



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

**Ολοκληρωμένη Μεθοδολογία και Πληροφοριακό Σύστημα
Υποστήριξης Ομαδικών Αποφάσεων Ταξινόμησης με την
Χρήση Πολυκριτηριακής Ανάλυσης**

Εφαρμογή στον Τραπεζικό Τομέα

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Γεώργιος Α. Ρηγόπουλος

Αθήνα, Μάιος 2008



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Ολοκληρωμένη Μεθοδολογία και Πληροφοριακό Σύστημα Υποστήριξης Ομαδικών Αποφάσεων Ταξινόμησης με την Χρήση Πολυκριτηριακής Ανάλυσης

Εφαρμογή στον Τραπεζικό Τομέα

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ


Γεώργιος Α. Ρηγόπουλος

Συμβουλευτική Επιτροπή : Ι. Ψαρράς
Χ. Παπαγεωργίου
Γρ. Μέντζας


Εγκρίθηκε από την επταμελή εξεταστική επιτροπή την 23^η Μαΐου 2008.



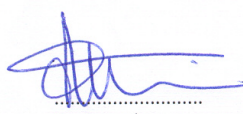
.....
Ι. Ψαρράς
Καθηγητής Ε.Μ.Π.



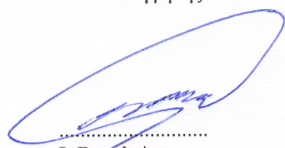
.....
Χ. Παπαγεωργίου
Αν. Καθηγητής Ε.Μ.Π.



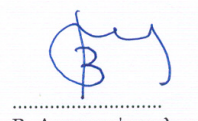
.....
Γρ. Μέντζας
Καθηγητής Ε.Μ.Π.



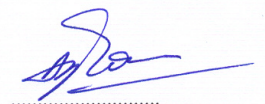
.....
Δ. Ασκούνης
Επικ. Καθηγητής Ε.Μ.Π.



.....
Ι. Βασιλείου
Καθηγητής Ε.Μ.Π.



.....
Β. Ασημακόπουλος
Καθηγητής Ε.Μ.Π.



.....
Δ. Διακουλάκη
Αναπ. Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Μάιος 2008



Γεώργιος, Α. Ρηγόπουλος
Διδάκτωρ Ε.Μ.Π.

Copyright © Γεώργιος, Α. Ρηγόπουλος, 2008.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

-Στους γονείς μου-

Ευχαριστίες

Η παρούσα διατριβή αποτελεί το επιστέγασμα μιας πορείας κοπιαστικής μα και άκρως δημιουργικής συνάμα, και ταυτόχρονα το έναυσμα για συνέχιση σε νέους ερευνητικούς δρόμους με περισσότερη προσπάθεια. Αυτά τα χρόνια μου δόθηκε η ευκαιρία και είχα την τιμή να συνεργαστώ με αξιόλογους ανθρώπους και να διδαχθώ από την πλούσια εμπειρία τους την οποία απλόχερα μοιράστηκαν μαζί μου. Συμπυκνώνοντας ωστόσο όλη την εμπειρία μου, θα έλεγα ότι ως ουσιαστικότερο αποτέλεσμα αυτής της προσπάθειας θεωρώ την θητεία μου στην επιστημονική έρευνα και την δημιουργική διαδικασία παραγωγής γνώσης.

Στην πορεία αυτή ο Καθηγητής κ. Ι. Ψαρράς, επιβλέπων της διατριβής, υπήρξε οδηγός και συμπαροστάτης. Δάσκαλος, με την βοήθεια και κατανόηση αλλά και την εν γένει στάση του αποτέλεσε παράδειγμα και σημείο αναφοράς καθ' όλη την διάρκεια της συνεργασίας μαζί του στο Εργαστήριο Συστημάτων Αποφάσεων και Λοίπησης. Θα ήθελα να του ευχαριστήσω θερμά που με τίμησε με την εμπιστοσύνη του, καθώς και για την συνεργασία και τα όσα θετικά αποκόμισα από αυτή. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή κ. Ι.-Ε. Σαμουηλίδη για την εν γένει παρουσία και βοήθειά του, όπως επίσης και τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Δ. Ασκούνη για την θερμή και φιλική του συμπαράσταση και βοήθεια σε δύσκολες στιγμές.

Ευχαριστώ θερμά τον Καθηγητή κ. Γρ. Μέντζα, τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Χ. Παπαγεωργίου., τον Επίκ. Καθηγητή κ. Δ. Ασκούνη, τον Καθηγητή κ. Β. Ασημακόπουλο, τον Καθηγητή κ. Ι. Βασιλείου και την Αν. Καθηγήτρια κ. Δ. Διακουλάκη οι οποίοι με τίμησαν και παρευρέθηκαν στην εξέταση της διατριβής.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω όλα τα μέλη του εργαστηρίου με τα οποία κατά καιρούς συνεργάστηκα και στα οποία οφείλω ιδιαίτερη ευγνωμοσύνη για την συναδελφικότητα την οποία επέδειξαν. Είναι πραγματικά άξιο λόγου το ήθος και το πνεύμα συνεργασίας ακόμη και σε δύσκολες συνθήκες, κάτι το οποίο αντανακλά το πνεύμα το οποίο έχει εμφυσηθεί.

Όσοι πέρα από την όποια ατομική προσπάθεια, το αποτέλεσμα δεν θα ήταν εφικτό χωρίς και την έμμεση βοήθεια και συμπαράσταση ορισμένων ανθρώπων οι οποίοι αποτέλεσαν το αντίβαρο στο αυξημένο φορτίο και τις δύσκολες στιγμές. Αφανής συμπαροστάτης σε όλη αυτή την περίοδο υπήρξε το στενό οικογενειακό μου περιβάλλον, το οποίο καρτερικά υπέμεινε την κατά περιόδους πίεση και για αυτό τους χρωστάω ένα μεγάλο ευχαριστώ.

Τέλος, θα ήταν σημαντική παράλειψη να μην μνημονεύσω την συμπαράσταση του Καθηγητή κ. Ι. Κεκλίκογλου, ο οποίος με την στάση του και την εν γένει βοήθειά του, αποτέλεσε εσωτερικό στήριγμα σε πραγματικά δύσκολες στιγμές, οι οποίες ήταν αρκετές κατά την διάρκεια αυτής της πορείας.

Ρηγόπουλος Γιώργος, Αθήνα, Μάιος 2008

Περίληψη

Η υιοθέτηση πολυκριτηριακής ανάλυσης για την υποστήριξη ομαδικών αποφάσεων είναι εκτεταμένη, ωστόσο η πλειονότητα των μεθοδολογιών εστιάζει σε προβλήματα επιλογής και ιεράρχησης, ενώ δεν υφίσταται πολυκριτηριακή μεθοδολογία για προβλήματα ταξινόμησης. Παράλληλα, παρατηρείται κενό και στον τομέα ανάπτυξης και εφαρμογής κατάλληλων Συστημάτων Υποστήριξης Ομαδικών Αποφάσεων (ΣΥΟΑ) για προβλήματα ταξινόμησης. Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, καθώς και τις σχετικές ανάγκες στον εν γένει χρηματοοικονομικό τομέα, η παρούσα διατριβή διαπραγματεύεται την συνεργατική λήψη αποφάσεων από ολιγομελή ομάδα αποφασιζόντων για το υποσύνολο των πολυκριτηριακών προβλημάτων τα οποία αναφέρονται στην προβληματική της ταξινόμησης.

Ειδικότερα, παρουσιάζεται η πρωτότυπη πολυκριτηριακή μεθοδολογία NeXClass, η οποία αντιμετωπίζει προβλήματα ταξινόμησης σε προκαθορισμένες μη-διατεταγμένες κατηγορίες από ένα αποφασίζοντα. Η μεθοδολογία εισάγει τον καθορισμό των κατηγοριών με βάση το όριό τους, το οποίο ορίζεται ως κατώφλι εισόδου, και τον ασαφή βαθμό ένταξης, με βάση τον οποίο πραγματοποιείται η ταξινόμηση. Η μεθοδολογία NeXClass επεκτείνεται σε περιβάλλον ομάδας και παρουσιάζεται η πρωτότυπη πολυκριτηριακή μεθοδολογία NeXClass-G η οποία αντιμετωπίζει προβλήματα ταξινόμησης σε μη-διατεταγμένες κατηγορίες σε περιβάλλον ομάδας. Στην NeXClass-G η σύνθεση των ατομικών προτιμήσεων εκτελείται στο σύνολο των αρχικών παραμέτρων, οι οποίες στην συνέχεια χρησιμοποιούνται ως σύνολο εισόδου για την NeXClass. Για την σύνθεση των τιμών των παραμέτρων εισάγεται τελεστής σύνθεσης ο οποίος βασίζεται στην Θεωρία Συλλογικής Κρίσης με κατάλληλη τροποποίηση ώστε να μεγιστοποιεί την συναίνεση. Επιπλέον, για σημεία στα οποία απαιτείται η αποδοχή της ομάδας ως προς κάποια παράμετρο εισάγεται σύνθεση των απόψεων με την βοήθεια του τελεστή WOWA, με κατάλληλο καθορισμό των βαρών ώστε να εκφράζουν την προσέγγιση της πλειοψηφίας. Το επίπεδο ικανοποίησης και αποδοχής υπολογίζεται με τον ορισμό και μέτρηση σχετικών δεικτών συναίνεσης.

Τέλος, παρουσιάζεται το πρωτότυπο πληροφοριακό Σύστημα Υποστήριξης Ομαδικών Αποφάσεων NeXClass-GDSS, το οποίο υποστηρίζει την λήψη αποφάσεων από ομάδες σε προβλήματα ταξινόμησης για προκαθορισμένες μη-διατεταγμένες κατηγορίες. Οι μεθοδολογίες (ατομική και ομαδική) και το ΣΥΟΑ εφαρμόζονται σε πραγματικά προβλήματα ταξινόμησης στον τραπεζικό τομέα και αξιολογούνται σχετικά. Από τα ευρήματα προκύπτει ότι τόσο οι προτεινόμενες μεθοδολογίες όσο και το ΣΥΟΑ καλύπτουν επαρκώς το μεθοδολογικό κενό και συμβάλλουν με θετικό και πρωτότυπο τρόπο στα πεδία της πολυκριτηριακής ανάλυσης και των ομαδικών αποφάσεων εκπληρώνοντας πλήρως τους ερευνητικούς στόχους της διατριβής.

Λέξεις κλειδιά: Πολυκριτηριακή ανάλυση, Ομαδικές αποφάσεις, Ταξινόμηση, Μη διατεταγμένες κατηγορίες, ΣΥΑ, ΣΥΟΑ, Τελεστές σύνθεσης, OWA, WOWA

Abstract

Utilization of multicriteria analysis in group decision support has been extended during the last decade, despite the inherent complexity of the field. However, the majority of methodologies focus on choice and ranking problems, while there is no methodology available for classification ones. In addition to methodological lack in theoretical level, there also exists lack in the application domain, especially regarding the design and development of appropriate Group Decision Support Systems (GDSS) for classification problems. Considering the above, as well as relevant needs in the financial domain, the present dissertation focuses on covering both the theoretical and the application lack. More specifically, its research domain lies within the field of small collaborative group decision making for multicriteria classification problems in predefined non ordered categories.

In details, NeXClass multicriteria methodology is presented, which is a novel approach and supports classification problems for predefined non ordered categories by a single decision maker. The methodology introduces the definition of categories according to their limits, which is considered as entrance threshold, and the fuzzy inclusion degree, on which classification is based. NeXClass is extended in group setting and the novel methodology NeXClass-G is introduced, which supports classification problems for predefined non ordered categories by a group of decision makers. In NeXClass-G aggregation of individual preferences is executed at the parameter level, which is used as input set for NeXClass. For the aggregation of preferences an operator based on Social Judgment Scheme is introduced, in order to maximize consent. Moreover, for group acceptance on parameters aggregation of opinions is introduced, based on WOWA operator with appropriate weight definition, in order to express the majority concept. Satisfaction and acceptance level are calculated by definition of consent indices.

Finally, the prototype Group Decision Support Systems (GDSS) NeXClass-GDSS is presented, which supports group decisions in multicriteria classification problems for predefined non ordered categories. Both methodologies (for single decision maker and group), as well as the GDSS have been applied in real world classification problems in banking domain and evaluated. Findings provide strong evidence that methodologies as well as GDSS sufficiently cover the needs and contribute in a positive and prototype way in the field of multicriteria analysis and group decisions in alignment with dissertations' research goals.

Keywords: Multicriteria analysis, Group decisions, Classification, Decision Support Systems, Group Decision Support Systems, Aggregation operators, OWA, WOWA

Συντομογραφίες

ΣΥΑ: Σύστημα Υποστήριξης Αποφάσεων

ΣΥΔ: Σύστημα Υποστήριξης Διαπραγματεύσεων

ΣΥΟΑ: Σύστημα Υποστήριξης Ομαδικών Αποφάσεων

SJS: Social Judgment Scheme

EFTPoS: Electronic Funds Transfer at the Point of Sale

ATM: Automatic Teller Machine

OWA: Ordered Weighted Averaging Operator

WOWA: Weighted OWA

Βασικοί όροι

- EFTPoS:** Electronic Funds Transfer at the Point of Sale. Τα τερματικά EFTPoS είναι ο συνηθέστερος τρόπος για την μεταφορά αξίας από έναν ιδιώτη προς μια επιχείρηση για μια αγορά αγαθών η οποία πραγματοποιείται σε ένα σημείο πώλησης. Πρόκειται για κατάλληλες τερματικές συσκευές οι οποίες παρέχουν την δυνατότητα πληρωμών μέσω πιστωτικών και χρεωστικών καρτών για σειρά συναλλαγών.
- ATM:** Automatic Teller Machine. Τα ATM είναι ο συνηθέστερος τρόπος για την ανάληψη μετρητών ή εκτέλεση τραπεζικών συναλλαγών κατά τις μη εργάσιμες ώρες των τραπεζών. Πρόκειται για κατάλληλες συσκευές οι οποίες παρέχουν την δυνατότητα αναλήψεων μέσω πιστωτικών και χρεωστικών καρτών, και πρόσφατα επιπλέον συναλλαγών, όπως πληρωμές και ενημερώσεις για λογαριασμούς και δάνεια.

Πίνακας περιεχομένων

Πίνακας περιεχομένων	17
Κατάλογος πινάκων	23
Κατάλογος εικόνων	25
Πρόλογος	27
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	33
Εισαγωγή	33
1.1. Εισαγωγή	34
1.2. Το πρόβλημα της ταξινόμησης σε περιβάλλον ομάδας και η σημασία του	34
1.3. Στόχοι της διατριβής	36
1.4. Ερευνητικό πεδίο και τομείς συμβολής της διατριβής	38
1.5. Γενική ερευνητική μεθοδολογία και σχεδιασμός	39
1.6. Ευρεία περίληψη μεθοδολογιών	41
1.6.1. Προτεινόμενη πολυκριτηριακή μεθοδολογία ταξινόμησης NeXClass	41
1.6.2. Προτεινόμενη ολοκληρωμένη μεθοδολογία υποστήριξης ομαδικών αποφάσεων ταξινόμησης NeXClass-G	51
1.6.3. Σύστημα Υποστήριξης Ομαδικών Αποφάσεων Ταξινόμησης NeXClass-GDSS	63
1.7. Εφαρμογή μεθοδολογιών και ΣΥΟΑ	66
1.7.1. Εφαρμογή NeXClass σε ταξινόμηση επιχειρήσεων	67
1.7.2. Εφαρμογή NeXClass-G σε ταξινόμηση ATM	72
1.8. Σύνοψη	78
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	79
Πολυκριτηριακή ανάλυση και ταξινόμηση	79
2.1. Εισαγωγή	80
2.2. Το πρόβλημα της ταξινόμησης	80
2.3. Πολυκριτηριακή ανάλυση αποφάσεων	82
2.3.1. Σύντομη αναδρομή	82
2.3.2. Βασικές έννοιες και μεθοδολογία	83
2.4. Κύρια θεωρητικά ρεύματα	86
2.4.1. Πολυκριτηριακός μαθηματικός προγραμματισμός	87
2.4.2. Πολυκριτηριακή θεωρία χρησιμότητας	88

2.4.3.	Θεωρία σχέσεων υπεροχής	90
2.4.4.	Αναλυτική συνθετική προσέγγιση	92
2.5.	Πολυκριτηριακή ανάλυση στο πρόβλημα της ταξινόμησης	93
2.5.1.	Γενικά	93
2.5.2.	Πολυκριτηριακές μεθοδολογίες ταξινόμησης	94
2.5.3.	Αξιολόγηση μεθοδολογιών	100
2.6.	Σύνοψη	104
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3		105
Πολυκριτηριακή ανάλυση και ομαδικές αποφάσεις		105
3.1.	Εισαγωγή	106
3.2.	Ομαδική λήψη αποφάσεων	106
3.2.1.	Γενικά	106
3.2.2.	Τεχνικές	109
3.3.	Πολυκριτηριακή ανάλυση και ομαδικές αποφάσεις	113
3.3.1.	Γενικά	113
3.3.2.	Πολυκριτηριακές μεθοδολογίες σε ομαδικές αποφάσεις	114
3.4.	Συστήματα Υποστήριξης Ομαδικών Αποφάσεων	117
3.4.1.	Γενικά	117
3.4.2.	Βασικά σημεία σχεδιασμού ΣΥΟΑ	118
3.4.3.	Πολυκριτηριακά ΣΥΟΑ	120
3.5.	Ατομικές προτιμήσεις	124
3.6.	Σύνθεση τιμών	125
3.6.1.	Γενικά	125
3.6.2.	Μοντέλο Συλλογικής Κρίσης (Social Judgment Scheme SJS)	127
3.6.3.	Τελεστής OWA (Ordered Weighted Averaging Operator)	128
3.6.4.	Τελεστής WOWA (Weighted OWA)	130
3.6.5.	Σύνθεση τιμών σε περιβάλλον ομαδικών αποφάσεων	132
3.7.	Σύνοψη	132
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4		135
Πολυκριτηριακή μεθοδολογία NeXClass		135
4.1.	Εισαγωγή	136
4.2.	Μεθοδολογία NeXClass	137
4.2.1.	Γενικά	137
4.2.2.	Βασικές αρχές	137
4.2.3.	Παράδειγμα ταξινόμησης	138
4.2.4.	Φάσεις της μεθοδολογίας	139
4.3.	Αναλυτική περιγραφή πολυκριτηριακής ταξινόμησης με βάση τον Βαθμό ένταξης	140
4.3.1.	Ορισμός προβλήματος	140
4.3.2.	Ορισμός της Αρχής της ένταξης	141
4.3.3.	Ορισμός βαθμού ένταξης	142
4.3.4.	Ορισμός ασαφούς σχέσης ένταξης	142
4.3.5.	Μερικές σχέσεις ένταξης	143

4.3.6.	Μερικός δείκτης ένταξης	145
4.3.7.	Συνολικός δείκτης ένταξης	146
4.3.8.	Μερικός δείκτης ασυμφωνίας	146
4.3.9.	Συνολική ασαφής σχέση ένταξης	148
4.3.10.	Υπολογισμός βαθμού ένταξης	148
4.3.11.	Ταξινόμηση σε κατηγορίες	149
4.4.	Ολοκληρωμένη μεθοδολογία ταξινόμησης NeXClass	150
4.4.1.	Φάση 1: Καθορισμός προβλήματος	150
4.4.2.	Φάση 2: Εφαρμογή πολυκριτηριακής ταξινόμησης	152
4.4.3.	Φάση 3: Ανάλυση αποτελεσμάτων	153
4.5.	Ενδεικτικό παράδειγμα εφαρμογής	155
4.6.	Σύστημα υποστήριξης αποφάσεων NeXClassDSS	158
4.6.1.	Γενική περιγραφή	158
4.6.2.	Αρχιτεκτονική	159
4.6.3.	Κύρια υποσυστήματα	160
4.6.4.	Βασικές λειτουργίες ΣΥΑ	162
4.7.	Αξιολόγηση μεθοδολογίας	165
4.8.	Θέματα προς διερεύνηση και μελλοντικές προοπτικές	170
4.9.	Σύνοψη	171
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5		173
Ολοκληρωμένη μεθοδολογία NeXClass-G		173
5.1.	Εισαγωγή	174
5.2.	Μεθοδολογία NeXClass-G	175
5.2.1.	Γενικές αρχές	175
5.2.2.	Φάσεις	176
5.2.3.	Συναίνεση στις ομαδικές αποφάσεις	178
5.2.4.	Ορισμός βαθμού συναίνεσης	180
5.2.5.	Ορισμός βαθμού αποδοχής	187
5.2.6.	Σύνθεση τιμών παραμέτρων	190
5.3.	Αναλυτική παρουσίαση μεθοδολογίας NeXClass-G	191
5.3.1.	Ορισμός προβλήματος	191
5.3.2.	Φάσεις της μεθοδολογίας	192
5.4.	Ενδεικτικό παράδειγμα εφαρμογής	199
5.4.1.	Φάση 1: Διαμόρφωση του προβλήματος	200
5.4.2.	Φάση 2: Συναινετικός καθορισμός παραμέτρων	200
5.4.3.	Φάση 3: Εφαρμογή πολυκριτηριακής μεθοδολογίας NeXClass	209
5.4.4.	Φάση 4: Έλεγχος αποτελεσμάτων	209
5.5.	Αξιολόγηση μεθοδολογίας	211
5.6.	Θέματα προς διερεύνηση και μελλοντικές προοπτικές	214
5.7.	Σύνοψη	215
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6		217
Σύστημα Υποστήριξης Ομαδικών Αποφάσεων NeXClass-GDSS		217
6.1.	Εισαγωγή	218

6.2.	ΣΥΟΑ NeXClass-GDSS	219
6.2.1.	Απαιτήσεις του ΣΥΟΑ	219
6.2.2.	Τεχνολογία του ΣΥΟΑ	221
6.3.	Μεθοδολογία ανάπτυξης του NeXClass-GDSS ΣΥΟΑ	222
6.4.	Αρχιτεκτονική του NeXClass-GDSS ΣΥΟΑ	224
6.5.	Λειτουργίες NeXClass-GDSS ΣΥΟΑ	227
6.5.1.	Πρόσβαση	227
6.5.2.	Συντονιστής	229
6.5.3.	Μέλη	230
6.5.4.	Ταξινόμηση	230
6.6.	Αξιολόγηση NeXClass-GDSS ΣΥΟΑ	232
6.7.	Θέματα προς διερεύνηση και μελλοντικές προοπτικές	234
6.8.	Σύνοψη	235

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 239

Εφαρμογή μεθοδολογίας NeXClass 239

7.1.	Εισαγωγή	240
7.2.	Επισκόπηση του πεδίου των EFTPoS	241
7.2.1.	Γενικά	241
7.2.2.	Τερματικά EFTPoS	242
7.2.3.	Ελληνική αγορά	243
7.3.	Περιγραφή του προβλήματος	245
7.4.	Μεθοδολογία επίλυσης	246
7.5.	Εφαρμογή NeXClass: ΦΑΣΗ 1 - Καθορισμός προβλήματος	247
7.5.1.	Ορισμός κατηγοριών	247
7.5.2.	Ορισμός κριτηρίων	248
7.5.3.	Προσδιορισμός βαρών κριτηρίων με την μέθοδο Simos	250
7.5.4.	Κατώφλια εισόδου κατηγοριών	250
7.5.5.	Κατώφλια αδιαφορίας, προτίμησης και βέτο	251
7.5.6.	Επιλογή εναλλακτικών	252
7.6.	Εφαρμογή NeXClass: ΦΑΣΗ 2 - Εφαρμογή πολυκριτηριακής ταξινόμησης	253
7.6.1.	Βασική λύση	253
7.7.	Εφαρμογή NeXClass: ΦΑΣΗ 3 - Ανάλυση αποτελεσμάτων	259
7.7.1.	Κριτήρια	260
7.7.2.	Κατώφλια εισόδου	261
7.7.3.	Κατώφλια βέτο	262
7.7.4.	Κατώφλια προτίμησης	265
7.7.5.	Κατώφλια αδιαφορίας	266
7.7.6.	Ανάλυση αποτελεσμάτων	267
7.8.	Αξιολόγηση μεθοδολογίας και NeXClass ΣΥΑ	269
7.8.1.	Μεθοδολογία	269
7.8.2.	ΣΥΑ	269
7.9.	Συμπεράσματα	273
7.9.1.	Ειδικά	273

7.9.2. Γενικά	273
7.10. Σύνοψη	274
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8	275
Εφαρμογή μεθοδολογίας NeXClass-G και ΣΥΟΑ	275
8.1. Εισαγωγή	276
8.2. Επισκόπηση του πεδίου των ATM	277
8.2.1. Γενικά	277
8.2.2. Ελληνική αγορά	278
8.3. Περιγραφή του προβλήματος	279
8.4. Μεθοδολογία επίλυσης	280
8.5. Εφαρμογή NeXClass- G - ΦΑΣΗ 1 - Καθορισμός προβλήματος	281
8.5.1. Μέλη ομάδας, βαθμός αποδοχής και συναίνεσης	282
8.5.2. Ορισμός κατηγοριών	282
8.5.3. Ορισμός κριτηρίων	282
8.5.4. Κατώφλια εισόδου	287
8.5.5. Κατώφλια προτίμησης, αδιαφορίας και βέτο	288
8.5.6. Επιλογή εναλλακτικών	289
8.5.7. Γνωστοποίηση στην ομάδα	289
8.6. Εφαρμογή NeXClass - ΦΑΣΗ 2 -Σύνθεση ατομικών προτιμήσεων	290
8.6.1. Κατηγορίες	290
8.6.2. Κριτήρια	291
8.6.3. Αποδεκτά κριτήρια και κατηγορίες	292
8.6.4. Βάρη κριτηρίων	293
8.6.5. Κατώφλια εισόδου	294
8.6.6. Εναλλακτικές	299
8.7. Εφαρμογή NeXClass-G - ΦΑΣΗ 3 – Εφαρμογή πολυκριτηριακής ταξινόμησης (NeXClass)	299
8.7.1. Βασική λύση	299
8.8. ΦΑΣΗ 4 - Ανάλυση αποτελεσμάτων	300
8.8.1. Κριτήρια	300
8.8.2. Κατώφλια εισόδου	301
8.8.3. Κατώφλια βέτο	302
8.8.4. Κατώφλια αδιαφορίας	303
8.8.5. Κατώφλια προτίμησης	304
8.8.6. Βαθμός συναίνεσης	304
8.8.7. Ανάλυση αποτελεσμάτων	305
8.9. Αξιολόγηση μεθοδολογίας	306
8.9.1. Μεθοδολογία	306
8.9.2. ΣΥΑ	307
8.10. Συμπεράσματα	307
8.10.1. Ειδικά	308
8.10.2. Γενικά	308
8.11. Σύνοψη	309
8.12. Παράρτημα	310

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9	313
Συμπεράσματα και μελλοντικές κατευθύνσεις	313
9.1. Σύνοψη και συμπεράσματα	314
9.2. Τομείς συμβολής της διατριβής	315
9.3. Συμπεράσματα	322
9.3.1. Μεθοδολογία NeXClass	322
9.3.2. Μεθοδολογία NeXClass-G και ΣΥΟΑ	323
9.3.3. Εφαρμογή μεθοδολογιών και ΣΥΟΑ	325
9.4. Μελλοντικές κατευθύνσεις	327
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10	329
Βιβλιογραφία	329
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α	352
Λίστα δημοσιεύσεων	352
Διεθνή περιοδικά	353
Συνέδρια	353

Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 1-1. Βαθμοί συμφωνίας.....	53
Πίνακας 1-2. Βαθμοί εγγύτητας	54
Πίνακας 2-1. Συνοπτικός πίνακας μεθοδολογιών πολυκριτηριακής ταξινόμησης.....	102
Πίνακας 3-1. Συνοπτικός πίνακας εφαρμογών πολυκριτηριακής ανάλυσης σε ομαδικές αποφάσεις	116
Πίνακας 3-2. Συνοπτικός πίνακας πολυκριτηριακών ΣΥΟΑ.....	124
Πίνακας 4-1. Συγκριτική ταξινόμηση με TRINOMFC, SMAA-classification, NeXClass	167
Πίνακας 4-2. Σύγκριση μεθοδολογιών ταξινόμησης NeXClass, PROMETHEE TRI....	169
Πίνακας 5-1. Βαθμοί συμφωνίας.....	185
Πίνακας 5-2. Βαθμοί εγγύτητας	186
Πίνακας 5-3. Σύνθεση τιμών βαρών κριτηρίων.....	210
Πίνακας 5-4. Βαθμοί συμφωνίας.....	210
Πίνακας 5-5. Βαθμοί εγγύτητας	211
Πίνακας 6-1. Παράγοντες αξιολόγησης ΣΥΟΑ	233
Πίνακας 6-2. Αποτελέσματα αξιολόγησης ΣΥΟΑ	234
Πίνακας 7-1. Τμηματοποίηση αγοράς EFTPoS.....	247
Πίνακας 7-2. Κατηγορίες ταξινόμησης	248
Πίνακας 7-3. Συνοπτικά στοιχεία κριτηρίων	249
Πίνακας 7-4. Υπολογισμός βαρών κριτηρίων με Simos	250
Πίνακας 7-5. Βάρη κριτηρίων	250
Πίνακας 7-6. Διαβάθμιση κριτηρίων ανά κατηγορία.....	251
Πίνακας 7-7. Κατώφλια εισόδου ανά κατηγορία	251
Πίνακας 7-8. Κατώφλια αδιαφορίας (q), προτίμησης (p) και βέτο (v).....	252
Πίνακας 7-9. Επίδοση εναλλακτικών (εμπόρων).....	253
Πίνακας 7-10. Βαθμοί ένταξης και βασική λύση.....	255
Πίνακας 7-11. Ευαισθησία ως προς το βάρος των κριτηρίων	260
Πίνακας 7-12. Ευαισθησία ως προς τις τιμές των κατωφλίων εισόδου.....	261
Πίνακας 7-13. Αλλαγές ταξινόμησης με την μεταβολή της τιμής των κατωφλίων εισόδου	262
Πίνακας 7-14. Ευαισθησία ως προς την τιμή των κατωφλίων βέτο	263
Πίνακας 7-15. Αλλαγές ταξινόμησης με την μεταβολή της τιμής των κατωφλίων βέτο	264
Πίνακας 7-16. Ευαισθησία ως προς τις τιμές των κατωφλίων προτίμησης.....	265

Πίνακας 7-17. Αλλαγές ταξινόμησης με την μεταβολή της τιμής των κατωφλίων προτίμησης	266
Πίνακας 7-18. Ευαισθησία ως προς τις τιμές των κατωφλίων αδιαφορίας.....	266
Πίνακας 7-19. Ταξινόμηση εναλλακτικών.....	268
Πίνακας 7-20. Αξιολόγηση μεθοδολογίας με σύνολα αναφοράς.....	269
Πίνακας 7-21. Ερευνητικές υποθέσεις	271
Πίνακας 7-22. Σημεία ελέγχου υποθέσεων	271
Πίνακας 7-23. Δημογραφικά στοιχεία δείγματος.....	272
Πίνακας 7-24. Cronbach alpha	272
Πίνακας 7-25. Σημεία ελέγχου υποθέσεων	272
Πίνακας 8-1. Τμηματοποίηση της αγοράς των ΑΤΜ.....	281
Πίνακας 8-2. Βαρύτητες μελών.....	282
Πίνακας 8-3. Προτεινόμενες κατηγορίες	282
Πίνακας 8-4. Βαθμολόγηση ευκολίας πρόσβασης.....	284
Πίνακας 8-5. Βαθμολόγηση ορατότητας.....	284
Πίνακας 8-6. Βαθμολόγηση θέσης ΑΤΜ	285
Πίνακας 8-7. Βαθμολόγηση απόστασης από περιοχή υψηλής πυκνότητας κίνησης ...	285
Πίνακας 8-8. Βαθμολόγηση ανταγωνισμού από ΑΤΜ άλλων τραπεζών	286
Πίνακας 8-9. Βαθμολόγηση φίλιου ανταγωνισμού.....	286
Πίνακας 8-10. Κατάλογος προτεινόμενων κριτηρίων	286
Πίνακας 8-11. Κριτήρια και κατηγορίες.....	287
Πίνακας 8-12. Προτεινόμενες ζώνες τιμών κατωφλίων εισόδου ανά κατηγορία	287
Πίνακας 8-13. Προτεινόμενα κατώφλια αδιαφορίας, προτίμησης, βέτο	288
Πίνακας 8-14. Προτεινόμενη επίδοση εναλλακτικών.....	289
Πίνακας 8-15. Αποδοχή κατηγοριών	290
Πίνακας 8-16. Βάρη τελεστή OWA	291
Πίνακας 8-17. Σύνθεση αποδοχής κατηγοριών	291
Πίνακας 8-18. Αποδοχή κριτηρίων	292
Πίνακας 8-19. Σύνθεση αποδοχής κριτηρίων	292
Πίνακας 8-20. Αποδεκτά κριτήρια και κατηγορίες.....	293
Πίνακας 8-21. Σύνθεση βαρών κριτηρίων	293
Πίνακας 8-22. Σύνθεση τιμών κατωφλίων εισόδου ανά κατηγορία και κριτήριο.....	295
Πίνακας 8-23. Επιδόσεις εναλλακτικών.....	299
Πίνακας 8-24. Βασική λύση.....	300
Πίνακας 8-25. Ευαισθησία βάρους κριτηρίων	301
Πίνακας 8-26. Ευαισθησία κατωφλίων εισόδου.....	301
Πίνακας 8-27. Ευαισθησία στα κατώφλια εισόδου.....	302
Πίνακας 8-28. Ευαισθησία κατωφλίων βέτο.....	303
Πίνακας 8-29. Ευαισθησία κατωφλίων αδιαφορίας.....	303
Πίνακας 8-30. Ευαισθησία κατωφλίων προτίμησης.....	304
Πίνακας 8-31. Βαθμοί συναίνεσης.....	305
Πίνακας 8-32. Αποτέλεσμα ταξινόμησης.....	305
Πίνακας 8-33. Αξιολόγηση μεθοδολογίας με σύνολα αναφοράς.....	307
Πίνακας 8-34. Βαθμοί συμφωνίας.....	310
Πίνακας 8-35. Βαθμοί εγγύτητας	311
Πίνακας 8-36. Ατομικά βάρη κριτηρίων με την μέθοδο Simos	312

Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1.1. Ερευνητικό πεδίο διατριβής.....	38
Εικόνα 1.2. Μεθοδολογικό πλαίσιο διατριβής.....	41
Εικόνα 1.3. Φάσεις μεθοδολογίας NeXClass	49
Εικόνα 1.4. Εισαγωγή στο NeXClassDSS ΣΥΑ.....	50
Εικόνα 1.5. Φάσεις μεθοδολογίας NeXClass-G	62
Εικόνα 1.6. Αρχιτεκτονική του NeXClass-GDSS ΣΥΟΑ.....	64
Εικόνα 1.7. Πρόσβαση στο NeXClass-GDSS ΣΥΟΑ.....	65
Εικόνα 2.1. Στάδια πολυκριτηριακής λήψης αποφάσεων.....	85
Εικόνα 4.1. Περιοχές προτίμησης (ένταξης)	144
Εικόνα 4.2. Μερικός δείκτης ένταξης.....	145
Εικόνα 4.3. Μερικός δείκτης ασυμφωνίας	148
Εικόνα 4.4. Φάσεις μεθοδολογίας NeXClass	158
Εικόνα 4.5. Εισαγωγή στο NeXClassDSS ΣΥΑ.....	159
Εικόνα 4.6. Υποσυστήματα NeXClassDSS ΣΥΑ.....	161
Εικόνα 4.7. Βασικό μενού NeXClassDSS ΣΥΑ	162
Εικόνα 4.8. Επιλογή μοντέλου (προβλήματος)	162
Εικόνα 4.9. Δημιουργία προβλήματος ταξινόμησης.....	163
Εικόνα 4.10. Καταχώρηση παραμέτρων προβλήματος (επιδόσεις εναλλακτικών)	163
Εικόνα 4.11. Καταχώρηση παραμέτρων (κατώφλια)	164
Εικόνα 4.12. Αποτελέσματα ταξινόμησης.....	164
Εικόνα 4.13. Αποτελέσματα ταξινόμησης (βαθμοί και δείκτες).....	165
Εικόνα 5.1. Η μεθοδολογία NeXClass-G συνοπτικά.....	177
Εικόνα 5.2. Αποδοχή κριτηρίων και κατηγοριών	196
Εικόνα 5.3. Σύνθεση βαρών των κριτηρίων	196
Εικόνα 5.4. Μεθοδολογία NeXClass-G	199
Εικόνα 6.1. Διαδικασία ανάπτυξης ΣΥΟΑ	222
Εικόνα 6.2. Διαδικασία ανάπτυξης πρωτοτύπου.....	223
Εικόνα 6.3. Αρχιτεκτονική του ΣΥΟΑ.....	224
Εικόνα 6.4. Οντότητα παραμέτρων προβλήματος	226
Εικόνα 6.5. Οντότητα προτιμήσεων προβλήματος.....	226
Εικόνα 6.6. Οντότητα αποτελεσμάτων προβλήματος	227
Εικόνα 6.7. Πρόσβαση στο ΣΥΟΑ.....	228
Εικόνα 6.8. Αυθεντικοποίηση χρηστών.....	228
Εικόνα 6.9. Καθορισμός παραμέτρων προβλήματος	229
Εικόνα 6.10. Καθορισμός παραμέτρων κατηγοριών.....	230

Εικόνα 6.11. Καθορισμός ατομικών προτιμήσεων μέλους	231
Εικόνα 6.12. Γραφική παράσταση κατώφλιων	231
Εικόνα 6.13. Αποτέλεσμα ταξινόμησης	232
Εικόνα 6.14. Διάγραμμα του ιστοχώρου του ΣΥΟΑ	236
Εικόνα 6.15. Μοντέλο δεδομένων του ΣΥΟΑ	237
Εικόνα 7.1. Αριθμός καρτών στην ελληνική αγορά	244
Εικόνα 7.2. Αριθμός ΕFTPOS στην ελληνική αγορά.....	244
Εικόνα 7.3. Κατώφλια κατηγοριών.....	251
Εικόνα 7.4. Ταξινόμηση στην κατηγορία C1.....	256
Εικόνα 7.5. Ταξινόμηση στην κατηγορία C2.....	257
Εικόνα 7.6. Ταξινόμηση στην κατηγορία C3.....	258
Εικόνα 7.7. Ταξινόμηση στην κατηγορία C4.....	259
Εικόνα 7.8. Ερευνητικό μοντέλο αποδοχής ΣΥΑ.....	270
Εικόνα 7.9. Αποτελέσματα συσχέτισης.....	273
Εικόνα 8-1. Εξέλιξη αριθμού ΑΤΜ στην ελληνική αγορά.....	279
Εικόνα 8-2. Σύνθεση βαρών κριτηρίων.....	294
Εικόνα 8-3. Ομαδικά κατώφλια κατηγοριών	295
Εικόνα 8-4. Κατηγορία C1	296
Εικόνα 8-5. Κατηγορία C2	297
Εικόνα 8-6. Κατηγορία C3	298

Πρόλογος

Στόχοι της διατριβής

Η παρούσα διατριβή εστιάζει στο ευρύτερο γνωστικό πεδίο της υποστήριξης στην λήψη ομαδικών αποφάσεων. Ειδικότερα, διαπραγματεύεται την συνεργατική λήψη αποφάσεων από ολιγομελή ομάδα αποφασιζόντων για το υποσύνολο των πολυκριτηριακών προβλημάτων τα οποία αναφέρονται στην προβληματική της ταξινόμησης σε προκαθορισμένες μη-διατεταγμένες κατηγορίες.

Η διατριβή έχει ως κύριο στόχο να υποστηρίξει την θέση ότι

η ολοκλήρωση α) μεθόδων πολυκριτηριακής ανάλυσης, και β) τεχνικών ομαδικής λήψης αποφάσεων

με σκοπό την υποβοήθηση λήψης αποφάσεων από ομάδα αποφασιζόντων για το υποσύνολο των πολυκριτηριακών προβλημάτων τα οποία αναφέρονται στην προβληματική της ταξινόμησης σε προκαθορισμένες μη-διατεταγμένες κατηγορίες

αποτελεί πρωτότυπη και σημαντική συμβολή στους ερευνητικούς τομείς της πολυκριτηριακής ανάλυσης και της ομαδικής λήψης αποφάσεων.

Για την υποστήριξη του παραπάνω κύριου στόχου αναπτύσσονται και παρουσιάζονται

α) μια πρωτότυπη πολυκριτηριακή μεθοδολογία λήψης αποφάσεων ταξινόμησης σε προκαθορισμένες μη-διατεταγμένες κατηγορίες (NeXClass),

β) μια πρωτότυπη ολοκληρωμένη μεθοδολογία ομαδικής λήψης αποφάσεων ταξινόμησης (NeXClass-G), η οποία βασίζεται στην προτεινόμενη πολυκριτηριακή μεθοδολογία ταξινόμησης (NeXClass), και

γ) ένα πρωτότυπο πληροφοριακό Σύστημα Υποστήριξης Ομαδικών Αποφάσεων το οποίο υλοποιεί την παραπάνω μεθοδολογία ομαδικών αποφάσεων (NeXClass-GDSS).

Παράλληλα με τον κύριο στόχο, η διατριβή θέτει ως δευτερεύοντα στόχο

να υποστηρίξει ότι η προτεινόμενες μεθοδολογίες (NeXClass και NeXClass-G), καθώς και το προτεινόμενο Σύστημα Υποστήριξης Ομαδικών Αποφάσεων ταξινόμησης (NeXClass-GDSS) αποτελούν χρήσιμο εργαλείο σε προβλήματα ταξινόμησης τα οποία παρουσιάζονται στο επιχειρησιακό περιβάλλον με έμφαση στον χρηματοοικονομικό και τραπεζικό τομέα συμβάλλοντας ιδιαίτερα στην υποστήριξη των αποφασιζόντων.

Για την υποστήριξη του δευτερεύοντα στόχου

α) το πρωτότυπο πληροφοριακό Σύστημα Υποστήριξης Ομαδικών Αποφάσεων χρησιμοποιείται για την επίλυση πραγματικού προβλήματος ταξινόμησης στον τραπεζικό τομέα από ολιγομελή ομάδα αποφασιζόντων, και

β) πραγματοποιούνται μετρήσεις της απόδοσης και αποδοχής του συστήματος σε πραγματικό περιβάλλον.

Οργάνωση διατριβής

Η διατριβή οργανώνεται σε εννέα κεφάλαια τα οποία καλύπτουν εκτενώς τα θέματα τα οποία διαπραγματεύεται.

Στο *πρώτο κεφάλαιο* πραγματοποιείται εκτεταμένη περίληψη η οποία αναφέρει το αντικείμενο, τους στόχους και την συμβολή της διατριβής, αναλύει το πρόβλημα της ταξινόμησης σε περιβάλλον ομάδας και την σημασία του σε ερευνητικό και πρακτικό επίπεδο, και τέλος παρουσιάζει την προτεινόμενη μεθοδολογία ταξινόμησης NeXClass, την μεθοδολογία ομαδικής ταξινόμησης NeXClass-G, και το ΣΥΟΑ (NexClass-GDSS), καθώς και την εφαρμογή τους σε προβλήματα ταξινόμησης σε τραπεζικό περιβάλλον.

Στο *δεύτερο κεφάλαιο* παρουσιάζεται εκτενής ανασκόπηση των μεθοδολογικών προσεγγίσεων οι οποίες έχουν προταθεί για την επίλυση προβλημάτων ταξινόμησης με την χρήση πολυκριτηριακής ανάλυσης για την περίπτωση του ενός αποφασίζοντα. Έπειτα από μια σύντομη αναφορά στις διαφορετικές μεθοδολογικές προσεγγίσεις, η ανασκόπηση εστιάζει στην συμβολή της πολυκριτηριακής ανάλυσης παρουσιάζοντας τις σχετικές μεθοδολογίες και ΣΥΑ με ταυτόχρονη κριτική αξιολόγηση.

Στο *τρίτο κεφάλαιο* παρουσιάζεται ανασκόπηση των μεθοδολογικών προσεγγίσεων οι οποίες έχουν προταθεί για την υποβοήθηση λήψης ομαδικών αποφάσεων με την χρήση πολυκριτηριακής ανάλυσης. Το κεφάλαιο ξεκινά με στοιχεία από την λήψη ομαδικών αποφάσεων και τα συστήματα υποστήριξης ομαδικών αποφάσεων και στην συνέχεια εστιάζει στην ανασκόπηση της χρήσης πολυκριτηριακής ανάλυσης για ομαδικές αποφάσεις με ταυτόχρονη κριτική αξιολόγηση. Επιπλέον παρουσιάζονται στοιχεία από τους τελεστές σύνθεσης και βασικές προσεγγίσεις.

Στο *τέταρτο κεφάλαιο* παρουσιάζεται η προτεινόμενη μεθοδολογία ταξινόμησης NeXClass. Παρουσιάζονται διεξοδικά όλες οι πτυχές της μεθοδολογίας καθώς και η μοντελοποίηση του προβλήματος ταξινόμησης. Τέλος, πραγματοποιείται συγκριτική αξιολόγηση με συναφείς μεθοδολογίες.

Στο *πέμπτο κεφάλαιο* παρουσιάζεται η προτεινόμενη μεθοδολογία ομαδικής ταξινόμησης NeXClass-G, η οποία αποτελεί επέκταση της μεθοδολογίας NeXClass σε περιβάλλον ομάδας. Παρουσιάζονται διεξοδικά όλες οι πτυχές της μεθοδολογίας καθώς και η μοντελοποίηση ενός προβλήματος. Τέλος, πραγματοποιείται συγκριτική αξιολόγηση με παραπλήσιες μεθοδολογίες.

Στο *έκτο κεφάλαιο* παρουσιάζεται το πρωτότυπο ΣΥΟΑ NeXClass-GDSS το οποίο υλοποιεί την μεθοδολογία NeXClass-G. Γίνεται αναλυτική παρουσίαση της αρχιτεκτονικής, του σχεδιασμού και της υλοποίησής του, καθώς και της χρήσης του για την επίλυση προβλημάτων ταξινόμησης.

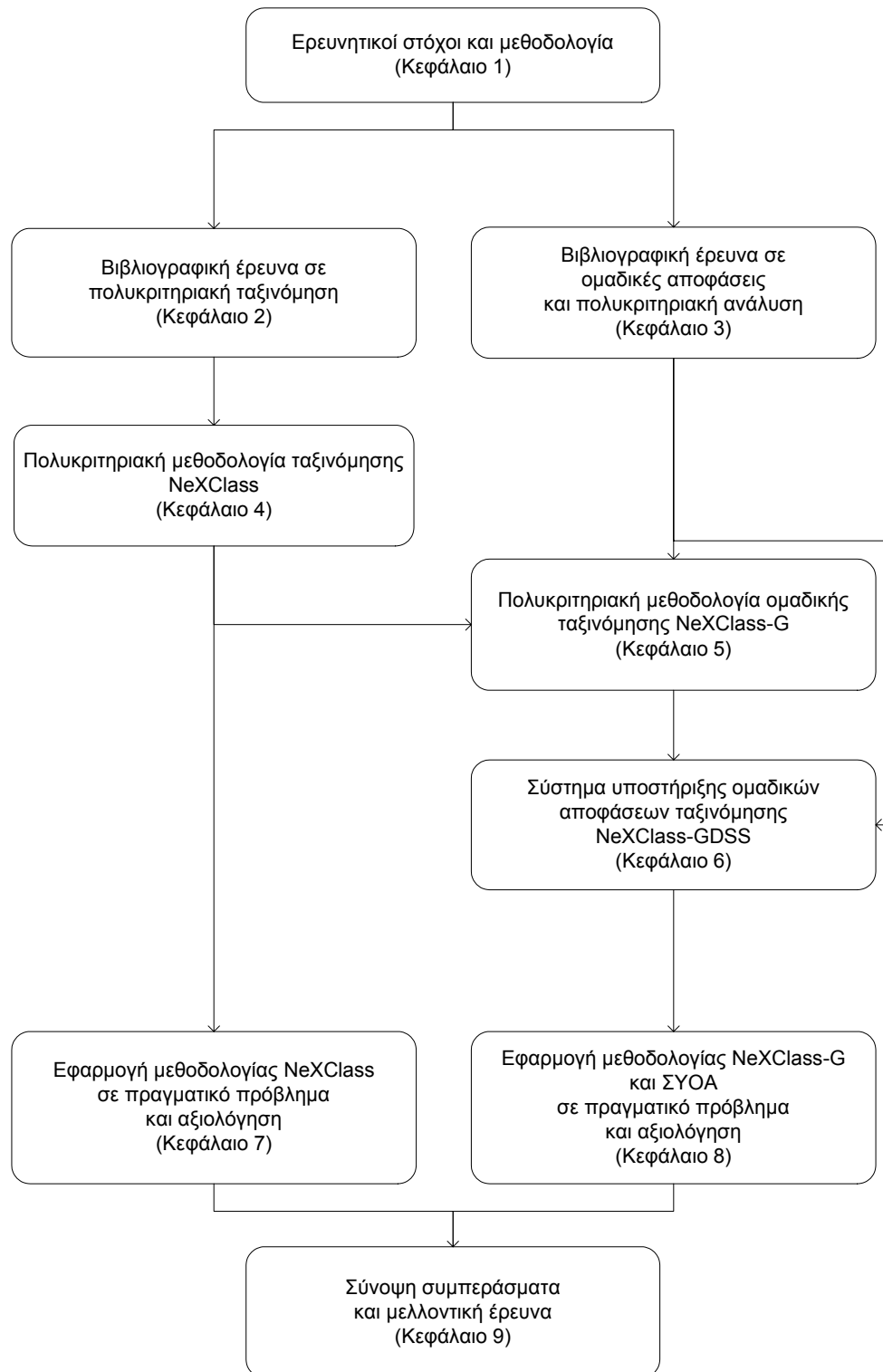
Στο *έβδομο κεφάλαιο* πραγματοποιείται ολοκληρωμένη εφαρμογή της μεθοδολογίας NeXClass για την επίλυση προβλήματος ταξινόμησης επιχειρήσεων στον τραπεζικό τομέα. Με την εφαρμογή της μεθοδολογίας πραγματοποιείται σχετική αξιολόγηση και αναπτύσσεται η συμβολή της εν λόγω μεθοδολογίας στην αντιμετώπιση παρόμοιων προβλημάτων.

Στο *όγδοο κεφάλαιο* πραγματοποιείται ολοκληρωμένη εφαρμογή της μεθοδολογίας NeXClass-G και του NeXClass-GDSS ΣΥΟΑ από ομάδα αποφασιζόντων για την επίλυση προβλήματος ταξινόμησης στον τραπεζικό τομέα. Με την εφαρμογή της μεθοδολογίας πραγματοποιείται σχετική αξιολόγηση και αναπτύσσεται η συμβολή της εν λόγω μεθοδολογίας στην αντιμετώπιση παρόμοιων προβλημάτων.

Στο *ένατο κεφάλαιο* παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της διατριβής και συνοψίζονται τα αποτελέσματα. Παρουσιάζονται επίσης μελλοντικές ερευνητικές κατευθύνσεις οι οποίες θα συμβάλλουν στην περαιτέρω ανάπτυξη του πεδίου της ομαδικής λήψης αποφάσεων για προβλήματα ταξινόμησης.

Τέλος, παρατίθεται κατάλογος με την αναλυτική βιβλιογραφία η οποία χρησιμοποιήθηκε κατά το στάδιο της ανασκόπησης.

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζεται η οργάνωση της διατριβής.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Εισαγωγή

Εισαγωγή και ευρεία περίληψη

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται γενική εισαγωγή στα θέματα τα οποία διαπραγματεύεται η διατριβή. Παρουσιάζεται συνοπτικά το πρόβλημα της ταξινόμησης, οι ανάγκες οι οποίες οδήγησαν στην ανάπτυξη της παρούσας διατριβής, οι τομείς συμβολής, καθώς και εκτεταμένη περίληψη των μεθοδολογιών και αποτελεσμάτων της διατριβής.

1.1. Εισαγωγή

Το παρόν κεφάλαιο αποτελεί εκτεταμένη περίληψη της διατριβής παρουσιάζοντας με συνοπτική μορφή τις μεθοδολογίες οι οποίες αναπτύχθηκαν, και τα βασικά αποτελέσματα από την εφαρμογή τους. Αρχικά, παρουσιάζεται γενική εισαγωγή στα θέματα τα οποία διαπραγματεύεται η διατριβή, και οριοθετείται συνοπτικά το πρόβλημα της ταξινόμησης σε περιβάλλον ομάδας και η προβληματική η οποία οδήγησε στην ανάπτυξη της παρούσας διατριβής. Στην συνέχεια παρουσιάζεται το ερευνητικό πεδίο και οι τομείς συμβολής της διατριβής, καθώς και η ερευνητική μεθοδολογία η οποία υιοθετήθηκε για την ανάπτυξή της. Τέλος παρουσιάζονται τα βασικά στοιχεία των προτεινόμενων μεθοδολογιών ταξινόμησης (ατομικής και ομαδικής) καθώς και των σχετικών συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων τα οποία αναπτύχθηκαν, και η εφαρμογή τους σε πραγματικά προβλήματα ταξινόμησης στον τραπεζικό τομέα.

1.2. Το πρόβλημα της ταξινόμησης σε περιβάλλον ομάδας και η σημασία του

Το πρόβλημα της ταξινόμησης στην γενική περίπτωση αναφέρεται στην ένταξη ορισμένων προκαθορισμένων εναλλακτικών δραστηριοτήτων ή αντικειμένων σε κατηγορίες. Ένας περισσότερο αυστηρός ορισμός ορίζει 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: την διαμόρφωση, οργάνωση και διατήρηση της γνώσης, την ανάλυση της δομής του φαινομένου που εξετάζεται, και την συσχέτιση των διαφόρων πλευρών του υπό εξέταση φαινομένου.

Στην σημερινή εποχή το πρόβλημα της ταξινόμησης εκτείνεται σε ποικίλους τομείς έρευνας, όπως η ιατρική, η αναγνώριση προτύπων, η διαχείριση ανθρωπίνου δυναμικού, η διαχείριση παραγωγικών συστημάτων, το μάρκετινγκ, η περιβαλλοντική και ενεργειακή διαχείριση, η χρηματοοικονομική διοίκηση και οικονομική πολιτική, με αρκετές εφαρμογές, γεγονός το οποίο καταδεικνύει και την σημασία του. Στο παρελθόν ο χώρος καλυπτόταν αποκλειστικά από στατιστικές και οικονομετρικές προσεγγίσεις, ωστόσο κατά την τελευταία δεκαετία η πολυκριτηριακή ανάλυση έχει παρουσιάσει αξιόλογες μεθοδολογίες οι οποίες επιλύουν προβλήματα ταξινόμησης. Ιδιαίτερα στη δεκαετία του 1990 ο συγκεκριμένος ερευνητικός χώρος γνώρισε σταδιακά ανάπτυξη και σήμερα όλο και περισσότεροι ερευνητές του χώρου της πολυκριτηριακής ανάλυσης ασχολούνται με το πρόβλημα της ταξινόμησης, τόσο σε θεωρητικό, όσο και σε πρακτικό επίπεδο. Ωστόσο, όπως προκύπτει από την σχετική ανασκόπηση και ανάλυση της σχετικής βιβλιογραφίας (Κεφάλαιο 2), ενώ παρατηρείται ευρεία εφαρμογή της πολυκριτηριακής ανάλυσης για την επίλυση προβλημάτων ταξινόμησης σε προκαθορισμένες διατεταγμένες κατηγορίες, υπάρχει σχετική έλλειψη μεθόδων πολυκριτηριακής ανάλυσης για την επίλυση προβλημάτων ταξινόμησης σε

προκαθορισμένες μη-διατεταγμένες κατηγορίες.

Παράλληλα με το αυξανόμενο ερευνητικό ενδιαφέρον για τα προβλήματα ταξινόμησης, ένα επιπλέον στοιχείο της σύγχρονης πραγματικότητας αποτελεί η αυξανόμενη σημασία της ομαδικής λήψης αποφάσεων εξαιτίας της αυξανόμενης πολυπλοκότητας σε πληθώρα τομέων όπως η οικονομία, οι επιχειρήσεις, η πολιτική, η τεχνολογία και η κοινωνία. Η ευρεία υιοθέτηση της ομαδικής λήψης αποφάσεων ως κύριας επιλογής για την επίλυση συχνά πολύπλοκων και κρίσιμων ζητημάτων στον χώρο των επιχειρήσεων είναι ένας βασικός λόγος που την καθιστά σημαντικό αντικείμενο έρευνας τις τελευταίες δεκαετίες. Η ομαδική λήψη αποφάσεων είναι δυνατόν να οριστεί συνοπτικά ως εξής:

Με δεδομένο ένα σύνολο επιλογών και ένα σύνολο ατόμων (ειδικών) οι οποίοι εκφράζουν τις προτιμήσεις τους ως προς το σύνολο των επιλογών, το πρόβλημα έγκειται στην εύρεση μιας επιλογής (ή συνόλου επιλογών) η οποία θα είναι κατά το μέγιστο δυνατό αποδεκτή από τους ειδικούς. Μια τέτοια λύση εκφράζει την προσέγγιση της πλειοψηφίας.

Ειδικότερα, το πρόβλημα ταξινόμησης σε περιβάλλον ομάδας ορίζεται συνοπτικά ως εξής:

Με δεδομένο ένα σύνολο κατηγοριών και ένα σύνολο επιλογών, το ζητούμενο είναι η ταξινόμηση κάθε επιλογής σε συγκεκριμένη κατηγορία, με βάση το σύνολο αξιών της ομάδας, η οποία θα είναι κατά το μέγιστο δυνατό αποδεκτή.

Η εφαρμογή της πολυκριτηριακής ανάλυσης στην ομαδική λήψη αποφάσεων έχει επίσης αναπτυχθεί κατά την τελευταία δεκαετία, παράλληλα με τις μεθοδολογίες οι οποίες απευθύνονται σε έναν αποφασίζοντα. Παρόλα αυτά, η επέκταση των πολυκριτηριακών μεθοδολογιών σε περιβάλλον ομάδας δεν είναι ιδιαίτερα απλή. Η πολυπλοκότητα αυξάνεται καθώς απαιτείται κατάλληλη σύνθεση των ατομικών προτιμήσεων και αντιπαραθέσεων με βάση την βαρύτητα των μελών, σε συνδυασμό με τους περιορισμούς της ομάδας. Ωστόσο, η ανάγκη για ορθολογική, αποτελεσματική, και κυρίως αποδεκτή από όλα τα μέλη σύνθεση των ατομικών προτιμήσεων σε περιβάλλον ομαδικών αποφάσεων οδήγησε τους ερευνητές στην υιοθέτηση, μεταξύ άλλων μεθόδων, και της πολυκριτηριακής ανάλυσης. Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται σημαντικός αριθμός εργασιών οι οποίες συνθέτουν τα δύο πεδία, των ομαδικών αποφάσεων και της πολυκριτηριακής ανάλυσης, για τις προβληματικές της επιλογής, της ιεράρχησης και ελάχιστα της ταξινόμησης. Ειδικότερα, από την σχετική βιβλιογραφική ανασκόπηση και ανάλυση των υφιστάμενων εργασιών (Κεφάλαιο 3) προκύπτει ότι η εφαρμογή πολυκριτηριακής ανάλυσης σε περιβάλλον ομαδικών αποφάσεων είναι σχετικά εκτενής, παρά την σχετική πολυπλοκότητα του πεδίου. Ωστόσο, με βάση την σχετική προβληματική, η οποία καθορίζει το είδος της ομαδικής απόφασης, η πλειονότητα των μεθοδολογιών εστιάζει σε προβλήματα επιλογής και ιεράρχησης, ενώ δεν υφίσταται εφαρμογή πολυκριτηριακής μεθοδολογίας σε πρόβλημα ομαδικής απόφασης για την προβληματική της ταξινόμησης.

Παράλληλα με τα παραπάνω μεθοδολογικό κενό σε θεωρητικό επίπεδο, παρατηρείται κενό και στον τομέα της εφαρμογής και ειδικότερα στην ανάπτυξη και εφαρμογή κατάλληλων *Συστημάτων Υποστήριξης Ομαδικών Αποφάσεων* (ΣΥΟΑ) για προβλήματα *ταξινόμησης* (Κεφάλαιο 3).

Ειδικότερα, σε αντίθεση με τον χώρο της χρηματοοικονομικής διαχείρισης και στρατηγικής ανάλυσης, και τα σχετικά προβλήματα για τα οποία έχει πραγματοποιηθεί εκτεταμένη εφαρμογή μεθοδολογιών πολυκριτηριακής ανάλυσης, παρατηρείται σχετική έλλειψη σε μεθοδολογίες και συστήματα υποστήριξης αποφάσεων για γενικότερης υφής προβλήματα τα οποία παρατηρούνται σε λειτουργικό και οργανωτικό επίπεδο στον εν λόγω τομέα. Ενδεικτικό παράδειγμα αποτελεί ο *τραπεζικός τομέας*, όπου η πλειονότητα των πολυκριτηριακών εφαρμογών αφορά τα προβλήματα χρηματοοικονομικής διαχείρισης, όπως για παράδειγμα διαχείριση χαρτοφυλακίων, αξιολόγηση επενδύσεων και αξιολόγηση ρίσκου, ενώ για προβλήματα τα οποία παρουσιάζονται εκτός του συγκεκριμένου πλαισίου παρατηρείται έλλειψη εφαρμογών. Τα προβλήματα αυτού του επιπέδου αντιμετωπίζονται συνήθως με ευρετικές προσεγγίσεις και με την βοήθεια στατιστικού και οικονομετρικού λογισμικού γενικής χρήσεως (Κεφάλαια 7 και 8). Επιπλέον, σε αντίθεση με τις πολυκριτηριακές μεθοδολογίες για έναν αποφασίζοντα, οι οποίες παρουσιάζουν σημαντικές εφαρμογές στον χώρο της χρηματοοικονομικής διαχείρισης και των εν γένει προβλημάτων του χρηματοοικονομικού τομέα, παρατηρείται έλλειψη σε εφαρμογές πολυκριτηριακών μεθοδολογιών και κατάλληλων ΣΥΟΑ για περιβάλλον ομάδας στον συγκεκριμένο τομέα. Ειδικότερα, και με βάση την βιβλιογραφική ανασκόπηση (Κεφάλαια 2, 3, καθώς και Κεφάλαια 7 και 8) δεν έχει παρουσιαστεί σχετική εργασία εφαρμογής πολυκριτηριακής μεθοδολογίας ή ΣΥΟΑ το οποίο να υποστηρίζει *ομαδικές αποφάσεις ταξινόμησης σε τραπεζικό περιβάλλον*.

1.3. Στόχοι της διατριβής

Συνοψίζοντας όσα αναφέρθηκαν προηγουμένως, όπως προκύπτει από την σχετική βιβλιογραφική διερεύνηση η οποία έχει πραγματοποιηθεί στον τομέα της πολυκριτηριακής ανάλυσης (Κεφάλαια 2) και των ομαδικών αποφάσεων (Κεφάλαιο 3), αλλά και τα σχετικά προβλήματα στον τραπεζικό τομέα (Κεφάλαια 7 και 8), καταδεικνύεται το μεθοδολογικό κενό σε θεωρητικό επίπεδο στο πεδίο των *ομαδικών αποφάσεων* και *πολυκριτηριακής ανάλυσης*, και ειδικότερα όσον αφορά στην προβληματική της *ταξινόμησης* σε *προκαθορισμένες μη-διατεταγμένες κατηγορίες* τόσο για την περίπτωση του ενός όσο και των πολλών *αποφασιζόντων*. Επιπλέον, σε επίπεδο εφαρμογής καταδεικνύεται η έλλειψη ΣΥΟΑ τα οποία να υποστηρίζουν αποφάσεις ταξινόμησης, καθώς και η έλλειψη σχετικών εφαρμογών στον τραπεζικό τομέα.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, αλλά και επιπλέον την συχνότητα και βαρύτητα των προβλημάτων ταξινόμησης όπως προαναφέρθηκε, καθώς και τις σχετικές ανάγκες στον τραπεζικό και εν γένει χρηματοοικονομικό τομέα, η παρούσα διατριβή εστιάζει στην κάλυψη των παραπάνω κενών τόσο στο θεωρητικό επίπεδο όσο και στο επίπεδο

εφαρμογής.

Ειδικότερα η διατριβή έχει τους παρακάτω κύριους στόχους:

1. Να παρουσιάσει μια ολοκληρωμένη μεθοδολογία πολυκριτηριακής ανάλυσης η οποία να αντιμετωπίζει προβλήματα ταξινόμησης σε προκαθορισμένες μη-διατεταγμένες κατηγορίες από ένα αποφασίζοντα.
2. Να παρουσιάσει μια ολοκληρωμένη μεθοδολογία πολυκριτηριακής ανάλυσης η οποία να αντιμετωπίζει προβλήματα ταξινόμησης σε προκαθορισμένες μη-διατεταγμένες κατηγορίες σε περιβάλλον ομάδας.
3. Να παρουσιάσει ένα ολοκληρωμένο ΣΥΟΑ το οποίο να υποστηρίζει την λήψη αποφάσεων από ομάδες σε προβλήματα ταξινόμησης για προκαθορισμένες μη-διατεταγμένες κατηγορίες.
4. Να εφαρμόσει τις μεθοδολογίες (ατομικής και ομαδική) καθώς και το σχετικό ΣΥΟΑ στον τραπεζικό τομέα σε πρόβλημα ταξινόμησης.

Παράλληλα με τους κύριους στόχους η διατριβή έχει και ορισμένους δευτερεύοντες οι οποίοι είναι οι παρακάτω:

1. Να παρουσιάσει ένα μοντέλο συναίνεσης για το πρόβλημα της ομαδικής απόφασης ταξινόμησης.
2. Να παρουσιάσει ένα μοντέλο σύνθεσης τιμών για το πρόβλημα της ομαδικής απόφασης ταξινόμησης.
3. Να εισάγει ένα πλαίσιο αξιολόγησης για πολυκριτηριακές μεθοδολογίες ταξινόμησης.
4. Να εισάγει ένα πλαίσιο αξιολόγησης για ΣΥΟΑ ταξινόμησης.

Οι παραπάνω κύριοι και δευτερεύοντες στόχοι εκπληρώνονται με:

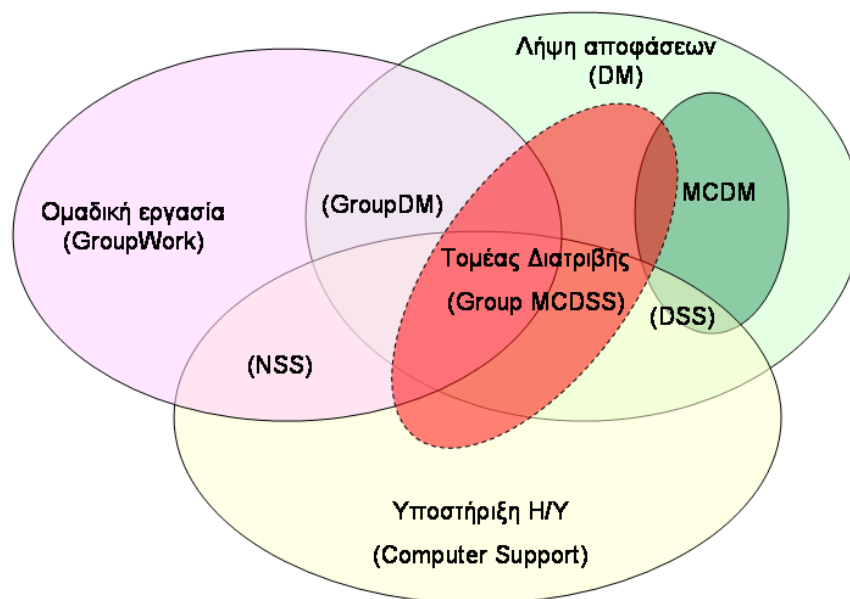
1. Την ανάπτυξη της ολοκληρωμένης μεθοδολογίας πολυκριτηριακής ανάλυσης NeXClass, η οποία παρουσιάζεται στο Κεφάλαιο 4, και αντιμετωπίζει προβλήματα ταξινόμησης σε προκαθορισμένες μη-διατεταγμένες κατηγορίες από ένα αποφασίζοντα.
2. Την ανάπτυξη της ολοκληρωμένης μεθοδολογίας πολυκριτηριακής ανάλυσης NeXClass-G, η οποία παρουσιάζεται στο Κεφάλαιο 5, και αντιμετωπίζει προβλήματα ταξινόμησης σε προκαθορισμένες μη-διατεταγμένες κατηγορίες σε περιβάλλον ομάδας.
3. Την ανάπτυξη του ολοκληρωμένου ΣΥΟΑ NeXClass-GDSS, το οποίο παρουσιάζεται στο Κεφάλαιο 6, και υποστηρίζει την λήψη αποφάσεων από ομάδες σε προβλήματα ταξινόμησης για προκαθορισμένες μη-διατεταγμένες κατηγορίες.

4. Την αναλυτική εφαρμογή της μεθοδολογίας NeXClass σε πρόβλημα ταξινόμησης σε τραπεζικό περιβάλλον, η οποία παρουσιάζεται στο Κεφάλαιο 7.
5. Την αναλυτική εφαρμογή της μεθοδολογίας NeXClass-G και του ΣΥΟΑ NeXClass-GDSS σε πρόβλημα ταξινόμησης σε τραπεζικό περιβάλλον, η οποία παρουσιάζεται στο Κεφάλαιο 8.
6. Την παρουσίαση αξιολόγησης των μεθοδολογιών NeXClass, NeXClass-G και του ΣΥΟΑ NeXClass-GDSS.

Τόσο από τα αποτελέσματα εφαρμογής των μεθοδολογιών όσο και της σχετικής αξιολόγησης, τα οποία αναλύονται στα σχετικά κεφάλαια, προκύπτει ότι οι μεθοδολογίες οι οποίες παρουσιάζονται ικανοποιούν τους παραπάνω στόχους με επάρκεια.

1.4. Ερευνητικό πεδίο και τομείς συμβολής της διατριβής

Το ερευνητικό πεδίο της διατριβής εντοπίζεται στην νοητή 'τομή' τριών περιοχών έρευνας (Εικόνα 1.1).



Εικόνα 1.1. Ερευνητικό πεδίο διατριβής

1. Της ευρείας ερευνητικής περιοχής της λήψης αποφάσεων. Η λήψη αποφάσεων περιλαμβάνει ποικίλες μεθοδολογίες οι οποίες απευθύνονται σε έναν ή περισσότερους αποφασίζοντες. Η διατριβή ασχολείται με το υποσύνολο το οποίο περιλαμβάνει τις μεθοδολογίες πολυκριτηριακής ανάλυσης για πολλούς αποφασίζοντες.

2. *Της ευρείας ερευνητικής περιοχής της ομαδικής εργασίας.* Η ομαδική εργασία περιλαμβάνει πολλές πτυχές όπως την λήψη αποφάσεων, την συνεργασία, την διαπραγμάτευση κλπ. Η διατριβή ασχολείται με το υποσύνολο της *ομαδικής λήψης αποφάσεων μέσω συνεργασίας.*
3. *Της ευρείας ερευνητικής περιοχής της υποστήριξης μέσω Η/Υ.* Η υποστήριξη μέσω Η/Υ περιλαμβάνει όλες τις δυνατές εφαρμογές Η/Υ για την υποστήριξη οποιονδήποτε εργασιών. Η λήψη αποφάσεων και η συνεργασία ομάδων είναι ένα υποσύνολο των εργασιών όπου η υποστήριξη μέσω Η/Υ γίνεται μέσω των ΣΥΑ, ΣΥΟΑ, ΣΥΔ κλπ. Η διατριβή ασχολείται με το υποσύνολο των ΣΥΟΑ και της *υποβοήθησης ομάδων για την λήψη αποφάσεων.*

Συνοψίζοντας, η διατριβή εστιάζει στο ερευνητικό πεδίο της υποστήριξης ομάδων για την λήψη αποφάσεων ταξινόμησης με την βοήθεια πολυκριτηριακής ανάλυσης.

Η διατριβή χρησιμοποιώντας στοιχεία από την κάθε περιοχή έχει ως κύριο στόχο να τα συνθέσει έτσι ώστε να παρουσιάσει μια ολοκληρωμένη μεθοδολογία για την υποστήριξη ομαδικών αποφάσεων σε προβλήματα ταξινόμησης συμβάλλοντας ερευνητικά και στις τρεις περιοχές. Ειδικότερα η συμβολή της διατριβής εντοπίζεται:

1. *Στον τομέα της πολυκριτηριακής λήψης αποφάσεων.* Παρουσιάζεται πρωτότυπη πολυκριτηριακή μεθοδολογία (NeXClass) για προβλήματα ταξινόμησης σε προκαθορισμένες μη-διατεταγμένες κατηγορίες.
2. *Στον τομέα της ομαδικής λήψης αποφάσεων.* Παρουσιάζεται πρωτότυπη μεθοδολογία υποστήριξης ομαδικών αποφάσεων για μικρές συνεργατικές ομάδες (NeXClass-G) για προβλήματα ταξινόμησης σε προκαθορισμένες μη-διατεταγμένες κατηγορίες με την βοήθεια πολυκριτηριακής ταξινόμησης.
3. *Στον τομέα της υποστήριξης λήψης αποφάσεων μέσω Η/Υ.* Παρουσιάζεται πρωτότυπο ολοκληρωμένο ΣΥΟΑ (NeXClass-GDSS) για προβλήματα ομαδικής ταξινόμησης σε προκαθορισμένες μη-διατεταγμένες κατηγορίες.

1.5. Γενική ερευνητική μεθοδολογία και σχεδιασμός

Η *Ερευνητική μεθοδολογία* ορίζεται ως ο συνδυασμός των μεθόδων, διαδικασιών και εργαλείων τα οποία χρησιμοποιούνται για την διεξαγωγή έρευνας σε ένα ερευνητικό πεδίο. *Ερευνητικό πεδίο* είναι η περιοχή στην οποία βρίσκεται το υπό μελέτη αντικείμενο σε ένα ερευνητικό έργο. Μια ερευνητική διαδικασία περιλαμβάνει την κατανόηση του ερευνητικού πεδίου, την δημιουργία κατάλληλων ερωτημάτων και την εφαρμογή κατάλληλων ερευνητικών μεθοδολογιών για την διερεύνηση των ερωτημάτων. Τα αποτελέσματα από ένα ερευνητικό έργο συμβάλλουν στο σώμα της γνώσης προωθώντας την κατανόηση και αναβαθμίζοντας την γνώση σε ένα δεδομένο ερευνητικό πεδίο (Nunamaker et al., 1990).

Ορισμένα ερευνητικά πεδία είναι αρκετά στενά καθορισμένα και επιτρέπουν την χρήση μόνο συγκεκριμένων μεθοδολογιών, ενώ άλλα είναι αρκετά ευρεία και επιτρέπουν την υιοθέτηση ποικιλίας μεθοδολογιών. Το δεύτερο ισχύει ιδιαίτερα σε ότι αφορά στην δημιουργία συστημάτων, όπου το υπό μελέτη θέμα είναι περισσότερο πιθανό να αξιολογηθεί για τις εφαρμογές του παρά για την εσωτερική του αξία. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, για τα δημιουργία συστημάτων με μεγάλη ποικιλία σε εφαρμογές μια ερευνητική προσέγγιση της μορφής *ιδέα-ανάπτυξη-επίδραση* (Nunamaker et al., 1990) να είναι περισσότερο προτιμητέα.

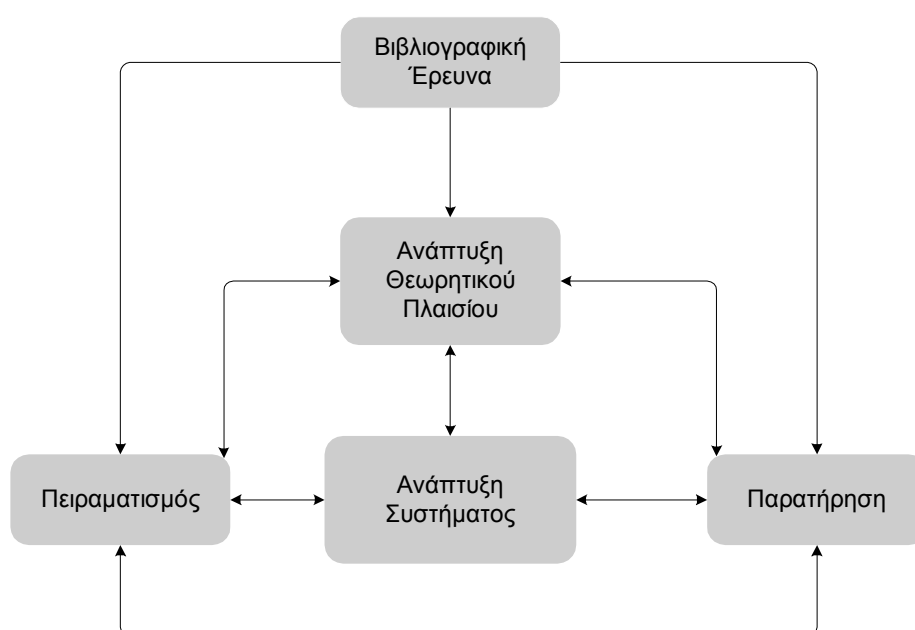
Ο Galiers (1990) διαχώρισε τις ερευνητικές μεθοδολογίες που χρησιμοποιούνται για την έρευνα στα πληροφοριακά συστήματα σε δύο βασικά 'παραδείγματα' (paradigms): το *θετικιστικό* (positivist) και το *ερμηνευτικό* (interpretivist). Με βάση αυτόν τον διαχωρισμό μεθοδολογίες όπως εργαστηριακά πειράματα, πειράματα στο πεδίο, μελέτες περιπτώσεων, αποδείξεις θεωρημάτων, προβλέψεις και προσομοιώσεις κατατάσσονται στο θετικιστικό παράδειγμα, ενώ μεθοδολογίες που στηρίζονται στην ερμηνεία των φαινομένων, καταστάσεων, γεγονότων με βάση την βιβλιογραφία και την προσωπική ερμηνεία του ερευνητή κατατάσσονται στο ερμηνευτικό παράδειγμα. Ο Nunamaker τέλος προτείνει ως ερευνητική μεθοδολογία για την έρευνα στα πληροφοριακά συστήματα την *ανάπτυξη συστήματος* (System development) η οποία ερμηνεύεται ως η μελέτη ενός φαινομένου στα πληροφοριακά συστήματα μέσω της δημιουργίας ενός συστήματος (Nunamaker et al., 1990).

Η διατριβή ασχολείται αφενός με την δημιουργία *θεωρητικού πλαισίου πολυκριτηριακής μεθοδολογίας* για την ομαδική ταξινόμηση, και αφετέρου με την ανάπτυξη κατάλληλου ΣΥΟΑ το οποίο να υλοποιεί την μεθοδολογία. Η πολυπλοκότητα του εν λόγω πεδίου απαιτεί την υιοθέτηση επαρκούς μεθοδολογίας που θα καλύπτει τόσο το θεωρητικό τμήμα όσο και το εφαρμοσμένο, δηλαδή την εφαρμογή τεχνολογιών πληροφορικής για την υποστήριξη λήψης ομαδικών αποφάσεων.

Με βάση τα παραπάνω υιοθετήθηκε μια μεθοδολογική προσέγγιση που συνθέτει την *ανάπτυξη συστήματος* (Nunamaker et al., 1990) με *θετικιστικές* (ανάπτυξη θεωρίας, εργαστηριακά πειράματα, πειράματα στο πεδίο) και *ερμηνευτικές μεθοδολογίες* (βιβλιογραφική έρευνα) σε ένα ενιαίο συμπληρωματικό πλαίσιο (Εικόνα 1.2). Αναλυτικότερα αποτελείται από τα παρακάτω αλληλένδετα τμήματα:

1. *Βιβλιογραφική έρευνα*. Περιλαμβάνει εκτενή μελέτη στην βιβλιογραφία τόσο σε σχέση με την πολυκριτηριακή ανάλυση και τις ομαδικές αποφάσεις, όσο και τα ΣΥΟΑ με ιδιαίτερη βαρύτητα στα προβλήματα ταξινόμησης. Γίνεται κριτική αξιολόγηση και τα συμπεράσματα χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη του θεωρητικού πλαισίου και του ΣΥΟΑ.
2. *Ανάπτυξη θεωρητικού πλαισίου*. Περιλαμβάνει την ανάπτυξη του θεωρητικού πλαισίου για την πολυκριτηριακή ταξινόμηση σε περιβάλλον ομάδας, το οποίο θα υλοποιηθεί από το ΣΥΟΑ.

3. *Ανάπτυξη συστήματος.* Περιλαμβάνει την ανάπτυξη του ΣΥΟΑ και αποτελείται από πέντε στάδια: καθορισμό του πλαισίου, σχεδιασμό της αρχιτεκτονικής, ανάλυση και σχεδιασμό του συστήματος, δημιουργία πρωτοτύπου και τέλος αξιολόγηση και έλεγχο.
4. *Πειραματισμός.* Περιλαμβάνει εργαστηριακούς ελέγχους οι οποίοι ελέγχουν την ορθότητα της θεωρίας και του ΣΥΟΑ.
5. *Παρατήρηση.* Περιλαμβάνει την διεξαγωγή ελέγχων 'στο πεδίο' με την μελέτη περίπτωσης όπου διεξάγονται έλεγχοι τόσο της θεωρίας όσο και του ΣΥΟΑ με βάση συγκεκριμένες ερευνητικές υποθέσεις και πραγματοποιούνται οι αναγκαίες βελτιώσεις.



Εικόνα 1.2. Μεθοδολογικό πλαίσιο διατριβής

1.6. Ευρεία περίληψη μεθοδολογιών

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζεται ευρεία περίληψη των μεθοδολογιών NeXClass, NeXClass-G, καθώς και του ΣΥΟΑ NeXClass-GDSS (Rigoroulos et al., 2008a; 2008b; 2008c; 2008d). Η περίληψη έχει σαν στόχο να εισάγει τον αναγνώστη στα βασικά σημεία εστιάζοντας στην φιλοσοφία της κάθε προσέγγισης, ώστε να προετοιμάσει για την αναλυτική παρουσίαση στα επόμενα κεφάλαια.

1.6.1. Προτεινόμενη πολυκριτηριακή μεθοδολογία ταξινόμησης NeXClass

Με αφετηρία τα ευρήματα της βιβλιογραφικής επισκόπησης (Κεφάλαιο 2), και την ανάγκη υποστήριξης για προβλήματα ταξινόμησης σε μη διατεταγμένες κατηγορίες, οι οποίες να καθορίζονται από το όριό τους, εισάγεται η πρωτότυπη μεθοδολογία

πολυκριτηριακής ταξινόμησης NeXClass (Rigoroulos et al., 2008c). Η μεθοδολογία εισάγει τον *καθορισμό των κατηγοριών με βάση το όριο τους*, το οποίο ορίζεται ως κατώφλι εισόδου, και τον *ασαφή βαθμό ένταξης*, με βάση τον οποίο πραγματοποιείται η ταξινόμηση. Η μεθοδολογία καλύπτει το κενό στον χώρο της πολυκριτηριακής ταξινόμησης για μη διατεταγμένες κατηγορίες, για την περίπτωση του ορισμού των κατηγοριών με βάση το όριο τους, και επεκτείνει μεθοδολογικά την πολυκριτηριακή ταξινόμηση. Η βασική διαφοροποίηση της NeXClass από τις υπάρχουσες μεθοδολογίες μη-διατεταγμένης ταξινόμησης είναι ότι προτείνει την ταξινόμηση με βάση την σύγκριση της υπό ταξινόμηση εναλλακτικής με το όριο της κατηγορίας (κατώφλι εισόδου), και όχι με βάση την σύγκριση με το αντιπροσωπευτικότερο πρότυπο της κατηγορίας. Οι κατηγορίες καθορίζονται με βάση ένα οριακό πρότυπο-εκπρόσωπο της κατηγορίας το οποίο έχει τον ρόλο του κατώφλιου εισόδου στην κατηγορία, και όχι με βάση το αντιπροσωπευτικότερο πρότυπο-εκπρόσωπο της κατηγορίας. Τα πρότυπα τα οποία αποτελούν τα κατώφλια εισόδου κάθε κατηγορίας καθορίζονται από τον αποφασίζοντα. Η ταξινόμηση μιας εναλλακτικής σε κάποια κατηγορία πραγματοποιείται με βάση το αποτέλεσμα της σύγκρισης της επίδοσης της εναλλακτικής με το κατώφλι εισόδου της κατηγορίας, η οποία ουσιαστικά καθορίζει το κατά πόσο η εναλλακτική υπερσχύει του κατώφλιου εισόδου στην κατηγορία. Ο υπολογισμός του αποτελέσματος της σύγκρισης βασίζεται στον υπολογισμό του ασαφούς βαθμού ένταξης στην κατηγορία, ο οποίος αποτελεί γενίκευση του μοντέλου των σχέσεων προτίμησης με βάση τους δείκτες συμφωνίας και ασυμφωνίας. Με βάση το αποτέλεσμα του βαθμού ένταξης υπολογίζεται ο βαθμός υπερίσχυσης της εναλλακτικής έναντι του κατώφλιου εισόδου, και ταξινομείται η εναλλακτική ανάλογα.

1.6.1.1. Βασικές αρχές

Οι βασικές αρχές της μεθοδολογίας NeXClass είναι οι εξής:

1. Οι κατηγορίες είναι μη-διατεταγμένες και καθορίζονται από τα όριά τους.
2. Τα όρια των κατηγοριών είναι δυνατό να θεωρηθούν ως ιδεατές εναλλακτικές οι οποίες καθορίζονται από τον αποφασίζοντα ως το λιγότερο αντιπροσωπευτικό δείγμα της κάθε κατηγορίας, ή αλλιώς ως το όριο εισόδου (κατώφλι εισόδου) στην κάθε κατηγορία. Τα κατώφλια προσδιορίζονται από την επίδοσή τους στα κριτήρια αξιολόγησης.
3. Μια εναλλακτική ταξινομείται σε μια κατηγορία με βάση το αποτέλεσμα της σύγκρισης της εναλλακτικής με το κατώφλι εισόδου της κατηγορίας.
4. Για τον υπολογισμό του αποτελέσματος σύγκρισης κατώφλιου και εναλλακτικής ορίζεται ο *ασαφής βαθμός ένταξης* στην κατηγορία, ο οποίος αποτελεί γενίκευση του μοντέλου των σχέσεων προτίμησης με βάση τους δείκτες συμφωνίας και ασυμφωνίας.

Το πρόβλημα το οποίο αντιμετωπίζει η μεθοδολογία προσδιορίζεται ως εξής:

Με δεδομένο ένα σύνολο μη διατεταγμένων κατηγοριών $\Omega = \{C^1, C^2, \dots, C^h\}$, ένα σύνολο κριτηρίων αξιολόγησης $F = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}$, και ένα σύνολο εναλλακτικών $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$, το ζητούμενο είναι η ταξινόμηση κάθε εναλλακτικής $a \in A$ σε συγκεκριμένη κατηγορία $C^h \in \Omega$, με βάση την επίδοση των εναλλακτικών στα κριτήρια αξιολόγησης, και με βάση το σύνολο αξιών του αποφασίζοντα.

Το σύνολο αξιών του αποφασίζοντα αποτυπώνεται με τον ορισμό κατωφλίων εισόδου για κάθε κατηγορία χρησιμοποιώντας την διαθέσιμη πληροφορία, τον καθορισμό των επιδόσεων των εναλλακτικών στα κριτήρια, και τον ορισμό τιμών για τις παραμέτρους (κριτήρια, βάρη κριτηρίων, κατώφλια προτίμησης, αδιαφορίας και βέτο) οι οποίες χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό του βαθμού ένταξης μιας εναλλακτικής σε μια κατηγορία.

1.6.1.2. Ταξινόμηση με βάση τον βαθμό ένταξης

Η βασική αρχή στην οποία στηρίζεται η ταξινόμηση είναι η 'αρχή της ασαφούς ένταξης/μη-αποκλεισμού' η οποία ορίζεται ως εξής:

Μια εναλλακτική $a \in A$ ταξινομείται σε μια κατηγορία $C^h \in \Omega$ 'εάν και μόνο εάν' δεν αποκλείεται ή δεν αποκλείεται περίπου με βάση το υπόδειγμα κατωφλίου της κατηγορίας αυτής.

η οποία μπορεί να εκφραστεί και ως

Η εναλλακτική $a \in A$ εντάσσεται ή εντάσσεται περίπου (ή ισοδύναμα δεν αποκλείεται ή δεν αποκλείεται περίπου).

Ως μέτρο του βαθμού προτίμησης της εναλλακτικής $a \in A$ έναντι του κατωφλίου $b_k^h \in B$, ορίζεται ο **βαθμός ένταξης**, ο οποίος εκφράζει τον βαθμό ισχύος της πρότασης 'η εναλλακτική προτιμάται ή προτιμάται περίπου έναντι του κατωφλίου εισόδου' ή αντίστοιχα της πρότασης 'η εναλλακτική δεν αποκλείεται ή δεν αποκλείεται περίπου'. Όσο ελαχιστοποιείται ο βαθμός ένταξης, τόσο λιγότερο προτιμάται η εναλλακτική έναντι του κατωφλίου εισόδου και αποκλείεται από την κατηγορία. Αντίθετα, όσο μεγιστοποιείται ο βαθμός ένταξης τόσο περισσότερο προτιμάται η εναλλακτική έναντι του κατωφλίου εισόδου και δεν αποκλείεται από την κατηγορία.

Ορισμός ασαφούς σχέσης ένταξης

Για την αξιοποίηση της παραπάνω αρχής για ταξινόμηση, ορίζεται η *ασαφής σχέση ένταξης* $P(a, b)$ ως δυαδική σχέση μεταξύ μιας εναλλακτικής $a_i \in A$ και του κατωφλίου μιας κατηγορίας $b_k^h \in B$ με γενίκευση της σχέσης προτίμησης και την προσέγγιση της συμφωνίας/ασυμφωνίας.

Ειδικότερα, μια εναλλακτική $a_i \in A$ προτιμάται έναντι του κατωφλίου b_k^h (και μπορεί

να ενταχθεί στην κατηγορία $C^h \in C$) 'εανν' υπάρχει ικανή πλειοψηφία κριτηρίων που να υποστηρίζουν την προτίμηση της εναλλακτικής $a_i \in A$ έναντι του κατώφλιου $b_k^h \in B$ και δεν υπάρχει καμία ισχυρή διαφωνία σε αυτό. Με βάση αυτό, η *ασαφής σχέση ένταξης* $P(a, b)$ ορίζεται με την σχέση

$$P(a, b) \Leftrightarrow C(a, b) \wedge \neg D(a, b) \quad (1.1)$$

όπου

ο όρος $C(a, b)$ εκφράζει ότι υπάρχει ικανή πλειοψηφία κριτηρίων που υποστηρίζουν την προτίμηση της εναλλακτικής $a_i \in A$ έναντι του κατώφλιου $b_k^h \in B$, και

ο όρος $D(a, b)$ εκφράζει ότι υπάρχουν κριτήρια που εκφράζουν διαφωνία για την προτίμηση της εναλλακτικής $a_i \in A$ έναντι του κατώφλιου $b_k^h \in B$.

Μερικές σχέσεις ένταξης

Για τον υπολογισμό της συμβολής κάθε κριτηρίου, ορίζονται μερικές σχέσεις ένταξης για κάθε κριτήριο g_j ως

$$P_j(a, b) \Leftrightarrow g_j(a_i) \in [g_j(b_k^h), \infty) \quad (1.2)$$

όπου $g_j(a_i)$ και $g_j(b_k^h)$,

είναι οι επιδόσεις της εναλλακτικής $a_i \in A$ και του κατώφλιου $b_k^h \in B$ στο κριτήριο g_j αντίστοιχα.

Ο ορισμός αυτός δηλώνει ότι μια εναλλακτική προτιμάται έναντι ενός κατώφλιου εάν

$$g_j(a_i) > g_j(b_k^h).$$

Ωστόσο, εξαιτίας της σχετικής ασάφειας των δεδομένων, ορίζονται δύο κατώφλια διάκρισης για κάθε κριτήριο $q(g_j)$ και $p(g_j)$, τα οποία οδηγούν στην δημιουργία τριών περιοχών ένταξης. Τα κατώφλια ενεργούν ως κατώφλια αδιαφορίας $q(g_j)$ και προτίμησης $p(g_j)$ αντίστοιχα.

Έχοντας ορίσει τις μερικές σχέσεις ένταξης και τα δύο κατώφλια διάκρισης, ορίζεται ο *μερικός δείκτης ένταξης* $C_j(a_i, b_k^h)$ για κάθε μερική σχέση, για τον υπολογισμό του βαθμού ισχύος της ένταξης, και για κάθε περιοχή ορίζονται κατάλληλες τιμές ως εξής:

1. *Περιοχή Μη ένταξης*, όπου ο δείκτης λαμβάνει την ελάχιστη τιμή $C_j(a_i, b_k^h) = 0$.

2. *Περιοχή Μέτριας ένταξης*, όπου ο δείκτης λαμβάνει τιμές μεταξύ ελάχιστης και μέγιστης τιμής $C_j(a_i, b_k^h) \in [0, 1]$.
3. *Περιοχή Ισχυρής ένταξης*, όπου ο δείκτης λαμβάνει την μέγιστη τιμή $C_j(a_i, b_k^h) = 1$.

Οι τιμές αυτές μπορούν να παρασταθούν με την ακόλουθη συνάρτηση

$$C_j(a_i, b_k^h) = \begin{cases} 0, & g_j(a_i) \leq g_j(b_k^h) + q(g_j) \\ \in [0, 1], & g_j(b_k^h) + q(g_j) \leq g_j(a_i) \leq g_j(b_k^h) + p(g_j) \\ 1, & g_j(a_i) \geq g_j(b_k^h) + p(g_j) \end{cases} \quad (1.3)$$

Για τον υπολογισμό της συμβολής όλων των κριτηρίων, ορίζεται ο *συνολικός δείκτης ένταξης* για την εναλλακτική $a_i \in A$ ως

$$C(a_i, b_k^h) = \sum_{j=1}^m w_j * C_j(a_i, b_k^h) \quad (1.4)$$

όπου $C_j(a_i, b_k^h) \in [0, 1]$,

είναι ο μερικός βαθμός ένταξης της εναλλακτικής $a_i \in A$ για το κριτήριο g_j , και w_j το βάρος του κριτηρίου g_j .

Σε ορισμένες περιπτώσεις ένα κριτήριο ενδέχεται να εκφράσει αρνητική κρίση για την ταξινόμηση μιας εναλλακτικής $a \in A$ σε μια κατηγορία $C^h \in \Omega$. Σε αυτή την περίπτωση το κριτήριο βρίσκεται σε ασυμφωνία με την σχέση ένταξης της εναλλακτικής έναντι του κατώφλιου. Για την αντιμετώπιση αυτής της περίπτωσης, ορίζεται ένα κατώφλι βέτο $v(g_j)$.

Για την μέτρηση του βαθμού ασυμφωνίας ορίζεται ο *δείκτης ασυμφωνίας* $D_j(a_i, b_k^h)$ για κάθε κριτήριο. Με βάση τον ορισμό του βέτο, διακρίνονται τρεις περιοχές ασυμφωνίας:

1. *Περιοχή Μη ασυμφωνίας*, όπου ο δείκτης λαμβάνει την ελάχιστη τιμή $D_j(a_i, b_k^h) = 0$.
2. *Περιοχή Μέτριας ασυμφωνίας*, όπου ο δείκτης λαμβάνει τιμές μεταξύ ελάχιστης και μέγιστης τιμής $D_j(a_i, b_k^h) \in [0, 1]$.
3. *Περιοχή Ισχυρής ασυμφωνίας*, όπου ο δείκτης λαμβάνει την μέγιστη τιμή $D_j(a_i, b_k^h) = 1$.

Οι τιμές αυτές μπορούν να παρασταθούν με την ακόλουθη συνάρτηση

$$D_j(a_i, b_k^h) = \begin{cases} 0, & g_j(a_i) \leq g_j(b_k^h) + p(g_j) \\ \in [0,1], & g_j(b_k^h) + p(g_j) \leq g_j(a_i) \leq g_j(b_k^h) + v(g_j) \\ 1, & g_j(a_i) \geq g_j(b_k^h) + v(g_j) \end{cases} \quad (1.5)$$

Συνολική ασαφής σχέση ένταξης

Υιοθετώντας την αρχή της συμφωνίας/ασυμφωνίας ορίζεται η συνολική ασαφής σχέση ένταξης με την σύνθεση των μερικών σχέσεων ένταξης λαμβάνοντας υπόψη και την ασυμφωνία. Η συνολική ασαφής σχέση ένταξης ορίζεται ως

$$P(a_i, b_k^h) = C(a_i, b_k^h) * \prod_{j=1}^m \left(\frac{1 - D_j(a_i, b_k^h)}{1 - C(a_i, b_k^h)} \right) \quad (1.6)$$

όπου

$$C(a, b_k^h) = \sum_{j=1}^m w_j * C_j(a, b_k^h), \text{ είναι ο συνολικός δείκτης ένταξης και}$$

$D_j(a_i, b_k^h)$ ο δείκτης ασυμφωνίας.

Υπολογισμός βαθμού ένταξης

Για τον υπολογισμό του βαθμού ισχύος της συνολικής ασαφούς σχέσης ένταξης ορίζεται ο *ασαφής βαθμός ένταξης* μιας εναλλακτικής $a \in A$ για κάθε κατηγορία C^h ως

$$\gamma(a, C^h) = P(a, b^h) = \gamma^{tot} \quad (1.7)$$

για την περίπτωση που έχει οριστεί ένα μόνο κατώφλι εισόδου στην κατηγορία.

Στην περίπτωση που έχουν οριστεί περισσότερα του ενός κατώφλια εισόδου στην κατηγορία $C^h \in \Omega$, υπολογίζεται ως

$$\gamma(a_i, C^h) = \max \{P(a_i, b_1^h), P(a_i, b_2^h), \dots, P(a_i, b_k^h)\} \quad (1.8)$$

για κάθε κατώφλι b_i^h που έχει οριστεί για την κατηγορία, και στην συνέχεια ο *βαθμός ένταξης* (inclusion degree) της εναλλακτικής $a \in A$ για την κατηγορία $C^h \in \Omega$ ορίζεται ως εξής

$$\gamma(a, C^h) = \max \{P(a, b_1^h), P(a, b_2^h), \dots, P(a, b_k^h)\} = \max \{\gamma_1^{tot}, \gamma_2^{tot}, \dots, \gamma_k^{tot}\} \quad (1.9)$$

Ταξινόμηση σε κατηγορίες

Εφόσον υπολογιστεί ο βαθμός ένταξης μιας εναλλακτικής $a \in A$ για όλες της κατηγορίες $\{C^1, C^2, \dots, C^h\}$, η ταξινόμησή της γίνεται στην κατηγορία $C^h \in \Omega$ για την οποία ο βαθμός ένταξης είναι μέγιστος.

Αναλυτικότερα, για κάθε εναλλακτική $a \in A$ υπολογίζονται οι μερικές και ολικές σχέσεις ένταξης $C_j(a_j, b_k^h)$ και $C(a, b_k^h)$ για κάθε κατώφλι $b_k^h \in B$ και κατηγορία $C^h \in \Omega$, ο ασαφής βαθμός ένταξης $\gamma(a_i, C^h) = \max\{P(a_i, b_1^h), P(a_i, b_2^h), \dots, P(a_i, b_k^h)\}$ για κάθε κατηγορία και η εναλλακτική ταξινομείται στην κατηγορία για την οποία ο βαθμός ένταξης είναι μέγιστος

$$a_i \in C^h \Leftrightarrow \gamma(a_i, C^h) = \max\{\gamma(a_i, C^i) \mid i \in [1, h]\} \quad (1.10)$$

1.6.1.3. Ολοκληρωμένη μεθοδολογία ταξινόμησης NeXClass

Για την ολοκληρωμένη αντιμετώπιση προβλημάτων ταξινόμησης σε μη διατεταγμένες κατηγορίες με την χρήση του βαθμού ένταξης, ακολουθείται η ολοκληρωμένη μεθοδολογία πολυκριτηριακής ταξινόμησης NeXClass. Η μεθοδολογία καλύπτει όλα τα στάδια της διαμόρφωσης και επίλυσης ενός προβλήματος ταξινόμησης και διαιρείται σε τρεις φάσεις (Εικόνα 1.3):

Φάση 1: Καθορισμός προβλήματος

Στην φάση αυτή ο αποφασίζων ορίζει το πρόβλημα ταξινόμησης και καθορίζει τις παραμέτρους. Οι παράμετροι που απαιτούνται για την μεθοδολογία είναι οι εξής:

1. *Οι κατηγορίες.* Ο αποφασίζων καθορίζει το σύνολο των κατηγοριών $\Omega = \{C^1, C^2, \dots, C^h\}$ στις οποίες θα ταξινομηθούν οι εναλλακτικές. Οι κατηγορίες και τα χαρακτηριστικά τους καθορίζονται με βάση τις προτιμήσεις του αποφασίζοντα και τις ανάγκες του προβλήματος. Στην γενική περίπτωση οι κατηγορίες είναι μη διατεταγμένες.
2. *Τα κριτήρια.* Ο αποφασίζων καθορίζει το σύνολο των κριτηρίων $F = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}$ με βάση τις ανάγκες του προβλήματος. Το σύνολο των κριτηρίων πρέπει να ικανοποιεί τις αρχές της μονοτονίας, της επάρκειας και του μη πλεονασμού.
3. *Τα βάρη των κριτηρίων.* Κατ' αναλογία προς την θεωρία των σχέσεων υπεροχής, τα βάρη των κριτηρίων εκφράζουν τους δείκτες της σχετικής σημασίας τους, παρόμοια με την βαρύτητα της ψήφου σε μια ψηφοφορία όπου ισχύει η αρχή της πλειοψηφίας.
4. *Οι εναλλακτικές προς ταξινόμηση.* Ο αποφασίζων καθορίζει το σύνολο των εναλλακτικών προς ταξινόμηση $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$ και προσδιορίζει την επίδοσή τους στα κριτήρια $\forall a, g(a) = (g_1(a), g_2(a), \dots, g_n(a))$.

5. *Τα κατώφλια εισόδου.* Κάθε κατηγορία χαρακτηρίζεται από ένα κατώφλι εισόδου. Αυτό το κατώφλι, με βάση την παραπάνω προσέγγιση, συγκρίνεται με την κάθε εναλλακτική. Για τον ορισμό των κατωφλίων, ο αποφασίζων ορίζει για κάθε κατηγορία $C^i \in \Omega$ μια ιδεατή εναλλακτική $B^h = \{b_i^h \mid i = 1, \dots, k, h = 1, \dots, L_h\}$ (όπου το b_i^h υποδεικνύει το i_{th} πρωτότυπο της k_{th} κατηγορίας, για την περίπτωση πολλαπλών κατωφλίων), καθορίζοντας την επίδοσή της $\forall b_i^h, g(b_i^h) = (g_1(b_i^h), g_2(b_i^h), \dots, g_n(b_i^h))$ στα κριτήρια $F = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}$.
6. *Τα κατώφλια προτίμησης, αδιαφορίας και βέτο.* Για κάθε κατώφλι εισόδου των κατηγοριών και κάθε κριτήριο, ο αποφασίζων ορίζει τα κατώφλια προτίμησης, αδιαφορίας και βέτο τα οποία χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό του βαθμού ένταξης.
7. *Σύνολο εκμάθησης.* Ο αποφασίζων μπορεί να ορίσει ένα υποσύνολο εναλλακτικών το οποίο μπορεί να αποτελέσει σύνολο εκμάθησης ώστε να ελεγχθεί η ορθότητα των παραμέτρων.

Φάση 2: Εφαρμογή πολυκριτηριακής ταξινόμησης

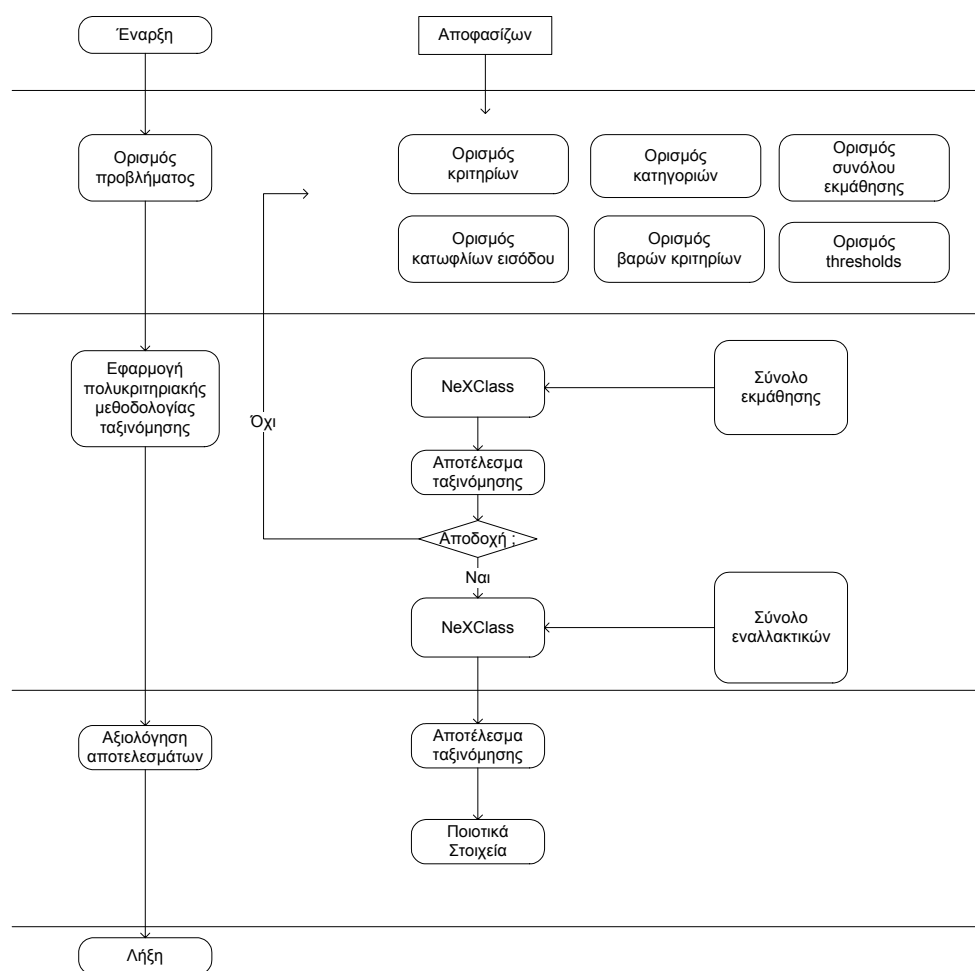
Έπειτα από τον καθορισμό του συνόλου παραμέτρων του προβλήματος ταξινόμησης, ακολουθεί η ταξινόμηση των εναλλακτικών με βάση τον βαθμό ένταξης, όπως παρουσιάστηκε παραπάνω. Για κάθε εναλλακτική η οποία ανήκει στο σύνολο των εναλλακτικών $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$ εκτελείται

1. Υπολογισμός των μερικών δεικτών ένταξης $C_j(a_i, b_k^h)$ για κάθε κριτήριο και για κάθε κατηγορία.
2. Υπολογισμός του συνολικού δείκτη ένταξης για κάθε κατηγορία $C(a_i, b_k^h)$.
3. Υπολογισμός των δεικτών ασυμφωνίας $D_j(a_i, b_k^h)$ για κάθε κριτήριο και για κάθε κατηγορία.
4. Υπολογισμός του βαθμού ένταξης για κάθε κατηγορία $\gamma(a, C^h) = P(a, b^h) = \gamma^{tot}$.
5. Ταξινόμηση στην κατηγορία για την οποία για την οποία ο βαθμός ένταξης είναι μέγιστος $a_i \in C^h \Leftrightarrow \gamma(a_i, C^h) = \max \{\gamma(a_i, C^i) \mid i \in [1, h]\}$.

Για τον έλεγχο της ορθότητας του καθορισμού των παραμέτρων η μεθοδολογία μπορεί εφαρμοστεί αρχικά σε ένα σύνολο εκμάθησης και στην συνέχεια στο πλήρες σύνολο των εναλλακτικών. Το σύνολο εκμάθησης αποτελείται από το σύνολο των εναλλακτικών που έχουν οριστεί από τον αποφασίζοντα στην προηγούμενη φάση. Ο στόχος είναι η ταξινόμηση του συνόλου αυτού και η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων. Εφόσον η ταξινόμηση του συνόλου εκμάθησης είναι αποδεκτή από τον αποφασίζοντα, τότε η ταξινόμηση εφαρμόζεται στο πλήρες σύνολο των εναλλακτικών.

Φάση 3: Ανάλυση αποτελεσμάτων

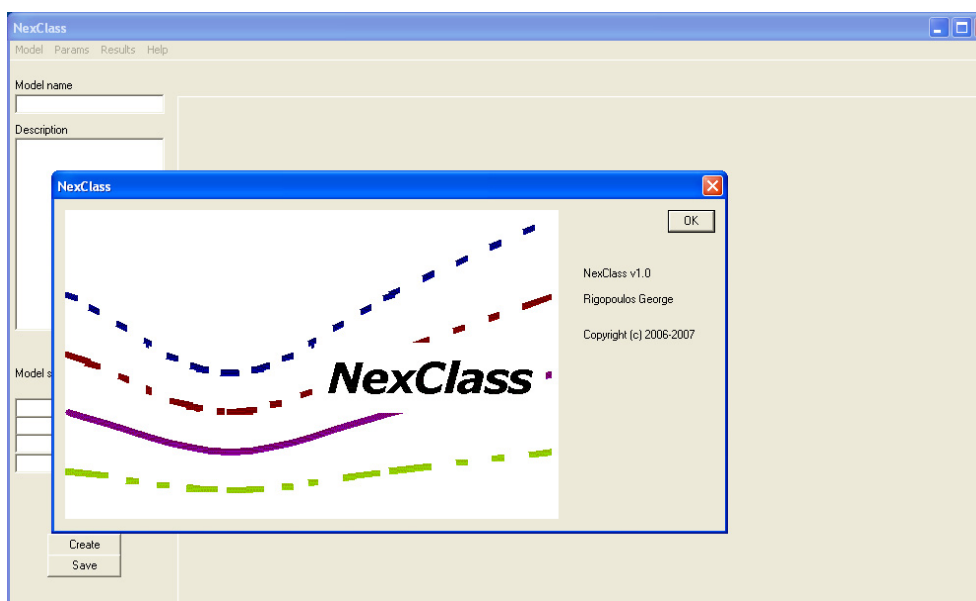
Το αποτέλεσμα της προηγούμενης φάσης είναι η ταξινόμηση των εναλλακτικών $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$ σε κατηγορίες $\Omega = \{C^1, C^2, \dots, C^h\}$. Πρόκειται για το σύνολο των ζευγών $\{a_m, C^h\}$ τα οποία καθορίζουν την κατηγορία C^h στην οποία ταξινομείται η εναλλακτική a_m . Για την αξιολόγηση της σταθερότητας του αποτελέσματος πραγματοποιείται ανάλυση ευαισθησίας με την εκτέλεση μιας σειράς σεναρίων από τον αποφασίζοντα ως προς τις παραμέτρους της μεθοδολογίας. Οι παράμετροι της μεθοδολογίας όπως παρουσιάστηκαν παραπάνω είναι τα κριτήρια, τα βάρη των κριτηρίων, τα κατώφλια εισόδου, αδιαφορίας, προτίμησης και βέτο. Με βάση αυτά, η ανάλυση ευαισθησίας που πραγματοποιείται περιλαμβάνει μια σειρά σεναρίων τα οποία αφορούν την μεταβολή των τιμών των παραπάνω παραμέτρων για το σύνολο των κατηγοριών ή κριτηρίων ταυτόχρονα κατά ορισμένο ποσοστό, διατηρώντας τις τιμές των υπόλοιπων παραμέτρων σταθερές. Με την εκτέλεση της ανάλυσης ευαισθησίας ολοκληρώνεται η διαδικασία της επίλυσης του προβλήματος ταξινόμησης, με την αποδοχή των αποτελεσμάτων από τον αποφασίζοντα.



Εικόνα 1.3. Φάσεις μεθοδολογίας NeXClass

1.6.1.4. Σύστημα υποστήριξης αποφάσεων NeXClassDSS

Στα πλαίσια της διατριβής, σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε πρωτότυπο σύστημα υποστήριξης αποφάσεων (ΣΥΑ) για την εφαρμογή της μεθοδολογίας σε πολυκριτηριακά προβλήματα ταξινόμησης (Rigopoulos et al., 2008a). Το ΣΥΑ ονομάζεται NeXClassDSS, υλοποιεί την μεθοδολογία ταξινόμησης NeXClass, και σχεδιάστηκε ώστε να επιτρέπει στον αποφασίζοντα την εφαρμογή της μεθοδολογίας σε όλα τα στάδια της μέσω κατάλληλου γραφικού περιβάλλοντος. Το NeXClassDSS αναπτύχθηκε σε γλώσσα προγραμματισμού C++ και στην παρούσα του έκδοση (v1.0) εκτελείται σε περιβάλλον Windows (Εικόνα 1.4).



Εικόνα 1.4. Εισαγωγή στο NeXClassDSS ΣΥΑ

Το NeXClassDSS υλοποιεί την πολυκριτηριακή μεθοδολογία NeXClass και προορίζεται για χρήση από έναν αποφασίζοντα. Για την ανάπτυξη του NeXClassDSS ακολουθήθηκε το μοντέλο αρχιτεκτονικής σε N-επίπεδα (N-tier architecture model), όπου καθορίστηκαν τα εξής τρία επίπεδα: *επίπεδο δεδομένων*, *επίπεδο εφαρμογής* και *επίπεδο παρουσίασης*. Το *επίπεδο δεδομένων* περιλαμβάνει το μοντέλο δεδομένων το οποίο είναι απαραίτητο για το ΣΥΑ, στο *επίπεδο εφαρμογής* υλοποιούνται οι βασικές λειτουργίες του ΣΥΑ και ο αλγόριθμος ταξινόμησης, και το *επίπεδο παρουσίασης* περιλαμβάνει την διεπαφή με τον χρήστη, η οποία υποστηρίζει τις ενέργειες του χρήστη. Κάθε επίπεδο από τα παραπάνω αποτελείται από κατάλληλα υποσυστήματα λογισμικού (ΥΣ) τα οποία υλοποιούν την μεθοδολογία.

Το ΣΥΑ σχεδιάστηκε ώστε να εξυπηρετεί τον αποφασίζοντα να ακολουθήσει τα βήματα της μεθοδολογίας με εύχρηστο και κατανοητό τρόπο. Ειδικότερα, ο χρήστης μπορεί: να δημιουργήσει ένα νέο πρόβλημα ταξινόμησης, να επεξεργαστεί ένα ήδη αποθηκευμένο και να αποθηκεύσει ότι μετατροπές έχουν επέλθει και να καταχωρήσει μέσα από κατάλληλες οθόνες τις παραμέτρους του προβλήματος (εναλλακτικές, κριτήρια,

κατηγορίες, κατώφλια κλπ), να παραμετροποιήσει το ΣΥΑ με βάση τις προτιμήσεις του, καθορίζοντας παραμέτρους όπως η γραμματοσειρά, το μέγεθος, το χρώμα, η σύνδεση με εξωτερικές πηγές δεδομένων κλπ., να εκτελέσει την μεθοδολογία ταξινόμησης στο σύνολο των εναλλακτικών (πλήρες ή σύνολο εκμάθησης), και να λάβει σε μορφή αναφοράς τα αποτελέσματα σε κατηγορίες, τους βαθμούς εισόδου, καθώς και όλους τους δείκτες της μεθοδολογίας και τέλος να εκτελέσει ανάλυση ευαισθησίας πάνω στα αποτελέσματα, ώστε να αξιολογήσει την ταξινόμηση, επιλέγοντας τις παραμέτρους που επιθυμεί να μεταβάλλει, καθώς και το ποσοστό μεταβολής τους.

1.6.1.5. Αξιολόγηση μεθοδολογίας

Για την αξιολόγηση της NeXClass επιλέχθηκε η συγκριτική αξιολόγηση με ορισμένες συναφείς πολυκριτηριακές μεθοδολογίες ταξινόμησης και όχι γενικότερες εναλλακτικές προσεγγίσεις ταξινόμησης. Από την πληθώρα εναλλακτικών προσεγγίσεων ταξινόμησης επιλέχθηκαν μόνο βασικές συναφείς πολυκριτηριακές μεθοδολογίες οι οποίες αντιμετωπίζουν προβλήματα ταξινόμησης σε μη διατεταγμένες κατηγορίες. Αυτό κρίθηκε ότι επαρκεί για το ερευνητικό πλαίσιο της διατριβής, το οποίο εστιάζει περισσότερο στην εφαρμογή πολυκριτηριακής ανάλυσης στον τομέα των ομαδικών αποφάσεων, παρά στην πλήρη μεθοδολογική θεμελίωση της μεθοδολογίας. Αξιολογώντας τα σχετικά ευρήματα από την συγκριτική αξιολόγηση της NeXClass (Κεφάλαιο 4), προκύπτουν σαφείς και θετικές ενδείξεις για την ορθότητα της προσέγγισης, καθώς και την ακρίβεια των αποτελεσμάτων.

Θέματα προς μελλοντική διερεύνηση για την μεθοδολογία αποτελούν τα εξής: ο καθορισμός των παραμέτρων με μικρότερη εμπλοκή του αποφασίζοντα, η ανάπτυξη ελέγχου σταθερότητας του αποτελέσματος και η δημιουργία ενός πλαισίου αξιολόγησης μεταξύ πολυκριτηριακών μεθοδολογιών και εναλλακτικών προσεγγίσεων για την περίπτωση της ταξινόμησης.

1.6.2. Προτεινόμενη ολοκληρωμένη μεθοδολογία υποστήριξης ομαδικών αποφάσεων ταξινόμησης NeXClass-G

1.6.2.1. Γενικές αρχές

Για την αντιμετώπιση του προβλήματος ταξινόμησης σε περιβάλλον ομάδας παρουσιάζεται η ολοκληρωμένη μεθοδολογία NeXClass-G (Rigoroulos et al., 2008b) η οποία έχει ως σκοπό την υποβοήθηση της ομάδας και την επίτευξη συναινετικής ταξινόμησης. Αποτελεί επέκταση της πολυκριτηριακής μεθοδολογίας ταξινόμησης NeXClass σε περιβάλλον ομάδας. Η βασική καινοτομία της προτεινόμενης μεθοδολογίας NeXClass-G σε σχέση με τις υφιστάμενες πολυκριτηριακές μεθοδολογίες ομαδικών αποφάσεων είναι ότι αντιμετωπίζει προβλήματα ταξινόμησης. Σε αντίθεση, οι υφιστάμενες μεθοδολογίες, επιλύουν προβλήματα επιλογής και ιεράρχησης (Κεφάλαιο 3). Στην NeXClass-G η σύνθεση των ατομικών προτιμήσεων εκτελείται στο σύνολο των αρχικών παραμέτρων, οι οποίες στην συνέχεια χρησιμοποιούνται ως σύνολο εισόδου για την μεθοδολογία NeXClass. Συνοπτικά, η ομάδα καλείται να καθορίσει με συναινετικό τρόπο τις παραμέτρους του προβλήματος ώστε με την

εφαρμογή στην συνέχεια της μεθοδολογίας NeXClass το αποτέλεσμα της ταξινόμησης να ανταποκρίνεται στον μέγιστο δυνατό βαθμό στις προτιμήσεις των μελών και να ικανοποιεί τα μέλη.

Οι ατομικές προτιμήσεις εκφράζονται για τις παραμέτρους της πολυκριτηριακής μεθοδολογίας NeXClass και αφορούν στον καθορισμό των κατηγοριών, των κριτηρίων, των βαρών των κριτηρίων, των κατωφλίων εισόδου των κατηγοριών, και των λοιπών κατωφλίων (αδιαφορίας, προτίμησης και βέτο). Η σύνθεση των τιμών των παραμέτρων πραγματοποιείται με την εφαρμογή τελεστή σύνθεσης ο οποίος βασίζεται στην Θεωρία Συλλογικής Κρίσης (Social Judgment Scheme), με κατάλληλη τροποποίηση ώστε να μεγιστοποιεί την συναίνεση (Κεφάλαιο 3). Επιπλέον, για σημεία στα οποία απαιτείται η αποδοχή της ομάδας, ως προς κάποια παράμετρο, εφαρμόζεται σύνθεση των απόψεων με την βοήθεια του τελεστή WOVA με κατάλληλο καθορισμό των βαρών ώστε να εκφράζουν την προσέγγιση της πλειοψηφίας (Κεφάλαιο 3). Τέλος, το επίπεδο ικανοποίησης και αποδοχής υπολογίζεται με τον καθορισμό και μέτρηση σχετικών δεικτών συναίνεσης.

Το βασικό πλαίσιο προϋποθέσεων στις οποίες στηρίχθηκε η ανάπτυξη της μεθοδολογίας είναι το εξής: η ομάδα θεωρείται *ολιγομελής, ομογενής και συνεργατική*, υπάρχει *συντονιστής* ο οποίος συντονίζει όλη την διαδικασία και το πρόβλημα ταξινόμησης που η ομάδα επιλύει είναι σχετικά *δομημένο και καθορισμένο*.

1.6.2.2. Ορισμός βαθμού συναίνεσης

Στην NeXClass-G η επίτευξη συναίνεσης ορίζεται ως μια διαδικασία ανατροφοδότησης, η οποία εκτελείται στο στάδιο του καθορισμού των ατομικών προτιμήσεων ώστε να διαμορφωθεί ο μέγιστος βαθμός συναίνεσης για το σύνολο των ομαδικών παραμέτρων. Ο συντονιστής καθορίζει τον επιθυμητό βαθμό συναίνεσης και εφόσον αυτός επιτευχθεί τότε εκτελείται η διαδικασία ταξινόμησης, ενώ σε διαφορετική περίπτωση επαναλαμβάνεται η διαδικασία καθορισμού ατομικών προτιμήσεων. Το μοντέλο ομαδικής συναίνεσης το οποίο προτείνεται βασίζεται τόσο στον υπολογισμό της *συμφωνίας* των μελών μεταξύ τους όσο και στην *εγγύτητα* των ατομικών προτιμήσεων με την ομαδική προτίμηση. Ο στόχος για την ομαδική απόφαση είναι ο βέλτιστος συνδυασμός συμφωνίας και εγγύτητας. Για τον υπολογισμό της συναίνεσης της ομάδας ορίζονται δύο συνιστώσες, οι *βαθμοί συμφωνίας* μεταξύ των μελών της ομάδας, και οι *βαθμοί εγγύτητας* των μελών και της ομάδας.

Οι *βαθμοί συμφωνίας* εκφράζουν τον βαθμό συμφωνίας μεταξύ των μελών της ομάδας, ενώ οι *βαθμοί εγγύτητας* εκφράζουν πόσο κοντά στην ομαδική προτίμηση βρίσκονται οι ατομικές προτιμήσεις των μελών. Οι βαθμοί υπολογίζονται για το σύνολο των παραμέτρων της μεθοδολογίας για τις οποίες τα μέλη καταχωρούν τις ατομικές προτιμήσεις τους. Με τον τρόπο αυτό είναι δυνατή η εξαγωγή του βαθμού συναίνεσης σε διαφορετικά επίπεδα της διαδικασίας όπως ανά μέλος, ανά κριτήριο κλπ. διαπιστώνοντας σε ποια σημεία παρατηρείται δυσκολία στην επίτευξη συναίνεσης (Πίνακες 1.1 και 1.2).

Πίνακας 1-1. Βαθμοί συμφωνίας

Πεδίο	Βαθμός	Ορισμός
	Μερικός Βαθμός Συμφωνίας μέλους	$MB\Sigma_{m_i}^k = \sum_{j=1}^n \beta_i P^k(m_i) - \beta_j P^k(m_j) $ <p>Εκφράζει τον βαθμό συμφωνίας της προτίμησης $P^k(m_i)$ του χρήστη m_i με συντελεστή βαρύτητας β_i για την παράμετρο k, με τα μέλη της ομάδας.</p>
Παράμετροι	Βαθμός Συμφωνίας Παραμέτρου ομάδας	$B\Sigma\Pi^k = \frac{\bar{P}^k - \sum_{i=1}^n \beta_i MB\Sigma_{m_i}^k}{\bar{P}^k}$ <p>Εκφράζει τον βαθμό συμφωνίας της ομάδας για την παράμετρο k, όπου \bar{P}^k η ομαδική τιμή για την παράμετρο k.</p>
	Ολικός Βαθμός Συμφωνίας Παραμέτρων	$OB\Sigma\Pi = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m B\Sigma\Pi^k$ <p>Εκφράζει τον βαθμό συμφωνίας της ομάδας για το σύνολο των παραμέτρων.</p>
Μέλη	Βαθμός Συμφωνίας Μέλους	$B\Sigma M^k = \frac{\sum_{k=1}^m \bar{P}^k - \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m MB\Sigma_{m_i}^k}{\sum_{k=1}^m \bar{P}^k}$ <p>Εκφράζει τον βαθμό συμφωνίας του μέλους για το σύνολο των m παραμέτρων, όπου \bar{P}^k η ομαδική τιμή της σύνθεσης των ατομικών προτιμήσεων για την παράμετρο k.</p>
	Ολικός Βαθμός Συμφωνίας Μελών	$OB\Sigma M = \sum_{k=1}^m \beta_i B\Sigma M^k$ <p>Εκφράζει τον ολικό βαθμό συμφωνίας των μελών.</p>
Πρόβλημα	Βαθμός Συμφωνίας Προβλήματος	$B\Sigma = \frac{1}{2} [OB\Sigma M + OB\Sigma\Pi]$ <p>Εκφράζει τον ολικό βαθμό συμφωνίας του συνόλου των παραμέτρων και μελών για το πρόβλημα ή ένα υποσύνολο παραμέτρων.</p>

Πίνακας 1-2. Βαθμοί εγγύτητας

Πεδίο	Βαθμός	Ορισμός
	Μερικός Βαθμός Εγγύτητας Μέλους	$\text{MBE}_{m_i}^k = \left P^k(m_i) - \bar{P}^k \right $ <p>Εκφράζει τον βαθμό εγγύτητας της προτίμησης $P^k(m_i)$ του χρήστη m_i με συντελεστή βαρύτητας β_i για την παράμετρο k, με τα μέλη της ομάδας.</p>
Παράμετροι	Βαθμός Εγγύτητας Παραμέτρου	$\text{ΒΕΠ}^k = \frac{\bar{P}^k - \sum_{i=1}^n \beta_i \text{MBE}_{m_i}^k}{\bar{P}^k}$ <p>Εκφράζει τον βαθμό εγγύτητας της ομάδας για την παράμετρο k, όπου \bar{P}^k η ομαδική τιμή για την παράμετρο k.</p>
	Ολικός Βαθμός Εγγύτητας Παραμέτρου	$\text{ΟΒΕΠ} = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m \text{ΒΕΠ}^k$ <p>Εκφράζει τον βαθμό εγγύτητας της ομάδας για το σύνολο των παραμέτρων.</p>
Μέλη	Βαθμός Εγγύτητας Μέλους	$\text{ΒΕΜ}^k = \frac{\sum_{k=1}^m \bar{P}^k - \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m \text{MBE}_{m_i}^k}{\sum_{k=1}^m \bar{P}^k}$ <p>Εκφράζει τον βαθμό εγγύτητας του μέλους για το σύνολο των m παραμέτρων, όπου \bar{P}^k η ομαδική τιμή της σύνθεσης των ατομικών προτιμήσεων για την παράμετρο k.</p>
	Ολικός Βαθμός Εγγύτητας Μελών	$\text{ΟΒΕΜ} = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m \text{ΒΕΜ}^k$ <p>Εκφράζει τον ολικό βαθμό εγγύτητας των μελών.</p>
Πρόβλημα	Βαθμός Εγγύτητας Προβλήματος	$\text{ΒΕ} = \frac{1}{2} [\text{ΟΒΕΜ} + \text{ΟΒΕΠ}]$ <p>Εκφράζει τον ολικό βαθμό εγγύτητας του συνόλου των παραμέτρων και μελών για το πρόβλημα ή ένα υποσύνολο παραμέτρων.</p>

Με την βοήθεια των παραπάνω βαθμών ορίζεται ο βαθμός συναίνεσης του

προβλήματος ως,

$$\Sigma = \frac{1}{2}[\mathbf{B}\Sigma + \mathbf{B}\mathbf{E}] \quad (1.11)$$

με $\Sigma \in [0,1]$

ο οποίος εκφράζει τον συνολικό βαθμό συναίνεσης των μελών για το σύνολο των παραμέτρων.

Ο συντονιστής με την βοήθεια των βαθμών συμφωνίας και εγγύτητας είναι δυνατόν να ελέγξει τον βαθμό συναίνεσης και να εντοπίσει τα σημεία (παραμέτρους ή μέλη) τα οποία τον επηρεάζουν. Επιπλέον είναι δυνατό να καθορίσει το επιθυμητό επίπεδο συναίνεσης της ομάδας για το πρόβλημα.

Για τον σκοπό αυτό, ορίζεται το *Επιθυμητό επίπεδο συναίνεσης* του προβλήματος ως

δ , με $\delta \in [0,1]$.

Εάν $\Sigma > \delta$ τότε ο βαθμός συναίνεσης είναι αποδεκτός ενώ εάν $\Sigma \leq \delta$ τότε ο βαθμός συναίνεσης είναι μη αποδεκτός. Κατά τις περιπτώσεις όπου ο βαθμός συναίνεσης είναι κάτω από το αποδεκτό επίπεδο, τότε ο συντονιστής έχει την δυνατότητα να εντοπίσει τα σημεία διαφωνίας και να επαναλάβει την διαδικασία καταχώρησης ατομικών προτιμήσεων ενημερώνοντας τα μέλη σχετικά.

1.6.2.3. Ορισμός βαθμού αποδοχής

Για τον υπολογισμό του βαθμού ομαδικής αποδοχής σε ορισμένη παράμετρο ορίζεται ο *βαθμός αποδοχής* για τον υπολογισμό του οποίου χρησιμοποιείται ο τελεστής WOWA με την παρακάτω διαδικασία:

Θεωρώντας μια συναινετική ομάδα αποτελούμενη από n μέλη $M = \{m_1, m_2, \dots, m_n\}$ με συντελεστές βαρύτητας $\mathbf{B} = \{\beta_1, \dots, \beta_n\}$, και ένα σύνολο m παραμέτρων, όπου επιθυμείται ο υπολογισμός του ομαδικού βαθμού αποδοχής μιας παραμέτρου, κάθε μέλος της ομάδας m_j εκφράζει την αποδοχή του στην παράμετρο, στην παρακάτω γλωσσική κλίμακα 5 σημείων, η οποία αντιστοιχεί σε ορισμένη αριθμητική βαρύτητα.

Κατηγορία	Βαρύτητα
Εξαιρετικά Υψηλό	5
Υψηλό	4
Μέσο	3
Χαμηλό	2
Εξαιρετικά Χαμηλό	1

Εφαρμόζοντας τον τελεστή WOWA για την σύνθεση των ατομικών προτιμήσεων,

εάν p_i είναι η προτίμηση του i th μέλους της ομάδας με συντελεστή βαρύτητας β_i , τότε η σύνθεση των προτιμήσεων όλων των μελών υπολογίζεται ως

$$\phi_{WOWA}(p_1, \dots, p_n) = \sum_{i=1}^n \omega_i \cdot p_{\sigma(i)} \quad (1.12)$$

όπου

$\omega = (\omega_1, \dots, \omega_n)$, με $\omega_i \in [0, 1]$, $\sum_{i=1}^n \omega_i = 1$ το διάνυσμα των βαρών του τελεστή WOWA.

Βαθμός αποδοχής παραμέτρου

Ο βαθμός αποδοχής της παραμέτρου k ορίζεται ως εξής

$$BA^k = \phi_{WOWA}(p_1, \dots, p_n) \quad (1.13)$$

Το αποδεκτό επίπεδο αποδοχής της παραμέτρου k ορίζεται ως

ε , με $\varepsilon \in [0, 1]$.

Εάν $BA^k > \varepsilon$ τότε η παράμετρος είναι αποδεκτή, ενώ εάν $BA^k < \varepsilon$ τότε η παράμετρος είναι μη αποδεκτή.

Κατά τις περιπτώσεις όπου ο βαθμός αποδοχής μιας παραμέτρου είναι κάτω από το αποδεκτό επίπεδο, τότε ο συντονιστής έχει την δυνατότητα να αποκλείσει την παράμετρο από το πρόβλημα ενημερώνοντας τα μέλη. Σε περίπτωση μη αποδοχής μεγάλου αριθμού παραμέτρων, ο συντονιστής μπορεί να προχωρήσει σε αναθεώρηση του προβλήματος.

1.6.2.4. Σύνθεση τιμών παραμέτρων

Όπως αναφέρθηκε στα προηγούμενα, το σύνολο αξιών της ομάδας αποτυπώνεται με τον καθορισμό τιμών σε ένα σύνολο παραμέτρων, τις οποίες εισάγουν τα μέλη της ομάδας. Ειδικότερα οι παράμετροι είναι:

1. Τα κατώφλια εισόδου για κάθε κατηγορία, τα οποία προσδιορίζονται από την επίδοσή τους στο σύνολο των κριτηρίων. Η επίδοση καθορίζεται με αριθμητική τιμή ανάλογα με την κλίμακα των κριτηρίων.
2. Οι εναλλακτικές οι οποίες καθορίζονται από την επίδοσή τους στα κριτήρια με αριθμητική τιμή ανάλογα με την κλίμακα των κριτηρίων.

3. Τα κριτήρια τα οποία καθορίζονται από τα βάρη τους με αριθμητική τιμή.
4. Τα κατώφλια προτίμησης, αδιαφορίας και βέτο, τα οποία καθορίζονται με αριθμητική τιμή ανάλογα με τις απαιτήσεις του προβλήματος.

Η διαδικασία σύνθεσης βασίζεται στο Μοντέλο Συλλογικής Κρίσης (SJS), με κατάλληλη προσαρμογή ώστε να λαμβάνει υπόψη την βαρύτητα των μελών της ομάδας. Η επιλογή του συγκεκριμένου μοντέλου για την σύνθεση των τιμών πραγματοποιήθηκε με βάση τα χαρακτηριστικά του εν λόγω μοντέλου αλλά και τις απαιτήσεις της σύνθεσης, και κρίνεται επαρκής για την συγκεκριμένη διαδικασία υπολογισμού. Αναλυτικότερα, η σύνθεση με την προτεινόμενη επέκταση της μεθόδου SJS πραγματοποιείται ως εξής:

εάν w_{ij} είναι η αριθμητική τιμή της ith παραμέτρου, όπως καθορίζεται από τον jth αποφασίζοντα, τότε η ομαδική τιμή c_i της ith παραμέτρου ορίζεται ως

$$c_i = \sum_{j=1}^n v_{ij} w_{ij} \quad (1.14)$$

όπου v_{ij}

είναι το συναινετικό βάρος του jth αποφασίζοντα σχετικά με την ith παράμετρο, το οποίο υπολογίζεται ως εξής

$$v_{ij} = \frac{\sum_{l=1, l \neq j}^n \beta_j \exp(-|w_{ij} - w_{il}|)}{\sum_{j=1}^k \sum_{l=1, l \neq j}^n \beta_j \exp(-|w_{ij} - w_{il}|)} \quad (1.15)$$

Στο συναινετικό βάρος έχει ενσωματωθεί ο συντελεστής βαρύτητας β_j του jth αποφασίζοντα.

1.6.2.5. Αναλυτική παρουσίαση μεθοδολογίας NeXClass-G

Το πρόβλημα ταξινόμησης το οποίο η ομάδα έχει προς επίλυση ορίζεται ως εξής:

Με δεδομένο ένα σύνολο μη διατεταγμένων κατηγοριών $\Omega = \{C^1, C^2, \dots, C^h\}$, ένα σύνολο κριτηρίων αξιολόγησης $F = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}$, και ένα σύνολο εναλλακτικών $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$, το ζητούμενο είναι η ταξινόμηση κάθε εναλλακτικής $a \in A$ σε συγκεκριμένη κατηγορία $C^h \in \Omega$, με βάση την επίδοση των εναλλακτικών στα κριτήρια αξιολόγησης, με βάση το σύνολο αξιών της ομάδας.

Το σύνολο αξιών της ομάδας αποτυπώνεται με

1. Τον ορισμό κατώφλιων εισόδου για κάθε κατηγορία χρησιμοποιώντας την διαθέσιμη πληροφορία. Τα κατώφλια εισόδου προσδιορίζονται από την επίδοσή τους στο σύνολο των κριτηρίων.
2. Τον καθορισμό των επιδόσεων των εναλλακτικών στα κριτήρια.
3. Τον ορισμό τιμών για τις παραμέτρους (κριτήρια, βάρη κριτηρίων, κατώφλια προτίμησης, αδιαφορίας και βέτο) οι οποίες χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό του βαθμού ένταξης μιας εναλλακτικής σε μια κατηγορία.

