδύνου φαίνεται ότι απαιτεί μια συνδυασμένη χρησιμοποίηση των κριτηρίων που προκύπτουν, τόσο από τα κλασικά, όσο και από τα σύγχρονα υποδείγματα διαχείρισης χαρτοφυλακίου.
- Οι μέθοδοι πολυκριτήριας ανάλυσης επιτρέπουν να λάβουμε υπόψη την πολυδιάστατη φύση του κινδύνου. Είναι κατάλληλες να διευκολύνουν την ταυτόχρονη διαχείριση κριτηρίων διαφόρου προέλευσης. Προσαρμόζονται, συγχρόνως, τόσο στο πρόβλημα αξιολόγησης των μετοχών, όσο και στο πρόβλημα επιλογής χαρτοφυλακίου. Επιτρέπουν δε, να λάβουμε υπόψη περιορισμούς και ιδιαίτερες προτιμήσεις για κάθε επενδυτή.

Τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από μια τέτοια προσέγγιση είναι:

- 1) Επιτρέπει να συνθέσουμε, σε μία μόνο διαδικασία, την πρακτική πλευρά με τη θεωρητική πλευρά της διαχείρισης χαρτοφυλακίου.
- 2) Διευκολύνει την ανάλυση των πραγματοποιήσιμων συμβιβασμών μεταξύ των διαφόρων κριτηρίων ανταγωνιστικής φύσης, που χρησιμοποιούνται στη διαχείριση χαρτοφυλακίου.
- 3) Επιτρέπει να διαχειριστούμε την ετερογένεια των κλιμάκων και την ασαφή φύση των εκτιμήσεων.
- 4) Προσαρμόζονται στις ιδιαίτερες προτιμήσεις του επενδυτή.

- 5) Επιτρέπουν, έτσι, να ληφθεί υπόψη η εμπειρία των πρακτικών και να ενσωματωθεί, με τρόπο μη κανονιστικό, η συμπεριφορά του επενδυτή στη διαχείριση χαρτοφυλακίου.
- 6) Επιτρέπουν στον επενδυτή να λάβει υπόψη ειδικούς στόχους, χωρίς να του επιβάλλουν κανονιστικά σχήματα στη στάση του έναντι του κινδύνου

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Η παγκοσμιοποίηση των χρηματοοικονομικών αγορών, ο αυξανόμενος ανταγωνισμός μεταξύ των επιχειρήσεων και οι ραγδαίες οικονομικές, κοινωνικοπολιτικές και τεχνολογικές εξελίξεις των τελευταίων δεκαετιών, έχουν οδηγήσει στην αυξημένη πολυπλοκότητα του επιχειρηματικού και οικονομικού περιβάλλοντος. Το στοιχείο αυτό έχει προάγει τη χρηματοοικονομική διοίκηση (financial management), έναν από τους ευρύτερους και ταχύτερα εξελισσόμενους χώρους της σύγχρονης διοικητικής επιστήμης, σε ένα από τα πλέον βασικά συστατικά στοιχεία της βιώσιμης ανάπτυξης κάθε επιχείρησης και οργανισμού. Η αυξημένη πολυπλοκότητα που διέπει πλέον το χώρο της χρηματοοικονομικής διοίκησης, καθιστά αναγκαία και την κατάλληλη προσαρμογή των διαδικασιών αντιμετώπισης των προβλημάτων λήψης χρηματοοικονομικών αποφάσεων. Οι εμπειρικές προσεγγίσεις είναι πλέον ανεπαρκείς, και σταδιακά, σε παγκόσμιο επίπεδο, εντοπίζεται η χρησιμότητα περισσότερων εμπειρισταωμένων αναλύσεων βασισμένες σε σύγχρονες ποσοτικές μεθόδους, όπως η στατιστική, η βελτιστοποίηση, η πρόβλεψη, η προσομοίωση, οι στοχαστικές διαδικασίες, η ασαφής λογική, τα νευρωνικά δίκτυα, αλλά και η πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων.

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Σύμφωνα με την παραπάνω ανάλυση, μία απόφαση είναι το προϊόν μιας επαναληπτικής διαδικασίας τεσσάρων βημάτων, αφού αναγνωριστεί η ανάγκη λήψης αυτής. Η συγκεκριμένη διαδικασία συμβάλει τόσο στην επίλυση προβλημάτων όσο και στην προαγωγή της διαδικασίας μάθησης ενός οργανισμού.

