



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

**ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΤΗΣ
ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ ΣΕ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ**

Διατριβή που υπεβλήθη για τη μερική ικανοποίηση των απαιτήσεων για
την απόκτηση μεταπτυχιακού διπλώματος ειδίκευσης

Υπό

ΣΠΥΡΙΔΑΚΗ ΟΛΓΑ

ΧΑΝΙΑ 2005

© Copyright υπό Σπυριδάκη Όλγα

2005

Η διατριβή της Σπυριδάκης Όλγας εγκρίνεται

Όνομα	Υπογραφή
Γρηγορούδης Ευάγγελος	
Δούμπος Μιχαήλ	
Μυδαλάς Αθανάσιος	

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	IV
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	VIII
ΣΥΝΤΟΜΟ ΒΙΟΓΡΑΦΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ	IX
ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ	X
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1. ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ.....	1
1.2. ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ & ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΣΗΣ ΠΕΛΑΤΩΝ ..	2
1.3. ΣΤΟΧΟΣ ΚΑΙ ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΕΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΤΗΣ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ.....	12
2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	12
2.2 ΕΚΦΡΑΣΜΕΝΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑ	12
2.3 ΕΚΤΙΜΩΜΕΝΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑ	14
2.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΡΩΝ ΤΩΝ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ ΣΤΗΝ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗ	17
2.5 ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΗ ΣΥΝΘΕΣΗ ΚΑΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	19
2.6 ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΗ ΣΥΝΘΕΣΗ ΜΕ ΜΗ ΑΚΡΙΒΕΙΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ	21
2.6.1 Βελτιστότητα.....	22
2.6.2 Διμερείς συγκρίσεις.....	24
2.6.3 Περιοχές διακύμανσης.....	25
2.6.4 Κανόνες σύνθεσης και απαισιοδοξίας.....	26
2.7 ΧΡΗΣΗ ΣΧΕΣΕΩΝ ΥΠΕΡΟΧΗΣ	26
2.8 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΙΜΩΝ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ ΑΠΟ ΠΙΝΑΚΕΣ ΔΙΜΕΡΩΝ ΣΥΓΚΡΙΣΕΩΝ	29
2.8.1 Μέθοδοι ελαχιστοποίησης απόστασης.....	30
2.8.2 Μέθοδοι ορθότητας σε περιπτώσεις χωρίς λάθη.....	35
2.9 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΒΑΡΩΝ ΑΠΟ ΣΥΓΚΡΙΣΕΙΣ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ.....	37
2.10 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΒΑΡΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗ ΛΗΨΗ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΜΕ ΠΟΛΛΑΠΛΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΥΠΟ ΜΗ ΑΚΡΙΒΕΙΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ.....	40
2.11 ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΒΑΡΩΝ ΤΩΝ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΘΕΩΡΙΑΣ ΑΣΑΦΩΝ ΣΥΝΟΛΩΝ	44
2.11.1 Μετατροπή των προτιμήσεων σε μια ενιαία μορφή προτίμησης	46
2.11.2 Σύνθεση των πολλαπλασιαστικών σχέσεων προτίμησης.....	49

2.11.3 Καθορισμός βαρών των κριτηρίων.....	50
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο: ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΣΗΣ ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΟΛΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ	52
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	52
3.2 ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΤΟΥ ΚΑΝΟ	53
3.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ ΤΩΝ ΠΕΛΑΤΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ ΚΑΝΟ.....	59
3.3.1 Αναγνώριση των χαρακτηριστικών των προϊόντων/ υπηρεσιών.....	60
3.3.2 Κατασκευή του ερωτηματολογίου Κανο.....	61
3.3.3 Διεξαγωγή συνεντεύξεων των πελατών.....	65
3.3.4 Αξιολόγηση και ερμηνεία των αποτελεσμάτων.....	65
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο: ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΚΑΝΟ.....	70
4.1 ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΚΑΝΟ ΣΤΟ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ LOGISTICS.....	70
4.1.1 Παραδοσιακές μέθοδοι σχεδιασμού υπηρεσιών logistics	70
4.1.2 Ενσωμάτωση του μοντέλου Κανο στο στρατηγικό σχεδιασμό υπηρεσιών logistics.....	72
4.2 ΕΝΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΚΑΝΟ ΜΕ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ.....	76
4.2.1 Χρήση της μεθοδολογίας QFD.....	78
4.2.2 Πλεονεκτήματα της ενοποίησης του μοντέλου Κανο και της μεθοδολογίας QFD.....	81
4.3 ΕΝΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΚΑΝΟ, SERVQUAL ΚΑΙ QFD.....	82
4.3.1 Το μοντέλο SERVQUAL.....	82
4.3.2 Ενοποίηση των μοντέλων	85
4.4 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΚΑΝΟ ΣΤΟ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟ ΈΛΕΓΧΟ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ (SPC)	90
4.4.1 Η ποιότητα στις διαδικασίες των υπηρεσιών.....	91
4.4.2 Η εφαρμογή του SPC στη διαδικασία υπηρεσιών	93
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο: ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	97
5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	97
5.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΒΑΡΩΝ	98
5.3 ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΕΚΤΙΜΩΜΕΝΗΣ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ.....	100
5.3.1 Πολυκριτήρια μέθοδος MUSA.....	100
5.3.2 Βασικές αρχές του μοντέλου MUSA	102
5.3.3 Μαθηματική ανάπτυξη του μοντέλου MUSA	104
5.4 ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΕΚΦΡΑΣΜΕΝΗΣ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ.....	111
5.5 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΔΙΠΛΗΣ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	120
5.6 ΕΠΕΚΤΑΣΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ MUSA	122

5.6.1	Μεθοδολογικό πλαίσιο επέκτασης MUSA.....	122
5.6.2	Συναινετικός Προγραμματισμός.....	124
5.6.3	Μέθοδος Ολικού Κριτηρίου.....	126
5.6.4	Ευρεστική προσέγγιση	127
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο: ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ		130
6.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	130
6.2	ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΕ ΕΝΑΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟ	131
6.2.1	Ταυτότητα της έρευνας στον εκπαιδευτικό οργανισμό.....	131
6.2.2	Αποτελέσματα μοντέλου εκτίμησης βαρών WORT για τον εκπαιδευτικό οργανισμό ...	132
6.2.3	Αποτελέσματα επέκτασης MUSA για τον εκπαιδευτικό οργανισμό	135
6.3	ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΕ ΜΙΑ ΕΤΑΙΡΙΑ ΓΡΑΦΙΚΩΝ ΤΕΧΝΩΝ	138
6.3.1	Ταυτότητα έρευνας στην εταιρία γραφικών τεχνών	138
6.3.2	Αποτελέσματα μοντέλου εκτίμησης βαρών για την εταιρία γραφικών τεχνών.....	138
6.3.3	Αποτελέσματα επέκτασης MUSA για την εταιρία γραφικών τεχνών.....	141
6.4	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	144
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο: ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΙΔΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ		145
7.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	145
7.2	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ.....	146
7.2.1	Εξεταζόμενοι Παράγοντες	146
7.2.2	Διαδικασία παραγωγής δεδομένων.....	149
7.3	ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	152
7.4	ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ	159
7.5	ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ	161
7.5.1	Κατώφλια προτίμησης.....	162
7.5.2	Βαθμός παραχώρησης.....	163
7.5.3	Απόσταση μεταξύ των κλάσεων σημαντικότητας	165
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8^ο : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ.....		167
8.1	ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	167
8.2	ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ	170
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΒΑΡΩΝ WORT		172
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΤΗΣ ΕΠΕΚΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ MUSA		183

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟΥΣ ΤΡΟΠΟΥΣ ΕΚΦΡΑΣΗΣ ΤΗΣ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ.....	190
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	194

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η διατριβή αυτή είναι το αποτέλεσμα μακροχρόνιας έρευνας, η οποία πραγματοποιήθηκε κατά τη διάρκεια των τελευταίων δύο χρόνων. Κατά το χρονικό αυτό διάστημα αμέριστη υπήρξε η υποστήριξη του επιβλέποντα κ. Ευάγγελου Γρηγορούδη, Λέκτορα του Τμήματος Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης του Πολυτεχνείου Κρήτης. Η υποστήριξη και η συνεχής καθοδήγηση που μου παρείχε αποτέλεσε τη βάση μιας άριστης συνεργασίας, η οποία συνετέλεσε τα μέγιστα στην επιτυχή ολοκλήρωση της παρούσας ερευνητικής διατριβής.

Οφείλω παράλληλα να ευχαριστήσω τον κ. Μιχάλη Δούμπο, Λέκτορα του Τμήματος Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης του Πολυτεχνείου Κρήτης και τον κ. Γιάννη Μαρινάκη, Υποψήφιο Διδάκτορα του Τμήματος Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης του Πολυτεχνείου Κρήτης, οι κριτικές παρατηρήσεις και συμβουλές των οποίων βοήθησαν στην πληρέστερη αντιμετώπιση επιμέρους θεμάτων της μεταπτυχιακής διατριβής.

Τέλος, ευχαριστώ την οικογένειά μου για την ηθική και υλική υποστήριξη που μου παρείχε σε όλη τη χρονική διάρκεια εκπόνησης της μεταπτυχιακής διατριβής.

ΣΥΝΤΟΜΟ ΒΙΟΓΡΑΦΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ

Η Όλγα Σπυριδάκη γεννήθηκε το 1978 στο Ηράκλειο Κρήτης. Το 1996 ξεκίνησε τις σπουδές της στο Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης του Πολυτεχνείου Κρήτης, από όπου και απεφοίτησε τον Ιανουάριο του 2002. Το Σεπτέμβριο του 2002 ξεκίνησε τις μεταπτυχιακές της σπουδές στο Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης του Πολυτεχνείου Κρήτης στον τομέα Επιχειρησιακής Έρευνας.

Είναι μέλος της Ελληνικής Εταιρίας Επιχειρησιακών Ερευνών, έχει δημοσιεύσει ερευνητικές εργασίες στο επιστημονικό περιοδικό *Scientific Journal of the Hellenic Operational Research Society* και στο βιβλίο *Πολυκριτήρια Ανάλυση Αποφάσεων: Μεθοδολογικές Προσεγγίσεις και Εφαρμογές* (Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών).

Τέλος, έχει συμμετάσχει σε εθνικά και διεθνή επιστημονικά συνέδρια σε θέματα πολυκριτήριας ανάλυσης και επιχειρησιακής έρευνας, χώροι στους οποίους επικεντρώνονται τα βασικά ερευνητικά της ενδιαφέροντα.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

Σε αρκετά προβλήματα αξιολόγησης της ποιότητας των υπηρεσιών ενός οργανισμού ζητείται από τους άμεσους χρήστες των υπηρεσιών αυτών να εκφράσουν τις προτιμήσεις τους, όχι μόνο ως προς την απόδοση των χαρακτηριστικών ποιότητας, αλλά και ως προς την σημαντικότητα των εν λόγω χαρακτηριστικών. Παρότι υπάρχει σημαντικός αριθμός εναλλακτικών τεχνικών, οι προηγούμενες προτιμήσεις αξιολογούνται με βάση ένα σύνολο βαθμωτών μεταβλητών (ordinal variables), κυρίως λόγω του ποιοτικού χαρακτήρα που έχει η συγκεκριμένη πληροφορία.

Στη βιβλιογραφία οι βασικές μεθοδολογικές προσεγγίσεις στο συγκεκριμένο πρόβλημα περιλαμβάνουν είτε άμεσες τεχνικές εκτίμησης της σημαντικότητας των παραγόντων, οι οποίες προσπαθούν να «εκμαιεύσουν» τη βαρύτητα των διαστάσεων ποιότητας απευθείας από τον ίδιο τον αξιολογητή, είτε έμμεσες τεχνικές εκτίμησης, όπου το αποτέλεσμα αυτό βασίζεται στην επίλυση ενός καθορισμένου μαθηματικού προτύπου.

Στόχος της συγκεκριμένης μεταπτυχιακής διατριβής είναι η ποσοτικοποίηση των εκφρασμένων προτιμήσεων σημαντικότητας και η μοντελοποίηση του προβλήματος με χρήση μεθόδων μαθηματικού προγραμματισμού. Πιο συγκεκριμένα, θα παρουσιαστεί η ανάπτυξη ενός μοντέλου ταξινόμησης για βαθμωτές μεταβλητές βασισμένο στην ποιοτική ανάλυση παλινδρόμησης. Σημαντικό τμήμα της ερευνητικής προσπάθειας αφορά στην ανάλυση του προβλήματος της μεταβελτιστοποίησης για το μορφοποιημένο μοντέλο μαθηματικού προγραμματισμού, καθώς και στην εξέταση του προβλήματος επιλογής των κατάλληλων παραμέτρων του μοντέλου.

Επιπλέον, στην παρούσα εργασία θα διερευνηθεί ο συνδυασμός της συγκεκριμένης προσέγγισης με άλλες τεχνικές ποιοτικής ανάλυσης παλινδρόμησης, όπως το μοντέλο MUSA [Grigoroudis and Siskos (2002)], με στόχο την αναζήτηση ενός μοντέλου το οποίο θα περιέχει προτιμήσεις τόσο για την απόδοση όσο και για τη σημαντικότητα των χαρακτηριστικών ποιότητας.

Μέσω των παραπάνω, θα αναπτυχθεί ένα ολοκληρωμένο μοντέλο προτιμήσεων, και θα ελεγχθεί αν η πρόσθετη πληροφορία είναι σε θέση να βελτιώσει την ευστάθεια των αποτελεσμάτων. Επιπρόσθετα θα δοθεί η δυνατότητα συγκριτικής ανάλυσης των αποτελεσμάτων με στόχο την κατηγοριοποίηση και τον καθορισμό των διαστάσεων ποιότητας σύμφωνα με το μοντέλο του Kano, το οποίο περιλαμβάνει τις κατηγορίες της αναμενόμενης, επιθυμητής και ελκυστικής ποιότητας. Αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους στόχους της παρούσας διατριβής, δεδομένης της δυνατότητας καθορισμού στρατηγικής βελτίωσης που προσφέρει.

Κεφάλαιο 1^ο: Εισαγωγή

1.1. Ποιότητα υπηρεσιών

Μεγάλος αριθμός μελετών έχει δείξει ότι η μακροπρόθεσμη επιτυχία μιας επιχείρησης είναι στενά συνδεδεμένη με την ικανότητά της να προσαρμόζεται στις ανάγκες και τις συνεχώς μεταβαλλόμενες προτιμήσεις των πελατών της. Οι περισσότερες εταιρίες σήμερα ακολουθούν μια φιλοσοφία ‘συνεχούς βελτίωσης’ και ‘προσανατολισμού’ στον πελάτη, με κίνητρο την απόδοση προϊόντων και υπηρεσιών που πληρούν τις απαιτήσεις ποιότητας των πελατών.

Για το λόγο αυτό, η εκτίμηση της ποιότητας των προϊόντων/ υπηρεσιών μπορεί να βασιστεί στις αντιλήψεις των πελατών για την ποιότητα, βασίζεται δηλαδή στον ίδιο τον πελάτη, με την έννοια ότι ποιότητα είναι αυτό που ικανοποιεί καλύτερα συγκεκριμένες ανάγκες του πελάτη. Κατά την αξιολόγηση της ποιότητας υπάρχουν κάποια ειδικά προβλήματα που αφορούν κυρίως στην υποκειμενικότητα της αρχής της ποιότητας από τους πελάτες (βέβαια, παρόλη την υποκειμενικότητα, υπάρχουν πάντα κάποιες ελάχιστες απαιτήσεις ποιότητας) και στον προσδιορισμό των διαφορετικών όψεων της ποιότητας.

Σύμφωνα με τους Jackson and David (1995) ποιότητα είναι η σύνθεση όλων των ιδιοτήτων και χαρακτηριστικών του προσφερόμενου προϊόντος/ υπηρεσίας που ικανοποιούν εκφρασμένες ή συναγόμενες ανάγκες των πελατών. Υπάρχει όμως μια διαφοροποίηση ανάμεσα στην ποιότητα προϊόντων και στην ποιότητα υπηρεσιών.

Η ποιότητα προϊόντων μπορεί να μετρηθεί με ένα σύνολο αντικειμενικών δεικτών, όπως αντοχή στο χρόνο, αριθμός ελαττωμάτων ή ελαττωματικών προϊόντων, κλπ. Από την άλλη, η ποιότητα των υπηρεσιών είναι μια περισσότερο αφηρημένη και αόριστη έννοια, διότι εμπεριέχει τα χαρακτηριστικά της ασάφειας, της ετερογένειας και της μη δυνατότητας διάκρισης ανάμεσα σε παραγωγή και κατανάλωση. Βασικά χαρακτηριστικά της ποιότητας υπηρεσιών είναι η ύπαρξη μη απτών χαρακτηριστικών και η υποκειμενικότητα των χαρακτηριστικών, ενώ δίνεται έμφαση στις διαδικασίες.

Στενή είναι και η σχέση ανάμεσα στην ποιότητα υπηρεσιών και την ικανοποίηση πελατών. Η ποιότητα υπηρεσιών αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους προσδιοριστικούς παράγοντες της ικανοποίησης του πελάτη, η οποία επηρεάζει σε

μεγάλο βαθμό την πρόθεση αγοράς του καταναλωτή. Η σπουδαιότητά της είναι αυξημένη σε περιπτώσεις έντονου ανταγωνισμού (τιμών, ποιότητας, προϊόντων).

Παρά το γεγονός ότι η διαφοροποίηση ποιότητας υπηρεσιών και ικανοποίησης του πελάτη δεν είναι πάντα σαφής, η ικανοποίηση μπορεί να θεωρηθεί ως μια γνωστική/ συναισθηματική αντίδραση, η οποία προκύπτει από ένα σύνολο αντιληπτών χαρακτηριστικών ποιότητας. Ουσιαστικά, η ικανοποίηση του πελάτη είναι η γνωστική κατάστασή του που αφορά στην επαρκή ή ανεπαρκή ανταμοιβή του για τις θυσίες που έχει κάνει [Howard and Seth (1969)]. Η ικανοποίηση περιλαμβάνει την εκπλήρωση αναγκών, ευχαρίστηση (δυσαρέσκεια), αλληλεπιδράσεις προσδοκιών και απόδοσης, εκτίμηση της αγοράς και της κατανάλωσης, αξιολόγηση του οφέλους κατανάλωσης.

Μια εναλλακτική προτεινόμενη διαφοροποίηση θεωρεί ότι η ποιότητα σχετίζεται περισσότερο με τις διοικητικές λειτουργίες μιας επιχείρησης που είναι υπεύθυνη για την προσφορά μιας υπηρεσίας, ενώ η ικανοποίηση αφορά την εμπειρία του πελάτη με την συγκεκριμένη υπηρεσία. Γι' αυτό το λόγο, πιθανές βελτιώσεις ποιότητας που δε βασίζονται στις ανάγκες του πελάτη, δεν είναι σε θέση να βελτιώσουν το επίπεδο ικανοποίησης.

Στα θεμέλια της προσέγγισης της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας βρίσκεται η πεποίθηση ότι η βελτίωση της ποιότητας των παρεχόμενων προϊόντων και υπηρεσιών δε μπορεί να βασίζεται σε εσωτερικούς δείκτες της επιχείρησης, αλλά θα πρέπει να συνδυάζεται με δεδομένα που προέρχονται άμεσα από τους πελάτες. Η ποιότητα θα πρέπει να εκδηλώνεται με τρόπους σχετικούς και αντιληπτούς από το σύνολο των πελατών της επιχείρησης. Με βάση τα παραπάνω η ικανοποίηση των πελατών θεωρείται ως η πιο αναγκαία προϋπόθεση για την παροχή υψηλού επιπέδου ποιότητας προϊόντων και υπηρεσιών.

1.2. Μοντελοποίηση αξιολόγησης ποιότητας υπηρεσιών και ικανοποίησης πελατών

Η εφαρμογή των βασικών αρχών της συνεχούς βελτίωσης απαιτεί την ύπαρξη συγκεκριμένης διαδικασίας μέτρησης της ποιότητας υπηρεσιών και της ικανοποίησης πελατών.

Οι εναλλακτικές προσεγγίσεις ανάλυσης και μέτρησης της ποιότητας υπηρεσιών και ικανοποίησης πελατών περιλαμβάνουν τις παρακάτω προσεγγίσεις:

- Ποσοτικές προσεγγίσεις και μοντέλα
 - ο Απλές τεχνικές περιγραφικής στατιστικής
 - ο Βασικές στατιστικές μέθοδοι
 - ο Εξειδικευμένα στατιστικά μοντέλα κατηγορικών μεταβλητών (logit-probit analysis, loglinear models)
 - ο Δομικά μοντέλα εξισώσεων
 - ο Τεχνικές ποιοτικής ανάλυσης παλινδρόμησης
 - ο Άλλες ποσοτικές προσεγγίσεις
- Προσέγγιση ολικής ποιότητας
- Ανάλυση χάσματος (Servqual, Servpref)
- Μοντέλα συμπεριφοράς καταναλωτή
- Εξειδικευμένες τεχνικές και μοντέλα (Fornell, Kano)

Το πρόβλημα της αξιολόγησης της ικανοποίησης των πελατών, στα πλαίσια των ποσοτικών μεθόδων ανάλυσης δεδομένων και των μοντέλων στατιστικής έχει τα εξής βασικά χαρακτηριστικά [Wilkie and Pessemier (1973), Churchill (1991)]:

1. Το συγκεκριμένο θέμα προσεγγίζεται όχι μόνο ως ένα πρόβλημα μέτρησης, αλλά και ως πρόβλημα ανάλυσης και ερμηνείας της ποιότητας των υπηρεσιών. Δεν αρκεί για κάποια επιχείρηση ή οργανισμό να γνωρίζει αν οι πελάτες είναι ικανοποιημένοι ή όχι, αλλά θα πρέπει οι μέθοδοι και τεχνικές που χρησιμοποιούνται να προσδιορίζουν τους λόγους για τους οποίους συμβαίνει αυτό.
2. Στην συντριπτική πλειοψηφία των πραγματικών εφαρμογών, είναι αποδεκτό ότι η πληροφορία στο πρόβλημα αξιολόγησης της ικανοποίησης θα πρέπει να προέρχεται άμεσα από το σύνολο των πελατών της επιχείρησης. Το γεγονός αυτό καθιστά ως επιτακτική ανάγκη τη διεξαγωγή ερευνών ικανοποίησης και άρα τη συλλογή μεγάλου αριθμού δεδομένων.
3. Η χρήση πολυμεταβλητών μεθόδων ανάλυσης της συλλεγόμενης πληροφορίας θεωρείται αναγκαία, δεδομένου ότι η ικανοποίηση των πελατών εξαρτάται από ένα σύνολο παραγόντων ή χαρακτηριστικών του προσφερόμενου προϊόντος/ υπηρεσίας. Επιπρόσθετα, σε αρκετές περιπτώσεις

υπάρχει η επιθυμία ερμηνείας και ανάλυσης της συμπεριφοράς των πελατών σε σχέση με ένα σύνολο ανταγωνιστικών προϊόντων.

Σύμφωνα με την περιγραφική στατιστική η πλέον απλή τεχνική ανάλυσης δεδομένων μιας έρευνας ικανοποίησης είναι ο υπολογισμός των συχνοτήτων των απαντήσεων των πελατών σε συγκεκριμένες ερωτήσεις που θεωρούνται 'κρίσιμες'. Πιο συγκεκριμένα, ανάλογα με την κλίμακα που χρησιμοποιείται, υπολογίζονται τα ποσοστά των ικανοποιημένων και των δυσαρεστημένων πελατών, τα οποία αποτελούν ένα δείκτη απόδοσης της επιχείρησης. Σε αρκετές περιπτώσεις, ο χαρακτηρισμός και η επιλογή των βαθμίδων ικανοποίησης που αντιπροσωπεύουν ικανοποιημένους και δυσαρεστημένους πελάτες εξαρτάται από την πολιτική της εταιρίας και τον ανταγωνισμό της αγοράς. Η συγκεκριμένη προσέγγιση δεν παραβιάζει την ποιοτική φύση της συλλεγόμενης πληροφορίας [Dutka (1995)].

Μια από τις πρώτες προσπάθειες βασικών στατιστικών μεθόδων σε δεδομένα έρευνας ικανοποίησης είναι η **πολλαπλή ανάλυση παλινδρόμησης** (multiple regression analysis). Η συγκεκριμένη μέθοδος χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της σχέσης ανάμεσα στο σύνολο της απόδοσης των χαρακτηριστικών (ανεξάρτητες μεταβλητές) και στη συνολική αποτίμηση αξίας της ικανοποίησης των πελατών (εξαρτημένη μεταβλητή).

Μια άλλη στατιστική μέθοδος που χρησιμοποιείται ευρέως σε εφαρμογές ερευνών ικανοποίησης είναι η **παραγοντική ανάλυση** (factor analysis), βασικός στόχος της οποίας είναι η μελέτη του τρόπου συσχέτισης ενός συνόλου χαρακτηριστικών του προσφερόμενου προϊόντος/ υπηρεσίας.

Τα πολυμεταβλητά μοντέλα πιθανότητας υπό συνθήκη (multivariate conditional probability models) αποτελούν μια ξεχωριστή και σχετικά νέα κατηγορία μεθόδων ανάλυσης δεδομένων ερευνών ικανοποίησης. Τα πλέον διαδεδομένα και χαρακτηριστικά παραδείγματα της συγκεκριμένης προσέγγισης είναι το **λογιστικό μοντέλο πιθανότητας** (logit analysis) και το **κανονικό μοντέλο πιθανότητας** (probit analysis), αναλυτική παρουσίαση των οποίων μπορεί να βρεθεί στους Gnanadesikan (1977), Hanushek and Jackson (1977), Fienberg (1980), Andersen (1990) και Agresti (1996).

Η προσέγγιση ολικής ποιότητας περιλαμβάνει τα **μοντέλα ολικής ποιότητας** (total quality models) που στοχεύουν στη συνεχή βελτίωση των προϊόντων και των υπηρεσιών ενός οργανισμού, ενώ μέτρο σύγκρισης επιδόσεων (benchmark) για τον οργανισμό είναι οι επιδόσεις του καλύτερου ανταγωνιστή, σε κάθε κατηγορία

αντίστοιχα. Ο υπό βελτίωση οργανισμός πρέπει να ακολουθεί την πρακτική της συνεχούς σύγκρισης με έναν ανταγωνιστή-πρότυπο, την αξιοποίηση της εμπειρίας και των ικανοτήτων του προσωπικού, την ενθάρρυνση συνεχούς καινοτομίας προϊόντων και τη συνεχή επικοινωνία-συνεργασία με τους πελάτες και τους προμηθευτές του [Σπανός (1997)].

Τα πιο γνωστά μοντέλα ολικής ποιότητας είναι:

- Το Ιαπωνικό μοντέλο Deming
- Το Αμερικάνικο βραβείο ποιότητας Malcolm Baldrige
- Το Ευρωπαϊκό μοντέλο ποιότητας EQA

Η ικανοποίηση των πελατών αποτελεί το σημαντικότερο παράγοντα για την ανάπτυξη μιας διαδικασίας ολικής ποιότητας, δεδομένου ότι αυτή βασίζεται στις ανάγκες, τις προσδοκίες και γενικότερα τα πρότυπα των πελατών. Με αυτόν τον τρόπο, δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην προστιθέμενη αξία των προσφερόμενων προϊόντων και υπηρεσιών, σύμφωνα με την προοπτική του πελάτη. Τα προϊόντα και οι υπηρεσίες μπορούν να θεωρηθούν ως συγκεκριμένες λύσεις σε προβλήματα των πελατών.

Τόσο οι όροι της ‘ποιότητας’, όσο και της ικανοποίησης δεν προσδιορίζονται με βάση εσωτερικούς κανονισμούς και προδιαγραφές της επιχείρησης αλλά καθορίζονται από τους ίδιους τους πελάτες, μέσα από μια διαδικασία σύγκρισης εναλλακτικών προϊόντων και ανταγωνιστικών εταιριών.

Το γενικευμένο μοντέλο της ανάλυσης συμπεριφοράς του καταναλωτή θεωρεί την ψυχολογία του καταναλωτή ως ένα ‘μαύρο κουτί’, το οποίο μεσολαβεί ανάμεσα στην αξιολόγηση της απόδοσης του προϊόντος και της ικανοποίησης ή δυσαρέσκειας του πελάτη. Τα διάφορα μοντέλα συμπεριφοράς του καταναλωτή προσπαθούν να περιγράψουν και να εξηγήσουν τι ακριβώς συμβαίνει σε αυτό το μαύρο κουτί [Oliver (1996)]. Τα κυριότερα μοντέλα συμπεριφοράς καταναλωτή είναι το μοντέλο του Oliver, η θεωρία της δικαιοσύνης (equity theory) και η θεωρία της μετάνοιας (regret theory).

Σύμφωνα με το **μοντέλο του Oliver** [Oliver (1977, 1980), Swan and Travick (1981), Churchill and Suprenant (1982)], η ικανοποίηση μπορεί να οριστεί ως μια ευχάριστη μετά-αγοραστική εμπειρία από ένα προϊόν/ υπηρεσία, δεδομένης της προ-αγοραστικής προσδοκίας του πελάτη. Όπως γίνεται αντιληπτό, κυρίαρχο ρόλο στο συγκεκριμένο μοντέλο παίζει η διαδικασία σύγκρισης του πελάτη με βάση τις

προσδοκίες που αυτός έχει. Για αυτό το λόγο η προσέγγιση του Oliver ονομάζεται και **μοντέλο διάψευσης προσδοκίας** (expectancy disconfirmation model).

Η **θεωρία της δικαιοσύνης** αποτελεί μια άλλη εναλλακτική προσέγγιση από το χώρο της συμπεριφοράς του καταναλωτή. Ο Homans, ένας από τους πρωτοπόρους της συγκεκριμένης προσέγγισης, διατύπωσε το 'νόμο της δικαιοσύνης', ο οποίος περικλείει την ουσία της θεωρίας: *'...Η ανταμοιβή ενός ατόμου στις συναλλαγές του με άλλους θα πρέπει να είναι ανάλογη της επένδυσης που έχει πραγματοποιήσει...'* [Homans (1961)].

Τόσο η 'ανταμοιβή', όσο και η 'επένδυση' αναφέρονται με τη γενικότερη έννοια του όρου. Έτσι, στο πρόβλημα της ικανοποίησης, η ανταμοιβή του πελάτη μπορεί να πάρει τη μορφή της απόδοσης ενός προϊόντος, ή των χαρακτηριστικών του. Όμοια η επένδυση αφορά κόπο, χρήμα ή γενικότερη προσπάθεια που καταβάλει ο πελάτης για την αγορά ή χρήση του συγκεκριμένου προϊόντος.

Σύμφωνα με τη θεωρία της δικαιοσύνης, η ικανοποίηση είναι το αποτέλεσμα της σύγκρισης ανταμοιβών και επενδύσεων του πελάτη σε σχέση με:

- τις προσδοκίες ή τις προβλέψεις του
- τις ανταμοιβές και τις επενδύσεις της εταιρίας ή του πωλητή και
- τις ανταμοιβές και τις επενδύσεις άλλων καταναλωτών.

Τέλος, μια σχετικά νέα προσέγγιση της κοινωνικής ψυχολογίας είναι η **θεωρία της μετάνοιας**, η οποία βασίζεται στην υπόθεση ότι ο καταναλωτής συγκρίνει με βάση γεγονότα και καταστάσεις που δεν έχουν συμβεί, αλλά θα μπορούσαν να συμβούν [Bell (1980), Loomes and Sugden (1982)]. Πιο συγκεκριμένα, ένας πελάτης μετανιώνει για την αγορά ενός προϊόντος διότι θα μπορούσε να αγοράσει ένα άλλο ανταγωνιστικό προϊόν, ή ακόμη να μην είχε πραγματοποιήσει τη συγκεκριμένη αγορά.

Άλλες μεθοδολογικές προσεγγίσεις εκτίμησης της ποιότητας υπηρεσιών και της ικανοποίησης πελατών αποτελούν το μοντέλο του Kano και το μοντέλο του Fornell. Η σημαντικότητα διαφορετικών χαρακτηριστικών ποιότητας του προσφερόμενου προϊόντος ή υπηρεσίας είναι σε θέση να αναλύσει τη συμπεριφορά και να προσδιορίσει τον τρόπο αντίδρασης των πελατών. Η υπόθεση αυτή αποτελεί και τη βασική αρχή του **μοντέλου του Kano** [Kano (1984)], σύμφωνα με το οποίο είναι δυνατό να παρατηρηθούν διαφορετικά επίπεδα ή τύποι ποιότητας, ανάλογα με τις απόψεις των πελατών για τη σημαντικότητα συγκεκριμένων χαρακτηριστικών του

προϊόντος. Το μοντέλο του Kano περιλαμβάνει τρία βασικά επίπεδα ποιότητας: την αναμενόμενη, επιθυμητή και ελκυστική ποιότητα.

Το **μοντέλο ικανοποίησης του Fornell** [Fornell and Wernerfelt (1988), Johnson and Fornell (1991), Anderson and Fornell (1991), Anderson and Sullivan (1991), Fornell (1992), Anderson et al. (1994), Anderson (1994), Fornell et al. (1996), Fornell (1995)] αποτελεί το βασικό εργαλείο μέτρησης και ανάλυσης που χρησιμοποιείται, τόσο στον Αμερικάνικο δείκτη ικανοποίησης (American Customer Satisfaction Index-ACSI), όσο και στο Σουηδικό βαρόμετρο ικανοποίησης (Swedish Customer Satisfaction Barometer-SCSB).

Η συγκεκριμένη προσέγγιση βασίζεται σε ένα οικονομετρικό μοντέλο το οποίο συσχετίζει διάφορα μέτρα της ικανοποίησης των πελατών (π.χ. προσδοκίες, πίστη, διατύπωση παραπόνων, κλπ) με συγκεκριμένες και προκαθορισμένες σχέσεις. Τα δεδομένα του μοντέλου συλλέγονται με δημοσκοπήσεις ευρείας κλίμακας στο σύνολο των τελικών καταναλωτών των προϊόντων ή υπηρεσιών. Το μοντέλο του Fornell, με βάση τις προκαθορισμένες σχέσεις ανάμεσα στις μεταβλητές που περιλαμβάνει δημιουργεί ένα ολοκληρωμένο σύστημα ‘αιτίου-αποτελέσματος’ (cause and effect system). Η ικανοποίηση του πελάτη θεωρείται ως μια λανθάνουσα μεταβλητή (latent variable), η οποία εκτιμάται με βάση ένα σύνολο παραμέτρων.

Πολλά είναι τα πλεονεκτήματα των προγραμμάτων μέτρησης ποιότητας υπηρεσιών και ικανοποίησης πελατών. Εφόσον αποτελούν συστηματικές και συνεχής προσπάθειες μιας εταιρίας, βελτιώνουν την επικοινωνία με το σύνολο των πελατών. Επιπλέον, η εταιρία μπορεί να δει κατά πόσο οι υπηρεσίες της ανταποκρίνονται στις προσδοκίες των πελατών. Δίνεται έτσι η δυνατότητα να μελετηθεί κατά πόσο νέες ενέργειες, προσπάθειες και προγράμματα έχουν αντίκτυπο στην πελατεία της επιχείρησης. Τα προγράμματα μέτρησης ικανοποίησης υπηρεσιών επιτρέπουν ακόμα τον εντοπισμό των κρίσιμων διαστάσεων ικανοποίησης που θα πρέπει να βελτιωθούν και υποδεικνύουν τους τρόπους με τους οποίους θα επιτευχθεί η βελτίωση αυτή. Προσδιορίζουν παράλληλα τα σημαντικότερα μειονεκτήματα και πλεονεκτήματα της επιχείρησης σε σχέση με τον ανταγωνισμό, σύμφωνα με τις απόψεις και τις αντιλήψεις των πελατών. Δίνεται τέλος ένα κίνητρο στο προσωπικό της εταιρίας να αυξήσει την παραγωγικότητά του, δεδομένου ότι οι προσπάθειες βελτίωσης της ποιότητας των υπηρεσιών που παρέχονται αξιολογούνται από τους ίδιους τους πελάτες.

1.3. Στόχος και δομή της εργασίας

Σε αρκετά προβλήματα αξιολόγησης της ποιότητας των υπηρεσιών ενός οργανισμού οι άμεσοι χρήστες των υπηρεσιών αυτών (εσωτερικοί ή εξωτερικοί πελάτες) ερωτούνται ως προς τις προτιμήσεις τους, όσον αφορά στη σημαντικότητα των χαρακτηριστικών ποιότητας και την ολική ή μερική απόδοση των χαρακτηριστικών της υπηρεσίας. Παρότι υπάρχει σημαντικός αριθμός εναλλακτικών τεχνικών, οι προηγούμενες προτιμήσεις αξιολογούνται με βάση ένα σύνολο βαθμωτών μεταβλητών (ordinal variables), κυρίως λόγω του ποιοτικού χαρακτήρα που έχει η συγκεκριμένη πληροφορία.

Οι βασικές μεθοδολογικές προσεγγίσεις στο συγκεκριμένο πρόβλημα περιλαμβάνουν είτε άμεσες τεχνικές εκτίμησης της σημαντικότητας των παραγόντων, οι οποίες προσπαθούν να «εκμαιεύσουν» τη βαρύτητα των διαστάσεων ποιότητας απευθείας από τον ίδιο τον αξιολογητή (π.χ. μοντέλο Servqual), είτε έμμεσες τεχνικές εκτίμησης, όπου το αποτέλεσμα αυτό βασίζεται στην επίλυση ενός καθορισμένου μαθηματικού προτύπου (π.χ. πολλαπλή ανάλυση παλινδρόμησης, παραγοντική ανάλυση, διακριτή ανάλυση, κ.α.).

Η κριτική στις άμεσες τεχνικές εκτίμησης της σημαντικότητας των παραγόντων αφορούν κυρίως στην αδυναμία του πελάτη να ξεχωρίσει τη σημαντικότητα παραγόντων. Όλα είναι σημαντικά για τον πελάτη και η απευθείας ερώτηση μπορεί να οδηγήσει σε λανθασμένα αποτελέσματα. Πολλοί ερευνητές τονίζουν ότι η άμεση μέτρηση της σημαντικότητας παραγόντων μπορεί να παρέχει μόνο μερική αντίληψη της σημαντικότητας παραγόντων και της επίπτωσής τους στην ικανοποίηση των πελατών.

Τα σημαντικότερα προβλήματα και η κριτική που ασκείται στις προσεγγίσεις τις έμμεσες τεχνικής εκτίμησης της σημαντικότητας των παραγόντων εστιάζονται κυρίως στην ποσοτικοποίηση των δεδομένων και την ύπαρξη πολλαπλής συγγραμμικότητας (multicollinearity) ανάμεσα στις ανεξάρτητες μεταβλητές.

Πιο συγκεκριμένα, ακόμα και όταν χρησιμοποιείται μια ποσοτική κλίμακα ικανοποίησης πραγματοποιείται η υπόθεση ότι οι μεταβλητές της μεθόδου είναι συνεχείς, γεγονός που δε συμβαδίζει με τη φύση της συλλεγόμενης πληροφορίας. Επίσης η ύπαρξη εξάρτησης ανάμεσα στις ανεξάρτητες μεταβλητές επηρεάζει την

αξιοπιστία των αποτελεσμάτων της μεθόδου, και είναι δυνατό να οδηγήσει σε ασυνεπή αποτελέσματα.

Σε γενικές γραμμές, οι προηγούμενες αξιολογήσεις ορίζουν συνήθως ένα σύνολο προτιμησιακών κλάσεων, με ασαφή χαρακτήρα τις περισσότερες φορές. Στόχος της συγκεκριμένης μεταπτυχιακής διατριβής είναι η ποσοτικοποίηση των εκφρασμένων προτιμήσεων και η μοντελοποίηση του προβλήματος με χρήση μεθόδων μαθηματικού προγραμματισμού (π.χ. προγραμματισμός στόχων), καθώς και η διερεύνηση εφαρμογής άλλων εναλλακτικών τεχνικών. Η διαδικασία αυτής της ποσοτικοποίησης θεωρείται αναγκαία λόγω της ποιοτικής μορφής της συγκεκριμένης πληροφορίας.

Σημαντικό τμήμα της ερευνητικής προσπάθειας αφορά στην ανάλυση του προβλήματος της μεταβελτιστοποίησης για το μορφοποιημένο μοντέλο μαθηματικού προγραμματισμού (με τη χρήση εναλλακτικών αντικειμενικών συναρτήσεων), καθώς και στην εξέταση του προβλήματος επιλογής των κατάλληλων παραμέτρων του μοντέλου. Στη φάση μεταβελτιστοποίησης αντιμετωπίζονται προβλήματα που σχετίζονται με την ύπαρξη πολλαπλών ή ημιβέλτιστων λύσεων στο μορφοποιημένο μοντέλο μαθηματικού προγραμματισμού.

Επιπλέον, στην παρούσα εργασία θα διερευνηθεί ο συνδυασμός της συγκεκριμένης προσέγγισης με άλλες τεχνικές ποιοτικής ανάλυσης παλινδρόμησης, όπως το μοντέλο MUSA [Grigoroudis and Siskos (2002)], με στόχο την αναζήτηση ενός μοντέλου το οποίο θα περιέχει προτιμήσεις τόσο για την απόδοση όσο και για τη σημαντικότητα των χαρακτηριστικών ποιότητας.

Η ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου μοντέλου προτιμήσεων είναι δυνατό να εξεταστεί χρησιμοποιώντας ένα μοντέλο πολυκριτήριου γραμμικού προγραμματισμού (MOLP, Multi-Objective Linear Programming), δεδομένης της ύπαρξης πολλαπλών στόχων και της ανταγωνιστικής σχέσης που αυτοί έχουν συνήθως. Μια βασική έννοια για την αναπαράσταση του ανταγωνισμού μεταξύ πολλαπλών αντικειμενικών συναρτήσεων είναι ο πίνακας πληρωμών ή κερδών (pay-off table), όπου βελτιστοποιείται η κάθε αντικειμενική συνάρτηση χωριστά και υπολογίζονται οι τιμές των υπολοίπων αντικειμενικών συναρτήσεων.

Μέσω των παραπάνω, θα αναπτυχθεί ένα ολοκληρωμένο μοντέλο προτιμήσεων, και θα ελεγχθεί αν η πρόσθετη πληροφορία είναι σε θέση να βελτιώσει την ευστάθεια των αποτελεσμάτων. Επιπρόσθετα θα δοθεί η δυνατότητα συγκριτικής ανάλυσης των αποτελεσμάτων με στόχο την κατηγοριοποίηση και τον καθορισμό των διαστάσεων ποιότητας.

Ο χαρακτηρισμός των χαρακτηριστικών ποιότητας σύμφωνα με το μοντέλο του Kano περιλαμβάνει τις κατηγορίες της αναμενόμενης, επιθυμητής και ελκυστικής ποιότητας. Αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους στόχους της παρούσας διατριβής, δεδομένης της δυνατότητας καθορισμού στρατηγικής βελτίωσης που προσφέρει.

Τα αποτελέσματα σύμφωνα με την προσέγγιση του Kano μπορούν να οργανωθούν σε αντιληπτικούς χάρτες, οι οποίοι παρουσιάζουν παραστατικά την εκφρασμένη και εκτιμώμενη σημαντικότητα των διαστάσεων ικανοποίησης και βοηθούν στην ανάπτυξη στρατηγικών βελτίωσης για τα παρεχόμενα προϊόντα/ υπηρεσίες.

Ανακεφαλαιώνοντας, στην παρούσα εργασία θα πραγματοποιηθεί η ανάπτυξη ενός μοντέλου ταξινόμησης για βαθμωτές μεταβλητές βασισμένο στην ποιοτική ανάλυση παλινδρόμησης. Επιπλέον θα διερευνηθεί η επίλυση του συγκεκριμένου μοντέλου με αναπροσαρμογή στα δεδομένα του προβλήματος διαφόρων εναλλακτικών τεχνικών, όπως ο συναινετικός προγραμματισμός, η μέθοδος ολικού κριτηρίου, το κριτήριο του καθώς και μιας ευρεστικής μεθόδου.

Η εργασία διαιρείται σε οκτώ κεφάλαια. Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται μια παρουσίαση των βασικών μεθοδολογικών προσεγγίσεων της εκτίμησης σημαντικότητας παραγόντων σε προβλήματα ποιότητας υπηρεσιών. Παρουσιάζονται άμεσες και έμμεσες τεχνικές εκτίμησης της σημαντικότητας παραγόντων, καθώς και διάφορες εναλλακτικές προσεγγίσεις στο πεδίο της πολυκριτήριας ανάλυσης αποφάσεων (Multicriteria Decision Analysis, MCDA) και των συλλογικών μοντέλων. Στο τρίτο κεφάλαιο αναλύεται η σημαντικότητα των διαστάσεων ικανοποίησης μέσα στη Διοίκηση Ολικής Ποιότητας (Total Quality Management, TQM) δίνοντας έμφαση στο μοντέλο του Kano και στις τρεις κατηγορίες ποιότητας που περιλαμβάνει.

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται η παρουσίαση κάποιων εφαρμογών του μοντέλου Kano σε συνδυασμό με άλλα μοντέλα (π.χ. QFD, SERVQUAL, κ.α.). Η συχνή χρήση της προσέγγισης Kano αποδεικνύει την αξία του και τη συμβολή του αναφορικά με την ποιότητα των υπηρεσιών και την ικανοποίηση των πελατών, στα πλαίσια της μέτρησης και της ανάλυσής τους.

Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η προτεινόμενη μεθοδολογία εκτίμησης της σημαντικότητας παραγόντων σε προβλήματα ποιότητας υπηρεσιών, καθώς και ο συνδυασμός της συγκεκριμένης προσέγγισης με το μοντέλο MUSA [Grigoroudis and Siskos (2002)]. Στα πλαίσια της ανάπτυξης ενός ολοκληρωμένου μοντέλου

προτιμήσεων είναι μορφοποιείται ένα πρόβλημα πολυκριτήριου γραμμικού προγραμματισμού (MOLP) και δίνονται τα γραμμικά πρόγραμμα επίλυσης του πολυκριτήριου προβλήματος με χρήση του συναινετικού προγραμματισμού, της μεθόδου ολικού κριτηρίου και μιας ευρεστικής μεθόδου.

Στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζονται δύο πραγματικές εφαρμογές των προτεινόμενων προσεγγίσεων σε έναν εκπαιδευτικό οργανισμό και σε μια εταιρία γραφικών τεχνών, ενώ στο έβδομο κεφάλαιο παρουσιάζεται η διαδικασία παραγωγής 120 σετ δεδομένων με τη χρήση τεχνικών προσομοίωσης και τα αποτελέσματα της εφαρμογής του προτεινόμενου ολοκληρωμένου μοντέλου προτιμήσεων σημαντικότητας και ικανοποίησης. Κύριος στόχος είναι να γίνει επιβεβαίωση των αρχικών ενδείξεων βελτίωσης της ευστάθειας σχετικά με τα βάρη των κριτηρίων με χρήση του MUSA II, καθώς και η επιλογή παραμέτρων για το προτεινόμενο μοντέλο.

Τέλος, στο όγδοο κεφάλαιο ανακεφαλαιώνονται τα κυριότερα συμπεράσματα και εξετάζονται οι μελλοντικές επεκτάσεις της παρούσας ερευνητικής εργασίας.

Κεφάλαιο 2^ο: Εναλλακτικές μεθοδολογίες εκτίμησης της σημαντικότητας κριτηρίων

2.1 Εισαγωγή

Τα βάρη των κριτηρίων έχουν βασικό ρόλο κατά τη μέτρηση των τιμών προτίμησης των εναλλακτικών σε πολλά μοντέλα. Στη βιβλιογραφία τα βάρη των κριτηρίων μετριοούνται άμεσα ή έμμεσα μέσω διαφόρων μεθόδων εκτίμησης. Ενώ οι προσεγγίσεις άμεσης μέτρησης των βαρών των κριτηρίων έχουν το πλεονέκτημα ότι τα βάρη προέρχονται απευθείας από το μυαλό του αποφασίζοντα, υπάρχει η ένσταση ότι έτσι παρέχεται μόνο μερική κατανόηση των βαρών των κριτηρίων. Στα θεμέλια των προσεγγίσεων εκτιμώμενης σημαντικότητας των κριτηρίων βρίσκεται η υπόθεση ότι ενώ οι αποφασίζοντες μπορούν να παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τις προτιμήσεις τους, δεν μπορούν να καθορίσουν άμεσα τη σχετική σημαντικότητα των διαφορετικών χαρακτηριστικών που λαμβάνουν υπόψη κατά τη διαδικασία απόφασης [Horsky and Rao (1984)]. Στο εν λόγω κεφάλαιο θα παρουσιαστούν διάφοροι τρόποι εκτίμησης εκφρασμένης και εκτιμώμενης σημαντικότητας μέσα σε έρευνες ικανοποίησης πελατών, καθώς κάποιες εναλλακτικές μεθοδολογίες σχετικά με την εκτίμηση των βαρών των κριτηρίων.

2.2 Εκφρασμένη σημαντικότητα

Το πλεονέκτημα της άμεσης μέτρησης της σημαντικότητας παραγόντων και του υπολογισμού της εκφρασμένης σημαντικότητας (stated importance) είναι ότι το επίπεδο σημαντικότητας υπολογίζεται εύκολα και φαίνεται να προκύπτει απευθείας από το μυαλό του πελάτη. Στην πραγματικότητα όμως οι πελάτες δύσκολα μπορούν να ξεχωρίσουν τη σημαντικότητα παραγόντων. Όλα είναι σημαντικά για τον πελάτη και η απευθείας ερώτηση μπορεί να οδηγήσει σε λανθασμένα αποτελέσματα. Πολλοί ερευνητές τονίζουν ότι η άμεση μέτρηση της σημαντικότητας παραγόντων μπορεί να παρέχει μόνο μερική αντίληψη της σημαντικότητας παραγόντων και της επίπτωσης τους στην ικανοποίηση των πελατών [MORI (2002)].

Η άμεση μέτρηση της σημαντικότητας γίνεται συνήθως με τους εξής τρόπους [Hauser (1991)]:

- Μέσω ευθείας ερώτησης των πελατών σχετικά με τη σημαντικότητα παραγόντων. Σε αυτές τις ερωτήσεις γίνεται χρήση μιας ποσοτικής κλίμακας της εξής μορφής:



Εφόσον η έρευνα για τη σημαντικότητα παραγόντων γίνεται στα πλαίσια μιας έρευνας ικανοποίησης πελατών η παραπάνω κλίμακα μπορεί να οριστεί σε διάστημα όμοιο με την κλίμακα ικανοποίησης.

- Ζητείται από τους πελάτες να κατανεύουν ένα σύνολο βαθμών σημαντικότητας (10 ή 100) πάνω σε ένα σύνολο χαρακτηριστικών του προϊόντος/ υπηρεσίας. Αυτή η μέθοδος ‘αναγκάζει’ τον πελάτη να διακρίνει διαφορετικά επίπεδα σημαντικότητας. Παρόλο που η συγκεκριμένη τεχνική χρησιμοποιείται ευρέως σε αρκετές περιπτώσεις (π.χ. μοντέλο SERVQUAL), η κριτική που γίνεται αφορά κυρίως στη δυσκολία απάντησης των πελατών σε περίπτωση μεγάλου αριθμού κριτηρίων σημαντικότητας και στην τάση που έχουν οι πελάτες να κατανέμουν τους βαθμούς σημαντικότητας σε ομάδες των 5 ή 10 μονάδων, με αποτέλεσμα τα δεδομένα να μην είναι πραγματικά συνεχή.
- Ζητείται από τους πελάτες να κατατάξουν τους διαφορετικούς παράγοντες σύμφωνα με τη σημαντικότητά τους. Η κατάταξη κριτηρίων θεωρείται γενικά ότι παρέχει περισσότερο αξιόπιστα αποτελέσματα σε σχέση με τις προσεγγίσεις που χρησιμοποιούν βαθμολόγηση κάθε κριτηρίου ξεχωριστά [MORI (2002)]. Από την άλλη, έχει και τα μειονεκτήματά της ειδικά σε περιπτώσεις που δεν επιτρέπει ίδια κατάταξη σε κριτήρια που θεωρούνται εξίσου σημαντικά από τον πελάτη. Πρέπει να σημειωθεί ακόμα ότι η κατάταξη κριτηρίων παρουσιάζει σημαντικές δυσκολίες εφαρμογής από τους πελάτες σε περίπτωση μεγάλου αριθμού κριτηρίων.

Πολλοί ερευνητές επισημαίνουν τις ασυνέπειες στις οποίες μπορεί να οδηγήσει η προσέγγιση της άμεσης μέτρησης της σημαντικότητας παραγόντων. Οι ασυνέπειες αυτές μπορεί να οφείλονται είτε σε φαινόμενα υπερβολής του πελάτη (range of affect), είτε στο γεγονός ότι σε κάποια χαρακτηριστικά του προϊόντος/ υπηρεσίας δίνεται μικρή βαρύτητα παρόλο που θεωρούνται πολύ σημαντικά. Για το λόγο αυτό

αρκετοί ερευνητές διατυπώνουν την άποψη ότι η σημαντικότητα δεν πρέπει να βασίζεται μόνο στις πληροφορίες του πελάτη, αλλά πρέπει να είναι το αποτέλεσμα της εφαρμογής μιας αναλυτικής μεθόδου [Mobley and Locke (1970), Blood (1971), Oliver (1996)].

2.3 Εκτιμώμενη σημαντικότητα

Όπως προαναφέρθηκε, στη βιβλιογραφία της έρευνας ικανοποίησης πελατών υπάρχει συχνά μεγάλη διαφωνία σχετικά με το αν είναι καλύτερο να ερωτάται ο πελάτης ευθέως σχετικά με τη σημαντικότητα των χαρακτηριστικών ενός προϊόντος/ υπηρεσίας ή εάν είναι προτιμότερο να εξάγεται η σημαντικότητα παραγόντων σύμφωνα με τις στατιστικές σχέσεις των δεδομένων. Κατά γενική ομολογία, και με δεδομένες τις ‘παγίδες’ που συνδέονται με την άμεση εκτίμηση της σημαντικότητας, η σημαντικότητα είναι προτιμότερο να εξάγεται από τα δεδομένα των πελατών.

Σε διάφορες μεθόδους εκτίμησης υπάρχει συνήθως μια εξαρτημένη μεταβλητή η οποία προβλέπεται μέσω μιας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών. Η περισσότερο σημαντική διάσταση για τους πελάτες καθορίζεται αναγνωρίζοντας το χαρακτηριστικό που έχει τη ‘μεγαλύτερη σχέση’ με το ολικό μέτρο ικανοποίησης. Η ‘μεγαλύτερη σχέση’ μπορεί να προσδιοριστεί μέσω μιας ποικιλίας αναλυτικών εργαλείων. Μερικά από τα σημαντικότερα είναι η ανάλυση συσχέτισης (correlation analysis), η ανάλυση χάσματος (gap analysis), η πολλαπλή ανάλυση παλινδρόμησης (multiple regression analysis) και τα μοντέλα δομικών εξισώσεων (structural equation modelling) [Trojaniak (2003)]:

- Ο υπολογισμός και η σύγκριση των συσχετίσεων είναι μια από τις πιο διαδεδομένες μεθόδους εκτίμησης της σημαντικότητας παραγόντων. Μέσω ανάλυσης συσχέτισης μπορούν να αναγνωριστούν τα χαρακτηριστικά που έχουν τη μεγαλύτερη επίδραση πάνω στη συνολική ικανοποίηση. Στατιστικά, ο συντελεστής συσχέτισης παίρνει τιμές από -1 έως 1, με τιμές κοντά στο 1 να αντιπροσωπεύουν τα περισσότερο σημαντικά χαρακτηριστικά. Η κριτική που γίνεται στην εν λόγω μέθοδο εστιάζεται στο ότι η διαδικασία εκτιμά μόνο μια σχέση κάθε φορά, οπότε δεν μπορεί να ληφθεί υπόψη η αλληλεπίδραση μεταξύ των κριτηρίων. Επιπλέον, η συσχέτιση μετρά την προσαρμογή μιας γραμμικής

σχέσης, οπότε χαμηλή συσχέτιση μπορεί να εμφανιστεί σε περιπτώσεις ύπαρξης μη γραμμικής σχέσης.

- Η ανάλυση χάσματος (gap analysis) αποτελεί επέκταση της ανάλυσης συσχέτισης. Αυτή η μέθοδος συνδυάζει τη συσχέτιση των κριτηρίων με το 'χάσμα' ανάμεσα στην επιθυμητή απόδοση (απόδοση-στόχο) και την παρούσα απόδοση. Το 'χάσμα ικανοποίησης' υπολογίζεται χωρίζοντας τις απαντήσεις των πελατών σε δύο ομάδες (υψηλή ικανοποίηση και χαμηλή ικανοποίηση). Για κάθε ομάδα υπολογίζεται το μέσο επίπεδο ικανοποίησης και το χάσμα προκύπτει από τη διαφορά τους. Πολλαπλασιάζοντας το χάσμα για κάθε κριτήριο με τον αντίστοιχο βαθμό συσχέτισης προκύπτει η σημαντικότητα του κάθε κριτηρίου. Η ανάλυση χάσματος έχει τα ίδια μειονεκτήματα με την ανάλυση συσχέτισης.
- Η πολλαπλή ανάλυση παλινδρόμησης (multiple regression analysis) χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της σχέσης ανάμεσα στο σύνολο της απόδοσης χαρακτηριστικών (ανεξάρτητες μεταβλητές) και στη συνολική αποτίμηση της αξίας ικανοποίησης των πελατών (εξαρτημένη μεταβλητή). Αυτή η διαδικασία επιτρέπει την απομόνωση και τον προσδιορισμό των βαρών των κριτηρίων. Στη γενική της μορφή η εξίσωση πολλαπλής παλινδρόμησης έχει τη μορφή $Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n$ όπου Y είναι η συνολική ικανοποίηση του πελάτη, X_i η απόδοση του κριτηρίου i , b_i οι εκτιμώμενοι συντελεστές βαρών και n ο αριθμός των κριτηρίων. Κατά την εφαρμογή της πολλαπλής ανάλυσης παλινδρόμησης πρέπει να εκτιμηθούν τρεις κύριες πληροφορίες σχετικά με την αποτελεσματικότητα του μοντέλου και την εκτίμηση της σημαντικότητας των κριτηρίων: (1) Η ισχύς του μοντέλου μπορεί να εκτιμηθεί μέσω ελέγχου R^2 equation το οποίο παίρνει τιμές από 0 έως 1. Όσο υψηλότερη η τιμή του R^2 τόσο καλύτερο το μοντέλο. (2) Οι συντελεστές b_i υποδεικνύουν τη συνεισφορά των ανεξάρτητων μεταβλητών για την εκτίμηση της εξαρτημένης μεταβλητής, και άρα μπορούν να θεωρηθούν ως το επίπεδο σημαντικότητας των χαρακτηριστικών του προϊόντος/ υπηρεσίας. Ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα της συγκεκριμένης προσέγγισης είναι η ύπαρξη πολλαπλής συγγραμμικότητας (multicollinearity) ανάμεσα στις ανεξάρτητες μεταβλητές X_i . Η ύπαρξη εξάρτησης ανάμεσα στις μεταβλητές

X_i επηρεάζει την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων της μεθόδου, ενώ είναι πιθανό να οδηγήσει σε ασυνεπή αποτελέσματα σχετικά με τη σημαντικότητα (π.χ. αρνητικές τιμές των συντελεστών b_i , που δεν μπορούν να ερμηνευτούν) [Γρηγορούδης και Σίσκος (2000)].