Με βάση τους παραπάνω ορισμούς των βαθμών συναίνεσης και αποδοχής, καθώς και τον ορισμό του τελεστή σύνθεσης των τιμών των μελών της ομάδας, για την αντιμετώπιση προβλημάτων ταξινόμησης σε περιβάλλον ομάδας προτείνεται η ολοκληρωμένη μεθοδολογία NeXClass-G η οποία αποτελείται από τις παρακάτω φάσεις (Εικόνα 1.5):

Φάση 1: Διαμόρφωση και παρουσίαση του προβλήματος

Στην φάση αυτή πραγματοποιούνται οι προκαταρκτικές εργασίες της διαμόρφωσης της ομάδας και του προβλήματος και καθορίζονται:

1. Τα μέλη της ομάδας $M = \{m_1, m_2, \dots, m_l\}$.
2. Ο συντελεστής βαρύτητας β_i των μελών της ομάδας. Στην γενική περίπτωση η προτίμηση του κάθε μέλους ενδέχεται να έχει διαφορετική βαρύτητα στην διαμόρφωση των ομαδικών τιμών. Για τον λόγο αυτό ορίζεται ο συντελεστής βαρύτητας του μέλους β_i με $\beta_i \in [0, 1]$ και $\sum_i \beta_i = 1$.
3. Το σύνολο των κατηγοριών $\Omega = \{C^1, C^2, \dots, C^h\}$.
4. Το σύνολο των κριτηρίων $F = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}$ με βάση τα οποία θα πραγματοποιηθεί η αξιολόγηση.
5. Τα βάρη των κριτηρίων w_i .
6. Τα κατώφλια εισόδου $B^h = \{b_1^h, b_2^h, \dots, b_k^h\}$ των κατηγοριών.
7. Τα κατώφλια αδιαφορίας, προτίμησης και βέτο $[q_{ij}], i = 1, \dots, h, j = 1, \dots, n, [p_{ij}], i = 1, \dots, h, j = 1, \dots, n, [v_{ij}], i = 1, \dots, h, j = 1, \dots, n$.
8. Οι εναλλακτικές προς ταξινόμηση $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$.
9. Η επίδοση των εναλλακτικών $[a_{ij}], i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n$ στα κριτήρια.

Αυτή η διαδικασία οδηγεί στον αρχικό καθορισμό του προβλήματος, το οποίο στην συνέχεια γνωστοποιείται στην ομάδα των αποφασιζόντων. Γνωστοποιούνται όλες οι προτεινόμενες παράμετροι για τις οποίες η ομάδα καλείται στην συνέχεια να υποβάλλει τις ατομικές προτιμήσεις ώστε να διαμορφωθεί το τελικό ομαδικό σύνολο παραμέτρων. Όλες οι παραπάνω εργασίες πραγματοποιούνται από τον συντονιστή (facilitator). Οι παραπάνω παράμετροι είναι δυνατόν να καθοριστούν είτε μερικά ή πλήρως από την φάση αυτή κατά την διεργασία διαμόρφωσης του προβλήματος.

Φάση 2: Συναινετικός καθορισμός παραμέτρων

Στην φάση του συναινετικού καθορισμού των παραμέτρων, πραγματοποιείται η σύνθεση των ατομικών προτιμήσεων τις οποίες εκφράζει κάθε μέλος της ομάδας, πάνω στο αρχικό σύνολο παραμέτρων του προβλήματος, όπως αυτό έχει γνωστοποιηθεί στην ομάδα από τον συντονιστή. Τα μέλη της ομάδας εκφράζουν τις προτιμήσεις τους στις παραμέτρους αφενός σε γλωσσικές σχέσεις αποδοχής και αφετέρου σε αριθμητικές τιμές (βάρη κριτηρίων, κατώφλια προτίμησης, αδιαφορία και βέτο). Για την σύνθεση των ατομικών τιμών αποδοχής χρησιμοποιείται ο τελεστής WOWA, όπως αναλύθηκε παραπάνω. Για την σύνθεση των ατομικών αριθμητικών τιμών των παραμέτρων ακολουθείται το βελτιωμένο Μοντέλο Συλλογικής Κρίσης (Social Judgment Scheme SJS), όπως αναλύθηκε παραπάνω.

Πιο συγκεκριμένα η φάση περιλαμβάνει τα παρακάτω βήματα:

1. *Καθορισμός παραμέτρων.* Κάθε μέλος της ομάδας ορίζει τις προτιμήσεις του πάνω στο αρχικό σύνολο παραμέτρων το οποίο έχει γνωστοποιηθεί στην ομάδα. Ειδικότερα:
 - a. *Κριτήρια.* Στην φάση διαμόρφωσης του προβλήματος καθορίζεται ένα αρχικό σύνολο κριτηρίων $F = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}$ το οποίο γνωστοποιείται στην ομάδα ως προτεινόμενο σύνολο. Αυτό το σύνολο αποτελεί μια δεξαμενή προτεινόμενων κριτηρίων για τα οποία οι αποφασίζοντες καλούνται να εκφράσουν την προτίμησή τους με την μορφή βαθμού αποδοχής. Για το σύνολο των αποφασιζόντων υπολογίζεται ο βαθμός αποδοχής για κάθε κριτήριο, και διαμορφώνεται ένα σύνολο κριτηρίων το οποίο εκφράζει την ομαδική προτίμηση στα κριτήρια, από το οποίο αποκλείονται τα κριτήρια τα οποία παρουσιάζουν πολύ χαμηλό βαθμό αποδοχής. Ο συντονιστής ορίζει τον αποδεκτό βαθμό συναίνεσης για την αποδοχή των κριτηρίων. Για την σύνθεση των ατομικών προτιμήσεων χρησιμοποιείται ο τελεστής WOWA. Με βάση την παραπάνω διαδικασία παράγεται το ομαδικό σύνολο κριτηρίων.
 - b. *Κατηγορίες.* Στην φάση διαμόρφωσης του προβλήματος καθορίζεται ένα αρχικό σύνολο κατηγοριών $\Omega = \{C^1, C^2, \dots, C^h\}$ το οποίο γνωστοποιείται στην ομάδα ως προτεινόμενο σύνολο. Οι αποφασίζοντες καλούνται να εκφράσουν την προτίμησή τους στις προτεινόμενες κατηγορίες με την μορφή βαθμού αποδοχής, ακολουθώντας την ίδια διαδικασία όπως και με τα κριτήρια. Για το σύνολο των αποφασιζόντων υπολογίζεται ο βαθμός αποδοχής για κάθε κατηγορία, και

διαμορφώνεται το σύνολο κατηγοριών το οποίο εκφράζει την ομαδική προτίμηση, από το οποίο αποκλείονται οι κατηγορίες οι οποίες παρουσιάζουν πολύ χαμηλό βαθμό αποδοχής. Ο συντονιστής ορίζει τον αποδεκτό βαθμό συναίνεσης για την αποδοχή. Για την σύνθεση των ατομικών προτιμήσεων χρησιμοποιείται ο τελεστής WOWA όπως στα κριτήρια.

- c. *Βάρη των κριτηρίων.* Εφόσον παραχθεί το ομαδικό σύνολο κριτηρίων, κάθε μέλος εκφράζει την ατομική του προτίμηση για το βάρος κάθε κριτηρίου σε αριθμητική μορφή. Η διαδικασία υπολογισμού των ατομικών βαρών βασίζεται στην μέθοδο των καρτών του Simos η οποία με σχετικά απλό και κατανοητό τρόπο καθοδηγεί τους αποφασίζοντες. Στην συνέχεια, για τον υπολογισμό των ομαδικών βαρών ακολουθείται το βελτιωμένο Μοντέλο Συλλογικής Κρίσης (Social Judgment Scheme SJS).
 - d. *Το σύνολο των εναλλακτικών και οι επιδόσεις των εναλλακτικών.* Οι επιδόσεις των εναλλακτικών στα κριτήρια υπολογίζονται έπειτα από τον καθορισμό των ομαδικών κατηγοριών και των κριτηρίων. Κάθε μέλος της ομάδας βαθμολογεί την επίδοση της κάθε εναλλακτικής με βάση τα κριτήρια εκφράζοντας την προτίμησή του σε αριθμητική μορφή. Για την σύνθεση των ομαδικών βαθμολογήσεων ακολουθείται η ίδια διαδικασία με τον υπολογισμό των βαρών των κριτηρίων.
 - e. *Τα κατώφλια εισόδου των κατηγοριών.* Τα κατώφλια εισόδου καθορίζονται από επιδόσεις στα κριτήρια αξιολόγησης. Ο κάθε αποφασίζων ορίζει την τιμή των κατωφλίων εισόδου για κάθε κατηγορία εκφράζοντας την προτίμησή του σε αριθμητική μορφή. Στην συνέχεια ακολουθείται η διαδικασία σύνθεσης των ατομικών τιμών όπως και στα βάρη των κριτηρίων.
 - f. *Κατώφλια προτίμησης, αδιαφορίας και βέτο.* Ο κάθε αποφασίζων εκφράζει την τιμή των κατωφλίων αυτών τα οποία απαιτούνται για την εφαρμογή της μεθοδολογίας NeXClass, και στην συνέχεια ακολουθείται η διαδικασία σύνθεσης των ατομικών τιμών όπως και στα βάρη των κριτηρίων.
 - g. *Σύνολο εκμάθησης.* Το σύνολο εκμάθησης αποτελεί ένα υποσύνολο του συνόλου των εναλλακτικών το οποίο χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της ταξινόμησης και των παραμέτρων.
2. *Έλεγχος βαθμού συναίνεσης.* Ο συντονιστής με τον υπολογισμό των βαθμών συμφωνίας και εγγύτητας ελέγχει τον βαθμό συναίνεσης και εντοπίζει τα σημεία (παραμέτρους ή μέλη) τα οποία τον επηρεάζουν.

Φάση 3: Εφαρμογή πολυκριτηριακής μεθοδολογίας ταξινόμησης NeXClass

Τα σύνολα των ομαδικών τιμών όπως υπολογίστηκαν προηγουμένως για

1. τα κριτήρια $G = \{g_i\}, i = 1, \dots, n,$

2. τα βάρη των κριτηρίων w_i ,
3. τις κατηγορίες $C = \{C^i\}$, $i = 1, \dots, h$,
4. τα κατώφλια εισόδου $[b_i^h]$, $h = 1, \dots, n$, $j = 1, \dots, k$,
5. τα κατώφλια αδιαφορίας, προτίμησης και βέτο $[q_{ij}]$, $i = 1, \dots, h$, $j = 1, \dots, n$, $[p_{ij}]$, $i = 1, \dots, h$, $j = 1, \dots, n$, $[v_{ij}]$, $i = 1, \dots, h$, $j = 1, \dots, n$, και
6. την βαθμολογία των εναλλακτικών $[a_{ij}]$, $i = 1, \dots, m$, $j = 1, \dots, n$,

αποτελούν το σύνολο των παραμέτρων για το πρόβλημα ταξινόμησης. Με βάση αυτές τις παραμέτρους εκτελείται ο αλγόριθμος ταξινόμησης της NeXClass, με τα παρακάτω βήματα

1. *Εφαρμογή της μεθοδολογίας NeXClass στο σύνολο εκμάθησης.*
2. *Έλεγχος αποτελεσμάτων.* Το αποτέλεσμα της ταξινόμησης ελέγχεται και γίνεται υπολογισμός του βαθμού συναίνεσης. Αν ο βαθμός είναι κάτω από το καθορισμένο όριο τότε ο καθορισμός των παραμέτρων επαναλαμβάνεται.
3. *Εφαρμογή της μεθοδολογίας NeXClass στο πραγματικό σύνολο.* Εάν το αποτέλεσμα της ταξινόμησης στο σύνολο εκμάθησης είναι αποδεκτό τότε πραγματοποιείται η ταξινόμηση του συνόλου των εναλλακτικών.

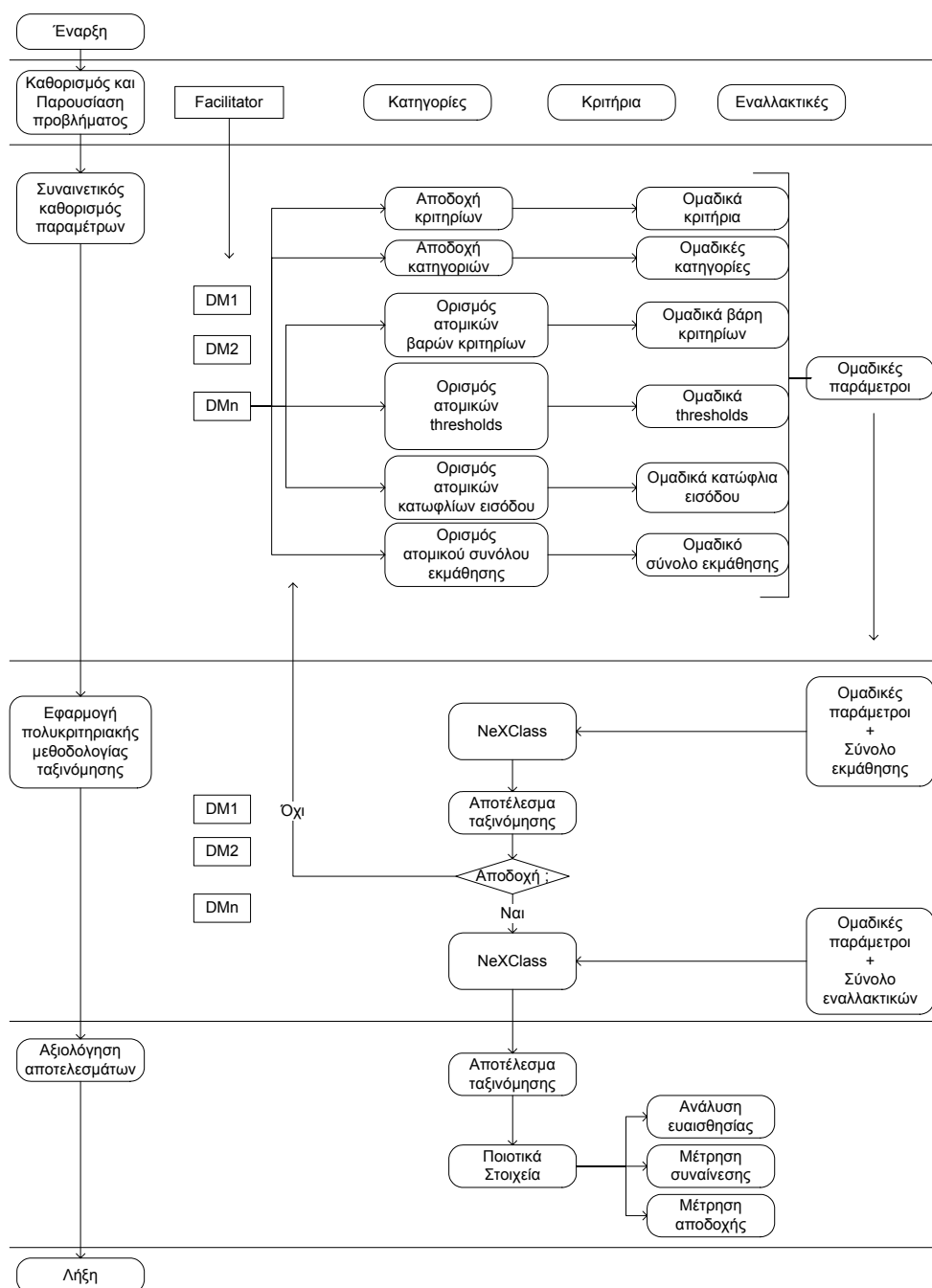
Φάση 4: Έλεγχος αποτελεσμάτων

Το αποτέλεσμα της προηγούμενης φάσης είναι η ταξινόμηση των εναλλακτικών $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$ σε κατηγορίες $\Omega = \{C^1, C^2, \dots, C^h\}$. Πρόκειται για το σύνολο των ζευγών $\{a_m, C^h\}$ τα οποία καθορίζουν την κατηγορία C^h στην οποία ταξινομείται η εναλλακτική a_m . Για τον έλεγχο των αποτελεσμάτων χρησιμοποιείται η ανάλυση ευαισθησίας της μεθοδολογίας NeXClass.

1.6.2.6. Αξιολόγηση μεθοδολογίας

Η αξιολόγηση της NeXClass-G αφορά τρία επίπεδα. Το καθεαυτό αποτέλεσμα της απόφασης της ομάδας το οποίο είναι η ταξινόμηση των εναλλακτικών, την σύνθεση των τιμών με την βοήθεια των τελεστών σύνθεσης, και τέλος το αποτέλεσμα της συναινετικής διαδικασίας της ομαδικής απόφασης το οποίο αφορά την αξιολόγηση του βαθμού συναίνεσης για την επίτευξη του αποτελέσματος και κατ' επέκταση την καταλληλότητα της μεθοδολογίας για την υποστήριξη της ομάδας. Για την NeXClass-G εκτελέστηκε ένας αριθμός πειραμάτων ώστε να εκτιμηθεί η επάρκεια της προσέγγισης. Από τα αποτελέσματα της σύγκρισης προκύπτει ότι ο βαθμός συναίνεσης ο οποίος επιτυγχάνεται με την χρήση του βελτιωμένου Μοντέλου Συλλογικής Κρίσης είναι

υψηλότερος σε σχέση με τους υπόλοιπους τελεστές, και γενικότερα από την αξιολόγηση προκύπτει ότι η μεθοδολογία καλύπτει επαρκώς τις ανάγκες του προβλήματος σε περιβάλλον ομάδας (Κεφάλαιο 5).



Εικόνα 1.5. Φάσεις μεθοδολογίας NeXClass-G

Θέματα προς μελλοντική διερεύνηση για την μεθοδολογία αποτελούν τα εξής: ο καθορισμός των παραμέτρων με μικρότερη εμπλοκή των μελών, η ανάπτυξη ελέγχου σταθερότητας και η διερεύνηση της επίδρασης των ατομικών προτιμήσεων στο

αποτέλεσμα, ένα πειραματικό πλαίσιο αξιολόγησης μεταξύ των εναλλακτικών προσεγγίσεων και ένα πειραματικό πλαίσιο αξιολόγησης μεταξύ των εναλλακτικών προσεγγίσεων υπολογισμού και μέτρησης του βαθμού συναίνεσης σε περιβάλλον ομάδας.

1.6.3. Σύστημα Υποστήριξης Ομαδικών Αποφάσεων Ταξινόμησης NeXClass-GDSS

Από την σχετική ανασκόπηση (Κεφάλαιο 3) παρατηρείται ότι παρά την ανάπτυξη των τεχνολογιών επικοινωνίας και πληροφορικής δεν έχει παρουσιαστεί ολοκληρωμένο ΣΥΟΑ το οποίο να παρουσιάζει χαρακτηριστικά αντίστοιχα με εκείνα των πολυκριτηριακών ΣΥΑ τα οποία απευθύνονται σε έναν αποφασίζοντα και αποτελούν εμπορικές εφαρμογές των πολυκριτηριακών μεθοδολογιών (AHP, PROMETHEE, ELECTRE, κλπ). Ειδικότερα, ενώ για τις πολυκριτηριακές μεθοδολογίες για έναν αποφασίζοντα τα σχετικά ΣΥΑ έχουν ενσωματώσει πλήθος δυνατοτήτων σε επίπεδο λειτουργικότητας και χρηστικότητα, τα αντίστοιχα ΣΥΟΑ δεν παρουσιάζουν αντίστοιχο επίπεδο λειτουργικότητας για την ομάδα, και πρόκειται κυρίως για ΣΥΟΑ ακαδημαϊκού χαρακτήρα για την επίδειξη κάποιας μεθοδολογίας. Ακόμη και όσα ΣΥΑ έχουν ενσωματώσει δυνατότητες υποστήριξης ομάδας, το πραγματοποιούν ως απλή επέκταση της ατομικής μεθοδολογίας και όχι ως καθεαυτό ΣΥΟΑ. Με βάση τα παραπάνω συμπεράσματα της ανασκόπησης, κρίνεται σκόπιμη η ανάπτυξη ενός ΣΥΟΑ το οποίο να ενσωματώνει κατάλληλες λειτουργίες και χαρακτηριστικά ώστε να υποστηρίζει ομάδες σε προβλήματα ταξινόμησης. Ο στόχος της ανάπτυξης του ΣΥΟΑ είναι αφενός να υποστηρίξει το συγκεκριμένο πρόβλημα ταξινόμησης, και αφετέρου να παρουσιάσει μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για την ανάπτυξη αυτόνομων ΣΥΟΑ τα οποία θα ενσωματώνουν χαρακτηριστικά εφάμιλλα των πολυκριτηριακών ΣΥΑ, και να συμβάλλει στην περαιτέρω ανάπτυξη του πεδίου των ομαδικών αποφάσεων. Από την εφαρμογή του NeXClass-GDSS σε πραγματικό περιβάλλον και την σχετική αξιολόγηση προκύπτει ότι καλύπτει τους παραπάνω στόχους με επάρκεια (Rigoropoulos et al., 2008d).

Με βάση την γενική ερευνητική μεθοδολογία η ανάπτυξη του ΣΥΟΑ βασίστηκε σε πέντε στάδια: *καθορισμό του πλαισίου, σχεδιασμό της αρχιτεκτονικής, ανάλυση και σχεδιασμό του συστήματος, δημιουργία πρωτότυπου και τέλος αξιολόγηση και έλεγχο.*

1.6.3.1. Αρχιτεκτονική του ΣΥΟΑ

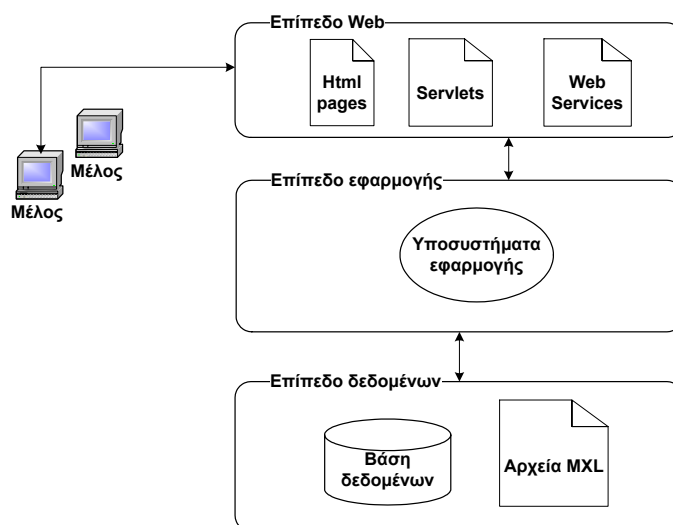
Με βάση τις σχετικές απαιτήσεις, για την υλοποίηση του NeXClass-GDSS ΣΥΟΑ επιλέχθηκε μια προσέγγιση πολλαπλών επιπέδων η οποία να μπορεί να λειτουργήσει στο υφιστάμενο περιβάλλον μιας επιχείρησης σχετικά εύκολα. Για τον λόγο αυτό το ΣΥΟΑ σχεδιάστηκε ως εφαρμογή διαδικτύου, η οποία μπορεί χωρίς ιδιαίτερες απαιτήσεις να προσπελαστεί από πολλούς χρήστες. Η συγκεκριμένη επιλογή, αντί της ανάπτυξης εφαρμογής υπό μορφή αυτόνομου λογισμικού, κρίθηκε ότι εξυπηρετεί στον μέγιστο βαθμό τις απαιτήσεις επικοινωνίας και συνεργασίας, καθώς είναι εφικτή η προσπέλαση του ΣΥΟΑ από τα μέλη της ομάδας τόσο ασύγχρονα όσο και από διαφορετικά σημεία. Επιπλέον, ακολουθεί την σύγχρονη τεχνολογική τάση και

προσφέρει μεγάλες δυνατότητες επέκτασης. Με βάση αυτή την προσέγγιση, το NeXClass-GDSS σχεδιάστηκε ώστε να έχει την δομή ενός πλήρους και αυτόνομου ιστοχώρου ο οποίος θα φιλοξενηθεί σε οποιονδήποτε εξυπηρετητή και θα είναι προσβάσιμος μέσω του διαδικτύου.

Ειδικότερα, για την ανάπτυξη του ΣΥΟΑ χρησιμοποιήθηκε η γλώσσα προγραμματισμού Java, όπου επίσης χρησιμοποιήθηκαν οι βιβλιοθήκες JCharts για την υλοποίηση γραφημάτων και γραφικών παραστάσεων. Όπως αναφέρθηκε, το ΣΥΟΑ έχει την δομή ενός πλήρους ιστοχώρου, ο οποίος αποτελείται τόσο από στατικές σελίδες όσο και από δυναμικές σελίδες και servlets. Το σύνολο του ιστοχώρου μπορεί να φιλοξενηθεί σε οποιοδήποτε εξυπηρετητή υποστηρίζει τεχνολογία Java, ενώ για τις ανάγκες της εργασίας χρησιμοποιήθηκε ο Apache web server. Για την εξυπηρέτηση των servlets χρησιμοποιήθηκε ο Tomcat, ενώ παράλληλα χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Tomcat Axis για την παροχή ορισμένων υπηρεσιών του ΣΥΟΑ με την μορφή Web Services. Το επίπεδο των δεδομένων υλοποιήθηκε σε βάση δεδομένων MySQL, αλλά μπορεί να φιλοξενηθεί σε οποιαδήποτε σχεσιακή βάση δεδομένων. Η παραπάνω αρχιτεκτονική προσέγγιση παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα και επιτρέπει την αξιοποίηση υφιστάμενης υποδομής (όπως για παράδειγμα το εσωτερικό δίκτυο μιας επιχείρησης) για την εγκατάστασή του. Επιπλέον, η εύκολη πρόσβαση επιτρέπει την εκπαίδευση των χρηστών με τυποποιημένα παραδείγματα καθώς και την ακαδημαϊκή χρήση.

Το ΣΥΟΑ αποτελείται από τρία βασικά επίπεδα. Τα επίπεδα είναι: το *επίπεδο δεδομένων*, το *επίπεδο εφαρμογής* και το *επίπεδο web* (Εικόνα 1.6).

1. *Επίπεδο εφαρμογής*. Το επίπεδο αυτό φιλοξενεί όλα τα λειτουργικά υποσυστήματα τα οποία υλοποιούν την μεθοδολογία NeXClass-G: Υποσύστημα συντονισμού, Υποσύστημα επικοινωνίας, Υποσύστημα αλγόριθμου ταξινόμησης, Υποσύστημα σύνθεσης και Υποσύστημα παρουσίασης.

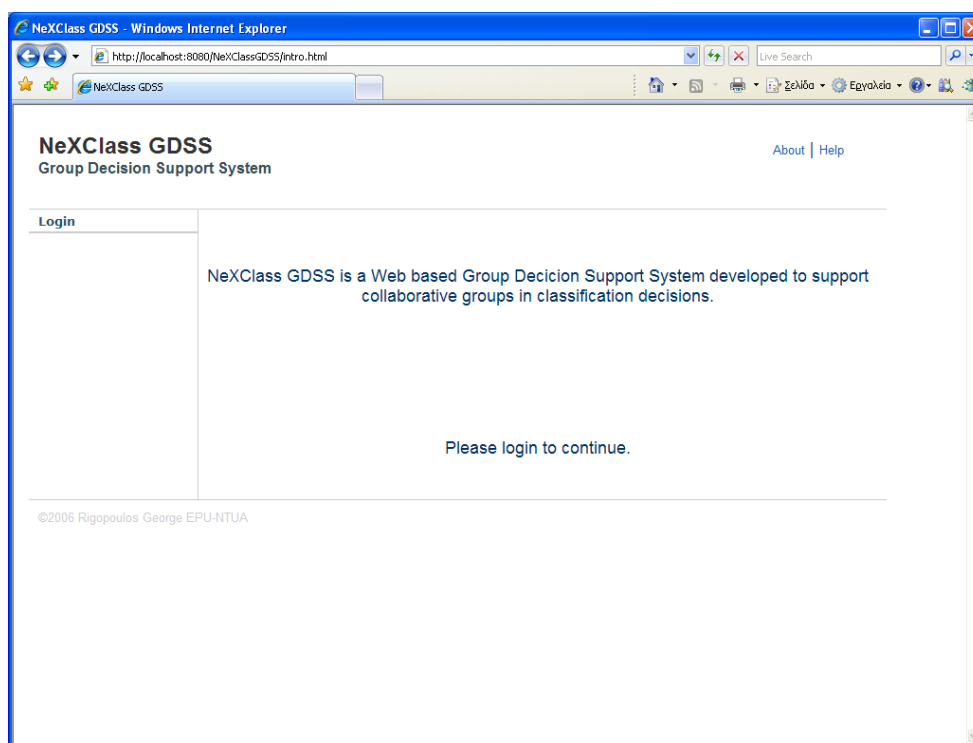


Εικόνα 1.6. Αρχιτεκτονική του NeXClass-GDSS ΣΥΟΑ

2. *Επίπεδο δεδομένων.* Το επίπεδο αυτό διαχειρίζεται όλα τα δεδομένα τα οποία απαιτούνται για προβλήματα ομαδικών αποφάσεων ταξινόμησης με ένα σχεσιακό μοντέλο δεδομένων το οποίο διαχωρίζει τρεις οντότητες δεδομένων οι οποίες περιλαμβάνουν δεδομένα για, τις παραμέτρους του προβλήματος, τις προτιμήσεις και τα αποτελέσματα. Η οντότητα παράμετροι προβλήματος περιλαμβάνει πίνακες οι οποίοι αποθηκεύουν όλα τα δεδομένα σχετικά με ένα πρόβλημα ταξινόμησης, η οντότητα προτιμήσεις αποθηκεύει τα δεδομένα τα οποία παριστούν τις προτιμήσεις των μελών, και η οντότητα αποτελέσματα αποθηκεύει όλα τα δεδομένα τα οποία σχετίζονται με τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την επίλυση του προβλήματος. Το μοντέλο αυτό μπορεί να υλοποιηθεί σε οποιαδήποτε σχεσιακή βάση δεδομένων η οποία είναι διαθέσιμη σε επιχειρηματικό περιβάλλον.
3. *Επίπεδο web.* Το επίπεδο αυτό παρέχει την λειτουργικότητα της διεπαφής με τον χρήστη μέλος της ομάδας. Η διεπαφή έχει σχεδιαστεί ώστε να καθοδηγεί τον χρήστη στα βήματα της μεθοδολογίας και έχει υλοποιηθεί με τεχνολογία διαδικτύου. Στατικές σελίδες και servlets, παρέχουν με φιλικό τρόπο λειτουργικότητα στους χρήστες.

1.6.3.2. Βασικές λειτουργίες NeXClass-GDSS ΣΥΟΑ

Το ΣΥΟΑ είναι προσβάσιμο μέσω διαδικτύου και οι χρήστες εισέρχονται στο ΣΥΟΑ μέσω μιας κεντρικής ιστοσελίδας εισόδου σε σχετικό URL (Εικόνα 1.7).



Εικόνα 1.7. Πρόσβαση στο NeXClass-GDSS ΣΥΟΑ

Η εφαρμογή τεχνολογίας διαδικτύου επιτρέπει είτε την εγκατάσταση σε τοπικό επίπεδο (για παράδειγμα στο περιβάλλον μιας επιχείρησης) ή την εγκατάσταση σε κεντρικό

επίπεδο (για παράδειγμα σε ακαδημαϊκό περιβάλλον) και την χρήση από διαφορετικές ομάδες εφόσον διασφαλίζεται η ιδιωτικότητα των δεδομένων με κατάλληλους κωδικούς.

Το ΣΥΟΑ αναγνωρίζει δύο ρόλους, τον *συντονιστή* και το *μέλος*. Ο συντονιστής εισάγεται σε μια πλήρη έκδοση του ΣΥΟΑ, η οποία περιλαμβάνει όλες τις λειτουργίες καθορισμού του προβλήματος και συντονισμού της ομάδας, ενώ τα απλά μέλη εισάγονται σε μια έκδοση η οποία περιλαμβάνει ένα υποσύνολο λειτουργιών της πλήρους, και επιτρέπει στα μέλη την καταχώρηση των προτιμήσεών τους και την παρακολούθηση των αποτελεσμάτων της διαδικασίας.

1.7. Εφαρμογή μεθοδολογιών και ΣΥΟΑ

Όπως αναφέρθηκε στα προηγούμενα, ένας από του στόχους της διατριβής είναι η εφαρμογή των μεθοδολογιών οι οποίες αναπτύχθηκαν (NeXClass και NeXClass-G) καθώς και του σχετικού ΣΥΟΑ σε προβλήματα ταξινόμησης σε πραγματικό περιβάλλον. Ο χώρος ο οποίος επιλέχθηκε για την εφαρμογή των μεθοδολογιών ανήκει στην ευρύτερη περιοχή του χρηματοπιστωτικού τομέα, και πρόκειται για μια ελληνική τράπεζα η οποία συγκαταλέγεται ανάμεσα στις κορυφαίες της αγοράς. Η εν λόγω τράπεζα κατά τα τελευταία έτη, παρακινούμενη τόσο από εσωτερικές ανάγκες βελτίωσης της κερδοφορίας όσο και από εξωτερικές κανονιστικές αρχές (Ευρωπαϊκή Ένωση), κατέβαλε σημαντική προσπάθεια αναδιάρθρωσης του δικτύου ηλεκτρονικών πληρωμών της και επαναπροσανατολισμού του με περισσότερο πελατοκεντρική κατεύθυνση. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο δημιουργήθηκαν ορισμένες ανάγκες, των οποίων η αντιμετώπιση υπήρξε μια από τις παραμέτρους ανάπτυξης της προβληματικής η οποία αποτελεί την βάση της διατριβής. Ορισμένα από τα προβλήματα τα οποία ανέκυψαν, έπειτα από σχετική ανάλυση διαπιστώθηκε ότι αφορούν στην ταξινόμηση εναλλακτικών (επιχειρήσεων, κλπ) σε μη διατεταγμένες κατηγορίες οι οποίες καθορίζονται από το όριό τους, με βάση ορισμένα κριτήρια λαμβάνοντας υπόψη τις προτιμήσεις της τράπεζας για την περίπτωση ομάδας αποφασιζόντων. Επιπλέον, διαπιστώθηκε ότι για προβλήματα παρόμοιας υφής, τα οποία δεν εντάσσονται στην ευρύτερη περιοχή της χρηματοοικονομικής διοίκησης, η αντιμετώπιση βασίζεται σε ευρετικές διαδικασίες με αποτέλεσμα μη ορθολογική αντιμετώπιση και χαμηλή ποιότητα στο αποτέλεσμα της λήψης αποφάσεων.

Με βάση το παραπάνω πλαίσιο, ο στόχος της εφαρμογής των μεθοδολογιών NeXClass και NeXClass-G στο τραπεζικό περιβάλλον υπήρξε αφενός η επίλυση των συγκεκριμένων προβλημάτων και η αξιολόγησή των μεθοδολογιών σε πραγματικές συνθήκες, και αφετέρου η παροχή ολοκληρωμένης ορθολογικής αντιμετώπισης παρόμοιων προβλημάτων σε περιβάλλον ομάδας τόσο στον τραπεζικό τομέα όσο και στον επιχειρηματικό χώρο ευρύτερα.

Συνοπτικά, από την εφαρμογή των NeXClass και NeXClass-G προκύπτει ότι οι μεθοδολογίες καλύπτουν επαρκώς τις απαιτήσεις των προβλημάτων ταξινόμησης, και

αποτυπώνουν αποτελεσματικά το μοντέλο αξιών του αποφασίζοντα (ατομικό ή ομαδικό) με σαφή και κατανοητό τρόπο. Επιπλέον, η σύγκριση των αποτελεσμάτων με υφιστάμενες ευρετικές τεχνικές ταξινόμησης της τράπεζας καταδεικνύει την επάρκειά τους για τα εν λόγω προβλήματα. Από την συνολική εμπειρία εφαρμογής σε πραγματικό περιβάλλον προκύπτει ότι μπορούν να εφαρμοστούν με επιτυχία σε προβλήματα ταξινόμησης τόσο του χρηματοοικονομικού τομέα, αλλά και ευρύτερα, σε πεδία όπως η παραγωγή, το περιβάλλον και η διαχείριση ανθρώπινων πόρων.

Στην συνέχεια παρουσιάζεται συνοπτική περιγραφή των προβλημάτων ταξινόμησης τα οποία αντιμετωπίστηκαν με την εφαρμογή των μεθοδολογιών και του ΣΥΟΑ στο περιβάλλον της τράπεζας καθώς και τα αποτελέσματα αξιολόγησης. Αναλυτική παρουσίαση περιλαμβάνεται στα Κεφάλαια 7 και 8 αντίστοιχα.

1.7.1. Εφαρμογή NeXClass σε ταξινόμηση επιχειρήσεων

1.7.1.1. Γενικά

Όπως προκύπτει από την σχετική ανασκόπηση (Κεφάλαιο 7), σε αντίθεση με τον χώρο της χρηματοοικονομικής διαχείρισης και στρατηγικής ανάλυσης, και τα σχετικά προβλήματα, παρατηρείται έλλειψη σε μεθοδολογίες και συστήματα υποστήριξης αποφάσεων στον τραπεζικό τομέα για προβλήματα τα οποία παρατηρούνται σε λειτουργικό και οργανωτικό επίπεδο. Τα προβλήματα αυτού του επιπέδου αντιμετωπίζονται συνήθως με ευρετικές προσεγγίσεις και με την βοήθεια στατιστικού και οικονομετρικού λογισμικού γενικής χρήσεως. Στο παραπάνω πλαίσιο, και με βάση την ερευνητική κατεύθυνση της διατριβής, εφαρμόστηκε η μεθοδολογία NeXClass σε περιβάλλον τράπεζας για την αντιμετώπιση προβλήματος ταξινόμησης. Ο στόχος της συγκεκριμένης εφαρμογής είναι αφενός η αντιμετώπιση του συγκεκριμένου προβλήματος με την βοήθεια της NeXClass και η αξιολόγηση της μεθοδολογίας, και αφετέρου η ανάδειξη της ενσωμάτωσης πολυκριτηριακής ανάλυσης σε αποφάσεις λειτουργικού επιπέδου στον τραπεζικό και ευρύτερο χρηματοοικονομικό τομέα για την βελτίωση της διαδικασίας λήψης αποφάσεων και της ποιότητας των αποφάσεων.

1.7.1.2. Περιγραφή προβλήματος

Η τράπεζα κατέχει από τα πλέον εκτεταμένα δίκτυα EFTPoS της ελληνικής αγοράς (> 15.000 τερματικά), και το πρόβλημα αφορά στην ταξινόμηση των συνεργαζομένων εμπόρων της τράπεζας, οι οποίοι κατέχουν τερματικά ηλεκτρονικών πληρωμών (EFTPoS – Electronic Fund Transfer at the Point of Sale), σε κατάλληλες κατηγορίες για την διαμόρφωση ανάλογης πελατειακής στρατηγικής. Στην ελληνική αγορά λειτουργούν αρκετά ανταγωνιστικά δίκτυα τα οποία ανήκουν σε διαφορετικές τράπεζες και ο ανταγωνισμός βασίζεται τόσο στο ποσοστό των προμηθειών όσο και στην επιλογή των κατάλληλων εμπόρων για συνεργασία. Η αξιολόγηση συνεπώς των εμπόρων για την εγκατάσταση τερματικών είναι ένα πρόβλημα λήψης απόφασης το οποίο επηρεάζει τα έσοδα και τα κέρδη της τράπεζας από τις ηλεκτρονικές πληρωμές.

Η παρούσα διαδικασία αξιολόγησης των εμπόρων λαμβάνει υπόψη έναν αριθμό

ποσοτικών παραμέτρων, και οι έμποροι αξιολογούνται κυρίως με βάση στατιστικά στοιχεία προερχόμενα από σχετικά πληροφοριακά συστήματα, με βασική μετρήσιμη παράμετρο τον όγκο των συναλλαγών και το ποσό των εσόδων των ΕFTPoS. Για τους υποψήφιους εμπόρους μοντέλα προβλέψεων παρέχουν στοιχεία αξιολόγησης, και ο στόχος είναι η επιλογή εμπόρου ο οποίος ενδέχεται να παρουσιάσει υψηλό όγκο συναλλαγών. Ωστόσο, αναλύοντας την υφιστάμενη κατάσταση με την βοήθεια στατιστικών μοντέλων, διαπιστώθηκαν από την τράπεζα σημεία αναποτελεσματικότητας, τα οποία σε συνδυασμό με το αυξημένο κόστος κτήσης και λειτουργίας, όσο και υποστήριξης, οδηγούν σε μείωση της κερδοφορίας του δικτύου.

Ο στόχος της τράπεζας είναι αρχικά η ταξινόμηση των εμπόρων σε ορισμένες βασικές κατηγορίες, ώστε να ακολουθήσει περαιτέρω αξιολόγηση με βάση περισσότερο εξειδικευμένα μοντέλα. Ειδικότερα, κάθε έμπορος θα αξιολογείται με βάση συγκεκριμένα κριτήρια και θα εντάσσεται στην κατηγορία με το κατάλληλο προφίλ, το οποίο συνδέεται με ορισμένη στρατηγική ανάπτυξης. Η ταξινόμηση θα πραγματοποιείται λαμβάνοντας υπόψη τις προτιμήσεις των εμπλεκόμενων διευθύνσεων σε μια σειρά από κριτήρια αξιολόγησης.

1.7.1.3. Μοντελοποίηση του προβλήματος

Σε συνεργασία με εξειδικευμένους λειτουργούς της τράπεζας και λαμβάνοντας υπόψη τις ανάγκες της τράπεζας προσδιορίστηκαν δύο βασικοί άξονες αξιολόγησης. Ο ένας άξονας σχετίζεται με παράγοντες κερδοφορίας και ο δεύτερος με παράγοντες δυναμικής. Διαμορφώθηκε έτσι ένα διδιάστατο πλαίσιο αξιολόγησης, το οποίο τμηματοποιεί την αγορά τερματικών της τράπεζας σε τέσσερις βασικές περιοχές.

Το *Τμήμα 1* το οποίο αντιπροσωπεύει εμπόρους χαμηλής κερδοφορίας και χαμηλής δυναμικής. Το *Τμήμα 2* το οποίο αντιπροσωπεύει εμπόρους με χαμηλή κερδοφορία και υψηλή δυναμική. Το *Τμήμα 3* το οποίο αντιπροσωπεύει εμπόρους με υψηλή κερδοφορία και χαμηλή δυναμική. Το *Τμήμα 4* το οποίο αντιπροσωπεύει εμπόρους με υψηλή κερδοφορία και υψηλή δυναμική.

Με βάση αυτό το πλαίσιο, το πρόβλημα οριοθετήθηκε ως ένα πολυκριτηριακό πρόβλημα ταξινόμησης, όπου οι κατηγορίες δεν έχουν διατεταγμένη ιεραρχική μορφή αλλά αντανakλούν την τμηματοποίηση, και η ένταξη σε κάποια από αυτές βασίζεται σε ένα ελάχιστο απαιτήσεων που πρέπει να ικανοποιεί ο έμπορος ΕFTPoS.

Οι ανάγκες του προβλήματος, όπως προσδιορίστηκαν παραπάνω, δεν καλύπτονται από υφιστάμενες μεθοδολογίες, όπως προέκυψε από την σχετική βιβλιογραφική έρευνα (Κεφάλαιο 2). Αυτό το γεγονός οδήγησε στην ανάπτυξη της πολυκριτηριακής μεθοδολογίας ταξινόμησης NeXClass καθώς και του αντίστοιχου ΣΥΑ. Η NeXClass εφαρμόστηκε από εξειδικευμένους λειτουργούς της τράπεζας για την ταξινόμηση υφιστάμενων εμπόρων σε κατηγορίες με βάση πραγματικά στοιχεία, και για την εφαρμογή της ταξινόμησης χρησιμοποιήθηκε το πρωτότυπο ΣΥΑ NeXClassDSS (Κεφάλαιο 4).

Ορισμός κατηγοριών

Καθορίστηκαν τέσσερις κατηγορίες οι οποίες αντιστοιχούν στην παραπάνω τμηματοποίηση

- C1. έμποροι με σχετικά χαμηλή δυναμική και υψηλή κερδοφορία.
- C2. έμποροι με σχετικά υψηλή δυναμική και υψηλή κερδοφορία.
- C3. έμποροι με σχετικά υψηλή δυναμική και χαμηλή κερδοφορία.
- C4. έμποροι με σχετικά χαμηλή δυναμική και σχετικά χαμηλή κερδοφορία.

Ορισμός κριτηρίων

Η επιλογή των κριτηρίων αξιολόγησης βασίστηκε αφενός σε προηγούμενες μελέτες και αφετέρου στα διαθέσιμα στοιχεία της τράπεζας τα οποία ήδη χρησιμοποιούνταν για την αξιολόγηση. Τα κριτήρια επιλέχθηκαν ώστε να αντιστοιχούν στους δύο άξονες που τέθηκαν ως βασικοί για την αξιολόγηση, δηλαδή την κερδοφορία και την δυναμική και περιλαμβάνουν τόσο ποσοτικές όσο και ποιοτικές παραμέτρους και αντιπροσωπεύουν τα πλέον σημαντικά στοιχεία της απόδοσης των εμπόρων. Καθορίστηκαν συνολικά 13 κριτήρια, και επιλέχθηκε η βαθμολογία των κριτηρίων να εκφράζεται σε αύξουσα κλίμακα 1-100 για όλα τα κριτήρια, μέσω κατάλληλης κανονικοποίησης των μετρήσιμων παραμέτρων.

- Κερδοφορία
 - G1. Μέγεθος εμπόρου.
 - G2. Βαθμός χρήσης EFTPoS.
 - G3. Μέση αξία ανά συναλλαγή μέσω τερματικού EFTPoS.
 - G4. Μέσο κόστος ανά συναλλαγή μέσω τερματικού EFTPoS.
 - G5. Δείκτης κερδοφορίας τερματικού EFTPoS.
- Δυναμική
 - G6. Δείκτης ρυθμού ανάπτυξης.
 - G7. Κατηγορία εμπόρου.
 - G8. Δείκτης συνεργασίας.
 - G9. Αποκλειστικότητα συνεργασίας.
 - G10. Τοποθεσία.
 - G11. Ώρες λειτουργίας.
 - G12. Δείκτης εκπαίδευσης εργαζομένων.

- G13. Εναλλακτικά δίκτυα.

Για τον καθορισμό των βαρών των κριτηρίων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος των καρτών του Simos, καθώς θεωρήθηκε ότι είναι απλή και επαρκής, ώστε ο αποφασίζων να κατανοήσει την διαδικασία και να αποδώσει τις τιμές εκφράζοντας επαρκώς τις προτιμήσεις του.

Ορισμός κατώφλιων

Ο αποφασίζων με βάση τον καθορισμό των κατηγοριών και των κριτηρίων καθόρισε τα κατώφλια εισόδου για κάθε κατηγορία. Τα κατώφλια αυτά αντιπροσωπεύουν την ελάχιστη επίδοση που είναι απαραίτητη για την ταξινόμηση σε κάθε κατηγορία. Τα κατώφλια ορίστηκαν ώστε να αντανakλούν τον ορισμό των κατηγοριών με βάση τους άξονες της δυναμικής και της κερδοφορίας. Με βάση αυτό τον ορισμό, ο αποφασίζων αρχικά καθόρισε τα κριτήρια τα οποία εκφράζουν για κάθε κατηγορία την ζητούμενη διαβάθμιση της δυναμικής και κερδοφορίας, και καθόρισε το επίπεδο της βαθμολόγησης τους. Στην συνέχεια προχώρησε στον καθορισμό ακριβούς βαθμολογίας για κάθε κατηγορία, ορίζοντας τα κατώφλια εισόδου, τα κατώφλια αδιαφορίας, προτίμησης και βέτο για κάθε κατηγορία.

1.7.1.4. Ταξινόμηση

Η μεθοδολογία εφαρμόστηκε σε διαφορετικά υποσύνολα εμπόρων τα οποία επιλέχθηκαν από την υπάρχουσα βάση. Στο Κεφάλαιο 7 παρουσιάζεται ένα υποσύνολο από 40 εμπόρους, ως εναλλακτικές προς ταξινόμηση, των οποίων οι επιδόσεις στα κριτήρια καθορίστηκαν από τον αποφασίζοντα με βάση τις υπάρχουσες πληροφορίες της τράπεζας.

Για την εκτίμηση της σταθερότητας της βασικής λύσης εκτελέστηκε ανάλυση ευαισθησίας, ακολουθώντας μια σειρά από σενάρια μεταβολής των παραμέτρων του προβλήματος. Τα σενάρια και τα σχετικά αποτελέσματα παρουσιάζονται αναλυτικά στο Κεφάλαιο 7.

1.7.1.5. Αξιολόγηση μεθοδολογίας

Ο έλεγχος ορθότητας ο οποίος εκτελέστηκε αποσκοπούσε στον έλεγχο των αποτελεσμάτων και την ακρίβεια του αλγόριθμου ταξινόμησης. Για το εν λόγω πρόβλημα θεωρήθηκε ένας αριθμός από σύνολα λύσεων τα οποία προέκυψαν με βάση την υφιστάμενη ευρετική διαδικασία ταξινόμησης. Τα σύνολα αυτά χρησιμοποιήθηκαν ως σύνολα αναφοράς για τον έλεγχο της ακρίβειας της ταξινόμησης με την βοήθεια της NeXClass. Ειδικότερα, πραγματοποιήθηκε ταξινόμηση τεσσάρων συνόλων εναλλακτικών σε τέσσερις κατηγορίες, αφενός με την υφιστάμενη ευρετική διαδικασία και αφετέρου με την NeXClass. Κατά την αρχική εκτέλεση της NeXClass παρουσιάστηκε ένα ποσοστό 10% διαφορών ταξινόμησης σε σχέση με την υφιστάμενη διαδικασία. Η ασυμφωνία οφείλεται στο γεγονός ότι η υφιστάμενη διαδικασία είναι ευρετική, και κατά συνέπεια δεν είναι ιδιαίτερα εύκολη η αποτύπωση των προτιμήσεων ως προς τα κατώφλια των κατηγοριών και τις λοιπές παραμέτρους. Έπειτα από τον επανακαθορισμό των παραμέτρων, η NeXClass εκτελέστηκε για δεύτερη φορά και οι

διαφορές μειώθηκαν σε ποσοστό 8-9%, γεγονός το οποίο ερμηνεύει τις διαφορές ως ζήτημα καθορισμού των παραμέτρων. Παρά τις διαφορές οι οποίες παρουσιάστηκαν στην ταξινόμηση σε σχέση με τα σύνολα αναφοράς, η μεθοδολογία μοντελοποίησε το πρόβλημα και αποτύπωσε επιτυχώς το μοντέλο αξιών του αποφασίζοντα με ορθολογικό τρόπο.

Η NeXClass και το αντίστοιχο ΣΥΑ είχαν ως στόχο να προσφέρουν μια συστηματική αντιμετώπιση στο πρόβλημα της ταξινόμησης των εμπόρων αποτυπώνοντας με ορθολογικό τρόπο το μοντέλο προτίμησης της τράπεζας. Η χρήση του ΣΥΑ επομένως από τον αποφασίζοντα αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την επιτυχή εφαρμογή της μεθοδολογίας. Γενικότερα, δεν έχει παρουσιαστεί στην βιβλιογραφία κάποιο μοντέλο αξιολόγησης πολυκριτηριακού ΣΥΑ ως προς την αποδοχή από τον χρήστη/αποφασίζοντα. Ωστόσο, στην περίπτωση της τράπεζας η αντικατάσταση της υφιστάμενης διαδικασίας με το ΣΥΑ εγείρει θέματα αποδοχής και για τον λόγο αυτό κρίνεται απαραίτητη η διερεύνηση των παραγόντων οι οποίοι επηρεάζουν την αποδοχή του νέου ΣΥΑ και της μεθοδολογίας. Για τον λόγο αυτό, διαμορφώθηκε ένα ερευνητικό μοντέλο αξιολόγησης της λειτουργικότητας και συνολικής εφαρμογής του ΣΥΑ για την επίλυση προβλημάτων ταξινόμησης βασισμένο στο Μοντέλο Αποδοχής Τεχνολογίας (Technology Acceptance Model/TAM), και εκτελέστηκε ένας αριθμός πειραμάτων στο περιβάλλον της τράπεζας με την βοήθεια εξειδικευμένων λειτουργών, όπου ο στόχος ήταν η μέτρηση του βαθμού αποδοχής του ΣΥΑ από τους αποφασίζοντες.

Από τα αποτελέσματα διαπιστώνεται ότι το ΣΥΑ υποστηρίζει αποτελεσματικά την διαδικασία αποφάσεων και μπορεί να αντικαταστήσει επιτυχώς την υφιστάμενη διαδικασία. Λόγω του μικρού δείγματος, δεν είναι δυνατή η εξαγωγή γενικευμένων συμπερασμάτων, ωστόσο ο στόχος του ερευνητικού μοντέλου αξιολόγησης του ΣΥΑ ήταν η δημιουργία ενός αρχικού πλαισίου αξιολόγησης πολυκριτηριακών ΣΥΑ, το οποίο θα αποτελέσει την αφετηρία για ευρύτερη έρευνα και περισσότερο εμπειριστατωμένη αξιολόγηση των παραγόντων οι οποίοι επηρεάζουν την αποδοχή πολυκριτηριακών ΣΥΑ από χρήστες για την αντιμετώπιση προβλημάτων λήψης αποφάσεων.

Τα συμπεράσματα τα οποία προέκυψαν από την εφαρμογή της NeXClass στο περιβάλλον της τράπεζας είναι:

1. Η μεθοδολογία κατέληξε σε αποτέλεσμα συμβατό με τον στόχο και τις ανάγκες του προβλήματος. Η ταξινόμηση των εναλλακτικών στις 4 κατηγορίες αντανάκλα την τμηματοποίηση της αγοράς και είναι σύμφωνη με το πλαίσιο των κριτηρίων αξιολόγησης. Συνεπώς η μεθοδολογία ικανοποίησε με επάρκεια τις ανάγκες του προβλήματος ταξινόμησης.
2. Από την ανάλυση ευαισθησίας προέκυψε ότι η βασική λύση είναι σταθερή ως προς την μεταβολή των παραμέτρων εντός μιας ζώνης μεταβολής.

3. Από την ανάλυση ευαισθησίας προέκυψε ότι η βασική λύση είναι ευαίσθητη ως προς την μεταβολή του κατωφλίου εισόδου για σχετικά υψηλές τιμές μεταβολής.
4. Από την αξιολόγηση του ΣΥΑ προέκυψε ότι καλύπτει επαρκώς τις ανάγκες του προβλήματος.

Συμπερασματικά, η εφαρμογή της μεθοδολογίας απέδειξε την επάρκειά της για την επίλυση προβλημάτων ταξινόμησης σε μη διατεταγμένες κατηγορίες. Εξίσου σημαντικό είναι και το γεγονός ότι η εφαρμογή πραγματοποιήθηκε σε πραγματικό περιβάλλον, κάτι το οποίο κατέδειξε τόσο τα θετικά σημεία της όσο και τα σημεία προς βελτίωση. Συνοπτικά, από την εφαρμογή της NeXClass προκύπτει ότι η μεθοδολογία καλύπτει επαρκώς τις απαιτήσεις του προβλήματος ταξινόμησης, και αποτυπώνει αποτελεσματικά το μοντέλο αξιών του αποφασίζοντα με σαφή και κατανοητό τρόπο. Επιπλέον, η σύγκριση των αποτελεσμάτων με υφιστάμενες ευρετικές τεχνικές ταξινόμησης της τράπεζας καταδεικνύει την επάρκεια της NeXClass για το εν λόγω πρόβλημα. Από την συνολική εμπειρία εφαρμογής σε πραγματικό περιβάλλον προκύπτει ότι η NeXClass μπορεί να εφαρμοστεί με επιτυχία σε προβλήματα ταξινόμησης τόσο του χρηματοοικονομικού τομέα, αλλά και ευρύτερα, σε πεδία όπως η παραγωγή, το περιβάλλον και η διαχείριση ανθρώπινων πόρων.

1.7.2. Εφαρμογή NeXClass-G σε ταξινόμηση ATM

1.7.2.1. Γενικά

Όπως προκύπτει από την ανασκόπηση στο Κεφάλαιο 3 οι μεθοδολογίες υποστήριξης ομαδικών αποφάσεων έχουν αξιοποιήσει την πολυκριτηριακή ανάλυση σε αρκετές περιπτώσεις, όπως παρουσιάζεται στις σχετικές εργασίες. Σε αντίθεση ωστόσο με τις πολυκριτηριακές μεθοδολογίες για έναν αποφασίζοντα, οι οποίες παρουσιάζουν σημαντικές εφαρμογές στον χώρο της χρηματοοικονομικής διαχείρισης και στρατηγικής ανάλυσης, και των εν γένει προβλημάτων του χρηματοοικονομικού τομέα, παρατηρείται έλλειψη σε εφαρμογές πολυκριτηριακών μεθοδολογιών για περιβάλλον ομάδας στον συγκεκριμένο τομέα. Επιπλέον, παρατηρείται έλλειψη σε μεθοδολογίες και συστήματα υποστήριξης ομαδικών αποφάσεων στον τραπεζικό τομέα για προβλήματα τα οποία παρατηρούνται τόσο σε λειτουργικό όσο και οργανωτικό επίπεδο, παρά τις αυξημένες απαιτήσεις στον τομέα. Τα προβλήματα αυτού του επιπέδου αντιμετωπίζονται συνήθως με ευρετικές προσεγγίσεις και με την βοήθεια στατιστικού και οικονομετρικού λογισμικού γενικής χρήσεως.

Στο πλαίσιο αυτό, και με βάση την ερευνητική κατεύθυνση της διατριβής, εφαρμόστηκε η μεθοδολογία NeXClass-G σε περιβάλλον τράπεζας για την αντιμετώπιση προβλήματος ταξινόμησης. Ο στόχος της συγκεκριμένης εφαρμογής είναι αφενός η αντιμετώπιση του συγκεκριμένου προβλήματος με την βοήθεια της μεθοδολογίας και η αξιολόγησή της σε πραγματικό περιβάλλον, και αφετέρου η ανάδειξη της ενσωμάτωσης πολυκριτηριακής ανάλυσης σε ομαδικές αποφάσεις λειτουργικού επιπέδου στον τραπεζικό και ευρύτερο χρηματοοικονομικό τομέα για την βελτίωση της διαδικασίας λήψης αποφάσεων και της ποιότητας των αποφάσεων.

1.7.2.2. Περιγραφή του προβλήματος

Το πρόβλημα αφορά μια από τις μεγαλύτερες ελληνικές τράπεζες με κορυφαία θέση στην αγορά στον χώρο των ηλεκτρονικών συναλλαγών μέσω δικτύων ATM. Η τράπεζα έχει αναπτύξει την τελευταία δεκαετία ένα αρκετά εκτεταμένο δίκτυο ATM (> 600) κατανομημένο σε όλη την Ελλάδα. Μέσω των ATM παρέχει σειρά συναλλαγών και υπηρεσιών, κυρίως στους ιδιώτες πελάτες της καθώς και σε πελάτες άλλων τραπεζών μέσω διατραπεζικών συστημάτων με την αντίστοιχη τιμολόγηση. Τα ATM αυτά λειτουργούν σήμερα κυρίως ως υποκατάστατο των καταστημάτων της τράπεζας για τις μη εργάσιμες ώρες.

Η τράπεζα υιοθετώντας μια περισσότερο πελατοκεντρική πολιτική θεωρεί πλέον τα ATM όχι ως απλά σημεία συναλλαγών, αλλά ως ενεργά τμήματα του δικτύου της τα οποία συνιστούν αυτόνομο και δυναμικά αναπτυσσόμενο εναλλακτικό κανάλι διανομής και προώθησης τραπεζικών προϊόντων και υπηρεσιών. Κάτω από την οπτική αυτή καθίσταται σημαντική η αξιολόγηση των τοποθεσιών εγκατάστασης των ATM, τόσο των υφιστάμενων όσο και των υποψήφιων. Η παρούσα διαδικασία αξιολόγησης των υφιστάμενων ATM λαμβάνει υπόψη έναν αριθμό ποσοτικών παραμέτρων και οι τοποθεσίες αξιολογούνται κυρίως με βάση στατιστικά στοιχεία προερχόμενα από σχετικά πληροφοριακά συστήματα με βασική μετρήσιμη παράμετρο τον όγκο των συναλλαγών και το ποσό των εσόδων των ATM. Για τις υποψήφιες τοποθεσίες στατιστικά μοντέλα και μοντέλα προβλέψεων παρέχουν στοιχεία αξιολόγησης και ο στόχος είναι η επιλογή τοποθεσίας η οποία ενδέχεται να παρουσιάσει υψηλό όγκο συναλλαγών.

Ωστόσο, η τράπεζα αναλύοντας τα χαρακτηριστικά του υφιστάμενου δικτύου των ATM διαπίστωσε σημεία αναποτελεσματικότητας. Ένα υψηλό ποσοστό των ATM δεν είναι βιώσιμο καθώς τα κόστη εγκατάστασης, λειτουργίας και υποστήριξης είναι υψηλά και οι εν λόγω τοποθεσίες αποτυγχάνουν να παρουσιάσουν υψηλούς όγκους συναλλαγών, ενώ η επανατοποθέτηση σε άλλη τοποθεσία έχει επιπλέον κόστος και δεν είναι πάντοτε επιτυχής. Επέλεξε λοιπόν η τράπεζα να αναμορφώσει το δίκτυο με βάση την πελατοκεντρική πλέον στρατηγική τοποθέτησή της στην αγορά, ώστε να αυξηθεί η συνεισφορά του στην κερδοφορία της τράπεζας. Ο στόχος της τράπεζας είναι η εφαρμογή διαφοροποιημένης στρατηγικής ανάπτυξης για κάθε ATM, αντί για μια ενιαία μαζική προσέγγιση. Ειδικότερα, κάθε τοποθεσία ATM (υφιστάμενη και υποψήφια) θα αξιολογείται με βάση συγκεκριμένα κριτήρια και θα εντάσσεται στην κατηγορία με το κατάλληλο προφίλ, το οποίο συνδέεται με ορισμένη στρατηγική ανάπτυξης. Στην συνέχεια η τράπεζα θα προχωρά σε περαιτέρω αξιολόγηση των ATM με βάση εξειδικευμένα μοντέλα. Με βάση τα παραπάνω, ο στόχος της τράπεζας είναι η ταξινόμηση των τοποθεσιών εγκατάστασης ATM σε κατάλληλες κατηγορίες λαμβάνοντας υπόψη τις προτιμήσεις των εμπλεκόμενων διευθύνσεων σε μια σειρά από κριτήρια αξιολόγησης.

1.7.2.3. Μεθοδολογία επίλυσης

Σε συνεργασία με εξειδικευμένους λειτουργούς της τράπεζας και λαμβάνοντας υπόψη

τις ανάγκες της τράπεζας, καθορίστηκαν οι βασικές απαιτήσεις του προβλήματος ως εξής: η ταξινόμηση να βασίζεται στην επίδοση των τοποθεσιών σε ορισμένα ποσοτικά και ποιοτικά κριτήρια, να λαμβάνει υπόψη τις προτιμήσεις ομάδας λειτουργών της τράπεζας, και οι κατηγορίες να αντανakλούν την τμηματοποίηση της αγοράς, και την αντίστοιχη στρατηγική. Εκκινώντας από τις παραπάνω απαιτήσεις προσδιορίστηκαν δύο βασικοί άξονες αξιολόγησης των τοποθεσιών ATM. Ο ένας άξονας σχετίζεται με παράγοντες κόστους και ο δεύτερος με παράγοντες δυναμικής. Διαμορφώθηκε έτσι ένα διδιάστατο πλαίσιο αξιολόγησης, το οποίο τμηματοποιεί το δίκτυο των ATM σε τέσσερις βασικές περιοχές.

- Τοποθεσίες με υψηλή δυναμική και υψηλό κόστος,
- Τοποθεσίες με υψηλή δυναμική και μεσαίο/χαμηλό κόστος,
- Τοποθεσίες με χαμηλή δυναμική και χαμηλό κόστος,
- Τοποθεσίες με χαμηλή δυναμική και υψηλό κόστος.

Με βάση αυτό το πλαίσιο, το πρόβλημα οριοθετήθηκε ως ένα πολυκριτηριακό πρόβλημα ταξινόμησης σε περιβάλλον ομάδας. Ειδικότερα, η ομάδα είναι ολιγομελής και συνεργατική με στόχο την επίτευξη μέγιστης συναίνεσης ως προς το αποτέλεσμα της ταξινόμησης. Επιπλέον, οι κατηγορίες δεν έχουν διατεταγμένη ιεραρχική μορφή αλλά αντανakλούν την τμηματοποίηση, και η ένταξη σε κάποια από αυτές βασίζεται σε ένα ελάχιστο απαιτήσεων που πρέπει να ικανοποιεί η τοποθεσία ATM. Οι ανάγκες του προβλήματος όπως παρουσιάστηκαν παραπάνω, δεν καλύπτονται από υφιστάμενες μεθοδολογίες. Αυτό το γεγονός προέκυψε από την σχετική βιβλιογραφική έρευνα και αναπτύσσεται στο Κεφάλαιο 3. Αυτό οδήγησε στην ανάπτυξη της πολυκριτηριακής μεθοδολογίας ομαδικής ταξινόμησης NeXClass-G καθώς και του αντίστοιχου ΣΥΟΑ. Η μεθοδολογία αποτελεί επέκταση της NeXClass σε περιβάλλον ομάδας και καλύπτει πλήρως τις ανάγκες επίλυσης του εν λόγω προβλήματος ομαδικής ταξινόμησης. Η μεθοδολογία εφαρμόστηκε με την βοήθεια του ΣΥΟΑ από ομάδα λειτουργών της τράπεζας.

1.7.2.4. Εφαρμογή NeXClass-G

Προσδιορισμός παραμέτρων

Στο πλαίσιο της μεθοδολογίας, για την αρχική διαμόρφωση του προβλήματος οι άμεσα ενδιαφερόμενοι λειτουργοί της τράπεζας οριοθέτησαν το πρόβλημα. Ειδικότερα, ακολουθώντας τεχνική *brainstorming*, λειτουργοί οι οποίοι εμπλέκονται στην εγκατάσταση, λειτουργία και ανάπτυξη των ATM καθόρισαν ένα σύνολο αρχικών παραμέτρων καθώς και το εύρος του προβλήματος. Επίσης ανέθεσαν τον έλεγχο της διαδικασίας και τον συντονισμό του προβλήματος σε έναν συντονιστή προερχόμενο από την Δ/νση πελατείας. Ο συντονιστής με βάση τα παραπάνω, και χρησιμοποιώντας το ΣΥΟΑ αρχικοποίησε το πρόβλημα και καθόρισε το αρχικό σύνολο παραμέτρων ενημερώνοντας τα μέλη της ομάδας.

Ο συντονιστής επέλεξε εννέα μέλη συνολικά στα οποία απέδωσε βαθμούς βαρύτητας με βάση τις ανάγκες του προβλήματος και όρισε επιπλέον τον βαθμό αποδοχής και τον βαθμό συναίνεσης.

Αρχικά καθορίστηκαν 4 κατηγορίες από τους ειδικούς και τον συντονιστή με βάση την τμηματοποίηση της αγοράς, οι οποίες αντανακλούν την σχετική δυναμική και το κόστος της τοποθεσίας για την εγκατάσταση ενός ΑΤΜ.

Τα κριτήρια αξιολόγησης καθορίστηκαν έπειτα από ανάλυση με εξειδικευμένους λειτουργούς της τράπεζας και αναφορές σε σχετικές μελέτες. Στην προκειμένη περίπτωση, τα κριτήρια βασίστηκαν στην λογική της αξιολόγησης μια εμπορικής τοποθεσίας, όπου ο όγκος των συναλλαγών εξαρτάται από την δυνατότητα προσέλκυσης πεζών και κίνησης. Τα κριτήρια επιλέχθηκαν ώστε να είναι εφικτή η αξιολόγηση με βάση αυτά καθώς η διαθεσιμότητα των δεδομένων είναι βασική παράμετρος και τα δεδομένα που απαιτούνται πρέπει να είναι μπορούν να αποκτηθούν με σχετική ευκολία. Η ποσοτικοποίηση των κριτηρίων βασίστηκε στις προτιμήσεις της τράπεζας, όπως εκφράστηκαν από τους εμπλεκόμενους λειτουργούς. Οι βασικοί άξονες οι οποίοι καθορίστηκαν για την αξιολόγηση μια τοποθεσίας είναι η δυναμική και το κόστος. Με βάση τους άξονες αυτούς καθορίστηκαν τέσσερις δείκτες οι οποίοι αναλύθηκαν στα παρακάτω επιμέρους κριτήρια

- *Προσβασιμότητα*
 - Ευκολία πρόσβασης.
 - Ορατότητα.
 - Θέση του ΑΤΜ στον κατάστημα.
- *Δημογραφικά στοιχεία*
 - Πληθυσμιακή πυκνότητα στην περιοχή.
 - Απόσταση του ΑΤΜ από περιοχή υψηλής πυκνότητας κίνησης.
- *Εμπορική δραστηριότητα*
 - Θέση του καταστήματος στην περιοχή.
 - Δραστηριότητα των εμπόρων στην περιοχή.
- *Ανταγωνισμός*
 - Ανταγωνισμός από ΑΤΜ άλλων τραπεζών.
 - Ανταγωνισμός από φίλια ΑΤΜ.

Ο συντονιστής προσδιόρισε τα κατώφλια εισόδου κάθε κατηγορίας, ώστε να αντανακλούν τους άξονες της δυναμικής και της κερδοφορίας και προχώρησε στον καθορισμό μιας ζώνης τιμών για κάθε κατηγορία, για τα κατώφλια εισόδου, τα κατώφλια προτίμησης, αδιαφορίας και βέτο για κάθε κατηγορία.

Επέλεξε από την υφιστάμενη βάση της τράπεζας έναν σύνολο από 20 τοποθεσίες, οι οποίες αποτέλεσαν το σύνολο εναλλακτικών προς ταξινόμηση στις κατηγορίες. Παράλληλα, αξιολόγησε την επίδοση των εναλλακτικών αυτών στα προτεινόμενα κριτήρια αξιολόγησης. Οι επιδόσεις αυτές αποτελούν τις προτεινόμενες τιμές, οι οποίες γνωστοποιήθηκαν στην ομάδα.

Με την βοήθεια του ΣΥΟΑ και των εργαλείων επικοινωνίας που παρέχει γνωστοποίησε όλες τις πληροφορίες που αφορούν το πρόβλημα στα μέλη της ομάδας ώστε στην συνέχεια να εκφράσουν τις ατομικές τους προτιμήσεις.

Σύνθεση ατομικών προτιμήσεων και ταξινόμηση

Τα μέλη της ομάδας καταχώρησαν μέσω του ΣΥΟΑ τις ατομικές προτιμήσεις τους σε σχέση με τις παραμέτρους του προβλήματος, που κοινοποιήθηκαν από τον συντονιστή. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιήθηκε σε ασύγχρονη μορφή χρησιμοποιώντας τις δυνατότητες του ΣΥΟΑ. Ο συντονιστής έπειτα από έλεγχο των καταχωρήσεων των μελών ως προς την πληρότητα, προχώρησε στην σύνθεση των ατομικών προτιμήσεων. Με την ολοκλήρωση της σύνθεσης έγινε έλεγχος του βαθμού συναίνεσης και του βαθμού αποδοχής για τις παραμέτρους με βάση τα ορισμένα επίπεδα, και πραγματοποιήθηκαν οι απαραίτητες προσαρμογές όπου αυτό ήταν αναγκαίο.

Για την σύνθεση των βαθμών αποδοχής στα κριτήρια και τις κατηγορίες χρησιμοποιήθηκε ο τελεστής WOWA. Η σύνθεση κατέληξε στην απόρριψη μιας κατηγορίας και δύο κριτηρίων, καθώς ο βαθμός αποδοχής ήταν αρκετά κάτω από το καθορισμένο επίπεδο αποδοχής και έτσι αφαιρέθηκαν από το πρόβλημα.

Για την σύνθεση των αριθμητικών τιμών χρησιμοποιήθηκε το βελτιωμένο Μοντέλο Συλλογικής Κρίσης. Ειδικότερα τα μέλη της ομάδας εξέφρασαν τις προτιμήσεις τους σε αριθμητική μορφή ως προς τα βάρη των κριτηρίων χρησιμοποιώντας την μέθοδο των καρτών του Simos, τα κατώφλια και την επίδοση των εναλλακτικών.

Με βάση τις ομαδικές παραμέτρους, όπως προέκυψαν από την διαδικασία της σύνθεσης εκτελέστηκε η ταξινόμηση με την εφαρμογή της NeXClass, η οποία δέχτηκε ως δεδομένα εισόδου τις ομαδικές τιμές των παραμέτρων. Για την εκτίμηση της σταθερότητας της βασικής λύσης ο συντονιστής εκτέλεσε ανάλυση ευαισθησίας ακολουθώντας μια σειρά από σενάρια μεταβολής τα οποία βασίζονται στην ανάλυση ευαισθησίας της μεθοδολογίας NeXClass. Τέλος, για τις παραμέτρους του προβλήματος υπολογίστηκαν οι βαθμοί εγγύτητας και συμφωνίας οι οποίοι οδήγησαν στον υπολογισμό του βαθμού συμφωνίας.

1.7.2.5. Αξιολόγηση

Για την αξιολόγηση της μεθοδολογίας NeXClass-G και του ΣΥΟΑ στο περιβάλλον της τράπεζας εκτελέστηκαν μια σειρά από πειράματα ελέγχοντας αφενός την ισχύ των αποτελεσμάτων, και αφετέρου την λειτουργικότητα του ΣΥΟΑ από την πλευρά του χρήστη. Ο έλεγχος ορθότητας ο οποίος εκτελέστηκε αποσκοπούσε στον έλεγχο των

αποτελεσμάτων και την ακρίβεια του αλγόριθμου ταξινόμησης. Για το εν λόγω πρόβλημα θεωρήθηκε ένας αριθμός από σύνολα λύσεων τα οποία προέκυψαν με βάση την υφιστάμενη ευρετική διαδικασία ταξινόμησης. Τα σύνολα αυτά χρησιμοποιήθηκαν ως σύνολα αναφοράς για τον έλεγχο της ακρίβειας της ταξινόμησης με την βοήθεια της NeXClass-G.

Ειδικότερα, πραγματοποιήθηκε ταξινόμηση τεσσάρων συνόλων εναλλακτικών σε τέσσερις κατηγορίες, αφενός με την υφιστάμενη ευρετική διαδικασία και αφετέρου με την NeXClass-G. Κατά την αρχική εκτέλεση της NeXClass-G παρουσιάστηκε ένα ποσοστό 5% διαφορών ταξινόμησης σε σχέση με την υφιστάμενη διαδικασία. Η ασυμφωνία οφείλεται στο γεγονός ότι η υφιστάμενη διαδικασία είναι ευρετική, και κατά συνέπεια δεν είναι ιδιαίτερα εύκολη η αποτύπωση των προτιμήσεων ως προς τα κατώφλια των κατηγοριών και τις λοιπές παραμέτρους. Έπειτα από τον επανακαθορισμό των παραμέτρων, η NeXClass-G εκτελέστηκε για δεύτερη φορά και οι διαφορές μειώθηκαν σε ποσοστό 2-3%, γεγονός το οποίο ερμηνεύει τις διαφορές ως ζήτημα καθορισμού των παραμέτρων. Παρά τις διαφορές οι οποίες παρουσιάστηκαν στην ταξινόμηση σε σχέση με τα σύνολα αναφοράς, η μεθοδολογία μοντελοποίησε το πρόβλημα και αποτύπωσε επιτυχώς το μοντέλο αξιών της ομάδας με ορθολογικό τρόπο. Για την αξιολόγηση της χρήσης του ΣΥΟΑ εκτελέστηκαν ορισμένα πειράματα στο περιβάλλον της τράπεζας, από τα ευρήματα των οποίων το ΣΥΟΑ κρίνεται ότι καλύπτει επαρκώς τις ανάγκες του εν λόγω προβλήματος.

Από την εφαρμογή της μεθοδολογίας στο περιβάλλον της τράπεζας για το πρόβλημα της ταξινόμησης προέκυψαν τα παρακάτω συμπεράσματα:

1. Η μεθοδολογία κατέληξε σε αποτέλεσμα συμβατό με τον στόχο και τις ανάγκες του προβλήματος. Η ταξινόμηση των εναλλακτικών στις 3 κατηγορίες, όπως αναλύθηκε παραπάνω, αντανακλά την τμηματοποίηση της αγοράς και είναι σύμφωνη με το πλαίσιο των κριτηρίων αξιολόγησης. Συνεπώς η μεθοδολογία ικανοποίησε με επάρκεια τις ανάγκες του προβλήματος ταξινόμησης.
2. Ο βαθμός συναίνεσης καθώς και οι μερικοί βαθμοί συμφωνίας και εγγύτητας αντανακλούν το γεγονός ότι η ομάδα πέτυχε σχετικά υψηλό βαθμό κατανόησης του προβλήματος και συνεργασίας. Συνεπώς η μεθοδολογία ικανοποίησε τις ανάγκες της ομάδας.
3. Από την ανάλυση ευαισθησίας προέκυψε ότι η βασική λύση είναι σταθερή ως προς την μεταβολή των παραμέτρων εντός μιας ζώνης μεταβολής.
4. Από την ανάλυση ευαισθησίας προέκυψε ότι η βασική λύση είναι ευαίσθητη ως προς την μεταβολή του κατώφλιου εισόδου για σχετικά υψηλές τιμές μεταβολής.
5. Η μεθοδολογία καλύπτει με επάρκεια τις ανάγκες του προβλήματος ταξινόμησης σε περιβάλλον ομάδας για μη διατεταγμένες κατηγορίες.

6. Η ύπαρξη του συντονιστή είναι αναγκαία για την επίλυση ενός προβλήματος ομαδικής ταξινόμησης με την εφαρμογή της μεθοδολογίας, καθώς μειώνει την πολυπλοκότητα για τα μέλη.

Συμπερασματικά, η εφαρμογή της μεθοδολογίας απέδειξε την επάρκειά της για την επίλυση προβλημάτων ταξινόμησης σε περιβάλλον ομάδας, τόσο σε επίπεδο αποτελεσμάτων όσο και σε επίπεδο συνεργασίας της ομάδας. Εξίσου σημαντικό είναι το γεγονός ότι η εφαρμογή πραγματοποιήθηκε σε πραγματικό περιβάλλον, κάτι το οποίο κατέδειξε τα θετικά σημεία της όσο και τα σημεία προς βελτίωση. Συνοπτικά, από την εφαρμογή της NeXClass-G προκύπτει ότι η μεθοδολογία καλύπτει επαρκώς τις απαιτήσεις του προβλήματος ταξινόμησης, και αποτυπώνει αποτελεσματικά το μοντέλο αξιών της ομάδας με σαφή και κατανοητό τρόπο. Επιπλέον, η σύγκριση των αποτελεσμάτων με υφιστάμενες τεχνικές ταξινόμησης της τράπεζας καταδεικνύει την επάρκεια της NeXClass-G για το εν λόγω πρόβλημα. Από την συνολική εμπειρία εφαρμογής σε πραγματικό περιβάλλον, προκύπτει ότι η NeXClass-G μπορεί να εφαρμοστεί με επιτυχία σε παρόμοια προβλήματα ταξινόμησης τόσο του χρηματοοικονομικού τομέα, όσο και σε ευρύτερα πεδία όπως η παραγωγή, το περιβάλλον και η διαχείριση ανθρώπινων πόρων.

1.8. Σύνοψη

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάστηκε το γενικό μεθοδολογικό πλαίσιο της διατριβής καθώς και η ερευνητική συμβολή της. Παρουσιάστηκαν επίσης σε ευρεία περίληψη οι μεθοδολογίες ταξινόμησης NeXClass και NeXClass-G, το ΣΥΟΑ NeXClass-GDSS καθώς η εφαρμογή τους σε προβλήματα ταξινόμησης στο τραπεζικό περιβάλλον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Πολυκριτηριακή ανάλυση και ταξινόμηση

Βιβλιογραφική επισκόπηση

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται οι βασικές αρχές από τα κυριότερα μεθοδολογικά ρεύματα της πολυκριτηριακής ανάλυσης και πραγματοποιείται βιβλιογραφική ανασκόπηση της χρήσης πολυκριτηριακής ανάλυσης σε προβλήματα ταξινόμησης. Ειδική αναφορά πραγματοποιείται στις μεθοδολογίες και τα σχετικά συστήματα υποστήριξης αποφάσεων, τα οποία αναλύονται συγκριτικά.

2.1. Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται βιβλιογραφική ανασκόπηση της χρήσης πολυκριτηριακής ανάλυσης σε προβλήματα ταξινόμησης, ακολουθώντας την ερευνητική κατεύθυνση της διατριβής. Αρχικά πραγματοποιείται συνοπτική αναφορά στο πρόβλημα της ταξινόμησης και την σημασία του. Στην συνέχεια παρουσιάζεται σύντομη αναδρομή στα βασικά σημεία της πολυκριτηριακής ανάλυσης και παραθέτονται οι αρχές των κυριότερων θεωρητικών προσεγγίσεων. Τέλος, πραγματοποιείται βιβλιογραφική ανασκόπηση των υφισταμένων πολυκριτηριακών μεθοδολογιών ταξινόμησης και συγκριτική αξιολόγηση των κυριότερων χαρακτηριστικών τους. Ο στόχος της ανασκόπησης είναι αφενός να καταδείξει την έλλειψη σχετικών μεθοδολογιών στο πεδίο της ταξινόμησης σε μη διατεταγμένες κατηγορίες, και αφετέρου να αποτελέσει την αφετηρία για την διατύπωση της μεθοδολογίας NeXClass στην συνέχεια. Συνοπτικά, όπως προκύπτει από την ανασκόπηση, ενώ παρατηρείται ευρεία εφαρμογή της πολυκριτηριακής ανάλυσης για την επίλυση προβλημάτων ταξινόμησης σε διατεταγμένες κατηγορίες, υπάρχει έλλειψη σχετικών μεθόδων για προβλήματα ταξινόμησης σε μη διατεταγμένες κατηγορίες, πεδίο το οποίο διαπραγματεύεται η παρούσα διατριβή.

2.2. Το πρόβλημα της ταξινόμησης

Το πρόβλημα της ταξινόμησης αναφέρεται στην ένταξη ορισμένων προκαθορισμένων εναλλακτικών δραστηριοτήτων ή αντικειμένων σε κατηγορίες, και είναι τόσο παλιό όσο και οι αρχές της ανθρώπινης σκέψης. Η ταξινόμηση για παράδειγμα των ζώων σε φιλικά και μη, των φυτών σε χρήσιμα ή μη, των αστεριών σε αστερισμούς υπήρξαν στο μυαλό των ανθρώπων πολύ καιρό πριν καταγραφούν και συστηματοποιηθούν με την βοήθεια κάποιας μεθοδολογίας.

Ένας περισσότερο αυστηρός ορισμός 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: την διαμόρφωση, οργάνωση και διατήρηση της γνώσης, την ανάλυση της δομής του φαινομένου που εξετάζεται, και την συσχέτιση των διαφόρων πλευρών του υπό εξέταση φαινομένου.

Για την αναφορά στο πρόβλημα της ταξινόμησης χρησιμοποιούνται αρκετοί όροι διεθνώς, οι συνηθέστεροι των οποίων είναι οι ακόλουθοι:

1. Discrimination (διάκριση).
2. Classification (ταξινόμηση).

3. Sorting (διατεταγμένη ταξινόμηση).

Οι δύο πρώτοι όροι χρησιμοποιούνται κυρίως από στατιστικολόγους και ερευνητές που δραστηριοποιούνται στο χώρο της τεχνητής νοημοσύνης (νευρωνικά δίκτυα, μηχανική μάθηση, κλπ.). Αντίθετα, ο τρίτος όρος (sorting) χρησιμοποιείται κυρίως από ερευνητές του χώρου της πολυκριτηριακής ανάλυσης αποφάσεων. Οι τρεις παραπάνω όροι αναφέρονται στην ένταξη ενός συνόλου εναλλακτικών δραστηριοτήτων σε προκαθορισμένες κατηγορίες, και ειδικότερα οι όροι *διάκριση* και *ταξινόμηση* αναφέρονται σε προβλήματα όπου οι κατηγορίες ορίζονται κατά ονομαστικό τρόπο (και όχι απαραίτητα διατεταγμένο), ενώ αντίθετα, η *διατεταγμένη ταξινόμηση* αναφέρεται σε προβλήματα όπου οι οριζόμενες κατηγορίες είναι διατεταγμένες από τις καλύτερες προς τις χειρότερες. Τέλος το συναφές πρόβλημα της *ομαδοποίησης* (clustering) διαφέρει σε σχέση με τα παραπάνω ως προς το ότι οι κατηγορίες δεν είναι εκ των προτέρων καθορισμένες.

Στην σημερινή εποχή το πρόβλημα της ταξινόμησης εκτείνεται σε ποικίλους τομείς έρευνας, γεγονός το οποίο καταδεικνύει και την σημασία του. Ενδεικτικά, αναφέρονται ορισμένα πεδία και πρακτικές εφαρμογές κατά τα τελευταία χρόνια:

1. Ιατρική: πραγματοποίηση ιατρικών διαγνώσεων με την ταξινόμηση ασθενών σε κατηγορίες (παθήσεις) ανάλογα με τα συμπτώματα (Tsumoto, 1998; Belacel, 2000; Belacel και Boulassel, 2001).
2. Αναγνώριση προτύπων (pattern recognition): αναγνώριση των χαρακτηριστικών φυσικών προσώπων (ομιλία, ίριδα του ματιού, δακτυλικά αποτυπώματα) ή αντικειμένων και ταξινόμησή τους σε ανάλογες κατηγορίες με εφαρμογές στην ασφάλεια συστημάτων (Ripley, 1996; Young και Fu, 1997; Nieddu και Patrizi, 2000).
3. Διαχείριση ανθρωπίνου 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 χαρακτηριστικών διαφορετικών κατηγοριών καταναλωτών, σχεδιασμός προϊόντων, μέτρηση ικανοποίησης πελατών, κλπ. (Dutka, 1995; Siskos et al., 1998).
6. Περιβαλλοντική και ενεργειακή διαχείριση: διάγνωση περιβαλλοντικών επιπτώσεων διαφόρων ενεργειακών πολιτικών, διερεύνηση της αποτελεσματικότητας 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 Doumros, 1998).

Η συμβολή της πληροφορικής έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη πλήθους μεθοδολογιών ταξινόμησης, οι οποίες διαφορετικά θα ήταν αδύνατο να υλοποιηθούν λόγω υψηλού υπολογιστικού φόρτου. Η ενδεδειγμένη ανασκόπηση του πεδίου είναι ιδιαίτερα απαιτητική, καθώς συμβάλλουν πολλοί ετερόκλητοι τομείς έρευνας, όπως τεχνητή νοημοσύνη και νευρωνικά δίκτυα, μηχανική μάθηση, μαθηματικά μοντέλα, πληροφορική και επιχειρησιακή έρευνα, όπου ο κάθε ένας από αυτούς έχει αναπτύξει ιδιαίτερες μεθοδολογίες για την επίλυση προβλημάτων ταξινόμησης. Ωστόσο, από το πλήθος των προσεγγίσεων που έχουν παρουσιαστεί, θα πραγματοποιηθεί στην συνέχεια μια συγκεντρωτική ανασκόπηση υπό το πρίσμα του θέματος που διαπραγματεύεται η παρούσα διατριβή, δηλαδή την εφαρμογή πολυκριτηριακών μεθόδων σε προβλήματα ταξινόμησης.

2.3. Πολυκριτηριακή ανάλυση αποφάσεων

2.3.1. Σύντομη αναδρομή

Η πολυκριτηριακή ανάλυση αποτελεί σημαντικό τομέα της επιχειρησιακής έρευνας προς την κατεύθυνση της υποστήριξης στην λήψη αποφάσεων, η οποία αναπτύχθηκε αρκετά τις τελευταίες δεκαετίες. Η πολυπλοκότητα και η σημασία των προβλημάτων που προκύπτουν σήμερα στα πλαίσια της επιχειρηματικής λειτουργίας οδηγεί στην αναζήτηση αναλυτικών και αξιόπιστων μεθόδων υποστήριξης λήψης αποφάσεων. Η πολυκριτηριακή ανάλυση συγκεντρώνει το ενδιαφέρον των μελετητών καθώς, σε αντίθεση με τις υπόλοιπες τεχνικές υποστήριξης αποφάσεων, συνθέτει τα κριτήρια και τις προτιμήσεις λαμβάνοντας υπόψη με τον καλύτερο δυνατό τρόπο το σύστημα αξιών του αποφασίζοντα. Το γεγονός αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία αφού έτσι ο αποφασίζων αποκτά ενεργό ρόλο που του δίνει το κίνητρο να γίνει πιο αποτελεσματικός. Επιπλέον η απόφαση απολαμβάνει την αποδοχή όλων, κάτι που είναι ιδιαίτερα σημαντικό για την ορθή υλοποίηση της αλλά και την επακόλουθη αντιμετώπιση των συνεπειών της. Ιδιαίτερα, σε περιβάλλον ομαδικής λήψης αποφάσεων εγείρεται το πρόβλημα της σύνθεσης των παραμέτρων, των ατομικών προτιμήσεων και του συστήματος αξιών όλων των αποφασίζοντων. Ένα βασικό ερώτημα είναι, πως από τις προτιμήσεις και τα κριτήρια του κάθε μέλους της ομάδας θα καταλήξουμε σε μια κοινή απόφαση που θα αντανακλά τις επιμέρους απόψεις όσο το δυνατόν καλύτερα. Το σημείο αυτό το οποίο αποτελεί αντικείμενο έρευνας μπορεί να αντιμετωπιστεί επαρκώς με την βοήθεια της πολυκριτηριακής ανάλυσης αποφάσεων όπως θα αναπτυχθεί στα επόμενα κεφάλαια.

Ιστορικά, η πολυκριτηριακή ανάλυση ξεκινά με την εργασία του Pareto (1896), όπου

αντιμετωπίζεται επιστημονικά το πρόβλημα της σύνθεσης των κριτηρίων και εισάγεται και αναλύεται η έννοια της αποτελεσματικότητας, η οποία αποτελεί μια από τις βασικές έννοιες της πολυκριτηριακής ανάλυσης. Αρκετά αργότερα οι Von Neumann και Morgenstern (1944) αναπτύσσουν την θεωρία χρησιμότητας, που αποτελεί την βάση ενός από τα κύρια θεωρητικά ρεύματα της πολυκριτηριακής ανάλυσης αποφάσεων, ενώ ο Koopsman (1951) εισάγει την έννοια του αποτελεσματικού συνόλου. Το αποτελεσματικό σύνολο περιγράφεται ως ένα σύνολο εναλλακτικών δράσεων οι οποίες δεν κυριαρχούνται από καμία άλλη εναλλακτική δραστηριότητα. Αργότερα, η εργασία των Charnes και Cooper (1961) συνέδεσε τον γραμμικό προγραμματισμό με την πολυκριτηριακή ανάλυση. Σημαντική επίσης ήταν και η εργασία του Fishburn (1965) με την οποία επιτεύχθηκε η επέκταση της θεωρίας χρησιμότητας σε προβλήματα λήψης αποφάσεων υπό καθεστώς πολλαπλών κριτηρίων. Κατά το τέλος της δεκαετίας του 1960 άρχισε να αναπτύσσεται η λεγόμενη Ευρωπαϊκή σχολή της πολυκριτηριακής ανάλυσης με σημαντικές εργασίες ευρωπαϊών ερευνητών. Εξαιρετικής σημασίας είναι οι εργασίες του Roy (1968), ο οποίος είναι από τους πρωτοπόρους Ευρωπαίους επιχειρησιακούς ερευνητές, ανέπτυξε τη θεωρία των σχέσεων υπεροχής (outranking relations) και θεωρείται ο ιδρυτής της Ευρωπαϊκής σχολής της πολυκριτηριακής ανάλυσης. Τις επόμενες δεκαετίες πραγματοποιήθηκε ραγδαία ανάπτυξη τόσο σε θεωρητικό επίπεδο όσο και σε εφαρμοσμένο για την αντιμετώπιση διαφόρων πραγματικών προβλημάτων λήψης αποφάσεων. Η συμβολή της πληροφορικής και της επιστήμης των υπολογιστών ήταν καθοριστική και είχε ως αποτέλεσμα την υλοποίηση των μεθοδολογιών της πολυκριτηριακής ανάλυσης σε ολοκληρωμένα πολυκριτηριακά συστήματα υποστήριξης αποφάσεων.

Τέλος, η πολυκριτηριακή ανάλυση (Multicriteria Analysis - M.A.) αναφέρεται στην βιβλιογραφία σαν πολυκριτηριακή λήψη αποφάσεων (Multicriteria Decision Making - MCDM) από την αμερικάνικη σχολή και σαν πολυκριτηριακή υποστήριξη αποφάσεων (Multicriteria Decision Aid - MCDA) από την ευρωπαϊκή σχολή.

2.3.2. Βασικές έννοιες και μεθοδολογία

Κύριο αντικείμενο της πολυκριτηριακής ανάλυσης αποφάσεων και κοινό στοιχείο όλων των μεθοδολογικών προσεγγίσεων του χώρου είναι η ανάπτυξη και χρήση υποδειγμάτων σύνθεσης όλων των βασικών παραμέτρων ενός προβλήματος. Στόχος είναι να υποστηριχθεί ο αποφασίζων στην λήψη ορθολογικών αποφάσεων με βάση το σύστημα αξιών και προτιμήσεων που τον διέπει. Ο στόχος αυτός είναι μια ιδιαίτερα σύνθετη διαδικασία που δεν οδηγεί στις βέλτιστες αλλά στις πιο ικανοποιητικές αποφάσεις. Η προτεινόμενη από τον Roy (1985) μεθοδολογία για την λήψη αποφάσεων στα πλαίσια της πολυκριτηριακής ανάλυσης περιλαμβάνει τέσσερα στάδια (Εικόνα 2.1).

Στο **πρώτο στάδιο** εντοπίζεται το σύνολο A των εφικτών λύσεων και δυνατών δραστηριοτήτων (αποφάσεων) και παράλληλα καθορίζεται το αντικείμενο του προβλήματος. Το σύνολο A μπορεί να είναι συνεχές ή διακριτό. Στην πρώτη περίπτωση θεωρείται ότι οριοθετείται μέσω των περιορισμών που τίθενται είτε από τον

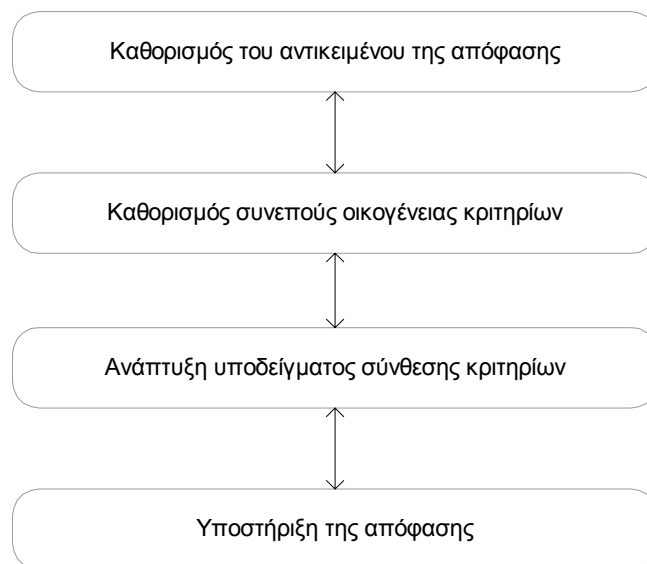
ίδιο τον αποφασίζοντα είτε από το περιβάλλον μέσα στο οποίο λαμβάνεται η απόφαση (σύνολο εφικτών λύσεων). Αντίθετα, στην περίπτωση όπου το σύνολο A είναι διακριτό, θεωρείται ότι υπάρχει ένα σαφές σύνολο εναλλακτικών δραστηριοτήτων, οι οποίες αφού καταγραφούν μπορούν να αναλυθούν ώστε να ληφθεί η κατάλληλη απόφαση. Με τον εντοπισμό του συνόλου A καθορίζεται και το αντικείμενο της απόφασης, δηλαδή ο τρόπος με τον οποίο θα πρέπει να εξεταστούν οι εναλλακτικές δραστηριότητες ώστε το αποτέλεσμα της ανάλυσης να απαντά με σαφήνεια στο εξεταζόμενο πρόβλημα.

Η εξέταση των εναλλακτικών δραστηριοτήτων μπορεί να πραγματοποιηθεί με μια από τις παρακάτω προβληματικές (Roy, 1985):

1. Προβληματική α : Ο αντικειμενικός στόχος είναι να βοηθήσει των αποφασίζοντα στην επιλογή ενός υποσυνόλου βέλτιστων ή ικανοποιητικών δράσεων ώστε να επιλεγεί μια από αυτές. Έτσι το αποτέλεσμα της Προβληματικής α είναι η επιλογή (choice or selection procedure).
2. Προβληματική β : Ο αντικειμενικός στόχος είναι να βοηθήσει τον αποφασίζοντα κάνοντας ταξινόμηση που οδηγεί στην κατηγοριοποίηση κάθε εναλλακτικής δράσης. Οι κατηγορίες έχουν προαποφασιστεί και χαρακτηρίζονται από συγκεκριμένες ιδιότητες τις οποίες θα πληρούν οι δράσεις που θα ενταχθούν σε αυτές. Έτσι το αποτέλεσμα της Προβληματικής β είναι η ταξινόμηση (sorting or assignment procedure).
3. Προβληματική γ : Ο αντικειμενικός στόχος είναι να βοηθήσει τον αποφασίζοντα μέσω τις κατάταξης των εναλλακτικών δράσεων. Οι εναλλακτικές δράσεις κατηγοριοποιούνται σε ισοδύναμες κατηγορίες οι οποίες σχετίζονται με τις προτιμήσεις, από τις περισσότερο στις λιγότερο ικανοποιητικές. Έτσι, το αποτέλεσμα της Προβληματικής γ είναι μια διαδικασία κατάταξης (ranking or ordering procedure).
4. Προβληματική δ : Ο αντικειμενικός στόχος είναι να βοηθήσει τον αποφασίζοντα μέσω της περιγραφής των εναλλακτικών δράσεων και των συνεπειών τους, που εκφράζονται μέσω των κριτηρίων με κατάλληλους όρους. Έτσι, το αποτέλεσμα της Προβληματικής δ είναι μια περιγραφική διαδικασία (description or cognitive procedure).

Στο **δεύτερο στάδιο** εντοπίζονται όλοι οι παράγοντες που επιδρούν στο αποτέλεσμα της ανάλυσης των εναλλακτικών δραστηριοτήτων του συνόλου A . Στα πλαίσια της πολυκριτηριακής ανάλυσης αποφάσεων κάθε παράγοντας που επιδρά στην λήψη μιας απόφασης θεωρείται ότι έχει τη μορφή ενός κριτηρίου. Το κριτήριο είναι το μέτρο για την διαμόρφωση κρίσης και με αυτή την έννοια χρησιμοποιείται στην επιχειρησιακή έρευνα και την θεωρία αποφάσεων. Πιο συγκεκριμένα το κριτήριο μας ενδιαφέρει στην διατύπωση προτιμήσεων που σχετίζονται με την απόφαση. Αυτή είναι και η διαφορά του κριτηρίου από το χαρακτηριστικό, το οποίο είναι ένα στοιχείο που επιτρέπει να διακρίνουμε κάτι από κάτι άλλο, όπως μπορεί να είναι το σχήμα ενός αντικειμένου, η οικονομική-κοινωνική τάξη κ.λπ. Ένα χαρακτηριστικό μπορεί να θεωρηθεί ότι

Λειτουργεί σαν κριτήριο όταν μπορεί να αποτελέσει το μέτρο για την διατύπωση προτιμήσεων. Όπως χαρακτηριστικά γράφει ο Ortner (1968) 'η χρήση του κριτηρίου αποτελεί μια δοκιμασία προτιμήσεων'.



Εικόνα 2.1. Στάδια πολυκριτηριακής λήψης αποφάσεων

Αν και στην πράξη τα μοντέλα που μπορεί να οδηγήσουν σε διατύπωση προτιμήσεων μπορεί να έχουν διάφορες μορφές, συνήθως ο όρος κριτήριο χρησιμοποιείται για μοντέλα που έχουν τις ιδιότητες μιας πραγματικής συνάρτησης με πεδίο τιμών το A . Μια πραγματική συνάρτηση g με πεδίο τιμών το A ονομάζεται κριτήριο όταν αναγνωρίζουμε ότι υπάρχει ένας άξονας σημαντικότητας στον οποίο οποιοσδήποτε δυο εναλλακτικές δραστηριότητες a και a' μπορούν να συγκριθούν και παράλληλα δεχόμαστε την παρακάτω έκφραση σαν σύγκριση :

$$g(a) > g(a') \Leftrightarrow a \succ a' \text{ η } a \text{ προτιμάται της } a',$$

$$g(a) = g(a') \Leftrightarrow a \sim a' \text{ η } a \text{ είναι αδιάφορη της } a'$$

Το σύνολο των κριτηρίων $g = (g_1, g_2, \dots, g_n)$ που εντοπίζονται σε αυτό το στάδιο της διαδικασίας ανάλυσης ενός προβλήματος θα πρέπει να αποτελεί μια συνεπή οικογένεια κριτηρίων (consistent family of criteria), δηλαδή να διαθέτει τις βασικές ιδιότητες της *μονοτονίας*, της *επάρκειας* και του *μη πλεονασμού*.

Το **τρίτο στάδιο** περιλαμβάνει την κατασκευή και χρήση ενός μοντέλου ολικής προτίμησης (global evaluation model) βάσει του οποίου θα αντιμετωπιστεί το αντικείμενο του προβλήματος, όπως αυτό καθορίστηκε στο πρώτο στάδιο (επιλογή, κατάταξη, ταξινόμηση, περιγραφή). Το μοντέλο χρησιμοποιείται ως βάση για τον προσδιορισμό μιας συνολικής αξιολόγησης κάθε εναλλακτικής, την πραγματοποίηση διμερών συγκρίσεων μεταξύ των εναλλακτικών και τη διεύρυνση του συνόλου των

εναλλακτικών (σε συνεχές σύνολο). Η ανάπτυξη του γίνεται με δυο τρόπους: αλληλεπιδραστικά μέσω συνεργασίας του αναλυτή και του αποφασίζοντα, ή με ανάλυση των αποφάσεων που λαμβάνει ο αποφασίζων έτσι ώστε να αναπτυχθεί το κατάλληλο μοντέλο που είναι συμβατό με την πολιτική λήψης των αποφάσεων που ακολουθεί ο αποφασίζων.

Τέλος, στο **τέταρτο στάδιο** της διαδικασίας λαμβάνουν χώρα όλες εκείνες οι δραστηριότητες οι οποίες θα βοηθήσουν τον αποφασίζοντα να κατανοήσει τα αποτελέσματα του υποδείγματος σύνθεσης των κριτηρίων που καθορίστηκε στο τρίτο στάδιο καθώς και τη διαδικασία με την οποία εξάχθηκαν τα αποτελέσματα αυτά. Έτσι, ο αποφασίζων θα είναι σε θέση να υλοποιήσει με επιτυχία τα αποτελέσματα της ανάλυσης και να επιχειρηματολογήσει υπέρ αυτών, εάν αυτό κριθεί απαραίτητο.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα τέσσερα στάδια δεν είναι διαδοχικά και ότι μπορούν να συνδυαστούν με οποιαδήποτε σειρά.

2.4. Κύρια θεωρητικά ρεύματα

Το πλήθος των μεθοδολογιών πολυκριτηριακής ανάλυσης είναι δυνατόν να ταξινομηθεί σε κατηγορίες με ομοειδή χαρακτηριστικά. Η κατηγοριοποίηση μπορεί να πραγματοποιηθεί με βάση την μορφή των υποδειγμάτων που αναπτύσσονται, αλλά και την διαδικασία που χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη των υποδειγμάτων. Πιο συγκεκριμένα ο Roy (1985) προτείνει τρεις κατηγορίες πολυκριτηριακών μεθόδων λαμβάνοντας υπόψη την μορφή των υποδειγμάτων που αναπτύσσονται:

1. Προσεγγίσεις μοναδικής σύνθεσης των κριτηρίων αγνοώντας κάθε ασυγκριτικότητα μεταξύ των εναλλακτικών δραστηριοτήτων (unique synthesis criterion).
2. Προσεγγίσεις βασιζόμενες στις σχέσεις υπεροχής λαμβάνοντας υπόψη την πιθανή ασυγκριτικότητα μεταξύ των εναλλακτικών δραστηριοτήτων (outranking synthesis approach).
3. Αλληλεπιδραστικές προσεγγίσεις (interactive local judgment approach).

Σύμφωνα με τον Scharlig (1985), οι παραπάνω τρεις κατηγορίες αποκαλούνται αντίστοιχα: *πλήρης, μερική και τοπική μέθοδος σύνθεσης*. Ο Vincke (1992) τις αποκαλεί αντίστοιχα: *πολυκριτηριακή θεωρία χρησιμότητας* (multiattribute utility theory - MAUT), *μέθοδο σχέσεων υπεροχής* (outranking relation method) και *αλληλεπιδραστική μέθοδο* (interactive method).

Ακόμη ο Lofti (1992) χωρίζει τις πολυκριτηριακές μεθόδους σε τέσσερις κατηγορίες:

1. Πολυκριτηριακό μαθηματικό προγραμματισμό (multicriteria mathematical programming).

2. Πολυκριτηριακές διακριτές εναλλακτικές (multicriteria discrete alternatives).
3. Πολυκριτηριακή θεωρία χρησιμότητας (multiattribute utility theory).
4. Θεωρία διαπραγματεύσεων (negotiation theory).

Τέλος, ο Pardalos (1995) πρότεινε ένα πλαίσιο για την διάκριση των πολυκριτηριακών μεθόδων σε τέσσερις κατηγορίες:

1. Πολυκριτηριακός μαθηματικός προγραμματισμός (multiobjective mathematical programming).
2. Πολυκριτηριακή θεωρία χρησιμότητας (multiattribute utility theory).
3. Θεωρία των σχέσεων υπεροχής (outranking relations approach).
4. Αναλυτική συνθετική προσέγγιση (preference disaggregation approach).

Η παραπάνω κατηγοριοποίηση λαμβάνει υπόψη την μορφή των υποδειγμάτων που αναπτύσσονται, και ταυτόχρονα τον τρόπο με τον οποίο πραγματοποιείται η ανάπτυξη τους. Από τις κατηγορίες αυτές, ο πολυκριτηριακός μαθηματικός προγραμματισμός συμβάλει στην επίλυση συνεχών προβλημάτων λήψης αποφάσεων, ενώ οι τρεις επόμενες κατηγορίες επικεντρώνονται στην επίλυση διακριτών προβλημάτων. Στόχος των παραπάνω προσεγγίσεων που εφαρμόζονται σε διακριτά προβλήματα λήψης αποφάσεων είναι η σύνθεση όλων των κριτηρίων με σκοπό την αξιολόγηση ενός πεπερασμένου συνόλου εναλλακτικών δραστηριοτήτων σύμφωνα με τις προβληματικές της επιλογής, κατάταξης ή ταξινόμησης. Αντίθετα, ο πολυκριτηριακός μαθηματικός προγραμματισμός αποτελεί μια γενίκευση της γνωστής θεωρίας του μαθηματικού προγραμματισμού σε περιπτώσεις όπου πρέπει να βελτιστοποιηθούν πολλαπλές αντικειμενικές συναρτήσεις.

Στην συνέχεια δίνεται ένα σύντομο περιγραμμά των βασικών αρχών των παραπάνω προσεγγίσεων, όπως προτάθηκαν από τον Pardalos (1995).

2.4.1. Πολυκριτηριακός μαθηματικός προγραμματισμός

Ο πολυκριτηριακός μαθηματικός προγραμματισμός αποτελεί επέκταση του κλασικού μαθηματικού προγραμματισμού, στην οποία υπάρχουν πολλαπλές αντικειμενικές συναρτήσεις προς βελτιστοποίηση (μεγιστοποίηση ή ελαχιστοποίηση). Μια ουσιαστική διαφορά μεταξύ τους είναι ότι ενώ στον κλασικό μαθηματικό προγραμματισμό η βελτιστοποίηση μιας αντικειμενικής συνάρτησης-στόχου είναι εφικτή, στον πολυκριτηριακό μαθηματικό προγραμματισμό η ταυτόχρονη βελτιστοποίηση όλων των αντικειμενικών συναρτήσεων-στόχων είναι συνήθως ανέφικτη. Συνεπώς, η επίλυση ενός προβλήματος πολυκριτηριακού μαθηματικού προγραμματισμού περιορίζεται στην αναζήτηση μιας 'συμβιβαστικής' λύσης, η οποία αναζητείται στο σύνολο των αποτελεσματικών λύσεων. Κάθε εφικτή λύση ονομάζεται αποτελεσματική

αν και μόνο αν δεν υπάρχει καμία άλλη λύση που να υπερτερεί έναντι αυτής σε όλους τους προκαθορισμένους στόχους (αντικειμενικές συναρτήσεις). Κάθε αποτελεσματική λύση λέγεται ότι είναι βέλτιστη κατά Pareto. Για την επίλυση προβλημάτων πολυκριτηριακού μαθηματικού προγραμματισμού έχουν παρουσιαστεί αρκετές μέθοδοι οι οποίες βασίζονται στο παραπάνω πλαίσιο. Μερικές από τις πλέον γνωστές είναι αυτές των Benayoun et al. (1971), Zionts και Wallenius (1976), Wierzbicki (1980), Steuer και Choo (1983), Korhonen (1988), Korhonen και Wallenius (1988), Siskos και Despotis (1989), Lofti et al. (1992).

Μια εναλλακτική προσέγγιση αποτελεί ο προγραμματισμός στόχων (goal programming), θεμελιωτές του οποίου υπήρξαν οι Charnes και Cooper (1961). Ο προγραμματισμός στόχων αντιμετωπίζει τα προβλήματα αυτά με βάση την έννοια του στόχου. Σε αντίθεση με τον πολυκριτηριακό μαθηματικό προγραμματισμό, οι τεχνικές προγραμματισμού στόχων δεν αποσκοπούν στην άμεση βελτιστοποίηση κάθε αντικειμενικής συνάρτησης, αλλά στην αναζήτηση λύσεων, οι οποίες βελτιστοποιούν μια συνάρτηση των αποκλίσεων από τους επιμέρους στόχους του προβλήματος επιτρέποντας την αξιολόγηση του βαθμού, στον οποίο η κάθε λύση ανταποκρίνεται στους προκαθορισμένους στόχους (Keeney και Raiffa, 1993).

Εκτενής αναφορά στη θεωρία του προγραμματισμού στόχων παρατίθεται από τον Spronk (1981), ο οποίος παρουσιάζει και μια σειρά εφαρμογών στο χώρο του χρηματοοικονομικού προγραμματισμού.

2.4.2. Πολυκριτηριακή θεωρία χρησιμότητας

Η πολυκριτηριακή θεωρία χρησιμότητας (multiattribute utility theory) αποτελεί γενίκευση της κλασικής θεωρίας χρησιμότητας και αποτελεί έναν από τους ακρογωνιαίους λίθους της θεωρητικής ανάπτυξης και πρακτικής εφαρμογής των αρχών της πολυκριτηριακής ανάλυσης. Στις βασικές έννοιες και αρχές της πολυκριτηριακής θεωρίας χρησιμότητας βασίζονται έμμεσα ή άμεσα και τα υπόλοιπα θεωρητικά ρεύματα της πολυκριτηριακής ανάλυσης. Ο πολυκριτηριακός 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 πολυκριτηριακού μαθηματικού προγραμματισμού αποτελεί η σαφής ανάπτυξη της συνάρτησης χρησιμότητας που διέπει την πολιτική την οποία 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).

Σκοπός της πολυκριτηριακής θεωρίας χρησιμότητας είναι η μοντελοποίηση και αναπαράσταση του συστήματος αξιών που συνειδητά ή ασυνείδητα ακολουθεί ο αποφασίζων, μέσω μιας συνάρτησης αξιών/χρησιμότητας $U(g)$. Η συνάρτηση αυτή εκφράζεται βάσει του συνόλου των κριτηρίων αξιολόγησης τα οποία καθορίζουν το αποτέλεσμα της αξιολόγησης: $U(g) = U(g_1, \dots, g_n)$, όπου g είναι το διάνυσμα των

κριτηρίων αξιολόγησης g_1, \dots, g_n . Γενικά, οι συναρτήσεις χρησιμότητας είναι μη γραμμικές αύξουσες συναρτήσεις οριζόμενες στο πεδίο τιμών των αντίστοιχων κριτηρίων αξιολόγησης, οι οποίες ανταποκρίνονται στις ακόλουθες δύο βασικές ιδιότητες:

$$U(g_x) > U(g_{x'}) \Leftrightarrow x \succ x', \text{ η } x \text{ προτιμάται της } x',$$

$$U(g_x) = U(g_{x'}) \Leftrightarrow x \sim x', \text{ η } x \text{ είναι αδιάφορη της } x'.$$

Η πλέον συνηθισμένη μορφή συνάρτησης χρησιμότητας είναι η προσθετική:

$$U(g) = p_1 u_1 g(x_1) + \dots + p_n u_n g(x_n)$$

όπου:

u_1, \dots, u_n είναι οι συναρτήσεις μερικών χρησιμοτήτων των κριτηρίων αξιολόγησης (κάθε συνάρτηση μερικής χρησιμότητας $u_i(g_i)$ καθορίζει την αξία/χρησιμότητα των εναλλακτικών δραστηριοτήτων βάσει των επιδόσεών τους στο κριτήριο g_i), και

p_1, \dots, p_n είναι σταθερές που υποδηλώνουν τη σημαντικότητα (βάρος) των κριτηρίων αξιολόγησης, τέτοιες ώστε $\sum_1^n p_i = 1$.

Στα πλαίσια της προσθετικής συνάρτησης χρησιμότητας κάθε επίπεδο σημαντικότητας p_i υποδεικνύει την παραχώρηση (trade-off) που είναι διατεθειμένος να κάνει ο αποφασίζων σε ένα κριτήριο αναφοράς, προκειμένου να επιτύχει αύξηση μιας μονάδας στο κριτήριο g_i . Όπως εύκολα φαίνεται από τη μορφή της προσθετικής συνάρτησης χρησιμότητας, αυτή αποτελεί μια γενίκευση του γνωστού σταθμισμένου μέσου. Ουσιαστικά, ο σταθμισμένος μέσος είναι μια προσθετική συνάρτηση χρησιμότητας στην οποία όλες οι συναρτήσεις μερικών χρησιμοτήτων είναι γραμμικές.

Η βασική υπόθεση η οποία διέπει τη χρησιμοποίηση της προσθετικής συνάρτησης χρησιμότητας αφορά την αμοιβαία προτιμησιακή ανεξαρτησία των κριτηρίων αξιολόγησης (mutual preferential independence). Ένα υποσύνολο του συνόλου των κριτηρίων αξιολόγησης θεωρείται ότι είναι προτιμησιακά ανεξάρτητο (preferential independent) των υπολοίπων κριτηρίων, εάν και μόνο εάν οι προτιμήσεις του αποφασίζοντος σχετικά με τις εξεταζόμενες εναλλακτικές δραστηριότητες, οι οποίες διαφέρουν μεταξύ τους μόνο ως προς τα κριτήρια, δεν επηρεάζονται από τα υπόλοιπα κριτήρια. Το σύνολο των κριτηρίων αξιολόγησης θεωρείται ότι πληροί την υπόθεση της αμοιβαίας προτιμησιακής ανεξαρτησίας εάν και μόνο εάν κάθε υποσύνολο είναι προτιμησιακά ανεξάρτητο των υπόλοιπων κριτηρίων (Fisburn, 1970; Keeney και Raiffa, 1993). Αναλυτική παρουσίαση της πολυκριτηριακής θεωρίας χρησιμότητας, των θεωρητικών αρχών που τη διέπουν, καθώς και των εφαρμογών της πραγματοποιείται στο βιβλίο των Keeney και Raiffa (1993).

Γενικά, η διαδικασία ανάπτυξης μιας συνάρτησης χρησιμότητας βασίζεται στη συνεργασία ενός ειδικού αναλυτή με τον αποφασίζοντα. Για τον σαφή καθορισμό της συνάρτησης χρησιμότητας θα πρέπει να καθοριστούν το επίπεδο σημαντικότητας των κριτηρίων αξιολόγησης, καθώς και η μορφή των συναρτήσεων μερικών χρησιμοτήτων. Οι συντελεστές βαρύτητας των κριτηρίων αξιολόγησης έχουν την έννοια των παραχωρήσεων που ο αποφασίζων είναι διατεθειμένος να κάνει σε ένα κριτήριο αξιολόγησης προκειμένου να βελτιώσει κάποιο άλλο κριτήριο αξιολόγησης. Για τον καθορισμό των συναρτήσεων μερικών χρησιμοτήτων έχουν παρουσιαστεί διάφορες αλληλεπιδραστικές τεχνικές οι οποίες προσπαθούν με άμεσο τρόπο και βάσει απλών ερωτήσεων να αποσπάσουν από τον αποφασίζοντα τις πληροφορίες που απαιτούνται ώστε να καθοριστεί ο τρόπος με τον οποίο αξιολογεί τις εξεταζόμενες εναλλακτικές δραστηριότητες σε κάθε ένα από τα κριτήρια (Keeney και Raiffa, 1993). Επίσης έχουν αναπτυχθεί συστήματα υποστήριξης αποφάσεων τα οποία υλοποιούν μεθόδους που επιτρέπουν την αλληλεπιδραστική ανάπτυξη και χρησιμοποίηση συναρτήσεων χρησιμότητας (Bana e Costa και Vansnick, 1994).

2.4.3. Θεωρία σχέσεων υπεροχής

Η θεωρία των σχέσεων υπεροχής αποτελεί ένα ιδιαίτερο μεθοδολογικό ρεύμα της πολυκριτηριακής ανάλυσης, το οποίο ξεκίνησε στα τέλη της δεκαετίας του 1960 με τις εργασίες του Bernard Roy και την παρουσίαση των μεθόδων της οικογένειας ELECTRE (Roy 1968) και γνώρισε ιδιαίτερη διάδοση στον χώρο της πολυκριτηριακής ανάλυσης, ιδιαίτερα στην Ευρώπη. Όλες οι τεχνικές, οι οποίες βασίζονται στη θεωρία των σχέσεων υπεροχής, λειτουργούν σε δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο πραγματοποιείται η ανάπτυξη μιας σχέσης υπεροχής (outranking relation) μεταξύ των εξεταζόμενων εναλλακτικών δραστηριοτήτων, ενώ στο δεύτερο στάδιο πραγματοποιείται η εκμετάλλευση της σχέσης υπεροχής ώστε να εξαχθεί το αποτέλεσμα της αξιολόγησης των εναλλακτικών δραστηριοτήτων υπό την επιθυμητή μορφή (κατάταξη, ταξινόμηση, επιλογή).

Κοινό στοιχείο των δύο αυτών σταδίων και βασική έννοια του συγκεκριμένου μεθοδολογικού ρεύματος της πολυκριτηριακής ανάλυσης, αποτελεί η έννοια της σχέσης υπεροχής. Η σχέση υπεροχής είναι μια διμερής σχέση, η οποία επιτρέπει την εκτίμηση της ισχύος της υπεροχής μιας εναλλακτικής δραστηριότητας a έναντι μιας άλλης εναλλακτικής δραστηριότητας a' . Η ισχύς αυτή αυξάνει όσο περισσότερες είναι οι ενδείξεις υπέρ της υπεροχής της εναλλακτικής δραστηριότητας a (συμφωνία των κριτηρίων) χωρίς παράλληλα να υπάρχουν ισχυρές ενδείξεις που να αναιρούν την ισχύ της υπεροχής (ασυμφωνία των κριτηρίων). Ουσιαστικά, η ανάπτυξη μιας σχέσης υπεροχής της παραπάνω μορφής αποτελεί μια εναλλακτική μορφή μοντελοποίησης και μαθηματικής αναπαράστασης του συστήματος αξιών του αποφασίζοντα, η οποία διαφέρει σημαντικά από το πλαίσιο μοντελοποίησης που ακολουθείται από την πολυκριτηριακή θεωρία χρησιμότητας σε δύο βασικά σημεία:

Η σχέση υπεροχής δεν είναι μεταβατική. Στην πολυκριτηριακή θεωρία χρησιμότητας τα αποτελέσματα της αξιολόγησης των εναλλακτικών δραστηριοτήτων μέσω της συνάρτησης

χρησιμότητας που αναπτύσσεται υπακούουν στη μεταβατική ιδιότητα. Αντίθετα, η ανάπτυξη και χρήση των σχέσεων υπεροχής επιτρέπει τη μοντελοποίηση και αντιμετώπιση περιπτώσεων όπου ενώ η εναλλακτική δραστηριότητα a προτιμάται/είναι αδιάφορη της a' , η οποία με τη σειρά της προτιμάται/είναι αδιάφορη της a'' , τελικά η a δεν προτιμάται ή δεν είναι αδιάφορη της a'' . Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα του Luce (1956).

Η σχέση υπεροχής δεν είναι πλήρης. Η πολυκριτηριακή θεωρία χρησιμότητας θεωρεί μόνο τις σχέσεις υπεροχής και αδιαφορίας μεταξύ των εξεταζόμενων εναλλακτικών δραστηριοτήτων. Αντίθετα, στα πλαίσια της θεωρίας των σχέσεων υπεροχής χρησιμοποιείται μια επιπλέον σχέση, αυτή της ασυγκριτικότητας. Η τρίτη αυτή σχέση επιτρέπει τη μοντελοποίηση και αντιμετώπιση περιπτώσεων κατά τις οποίες ορισμένες εναλλακτικές δραστηριότητες παρουσιάζουν τέτοιες διαφορές στα κριτήρια αξιολόγησης ώστε καθίσταται ιδιαίτερα δύσκολη η μεταξύ τους σύγκριση.

Όπως και στην περίπτωση της πολυκριτηριακής θεωρίας χρησιμότητας, η ανάπτυξη της σχέσης υπεροχής βασίζεται στις πληροφορίες που παρέχει ο ίδιος ο αποφασίζων. Οι πληροφορίες αυτές διαφέρουν ανάλογα με τη συγκεκριμένη μέθοδο που χρησιμοποιείται, αλλά στην πλειοψηφία των περιπτώσεων αφορούν:

1. Τα βάρη (σημαντικότητα) των κριτηρίων αξιολόγησης.
2. Τα κατώφλια προτίμησης, αδιαφορίας και βέτο (preference, indifference, veto thresholds). Η χρήση των κατωφλίων προτίμησης και αδιαφορίας συμβάλλει στην ανάπτυξη μιας ασαφούς σχέσης υπεροχής (fuzzy outranking relation). Αντίστοιχα, η χρήση του κατωφλίου βέτο επιτρέπει την μοντελοποίηση περιπτώσεων όπου η πολύ κακή επίδοση μιας εναλλακτικής δραστηριότητας a σε ένα κριτήριο εκτίμησης έναντι της αντίστοιχης επίδοσης μιας άλλης εναλλακτικής a' θέτει «βέτο» στην πρόταση «η εναλλακτική δραστηριότητα a είναι τουλάχιστον εξίσου καλή όσο και η a' », ανεξαρτήτως των επιδόσεων των δύο εναλλακτικών στα υπόλοιπα κριτήρια.

Η συνδυασμένη χρήση των πληροφοριών αυτών παρέχει τη δυνατότητα στον αναλυτή να εξετάσει την ύπαρξη επαρκούς συμφωνίας των κριτηρίων ώστε να θεωρηθεί ότι ισχύει η πρόταση «η εναλλακτική δραστηριότητα a είναι τουλάχιστον εξίσου καλή όσο και η a' » εξετάζοντας παράλληλα και την ισχύ των ενδείξεων που πιθανόν να υπάρχουν κατά της ισχύος της πρότασης αυτής (ασυμφωνία). Με την ολοκλήρωση της διαδικασίας ανάπτυξης της σχέσης υπεροχής βάσει των πληροφοριών που παρέχει ο αποφασίζων, ακολουθεί η αξιοποίησή της ώστε να καθοριστεί το αποτέλεσμα της αξιολόγησης των εναλλακτικών δραστηριοτήτων. Ως αποτέλεσμα των δύο βασικών ιδιοτήτων που διέπουν τη σχέση υπεροχής (μη μεταβατική και μη πλήρης), η διαδικασία αξιοποίησης της σχέσης υπεροχής είναι δυνατόν να οδηγήσει ακόμα και στον εντοπισμό εναλλακτικών δραστηριοτήτων οι οποίες δεν είναι μεταξύ τους συγκρίσιμες.

Οι πλέον γνωστές μέθοδοι που βασίζονται στη θεωρία των σχέσεων υπεροχής είναι οι

μέθοδοι της οικογένειας ELECTRE (Roy, 1991), καθώς και οι μέθοδοι της οικογένειας PROMETHEE (Brans και Vincke, 1985). Οι δύο αυτές οικογένειες μεθόδων έχουν αρκετές παραλλαγές, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αντιμετώπιση κάθε μορφής προβλήματος που αφορά την αξιολόγηση ενός πεπερασμένου συνόλου εναλλακτικών δραστηριοτήτων.

2.4.4. Αναλυτική συνθετική προσέγγιση

Η πολυκριτηριακή θεωρία χρησιμότητας και η θεωρία των σχέσεων υπεροχής, δίνουν ιδιαίτερο βάρος στη μοντελοποίηση και αναπαράσταση του συστήματος αξιών και προτιμήσεων του αποφασίζοντος μέσω μιας προκαθορισμένης μαθηματικής μορφής (συνάρτηση χρησιμότητας ή σχέση υπεροχής), όπου 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. Πολλές φορές όμως οι αποφασίζοντες αδυνατούν να αποσαφηνίσουν επακριβώς τις παραμέτρους που ασυνείδητα 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.

Με βάση αυτό το δεδομένο, αναπτύχθηκε η αναλυτική-συνθετική προσέγγιση, η οποία αναλύει τα υπάρχοντα δεδομένα (σύνολο αναφοράς) ώστε να εντοπίσει το υπόδειγμα που αναπαριστά όσο πιο πιστά γίνεται το σύστημα αξιών και προτιμήσεων του αποφασίζοντος. Θεωρεί ότι ο αποφασίζων ακολουθεί (συνειδητά ή ασυνειδητά) ένα σύστημα αξιών και προτιμήσεων, το οποίο τον οδηγεί στις αποφάσεις που λαμβάνει και προσπαθεί να εντοπίσει τον τρόπο με τον οποίο λαμβάνονται οι αποφάσεις μέσω της ανάλυσης της σχέσης μεταξύ των αποφάσεων και των επιδόσεων των εναλλακτικών δραστηριοτήτων στα κριτήρια αξιολόγησης. Η ανάλυση αυτή οδηγεί στον καθορισμό όλων των παραμέτρων του υποδείγματος σύνθεσης των κριτηρίων, έτσι ώστε το αναπτυσσόμενο υπόδειγμα να αναπαράγει τις αποφάσεις του αποφασίζοντος με τον πλέον πιστό τρόπο.

Οι αποφάσεις αυτές συνήθως εκφράζονται σε μια μονότονη κλίμακα μέσω της κατάταξης ή ταξινόμησης των εναλλακτικών δραστηριοτήτων, ή έχουν την μορφή ενός δείκτη (Lam και Choo, 1995), ή παρέχουν λεπτομέρειες όπως η κατάταξη των εναλλακτικών δραστηριοτήτων στο κάθε κριτήριο αξιολόγησης καθώς και η ιεράρχηση των κριτηρίων αξιολόγησης με βάση τη σημαντικότητά τους (Cook και Kress, 1991). Το δείγμα των αποφάσεων που λαμβάνει ο αποφασίζων μπορεί να αφορά:

1. Παλιότερες αποφάσεις τις οποίες έλαβε ο αποφασίζων.
2. Αξιολόγηση ενός περιορισμένου αλλά αντιπροσωπευτικού συνόλου φανταστικών εναλλακτικών δραστηριοτήτων.

3. 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 τέλη του 1970 τέθηκαν οι βάσεις της σύγχρονης αναλυτικής-συνθετικής προσέγγισης από τους Jacquet-Lagrèze και Siskos (1978; 1982; 1983) οι οποίοι εισήγαγαν τη μέθοδο UTA (UTilités Additives). Πλήρης ανασκόπηση των ερευνών του χώρου παρουσιάζεται στην εργασία των Jacquet-Lagrèze και Siskos (2000).

2.5. Πολυκριτηριακή ανάλυση στο πρόβλημα της ταξινόμησης

2.5.1. Γενικά

Τα προβλήματα ταξινόμησης έχουν μελετηθεί αρκετά τις τελευταίες δεκαετίες. Η σχετική έρευνα σήμερα βασίζεται σε μεθοδολογίες βασισμένες στην τεχνητή νοημοσύνη και νευρωνικά δίκτυα, την μηχανική μάθηση, μαθηματικά μοντέλα, την πληροφορική, την επιχειρησιακή έρευνα, τα ασαφή σύνολα καθώς και την πολυκριτηριακή ανάλυση.

Η ταξινόμηση διακρίνεται σε δύο βασικές κατηγορίες:

1. Την κατευθυνόμενη (supervised), η οποία προϋποθέτει την συμμετοχή του αποφασίζοντα και αναφέρεται σε εκ των προτέρων ορισμένες κατηγορίες. Ανάλογα με το αν οι κατηγορίες είναι σε διατεταγμένη αύξουσα ή φθίνουσα σειρά ή είναι μη διατεταγμένες, διακρίνεται σε διατεταγμένη ταξινόμηση (sorting) και ταξινόμηση (classification) αντίστοιχα.
2. Την μη-κατευθυνόμενη (unsupervised), η οποία δεν προϋποθέτει την συμμετοχή του αποφασίζοντα και εκτελείται αυτόματα με την εφαρμογή κατάλληλων αλγοριθμικών διαδικασιών. Αναφέρεται και ως ομαδοποίηση (clustering), όπου οι κατηγορίες δεν είναι εκ των προτέρων καθορισμένες.

Η ταξινόμηση με την χρήση πολυκριτηριακής ανάλυσης, η οποία είναι και το αντικείμενο της παρούσας εργασίας, παρουσιάζει ορισμένες διαφοροποιήσεις σε σχέση με τις παραδοσιακές προσεγγίσεις ταξινόμησης. Οι εναλλακτικές χαρακτηρίζονται από την επίδοσή τους σε μια σειρά από κριτήρια, τα οποία αντιπροσωπεύουν την προτίμηση του αποφασίζοντα. Συνεπώς δεν υπάρχει αντικειμενική περιγραφή, αλλά τόσο οι κατηγορίες όσο και η κατάταξη των εναλλακτικών σε αυτές γίνεται πάντα σε σχέση με τα κριτήρια και τις προτιμήσεις του αποφασίζοντα ο οποίος παράγει μια απόλυτη κρίση στις εναλλακτικές.

Ο ερευνητικός χώρος στον οποίο κινείται η παρούσα διατριβή είναι η πολυκριτηριακή κατευθυνόμενη ταξινόμηση, δηλαδή η ταξινόμηση ενός πλήθους εναλλακτικών σε εκ των προτέρων καθορισμένες κατηγορίες. Ειδικότερα η διατριβή διαπραγματεύεται το θέμα της πολυκριτηριακής ταξινόμησης σε μη διατεταγμένες κατηγορίες. Με βάση

αυτή την κατεύθυνση, θα παρουσιαστεί στην συνέχεια βιβλιογραφική ανασκόπηση των υφισταμένων πολυκριτηριακών μεθοδολογιών ταξινόμησης.

2.5.2. Πολυκριτηριακές μεθοδολογίες ταξινόμησης

Παρά την εκτεταμένη χρήση της πολυκριτηριακής ανάλυσης στο πεδίο της επιχειρησιακής έρευνας και της λήψης αποφάσεων, η ανάπτυξη πολυκριτηριακών μεθοδολογιών, για αρκετά χρόνια, κατευθυνόταν προς την αντιμετώπιση προβλημάτων επιλογής και κατάταξης, ή σύνθεσης βέλτιστων λύσεων υπό καθεστώς πολλαπλών κριτηρίων (πολυκριτηριακός μαθηματικός προγραμματισμός). Αντίθετα, η ανάπτυξη πολυκριτηριακών μεθοδολογιών ταξινόμησης υπήρξε περιορισμένη, με αποτέλεσμα ο χώρος να καλύπτεται αποκλειστικά από τις στατιστικές και οικονομετρικές προσεγγίσεις. Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1970 έγιναν οι πρώτες προσπάθειες χρησιμοποίησης του μεθοδολογικού πλαισίου της πολυκριτηριακής ανάλυσης στην επίλυση προβλημάτων ταξινόμησης. Έκτοτε, και ιδιαίτερα στη δεκαετία του 1990 ο συγκεκριμένος ερευνητικός χώρος γνώρισε σταδιακά ανάπτυξη και σήμερα όλο και περισσότεροι ερευνητές του χώρου της πολυκριτηριακής ανάλυσης ασχολούνται με το πρόβλημα της ταξινόμησης, τόσο σε θεωρητικό, όσο και σε πρακτικό επίπεδο (Zorounidis και Doumpos, 2000β; Doumpos et al., 2001). Ωστόσο, η πλειονότητα των υφισταμένων πολυκριτηριακών μεθοδολογιών εστιάζει στην περίπτωση των διατεταγμένων κατηγοριών, με αποτέλεσμα να παρατηρείται έλλειψη μεθόδων για την περίπτωση των μη διατεταγμένων κατηγοριών.

Με βάση τα παραπάνω, παρουσιάζεται στην συνέχεια βιβλιογραφική ανασκόπηση των πολυκριτηριακών μεθοδολογιών που έχουν παρουσιαστεί κατά καιρούς για την αντιμετώπιση προβλημάτων ταξινόμησης, τόσο για διατεταγμένες κατηγορίες όσο και μη διατεταγμένες. Η αναφορά στις μεθοδολογίες είναι συνοπτική και παρουσιάζονται οι βασικές αρχές της κάθε προσέγγισης, με αναφορά σε σχετικές εργασίες, όπου εφαρμόζεται η κάθε μεθοδολογία. Οι μεθοδολογίες είναι οι εξής:

1. Trichotomic Segmentation (τριχοτομική κατάτμηση). Στα τέλη της δεκαετίας του 1970 παρουσιάστηκε η τριχοτομική κατάτμηση βασισμένη στην προσέγγιση των σχέσεων υπεροχής από τους Moscarola και Roy (1977; Moscarola, 1977; Roy, 1981). Η μεθοδολογία επιλύει προβλήματα ταξινόμησης σε διατεταγμένες κατηγορίες και προτείνει την ταξινόμηση σε 3 κατηγορίες (K+, K-, K?). Στην πρώτη κατηγορία κατατάσσονται οι πλέον προτιμητέες εναλλακτικές, στην δεύτερη οι μη προτιμητέες και στην τρίτη οι ενδιάμεσες αξιολογήσεις. Οι κατηγορίες διαχωρίζονται από όρια, όπου το άνω όριο της μιας κατηγορίας ταυτίζεται με το κάτω όριο της επόμενης, και η ταξινόμηση προκύπτει από την σύγκριση των εναλλακτικών με τα όρια με βάση την σχέση υπεροχής που υπολογίζεται με την μέθοδο ELECTRE III (Moscarola και Roy, 1977). Αργότερα, αναπτύχθηκε μια παραπλήσια μέθοδος με το όνομα ELECTRE A (ELECTRE for assignment) με σκοπό την επίλυση προβλημάτων στον τραπεζικό τομέα. Οι μεθοδολογίες αυτές αποτέλεσαν τις προδρόμους της πολύ επιτυχημένης μεθόδου ELECTRE TRI.