- Το πρώτο βήμα αφορά τη διασαφήνιση του περιβάλλοντος της απόφασης. Συγκεκριμένα, γίνονται σαφής: ο στόχος (τον οποίο καλείται να εξυπηρετήσει η απόφαση), τα άτομα τα οποία θα συγκροτήσουν την ομάδα των αποφασίζοντων και τα χρονικά περιθώρια λήψης της απόφασης.
- Το δεύτερο βήμα είναι η μοντελοποίηση της διαδικασίας λήψης της απόφασης. Σε αυτή τη φάση πρέπει να αποφασισθεί το θεωρητικό πλαίσιο πάνω στο οποίο θα δομηθεί η διαδικασία λήψης της απόφασης και τα κριτήρια με βάση τα οποία θα αξιολογηθούν οι προτεινόμενες λύσεις. Επίσης, είναι πολύ σημαντικός ο καθορισμός του αντικειμένου της απόφασης (π.χ. κατάταξη, επιλογή, περιγραφή, ταξινόμηση κα.) και η επιλογή του μηχανισμού αξιολόγησης

(προς αυτή την κατεύθυνση βοηθάει η παράγραφος ‘2.4’ όπως παρουσιάστηκε προηγουμένως).

- Το τρίτο βήμα είναι η έκφραση των απόψεων των αποφασιζόντων (θέσεις, εκτιμήσεις, υποθέσεις κτλ.) σχετικά με το πρόβλημα και βάσει του θεωρητικού πλαισίου λήψης της απόφασης που επιλέχθηκε κατά το δεύτερο βήμα. Αυτή η διαδικασία προτείνεται να είναι ανοιχτή, διαλεκτική και συνεργατική μεταξύ των ατόμων που συνθέτουν την ομάδα των αποφασιζόντων, καθώς θεωρείται ως μία διαδικασία ανταλλαγής και αξιολόγησης γνώσης, η οποία είναι το κεντρικό σημείο του προτεινόμενου πλαισίου και δομείται γύρω από τις εναλλακτικές προτεινόμενες λύσεις, τα κριτήρια που επιλέχθηκαν για την αξιολόγηση αυτών των λύσεων και τη σχετική επιχειρηματολογία.
- Το τέταρτο και τελευταίο βήμα αφορά στην αποτίμηση των δεδομένων. Δηλαδή, έχουν ολοκληρωθεί οι σχετικές συζητήσεις και βγαίνουν τα συμπεράσματα για τη λήψη της τελικής απόφασης. Σ’ αυτό το σημείο μπορεί να βοηθήσει και ο μηχανισμός αξιολόγησης που αναφέρθηκε στο δεύτερο βήμα.

Ο σκοπός του συγκεκριμένου πλαισίου είναι να προτείνει μια διαδικασία ολοκληρωμένης προσέγγισης του θέματος. Η παρούσα προσέγγιση θεωρεί ότι με τη λήψη της απόφασης η διαδικασία δεν φθάνει στο τέλος της, αφού η κάθε απόφαση και η κάθε διαδικασία λήψης αυτής θα πρέπει να αξιολογηθούν μετά την εφαρμογή τους και ανάλογα με τα αποτελέσματά τους. Το θέμα της ανάπτυξης ενός ολοκληρωμένου πλαισίου λήψης αποφάσεων και διαχείρισης γνώσης για οργανισμούς και επιχειρήσεις, χρίζει ενδιαφέροντος τόσο από πλευράς Διοίκησης όσο και από πλευράς Συστημάτων Υποστήριξης Αποφάσεων.

(INFO: <http://nemertes.lis.upatras.gr/dspace/bitstream/123456789/300/1/369.pdf>, 10-08-2009)

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα προσέγγιση, έχοντας ως στόχο την ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου πλαισίου λήψης αποφάσεων και διαχείρισης γνώσης για οργανισμούς και επιχειρήσεις, εξετάζει το θέμα της υποστήριξης αποφάσεων τόσο από πλευράς Διοίκησης, όσο και από τη σκοπιά των Συστημάτων Υποστήριξης Αποφάσεων. Για την πλήρη, σαφή και επιστημονικά τεκμηριωμένη κάλυψη του θέματος, κατ’ αρχάς έγινε η μελέτη των σχετικών εννοιών, προσεγγίσεων, μεθόδων και τεχνικών.