- ο Σε γενικές γραμμές τα μοντέλα δομικών εξισώσεων (structural equation modelling) είναι παρόμοια με την πολλαπλή ανάλυση παλινδρόμησης υπό την έννοια ότι η σημαντικότητα των παραγόντων εκτιμάται σύμφωνα με την ικανότητά τους να προβλέψουν το επίπεδο συνολικής ικανοποίησης. Επίσης, εφόσον τα μοντέλα δομικών εξισώσεων αποτελούν πολυμεταβλητά εργαλεία, λαμβάνουν υπόψη την εξάρτηση μεταξύ των κριτηρίων. Σε αντίθεση με το ένα 'επίπεδο' (μια εξίσωση) της πολλαπλής ανάλυσης παλινδρόμησης, η κύρια διαφορά των μοντέλων δομικών εξισώσεων έγκειται στα πολλά 'επίπεδα' εξισώσεων, οι οποίες μπορούν να εκτιμηθούν μαθηματικά με τη βοήθεια της μεθόδου των μερικών ελαχίστων τετραγώνων (partial least squares).

Δύο άλλες απλές μέθοδοι εκτίμησης των βαρών των κριτηρίων είναι οι μέθοδοι SMART (Simple Multi-Attribute Rating Technique) και SWING. Η μέθοδος SMART [von Winterfeldt and Edwards (1986)] εξάγει τα βάρη σε δύο βήματα: (α) κατατάσσει τα κριτήρια ανάλογα με το πόσο επιθυμητή είναι η μεταβολή τους από τη χειρίστη στη βέλτιστη επίδοση και (β) γίνεται εκτίμηση της σχετικής σημαντικότητας κάθε κριτηρίου σε σχέση με το τελευταίο σε κατάταξη κριτήριο. Το δεύτερο βήμα συνήθως ξεκινά με την ανάθεση 10 βαθμών στο λιγότερο σημαντικό κριτήριο. Οι σχετικές σημαντικότητες των υπολοίπων κριτηρίων εκτιμώνται δίνοντας παραπάνω από 10 βαθμούς σε κάθε ένα. Τα βάρη τέλος κανονικοποιούνται ώστε να αθροίζουν στη μονάδα.

Στη μέθοδο SWING [von Winterfeldt and Edwards (1986)], ο αποφασίζοντας θεωρεί αρχικά μια υποθετική εναλλακτική που έχει χειρίστες επιδόσεις σε όλα τα κριτήρια. Έπειτα, του ζητείται να αναγνωρίσει το σημαντικότερο κριτήριο, ουσιαστικά το κριτήριο του οποίου την επίδοση θα επιθυμούσε περισσότερο να μεταβάλλει από τη χειρίστη στη βέλτιστη επίδοση. Σε αυτό το κριτήριο ανατίθενται 100 βαθμοί. Στη συνέχεια, ο αποφασίζοντας επιλέγει το επόμενο πιο σημαντικό κριτήριο, στο οποίο του ζητείται να αναθέσει λιγότερους από 100 βαθμούς προκειμένου να δηλώσει τη σχετική σημαντικότητα της αλλαγής επίδοσης σε αυτό το κριτήριο σε σχέση με το σημαντικότερο κριτήριο. Η διαδικασία συνεχίζεται με παρόμοιο τρόπο έως ότου

ανατεθούν βαθμοί σε όλα τα κριτήρια. Τέλος τα βάρη των κριτηρίων κανονικοποιούνται ώστε να αθροίζονται στη μονάδα.

Οι μέθοδοι SMART και SWING είναι απλές αλγεβρικές μέθοδοι και τα βάρη εξάγονται από ένα σύνολο ελάχιστων $(n - 1)$ γραμμικά ανεξάρτητων εκτιμήσεων των σχέσεων προτίμησης με κάποια απλό σύστημα εξισώσεων [Weber and Borchering (1993)].

2.4 Υπολογισμός βαρών των κριτηρίων στην πολυκριτήρια ανάλυση

Στην πολυκριτήρια ανάλυση είναι απαραίτητος ο καθορισμός ενός συνόλου κριτηρίων που αντιπροσωπεύουν τα θέματα που λαμβάνονται υπόψη κατά τη λήψη αποφάσεων. Αυτά τα κριτήρια έχουν συνήθως ανταγωνιστικό χαρακτήρα και έχουν το κάθε ένα διαφορετική σημαντικότητα. Η σημαντικότητα έχει νόημα μόνο κατά τη σύγκριση ενός κριτηρίου με κάποιο άλλο. Οι πληροφορίες που συλλέγονται από τον αποφασίζοντα σχετικά με τη σχετική σημαντικότητα των κριτηρίων, την αναπαράστασή τους, τη χρήση τους και το αντίκτυπό τους πάνω στην τελική λύση εξαρτώνται βασικά από τις διαδικασίες σύνθεσης που χρησιμοποιούνται στις διάφορες μεθόδους. Πολλές από αυτές απαιτούν την ‘αναλογία’ ανάμεσα στις σημαντικότητες, δηλαδή κάποιους αριθμούς τους οποίους χρησιμοποιούν για να διαμορφώσουν προσθετικές ποσότητες ως βάρη.

Για παράδειγμα, στο μοντέλο προσθετικής χρησιμότητας, όταν η συνάρτηση χρησιμότητας είναι κανονικοποιημένη, οι σημαντικότητες των κριτηρίων εμφανίζονται ως συντελεστές σε έναν κυρτό συνδυασμό των μερικών συναρτήσεων χρησιμότητας. Για τον καθορισμό μιας προσθετικής συνάρτησης χρησιμότητας κάποιες μέθοδοι που βασίζονται στο προαναφερθέν μοντέλο καθορίζουν τα βάρη των κριτηρίων ως παραμέτρους προς εκτίμηση του μοντέλου, προκειμένου να είναι όσο πιο συνεπή γίνεται με γνωστές υποκειμενικές κρίσεις σχετικά με τις εναλλακτικές. Παράδειγμα τέτοιων μεθόδων είναι η μέθοδος UTA [Jacquet-Lagrange and Siskos (1982)], καθώς και διάφορα μοντέλα μαθηματικού προγραμματισμού [Pekelman and Sen (1974)]. Έτσι, στη μέθοδο UTA ο καθορισμός της μορφής της προσθετικής συνάρτησης χρησιμότητας και των βαρών των κριτηρίων πραγματοποιείται από την

ίδια τη μέθοδο, χωρίς άμεση παρέμβαση από τον αποφασίζοντα πέρα από την αρχική κατάταξη των εναλλακτικών.

Σε τέτοιες περιπτώσεις θεωρείται ότι υπάρχει αντιστάθμιση μεταξύ των κριτηρίων και τα βάρη των κριτηρίων είναι στενά συνδεδεμένα με τις παραχωρήσεις μεταξύ των κριτηρίων. Ουσιαστικά τα βάρη υποδεικνύουν την παραχώρηση (trade-off) που είναι διατεθειμένος να κάνει ο αποφασίζοντας σε ένα κριτήριο αξιολόγησης προκριμένου να βελτιώσει κατά μια μονάδα κάποιο άλλο κριτήριο αξιολόγησης. Οι παραχωρήσεις θεωρούνται ότι είναι σταθερές και δεν επηρεάζονται από τις επιδόσεις των εναλλακτικών στα εξεταζόμενα κριτήρια.

Η μέθοδος TRADEOFF [Keeney and Raiffa (1976)] ξεκινά αφού έχουν ήδη προσδιοριστεί οι συναρτήσεις μερικών χρησιμοτήτων των εναλλακτικών. Σε αυτήν τη μέθοδο ο αποφασίζοντας θεωρεί δύο υποθετικές εναλλακτικές που διαφέρουν μόνο σε δύο κριτήρια (στα άλλα κριτήρια έχουν την ίδια σταθερή επίδοση) και μεταξύ των οποίων είναι αδιάφορος. Έστω ότι οι δύο εναλλακτικές είναι οι x και y ενώ οι δείκτες 1 και 2 αναφέρονται στα κριτήρια. Από τη δήλωση αδιαφορίας προκύπτει η εξίσωση $w_1 u_1(x_1) + w_2 u_2(x_2) = w_1 u_1(y_1) + w_2 u_2(y_2)$, όπου w_1 και w_2 είναι τα άγνωστα βάρη των κριτηρίων. Με τον ίδιο τρόπο δημιουργούνται $n-1$ εξισώσεις αδιαφορίας οι οποίες μαζί με τον περιορισμό κανονικοποίησης των βαρών δίνουν ένα σύστημα n εξισώσεων για την επίλυση των n βαρών των κριτηρίων.

Οι περισσότερες μέθοδοι από το χώρο της θεωρίας σχέσεων υπεροχής (outranking methods) απαιτούν κάποια ποσοτικοποίηση της σημαντικότητας των κριτηρίων ως δεδομένα εισόδου, αλλά δεν απασχολούνται με τον εκτενή καθορισμό των κριτηρίων. Παράδειγμα τέτοιων μεθόδων είναι οι ELECTRE I, II, III [Roy (1968), Roy and Bertier (1973), Roy (1978)] και η PROMETHEE [Brans and Vincke (1985)]. (Για τον προσδιορισμό των κριτηρίων είναι γνωστή μόνο η χρήση της μεθόδου TACTIC του Vansnick (1985), όπου τα βάρη προσδιορίζονται μέσω γραμμικού προγραμματισμού). Οι σημαντικότητες, που εκφράζονται από μη αρνητικούς αριθμούς, χρησιμοποιούνται για να χαρακτηρίσουν και να συγκρίνουν υποσύνολα των κριτηρίων, ανεξάρτητα από την επίδοση των εναλλακτικών στα κριτήρια. Σε αυτήν την περίπτωση μπορεί να ορισθεί η έννοια της σχετικής σημαντικότητας.

Τέλος, υπάρχουν μέθοδοι όπου ο καθορισμός των βαρών γίνεται μέσω της δημιουργίας ενός πίνακα διμερών συγκρίσεων. Για παράδειγμα, στην μέθοδο AHP [Saaty (1980)] ο αποφασίζοντας συγκρίνει τη σημαντικότητα δύο κριτηρίων κάθε

φορά σύμφωνα με την ερώτηση 'ποιο από τα δύο κριτήρια είναι περισσότερο σημαντικό και κατά πόσο. Για την ισχύ της σχέσης χρησιμοποιείται μια ακέραια κλίμακα από 1-9, όπου κάθε ακέραιος αντιστοιχεί σε μια ποιοτική περιγραφή της ισχύος. Το 1 αντιστοιχεί σε κριτήρια ίσης σημαντικότητας και το 9 σε ακραία διαφορά σημαντικότητας. Οι διμερείς συγκρίσεις πραγματοποιούνται ανάμεσα σε όλα τα $(n-1) \cdot n/2$ ζεύγη των κριτηρίων, ενώ τα βάρη προκύπτουν συνήθως από τη μέγιστη ιδιοτιμή του πίνακα διμερών συγκρίσεων.

Η μέθοδος MACBETH (Measuring Attractiveness by a Categorical based Evaluation TecHnique) [Bana e Costa and Vansnick (1994)] προτείνει μια απλή διαδικασία ερωτήσεων για την πραγματοποίηση αλληλεπιδραστικής ποσοτικοποίησης των βαρών των κριτηρίων χρησιμοποιώντας διμερείς λεκτικές εκτιμήσεις της διαφοράς της σημαντικότητας ανάμεσα στα ζεύγη των κριτηρίων. Ο αποφασίζοντας αρχικά κατατάσσει τα κριτήρια κατά φθίνουσα σημαντικότητα και έπειτα ερωτάται ως προς την ταξινόμηση κάθε διμερούς σύγκρισης σε μια από 6 προκαθορισμένες κατηγορίες (C_1 / αμελητέα διαφορά σημαντικότητας έως C_6 / ακραία διαφορά σημαντικότητας). Στη συνέχεια χρησιμοποιείται μια σειρά από 4 γραμμικά προγράμματα για την εκτίμηση των βαρών των κριτηρίων και τον εντοπισμό πιθανών πηγών ασυνεπειών.

2.5 Προσθετική σύνθεση και παράμετροι σημαντικότητας

Οι προσθετικές συναρτήσεις αξιών (additive value functions) αποτελούν μια γνωστή προσέγγιση για την κατάταξη εναλλακτικών αποφάσεων σύμφωνα με πολλαπλά κριτήρια/ χαρακτηριστικά [Keeney and Raiffa (1976)]. Η θεώρηση μιας προσθετικής συνάρτησης χρησιμότητας βοηθά τους αποφασίζοντες να βρουν την περισσότερο προτιμητέα εναλλακτική. Η δημιουργία μιας τέτοιας συνάρτησης απαιτεί τον καθορισμό των τιμών των παραμέτρων σημαντικότητας των κριτηρίων (βάρη των κριτηρίων). Αυτό αποτελεί ένα από τα δυσκολότερα τμήματα της διαδικασίας υποστήριξης αποφάσεων, δεδομένου ότι οι παράμετροι σημαντικότητας αντικατοπτρίζουν τις τιμές και τις παραχωρήσεις του αποφασίζοντα.

Στην πραγματικότητα, δεν υπάρχει μόνο το πρόβλημα καθορισμού ακριβών τιμών των βαρών από τον αποφασίζοντα βάσει των προτιμήσεων του, αλλά και το πρόβλημα αλλαγής των προτιμήσεων του καθώς εξελίσσεται η διαδικασία απόφασης. Επιπλέον, οι διαδικασίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εξαγωγή των

τιμών των παραμέτρων σημαντικότητας ενδέχεται να απαιτούν πολύ χρόνο και υπομονή από την πλευρά του αποφασίζοντα. Οι αποφασίζοντες αδυνατούν να διαχωρίσουν τη διαισθητική έννοια σχετικά με τη σημαντικότητα κάθε κριτηρίου από τη σημασία των παραμέτρων σημαντικότητας, που αφορούν στη δομή του μοντέλου απόφασης. Τέλος, σε περιπτώσεις λήψης ομαδικών αποφάσεων οι γνώμες και οι προτιμήσεις των αποφασιζόντων συχνά διαφέρουν.

Παρά τις παραπάνω δυσκολίες, είναι συνηθισμένη περίπτωση να συμβιβάζονται οι αποφασίζοντες σε κοινώς αποδεκτές τιμές των παραμέτρων σημαντικότητας. Αυτό οδηγεί σε ένα ‘κεντρικό’ αποτέλεσμα, σε μια προσωρινά βέλτιστη επιλογή. Συχνά, οι αποφασίζοντες θεωρούν ότι υπάρχει μια αυθαίρεσία στην επιλογή των παραπάνω ‘σωστών’ τιμών και κάνουν μια ανάλυση ευαισθησίας εκ των υστέρων. Αυτή η ανάλυση ευαισθησίας συχνά σημαίνει την εύρεση της περιοχής διακύμανσης των παραμέτρων σημαντικότητας στην οποία το αποτέλεσμα των αναλύσεων να παραμένει το ίδιο [Antunes and Climaco (1993), Schneller and Sphicas (1985)] ή την αναγνώριση της κοντινότερης εναλλακτικής [Rios Insua and French (1991)].

Αυτού του είδους η ανάλυση έχει κάποια μειονεκτήματα. Πρώτον, απαιτεί την αρχική προσπάθεια καθορισμού μιας συγκεκριμένης τιμής για κάθε παράμετρο σημαντικότητας. Δεύτερον, οι αποφασίζοντες αναγκάζονται να εστιάσουν την προσοχή τους στο αποτέλεσμα αναφοράς σχετικά πρόωρα. Τέλος, η ανάλυση ευαισθησίας συχνά επιτρέπει την εξέταση μόνο μιας παραμέτρου σημαντικότητας κάθε φορά, αγνοώντας τις αλληλεπιδράσεις που μπορεί να εμφανιστούν όταν περισσότερες της μιας παραμέτρου μεταβάλλονται ταυτόχρονα.

Μια διαφορετική προσέγγιση αφορά στη χρήση μεταβλητών αλληλοεξαρτώμενων παραμέτρων σημαντικότητας σύμφωνα με συγκεκριμένους περιορισμούς. Οι πληροφορίες που οδηγούν στους περιορισμούς καλούνται συχνά ‘ανακριβείς’ (‘imprecise’) [Athanassopoulos and Podinovski (1997)], ‘ελλιπείς’ (‘incomplete’) [Park and Kim (1997)], ‘μερικές’ (‘partial’) [French and Rios Insua (1989)] ή ‘ανεπαρκείς’ (‘poor’) [Bana e Costa and Vincke (1995)]. Με τον όρο ανακριβής πληροφόρηση περιγράφεται η περίπτωση που δεν υπονοείται ένας συγκεκριμένος συνδυασμός τιμών των παραμέτρων σημαντικότητας. Σκοπός αυτής της ανάλυσης είναι η ανάλυση όλων των συμπερασμάτων που μπορούν να εξαχθούν από αυτήν την πληροφορία. Γι’ αυτόν το λόγο μετατρέπεται σε μια ‘ανάλυση ευρωστίας’ (robustness analysis) όπως ορίζεται από τον Roy (1998).

2.6 Προσθετική σύνθεση με μη ακριβείς πληροφορίες

Οι Dias and Climaco (2000) παρουσιάζουν μια ταξινόμηση των υπαρχόντων προσεγγίσεων MCDA που ενσωματώνουν τον υπολογισμό παραμέτρων μεταβλητών (βάρη κριτηρίων) και του αντίστοιχου λογισμικού τους. Στη συνέχεια επιχειρούν να παρουσιάσουν έναν τρόπο χρήσης μιας αλληλουχίας διαφορετικών προσεγγίσεων από διαφορετικές κατηγορίες στα πλαίσια του λογισμικού ανάλυσης VIP (Variable Independent Parameters). Το παραπάνω ΣΥΑ επιτρέπει τη χρήση διαφορετικών προσεγγίσεων καθώς και την ανάλυση του προβλήματος απόφασης σε διάφορα επίπεδα λεπτομέρειας και υπό διαφορετικές προοπτικές.

Στη συνέχεια θα χρησιμοποιηθούν οι παρακάτω ορισμοί:

A : Σύνολο των εναλλακτικών, έστω m εναλλακτικές a_1, \dots, a_m .

C : Σύνολο των σημείων εκτίμησης, δηλαδή κριτηρίων ή χαρακτηριστικών, έστω n κριτήρια/ χαρακτηριστικά.

g_{ij} : Επίδοση του i στοιχείου του A σύμφωνα με το j κριτήριο /χαρακτηριστικό.

$u_j(\cdot)$: Συνάρτηση αξιών του κριτηρίου/ χαρακτηριστικού j , που αποδίδει μια αριθμητική τιμή σε κάθε επίδοση, τέτοια ώστε $u_j(g_{xj}) > u_j(g_{yj})$ αν η επίδοση g_{xj} είναι καλύτερη από την επίδοση g_{yj} , και τέτοια ώστε $u_j(g_{xj}) = u_j(g_{yj})$ αν οι επιδόσεις είναι ισάξια προτιμητέες.

k_j : Παράμετροι σημαντικότητας (σταθερά κλίμακας) που σχετίζεται με την $u_j(\cdot)$.

K : Σύνολο των αποδεκτών συνδυασμών των τιμών των παραμέτρων σημαντικότητας σε ένα δεδομένο στάδιο της διαδικασίας υποστήριξης απόφασης (κάθε συνδυασμός αντιστοιχεί σε ένα διάνυσμα $k \in K$). Ισχύουν οι περιορισμοί $k_j \geq 0$ και $\sum_{j=1}^n k_j = 1$.

Ας θεωρήσουμε τη γνωστή προσθετική συνάρτηση αξιών:

$V(a_i, k) = \sum_{j=1}^n k_j u_j(g_{ij})$, όπου $k = (k_1, \dots, k_n)$ είναι ένα στοιχείο του συνόλου K .

Εδώ, η μη ακριβής πληροφορία αφορά μόνο στις παραμέτρους σημαντικότητας $k_j, (j=1, \dots, n)$. Θεωρούμε ότι οι περιορισμοί του συνόλου K είναι γραμμικοί.

Μπορεί να συμπεριλαμβάνουν φράγματα ($l_j \leq k_j \leq L_j$), περιορισμούς διάταξης

$(k_1 \geq k_2)$, περιορισμούς παραχωρήσεων $(k_1 / k_2 \geq 1.5)$, περιορισμούς που ορίζονται από ολιστικές συγκρίσεις $(V(a_1) \leq V(a_2))$, κ.λ.π.

Στη συνέχεια ας θεωρήσουμε δύο εναλλακτικές του A , τις a_x και a_y , ενώ ως $\text{Opt}(a_x)$ ορίζεται ένα υποσύνολο του K , όπου η τιμή του a_x είναι μεγαλύτερη (ή ίση) των τιμών των άλλων εναλλακτικών μέσα στο A . Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθούν μερικές βασικές έννοιες κυριαρχίας και βελτιστότητας [Rios Insua and French (1991), French and Rios Insua (1989), Weber (1987)]:

- Απόλυτη κυριαρχία (absolute dominance):

$$a_x \Delta_A a_y \Leftrightarrow V(a_x, k) \geq V(a_y, k), \forall k \in K \text{ και } \exists k, k' \in K : V(a_x, k) > V(a_y, k').$$

- Συνήθης κυριαρχία (usual, Bernoulli dominance):

$$a_x \Delta_A a_y \Leftrightarrow V(a_x, k) \geq V(a_y, k), \forall k \in K \text{ και } \exists k \in K : V(a_x, k) > V(a_y, k).$$

- Βελτιστότητα (optimality) στο $k \in K$: το a_x είναι βέλτιστο στο

$$k \Leftrightarrow V(a_x, k) \geq V(a_y, k), \forall a_y \in A \setminus \{a_x\} \Leftrightarrow k \in \text{Opt}(a_x).$$

- Πιθανή βελτιστότητα (potential optimality, p.o.): το a_x είναι πιθανό βέλτιστο

$$\Leftrightarrow \exists k \in K : \forall a_y \in A \setminus \{a_x\}, V(a_x, k) \geq V(a_y, k) \Leftrightarrow \text{Opt}(a_x) \neq \emptyset.$$

Η κυριαρχία στη συγκεκριμένη περίπτωση αναφέρεται περισσότερο σε παραμέτρους από ότι σε πολλαπλά κριτήρια και θα πρέπει να ερμηνευθεί ως μια σχέση προτίμησης. Μια πιθανή βελτιστότητα δε θα πρέπει να κυριαρχείται (με τη συνήθη έννοια του Bernoulli). Οι Dias and Climaco (2000) διαχωρίζουν τέσσερις κλάσεις προσεγγίσεων: προσεγγίσεις βασισμένες στη βελτιστότητα, προσεγγίσεις βασισμένες σε διμερείς συγκρίσεις, προσεγγίσεις βασισμένες στις περιοχές διακύμανσης και προσεγγίσεις βασισμένες σε κανόνες σύνθεσης και απαισιοδοξίας.

2.6.1 Βελτιστότητα

Στα πλαίσια επιλογής της βέλτιστης εναλλακτικής, η λύση θα ήταν προφανής αν υπήρχε μια βέλτιστη εναλλακτική για όλα τα $k \in K$, δηλαδή μια εναλλακτική $a_i \in A$ τέτοια ώστε $\text{Opt}(a_i) = K$. Όμως, εφόσον δεν υπάρχει συνήθως μια τέτοια εναλλακτική, οι περισσότερες προσεγγίσεις σε αυτόν τον τομέα εστιάζουν στην εύρεση πιθανών βέλτιστων εναλλακτικών.

Οι Rios Insua και French (1991) πρότειναν αρχικά τη μείωση του αρχικού σετ των τιμών των παραμέτρων σημαντικότητας $k^0 \in K$, καταλήγοντας σε μια προσωρινά βέλτιστη εναλλακτική a_0 . Έπειτα, πραγματοποιείται μια ανάλυση ευαισθησίας, προκειμένου να βρεθούν οι εναλλακτικές που είναι οι πιο κοντινοί ανταγωνιστές της a_0 . Αυτές είναι οι γειτονικές της a_0 πιθανές βέλτιστες εναλλακτικές, δηλαδή $a_y \in A$ τέτοιες ώστε $\text{Opt}(a_y) \cap \text{Opt}(a_0) \neq \emptyset$. Παρουσίασαν ένα λογισμικό που ενθαρρύνει τους αποφασίζοντες να εξερευνήσουν αλληλεπιδραστικά ένα σύνολο από πιθανές βέλτιστες εναλλακτικές, συγκρίνοντας την προσωρινή επιλογή με τις γειτνιάζουσες πιθανές βέλτιστες εναλλακτικές.

Οι Wolters and Mareschal (1995) απαιτούν επίσης την επιλογή ενός αρχικού συνδυασμού k^* , και κατατάσσουν τις εναλλακτικές με τη χρήση μιας συνάρτησης διανύσματος απόστασης (vector distance function). Η θέση κάθε εναλλακτικής a_y στην κατάταξη καθορίζεται από την ελάχιστη απόσταση του k^* με ένα διάνυσμα k' τέτοιο ώστε το a_y να είναι βέλτιστο.

Μια οικογένεια προσεγγίσεων που βασίζεται επίσης στη βελτιστότητα συνίσταται στη μελέτη των υποσυνόλων του K που αντιστοιχούν σε διαφορετικά συμπεράσματα. Ο Starr (1962) ήταν ο πρώτος που πρότεινε μια τέτοιου είδους προσέγγιση, στα πλαίσια της λήψης απόφασης κινδύνου με μη ακριβείς πληροφορίες για τις πιθανότητες.

Το 'κύριο κριτήριο' (domain criterion) του Starr (1962) συνίσταται στη θεώρηση του μεγέθους του υποσυνόλου του K που σχετίζεται με τη βελτιστότητα κάθε εναλλακτικής. Οι Schneller and Sphicas (1985) παρουσίασαν μια προσέγγιση αυτού του κριτηρίου. Θεωρούν ως σημείο εκκίνησης ένα συνδυασμό k^0 και τη βέλτιστη εναλλακτική που αντιστοιχεί σε αυτόν. Έπειτα, υποδεικνύουν τον υπολογισμό της ακτίνας μιας (υπέρ) σφαίρας με κέντρο το k^0 , όπου η εναλλακτική παραμένει βέλτιστη. Οι Robinson and Soland (1997) πρότειναν τη μέτρηση της ευστάθειας μιας πιθανής εναλλακτικής λύσης βασισμένη σε ένα (υπέρ) τετράγωνο βελτιστότητας.

Οι Eiselt and Laporte (1992) έχουν προτείνει τον διαχωρισμό του K σε διάφορες περιοχές, με κάθε μια να αντιστοιχεί σε μια διαφορετική πιθανή βέλτιστη εναλλακτική, και τον υπολογισμό της σχετικής τους ισχύος (relative volume). Αυτές οι προσεγγίσεις, που βασίζονται είτε στην απόσταση είτε στον όγκο, είναι συνήθως

περιορισμένες υπό την έννοια ότι λαμβάνουν υπόψη μόνο πιθανές βέλτιστες εναλλακτικές. Στην πραγματικότητα, υπάρχουν πολλές φορές περιπτώσεις με ενδιαφέρουσες εναλλακτικές που δεν αποτελούν πιθανές βέλτιστες εναλλακτικές υπό την τυπική έννοια.

2.6.2 Διμερείς συγκρίσεις

Η ομάδα των προσεγγίσεων βασισμένων σε διμερείς συγκρίσεις ουσιαστικά βασίζεται στη δημιουργία και εξέταση διμερών σχέσεων μέσα στο σύνολο των εναλλακτικών. Σε κάποιες προσεγγίσεις οι σχέσεις βασίζονται σε υποσύνολα του K που αφορούν την κάθε εναλλακτική από αυτές που συγκρίνονται. Ο Weber (1987) όρισε την 'ένταση της προτίμησης' του $a_x \in A$ στο a_y ως την πιθανότητα $V(a_x, k) \geq V(a_y, k)$, για τυχαίο $k \in K$. Ο Bana e Costa (1988) παρουσίασε μια προσέγγιση για την περίπτωση τριών κριτηρίων, όπου υπολογίζει ένα δείκτη για κάθε διατεταγμένο ζεύγος εναλλακτικών (a_x, a_y) ως τον όγκο του K όπου $V(a_x, k) \geq V(a_y, k)$. Επέκταση της προηγούμενης προσέγγισης παρουσίασαν οι Bana e Costa and Vincke (1995), όπου ο δείκτης ισχύς (volume) συγκρίνεται με άλλους δείκτες.

Μια δεύτερη υποκατηγορία προσεγγίσεων διερευνά τη σχέση κυριαρχίας (ή την ασθενή διμερή σχέση) στα πλαίσια προβλημάτων επιλογής ή κατάταξης. Οι Kirkwood and Sarin (1985) πρότειναν την κατάταξη των εναλλακτικών βάσει του αριθμού των εναλλακτικών που κυριαρχούν πάνω σε κάθε μια. Οι Park and Kim (1997) παρουσίασαν ένα διαφορετικό αλγόριθμο για την κατάταξη των εναλλακτικών όπου η κυριαρχία αντικαθίσταται από τη σχέση 'ασθενής κυριαρχίας', όπως προτάθηκε από τους Kmietowicz and Pearman (1984).

Υπάρχουν δύο ΣΥΑ που ανήκουν στην ομάδα των προσεγγίσεων βασισμένων σε διμερείς συγκρίσεις. Το λογισμικό PROBE (Preference ROBust Evaluation) [CISED Consultores (1998)] υποστηρίζει ιεραρχικά κριτήρια και παρουσιάζει έναν πίνακα με τις εναλλακτικές που κυριαρχούνται. Υπολογίζει επιπλέον, το διάστημα διακύμανσης για την τιμή της κάθε εναλλακτικής, καθώς και το διάστημα διακύμανσης της διαφοράς δύο εναλλακτικών. Το βασικό μειονέκτημά του είναι ότι δέχεται ως περιορισμούς μόνο διαστήματα και την κατάταξη των παραμέτρων σημαντικότητας.

Το λογισμικό DAM (Decision Analysis Module) [Podinovski (1999)] διαχωρίζει παρόμοια με το PROBE τις κυριαρχούμενες εναλλακτικές. Επιπλέον παρουσιάζει τις πιθανές βέλτιστες εναλλακτικές. Ο βασικός του περιορισμός συνίσταται στη θεώρηση μόνο διαστημάτων των τιμών των παραμέτρων σημαντικότητας, και όχι των γενικών περιορισμών.

Οι προσεγγίσεις βασισμένες στις διμερείς συγκρίσεις προσπερνούν την απόλυτη προσήλωση στη βελτιστότητα. Βέβαια, οι διμερείς σχέσεις που λαμβάνουν υπόψη οι εν λόγω προσεγγίσεις δεν είναι εύκολο να διερευνηθούν. Αυτός είναι ένας τομέας όπου η τεράστια βιβλιογραφία σχετικά με τις μεθόδους σχέσεων υπεροχής [Roy and Bouyssou (1993)] δίνει πολλές εφαρμόσιμες ιδέες.

2.6.3 Περιοχές διακύμανσης

Μια φυσική προσέγγιση όταν χρησιμοποιούμε παραμέτρους σημαντικότητας είναι ο καθορισμός της περιοχής διακύμανσης κάποιων αποτελεσμάτων συμβατών με το K , όπως γίνεται στη μέθοδο ELECTRE TRI [Dias and Climaco (2000b)]. Για κάθε εναλλακτική $a_x \in A$, μπορούν να καθοριστούν η μέγιστη και η ελάχιστη τιμή που μπορεί να πάρει η $V(a_x, k)$ υπό τους περιορισμούς $k \in K$. Αυτό επιτρέπει όχι μόνο την αναγνώριση ισχυρών συμπερασμάτων (η τιμή του a_x δεν είναι ποτέ χαμηλότερη του 0.7), αλλά επίσης την αναγνώριση των εναλλακτικών που επηρεάζονται περισσότερο από τη μεταβολή των παραμέτρων σημαντικότητας. Τέτοιες προσεγγίσεις καθιστούν δυνατή πολλές φορές την αναγνώριση απόλυτα κυριαρχούμενων εναλλακτικών, οι οποίες μπορούν να απορριφθούν στα πλαίσια επιλογής της βέλτιστης εναλλακτικής.

Οι Butler et al. (1997) πρότειναν τη χρήση της προσομοίωσης Monte Carlo για την εύρεση του διαστήματος διακύμανσης των τιμών κάθε εναλλακτικής. Η προσέγγιση τους παρέχει επίσης πληροφορίες όπως η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση.

Μια διαφορετική προσέγγιση αφορά στον καθορισμό του διαστήματος διακύμανσης της θέσης κάθε εναλλακτικής στην κατάταξη. Ο Kampke (1996) παρουσίασε τον καθορισμό αυτού του διαστήματος στα πλαίσια της μεθόδου UTA, η οποία κατασκευάζει ένα σύνολο K από μια κατάταξη που πραγματοποιείται από τους αποφασίζοντες σε ένα υποσύνολο του A .

2.6.4 Κανόνες σύνθεσης και απαισιοδοξίας

Μερικές προσεγγίσεις πραγματοποιούν τη σύνθεση των τιμών που μπορεί να επιτύχει κάθε εναλλακτική για κάθε $k \in K$ σε μια μόνο τιμή (figure). Οι Eiselt and Laporte (1992) πρότειναν ότι αυτή η τιμή θα μπορούσε να είναι είτε το ελάχιστο είτε η μέση τιμή κάθε εναλλακτικής στην περιοχή K .

Η ιδέα για την εκτίμηση των ελάχιστων τιμών γίνεται στα πλαίσια της περίπτωσης που πρέπει να γίνει επιλογή μεταξύ δύο εναλλακτικών των οποίων οι τιμές διαφέρουν από σενάριο σε σενάριο. Υπάρχουν τότε δύο γνωστοί ‘απαισιόδοξοι’ κανόνες: ο κανόνας max-min (επιλογή της εναλλακτικής που μεγιστοποιεί το χειρότερο δυνατό αποτέλεσμα) και το min-max regret (επιλογή της εναλλακτικής που ελαχιστοποιεί την απώλεια σε σχέση με την υψηλότερη εναλλακτική κάθε σεναρίου). Οι Kouvelis and Yu (1997) υποστήριζαν τη χρήση αυτών των κανόνων σε διακριτά προβλήματα βελτιστοποίησης. Υποστηρίζουν ότι οι παραπάνω κανόνες είναι αρκετοί για τη λήψη μη επαναληπτικών αποφάσεων και αποφάσεων που εκτιμώνται εκ των υστέρων (ex-post) μέσω σύγκρισης των αποτελεσμάτων τους με τα καλύτερα δυνατά. Οι ίδιοι κανόνες μπορούν να εφαρμοστούν όταν υπάρχει ένα άπειρο σύνολο σεναρίων, το οποίο θεωρείται ως το σύνολο K .

Οι παραπάνω προσεγγίσεις είναι ιδιαίτερα ελκυστικές και παρέχουν κατάταξη των εναλλακτικών. Όμως, δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται μεμονωμένα, δεδομένου των πληροφοριών που αγνοούν σχετικά με την αξία κάθε εναλλακτικής στην περιοχή K .

2.7 Χρήση σχέσεων υπεροχής

Ο καθορισμός των βαρών στα πλαίσια των μεθόδων της οικογένειας σχέσεων υπεροχής απαιτεί πρωταρχικά τον καθορισμό της κλίμακας μέτρησης, π.χ. τη συλλογή δεδομένων από τον αποφασίζοντα όχι μόνο σχετικά με την κατάταξη των κριτηρίων ανάλογα με τη σημαντικότητά τους, αλλά και ανάλογα με την ισχύ της κάθε σχέσης υπεροχής. Είναι προφανές ότι κάθε υποσύνολο κριτηρίων θα πρέπει να είναι συγκρίσιμο. Αν η σχέση ‘πιο σημαντικό από’ πάνω σε όλα τα υποσύνολα των κριτηρίων θεωρηθεί ως μονότονη, τότε το πρόβλημα καθορισμού της κλίμακας μέτρησης σημαίνει ουσιαστικά τη συλλογή πληροφοριών για την απάλειψη της μη συγκρισιμότητας της σχέσης ‘υποσύνολο του’ και την αναπαράσταση με πραγματικές

τιμές της σχέσης αυτής. Σε μια προσθετική αναπαράσταση, τα βάρη των μεμονωμένων (single) κριτηρίων καθορίζουν μοναδικά το βάρος κάθε υποσυνόλου ως το άθροισμα των βαρών των κριτηρίων που περιέχει. Σε τέτοιες περιπτώσεις η μονοτονία εξασφαλίζεται από τη μη αρνητικότητα των βαρών.

Η μέθοδος Churchman-Ackoff [Churchman et al. (1957)] χρησιμοποιεί τα αρχικά εκτιμώμενα βάρη (όπως αυτά προκύπτουν από απευθείας εκτίμηση από τον αποφασίζοντα). Στη συνέχεια πραγματοποιεί συστηματικούς ελέγχους συγκρίνοντας υποσύνολα των κριτηρίων και στα οποία αλλάζει τις τρέχουσες τιμές των βαρών, όταν υπάρχει ασυνέπεια. Παρά τα μειονεκτήματα της μεθόδου [βλέπε Knoll and Engelberg (1978)], ο αλγόριθμος των συγκρίσεων ανάμεσα στα υποσύνολα των κριτηρίων μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά για τη δημιουργία μιας σχέσης σύνδεσης ανάμεσα σε όλα τα υποσύνολα.

Οι Solimosi and Dombi (1986) παρουσίασαν μια μέθοδο καθορισμού ενός εφικτού συνόλου βαρών και τιμών κατωφλίων, εφόσον η σχέση 'πιο σημαντικό από' θεωρηθεί ημιδιατεταγμένη (semiororder), την οποία ονόμασαν 'μέθοδος των κεντροποιημένων βαρών' (centralized weights method). Η μέθοδος αυτή μπορεί να φανεί χρήσιμη για τον καθορισμό των βαρών σε εφαρμογές των μεθόδων της οικογένειας σχέσεων υπεροχής.

Οι Solimosi and Dombi (1986) ορίζουν ως $C = \{C_1, C_2, \dots, C_{n-1}\}$ ($n \geq 3$) το πεπερασμένο σετ των κριτηρίων, ως 2^C το σύνολο όλων των υποσυνόλων του C , και χρησιμοποιούν τις σχέσεις aPb ($a, b \in 2^C$) αν το υποσύνολο a είναι περισσότερο σημαντικό από το υποσύνολο b και aIb αν δεν υπάρχει καμία σημαντική διαφορά ανάμεσα στις σημαντικότητες των a και b .

Ορίζουν ακόμα ως w_j την εκτιμώμενη τιμή του $W(C_j)$ ($j = 1, 2, \dots, n-1$) και ως w_n την τιμή του κατωφλιού (ουσιαστικά την ελάχιστη τιμή ανάμεσα δύο σημαντικότητες για να θεωρηθεί ότι έχουν σημαντική διαφορά) ($w_n = \delta$).

Για αυτές τις τιμές θα πρέπει να ισχύει:

$$w_j \geq 0 \quad (j = 1, 2, \dots, n) \tag{1}$$

$$\sum_{j=1}^{n-1} w_j = 1$$

Κατά τη διάρκεια της εφαρμογής της διαδικασίας το εφικτό σύνολο των βαρών περιορίζεται βήμα προς βήμα ανάλογα με τις εκτιμήσεις του αποφασίζοντα, ενώ παράλληλα καθορίζεται η κατάλληλη τιμή κατωφλιού.

Σε κάθε βήμα συγκρίνονται δύο ξεχωριστά (disjoint) υποσύνολα του C (που συμβολίζονται με a και b) και ισχύουν οι σχέσεις aPb ή bRa . Εφόσον είναι διαθέσιμες m εκτιμήσεις από τον αποφασίζοντα προκύπτει ένα σύστημα από ανισότητες, εφόσον η εκτίμηση i ($i = 1, \dots, m$) μπορεί να μορφοποιηθεί ως

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} w_j \leq 0$$

όπου

$$a_{in} = \begin{cases} 1 & \text{αν } aPb \\ -1 & \text{αν } bRa \end{cases} \quad (2)$$

και

$$a_{ij} = \begin{cases} -a_{in} & \text{αν } C_j \in a \\ 0 & \text{αν } C_j \notin a \cup b \\ a_{in} & \text{αν } C_j \in b \end{cases}, j = 1, \dots, n-1$$

Χρησιμοποιώντας στη συνέχεια έναν αλγόριθμο γραμμικού προγραμματισμού καθορίζουν τις κορυφές του πολύεδρου L :

$$L = \left\{ \mathbf{w} \in \mathbb{R}^n : \mathbf{w} \geq \mathbf{0}, \mathbf{A}\mathbf{w} \leq \mathbf{0}, \sum_{j=1}^{n-1} w_j = 1 \right\} \quad (3)$$

όπου $A = [a_{ij}]$ είναι ένας πίνακας $m \times n$ με τιμές μόνο -1, 1, 0. Το πολύεδρο L είναι το σύνολο των εφικτών τιμών των βαρών και των κατωφλιών, που είναι συνεπείς με κάθε εκτίμηση του αποφασίζοντα και κάθε σημείο του L μπορεί να ληφθεί ως ένας κυρτός συνδυασμός των κορυφών του. Εφόσον το L δεν είναι κενό, οι κορυφές συμπίπτουν (εκτός από την περίπτωση πολλαπλασιασμού με ένα θετικό αριθμό) με τις εξωτερικές κατευθύνσεις του $K = \{\mathbf{w} : \mathbf{w} \geq \mathbf{0}, \mathbf{A}\mathbf{w} \leq \mathbf{0}\}$. Το K είναι ένας κυρτός κλειστός κώνος, και για τον προσδιορισμό του στον αλγόριθμο των Solimosi and Dombi (1986) χρησιμοποιείται η μέθοδος ολικής περιγραφής (total description method) γνωστή από το γραμμικό προγραμματισμό. Ο αριθμός των εξωτερικών

κατευθύνσεων είναι πεπερασμένος, αφού το K είναι η διατομή πεπερασμένων, κλειστών ημι-χώρων (half-spaces).

Σε κάθε βήμα παρουσιάζονται όλες κορυφές στον αποφασίζοντα για να επιλέξει μια ή μερικές από αυτές, εφόσον τον ικανοποιούν, ή να αποκλείσει αυτές που δεν είναι ικανοποιητικές. Λόγω αυτής της αλληλεπίδρασης αλγορίθμου-αποφασίζοντα, ο αλγόριθμος μπορεί να τερματιστεί πριν από τον προσδιορισμό όλων των δυνατών συνδυασμών των κορυφών του L , εφόσον έχουν ληφθεί ικανοποιητικές τιμές.

Όμως, εφόσον δεν υπάρχει επιπλέον πληροφόρηση καθορίζεται το κέντρο μάζας (centroid) του L . Οι κορυφές μπορούν να ειπωθούν ως το αποτέλεσμα μιας στρατηγικής επιλογής ενός σημείου από ένα εφικτό σύνολο, όταν μόνο κάποιες από τις εκτιμήσεις λαμβάνονται υπόψη, ενώ οι υπόλοιπες αγνοούνται. Παράλληλα οι τιμές των κατωφλίων αυξάνονται/ μειώνονται κατά το μέγιστο δυνατό.

Ως αποτέλεσμα του αλγορίθμου και των ακέραιων τιμών του A , οι κορυφές είναι συχνά υπερβολικά 'συμμετρικές', για παράδειγμα οι αποστάσεις ανάμεσα σε διαφορετικά βάρη είναι ίδιες, η τιμή του κατωφλιού είναι είτε η μέγιστη δυνατή, είτε μηδενική. Επιπλέον, μια βέλτιστη λύση της γραμμικής βελτιστοποίησης (π.χ. η μεγιστοποίηση της τιμής του κατωφλιού - της απόστασης από τις πλευρές του πολύεδρου) μπορεί να αλλάξει σημαντικά αν αλλάξουν οι περιορισμοί (π.χ. με την προσθήκη μιας νέας εκτίμησης). Για τους παραπάνω λόγους επιλέγεται το κέντρο μάζας, το οποίο είναι πάντα ένα εσωτερικό σημείο, είναι λιγότερο ευαίσθητο στην αλλαγή των εκτιμήσεων και μπορεί να παρέχει μια 'μέση' απόσταση ανάμεσα στις κορυφές και τα υπερεπίπεδα. Αυτό το σημείο ονομάζεται κεντροποιημένα βάρη (centralized weights). Αναλυτικά η μέθοδος των κεντρικών βαρών μπορεί να βρεθεί στους Solimosi and Dombi (1986).

2.8 Εκτίμηση τιμών προτίμησης από πίνακες διμερών συγκρίσεων

Κατά την εκτίμηση n ανταγωνιστικών εναλλακτικών A_1, \dots, A_n υπό ένα κριτήριο χρησιμοποιούνται συχνά οι διμερείς συγκρίσεις των εναλλακτικών που αναπαριστώνται σε έναν πίνακα $n \times n$ από τον οποίο μπορούν να εξαχθούν οι τιμές προτίμησης για κάθε εναλλακτική. Η βασική υπόθεση είναι ότι υπάρχουν τιμές

προτίμησης (v_1, \dots, v_n) , τέτοιες ώστε το v_i να αντιπροσωπεύει την ένσταση της προτίμησης της εναλλακτικής A_i ($i = 1, \dots, n$). Επίσης υποθέτουμε ότι ο αποφασίζοντας μπορεί να παρέχει τις τιμές $t_{ij} > 0$ ως απαντήσεις σε απλές ερωτήσεις διμερών συγκρίσεων του v_i με το v_j για όλα τα $i, j = 1, \dots, n$.

Αυτό αποτελεί μέρος της δομής του μοντέλου της αναλυτικής ιεραρχικής προσέγγισης (analytical hierarchy process, AHP) μιας ευρέως χρησιμοποιούμενης μεθόδου της πολυκριτήριας ανάλυσης αποφάσεων (Multicriteria Decision Making, MCDM), καθώς και άλλων μεθόδων. Οι Choo and Wedley (2004) παρουσιάζουν 18 μεθόδους εκτίμησης των τιμών προτίμησης από πίνακες διμερών συγκρίσεων, ομαδοποιημένες ανάλογα με το στόχο κάθε διαδικασίας εκτίμησης. Ο πίνακας $n \times n$ $T = [t_{ij}]$ είναι ο πίνακας διμερών συγκρίσεων που προσεγγίζει τις τιμές v_1, \dots, v_n , και έστω C_1, \dots, C_n οι στήλες του T . Το πρόβλημα συνίσταται στον καθορισμό μέσω του T των w_1, \dots, w_n που εκτιμούν τις τιμές προτίμησης v_1, \dots, v_n , λαμβάνοντας υπόψη κάποιο μέτρο αποτελεσματικότητας.

Το ισχυρότερο μέτρο της αποτελεσματικότητας κάθε μεθόδου είναι το κατά πόσο κοντά βρίσκεται το κλάσμα της εκτιμώμενης σημαντικότητας (w_i/w_j) με τα κλάσματα κάθε σύγκρισης (t_{ij}) από τον πίνακα συγκρίσεων. Αυτές οι τεχνικές εκτίμησης βασίζονται στην ελαχιστοποίηση της απόκλισης ανάμεσα στις τιμές w_i/w_j και t_{ij} και ονομάζονται μέθοδοι 'ελαχιστοποίησης απόστασης'.

Ένα λιγότερο ισχυρό μέτρο αποτελεσματικότητας σχετίζεται με τους διαφορετικούς τρόπους εκτίμησης των προτιμήσεων από έναν πίνακα διμερών συγκρίσεων χωρίς λάθη (error free). Οι μέθοδοι αυτοί δίνουν τις σωστές τιμές προτίμησης σε περιπτώσεις χωρίς λάθη και ονομάζονται μέθοδοι 'ορθότητας σε περιπτώσεις χωρίς λάθη'. Στη συνέχεια θα παρουσιαστούν κάποιοι αντιπροσωπευτικοί μέθοδοι από κάθε κατηγορία.

2.8.1 Μέθοδοι ελαχιστοποίησης απόστασης

Έστω ο πίνακας διμερών συγκρίσεων $T = [t_{ij}]$ όπου $t_{ij} \approx v_i/v_j$ ($i, j = 1, \dots, n$) είναι οι n προσεγγίσεις του $v = [v_1, \dots, v_n]^T$ (μια προσέγγιση για κάθε στήλη). Μια

μέθοδος εκτίμησης Φ με $\Phi(\mathbf{T}) = [w_1, \dots, w_n]^T$ είναι αποτελεσματική όταν η απόσταση ανάμεσα στα $[w_i/w_j]$ και \mathbf{T} είναι πολύ μικρή ή η ελάχιστη δυνατή. Για κάθε συνάρτηση απόστασης D στους $n \times n$ πίνακες οι Choo and Wedley (2004) ορίζουν μια μέθοδο εκτίμησης Φ_D ορίζοντας ως $\Phi_D(\mathbf{T})$ τη βέλτιστη λύση του προβλήματος $P(D, \mathbf{T}) \min D([w_i/w_j], \mathbf{T})$.

Οι Choo and Wedley (2004) αναφέρουν 12 μεθόδους εκτίμησης των τιμών προτίμησης εναλλακτικών που βασίζονται στην ελαχιστοποίηση της απόστασης ανάμεσα στα $[w_i/w_j]$ και \mathbf{T} . Στη συνέχεια θα παρουσιαστούν οι 6 από αυτές τις μεθόδους, οι οποίες έχουν μοντέλο κλειστής μορφής (closed formula) ή είναι γραμμικά προγράμματα και άρα μπορούν να επιλυθούν σχετικά εύκολα.

PWLS (Preference weighted least square)

Σε αυτήν τη μέθοδο η απόσταση $D([w_i/w_j], \mathbf{T})$ αντικαθίσταται από την $\sum_i \sum_j (t_{ij} w_j - w_i)^2$. Η βασική ιδέα είναι ότι $t_{ij} \approx w_i/w_j \Rightarrow w_j(t_{ij} - w_i/w_j) \approx 0 \Rightarrow t_{ij} w_j - w_i \approx 0 \Rightarrow (t_{ij} w_j - w_i) \approx 0$. Πρέπει να σημειωθεί ότι οι αποκλίσεις κάθε στήλης σταθμίζονται από τις τιμές προτίμησης που αντιστοιχούν στη στήλη. Η κλίμακα της βέλτιστης λύσης \mathbf{w} του προβλήματος $P(D, \mathbf{T})$ δεν μπορεί να οριστεί αυθαίρετα. Η σχετική μέθοδος εκτίμησης Φ_D ονομάζεται preference weighted least square extremal estimating method (εξωτερική μέθοδος εκτίμησης ελαχίστων τετραγώνων σταθμισμένων προτιμήσεων) [Chu et al. (1979)]. Οι αποκλίσεις τις j στήλης του \mathbf{T} σταθμίζονται από το w_j , ($j = 1, \dots, n$). Η βέλτιστη λύση $\Phi_D(\mathbf{T})$ του προβλήματος $P(D, \mathbf{T})$ μετά την προσθήκη και του περιορισμού $\sum_j w_j = 1$ είναι η

$$\mathbf{w} = \mathbf{B}^{-1} \mathbf{e} \quad \text{όπου} \quad \mathbf{B}^{-1} = [b_{ij}] \quad \text{με} \quad b_{ij} = -t_{ij} - 1/t_{ij} \quad (1 \leq i \neq j \leq n) \quad \text{και} \\ b_{ii} = (n-2) + \sum_j (t_{ij})^2 \quad (i = 1, \dots, n) \quad \text{και} \quad \mathbf{e} \text{ είναι το μοναδιαίο διάνυσμα, } \mathbf{e} = [1, \dots, 1]^T.$$

PWLAE (Preference weighted least absolute error)

Σε αυτήν τη μέθοδο η απόσταση $D([w_i/w_j], \mathbf{T})$ αντικαθίσταται από την $\sum_i \sum_j \|t_{ij} w_j - w_i\|$. Η βασική ιδέα είναι ότι $t_{ij} \approx w_i/w_j \Rightarrow w_j(t_{ij} - w_i/w_j) \approx 0 \Rightarrow t_{ij} w_j - w_i \approx 0 \Rightarrow \|t_{ij} w_j - w_i\| \approx 0$. Πρέπει να σημειωθεί ότι οι αποκλίσεις κάθε στήλης σταθμίζονται από τις τιμές προτίμησης που αντιστοιχούν στη στήλη το οποίο ομοιάζει με το σταθμισμένο κανόνα του Tchebycheff [Steuer and Choo (1983)]. Η κλίμακα της βέλτιστης λύσης \mathbf{w} του προβλήματος $P(D, \mathbf{T})$ δεν μπορεί να οριστεί αυθαίρετα. Η σχετική μέθοδος εκτίμησης Φ_D ονομάζεται preference weighted least absolute error extremal estimating method (εξωτερική μέθοδος εκτίμησης ελάχιστου απόλυτου σφάλματος σταθμισμένων προτιμήσεων) [Blankmeyer (1987)]. Οι αποκλίσεις τις j στήλης του \mathbf{T} σταθμίζονται από το w_j , ($j = 1, \dots, n$). Το πρόβλημα $P(D, \mathbf{T})$ μπορεί να γραφτεί ως ένα πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού στόχων:

$$\min \sum_{i \neq j} P_{ij} + \sum_{i \neq j} M_{ij}$$

υπό

$$t_{ij} w_j - w_i - P_{ij} + M_{ij} = 0 \quad 1 \leq i \neq j \leq n$$

$$w_i \geq 1, \quad i = 1, \dots, n$$

$$P_{ij}, M_{ij} \geq 0, \quad 1 \leq i \neq j \leq n$$

όπου P_{ij} και M_{ij} είναι μεταβλητές απόκλισης. Η μέθοδος PWLAE μπορεί να επεκταθεί και σε πολλαπλά κριτήρια.

PWLWAE (Preference weighted least worst absolute error)

Σε αυτήν τη μέθοδο η απόσταση $D([w_i/w_j], \mathbf{T})$ αντικαθίσταται από την $\max_{i \neq j} \|t_{ij} w_j - w_i\|$. Η βασική ιδέα είναι ότι $t_{ij} \approx w_i/w_j \Rightarrow w_j(t_{ij} - w_i/w_j) \approx 0 \Rightarrow t_{ij} w_j - w_i \approx 0 \Rightarrow \max_{i \neq j} \|t_{ij} w_j - w_i\| \approx 0$. Και εδώ οι αποκλίσεις κάθε στήλης σταθμίζονται από τις τιμές προτίμησης που αντιστοιχούν στη στήλη. Η κλίμακα της βέλτιστης λύσης \mathbf{w} του προβλήματος $P(D, \mathbf{T})$ δεν μπορεί να οριστεί αυθαίρετα. Η σχετική μέθοδος εκτίμησης Φ_D ονομάζεται preference weighted least worst absolute error extremal estimating method (εξωτερική μέθοδος εκτίμησης ελάχιστου χειρίστου απόλυτου σφάλματος σταθμισμένων προτιμήσεων) [Choo and Wedley (2004)]. Οι

αποκλίσεις τις j στήλης του \mathbf{T} σταθμίζονται από το w_j , ($j = 1, \dots, n$). Το πρόβλημα $P(D, \mathbf{T})$ μπορεί να γραφτεί ως ένα πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού:

$$\begin{aligned} \min \quad & Z \\ \text{υπό} \quad & \\ Z \geq t_{ij}w_j - w_i \quad & 1 \leq i \neq j \leq n \\ Z \geq -t_{ij}w_j + w_i \quad & 1 \leq i \neq j \leq n \\ w_i \geq 1, \quad & i = 1, \dots, n \end{aligned}$$

Το παραπάνω γραμμικό πρόβλημα ομοιάζει με τη μέθοδο ασαφούς προγραμματισμού του Mikhailov (2000).

Logarithmic least square (LLS)

Σε αυτήν τη μέθοδο ισχύει $D([w_i/w_j], \mathbf{T}) = \sum_i \sum_j [\ln(t_{ij}) - (\ln(w_i) - \ln(w_j))]^2$. Η

βασική ιδέα της εν λόγω μεθόδου είναι ότι $t_{ij} \approx w_i/w_j \Rightarrow \ln(t_{ij}) \approx \ln(w_i/w_j) = \ln(w_i) - \ln(w_j) \Rightarrow [\ln(t_{ij}) - (\ln(w_i) - \ln(w_j))]^2 \approx 0$. Η κλίμακα της βέλτιστη λύση \mathbf{w} του προβλήματος $P(D, \mathbf{T})$ μπορεί να οριστεί αυθαίρετα από οποιαδήποτε θετική σταθερά. Η σχετική μέθοδος εκτίμησης Φ_D ονομάζεται logarithmic least square extremal estimating method (εξωτερική μέθοδος εκτίμησης λογαριθμικών ελαχίστων τετραγώνων) [Blankmeyer (1987)]. Η βέλτιστη λύση $\Phi_D(\mathbf{T})$ του προβλήματος $P(D, \mathbf{T})$ είναι ο γεωμετρικός μέσος των διανυσμάτων στηλών του \mathbf{T} :

$$\left[\left(\prod_j t_{1j} \right)^{1/n} / \sum_i \left(\prod_j t_{ij} \right)^{1/n}, \dots, \left(\prod_j t_{nj} \right)^{1/n} / \sum_i \left(\prod_j t_{ij} \right)^{1/n} \right]$$

Για να δοθεί έμφαση σε αυτό η μέθοδος είναι επίσης γνωστή ως simple geometric mean (SGM) extremal estimating method (εξωτερική μέθοδος εκτίμησης απλού γεωμετρικού μέσου) [Fichtner (1986), Zahedi (1986)].