2. N-TOMIC. Η μέθοδος N-TOMIC παρουσιάστηκε από τους Massaglia και Ostanello (1991), και επλύνει προβλήματα ταξινόμησης σε διατεταγμένες κατηγορίες. Η μεθοδολογία ταξινομεί τις εξεταζόμενες εναλλακτικές δραστηριότητες σε εννέα διατεταγμένες κατηγορίες, ως εξής: C1: δραστηριότητες ιδιαίτερα υψηλών επιδόσεων, C2: δραστηριότητες υψηλών επιδόσεων, C3: δραστηριότητες σχετικά υψηλών επιδόσεων, C4: δραστηριότητες επαρκών επιδόσεων, C5: δραστηριότητες αβέβαιων επιδόσεων, C6: δραστηριότητες ανεπαρκών επιδόσεων, C7: δραστηριότητες σχετικά χαμηλών επιδόσεων, C8: δραστηριότητες χαμηλών επιδόσεων, και C9: δραστηριότητες ιδιαίτερα χαμηλών επιδόσεων. Οι εννέα αυτές κατηγορίες, ουσιαστικά καθορίζουν μια τριχοτομική ταξινόμηση των εναλλακτικών δραστηριοτήτων, ως δραστηριότητες υψηλών επιδόσεων (καλές), αβέβαιων επιδόσεων, και χαμηλών επιδόσεων (κακές). Η ταξινόμηση των εναλλακτικών δραστηριοτήτων σε μια εκ των κατηγοριών αυτών βασίζεται στον καθορισμό δύο προτύπων (κατά αναλογία με τη μέθοδο ELECTRE TRI), τα οποία οριοθετούν αντίστοιχα τις έννοιες της καλής και της κακής εναλλακτικής δραστηριότητας και την σύγκρισή τους με τις επιδόσεις των εναλλακτικών.
3. ELECTRE TRI. Η μέθοδος ELECTRE TRI (Yu, 1992; Roy και Bouyssou, 1993) αποτελεί την προσαρμογή των αρχών της οικογένειας των μεθόδων ELECTRE για την αντιμετώπιση προβλημάτων ταξινόμησης. Σκοπός της μεθόδου είναι η ταξινόμηση ενός συνόλου εναλλακτικών δραστηριοτήτων σε προκαθορισμένες διατεταγμένες κατηγορίες. Κάθε εναλλακτική δραστηριότητα αναπαριστάται μέσω του διανύσματος των επιδόσεων της εναλλακτικής στο σύνολο των κριτηρίων αξιολόγησης. Οι κατηγορίες ορίζονται κατά διατεταγμένο τρόπο, θεωρώντας ότι η κατηγορία C1 περιλαμβάνει τις περισσότερες προτιμητέες εναλλακτικές δραστηριότητες (καλύτερη κατηγορία), ενώ η κατηγορία Cq περιλαμβάνει τις λιγότερες προτιμητέες εναλλακτικές δραστηριότητες (χειρότερη κατηγορία). Η μέθοδος θεωρεί ότι κάθε κατηγορία διαχωρίζεται από τις υπόλοιπες μέσω μιας φανταστικής εναλλακτικής δραστηριότητας, η οποία αποτελεί το διαχωριστικό όριο μεταξύ των κατηγοριών. Κάθε τέτοια δραστηριότητα/όριο αποτελεί ένα πρότυπο αναφοράς (reference profile), το οποίο διαχωρίζει δύο συνεχόμενες κατηγορίες. Η σύγκριση κάθε εναλλακτικής δραστηριότητας με τα πρότυπα αναφοράς είναι αυτή που οδηγεί και στη λήψη των αποφάσεων σχετικών με την ταξινόμηση των εναλλακτικών δραστηριοτήτων στις προκαθορισμένες κατηγορίες. Η πραγματοποίηση της σύγκρισης αυτής βασίζεται στους ελέγχους συμφωνίας και ασυμφωνίας που προαναφέρθηκαν στο γενικό περίγραμμα της θεωρίας των σχέσεων υπεροχής.
4. ORCLASS (Larichev and Moskovich, 1994). Η μεθοδολογία απευθύνεται σε προβλήματα διατεταγμένης ταξινόμησης και ανήκει στην οικογένεια των μεθόδων Verbal Decision Analysis. Οι μέθοδοι αυτοί έχουν αναπτυχθεί για την επίλυση προβλημάτων μη-δομημένων με ποιοτικές παραμέτρους. Η μέθοδος χρησιμοποιεί μια λεκτική περιγραφή ενός προβλήματος στην γλώσσα του αποφασίζοντα και παρέχει ελέγχους των πληροφοριών για συνέπεια. Η βασική εργασία της μεθόδου είναι η δημιουργία ενός κανόνα απόφασης για την ταξινόμηση ενός συνόλου εναλλακτικών σε διατεταγμένες κατηγορίες.

5. Μέθοδος πολυκριτηριακού φιλτραρίσματος. Ο Perny παρουσίασε μια μεθοδολογία για την επίλυση προβλημάτων ταξινόμησης όπου οι κατηγορίες ορίζονται ονομαστικά (nominal) (Perny, 1998). Η διαδικασία βασίζεται στον συνδυασμό των βασικών εννοιών και αρχών της θεωρίας των σχέσεων υπεροχής με τα εργαλεία που παρέχει η θεωρία των ασαφών συνόλων. Τα πρότυπα ορίζονται ως χαρακτηριστικά παραδείγματα της κάθε κατηγορίας. Η μέθοδος βασίζεται στην ανάπτυξη μιας ασαφούς σχέσης αδιαφορίας (fuzzy indifference relation) η οποία επιτρέπει την αξιολόγηση της ισχύος της πρότασης: 'η εναλλακτική δραστηριότητα a δεν διαφέρει από το πρότυπο r' '. Η ανάπτυξη της ασαφούς σχέσης αδιαφορίας βασίζεται στην ίδια φιλοσοφία που διέπει όλες τις διαδικασίες που προέρχονται από το χώρο της θεωρίας των σχέσεων υπεροχής. Αρχικά διερευνάται το σύνολο των ενδείξεων υπέρ της ισχύος της παραπάνω πρότασης (έλεγχος συμφωνίας) και στη συνέχεια διερευνάται το πλήθος των ενδείξεων κατά της ισχύος της πρότασης (έλεγχος ασυμφωνίας). Βάσει των δύο αυτών ελέγχων αναπτύσσεται η ασαφής σχέση αδιαφορίας και πραγματοποιείται η εκτίμηση του συνολικού δείκτη αξιοπιστίας. Τελικά, μια εναλλακτική θα ενταχθεί στην κατηγορία για την οποία παρουσιάζεται η μεγαλύτερη ομοιότητα (μεγαλύτερος συνολικός δείκτης αξιοπιστίας) μεταξύ της εναλλακτικής της δραστηριότητας βάσει των εξεταζόμενων κριτηρίων, και του αντίστοιχου προτύπου.
6. M.H.DIS. Οι Zorounidis και Doumpos (2000) παρουσίασαν τη μέθοδο M.H.DIS (Multi-group Hierarchical DIScrimination), η οποία επιλύει προβλήματα ταξινόμησης σε διατεταγμένες κατηγορίες και βασίζεται στην χρήση προσθετικών συναρτήσεων χρησιμότητας οι οποίες υπολογίζονται με την χρήση μαθηματικού προγραμματισμού. Η ταξινόμηση πραγματοποιείται ακολουθώντας μια ιεραρχική διαδικασία με βάση την σύγκριση των τιμών των συναρτήσεων χρησιμότητας της εναλλακτικής με την τιμή μιας προσθετικής συνάρτησης χρησιμότητας που χαρακτηρίζει τις εναλλακτικές που ανήκουν σε χειρότερες κατηγορίες από το τρέχον επίπεδο της ιεραρχικής διαδικασίας.
7. PROAFTN. Ο Belacel προτείνει την μέθοδο PROAFTN για την αντιμετώπιση προβλημάτων ταξινόμησης όπου οι κατηγορίες ορίζονται ονομαστικά (nominal) (Belacel, 2000). Η διαδικασία βασίζεται όπως και η μέθοδος του Perny στο συνδυασμό της θεωρίας των σχέσεων υπεροχής με την θεωρία των ασαφών συνόλων. Τα πρότυπα ορίζονται ως χαρακτηριστικά παραδείγματα της κάθε κατηγορίας. Η μέθοδος αναπτύσσει μια ασαφή σχέση αδιαφορίας η οποία επιτρέπει την αξιολόγηση της ισχύος της πρότασης: 'η εναλλακτική δραστηριότητα a δεν διαφέρει από το πρότυπο r' '. Διερευνάται το σύνολο των ενδείξεων υπέρ της ισχύος της παραπάνω πρότασης (έλεγχος συμφωνίας) και το πλήθος των ενδείξεων κατά της ισχύος της πρότασης (έλεγχος ασυμφωνίας), αναπτύσσεται η ασαφής σχέση αδιαφορίας και πραγματοποιείται η εκτίμηση του συνολικού δείκτη αξιοπιστίας. Μια εναλλακτική θα ενταχθεί στην κατηγορία για την οποία παρουσιάζεται η μεγαλύτερη ομοιότητα (μεγαλύτερος συνολικός δείκτης αξιοπιστίας) μεταξύ της περιγραφής της εναλλακτικής βάσει των εξεταζόμενων κριτηρίων, και του αντίστοιχου προτύπου.
8. PAIRCLAS. Οι Doumpos και Zorounidis (2001) παρουσίασαν μια μεθοδολογία που επιλύει προβλήματα διατεταγμένης ταξινόμησης και στηρίζεται στην ιδέα των διμερών

συγκρίσεων (pairwise comparisons). Η μεθοδολογία υιοθετεί το πλαίσιο των σχέσεων υπεροχής και της μεθόδου PROMETHEE για την σύγκριση των εναλλακτικών προς ταξινόμηση με ένα σύνολο από πρότυπες εναλλακτικές (σύνολο εκμάθησης) οι οποίες αποτελούν αντιπροσωπευτικά δείγματα των κατηγοριών. Ο υπολογισμός των σχέσεων υπεροχής πραγματοποιείται με βάση τα αποτελέσματα διμερών συγκρίσεων των εναλλακτικών με τα πρότυπα. Στην συνέχεια υπολογίζονται για την εναλλακτική εξερχόμενες και εισερχόμενες ροές που υποδηλώνουν την υπεροχή της εναλλακτικής έναντι των προτύπων και την υπεροχή των προτύπων έναντι της εναλλακτικής αντίστοιχα. Το αποτέλεσμα της σύγκρισης των ροών χρησιμοποιείται για την κατάταξη της εναλλακτικής. Η μεθοδολογία προτείνει επίσης τον υπολογισμό των βαρών των κριτηρίων που χρησιμοποιούνται για την δημιουργία της σχέσης υπεροχής καθορίζονται από ένα σύνολο εκμάθησης με βάση τεχνικές γραμμικού προγραμματισμού.

9. UTADIS. Η μεθοδολογία UTADIS (Zorounidis et al., 2001) βασίζεται στις αρχές της αναλυτικής-συνθετικής προσέγγισης. Η μέθοδος UTADIS αποτελεί μια προσαρμογή της μεθόδου UTA στην περίπτωση όπου σκοπός δεν είναι η κατάταξη των εναλλακτικών δραστηριοτήτων, αλλά η ταξινόμησή τους σε προκαθορισμένες ομοιογενείς κατηγορίες. Οι κατηγορίες αυτές είναι διατεταγμένες από τις καλύτερες προς τις χειρότερες. Ως C1 συμβολίζεται η κατηγορία που αποτελείται από τις καλύτερες εναλλακτικές δραστηριότητες. Οι δραστηριότητες που ανήκουν στην κατηγορία C1 προτιμώνται έναντι των δραστηριοτήτων των υπόλοιπων κατηγοριών. Αντίστοιχα, η τελευταία κατηγορία Cq αποτελείται από τις χειρότερες εναλλακτικές δραστηριότητες. Σκοπός της μεθόδου είναι η ανάπτυξη ενός υποδείγματος σύνθεσης των κριτηρίων αξιολόγησης έτσι ώστε το αποτέλεσμα της σύνθεσης αυτής να αποδίδει υψηλά σκορ στις εναλλακτικές δραστηριότητες της κατηγορίας C1 και σταδιακά χαμηλότερα σκορ στις δραστηριότητες που ανήκουν στις χαμηλότερες κατηγορίες. Το υπόδειγμα σύνθεσης των κριτηρίων που χρησιμοποιείται στα πλαίσια της μεθόδου UTADIS, έχει τη μορφή μιας προσθετικής συνάρτησης χρησιμότητας. Η ταξινόμηση των εναλλακτικών πραγματοποιείται με βάση το αποτέλεσμα της σύγκρισης της τιμής της συνάρτησης χρησιμότητας μιας εναλλακτικής με τα όρια χρησιμότητας που διαχωρίζουν τις κατηγορίες.
10. Προσεγγιστικά σύνολα (rough sets). Ο Greco προτείνει μια επέκταση της θεωρίας των προσεγγιστικών συνόλων για την επίλυση πολυκριτηριακών προβλημάτων ταξινόμησης σε διατεταγμένες κατηγορίες (Greco et al., 2002). Η μεθοδολογία χρησιμοποιεί συνδυασμό κριτηρίων και ιδιοτήτων. Η μεθοδολογία στηρίζεται στον καθορισμό τριών σχέσεων, της σχέσης αδιαφορίας που καθορίζεται από ποιοτικές ιδιότητες, της σχέσης ομοιότητας που καθορίζεται από ποσοτικές ιδιότητες και της σχέσης υπεροχής που βασίζεται στα κριτήρια.
11. TRINOMFC. Οι Leger και Martel (2002) παρουσίασαν την TRINOMFC, μια μεθοδολογία για ταξινόμηση σε μη διατεταγμένες κατηγορίες, η οποία βασίζεται στον υπολογισμό ενός βαθμού ομοιότητας μεταξύ μιας εναλλακτικής και κάθε μιας από τις κατηγορίες οι οποίες καθορίζονται από τους πλέον τυπικούς εκπροσώπους πρότυπα. Η

μεθοδολογία δεν απαιτεί τον καθορισμό κατωφλίων βέτο και γενικά στοχεύει στο να ζητά λιγότερη πληροφορία από τον αποφασίζοντα. Αποτελεί μια εναλλακτική της PROAFTN, με λιγότερες απαιτήσεις από τον αποφασίζοντα.

12. Μέθοδος Koksalan-Ulu (Koksalan, 2003). Η μεθοδολογία επιλύει προβλήματα ταξινόμησης. Η βασική αρχή στηρίζεται στην υπόθεση ότι ο αποφασίζων έχει μια γραμμική συνάρτηση χρησιμότητας και ταξινομεί ορισμένες αρχικές εναλλακτικές σε κατηγορίες. Με βάση αυτή την ταξινόμηση εξάγεται πληροφορία σχετικά με τις προτιμήσεις του αποφασίζοντα και πραγματοποιείται η ταξινόμηση.
13. PROMETHEE TRI, PROMETHEE CLUSTER. Οι μεθοδολογίες αυτές αποτελούν επέκταση της μεθοδολογίας PROMETHEE για την επίλυση προβλημάτων ταξινόμησης. Γενικά, οι μέθοδοι PROMETHEE απαιτούν τον καθορισμό μιας ορισμένης συνάρτησης προτίμησης για κάθε κριτήριο. Αυτή η συνάρτηση χρησιμοποιείται για να υπολογιστεί ο βαθμός προτίμησης που σχετίζεται με την καλύτερη εναλλακτική στην περίπτωση των ανά ζεύγος συγκρίσεων. Στην συνέχεια υπολογίζονται θετικές και αρνητικές ροές προτίμησης για κάθε εναλλακτική. Η θετική ροή εκφράζει το κατά πόσο μια εναλλακτική είναι η κυρίαρχη (δύναμη) ως προς τις άλλες, και η αρνητική το κατά πόσο κυριαρχείται από τις υπόλοιπες. Η PROMETHEE TRI (Figueira et al., 2004) επιλύει προβλήματα ταξινόμησης, τόσο για διατεταγμένες όσο και για μη διατεταγμένες κατηγορίες, ενώ η PROMETHEE CLUSTER επιλύει προβλήματα ομαδοποίησης. Στην PROMETHEE TRI η ταξινόμηση βασίζεται στην σύγκριση με πρότυπα αντιπροσωπευτικά της κάθε κατηγορίας τα οποία καθορίζονται από τον αποφασίζοντα. Η ταξινόμηση πραγματοποιείται με βάση τον υπολογισμό της απόκλισης μιας εναλλακτικής από το πρότυπο και ταξινομείται στην κατηγορία με το πρότυπο της οποίας παρουσιάζει την ελάχιστη απόκλιση.
14. ELECTRE TRI without category limits. Οι Rocha και Dias παρουσίασαν μια επέκταση της μεθοδολογίας ELECTRE TRI (Rocha και Dias, 2005) για την επίλυση προβλημάτων ταξινόμησης σε διατεταγμένες κατηγορίες, η οποία προτείνει την υιοθέτηση προτύπων για κάθε κατηγορία ώστε η ταξινόμηση να πραγματοποιείται με βάση την ομοιότητα με το πρότυπο. Σε αντίθεση με την παραδοσιακή μέθοδο ELECTRE TRI, όπου ο καθορισμός των κατηγοριών πραγματοποιείται με τον ορισμό προτύπων που αντιστοιχούν στα όρια των κατηγοριών, στην εν λόγω προσέγγιση οι κατηγορίες καθορίζονται από εναλλακτικές που έχουν ταξινομηθεί από τον αποφασίζοντα και αποτελούν αντιπροσωπευτικά δείγματα της κάθε κατηγορίας. Αξιοποιώντας τις σχέσεις υπεροχής, η ταξινόμηση πραγματοποιείται με βάση το αποτέλεσμα της σύγκρισης της εναλλακτικής με τα πρότυπα, και την αρχή ότι μια εναλλακτική που ανήκει σε μια κατηγορία δεν μπορεί να υπερέχει έναντι οποιασδήποτε εναλλακτικής ανήκει σε υψηλότερη κατηγορία, και δεν μπορεί να μην υπερέχει έναντι οποιασδήποτε εναλλακτικής ανήκει σε χαμηλότερη κατηγορία. Παράλληλα, προτείνουν και μια αναλυτική/συνθετική διαδικασία για τον εξαγωγή των αναγκαίων παραμέτρων από τις προτιμήσεις του αποφασίζοντα, όπως αυτές αποτυπώνονται στην επιλογή των προποτύπων.

15. SMAA-TRI. Η μεθοδολογία βασίζεται στην μέθοδο SMAA (Stochastic Multicriteria Acceptability Analysis) και αποτελεί μια επέκταση της μεθόδου ELECTRE TRI για την περίπτωση που οι τιμές των βαρών και των παραμέτρων είναι ανακριβείς (Tervonen et al., 2005). Η μέθοδος υιοθετεί προσομοίωση Monte Carlo για την ανάλυση και υπολογισμό των παραμέτρων.
16. IRIS. Οι Dias και Mousseau πρότειναν μια μεθοδολογία για πολυκριτηριακή ταξινόμηση σε διατεταγμένες κατηγορίες βασισμένη στην μέθοδο ELECTRE TRI (Dias και Mousseau, 2005; Dias και Climaco, 2005). Η βασική αρχή είναι ο εξαγωγή των παραμέτρων του προβλήματος από ένα σύνολο εκμάθησης με την βοήθεια γραμμικού προγραμματισμού και στην συνέχεια η εφαρμογή της ELECTRE TRI.
17. PROMSORT. Η μεθοδολογία αυτή είναι επέκταση της μεθοδολογίας PROMETHEE για την επίλυση προβλημάτων ταξινόμησης σε διατεταγμένες κατηγορίες που βασίζεται σε συγκρίσεις με καθορισμένα πρότυπα που ορίζουν τα όρια των κατηγοριών, κατά το πρότυπο της ELECTRE TRI. Οι Araz και Ozkarahan (2005) υιοθετούν τον ορισμό των κατηγοριών της ELECTRE TRI με τα άνω και κάτω όρια και στην συνέχεια υπολογίζουν τις σχέσεις υπεροχής με την βοήθεια της μεθόδου PROMETHEE I (Araz and Ozkarahan, 2005). Η ταξινόμηση πραγματοποιείται με βάση το αποτέλεσμα της σύγκρισης των εναλλακτικών με τα όρια των κατηγοριών κατ' αναλογία της ELECTRE TRI.
18. TOMASSO (Marichal et al., 2005). Η μεθοδολογία επιλύει προβλήματα διατεταγμένης ταξινόμησης υπό την ύπαρξη αλληλεπιδρώντων σημείων οπτικής γωνίας. Η τεχνική αποτελείται από μια αρχική φάση προ-ταξινόμησης όπου καθορίζεται ένα για κάθε οπτική γωνία και κάθε εναλλακτική ένα σκορ. Στην συνέχεια ακολουθεί μια φάση σύνθεσης, με την χρήση του ολοκληρώματος Choquet, η οποία παράγει ένα συνολικό σκορ για κάθε εναλλακτική. Αυτά τα συνολικά σκορ χρησιμοποιούνται για την κατάταξη στις κατηγορίες.
19. Η Yevseyeva et al., (2007) παρουσίασε την μέθοδο ταξινόμησης SMAA - classification σε μη διατεταγμένες κατηγορίες, επεκτείνοντας την μέθοδο SMAA. Η μέθοδος επικεντρώνει στην περίπτωση των ατελών δεδομένων σχετικά με τις προτιμήσεις του αποφασίζοντα, είτε λόγω περιορισμένης γνώσης ή λόγω ασυμφωνίας μεταξύ των αποφασιζόντων. Η μεθοδολογία καθορίζει τις κατηγορίες με βάση μια εναλλακτική την οποία ο αποφασίζων ταξινομεί σε κάθε κατηγορία, χωρίς να είναι η αντιπροσωπευτικότερο πρότυπο ή οριακό πρότυπο. Με βάση αυτή, υπολογίζονται αποστάσεις των εναλλακτικών για κάθε κατηγορία, και η ταξινόμηση πραγματοποιείται στην κατηγορία για την οποία η εναλλακτική έχει την μικρότερη απόσταση από το πρότυπο. Η ταξινόμηση εκτελείται με βάση έναν αριθμό επαναλήψεων σε συνάρτηση με την ζητούμενη ακρίβεια των αποτελεσμάτων, παρέχοντας στον αποφασίζοντα μια μορφή δείκτη αποδοχής για κάθε εναλλακτική.

2.5.3. Αξιολόγηση μεθοδολογιών

Η παραπάνω βιβλιογραφική ανασκόπηση εστίασε στην διερεύνηση της χρήσης πολυκριτηριακής ανάλυσης σε προβλήματα ταξινόμησης. Για τον σκοπό αυτό, καταγράφηκαν και μελετήθηκαν οι σχετικές πολυκριτηριακές μεθοδολογίες και τα συστήματα υποστήριξης αποφάσεων τα οποία έχουν κατά καιρούς αναπτυχθεί για την προβληματική της ταξινόμησης. Αναλύοντας τα επιμέρους χαρακτηριστικά των μεθοδολογιών είναι δυνατόν να τις ομαδοποιήσουμε ως προς τις βασικές τους αρχές. Ειδικότερα, οι μεθοδολογίες είναι δυνατό να διακριθούν ως προς την *θεωρητική κατεύθυνση*, τον *ορισμό των κατηγοριών*, την *διάταξη των κατηγοριών*, και την *μέθοδο ταξινόμησης*.

1. Η θεωρητική κατεύθυνση αναφέρεται στην θεωρητική προσέγγιση την οποία αξιοποιούν για την παραγωγή σχέσεων και συγκρίσεων ώστε να εξάγουν το αποτέλεσμα της ταξινόμησης. Γενικά, διακρίνονται τρεις προσεγγίσεις στις υφιστάμενες μεθοδολογίες, ως προς την θεωρητική κατεύθυνση:
 - a. Η πρώτη στηρίζεται στην θεωρία των σχέσεων υπεροχής, όπου οι κατηγορίες ορίζονται είτε με βάση κάποιο αντιπροσωπευτικό πρότυπο ή με βάση άνω και κάτω όρια. Η σύγκριση της εναλλακτικής με το εκάστοτε πρότυπο όπως προκύπτει από την αξιοποίηση της σχέσης υπεροχής καθορίζει το αποτέλεσμα της ταξινόμησης. Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται οι μεθοδολογίες: Trichotomic Segmentation, N-TOMIC, ELECTRE TRI, SMAA-TRI, IRIS, PROMETHEE TRI, PROMETHEE CLUSTER, PROMSORT, Μέθοδος πολυκριτηριακού φίλτραρισματός, PROAFTN, TRINOMFC, SMAA – classification.
 - b. Η δεύτερη στηρίζεται στην θεωρία χρησιμότητας και οι κατηγορίες ορίζονται με βάση όρια χρησιμότητας. Η σύγκριση της τιμής της συνάρτησης χρησιμότητας μιας εναλλακτικής με το εκάστοτε όριο χρησιμότητας της κατηγορίας όπως καθορίζει το αποτέλεσμα της ταξινόμησης. Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται οι μεθοδολογίες: UTADIS, M.H.DIS, PAIRCLASS.
 - c. Η τρίτη στηρίζεται στην θεωρία των προσεγγιστικών συνόλων, όπου δημιουργούνται ορισμένοι κανόνες με βάση τους οποίους πραγματοποιείται η ταξινόμηση. Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται οι μεθοδολογίες: Προσεγγιστικά σύνολα (rough sets), ORCLASS, Μέθοδος Koksalan-Ulu, TOMASSO.
2. Ο καθορισμός των κατηγοριών αναφέρεται στον τρόπο με το οποίο ορίζονται οι κατηγορίες. Στις μεθοδολογίες ταξινόμησης τις οποίες εξετάζουμε, όπου οι κατηγορίες προκαθορίζονται, ακολουθούνται οι δύο παρακάτω βασικές προσεγγίσεις:
 - a. Οι κατηγορίες καθορίζονται από τα όριά τους. Αυτή την προσέγγιση υιοθετούν οι μεθοδολογίες ταξινόμησης όπου οι κατηγορίες καθορίζονται με βάση τα όριά τους και το άνω όριο της μιας κατηγορίας ταυτίζεται με το κάτω όριο της αμέσως

- επόμενης. Αυτή την προσέγγιση χρησιμοποιούν οι Trichotomic Segmentation, N-TOMIC, ELECTRE TRI, UTADIS, M.H.DIS, PAIRCLASS, PROMSORT.
- b. Οι κατηγορίες καθορίζονται από πρότυπα που αποτελούν τα περισσότερα αντιπροσωπευτικά παραδείγματα της κατηγορίας. Αυτή την προσέγγιση υιοθετούν οι μεθοδολογίες ταξινόμησης όπου οι κατηγορίες καθορίζονται με βάση το αντιπροσωπευτικότερο παράδειγμα που ανήκει στην κατηγορία. Το πρότυπο καθορίζεται από τον αποφασίζοντα. Αυτή την προσέγγιση χρησιμοποιούν οι ELECTRE TRI without category limits, PROMETHEE TRI, PROMETHEE CLUSTER, Μέθοδος πολυκριτηριακού φιλτραρίσματος, PROAFTN, TRINOMFC, SMAA - classification.
3. Η διάταξη των κατηγοριών αναφέρεται στο εάν η μεθοδολογία εφαρμόζεται για την ταξινόμηση σε διατεταγμένες ή μη διατεταγμένες κατηγορίες. Οι μεθοδολογίες διακρίνονται σε:
 - a. Μεθοδολογίες για διατεταγμένες κατηγορίες, όπου οι κατηγορίες καθορίζονται είτε με βάση τα όριά τους, ή με βάση το αντιπροσωπευτικότερο παράδειγμα που ανήκει στην κατηγορία. Αυτή την προσέγγιση χρησιμοποιούν οι Trichotomic Segmentation, N-TOMIC, ELECTRE TRI, UTADIS, M.H.DIS, PAIRCLASS, PROMSORT, ELECTRE TRI without category limits, Μέθοδος πολυκριτηριακού φιλτραρίσματος.
 - b. Μεθοδολογίες για μη διατεταγμένες κατηγορίες, όπου οι κατηγορίες καθορίζονται με βάση το αντιπροσωπευτικότερο παράδειγμα που ανήκει στην κατηγορία. Αυτή την προσέγγιση χρησιμοποιούν οι PROMETHEE TRI, PROMETHEE CLUSTER, PROAFTN, TRINOMFC, SMAA - classification.
 4. Η μέθοδος ταξινόμησης των εναλλακτικών αναφέρεται στην προσέγγιση την οποία ακολουθεί η μεθοδολογία για να εξάγει το αποτέλεσμα της ταξινόμησης. Γενικά, διακρίνονται οι παρακάτω προσεγγίσεις:
 - a. Η ταξινόμηση πραγματοποιείται συγκρίνοντας την απόσταση από το όριο. Αυτή την προσέγγιση υιοθετούν οι μεθοδολογίες ταξινόμησης όπου οι κατηγορίες καθορίζονται με βάση τα όριά τους και το άνω όριο της μιας κατηγορίας ταυτίζεται με το κάτω όριο της αμέσως επόμενης. Αυτή την προσέγγιση χρησιμοποιούν οι Trichotomic Segmentation, N-TOMIC, ELECTRE TRI, UTADIS, M.H.DIS, PAIRCLASS, PROMSORT.
 - b. Η ταξινόμηση πραγματοποιείται συγκρίνοντας την απόσταση από το πρότυπο. Αυτή την προσέγγιση υιοθετούν οι μεθοδολογίες ταξινόμησης όπου οι κατηγορίες καθορίζονται με βάση το αντιπροσωπευτικότερο παράδειγμα που ανήκει στην κατηγορία. Το πρότυπο καθορίζεται από τον αποφασίζοντα. Αυτή την προσέγγιση χρησιμοποιούν οι ELECTRE TRI without category limits,

PROMETHEE TRI, PROMETHEE CLUSTER, Μέθοδος πολυκριτηρίου φιλτραρίσματος, PROAFTN, TRINOMFC, SMAA - classification.

Στον Πίνακα 2.1 παρουσιάζονται συνοπτικά τα βασικά χαρακτηριστικά των μεθόδων πολυκριτηριακής ταξινόμησης όπως παρουσιάστηκαν παραπάνω.

Πίνακας 2-1. Συνοπτικός πίνακας μεθοδολογιών πολυκριτηριακής ταξινόμησης

Εργασία	Μέθοδος	Θεωρητική προσέγγιση	Ταξινόμηση
Moscarola και Roy, 1977; Roy, 1981	Trichotomic Segmentation	ΣΥ	Δ
Massaglia and Ostanello, 1991	N-TOMIC	ΣΥ	Δ
Yu, 1992; Roy και Bouyssou, 1993	ELECTRE TRI	ΣΥ	Δ
Larichev και Moskovich, 1994	ORCLASS	ΠΣ	Δ
Perny, 1998	Multicriteria filtering	ΣΥ	Δ, ΜΔ
Zorounidis και Doumpos, 2000	M.H.DIS	ΘΧ	Δ
Belacel, 2000	PROAFTN	ΣΥ	ΜΔ
Zorounidis et al., 2001	UTADIS	ΘΧ	Δ
Doumpos και Zorounidis, 2001	PAIRCLASS	ΘΧ	Δ
Greco et al., 2002	Rough sets	ΠΣ	Δ
Leger και Martel, 2002	TRINOMFC	ΣΥ	ΜΔ
Figueira et al., 2003	PROMETHEE TRI/CLUSTER	ΣΥ	Δ, ΜΔ
Koksalan, 2003	Μέθοδος Koksalan-Ulu	ΠΣ	Δ
Rocha και Dias, 2005	ELECTRE TRI without category limits	ΣΥ	Δ
Tervonen et al., 2005	SMAA-TRI	ΣΥ	Δ
Dias και Mousseau, 2005; Dias και Climaco, 2005	IRIS	ΣΥ	Δ
Araz και Ozkarahan, 2005	PROMSORT	ΣΥ	Δ
Marichal et al., 2005	TOMASSO	ΠΣ	Δ
Yevseyeva et al., 2007	SMAA-classification	ΣΥ	ΜΔ

ΣΥ = Σχέσεις υπεροχής, ΘΧ = Θεωρία χρησιμότητας, ΠΣ = Προσεγγιστικά σύνολα, Δ = Διατεταγμένες, ΜΔ = Μη διατεταγμένες

Από την παραπάνω ανασκόπηση και ανάλυση των υφιστάμενων μεθοδολογιών προκύπτει ως γενικό συμπέρασμα ότι

1. αφενός υπάρχει ευρεία εφαρμογή της πολυκριτηριακής ανάλυσης για την επίλυση προβλημάτων ταξινόμησης σε προκαθορισμένες διατεταγμένες κατηγορίες, και
2. αφετέρου υπάρχει έλλειψη μεθόδων πολυκριτηριακής ανάλυσης για την επίλυση προβλημάτων ταξινόμησης σε προκαθορισμένες μη-διατεταγμένες κατηγορίες.

Ειδικότερα, εστιάζοντας στις πολυκριτηριακές μεθοδολογίες για μη διατεταγμένες κατηγορίες, προκύπτει ότι οι μεθοδολογίες οι οποίες έχουν κατά καιρούς παρουσιαστεί είναι οι: Μέθοδος Πολυκριτηριακού φιλτραρίσματος, PROAFTN, TRINOMFC,

PROMETHEE TRI, PROMETHEE CLUSTER και SMAA-classification. Από τις μεθόδους αυτές, η PROMETHEE CLUSTER είναι μεθοδολογία ομαδοποίησης και όχι κατευθυνόμενης ταξινόμησης, και συνεπώς δεν εντάσσεται στην ερευνητική κατεύθυνση της διατριβής. Από τις υπόλοιπες προσεγγίσεις, η Μέθοδος Πολυκριτηριακού φιλτραρίσματος καθορίζει τις κατηγορίες με βάση το κεντρικό πρότυπο και ταξινομεί τις εναλλακτικές με βάση την απόστασή τους από αυτό, στηριζόμενη στην αρχή της συμφωνίας και ασυμφωνίας των κριτηρίων τα οποία καθορίζονται και αποτελούν μια συνεπή οικογένεια. Η μέθοδος PROAFTN βασίζεται και επεκτείνει την προσέγγιση της Μεθόδου Πολυκριτηριακού φιλτραρίσματος, ακολουθώντας την ίδια προσέγγιση ως προς τον καθορισμό των κατηγοριών, ενώ για την ταξινόμηση ακολουθεί ασαφή προσέγγιση με τον υπολογισμό του ασαφούς βαθμού αδιαφορίας, ο οποίος καθορίζει τον βαθμό ομοιότητας μιας εναλλακτικής με το κεντρικό πρότυπο. Οι μεθοδολογίες αυτές έχουν εφαρμοστεί σε προβλήματα ταξινόμησης, ειδικότερα η PROAFTN έχει εφαρμοστεί σε προβλήματα ιατρικής, με επιτυχία. Ωστόσο, έχει επισημανθεί από τους Leger και Martel (2002) ότι η PROAFTN απαιτεί αρκετές παραμέτρους, και έχει ασκηθεί κριτική ως προς το ότι είναι γενικότερα πολύπλοκη και ο καθορισμός των τιμών των παραμέτρων δεν είναι αρκετά κατανοητός από τον αποφασίζοντα. Για τον λόγο αυτό, οι ίδιοι προτείνουν την μεθοδολογία TRINOMFC, η οποία βασίζεται στην ίδια γενική αρχή με την Μέθοδο Πολυκριτηριακού φιλτραρίσματος και την PROAFTN, ωστόσο απλοποιεί την διαδικασία καθορισμού παραμέτρων από τον αποφασίζοντα. Οι κατηγορίες καθορίζονται από τα αντιπροσωπευτικότερα πρότυπα και η ταξινόμηση πραγματοποιείται με τον υπολογισμό ενός δείκτη ομοιότητας βασισμένο σε μια συνάρτηση ομοιότητας και καταργώντας την αναγκαιότητα του καθορισμού κατωφλίων βέτο.

Η μέθοδος PROMETHEE TRI αποτελεί επέκταση της μεθοδολογίας PROMETHEE για την αντιμετώπιση προβλημάτων ταξινόμησης, και καθορίζει τις κατηγορίες με βάση το κεντρικό πρότυπο ταξινομώντας τις εναλλακτικές με βάση την απόστασή τους από αυτό. Η PROMETHEE TRI έχει χρησιμοποιηθεί για διατεταγμένες κατηγορίες (κατά αναλογία της ELECTRE TRI), ωστόσο οι Figueira et al., (2004) αναφέρουν ότι είναι δυνατή η χρήση της και για την περίπτωση μη διατεταγμένων κατηγοριών, χωρίς ωστόσο κάποια διαφοροποίηση της προσέγγισης.

Τέλος, η πρόσφατα προταθείσα μεθοδολογία SMAA-classification αποτελεί μέλος της οικογένειας μεθοδολογιών οι οποίες βασίζονται στην γενική μέθοδο SMAA, η οποία αντιμετωπίζει προβλήματα στα οποία υπάρχει πλήρης ή μερική έλλειψη προτιμήσεων από τον αποφασίζοντα (βάρη κριτηρίων, κλπ). Η γενική φιλοσοφία των μεθόδων της οικογένειας SMAA είναι ότι ο αποφασίζων είναι ορθολογικός και οι προτιμήσεις του είναι δυνατόν να απεικονιστούν μέσω μιας συνάρτησης αξιών ή χρησιμότητας. Οι συγκεκριμένες μεθοδολογίες επομένως έχουν ως στόχο τον υπολογισμό της συνάρτησης και την εύρεση των τιμών των παραμέτρων οι οποίες την μεγιστοποιούν, αξιοποιώντας τελικά το αποτέλεσμα για την επιλογή ή ιεράρχηση των εναλλακτικών. Η SMAA-classification με τον ίδιο τρόπο, υπολογίζει μέσω επαναλαμβανόμενων υπολογισμών τις παραμέτρους οι οποίες αντιστοιχούν στις προτιμήσεις του

αποφασίζοντα, με την βοήθεια ορισμένων αντιπροσωπευτικών προτύπων τα οποία έχουν ταξινομηθεί και χρησιμοποιούνται ως σημεία αναφοράς. Η ταξινόμηση πραγματοποιείται με τον υπολογισμό της απόστασης και του δείκτη αποδοχής για κάθε εναλλακτική, ο οποίος επηρεάζεται από τον αριθμό των επαναλήψεων για τον υπολογισμό του.

Συνοψίζοντας τα παραπάνω, όλες οι προσεγγίσεις οι οποίες έχουν παρουσιαστεί για μη διατεταγμένη ταξινόμηση στηρίζονται στον καθορισμό των κατηγοριών με βάση τα αντιπροσωπευτικότερα πρότυπα και ταξινομούν τις εναλλακτικές υπολογίζοντας την εν γένει απόστασή τους από το πρότυπο με κάποια μορφή συνάρτησης. Επιπλέον, για προσεγγίσεις όπως η SMAA-classification, η οποία ακολουθεί την αναλυτική-συνθετική προσέγγιση, δεν είναι σαφές εάν παράγουν επαρκή αποτελέσματα καθώς είναι σε πρωτογενές στάδιο.

Ωστόσο, όπως έχει αναφερθεί, το πρόβλημα το οποίο διαπραγματεύεται η διατριβή είναι η *πολυκριτηριακή ταξινόμηση εναλλακτικών σε μη διατεταγμένες κατηγορίες*, οι οποίες ορίζονται από το *λιγότερο αντιπροσωπευτικό πρότυπο*. Συνεπώς, με βάση την παραπάνω ανάλυση προκύπτει ότι οι υφιστάμενες μεθοδολογίες δεν καλύπτουν το εν λόγω πρόβλημα, και κρίνεται αναγκαία μια νέα μεθοδολογία η οποία θα πραγματεύεται παρόμοια προβλήματα. Για τον λόγο αυτό προτείνεται η μεθοδολογία ταξινόμησης NeXClass. Η NeXClass καλύπτει αφενός το μεθοδολογικό κενό και αφετέρου αποτελεί συμβολή της διατριβής στην πολυκριτηριακή ανάλυση στο πεδίο της ταξινόμησης.

2.6. Σύνοψη

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάστηκε βιβλιογραφική ανασκόπηση των μεθοδολογιών πολυκριτηριακής ταξινόμησης. Πραγματοποιήθηκε αρχικά μια σύντομη αναδρομή στα βασικά σημεία της πολυκριτηριακής ανάλυσης και τις βασικές αρχές των κυριότερων θεωρητικών προσεγγίσεων. Στην συνέχεια πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική ανασκόπηση των πολυκριτηριακών μεθοδολογιών ταξινόμησης και αξιολόγησή τους. Από την ανασκόπηση προκύπτει η ύπαρξη ευρείας εφαρμογής της πολυκριτηριακής ανάλυσης για ταξινόμηση σε διατεταγμένες κατηγορίες, και ταυτόχρονα έλλειψη μεθόδων για ταξινόμηση σε μη διατεταγμένες κατηγορίες. Συνεπώς, και με βάση την ανάλυση η οποία προηγήθηκε, προκύπτει ότι οι υφιστάμενες μεθοδολογίες δεν καλύπτουν το πρόβλημα το οποίο πραγματεύεται η διατριβή, και κρίνεται αναγκαία μια νέα μεθοδολογία η οποία θα πραγματεύεται παρόμοια προβλήματα. Για τον λόγο αυτό προτείνεται η μεθοδολογία ταξινόμησης NeXClass, η οποία καλύπτει το μεθοδολογικό κενό και αποτελεί συμβολή της διατριβής στην πολυκριτηριακή ανάλυση στο πεδίο της ταξινόμησης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Πολυκριτηριακή ανάλυση και ομαδικές αποφάσεις

Βιβλιογραφική επισκόπηση

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται ανασκόπηση της ερευνητικής περιοχής των ομαδικών αποφάσεων και των συστημάτων υποστήριξης ομαδικών αποφάσεων (ΣΥΟΑ). Η ανασκόπηση εστιάζει στην χρήση πολυκριτηριακής ανάλυσης σε προβλήματα ομαδικών αποφάσεων, ενώ ειδική αναφορά πραγματοποιείται στις μεθοδολογίες και τα σχετικά συστήματα υποστήριξης ομαδικών αποφάσεων, τα οποία αναλύονται συγκριτικά. Το κεφάλαιο επιπλέον παρουσιάζει στοιχεία και βασικές αρχές τελεστών σύνθεσης οι οποίοι θα χρησιμοποιηθούν στην συνέχεια.

3.1. Εισαγωγή

Η βασική ερευνητική κατεύθυνση της διατριβής είναι η χρήση πολυκριτηριακής ανάλυσης σε ομαδικές αποφάσεις για προβλήματα ταξινόμησης. Ο χώρος των ομαδικών αποφάσεων έχει μελετηθεί εκτενώς καθώς η πολυπλοκότητα του πεδίου αλλά και η ανάγκη για αποτελεσματική συνεργασία και λήψη αποφάσεων σε περιβάλλον ομάδας έχει οδηγήσει σε αρκετές μεθοδολογίες και τεχνικές υποστήριξης. Για τις ανάγκες της διατριβής, στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται ανασκόπηση της ερευνητικής περιοχής των ομαδικών αποφάσεων και των συστημάτων υποστήριξης ομαδικών αποφάσεων (ΣΥΟΑ). Λόγω της ευρύτητας του πεδίου η ανασκόπηση πραγματοποιείται με βάση την ερευνητική κατεύθυνση της διατριβής, και εστιάζει στην σύνθεση πολυκριτηριακής ανάλυσης και ομαδικών αποφάσεων. Υπό το πρίσμα αυτό, αρχικά πραγματοποιείται αναφορά σε βασικά σημεία της ομαδικής λήψης αποφάσεων και παρουσιάζονται ορισμένες διαδεδομένες τεχνικές υποστήριξης ομαδικής εργασίας. Στην συνέχεια πραγματοποιείται βιβλιογραφική ανασκόπηση στις μεθοδολογίες ομαδικών αποφάσεων οι οποίες βασίζονται στην πολυκριτηριακή ανάλυση. Κατόπιν, παρουσιάζονται βασικά σημεία των ΣΥΟΑ και θέματα τα οποία αφορούν στον σχεδιασμό τους, και πραγματοποιείται ανασκόπηση των ΣΥΟΑ τα οποία εφαρμόζουν μεθόδους πολυκριτηριακής ανάλυσης. Τέλος, το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με την παρουσίαση στοιχείων για την έκφραση των ατομικών προτιμήσεων και την σύνθεσή τους με την βοήθεια τελεστών σύνθεσης.

Στόχος του κεφαλαίου και της ανασκόπησης είναι αφενός να καταδειχθεί το μεθοδολογικό κενό το οποίο υπάρχει στο πεδίο των ομαδικών αποφάσεων ταξινόμησης, και αφετέρου να αποτελέσει την βάση για την ανάπτυξη τόσο της πολυκριτηριακής μεθοδολογίας NeXClass-G όσο και του σχετικού ΣΥΟΑ (NeXClass-GDSS). Συνοπτικά, όπως προκύπτει από την ανασκόπηση, ενώ παρατηρείται ευρεία εφαρμογή της πολυκριτηριακής ανάλυσης σε ομαδικές αποφάσεις και ΣΥΟΑ για τις προβληματικές της επιλογής και ιεράρχησης, υπάρχει έλλειψη σχετικών μεθόδων και ΣΥΟΑ για προβλήματα ταξινόμησης, πεδίο το οποίο διαπραγματεύεται η παρούσα διατριβή.

3.2. Ομαδική λήψη αποφάσεων

3.2.1. Γενικά

Η ομαδική λήψη αποφάσεων αποτελεί αναπόσπαστο στοιχείο της σύγχρονης πραγματικότητας εξαιτίας της αυξανόμενης πολυπλοκότητας σε πληθώρα τομέων όπως η οικονομία, οι επιχειρήσεις, η πολιτική, η τεχνολογία και η κοινωνία. Οι περισσότερες και περισσότερο σημαντικές αποφάσεις λαμβάνονται πλέον ομαδικά και όχι από κάποιον αποκλειστικά υπεύθυνο για τον σκοπό αυτό. Ειδικότερα, η ευρεία υιοθέτηση της ομαδικής λήψης αποφάσεων ως κύριας επιλογής για την επίλυση συχνά πολύπλοκων και κρίσιμων ζητημάτων στον χώρο των επιχειρήσεων είναι ένας βασικός

λόγος που την καθιστά σημαντικό αντικείμενο έρευνας τις τελευταίες δεκαετίες. Η ποικιλία των απόψεων-εκτιμήσεων για το θέμα της απόφασης, η συζήτηση των στόχων και των βλέψεων των διαφορετικών μερών που συμμετέχουν, η σύγκρουση των ενδιαφερόντων μεταξύ ανταγωνιστικών τμημάτων και η ισοστάθμιση των παραχωρήσεων που τελικά θα γίνουν από κάθε μέρος, καθιστούν την λήψη της απόφασης μια κοινωνική διαδικασία, όπου πρωτεύοντα ρόλο έχει η διαπραγματευτική δύναμη και η επιχειρησιακή πολιτική.

Όπως είναι προφανές, η ομαδική λήψη αποφάσεων αποτελεί περισσότερο σύνθετη διαδικασία από την περίπτωση της ατομικής. Παρόλα αυτά, τα πλεονεκτήματα της ομαδικής λήψης αποφάσεων έναντι της ατομικής δικαιολογούν την επιπλέον προσπάθεια. Συνοπτικά αναφέρονται τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

1. *Καλύτερη διαδικασία μάθησης.* Οι ομάδες κατανοούν τα προβλήματα καλύτερα από τα άτομα. Έτσι τα μέλη της ομάδας λαμβάνουν υπόψη περισσότερες οπτικές του προβλήματος, καθώς μέσα από την συνδιαλλαγή γίνεται ανταλλαγή γνώσεων και πληροφοριών, ενώ εμπλουτίζονται και οι υπό εξέταση εναλλακτικές δράσεις.
2. *Συναίσθημα ευθύνης.* Οι άνθρωποι αντιμετωπίζουν με αυξημένο αίσθημα ευθύνης τις αποφάσεις στον οποίον την λήψη συμμετέχουν.
3. *Έλεγχος.* Οι ομάδες διαπιστώνουν τα λάθη ευκολότερα σε σχέση με τα άτομα. Όταν η απόφαση λαμβάνεται μέσα από διαλογικές και δημοκρατικές διαδικασίες είναι προφανές ότι θα έχει μεγαλύτερη ορθότητα, από ότι θα είχε αν λαμβάνονταν από κάποιον ατομικά, ακόμα και αν είχε στην διάθεση του όλες τις πληροφορίες που θα ήταν δυνατό να έχει.
4. *Γνώση.* Μια ομάδα συγκεντρώνει περισσότερη πληροφορία και γνώση από ένα άτομο. Επιπλέον, τα μέλη συνδυάζοντας την γνώση των ατόμων δημιουργούν περισσότερη γνώση, επιτυγχάνοντας περισσότερες εναλλακτικές και καλύτερες λύσεις.
5. *Συνεργία.* Η διαδικασία ομαδικής επίλυσης επιτυγχάνει περισσότερη συνεργία και επικοινωνία ανάμεσα στα μέρη.
6. *Δημιουργικότητα.* Η ομαδική εργασία παρακινεί την δημιουργικότητα των συμμετεχόντων, καθώς κάθε μέλος έχει την δυνατότητα να εκφράσει τα επιχειρήματα του και να προτείνει τον δικό του τρόπο αντιμετώπισης του προβλήματος.
7. *Αφοσίωση και δέσμευση.* Επειδή οι προτιμήσεις των μελών εμπεριέχονται στην απόφαση, τα μέλη δεσμεύονται ως προς αυτή. Ακόμη, μια απόφαση που έχει ληφθεί ομαδικά έχει μεγαλύτερο βαθμό αποδοχής από όσους τελικά θα την υλοποιήσουν, καθώς όλα τα μέρη έδωσαν την συγκατάθεση τους για την λήψη την απόφασης.

8. *Ισορροπία ρίσκου*. Στις ομάδες τα μέλη που είναι επιρρεπή στην ανάληψη υψηλού ρίσκου αντισταθμίζονται από τα συντηρητικότερα μέλη.

Ωστόσο, η ομαδική λήψη αποφάσεων υπό πραγματικές συνθήκες παρουσιάζει και ορισμένα προβλήματα (Karacapilidis και Gordon, 1995):

1. Η σύγκρουση των ατομικών στόχων σε μια τέτοια διαδικασία είναι αναπόφευκτη. Οι ομάδες μπορεί να είναι από συνεργατικές, όπου τα μέλη έχουν κοινούς στόχους και βλέψεις, έως ανταγωνιστικές με διαμετρικά αντίθετες θέσεις (Poole et al., 1991). Σε μια συνεργατική ομάδα τα ενδιαφερόμενα μέρη μπορούν να εκπληρώσουν τους στόχους τους από την στιγμή που αυτοί δεν είναι αντικρουόμενοι με τους στόχους των υπολοίπων. Στο περιβάλλον των επιχειρήσεων είναι πιο σύνηθες να συναντούμε ομάδες λήψης αποφάσεων που παρουσιάζουν ελάχιστες διχογνωμίες και αντιπαράθεσεις μεταξύ των μελών αφού όλοι ενδιαφέρονται για των απόδοση της επιχείρησης ως ενιαίο σύστημα.
2. Η ύπαρξη μη επαρκούς και πλήρους πληροφόρησης. Για ορισμένα τμήματα του προβλήματος είναι δυνατό να μην υπάρχουν επαρκή στοιχεία που θα ήταν χρήσιμα για την λήψη της απόφασης, ενώ ταυτόχρονα για κάποια άλλα τμήματα του προβλήματος ο χρόνος ανάκτησης των απαιτούμενων πληροφοριών, που σε αυτή την περίπτωση είναι διαθέσιμες, είναι απαγορευτικός για την λήψη απόφασης από τους συμμετέχοντες. Ειδικά για τον τομέα των επιχειρήσεων, ο χρόνος απόκρισης του συστήματος της επιχείρησης είναι κρίσιμη παράμετρος για την αποδοτικότητα της.
3. Οι πληροφορίες που είναι διαθέσιμες πολύ συχνά αντιμετωπίζονται με δυσπιστία από ορισμένα μέρη της ομάδας όσον αφορά την εγκυρότητα και την σημασία τους σε σχέση με το αντικείμενο των διαπραγματεύσεων.
4. Η γνώση των περιορισμών και των συνθηκών του προβλήματος δεν είναι αρκετή για την λήψη μιας απόφασης. Οι προσωπικές εκτιμήσεις κάθε αποφασίζοντα, που εξαρτώνται από τον ρόλο του και τους στόχους του, είναι συνήθως το πιο κρίσιμο σημείο για την τελική απόφαση.

Επίσης, η επίτευξη συναίνεσης και ακολούθως η λήψη της απόφασης συχνά πραγματοποιείται χωρίς να έχουν εξετασθεί όλες οι δυνατές εναλλακτικές δράσεις για την αντιμετώπιση του ζητήματος και η απόφαση που λαμβάνεται είναι αυτή που 'επιβάλλεται' στην ομάδα από το μέρος με την μεγαλύτερη δυναμική. Τέλος, παρατηρείται ότι κάποια μέλη της ομάδας δεν εκφράζουν τις ακριβείς θέσεις τους όταν είναι παρών κάποιος ιεραρχικά ανώτερος με συνέπεια την στρέβλωση της διαδικασίας της ομαδικής λήψης αποφάσεων.

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, μια ομάδα είναι δυνατόν να χαρακτηρίζεται από σχέσεις συνεργασίας μεταξύ των μελών της ή σχέσεις ανταγωνισμού. Στην πρώτη περίπτωση τα μέλη έχουν παρόμοιες τοποθετήσεις και στόχους, ενώ στην δεύτερη τα μέλη έχουν διαμετρικά αντίθετες θέσεις και απόψεις. Αν και δεν είναι τόσο

αναμενόμενο, όπως στην δεύτερη περίπτωση, στην πραγματικότητα και σε μια ομάδα συνεργατική είναι πιθανό να παρουσιαστούν αντιπαραθέσεις (Poole et al., 1991). Σε όλες τις περιπτώσεις ομαδικής απόφασης πάντως, ο βασικός στόχος είναι ο συγκερασμός των προτιμήσεων και η εξομάλυνση των διαφορών, ώστε να προκύψει μια ικανοποιητική λύση του προβλήματος.

3.2.2. Τεχνικές

Η ομαδική λήψη αποφάσεων είναι δυνατόν να οριστεί συνοπτικά ως εξής:

Με δεδομένο ένα σύνολο επιλογών και ένα σύνολο ατόμων (ειδικών) οι οποίοι εκφράζουν τις προτιμήσεις τους ως προς το σύνολο των επιλογών, το πρόβλημα έγκειται στην εύρεση μιας επιλογής (ή συνόλου επιλογών) η οποία θα είναι κατά το μέγιστο δυνατό αποδεκτή από τους ειδικούς. Μια τέτοια λύση εκφράζει την προσέγγιση της πλειοψηφίας.

Γενικά, διακρίνονται τρεις βασικές προσεγγίσεις ως προς την διαδικασία ομαδικής λήψης αποφάσεων (Hwang και Lin, 1987):

1. *Θεωρία παιγνίων (Game theory)*. Ως θεωρία παιγνίων ορίζεται η μελέτη μαθηματικών μοντέλων αντιπαράθεσης και συνεργασίας ανάμεσα σε ευφυείς και ορθολογικούς αποφασίζοντες (Myerson, 1991). Η σύγχρονη θεωρία παιγνίων καθορίστηκε σε μεγάλο βαθμό από την εργασία του Von Neumann (Von Neumann και Morgenstern, 1944). Κατά την διάρκεια του Δεύτερου Παγκόσμιου Πολέμου και τις επόμενες δεκαετίες η θεωρία παιγνίων αναπτύχθηκε σε σημαντικό βαθμό, με την συμβολή κορυφαίων θεωρητικών όπως ο Nash. Ως εργαλείο λήψης αποφάσεων, ο στόχος των παιγνίων είναι η μεγιστοποίηση μιας συνάρτησης χρησιμότητας για όλους τους αποφασίζοντες κάτω από καθεστώς αβεβαιότητας. Η προσέγγιση αυτή προϋποθέτει ανταγωνισμό ή σύγκρουση συμφερόντων μεταξύ των μελών της ομάδας. Καθώς η τεχνική αυτή δεν χρησιμοποιεί πολλαπλά κριτήρια για την επιλογή των εναλλακτικών, δεν θα συμπεριληφθεί στην παρούσα ανασκόπηση.
2. *Θεωρία συλλογικής επιλογής (Social choice theory)*. Η θεωρία συλλογικής επιλογής σχετίζεται με την πολυκριτηριακή λήψη αποφάσεων, καθώς θεωρεί ως βασικό εργαλείο επιλογής μιας προτιμητέας εναλλακτικής την ψηφοφορία. Η προσέγγιση αυτή περιλαμβάνει μηχανισμούς ψηφοφορίας οι οποίοι επιτρέπουν την λήψη απόφασης από μια πλειοψηφία. Η πολυπλοκότητα της φαινομενικά απλής ψηφοφορίας είναι δυνατό να επιδειχθεί με ένα παράδειγμα, όπου εννέα άτομα καλούνται να επιλέξουν έναν από τρεις υποψήφιους (α , β , γ). Θεωρώντας την περίπτωση όπου τρεις ψήφους λαμβάνει η σειρά (α , β , γ), τρεις η (β , γ , α), δύο η (γ , β , α) και μία η (γ , α , β), διαπιστώνεται ότι κάθε υποψήφιος έχει λάβει τρεις ψήφους με αποτέλεσμα να μην υπάρχει τελική απόφαση. Η θεωρία συλλογικής επιλογής έχει μελετηθεί εκτεταμένα με σημαντικές θεωρητικές συμβολές, όπως το θεώρημα της αδυναμίας του Arrow (Arrow, 1963; Arrow και Raynaud, 1986). Ο συγκεκριμένος τύπος λήψης αποφάσεων βασίζεται γενικά στην ιεράρχηση των εναλλακτικών από τους αποφασίζοντες, ενώ οι επιδόσεις των εναλλακτικών στα

κριτήρια δεν καθορίζονται με σαφή τρόπο από κάθε αποφασίζοντα. Για τον λόγο αυτό, η μέθοδος αυτή δεν κρίνεται ιδιαίτερα κατάλληλη για πολυκριτηριακή λήψη αποφάσεων, όπου η βαρύτητα κάθε κριτηρίου σε κάθε εναλλακτική καθορίζεται με σαφήνεια από τους αποφασίζοντες.

3. *Ομαδική απόφαση με την χρήση κρίσης εμπειρογνομόνων (Group decision with expert judgment).* Στην προσέγγιση αυτή, ορίζονται δύο περιοχές, για μικρές και μεγάλες ομάδες, οι οποίες διαφέρουν ως προς τον βαθμό διαφωνίας των μελών της ομάδας. Γενικά, οι τεχνικές αυτής της κατηγορίας διακρίνονται στις παρακάτω υποκατηγορίες:
 - a. *Μέθοδοι δημιουργίας ιδεών.* Οι μέθοδοι αυτές περιλαμβάνουν την διαδικασία της κατάθεσης ιδεών (brainstorming) σε γραπτή και προφορική μορφή.
 - b. *Μέθοδοι επισκόπησης ιδεών.* Οι μέθοδοι αυτές παράγουν ταχείες εκτιμήσεις των προτιμήσεων των εμπειρογνομόνων. Μέθοδοι όπως η Delphi υλοποιούν την μέθοδο αυτή.
 - c. *Μοντέλα εξομοίωσης.* Στην κατηγορία περιλαμβάνονται μοντέλα όπως οι Λογικές απεικονίσεις (Cognitive maps).

Παρακάτω παρουσιάζονται ορισμένες διαδεδομένες τεχνικές οι οποίες χρησιμοποιούνται για την υποβοήθηση της ομαδικής εργασίας προς την κατεύθυνση της λήψης αποφάσεων.

3.2.2.1. Brainstorming

Είναι μια ομαδική μέθοδος με την οποία παράγονται πιθανές λύσεις του προβλήματος που αντιμετωπίζεται. Αναπτύχθηκε από τον Alex F. Osborn με αρχικό στόχο την αύξηση των ικανοτήτων σύνθεσης σε ατομικό επίπεδο. Η ομάδα περιλαμβάνει τα ενδιαφερόμενα μέρη, ενώ πρέπει να οριστεί ένας συμμετέχων με συντονιστικό ρόλο, ο οποίος φροντίζει στην διατήρηση μιας γρήγορης ροής ιδεών και ένας συμμετέχων που θα καταγράφει τις ιδέες που παρουσιάζονται. Οι συσκέψεις πρέπει να είναι σύντομες (1/2 ώρα). Τα βήματα της μεθόδου είναι τα εξής:

1. Τα ζητήματα προς διαπραγμάτευση ανακοινώνονται στα ενδιαφερόμενα μέρη πριν την ημερομηνία που θα πραγματοποιηθεί η σύσκεψη. Έτσι δίνεται η δυνατότητα για παραγωγή ιδεών σε ατομικό επίπεδο.
2. Με την έναρξη της σύσκεψης ο συντονιστής της ομάδας επαναλαμβάνει τα ζητήματα προς διαπραγμάτευση και θέτει τους κανόνες της συζήτησης.
3. Στη συνέχεια ο συντονιστής καλεί τα μέλη να εκφράσουν τις ιδέες τους. Επιτρέπονται απαντήσεις-αντιδράσεις σε αυτές, αλλά δεν επιτρέπεται κριτική ή αρνητικές σκέψεις. Καταγράφεται το σύνολο των ιδεών που εκφράστηκαν. Ο συντονιστής μπορεί να

κατευθύνει την συζήτηση αναφέροντας δεδομένα, κάνοντας συγκεκριμένες ερωτήσεις, ή να αναφέρει σχετικά θέματα συζήτησης.

4. Οι ιδέες που καταγράφηκαν μελετώνται από τα ενδιαφερόμενα μέλη τα οποία θα κληθούν εκ νέου σε διάλογο.

Η μέθοδος είναι απλή και λειτουργεί ικανοποιητικά όταν οι συμμετέχοντες προέρχονται από πολλούς διαφορετικούς τομείς. Παράγονται γρήγορα αρκετές ιδέες αντιμετώπισης των ζητημάτων, ωστόσο η προσωπική αντίληψη που έχει κάθε συμμετέχων για τις θέσεις του άλλου μπορεί να αποτελέσει εμπόδιο για την ελεύθερη έκφραση του.

3.2.2.2. *Nominal Group Technique*

Στην τεχνική αυτή, η ομάδα των ενδιαφερόμενων μελών πραγματοποιεί συσκέψεις με σκοπό την διατύπωση προβλημάτων, την λήψη αποφάσεων για την επίλυση προβλημάτων, και τέλος την κατάστρωση σχεδίων προγραμματισμού. Οι συσκέψεις συνήθως διαρκούν 2-3 ώρες και η ομάδα αποτελείται από 6-12 μέλη. Όταν οι συμμετέχοντες είναι περισσότεροι, η ομάδα διασπάται σε υποομάδες. Η διαδικασία που ακολουθείται είναι η εξής:

1. Ο εισηγητής παρουσιάζει το πρόβλημα και στη συνέχεια κάθε μέλος καταγράφει τις ιδέες του πάνω σε αυτό χωρίς να υπάρξει συνεργασία.
2. Κάθε μέλος παρουσιάζει τις ιδέες του, οι οποίες καταγράφονται.
3. Γίνεται μια σύντομη συζήτηση πάνω στις ιδέες που συγκεντρώθηκαν με σκοπό την αποσαφήνιση τους και την κατάληξη σε μια κοινή οπτική του προβλήματος.
4. Κάθε μέλος επιλέγει ένα συγκεκριμένο αριθμό ιδεών από το σύνολο και στη συνέχεια γίνεται καταμέτρηση.
5. Αφού προκύψουν οι πιο δημοφιλείς ιδέες ακολουθεί συζήτηση και στην συνέχεια γίνεται ξανά ψηφοφορία, στην οποία όμως μπορούν να ακολουθηθούν πιο σύνθετοι τρόποι.
6. Προκύπτει μια νέα λίστα με ιδέες και ελέγχεται αν υπάρχει συναίνεση όλων στην προτεραιότητα που έχουν.

Η μέθοδος βοηθά στην αποφυγή των προβλημάτων που συνήθως εμφανίζονται σε μια ολιγομελή ομάδα. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της αντιστάθμισης των ενδιαφερόντων των μελών, αλλά και της αύξησης της συμμετοχής τους κατά την διαδικασία. Ακόμη, διευκολύνεται η παραγωγή ιδεών, η παρουσίαση δεδομένων και η κατανόηση του προβλήματος. Παρατηρείται όμως ότι από την ακολουθούμενη διαδικασία δεν μπορούν να αντιμετωπισθούν περιπτώσεις προβλημάτων τα οποία απαιτούν διαπραγματεύσεις, ή τα οποία έχουν προκαθορισμένα αποτελέσματα αλλά και

περιπτώσεις που απαιτείται συνέργια των μελών. Τέλος, λόγω της σύνθετης διαδικασίας η μέθοδος δεν είναι κατάλληλη για την αντιμετώπιση ζητημάτων ρουτίνας για την επιχείρηση.

3.2.2.3. *Delphi*

Η τεχνική Delphi αναπτύχθηκε από την RAND Corporation στα τέλη της δεκαετίας του 1950 και χρησιμοποιήθηκε αρχικά σε στρατιωτικές εφαρμογές. Πρόκειται για μια τεχνική η οποία αποσκοπεί στην δημιουργία συναίνεσης όταν οι παράγοντες λήψης απόφασης είναι υποκειμενικοί. Στην τεχνική αυτή, τα μέλη της ομάδας δεν έρχονται σε επαφή μεταξύ τους, αλλά επικοινωνούν με ανταλλαγή εγγράφων. Η διαδικασία βοηθά στον συγκερασμό των απόψεων σε περιπτώσεις όπου τα δεδομένα του κάθε συμμετέχοντα είναι κρίσιμης σημασίας για την τελική απόφαση και πρέπει να ληφθούν υπόψη.

Ορίζεται και σε αυτή την μέθοδο ένας συντονιστής της ομάδας, ενώ τα μέλη που συμμετέχουν δεν δηλώνουν την ταυτότητα τους, κάτι που διευκολύνει την ελεύθερη έκφραση ιδεών, αλλά και την αλλαγή γνώμης. Βέβαια, η ανωνυμία των μελών μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την αφοσίωση τους κατά την διεξαγωγή της μεθόδου. Η επικοινωνία μεταξύ των μελών γίνεται βάσει ερωτηματολογίων. Η βασική διαδικασία επαναλαμβάνεται αρκετές φορές, αλλά οι συμμετέχοντες δεν πρέπει να επαναλαμβάνουν επιχειρήματα που έχουν ήδη διατυπωθεί, και οι τελικές εκτιμήσεις και θέσεις τις ομάδας συγκεντρώνονται και παρουσιάζονται σε αυτήν. Η διαδικασία παρουσιάζεται συνοπτικά παρακάτω:

1. Κατά τον πρώτο γύρο της διαδικασίας, τα μέλη καλούνται να διατυπώσουν τις τάσεις που παρατηρούν και τις βλέψεις τους για μελλοντικές ενέργειες. Ο συντονιστής συγκεντρώνει τα δεδομένα και αναλαμβάνει να συνδυάσει τις κοινές απόψεις, να αποφύγει την αναφορά σε θέματα ασήμαντα ή ιδιαίτερα κρίσιμα και τέλος επεξεργάζεται τα επιχειρήματα. Με βάση τα παραπάνω, καταστρώνεται το ερωτηματολόγιο του δεύτερου γύρου.
2. Κατά τον δεύτερο γύρο, μια λίστα με σχετικά θέματα αποστέλλεται σε όλα τα μέλη. Τα μέλη καλούνται να κάνουν μια εκτίμηση, την οποία θα τεκμηριώσουν, για το πότε τα θέματα αυτά αναμένεται να προκύψουν, και στην συνέχεια ο συντονιστής παράγει στατιστικά των εκτιμήσεων.
3. Κατά τον τρίτο γύρο, τα μέλη λαμβάνουν τα στατιστικά στοιχεία και έχουν την δυνατότητα να αλλάξουν γνώμη τεκμηριώνοντάς την, ή να τεκμηριώσουν την επιλογή τους αν παρατηρήσουν ότι τελικά αυτή είναι αρκετά διαφορετική από το μέσο όρο. Τα στατιστικά στοιχεία επανεξετάζονται από τον συντονιστή.
4. Κατά τον τέταρτο γύρο, τα στατιστικά ελέγχονται από τα μέλη της ομάδας και πάλι μπορούν να κάνουν ότι και στον τρίτο γύρο. Ο συντονιστής παράγει τα τελικά αποτελέσματα.

Από την περιγραφή της διαδικασίας παρατηρείται ότι η μέθοδος είναι κατάλληλη σε περιπτώσεις όπου είναι απαραίτητη η αξιοποίηση της εξειδίκευσης των μελών και οι προσωπικές τους εκτιμήσεις είναι ουσιαστικές και αξιόπιστες. Η μέθοδος μπορεί να δώσει ακριβή και αξιόπιστα αποτελέσματα, απαιτεί όμως αρκετή δουλειά και αρκετό χρόνο. Επιπλέον εμφανίζει κάποια τρωτά σημεία, όπως το ότι τα μέλη παρά την εξειδίκευση τους δεν είναι πάντα ικανά να κάνουν σωστές προβλέψεις, και πολλές φορές τα τρέχοντα γεγονότα μονοπωλούν το ενδιαφέρον, ή τα επιθυμητά γεγονότα παρουσιάζονται, λανθασμένα, ως τα πιο πιθανά να συμβούν. Επίσης, τα ερωτηματολόγια που διατυπώνονται δεν έχουν πάντα σαφείς ερωτήσεις και οι απαντήσεις των μελών είναι συχνά διφορούμενες. Τέλος, όταν η ομάδα είναι ομογενής τα αποτελέσματα τείνουν προς μια κατεύθυνση, ενώ θα μπορούσαν να υπάρξουν περισσότερες εναλλακτικές.

3.3. Πολυκριτηριακή ανάλυση και ομαδικές αποφάσεις

3.3.1. Γενικά

Η θεωρητική και πρακτική εφαρμογή της πολυκριτηριακής ανάλυσης στην ατομική λήψη αποφάσεων έχει μελετηθεί εκτεταμένα τα τελευταία τριάντα έτη, όπως καταγράφηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο με την ανασκόπηση των μεθοδολογιών ταξινόμησης. Παρόλα αυτά, η επέκταση των πολυκριτηριακών μεθοδολογιών σε περιβάλλον ομάδας δεν είναι ιδιαίτερα απλή. Η πολυπλοκότητα αυξάνεται καθώς απαιτείται κατάλληλη σύνθεση των ατομικών προτιμήσεων και αντιπαραθέσεων με βάση την βαρύτητα των μελών, σε συνδυασμό με τους περιορισμούς, όπως παρουσιάστηκαν προηγουμένως. Ωστόσο, η ανάγκη για ορθολογική, αποτελεσματική, και κυρίως αποδεκτή από όλα τα μέλη σύνθεση των ατομικών προτιμήσεων σε περιβάλλον ομαδικών αποφάσεων οδήγησε τους ερευνητές στην υιοθέτηση, μεταξύ άλλων μεθόδων, και της πολυκριτηριακής ανάλυσης. Έτσι, τα τελευταία χρόνια παρατηρείται σημαντικός αριθμός εργασιών οι οποίες συνθέτουν τα δύο πεδία, των ομαδικών αποφάσεων και της πολυκριτηριακής ανάλυσης, για τις προβληματικές της επιλογής, της ιεράρχησης και ελάχιστα της ταξινόμησης.

Οι πολυκριτηριακές μεθοδολογίες, οι οποίες εφαρμόστηκαν για την υποστήριξη ομαδικών αποφάσεων, αποτελούν κατά κύριο λόγο επέκταση των βασικών πολυκριτηριακών μεθοδολογιών, και είναι σε γενικές γραμμές δυνατή η διάκρισή τους σε δύο κύριες προσεγγίσεις, με βάση την μοντελοποίηση των προτιμήσεων των μελών της ομάδας:

1. Η πρώτη προσέγγιση βασίζεται στην ανάπτυξη ατομικών πολυκριτηριακών μοντέλων, τα οποία στην συνέχεια συνθέτονται. Συνοπτικά, το κάθε μέλος εκφράζει το σύνολο των προτιμήσεών του, και με βάση αυτό παράγει μια ατομική απόφαση, με βάση την πολυκριτηριακή μεθοδολογία. Στην συνέχεια, οι ατομικές αποφάσεις συνθέτονται σε ομαδική με την χρήση κατάλληλων τελεστών.

2. Η δεύτερη προσέγγιση βασίζεται στην ανάπτυξη ενός πολυκριτηριακού μοντέλου για όλη την ομάδα, με την σύνθεση των προτιμήσεων των μελών. Σε αυτή την περίπτωση, η σύνθεση των ατομικών προτιμήσεων γίνεται πριν την εφαρμογή της πολυκριτηριακής μεθοδολογίας, η οποία λαμβάνει πλέον μια ομαδική προτίμηση.

Με την χρήση ατομικών μοντέλων οι απόψεις του κάθε μέλους λαμβάνονται υπόψη χωρίς να υποβιβάζεται η σημασία τους, όπως θα συνέβαινε στο ομαδικό μοντέλο, όπου τα μέλη με την μεγαλύτερη διαπραγματευτική δύναμη ή εξουσία μπορούν να επιβληθούν κατά την δημιουργία του μοντέλου. Ωστόσο, το ατομικό μοντέλο μειονεκτεί έναντι του ομαδικού, στο ότι δεν λαμβάνει υπόψη την αλληλεπιδραστική σχέση που έχουν τα μέλη της ομάδας στα πλαίσια μιας επιχείρησης. Εκτός των δύο βασικών προσεγγίσεων, έχουν παρουσιαστεί και ενδιάμεσες προσεγγίσεις, όμως η πλειοψηφία ανήκει σε αυτές.

3.3.2. Πολυκριτηριακές μεθοδολογίες σε ομαδικές αποφάσεις

Παρακάτω παρουσιάζεται ανασκόπηση των περιπτώσεων εφαρμογής μεθοδολογιών πολυκριτηριακής ανάλυσης σε ομαδικές αποφάσεις, οι οποίες έχουν παρουσιαστεί και εφαρμοστεί κατά καιρούς, σε πραγματικά προβλήματα ομαδικών αποφάσεων. Η ανασκόπηση διερευνά την πολυκριτηριακή μεθοδολογία, η οποία εφαρμόζεται καθώς και την προβληματική του σχετικού προβλήματος. Αναλυτικότερα οι περιπτώσεις οι οποίες διερευνήθηκαν είναι οι εξής:

1. Μια από τις πρώτες εφαρμογές πολυκριτηριακής ανάλυσης σε ομαδικές αποφάσεις είναι οι εργασία του Golabi et al., ο οποίος χρησιμοποίησε την θεωρία χρησιμότητας για την επίλυση προβλήματος επιλογής (Golabi et al., 1981).
2. Παρόμοια, η εργασία των Dyer και Lund χρησιμοποιεί την θεωρία χρησιμότητας για την επίλυση προβλήματος επιλογής σε ομαδικό περιβάλλον (Dyer και Lund, 1982).
3. Οι Dyer και Forman παρουσίασαν αργότερα, ορισμένες εφαρμογές της αναλυτικής ιεραρχικής διαδικασίας σε περιβάλλον ομαδικών αποφάσεων για προβλήματα επιλογής (Dyer και Forman, 1992).
4. Οι Choi και Suh την ίδια περίοδο επίλυσαν ένα πρόβλημα επιλογής με την χρήση αναλυτικής ιεραρχικής διαδικασίας (Choi και Suh, 1994).
5. Αργότερα, ο Malczewski et al., χρησιμοποιεί την αναλυτική ιεραρχική διαδικασία για ένα πρόβλημα αξιολόγησης εδαφών (Malczewski et al, 1997).
6. Οι Barzilai και Lootsma παρουσίασαν την ίδια περίοδο μια μεθοδολογία (Barzilai και Lootsma, 1997) με την εφαρμογή της πολλαπλασιαστικής αναλυτικής ιεραρχικής διαδικασίας (Lootsma, 1997) για προβλήματα επιλογής και ιεράρχησης.

7. Ο Armacost et al., παρουσίασε μια μεθοδολογία για ομαδικές αποφάσεις για σχετικά μεγάλες ομάδες, η οποία βασίζεται στην αναλυτική ιεραρχική διαδικασία επιλύοντας προβλήματα επιλογής (Armacost et al., 1999). Η αναλυτική ιεραρχική διαδικασία χρησιμοποιείται τόσο στην φάση διαμόρφωσης του προβλήματος (κριτήρια, εναλλακτικές) όσο και στην επίλυσή του.
8. Στην συνέχεια, ο Chen παρουσίασε μια επέκταση της μεθόδου TOPSIS για ομαδική λήψη αποφάσεων σε ασαφές περιβάλλον για προβλήματα ιεράρχησης και επιλογής (Chen, 2000).
9. Οι Dias και Climaco παρουσίασαν την ίδια περίοδο μια μέθοδο για τον υπολογισμό των παραμέτρων της μεθόδου ELECTRE TRI για την περίπτωση ομαδικής απόφασης (Dias και Climaco, 2000). Ουσιαστικά, δεν πρόκειται για ολοκληρωμένη μεθοδολογία ομαδικής απόφαση ταξινόμησης, αλλά για αναλυτική συνθετική προσέγγιση υπολογισμού των παραμέτρων.
10. Οι Kivijärvi και Tuominen χρησιμοποίησαν την αναλυτική ιεραρχική διαδικασία για την ιεράρχηση στρατηγικών αποφάσεων (Kivijärvi και Tuominen, 2001).
11. Ο Shih et al., παρουσίασε μια μέθοδο για προβλήματα ιεράρχησης βασισμένη στην μέθοδο TOPSIS και την αναλυτική συνθετική προσέγγιση (Shih et al., 2001).
12. Περνώντας σε πλέον πρόσφατες προσεγγίσεις, ο Peltola et al., παρουσίασε μια μέθοδο για την αξιολόγηση των σχέσεων αγοραστή-προμηθευτή η οποία στηρίζεται στην σύνθεση της αναλυτικής ιεραρχικής διαδικασίας σε σύστημα υποστήριξης ομάδας. Η βασικός στόχος είναι η αξιολόγηση των συνεργατών και η πολυκριτηριακή μεθοδολογία αξιοποιείται για την προβληματική της επιλογής (Peltola et al., 2002).
13. Την ίδια περίοδο, ο Muralidharan et al., παρουσίασε μια μέθοδο ομαδικής απόφασης για την ιεράρχηση προμηθευτών (Muralidharan et al., 2002). Η μέθοδος στηρίζεται στην αναλυτική ιεραρχική διαδικασία.
14. Αργότερα, ο Baucells et al., παρουσίασε μια μεθοδολογία με την χρήση της θεωρίας χρησιμότητας (Baucells et al., 2003). Η μεθοδολογία συνθέτει τις ατομικές χρησιμότητες σε ομαδική και επιλύει προβλήματα ταξινόμησης.
15. Την ίδια περίοδο, ο Goletsis et al., παρουσίασε μια μεθοδολογία για την ιεράρχηση έργων βασισμένη στην μέθοδο PROMETHEE και ELECTRE III (Goletsis, Psarras και Samouilidis, 2003).
16. Επίσης, ο Leyva-Lopez et al., παρουσίασε μια μεθοδολογία βασισμένη στην ELECTRE III που επιλύει προβλήματα ιεράρχησης (Leyva-Lopez et al., 2003).
17. Σχετικά πρόσφατα, ο Beynon παρουσίασε μια μεθοδολογία βασισμένη σε παραλλαγή της αναλυτικής ιεραρχικής διαδικασίας (Beynon, 2005) βασισμένη στην

θεωρία Demster-Shafer (Demster, 1968; Shafer, 1976). Η μεθοδολογία επιλύει προβλήματα επιλογής.

18. Τέλος, ο Matsatsinis et al., παρουσίασε μια μεθοδολογία για προβλήματα επιλογής και ιεράρχησης βασισμένη στην θεωρία χρησιμότητας και την αναλυτική συνθετική προσέγγιση (Matsatsinis και Samaras, 1997; Matsatsinis et al., 2005).

Η ανασκόπηση παρουσιάζεται συνοπτικά στον πίνακα 3.1.

Πίνακας 3-1. Συνοπτικός πίνακας εφαρμογών πολυκριτηριακής ανάλυσης σε ομαδικές αποφάσεις

Εργασία	Πολυκριτηριακή Μεθοδολογία	Προβληματική
Golabi et al., 1981	ΘΧ	Επιλογή
Dyer και Lund, 1982	ΘΧ	Επιλογή
Dyer και Forman, 1992	ΑΙΔ	Επιλογή
Choi, και Suh, 1994	ΑΙΔ	Επιλογή
Malczewski et al., 1997	ΑΙΔ	Ιεράρχηση και επιλογή
Barzilai και Lootsma, 1997	Πολλαπλασιαστική ΑΙΔ	Επιλογή και ιεράρχηση
Armacost et al., 1999	ΑΙΔ	Επιλογή
Chen-Tung, 2000	TOPSIS	Επιλογή και ιεράρχηση
Dias et al., 2000	ELECTRE TRI	Ταξινόμηση
Kivijärvi και Tuominen, 2001	ΑΙΔ	Ιεράρχηση
Shih et al., 2001	ΑΙΔ, TOPSIS	Ιεράρχηση
Peltola et al., 2002	ΑΙΔ	Επιλογή
Muralidharan et al., 2002	ΑΙΔ	Επιλογή
Baucells et al., 2003	ΘΧ	Επιλογή
Goletsis, Psarras και Samouilidis, 2003	PROMETHEE, ELECTRE III	Ιεράρχηση
Leyva-Lopez et al., 2003	ELECTRE III	Ιεράρχηση
Beynon και Malcolm, 2005	Demster-Shafer ΑΙΔ	Επιλογή
Matsatsinis et al., 2005	ΘΧ	Ιεράρχηση και επιλογή

ΑΙΔ = Αναλυτική ιεραρχική διαδικασία, ΘΧ = Θεωρία χρησιμότητας

Από την παραπάνω ανασκόπηση και ανάλυση των υφιστάμενων περιπτώσεων προκύπτουν τα παρακάτω συμπεράσματα:

1. Η εφαρμογή πολυκριτηριακής ανάλυσης σε περιβάλλον ομαδικών αποφάσεων είναι σχετικά εκτενής, παρά την σχετική πολυπλοκότητα του πεδίου.
2. Με βάση την σχετική προβληματική, η οποία καθορίζει το είδος της ομαδικής απόφασης, η πλειονότητα των μεθοδολογιών εστιάζει σε προβλήματα επιλογής και ιεράρχησης.
3. Δεν υφίσταται εφαρμογή πολυκριτηριακής μεθοδολογίας σε πρόβλημα ομαδικής απόφασης για την προβληματική της ταξινόμησης.
4. Η πλειονότητα των μεθοδολογιών βασίζεται στην αναλυτική ιεραρχική διαδικασία και την θεωρία χρησιμότητας.

5. Η εφαρμογή της θεωρίας των σχέσεων υπεροχής είναι σχετικά περιορισμένη.

Από τα παραπάνω καταδεικνύεται το μεθοδολογικό κενό στο πεδίο των ομαδικών αποφάσεων και πολυκριτηριακής ανάλυσης, και ειδικότερα όσον αφορά στην προβληματική της ταξινόμησης. Ωστόσο, όπως έχει αναφερθεί, το πρόβλημα το οποίο πραγματεύεται η διατριβή είναι οι ομαδικές αποφάσεις για πολυκριτηριακά προβλήματα ταξινόμησης.

Συνεπώς, με βάση την παραπάνω ανάλυση προκύπτει ότι οι υφιστάμενες μεθοδολογίες δεν καλύπτουν το εν λόγω πρόβλημα, και υπάρχει η ανάγκη νέας μεθοδολογίας, η οποία θα πραγματεύεται παρόμοια προβλήματα. Για τον λόγο αυτό προτείνεται η πολυκριτηριακή μεθοδολογία ομαδικής ταξινόμησης NeXClass-G. Η NeXClass-G καλύπτει το μεθοδολογικό κενό και αποτελεί συμβολή της διατριβής τόσο στην πολυκριτηριακή ανάλυση όσο και στις ομαδικές αποφάσεις στο πεδίο της ομαδικής ταξινόμησης.

3.4. Συστήματα Υποστήριξης Ομαδικών Αποφάσεων

3.4.1. Γενικά

Ένα σύστημα υποστήριξης ομαδικών αποφάσεων (ΣΥΟΑ) είναι ένα αλληλεπιδραστικό υπολογιστικό σύστημα το οποίο βοηθά τα μέλη της ομάδας να λύσουν προβλήματα και να καταλήξουν σε κατάλληλες επιλογές. Τα ΣΥΟΑ στοχεύουν στην υποστήριξη της ομάδας τόσο κατά την ανάλυση και αποσαφήνιση του προβλήματος, όσο και κατά την διαδικασία της ομαδικής λήψης αποφάσεων (Huber, 1984; DeSanctis και Gallupe, 1987). Τα πρώτα συστήματα υποστήριξης αποφάσεων είχαν σχεδιαστεί για ατομική χρήση, κάτι που γενικά θεωρείται ξεπερασμένο ειδικά στον χώρο των επιχειρήσεων, εφόσον η πλειοψηφία των επιχειρήσεων λαμβάνει τις αποφάσεις στο πλαίσιο μιας ομάδας με μέλη συνήθως τους ιεραρχικά ανώτερους κάθε τμήματος. Επιπλέον ο συμβατικός τρόπος σύσκεψης, όπου όλα τα μέλη συγκεντρώνονται σε ένα χώρο και χρησιμοποιούν κάποιο σύστημα υποστήριξης απόφασης παρουσιάζει κόστος (χρόνος και έξοδα οργάνωσης) το οποίο είναι σημαντικό. Ο παραπάνω λόγος οδήγησε τα ΣΥΟΑ να αναπτύσσονται πλέον με κατεύθυνση την διευκόλυνση της επικοινωνίας μεταξύ των μελών που δεν μπορούν να συναντηθούν σε κοινό τόπο και χρόνο, παρέχουν δηλαδή έναν τρόπο ασύγχρονης επικοινωνίας. Οι γνώσεις, η εμπειρία και συνήθως η εξειδίκευση των μελών της ομάδας είναι απαραίτητη για την αντιμετώπιση των ζητημάτων που προκύπτουν.

Η ανάγκη για την ανάπτυξη ενός περιβάλλοντος με τεχνική υποστήριξη που θα δρα επικουρικά στο έργο της ομάδας είναι σαφής, αν υπολογιστούν τα παρακάτω σημεία:

1. Συνήθως η ομάδα αναζητά εναλλακτικές λύσεις μέσα από την μελέτη υποθετικών σεναρίων (what-if questions) χρησιμοποιώντας συγκεκριμένες μεθόδους.

2. Τα μέλη είναι δυνατό να έχουν διαφορετικούς ρόλους ανάλογα με την θέση τους στην ιεραρχία της επιχείρησης ή την πολιτική τους δύναμη.
3. Είναι πιθανό τα μέλη να έχουν δυσκολία να συναντηθούν σε ορισμένο τόπο και χρόνο.
4. Κάποια μέλη ίσως να μην έχουν τα κατάλληλα μέσα ώστε να διευκολυνθούν και να συνεισφέρουν στον διάλογο.

3.4.2. Βασικά σημεία σχεδιασμού ΣΥΟΑ

Γενικά, κατά τον σχεδιασμό και την υλοποίηση ενός ΣΥΟΑ πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα παρακάτω (Fisher και Uri, 1981; Jarke, 1986; Jelassi και Foroughi 1989):

1. Η *φυσική απόσταση μεταξύ των μελών της ομάδας*. Η φυσική παρουσία των μελών της ομάδας λήψης αποφάσεων σε μια σύσκεψη δεν είναι πάντα εφικτή. Η αδυναμία αυτή πρέπει να καλύπτεται από την χρήση ηλεκτρονικών υπηρεσιών επικοινωνίας. Ανάλογα με το πλήθος των συμμετεχόντων στην ομάδα και την φυσική απόσταση μεταξύ τους μπορούν να διακριθούν οι παρακάτω 'τόποι' επικοινωνίας (DeSanctis και Gallupe, 1985; DeSanctis και Gallupe, 1987):
 - a. Το *δωμάτιο αποφάσεων*, που είναι η ηλεκτρονική μορφή μιας κανονικής σύσκεψης - παρέχεται οπτική επαφή των συμμετεχόντων - και συνήθως εφαρμόζεται σε ολιγομελή ομάδα.
 - b. Η *σύσκεψη*, που είναι όπως το δωμάτιο αποφάσεων αλλά παρέχει διευκολύνσεις και κανόνες για την επικοινωνία πολυμελούς ομάδας.
 - c. Το *τοπικό δίκτυο αποφάσεων*, όπου οι συμμετέχοντες επικοινωνούν μεταξύ τους και με μια μονάδα κεντρικής επεξεργασίας μέσω ενός τοπικού δικτύου. Εφαρμόζεται σε ολιγομελείς ομάδες με μεγάλη διασπορά των μελών.
 - d. Τέλος, η *σύσκεψη με την μεσολάβηση υπολογιστή*, όπου παρέχεται επικοινωνία μεταξύ δυο ή περισσότερων ομάδων με την σύνδεση των δωματίων αποφάσεων με χρήση οπτικοακουστικών διευκολύνσεων.
2. Η *χρονική διαφορά* μεταξύ των διαδικασιών λήψης απόφασης που πραγματοποιούνται από κάθε μέλος της ομάδας. Αυτή η χρονική διαφορά εξαρτάται από το αν οι αποφάσεις λαμβάνονται σε συσκέψεις μέσα σε συγκεκριμένο χρονικό πλαίσιο, όπως συμβαίνει σε μια συμβατική σύσκεψη ή τηλεδιάσκεψη, ή αν οι συμμετέχοντες υποβάλλουν τα δεδομένα τους σε διαφορετικές χρονικές στιγμές χρησιμοποιώντας διάφορες μεθόδους ασύγχρονης ηλεκτρονικής επικοινωνίας.
3. Η *μορφή των στόχων* κάθε μέλους εισάγει μια διάκριση ανάμεσα σε ένα περιβάλλον στο οποίο η ομάδα επιθυμεί να λύσει το πρόβλημα που αντιμετωπίζει μέσω της συνεργασίας, και σε ένα άλλο στο οποίο θα γίνουν διαπραγματεύσεις που θα

καταλήξουν σε παραχωρήσεις και ανταλλαγές ώστε να επιτευχθεί ικανοποιητική συμφωνία.

4. Ο *τρόπος ελέγχου* της διαδικασίας λήψης απόφασης. Πιο συγκεκριμένα υπάρχουν δυο μορφές ελέγχου της διαδικασίας λήψης απόφασης (Jelassi και Foroughi, 1989):
 - a. Η δημοκρατική, συμμετοχική λήψη αποφάσεων. Οι συμμετέχοντες ακολουθούν μια δημοκρατική διαδικασία προκειμένου να καταλήξουν σε μια απόφαση, οπότε η επικοινωνία και ο συντονισμός επιτυγχάνεται από τα μέλη της ομάδας ή αντίστοιχα απευθείας από το χρησιμοποιούμενο σύστημα.
 - b. Η ημι-ιεραρχική λήψη αποφάσεων που υποστηρίζεται από κάποιον μεσολαβητή, και η διαιτησία από τρίτον. Υπάρχει κάποιος συντονιστής της ομάδας ο οποίος ασκεί υποχρεωτική διαιτησία ή μεσολαβητής που δεν έχει το δικαίωμα να επιβάλλει συγκεκριμένες αποφάσεις στην ομάδα.
5. *Διάκριση της ανθρώπινης ιδιοσυγκρασίας από το πρόβλημα*. Ο σχεδιαστής του συστήματος θα πρέπει να αξιολογήσει τα ατομικά και ομαδικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων, τα κίνητρα τους, την προσέγγισή τους κατά τις αντιπαραθέσεις και τις πιθανές διαφωνίες έτσι ώστε να μειώσει, όσο είναι δυνατό περισσότερο, την αρνητική επίδραση που έχουν οι παρεξηγήσεις, οι συναισθηματισμοί και η κακή επικοινωνία. Έχουν ήδη αναγνωρισθεί συγκεκριμένοι τρόποι αντιπαραθέσεως που σχετίζονται με ατομικές συμπεριφορές (Lewinski και Literer, 1985):
 - a. Διαπραγματεύση θέσης, όπου ένα μέρος συμμετεχόντων προσπαθεί να πείσει όσους αντιτίθενται να αποδεχθούν τις δικές του προτάσεις.
 - b. Συμπάρασταση σε τρίτο, όπου ένα μέρος συμμετεχόντων βοηθά ένα άλλο μέρος να επιτύχει τους στόχους του.
 - c. Συμβιβασμός, όπου τα ενδιαφερόμενα μέρη μοιράζουν τις διαφορές τους με αποτέλεσμα να επιτυγχάνουν μια ικανοποιητική αλλά όχι βέλτιστη λύση
 - d. Συνεργασία, όπου τα ενδιαφερόμενα μέρη δουλεύουν μαζί ώστε να βελτιστοποιήσουν τα αποτελέσματά τους.
 - e. Αποφυγή των διαπραγματεύσεων για διάφορους λόγους όπως μπορεί να είναι ο φόβος της αντιπαραθέσεως, ματαίωση του σκοπού των διαπραγματεύσεων ή η αντίληψη ότι τα ζητήματα δεν αξίζει να διαπραγματευθούν.

Επιπρόσθετα με τα παραπάνω ζητήματα που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά τον σχεδιασμό ενός συστήματος υποστήριξης ομαδικής λήψης αποφάσεων, έχει διατυπωθεί (Jelassi και Beauclair, 1987) ένα ακόμη πλαίσιο σχεδιασμού το οποίο περιλαμβάνει μερικά ακόμη τεχνικά θέματα αλλά και θέματα ατομικών συμπεριφορών. Συνοπτικά το πλαίσιο αναφέρει ότι πρέπει να προβλέπεται:

1. Η υποστήριξη -ή όχι- της ανωνυμίας των μελών της ομάδας ανάλογα με το είδος της συζήτησης . Το σύστημα μπορεί ορισμένες φορές να λειτουργεί πιο ικανοποιητικά αν οι συμμετέχοντες δεν δηλώνουν τα προσωπικά τους στοιχεία κατά την εισαγωγή των δεδομένων τους (Connolly et al., 1990).
2. Η άσκηση επιβολής σε κάθε συμμετέχοντα να έχει επίγνωση της θέσης του και του θέματος που διαπραγματεύεται.
3. Η δυνατότητα παρουσίασης των δεδομένων που εισάγει η ομάδα σε οποιοδήποτε στάδιο της διαδικασίας των διαπραγματεύσεων.
4. Η σχηματική περιγραφή της διαδικασίας λήψης αποφάσεων. Η καλή κατανόηση των δράσεων που πρέπει να πραγματοποιήσουν οι συμμετέχοντες θα βελτιώσει την αποτελεσματικότητα του συστήματος όσον αφορά στην ακρίβεια και τον χρόνο απόκρισης.
5. Η δυνατότητα υποστήριξης επικοινωνίας, διάχυσης γνώσεων και πληροφοριών και δημοκρατικός έλεγχος της διαδικασίας. Η διευκόλυνση της επικοινωνίας και της ανταλλαγής πληροφοριών θα βοηθήσει τους συμμετέχοντες στην δημιουργία ενός συλλογικού τρόπου εργασίας με τον οποίο θα ευοδωθούν οι προσπάθειες για διάλογο. Ο δημοκρατικός έλεγχος μπορεί να υποστηριχθεί από συγκεκριμένα πρωτόκολλα - συλλογές κανόνων- ανάλογα με το είδος της συζήτησης.

3.4.3. Πολυκριτηριακά ΣΥΟΑ

Παρακάτω παρουσιάζεται ανασκόπηση των πολυκριτηριακών ΣΥΟΑ, τα οποία έχουν παρουσιαστεί είτε με την μορφή πρωτότυπου ή ως ολοκληρωμένα συστήματα και έχουν εφαρμοστεί σε πραγματικά προβλήματα ομαδικών αποφάσεων. Ειδικότερα, η ανασκόπηση διερευνά τα σχετικά ΣΥΟΑ ως προς την πολυκριτηριακή μεθοδολογία την οποία υλοποιούν, καθώς και την προβληματική την οποία εξυπηρετούν.

Αναλυτικότερα τα ΣΥΟΑ τα οποία διερευνήθηκαν είναι τα εξής:

1. Μια από τις θεμελιώδεις εργασίες στον χώρο των ΣΥΟΑ αποτελεί η εργασία του Bui, ο οποίος παρουσίασε το Co-Op, ένα συνεργατικό πολυκριτηριακό ΣΥΟΑ, το οποίο αποτελεί το πλέον γνωστό και τεκμηριωμένο στον τομέα αυτό (Bui και Jarke, 1986; Bui, 1987). Το σύστημα χρησιμοποιεί την αναλυτική ιεραρχική διαδικασία επιλύοντας προβλήματα κατάταξης, και την μέθοδο ELECTRE επιλύοντας προβλήματα επιλογής, προσφέροντας διαφορετικές μεθόδους για την σύνθεση των προτιμήσεων στα μέλη της ομάδας.
2. Την ίδια περίοδο, ο Dennis et al. παρουσίασε το PLEXSYS (Dennis et al., 1988), το οποίο χρησιμοποιούσε ένα εργαλείο βαθμολόγησης εναλλακτικών παρέχοντας πολυκριτηριακή υποστήριξη για την αξιολόγηση εναλλακτικών.

3. Ο Lewandowski παρουσίασε το SCDAS (Lewandowski, 1989), βασισμένο στο πλαίσιο του Wierzbicki (satisficing framework) (Wierzbicki, 1982) για την επιλογή και ιεράρχηση εναλλακτικών.
4. Το GroupSystems το οποίο παρουσιάστηκε από τον Nunamaker et al. χρησιμοποιούσε ένα εργαλείο βαθμολόγησης εναλλακτικών παρέχοντας πολυκριτηριακή υποστήριξη για την αξιολόγηση εναλλακτικών (Nunamaker et al., 1991).
5. Ο Iz παρουσίασε δύο ΣΥΟΑ βασισμένα στον πολυκριτηριακό μαθηματικό προγραμματισμό και την αναλυτική ιεραρχική διαδικασία (Iz, 1992).
6. Ο Carlsson et al. παρουσίασε το Alicia and Sebastian, το οποίο βασίζεται στην αναλυτική ιεραρχική διαδικασία (Carlsson et al., 1992) για την επίτευξη συναινετικής απόφασης.
7. Την ίδια περίοδο ο Quaddus et al. παρουσίασε το HIVIEW, το οποίο χρησιμοποιεί μια παραλλαγή της μεθόδου SMART (Quaddus et al., 1992).
8. Ο Vetchera παρουσίασε το GDSS-X, το οποίο βασίζεται στην θεωρία χρησιμότητας (Vetchera, 1994).
9. Οι Colson και Mareschal παρουσίασαν τα συστήματα JUDGES και ARGOS (Colson και Mareschal, 1994; Colson, 2000) για συνεργατική ιεράρχηση και επιλογή εναλλακτικών. Τα συστήματα παρουσιάστηκαν σε αρκετές εναλλακτικές μορφές και βασίζονται στις μεθοδολογίες ELECTRE και PROMETHEE.
10. Ο Csaki et al. παρουσίασε το WINGDSS το οποίο συνδυάζει την ιεραρχική μέθοδο και την θεωρία χρησιμότητας και χρησιμοποιείται για συνεργατική ιεράρχηση εναλλακτικών (Csaki et al., 1995a; 1995b).
11. Ο Noori παρουσίασε το NTech-GDSS, το οποίο χρησιμοποιεί μια παραλλαγή της αναλυτικής ιεραρχικής διαδικασίας για την αξιολόγηση εναλλακτικών (Noori, 1995).
12. Οι Raju και Kumar παρουσίασαν το MCDMGDSS, ένα σύστημα για την αξιολόγηση συστημάτων άρδευσης, το οποίο χρησιμοποιεί πληθώρα μεθόδων: ELECTRE-1, ELECTRE-2, PROMETHEE-2, EXPROM-2 (Extension of PROMETHEE-2 in distance based environment), Analytic Hierarchy Process (AHP), Compromise Programming (CP) and STOPROM-2 (Stochastic extension of PROMETHEE-2) (Raju και Kumar, 1998).
13. Ο Teckle et al. παρουσίασε μια μέθοδο για την αξιολόγηση αποφάσεων για την διαχείριση δασικών εκτάσεων (Teckle et al., 1998).
14. Ο Lu et al. παρουσίασε το IMOGDSS ΣΥΟΑ βασισμένο στον πολυκριτηριακό μαθηματικό προγραμματισμό το οποίο επιλύει προβλήματα ιεράρχησης και επιλογής (Lu et al., 1999).

15. Ο Kim et al. παρουσίασε το RINGS, ένα ΣΥΟΑ βασισμένο στην θεωρία χρησιμότητας το οποίο επιλύει προβλήματα ιεράρχησης (Kim et al., 2001).
16. Deer et al. παρουσίασαν το ZingThing, ένα ΣΥΟΑ σε τεχνολογία διαδικτύου βασισμένο στα ασαφή ολοκληρώματα (Deer et al., 2001).
17. Ο Vihakarimom παρουσίασε το Web-CDMS, το οποίο είναι βασισμένο σε τεχνολογία διαδικτύου (Vihakarimom, 2002). Το σύστημα είναι σύγχρονο και κατανεμημένο και στηρίζεται στην αναλυτική ιεραρχική διαδικασία επιλύοντας προβλήματα επιλογής. Για την σύνθεση των προτιμήσεων χρησιμοποιείται ο γεωμετρικός μέσος και η όλη διαδικασία κατευθύνεται από έναν συντονιστή.
18. Ο Geldermann et al. παρουσίασε ένα ΣΥΟΑ, το οποίο υποστηρίζει ομαδικές αποφάσεις επιλογής και ιεράρχησης και χρησιμοποιεί ποικίλες πολυκριτηριακές μεθοδολογίες, όπως η αναλυτική ιεραρχική διαδικασία, PROMETHEE, και η Θεωρία χρησιμότητας (MAUT) (Geldermann et al., 2002).
19. Οι Pongpeng και Liston παρουσίασαν το TenSem ένα σύστημα για την αξιολόγηση προσφορών (επιλογή και ιεράρχηση) βασισμένη στην θεωρία χρησιμότητας (Pongpeng και Liston, 2003).
20. Πλέον πρόσφατα, ο Genova et al. παρουσίασαν το MultiChoice ένα σύστημα για την επίλυση προβλημάτων επιλογής και ταξινόμησης, το οποίο χρησιμοποιεί πληθώρα μεθόδων: Αναλυτική ιεραρχική διαδικασία, PROMETHEE II, CBIM (Genova et al., 2004).
21. Τέλος, ο Cil et al. παρουσίασε το InteliTeam, ένα συνεργατικό σύστημα υποστήριξης ομαδικών αποφάσεων βασισμένο σε τεχνολογία διαδικτύου (Cil et al., 2005). Το σύστημα υποστηρίζει ομαδικές αποφάσεις επιλογής και χρησιμοποιεί ποικίλες πολυκριτηριακές μεθοδολογίες, όπως η αναλυτική ιεραρχική διαδικασία, η SMART, η TOPSIS, και η ELECTRE III.

Παράλληλα με τα ΣΥΟΑ, η πολυκριτηριακή ανάλυση έχει χρησιμοποιηθεί και σε συστήματα υποστήριξης διαπραγματεύσεων (ΣΥΔ), τα οποία επίσης παρέχουν υποστήριξη σε ομαδικές αποφάσεις. Ειδικότερα τα παρακάτω ΣΥΔ διερευνήθηκαν:

1. Από τα πλέον πρωτόπορα, ο Kersten παρουσίασε το NEGO, ένα από τα πρώτα συστήματα υποστήριξης διαπραγματεύσεων. Το NEGO είναι ένα σύστημα ομαδικών αποφάσεων βασισμένο στις διαπραγματεύσεις το οποίο χρησιμοποιεί τεχνικές πολυκριτηριακού μαθηματικού προγραμματισμού (Kersten, 1985).
2. Αργότερα, ο Jarke et al. παρουσίασε το MEDIATOR, ένα σύστημα υποστήριξης διαπραγματεύσεων βασισμένο στην ιδέα της εξελικτικής σχεδίασης (evolutionary design). Το σύστημα χρησιμοποιεί την θεωρία της χρησιμότητας και επιλύει προβλήματα επιλογής και ταξινόμησης (Jarke et al., 1987; Shakun, 1988; 1990; 1991).

3. Ταυτόχρονα, παρουσιάστηκε το σύστημα NEGOPLAN (Kersten et al., 1988; Matwin et al., 1989), το οποίο συνδυάζει πολυκριτηριακή ανάλυση και τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης για την υποστήριξη διαπραγματεύσεων.
4. Την ίδια περίοδο, η Sycara παρουσίασε το PERSUADER, το οποίο επίσης συνδυάζει πολυκριτηριακή ανάλυση και τεχνητή νοημοσύνη για υποστήριξη διαπραγματεύσεων (Sycara, 1990; 1991).
5. Μεταγενέστερα, οι Espinasse και Rauner παρουσίασαν το NegotIAD, το οποίο χρησιμοποιεί τεχνικές ευφυών πρακτόρων σε συνδυασμό με την μέθοδο PROMETHEE (Espinasse και Rauner 1995).
6. Τέλος, οι Rangaswamy και Shell παρουσίασαν το NEGOTIATION ASSISTANT το οποίο χρησιμοποιεί την θεωρία χρησιμότητας για υποστήριξη διαπραγματεύσεων (Rangaswamy και Shell, 1997).

Η παραπάνω ανασκόπηση, τόσο των ΣΥΟΑ όσο και των ΣΥΔ παρουσιάζεται συνοπτικά στον Πίνακα 3.2. Από την παραπάνω ανασκόπηση και ανάλυση των υφιστάμενων ΣΥΟΑ προκύπτουν τα παρακάτω συμπεράσματα:

1. Η εφαρμογή πολυκριτηριακής ανάλυσης έχει εκτενή εφαρμογή σε ΣΥΟΑ και ΣΥΔ παρά την πολυπλοκότητα του πεδίου.
2. Με βάση την προβληματική, η οποία καθορίζει το είδος ομαδικής απόφασης, η πλειονότητα των ΣΥΟΑ εστιάζει σε προβλήματα επιλογής και ιεράρχησης.
3. Δεν υφίσταται ΣΥΟΑ πολυκριτηριακής μεθοδολογίας για την προβληματική της ταξινόμησης.
4. Η πλειονότητα των ΣΥΟΑ βασίζεται στην αναλυτική ιεραρχική διαδικασία.
5. Η εφαρμογή των σχέσεων υπεροχής σε ΣΥΟΑ είναι περιορισμένη.

Από τα παραπάνω καταδεικνύεται το κενό στο πεδίο των πολυκριτηριακών ΣΥΟΑ, και ειδικότερα όσον αφορά στην προβληματική της ταξινόμησης. Ωστόσο, όπως έχει αναφερθεί, το πρόβλημα το οποίο πραγματεύεται η διατριβή είναι η υποστήριξη ομαδικών αποφάσεων για πολυκριτηριακά προβλήματα ταξινόμησης. Συνεπώς, με βάση την παραπάνω ανάλυση προκύπτει ότι τα υφιστάμενα ΣΥΟΑ δεν καλύπτουν το εν λόγω πρόβλημα, και υπάρχει η ανάγκη πρωτότυπου ΣΥΟΑ, το οποίο θα υποστηρίζει παρόμοια προβλήματα.

Για τον λόγο αυτό προτείνεται η υλοποίηση του πρωτότυπου ΣΥΟΑ NeXClass-GDSS. Το ΣΥΟΑ NeXClass-GDSS καλύπτει το κενό στον χώρο των ΣΥΟΑ, και αποτελεί συμβολή της διατριβής τόσο στην πολυκριτηριακή ανάλυση όσο και στις ομαδικές αποφάσεις στο πεδίο των πολυκριτηριακών ΣΥΟΑ.

Πίνακας 3-2. Συνοπτικός πίνακας πολυκριτηριακών ΣΥΟΑ

Εργασία	Πολυκριτηριακή Μεθοδολογία	ΣΥΟΑ/προβληματική
Kersten, 1985	ΠΜΠ	NEGO
Jarke et al., 1987	ΘΧ	MEDIATOR
Bui, 1987	AID, ELECTRE	Επιλογή και ιεράρχηση
Dennis et al., 1988	Alternative Evaluator tool	PLEXSYS
Lewandowski, 1989	Satisficing framework	SCDAS
Matwin et al., 1989		NEGOPLAN:
Sycara, 1990		PERSUADER
Nunamaker et al., 1991	Alternative Evaluator tool	GroupSystems
Carlsson et al., 1992	AID	Alicia and Sebastian
Iz, 1992	ΠΜΠ	Ιεράρχηση και επιλογή
Quaddus et al., 1992	SMART	HIVIEW
Vetchera, 1994	ΘΧ	GDSS-X
Colson και Mareschal, 1994	ELECTRE και PROMETHEE	JUDGES, ARGOS
Espinasse και Pauner, 1995	PROMETHEE	NegocIAD
Csaki et al., 1995	AID, ΘΧ	WINGDSS
Noori, 1995	AID	NTech-GDSS
Rangaswamy και Shell, 1997	ΘΧ	Negotiation assistant
Raju και Kumar, 1998	AID, ELECTRE-1 και 2, PROMETHEE-2,	Ιεράρχηση και επιλογή
Teckle et al., 1998	ΠΜΠ	Ιεράρχηση
Lu et al., 1999	ΠΜΠ	Ιεράρχηση και επιλογή
Kim και Choi, 2001	ΘΧ (MAUT)	Ιεράρχηση
Deer et al., 2001	Ασαφή ολοκληρώματα	Επιλογή
Vihakapirom, 2002	AID	Επιλογή
Geldermann et al., 2002	AID, PROMETHEE, ΘΧ (MAUT)	Επιλογή και ιεράρχηση
Genova et al., 2004	AID, PROMETHEE II, CBIM	
Pongpeng και Liston, 2003	ΘΧ	Ιεράρχηση και επιλογή
Cil et al., 2005	AID, ELECTRE III, SMART	Επιλογή

AID = Αναλυτική ιεραρχική διαδικασία, ΘΧ = Θεωρία χρησιμότητας, ΠΜΠ = Πολυκριτηριακός μαθηματικός προγραμματισμός

3.5. Ατομικές προτιμήσεις

Όπως αναφέρθηκε, στα προβλήματα λήψης αποφάσεων η πολυπλοκότητα αυξάνεται για την περίπτωση της ύπαρξης πολλών αποφασιζόντων και πολλαπλών κριτηρίων. Τα θέματα τα οποία ανακύπτουν με την εμπλοκή πολλών αποφασιζόντων αφορούν μεταξύ άλλων και τον τρόπο με τον οποίο θα πραγματοποιηθεί η έκφραση και η σύνθεση των ατομικών προτιμήσεων και απόψεων. Σχετικά με την έκφραση των ατομικών προτιμήσεων και απόψεων διακρίνονται δύο βασικές περιπτώσεις. Στην πρώτη περίπτωση η μορφή έκφρασης προτιμήσεων είναι ομογενής, δηλαδή η ομάδα μοιράζεται την ίδια βασική γνώση του προβλήματος και εκφράζει με τον ίδιο τρόπο τον βαθμό προτίμησής της στις παραμέτρους του προβλήματος. Στην δεύτερη περίπτωση η μορφή έκφρασης προτιμήσεων είναι ετερογενής, δηλαδή η ομάδα δεν έχει τον ίδιο βαθμό κατανόησης του προβλήματος και τον ίδιο βαθμό ευχέρειας ενός μοναδικού τρόπου αναπαράστασης των προτιμήσεων. Σε αυτή την περίπτωση η έκφραση των προτιμήσεων μπορεί να γίνει σε διαφορετικές μορφές ανάλογα με το

κάθε μέλος, και στην συνέχεια με μια διαδικασία ομογενοποίησης οι διαφορετικές μορφές προτιμήσεων εκφράζονται σε μια κοινή μορφή. Σε οποιαδήποτε περίπτωση, οι ατομικές προτιμήσεις είναι δυνατόν να εκφραστούν σε αριθμητική μορφή ή σε γλωσσική. Ειδικότερα, σε περιπτώσεις όπου οι αποφασίζοντες είναι εξοικειωμένοι με το πρόβλημα και την πολυκριτηριακή μεθοδολογία, η έκφραση των προτιμήσεων γίνεται σε αριθμητική μορφή. Η έκφραση σε αριθμητικές τιμές δεν αφορά μόνο τον βαθμό προτίμησης μιας εναλλακτικής έναντι μιας άλλης, αλλά και τις παραμέτρους του προβλήματος, όπως τα βάρη των κριτηρίων κλπ, όπως αυτές απαιτούνται από την εκάστοτε πολυκριτηριακή μεθοδολογία. Σε αρκετές περιπτώσεις όμως είναι δύσκολη η έκφραση της προτίμησης σε ακριβή αριθμητική τιμή, ενώ η λεκτική έκφραση είναι περισσότερο κατανοητή. Στις περιπτώσεις αυτές χρησιμοποιούνται οι γλωσσικές σχέσεις προτίμησης (Yager, 1975; Herrera, 1993; 2000; Χυ, 2004).

Σχετικά με την σύνθεση των προτιμήσεων, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως (τμήμα 3.3), σε προβλήματα πολυκριτηριακής ομαδικής λήψης αποφάσεων η σύνθεση των ατομικών προτιμήσεων πραγματοποιείται είτε στο επίπεδο διαμόρφωσης του προβλήματος, ή στο επίπεδο σύνθεσης ατομικών αποφάσεων. Τα σχετικά προβλήματα τα οποία μελετήθηκαν προηγουμένως (τμήμα 3.2) αφορούν κατά κύριο λόγο την προβληματική της επιλογής, όπου με την υιοθέτηση διαφορετικών μεθοδολογιών σύνθεσης προκύπτει η τελική απόφαση. Η σύνθεση των ατομικών προτιμήσεων είναι δυνατό να πραγματοποιηθεί είτε με βάση την συναίνεση ή με βάση την διαπραγμάτευση, ανάλογα με τον βαθμό συνοχής της ομάδας. Η ομάδα μπορεί να έχει κοινό στόχο και να εργάζεται συνεργατικά για την επίλυση του προβλήματος και την μεγιστοποίηση του ομαδικού οφέλους, ή να υπάρχουν αντικρουόμενα συμφέροντα και η ομάδα να μην εργάζεται συνεργατικά αλλά με βάση την μεγιστοποίηση του ατομικού οφέλους. Για συνεργατικές ομάδες ο στόχος είναι να μεγιστοποιηθεί η αποδοχή της απόφασης από τους αποφασίζοντες η οποία μετράται με δείκτες συναίνεσης, ικανοποίησης και αποδοχής. Η διαδικασία της συναίνεσης μπορεί να γίνει στην φάση διαμόρφωσης του προβλήματος ή στην επιλογή του αποτελέσματος. Στις μη συνεργατικές ομάδες ο στόχος είναι συνήθως κατακερματισμένος σε ατομικούς στόχους και η επίλυση πραγματοποιείται συνήθως μέσω διαπραγμάτευσης, εκλογής ή ψηφοφορίας. Σε οποιαδήποτε περίπτωση, η σύνθεση πραγματοποιείται με την βοήθεια κατάλληλων τελεστών σύνθεσης, σε συμφωνία με την απαίτηση του προβλήματος.

3.6. Σύνθεση τιμών

3.6.1. Γενικά

Ως σύνθεση ορίζεται γενικά η διαδικασία, η οποία μετασχηματίζει ένα σύνολο από στοιχεία (ασαφή σύνολα, ατομικές απόψεις για ένα σύνολο εναλλακτικών, κλπ.) σε ένα μοναδικό στοιχείο το οποίο αντιπροσωπεύει όλο το σύνολο (Dubois, 1985; Yager, 1988; Dubois, 1991).

Η σύνθεση μπορεί να θεωρηθεί ως το αποτέλεσμα ενός τελεστή σύνθεσης F . Στην

γενική περίπτωση ο τελεστής F ορίζεται ως η απεικόνιση του διανύσματος

$$X^n = (x_1, \dots, x_n) \text{ με διάσταση } n$$

στο X με διάσταση 1, ως

$$X^n \rightarrow X$$

Οι τιμές τόσο του διανύσματος εισόδου X^n όσο και του αποτελέσματος μπορεί να είναι αριθμητικές ή γλωσσικές.

Συνήθως, υπάρχει ένα διάνυσμα βαρών $W = (w_1, \dots, w_n)$ συνδεδεμένο με το διάνυσμα X^n , το οποίο επίσης μπορεί να έχει αριθμητικές ή γλωσσικές τιμές.

Όταν τα αντικείμενα που συνθέτονται έχουν αριθμητική τιμή (π.χ. τιμές στο διάστημα $[0,1]$) συνήθως ακολουθούνται δύο κλασσικές προσεγγίσεις, του αριθμητικού μέσου και του σταθμισμένου μέσου στις διάφορες παραλλαγές τους. Αυτές οι προσεγγίσεις καθώς και οι παραλλαγές τους μελετώνται σε αρκετές εργασίες (Aczel, 1984; Aczel και Alsina, 1986; Aczel και Short, 1987; Bullen et al., 1988).

Σχετικά πρόσφατα ο Yager πρότεινε μια εναλλακτική προσέγγιση για την σύνθεση αριθμητικών τιμών, τον τελεστή OWA. Η προσέγγιση αυτή προσέλευσε το ενδιαφέρον αρκετών ερευνητών και αρκετές εργασίες μελετούν τις ιδιότητες (Fodor et al., 1995; Grabisch, 1995) και τις εφαρμογές του (Yager et al., 1994; Herrera et al., 1996). Τόσο ο σταθμισμένος μέσος όσο και ο τελεστής OWA συνθέτουν τις τιμές σε συνδυασμό με ένα σύνολο βαρών. Η βασική τους διαφορά έγκειται στην σημασία των βαρών σε κάθε περίπτωση. Ο σταθμισμένος μέσος επιτρέπει την σύνθεση των τιμών που αντιστοιχούν σε διαφορετικές πηγές πληροφορίας (π.χ. μέλη ομάδας) λαμβάνοντας υπόψη βάρη, τα οποία εκφράζουν τον βαθμό βαρύτητας ή αξιοπιστίας κάθε πηγής. Ο τελεστής OWA συνθέτει τις τιμές λαμβάνοντας υπόψη βάρη, τα οποία εκφράζουν την βαρύτητα των τιμών με βάση την διάταξή τους. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να γίνει διαχωρισμός των τιμών σε υποσύνολα και να αποδοθεί μεγαλύτερη σημασία σε κάποιο υποσύνολο έναντι των υπολοίπων τιμών. Για παράδειγμα, η επίδραση ακραίων τιμών είναι δυνατόν να περιοριστεί και να αυξηθεί η επίδραση των κεντρικών τιμών. Για την περίπτωση τιμών εκφρασμένων σε γλωσσική μορφή έχει προταθεί ο γλωσσικός τελεστής OWA (LOWA) (Herrera and Verdegay, 1993; Delgado et al., 1993). Συνεπώς, στον σταθμισμένο μέσο τα βάρη μετρούν την σημαντικότητα μιας πηγής πληροφορίας ανεξάρτητα από την τιμή την οποία συνεισφέρει, ενώ στον τελεστή OWA τα βάρη μετρούν την βαρύτητα μιας τιμής (σε σχέση με τις υπόλοιπες τιμές) ανεξάρτητα από την σημαντικότητα της πηγής.

Για την επέκταση του τελεστή OWA έχει προταθεί ο σταθμισμένος τελεστής OWA (WOWA) από τον Torra, ο οποίος συνδυάζει τα πλεονεκτήματα τόσο του σταθμισμένου μέσου όσο και του τελεστή OWA (Torra, 1997; 2000). Ο τελεστής WOWA επιτρέπει την σύνθεση των τιμών λαμβάνοντας υπόψη τόσο την σημαντικότητα της

πηγής (όπως ο σταθμισμένος μέσος) όσο και την βαρύτητα τις τιμές (όπως ο τελεστής OWA). Ο τελεστής επομένως συνθέτει τις τιμές λαμβάνοντας υπόψη δύο σύνολα βαρών. Για την περίπτωση τιμών εκφρασμένων σε γλωσσική μορφή έχει προταθεί ο γλωσσικός τελεστής WOWA (LWOWA) (Torra, 1997; 2000).

Εκτός από την παραπάνω γενική προσέγγιση της σύνθεσης τιμών η οποία είναι δυνατό να εφαρμοστεί σε αρκετά ετερογενή πεδία, όπως η τεχνητή νοημοσύνη (όραση, ρομποτική), τα μαθηματικά, τα οικονομικά και η βιολογία έχουν παρουσιαστεί και προσεγγίσεις οι οποίες εστιάζουν στο πεδίο της λήψης αποφάσεων από ομάδες ανθρώπων. Οι προσεγγίσεις αυτές συνθέτουν τις προτιμήσεις των ατόμων βασισμένες σε μοντέλα τα οποία λαμβάνουν υπόψη και την ιδιαίτερη φύση αυτού του πεδίου καθώς και την συμπεριφορά των ατόμων σε περιβάλλον ομάδας, όπως το Μοντέλο κοινωνικής κρίσης (Social Judgment Scheme SJS) το οποίο παρουσιάζεται στην συνέχεια και αφορά την σύνθεση αριθμητικών τιμών που εκφράζουν τις απόψεις ενός αποφασίζοντα.

3.6.2. Μοντέλο Συλλογικής Κρίσης (Social Judgment Scheme SJS)

Το θέμα της σύνθεσης των ατομικών προτιμήσεων σε ομαδική απόφαση, σε περιβάλλον λήψης ομαδικής απόφασης έχει μελετηθεί αρκετά (Davis, 1973; Penrod και Hastie, 1981; Stasser και Davis, 1981; Davis, 1996). Έχει αποδειχτεί ότι οι διαδικασίες ομαδικής σύνθεσης τείνουν να καθοδηγούνται από την αμοιβαιότητα (το κατά πόσο μοιράζονται τις ίδιες προτιμήσεις) των ατομικών προτιμήσεων ιδιαίτερα όταν δεν είναι για την ομάδα προφανής η βέλτιστη επιλογή. Ο Davis έχει εισάγει το Μοντέλο Συλλογικής Απόφασης (Social Decision Scheme, SDS) το οποίο παρέχει ένα τρόπο ανάλυσης διαφορετικών διαδικασιών σύνθεσης (Davis, 1973). Αναλογικά με το Μοντέλο Συλλογικής Απόφασης ο Davis έχει εισάγει και το Μοντέλο Συλλογικής Κρίσης (Social Judgment Scheme SJS) το οποίο εφαρμόζεται σε περιπτώσεις συνεχών κρίσεων (Davis, 1996). Αυτό το μοντέλο θεωρεί έναν περισσότερο κυρίαρχο ρόλο στα μέλη των οποίων οι απόψεις είναι αμοιβαία κοντά π.χ. κεντρικές στην ομάδα. Έτσι σε κάθε αποφασίζοντα ορίζεται ένα βάρος το οποίο εξαρτάται από τον βαθμό κεντρικότητας της θέσης του σε σχέση με τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας και η απόφαση της ομάδας είναι ο αριθμητικός μέσος των ατομικών προτιμήσεων.

Το μοντέλο αυτό τείνει να αποδώσει μικρό ή καθόλου βάρος στα πιο απομακρυσμένα μέλη της ομάδας και σχετικά μεγάλο βάρος στα περισσότερο κεντρικά μέλη. Με αυτό τον τρόπο η απόφαση της ομάδας τείνει να καθορίζεται κυρίως από τα μέλη που είναι σχετικά όμοια εις βάρος των μελών που είναι απομακρυσμένα. Το μοντέλο έτσι αποδίδει ένα κυρίαρχο ρόλο στα κεντρικά μέλη για την επίτευξη συναίνεσης, όπως τα μοντέλα της πλειοψηφίας. Το μοντέλο αυτό έχει ελεγχθεί εμπειρικά με ικανοποιητικά αποτελέσματα (Davis et al., 1997; Hulbert et al., 1999; Ohtsubo et al., 2002). Το μοντέλο περιγράφεται συνοπτικά στην συνέχεια.

Για την περίπτωση μιας ομάδας αποφασιζόντων $M = \{m_1, \dots, m_n\}$ με βαρύτητες $B = \{\beta_1, \dots, \beta_n\}$, όπου ο κάθε αποφασίζων εκφράζει την προσωπική του εκτίμηση για

την τιμή ενός συνόλου παραμέτρων $P = \{p_1, \dots, p_m\}$ σε αριθμητική τιμή το μοντέλο λειτουργεί ως εξής:

Εάν p_{ij} είναι η αριθμητική τιμή της ith παραμέτρου όπως καθορίζεται από τον jth αποφασίζοντα

τότε η ομαδική τιμή c_i της ith παραμέτρου ορίζεται ως

$$c_i = \sum_{j=1}^n v_{ij} p_{ij} \quad (3.1)$$

όπου v_{ij} είναι το συναινετικό βάρος του jth αποφασίζοντα σχετικά με το ith κριτήριο.

Το συναινετικό βάρος v_{ij} εξαρτάται από την κεντρικότητα του αποφασίζοντα σε σχέση με τις θέσεις των υπόλοιπων μελών της ομάδας. Όσο πλησιέστερα βρίσκεται η κρίση του αποφασίζοντα σχετικά με την βαρύτητα ενός κριτηρίου στην κρίση της ομάδας, τόσο μεγαλύτερο βάρος δίνεται στον αποφασίζοντα αυτόν στον καθορισμό της ομαδικής συναίνεσης σχετικά με την βαρύτητα του κριτηρίου.

Τα συναινετικά βάρη υπολογίζονται ως εξής (Tindale et al., 2003)

$$v_{ij} = \frac{\sum_{l=1, l \neq j}^n \exp(-|w_{ij} - w_{il}|)}{\sum_{j=1}^k \sum_{l=1, l \neq j}^n \exp(-|w_{ij} - w_{il}|)} \quad (3.2)$$

3.6.3. Τελεστής OWA (Ordered Weighted Averaging Operator)

Ο τελεστής OWA προτάθηκε στην αρχική του μορφή από τον Yager (1988) και στην συνέχεια αναπτύχθηκε από τον ίδιο πληρέστερα (Yager, 1993). Μια βασική ιδιότητα του τελεστή OWA είναι η επαναδιάταξη των τιμών προς σύνθεση, βασισμένη στο μέγεθός τους.

Ένας τελεστής OWA διάστασης n είναι μια συνάρτηση

$$\phi: \mathfrak{R}^n \rightarrow \mathfrak{R},$$

η οποία έχει ένα διάνυσμα βαρών συνδεδεμένο με αυτή,

$$W = (w_1, \dots, w_n) \text{ με } w_i \in [0,1], \sum_{i=1}^n w_i = 1,$$

και συνθέτει ένα σύνολο τιμών

$$\{p_1, \dots, p_n\}$$

με βάση την ακόλουθη έκφραση

$$\phi_w(p_1, \dots, p_n) = \sum_{i=1}^n w_i \cdot p_{\sigma(i)} \quad (3.3)$$

όπου

$$\sigma : \{1, \dots, n\} \rightarrow \{1, \dots, n\}$$

αντιμετάθεση του συνόλου $\{p_1, \dots, p_n\}$ τέτοια ώστε $p_{\sigma(i)} \geq p_{\sigma(i+1)}, \forall i = 1, \dots, n-1$, (π.χ. η $p_{\sigma(i)}$ είναι η i -υψηλότερη τιμή στο σύνολο $\{p_1, \dots, p_n\}$).

Ο υπολογισμός του διανύσματος των βαρών είναι ένα βασικό πρόβλημα για τον τελεστή. Σχετικά με το πρόβλημα του καθορισμού του διανύσματος βαρών, ο Yager προτείνει δύο τρόπους για τον υπολογισμό του (Yager, 1988). Η πρώτη προσέγγιση χρησιμοποιεί ένα είδος μάθησης χρησιμοποιώντας μερικά δεδομένα εκμάθησης, ενώ η δεύτερη προσέγγιση επιχειρεί να προσδώσει μια σημασία ή νόημα στα βάρη (Yager, 1983). Ακολουθώντας την δεύτερη προσέγγιση, τα βάρη είναι δυνατό να εκφράσουν την έννοια της ασαφούς πλειοψηφίας στην σύνθεση του OWA (Zadeh, 1982).

Ο Yager προτείνει ένα τρόπο για τον υπολογισμό των βαρών για την περίπτωση όπου έχουμε έναν ποσοτικό προσδιορισμό Q , οπότε το βάρος δίνεται από την έκφραση

$$w_i = Q(i/n) - Q((i-1)/n), i = 1, \dots, n \quad (3.4)$$

όπου η συνάρτηση συμμετοχής (membership function) του ποσοτικού προσδιορισμού Q δίνεται από την έκφραση

$$Q(r) = \begin{cases} 0, & \text{if } r < a \\ \frac{(r-a)}{b-a}, & \text{if } a \leq r \leq b \\ 1, & \text{if } r > b \end{cases} \quad (3.5)$$

με $a, b, r \in [0,1]$.

Οι πιο κοινοί γλωσσικοί ποσοτικοί προσδιορισμοί που χρησιμοποιούνται είναι οι 'περισσότερο', 'τουλάχιστον μισοί', 'όσο το δυνατόν περισσότεροι' με διαστήματα $(0.3,0.8), (0,0.5), (0.5,1)$ αντίστοιχα. Για παράδειγμα, για την έκφραση της ασαφούς

πλειοψηφίας είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί ο ποσοτικός προσδιορισμός Q 'περισσότεροι' που καθορίζεται από τις παραμέτρους $(a, b) = (0.3, 0.8)$, για τον υπολογισμό του διανύσματος βαρών του OWA.

Η παραπάνω προσέγγιση της ασαφούς πλειοψηφίας με την χρήση του τελεστή OWA, ή κάποιας παραλλαγής του, έχει υιοθετηθεί σε αρκετές προσεγγίσεις προβλημάτων ομαδικής απόφασης (Herrera et al., 1997; Alonso et al., 2005) όπου το ζητούμενο ήταν η μεγιστοποίηση της συναίνεσης της ομάδας, καθώς παρουσιάζει πλεονεκτήματα έναντι των απλών τελεστών μέσου όρου.

3.6.4. Τελεστής WOWA (Weighted OWA)

Ο τελεστής WOWA παρουσιάστηκε από τον Torra (Torra, 1997; 2000), στην προσπάθεια να συμπληρώσει και να επεκτείνει τον τελεστή OWA ώστε στην σύνθεση των τιμών να λαμβάνει υπόψη εκτός από τα βάρη που εκφράζουν την βαρύτητα των τιμών, και τα βάρη τα οποία εκφράζουν την βαρύτητα των πηγών.

Ένας τελεστής WOWA διάστασης n είναι μια συνάρτηση

$$\phi_{WOWA} : \mathfrak{R}^n \rightarrow \mathfrak{R},$$

η οποία έχει δύο διανύσματα βαρών συνδεδεμένα με αυτή,

$$W = (w_1, \dots, w_n),$$

με $w_i \in [0, 1]$, $\sum_{i=1}^n w_i = 1$, τα οποία εκφράζουν την βαρύτητα των τιμών (κατά αντιστοιχία με τον τελεστή OWA) και

$$B = (\beta_1, \dots, \beta_n),$$

με $\beta_i \in [0, 1]$, $\sum_{i=1}^n \beta_i = 1$, τα οποία εκφράζουν την βαρύτητα των πηγών (κατά αντιστοιχία με τον σταθμισμένο μέσο)

και συνθέτει ένα σύνολο τιμών

$$\{p_1, \dots, p_n\}$$

με βάση την ακόλουθη έκφραση

$$\phi_{WOWA}(p_1, \dots, p_n) = \sum_{i=1}^n \omega_i \cdot p_{\sigma(i)} \quad (3.6)$$

όπου

$$\sigma : \{1, \dots, n\} \rightarrow \{1, \dots, n\},$$

μια αντιμετάθεση του συνόλου $\{p_1, \dots, p_n\}$ τέτοια ώστε $p_{\sigma(i)} \geq p_{\sigma(i+1)}$, $\forall i = 1, \dots, n-1$, (π.χ. η τιμή $p_{\sigma(i)}$ είναι η i -υψηλότερη τιμή στο σύνολο $\{p_1, \dots, p_n\}$), και

$$\omega = (\omega_1, \dots, \omega_n),$$

με $\omega_i \in [0,1]$, $\sum_{i=1}^n \omega_i = 1$ το διάνυσμα των βαρών του τελεστή WOWA.

Τα βάρη $\omega = (\omega_1, \dots, \omega_n)$ ορίζονται ως

$$\omega_i = w^* \left(\sum_{j \leq i} \beta_{\sigma(j)} \right) - w^* \left(\sum_{j < i} \beta_{\sigma(j)} \right) \quad (3.7)$$

όπου w^* μια μονότονη αύξουσα συνάρτηση η οποία παρεμβάλλεται και συνδέει τα σημεία $(i/n, \sum_{j \leq i} w_j)$ με το σημείο $(0,0)$.

Για τον υπολογισμό του WOWA και των βαρών $\omega = (\omega_1, \dots, \omega_n)$ ο Torra προτείνει έναν σχετικό αλγόριθμο υπολογισμού (Torra, 1997; 2000).

Ειδικότερα, με δεδομένα τα σύνολα βαρών

$$W = (w_1, \dots, w_n) \text{ και } B = (\beta_1, \dots, \beta_n)$$

καθώς και το σύνολο τιμών $\{p_1, \dots, p_n\}$,

για τον υπολογισμό του τελεστή $\phi_{\text{WOWA}}(p_1, \dots, p_n) = \sum_{i=1}^n \omega_i \cdot p_{\sigma(i)}$ αρχικά υπολογίζεται

το σύνολο των σημείων τα οποία θα συνδεθούν. Το σύνολο αυτό ορίζεται ως

$$S = \left\{ \left(i/n, \sum_{j \leq i} w_j \right) \mid i = 1, \dots, n \right\} \cup \{(0,0)\} \quad (3.8)$$

Στην συνέχεια τα σημεία του συνόλου συνδέονται με μια συνάρτηση w^* . Ο υπολογισμός της w^* είναι δυνατό να επιτευχθεί είτε με τον καθορισμό της συνάρτησης απευθείας, είτε με τον καθορισμό του διανύσματος $W = (w_1, \dots, w_n)$ αρχικά και τον υπολογισμό της w^* στην συνέχεια.

Για τον υπολογισμό της w^* από το διάνυσμα βαρών $W = (w_1, \dots, w_n)$ είναι αναγκαία μια μέθοδος παρεμβολής. Μεταξύ των διαθέσιμων μεθόδων εκείνη η οποία θα

χρησιμοποιηθεί πρέπει να ορίζει μια μονότονη και φραγμένη συνάρτηση (π.χ. πολυωνυμική) όταν τα δεδομένα εισόδου είναι μονότονα και φραγμένα.

Ο τελεστής WOWA μπορεί να θεωρηθεί ως γενίκευση τόσο του σταθμισμένου μέσου όσο και του τελεστή OWA, καθώς όταν οι βαρύτητες των πηγών είναι ισοδύναμες ο WOWA ταυτίζεται με τον OWA, ενώ όταν οι βαρύτητες των τιμών είναι ισοδύναμες ταυτίζεται με τον σταθμισμένο μέσο.

3.6.5. Σύνθεση τιμών σε περιβάλλον ομαδικών αποφάσεων

Στα προβλήματα ομαδικής λήψης αποφάσεων η σύνθεση τιμών πραγματοποιείται στις προτιμήσεις των αποφασιζόντων οι οποίες αφορούν ένα σύνολο παραμέτρων ώστε να προκύψει η συνολική προτίμηση η οποία συνοψίζει τις προτιμήσεις. Το πρόβλημα της σύνθεσης της πληροφορίας έχει μελετηθεί εκτενώς σε πλήθος εργασιών (Dubois, 1985; Kasprzyk, 1988; Yager, 1988; Dubois, 1991; Marques και Pereira, 2003; Calvo, 2004), τόσο σε πολυκριτηριακά προβλήματα όσο και γενικότερα.

Από την παραπάνω παρουσίαση των μεθόδων σύνθεσης προκύπτει ότι

1. ο τελεστής WOWA παρουσιάζει πλεονεκτήματα για την σύνθεση τιμών σε περιβάλλον ομαδικής απόφασης, καθώς επιτρέπει
 - a. την σύνθεση των τιμών λαμβάνοντας υπόψη την βαρύτητα των μελών της ομάδας, και
 - b. τον καθορισμό ζωνών τιμών διαφορετικής βαρύτητας οι οποίες να εκφράζουν διαφορετικές τιμές της πλειοψηφίας.
2. το μοντέλο σύνθεσης SJS παρουσιάζει πλεονεκτήματα για την σύνθεση τιμών σε περιβάλλον ομαδικής απόφασης καθώς ενισχύει τις προτιμήσεις που βρίσκονται κοντά στην συναινετική προτίμηση.

3.7. Σύνοψη

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάστηκε εκτεταμένη ανασκόπηση της ερευνητικής περιοχής των ομαδικών αποφάσεων και των συστημάτων υποστήριξης ομαδικών αποφάσεων σε συνδυασμό με την πολυκριτηριακή ανάλυση. Λόγω της ευρύτητας του θέματος, η ανασκόπηση περιορίστηκε κυρίως στην σύνθεση πολυκριτηριακής ανάλυσης και ομαδικών αποφάσεων. Τα βασικά συμπεράσματα που προέκυψαν από την ανασκόπηση είναι τα εξής:

1. Η πολυκριτηριακή ανάλυση εφαρμόζεται εκτενώς για την υποστήριξη ομαδικών αποφάσεων, όπως έχει παρουσιαστεί σε σχετικές μεθοδολογίες ΣΥΟΑ και ΣΥΔ, παρά την πολυπλοκότητα του πεδίου.