Μέσα από την ανασκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας καταγράφηκαν οι βασικές κατευθύνσεις της έρευνας του χώρου. Ακόμη, έγινε η παρουσίαση πλαισίων λήψης αποφάσεων

τα οποία χρησιμοποιούνται για τη λήψη αποφάσεων στο στρατηγικό επίπεδο ενός οργανισμού και η συγκριτική παρουσίαση μεθόδων και τεχνικών από το χώρο της Πολυκριτήριας Ανάλυσης Αποφάσεων. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάστηκαν τα πλαίσια λήψης αποφάσεων “θεώρηση της επιχείρησης με βάση τους πόρους”, τα πλαίσια SWOT και πέντε δυνάμειων του Porter και το πλαίσιο PEST. Ακόμη, μελετήθηκαν διάφορες πρότυπες μεθοδολογίες λήψης αποφάσεων και έγινε μια εκτενής επισκόπηση μαθηματικών μοντέλων ανάλυσης και περιοχών εφαρμογής αυτών, με ιδιαίτερη βαρύτητα στην περιοχή της Πολυκριτήριας Ανάλυσης Αποφάσεων. Πιο συγκεκριμένα, εξετάστηκαν μέθοδοι που εφαρμόζονται σε προβλήματα με μη-διακριτές εναλλακτικές λύσεις, όπως η Αναλυτική-Συνθετική Προσέγγιση, η Διαδικασία Αναλυτικής Ιεράρχησης, η Θεωρία των Σχέσεων Υπεροχής κ.ά. Επίσης, μέσα από μια μελέτη περίπτωσης επάνω σε ένα πρόβλημα χάραξης στρατηγικής έγινε η συγκριτική θεώρηση μιας σειράς σύγχρονων υλοποιημένων προσεγγίσεων Συστημάτων Υποστήριξης Αποφάσεων που κάνουν χρήση πολυκριτηριακής ανάλυσης όπως τα Logical Decisions, Electre Tri, Expert Choice, Promethee-Gaia κ.ά. Με τον τρόπο αυτό προέκυψε μια σειρά από συμπεράσματα τα οποία αφορούν στα κενά και τα προβλήματα του χώρου. Βάσει αυτών, στη συνέχεια έγινε η μοντελοποίηση του προτεινόμενου πλαισίου λήψης αποφάσεων. Η αποβλέπουσα συνεισφορά του προτεινόμενου πλαισίου έγκειται στο συνδυασμό μοντέλων, μεθόδων και τεχνικών τα οποία βοηθούν τόσο στην ανάλυση μιας απόφασης, όσο και στη λήψη αυτής. Αντίθετα με υπάρχουσες προσεγγίσεις οι οποίες, είτε προσφέρουν μεθόδους ανάλυσης ενός προβλήματος, είτε τεχνικές επίλυσης, το προτεινόμενο πλαίσιο λήψης αποφάσεων αντιμετωπίζει συνολικά τη διαδικασία λήψης αποφάσεων με βάση τις πραγματικές ανάγκες των ληπτών αποφάσεων.

Ακόμη, το προτεινόμενο πλαίσιο μπορεί να παρέχει τεχνικές για δομημένη ανάλυση των αποφάσεων, συστηματική καθοδήγηση στη σύνταξη, το χρονισμό και το περιεχόμενο των σχετικών συζητήσεων. Επίσης, αναγνωρίστηκε ότι για την ανάλυση μιας απόφασης, δηλαδή τον καθορισμό των προς επίτευξη στόχων, την αποτίμηση των δεδομένων του προβλήματος και την αξιολόγηση αυτών απαιτείται η ύπαρξη μιας κοινής γλώσσας επικοινωνίας και κοινών σημείων αναφοράς. Γι’ αυτό το λόγο, μέσα από τη συγκριτική θεώρηση των πλαισίων λήψης αποφάσεων και των τεχνικών επίλυσης έγινε η καταγραφή των βασικών εννοιών ή “λέξεων κλειδιά” κάθε μεθόδου και των μεταξύ τους σχέσεων, ώστε αυτές να χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη μιας οντολογίας η οποία θα περιγράφει τη διαδικασία λήψης αποφάσεων και τα σχετικά μοντέλα. Έτσι, η υιοθέτηση του προτεινόμενου πλαισίου στην ανάπτυξη ενός Συστήματος Υποστήριξης Ομαδικών Αποφάσεων μπορεί να συνεισφέρει στη σκέδαση των επικοινωνιακών εμποδίων, τόσο σε κοινωνικό όσο και σε τεχνικό επίπεδο.