LLAE (Logarithmic least absolute error)

Σε αυτήν τη μέθοδο ισχύει $D([w_i/w_j], \mathbf{T}) = \sum_i \sum_j \|\ln(t_{ij}) - (\ln(w_i) - \ln(w_j))\|$. Η

βασική ιδέα είναι ότι $t_{ij} \approx w_i/w_j \Rightarrow \ln(t_{ij}) \approx \ln(w_i/w_j) = \ln(w_i) - \ln(w_j) \Rightarrow \|\ln(t_{ij}) - (\ln(w_i) - \ln(w_j))\| \approx 0$. Η κλίμακα της βέλτιστης λύσης \mathbf{w} του

προβλήματος $P(D, T)$ μπορεί να οριστεί αυθαίρετα από οποιαδήποτε θετική σταθερά. Η σχετική μέθοδος εκτίμησης Φ_D ονομάζεται logarithmic least absolute error extremal estimating method (εξωτερική μέθοδος εκτίμησης λογαριθμικού ελάχιστου απόλυτου σφάλματος) [Zahedi (1986)]. Οι αποκλίσεις τις j στήλης του T σταθμίζονται από το w_j , ($j = 1, \dots, n$). Το πρόβλημα $P(D, T)$ μπορεί να γραφτεί ως ένα πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού στόχων ($u_i = \ln(w_i)$, $w_i = \exp(u_i)$, $i = 1, \dots, n$):

$$\min \sum_{i \neq j} P_{ij} + \sum_{i \neq j} M_{ij}$$

υπό

$$u_i - u_j - P_{ij} + M_{ij} = 0 \quad 1 \leq i \neq j \leq n$$

$$u_i \geq 1, \quad i = 1, \dots, n$$

$$P_{ij}, M_{ij} \geq 0, \quad 1 \leq i \neq j \leq n$$

όπου P_{ij} και M_{ij} είναι μεταβλητές απόκλισης.

LLWAE (Logarithmic least worst absolute error)

Σε αυτήν τη μέθοδο ισχύει $D([w_i/w_j], T) = \max_{i \neq j} \|\ln(t_{ij}) - (\ln(w_i) - \ln(w_j))\|$. Η βασική ιδέα είναι ότι $t_{ij} \approx w_i/w_j \Rightarrow \ln(t_{ij}) \approx \ln(w_i/w_j) = \ln(w_i) - \ln(w_j) \Rightarrow \max_{i \neq j} \|\ln(t_{ij}) - (\ln(w_i) - \ln(w_j))\| \approx 0$. Η κλίμακα της βέλτιστη λύση w του προβλήματος $P(D, T)$ μπορεί να οριστεί αυθαίρετα από οποιαδήποτε θετική σταθερά. Η σχετική μέθοδος εκτίμησης Φ_D ονομάζεται logarithmic least worst absolute error extremal estimating method (εξωτερική μέθοδος εκτίμησης λογαριθμικού ελάχιστου χειρίστου απόλυτου σφάλματος) [Choo and Wedley (2004)] και δεν έχει μελετηθεί εκτενώς ακόμα. Το πρόβλημα $P(D, T)$ μπορεί να γραφτεί ως ένα πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού ($u_i = \ln(w_i)$, $w_i = \exp(u_i)$, $i = 1, \dots, n$):

$$\min Z$$

υπό

$$Z \geq u_i - u_j - \ln(t_{ij}) \quad 1 \leq i \neq j \leq n$$

$$Z \geq -u_i + u_j + \ln(t_{ij}) \quad 1 \leq i \neq j \leq n$$

$$u_i \geq 1, \quad i = 1, \dots, n$$

2.8.2 Μέθοδοι ορθότητας σε περιπτώσεις χωρίς λάθη

Εκτός από την ελαχιστοποίηση της απόστασης $D([w_i/w_j], T)$ μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια μέθοδος εκτίμησης που να είναι γνωστό ότι παράγει σωστά αποτελέσματα σε περιπτώσεις χωρίς λάθη. Έστω C_1, \dots, C_n οι στήλες του T . Αν ο πίνακας T δεν έχει λάθη στις εκτιμήσεις από τον αποφασίζοντα (error free) όλες οι στήλες είναι θετικά πολλαπλάσια του v αφού ισχύει $C_j = (1/v_j)v$, $j = 1, \dots, n$. Οπότε η κάθε στήλη του T μπορεί να θεωρηθεί ως μια προσέγγιση του v . Οι Choo and Wedley (2004) αναφέρουν 6 μεθόδους εκτίμησης των τιμών προτίμησης ανάλογα με τους διαφορετικούς τρόπους σύνθεσης των στηλών C_1, \dots, C_n του T . Στη συνέχεια θα παρουσιαστούν οι 2 από αυτές τις μεθόδους, οι οποίες βασίζονται στο σταθμισμένο άθροισμα των στηλών του T και έχουν μοντέλο κλειστής μορφής (closed formula) οπότε μπορούν να επιλυθούν σχετικά εύκολα.

Στις μεθόδους αυτές θεωρείται ότι $w = \sum_j a_j C_j$ είναι ένα σταθμισμένο άθροισμα των στηλών C_1, \dots, C_n του T με $a_j \geq 0$ ($j = 1, \dots, n$). Ουσιαστικά κάθε t_{ij} μιας στήλης σταθμίζεται από το a_j και το άθροισμα γίνεται σε όλες τις j στήλες. Οι συναρτήσεις $\phi(T) = w$ που προκύπτουν ονομάζονται μέθοδοι που βασίζονται στο σταθμισμένο άθροισμα των στηλών. Όταν ο πίνακας T δεν έχει λάθη στις εκτιμήσεις από τον αποφασίζοντα (error free) ισχύει από τη σχέση $C_j = (1/v_j)v$, $j = 1, \dots, n$ ότι το $w = \left(\sum_j a_j / v_j \right) v$ είναι ένα θετικό πολλαπλάσιο του v . Κατά συνέπεια οι μέθοδοι που βασίζονται στο σταθμισμένο άθροισμα των στηλών ικανοποιούν την απαίτηση ορθότητας σε περιπτώσεις χωρίς λάθη.

SCS (Simple column sum)

Έστω $w = \sum_j a_j C_j$ ένα σταθμισμένο άθροισμα των στηλών C_1, \dots, C_n του T με $a_j = 1$ ($j = 1, \dots, n$). Τότε η $\phi(T) = w$ είναι το απλό άθροισμα των στηλών του T και ονομάζεται μέθοδος SCS. Επειδή οι στήλες C_1, \dots, C_n δεν έχουν συνήθως την

ίδια κλίμακα, δεν είναι αποδεκτή η πρόσθεση των στηλών, οπότε η SCS δεν αναμένεται να παρέχει ιδιαίτερα καλά αποτελέσματα [Zahedi (1986)].

SNCS (Simple normalized column sum)

Στην παρούσα μέθοδο ισχύει $a_j = 1/\mathbf{e}^T \mathbf{C}_j$. Ουσιαστικά η μέθοδος πραγματοποιεί μια κανονικοποίηση των στηλών $\mathbf{C}_1, \dots, \mathbf{C}_n$ πολλαπλασιάζοντας τον πίνακα \mathbf{T} από τα δεξιά με ένα $n \times n$ διαγώνιο πίνακα \mathbf{N} . Έστω \mathbf{w} το απλό άθροισμα των στηλών του \mathbf{TN} . Τότε $\phi(\mathbf{T}) = \mathbf{w}$ και ονομάζεται μέθοδος SNCS. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι κανονικοποίησης των στηλών του \mathbf{T} .

Όταν ο \mathbf{N} είναι ο διαγώνιος πίνακας με την τιμή $1/\mathbf{e}^T \mathbf{C}_j$ στο κελί (j, j) (όπου \mathbf{e} το μοναδιαίο διάνυσμα), οι στήλες του \mathbf{T} κανονικοποιούνται και το απλό άθροισμα των κανονικοποιημένων στηλών του \mathbf{TN} είναι $\mathbf{w} = \sum_j (1/\mathbf{e}^T \mathbf{C}_j) \mathbf{C}_j$. Η SNCS μέθοδος

αναφέρεται στη βιβλιογραφία και ως μέθοδος ‘mean transformation’ και έχει αποδειχθεί ότι δίνει πολύ καλά αποτελέσματα [Zahedi (1986)].

Πρέπει να σημειωθεί σε αυτό το σημείο ότι οι Choo and Wedley (2004) πραγματοποίησαν κάποιες αριθμητικές συγκρίσεις των μεθόδων σε δύο σύνολα από πίνακες εκτίμησης προτιμήσεων, με μεγάλα και μικρά λάθη. Κατέληξαν ότι σε περιπτώσεις λίγων και μεγάλων αριθμητικών λαθών μέσα στον πίνακα \mathbf{T} οι μέθοδοι PWLAE και LLAE, οι οποίες ελαχιστοποιούν κάποιο μέτρο των απόλυτων αποκλίσεων, φαίνονται να έχουν καλύτερα αποτελέσματα. Σε περιπτώσεις πολλών αλλά μικρών λαθών, η προσέγγιση LLWAE δείχνει να έχει αρκετά καλά αποτελέσματα. Τέλος οι μέθοδοι SNCS και SGM έχουν σταθερά καλά αποτελέσματα και για τους δύο τύπους λαθών. Τέλος, η μέθοδος SGM έχει το ισχυρότερο χαρακτηριστικό της ελαχιστοποίησης της απόστασης, ενώ η μέθοδος SNCS βασίζεται σε απλές ιδέες της κοινής κλίμακας και της πρόσθεσης των στηλών. Οπότε προτείνονται προς χρήση οι δύο παραπάνω μέθοδοι.

2.9 Εκτίμηση βαρών από συγκρίσεις προτίμησης με χρήση μαθηματικού προγραμματισμού

Οι Horsky and Rao (1984) πρότειναν μια μέθοδο βασισμένη στο μαθηματικό προγραμματισμό προκειμένου να ανακτήσουν τα ‘πραγματικά’ βάρη που κρύβονται κάτω από τις επιλογές του αποφασίζοντα σε πολυκριτήρια προβλήματα. Ξεκινούν έχοντας ως βάση τη γενική μορφή του πολυκριτηρίου μοντέλου και θεωρούν ότι οι αποφασίζοντες μπορούν να παρέχουν αξιόπιστες πληροφορίες κάνοντας συγκρίσεις ανά ζεύγη, καθώς και ανάμεσα σε δύο ζεύγη εναλλακτικών.

Το πολυκριτήριο μοντέλο (multi-attribute model) θεωρεί ότι η προτίμηση του αποφασίζοντα για μια επιλογή συνδέεται με την ‘απόσταση’ της εν λόγω επιλογής από την ιδανική επιλογή (η οποία μπορεί να είναι μόνο υποθετική) [Coombs (1964)]. Όσο πιο κοντά βρίσκεται μια επιλογή στην ιδανική, τόσο μεγαλύτερη η προτίμηση του αποφασίζοντα. Η απόσταση είναι ένα σύνθετο μέτρο που λαμβάνει υπόψη τη θέση κάθε εναλλακτικής σύμφωνα με διάφορα κριτήρια τα οποία τη χαρακτηρίζουν. Αν έχουμε n εναλλακτικές, κάθε μια από τις οποίες χαρακτηρίζεται από m κριτήρια, η γενική μορφή του πολυκριτηρίου μοντέλου θα είναι:

$$D_i = K + \sum_{j=1}^m w_j d_{ij} + \varepsilon_i \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

όπου D_i είναι η συνολική απόσταση της εναλλακτικής i από την ιδανική εναλλακτική, K είναι μια σταθερά, w_j είναι το βάρος του κριτηρίου j , d_{ij} είναι η απόσταση της i -στης εναλλακτικής από την επίδοση της ιδανικής εναλλακτικής στο κριτήριο j και ε_i είναι ένας όρος σφάλματος. Εφόσον οι τιμές των εναλλακτικών μετριοούνται σε μια κλίμακα διαστήματος, η επίδοση της εναλλακτικής i στο κριτήριο j συμβολίζεται ως με y_{ij} , ενώ η επίδοση της ιδανικής εναλλακτικής στο κριτήριο j με x_j .

Πρέπει να σημειωθεί σε αυτό το σημείο ότι η απόσταση d_{ij} μπορεί να έχει διάφορες μορφές: $d_{ij} = f_j(y_{ij} - x_j)$. Αν $d_{ij} = |y_{ij} - x_j|$ τότε η συνολική απόσταση D_i είναι ο σταθμισμένος όρος (4), ενώ αν $d_{ij} = (y_{ij} - x_j)^2$, τότε η D_i είναι το τετράγωνο της σταθμισμένης ευκλείδειας απόστασης.

Ο σκοπός της διαδικασίας που προτείνουν οι Horsky and Rao (1984) είναι η εκτίμηση των βαρών των κριτηρίων w_j της εξίσωσης (4) και ονομάστηκε LINPAC (LINear ProgrAmming of preference Comparisons). Πραγματοποιείται η υπόθεση ότι τα βάρη και τα ιδανικά σημεία διαφέρουν ανάλογα με τον αποφασίζοντα, οπότε η εκτίμηση πραγματοποιείται για ξεχωριστά για κάθε άτομο.

Ως προς τη μέτρηση των προτιμήσεων, θεωρείται ότι οι αποφασίζοντες μπορούν να παρέχουν αξιόπιστες πληροφορίες κάνοντας συγκρίσεις ανά ζεύγη, καθώς και ανάμεσα σε δύο ζεύγη εναλλακτικών. Για τη συλλογή πληροφοριών προτείνουν τη χρήση ερωτηματολογίου όπου ο αποφασίζοντας καλείται να πραγματοποιήσει διμερείς συγκρίσεις ανάμεσα σε εναλλακτικές, και ζεύγη εναλλακτικών, απαντώντας αν είναι αδιάφορος ή αν προτιμά τη μια από τις δύο εναλλακτικές. Εφόσον ισχύει το δεύτερο μπορεί να προσδιορίσει το βαθμό της προτίμησης ως χαμηλό, μέτριο ή υψηλό. Αυτές οι έννοιες θεωρείται σύμφωνα με μια μελέτη των Bass et al. (1974) ότι απέχουν το ίδιο.

Αν σε κάποια διμερή σύγκριση ο αποφασίζοντας δηλώσει ότι προτιμά την εναλλακτική p από την εναλλακτική q , αναμένεται η εναλλακτική q να απέχει περισσότερο από την ιδανική εναλλακτική οπότε θα ισχύει $D_q > D_p$. Από μια τέτοια πληροφορία προκύπτει ο περιορισμός:

$$\Delta D_{qp} = D_q - D_p = \sum_{j=1}^m w_j (d_{qj} - d_{pj}) + \varepsilon_{qp} \geq 0 \quad q, p \in S, \quad \varepsilon_{qp} = \varepsilon_q - \varepsilon_p \quad (5)$$

Τέτοιου τύπου περιορισμοί μπορούν να δημιουργηθούν για όλο το σύνολο S όλων των $\binom{n}{2}$ διατεταγμένων διμερών συγκρίσεων.

Η επιπλέον πληροφορία σχετικά με το βαθμό προτίμησης ανάμεσα σε δύο εναλλακτικές παρέχει μια ταξινόμηση της διαφοράς ΔD_{qp} σε μια συγκεκριμένη κατηγορία:

$$\begin{array}{llll} \Delta D_{qp} \Rightarrow & \text{καμία} & \text{μικρή} & \text{μέτρια} & \text{μεγάλη} \\ \Delta D_{qp} \Rightarrow & S_1 & S_2 & S_3 & S_4 \end{array} \quad (6)$$

Αυτές οι ταξινομήσεις χρησιμοποιούνται μόνο ως βαθμωτές (ordinal) μεταβλητές, απαιτώντας για παράδειγμα ότι οι διαφορές που ανήκουν στην ομάδα S_2 να είναι μεγαλύτερες από αυτές που ανήκουν στην S_1 , κ.ο.κ. Οπότε παρέχουν πληροφορίες σχετικά με επιπλέον συγκρίσεις ανάμεσα σε ζευγάρια εναλλακτικών:

$$\Delta D_{sr} - \Delta D_{tu} = \sum_{j=1}^m w_j (d_{sj} - d_{rj} - d_{tj} - d_{uj}) + (\varepsilon_{sr} - \varepsilon_{tu}) \geq 0 \quad (7)$$

$s, r \in S_k$, $t, u \in S_h$, $h = 1, 2, 3$ και k ακέραιος τέτοιος ώστε $h < k \leq 4$

Οι περιορισμοί (7) περιλαμβάνουν όλες τις $\binom{n}{2}$ συγκρίσεις ανάμεσα στα ζεύγη των

ζευγών των εναλλακτικών εκτός από αυτά που ανήκουν στην ίδια κατηγορία S_h . Αν δεν υπάρχουν λάθη οι (5) και (7) γίνονται:

$$\sum_{j=1}^m w_j (d_{qj} - d_{pj}) \geq 0 \text{ για όλα } q, p \in S \quad (8)$$

$$\sum_{j=1}^m w_j (d_{sj} - d_{rj} - d_{tj} - d_{uj}) \geq 0 \quad (9)$$

για όλα $s, r \in S_k$, $t, u \in S_h$, $h = 1, 2, 3$ $h < k \leq 4$

Εφόσον έχουν ληφθεί υπόψη όλες οι προτιμήσεις αναζητούνται τα w_j που ελαχιστοποιούν τις παραβιάσεις των (8) και (9), οπότε επιλύεται το ακόλουθο γραμμικό πρόγραμμα:

$$[\min] \quad \sum_{q, p \in S} z_{qp} + \sum_{\substack{h=1 \\ s, r \in S_k \\ u, t \in S_h}}^3 u_{srtu}$$

υπό

$$\left\{ \sum_{j=1}^m w_j (d_{qj} - d_{pj}) \right\} + z_{qp} \geq 0 \text{ για όλα } q, p \in S \quad (\Pi 1) \quad (10)$$

$$\left\{ \sum_{j=1}^m w_j (d_{sj} - d_{rj} - d_{tj} - d_{uj}) \right\} + u_{srtu} \geq 0 \quad (\Pi 2)$$

για όλα $s, r \in S_k$, $t, u \in S_h$

$$\sum_{j=1}^m w_j = 1 \quad (\Pi 3)$$

$$w_j, z_{qp}, u_{srtu} \geq 0, \quad q, p \in S, \quad s, r \in S_k, \quad t, u \in S_h, \quad h = 1, 2, 3 \quad h < k \leq 4$$

Στον περιορισμό (Π1) το z_{qp} είναι θετικό μόνο όταν παραβιάζεται ο περιορισμός (8)

και όμοια το u_{srtu} είναι θετικό μόνο όταν παραβιάζεται ο περιορισμός (9). Η

αντικειμενική συνάρτηση διασφαλίζει ότι το άθροισμα των αποκλίσεων που σχετίζεται με τις παραπάνω παραβιάσεις θα είναι ελάχιστο.

Αξίζει να σημειωθεί σε αυτό το σημείο ότι για την εύρεση των βαρών w_j των κριτηρίων μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο οι προτιμήσεις ως προς τα ζεύγη εναλλακτικών και όχι η ισχύς των προτιμήσεων. Σε αυτήν την περίπτωση απαλείφεται ο δεύτερος όρος της αντικειμενικής συνάρτησης και όλοι οι περιορισμοί (Π2). Η διαδικασία εκτίμησης που προκύπτει είναι πανομοιότυπη με τη διαδικασία LINMAP των Srinivasan and Shocker (1973).

Οι στατιστικές ιδιότητες των εκτιμητών των βαρών εξετάστηκαν μέσω προσομοίωσης και επιβεβαιώθηκε ότι παρέχουν συνεπή (consistent) βάρη. Αναλυτικά η μέθοδος LINPAC μπορεί να βρεθεί στους Horsky and Rao (1984).

2.10 Εκτίμηση βαρών κατά τη λήψη αποφάσεων με πολλαπλά κριτήρια υπό μη ακριβείς πληροφορίες

Στη βιβλιογραφία της λήψης αποφάσεων με πολλαπλά κριτήρια (multiple attribute decision making, MADM) έχουν προταθεί διάφοροι τρόποι εξαγωγής των βαρών απευθείας από τον αποφασίζοντα μέσω αλληλεπιδραστικής διαδικασίας αλλά παρουσιάζουν διάφορα μειονεκτήματα. Πρώτον, εξαρτώνται άμεσα από τη μέθοδο εξαγωγής τους [Borcherding and von Winterfeldt (1988), Shoemaker and Waid (1982)]. Επιπλέον δεν υπάρχει συμφωνία ως προς το ποιες μέθοδοι παρέχουν περισσότερο ακριβή αποτελέσματα αφού τα πραγματικά βάρη παραμένουν άγνωστα.

Ο Ahn (2003) χρησιμοποιεί μια μέθοδο εκτίμησης βαρών σε προβλήματα MADM που βασίζεται στις κρίσεις του αποφασίζοντα ο οποίος κάνει διμερείς συγκρίσεις σε ένα σύνολο εναλλακτικών βάσει κάποιων κριτηρίων. Θεωρεί δε ότι οι πληροφορίες από τον αποφασίζοντα είναι 'ανακριβείς' αφού σε πολλές πραγματικές εφαρμογές τα δεδομένα που παρέχονται από τον αποφασίζοντα δεν είναι ακριβή λόγω πίεσης χρόνου ή έλλειψης δεδομένων, της φύσης του κριτηρίου, ή της έλλειψης προσοχής από τον αποφασίζοντα [Weber (1987), Kahneman et al. (1982)].

Η μέθοδος χρησιμοποιεί ως βάση ένα απλό προσθετικό μοντέλο και ελαχιστοποιεί το σύνολο των παραβιάσεων των περιορισμών προτίμησης που προκύπτουν από τις διμερείς συγκρίσεις προκειμένου να υπολογίσει τα βάρη των κριτηρίων. Το σύνολο των m εναλλακτικών πάνω στις οποίες γίνονται οι διμερείς συγκρίσεις ορίζεται ως

$A = \{x^1, \dots, x^j, \dots, x^m\}$, ενώ το σύνολο των n χαρακτηριστικών (κριτηρίων) ορίζεται ως $K = \{1, 2, \dots, k, \dots, n\}$. Ακόμα το σύνολο $Y^j = \{y_1^j, \dots, y_k^j, \dots, y_n^j\}$ περιγράφει την j εναλλακτική, π.χ. y_k^j είναι η αξία του k κριτηρίου στην j εναλλακτική. Ορίζοντας ως $W = \{w_1, \dots, w_k, \dots, w_n\}$ τα βάρη των n κριτηρίων τα οποία είναι τα μόνα μεγέθη που πρέπει να εκτιμηθούν, τότε η ολική χρησιμότητα U^j της j εναλλακτικής, χρησιμοποιώντας το απλό προσθετικό μοντέλο θα είναι $U^j = \sum_{k \in K} w_k y_k^j$. Οι περιορισμοί που περιγράφουν προτιμήσεις του αποφασίζοντα για κάθε ζεύγος εναλλακτικών είναι της μορφής $U^i - U^j \geq 0$ για κάθε $(i, j) \in \Omega$, $\Omega = [(i, j); i, j \in K]$, όταν υπάρχει προτίμηση της εναλλακτικής i έναντι της εναλλακτικής j . Τότε σύμφωνα με τους Srinivasan and Shocker (1973), το σύνολο των βαρών W μπορεί να εκτιμηθεί από το ακόλουθο γραμμικό πρόγραμμα:

$$\begin{aligned} & \min \sum_{(i,j) \in \Omega} z_{ij} \\ & \text{υπό} \\ & \sum_k w_k (y_k^i - y_k^j) + z_{ij} \geq 0, \quad \forall (i, j) \in \Omega \\ & \sum_{(i,j) \in \Omega} \sum_k w_k (y_k^i - y_k^j) = 1 \\ & z_{ij} \geq 0 \quad \forall (i, j) \in \Omega \\ & w_k \geq 0 \quad \forall k \in K \end{aligned} \tag{11}$$

όπου η μεταβλητή z_{ij} εκφράζει την απόκλιση του μοντέλου από τις πραγματικές απαντήσεις προτίμησης του αποφασίζοντα.

Επιπρόσθετα με τους παραπάνω ορισμούς ο Ahn (2003) ορίζει ως $v_k(x_k^i)$ την τιμή της εναλλακτικής $x^i \in A$ στο κριτήριο $k \in K$ και ως w_k τη σχετική σημαντικότητα του k κριτηρίου. Θεωρείται ότι υπάρχουν προσθετικές συναρτήσεις αξιών υπό ανεξαρτησία προτιμήσεων (preferential independence) οπότε η υποκείμενη συνάρτηση πολυκριτήριας αξίας (multiattribute value, MAV) $v_k(x^i)$ της

$$\text{εναλλακτικής } x^i \text{ είναι η } v_k(x^i) = \sum_{k=1}^n w_k v_k(x_k^i).$$

Το μοντέλο που προτείνεται από τον Ahn (2003) μπορεί να επεκταθεί για να συμπεριλάβει την εκτίμηση βαρών των κριτηρίων από μια συνάρτηση χρησιμότητας

υπό αβεβαιότητα. Για παράδειγμα ο αποφασίζοντας μπορεί να ορίσει την τιμή $v_k(x_k^i)$ της εναλλακτικής $x^i \in A$ πάνω στο κριτήριο k με βάσει την κατώτατη και την ανώτατη τιμή θεωρεί αποδεκτή, δηλαδή $v_k^-(x_k^i) \leq v_k(x_k^i) \leq v_k^+(x_k^i)$.

Λαμβάνονται υπόψη 5 μορφές πληροφόρησης από τον αποφασίζοντα [Ahn (2003)]:

- Ασθενής προτίμηση ανάμεσα σε δύο εναλλακτικές: $v_k(x_k^i) \geq v_k(x_k^j)$
- Αυστηρή προτίμηση ανάμεσα σε δύο εναλλακτικές:
 $v_k(x_k^i) - v_k(x_k^j) \geq \varepsilon$, όπου ε είναι ένας μικρός και θετικός αριθμός

- Προτίμηση με συγκρίσεις αναλογίας: $v_k(x_k^i) \geq a_{ij} v_k(x_k^j)$

- Προτίμηση ανάμεσα σε δύο όρια: $v_k^-(x_k^i) \leq v_k(x_k^i) \leq v_k^+(x_k^i)$

- Διαφορές στην προτίμηση ζευγών των εναλλακτικών:

$$v_k(x_k^i) - v_k(x_k^j) \geq v_k(x_k^l) - v_k(x_k^m) \text{ για } i \neq j \neq l \neq m.$$

Κάθε συνδυασμός των παραπάνω μορφών πληροφορίας είναι αποδεκτός προκειμένου να δοθεί στον αποφασίζοντα η ευχέρεια να επιλέξει τον τρόπο που θα ορίσει τις προτιμήσεις του ανάλογα με τον τρόπο σκέψης του και τη φύση του κάθε κριτηρίου. Βέβαια, οι περιορισμοί θα πρέπει να έχουν τη μορφή γραμμικών ανισοτήτων έτσι ώστε να μπορεί το προτεινόμενο γραμμικό μοντέλο να παρέχει λύση.

Έστω $W^* = \{w_k^*\}$ το σύνολο των βέλτιστων βαρών για $k \in K$. Τα βάρη αυτά θα πρέπει να είναι συνεπή με τις προτιμήσεις του αποφασίζοντα αν ισχύει $v(x^i) \geq v(x^j)$ για κάθε διατεταγμένο ζεύγος εναλλακτικών $(i, j) \in \Omega$. Άρα ο στόχος της ανάλυσης θα είναι να καθοριστεί η βέλτιστη λύση $W^* = \{w_k^*\}$ για την οποία οι περιορισμοί προτίμησης $v(x^i) \geq v(x^j)$ παραβιάζονται όσο το δυνατόν λιγότερο. Οπότε στο γραμμικό πρόγραμμα του Ahn (2003) εισάγεται μια μεταβλητή z_{ij} τέτοια ώστε $v(x^i) - v(x^j) + z_{ij} \geq 0$ για κάθε διατεταγμένο ζεύγος εναλλακτικών $(i, j) \in \Omega$ και πραγματοποιείται ελαχιστοποίησή της στο ακόλουθο πρόγραμμα:

$$\begin{aligned}
 & \min \sum_{(i,j) \in \Omega} z_{ij} \\
 & \text{υπό} \\
 & \sum_{k=1}^n w_k [v_k(x_k^i) - v_k(x_k^j)] + z_{ij} \geq 0, \quad \forall (i,j) \in \Omega \\
 & v_k \in V_k, \quad w_k \in W = \left\{ \sum_k w_k = 1, \quad w_k \geq 0 \right\}, \quad z_{ij} \geq 0, \quad k = 1, \dots, n
 \end{aligned} \tag{12}$$

Το παραπάνω πρόγραμμα είναι μη γραμμικό αφού υπάρχουν γινόμενα του τύπου $w_k \cdot v_k$ όπου τα w_k και v_k είναι παράμετροι απόφασης που πρέπει να εκτιμηθούν. Ο Ahn (2003) προτείνει μια μέθοδο μετατροπής του μη γραμμικού προγράμματος σε ένα εύκολα επιλύσιμο γραμμικό πρόγραμμα.

Για τη μετατροπή εισάγει τις νέες μεταβλητές $y_k(x_k^i)$ τέτοιες ώστε $y_k(x_k^i) = w_k v_k(x_k^i)$, $i = 1, \dots, m$, $k = 1, \dots, n$ και πραγματοποιεί την υπόθεση ότι η συνάρτηση αξιών v_k είναι μονότονα αύξουσα. Επιπλέον θα υπάρχει μια εναλλακτική x_k^{i*} η οποία έχει μέγιστη τιμή ανά στήλη $x_k^{i*} = \{x_k^i \mid \max_{i=1, \dots, m} (v_k(x_k^i))\}$ για κάθε κριτήριο k . Τότε για την περισσότερο επιθυμητή τιμή του k κριτηρίου θα ισχύει $v_k(x_k^{i*}) = 1$, και βάσει αυτού $y_k(x_k^{i*}) = w_k v_k(x_k^{i*}) = w_k$ και $v_k(x_k^i) = \frac{y_k(x_k^i)}{y_k(x_k^{i*})}$. Σε

περίπτωση που v_k είναι μονότονα φθίνουσα, χρησιμοποιείται η x_k^{i*} τέτοια ώστε $x_k^{i*} = \{x_k^i \mid \min_{i=1, \dots, m} (v_k(x_k^i))\}$. Με την εισαγωγή των νέων μεταβλητών στο μη γραμμικό πρόγραμμα προκύπτει το ισοδύναμο γραμμικό πρόγραμμα που ακολουθεί:

$$\begin{aligned}
 & \min \sum_{(i,j) \in \Omega} z_{ij} \\
 & \text{υπό} \\
 & \sum_{k=1}^n [y_k(x_k^i) - y_k(x_k^j)] + z_{ij} \geq 0, \quad \forall (i,j) \in \Omega \\
 & y_k(x_k^i) \in Y_k, \quad z_{ij} \geq 0 \quad i = 1, \dots, m \quad k = 1, \dots, n \\
 & Y^* = \left\{ \sum_{k=1}^n y_k(x_k^{i*}) = 1, y_k(x_k^{i*}) \geq 0, k = 1, \dots, n \right\}
 \end{aligned} \tag{13}$$

Τα βάρη $W^* = \{w_k^*\}$ που προκύπτουν από το παραπάνω γραμμικό πρόγραμμα είναι απόλυτα συνεπή με τις προτιμήσεις του αποφασίζοντα αν και μόνο αν η βέλτιστη

λύση του παραπάνω γραμμικού προγράμματος είναι $z_{ij}^* = 0$ για κάθε διατεταγμένο ζεύγος εναλλακτικών $(i, j) \in \Omega$ [Ahn (2003)].

Σε περίπτωση που η παραπάνω δήλωση δεν ισχύει, δηλαδή έχουν παραχθεί αποτελέσματα που συγκρούονται με τις προτιμήσεις του αποφασίζοντα μπορούμε να προχωρήσουμε στον προσδιορισμό των βαρών με δύο τρόπους. Πρώτον, ο αποφασίζοντας ερωτάται αν είναι διατεθειμένος να ορίσει με μεγαλύτερη ακρίβεια κάποιες μη ακριβείς προτιμήσεις. Αν όχι, τότε η διερεύνηση σταματά και παρουσιάζονται τα εκτιμώμενα βάρη των κριτηρίων. Αν ναι, τότε με αλληλεπιδραστική διαδικασία μπορούν να μειωθούν τα σφάλματα των λαθών, είτε ορίζοντας με μεγαλύτερη ακρίβεια τις μη ακριβείς προτιμήσεις ή αλλάζοντας εντελώς κάποιες από τις προτιμήσεις.

Αξίζει να σημειωθεί ότι εκτός από την αντικειμενική συνάρτηση που ελαχιστοποιεί το σύνολο των σφαλμάτων μπορεί να θεωρηθεί μια αντικειμενική η οποία ελαχιστοποιεί τον αριθμό των παραβιάσεων, αφού ο αριθμός αυτός μπορεί να είναι διαφορετικός για το ίδιο σύνολο σφαλμάτων. Για παράδειγμα θα μπορούσαμε να έχουμε πολλά μικρά σφάλματα ή λίγα μεγάλα. Βέβαια δεν υπάρχει εγγύηση για το ποια αντικειμενική συνάρτηση παρέχει τα καλύτερα αποτελέσματα [Ahn (2003)]. Οι Pekelman and Sen (1964) εξέτασαν τις δύο εναλλακτικές αντικειμενικές συναρτήσεις σε δύο πραγματικές εφαρμογές και κατέληξαν ότι η συνάρτηση ελαχιστοποίησης του αριθμού των σφαλμάτων φαίνεται να έχει ένα ελαφρό πλεονέκτημα έναντι της ελαχιστοποίησης του συνόλου των σφαλμάτων.

2.11 Καθορισμός βαρών των κριτηρίων με χρήση θεωρίας ασαφών συνόλων

Στην πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων (MCDM), οι αποφασίζοντες πάντα δίνουν πληροφορίες για τις προτιμήσεις τους ως προς τις εναλλακτικές λύσεις ή τα κριτήρια απόφασης. Δεδομένου ότι οι αποφασίζοντες μπορεί να έχουν διαφορετικό πολιτιστικό και εκπαιδευτικό υπόβαθρο και διαφορετικά συστήματα αξιών, η προτιμήσεις τους μπορεί να εκφράζονται με διαφορετικούς τρόπους. Στη μελέτη των Zhang et al. (2004), εξετάζεται η περίπτωση όπου οι αποφασίζοντες καλούνται να εκφράσουν τις προτιμήσεις τους ως προς διάφορα κριτήρια χρησιμοποιώντας οποιονδήποτε από τους

ακόλουθους τρόπους: διάταξη προτιμήσεων, αξίες χρησιμότητας, πολλαπλασιαστική σχέση προτίμησης (multiplicative preference relation), επιλεγμένο υποσύνολο, ασαφές επιλεγμένο υποσύνολο, κανονική σχέση προτίμησης, ασαφή σχέση προτίμησης, λεκτικοί όροι, και διμερείς συγκρίσεις. Οι προτιμήσεις που εκφράζονται με τους παραπάνω τρόπους μετασχηματίζονται έπειτα σε μια πολλαπλασιαστική σχέση προτίμησης. Οι προτιμήσεις αυτές χρησιμοποιούνται έπειτα για τον καθορισμό των βαρών των κριτηρίων. Ο προτεινόμενος μηχανισμός των Zhang et al. (2004) ο οποίος χρησιμοποιεί τη θεωρία ασαφών συνόλων επιτρέπει στους αποφασίζοντες να εκφράσουν τις απόψεις τους εύκολα και οδηγεί σε ένα υψηλό επίπεδο ικανοποίησης από τη διαδικασία λήψης αποφάσεων και τα αποκτώμενα βάρη των κριτηρίων.

Στην προσέγγιση των Zhang et al. (2004) χρησιμοποιούνται οι παρακάτω υποθέσεις και μεταβλητές:

- Οι εναλλακτικές είναι γνωστές, και έστω $S = \{S_1, \dots, S_m\}$ το σύνολο των $m \geq 2$ πιθανών εναλλακτικών.
- Τα κριτήρια είναι γνωστά, και έστω $C = \{C_1, \dots, C_n\}$ το σύνολο των $n \geq 2$ κριτηρίων. Τα κριτήρια είναι προσθετικά ανεξάρτητα.
- Το διάνυσμα των βαρών των κριτηρίων, έστω $\mathbf{w} = (w_1, \dots, w_n)^T$ είναι άγνωστο.

Ισχύει $\sum_{j=1}^n w_j = 1$, $w_j \geq 0$, $j = 1, \dots, n$, όπου w_j είναι το βάρος του κριτηρίου

C_j . Τα βάρη των κριτηρίων πρέπει να καθοριστούν κατά τη διαδικασία λήψης αποφάσεων.

- Έστω $E = \{e_1, \dots, e_K\}$ το σύνολο των $K \geq 2$ αποφασιζόντων.

Η προτεινόμενη προσέγγιση αποτελείται από τρία βήματα: (1) το μετασχηματισμό των προτιμήσεων που έχουν εκφραστεί με διάφορους τρόπους στην κοινή μορφή πολλαπλασιαστικής σχέσης προτίμησης, (2) τη σύνθεση των πολλαπλασιαστικών σχέσεων προτίμησης των διαφόρων αποφασιζόντων, και (3) τον προσδιορισμό των βαρών των κριτηρίων.

2.11.1 Μετατροπή των προτιμήσεων σε μια ενιαία μορφή προτίμησης

Σε αυτήν τη μελέτη, η ενιαία μορφή προτίμησης είναι η πολλαπλασιαστική σχέση προτίμησης [Herrera et al. (2001)]. Οι τρόποι μετασχηματισμού των διαφορετικών εκφράσεων προτίμησης παρακάτω.

(1) Πολλαπλασιαστική σχέση προτίμησης ή προτιμήσεις από διμερείς συγκρίσεις. Οι προτιμήσεις στα κριτήρια μπορούν να περιγραφούν από μια θετική σχέση προτίμησης. Η ένταση της προτίμησης μετριέται χρησιμοποιώντας μια κλίμακα αναλογίας, όπως η κλίμακα εννέα επιπέδων του Saaty [Saaty (1980)]. Το επίπεδο '1' αντιστοιχεί στην αδιαφορία μεταξύ δύο κριτηρίων, ενώ το επίπεδο '9' εκφράζει την απόλυτη προτίμηση του ενός κριτηρίου έναντι του άλλου.

(2) Διάταξη προτιμήσεων ή ένα διαταγμένο διάνυσμα. Έστω $O^k = (o^k(1), \dots, o^k(n))$ ένα διαταγμένο διάνυσμα που χρησιμοποιείται από έναν αποφασίζοντα e_k για να εκφράσει την προτίμησή του/ της στα κριτήρια [Herrera et al. (2001), Chiclana et al. (1998)]. Το $o^k(i)$ εκφράζει τη θέση κατάταξης του κριτηρίου C_i , $i = 1, \dots, n$ και τα κριτήρια ταξινομούνται από το καλύτερο στο χειρότερο.

Συνήθως, η διάταξη προτίμησης O^k μπορεί να μετασχηματιστεί σε πολλαπλασιαστική σχέση προτίμησης ανάμεσα στα κριτήρια C_i και C_j ως εξής [Herrera et al. (2001)]:

$$p_{ij}^k = 9^{u_i^k - u_j^k}, \quad i, j = 1, \dots, n \quad (14)$$

Στην εξίσωση (14) οι $u_i^k = v(n - o^k(i))$ και $u_j^k = v(n - o^k(j))$ είναι οι αξίες χρησιμότητας που συνδέονται με τα κριτήρια C_i και C_j , αντίστοιχα, και λαμβάνονται εξετάζοντας την επίδραση μιας αύξουσας συνάρτησης v , τέτοια ώστε $u_i^k = (n - o^k(i)) / (n - 1)$.

(3) Αξία χρησιμότητας ή διάνυσμα χρησιμότητας. Έστω $U^k = (u_1^k, \dots, u_n^k)$ ένα διάνυσμα χρησιμότητας που παρέχεται από έναν αποφασίζοντα e_k , όπου $u_i^k \in [0, 1]$, $i = 1, \dots, n$ και το u_i^k αντιπροσωπεύει την αξία χρησιμότητας που δίνεται από τον e_k

στο κριτήριο C_i . Το διάνυσμα χρησιμότητας $U^k = (u_1^k, \dots, u_n^k)$ μπορεί να μετασχηματιστεί σε πολλαπλασιαστική σχέση προτίμησης ανάμεσα στα κριτήρια C_i και C_j ως εξής [Herrera et al. (2001)]:

$$p_{ij}^k = \frac{u_i^k}{u_j^k}, \quad i, j = 1, \dots, n \quad (15)$$

(4) Ένα διάνυσμα λεκτικών όρων στο C . Έστω $L^k = (l_1^k, \dots, l_n^k)$ ένα διάνυσμα γλωσσικών όρων που παρέχεται από έναν αποφασίζοντα e_k . Το l_i^k αντιπροσωπεύει τη λεκτική αξιολόγηση που δίνεται από τον e_k στο κριτήριο C_i . Ας υποθέσουμε ότι δύο κριτήρια C_i και C_j έχουν τους λεκτικούς όρους $l_i^k = (u_i, a_i, \beta_i)$ και $l_j^k = (u_j, a_j, \beta_j)$, αντίστοιχα [Zadeh (1975), Liang (1999)]. Η ακόλουθη συνάρτηση χρησιμοποιείται για το μετασχηματισμό των $l_i^k = (u_i, a_i, \beta_i)$ και $l_j^k = (u_j, a_j, \beta_j)$ σε πολλαπλασιαστική σχέση προτίμησης ανάμεσα στα κριτήρια C_i και C_j :

$$p_{ij}^k = 9^{u_i - u_j}, \quad i, j = 1, \dots, n \quad (16)$$

(5) Ένα επιλεγμένο υποσύνολο στο C . Έστω $\bar{C} = \{C_{i_1}, \dots, C_{i_t}\}$ ένα επιλεγμένο υποσύνολο στο C που χρησιμοποιείται από έναν αποφασίζοντα e_k για να εκφράσει τις προτιμήσεις του/ της για ένα μέρος των κριτηρίων, $\bar{C} \subset C, i_t < n$. Τα κριτήρια μέσα στο \bar{C} είναι ισοδύναμα και υπερέχουν των κριτηρίων αριστερά του C . Τα κριτήρια στο C/\bar{C} είναι επίσης ισοδύναμα [Zhou (2000)]. Με δεδομένο το επιλεγμένο υποσύνολο $\bar{C} = \{C_{i_1}, \dots, C_{i_t}\}$, η πολλαπλασιαστική σχέση προτίμησης ανάμεσα οποιαδήποτε δύο κριτήρια C_i και C_j στο C μπορεί να οριστεί ως:

$$p_{ij}^k = 9 \quad \text{και} \quad p_{ji}^k = 1/9, \quad i, j = 1, \dots, n \quad \text{και} \quad i \neq j, \quad \text{αν} \quad (17)$$

$$C_i \in C, \quad C_j \in C/\bar{C}$$

$$p_{ij}^k = p_{ji}^k = 1, \quad i, j = 1, \dots, n, \quad \text{αλλιώς} \quad (18)$$

(6) Ένα ασαφές επιλεγμένο υποσύνολο στο C . Έστω, ένα ασαφές επιλεγμένο υποσύνολο στο C , $\tilde{C} = \{(C_{i_1}, l_{i_1}^k), \dots, (C_{i_q}, l_{i_q}^k)\}$, $i_q < n$, που χρησιμοποιείται από έναν αποφασίζοντα e_k για να εκφράσει τις προτιμήσεις του/ της για ένα μέρος

των κριτηρίων που χρησιμοποιώντας λεκτικούς όρους. Το $l_{i_r}^k$ είναι ένας λεκτικός όρος, με $i_r = 1, \dots, i_q$. Για παράδειγμα ένας αποφασίζοντας μπορεί να θεωρεί ότι το κριτήριο C_i είναι ‘καλό’, το C_j είναι ‘πολύ καλό’, και τα κριτήρια C_h και C_l είναι ‘το ίδιο καλά’. Για οποιαδήποτε δύο κριτήρια C_i και C_j στο C , εάν και τα δύο ανήκουν στο \tilde{C} , όπου $l_i^k = (u_i, a_i, \beta_i)$ και $l_j^k = (u_j, a_j, \beta_j)$, τότε η πολλαπλασιαστική σχέση προτίμησης ανάμεσά τους μπορεί να οριστεί ως:

$$p_{ij}^k = 9^{u_i - u_j}, i, j = 1, \dots, n, i \neq j \quad (19)$$

Εάν κανένα από τα δύο κριτήρια C_i και C_j δεν ανήκει στο \tilde{C} , τότε:

$$p_{ij}^k = 1, i, j = 1, \dots, n, i \neq j \quad (20)$$

Εάν το κριτήριο C_i ανήκει στο \tilde{C} και το C_j δεν ανήκει στο \tilde{C} , τότε:

$$p_{ij}^k = 9^{u_i - 0.5}, i, j = 1, \dots, n, i \neq j \quad (21)$$

(7) Κανονική σχέση προτίμησης. Ένας αποφασίζοντας μπορεί να δώσει μια κανονική σχέση προτίμησης στα κριτήρια για να εκφράσει τις αυστηρές προτιμήσεις του/ της στα κριτήρια. Παραδείγματος χάριν, ο αποφασίζοντας e_k προτιμά το κριτήριο C_i έναντι του κριτηρίου C_j , και προτιμά το κριτήριο C_c έναντι των κριτηρίων C_h και C_l [Zhou (2000)]. Σε αυτήν την περίπτωση, για τα κριτήρια με τις αυστηρές σχέσεις προτίμησης, οι πολλαπλασιαστικές σχέσεις προτίμησής τους είναι 9 έναντι 1/9, δηλαδή $p_{ij}^k = 9$, $p_{ji}^k = 1/9$ και $p_{cl}^k = 9$, $p_{lc}^k = 1/9$, και $p_{ic}^k = 1$, $p_{lh}^k = 1$.

(8) Ασαφής σχέση προτίμησης. Η σχέση προτίμησης του αποφασίζοντα περιγράφεται από μια δυαδική ασαφή σχέση F στο C , όπου η F είναι μια συνάρτηση $C \times C \rightarrow [0,1]$ και το f_{ij} εκφράζει το βαθμό προτίμησης του κριτηρίου C_i έναντι του κριτηρίου C_j . Εξ ορισμού [Chiclana et al. (1998), Kacprzyk et al. (1992)], (α) $f_{ij} + f_{ji} = 1$, $i, j = 1, \dots, n$, $i \neq j$ και (β) $f_{ii} = -$ (το σύμβολο ‘-’ σημαίνει ότι ο αποφασίζοντας δε χρειάζεται να δώσει πληροφορίες προτίμησης για το κριτήριο C_i), $\forall i$. Η ασαφής σχέση προτίμησης μπορεί να μετασχηματιστεί στην πολλαπλασιαστική σχέση προτίμησης ως εξής:

$$p_{ij}^k = \frac{f_{ij}^k}{f_{ji}^k}, i, j = 1, \dots, n \quad (22)$$

2.11.2 Σύνθεση των πολλαπλασιαστικών σχέσεων προτίμησης

Μετά από το μετασχηματισμό των πληροφοριών προτίμησης σε ένα ενιαίο σχήμα, το επόμενο βήμα είναι η σύνθεση των πολλαπλασιαστικών σχέσεων προτίμησης των αποφασιζόντων.

Μέθοδος ασαφούς πλειοψηφίας (Fuzzy majority method)

Έστω $P^l = (p_{ij}^l)_{n \times n}$ μια μεμονωμένη πολλαπλασιαστική σχέση προτίμησης στα κριτήρια από τον αποφασίζοντα e_l , $l = 1, \dots, K$. Μια συλλογική πολλαπλασιαστική σχέση προτίμησης $P^C = (p_{ij}^c)_{n \times n}$ μπορεί να προκύψει σύμφωνα με τις απόψεις της πλειοψηφίας των αποφασιζόντων. Παραδοσιακά, η πλειοψηφία ορίζεται ως ένας κατώτατος αριθμός ατόμων. Η ασαφής πλειοψηφία [Herrera et al. (2001)] είναι μια περισσότερο ‘εξασθενημένη’ έννοια πλειοψηφίας που εκφράζεται από έναν ασαφή λεκτικό ποσοτικοποιητή [Zadeh (1975, 1983)]. Το p_{ij}^c μπορεί να υπολογιστεί με τη χρησιμοποίηση του ordered weighted aggregation (OWG) τελεστή, που καθορίζεται ως εξής:

Έστω $p_{ij}^1, \dots, p_{ij}^K$ η λίστα των τιμών που πρέπει να συνθέσουμε. Ο τελεστής OWG της διάστασης K είναι μια συνάρτηση ϕ^G , τέτοια ώστε $\phi^G : R^K \rightarrow R$, η οποία συνδέεται με ένα σύνολο βαρών λ . Τα λ ορίζονται ως:

$$\phi^G(p_{ij}^1, \dots, p_{ij}^K) = \prod_{l=1}^K (z_l)^{\lambda_l} \quad (23)$$

όπου $\lambda = [\lambda_1, \dots, \lambda_K]$ είναι ένα εκθετικό διάνυσμα στάθμισης τέτοιο ώστε $\lambda_l \in [0,1]$,

$l = 1, \dots, K$ και $\sum_{l=1}^K \lambda_l = 1$. Το Z είναι το σχετικό διαταγμένο διάνυσμα αξιών. Κάθε

στοιχείο $z_l \in Z$ αντιπροσωπεύει την l -στη μεγαλύτερη αξία στο σύνολο $(p_{ij}^1, \dots, p_{ij}^K)$. Η έννοια της ασαφούς πλειοψηφίας χρησιμοποιείται για να υπολογίσει το διάνυσμα των βαρών λ με τη βοήθεια ενός ασαφούς λεκτικού ποσοτικοποιητή

σύμφωνα με τις ιδέες Yager [Yager (1993, 1996)]. Στην περίπτωση ενός μη φθίνοντος ανάλογου ποσοτικοποιητή Q , το διάνυσμα των βαρών λ υπολογίζεται χρησιμοποιώντας την ακόλουθη έκφραση [Yager (1993, 1996)]:

$$\lambda_l = Q(l/K) - ((l-1)/K), l=1, \dots, K \quad (24)$$

Όταν ο ασαφής λεκτικός ποσοτικοποιητής Q χρησιμοποιείται για να υπολογίσει το διάνυσμα των βαρών λ στον τελεστή OWG, η ϕ^G αναπαριστάται ως ϕ_Q^G . Επομένως, η συλλογική πολλαπλασιαστική σχέση προτίμησης λαμβάνεται ως εξής:

$$p_{ij}^c = \phi^G(p_{ij}^1, \dots, p_{ij}^K), i, j = 1, \dots, n, i \neq j \quad (25)$$

Κανόνας σύνθεσης γεωμετρικών μέσων

Και πάλι Έστω $P^l = (p_{ij}^l)_{n \times n}$ μια μεμονωμένη πολλαπλασιαστική σχέση προτίμησης στα κριτήρια από τον αποφασίζοντα e_l , $l=1, \dots, K$. Μια συλλογική πολλαπλασιαστική σχέση προτίμησης $P^C = (p_{ij}^c)_{n \times n}$ μπορεί να προκύψει χρησιμοποιώντας τον κανόνα σύνθεσης γεωμετρικών μέσων [Barzilai and Lootsma (1997)]:

$$p_{ij}^c = \prod_{l=1}^K (p_{ij}^l)^{T_l}, i, j = 1, \dots, n, i \neq j \quad (26)$$

όπου T^l είναι ο συντελεστής ισχύος του αποφασίζοντα e_l , $l=1, \dots, K$. Οι αποφασίζοντες βέβαια θεωρείται ότι έχουν την ίδια ισχύ, εφόσον δεν διευκρινιστεί διαφορετικά.

2.11.3 Καθορισμός βαρών των κριτηρίων

Λαμβάνοντας υπόψη τη συλλογική πολλαπλασιαστική σχέση προτίμησης $P^C = (p_{ij}^c)_{n \times n}$, ο κανόνας σύνθεσης γεωμετρικών μέσων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ληφθούν οι συνολικές τιμές των κριτηρίων:

$$d_i = \left[\prod_{j=1}^n \prod_{l=1}^K (p_{ij}^l)^{1/K} \right]^{1/n}, i = 1, \dots, n \quad (27)$$

Μετά την κανονικοποίηση των d_i , $i = 1, \dots, n$, μπορεί να ληφθεί διάνυσμα των βαρών των κριτηρίων w .

Αναλυτικά η παραπάνω μέθοδος που χρησιμοποιεί ιδέες από τα ασαφή σύνολα μπορεί να βρεθεί στους Zhang et al. (2004).

Κεφάλαιο 3^ο: Σημαντικότητα διαστάσεων ικανοποίησης στη Διοίκηση Ολικής Ποιότητας

3.1 Εισαγωγή

Αποτελεί κοινό τόπο ότι ο ανταγωνισμός στις επιχειρήσεις γίνεται ολοένα και πιο έντονος. Με τη σύγχρονη τάση της επιχειρησιακής παγκοσμιοποίησης, οι επιχειρήσεις αντιμετωπίζουν προκλήσεις τόσο από εθνικούς όσο και από διεθνείς ανταγωνιστές. Για να αντιμετωπίσουν αυτήν την απειλή, πολλές επιχειρήσεις εστιάζουν στην έρευνα για βιώσιμα πλεονεκτήματα. Η επιβίωση μιας επιχείρησης εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ικανότητά της να προσδιορίζει τις νέες απαιτήσεις των πελατών και να αναπτύσσει βελτιωμένα αγαθά ή υπηρεσίες που θα συμβάλλουν στην ικανοποίηση των πελατών.

Επομένως, η ικανοποίηση των πελατών θεωρείται ως βασικό στοιχείο για μια επιχείρηση για να αντιμετωπίσει τις ανταγωνιστικές προκλήσεις και γι' αυτό αποτελεί μια αυξανόμενου ενδιαφέροντος υπόθεση για πολλές κορυφαίες επιχειρήσεις σε όλο τον κόσμο. Όλο και περισσότερες εταιρίες χρησιμοποιούν τις εκτιμήσεις ικανοποίησης ως δείκτη της απόδοσης των προϊόντων και των υπηρεσιών τους και ως δείκτη της μελλοντικής πορείας της επιχείρησης. Διάφορες συμβουλευτικές εταιρίες προωθούν τώρα στρατηγικές για την ικανοποίηση των πελατών, αντί κάποιας στρατηγικής αύξησης μεριδίου της αγοράς [Business Week (1990)].

Αυτή η αλλαγή στη στρατηγική σκέψη είναι βασισμένη στην υπόθεση ότι η ικανοποίηση των πελατών είναι ο καλύτερος δείκτης για το μέλλον της επιχείρησης καθώς ένα υψηλό επίπεδο ικανοποίησης των πελατών οδηγεί σε ένα υψηλό επίπεδο αφοσίωσης των πελατών. Ένα υψηλό επίπεδο αφοσίωσης οδηγεί στη συνέχεια σε μια σταθερή εισροή μελλοντικών ταμειακών ροών. Μια αύξηση κατά 5% της αφοσίωσης του πελάτη μπορεί να αυξήσει το κέρδος της επιχείρησης κατά 100% [Reichheld and Sasser (1990)].

Επίσης, οι δαπάνες συναλλαγών μειώνονται και οι δαπάνες προσέλκυσης νέων πελατών είναι χαμηλότερες για τις εταιρίες που επιτυγχάνουν ένα υψηλό επίπεδο ικανοποίησης και αφοσίωσης των πελατών. Η ικανοποίηση των πελατών αυξάνει την ελαστικότητα των τιμών, δεδομένου ότι οι ικανοποιημένοι πελάτες είναι πρόθυμοι να

πληρώσουν περισσότερα χρήματα για υψηλής ποιότητας προϊόντα και υπηρεσίες [Hinterhuber et al. (1997b)]. Οι Reichheld and Sasser (1990) δηλώνουν ότι οι ικανοποιημένοι πελάτες είναι πιθανό να αγοράζουν συχνότερα και σε μεγαλύτερο όγκο τα προϊόντα/ υπηρεσίες που προσφέρονται από μια εταιρία όπως επίσης είναι πιθανό να δοκιμάσουν άλλα προϊόντα και υπηρεσίες που προσφέρονται από τη συγκεκριμένη εταιρία.

Οι Hanan and Karp (1989) συνόψισαν τα παραπάνω σε μια δήλωση: *‘Η ικανοποίηση των πελατών είναι ο βασικός στόχος κάθε επιχείρησης. Δεν είναι η παροχή υπηρεσιών, ούτε οι πωλήσεις προϊόντων αλλά η ικανοποίηση των αναγκών που οδηγούν τους πελάτες στην αγορά προϊόντων ή τη χρήση των υπηρεσιών που παράγονται’.*

Κάποια σημαντικά ερωτήματα που τίθενται, όμως, όσον αφορά στην ικανοποίηση των πελατών είναι το ‘ποια προϊόντα και ποιες υπηρεσίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να ληφθεί ένα υψηλό επίπεδο ικανοποίησης πελατών;’ όπως επίσης και ‘ποια χαρακτηριστικά των προϊόντων και των υπηρεσιών έχουν παραπάνω από ανάλογη επιρροή στην ικανοποίηση, και ποια χαρακτηριστικά είναι απαραίτητα στα μάτια του πελάτη;’.

Στο παρελθόν η ικανοποίηση των πελατών είχε θεωρηθεί κυρίως ως μονοδιάστατη, δηλαδή όσο υψηλότερη η αντιλαμβανόμενη ποιότητα των προϊόντων και των υπηρεσιών, τόσο υψηλότερη η ικανοποίηση του πελάτη και αντίστροφα. Με άλλα λόγια γίνεται η υπόθεση πως είναι γραμμική η σχέση μεταξύ της ικανοποίησης του πελάτη και της ποιότητας των υπηρεσιών.