2. Με βάση την προβληματική, η οποία καθορίζει το είδος ομαδικής απόφασης, η πλειονότητα των μεθοδολογιών και ΣΥΟΑ εστιάζει σε προβλήματα επιλογής και ιεράρχησης.
3. Δεν υφίσταται πολυκριτηριακή μεθοδολογία και ΣΥΟΑ για την προβληματική της ταξινόμησης σε περιβάλλον ομαδικών αποφάσεων.
4. Η πλειονότητα των μεθοδολογιών και ΣΥΟΑ βασίζεται στην Αναλυτική ιεραρχική διαδικασία.
5. Η εφαρμογή των σχέσεων υπεροχής είναι περιορισμένη.
6. Ο τελεστής WOWA παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα για την σύνθεση τιμών σε περιβάλλον ομαδικής απόφασης.
7. Το μοντέλο σύνθεσης SJS παρουσιάζει πλεονεκτήματα για την σύνθεση τιμών σε περιβάλλον ομαδικής απόφασης καθώς ενισχύει τις προτιμήσεις που βρίσκονται κοντά στην συναινετική προτίμηση.

Από τα παραπάνω καταδεικνύεται το μεθοδολογικό κενό στο πεδίο των ομαδικών αποφάσεων και πολυκριτηριακής ανάλυσης, καθώς και στο πεδίο των πολυκριτηριακών ΣΥΟΑ, το οποίο αφορά την προβληματική της ταξινόμησης. Συνεπώς, με βάση την παραπάνω ανάλυση προκύπτει ότι οι υφιστάμενες μεθοδολογίες δεν καλύπτουν το πρόβλημα το οποίο πραγματεύεται η διατριβή, και υπάρχει η ανάγκη μιας νέας μεθοδολογίας η οποία θα πραγματεύεται παρόμοια προβλήματα, καθώς και πρωτότυπου ΣΥΟΑ το οποίο θα υλοποιεί την εν λόγω μεθοδολογία. Για τον λόγο αυτό προτείνεται στην συνέχεια η μεθοδολογία ταξινόμησης NeXClass-G, η οποία καλύπτει το μεθοδολογικό κενό και αποτελεί συμβολή της διατριβής στην πολυκριτηριακή ανάλυση στο πεδίο της ταξινόμησης, και το πολυκριτηριακό ΣΥΟΑ NeXClass-G, το οποίο αποτελεί συμβολή της διατριβής στο πεδίο των ομαδικών αποφάσεων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Πολυκριτηριακή μεθοδολογία NeXClass

*Μεθοδολογία ταξινόμησης σε μη διατεταγμένες
κατηγορίες βασισμένη στον ασαφή βαθμό
ένταξης (μη αποκλεισμού)*

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται η πρωτότυπη μεθοδολογία πολυκριτηριακής ταξινόμησης NeXClass (Rigoroulos et al., 2008c). Η μεθοδολογία αντιμετωπίζει προβλήματα ταξινόμησης σε μη διατεταγμένες κατηγορίες, και εισάγει τον καθορισμό των κατηγοριών με βάση το όριό τους, ή κατώφλι εισόδου, καθώς και τον ασαφή βαθμό ένταξης. Για την ταξινόμηση πραγματοποιείται ο υπολογισμός του βαθμού ένταξης των εναλλακτικών για κάθε κατηγορία, και η κάθε εναλλακτική εντάσσεται στην κατηγορία για την οποία ο βαθμός μεγιστοποιείται.

4.1. Εισαγωγή

Στο Κεφάλαιο 2 πραγματοποιήθηκε ανασκόπηση των μεθοδολογιών πολυκριτηριακής ταξινόμησης και καταγράφηκαν τα βασικά σημεία της κάθε προσέγγισης. Ειδικότερα, οι υφιστάμενες μεθοδολογίες οι οποίες αντιμετωπίζουν προβλήματα ταξινόμησης σε μη διατεταγμένες κατηγορίες είναι οι: Μέθοδος Πολυκριτηριακού φιλτραρίσματος, PROAFTN, TRINOMFC, PROMETHEE TRI και SMAA-classification. Όπως προέκυψε από την σχετική ανάλυση, οι εν λόγω μεθοδολογίες ακολουθούν την προσέγγιση του καθορισμού των κατηγοριών με βάση το αντιπροσωπευτικότερο πρότυπο ή εναλλακτική. Με βάση το κεντρικό πρότυπο, και τις παραμέτρους οι οποίες είτε καθορίζονται από τον αποφασίζοντα (Μέθοδος Πολυκριτηριακού φιλτραρίσματος, PROAFTN, TRINOMFC, PROMETHEE TRI), ή εξάγονται έμμεσα από το παράδειγμα ταξινόμησης (SMAA-classification), πραγματοποιείται υπολογισμός του βαθμού ομοιότητας της κάθε εναλλακτικής με το πρότυπο, και τέλος η ταξινόμηση πραγματοποιείται αξιοποιώντας το εν λόγω αποτέλεσμα. Η προσέγγιση αυτή ακολουθείται και στις προσεγγίσεις ομαδοποίησης (PROMETHEE cluster), όπου η κάθε κατηγορία καθορίζεται από ορισμένα κεντρικά πρότυπα και μια ζώνη ομοιότητας, ενώ το ζητούμενο είναι να καθοριστεί κατά πόσο μια εναλλακτική ανήκει στην ζώνη ομοιότητας. Ωστόσο, στην περίπτωση της ομαδοποίησης τα πρότυπα καθορίζονται μη κατευθυνόμενα και ενδέχεται το αποτέλεσμα να μην αντανακλά το μοντέλο προτιμήσεων του αποφασίζοντα.

Με αφετηρία τα παραπάνω ευρήματα της βιβλιογραφικής επισκόπησης, και την ανάγκη υποστήριξης για προβλήματα ταξινόμησης σε μη διατεταγμένες κατηγορίες, οι οποίες να καθορίζονται από το όριό τους, παρουσιάζεται στο παρόν κεφάλαιο η πρωτότυπη μεθοδολογία πολυκριτηριακής ταξινόμησης NeXClass. Η μεθοδολογία εισάγει τον καθορισμό των κατηγοριών με βάση το όριό τους, το οποίο ορίζεται ως κατώφλι εισόδου, και τον ασαφή βαθμό ένταξης, με βάση τον οποίο πραγματοποιείται η ταξινόμηση. Η μεθοδολογία καλύπτει το κενό στον χώρο της πολυκριτηριακής ταξινόμησης για μη διατεταγμένες κατηγορίες, για την περίπτωση του ορισμού των κατηγοριών με βάση το όριό τους, και επεκτείνει μεθοδολογικά την πολυκριτηριακή ταξινόμηση. Αναλυτικότερα, στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται οι βασικές αρχές στις οποίες στηρίζεται η μεθοδολογία, και αναλύεται η έννοια του βαθμού ένταξης καθώς και η αξιοποίησή του για την ταξινόμηση των εναλλακτικών σε κατηγορίες. Στην συνέχεια, αναλύονται οι φάσεις της μεθοδολογίας και παρουσιάζεται διεξοδικά η επίλυση προβλήματος ταξινόμησης με βάση αυτή. Τέλος, παρουσιάζεται ένα ενδεικτικό παράδειγμα εφαρμογής της, καθώς και το πρωτότυπο σύστημα υποστήριξης αποφάσεων το οποίο αναπτύχθηκε και υλοποιεί την εν λόγω μεθοδολογία. Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με αποτελέσματα αξιολόγησης της μεθοδολογίας, σε σύγκριση με συναφείς πολυκριτηριακές μεθοδολογίες ταξινόμησης. Από τα αποτελέσματα προκύπτει συνοπτικά ότι η NeXClass καλύπτει επαρκώς τις ανάγκες ταξινόμησης σε μη διατεταγμένες κατηγορίες και αποτυπώνει αποτελεσματικά το μοντέλο αξιών του αποφασίζοντα και αποτελεί ουσιαστική συμβολή στον χώρο της πολυκριτηριακής ανάλυσης και ειδικότερα στον χώρο της ταξινόμησης.

4.2. Μεθοδολογία NeXClass

4.2.1. Γενικά

Όπως έχει αναφερθεί, το πρόβλημα το οποίο διαπραγματεύεται η διατριβή είναι η ταξινόμηση ενός συνόλου εναλλακτικών σε καθορισμένες μη-διατεταγμένες κατηγορίες, με βάση την επίδοσή τους σε κριτήρια αξιολόγησης. Η βιβλιογραφική ανασκόπηση των πολυκριτηριακών μεθοδολογιών ταξινόμησης, η οποία πραγματοποιήθηκε στο Κεφ. 2, κατέδειξε την έλλειψη η οποία παρατηρείται στον χώρο της πολυκριτηριακής ανάλυσης, και ιδιαίτερα στις μεθοδολογίες ταξινόμησης σε μη διατεταγμένες κατηγορίες. Για τον λόγο αυτό, στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται η μεθοδολογία NeXClass (Rigoroulos et al., 2008c), η οποία αντιμετωπίζει προβλήματα ταξινόμησης εναλλακτικών σε προκαθορισμένες μη-διατεταγμένες κατηγορίες, εισάγοντας την έννοια του ασαφούς βαθμού ένταξης για να παράγει το αποτέλεσμα της ταξινόμησης. Η βασική διαφοροποίηση της NeXClass από τις υπάρχουσες μεθοδολογίες μη-διατεταγμένης ταξινόμησης είναι ότι προτείνει την ταξινόμηση με βάση την σύγκριση της υπό ταξινόμηση εναλλακτικής με το όριο της κατηγορίας (κατώφλι εισόδου), και όχι με βάση την σύγκριση με το αντιπροσωπευτικότερο πρότυπο της κατηγορίας. Οι κατηγορίες καθορίζονται με βάση ένα οριακό πρότυπο-εκπρόσωπο της κατηγορίας το οποίο έχει τον ρόλο του κατώφλιου εισόδου στην κατηγορία, και όχι με βάση το αντιπροσωπευτικότερο πρότυπο-εκπρόσωπο της κατηγορίας. Τα πρότυπα τα οποία αποτελούν τα κατώφλια εισόδου κάθε κατηγορίας καθορίζονται από τον αποφασίζοντα. Η ταξινόμηση μιας εναλλακτικής σε κάποια κατηγορία πραγματοποιείται με βάση το αποτέλεσμα της σύγκρισης της επίδοσης της εναλλακτικής με το κατώφλι εισόδου της κατηγορίας, η οποία ουσιαστικά καθορίζει το κατά πόσο η εναλλακτική υπερσχύει του κατώφλιου εισόδου στην κατηγορία. Ο υπολογισμός του αποτελέσματος της σύγκρισης βασίζεται στον υπολογισμό του ασαφούς βαθμού ένταξης στην κατηγορία, ο οποίος αποτελεί γενίκευση του μοντέλου των σχέσεων προτίμησης με βάση τους δείκτες συμφωνίας και ασυμφωνίας. Με βάση το αποτέλεσμα του βαθμού ένταξης υπολογίζεται ο βαθμός υπερίσχυσης της εναλλακτικής έναντι του κατώφλιου εισόδου, και ταξινομείται η εναλλακτική ανάλογα.

4.2.2. Βασικές αρχές

Η βασικές αρχές της μεθοδολογίας NeXClass είναι οι εξής:

1. Οι κατηγορίες είναι μη-διατεταγμένες.
2. Οι κατηγορίες καθορίζονται από τα όριά τους.
3. Τα όρια των κατηγοριών είναι δυνατό να θεωρηθούν ως ιδεατές εναλλακτικές οι οποίες καθορίζονται από τον αποφασίζοντα ως το λιγότερο αντιπροσωπευτικό δείγμα της κάθε κατηγορίας, ή αλλιώς ως το όριο εισόδου (κατώφλι εισόδου) στην κάθε κατηγορία. Τα κατώφλια προσδιορίζονται από την επίδοσή τους στα κριτήρια αξιολόγησης.

4. Μια εναλλακτική ταξινομείται σε μια κατηγορία με βάση το αποτέλεσμα της σύγκρισης της εναλλακτικής με το κατώφλι εισόδου της κατηγορίας. Το αποτέλεσμα εκφράζει τον βαθμό κατά τον οποίο η εναλλακτική υπεριοχθεί έναντι του κατώφλιου εισόδου της κατηγορίας, και κατά συνέπεια εκφράζει τον βαθμό κατά τον οποίο μπορεί να ενταχθεί στην κατηγορία. Έτσι, εάν η εναλλακτική υπεριοχθεί έναντι του κατώφλιου εισόδου, τότε μπορεί να ενταχθεί στην κατηγορία, ενώ αντίθετα αν η εναλλακτική δεν υπεριοχθεί έναντι του κατώφλιου εισόδου, τότε αποκλείεται από την κατηγορία. Ορίζουμε την παραπάνω πρόταση ως **‘αρχή της ένταξης (ή μη-αποκλεισμού)’** (inclusion/non-exclusion principle). Αυτή αποτελεί την βασική αρχή στην οποία στηρίζεται η μεθοδολογία, και με βάση την οποία πραγματοποιείται η ταξινόμηση.
5. Για τον υπολογισμό του αποτελέσματος σύγκρισης κατώφλιου και εναλλακτικής ορίζεται ο ασαφής βαθμός ένταξης στην κατηγορία, ο οποίος αποτελεί γενίκευση του μοντέλου των σχέσεων προτίμησης με βάση τους δείκτες συμφωνίας και ασυμφωνίας. Με βάση την τιμή του βαθμού ένταξης υπολογίζεται ο βαθμός υπερίσχυσης της εναλλακτικής έναντι του κατώφλιου εισόδου.

4.2.3. Παράδειγμα ταξινόμησης

Για την διασάφηση της παραπάνω αρχής δίνεται στην συνέχεια ένα απλό παράδειγμα ταξινόμησης σε μη-διατεταγμένες κατηγορίες:

Υποθέτοντας ότι υπάρχουν τρεις κατηγορίες *‘κόκκινο’*, *‘κίτρινο’*, *‘μπλε’* (τις οποίες έχει ορίσει ο αποφασίζων), και το ζητούμενο είναι η ταξινόμηση της εναλλακτικής *‘πορτοκαλί’* σε μια από αυτές, σύμφωνα με τις προτιμήσεις του αποφασίζοντα. Ταξινομώντας με βάση το αντιπροσωπευτικότερο πρότυπο (αυτή η προσέγγιση διέπει όλες τις υφιστάμενες πολυκριτηριακές μεθοδολογίες ταξινόμησης για μη-διατεταγμένες κατηγορίες), θα ζητηθεί από τον αποφασίζοντα να ορίσει ένα υπόδειγμα από κάθε κατηγορία ως το αντιπροσωπευτικότερο δείγμα της κατηγορίας. Στην συνέχεια η εναλλακτική ταξινομείται στην κατηγορία για την οποία ισχύει ότι η *‘απόσταση’* εναλλακτικής και προτύπου είναι η μικρότερη. Η υπολογισμός της απόστασης εξαρτάται από την μεθοδολογία. Στην προκειμένη περίπτωση ο αποφασίζων θα όριζε ποιο θεωρεί ως το αντιπροσωπευτικότερο *‘κόκκινο’*, *‘κίτρινο’*, και *‘μπλε’*. Στην συνέχεια θα συγκρινόταν η εναλλακτική *‘πορτοκαλί’* με κάθε ένα πρότυπο (*‘κόκκινο’*, *‘κίτρινο’*, ή *‘μπλε’*) και θα ταξινομούνταν με βάση την μικρότερη *‘απόσταση’*.

Παράδειγμα: Αν υποθεθεί ότι ο αποφασίζων δίνει τις παρακάτω τιμές για τα πρότυπα *‘κόκκινο’*, *‘κίτρινο’*, ή *‘μπλε’*.

κόκκινο 90%, κίτρινο90%, μπλε90%,

και για το *‘πορτοκαλί’* δίνει την εξής επίδοση

πορτοκαλί κόκκινο60% κίτρινο30% μπλε10%.

Ταξινομώντας με βάση τα παραπάνω, θα πρέπει να υπολογιστεί με κάποιο μοντέλο η

απόσταση του 'πορτοκαλί' από τα 3 πρότυπα και να επιλεγεί η κατηγορία για την οποία η απόσταση είναι μικρότερη ή αλλιώς η ομοιότητα με την κατηγορία είναι η μεγαλύτερη. Είναι προφανές ότι στην προκειμένη περίπτωση θα επιλεγεί η κατηγορία 'κόκκινο'.

Με βάση την αρχή της ένταξης, για την περίπτωση μη-διατεταγμένων κατηγοριών είναι δυνατή η ταξινόμηση μιας εναλλακτικής όχι με βάση το περισσότερο αντιπροσωπευτικό δείγμα της κατηγορίας, αλλά το λιγότερο. Δηλαδή στην προκειμένη περίπτωση ο αποφασίζων ορίζει για κάθε κατηγορία το λιγότερο αντιπροσωπευτικό δείγμα της πέρα από το οποίο μια εναλλακτική δεν θα ανήκει στην κατηγορία. Αυτό επομένως σημαίνει ότι το υπόδειγμα αυτό έχει την λειτουργία κατώφλιου εισόδου στην κατηγορία. Η σύγκριση επομένως της εναλλακτικής 'πορτοκαλί' θα γίνεται με τα 'κατώφλια εισόδου' των κατηγοριών. Αν υπερτερεί το κατώφλι, τότε οι διαφορές με την κατηγορία είναι τόσες που δεν επιτρέπουν να ενταχθεί σε αυτή, συνεπώς αποκλείεται. Εάν υπερτερεί η εναλλακτική, τότε οι διαφορές είναι λιγότερες και ταξινομείται στην κατηγορία με την οποία έχει τις λιγότερες διαφορές, συνεπώς ταξινομείται στην κατηγορία με τον μεγαλύτερο βαθμό ένταξης.

Παράδειγμα: Αν υποθεθεί ότι ο αποφασίζων δίνει τις παρακάτω τιμές για τα λιγότερο αντιπροσωπευτικά πρότυπα 'κόκκινο', 'κίτρινο', ή 'μπλε'.

Κόκκινο50%, Κίτρινο50%, Μπλε50%, και

Για το 'πορτοκαλί' δίνει ότι είναι

πορτοκαλί = κόκκινο60% κίτρινο30% μπλε10%.

Ταξινομώντας με βάση την αρχή της ένταξης, θα πρέπει να υπολογιστεί η απόσταση του 'πορτοκαλί' από τα 3 πρότυπα και να επιλεγεί η κατηγορία για την οποία η ο βαθμός ένταξης είναι μεγαλύτερος, ή αλλιώς οι διαφορές με την κατηγορία είναι μικρότερες. Είναι προφανές ότι στην προκειμένη περίπτωση θα επιλεγεί η κατηγορία 'κόκκινο'.

4.2.4. Φάσεις της μεθοδολογίας

Η επίλυση ενός προβλήματος ταξινόμησης με την βοήθεια της μεθοδολογίας NeXClass είναι δυνατό να αναλυθεί σε τρεις κύριες φάσεις οι οποίες περιγράφονται συνοπτικά παρακάτω:

Φάση 1

Καθορισμός προβλήματος. Στην φάση αυτή ο αποφασίζων ορίζει το πρόβλημα ταξινόμησης. Καθορίζει τις κατηγορίες, τα κριτήρια, τα βάρη των κριτηρίων και τις εναλλακτικές προς ταξινόμηση. Στην συνέχεια ορίζει τα κατώφλια εισόδου στις κατηγορίες, τα κατώφλια προτίμησης, αδιαφορίας και βέτο. Τέλος, (προαιρετικά) ορίζει ένα σύνολο εναλλακτικών που αποτελεί σύνολο εκμάθησης ώστε να ελεγχθεί η

ορθότητα των παραμέτρων. Οι εναλλακτικές αυτές ταξινομούνται από τον αποφασίζοντα και στην επόμενη φάση το αποτέλεσμα συγκρίνεται με το αποτέλεσμα της μεθοδολογίας ώστε να βελτιστοποιηθούν οι αρχικές παράμετροι.

Φάση 2

Εφαρμογή πολυκριτηριακής ταξινόμησης. Έπειτα από τον καθορισμό του συνόλου παραμέτρων ακολουθεί η ταξινόμηση αρχικά του συνόλου εκμάθησης. Αυτό αποτελείται από το σύνολο των εναλλακτικών που έχουν ταξινομηθεί από τον αποφασίζοντα στην προηγούμενη φάση με εναλλακτική μέθοδο και αποτελούν μέτρο σύγκρισης. Το αποτέλεσμα της NeXClass στο σύνολο εκμάθησης ελέγχεται με βάση την ταξινόμηση της προηγούμενης φάσης και τίθεται υπό αποδοχή από τον αποφασίζοντα. Αν δεν είναι αποδεκτό επαναλαμβάνεται η προηγούμενη φάση μέχρι ένα μέγιστο αριθμό επαναλήψεων σε περίπτωση που δεν είναι αποδεκτό περισσότερο από μια φορές. Εφόσον η απόδοση της NeXClass σε σχέση με το σύνολο εκμάθησης είναι αποδεκτή, τότε η μεθοδολογία συνεχίζει με το πλήρες σύνολο των εναλλακτικών.

Φάση 3

Ανάλυση αποτελεσμάτων. Στην τελευταία φάση παράγονται τα αποτελέσματα της ταξινόμησης, και εκτελείται ανάλυση ευαισθησίας των αποτελεσμάτων. Με βάση αυτά γίνονται ποιοτικοί έλεγχοι και μέτρηση του βαθμού αποδοχής και ικανοποίησης του αποφασίζοντα. Αν υπάρχει σοβαρή απόκλιση από τον επιθυμητό βαθμό αποδοχής τότε επαναλαμβάνεται η φάση 2 ή 1.

4.3. Αναλυτική περιγραφή πολυκριτηριακής ταξινόμησης με βάση τον Βαθμό ένταξης

Παρακάτω παρουσιάζεται και αναλύεται η μεθοδολογία ταξινόμησης διεξοδικά.

4.3.1. Ορισμός προβλήματος

Οι παρακάτω συμβολισμοί θα χρησιμοποιηθούν στην συνέχεια:

1. $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$ ένα σύνολο εναλλακτικών, υποψήφιων για ταξινόμηση σε μη διατεταγμένες κατηγορίες (το σύνολο θεωρείται πεπερασμένο και μη κενό).
2. $F = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}$ ένα σύνολο κριτηρίων αξιολόγησης.
3. $\Omega = \{C^1, C^2, \dots, C^h\}$ ένα σύνολο μη διατεταγμένων κατηγοριών με $h \geq 2$.
4. $B^h = \{b_1^h, b_2^h, \dots, b_k^h\}$ ένα σύνολο πρωτότυπων για την κατηγορία h , όπου $B^h = \{b_i^h \mid i = 1, \dots, k, h = 1, \dots, L_h\}$, και το b_i^h υποδεικνύει το i_{th} πρωτότυπο της h_{th} κατηγορίας. Τα πρωτότυπα αυτά καθορίζουν την κατηγορία ως κατώφλια εισόδου

στην κατηγορία. Συνήθως ορίζεται ένα ανά κατηγορία, όμως στην γενικότερη περίπτωση είναι δυνατό να οριστούν περισσότερα ανά κατηγορία.

5. Η επίδοση των εναλλακτικών και των πρωτοτύπων κατώφλιων υπολογίζεται στα κριτήρια $F = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}$, έτσι ώστε: $\forall a, g(a) = (g_1(a), g_2(a), \dots, g_n(a))$ και $\forall b_i^h, g(b_i^h) = (g_1(b_i^h), g_2(b_i^h), \dots, g_n(b_i^h))$.

Το πρόβλημα το οποίο αντιμετωπίζει η μεθοδολογία προσδιορίζεται ως εξής:

Με δεδομένο ένα σύνολο μη διατεταγμένων κατηγοριών $\Omega = \{C^1, C^2, \dots, C^h\}$, ένα σύνολο κριτηρίων αξιολόγησης $F = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}$, και ένα σύνολο εναλλακτικών $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$, το ζητούμενο είναι η ταξινόμηση κάθε εναλλακτικής $a \in A$ σε συγκεκριμένη κατηγορία $C^h \in \Omega$, με βάση την επίδοση των εναλλακτικών στα κριτήρια αξιολόγησης, με βάση το σύνολο αξιών του αποφασίζοντα.

Το σύνολο αξιών του αποφασίζοντα αποτυπώνεται με

1. Τον ορισμό πρωτοτύπων (κατώφλιων εισόδου) για κάθε κατηγορία χρησιμοποιώντας την διαθέσιμη πληροφορία. Τα πρωτότυπα προσδιορίζονται από την επίδοσή τους στο σύνολο των κριτηρίων.
2. Τον καθορισμό των επιδόσεων των εναλλακτικών στα κριτήρια.
3. Τον ορισμό τιμών για τις παραμέτρους (κριτήρια, βάρη κριτηρίων, κατώφλια προτίμησης, αδιαφορίας και βέτο) οι οποίες χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό του βαθμού ένταξης μιας εναλλακτικής σε μια κατηγορία.

4.3.2. Ορισμός της Αρχής της ένταξης

Η μεθοδολογία NeXClass, όπως αναφέρθηκε, επιλύει πολυκριτηριακά προβλήματα ταξινόμησης εναλλακτικών σε προκαθορισμένες μη-διατεταγμένες κατηγορίες. Για την υλοποίηση της ταξινόμησης είναι απαραίτητο να ορισθεί η βασική αρχή στην οποία στηρίζεται η διαδικασία.

Η βασική αρχή στην οποία στηρίζεται η ταξινόμηση είναι η 'αρχή της ασαφούς ένταξης/μη-αποκλεισμού' η οποία ορίζεται ως εξής:

Μια εναλλακτική $a \in A$ ταξινομείται σε μια κατηγορία $C^h \in \Omega$ εάν και μόνο εάν δεν αποκλείεται ή δεν αποκλείεται περίπου με βάση το υπόδειγμα κατώφλιου της κατηγορίας αυτής.

Για να είναι δυνατή η αξιοποίηση της αρχής για ταξινόμηση χρειάζεται να καθορισθεί ένα μέτρο για την μέτρηση του βαθμού ισχύος της αρχής, η οποία μπορεί να εκφραστεί και ως

Η εναλλακτική $a \in A$ εντάσσεται ή εντάσσεται περίπου (ή ισοδύναμα δεν αποκλείεται ή δεν αποκλείεται περίπου)

Για τον σκοπό αυτό ορίζεται ο *βαθμός ένταξης* (inclusion degree) μιας εναλλακτικής σε μια κατηγορία. Ο βαθμός ένταξης είναι ένα μέτρο του κατά πόσο η εναλλακτική υπερिσχύει έναντι του κατώφλιου (ή ισοδύναμα προτιμάται έναντι του κατώφλιου), και δεν αποκλείεται από την κατηγορία (άρα είναι δυνατό να ταξινομηθεί στην κατηγορία).

Έτσι, όσο περισσότερο προτιμάται η εναλλακτική έναντι του κατώφλιου, τόσο περισσότερο πιθανό είναι η εναλλακτική να ανήκει στην κατηγορία που εκπροσωπεί το κατώφλι, και κατά συνέπεια ο βαθμός ένταξης μεγιστοποιείται. Αντίθετα, όσο λιγότερο προτιμάται η εναλλακτική έναντι του κατώφλιου, τόσο λιγότερο πιθανό είναι η εναλλακτική να ανήκει στην κατηγορία του κατώφλιου. Στην περίπτωση αυτή ο βαθμός του ένταξης ελαχιστοποιείται.

4.3.3. Ορισμός βαθμού ένταξης

Για την εκτίμηση του βαθμού ισχύος της πρότασης

‘η εναλλακτική $a \in A$ εντάσσεται ή εντάσσεται περίπου’

απαιτείται ο ορισμός ενός κατάλληλου βαθμού μέτρησης. Η παραπάνω πρόταση μπορεί ισοδύναμα να εκφραστεί ως εξής

‘η εναλλακτική $a \in A$ προτιμάται ή προτιμάται περίπου έναντι του κατώφλιου εισόδου’

επομένως αρκεί να υπολογιστεί ο βαθμός ισχύος της παραπάνω πρότασης, ή αλλιώς ο βαθμός προτίμησης μιας εναλλακτικής $a \in A$ σε σχέση με το κατώφλι εισόδου b_i^h της κατηγορίας C^h .

Ως μέτρο του βαθμού προτίμησης της εναλλακτικής $a \in A$ έναντι του κατώφλιου b_i^h , ορίζεται ο *βαθμός ένταξης*, ο οποίος εκφράζει τον βαθμό ισχύος της πρότασης **‘η εναλλακτική προτιμάται ή προτιμάται περίπου έναντι του κατώφλιου εισόδου’** ή αντίστοιχα της πρότασης **‘η εναλλακτική δεν αποκλείεται ή δεν αποκλείεται περίπου’**. Όσο ελαχιστοποιείται ο βαθμός ένταξης, τόσο η εναλλακτική δεν προτιμάται έναντι του κατώφλιου εισόδου και αποκλείεται από την κατηγορία. Αντίθετα, όσο μεγιστοποιείται ο βαθμός ένταξης τόσο η εναλλακτική προτιμάται έναντι του κατώφλιου εισόδου και δεν αποκλείεται από την κατηγορία.

4.3.4. Ορισμός ασαφούς σχέσης ένταξης

Η μεθοδολογία, όπως αναφέρθηκε, βασίζεται στην αρχή της ένταξης/μη αποκλεισμού, η οποία καθορίζει σε ποιο βαθμό μια εναλλακτική είναι δυνατό να ενταχθεί σε μια

κατηγορία ή να αποκλειστεί από αυτή. Για την αξιοποίηση της αρχής για ταξινόμηση, ορίζεται η ασαφής σχέση ένταξης.

Ειδικότερα, η ασαφής σχέση ένταξης $P(a,b)$ ορίζεται ως δυαδική σχέση μεταξύ μιας εναλλακτικής $a_i \in A$ και του κατώφλιου μιας κατηγορίας $b_k^h \in B$. Για τον ορισμό της σχέσης $P(a,b)$ χρησιμοποιείται η προσέγγιση της συμφωνίας/ασυμφωνίας γενικεύοντας την σχέση προτίμησης.

Με βάση την αρχή της ένταξης/μη αποκλεισμού και θεωρώντας τα κατώφλια εισόδου των κατηγοριών, μια εναλλακτική $a_i \in A$ προτιμάται έναντι του κατώφλιου $b_k^h \in B$ (και μπορεί να ενταχθεί στην κατηγορία $C^h \in C$) 'εανν' υπάρχει ικανή πλειοψηφία αιτίων που υποστηρίζουν την προτίμηση της εναλλακτικής $a_i \in A$ έναντι του κατώφλιου $b_k^h \in B$ και δεν υπάρχει καμία ισχυρή διαφωνία σε αυτό.

Με βάση αυτό, η ασαφής σχέση ένταξης $P(a,b)$ μπορεί να εκφραστεί με την σχέση

$$P(a,b) \Leftrightarrow C(a,b) \wedge \neg D(a,b) \quad (4.1)$$

όπου

ο όρος $C(a,b)$ εκφράζει ότι υπάρχει ικανή πλειοψηφία αιτίων που υποστηρίζουν την προτίμηση της εναλλακτικής $a_i \in A$ έναντι του κατώφλιου $b_k^h \in B$, και

ο όρος $D(a,b)$ εκφράζει ότι υπάρχει διαφωνία για την προτίμηση της εναλλακτικής $a_i \in A$ έναντι του κατώφλιου $b_k^h \in B$.

Αντικαθιστώντας τις αιτίες με τα κριτήρια αξιολόγησης, οι όροι εκφράζουν πλέον τα

ο όρος $C(a,b)$ εκφράζει ότι υπάρχει ικανή πλειοψηφία κριτηρίων που υποστηρίζουν την προτίμηση της εναλλακτικής $a_i \in A$ έναντι του κατώφλιου $b_k^h \in B$, και

ο όρος $D(a,b)$ εκφράζει ότι υπάρχουν κριτήρια που εκφράζουν διαφωνία για την προτίμηση της εναλλακτικής $a_i \in A$ έναντι του κατώφλιου $b_k^h \in B$.

4.3.5. Μερικές σχέσεις ένταξης

Με βάση τον ορισμό της ασαφούς σχέσης ένταξης $P(a,b)$, μια εναλλακτική ταξινομείται σε μια κατηγορία $a_i \in C$ εάν η εναλλακτική προτιμάται σε σχέση με το κατώφλι της κατηγορίας με βάση τις επιδόσεις σε κάθε κριτήριο. Για τον υπολογισμό της συμβολής κάθε κριτηρίου, ορίζονται μερικές σχέσεις ένταξης για κάθε κριτήριο g_j ως

$$P_j(a, b) \Leftrightarrow g_j(a_i) \in [g_j(b_k^h), \infty) \quad (4.2)$$

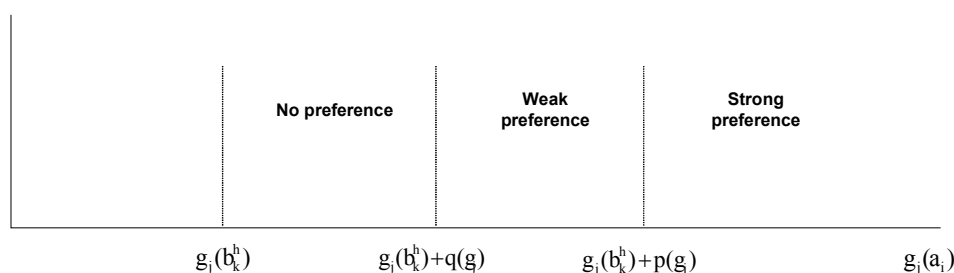
όπου $g_j(a_i)$ και $g_j(b_k^h)$,

είναι οι επιδόσεις της εναλλακτικής $a_i \in A$ και του κατώφλιου $b_k^h \in B$ στο κριτήριο g_j αντίστοιχα.

Ο ορισμός αυτός δηλώνει ότι μια εναλλακτική προτιμάται έναντι ενός κατώφλιου εάν

$$g_j(a_i) > g_j(b_k^h).$$

Ωστόσο, εξαιτίας της σχετικής ασάφειας των δεδομένων, ορίζονται δύο κατώφλια διάκρισης για κάθε κριτήριο $q(g_j)$ και $p(g_j)$, τα οποία οδηγούν στην δημιουργία τριών περιοχών προτίμησης (ένταξης) όπως απεικονίζονται στην Εικόνα 4.1. Τα κατώφλια ενεργούν ως κατώφλια αδιαφορίας $q(g_j)$ και προτίμησης $p(g_j)$ αντίστοιχα.



Εικόνα 4.1. Περιοχές προτίμησης (ένταξης)

Οι τρεις περιοχές, οι οποίες ορίζονται με την εισαγωγή των κατώφλιων είναι οι παρακάτω:

1. Περιοχή Μη προτίμησης (ένταξης). Για $g_j(a_i) \leq g_j(b_k^h) + q(g_j)$ δεν υπάρχει προτίμηση (ή ένταξη) της εναλλακτικής $a \in A$ έναντι του κατώφλιου $b_k^h \in B$.
2. Περιοχή Μέτριας προτίμησης (ένταξης). Για $g_j(b_k^h) + q(g_j) \leq g_j(a_i) \leq g_j(b_k^h) + p(g_j)$ υπάρχει μέτρια προτίμηση (ή ένταξη) της εναλλακτικής $a \in A$ έναντι του κατώφλιου $b_k^h \in B$.
3. Περιοχή Ισχυρής προτίμησης (ένταξης). Για $g_j(a_i) \geq g_j(b_k^h) + p(g_j)$ υπάρχει ισχυρή προτίμηση (ή ένταξη) της εναλλακτικής $a \in A$ έναντι του κατώφλιου $b_k^h \in B$.

4.3.6. Μερικός δείκτης ένταξης

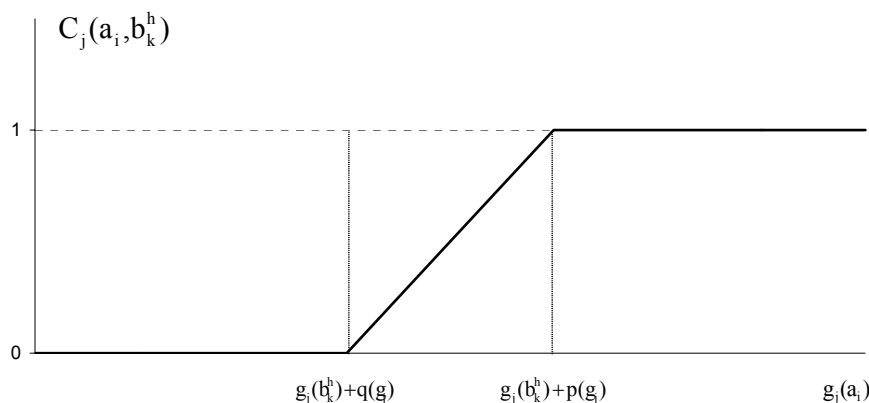
Έχοντας ορίσει τις μερικές σχέσεις ένταξης και τα δύο κατώφλια διάκρισης, ορίζεται ο δείκτης $C_j(a_i, b_k^h)$ για κάθε μερική σχέση, για τον υπολογισμό του βαθμού ισχύος των τριών περιπτώσεων προτίμησης (ένταξης). Ονομάζεται μερικός δείκτης ένταξης, και για κάθε περιοχή ορίζονται κατάλληλες τιμές ως εξής:

1. Περιοχή Μη προτίμησης (ένταξης). Για $g_j(a_i) \leq g_j(b_k^h) + q(g_j)$ ο δείκτης λαμβάνει την ελάχιστη τιμή $C_j(a_i, b_k^h) = 0$.
2. Περιοχή Μέτριας προτίμησης (ένταξης). Για $g_j(b_k^h) + q(g_j) \leq g_j(a_i) \leq g_j(b_k^h) + p(g_j)$ ο δείκτης λαμβάνει τιμές μεταξύ ελάχιστης και μέγιστης τιμής $C_j(a_i, b_k^h) \in [0, 1]$.
3. Περιοχή Ισχυρής προτίμησης (ένταξης). Για $g_j(a_i) \geq g_j(b_k^h) + p(g_j)$ ο δείκτης λαμβάνει την μέγιστη τιμή $C_j(a_i, b_k^h) = 1$.

Οι τιμές αυτές μπορούν να παρασταθούν με την ακόλουθη συνάρτηση

$$C_j(a_i, b_k^h) = \begin{cases} 0, & g_j(a_i) \leq g_j(b_k^h) + q(g_j) \\ \in [0, 1], & g_j(b_k^h) + q(g_j) \leq g_j(a_i) \leq g_j(b_k^h) + p(g_j) \\ 1, & g_j(a_i) \geq g_j(b_k^h) + p(g_j) \end{cases} \quad (4.3)$$

η οποία παριστάνεται στο παρακάτω διάγραμμα



Εικόνα 4.2. Μερικός δείκτης ένταξης

Από τον παραπάνω ορισμό και την γραμμική συνάρτηση παρεμβολής ο δείκτης μπορεί να παρασταθεί με την παρακάτω συμπαγή μορφή

$$C_j(a_i, b_k^h) = \frac{g_j(b_k^h) - \max\{g_j(b_k^h), g_j(a_i) - q(g_j)\}}{q(g_j) - \max\{g_j(a_i) - g_j(b_k^h), p(g_j)\}} \quad (4.4)$$

4.3.7. Συνολικός δείκτης ένταξης

Οι ασαφείς μερικές σχέσεις ένταξης και οι δείκτες ένταξης όπως ορίστηκαν αντίστοιχα, εκφράζουν τον βαθμό ισχύος της πρότασης

Η εναλλακτική $a_i \in A$ προτιμάται έναντι του κατωφλίου $b_k^h \in B$ και μπορεί να ενταχθεί στην κατηγορία ως προς το κριτήριο g_j .

Για τον υπολογισμό της συμβολής όλων των κριτηρίων, ορίζεται ο συνολικός βαθμός ένταξης για την εναλλακτική $a_i \in A$ ως

$$C(a_i, b_k^h) = \sum_{j=1}^m w_j * C_j(a_i, b_k^h) \quad (4.5)$$

όπου $C_j(a_i, b_k^h) \in [0, 1]$,

είναι ο μερικός βαθμός ένταξης της εναλλακτικής $a_i \in A$ για το κριτήριο g_j , και w_j το βάρος του κριτηρίου g_j .

Ο συνολικός βαθμός ένταξης είναι το αποτέλεσμα της σύνθεσης των μερικών δεικτών, όπου ο τελεστής σύνθεσης είναι ο σταθμισμένος μέσος θεωρώντας τα βάρη των κριτηρίων.

4.3.8. Μερικός δείκτης ασυμφωνίας

Σε ορισμένες περιπτώσεις ένα κριτήριο ενδέχεται να εκφράσει αρνητική κρίση για την ταξινόμηση μιας εναλλακτικής $a \in A$ σε μια κατηγορία $C^h \in \Omega$. Ειδικότερα, ένα κριτήριο g_j ενδέχεται να εκφράσει ισχυρή αντίθεση ως προς την προτίμηση της εναλλακτικής έναντι του κατωφλίου $b_k^h \in B$. Σε αυτή την περίπτωση το κριτήριο βρίσκεται σε ασυμφωνία με την σχέση ένταξης της εναλλακτικής έναντι του κατωφλίου.

Για την αντιμετώπιση αυτής της περίπτωσης, ορίζεται ένα κατώφλι βέτο $v(g_j)$ για κάθε κριτήριο ως η ελάχιστη επίδοση η οποία είναι ασύμβατη με την υπόθεση ότι

Η εναλλακτική $a \in A$ προτιμάται έναντι του κατωφλίου $b_k^h \in B$ (και είναι δυνατή η ένταξη της στην κατηγορία) για το κριτήριο g_j .

Με βάση τον ορισμό του βέτο, διακρίνονται οι παρακάτω περιοχές ασυμφωνίας:

1. Μη ασυμφωνία. Για $g_j(a_i) \leq g_j(b_k^h) + p(g_j)$ δεν υπάρχει ασυμφωνία για την προτίμηση (ή ένταξη) της εναλλακτικής $a \in A$ έναντι του κατωφλίου $b_k^h \in B$.
2. Μέτρια ασυμφωνία. Για $g_j(b_k^h) + p(g_j) \leq g_j(a_i) \leq g_j(b_k^h) + v(g_j)$ υπάρχει μέτρια ασυμφωνία για την προτίμηση (ή ένταξη) της εναλλακτικής $a \in A$ έναντι του κατωφλίου $b_k^h \in B$.
3. Ισχυρή ασυμφωνία. Για $g_j(a_i) \geq g_j(b_k^h) + v(g_j)$ υπάρχει ισχυρή ασυμφωνία για την προτίμηση (ή ένταξη) της εναλλακτικής $a \in A$ έναντι του κατωφλίου $b_k^h \in B$.

Με βάση τις περιοχές αυτές, ορίζεται ο δείκτης ασυμφωνίας $D_j(a_i, b_k^h)$ για κάθε κριτήριο για την μέτρηση του βαθμού ασυμφωνίας. Για κάθε περιοχή καθορίζονται οι παρακάτω τιμές για τον δείκτη

1. Περιοχή Μη ασυμφωνίας. Για $g_j(a_i) \leq g_j(b_k^h) + p(g_j)$ ο δείκτης λαμβάνει την ελάχιστη τιμή $D_j(a_i, b_k^h) = 0$.
2. Περιοχή Μέτριας ασυμφωνίας. Για $g_j(b_k^h) + p(g_j) \leq g_j(a_i) \leq g_j(b_k^h) + v(g_j)$ ο δείκτης λαμβάνει τιμές μεταξύ ελάχιστης και μέγιστης τιμής $D_j(a_i, b_k^h) \in [0, 1]$.
3. Περιοχή Ισχυρής ασυμφωνίας. Για $g_j(a_i) \geq g_j(b_k^h) + v(g_j)$ ο δείκτης λαμβάνει την μέγιστη τιμή $D_j(a_i, b_k^h) = 1$.

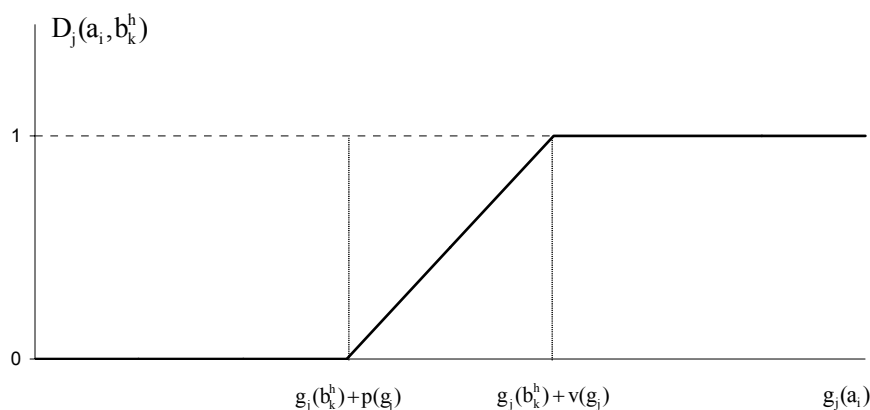
Οι τιμές αυτές μπορούν να παρασταθούν με την ακόλουθη συνάρτηση

$$D_j(a_i, b_k^h) = \begin{cases} 0, & g_j(a_i) \leq g_j(b_k^h) + p(g_j) \\ \in [0, 1], & g_j(b_k^h) + p(g_j) \leq g_j(a_i) \leq g_j(b_k^h) + v(g_j) \\ 1, & g_j(a_i) \geq g_j(b_k^h) + v(g_j) \end{cases} \quad (4.6)$$

η οποία παριστάνεται στην Εικόνα 4.3.

Από τον παραπάνω ορισμό και την γραμμική συνάρτηση παρεμβολής ο δείκτης μπορεί να παρασταθεί με την παρακάτω συμπαγή μορφή.

$$D_j(a_i, b_k^h) = \min\left(1, \max\left(0, \frac{g_j(a_i) - g_j(b_k^h) - p(g_j)}{v(g_j) - p(g_j)}\right)\right) \quad (4.7)$$



Εικόνα 4.3. Μερικός δείκτης ασυμφωνίας

4.3.9. Συνολική ασαφής σχέση ένταξης

Υιοθετώντας την αρχή της συμφωνίας/ασυμφωνίας ορίζεται η συνολική ασαφής σχέση ένταξης με την σύνθεση των μερικών σχέσεων ένταξης συνυπολογίζοντας και την ασυμφωνία.

Η συνολική ασαφής σχέση ένταξης ορίζεται ως εξής

$$P(a_i, b_k^h) = C(a_i, b_k^h) * \prod_{j=1}^m \left(\frac{1 - D_j(a_i, b_k^h)}{1 - C(a_i, b_k^h)} \right) \quad (4.8)$$

όπου

$$C(a, b_k^h) = \sum_{j=1}^m w_j * C_j(a_j, b_k^h)$$

είναι ο συνολικός δείκτης ένταξης και

$$D_j(a_i, b_k^h)$$

ο δείκτης ασυμφωνίας.

4.3.10. Υπολογισμός βαθμού ένταξης

Για τον υπολογισμό του βαθμού ισχύος της συνολικής ασαφούς σχέσης ένταξης ορίζεται ο ασαφής βαθμός ένταξης μιας εναλλακτικής $a \in A$ για κάθε κατηγορία C^h .

Ο βαθμός στην γενική περίπτωση πολλαπλών κατωφλίων εισόδου ορίζεται ως

$$\gamma(a_i, C^h) = \max \{P(a_i, b_1^h), P(a_i, b_2^h), \dots, P(a_i, b_k^h)\} \quad (4.9)$$

Ο **βαθμός ένταξης** (inclusion degree) της εναλλακτικής $a \in A$ για την κατηγορία

$C^h \in \Omega$ είναι ο εξής

$$\gamma(a, C^h) = P(a, b^h) = \gamma^{tot} \quad (4.10)$$

για την περίπτωση που έχει οριστεί ένα μόνο κατώφλι εισόδου στην κατηγορία.

Στην περίπτωση που έχουν οριστεί περισσότερα του ενός κατώφλια εισόδου στην κατηγορία $C^h \in \Omega$, υπολογίζεται ο ασαφής βαθμός ένταξης

$$\gamma(a_i, C^h) = \max \{P(a_i, b_1^h), P(a_i, b_2^h), \dots, P(a_i, b_k^h)\} \quad (4.11)$$

για κάθε κατώφλι b_i^h που έχει οριστεί για την κατηγορία, και στην συνέχεια ο βαθμός ένταξης (inclusion degree) της εναλλακτικής $a \in A$ από την κατηγορία $C^h \in \Omega$ ορίζεται ως εξής

$$\gamma(a, C^h) = \max \{P(a, b_1^h), P(a, b_2^h), \dots, P(a, b_k^h)\} = \max \{\gamma_1^{tot}, \gamma_2^{tot}, \dots, \gamma_k^{tot}\} \quad (4.12)$$

Η σημασία του ασαφούς βαθμού ένταξης στην περίπτωση του ενός κατωφλίου b^h , έγκειται στο γεγονός ότι δίνει το μέτρο του πόσο περισσότερο προτιμάται η εναλλακτική $a \in A$ έναντι του κατωφλίου b^h . Στην περίπτωση των περισσότερων του ενός κατωφλίων $\{b_1^h, b_2^h, \dots, b_k^h\}$, μας δίνει το μέτρο του πόσο περισσότερο προτιμάται η εναλλακτική $a \in A$ έναντι του κατωφλίου b_i^h για το οποίο ο βαθμός ένταξης είναι ο ελάχιστος.

4.3.11. Ταξινόμηση σε κατηγορίες

Εφόσον υπολογιστεί ο βαθμός ένταξης μιας εναλλακτικής $a \in A$ για όλες της κατηγορίες $\{C^1, C^2, \dots, C^h\}$, η ταξινόμησή της γίνεται στην κατηγορία $C^h \in \Omega$ για την οποία ο βαθμός αποκλεισμού από το κατώφλι εισόδου της κατηγορίας είναι ο ελάχιστος.

Αναλυτικότερα, όπως αναφέρθηκε, κάθε κατηγορία $C^h \in \Omega$ καθορίζεται από ένα ή περισσότερα κατώφλια εισόδου, τα οποία θεωρούνται ως ο λιγότερο τυπικός εκπρόσωπος της κατηγορίας και ορίζονται από την επίδοσή τους στα κριτήρια. Αξιοποιώντας τους δείκτες και τις σχέσεις που ορίστηκαν προηγουμένως, για την ταξινόμηση μιας εναλλακτικής $a \in A$ στην κατηγορία $C^h \in \Omega$ ακολουθούνται τα παρακάτω βήματα:

1. Υπολογισμός μερικών σχέσεων ένταξης (partial inclusion relations). Για κάθε εναλλακτική $a \in A$ υπολογίζονται οι μερικές σχέσεις ένταξης $C_j(a_j, b_k^h)$ για κάθε κατώφλι $b_k^h \in B$ και κατηγορία $C^h \in \Omega$.
2. Υπολογισμός ολικών σχέσεων ένταξης (comprehensive inclusion relations). Για κάθε εναλλακτική $a \in A$ υπολογίζονται οι ολικές σχέσεις ένταξης $C(a, b_k^h)$ για κάθε κατώφλι $b_k^h \in B$ και κατηγορία $C^h \in \Omega$.
3. Υπολογισμός ασαφούς βαθμού ένταξης (fuzzy inclusion degree). Για κάθε εναλλακτική $a \in A$ υπολογίζεται ο ασαφής βαθμός ένταξης $\gamma(a_i, C^h) = \max \{P(a_i, b_1^h), P(a_i, b_2^h), \dots, P(a_i, b_k^h)\}$ για κάθε κατηγορία $C^h \in \Omega$.
4. Ταξινόμηση σε κατηγορία. Η εναλλακτική $a \in A$ ταξινομείται στην κατηγορία για την οποία ο βαθμός ένταξης είναι μέγιστος $a_i \in C^h \Leftrightarrow \gamma(a_i, C^h) = \max \{\gamma(a_i, C^i) / i \in [1, h]\}$.

4.4. Ολοκληρωμένη μεθοδολογία ταξινόμησης NeXClass

Για την ολοκληρωμένη αντιμετώπιση προβλημάτων ταξινόμησης σε μη διατεταγμένες κατηγορίες με την χρήση του *βαθμού ένταξης*, παρουσιάζεται στην συνέχεια η ολοκληρωμένη μεθοδολογία πολυκριτηριακής ταξινόμησης NeXClass. Η μεθοδολογία καλύπτει όλα τα στάδια της διαμόρφωσης και επίλυσης ενός προβλήματος ταξινόμησης και διαιρείται σε τρεις φάσεις, οι οποίες αναλύονται παρακάτω (Εικόνα 4.4).

4.4.1. Φάση 1: Καθορισμός προβλήματος

Στην φάση αυτή ο αποφασίζων ορίζει το πρόβλημα ταξινόμησης και καθορίζει τις παραμέτρους. Οι παράμετροι που απαιτούνται για την μεθοδολογία είναι οι εξής:

1. Οι κατηγορίες. Ο αποφασίζων καθορίζει το σύνολο των κατηγοριών $\Omega = \{C^1, C^2, \dots, C^h\}$ στις οποίες θα ταξινομηθούν οι εναλλακτικές. Οι κατηγορίες και τα χαρακτηριστικά τους καθορίζονται με βάση τις προτιμήσεις του αποφασίζοντα και τις ανάγκες του προβλήματος. Στην γενική περίπτωση οι κατηγορίες είναι μη διατεταγμένες.
2. Τα κριτήρια. Ο αποφασίζων καθορίζει το σύνολο των κριτηρίων $F = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}$ με βάση τις ανάγκες του προβλήματος. Η επιλογή των κριτηρίων από τον αποφασίζοντα είναι σημαντική για την λήψη αξιόπιστων αποτελεσμάτων και πρέπει να ακολουθεί την γενική προσέγγιση της θεωρίας των σχέσεων υπεροχής (Roy και Bouyssou, 1993; Maystre et al., 1994). Ειδικότερα, το σύνολο των κριτηρίων πρέπει να ικανοποιεί τις αρχές της μονοτονίας, της επάρκειας και του μη πλεονασμού.

3. Τα βάρη των κριτηρίων. Κατ' αναλογία προς την θεωρία των σχέσεων υπεροχής, τα βάρη των κριτηρίων εκφράζουν τους δείκτες της σχετικής σημασίας τους, παρόμοια με την βαρύτητα της ψήφου σε μια ψηφοφορία όπου ισχύει η αρχή της πλειοψηφίας (Rogers και Bruen, 1998a; Rogers et al., 2000). Ο άμεσος υπολογισμός των βαρών ωστόσο, συνήθως αποδεικνύεται πολύπλοκη διαδικασία για τον αποφασίζοντα, καθώς δεν είναι εύκολο να απεικονίσει τις προτιμήσεις του απευθείας σε αριθμητική κλίμακα. Για την υποβοήθηση του αποφασίζοντα έχουν προταθεί αρκετές μέθοδοι προσδιορισμού των βαρών, οι οποίες εξάγουν τα βάρη βασισμένες σε διαφορετική προσέγγιση η κάθε μια. Μια σχετικά διαδεδομένη τεχνική είναι η μέθοδος των καρτών, η οποία χρησιμοποιεί το σκεπτικό της αντιστοιχίας του κάθε κριτηρίου σε μια κάρτα. Ο αποφασίζων στην συνέχεια ιεραρχεί τις κάρτες με αύξουσα σειρά εκφράζοντας την προσωπική του προτίμηση για την σημαντικότητα των κριτηρίων. Παράλληλα, μπορεί να εισάγει λευκές κάρτες για να αυξήσει την διαφορά σημαντικότητας μεταξύ των κριτηρίων. Με βάση την κατάταξη των καρτών εξάγονται τα βάρη των κριτηρίων σε αριθμητική μορφή. Η μέθοδος έχει προταθεί από τον Simos (1990) και έχει εφαρμοστεί σε αρκετές περιπτώσεις (Georgoroulou et al., 1997). Ωστόσο, έχουν προταθεί ορισμένες κριτικές απόψεις για την ορθότητα της μεθόδου, και έχει προταθεί μια αναθεωρημένη μορφή της (Revised Simos procedure) η οποία παρέχει περισσότερο ακριβή αποτελέσματα (Figueira και Roy, 2002). Επειδή η μέθοδος Simos στην αρχική της μορφή ή την αναθεωρημένη, επιτρέπει την εξαγωγή των βαρών απλά, και κατανοητά από τον αποφασίζοντα, υιοθετείται αυτή ως τεχνική για τον καθορισμό των βαρών των κριτηρίων από την μεθοδολογία.
4. Οι εναλλακτικές προς ταξινόμηση. Ο αποφασίζων καθορίζει το σύνολο των εναλλακτικών προς ταξινόμηση $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$ και προσδιορίζει την επίδοσή τους στα κριτήρια $\forall a, g(a) = (g_1(a), g_2(a), \dots, g_n(a))$. Η ευχέρεια του καθορισμού της επίδοσης των εναλλακτικών εξαρτάται από τα διαθέσιμα στοιχεία, και ανάλογα επηρεάζει την λεπτομέρεια της κλίμακας. Για όσο το δυνατό περισσότερο αξιόπιστα αποτελέσματα, η επίδοση των εναλλακτικών θα πρέπει να αντανακλά με όσο το δυνατό περισσότερη ακρίβεια την πραγματικότητα.
5. Τα κατώφλια εισόδου. Με βάση την πολυκριτηριακή μεθοδολογία, όπως παρουσιάστηκε παραπάνω, κάθε κατηγορία χαρακτηρίζεται από ένα κατώφλι εισόδου. Αυτό το κατώφλι, με βάση την παραπάνω προσέγγιση, συγκρίνεται με την κάθε εναλλακτική. Ο βαθμός υπερίσχυσης του κατωφλίου έναντι της εναλλακτικής καθορίζει τον βαθμό ένταξης της εναλλακτικής στην συγκεκριμένη κατηγορία. Η εναλλακτική ταξινομείται στην κατηγορία για την οποία παρουσιάζει τον μέγιστο βαθμό ένταξης. Συνεπώς, ο καθορισμός των κατωφλίων κάθε κατηγορίας είναι σημαντικός για την ορθή ταξινόμηση των εναλλακτικών. Το κατώφλι εισόδου μιας κατηγορίας μπορεί να θεωρηθεί ως μια 'ιδεατή εναλλακτική' η οποία έχει επίδοση στα κριτήρια τέτοια ώστε να ικανοποιεί τις προτιμήσεις του αποφασίζοντα ως προς το όριο της κατηγορίας. Συνήθως ορίζεται ένα κατώφλι ανά κατηγορία, όμως στην γενικότερη περίπτωση μπορεί να οριστούν περισσότερα ανά κατηγορία. Για τον ορισμό των κατωφλίων, ο αποφασίζων ορίζει για κάθε κατηγορία $C^i \in \Omega$ μια ιδεατή εναλλακτική

$B^h = \{b_i^h \mid i = 1, \dots, k, h = 1, \dots, L_h\}$ (όπου το b_i^h υποδεικνύει το i_{th} πρωτότυπο της k_{th} κατηγορίας, για την περίπτωση πολλαπλών κατώφλιων), καθορίζοντας την επίδοσή της $\forall b_i^h, g(b_i^h) = (g_1(b_i^h), g_2(b_i^h), \dots, g_n(b_i^h))$ στα κριτήρια $F = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}$. Τα πρωτότυπα αυτά καθορίζουν την κατηγορία ως κατώφλια εισόδου.

6. Τα κατώφλια προτίμησης, αδιαφορίας και βέτο. Για κάθε κατώφλι εισόδου των κατηγοριών και κάθε κριτήριο, ο αποφασίζων ορίζει τα κατώφλια προτίμησης, αδιαφορίας και βέτο τα οποία χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό του βαθμού ένταξης. Τα κατώφλια αξιοποιούνται για τον υπολογισμό των σχέσεων προτίμησης. Τα κατώφλια είναι δυνατό να έχουν σταθερές τιμές ή μεταβλητές. Γενικά πάντως, ακολουθείται η σχέση *αδιαφορία* < *προτίμηση* < *βέτο*. Η απόδοση τιμών στα κατώφλια μπορεί να γίνει με διάφορες τεχνικές που έχουν προταθεί κατά καιρούς, ωστόσο πρέπει να σημειωθεί ότι δεν υπάρχουν πραγματικές τιμές για τα κατώφλια, και οι τιμές αποδίδονται κυρίως με βάση την μεγαλύτερη ευκολία του αποφασίζοντα, δεδομένου του ατελούς χαρακτήρα της ακριβής γνώσης των τιμών τους. Στην παρούσα μεθοδολογία, σε συμφωνία με τους Rogers και Bruen (1998), δεν προτείνεται κάποια ειδική σχέση μεταξύ των τιμών των κατωφλίων αδιαφορίας και προτίμησης. Σε σχέση με το κατώφλι βέτο, προτείνεται η προσέγγιση που αναφέρεται από τους Roy et al., (1986). Με βάση αυτή την προσέγγιση, το κατώφλι βέτο θα είναι πιο σημαντικό για τα πλέον σημαντικά κριτήρια. Ως αποτέλεσμα, για τα πιο σημαντικά κριτήρια (εκείνα με τα μεγαλύτερα βάρη), το βέτο θα βρίσκεται πιο κοντά στο κατώφλι προτίμησης σε αντίθεση με τα λιγότερο σημαντικά κριτήρια. Με τον τρόπο αυτό, εξασφαλίζεται ότι δύσκολα ένα μη σημαντικό κριτήριο θα ασκήσει βέτο έναντι ενός σημαντικού.
7. Σύνολο εκμάθησης. Ο αποφασίζων μπορεί να ορίσει ένα υποσύνολο εναλλακτικών το οποίο μπορεί να αποτελέσει σύνολο εκμάθησης ώστε να ελεγχθεί η ορθότητα των παραμέτρων. Οι εναλλακτικές αυτές ταξινομούνται από τον αποφασίζοντα με ανεξάρτητη μέθοδο παράλληλα με την πολυκριτηριακή μεθοδολογία, και τα αποτελέσματα των δύο μεθόδων συγκρίνονται. Σε περίπτωση σημαντικών διαφορών, ο αποφασίζων μπορεί να προχωρήσει σε αναθεώρηση των αρχικών παραμέτρων.

4.4.2. Φάση 2: Εφαρμογή πολυκριτηριακής ταξινόμησης

Έπειτα από τον καθορισμό του συνόλου παραμέτρων του προβλήματος ταξινόμησης, ακολουθεί η ταξινόμηση των εναλλακτικών με βάση τον βαθμό ένταξης, όπως παρουσιάστηκε παραπάνω.

Εν συντομία ο αλγόριθμος ταξινόμησης είναι ο εξής:

Για κάθε εναλλακτική η οποία ανήκει στο σύνολο των εναλλακτικών $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$ εκτελείται

1. Υπολογισμός των μερικών δεικτών ένταξης $C_j(a_i, b_k^h)$ για κάθε κριτήριο και για κάθε κατηγορία.

2. Υπολογισμός του συνολικού δείκτη ένταξης για κάθε κατηγορία $C(a_i, b_k^h)$.
3. Υπολογισμός των δεικτών ασυμφωνίας $D_j(a_i, b_k^h)$ για κάθε κριτήριο και για κάθε κατηγορία.
4. Υπολογισμός του βαθμού ένταξης για κάθε κατηγορία $\gamma(a, C^h) = P(a, b^h) = \gamma^{tot}$.
5. Ταξινόμηση στην κατηγορία για την οποία για την οποία ο βαθμός ένταξης είναι μέγιστος $a_i \in C^h \Leftrightarrow \gamma(a_i, C^h) = \max\{\gamma(a_i, C^i) / i \in [1, h]\}$.

Για τον έλεγχο της ορθότητας του καθορισμού των παραμέτρων η μεθοδολογία μπορεί εφαρμοστεί αρχικά σε ένα σύνολο εκμάθησης και στην συνέχεια στο πλήρες σύνολο των εναλλακτικών.

1. Ταξινόμηση του συνόλου εκμάθησης. Το σύνολο εκμάθησης αποτελείται από το σύνολο των εναλλακτικών που έχουν οριστεί από τον αποφασίζοντα στην προηγούμενη φάση. Ο στόχος είναι η ταξινόμηση του συνόλου αυτού και η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων. Το αποτέλεσμα της ταξινόμησης τίθεται υπό αποδοχή από τον αποφασίζοντα. Η ταξινόμηση του συνόλου εκμάθησης δεν πραγματοποιεί αυτόματη αναπροσαρμογή των παραμέτρων του προβλήματος, αλλά εφόσον δεν είναι αποδεκτή επαναλαμβάνεται από τον αποφασίζοντα η προηγούμενη φάση του καθορισμού των παραμέτρων, με κατάλληλες προσαρμογές των παραμέτρων. Στην περίπτωση πολλαπλών απορρίψεων του αποτελέσματος, το πρόβλημα θα πρέπει να διαμορφωθεί εξ αρχής. Η εναλλακτικές του συνόλου εκμάθησης πρέπει να αποτελούν κατά το δυνατόν σημεία αναφοράς ώστε η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων να είναι αποτελεσματική.
2. Ταξινόμηση του πλήρους συνόλου εναλλακτικών. Εφόσον η ταξινόμηση του συνόλου εκμάθησης είναι αποδεκτή από τον αποφασίζοντα, τότε η ταξινόμηση εφαρμόζεται στο πλήρες σύνολο των εναλλακτικών.

4.4.3. Φάση 3: Ανάλυση αποτελεσμάτων

Όπως σε κάθε πολυκριτηριακή μέθοδο, η ανάλυση και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων είναι σημαντική για την αποτελεσματικότητα της μεθόδου.

Το αποτέλεσμα της προηγούμενης φάσης είναι η ταξινόμηση των εναλλακτικών $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$ σε κατηγορίες $\Omega = \{C^1, C^2, \dots, C^h\}$. Πρόκειται για το σύνολο των ζευγών $\{a_m, C^h\}$ τα οποία καθορίζουν την κατηγορία C^h στην οποία ταξινομείται η εναλλακτική a_m .

Στις περισσότερες περιπτώσεις εφαρμογής πολυκριτηριακών μεθόδων σε πραγματικά προβλήματα, η παραγωγή του αποτελέσματος δεν ολοκληρώνει την επίλυση του προβλήματος, αλλά πραγματοποιείται επιπλέον ανάλυση ευαισθησίας (Goicoechea et

al., 1982; Rios Insua και French, 1991; Briggs et al., 1990). Η ανάλυση ευαισθησίας προσδιορίζεται γενικά ως, η μελέτη της επίδρασης που παρουσιάζει στο αποτέλεσμα η μεταβολή σε τιμές παραμέτρων, οι οποίες εκφράζουν τις προτιμήσεις του αποφασίζοντα. Η μελέτη αυτής της επίδρασης είναι πολύ χρήσιμη για την ερμηνεία των αποτελεσμάτων που έχουν προκύψει, από τον αποφασίζοντα. Επειδή στην γενική περίπτωση λόγω ατελούς γνώσης ο αποφασίζων δεν είναι δυνατόν να μετατρέψει τις προτιμήσεις του σε τιμές παραμέτρων με απόλυτη ακρίβεια, έχει την δυνατότητα με την ανάλυση ευαισθησίας, μεταβάλλοντας ορισμένες τιμές στις παραμέτρους που εκφράζουν τις προτιμήσεις του, να παρακολουθήσει την επίδρασή τους στο αποτέλεσμα (Brans et al., 1986). Με την βοήθεια της ανάλυσης ευαισθησίας εκτιμάται η σταθερότητα των αποτελεσμάτων της μεθόδου (Merad et al., 2004). Για την εκτέλεση ανάλυσης ευαισθησίας έχουν προταθεί αρκετές προτάσεις οι οποίες εξαρτώνται από την εκάστοτε μεθοδολογία (Mareschal, 1988; Wolters και Mareschal, 1995).

Ειδικότερα, για τις μεθοδολογίες της οικογένειας ELECTRE η ανάλυση ευαισθησίας εστιάζει στην οικογένεια των παραμέτρων του προβλήματος (κριτήρια, βάρη, κατώφλια κλπ). Με βάση την εξέταση αυτών των παραμέτρων, η ανάλυση ευαισθησίας εστιάζει σε δύο βασικές πλευρές του μοντέλου:

1. στην διαμόρφωση του μοντέλου, δηλαδή ποιες παράμετροι συμβάλουν περισσότερο στην μεταβολή των αποτελεσμάτων, και
2. στην βελτιστοποίηση του μοντέλου, δηλαδή μέχρι ποιο βαθμό είναι δυνατό να μεταβληθούν οι παράμετροι χωρίς να παρατηρηθεί μεταβολή σε κάποιο σημαντικής βαρύτητας αποτέλεσμα.

Σε συμφωνία με ανάλογες προσεγγίσεις, στην παρούσα φάση της μεθοδολογίας NeXClass, εκτός από την βασική λύση ταξινόμησης παράγεται μια σειρά σεναρίων ανάλυσης ευαισθησίας (Leyva López, 2000; 2005; Georgoroulou et al., 2003; Cloquell-Ballester et al., 2007). Η ανάλυση ευαισθησίας πραγματοποιείται με την εκτέλεση μιας σειράς σεναρίων από τον αποφασίζοντα με την μεταβολή των παραμέτρων της μεθοδολογίας. Οι παράμετροι της μεθοδολογίας όπως παρουσιάστηκαν παραπάνω είναι τα *κριτήρια*, τα *βάρη των κριτηρίων*, τα *κατώφλια εισόδου*, *αδιαφορίας*, *προτίμησης* και *βέτο*. Με βάση αυτά, η ανάλυση ευαισθησίας που πραγματοποιείται στις παραμέτρους έχει ως εξής:

1. Κριτήρια. Τα σενάρια που εκτελούνται αφορούν:
 - a. την μεταβολή των βαρών όλων των κριτηρίων ταυτόχρονα κατά ορισμένο ποσοστό, διατηρώντας τις τιμές των υπόλοιπων παραμέτρων σταθερές, και
 - b. την μεταβολή των βαρών των κριτηρίων ανά ένα κριτήριο κατά ορισμένο ποσοστό, διατηρώντας τις τιμές των υπόλοιπων κριτηρίων και παραμέτρων σταθερές.
2. Κατώφλια εισόδου των κατηγοριών. Τα σενάρια που εκτελούνται αφορούν:

- a. την μεταβολή των τιμών των κατωφλίων εισόδου για το σύνολο των κατηγοριών ταυτόχρονα κατά ορισμένο ποσοστό, διατηρώντας τις τιμές των υπόλοιπων παραμέτρων σταθερές, και
 - b. την μεταβολή των τιμών των κατωφλίων εισόδου ανά κατηγορία κατά ορισμένο ποσοστό, διατηρώντας τις τιμές των υπόλοιπων παραμέτρων σταθερές
3. Κατώφλια προτίμησης, αδιαφορίας και βέτο. Τα σενάρια που εκτελούνται αφορούν:
- a. την μεταβολή των τιμών των κατωφλίων προτίμησης για το σύνολο των κατηγοριών ταυτόχρονα κατά ορισμένο ποσοστό, διατηρώντας τις τιμές των υπόλοιπων παραμέτρων σταθερές,
 - b. την μεταβολή των τιμών των κατωφλίων αδιαφορίας για το σύνολο των κατηγοριών ταυτόχρονα κατά ορισμένο ποσοστό, διατηρώντας τις τιμές των υπόλοιπων παραμέτρων σταθερές,
 - c. την μεταβολή των τιμών των κατωφλίων βέτο για το σύνολο των κατηγοριών ταυτόχρονα κατά ορισμένο ποσοστό, διατηρώντας τις τιμές των υπόλοιπων παραμέτρων σταθερές, και
 - d. την μεταβολή των τιμών των κατωφλίων βέτο ανά κατηγορία κατά ορισμένο ποσοστό, διατηρώντας τις τιμές των υπόλοιπων παραμέτρων σταθερές

Με την εκτέλεση της ανάλυσης ευαισθησίας ολοκληρώνεται η διαδικασία της επίλυσης του προβλήματος ταξινόμησης, με την αποδοχή των αποτελεσμάτων από τον αποφασίζοντα. Πάντως, θα πρέπει να επισημανθεί ότι ο αποφασίζων είναι εκείνος ο οποίος λαμβάνει την τελική απόφαση εκτιμώντας ότι εκείνοι οι παράγοντες όπως η ερμηνεία των αποτελεσμάτων, η συμφωνία των αποτελεσμάτων με τις προτιμήσεις του, η διαθεσιμότητα των δεδομένων που ενδέχεται να επηρεάσουν το τελικό αποτέλεσμα και τον τρόπο μεταβολής του, είναι σύμφωνοι με τις απαιτήσεις του. Αν υπάρχει σοβαρή απόκλιση από τον επιθυμητό βαθμό αποδοχής τότε επαναλαμβάνεται η φάση 2 ή 1.

4.5. Ενδεικτικό παράδειγμα εφαρμογής

Στην συνέχεια παρουσιάζεται ένα παράδειγμα εφαρμογής της μεθοδολογίας με υποθετικά δεδομένα, για την επίδειξη της χρήσης της σε προβλήματα ταξινόμησης.

Φάση 1: Καθορισμός προβλήματος

Το υποθετικό πρόβλημα προσδιορίζεται από τα παρακάτω δεδομένα:

1. *Εναλλακτικές*. Το σύνολο των εναλλακτικών προς ταξινόμηση $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$ αποτελείται από 10 εναλλακτικές A_1, \dots, A_{10} .
2. *Κριτήρια*. Το σύνολο $F = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}$ αποτελείται από 5 κριτήρια g_1, \dots, g_5 .
3. *Βάρη κριτηρίων*. Τα κριτήρια έχουν αύξουσα κατεύθυνση, σε κλίμακα βαθμολόγησης 1-100, και τα βάρη τους δίνονται στον παρακάτω πίνακα. Τα βάρη των κριτηρίων υπολογίζονται με την μέθοδο του Simos ή αντίστοιχη διαδικασία.

	Κριτήριο				
	g1	g2	g3	g4	g5
Βάρος	15	20	20	30	15

4. *Κατηγορίες*. Το σύνολο των κατηγοριών $\Omega = \{C^1, C^2, \dots, C^h\}$ για την ταξινόμηση των εναλλακτικών αποτελείται από 3 κατηγορίες C^1, \dots, C^3 , οι οποίες προσδιορίζονται από τα κατώφλια εισόδου.
5. *Κατώφλια εισόδου*. Τα κατώφλια εισόδου των κατηγοριών προσδιορίζονται από την επίδοσή τους στα κριτήρια αξιολόγησης, και είναι τα παρακάτω:

Κατηγορία	Κριτήριο				
	g1	g2	g3	g4	g5
C1	10	30	40	80	70
C2	10	60	70	20	30
C3	80	70	10	20	40

6. *Κατώφλια αδιαφορίας, προτίμησης και βέτο*. Για λόγους απλότητας, τα κατώφλια αδιαφορίας, προτίμησης ορίζονται ίσα για κάθε κατηγορία. Επιπλέον, τα κατώφλια βέτο ορίζονται αρκετά υψηλά κοντά στα κατώφλια των κατηγοριών.

Κατηγορία	Κατώφλι	Κριτήριο				
		g1	g2	g3	g4	g5
C1	Αδιαφορία	2	2	2	2	2
	Προτίμηση	3	3	3	3	3
	Βέτο	10	30	40	80	70
C2	Αδιαφορία	2	2	2	2	2
	Προτίμηση	3	3	3	3	3
	Βέτο	10	60	70	20	30
C3	Αδιαφορία	2	2	2	2	2
	Προτίμηση	3	3	3	3	3
	Βέτο	80	70	10	20	40

7. *Επιδόσεις εναλλακτικών.* Οι επιδόσεις των εναλλακτικών στα κριτήρια δίνονται στον παρακάτω πίνακα. Οι επιδόσεις καθορίζονται από τον αποφασίζοντα και αντανακλούν τις απαιτήσεις του προβλήματος.

Εναλλακτική	Κριτήριο				
	g1	g2	g3	g4	g5
A1	5	22	8	24	5
A2	56	48	29	5	7
A3	77	90	88	28	33
A4	16	39	26	38	73
A5	8	37	55	60	88
A6	7	75	80	65	60
A7	50	6	54	65	88
A8	92	79	22	30	54
A9	6	75	81	40	38
A10	14	37	49	89	71

Φάση 2: Εφαρμογή πολυκριτηριακής ταξινόμησης

Εφαρμόζοντας την μεθοδολογία, υπολογίζονται οι βαθμοί ένταξης των εναλλακτικών για κάθε κατηγορία και στην συνέχεια οι εναλλακτικές ταξινομούνται. Στον παρακάτω πίνακα παραθέτονται οι βαθμοί ένταξης κάθε εναλλακτικής για κάθε κατηγορία.

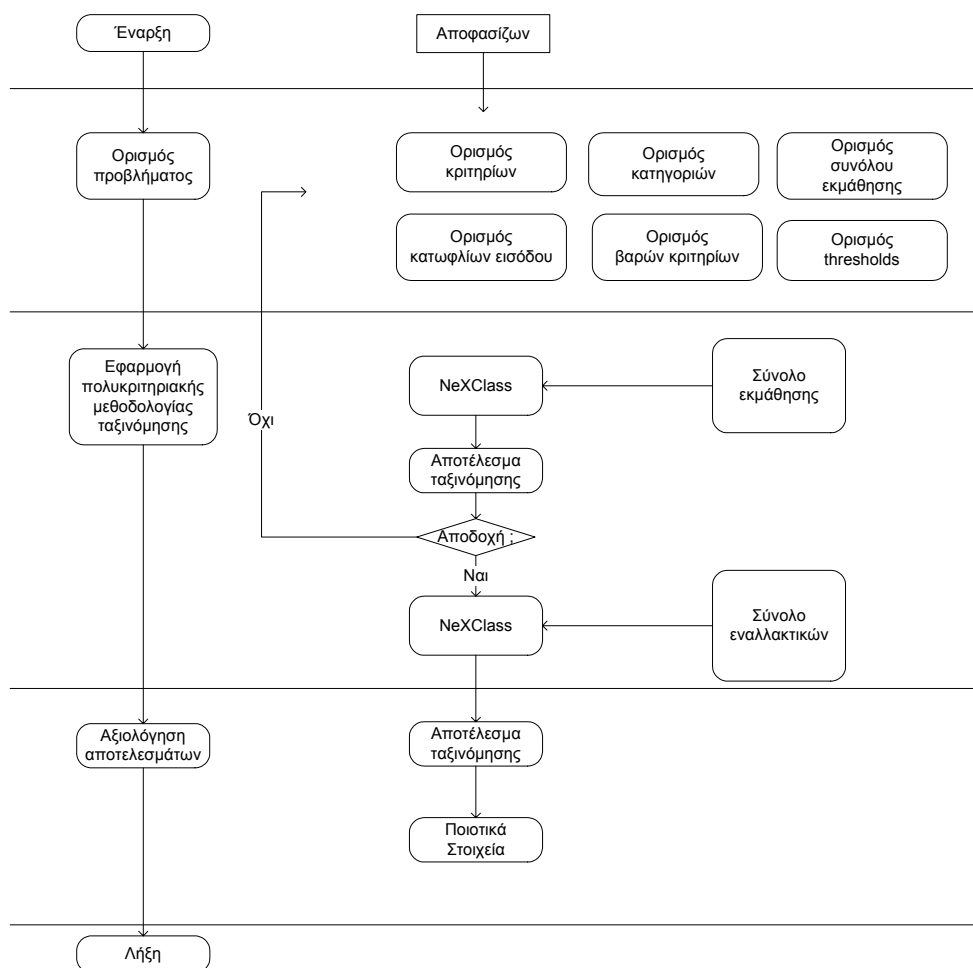
Εναλλακτική	Κατηγορία		
	C1	C2	C3
A1	0.000000	0.000658	0.000348
A2	0.001285	0.001534	0.002871
A3	0.394851	1.000000	0.700000
A4	0.454545	0.514925	0.313544
A5	0.550000	0.450000	0.120594
A6	0.380952	0.850000	0.294372
A7	0.111111	0.078947	0.083156
A8	0.149165	0.800000	1.000000
A9	0.199220	0.850000	0.090909
A10	0.850000	0.600000	0.265306

Το αποτέλεσμα της ταξινόμησης είναι το παρακάτω

Εναλλακτική	Κατηγορία
A1	C2
A2	C3
A3	C2
A4	C2
A5	C2
A6	C2
A7	C1
A8	C3
A9	C2
A10	C1

Φάση 3: Ανάλυση αποτελεσμάτων

Ανάλυση ευαισθησίας είναι δυνατό να εκτελεστεί πάνω στα αποτελέσματα, και να ελεγχθεί η σταθερότητα της λύσης. Στην προκειμένη περίπτωση των υποθετικών δεδομένων δεν εκτελείται η ανάλυση ευαισθησίας.



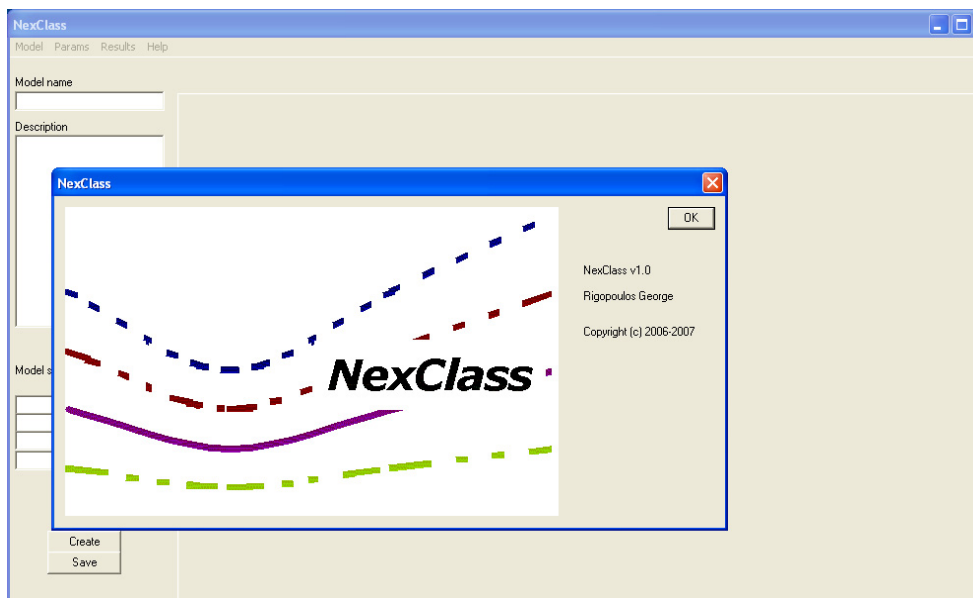
Εικόνα 4.4. Φάσεις μεθοδολογίας NeXClass

4.6. Σύστημα υποστήριξης αποφάσεων NeXClassDSS

4.6.1. Γενική περιγραφή

Στα πλαίσια της διατριβής, σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε πρωτότυπο σύστημα υποστήριξης αποφάσεων (ΣΥΑ) για την εφαρμογή της μεθοδολογίας σε πολυκριτηριακά προβλήματα ταξινόμησης. Το ΣΥΑ ονομάζεται NeXClassDSS, υλοποιεί την μεθοδολογία ταξινόμησης NeXClass, και σχεδιάστηκε ώστε να επιτρέπει στον αποφασίζοντα την εφαρμογή της μεθοδολογίας σε όλα τα στάδια της μέσω κατάλληλου γραφικού περιβάλλοντος.

Το NeXClassDSS αναπτύχθηκε σε γλώσσα προγραμματισμού C++ και στην παρούσα του έκδοση (v1.0) εκτελείται σε περιβάλλον Windows. Το ΣΥΑ εκτελείται αυτόνομα και δεν υπάρχουν προαπαιτήσεις για την εκτέλεσή του. Η αρχική οθόνη εισαγωγής παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 4.5).



Εικόνα 4.5. Εισαγωγή στο NeXClassDSS ΣΥΑ

4.6.2. Αρχιτεκτονική

Το NeXClassDSS υλοποιεί την πολυκριτηριακή μεθοδολογία NeXClass και προορίζεται για χρήση από έναν αποφασίζοντα. Για τον λόγο αυτό σχεδιάστηκε ως αυτόνομη εφαρμογή, η οποία μπορεί να εκτελείται σε σταθμούς εργασίας σε λειτουργικό περιβάλλον Windows. Επειδή τα δεδομένα ενδέχεται να προέρχονται από διαφορετικές πηγές, το NeXClassDSS υποστηρίζει την λήψη και αποθήκευση δεδομένων από αρχεία XML, αρχεία κειμένου, και σχεσιακές βάσεις δεδομένων ως πηγές δεδομένων.

Για την ανάπτυξη του NeXClassDSS ακολουθήθηκε το μοντέλο αρχιτεκτονικής σε N-επίπεδα (N-tier architecture model), όπου καθορίστηκαν τα εξής τρία επίπεδα: *επίπεδο δεδομένων*, *επίπεδο εφαρμογής* και *επίπεδο παρουσίασης*.

1. *Επίπεδο δεδομένων*. Το επίπεδο αυτό περιλαμβάνει το μοντέλο δεδομένων το οποίο είναι απαραίτητο για το ΣΥΑ. Όλα τα δεδομένα της μεθοδολογίας αποθηκεύονται σε κατάλληλη μορφή και είναι δυνατή η διασύνδεση με σχεσιακή βάση δεδομένων. Επειδή σε αρκετά προβλήματα λήψης αποφάσεων τα δεδομένα ενδέχεται να είναι σημαντικά σε όγκο, έχει ενσωματωθεί η δυνατότητα εισαγωγής δεδομένων από αρχεία κειμένου ή αρχεία XML με κατάλληλη μορφοποίηση. Παράλληλα, παρέχεται η δυνατότητα εξαγωγής δεδομένων σε αρχεία κειμένου ή αρχεία XML.

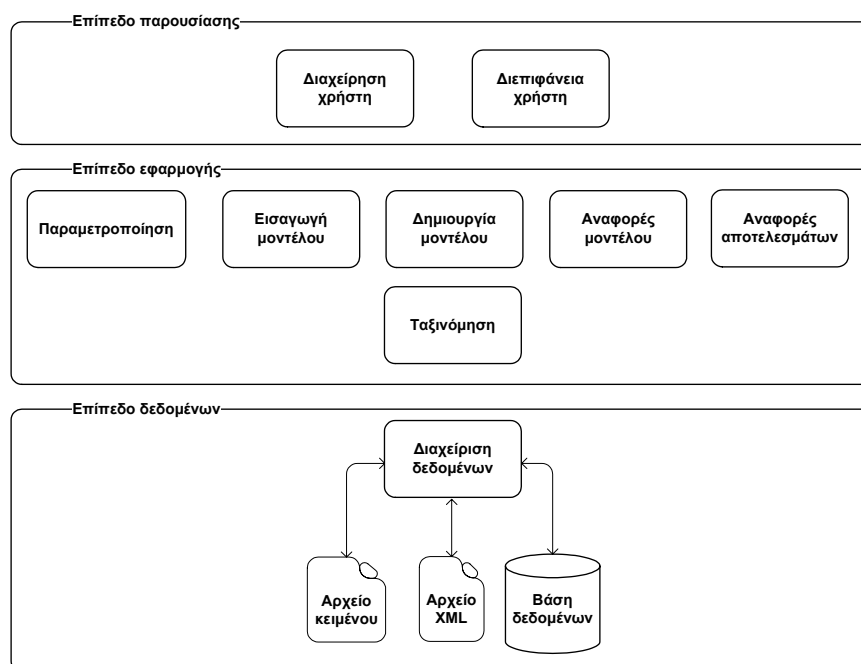
2. *Επίπεδο εφαρμογής.* Σε αυτό το επίπεδο υλοποιούνται οι βασικές λειτουργίες του ΣΥΑ και ο αλγόριθμος ταξινόμησης. Όπως παρουσιάστηκε προηγουμένως, η μεθοδολογία αποτελείται από τρεις κύριες φάσεις. Το επίπεδο αυτό υλοποιεί όλες τις απαραίτητες λειτουργίες για την υποστήριξη και των τριών φάσεων της μεθοδολογίας.
3. *Επίπεδο παρουσίασης.* Το επίπεδο αυτό περιλαμβάνει την διεπαφή του χρήστη, η οποία υποστηρίζει τις ενέργειες του χρήστη. Ο σχεδιασμός βασίστηκε αφενός στις απαιτήσεις της μεθοδολογίας και αφετέρου στην κατά το δυνατό απλότητα και φιλικότητα προς τον χρήστη, όπου με την χρήση κατάλληλου γραφικού περιβάλλοντος, παρέχεται στον αποφασίζοντα η δυνατότητα διαμόρφωσης προβλημάτων ταξινόμησης.

4.6.3. Κύρια υποσυστήματα

Κάθε επίπεδο από τα παραπάνω αποτελείται από κατάλληλα υποσυστήματα λογισμικού (ΥΣ) τα οποία υλοποιούν την μεθοδολογία (Εικόνα 4.6). Οι βασικές λειτουργίες των κύριων υποσυστημάτων παρουσιάζονται παρακάτω.

1. *Επίπεδο παρουσίασης.*
 - a. *ΥΣ Διαχείρισης χρήστη.* Επειδή τα μοντέλα (προβλήματα) ταξινόμησης ενδέχεται να περιέχουν εμπιστευτικά δεδομένα, (όπως οικονομικά στοιχεία, κόστη, κλπ), και το αποτέλεσμα της ταξινόμησης ενδέχεται να είναι επίσης εμπιστευτικό, η προστασία της χρήσης του ΣΥΑ από μη εξουσιοδοτημένους χρήστες είναι αναγκαία. Το υποσύστημα αυτό υλοποιεί την διαδικασία αυθεντικοποίησης του χρήστη και στην περίπτωση όπου οι χρήστες είναι αρκετοί, ο καθένας έχει πρόσβαση αποκλειστικά στα μοντέλα που έχει δημιουργήσει.
 - b. *ΥΣ Διεπαφής χρήστη.* Το υποσύστημα αυτό παρέχει στον αποφασίζοντα όλες τις απαραίτητες οθόνες και τις δυνατές επιλογές σε μενού, στην κατάλληλη μορφή με βάση την μεθοδολογία.
2. *Επίπεδο δεδομένων.*
 - a. *ΥΣ Διαχείρισης δεδομένων.* Το υποσύστημα αυτό υλοποιεί τις λειτουργίες διαχείρισης των δεδομένων του προβλήματος και των πηγών. Είναι υπεύθυνο για την υποστήριξη των λειτουργιών (εισαγωγή, εξαγωγή, αποθήκευση) σε δεδομένα χρησιμοποιώντας ως πηγές βάσεις δεδομένων, αρχεία κειμένου ή αρχεία XML. Επίσης, παρέχει την δυνατότητα αποθήκευσης μοντέλων (προβλημάτων) τα οποία είτε έχουν επιλυθεί ή βρίσκονται σε ενδιάμεσο στάδιο.
3. *Επίπεδο εφαρμογής.*
 - a. *ΥΣ Παραμετροποίησης.* Το υποσύστημα αυτό παρέχει την δυνατότητα στον χρήστη να καθορίσει τις γενικές παραμέτρους του ΣΥΑ και της διεπαφής, όπως το χρώμα το μέγεθος, την γραμματοσειρά κλπ.

- b. *ΥΣ Εισαγωγής μοντέλου.* Στην περίπτωση όπου τα δεδομένα ενός προβλήματος είναι αρκετά, ο χρήστης μπορεί να εισάγει ένα μοντέλο από ένα αρχείο με κατάλληλη μορφοποίηση, αντί για απευθείας εισαγωγή των δεδομένων.
- c. *ΥΣ Δημιουργίας μοντέλου.* Στην γενική περίπτωση, ο χρήστης δημιουργεί ένα νέο μοντέλο (πρόβλημα) εξ αρχής. Το υποσύστημα αυτό, παρέχει την απαραίτητη λειτουργικότητα για την δημιουργία ενός μοντέλου ακολουθώντας τα βήματα της μεθοδολογίας.
- d. *ΥΣ Αναφορών μοντέλου.* Έπειτα από την δημιουργία ενός μοντέλου το υποσύστημα αυτό παρέχει την δυνατότητα προβολής των δεδομένων επιτρέποντας την επεξεργασία των στοιχείων.
- e. *ΥΣ Ταξινόμησης.* Το υποσύστημα αυτό υλοποιεί τον αλγόριθμο ταξινόμησης, όπως παρουσιάστηκε παραπάνω, εφαρμόζοντάς τον στο σύνολο των υπό ταξινόμηση εναλλακτικών.
- f. *ΥΣ Αναφορών αποτελεσμάτων.* Με την ολοκλήρωση της ταξινόμησης, το υποσύστημα αυτό παρέχει προβολές των αποτελεσμάτων. Οι προβολές περιλαμβάνουν εκτός από το αποτέλεσμα της ταξινόμησης, τους δείκτες συμφωνίας και ασυμφωνίας καθώς και άλλα δεδομένα όπως παρουσιάζονται στην μεθοδολογία.
- g. *ΥΣ Ανάλυση ευαισθησίας.* Με την ολοκλήρωση της ταξινόμησης, το υποσύστημα αυτό παρέχει στον αποφασίζοντα την δυνατότητα να εκτελέσει σενάρια ανάλυσης ευαισθησίας για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων.



Εικόνα 4.6. Υποσυστήματα NeXClassDSS ΣΥΑ

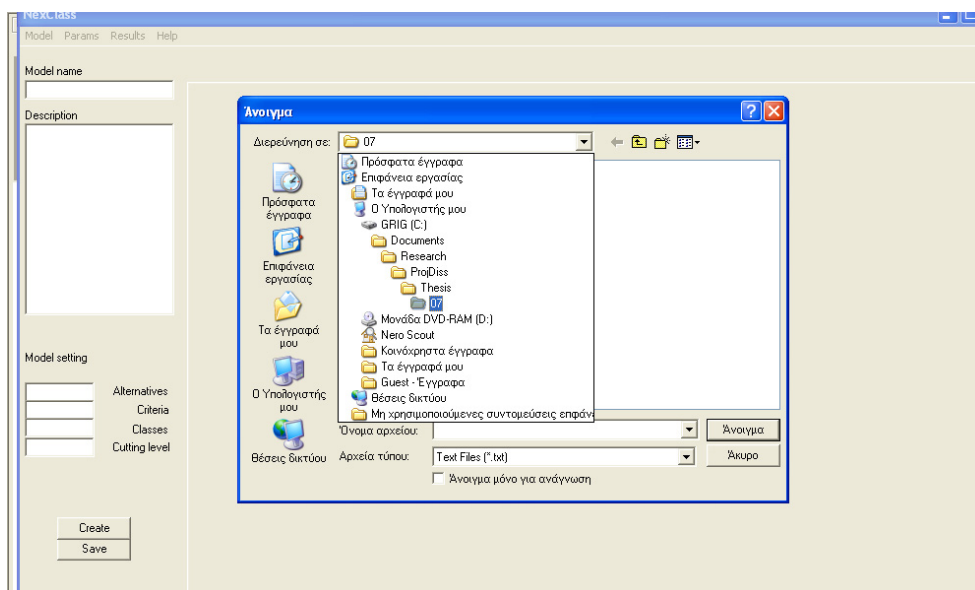
4.6.4. Βασικές λειτουργίες ΣΥΑ

Το ΣΥΑ σχεδιάστηκε ώστε να εξυπηρετεί τον αποφασίζοντα να ακολουθήσει τα βήματα της μεθοδολογίας με εύχρηστο και κατανοητό τρόπο. Οι λειτουργίες που υποστηρίζονται παρέχονται από το παρακάτω βασικό μενού επιλογής εργασιών (Εικόνα 4.7).

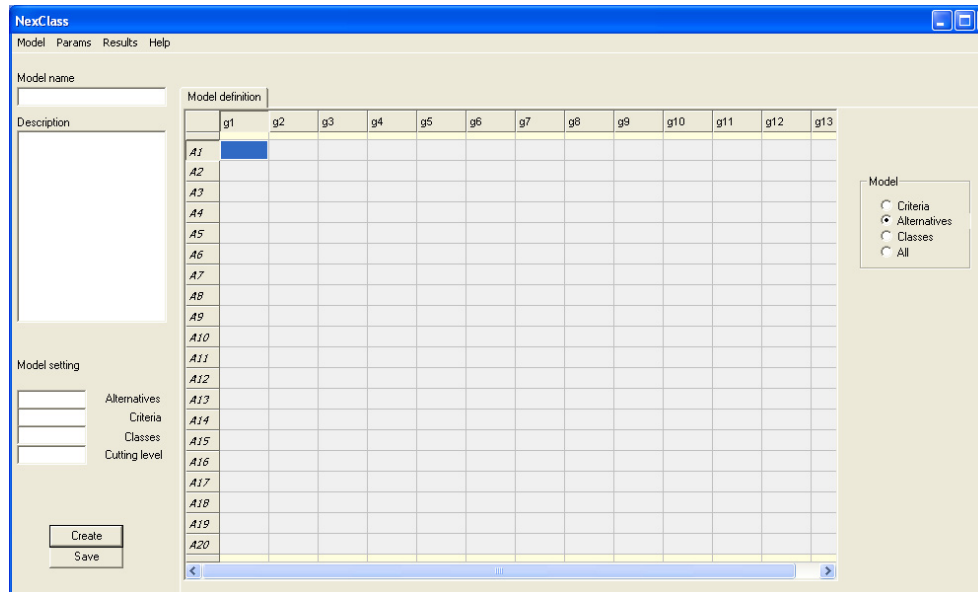
Model	Parameters	Results	Help
New Open Save Close	Configuration	Classification Sensitivity analysis	

Εικόνα 4.7. Βασικό μενού NeXClassDSS ΣΥΑ

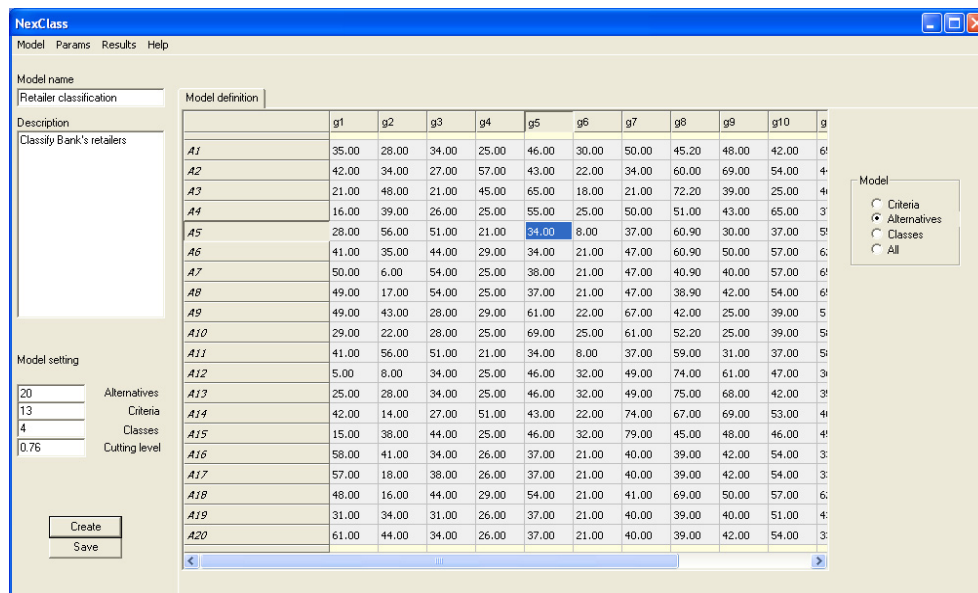
1. *Διαχείριση μοντέλων.* Ο χρήστης μπορεί να δημιουργήσει ένα νέο πρόβλημα ταξινόμησης, να επεξεργαστεί ένα ήδη αποθηκευμένο και να αποθηκεύσει ότι μετατροπές έχουν επέλθει (Εικόνα 4.8). Στα νέα προβλήματα ο χρήστης μπορεί να καταχωρήσει μέσα από κατάλληλες οθόνες τις παραμέτρους του προβλήματος (εναλλακτικές, κριτήρια, κατηγορίες, κατώφλια κλπ) (Εικόνες 4.9, 4.10, 4.11).



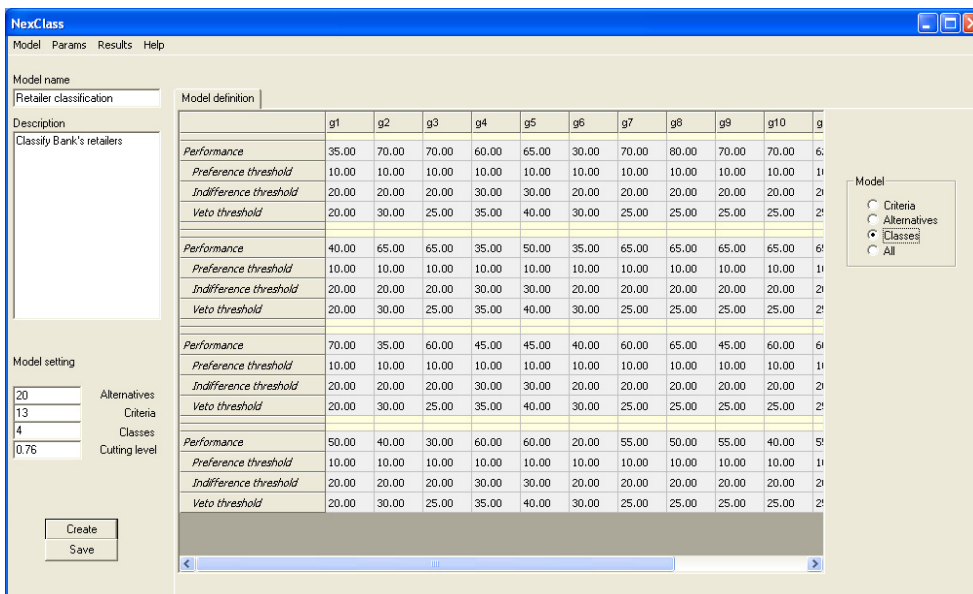
Εικόνα 4.8. Επιλογή μοντέλου (προβλήματος)



Εικόνα 4.9. Δημιουργία προβλήματος ταξινόμησης

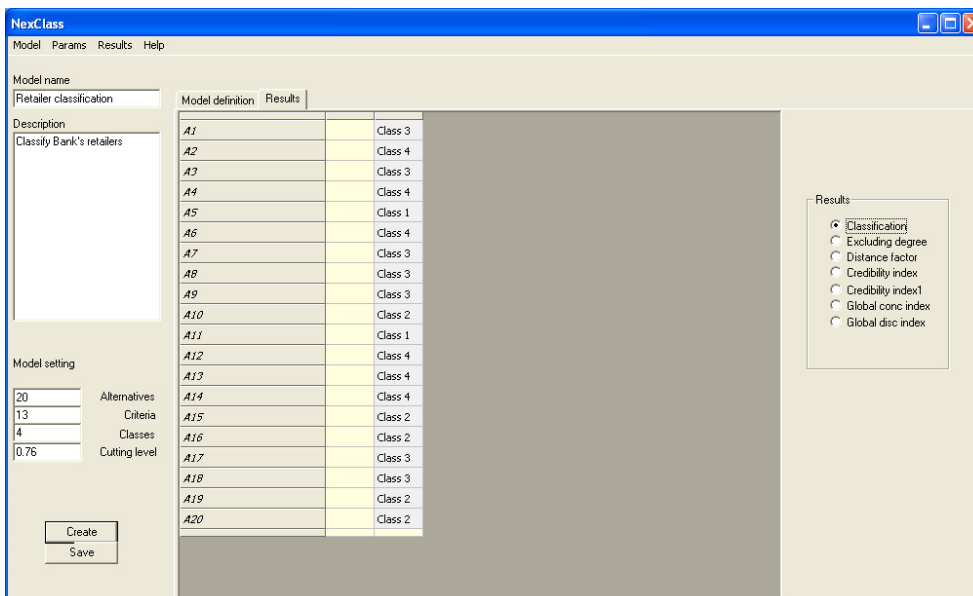


Εικόνα 4.10. Καταχώρηση παραμέτρων προβλήματος (επιδόσεις εναλλακτικών)



Εικόνα 4.11. Καταχώρηση παραμέτρων (κατώφλια)

2. *Παραμετροποίηση του ΣΥΑ.* Ο χρήστης μπορεί να παραμετροποιήσει το ΣΥΑ με βάση τις προτιμήσεις του, καθορίζοντας παραμέτρους όπως η γραμματοσειρά, το μέγεθος, το χρώμα, η σύνδεση με εξωτερικές πηγές δεδομένων κλπ.
3. *Αποτελέσματα.* Ο χρήστης μπορεί να εκτελέσει την μεθοδολογία ταξινόμησης στο σύνολο των εναλλακτικών (πλήρες ή σύνολο εκμάθησης), και να λάβει σε μορφή αναφοράς τα αποτελέσματα σε κατηγορίες, τους βαθμούς εισόδου, καθώς και όλους τους δείκτες της μεθοδολογίας (Εικόνες 4.12, 4.13).



Εικόνα 4.12. Αποτελέσματα ταξινόμησης

The screenshot shows the NeXClass software interface. The main window is titled 'NeXClass' and has a menu bar with 'Model', 'Params', 'Results', and 'Help'. The 'Results' tab is active, displaying a table of model results. The table has columns for 'Alternative', 'Pr1', 'Pr2', 'Pr3', and 'Pr4'. The 'Alternative' column lists alternatives A1 through A20. The 'Pr1' through 'Pr4' columns contain numerical values. To the left of the table, there is a 'Model setting' section with input fields for 'Alternatives' (20), 'Criteria' (13), 'Classes' (4), and 'Cutting level' (0.76). To the right of the table, there is a 'Results' section with radio buttons for 'Classification', 'Excluding degree', 'Distance factor', 'Credibility index', 'Credibility index1', 'Global conc index', and 'Global disc index'. The 'Excluding degree' radio button is selected.

Alternative	Pr1	Pr2	Pr3	Pr4
A1	0.7689	0.3171	0.2385	1.1035
A2	0.4863	0.3743	0.1629	0.1152
A3	1.1729	1.0651	0.8769	1.0224
A4	0.8667	0.8898	1.1114	0.1102
A5	0.8069	1.1316	0.9365	0.9954
A6	0.5614	0.2579	0.1995	0.1893
A7	1.1911	1.1412	0.7566	1.0227
A8	1.1795	0.7381	0.2959	1.0386
A9	0.7205	0.2444	0.2027	1.0332
A10	1.0895	0.2483	0.9948	1.0871
A11	0.7764	1.1243	0.9244	0.9867
A12	1.2749	1.2018	1.1428	1.1108
A13	0.6934	0.3404	1.0670	0.1031
A14	1.1647	1.0024	0.9865	0.9129
A15	0.6061	0.3228	1.0470	0.9560
A16	1.1612	1.0742	1.1081	1.1005
A17	1.1581	0.7049	0.3181	0.7290
A18	1.1877	0.9420	0.3413	0.9975
A19	1.0630	0.4898	0.8910	0.9837
A20	1.1708	1.0792	1.1377	1.0967

Εικόνα 4.13. Αποτελέσματα ταξινόμησης (βαθμοί και δείκτες)

4. *Βοήθεια*. Μέσα από κατάλληλης μορφής κείμενο οδηγιών παρέχεται βοήθεια στον χρήστη για την εφαρμογή της μεθοδολογίας.
5. *Ανάλυση ευαισθησίας*. Τέλος, ο χρήστης μπορεί να εκτελέσει ανάλυση ευαισθησίας πάνω στα αποτελέσματα, ώστε να αξιολογήσει την ταξινόμηση. Ο χρήστης μπορεί να εκτελέσει διαφορετικά σενάρια ανάλυσης ευαισθησίας της βασικής λύσης, επιλέγοντας τις παραμέτρους που επιθυμεί να μεταβάλλει, καθώς και το ποσοστό μεταβολής τους, λαμβάνοντας τα αποτελέσματα σε μορφή αναφοράς.

4.7. Αξιολόγηση μεθοδολογίας

Η NeXClass, όπως αναπτύχθηκε παραπάνω, ανήκει στην ευρύτερη κατηγορία των κατευθυνόμενων μεθοδολογιών ταξινόμησης. Ειδικότερα, πρόκειται για πολυκριτηριακή μεθοδολογία ταξινόμησης σε μη διατεταγμένες κατηγορίες. Η βασική της διαφοροποίηση σε σχέση με τις μη κατευθυνόμενες μεθοδολογίες εντοπίζεται στο γεγονός της ενσωμάτωσης των προτιμήσεων του αποφασίζοντα, το οποίο επιφέρει σημαντικές διαφοροποιήσεις στο αποτέλεσμα της ταξινόμησης, όταν αυτή εκτελεστεί από διαφορετικούς αποφασίζοντες. Ο ρόλος επομένως του αποφασίζοντα είναι καθοριστικός για το αποτέλεσμα, και επακόλουθα ο αποφασίζων αποτελεί τον κυριότερο παράγοντα αξιολόγησης του αποτελέσματος. Ο στόχος των μεθοδολογιών αυτής της κατηγορίας έγκειται στο ότι αφενός δημιουργούν ένα ορθολογικό μοντέλο το οποίο απεικονίζει τις προτιμήσεις, και αφετέρου βοηθούν τον αποφασίζοντα να κατανοήσει τις παραμέτρους καθώς και την διαδικασία λήψης απόφασης, ώστε να βελτιώσει την ποιότητα της διαδικασίας καθώς και των αποτελεσμάτων. Όλα τα παραπάνω συντελούν στο γεγονός της μη ύπαρξης κάποιου απόλυτα αντικειμενικού

συνόλου αναφοράς, με βάση το οποίο να είναι εφικτή η συγκριτική αξιολόγηση μεταξύ των συναφών μεθοδολογιών. Επιπρόσθετα, οι απαιτούμενες παράμετροι και ο καθορισμός των τιμών τους ποικίλει από μεθοδολογία σε μεθοδολογία, καθιστώντας αρκετά απαιτητική την διαμόρφωση ενός γενικού πειραματικού σχεδιασμού συγκριτικού ελέγχου.

Ωστόσο, η επιστημονική πρακτική επιβάλλει, πριν από την εφαρμογή μιας μεθοδολογίας σε πραγματικό περιβάλλον, την αξιολόγησή της σε εργαστηριακό περιβάλλον, ώστε υπό ελεγχόμενες συνθήκες να διερευνηθούν τα αποτελέσματα και οι τυχόν ιδιαιτερότητες και περιορισμοί, οι οποίοι ενδέχεται να παρουσιαστούν και να επηρεάσουν την πρακτική εφαρμογή. Η αξιολόγηση έχει ως στόχευση να μελετήσει, αφενός την επίδραση των παραμέτρων στο αποτέλεσμα και την ευστάθεια της λύσης, και αφετέρου την αποτελεσματικότητα της μεθοδολογίας έναντι τόσο εναλλακτικών πολυκριτηριακών μεθόδων όσο και εναλλακτικών προσεγγίσεων.

Στον χώρο των πολυκριτηριακών μεθοδολογιών έχουν παρουσιαστεί προσεγγίσεις συγκριτικής αξιολόγησης οι οποίες είχαν ως στόχο είτε την αξιολόγηση της καταλληλότητας μιας μεθοδολογίας για ένα συγκεκριμένο πρόβλημα, ή την συγκριτική αξιολόγηση πολυκριτηριακών μεθοδολογιών (Karni et al., 1990; Goicoechea et al., 1992; Stewart, 1993; 1996; Carmone et al., 1997; Zanakis et al., 1998; Salminen et al., 1998; Olson, 2001). Ωστόσο, έχει διατυπωθεί σημαντική κριτική ως προς το κατά πόσο είναι εφικτή η συγκριτική αξιολόγηση πολυκριτηριακών μεθοδολογιών (Gershon και Duckstein, 1983) καθώς με αφετηρία τις ίδιες παραμέτρους και το ίδιο πρόβλημα, διαφορετικές μεθοδολογίες καταλήγουν σε διαφορετικό αποτέλεσμα (Voogd, 1983). Επιπρόσθετη δυσκολία παρουσιάζεται στην περίπτωση συγκριτικής αξιολόγησης πολυκριτηριακών μεθοδολογιών με εναλλακτικές προσεγγίσεις, ειδικότερα ως προς τον καθορισμό των παραμέτρων (Zanakis et al., 1998). Αυτό είναι φανερό από την εργασία των Doumros και Zorounidis (2001), οι οποίοι έχουν παρουσιάσει ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο συγκριτικής αξιολόγησης για την περίπτωση μεθοδολογιών ταξινόμησης, το οποίο περιλαμβάνει τόσο πολυκριτηριακές όσο και παραμετρικές προσεγγίσεις, χρησιμοποιώντας ωστόσο αναλυτική-συνθετική προσέγγιση για τον υπολογισμό των παραμέτρων της ELECTRE TRI.

Με βάση τα παραπάνω, για την αξιολόγηση της NeXClass επιλέχθηκε η συγκριτική αξιολόγηση με ορισμένες συναφείς πολυκριτηριακές μεθοδολογίες ταξινόμησης και όχι γενικότερες εναλλακτικές προσεγγίσεις ταξινόμησης. Αυτό κρίθηκε ότι επαρκεί για το ερευνητικό πλαίσιο της διατριβής, το οποίο εστιάζει περισσότερο στην εφαρμογή πολυκριτηριακής ανάλυσης στον τομέα των ομαδικών αποφάσεων, παρά στην πλήρη μεθοδολογική θεμελίωση της μεθοδολογίας. Οι μεθοδολογίες οι οποίες επιλέχθηκαν είναι οι TRINOMFC, PROMETHEE TRI και SMAA-classification.

Η TRINOMFC θεωρήθηκε ότι ενσωματώνει τα χαρακτηριστικά της Μεθόδου Πολυκριτηριακού φιλτραρίσματος και της PROAFTN, και επιπλέον υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία από σχετικά προβλήματα. Ειδικότερα, για τις TRINOMFC και SMAA-classification χρησιμοποιήθηκε το πρόβλημα το οποίο παρουσιάστηκε από τους

Leger και Martel (2002) και χρησιμοποιήθηκε από την Yevseyeva et al. (2007) και αφορά στην ταξινόμηση ατυχημάτων σε κατηγορίες. Για την PROMETHEE TRI χρησιμοποιήθηκε το πρόβλημα της αξιολόγησης κινδύνου πτώχευσης επιχειρήσεων, το οποίο παρουσιάστηκε από τον Figueira et al. (2004). Πραγματοποιήθηκαν δύο ξεχωριστά αριθμητικά πειράματα, το ένα συγκρίνοντας την NeXClass με τις TRINOMFC και SMAA-classification, και το δεύτερο συγκρίνοντας την NeXClass με την PROMETHEE TRI.

Για το πρώτο πρόβλημα, το οποίο αφορά πρόβλημα ταξινόμησης εργατών σε κατηγορίες πιθανών ατυχημάτων, χρησιμοποιήθηκαν τρεις εναλλακτικές (εργάτες), τρία κριτήρια και τρεις κατηγορίες, όπως παρουσιάζονται στην εργασία της Yevseyeva et al. (2007) και με στοιχεία από Leger και Martel (2002) για το αποτέλεσμα της ταξινόμησης της TRINOMFC. Ο περιορισμένος αριθμός εναλλακτικών οφείλεται στην διαθεσιμότητα των στοιχείων και αποτελεσμάτων ταξινόμησης. Οι παράμετροι της NeXClass ορίστηκαν με βάση τον καθορισμό του προβλήματος από τους Leger και Martel (2002). Ειδικότερα, καθώς οι TRINOMFC και SMAA-classification καθορίζουν τις κατηγορίες με βάση κεντρικό πρότυπο, τα κατώφλια εισόδου για την NeXClass ορίστηκαν με βάση την λιγότερο αποδεκτή εναλλακτική από τα σχετικά παραδείγματα, καθώς δεν υπάρχει άλλη διαθέσιμη πληροφορία. Στον Πίνακα 4.1 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ταξινόμησης από τις τρεις μεθοδολογίες, όπου για την NeXClass παρατίθενται οι βαθμοί ένταξης κάθε εναλλακτικής για κάθε κατηγορία.

Πίνακας 4-1. Συγκριτική ταξινόμηση με TRINOMFC, SMAA-classification, NeXClass

Εναλλακτική	TRINOMFC	SMAA-classification	NeXClass
a0	C3	C3	C1 (0.776)
			C2 (0.500)
			C3 (0.822)
a1	C1	C1	C1 (0.664)
			C2 (0.744)
			C3 (0.400)
a2	C2	C3	C1 (0.223)
			C2 (0.435)
			C3 (0.067)

Παρατηρείται ότι, αν και το σύνολο δεν είναι αρκετό για γενίκευση των συμπερασμάτων, ο βαθμός ένταξης συμπίπτει με τις άλλες δύο μεθόδους. Στην περίπτωση της δεύτερης εναλλακτικής παρόλο που υπάρχει διαφορά στην ταξινόμηση, ο βαθμός ένταξης για την δεύτερη κατηγορία είναι υψηλός. Επιπλέον, η SMAA-classification αποτελεί πρόσφατη μεθοδολογία η οποία δεν έχει εφαρμοστεί σε πραγματικό περιβάλλον, και συνεπώς υπάρχει μια σχετική επιφύλαξη ως προς την ποιότητα των αποτελεσμάτων.

Η TRINOMFC αντίθετα, η οποία αποτελεί προγενέστερη πρόταση και ακολουθεί την φιλοσοφία της PROAFTN, η οποία έχει εφαρμοστεί με επιτυχία σε ιατρικά προβλήματα ταξινόμησης, αποτελεί περισσότερο ενδεδειγμένη προσέγγιση ως σημείο

σύγκρισης. Σε αντίθεση με την TRINOMFC, για την οποία υπάρχει διαθεσιμότητα των στοιχείων του προβλήματος, για την PROAFTN δεν υπάρχουν αντίστοιχα δεδομένα, παρά μόνο εξειδικευμένη εφαρμογή σε ιατρικά προβλήματα, με αποτέλεσμα να μην είναι εφικτή η διαμόρφωση αντίστοιχου πειράματος. Παρόλα αυτά, η TRINOMFC ως διάδοχη της PROAFTN θεωρείται ότι καλύπτει το παρόν πλαίσιο.

Στο δεύτερο πρόβλημα, επιλέχτηκε η περίπτωση της αξιολόγησης του ρίσκου πτώχευσης εταιριών και αφορά την ταξινόμηση εταιριών σε διαφορετικές κατηγορίες ρίσκου όπως παρουσιάστηκε από τους Dimitras et al. (1995) και Figueira et al. (2004). Συνοπτικά, ορίζονται πέντε κατηγορίες ρίσκου και κάθε εταιρία αξιολογείται με βάση επτά ποσοτικά και ποιοτικά κριτήρια, ενώ συνολικά δίνονται δεδομένα και ταξινομούνται σαράντα εναλλακτικές στις εν λόγω κατηγορίες. Το συγκεκριμένο πρόβλημα όπως καθορίζεται στις εν λόγω εργασίες οριοθετεί τις κατηγορίες ως διατεταγμένες, καθώς η PROMETHEE TRI απευθύνεται κυρίως σε αυτή την κατηγορία προβλημάτων (Figueira et al., 2004), αν και έχει την δυνατότητα για ταξινόμηση σε μη διατεταγμένες κατηγορίες. Η συγκεκριμένη μεθοδολογία επιλέχθηκε καθώς αποτελεί τον μοναδικό εκπρόσωπο της φιλοσοφίας PROMETHEE για ταξινόμηση σε μη διατεταγμένες κατηγορίες. Ωστόσο, καθώς το συγκεκριμένο πρόβλημα έχει προδιαμορφωθεί και τα στοιχεία είναι διαθέσιμα σε αρκετές εργασίες και συγκριτικές μελέτες, κρίθηκε σκόπιμο να ακολουθηθεί ως μοντέλο, διαμορφώνοντας κατάλληλα τις παραμέτρους της NeXClass. Ειδικότερα, καθώς η PROMETHEE TRI ορίζει τις κατηγορίες με βάση κεντρικό πρότυπο, για τον καθορισμό των κατώφλιων εισόδου της NeXClass επιλέχθηκαν οι εναλλακτικές με οριακή ταξινόμηση, όπως προκύπτει από την ταξινόμηση σαράντα εναλλακτικών στην εργασία του Figueira et al. (2004). Ωστόσο, επειδή στο αρχικό πρόβλημα οι κατηγορίες είναι διατεταγμένες, στην NeXClass οι κατηγορίες ορίστηκαν με τροποποίηση ώστε να αντιστοιχούν σε μη διατεταγμένες κατηγορίες με κατάλληλη επιλογή των οριακών εναλλακτικών με βάση την επίδοσή τους όπως αυτή καθορίζεται (Figueira et al., 2004). Στον Πίνακα 4.2 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ταξινόμησης από τις δύο μεθοδολογίες (NeXClass και PROMETHEE TRI), για ένα σύνολο είκοσι εναλλακτικών, όπου για την NeXClass παρατίθενται οι βαθμοί ένταξης κάθε εναλλακτικής για κάθε κατηγορία.

Από τα αποτελέσματα παρατηρείται ότι ο βαθμός ένταξης και η ταξινόμηση της NeXClass συμπίπτει σε γενικές γραμμές με την ταξινόμηση της PROMETHEE TRI. Ορισμένες διαφορές οι οποίες παρατηρούνται, εντοπίζονται στον καθορισμό των κατώφλιων εισόδου της NeXClass ο οποίος επηρεάζει το αποτέλεσμα ως προς τον καθορισμό των κατηγοριών και δεν είναι δυνατό να οριστεί σε απόλυτη συμφωνία με το πρόβλημα. Όπως αναφέρθηκε, η μετατροπή σε μη διατεταγμένες κατηγορίες ακολουθήθηκε με ορισμένες παραδοχές ως προς τα κατώφλια εισόδου ώστε να είναι δυνατή η επίλυση του προβλήματος από την NeXClass. Ωστόσο, ακόμη και στις περιπτώσεις διαφορών, ο βαθμός ένταξης ακολουθεί την τάση της PROMETHEE TRI.

Πίνακας 4-2. Σύγκριση μεθοδολογιών ταξινόμησης NeXClass, PROMETHEE TRI

Εναλλακτική	NeXClass	PROMETHEE TRI
a0	C1 (0.076) C2 (0.500) C3 (0.322) C4 (0.776) C5 (0.788)	C5
a1	C1 (0.000) C2 (0.300) C3 (0.122) C4 (0.776) C5 (0.500)	C4
a2	C1 (0.334) C2 (0.500) C3 (0.000) C4 (0.576) C5 (0.544)	C5
a3	C1 (0.676) C2 (0.500) C3 (0.222) C4 (0.766) C5 (0.654)	C5
a4	C1 (0.776) C2 (0.500) C3 (0.822) C4 (0.896) C5 (0.000)	C4
a5	C1 (0.665) C2 (0.500) C3 (0.822) C4 (0.996) C5 (0.500)	C4
a6	C1 (0.112) C2 (0.000) C3 (0.822) C4 (0.776) C5 (0.000)	C4
a7	C1 (0.546) C2 (0.112) C3 (0.822) C4 (0.000) C5 (0.500)	C5
a8	C1 (0.776) C2 (0.500) C3 (0.822) C4 (0.760) C5 (0.887)	C5
a9	C1 (0.006) C2 (0.000) C3 (0.122) C4 (0.222) C5 (0.500)	C5
a10	C1 (0.376) C2 (0.000) C3 (0.822) C4 (0.786)	C4

Στην ίδια εργασία ο Figueira et al. (2004) παραθέτει αποτελέσματα και για την ταξινόμηση στο ίδιο πρόβλημα με βάση την ELECTRE TRI, PROMETHEE CLUSTER, ενώ στην εργασίες των Araz και Ozkarahan (2005; 2006) και Araz et al. (2006) παρουσιάζονται και αποτελέσματα της μεθοδολογίας PROMSORT. Ωστόσο, οι εν λόγω μεθοδολογίες, όπως έχει αναφερθεί, εστιάζουν σε προβλήματα σε διατεταγμένες κατηγορίες και συνεπώς δεν κρίνεται σκόπιμη η σύγκριση με την NeXClass. Παρόλα αυτά, οι μεθοδολογίες βρίσκονται σε σχετική συμφωνία με την PROMETHEE TRI με βάση τα αποτελέσματα, όπως έχουν παρουσιαστεί.

Η σύγκριση των αποτελεσμάτων της NeXClass με την PROMETHEE TRI, παρά τους σχετικούς περιορισμούς, αποτελεί θετική ένδειξη για την NexClass, καθώς οι οικογένεια των μεθοδολογιών PROMETHEE αποτελεί σημαντικό σημείο αναφοράς τόσο στο θεωρητικό επίπεδο όσο και στο πεδίο εφαρμογής σε πραγματικό περιβάλλον.

Αξιολογώντας τα ευρήματα από την συγκριτική αξιολόγηση της NeXClass, προκύπτουν θετικές ενδείξεις για την ορθότητα της προσέγγισης, καθώς και την ακρίβεια των αποτελεσμάτων. Από την πληθώρα εναλλακτικών προσεγγίσεων ταξινόμησης επιλέχθηκαν μόνο βασικές συναφείς πολυκριτηριακές μεθοδολογίες οι οποίες αντιμετωπίζουν προβλήματα ταξινόμησης σε μη διατεταγμένες κατηγορίες. Η σύγκριση της NeXClass με εναλλακτικές προσεγγίσεις ταξινόμησης απαιτεί ένα ευρύτερο πειραματικό πλαίσιο το οποίο είναι εκτός του ερευνητικού πλαισίου της διατριβής. Ωστόσο, τα ευρήματα κρίνεται ότι επαρκούν για να αποδείξουν την ορθότητα της προσέγγισης, αλλά και να καταδείξουν την γενικότερη ανάγκη για επιπλέον εργασίες αξιολόγησης πολυκριτηριακών μεθοδολογιών τόσο στο μεθοδολογικό επίπεδο όσο και στα αποτελέσματα σε σχέση με εναλλακτικές προσεγγίσεις.

4.8. Θέματα προς διερεύνηση και μελλοντικές προοπτικές

Στα προηγούμενα παρουσιάστηκε η προτεινόμενη μεθοδολογία NeXClass για πολυκριτηριακή ταξινόμηση σε μη διατεταγμένες κατηγορίες, και πραγματοποιήθηκε συγκριτική αξιολόγησή της με ορισμένες βασικές πολυκριτηριακές μεθοδολογίες ταξινόμησης. Από την παρουσίαση των χαρακτηριστικών της, είναι προφανές ότι παρουσιάζει ορισμένους περιορισμούς σε σχέση με τα προβλήματα τα οποία αντιμετωπίζει αλλά και εν γένει μεθοδολογικές ατέλειες. Ωστόσο, καθώς η κύρια ερευνητική κατεύθυνση της διατριβής εστιάζει στην εφαρμογή πολυκριτηριακών μεθοδολογιών ταξινόμησης σε ομαδικό περιβάλλον, η περαιτέρω μελέτη της μεθοδολογίας, η πλήρης συγκριτική αξιολόγησή της με εναλλακτικές προσεγγίσεις καθώς και τα όποια ειδικότερα θέματα εγείρονται, τίθενται εκτός του εύρους της παρούσας εργασίας. Αντίθετα, αποτελούν θέματα προς διερεύνηση και αναζήτηση από νέες ερευνητικές εργασίες ανοίγοντας τον δρόμο σε περαιτέρω εργασία και ανάπτυξη της περιοχής της πολυκριτηριακής ταξινόμησης, αλλά και την πειραματική αξιολόγηση των πολυκριτηριακών μεθοδολογιών σε σχέση με εναλλακτικές προσεγγίσεις. Ειδικότερα, ορισμένα θέματα προς μελλοντική διερεύνηση αποτελούν τα εξής:

1. Ένα σημαντικό σημείο το οποίο επηρεάζει την πρακτική εφαρμογή της NeXClass, αποτελεί ο αριθμός των παραμέτρων τις οποίες καλείται ο αποφασίζων να καθορίσει. Οι παράμετροι αφορούν στα διάφορα κατώφλια καθώς και τα κριτήρια. Ο σχετικά μεγάλος απαιτούμενος αριθμός των παραμέτρων είναι κοινό χαρακτηριστικό των περισσότερων κατευθυνόμενων πολυκριτηριακών μεθοδολογιών, οι οποίες απαιτούν σημαντική προσπάθεια και υψηλό βαθμό κατανόησης από τον αποφασίζοντα. Σε αντίθεση οι τεχνικές οι οποίες ακολουθούν την αναλυτική-συνθετική προσέγγιση εξάγουν τις τιμές των παραμέτρων από προηγούμενες αποφάσεις, με ιδιαίτερα πολύπλοκους υπολογισμούς ωστόσο, οι οποίοι δεν είναι αρκετά κατανοητοί από τον αποφασίζοντα και επιπλέον επηρεάζουν την ποιότητα του αποτελέσματος. Πάντως, ο καθορισμός των παραμέτρων με περισσότερη ευκολία είναι θέμα προς μελλοντική διερεύνηση, ωστόσο η καλή γνώση της μεθοδολογίας από τον αποφασίζοντα επιτρέπει αποτελεσματικότερο καθορισμό των παραμέτρων και καλύτερη ποιότητα αποτελεσμάτων.
2. Η ανάλυση ευαισθησίας επιτρέπει την αξιολόγηση της βαρύτητας της επίδρασης των παραμέτρων στο αποτέλεσμα της ταξινόμησης. Ωστόσο, τα σενάρια τα οποία αναπτύχθηκαν στο παρόν κεφάλαιο καλύπτουν ένα περιορισμένο επίπεδο ανάλυσης. Επιπλέον, συχνά είναι αναγκαία η εκτίμηση του βαθμού σταθερότητας της λύσης κάτι το οποίο δεν καλύπτεται από την ανάλυση ευαισθησίας και απαιτεί επιπλέον ανάλυση σταθερότητας. Η ανάπτυξη ελέγχου σταθερότητας είναι επιπλέον θέμα για διερεύνηση.
3. Καθώς οι πολυκριτηριακές μεθοδολογίες αριθμούν πλέον ένα πολύ σημαντικό αριθμό, είναι αναγκαίο ένα πλαίσιο αξιολόγησης μεταξύ ομοειδών μεθοδολογιών αφενός αλλά και μεταξύ πολυκριτηριακών μεθοδολογιών και εναλλακτικών προσεγγίσεων αφετέρου, και ειδικότερα για την περίπτωση της ταξινόμησης.

4.9. Σύνοψη

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάστηκε η μεθοδολογία πολυκριτηριακής ταξινόμησης NeXClass και ολοκληρωμένη μεθοδολογία για την επίλυση προβλημάτων ταξινόμησης μαζί με ένα ενδεικτικό παράδειγμα εφαρμογής. Επίσης παρουσιάστηκε το πρωτότυπο ΣΥΑ το οποίο υλοποιεί την μεθοδολογία. Αναλυτικότερα, με αφετηρία τα ευρήματα της βιβλιογραφικής επισκόπησης και την ανάγκη για προβλήματα ταξινόμησης σε μη διατεταγμένες κατηγορίες, παρουσιάστηκε στο παρόν κεφάλαιο η πρωτότυπη μεθοδολογία πολυκριτηριακής ταξινόμησης NeXClass, η οποία εισάγει τον καθορισμό των κατηγοριών με βάση το όριό τους, το οποίο ορίζεται ως κατώφλι εισόδου, και τον ασαφή βαθμό ένταξης, με βάση τον οποίο πραγματοποιείται η ταξινόμηση. Η μεθοδολογία καλύπτει το κενό στον χώρο της πολυκριτηριακής ταξινόμησης για μη διατεταγμένες κατηγορίες, για την περίπτωση του ορισμού των κατηγοριών με βάση το όριό τους, και επεκτείνει μεθοδολογικά την πολυκριτηριακή ταξινόμηση. Στο κεφάλαιο παρουσιάστηκαν οι βασικές αρχές στις οποίες στηρίζεται η μεθοδολογία, και

αναλύθηκε η έννοια του βαθμού ένταξης καθώς και η αξιοποίησή του για την ταξινόμηση των εναλλακτικών σε κατηγορίες. Στην συνέχεια, αναλύθηκαν οι φάσεις της μεθοδολογίας και παρουσιάστηκε η επίλυση προβλήματος ταξινόμησης με βάση αυτή. Τέλος, παρουσιάστηκε ένα ενδεικτικό παράδειγμα εφαρμογής της, καθώς και το πρωτότυπο σύστημα υποστήριξης αποφάσεων το οποίο αναπτύχθηκε και υλοποιεί την εν λόγω μεθοδολογία. Το κεφάλαιο ολοκληρώθηκε με τα αποτελέσματα αξιολόγησης της μεθοδολογίας, σε σύγκριση με συναφείς πολυκριτηριακές μεθοδολογίες ταξινόμησης. Από τα αποτελέσματα προκύπτει συνοπτικά ότι η NeXClass καλύπτει επαρκώς τις ανάγκες ταξινόμησης σε μη διατεταγμένες κατηγορίες, αποτυπώνει αποτελεσματικά το μοντέλο αξιών του αποφασίζοντα και αποτελεί ουσιαστική και πρωτότυπη συμβολή στον χώρο της πολυκριτηριακής ανάλυσης και ειδικότερα στον χώρο της ταξινόμησης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Ολοκληρωμένη μεθοδολογία NeXClass-G

Μεθοδολογία ομαδικής πολυκριτηριακής ταξινόμησης βασισμένη στην συναίνεση

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται η μεθοδολογία υποστήριξης ομαδικών αποφάσεων ταξινόμησης NeXClass-G (Rigoroulos et al., 2008b). Η μεθοδολογία βασίζεται στην πολυκριτηριακή μεθοδολογία ταξινόμησης NeXClass, την οποία επεκτείνει σε περιβάλλον ομάδας, και καλύπτει όλα τα στάδια υποστήριξης αποφάσεων ταξινόμησης μιας συναινετικής ομάδας.

5.1. Εισαγωγή

Στο Κεφάλαιο 3 πραγματοποιήθηκε ανασκόπηση των μεθοδολογιών ομαδικών αποφάσεων οι οποίες υιοθετούν πολυκριτηριακή ανάλυση, και έχουν κατά καιρούς παρουσιαστεί, και καταγράφηκαν τα βασικά σημεία της κάθε προσέγγισης. Επίσης, καταγράφηκαν τα ΣΥΟΑ τα οποία έχουν αναπτυχθεί και παρέχουν υποστήριξη σε ομάδες και βασίζονται σε πολυκριτηριακές μεθοδολογίες. Το κύριο συμπέρασμα της ανασκόπησης το οποίο προκύπτει είναι ότι η πολυκριτηριακή ανάλυση έχει εφαρμοστεί σε αρκετές περιπτώσεις στην προσπάθεια να παρασχεθεί μια ορθολογική προσέγγιση στην ομαδική λήψη αποφάσεων. Ωστόσο, ως προς την σχετική προβληματική, παρατηρείται ότι δεν έχει παρουσιαστεί κάποια μεθοδολογία η οποία να αντιμετωπίζει προβλήματα ταξινόμησης σε περιβάλλον ομάδας, ενώ το σύνολο των υφισταμένων μεθοδολογιών και ΣΥΟΑ εστιάζει σε προβλήματα επιλογής και ιεράρχησης. Ένα επιπλέον συμπέρασμα της ανάλυσης είναι ότι στα προβλήματα ομαδικών αποφάσεων στα οποία εφαρμόζεται πολυκριτηριακή ανάλυση, η προσέγγιση η οποία ακολουθείται είναι η επέκταση υφισταμένων πολυκριτηριακών μεθοδολογιών από έναν αποφασίζοντα σε πολλούς αποφασίζοντες. Η επέκταση της μεθοδολογίας πραγματοποιείται κατά κύριο λόγο με την εφαρμογή κατάλληλου τελεστή σύνθεσης είτε στο επίπεδο των ατομικών προτιμήσεων, είτε στο επίπεδο των αποτελεσμάτων. Η διαδικασία σύνθεσης των ατομικών προτιμήσεων σε ομαδική απόφαση κοινά αποδεκτή αποτελεί τον βασικό στόχο όλων σχεδόν των μεθοδολογιών, και όχι μόνο των πολυκριτηριακών προσεγγίσεων. Ο ερευνητικός τομέας των τελεστών σύνθεσης, ειδικά για ομαδικές αποφάσεις, παρουσιάζει αρκετά εκτεταμένη βιβλιογραφία, η αναλυτική μελέτη της οποίας δεν εντάσσεται στο πλαίσιο της διατριβής, ωστόσο στο Κεφάλαιο 3 παρουσιάζονται στοιχεία των τελεστών σύνθεσης τα οποία είναι αναγκαία για την τεκμηρίωση της προσέγγισης της διατριβής.