(INFO: <http://nemertes.lis.upatras.gr/dspace/bitstream/123456789/300/1/369.pdf>, 10-08-2009)

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Ελληνική βιβλιογραφία

- 1) Δούμπος Μ, Ζοπουνίδης Κ. (2004), Πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων Μεθοδολογικές προσεγγίσεις και εφαρμογές, Αθήνα: Εκδόσεις νέων τεχνολογιών
- 2) Δούμπος Μ, Ζοπουνίδης Κ. (2001), Πολυκριτήριες τεχνικές ταξινόμησης Θεωρία και Εφαρμογές, Αθήνα: Κλειδάριθμος
- 3) Δούμπος Μ, Ζοπουνίδης Κ, Ματσατσίνης Ν., (1996), Πολυκριτήρια ευφυή συστήματα υποστήριξης αποφάσεων για την αξιολόγηση των επιδόσεων και της βιωσιμότητας των επιχειρήσεων, Αθήνα: Έλλην
- 4) Καρλής Δ. (2005), Πολυμεταβλητή Στατιστική Ανάλυση, Εκδόσεις Σταμούλη.

Ξένη βιβλιογραφία

- 1) Dantzig G.B. (1998), Linear Programming and Extensions, Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- 2) Triantaphyllou E. (2000), Multi-Criteria Decision Making Methods: A Comparative Study, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- 3) Roy B. (1991), The outranking approach and the foundations of ELECTRE methods, Theory and Decision, 31, 49-73.
- 4) Roy B. (1996), Multicriteria Methodology for Decision Aiding, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- 5) Doumpos M. and Zopounidis C. (2002), Multicriteria Decision Aid Classification Methods, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- 6) Srinivasan V. and Shocker, A.D. (1973), Linear programming techniques for multidimensional analysis of preferences, Psychometrika, 38(3), 337-396.
- 7) Steuer, R.E. (1986), Multiple Criteria Optimization: Theory, Computation and Application, John Wiley and Sons, New York.
- 8) E. Jacquet-Lagrèze. An application of the utra discriminant model for the evaluation of r&d projects.
- 9) Chang YH, Yeh CH. Evaluating airline competitiveness using multi-attribute decision making. Omega 2001;29(5):405-15.
- 10) Saaty TL. The analytic hierarchy process. New York: McGraw-Hill; 1980.
- 11) Saaty TL. Decision making for leaders. Pittsburgh: RWS Publications; 1992.

12)Siskos J, Hubert PH. Multi-criteria analysis of the impacts of energy alternatives: A survey and a comparative approach. European Journal of Operational Research 1983;13:278–99.

13)Srinivasan D, Liew AC, Chang CS. Applications of fuzzy systems in power systems. Electric Power Systems Research 1995;35(1):39–43.

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

15) Triantaphyllou, E. (2000), Multi-Criteria Decision Making Methods: A Comparative Study, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Πηγές από το Internet

1)Ευαγγέλου Χ,Ολοκλήρωση συστημάτων υποστήριξης ομαδικών αποφάσεων και διαχείρισης οργανωσιακής γνώσης,Online,Πάτρα,2004 .

Διαθέσιμο:<http://nemertes.lis.upatras.gr/dspace/bitstream/123456789/300/1/369.pdf>

2)Brans and Mareschal , J and B, How to Decide with PROMETHEE .Online. Διαθέσιμο:<http://homepages.ulb.ac.be/~bmaresc/PromWeb.htm> - 64

3)Ευαγγέλου, Καρακαπιλίδης , Χ , Ν , Πολυκριτήρια Ανάλυση και Λήψη Αποφάσεων , Online , Πάτρα .

Διαθέσιμο: www.mech.upatras.gr/~nikos/colltech/notes/notes-05.pdf

4)Ζυγομήτρος Α, «Εφαρμογή Υποστήριξης Απόφασης με την Μέθοδο Ιεραρχικής Ανάλυσης Αποφάσεων – AHP » Online .

Διαθέσιμο : www.geocities.com/thor4bp/

5)Σπανός Σ , Αναλυτική μελέτη πολυκριτηριακών μεθόδων λήψης αποφάσεων , Αθήνα 2004. Online.

Διαθέσιμο : <http://www.mech.upatras.gr/~nikos/colltech/notes/notes-05.pdf>

6)Jacek Zak, Faculty of Working Machines and Transportation – Poznan University of Technology.Online

Διαθέσιμο: http://www.iasi.cnr.it/ewgt/13conference/122_zak.pdf