Ωστόσο, η ικανοποίηση των μεμονωμένων χαρακτηριστικών των προϊόντων και των υπηρεσιών σε μεγάλο βαθμό δε συνεπάγεται απαραίτητως ένα υψηλό επίπεδο ικανοποίησης του πελάτη. Είναι επίσης ο τύπος του χαρακτηριστικού που καθορίζει την αντιλαμβανόμενη ποιότητα των προϊόντων και έτσι την ικανοποίηση των πελατών. Άρα, προκύπτει πως δεν ισχύει πάντα η γραμμικότητα που έχει υποτεθεί. Η ανατροπή αυτής της υπόθεσης αποτελεί τη βάση της προσέγγισης του μοντέλου Kano, το οποίο θα παρουσιαστεί στις ακόλουθες παραγράφους.

3.2 Το μοντέλο του Kano

Η σημαντικότητα διαφορετικών χαρακτηριστικών ποιότητας του προσφερόμενου προϊόντος ή υπηρεσίας είναι σε θέση να αναλύσει τη συμπεριφορά και να

προσδιορίσει τον τρόπο αντίδρασης των πελατών. Η υπόθεση αυτή αποτελεί και τη βασική αρχή του μοντέλου που προτάθηκε από τον Noriaki Kano [Kano et al. (1996)]. Σύμφωνα με αυτό το μοντέλο είναι δυνατό να παρατηρηθούν διαφορετικά επίπεδα ή τύποι ποιότητας, ανάλογα με τις απόψεις των πελατών για τη σημαντικότητα συγκεκριμένων χαρακτηριστικών του προϊόντος/ υπηρεσίας.

Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα του μοντέλου του Kano είναι η αξιολόγηση της ικανοποίησης για ένα στυλό διαρκείας [Vavra (1997)]. Αν η ροή του μελανιού δεν είναι επαρκής (ή είναι μεγαλύτερη από όσο πρέπει), οι πελάτες θα εκφράσουν ένα υψηλό επίπεδο δυσαρέσκειας. Από την άλλη πλευρά αν η ροή του μελανιού είναι επαρκής, είναι πιθανό οι πελάτες να μην εκφράσουν ένα υψηλό επίπεδο ικανοποίησης, δεδομένου ότι το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό είναι μια αναγκαία λειτουργία του προϊόντος η οποία θεωρείται αναμενόμενη.

Ο Kano προτείνει την ακόλουθη ιεραρχία σημαντικότητας, η οποία περιλαμβάνει 3 βασικά επίπεδα ποιότητας:

- 1. Αναμενόμενη ποιότητα** (βασικά χαρακτηριστικά): Το επίπεδο αυτό περιλαμβάνει τα χαρακτηριστικά του προϊόντος ή της υπηρεσίας τα οποία οι πελάτες αξιολογούν ως ιδιαίτερα σημαντικά. Τα χαρακτηριστικά αυτά αφορούν συγκεκριμένες δραστηριότητες ή λειτουργίες που αναμένεται ότι θα διαθέτει το προϊόν ή η υπηρεσία, ενώ ταυτόχρονα είναι σε θέση να καθορίσουν συγκεκριμένα επίπεδα αποδοχής από την πλευρά των πελατών. Η υψηλή απόδοση του προϊόντος στα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά δε συνεπάγεται υψηλή ικανοποίηση των πελατών, ενώ αντίθετα η χαμηλή απόδοση δημιουργεί μεγάλη δυσαρέσκεια.

Ένα παράδειγμα τέτοιου χαρακτηριστικού προκύπτει από τη βρετανική υπηρεσία σιδηρόδρομων η οποία βρήκε μέσω εκτενούς έρευνας αγοράς ότι όταν η μέση ακρίβεια χρόνου υπερβαίνει ένα ορισμένο επίπεδο δεν υπάρχει καμία αύξηση στην ικανοποίηση των πελατών. Από την άλλη, εάν η ακρίβεια δεν ικανοποιεί τις προσδοκίες των πελατών προκαλείται ένα υψηλό επίπεδο δυσαρέσκειας. Κατά συνέπεια, η ακρίβεια χρόνου είναι ένα βασικό χαρακτηριστικό. Για την ικανοποίηση αυτής της ελάχιστης απαίτησης ακριβείας η βρετανική υπηρεσία σιδηρόδρομων δε λαμβάνει “bonus points” [Silvestro and Johnston (1990)].

- 2. Επιθυμητή ποιότητα** (μονοδιάστατα χαρακτηριστικά): Τα χαρακτηριστικά αυτά αποτελούν τις βασικές επιθυμίες και ανάγκες των πελατών. Η ικανοποίησή τους αυξάνει αναλογικά σε σχέση με την απόδοση των συγκεκριμένων

χαρακτηριστικών του προϊόντος ή της υπηρεσίας. Δηλαδή όσο υψηλότερο το επίπεδο εκπλήρωσης των μονοδιάστατων χαρακτηριστικών, τόσο υψηλότερη η ικανοποίηση του πελάτη και αντίστροφα. Θα πρέπει να αναφερθεί πως ο πελάτης γίνεται ικανοποιημένος από βελτιώσεις σε αυτά τα κλιμακωτά χαρακτηριστικά αλλά είναι ενθουσιασμένος μόνο σε εξαιρετικά υψηλά επίπεδα απόδοσης των συγκεκριμένων χαρακτηριστικών.

Ως παράδειγμα τέτοιου χαρακτηριστικού μπορεί να αναφερθεί η περίπτωση όπου ο πελάτης σε ένα εστιατόριο αναμένει την παραγγελία του να ληφθεί αμέσως και με ακρίβεια και να του παραδοθεί σε μια λογική χρονική περίοδο. Όσο καλύτερα το εστιατόριο ικανοποιεί αυτές τις ανάγκες, τόσο πιο ικανοποιημένος είναι ο πελάτης. Άλλο ενδεικτικό παράδειγμα τέτοιων χαρακτηριστικών αποτελεί η τιμή ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας. Μάλιστα, η τιμή την οποία ο πελάτης είναι συνήθως πρόθυμος να πληρώσει για ένα προϊόν ή μια υπηρεσία είναι πολύ στενά συνδεδεμένη με τα μονοδιάστατα χαρακτηριστικά.

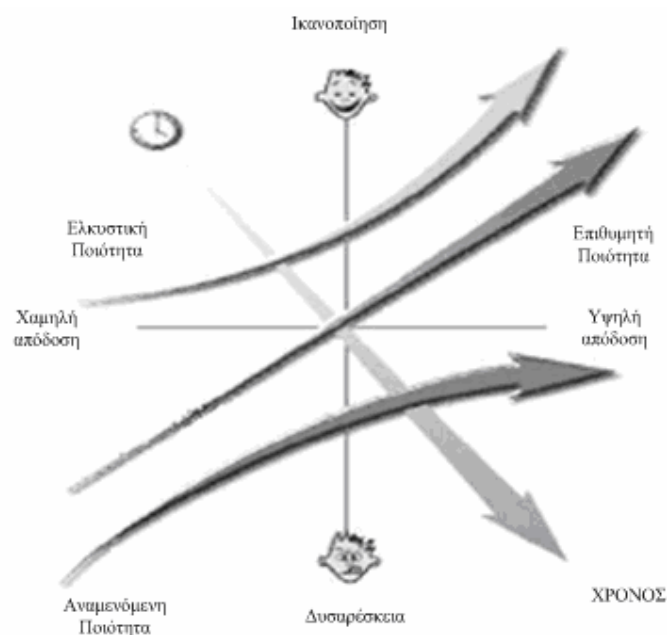
- 3. Ελκυστική ποιότητα** (δεδεαστικά χαρακτηριστικά): Το επίπεδο αυτό περιλαμβάνει χαρακτηριστικά που οι πελάτες δεν αναμένουν ότι θα διαθέτει το προϊόν ή η υπηρεσία. Όταν προσφέρονται ξαφνιάζουν τους πελάτες και δημιουργούν ‘απόλαυση’ και έτσι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να προσελκύσουν άλλους πελάτες ανταγωνιστικών προϊόντων. Η υψηλή απόδοση του προϊόντος στα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά συνεπάγεται υψηλή ικανοποίηση των πελατών, ενώ αντίθετα η χαμηλή απόδοση δε δημιουργεί δυσaréσκεια.

Τα δελεαστικά χαρακτηριστικά είναι εκείνα που έχουν τη μέγιστη επιρροή στο μέγεθος της ικανοποίησης ενός πελάτη από μια υπηρεσία ή ένα προϊόν καθώς μικρές βελτιώσεις στην παροχή των στοιχείων αυτών προκαλούν σχετικά μεγάλες αυξήσεις στην ικανοποίηση, ενθουσιάζουν τους πελάτες και εμπνέουν την αφοσίωση. Τα χαρακτηριστικά αυτά ικανοποιούν συχνά λανθάνουσες ανάγκες, δηλαδή πραγματικές ανάγκες τις οποίες οι πελάτες δε γνωρίζουν τη δεδομένη χρονική στιγμή. Εάν μια εταιρία καταλάβει μια τέτοια ανάγκη και την εκπληρώσει, ο πελάτης γίνεται γρήγορα ευχαριστημένος.

Παράδειγμα δελεαστικού χαρακτηριστικού αποτελεί η περίπτωση μιας αεροπορικής εταιρίας η οποία προσφέρει υπηρεσία τηλεφώνου εν ώρα πτήσης και έτσι ίσως διευκολύνει τους επιχειρηματίες επιβάτες οι οποίοι σε κάθε άλλη

περίπτωση θα έχαναν την ευκαιρία να μιλήσουν με πελάτες τους και με τα γραφεία τους. Η απουσία, όμως, της υπηρεσίας αυτής δε θα προκαλούσε δυσαρέσκεια στους επιβάτες ούτε απώλεια πελατών για την εταιρία [Brandt (1988)].

Στο Σχήμα 3.1 που ακολουθεί φαίνεται η σχηματική απεικόνιση του μοντέλου Kano όπου παρουσιάζονται τα τρία βασικά επίπεδα ποιότητας. Στον οριζόντιο άξονα παρουσιάζεται η απόδοση του συγκεκριμένου χαρακτηριστικού και στον κάθετο άξονα η ικανοποίηση ή η δυσαρέσκεια που προκαλεί στον πελάτη.



Σχήμα 3.1: Τα 3 επίπεδα ποιότητας του Kano (ReVelle et al., 1998)

Θα πρέπει να τονιστεί ιδιαίτερα ότι η συγκεκριμένη ταξινόμηση των χαρακτηριστικών είναι αρκετά δυναμική και επηρεάζεται από την ανταγωνιστικότητα του περιβάλλοντος της αγοράς. Έτσι, ένα δελεαστικό χαρακτηριστικό μπορεί σε σύντομο χρονικό διάστημα να γίνει μονοδιάστατο ή ακόμα και βασικό χαρακτηριστικό. Για αυτόν το λόγο οι εταιρίες πρέπει να είναι πολύ προσεκτικές και να ανανεώνουν διαρκώς τις βάσεις δεδομένων τους όσον αφορά στα χαρακτηριστικά των προϊόντων και των υπηρεσιών τους.

Ο τρόπος με τον οποίο ο χρόνος επηρεάζει την κατηγοριοποίηση ενός χαρακτηριστικού μπορεί να διευκρινιστεί καλύτερα με ένα παράδειγμα: Κατά τη διάρκεια της εισαγωγής του ο κλιματισμός στο αυτοκίνητο ήταν ένα αληθινά νέο χαρακτηριστικό. Η απροσδόκητη εισαγωγή του χαρακτηριστικού αυτού μπορεί να είχε ευχαριστήσει αρκετούς πελάτες λόγω της καινοτομίας και της λειτουργίας που εκτελούσε. Δεδομένου ότι διαδοχικά πολλοί κατασκευαστές υιοθέτησαν αυτό το χαρακτηριστικό, οι πελάτες άρχισαν να το αναμένουν παρόλο που η εισαγωγή καλύτερα σχεδιασμένου συστήματος κλιματισμού μπορεί ακόμη να προκαλούσε τον ενθουσιασμό. Το χαρακτηριστικό αυτό έγινε μονοδιάστατο εφόσον όσο μεγαλύτερο ήταν το επίπεδο επιτεύγματος του συγκεκριμένου χαρακτηριστικού στο προϊόν, τόσο μεγαλύτερο ήταν και το επίπεδο ικανοποίησης του πελάτη. Σήμερα, για τους αρκετούς αγοραστές ενός αυτοκινήτου, η ύπαρξη κλιματισμού έχει γίνει ένα βασικό χαρακτηριστικό, η παρουσία του δεν τους ευχαριστεί πλέον, ενώ η απουσία του τους δυσαρεστεί. Γενικότερα, στην αγορά αυτοκινήτων ένα συγκεκριμένο χαρακτηριστικό μπορεί, στο ίδιο χρονικό σημείο μετά από την εισαγωγή του στην αγορά, να αποτελεί δελεαστικό χαρακτηριστικό σε μία κατηγορία οχημάτων αλλά βασικό χαρακτηριστικό σε μια άλλη ακριβότερη κατηγορία οχημάτων.

Τα πλεονεκτήματα του μοντέλου του Kano είναι πολλά [Matzler et al. (1996), Matzler and Hinterhuber (1998)]:

- Μέσω αυτού του μοντέλου γίνονται περισσότερο κατανοητές οι επιθυμίες/ απαιτήσεις των πελατών. Επιπλέον, μπορούν να αναγνωριστούν τα χαρακτηριστικά του προϊόντος/ υπηρεσίας που έχουν τη μεγαλύτερη επίδραση στην ικανοποίηση των πελατών. Μέσω της ταξινόμησης των χαρακτηριστικών σε βασικά, μονοδιάστατα ή ελκυστικά μπορούν να καθοριστούν οι προτεραιότητες για την ανάπτυξη ενός προϊόντος. Για παράδειγμα, δεν είναι σκόπιμη η βελτίωση βασικών χαρακτηριστικών τα οποία βρίσκονται ήδη σε ικανοποιητικά επίπεδα. Αντίθετα, είναι προτιμότερη η βελτίωση μονοδιάστατων ή ελκυστικών χαρακτηριστικών, εφόσον έχουν μεγαλύτερη επίδραση στην αντιλαμβανόμενη ποιότητα του προϊόντος/ υπηρεσίας και συνακόλουθα στο επίπεδο ικανοποίησης των πελατών.
- Το μοντέλο του Kano μπορεί να παράσχει πολύτιμη βοήθεια σε περιπτώσεις παραχώρησης (trade off) μεταξύ των κριτηρίων κατά το επίπεδο ανάπτυξης ενός προϊόντος. Αν δυο απαιτήσεις του προϊόντος δεν μπορούν να

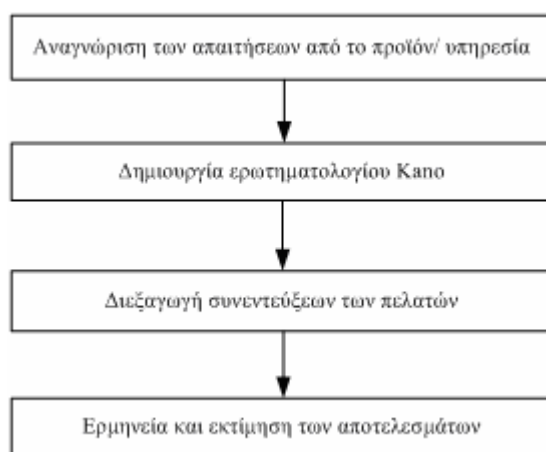
ικανοποιηθούν ταυτόχρονα για τεχνικούς ή οικονομικούς λόγους, μπορεί να αναγνωριστεί και να αναπτυχθεί το κριτήριο που έχει τη μεγαλύτερη επίδραση στην ικανοποίηση των πελατών.

- Η αναγνώριση και ανάπτυξη των ελκυστικών χαρακτηριστικών είναι επίσης ιδιαίτερα σημαντική εφόσον δημιουργεί ένα μεγάλο πεδίο εναλλακτικών διαφοροποίησης των προϊόντων. Ένα προϊόν που ικανοποιεί τα βασικά και μονοδιάστατα χαρακτηριστικά θεωρείται συνηθισμένο και άρα ανταλλάξιμο [Hinterhuber et al. (1994)]. Η ανάπτυξη των ελκυστικών χαρακτηριστικών αποτελεί το κλειδί για την καινοτομία και την επικράτηση σε μια ανταγωνιστική αγορά προϊόντων/ υπηρεσιών.
- Τα μονοδιάστατα, βασικά και ελκυστικά χαρακτηριστικά είναι διαφορετικά κατά κανόνα για διαφορετικές ομάδες πελατών. Με αφετηρία αυτό, μπορούν να αναπτυχθούν διαφορετικές εξειδικευμένες λύσεις για ειδικά προβλήματα και έτσι να διασφαλιστεί το υψηλό επίπεδο ικανοποίησης σε διαφορετικές κατηγορίες πελατών.
- Τέλος, το μοντέλο του Kano μπορεί να συνδυαστεί ιδανικά με τη μέθοδο της Ανάπτυξης Λειτουργίας Ποιότητας (Quality Function Deployment, QFD). Ένα από τα πρωταρχικά στάδια της τελευταίας είναι η αναγνώριση των αναγκών των πελατών, η ιεράρχησή τους και ο καθορισμός προτεραιοτήτων [Griffin and Hauser (1993)]. Το μοντέλο του Kano μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον καθορισμό της σημαντικότητας των διαφορετικών χαρακτηριστικών του προϊόντος/ υπηρεσίας στην ικανοποίηση των πελατών, και άρα αποτελεί τη βέλτιστη προϋπόθεση για την ανάπτυξη προϊόντων/ υπηρεσιών προσανατολισμένων στον πελάτη.

Στη βιβλιογραφία μπορούν βρεθούν διάφορες εφαρμογές της ενοποίησης των μεθόδων Kano και QFD [Matzler and Hinterhuber (1998), Shen et al. (2000)], της ενοποίησης των μεθόδων SERVQUAL, Kano και QFD [Tan and Pawitra (2001)], καθώς και της χρήσης του μοντέλου του Kano στις στρατηγικές χειρισμού υλικών (logistics) [Huiskonen and Pirttila (1998)]. Στο κεφάλαιο 3 θα γίνει μια συνοπτική παρουσίαση κάποιων από τις παραπάνω εφαρμογές.

3.3 Μεθοδολογία καθορισμού απαιτήσεων των πελατών με χρήση της προσέγγισης Kano

Έχοντας ως βάση το μοντέλο Kano, αναπτύχθηκε μια μεθοδολογία για την εκτίμηση και ταξινόμηση των απαιτήσεων των πελατών και τον καθορισμό της επιρροής που έχουν τα συστατικά των προϊόντων και των υπηρεσιών στην ικανοποίηση των πελατών. Προκειμένου να παρουσιαστεί ο τρόπος που επιβεβαιώνονται οι απαιτήσεις των πελατών και ο τρόπος που κατασκευάζεται το ερωτηματολόγιο Kano, θα χρησιμοποιηθεί ένα παράδειγμα έρευνας στη βιομηχανία πέδιλων σκι, όπου έλαβαν μέρος πάνω από 1500 πελάτες. Μέσω της προτεινόμενης μεθοδολογίας, γίνεται κατανοητό το πώς μπορούν να ερμηνευτούν τα αποτελέσματα μιας έρευνας Kano και να συναχθούν συμπεράσματα, καθώς και η χρήση αυτών των συμπερασμάτων ως βάση για τη διαχείριση της ικανοποίησης των πελατών και της ανάπτυξης προϊόντων. Η δομημένη αυτή μεθοδολογία μπορεί να βοηθήσει στο χαρακτηρισμό των διάφορων χαρακτηριστικών και στην εξάλειψη της ασάφειας, με την εξασφάλιση ότι η κατηγοριοποίηση είναι βασισμένη σε έρευνα πελατών μέσω ενός ερωτηματολογίου. Η μεθοδολογία είναι σχετικά απλή, όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.2 και περιγράφεται παρακάτω.



Σχήμα 3.2: Τα βήματα της μεθοδολογίας Kano (Matzler et al., 1996)

3.3.1 Αναγνώριση των χαρακτηριστικών των προϊόντων/υπηρεσιών

Η αφετηρία για τη δημιουργία του ερωτηματολογίου του Kano είναι χαρακτηριστικά υπηρεσιών και προϊόντων τα οποία έχουν καθοριστεί σε προκαταρκτικές, αναγνωριστικές έρευνες. Οι Griffin and Hauser (1993) διαπίστωσαν ότι μόλις 20 έως 30 συνεντεύξεις σε ομοιογενή τμήματα πελατών επαρκούν για να καθορίσουν περίπου το 90-95% όλων των πιθανών χαρακτηριστικών των προϊόντων. Πολλοί οργανισμοί έρευνας αγοράς χρησιμοποιούν συνεντεύξεις ομάδων πελατών (focus group interviews) για να καθορίσουν τα χαρακτηριστικά των υπηρεσιών ή των προϊόντων, υποθέτοντας ότι οι δυναμικές αλληλεπιδράσεις μέσα σε μια ομάδα επιτρέπουν την αποκάλυψη ενός μεγαλύτερου αριθμού διαφοροποιημένων αναγκών πελατών. Όσον αφορά στο κόστος, οι μεμονωμένες συνεντεύξεις φαίνονται να είναι προτιμότερες. Όμως, οι μεμονωμένες συνεντεύξεις πελατών είναι χρήσιμες για την καταγραφή των υπάρχοντων χαρακτηριστικών και προβλημάτων των πελατών, αλλά συνήθως δεν επαρκούν για την έρευνα πιθανών νέων και λανθάνουσων χαρακτηριστικών. Ειδικά τα δελεαστικά χαρακτηριστικά δεν εκφράζονται από τον πελάτη, καθώς αυτά είναι χαρακτηριστικά τα οποία δεν περιμένει να έχει ένα προϊόν/υπηρεσία.

Εάν οι πελάτες ερωτώνται μόνο για τις επιθυμίες και τα κίνητρα αγοράς τους στη διερευνητική φάση, τα αποτελέσματα είναι συνήθως απογοητευτικά και οι απαντήσεις ήδη γνωστές. Οι προσδοκίες που αναφέρονται από τον πελάτη αποτελούν μόνο την κορυφή του παγόβουνου, άρα είναι απαραίτητο να εξακριβωθούν οι ‘κρυμμένες’ ανάγκες και προβλήματα. Μια λεπτομερής ανάλυση των προβλημάτων προς επίλυση, των συνθηκών εφαρμογής και του περιβάλλοντος του προϊόντος /υπηρεσίας μπορεί να οδηγήσει σε χρήσιμες πληροφορίες για τη δημιουργία πολλά υποσχόμενων υπηρεσιών ή προϊόντων.

Οι παρακάτω τέσσερις ερωτήσεις μπορούν να βοηθήσουν στη διερεύνηση των προβλημάτων του πελάτη [Shiba et al. (1993)]:

1. Ποιους συνειρμούς κάνει ο πελάτης κατά τη χρήση του προϊόντος/ υπηρεσίας;
2. Ποια προβλήματα/ μειονεκτήματα/ παράπονα έχει συνδέσει ο πελάτης με τη χρήση του προϊόντος/ υπηρεσίας;

3. Ποια κριτήρια λαμβάνει υπόψη ο πελάτης για την αγορά του προϊόντος/ υπηρεσίας;
4. Ποια νέα χαρακτηριστικά ή υπηρεσίες μπορούν να ικανοποιήσουν καλύτερα τις προσδοκίες του πελάτη; Τι θα ήθελε να αλλάξει ο πελάτης στο προϊόν/ υπηρεσία;

Οι απαντήσεις στην πρώτη ερώτηση είναι συνήθως πολύ γενικές. Παρόλα αυτά μπορούν να συλλεχθούν πολύ ενδιαφέρουσες πληροφορίες σχετικά με τη συμπεριφορά του πελάτη ως προς το προϊόν/ υπηρεσία, τον τομέα εφαρμογής του και το σκοπό που εξυπηρετεί.

Η δεύτερη ερώτηση έχει σχεδιαστεί για την αναγνώριση των επιθυμιών και των προβλημάτων που ήταν άγνωστα ως τώρα. Για παράδειγμα στην περίπτωση των πέδινων σκι το σημαντικότερο πρόβλημα που προέκυψε ήταν η εκτός ελέγχου ολίσθηση σε 'σκληρές' και με πάγο πίστες. Μια από τις εταιρίες εγκαινίασε την τεχνολογική καινοτομία των τραπεζοειδών πέδινων σκι, λανσάροντας ένα προϊόν με αυξημένα κρατήματα και λιγότερο ολισθηρό. Επιπλέον αρκετοί σκιέρ παραπονέθηκαν ότι ήταν ιδιαίτερα επίπονη η μεταφορά των πέδινων από το αμάξι μέχρι την πίστα λόγω του βάρους τους. Το εν λόγω πρόβλημα δεν αφορούσε την άμεση χρήση του προϊόντος αλλά ενέπιπτε στο πεδίο εφαρμογής του προϊόντος και μπορεί να λυθεί με τη χρήση διαφορετικού ελαφρύτερου υλικού για την κατασκευή των πέδινων σκι.

Οι απαντήσεις στην τρίτη ερώτηση συνήθως συμπίπτουν με τις βασικές επιθυμίες των πελατών, και αφορούν μονοδιάστατα χαρακτηριστικά που ο πελάτης απαιτεί ρητά. Η τελευταία ερώτηση χρησιμοποιείται για την αναγνώριση των επιθυμιών/ προσδοκιών που έχει ο πελάτης αλλά δεν έχουν ακόμα ικανοποιηθεί από την υπάρχουσα αγορά. Στην αγορά των σκι τέτοιες επιθυμίες ήταν η δυνατότητα αλλαγής ενός μοντέλου με ένα νεότερο της ίδιας εταιρίας έπειτα από ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα ή η παροχή δωρεάν συντήρησης μια φορά το χρόνο.

3.3.2 Κατασκευή του ερωτηματολογίου Kano

Τα βασικά, τα μονοδιάστατα και τα δελεαστικά χαρακτηριστικά καθώς επίσης και τα χαρακτηριστικά ως προς τα οποία ο πελάτης είναι αδιάφορος μπορούν να ταξινομηθούν με τη βοήθεια ενός ερωτηματολογίου. Για να αποκαλυφθούν τα διαφορετικά είδη των χαρακτηριστικών των υπηρεσιών χρησιμοποιείται μια ιδιαίτερη

τεχνική ερωτήσεων, όπου για κάθε χαρακτηριστικό του προϊόντος/ υπηρεσίας διαμορφώνεται ένα ζεύγος ερωτήσεων και στο οποίο ο πελάτης μπορεί να απαντήσει με έναν από πέντε διαφορετικούς τρόπους με βάση μια προκαθορισμένη ποιοτική κλίμακα ικανοποίησης [Kano (1984)].

Πιο συγκεκριμένα, το σύνολο των πελατών ερωτάται πως θα αισθανόταν αν η απόδοση σε ένα συγκεκριμένο χαρακτηριστικό του προσφερόμενου προϊόντος ή υπηρεσίας ήταν υψηλή (λειτουργική μορφή της ερώτησης) και πώς αν η απόδοση ήταν χαμηλή (δυσλειτουργική μορφή της ερώτησης) (βλ. Πίνακα 3.1).

Πίνακας 3.1: Λειτουργική και δυσλειτουργική μορφή ερωτήσεων του ερωτηματολογίου Kano

Ερωτήσεις	Απαντήσεις
Λειτουργική μορφή: Πως θα νιώθατε αν η απόδοση του χαρακτηριστικού x είναι υψηλή;	(1) Πολύ ικανοποιημένος (2) Κάπως ικανοποιημένος (3) Ούτε ικανοποιημένος, ούτε δυσαρεστημένος
Δυσλειτουργική μορφή: Πως θα νιώθατε αν η απόδοση του χαρακτηριστικού x είναι χαμηλή;	(4) Κάπως δυσαρεστημένος (5) Πολύ δυσαρεστημένος

Αξίζει να σημειωθεί ότι κατά τη διατύπωση των ερωτήσεων η ‘φωνή του πελάτη’ (‘voice of customer’) [Hauser and Clausing (1988)] είναι πρωταρχικής σημασίας. Η ‘φωνή του πελάτη’ είναι μια περιγραφή του προβλήματος προς επίλυση από την οπτική γωνία του πελάτη. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι οι ερωτήσεις πρέπει να είναι διατυπωμένες σε γλώσσα εύκολα κατανοητή από τον πελάτη και να αναφέρονται στα προβλήματα και όχι στις τεχνικές τους λύσεις. Αν οι ερωτήσεις αφορούν τεχνικά χαρακτηριστικά το πιθανότερο είναι να μη γίνουν κατανοητές από τον πελάτη. Επιπλέον, ο πελάτης ενδιαφέρεται για το ποιες επιθυμίες του θα ικανοποιηθούν και όχι με ποιο τρόπο.

Με το συνδυασμό των δύο απαντήσεων δημιουργείται ο πίνακας αξιολόγησης σύμφωνα με τον οποίο μπορούν να ταξινομηθούν τα χαρακτηριστικά ενός προϊόντος/ υπηρεσίας (Σχήμα 3.3).

		Σε περίπτωση χαμηλής απόδοσης του χαρακτηριστικού				
		Πολύ ικανοποιημένος	Κάπως ικανοποιημένος	Ούτε ικανοποιημένος ούτε δυσαρεστημένος	Κάπως δυσαρεστημένος	Πολύ δυσαρεστημένος
Σε περίπτωση υψηλής απόδοσης του χαρακτηριστικού	Πολύ ικανοποιημένος	Q	A	A	A	O
	Κάπως ικανοποιημένος	R	I	I	I	M
	Ούτε ικανοποιημένος ούτε δυσαρεστημένος	R	I	I	I	M
	Κάπως δυσαρεστημένος	R	I	I	I	M
	Πολύ δυσαρεστημένος	R	R	R	R	Q

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

O (one-dimensional): Επιθυμητό/ μονοδιάστατο χαρακτηριστικό (η χαμηλή απόδοση δημιουργεί δυσαρέσκεια και η υψηλή ικανοποίηση)

A (attractive): Δελεαστικό χαρακτηριστικό (η υψηλή απόδοση δημιουργεί ικανοποίηση)

M (must-be): Αναμενόμενο/ βασικό χαρακτηριστικό (η χαμηλή απόδοση δημιουργεί δυσαρέσκεια)

I (indifferent): Αδιάφορο χαρακτηριστικό (ούτε ικανοποίηση, ούτε δυσαρέσκεια, ανεξάρτητα από την απόδοση)

R (reverse): 'Αντίστροφο' χαρακτηριστικό (η χαμηλή απόδοση δημιουργεί ικανοποίηση και η υψηλή δυσαρέσκεια)

Q (questionable): Επαναξιολόγηση του χαρακτηριστικού (η ερώτηση δεν έγινε κατανοητή)

Σχήμα 3.3: Διαδικασία ταξινόμησης χαρακτηριστικών στο μοντέλο του Kanon (Γρηγορούδης και Σίσκος, 2000)

Εάν οι απαντήσεις ενός πελάτη, παραδείγματος χάριν, είναι ‘πολύ ικανοποιημένος’ όσον αφορά στη λειτουργική μορφή της ερώτησης ‘αν τα πέδιλά σας έχουν καλά κρατήματα πάνω σε πάγο, πώς αισθάνεστε;’ και ‘ουδέτερος’ ή ‘κάπως δυσαρεστημένος’ όσον αφορά στη δυσλειτουργική μορφή της ερώτησης ‘αν τα πέδιλά σας δεν έχουν καλά κρατήματα πάνω σε πάγο, πώς αισθάνεστε;’, ο συνδυασμός των απαντήσεων στον πίνακα αξιολόγησης οδηγεί στην κατηγορία A, δείχνοντας ότι το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό είναι δελεαστικό (attractive) σύμφωνα με την άποψη του πελάτη.

Εάν ο συνδυασμός των απαντήσεων οδηγεί στην κατηγορία I, αυτό σημαίνει ότι ο πελάτης είναι αδιάφορος ως προς αυτό το χαρακτηριστικό γνώρισμα, δηλαδή δεν ενδιαφέρεται για το αν υπάρχει ή όχι. Η κατηγορία Q αναφέρεται σε αμφισβητήσιμο (questionable) αποτέλεσμα. Κανονικά, οι απαντήσεις δεν πρέπει να εμπίπτουν σε αυτήν την κατηγορία. Τα αμφισβητήσιμα αποτελέσματα δηλώνουν ότι η ερώτηση δεν έγινε κατανοητή από τον πελάτη με τον τρόπο που διατυπώθηκε, ή ότι ο ερωτώμενος σημείωσε τη συγκεκριμένη απάντηση κατά λάθος. Η κατηγορία R αντιστοιχεί σε χαρακτηριστικά που όχι μόνο δεν είναι επιθυμητά από τον πελάτη αλλά ο πελάτης αναμένει ακόμη και το αντίστροφο. Παραδείγματος χάριν, σε οργανωμένες εκδρομές μπορεί κάποιο συγκεκριμένο τμήμα πελατών να θέλει προσχεδιασμένες

δραστηριότητες κάθε ημέρα, ενώ κάποιο άλλο να μην επιθυμεί κάτι τέτοιο [Berger et al (1993)].

Το ερωτηματολόγιο Kano παρέχει ένα συστηματικό τρόπο ομαδοποίησης των απαιτήσεων των πελατών στις διαφορετικές κατηγορίες Kano. Αυτή η ομαδοποίηση μπορεί να βελτιωθεί περαιτέρω με τη χρησιμοποίηση μιας ταξινόμησης δύο σταδίων προκειμένου να διακριθούν οι κατηγορίες σε μεγαλύτερο βαθμό. Συγκεκριμένα, οι υποκατηγορίες μπορούν να διαμορφωθούν από τις διάφορες κατηγορίες Kano. Έστω ότι ένα χαρακτηριστικό μπορεί να ταξινομηθεί από τους πελάτες ως δελεαστικό στοιχείο. Ίσως είναι ενδιαφέρον να γίνει περαιτέρω κατανοητό πόσο δελεαστικό θα ήταν, για παράδειγμα εξαιρετικά δελεαστικό ή κάπως δελεαστικό.

Σε πρώτο στάδιο, οι πελάτες καλούνται να ομαδοποιήσουν τις ιδιότητες των προϊόντων και των υπηρεσιών στις τρεις βασικές κατηγορίες Kano. Αυτό βέβαια προϋποθέτει ότι πρέπει να εξοικειωθούν με το μοντέλο Kano προτού πραγματοποιηθεί η έρευνα. Σε ένα δεύτερο στάδιο, οι πελάτες καλούνται να ομαδοποιήσουν περαιτέρω τις ιδιότητες σε υποκατηγορίες χρησιμοποιώντας την κλίμακα αναγκαστικής επιλογής (force-choice).

Ειδικότερα, για εκείνες τις ιδιότητες που ομαδοποιούνται στην κατηγορία των δελεαστικών χαρακτηριστικών σε πρώτη φάση, οι πελάτες τις ομαδοποιούν περαιτέρω σε μια από τις τρεις αντίστοιχες υποκατηγορίες, δηλαδή πολύ δελεαστικό, μετρίως δελεαστικό και κάπως δελεαστικό. Ομοίως, για εκείνες τις ιδιότητες που ομαδοποιούνται στην κατηγορία των βασικών χαρακτηριστικών σε πρώτη φάση, οι πελάτες τις ομαδοποιούν περαιτέρω σε μια από τις τρεις αντίστοιχες υποκατηγορίες, δηλαδή πολύ βασικό, μετρίως βασικό και κάπως βασικό. Όσον αφορά στις ιδιότητες που ομαδοποιούνται ως μονοδιάστατες σε πρώτη φάση, παραμένουν στην ίδια κατηγορία λόγω της σχετικής απλότητάς της.

Εκτός από το ερωτηματολόγιο Kano, χρήσιμη μπορεί να είναι η κατάταξη από τον πελάτη των χαρακτηριστικών του προϊόντος/ υπηρεσίας σε μια κλίμακα σημαντικότητας. Αυτό θα βοηθήσει να καθορισθούν οι προτεραιότητες για την ανάπτυξη/ βελτίωση των επιμέρους χαρακτηριστικών.

3.3.3 Διεξαγωγή συνεντεύξεων των πελατών

Σε αυτήν τη φάση πρέπει αρχικά να αποφασιστεί με ποιο τρόπο θα πραγματοποιηθεί η έρευνα στους πελάτες. Σε γενικές γραμμές η διεξαγωγή ταχυδρομικής έρευνας θεωρείται αρκετά πλεονεκτική, αφού έχει σχετικά μικρό κόστος και αρκετά υψηλό επίπεδο αντικειμενικότητας των απαντήσεων. Όμως, ένα βασικό της μειονέκτημα είναι το χαμηλό ποσοστό ανταπόκρισης.

Η εμπειρία έχει δείξει ότι οι τυποποιημένες, προφορικές συνεντεύξεις είναι η καταλληλότερη μέθοδος για τις έρευνες Kano. Ένα τυποποιημένο ερωτηματολόγιο μειώνει την επιρροή του ερευνητή, αυξάνει το ποσοστό των πελατών που το συμπληρώνουν, ενώ σε περίπτωση δυσκολιών κατανόησης ο ερευνητής μπορεί να παράσχει εξηγήσεις, πράγμα ιδιαίτερα σημαντικό αφού συνήθως το ερωτηματολόγιο πρέπει να εξηγηθεί λόγω της νέας και άγνωστης φύσης του.

3.3.4 Αξιολόγηση και ερμηνεία των αποτελεσμάτων

Το ερωτηματολόγιο αξιολογείται σε τρία βήματα. Μετά το συνδυασμό των απαντήσεων στη λειτουργική και τη δυσλειτουργική ερώτηση στον πίνακα αξιολόγησης, τα αποτελέσματα για κάθε μεμονωμένο χαρακτηριστικό παρατίθενται στον πίνακα των αποτελεσμάτων ο οποίος παρουσιάζει τη συνολική κατανομή των απαντήσεων σχετικά με τις κατηγορίες κάθε χαρακτηριστικού. Η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της έρευνας με ερωτηματολόγιο Kano μπορεί να γίνει με τους ακόλουθους τρόπους.

Αξιολόγηση βασισμένη στις συχνότητες

Ο διασταυρούμενος πίνακας με τις συχνότητες των απαντήσεων για κάθε κριτήριο του προϊόντος/ υπηρεσίας δίνει μια πρώτη εικόνα για την κατανομή των απαντήσεων των πελατών. Σύμφωνα με την αξιολόγηση βασισμένη στις συχνότητες προσδιορίζεται το κελί του πίνακα με τη μεγαλύτερη συχνότητα και ταξινομείται το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό με τη βοήθεια του Σχήματος 3.3.

Έτσι, στην περίπτωση της βιομηχανία των πέδινων σκι από τον πίνακα των συχνοτήτων (Πίνακας 3.2) προκύπτει πως τα κρατήματα πάνω σε πάγο θα είναι βασικό χαρακτηριστικό (49.3%), η ευκολία αλλαγής πορείας ένα μονοδιάστατο

χαρακτηριστικό (45.1%) και η δωρεάν παροχή συντήρησης ένα δελεαστικό χαρακτηριστικό (63.8%).

Πίνακας 3.2: Αποτελέσματα για τη βιομηχανία παγοπέδινων σκι								
Χαρακτηριστικό	Ποσοστό των απαντήσεων						Σύνολο	Κατηγορία
	A	O	M	I	R	Q		
Καλά κρατήματα	7	32.3	49.3	9.5	0.3	1.5	100	M
Ευκολία αλλαγής πορείας	10.4	45.1	30.5	11.5	1.2	1.2	100	O
Δωρεάν συντήρηση	63.8	21.6	2.9	8.5	0.7	2.5	100	A

Κατά κανόνα, απαιτείται μια περισσότερο διαφοροποιημένη ερμηνεία, καθώς οι απαντήσεις για ένα χαρακτηριστικό κατανέμονται σε περισσότερες από μια κατηγορίες. Σε αυτήν την περίπτωση θεωρείται ότι αυτή η κατανομή μπορεί να εξηγηθεί από το γεγονός ότι οι πελάτες σε διαφορετικά τμήματα της αγοράς έχουν διαφορετικές προσδοκίες. Για παράδειγμα οι απαιτήσεις που έχουν οι πελάτες σχετικά με τα κρατήματα των πέδινων πάνω σε πάγο μπορεί να διαφέρει ανάλογα με την εμπειρία και τις ικανότητες του σκιέρ. Ενώ οι πεπειραμένοι σκιέρ αντιμετωπίζουν το εν λόγω χαρακτηριστικό ως βασικό, οι αρχάριοι το θεωρούν μονοδιάστατο. Εάν το ερωτηματολόγιο περιλαμβάνει επαρκώς προσανατολισμένες στους πελάτες μεταβλητές, τα αποτελέσματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ιδανική βάση για την ομαδοποίηση των πελατών κατά συνέπεια για τη διαφοροποίηση των υπηρεσιών σύμφωνα με τις προσδοκίες των διαφορετικών τμημάτων των πελατών.

Αξιολόγηση μέσω του κανόνα $M > O > A > I$

Στην περίπτωση που οι απαιτήσεις από το προϊόν/ υπηρεσίας δεν μπορούν να τοποθετηθούν σε μια κατηγορία Kano με σαφή τρόπο μπορεί να γίνει χρήση του κανόνα $M > O > A > I$. Κατά τη λήψη αποφάσεων σχετικά με την ανάπτυξη προϊόντων πρέπει να ληφθούν πρωταρχικά υπόψη εκείνα χαρακτηριστικά που έχουν τη μεγαλύτερη επίδραση πάνω στην αντιλαμβανόμενη ποιότητα του προϊόντος. Αρχικά πρέπει να ικανοποιηθούν οι απαιτήσεις που προκαλούν δυσαρέσκεια σε περίπτωση μικρής απόδοσης, δηλαδή πρώτα τα βασικά και εν συνεχεία τα

μονοδιάστατα χαρακτηριστικά. Κατά την απόφαση βελτίωσης των δελεαστικών χαρακτηριστικών ο παράγοντας επιλογής είναι το πόσο σημαντικά είναι τα εν λόγω χαρακτηριστικά για τον πελάτη. Αυτό μπορεί να γίνει χρησιμοποιώντας ερωτήσεις απόδοσης σημαντικότητας μέσα στο ερωτηματολόγιο.

Συντελεστής ικανοποίησης πελατών (Customer Satisfaction coefficient)

Ο συντελεστής ικανοποίησης πελατών (Customer Satisfaction coefficient, CS coefficient) δηλώνει εάν η συνολική ικανοποίηση μπορεί να αυξηθεί με την αύξηση της ικανοποίησης από ένα χαρακτηριστικό του προϊόντος/ υπηρεσίας ή εάν η υψηλή απόδοση στο συγκεκριμένο χαρακτηριστικό απλά αποτρέπει τον πελάτη από τη δυσαρέσκεια [Berger et al (1993)]. Είναι ιδιαίτερα σημαντικό να είναι γνωστή η μέση επίδραση ενός χαρακτηριστικού στην ικανοποίηση όλων των πελατών. Ο συντελεστής ικανοποίησης πελατών είναι ενδεικτικός για το πόσο έντονα ένα χαρακτηριστικό μπορεί να επηρεάσει την ικανοποίηση ή στην περίπτωση της “μη εκπλήρωσής του” τη δυσαρέσκεια των πελατών.

Για να υπολογισθεί η μέση επίδραση ενός χαρακτηριστικού στην ικανοποίηση είναι απαραίτητο να προστεθούν οι συχνότητες της δελεαστικής και μονοδιάστατης κατηγορίας και το άθροισμά τους να διαιρεθεί με το συνολικό αριθμό απαντήσεων που ανήκουν στη δελεαστική, στη μονοδιάστατη, στη βασική και στην αδιάφορη κατηγορία. Για τον υπολογισμό της μέσης επίδρασης στη δυσαρέσκεια πρέπει να προστεθούν οι συχνότητες της βασικής και μονοδιάστατης κατηγορίας και το άθροισμά τους να διαιρεθεί με το συνολικό αριθμό απαντήσεων που ανήκουν στη δελεαστική, στη μονοδιάστατη, στη βασική και στην αδιάφορη κατηγορία [Berger et al (1993)]:

Μέση επίδραση στην ικανοποίηση:	$\frac{A + O}{A + O + M + I}$
Μέση επίδραση στη δυσαρέσκεια:	$\frac{M + O}{(A + O + M + I) \times (-1)}$

Το αρνητικό πρόσημο τοποθετείται μπροστά από το συντελεστή της δυσαρέσκειας πελατών προκειμένου να υπογραμμιστεί η αρνητική επιρροή του στην ικανοποίηση πελατών σε περίπτωση χαμηλής απόδοσης του υπό εξέταση χαρακτηριστικού.

Ο θετικός συντελεστής ικανοποίησης κυμαίνεται από 0 έως 1, με τιμές που πλησιάζουν το 1 να υποδηλώνουν υψηλή επιρροή στην ικανοποίηση των πελατών. Αντίθετα, ένας συντελεστής ικανοποίησης που πλησιάζει το 0 υποδηλώνει πολύ μικρή επιρροή στην ικανοποίηση των πελατών. Παράλληλα λαμβάνεται υπόψη και ο αρνητικός συντελεστής δυσαρέσκειας. Εάν πλησιάζει το -1, η επιρροή στη δυσαρέσκεια των πελατών είναι ιδιαίτερα ισχυρή εάν το υπό εξέταση χαρακτηριστικό δεν εκπληρώνεται. Μια τιμή κοντά στο 0 δηλώνει ότι αυτό το χαρακτηριστικό δεν προκαλεί τη δυσαρέσκεια σε περίπτωση χαμηλής απόδοσης.

Για παράδειγμα, στην περίπτωση των πέδιλων σκι για το χαρακτηριστικό ‘σταθερά κρατήματα’ (βλ. Πίνακα 3.3), οι συντελεστές ικανοποίησης και δυσαρέσκειας προκύπτουν αντίστοιχα:

Συντελεστής ικανοποίησης	$\frac{A + O}{A + O + M + I} = \frac{7 + 32.3}{7 + 32.3 + 49.3 + 9.5} = 0.40$
Συντελεστής δυσαρέσκειας	$\frac{M + O}{(A + O + M + I) \times (-1)} = -\frac{49.3 + 32.3}{7 + 32.3 + 49.3 + 9.5} = -0.83$

Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι σε περίπτωση μη σταθερών κρατημάτων παρατηρείται υψηλή δυσαρέσκεια των πελατών αφού ο συντελεστής δυσαρέσκειας βρίσκεται αρκετά κοντά στο -1, ενώ σε περίπτωση σταθερών κρατημάτων παρατηρείται μια οριακή αύξηση της ικανοποίησης.

Πίνακας 3.3: Συντελεστής ικανοποίησης και δυσαρέσκειας για τη βιομηχανία παγοπέδιλων σκι						
Χαρακτηριστικό	Συχνότητες απαντήσεων πελατών ανά κατηγορία				Συντελεστής ικανοποίησης	Συντελεστής δυσαρέσκειας
	A	O	M	I	$\frac{A + O}{A + O + M + I}$	$\frac{M + O}{A + O + M + I}$
Σταθερά κρατήματα	7	32.3	49.3	9.5	0.40	-0.83
Ευκολία αλλαγής πορείας	10.4	45.1	30.5	11.5	0.57	-0.78
Δωρεάν συντήρηση	63.8	21.6	2.9	8.5	0.89	-0.25

Δείκτης βελτίωσης της ποιότητας (Quality improvement index)

Η αντιλαμβανόμενη ποιότητα μιας υπηρεσίας σε σύγκριση με αυτήν των ισχυρότερων ανταγωνιστών είναι πρωταρχικής σπουδαιότητας για τις στρατηγικές ανάπτυξης υπηρεσιών και τη διαμόρφωση μέτρων βελτίωσης. Κατά συνέπεια είναι χρήσιμο για μια εταιρία να ζητήσει την αξιολόγηση όχι μόνο των δικών της υπηρεσιών αλλά και των υπηρεσιών των ανταγωνιστών.

Ο δείκτης βελτίωσης της ποιότητας (Quality improvement index, QI) υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας τη σχετική σημαντικότητα ενός χαρακτηριστικού όπως δηλώνεται από τον πελάτη (εκφρασμένη σημαντικότητα) με την αξία χάσματος της αντιλαμβανόμενης ποιότητας (perceived quality) που προκύπτει από την κλίμακα εκτίμησης στο ερωτηματολόγιο [Griffin and Hauser (1993)]:

$$QI = \text{σχετική σημαντικότητα} \times (\text{αξιολόγηση της υπηρεσίας} - \text{αξιολόγηση της υπηρεσίας του ανταγωνιστή}).$$

Η τιμή του δείκτη είναι ενδεικτική για το πόσο σημαντικό είναι ένα χαρακτηριστικό από την άποψη του ανταγωνισμού. Όσο υψηλότερη η τιμή, σε θετική κλίμακα, τόσο υψηλότερο το σχετικό ανταγωνιστικό πλεονέκτημα σύμφωνα με την αντιλαμβανόμενη ποιότητα από τον πελάτη. Εντούτοις, όσο υψηλότερη η αρνητική τιμή αυτού του δείκτη, τόσο υψηλότερο το σχετικό ανταγωνιστικό μειονέκτημα και επομένως απαραίτητη η βελτίωση αυτού του χαρακτηριστικού.

Αναλυτική ανασκόπηση του μοντέλου του Kano και της μεθοδολογίας καθορισμού και εκτίμησης των απαιτήσεων των πελατών με τη χρήση της προσέγγισης Kano αναφέρεται στους Kano et al. (1996), Matzler and Hinterhuber (1998), Matzler et al. (1996), Γρηγορούδης και Σίσκος (2000) καθώς και στο Center for Quality of Management Journal (1993).

Κεφάλαιο 4^ο: Εφαρμογές του μοντέλου Kano

4.1 Χρήση του μοντέλου Kano στο στρατηγικό σχεδιασμό υπηρεσιών logistics

4.1.1 Παραδοσιακές μέθοδοι σχεδιασμού υπηρεσιών logistics

Είναι κοινά αποδεκτό πως η παροχή επιτυχημένων υπηρεσιών logistics από μια επιχείρηση μπορεί να αποτελέσει πηγή ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος και ο τρόπος για να επιτευχθεί αυτό είναι μέσω του ακριβούς καθορισμού των αναγκών των πελατών και του συνεπούς τρόπου απόκρισης σε αυτές τις ανάγκες [Lambert and Stock (1993), Christopher (1983), Fuller et al. (1993)]. Για το λόγο αυτό, ο σχεδιασμός των υπηρεσιών logistics θα πρέπει να διενεργείται σε στρατηγικό επίπεδο και να ακολουθείται ένα συστηματικό πλαίσιο για μια αποτελεσματική διαδικασία σχεδιασμού. Στη βιβλιογραφία έχουν παρουσιασθεί διάφορα πλαίσια σχεδιασμού υπηρεσιών logistics [βλέπε Lambert and Stock (1993), Christopher (1983), Fuller et al. (1993), Byrne and Markham (1991)], και όλα παρουσιάζουν ομοιότητες όσον αφορά στα στάδια της διαδικασίας και στις αναλύσεις που διενεργούνται. Συνήθως, για τη διαχείριση υπηρεσιών logistics ως στρατηγικό “όπλο”, πρέπει να εκτιμηθούν τρία θέματα: (1) οι απαιτήσεις των πελατών, (2) η απόδοση της επιχείρησης και (3) η απόδοση των ανταγωνιστών [Lambert and Stock (1993)].

Παραδοσιακά, η ανάλυση των υπηρεσιών αρχίζει με το διαχωρισμό της συνολικής υπηρεσίας σε διάφορα επιμέρους χαρακτηριστικά και έπειτα διενεργείται μια έρευνα μεταξύ των πελατών όπου εκτιμάται η σημαντικότητα των επιμέρους χαρακτηριστικών για τους πελάτες, καθώς και η απόδοση της επιχείρησης και των ανταγωνιστών της στα εν λόγω χαρακτηριστικά υπηρεσίας. Τα αποτελέσματα μιας τέτοιας έρευνας μπορούν να υποβληθούν σε στατιστική ανάλυση με την οποία τα χαρακτηριστικά των υπηρεσιών και το σύνολο των πελατών ταξινομούνται σε επιμέρους κατηγορίες (διαστάσεις υπηρεσίας και τμήματα πελατών, αντίστοιχα).

Μετά τον προσδιορισμό των αναγκών των πελατών και της υπάρχουσας κατάστασης του ανταγωνισμού, μπορούν να αναγνωριστούν πιθανά ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα/ μειονεκτήματα και ευκαιρίες βελτίωσης. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί

χρησιμοποιώντας για παράδειγμα μήτρες ανταγωνιστικής θέσης και εκτίμησης απόδοσης [Lambert and Sharma (1990)] ή υπολογίζοντας δείκτες προτεραιότητας για τα στοιχεία των υπηρεσιών για να καθοριστούν οι προτεραιότητες βελτίωσης [O'Neil and Iverson (1991)].

Τελικά, με βάση αυτές τις αναλύσεις μπορεί να σχεδιασθεί μια αποτελεσματική στρατηγική υπηρεσιών logistics. Ο στρατηγικός σχεδιασμός των υπηρεσιών logistics περιλαμβάνει αποφάσεις σχετικά με την τμηματοποίηση των πελατών με βάση τις απαιτήσεις τους από τις υπηρεσίες, και κατά συνέπεια την ανάγκη διαφοροποίησης της υπηρεσίας που προσφέρεται στις διαφορετικές ομάδες πελατών. Εντοπίζει τα περισσότερα σημαντικά χαρακτηριστικά των υπηρεσιών και καθορίζει τα επίπεδα υπηρεσίας που πρέπει να προσφερθούν σε κάθε τμήμα πελατών.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, η σημαντικότητα των χαρακτηριστικών των υπηρεσιών για τους πελάτες είναι ένα κοινώς χρησιμοποιούμενο μέτρο των προτιμήσεων των πελατών. Για τη μέτρηση της σημαντικότητας χρησιμοποιούνται συχνά γραμμικές κλίμακες 5 ή 7 επιπέδων, που κυμαίνονται για παράδειγμα από 'καθόλου σημαντικό' έως 'πολύ σημαντικό'. Η χρησιμοποίηση τέτοιων μέτρων προϋποθέτει μια γραμμική σχέση ανάμεσα στην απόδοση των χαρακτηριστικών της υπηρεσίας και την ικανοποίηση των πελατών. Ουσιαστικά πραγματοποιείται η υπόθεση ότι η ικανοποίηση των πελατών αυξάνεται (μειώνεται) περισσότερο ή λιγότερο γραμμικά όταν το επίπεδο της υπηρεσίας οποιουδήποτε χαρακτηριστικού βελτιώνεται (χειροτερεύει). Υπό αυτές τις συνθήκες, η διάταξη των χαρακτηριστικών των υπηρεσιών ανάλογα με τη σημαντικότητά τους είναι ένα επαρκές μέτρο για την αναγνώριση των πιθανών βελτιώσεων των υπηρεσιών.

Όμως, σε μερικές περιπτώσεις, τα χαρακτηριστικά υπηρεσιών μπορεί να ακολουθούν ένα μη γραμμικό σχέδιο. Λόγω αυτής της μη γραμμικότητας, η συμπεριφορά των χαρακτηριστικών δεν είναι πάντα ομοιόμορφη όσον αφορά στην ικανότητά τους να δημιουργούν ικανοποίηση ή να προκαλούν δυσαρέσκεια. Αυτό το εύρημα για τη συμπεριφορά των χαρακτηριστικών των υπηρεσιών βασίζεται στην έρευνα των Kano et al (1984) στο επίπεδο του σχεδιασμού ποιότητας [βλέπε επίσης King (1989), Day (1993), Deschamps and Nayak (1995)]. Επειδή τα διαφορετικά χαρακτηριστικά των υπηρεσιών έχουν διαφορετική επίδραση στην ικανοποίηση των πελατών, δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται κατά όμοιο τρόπο στην προσπάθεια επιδίωξης ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος μέσω των υπηρεσιών. Κατά συνέπεια, δεν επαρκεί να μετρηθεί μόνο

η διάταξη της σημαντικότητας των διάφορων χαρακτηριστικών, αλλά και οι διαφορετικές επιπτώσεις τους στην ικανοποίηση των πελατών, κάτι που μπορεί να επιτευχθεί μέσω της προσέγγισης Kano.

Τα πιθανά οφέλη της εφαρμογής του μοντέλου Kano στο στρατηγικό σχεδιασμό των υπηρεσιών logistics μπορεί να είναι πολλά. Κατ' αρχήν, η ταξινόμηση του Kano παρέχει μια περισσότερο ακριβή περιγραφή της συμπεριφοράς των διάφορων χαρακτηριστικών υπηρεσίας σε σχέση με εκείνη των παραδοσιακών προσεγγίσεων και κατά συνέπεια παρέχει έναν αποτελεσματικό τρόπο για την αναγνώριση των πιθανών ανταγωνιστικών πλεονεκτημάτων /μειονεκτημάτων των υπηρεσιών logistics. Επιπλέον, η ταξινόμηση στα τρία επίπεδα ποιότητας του Kano διευκολύνει την αναγνώριση των διαφορετικών απαιτήσεων των πελατών και έτσι βελτιώνει τις αποφάσεις διαφοροποίησης των υπηρεσιών ανά ομάδα πελατών. Στη συνέχεια θα παρουσιαστεί ο τρόπος ενσωμάτωσης των αρχών του μοντέλου Kano μέσα στο στρατηγικό σχεδιασμό υπηρεσιών logistics.

4.1.2 Ενσωμάτωση του μοντέλου Kano στο στρατηγικό σχεδιασμό υπηρεσιών logistics

Στην πρώτη φάση του στρατηγικού σχεδιασμού υπηρεσιών logistics μπορεί να πραγματοποιηθεί μια έρευνα μέσω ερωτηματολογίου Kano προκειμένου να εντοπιστούν τα βασικά, τα μονοδιάστατα και τα δελεαστικά χαρακτηριστικά υπηρεσιών logistics σύμφωνα με την άποψη των πελατών (βλέπε κεφάλαιο 2). Στη συνέχεια τα αποτελέσματα μπορούν να ενσωματωθούν σε μια μήτρα ανταγωνιστικής θέσης (competitive position matrix) στα πλαίσια της ανάλυσης SWOT [Huiskonen and Pirttila (1998)].