Με βάση την παραπάνω ανασκόπηση και τα σχετικά συμπεράσματα, καθώς και τις απαιτήσεις του βασικού ερευνητικού στόχου της διατριβής, στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται η προτεινόμενη μεθοδολογία υποστήριξης ομαδικών αποφάσεων ταξινόμησης NeXClass-G (Rigoroulos et al., 2008b). Η μεθοδολογία βασίζεται στην πρωτότυπη πολυκριτηριακή μεθοδολογία ταξινόμησης NeXClass, την οποία επεκτείνει σε περιβάλλον ομάδας, και καλύπτει όλα τα στάδια υποστήριξης αποφάσεων ταξινόμησης μιας συναινετικής ομάδας. Η μεθοδολογία προτείνει την σύνθεση των ατομικών προτιμήσεων σε ομαδικές με την βοήθεια κατάλληλων τελεστών σύνθεσης, οι οποίοι μεγιστοποιούν την συναίνεση της ομάδας. Ειδικότερα, αρχικά γίνεται συνοπτική παρουσίαση του προβλήματος, και των επιμέρους φάσεων της μεθοδολογίας. Στην συνέχεια ορίζονται κατάλληλοι βαθμοί συμφωνίας και εγγύτητας οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την μέτρηση του βαθμού συναίνεσης της ομάδας. Επίσης ορίζεται ο βαθμός αποδοχής και η μέθοδος υπολογισμού του. Στην συνέχεια παρουσιάζεται διεξοδικά η μεθοδολογία και αναλύονται οι επιμέρους φάσεις της. Στο τέλος παρουσιάζεται ένα αναλυτικό παράδειγμα εφαρμογής της μεθοδολογίας για την ενδεικτική εφαρμογή της σε πρόβλημα ομαδικής ταξινόμησης. Από τα αποτελέσματα της αξιολόγησης προκύπτει συνοπτικά ότι η NeXClass-G καλύπτει επαρκώς τις

ανάγκες ταξινόμησης, αποτυπώνει αποτελεσματικά το μοντέλο αξιών περιβάλλον ομάδας μεγιστοποιώντας την συναίνεση, και αποτελεί ουσιαστική συμβολή τόσο στον χώρο της πολυκριτηριακής ανάλυσης και ειδικότερα στον χώρο της ταξινόμησης, όσο και στον χώρο των ομαδικών αποφάσεων.

5.2. Μεθοδολογία NeXClass-G

5.2.1. Γενικές αρχές

Το πρόβλημα το οποίο διαπραγματεύεται το παρόν κεφάλαιο και αποτελεί τον βασικό ερευνητικό άξονα της διατριβής είναι η ομαδική λήψη απόφασης σε πολυκριτηριακό πρόβλημα για την προβληματική της ταξινόμησης. Για την αντιμετώπιση του συγκεκριμένου προβλήματος παρουσιάζεται ολοκληρωμένη μεθοδολογία η οποία έχει ως σκοπό την υποβοήθηση της ομάδας και την επίτευξη συναινετικής ταξινόμησης. Αποτελεί επέκταση της πολυκριτηριακής μεθοδολογίας ταξινόμησης NeXClass σε περιβάλλον ομάδας. Ειδικότερα, η μεθοδολογία NeXClass συνδυάζεται με τεχνικές ομαδικής απόφασης και παρουσιάζεται ως ολοκληρωμένη μεθοδολογία ομαδικής απόφασης. Η βασική καινοτομία της προτεινόμενης μεθοδολογίας NeXClass-G σε σχέση με τις υφιστάμενες πολυκριτηριακές μεθοδολογίες ομαδικών αποφάσεων είναι ότι αντιμετωπίζει προβλήματα ταξινόμησης. Σε αντίθεση, οι υφιστάμενες μεθοδολογίες, επιλύουν προβλήματα επιλογής και ιεράρχησης, όπως έχει αναλυθεί στο σχετικό κεφάλαιο. Στην προτεινόμενη μεθοδολογία NeXClass-G η σύνθεση των ατομικών προτιμήσεων εκτελείται στο σύνολο των αρχικών παραμέτρων, οι οποίες στην συνέχεια χρησιμοποιούνται ως σύνολο εισόδου για την μεθοδολογία NeXClass. Συνοπτικά, η ομάδα καλείται να καθορίσει με συναινετικό τρόπο τις παραμέτρους του προβλήματος ώστε με την εφαρμογή στην συνέχεια της μεθοδολογίας NeXClass το αποτέλεσμα της ταξινόμησης να ανταποκρίνεται στον μέγιστο δυνατό βαθμό στις προτιμήσεις των μελών και να ικανοποιεί τα μέλη.

Οι ατομικές προτιμήσεις εκφράζονται για τις παραμέτρους της πολυκριτηριακής μεθοδολογίας NeXClass και αφορούν στον καθορισμό των κατηγοριών, των κριτηρίων, των βαρών των κριτηρίων, των κατωφλίων εισόδου των κατηγοριών, και των λοιπών κατωφλίων (αδιαφορίας, προτίμησης και βέτο), όπως αναλύεται στην συνέχεια του κεφαλαίου. Η σύνθεση των τιμών των παραμέτρων πραγματοποιείται με την εφαρμογή τελεστή σύνθεσης ο οποίος βασίζεται στην Θεωρία Συλλογικής Κρίσης (Social Judgment Scheme), με κατάλληλη τροποποίηση ώστε να μεγιστοποιεί την συναίνεση. Επιπλέον, για σημεία στα οποία απαιτείται η αποδοχή της ομάδας, ως προς κάποια παράμετρο, εφαρμόζεται σύνθεση των απόψεων με την βοήθεια του τελεστή WOWA με κατάλληλο καθορισμό των βαρών ώστε να εκφράζουν την προσέγγιση της πλειοψηφίας. Τέλος, το επίπεδο ικανοποίησης και αποδοχής υπολογίζεται με τον καθορισμό και μέτρηση σχετικών δεικτών συναίνεσης.

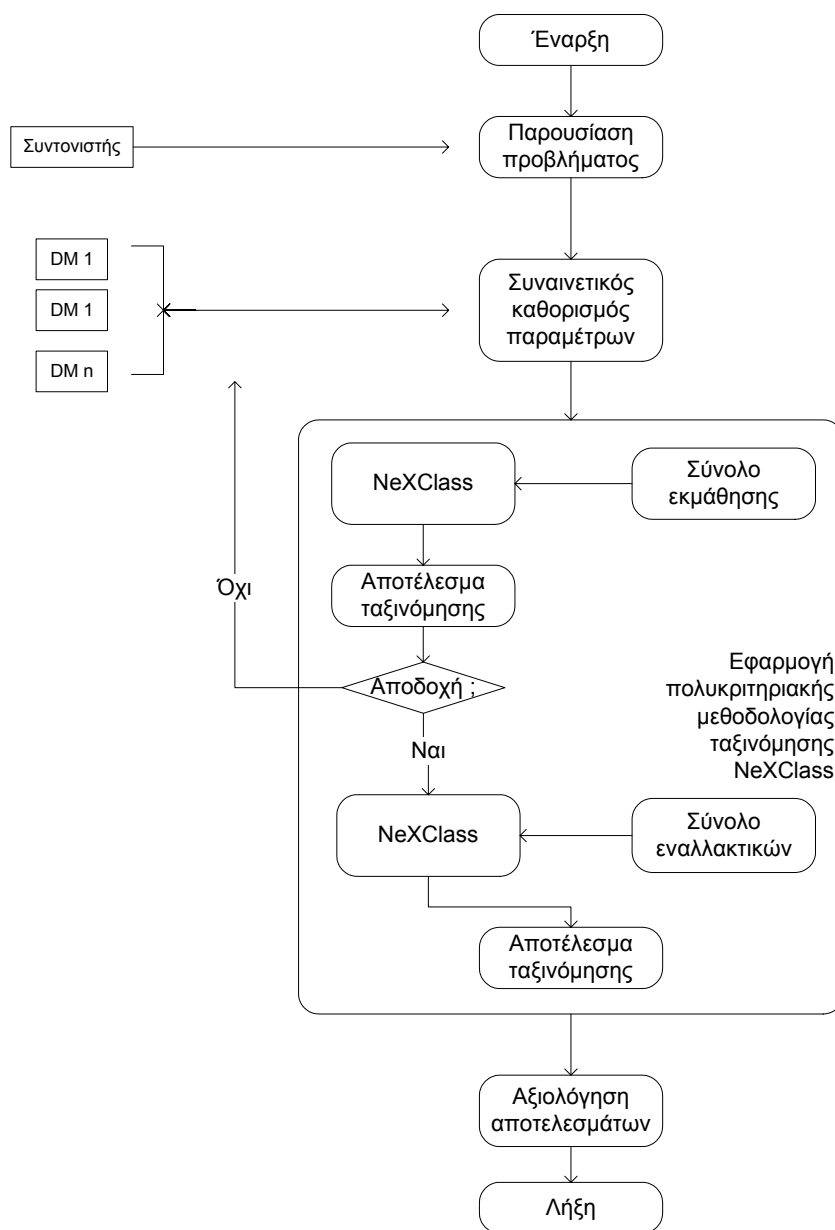
Το βασικό πλαίσιο προϋποθέσεων στις οποίες στηρίχθηκε η ανάπτυξη της μεθοδολογίας είναι το εξής:

1. Η ομάδα θεωρείται ολιγομελής, ομογενής και συνεργατική. Η προτεινόμενη μεθοδολογία απευθύνεται σε ολιγομελή ομάδα η οποία έχει κοινό στόχο την επίτευξη του μέγιστου οφέλους και συναίνεσης για την ομάδα. Επίσης τα μέλη της εκφράζουν τις προτιμήσεις και απόψεις τους με ομογενή μορφή. Όπως αναφέρθηκε στην ανασκόπηση, οι ομάδες χαρακτηρίζονται από το πλήθος αφενός και τον βαθμό συναίνεσης ο οποίος αντανακλά τον στόχο της ομάδας. Όταν ο αριθμός των ατόμων είναι αρκετά μεγάλος, τότε η σύνθεση των προτιμήσεων απαιτεί ειδική διερεύνηση καθώς υπεισέρχονται θέματα στατιστικής φύσεως τα οποία πρέπει να ληφθούν υπόψη (De Smet et al., 2002). Επιπλέον σε μαζικές ομάδες οι ορθολογικές προσεγγίσεις καθορισμού των παραμέτρων δεν είναι εφικτό να εφαρμοστούν και συνηθέτερα ακολουθείται κάποια μορφή ψηφοφορίας (Springael et al., 2004). Σε σχέση με τον βαθμό συναίνεσης, οι ομάδες ενδέχεται να παρουσιάζουν υψηλό βαθμό ομαδικότητας, όταν όλα τα μέλη μοιράζονται κοινό στόχο του οποίου επιθυμούν την επίτευξη, ή χαμηλό βαθμό ομαδικότητας, όταν τα μέλη δεν μοιράζονται κοινό στόχο αλλά επιθυμούν την επίτευξη των ατομικών στόχων. Στις ανταγωνιστικές ομάδες, η σύνθεση των προτιμήσεων απαιτεί ειδική διερεύνηση η οποία πολλές φορές απαιτεί διαπραγμάτευση και συναλλαγή μεταξύ των μελών ώστε να επιτευχθεί ο επιθυμητός βαθμός συναίνεσης. Σε αυτές τις περιπτώσεις, καταλληλότερες προσεγγίσεις αποτελούν τα ΣΥΔ όπως παρουσιάστηκαν στην ανασκόπηση, κάτι το οποίο είναι εκτός του πεδίου της NeXClass-G. Αντίθετα, στις συνεργατικές ομάδες, η διαδικασία της σύνθεσης δεν απαιτεί συναλλαγή ή διαπραγμάτευση και η εφαρμογή πολυκριτηριακής προσέγγισης κρίνεται περισσότερο κατάλληλη για ορθολογική προσέγγιση της διαδικασίας.
2. Υπάρχει συντονιστής ο οποίος συντονίζει όλη την διαδικασία. Ο ρόλος του συντονιστή δεν περιορίζει την γενικότητα της μεθοδολογίας, ωστόσο κρίνεται σκόπιμη η ύπαρξή του για την αποτελεσματική και εντός συγκεκριμένου χρονικού πλαισίου εφαρμογή της μεθοδολογίας, και επιπλέον την διασφάλιση την ποιότητας της διαδικασίας. Ομάδες οι οποίες δεν συντονίζονται ή είναι αυτοκαθοριζόμενες είναι εκτός του πεδίου της NeXClass-G.
3. Το πρόβλημα ταξινόμησης που η ομάδα επιλύει είναι σχετικά δομημένο και καθορισμένο. Η ομάδα καλείται να επιλύσει ένα πρόβλημα ταξινόμησης το οποίο έχει καθοριστεί έως ένα βαθμό. Τα μέλη της ομάδας εκφράζουν τις ατομικές προτιμήσεις και απόψεις στην κατάλληλη μορφή οι οποίες συνθέτονται ώστε να οδηγήσουν στο συναινετικό αποτέλεσμα. Η περίπτωση κατά την οποία το πρόβλημα είναι αδόμητο ή σχετικά μη δομημένο αντιμετωπίζεται με τεχνικές και συστήματα υποστήριξης ομαδικής εργασίας, τα οποία επιτρέπουν την συνεργασία της ομάδας σε όλα τα στάδια δόμησης και απόφασης και είναι εκτός του πεδίου της NeXClass-G.

5.2.2. Φάσεις

Με βάση το παραπάνω πλαίσιο αναπτύχθηκε η μεθοδολογία NeXClass-G, η οποία υποστηρίζει συνεργατικές ομάδες σε προβλήματα ταξινόμησης. Η NeXClass-G συνοπτικά αποτελείται από τις παρακάτω κύριες φάσεις (Σχήμα 5.1):

1. *Διαμόρφωση και παρουσίαση του προβλήματος.* Στην φάση αυτή καθορίζεται η ομάδα των αποφασιζόντων και εκτελείται η αρχική διαμόρφωση του προβλήματος. Ο συντονιστής είναι υπεύθυνος για τις εργασίες αυτές καθώς και για τον συντονισμό της ροής. Συνοπτικά, ο συντονιστής ορίζει τα μέλη της ομάδας, ορίζει την βαρύτητα των μελών, και παρουσιάζει το πρόβλημα προς επίλυση. Παρουσιάζει στην ομάδα ένα αρχικό σύνολο τιμών για τις παραμέτρους του προβλήματος, τις κατηγορίες, τα κριτήρια, τα βάρη των κριτηρίων, τα κατώφλια εισόδου των κατηγοριών, και τα διάφορα κατώφλια, όπως προτείνονται αρχικά, ώστε τα μέλη να εκφράσουν τις ατομικές τους προτιμήσεις.



Εικόνα 5.1. Η μεθοδολογία NeXClass-G συνοπτικά

2. *Συναίνετικός καθορισμός παραμέτρων.* Στην φάση αυτή πραγματοποιείται η διαδικασία συναίνεσης της ομάδας όσον αφορά στις παραμέτρους του προβλήματος. Κάθε μέλος ορίζει τις παραμέτρους που θεωρεί ως αποδεκτές και στην συνέχεια εκφράζει τις προτιμήσεις του στο σύνολο των παραμέτρων. Με την χρήση κατάλληλου τελεστή σύνθεσης συνθέτονται οι ατομικές προτιμήσεις για κάθε παράμετρο και διαμορφώνεται η ομαδική προτίμηση. Στο τέλος της σύνθεσης υπολογίζονται οι βαθμοί αποδοχής και συμφωνίας. Αν ο βαθμός συναίνεσης δεν είναι αποδεκτός τότε επαναλαμβάνεται η διαδικασία μέχρι ο βαθμός συναίνεσης να είναι αποδεκτός. Στο τέλος της διαδικασίας ορίζεται ένα σύνολο εναλλακτικών (προαιρετικά) που αποτελεί σύνολο εκμάθησης ώστε να ελεγχθεί η ορθότητα των παραμέτρων.
3. *Εφαρμογή πολυκριτηριακής μεθοδολογίας ταξινόμησης NexClass.* Έπειτα από την σύνθεση των ατομικών παραμέτρων και τον καθορισμό του συνόλου των ομαδικών παραμέτρων, ακολουθεί η εφαρμογή της μεθοδολογίας NeXClass. Εάν έχει καθοριστεί σύνολο εκμάθησης, η ταξινόμηση εκτελείται αρχικά για το σύνολο αυτό. Το αποτέλεσμα της NeXClass στο σύνολο εκμάθησης ελέγχεται και τίθεται υπό αποδοχή από την ομάδα. Αν δεν είναι αποδεκτό επαναλαμβάνεται η προηγούμενη φάση μέχρι ένα μέγιστο αριθμό επαναλήψεων σε περίπτωση που δεν είναι αποδεκτό. Εφόσον η απόδοση της NeXClass σε σχέση με το σύνολο εκμάθησης είναι αποδεκτή, τότε η μεθοδολογία συνεχίζει με την ταξινόμηση του πλήρους συνόλου των εναλλακτικών, παράγοντας την βασική λύση ταξινόμησης.
4. *Ανάλυση αποτελεσμάτων.* Στην τελευταία φάση αναλύεται το βασικό αποτέλεσμα της ταξινόμησης και πραγματοποιείται ανάλυση ευαισθησίας των αποτελεσμάτων σε αντιστοιχία με την μεθοδολογία NeXClass. Επιπλέον, εκτελούνται έλεγχοι του βαθμού συναίνεσης αποδοχής και ικανοποίησης των αποφασιζόντων. Αν υπάρχει σοβαρή απόκλιση από τον επιθυμητό βαθμό συναίνεσης τότε επαναλαμβάνεται η φάση 2 ή 1.

5.2.3. Συναίνεση στις ομαδικές αποφάσεις

Η επίτευξη συναίνεσης αποτελεί βασικό ζητούμενο σε κάθε διαδικασία ομαδικής απόφασης (Kacprzyk et al., 1992a). Αν και δεν είναι εφικτός ένας καθολικός ορισμός της συναίνεσης, στο παρόν πλαίσιο είναι δυνατό να θεωρηθεί ως η επίτευξη συμφωνίας μεταξύ των μελών της ομάδας ως προς την ταξινόμηση μιας εναλλακτικής. Στην περίπτωση μη συνεργατικών ομάδων η διαδικασία επίτευξης συναίνεσης αποτελεί συνήθως τμήμα μιας διαπραγμάτευσης ή ανταλλαγής ώστε να ικανοποιηθεί ο ατομικός στόχος του κάθε αποφασίζοντα στον μέγιστο βαθμό. Σε αυτή την περίπτωση το μοντέλο αξιών του αποφασίζοντα περιλαμβάνει και μια συνάρτηση χρησιμότητας η οποία επηρεάζεται από τον προφίλ ρίσκου του μέλους. Με βάση αυτή την προσέγγιση έχουν παρουσιαστεί εργασίες οι οποίες συνδυάζουν την θεωρία χρησιμότητας και στοιχεία από ανάλυση κόστους για την ανάλυση του βαθμού συναίνεσης και την κατάλληλη μέτρησή του (Ben-Arieh και Chen, 2004; 2004a; Chen, 2006). Στην περίπτωση των συνεργατικών ομάδων η επίτευξη της συναίνεσης αποτελεί επίσης προϊόν ανταλλαγής προτιμήσεων, ωστόσο γενικά δεν υπεισέρχονται ατομικοί στόχοι και το μοντέλο χρησιμότητας και προσωπικού κέρδους δεν χρησιμοποιείται.

Σε κάθε περίπτωση πάντως, η επίτευξη συναίνεσης είναι κεντρικό ζήτημα και αποτελεί αρκετά σημαντικό ερευνητικό πεδίο στον χώρο των ομαδικών αποφάσεων (Kacprzyk et al., 1997; Bordogna et al., 1997; Herrera et al., 1997; Herrera-Viedma et al., 2002). Στην σχετική βιβλιογραφία διακρίνονται δύο κύριες προσεγγίσεις ως προς την επίτευξη συναίνεσης. Η πρώτη θεωρεί την συναίνεση περισσότερο ως διαδικασία μαθηματικής σύνθεσης τιμών (Ng και Abramson, 1992; Lee, 2002) όπου η επίτευξή της είναι δυνατή με την αλλαγή των τιμών σε παραμέτρους όπως τα βάρη των μελών, και η δεύτερη θεωρεί πως η επίτευξή της είναι δυνατή με τον επανακαθορισμό των τιμών από τα μέλη (Hsu και Chen, 1996). Ως προς την μέτρηση του βαθμού συναίνεσης διακρίνονται δύο προσεγγίσεις. Η πρώτη (*hard consensus*) καταγράφει την συναίνεση σε αριθμητική κλίμακα τιμών στο διάστημα $[0,1]$, και η δεύτερη (*soft consensus*) καταγράφει τον βαθμό σε μορφή γλωσσικής ετικέτας όπως 'πολλοί'.

Η αριθμητική μέτρηση του βαθμού συναίνεσης ακολουθείται σε αρκετές προσεγγίσεις, οι οποίες είναι δυνατό να ομαδοποιηθούν σε:

1. προσεγγίσεις οι οποίες καταγράφουν με την βοήθεια συνάρτησης τον αριθμό των μελών της ομάδας τα οποία συμφωνούν, όπως οι εργασίες των Fairhurst και Rahman (2000), των Bryson και Mobolurin (1997) και του Tan et al. (1995),
2. προσεγγίσεις οι οποίες υπολογίζουν τον βαθμό συναίνεσης ως συνάρτηση της απόστασης μεταξύ των τιμών των μελών και της ομαδικής τιμής, όπως οι εργασίες των Kuncheva (1994) και Bezdek et al. (1978),
3. προσεγγίσεις οι οποίες υπολογίζουν τον βαθμό συναίνεσης ως συνάρτηση ομοιότητας/ανομοιότητας μεταξύ των τιμών των μελών και της ομαδικής τιμής, όπως οι εργασίες του Fedrizzi (1990), και
4. προσεγγίσεις οι οποίες υπολογίζουν τον βαθμό συναίνεσης ως συνάρτηση της συμφωνίας των διατάξεων των τιμών των μελών, όπως οι εργασίες του Herrera-Viedma et al. (2002).

Η μέτρηση του βαθμού συναίνεσης με γλωσσικό προσδιορισμό επίσης ακολουθείται σε αρκετές προσεγγίσεις, όπως η εργασία του Dimitrov (1994), του Kacprzyk et al. (1992a), των Kacprzyk και Zadrozny (1997), του Herrera et al. (1997), και του Bordogna et al. (1997). Ωστόσο, η αναλυτική ανασκόπηση των προσεγγίσεων είναι εκτός του πεδίου της διατριβής.

Η επιλογή της διαδικασίας για την επίτευξη συναίνεσης καθώς και της μέτρησής της, όπως προκύπτει από τα παραπάνω καθορίζεται από τον γενικό σχεδιασμό και στόχο του προβλήματος ή της μεθοδολογίας. Λαμβάνοντας υπόψη το πλαίσιο του προβλήματος και τον ερευνητικό στόχο της διατριβής, ορίζεται για το πρόβλημα της ομαδικής ταξινόμησης μια διαδικασία συναίνεσης, η οποία περιγράφεται στην συνέχεια κατά την ανάλυση των φάσεων της μεθοδολογίας, και ορίζονται αριθμητικοί βαθμοί μέτρησής της, οι οποίοι παρουσιάζονται στην συνέχεια και επιτρέπουν την

λεπτομερή ανάλυση του βαθμού συναίνεσης. Η συγκεκριμένη προσέγγιση κρίνεται επαρκής για τον στόχο της διατριβής και το συγκεκριμένο πρόβλημα, όπως θα αναδειχθεί στην συνέχεια του κεφαλαίου.

5.2.4. Ορισμός βαθμού συναίνεσης

Το γεγονός ότι στα πολυκριτηριακά προβλήματα ομαδικών αποφάσεων εμπλέκονται αρκετοί αποφασίζοντες απαιτεί, εκτός από την ανάγκη επίλυσης του προβλήματος με την βέλτιστη λύση, και την επίτευξη ενός συγκεκριμένου επίπεδου συμφωνίας μεταξύ των μελών της ομάδας, το οποίο οδηγεί στην μεγιστοποίηση της συνολικής ικανοποίησης της ομάδας για την τελική απόφαση.

Στην παρούσα μεθοδολογία η επίτευξη συναίνεσης ορίζεται ως μια διαδικασία ανατροφοδότησης, η οποία εκτελείται στο στάδιο του καθορισμού των ατομικών προτιμήσεων ώστε να διαμορφωθεί ο μέγιστος βαθμός συναίνεσης για το σύνολο των ομαδικών παραμέτρων. Ο συντονιστής καθορίζει τον επιθυμητό βαθμό συναίνεσης και εφόσον αυτός επιτευχθεί τότε εκτελείται η διαδικασία ταξινόμησης, ενώ σε διαφορετική περίπτωση επαναλαμβάνεται η διαδικασία καθορισμού ατομικών προτιμήσεων. Ο συντονιστής επιπλέον έχει την δυνατότητα να εκτιμήσει τα σημεία τα οποία επηρεάζουν την συναίνεση αρνητικά. Το μοντέλο ομαδικής συναίνεσης το οποίο προτείνεται βασίζεται τόσο στον υπολογισμό της συμφωνίας των μελών μεταξύ τους όσο και στην εγγύτητα των ατομικών προτιμήσεων με την ομαδική προτίμηση. Ο στόχος για την ομαδική απόφαση είναι ο βέλτιστος συνδυασμός συμφωνίας και εγγύτητας.

Επεκτείνοντας ανάλογες προσεγγίσεις για ομαδικές αποφάσεις επιλογής (Herrera, 1996; Herrera-Viedma, 2005), στην παρούσα εργασία ορίζονται δύο συνιστώσες για τον υπολογισμό της συναίνεσης της ομάδας, με βάση

1. τον υπολογισμό βαθμών συμφωνίας μεταξύ των μελών της ομάδας, και
2. τον υπολογισμό βαθμών εγγύτητας, οι οποίοι αναφέρονται στην σχετική απόσταση των προτιμήσεων των μελών και της ομάδας.

Οι βαθμοί συμφωνίας εκφράζουν τον βαθμό συμφωνίας μεταξύ των μελών της ομάδας, ενώ οι βαθμοί εγγύτητας εκφράζουν πόσο κοντά στην ομαδική προτίμηση βρίσκονται οι ατομικές προτιμήσεις των μελών. Οι βαθμοί υπολογίζονται για το σύνολο των παραμέτρων της μεθοδολογίας για τις οποίες τα μέλη καταχωρούν τις ατομικές προτιμήσεις τους. Με τον τρόπο αυτό είναι δυνατή η εξαγωγή του επιπέδου συναίνεσης σε διαφορετικά επίπεδα της διαδικασίας όπως ανά μέλος, ανά κριτήριο κλπ. διαπιστώνοντας σε ποια σημεία παρατηρείται δυσκολία στην επίτευξη συναίνεσης.

Ειδικότερα οι ορίζονται οι παρακάτω βαθμοί

5.2.4.1. Βαθμοί συμφωνίας

Θεωρώντας μια ομάδα αποτελούμενη από n μέλη, και ένα σύνολο m παραμέτρων, όπου $P^k(m_i)$ η προτίμηση του μέλους m_i για την παράμετρο k , και \bar{P}^k η ομαδική τιμή της σύνθεσης των ατομικών προτιμήσεων για την παράμετρο k , ορίζεται ο

Μερικός Βαθμός Συμφωνίας μέλους, ανά παράμετρο για το μέλος m_i για την παράμετρο k ως

$$MB\Sigma_{m_i}^k = \sum_{j=1}^n |\beta_i P^k(m_i) - \beta_j P^k(m_j)| \quad (5.1)$$

ο οποίος εκφράζει τον βαθμό συμφωνίας της προτίμησης του χρήστη m_i για την παράμετρο k με τα μέλη της ομάδας, όπου $P^k(m_i)$ η προτίμηση του μέλους m_i για την παράμετρο k , και β_i ο συντελεστής βαρύτητας του μέλους m_i .

Με βάση τον βαθμό αυτό υπολογίζονται βαθμοί συμφωνίας ανά μέλος και παράμετρο

Παράμετροι

1. Βαθμός Συμφωνίας Παραμέτρου, της ομάδας για την παράμετρο k

$$B\Sigma\Pi^k = \frac{\bar{P}^k - \sum_{i=1}^n \beta_i MB\Sigma_{m_i}^k}{\bar{P}^k} \quad (5.2)$$

ο οποίος εκφράζει τον βαθμό συμφωνίας της προτίμησης της ομάδας για την παράμετρο k , όπου $MB\Sigma_{m_i}^k$ οι μερικοί βαθμοί συμφωνίας των μελών m_i της ομάδας για την παράμετρο k , \bar{P}^k η ομαδική τιμή της σύνθεσης των ατομικών προτιμήσεων για την παράμετρο k , και β_i ο συντελεστής βαρύτητας του μέλους m_i .

2. Ολικός Βαθμός Συμφωνίας Παραμέτρων, για το σύνολο των παραμέτρων

$$OB\Sigma\Pi = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m B\Sigma\Pi^k \quad (5.3)$$

για το σύνολο των m παραμέτρων. Ο βαθμός παίρνει τιμές $OB\Sigma\Pi \in [0,1]$

Μέλη

1. Βαθμός Συμφωνίας Μέλους, του μέλους m_i για το σύνολο των m παραμέτρων

$$\text{B}\Sigma^k = \frac{\sum_{k=1}^m \bar{P}^k - \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m \text{MB}\Sigma_{m_i}^k}{\sum_{k=1}^m \bar{P}^k} \quad (5.4)$$

ο οποίος εκφράζει τον βαθμό συμφωνίας του μέλους για το σύνολο των m παραμέτρων, όπου $\text{MB}\Sigma_{m_i}^k$ οι μερικοί βαθμοί συμφωνίας των μελών m_i της ομάδας για την παράμετρο k , \bar{P}^k η ομαδική τιμή της σύνθεσης των ατομικών προτιμήσεων για την παράμετρο k .

2. Ολικό Βαθμό Συμφωνίας Μελών, για το σύνολο των μελών

$$\text{O}\text{B}\Sigma = \sum_{k=1}^m \beta_i \text{B}\Sigma^k \quad (5.5)$$

για το σύνολο των m παραμέτρων. Ο βαθμός παίρνει τιμές $\text{O}\text{B}\Sigma \in [0,1]$

Πρόβλημα

1. Τέλος ορίζεται ο Βαθμός Συμφωνίας του προβλήματος ως

$$\text{B}\Sigma = \frac{1}{2} [\text{O}\text{B}\Sigma + \text{O}\text{B}\Sigma\Pi] \quad (5.6)$$

ο οποίος εκφράζει τον συνολικό βαθμό συμφωνίας για το πρόβλημα Ο βαθμός παίρνει τιμές $\text{B}\Sigma \in [0,1]$ και όταν $\text{B}\Sigma \rightarrow 1$ τότε ο βαθμός συμφωνίας είναι ο μέγιστος, $\text{B}\Sigma \rightarrow 0$ τότε ο βαθμός συμφωνίας είναι ο ελάχιστος

5.2.4.2. Βαθμοί εγγύτητας

Θεωρώντας μια ομάδα αποτελούμενη από n μέλη και ένα σύνολο m παραμέτρων όπου $P^k(m_i)$ η προτίμηση του μέλους m_i για την παράμετρο k , και \bar{P}^k η ομαδική τιμή της σύνθεσης των ατομικών προτιμήσεων για την παράμετρο k , ορίζεται ο

Μερικός Βαθμός Εγγύτητας μέλους, για το μέλος m_i ανά παράμετρο για την παράμετρο k ως

$$\text{M}\text{B}\text{E}_{m_i}^k = \left| P^k(m_i) - \bar{P}^k \right| \quad (5.7)$$

ο οποίος εκφράζει τον βαθμό εγγύτητας της προτίμησης του χρήστη m_i για την παράμετρο k , όπου $P^k(m_i)$ η προτίμηση του μέλους m_i για την παράμετρο k , και β_i ο συντελεστής βαρύτητας του μέλους m_i .

Με βάση τον βαθμό αυτό υπολογίζονται βαθμοί εγγύτητας ανά μέλος και παράμετρο

Παράμετροι

1. Βαθμό Εγγύτητας Παραμέτρου, της ομάδας για την παράμετρο k

$$\text{ΒΕΠ}^k = \frac{\bar{P}^k - \sum_{i=1}^n \beta_i \text{ΜΒΕ}_{m_i}^k}{\bar{P}^k} \quad (5.8)$$

ο οποίος εκφράζει τον βαθμό εγγύτητας της ομάδας για την παράμετρο k , όπου $\text{ΜΒΕ}_{m_i}^k$ οι μερικοί βαθμοί εγγύτητας των μελών m_i της ομάδας για την παράμετρο k , \bar{P}^k η ομαδική τιμή της σύνθεσης των ατομικών προτιμήσεων για την παράμετρο k , και β_i ο συντελεστής βαρύτητας του μέλους m_i .

2. Ολικό Βαθμό Εγγύτητας Παραμέτρου, της ομάδας για το σύνολο των παραμέτρων

$$\text{ΟΒΕΠ} = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m \text{ΒΕΠ}^k \quad (5.9)$$

για το σύνολο των m παραμέτρων. Ο βαθμός παίρνει τιμές $\text{ΟΒΕΠ} \in [0,1]$

Μέλη

1. Βαθμό Εγγύτητας Μέλους, για το σύνολο m παραμέτρων

$$\text{ΒΕΜ}^k = \frac{\sum_{k=1}^m \bar{P}^k - \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m \text{ΜΒΕ}_{m_i}^k}{\sum_{k=1}^m \bar{P}^k} \quad (5.10)$$

ο οποίος εκφράζει τον βαθμό εγγύτητας του μέλους m_i για την παράμετρο k , όπου $\text{ΜΒΕ}_{m_i}^k$ οι μερικοί βαθμοί εγγύτητας του μέλους m_i της ομάδας για την παράμετρο k , \bar{P}^k η ομαδική τιμή της σύνθεσης των ατομικών προτιμήσεων για την παράμετρο k .

2. Ολικό Βαθμό Εγγύτητας Μελών, για το σύνολο m παραμέτρων

$$\text{ΟΒΕΜ} = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m \text{ΒΕΜ}^k \quad (5.11)$$

για το σύνολο των m παραμέτρων. Ο βαθμός παίρνει τιμές $\text{ΟΒΕΜ} \in [0,1]$

Πρόβλημα

1. Τέλος ορίζεται ο Βαθμός Εγγύτητας του προβλήματος ως

$$BE = \frac{1}{2}[OBEM + OBEΠ] \quad (5.12)$$

Ο βαθμός παίρνει τιμές $BE \in [0,1]$ και όταν $BE \rightarrow 1$ τότε ο βαθμός εγγύτητας είναι ο μέγιστος, $BE \rightarrow 0$ τότε ο βαθμός εγγύτητας είναι ο ελάχιστος

5.2.4.3. Βαθμός συναίνεσης

Με την βοήθεια των παραπάνω βαθμών ορίζεται ο βαθμός συναίνεσης του προβλήματος ως,

$$\Sigma = \frac{1}{2}[B\Sigma + BE] \quad (5.13)$$

ο οποίος εκφράζει τον συνολικό βαθμό συναίνεσης των μελών για το σύνολο των παραμέτρων.

Ο βαθμός παίρνει τιμές $\Sigma \in [0,1]$ και ισχύει ότι

1. $\Sigma \rightarrow 1$ τότε ο βαθμός εγγύτητας είναι ο μέγιστος,
2. $\Sigma \rightarrow 0$ τότε ο βαθμός εγγύτητας είναι ο ελάχιστος

5.2.4.4. Αξιοποίηση των βαθμών συναίνεσης

Ο συντονιστής με την βοήθεια των βαθμών συμφωνίας και εγγύτητας είναι δυνατόν να ελέγξει τον βαθμό συναίνεσης και να εντοπίσει τα σημεία (παραμέτρους ή μέλη) τα οποία τον επηρεάζουν. Επιπλέον είναι δυνατό να καθορίσει το επιθυμητό επίπεδο συναίνεσης της ομάδας για το πρόβλημα.

Για τον σκοπό αυτό, ορίζεται το **Επιθυμητό επίπεδο συναίνεσης** του προβλήματος ως

δ με $\delta \in [0,1]$.

Εάν

1. $\Sigma > \delta$ τότε ο βαθμός συναίνεσης είναι αποδεκτός ενώ εάν
2. $\Sigma \leq \delta$ τότε ο βαθμός συναίνεσης είναι μη αποδεκτός

Κατά τις περιπτώσεις όπου ο βαθμός συναίνεσης είναι κάτω από το αποδεκτό επίπεδο, τότε ο συντονιστής έχει την δυνατότητα να εντοπίσει τα σημεία διαφωνίας και να επαναλάβει την διαδικασία καταχώρησης ατομικών προτιμήσεων ενημερώνοντας τα σχετικά μέλη.

Σε περίπτωση συνεχιζόμενης ασυμφωνίας, ο συντονιστής μπορεί να προχωρήσει σε αναθεώρηση του προβλήματος και εισαγωγή προτιμήσεων από το σύνολο των μελών της ομάδας. Στους Πίνακες 5.1 και 5.2 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι βαθμοί που ορίστηκαν παραπάνω.

Πίνακας 5-1. Βαθμοί συμφωνίας

Πεδίο	Βαθμός	Ορισμός
	Μερικός Βαθμός Συμφωνίας μέλους	$MB\Sigma_{m_i}^k = \sum_{j=1}^n \beta_i P^k(m_i) - \beta_j P^k(m_j) $ <p>Εκφράζει τον βαθμό συμφωνίας της προτίμησης $P^k(m_i)$ του χρήστη m_i με συντελεστή βαρύτητας β_i για την παράμετρο k, με τα μέλη της ομάδας.</p>
Παράμετροι	Βαθμός Συμφωνίας Παραμέτρου ομάδας	$B\Sigma\Pi^k = \frac{\bar{P}^k - \sum_{i=1}^n \beta_i MB\Sigma_{m_i}^k}{\bar{P}^k}$ <p>Εκφράζει τον βαθμό συμφωνίας της ομάδας για την παράμετρο k, όπου \bar{P}^k η ομαδική τιμή για την παράμετρο k.</p>
	Ολικός Βαθμός Συμφωνίας Παραμέτρων	$OB\Sigma\Pi = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m B\Sigma\Pi^k$ <p>Εκφράζει τον βαθμό συμφωνίας της ομάδας για το σύνολο των παραμέτρων.</p>
Μέλη	Βαθμός Συμφωνίας Μέλους	$B\Sigma M^k = \frac{\sum_{k=1}^m \bar{P}^k - \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m MB\Sigma_{m_i}^k}{\sum_{k=1}^m \bar{P}^k}$ <p>Εκφράζει τον βαθμό συμφωνίας του μέλους για το σύνολο των m παραμέτρων, όπου \bar{P}^k η ομαδική τιμή της σύνθεσης των ατομικών προτιμήσεων για την παράμετρο k.</p>
	Ολικός Βαθμός Συμφωνίας Μελών	$OB\Sigma M = \sum_{k=1}^m \beta_i B\Sigma M^k$ <p>Εκφράζει τον ολικό βαθμό συμφωνίας των μελών.</p>
Πρόβλημα	Βαθμός Συμφωνίας Προβλήματος	$B\Sigma = \frac{1}{2} [OB\Sigma M + OB\Sigma\Pi]$ <p>Εκφράζει τον ολικό βαθμό συμφωνίας του συνόλου των παραμέτρων και μελών για το πρόβλημα ή ένα υποσύνολο παραμέτρων.</p>

Πίνακας 5-2. Βαθμοί εγγύτητας

Πεδίο	Βαθμός	Ορισμός
	Μερικός Βαθμός Εγγύτητας Μέλους	$\text{MBE}_{m_i}^k = \left P^k(m_i) - \bar{P}^k \right $ <p>Εκφράζει τον βαθμό εγγύτητας της προτίμησης $P^k(m_i)$ του χρήστη m_i με συντελεστή βαρύτητας β_i για την παράμετρο k, με τα μέλη της ομάδας.</p>
Παράμετροι	Βαθμός Εγγύτητας Παραμέτρου	$\text{ΒΕΠ}^k = \frac{\bar{P}^k - \sum_{i=1}^n \beta_i \text{MBE}_{m_i}^k}{\bar{P}^k}$ <p>Εκφράζει τον βαθμό εγγύτητας της ομάδας για την παράμετρο k, όπου \bar{P}^k η ομαδική τιμή για την παράμετρο k.</p>
	Ολικός Βαθμός Εγγύτητας Παραμέτρου	$\text{ΟΒΕΠ} = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m \text{ΒΕΠ}^k$ <p>Εκφράζει τον βαθμό εγγύτητας της ομάδας για το σύνολο των παραμέτρων.</p>
Μέλη	Βαθμός Εγγύτητας Μέλους	$\text{ΒΕΜ}^k = \frac{\sum_{k=1}^m \bar{P}^k - \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m \text{MBE}_{m_i}^k}{\sum_{k=1}^m \bar{P}^k}$ <p>Εκφράζει τον βαθμό εγγύτητας του μέλους για το σύνολο των m παραμέτρων, όπου \bar{P}^k η ομαδική τιμή της σύνθεσης των ατομικών προτιμήσεων για την παράμετρο k.</p>
	Ολικός Βαθμός Εγγύτητας Μελών	$\text{ΟΒΕΜ} = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m \text{ΒΕΜ}^k$ <p>Εκφράζει τον ολικό βαθμό εγγύτητας των μελών.</p>
Πρόβλημα	Βαθμός Εγγύτητας Προβλήματος	$\text{ΒΕ} = \frac{1}{2} [\text{ΟΒΕΜ} + \text{ΟΒΕΠ}]$ <p>Εκφράζει τον ολικό βαθμό εγγύτητας του συνόλου των παραμέτρων και μελών για το πρόβλημα ή ένα υποσύνολο παραμέτρων.</p>

5.2.5. Ορισμός βαθμού αποδοχής

Κατά την περίπτωση όπου επιζητείται η αποδοχή των μελών σε μια παράμετρο ή αποτέλεσμα της μεθοδολογίας απαιτείται ο ορισμός κατάλληλου βαθμού αποδοχής ο οποίος να εκφράζει τον βαθμό αποδοχής της ομάδας. Στην περίπτωση όπου οι βαθμοί συμφωνίας και εγγύτητας εκφράζουν συναινεση ως προς τον βαθμό αποδοχής, τότε αυτός θα λαμβάνεται υπόψη από τον συντονιστή. Για τον υπολογισμό του ομαδικού βαθμού αποδοχής απαιτείται η επιλογή κατάλληλου τελεστή σύνθεσης ο οποίος θα συνθέτει τους ατομικούς βαθμούς αποδοχής σε αποδεκτό ομαδικό βαθμό. Στην προκειμένη περίπτωση ο στόχος της σύνθεσης είναι η παραγωγή ενός ομαδικού βαθμού αποδοχής και εφόσον όπως έχει οριστεί παραπάνω η ομάδα είναι συνεργατική, το αποτέλεσμα της σύνθεσης θα πρέπει να αντανακλά την απόφαση της πλειοψηφίας από την οποία όμως θα έχουν περιοριστεί οι ακραίες επιρροές. Επιπλέον, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η βαρύτητα του κάθε μέλους στην διαμόρφωση του αποτελέσματος.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, αλλά και την σχετική ανάλυση στο Κεφάλαιο 3, επιλέχθηκε η διαδικασία σύνθεσης να βασιστεί στον τελεστή σύνθεσης WOWA (Weighted OWA), ο οποίος αποτελεί την σταθμισμένη μορφή του τελεστή OWA (όπως αναλύεται στο σχετικό κεφάλαιο), με εφαρμογή της προσέγγισης της ασαφούς πλειοψηφίας μέσω ποσοτικού προσδιορισμού. Η επιλογή του συγκεκριμένου τελεστή για την σύνθεση των ατομικών βαθμών αποδοχής πραγματοποιήθηκε με βάση τα χαρακτηριστικά του εν λόγω τελεστή αλλά και τις απαιτήσεις της σύνθεσης, και κρίνεται επαρκής για την συγκεκριμένη διαδικασία υπολογισμού του ομαδικού βαθμού αποδοχής. Ειδικότερα, ο WOWA όπως αναφέρεται στην ανασκόπηση επιτρέπει τον καθορισμό δύο συνόλων βαρών τα οποία εκφράζουν τόσο την βαρύτητα των τιμών όσο και την βαρύτητα των πηγών. Με τον τρόπο αυτό, το σύνολο των βαρών τα οποία εκφράζουν την βαρύτητα των πηγών αντιστοιχούν με τα βάρη των μελών της ομάδας, και το σύνολο των βαρών τα οποία εκφράζουν την βαρύτητα των τιμών είναι δυνατό να οριστούν με την βοήθεια του τελεστή OWA με τρόπο ώστε να εκφράσουν την προσέγγιση της ασαφούς πλειοψηφίας. Η προτεινόμενη προσέγγιση είναι καινοτόμος στον τομέα των τελεστών σύνθεσης και κρίνεται ότι ικανοποιεί τις ανάγκες για τον υπολογισμό του ομαδικού βαθμού αποδοχής.

Με βάση τα παραπάνω, για τον ορισμό του *βαθμού αποδοχής* ακολουθείται η ακόλουθη διαδικασία.

Αρχικά, θεωρείται μια συναινετική ομάδα αποτελούμενη από n μέλη $M = \{m_1, m_2, \dots, m_n\}$ με συντελεστές βαρύτητας $B = \{\beta_1, \dots, \beta_n\}$ αντίστοιχα, και ένα σύνολο m παραμέτρων, όπου επιθυμείται ο υπολογισμός του ομαδικού βαθμού αποδοχής μιας παραμέτρου.

Κάθε μέλος της ομάδας m_j εκφράζει την αποδοχή του στην παράμετρο, εκφράζοντας το επίπεδο αποδοχής του στην παρακάτω γλωσσική κλίμακα 5 σημείων, η οποία αντιστοιχεί σε ορισμένη αριθμητική βαρύτητα.

Κατηγορία	Βαρύτητα
Εξαιρετικά Υψηλό	5
Υψηλό	4
Μέσο	3
Χαμηλό	2
Εξαιρετικά Χαμηλό	1

Το ζητούμενο είναι η σύνθεση των ατομικών τιμών σε ομαδικό βαθμό αποδοχής το οποίο πραγματοποιείται στην συνέχεια.

5.2.5.1. Σύνθεση ατομικών βαθμών αποδοχής

Εφαρμόζοντας τον τελεστή WOWA για την σύνθεση των ατομικών προτιμήσεων,

εάν p_i είναι η προτίμηση του i th μέλους της ομάδας με συντελεστή βαρύτητας β_i , τότε η σύνθεση των προτιμήσεων όλων των μελών υπολογίζεται ως

$$\phi_{WOWA}(p_1, \dots, p_n) = \sum_{i=1}^n \omega_i \cdot p_{\sigma(i)} \quad (5.14)$$

όπου

$$\sigma : \{1, \dots, n\} \rightarrow \{1, \dots, n\},$$

είναι μια διατεταγμένη αντιμετάθεση του συνόλου των ατομικών προτιμήσεων $\{p_1, \dots, p_n\}$, τέτοια ώστε $p_{\sigma(i)} \geq p_{\sigma(i+1)} \quad \forall i = 1, \dots, n-1$, (π.χ. $p_{\sigma(i)}$ είναι η i th μεγαλύτερη τιμή του συνόλου $\{p_1, \dots, p_n\}$) και

$$\omega = (\omega_1, \dots, \omega_n),$$

με $\omega_i \in [0, 1]$, $\sum_{i=1}^n \omega_i = 1$ το διάνυσμα των βαρών του τελεστή WOWA.

Τα βάρη $\omega = (\omega_1, \dots, \omega_n)$ ορίζονται ως

$$\omega_i = w^* \left(\sum_{j \leq i} \beta_{\sigma(j)} \right) - w^* \left(\sum_{j < i} \beta_{\sigma(j)} \right) \quad (5.15)$$

όπου w^* ,

μια μονότονη αύξουσα συνάρτηση η οποία συνδέει τα σημεία

$$(i/n, \sum_{j \leq i} w_j) \text{ με το σημείο } (0, 0)$$

β_i οι συντελεστές βαρύτητας των μελών, και

w_i τα βάρη που εκφράζουν την βαρύτητα των τιμών.

Για τον υπολογισμό του διανύσματος βαρών $w = \{w_1, \dots, w_n\}$ χρησιμοποιείται η διαδικασία που προτείνεται από τον Yager με την χρήση ποσοτικών προσδιορισμών. Ο ποσοτικός προσδιορισμός Q 'περισσότεροι' που καθορίζεται τις παραμέτρους $(a, b) = (0.3, 0.8)$, ο οποίος αναπαριστά το σκεπτικό της ασαφούς πλειοψηφίας

$$Q(r) = \begin{cases} 0, & \text{if } r < a \\ (r - a)/(b - a), & \text{if } a \leq r \leq b \\ 1, & \text{if } r > b \end{cases} \quad (5.16)$$

χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του διανύσματος βαρών ως εξής

$$w_i = Q(i/n) - Q((i-1)/n), i = 1, \dots, n \quad (5.17)$$

Για τον υπολογισμό της συνάρτησης w^* ακολουθείται μέθοδος παρεμβολής με πολυώνυμα Bernstein (Torra, 2000) με την χρήση του διανύσματος των βαρών

$$w_i = Q(i/n) - Q((i-1)/n), i = 1, \dots, n \quad (5.18)$$

που υπολογίστηκαν προηγουμένως (Torra, 2000).

5.2.5.2. Βαθμός αποδοχής παραμέτρου

Ο βαθμός αποδοχής της παραμέτρου k ορίζεται ως εξής

$$BA^k = \phi_{WOWA}(p_1, \dots, p_n) \quad (5.19)$$

Ακολουθώντας σχετικές προσεγγίσεις όπου χρησιμοποιείται ο τελεστής OWA για προβλήματα πλειοψηφίας (Carlsson et al., 1997), ορίζεται το αποδεκτό επίπεδο αποδοχής της παραμέτρου k ως

ε με $\varepsilon \in [0, 1]$.

Εάν $BA^k > \varepsilon$ τότε η παράμετρος είναι αποδεκτή εάν

$BA^k < \varepsilon$ τότε η παράμετρος είναι μη αποδεκτή

5.2.5.3. Αξιολόγηση του βαθμού αποδοχής

Κατά τις περιπτώσεις όπου ο βαθμός αποδοχής μιας παραμέτρου είναι κάτω από το αποδεκτό επίπεδο, τότε ο συντονιστής έχει την δυνατότητα να αποκλείσει την

παράμετρο από το πρόβλημα ενημερώνοντας τα μέλη. Σε περίπτωση μη αποδοχής μεγάλου αριθμού παραμέτρων, ο συντονιστής μπορεί να προχωρήσει σε αναθεώρηση του προβλήματος.

5.2.6. Σύνθεση τιμών παραμέτρων

Όπως αναφέρθηκε στα προηγούμενα, το σύνολο αξιών της ομάδας αποτυπώνεται με τον καθορισμό τιμών σε ένα σύνολο παραμέτρων, τις οποίες καθορίζουν τα μέλη της ομάδας. Ειδικότερα οι παράμετροι αφορούν:

1. Τα κατώφλια εισόδου για κάθε κατηγορία, τα οποία προσδιορίζονται από την επίδοσή τους στο σύνολο των κριτηρίων. Η επίδοση καθορίζεται με αριθμητική τιμή ανάλογα με την κλίμακα των κριτηρίων.
2. Τις εναλλακτικές οι οποίες καθορίζονται από την επίδοσή τους στα κριτήρια με αριθμητική τιμή ανάλογα με την κλίμακα των κριτηρίων.
3. Τα κριτήρια τα οποία καθορίζονται από τα βάρη τους με αριθμητική τιμή.
4. Τα κατώφλια προτίμησης, αδιαφορίας και βέτο, τα οποία καθορίζονται με αριθμητική τιμή ανάλογα με τις απαιτήσεις του προβλήματος.

Έπειτα από τον καθορισμό των τιμών των παραπάνω παραμέτρων, προκύπτει ένα σύνολο από αριθμητικές τιμές οι οποίες αντιπροσωπεύουν τις ατομικές προτιμήσεις. Ο στόχος της μεθοδολογίας είναι η σύνθεση των τιμών με τρόπο ώστε να προκύψει ένα σύνολο τιμών οι οποίες θα εκφράζουν τις ομαδικές προτιμήσεις με τον μέγιστο βαθμό αποδοχής και συναίνεσης. Για τον σκοπό αυτό απαιτείται η επιλογή κατάλληλου τελεστή σύνθεσης. Στην προκειμένη περίπτωση ο στόχος της σύνθεσης είναι η παραγωγή ομαδικών τιμών και εφόσον όπως έχει οριστεί παραπάνω η ομάδα είναι συνεργατική, το αποτέλεσμα της σύνθεσης θα πρέπει να ενισχύει τις περισσότερες κεντρικές τιμές, και παράλληλα να περιορίζει την επιρροή των ακραίων τιμών. Επιπλέον, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η βαρύτητα του κάθε μέλους στην διαμόρφωση του αποτελέσματος.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, αλλά και την σχετική ανάλυση στο Κεφάλαιο 3, επιλέχθηκε η διαδικασία σύνθεσης να βασιστεί στο Μοντέλο Συλλογικής Κρίσης (SJS), με κατάλληλη προσαρμογή ώστε να λαμβάνει υπόψη την βαρύτητα των μελών της ομάδας. Η επιλογή του συγκεκριμένου μοντέλου για την σύνθεση των τιμών πραγματοποιήθηκε με βάση τα χαρακτηριστικά του εν λόγω μοντέλου αλλά και τις απαιτήσεις της σύνθεσης, και κρίνεται επαρκής για την συγκεκριμένη διαδικασία υπολογισμού. Ειδικότερα, το μοντέλο SJS όπως αναφέρεται στην ανασκόπηση επιτρέπει την ενίσχυση των κεντρικών τιμών και τον περιορισμό της επιρροής των ακραίων τιμών, ωστόσο δεν περιλαμβάνει την βαρύτητα των μελών της ομάδας. Η προτεινόμενη προσέγγιση εισάγει στο μοντέλο SJS την βαρύτητα των μελών, είναι καινοτόμος στον τομέα των τελεστών σύνθεσης και κρίνεται ότι ικανοποιεί τις ανάγκες για τον υπολογισμό των ομαδικών τιμών.

Αναλυτικότερα, η σύνθεση με την προτεινόμενη επέκταση της μεθόδου SJS πραγματοποιείται ως εξής:

εάν w_{ij} είναι η αριθμητική τιμή της ith παραμέτρου, όπως καθορίζεται από τον jth αποφασίζοντα, τότε η ομαδική τιμή c_i της ith παραμέτρου ορίζεται ως

$$c_i = \sum_{j=1}^n v_{ij} w_{ij} \quad (5.20)$$

όπου v_{ij} ,

είναι το συναινετικό βάρος του jth αποφασίζοντα σχετικά με την ith παράμετρο, το οποίο υπολογίζεται ως εξής

$$v_{ij} = \frac{\sum_{l=1, l \neq j}^n \beta_j \exp(-|w_{ij} - w_{il}|)}{\sum_{j=1}^k \sum_{l=1, l \neq j}^n \beta_j \exp(-|w_{ij} - w_{il}|)} \quad (5.21)$$

Στο συναινετικό βάρος έχει ενσωματωθεί ο συντελεστής βαρύτητας β_j του jth αποφασίζοντα.

5.3. Αναλυτική παρουσίαση μεθοδολογίας NeXClass-G

Με βάση τους παραπάνω ορισμούς των βαθμών συναίνεσης και αποδοχής, καθώς και τον ορισμό του τελεστή σύνθεσης των τιμών των μελών της ομάδας, στην παρούσα ενότητα παρουσιάζεται αναλυτικά η μεθοδολογία NeXClass-G, η οποία αντιμετωπίζει προβλήματα ταξινόμησης σε περιβάλλον ομάδας. Αρχικά ορίζονται οι βασικές παράμετροι του προβλήματος ταξινόμησης και στην συνέχεια αναλύονται οι φάσεις της μεθοδολογίας.

5.3.1. Ορισμός προβλήματος

Οι παρακάτω συμβολισμοί θα χρησιμοποιηθούν στην συνέχεια:

1. $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$ ένα σύνολο εναλλακτικών, υποψήφιων για ταξινόμηση σε διαφορετικές κατηγορίες (το σύνολο θεωρείται πεπερασμένο και μη κενό),
2. $F = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}$ ένα σύνολο κριτηρίων αξιολόγησης,
3. $\Omega = \{C^1, C^2, \dots, C^h\}$ ένα σύνολο h κατηγοριών $h \geq 2$,

4. $B^h = \{b_1^h, b_2^h, \dots, b_k^h\}$ ένα σύνολο πρωτοτύπων για την κατηγορία h , όπου $B^h = \{b_i^h \mid i=1..k, h=1..L_h\}$, και το b_i^h υποδεικνύει το i_{th} πρωτότυπο της h_{th} κατηγορίας. Τα πρωτότυπα αυτά καθορίζουν την κατηγορία ως κατώφλια εισόδου στην κατηγορία. Συνήθως ορίζεται ένα ανά κατηγορία, όμως στην γενικότερη περίπτωση είναι δυνατό να οριστούν περισσότερα ανά κατηγορία.
5. $M = \{m_1, m_2, \dots, m_l\}$, ένα σύνολο αποφαισιζόντων το οποίο αποτελεί την ομάδα,
6. $\beta = \{\beta_1, \dots, \beta_l\}$ το διάνυσμα της βαρύτητας των μελών της ομάδας τα οποία εκφράζουν την σχετική σημασία της προτίμησης του κάθε μέλους,
7. Η επίδοση των εναλλακτικών και των πρωτοτύπων κατωφλίων υπολογίζεται στα κριτήρια $F = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}$, έτσι ώστε: $\forall a, g(a) = (g_1(a), g_2(a), \dots, g_n(a))$ και $\forall b_i^h, g(b_i^h) = (g_1(b_i^h), g_2(b_i^h), \dots, g_n(b_i^h))$.

Το πρόβλημα ταξινόμησης το οποίο η ομάδα έχει προς επίλυση ορίζεται ως εξής:

Με δεδομένο ένα σύνολο μη διατεταγμένων κατηγοριών $\Omega = \{C^1, C^2, \dots, C^h\}$, ένα σύνολο κριτηρίων αξιολόγησης $F = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}$, και ένα σύνολο εναλλακτικών $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$, το ζητούμενο είναι η ταξινόμηση κάθε εναλλακτικής $a \in A$ σε συγκεκριμένη κατηγορία $C^h \in \Omega$, με βάση την επίδοση των εναλλακτικών στα κριτήρια αξιολόγησης, με βάση το σύνολο αξιών της ομάδας.

Το σύνολο αξιών της ομάδας αποτυπώνεται με

1. Τον ορισμό πρωτοτύπων (κατωφλίων εισόδου) για κάθε κατηγορία χρησιμοποιώντας την διαθέσιμη πληροφορία. Τα πρωτότυπα προσδιορίζονται από την επίδοσή τους στο σύνολο των κριτηρίων.
2. Τον καθορισμό των επιδόσεων των εναλλακτικών στα κριτήρια.
3. Τον ορισμό τιμών για τις παραμέτρους (κριτήρια, βάρη κριτηρίων, κατώφλια προτίμησης, αδιαφορίας και βέτο) οι οποίες χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό του βαθμού ένταξης μιας εναλλακτικής σε μια κατηγορία.

Για την αντιμετώπιση του παραπάνω προβλήματος προτείνεται η πολυκριτηριακή μεθοδολογία NeXClass-G, η οποία αποτελεί επέκταση της μεθοδολογίας ταξινόμησης NeXClass σε περιβάλλον ομάδας με την εφαρμογή κατάλληλης διαδικασίας σύνθεσης των ατομικών προτιμήσεων και την εφαρμογή ελέγχου του βαθμού συναίνεσης.

5.3.2. Φάσεις της μεθοδολογίας

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζεται η ολοκληρωμένη μεθοδολογία NeXClass-G και αναλύονται οι φάσεις της.

5.3.2.1. Φάση 1: Διαμόρφωση και παρουσίαση του προβλήματος

Στην φάση αυτή πραγματοποιούνται οι προκαταρκτικές εργασίες της διαμόρφωσης της ομάδας και του προβλήματος. Επειδή η μεθοδολογία δεν εστιάζει στην φάση διαμόρφωσης της ομάδας και στις αρχικές διαπραγματεύσεις που λαμβάνουν χώρα κατά την διαμόρφωση του προβλήματος (κριτήρια, κατηγορίες, εναλλακτικές), θεωρείται ότι όλη η διαδικασία κατευθύνεται από έναν συντονιστή ο οποίος είναι υπεύθυνος για τις παραπάνω εργασίες. Θεωρείται επίσης ότι το πρόβλημα δομείται σε μια προκαταρκτική φάση μεταξύ του συντονιστή και μιας ομάδας ειδικών, η οποία περιλαμβάνει τεχνικές ομαδικής απόφασης όπως *brainstorming* και παρουσιάζεται στην ομάδα σε μια ημιδομημένη μορφή.

Κατά την αρχική διεργασία *brainstorming* μεταξύ ειδικών και του συντονιστή καθορίζονται οι παρακάτω παράμετροι οι οποίες είναι αναγκαίες για την εφαρμογή του πολυκριτηριακού αλγόριθμου ταξινόμησης NeXClass

1. Τα μέλη της ομάδας $M = \{m_1, m_2, \dots, m_l\}$.
2. Ο συντελεστής βαρύτητας β_i των μελών της ομάδας. Στην γενική περίπτωση η προτίμηση του κάθε μέλους ενδέχεται να έχει διαφορετική βαρύτητα στην διαμόρφωση των ομαδικών τιμών. Για τον λόγο αυτό ορίζεται ο συντελεστής βαρύτητας του μέλους β_i με $\beta_i \in [0, 1]$ και $\sum_i \beta_i = 1$.
3. Το σύνολο των κατηγοριών $\Omega = \{C^1, C^2, \dots, C^h\}$.
4. Το σύνολο των κριτηρίων $F = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}$ με βάση τα οποία θα πραγματοποιηθεί η αξιολόγηση.
5. Τα βάρη των κριτηρίων w_i .
6. Τα κατώφλια εισόδου $B^h = \{b_1^h, b_2^h, \dots, b_k^h\}$ των κατηγοριών.
7. Τα κατώφλια αδιαφορίας, προτίμησης και βέτο $[q_{ij}], i = 1, \dots, h, j = 1, \dots, n, [p_{ij}], i = 1, \dots, h, j = 1, \dots, n, [v_{ij}], i = 1, \dots, h, j = 1, \dots, n$.
8. Οι εναλλακτικές προς ταξινόμηση $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$.
9. Η επίδοση των εναλλακτικών $[a_{ij}], i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n$ στα κριτήρια.

Αυτή η διαδικασία οδηγεί στον αρχικό καθορισμό του προβλήματος, το οποίο στην συνέχεια γνωστοποιείται στην ομάδα των αποφασιζόντων. Γνωστοποιούνται όλες οι προτεινόμενες παράμετροι για τις οποίες η ομάδα καλείται στην συνέχεια να υποβάλλει τις ατομικές προτιμήσεις ώστε να διαμορφωθεί το τελικό ομαδικό σύνολο

παραμέτρων. Όλες οι παραπάνω εργασίες πραγματοποιούνται από τον συντονιστή (facilitator).

Οι παραπάνω παράμετροι είναι δυνατόν να καθοριστούν είτε μερικά ή πλήρως από την φάση αυτή κατά την διεργασία διαμόρφωσης του προβλήματος. Ο βαθμός καθορισμού εναπόκειται στον συντονιστή, και εξαρτάται από την φύση και τον στόχο του προβλήματος προς επίλυση καθώς και την επάρκεια των μελών της ομάδας στην κατανόηση του προβλήματος. Στην περίπτωση όπου οι παράμετροι έχουν καθοριστεί πλήρως και παρουσιάζονται στην ομάδα από τον συντονιστή, ενδέχεται να επηρεάσουν τα μέλη κατευθύνοντάς τα σε παραπλήσιες τιμές παραμέτρων. Η πλήρης απουσία από την άλλη πλευρά κάποιων ενδεικτικών τιμών ενδέχεται να οδηγήσει σε πολύ ακραίες διαφορές ατομικών τιμών ειδικά σε μη συναινετικές ομάδες.

Στην προκειμένη περίπτωση, επειδή η παρούσα μεθοδολογία απευθύνεται σε συναινετική ομάδα η οποία έχει σαν στόχο την επίτευξη συναίνεσης στην διαμόρφωση των παραμέτρων μέσα από την διαδικασία σύνθεσης των ατομικών προτιμήσεων, η προτεινόμενη προσέγγιση είναι ο καθορισμός ζώνης τιμών για τις παραμέτρους (βάρη, κατώφλια εισόδου, κατώφλια αδιαφορίας, προτίμησης, και βέτο, βαθμολογία εναλλακτικών) η οποία θα παρουσιάζεται στην ομάδα, και όχι συγκεκριμένων τιμών. Με την προσέγγιση αυτή ο βαθμός ελευθερίας των μελών είναι αυξημένος και ταυτόχρονα μειώνεται η διασπορά των ατομικών προτιμήσεων.

Η ύπαρξη του συντονιστή δεν περιορίζει την γενικότητα της μεθοδολογίας. Μειώνει ωστόσο την πολυπλοκότητα καθώς ο στόχος της παρούσας μεθοδολογίας, όπως έχει αναφερθεί, είναι η σύνθεση των ατομικών προτιμήσεων και η εφαρμογή της πολυκριτηριακής μεθοδολογίας ταξινόμησης, και όχι η αρχική δόμηση του προβλήματος.

5.3.2.2. Φάση 2: Συναινετικός καθορισμός παραμέτρων

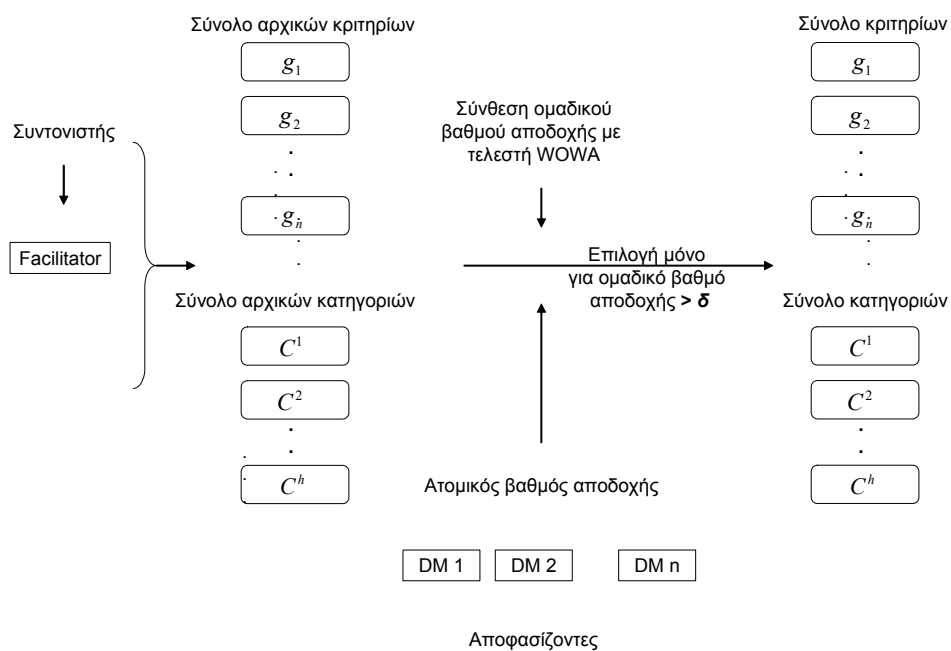
Στην φάση του συναινετικού καθορισμού των παραμέτρων, πραγματοποιείται η σύνθεση των ατομικών προτιμήσεων τις οποίες εκφράζει κάθε μέλος της ομάδας, πάνω στο αρχικό σύνολο παραμέτρων του προβλήματος, όπως αυτό έχει γνωστοποιηθεί στην ομάδα από τον συντονιστή. Τα μέλη της ομάδας εκφράζουν τις προτιμήσεις τους στις παραμέτρους αφενός σε γλωσσικές σχέσεις αποδοχής και αφετέρου σε αριθμητικές τιμές (βάρη κριτηρίων, κατώφλια προτίμησης, αδιαφορία και βέτο). Για την σύνθεση των ατομικών παραμέτρων σε ομαδικές χρησιμοποιούνται οι παρακάτω προσεγγίσεις

1. Για την σύνθεση των ατομικών τιμών αποδοχής χρησιμοποιείται ο τελεστής WOWA (Weighted OWA), όπως αναλύθηκε παραπάνω.
2. Για την σύνθεση των ατομικών αριθμητικών τιμών των παραμέτρων ακολουθείται το βελτιωμένο Μοντέλο Συλλογικής Κρίσης (Social Judgment Scheme SJS), όπως αναλύθηκε παραπάνω.

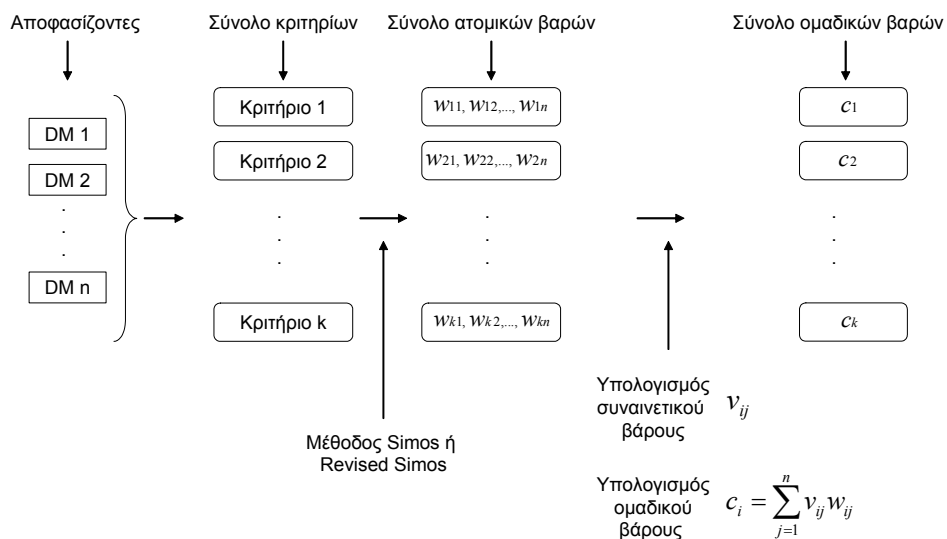
Πιο συγκεκριμένα η φάση περιλαμβάνει τα παρακάτω βήματα:

1. *Καθορισμός παραμέτρων.* Κάθε μέλος της ομάδας ορίζει τις προτιμήσεις του πάνω στο αρχικό σύνολο παραμέτρων το οποίο έχει γνωστοποιηθεί στην ομάδα. Ειδικότερα
 - a. *Κριτήρια.* Στην φάση διαμόρφωσης του προβλήματος καθορίζεται ένα αρχικό σύνολο κριτηρίων $F = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}$ το οποίο γνωστοποιείται στην ομάδα ως προτεινόμενο σύνολο. Αυτό το σύνολο αποτελεί μια δεξαμενή προτεινόμενων κριτηρίων για τα οποία οι αποφασίζοντες καλούνται να εκφράσουν την προτίμησή τους με την μορφή βαθμού αποδοχής. Τα κριτήρια που αποδέχεται ο κάθε αποφασίζων αποτελούν έτσι ένα σύνολο $F_i = \{g_{1i}, g_{2i}, \dots, g_{ni}\}$. Για το σύνολο των αποφασιζόντων υπολογίζεται ο βαθμός αποδοχής για κάθε κριτήριο, και διαμορφώνεται ένα σύνολο κριτηρίων το οποίο εκφράζει την ομαδική προτίμηση στα κριτήρια, από το οποίο αποκλείονται τα κριτήρια τα οποία παρουσιάζουν πολύ χαμηλό βαθμό αποδοχής. Ο συντονιστής ορίζει τον αποδεκτό βαθμό συναίνεσης για την αποδοχή των κριτηρίων. Για την σύνθεση των ατομικών προτιμήσεων χρησιμοποιείται ο τελεστής WOWA. Με βάση την παραπάνω διαδικασία παράγεται το ομαδικό σύνολο κριτηρίων.
 - b. *Κατηγορίες.* Στην φάση διαμόρφωσης του προβλήματος καθορίζεται ένα αρχικό σύνολο κατηγοριών $\Omega = \{C^1, C^2, \dots, C^h\}$ το οποίο γνωστοποιείται στην ομάδα ως προτεινόμενο σύνολο. Οι αποφασίζοντες καλούνται να εκφράσουν την προτίμησή τους στις προτεινόμενες κατηγορίες με την μορφή βαθμού αποδοχής, ακολουθώντας την ίδια διαδικασία όπως και με τα κριτήρια. Για το σύνολο των αποφασιζόντων υπολογίζεται ο βαθμός αποδοχής για κάθε κατηγορία, και διαμορφώνεται το σύνολο κατηγοριών το οποίο εκφράζει την ομαδική προτίμηση, από το οποίο αποκλείονται οι κατηγορίες οι οποίες παρουσιάζουν πολύ χαμηλό βαθμό αποδοχής. Ο συντονιστής ορίζει τον αποδεκτό βαθμό συναίνεσης για την αποδοχή. Για την σύνθεση των ατομικών προτιμήσεων χρησιμοποιείται ο τελεστής WOWA όπως στα κριτήρια. Η διαδικασία αποδοχής κατηγοριών και κριτηρίων αναπαριστάται σχηματικά στο παρακάτω διάγραμμα (Εικόνα 5.2).
 - c. *Βάρη των κριτηρίων.* Εφόσον παραχθεί το ομαδικό σύνολο κριτηρίων, κάθε μέλος εκφράζει την ατομική του προτίμηση για το βάρος κάθε κριτηρίου σε αριθμητική μορφή. Η διαδικασία υπολογισμού των ατομικών βαρών βασίζεται στην μέθοδο των καρτών του Simos η οποία με σχετικά απλό και κατανοητό τρόπο καθοδηγεί τους αποφασίζοντες. Εναλλακτικά είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί η τροποποιημένη διαδικασία Simos (Figueira and Roy, 2002). Στην συνέχεια, για τον υπολογισμό των ομαδικών βαρών ακολουθείται το Μοντέλο κοινωνικής κρίσης (Social Judgment Scheme SJS) (Davis, 1996). Η διαδικασία σύνθεσης ατομικών βαρών αναπαριστάται σχηματικά στο παρακάτω διάγραμμα (Εικόνα 5.3).
 - d. *Το σύνολο των εναλλακτικών και οι επιδόσεις των εναλλακτικών.* Οι επιδόσεις των εναλλακτικών στα κριτήρια υπολογίζονται έπειτα από τον καθορισμό των ομαδικών κατηγοριών και των κριτηρίων. Κάθε μέλος της ομάδας βαθμολογεί την επίδοση της κάθε εναλλακτικής με βάση τα κριτήρια εκφράζοντας την προτίμησή

του σε αριθμητική μορφή. Για την σύνθεση των ομαδικών βαθμολογήσεων ακολουθείται η ίδια διαδικασία με τον υπολογισμό των βαρών των κριτηρίων.



Εικόνα 5.2. Αποδοχή κριτηρίων και κατηγοριών



Εικόνα 5.3. Σύνθεση βαρών των κριτηρίων

- e. *Τα κατώφλια εισόδου των κατηγοριών.* Τα κατώφλια εισόδου καθορίζονται από επιδόσεις στα κριτήρια αξιολόγησης. Ο κάθε αποφασίζων ορίζει την τιμή των κατωφλίων εισόδου για κάθε κατηγορία εκφράζοντας την προτίμησή του σε αριθμητική μορφή. Στην συνέχεια ακολουθείται η διαδικασία σύνθεσης των ατομικών τιμών όπως και στα βάρη των κριτηρίων.
- f. *Κατώφλια προτίμησης, αδιαφορίας και βέτο.* Ο κάθε αποφασίζων εκφράζει την τιμή των κατωφλίων αυτών τα οποία απαιτούνται για την εφαρμογή της μεθοδολογίας NeXClass, και στην συνέχεια ακολουθείται η διαδικασία σύνθεσης των ατομικών τιμών όπως και στα βάρη των κριτηρίων.
- g. *Σύνολο εκμάθησης.* Το σύνολο εκμάθησης αποτελεί ένα υποσύνολο του συνόλου των εναλλακτικών το οποίο χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της ταξινόμησης και των παραμέτρων.
2. *Έλεγχος βαθμού συναίνεσης.* Ο συντονιστής με τον υπολογισμό των βαθμών συμφωνίας και εγγύτητας ελέγχει τον βαθμό συναίνεσης και εντοπίζει τα σημεία (παραμέτρους ή μέλη) τα οποία τον επηρεάζουν. Οι βαθμοί υπολογίζονται για τις παραμέτρους του προβλήματος και τα μέλη της ομάδας. Στην περίπτωση όπου ο βαθμός συναίνεσης είναι κάτω από το αποδεκτό επίπεδο, τότε ο συντονιστής εντοπίζει τα σημεία διαφωνίας και επαναλαμβάνει την διαδικασία καταχώρησης ατομικών προτιμήσεων ενημερώνοντας τα σχετικά μέλη. Σε περίπτωση συνεχιζόμενης ασυμφωνίας, ο συντονιστής προχωρά σε αναθεώρηση του προβλήματος και εισαγωγή προτιμήσεων από το σύνολο των μελών της ομάδας.

5.3.2.3. Φάση 3: Εφαρμογή πολυκριτηριακής μεθοδολογίας ταξινόμησης NeXClass

Τα σύνολα των ομαδικών τιμών όπως υπολογίστηκαν προηγουμένως για

1. τα κριτήρια $G = \{g_i\}, i = 1, \dots, n,$
2. τα βάρη των κριτηρίων $w_i,$
3. τις κατηγορίες $C = \{C^i\}, i = 1, \dots, h$
4. τα κατώφλια εισόδου $[b_i^h], h = 1, \dots, n, j = 1, \dots, k$
5. τα κατώφλια αδιαφορίας, προτίμησης και βέτο $[q_{ij}], i = 1, \dots, h, j = 1, \dots, n, [p_{ij}], i = 1, \dots, h, j = 1, \dots, n, [v_{ij}], i = 1, \dots, h, j = 1, \dots, n$
6. την βαθμολογία των εναλλακτικών $[a_{ij}], i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n$

αποτελούν το σύνολο των παραμέτρων για το πρόβλημα ταξινόμησης. Με βάση αυτές τις παραμέτρους εκτελείται ο αλγόριθμος ταξινόμησης της NeXClass, με τα παρακάτω βήματα

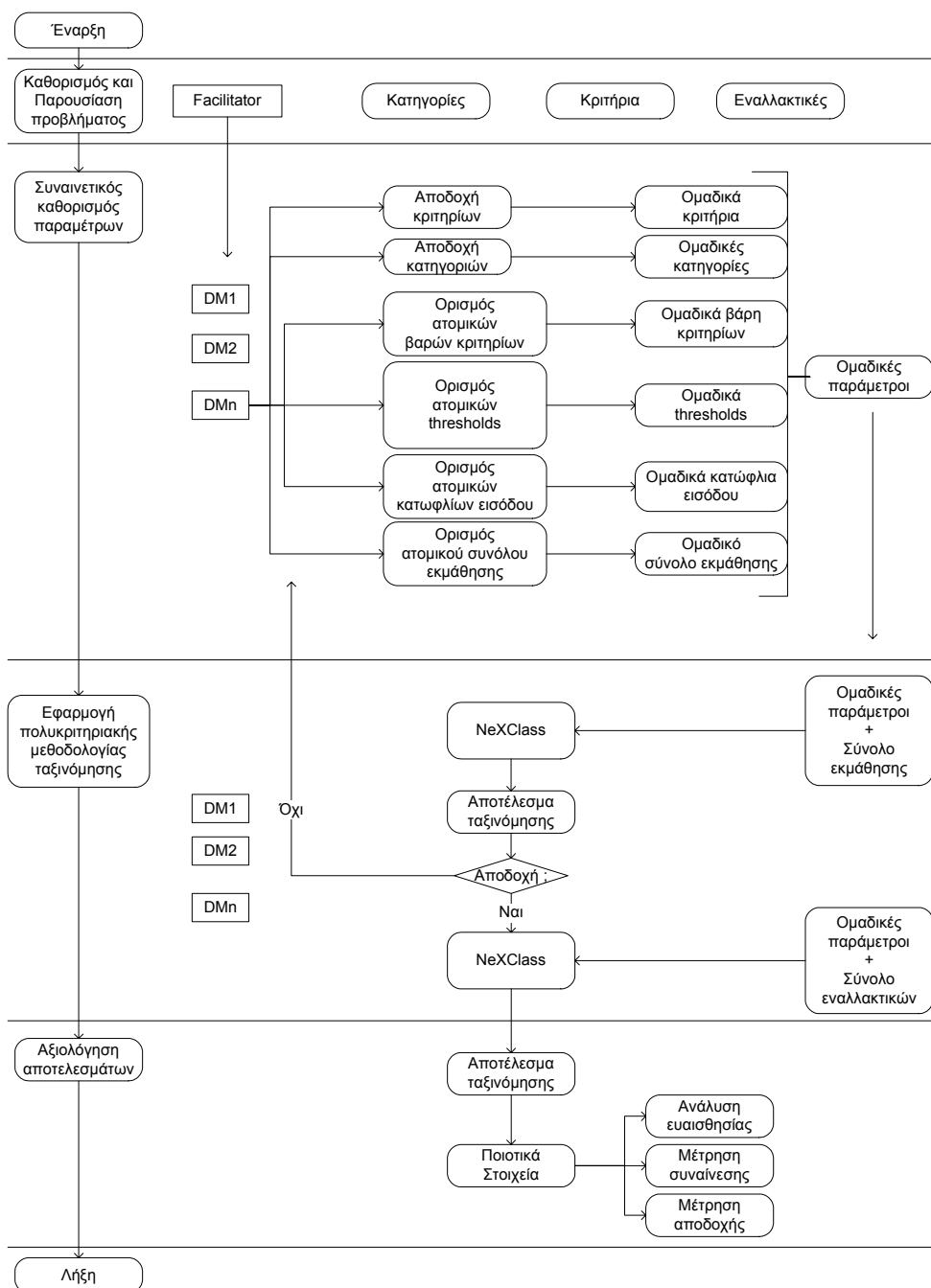
1. Εφαρμογή της μεθοδολογίας NeXClass στο σύνολο εκμάθησης. Εφόσον καθοριστούν όλες οι αναγκαίες παράμετροι από την προηγούμενη φάση, τότε εφαρμόζεται η μεθοδολογία NeXClass στο σύνολο εκμάθησης και παράγεται το αποτέλεσμα της ταξινόμησης.
2. Έλεγχος αποτελεσμάτων. Το αποτέλεσμα της ταξινόμησης ελέγχεται και γίνεται υπολογισμός του βαθμού συναίνεσης. Αν ο βαθμός είναι κάτω από το καθορισμένο όριο τότε ο καθορισμός των παραμέτρων επαναλαμβάνεται.
3. Εφαρμογή της μεθοδολογίας NeXClass στο πραγματικό σύνολο. Εάν το αποτέλεσμα της ταξινόμησης στο σύνολο εκμάθησης είναι αποδεκτό τότε πραγματοποιείται η ταξινόμηση του συνόλου των εναλλακτικών.

5.3.2.4. Φάση 4: Έλεγχος αποτελεσμάτων

Το αποτέλεσμα της προηγούμενης φάσης είναι η ταξινόμηση των εναλλακτικών $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$ σε κατηγορίες $\Omega = \{C^1, C^2, \dots, C^h\}$. Πρόκειται για το σύνολο των ζευγών $\{a_m, C^h\}$ τα οποία καθορίζουν την κατηγορία C^h στην οποία ταξινομείται η εναλλακτική a_m . Για τον έλεγχο των αποτελεσμάτων χρησιμοποιείται η ανάλυση ευαισθησίας της μεθοδολογίας NeXClass όπως έχει περιγραφεί στο Κεφάλαιο 4. Η ανάλυση που πραγματοποιείται αφορά τις παρακάτω παραμέτρους

1. Τα κριτήρια.. Τα σενάρια που εκτελούνται αφορούν την μεταβολή των βαρών όλων των κριτηρίων ταυτόχρονα κατά ορισμένο ποσοστό, διατηρώντας τις τιμές των υπόλοιπων παραμέτρων σταθερές, και την μεταβολή των βαρών των κριτηρίων ανά ένα κριτήριο κατά ορισμένο ποσοστό, διατηρώντας τις τιμές των υπόλοιπων κριτηρίων και παραμέτρων σταθερές.
2. Τα κατώφλια εισόδου των κατηγοριών. Τα σενάρια που εκτελούνται αφορούν την μεταβολή των τιμών των κατωφλίων εισόδου για το σύνολο των κατηγοριών ταυτόχρονα κατά ορισμένο ποσοστό, διατηρώντας τις τιμές των υπόλοιπων παραμέτρων σταθερές, και την μεταβολή των τιμών των κατωφλίων εισόδου ανά κατηγορία κατά ορισμένο ποσοστό, διατηρώντας τις τιμές των υπόλοιπων παραμέτρων σταθερές.
3. Τα κατώφλια προτίμησης, αδιαφορίας και βέτο. Τα σενάρια που εκτελούνται αφορούν την μεταβολή των τιμών των κατωφλίων προτίμησης, αδιαφορίας και βέτο για το σύνολο των κατηγοριών ταυτόχρονα κατά ορισμένο ποσοστό, διατηρώντας τις τιμές των υπόλοιπων παραμέτρων σταθερές.

Με την εκτέλεση της ανάλυσης ευαισθησίας ολοκληρώνεται η διαδικασία της επίλυσης του προβλήματος με την αποδοχή των αποτελεσμάτων από την ομάδα. Στο παρακάτω συγκεντρωτικό διάγραμμα παρουσιάζονται συνοπτικά οι φάσεις της μεθοδολογίας (Εικόνα 5.4).



Εικόνα 5.4. Μεθοδολογία NeXClass-G

5.4. Ενδεικτικό παράδειγμα εφαρμογής

Παρακάτω παρουσιάζεται ένα ενδεικτικό παράδειγμα το οποίο στηρίζεται σε υποθετικά δεδομένα για την επίδειξη εφαρμογής της μεθοδολογίας NeXClass-G και

των διαδικασιών σύνθεσης.

5.4.1. Φάση 1: Διαμόρφωση του προβλήματος

Θεωρείται ένα πρόβλημα ταξινόμησης με τα παρακάτω αρχικά δεδομένα. Οι παράμετροι έχουν διαμορφωθεί σε μια προκαταρκτική διαδικασία διαμόρφωσης του προβλήματος και προτείνονται από τον συντονιστή στα μέλη της ομάδας για την έκφραση των ατομικών προτιμήσεων και την σύνθεσή τους σε ένα ομαδικό σύνολο παραμέτρων. Οι αρχικές παράμετροι είναι οι εξής

1. Το σύνολο των αποφασιζόντων αποτελείται από 7 μέλη $M = \{m_j\}, j = 1, \dots, 7$.
2. Οι βαρύτητες των μελών καθορίζονται από το παρακάτω διάνυσμα βαρών $B = \{\beta_1, \dots, \beta_j\} = \{0.2, 0.2, 0.1, 0.1, 0.1, 0.2, 0.1\}$.
3. Ο αποδεκτός βαθμός αποδοχής ορίζεται σε $\varepsilon = 3$.
4. Το αποδεκτό επίπεδο συναίνεσης ορίζεται σε $\delta = 0.8$.
5. Το σύνολο των κατηγοριών αποτελείται από 4 κατηγορίες $C = \{C^i\}, i = 1, \dots, 4$.
6. Το σύνολο των κριτηρίων αποτελείται από 8 κριτήρια $G = \{g_i\}, i = 1, \dots, 8$.
7. Το σύνολο των εναλλακτικών αποτελείται από 6 εναλλακτικές $A = \{a_i\}, i = 1, \dots, 6$.

Ο στόχος του προβλήματος είναι η ταξινόμηση των εναλλακτικών $A = \{a_i\}, i = 1, \dots, 6$ σε κατάλληλες κατηγορίες $C = \{C^i\}, i = 1, \dots, 4$.

5.4.2. Φάση 2: Συναινετικός καθορισμός παραμέτρων

5.4.2.1. Κριτήρια

Κάθε μέλος της ομάδας m_j εκφράζει το επίπεδο αποδοχής του g_{ij} στα κριτήρια i σε μια γλωσσική κλίμακα 5 σημείων {Εξαιρετικά Υψηλό, Υψηλό, Μέσο, Χαμηλό, Εξαιρετικά Χαμηλό}, με αντίστοιχη βαρύτητα {EY = 5, Y = 4, M = 3, X = 2, EX = 1}. Οι προτιμήσεις των μελών είναι οι παρακάτω

$$[g_{ij}] = \begin{bmatrix} \text{EY} & \text{EY} & \text{Y} & \text{EY} & \text{Y} & \text{Y} & \text{Y} \\ \text{Y} & \text{X} & \text{M} & \text{EX} & \text{X} & \text{EX} & \text{X} \\ \text{EY} & \text{EY} & \text{M} & \text{Y} & \text{EY} & \text{M} & \text{Y} \\ \text{M} & \text{EY} & \text{M} & \text{Y} & \text{EY} & \text{Y} & \text{EY} \\ \text{X} & \text{Y} & \text{M} & \text{Y} & \text{EY} & \text{EY} & \text{Y} \\ \text{Y} & \text{Y} & \text{EY} & \text{Y} & \text{EY} & \text{EY} & \text{EY} \\ \text{EY} & \text{Y} & \text{EY} & \text{EY} & \text{EY} & \text{EY} & \text{EY} \\ \text{EX} & \text{M} & \text{X} & \text{M} & \text{EX} & \text{X} & \text{X} \end{bmatrix}, i = 1, \dots, 8, j = 1, \dots, 7$$

οι οποίες αντιστοιχούν στις παρακάτω τιμές

$$[g_{ij}] = \begin{bmatrix} 5 & 5 & 4 & 5 & 4 & 4 & 4 \\ 4 & 2 & 3 & 1 & 2 & 1 & 2 \\ 5 & 5 & 3 & 4 & 5 & 3 & 4 \\ 3 & 5 & 3 & 4 & 5 & 4 & 5 \\ 2 & 4 & 3 & 4 & 5 & 5 & 4 \\ 4 & 4 & 5 & 4 & 5 & 5 & 5 \\ 5 & 4 & 5 & 5 & 5 & 5 & 5 \\ 1 & 3 & 2 & 3 & 1 & 2 & 2 \end{bmatrix}$$

Η σύνθεση των τιμών για κάθε κριτήριο i παρέχει τις τιμές αποδοχής της ομάδας. Για την σύνθεση χρησιμοποιείται ο τελεστής WOWA, όπου απαιτούνται 3 διανύσματα,

1. το διάνυσμα βαρών των μελών το οποίο έχει οριστεί ως $B = \{\beta_1, \dots, \beta_j\} = \{0.2, 0.2, 0.1, 0.1, 0.1, 0.2, 0.1\}$,
2. το διάνυσμα βαρών των τιμών το οποίο υπολογίζεται με την βοήθεια του τελεστή OWA,
3. το διάνυσμα τιμών το οποίο έχει οριστεί ως $[g_{ij}] = i = 1, \dots, 8, j = 1, \dots, 7$.

Για τον υπολογισμό του διανύσματος βαρών των τιμών με την βοήθεια του τελεστή OWA, θεωρείται το σκεπτικό της ασαφούς πλειοψηφίας χρησιμοποιώντας τις τιμές $(a, b) = (0.3, 0.8)$ οι οποίες παριστάνουν την τιμή «περισσότεροι» για τον ποσοτικό προσδιορισμό

$$Q(r) = \begin{cases} 0, & \text{if } r < a \\ \frac{(r-a)}{b-a}, & \text{if } a \leq r \leq b \\ 1, & \text{if } r > b \end{cases}.$$

Τα βάρη του τελεστή OWA υπολογίζονται από την έκφραση

$$w_i = Q(i/n) - Q((i-1)/n), i = 1, \dots, n$$

και δίνονται στον παρακάτω πίνακα

I	w
1	0
2	0
3	0.257
4	0.285
5	0.285
6	0.171
7	0

Συνεπώς τα τρία διανύσματα είναι τα

$$B = \{\beta_1, \dots, \beta_j\} = \{0.2, 0.2, 0.1, 0.1, 0.1, 0.2, 0.1\},$$

$$W = (0, 0, 0.257, 0.285, 0.285, 0.171, 0),$$

$$g_{i1} = (5, 5, 4, 5, 4, 4, 4) \text{ (για το πρώτο κριτήριο).}$$

Τα διανύσματα αυτά χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό του διανύσματος βαρών $\omega = (\omega_1, \dots, \omega_n)$ του τελεστή WOWA και της τιμής του τελεστή

$$\phi_{WOWA}(p_1, \dots, p_n) = \sum_{i=1}^n \omega_i \cdot p_{\sigma(i)} \quad (5.22)$$

Για την κατανόηση της διαδικασίας παρακάτω δίνονται οι σχετικοί υπολογισμοί.

Το διάνυσμα $W = (w_1, \dots, w_n)$ είναι κανονικοποιημένο και είναι $W = (0, 0, 0.257, 0.285, 0.285, 0.171, 0)$. Το σύνολο των σημείων (για τον υπολογισμό της συνάρτησης παρεμβολής)

$$S = \{(i/n, \sum_{j \leq i} w_j) \mid i = 1, \dots, n\} \cup \{(0, 0)\} \quad (5.23)$$

υπολογίζεται ως εξής

$$i = 1, \left(\frac{1}{7}, w_1\right) = \left(\frac{1}{7}, 0\right)$$

$$i = 2, \left(\frac{2}{7}, w_1 + w_2\right) = \left(\frac{2}{7}, 0\right)$$

$$i = 3, \left(\frac{3}{7}, w_1 + w_2 + w_3\right) = \left(\frac{3}{7}, 0.257\right)$$

.....

$$i = 7, \left(\frac{7}{7}, w_1 + w_2 + w_3 + \dots + w_7\right) = \left(\frac{7}{7}, 1\right) = (1, 1)$$

Με βάση τα σημεία υπολογίζεται η συνάρτηση παρεμβολής w^* με την βοήθεια του αλγόριθμου που χρησιμοποιείται από τον Torra (2000).

Στην συνέχεια υπολογίζεται το σύνολο των βαρών $\omega = (\omega_1, \dots, \omega_n)$ του WOWA.

$$i = 1, \omega_1 = w^*(p_1) = w^*(0.2)$$

.....

$$i = 7, \omega_7 = w^*\left(\sum_{i=1}^7 p_i\right) - w^*\left(\sum_{i=1}^6 p_i\right)$$

Το διάνυσμα των βαρών του WOWA τελικά είναι το

$$\omega = \{0, 0.2032, 0.1962, 0.1994, 0.1994, 0.1995, 0\}$$

Στην συνέχεια υπολογίζονται οι τιμές του WOWA

$$\phi_{WOWA}(p_1, \dots, p_n) = \sum_{i=1}^n \omega_i \cdot p_{\sigma(i)} \quad (5.24)$$

Για παράδειγμα για το πρώτο κριτήριο θα είναι

$$\phi_{WOWA}(5, 5, 5, 4, 4, 4, 4) = 0 * 5 + 0.2032 * 5 + 0.1962 * 5 + 0.1994 * 4 + 0.1995 * 4 + 0.1995 * 4 + 0 * 4 = 4.3915$$

(Για λόγους σύγκρισης, η σύνθεση με τελεστή OWA και Weighted Mean δίνει αποτέλεσμα 4.249 και 4.5, αντίστοιχα για το ίδιο διάνυσμα τιμών).

Τελικά, η σύνθεση των ατομικών προτιμήσεων με την βοήθεια του τελεστή WOWA οδηγεί στις παρακάτω τιμές αποδοχής για τα κριτήρια g_i .

$$[g_{ij}] = \begin{bmatrix} 4.3915 \\ 1.8159 \\ 4.1919 \\ 3.9957 \\ 3.7595 \\ 4.3915 \\ 4.9376 \\ 1.8159 \end{bmatrix}.$$

(Οι αντίστοιχες τιμές με τον τελεστή OWA είναι $[g_{ij}] = \begin{bmatrix} 4.249 \\ 1.825 \\ 4.077 \\ 4.077 \\ 3.82 \\ 4.534 \\ 4.99 \\ 1.825 \end{bmatrix}$ και τον Weighted

$$\text{Mean } [g_{ij}] = \begin{bmatrix} 4.5 \\ 2.2 \\ 4.2 \\ 4.1 \\ 3.8 \\ 4.5 \\ 4.8 \\ 2.0 \end{bmatrix}.$$

Από τις παραπάνω τιμές παρατηρείται ότι η αποδοχή για τα κριτήρια g_2 και g_8 είναι χαμηλότερη του αποδεκτού βαθμού αποδοχής ($< \varepsilon = 3$) και για τον λόγο αυτό αποκλείονται από το πρόβλημα.

5.4.2.2. Κατηγορίες

Η παραπάνω διαδικασία σύνθεσης ατομικών προτιμήσεων με την χρήση του τελεστή WOWA εφαρμόζεται και για τις κατηγορίες. Κάθε μέλος της ομάδας m_j εκφράζει το επίπεδο αποδοχής του στις κατηγορίες στην γλωσσική κλίμακα 5 σημείων {Εξαιρετικά Υψηλό, Υψηλό, Μέσο, Χαμηλό, Εξαιρετικά Χαμηλό}. Οι προτιμήσεις των μελών είναι οι παρακάτω

$$[C_{ij}^i] = \begin{bmatrix} M & EY & EY & EY & Y & M & Y \\ EX & M & X & M & EX & X & X \\ EY & EY & EY & EY & EY & Y & EY \\ Y & EY & EY & EY & Y & Y & Y \end{bmatrix}, i=1, \dots, 4, j=1, \dots, 7$$

Οι τιμές αντιστοιχούν στις παρακάτω

$$[C_{ij}^i] = \begin{bmatrix} 3 & 5 & 5 & 5 & 4 & 3 & 4 \\ 1 & 3 & 2 & 3 & 1 & 2 & 2 \\ 5 & 5 & 5 & 5 & 5 & 4 & 5 \\ 4 & 5 & 5 & 5 & 4 & 4 & 4 \end{bmatrix}$$

Η σύνθεση των ατομικών προτιμήσεων με την βοήθεια του τελεστή WOWA οδηγεί στις παρακάτω τιμές για τις κατηγορίες C^i .

$$[C^i] = \begin{bmatrix} 3.7962 \\ 1.8159 \\ 4.9376 \\ 4.1952 \end{bmatrix}$$

Από τις παραπάνω τιμές παρατηρείται ότι η αποδοχή για την κατηγορία C^2 είναι χαμηλότερη του αποδεκτού βαθμού αποδοχής ($< \varepsilon = 3$) και για τον λόγο αυτό αποκλείεται από το πρόβλημα.

5.4.2.3. Βάρη κριτηρίων

Τα μέλη χρησιμοποιούν την μέθοδο των καρτών του Simos για τον υπολογισμό των βαρών. Κάθε μέλος της ομάδας m_j εκφράζει την προτίμησή του στο βάρος w_i των κριτηρίων εκφράζοντάς το σε αριθμητική τιμή. Οι ατομικές προτιμήσεις στα βάρη των κριτηρίων g_i εκφράζονται για το σύνολο των κριτηρίων $G = \{g_i\}, i=1, \dots, 6$ από το οποίο έχουν εξαιρεθεί τα κριτήρια χαμηλής αποδοχής και είναι οι παρακάτω

$$[w_{ij}] = \begin{bmatrix} 18 & 15 & 14 & 15 & 16 & 19 & 20 \\ 28 & 33 & 26 & 30 & 25 & 23 & 21 \\ 7 & 5 & 9 & 8 & 10 & 9 & 11 \\ 15 & 12 & 13 & 12 & 16 & 16 & 12 \\ 11 & 9 & 14 & 8 & 5 & 9 & 6 \\ 21 & 26 & 24 & 27 & 28 & 6 & 30 \end{bmatrix}, i=1, \dots, 6, j=1, \dots, 7$$

Η σύνθεση των τιμών πραγματοποιείται με την χρήση της προσέγγισης SJS.

Θεωρώντας για παράδειγμα το σύνολο των ατομικών βαρών για το πρώτο κριτήριο

$w_{il} = (18, 15, 14, 15, 16, 19, 20)$ και τις βαρύτητες των μελών $B = \{\beta_1, \dots, \beta_j\} = \{0.2, 0.2, 0.1, 0.1, 0.1, 0.2, 0.1\}$, τότε

το συναινετικό βάρος v_{ij} του j th αποφασίζοντα σχετικά με το i th κριτήριο υπολογίζεται από τον τύπο

$$v_{ij} = \frac{\sum_{l=1, l \neq j}^n \beta_l \exp(-|w_{ij} - w_{il}|)}{\sum_{j=1}^k \sum_{l=1, l \neq j}^n \beta_l \exp(-|w_{ij} - w_{il}|)} \quad (5.25)$$

και υπολογίζεται για όλα τα κριτήρια και τα μέλη ως

$$v_{ij} = \begin{bmatrix} 0.1056 & 0.1690 & 0.1162 & 0.2590 & 0.1464 & 0.1093 & 0.0942 \\ 0.1172 & 0.0217 & 0.2574 & 0.1336 & 0.2570 & 0.1127 & 0.1001 \\ 0.0962 & 0.0332 & 0.2748 & 0.1836 & 0.1487 & 0.1883 & 0.0748 \\ 0.0816 & 0.1432 & 0.1073 & 0.1999 & 0.1622 & 0.1055 & 0.1999 \\ 0.0708 & 0.2956 & 0.0141 & 0.1916 & 0.540 & 0.2956 & 0.0780 \\ 0.0226 & 0.1278 & 0.3317 & 0.1777 & 0.1129 & 0.1958 & 0.0311 \end{bmatrix}.$$

Με βάση τα συναινετικά βάρη της SJS, η σύνθεση των τιμών για τα βάρη των κριτηρίων οδηγεί στις παρακάτω τιμές για τα ομαδικά βάρη των κριτηρίων g_i

$$[w_i] = \begin{bmatrix} 16.256 \\ 25.826 \\ 8.789 \\ 13.423 \\ 8.570 \\ 25.360 \end{bmatrix}.$$

Για λόγους σύγκρισης παρακάτω παραθέτονται οι τιμές όπως υπολογίζονται με την βοήθεια εναλλακτικών μεθόδων σύνθεσης

Weighted SJS	SJS	OWA	Weighted Mean	WOWA	Arithmetic Mean
16.256	16.094	16.055	16.900	16.417	17
25.826	25.799	27.717	27.000	26.030	27
8.789	8.854	8.370	8.000	7.894	8
13.423	13.277	13.055	13.890	13.417	14
8.570	8.372	8.199	9.100	8.732	9
25.360	25.518	25.343	25.100	24.659	26

5.4.2.4. Κατώφλια εισόδου

Κάθε μέλος της ομάδας m_j εκφράζει την προτίμησή του για τα κατώφλια εισόδου b_{ij}^m για κάθε κατηγορία C^m και κάθε κριτήριο g_i εκφράζοντάς τα σε αριθμητική τιμή. Οι ατομικές προτιμήσεις στα κατώφλια εισόδου εκφράζονται για το σύνολο των κατηγοριών $C = \{C^i\}, i = 1, \dots, 3$ και των κριτηρίων $G = \{g_i\}, i = 1, \dots, 6$ όπου έχουν εξαιρεθεί τα κριτήρια και οι κατηγορίες χαμηλής αποδοχής και είναι οι παρακάτω

$$b_{ij}^1 = \begin{bmatrix} 36 & 45 & 47 & 49 & 44 & 39 & 40 \\ 36 & 41 & 43 & 40 & 42 & 43 & 35 \\ 24 & 25 & 35 & 33 & 30 & 29 & 31 \\ 14 & 13 & 15 & 18 & 19 & 15 & 17 \\ 21 & 23 & 24 & 18 & 22 & 27 & 26 \\ 23 & 26 & 20 & 17 & 18 & 24 & 20 \end{bmatrix}$$

$$b_{ij}^2 = \begin{bmatrix} 2 & 3 & 4 & 2 & 4 & 1 & 2 \\ 16 & 11 & 13 & 10 & 12 & 18 & 17 \\ 42 & 45 & 43 & 44 & 42 & 46 & 44 \\ 47 & 43 & 45 & 48 & 49 & 53 & 51 \\ 21 & 23 & 24 & 18 & 22 & 27 & 26 \\ 13 & 16 & 10 & 17 & 18 & 14 & 13 \end{bmatrix}$$

$$b_{ij}^3 = \begin{bmatrix} 7 & 6 & 5 & 12 & 9 & 10 & 7 \\ 5 & 5 & 6 & 2 & 3 & 1 & 3 \\ 1 & 4 & 4 & 2 & 2 & 3 & 2 \\ 32 & 33 & 35 & 38 & 39 & 29 & 28 \\ 46 & 43 & 42 & 49 & 48 & 41 & 49 \\ 39 & 42 & 46 & 43 & 44 & 41 & 45 \end{bmatrix}, i = 1, \dots, 6, j = 1, \dots, 7$$

Η σύνθεση των ατομικών κατωφλίων πραγματοποιείται με την χρήση της προσέγγισης SJS και οδηγεί στις παρακάτω τιμές για τα ομαδικά κατώφλια των κατηγοριών b_{ij}^m

$$b_i^1 = \begin{bmatrix} 42.89 \\ 41.32 \\ 28.63 \\ 15.26 \\ 23.35 \\ 21.06 \end{bmatrix}, b_i^2 = \begin{bmatrix} 2.45 \\ 13.82 \\ 43.52 \\ 47.93 \\ 23.36 \\ 14.30 \end{bmatrix}, b_i^3 = \begin{bmatrix} 7.25 \\ 3.90 \\ 2.56 \\ 32.76 \\ 45.90 \\ 42.95 \end{bmatrix}.$$

5.4.2.5. Κατώφλια αδιαφορίας, προτίμησης και βέτο

Κάθε μέλος της ομάδας m_j εκφράζει την προτίμησή του για τα κατώφλια αδιαφορίας, προτίμησης και βέτο, για κάθε κατηγορία C^m και κάθε κριτήριο g_i εκφράζοντάς τα σε αριθμητική τιμή. Οι ατομικές προτιμήσεις στα κατώφλια εισόδου εκφράζονται για το σύνολο των κατηγοριών $C = \{C^i\}$, $i = 1, \dots, 3$ και των κριτηρίων $G = \{g_i\}$, $i = 1, \dots, 6$ όπου έχουν εξαιρεθεί τα κριτήρια και οι κατηγορίες χαμηλής αποδοχής.

Η σύνθεση των ατομικών κατωφλίων πραγματοποιείται με την χρήση της προσέγγισης SJS και οδηγεί στις τιμές για τα ομαδικά κατώφλια των κατηγοριών. Για λόγους απλότητας θεωρείται η αποδοχή από τα μέλη της ομάδας των προτεινόμενων κατωφλίων από τον συντονιστή χωρίς διαφοροποίηση

$$q_{ij} = \begin{bmatrix} 2 & 2 & 2 \\ 2 & 2 & 2 \\ 2 & 2 & 2 \\ 2 & 2 & 2 \\ 2 & 2 & 2 \\ 2 & 2 & 2 \end{bmatrix}, i = 1, \dots, 3, j = 1, \dots, 6$$

$$p_{ij} = \begin{bmatrix} 4 & 4 & 4 \\ 4 & 4 & 4 \\ 4 & 4 & 4 \\ 4 & 4 & 4 \\ 4 & 4 & 4 \\ 4 & 4 & 4 \end{bmatrix}, i = 1, \dots, 3, j = 1, \dots, 6$$

$$v_{ij} = \begin{bmatrix} 40 & 2 & 6 \\ 35 & 10 & 3 \\ 25 & 35 & 2 \\ 15 & 40 & 30 \\ 15 & 20 & 40 \\ 15 & 12 & 37 \end{bmatrix}, i = 1, \dots, 3, j = 1, \dots, 6.$$

5.4.2.6. Εναλλακτικές

Κάθε μέλος της ομάδας m_j εκφράζει την προτίμησή του για την βαθμολόγηση των εναλλακτικών a_i , για κάθε κριτήριο g_i εκφράζοντάς την σε αριθμητική τιμή. Οι ατομικές προτιμήσεις εκφράζονται για το σύνολο των κριτηρίων $G = \{g_i\}$, $i = 1, \dots, 6$ όπου έχουν εξαιρεθεί τα κριτήρια χαμηλής αποδοχής. Όπως και παραπάνω, η σύνθεση των ατομικών κατωφλίων πραγματοποιείται με την χρήση της προσέγγισης SJS και

οδηγεί στις ομαδικές τιμές για την βαθμολογία των εναλλακτικών. Για λόγους απλότητας θεωρείται η αποδοχή από τα μέλη της ομάδας των προτεινόμενων τιμών από τον συντονιστή χωρίς διαφοροποίηση

$$[a_{ij}] = \begin{bmatrix} 47 & 46 & 33 & 22 & 29 & 23 \\ 7 & 19 & 45 & 50 & 26 & 19 \\ 10 & 11 & 5 & 35 & 49 & 50 \\ 53 & 55 & 38 & 28 & 35 & 33 \\ 14 & 33 & 48 & 50 & 12 & 5 \\ 4 & 6 & 9 & 43 & 50 & 50 \end{bmatrix}, i = 1, \dots, 6, j = 1, \dots, 6.$$

5.4.3. Φάση 3: Εφαρμογή πολυκριτηριακής μεθοδολογίας NeXClass

Τα σύνολα των ομαδικών τιμών για

1. τα κριτήρια $G = \{g_i\}, i = 1, \dots, 6,$
2. τα βάρη των κριτηρίων $w_i,$
3. τις κατηγορίες $C = \{C^i\}, i = 1, \dots, 3$
4. τα κατώφλια εισόδου $[b_i^h], h = 1, \dots, 3, j = 1, \dots, 6,$
5. τα κατώφλια αδιαφορίας, προτίμησης και βέτο $[q_{ij}], i = 1, \dots, 3, j = 1, \dots, 6, [p_{ij}], i = 1, \dots, 3, j = 1, \dots, 6, [v_{ij}], i = 1, \dots, 3, j = 1, \dots, 6$
6. την βαθμολογία των εναλλακτικών $[a_{ij}], i = 1, \dots, 6, j = 1, \dots, 6$

αποτελούν το σύνολο των παραμέτρων για το πρόβλημα ταξινόμησης.

Εκτελώντας τον αλγόριθμο NeXClass για τις τιμές οι οποίες προέκυψαν από την εφαρμογή των μεθόδων σύνθεσης τιμών, λαμβάνεται το αποτέλεσμα της ταξινόμησης το οποίο είναι το παρακάτω

Κατηγορία	Εναλλακτική
C1	{a1, a4}
C2	{a2, a5}
C3	{a3, a6}

5.4.4. Φάση 4: Έλεγχος αποτελεσμάτων

5.4.4.1. Ανάλυση ευαισθησίας

Καθώς η ανάλυση ευαισθησίας του αποτελέσματος της ταξινόμησης ψς προς μεταβολές

των τιμών των παραμέτρων έχει παρουσιαστεί στην ανάλυση της μεθοδολογίας NeXClass, δεν παρουσιάζεται στο σημείο αυτό.

5.4.4.2. Βαθμός συναίνεσης

Με βάση τον ορισμό του βαθμού συναίνεσης και των βαθμών συμφωνίας και εγγύτητας, είναι δυνατός ο υπολογισμός βαθμών ανά παράμετρο και μέλος καθώς και συνολικών βαθμών. Με τον τρόπο αυτό είναι δυνατή η εκτίμηση από τον συντονιστή τυχόν σημείων διαφωνίας στο πρόβλημα. Σε αυτή την περίπτωση ο συντονιστής μπορεί να ζητήσει τον καθορισμό νέων τιμών για τις παραμέτρους ή επανακαθορισμό του προβλήματος εάν η διαφωνία δεν περιορίζεται. Για το συγκεκριμένο πρόβλημα, και ειδικότερα για τις τιμές των βαρών των κριτηρίων οι βαθμοί υπολογίζονται ως εξής

Πίνακας 5-3. Σύνθεση τιμών βαρών κριτηρίων

Κριτήριο	Ατομικές τιμές/Μέλος							Ομαδική τιμή
	1	2	3	4	5	6	7	
1	18	15	14	15	16	19	20	16.256
2	28	33	26	30	25	23	21	25.826
3	7	5	9	8	10	9	11	8.789
4	15	12	13	12	16	16	12	13.423
5	11	9	14	8	5	9	6	8.570
6	21	26	24	27	28	24	30	25.360
Βαρύτητα μέλους	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	

Ο βαθμός συναίνεσης είναι ίσος με $B\Sigma = 0.711$, οπότε είναι αποδεκτός με βάση το επίπεδο που αρχικά ορίστηκε από τον συντονιστή. Αντίστοιχοι βαθμοί μπορούν να υπολογιστούν για το σύνολο των παραμέτρων του προβλήματος.

Πίνακας 5-4. Βαθμοί συμφωνίας

Μέλος	1	2	3	4	5	6	7		
Κριτήριο	ΜΒΣ							ΒΣΠ	ΟΒΣΠ
1	8.7	6.9	7.1	6.6	6.3	9.7	5.9	0.529	0.558
2	14.2	19.2	10.0	9.6	10.3	11.2	12.3	0.491	
3	2.6	1.6	1.9	2.4	1.6	4.6	1.7	0.712	
4	7.5	5.7	5.2	5.5	4.9	8.5	5.5	0.519	
5	6.3	4.3	3.9	4.5	5.6	4.3	5.1	0.429	
6	7.5	11.2	8.2	6.8	6.4	9.3	6.3	0.668	
ΒΣΜ	0.523	0.501	0.629	0.639	0.641	0.515	0.625		
ΟΒΣΜ	0.561								
								ΒΣ	0.559

Πίνακας 5-5. Βαθμοί εγγύτητας

Μέλος	1	2	3	4	5	6	7		
Κριτήριο	ΜΒΕ							ΒΕΠ	ΟΒΕΠ
1	1.75	1.25	2.25	1.25	0.25	2.75	3.75	0.883	0.855
2	2.179	7.18	0.179	4.18	0.82	2.82	4.82	0.866	
3	1.779	3.779	0.22	0.779	1.22	0.22	2.22	0.817	
4	1.58	1.42	0.419	1.42	2.58	2.58	1.42	0.873	
5	2.429	0.429	5.43	0.57	3.57	0.429	2.57	0.781	
6	4.359	0.64	1.359	1.64	2.64	1.359	4.64	0.909	
BEM	0.856	0.850	0.899	0.899	0.887	0.896	0.802		
OBEM	0.869								
								BE	0.862

5.5. Αξιολόγηση μεθοδολογίας

Η NeXClass-G, όπως αναπτύχθηκε παραπάνω, ανήκει στην ευρύτερη κατηγορία των κατευθυνόμενων μεθοδολογιών ταξινόμησης. Ειδικότερα, πρόκειται για ομαδική μεθοδολογία ταξινόμησης σε μη διατεταγμένες κατηγορίες. Η βασική της διαφοροποίηση, όπως προκύπτει από την μεθοδολογία NeXclass την οποία επεκτείνει, σε σχέση με τις μη κατευθυνόμενες μεθοδολογίες εντοπίζεται στο γεγονός της ενσωμάτωσης των προτιμήσεων της ομάδας, γεγονός το οποίο επιφέρει σημαντικές διαφοροποιήσεις στο αποτέλεσμα της ταξινόμησης, όταν αυτή εκτελεστεί από διαφορετικές ομάδες. Ο ρόλος επομένως της ομάδας (όπως και του αποφασίζοντα στην NeXClass αντίστοιχα) είναι καθοριστικός για το αποτέλεσμα, και αποτελεί τον κυριότερο αξιολογητή του αποτελέσματος. Ο στόχος των μεθοδολογιών αυτής της κατηγορίας έγκειται στο ότι αφενός δημιουργούν ένα ορθολογικό μοντέλο το οποίο απεικονίζει τις προτιμήσεις, και αφετέρου βοηθούν την ομάδα να κατανοήσει τις παραμέτρους καθώς και την διαδικασία λήψης απόφασης, ώστε να βελτιώσει την ποιότητα της διαδικασίας καθώς και των αποτελεσμάτων. Όλα τα παραπάνω (κατά αναλογία με την NeXClass) συντελούν στο γεγονός της μη ύπαρξης κάποιου απόλυτα αντικειμενικού συνόλου αναφοράς, με βάση το οποίο να είναι εφικτή η συγκριτική αξιολόγηση μεταξύ των συναφών μεθοδολογιών. Επιπρόσθετα, οι απαιτούμενες παράμετροι και ο καθορισμός των τιμών τους ποικίλει από μεθοδολογία σε μεθοδολογία, καθιστώντας αρκετά απαιτητική την διαμόρφωση ενός γενικού πειραματικού σχεδιασμού συγκριτικού ελέγχου.

Ωστόσο, όπως αναφέρθηκε και στο Κεφάλαιο 4 η επιστημονική πρακτική επιβάλλει, πριν από την εφαρμογή μιας μεθοδολογίας σε πραγματικό περιβάλλον, την αξιολόγησή της σε εργαστηριακό περιβάλλον, ώστε υπό ελεγχόμενες συνθήκες να διερευνηθούν τα αποτελέσματα και οι τυχόν ιδιαιτερότητες και περιορισμοί, οι οποίοι ενδέχεται να παρουσιαστούν και να επηρεάσουν την πρακτική εφαρμογή. Η αξιολόγηση έχει ως στόχευση να μελετήσει, αφενός την επίδραση των παραμέτρων στο αποτέλεσμα και την ευστάθεια της λύσης, και αφετέρου την αποτελεσματικότητα της

μεθοδολογίας έναντι τόσο εναλλακτικών πολυκριτηριακών μεθόδων όσο και εναλλακτικών προσεγγίσεων. Στην συγκεκριμένη περίπτωση της ομαδικής μεθοδολογίας NeXClass-G, η αξιολόγηση αφορά τρία επίπεδα. Το καθεαυτό αποτέλεσμα της απόφασης της ομάδας το οποίο είναι η ταξινόμηση των εναλλακτικών, την σύνθεση των τιμών με την βοήθεια των τελεστών σύνθεσης, και τέλος το αποτέλεσμα της συναινετικής διαδικασίας της ομαδικής απόφασης το οποίο αφορά την αξιολόγηση του βαθμού συναίνεσης για την επίτευξη του αποτελέσματος και κατ' επέκταση την καταλληλότητα της μεθοδολογίας για την υποστήριξη της ομάδας.

Ως προς το αποτέλεσμα της απόφασης, για την ταξινόμηση χρησιμοποιείται η NeXClass με δεδομένα εισόδου τις ομαδικές τιμές οι οποίες προκύπτουν από την διαδικασία σύνθεσης των τιμών. Συνεπώς, η ανάλυση ευαισθησίας η οποία εκτελείται με βάση την NeXClass καλύπτει και την επιρροή των μεταβολών στις ατομικές τιμές οι οποίες επηρεάζουν τις ομαδικές τιμές, καθώς πρόκειται για συναινετική ομάδα και οι ατομικές τιμές δεν παρουσιάζουν υψηλές διαφοροποιήσεις. Επιπλέον, όπως αναφέρεται στο Κεφάλαιο 4, από τα ευρήματα της συγκριτικής αξιολόγησης της NeXClass, προκύπτουν θετικές ενδείξεις για την ορθότητα της προσέγγισης, καθώς και την ακρίβεια των αποτελεσμάτων και κρίνεται ότι επαρκούν για να αποδείξουν την ορθότητα της προσέγγισης.

Ως προς το αποτέλεσμα της σύνθεσης των τιμών, όπως αναφέρθηκε η επιλογή του τελεστή σύνθεσης πραγματοποιείται με βάση τις απαιτήσεις του συγκεκριμένου προβλήματος και της μεθοδολογίας. Καθώς οι τελεστές σύνθεσης παρουσιάζουν ποικίλες ιδιότητες και χαρακτηριστικά τα οποία πηγάζουν από τον τομέα των αφηρημένων Μαθηματικών, είναι συχνά αναγκαίο να εμπλουτίζονται με σημασιολογικά στοιχεία τα οποία προσδίδουν κατάλληλες ιδιότητες για περιβάλλον αποφάσεων. Ειδικότερα, στοιχεία όπως η ασαφής πλειοψηφία, τα βάρη των τελεστών OWA, WOWA και το μοντέλο Συλλογικής κρίσης, τα οποία χρησιμοποιούνται στην παρούσα μεθοδολογία, αποτελούν εφαρμογή των τελεστών σε ομαδικές αποφάσεις. Είναι γεγονός πάντως ότι υπάρχει έλλειψη εργασιών και μεθοδολογιών οι οποίες να αξιολογούν με πειραματικές μετρήσεις τελεστές σύνθεσης σε ομαδικές αποφάσεις, καθώς η πολυπλοκότητα και ετερογένεια του πεδίου δεν συμβάλλει σε αυτό. Για την NeXClass-G το μοντέλο της σύνθεσης το οποίο ακολουθείται είναι αρχικά ο αποκλεισμός των παραμέτρων με χαμηλό βαθμό αποδοχής και στην συνέχεια η σύνθεση των ατομικών τιμών για τις αποδεκτές παραμέτρους. Για τον αποκλεισμό των παραμέτρων χρησιμοποιείται μια πρωτότυπη διαδικασία σύνθεσης βασισμένη στον τελεστή WOWA, η οποία ακολουθεί το σκεπτικό της ασαφούς πλειοψηφίας. Με τον τρόπο αυτό η αποδοχή ή όχι μιας παραμέτρου καθορίζεται από την πλειοψηφία των μελών από την οποία έχουν αφαιρεθεί οι ακραίες απόψεις και επιπλέον λαμβάνεται υπόψη η βαρύτητα των μελών. Οι ατομικές τιμές των αποδεκτών παραμέτρων οι οποίες συνθέτονται στην συνέχεια, εφόσον πρόκειται για συναινετική ομάδα υπό τον συντονιστή δεν παρουσιάζουν ακραίες διαφοροποιήσεις, και εκτείνονται εντός μιας συναινετικής γενικά ζώνης. Για την σύνθεση ακολουθείται το μοντέλο Συλλογικής κρίσης με την προσθήκη των βαρών των μελών της ομάδας, το οποίο ενισχύει τις κεντρικές τιμές και εξασθενεί τις ακραίες. Το παραπάνω μοντέλο κρίνεται ότι

ανταποκρίνεται επαρκώς στις απαιτήσεις της μεθοδολογίας για την παραγωγή των ομαδικών τιμών των παραμέτρων τόσο στο αριθμητικό όσο και στο σημασιολογικό επίπεδο. Πάντως, κρίνεται αναγκαία η περαιτέρω έρευνα στην χρήση τελεστών σύνθεσης σε ομαδικές αποφάσεις, και ειδικότερα η πειραματική σύγκριση ώστε να αναδειχθούν ειδικότερα συμπεράσματα.

Τέλος, ως προς τον βαθμό συναίνεσης επικρατεί η ίδια εικόνα όπως και με τους τελεστές σύνθεσης. Έχουν παρουσιαστεί αρκετές προσεγγίσεις, όπως παρουσιάστηκαν στο σχετικό τμήμα του κεφαλαίου, οι οποίες διαφοροποιούνται και σχετίζονται με την σχετική μεθοδολογία. Οι προσεγγίσεις κυμαίνονται από απλές συναρτήσεις απόστασης έως σύνθετες μεθοδολογίες και η εξαγωγή ενός συγκρίσιμου τελικού βαθμού συναίνεσης δεν είναι εφικτή για διαφορετικές μεθοδολογίες. Όπως και με τους τελεστές, κρίνεται αναγκαία η περαιτέρω έρευνα, και ειδικότερα η πειραματική σύγκριση ώστε να αναδειχθούν ειδικότερα συμπεράσματα για την επίτευξη συναίνεσης μεταξύ εναλλακτικών προσεγγίσεων. Για την NeXClass-G πάντως εκτελέστηκε ένας αριθμός πειραμάτων ώστε να εκτιμηθεί η επάρκεια της προσέγγισης. Συγκεκριμένα, εκτελέστηκε σύγκριση του παραγόμενου βαθμού συναίνεσης για σύνθεση αριθμητικών τιμών χρησιμοποιώντας έξι διαφορετικές προσεγγίσεις ως προς την σύνθεση των τιμών: τον αριθμητικό μέσο, τον σταθμισμένο μέσο, τον τελεστή OWA, τον τελεστή WOWA, το απλό μοντέλο Συλλογικής κρίσης και το βελτιωμένο μοντέλο Συλλογικής κρίσης το οποίο χρησιμοποιείται από την NeXClass-G.

Ενδεικτικά, θεωρώντας το παράδειγμα το οποίο αναπτύχθηκε στην προηγούμενη ενότητα και τις παρακάτω ατομικές τιμές των βαρών των κριτηρίων για σύνθεση

	Τιμή/Μέλος							
1	18	15	14	15	16	19	20	
2	28	33	26	30	25	23	21	
3	7	5	9	8	10	9	11	
4	15	12	13	12	16	16	12	
5	11	9	14	8	5	9	6	
6	21	26	24	27	28	6	30	

και εφαρμόζοντας τους εναλλακτικούς τελεστές σύνθεσης λαμβάνονται οι παρακάτω ομαδικές τιμές για τα βάρη.

Βελτιωμένο SJS	SJS	OWA	Weighted Mean	WOWA	Arithmetic Mean
16.256	16.094	16.055	16.900	16.417	17
25.826	25.799	27.717	27.000	26.030	27
8.789	8.854	8.370	8.000	7.894	8
13.423	13.277	13.055	13.890	13.417	14
8.570	8.372	8.199	9.100	8.732	9
25.360	25.518	25.343	25.100	24.659	26

Για κάθε ομαδική τιμή υπολογίστηκε ο βαθμός συναίνεσης, ο οποίος υπολογίζεται με βάση τους ορισμούς οι οποίοι παρουσιάστηκαν στο παρόν κεφάλαιο, και δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Βελτιωμένο SJS	SJS	OWA	Weighted Mean	WOWA	Arithmetic Mean
0,668	0,600	0,445	0,600	0,599	0,650
0,489	0,471	0,443	0,332	0,289	0,480
0,766	0,723	0,343	0,740	0,543	0,650
0,498	0,488	0,443	0,444	0,349	0,450
0,522	0,511	0,399	0,509	0,433	0,500
0,589	0,575	0,384	0,532	0,459	0,560

Από τα αποτελέσματα της σύγκρισης προκύπτει ότι ο βαθμός συναίνεσης ο οποίο επιτυγχάνεται με την χρήση του βελτιωμένου μοντέλου Συλλογικής κρίσης είναι υψηλότερος σε σχέση με τους υπόλοιπους τελεστές. Το αποτέλεσμα αυτό επιτεύχθηκε και σε σειρά πειραμάτων, γεγονός το οποίο επαρκεί για να αποδείξει ότι η εν λόγω προσέγγιση καλύπτει τις απαιτήσεις της μεθοδολογίας για μεγιστοποίηση της συναίνεσης. Ωστόσο, καθώς πρόκειται, όπως αναφέρθηκε, για σύνθεση τιμών εντός σχετικά συναινετικού εύρους τιμών, η εν λόγω προσέγγιση δεν παράγει τα ίδια αποτελέσματα για μη συναινετικό εύρος τιμών στο οποίο παρουσιάζονται υπερβολικές διαφορές. Η αναλυτική ωστόσο πειραματική διερεύνηση των τελεστών σύνθεσης είναι εκτός της ερευνητικής κατεύθυνσης της διατριβής, και καθώς τα αποτελέσματα των εν λόγω πειραμάτων είναι θετικά, κρίνεται ότι η προσέγγιση της σύνθεσης με το βελτιωμένο μοντέλο Συλλογικής κρίσης επαρκεί για τις ανάγκες της ομαδικής ταξινόμησης.

5.6. Θέματα προς διερεύνηση και μελλοντικές προοπτικές

Στα προηγούμενα παρουσιάστηκε η προτεινόμενη μεθοδολογία NeXClass-G για ομαδική ταξινόμηση σε μη διατεταγμένες κατηγορίες. Από την αναλυτική παρουσίαση των χαρακτηριστικών της, είναι προφανές ότι παρουσιάζει ορισμένους περιορισμούς σε σχέση με τα προβλήματα τα οποία αντιμετωπίζει αλλά και εν γένει μεθοδολογικές ατέλειες. Ωστόσο, καθώς η κύρια ερευνητική κατεύθυνση της διατριβής εστιάζει στην εφαρμογή πολυκριτηριακών μεθοδολογιών ταξινόμησης σε ομαδικό περιβάλλον, η περαιτέρω μελέτη της μεθοδολογίας, η πλήρης συγκριτική αξιολόγησή της με εναλλακτικές προσεγγίσεις καθώς και τα όποια ειδικότερα θέματα εγείρονται, τίθενται εκτός του εύρους της παρούσας εργασίας. Αντίθετα, αποτελούν θέματα προς διερεύνηση και αναζήτηση από νέες ερευνητικές εργασίες ανοίγοντας τον δρόμο σε περαιτέρω εργασία και ανάπτυξη της περιοχής της πολυκριτηριακής ταξινόμησης, των ομαδικών αποφάσεων αλλά και την πειραματική αξιολόγηση των μεθοδολογιών και τελεστών σύνθεσης σε σχέση με εναλλακτικές προσεγγίσεις. Ειδικότερα, ορισμένα θέματα προς μελλοντική διερεύνηση αποτελούν τα εξής:

1. Ένα σημαντικό σημείο το οποίο επηρεάζει την πρακτική εφαρμογή της NeXClass-G, αποτελεί ο αριθμός των παραμέτρων τις οποίες καλούνται τα μέλη της ομάδας να καθορίσουν. Οι παράμετροι αφορούν στα διάφορα κατώφλια καθώς και τα κριτήρια. Ο σχετικά μεγάλος απαιτούμενος αριθμός των παραμέτρων είναι κοινό χαρακτηριστικό των περισσότερων κατευθυνόμενων πολυκριτηριακών μεθοδολογιών, οι οποίες απαιτούν σημαντική προσπάθεια και υψηλό βαθμό κατανόησης. Σε αντίθεση οι τεχνικές οι οποίες ακολουθούν την αναλυτική-συνθετική προσέγγιση εξάγουν τις τιμές των παραμέτρων από προηγούμενες αποφάσεις, με ιδιαίτερα πολύπλοκους υπολογισμούς ωστόσο, οι οποίοι δεν είναι αρκετά κατανοητοί από τον αποφασίζοντα και επιπλέον επηρεάζουν την ποιότητα του αποτελέσματος. Πάντως, ο καθορισμός των παραμέτρων με περισσότερο είναι θέμα προς μελλοντική διερεύνηση, ωστόσο η καλή γνώση της μεθοδολογίας επιτρέπει αποτελεσματικότερο καθορισμό των παραμέτρων και καλύτερη ποιότητα αποτελεσμάτων.
2. Η ανάλυση ευαισθησίας, η οποία ισχύει και για την NeXClass, επιτρέπει την αξιολόγηση της βαρύτητας της επίδρασης των παραμέτρων στο αποτέλεσμα της ταξινόμησης. Ωστόσο, τα σενάρια τα οποία αναπτύχθηκαν στο παρόν κεφάλαιο καλύπτουν ένα περιορισμένο επίπεδο ανάλυσης. Επιπλέον, συχνά είναι αναγκαία η εκτίμηση του βαθμού σταθερότητας της λύσης κάτι το οποίο δεν καλύπτεται από την ανάλυση ευαισθησίας και απαιτεί επιπλέον ανάλυση σταθερότητας. Η ανάπτυξη ελέγχου σταθερότητας είναι επιπλέον θέμα για διερεύνηση. Επιπλέον, είναι αναγκαία η διερεύνηση της επίδρασης των ατομικών προτιμήσεων στο αποτέλεσμα με κατάλληλη μέτρηση.
3. Καθώς οι μεθοδολογίες ομαδικών αποφάσεων αριθμούν πλέον ένα πολύ σημαντικό αριθμό, είναι αναγκαίο ένα πλαίσιο αξιολόγησης μεταξύ ομοειδών μεθοδολογιών αφενός αλλά και εναλλακτικών προσεγγίσεων αφετέρου.
4. Παρόμοια, καθώς οι τελεστές σύνθεσης και προσεγγίσεις οι οποίες χρησιμοποιούνται σε ομαδικές αποφάσεις αριθμούν πλέον ένα πολύ σημαντικό αριθμό, είναι αναγκαίο ένα πειραματικό πλαίσιο αξιολόγησης μεταξύ των εναλλακτικών προσεγγίσεων.
5. Τέλος, είναι αναγκαίο ένα πειραματικό πλαίσιο αξιολόγησης μεταξύ των εναλλακτικών προσεγγίσεων υπολογισμού και μέτρησης του βαθμού συναίνεσης σε περιβάλλον ομάδας.

5.7. Σύνοψη

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάστηκε η προτεινόμενη μεθοδολογία υποστήριξης ομαδικών αποφάσεων ταξινόμησης NeXClass-G. Η μεθοδολογία βασίζεται στην πολυκριτηριακή μεθοδολογία ταξινόμησης NeXClass και καλύπτει όλα τα στάδια υποστήριξης αποφάσεων ταξινόμησης μιας συναινετικής ομάδας. Η επέκταση της

NeXClass πραγματοποιείται κατά κύριο λόγο με την εφαρμογή κατάλληλου τελεστή σύνθεσης είτε στο επίπεδο των ατομικών προτιμήσεων, είτε στο επίπεδο των αποτελεσμάτων. Το μοντέλο της σύνθεσης το οποίο ακολουθείται είναι αρχικά ο αποκλεισμός των παραμέτρων με χαμηλό βαθμό αποδοχής και στην συνέχεια η σύνθεση των ατομικών τιμών για τις αποδεκτές παραμέτρους.

Στο κεφάλαιο, αρχικά έγινε συνοπτική παρουσίαση του προβλήματος, και των φάσεων της μεθοδολογίας. Στην συνέχεια παρουσιάστηκαν οι βαθμοί συμφωνίας και εγγύτητας οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την μέτρηση του βαθμού συναίνεσης της ομάδας. Επίσης ορίστηκε ο βαθμός αποδοχής και η μέθοδος υπολογισμού του. Στην συνέχεια παρουσιάστηκε διεξοδικά η μεθοδολογία και αναλύθηκαν οι επιμέρους φάσεις της. Στο τέλος παρουσιάστηκε ένα αναλυτικό παράδειγμα εφαρμογής της μεθοδολογίας για την ενδεικτική εφαρμογή της σε πρόβλημα ομαδικής ταξινόμησης. Το κεφάλαιο ολοκληρώθηκε με την παρουσίαση συμπερασμάτων αξιολόγησης της μεθοδολογίας, τα οποία υποδηλώνουν την επάρκεια της NeXClass-G για την αποτελεσματική αντιμετώπιση προβλημάτων ταξινόμησης σε περιβάλλον ομάδας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Σύστημα Υποστήριξης Ομαδικών Αποφάσεων NeXClass-GDSS

Ανάλυση – σχεδιασμός

Το κεφάλαιο παρουσιάζει το σύστημα υποστήριξης ομαδικών αποφάσεων (ΣΥΟΑ) ταξινόμησης NeXClass-GDSS (Rigoroulos et al., 2008b) το οποίο υλοποιεί την μεθοδολογία NeXClass-G, ώστε να υποστηρίζει όλα τα στάδια αντιμετώπισης προβλημάτων ταξινόμησης από συνεργατική ομάδα. Παρουσιάζεται η μεθοδολογία ανάπτυξης του συστήματος, και τα υποσυστήματα.

6.1. Εισαγωγή

Στο Κεφάλαιο 3 πραγματοποιήθηκε ανασκόπηση στον τομέα των ομαδικών αποφάσεων, και ειδικότερα στις μεθοδολογίες υποστήριξης ομαδικών αποφάσεων οι οποίες χρησιμοποιούν πολυκριτηριακή ανάλυση, και τα συστήματα υποστήριξης ομαδικών αποφάσεων (ΣΥΟΑ) τα οποία επίσης παρέχουν υποστήριξη σε ομάδες χρησιμοποιώντας πολυκριτηριακή ανάλυση. Από την ανασκόπηση προκύπτει ότι ο χώρος των ομαδικών αποφάσεων παρουσιάζει σημαντικό αριθμό από εργασίες για μεθοδολογίες και συστήματα, τα οποία αντανακλούν και την σχετική πολυπλοκότητα του πεδίου. Η πλειονότητα των εργασιών κατευθύνεται σε τομείς όπως η σύνθεση των ατομικών προτιμήσεων, η συναίνεση και η μεγιστοποίησή της σε προβλήματα αποφάσεων επιλογής και ιεράρχησης, ενώ παρατηρείται έλλειψη για προβλήματα ταξινόμησης. Επιπλέον, ως προς τα σχετικά ΣΥΟΑ παρατηρείται ότι παρά την ανάπτυξη των τεχνολογιών επικοινωνίας και πληροφορικής δεν έχει παρουσιαστεί ολοκληρωμένο ΣΥΟΑ το οποίο να παρουσιάζει χαρακτηριστικά αντίστοιχα με εκείνα των πολυκριτηριακών ΣΥΑ τα οποία απευθύνονται σε έναν αποφασίζοντα και αποτελούν εμπορικές εφαρμογές των πολυκριτηριακών μεθοδολογιών (AHP, PROMETHEE, ELECTRE, κλπ). Ειδικότερα, ενώ για τις πολυκριτηριακές μεθοδολογίες για έναν αποφασίζοντα τα σχετικά ΣΥΑ έχουν ενσωματώσει πλήθος δυνατοτήτων σε επίπεδο λειτουργικότητας και χρηστικότητας, τα αντίστοιχα ΣΥΟΑ δεν παρουσιάζουν αντίστοιχο επίπεδο λειτουργικότητας για την ομάδα, και πρόκειται κυρίως για ΣΥΟΑ ακαδημαϊκού χαρακτήρα για την επίδειξη κάποιας μεθοδολογίας. Ακόμη και όσα ΣΥΑ έχουν ενσωματώσει δυνατότητες υποστήριξης ομάδας, το πραγματοποιούν ως απλή επέκταση της ατομικής μεθοδολογίας και όχι ως καθαυτό ΣΥΟΑ.