Η χρησιμοποίηση των υπηρεσιών logistics ως ανταγωνιστικό όπλο σημαίνει συνήθως μια στρατηγική διαφοροποίησης, δηλαδή μια προσπάθεια να προσφερθούν καλύτερες υπηρεσίες κατά μέσο όρο από εκείνες των ανταγωνιστών σύμφωνα με κάποια χαρακτηριστικά των υπηρεσιών. Γι' αυτό χρειάζεται να αναλυθούν δυο σχέσεις: η αντιλαμβανόμενη αξία της υπηρεσίας από τους πελάτες και η θέση της επιχείρησης σε σχέση με το μέσο όρο των ανταγωνιστών. Αυτή η προσέγγιση έχει χρησιμοποιηθεί με την παραδοσιακή εκτίμηση της σημαντικότητας των χαρακτηριστικών των υπηρεσιών που καταλήγει σε εργαλεία ανάλυσης όπως η μήτρα ανταγωνιστικής

θέσης [Lambert and Sharma (1990)]. Όμως, με τη χρήση της υπόθεσης ύπαρξης διαφορετικών κατηγοριών χαρακτηριστικών των υπηρεσιών, σύμφωνα με το μοντέλο Kano, θα ήταν χρήσιμο να αντικατασταθεί η διάσταση της σημαντικότητας με την κατηγοριοποίηση Kano μέσα στη μήτρα ανταγωνιστικής θέσης.

Κατά την εκτίμηση της θέσης της επιχείρησης σε σχέση με εκείνη των ανταγωνιστών, μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια ανάλυση ανάλογη με την ανάλυση SWOT (Strengths–Weaknesses–Opportunities–Threats), όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 4.1.

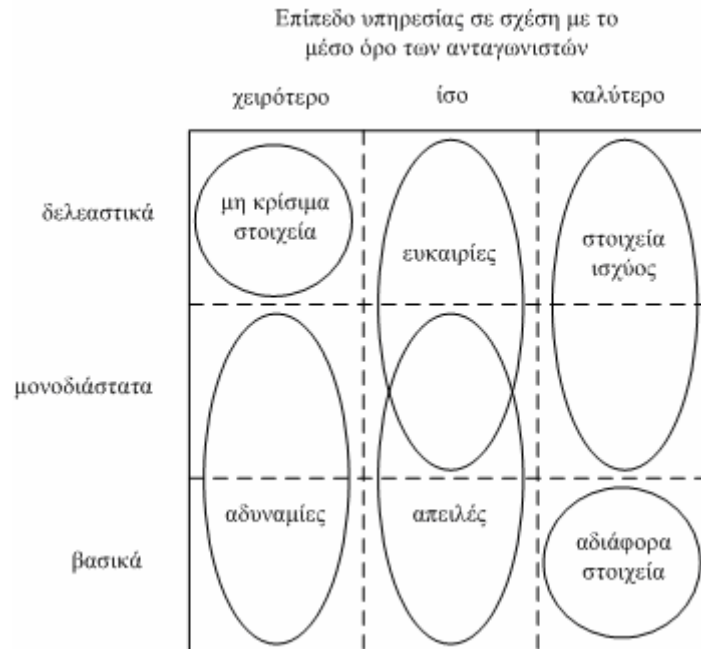
Τα δελεαστικά και τα μονοδιάστατα χαρακτηριστικά των υπηρεσιών logistics είναι εκείνα που προκαλούν σημαντική ικανοποίηση στον πελάτη. Έτσι εάν το επίπεδο της υπηρεσίας της επιχείρησης αναφορικά με αυτά τα χαρακτηριστικά είναι καλύτερο από το επίπεδο των ανταγωνιστών, η συγκεκριμένη επιχείρηση έχει ένα πραγματικό ανταγωνιστικό πλεονέκτημα και τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά τα οποία αποτελούν στοιχεία ισχύος (strengths) της επιχείρησης. Εάν η επιχείρηση βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο με τους ανταγωνιστές της όσον αφορά στα δελεαστικά χαρακτηριστικά της υπηρεσίας της, τότε υπάρχει ένα ενδεχόμενο δυνητικό ανταγωνιστικό πλεονέκτημα, μια ευκαιρία (opportunity) την οποία μπορεί να εκμεταλλευτεί η επιχείρηση. Το ενδεχόμενο το επίπεδο της επιχείρησης να είναι χαμηλότερο από το μέσο επίπεδο των ανταγωνιστών σε σχέση με τα δελεαστικά χαρακτηριστικά, δε θέτει σε κίνδυνο την ανταγωνιστική θέση της επιχείρησης, επειδή δεν υφίσταται ακόμη ένα καθιερωμένο επίπεδο υπηρεσίας. Κατά συνέπεια, αυτά τα χαρακτηριστικά δεν είναι κρίσιμα (non-critical) ως ανταγωνιστικά μέσα.

Εάν τα βασικά χαρακτηριστικά των υπηρεσιών, τα οποία έχουν κάποιο ελάχιστο αποδεκτό επίπεδο κάτω από το οποίο ο πελάτης εκδηλώνει δυσαρέσκεια, είναι σε χειρότερο επίπεδο από τους ανταγωνιστές, δημιουργείται σημαντικός κίνδυνος για τη συγκεκριμένη επιχείρηση λόγω της ύπαρξης ενός πραγματικού ανταγωνιστικού μειονεκτήματος, δηλαδή μιας αδυναμίας (weakness).

Ακόμη και αν βρίσκεται η υπηρεσία στο ίδιο επίπεδο με τους ανταγωνιστές, όσον αφορά βασικό χαρακτηριστικό, υπάρχει κίνδυνος πιθανού ανταγωνιστικού μειονεκτήματος εάν το μέσο επίπεδο της υπηρεσίας αυξηθεί ως αποτέλεσμα των ενεργειών του ανταγωνισμού ή εάν οι υπηρεσίες της συγκεκριμένης επιχείρησης είναι ανεπαρκείς. Κατά συνέπεια, αυτή η θέση αποτελεί απειλή (threat).

Τέλος, εάν το επίπεδο της υπηρεσίας της επιχείρησης αναφορικά με τα βασικά χαρακτηριστικά είναι καλύτερο από το επίπεδο των ανταγωνιστών, μπορεί να μην

είναι απαραίτητη η παροχή ακόμα καλύτερου επιπέδου υπηρεσίας, καθώς αυτό δεν προσθέτει επιπλέον αξία αλλά αυξάνει το κόστος το οποίο πρέπει να ελέγχονται. Αυτά τα χαρακτηριστικά ονομάζονται αδιάφορα στοιχεία (slack elements).



Σχήμα 4.1: Μήτρα ανταγωνιστικής θέσης [Huiskonen and Pirttila (1998)]

Εφόσον όλα τα χαρακτηριστικά των υπηρεσιών έχουν αναλυθεί και τοποθετηθεί στον πίνακα ανταγωνιστικής θέσης, χρησιμοποιούνται στο στρατηγικό σχεδιασμό της υπηρεσίας σύμφωνα με τις αρχές της παραδοσιακής ανάλυσης SWOT: εξάλειψη αδυναμιών, διατήρηση στοιχείων βελτίωσης, εκμετάλλευση των καλύτερων ευκαιριών και μείωση των απειλών.

Η χρήση μόνο της σημαντικότητας χαρακτηριστικών για το στρατηγικό σχεδιασμό υπηρεσιών logistics μπορεί να οδηγήσει συχνά σε λάθος ερμηνείες. Βασικό πλεονέκτημα της ενσωμάτωσης του μοντέλου Kano μέσα στο στρατηγικό σχεδιασμό υπηρεσιών logistics είναι η εξάλειψη των περιπτώσεων λανθασμένης ερμηνείας των αληθινών απαιτήσεων των πελατών και κατά συνέπεια της λήψης ακατάλληλων αποφάσεων που θα οδηγήσουν σε λάθος ενέργειες. Οι πιο σημαντικές από αυτές τις περιπτώσεις σε σχέση με το χαρακτηριστικό της υπηρεσίας όπως προκύπτει από το μοντέλο Kano και την παραδοσιακή εκτίμηση της σημαντικότητας είναι οι παρακάτω:

- **Βασικό χαρακτηριστικό, υψηλή σημαντικότητα.** Μια συνηθισμένη λανθασμένη ερμηνεία όσον αφορά στα βασικά χαρακτηριστικά μιας υπηρεσίας συμβαίνει, όταν ο πελάτης δηλώνει πως κάποιο χαρακτηριστικό είναι πολύ σημαντικό ακόμη και αν η περαιτέρω βελτίωσή του δεν είναι απαραίτητη. Μια ακατάλληλη ενέργεια θα ήταν να αυξηθεί το επίπεδο της υπηρεσίας (πιθανώς με ακριβές διαδικασίες), χωρίς να επιτευχθεί αντίστοιχο ανταγωνιστικό πλεονέκτημα.
- **Βασικό χαρακτηριστικό, χαμηλή σημαντικότητα.** Ικανοποιητικές προηγούμενες εμπειρίες των πελατών μπορεί να προκαλέσουν αξιολογήσεις χαμηλής σημαντικότητας, γεγονός που μπορεί να μειώσει την προσοχή στα εν λόγω χαρακτηριστικά και να προκαλέσει αυξανόμενη διακύμανση στην υπηρεσία. Όμως, όσον αφορά στα βασικά χαρακτηριστικά, η δυσaréσκεια προκαλείται ακόμη και αν πραγματοποιείται μικρή μείωση στο επίπεδο της υπηρεσίας, και μπορεί να οδηγήσει σε ανταγωνιστικό μειονέκτημα.
- **Δελεαστικό χαρακτηριστικό, υψηλή σημαντικότητα.** Σε περιπτώσεις όπου το επίπεδο της υπηρεσίας όσον αφορά κάποιο σημαντικό χαρακτηριστικό, είναι χειρότερο σε σχέση με το επίπεδο των ανταγωνιστών, το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό συνήθως θεωρείται κρίσιμο και θα πρέπει να βελτιωθεί. Όμως, εάν το χαρακτηριστικό είναι δελεαστικό, τότε δεν υπάρχει κρίσιμο ανταγωνιστικό μειονέκτημα. Σε αυτήν την περίπτωση, αν υπάρχουν οικονομικοί περιορισμοί, οι πόροι πρέπει να διανεμηθούν πιο αποτελεσματικά βελτιώνοντας κάποιο άλλο κρίσιμο χαρακτηριστικό.
- **Δελεαστικό χαρακτηριστικό, χαμηλή σημαντικότητα.** Στις παραδοσιακές έρευνες, τα δελεαστικά χαρακτηριστικά ίσως παραμένουν λιγότερο σημαντικά, επειδή συνήθως αφορούν χαρακτηριστικά για τα οποία οι πελάτες δεν έχουν προηγούμενη εμπειρία και δεν τα αναμένουν. Σε αυτήν την περίπτωση, η ευκαιρία για ανταγωνιστικό πλεονέκτημα μέσω καλύτερου επιπέδου υπηρεσίας, μπορεί να μείνει απαρατήρητη.

Αυτά τα τέσσερα είδη πιθανών λανθασμένων ερμηνειών θα μπορούσαν να αποκαλυφθούν και να αποφευχθούν με την ενσωμάτωση των αρχών του μοντέλου Kano μέσα στη μήτρα ανταγωνιστικής θέσης. Αναλυτική παρουσίαση της εν λόγω προσέγγισης μπορεί να βρεθεί στους Huiskenen and Pirttila (1998), όπου τονίζεται ότι ο συνδυασμός του μοντέλου Kano και της μήτρας ανταγωνιστικής θέσης κατά το

στρατηγικό σχεδιασμό υπηρεσιών logistics διευκολύνει την επιλογή της κατάλληλης στρατηγικής, την επιλογή των κατάλληλων χαρακτηριστικών των υπηρεσιών στην εφαρμογή της στρατηγικής και τον καθορισμό των ελάχιστων επιπέδων ποιότητας για τα διαφορετικά χαρακτηριστικά των υπηρεσιών.

4.2 Ενοποίηση του μοντέλου Kano με την Ανάπτυξη Λειτουργίας Ποιότητας

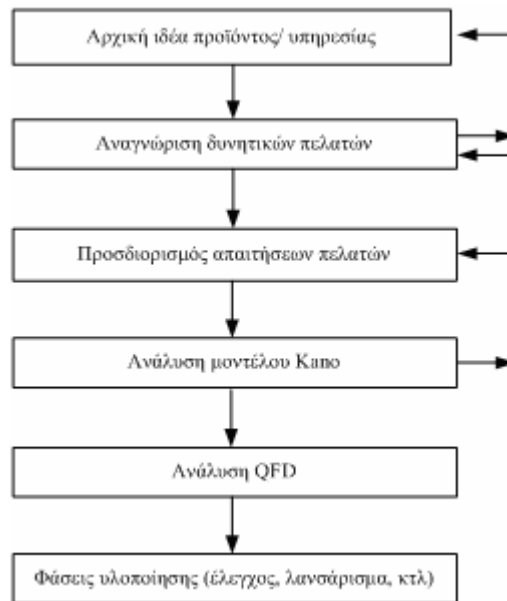
Μέσα στις ιδιαίτερα ανταγωνιστικές συνθήκες που επικρατούν στις σημερινές αγορές έχει γίνει κατανοητό ότι για την απόκτηση ικανοποιημένων πελατών είναι απαραίτητη η δημιουργία καινοτόμων προϊόντων. Στη βιβλιογραφία έχει προταθεί η ενοποίηση του μοντέλου Kano με την Ανάπτυξη Λειτουργίας Ποιότητας (Quality Function Deployment, QFD) σε ένα μοντέλο διαδικασιών με στόχο την ανάπτυξη επιτυχημένων, καινοτόμων προϊόντων και υπηρεσιών, σύμφωνα με τις απαιτήσεις των πελατών [βλ. Shen et al. (2000) και Matzler and Hinterhuber (1998)].

Το μοντέλο διαδικασιών που προτείνεται από τους Shen et al. (2000) περιλαμβάνει την παραγωγή της αρχικής ιδέας του προϊόντος/ υπηρεσίας, τον προσδιορισμό των δυνητικών πελατών, τον προσδιορισμό των απαιτήσεων των πελατών, την ανάλυση μέσω του μοντέλου Kano, την ανάλυση QFD και άλλες φάσεις υλοποίησης του προϊόντος/ υπηρεσίας (Σχήμα 4.2). Πρέπει να σημειωθεί ότι το εν λόγω μοντέλο ασχολείται περισσότερο με τις αρχικές φάσεις ανάπτυξης νέων προϊόντων/ υπηρεσιών.

Τα στάδια ανάπτυξης της αρχικής ιδέας και της αναγνώρισης δυνητικών πελατών έχουν λάβει ιδιαίτερη προσοχή. Οι ιδέες μπορούν να προκύψουν από διάφορες πηγές, όπως είναι η τεχνολογία, οι ανάγκες της αγοράς, οι λύσεις των ανταγωνιστών και των χρηστών. Οι δυνητικοί πελάτες πρέπει να προσδιοριστούν πριν τη συγκέντρωση των απαιτήσεών τους και τη διενέργεια περαιτέρω ανάλυσης. Η ομάδα σχεδιασμού πρέπει να αποφασίσει σε ποιον μπορεί να απευθύνεται το νέο προϊόν/ υπηρεσία.

Διάφορα ζητήματα πρέπει να εξεταστούν σε αυτό το βήμα. Κατ' αρχάς, τα μέλη της ομάδας μπορεί να έχουν ποικίλες ιδέες για το ποιοι αποτελούν τους πιθανούς πελάτες, ενώ μπορεί να συμβεί να αναγνωρισθούν διάφορες ομάδες πελατών για μια συγκεκριμένη μελλοντική υπηρεσία. Επίσης, οι ανάγκες μιας μεγάλης μερίδας

πελατών μπορεί να είναι διαφορετικές από εκείνες άλλων πελατών, οπότε και θα πρέπει να γίνει ομαδοποίηση των πελατών προκειμένου να μεγιστοποιηθεί το μερίδιο αγοράς. Σε τέτοιες περιπτώσεις μπορούν να αναπτυχθούν διαφορετικά προϊόντα/ υπηρεσίες για κάθε τμήμα, μόνο ένα προϊόν/ υπηρεσία για ένα βασικό τμήμα πελατών ή να αναπτυχθεί ένα προϊόν/ υπηρεσία για ένα συγκεκριμένο τμήμα πελατών, πιθανότατα μικρό αλλά που δεν έχει ακόμα καλυφθεί από την υπάρχουσα αγορά.



Σχήμα 4.2: Διαδικασία ανάπτυξης καινοτόμων προϊόντων [Shen et al. (2000)]

Η παραγωγή της ιδέας και ο προσδιορισμός των δυνητικών πελατών πραγματοποιούνται επαναληπτικά. Εάν τα μέλη της ομάδας διαπιστώσουν ότι δεν υπάρχουν αρκετοί δυνητικοί πελάτες ή ότι η πιθανή αγορά δεν είναι τόσο μεγάλη όπως αναμένεται, μπορούν να επιστρέψουν στο προηγούμενο στάδιο, έπειτα να αξιολογήσουν και να τροποποιήσουν την αρχική ιδέα ή να αναζητήσουν εναλλακτικές ιδέες.

Αφού αναγνωρισθούν οι δυνητικοί πελάτες, η ομάδα προχωρά στη συλλογή των συγκεκριμένων αναγκών και απαιτήσεων τους με βάση την αρχική ιδέα του προϊόντος/ υπηρεσίας. Οι ανάγκες των πελατών συνήθως αναγνωρίζονται με προσωπικές συνεντεύξεις, έρευνες και focus groups. Είναι σημαντικό να προσδιορίζονται όχι μόνο οι διατυπωμένες ανάγκες αλλά και εκείνες που δεν έχουν διατυπωθεί και οι οποίες αν ικανοποιούνται εκπλήσσουν ευχάριστα τους πελάτες.

Στο επόμενο στάδιο οι αναγνωρισμένες απαιτήσεις των πελατών αναλύονται σύμφωνα με την προσέγγιση Kano, δηλαδή ομαδοποιούνται στις κατηγορίες του μοντέλου Kano με τη χρήση των κατάλληλων ερωτηματολογίων. Η ταξινόμηση των απαιτήσεων των πελατών στις κατάλληλες κατηγορίες Kano και στις υποκατηγορίες τους, βοηθά στην κατανόηση των διαφορετικών απαιτήσεων για τις μελλοντικές υπηρεσίες. Μερικές ιδιότητες μπορούν απλά να διασφαλίσουν ότι οι πελάτες δε θα είναι δυσαρεστημένοι, ενώ κάποιες άλλες μπορούν να ευχαριστήσουν τους πελάτες. Ο γενικός στόχος είναι να εκπληρωθούν όλες οι βασικές απαιτήσεις, να παραμείνει ανταγωνιστική η επιχείρηση ως προς τους πρωτοπόρους στην αγορά όσον αφορά στις μονοδιάστατες ιδιότητες και να περιλαμβάνει μερικά δελεαστικά στοιχεία στις υπηρεσίες της (CQM, 1993).

Επιπλέον, ανάλογα με τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου Kano, πρέπει να ελεγχθεί η πληρότητα των απαιτήσεων των πελατών, δηλαδή πρέπει να εξασφαλισθεί η καταγραφή επαρκών αναγκών των πελατών από την άποψη των διαφορετικών κατηγοριών Kano. Αυτό είναι πολύ χρήσιμο για τον προσδιορισμό των βασικών και των δελεαστικών χαρακτηριστικών επειδή αυτά τα χαρακτηριστικά δεν διατυπώνονται εύκολα από τους πελάτες.

Για παράδειγμα, εάν υπάρχουν πολύ λίγες απαιτήσεις πελατών που ομαδοποιούνται ως δελεαστικά χαρακτηριστικά, πρέπει να συλλεχθούν και να ενσωματωθούν στις μελλοντικές υπηρεσίες περισσότερα χαρακτηριστικά αυτής της κατηγορίας προκειμένου να ευχαριστηθούν οι πελάτες. Αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω συνεντεύξεων σε βάθος (von Hippel, 1988). Εναλλακτικά, η υπεύθυνη ομάδα μπορεί να επιστρέψει στο προηγούμενο στάδιο και να επαναπροσδιορίσει τους πιθανούς πελάτες ή ακόμα και να επιστρέψει στο αρχικό στάδιο για να επανεξετάσει την αρχική ιδέα.

4.2.1 Χρήση της μεθοδολογίας QFD

Μετά την εκτενή ανάλυση της ‘φωνής των πελατών’ με τη βοήθεια του μοντέλου Kano, οι απαιτήσεις των πελατών εισάγονται στην ανάλυση QFD η οποία παρέχει ένα μέσο μετάφρασής τους σε κατάλληλα τεχνικά χαρακτηριστικά για κάθε στάδιο ανάπτυξης και παραγωγής προϊόντων και υπηρεσιών (Sullivan, 1986).

Η μεθοδολογία QFD, που προτάθηκε για πρώτη φορά στην Ιαπωνία περιλαμβάνει 4 στάδια τα οποία περιλαμβάνουν το Σπίτι της Ποιότητας (House of Quality, HOQ), τον προγραμματισμό υλικών, τον προγραμματισμό διαδικασιών και τον προγραμματισμό παραγωγής [Akao (1990)]. Μεταξύ των διάφορων σταδίων, το HOQ είναι το πιο συχνά χρησιμοποιούμενο και ο στόχος του είναι να απεικονίσει τις επιθυμίες και τις απαιτήσεις των πελατών (Hauser και Clausing, 1988). Το HOQ είναι μια μήτρα, κατασκευασμένη από διάφορες υπό-μήτρες, η οποία συσχετίζει τις προσδιορισμένες ανάγκες των πελατών με τα τεχνικά χαρακτηριστικά των προϊόντων και των υπηρεσιών (Σχήμα 4.3).

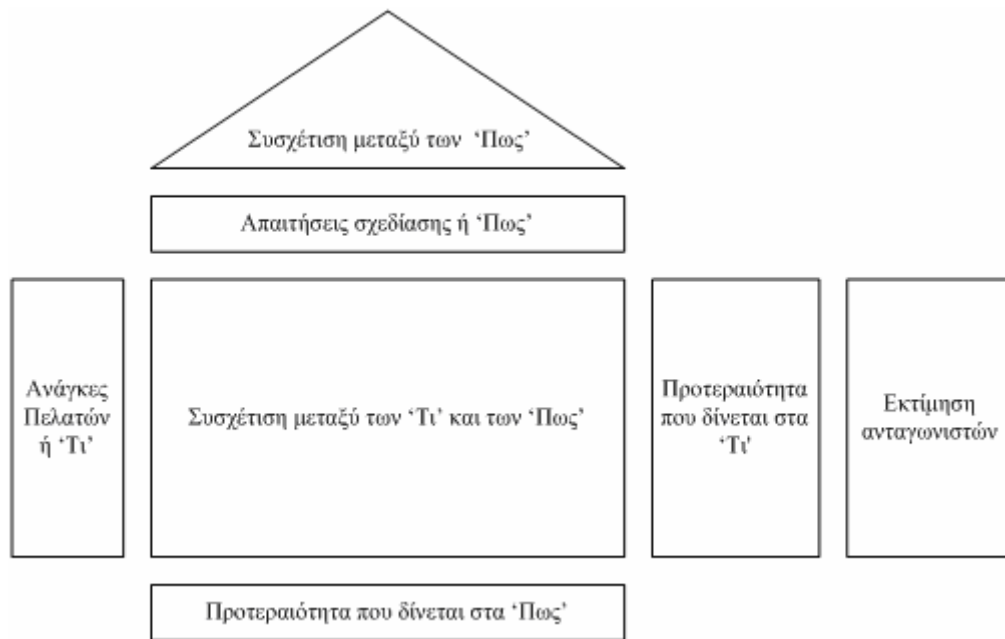
Η κατασκευή του HOQ αρχίζει με το αριστερό δωμάτιο, δηλαδή τη συγκέντρωση των αναγκών των πελατών. Το σύνολο αυτών των αναγκών αναφέρεται συχνά ως η ‘Φωνή του Πελάτη’ (Voice of the Customer, VOC) ή ‘Τι’. Στο προτεινόμενο μοντέλο, η ανάλυση QFD εκτελείται με βάση τις λεπτομερείς, εκτενείς απαιτήσεις των πελατών που συλλέχθηκαν και αναλύθηκαν στα προηγούμενα στάδια. Συγκεκριμένα, τα χαρακτηριστικά των υπηρεσιών, όπως προκύπτουν από την ανάλυση της προσέγγισης Kano, χρησιμοποιούνται ως εισροές στην ανάλυση QFD.

Το επόμενο βήμα περιλαμβάνει την οικοδόμηση της μήτρας σχεδιασμού (planning matrix), η οποία περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με τη σημαντικότητα των απαιτήσεων των πελατών (προτεραιότητα που δίνεται στα ‘Τι’) και την ανταγωνιστική αξιολόγηση του προϊόντος/ υπηρεσίας. Οι πωλήσεις μπορεί, επίσης, να χρησιμοποιηθούν για να βοηθήσουν στην απόφαση της επιχείρησης για τις περιοχές στις οποίες η επιχείρηση πρέπει να είναι επιθετική.

Επόμενο βήμα στη διαδικασία κατασκευής του HOQ είναι η κατασκευή του δωματίου των τεχνικών χαρακτηριστικών που βρίσκεται ακριβώς κάτω από τη στέγη του σπιτιού. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά μιας υπηρεσίας/ προϊόντος, ή αλλιώς τα ‘Πως’, αποτελούν ένα σύνολο τεχνικών ιδιοτήτων της υπηρεσίας/ προϊόντος και καλούνται ‘Φωνή του Μηχανικού’ (Voice of the Engineer). Μπορεί να είναι υψηλού επιπέδου λύσεις, απαιτήσεις προϊόντος/ υπηρεσίας και χαρακτηριστικά ή δυνατότητες του προϊόντος/ υπηρεσίας.

Η στέγη του HOQ περιέχει τεχνικούς συσχετισμούς ενδεικτικούς για τον τρόπο που αλληλεπιδρούν τα τεχνικά χαρακτηριστικά. Ο τρόπος αλληλεπίδρασης μπορεί να είναι θετικός (η βελτίωση ενός τεχνικού χαρακτηριστικού μπορεί να οδηγήσει στην αντίστοιχη βελτίωση ενός άλλου τεχνικού χαρακτηριστικού) ή αρνητικός (η βελτίωση

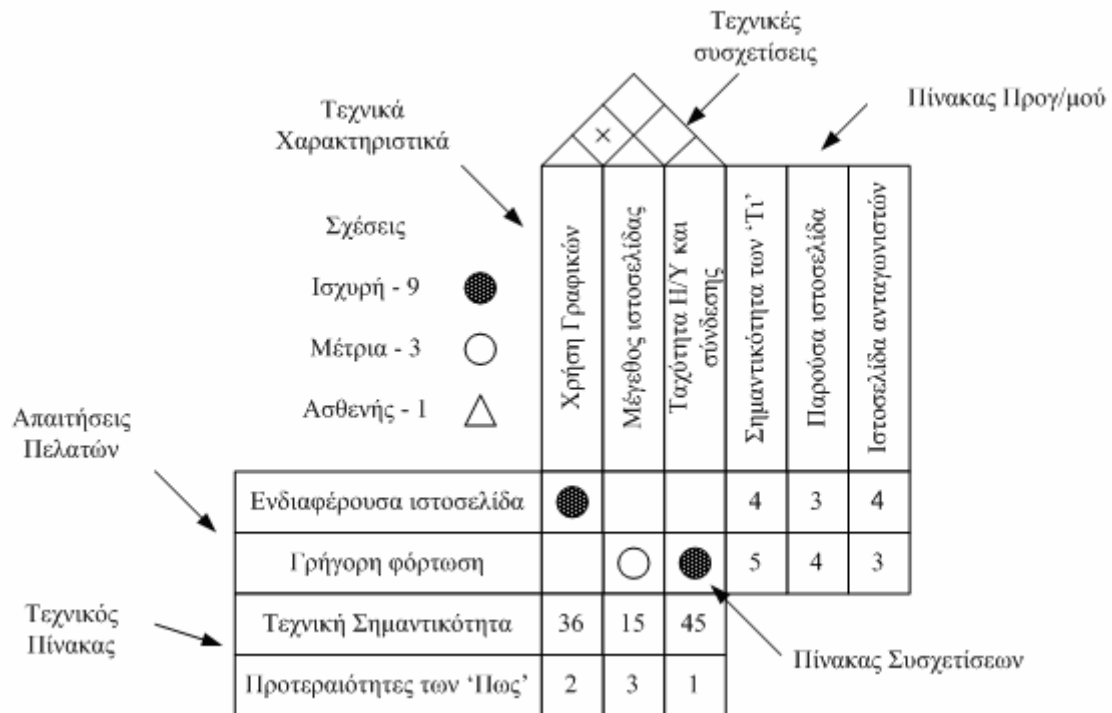
ενός τεχνικού χαρακτηριστικού θα προκαλέσει την επιδείνωση ενός άλλου τεχνικού χαρακτηριστικού). Το κέντρο του σπιτιού αποτελεί τον πίνακα συσχέτισης που υποδεικνύει πώς κάθε τεχνικό χαρακτηριστικό επιδρά σε κάθε ανάγκη των πελατών. Η συσχέτιση μπορεί να είναι ασθενής, μέτρια ή ισχυρή. Τέλος, η τεχνική μήτρα (technical matrix) περιέχει πληροφορίες για τις τεχνικές προτεραιότητες.



Σχήμα 4.3: Το Σπίτι της Ποιότητας (House of Quality, HOQ)

Στο Σχήμα 4.4 που ακολουθεί φαίνεται ένα παράδειγμα του HOQ για το σχεδιασμό μιας ιστοσελίδας. Οι απαιτήσεις των πελατών έχουν προσδιοριστεί μέσω ερωτηματολογίων Kano. Οι συσχετίσεις μεταξύ των απαιτήσεων των πελατών και των τεχνικών χαρακτηριστικών της ιστοσελίδας απεικονίζονται με σχήματα, το καθένα από τα οποία εκφράζει σχέση διαφορετικής ισχύος. Η σημαντικότητα των τεχνικών χαρακτηριστικών ή τεχνική σημαντικότητα, υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας την ισχύ της επίδρασης του κάθε χαρακτηριστικού στις απαιτήσεις των πελατών με τη σημαντικότητα των απαιτήσεων αυτών. Για παράδειγμα, η σημαντικότητα του τεχνικού χαρακτηριστικού “χρήση γραφικών”, προκύπτει ως εξής : 4 (σημαντικότητα της απαίτησης της ενδιαφέρουσας ιστοσελίδας) \times 9 (δύναμη συσχέτισης μεταξύ της χρήσης γραφικών και της ενδιαφέρουσας ιστοσελίδας) = 36. Με βάση τη σημαντικότητα όλων των τεχνικών χαρακτηριστικών υπολογίζεται μια κατάταξή τους, στην οποία θα στηριχθεί η

επιχείρηση για την ανάπτυξη της ιστοσελίδας που θα ενσωματώνει όλα εκείνα τα χαρακτηριστικά που ικανοποιούν τις απαιτήσεις των πελατών.



Σχήμα 4.4: Εφαρμογή του HOQ στο σχεδιασμό ιστοσελίδας [Shen et al. (2000)]

4.2.2 Πλεονεκτήματα της ενοποίησης του μοντέλου Kano και της μεθοδολογίας QFD

Ένα από τα βασικότερα πλεονεκτήματα της ενσωμάτωσης του μοντέλου Kano μέσα στη μεθοδολογία QFD είναι ότι επιτρέπει στα μέλη της ομάδας ανάπτυξης ενός προϊόντος/ υπηρεσίας να διαχωρίσουν τους διάφορους τύπους απαιτήσεων των πελατών και να κατανοήσουν δημιουργικά τις θεμελιώδεις τους ανάγκες. Αυτές οι ανάγκες μεταβιβάζονται έπειτα μέσα στη διαδικασία QFD, η οποία καθοδηγεί τους υπεύθυνους παραγωγής και τις ομάδες σχεδιασμού στη δημιουργία ενός νέου προϊόντος/ υπηρεσίας, ή μιας νέας έκδοσης ενός ήδη υπάρχοντος προϊόντος/ υπηρεσίας. Η προτεινόμενη ανάλυση μπορεί να έχει ιδιαίτερα θετικά αποτελέσματα στη δημιουργία ελκυστικών χαρακτηριστικών ποιότητας και καινοτόμων ιδιοτήτων.

Συνοπτικά, ο συνδυασμός της προσέγγισης Kano με τη μεθοδολογία QFD μπορεί να έχει τα παρακάτω θετικά αποτελέσματα [Matzler and Hinterhuber (1998), Govers (1994)]:

- Βαθύτερη κατανόηση των απαιτήσεων και των προβλημάτων των πελατών,
- Καλύτερη διαχείριση των αμοιβαίων παραχωρήσεων ανάμεσα στα διάφορα χαρακτηριστικά του προϊόντος/ υπηρεσίας,
- Λιγότερα προβλήματα κατά τις αρχικές φάσεις ανάπτυξης του προϊόντος/ υπηρεσίας,
- Ευκολότερη συγκριτική ανάλυση στα πλαίσια του ανταγωνισμού (λόγω καλύτερης έρευνας αγοράς),
- Διευκόλυνση της επικοινωνίας μεταξύ διαφορετικών ομάδων ανάπτυξης ενός προϊόντος,
- Οι απαιτήσεις των πελατών είναι ρητά διαπιστωμένες και διατρέχουν όλη την πορεία σχεδιασμού και παραγωγής ενός προϊόντος.

4.3 Ενοποίηση των μοντέλων Kano, SERVQUAL και QFD

Το 2001 οι Tan and Pawitra προχώρησαν ένα βήμα παραπέρα την ενσωμάτωση των απαιτήσεων των πελατών μέσα σε ήδη υπάρχοντα μοντέλα προτείνοντας μία ενοποιημένη προσέγγιση, που περιλαμβάνει το μοντέλο SERVQUAL, το μοντέλο Kano, και τη μεθοδολογία QFD. Η προσέγγιση αυτή έχει στόχο να βοηθήσει τις εταιρίες στην αξιολόγηση της ικανοποίησης των πελατών τους, να καθοδηγήσει τις προσπάθειες βελτίωσης για την ενδυνάμωση των αδύνατων χαρακτηριστικών και να επισπεύσει την ανάπτυξη καινοτόμων υπηρεσιών, μέσα από την επισήμανση των δελεαστικών χαρακτηριστικών και την ενσωμάτωσή τους στο σχεδιασμό των μελλοντικών υπηρεσιών.

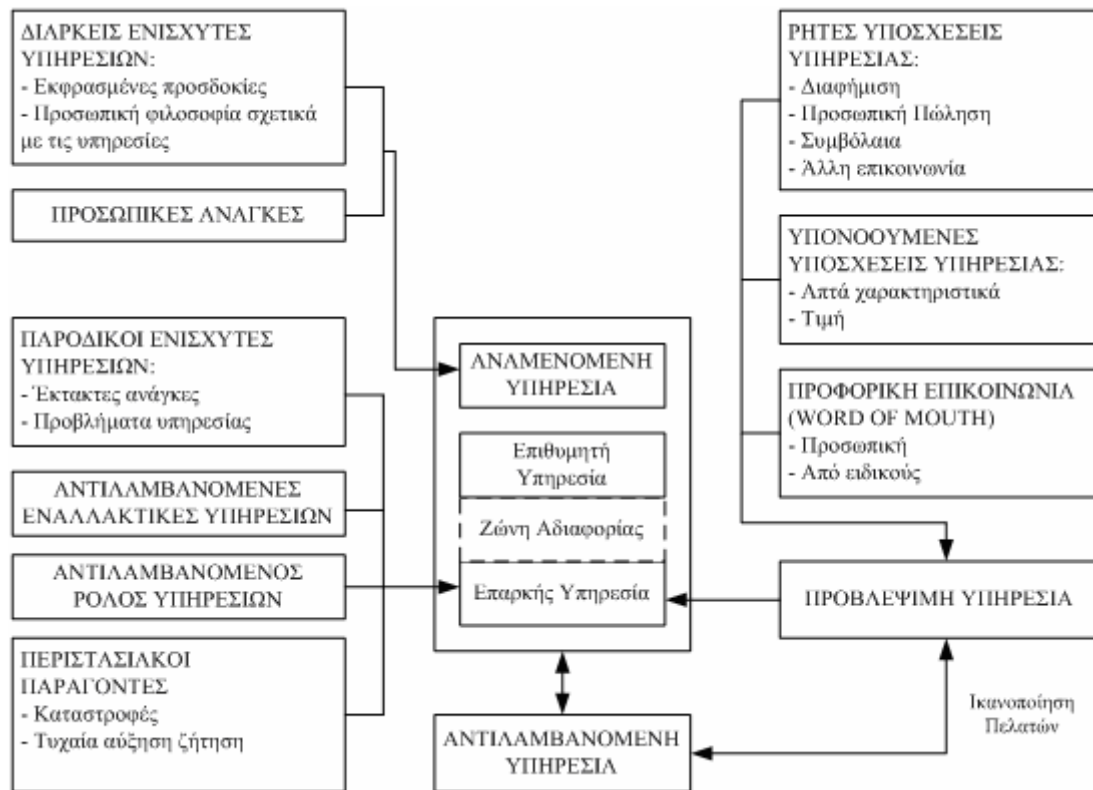
4.3.1 Το μοντέλο SERVQUAL

Το μοντέλο SERVQUAL χρησιμοποιείται ευρέως για τη μέτρηση της ποιότητας των υπηρεσιών. Οι αρχικές διαστάσεις των υπηρεσιών καθορίστηκαν από τους Parasuraman et al. (1985), ενώ οι Zeithaml et al. (1993) προήγαγαν περαιτέρω τη

διαφοροποίηση που κάνει το SERVQUAL ανάμεσα στην ποιότητα υπηρεσιών και την ικανοποίηση πελατών. Αυτό έγινε για να διαχωριστούν οι δύο αυτές έννοιες που χρησιμοποιούνται συχνά ως ταυτόσημες. Στην πράξη, οι πελάτες αξιολογούν την ποιότητα υπηρεσιών συγκρίνοντας το επίπεδο υπηρεσιών που λαμβάνουν, τόσο με το επίπεδο υπηρεσιών που θα επιθυμούσαν να λάβουν, όσο και με το επίπεδο υπηρεσιών που είναι πρόθυμοι να δεχτούν (επαρκές επίπεδο). Από την άλλη πλευρά, η ικανοποίηση πελατών αξιολογείται με τη σύγκριση των αναμενόμενων υπηρεσιών με τις αντιλαμβανόμενες υπηρεσίες που έχουν λάβει τελικά οι πελάτες. Οι Bolton και Drew (1991) αιτιολόγησαν αυτήν τη διαφορά εξηγώντας ότι σε ένα δυναμικό πλαίσιο η ικανοποίηση πελατών από τη χρήση μίας συγκεκριμένης υπηρεσίας εξαρτάται από τις προϋπάρχουσες ή τις σύγχρονες απόψεις τους για την ποιότητα υπηρεσιών. Έδειξαν επίσης τον τρόπο με τον οποίο οι προηγούμενες αντιλήψεις των πελατών εξαρτώνται από την ικανοποίηση τους. Το Σχήμα 4.5 που ακολουθεί απεικονίζει τις πιο πρόσφατες αναθεωρήσεις στο μοντέλο SERVQUAL.

Τα παραπάνω συνοψίζουν στον καθορισμό της εξυπηρέτησης πελατών και στο φιλικό προς τον χρήστη πλαίσιο του SERVQUAL και έχουν βοηθήσει στην ανάδειξή του σε βασικό εργαλείο της βιομηχανίας (Llosa et al., 1998). Εντούτοις, για την ανάπτυξη ακόμα καλύτερων υπηρεσιών, τρεις περιοχές του SERVQUAL χρειάζονται περαιτέρω βελτίωση.

Κατ' αρχάς, το SERVQUAL υποθέτει μια **γραμμική σχέση** μεταξύ της ικανοποίησης πελατών και της απόδοσης των χαρακτηριστικών μιας υπηρεσίας. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα η χαμηλή ικανοποίηση πελατών να προκύπτει από τη χαμηλή απόδοση των χαρακτηριστικών, και αυτό να θεωρείται το σημείο εστίασης των επιχειρήσεων για βελτίωση. Κατά κανόνα οι επιχειρήσεις εστιάζουν, λοιπόν, στη χαμηλή ικανοποίηση πελατών και τη χαμηλή απόδοση των χαρακτηριστικών, υπόθεση που δεν είναι απαραίτητως σωστή. Η απόδοση μεγαλύτερου ενδιαφέροντος σε ένα συγκεκριμένο χαρακτηριστικό της υπηρεσίας δεν οδηγεί πάντα σε υψηλότερη ικανοποίηση πελατών, εάν π.χ. υπάρχει κορεσμός ή εάν το χαρακτηριστικό το αντιλαμβάνονται οι πελάτες ως δεδομένο. Επίσης, η ικανοποίηση των πελατών μπορεί μερικές φορές να βελτιωθεί σημαντικά με μια μικρή μόνο βελτίωση ενός χαρακτηριστικού της υπηρεσίας, που δεν το αναμένουν οι πελάτες και λειτουργεί δελεαστικά.



Σχήμα 4.5: Παράγοντες καθορισμού των προσδοκιών των πελατών από μια υπηρεσία [Zeithaml et al. (1993)]

Μια δεύτερη περιοχή για βελτίωση αφορά το SERVQUAL ως ένα εργαλείο συνεχούς **βελτίωσης και καινοτομίας**. Το SERVQUAL όπως καθορίστηκε από τους Parasuraman et al (1988), είναι μια συνοπτική κλίμακα πολλαπλών στοιχείων με αρκετή αξιοπιστία και εγκυρότητα, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για καλύτερη κατανόηση των προσδοκιών και των αντιλήψεων των καταναλωτών. Στην ανάπτυξη υπηρεσιών λειτουργεί, ουσιαστικά, ως εργαλείο συνεχούς βελτίωσης. Εντούτοις, με την αυξανόμενη πίεση αγοράς, η συνεχής βελτίωση μπορεί να μην είναι επαρκής στη διατήρηση μιας ανταγωνιστικής θέσης. Πολλοί οργανισμοί κινούνται στρατηγικά προς την καινοτομία προκειμένου να επιτευχθεί αύξηση της ανταγωνιστικότητάς τους (McAdam et al, 2000), όμως το μοντέλο SERVQUAL δεν έχει σχεδιαστεί για να απευθύνεται στο στοιχείο της καινοτομίας.

Τρίτον, το SERVQUAL παρέχει σημαντικές πληροφορίες για τα **χάσματα** μεταξύ της προσδοκώμενης υπηρεσίας και της αντιλαμβανόμενης υπηρεσίας. Εντούτοις, δεν μπορεί να προτείνει κάποιο τρόπο αντιμετώπισης αυτών των χασμάτων. Είναι

χρήσιμη λοιπόν η ενοποίηση του SERVQUAL με άλλα εργαλεία ποιότητας υπηρεσιών που εστιάζουν περισσότερο στη μείωση των χασμάτων των υπηρεσιών.

Η εισαγωγή των κατηγοριών Kano στο μοντέλο SERVQUAL μπορεί να αντιμετωπίσει το πρόβλημα της γραμμικότητας. Επιπλέον, ο καθορισμός προτεραιοτήτων για τη βελτίωση των αδύνατων χαρακτηριστικών μπορεί να γίνει με βάση την κατηγορία Kano στην οποία ανήκει το κάθε χαρακτηριστικό. Λογικά, τα αδύνατα χαρακτηριστικά που ανήκουν στη δελεαστική κατηγορία πρέπει να τεθούν πρώτα σε προτεραιότητα. Τα αδύνατα χαρακτηριστικά της μονοδιάστατης κατηγορίας και έπειτα της βασικής κατηγορίας πρέπει να λάβουν προοδευτικά χαμηλότερες προτεραιότητες.

Το μοντέλο του Kano μπορεί επίσης να βοηθήσει στο θέμα της καινοτομίας σε σχέση με το SERVQUAL. Επειδή τα δελεαστικά χαρακτηριστικά είναι μια πηγή απόλαυσης και ευχαρίστησης των πελατών, αυτή η κατηγορία θα πρέπει να αποτελέσει την περιοχή στόχου των προσπαθειών για βελτίωση.

Επιπλέον, οι λειτουργίες του μοντέλου Kano, που ενσωματώνονται στο μοντέλο SERVQUAL μπορούν να βοηθήσουν το δεύτερο στην επιλογή των κατάλληλων χασμάτων που χρειάζονται μεγαλύτερη προσοχή. Επίσης, η γενικότερη διαδικασία ανάπτυξης υπηρεσιών μπορεί να βελτιωθεί εάν οι περιοδικές μετρήσεις επεκταθούν συστηματικά σε πραγματικούς τρόπους βελτίωσης.

Τέλος, με την ένταξη του μοντέλου SERVQUAL στο QFD αντιμετωπίζεται ο τρίτος και τελευταίος τομέας για βελτίωση του SERVQUAL, δηλαδή το “κλείσιμο” των χασμάτων των υπηρεσιών. Το QFD λειτουργεί ως μια διαδικασία σχεδιασμού για τη μετάφραση των αναγκών των πελατών σε κατάλληλες οργανωτικές απαιτήσεις. Ως εκ τούτου, μπορεί να παρέχει οδηγίες σχεδιασμού προϊόντων και υπηρεσιών για τη βελτίωση των αδύνατων χαρακτηριστικών, τα οποία έχουν ήδη καθοριστεί με τη χρήση του SERVQUAL και του μοντέλου Kano.

4.3.2 Ενοποίηση των μοντέλων

Η ενοποιημένη προσέγγιση βελτιώνει τη χρησιμότητα καθεμιάς μεθόδου χρησιμοποιούμενης χωριστά. Σύμφωνα με τους Bharadwaj και Menon (1997), το μοντέλο Kano δεν αξιολογεί την απόδοση των χαρακτηριστικών. Η ενσωμάτωσή του στο SERVQUAL θα χαρακτηρίσει καλύτερα τη σχέση προϊόν–χαρακτηριστικό/

πελάτης-ανάγκη. Μπορεί επίσης να αποκαλύψει τη λειτουργία της προσδοκώμενης και της αντιλαμβανόμενης υπηρεσίας, καθώς επίσης και τη χρονικά εξαρτημένη σχέση μεταξύ της απόδοσης των χαρακτηριστικών και της ικανοποίησης πελατών.

Το Σχήμα 4.6 απεικονίζει ένα πλαίσιο επεξήγησης του τρόπου που το μοντέλο Kano μπορεί να ενσωματωθεί στο SERVQUAL. Το πρώτο βήμα περιλαμβάνει τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών της υπηρεσίας. Αυτές οι πληροφορίες μπορούν να ληφθούν με συνεντεύξεις από τους πελάτες. Έπειτα γίνεται συλλογή των δεδομένων για την ικανοποίηση των πελατών. Αυτό επιτυγχάνεται συνήθως μέσω ερευνών όπου οι πελάτες καλούνται να εκτιμήσουν την προσδοκία και την αντίληψή τους για κάθε χαρακτηριστικό της υπηρεσίας. Επιπλέον, οι πελάτες καλούνται να απαντήσουν σχετικά με τη σημαντικότητα κάθε χαρακτηριστικού. Στη συνέχεια, υπολογίζεται η ικανοποίηση πελατών με τον πολλαπλασιασμό του επιπέδου σημαντικότητας με το χάσμα μεταξύ της προσδοκώμενης και της αντιλαμβανόμενης υπηρεσίας.

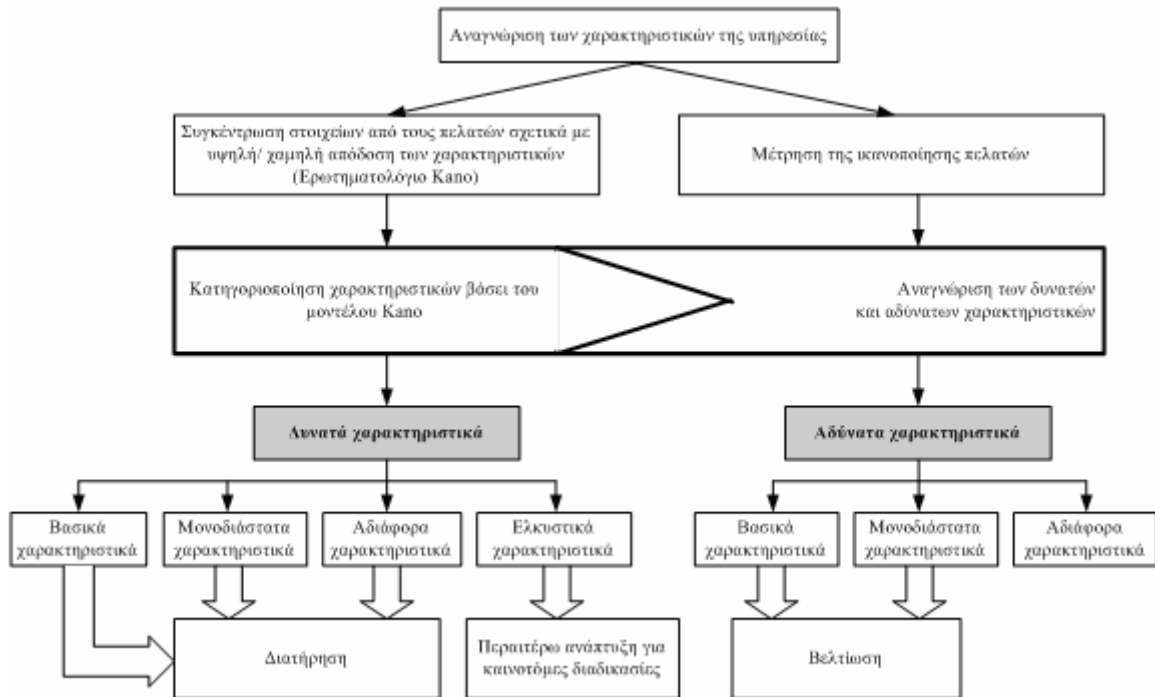
Ικανοποίηση πελατών = (επίπεδο σημαντικότητας) × (προσδοκώμενη υπηρεσία - αντιλαμβανόμενη υπηρεσία)

Η χρησιμοποίηση της μεθόδου SERVQUAL συμβάλλει στον προσδιορισμό των ισχυρών και αδύνατων χαρακτηριστικών των οργανισμών. Ταυτόχρονα, με τη βοήθεια ενός ερωτηματολογίου Kano, αξιολογούνται οι απόψεις των πελατών σχετικά με τις λειτουργικές και δυσλειτουργικές πτυχές των χαρακτηριστικών και χαρακτηριστικά ταξινομούνται σε βασικά, μονοδιάστατα, ελκυστικά, αδιάφορα, αμφισβητήσιμα, ή αντίστροφα. Οι πρώτες τρεις κατηγορίες είναι αυτές που πρώτιστα αποζητούν οι επιχειρήσεις από την ανάλυση Kano.

Η προτεινόμενη ενοποιημένη προσέγγιση οδηγεί σε μια ταξινόμηση των δυνατών και των αδύνατων σημείων των οργανισμών στις διάφορες κατηγορίες Kano. Οι ακόλουθες οδηγίες αναφέρουν τις δραστηριότητες που πρέπει να ακολουθηθούν για τη βελτίωση των υπηρεσιών:

- Χρήση των ισχυρών ελκυστικών χαρακτηριστικών για την ανάπτυξη καινοτομίας.
- Διατήρηση απόδοσης στα ισχυρά βασικά και μονοδιάστατα χαρακτηριστικά.
- Βελτίωση αδύνατων βασικών χαρακτηριστικών κατά το μέγιστο δυνατό, ή επίτευξη απόδοσης τουλάχιστον ίδιας με αυτή των καλύτερων ανταγωνιστών.
- Διατήρηση ανταγωνιστικότητας στα αδύνατα μονοδιάστατα χαρακτηριστικά.

- Αποφυγή μεταφοράς πόρων για τη βελτίωση των αδύνατων αδιάφορων χαρακτηριστικών, αφού είναι απίθανο να επιφέρουν αύξηση της ικανοποίησης των πελατών.



Σχήμα 4.6: Μεθοδολογικό πλαίσιο ενοποίησης των μοντέλων Kano και SERVQUAL [Tan and Pawitra (2001)]

Στη συνέχεια θα παρουσιαστεί το μεθοδολογικό πλαίσιο ενσωμάτωσης των μοντέλων Kano και SERVQUAL μέσα στο QFD, η οποία δίνει τις κατευθυντήριες οδηγίες για τη βελτίωση των χαρακτηριστικών μιας υπηρεσίας.

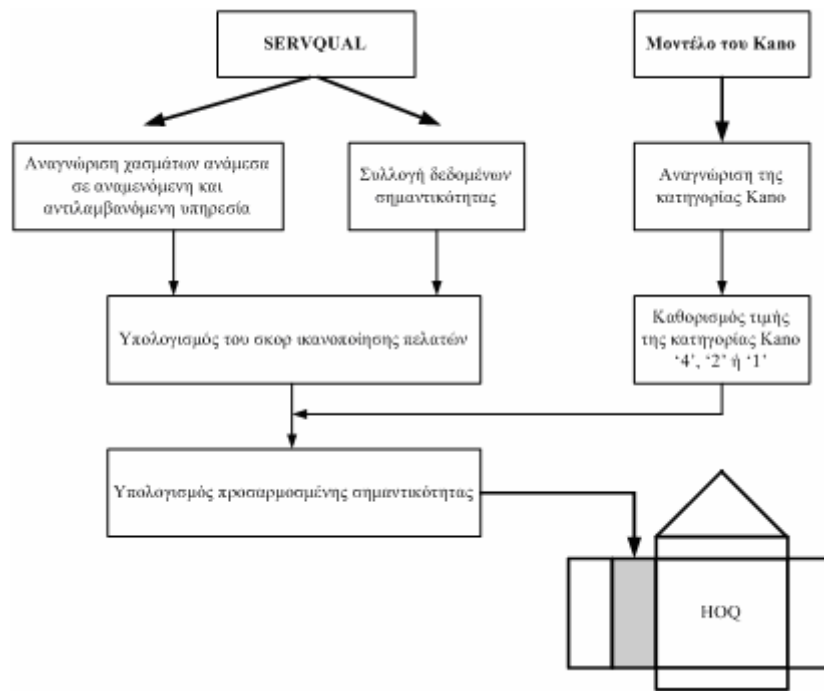
Στη σύνδεση του SERVQUAL με το QFD, πρώτοι οι Kuei και Lu (1997) όρισαν τις τιμές του χάσματος που προήλθαν από το SERVQUAL, ως τα ποσοστά σημαντικότητας του HOQ. Η λογική που ακολουθείται είναι ότι όσο μεγαλύτερο είναι το χάσμα, τόσο υψηλότερα πρέπει να βρίσκεται η θέση του στην κατάταξη προτεραιότητας για βελτίωση. Εντούτοις, η χρησιμοποίηση μόνο της αριθμητικής αξίας του χάσματος ως εκτίμηση της σημαντικότητας μπορεί να μην είναι αποτελεσματική. Πρέπει να καθοριστεί και η σχέση μεταξύ της ικανοποίησης πελατών και του είδους του χαρακτηριστικού (π.χ. βασικό, μονοδιάστατο, δελεαστικό). Σε αυτό το σημείο έρχεται να συνεισφέρει το μοντέλο Kano.

Το Σχήμα 4.7 παρουσιάζει ένα πλαίσιο ενσωμάτωσης των μοντέλων Kano και SERVQUAL μέσα στο QFD, για την καλύτερη κατανόηση της φωνής των πελατών. Η ενοποίηση του μοντέλου Kano περιλαμβάνει αρχικά τον καθορισμό της κατάλληλης κατηγορίας Kano για κάθε χαρακτηριστικό. Κατόπιν, ορίζονται οι τιμές συντελεστών ίσες με '4', '2', και '1' που αντιστοιχούν στις κατηγορίες των δελεαστικών, μονοδιάστατων και βασικών χαρακτηριστικών, αντίστοιχα. Αυτό γίνεται για να ενισχυθεί η σημαντικότητα των χαρακτηριστικών με υψηλή απόδοση που αυξάνουν τη συνολική ικανοποίηση των πελατών. Έτσι, υπολογίζει την 'προσαρμοσμένη σημαντικότητα' πολλαπλασιάζοντας το σκορ ικανοποίησης κάθε χαρακτηριστικού με τον κατάλληλο πολλαπλασιαστή Kano.

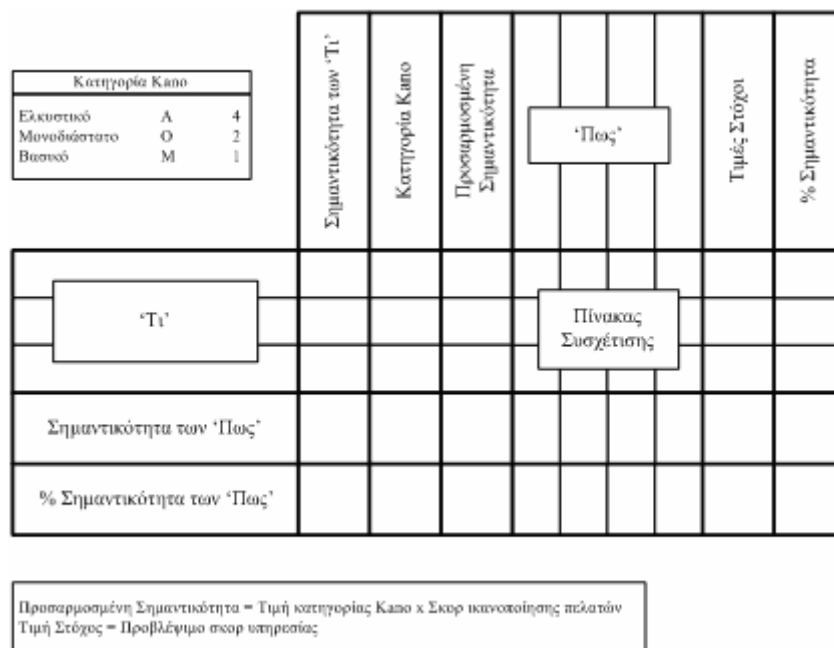
Για να επιτύχει ένας οργανισμός υψηλό επίπεδο ικανοποίησης πελατών πρέπει να γνωρίζει την απόδοσή του στην ικανοποίηση κάθε ανάγκης των πελατών. Για κάθε ανάγκη, ένας βαθμός προσδοκώμενης υπηρεσίας από το SERVQUAL τροφοδοτείται στο HOQ σαν τιμή στόχος. Αυτή η τιμή ενημερώνει τότε η ικανοποίηση πελατών δεν έχει εκπληρωθεί ή είναι κορεσμένη ή έχει υπέρ-εκπληρωθεί. Το SERVQUAL αλληλεπιδρά με το μοντέλο Kano, δεδομένου ότι είναι επιθυμητή η υπέρ-εκπλήρωση των αναγκών των πελατών που οφείλονται στην υψηλή απόδοση των δελεαστικών χαρακτηριστικών. Το ίδιο πράγμα δεν μπορεί απαραιτήτως να ειπωθεί για τα μονοδιάστατα χαρακτηριστικά, και πολύ λιγότερο για τα βασικά χαρακτηριστικά. Το Σχήμα 4.8 παρουσιάζει το HOQ όπως διαμορφώνεται με την ενοποιημένη προσέγγιση.

Τα πλεονεκτήματα της προτεινόμενης ενοποιημένης προσέγγισης είναι πολλά [Tan and Pawitra (2001)]:

- Η παρούσα προσέγγιση παράγει αποτελέσματα που δεν μπορούν να παραχθούν από κάθε μέθοδο ξεχωριστά,
- Η ενσωμάτωση του μοντέλου Kano στο SERVQUAL δίνει νέα δεδομένα ανάλυσης για τα τμήματα μάρκετινγκ και καινοτομίας,
- Βοηθάει στη δημιουργία προτεραιοτήτων και στην καλύτερη κατανομή πόρων, ξεκινώντας από τη βελτίωση των ελκυστικών χαρακτηριστικών,
- Με την ενσωμάτωση των δύο μοντέλων στο QFD, τα δεδομένα ικανοποίησης και απόδοσης μεταφράζονται σε συγκεκριμένες και λεπτομερείς οδηγίες βελτίωσης,
- Γενικότερα αυξάνεται η πιθανότητα επιτυχίας των στρατηγικών των εταιριών.



Σχήμα 4.7: Μεθοδολογικό πλαίσιο ενοποίησης των μοντέλων Kano, SERVQUAL και QFD [Tan and Pawitra (2001)]



Σχήμα 4.8: Δομή του HOQ στην ενοποιημένη προσέγγιση [Tan and Pawitra (2001)]

Οι Tan and Pawitra (2001) εφάρμοσαν την προτεινόμενη προσέγγιση σε μια έρευνα για την εκτίμηση της εικόνας της Σιγκαπούρης ως τουριστικό προορισμό με πολύ θετικά αποτελέσματα. Με τη συγκεκριμένη μελέτη εντοπίστηκαν και αναλύθηκαν

αρκετά δυνατά και αδύνατα χαρακτηριστικά της τουριστικής βιομηχανίας της Σιγκαπούρης, καθώς και στρατηγικές για τη βελτίωση των αδύνατων χαρακτηριστικών της.

4.4 Εφαρμογή του μοντέλου Kano στο Στατιστικό Έλεγχο Διαδικασιών (SPC)

Στα πλαίσια των εφαρμογών του μοντέλου Kano θα παρουσιαστεί η προσέγγιση των Roes and Dorr (1997) που αφορά στη μεθοδολογία του Στατιστικού Έλεγχου Διαδικασιών (Statistical Process Control-SPC). Η SPC είναι μία απαραίτητη μεθοδολογική προσέγγιση για την εφαρμογή μανάτζμεντ ολικής ποιότητας στην παραγωγική διαδικασία και κατά τις προηγούμενες δεκαετίες έχει διαδοθεί ιδιαίτερα σε διάφορα παραγωγικά περιβάλλοντα. Η συσσωρευμένη εμπειρία και οι σχετικές έρευνες είχαν σαν αποτέλεσμα την ολοκληρωμένη προσέγγιση για την εφαρμογή SPC, που χρησιμοποιείται από το Institute of Business and Industrial Statistics [Does and Roes (1996), Does et al. (1997), Roes and Does (1995)].

Παρόλο που η SPC κατά κανόνα θεωρείται κατάλληλη για εφαρμογή στην παραγωγική διαδικασία, η φιλοσοφία της SPC δεν έχει βρει ακόμη ανάλογη αντιμετώπιση από τις βιομηχανίες υπηρεσιών, στις οποίες η παρεχόμενη υπηρεσία καθορίζεται από την άμεση επαφή με τον πελάτη [Roes and Does (1997)]. Στην πράξη, η εμπειρία έχει δείξει ότι είναι ελάχιστες οι περιπτώσεις επιτυχούς εφαρμογής της μεθοδολογίας SPC σε διαδικασίες υπηρεσιών. Το άρθρο των Roes and Dorr (1997) ερευνά την εφαρμογή της μεθοδολογίας SPC και του μοντέλου Kano σε υπηρεσίες με τη μορφή μίας ενοποιημένης προσέγγισης, η οποία είναι προσαρμοσμένη στις υπάρχουσες διαδικασίες και διασφαλίζει μακροπρόθεσμη επιτυχία. Αυτή η ολοκληρωμένη προσέγγιση είναι πιο διευρυμένη από την κλασική SPC και σε μερικά σημεία εντελώς διαφορετική. Οι κύριες διαφορές αφορούν στη διάγνωση της διαδικασίας, στη συμμετοχή των πελατών στον καθορισμό των προτεραιοτήτων για βελτίωση της διαδικασίας και στις μετρήσεις και τα δεδομένα από τους πελάτες κατά τη στερεότυπη διαδικασία αξιολόγησης των υπηρεσιών.

4.4.1 Η ποιότητα στις διαδικασίες των υπηρεσιών

Υπηρεσίες

Σύμφωνα με τον Grönroos (1984) ως υπηρεσία ορίζεται *‘μία δραστηριότητα ή σειρά δραστηριοτήτων που είναι, λίγο ή πολύ, άυλες, και συνήθως παράγονται με αλληλεπίδραση μεταξύ του πελάτη και του φορέα παροχής της υπηρεσίας, με τη βοήθεια των υπαλλήλων, του εξοπλισμού ή των συστημάτων’*.

Τα βασικά χαρακτηριστικά για τον έλεγχο διαδικασίας σύμφωνα με τον παραπάνω ορισμό είναι:

1. Ο βαθμός στον οποίο η υπηρεσία που παρέχεται στον πελάτη είναι πράγματι άυλη
2. Η ένταση της συμμετοχής των υπαλλήλων στην αλληλεπίδραση
3. Η έκταση της επιρροής πελατών στη διαμόρφωση της παρεχόμενης υπηρεσίας

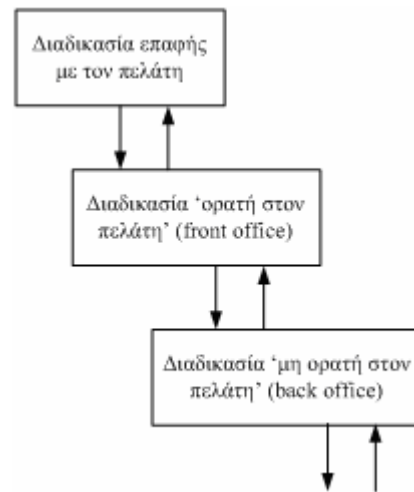
Συνήθως, το άυλο στοιχείο των υπηρεσιών θεωρείται ως παράγοντας περιπλοκής στην εφαρμογή του SPC, αφού η μέτρηση της ποιότητας γίνεται πιο περίπλοκη και λιγότερο αντικειμενική. Τα άλλα δύο χαρακτηριστικά, η επιρροή του πελάτη και η αλληλεπίδραση με αυτόν για τη διαμόρφωση της υπηρεσίας, μπορούν να ασκήσουν επίσης μεγάλη επίδραση στο μοντέλο. Ουσιαστικά, περιπλέκουν το βαθμό στον οποίο μπορεί να ασκηθεί ο πραγματικός έλεγχος, από τους ‘χειριστές’, π.χ. από τους υπάλληλους των επιχειρήσεων παροχής υπηρεσιών, πάνω στις διαδικασίες.

Διαδικασίες

Σε κάθε υπηρεσία απαιτείται σαφής περιγραφή και διάκριση των διαδικασιών για ποιοτικό έλεγχο και βελτίωση. Παραδοσιακά, η διάκριση γίνεται μεταξύ των ορατών στον πελάτη διαδικασιών (front office processes), που αφορούν την απευθείας επαφή με τον πελάτη, και των μη ορατών στον πελάτη διαδικασιών (back office processes), στις οποίες δεν υπάρχει άμεση αλληλεπίδραση με τον πελάτη και για τις οποίες ο πελάτης δεν έχει αντίληψη και επιρροή.

Οι προσδοκίες σχετικά με την ποιότητα μίας υπηρεσίας θα εξαρτηθούν σημαντικά από τη διαδικασία επαφής με τον πελάτη (customer process). Στη διευρυμένη μεθοδολογία SPC, οι παραδοσιακές back office και front office διαδικασίες χρειάζεται να συμπληρωθούν με τη διαδικασία πελατών (Σχήμα 4.9). Ο τρόπος που ενεργούν οι πελάτες και οι προσδοκίες τους έχουν πολύ σημαντικό αντίκτυπο στην ποιότητα των υπηρεσιών. Γι’ αυτόν το λόγο η διαδικασία των πελατών θα πρέπει να

είναι η αφετηρία σε οποιαδήποτε σοβαρή προσπάθεια για βελτίωση της ποιότητας της υπηρεσίας.



Σχήμα 4.9: Πλαίσιο SPC σε διαδικασίες υπηρεσιών [Roes and Dorr (1997)]

Ποιότητα

Ως ποιότητα των υπηρεσιών θεωρείται γενικά ‘... ένα αόριστο και αφηρημένο κατασκεύασμα που είναι δύσκολο να καθοριστεί και να μετρηθεί...’ [Cronin and Taylor (1992)]. Αυτό τίθεται συχνά σε αντίθεση με την αξιολόγηση της ποιότητας για τα απτά προϊόντα. Όμως ακόμα και σε απτά προϊόντα η ποιότητα δεν είναι πάντα τόσο εύκολο να οριστεί, αφού η εικόνα του εμπορικού σήματος, η εμφάνιση και οι υπηρεσίες μετά την πώληση είναι άυλα χαρακτηριστικά που καθορίζουν επίσης την ποιότητα, όπως αυτή γίνεται αντιληπτή από τον πελάτη. Σε κάθε περίπτωση, αλλά κυρίως στις υπηρεσίες, το μοντέλο για τις αντιλήψεις πελατών, όπως αναπτύσσεται από τον Kano μπορεί να αποτελέσει μια καλή αφετηρία για τον ορισμό της ποιότητας. Το μοντέλο ταξινομεί τα χαρακτηριστικά ενός προϊόντος/ υπηρεσίας σε βασικά, μονοδιάστατα και δελεαστικά και μπορεί να υποδείξει δύο σημαντικές πτυχές σχετικά με την αντίληψη πελατών για την ποιότητα [Joiner (1994)]:

- Καθορίζει τις προτεραιότητες στα ζητήματα του ελέγχου και της βελτίωσης. Εάν τα βασικά χαρακτηριστικά δεν έχουν εδραιωθεί επαρκώς, δεν έχει κανένα νόημα να κατευθυνθεί το μεγαλύτερο μέρος της προσοχής σε μονοδιάστατα ή δελεαστικά χαρακτηριστικά.
- Κάνει κατανοητό στην επιχείρηση ότι η μη ύπαρξη καταγγελιών ή παραπόνων δεν ισοδυναμεί με την ικανοποίηση πελατών.

Επομένως, το πρότυπο Kano υποστηρίζει την έννοια ότι η μεθοδολογία SPC πρέπει να ξεκινήσει από τη διαδικασία των πελατών. Αυτό δεν είναι συνήθως εύκολο. Οι back office διαδικασίες μιας υπηρεσίας μοιάζουν αρκετά συχνά με τις διαδικασίες παραγωγής και ως εκ τούτου αυτές διαμορφώνουν μια πιο εύκολη αφετηρία.

4.4.2 Η εφαρμογή του SPC στη διαδικασία υπηρεσιών

Η μεθοδολογία SPC εφαρμόζεται από ομάδες με άτομα από διάφορα τμήματα της υπηρεσίας που ονομάζονται ομάδες δράσης διαδικασίας (process action teams, PATs) και περιλαμβάνουν προσωπικό back office και front office διαδικασιών, διευθυντικά στελέχη και αντιπροσώπου των πελατών, οι οποίοι συμμετέχουν άμεσα ή έμμεσα (π.χ. μέσω ερωτηματολογίων).

Τα κύρια στάδια κατά την εφαρμογή της τυπικής μεθοδολογίας SPC από τις ομάδες δράσης διαδικασίας είναι:

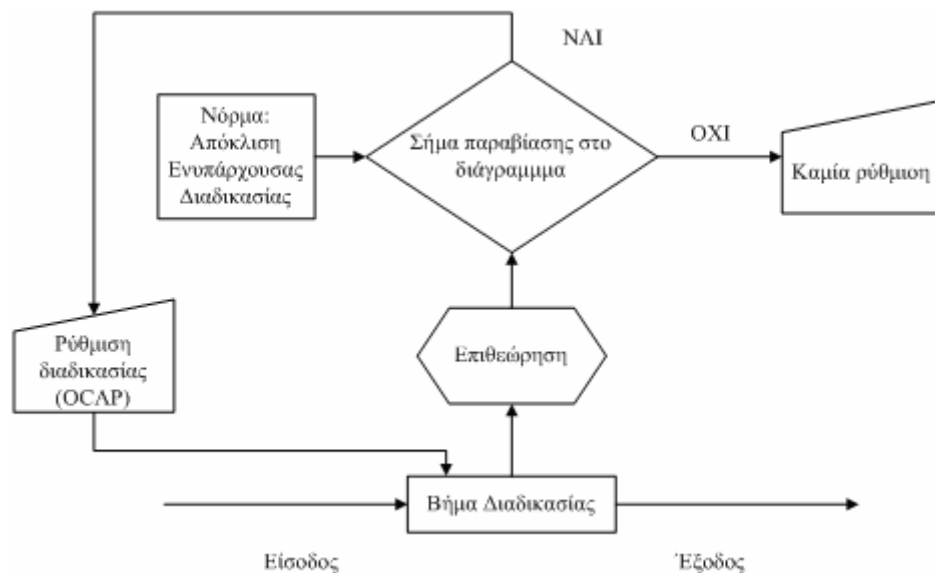
1. Καθορισμός της διαδικασίας-βήματος που θα μελετηθεί
2. Διάγνωση της διαδικασίας-βήματος
3. Ενέργειες και μετρήσεις
4. Σχεδιασμός διαγραμμάτων ελέγχου και προγράμματος δράσης για περιπτώσεις εκτός ελέγχου (out of control action plan, OCAP).
5. Εφαρμογή.

Ο βασικός στόχος είναι να εφαρμοστεί σε κάθε διαδικασία ένας βρόχος ελέγχου, με διαγράμματα ελέγχου και προγράμματα δράσης για περιπτώσεις εκτός ελέγχου (Σχήμα 4.10).

Κατά την εφαρμογή του ολοκληρωμένου SPC στη διαδικασία των υπηρεσιών εμφανίζονται κάποιες διαφορές σε σχέση με την τυπική μεθοδολογία SPC. Οι διαφορές εντοπίζονται κυρίως στα 3 πρώτα τα βήματα της μεθοδολογίας και αφορούν τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται:

1. Καθορισμός της διαδικασίας-βήματος: Η διαδικασία πρέπει να καθοριστεί και να περιγραφεί με βάση την άποψη του πελάτη, συμπεριλαμβάνοντας τη διαδικασία των πελατών, καθώς και front office και back office διαδικασίες. Πρέπει να τεθούν οι στόχοι για την ποιότητα των υπηρεσιών, κατά προτίμηση σύμφωνα με χαρακτηριστικά που εμπίπτουν στις κατηγορίες Kano των βασικών και μονοδιάστατων χαρακτηριστικών.

2. Διάγνωση της διαδικασίας: Μια ανάλυση ενδεχόμενης αποτυχίας και της επίδρασης που έχει στη διαδικασία πελατών μπορεί αποκαλύψει τα σημαντικότερα τρέχοντα και πιθανά ποιοτικά προβλήματα. Για την ανάλυση μπορούν να χρησιμοποιηθούν και δεδομένα από τους πελάτες (π.χ. ερωτηματολόγια, φόρμες παραπόνων ή συνεντεύξεις). Αρκετά συχνά τα προβλήματα που εμφανίζονται σε μια διαδικασία αφορούν άμεσα σε άλλες διαδικασίες της υπό εξέταση υπηρεσίας.
3. Ενέργειες και μετρήσεις: Για να πραγματοποιηθούν βελτιώσεις στα βασικά και τα μονοδιάστατα χαρακτηριστικά απαιτείται συχνά επανασχεδιασμός της διαδικασίας.



Σχήμα 4.10: Βρόχος ελέγχου ανατροφοδότησης SPC [Roes and Dorr (1997)]

Η μέτρηση των διαδικασιών του front office και της διαδικασίας πελατών χρειάζονται περαιτέρω εξέταση [Roes και Does (1997)]. Οι Roes και Does (1997) προτείνουν ένα πλαίσιο μέτρησης που υποδεικνύει τον τύπο μέτρησης ανάλογα με τον τύπο της διαδικασίας υπηρεσίας (front office διαδικασία ή διαδικασία πελάτη) και την κατηγορία Kano που ανήκουν τα χαρακτηριστικά ποιότητας (βασικά, μονοδιάστατα ή δελεαστικά).

Έχοντας ως βάση, τη γνώση ότι τα δελεαστικά χαρακτηριστικά δεν μπορούν να εκμαιευτούν άμεσα από τους πελάτες, για οποιοδήποτε προϊόν ή υπηρεσία και με

αφετηρία το μοντέλο Kano, προτείνονται διάφορες επιλογές για την αποκάλυψη των δελεαστικών χαρακτηριστικών [Hofmeister et al. (1996)]:

- Παρατήρηση των πελατών κατά τη διάρκεια της αγοράς και κατά τη διάρκεια χρήσης του προϊόντος/ της υπηρεσίας
- Επίλυση των αλληλοσυγκρουόμενων ποιοτικών απαιτήσεων κατά τρόπο δημιουργικό (π.χ. με χρήση barcode σε καταστήματα για την αύξηση της ταχύτητας και της ακρίβειας)
- Συγκριτική αξιολόγηση σε σχέση με άλλες εταιρίες του κλάδου.

Τα βασικά και μονοδιάστατα χαρακτηριστικά θεωρούνται περισσότερο εύκολα να εντοπιστούν (π.χ. μέσω ερωτηματολογίων Kano) και επιδέχονται άμεση αξιολόγηση ως προς το βαθμό που εκπληρώνονται (π.χ. μέσω ερευνών ικανοποίησης πελατών).

Η μεθοδολογία SPC ενδιαφέρεται για το βαθμό στον οποίο τέτοιες μετρήσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να δώσουν ανατροφοδότηση και να υποκινήσουν τη δράση σύμφωνα με το βρόχο ελέγχου του Σχήματος 4.10. Η δράση θα πρέπει να στοχεύει σε βελτιώσεις, που μπορούν να ταξινομηθούν σε τέσσερις βασικές στρατηγικές που μπορούν να ακολουθήσουν οι εταιρίες, στα τέσσερα "Re"s (Repair, Refinement, Renovation, Reinvention), όπως έχουν διατυπωθεί από τον Huffman (1997).

Ο όρος repair (διόρθωση) περιλαμβάνει είτε μια γρήγορη απλή διαδικασία επιδιόρθωσης είτε την αφαίρεση της 'ρίζας' του προβλήματος για να αποτραπεί η επανεμφάνισή του. Ο όρος refinement (τελειοποίηση) στοχεύει σε συνεχή και διαρκώς αυξανόμενη βελτίωση της διαδικασίας, σχεδόν σε καθημερινή βάση. Ο όρος renovation (ανακαίνιση) περιλαμβάνει την ενσωμάτωση σημαντικών ανακαλύψεων και δραστικών βελτιώσεων, αλλά πάντα μέσα στο υπάρχων πλαίσιο της οργάνωσης. Τέλος, ο όρος reinvention (επανασχεδιασμός) είναι περιγράφει την πιο δραστική στρατηγική βελτίωσης. Εφαρμόζεται όταν η τρέχουσα προσέγγιση δεν είναι πλέον σε θέση να ικανοποιήσει ή να ευχαριστήσει τους πελάτες οπότε απαιτείται μια ριζικά νέα διαδικασία.

Η αποτελεσματικότητα της μεθοδολογίας SPC ενοποιημένης με το μοντέλο Kano επιβεβαιώθηκε μέσω πρακτικών εφαρμογών σε διάφορες διαδικασίες υπηρεσιών. Συγκεκριμένα μελετήθηκαν οι παρακάτω διαδικασίες [Roes and Dorr (1997)]:

- Συναλλαγές στο ταμείο μιας τράπεζας,
- Συναλλαγές μέσω ATM μιας τράπεζας,

- Συναλλαγές με πολιτικής ασφαλείας,
- Κέντρο επικοινωνίας με τον πελάτη για πληροφορίες και επίλυση προβλημάτων,
- Σύνδεση νοικοκυριών με παροχές νερού, ρεύματος και ενέργειας.

Τα αποτελέσματα των εφαρμογών παρείχαν μια επισκόπηση των ποιοτικών μεθόδων και των μετρήσεων στις επιχειρήσεις υπηρεσιών, ανατροφοδότηση και αποκάλυψη των απαραίτητων προσαρμογών στη δομή εφαρμογής του SPC. Σε αρκετές περιπτώσεις παρήγαγαν επίσης τις κατευθύνσεις για περαιτέρω βελτίωση εντός των εξεταζόμενων επιχειρήσεων.

Σε ολόκληρη τη μεθοδολογία SPC για υπηρεσίες η εκτίμηση γίνεται από την άποψη του πελάτη. Η φιλοσοφία του μοντέλου Kano είναι διάχυτη στο SPC π.χ. ο καθορισμός της διαδικασίας γίνεται θέτοντας στόχους προσδιορισμένους σε βασικά και μονοδιάστατα χαρακτηριστικά, ενώ τα μέτρα που λαμβάνονται εξαρτώνται και από το είδος του χαρακτηριστικού ποιότητας στο υπόδειγμα του Kano. Οι Roes and Doig (1997) τονίζουν ότι η συνετή και με μια σαφή εστίαση στη βελτίωση μεθοδολογία SPC μπορεί να συμβάλει στη συνεχή βελτίωση των διαδικασιών των υπηρεσιών.

Κεφάλαιο 5^ο: Προτεινόμενη μεθοδολογία

5.1 Εισαγωγή

Μια έρευνα ικανοποίησης πελατών μπορεί να συμπεριλαμβάνει, εκτός από τις συνηθισμένες ερωτήσεις απόδοσης των κριτηρίων, τις προτιμήσεις των πελατών σχετικά με τη σημαντικότητα των κριτηρίων. Η άμεση προτίμηση των πελατών σχετικά με το βάρος ενός κριτηρίου εκτιμάται μέσω ερωτήσεων σημαντικότητας και ονομάζεται *εκφρασμένη σημαντικότητα (stated importance)*. Η *εκτιμώμενη σημαντικότητα (derived importance)* των κριτηρίων εκτιμάται μέσω μιας ποσοτικής τεχνικής ποιοτικής ανάλυσης παλινδρόμησης η οποία χρησιμοποιεί τις εκτιμήσεις των πελατών σχετικά με την απόδοση των κριτηρίων ενός προϊόντος/ υπηρεσίας.

Ένα συνηθισμένο πρόβλημα κατά την ανάλυση δεδομένων ερευνών ικανοποίησης πελατών είναι η σύγκριση ανάμεσα στην εκφρασμένη και εκτιμώμενη σημαντικότητα για ένα σύνολο διαστάσεων ικανοποίησης. Είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρον το ότι σπάνια η εκφρασμένη από τους πελάτες σημαντικότητα (*stated importance*) είναι η ίδια με την εκτιμώμενη σημαντικότητα (*derived importance*). Δε θα ήταν παράλογο να πούμε ότι οι πελάτες όταν ερωτούνται άμεσα έχουν την τάση να βαθμολογούν όλα τα κριτήρια ως πολύ σημαντικά [Naumann and Giel (1995)]. Λόγω αυτής της τάσης των πελατών οι ερευνητές αντιμετωπίζουν συχνά με επιφύλαξη τα αποτελέσματα της εκφρασμένης από τους πελάτες σημαντικότητας, ενώ τα δεδομένα εκτιμώμενης σημαντικότητας θεωρούνται γενικά περισσότερο αξιόπιστα.

Παρόλα αυτά, η σύγκριση ανάμεσα στην εκφρασμένη και εκτιμώμενη σημαντικότητα μπορεί να δώσει πολύτιμες πληροφορίες. Κάνει δυνατή την αναγνώριση των χαρακτηριστικών που οι πελάτες βαθμολογούν ως σημαντικά και επιτρέπει σε μια εταιρία να εξετάσει αν υπάρχει συμφωνία με τις πραγματικά σημαντικές (εκτιμώμενες) και τις πραγματικά ασήμαντες διαστάσεις ικανοποίησης. Επιπροσθέτως, βοηθά να εντοπιστούν οι διαστάσεις που αποτελούν ‘σιωπηλά κίνητρα’ για την επιλογή ενός προϊόντος/ υπηρεσίας από τους πελάτες ή ακόμα αναμενόμενες υπηρεσίες. Η προσέγγιση αυτή συμφωνεί επίσης με τις αρχές του

μοντέλου του Kano για τον ορισμό διαφορετικών επιπέδων ποιότητας και καθιστά δυνατή την ταξινόμηση των απαιτήσεων των πελατών.

Στο παρόν κεφάλαιο θα παρουσιαστεί μια νέα μεθοδολογία που επιτρέπει τη μοντελοποίηση των προτιμήσεων σημαντικότητας των πελατών για τα διάφορα χαρακτηριστικά υπηρεσιών. Η προτεινόμενη προσέγγιση καθιστά δυνατή τη σύγκριση της εκφρασμένης και εκτιμώμενης σημαντικότητας των διαστάσεων ικανοποίησης και βοηθά στην εξαγωγή πολύτιμων συμπερασμάτων.

5.2 Μεθοδολογία εκτίμησης βαρών

Το μεθοδολογικό πλαίσιο που χρησιμοποιείται κατά την εκτίμηση βαρών, βασίζεται στη συγκριτική ανάλυση της σχέσης ανάμεσα στην εκφρασμένη και εκτιμώμενη σημαντικότητα και εφαρμόζεται σε δύο βασικά στάδια (Σχήμα 5.1). Στο πρώτο στάδιο συγκεντρώνονται τα δεδομένα της εκφρασμένης και εκτιμώμενης σημαντικότητας μέσω ενός εξειδικευμένου ερωτηματολογίου και μέσω ερωτήσεων σημαντικότητας κριτηρίων και απόδοσης κριτηρίων, αντίστοιχα. Η εκφρασμένη και εκτιμώμενη σημαντικότητα για κάθε κριτήριο ικανοποίησης εκτιμάται μέσω διαφορετικών τεχνικών.



Σχήμα 5.1: Μεθοδολογικό πλαίσιο εκτίμησης βαρών

Μέσω των ερωτήσεων απόδοσης οι πελάτες ερωτώνται σχετικά με το επίπεδο ικανοποίησης/ δυσαρέσκειας για κάθε κριτήριο (Σχήμα 5.2). Έπειτα, γίνεται η εκτίμηση της εκτιμώμενης σημαντικότητας μέσω της μεθόδου MUSA, η οποία βασίζεται στις αρχές της πολυκριτήριας ανάλυσης με χρήση τεχνικών ποιοτικής ανάλυσης παλινδρόμησης.

Πόσο ικανοποιημένος είστε από το κριτήριο;

Πολύ Ικανοποιημένος	<input type="checkbox"/>
Ικανοποιημένος	<input type="checkbox"/>
Λιγότερο Ικανοποιημένος	<input type="checkbox"/>

Σχήμα 5.2: Ερώτηση απόδοσης κριτηρίων

Ως προς τις ερωτήσεις σημαντικότητας μπορούν να αναγνωριστούν δύο διαφορετικοί τύποι ερωτήσεων: ερωτήσεις απόδοσης σημαντικότητας και ερωτήσεις κατάταξης κριτηρίων. Μέσω των ερωτήσεων απόδοσης σημαντικότητας (Σχήμα 5.3α) οι πελάτες μπορούν να επιλέξουν ανάμεσα σε διάφορα επίπεδα σημαντικότητας για κάθε κριτήριο. Το κύριο μειονέκτημα αυτού του τύπου των ερωτήσεων είναι ότι οι πελάτες έχουν την τάση να ‘υπερεκτιμούν’ τη σημαντικότητα των κριτηρίων και να θεωρούν όλα τα κριτήρια σημαντικά ή πολύ σημαντικά. Το παραπάνω πρόβλημα μπορεί να αντιμετωπιστεί μέσω των ερωτήσεων κατάταξης κριτηρίων (Σχήμα 5.3β) όπου οι πελάτες καλούνται να κατατάξουν τα κριτήρια από το περισσότερο σημαντικό μέχρι το λιγότερο σημαντικό. Με αυτόν τον τρόπο δεν μπορούν να τοποθετήσουν κανένα κριτήριο στην ίδια κατηγορία σημαντικότητας με τα άλλα, οπότε υπάρχει ομαλή κατανομή των κριτηρίων στα επίπεδα σημαντικότητας. Τα δεδομένα σημαντικότητας αποτελούν τα εισερχόμενα δεδομένα του μοντέλου εκτίμησης βαρών που χρησιμοποιεί τεχνικές ποιοτικής ανάλυσης παλινδρόμησης υπό περιορισμούς (ordinal regression analysis) και το οποίο θα αναφέρεται εφεξής ως WORT (Weights evaluation using Ordinal Regression Techniques).

Στο δεύτερο στάδιο, η εκφρασμένη και η εκτιμώμενη σημαντικότητα συγκρίνονται μέσω ενός Διαγράμματος Διπλής Σημαντικότητας (Dual Importance Diagram), το οποίο ορίζει διαφορετικά επίπεδα ποιότητας σε συμφωνία με την προσέγγιση του Kano και καθιστά δυνατή την ταξινόμηση των απαιτήσεων των πελατών. Μέσω του Διαγράμματος Διπλής Σημαντικότητας μπορούν να αναγνωριστούν τα

χαρακτηριστικά που οι πελάτες βαθμολογούν ως σημαντικά και να εξεταστεί η συμφωνία τους με τα πραγματικά σημαντικά και τα πραγματικά ασήμαντα χαρακτηριστικά. Επιπλέον αναγνωρίζονται οι βασικές, οι μονοδιάστατες και οι ελκυστικές διαστάσεις ικανοποίησης.

Πόσο σημαντικό είναι για εσάς το κριτήριο;		Κατατάξτε τα ακόλουθα κριτήρια από το περισσότερο σημαντικό (1) μέχρι το λιγότερο σημαντικό (3):	
Πολύ Σημαντικό	<input type="checkbox"/>	Ποιότητα	<input type="checkbox"/>
Σημαντικό	<input type="checkbox"/>	Εξυπηρέτηση	<input type="checkbox"/>
Λιγότερο Σημαντικό	<input type="checkbox"/>	Τιμές	<input type="checkbox"/>

5.3α 5.3β

Σχήμα 5.3: Ερωτήσεις σημαντικότητας κριτηρίων

5.3 Μοντελοποίηση εκτιμώμενης σημαντικότητας

5.3.1 Πολυκριτήρια μέθοδος MUSA

Η εκτιμώμενη σημαντικότητα υπολογίζεται μέσω του πολυκριτηρίου μοντέλου MUSA που προτάθηκε από τους Grigoroudis and Siskos (2002) και αποτελεί μια μεθοδολογία εκτίμησης της ικανοποίησης ενός συνόλου πελατών και της σημαντικότητας των κριτηρίων ικανοποίησης. Η εκτίμηση, μέσω του εναλλακτικού αυτού μοντέλου, γίνεται βάση των προτιμήσεων του συνόλου των πελατών, το οποίο θεωρείται ενιαίο.

Το μοντέλο MUSA βασίζεται στην **πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων**, η οποία περιλαμβάνει ένα σύνολο μεθόδων, μοντέλων και προσεγγίσεων που έχουν ως σκοπό να βοηθήσουν στη διαχείριση ημιδομημένων προβλημάτων απόφασης με πολλαπλά κριτήρια.

Η μοντελοποίηση προβλημάτων πολυκριτηρίας ανάλυσης αποφάσεων γίνεται ακολουθώντας τέσσερα διαδοχικά και αλληλεπιδρώντα στάδια (Σχήμα 5.4) [Roy (1985); Roy and Bouysoou (1993); Σίσκος (1981, 1986)].



Σχήμα 5.4: Διαδικασία μοντελοποίησης προβλημάτων απόφασης [Σίσκος (1981)]

- **Στάδιο 1^ο: Αντικείμενο της απόφασης**

Η απόφαση αναλύεται σε ένα πεπερασμένο ή συνεχές σύνολο δράσεων A και ορίζεται μια προβληματική πάνω σε αυτό. Αυτή δίνει ρόλο στο έργο υποστήριξης της απόφασης, όμως δεν παραμένει αναγκαστικά σταθερή κατά τη διάρκεια της απόφασης.

- **Στάδιο 2^ο: Συνεπής οικογένεια κριτηρίων**

Προκειμένου να εκτιμήσει ο αποφασίζοντας κάθε δράση, εξετάζει το σύνολο ιδιοτήτων που τη χαρακτηρίζουν. Η ανάλυση των στοιχειωδών επιπτώσεων για κάθε ενέργεια καθιστά δυνατό τον ορισμό και τη μοντελοποίηση των κριτηρίων απόφασης από τον αναλυτή.

- **Στάδιο 3^ο: Κατασκευή μοντέλου συνολικής προτίμησης**

Στο στάδιο αυτό συνδέονται ουσιαστικά τα επιμέρους κριτήρια σε ένα μοντέλο ολικής προτίμησης. Με βάση το μοντέλο αυτό και τον τύπο προβληματικής που έχει οριστεί στο πρώτο στάδιο, γίνεται η σύγκριση των δράσεων του συνόλου A .

- **Στάδιο 4^ο: Υποστήριξη της απόφασης**

Σε αυτό το στάδιο ο αναλυτής αναλαμβάνει την οργάνωση και παρουσίαση των στοιχείων απάντησης σε ορισμένα ερωτήματα που θέτει το ίδιο το πρόβλημα ή ο λήπτης της απόφασης. Το στάδιο αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο αφού πολλές φορές μια λύση που δίνει το μοντέλο δεν είναι άμεσα κατανοητή και εκμεταλλεύσιμη από τους τελικούς αποφασίζοντες.

Το μοντέλο MUSA ανήκει στην κατηγορία των ‘Αναλυτικών–Συνθετικών Μοντέλων Προτίμησης’. Η αναλυτική-συνθετική προσέγγιση δέχεται ότι η απόφαση και τα κριτήρια επιδέχονται προοδευτική επεξεργασία αλληλοδομούμενα μέσα στο χρόνο, σε αντίθεση με την παραδοσιακή αντίληψη που υποστηρίζει ότι η απόφαση καθορίζεται από τα κριτήρια [Σίσκος (1981, 1986)].

5.3.2 Βασικές αρχές του μοντέλου MUSA

Το μοντέλο MUSA συνθέτει τις προτιμήσεις ενός συνόλου πελατών σε μία ποσοτική, μαθηματική συνάρτηση αξιών. Ξεκινά με την υπόθεση ότι η συνολική ικανοποίηση κάθε μεμονωμένου πελάτη εξαρτάται από ένα σύνολο μεταβλητών, οι οποίες αντιπροσωπεύουν τα χαρακτηριστικά της υπηρεσίας που έχει χρησιμοποιηθεί. Σκοπός του μοντέλου είναι να συνθέσει τις προτιμήσεις ενός συνόλου από μεμονωμένους πελάτες σε μια ποσοτική μαθηματική συνάρτηση.

Πιο αναλυτικά, η εκτίμηση της ικανοποίησης των πελατών μπορεί να θεωρηθεί ως ένα πρόβλημα στο οποίο η συνολική ικανοποίηση ενός πελάτη εξαρτάται από ένα σύνολο κριτηρίων $X = (X_1, X_2, \dots, X_n)$. Το σύνολο των κριτηρίων αυτών είναι ουσιαστικά τα χαρακτηριστικά του προϊόντος ή της υπηρεσίας που επηρεάζουν την ικανοποίηση των πελατών. Στο Σχήμα 5.5 φαίνεται παραστατικά η σύνθεση των κριτηρίων του πελάτη.

Τα δεδομένα, τα οποία αναλύονται με τη μέθοδο MUSA συλλέγονται μέσω ενός άμεσου και δομημένου ερωτηματολογίου, στο οποίο ζητείται ο κάθε πελάτης να αξιολογήσει το προϊόν ή την υπηρεσία που του προσφέρεται. Στο ερωτηματολόγιο υπάρχουν ερωτήσεις που στοχεύουν στον προσδιορισμό τόσο της συνολικής ικανοποίησης του πελάτη, όσο και της ικανοποίησής του από τα επιμέρους

χαρακτηριστικά/ κριτήρια της υπό μελέτη υπηρεσίας/ προϊόντος καθώς και της σημαντικότητας των κριτηρίων. Τα κριτήρια αυτά αποτελούν τις διαστάσεις ικανοποίησης. Οι απόψεις των πελατών εκφράζονται με τη βοήθεια μίας μονότονης προκαθορισμένης κλίμακας ικανοποίησης.

Οι μεταβλητές που χρησιμοποιούνται από το μοντέλο MUSA παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.1.



Σχήμα 5.5: Σύνθεση προτιμήσεων των πελατών [Γρηγορούδης και Σίσκος (2000)]

Πίνακας 5.1: Μεταβλητές του μοντέλου MUSA	
Y	συνολική ικανοποίηση πελάτη
a	αριθμός επιπέδων της κλίμακας συνολικής ικανοποίησης
y^m	το m επίπεδο συνολικής ικανοποίησης ($m = 1, 2, \dots, a$)
n	αριθμός κριτηρίων
X_i	ικανοποίηση πελάτη σύμφωνα με το i κριτήριο ($i = 1, 2, \dots, n$)
a_i	αριθμός επιπέδων της κλίμακας ικανοποίησης του κριτηρίου i .
x_i^k	το k επίπεδο ικανοποίησης του κριτηρίου i ($k = 1, 2, \dots, a_i$)
Y^*	συνάρτηση αξιών του Y (συνάρτηση ολικής ικανοποίησης)
y^{*m}	αξία του y^m επιπέδου ικανοποίησης
X_i^*	συνάρτηση αξιών του X_i (συνάρτηση μερικής ικανοποίησης)
x_i^{*k}	αξία του x_i^k επιπέδου ικανοποίησης

Η μέθοδος MUSA ακολουθεί τις γενικές αρχές της ποιοτικής ανάλυσης παλινδρόμησης υπό περιορισμούς χρησιμοποιώντας τεχνικές γραμμικού προγραμματισμού για την επίλυσή της [Jacquet-Lagrèze and Siskos (1982); Siskos

and Yannacopoulos (1985); Siskos (1985)]. Η βασική εξίσωση της γραμμικής ανάλυσης παλινδρόμησης είναι η εξής:

$$\begin{cases} Y^* = \sum_{i=1}^n b_i X_i^* \\ \sum_{i=1}^n b_i = 1 \end{cases} \quad (1)$$

όπου Y^* και X_i^* είναι οι κανονικοποιημένες συναρτήσεις στο διάστημα $[0,100]$, ενώ b_i είναι ο συντελεστής βαρύτητας του κριτηρίου i .

Η κανονικοποίηση έχει τους παρακάτω περιορισμούς:

$$\begin{cases} y^{*1} = 0, y^{*a} = 100 \\ x_i^{*1} = 0, x_i^{*a_i} = 100, \quad i = 1, 2, \dots, n \end{cases} \quad (2)$$

Για τις σχέσεις προτίμησης ισχύουν οι εξής περιορισμοί:

$$\begin{cases} y^{*m} \leq y^{*m+1} \Leftrightarrow y^m \preceq y^{m+1}, \quad m = 1, 2, \dots, a-1 \\ x_i^{*k} \leq x_i^{*k+1} \Leftrightarrow x_i^k \preceq x_i^{k+1}, \quad k = 1, 2, \dots, a_i-1 \end{cases} \quad (3)$$

όπου \succeq προτίμηση ή ισοδυναμία και \preceq μη προτίμηση.

Η συνάρτηση Y^* είναι η προσθετική συνάρτηση χρησιμότητας του πελάτη, ενώ οι συναρτήσεις X_i^* είναι οι μερικές συναρτήσεις χρησιμότητας του πελάτη.

5.3.3 Μαθηματική ανάπτυξη του μοντέλου MUSA

Η μέθοδος MUSA δίνει την εκτίμηση μιας συλλογικής συνάρτησης ικανοποίησης Y^* και ενός συνόλου μερικών συναρτήσεων ικανοποίησης X_i^* σύμφωνα με τις απόψεις των πελατών. Έχει σαν αντικειμενικό σκοπό την ελαχιστοποίηση της ασυμφωνίας ανάμεσα στη συνάρτηση Y^* και στις απόψεις των πελατών Y .

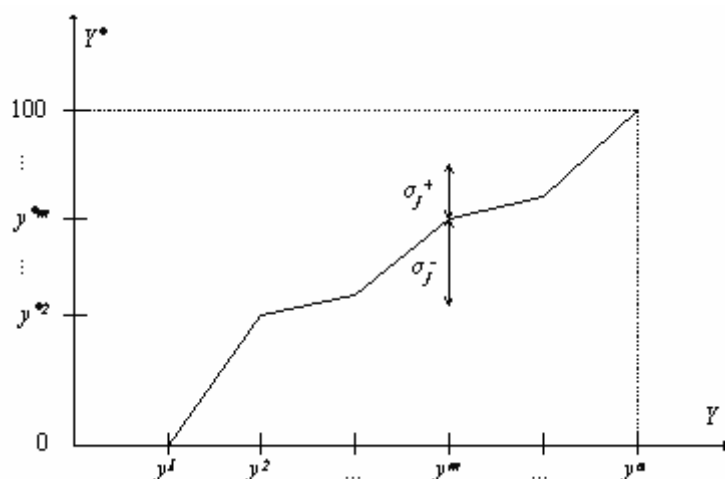
Για να επιτευχθεί αυτό, εισάγεται μία διπλή μεταβλητή σφάλματος και η βασική εξίσωση της ποιοτικής ανάλυσης παλινδρόμησης παίρνει την ακόλουθη μορφή:

$$\tilde{Y}^* = \sum_{i=1}^n b_i X_i^* - \sigma^+ + \sigma^- \quad (4)$$

όπου \tilde{Y}^* είναι η εκτίμηση της συλλογικής συνάρτησης και σ^- και σ^+ τα σφάλματα υποεκτίμησης και υπερεκτίμησης αντίστοιχα, όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.6.

Με τους ορισμούς και τις υποθέσεις που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο το πρόβλημα εκτίμησης ικανοποίησης πελατών μετασχηματίζεται σε πρόβλημα μαθηματικού προγραμματισμού με στόχο την ελαχιστοποίηση του αθροίσματος των μεταβλητών σφάλματος, σύμφωνα με τους περιορισμούς:

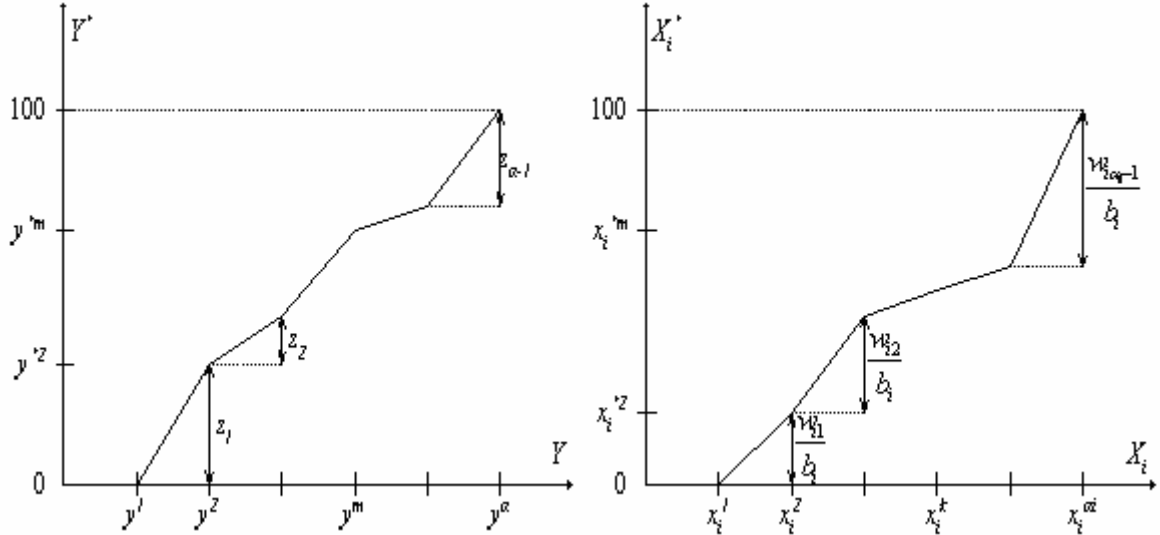
- βασική εξίσωση ποιοτικής ανάλυσης παλινδρόμησης για κάθε πελάτη,
- περιορισμοί κανονικοποίησης των Y^* και X_i^* στο διάστημα $[0,100]$,
- περιορισμοί μονοτονίας των Y^* και X_i^* .



Σχήμα 5.6: Μεταβλητές σφάλματος για τον j πελάτη [Γρηγορούδης και Σίσκος (2000)]

Για να μειωθεί το μέγεθος του προηγούμενου γραμμικού προγράμματος εξαλείφονται οι περιορισμοί μονοτονίας. Αυτό γίνεται εφικτό με τη χρήση νέων μεταβλητών, οι οποίες εκφράζουν τα διαδοχικά βήματα αύξησης των συναρτήσεων Y^* και X_i^* (Σχήμα 5.7). Με την εισαγωγή αυτών των μεταβλητών το μοντέλο γίνεται γραμμικό, από μη γραμμικό που ήταν λόγω της βασικής εξίσωσης ποιοτικής ανάλυσης παλινδρόμησης κάθε πελάτη (τόσο οι μεταβλητές Y^* και X_i^* , όσο και οι συντελεστές b_i πρέπει να εκτιμηθούν):

$$\begin{cases} z_m = y^{*m+1} - y^{*m}, & m=1,2,\dots,a-1 \\ w_{ik} = b_i x_i^{*k+1} - b_i x_i^{*k}, & k=1,2,\dots,a_i-1 \text{ και } i=1,2,\dots,n \end{cases} \quad (5)$$



Σχήμα 5.7: Μεταβλητές μετασχηματισμού z_m και w_{ik} [Γρηγορούδης και Σίτσος (2000)]

Με τη χρήση των εξισώσεων (5), οι αρχικές μεταβλητές απόφασης του γραμμικού προγράμματος γίνονται:

$$\begin{aligned} y^{*m} &= \sum_{t=1}^{m-1} z_t \quad m=2,3,\dots,a \\ b_i x_i^{*k} &= \sum_{t=1}^{k-1} w_{it} \quad k=2,3,\dots,a \text{ και } i=1,2,\dots,n \end{aligned} \quad (6)$$

Στη συνέχεια εισάγοντας τις νέες μεταβλητές z_m και w_{ik} και με τη βοήθεια των εξισώσεων (5) και (6) η εξίσωση παλινδρόμησης (4) παίρνει την παρακάτω μορφή:

$$\sum_m z_m = \sum_i \sum_k w_{ik} - \sigma^+ + \sigma^- \quad (7)$$

Έστω ότι ο πελάτης j έχει εκφράσει την ικανοποίησή του με βάση τις καθορισμένες ποιοτικές κλίμακες Y και X_i , δηλαδή:

$$\begin{aligned} \text{ολική ικανοποίηση } \bar{y}^j &= y^{tj} \text{ και } \bar{y}^j \in Y = \{y^1, y^2, \dots, y^{tj}, \dots, y^a\} \\ \text{μερική ικανοποίηση } \bar{x}^j &= x_i^{tji} \text{ και } \bar{x}^j \in X = \{x_i^1, x_i^2, \dots, x_i^{tji}, \dots, x_i^{a_i}\}, \quad i=1,2,\dots,n \end{aligned} \quad (8)$$

Τότε η εξίσωση (7) παίρνει τη μορφή:

$$\sum_{m=1}^{t_j-1} z_m = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^{t_{ji}-1} w_{ik} - \sigma_j^+ + \sigma_j^-, \quad \forall j \quad (9)$$

Η τελική μορφή του γραμμικού προγράμματος είναι η παρακάτω:

$$\left\{ \begin{array}{l} [\min] \quad F = \sum_{j=1}^M \sigma_j^+ + \sigma_j^- \\ \text{υπο} \\ \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^{x_i^j-1} w_{ik} - \sum_{m=1}^{y^j-1} z_m - \sigma_j^+ + \sigma_j^- = 0 \quad \text{για } j=1,2,\dots,M \\ \sum_{m=1}^{a-1} z_m = 100 \\ \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^{a_i-1} w_{ik} = 100 \\ z_m, w_{ik}, \sigma_j^+, \sigma_j^- \geq 0 \quad \forall m, i, j, k \end{array} \right. \quad (10)$$

όπου M είναι ο συνολικός αριθμός πελατών.

Οι αρχικές μεταβλητές του προβλήματος υπολογίζονται από τη βέλτιστη λύση του γραμμικού προγράμματος (10), αφού αποδεικνύεται ότι:

$$\begin{aligned} y^{*m} &= \sum_{t=1}^{m-1} z_t, \text{ για } m = 2, 3, \dots, a \\ b_i &= \frac{\sum_{t=1}^{a_i-1} w_{it}}{100}, \text{ για } i = 1, 2, \dots, n \\ x_i^{*k} &= 100 \frac{\sum_{t=1}^{k-1} w_{it}}{\sum_{t=1}^{a_i-1} w_{it}}, \text{ για } i = 1, 2, \dots, n \text{ και } k = 2, 3, \dots, a_i \end{aligned} \quad (11)$$

Τα οριακά σημεία των συναρτήσεων ικανοποίησης y^{*1} , x_i^{*1} υπολογίζονται με βάση τους περιορισμούς κανονικοποίησης (2).

Σε αυτό το σημείο πρέπει να σημειωθεί ότι το ΓΠ(10) εκφράζει το βασικό μοντέλο MUSA και υποθέτει ότι τόσο η ολική όσο και οι μερικές συναρτήσεις ικανοποίησης είναι προτιμησιακά αύξουσες, όπως υποδεικνύουν οι περιορισμοί μονοτονίας (3).

Σε αρκετές όμως περιπτώσεις απαιτούνται ‘αυστηρές’ σχέσεις προτίμησης, έτσι ώστε να αποφεύγονται φαινόμενα του τύπου: $y^{*m} = y^{*m+1}$ ή $x_i^{*k} = x_i^{*k+1}$ [Jacquet-Lagrèze and Siskos (1982)]. Οι ‘αυστηρές’ σχέσεις προτίμησης έχουν την ακόλουθη μορφή:

$$\begin{cases} y^{*m} < y^{*m+1} \Leftrightarrow y^m \prec y^{m+1}, & m=1,2,\dots,a-1 \\ x_i^{*k} < x_i^{*k+1} \Leftrightarrow x_i^k \prec x_i^{k+1}, & k=1,2,\dots,a_i-1 \end{cases} \quad (12)$$

όπου το σύμβολο \prec σημαίνει αυστηρή προτίμηση του δεξιού μέλους.

Με βάσει τις σχέσεις (12) πρέπει να ικανοποιούνται οι ακόλουθες ανισότητες:

$$\begin{cases} y^{*m+1} - y^{*m} \geq \gamma, & m=1,2,\dots,a-1 \\ x_i^{*k+1} - x_i^{*k} \geq \gamma_i, & k=1,2,\dots,a_i-1 \text{ και } i=1,2,\dots,n \\ \gamma, \gamma_i > 0 \end{cases} \quad (13)$$

όπου γ και γ_i είναι τα κατώφλια προτίμησης για τις συναρτήσεις Y^* και X_i^* αντίστοιχα.

Εισάγοντας τα κατώφλια προτίμησης στις βασικές μεταβλητές της μεθόδου MUSA (5), προκύπτουν οι εξής νέοι μετασχηματισμοί:

$$\begin{cases} z_m \geq \gamma \\ w_{ik} \geq \gamma_i \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} z_m - \gamma \geq 0 \\ w_{ik} - \gamma_i \geq 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} z'_m \geq 0, & m=1,2,\dots,a-1 \\ w'_{ik} \geq 0, & k=1,2,\dots,a_i-1 \text{ και } i=1,2,\dots,n \end{cases} \quad (14)$$

όπου οι νέες μεταβλητές έχουν οριστεί ως εξής:

$$\begin{cases} z_m = z'_m + \gamma, & m=1,2,\dots,a-1 \\ w_{ik} = w'_{ik} + \gamma_i, & k=1,2,\dots,a_i-1 \text{ και } i=1,2,\dots,n \end{cases} \quad (15)$$

Ως προς τη φυσική ερμηνεία των κατωφλίων προτίμησης αξίζει να παρατηρηθεί ότι:

- Το κατώφλι προτίμησης γ εκφράζει το ελάχιστο ‘βήμα’ της συνάρτησης Y^* .
- Η ‘αυστηρή’ σχέση υπεροχής υποδηλώνει ότι η ολική αξία ενός πελάτη που δηλώνει ότι ανήκει στο y^m επίπεδο ικανοποίησης είναι αυστηρά μικρότερη από την αντίστοιχη αξία ενός άλλου πελάτη του y^{m+1} επιπέδου ικανοποίησης.
- Οι συγκεκριμένες παρατηρήσεις ισχύουν αντίστοιχα και για τις μερικές συναρτήσεις ικανοποίησης X_i^* .
- Αποδεικνύεται εύκολα ότι με την εισαγωγή των νέων μεταβλητών στο μοντέλο, το ελάχιστο βάρος ενός κριτηρίου X_i είναι $\gamma_i(a_i - 1)$.

- Η παρούσα επέκταση αποτελεί τη γενικευμένη μορφή της μεθόδου MUSA, δεδομένου ότι το η βασική μορφή του ΓΠ(10) είναι μια ειδική περίπτωση για $\gamma = \gamma_i = 0$.

Χρησιμοποιώντας τις προηγούμενες σχέσεις το γενικευμένο μοντέλο MUSA παίρνει την ακόλουθη μορφή:

$$\left\{ \begin{array}{l} [\min] \quad F = \sum_{j=1}^M \sigma_j^+ + \sigma_j^- \\ \text{υπο} \\ \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^{t_{ji}-1} w'_{ik} - \sum_{m=1}^{t_j-1} z'_m - \sigma_j^+ + \sigma_j^- = \gamma(t_j - 1) - \gamma_i(t_{ji} - 1) \quad \text{για } j=1,2,\dots,M \\ \sum_{m=1}^{a-1} z'_m = 100 - \gamma(a-1) \\ \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^{a_i-1} w'_{ik} = 100 - \sum_{i=1}^n \gamma_i(a_i - 1) \\ z'_m, w'_{ik}, \sigma_j^+, \sigma_j^- \geq 0 \quad \forall m, i, j, k \\ \gamma > 0, \quad \gamma_i > 0 \quad \forall i \end{array} \right. \quad (16)$$

όπου t_j και t_{ji} είναι οι κρίσεις του πελάτη j για την ολική και τη μερική ικανοποίησή του με $y^{t_j} \in Y = \{y^1, y^2, \dots, y^{t_j}, \dots, y^a\}$ και $x_i^{t_{ji}} \in X_i = \{x_i^1, x_i^2, \dots, x_i^{t_{ji}}, \dots, x_i^{a_i}\}$ για $i=1,2,\dots,n$.

Η μέθοδος MUSA περιλαμβάνει επίσης ένα στάδιο ανάλυσης μεταβελτιστοποίησης προκειμένου να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα ύπαρξης πολλαπλών βέλτιστων λύσεων, εφαρμόζοντας μια ευρεστική μεθοδολογία για την αναζήτηση ημιβέλτιστων λύσεων [Siskos (1984), Jacquet-Lagrèze and Siskos (1982), Siskos and Yannacopoulos (1985)]. Η τελική λύση λαμβάνεται με την εξερεύνηση του πολυέδρου των ημιβέλτιστων λύσεων, το οποίο παράγεται από τους περιορισμούς του ανωτέρω γενικευμένου μοντέλου του MUSA (ΓΠ(16)).

Στη φάση ανάλυσης μεταβελτιστοποίησης, μορφοποιούνται και επιλύονται n γραμμικά προβλήματα, με n να ισούται με τον αριθμό κριτηρίων ικανοποίησης. Τα γραμμικά αυτά προγράμματα μεγιστοποιούν τα βάρη b_i κάθε κριτηρίου και έχουν την ακόλουθη μορφή:

$$\left\{ \begin{array}{l} [\max] \quad F' = \sum_{k=1}^{a_i-1} w_{ik} \quad \text{για } i=1,2,\dots,n \\ \text{υπό} \\ F \leq F^* + \varepsilon \\ \text{όλοι οι περιορισμοί του MUSA (ΓΠ(16))} \end{array} \right. \quad (17)$$

όπου ε είναι ένας μικρός και θετικός αριθμός και F^* είναι η βέλτιστη τιμή της αντικειμενικής συνάρτησης του γενικευμένου μοντέλου του MUSA (ΓΠ(16)).