Με βάση τα παραπάνω συμπεράσματα της ανασκόπησης, κρίνεται σκόπιμη η ανάπτυξη ενός ΣΥΟΑ το οποίο να ενσωματώνει κατάλληλες λειτουργίες και χαρακτηριστικά ώστε να υποστηρίζει ομάδες σε προβλήματα ταξινόμησης. Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζει το σύστημα υποστήριξης ομαδικών αποφάσεων ταξινόμησης NeXClass-GDSS το οποίο υλοποιεί την μεθοδολογία NeXClass-G σε όλα τα στάδιά της. Ειδικότερα, παρουσιάζεται η μεθοδολογία ανάπτυξης του συστήματος, τα κύρια υποσυστήματα και οι βασικές λειτουργίες του. Επίσης παρουσιάζονται ευρήματα από την αξιολόγησή του από ομάδα σε επίλυση προβλήματος ταξινόμησης από χρήστες σε πραγματικό περιβάλλον. Ο στόχος της ανάπτυξης του ΣΥΟΑ είναι αφενός να υποστηρίξει το συγκεκριμένο πρόβλημα ταξινόμησης, και αφετέρου να παρουσιάσει μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για την ανάπτυξη αυτόνομων ΣΥΟΑ τα οποία θα ενσωματώνουν χαρακτηριστικά εφάμιλλα των πολυκριτηριακών ΣΥΑ, και να συμβάλει στην περαιτέρω ανάπτυξη του πεδίου των ομαδικών αποφάσεων. Από την εφαρμογή του NeXClass-GDSS σε πραγματικό περιβάλλον και την σχετική αξιολόγηση προκύπτει ότι καλύπτει τους παραπάνω στόχους με επάρκεια.

6.2. ΣΥΟΑ NeXClass-GDSS

6.2.1. Απαιτήσεις του ΣΥΟΑ

Στο Κεφάλαιο 5 παρουσιάστηκε η ολοκληρωμένη μεθοδολογία υποστήριξης ομαδικών αποφάσεων ταξινόμησης NeXClass-G, και αναλύθηκαν οι επιμέρους φάσεις της, καθώς και οι διαδικασίες σύνθεσης και συναίνεσης οι οποίες εφαρμόζονται. Για την εφαρμογή της σε περιβάλλον ομάδας απαιτείται η ανάπτυξη κατάλληλου ΣΥΟΑ το οποίο να υλοποιεί την μεθοδολογία και να παρέχει στα μέλη της ομάδας ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον για την αντιμετώπιση προβλημάτων ταξινόμησης. Με βάση τις απαιτήσεις της παρούσας εργασίας, οι οποίες περιλαμβάνουν την εφαρμογή της μεθοδολογίας σε περιβάλλον τράπεζας για σχετικό πρόβλημα ταξινόμησης, αλλά και την εν γένει έλλειψη σχετικών προσεγγίσεων σε ΣΥΟΑ, κρίθηκε σκόπιμη η ανάπτυξη του NeXClass-GDSS, όχι μόνο ως ακαδημαϊκού πρωτοτύπου για την επίδειξη της μεθοδολογίας, αλλά ως πλήρους συστήματος υποστήριξης το οποίο θα ικανοποιεί τις ανάγκες μιας ομάδας σε πραγματικό περιβάλλον. Ο σχεδιασμός του ΣΥΟΑ στηρίχθηκε σε ορισμένες βασικές απαιτήσεις οι οποίες είναι δυνατό να διαχωριστούν σε τρεις γενικές κατηγορίες (Chen, 1995), τις απαιτήσεις για την *διεπαφή με τον χρήστη*, τις *λογικές απαιτήσεις*, και τις *γενικότερες απαιτήσεις* ενός ΣΥΟΑ. Παρακάτω αναφέρονται οι κυριότερες απαιτήσεις ανά κατηγορία.

Οι απαιτήσεις για την *διεπαφή* του ΣΥΟΑ αναφέρονται στην χρήση του ΣΥΟΑ από τον αποφασίζοντα μέλος της ομάδας, και ακολουθούν τις γενικές απαιτήσεις για τα συστήματα αποφάσεων και τα πληροφοριακά συστήματα εν γένει:

1. *Ευχρηστία*. Το ΣΥΟΑ πρέπει να βοηθά τον χρήστη να εφαρμόσει την μεθοδολογία χρησιμοποιώντας το ΣΥΟΑ με ευκολία. Καθώς η μεθοδολογία εμπεριέχει αρκετά στοιχεία τα οποία ενδέχεται να δυσκολεύουν την κατανόησή της και την χρήση της από την ομάδα, το ΣΥΟΑ πρέπει να παρέχει τα κατάλληλα σχεδιασμένα εργαλεία ώστε η αλληλεπίδραση του χρήστη να εστιάζει στην εφαρμογή της μεθοδολογίας, και όχι στην καθεαυτό χρήση του ΣΥΟΑ.
2. *Εισαγωγή δεδομένων*. Με δεδομένη την σημασία των τιμών των παραμέτρων για την αποτελεσματικότητα της μεθοδολογίας, το ΣΥΟΑ πρέπει να παρέχει κατάλληλες οθόνες για την εισαγωγή των δεδομένων από τον χρήστη, για κάθε παράμετρο, παρέχοντας επιπλέον κατάλληλη οπτικοποίηση όταν αυτό είναι δυνατό.
3. *Παρουσίαση των αποτελεσμάτων*. Παράλληλα με τα δεδομένα εισόδου, η παρουσίαση των αποτελεσμάτων ταξινόμησης κρίνεται σημαντική για την ομάδα. Επομένως, το ΣΥΟΑ πρέπει να παρέχει κατάλληλες αναφορές και οθόνες για την παρουσίαση των αποτελεσμάτων σε μορφή που να επιτρέπει την κατανόησή τους.
4. *Κατανόηση της μεθοδολογίας από τον χρήστη*. Το ΣΥΟΑ πρέπει μέσω της κατάλληλης οδήγησης του χρήστη, να τον οδηγεί στην κατανόηση και χρήση της μεθοδολογίας.

Οι λογικές απαιτήσεις για το ΣΥΟΑ αναφέρονται στην καθεαυτό μεθοδολογία, ακολουθούν τις απαιτήσεις της μεθοδολογίας NeXClass-G όπως παρουσιάστηκε στο Κεφάλαιο 5 και αφορούν τα παρακάτω:

1. *Εισαγωγή ατομικών προτιμήσεων.* Το ΣΥΟΑ πρέπει να παρέχει στα μέλη της ομάδας την δυνατότητα καταχώρησης των παραμέτρων της μεθοδολογίας, τόσο της αποδοχής σε παραμέτρους όσο και των αριθμητικών τιμών, ειδικότερα για τα κριτήρια, τα βάρη των κριτηρίων, τα κατώφλια εισόδου για κάθε κατηγορία, τα κατώφλια αδιαφορίας, προτίμησης και βέτο για κάθε κριτήριο και κατηγορία, και τις επιδόσεις των εναλλακτικών στα κριτήρια.
2. *Σύνθεση ατομικών προτιμήσεων.* Το ΣΥΟΑ πρέπει να υλοποιεί την διαδικασία σύνθεσης των ατομικών βαθμών αποδοχής εφαρμόζοντας την προσέγγιση του τελεστή WOWA, και την σύνθεση των αριθμητικών τιμών ακολουθώντας το βελτιωμένο μοντέλο Συλλογικής κρίσης, όπως παρουσιάστηκαν στο Κεφάλαιο 5.
3. *Παραγωγή βαθμών συναίνεσης.* Το ΣΥΟΑ πρέπει να υπολογίζει τους βαθμούς συναίνεσης για τις παραμέτρους και τα μέλη, όπως καθορίστηκαν στο Κεφάλαιο 5, ώστε να επιτρέπει την αξιολόγηση του βαθμού συναίνεσης σε κάθε σημείο της μεθοδολογίας.
4. *Ταξινόμηση.* Το ΣΥΟΑ πρέπει να παράγει τα αποτελέσματα της ταξινόμησης υλοποιώντας την μεθοδολογία NeXClass όπως παρουσιάστηκε στο Κεφάλαιο 4, με κατάλληλη οπτικοποίηση ώστε να διευκολύνει την κατανόηση.
5. *Ανάλυση ευαισθησίας των αποτελεσμάτων.* Το ΣΥΟΑ πρέπει να παρέχει ανάλυση ευαισθησίας των αποτελεσμάτων της ταξινόμησης με κατάλληλη οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων.

Επιπλέον, το ΣΥΟΑ πρέπει να ικανοποιεί τις παρακάτω γενικές απαιτήσεις οι οποίες είναι αναγκαίες για την υποστήριξη της ομάδας από το ΣΥΟΑ:

1. *Συνεργασία.* Το ΣΥΟΑ πρέπει να προάγει την επικοινωνία ανάμεσα στα μέλη της ομάδας μέσω κατάλληλων λειτουργιών. Καθώς τα μέλη της ομάδας είναι δυνατό να επιλέγονται κατά περίπτωση χωρίς προηγούμενη συνεργασία, το ΣΥΟΑ θα πρέπει να δημιουργεί στα μέλη το αίσθημα ενός κοινού στόχου ελαχιστοποιώντας τους εξατομικευμένους στόχους.
2. *Επικοινωνία.* Καθώς οι λειτουργίες των μονάδων στις σύγχρονες επιχειρήσεις είναι δυνατό να είναι διεσπαρμένες σε διαφορετικές τοποθεσίες, το ίδιο μπορεί να ισχύει και για τα μέλη των ομάδων απόφασης. Η επικοινωνία συνεπώς μεταξύ των μελών και του συντονιστή θα πρέπει να είναι επαρκής ώστε να παράγονται αποτελέσματα σε δεδομένο χρόνο. Το ΣΥΟΑ πρέπει επομένως να παρέχει κατάλληλα εργαλεία επικοινωνίας.

3. *Ανωνυμία*. Παρόλο που η ανωνυμία ενδέχεται να λειτουργήσει αρνητικά στην διαδικασία ομαδικής απόφασης, εντούτοις ενθαρρύνει τα μέλη να εκφράσουν τις προτιμήσεις τους χωρίς περιορισμούς ή εξωτερική επιρροή. Για τον λόγο αυτό, το ΣΥΟΑ θα πρέπει να υποστηρίζει την ανωνυμία στο επίπεδο της παρουσίασης.
4. *Ασύγχρονη χρήση*. Οι διαφορετικές χρονικές ζώνες και τοποθεσίες των σημερινών επιχειρηματικών λειτουργιών απαιτούν ασύγχρονη λειτουργία και λήψη αποφάσεων. Το ΣΥΟΑ πρέπει επομένως να υποστηρίζει ασύγχρονη χρήση αποτελεσματικά.

6.2.2. Τεχνολογία του ΣΥΟΑ

Οι παραπάνω απαιτήσεις καθόρισαν την αρχιτεκτονική η οποία επιλέχθηκε για την ανάπτυξη του ΣΥΟΑ. Με βάση αυτές, για την υλοποίηση του NeXClass-GDSS ΣΥΟΑ επιλέχθηκε μια προσέγγιση πολλαπλών επιπέδων η οποία να μπορεί να λειτουργήσει στο υφιστάμενο περιβάλλον μιας επιχείρησης σχετικά εύκολα. Για τον λόγο αυτό το ΣΥΟΑ σχεδιάστηκε ως εφαρμογή διαδικτύου, η οποία μπορεί χωρίς ιδιαίτερες απαιτήσεις να προσπελαστεί από πολλούς χρήστες. Η συγκεκριμένη επιλογή, αντί της ανάπτυξης εφαρμογής υπό μορφή αυτόνομου λογισμικού, κρίθηκε ότι εξυπηρετεί στον μέγιστο βαθμό τις απαιτήσεις επικοινωνίας και συνεργασίας, καθώς είναι εφικτή η προσπέλαση του ΣΥΟΑ από τα μέλη της ομάδας τόσο ασύγχρονα όσο και από διαφορετικά σημεία. Επιπλέον, ακολουθεί την σύγχρονη τεχνολογική τάση και προσφέρει μεγάλες δυνατότητες επέκτασης. Με βάση αυτή την προσέγγιση, το NeXClass-GDSS σχεδιάστηκε ώστε να έχει την δομή ενός πλήρους και αυτόνομου ιστοχώρου ο οποίος θα φιλοξενηθεί σε οποιονδήποτε εξυπηρετητή και θα είναι προσβάσιμος μέσω του διαδικτύου.

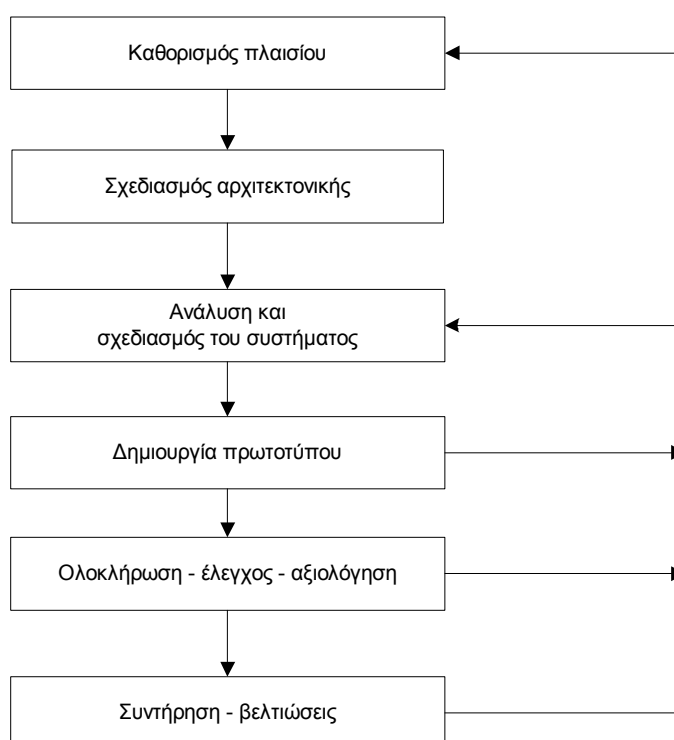
Ειδικότερα, για την ανάπτυξη του ΣΥΟΑ χρησιμοποιήθηκε η γλώσσα προγραμματισμού Java, όπου επίσης χρησιμοποιήθηκαν οι βιβλιοθήκες JCharts για την υλοποίηση γραφημάτων και γραφικών παραστάσεων. Όπως αναφέρθηκε, το ΣΥΟΑ έχει την δομή ενός πλήρους ιστοχώρου, ο οποίος αποτελείται τόσο από στατικές σελίδες όσο και από δυναμικές σελίδες και servlets. Το σύνολο του ιστοχώρου μπορεί να φιλοξενηθεί σε οποιοδήποτε εξυπηρετητή υποστηρίζει τεχνολογία Java, ενώ για τις ανάγκες της εργασίας χρησιμοποιήθηκε ο Apache web server. Για την εξυπηρέτηση των servlets χρησιμοποιήθηκε ο Tomcat, ενώ παράλληλα χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Tomcat Axis για την παροχή ορισμένων υπηρεσιών του ΣΥΟΑ με την μορφή Web Services. Το επίπεδο των δεδομένων υλοποιήθηκε σε βάση δεδομένων MySQL, αλλά μπορεί να φιλοξενηθεί σε οποιαδήποτε σχεσιακή βάση δεδομένων.

Η παραπάνω αρχιτεκτονική προσέγγιση παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα και επιτρέπει την αξιοποίηση υφιστάμενης υποδομής (όπως για παράδειγμα το εσωτερικό δίκτυο μιας επιχείρησης) για την εγκατάστασή του. Επιπλέον, η εύκολη πρόσβαση επιτρέπει την εκπαίδευση των χρηστών με τυποποιημένα παραδείγματα καθώς και την ακαδημαϊκή χρήση.

6.3. Μεθοδολογία ανάπτυξης του NeXClass-GDSS ΣΥΟΑ

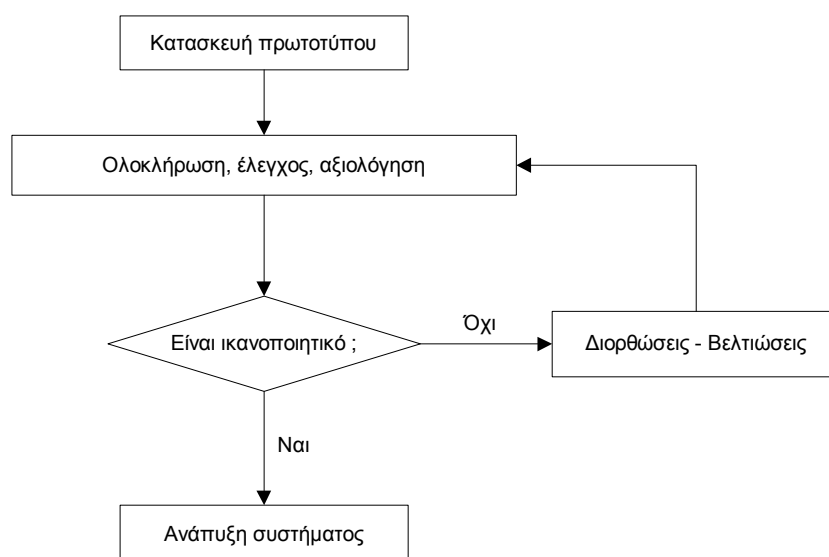
Με βάση την γενική ερευνητική μεθοδολογία όπως αυτή παρουσιάζεται στο πρώτο κεφάλαιο, η ανάπτυξη του ΣΥΟΑ βασίζεται στα πέντε στάδια: καθορισμό του πλαισίου, σχεδιασμό της αρχιτεκτονικής, ανάλυση και σχεδιασμό του συστήματος, δημιουργία πρωτοτύπου και τέλος αξιολόγηση και έλεγχο. Η μεθοδολογία εμπλουτίστηκε με στοιχεία από τις εργασίες των Scott-Morton (1978) και Meador et al. (1984) για τις διαδοχικές φάσεις ανάπτυξης ενός πλήρους ΣΥΑ. Αναλυτικότερα τα στάδια της μεθοδολογίας έχουν ως εξής (Εικόνα 6.1):

1. *Καθορισμός του πλαισίου.* Αρχικά καθορίζονται οι αντικειμενικοί στόχοι ανάπτυξης του συστήματος καθώς και οι αποφάσεις κλειδιά. Κατά το στάδιο αυτό γίνεται διεξοδική έρευνα αφενός μεν για τον προσδιορισμό των απαιτήσεων και αναγκών των χρηστών και αφ' ετέρου για την συγκέντρωση πληροφοριών για τα διαθέσιμα μέσα, την προηγούμενη εμπειρία και την κατάσταση που επικρατεί στον σχετικό ερευνητικό τομέα.
2. *Σχεδιασμός της αρχιτεκτονικής.* Αναλύεται και καθορίζεται η καλύτερη διαδικασία προσέγγισης του θέματος καθώς επίσης και τα απαιτούμενα μέσα για την ολοκλήρωση του συστήματος. Σαν μέσα θεωρούνται η ομάδα εργασίας, τα τεχνικά μέσα, οι οικονομικοί πόροι και τα οργανωτικά θέματα.



Εικόνα 6.1. Διαδικασία ανάπτυξης ΣΥΟΑ

3. *Ανάλυση και σχεδιασμός του συστήματος.* Αποτελεί το στάδιο σχεδιασμού και καθορισμού των λεπτομερειών που αφορούν τη δομή, τα χαρακτηριστικά και τα διάφορα συστατικά του συστήματος. Η εργασία προχωρά στη σχεδίαση των υποσυστημάτων (διαλόγου - επικοινωνίας, διαχείρισης βάσεων δεδομένων και βάσης μοντέλων κλπ) καθώς και των αλληλεπιδράσεών τους.
4. *Δημιουργία πρωτοτύπου.* Το πρωτότυπο είναι ένα πρόχειρο σύστημα που διαθέτει όλα τα απαραίτητα χαρακτηριστικά του πλήρους συστήματος. Το στάδιο αυτό περιλαμβάνει την κατασκευή του πρωτοτύπου συστήματος η οποία αποτελεί την προγραμματιστική υλοποίηση της προηγούμενης εργασίας. Ακολουθούν οι έλεγχοι ορθής λειτουργίας του πρωτοτύπου συστήματος και τυχόν συμπληρωματικές βελτιώσεις. Πολλές φορές, λόγω της πολυπλοκότητας των αποφάσεων, αφ' ενός μεν οι χρήστες δεν γνωρίζουν τι εργασίες ακριβώς επιθυμούν να εκτελεί το σύστημα, αφ' ετέρου τα μέλη της ομάδας εργασίας δεν μπορούν να κατανοήσουν, ακριβώς, τις ανάγκες των χρηστών. Για τον λόγο αυτό κατασκευάζεται ένα πρωτότυπο (prototyping) του συστήματος αντί το πλήρους, το οποίο στη συνέχεια ελέγχεται και εκτιμάται από τους χρήστες-αποφασίζοντες, πριν προχωρήσει η πλήρης ανάπτυξη του συστήματος (Εικόνα 6.2).



Εικόνα 6.2. Διαδικασία ανάπτυξης πρωτοτύπου

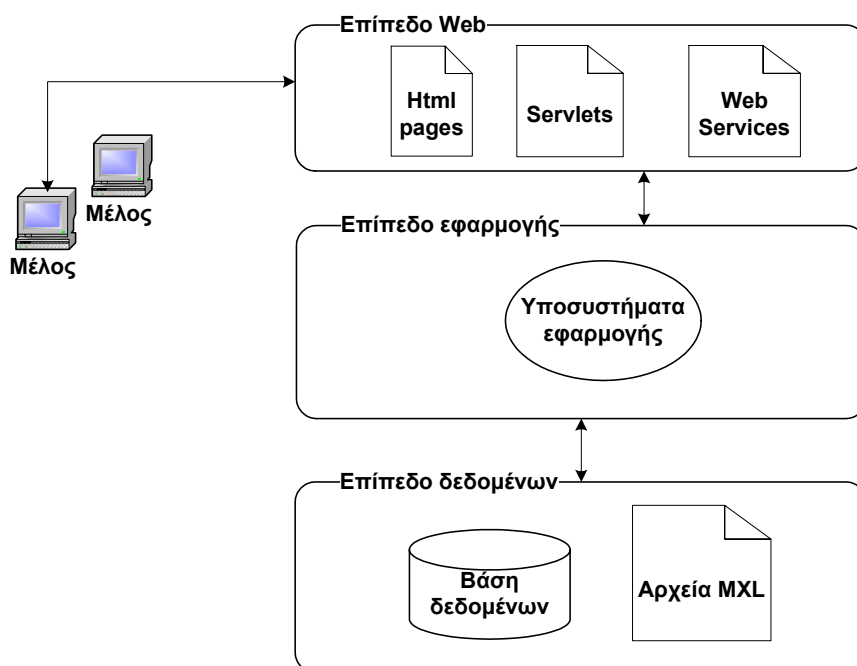
5. *Ολοκλήρωση, έλεγχος και αξιολόγηση.* Αρχικά πραγματοποιείται έλεγχος (testing) και εκτίμηση (evaluation) για το αν το σύστημα αφ' ενός μεν παρέχει αυτά για τα οποία σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε και αφ' ετέρου για το αν ικανοποιεί τις απαιτήσεις των χρηστών - αποφασιζόντων (Sprague and Carlson, 1982; Andriole 1989; Adelman 1992). Τυχόν αποκλίσεις οδηγούν στη διόρθωση του συστήματος και στην εκ νέου επανάληψη των υπόλοιπων απαραίτητων εργασιών. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται μέχρι το σύστημα να ικανοποιεί πλήρως τις ανάγκες των χρηστών και αποφασιζόντων. Στη συνέχεια ακολουθεί η επίσημη παρουσίαση και επίδειξη (demonstration) όλων των δυνατοτήτων του συστήματος στο επιτελείο της επιχείρησης. Ακολουθεί η εκπαίδευση (training) των χρηστών στη λειτουργία του συστήματος τόσο

από θεωρητικής όσο και από πρακτικής πλευράς. Τέλος το σύστημα αναπτύσσεται (deployment) σε όλες τις θέσεις εργασίας και τίθεται σε πλήρη λειτουργία. Το σύστημα συνοδεύεται από εγχειρίδια λειτουργίας του και έχει τη δυνατότητα παροχής το ίδιο, ανά πάσα στιγμή, οδηγιών στους χρήστες για τον τρόπο λειτουργίας του.

6. *Συντήρηση και βελτιώσεις.* Είναι η διαρκής υποστήριξη του συστήματος στα τυχόν προβλήματα που θα δημιουργηθούν κατά τη διάρκεια της ζωής του. Επίσης κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του συστήματος μπορεί να δημιουργηθούν νέες ανάγκες στους χρήστες-αποφασίζοντες ή να χρειασθεί να προστεθούν κάποια νέα χαρακτηριστικά (νέες μέθοδοι κλπ) ή οποιαδήποτε άλλη πρόσθετη μεταβολή.

6.4. Αρχιτεκτονική του NeXClass-GDSS ΣΥΟΑ

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, το ΣΥΟΑ αποτελείται από τρία βασικά επίπεδα. Τα επίπεδα είναι: το *επίπεδο δεδομένων*, το *επίπεδο εφαρμογής* και το *επίπεδο web* (Εικόνα 6.3).

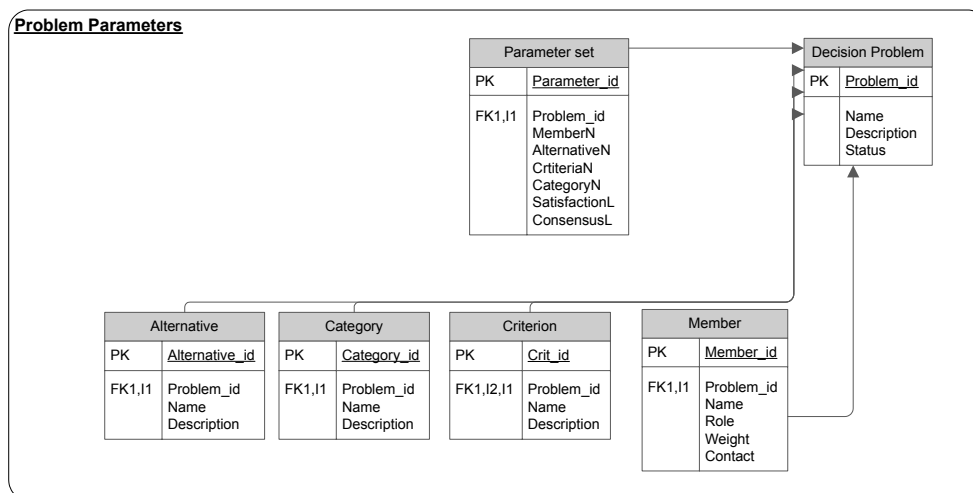


Εικόνα 6.3. Αρχιτεκτονική του ΣΥΟΑ

Στην συνέχεια παραθέτονται τα βασικά υποσυστήματα τα οποία αναπτύχθηκαν σε κάθε επίπεδο για την υποστήριξη των λειτουργιών του ΣΥΟΑ.

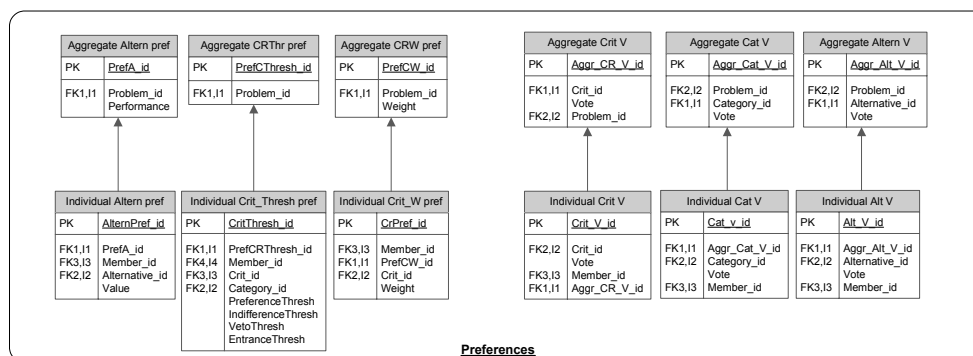
1. *Επίπεδο εφαρμογής.* Το επίπεδο αυτό φιλοξενεί όλα τα λειτουργικά υποσυστήματα τα οποία υλοποιούν την μεθοδολογία NeXClass-G. Το ΣΥΟΑ όπως αναφέρθηκε έχει αναπτυχθεί εξ ολοκλήρου σε γλώσσα προγραμματισμού Java, και αποτελείται από τα παρακάτω κύρια υποσυστήματα:

- a. *Υποσύστημα συντονισμού.* Είναι το βασικό υποσύστημα του ΣΥΟΑ και είναι υπεύθυνο για τον συντονισμό των μελών της ομάδας.
 - b. *Υποσύστημα επικοινωνίας.* Το υποσύστημα υλοποιεί την απαραίτητη λειτουργικότητα η οποία απαιτείται για την επικοινωνία μεταξύ των μελών και του συντονιστή.
 - c. *Υποσύστημα αλγόριθμος ταξινόμησης.* Το υποσύστημα υλοποιεί τον αλγόριθμο πολυκριτηρικής ταξινόμησης NeXClass.
 - d. *Υποσύστημα σύνθεσης.* Το υποσύστημα υλοποιεί τις διαδικασίες σύνθεσης των ατομικών προτιμήσεων ακολουθώντας την μεθοδολογία. Με βάση την μεθοδολογία η σύνθεση πραγματοποιείται χρησιμοποιώντας το βελτιωμένο μοντέλο Συλλογικής κρίσης και τον τελεστή WOWA.
 - e. *Υποσύστημα παρουσίασης.* Το υποσύστημα είναι υπεύθυνο για την διαμόρφωση της παρουσίασης σε μορφή κειμένου όσο και γραφικών παραστάσεων. Η χρήση γραφικών παραστάσεων για την οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων αυξάνει την εξοικείωση των μελών με την μεθοδολογία και την κατανόηση των αποτελεσμάτων. Για την ανάπτυξη των γραφικών παραστάσεων χρησιμοποιήθηκε η βιβλιοθήκη JCharts.
2. *Επίπεδο δεδομένων.* Το επίπεδο αυτό διαχειρίζεται όλα τα δεδομένα τα οποία απαιτούνται για προβλήματα ομαδικών αποφάσεων ταξινόμησης και αποτελεί ένα από τα βασικά τμήματα της αρχιτεκτονικής του ΣΥΟΑ. Καθώς το ΣΥΟΑ σχεδιάστηκε με στόχο την λειτουργία σε πραγματικό περιβάλλον λήψης αποφάσεων, το μοντέλο δεδομένων σχεδιάστηκε ώστε να καλύπτει τις σχετικές ανάγκες. Είναι δυνατό να αποθηκεύσει παραμέτρους και δεδομένα από αρκετά προβλήματα ταυτόχρονα και μπορεί να διαχειριστεί οποιοδήποτε συνδυασμό από ατομικές παραμέτρους χωρίς να δημιουργείται πρόβλημα. Επίσης επιλυμένα προβλήματα μπορεί να αποθηκευτούν για επίδειξη ή εκπαίδευση διατηρώντας ωστόσο την ιδιωτικότητα των δεδομένων. Για την υλοποίηση των παραπάνω σχεδιάστηκε ένα σχεσιακό μοντέλο δεδομένων το οποίο διαχωρίζει τρεις οντότητες δεδομένων οι οποίες περιλαμβάνουν δεδομένα για, τις παραμέτρους του προβλήματος, τις προτιμήσεις και τα αποτελέσματα. Κάθε οντότητα αποτελείται από έναν αριθμό σχεσιακών πινάκων οι οποίοι μαζί με τις σχέσεις ικανοποιούν τις ανάγκες του ΣΥΟΑ. Το μοντέλο αυτό μπορεί να υλοποιηθεί σε οποιαδήποτε σχεσιακή βάση δεδομένων η οποία είναι διαθέσιμη σε επιχειρηματικό περιβάλλον. Επιπλέον, υπάρχει η δυνατότητα εισαγωγής δεδομένων από αρχεία XML για προβλήματα με μεγάλο αριθμό εναλλακτικών όπου τα δεδομένα παράγονται από εναλλακτικές εφαρμογές.
- a. Η οντότητα *παραμέτροι* προβλήματος περιλαμβάνει πίνακες οι οποίοι αποθηκεύουν όλα τα δεδομένα σχετικά με ένα πρόβλημα ταξινόμησης (Εικόνα 6.4) τα οποία αφορούν τις παραμέτρους του προβλήματος όπως τα κριτήρια, τις κατηγορίες, τις παραμέτρους και τα μέλη.



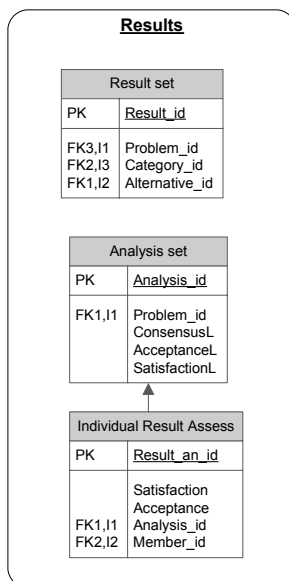
Εικόνα 6.4. Οντότητα παραμέτρων προβλήματος

- b. Η οντότητα *προτιμήσεις* αποθηκεύει τα δεδομένα τα οποία παριστούν τις προτιμήσεις των μελών. Διαχωρίζεται σε δύο υποσύνολα πινάκων, τα οποία αποθηκεύουν τις ατομικές προτιμήσεις και τις ομαδικές αντίστοιχα (Εικόνα 6.5) οι οποίες αποτελούν την εισοδο για την μεθοδολογία ταξινόμησης.
- c. Η οντότητα *αποτελέσματα* αποθηκεύει όλα τα δεδομένα τα οποία σχετίζονται με τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την επίλυση του προβλήματος (Εικόνα 6.6).



Εικόνα 6.5. Οντότητα προτιμήσεων προβλήματος

3. *Επίπεδο web*. Το επίπεδο αυτό παρέχει την λειτουργικότητα της διεπαφής με τον χρήστη μέλος της ομάδας. Η διεπαφή έχει σχεδιαστεί ώστε να καθοδηγεί τον χρήστη στα βήματα της μεθοδολογίας και έχει υλοποιηθεί με τεχνολογία διαδικτύου. Στατικές σελίδες και servlets, παρέχουν με φιλικό τρόπο λειτουργικότητα στους χρήστες. Επιπρόσθετα, ακολουθώντας την τρέχουσα προσέγγιση στις εφαρμογές διαδικτύου (SOA), ορισμένες υπηρεσίες είναι δυνατό να παρασχεθούν με την μορφή web services.



Εικόνα 6.6. Οντότητα αποτελεσμάτων προβλήματος

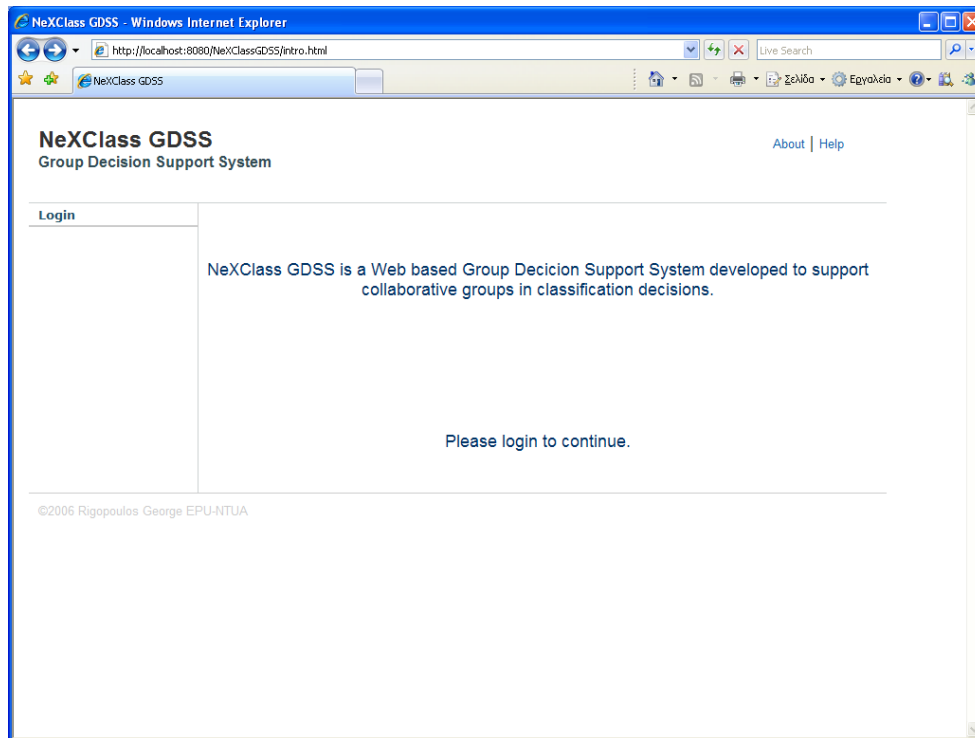
6.5. Λειτουργίες NeXClass-GDSS ΣΥΟΑ

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζονται συνοπτικά οι βασικές λειτουργίες του ΣΥΟΑ καθώς και αντίστοιχες οθόνες από το ΣΥΟΑ από την τρέχουσα υλοποίηση.

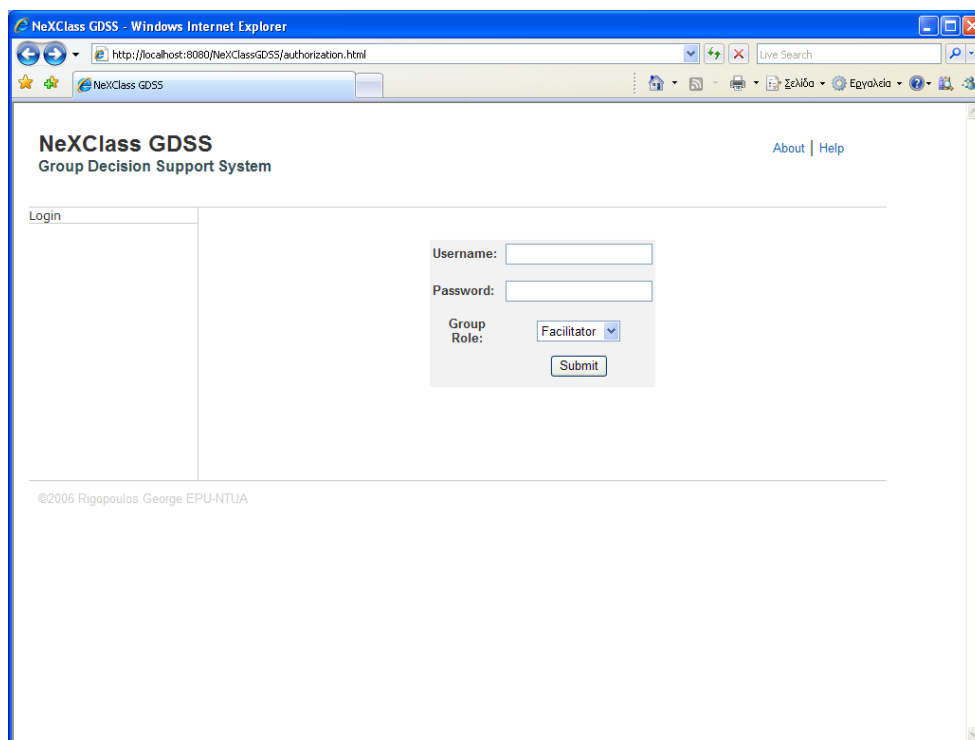
6.5.1. Πρόσβαση

Όπως αναφέρθηκε στα προηγούμενα, το ΣΥΟΑ είναι προσβάσιμο μέσω διαδικτύου και οι χρήστες εισέρχονται στο ΣΥΟΑ μέσω μιας κεντρικής ιστοσελίδας εισόδου σε σχετικό URL (Εικόνα 6.7). Η εφαρμογή τεχνολογίας διαδικτύου επιτρέπει είτε την εγκατάσταση σε τοπικό επίπεδο (για παράδειγμα στο περιβάλλον μιας επιχείρησης) ή την εγκατάσταση σε κεντρικό επίπεδο (για παράδειγμα σε ακαδημαϊκό περιβάλλον) και την χρήση από διαφορετικές ομάδες εφόσον διασφαλίζεται η ιδιωτικότητα των δεδομένων με κατάλληλους κωδικούς.

Στην σελίδα εισόδου (Εικόνα 6.8) οι χρήστες παρέχουν τον κωδικό πρόσβασης, και εκτελείται αυθεντικοποίησή τους. Το ΣΥΟΑ αναγνωρίζει δύο ρόλους, τον *συντονιστή* και το *μέλος*. Ο συντονιστής εισάγεται σε μια πλήρη έκδοση του ΣΥΟΑ, η οποία περιλαμβάνει όλες τις λειτουργίες καθορισμού του προβλήματος και συντονισμού της ομάδας, ενώ τα απλά μέλη εισάγονται σε μια έκδοση η οποία περιλαμβάνει ένα υποσύνολο λειτουργιών της πλήρους, και επιτρέπει στα μέλη την καταχώρηση των προτιμήσεών τους και την παρακολούθηση των αποτελεσμάτων της διαδικασίας.



Εικόνα 6.7. Πρόσβαση στο ΣΥΟΑ



Εικόνα 6.8. Αuthεντικοποίηση χρηστών

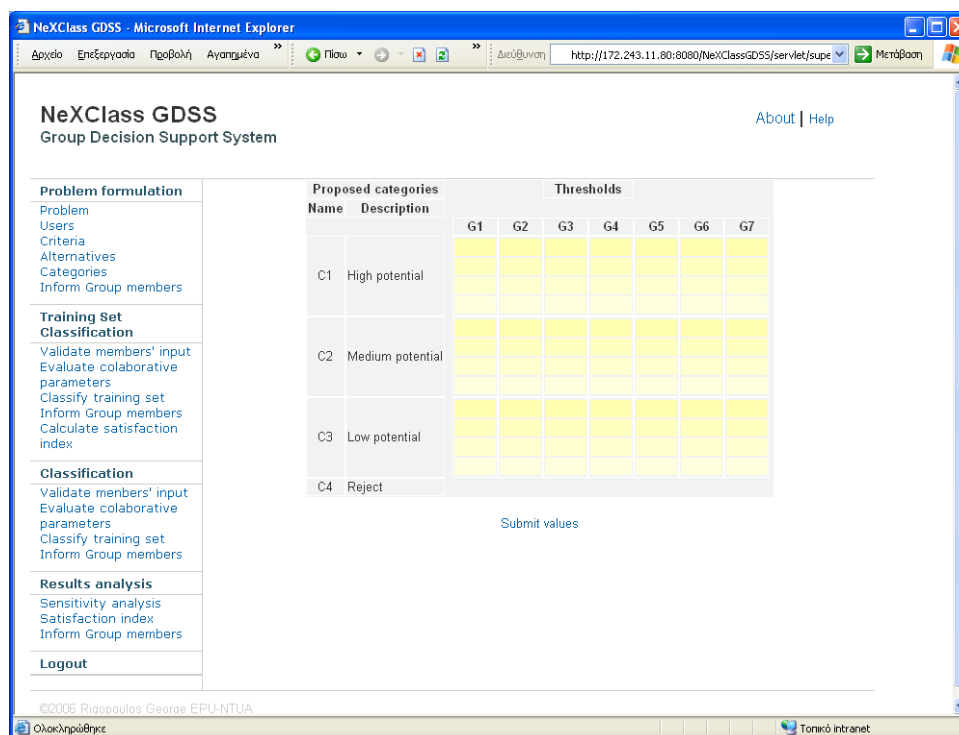
6.5.2. Συντονιστής

Η περιοχή του συντονιστή παρέχει όλη την λειτουργικότητα ώστε ο συντονιστής να διαμορφώσει και να διαχειριστεί ένα πρόβλημα. Ο συντονιστής έχει την δυνατότητα να δημιουργήσει ένα νέο πρόβλημα ή να επεξεργαστεί ένα υφιστάμενο, το οποίο είναι σε εξέλιξη. Καθώς το ΣΥΟΑ έχει την δυνατότητα να αποθηκεύσει χωρίς περιορισμούς μεγάλο αριθμό προβλημάτων και παραμέτρων, είναι δυνατή η διαμόρφωση και ταυτόχρονη επεξεργασία αρκετών προβλημάτων χωρίς πρόβλημα.

Ο συντονιστής σε κάθε νέο πρόβλημα μέσω κατάλληλων σελίδων (Εικόνες 6.9, 6.10) έχει την δυνατότητα να καθορίσει πλήρως το πρόβλημα, να εισάγει τις απαιτούμενες παραμέτρους και να ενημερώσει τα μέλη. Για τα υφιστάμενα προβλήματα έχει την δυνατότητα να επεξεργαστεί τα δεδομένα, να συνθέσει τις προτιμήσεις των μελών και να ταξινομήσει τις εναλλακτικές. Επίσης έχει την δυνατότητα να ελέγχει τον βαθμό συναίνεσης σε κάθε σημείο της εφαρμογής της μεθοδολογίας και να πράττει ανάλογα.

The screenshot shows the 'NeXClass GDSS' web application running in Microsoft Internet Explorer. The browser's address bar shows the URL: `http://172.243.11.80:8080/NeXClassGDSS/servelet/su`. The page title is 'NeXClass GDSS Group Decision Support System'. There are links for 'About' and 'Help' in the top right corner. On the left side, there is a navigation menu with the following items: 'Problem formulation' (selected), 'Users', 'Criteria', 'Alternatives', 'Categories', 'Inform Group members', 'Training Set Classification', 'Classify training set', 'Inform Group members', and 'Logout'. The main content area is titled 'Problem formulation' and contains several input fields: 'Problem name:', 'Problem description:', 'Number of criteria:', 'Number of categories:', 'Number of users:', 'Number of alternatives:', 'Consensus degree:', 'Satisfaction degree:', and 'Acceptance degree:'. Each of these fields has a corresponding input box. At the bottom of the form, there is a 'Create problem' button. The footer of the page contains the copyright notice: '©2006 Rigopoulos George EPU-NTUA'. The Windows taskbar at the bottom shows the system clock and the 'Τοπικό intranet' icon.

Εικόνα 6.9. Καθορισμός παραμέτρων προβλήματος



Εικόνα 6.10. Καθορισμός παραμέτρων κατηγοριών

6.5.3. Μέλη

Η περιοχή των μελών παρέχει όλη την λειτουργικότητα ώστε το μέλος της ομάδας να καταχωρήσει τις προτιμήσεις του με εύχρηστο τρόπο. Το μέλος της ομάδας έχει την δυνατότητα να επιλέξει διαφορετικά προβλήματα, εφόσον του έχουν κοινοποιηθεί από τον συντονιστή τα κατάλληλα στοιχεία πρόσβασης. Το μέλος της ομάδας μέσω κατάλληλων σελίδων (Εικόνα 6.11) έχει την δυνατότητα να εισάγει τις ατομικές προτιμήσεις του για τις παραμέτρους του προβλήματος. Επίσης έχει την δυνατότητα να ελέγχει τον βαθμό συναίνεσης σε κάθε σημείο της εφαρμογής της μεθοδολογίας. Ένας αριθμός γραφικών παραστάσεων παρέχει βοήθεια στην κατανόηση των παραμέτρων του προβλήματος (Εικόνα 6.12).

6.5.4. Ταξινόμηση

Έπειτα από τον έλεγχο των προτιμήσεων των χρηστών και την σύνθεση, ο συντονιστής εκτελεί την ταξινόμηση και ενημερώνει τα μέλη για τα αποτελέσματα και την τελική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων (Εικόνα 6.13).

NeXClass GDSS - Microsoft Internet Explorer

http://172.243.11.80:8080/NeXClassGDSS/Servlet/User

NeXClass GDSS
Group Decision Support System

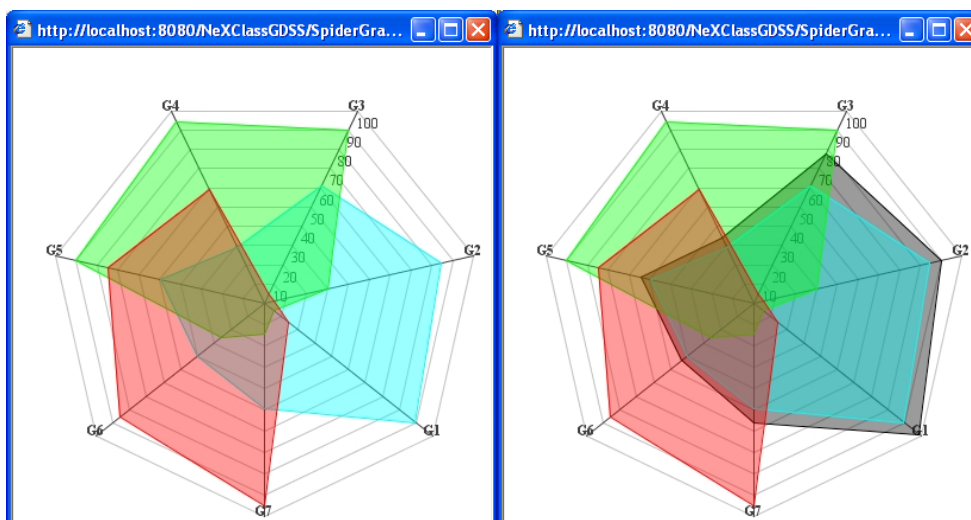
About | Help

Problem	Proposed parameters				Preferences		
	Name	Description	Weight	Asc/Desc	Acceptance	Weight	Asc/Desc
Problem parameters	G1	Ease of access to ATM location	14	Asc	Yes		Ascending
Member preferences	G2	Visibility of ATM	22	Asc	Yes		Ascending
Criteria	G3	Store position in area	7	Asc	Yes		Ascending
Alternatives	G4	Competition from other bank's ATMs	12	Asc	Yes		Ascending
Categories	G5	Competition from same bank's ATMs	7	Asc	Yes		Ascending
Classification Results	G6	Merchant activity within the location area	25	Desc	Yes		Ascending
Main Set results	G7	Population density within the location area	10	Asc	Yes		Ascending
Analysis	G8	--	0	Asc	Yes		Ascending
Results assessment	G9	--	0	Asc	Yes		Ascending
Satisfaction/Acceptance	G10	--	0	Asc	Yes		Ascending
Logout							

Submit values

Tonic intranet

Εικόνα 6.11. Καθορισμός ατομικών προτιμήσεων μέλους



Εικόνα 6.12. Γραφική παράσταση κατωφλίων

The screenshot shows the NeXClass GDSS web application interface. The main content area displays a table of classification results for 15 alternatives (A1 to A15) across four criteria (C1, C2, C3, C4). The results are visualized using a grid of red and yellow cells, with a 'Graph' link provided for each alternative. The left sidebar contains navigation links for various sections of the application.

	C1	C2	C3	C4
A 1	Red	Yellow	Yellow	Graph
A 2	Yellow	Red	Yellow	Graph
A 3	Yellow	Yellow	Red	Graph
A 4	Yellow	Red	Yellow	Graph
A 5	Yellow	Yellow	Red	Graph
A 6	Yellow	Red	Yellow	Graph
A 7	Yellow	Red	Yellow	Graph
A 8	Yellow	Yellow	Red	Graph
A 9	Yellow	Red	Yellow	Graph
A 10	Yellow	Red	Yellow	Graph
A 11	Red	Yellow	Yellow	Graph
A 12	Yellow	Red	Yellow	Graph
A 13	Yellow	Red	Yellow	Graph
A 14	Red	Yellow	Yellow	Graph
A 15	Yellow	Red	Yellow	Graph

Εικόνα 6.13. Αποτέλεσμα ταξινόμησης

6.6. Αξιολόγηση NeXClass-GDSS ΣΥΟΑ

Όπως αναφέρθηκε, ένας από τους στόχους της διατριβής είναι η εφαρμογή της μεθοδολογίας NeXClass-G σε πραγματικό περιβάλλον για την αντιμετώπιση προβλήματος ταξινόμησης. Ειδικότερα, όπως θα παρουσιαστεί στο Κεφάλαιο 8, το πρόβλημα αφορά στην ταξινόμηση τοποθεσιών για την εγκατάσταση ATM, και ο στόχος είναι η μοντελοποίηση του προβλήματος και η αντικατάσταση της υφιστάμενης ευρετικής διαδικασίας. Για το συγκεκριμένο πρόβλημα εφαρμόστηκε η μεθοδολογία μέσω του πρωτότυπου NeXClass-GDSS ΣΥΟΑ το οποίο παρουσιάστηκε στο παρόν κεφάλαιο. Τόσο η NeXClass-G όσο και το αντίστοιχο NeXClass-GDSS ΣΥΟΑ είχαν ως στόχο να προσφέρουν μια συστηματική αντιμετώπιση στο πρόβλημα της ταξινόμησης αποτυπώνοντας με ορθολογικό τρόπο το μοντέλο προτίμησης της τράπεζας. Η χρήση του ΣΥΟΑ επομένως από την ομάδα αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την επιτυχή εφαρμογή της μεθοδολογίας.

Γενικότερα, δεν έχει παρουσιαστεί στην βιβλιογραφία κάποιο ενιαίο μοντέλο αξιολόγησης πολυκριτηριακού ΣΥΟΑ ως προς την αποδοχή από τον χρήστη/αποφασίζοντα. Ωστόσο, στην περίπτωση της τράπεζας η αντικατάσταση της υφιστάμενης διαδικασίας με το ΣΥΟΑ εγείρει θέματα αποδοχής και για τον λόγο αυτό κρίνεται απαραίτητη η διερεύνηση των παραγόντων οι οποίοι επηρεάζουν την αποδοχή του νέου ΣΥΟΑ και της μεθοδολογίας. Για τον λόγο αυτό, διαμορφώθηκε ένα ερευνητικό μοντέλο αξιολόγησης της λειτουργικότητας και συνολικής εφαρμογής του ΣΥΟΑ για την επίλυση προβλημάτων ταξινόμησης. Το μοντέλο το οποίο

παρουσιάζεται συνοπτικά στην συνέχεια έχει ως στόχο να παράσχει μια αρχική προσέγγιση για την αξιολόγηση πολυκριτηριακών ΣΥΟΑ ως προς την αποδοχή της ομάδας, και να αναδείξει την συγκεκριμένη αναγκαιότητα ειδικά για την περίπτωση όπου το ΣΥΟΑ προορίζεται να χρησιμοποιηθεί για υποστήριξη λειτουργικών αποφάσεων.

Ακολουθώντας προσεγγίσεις αξιολόγησης οι οποίες έχουν εφαρμοστεί σε ΣΥΟΑ γενικής χρήσης, εκτελέστηκε αξιολόγηση του ΣΥΟΑ (Lu και Quaddus, 2002) στο περιβάλλον της τράπεζας. Συγκεκριμένα καθορίστηκε ένας αριθμός από πέντε παράγοντες και έντεκα υποπαράγοντες (Πίνακας 6.1) και διαμορφώθηκαν ερωτηματολόγια σε κλίμακα 1-5 τα οποία συμπληρώθηκαν από τα μέλη ομάδας, έπειτα από την εκτέλεση ορισμένων πειραμάτων ταξινόμησης.

Η ομάδα αποτελείτο από λειτουργούς της τράπεζας και αξιολόγησε το ΣΥΟΑ έπειτα από σχετική εκπαίδευση στην μεθοδολογία και εξοικείωση με την χρήση του ΣΥΟΑ με την εκτέλεση ορισμένων δοκιμαστικών ταξινομήσεων. Οι απαντήσεις περιλαμβάνουν τόσο τον συντονιστή όσο και τα μέλη.

Πίνακας 6-1. Παράγοντες αξιολόγησης ΣΥΟΑ

Παράγοντας	Υποπαράγοντες
Είσοδος	Οργάνωση εισόδου Ευκολία διαδικασίας εισόδου
Εξόδος	Οργάνωση εξόδου Παρουσίαση εξόδου
Αλληλεπίδραση	Εύκολο στην αλληλεπίδραση Εύκολο στην κατανόηση
Απόδοση	Επάρκεια Αποτελεσματικότητα Αναβάθμιση λήψης απόφασης
Συμπεριφορά	Ικανοποίηση Confidence

Οι απαντήσεις αναλύθηκαν χρησιμοποιώντας περιγραφική στατιστική ανάλυση με το SPSS. Παρόλο το μικρό μέγεθος του δείγματος, τα αποτελέσματα δείχνουν θετικά στοιχεία για την χρήση του ΣΥΟΑ σε ομαδικές αποφάσεις (Πίνακας 6.2). Συνοπτικά, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι όλοι οι παράγοντες έχουν τιμές μεγαλύτερες από 4 και είναι κοντά στην μέγιστη τιμή 5 με αποδεκτές τιμές απόκλισης. Ειδικότερα, η ευκολία χρήσης και η παρουσίαση των αποτελεσμάτων και η βελτίωση της διαδικασίας λήψης απόφασης έλαβαν υψηλούς βαθμούς δείχνοντας ότι αυτές οι λειτουργίες ικανοποιούν τις ανάγκες των χρηστών.

Από τα παραπάνω πειράματα στο τραπεζικό περιβάλλον καθώς και την συνολική λειτουργία του ΣΥΟΑ συμπεραίνεται ότι η μεθοδολογία και το ΣΥΟΑ παρέχουν ένα αξιόπιστο τρόπο λήψης απόφασης ομαδικών αποφάσεων ταξινόμησης και ειδικότερα:

1. Το ΣΥΟΑ παρέχει μια δομημένη διαδικασία για την επίλυση προβλημάτων

ταξινόμησης καθορίζοντας τα βήματα με τέτοιο τρόπο ώστε τα μέλη να την υιοθετούν σχετικά γρήγορα.

2. Η διεπαφή παρέχει ένα εύχρηστο τρόπο στα μέλη να ορίσουν τις προτιμήσεις τους χωρίς να συνεργάζονται στον ίδιο τόπο και χρόνο.
3. Μέσα από την διεπαφή, ο συντονιστής μπορεί να σχηματίσει μια ομάδα και να συντονίσει την διαδικασία.

Πίνακας 6-2. Αποτελέσματα αξιολόγησης ΣΥΟΑ

Παράγοντας	Υποπαράγοντες	Mean Extent	Απόκλιση
Είσοδος	Οργάνωση εισόδου	4.4	0.4567
	Ευκολία διαδικασίας εισόδου	4,67	0.6456
Έξοδος	Οργάνωση εξόδου	4,3	0.5632
	Παρουσίαση εξόδου	4.63	0.6733
Αλληλεπίδραση	Εύκολο στην αλληλεπίδραση	4.44	0.5443
	Εύκολο στην κατανόηση	4.31	0.55
Απόδοση	Επάρκεια	4.5	0.6822
	Αποτελεσματικότητα	4.51	0.6122
	Αναβάθμιση λήψης απόφασης	4.61	0.5987
Συμπεριφορά	Ικανοποίηση	4.21	0.5664
	Confidence	4.13	0.6334

6.7. Θέματα προς διερεύνηση και μελλοντικές προοπτικές

Στα προηγούμενα παρουσιάστηκε το ΣΥΟΑ NeXClass-GDSS για ομαδική ταξινόμηση σε μη διατεταγμένες κατηγορίες. Από την παρουσίαση των χαρακτηριστικών καθώς και την εφαρμογή του σε πραγματικό περιβάλλον, είναι προφανές ότι παρουσιάζει ορισμένους περιορισμούς σε σχέση με τα προβλήματα τα οποία αντιμετωπίζει. Ωστόσο, η περαιτέρω μελέτη του ΣΥΟΑ, η πλήρης συγκριτική αξιολόγησή του με εναλλακτικές προσεγγίσεις καθώς και τα όποια ειδικότερα θέματα εγείρονται, αποτελούν θέματα προς διερεύνηση και αναζήτηση από μελλοντικές ερευνητικές εργασίες ανοίγοντας τον δρόμο σε περαιτέρω εργασία και ανάπτυξη της περιοχής των ΣΥΟΑ, και την πειραματική αξιολόγηση τους σε σχέση με εναλλακτικές προσεγγίσεις. Ειδικότερα, ορισμένα θέματα προς μελλοντική διερεύνηση αποτελούν τα εξής:

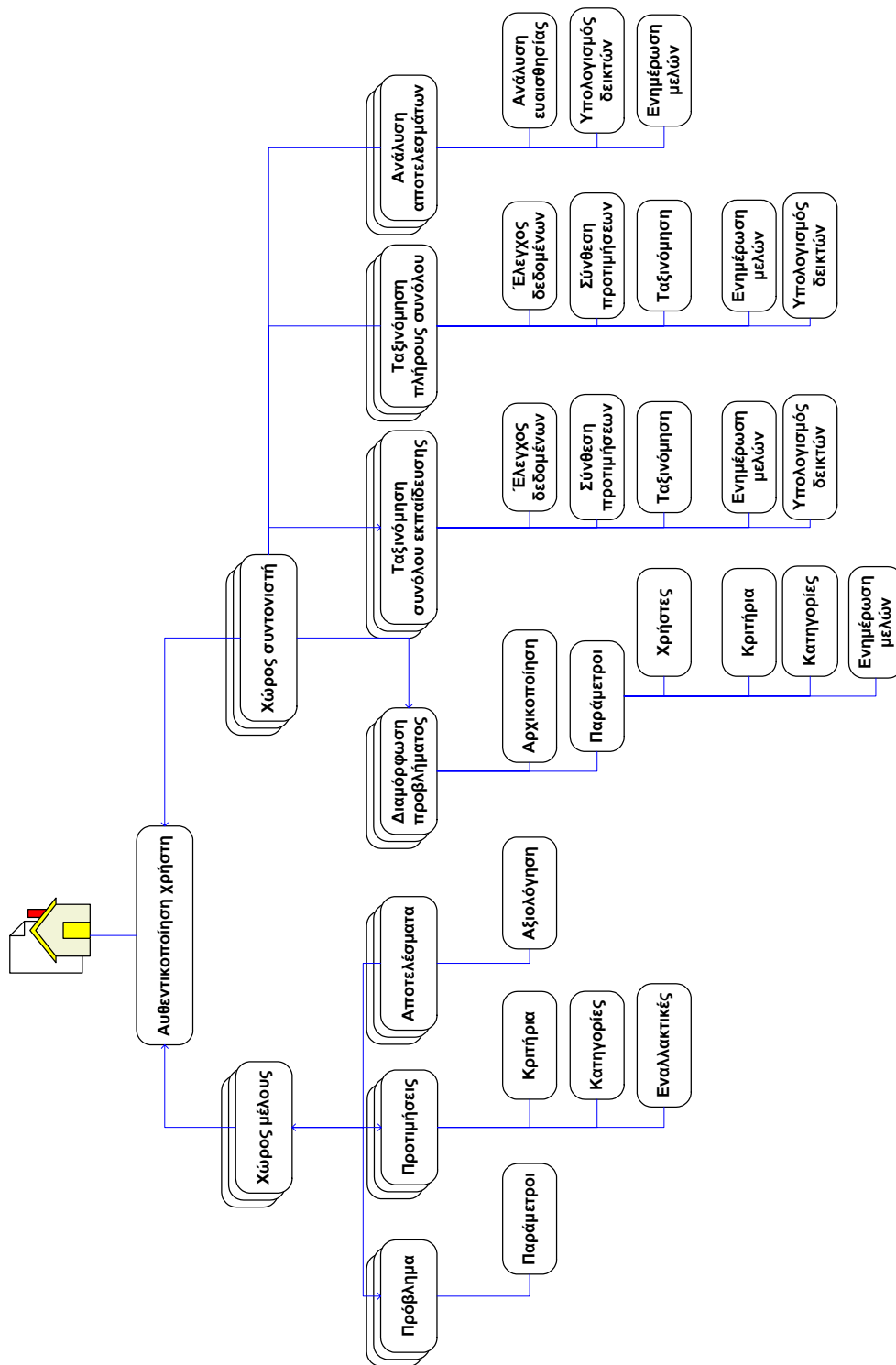
1. Ένα σημαντικό σημείο το οποίο επηρεάζει την πρακτική εφαρμογή του ΣΥΟΑ και προκύπτει από την NeXClass-G, αποτελεί ο αριθμός των παραμέτρων τις οποίες καλούνται τα μέλη της ομάδας να καθορίσουν. Οι παράμετροι αφορούν στα διάφορα κατώφλια καθώς και τα κριτήρια. Πάντως, αν και έχει ληφθεί μέριμνα για την απλοποίηση της διαδικασίας εισαγωγής τιμών, ο καθορισμός των παραμέτρων αποτελεί θέμα προς μελλοντική διερεύνηση.
2. Η οπτικοποίηση των τιμών τόσο των παραμέτρων όσο και των αποτελεσμάτων είναι πολύ σημαντική για την κατανόηση από τα μέλη της ομάδας. Μελλοντικά

προβλέπεται η ενσωμάτωση στο ΣΥΟΑ βελτιωμένων δυνατοτήτων σε γραφικές παραστάσεις και παρουσίαση των δεδομένων.

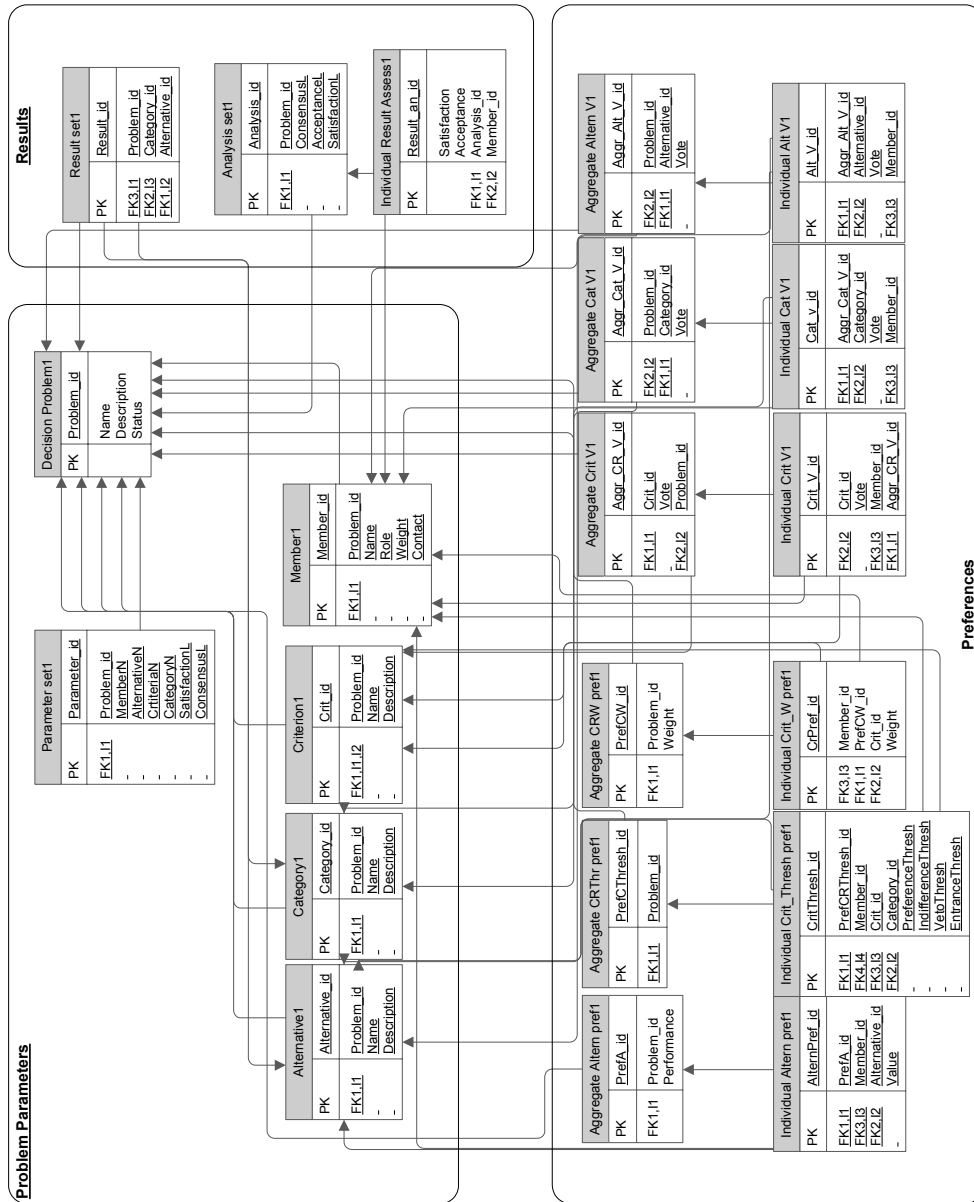
3. Καθώς τα ΣΥΟΑ αριθμούν πλέον ένα πολύ σημαντικό αριθμό, είναι αναγκαίο ένα πλαίσιο αξιολόγησης μεταξύ ομοειδών ΣΥΟΑ αφενός αλλά και εναλλακτικών προσεγγίσεων αφετέρου.
4. Τέλος, μελλοντικά προβλέπεται η περαιτέρω ανάπτυξη του ΣΥΟΑ με την ενσωμάτωση περισσότερων λειτουργιών για ενίσχυση της ομαδικής συνεργασίας.

6.8. Σύνοψη

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάστηκε το ΣΥΟΑ ταξινόμησης NeXClass-GDSS το οποίο υλοποιεί την μεθοδολογία NeXClass-G σε όλα τα στάδιά της. Ειδικότερα, παρουσιάστηκαν οι βασικές απαιτήσεις και η μεθοδολογία ανάπτυξης του συστήματος, καθώς και τα κύρια υποσυστήματα και οι βασικές λειτουργίες του. Επίσης παρουσιάστηκαν συνοπτικά ευρήματα από την αξιολόγησή του από ομάδα σε επίλυση προβλήματος ταξινόμησης από χρήστες σε πραγματικό περιβάλλον. Ο στόχος της ανάπτυξης του ΣΥΟΑ είναι αφενός να υποστηρίξει το συγκεκριμένο πρόβλημα ταξινόμησης, και αφετέρου να παρουσιάσει μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για την ανάπτυξη αυτόνομων ΣΥΟΑ τα οποία θα ενσωματώνουν χαρακτηριστικά εφάμιλλα των πολυκριτηριακών ΣΥΑ, και να συμβάλλει στην περαιτέρω ανάπτυξη του πεδίου των ομαδικών αποφάσεων. Από την εφαρμογή του NeXClass-GDSS σε πραγματικό περιβάλλον και την σχετική αξιολόγηση προκύπτει ότι καλύπτει τους παραπάνω στόχους με επάρκεια.



Εικόνα 6.14. Διάγραμμα του ιστοχώρου του ΣΥΟΑ



Εικόνα 6.15. Μοντέλο δεδομένων του ΣΥΟΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

Εφαρμογή μεθοδολογίας NeXClass

Τραπεζικό περιβάλλον - Ταξινόμηση εμπόρων κατόχων τερματικών ηλεκτρονικών πληρωμών (EFTPoS)

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται αναλυτική εφαρμογή της μεθοδολογίας NeXClass (Rigoroulos et al., 2008a; 2008c) σε πραγματικό πρόβλημα ταξινόμησης στον τραπεζικό τομέα. Το πρόβλημα αφορά στην ταξινόμηση εμπόρων, οι οποίοι παρέχουν υπηρεσίες ηλεκτρονικών πληρωμών μέσω του δικτύου της τράπεζας με την βοήθεια κατάλληλων τερματικών. Αναλύεται το μοντέλο το οποίο αναπτύχθηκε για τις ανάγκες της τράπεζας, και παρουσιάζονται αποτελέσματα από την εφαρμογή της μεθοδολογίας, τα οποία υποστηρίζουν την καταλληλότητά της για την αντιμετώπιση πολυκριτηριακών προβλημάτων ταξινόμησης.

7.1. Εισαγωγή

Η χρήση πολυκριτηριακής ανάλυσης σε προβλήματα του χρηματοοικονομικού τομέα έχει μελετηθεί εκτενώς και έχει αποδειχτεί η χρησιμότητά της ως προς την βελτίωση τόσο της διαδικασίας λήψης αποφάσεων, όσο και της ποιότητας του αποτελέσματος της απόφασης (Hallerbach και Spronk, 2002; 2003). Σημαντικές εργασίες προς την κατεύθυνση της υποστήριξης αποφάσεων σε προβλήματα χρηματοοικονομικής διαχείρισης, όπως επίσης και βιβλιογραφικές εργασίες ανασκόπησης του τομέα, έχουν παρουσιαστεί από τους Ζορουνίδη και Δούμπο (Zorounidis, 1998; 1999; Zorounidis και Doumpros, 2000β; Zorounidis et al., 2001; Doumpros και Zorounidis, 2001). Εκτενής βιβλιογραφική επισκόπηση των εργασιών πολυκριτηριακής ανάλυσης στον χρηματοοικονομικό τομέα παρουσιάζεται στην εργασία των Steuer και Na (2003), όπου παρατηρείται ότι η πλειονότητα των εργασιών εστιάζει σε θέματα αξιολόγησης χαρτοφυλακίου, εκτίμησης ρίσκου και γενικού χρηματοοικονομικού προγραμματισμού. Εκτός από τις παραπάνω προσεγγίσεις, οι οποίες εστιάζουν σε ευρύτερα προβλήματα χρηματοοικονομικής διοίκησης, έχουν παρουσιαστεί ερευνητικές εργασίες εφαρμογής της πολυκριτηριακής ανάλυσης ειδικά για τον τραπεζικό τομέα, οι οποίες αναφέρονται: στην αξιολόγηση του τραπεζικού τομέα γενικά (Mareschal και Mertens, 1992; 1993), την πρόβλεψη πτώχευσης επιχειρήσεων-δανειοληπτών (Doumpros και Zorounidis, 2001), την αξιολόγηση πιστοληπτικής ικανότητας ιδιωτών και επιχειρήσεων (Doumpros και Zorounidis, 2001), την αξιολόγηση χαρτοφυλακίου μετοχών (Doumpros και Zorounidis, 2001), την αξιολόγηση τοποθεσιών για εγκατάσταση τραπεζικών καταστημάτων (Min, 1989), την πιστοληπτική κατάταξη τραπεζών (Pasiouras et al., 2007), την ανάλυση επίδοσης τραπεζών (Kosmidou et al., 2006), την ανάλυση κερδοφορίας των τραπεζών (Spathis et al., 2001), την ανάλυση βιωσιμότητας των τραπεζικών υποκαταστημάτων (Zhao και Garner, 2001) και την ανάλυση ικανοποίησης των πελατών στα υποκαταστήματα (Grigoroudis et al., 2002). Επίσης έχουν παρουσιαστεί και συστήματα υποστήριξης αποφάσεων τα οποία ωστόσο δεν είναι σχεδιασμένα ειδικά για τον τραπεζικό χώρο. Ενδεικτικά αναφέρονται τα BANKADVISER (Mareschal και Brans, 1991), FINCLAS (Zorounidis και Doumpros, 1998), FINEVA (Zorounidis et al., 1996), BANKS (Mareschal και Mertens, 1992) και INVESTOR (Zorounidis και Doumpros, 2000).

Σε αντίθεση ωστόσο με τον χώρο της χρηματοοικονομικής διαχείρισης και στρατηγικής ανάλυσης, και τα σχετικά προβλήματα τα οποία αναφέρθηκαν παραπάνω, παρατηρείται έλλειψη σε μεθοδολογίες και συστήματα υποστήριξης αποφάσεων στον τραπεζικό τομέα για προβλήματα τα οποία παρατηρούνται σε λειτουργικό και οργανωτικό επίπεδο. Τα προβλήματα αυτού του επιπέδου αντιμετωπίζονται συνήθως με ευρετικές προσεγγίσεις και με την βοήθεια στατιστικού και οικονομετρικού λογισμικού γενικής χρήσεως. Στο παραπάνω πλαίσιο, και με βάση την ερευνητική κατεύθυνση της διατριβής, εφαρμόστηκε η μεθοδολογία NeXClass σε περιβάλλον τράπεζας για την αντιμετώπιση προβλήματος ταξινόμησης. Ο στόχος της συγκεκριμένης εφαρμογής είναι αφενός η αντιμετώπιση του συγκεκριμένου προβλήματος με την βοήθεια της NeXClass και η αξιολόγηση της μεθοδολογίας, και

αφετέρου η ανάδειξη της ενσωμάτωσης πολυκριτηριακής ανάλυσης σε αποφάσεις λειτουργικού επιπέδου στον τραπεζικό και ευρύτερο χρηματοοικονομικό τομέα για την βελτίωση της διαδικασίας λήψης αποφάσεων και της ποιότητας των αποφάσεων.

Ειδικότερα, στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται αναλυτικά η εφαρμογή της μεθοδολογίας NeXClass σε πραγματικό πρόβλημα ταξινόμησης στο περιβάλλον μεγάλης ελληνικής τράπεζας. Το πρόβλημα αφορά στην ταξινόμηση των συνεργαζόμενων εμπόρων της τράπεζας, οι οποίοι κατέχουν τερματικά ηλεκτρονικών πληρωμών (EFTPoS – Electronic Fund Transfer at the Point of Sale), σε κατάλληλες κατηγορίες για την διαμόρφωση ανάλογης πελατειακής στρατηγικής. Στο κεφάλαιο παρουσιάζεται αφενός το μοντέλο αξιολόγησης των εμπόρων, το οποίο διαμορφώθηκε για την τράπεζα, και αφετέρου η εφαρμογή της μεθοδολογίας όπως εκτελέστηκε από εξειδικευμένους λειτουργούς της τράπεζας. Ειδικότερα, παρουσιάζεται αρχικά σύντομη εισαγωγή στο πεδίο των EFTPoS και οριοθετείται το πρόβλημα της ταξινόμησης των εμπόρων. Στην συνέχεια παρουσιάζεται η επίλυση του προβλήματος ακολουθώντας τις φάσεις της μεθοδολογίας NeXClass, όπως περιγράφονται στο Κεφάλαιο 4. Τέλος, παρουσιάζονται αποτελέσματα αξιολόγησης από την εφαρμογή της μεθοδολογίας και του σχετικού ΣΥΑ από την τράπεζα, καθώς και αποτελέσματα της ανάλυσης ευαισθησίας τα οποία παρέχουν στοιχεία για την σταθερότητα της λύσης. Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με την παράθεση ευρημάτων από την εφαρμογή της μεθοδολογίας και του ΣΥΑ στο περιβάλλον της τράπεζας, τα οποία προήλθαν από την εφαρμογή του Μοντέλου Αποδοχής Τεχνολογίας σε τροποποιημένη μορφή. Συνοπτικά, από την εφαρμογή της NeXClass προκύπτει ότι η μεθοδολογία καλύπτει επαρκώς τις απαιτήσεις του προβλήματος ταξινόμησης και αποτυπώνει αποτελεσματικά το μοντέλο αξιών του αποφασίζοντα με σαφή και κατανοητό τρόπο. Επιπλέον, η σύγκριση των αποτελεσμάτων με υφιστάμενες ευρετικές τεχνικές ταξινόμησης της τράπεζας καταδεικνύει την επάρκεια της NeXClass για το εν λόγω πρόβλημα. Από την συνολική εμπειρία εφαρμογής σε πραγματικό περιβάλλον προκύπτει ότι η NeXClass μπορεί να εφαρμοστεί με επιτυχία σε προβλήματα ταξινόμησης τόσο του χρηματοοικονομικού τομέα, αλλά και ευρύτερα, σε πεδία όπως η παραγωγή, το περιβάλλον και η διαχείριση ανθρώπινων πόρων.

7.2. Επισκόπηση του πεδίου των EFTPoS

7.2.1. Γενικά

Τις τελευταίες δεκαετίες οι τεχνολογικές εξελίξεις στην πληροφορική και τις τηλεπικοινωνίες δημιούργησαν το κατάλληλο υπόστρωμα για την θεαματική ανάπτυξη των συστημάτων ηλεκτρονικών πληρωμών, τα οποία έχουν καταστεί πλέον αναγκαία σε μεγάλο βαθμό για την πραγματοποίηση πλήθους πληρωμών. Ο όρος *ηλεκτρονική πληρωμή* χρησιμοποιείται σήμερα ευρέως για να περιγράψει την μεταφορά οικονομικής αξίας μεταξύ δύο συναλλασσομένων πλευρών με την χρήση ενός κατάλληλου μέσου ηλεκτρονικών πληρωμών (ECB, 2001; 2004). Ο όρος περιλαμβάνει γενικά κάθε πληρωμή προς επιχειρήσεις, τράπεζες ή δημόσιες υπηρεσίες από πολίτες ή

επιχειρήσεις. Ως μέσο ηλεκτρονικών πληρωμών μπορεί να οριστεί το μέσο στο οποίο τόσο η παράσταση της αξίας όσο και η διαδικασία της μεταφοράς αξίας πραγματοποιούνται με ηλεκτρονικό τρόπο με την μεσολάβηση ενός τηλεπικοινωνιακού ή ηλεκτρονικού δικτύου και με χρήση της σύγχρονης τεχνολογίας (Soramäki και Hanssens, 2003). Στις ηλεκτρονικές πληρωμές αυτό το οποίο ανταλλάσσεται μεταξύ των συναλλασσομένων μερών είναι πληροφορίες, αφενός για την συναλλαγή και αφετέρου για τους τραπεζικούς λογαριασμούς των εμπλεκομένων. Η χρηματική συναλλαγή εκτελείται σε πραγματικό χρόνο ή όχι με την χρήση ιδιόκτητων ηλεκτρονικών δικτύων χρηματοπιστωτικών ιδρυμάτων ή εταιρειών. Σήμερα ο κύριος όγκος ηλεκτρονικών πληρωμών διεκπεραιώνεται μέσω συστημάτων ηλεκτρονικών πληρωμών, τα οποία στηρίζονται στην μεταφορά πληροφοριών.

Τα συστήματα πληρωμών τα οποία χρησιμοποιούν ηλεκτρονικά δίκτυα διανομής είναι αρκετά διαδεδομένα εδώ και δεκαετίες στον χώρο των τραπεζών και των επιχειρήσεων, ειδικά για την μεταφορά μεγάλων χρηματικών ποσών. Τα συστήματα ηλεκτρονικών πληρωμών διακρίνονται σε δύο κύριες κατηγορίες, τα συστήματα *χονδρικής* και *λιανικής*.

1. Τα συστήματα *χονδρικής* χρησιμοποιούνται από μη ιδιώτες για συναλλαγές συνήθως υψηλής αξίας. Τέτοια συστήματα είναι για παράδειγμα το SWIFT, το οποίο αποτελεί ένα παγκόσμιο δίκτυο το οποίο επιτρέπει τη διακίνηση κεφαλαίων μεταξύ τραπεζών, αλλά και τα εθνικά Διατραπεζικά Συστήματα, όπως η ΔΙΑΣ Α.Ε. στην Ελλάδα, τα οποία επιτρέπουν την εκτέλεση διατραπεζικών συναλλαγών μεταξύ των πελατών των τραπεζών οι οποίες συμμετέχουν σε αυτά.
2. Τα συστήματα *λιανικών* πληρωμών αντίθετα, επιτρέπουν την διενέργεια συναλλαγών από ιδιώτες προς επιχειρήσεις με την χρήση διαφόρων μέσων πληρωμών.

7.2.2. Τερματικά EFTPoS

Ένα μεγάλο ποσοστό των ηλεκτρονικών πληρωμών μεταξύ ιδιωτών και επιχειρήσεων εκτελείται δια μέσου κατάλληλων τερματικών συσκευών στα σημεία πώλησης (EFTPoS/Electronic Fund Transfer at Point of Sale). Τα τερματικά EFTPoS είναι ο συνηθέστερος τρόπος για την μεταφορά αξίας από έναν ιδιώτη προς μια επιχείρηση για μια αγορά αγαθών η οποία πραγματοποιείται σε ένα σημείο πώλησης. Ως μέσο πληρωμής στα τερματικά χρησιμοποιούνται συνήθως πιστωτικές κάρτες οι οποίες μπορεί να ενσωματώνουν ποικίλες λειτουργίες, ανάλογα με την εκδότη τράπεζα.

Τα τερματικά EFTPoS στην γενική περίπτωση αποτελούν τμήμα ενός δικτύου πληρωμών το οποίο ανήκει είτε σε κάποια τράπεζα είτε σε κάποιον διατραπεζικό οργανισμό. Έτσι, ένα τερματικό EFTPoS δημιουργεί συνήθως μια τριαδική σχέση μεταξύ των ιδιωτών, των εμπόρων, και των τραπεζικών οργανισμών ή άλλων χρηματοπιστωτικών οργανισμών. Το σύστημα λειτουργεί παρέχοντας στον ιδιώτη την δυνατότητα πληρωμής μέσω του EFTPoS για την αγορά αγαθών ή υπηρεσιών με την έγκριση από την τράπεζα της μεταφοράς αξίας από τον λογαριασμό του ιδιώτη προς

τον λογαριασμό του εμπόρου (Alexander et al., 1992). Η τράπεζα η οποία κατέχει το αντίστοιχο δίκτυο χρεώνει την κάθε συναλλαγή που εκτελείται μέσω του δικτύου της με ένα ποσοστό επί της αξίας ως προμήθεια. Επιπλέον προμήθεια χρεώνεται από τους διεθνείς οργανισμούς οι οποίοι διαχειρίζονται τις επωνυμίες των καρτών, όπως η VISA και η Mastercard, και παρέχουν υπηρεσίες εκκαθάρισης.

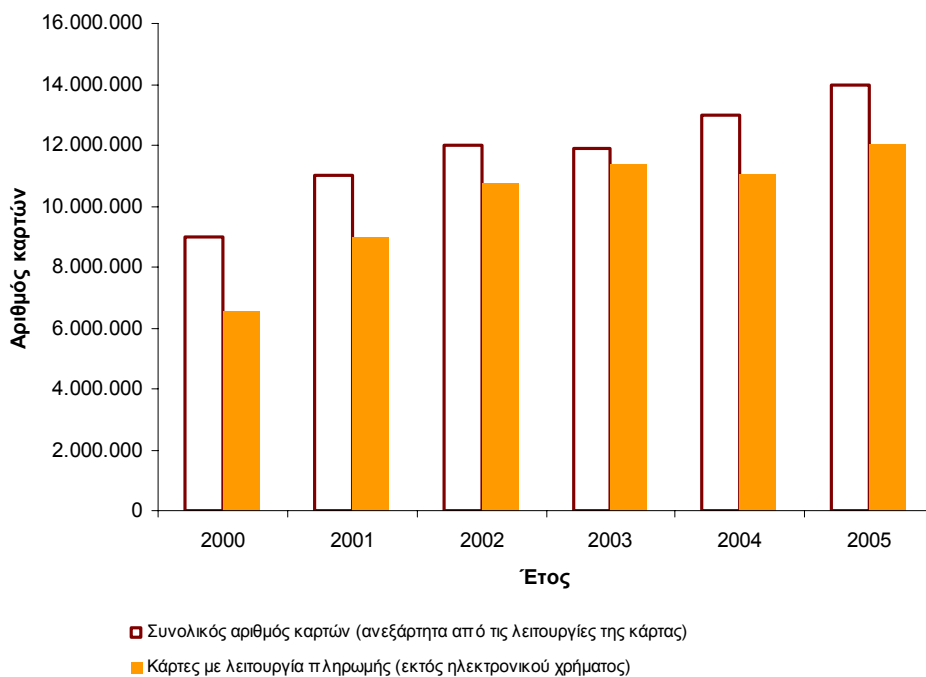
Αρκετές μελέτες αναλύουν διεξοδικά το θέμα των δικτύων πληρωμών και με την βοήθεια οικονομικών μοντέλων προτείνουν την βέλτιστη πολιτική τιμολόγησης των συναλλαγών. Επίσης θέματα όπως ο ανταγωνισμός διαφορετικών δικτύων, η εξωτερικότητες των δικτύων και η αποδοχή από τους χρήστες, είναι σημαντικά και καθορίζουν το κατά πόσο ένα δίκτυο θα αποτελεί πηγή κερδοφορίας για μια τράπεζα (Guibourg, 2001; Chakravorti, 2003; Chakravorti και Roson, 2004). Κατά την αρχική περίοδο ανάπτυξης των δικτύων EFTPoS, τα τερματικά θεωρούνταν ως απλός συνδετικός κρίκος μεταξύ των τραπεζών και των εμπόρων αφενός, και των ιδιωτών πελατών αφετέρου. Ωστόσο, η ανάπτυξη των δικτύων ανέδειξε την δυναμική των τερματικών, τα οποία με την ανάπτυξη της τεχνολογίας μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν τόσο από τους εμπόρους όσο και από τις τράπεζες ως σημεία παροχής υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας αυξάνοντας έτσι την κερδοφορία του δικτύου (Smith, 1987; Alexander et al., 1991; Al-Sudairy et al., 1998).

7.2.3. Ελληνική αγορά

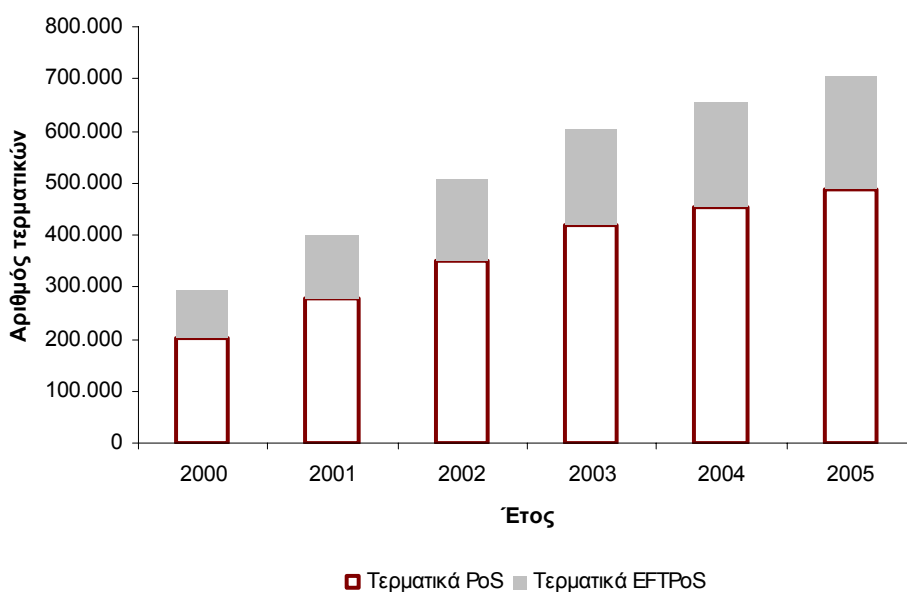
Όπως αναφέρθηκε, οι ηλεκτρονικές πληρωμές στα σημεία πώλησης μέσω τερματικών συσκευών (Electronic Funds Transfer/Point of Sale) παρουσιάζουν σημαντική αύξηση συμμετέχοντας σε μεγάλο βαθμό στα έσοδα των τραπεζών από υπηρεσίες πληρωμών (Rice και Stanton, 2003). Ωστόσο, το κόστος της ιδιοκτησίας ενός τέτοιου δικτύου είναι σημαντικό, περιλαμβάνοντας εκτός των άλλων το κόστος κτήσης των τερματικών, και τα ετήσια κόστη συντήρησης και διαχείρισης. Σε αρκετές χώρες τα τερματικά ανήκουν σε κάποιο διατραπεζικό φορέα στον οποίο συμμετέχουν οι ενδιαφερόμενες τράπεζες, κάτι το οποίο έχει ως αποτέλεσμα την ύπαρξη ενός μόνο δικτύου με επακόλουθο την μείωση του κόστους κτήσης και λειτουργίας.

Στην ελληνική αγορά ηλεκτρονικών πληρωμών τα τελευταία έτη ο αριθμός των καρτών (τόσο των χρεωστικών όσο και των πιστωτικών) και των συναλλαγών που πραγματοποιούνται μέσω αυτών είναι αυξητικός (Εικόνα 7.1) όπως φαίνεται από τα στατιστικά στοιχεία της Ευρωπαϊκής Κεντρικής Τράπεζας (ECB, 2006). Αντίστοιχη είναι και η αύξηση του αριθμού των τερματικών EFTPoS, κάτι το οποίο καταδεικνύει την σημασία τους για την αγορά (Εικόνα 7.2). Ωστόσο, η ελληνική αγορά πληρωμών μέσω EFTPoS, παρόλο που μπορεί να χαρακτηριστεί ως ώριμη παρουσιάζει ορισμένες ιδιαιτερότητες, οι οποίες επιδρούν αρνητικά στην ανάπτυξη του τομέα. Η ελληνική αγορά τερματικών αποτελείται από ένα σχετικά μεγάλο αριθμό δικτύων τα οποία ανήκουν σε τράπεζες, ενώ υπάρχει και διατραπεζικός φορέας ο οποίος έχει ιδιόκτητο δίκτυο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα σε κάθε σημείο πώλησης να υπάρχουν εγκατεστημένα αρκετά τερματικά διαφορετικών τραπεζών τα οποία αποτελούν ανταγωνιστικά δίκτυα. Οι τράπεζες επομένως ανταγωνίζονται στο σημείο πώλησης για την επικράτηση του

δικού τους δικτύου ΕFTPoS. Επιπλέον, παρόλο που πρόκειται για μια σχετικά ώριμη αγορά, η χρήση των τερματικών δεν έχει αξιοποιηθεί ώστε να προσδώσει προστιθέμενη αξία στον ιδιώτη πελάτη και παραμένει τις περισσότερες φορές στην βασική λειτουργία.



Εικόνα 7.1. Αριθμός καρτών στην ελληνική αγορά



Εικόνα 7.2. Αριθμός ΕFTPoS στην ελληνική αγορά

7.3. Περιγραφή του προβλήματος

Το πρόβλημα το οποίο διαπραγματευόμαστε αφορά μια από τις κορυφαίες ελληνικές τράπεζες η οποία κατέχει από τα πλέον εκτεταμένα δίκτυα ΕFPPoS της ελληνικής αγοράς (> 15.000 τερματικά). Όπως αναφέρθηκε, στην ελληνική αγορά λειτουργούν αρκετά ανταγωνιστικά δίκτυα τα οποία ανήκουν σε διαφορετικές τράπεζες και ο ανταγωνισμός βασίζεται τόσο στο ποσοστό των προμηθειών, όσο και στην επιλογή των κατάλληλων εμπόρων για συνεργασία. Ωστόσο, καθώς ο αριθμός των διαθέσιμων τερματικών της τράπεζας αποτελεί μόνο ένα τμήμα των πιθανών τοποθεσιών εγκατάστασης, οι υποψήφιοι έμποροι είναι αναγκαίο να επιλέγονται κατάλληλα. Η αξιολόγηση συνεπώς των εμπόρων για την εγκατάσταση τερματικών είναι ένα πρόβλημα λήψης απόφασης το οποίο επηρεάζει τα έσοδα και τα κέρδη της τράπεζας από τις ηλεκτρονικές πληρωμές.

Η τράπεζα υιοθετώντας περισσότερο πελατοκεντρική πολιτική θεωρεί πλέον τα ΕFPPoS όχι ως απλά σημεία συναλλαγών, αλλά ως ενεργά τμήματα του δικτύου της τα οποία συνιστούν και εναλλακτικό κανάλι διανομής και προώθησης τραπεζικών προϊόντων και υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας αυξάνοντας έτσι την κερδοφορία του δικτύου. Κάτω από την οπτική αυτή καθίσταται σημαντική η αξιολόγηση των εμπόρων, τόσο των υφισταμένων όσο και των υποψηφίων. Η παρούσα διαδικασία αξιολόγησης των εμπόρων λαμβάνει υπόψη έναν αριθμό ποσοτικών παραμέτρων, και οι έμποροι αξιολογούνται κυρίως με βάση στατιστικά στοιχεία προερχόμενα από σχετικά πληροφοριακά συστήματα, με βασική μετρήσιμη παράμετρο τον όγκο των συναλλαγών και το ποσό των εσόδων των ΕFPPoS. Για τους υποψηφίους εμπόρους μοντέλα προβλέψεων παρέχουν στοιχεία αξιολόγησης και ο στόχος είναι η επιλογή εμπόρου ο οποίος ενδέχεται να παρουσιάσει υψηλό όγκο συναλλαγών.

Αναλύοντας την υφιστάμενη κατάσταση με την βοήθεια στατιστικών μοντέλων διαπιστώθηκαν από την τράπεζα σημεία αναποτελεσματικότητας, τα οποία σε συνδυασμό με το αυξημένο κόστος κτήσης και λειτουργίας, όσο και υποστήριξης, οδηγούν σε μείωση της κερδοφορίας του δικτύου. Επιπλέον, τα τερματικά νέας τεχνολογίας, τα οποία παρέχουν αρκετές νέες δυνατότητες, δεν αξιοποιούνται ικανοποιητικά με αποτέλεσμα να μην γίνεται εκμετάλλευση των αυξημένων δυνατοτήτων τους. Ακολουθώντας πλέον μια ευρύτερη πελατοκεντρική στρατηγική η τράπεζα επιθυμεί να αναπροσανατολίσει την στρατηγική της για το δίκτυο. Ο κύριος στόχος της τράπεζας είναι η αξιολόγηση και αναδιοργάνωση του δικτύου ώστε να αυξηθεί η αποδοτικότητά του και τα αντίστοιχα έσοδα. Η αξιολόγηση του δικτύου θα βασίζεται εκτός των άλλων και στην αξιολόγηση των εμπόρων οι οποίοι φιλοξενούν τα τερματικά.

Ο στόχος της τράπεζας είναι η ταξινόμηση αρχικά των εμπόρων σε ορισμένες βασικές κατηγορίες, ώστε να ακολουθήσει περαιτέρω αξιολόγηση με βάση περισσότερο εξειδικευμένα μοντέλα. Ειδικότερα, κάθε έμπορος θα αξιολογείται με βάση συγκεκριμένα κριτήρια και θα εντάσσεται στην κατηγορία με το κατάλληλο προφίλ, το οποίο συνδέεται με ορισμένη στρατηγική ανάπτυξης.

Με βάση τα παραπάνω, ο στόχος της τράπεζας είναι η ταξινόμηση των εμπόρων με τερματικά ΕΦΤΡοS σε κατάλληλες κατηγορίες λαμβάνοντας υπόψη τις προτιμήσεις των εμπλεκόμενων διευθύνσεων σε μια σειρά από κριτήρια αξιολόγησης.

7.4. Μεθοδολογία επίλυσης

Σε συνεργασία με εξειδικευμένους λειτουργούς της τράπεζας, και λαμβάνοντας υπόψη τις ανάγκες της τράπεζας, καθορίστηκαν οι βασικές απαιτήσεις του προβλήματος ως εξής:

- Η ταξινόμηση θα βασίζεται στην επίδοση των εμπόρων και τοποθεσιών σε ορισμένα ποσοτικά και ποιοτικά κριτήρια.
- Η ταξινόμηση θα λαμβάνει υπόψη τις προτιμήσεις της τράπεζας όπως αποτυπώνονται από τον αποφασίζοντα.
- Οι κατηγορίες θα αντανakλούν την τμηματοποίηση της αγοράς, και την αντίστοιχη στρατηγική.

Από τις παραπάνω απαιτήσεις προσδιορίστηκαν δύο βασικοί άξονες αξιολόγησης. Ο ένας άξονας σχετίζεται με παράγοντες κερδοφορίας και ο δεύτερος με παράγοντες δυναμικής. Διαμορφώθηκε έτσι ένα διδιάστατο πλαίσιο αξιολόγησης, το οποίο τμηματοποιεί την αγορά τερματικών της τράπεζας σε τέσσερις βασικές περιοχές. Για κάθε περιοχή καθορίστηκε από την τράπεζα διαφοροποιημένη στρατηγική ως προς την ανάπτυξη των εμπόρων οι οποίοι εντάσσονται σε αυτή. Οι περιοχές οι οποίες προσδιορίστηκαν από την παραπάνω προσέγγιση είναι οι εξής (Πίνακας 7.1)

- Το *Τμήμα 1* το οποίο αντιπροσωπεύει εμπόρους χαμηλής κερδοφορίας και χαμηλής δυναμικής.
- Το *Τμήμα 2* το οποίο αντιπροσωπεύει εμπόρους με χαμηλή κερδοφορία και υψηλή δυναμική.
- Το *Τμήμα 3* το οποίο αντιπροσωπεύει εμπόρους με υψηλή κερδοφορία και χαμηλή δυναμική.
- Το *Τμήμα 4* το οποίο αντιπροσωπεύει εμπόρους με υψηλή κερδοφορία και υψηλή δυναμική.

Με βάση αυτό το πλαίσιο, το πρόβλημα οριοθετήθηκε ως ένα πολυκριτηριακό πρόβλημα ταξινόμησης, όπου οι κατηγορίες δεν έχουν διατεταγμένη ιεραρχική μορφή αλλά αντανakλούν την τμηματοποίηση, και η ένταξη σε κάποια από αυτές βασίζεται σε ένα ελάχιστο απαιτήσεων που πρέπει να ικανοποιεί ο έμπορος ΕΦΤΡοS.

Πίνακας 7-1. Τμηματοποίηση αγοράς EFTPoS

Δυναμική	Υψηλή	Τμήμα 2	Τμήμα 4
	Χαμηλή	Τμήμα 1	Τμήμα 3
		Χαμηλή	Υψηλή
		Κερδοφορία	

Οι ανάγκες του προβλήματος, όπως προσδιορίστηκαν παραπάνω, δεν καλύπτονται από υφιστάμενες μεθοδολογίες, όπως προέκυψε από την σχετική βιβλιογραφική έρευνα. Αυτό το γεγονός οδήγησε στην ανάπτυξη της πολυκριτηριακής μεθοδολογίας ταξινόμησης NeXClass καθώς και του αντίστοιχου ΣΥΑ. Η μεθοδολογία, όπως θα αναλυθεί στην συνέχεια, καλύπτει πλήρως τις ανάγκες επίλυσης του εν λόγω προβλήματος ταξινόμησης, και η εφαρμογή της με την βοήθεια του σχετικού ΣΥΑ σε πραγματικό περιβάλλον κατέδειξε την επάρκειά της για την επίλυση ανάλογων προβλημάτων. Στην συνέχεια παρουσιάζεται αναλυτικά η εφαρμογή της NeXClass, η οποία εκτελέστηκε στο περιβάλλον της τράπεζας, ακολουθώντας τα βήματα της μεθοδολογίας. Η μεθοδολογία εφαρμόστηκε από εξειδικευμένους λειτουργούς της τράπεζας για την ταξινόμηση υφιστάμενων εμπόρων σε κατηγορίες με βάση πραγματικά στοιχεία, και για την εφαρμογή της ταξινόμησης χρησιμοποιήθηκε το πρωτότυπο ΣΥΑ NeXClassDSS.

7.5. Εφαρμογή NeXClass: ΦΑΣΗ 1 - Καθορισμός προβλήματος

7.5.1. Ορισμός κατηγοριών

Οι κατηγορίες ταξινόμησης καθορίστηκαν με βάση την τμηματοποίηση της αγοράς στις τέσσερις περιοχές. Καθορίστηκαν έτσι τέσσερις κατηγορίες οι οποίες αντιστοιχούν στην παραπάνω τμηματοποίηση (Πίνακας 7.2).

- Κατηγορία C1. Στην κατηγορία αυτή θα εντάσσονται έμποροι με σχετικά χαμηλή δυναμική και υψηλή κερδοφορία (ΧΔ-ΥΚ).
- Κατηγορία C2. Στην κατηγορία αυτή θα εντάσσονται έμποροι με σχετικά υψηλή δυναμική και υψηλή κερδοφορία (ΥΔ-ΥΚ).
- Κατηγορία C3. Στην κατηγορία αυτή θα εντάσσονται έμποροι με σχετικά υψηλή δυναμική και χαμηλή κερδοφορία (ΥΔ-ΧΚ).
- Κατηγορία C4. Στην κατηγορία αυτή θα εντάσσονται έμποροι με σχετικά χαμηλή δυναμική και σχετικά χαμηλή κερδοφορία (ΧΔ-ΧΚ).

Πίνακας 7-2. Κατηγορίες ταξινόμησης

Ορισμός	Κατηγορία			
	C1 (ΧΔ-ΥΚ)	C2 (ΥΔ-ΥΚ)	C3 (ΥΔ-ΧΚ)	C4 (ΧΔ-ΧΚ)

7.5.2. Ορισμός κριτηρίων

Η επιλογή των κριτηρίων αξιολόγησης βασίστηκε αφενός σε προηγούμενες μελέτες (McFayden, 1987; Ironfield και McGoldrick, 1988; Abdul-Muhmin και Alzamel, 2001), και αφετέρου στα διαθέσιμα στοιχεία της τράπεζας τα οποία ήδη χρησιμοποιούνταν για την αξιολόγηση. Τα κριτήρια επιλέχθηκαν ώστε να αντιστοιχούν στους δύο άξονες που τέθηκαν ως βασικοί για την αξιολόγηση, δηλαδή την κερδοφορία και την δυναμική. Τα κριτήρια περιλαμβάνουν τόσο ποσοτικές όσο και ποιοτικές παραμέτρους και αντιπροσωπεύουν τα πλέον σημαντικά στοιχεία της απόδοσης των εμπορών. Τα κριτήρια επιλέχθηκαν ώστε να είναι εφικτή η αξιολόγηση με βάση αυτά, καθώς η διαθεσιμότητα των δεδομένων είναι βασική παράμετρος, και τα δεδομένα που απαιτούνται πρέπει να είναι μπορούν να αποκτηθούν με σχετική ευκολία. Τόσο τα κριτήρια όσο και η κλίμακά τους επιλέχθηκαν με βάση τις προτιμήσεις της τράπεζας όπως αυτές εκφράστηκαν από τον αποφασίζοντα.

Καθορίστηκαν συνολικά 13 κριτήρια τα οποία αναλύονται παρακάτω. Σε συμφωνία με τον αποφασίζοντα καθορίστηκε η μετρήσιμη παράμετρος για κάθε κριτήριο, και επιλέχθηκε η βαθμολογία των κριτηρίων να εκφράζεται σε αύξουσα κλίμακα 1 - 100 για όλα τα κριτήρια, μέσω κατάλληλης κανονικοποίησης των μετρήσιμων παραμέτρων.

- *Κερδοφορία*
 - G1. *Μέγεθος εμπόρου*. Το μέγεθος του εμπόρου εκφράζεται από τον μέσο όγκο των ημερησίων πωλήσεων.
 - G2. *Βαθμός χρήσης EFTPoS*. Ο βαθμός εκφράζει το ποσοστό % των ημερησίων πωλήσεων που πραγματοποιούνται μέσω EFTPoS.
 - G3. *Μέση αξία ανά συναλλαγή* μέσω τερματικού EFTPoS.
 - G4. *Μέσο κόστος ανά συναλλαγή* μέσω τερματικού EFTPoS.
 - G5. *Δείκτης κερδοφορίας* τερματικού EFTPoS. Ο δείκτης εκφράζεται ως το Μέσο μηνιαίο ποσό εσόδων ανά τερματικό (σε Euros)/ Μέσο μηνιαίο κόστος ανά τερματικό (σε Euros)
- *Δυναμική*
 - G6. *Δείκτης ρυθμού ανάπτυξης*. Δείκτης ο οποίος εκφράζει τον ρυθμό αύξησης των συναλλαγών. Ο δείκτης βασίζεται σε στοιχεία των μηνιαίων συναλλαγών του εμπόρου.

- *G7. Κατηγορία εμπόρου.* Η κατηγορία του εμπόρου εκφράζει το είδος της εμπορικής δραστηριότητας και βασίζεται στην υφιστάμενη κατηγοριοποίηση των δραστηριοτήτων από την τράπεζα.
- *G8. Δείκτης συνεργασίας.* Ο δείκτης βασίζεται στον αριθμό κλήσεων του εμπόρου στο κέντρο κλήσεων της τράπεζας, και την καταγραφή προβλημάτων συνεργασίας.
- *G9. Αποκλειστικότητα συνεργασίας.* Συνήθως, ένας έμπορος έχει εγκατεστημένα περισσότερα από ένα τερματικά από ανταγωνίστριες τράπεζες. Ο αριθμός των τραπεζών που έχουν εγκατεστημένα τερματικά επηρεάζει σημαντικά τον όγκο των συναλλαγών.
- *G10. Τοποθεσία.* Η τοποθεσία και η προσβασιμότητα επηρεάζει τους πελάτες να αγοράσουν ένα προϊόν ή υπηρεσία από ένα συγκεκριμένο σημείο. Μια ευνοϊκή τοποθεσία είναι περισσότερο σημαντική για εμπόρους λιανικής πώλησης ενώ για εταιρείες χονδρικής δεν είναι τόσο σημαντική. Επομένως, μια ευνοϊκή τοποθεσία μπορεί να επιδράσει θετικά τον όγκο των συναλλαγών.
- *G11. Ώρες λειτουργίας.* Ο όγκος συναλλαγών επηρεάζεται από τον χρόνο λειτουργίας του εμπόρου. Ο δείκτης εκφράζει τόσο την καθημερινή λειτουργία όσο και την εποχικότητα.
- *G12. Δείκτης εκπαίδευσης εργαζομένων.* Η εκπαίδευση είναι σημαντική για την λειτουργία του τερματικού και ειδικά για καινοτόμες υπηρεσίες όπως chip cards, loyalty schemes, κλπ. Οι κατάλληλα εκπαιδευμένοι και ενημερωμένοι υπάλληλοι που συναλλάσσονται με τον πελάτη επηρεάζουν θετικά τον όγκο των συναλλαγών.
- *G13. Εναλλακτικά δίκτυα.* Πρόκειται για ένα δείκτη ο οποίος εκφράζει την συχνότητα χρήσης των εναλλακτικών δικτύων πληρωμών της τράπεζας από τον έμπορο. Η συχνότερη χρήση υποδηλώνει θετική στάση στην υιοθέτηση νέων τεχνολογιών καθώς και θετική προδιάθεση προς την τράπεζα.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα κριτήρια σε συνοπτική μορφή (Πίνακας 7.3).

Πίνακας 7-3. Συνοπτικά στοιχεία κριτηρίων

Στόχος	Κριτήριο	Περιγραφή	Κατεύθυνση
Κερδοφορία	G1	Μέγεθος εμπόρου	Αύξουσα
	G2	Βαθμός χρήσης EFTPoS	Αύξουσα
	G3	Μέση αξία ανά συναλλαγή μέσω τερματικού EFTPoS	Αύξουσα
	G4	Μέσο κόστος ανά συναλλαγή μέσω τερματικού EFTPoS	Αύξουσα
	G5	Δείκτης κερδοφορίας τερματικού EFTPoS	Αύξουσα
Δυναμική	G6	Δείκτης ρυθμού ανάπτυξης	Αύξουσα
	G7	Κατηγορία εμπόρου	Αύξουσα
	G8	Δείκτης συνεργασίας	Αύξουσα
	G9	Αποκλειστικότητα συνεργασίας	Αύξουσα
	G10	Τοποθεσία	Αύξουσα
	G11	Ώρες λειτουργίας	Αύξουσα
	G12	Δείκτης εκπαίδευσης εργαζομένων	Αύξουσα
	G13	Εναλλακτικά δίκτυα	Αύξουσα

7.5.3. Προσδιορισμός βαρών κριτηρίων με την μέθοδο Simos

Για τον καθορισμό των βαρών των κριτηρίων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος των καρτών του Simos, καθώς θεωρήθηκε ότι είναι απλή και επαρκής, ώστε ο αποφασίζων να κατανοήσει την διαδικασία και να αποδώσει τις τιμές εκφράζοντας επαρκώς τις προτιμήσεις του. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η κατάταξη των κριτηρίων με την μέθοδο των καρτών καθώς και τα βάρη τα οποία προέκυψαν για τα κριτήρια (Πίνακας 7.4).

Πίνακας 7-4. Υπολογισμός βαρών κριτηρίων με Simos

Ιεράρχηση κριτηρίων	Κάρτες	Θέσεις	Μη κανονικοποιημένα βάρη	Κανονικοποιημένα βάρη
Λευκή κάρτα	1	1		
G13	1	2	2	1,9047
G3, G8, G9, G11	4	3 4 5 6	4,5	4,2857
G6, G10, G12	3	7 8 9	8	7,6190
G1, G7	2	10 11	10,5	10
G2	1	12	12	11,4285
G4, G5	2	13 14	13,5	12,8571
	Σύνολο καρτών 14	Σύνολο θέσεων 105		

Τα βάρη επομένως των κριτηρίων διαμορφώθηκαν τελικά ως εξής (Πίνακας 7.5).

Πίνακας 7-5. Βάρη κριτηρίων

	Κριτήριο												
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13
Βάρος	10	12	4	13	13	8	10	4	4	8	4	8	2

7.5.4. Κατώφλια εισόδου κατηγοριών

Ο αποφασίζων με βάση τον καθορισμό των κατηγοριών και των κριτηρίων καθόρισε τα κατώφλια εισόδου για κάθε κατηγορία. Τα κατώφλια αυτά αντιπροσωπεύουν την ελάχιστη επίδοση που είναι απαραίτητη για την ταξινόμηση σε κάθε κατηγορία. Τα κατώφλια ορίστηκαν ώστε να αντανakλούν τον ορισμό των κατηγοριών με βάση τους άξονες της δυναμικής και της κερδοφορίας. Με βάση αυτό τον ορισμό, ο αποφασίζων αρχικά καθόρισε τα κριτήρια τα οποία εκφράζουν για κάθε κατηγορία την ζητούμενη διαβάθμιση της δυναμικής και κερδοφορίας, και καθόρισε το επίπεδο της βαθμολόγησης τους (Πίνακας 7.6).

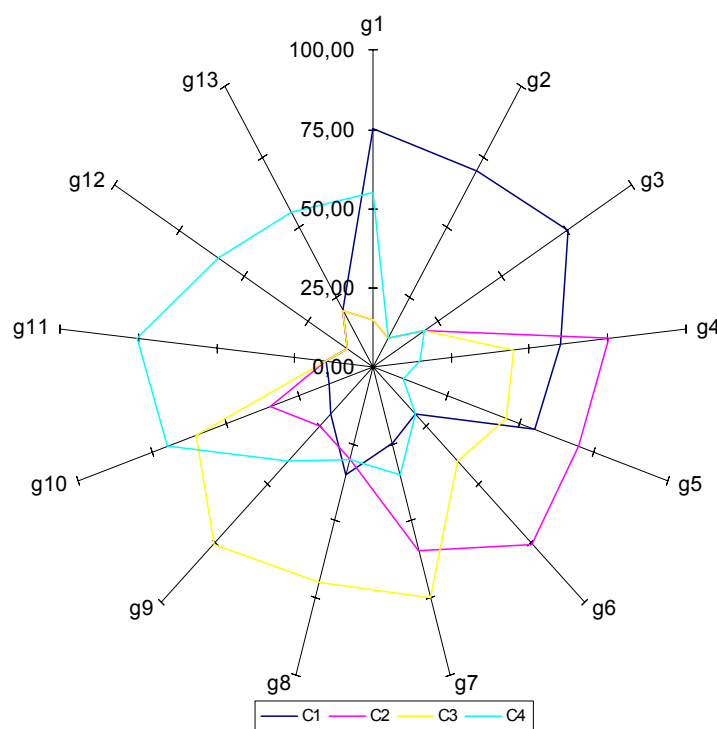
Στην συνέχεια προχώρησε στον καθορισμό ακριβούς βαθμολογίας για κάθε κατηγορία, ορίζοντας τα κατώφλια εισόδου, τα οποία διαμορφώθηκαν όπως δίνονται στον Πίνακα 7.7, και απεικονίζονται σχηματικά στην Εικόνα 7.3.

Πίνακας 7-6. Διαβάθμιση κριτηρίων ανά κατηγορία

Ορισμός	Κατηγορία			
	C1 (ΧΔ-ΥΚ)	C2 (ΥΔ-ΥΚ)	C3 (ΥΔ-ΧΚ)	C4 (ΧΔ-ΧΚ)
Κριτήρια με υψηλή βαθμολογία	G1,G2,G3, G4,G5	G4,G5,G6,G7	G7,G8,G9, G10	G10,G11,G12,G13, G1
Κριτήρια με χαμηλή βαθμολογία	G6,G7,G8,G9,G10,G11, 1, G12,G13	G1,G2,G3,G8,G9, 9,G10,G11,G12, G13	G1,G2,G3,G4,G5, 5,G6,G11, G12,G13	G2,G3,G4,G5,G6, G7,G8,G9

Πίνακας 7-7. Κατώφλια εισόδου ανά κατηγορία

Κατηγορία	Κριτήριο												
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13
C1(ΧΔ-ΥΚ)	75	70	75	60	55	20	25	35	20	15	15	10	20
C2(ΥΔ-ΥΚ)	15	10	20	75	70	75	60	30	25	35	15	10	20
C3(ΥΔ-ΧΚ)	15	10	20	45	45	40	75	70	75	60	15	10	20
C4(ΧΔ-ΧΚ)	55	10	20	15	10	20	35	30	40	70	75	60	55



Εικόνα 7.3. Κατώφλια κατηγοριών

7.5.5. Κατώφλια αδιαφορίας, προτίμησης και βέτο

Ο αποφασίζων με βάση τον καθορισμό των κατωφλίων εισόδου των κατηγοριών και την σημαντικότητα των κριτηρίων καθόρισε τα κατώφλια αδιαφορίας, προτίμησης και βέτο για κάθε κατηγορία. Η προσέγγιση που ακολουθήθηκε ήταν να τεθούν μικρές

ζώνες αδιαφορίας και προτίμησης κοινές για όλες τις κατηγορίες και τα κριτήρια για λόγους απλότητας. Επιπλέον, η προσέγγιση για τα κατώφλια βέτο ήταν να τεθούν αρκετά υψηλά, ώστε ο αποκλεισμός εξαιτίας τους να περιορίζεται σε ακραίες περιπτώσεις. Με βάση την παραπάνω προσέγγιση τα κατώφλια ορίστηκαν ως εξής (Πίνακας 7.8).

Πίνακας 7-8. Κατώφλια αδιαφορίας (q), προτίμησης (p) και βέτο (v)

Κατώφλια/ Κατηγορία	Κριτήριο												
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13
C1													
q	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
p	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
v	65	63	65	54	48	18	22	30	18	13	13	9	18
C2													
q	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
p	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
v	13	9	18	65	63	65	54	27	22	30	13	9	18
C3													
q	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
p	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
v	13	9	18	40	40	36	65	63	65	54	13	9	18
C4													
q	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
p	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
v	48	9	18	13	9	18	30	27	36	63	65	54	48

7.5.6. Επιλογή εναλλακτικών

Η μεθοδολογία εφαρμόστηκε σε διαφορετικά υποσύνολα εμπορών τα οποία επιλέχθηκαν από την υπάρχουσα βάση. Στην συνέχεια παρουσιάζεται ένα υποσύνολο από 40 εμπορους, ως εναλλακτικές προς ταξινόμηση, των οποίων οι επιδόσεις στα κριτήρια καθορίστηκαν από τον αποφασίζοντα με βάση τις υπάρχουσες πληροφορίες της τράπεζας.

Η βαθμολογία των εναλλακτικών (εμπορών) παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 7.9).

Πίνακας 7-9. Επίδοση εναλλακτικών (εμπορών)

Εμπορος	Κριτήριο												
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13
A1	29	22	28	25	69	25	61	52	25	39	58	61	68
A2	80	78	88	69	59	30	50	45	48	42	22	15	27
A3	77	90	88	61	63	28	35	33	51	33	22	28	33
A4	16	39	26	25	55	25	50	51	43	65	37	38	73
A5	28	56	51	21	34	8	37	61	30	37	55	66	98
A6	79	75	80	65	60	25	30	34	22	19	22	18	21
A7	50	6	54	25	38	21	47	41	40	57	65	65	88
A8	44	19	31	55	49	29	80	70	73	55	48	29	45
A9	49	43	28	29	61	22	67	42	25	39	51	62	55
A10	30	25	30	51	55	44	82	84	90	74	32	15	32
A11	30	29	32	87	86	80	77	46	28	49	25	29	33
A12	49	17	54	25	37	21	47	39	42	54	65	55	98
A13	42	14	27	51	43	22	74	67	69	53	40	25	92
A14	25	19	26	90	81	79	70	44	32	45	28	24	30
A15	42	14	27	51	56	46	81	78	82	53	40	25	33
A16	80	77	79	69	65	22	31	37	28	22	19	21	29
A17	21	15	22	86	79	83	68	40	30	41	20	19	25
A18	18	12	25	82	81	79	64	38	29	39	19	15	27
A19	22	18	26	49	51	41	80	80	86	69	24	11	26
A20	41	35	44	29	34	21	47	61	50	57	62	61	98
A21	58	61	44	61	34	21	47	29	50	57	62	61	41
A22	22	45	88	15	59	30	50	69	48	42	22	15	34
A23	49	48	28	25	61	22	25	42	25	39	51	62	59
A24	30	51	30	90	55	44	42	84	42	74	32	15	61
A25	30	32	32	28	86	80	80	46	80	49	25	29	48
A26	22	25	80	42	60	25	30	65	22	19	22	18	51
A27	65	65	54	69	38	21	47	25	40	57	65	65	32
A28	48	40	31	32	49	29	80	55	73	55	48	29	25
A29	51	28	28	82	61	22	67	29	25	39	70	62	65
A30	32	40	30	55	55	44	82	51	90	74	42	15	40
A31	25	19	32	39	86	80	77	87	28	49	84	29	28
A32	65	20	54	74	37	21	47	25	42	54	46	55	40
A33	40	19	27	49	43	22	74	51	69	53	39	25	19
A34	28	44	26	54	81	34	80	74	60	25	30	65	20
A35	40	78	27	25	56	41	54	49	38	21	47	25	19
A36	19	37	79	21	65	70	31	19	49	29	80	55	80
A37	20	33	88	28	63	42	28	57	61	22	67	29	77
A38	19	38	25	15	81	79	64	82	29	39	19	15	18
A39	24	80	26	11	51	41	80	49	86	69	24	11	22
A40	88	78	81	69	74	21	47	29	40	55	29	41	41

7.6. Εφαρμογή NeXClass: ΦΑΣΗ 2 – Εφαρμογή πολυκριτηριακής ταξινόμησης

7.6.1. Βασική λύση

Με βάση τις παραπάνω παραμέτρους του προβλήματος εκτελέστηκε ο αλγόριθμος πολυκριτηριακής ταξινόμησης (Κεφάλαιο 4) και πραγματοποιήθηκαν οι παρακάτω υπολογισμοί:

1. Υπολογισμός μερικών σχέσεων ένταξης (partial inclusion relations). Για κάθε εναλλακτική υπολογίστηκαν οι μερικές σχέσεις ένταξης για κάθε κατώφλι και κατηγορία.
2. Υπολογισμός ολικών σχέσεων ένταξης comprehensive inclusion relations. Για κάθε εναλλακτική υπολογίστηκαν οι ολικές σχέσεις ένταξης για κάθε κατώφλι και κατηγορία.
3. Υπολογισμός ασαφούς βαθμού ένταξης fuzzy inclusion degree. Για κάθε εναλλακτική υπολογίστηκε ο ασαφής βαθμός ένταξης για κάθε κατηγορία.
4. Υπολογισμός βαθμού ένταξης fuzzy inclusion degree. Για κάθε εναλλακτική υπολογίστηκε ο βαθμός ένταξης για κάθε κατηγορία.

Τέλος, με βάση τον υπολογισμό των βαθμών ένταξης πραγματοποιήθηκε η ταξινόμηση των εναλλακτικών, και το αποτέλεσμα το οποίο αποτελεί την βασική λύση παρουσιάζεται στον Πίνακα 7.10 μαζί με τις αναλυτικές τιμές των βαθμών ένταξης.

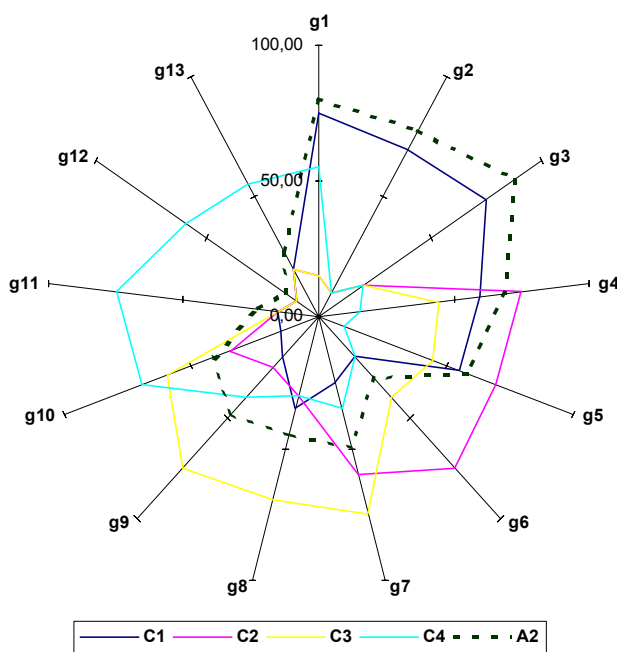
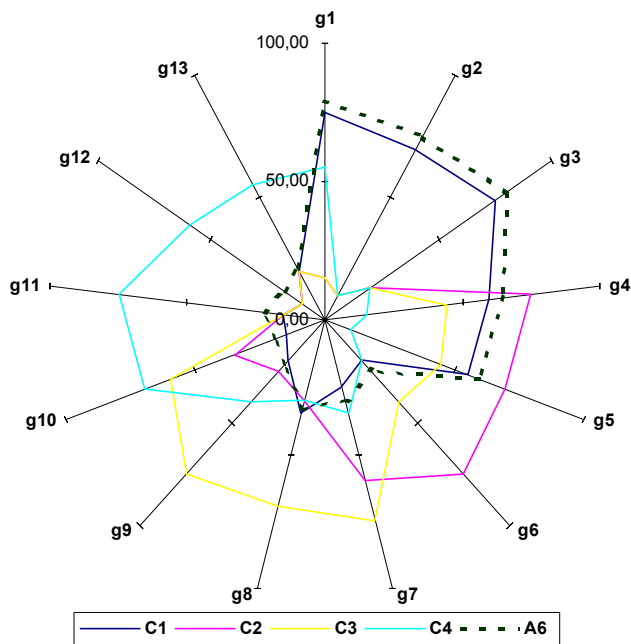
Παράλληλα, στις Εικόνες 7.4, 7.5, 7.6 και 7.7 παριστάνονται σχηματικά οι επιδόσεις ορισμένων επιλεγμένων εναλλακτικών σε σχέση με τα κατώφλια των κατηγοριών, και η ταξινόμησή τους.

Στα διαγράμματα παρατηρείται ότι οι εναλλακτικές A6 και A2 οι οποίες εντάσσονται στην κατηγορία C1, παρουσιάζουν σχετικά υψηλές επιδόσεις στα κριτήρια G1, G2, G3, G4, και σχετικά ενδιάμεσες επιδόσεις στα κριτήρια, G5, G6, G7, G8, G9, G10, G11, G12, G13 (Εικόνα 7.4).

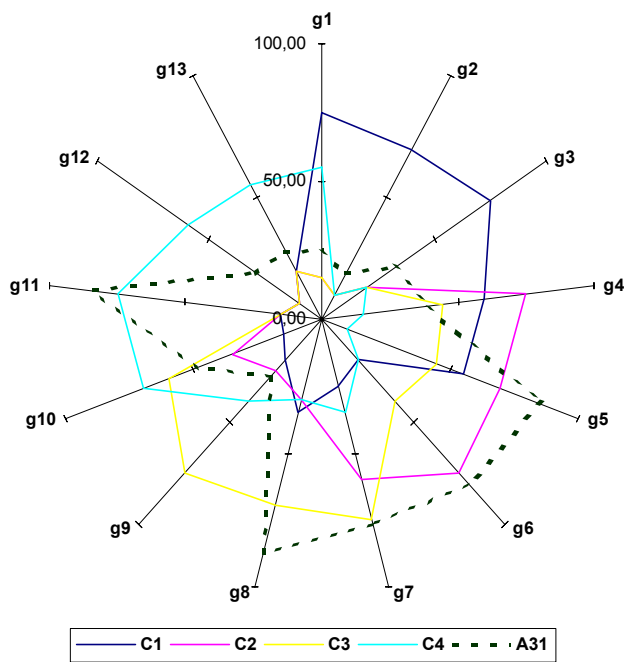
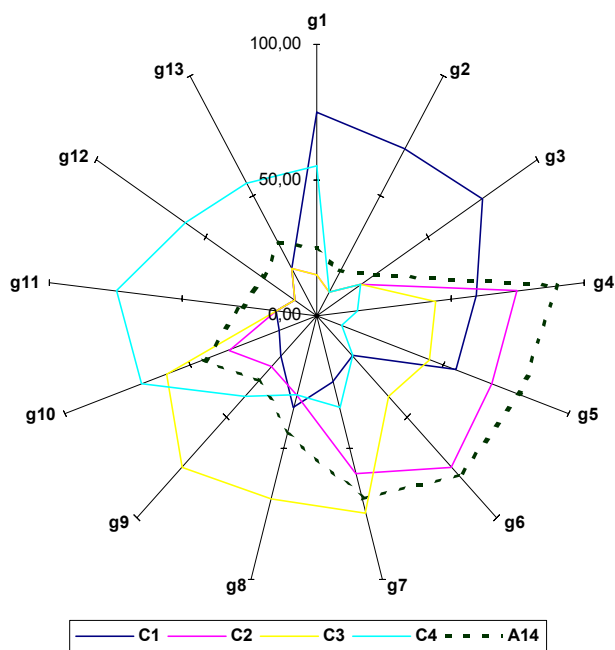
- Οι εναλλακτικές A14 και A31 οι οποίες εντάσσονται στην κατηγορία C2 παρουσιάζουν σχετικά υψηλές επιδόσεις στα κριτήρια G4, G5, G6, G7 και σχετικά ενδιάμεσες επιδόσεις στα κριτήρια G1, G2, G3, G8, G9, G10, G11, G12, G13 (Εικόνα 7.5).
- Οι εναλλακτικές A30 και A33 οι οποίες εντάσσονται στην κατηγορία C3 παρουσιάζουν σχετικά υψηλές επιδόσεις στα κριτήρια G7, G8, G9, G10 και σχετικά ενδιάμεσες επιδόσεις στα κριτήρια G1, G2, G3, G4, G5, G6, G11, G12, G13 (Εικόνα 7.6).
- Τέλος, οι εναλλακτικές A12 και A20 οι οποίες εντάσσονται στην κατηγορία C4 παρουσιάζουν σχετικά υψηλές επιδόσεις στα κριτήρια G10, G11, G12, G13, G1 και σχετικά ενδιάμεσες επιδόσεις στα κριτήρια G2, G3, G4, G5, G6, G7, G8, G9, G10, G11.

Πίνακας 7-10. Βαθμοί ένταξης και βασική λύση

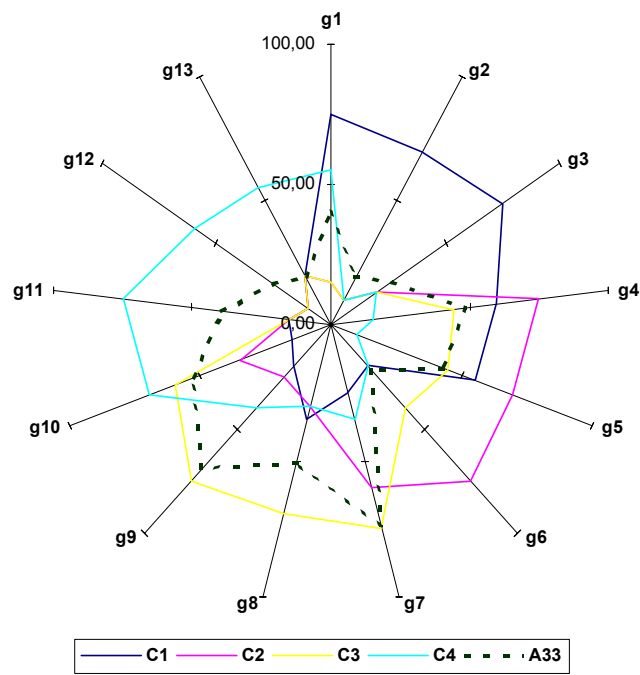
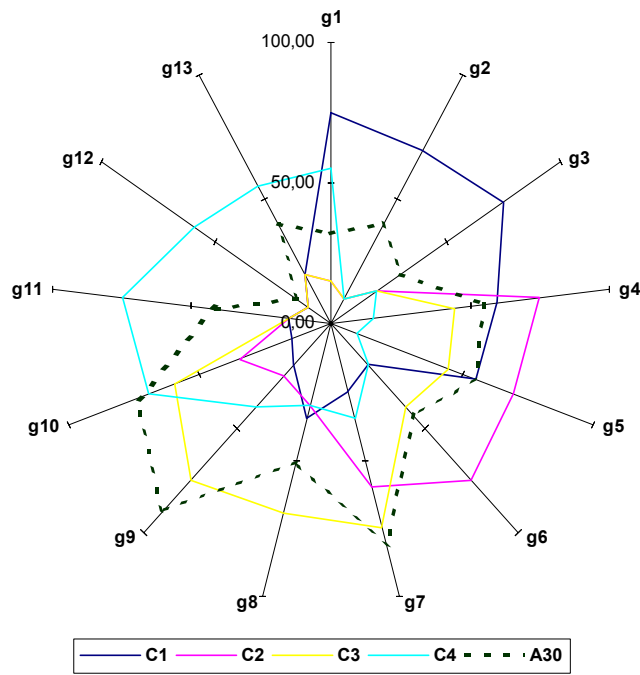
Εναλλακτική	Κατηγορία				max	Βασική ταξινόμηση
	C1	C2	C3	C4		
A1	0.065667	0.055556	0.171377	0.660000	0.660000	C 4
A2	0.967500	0.318182	0.660000	0.153483	0.967500	C 1
A3	0.755000	0.167409	0.647059	0.226471	0.755000	C 1
A4	0.002668	0.043820	0.424823	0.197674	0.424823	C 3
A5	0.005371	0.000000	0.000000	0.097223	0.097223	C 4
A6	0.865000	0.046445	0.065321	0.014152	0.865000	C 1
A7	0.039014	0.006931	0.009486	0.000000	0.039014	C 1
A8	0.053103	0.452941	0.727500	0.680000	0.727500	C 3
A9	0.216175	0.102083	0.167691	0.600000	0.600000	C 4
A10	0.047822	0.660000	0.980000	0.232339	0.980000	C 3
A11	0.711538	0.980000	0.705319	0.296296	0.980000	C 2
A12	0.022857	0.047227	0.095344	0.590000	0.590000	C 4
A13	0.006681	0.198649	0.419355	0.446886	0.446886	C 4
A14	0.155264	0.980000	0.740000	0.238389	0.980000	C 2
A15	0.010594	0.630000	0.890000	0.530612	0.890000	C 3
A16	0.890000	0.061822	0.196638	0.017286	0.890000	C 1
A17	0.025407	0.970000	0.612069	0.022700	0.970000	C 2
A18	0.000000	0.775000	0.335772	0.003553	0.775000	C 2
A19	0.004097	0.580000	0.807500	0.000000	0.807500	C 3
A20	0.080298	0.058184	0.201779	0.620000	0.620000	C 4
A21	0.217342	0.085608	0.272220	0.610000	0.610000	C 4
A22	0.040196	0.000000	0.161094	0.013368	0.161094	C 3
A23	0.092090	0.022222	0.054223	0.494312	0.494312	C 4
A24	0.250657	0.690000	0.840000	0.220711	0.840000	C 3
A25	0.223442	0.870000	0.750000	0.354167	0.870000	C 2
A26	0.098060	0.046841	0.024309	0.005143	0.098060	C 1
A27	0.490000	0.101173	0.184547	0.700000	0.700000	C 4
A28	0.188345	0.377451	0.597500	0.642442	0.642442	C 4
A29	0.295161	0.259677	0.278905	0.580000	0.580000	C 4
A30	0.116734	0.660000	0.940000	0.232339	0.940000	C 3
A31	0.058607	0.850000	0.450000	0.642442	0.850000	C 2
A32	0.132522	0.097282	0.199310	0.630000	0.630000	C 4
A33	0.018625	0.207407	0.383238	0.199704	0.383238	C 3
A34	0.139418	0.690000	0.770000	0.550209	0.770000	C 3
A35	0.186394	0.092833	0.145340	0.099003	0.186394	C 1
A36	0.045918	0.042304	0.073283	0.178929	0.178929	C 4
A37	0.098137	0.106592	0.132107	0.110469	0.132107	C 3
A38	0.007101	0.000000	0.120917	0.001039	0.120917	C 3
A39	0.000000	0.000000	0.054244	0.000000	0.054244	C 3
A40	0.880000	0.161438	0.568966	0.380702	0.880000	C 1



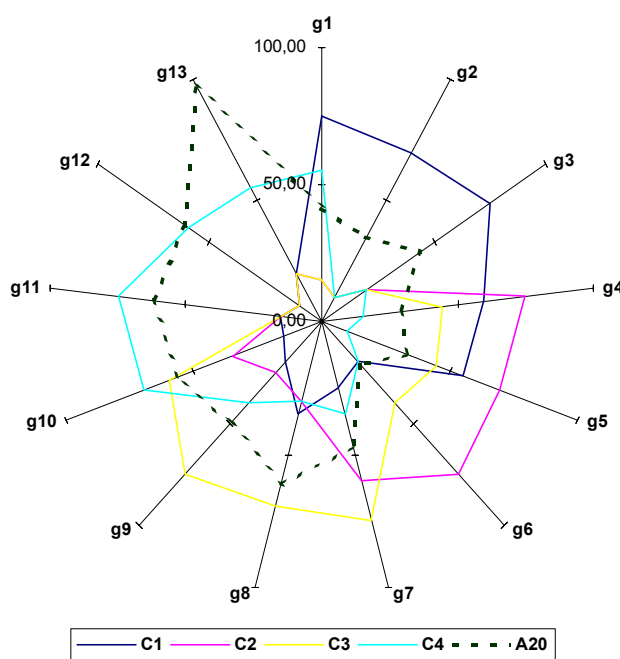
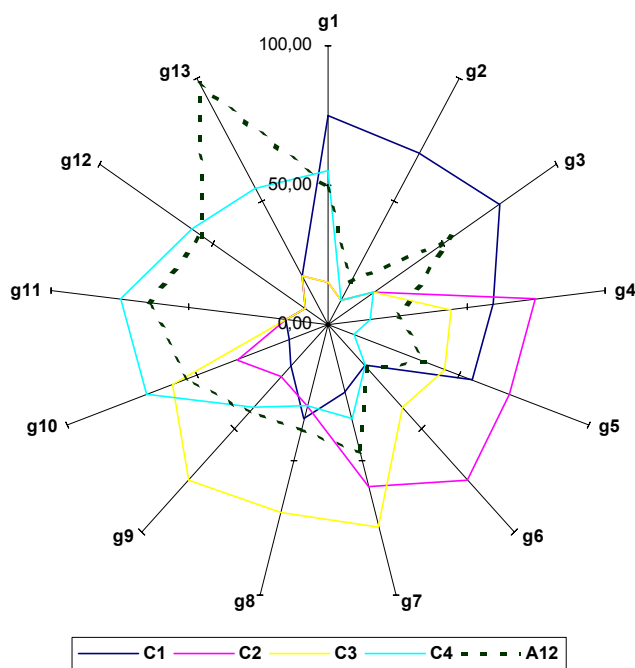
Εικόνα 7.4. Ταξινόμηση στην κατηγορία C1



Εικόνα 7.5. Ταξινόμηση στην κατηγορία C2



Εικόνα 7.6. Ταξινόμηση στην κατηγορία C3



Εικόνα 7.7. Ταξινόμηση στην κατηγορία C4

7.7. Εφαρμογή NeXClass: ΦΑΣΗ 3 - Ανάλυση αποτελεσμάτων

Για την εκτίμηση της σταθερότητας της βασικής λύσης εκτελέστηκε ανάλυση ευαισθησίας, ακολουθώντας μια σειρά από σενάρια μεταβολής των παραμέτρων του προβλήματος. Τα σενάρια και τα σχετικά αποτελέσματα παρουσιάζονται στην

συνέχεια.