Από τη μέση τιμή των βέλτιστων λύσεων που δίνουν τα ΓΠ(17) υπολογίζεται μία αντιπροσωπευτική τελική λύση των μεταβλητών της μεθόδου MUSA. Η συγκεκριμένη μέθοδος μεταβελτιστοποίησης επιτρέπει επιπλέον την ανάλυση ευστάθειας. Όταν το εύρος των τιμών που παίρνουν οι μεταβλητές στις διάφορες ημιβέλτιστες λύσεις είναι μικρό, η βέλτιστη λύση είναι ευσταθής, ενώ αντιθέτως, όταν το εύρος είναι μεγάλο, η λύση είναι ασταθής.

Για την ανάλυση της ευστάθειας των αποτελεσμάτων της μεθόδου είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί η διακύμανση των βαρών του πίνακα μεταβελτιστοποίησης. Έτσι ο μέσος δείκτης ευστάθειας *ASI* (Average Stability Index) θα μπορούσε να οριστεί ως η μέση τιμή της κανονικοποιημένης τυπικής απόκλισης των εκτιμώμενων βαρών b_i των κριτηρίων του προβλήματος:

$$ASI = 1 - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{\sqrt{n \sum_{j=1}^n (b_i^j)^2 - \left(\sum_{j=1}^n b_i^j \right)^2}}{100 \sqrt{n-1}} \quad (18)$$

όπου b_i^j είναι το εκτιμώμενο βάρος του κριτηρίου i κατά την επίλυση του j γραμμικού προγράμματος της φάσης μεταβελτιστοποίησης [Grigoroudis and Siskos, (2002)]. Στον Πίνακα 5.2 παρουσιάζεται η υπολογιστική δυσκολία του γενικευμένου μοντέλου MUSA (μέγεθος και πλήθος γραμμικών προγραμμάτων προς επίλυση).

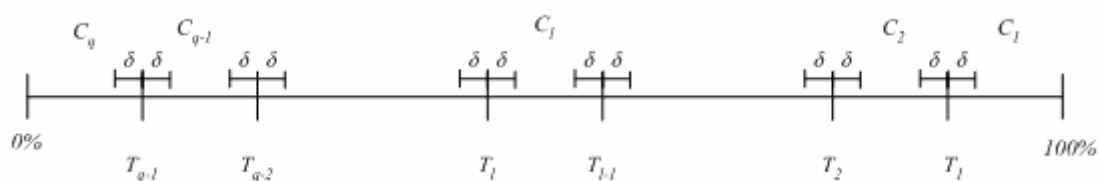
Πίνακας 5.2: Γενικευμένο μοντέλο MUSA

Όνομα	Περιγραφή	Αντικειμενική συνάρτηση	Αριθμός γπ ανάλυσης ευστάθειας	Αριθμός περιορισμών	Αριθμός μεταβλητών
Γενικευμένο <i>MUSA</i>	Βασικό μοντέλο με κατώφλια προτίμησης	$[\max] F' = b_i$	n	$M + 3$	$2M + (a - 1) + \sum_{i=1}^n (a_i - 1)$

Μια περισσότερο λεπτομερής παρουσίαση της μεθόδου MUSA μπορεί να βρεθεί στους Siskos et al. (1998), Γρηγορούδης και Σίσκος (2000) και Grigoroudis and Siskos, (2002). Οι εφαρμογές της μεθόδου αναφέρονται κυρίως στους πελάτες ή στο προσωπικό εταιριών [Siskos et al. (1998), Grigoroudis et al. (1999a, 1999b), Mihelis et al. (2001), Siskos et al. (2001a)] ή σε κάθε ανθρώπινη δραστηριότητα σε κοινωνικούς τομείς, όπως για παράδειγμα αξιολόγηση εκπαιδευτικού συστήματος [Siskos et al. (2001b), Siskos and Grigoroudis (2002)].

5.4 Μοντελοποίηση εκφρασμένης σημαντικότητας

Χρησιμοποιώντας τις ερωτήσεις σημαντικότητας κάθε ένα από τα κριτήρια ικανοποίησης μπορεί να τοποθετηθεί σε μια από τις ακόλουθες κλάσεις C_1, C_2, \dots, C_q , όπου C_1 και C_q είναι οι κλάσεις των περισσότερο σημαντικών και των λιγότερο σημαντικών κριτηρίων, αντίστοιχα. Αν θεωρήσουμε ότι οι C_1, C_2, \dots, C_q βρίσκονται διατεταγμένες σε μία κλίμακα από 0% - 100%, υπάρχουν T_{q-1} κατώφλια προτίμησης που καθορίζουν την % τιμή που διαχωρίζει κάθε μία από τις q κατηγορίες (Σχήμα 5.8).



Σχήμα 5.8: Διάταξη κλάσεων σημαντικότητας κριτηρίων

Προκειμένου να εκτιμήσουμε την εκφρασμένη από τους πελάτες σημαντικότητα δημιουργείται ένα γραμμικό πρόγραμμα (ΓΠ) εκτίμησης βαρών που χρησιμοποιεί τεχνικές ποιοτικής ανάλυσης παλινδρόμησης υπό περιορισμούς (ordinal regression analysis) και το οποίο ονομάστηκε WORT (Weights evaluation using Ordinal Regression Techniques). Ένα τέτοιο γραμμικό πρόγραμμα είναι ιδιαίτερα χρήσιμο

δεδομένου ότι η εκφρασμένη σημαντικότητα προκύπτει από τις απαντήσεις των πελατών στις ερωτήσεις σημαντικότητας, άρα είναι ποιοτική μεταβλητή και πρέπει να εκτιμηθεί. Επιπλέον η χρήση σφαλμάτων υπερεκτίμησης και υποεκτίμησης μπορεί να ελαχιστοποιήσει, και κατά κάποιο τρόπο να διορθώσει, τις εσφαλμένες εκτιμήσεις των πελατών. Το γραμμικό πρόγραμμα υπολογίζει τις τιμές των κατωφλίων T_1, T_2, \dots, T_{q-1} , όπου T_1 είναι η τιμή πάνω από την οποία ένα κριτήριο θεωρείται πολύ σημαντικό και T_{q-1} η τιμή κάτω από την οποία ένα κριτήριο θεωρείται λιγότερο σημαντικό από τους πελάτες. Γνωρίζοντας τα κατώφλια προτίμησης μπορεί να εκτιμηθεί η σημαντικότητα των κριτηρίων σύμφωνα με τις προτιμήσεις των πελατών και να συγκριθούν με τα αποτελέσματα που δίνει το μοντέλο MUSA για τη σημαντικότητα των κριτηρίων.

Για να δημιουργήσουμε το γραμμικό πρόγραμμα WORT θεωρούμε τους παρακάτω περιορισμούς:

Για κάθε κριτήριο $i = 1, 2, \dots, n$ και για κάθε πελάτη $j = 1, 2, \dots, M$, όπου n και M είναι το πλήθος των κριτηρίων και των πελατών αντίστοιχα έχουμε:

ο Αν $\hat{b}_{ij} \in C_1$, δηλαδή ο πελάτης j θεωρεί το κριτήριο i 'πολύ σημαντικό', τότε:

$$\sum_{t=1}^{a_i-1} w_{it} - 100T_1 - \delta + S_{ij}^- > 0, \quad \hat{b}_{ij} \in C_1$$

ο Αν $\hat{b}_{ij} \in C_l$, δηλαδή ο πελάτης j θεωρεί το κριτήριο i τόσο σημαντικό όσο ορίζει η κλάση l , τότε:

$$\left. \begin{aligned} \sum_{t=1}^{a_i-1} w_{it} - 100T_{l-1} + \delta - S_{ij}^+ &< 0 \\ \sum_{t=1}^{a_i-1} w_{it} - 100T_l - \delta + S_{ij}^- &\geq 0 \end{aligned} \right\}, \quad \hat{b}_{ij} \in C_l, \quad l = 2, \dots, q-1$$

ο Αν $\hat{b}_{ij} \in C_q$, δηλαδή ο πελάτης j θεωρεί το κριτήριο i 'λιγότερο σημαντικό', τότε:

$$\sum_{t=1}^{a_i-1} w_{it} - 100T_{q-1} + \delta - S_{ij}^+ < 0, \quad \hat{b}_{ij} \in C_q$$

όπου S_{ij}^+ και S_{ij}^- εκφράζουν τα σφάλματα υπερεκτίμησης και υποεκτίμησης αντίστοιχα, για το κριτήριο i και τον πελάτη j , a_i είναι ο αριθμός των επιπέδων της

κλίμακας ικανοποίησης του κριτηρίου i και w_{it} είναι μεταβλητή του μοντέλου MUSA και δ είναι ένας πολύ μικρός και θετικός αριθμός που χρησιμοποιείται για την αποφυγή περιπτώσεων που το βάρος του κριτηρίου είναι ίδιο με την τιμή ενός κατωφλίου.

Η τελική μορφή του WORT είναι η παρακάτω (ΓΠ19):

$$\begin{aligned}
 [\min] \quad & F_2 = \sum_j \sum_i S_{ij}^+ + S_{ij}^- \\
 & \left. \begin{aligned}
 & \sum_{t=1}^{a_i-1} w_{it} - 100 T_1 - \delta + S_{ij}^- > 0, \quad \hat{b}_{ij} \in C_1 \\
 & \sum_{t=1}^{a_i-1} w_{it} - 100 T_{l-1} + \delta - S_{ij}^+ < 0 \\
 & \sum_{t=1}^{a_i-1} w_{it} - 100 T_l - \delta + S_{ij}^- \geq 0 \\
 & \sum_{t=1}^{a_i-1} w_{it} - 100 T_{q-1} + \delta - S_{ij}^+ < 0, \quad \hat{b}_{ij} \in C_q
 \end{aligned} \right\} \hat{b}_{ij} \in C_l, l=2, \dots, q-1 \quad \forall \quad i=1, 2, \dots, n \quad \text{και} \quad j=1, 2, \dots, M \\
 & \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^{a_i-1} w_{ik} = 100 \\
 & T_{q-1} \geq \lambda \\
 & T_{q-2} - T_{q-1} \geq \lambda \\
 & \vdots \\
 & T_1 - T_2 \geq \lambda \\
 & w_{ik}, S_{ij}^+, S_{ij}^- \geq 0, \forall i, j, k
 \end{aligned} \tag{19}$$

όπου δ είναι ένας πολύ μικρός και θετικός αριθμός που χρησιμοποιείται για την αποφυγή περιπτώσεων όπου που το βάρος του κριτηρίου είναι ίδιο με την τιμή ενός κατωφλίου, $b_{ij} = T_k, k=1, \dots, q$ και λ είναι ένας μικρός και θετικός αριθμός. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι τιμές λ θα πρέπει να επιλέγονται έτσι ώστε $\lambda \leq (100/n)\%$, σύμφωνα με τη μέγιστη τιμή που μπορεί να πάρει το λ , αφού το λ δε θα πρέπει να υπερβαίνει το βάρος που θα είχαν τα κριτήρια αν ήταν ισοβαρή μεταξύ τους.

Μετά την επίλυση του ΓΠ(19) ακολουθεί η ανάλυση μεταβελτιστοποίησης. Εδώ μορφοποιούνται και επιλύονται n γραμμικά προβλήματα, ίσα με τον αριθμό κριτηρίων ικανοποίησης. Τα γραμμικά αυτά προγράμματα μεγιστοποιούν τα βάρη b_i κάθε κριτηρίου και έχουν τη μορφή:

$$\left\{ \begin{array}{l} [\max] \quad F_2' = \sum_{k=1}^{a_i-1} w_{ik} \quad \text{για} \quad i = 1, 2, \dots, n \\ \text{υπό} \\ F_2 \leq F_2^* + \varepsilon \\ \text{όλοι οι περιορισμοί του WORT ΓΠ(19)} \end{array} \right. \quad (20)$$

όπου ε είναι ένας μικρός και θετικός αριθμός και F_2^* είναι η βέλτιστη τιμή της αντικειμενικής συνάρτησης του ΓΠ(19).

Το προηγούμενο συμφωνεί με τις αρχές της αναλυτικής συνθετικής προσέγγισης [Jacquet-Lagrèze and Siskos (1982); Siskos (1985); Grigoroudis and Siskos (2002)], καθώς και τις αρχές των μοντέλων της οικογένειας UTADIS [Zorounidis and Doumpos (2001); Doumpos and Zorounidis (2002)].

Εκτός από το βασικό μοντέλο εκτίμησης βαρών, μπορούν να εφαρμοστούν κάποιες εναλλακτικές προσεγγίσεις που αφορούν στην ελαχιστοποίηση μιας εναλλακτικής αντικειμενικής συνάρτησης ή στη χρήση διαφορετικής ανάλυσης μεταβελτιστοποίησης.

Μια εναλλακτική αντικειμενική συνάρτηση που θα μπορούσε να ελαχιστοποιηθεί στο ΓΠ(19) είναι η ακόλουθη [Zorounidis and Doumpos (2001)]:

$$F_2'' = \sum_{k=1}^q \sum_{\forall \delta_{ij} \in C_k} \frac{S_{ij}^+ + S_{ij}^-}{m_k} \quad (21)$$

όπου m_k είναι ο αριθμός των εκτιμήσεων των πελατών που ανήκουν στην κλάση C_k .

Η F_2'' μπορεί ενδεχομένως να δώσει διαφορετικά αποτελέσματα, ειδικά σε περιπτώσεις που οι εκτιμήσεις σημαντικότητας των πελατών εκφράζονται μέσω ερωτήσεων σημαντικότητας κριτηρίων, όποτε δεν έχουμε ισοκατανομή των απαντήσεων στις διάφορες κλάσεις προτίμησης.

Στην πλέον γενική περίπτωση, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί μια εναλλακτική αντικειμενική συνάρτηση η οποία να λαμβάνει υπόψη τόσο το κόστος υπερεκτίμησης ή υποεκτίμησης από τον πελάτη (ταξινόμηση από το μοντέλο εκτίμησης βαρών σε κλάση διαφορετική από αυτήν που δήλωσε ο πελάτης, δηλαδή $S_{ij}^+ \neq 0$ ή $S_{ij}^- \neq 0$), όσο και τις εκ των προτέρων πιθανότητες εμφάνισης των κλάσεων. Η εναλλακτική

αυτή αντικειμενική συνάρτηση διατυπώνεται ως εξής [Zorounidis and Doumpos (2001)]:

$$F_2''' = \sum_{k=1}^q \left[P_k \times \left(\sum_{\substack{l=1 \\ l \neq k}}^q K_{kl} \sum_{\forall x_j \in C_k} \frac{\sum_j S_{ij}^+ + S_{ij}^-}{m_k} \right) \right] \in [0,1] \quad (22)$$

όπου P_k είναι η εκ των προτέρων πιθανότητα μια εναλλακτική απάντηση να ανήκει στην κατηγορία C_k και K_{kl} είναι το κόστος εσφαλμένης ταξινόμησης μιας εναλλακτικής απάντησης, η οποία ενώ ανήκει στην κατηγορία C_k εντάσσεται στην κατηγορία C_l ($l \neq k$).

Βέβαια συνήθως ο καθορισμός τόσο των πιθανοτήτων P_k , όσο και του κόστους εσφαλμένων ταξινομήσεων K_{kl} είναι ιδιαίτερα δύσκολος, με αποτέλεσμα στην πλειοψηφία των περιπτώσεων να αποφεύγεται η χρήση ενός τέτοιου γενικότερου μέτρου του σφάλματος ταξινόμησης [Zorounidis and Doumpos (2001)].

Μπορούν επίσης να εφαρμοστούν τέσσερις εναλλακτικές προσεγγίσεις της ανάλυσης μεταβελτιστοποίησης [Zorounidis and Doumpos (2001); Beuthe and Scannella (1996, 2001)]. Στην πρώτη εναλλακτική προσέγγιση μορφοποιούνται και επιλύονται l γραμμικά προγράμματα (ίσα με τον αριθμό των κατωφλίων). Αυτά τα γραμμικά προγράμματα μεγιστοποιούν τα κατώφλια T_l και έχουν την ακόλουθη μορφή:

$$\begin{cases} [\max] & T_l \quad \text{για } l = 1, 2, \dots, q-1 \\ \text{υπό} \\ & F_1 \leq F_1^* + \varepsilon \\ & \text{όλοι οι περιορισμοί του ΓΠ(1)} \end{cases} \quad (23)$$

Στη δεύτερη εναλλακτική προσέγγιση μεγιστοποιείται η παράμετρος δ μέσω ενός γραμμικού προγράμματος της ακόλουθης μορφής:

$$\begin{cases} [\max] & \delta \\ \text{υπό} \\ & F_1 \leq F_1^* + \varepsilon \\ & \lambda > \delta \\ & \text{όλοι οι περιορισμοί του ΓΠ(1)} \end{cases} \quad (24)$$

Στην τρίτη εναλλακτική προσέγγιση μορφοποιούνται και επιλύονται l γραμμικά προγράμματα (ίσα με τον αριθμό των κατωφλίων). Αυτά τα γραμμικά προγράμματα μεγιστοποιούν το άθροισμα $T_l + \delta$ και έχουν την ακόλουθη μορφή:

$$\begin{cases} [\max] & T_l + \delta & \text{για } l = 1, 2, \dots, q-1 \\ \text{υπό} & \\ & F_1 \leq F_1^* + \varepsilon \\ & \lambda > \delta \\ & \text{όλοι οι περιορισμοί του ΓΠ(1)} \end{cases} \quad (25)$$

Τέλος, στην τέταρτη προσέγγιση γίνεται μεγιστοποίηση της ελάχιστης διαφοράς μεταξύ των ολικών χρησιμότητων των σωστά ταξινομημένων εναλλακτικών απαντήσεων από τα κατώφλια των κλάσεων (όρια των χρησιμότητων) [Zorounidis and Doumpos (2001)]. Η διαφορά αυτή συμβολίζεται με d και υπολογίζεται με την επίλυση του ΓΠ(26).

Στο ΓΠ(26), οι περιορισμοί Π(4), Π(5) και Π(6) καθορίζουν την ελάχιστη διαφορά d και εφαρμόζονται μόνο για τις εναλλακτικές απαντήσεις οι οποίες ταξινομούνται στη σωστή κλάση βάσει της λύσης του ΓΠ(1), δηλαδή έχουν μηδενικά σφάλματα υποεκτίμησης και υπερεκτίμησης (σύνολο COR). Για τις εναλλακτικές απαντήσεις οι οποίες εντάσσονται σε διαφορετική κλάση από αυτήν που έχουν δηλώσει οι πελάτες σύμφωνα με το ΓΠ(1), δηλαδή έχουν μη μηδενικά σφάλματα υποεκτίμησης ή υπερεκτίμησης (σύνολο MIS) εφαρμόζονται οι περιορισμοί Π(1), Π(2) και Π(3).

$$\left[\begin{array}{l}
 [\max] \quad d \\
 \text{υπό} \\
 F_1 \leq F_1^* + \varepsilon \\
 \sum_{t=1}^{a_i-1} w_{it} - 100T_1 - \delta + S_{ij}^- > 0, \quad \hat{b}_{ij} \in C_1 \cap MIS \quad (\Pi 1) \\
 \left. \begin{array}{l}
 \sum_{t=1}^{a_i-1} w_{it} - 100T_{l-1} + \delta - S_{ij}^+ < 0 \\
 \sum_{t=1}^{a_i-1} w_{it} - 100T_l - \delta + S_{ij}^- \geq 0
 \end{array} \right\}, \hat{b}_{ij} \in C_l \cap MIS, \quad l = 2, \dots, q-1 \quad (\Pi 2) \\
 \sum_{t=1}^{a_i-1} w_{it} - 100T_{q-1} + \delta - S_{ij}^+ < 0, \quad \hat{b}_{ij} \in C_q \cap MIS \quad (\Pi 3) \\
 \sum_{t=1}^{a_i-1} w_{it} - 100T_1 - \delta - d > 0, \quad \hat{b}_{ij} \in C_1 \cap COR \quad (\Pi 4) \\
 \left. \begin{array}{l}
 \sum_{t=1}^{a_i-1} w_{it} - 100T_{l-1} + \delta + d < 0 \\
 \sum_{t=1}^{a_i-1} w_{it} - 100T_l - \delta - d \geq 0
 \end{array} \right\}, \hat{b}_{ij} \in C_l \cap COR, \quad l = 2, \dots, q-1 \quad (\Pi 5) \\
 \sum_{t=1}^{a_i-1} w_{it} - 100T_{q-1} + \delta + d < 0, \quad \hat{b}_{ij} \in C_q \cap COR \quad (\Pi 6) \\
 \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^{a_i-1} w_{ik} = 100 \\
 T_{q-1} \geq \lambda \\
 T_{q-2} - T_{q-1} \geq \lambda \\
 \vdots \\
 T_1 - T_2 \geq \lambda \\
 w_{ik}, S_{ij}^+, S_{ij}^-, d \geq 0, \forall i, j, k
 \end{array} \right. \quad (26)$$

Κατά αντίστοιχο τρόπο, αντί της μέγιστης διαφοράς d , είναι δυνατόν να ελαχιστοποιηθεί η μέγιστη διαφορά d' μεταξύ των ολικών χρησιμοτήτων των εναλλακτικών απαντήσεων που ταξινομούνται σε εσφαλμένη κατηγορία από το ΓΠ(1), ή να πραγματοποιηθεί συνδυασμός των δύο αυτών διαφορών [Zorounidis and Doumpos (2001)].

Ο Πίνακας 5.3 ανακεφαλαιώνει τις προηγούμενες προτεινόμενες προσεγγίσεις για τις διαφορετικές εναλλακτικές αντικειμενικές συναρτήσεις του μοντέλου WORT,

παρουσιάζοντας ταυτόχρονα και την υπολογιστική δυσκολία αυτών (μέγεθος γραμμικού προγράμματος προς επίλυση).

Κατ' αναλογία, ο Πίνακας 5.4 ανακεφαλαιώνει τις προηγούμενες προτεινόμενες προσεγγίσεις για την ανάλυση μεταβελτιστοποίησης του μοντέλου WORT, παρουσιάζοντας ταυτόχρονα και την υπολογιστική δυσκολία αυτών (μέγεθος και πλήθος γραμμικών προγραμμάτων προς επίλυση).

Πίνακας 5.3: Εναλλακτικές αντικειμενικές συναρτήσεις μοντέλου WORT

Όνομα	Αντικειμενική συνάρτηση προς ελαχιστοποίηση	Αριθμός περιορισμών	Αριθμός μεταβλητών
WORT	$F_2 = \sum_j \sum_i S_{ij}^+ + S_{ij}^-$	$q + m_1 + 2 \sum_{l=2}^{q-1} m_l + m_q$	$(q-1) + \sum_{i=1}^n (a_i - 1) + m_1 + 2 \sum_{l=2}^{q-1} m_l + m_q$
WORT ¹	$F_2'' = \sum_{k=1}^q \sum_{\forall \hat{b}_{ij} \in C_k} \frac{S_{ij}^+ + S_{ij}^-}{m_k}$	$q + m_1 + 2 \sum_{l=2}^{q-1} m_l + m_q$	$(q-1) + \sum_{i=1}^n (a_i - 1) + m_1 + 2 \sum_{l=2}^{q-1} m_l + m_q$
WORT ²	$F_2''' = \sum_{k=1}^q \left[P_k \times \left(\sum_{\substack{l=1 \\ l \neq k}}^q K_{kl} \sum_{\forall x_j \in C_k} \frac{\sum_j S_{ij}^+ + S_{ij}^-}{m_k} \right) \right]$	$q + m_1 + 2 \sum_{l=2}^{q-1} m_l + m_q$	$(q-1) + \sum_{i=1}^n (a_i - 1) + m_1 + 2 \sum_{l=2}^{q-1} m_l + m_q$
q = αριθμός κλάσεων σημαντικότητας m_k = αριθμός των εκτιμήσεων των πελατών που ανήκουν στην κλάση C_k			

Πίνακας 5.4: Εναλλακτικές προσεγγίσεις ανάλυσης ευστάθειας μοντέλου WORT

Όνομα	Περιγραφή	Αντικειμενική συνάρτηση	Αριθμός γπ ανάλυσης ευστάθειας	Αριθμός περιορισμών	Αριθμός μεταβλητών
WORT	Μεγιστοποίηση βαρών	$[\max]F_2' = b_i$	n	$q + m_1 + 2 \sum_{l=2}^{q-1} m_l + m_q + 1$	$(q-1) + \sum_{i=1}^n (a_i - 1) + m_1 + 2 \sum_{l=2}^{q-1} m_l + m_q$
WORT I	Μεγιστοποίηση κατωφλίων	$[\max]F_2' = T_l$	$q-1$	$q + m_1 + 2 \sum_{l=2}^{q-1} m_l + m_q + 1$	$(q-1) + \sum_{i=1}^n (a_i - 1) + m_1 + 2 \sum_{l=2}^{q-1} m_l + m_q$
WORT II	Μεγιστοποίηση παραμέτρου δ	$[\max]F_2' = \delta$	1	$q + m_1 + 2 \sum_{l=2}^{q-1} m_l + m_q + 2$	$(q-1) + \sum_{i=1}^n (a_i - 1) + m_1 + 2 \sum_{l=2}^{q-1} m_l + m_q$
WORT III	Μεγιστοποίηση κατωφλίων και παραμέτρου δ	$[\max]F_2' = T_l + \delta$	$q-1$	$q + m_1 + 2 \sum_{l=2}^{q-1} m_l + m_q + 2$	$(q-1) + \sum_{i=1}^n (a_i - 1) + m_1 + 2 \sum_{l=2}^{q-1} m_l + m_q$
WORT IV	Μεγιστοποίηση ελάχιστης διαφοράς των χρησιμότητων των σωστά ταξινομημένων απαντήσεων από κατώφλια	$[\max]F_2' = d$	1	$q + m_1 + 2 \sum_{l=2}^{q-1} m_l + m_q + 1$	$(q-1) + \sum_{i=1}^n (a_i - 1) + mis_1 + 2 \sum_{l=2}^{q-1} mis_l + mis_q$

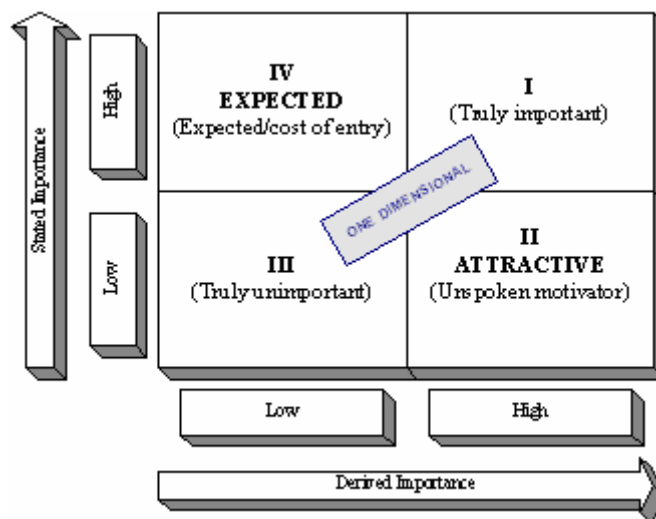
q = αριθμός κλάσεων σημαντικότητας

m_k = αριθμός των εκτιμήσεων των πελατών που ανήκουν στην κλάση C_k

mis_k = αριθμός των εκτιμήσεων των πελατών που ταξινομήθηκαν λανθασμένα από το αρχικό γπ WORT και ανήκουν στην κλάση C_k

5.5 Διάγραμμα Διπλής Σημαντικότητας

Η εκφρασμένη από τους πελάτες σημαντικότητα (stated importance) σπάνια είναι η ίδια με την εκτιμώμενη σημαντικότητα (derived importance). Προκειμένου να εξεταστεί η σχέση ανάμεσα στην εκφρασμένη (από τους πελάτες) και την εκτιμώμενη σημαντικότητα δημιουργείται ένα διάγραμμα το οποίο συνδυάζει την εκτιμώμενη σημαντικότητα των κριτηρίων, η οποία υπολογίζεται από τη μέθοδο MUSA, και την εκφρασμένη σημαντικότητα, που δίνεται από τους πελάτες (Σχήμα 5.9). Το διάγραμμα εκφρασμένης και εκτιμώμενης σημαντικότητας περιέχει κανονικοποιημένα αποτελέσματα και καθιστά δυνατή για μια εταιρία την αναγνώριση των χαρακτηριστικών που οι πελάτες της βαθμολογούν ως σημαντικά, ενώ παράλληλα μπορούν να εντοπιστούν οι διαφορές στη σημαντικότητα των κριτηρίων όταν αυτή υπολογίζεται μέσω μιας ποσοτικής τεχνικής ποιοτικής ανάλυσης παλινδρόμησης.



Σχήμα 5.9: Διάγραμμα Διπλής Σημαντικότητας [Lowenstein (1995)]

Στα τεταρτημόρια I και II βρίσκονται οι πραγματικά σημαντικές διαστάσεις, δηλαδή οι διαστάσεις όπου πρέπει να επικεντρωθούν η διοίκηση και η παραγωγή. Στα τεταρτημόρια I και IV βρίσκονται οι σημαντικές διαστάσεις σύμφωνα με τους πελάτες, δηλαδή οι διαστάσεις που πρέπει να επικεντρωθεί το μάρκετινγκ της εταιρίας. Όταν ένα χαρακτηριστικό βρίσκεται στα τεταρτημόρια I ή III υπάρχει συμφωνία ανάμεσα στην εκφρασμένη και την εκτιμώμενη σημαντικότητα. Δηλαδή το

MUSA θεωρεί το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό υψηλής (χαμηλής) σημαντικότητας και οι πελάτες το ίδιο, τεταρτημόριο I (III). Αντίθετα στα τεταρτημόρια II ή IV υπάρχει ασυμφωνία ανάμεσα στην εκφρασμένη και την εκτιμώμενη σημαντικότητα. Δηλαδή η μέθοδος MUSA θεωρεί το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό υψηλής (χαμηλής) σημαντικότητας και οι πελάτες χαμηλής (υψηλής), τεταρτημόριο II (IV). Η ασυμφωνία αποτελεί ένδειξη ότι χρειάζεται περαιτέρω έρευνα και ανάλυση των εν λόγω χαρακτηριστικών.

Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα της κάρτας American Express. Όταν ερωτήθηκαν, οι πελάτες δήλωσαν ως πιο σημαντική υπηρεσία για αυτούς την άμεση αντικατάσταση της κάρτας σε περίπτωση απώλειας ή κλοπής. Όμως στην πραγματικότητα μόνο 2-3% των πελατών είχαν χάσει ποτέ την κάρτα τους, ενώ αυτό το 2-3% ήταν πολύ ικανοποιημένο από τη διαδικασία αντικατάστασης. Παράλληλα ο προσδιορισμός της εκτιμώμενης σημαντικότητας μέσω μοντέλου ικανοποίησης πελατών αποκάλυψε ότι τρία είναι τα χαρακτηριστικά που επηρεάζουν την ικανοποίηση των πελατών: Η ευρεία αποδοχή της κάρτας από εταιρίες και καταστήματα, η σωστή χρέωση και το υψηλό κύρος της κάρτας. Λόγω των παραπάνω αποτελεσμάτων η American Express επικέντρωσε τις βελτιωτικές ενέργειες της διοίκησης στα τρία κυριότερα εκτιμώμενα χαρακτηριστικά ενώ εστίασε το μάρκετινγκ και τη διαφημιστική καμπάνια στο θέμα της άμεσης αντικατάστασης κάρτας.

Το διάγραμμα μπορεί να δώσει επιπλέον πληροφορίες εφόσον ερμηνευτεί σαν ‘Διάγραμμα Διπλής Σημαντικότητας’ (Dual Importance Window) [Lowenstein (1995)]. Μια τέτοια προσέγγιση της συμφωνεί και με την ιεραρχία σημαντικότητας του μοντέλου Kanon που περιλαμβάνει τα τρία βασικά επίπεδα ποιότητας (αναμενόμενη ποιότητα, επιθυμητή ποιότητα και ελκυστική ποιότητα). Έχει την ίδια μορφή με το διάγραμμα εκφρασμένης και εκτιμώμενης σημαντικότητας και τα τεταρτημόρια ερμηνεύονται ως εξής:

- Στα τεταρτημόρια I και III αντιστοιχούν τα χαρακτηριστικά που είναι πραγματικά σημαντικά ή πραγματικά ασήμαντα (μονοδιάστατα χαρακτηριστικά). Η ταυτότητα και σχέση των πραγματικά σημαντικών και ασήμαντων χαρακτηριστικών απόδοσης σύμφωνα με τους πελάτες και το μοντέλο επιβεβαιώνεται, δίνοντας στην εταιρία μια πιο εμπεριστατωμένη κατεύθυνση.

- Στο τεταρτημόριο II αντιστοιχούν τα χαρακτηριστικά που έχουν υψηλή σημαντικότητα σύμφωνα με το μοντέλο αλλά χαμηλή όταν οι πελάτες ερωτηθούν ευθέως για αυτά. Τα χαρακτηριστικά αυτά ονομάζονται και ‘σιωπηλά κίνητρα’ (unspoken motivators) και απεικονίζουν τομείς που η εταιρία πρέπει να δώσει ιδιαίτερη προσοχή αφού μπορεί να επηρεάζουν θετικά ή αρνητικά τη συνολική ικανοποίηση ή τη μελλοντική αγορά προϊόντων και υπηρεσιών, παρόλο που οι πελάτες ευθέως τα θεωρούν μικρής σημαντικότητας.
- Στο τεταρτημόριο IV αντιστοιχούν τα χαρακτηριστικά που έχουν χαμηλή σημαντικότητα σύμφωνα με το μοντέλο αλλά υψηλή όταν οι πελάτες ερωτηθούν ευθέως για αυτά. Αυτά είναι συνήθως αναμενόμενες ή με αντίκτυπο εισαγωγής (cost-of-entry) υπηρεσίες, όπως η εγγύηση συντήρησης ενός προϊόντος. Π.χ. για τους πελάτες ενός εστιατορίου παράδοσης φαγητού κατ’ οίκον (delivery service) είναι ιδιαίτερα σημαντικός ο χρόνος παράδοσης μέσα σε 30 λεπτά. Επειδή όμως όλα τα εστιατόρια εγγυούνται τη γρήγορη παράδοση, είναι τελικά αναμενόμενο χαρακτηριστικό και δεν αποτελεί ένα κίνητρο επιλογής ή μια εγγύηση για την υψηλή ικανοποίηση των πελατών. Μία εταιρία πρέπει να διατηρεί την ποιότητα αυτών των χαρακτηριστικών σε επίπεδα τουλάχιστον ίδια με αυτά των ανταγωνιστών της για να διατηρήσει τους πελάτες της, ή να προσφέρει υπηρεσίες πέρα από τις αναμενόμενες για να αποκτήσει ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα.

5.6 Επέκταση της μεθόδου MUSA

5.6.1 Μεθοδολογικό πλαίσιο επέκτασης MUSA

Το ΓΠ(16) του μοντέλου MUSA και το ΓΠ(19) του μοντέλου WORT δημιουργήθηκαν με την ίδια φιλοσοφία και παρουσιάζουν πολλές ομοιότητες. Η επέκταση της μεθόδου MUSA αφορά στη σύνθεση των παραπάνω δύο γραμμικών προγραμμάτων σε ένα πρόβλημα και στην εισαγωγή με αυτόν τον τρόπο πρόσθετης πληροφορίας σχετικά με τα βάρη των κριτηρίων μέσα στο μοντέλο του MUSA.

Στην παρούσα ανάλυση εξετάζουμε το παρακάτω πρόβλημα π.γ.π.:

$$\left\{ \begin{array}{l}
[\min] \quad F_1 = \sum_{j=1}^M \sigma_j^+ + \sigma_j^- \\
[\min] \quad F_2 = \sum_j \sum_i S_{ij}^+ + S_{ij}^- \\
\text{υπό τους περιορισμούς} \\
\text{όλοι οι περιορισμοί του MUSA ΓΠ(16)} \\
\text{όλοι οι περιορισμοί του WORT ΓΠ(19)}
\end{array} \right. \quad (27)$$

Στο ΓΠ(19) στη θέση της αντικειμενικής συνάρτησης F_2 θα μπορούσαν να εξεταστούν οι εναλλακτικές αντικειμενικές συναρτήσεις F_2'' ή F_2''' , που αντιστοιχούν στα μοντέλα WORT¹ και WORT² αντίστοιχα. Είναι απαραίτητο να σημειώσουμε ότι η έρευνα βέλτιστης λύσης σε ένα πολυκριτήριο σύστημα, δηλαδή λύσης που βελτιστοποιεί ταυτόχρονα όλες τις συναρτήσεις-κριτήρια είναι μάταιη, αφού τα κριτήρια παίζουν συνήθως ανταγωνιστικό ρόλο. Μια βασική έννοια για την αναπαράσταση του ανταγωνισμού μεταξύ πολλαπλών αντικειμενικών συναρτήσεων είναι ο πίνακας πληρωμών ή κερδών (pay-off table). Για την κατασκευή του πίνακα πληρωμών πραγματοποιείται η ελαχιστοποίηση καθεμίας χωριστά αντικειμενικής συνάρτησης και η αντικατάσταση της εκάστοτε βέλτιστης λύσης στην άλλη αντικειμενική συνάρτηση. Τα στοιχεία των δύο βελτιστοποιήσεων μεταφέρονται στον πίνακα, ο οποίος περιέχει σε κάθε γραμμή τη βελτιστοποίηση που πραγματοποιείται και τις τιμές της βέλτιστης λύσης πάνω σε όλες τις αντικειμενικές συναρτήσεις (Πίνακας 5.5).

Πίνακας 5.5: Πίνακας Πληρωμών									
Τύπος Λύσης	g_1	g_2	....	g_i	....	g_n	Αντιστοιχούσα λύση		
$[\max]g_1(x)$	g_1^*	g_{12}	....	g_{1i}	....	g_{1n}	x_1^1	x_2^1	.... x_l^1
....		
$[\max]g_i(x)$	g_{i1}	g_{i2}	....	g_i^*	....	g_{in}	x_1^i	x_2^i	.... x_l^i
....		
$[\max]g_n(x)$	g_{n1}	g_{n2}	....	g_{ni}	....	g_n^*	x_1^n	x_2^n	.... x_l^n

Ο πίνακας πληρωμών παρέχει πολύ χρήσιμα στοιχεία, τόσο για την ποιότητα των λύσεων στις οποίες οδηγούν οι αντικειμενικές συναρτήσεις, όσο και για το ανταγωνιστικό καθεστώς που υπάρχει ανάμεσά τους. Όσον αφορά στο τελευταίο αρκεί κανείς να παρατηρήσει μια-μια τις στήλες του τετραγωνικού πίνακα πληρωμών g_{ij} . Δύο κριτήρια g_j και g_k θεωρούνται ανταγωνιστικά όταν οι διαφορές $(g_{ij} - g_{ik})$ είναι συστηματικά υψηλές για διάφορες τιμές του κριτηρίου i , ενώ θεωρούνται μη ανταγωνιστικά όταν οι διαφορές είναι μικρές.

Η προσέγγιση του ΓΠ(27) ονομάστηκε MUSA II και θα μπορούσε να λυθεί με οποιαδήποτε μέθοδο π.γ.π., δεδομένης της εκτενούς βιβλιογραφίας σχετικής με το συγκεκριμένο θέμα (βλ. για παράδειγμα Hwang et al. (1979), Zeleny (1982), Steuer (1985) και Σίσκος (1998)). Στην παρούσα εργασία εξετάζονται ο συναινετικός προγραμματισμός (MUSA II^(a)), η μέθοδος ολικού κριτηρίου (MUSA II^(b)), καθώς και μια ευρεστική μεθοδολογία (MUSA II^(c)).

5.6.2 Συναινετικός Προγραμματισμός

Ο όρος συναινετικός προγραμματισμός (compromise programming) [Zeleny (1982)] αναφέρεται στην προσπάθεια εντοπισμού μιας συναινετικής λύσης κατά την επίλυση ενός προβλήματος π.γ.π. η οποία να βρίσκεται σε ελάχιστη απόσταση από το ιδεώδες σημείο g^* . Η απόσταση που χρησιμοποιείται συνήθως είναι η:

$$F_P(\mathbf{x}) = \left[\sum_{i=1}^n p_i \left(\frac{g_i^* - g_i(\mathbf{x})}{g_i^*} \right)^P \right]^{\frac{1}{P}} \quad (28)$$

όπου P είναι φυσικός αριθμός που επιλέγεται από τον αναλυτή του προβλήματος και p_1, p_2, \dots, p_n είναι συντελεστές βαρύτητας των κριτηρίων (αντικειμενικών συναρτήσεων βελτιστοποίησης) με άθροισμα τη μονάδα [Σίσκος (1998)].

Στην περίπτωση που εξετάζεται, το αρχικό ΓΠ που μορφοποιείται (για $P = 1$) και επιλύεται σύμφωνα με τις αρχές του συναινετικού προγραμματισμού (MUSA II^(a)) έχει την ακόλουθη μορφή:

$$\left\{ \begin{array}{l} [\min] \quad F = -0.5 \left(\frac{F_1^* - F_1}{F_1^*} \right) - 0.5 \left(\frac{F_2^* - F_2}{F_2^*} \right) \\ \text{υπό τους περιορισμούς} \\ \text{όλοι οι περιορισμοί του MUSA ΓΠ(16)} \\ \text{όλοι οι περιορισμοί του WORT ΓΠ(19)} \end{array} \right. \quad (29)$$

όπου F_1^* και F_2^* προέρχονται από τον πίνακα πληρωμών των δύο αντικειμενικών συναρτήσεων και εκφράζουν την ελάχιστη τιμή της αντικειμενικής συνάρτησης των σφαλμάτων του MUSA και την ελάχιστη τιμή της αντικειμενικής συνάρτησης των σφαλμάτων του μοντέλου WORT, αντίστοιχα. Ο συντελεστής βαρύτητας κάθε στόχου είναι ίσος με 0.5, αφού η υποκειμενική βαρύτητα που δίνεται στα κριτήρια ελαχιστοποίησης είναι η ίδια. Στο MUSA II^(a) στη θέση της αντικειμενικής συνάρτησης F_2 θα μπορούσε να εξεταστεί η εναλλακτική συνάρτηση βελτιστοποίησης F_2'' , που αντιστοιχεί στο μοντέλο WORT¹.

Κατά τη διάρκεια του σταδίου ανάλυσης μεταβελτιστοποίησης, μορφοποιούνται και λύνονται n ΓΠ (ίσα με τον αριθμό των κριτηρίων). Κάθε ΓΠ μεγιστοποιεί το βάρος ενός κριτηρίου και έχει την ακόλουθη μορφή:

$$\left\{ \begin{array}{l} [\max] \quad F' = \sum_{k=1}^{a_i-1} w_{ik} \quad , \text{για} \quad i=1, 2, \dots, n \\ \text{υπό τους περιορισμούς} \\ F \leq F^* + \varepsilon \\ \text{όλοι οι περιορισμοί του MUSA ΓΠ(16)} \\ \text{όλοι οι περιορισμοί του WORT ΓΠ(19)} \end{array} \right. \quad (30)$$

όπου F^* είναι η βέλτιστη τιμή του (MUSA II^(a)) και ε είναι ένα μικρό ποσοστό της F^* . Ο μέσος όρος των βέλτιστων λύσεων που δίνονται από τα n ΓΠ(30) μπορεί να θεωρηθεί ως τελική λύση του προβλήματος.

Ο έλεγχος πιθανής βελτίωσης των αποτελεσμάτων του MUSA και της επέκτασης του MUSA μέσω συναινετικού προγραμματισμού πραγματοποιείται μέσω του δείκτη ευστάθειας ASI .

5.6.3 Μέθοδος Ολικού Κριτηρίου

Ως μέθοδος ολικού κριτηρίου (global criterion method) νοείται κάθε μέθοδος που αποσκοπεί στη σύνθεση των n αντικειμενικών συναρτήσεων σε μια, μετατρέποντας το π.γ.π. σε πρόβλημα βελτιστοποίησης. Η νέα συνάρτηση είναι μια συνάρτηση αξιών:

$$u(\mathbf{x}) = u[g_1(\mathbf{x}), \dots, g_n(\mathbf{x})] \quad (31)$$

Στην περίπτωση που η συνάρτηση αυτή είναι γραμμική, δηλαδή ένας σταθμισμένος μέσος των κριτηρίων g_1, g_2, \dots, g_n θα ισχύει:

$$u(\mathbf{x}) = \sum_{i=1}^n p_i g_i(\mathbf{x}) \quad (32)$$

όπου p_1, p_2, \dots, p_n είναι θετικοί συντελεστές βαρύτητας [Hwang et al. (1979), Σίσκος (1998)].

Στην περίπτωση που εξετάζεται, το αρχικό ΓΠ που μορφοποιείται και επιλύεται σύμφωνα με τις αρχές του ολικού κριτηρίου (MUSA $\Pi^{(b)}$) έχει την ακόλουθη μορφή:

$$\left\{ \begin{array}{l} [\min] \quad F = 0.5 \left(\frac{F_{12} - F_1^*}{F_1^*} \right) F_1 + 0.5 \left(\frac{F_{21} - F_2^*}{F_2^*} \right) F_2 \\ \text{υπό τους περιορισμούς} \\ \text{όλοι οι περιορισμοί του MUSA ΓΠ(16)} \\ \text{όλοι οι περιορισμοί του WORT ΓΠ(19)} \end{array} \right. \quad (33)$$

όπου η τιμή F_{12} εκφράζει την τιμή της αντικειμενικής συνάρτησης του MUSA κατά την ελαχιστοποίηση της αντικειμενικής συνάρτησης των σφαλμάτων του μοντέλου WORT και η F_{21} την τιμή της αντικειμενικής συνάρτησης του μοντέλου WORT κατά την ελαχιστοποίηση της αντικειμενικής συνάρτησης των σφαλμάτων του MUSA. Όλες οι παραπάνω τιμές προέρχονται από τον πίνακα πληρωμών των δύο αντικειμενικών συναρτήσεων.

Ο συντελεστής βαρύτητας κάθε στόχου είναι ίσος με 0.5, αφού η υποκειμενική βαρύτητα που δίνεται στα κριτήρια ελαχιστοποίησης είναι η ίδια, ενώ οι όροι

$$\left(\frac{F_{12} - F_1^*}{F_1^*} \right) \quad \text{και} \quad \left(\frac{F_{21} - F_2^*}{F_2^*} \right)$$

εκφράζουν την ισχύ διαφοροποίησης της λύσης από κάθε αντικειμενική συνάρτηση. Σημειώνεται ότι στο MUSA $\Pi^{(b)}$ στη θέση της

αντικειμενικής συνάρτησης F_2 θα μπορούσε να εξεταστεί η εναλλακτική συνάρτηση βελτιστοποίησης F_2'' , που αντιστοιχεί στο μοντέλο WORT¹.

Όμοια με την προηγούμενη παράγραφο, κατά το στάδιο μεταβελτιστοποίησης μορφοποιούνται και λύνονται n ΓΠ όμοια με το ΓΠ(30), όπου F^* είναι η βέλτιστη τιμή του (MUSA II^(b)). Ο μέσος όρος των βέλτιστων λύσεων που δίνονται από τα ΓΠ(30) μπορεί να θεωρηθεί ως τελική λύση του προβλήματος.

Ο έλεγχος πιθανής βελτίωσης των αποτελεσμάτων του MUSA και της επέκτασης του MUSA μέσω της μεθόδου ολικού κριτηρίου πραγματοποιείται μέσω του δείκτη ευστάθειας ASI .

5.6.4 Ευρεστική προσέγγιση

Η ευρεστική μέθοδος που δημιουργήθηκε ακολουθεί τις αρχές της λεξικογραφικής βελτιστοποίησης. Σε μια λεξικογραφική μέθοδο ιεραρχούνται τα κριτήρια βελτιστοποίησης από το σημαντικότερο μέχρι το υποδεέστερο και πραγματοποιείται σταδιακά η βελτιστοποίηση ένα προς ένα των κριτηρίων υπό όλους τους περιορισμούς [Σίσκος (1998)]. Η ευρεστική μέθοδος (MUSA II^(c)) που αναπτύχθηκε περιλαμβάνει τρία στάδια:

Στάδιο Α: Επιλέγεται η συνάρτηση σφαλμάτων του MUSA, F_1 ως περισσότερο σημαντική, αφού βασικό ζητούμενο είναι να συμφωνεί το μοντέλο όσο το δυνατόν περισσότερο με τις προτιμήσεις απόδοσης των πελατών. Μορφοποιείται και επιλύεται το ακόλουθο ΓΠ:

$$\left\{ \begin{array}{l} [\min] \quad F_1 = \sum_{j=1}^M \sigma_j^+ + \sigma_j^- \\ \text{υπό τους περιορισμούς} \\ \text{όλοι οι περιορισμοί του MUSA ΓΠ(16)} \\ \text{όλοι οι περιορισμοί του WORT ΓΠ(19)} \end{array} \right. \quad (34)$$

Στάδιο Β: Γίνεται προσπάθεια ελαχιστοποίησης των σφαλμάτων του μοντέλου WORT σύμφωνα με το ΓΠ(35):

$$\left\{ \begin{array}{l} [\min] \quad F_2 = \sum_j \sum_i S_{ij}^+ + S_{ij}^- \\ \text{υπό τους περιορισμούς} \\ F_1 \leq F_1^* + \varepsilon_1 \\ \text{όλοι οι περιορισμοί του MUSA ΓΠ(16)} \\ \text{όλοι οι περιορισμοί του WORT ΓΠ(19)} \end{array} \right. \quad (35)$$

όπου F_1^* είναι η βέλτιστη τιμή του ΓΠ(34) και ε_1 είναι ένα μικρό ποσοστό της F_1^* . Σημειώνεται ότι στο ΓΠ(35) στη θέση της αντικειμενικής συνάρτησης F_2 θα μπορούσε να εξεταστεί η εναλλακτική συνάρτηση βελτιστοποίησης F_2'' , που αντιστοιχεί στο μοντέλο WORT¹.

Στάδιο Γ: Πραγματοποίηση ανάλυσης ευστάθειας. Σε αυτό το στάδιο μορφοποιούνται και λύνονται n γραμμικά προγράμματα (ίσα με τον αριθμό των κριτηρίων), κάθε ένα από τα οποία μεγιστοποιεί το βάρος ενός κριτηρίου.

$$\left\{ \begin{array}{l} [\max] \quad F' = \sum_{k=1}^{a_i-1} w_{ik} \quad , \text{για } i = 1, 2, \dots, n \\ \text{υπό τους περιορισμούς} \\ F_1 \leq F_1^* + \varepsilon_1 \\ F_2 \leq F_2^* + \varepsilon_2 \\ \text{όλοι οι περιορισμοί του MUSA ΓΠ(16)} \\ \text{όλοι οι περιορισμοί του WORT ΓΠ(19)} \end{array} \right. \quad (36)$$

όπου ε_1 και ε_2 είναι μικροί και θετικοί αριθμοί, ενώ F_1^* και F_2^* είναι οι βέλτιστες τιμές των ΓΠ(34) και ΓΠ(35), αντίστοιχα.

Ο έλεγχος πιθανής βελτίωσης των αποτελεσμάτων του MUSA και της επέκτασης του MUSA μέσω της ευρεστικής μεθόδου πραγματοποιείται μέσω του δείκτη ευστάθειας *ASI*.

Ο Πίνακας 5.6 που ακολουθεί ανακεφαλαιώνει τις προηγούμενες προτεινόμενες προσεγγίσεις π.γ.π. του MUSA II, παρουσιάζοντας ταυτόχρονα και την υπολογιστική δυσκολία αυτών (μέγεθος και πλήθος γραμμικών προγραμμάτων προς επίλυση).

Πίνακας 5.6: Εναλλακτικές προσεγγίσεις π.γ.π. της επέκτασης MUSA

Όνομα	Αντικειμενική συνάρτηση προς ελαχιστοποίηση	Αριθμός περιορισμών	Αριθμός μεταβλητών
Συναινετικός Προγραμματισμός (MUSA II ^(a))	$F = -0.5 \left(\frac{F_1^* - F_1}{F_1^*} \right) - 0.5 \left(\frac{F_2^* - F_2}{F_2^*} \right)$	$M + 2 + (q - 1) + m_1 + 2 \sum_{l=2}^{q-1} m_l + m_q$	$2M + (a - 1) + \sum_{i=1}^n (a_i - 1) + (q - 1) + m_1 + 2 \sum_{l=2}^{q-1} m_l + m_q$
Μέθοδος Ολικού Κριτηρίου (MUSA II ^(b))	$F = 0.5 \left(\frac{F_{12} - F_1^*}{F_1^*} \right) F_1 + 0.5 \left(\frac{F_{21} - F_2^*}{F_2^*} \right) F_2$	$M + 2 + (q - 1) + m_1 + 2 \sum_{l=2}^{q-1} m_l + m_q$	$2M + (a - 1) + \sum_{i=1}^n (a_i - 1) + (q - 1) + m_1 + 2 \sum_{l=2}^{q-1} m_l + m_q$
Ευρεστική Προσέγγιση (MUSA II ^(c))	<p>Βήμα Α: $F_1 = \sum_{j=1}^M \sigma_j^+ + \sigma_j^-$</p> <p>Βήμα Β: $F_2 = \sum_j \sum_i S_{ij}^+ + S_{ij}^-$</p>	$M + 2 + (q - 1) + m_1 + 2 \sum_{l=2}^{q-1} m_l + m_q$	$2M + (a - 1) + \sum_{i=1}^n (a_i - 1) + (q - 1) + m_1 + 2 \sum_{l=2}^{q-1} m_l + m_q$
<p>q = αριθμός κλάσεων σημαντικότητας</p> <p>m_k = αριθμός των εκτιμήσεων των πελατών που ανήκουν στην κλάση C_k</p>			

Κεφάλαιο 6^ο: Εφαρμογές προτεινόμενης μεθοδολογίας

6.1 Εισαγωγή

Προκειμένου να εξεταστεί η ισχύς του προτεινόμενου μοντέλου εκτίμησης βαρών WORT και να γίνει κατανοητή η εφαρμογή του καθώς και η εφαρμογή της επέκτασης της μεθοδολογίας MUSA (MUSA II), παρουσιάζονται τα αποτελέσματα δύο πραγματικών ερευνών ικανοποίησης πελατών, σε έναν εκπαιδευτικό οργανισμό και σε μια εταιρία γραφικών τεχνών. Στις δύο εφαρμογές εξετάζονται επίσης δύο εναλλακτικοί τύποι έκφρασης των δεδομένων των κρίσεων σημαντικότητας των πελατών, και αναλύεται η επίδρασή τους στην αξιοπιστία των παρεχόμενων αποτελεσμάτων.

Για την επεξεργασία και την αξιολόγηση των απαντήσεων των πελατών του εκπαιδευτικού οργανισμού και της εταιρίας γραφικών τεχνών δημιουργήθηκαν τα γραμμικά προγράμματα που παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο 5 και πραγματοποιήθηκαν οι ακόλουθες αναλύσεις:

- **Εκτίμηση των βαρών με χρήση της ποιοτικής ανάλυσης παλινδρόμησης:** Έχει ως σκοπό τη συγκριτική ανάλυση ανάμεσα στην εκτιμώμενη σημαντικότητα (derived importance) των κριτηρίων μέσω του MUSA και την εκφρασμένη σημαντικότητα (stated importance), δηλαδή τη σημαντικότητα που αποδίδουν οι πελάτες μόνοι τους σε κάθε κριτήριο (βλ. παράγραφο 5.5).
- **Επέκταση της μεθόδου MUSA:** Έχει ως σκοπό να εξετάσει αν η εισαγωγή πρόσθετης πληροφορίας για τα βάρη είναι σε θέση να βελτιώσει τα αποτελέσματα του MUSA. Στα πλαίσια επέκτασης της μεθοδολογίας MUSA εξετάστηκαν διάφορες προσεγγίσεις του π.γ.π., όπως ο συναινετικός προγραμματισμός (MUSA II^(a)), η μέθοδος ολικού κριτηρίου (MUSA II^(b)), καθώς και μία ευρεστική μεθοδολογία (MUSA II^(c)), οι οποίες δίνουν τη δυνατότητα να εξεταστεί αν οι πρόσθετες πληροφορίες για τα βάρη των κριτηρίων μπορούν να βελτιώσουν την ευστάθεια των αποτελεσμάτων

βασισμένων στις κρίσεις απόδοσης των πελατών. Ο έλεγχος πιθανής βελτίωσης γίνεται ως προς το μέσο δείκτη ευστάθειας *ASI* (βλ. παράγραφο 5.3.3).

6.2 Εφαρμογή σε έναν εκπαιδευτικό οργανισμό

6.2.1 Ταυτότητα της έρευνας στον εκπαιδευτικό οργανισμό

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε έναν εκπαιδευτικό οργανισμό στα Χανιά Κρήτης κατά το μήνα Μάιο του έτους 2001, στο τέλος της εκπαιδευτικής περιόδου, ώστε οι μαθητές να έχουν συνολική άποψη από τη συνεργασία τους με τον εκπαιδευτικό οργανισμό. Προσδιορίστηκαν 5 κριτήρια ικανοποίησης: 'Παρεχόμενες Υπηρεσίες', 'Εκπαιδευτική Διαδικασία', 'Διοικητική & Τεχνική Υποστήριξη', 'Πρόσθετες Υπηρεσίες' και 'Εικόνα'. Η συλλογή των δεδομένων έγινε στο χώρο του εκπαιδευτικού οργανισμού, μετά το τέλος των μαθημάτων, μέσω ενός απλού ανώνυμου ερωτηματολογίου.

Προκειμένου να γίνει χρήση της μεθόδου μέτρησης ικανοποίησης MUSA, τα ερωτηματολόγια έπρεπε να είναι δομημένα με κλειστές ερωτήσεις για να υπάρχει ευκολία στην επεξεργασία των δεδομένων. Η μέθοδος MUSA χρησιμοποιεί ποιοτικές κλίμακες ικανοποίησης, όπου τα επίπεδα ικανοποίησης περιγράφονται λεκτικά. Στα ερωτηματολόγια των μαθητών χρησιμοποιήθηκε μια άρτια 4-βάθμια λεκτική και ενιαία σε όλο το ερωτηματολόγιο κλίμακα. Τα τέσσερα επίπεδα της κλίμακας ικανοποίησης θεωρήθηκαν αρκετά, αφού τοποθετώντας πολλά επίπεδα ο μαθητής μπορεί να συναντούσε δυσκολία στην ερμηνεία και τη διάκριση των επιπέδων της κλίμακας.