7.7.1. Κριτήρια

Εκτελέστηκαν μεταβολές στα βάρη των κριτηρίων κατά ποσοστά 10%, 20%, -10%, -20% για όλα τα κριτήρια ταυτόχρονα. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω (Πίνακας 7.11).

Πίνακας 7-11. Ευαισθησία ως προς το βάρος των κριτηρίων

Εναλλακτική	Μεταβολή βάρους				
	-20%	-10%	Βασική λύση	10%	20%
A1	C4	C4	C4	C4	C4
A2	C1	C1	C1	C1	C1
A3	C1	C1	C1	C1	C1
A4	C3	C3	C3	C3	C3
A5	C4	C4	C4	C4	C4
A6	C1	C1	C1	C1	C1
A7	C1	C1	C1	C1	C1
A8	C3	C3	C3	C3	C3
A9	C4	C4	C4	C4	C4
A10	C3	C3	C3	C3	C3
A11	C2	C2	C2	C2	C2
A12	C4	C4	C4	C4	C4
A13	C4	C4	C4	C4	C4
A14	C2	C2	C2	C2	C2
A15	C3	C3	C3	C3	C3
A16	C1	C1	C1	C1	C1
A17	C2	C2	C2	C2	C2
A18	C2	C2	C2	C2	C2
A19	C3	C3	C3	C3	C3
A20	C4	C4	C4	C4	C4
A21	C4	C4	C4	C4	C4
A22	C3	C3	C3	C3	C3
A23	C4	C4	C4	C4	C4
A24	C3	C3	C3	C3	C3
A25	C2	C2	C2	C2	C2
A26	C1	C1	C1	C1	C1
A27	C4	C4	C4	C4	C4
A28	C4	C4	C4	C4	C4
A29	C4	C4	C4	C4	C4
A30	C3	C3	C3	C3	C3
A31	C2	C2	C2	C2	C2
A32	C4	C4	C4	C4	C4
A33	C3	C3	C3	C3	C3
A34	C3	C3	C3	C3	C3
A35	C1	C1	C1	C1	C1
A36	C4	C4	C4	C4	C4
A37	C3	C3	C3	C3	C3
A38	C3	C3	C3	C3	C3
A39	C3	C3	C3	C3	C3
A40	C1	C1	C1	C1	C1

Τα αποτελέσματα δείχνουν σταθερότητα της λύσης σε σχέση με την μεταβολή των βαρών των κριτηρίων κατά τα ποσοστά αυτά.

7.7.2. Κατώφλια εισόδου

Εκτελέστηκαν μεταβολές στις τιμές των κατωφλίων εισόδου κατά ποσοστά 10%, 20%, -10%, -20% για όλα τα κατώφλια ταυτόχρονα. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω (Πίνακας 7.12).

Πίνακας 7-12. Ευαισθησία ως προς τις τιμές των κατωφλίων εισόδου

Εναλλακτική	Μεταβολή κατωφλίου		Βασική λύση	10%	20%
	-20%	-10%			
A1	C 2	C 2	C 4	C 4	C 4
A2	C 1	C 1	C 1	C 3	C 1
A3	C 1	C 1	C 1	C 1	C 1
A4	C 4	C 4	C 3	C 3	C 3
A5	C 4	C 4	C 4	C 1	C 1
A6	C 1	C 1	C 1	C 1	C 1
A7	C 4	C 4	C 1	C 1	C 1
A8	C 3	C 3	C 3	C 3	C 3
A9	C 4	C 4	C 4	C 4	C 4
A10	C 3	C 3	C 3	C 3	C 3
A11	C 2	C 2	C 2	C 2	C 2
A12	C 4	C 4	C 4	C 4	C 4
A13	C 3	C 3	C 4	C 3	C 3
A14	C 2	C 2	C 2	C 2	C 2
A15	C 3	C 3	C 3	C 2	C 3
A16	C 1	C 1	C 1	C 1	C 1
A17	C 2	C 2	C 2	C 2	C 2
A18	C 2	C 2	C 2	C 2	C 2
A19	C 3	C 3	C 3	C 3	C 3
A20	C 4	C 4	C 4	C 4	C 4
A21	C 4	C 4	C 4	C 4	C 4
A22	C 1	C 3	C 3	C 3	C 1
A23	C 4	C 4	C 4	C 4	C 4
A24	C 3	C 3	C 3	C 3	C 2
A25	C 2	C 2	C 2	C 3	C 3
A26	C 3	C 1	C 1	C 2	C 1
A27	C 4	C 4	C 4	C 4	C 4
A28	C 4	C 4	C 4	C 4	C 3
A29	C 2	C 4	C 4	C 4	C 4
A30	C 3	C 3	C 3	C 3	C 2
A31	C 2	C 2	C 2	C 2	C 2
A32	C 4	C 4	C 4	C 4	C 4
A33	C 3	C 3	C 3	C 3	C 3
A34	C 3	C 3	C 3	C 2	C 2
A35	C 1	C 1	C 1	C 3	C 1
A36	C 4	C 4	C 4	C 4	C 1
A37	C 4	C 3	C 3	C 3	C 1
A38	C 2	C 2	C 3	C 3	C 1
A39	C 3	C 3	C 3	C 1	C 1
A40	C 4	C 1	C 1	C 1	C 1

Οι μεταβολές που παρατηρούνται στην ταξινόμηση των εναλλακτικών είναι οι παρακάτω (Πίνακας 7.13)

Πίνακας 7-13. Αλλαγές ταξινόμησης με την μεταβολή της τιμής των κατώφλιων εισόδου

Μεταβολή κατώφλιου	Εναλλακτική	Αλλαγή κατηγορίας {βασική ταξινόμηση, νέα ταξινόμηση}
-20%	A1	{C4, C2}
	A4	{C3, C4}
	A7	{C1, C4}
	A13	{C4, C3}
	A22	{C3, C1}
	A26	{C1, C3}
	A29	{C4, C2}
	A37	{C3, C4}
A40	{C1, C4}	
-10%	A1	{C4, C2}
	A4	{C3, C4}
	A7	{C1, C4}
	A13	{C4, C3}
	A38	{C3, C2}
10%	A2	{C1, C3}
	A5	{C4, C1}
	A13	{C4, C3}
	A15	{C3, C2}
	A25	{C2, C3}
	A26	{C1, C2}
	A34	{C3, C2}
	A35	{C1, C3}
A39	{C3, C1}	
20%	A22	{C3, C1}
	A24	{C3, C2}
	A25	{C2, C3}
	A28	{C4, C3}
	A30	{C3, C2}
	A34	{C3, C2}
	A36	{C4, C1}
	A37	{C3, C1}
	A38	{C3, C1}
A39	{C3, C1}	

Από τα αποτελέσματα παρατηρείται ότι υπάρχει σχετική ευαισθησία ως προς την μεταβολή των κατώφλιων εισόδου. Ειδικότερα παρατηρείται ότι για μεταβολές έως -10% η βασική λύση είναι γενικά σταθερή. Για μεταβολές έως κατά -20%, και 10% έως 20% των κατώφλιων παρατηρούνται μεταβολές ταξινόμησης σε αρκετές εναλλακτικές. Αυτό είναι αναμενόμενο, καθώς το κατώφλι εισόδου είναι βασική παράμετρος για την ταξινόμηση σε κάποια κατηγορία. Για πληρέστερη εικόνα είναι δυνατή η εκτέλεση από τον αποφασίζοντα ανάλυσης ευαισθησίας στην οποία δεν μεταβάλλονται όλα τα κατώφλια κατά το ίδιο ποσοστό αλλά επιλεκτικά.

7.7.3. Κατώφλια βέτο

Καθώς τα κατώφλια βέτο καθορίστηκαν σε υψηλές τιμές, εκτελέστηκαν μεταβολές στις τιμές κατά ποσοστά -10%, -20%, -30%, -40% για όλες τις κατηγορίες ταυτόχρονα. Τα

αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω (Πίνακας 7.14).

Πίνακας 7-14. Ευαισθησία ως προς την τιμή των κατωφλίων βέτο

Εναλλακτική	Μεταβολή κατωφλίου				
	Βασική λύση	-10%	-20%	-30%	-40%
A1	C4	C4	C4	C4	C1
A2	C1	C1	C1	C1	C1
A3	C1	C1	C1	C1	C1
A4	C3	C3	C3	C3	C1
A5	C4	C1	C1	C1	C1
A6	C1	C1	C1	C1	C1
A7	C1	C1	C1	C1	C1
A8	C3	C3	C3	C3	C3
A9	C4	C4	C4	C4	C4
A10	C3	C3	C3	C3	C3
A11	C2	C2	C2	C2	C2
A12	C4	C4	C4	C4	C4
A13	C4	C3	C3	C3	C1
A14	C2	C2	C2	C2	C2
A15	C3	C3	C3	C3	C3
A16	C1	C1	C1	C1	C1
A17	C2	C2	C2	C2	C2
A18	C2	C2	C2	C2	C2
A19	C3	C3	C3	C3	C3
A20	C4	C4	C4	C4	C4
A21	C4	C4	C4	C4	C4
A22	C3	C3	C1	C1	C1
A23	C4	C4	C4	C4	C4
A24	C3	C3	C3	C3	C2
A25	C2	C2	C3	C3	C3
A26	C1	C2	C1	C1	C1
A27	C4	C4	C4	C4	C1
A28	C4	C3	C3	C3	C3
A29	C4	C4	C4	C4	C4
A30	C3	C3	C3	C3	C3
A31	C2	C2	C2	C2	C1
A32	C4	C4	C4	C4	C4
A33	C3	C3	C3	C3	C1
A34	C3	C3	C2	C1	C1
A35	C1	C1	C1	C1	C1
A36	C4	C4	C1	C1	C1
A37	C3	C3	C1	C1	C1
A38	C3	C3	C1	C1	C1
A39	C3	C1	C1	C1	C1
A40	C1	C1	C1	C1	C1

Οι μεταβολές που παρατηρούνται στην ταξινόμηση των εναλλακτικών είναι οι παρακάτω (Πίνακας 7.15)

Πίνακας 7-15. Αλλαγές ταξινόμησης με την μεταβολή της τιμής των κατωφλίων βέτο

Μεταβολή κατωφλίου	Εναλλακτική	Αλλαγή κατηγορίας {βασική ταξινόμηση, νέα ταξινόμηση}
-10%	A5	{C4, C1}
	A13	{C4, C3}
	A26	{C1, C2}
	A28	{C4, C3}
-20%	A5	{C4, C1}
	A13	{C4, C3}
	A22	{C3, C1}
	A25	{C2, C3}
	A28	{C4, C3}
	A34	{C3, C2}
	A36	{C4, C1}
	A37	{C3, C1}
	A38	{C3, C1}
A39	{C3, C1}	
-30%	A5	{C4, C1}
	A13	{C4, C3}
	A22	{C3, C1}
	A25	{C2, C3}
	A28	{C4, C3}
	A34	{C3, C1}
	A36	{C4, C1}
	A37	{C3, C1}
	A38	{C3, C1}
A39	{C3, C1}	
-40%	A1	{C4, C1}
	A4	{C3, C1}
	A5	{C4, C1}
	A13	{C4, C1}
	A22	{C3, C1}
	A24	{C3, C2}
	A25	{C2, C3}
	A27	{C4, C1}
	A28	{C4, C3}
	A31	{C2, C1}
	A33	{C3, C1}
	A34	{C3, C1}
	A36	{C4, C1}
	A37	{C3, C1}
A38	{C3, C1}	
A39	{C3, C1}	

Από τα αποτελέσματα παρατηρείται ότι υπάρχει σχετική ευαισθησία ως προς την μεταβολή των κατωφλίων βέτο. Ειδικότερα παρατηρείται ότι για μεταβολές έως -20% η βασική λύση είναι σχετικά σταθερή. Για μεταβολές έως από -30% και -40% των κατωφλίων παρατηρούνται μεταβολές ταξινόμησης σε αρκετές εναλλακτικές. Για πληρέστερη εικόνα είναι δυνατή η εκτέλεση από τον αποφασίζοντα ανάλυσης

ευαισθησίας στην οποία δεν μεταβάλλονται όλα τα κατώφλια κατά το ίδιο ποσοστό αλλά επιλεκτικά.

7.7.4. Κατώφλια προτίμησης

Εκτελέστηκαν μεταβολές στα κατώφλια προτίμησης κατά ποσοστά 10%, 20%, 30%, -10%, -20%, -30% για όλες τις κατηγορίες ταυτόχρονα. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω (Πίνακας 7.16).

Πίνακας 7-16. Ευαισθησία ως προς τις τιμές των κατωφλίων προτίμησης

Εναλλακτική	Μεταβολή κατωφλίου			Βασική λύση	10%	20%	30%
	-30%	-20%	-10%				
A1	C4	C4	C4	C4	C4	C4	C4
A2	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1
A3	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1
A4	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3
A5	C4	C4	C4	C4	C4	C1	C1
A6	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1
A7	C4	C4	C4	C1	C1	C1	C1
A8	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C4
A9	C4	C4	C4	C4	C4	C4	C4
A10	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3
A11	C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2
A12	C4	C4	C4	C4	C4	C4	C4
A13	C4	C4	C4	C4	C4	C4	C4
A14	C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2
A15	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3
A16	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1
A17	C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2
A18	C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2
A19	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3
A20	C4	C4	C4	C4	C4	C4	C4
A21	C4	C4	C4	C4	C4	C4	C4
A22	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3
A23	C4	C4	C4	C4	C4	C4	C4
A24	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3
A25	C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2
A26	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1
A27	C4	C4	C4	C4	C4	C4	C4
A28	C4	C4	C4	C4	C4	C4	C4
A29	C4	C4	C4	C4	C4	C4	C4
A30	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3
A31	C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2
A32	C4	C4	C4	C4	C4	C4	C4
A33	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3
A34	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3
A35	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1
A36	C4	C4	C4	C4	C4	C4	C4
A37	C1	C3	C3	C3	C3	C3	C3
A38	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3
A39	C3	C3	C3	C3	C3	C1	C1
A40	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1

Οι μεταβολές που παρατηρούνται στην ταξινόμηση των εναλλακτικών είναι οι παρακάτω (Πίνακας 7.17)

Πίνακας 7-17. Αλλαγές ταξινόμησης με την μεταβολή της τιμής των κατώφλιων προτίμησης

Μεταβολή κατώφλιου	Εναλλακτική	Αλλαγή κατηγορίας {βασική ταξινόμηση, νέα ταξινόμηση}
-30%	A7	{C1, C4}
	A37	{C3, C1}
-20%	A7	{C1, C4}
-10%	A7	{C1, C4}
10%	-	-
20%	A5	{C4, C1}
	A39	{C3, C1}
30%	A5	{C4, C1}
	A8	{C3, C4}
	A39	{C3, C1}

Τα αποτελέσματα δείχνουν σταθερότητα της λύσης σε σχέση με την μεταβολή κατά τα ποσοστά αυτά. Για πληρέστερη εικόνα είναι δυνατή η εκτέλεση από τον αποφασίζοντα ανάλυσης ευαισθησίας στην οποία δεν μεταβάλλονται όλα τα κατώφλια κατά το ίδιο ποσοστό αλλά επιλεκτικά.

7.7.5. Κατώφλια αδιαφορίας

Εκτελέστηκαν μεταβολές στα κατώφλια αδιαφορίας κατά ποσοστά 10%, 20%, 30%, -10%, -20%, -30% για όλες τις κατηγορίες ταυτόχρονα. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω (Πίνακας 7.18).

Πίνακας 7-18. Ευαισθησία ως προς τις τιμές των κατώφλιων αδιαφορίας

Εναλλακτική	Μεταβολή			Βασική λύση	10%	20%	30%
	-30%	-20%	-10%				
A1	C4	C4	C4	C4	C4	C4	C4
A2	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1
A3	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1
A4	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3
A5	C4	C4	C4	C4	C4	C4	C4
A6	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1
A7	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1
A8	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3
A9	C4	C4	C4	C4	C4	C4	C4
A10	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3
A11	C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2
A12	C4	C4	C4	C4	C4	C4	C4
A13	C4	C4	C4	C4	C4	C4	C4
A14	C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2
A15	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3
A16	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1
A17	C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2
A18	C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2
A19	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3
A20	C4	C4	C4	C4	C4	C4	C4

Εναλλακτική	Μεταβολή			Βασική λύση	10%	20%	30%
	-30%	-20%	-10%				
A21	C 4	C 4	C 4	C 4	C 4	C 4	C 4
A22	C 3	C 3	C 3	C 3	C 3	C 3	C 3
A23	C 4	C 4	C 4	C 4	C 4	C 4	C 4
A24	C 3	C 3	C 3	C 3	C 3	C 3	C 3
A25	C 2	C 2	C 2	C 2	C 2	C 2	C 2
A26	C 1	C 1	C 1	C 1	C 1	C 1	C 1
A27	C 4	C 4	C 4	C 4	C 4	C 4	C 4
A28	C 4	C 4	C 4	C 4	C 4	C 4	C 4
A29	C 4	C 4	C 4	C 4	C 4	C 4	C 4
A30	C 3	C 3	C 3	C 3	C 3	C 3	C 3
A31	C 2	C 2	C 2	C 2	C 2	C 2	C 2
A32	C 4	C 4	C 4	C 4	C 4	C 4	C 4
A33	C 3	C 3	C 3	C 3	C 3	C 3	C 3
A34	C 3	C 3	C 3	C 3	C 3	C 3	C 3
A35	C 1	C 1	C 1	C 1	C 1	C 1	C 1
A36	C 4	C 4	C 4	C 4	C 4	C 4	C 4
A37	C 3	C 3	C 3	C 3	C 3	C 3	C 3
A38	C 3	C 3	C 3	C 3	C 3	C 3	C 3
A39	C 3	C 3	C 3	C 3	C 3	C 3	C 3
A40	C 1	C 1	C 1	C 1	C 1	C 1	C 1

Από τα αποτελέσματα παρατηρείται ότι ως προς την μεταβολή των κατωφλίων αδιαφορίας η βασική λύση είναι σταθερή.

7.7.6. Ανάλυση αποτελεσμάτων

Από το αποτέλεσμα της βασικής ταξινόμησης διακρίνονται τα παρακάτω χαρακτηριστικά (Πίνακας 7.19), όπως σχηματικά απεικονίζονται και στα διαγράμματα προηγούμενως για επιλεγμένες εναλλακτικές (Εικόνες 7.4, 7.5, 7.6 και 7.7):

1. Στην κατηγορία C1 εντάχθηκαν εναλλακτικές με υψηλές επιδόσεις στα κριτήρια G1, G2, G3, G4 και σχετικά ενδιάμεσες επιδόσεις στα κριτήρια G5, G6, G7, G8, G9, G10, G11, G12, G13. Με βάση τον ορισμό των κριτηρίων, οι έμποροι αυτοί παρουσιάζουν σχετικά υψηλή επίδοση στους δείκτες κερδοφορίας και σχετικά χαμηλές επιδόσεις στους παράγοντες δυναμικής.
2. Στην κατηγορία C2 εντάχθηκαν εναλλακτικές με υψηλές επιδόσεις στα κριτήρια G4, G5, G6, G7 και σχετικά ενδιάμεσες επιδόσεις στα κριτήρια G1, G2, G3, G8, G9, G10, G11, G12, G13. Με βάση τον ορισμό των κριτηρίων, οι έμποροι αυτοί παρουσιάζουν σχετικά υψηλή επίδοση στους δείκτες κερδοφορίας και σχετικά υψηλές επιδόσεις στους παράγοντες δυναμικής.
3. Στην κατηγορία C3 εντάχθηκαν εναλλακτικές με υψηλές επιδόσεις στα κριτήρια G7, G8, G9, G10 και σχετικά ενδιάμεσες επιδόσεις στα κριτήρια G1, G2, G3, G4, G5, G6, G11, G12, G13. Με βάση τον ορισμό των κριτηρίων, οι έμποροι αυτοί παρουσιάζουν σχετικά χαμηλή επίδοση στους δείκτες κερδοφορίας και σχετικά υψηλές επιδόσεις στους παράγοντες δυναμικής.

4. Στην κατηγορία C4 εντάχθηκαν εναλλακτικές με υψηλές επιδόσεις στα κριτήρια G10, G11, G12, G13, G1 και σχετικά ενδιάμεσες επιδόσεις στα κριτήρια G1, G2, G3, G4, G5, G6, G7, G8, G9. Με βάση τον ορισμό των κριτηρίων, οι έμποροι αυτοί παρουσιάζουν σχετικά χαμηλή επίδοση στους δείκτες κερδοφορίας και σχετικά χαμηλές επιδόσεις στους παράγοντες δυναμικής.

Πίνακας 7-19. Ταξινόμηση εναλλακτικών

Εναλλακτική /Κατηγορία	Κριτήριο												
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13
C1 (ΧΔ-ΥΚ)													
A2	80	78	88	69	59	30	50	45	48	42	22	15	27
A3	77	90	88	61	63	28	35	33	51	33	22	28	33
A6	79	75	80	65	60	25	30	34	22	19	22	18	21
A7	50	6	54	25	38	21	47	41	40	57	65	65	88
A16	80	77	79	69	65	22	31	37	28	22	19	21	29
A26	22	25	80	42	60	25	30	65	22	19	22	18	51
A35	40	78	27	25	56	41	54	49	38	21	47	25	19
A40	88	78	81	69	74	21	47	29	40	55	29	41	41
C2 (ΥΔ-ΥΚ)													
A11	30	29	32	87	86	80	77	46	28	49	25	29	33
A14	25	19	26	90	81	79	70	44	32	45	28	24	30
A17	21	15	22	86	79	83	68	40	30	41	20	19	25
A18	18	12	25	82	81	79	64	38	29	39	19	15	27
A25	30	32	32	28	86	80	80	46	80	49	25	29	48
A31	25	19	32	39	86	80	77	87	28	49	84	29	28
C3 (ΥΔ-ΧΚ)													
A4	16	39	26	25	55	25	50	51	43	65	37	38	73
A8	44	19	31	55	49	29	80	70	73	55	48	29	45
A10	30	25	30	51	55	44	82	84	90	74	32	15	32
A15	42	14	27	51	56	46	81	78	82	53	40	25	33
A19	22	18	26	49	51	41	80	80	86	69	24	11	26
A22	22	45	88	15	59	30	50	69	48	42	22	15	34
A24	30	51	30	90	55	44	42	84	42	74	32	15	61
A30	32	40	30	55	55	44	82	51	90	74	42	15	40
A33	40	19	27	49	43	22	74	51	69	53	39	25	19
A34	28	44	26	54	81	34	80	74	60	25	30	65	20
A37	20	33	88	28	63	42	28	57	61	22	67	29	77
A38	19	38	25	15	81	79	64	82	29	39	19	15	18
A39	24	80	26	11	51	41	80	49	86	69	24	11	22
C4 (ΧΔ-ΧΚ)													
A1	29	22	28	25	69	25	61	52	25	39	58	61	68
A5	28	56	51	21	34	8	37	61	30	37	55	66	98
A9	49	43	28	29	61	22	67	42	25	39	51	62	55
A12	49	17	54	25	37	21	47	39	42	54	65	55	98
A13	42	14	27	51	43	22	74	67	69	53	40	25	92
A20	41	35	44	29	34	21	47	61	50	57	62	61	98
A21	58	61	44	61	34	21	47	29	50	57	62	61	41
A23	49	48	28	25	61	22	25	42	25	39	51	62	59
A27	65	65	54	69	38	21	47	25	40	57	65	65	32
A28	48	40	31	32	49	29	80	55	73	55	48	29	25
A29	51	28	28	82	61	22	67	29	25	39	70	62	65
A32	65	20	54	74	37	21	47	25	42	54	46	55	40
A36	19	37	79	21	65	70	31	19	49	29	80	55	80

7.8. Αξιολόγηση μεθοδολογίας και NeXClass ΣΥΑ

Για την αξιολόγηση της μεθοδολογίας και του ΣΥΑ στο περιβάλλον της τράπεζας εκτελέστηκαν μια σειρά από πειράματα ελέγχοντας αφενός την ισχύ των αποτελεσμάτων, και αφετέρου την λειτουργικότητα του ΣΥΑ από την πλευρά του χρήστη.

7.8.1. Μεθοδολογία

Ο έλεγχος ορθότητας ο οποίος εκτελέστηκε αποσκοπούσε στον έλεγχο των αποτελεσμάτων και την ακρίβεια του αλγόριθμου ταξινόμησης. Εφόσον, πρόκειται για κατευθυνόμενη ταξινόμηση η οποία ενσωματώνει το σύνολο αξιών του αποφασίζοντα, δεν είναι δυνατή η εύρεση απόλυτης λύσης στο πρόβλημα ταξινόμησης η οποία να χρησιμοποιηθεί ως σύνολο αναφοράς. Ωστόσο, για το εν λόγω πρόβλημα θεωρήθηκε ένας αριθμός από σύνολα λύσεων τα οποία προέκυψαν με βάση την υφιστάμενη ευρετική διαδικασία ταξινόμησης. Τα σύνολα αυτά χρησιμοποιήθηκαν ως σύνολα αναφοράς για τον έλεγχο της ακρίβειας της ταξινόμησης με την βοήθεια της NeXClass.

Ειδικότερα, πραγματοποιήθηκε ταξινόμηση τεσσάρων συνόλων εναλλακτικών σε τέσσερις κατηγορίες, αφενός με την υφιστάμενη ευρετική διαδικασία και αφετέρου με την NeXClass. Τα αποτελέσματα των διαφορών στην ταξινόμηση παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 7.20). Κατά την αρχική εκτέλεση της NeXClass παρουσιάστηκε ένα ποσοστό διαφορών ταξινόμησης της τάξης του 10% σε σχέση με την υφιστάμενη διαδικασία. Η ασυμφωνία οφείλεται στο γεγονός ότι η υφιστάμενη διαδικασία είναι ευρετική, και κατά συνέπεια δεν είναι ιδιαίτερα εύκολη η αποτύπωση των προτιμήσεων ως προς τα κατώφλια των κατηγοριών και τις λοιπές παραμέτρους. Έπειτα από τον επανακαθορισμό των παραμέτρων, η NeXClass εκτελέστηκε για δεύτερη φορά και οι διαφορές μειώθηκαν σε ποσοστό 8-9%, γεγονός το οποίο ερμηνεύει τις διαφορές ως ζήτημα καθορισμού των παραμέτρων. Παρά τις διαφορές οι οποίες παρουσιάστηκαν στην ταξινόμηση σε σχέση με τα σύνολα αναφοράς, η μεθοδολογία μοντελοποίησε το πρόβλημα και αποτύπωσε επιτυχώς το μοντέλο αξιών του αποφασίζοντα με ορθολογικό τρόπο.

Πίνακας 7-20. Αξιολόγηση μεθοδολογίας με σύνολα αναφοράς

Εναλλακτικές	Κατηγορίες	Διαφορές ταξινόμησης (αρχική εκτέλεση)	Διαφορές ταξινόμησης (δεύτερη εκτέλεση)
10	4	1(10%)	0(0%)
30	4	2(7%)	2(3%)
50	4	6(12%)	4(8%)
100	4	12(12%)	9(9%)

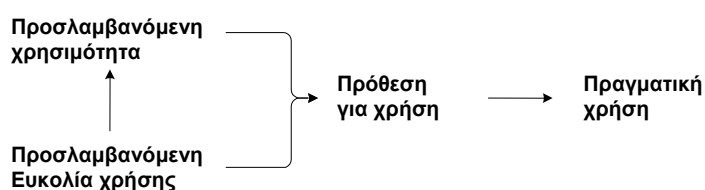
7.8.2. ΣΥΑ

Όπως αναφέρθηκε, ένας από τους στόχους της παρούσας εφαρμογής της NeXClass στο περιβάλλον της τράπεζας ήταν η μοντελοποίηση του προβλήματος και η

αντικατάσταση της υφιστάμενης ευρετικής διαδικασίας. Το πρωτότυπο ΣΥΑ το οποίο αναπτύχθηκε και χρησιμοποιήθηκε παρουσιάστηκε συνοπτικά στο Κεφάλαιο 4. Η NeXClass και το αντίστοιχο ΣΥΑ είχαν ως στόχο να προσφέρουν μια συστηματική αντιμετώπιση στο πρόβλημα της ταξινόμησης των εμπόρων αποτυπώνοντας με ορθολογικό τρόπο το μοντέλο προτίμησης της τράπεζας. Η χρήση του ΣΥΑ επομένως από τον αποφασίζοντα αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την επιτυχή εφαρμογή της μεθοδολογίας.

Γενικότερα, δεν έχει παρουσιαστεί στην βιβλιογραφία κάποιο μοντέλο αξιολόγησης πολυκριτηριακού ΣΥΑ ως προς την αποδοχή από τον χρήστη/αποφασίζοντα. Ωστόσο, στην περίπτωση της τράπεζας η αντικατάσταση της υφιστάμενης διαδικασίας με το ΣΥΑ εγείρει θέματα αποδοχής και για τον λόγο αυτό κρίνεται απαραίτητη η διερεύνηση των παραγόντων οι οποίοι επηρεάζουν την αποδοχή του νέου ΣΥΑ και της μεθοδολογίας. Για τον λόγο αυτό, διαμορφώθηκε ένα ερευνητικό μοντέλο αξιολόγησης της λειτουργικότητας και συνολικής εφαρμογής του ΣΥΑ για την επίλυση προβλημάτων ταξινόμησης βασισμένο στο Μοντέλο Αποδοχής Τεχνολογίας (Technology Acceptance Model/TAM) (Money 2004) (Εικόνα 7.8), και εκτελέστηκε ένας αριθμός πειραμάτων στο περιβάλλον της τράπεζας με την βοήθεια εξειδικευμένων λειτουργών. Το μοντέλο αξιολόγησης βασίστηκε στο Μοντέλο Αποδοχής Τεχνολογίας (Technology Acceptance Model/TAM) καθώς ο στόχος ήταν η μέτρηση του βαθμού αποδοχής του ΣΥΑ από τους αποφασίζοντες. Το μοντέλο TAM εισήχθη από τον Davis (1989) και παρέχει ένα πλαίσιο ερμηνείας των παραγόντων που καθορίζουν την υιοθέτηση των πληροφοριακών συστημάτων και υπολογιστών γενικά από τους χρήστες. Γενικότερα είναι σε θέση να ερμηνεύσει την συμπεριφορά των χρηστών σε ένα πλήθος από τεχνολογίες και πληθυσμούς και είναι επαρκώς θεμελιωμένο θεωρητικά (Davis, 1989; 1993). Το μοντέλο TAM έχει χρησιμοποιηθεί αρκετά για την μελέτη αποδοχής τεχνολογιών σε πληθώρα πεδίων, είτε στην αρχική του μορφή ή σε παραλλαγές οι οποίες έχουν κατά καιρούς προταθεί (Taylor και Todd, 1995; Doll et al, 1998; Geffen και Straub, 2000). Ωστόσο, αν και η χρήση του μοντέλου είναι εκτεταμένη, δεν έχει εφαρμοστεί έως σήμερα για την αξιολόγηση πολυκριτηριακών ΣΥΑ.

Το μοντέλο το οποίο παρουσιάζεται στην συνέχεια έχει ως στόχο να παράσχει μια αρχική προσέγγιση για την αξιολόγηση πολυκριτηριακών ΣΥΑ ως προς την αποδοχή του αποφασίζοντα, και να αναδείξει την συγκεκριμένη αναγκαιότητα ειδικά για την περίπτωση όπου το ΣΥΑ προορίζεται να χρησιμοποιηθεί για υποστήριξη λειτουργικών αποφάσεων.



Εικόνα 7.8. Ερευνητικό μοντέλο αποδοχής ΣΥΑ

Ειδικότερα, με βάση το παραπάνω μοντέλο διαμορφώθηκε αρχικά ένα σύνολο από 6 ερευνητικές υποθέσεις (Πίνακας 7.21), καθώς και μια σειρά σημείων ελέγχου των υποθέσεων (Πίνακας 7.22).

Πίνακας 7-21. Ερευνητικές υποθέσεις

	Υπόθεση
H1	Η προσλαμβανόμενη χρησιμότητα θα έχει θετική σχέση με την πρόθεση
H2	Η προσλαμβανόμενη ευκολία χρήσης θα έχει ισχυρή έμμεση ευθεία σχέση με την πρόθεση
H3	Η προσλαμβανόμενη ευκολία χρήσης θα έχει λιγότερο ισχυρή άμεση ευθεία σχέση με την πρόθεση
H4	Η πρόθεση θα έχει ισχυρή θετική σχέση με την χρήση του ΣΥΑ
H5	Η προσλαμβανόμενη χρησιμότητα και η προσλαμβανόμενη ευκολία χρήσης θα έχουν ισχυρή θετική σχέση με την πρόθεση
H6	Η προσλαμβανόμενη χρησιμότητα και η προσλαμβανόμενη ευκολία χρήσης θα έχουν ισχυρή θετική σχέση με την πραγματική χρήση

Πίνακας 7-22. Σημεία ελέγχου υποθέσεων

Προσλαμβανόμενη χρησιμότητα	
1.	Με το ΣΥΑ NeXClass οι αποφάσεις ταξινόμησης είναι ευκολότερες
2.	Με το ΣΥΑ NeXClass οι αποφάσεις ταξινόμησης είναι περισσότερο ακριβείς
3.	Με το ΣΥΑ NeXClass οι αποφάσεις ταξινόμησης είναι ταχύτερες
Προσλαμβανόμενη ευκολία χρήσης	
1.	Το ΣΥΑ NeXClass είναι εύκολο στην χρήση
2.	Το ΣΥΑ NeXClass και η μεθοδολογία είναι εύκολα στην κατανόηση
Πρόθεση για χρήση	
1.	Νομίζω ότι η χρήση του ΣΥΑ NeXClass είναι καλή ιδέα
2.	Νομίζω ότι η χρήση του ΣΥΑ NeXClass θα είναι ωφέλιμη για μένα
3.	Έχω θετική προδιάθεση για την χρήση του ΣΥΑ NeXClass
Χρήση	
1.	Σκοπεύω να χρησιμοποιώ το ΣΥΑ NeXClass
2.	Σκοπεύω να χρησιμοποιώ το ΣΥΑ NeXClass αντί για την παραδοσιακή διαδικασία

Στην συνέχεια, δημιουργήθηκαν ερωτηματολόγια βασισμένα στις υποθέσεις, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την συλλογή των δεδομένων από τους χρήστες. Για την συμπλήρωση των ερωτηματολογίων χρησιμοποιήθηκε κλίμακα από 1 = πλήρης συμφωνία έως 5 = πλήρης διαφωνία. Ως δείγμα χρηστών επιλέχθηκαν λειτουργοί της τράπεζας σε πραγματικό περιβάλλον, αλλά και φοιτητές κατά το στάδιο της ανάπτυξης του πρωτότυπου. Στον Πίνακα 7.23 παρουσιάζονται τα δημογραφικά στοιχεία του δείγματος. Οι χρήστες πραγματοποίησαν ταξινομήσεις ως αποφασίζοντες χρησιμοποιώντας το ΣΥΑ για έναν αριθμό προβλημάτων με διαφορετικούς αριθμούς εναλλακτικών.

Πίνακας 7-23. Δημογραφικά στοιχεία δείγματος

Συνολικό μέγεθος δείγματος		20	
Φύλο	Γυναίκες		8
	Άνδρες		12
Δημογραφικά	M.O.		Απόκλιση
Ηλικία	29.3		4.6
Έτη χρήσης IT	5.2		2.0
Ώρες χρήσης IT εβδομαδιαία	15.3		3.7
Χρήση Ίντερνετ	Ποσοστό %		
Ημερήσια	63.5 %		
Εβδομαδιαία	25.5 %		
Μηνιαία	10.5 %		
> Μηνιαία	0.5 %		

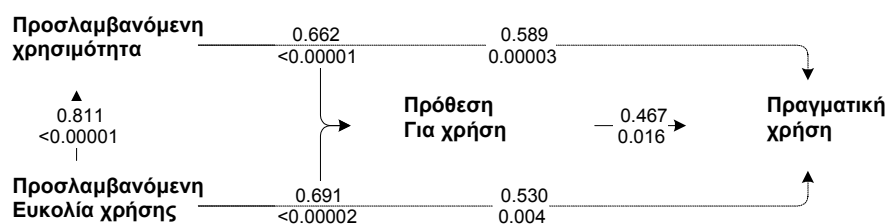
Για την ανάλυση των δεδομένων υπολογίστηκε ο Cronbach Alpha για κάθε σημείο ελέγχου υποθέσεων. Η σχετική αξιοπιστία υπολογίστηκε πάνω από το επιθυμητό επίπεδο για αντίστοιχες έρευνες, το οποίο είναι 0.80, και συνεπώς θεωρήθηκε αποδεκτή. Εξαιτίας του μικρού δείγματος, η στατιστική ανάλυση περιορίστηκε στην συσχέτιση και ανάδρομη ανάλυση. Τα αποτελέσματα της συσχέτισης παριστάνονται στον Πίνακα 7.24, και Πίνακα 7.25. Τα αποτελέσματα παριστάνονται σχηματικά στην Εικόνα 7.9.

Πίνακας 7-24. Cronbach alpha

Σημεία ελέγχου υποθέσεων	Cronbach alpha
Προσλαμβανόμενη χρησιμότητα	0.907
Προσλαμβανόμενη ευκολία χρήσης	0.922
Πρόθεση για χρήση	0.841
Χρήση	0.869

Πίνακας 7-25. Σημεία ελέγχου υποθέσεων

Σημεία ελέγχου υποθέσεων	(1)	(2)	(3)	(4)
(1) Προσλαμβανόμενη χρησιμότητα	1	0.811	0.662	0.589
(2) Προσλαμβανόμενη ευκολία χρήσης	0.811	1	0.691	0.530
(3) Πρόθεση για χρήση	0.662	0.691	1	0.467
(4) Χρήση	0.589	0.530	0.467	1



Εικόνα 7.9. Αποτελέσματα συσχέτισης

Από τα αποτελέσματα διαπιστώνεται ότι όλες οι υποθέσεις υποστηρίζονται, κάτι το οποίο παρέχει αποδείξεις ότι το ΣΥΑ υποστηρίζει αποτελεσματικά την διαδικασία αποφάσεων και μπορεί να αντικαταστήσει επιτυχώς την υφιστάμενη διαδικασία. Λόγω του μικρού δείγματος, δεν είναι δυνατή η εξαγωγή γενικευμένων συμπερασμάτων, ωστόσο ο στόχος του ερευνητικού μοντέλου αξιολόγησης του ΣΥΑ ήταν η δημιουργία ενός αρχικού πλαισίου αξιολόγησης πολυκριτηριακών ΣΥΑ, το οποίο θα αποτελέσει την αφετηρία για ευρύτερη έρευνα και περισσότερο εμπειριστατωμένη αξιολόγηση των παραγόντων οι οποίοι επηρεάζουν την αποδοχή πολυκριτηριακών ΣΥΑ από χρήστες για την αντιμετώπιση προβλημάτων λήψης αποφάσεων.

7.9. Συμπεράσματα

Από την εφαρμογή της μεθοδολογίας στο περιβάλλον της τράπεζας για το πρόβλημα της ταξινόμησης προέκυψαν τα παρακάτω ειδικά και γενικά συμπεράσματα.

7.9.1. Ειδικά

1. Η μεθοδολογία κατέληξε σε αποτέλεσμα συμβατό με τον στόχο και τις ανάγκες του προβλήματος. Η ταξινόμηση των εναλλακτικών στις 4 κατηγορίες, όπως αναλύθηκε παραπάνω, αντανακλά την τμηματοποίηση της αγοράς και είναι σύμφωνη με το πλαίσιο των κριτηρίων αξιολόγησης. Συνεπώς η μεθοδολογία ικανοποίησε με επάρκεια τις ανάγκες του προβλήματος ταξινόμησης.
2. Από την ανάλυση ευαισθησίας προέκυψε ότι η βασική λύση είναι σταθερή ως προς την μεταβολή των παραμέτρων εντός μιας ζώνης μεταβολής και η βασική λύση είναι ευαίσθητη ως προς την μεταβολή του κατωφλίου εισόδου για σχετικά υψηλές τιμές μεταβολής.
3. Από την αξιολόγηση του ΣΥΑ προέκυψε ότι καλύπτει επαρκώς τις ανάγκες του προβλήματος.

7.9.2. Γενικά

1. Η μεθοδολογία καλύπτει με επάρκεια τις ανάγκες του πολυκριτηριακού προβλήματος ταξινόμησης για μη διατεταγμένες κατηγορίες.

2. Επειδή η μεθοδολογία απαιτεί τον καθορισμό αριθμού παραμέτρων, ο οποίος ενδέχεται να είναι σημαντικός για ορισμένα προβλήματα, είναι πιθανόν ο αποφασίζων να δυσκολευτεί, με αποτέλεσμα η ποιότητα των αποτελεσμάτων να είναι χαμηλή. Συνεπώς θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η επάρκεια του αποφασίζοντα και να προηγείται η εξοικείωσή του με την μεθοδολογία.
3. Ο αριθμός των κριτηρίων και των παραμέτρων πρέπει να παραμένει σχετικά χαμηλός ώστε να ελαχιστοποιείται η πολυπλοκότητα, αλλά όχι εις βάρος κρίσιμων παραμέτρων του προβλήματος.
4. Η ανάλυση ευαισθησίας καλύπτει τις ανάγκες ανάλυσης των αποτελεσμάτων, ωστόσο μια επιπρόσθετη ανάλυση σταθερότητας θα ήταν χρήσιμη για την εξαγωγή επιπλέον συμπερασμάτων.
5. Κρίνεται αναγκαία η δημιουργία ενός ολοκληρωμένου μοντέλου αξιολόγησης πολυκριτηριακών ΣΥΑ.

Συμπερασματικά, η εφαρμογή της μεθοδολογίας απέδειξε την επάρκειά της για την επίλυση προβλημάτων ταξινόμησης σε μη διατεταγμένες κατηγορίες. Εξίσου σημαντικό είναι και το γεγονός ότι η εφαρμογή πραγματοποιήθηκε σε πραγματικό περιβάλλον, κάτι το οποίο κατέδειξε τόσο τα θετικά σημεία της όσο και τα σημεία προς βελτίωση.

7.10. Σύνοψη

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάστηκε η εφαρμογή της μεθοδολογίας NeXClass σε πρόβλημα ταξινόμησης στο περιβάλλον μιας ελληνικής τράπεζας. Το πρόβλημα αφορά την ταξινόμηση των εμπόρων της τράπεζας, οι οποίοι κατέχουν τερματικά ηλεκτρονικών πληρωμών (EFTPoS – Electronic Fund Transfer at the Point of Sale), σε κατάλληλες κατηγορίες για την διαμόρφωση ανάλογης πελατειακής στρατηγικής. Ειδικότερα, παρουσιάστηκε το μοντέλο αξιολόγησης των εμπόρων το οποίο διαμορφώθηκε για την τράπεζα, και η εφαρμογή της μεθοδολογίας από εξειδικευμένο λειτουργό της τράπεζας ακολουθώντας τις φάσεις της μεθοδολογίας NeXClass για την ταξινόμηση ενός συνόλου εμπόρων. Τέλος, παρουσιάστηκαν τα αποτελέσματα αξιολόγησης της εφαρμογής της μεθοδολογίας και του ΣΥΑ από την τράπεζα με την βοήθεια ενός τροποποιημένου μοντέλου αποδοχής τεχνολογίας. Τα συμπεράσματα από την εφαρμογή της μεθοδολογίας υποστηρίζουν την επάρκεια της NeXClass και του ΣΥΑ για την αντιμετώπιση παρόμοιων προβλημάτων τόσο στο τραπεζικό περιβάλλον, όσο και ευρύτερα σε πεδία εκτός του χρηματοοικονομικού χώρου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

Εφαρμογή μεθοδολογίας NeXClass-G και ΣΥΟΑ

Τραπεζικό περιβάλλον - Ταξινόμηση τοποθεσιών εγκατάστασης ATM

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται αναλυτική εφαρμογή της μεθοδολογίας NeXClass-G (Rigoroulos et al., 2008b; 2008d) σε πραγματικό πρόβλημα ταξινόμησης στον τραπεζικό τομέα. Το πρόβλημα αφορά στην αξιολόγηση και ταξινόμηση των ATM (Αυτόματων Ταμειακών Μηχανών) της τράπεζας. Αναλύεται το μοντέλο το οποίο αναπτύχθηκε για τις ανάγκες της τράπεζας, και παρουσιάζονται αποτελέσματα από την εφαρμογή της μεθοδολογίας, τα οποία υποστηρίζουν την καταλληλότητά της για την αντιμετώπιση πολυκριτηριακών προβλημάτων ταξινόμησης σε περιβάλλον ομάδας.

8.1. Εισαγωγή

Όπως προκύπτει από την ανασκόπηση στο Κεφάλαιο 3 οι μεθοδολογίες υποστήριξης ομαδικών αποφάσεων έχουν αξιοποιήσει την πολυκριτηριακή ανάλυση σε αρκετές περιπτώσεις, όπως παρουσιάζεται στις σχετικές εργασίες. Σε αντίθεση ωστόσο με τις πολυκριτηριακές μεθοδολογίες για έναν αποφασίζοντα, οι οποίες, όπως αναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 7, παρουσιάζουν σημαντικές εφαρμογές στον χώρο της χρηματοοικονομικής διαχείρισης και στρατηγικής ανάλυσης, και των εν γένει προβλημάτων του χρηματοοικονομικού τομέα, παρατηρείται έλλειψη σε εφαρμογές πολυκριτηριακών μεθοδολογιών για περιβάλλον ομάδας στον συγκεκριμένο τομέα. Επιπλέον, παρατηρείται έλλειψη σε μεθοδολογίες και συστήματα υποστήριξης ομαδικών αποφάσεων στον τραπεζικό τομέα για προβλήματα τα οποία παρατηρούνται τόσο σε λειτουργικό όσο και οργανωτικό επίπεδο, παρά τις αυξημένες απαιτήσεις στον τομέα. Τα προβλήματα αυτού του επιπέδου αντιμετωπίζονται συνήθως με ευρετικές προσεγγίσεις και με την βοήθεια στατιστικού και οικονομετρικού λογισμικού γενικής χρήσεως. Στο πλαίσιο αυτό, και με βάση την ερευνητική κατεύθυνση της διατριβής, εφαρμόστηκε η μεθοδολογία NeXClass-G σε περιβάλλον τράπεζας για την αντιμετώπιση προβλήματος ταξινόμησης. Ο στόχος της συγκεκριμένης εφαρμογής είναι αφενός η αντιμετώπιση του συγκεκριμένου προβλήματος με την βοήθεια της μεθοδολογίας και η αξιολόγησή της σε πραγματικό περιβάλλον, και αφετέρου η ανάδειξη της ενσωμάτωσης πολυκριτηριακής ανάλυσης σε ομαδικές αποφάσεις λειτουργικού επιπέδου στον τραπεζικό και ευρύτερο χρηματοοικονομικό τομέα για την βελτίωση της διαδικασίας λήψης αποφάσεων και της ποιότητας των αποφάσεων.

Αναλυτικότερα, στο κεφάλαιο παρουσιάζεται η εφαρμογή της μεθοδολογίας NeXClass-G σε ομαδικό πρόβλημα ταξινόμησης στο περιβάλλον μιας ελληνικής τράπεζας. Το πρόβλημα αφορά την ταξινόμηση των ATM της τράπεζας σε κατάλληλες κατηγορίες για την διαμόρφωση ανάλογης πελατειακής στρατηγικής. Στο κεφάλαιο παρουσιάζεται αφενός το μοντέλο αξιολόγησης των ATM το οποίο διαμορφώθηκε για την τράπεζα, και αφετέρου η εφαρμογή της μεθοδολογίας από ομάδα αποφασιζόντων της τράπεζας. Ειδικότερα, παρουσιάζεται αρχικά σύντομη εισαγωγή στο πεδίο των ATM και οριοθετείται το πρόβλημα της ταξινόμησης. Στην συνέχεια παρουσιάζεται η επίλυση του προβλήματος, ακολουθώντας τις φάσεις της μεθοδολογίας NeXClass-G με την χρήση του NeXClass-GDSS ΣΥΟΑ. Τέλος, παρουσιάζονται αποτελέσματα αξιολόγησης της εφαρμογής της μεθοδολογίας από την τράπεζα, καθώς και αποτελέσματα της ανάλυσης ευαισθησίας τα οποία παρέχουν στοιχεία για την σταθερότητα της λύσης. Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με την παράθεση σε παράρτημα αναλυτικών αποτελεσμάτων από την εφαρμογή της μεθοδολογίας. Συνοπτικά, από την εφαρμογή της NeXClass-G προκύπτει ότι η μεθοδολογία καλύπτει επαρκώς τις απαιτήσεις του προβλήματος ταξινόμησης, και αποτυπώνει αποτελεσματικά το μοντέλο αξιών της ομάδας με σαφή και κατανοητό τρόπο. Επιπλέον, η σύγκριση των αποτελεσμάτων με υφιστάμενες τεχνικές ταξινόμησης της τράπεζας καταδεικνύει την επάρκεια της NeXClass-G για το εν λόγω πρόβλημα. Από την συνολική εμπειρία

εφαρμογής σε πραγματικό περιβάλλον, προκύπτει ότι η NeXClass-G μπορεί να εφαρμοστεί με επιτυχία σε παρόμοια προβλήματα ταξινόμησης τόσο του χρηματοοικονομικού τομέα, όσο και σε ευρύτερα πεδία όπως η παραγωγή, το περιβάλλον και η διαχείριση ανθρώπινων πόρων.

8.2. Επισκόπηση του πεδίου των ATM

8.2.1. Γενικά

Τα μηχανήματα αυτόματης ανάληψης μετρητών ATM (Αυτόματες Ταμειακές Μηχανές) αποτελούν σημαντική προέκταση του τραπεζικού δικτύου το οποίο παραδοσιακά στηρίζεται κυρίως στα τραπεζικά καταστήματα. Κατά την διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας και με την συμβολή της ανάπτυξης των τεχνολογιών πληροφορικής και του διαδικτύου, έχει πραγματοποιηθεί σημαντική αύξηση του αριθμού των ATM τα οποία εξυπηρετούν σε 24ωρη βάση τους πελάτες των τραπεζών. Αρχικά οι λειτουργίες των ATM περιορίζονταν σε πολύ βασικές συναλλαγές, και κυρίως στην ανάληψη μετρητών, με στόχο την υποκατάσταση του τραπεζικού καταστήματος κατά τις μη εργάσιμες ώρες. Ωστόσο, σταδιακά άρχισαν να προστίθενται περισσότερες συναλλαγές και τα ATM πλέον προσφέρουν σύνολο υπηρεσιών προς τους πελάτες, οι οποίες εκτείνεται από πληρωμές, αναλήψεις και εξυπηρέτηση δανείων έως τελείως εξειδικευμένες υπηρεσίες ανά τράπεζα. Επιπλέον, ενώ αρχικά τα ATM τοποθετούνταν στην πρόσοψη των τραπεζικών καταστημάτων, σήμερα τοποθετούνται σε αυτόνομες τοποθεσίες, και τείνουν να εξελιχθούν σε σημεία πώλησης τραπεζικών προϊόντων με έμμεσο ή άμεσο τρόπο.

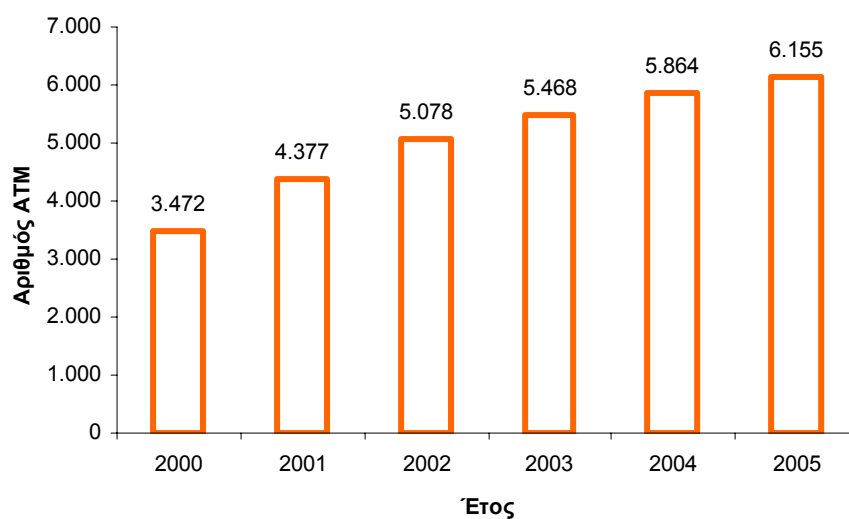
Τα οφέλη της τράπεζας από την χρήση ATM είναι άμεσα και έμμεσα. Ως άμεσα οφέλη λογίζονται όλα τα έσοδα από κάθε είδους συναλλαγές, για τις οποίες οι τράπεζες χρεώνουν ορισμένη προμήθεια στον πελάτη. Η τιμολόγηση ωστόσο των υπηρεσιών που παρέχονται από τα ATM είναι αρκετά σύνθετη καθώς το δίκτυο ATM μιας τράπεζας αποτελεί τμήμα ενός ευρύτερου τοπικού ή διεθνούς δικτύου, στο οποίο συμμετέχουν αρκετές τράπεζες και προκύπτουν αρκετά τέλη χρήσης των επιμέρους δικτύων. Για το θέμα αυτό έχουν προταθεί αρκετά θεωρητικά μοντέλα λαμβάνοντας υπόψη την ύπαρξη εξωτερικότητας δικτύου (McAndrews, 1996; Croft και Spencer, 2002; Donze και Dubec, 2002; Hannan et al., 2003) καθώς και τον ανταγωνισμό των επιμέρους δικτύων. Ως έμμεσα λογίζονται τα οφέλη που σχετίζονται με την προώθηση της εταιρικής ταυτότητας της τράπεζας και των προϊόντων της. Επιπλέον, έμμεσα λογίζεται και η συνολική μείωση του λειτουργικού κόστους της τράπεζας η οποία προκύπτει από οικονομίες κλίμακας, από την αποσυμφόρηση των καταστημάτων και συνεπακόλουθα την μείωση του προσωπικού, καθώς και την 24ωρη διαθεσιμότητα (Humphrey, 1993). Εμπειρικές μελέτες υπολογίζουν για μια σειρά ηλεκτρονικών συναλλαγών ότι το μέσο κόστος μιας συναλλαγής σε ATM είναι ίσο με το ένα τρίτο περίπου ως ποσοστό της αντίστοιχης όταν εκτελείται σε κατάστημα (Flatraaker and Robinson, 1995; Humphrey et al, 2001; Humphrey et al, 2003).

Ωστόσο, η συνεχόμενη αύξηση του αριθμού των συναλλαγών μέσω ΑΤΜ δεν συνεπάγεται αντίστοιχη μείωση του λειτουργικού κόστους, καθώς κάθε εγκατάσταση ΑΤΜ συνδέεται με κόστη τα οποία αναλύονται γενικά σε κόστη κτήσης και εγκατάστασης και κόστη λειτουργίας, τα οποία από ένα σημείο και έπειτα γίνονται υπολογίσιμα (Humphrey, 1993). Όπως είναι πλέον κατανοητό από τις τράπεζες, η συνεχής μείωση του λειτουργικού κόστους είναι εφικτή μόνο με την ορθή διαχείριση του δικτύου, καθώς και με την στρατηγική θεώρηση των ΑΤΜ όχι μόνο ως μέσο μείωσης λειτουργικών εξόδων, αλλά ως μέσο ικανοποίησης των αναγκών των πελατών και αύξησης της διαφοροποίησης της τράπεζας έναντι του ανταγωνισμού (Humphrey, 1993).

8.2.2. Ελληνική αγορά

Με κάποια καθυστέρηση, εξ αιτίας και της σχετικά αργής τεχνολογικής διείσδυσης, παρατηρείται τα τελευταία χρόνια και στην ελληνική τραπεζική αγορά σημαντική αύξηση του αριθμού των ΑΤΜ και των συναλλαγών που πραγματοποιούνται μέσω αυτών. Η εξέλιξη του συνολικού αριθμού των ΑΤΜ, καθώς και των συναλλαγών που πραγματοποιούνται μέσω αυτών αντανακλά την αυξανόμενη σημασία των ΑΤΜ για τα τραπεζικά δίκτυα πληρωμών. Στην ελληνική αγορά ηλεκτρονικών πληρωμών τα τελευταία έτη ο αριθμός των καρτών (τόσο των χρεωστικών όσο και των πιστωτικών) και των συναλλαγών που πραγματοποιούνται μέσω αυτών είναι αυξητικός. Αντίστοιχη είναι και η αύξηση του αριθμού των ΑΤΜ, κάτι το οποίο καταδεικνύει την σημασία τους για την αγορά. Παρακάτω παρατίθενται συνοπτικά στοιχεία της Ευρωπαϊκής Κεντρικής Τράπεζας (ECB, 2006) για την εξέλιξη του αριθμού των ΑΤΜ στην ελληνική τραπεζική αγορά, από τα οποία είναι προφανής η αυξητική τάση (Εικόνα 8.1).

Ωστόσο, η ελληνική αγορά, παρόλο που μπορεί να χαρακτηριστεί ως ώριμη παρουσιάζει ορισμένες ιδιαιτερότητες, οι οποίες επιδρούν αρνητικά στην ανάπτυξη του τομέα. Η ελληνική αγορά ΑΤΜ (όπως και με τα τερματικά ΕFTPoS, θέμα το οποίο αναλύθηκε στο Κεφάλαιο 7) αποτελείται από ένα σχετικά μεγάλο αριθμό δικτύων τα οποία ανήκουν σε διαφορετικές τράπεζες, ενώ υπάρχει και διατραπεζικός φορέας ο οποίος παρέχει οριζόντιες υπηρεσίες σε όλα τα δίκτυα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να υπάρχουν σε σχετικά μικρές αποστάσεις εγκατεστημένα αρκετά ΑΤΜ διαφορετικών τραπεζών τα οποία αποτελούν ανταγωνιστικά δίκτυα. Οι τράπεζες επομένως ανταγωνίζονται στο σημείο του ΑΤΜ για την επικράτηση του δικού τους δικτύου. Επιπλέον, παρόλο που πρόκειται για μια σχετικά ώριμη αγορά, η χρήση των ΑΤΜ (όπως και των τερματικών ΕFTPoS) δεν έχει αξιοποιηθεί ώστε να προσδώσει προστιθέμενη αξία στον ιδιώτη πελάτη και παραμένει τις περισσότερες φορές σε βασικές λειτουργίες.



Εικόνα 8-1. Εξέλιξη αριθμού ΑΤΜ στην ελληνική αγορά

8.3. Περιγραφή του προβλήματος

Το πρόβλημα το οποίο διαπραγματευόμαστε στην συνέχεια, αφορά μια από τις μεγαλύτερες ελληνικές τράπεζες με κορυφαία θέση στην αγορά στον χώρο των ηλεκτρονικών συναλλαγών μέσω δικτύων ΑΤΜ. Η τράπεζα παρακολουθώντας την διεθνή εξέλιξη των δικτύων πληρωμών καθώς και την ανάλογη τεχνολογική εξέλιξη έχει αναπτύξει την τελευταία δεκαετία ένα αρκετά εκτεταμένο δίκτυο ΑΤΜ (> 600) καταμετρημένο σε όλη την Ελλάδα. Μέσω των ΑΤΜ παρέχει σειρά συναλλαγών και υπηρεσιών, κυρίως στους ιδιώτες πελάτες της καθώς και σε πελάτες άλλων τραπεζών μέσω διατραπεζικών συστημάτων με την αντίστοιχη τιμολόγηση. Τα ΑΤΜ αυτά λειτουργούν σήμερα κυρίως ως υποκατάστατο των καταστημάτων της τράπεζας για τις μη εργάσιμες ώρες.

Ωστόσο, η τράπεζα υιοθετώντας μια περισσότερο πελατοκεντρική πολιτική θεωρεί πλέον τα ΑΤΜ όχι ως απλά σημεία συναλλαγών, αλλά ως ενεργά τμήματα του δικτύου της τα οποία συνιστούν αυτόνομο και δυναμικά αναπτυσσόμενο εναλλακτικό κανάλι διανομής και προώθησης τραπεζικών προϊόντων και υπηρεσιών. Κάτω από την οπτική αυτή καθίσταται σημαντική η αξιολόγηση των τοποθεσιών εγκατάστασης των ΑΤΜ, τόσο των υφιστάμενων όσο και των υποψήφιων. Η παρούσα διαδικασία αξιολόγησης των υφιστάμενων ΑΤΜ λαμβάνει υπόψη έναν αριθμό ποσοτικών παραμέτρων και οι τοποθεσίες αξιολογούνται κυρίως με βάση στατιστικά στοιχεία προερχόμενα από σχετικά πληροφοριακά συστήματα με βασική μετρήσιμη παράμετρο τον όγκο των συναλλαγών και το ποσό των εσόδων των ΑΤΜ. Για τις υποψήφιες τοποθεσίες στατιστικά μοντέλα και μοντέλα προβλέψεων παρέχουν στοιχεία αξιολόγησης και ο στόχος είναι η επιλογή τοποθεσίας η οποία ενδέχεται να παρουσιάσει υψηλό όγκο συναλλαγών.

Ωστόσο, η τράπεζα αναλύοντας τα χαρακτηριστικά του υφιστάμενου δικτύου των ATM διαπίστωσε σημεία αναποτελεσματικότητας. Ένα υψηλό ποσοστό των ATM δεν είναι βιώσιμο καθώς τα κόστη εγκατάστασης, λειτουργίας και υποστήριξης είναι υψηλά και οι εν λόγω τοποθεσίες αποτυγχάνουν να παρουσιάσουν υψηλούς όγκους συναλλαγών, ενώ η επανατοποθέτηση σε άλλη τοποθεσία έχει επιπλέον κόστος και δεν είναι πάντοτε επιτυχής. Επέλεξε λοιπόν η τράπεζα να αναμορφώσει το δίκτυο με βάση την πελατοκεντρική πλέον στρατηγική τοποθέτησή της στην αγορά, ώστε να αυξηθεί η συνεισφορά του στην κερδοφορία της τράπεζας. Ο στόχος της τράπεζας είναι η εφαρμογή διαφοροποιημένης στρατηγικής ανάπτυξης για κάθε ATM, αντί για μια ενιαία μαζική προσέγγιση. Για την επίτευξη του στόχου η τράπεζα επιθυμεί σε πρώτο επίπεδο την ταξινόμηση των τοποθεσιών ATM σε κατάλληλα ορισμένες κατηγορίες.

Ειδικότερα, κάθε τοποθεσία ATM (υφιστάμενη και υποψήφια) θα αξιολογείται με βάση συγκεκριμένα κριτήρια και θα εντάσσεται στην κατηγορία με το κατάλληλο προφίλ, το οποίο συνδέεται με ορισμένη στρατηγική ανάπτυξης. Στην συνέχεια η τράπεζα θα προχωρά σε περαιτέρω αξιολόγηση των ATM με βάση εξειδικευμένα μοντέλα. Με βάση τα παραπάνω, ο στόχος της τράπεζας είναι η ταξινόμηση των τοποθεσιών εγκατάστασης ATM σε κατάλληλες κατηγορίες λαμβάνοντας υπόψη τις προτιμήσεις των εμπλεκόμενων διευθύνσεων σε μια σειρά από κριτήρια αξιολόγησης.

8.4. Μεθοδολογία επίλυσης

Σε συνεργασία με εξειδικευμένους λειτουργούς της τράπεζας και λαμβάνοντας υπόψη τις ανάγκες της τράπεζας, καθορίστηκαν οι βασικές απαιτήσεις του προβλήματος ως εξής

- Η ταξινόμηση θα βασίζεται στην επίδοση των τοποθεσιών σε ορισμένα ποσοτικά και ποιοτικά κριτήρια.
- Η ταξινόμηση θα λαμβάνει υπόψη τις προτιμήσεις ομάδας λειτουργών της τράπεζας.
- Οι κατηγορίες θα αντανakλούν την τμηματοποίηση της αγοράς, και την αντίστοιχη στρατηγική.

Εκκινώντας από τις παραπάνω απαιτήσεις, αρχικά προσδιορίστηκαν δύο βασικοί άξονες αξιολόγησης των τοποθεσιών ATM. Ο ένας άξονας σχετίζεται με παράγοντες κόστους και ο δεύτερος με παράγοντες δυναμικής. Διαμορφώθηκε έτσι ένα διδιάστατο πλαίσιο αξιολόγησης, το οποίο τμηματοποιεί το δίκτυο των ATM σε τέσσερις βασικές περιοχές. Για κάθε περιοχή καθορίστηκε από την τράπεζα διαφοροποιημένη στρατηγική ως προς την ανάπτυξη των ATM τα οποία εντάσσονται σε αυτή. Οι περιοχές οι οποίες προσδιορίστηκαν από την παραπάνω προσέγγιση είναι οι εξής (Πίνακας 8.1):

- Τοποθεσίες με υψηλή δυναμική και υψηλό κόστος,
- Τοποθεσίες με υψηλή δυναμική και μεσαίο/χαμηλό κόστος,
- Τοποθεσίες με χαμηλή δυναμική και χαμηλό κόστος,
- Τοποθεσίες με χαμηλή δυναμική και υψηλό κόστος.

Πίνακας 8-1. Τμηματοποίηση της αγοράς των ΑΤΜ

Δυναμική	Υψηλή	Τμήμα 2	Τμήμα 4
	Αδύνατη	Τμήμα 1	Τμήμα 3
		Χαμηλό	Υψηλό
		Κόστος	

Με βάση αυτό το πλαίσιο, το πρόβλημα οριοθετήθηκε ως ένα πολυκριτηριακό πρόβλημα ταξινόμησης σε περιβάλλον ομάδας. Ειδικότερα, η ομάδα είναι ολιγομελής και συνεργατική με στόχο την επίτευξη μέγιστης συναίνεσης ως προς το αποτέλεσμα της ταξινόμησης. Επιπλέον, οι κατηγορίες δεν έχουν διατεταγμένη ιεραρχική μορφή αλλά αντανakλούν την τμηματοποίηση, και η ένταξη σε κάποια από αυτές βασίζεται σε ένα ελάχιστο απαιτήσεων που πρέπει να ικανοποιεί η τοποθεσία ΑΤΜ. Οι ανάγκες του προβλήματος όπως παρουσιάστηκαν παραπάνω, δεν καλύπτονται από υφιστάμενες μεθοδολογίες. Αυτό το γεγονός προέκυψε από την σχετική βιβλιογραφική έρευνα και αναπτύσσεται στα σχετικά κεφάλαια. Συμπερασματικά αναφέρεται ότι δεν υφίσταται πολυκριτηριακή μεθοδολογία και ΣΥΟΑ για ομαδικές αποφάσεις ταξινόμησης.

Αυτό οδήγησε στην ανάπτυξη της πολυκριτηριακής μεθοδολογίας ομαδικής ταξινόμησης NeXClass-G καθώς και του αντίστοιχου ΣΥΟΑ. Η μεθοδολογία αποτελεί επέκταση της NeXClass σε περιβάλλον ομάδας και καλύπτει πλήρως τις ανάγκες επίλυσης του εν λόγω προβλήματος ομαδικής ταξινόμησης. Η εφαρμογή της με την βοήθεια του σχετικού ΣΥΟΑ σε πραγματικό περιβάλλον κατέδειξε την επάρκειά της για την επίλυση παρόμοιων προβλημάτων. Στην συνέχεια παρουσιάζεται αναλυτικά η εφαρμογή της NeXClass-G, η οποία εκτελέστηκε στο περιβάλλον της τράπεζας, ακολουθώντας τα βήματα της μεθοδολογίας. Η μεθοδολογία εφαρμόστηκε με την βοήθεια του ΣΥΟΑ από ομάδα λειτουργών της τράπεζας.

8.5. Εφαρμογή NeXClass- G - ΦΑΣΗ 1 - Καθορισμός προβλήματος

Στο πλαίσιο της μεθοδολογίας, για την αρχική διαμόρφωση του προβλήματος οι άμεσα

ενδιαφερόμενοι λειτουργοί της τράπεζας οριοθέτησαν το πρόβλημα. Ειδικότερα, ακολουθώντας τεχνική *brainstorming*, λειτουργοί οι οποίοι εμπλέκονται στην εγκατάσταση, λειτουργία και ανάπτυξη των ΑΤΜ καθόρισαν ένα σύνολο αρχικών παραμέτρων καθώς και το εύρος του προβλήματος. Επίσης ανέθεσαν τον έλεγχο της διαδικασίας και τον συντονισμό του προβλήματος σε έναν συντονιστή προερχόμενο από την Δ/ση πελατείας. Ο συντονιστής με βάση τα παραπάνω, και χρησιμοποιώντας το ΣΥΟΑ αρχικοποίησε το πρόβλημα και καθόρισε το αρχικό σύνολο παραμέτρων ενημερώνοντας τα μέλη της ομάδας. Τα μέλη επιλέχθηκαν από τις Δ/σεις μάρκετινγκ, πληροφορικής, ηλεκτρονικής τραπεζικής και οργάνωσης. Συνολικά εννέα μέλη επιλέχθηκαν και ο καθένας είχε πρόσβαση στο ΣΥΟΑ μέσα από το εσωτερικό δίκτυο της τράπεζας.

8.5.1. Μέλη ομάδας, βαθμός αποδοχής και συναίνεσης

Ο συντονιστής επέλεξε εννέα μέλη συνολικά στα οποία απέδωσε τους παρακάτω βαθμούς βαρύτητας με βάση τις ανάγκες του προβλήματος (Πίνακας 8.2).

Πίνακας 8-2. Βαρύτητες μελών

Μέλος	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
Βαρύτητα	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1

Ο συντονιστής όρισε επιπλέον τον βαθμό αποδοχής στο επίπεδο 3, και τον βαθμό συναίνεσης στο επίπεδο 0.7.

8.5.2. Ορισμός κατηγοριών

Αρχικά καθορίστηκαν 4 κατηγορίες από τους ειδικούς και τον συντονιστή με βάση την τμηματοποίηση της αγοράς, οι οποίες αντανακλούν την σχετική δυναμική και το κόστος της τοποθεσίας για την εγκατάσταση ενός ΑΤΜ. Οι κατηγορίες είναι οι παρακάτω (Πίνακας 8.3)

Πίνακας 8-3. Προτεινόμενες κατηγορίες

Κατηγορία	Περιγραφή
C1 (ΜΔ - ΥΚ)	Τοποθεσίες με μέση/υψηλή δυναμική και υψηλό κόστος
C2 (ΜΔ - ΜΚ)	Τοποθεσίες με μέση δυναμική και μέσο κόστος
C3 (ΧΔ - ΧΚ)	Τοποθεσίες με χαμηλή δυναμική και χαμηλό κόστος
C4 (ΥΔ - ΜΚ)	Τοποθεσίες με υψηλή δυναμική και μέσο κόστος

8.5.3. Ορισμός κριτηρίων

Τα κριτήρια αξιολόγησης καθορίστηκαν έπειτα από ανάλυση με εξειδικευμένους λειτουργούς της τράπεζας και αναφορές σε σχετικές μελέτες (Keyter, 2004). Η ερευνητική βιβλιογραφία σχετικά με την ανάλυση τοποθεσιών για εγκατάσταση ΑΤΜ

είναι σχετικά περιορισμένη, και αρκετά στοιχεία θεωρούνται εμπιστευτικά ως επιχειρηματικές πληροφορίες. Στην προκειμένη περίπτωση, τα κριτήρια βασίστηκαν στην λογική της αξιολόγησης μια εμπορικής τοποθεσίας, όπου ο όγκος των συναλλαγών εξαρτάται από την δυνατότητα προσέλκυσης πεζών και κίνησης. Τα κριτήρια επιλέχθηκαν ώστε να είναι εφικτή η αξιολόγηση με βάση αυτά καθώς η διαθεσιμότητα των δεδομένων είναι βασική παράμετρος και τα δεδομένα που απαιτούνται πρέπει να είναι μπορούν να αποκτηθούν με σχετική ευκολία. Η ποσοτικοποίηση των κριτηρίων βασίστηκε στις προτιμήσεις της τράπεζας, όπως εκφράστηκαν από τους εμπλεκόμενους λειτουργούς.

Όπως αναφέρθηκε, οι βασικοί άξονες οι οποίοι καθορίστηκαν για την αξιολόγηση μια τοποθεσίας είναι η δυναμική και το κόστος. Με βάση τους άξονες αυτούς καθορίστηκαν οι παρακάτω τέσσερις δείκτες:

- *Προσβασιμότητα*, η οποία αναλύεται σε φυσική προσβασιμότητα και οπτική αναγνώριση.
- *Δημογραφικά στοιχεία*, τα οποία αναφέρονται στην πληθυσμιακή συγκέντρωση κυρίως.
- *Εμπορική δραστηριότητα*.
- *Ανταγωνισμός*, ο οποίος αναλύεται σε ίδιο και εξωτερικό.

Οι δείκτες αυτοί αναλύθηκαν στα παρακάτω επιμέρους κριτήρια

- *Προσβασιμότητα*
 - Ευκολία πρόσβασης.
 - Ορατότητα.
 - Θέση του ΑΤΜ στον κατάστημα.
- *Δημογραφικά στοιχεία*
 - Πληθυσμιακή πυκνότητα στην περιοχή.
 - Απόσταση του ΑΤΜ από περιοχή υψηλής πυκνότητας κίνησης.
- *Εμπορική δραστηριότητα*
 - Θέση του καταστήματος στην περιοχή.
 - Δραστηριότητα των εμπόρων στην περιοχή.
- *Ανταγωνισμός*
 - Ανταγωνισμός από ΑΤΜ άλλων τραπεζών.

- Ανταγωνισμός από φίλια ΑΤΜ.

Αναλυτικά τα κριτήρια έχουν ως εξής:

3. *Ευκολία πρόσβασης.* Η προσβασιμότητα στην τοποθεσία καθορίζει σε μεγάλο βαθμό το κατά πόσο οι άνθρωποι διατίθενται να επισκεφτούν μια τοποθεσία (Davies and Rogers, 1984). Η προσβασιμότητα είναι δύσκολο να ποσοτικοποιηθεί με απλό τρόπο. Γενικά μπορεί να θεωρηθεί ότι εξαρτάται από τους εξής παράγοντες: κατηγορία οδού, εισοδοί και στάθμευση. Η κατηγορία του δρόμου (διασταύρωση, λεωφόρος, απλός δρόμος κλπ.), επηρεάζει την κυκλοφορία και συνεπικολούθα την δυναμική της τοποθεσίας. Οι εισοδοί μετράνε την δυνατότητα πρόσβασης από τις προσβάσιμες οδούς. Η επαρκής στάθμευση είναι απαραίτητη για ευκολία πρόσβασης, ώστε να περιορίζει την απώλεια πελατών λόγω συμφόρησης. Οι παράμετροι μπορούν να βαθμολογηθούν και αυτόνομα, ωστόσο η κλίμακα χωρίστηκε σε 4 ζώνες για καλύτερη διαβάθμιση (Πίνακας 8.4).

Πίνακας 8-4. Βαθμολόγηση ευκολίας πρόσβασης

Ζώνη	Περιγραφή
75-100	Κοντά σε κεντρική διασταύρωση οδών διπλής κυκλοφορίας, λεωφόρο. Είσοδοι 75%-100% των οδών. Εύκολη στάθμευση, χωρίς συμφόρηση.
50-75	Κοντά σε οδό διπλής κυκλοφορίας, διασταύρωση, λεωφόρο. Είσοδοι από 50%-75% των οδών. Σχετικά εύκολη στάθμευση, συμφόρηση.
25-50	Κοντά σε οδό μονής κυκλοφορίας. Είσοδοι από 25%-50% των οδών. Μέτρια στάθμευση, συμφόρηση.
0-25	Κοντά σε τοπική οδό. Είσοδοι από < 25% των οδών. Δύσκολη στάθμευση, συχνή συμφόρηση.

4. *Ορατότητα.* Η ορατότητα είναι σημαντικός παράγοντας σε περιοχές οι οποίες παρουσιάζουν υψηλή κίνηση, όπως τουριστικές περιοχές κλπ. και επηρεάζεται από εποχικές διαβαθμίσεις (Levy and Weitz, 1996). Η ορατότητα εξαρτάται από τον αριθμό των κατευθύνσεων πρόσβασης από τις οποίες το ΑΤΜ είναι ορατό, την μέση απόσταση από την οποία είναι ορατό το ΑΤΜ ή το σήμα, την εσωτερική ορατότητα σε κλειστές τοποθεσίες. Η κλίμακα χωρίστηκε σε 4 ζώνες για καλύτερη διαβάθμιση (Πίνακας 8.5).

Πίνακας 8-5. Βαθμολόγηση ορατότητας

Ζώνη	Περιγραφή
75-100	Ορατότητα από 75%-100% των κατευθύνσεων. Ορατότητα από μεγάλη απόσταση (> 200 μέτρα).
50-75	Ορατότητα από 50%-75% των κατευθύνσεων. Ορατότητα από μέτρια απόσταση (100 - 200 μέτρα).
25-50	Ορατότητα από 25%-50% των κατευθύνσεων. Ορατότητα από χαμηλή απόσταση (50 - 100 μέτρα).
0-25	Ορατότητα από < 25% των κατευθύνσεων. Ορατότητα από πολύ μικρή απόσταση (< 50 μέτρα).

5. *Θέση του ATM στον κατάστημα.* Η θέση ενός ATM στο κατάστημα επηρεάζει τον αριθμό των ανθρώπων οι οποίοι θα το χρησιμοποιήσουν. Υπολογίζεται σε απόσταση από την είσοδο. Όσο πλησιέστερα βρίσκεται το ATM σε τέτοια περιοχή, τότε τόσο μεγαλύτερη είναι η δυναμική του ATM. Η κλίμακα χωρίστηκε σε 3 ζώνες για καλύτερη διαβάθμιση (Πίνακας 8.6).

Πίνακας 8-6. Βαθμολόγηση θέσης ATM

Ζώνη	Περιγραφή
60-100	< 5 μέτρα
30-60	5 - 20 μέτρα
0-30	> 20 μέτρα

6. *Θέση του καταστήματος στην περιοχή.* Η θέση του καταστήματος σε μια περιοχή και η κατηγορία επηρεάζει θετικά τον όγκο των συναλλαγών. Η τιμή υπολογίζεται με βάση στατιστικά στοιχεία ανά περιοχή τα οποία προέρχονται από κατάλληλες αναλύσεις σε συνδυασμό με χωρικές βάσεις δεδομένων. Η τιμή του κριτηρίου υπολογίζεται σε κλίμακα 1-100.
7. *Πληθυσμιακή πυκνότητα στην περιοχή.* Η αυξημένη πληθυσμιακή πυκνότητα επηρεάζει θετικά την ζήτηση γενικά. Η τιμή υπολογίζεται με βάση στατιστικά στοιχεία ανά περιοχή τα οποία προέρχονται από κατάλληλες αναλύσεις σε συνδυασμό με χωρικές βάσεις δεδομένων. Η τιμή του κριτηρίου υπολογίζεται σε κλίμακα 1-100.
8. *Απόσταση του ATM από περιοχή υψηλής πυκνότητας κίνησης.* Οι περιοχές υψηλής πυκνότητας κίνησης είναι περιοχές οι οποίες παρουσιάζουν πολύ υψηλές πυκνότητες κίνησης πεζών, όπως σταθμοί, διασταυρώσεις κλπ. Όσο πλησιέστερα βρίσκεται το ATM σε τέτοια περιοχή, τότε τόσο μεγαλύτερη είναι η δυναμική του ATM. Η κλίμακα χωρίστηκε σε 3 ζώνες για καλύτερη διαβάθμιση (Πίνακας 8.7).

Πίνακας 8-7. Βαθμολόγηση απόστασης από περιοχή υψηλής πυκνότητας κίνησης

Ζώνη	Περιγραφή
60-100	< 200 μέτρα
30-60	200 - 500 μέτρα
0-30	> 500 μέτρα

9. *Δραστηριότητα των εμπορών στην περιοχή.* Η εμπορική δραστηριότητα στην κοντινή περιοχή, επηρεάζει θετικά τον όγκο συναλλαγών. Η τιμή υπολογίζεται με βάση στατιστικά στοιχεία ανά περιοχή τα οποία προέρχονται από κατάλληλες αναλύσεις σε συνδυασμό με χωρικές βάσεις δεδομένων. Η τιμή του κριτηρίου υπολογίζεται σε κλίμακα 1-100.
10. *Ανταγωνισμός από ATM άλλων τραπεζών.* Ο ανταγωνισμός από ATM ανταγωνιστικών τραπεζών σε περιοχή που γειτνιάζει με το ATM επηρεάζει τον όγκο των συναλλαγών

που αναμένονται από μια συγκεκριμένη θέση. Ο υποψήφιος πελάτης είναι πιθανότερο να επιλέξει ένα ανταγωνιστικό ATM εάν εξυπηρετείται ποιο άνετα, παρά το όποιο επιπλέον κόστος. Αντίστροφα, όσο μικρότερος είναι ο ανταγωνισμός τόσο θα ευνοείται ο όγκος των συναλλαγών. Ο ανταγωνισμός νοείται ως εξής, εάν σε μια περιοχή συνυπάρχουν ATM διαφόρων τραπεζών, τότε ο κάθε πελάτης επιλέγει την δική του τράπεζα. Εάν δεν υπάρχει ATM της δικής του τράπεζας τότε ο πελάτης επιλέγει ATM άλλης τράπεζας. Η επιλογή του πελάτη έχει σχέση με την απόσταση στην οποία βρίσκεται το ATM της άλλης τράπεζας. Έτσι όσο μικρότερος είναι ο ανταγωνισμός (μεγαλύτερη η απόσταση από άλλα ATM) τόσο περισσότερο αυξάνει η δυναμική του ATM. Η κλίμακα χωρίστηκε σε 3 ζώνες για καλύτερη διαβάθμιση (Πίνακας 8.8).

Πίνακας 8-8. Βαθμολόγηση ανταγωνισμού από ATM άλλων τραπεζών

Ζώνη	Περιγραφή
60-100	> 500 μέτρα
30-60	200 - 500 μέτρα
0-30	< 200 μέτρα

11. *Ανταγωνισμός από φίλια ATM.* Ο ανταγωνισμός από φίλια ATM επίσης επηρεάζει τον όγκο των συναλλαγών που αναμένονται από μια συγκεκριμένη θέση. Η ύπαρξη φίλιου ATM θα μειώσει τον όγκο των συναλλαγών εις βάρος του συνολικού όγκου καθώς ο συνολικός όγκος θα παραμείνει ο ίδιος. Η κλίμακα χωρίστηκε σε 3 ζώνες για καλύτερη διαβάθμιση (Πίνακας 8.9).

Πίνακας 8-9. Βαθμολόγηση φίλιου ανταγωνισμού

Ζώνη	Περιγραφή
60-100	> 500 μέτρα
30-60	200 - 500 μέτρα
0-30	< 200 μέτρα

Με βάση την παραπάνω ανάλυση διαμορφώθηκε το σύνολο των προτεινόμενων κριτηρίων τα οποία παρουσιάζονται συνοπτικά στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 8.10).

Πίνακας 8-10. Κατάλογος προτεινόμενων κριτηρίων

Άξονας	Δείκτης	Δευτερεύων δείκτης	Κριτήριο	Περιγραφή
Κόστος	Προσβασιμότητα	Φυσική προσβασιμότητα	G1	Ευκολία πρόσβασης στην τοποθεσία του ATM
		Οπτική αναγνώριση.	G2	Ορατότητα του ATM
			G3	Θέση του ATM στον κατάστημα
	Ανταγωνισμός	Φίλιος	G4	Ανταγωνισμός από ATM της ίδιας τράπεζας
		Εξωτερικός	G5	Ανταγωνισμός από

Άξονας	Δείκτης	Δευτερευόν δείκτης	Κριτήριο	Περιγραφή
Δυναμική	Εμπορική δραστηριότητα		G6	ΑΤΜ άλλων τραπεζών
			G7	Θέση του καταστήματος στην περιοχή
	Δημογραφικά στοιχεία	Πληθυσμιακή συγκέντρωση	G8	Δραστηριότητα των εμπορών στην περιοχή
			G9	Πληθυσμιακή πυκνότητα στην περιοχή Απόσταση του ΑΤΜ από περιοχή υψηλής πυκνότητας κίνησης

8.5.4. Κατώφλια εισόδου

Ο συντονιστής προσδιόρισε τα κατώφλια εισόδου κάθε κατηγορίας, ώστε να αντανακλούν τους άξονες της δυναμικής και της κερδοφορίας. Τα κατώφλια αυτά αντιπροσωπεύουν με βάση την μεθοδολογία NeXClass την ελάχιστη επίδοση που είναι απαραίτητη για μια εναλλακτική ώστε να ταξινομηθεί σε ορισμένη κατηγορία.

Ο συντονιστής αρχικά προσδιόρισε τα κριτήρια τα οποία εκφράζουν για κάθε κατηγορία την ζητούμενη διαβάθμιση της δυναμικής και κερδοφορίας, και καθόρισε το επίπεδο της βαθμολόγησης τους (Πίνακας 8.11).

Πίνακας 8-11. Κριτήρια και κατηγορίες

	Κατηγορία			
	C1 (ΜΔ - ΥΚ)	C2 (ΜΔ - ΜΚ)	C3 (ΧΔ - ΧΚ)	C4 (ΥΔ - ΜΚ)
Κριτήρια με σχετικά υψηλή βαθμολογία	G1,G2,G3	G3,G4,G5	G5,G6,G7	G7,G8,G9
Κριτήρια με σχετικά χαμηλή βαθμολογία	G4,G5,G6,G7,G8,G9	G6,G6,G7,G8,G9	G1,G2,G3,G4,G8,G9	G1,G2,G3,G4,G5,G6

Στην συνέχεια προχώρησε στον καθορισμό μιας ζώνης τιμών για κάθε κατηγορία, για τα κατώφλια εισόδου ως εξής (Πίνακας 8.12) :

Πίνακας 8-12. Προτεινόμενες ζώνες τιμών κατωφλίων εισόδου ανά κατηγορία

Κ/ρία	Κριτήριο								
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9
C1	70-90	70-90	50-70	40-60	10-30	35-55	30-50	40-60	20-40
C2	5-20	10-40	70-90	50-70	70-90	40-60	20-40	10-30	20-50
C3	10-40	20-40	20-40	10-40	60-80	70-90	60-80	30-50	40-60
C4	5-20	5-20	5-20	30-50	50-70	60-80	70-90	70-90	60-80

8.5.5. Κατώφλια προτίμησης, αδιαφορίας και βέτο

Ο αποφασίζων με βάση τον καθορισμό των κατωφλίων εισόδου των κατηγοριών και την σημαντικότητα των κριτηρίων καθόρισε τα κατώφλια προτίμησης, αδιαφορίας και βέτο για κάθε κατηγορία. Η προσέγγιση η οποία ακολουθήθηκε ήταν να τεθούν σχετικά μικρές ζώνες αδιαφορίας και προτίμησης κοινές για όλες τις κατηγορίες και τα κριτήρια για λόγους απλότητας.

Επιπλέον, η προσέγγιση για τα κατώφλια βέτο ήταν να τεθούν αρκετά υψηλά ώστε ο αποκλεισμός εξαιτίας τους να περιορίζεται σε ακραίες περιπτώσεις. Με βάση την παραπάνω προσέγγιση τα κατώφλια ανά κατηγορία και κριτήριο ορίστηκαν ως εξής (Πίνακας 8.13) :

Πίνακας 8-13. Προτεινόμενα κατώφλια αδιαφορίας, προτίμησης, βέτο

Κατηγορία	Κατώφλια	Κριτήριο								
		G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9
C1 (ΜΔ-ΥΚ)	Q (εύρος ± 1)	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	P (εύρος ± 1)	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	V (εύρος ± 5)	70	70	50	40	10	40	40	40	20
C2 (ΜΔ- Κ)	Q (εύρος ± 1)	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	P (εύρος ± 1)	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	V (εύρος ± 5)	5	10	70	50	70	40	20	10	20
C3 (ΧΔ-ΧΚ)	Q (εύρος ± 1)	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	P (εύρος ± 1)	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	V (εύρος ± 5)	20	20	30	30	60	70	60	40	40
C4 (ΥΔ-ΜΚ)	Q (εύρος ± 1)	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	P (εύρος ± 1)	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	V (εύρος ± 5)	10	5	5	40	50	70	70	80	80

8.5.6. Επιλογή εναλλακτικών

Η υφιστάμενη βάση της τράπεζας περιέχει σχετικά υψηλό αριθμό τοποθεσιών εγκατάστασης ATM (> 600), καθώς και ορισμένο αριθμό υποψηφίων τοποθεσιών, και ο στόχος της τράπεζας είναι η ταξινόμηση του συνόλου των τοποθεσιών. Ωστόσο, για λόγους οικονομίας χώρου στην συνέχεια παρουσιάζεται η ταξινόμηση ενός μικρού υποσυνόλου τοποθεσιών.

Ακολουθώντας την μεθοδολογία, ο συντονιστής επέλεξε από την υφιστάμενη βάση της τράπεζας έναν σύνολο από 20 τοποθεσίες, οι οποίες αποτέλεσαν το σύνολο εναλλακτικών προς ταξινόμηση στις κατηγορίες. Παράλληλα, αξιολόγησε την επίδοση των εναλλακτικών αυτών στα προτεινόμενα κριτήρια αξιολόγησης. Οι επιδόσεις αυτές αποτελούν τις προτεινόμενες τιμές, οι οποίες γνωστοποιήθηκαν στην ομάδα (Πίνακας 8.14).

Πίνακας 8-14. Προτεινόμενη επίδοση εναλλακτικών

Εναλλακτική	Κριτήριο								
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9
A1	100	100	85	42	44	66	54	62	60
A2	8	34	99	26	99	99	27	22	40
A3	22	8	9	69	68	85	95	99	90
A4	32	80	61	50	56	55	39	50	50
A5	55	85	51	100	89	100	100	100	100
A6	41	35	44	41	29	34	21	47	40
A7	50	6	54	40	25	38	21	47	50
A8	19	11	15	88	77	92	100	100	80
A9	49	43	28	60	29	61	22	67	67
A10	29	22	28	60	25	69	25	61	50
A11	96	88	69	60	39	59	47	61	61
A12	18	67	92	40	96	100	32	49	40
A13	25	28	34	40	25	46	32	49	40
A14	66	82	61	41	51	50	49	41	45
A15	61	44	34	40	26	37	21	40	29
A16	98	97	77	60	48	62	51	68	60
A17	99	97	78	65	39	62	49	60	70
A18	33	22	19	80	82	91	99	98	90
A19	22	8	9	90	74	91	99	97	95
A20	97	100	79	60	38	66	58	69	65

8.5.7. Γνωστοποίηση στην ομάδα

Το σύνολο των παραπάνω παραμέτρων και τιμών αποτελεί το προτεινόμενο σύνολο προς την ομάδα. Ο συντονιστής με την βοήθεια του ΣΥΟΑ και των εργαλείων επικοινωνίας που παρέχει γνωστοποίησε όλες τις πληροφορίες που αφορούν το πρόβλημα στα μέλη της ομάδας ώστε στην συνέχεια να εκφράσουν τις ατομικές τους προτιμήσεις.

8.6. Εφαρμογή NeXClass - ΦΑΣΗ 2 -Σύνθεση ατομικών προτιμήσεων

Στην φάση αυτή τα μέλη της ομάδας καταχώρησαν μέσω του ΣΥΟΑ τις ατομικές προτιμήσεις τους σε σχέση με τις παραμέτρους του προβλήματος, που κοινοποιήθηκαν από τον συντονιστή. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιήθηκε σε ασύγχρονη μορφή χρησιμοποιώντας τις δυνατότητες του ΣΥΟΑ. Ο συντονιστής έπειτα από έλεγχο των καταχωρήσεων των μελών ως προς την πληρότητα, προχώρησε στην σύνθεση των ατομικών προτιμήσεων. Με την ολοκλήρωση της σύνθεσης έγινε έλεγχος του βαθμού συναίνεσης και του βαθμού αποδοχής για τις παραμέτρους με βάση τα ορισμένα επίπεδα, και πραγματοποιήθηκαν οι απαραίτητες προσαρμογές όπου αυτό ήταν αναγκαίο.

Τα μέλη καταχώρησαν τις προτιμήσεις τους στις ακόλουθες παραμέτρους.

8.6.1. Κατηγορίες

Κάθε μέλος της ομάδας εξέφρασε την προσωπική του άποψη για το επίπεδο αποδοχής ως προς τις προτεινόμενες 4 κατηγορίες σε γλωσσική κλίμακα πέντε σημείων (ΑΥ=Αρκετά Υψηλό, Υ=Υψηλό, Μ=Μέσο, Χ=Χαμηλό, ΑΧ=Αρκετά Χαμηλό) (Πίνακας 8.15).

Πίνακας 8-15. Αποδοχή κατηγοριών

Κατηγορία	Προτίμηση Μέλους								
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
C1(ΜΔ-ΥΚ)	Υ	ΑΥ	Υ	ΑΥ	Υ	ΑΥ	Υ	Υ	ΑΥ
C2(ΜΔ-ΜΚ)	ΑΥ	Υ	Υ	ΑΥ	Υ	Υ	ΑΥ	Υ	Μ
C3(ΧΔ-ΧΚ)	Μ	Χ	Υ	Χ	ΑΧ	ΑΧ	Χ	Μ	Χ
C4(ΥΔ-ΜΚ)	Υ	ΑΥ	Μ	Υ	ΑΥ	Υ	Μ	ΑΥ	Υ

Για την σύνθεση των τιμών χρησιμοποιήθηκε ο τελεστής WOWA, και για τον υπολογισμό των βαρών του τελεστή WOWA χρησιμοποιήθηκε ο τελεστής OWA (βλ. σχετικό κεφάλαιο).

Για την σύνθεση θεωρήθηκε το σκεπτικό της ασαφούς πλειοψηφίας χρησιμοποιώντας τις τιμές $(a, b) = (0.3, 0.8)$, οι οποίες παριστάνουν την τιμή «περισσότεροι» για τον ποσοτικό προσδιορισμό

$$Q(r) = \begin{cases} 0, & \text{if } r < a \\ \frac{(r-a)}{b-a}, & \text{if } a \leq r \leq b \\ 1, & \text{if } r > b \end{cases}$$

και τα βάρη του OWA υπολογίστηκαν από την έκφραση

$$w_i = Q(i/n) - Q((i-1)/n), i = 1, \dots, n,$$

και δίνονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 8.16):

Πίνακας 8-16. Βάρη τελεστή OWA

i	Q(i/n)	Q((i-1)/n)	W
1	0	0	0
2	0	0	0
3	0,0666	0	0,0666
4	0,2888	0,0666	0,2222
5	0,5111	0,2888	0,2222
6	0,7333	0,5111	0,2222
7	0,9555	0,7333	0,2222
8	1	0,9555	0,04444
9	1	1	0

Η σύνθεση των απόψεων των μελών για τις 4 κατηγορίες κατέληξε στην απόρριψη της κατηγορίας C3 καθώς ο βαθμός αποδοχής ήταν αρκετά κάτω από το αποδεκτό επίπεδο αποδοχής ($\delta = 3$) και έτσι αφαιρέθηκε από το πρόβλημα (Πίνακας 8.17).

Πίνακας 8-17. Σύνθεση αποδοχής κατηγοριών

Κατηγορία	Προτίμηση Μέλους									Προτίμηση Ομάδας
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	
C1(MΔ-ΥΚ)	4	5	4	5	4	5	4	4	5	4,199
C2(MΔ-MΚ)	5	4	4	5	4	4	5	4	3	4,037
C3(ΧΔ-ΧΚ)	3	2	4	2	1	1	2	3	2	1,838
C4(ΥΔ-MΚ)	4	5	3	4	5	4	3	5	4	4,168

8.6.2. Κριτήρια

Κάθε μέλος της ομάδας εξέφρασε την προσωπική του άποψη για το επίπεδο αποδοχής ως προς τα προτεινόμενα 9 κριτήρια σε γλωσσική κλίμακα πέντε σημείων (Αρκετά Υψηλό, Υψηλό, Μέσο, Χαμηλό, Αρκετά Χαμηλό) (Πίνακας 8.18).

Για την σύνθεση θεωρήθηκε το σκεπτικό της ασαφούς πλειοψηφίας όπως προηγουμένως. Η σύνθεση των προτιμήσεων της ομάδας κατέληξε στην απόρριψη των κριτηρίων G2 και G9 καθώς ο βαθμός αποδοχής ήταν αρκετά κάτω από το καθορισμένο επίπεδο αποδοχής ($\delta = 3$) και έτσι αφαιρέθηκαν από το πρόβλημα (Πίνακας 8.19).

Πίνακας 8-18. Αποδοχή κριτηρίων

Κριτήριο	Προτίμηση Μέλους								
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
G1	ΑΥ	ΑΥ	Υ	ΑΥ	Υ	Υ	Υ	Υ	ΑΥ
G2	ΑΥ	Υ	Υ	ΑΥ	Υ	Υ	ΑΥ	Υ	Μ
G3	Υ	Χ	Μ	ΑΧ	Χ	ΑΧ	Χ	Μ	Χ
G4	ΑΥ	ΑΥ	Μ	Υ	ΑΥ	Μ	Υ	Υ	Υ
G5	Μ	ΑΥ	Μ	Υ	ΑΥ	Υ	ΑΥ	ΑΥ	ΑΥ
G6	Χ	Υ	Μ	Υ	ΑΥ	ΑΥ	Υ	Υ	Υ
G7	Υ	Υ	ΑΥ	Υ	ΑΥ	ΑΥ	ΑΥ	Μ	Υ
G8	ΑΥ	Υ	ΑΥ	ΑΥ	ΑΥ	ΑΥ	ΑΥ	Υ	ΑΥ
G9	ΑΧ	Μ	Χ	Μ	ΑΧ	Χ	Χ	Χ	Χ

Πίνακας 8-19. Σύνθεση αποδοχής κριτηρίων

Κριτήριο	Προτίμηση μέλους									Προτίμηση Ομάδας
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	
G1	5	5	4	5	4	4	4	4	5	4,199
G2	5	4	4	5	4	4	5	4	3	4,037
G3	4	2	3	1	2	1	2	3	2	2,007
G4	5	5	3	4	5	3	4	4	4	4,168
G5	3	5	3	4	5	4	5	5	5	4,568
G6	2	4	3	4	5	5	4	4	4	4,007
G7	4	4	5	4	5	5	5	3	4	4,339
G8	5	4	5	5	5	5	5	4	5	4,968
G9	1	3	2	3	1	2	2	2	2	1,799

8.6.3. Αποδεκτά κριτήρια και κατηγορίες

Έπειτα από την σύνθεση των ατομικών βαθμών αποδοχής, ο συντονιστής προχώρησε στον αποκλεισμό από το πρόβλημα των κατηγοριών και κριτηρίων για τα οποία ο ομαδικός βαθμός αποδοχής προέκυψε χαμηλότερος από το καθορισμένη αποδεκτή τιμή η οποία είχε οριστεί κατά την αρχική φάση διαμόρφωσης του προβλήματος. Το σύνολο επομένως των αποδεκτών κατηγοριών και κριτηρίων διαμορφώθηκε ως εξής (Πίνακας 8.20):

Πίνακας 8-20. Αποδεκτά κριτήρια και κατηγορίες

Κατηγορία	Περιγραφή	Κριτήριο	Περιγραφή
C1 (ΜΔ-ΥΚ)	Τοποθεσίες με μέση δυναμική και υψηλό κόστος	G1	Ευκολία πρόσβασης στην τοποθεσία του ΑΤΜ
C2 (ΜΔ-ΜΚ)	Τοποθεσίες με μέση δυναμική και μέσο κόστος	G2	Ορατότητα του ΑΤΜ
C3 (ΥΔ-ΜΚ)	Τοποθεσίες με υψηλή δυναμική και μέσο κόστος	G3	Ανταγωνισμός από ΑΤΜ της ίδιας τράπεζας
		G4	Ανταγωνισμός από ΑΤΜ άλλων τραπεζών
		G5	Θέση του καταστήματος στην περιοχή
		G6	Δραστηριότητα των εμπορών στην περιοχή
		G7	Πληθυσμιακή πυκνότητα στην περιοχή

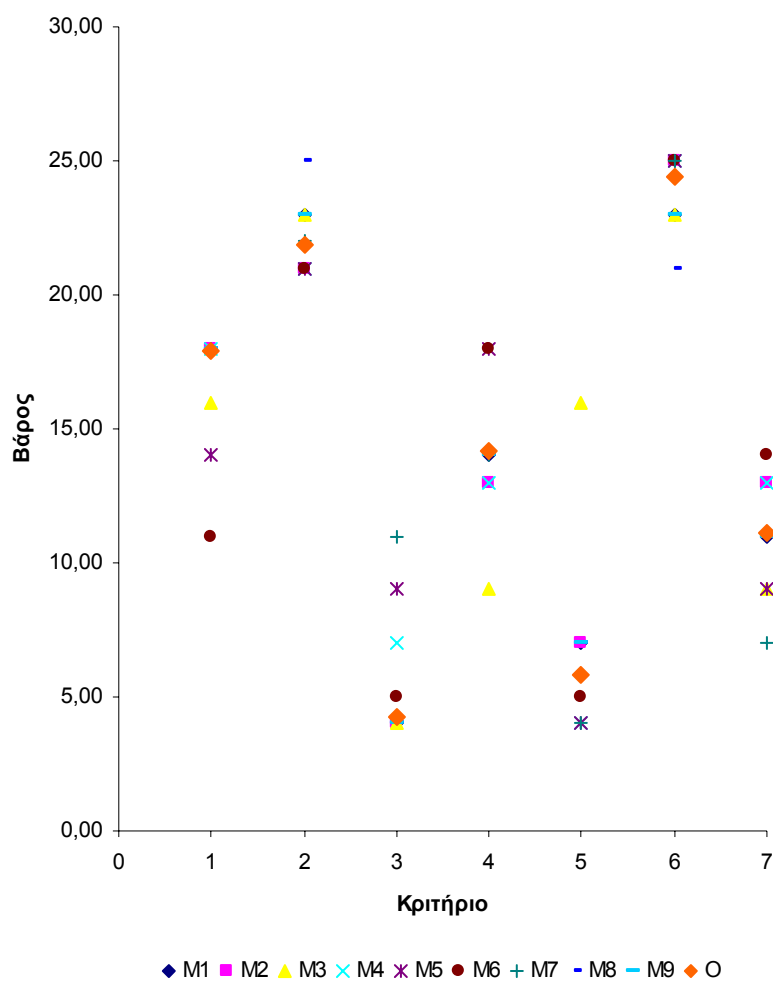
8.6.4. Βάρη κριτηρίων

Με βάση πλέον τα ομαδικά κριτήρια, τα μέλη της ομάδας εξέφρασαν τις προτιμήσεις τους ως προς τα βάρη των κριτηρίων σε αριθμητική μορφή χρησιμοποιώντας την μέθοδο των καρτών του Simos (Οι ατομικές τιμές δίνονται στο παράρτημα του κεφαλαίου). Η σύνθεση των τιμών με την βελτιωμένη μέθοδο Συλλογικής κρίσης οδήγησε στα παρακάτω ομαδικά βάρη (Πίνακας 8.21).

Πίνακας 8-21. Σύνθεση βαρών κριτηρίων

Κριτήριο	Τιμές μελών									Τιμή Ομάδας
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	
G1	18,00	18,00	16,00	18,00	14,00	11,00	18,00	18,00	18,00	17,89
G2	23,00	21,00	23,00	21,00	21,00	21,00	22,00	25,00	23,00	21,83
G3	4,00	4,00	4,00	7,00	9,00	5,00	11,00	4,00	4,00	4,25
G4	14,00	13,00	9,00	13,00	18,00	18,00	14,00	14,00	14,00	14,15
G5	7,00	7,00	16,00	4,00	4,00	5,00	4,00	7,00	7,00	5,82
G6	23,00	25,00	23,00	25,00	25,00	25,00	25,00	21,00	23,00	24,39
G7	11,00	13,00	9,00	13,00	9,00	14,00	7,00	11,00	11,00	11,14

Στο παραπάνω διάγραμμα απεικονίζεται σχηματικά η σύνθεση των βαρών των κριτηρίων (Εικόνα 8.2).



Εικόνα 8-2. Σύνθεση βαρών κριτηρίων

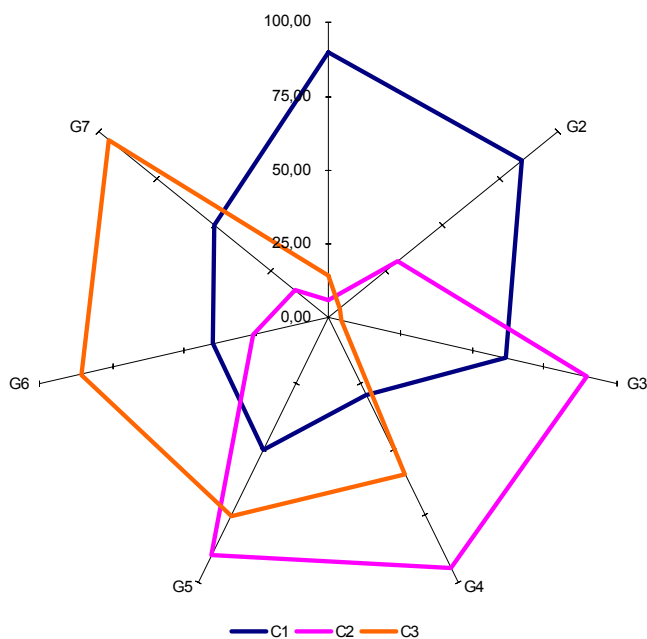
8.6.5. Κατώφλια εισόδου

Με βάση τις ομαδικές κατηγορίες, τα μέλη έδωσαν τα ατομικά κατώφλια εισόδου για κάθε κατηγορία τα οποία στην συνέχεια συντέθηκαν σε ομαδικά. Η σύνθεση των τιμών με την βελτιωμένη μέθοδο Συλλογικής κρίσης οδήγησε στα ομαδικά κατώφλια.

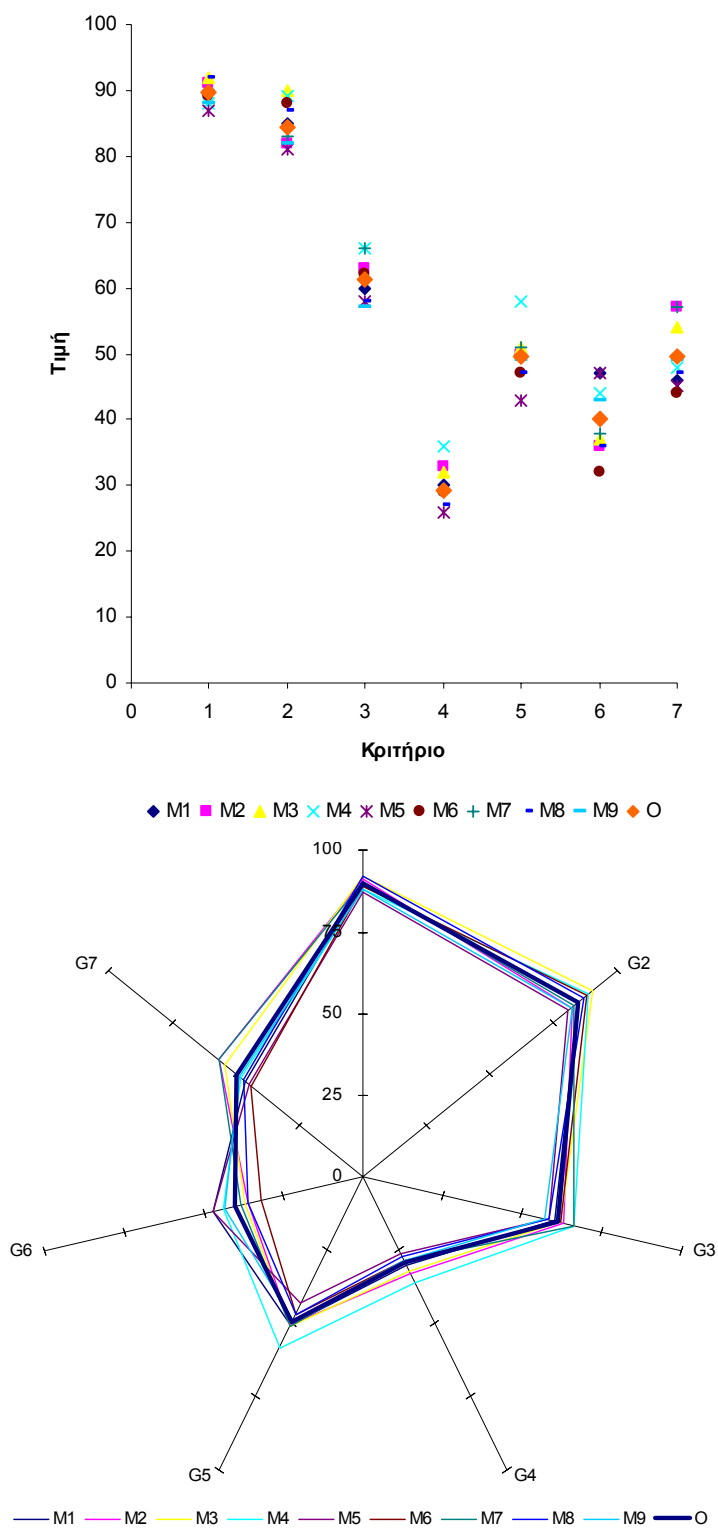
Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 8.22) παρουσιάζονται οι ατομικές τιμές καθώς και το ομαδικό αποτέλεσμα της σύνθεσης των τιμών, ενώ στην συνέχεια απεικονίζεται σχηματικά η σύνθεση των κατωφλίων εισόδου για τις 3 κατηγορίες στα διαγράμματα (Εικόνες 8.3, 8.4, 8.5, 8.6), για οπτικοποίηση της σύνθεσης.

Πίνακας 8-22. Σύνθεση τιμών κατώφλιων εισόδου ανά κατηγορία και κριτήριο

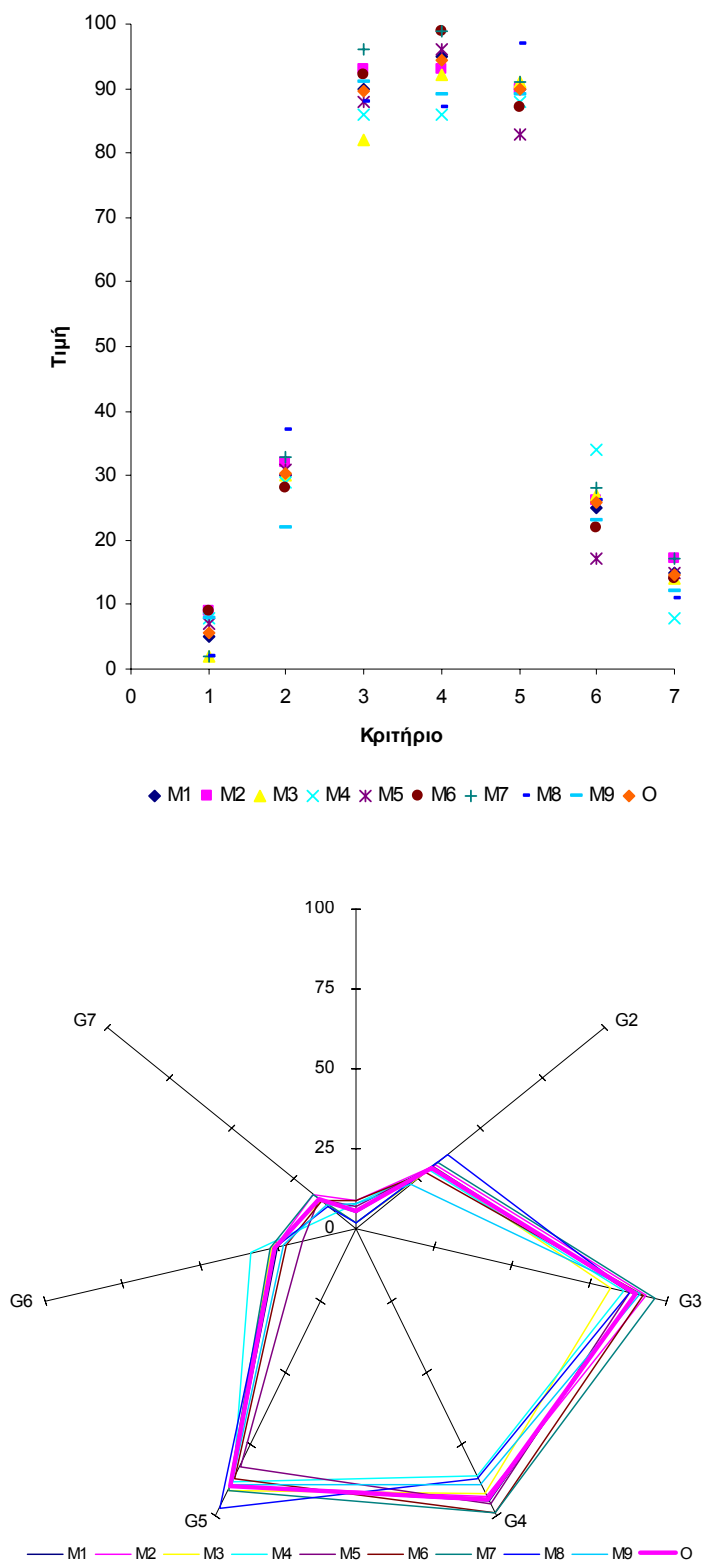
Κατ.	Κρ.	Τιμή									Τιμή Ομάδας
		Μέλους									
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	
C1	G1	90	91	92	88	87	89	90	92	88	89,72
	G2	85	82	90	89	81	88	83	87	82	84,36
	G3	60	63	62	66	58	62	66	58	57	61,25
	G4	30	33	32	36	26	29	29	27	29	29,23
	G5	50	50	51	58	43	47	51	47	49	49,54
	G6	47	36	37	44	47	32	38	36	43	40,11
	G7	46	57	54	48	45	44	57	47	49	49,60
C2	G1	5	9	2	8	7	9	2	2	8	5,74
	G2	30	32	30	29	31	28	33	37	22	30,31
	G3	90	93	82	86	88	92	96	88	91	89,73
	G4	95	93	92	86	96	99	99	87	89	94,46
	G5	90	90	91	88	83	87	91	97	89	89,83
	G6	25	26	27	34	17	22	28	26	23	25,71
	G7	15	17	14	8	15	14	17	11	12	14,70
C3	G1	17	13	12	18	17	16	12	13	14	14,32
	G2	5	3	4	2	7	8	3	5	7	4,77
	G3	5	3	6	6	8	4	6	3	3	4,61
	G4	60	63	62	66	56	59	59	57	59	59,23
	G5	75	70	71	78	83	77	71	77	79	74,79
	G6	85	86	87	84	87	82	88	86	83	85,81
	G7	95	97	94	98	95	94	97	91	92	95,08



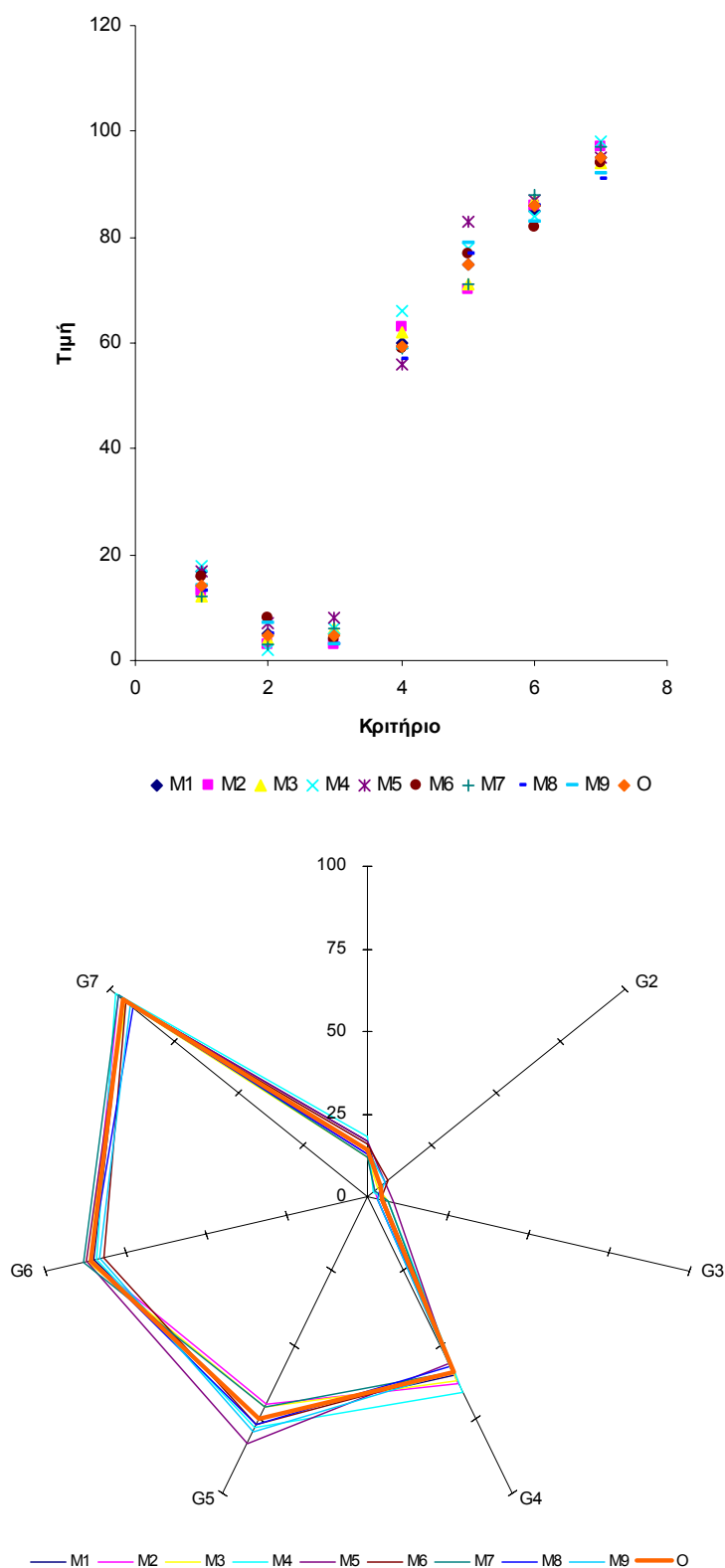
Εικόνα 8-3. Ομαδικά κατώφλια κατηγοριών



Εικόνα 8-4. Κατηγορία C1



Εικόνα 8-5. Κατηγορία C2



Εικόνα 8-6. Κατηγορία C3

8.6.6. Εναλλακτικές

Τα μέλη έδωσαν τιμές για την επίδοση των 20 εναλλακτικών, οι οποίες συντέθηκαν σε ομαδικές με την βελτιωμένη μέθοδο Συλλογικής κρίσης. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι ομαδικές τιμές (Πίνακας 8.23).

Πίνακας 8-23. Επιδόσεις εναλλακτικών

Εναλλακτική	Κριτήριο						
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
A1	100	100	85	44	66	54	62
A2	8	34	99	99	99	27	22
A3	22	8	9	68	85	95	99
A4	32	80	61	56	55	39	50
A5	55	85	51	89	100	100	100
A6	41	35	44	29	34	21	47
A7	50	6	54	25	38	21	47
A8	19	11	15	77	92	100	100
A9	49	43	28	29	61	22	67
A10	29	22	28	25	69	25	61
A11	96	88	69	39	59	47	61
A12	18	67	92	96	100	32	49
A13	25	28	34	25	46	32	49
A14	66	82	61	51	50	49	41
A15	61	44	34	26	37	21	40
A16	98	97	77	48	62	51	68
A17	99	97	78	39	62	49	60
A18	33	22	19	82	91	99	98
A19	22	8	9	74	91	99	97
A20	97	100	79	38	66	58	69

8.7. Εφαρμογή NeXClass-G - ΦΑΣΗ 3 - Εφαρμογή πολυκριτηριακής ταξινόμησης (NeXClass)

8.7.1. Βασική λύση

Με βάση τις ομαδικές παραμέτρους, όπως προέκυψαν από την διαδικασία της σύνθεσης, εκτελέστηκε η ταξινόμηση από τον συντονιστή και τα αποτελέσματα ταξινόμησης περιλαμβάνονται στον παρακάτω πίνακα ως η βασική λύση του προβλήματος (Πίνακας 8.24). Συγκεκριμένα, η ταξινόμηση εκτελέστηκε με την εφαρμογή της NeXClass, η οποία δέχτηκε ως δεδομένα εισόδου τις ομαδικές τιμές των παραμέτρων. Ακολουθήθηκαν τα παρακάτω βήματα, όπως έχουν παρουσιαστεί στο σχετικό κεφάλαιο:

1. Υπολογισμός μερικών σχέσεων ένταξης (partial inclusion relations). Για κάθε εναλλακτική υπολογίζονται οι μερικές σχέσεις ένταξης για κάθε κατώφλι και κατηγορία.

2. Υπολογισμός ολικών σχέσεων ένταξης comprehensive inclusion relations. Για κάθε εναλλακτική υπολογίζονται οι ολικές σχέσεις ένταξης για κάθε κατώφλι και κατηγορία.
3. Υπολογισμός ασαφούς βαθμού ένταξης fuzzy inclusion degree. Για κάθε εναλλακτική υπολογίζεται ο ασαφής βαθμός ένταξης για κάθε κατηγορία.
4. Υπολογισμός βαθμού ένταξης fuzzy inclusion degree. Για κάθε εναλλακτική υπολογίζεται ο βαθμός ένταξης για κάθε κατηγορία.

Τέλος, με βάση τον υπολογισμό των βαθμών ένταξης πραγματοποιήθηκε η ταξινόμηση των εναλλακτικών, και το αποτέλεσμα το οποίο αποτελεί την βασική λύση παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 8.26).

Πίνακας 8-24. Βασική λύση

Εναλλακτική	Κατηγορία
A1	C1
A2	C2
A3	C3
A4	C2
A5	C3
A6	C2
A7	C3
A8	C3
A9	C2
A10	C2
A11	C1
A12	C2
A13	C2
A14	C2
A15	C2
A16	C1
A17	C1
A18	C3
A19	C3
A20	C1

8.8. ΦΑΣΗ 4 - Ανάλυση αποτελεσμάτων

Για την εκτίμηση της σταθερότητας της βασικής λύσης ο συντονιστής εκτέλεσε ανάλυση ευαισθησίας ακολουθώντας μια σειρά από σενάρια μεταβολής των παραμέτρων του προβλήματος. Τα σενάρια βασίζονται στην ανάλυση ευαισθησίας της μεθοδολογίας NeXClass. Ειδικότερα εκτελέστηκαν τα παρακάτω σενάρια.

8.8.1. Κριτήρια

Εκτελέστηκαν μεταβολές στα βάρη των κριτηρίων κατά ποσοστά 10%, 20%, 30%, -10%, -20%, -30% για όλα τα κριτήρια ταυτόχρονα. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται

παρακάτω.

Πίνακας 8-25. Ευαισθησία βάρους κριτηρίων

	Μεταβολή βάρους	-30%	-20%	-10%	Βασική λύση	10%	20%	30%
Εναλλακτική								
A1		C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1
A2		C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2
A3		C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3
A4		C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2
A5		C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3
A6		C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2
A7		C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3
A8		C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3
A9		C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2
A10		C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2
A11		C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1
A12		C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2
A13		C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2
A14		C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2
A15		C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2
A16		C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1
A17		C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1
A18		C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3
A19		C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3
A20		C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1

Τα αποτελέσματα δείχνουν σταθερότητα της λύσης σε σχέση με την μεταβολή των κριτηρίων κατά τα ποσοστά αυτά.

8.8.2. Κατώφλια εισόδου

Εκτελέστηκαν μεταβολές στα κατώφλια εισόδου των κατηγοριών κατά ποσοστά 10%, 20%, 30%, -10%, -20%, -30% για όλες τις κατηγορίες ταυτόχρονα. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω.

Πίνακας 8-26. Ευαισθησία κατωφλίων εισόδου

	Μεταβολή κατωφλίου	-20%	-10%	Βασική λύση	10%	20%
Εναλλακτική						
A1		C1	C1	C1	C1	C2
A2		C2	C2	C2	C2	C3
A3		C3	C3	C3	C3	C1
A4		C1	C1	C2	C2	C2
A5		C3	C3	C3	C3	C3
A6		C2	C2	C2	C2	C2
A7		C2	C3	C3	C3	C3
A8		C3	C3	C3	C3	C3
A9		C2	C2	C2	C2	C2
A10		C2	C2	C2	C3	C3
A11		C1	C1	C1	C2	C2
A12		C2	C2	C2	C2	C2

	Μεταβολή κατώφλιου	-20%	-10%	Βασική λύση	10%	20%
A13		C2	C2	C2	C2	C2
A14		C1	C2	C2	C2	C2
A15		C2	C2	C2	C2	C2
A16		C1	C1	C1	C1	C2
A17		C1	C1	C1	C1	C2
A18		C3	C3	C3	C3	C3
A19		C3	C3	C3	C3	C3
A20		C1	C1	C1	C1	C2

Οι μεταβολές που παρατηρούνται στην ταξινόμηση των εναλλακτικών είναι οι παρακάτω

Πίνακας 8-27. Ευαισθησία στα κατώφλια εισόδου

Μεταβολή κατώφλιου	Εναλλακτική	Αλλαγή κατηγορίας {βασική ταξινόμηση, νέα ταξινόμηση}
-20%	A4	{C2, C1}
	A7	{C3, C2}
	A14	{C2, C1}
-10%	A4	{C2, C1}
10%	A10	{C2, C3}
	A11	{C1, C2}
20%	A2	{C2, C3}
	A3	{C3, C1}
	A10	{C2, C3}
	A11	{C1, C2}
	A16	{C1, C2}
	A17	{C1, C2}
	A20	{C1, C2}

Από τα αποτελέσματα παρατηρείται ότι υπάρχει σχετική ευαισθησία ως προς την μεταβολή των κατώφλιων εισόδου. Ειδικότερα παρατηρείται ότι για μεταβολές από -10% έως +10% η βασική λύση είναι σταθερή. Το ίδιο περίπου ισχύει και για μεταβολές έως -20%. Αντίθετα για μεταβολές έως 20% των κατώφλιων παρατηρούνται μεταβολές ταξινόμησης σε αρκετές εναλλακτικές. Αυτό είναι αναμενόμενο καθώς το κατώφλι εισόδου είναι βασικό στοιχείο για την ταξινόμηση σε κάποια κατηγορία. Για την πληρέστερη εικόνα είναι δυνατή η εκτέλεση από τον συντονιστή ανάλυσης ευαισθησίας στην οποία δεν μεταβάλλονται όλα τα κατώφλια κατά το ίδιο ποσοστό αλλά επιλεκτικά.

8.8.3. Κατώφλια βέτο

Εκτελέστηκαν μεταβολές στα κατώφλια βέτο κατά ποσοστά -10%, -20%, -30%, -50% για όλες τις κατηγορίες ταυτόχρονα. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω.

Πίνακας 8-28. Ευαισθησία κατώφλιων βέτο

	Μεταβολή κατώφλιου	Βασική λύση	-10%	-20%	-30%	-50%
Εναλλακτική						
A1		C1	C1	C1	C1	C1
A2		C2	C2	C2	C2	C2
A3		C3	C3	C3	C3	C3
A4		C2	C2	C2	C2	C2
A5		C3	C3	C3	C3	C3
A6		C2	C2	C2	C2	C2
A7		C3	C3	C3	C2	C2
A8		C3	C3	C3	C3	C3
A9		C2	C2	C2	C2	C2
A10		C2	C2	C2	C2	C2
A11		C1	C1	C1	C1	C1
A12		C2	C2	C2	C2	C2
A13		C2	C2	C2	C3	C2
A14		C2	C2	C2	C2	C2
A15		C2	C2	C2	C2	C2
A16		C1	C1	C1	C1	C1
A17		C1	C1	C1	C1	C1
A18		C3	C3	C3	C3	C3
A19		C3	C3	C3	C3	C3
A20		C1	C1	C1	C1	C1

Τα αποτελέσματα δείχνουν σταθερότητα της λύσης σε σχέση με την μεταβολή των κριτηρίων κατά τα ποσοστά αυτά.

8.8.4. Κατώφλια αδιαφορίας

Εκτελέστηκαν μεταβολές στα κατώφλια αδιαφορίας κατά ποσοστά 10%, 20%, 30%, -10%, -20%, -30% για όλες τις κατηγορίες ταυτόχρονα. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω.

Πίνακας 8-29. Ευαισθησία κατώφλιων αδιαφορίας

	Μεταβολή κατώφλιου	-30%	-20%	-10%	Βασική λύση	10%	20%	30%
Εναλλακτική								
A1		C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1
A2		C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2
A3		C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3
A4		C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2
A5		C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3
A6		C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2
A7		C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3
A8		C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3
A9		C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2
A10		C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2
A11		C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1
A12		C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2
A13		C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2
A14		C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2

	Μεταβολή				Βασική			
	κατώφλιου	-30%	-20%	-10%	λύση	10%	20%	30%
A15	C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2
A16	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1
A17	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1
A18	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3
A19	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3
A20	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1

Τα αποτελέσματα δείχνουν σταθερότητα της λύσης σε σχέση με την μεταβολή των κριτηρίων κατά τα ποσοστά αυτά.

8.8.5. Κατώφλια προτίμησης

Εκτελέστηκαν μεταβολές στα κατώφλια προτίμησης κατά ποσοστά 10%, 20%, 30%, -10%, -20%, -30% για όλες τις κατηγορίες ταυτόχρονα. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω.

Πίνακας 8-30. Ευαισθησία κατωφλίων προτίμησης

Εναλλακτική	Μεταβολή				Βασική			
	βάρους	-30%	-20%	-10%	λύση	10%	20%	30%
A1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1
A2	C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2
A3	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3
A4	C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2
A5	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3
A6	C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2
A7	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3
A8	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3
A9	C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2
A10	C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2
A11	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1
A12	C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2
A13	C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2
A14	C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2
A15	C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2	C2
A16	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1
A17	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1
A18	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3
A19	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3
A20	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1

Τα αποτελέσματα δείχνουν σταθερότητα της λύσης σε σχέση με την μεταβολή των κριτηρίων κατά τα ποσοστά αυτά.

8.8.6. Βαθμός συναίνεσης

Για τις παραμέτρους του προβλήματος υπολογίστηκαν οι βαθμοί εγγύτητας και συμφωνίας οι οποίοι οδήγησαν στον υπολογισμό του βαθμού συμφωνίας (Παράρτημα

κεφαλαίου). Οι τιμές των βαθμών είναι συνοπτικά οι παρακάτω.

Πίνακας 8-31. Βαθμοί συναίνεσης

Βαθμός	Τιμή
ΟΒΣΜ	0,721
ΟΒΣΠ	0,629
ΒΣ	0,675
ΟΒΕΜ	0,941
ΟΒΕΠ	0,866
ΒΕ	0,903
ΒΣ	0,789

Οι βαθμοί συμφωνίας και εγγύτητας, καθώς και ο βαθμός συναίνεσης είναι ικανοποιητικοί και ο συντονιστής θεώρησε ότι καλύπτουν το αποδεκτό επίπεδο.

8.8.7. Ανάλυση αποτελεσμάτων

Από το αποτέλεσμα της βασικής ταξινόμησης διακρίνονται τα παρακάτω χαρακτηριστικά

1. Στην κατηγορία C1 εντάχθηκαν εναλλακτικές με υψηλές επιδόσεις στα κριτήρια G1, G2, G3 και σχετικά ενδιάμεσες επιδόσεις στα κριτήρια G4, G5, G6, G7.
2. Στην κατηγορία C2 εντάχθηκαν εναλλακτικές με υψηλές επιδόσεις στα κριτήρια G3, G4, G5 και σχετικά ενδιάμεσες επιδόσεις στα κριτήρια G1, G2, G6, G7.
3. Στην κατηγορία C3 εντάχθηκαν εναλλακτικές με υψηλές επιδόσεις στα κριτήρια G5, G6, G7 και σχετικά ενδιάμεσες επιδόσεις στα κριτήρια G1, G2, G3, G4.

Πίνακας 8-32. Αποτέλεσμα ταξινόμησης

		Κριτήριο						
		G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
C1	Εναλλακτική A1	100	100	85	44	66	54	62
	A11	96	88	69	39	59	47	61
	A16	98	97	77	48	62	51	68
	A17	99	97	78	39	62	49	60
	A20	97	100	79	38	66	58	69
C2	A2	8	34	99	99	99	27	22
	A4	32	80	61	56	55	39	50
	A6	41	35	44	29	34	21	47
	A9	49	43	28	29	61	22	67
	A10	29	22	28	25	69	25	61
	A12	18	67	92	96	100	32	49
	A13	25	28	34	25	46	32	49
	A14	66	82	61	51	50	49	41

		Κριτήριο						
		G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
C3	Εναλλακτική A15	61	44	34	26	37	21	40
	A3	22	8	9	68	85	95	99
	A5	55	85	51	89	100	100	100
	A7	50	6	54	25	38	21	47
	A8	19	11	15	77	92	100	100
	A18	33	22	19	82	91	99	98
	A19	22	8	9	74	91	99	97

Με βάση τον ορισμό των κριτηρίων

1. Οι εναλλακτικές της κατηγορίας C1 αντιστοιχούν σε τοποθεσίες με μέση δυναμική και σχετικά υψηλό κόστος. Αυτές οι τοποθεσίες παρουσιάζουν υψηλή δυναμική και ενδέχεται να παρουσιάσουν υψηλούς όγκους συναλλαγών. Ωστόσο, παρουσιάζουν και υψηλό κόστος λειτουργίας, κάτι το οποίο περιορίζει την συνολική απόδοση της εν λόγω θέσης.
2. Οι εναλλακτικές της κατηγορίας C2 αντιστοιχούν σε τοποθεσίες με μέση δυναμική και μέσο κόστος. Αυτές οι τοποθεσίες παρουσιάζουν υψηλή δυναμική και ενδέχεται να παρουσιάσουν υψηλούς όγκους συναλλαγών. Παρουσιάζουν σχετικά χαμηλό κόστος λειτουργίας.
3. Οι εναλλακτικές της κατηγορίας C2 αντιστοιχούν σε τοποθεσίες με υψηλή δυναμική και μέσο κόστος. Αυτές οι τοποθεσίες παρουσιάζουν χαμηλή δυναμική και δεν αναμένεται να παρουσιάσουν υψηλούς όγκους συναλλαγών. Ωστόσο, παρουσιάζουν χαμηλό κόστος λειτουργίας.

Η παραπάνω ταξινόμηση είναι αποδεκτή καθώς το αποτέλεσμα συμβαδίζει με τις απαιτήσεις οι οποίες τέθηκαν κατά την διαμόρφωση του προβλήματος.

8.9. Αξιολόγηση μεθοδολογίας

Για την αξιολόγηση της μεθοδολογίας NeXClass-G και του ΣΥΟΑ στο περιβάλλον της τράπεζας εκτελέστηκαν μια σειρά από πειράματα ελέγχοντας αφενός την ισχύ των αποτελεσμάτων, και αφετέρου την λειτουργικότητα του ΣΥΟΑ από την πλευρά του χρήστη.

8.9.1. Μεθοδολογία

Ο έλεγχος ορθότητας ο οποίος εκτελέστηκε αποσκοπούσε στον έλεγχο των αποτελεσμάτων και την ακρίβεια του αλγόριθμου ταξινόμησης. Εφόσον πρόκειται για κατευθυνόμενη ταξινόμηση η οποία ενσωματώνει το σύνολο αξιών της ομάδας, δεν είναι δυνατή η εύρεση απόλυτης λύσης στο πρόβλημα ταξινόμησης η οποία να χρησιμοποιηθεί ως σύνολο αναφοράς. Ωστόσο, για το εν λόγω πρόβλημα (όπως και για

το πρόβλημα του Κεφαλαίου 7) θεωρήθηκε ένας αριθμός από σύνολα λύσεων τα οποία προέκυψαν με βάση την υφιστάμενη ευρετική διαδικασία ταξινόμησης. Τα σύνολα αυτά χρησιμοποιήθηκαν ως σύνολα αναφοράς για τον έλεγχο της ακρίβειας της ταξινόμησης με την βοήθεια της NeXClass-G.

Ειδικότερα, πραγματοποιήθηκε ταξινόμηση τεσσάρων συνόλων εναλλακτικών σε τρεις κατηγορίες, αφενός με την υφιστάμενη ευρετική διαδικασία και αφετέρου με την NeXClass-G. Τα αποτελέσματα των διαφορών στην ταξινόμηση παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 8.38). Κατά την αρχική εκτέλεση της NeXClass-G παρουσιάστηκε ένα ποσοστό της τάξης του 5% διαφορών ταξινόμησης σε σχέση με την υφιστάμενη διαδικασία. Η ασυμφωνία οφείλεται στο γεγονός ότι η υφιστάμενη διαδικασία είναι ευρετική, και κατά συνέπεια δεν είναι ιδιαίτερα εύκολη η αποτύπωση των προτιμήσεων ως προς τα κατώφλια των κατηγοριών και τις λοιπές παραμέτρους. Έπειτα από τον επανακαθορισμό των παραμέτρων, η NeXClass-G εκτελέστηκε για δεύτερη φορά και οι διαφορές μειώθηκαν σε ποσοστό 2-3%, γεγονός το οποίο ερμηνεύει τις διαφορές ως ζήτημα καθορισμού των παραμέτρων. Παρά τις διαφορές οι οποίες παρουσιάστηκαν στην ταξινόμηση σε σχέση με τα σύνολα αναφοράς, η μεθοδολογία μοντελοποίησε το πρόβλημα και αποτύπωσε επιτυχώς το μοντέλο αξιών της ομάδας με ορθολογικό τρόπο.

Πίνακας 8-33. Αξιολόγηση μεθοδολογίας με σύνολα αναφοράς

Εναλλακτικές	Κατηγορίες	Διαφορές ταξινόμησης (αρχική εκτέλεση)	Διαφορές ταξινόμησης (δεύτερη εκτέλεση)
5	3	0(0%)	0(0%)
10	3	0(0%)	0(0%)
20	3	1(5%)	0(0%)
50	3	3(6%)	1(2%)

8.9.2. ΣΥΑ

Όπως αναφέρθηκε, ένας από τους στόχους της παρούσας εφαρμογής της NeXClass-G στο περιβάλλον της τράπεζας ήταν η μοντελοποίηση του προβλήματος και η αντικατάσταση της υφιστάμενης ευρετικής διαδικασίας. Το NeXClass-GDSS ΣΥΟΑ το οποίο αναπτύχθηκε και χρησιμοποιήθηκε παρουσιάστηκε συνοπτικά στο Κεφάλαιο 6. Τόσο η NeXClass-G όσο και το ΣΥΟΑ είχαν ως στόχο να προσφέρουν μια συστηματική αντιμετώπιση στο πρόβλημα της ταξινόμησης των ATM αποτυπώνοντας με ορθολογικό τρόπο το μοντέλο προτίμησης της τράπεζας. Για την αξιολόγηση της χρήσης του ΣΥΟΑ εκτελέστηκαν ορισμένα πειράματα στο περιβάλλον της τράπεζας, τα ευρήματα των οποίων παρουσιάζονται στο Κεφάλαιο 6. Συνοπτικά, το ΣΥΟΑ κρίνεται ότι καλύπτει επαρκώς τις ανάγκες του εν λόγω προβλήματος.

8.10. Συμπεράσματα

Από την εφαρμογή της μεθοδολογίας στο περιβάλλον της τράπεζας για το πρόβλημα

της ταξινόμησης προέκυψαν τα παρακάτω ειδικά και γενικά συμπεράσματα.

8.10.1. Ειδικά

1. Η μεθοδολογία κατέληξε σε αποτέλεσμα συμβατό με τον στόχο και τις ανάγκες του προβλήματος. Η ταξινόμηση των εναλλακτικών στις 3 κατηγορίες, όπως αναλύθηκε παραπάνω, αντανακλά την τμηματοποίηση της αγοράς και είναι σύμφωνη με το πλαίσιο των κριτηρίων αξιολόγησης. Συνεπώς η μεθοδολογία ικανοποίησε με επάρκεια τις ανάγκες του προβλήματος ταξινόμησης.
2. Ο βαθμός συναίνεσης καθώς και οι μερικοί βαθμοί συμφωνίας και εγγύτητας αντανακλούν το γεγονός ότι η ομάδα πέτυχε σχετικά υψηλό βαθμό κατανόησης του προβλήματος και συνεργασίας. Συνεπώς η μεθοδολογία ικανοποίησε τις ανάγκες της ομάδας.
3. Από την ανάλυση ευαισθησίας προέκυψε ότι η βασική λύση είναι σταθερή ως προς την μεταβολή των παραμέτρων εντός μιας ζώνης μεταβολής.
4. Από την ανάλυση ευαισθησίας προέκυψε ότι η βασική λύση είναι ευαίσθητη ως προς την μεταβολή του κατωφλίου εισόδου για σχετικά υψηλές τιμές μεταβολής.

8.10.2. Γενικά

1. Η μεθοδολογία καλύπτει με επάρκεια τις ανάγκες του προβλήματος ταξινόμησης σε περιβάλλον ομάδας για μη διατεταγμένες κατηγορίες.
2. Η ύπαρξη του συντονιστή είναι αναγκαία για την επίλυση ενός προβλήματος ομαδικής ταξινόμησης με την εφαρμογή της μεθοδολογίας, καθώς μειώνει την πολυπλοκότητα για τα μέλη.
3. Επειδή η μεθοδολογία απαιτεί σχετικά μεγάλο αριθμό παραμέτρων είναι πιθανό τα μέλη να δυσκολευτούν αν εξοικειωθούν, με αποτέλεσμα η ποιότητα των αποτελεσμάτων να είναι χαμηλότερη. Συνεπώς κατά την σύνθεση της ομάδας θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η επάρκεια των μελών.
4. Ο αριθμός των κριτηρίων και των παραμέτρων πρέπει να είναι σχετικά χαμηλός ώστε να ελαχιστοποιείται η πολυπλοκότητα αλλά όχι εις βάρος κρίσιμων παραμέτρων του προβλήματος.
5. Ο αριθμός των μελών της ομάδας πρέπει να είναι μέσα στα όρια μιας μικρής συνεργατικής ομάδας. Εάν τα μέλη είναι πολύ λίγα, τότε η ανωνυμία δεν μπορεί να εξασφαλιστεί ενώ εάν είναι πάρα πολλά η πολυπλοκότητα θα αυξηθεί και θα χρειαστεί επιπλέον συντονισμό.

6. Η ανάλυση ευαισθησίας καλύπτει τις ανάγκες ανάλυσης των αποτελεσμάτων, ωστόσο μια επιπρόσθετη ανάλυση σταθερότητας θα ήταν χρήσιμη για την εξαγωγή επιπλέον συμπερασμάτων.
7. Ο βαθμός συναίνεσης καθώς και οι μερικοί βαθμοί συμφωνίας και εγγύτητας καλύπτουν τις ανάγκες της μεθοδολογίας.

Συμπερασματικά, η εφαρμογή της μεθοδολογίας απέδειξε την επάρκειά της για την επίλυση προβλημάτων ταξινόμησης σε περιβάλλον ομάδας, τόσο σε επίπεδο αποτελεσμάτων όσο και σε επίπεδο συνεργασίας της ομάδας. Εξίσου σημαντικό είναι το γεγονός ότι η εφαρμογή πραγματοποιήθηκε σε πραγματικό περιβάλλον, κάτι το οποίο κατέδειξε τα θετικά σημεία της όσο και τα σημεία προς βελτίωση.

8.11. Σύνοψη

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάστηκε η εφαρμογή της μεθοδολογίας NeXClass-G σε ομαδικό πρόβλημα ταξινόμησης στο περιβάλλον μιας ελληνικής τράπεζας. Το πρόβλημα αφορά την ταξινόμηση των ATM της τράπεζας σε κατάλληλες κατηγορίες για την διαμόρφωση ανάλογης πελατειακής στρατηγικής. Ειδικότερα, παρουσιάστηκε το μοντέλο αξιολόγησης των ATM το οποίο διαμορφώθηκε για την τράπεζα, και η εφαρμογή της μεθοδολογίας από ομάδα αποφασιζόντων της τράπεζας ακολουθώντας τις φάσεις της μεθοδολογίας NeXClass-G. Τέλος, παρουσιάστηκαν τα αποτελέσματα αξιολόγησης της εφαρμογής της μεθοδολογίας και του ΣΥΟΑ από την τράπεζα. Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με την παράθεση σε παράρτημα αναλυτικών αποτελεσμάτων της μεθοδολογίας.

8.12. Παράρτημα

Στο παράρτημα παρουσιάζονται πίνακες με τις αναλυτικές τιμές των παραμέτρων.

Πίνακας 8-34. Βαθμοί συμφωνίας

Κριτήρια	Βαθμοί συμφωνίας/Μέλος									ΒΣΠ	ΟΒΣΠ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
	ΜΒΣ										
1	1,9	1,9	2,9	1,9	8,9	6,4	1,9	1,9	1,9	0,785	0,629
2	2,8	3,2	2,8	3,2	15,7	3,2	2,9	3,8	2,8	0,743	
3	2,5	2,5	2,5	3,2	10,1	2,6	5,2	2,5	2,5	0,028	
4	3,3	3,6	6,4	3,6	17,9	5,3	3,3	3,3	3,3	0,520	
5	1,8	1,8	7,9	2,9	2,3	2,4	2,9	1,8	1,8	0,521	
5	3,7	3,5	3,7	3,5	21	3,5	3,5	5,1	3,7	0,704	
7	2	2,2	3	2,2	5,5	2,7	4,4	2	2	0,717	
Κατώφλια C1											
1	9,4	9,5	9,8	10,2	67,2	9,7	9,4	9,8	10,2	0,763	
2	9,9	11	10,6	10,1	61	9,8	10,5	9,7	11	0,757	
3	8	7,5	7,4	8,4	43,4	7,4	8,4	9	9,7	0,751	
4	3,9	4,4	4,1	5,9	17,1	4	4	5,4	4	0,761	
5	5,3	5,3	5,4	8,9	28,5	6,6	5,4	6,6	5,6	0,786	
6	11	9,1	8,8	9,5	43,9	11,9	8,7	9,1	9,2	0,588	
7	8,2	8,7	7,8	7,4	31,8	9,6	8,7	7,7	7,3	0,740	
Κατώφλια C2											
1	3,2	3,2	4,1	2,9	6,7	3,2	4,1	4,1	2,9	0,284	
2	5,5	5,7	5,5	5,8	25,5	6,3	6	8	10,5	0,656	
3	11,2	11,5	15,6	12,8	69	11,2	13	11,8	11,1	0,737	
4	13,3	13,1	13,2	15,8	79,6	14,5	14,5	15,1	14,1	0,711	
5	9,1	9,1	9,2	9,9	60,5	10,6	9,2	12,2	9,4	0,778	
6	3	2,7	2,8	6,1	6,1	4,7	3,1	2,7	4	0,839	
7	3,5	4,1	3,4	6,6	13,2	3,4	4,1	4,5	4	0,592	
Κατώφλια C3											
1	4	3,6	4,1	4,5	15,7	3,7	4,1	3,6	3,5	0,564	
2	2,2	2,6	2,3	3,3	7,5	3,3	2,6	2,2	2,8	0,239	
3	2,1	2,5	2,2	2,2	9,2	2,2	2,2	2,5	2,5	0,202	
4	6,9	7,4	7,1	8,9	41,1	7	7	8,4	7	0,760	
5	11,5	13,4	12,7	11,6	73	11,3	12,7	11,3	12,1	0,676	
6	10,2	10,1	10,4	10,5	71,1	11,7	10,9	10,1	11	0,735	
7	11,1	11,3	11,2	11,8	76,2	11,2	11,3	12,9	12,2	0,742	
ΒΣΜ	0,85	0,85	0,84	0,83	0,22	0,84	0,84	0,84	0,84		
ΟΒΣΜ	0,72										
										ΒΣ	0,675

Πίνακας 8-35. Βαθμοί εγγύτητας

Κριτ.	Βαθμοί εγγύτητας / Μέλος									ΒΕΠ	ΟΒΕΠ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
	ΜΒΕ										
1	0,1	0,1	1,89	0,11	3,89	6,89	0,11	0,11	0,11	0,904	0,866
2	1,1	0,8	1,17	0,83	0,83	0,83	0,17	3,17	1,17	0,950	
3	0,2	0,2	0,25	2,75	4,75	0,75	6,75	0,25	0,25	0,506	
4	0,1	1,1	5,15	1,15	3,85	3,85	0,15	0,15	0,15	0,861	
5	1,1	1,1	10,1 8	1,82	1,82	0,82	1,82	1,18	1,18	0,605	
5	1,3	0,6	1,39	0,61	0,61	0,61	0,61	3,39	1,39	0,954	
7	0,1	1,8	2,14	1,86	2,14	2,86	4,14	0,14	0,14	0,842	
Κατ. C1											
1	0,2	1,2	2,28	1,72	2,72	0,72	0,28	2,28	1,72	0,982	
2	0,6	2,3	5,64	4,64	3,36	3,64	1,36	2,64	2,36	0,964	
3	1,2	1,7	0,75	4,75	3,25	0,75	4,75	3,25	4,25	0,954	
4	0,7	3,7	2,77	6,77	3,23	0,23	0,23	2,23	0,23	0,920	
5	0,4	0,4	1,46	8,46	6,54	2,54	1,46	2,54	0,54	0,937	
6	6,8	4,1	3,11	3,89	6,89	8,11	2,11	4,11	2,89	0,878	
7	3,6	7,4	4,4	1,6	4,6	5,6	7,4	2,6	0,6	0,915	
Κατ. C2											
1	0,7	3,2	3,74	2,26	1,26	3,26	3,74	3,74	2,26	0,555	
2	0,3	1,6	0,31	1,31	0,69	2,31	2,69	6,69	8,31	0,918	
3	0,2	3,2	7,73	3,73	1,73	2,27	6,27	1,73	1,27	0,967	
4	0,5	1,4	2,46	8,46	1,54	4,54	4,54	7,46	5,46	0,960	
5	0,1	0,1	1,17	1,83	6,83	2,83	1,17	7,17	0,83	0,968	
6	0,7	0,2	1,29	8,29	8,71	3,71	2,29	0,29	2,71	0,856	
7	0,3	2,3	0,7	6,7	0,3	0,7	2,3	3,7	2,7	0,864	
Κατ. C3											
1	2,6	1,3	2,32	3,68	2,68	1,68	2,32	1,32	0,32	0,853	
2	0,2	1,7	0,77	2,77	2,23	3,23	1,77	0,23	2,23	0,634	
3	0,3	1,6	1,39	1,39	3,39	0,61	1,39	1,61	1,61	0,636	
4	0,7	3,7	2,77	6,77	3,23	0,23	0,23	2,23	0,23	0,960	
5	0,2	4,7	3,79	3,21	8,21	2,21	3,79	2,21	4,21	0,945	
6	0,8	0,1	1,19	1,81	1,19	3,81	2,19	0,19	2,81	0,982	
7	0,1	1,9	1,08	2,92	0,08	1,08	1,92	4,08	3,08	0,983	
BEM	0,9	0,9	0,93	0,91	0,92	0,94	0,94	0,94	0,53		
OBEM	0,9										
										BE	0,903

Πίνακας 8-36. Ατομικά βάρη κριτηρίων με την μέθοδο Simos

Μέλος	Ιεράρχηση	Αρ.καρτών	Θέσεις	Μη καν/νο βάρος	Καν/νο βάρος
M1	G3	1	1	1	3,571428571
	G5	1	2	2	7,142857143
	G7	1	3	3	10,71428571
	G4	1	4	4	14,28571429
	G1	1	5	5	17,85714286
	G2,G6	2	6,7	6,5	23,21428571
M2	G3	1	1	1	3,571428571
	G5	1	2	2	7,142857143
	G7,G4	2	3,4	3,5	12,5
	G1	1	5	5	17,85714286
	G2	1	6	6	21,42857143
	G6	1	7	7	25
M3	G3	1	1	1	3,571428571
	G4,G7	2	2,3	2,5	8,928571429
	G1,G5	2	4,5	4,5	16,07142857
	G2,G6	2	6,7	6,5	23,21428571
M4	G5	1	1	1	3,571428571
	G3	1	2	2	7,142857143
	G4,G7	2	3,4	3,5	12,5
	G1	1	5	5	17,85714286
	G2	1	6	6	21,42857143
	G6	1	7	7	25
M5	G5	1	1	1	3,571428571
	G3,G7	2	2,3	2,5	8,928571429
	G1	1	4	4	14,28571429
	G4	1	5	5	17,85714286
	G2	1	6	6	21,42857143
	G6	1	7	7	25
M6	G3,G5	2	1,2	1,5	5,357142857
	G1	1	3	3	10,71428571
	G7	1	4	4	14,28571429
	G4	1	5	5	17,85714286
	G2	1	6	6	21,42857143
	G6	1	7	7	25
M7	G5	1	1	1	3,571428571
	G7	1	2	2	7,142857143
	G3	1	3	3	10,71428571
	G4	1	4	4	14,28571429
	G1	1	5	5	17,85714286
	G2	1	6	6	21,42857143
	G6	1	7	7	25
M8	G3	1	1	1	3,571428571
	G5	1	2	2	7,142857143
	G7	1	3	3	10,71428571
	G4	1	4	4	14,28571429
	G1	1	5	5	17,85714286
	G6	1	6	6	21,42857143
	G2	1	7	7	25
M9	G3	1	1	1	3,571428571
	G5	1	2	2	7,142857143
	G7	1	3	3	10,71428571
	G4	1	4	4	14,28571429
	G1	1	5	5	17,85714286
	G2,G6	2	6,7	6,5	23,21428571

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

Συμπεράσματα και μελλοντικές κατευθύνσεις

Στο παρόν κεφάλαιο συνοψίζονται τα βασικά ερευνητικά συμπεράσματα, τα σημεία συμβολής της διατριβής καθώς και μελλοντικές κατευθύνσεις έρευνας.

9.1. Σύνοψη και συμπεράσματα

Η παρούσα διατριβή είχε τους παρακάτω κύριους στόχους:

1. Να παρουσιάσει μια ολοκληρωμένη μεθοδολογία πολυκριτηριακής ανάλυσης η οποία να αντιμετωπίζει προβλήματα ταξινόμησης σε προκαθορισμένες μη-διατεταγμένες κατηγορίες από ένα αποφασίζοντα.
2. Να παρουσιάσει μια ολοκληρωμένη μεθοδολογία πολυκριτηριακής ανάλυσης η οποία να αντιμετωπίζει προβλήματα ταξινόμησης σε προκαθορισμένες μη-διατεταγμένες κατηγορίες σε περιβάλλον ομάδας.
3. Να παρουσιάσει ένα ολοκληρωμένο ΣΥΟΑ το οποίο να υποστηρίζει την λήψη αποφάσεων από ομάδες σε προβλήματα ταξινόμησης για προκαθορισμένες μη-διατεταγμένες κατηγορίες.
4. Να εφαρμόσει τις μεθοδολογίες (ατομικής και ομαδική) καθώς και το σχετικό ΣΥΟΑ στον τραπεζικό τομέα σε πρόβλημα ταξινόμησης.

Παράλληλα η διατριβή είχε και τους παρακάτω δευτερεύοντες στόχους:

1. Να παρουσιάσει ένα μοντέλο συναίνεσης για το πρόβλημα της ομαδικής απόφασης ταξινόμησης.
2. Να παρουσιάσει ένα μοντέλο σύνθεσης τιμών για το πρόβλημα της ομαδικής απόφασης ταξινόμησης.
3. Να εισάγει ένα πλαίσιο αξιολόγησης για πολυκριτηριακές μεθοδολογίες ταξινόμησης.
4. Να εισάγει ένα πλαίσιο αξιολόγησης για ΣΥΟΑ ταξινόμησης.

Οι παραπάνω κύριοι και δευτερεύοντες στόχοι εκπληρώνονται με:

1. Την ανάπτυξη της ολοκληρωμένης μεθοδολογίας πολυκριτηριακής ανάλυσης NeXClass, η οποία παρουσιάστηκε στο Κεφάλαιο 4, και αντιμετωπίζει προβλήματα ταξινόμησης σε προκαθορισμένες μη-διατεταγμένες κατηγορίες από ένα αποφασίζοντα.
2. Την ανάπτυξη της ολοκληρωμένης μεθοδολογίας πολυκριτηριακής ανάλυσης NeXClass-G, η οποία παρουσιάστηκε στο Κεφάλαιο 5, και αντιμετωπίζει προβλήματα ταξινόμησης σε προκαθορισμένες μη-διατεταγμένες κατηγορίες σε περιβάλλον ομάδας.
3. Την ανάπτυξη του ολοκληρωμένου ΣΥΟΑ NeXClass-GDSS, το οποίο παρουσιάστηκε στο Κεφάλαιο 6, και υποστηρίζει την λήψη αποφάσεων από ομάδες σε προβλήματα ταξινόμησης για προκαθορισμένες μη-διατεταγμένες κατηγορίες.

4. Την αναλυτική εφαρμογή της μεθοδολογίας NeXClass σε πρόβλημα ταξινόμησης σε τραπεζικό περιβάλλον, η οποία παρουσιάστηκε στο Κεφάλαιο 7.
5. Την αναλυτική εφαρμογή της μεθοδολογίας NeXClass-G και του ΣΥΟΑ NeXClass-GDSS σε πρόβλημα ταξινόμησης σε τραπεζικό περιβάλλον, η οποία παρουσιάστηκε στο Κεφάλαιο 8.
6. Την παρουσίαση αξιολόγησης των μεθοδολογιών NeXClass, NeXClass-G και του ΣΥΟΑ NeXClass-GDSS.

Τόσο από τα αποτελέσματα εφαρμογής των μεθοδολογιών όσο και της σχετικής αξιολόγησης, τα οποία αναλύονται στα σχετικά κεφάλαια, προκύπτει ότι οι μεθοδολογίες οι οποίες παρουσιάζονται ικανοποιούν τους παραπάνω στόχους με επάρκεια και η διατριβή συμβάλλει με θετικό και πρωτότυπο τρόπο στα εν λόγω πεδία και εκπληρώνει πλήρως τους ερευνητικούς στόχους της.

9.2. Τομείς συμβολής της διατριβής

Η συμβολή της διατριβής εντοπίζεται στον ερευνητικό τομέα της πολυκριτηριακής ανάλυσης και των ομαδικών αποφάσεων. Ειδικότερα η διατριβή χρησιμοποιώντας στοιχεία από την κάθε περιοχή είχε ως στόχο να τα συνθέσει έτσι ώστε να παρουσιάσει μια ολοκληρωμένη μεθοδολογία για την υποστήριξη ομαδικών αποφάσεων σε προβλήματα ταξινόμησης συμβάλλοντας ερευνητικά στις περιοχές αυτές.

Συνοπτικά η συμβολή της διατριβής εντοπίζεται:

1. *Στον τομέα της πολυκριτηριακής λήψης αποφάσεων.* Παρουσιάστηκε η πρωτότυπη πολυκριτηριακή μεθοδολογία (NeXClass) για προβλήματα ταξινόμησης σε προκαθορισμένες μη-διατεταγμένες κατηγορίες.
2. *Στον τομέα της ομαδικής λήψης αποφάσεων.* Παρουσιάστηκε η πρωτότυπη μεθοδολογία υποστήριξης ομαδικών αποφάσεων για μικρές συνεργατικές ομάδες (NeXClass-G) για προβλήματα ταξινόμησης σε προκαθορισμένες μη-διατεταγμένες κατηγορίες με την βοήθεια πολυκριτηριακής ταξινόμησης.
3. *Στον τομέα της υποστήριξης λήψης αποφάσεων μέσω Η/Υ.* Παρουσιάστηκε το πρωτότυπο ολοκληρωμένο ΣΥΟΑ (NeXClass-GDSS) για προβλήματα ομαδικής ταξινόμησης σε προκαθορισμένες μη-διατεταγμένες κατηγορίες.

Παράλληλα η διατριβή συμβάλλει δευτερευόντως στον τομέα εφαρμογής πολυκριτηριακών μεθοδολογιών σε τραπεζικό περιβάλλον, ειδικότερα με την ανάπτυξη του ΣΥΟΑ και την εφαρμογή του σε πραγματικό περιβάλλον.

Αναλυτικότερα η συμβολή της διατριβής εντοπίζεται στα παρακάτω επίπεδα:

1ο Κύριο Επίπεδο Συμβολής: Πολυκριτηριακή μεθοδολογία (NeXClass) για προβλήματα ταξινόμησης σε προκαθορισμένες μη-διατεταγμένες κατηγορίες από έναν αποφασίζοντα.

Στο πρώτο επίπεδο η διατριβή συμβάλλει με την ανάπτυξη μιας ολοκληρωμένης μεθοδολογίας η οποία συνεισφέρει στην επίλυση του προβλήματος της λήψης αποφάσεων ταξινόμησης σε πολυκριτηριακά προβλήματα με πρωτότυπο τρόπο. Με αφετηρία την ανάγκη υποστήριξης για προβλήματα ταξινόμησης σε μη διατεταγμένες κατηγορίες οι οποίες καθορίζονται από το όριό τους, και την σχετική έλλειψη σε ανάλογες μεθοδολογίες, παρουσιάζεται η πρωτότυπη μεθοδολογία πολυκριτηριακής ταξινόμησης NeXClass από έναν αποφασίζοντα. Η μεθοδολογία εισάγει

1. τον καθορισμό των κατηγοριών με βάση το όριό τους, το οποίο ορίζεται ως κατώφλι εισόδου, και
2. τον ασαφή βαθμό ένταξης, με βάση τον οποίο πραγματοποιείται η ταξινόμηση.

Η μεθοδολογία καλύπτει το κενό στον χώρο της πολυκριτηριακής ταξινόμησης για μη διατεταγμένες κατηγορίες, για την περίπτωση του ορισμού των κατηγοριών με βάση το όριό τους, και επεκτείνει μεθοδολογικά την πολυκριτηριακή ταξινόμηση. Η βασική καινοτομία της NeXClass σε σχέση με τις υπάρχουσες μεθοδολογίες μη-διατεταγμένης ταξινόμησης είναι ότι πραγματοποιεί την ταξινόμηση με βάση την σύγκριση της υπό ταξινόμηση εναλλακτικής με το όριο της κατηγορίας (κατώφλι εισόδου), και όχι με βάση την σύγκριση με το αντιπροσωπευτικότερο κεντρικό πρότυπο της κατηγορίας.

Οι βασικές αρχές της μεθοδολογίας NeXClass είναι οι εξής:

1. Οι κατηγορίες είναι μη-διατεταγμένες και καθορίζονται από το όριό τους, με βάση ένα οριακό πρότυπο-εκπρόσωπο της κατηγορίας το οποίο έχει τον ρόλο του κατώφλιου εισόδου στην κατηγορία.
2. Τα όρια των κατηγοριών είναι δυνατό να θεωρηθούν ως ιδεατές εναλλακτικές οι οποίες καθορίζονται από τον αποφασίζοντα ως το λιγότερο αντιπροσωπευτικό δείγμα της κάθε κατηγορίας, ή αλλιώς ως το όριο εισόδου (κατώφλι εισόδου) στην κάθε κατηγορία. Τα κατώφλια προσδιορίζονται από την επίδοσή τους στα κριτήρια αξιολόγησης και καθορίζονται από τον αποφασίζοντα.
3. Μια εναλλακτική ταξινομείται σε μια κατηγορία με βάση το αποτέλεσμα της σύγκρισης της εναλλακτικής με το κατώφλι εισόδου της κατηγορίας, η οποία ουσιαστικά καθορίζει το κατά πόσο η εναλλακτική υπερσχύει του κατώφλιου εισόδου στην κατηγορία.

Για τον υπολογισμό του αποτελέσματος σύγκρισης κατώφλιου και εναλλακτικής ορίζεται και υπολογίζεται ο ασαφής βαθμός ένταξης στην κατηγορία, ο οποίος αποτελεί γενίκευση του μοντέλου των σχέσεων προτίμησης με βάση τους δείκτες συμφωνίας και ασυμφωνίας. Με βάση το αποτέλεσμα του βαθμού ένταξης

υπολογίζεται ο βαθμός υπερίσχυσης της εναλλακτικής έναντι του κατωφλίου εισόδου, και ταξινομείται η εναλλακτική ανάλογα. Με βάση τα παραπάνω, η μεθοδολογία έχει την δυνατότητα να επιλύει πολυκριτηριακά προβλήματα ταξινόμησης σε μη διατεταγμένες κατηγορίες, συμβάλλοντας στο πεδίο της πολυκριτηριακής ανάλυσης και ειδικότερα επεκτείνοντας τον τομέα της πολυκριτηριακής ταξινόμησης.

2ο Κύριο Επίπεδο Συμβολής: *Μεθοδολογία υποστήριξης ομαδικών αποφάσεων για μικρές συνεργατικές ομάδες (NeXClass-G) για προβλήματα ταξινόμησης σε προκαθορισμένες μη-διατεταγμένες κατηγορίες με την βοήθεια πολυκριτηριακής ταξινόμησης.*

Στο δεύτερο επίπεδο, η διατριβή συμβάλλει με την ανάπτυξη μιας ολοκληρωμένης μεθοδολογίας η οποία συνεισφέρει στην επίλυση του προβλήματος της λήψης ομαδικών αποφάσεων ταξινόμησης σε πολυκριτηριακά προβλήματα. Με αφετηρία την ανάγκη υποστήριξης σε περιβάλλον ομάδας για προβλήματα ταξινόμησης σε μη διατεταγμένες κατηγορίες οι οποίες καθορίζονται από το όριό τους, και την σχετική έλλειψη σε ανάλογες μεθοδολογίες, παρουσιάζεται η πρωτότυπη μεθοδολογία πολυκριτηριακής ταξινόμησης NeXClass-G, η οποία έχει ως σκοπό την υποβοήθηση της ομάδας και την επίτευξη συναινετικής ταξινόμησης. Η NeXClass-G αποτελεί επέκταση της πολυκριτηριακής μεθοδολογίας ταξινόμησης NeXClass σε περιβάλλον ομάδας. Η βασική καινοτομία της προτεινόμενης μεθοδολογίας NeXClass-G σε σχέση με τις υφιστάμενες πολυκριτηριακές μεθοδολογίες ομαδικών αποφάσεων είναι ότι αντιμετωπίζει προβλήματα ταξινόμησης ενώ οι υφιστάμενες μεθοδολογίες, επιλύουν προβλήματα επιλογής και ιεράρχησης. Στην NeXClass-G η σύνθεση των ατομικών προτιμήσεων εκτελείται στο σύνολο των αρχικών παραμέτρων, οι οποίες στην συνέχεια χρησιμοποιούνται ως σύνολο εισόδου για την μεθοδολογία NeXClass. Συνοπτικά, η ομάδα καλείται να καθορίσει με συναινετικό τρόπο τις παραμέτρους του προβλήματος ώστε με την εφαρμογή στην συνέχεια της μεθοδολογίας NeXClass το αποτέλεσμα της ταξινόμησης να ανταποκρίνεται στον μέγιστο δυνατό βαθμό στις προτιμήσεις των μελών και να ικανοποιεί τα μέλη.

Οι ατομικές προτιμήσεις εκφράζονται για τις παραμέτρους της πολυκριτηριακής μεθοδολογίας NeXClass και αφορούν στον καθορισμό των κατηγοριών, των κριτηρίων, των βαρών των κριτηρίων, των κατωφλίων εισόδου των κατηγοριών, και των λοιπών κατωφλίων (αδιαφορίας, προτίμησης και βέτο). Η σύνθεση των τιμών των παραμέτρων πραγματοποιείται με την εφαρμογή τελεστή σύνθεσης ο οποίος βασίζεται στην Θεωρία Συλλογικής Κρίσης (Social Judgment Scheme), με κατάλληλη τροποποίηση ώστε να μεγιστοποιεί την συναίνεση. Επιπλέον, για σημεία στα οποία απαιτείται η αποδοχή της ομάδας, ως προς κάποια παράμετρο, εφαρμόζεται σύνθεση των απόψεων με την βοήθεια του τελεστή WOWA με κατάλληλο καθορισμό των βαρών ώστε να εκφράζουν την προσέγγιση της πλειοψηφίας. Τέλος, το επίπεδο ικανοποίησης και αποδοχής υπολογίζεται με τον καθορισμό και μέτρηση σχετικών δεικτών συναίνεσης.

Το βασικό πλαίσιο προϋποθέσεων στις οποίες στηρίχθηκε η ανάπτυξη της μεθοδολογίας είναι το εξής:

1. η ομάδα θεωρείται ολιγομελής, ομογενής και συνεργατική,
2. υπάρχει συντονιστής ο οποίος συντονίζει όλη την διαδικασία και
3. το πρόβλημα ταξινόμησης που η ομάδα επιλύει είναι σχετικά δομημένο και καθορισμένο.

Στην NeXClass-G η επίτευξη συναίνεσης ορίζεται ως μια διαδικασία ανατροφοδότησης, η οποία εκτελείται στο στάδιο του καθορισμού των ατομικών προτιμήσεων ώστε να διαμορφωθεί ο μέγιστος βαθμός συναίνεσης για το σύνολο των ομαδικών παραμέτρων. Ο συντονιστής καθορίζει τον επιθυμητό βαθμό συναίνεσης και εφόσον αυτός επιτευχθεί τότε εκτελείται η διαδικασία ταξινόμησης, ενώ σε διαφορετική περίπτωση επαναλαμβάνεται η διαδικασία καθορισμού ατομικών προτιμήσεων. Το μοντέλο ομαδικής συναίνεσης το οποίο προτείνεται βασίζεται τόσο στον υπολογισμό της συμφωνίας των μελών μεταξύ τους όσο και στην εγγύτητα των ατομικών προτιμήσεων με την ομαδική προτίμηση. Ο στόχος για την ομαδική απόφαση είναι ο βέλτιστος συνδυασμός συμφωνίας και εγγύτητας. Για τον υπολογισμό της συναίνεσης της ομάδας ορίζονται δύο συνιστώσες, οι βαθμοί συμφωνίας μεταξύ των μελών της ομάδας, και οι βαθμοί εγγύτητας των μελών και της ομάδας.

Οι βαθμοί συμφωνίας εκφράζουν τον βαθμό συμφωνίας μεταξύ των μελών της ομάδας, ενώ οι βαθμοί εγγύτητας εκφράζουν πόσο κοντά στην ομαδική προτίμηση βρίσκονται οι ατομικές προτιμήσεις των μελών. Οι βαθμοί υπολογίζονται για το σύνολο των παραμέτρων της μεθοδολογίας για τις οποίες τα μέλη καταχωρούν τις ατομικές προτιμήσεις τους. Με τον τρόπο αυτό είναι δυνατή η εξαγωγή του βαθμού συναίνεσης σε διαφορετικά επίπεδα της διαδικασίας όπως ανά μέλος, ανά κριτήριο κλπ. διαπιστώνοντας σε ποια σημεία παρατηρείται δυσκολία στην επίτευξη συναίνεσης.

Με βάση τα παραπάνω, η μεθοδολογία έχει την δυνατότητα να επιλύει πολυκριτηριακά προβλήματα ταξινόμησης σε μη διατεταγμένες κατηγορίες σε περιβάλλον ομάδας, συμβάλλοντας στο πεδίο της πολυκριτηριακής ανάλυσης και των ομαδικών αποφάσεων και ειδικότερα επεκτείνοντας τον τομέα των ομαδικών αποφάσεων ταξινόμησης.

3ο Κύριο Επίπεδο Συμβολής: Πληροφοριακό Σύστημα Υποστήριξης Ομαδικών Αποφάσεων (NeXClass-GDSS) για προβλήματα ομαδικής ταξινόμησης σε προκαθορισμένες μη-διατεταγμένες κατηγορίες.

Παρά την ανάπτυξη των τεχνολογιών επικοινωνίας και πληροφορικής δεν έχει παρουσιαστεί ολοκληρωμένο Πληροφοριακό Σύστημα Υποστήριξης Ομαδικών Αποφάσεων (ΣΥΟΑ), το οποίο να παρουσιάζει χαρακτηριστικά αντίστοιχα με εκείνα των πολυκριτηριακών Συστημάτων Υποστήριξης Αποφάσεων (ΣΥΑ) τα οποία απευθύνονται σε έναν αποφασίζοντα και αποτελούν εμπορικές εφαρμογές των πολυκριτηριακών μεθοδολογιών (AHP, PROMETHEE, ELECTRE, κλπ). Ειδικότερα, ενώ για τις πολυκριτηριακές μεθοδολογίες για έναν αποφασίζοντα τα σχετικά ΣΥΑ

έχουν ενσωματώσει πλήθος δυνατοτήτων σε επίπεδο λειτουργικότητας και χρηστικότητας, τα αντίστοιχα ΣΥΟΑ δεν παρουσιάζουν αντίστοιχο επίπεδο λειτουργικότητας για την ομάδα, και πρόκειται κυρίως για ΣΥΟΑ ακαδημαϊκού χαρακτήρα.

Ο στόχος της ανάπτυξης του ΣΥΟΑ στα πλαίσια της διατριβής είναι αφενός να υποστηρίξει το συγκεκριμένο πρόβλημα ταξινόμησης, και αφετέρου να παρουσιάσει μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για την ανάπτυξη αυτόνομων ΣΥΟΑ τα οποία θα ενσωματώνουν χαρακτηριστικά εφάμιλλα των πολυκριτηριακών ΣΥΑ, και να συμβάλλει στην περαιτέρω ανάπτυξη του πεδίου των ομαδικών αποφάσεων. Από την εφαρμογή του NeXClass-GDSS σε πραγματικό περιβάλλον και την σχετική αξιολόγηση προκύπτει ότι καλύπτει τους παραπάνω στόχους με επάρκεια.

Με βάση την γενική ερευνητική μεθοδολογία η ανάπτυξη του ΣΥΟΑ βασίστηκε σε πέντε στάδια:

1. καθορισμό του πλαισίου,
2. σχεδιασμό της αρχιτεκτονικής,
3. ανάλυση και σχεδιασμό του συστήματος,
4. δημιουργία πρωτοτύπου, και τέλος
5. αξιολόγηση και έλεγχο.

Για την υλοποίηση του NeXClass-GDSS ΣΥΟΑ επιλέχθηκε προσέγγιση πολλαπλών επιπέδων η οποία να μπορεί να λειτουργήσει στο υφιστάμενο περιβάλλον μιας επιχείρησης σχετικά εύκολα. Το ΣΥΟΑ σχεδιάστηκε ως εφαρμογή διαδικτύου, η οποία μπορεί χωρίς ιδιαίτερες απαιτήσεις να προσπελαστεί από πολλούς χρήστες. Η συγκεκριμένη επιλογή εξυπηρετεί στον μέγιστο βαθμό της απαιτήσεις επικοινωνίας και συνεργασίας, καθώς είναι εφικτή η προσπέλαση του ΣΥΟΑ από τα μέλη της ομάδας τόσο ασύγχρονα όσο και από διαφορετικά σημεία. Επιπλέον, ακολουθεί την σύγχρονη τεχνολογική τάση και προσφέρει μεγάλες δυνατότητες επέκτασης. Με βάση αυτή την προσέγγιση, το NeXClass-GDSS σχεδιάστηκε ώστε να έχει την δομή ενός πλήρους και αυτόνομου ιστοχώρου ο οποίος θα φιλοξενείται σε οποιονδήποτε εξυπηρετητή και θα είναι προσβάσιμος μέσω του διαδικτύου.

Ειδικότερα, για την ανάπτυξη του ΣΥΟΑ χρησιμοποιήθηκε η γλώσσα προγραμματισμού Java, όπου επίσης χρησιμοποιήθηκαν οι βιβλιοθήκες JCharts για την υλοποίηση γραφημάτων και γραφικών παραστάσεων. Το ΣΥΟΑ έχει την δομή ενός πλήρους ιστοχώρου, ο οποίος αποτελείται τόσο από στατικές σελίδες όσο και από δυναμικές σελίδες και servlets. Το σύνολο του ιστοχώρου μπορεί να φιλοξενηθεί σε οποιοδήποτε εξυπηρετητή υποστηρίζει τεχνολογία Java, ενώ για τις ανάγκες της εργασίας χρησιμοποιήθηκε ο Apache web server. Για την εξυπηρέτηση των servlets

χρησιμοποιήθηκε ο Tomcat, ενώ παράλληλα χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Tomcat Axis για την παροχή ορισμένων υπηρεσιών του ΣΥΟΑ με την μορφή Web Services. Το επίπεδο των δεδομένων υλοποιήθηκε σε βάση δεδομένων MySQL, αλλά μπορεί να φιλοξενηθεί σε οποιαδήποτε σχεσιακή βάση δεδομένων. Η παραπάνω αρχιτεκτονική προσέγγιση παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα και επιτρέπει την αξιοποίηση υφιστάμενης υποδομής (όπως για παράδειγμα το εσωτερικό δίκτυο μιας επιχείρησης) για την εγκατάστασή του. Επιπλέον, η εύκολη πρόσβαση επιτρέπει την εκπαίδευση των χρηστών με τυποποιημένα παραδείγματα καθώς και την ακαδημαϊκή χρήση.

Με βάση τα παραπάνω, το ΣΥΟΑ έχει την δυνατότητα να υποστηρίζει ομάδες στην επίλυση πολυκριτηριακών προβλημάτων ταξινόμησης σε μη διατεταγμένες κατηγορίες σε περιβάλλον ομάδας, συμβάλλοντας στο πεδίο της πολυκριτηριακής ανάλυσης και των ομαδικών αποφάσεων και ειδικότερα επεκτείνοντας τον τομέα των ομαδικών αποφάσεων ταξινόμησης.

Εκτός των τριών κυρίων επιπέδων, η συμβολή της διατριβής εντοπίζεται επιπλέον σε δύο δευτερεύοντα επίπεδα:

1ο Δευτερεύον Επίπεδο Συμβολής: Παρουσίαση μοντέλου συναίνεσης και μοντέλου σύνθεσης τιμών για το πρόβλημα της ομαδικής απόφασης ταξινόμησης.

Στην μεθοδολογία NeXClass-G η σύνθεση των ατομικών προτιμήσεων εκτελείται στο σύνολο των αρχικών παραμέτρων, οι οποίες στην συνέχεια χρησιμοποιούνται ως σύνολο εισόδου για την μεθοδολογία ταξινόμησης. Η ομάδα καλείται να καθορίσει με συναινετικό τρόπο τις παραμέτρους του προβλήματος ώστε με την εφαρμογή στην συνέχεια της μεθοδολογίας το αποτέλεσμα της ταξινόμησης να ανταποκρίνεται στον μέγιστο δυνατό βαθμό στις προτιμήσεις των μελών και να ικανοποιεί τα μέλη. Οι ατομικές προτιμήσεις εκφράζονται για τις παραμέτρους της πολυκριτηριακής μεθοδολογίας και αφορούν στον καθορισμό των κατηγοριών, των κριτηρίων, των βαρών των κριτηρίων, των κατωφλίων εισόδου των κατηγοριών, και των λοιπών κατωφλίων. Η σύνθεση των τιμών των παραμέτρων πραγματοποιείται με την εφαρμογή τελεστή σύνθεσης ο οποίος βασίζεται στην Θεωρία Συλλογικής Κρίσης (Social Judgment Scheme), με κατάλληλη τροποποίηση ώστε να μεγιστοποιεί την συναίνεση. Επιπλέον, για σημεία στα οποία απαιτείται η αποδοχή της ομάδας, ως προς κάποια παράμετρο, εφαρμόζεται σύνθεση των απόψεων με την βοήθεια του τελεστή WOWA ο οποίος αποτελεί την σταθμισμένη μορφή του τελεστή OWA, με εφαρμογή της προσέγγισης της ασαφούς πλειοψηφίας μέσω ποσοτικού προσδιορισμού. Η επιλογή του συγκεκριμένου τελεστή για την σύνθεση των ατομικών βαθμών αποδοχής πραγματοποιήθηκε με βάση τα χαρακτηριστικά του εν λόγω τελεστή αλλά και τις απαιτήσεις της σύνθεσης, και κρίνεται επαρκής για την συγκεκριμένη διαδικασία υπολογισμού του ομαδικού βαθμού αποδοχής. Η προτεινόμενη προσέγγιση σύνθεσης τιμών είναι καινοτόμος στον τομέα των τελεστών σύνθεσης και κρίνεται ότι ικανοποιεί τις ανάγκες για τον υπολογισμό του ομαδικού βαθμού αποδοχής.

2ο Δευτερεύον Επίπεδο Συμβολής: Αναλυτική εφαρμογή των μεθοδολογιών NeXClass και

NeXClass-G, καθώς και του ΣΥΟΑ NeXClass-GDSS σε προβλήματα ταξινόμησης σε τραπεζικό περιβάλλον.

Ένας από του στόχους της διατριβής είναι η εφαρμογή των μεθοδολογιών οι οποίες αναπτύχθηκαν (NeXClass και NeXClass-G) καθώς και του σχετικού ΣΥΟΑ σε προβλήματα ταξινόμησης σε πραγματικό περιβάλλον.

Ο χώρος ο οποίος επιλέχθηκε για την εφαρμογή των μεθοδολογιών ανήκει στην ευρύτερη περιοχή του χρηματοπιστωτικού τομέα, και πρόκειται για μια ελληνική τράπεζα η οποία συγκαταλέγεται ανάμεσα στις κορυφαίες της αγοράς. Η εν λόγω τράπεζα κατά τα τελευταία έτη, παρακινούμενη τόσο από εσωτερικές ανάγκες όσο και από εξωτερικές κανονιστικές αρχές, κατέβαλε σημαντική προσπάθεια αναδιάρθρωσης του δικτύου ηλεκτρονικών πληρωμών της και επαναπροσανατολισμού του με περισσότερο πελατοκεντρική κατεύθυνση. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο δημιουργήθηκαν ανάγκες, των οποίων η αντιμετώπιση υπήρξε μια από τις παραμέτρους ανάπτυξης της προβληματικής η οποία αποτελεί την βάση της διατριβής. Ορισμένα από τα προβλήματα τα οποία ανέκυψαν, έπειτα από σχετική ανάλυση διαπιστώθηκε ότι αφορούν στην *ταξινόμηση εναλλακτικών* (επιχειρήσεων, κλπ) σε *μη διατεταγμένες κατηγορίες* οι οποίες καθορίζονται από το όριό τους, με βάση ορισμένα κριτήρια λαμβάνοντας υπόψη τις προτιμήσεις της τράπεζας για την περίπτωση *ομάδας αποφασίζοντων*. Επιπλέον, διαπιστώθηκε ότι για προβλήματα παρόμοιας υφής, τα οποία δεν εντάσσονται στην ευρύτερη περιοχή της χρηματοοικονομικής διοίκησης, η αντιμετώπιση βασίζεται σε ευρετικές διαδικασίες με αποτέλεσμα μη ορθολογική αντιμετώπιση και χαμηλή ποιότητα στο αποτέλεσμα της λήψης αποφάσεων.

Με βάση το παραπάνω πλαίσιο, ο στόχος της εφαρμογής των μεθοδολογιών NeXClass και NeXClass-G στο τραπεζικό περιβάλλον υπήρξε αφενός η επίλυση των συγκεκριμένων προβλημάτων και η αξιολόγησή των μεθοδολογιών σε πραγματικές συνθήκες, και αφετέρου η παροχή ολοκληρωμένης ορθολογικής αντιμετώπισης παρόμοιων προβλημάτων σε περιβάλλον ομάδας τόσο στον τραπεζικό τομέα όσο και στον επιχειρηματικό χώρο ευρύτερα.

Από την εφαρμογή των NeXClass και NeXClass-G προέκυψε ότι οι μεθοδολογίες καλύπτουν επαρκώς τις απαιτήσεις των προβλημάτων ταξινόμησης, και αποτυπώνουν αποτελεσματικά το μοντέλο αξιών του αποφασίζοντα (ατομικό ή ομαδικό) με σαφή και κατανοητό τρόπο. Επιπλέον, η σύγκριση των αποτελεσμάτων με υφιστάμενες ευρετικές τεχνικές ταξινόμησης της τράπεζας κατέδειξε την επάρκειά τους για τα εν λόγω προβλήματα. Από την συνολική εμπειρία εφαρμογής σε πραγματικό περιβάλλον προέκυψε ότι μπορούν να εφαρμοστούν με επιτυχία σε προβλήματα ταξινόμησης όχι μόνο του χρηματοοικονομικού τομέα, αλλά και ευρύτερα, σε πεδία όπως η παραγωγή, το περιβάλλον και η διαχείριση ανθρώπινων πόρων.

9.3. Συμπεράσματα

Παρακάτω παραθέτονται τα βασικά συμπεράσματα τα οποία προέκυψαν από την εφαρμογή και αξιολόγηση των μεθοδολογιών και των σχετικών συστημάτων αποφάσεων.

9.3.1. Μεθοδολογία NeXClass

Η NeXClass, όπως αναφέρθηκε, ανήκει στην ευρύτερη κατηγορία των κατευθυνόμενων μεθοδολογιών πολυκριτηριακής ταξινόμησης. Ειδικότερα, πρόκειται για πολυκριτηριακή μεθοδολογία ταξινόμησης σε μη διατεταγμένες κατηγορίες. Η βασική της διαφοροποίηση σε σχέση με τις μη κατευθυνόμενες μεθοδολογίες εντοπίζεται στο γεγονός της ενσωμάτωσης των προτιμήσεων του αποφασίζοντα, το οποίο επιφέρει σημαντικές διαφοροποιήσεις στο αποτέλεσμα της ταξινόμησης, όταν αυτή εκτελεστεί από διαφορετικούς αποφασίζοντες.

Ο ρόλος επομένως του αποφασίζοντα είναι καθοριστικός για το αποτέλεσμα, και επακόλουθα ο αποφασίζων αποτελεί τον κυριότερο παράγοντα αξιολόγησης του αποτελέσματος. Ο στόχος των μεθοδολογιών αυτής της κατηγορίας, και της NeXClass ειδικότερα, έγκειται στο ότι αφενός δημιουργεί ένα ορθολογικό μοντέλο το οποίο απεικονίζει τις προτιμήσεις, και αφετέρου βοηθά τον αποφασίζοντα να κατανοήσει τις παραμέτρους καθώς και την διαδικασία λήψης απόφασης, ώστε να βελτιώσει την ποιότητα της διαδικασίας καθώς και των αποτελεσμάτων. Όλα τα παραπάνω συντελούν στο γεγονός της μη ύπαρξης κάποιου απόλυτα αντικειμενικού συνόλου αναφοράς, με βάση το οποίο να είναι εφικτή η συγκριτική αξιολόγηση μεταξύ των συναφών μεθοδολογιών. Επιπρόσθετα, οι απαιτούμενες παράμετροι και ο καθορισμός των τιμών τους ποικίλει από μεθοδολογία σε μεθοδολογία, καθιστώντας αρκετά απαιτητική την διαμόρφωση ενός γενικού πειραματικού σχεδιασμού συγκριτικού ελέγχου. Η σύγκριση της NeXClass με εναλλακτικές μη πολυκριτηριακές προσεγγίσεις ταξινόμησης απαιτεί ένα ευρύτερο πειραματικό πλαίσιο το οποίο είναι εκτός του ερευνητικού πλαισίου της διατριβής.

Για την αξιολόγηση της NeXClass επιλέχθηκε η συγκριτική αξιολόγηση με ορισμένες συναφείς πολυκριτηριακές μεθοδολογίες ταξινόμησης και όχι γενικότερες εναλλακτικές προσεγγίσεις ταξινόμησης. Αυτή η προσέγγιση υιοθετείται συχνά και κρίθηκε ότι επαρκεί για το ερευνητικό πλαίσιο της διατριβής, το οποίο εστιάζει περισσότερο στην εφαρμογή πολυκριτηριακής ανάλυσης στον τομέα των ομαδικών αποφάσεων, παρά στην πλήρη μεθοδολογική θεμελίωση της μεθοδολογίας. Οι πολυκριτηριακές μεθοδολογίες ταξινόμησης οι οποίες επιλέχθηκαν ως μέθοδοι αναφοράς είναι οι TRINOMFC, PROMETHEE TRI και SMAA-classification. Για την σύγκριση χρησιμοποιήθηκαν σύνολα αναφοράς από προβλήματα ταξινόμησης των οποίων τα δεδομένα είναι διαθέσιμα, με βάση τα οποία πραγματοποιήθηκαν ταξινομήσεις.

Από τα αποτελέσματα παρατηρείται ότι ο βαθμός ένταξης και η ταξινόμηση της

NeXClass συμπίπτει με την ταξινόμηση της PROMETHEE TRI. Ορισμένες διαφορές οι οποίες παρατηρούνται, εντοπίζονται στον καθορισμό των κατώφλιων εισόδου της NeXClass ο οποίος επηρεάζει το αποτέλεσμα ως προς τον καθορισμό των κατηγοριών και δεν είναι δυνατό να οριστεί σε απόλυτη συμφωνία με το πρόβλημα. Όπως αναφέρθηκε, η μετατροπή σε μη διατεταγμένες κατηγορίες ακολουθήθηκε με ορισμένες παραδοχές ως προς τα κατώφλια εισόδου ώστε να είναι δυνατή η επίλυση του προβλήματος από την NeXClass. Ωστόσο, ακόμη και στις περιπτώσεις διαφορών, ο βαθμός ένταξης ακολουθεί την τάση της PROMETHEE TRI. Η σύγκριση των αποτελεσμάτων της NeXClass με την PROMETHEE TRI, παρά τους σχετικούς περιορισμούς, αποτελεί θετική και επαρκή ένδειξη για την NeXClass, καθώς η οικογένεια των μεθοδολογιών PROMETHEE αποτελεί σημαντικό σημείο αναφοράς τόσο σε θεωρητικό επίπεδο όσο και στο πεδίο εφαρμογής σε πραγματικό περιβάλλον.

Επίσης παρατηρείται ότι, αν και το σύνολο δεν είναι αρκετό για γενίκευση των συμπερασμάτων, ο βαθμός ένταξης συμπίπτει με τις άλλες δύο μεθόδους TRINOMFC και SMAA-classification. Επιπλέον, η SMAA-classification αποτελεί πρόσφατη μεθοδολογία η οποία δεν έχει εφαρμοστεί σε πραγματικό περιβάλλον, και συνεπώς υπάρχει μια σχετική επιφύλαξη ως προς την ποιότητα των αποτελεσμάτων της.

Ο συγκριτικός έλεγχος ο οποίος εκτελέστηκε αποσκοπούσε στον έλεγχο των αποτελεσμάτων και την ακρίβεια του αλγόριθμου ταξινόμησης. Εφόσον όμως πρόκειται για κατευθυνόμενη ταξινόμηση η οποία ενσωματώνει το σύνολο αξιών του αποφασίζοντα, δεν είναι δυνατή η εύρεση απόλυτης λύσης στο πρόβλημα ταξινόμησης η οποία να χρησιμοποιηθεί ως σύνολο αναφοράς.

Για τον έλεγχο της ορθής αποτύπωσης του συνόλου αξιών του αποφασίζοντα θεωρήθηκε ένας αριθμός από σύνολα λύσεων τα οποία προέκυψαν με βάση την υφιστάμενη ευρετική διαδικασία ταξινόμησης από την τράπεζα στο πρόβλημα της ταξινόμησης το οποίο αναλύεται λεπτομερώς στο Κεφάλαιο 7. Τα σύνολα αυτά χρησιμοποιήθηκαν ως σύνολα αναφοράς για τον έλεγχο της ακρίβειας της ταξινόμησης με την βοήθεια της NeXClass.

Ειδικότερα, πραγματοποιήθηκε ταξινόμηση τεσσάρων συνόλων εναλλακτικών σε τέσσερις κατηγορίες, αφενός με την υφιστάμενη ευρετική διαδικασία και αφετέρου με την NeXClass. Τα αποτελέσματα των διαφορών στην αρχική ταξινόμηση περιορίστηκαν έπειτα από τον επανακαθορισμό των παραμέτρων, γεγονός το οποίο ερμηνεύει τις διαφορές ως ζήτημα καθορισμού των παραμέτρων. Ωστόσο, παρά τις διαφορές οι οποίες παρουσιάστηκαν στην ταξινόμηση σε σχέση με τα σύνολα αναφοράς, η μεθοδολογία μοντελοποίησε το πρόβλημα και αποτύπωσε επιτυχώς το μοντέλο αξιών του αποφασίζοντα με ορθολογικό τρόπο, όπως αποτυπώνεται και από την αξιολόγηση του σχετικού ΣΥΑ στο Κεφάλαιο 8.

9.3.2. Μεθοδολογία NeXClass-G και ΣΥΟΑ

Η NeXClass-G ανήκει στην ευρύτερη κατηγορία των κατευθυνόμενων μεθοδολογιών

ταξινόμησης. Ειδικότερα, πρόκειται για ομαδική μεθοδολογία ταξινόμησης σε μη διατεταγμένες κατηγορίες. Η βασική της διαφοροποίηση, όπως προκύπτει από την μεθοδολογία NeXclass την οποία επεκτείνει, σε σχέση με τις μη κατευθυνόμενες μεθοδολογίες εντοπίζεται στο γεγονός της ενσωμάτωσης των προτιμήσεων της ομάδας, γεγονός το οποίο επιφέρει σημαντικές διαφοροποιήσεις στο αποτέλεσμα της ταξινόμησης, όταν αυτή εκτελεστεί από διαφορετικές ομάδες. Ο ρόλος επομένως της ομάδας (όπως και του αποφασίζοντα στην NeXClass αντίστοιχα) είναι καθοριστικός για το αποτέλεσμα, και αποτελεί τον κυριότερο αξιολογητή του αποτελέσματος.

Ο στόχος των μεθοδολογιών αυτής της κατηγορίας έγκειται στο ότι αφενός δημιουργούν ένα ορθολογικό μοντέλο το οποίο απεικονίζει τις προτιμήσεις, και αφετέρου βοηθούν την ομάδα να κατανοήσει τις παραμέτρους καθώς και την διαδικασία λήψης απόφασης, ώστε να βελτιώσει την ποιότητα της διαδικασίας καθώς και των αποτελεσμάτων. Όλα τα παραπάνω (κατά αναλογία με την NeXClass) συντελούν στο γεγονός της μη ύπαρξης κάποιου απόλυτα αντικειμενικού συνόλου αναφοράς, με βάση το οποίο να είναι εφικτή η συγκριτική αξιολόγηση μεταξύ των συναφών μεθοδολογιών. Επιπρόσθετα, οι απαιτούμενες παράμετροι και ο καθορισμός των τιμών τους ποικίλει από μεθοδολογία σε μεθοδολογία, καθιστώντας αρκετά απαιτητική την διαμόρφωση ενός γενικού πειραματικού σχεδιασμού συγκριτικού ελέγχου.

Στην περίπτωση της NeXClass-G, η αξιολόγηση πραγματοποιήθηκε σε τρία επίπεδα.

1. *Το καθεαυτό αποτέλεσμα της απόφασης της ομάδας το οποίο είναι η ταξινόμηση των εναλλακτικών.* Ως προς το αποτέλεσμα της απόφασης, εφόσον για την ταξινόμηση χρησιμοποιείται η NeXClass με δεδομένα εισόδου τις ομαδικές τιμές οι οποίες προκύπτουν από την διαδικασία σύνθεσης των τιμών, τα ευρήματα της συγκριτικής αξιολόγησης της NeXClass επαρκούν για την απόδειξη της ορθότητας της προσέγγισης, καθώς και την ακρίβεια των αποτελεσμάτων.
2. *Την σύνθεση των τιμών με την βοήθεια των τελεστών σύνθεσης.* Ως προς το αποτέλεσμα της σύνθεσης των τιμών, η επιλογή του τελεστή σύνθεσης πραγματοποιείται γενικά με βάση τις απαιτήσεις του συγκεκριμένου προβλήματος και της μεθοδολογίας. Καθώς οι τελεστές σύνθεσης παρουσιάζουν ποικίλες ιδιότητες και χαρακτηριστικά τα οποία πηγάζουν από τον τομέα των Μαθηματικών, είναι συχνά αναγκαίο να εμπλουτίζονται με σημασιολογικά στοιχεία τα οποία προσδίδουν κατάλληλες ιδιότητες για περιβάλλον αποφάσεων. Ειδικότερα, στοιχεία όπως η ασαφής πλειοψηφία, τα βάρη των τελεστών OWA, WOWA και το μοντέλο Συλλογικής κρίσης, τα οποία χρησιμοποιούνται στην παρούσα μεθοδολογία, αποτελούν εφαρμογή των τελεστών σε ομαδικές αποφάσεις. Για την NeXClass-G το μοντέλο της σύνθεσης το οποίο ακολουθείται είναι αρχικά ο αποκλεισμός των παραμέτρων με χαμηλό βαθμό αποδοχής και στην συνέχεια η σύνθεση των ατομικών τιμών για τις αποδεκτές παραμέτρους:
 - a. Για τον αποκλεισμό των παραμέτρων χρησιμοποιείται μια πρωτότυπη

διαδικασία σύνθεσης βασισμένη στον τελεστή WOWA, η οποία ακολουθεί το σκεπτικό της ασαφούς πλειοψηφίας. Με τον τρόπο αυτό η αποδοχή ή όχι μιας παραμέτρου καθορίζεται από την πλειοψηφία των μελών από την οποία έχουν αφαιρεθεί οι ακραίες απόψεις και επιπλέον λαμβάνεται υπόψη η βαρύτητα των μελών. Οι ατομικές τιμές των αποδεκτών παραμέτρων οι οποίες συνθέτονται στην συνέχεια, εφόσον πρόκειται για συναινετική ομάδα υπό τον συντονιστή δεν παρουσιάζουν ακραίες διαφοροποιήσεις, και εκτείνονται εντός μιας συναινετικής γενικά ζώνης.

- b. Για την σύνθεση ακολουθείται το μοντέλο Συλλογικής κρίσης με την προσθήκη των βαρών των μελών της ομάδας, το οποίο ενισχύει τις κεντρικές τιμές και εξασθενεί τις ακραίες.

Το παραπάνω μοντέλο ανταποκρίνεται επαρκώς στις απαιτήσεις της μεθοδολογίας για την παραγωγή των ομαδικών τιμών των παραμέτρων τόσο στο αριθμητικό όσο και στο σημασιολογικό επίπεδο.

3. Το αποτέλεσμα της συναινετικής διαδικασίας της ομαδικής απόφασης το οποίο αφορά την αξιολόγηση του βαθμού συναίνεσης για την επίτευξη του αποτελέσματος και κατ' επέκταση την καταλληλότητα της μεθοδολογίας για την υποστήριξη της ομάδας. Ως προς τον βαθμό συναίνεσης εκτελέστηκε ένας αριθμός πειραμάτων ώστε να εκτιμηθεί η επάρκεια της προσέγγισης. Συγκεκριμένα, εκτελέστηκε σύγκριση του παραγόμενου βαθμού συναίνεσης για σύνθεση αριθμητικών τιμών χρησιμοποιώντας έξι διαφορετικές προσεγγίσεις ως προς την σύνθεση των τιμών: τον αριθμητικό μέσο, τον σταθμισμένο μέσο, τον τελεστή OWA, τον τελεστή WOWA, το απλό μοντέλο Συλλογικής κρίσης και το βελτιωμένο μοντέλο Συλλογικής κρίσης το οποίο χρησιμοποιείται από την NeXClass-G. Από τα αποτελέσματα της σύγκρισης προκύπτει ότι ο βαθμός συναίνεσης ο οποίος επιτυγχάνεται με την χρήση του βελτιωμένου μοντέλου Συλλογικής κρίσης είναι υψηλότερος σε σχέση με τους υπόλοιπους τελεστές. Το αποτέλεσμα αυτό επιτεύχθηκε και σε σειρά πειραμάτων, γεγονός το οποίο επαρκεί για να αποδείξει ότι η εν λόγω προσέγγιση καλύπτει τις απαιτήσεις της μεθοδολογίας για μεγιστοποίηση της συναίνεσης.

9.3.3. Εφαρμογή μεθοδολογιών και ΣΥΟΑ

Από την εφαρμογή της μεθοδολογίας NeXClass στο περιβάλλον της τράπεζας για το πρόβλημα της ταξινόμησης προέκυψαν τα παρακάτω βασικά συμπεράσματα:

1. Η μεθοδολογία κατέληξε σε αποτέλεσμα συμβατό με τον στόχο και τις ανάγκες του προβλήματος. Η ταξινόμηση των εναλλακτικών στις κατηγορίες είναι σύμφωνη με το πλαίσιο των κριτηρίων αξιολόγησης και αποτυπώνει ορθά το μοντέλο αξιών του αποφασίζοντα. Συνεπώς η μεθοδολογία ικανοποίησε με επάρκεια τις ανάγκες του προβλήματος ταξινόμησης.

2. Από την ανάλυση ευαισθησίας προέκυψε ότι η βασική λύση είναι σταθερή ως προς την μεταβολή των παραμέτρων εντός μιας ζώνης μεταβολής και είναι σχετικά ευαίσθητη ως προς την μεταβολή του κατώφλιου εισόδου για σχετικά υψηλές τιμές μεταβολής, κάτι το οποίο είναι αναμενόμενο. Η προτεινόμενη ανάλυση ευαισθησίας καλύπτει τις ανάγκες ανάλυσης των αποτελεσμάτων, ωστόσο μια επιπρόσθετη ανάλυση σταθερότητας θα ήταν χρήσιμη για την εξαγωγή επιπλέον συμπερασμάτων.
3. Επειδή η μεθοδολογία απαιτεί τον καθορισμό αριθμού παραμέτρων, ο οποίος ενδέχεται να είναι σημαντικός για ορισμένα προβλήματα, είναι πιθανό ο αποφασίζων να δυσκολευτεί, με αποτέλεσμα η ποιότητα των αποτελεσμάτων να είναι χαμηλή. Συνεπώς θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η επάρκεια του αποφασίζοντα και να προηγείται η εξοικειώσή του με την μεθοδολογία. Ο αριθμός των κριτηρίων και των παραμέτρων πρέπει να παραμένει σχετικά χαμηλός ώστε να ελαχιστοποιείται η πολυπλοκότητα, αλλά όχι εις βάρος κρίσιμων παραμέτρων του προβλήματος.

Από την εφαρμογή της μεθοδολογίας NeXClass-G στο περιβάλλον της τράπεζας για το πρόβλημα της ταξινόμησης προέκυψαν τα παρακάτω βασικά συμπεράσματα:

1. Η μεθοδολογία κατέληξε σε αποτέλεσμα συμβατό με τον στόχο και τις ανάγκες του προβλήματος. Η ταξινόμηση των εναλλακτικών στις κατηγορίες είναι σύμφωνη με το πλαίσιο των κριτηρίων αξιολόγησης. Συνεπώς η μεθοδολογία καλύπτει με επάρκεια τις ανάγκες του προβλήματος ταξινόμησης σε περιβάλλον ομάδας για μη διατεταγμένες κατηγορίες.
2. Ο βαθμός συναίνεσης καθώς και οι μερικοί βαθμοί συμφωνίας και εγγύτητας αντανakλούν το γεγονός ότι η ομάδα πέτυχε σχετικά υψηλό βαθμό κατανόησης του προβλήματος και συνεργασίας. Συνεπώς η μεθοδολογία ικανοποίησε τις ανάγκες της ομάδας. Ο βαθμός συναίνεσης καθώς και οι μερικοί βαθμοί συμφωνίας και εγγύτητας καλύπτουν τις ανάγκες της μεθοδολογίας.
3. Η ύπαρξη του συντονιστή είναι αναγκαία για την επίλυση ενός προβλήματος ομαδικής ταξινόμησης με την εφαρμογή της μεθοδολογίας, καθώς μειώνει την πολυπλοκότητα για τα μέλη. Επειδή η μεθοδολογία απαιτεί σχετικά μεγάλο αριθμό παραμέτρων είναι πιθανό τα μέλη να δυσκολευτούν αν εξοικειωθούν, με αποτέλεσμα η ποιότητα των αποτελεσμάτων να είναι χαμηλότερη. Συνεπώς κατά την σύνθεση της ομάδας θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η επάρκεια των μελών.
4. Ο αριθμός των μελών της ομάδας πρέπει να είναι μέσα στα όρια μιας μικρής συνεργατικής ομάδας. Εάν τα μέλη είναι πολύ λίγα, τότε η ανωνυμία δεν μπορεί να εξασφαλιστεί ενώ εάν είναι πάρα πολλά η πολυπλοκότητα θα αυξηθεί και θα χρειαστεί επιπλέον συντονισμό.

Συμπερασματικά, η εφαρμογή των μεθοδολογιών NeXClass και NeXClass-G απέδειξε την επάρκειά τους για την επίλυση προβλημάτων ταξινόμησης σε περιβάλλον ομάδας, τόσο σε επίπεδο αποτελεσμάτων όσο και σε επίπεδο συνεργασίας της ομάδας. Εξίσου

σημαντικό είναι το γεγονός ότι η εφαρμογή πραγματοποιήθηκε σε πραγματικό περιβάλλον, κάτι το οποίο κατέδειξε τα θετικά σημεία όσο και τα σημεία προς βελτίωση.

9.4. Μελλοντικές κατευθύνσεις

Η παρούσα διατριβή κάλυψε τους προαναφερθέντες στόχους με επιτυχία, ωστόσο υπάρχουν θέματα προς περαιτέρω διερεύνηση και αναζήτηση από νέες ερευνητικές εργασίες ανοίγοντας τον δρόμο σε περαιτέρω εργασία και ανάπτυξη της περιοχής της πολυκριτηριακής ταξινόμησης, αλλά και πειραματική αξιολόγηση των πολυκριτηριακών μεθοδολογιών σε σχέση με εναλλακτικές προσεγγίσεις. Ειδικότερα, ορισμένα θέματα προς μελλοντική διερεύνηση αποτελούν τα εξής:

1. Ένα σημαντικό σημείο το οποίο επηρεάζει την πρακτική εφαρμογή της NeXClass και της NeXClass-G, αποτελεί ο αριθμός των παραμέτρων τις οποίες καλείται ο αποφασίζων ή τα μέλη της ομάδας αντίστοιχα να καθορίσουν. Οι παράμετροι αφορούν στα διάφορα κατώφλια καθώς και τα κριτήρια. Ο σχετικά μεγάλος απαιτούμενος αριθμός των παραμέτρων είναι κοινό χαρακτηριστικό των περισσότερων κατευθυνόμενων πολυκριτηριακών μεθοδολογιών, οι οποίες απαιτούν σημαντική προσπάθεια και υψηλό βαθμό κατανόησης από τον αποφασίζοντα. Ο καθορισμός των παραμέτρων με λιγότερη εμπλοκή του αποφασίζοντα είναι θέμα προς μελλοντική διερεύνηση, ωστόσο η καλή γνώση της μεθοδολογίας από τον αποφασίζοντα επιτρέπει αποτελεσματικότερο καθορισμό των παραμέτρων και καλύτερη ποιότητα αποτελεσμάτων.
2. Η ανάλυση ευαισθησίας επιτρέπει την αξιολόγηση της βαρύτητας της επίδρασης των παραμέτρων στο αποτέλεσμα της ταξινόμησης. Ωστόσο, τα σενάρια τα οποία αναπτύχθηκαν στο παρόν κεφάλαιο καλύπτουν ένα περιορισμένο επίπεδο ανάλυσης. Επιπλέον, συχνά είναι αναγκαία η εκτίμηση του βαθμού σταθερότητας της λύσης κάτι το οποίο δεν καλύπτεται από την ανάλυση ευαισθησίας και απαιτεί επιπλέον ανάλυση σταθερότητας. Η ανάπτυξη ελέγχου σταθερότητας είναι επιπλέον θέμα για διερεύνηση τόσο στην NeXClass όσο και στην NeXClass-G.
3. Καθώς οι πολυκριτηριακές μεθοδολογίες αριθμούν πλέον ένα πολύ σημαντικό αριθμό, είναι αναγκαίο ένα πλαίσιο αξιολόγησης μεταξύ ομοειδών μεθοδολογιών αφενός αλλά και μεταξύ πολυκριτηριακών μεθοδολογιών και εναλλακτικών προσεγγίσεων αφετέρου, και ειδικότερα για την περίπτωση της ταξινόμησης.
4. Καθώς οι μεθοδολογίες ομαδικών αποφάσεων αριθμούν πλέον ένα πολύ σημαντικό αριθμό, είναι αναγκαίο ένα πλαίσιο αξιολόγησης μεταξύ ομοειδών μεθοδολογιών αφενός αλλά και εναλλακτικών προσεγγίσεων αφετέρου. Η ίδια ανάγκη υπάρχει και για τους τελεστές σύνθεσης και μέτρησης του βαθμού συναίνεσης σε περιβάλλον ομάδας, αλλά και τα εναλλακτικά ΣΥΟΑ.

5. Η οπτικοποίηση των τιμών τόσο των παραμέτρων όσο και των αποτελεσμάτων είναι πολύ σημαντική για την κατανόηση από τα μέλη της ομάδας. Μελλοντικά προβλέπεται η ενσωμάτωση στο ΣΥΟΑ βελτιωμένων δυνατοτήτων σε γραφικές παραστάσεις και παρουσίαση των δεδομένων. Τέλος, μελλοντικά προβλέπεται η περαιτέρω ανάπτυξη του ΣΥΟΑ με την ενσωμάτωση περισσότερων λειτουργιών για ενίσχυση της ομαδικής συνεργασίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10

Βιβλιογραφία

- [1]. Aczel, J. (1984). On weighted synthesis of judgements. *Aequationes Math*, 27:288-307.
- [2]. Aczel, J. and Alsina, C. (1986). On synthesis of judgments. *Socio-Economic Planning Sciences*, 20(6):333-339.
- [3]. Aczel, J. and Short, A. (1987). A short course on functional equations, based upon recent applications to the social and behavioral sciences. Reidel, Dordrecht-Boston-Lancaster-Tokyo.
- [4]. Adelman, L. (1992). Evaluating decision support and expert systems. John Wiley, New York.
- [5]. Alexander, N., Hine, J. and Howells, J. (1991). EFTPoS, before and after: retailer reaction. *International Journal of Retail and Distribution Management*, 19(5):10-16.
- [6]. Alexander, N., Howells, J. and Hine, J. (1992). EFTPoS: impact on channel relationships. *International Journal of Bank Marketing*, 10(6):38-44.
- [7]. Alhassan G., Abdul-Muhmin and Alzamel, I.A. (2001). Retailers' experiences with and attitudes toward the Saudi Arabian EFTPoS system. *International Journal of Retail & Distribution Management*, 29(4):188-199.
- [8]. Alonso, S., Chiclana, F., Herrera, F. and Herrera-Viedma., E. (2004). A Learning Procedure to Estimate Missing Values in Fuzzy Preference Relations Based on Additive Consistency. *Modeling Decisions for Artificial Intelligence Conference (MDAI2004)*, Barcelona (Spain), August 2004. LNCS/LNAI 3131, 227-238.
- [9]. Alonso, S., Chiclana, F., Herrera, F. and Herrera-Viedma., E. (2005). Group Decision Making With Incomplete Information. In: Herrera-Viedma, E. (ed.): *Procesos de Toma de Decisiones, Modelado y Agregacion de Preferencias*. Granada (2005) 21-30.
- [10]. Al-Sudairy, M.A. and Tang, N. (1998). Implementation of electronic point of sale in the retail food industry. In *Proceedings of Conference on Administrative Sciences*, King Fahd University of Petroleum and Minerals, Dhahran, Saudi Arabia, 148-165.
- [11]. Andriole, S.J. (1989). *Handbook for the design, development, evaluation and application of interactive decision support systems*. NJ: Petrocelli, Princeton.
- [12]. Araz, C. and Ozkarahan, I. (2005). A Multicriteria Sorting Procedure for Financial Classification Problems: The Case of Business Failure Risk Assessment. *Lecture Notes in Computer Science*, 3578:563-570.

- [13]. Araz, C. and Ozkarahan, I. (2007). Supplier evaluation and management system for strategic sourcing based on a new multicriteria sorting procedure. *International Journal of Production Economics*, 106(2):585-606.
- [14]. Araz, C., Ozfirat, P.M. and Ozkarahan, I. (2007). An integrated multicriteria decision making methodology for outsourcing management. *Computers & Operations Research*, 34(12):3738-3756.
- [15]. Armacost, R., Hosseini, J. and Edwards-Pet, J. (1999). Using the Analytic Hierarchy Process as a Two-phase Integrated Decision Approach for Large Nominal Groups. *Group Decision and Negotiation*, 8(6):535-555.
- [16]. Arrow, K.J. (1963). *Social Choice and Individual Values*, Second Edition. John Wiley & Sons Inc., New York, London, Sydney.
- [17]. Arrow, K.J. and Raynaud, H. (1986). *Social Choice and Multicriterion Decision Making*. The MIT Press, Cambridge MA, London England.
- [18]. Bana e Costa, C.A. and Vansnick, J.C. (1994). MACBETH: An interactive path towards the construction of cardinal value functions. *International Transactions on Operations Research*, 1(4):489-500.
- [19]. Barzilai, J. and Lootsma, F.A. (1997). Power relations and group aggregation in the multiplicative AHP and SMART. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 6(3):155-165.
- [20]. Baucells, M., and Rakesh, K.S. (2003). Group Decisions with Multiple Criteria. *Management Science*, 49(8):1105-1118.
- [21]. Belacel, N. (2000). Multicriteria assignment method PROAFTN: Methodology and medical applications. *European Journal of Operational Research*, 125(1):175-183.
- [22]. Belacel, N. and Boulassel, M. (2001). Multicriteria fuzzy assignment method: A useful tool to assist medical diagnosis. *Artificial Intelligence in Medicine*, 21(1):201-207.
- [23]. Ben-Arieh, D. and Chen, Z. (2006). On linguistic labels aggregation and consensus measure for autocratic decision-making using group recommendations. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, Part A*, 36(3):558-568.
- [24]. Ben-Arieh, D. and Chen Z. (2004). A new linguistic labels aggregation and Consensus in group decision making. In *Proceedings of Conference of IERC 2004*, Houston, Texas, USA.
- [25]. Benayoun, R., De Montgolfier, J., Tergny, J. and Larichev, O. (1971). Linear programming with multiple objective function: Stem method (STEM). *Mathematical Programming*, 1(3):366-375.
- [26]. Beynon, M.J. (2005). A method of aggregation in DS/AHP for group decision-making with the non-equivalent importance of individuals in the group. *Computers & Operations Research*, 32(7):1881-1896.

- [27]. Bezdek, J., Spillman, B. and Spillman, R. (1978). A fuzzy relation for group decision theory. *Fuzzy Sets and Systems*, 1:255-268.
- [28]. Bordogna, G., Fedrizzi, M. and Pasi, G. (1997). Linguistic Modeling of Consensus in Group Decision Making Based on OWA Operators. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics Part A: Systems and Humans.*, 27(1):126-133.
- [29]. Brans, J.P., and Vincke, P.H. (1985). A preference ranking organization method. *Management Science*, 31(6):647-656.
- [30]. Brans, J.P., Vincke, P.H., and Mareschal, B. (1986). How to select and how to rank projects: The PROMETHEE method. *European Journal of Operational Research*, 24(2):228-238.
- [31]. Briggs, T., Kunsch, P.L. and Mareschal, B. (1990). Nuclear waste management: An application of the multicriteria PROMETHEE methods. *European Journal of Operational Research*, 44(1):1-10.
- [32]. Bryson, N. and Mobolurin, A. (1997). Supporting team decision-making with consensus relevant information. *National Aerospace and Electronics Conference, Proceedings of the IEEE*, 1:57-63.
- [33]. Bui, T.X. and Jarke, M. (1986). Communications design for co-oP: A group decision support system. *ACM Transactions on Office Information Systems*, 4(2):81-103.
- [34]. Bui, T.X. (1987). *Co-oP: A group decision support system for cooperative multiple criteria group decision making*. Springer, Berlin.
- [35]. Bullen, P.S., Mitrinovic, D.S. and Vasic, P.M. (1988). Means and their inequalities. *Mathematics and its Applications*, 31, D. Reidel Publishing Co., Dordrecht.
- [36]. Calvo, T., Mesiar, R. and Yager, R.R. (2004). Quantitative weights and aggregation. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 12(1):62-69.
- [37]. Carlsson, C., Ehrenberg, D., Eklund, P., Fedrizzi, M., Gustafsson, P., Lindholm, P., Merkuryeva, G., Riisanen, T. and Ventre, A.G.S. (1992). Consensus in distributed soft environments. *European Journal of Operational Research*, 61(1-2):165-185.
- [38]. Carlsson, C., Fuller, R. and Fuller, S. (1997). OWA Operators for doctoral student selection problem. In R.R.Yager and J.Kacprzyk (eds.), *The ordered weighted averaging operators: Theory, Methodology, and Applications*, Kluwer Academic Publishers, Boston, 167-178.
- [39]. Carmone, Jr., F.J., Kara, A. and Zanakis, S.H. (1997). A Monte Carlo investigation of incomplete pairwise comparison matrices in AHP. *European Journal of Operational Research*, 102(3):538-553.
- [40]. Chakravorti, S. (2003). Theory of Credit Card Networks: A Survey of the Literature. *Review of Network Economics*, 2(2):50-68.

- [41]. Chakravorti, S. and Roson, R. (2004). Platform competition in two-sided markets: the case of payment networks. Working Paper Series WP-04-09, Federal Reserve Bank of Chicago.
- [42]. Charnes, A. and Cooper, W.W. (1961). *Management Models and Industrial Applications of Linear Programming*. Wiley, New York.
- [43]. Chen, Z. (1995). Interacting with software components. *Decision Support Systems*, 14(4):349-357.
- [44]. Chen, Z. (2006). Consensus in group decision making under linguistic assessments. PhD Dissertation, ProQuest Information and Learning.
- [45]. Chen-Tung, C. (2000). Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. *Fuzzy Sets and Systems*, 114(1):1-9.
- [46]. Chiclana, F., Herrera, F. and Herrera-Viedma, E. (1998). Integrating three representation models in fuzzy multipurpose decision making based on fuzzy preference relations. *Fuzzy Sets and Systems*, 97(1):33-48.
- [47]. Choi, H.A., Suh, E.H. and Suh, C.K. (1994). Analytic hierarchy process: It can work for group decision support systems. *Computers and Industrial Engineering*, 27(1-4):167-171.
- [48]. Cil, I., Alpturk, O. and Yazgan, H.R. (2005). A new collaborative system framework based on a multiple perspective approach: IntelliTeam. *Decision Support Systems*, 39(4):619-641.
- [49]. Cloquell-Ballester, V.A., Monterde-Díaz, R., Cloquell-Ballester, V.A. and Santamarina-Siurana, M.C. (2007). Systematic comparative and sensitivity analyses of additive and outranking techniques for supporting impact significance assessments. *Environmental Impact Assessment Review* 27(1):62-83.
- [50]. Colson, G. and Mareschal, B. (1994). JUDGES: A descriptive group decision support system for the ranking of the items. *Decision Support Systems*, 12(4-5):391-404.
- [51]. Colson, G. (2000). The OR's prize winner and the software ARGOS: how a multijudge and multicriteria ranking GDSS helps a jury to attribute a scientific award. *Computers & Operations Research*. 27(7):741-755.
- [52]. Connolly, T., Jessup, L.M. and Valacich, J.S. (1990). Effects of anonymity and evaluative tone on idea generation in computer-mediated groups. *Management Science*, 36(6):689-703.
- [53]. Cook, W.D. and Kress, M. (1991). A multiple criteria decision model with ordinal preference data. *European Journal of Operational Research*, 54(2):191-198.
- [54]. Croft, E. and Spencer, B. (2002). Fees and Surcharging in Automatic Teller Machine Networks: The Role of Customer Base mimeo. NBER Working Paper No. W9883, University of British Columbia.

- [55]. Csaki, P., Csiszar, L., Folsz, F., Keller, K., Meszaros, Cs., Rapcsak, T. and Turchanyi, P. (1995a). A flexible framework for group decision support WINGDSS Version 3.0. *Annals of Operations Research*, 58(6):441-453.
- [56]. Csaki, P., Rapcsak, T., Turchanyi, P. and Vermes, M. (1995b). R and D for group decision aid in Hungary by WINGDSS, a Microsoft Windows based group decision support system. *Decision Support Systems*, 14(3):205-217.
- [57]. Davies, R.L. and Rogers, D.S. (1984). *Store Location and Store Assessment Research*. John Wiley & Sons Ltd. New York.
- [58]. Davis, J.H. (1973). Group decision and social interactions: A theory of social decision schemes. *Psychological Review* 80:97-125.
- [59]. Davis, J.H. (1996). Group decision making and quantitative judgments: a consensus model. In E. Witte, J.H. Davis (eds.), *Understanding Group Behaviour Consensual Action by Small Groups*, Lawrence Erlbaum, Mahwah, NJ, 1:35-59.
- [60]. Davis, J.H., Au, W., Hulbert, L., Chen, X. and Zarnoth, P. (1997). Effect of group size and procedural influence on consensual judgment of quantity: The example of damage awards on mock civil juries. *Journal of Personality and Social Psychology*, 73:703-718.
- [61]. Deer, P., Modave, F. and Tilley, T. (2001). Web-based collaborative multicriteria decision making. In *Proceedings of 1st International Conference on IT*, Bangkok, Thailand.
- [62]. Delgado, M., Verdegay, J.L. and Vila, M.A. (1993). On Aggregation Operations of Linguistic Labels. *International Journal of Intelligent Systems*, 8(3):351-370.
- [63]. Dempster, AP. (1968). A generalization of Bayesian inference (with discussion). *Journal of Royal Statistical Society Series B*, 30(2):205-47.
- [64]. Dennis, A.R., George, J.F., Jessup, L.M., Nunamaker, J.F. and Vogel, D. (1988). Information technology to support electronic meetings. *MIS Quarterly*, 12 (4):591-624.
- [65]. DeSanctis, G. and Gallupe, R.B. (1985). Group decision support systems: A new frontier. *Database*, 16(1):3-10.
- [66]. DeSanctis, G. and Gallupe, R.B. (1987). A foundation for the study of group decision support systems. *Management Science*, 33(5):589-609.
- [67]. De Smet, Y., Springael, J. and Kunsch, P. (2002). Towards Statistical Multicriteria Decision Modelling : a first approach. *Journal of Multi Criteria Decision Analysis*, 11(6):291-303.
- [68]. Diakoulaki, D., Zopounidis, C., Mavrotas, G. and Doumpos, M. (1999). The use of a preference disaggregation method in energy analysis and policy making. *Energy-The International Journal*, 24(2):157-166.

- [69]. Dias, C.L., Climaco, J.N. and Joao, N. (2000). ELECTRE TRI for Groups with Imprecise Information on Parameter Values. *Group Decision and Negotiation*, 9(5):355-377.
- [70]. Dias. L., Mousseau, V., Figueira, J. and Climaco, J. (2002). An aggregation/disaggregation approach to obtain robust conclusions with electre tri. *European journal of Operational Research*, 138(2):332-348.
- [71]. Dias, L.C., and Mousseau, V. (2005). IRIS: A DSS for Multiple Criteria Sorting Problems. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 12(4-5):285-298.
- [72]. Dias, L.C. and Climaco, J.N. (2005). Dealing with imprecise information in group multicriteria decisions: A methodology and a GDSS architecture. *European Journal of Operational Research*, 160(2):291-307.
- [73]. Dimitras, A.I., Zopounidis, C. and Hurson, C. (1995). A multicriteria decision aid method for the assessment of business failure risk. *Foundations of Computing and Decision Sciences*, 20(2):99-112.
- [74]. Dimitrov, V. (1994). Fuzzy simplectic systems: A new framework for multistakeholder decision making. In *Proceedings of 1st International Joint Conference NAFIPS IFIS NASA*, 153-156.
- [75]. Doll, W., Hendrickson, A. and Xiandong, D. (1998). Using Davis's Perceived Usefulness and Ease-of-Use Instruments for Decision Making: A Confirmatory and Multi-Group Invariance Analysis. *Decision Sciences*, 29(4):839-869.
- [76]. Donze, J. and Dubec, I. (2006). The role of interchange fees in ATM networks. *International Journal of Industrial Organization*, Elsevier, 24(1):29-43.
- [77]. Doumpos, M., Zopounidis, C. and Pardalos, P.M. (2000). Multicriteria sorting methodology: Application to financial decision problems. *Parallel Algorithms and Applications*, 15(1-2):113-129.
- [78]. Doumpos, M. and Zopounidis, C. (2001). Multicriteria classification methods in financial and banking decisions. *International Transactions in Operational Research*, 9(5):567-581.
- [79]. Doumpos, M. and Zopounidis, C. (2001a). On the use of multicriteria classification methods: A simulation study. *Fuzzy Economic Review*, 6(2)37-49.
- [80]. Dubois, D. and Prade, H. (1985). A review of fuzzy sets aggregation connectives. *Information Sciences*, 36:85-121.
- [81]. Dubois, D. and Koning, J.L. (1991). Social choice axioms for fuzzy set aggregation. *Fuzzy Sets and Systems*, 43:257-274.
- [82]. Dutka, A. (1995). *AMA Handbook of Customer Satisfaction: A Guide to Research, Planning and Implementation*. NTC Publishing Group, Illinois.

- [83]. Dyer, J.S. and Lund, R.N. (1982). Tinker toys and Christmas trees: Opening a new merchandising package for Amoco Oil Company. *Interfaces*, 12(6):38-52.
- [84]. Dyer, R.F. and Forman, E.H. (1992). Group decision support with the analytic hierarchy process. *Decision Support Systems*, 8(2):99-124.
- [85]. ECB. (2001). Blue Book - Payment and securities settlement systems in the European Union, European Central Bank, (July 04 2005); <http://www.ecb.int/paym/pdf/market/blue/bluebook2001.pdf>.
- [86]. ECB. (2004). E-payments in Europe - the Eurosystem's perspective, European Central Bank, (July 04 2005); <http://www.ecb.int/events/pdf/conferences/epayments.pdf>.
- [87]. ECB. (2006). Blue Book - Payment and securities settlement systems in the European Union, European Central Bank, (July 04 2006); <http://www.ecb.int/paym/pdf/market/blue/bluebook2006.pdf>.
- [88]. Espinasse, B. and Pauner, T. (1995). NegociAD: A multi-criteria and multi-agent system for negotiation support. International Workshop on the Design of Cooperative Systems, INRIA, Antibes-Juan-les-Pins, France.
- [89]. Fairhurst, M.C. and Rahman, A.F.R. (2000). Enhancing consensus in multiple expert decision fusion. *IEE Proceedings: Vision, Image and Signal Processing*, 147(1):39-46.
- [90]. Fedrizzi, M. (1990). On a consensus measure in a group MCDM problem, Multiperson decision making models using fuzzy sets and possibility theory. Dordrecht; Boston: Kluwer Academic Publishers, 231-241.
- [91]. Figueira, J. and Roy, B. (2002). Determining the weights of criteria in the ELECTRE type methods with a revised Simos procedure. *European Journal of Operational Research*, 139(2):317-326.
- [92]. Figueira, J., Y. De Smet, and Brans, J.P. (2004). MCDA methods for sorting and clustering problems: Promethee TRI and Promethee CLUSTER. Technical Report TR/SMG/2004-002, SMG, University Libre de Bruxelles.
- [93]. Fishburn, P.C. (1965). Independence in utility theory with whole product sets. *Operations Research*, 13(1):28-45.
- [94]. Fishburn, P.C. (1970). *Utility Theory for Decision Making*. Wiley, New York.
- [95]. Fisher, R. and Ury, W. (1981). *Getting to Yes: Negotiating Agreement Without Giving In*. Houghton Mifflin Co., Boston, MA.
- [96]. Flatraaker, D.I. and Robinson, P. (1995). Income, costs and pricing in the payment system. *Norges Bank Economic Bulletin*, 66:321-332.

- [97]. Fodor, J., Marichal, J.L. and Roubens, M. (1995). Characterization of the ordered weighted averaging operators. *IEEE Transactions on Fuzzy Sets and Systems*, 3(2):236-240.
- [98]. Galliers, R.D. (ed.) (1990). *Choosing appropriate information systems research approaches: A revised taxonomy*. Elsevier Science B.V. (North-Holland), Copenhagen, Denmark.
- [99]. Gefen, D. and Straub, D. (2000). The Relative Importance of Perceived Ease of Use in IS Adoption: A Study of Ecommerce Adoption. *Journal of the Association of Information Systems*, 1(8).
- [100]. Geldermann, J., Zhang, K.J. and Rentz, O. (2002). Development of an integrated Multi-criteria Group Decision Support System (MGDSS). 12th MINI EURO CONFERENCE, Brüssel.
- [101]. Geldermann, J., Zhang, K.J. and Rentz, O. (2003). Multi-criteria group decision support for integrated technique assessment. 57th Meeting of the European Working Group MULTIPLE CRITERIA DECISION AIDING Viterbo, March 27-29.
- [102]. Genova, K., Vassilev, V., Andonov, F., Vassileva, M. and Konstantinova, S. (2004). A multicriteria analysis decision support system. In *Proceedings of the 5th international Conference on Computer Systems and Technologies* (Rousse, Bulgaria, June 17-18).
- [103]. Georgopoulou, E., Lalas D. and Papagiannakis L. (1997). A multicriteria decision aid approach for energy planning problems: The case of renewable energy option. *European Journal of Operational Research*, 103(1):38-54.
- [104]. Georgopoulou, E., Sarafidis, Y., Mirasgedis, S., Zaimi, S. and Lalas, D.P. (2003). A multiple criteria decision-aid approach in defining national priorities for greenhouse gases emissions reduction in the energy sector. *European Journal of Operational Research*, 146(1):199-215.
- [105]. Gershon, M.E. and Duckstein, L. (1983). Multiobjective approaches to river basin planning. *Journal of Water Resource Planning*, 109(1):13-28.
- [106]. Goicoechea, A., Hansen, D.A. and Duckstein, L. (1982). *Multiobjective Decision Analysis with Engineering and Business Applications*. J. Wiley, New York.
- [107]. Goicoechea, A., Stakhiv, E.Z. and Li, F. (1992). Experimental evaluation of multiple criteria decision making models for application to water resources planning. *Water Resources Bulletin* 28(1):89-102.
- [108]. Golabi, K., Kirkwood, C.W. and Sicherman, A. (1981). Selecting a portfolio of solar energy projects using multi-attribute preference theory. *Management Science*, 27(2):174-189.

- [109]. Goletsis Y., Psarras, J. and Samouilidis, J.A. (2003). Project Ranking in the Armenian Energy Sector Using a Multicriteria Method for Groups. *Annals of Operations Research*, 120(1-4):135-157.
- [110]. Grabisch, M. (1995). Fuzzy integral in multicriteria decision making. *Fuzzy Sets and Systems*, 69(3):279-298.
- [111]. Greco, S., Matarazzo, B. and Slowinski, R. (2002). Rough sets methodology for sorting problems in presence of multiple attributes and criteria. *European Journal of Operational Research*, 138(2):247-259.
- [112]. Grigoroudis, E., Politis, Y. and Siskos. Y. (2002). Satisfaction benchmarking and customer classification: An application to the branches of a banking organization. *International Transactions in Operational Research*, 9(5):599-618.
- [113]. Guibourg, G. (2001). Interoperability and Network Externalities in Electronic Payments. Working Paper Series 126, Sveriges Riksbank (Central Bank of Sweden).
- [114]. Hallerbach, W.G. and Spronk, J. (2002). The relevance of MCDM for financial decisions. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 11(4-5):187-195.
- [115]. Hallerbach, W.G. and Spronk, J. (2003). A Multidimensional Framework for Financial and Economic Decisions. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 11(3):111-124.
- [116]. Hannan, T., Kiser, E., Prager R. and McAndrews, J. (2003). To Surcharge or Not To Surcharge: An Empirical Investigation of ATM Pricing. *Review of Economics and Statistics*.
- [117]. Herrera, F. and Verdegay, J.L. (1993). Linguistic Assessments in group decision. In *Proceedings of First European Congress on Fuzzy and Intelligent Technologies, Aachen*, 941-948.
- [118]. Herrera, F., Herrera-Viedma, E. and Verdegay J.L. (1996). A model of consensus in group decision making under linguistic assessments. *Fuzzy Sets and Systems*, 78(1):73-87.
- [119]. Herrera F. and Herrera-Viedma E. (1997). Aggregation operators for linguistic weighted information. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics Part A: Systems and Humans*, 27(5):646-656.
- [120]. Herrera F., Herrera-Viedma E. and Verdegay J. L. (1997). Rational Consensus Model in Group Decision Making Using Linguistic Assessments. *Fuzzy Sets and Systems*, 88(1):31-49.
- [121]. Herrera, F. and Herrera-Viedma, E. (2000). Choice functions and mechanisms for linguistic preference relations. *European Journal of Operational Research*, 120(1):144-161.

- [122]. Herrera-Viedma E., Herrera F. and Chiclana F. (2002). A consensus model for multiperson decision making with different preference structures. *Systems, Man and Cybernetics, Part A, IEEE Transactions*, 32(3):394-402.
- [123]. Herrera-Viedma, E., Martinez, L., Mata, F. and Chiclana, F. (2005). A consensus support system model for group decision-making problems with multi-granular linguistic preference relations. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems* 13(5):644-658.
- [124]. Hsu, H.M. and Chen, C.T. (1996). Aggregation of fuzzy opinions under group decision making. *Fuzzy Sets and Systems* 79(3):279-285.
- [125]. Huber, G.P. (1984). Issues in the Design of Group Decision Support Systems. *Management Information Systems Quarterly* 8(3):195-204.
- [126]. Hulbert, L.G., Parks, C.D., Chen, X., Nam, K. and Davis, J.H. (1999). The plaintiff bias in mock civil jury decision making: Consensus requirements, information format and amount of consensus. *Group Processes and Intergroup Relations*, 2(1):59-77.
- [127]. Humphrey, D. (1993). Delivering Deposit Services: ATMs Versus Branches. *Economic Quarterly*, 1:59-81.
- [128]. Humphrey, D., Kim, M. and Vale, B. (2001). Realizing the gains from electronic payments: Costs, pricing, and payment choice. *Journal of Money, Credit and Banking*, 33(2):216-234.
- [129]. Humphrey, D., Willeson, M. Lindblom, T. and Bergendahl, G. (2003). What does it cost to make a payment?. *Review of Network Economics*, 2(2):159-174.
- [130]. Hwang, C.L. and Lin, M.J. (1987). *Group decision making under multiple criteria: methods and applications*. Berlin, New York : Springer-Verlag.
- [131]. Ignizio, J.P. (1976). *Goal Programming and Extensions*. Lexington, MA: Lexington Books.
- [132]. Ironfield, C.E. and McGoldrick, P.J. (1988). EFTPoS systems determinants of shoppers' awareness and usage. *International Journal of Retailing*, 6(6):60-61.
- [133]. Iz, P.H. (1992). Two multiple criteria group decision support systems based on mathematical programming and ranking methods. *European Journal of Operational Research*, 61(1-2):245-253.
- [134]. Jacquet-Lagrèze, E. and Siskos, Y. (1982). Assessing a set of additive utility functions for multicriteria decision making: The UTA method. *European Journal of Operational Research*, 10(2):151-164.
- [135]. Jacquet-Lagrèze, E. and Siskos, J. (1983). *Méthodes de Décision Multicritère*. Editions Hommes et Techniques, Paris.

- [136]. Jacquet-Lagrèze, E. and Siskos, J. (2000). Preference disaggregation: Twenty years of MCDA experience. *European Journal of Operational Research*, 130(2):233-245.
- [137]. Jarke, M. (1986). Knowledge sharing and negotiation support in multiperson decision support systems. *Decision Support Systems*, 2(1):93-102.
- [138]. Jarke, M., Jelassi, M.T. and Shakun, M.F. (1987). MEDIATOR: Toward a negotiation support system. *European Journal of Operational Research*, 31(3):314-334.
- [139]. Jelassi, M.T. and Beauclair, R.A. (1987). An integrated framework for group decision support systems design. *Information and Management*, 13(3):143-153.
- [140]. Jelassi, M.T. and Foroughi, A. (1989). Negotiation support systems: An overview of design issues and existing software. *Decision Support Systems*, 5:167-181.
- [141]. Kacprzyk, J. (1986). Group decision making with a fuzzy linguistic majority. *Fuzzy Sets and Systems*, 18(2):105-118.
- [142]. Kacprzyk, J. and Roubens, M. (1988). Non conventional preference relations in decision making. Springer Verlag, LNMES n. 301, Berlin.
- [143]. Kacprzyk, J., Fedrizzi, M. and Nurmi, H. (1992). Group decision making and consensus under fuzzy preferences and fuzzy majority. *Fuzzy Sets and Systems*, 49(1):21-31.
- [144]. Kacprzyk, J. and Zadrozny, S. (1997). On the Use of Fuzzy Majority for Supporting Consensus Reaching Under Fuzziness. *IEEE International Conference on Fuzzy Systems*, 3:1683-1688.
- [145]. Karacapilidis, N.I. and Gordon, T. (1995). Dialectical Planning. In *Proceedings of the 14th IJCAI Workshop on Intelligent Manufacturing Systems*, Montreal, 239-250.
- [146]. Karni, R., Sanchez, P. and Tummala, V. (1990). A comparative study of multiattribute decision making methodologies. *Theory and Decision* 29(3):203-222.
- [147]. Kates, S. (1997). Retail Site Selection Using GIS and MCDM: A Case Study of the Toronto Retail Jewellery Industry. MA Thesis, University of Western Ontario, Canada.
- [148]. Keen, P.G.W. and Scott-Morton, M.S. (1978). *Decision support systems: An organizational perspective*. Reading, MA: Addison-Wesley.
- [149]. Keeney, R.L. and Raiffa, H. (1993). *Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Trade-offs*. Cambridge University Press, Cambridge.

- [150]. Kersten, G.E. (1985). NEGO-group decision support system. *Information and Management*, 8(5):237-246.
- [151]. Kersten, G.E., Michalowski, W., Matwin, S. and Szpakowicz, S. (1988). Rule-based modelling of negotiation strategies. *Theory and Decision*, 25:225-257.
- [152]. Kim, J.K. Sang Hyun Choi. (2001). A utility range-based interactive group support system for multiattribute decision making. *Computers & Operations Research*, 28(5):485-503.
- [153]. Kim, S.H., Choi, S.H. and Kim, J.K. (1999). An interactive procedure for multiple attribute group decision making with incomplete information: range-based approach. *European Journal of Operational Research*, 118(1):139-152.
- [154]. Kim, S.H., Ahn, B.S. (1999α). Interactive group decision making procedure under incomplete information. *European Journal of Operational Research*, 116(3):498-507.
- [155]. Kivijarvi, H. and Tuominen, M. (2001). Computer Supported Complex Strategy Process: A Dynamic and Multicriteria Group Support System. In *Proceedings of the 34th Hawaii International Conference on System Sciences*.
- [156]. Koksalan, M. and Ulu, C. (2003). An interactive approach for placing alternatives in preference classes. *European Journal of Operational Research*, 144(2):429-439.
- [157]. Koopmans, T.C. (1951). *Activity Analysis of Production and Allocation*. John Wiley and Sons, New York.
- [158]. Korhonen, P. (1988). A visual reference direction approach to solving discrete multiple criteria problems. *European Journal of Operational Research*, 34(2):152-159.
- [159]. Korhonen, P. and Wallenius, J. (1988). A Pareto race. *Naval Research Logistics*, 35:615-623.
- [160]. Kosmidou, K., Pasiouras, F., Doumpos, M. and Zopounidis, C. (2006). Assessing Performance Factors in the UK Banking Sector: A Multicriteria Approach. *Central European Journal of Operations Research*, 14(1):25-44.
- [161]. Kuncheva, L. (1994). Pattern recognition with a model of fuzzy neuron using degree of consensus. *Fuzzy Sets and Systems*, 66(2):241-250.
- [162]. Lam, K.F. and Choo, E.U. (1995). Goal programming in preference decomposition. *Journal of the Operational Research Society*, 46(2):205-213.
- [163]. Larichev, O.I. and Moskvich, H.M. (1994). An approach to ordinal classification problems. *International Transactions in Operational Research*, 1(3):375-385.

- [164]. Lee, H.S. (2002). Optimal consensus of fuzzy opinions under group decision making environment. *Fuzzy Sets and Systems*, 132(3):303-315.
- [165]. Lee, S.M. (1972). *Goal Programming for Decision Analysis*. Philadelphia, PA: Auerbach.
- [166]. Leger, J. and Martel, J.M. (2002). A multicriteria assignment procedure for a nominal sorting problematic. *European Journal of Operational Research*, 138(2):349-364.
- [167]. Levy, M. and Weitz, B.A. (1996). *Essentials of Retailing*. Times Mirror Higher Education Group, Inc. Company.
- [168]. Lewandowski, A. (1989). SCDAS-decision support system for group decision making: Decision theoretic framework. *Decision Support Systems*, 5(4):403-423.
- [169]. Lewicki, R.J. and Litterer, J.A. (1985). *Negotiations*. Richard D. Irwin Inc., Homewood, IL.
- [170]. Leyva López, J.C. (2000). A genetic algorithm application for the individual and group multicriteria decision making: PhD Thesis resume. *Computacion y Sistemas*, 4, 183-188.
- [171]. Leyva Lopez, J.C., Esperanza, D. and Elizalde, L. (2002). Effect of the Coordination Modes in Supporting Group Multiple Criteria Decision Making in a Distributed and Asynchronous Environment. *CRIWG 2002, LNCS 2440*:61-69.
- [172]. Leyva-Lopez, J.C. and Fernandez-Gonzalez, E. (2003). A new method for group decision support based on ELECTRE III methodology. *European Journal of Operational Research*, 148(1):14-27.
- [173]. Leyva López, J.C. (2005). Multicriteria decision aid application to a student selection problem. *Pesquisa Operacional*, 25(1):45-68.
- [174]. Lofti, V., Stewart, T.J. and Zionts, S. (1992). An aspiration-level interactive model for multiple criteria decision making. *Computers and Operations Research*, 19(7):677-681.
- [175]. Lootsma, F.A. (1993). Scale sensitivity in the multiplicative AHP and SMART. *Journal of Multi Criteria Decision Analysis*, 2(2):87-110.
- [176]. Lu, J., Quaddus, M.A., Poh, K.L. and R. Williams. (1999). The Design of a Knowledge-Based Guidance System for an Intelligent Multiple Objective Decision Support System (IMODSS). In *Proceedings of 10th Australasian Conference on Information Systems*.
- [177]. Luce, D. (1956). Semiorders and a theory of utility discrimination. *Econometrica*, 24(2):178-191.
- [178]. Malczewski, I., Moreno-Sanchez. R., Bojorquez-Tapia, L.A. and Ongay-Delhumeau, E. (1997). Multicriteria Group Decision-making Model for

- Environmental Conflict Analysis in the Cape Region Mexico. *Journal of Environmental Planning and Management*, 40(3):349-374.
- [179]. Mareschal, B. (1988). Weight stability intervals in multicriteria decision aid. *European Journal of Operational Research*, 33(1):54-64.
- [180]. Mareschal, B., and Brans, J.P. (1991). BANKADVISER: An Industrial Evaluation System. *European Journal of Operational Research*, 54(3):318-324.
- [181]. Mareschal, B. and Mertens, D. (1992). BANKS: A multicriteria, PROMETHEE-based, decision support system for the evaluation of the international banking sector. *Revue des Systemes de Decision* 1(2/3):175-189.
- [182]. Mareschal, B. and Mertens, D. (1993). Evaluation multicritere par la methode multicritere GAIA: Application au secteur de l' assurance en Belgique. *Actualite Economique, Revue Analyse Economique* 69 (1):206-228.
- [183]. Marichal, J.L., Meyer, P. and Roubens, M. (2005). Sorting multi-attribute alternatives: The TOMASO method. *Computers and Operations Research*, 32(4):861-877.
- [184]. Marques Pereira, R.A. and Ribeiro, R.A. (2003). Aggregation with generalized mixture operators using weighting functions. *Fuzzy Sets and Systems*, 137(1):43-58.
- [185]. Massaglia, R. and Ostanello, A. (1991). N-tomic: a support system for multicriteria segmentation problems. In P. Korhonen, A. Lewandowski, and J.Wallenius, (eds), *Multiple Criteria Decision Support*, Springer Verlag, LNEMS 356, Berlin, 167-174.
- [186]. Matsatsinis, N.F. and Samaras, A.P. (1997). Aggregation and disaggregation of preferences for consensus seeking in group decisions. Paper presented at the 46th Meeting of the European Working Group Multicriteria Aid for Decisions, Bastia, France, 23-25 October.
- [187]. Matsatsinis, N.F., Grigoroudis, E. and Samaras, A.P. (2005). Aggregation and Disaggregation of Preferences for Collective Decision-Making. *Group Decision and Negotiation*, 14(3):217-232.
- [188]. Matwin, S., Szpakowicz, S., Koperczac, Z., Kersten, G.E. and Michalowski, W. (1989). NEGOPLAN: An expert system shell for negotiation support. *IEEE Expert* 4(4):50-62.
- [189]. Maystre, L., Pictet, J. and Simos, J. (1994). *Les Methodes Multicriteres ELECTRE*. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne, 1994.
- [190]. McAndrews, J. (1996). Retail Pricing of ATM Network Service. Working Paper N. 96-12, Federal Reserve Bank of Philadelphia, April.

- [191]. McFayden, E. (1987). Retailers' attitudes to EFTPoS. *Retail and Distribution Management*, 15(4):19-20.
- [192]. Meador, C.L., Guyote, M.J. and Keen, P.G.W. (1984). Setting priorities for DSS development. *MIS Quarterly*, 8(2):117-129.
- [193]. Merad, M.M., Verdel, T., Roy, B. and Kouniali, S. (2004). Use of multi-criteria decision-aids for risk zoning and management of large area subjected to mining induced hazards. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 19(2):125-138.
- [194]. Min, H. (1989). A Model-Based Decision Support System for Locating Banks. *Information & Management*, 17(4):207-215.
- [195]. Mirkin, B. (1996). *Mathematical Classification and Clustering*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- [196]. Money, W. and Turner, A. (2004). Application of the Technology Acceptance Model to a Knowledge Management System. *Proceedings of the 37th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'04) - Track 8*.
- [197]. Moscarola, J. (1977). Aide a la decision en presence de criteres multiples fondee sur une procedure trichotomique: Methodologie et application. These de doctorat de 3 cycle, Universite Paris V Rene Decartes.
- [198]. Moscarola, J. and Roy, B. (1977). Procedure automatique d'examen de dossiers fondee sur une segmentation trichotomique en presence de criteres multiples. *RAIRO Recherche Operationnelle*, 11(2):145-173.
- [199]. Muralidharan, C., Anantharaman, N. and Deshmukh, S.G. (2002). A multi-criteria group decisionmaking model for supplier rating. *Journal of Supply Chain Management: A Global Review of Purchasing and Supply*, 38(4):22-33.
- [200]. Myerson, R.B. (1991). *Game Theory*. Harvard University Press, Cambridge, MA.
- [201]. Nieddu, L. and Patrizi, G. (2000). Formal methods in pattern recognition: A review. *European Journal of Operational Research*, 120(3):459-495.
- [202]. Ng, K.C. and Abramson, B. (1992). Consensus diagnosis: a simulation study. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, 22(5):916-928.
- [203]. Noori, H. (1995). The design of an integrated group decision support system for technology assessment. *R&D Management*, 25(3):309-322.
- [204]. Nunamaker, J.F., Chen, M. and Purdin, T.D.M. (1990). Systems development in information systems research. *Journal of Management Information Systems*, 7(3):89-106.

- [205]. Nunamaker, J.F., Dennis, A.R., Valacich, J.S., Vogel, D.R. and George, J.F. (1991). Electronic meeting systems to support group work. *Communications of the ACM*, 34(7):40-60.
- [206]. Ohtsubo, Y., Masuchi, A. and Nakanishi, D. (2002). Majority influence process in group judgment: Test of the Social Judgment Scheme model in a group polarization context. *Group Processes and Intergroup Relations*, 5(3):249-261.
- [207]. Olson, D. (2001). Comparison of three multicriteria methods to predict known outcomes. *European Journal of Operational Research*, 130(3):576-587.
- [208]. Optner, S. (1968). *Systems Analysis for Business Management*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J.
- [209]. Orlovski, S.A. (1978). Decision-making with fuzzy preference relations. *Fuzzy Sets and Systems*, 1:155-167.
- [210]. Pardalos, P.M., Siskos, Y. and Zopounidis, C. (1995). *Advances in Multicriteria Analysis*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- [211]. Pareto, V. (1896). *Cours d'Economie Politique*, Lausanne.
- [212]. Pasiouras, F., Gaganis, C. and Doumpos, M. (2007). A multicriteria discrimination approach for the credit rating of Asian banks. *Annals of Finance*. 3(3):351-367.
- [213]. Peltola, S., Torkkelia, M. and Tuimala, J. (2002). Integrating GSS and AHP: Experiences from Benchmarking of Buyer-Supplier Relationships. In *Proceedings of the 35th Hawaii International Conference on System Sciences*.
- [214]. Penrod, S.D. and Hastie, R. (1981). A computer simulation of jury decision making. *Psychological Review*, 87:133-159.
- [215]. Perny, P. (1998). Multicriteria filtering methods based on concordance/non-discordance principles. *Annals of Operations Research*, 80:137-167.
- [216]. Pongpeng, J. and Liston, J. (2003). TenSeM: a multicriteria and multi decision-makers' model in tender evaluation. *Construction Management and Economics*, 21(1):21-30.
- [217]. Poole, M.S., Holmes, M. and DeSanctis, G. (1991). Conflict Management in a Computer-Supported Meeting Environment. *Management Science*, 37(8):926-953.
- [218]. Quaddus, M.A., Atkinson, D.J. and Levy, M. (1992). An application of decision conferencing to strategic planning for a voluntary organization. *Interfaces*, 22(6):61-71.

- [219]. Raju, K.S., and Kumar, D.N. (1998). Group Decision Support System for Multicriterion Analysis A Case Study in India. In Proceedings of International conference on information technology, CIT-98, December 21-23, 1998, Bhubaneswar, India, 149-154.
- [220]. Rangaswamy, A. and Shell, G.R. (1997). Using computers to realize joint gains in negotiations: Toward an electronic bargaining table. *Management Science*, 43(8):1147-1163.
- [221]. Rice, T. and Stanton, K. (2003). Estimating the Volume of Payments-Driven Revenues. *Emerging Issues*, Federal Reserve Bank of Chicago.
- [222]. Rigopoulos, G., Psarras, J. and D., Askounis. (2008a). A Decision Support System for Supervised Assignment in Banking Decisions. *Journal of Applied Sciences*, vol. 8, no 3, pp. 443-452. (ISSN: 1812-5654)
- [223]. Rigopoulos, G., Psarras, J. and D., Askounis. (2008b). Web Support System for Group Collaborative Decisions. *Journal of Applied Sciences*, vol. 8, no. 3, pp. 407-419. (ISSN: 1812-5654)
- [224]. Rigopoulos, G., Psarras, J. and D., Askounis. (2008c). Fuzzy Assignment Procedure based on Categories' Boundaries. *American Journal of Applied Sciences*, vol. 5, no. 7, pp. 844-851. (ISSN: 1546-9239)
- [225]. Rigopoulos, G., Psarras, J. and D., Askounis. (2008d). An Aggregation Approach for Group Multicriteria Assignment. *American Journal of Applied Sciences*, vol. 5, no. 8, pp. 952-958 (ISSN: 1546-9239)
- [226]. Rios Insua, D. and French, S. (1991). A framework for sensitivity analysis in discrete multiobjective decision-making. *European Journal of Operational Research*, 54:176-190.
- [227]. Ripley, B.D. (1996). *Pattern Recognition and Neural Networks*. Cambridge University Press, Cambridge.
- [228]. Rocha, C. and Dias, L. (2005). An idea for ordinal sorting based on electre without category limits. INESC Coimbra working paper: ISSN : 1645-2631.
- [229]. Rogers M. and Bruen, M. (1998). Choosing realistic values of indifference, preference and veto thresholds for use with environmental criteria within ELECTRE. *European Journal of Operational Research*, 107(3):542-551.
- [230]. Rogers, M. and Bruen, M. (1998a). A new system for weighting environmental criteria for use within ELECTRE III. *European Journal of Operational Research*, 107(3):552-563.
- [231]. Rogers, M., Bruen, M. and Maystre, L. (2000). *ELECTRE and Decision Support*. Kluwer Academic Publishers, London.
- [232]. Roy, B. (1968). Classement et choix en présence de points de vue multiples: La méthode ELECTRE. *Revue Francaise d'Informatique et de Recherche Opérationnelle*, 8:57-75.

- [233]. Roy, B. (1981). A multicriteria analysis for trichotomic segmentation problems. In: Nijkamp, P., Spronk, J. (Eds.), *Multiple Criteria Analysis: Operational Methods*. Gower Press, Farnborough, 245-257.
- [234]. Roy, B. (1985). *Methodologie multicritere d'aide a la decision*. Economica, Paris.
- [235]. Roy, B. (1991). The outranking approach and the foundations of ELECTRE methods. *Theory and Decision*, 31(1):49-73.
- [236]. Roy, B. and Bouyssou, D. (1993). *Aide Multicritiriere a la Decision: Methodes et Cas*. Economica, Paris.
- [237]. Saaty, T.L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw-Hill.
- [238]. Salminen, P., Hokkanen, J. and Lahdelma, R. (1998). Comparing multicriteria methods in the context of environmental problems. *European Journal of Operational Research*, 104(3):485-496.
- [239]. Saloner, G. and Shephard, A. (1995). Adoption of Technologies with Network Effects: An Empirical Examination of the Adoption of Automated Teller Machines. *RAND Journal of Economics*, 26(3):479-501.
- [240]. Scharlig, A. (1985). *Decider sur plusieurs criteres , panorama de l'aide a la decision multicritere*. Lausanne: Presses polytechniques et universitaires romandes, 304.
- [241]. Shafer, G. (1976). *A mathematical theory of evidence*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- [242]. Shakun, M.F. (Ed.) (1988). *Evolutionary systems design. Policymaking Under Complexity and Group Decision Support Systems*. Holden-Day, San Francisco, CA.
- [243]. Shakun, M.F. (1990). Group decision and negotiation support in evolving, nonshared information contexts. *Theory and Decision*, 28(3):275-288.
- [244]. Shakun, M.F. (1991). Airline buyout: Evolutionary systems design and problem restructuring in group decision and negotiation. *Management Science*, 37(10):1291-1303.
- [245]. Shen, L., Tay, F.E.H, Qu, L. and Shen, Y. (2000). Fault diagnosis using rough sets theory. *Computers in Industry*, 43(1):61-72.
- [246]. Shih, H.S., Wen-Yuan Lin, E. and Lee, S. (2001). Group Decision Making for TOPSIS. *IFSA World Congress and 20th NAFIPS International Conference*, 5:2712-2717.
- [247]. Simos., J. (1990). *Gestion des Déchets Solides Urbains Genevois : Les Faits, le Traitement, l'Analyse*. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne.

- [248]. Siskos, J. and Despotis, D.K. (1989). A DSS oriented method for multiobjective linear programming problems. *Decision Support Systems*, 5(1):47-55.
- [249]. Siskos, Y., Grigoroudis, E., Zopounidis, C. and Saurais, O. (1998). Measuring customer satisfaction using a survey based preference disaggregation model. *Journal of Global Optimization*, 12(2):175-195.
- [250]. Smith, C. (1987). Will EFTPoS really help the retailers improve service at the checkout desk?. *EFTPoS International Bulletin*, 6-9.
- [251]. Soramaki, K. and Hanssens, B. (2003). E-payments: what are they and what makes them different?. *ePSO Discussion Starter* [online], No. 1, May. Available from: <http://www.epso.info> [Accessed November 3, 2003].
- [252]. Spathis, C., Kosmidou K. and Doumpos, M. (2002). Assessing Profitability Factors in the Greek Banking System: A Multicriteria Methodology. *International Transactions in Operational Research*, 9(5):517-530.
- [253]. Sprague, R.H. and Carlson, E.D. (1982). *Building effective decision support systems*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J.
- [254]. Springael, J., De Smet, Y. and Kunsch, P. (2004). A new framework for describing the decision behavior of large groups. Faculty of Applied Economics, Working Paper 2004011.
- [255]. Spronk, J. (1981). *Interactive Multiple Goal Programming Application to Financial Planning*. Martinus Nijhoff Publishing, Boston.
- [256]. Stasser, G., and Davis, J.H. (1981). Group decision making and social influence: a social interaction sequence model. *Psychological Review*, 88:523-551.
- [257]. Steuer, R.E. and Choo, E.U. (1983). An interactive weighted Tchebycheff procedure for multiple objective programming. *Mathematical Programming*, 26(1):326-344.
- [258]. Steuer, R.E. and Na, P. (2003). Multiple Criteria Decision Making Combined with Finance: A Categorized Bibliography. *European Journal of Operational Research*, 150(3):496-515.
- [259]. Stewart, T.J. (1993). Use of piecewise linear value functions in interactive multicriteria decision support: A Monte Carlo study. *Management Science*, 39(11):1369-1381.
- [260]. Stewart, T.J. (1996). Robustness of additive value function methods in MCDM. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 5(4):301-309.
- [261]. Sycara, K.P. (1990). Negotiation planning: An AI approach. *European Journal of Operational Research*, 46(2):216-234.
- [262]. Sycara, K.P. (1991). Problem Restructuring in Negotiation. *Management Science*, 37(10):1248-1268.

- [263]. Tan, B.C.Y., Teo, H.H. and Wei, K.K. (1995). Promoting consensus in small decision making groups. *Information & Management*, 28(4):251.
- [264]. Taylor, S. and Todd, P. (1995). Understanding Information Technology Usage: A Test of Competing Models. *Information Systems Research*, 6(2):144-177.
- [265]. Teckle, A., Bijaya, P.S. and Duckstein, L. (1998). A Multiobjective Decision Support System for Multiresource Forest Management. *Group Decision and Negotiation*, 7(1):23-40.
- [266]. Tervonen, T., Almeida-Dias, J., Figueira, J., Lahdelma, R. and Salminen, P. (2005). SMAA-TRI: A Parameter Stability Analysis Method for ELECTRE TRI. Technical report 6, INESC Coimbra, Coimbra.
- [267]. Tindale, R.S., Kameda, T. and Hinsz, V.B. (2003). Group decision making: review and integration. In: M.A. Hogg, J. Cooper (Eds.), *Sage Handbook of Social Psychology*, Sage, London, 381-403.
- [268]. Torra, V. (1997). The Weighted OWA operator. *International Journal of Intelligent Systems*, 12(2):153-166.
- [269]. Torra, V. (2000). The WOWA operator and the interpolation function W^* : Chen and Otto's interpolation method revisited. *Fuzzy Sets and Systems*, 113(3):389-396.
- [270]. Tsumoto, S. (1998). Automated extraction of medical expert system rules from clinical databases based on rough set theory. *Information Sciences*, 112(1-4):67-84.
- [271]. Vetchera, R. (1994). GDSS-X: An experimental group decision support system for program planning. In: Climaco, J. (Ed.), *Multicriteria Analysis, Proceedings of the XIth International Conference on MCDM, 1-6 August 1994, Coimbra, Portugal*, Springer, Berlin.
- [272]. Vihakapirom, P. (2002). A proposed Framework of A Web-based Multicriteria Group Decision Support System in Distributed Synchronous Meetings. Minor thesis for the degree of Master of Information Technology, School of Computer Science and Software Engineering, Monash University.
- [273]. Vincke, P. (1992). *Multicriteria Decision-Aid*. Ed. John Wiley & Sons.
- [274]. Von Neumann J. and Morgenstern, O. (1944), *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton University Press.
- [275]. Voogd, H. (1983). *Multicriteria Evaluation for Urban and Regional Planning*. Pion, London.
- [276]. Wierzbicki, A.P. (1980). The use of reference objectives in multiobjective optimization. In: G. Fandel and T. Gal (eds.), *Multiple Criteria Decision Making: Theory and Applications, Lecture Notes in Economic and Mathematical Systems*, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 177:468-486.

- [277]. Wierzbicki, A.P. (1982). A mathematical basis for satisfying decision making. *Mathematical Modelling*, 3:391-405.
- [278]. Wolters, W.T.M. and Mareschal, B. (1995). Novel types of sensitivity analysis for additive MCDM methods. *European Journal of Operational Research*, 81(2):281-290.
- [279]. Xu, Z.S. (2004). A method based on linguistic aggregation operators for group decision making with linguistic preference relations. *Information Sciences*, 166(1-4):19-30.
- [280]. Yager, R.R. (1975). The concept of a linguistic variable and its applications to approximate reasoning, part 1. *Information Sciences* 8(3):199-249.
- [281]. Yager, R.R. (1983). Quantifiers in the formulation of multiple objective decision functions. *Information Sciences*, 31(2):107-139.
- [282]. Yager, R.R. (1988). On ordered weighted averaging aggregation operators in multicriteria decision making. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, 18(1):183-190.
- [283]. Yager, R.R. (1993). Families of owa operators. *Fuzzy Sets and Systems*, 57(3):125-148.
- [284]. Yager, R.R., Goldstein, L.S. and Mendels, E. (1994). FUZMAR: An approach to aggregating market research data based on fuzzy reasoning. *Fuzzy Sets and Systems*, 68(1):1-11.
- [285]. Yevseyeva, I., Miettinen, K., Salminen, P. and Lahdelma, R. (2007). SMAA-Classification – A new method for nominal classification. Working paper, Helsinki School of Economics.
- [286]. Young, T.Y. and Fu, K.S. (1997). *Handbook of Pattern Recognition and Image Processing*. Handbooks in Science and Technology, Academic Press.
- [287]. Yu, W. (1992). ELECTRE TRI: Aspects methodologiques et manuel d'utilisation. Document du Lamsade No 74, Universite de Paris-Dauphine.
- [288]. Zadeh, L.A. (1982). A computational approach to fuzzy quantifiers in natural languages. *Computers and Mathematics* 9:149-184, Abridged version in the Proc. of the Fourth Conference of the Canadian Conference for Computational Studies of Intelligence, Saskatoon, 116-120.
- [289]. Zanakis, S.H. and Gupta, S.K. (1985). A Categorized Bibliographic Survey of Goal Programming. *Omega*, 13(3):211-222.
- [290]. Zanakis, S.H., Solomon, A., Wishart, N. and Dubliss, S. (1998). Multi-attribute decision making: A simulation comparison of select methods. *European Journal of Operational Research*, 107(3):507-529.
- [291]. Zhao, L. and Garner, B.J. (2001). Developing GIS Tools to Integrate MCDM Models for the Analysis of Bank Branch Closures. In Proceedings of 6th International conference on Geocomputation, Brisbane.

- [292]. Zions, S. and Wallenius, J. (1976). An interactive programming method for solving the multicriteria problem. *Management Science*, 22(6):652-663.
- [293]. Zopounidis, C., Matsatsinis, N.F. and Doumpos, M. (1996). Developing a multicriteria knowledge-based decision support system for the assessment of corporate performance and viability: The FINEVA system. *Fuzzy Economic Review*, 1(2):35-53.
- [294]. Zopounidis, C. (1998). *Operational Tools in the Management of Financial Risks*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- [295]. Zopounidis, C. and Doumpos, M. (1998). Developing a multicriteria decision support system for financial classification problems: The FINCLAS system. *Optimization Methods and Software*, 8:277-304.
- [296]. Zopounidis, C. (1999). Multicriteria decision aid in financial management. *European Journal of Operational Research*, 119(2):404-415.
- [297]. Zopounidis, C. and Doumpos, M. (2000). Building additive utilities for multi-group hierarchical discrimination: The M.H.DIS method. *Optimization Methods and Software*, 14(3):219-240.
- [298]. Zopounidis, C. and Doumpos, M. (2000a). Investor: A decision support system based on multiple criteria for portfolio selection and composition. A. Colomi, M. Paruccini and B. Roy (eds.), *A-MCD-A (Aide Multi Critère à la Décision - Multiple Criteria Decision Aiding)*, European Commission Joint Research Centre, 371-381.
- [299]. Zopounidis, C. and Doumpos, M. (2000β). *Intelligent Decision Aiding Systems Based on Multiple Criteria for Financial Engineering*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- [300]. Zopounidis, C., Zanakis, S. and Doumpos, M. (2001). Multicriteria preference disaggregation for classification problems with an application to global investing risk. *Decision Sciences*, 32(2):333-385.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Λίστα δημοσιεύσεων

Διεθνή περιοδικά

- [1]. Rigopoulos, G., Psarras, J. and D., Askounis. (2008). A Decision Support System for Supervised Assignment in Banking Decisions. *Journal of Applied Sciences*, vol. 8, no 3, pp. 443-452. (ISSN: 1812-5654)
- [2]. Rigopoulos, G., Psarras, J. and D., Askounis. (2008). Web Support System for Group Collaborative Decisions. *Journal of Applied Sciences*, vol. 8, no. 3, pp. 407-419. (ISSN: 1812-5654)
- [3]. Rigopoulos, G., Psarras, J. and D., Askounis. (2008). Fuzzy Assignment Procedure based on Categories' Boundaries. *American Journal of Applied Sciences*, vol. 5, no. 7, pp. 844-851. (ISSN: 1546-9239)
- [4]. Rigopoulos, G., Psarras, J. and D., Askounis. (2008). An Aggregation Approach for Group Multicriteria Assignment. *American Journal of Applied Sciences*, vol. 5, no. 8, pp. 952-958 (ISSN: 1546-9239)
- [5]. Rigopoulos, G., Psarras, J., Askounis, D. and K., Metaxiotis. Supporting Collaborative Decisions through a Web based Multicriteria Group Decision Support System within Business Intelligence Context. *International Journal of Technology Management (Special Issue on "Operational Business Intelligence")*. (υπό έκδοση)
- [6]. Rigopoulos, G., Psarras, J., Askounis, D. and K., Metaxiotis. NeXClass: A Decision Support System for non-ordered Multicriteria Classification. *International Journal of Information Technology & Decision Making*. (under review)

Συνέδρια

- [7]. Rigopoulos, G., Psarras, J., Karadimas N. and A., Orsoni. (2007). Facilitating Group Decisions through Multicriteria Analysis and Agent Based Modeling. In *Proceedings of the First Asia International Conference on Modelling & Simulation (IEEE)*, Phuket, Thailand, pp. 533-538.
- [8]. Rigopoulos, G., Psarras, J. and D., Askounis. (2007). Categorizing Retailers with Multicriteria Analysis. In *3rd National Conference of Hellenic Society for Systemic Studies (HSSS)*, Greece.
- [9]. Rigopoulos, G., Psarras, J. and D., Askounis. (2007). Decision Support for Bank's Retailers Categorization. In *Proceedings of the 2nd National Conference on New Technologies and Marketing*, Crete, Greece.
- [10]. Rigopoulos, G., Psarras, J. and D., Askounis. (2006). Retailer classification in market segments with multicriteria analysis. In *4th Meeting of Multiple Criteria Decision Aiding EEEE*, Larissa, Greece.

- [11]. Rigopoulos, G., Psarras, J. and D., Askounis. (2006). A Framework for Group Multicriteria Decision Support on Financial Sorting Decisions. In 64th Meeting of the European Working Group on "Multiple Criteria Decision Aiding", Larissa, Greece.
- [12]. Rigopoulos, G., Psarras, J. and D., Askounis. (2006). Retailer Evaluation for EFT/POS Terminal Installation based on Multicriteria Analysis. In 18th International Conference on Multiple Criteria Decision Making, MCDM 2006, Chania, Greece, pp. 187.
- [13]. Rigopoulos, G., Psarras, J. and D., Askounis. (2006). Modelling Consumer Behavior towards Payment System Selection Using Multiagent Based Simulation. In Proceedings of the 15th IASTED International Conference on Applied Simulation and Modelling, ASM 2006, Rhodes, Greece, ISBN: 0-88986-559-0, pp. 418-422.
- [14]. Rigopoulos, G., Karadimas, N. and A., Orsoni (2006). Multiagent Simulation for Business Decision Support in the Field of Electronic Payments. In Proceedings of the 9th International Conference on Computer Modelling and Simulation, UKSIM 2006, Oxford, England, ISBN: 0-9516509-2-0, pp. 134-139.
- [15]. Rigopoulos, G., Psarras J. and N., Karadimas. (2006). Multiagent Modeling and Simulation of Consumer Behavior Towards Payment System Selection. In Proceedings of the ECMS06 - 20th European Conference on Modelling and Simulation, Bonn, Sankt Augustin, Germany, ISBN: 0-9553018-0-7, pp. 344-348.
- [16]. Rigopoulos, G., Psarras, J. and D., Askounis. (2005). Enhancing Decision Support with MultiAgent Based Simulation: An Application in Electronic Payments. In Proceedings of the European Modelling Simulation Symposium - part of International Mediterranean Modeling Multiconference, EMSS 2005, Marseille, France, ISBN: 2-9520712-3-3, pp. 65-70.
- [17]. Rigopoulos, G., Psarras, J. and D., Askounis. (2005). Value Analysis of Retail Electronic Payments Market, A generic Value Framework for Electronic Payment Services Providers. In Challenges of Expanding Internet: E-Commerce, E-Business, E-Government, Funabashi M., Grzech A., eds., Springer, Proceedings of 5th IFIP Conference E-Commerce, E-Business, E-Government, I3E 2005, Poznan, Poland, pp. 361-373.
- [18]. Rigopoulos, G., Psarras, J. and D., Askounis. (2005). A Proposed Architecture for Intelligent Decision Support in Digital Payments Market Based on Multiagent Simulation. In Proceedings of the International Conference on Computational Intelligence for Modelling, Control and Automation, and Intelligent Agents, Web Technologies and Internet Commerce (IEEE), IAWTIC'2005, Vienna, Austria, vol 2, pp. 964-967.