Προκειμένου να μοντελοποιηθούν οι προτιμήσεις των μαθητών σχετικά με τη σημαντικότητα των κριτηρίων, το ερωτηματολόγιο συμπεριλάμβανε ερωτήσεις απόδοσης σημαντικότητας (βλ. κεφάλαιο 5, Σχήμα 5.3α), σύμφωνα με τις οποίες οι μαθητές καλούνταν να αποδώσουν μια κατηγορία σημαντικότητας σε κάθε ένα από τα 5 κριτήρια.

Τα τελικά δεδομένα περιλάμβαναν 96 ερωτηματολόγια, τα οποία αποτελούσαν το 68.5% των μαθητών τη συγκεκριμένη εκπαιδευτική περίοδο.

6.2.2 Αποτελέσματα μοντέλου εκτίμησης βαρών WORT για τον εκπαιδευτικό οργανισμό

Μέσω των ερωτήσεων απόδοσης σημαντικότητας καθορίστηκαν τρεις κλάσεις σημαντικότητας, C_1 (πολύ σημαντικό κριτήριο), C_2 (σημαντικό κριτήριο) και C_3 (λιγότερο σημαντικό κριτήριο) και δύο κατώφλια προτίμησης, T_1 και T_2 .

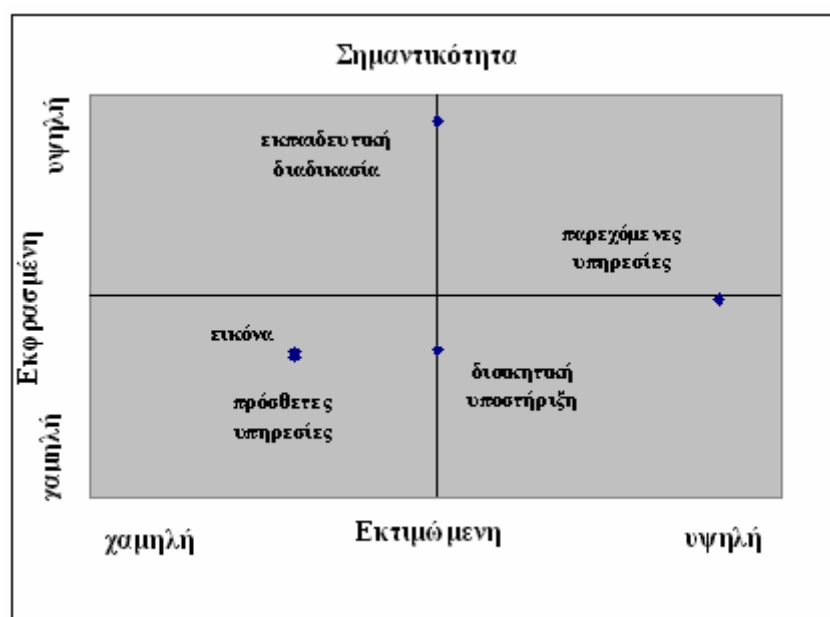
Αφού επιλύθηκε το μοντέλο WORT (ΓΠ19), που περιγράφηκε στην παράγραφο 5.4, στην ανάλυση μεταβελτιστοποίησης μορφοποιήθηκαν και επιλύθηκαν 5 γραμμικά προβλήματα, ίσα με τον αριθμό κριτηρίων ικανοποίησης, τα οποία μεγιστοποιούν το βάρος b_i κάθε κριτηρίου. Εξετάστηκαν διάφορες τιμές του λ για τους περιορισμούς $T_2 \geq \lambda$ και $T_1 - T_2 \geq \lambda$. Μετά από πολλές δόκιμες και σύμφωνα με την ανάλυση ευστάθειας στη φάση μεταβελτιστοποίησης επιλέχθηκε η τιμή $\lambda = 0.15$. Στον Πίνακα 6.1 που ακολουθεί παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της εκφρασμένης σημαντικότητας μέσω του μοντέλου WORT με χρήση της συνάρτησης σφαλμάτων F_2 , καθώς και τα αποτελέσματα της εκτιμώμενης σημαντικότητας των κριτηρίων μέσω του μοντέλου MUSA.

Αξίζει να σημειωθεί σε αυτό σημείο, ότι εξετάστηκε και η χρήση της δεύτερης εναλλακτικής συνάρτησης σφαλμάτων F_2'' (μοντέλο WORT¹), δεν παρατηρήθηκε όμως καμία σημαντική διαφοροποίηση στα αποτελέσματα ανάμεσα στις δύο προσεγγίσεις. Τα αναλυτικά αποτελέσματα της φάσης μεταβελτιστοποίησης και η διακύμανση των βαρών των κριτηρίων για τις διάφορες τιμές του λ , τις τρεις διαφορετικές εναλλακτικές συναρτήσεις σφαλμάτων F_2 , F_2'' και F_2''' , (μοντέλα WORT, WORT¹ και WORT²) και τις εναλλακτικές προσεγγίσεις μεταβελτιστοποίησης (μοντέλα WORT, WORT I, WORT II, WORT III και WORT IV) παρουσιάζονται στο Παράρτημα Α.

Από τον Πίνακα 6.1, παρατηρούμε ότι σχεδόν όλα τα βάρη των κριτηρίων σύμφωνα με το μοντέλο WORT κυμαίνονται στα ίδια επίπεδα μέσης σημαντικότητας, με εξαίρεση το κριτήριο της 'Εκπαιδευτικής Διαδικασίας' που φαίνεται να έχει μεγαλύτερη σημαντικότητα. Κατά συνέπεια από αυτήν την ανάλυση προκύπτει ότι σύμφωνα με τις προτιμήσεις σημαντικότητας των πελατών σχεδόν όλα τα κριτήρια πλην της 'Εκπαιδευτικής Διαδικασίας' είναι εξίσου σημαντικά, σε αντίθεση με τα

αποτελέσματα του MUSA που εμφανίζουν τα τρία πρώτα κριτήρια μεγαλύτερης σημαντικότητας από τα δύο τελευταία. Αυτό εξηγείται λόγω της γενικότερης τάσης των πελατών να βαθμολογούν όλα τα κριτήρια ως πολύ σημαντικά. Στο Σχήμα 6.1 αναπαριστάται γραφικά η εκφρασμένη σημαντικότητα σε σχέση με την εκτιμώμενη σημαντικότητα.

Πίνακας 6.1: Εκφρασμένη και εκτιμώμενη σημαντικότητα για τον εκπαιδευτικό οργανισμό (χρήση μοντέλου WORT)		
Κριτήρια	Εκφρασμένη Σημαντικότητα	Εκτιμώμενη Σημαντικότητα
Παρεχόμενες Υπηρεσίες	19.86	34.00
Εκπαιδευτική Διαδικασία	25.07	20.00
Διοικητική & Τεχνική Υποστήριξη	18.44	20.00
Πρόσθετες Υπηρεσίες	18.28	13.00
Εικόνα Οργανισμού	18.35	13.00



Σχήμα 6.1: Διάγραμμα Διπλής Σημαντικότητας για τον εκπαιδευτικό οργανισμό

Σύμφωνα με το Σχήμα 6.1, υπάρχει συμφωνία στην περίπτωση των κριτηρίων 'Πρόσθετες Υπηρεσίες' και 'Εικόνα', ανάμεσα στην εκτιμώμενη και η εκφρασμένη σημαντικότητα αφού και οι δύο είναι χαμηλές. Τα κριτήρια 'Παρεχόμενες

Υπηρεσίες’, ‘Εκπαιδευτική Διαδικασία’ και ‘Διοικητική Υποστήριξη’ χρίζουν περαιτέρω ανάλυσης, αφού βρίσκονται ανάμεσα στα τεταρτημόρια I-II, IV-I και III-II, αντίστοιχα (βλ. παράγραφος 5.5). Για το κριτήριο ‘Παρεχόμενες Υπηρεσίες’ οι πελάτες δηλώνουν ότι είναι μέσης σημαντικότητας, ενώ στην πραγματικότητα είναι κριτήριο υψηλής σημαντικότητας όπως εκτίμησε το μοντέλο MUSA. Για τα κριτήρια ‘Εκπαιδευτική Διαδικασία’ και ‘Διοικητική Υποστήριξη’ το μοντέλο MUSA εκτιμά ότι είναι μέσης σημαντικότητας, ενώ οι πελάτες θεωρούν ότι είναι υψηλής και χαμηλής σημαντικότητας, αντίστοιχα.

Οι πραγματικά σημαντικές διαστάσεις, σύμφωνα με το μοντέλο MUSA, είναι οι ‘Παρεχόμενες Υπηρεσίες’ και σε μεγάλο βαθμό η ‘Εκπαιδευτική Διαδικασία’ και η ‘Διοικητική Υποστήριξη’. Σε αυτές μπορεί να εστιάσει τις διοικητικές προσπάθειες ο εκπαιδευτικός οργανισμός προκειμένου να διατηρήσει ή και να βελτιώσει την απόδοσή του και την ικανοποίηση των πελατών. Παράλληλα μπορεί να εστιάσει το μάρκετινγκ στις διαστάσεις ‘Παρεχόμενες Υπηρεσίες’ και ‘Εκπαιδευτική Διαδικασία’, αφού είναι τα δύο σημαντικότερα κριτήρια σύμφωνα με την εκφρασμένη γνώμη των πελατών.

Ερμηνεύοντας το Σχήμα 6.1 ως ‘Διάγραμμα Διπλής Σημαντικότητας’ (βλ. παράγραφο 6.5) μπορούμε να πάρουμε κάποιες επιπλέον πληροφορίες. Τα κριτήρια ‘Πρόσθετες Υπηρεσίες’ και ‘Εικόνα Ομίλου’, που βρίσκονται στο III τεταρτημόριο, είναι μονοδιάστατα χαρακτηριστικά και απεικονίζουν τις βασικές επιθυμίες και ανάγκες των πελατών. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι εφόσον αυξηθεί η απόδοση του εκπαιδευτικού οργανισμού σε αυτά τα κριτήρια θα αυξηθεί αναλογικά και η ικανοποίηση των πελατών. Το κριτήριο ‘Παρεχόμενες Υπηρεσίες’ βρίσκεται ανάμεσα στο τεταρτημόριο II, που περιλαμβάνει τα ελκυστικά χαρακτηριστικά, και στο τεταρτημόριο I, που περιλαμβάνει μονοδιάστατα (πραγματικά σημαντικά) χαρακτηριστικά. Είναι πολύ πιθανό μια υψηλή απόδοση στο συγκεκριμένο κριτήριο να οδηγήσει σε υψηλή ικανοποίηση, ενώ η χαμηλή απόδοση δεν οδηγεί απαραίτητα σε χαμηλή ικανοποίηση των πελατών. Το κριτήριο ‘Εκπαιδευτική Διαδικασία’ βρίσκεται ανάμεσα στο τεταρτημόριο IV, που περιλαμβάνει τα αναμενόμενα χαρακτηριστικά, και στο τεταρτημόριο I, που περιλαμβάνει μονοδιάστατα (πραγματικά σημαντικά) χαρακτηριστικά. Η ‘Εκπαιδευτική Διαδικασία’ θεωρείται δεδομένη και δεν αποτελεί ειδοποιό διαφορά ανάμεσα στον εκπαιδευτικό οργανισμό και τους ανταγωνιστές του. Ο εκπαιδευτικός οργανισμός πρέπει να διατηρήσει την

ποιότητα αυτού του χαρακτηριστικού σε επίπεδα τουλάχιστον ίδια με αυτά των ανταγωνιστών του. Υπάρχει μεγάλη πιθανότητα υψηλή απόδοση στο συγκεκριμένο κριτήριο να μην οδηγήσει απαραίτητα σε υψηλή ικανοποίηση των πελατών, ενώ η χαμηλή απόδοση μπορεί να οδηγήσει σε υψηλή δυσαρέσκεια.

Τέλος, το κριτήριο 'Διοικητική Υποστήριξη' βρίσκεται ανάμεσα στο τεταρτημόριο II, που περιλαμβάνει τα ελκυστικά χαρακτηριστικά, και στο τεταρτημόριο III, που περιλαμβάνει μονοδιάστατα (πραγματικά ασήμαντα) χαρακτηριστικά. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι είναι πολύ πιθανό μια υψηλή απόδοση στο συγκεκριμένο κριτήριο να οδηγήσει σε υψηλή ικανοποίηση, ενώ η χαμηλή απόδοση δεν οδηγεί απαραίτητα σε χαμηλή ικανοποίηση των πελατών.

6.2.3 Αποτελέσματα επέκτασης MUSA για τον εκπαιδευτικό οργανισμό

Τα αποτελέσματα του προβλήματος π.γ.π. που περιγράφεται στην παράγραφο 5.6.1 με τη χρήση της συνάρτησης σφαλμάτων F_2 του μοντέλου WORT παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.2. Είναι προφανές ότι οι δύο αντικειμενικές συναρτήσεις είναι ανταγωνιστικές, δεδομένου ότι η ελαχιστοποίηση κάθε συνάρτησης προκαλεί αύξηση της άλλης.

<i>Πίνακας 6.2: Πίνακας πληρωμών για τον εκπαιδευτικό οργανισμό (χρήση μοντέλου WORT)</i>		
	F_1	F_2
$[\min]F_1$	664.00	4437.39
$[\min]F_2$	4345.97	3451.00

Μετά από δοκιμές για τις διαφορετικές τιμές του λ , τα καλύτερα αποτελέσματα έδωσε η τιμή $\lambda=0.15$. Τα αποτελέσματα του συναινετικού προγραμματισμού (MUSA II^(a)), της μεθόδου ολικού κριτηρίου (MUSA II^(b)) και της ευρεστικής μεθόδου (MUSA II^(c)) σχετικά με τα βάρη των κριτηρίων παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.3 (χρησιμοποιήθηκε η συνάρτηση σφαλμάτων F_2 του μοντέλου WORT).

Τα αναλυτικά αποτελέσματα του MUSA II για τις διάφορες τιμές του λ και δύο διαφορετικές εναλλακτικές συναρτήσεις σφαλμάτων του μοντέλου εκτίμησης βαρών, F_2 και F_2'' (μοντέλα WORT και WORT¹) παρουσιάζονται στο Παράρτημα Β.

Πίνακας 6.3: Συγκριτικά αποτελέσματα π.γ.π. για τον εκπαιδευτικό οργανισμό(χρήση μοντέλου WORT)

	Ευρεστική Μέθοδος (MUSA II ^(c))	Συναινετικός Προγραμματισμός (MUSA II ^(a))	Ολικό Κριτήριο (MUSA II ^(b))	MUSA
Παρεχόμενες Υπηρεσίες	24.18	24.87	21.27	34.00
Εκπαιδευτική Διαδικασία	24.10	29.89	23.31	20.00
Διοικητική & Τεχνική Υποστήριξη	21.44	15.12	20.52	20.00
Πρόσθετες Υπηρεσίες	15.14	15.05	17.41	13.00
Εικόνα Οργανισμού	15.14	15.06	17.50	13.00
<i>ASI</i>	87.16%	99.53%	70.60%	72.55%

Από τον Πίνακα 6.3 παρατηρείται ότι τόσο η μέθοδος MUSA, όσο και οι τρεις προσεγγίσεις του π.γ.π. δίνουν ως σημαντικότερα τα κριτήρια 'Παρεχόμενες Υπηρεσίες', 'Εκπαιδευτική Διαδικασία' και 'Διοικητική & Τεχνική Υποστήριξη'. Διαφορές παρουσιάζονται μόνο ως προς την κατάταξή τους. Ενώ με τη μέθοδο MUSA το κριτήριο 'Παρεχόμενες Υπηρεσίες' κρίνεται ως το σημαντικότερο κριτήριο και ως δεύτερο σημαντικότερο κρίνεται η 'Εκπαιδευτική Διαδικασία', το αντίστροφο ισχύει για την περίπτωση του συναινετικού προγραμματισμού και της μεθόδου ολικού κριτηρίου.

Παρατηρώντας το δείκτη ευστάθειας *ASI* βλέπουμε ότι η ευστάθεια των αποτελεσμάτων με χρήση της πρόσθετης πληροφορίας αυξήθηκε (ευρεστική μέθοδος, συναινετικός προγραμματισμός) ή έμεινε στα ίδια επίπεδα (μέθοδος ολικού κριτηρίου).

Πρέπει να σημειωθεί σε αυτό σημείο, ότι κατά την εφαρμογή των μεθόδων π.γ.π. εξετάστηκε και η χρήση της δεύτερης εναλλακτικής συνάρτησης σφαλμάτων F_2'' του μοντέλου WORT¹, δεν παρατηρήθηκε όμως καμία σημαντική διαφοροποίηση στα αποτελέσματα, εκτός από την περίπτωση του ολικού κριτηρίου όπου υπήρξε μια σχετική πτώση του δείκτη ευστάθειας *ASI*. Τα αποτελέσματα από τη χρήση της εναλλακτικής συνάρτησης σφαλμάτων F_2'' του μοντέλου WORT¹ παρουσιάζονται στους Πίνακες 6.4 και 6.5 που ακολουθούν.

Πίνακας 6.4: Πίνακας πληρωμών για τον εκπαιδευτικό οργανισμό (χρήση μοντέλου WORT¹)		
	F_1	F_2''
[min] F_1	664.00	13.08
[min] F_2''	4346.00	10.72

Πίνακας 6.5: Συγκριτικά αποτελέσματα π.γ.π. για τον εκπαιδευτικό οργανισμό(χρήση μοντέλου WORT¹)				
	Ευρεστική Μέθοδος (MUSA II ^(c))	Συναινετικός Προγραμματισμός (MUSA II ^(a))	Ολικό Κριτήριο (MUSA II ^(b))	MUSA
Παρεχόμενες Υπηρεσίες	23.31	24.97	20.00	34.00
Εκπαιδευτική Διαδικασία	29.72	29.99	20.00	20.00
Διοικητική & Τεχνική Υποστήριξη	16.72	15.02	20.00	20.00
Πρόσθετες Υπηρεσίες	15.74	15.02	20.00	13.00
Εικόνα Οργανισμού	19.91	14.99	20.00	13.00
<i>ASI</i>	92.85%	99.91%	60.00%	72.55%

Γενικά, η μέθοδος MUSA και οι προσεγγίσεις της επέκτασης MUSA δίνουν παρόμοια αποτελέσματα. Εντούτοις, η αύξηση του δείκτη *ASI* αποτελεί ένδειξη ότι σε ορισμένες περιπτώσεις η πρόσθεση επιπλέον πληροφορίας μπορεί να βελτιώσει τα αποτελέσματα της μεθόδου MUSA.

6.3 Εφαρμογή σε μια εταιρία γραφικών τεχνών

6.3.1 Ταυτότητα έρευνας στην εταιρία γραφικών τεχνών

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε μια εταιρία γραφικών τεχνών με έδρα το Ρέθυμνο Κρήτης κατά το μήνα Μάιο του έτους 2003. Από την προκαταρκτική έρευνα προσδιορίστηκαν και εξετάστηκαν 4 κριτήρια ικανοποίησης: ‘Ποιότητα’, ‘Τιμές’, ‘Εξυπηρέτηση’ και ‘Προσωπικό’. Η συλλογή των δεδομένων έγινε μέσω ενός απλού ανώνυμου ερωτηματολογίου το οποίο απαντήθηκε από τα αρμόδια άτομα κάθε εταιρίας-πελάτη (διευθυντές, ανώτατα διοικητικά στελέχη, κ.τ.λ.).

Προκειμένου να γίνει χρήση της μεθόδου μέτρησης ικανοποίησης MUSA, τα ερωτηματολόγια έπρεπε να είναι δομημένα με κλειστές ερωτήσεις για να υπάρχει ευκολία στην επεξεργασία των δεδομένων. Στα ερωτηματολόγια χρησιμοποιήθηκε μια περική 5-βάθμια λεκτική και ενιαία σε όλο το ερωτηματολόγιο κλίμακα.

Προκειμένου να μοντελοποιηθούν οι προτιμήσεις των πελατών σχετικά με τη σημαντικότητα των κριτηρίων, το ερωτηματολόγιο συμπεριλάμβανε μια ερώτηση κατάταξης κριτηρίων (βλ. κεφάλαιο 5, Σχήμα 5.3β), σύμφωνα με την οποία οι πελάτες καλούνταν να κατατάξουν τα τέσσερα κριτήρια σύμφωνα με τη σημαντικότητά τους. Τα τελικά δεδομένα περιλάμβαναν 80 ερωτηματολόγια.

6.3.2 Αποτελέσματα μοντέλου εκτίμησης βαρών για την εταιρία γραφικών τεχνών

Σύμφωνα με την ερώτηση κατάταξης κριτηρίων καθορίστηκαν τέσσερις κλάσεις σημαντικότητας C_1 , C_2 , C_3 , C_4 και τρία κατώφλια προτίμησης, T_1 , T_2 και T_3 .

Αφού επιλύθηκε το μοντέλο WORT (ΓΠ19), στην ανάλυση μεταβελτιστοποίησης μορφοποιήθηκαν και επιλύθηκαν 4 γραμμικά προβλήματα, ίσα με τον αριθμό κριτηρίων ικανοποίησης, τα οποία μεγιστοποιούν το βάρος b_i κάθε κριτηρίου. Εξετάστηκαν διάφορες τιμές του λ για τους περιορισμούς $T_3 \geq \lambda$, $T_2 - T_3 \geq \lambda$ και $T_1 - T_2 \geq \lambda$. Μετά από πολλές δόκιμες και σύμφωνα με την ανάλυση ευστάθειας στη φάση μεταβελτιστοποίησης επιλέχθηκε η τιμή $\lambda=0.1$. Στον Πίνακα 6.6 που ακολουθεί παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της εκφρασμένης σημαντικότητας μέσω του μοντέλου WORT (συνάρτηση σφαλμάτων F_2), καθώς και τα αποτελέσματα της εκτιμώμενης σημαντικότητας των κριτηρίων μέσω του μοντέλου MUSA.

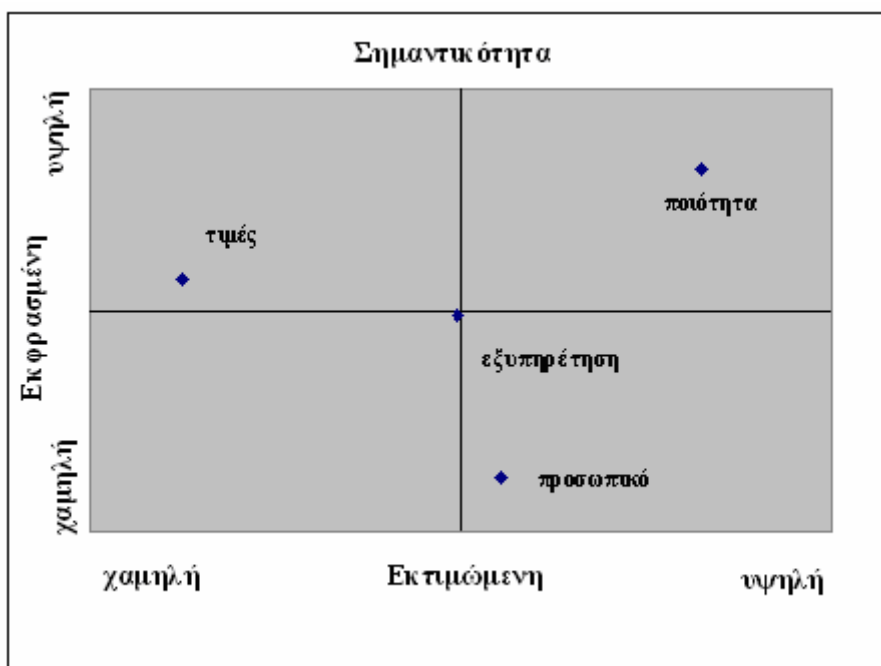
Πρέπει να σημειωθεί σε αυτό σημείο, ότι εξετάστηκε και η χρήση της δεύτερης εναλλακτικής συνάρτησης σφαλμάτων F_2'' του μοντέλου WORT¹, δεν παρατηρήθηκε όμως καμία σημαντική διαφοροποίηση στα αποτελέσματα ανάμεσα στις δύο προσεγγίσεις. Τα αναλυτικά αποτελέσματα της φάσης μεταβελτιστοποίησης και η διακύμανση των βαρών των κριτηρίων για τις διάφορες τιμές του λ , τις τρεις διαφορετικές εναλλακτικές συναρτήσεις σφαλμάτων F_2 , F_2'' και F_2''' , (μοντέλα WORT, WORT¹ και WORT²) και τις εναλλακτικές προσεγγίσεις μεταβελτιστοποίησης (μοντέλα WORT, WORT I, WORT II, WORT III και WORT IV) παρουσιάζονται στο Παράρτημα Α.

Πίνακας 6.6: Εκφρασμένη και εκτιμώμενη σημαντικότητα για την εταιρία γραφικών τεχνών (χρήση μοντέλου WORT)

Κριτήρια	Εκφρασμένη Σημαντικότητα	Εκτιμώμενη Σημαντικότητα
Ποιότητα	34.67	30.38
Τιμές	27.12	18.63
Εξυπηρέτηση	24.68	25.00
Προσωπικό	13.54	26.00

Από τον Πίνακα 6.6, παρατηρούμε ότι σύμφωνα με το μοντέλο εκτίμησης βαρών WORT το κριτήριο 'Ποιότητα' είναι υψηλής σημαντικότητας τα κριτήρια 'Τιμές' και 'Εξυπηρέτηση' είναι μέσης σημαντικότητας, ενώ το κριτήριο 'Προσωπικό' φαίνεται

να έχει μικρότερη σημαντικότητα. Από την άλλη το μοντέλο MUSA εμφανίζει το κριτήριο ‘Προσωπικό’ ως μέσης σημαντικότητας και το κριτήριο ‘Τιμές’ ως μικρότερης. Και πάλι, η εκφρασμένη από τους πελάτες σημαντικότητα (stated importance) διαφέρει από την εκτιμώμενη σημαντικότητα (derived importance). Στο Σχήμα 6.2 γίνεται η γραφική αναπαράσταση της εκφρασμένης σημαντικότητας σε σχέση με την εκτιμώμενη σημαντικότητα (βλ. παράγραφο 5.5).



Σχήμα 6.2: Διάγραμμα Διπλής Σημαντικότητας για την εταιρία γραφικών τεχνών

Σύμφωνα με το Σχήμα 6.2, υπάρχει συμφωνία στην περίπτωση του κριτηρίου ‘Ποιότητα’, εφόσον φαίνεται να έχει υψηλή εκτιμώμενη και εκφρασμένη σημαντικότητα. Από την άλλη, φαίνεται να υπάρχει ασυμφωνία ανάμεσα στην εκφρασμένη και εκτιμώμενη σημαντικότητα για τα κριτήρια ‘Τιμές’ και ‘Προσωπικό’. Το κριτήριο ‘Τιμές’ θεωρείται υψηλής σημαντικότητας όταν οι πελάτες ερωτώνται ελεύθερα και χαμηλής σημαντικότητας από το μοντέλο MUSA, ενώ το αντίθετο ισχύει για το κριτήριο Προσωπικό’. Το κριτήριο ‘Εξυπηρέτηση’ χρίζει περαιτέρω ανάλυσης αφού βρίσκεται στο σημείο τομής των δύο αξόνων και θα μπορούσε να ανήκει σε οποιοδήποτε από τα τέσσερα τεταρτημόρια.

Η εταιρία γραφικών τεχνών μπορεί να εστιάσει τις διοικητικές προσπάθειες στις διαστάσεις ‘Ποιότητα’ και ‘Προσωπικό’ προκειμένου να διατηρήσει ή και να

βελτιώσει την απόδοσή του και την ικανοποίηση των πελατών, αφού αυτές είναι οι πραγματικά σημαντικές διαστάσεις σύμφωνα με το μοντέλο MUSA. Επιπλέον, μπορεί να εστιάσει το μάρκετινγκ στις διαστάσεις 'Ποιότητα' και 'Τιμές', αφού είναι τα δύο σημαντικότερα κριτήρια σύμφωνα με την εκφρασμένη γνώμη των πελατών.

Ερμηνεύοντας το Σχήμα 6.2 σαν 'Διάγραμμα Διπλής Σημαντικότητας' μπορούμε να πάρουμε κάποιες επιπλέον πληροφορίες. Το κριτήριο 'Ποιότητα', που βρίσκεται στο I τεταρτημόριο, είναι μονοδιάστατο (πραγματικά σημαντικό) χαρακτηριστικό και απεικονίζει τις βασικές επιθυμίες και ανάγκες των πελατών. Αυτό σημαίνει ότι αύξηση στην απόδοση αυτού του κριτηρίου μπορεί να οδηγήσει σε ανάλογη αύξηση της ικανοποίησης των πελατών. Το κριτήριο 'Προσωπικό' βρίσκεται στο τεταρτημόριο II που περιλαμβάνει τα ελκυστικά χαρακτηριστικά. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι μια υψηλή απόδοση στο συγκεκριμένο κριτήριο μπορεί να οδηγήσει σε υψηλή ικανοποίηση, ενώ η χαμηλή απόδοση δεν οδηγεί απαραίτητα σε δυσaréσκεια των πελατών.

Τέλος, το κριτήριο 'Τιμές' βρίσκεται στο τεταρτημόριο IV που περιλαμβάνει τα αναμενόμενα χαρακτηριστικά. Η απόδοση της εταιρίας γραφικών τεχνών στο συγκεκριμένο κριτήριο θεωρείται δεδομένη και δεν αποτελεί ειδοποιό διαφορά ανάμεσα στην εταιρία και τους ανταγωνιστές της. Η εταιρία γραφικών τεχνών πρέπει να διατηρήσει την ποιότητα αυτού του χαρακτηριστικού σε επίπεδα τουλάχιστον ίδια με αυτά των ανταγωνιστών της. Υπάρχει μεγάλη πιθανότητα υψηλή απόδοση στο συγκεκριμένο κριτήριο να μην οδηγήσει απαραίτητα σε υψηλή ικανοποίηση των πελατών, ενώ η χαμηλή απόδοση μπορεί να οδηγήσει σε υψηλή δυσaréσκεια.

6.3.3 Αποτελέσματα επέκτασης MUSA για την εταιρία γραφικών τεχνών

Τα αποτελέσματα του προβλήματος π.γ.π. που περιγράφεται στην παράγραφο 5.6.1 με τη χρήση της συνάρτησης σφαλμάτων F_2 του μοντέλου εκτίμησης βαρών WORT παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.7. Είναι προφανές ότι οι δύο αντικειμενικές συναρτήσεις είναι ιδιαίτερα ανταγωνιστικές, δεδομένου ότι η ελαχιστοποίηση κάθε συνάρτησης προκαλεί υψηλή αύξηση της άλλης.

Μετά από δοκιμές για τις διαφορετικές τιμές του λ , τα καλύτερα αποτελέσματα έδωσε η τιμή $\lambda=0.1$. Τα αποτελέσματα του συναινετικού προγραμματισμού, της μεθόδου ολικού κριτηρίου και της ευρεστικής μεθόδου σχετικά με τα βάρη των κριτηρίων με τη χρήση της συνάρτησης σφαλμάτων F_2 του μοντέλου WORT παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.8. Τα αναλυτικά αποτελέσματα της επέκτασης της μεθοδολογίας MUSA για τις διάφορες τιμές του λ και δύο διαφορετικές εναλλακτικές συναρτήσεις σφαλμάτων του μοντέλου εκτίμησης βαρών, F_2 και F_2'' (μοντέλα WORT και WORT¹) παρουσιάζονται στο Παράρτημα Β.

Πίνακας 6.7: Πίνακας πληρωμών για την εταιρία γραφικών τεχνών (χρήση μοντέλου WORT)

	F_1	F_2
[min] F_1	258.00	5874.80
[min] F_2	4490.00	712.18

Πίνακας 6.8: Συγκριτικά αποτελέσματα π.γ.π. για την εταιρία γραφικών τεχνών (χρήση μοντέλου WORT)

	Ευρεστική Μέθοδος (MUSA II ^(c))	Συναινετικός Προγραμματισμός (MUSA II ^(a))	Ολικό Κριτήριο (MUSA II ^(b))	MUSA
Ποιότητα	37.55	32.79	34.40	30.38
Τιμές	19.74	31.71	26.94	18.63
Εξυπηρέτηση	26.77	22.79	24.42	25.00
Προσωπικό	15.94	12.71	14.24	26.00
<i>ASI</i>	96.49%	99.41%	94.67%	70.85%

Παρατηρείται ότι τόσο η μέθοδος MUSA, όσο και οι τρεις προσεγγίσεις του π.γ.π. δίνουν ως σημαντικότερο κριτήριο την ‘Ποιότητα’, ενώ διαφορές παρουσιάζονται στην κατάταξη των υπολοίπων κριτηρίων. Ο συναινετικός προγραμματισμός και η μέθοδος ολικού κριτηρίου δίνουν ως δεύτερο σε σημαντικότητα κριτήριο τις ‘Τιμές’ και μικρότερη σημαντικότητα στο κριτήριο ‘Προσωπικό’, ενώ το αντίστροφο ισχύει

στην περίπτωση της MUSA. Μπορούμε έτσι να πάρουμε κάποια επιπλέον πληροφορία για τα βάρη των κριτηρίων.

Παρατηρώντας το δείκτη ευστάθειας ASI βλέπουμε ότι η ευστάθεια των αποτελεσμάτων με χρήση της πρόσθετης πληροφορίας αυξήθηκε και στις 3 περιπτώσεις.

Πρέπει να σημειωθεί σε αυτό σημείο, ότι κατά την εφαρμογή όλων των μεθόδων π.γ.π. στα δεδομένα της εταιρίας γραφικών τεχνών εξετάστηκε και η χρήση της δεύτερης εναλλακτικής συνάρτησης σφαλμάτων του μοντέλου εκτίμησης βαρών εκτός από την περίπτωση του ολικού κριτηρίου όπου υπήρξε πτώση του δείκτη ευστάθειας ASI . Τα αποτελέσματα από τη χρήση της εναλλακτικής συνάρτησης σφαλμάτων F_2'' του μοντέλου WORT¹ παρουσιάζονται στους Πίνακες 6.9 και 6.10 που ακολουθούν.

Πίνακας 6.9: Πίνακας πληρωμών για την εταιρία γραφικών τεχνών (χρήση μοντέλου WORT¹)

	F_1	F_2''
$[min]F_1$	258.00	73.45
$[min]F_2''$	4490.00	8.90

Πίνακας 6.10: Συγκριτικά αποτελέσματα π.γ.π. για την εταιρία γραφικών τεχνών (χρήση μοντέλου WORT¹)

	Ευρεστική Μέθοδος (MUSA II ^(c))	Συναινετικός Προγραμματισμός (MUSA II ^(a))	Ολικό Κριτήριο (MUSA II ^(b))	MUSA
Ποιότητα	37.28	32.79	28.21	30.38
Τιμές	19.74	31.71	21.79	18.63
Εξυπηρέτηση	26.90	22.79	25.00	25.00
Προσωπικό	16.08	12.71	25.00	26.00
ASI	96.70%	99.41%	51.9%	70.85%

Και σε αυτήν την εφαρμογή, η μέθοδος MUSA και οι προσεγγίσεις π.γ.π. του MUSA II δίνουν παρόμοια αποτελέσματα. Εντούτοις, η αύξηση του δείκτη ASI αποτελεί

άλλη μια ισχυρή ένδειξη ότι η πρόσθεση επιπλέον πληροφορίας μπορεί σε ορισμένες περιπτώσεις να βελτιώσει τα αποτελέσματα της MUSA.

6.4 Συμπεράσματα

Στο παρόν κεφάλαιο, εξετάστηκαν δύο πραγματικές εφαρμογές στα πλαίσια της μεθοδολογίας του μοντέλου εκτίμησης βαρών WORT και της επέκτασης MUSA (MUSA II).

Οι δύο πραγματικές εφαρμογές έδειξαν ότι η εκφρασμένη από τους πελάτες σημαντικότητα (stated importance) σπάνια είναι η ίδια με την εκτιμώμενη σημαντικότητα (derived importance) [Naumann and Giel (1995)]. Αυτό συμβαίνει κυρίως λόγω της γενικότερης τάσης των πελατών να θεωρούν όλα τα κριτήρια ως σημαντικά όταν ερωτούνται ελεύθερα. Παρόλα αυτά η συγκριτική ανάλυση εκφρασμένης και εκτιμώμενης σημαντικότητας μπορεί συχνά να δώσει επιπλέον πληροφορίες σχετικά με τη συμπεριφορά των πελατών και να παρέχει σε μια εταιρία κατευθυντήριες οδηγίες διοίκησης, παραγωγής και μάρκετινγκ. Επιπλέον, μέσω του μοντέλου εκτίμησης βαρών WORT μπορούν να εισαχθούν οι αρχές του μοντέλου Kanon μέσα στο μοντέλο MUSA και να κατηγοριοποιηθούν οι διάφορες διαστάσεις ικανοποίησης σε αναμενόμενα, μονοδιάστατα και ελκυστικά χαρακτηριστικά.

Στα πλαίσια της μεθοδολογίας του MUSA II χρησιμοποιήθηκαν τεχνικές π.γ.π. όπως ο συναινετικός προγραμματισμός (MUSA II^(a)), η μέθοδος ολικού κριτηρίου (MUSA II^(b)), καθώς και μία ευρεστική μεθοδολογία (MUSA II^(c)), ενώ η εξέταση της πιθανής βελτίωσης πραγματοποιήθηκε μέσω του δείκτη ευστάθειας *ASI*. Οι δύο εφαρμογές, στον εκπαιδευτικό οργανισμό και στην εταιρία γραφικών τεχνών, έδειξαν ότι η ευστάθεια των αποτελεσμάτων αυξήθηκε με τη χρήση επιπλέον πληροφορίας σχετικά με τη σημαντικότητα των κριτηρίων, και επιβεβαίωσαν ότι το MUSA II μπορεί να βελτιώσει τα αποτελέσματα του MUSA και να δώσει επιπλέον πληροφορίες.

Κεφάλαιο 7^ο: Προσομοιώσεις και ειδικά θέματα

7.1 Εισαγωγή

Σε προηγούμενο κεφάλαιο της παρούσας διατριβής παρουσιάστηκε η ανάπτυξη ενός μοντέλου γραμμικής ανάλυσης παλινδρόμησης υπό περιορισμούς που συνδυάζει τις κρίσεις απόδοσης και σημαντικότητας των πελατών. Το μοντέλο αυτό μπορεί να θεωρηθεί ως επέκταση της μεθόδου MUSA, ονομάζεται MUSA II και μορφοποιείται με τη βοήθεια τεχνικών Πολυκριτήριου Γραμμικού Προγραμματισμού (Multiobjective Linear Programming, MOLP). Ο κύριος σκοπός της διερεύνησης είναι να εξεταστεί εάν οι πρόσθετες πληροφορίες για τα βάρη των κριτηρίων μπορούν να βελτιώσουν την ευστάθεια και προσαρμογή των αποτελεσμάτων βασισμένων στις κρίσεις απόδοσης των πελατών.

Η σύγκριση του δείκτη ευστάθειας *ASI* ανάμεσα στις μεθοδολογίες π.γ.π. (MUSA II^(a), MUSA II^(b) και MUSA II^(c)) και του αρχικού MUSA στα δεδομένα δύο πραγματικών εφαρμογών έδειξε ότι η ευστάθεια των αποτελεσμάτων του MUSA αυξήθηκε με την πρόσθεση επιπλέον πληροφορίας σχετικά με τα βάρη των κριτηρίων. Επομένως, υπάρχει μια ισχυρή ένδειξη ότι σε ορισμένες περιπτώσεις το MUSA II μπορεί να βελτιώσει τα αποτελέσματα του MUSA και να δώσει επιπλέον πληροφορίες.

Στο παρών κεφάλαιο θα παρουσιαστεί μια πειραματική φάση ανάλυσης, η οποία περιλαμβάνει την παραγωγή σετ δεδομένων μέσω προσομοίωσης, χρησιμοποιώντας τεχνικές προσομοίωσης Monte Carlo, και τη χρήση τους για επαλήθευση των ανωτέρω προκαταρκτικών συμπερασμάτων.

Μέσω των παραγόμενων σετ δεδομένων πραγματοποιείται μια σύγκριση των τριών τεχνικών π.γ.π., MUSA II^(a), MUSA II^(b) και MUSA II^(c), ως προς την αποτελεσματικότητά τους (επίπεδο του δείκτη ευστάθειας *ASI*) υπό διαφορετικές συνθήκες όπως π.χ. αριθμό πελατών, αριθμό κριτηρίων ικανοποίησης, είδος απαντήσεων σημαντικότητας, κ.α. Οι προς σύγκριση τεχνικές π.γ.π. είναι οι παρακάτω (βλ. παράγραφος 5.6):

- Συναινετικός Προγραμματισμός (MUSA II^(a))

- Μέθοδος Ολικού Κριτηρίου (MUSA II^(b))
- Ευρεστική Μεθοδολογία (MUSA II^(c))

Επιπλέον, στην παράγραφο 7.5 θα εξεταστεί το πρόβλημα της επιλογής κατάλληλων τιμών για τις παραμέτρους του προτεινόμενου μοντέλου MUSA II, όπου προτείνονται κατάλληλες τεχνικές με στόχο την καλύτερη ευστάθεια των αποτελεσμάτων της μεθόδου.

7.2 Πειραματικός σχεδιασμός

7.2.1 Εξεταζόμενοι Παράγοντες

Η σύγκριση όλων των μεθόδων π.γ.π. βασίζεται στην πραγματοποίηση μιας εκτεταμένης προσομοίωσης Monte Carlo. Η προσομοίωση αυτή επιτρέπει την πραγματοποίηση της σύγκρισης ανάμεσα σε δεδομένα τα οποία διαθέτουν συγκεκριμένες στατιστικές ιδιότητες, συμβάλλοντας με αυτό τον τρόπο στην εξαγωγή των αντίστοιχων συμπερασμάτων όσον αφορά στην αποτελεσματικότητα των εξεταζόμενων προσεγγίσεων π.γ.π.. Τα δεδομένα της παρούσας συγκριτικής έρευνας θεωρούνται ότι μπορούν να αξιολογηθούν σε μια ποιοτική κλίμακα. Η αποτελεσματικότητα των εξεταζόμενων προσεγγίσεων π.γ.π. ελέγχεται βάσει των παρακάτω παραγόντων:

1. Προσεγγίσεις π.γ.π.
2. Είδος απαντήσεων σημαντικότητας
3. Κατανομή των δεδομένων προτίμησης σημαντικότητας (βαθμός κύρτωσης)
4. Αριθμός κλάσεων σημαντικότητας
5. Κατανομή των δεδομένων προτίμησης ικανοποίησης (βαθμός κύρτωσης)
6. Πλήθος πελατών
7. Πλήθος κριτηρίων ικανοποίησης
8. Αριθμός επιπέδων της κλίμακας ικανοποίησης

Ο Πίνακας 7.1 παρουσιάζει τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιούνται οι παρακάτω παράγοντες στον πειραματικό σχεδιασμό που πραγματοποιείται με σκοπό την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των εξεταζόμενων προσεγγίσεων π.γ.π..

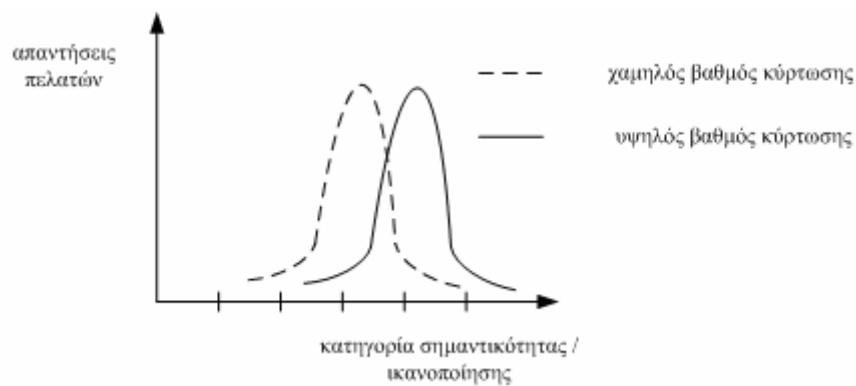
Ο παράγοντας Π2 είναι ο πρώτος από τους παράγοντες που καθορίζουν τη μορφή των εξεταζόμενων δεδομένων. Ο παράγοντας αυτός αναφέρεται στο είδος των απαντήσεων σημαντικότητας, όπου εξετάζονται δύο διαφορετικές περιπτώσεις. Η πρώτη περίπτωση αφορά στην απόδοση σημαντικότητας στα κριτήρια, ενώ η δεύτερη στην κατάταξη των κριτηρίων σημαντικότητας από το λιγότερο σημαντικό έως το περισσότερο σημαντικό. Είναι εύκολα κατανοητό ότι στην πρώτη περίπτωση μπορούν να ανήκουν στην ίδια κλάση σημαντικότητας πάνω από ένα κριτήριο, ενώ στη δεύτερη γίνεται ανάθεση κάθε κριτηρίου σε μια μόνο κλάση σημαντικότητας, οπότε το πλήθος των κλάσεων συμπίπτει με το πλήθος των κριτηρίων.

Πίνακας 7.1: Εξεταζόμενοι παράγοντες στον πειραματικό σχεδιασμό για τη σύγκριση των προσεγγίσεων π.γ.π.

Παράγοντες		Επίπεδα
Π1	Προσεγγίσεις π.γ.π.	1. Συναινετικός προγραμματισμός 2. Μέθοδος Ολικού Κριτηρίου 3. Ευρεστική μεθοδολογία
Π2	Είδος απαντήσεων σημαντικότητας	1. Απόδοση σημαντικότητας 2. Κατάταξη κριτηρίων
Π3	Κατανομή δεδομένων σημαντικότητας (περίπτωση απόδοσης σημαντικότητας)	1. Χαμηλός βαθμός κύρτωσης 2. Υψηλός βαθμός κύρτωσης
Π4	Πλήθος κλάσεων σημαντικότητας (περίπτωση απόδοσης σημαντικότητας)	1. 3 κλάσεις 2. 5 κλάσεις
Π5	Κατανομή δεδομένων ικανοποίησης	1. Χαμηλός βαθμός κύρτωσης 2. Υψηλός βαθμός κύρτωσης
Π6	Πλήθος πελατών	1. 200 πελάτες 2. 500 πελάτες 3. 1000 πελάτες
Π7	Πλήθος κριτηρίων ικανοποίησης	1. 5 κριτήρια 2. 10 κριτήρια
Π8	Αριθμός επιπέδων κλίμακας ικανοποίησης	1. 5 επίπεδα 2. 10 επίπεδα

Μια από τις πιο ‘προβληματικές’ ιδιότητες των δεδομένων που προέρχονται από έρευνες ικανοποίησης πελατών είναι η τάση τους να παρουσιάζουν υψηλή κύρτωση προς τις υψηλότερες τιμές σημαντικότητας/ ικανοποίησης [Allen and Rao (2000)]. Ο παράγοντας Π3 ασχολείται με την κατανομή των δεδομένων σημαντικότητας, και αναφέρεται στην περίπτωση που το είδος απαντήσεων σημαντικότητας είναι απόδοση σημαντικότητας. Είναι γενικά αποδεκτό ότι οι πελάτες έχουν την τάση να απαντούν

προτιμώντας τις υψηλότερες κατηγορίες, αφού για τον πελάτη όλα είναι σημαντικά και δύσκολα θεωρεί κάποιο κριτήριο χαμηλής σημαντικότητας. Στον παρόντα πειραματικό σχεδιασμό εξετάζονται δύο είδη κατανομής των απαντήσεων σημαντικότητας. Δεδομένα με ασύμμετρη κατανομή προσανατολισμένη προς τις υψηλότερες τιμές με μικρό βαθμό κύρτωσης, και δεδομένα με ασύμμετρη κατανομή προσανατολισμένη προς τις υψηλότερες τιμές με μεγάλο βαθμό κύρτωσης (βλ. Σχήμα 7.1).



Σχήμα 7.1: Κατανομή απαντήσεων σημαντικότητας/ικανοποίησης

Ο παράγοντας Π4 καθορίζει το πλήθος των κλάσεων σημαντικότητας και αναφέρεται στην περίπτωση που το είδος απαντήσεων σημαντικότητας είναι απόδοση σημαντικότητας. Για τον παράγοντα αυτό εξετάζονται δύο περιπτώσεις, 3 κλάσεις σημαντικότητας (λιγότερο σημαντικό, σημαντικό, πολύ σημαντικό) και 5 κλάσεις σημαντικότητας (καθόλου σημαντικό, λιγότερο σημαντικό, σημαντικό, πολύ σημαντικό, απόλυτα σημαντικό). Στην πρώτη περίπτωση των 3 κλάσεων σημαντικότητας τα δεδομένα που παράγονται παίρνουν ακέραιες τιμές από 0 (χαμηλότερη σημαντικότητα) έως 2 (υψηλότερη σημαντικότητα). Στη δεύτερη περίπτωση έχουμε 5 κλάσεις σημαντικότητας και τα δεδομένα που παράγονται παίρνουν ακέραιες τιμές από 0 (χαμηλότερη σημαντικότητα) έως 4 (υψηλότερη σημαντικότητα). Στην περίπτωση της κατάταξης κριτηρίων δε χρειάζεται επιπλέον μεταβλητή σχετική με το πλήθος των κλάσεων σημαντικότητας, αφού σε κάθε περίπτωση το πλήθος των κλάσεων σημαντικότητας συμπίπτει με το πλήθος των κριτηρίων.

Ο επόμενος παράγοντας Π5 καθορίζει την κατανομή των δεδομένων ικανοποίησης. Και εδώ από τη βιβλιογραφία ισχύει η υπόθεση της τάσης των πελατών να απαντούν

προς τις υψηλότερες κατηγορίες. Μάλιστα είναι συνηθισμένο φαινόμενο οι καλύτερες στην κατηγορία τους εταιρίες να παρουσιάζουν πάνω από 90% των απαντήσεων των πελατών στα δύο υψηλότερα επίπεδα της κλίμακας ικανοποίησης, ακόμα και με χρήση κλίμακας με 10 επίπεδα [Allen and Rao (2000)]. Σύμφωνα με τα παραπάνω, στον παρόντα πειραματικό σχεδιασμό εξετάζονται δύο είδη κατανομής των απαντήσεων ικανοποίησης. Δεδομένα με ασύμμετρη κατανομή προσανατολισμένη προς τις υψηλότερες τιμές ικανοποίησης με μικρό βαθμό κύρτωσης, και δεδομένα με ασύμμετρη κατανομή προσανατολισμένη προς τις υψηλότερες τιμές ικανοποίησης με μεγάλο βαθμό κύρτωσης (βλ. Σχήμα 7.1).

Ο παράγοντας Π6 αναφέρεται στο πλήθος των πελατών και εξετάζονται 3 περιπτώσεις. Προκειμένου να μελετηθεί η συμπεριφορά των προτεινόμενων προσεγγίσεων π.γ.π. σε μικρά, μεσαία και μεγάλα σετ δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν σετ των 200, 500 και 1000 πελατών, αντίστοιχα.

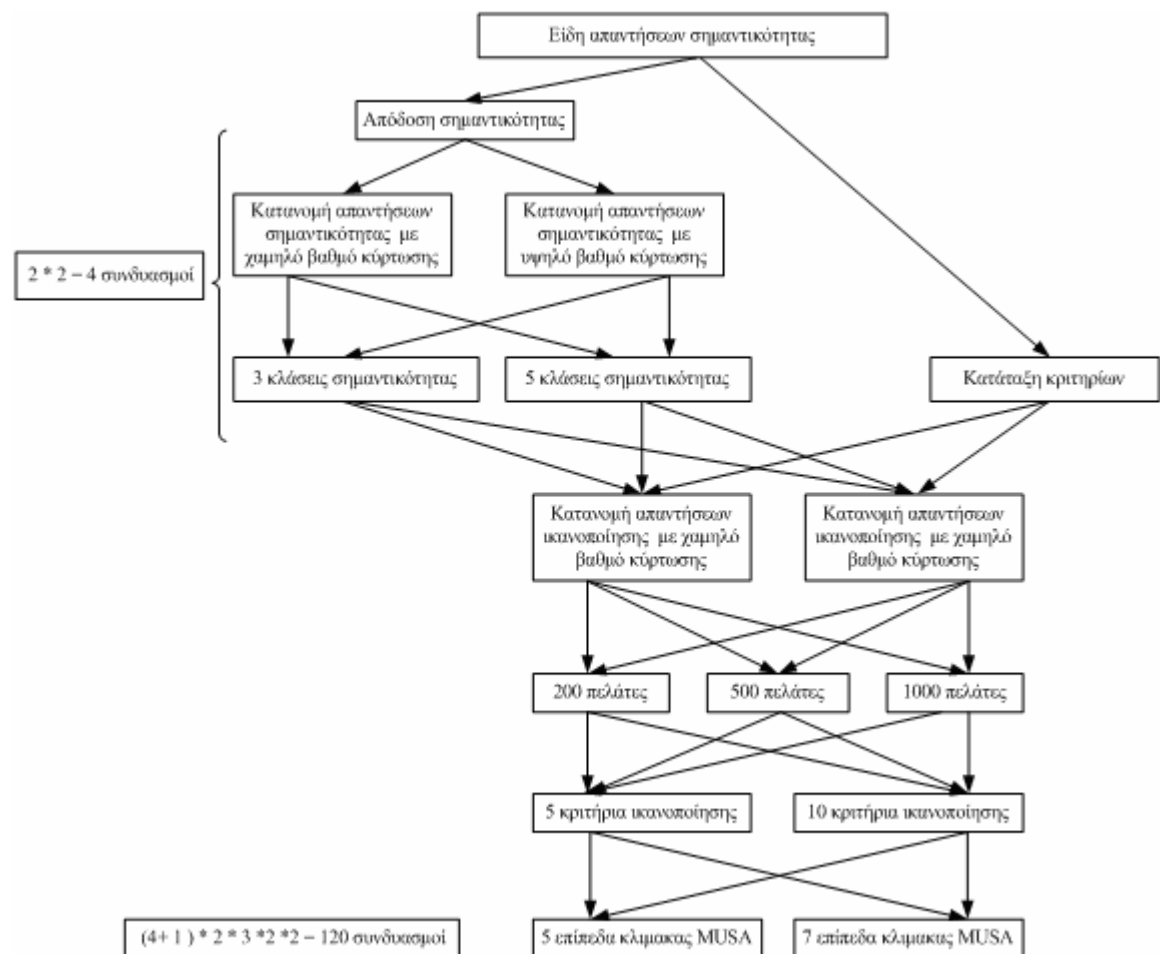
Ο επόμενος παράγοντας Π7 αναφέρεται στο πλήθος των κριτηρίων ικανοποίησης και εξετάζονται 2 περιπτώσεις. Προκειμένου να μελετηθεί η συμπεριφορά των προτεινόμενων προσεγγίσεων π.γ.π. σε μικρό και μεγάλο σύνολο κριτηρίων χρησιμοποιήθηκαν 5 και 10 κριτήρια, αντίστοιχα.

Ο τελευταίος παράγοντας Π7 αναφέρεται στον αριθμό των επιπέδων της κλίμακας ικανοποίησης του MUSA, όπου εξετάζονται 2 περιπτώσεις. Κλίμακα με 5 επίπεδα ικανοποίησης (δυσανεστημένος, λιγότερο ικανοποιημένος, ικανοποιημένος, πολύ ικανοποιημένος, απόλυτα ικανοποιημένος), και κλίμακα με 7 επίπεδα ικανοποίησης (πολύ δυσανεστημένος, δυσανεστημένος, λιγότερο ικανοποιημένος, ικανοποιημένος, αρκετά ικανοποιημένος, πολύ ικανοποιημένος, απόλυτα ικανοποιημένος). Στην πρώτη περίπτωση των 5 επιπέδων τα δεδομένα που παράγονται παίρνουν ακέραιες τιμές από 0 (δυσανεστημένος) έως 4 (απόλυτα ικανοποιημένος). Στη δεύτερη περίπτωση των 7 επιπέδων τα δεδομένα που παράγονται παίρνουν ακέραιες τιμές από 0 (πολύ δυσανεστημένος) έως 6 (απόλυτα ικανοποιημένος)

7.2.2 Διαδικασία παραγωγής δεδομένων

Προκειμένου να παραχθούν τα δεδομένα γίνεται ο συνδυασμός των κατηγοριών Π2 έως και Π7 όπως φαίνεται στο Σχήμα 7.2. Κατά τη διαδικασία παραγωγής δεδομένων

παρήχθησαν διαδοχικά σε κάθε επανάληψη (συνδυασμό των παραγόντων) ένα σετ δεδομένων σημαντικότητας, ένα σετ δεδομένων συνολικής ικανοποίησης από την υπηρεσία και ένα σετ δεδομένων μερικής ικανοποίησης από τα επιμέρους κριτήρια της υπηρεσίας. Συνολικά δημιουργήθηκαν οι τριάδες των σετ από 120 συνδυασμούς των παραγόντων, 96 για την περίπτωση της απόδοσης σημαντικότητας και 24 για την περίπτωση της κατάταξης κριτηρίων, στα οποία εφαρμόστηκαν οι τρεις προτεινόμενες προσεγγίσεις π.γ.π., MUSA II^(a), MUSA II^(b) και MUSA II^(c).



Σχήμα 7.2: Συνδυασμός των παραγόντων προσομοίωσης

Αξίζει να σημειωθεί σε αυτό το σημείο, ότι οι απαντήσεις μερικής ικανοποίησης από τα επιμέρους κριτήρια που παρήχθησαν με την παραπάνω διαδικασία, λαμβάνουν υπόψη τις απαντήσεις που παρήχθησαν για τις απαντήσεις σημαντικότητας των κριτηρίων και την ολική ικανοποίηση των πελατών. Για παράδειγμα, στην περίπτωση 3 κριτηρίων και 3 πελατών έστω ότι έχουν παραχθεί οι απαντήσεις που

παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.2 ως προς τη σημαντικότητα των κριτηρίων και τη συνολική ικανοποίηση. Τότε οι απαντήσεις μερικής ικανοποίησης θα πρέπει να παραχθούν λαμβάνοντας υπόψη τις απαντήσεις στα δύο προηγούμενα σετ δεδομένων (Πίνακας 7.3). Ουσιαστικά, βάσει πραγματικών εφαρμογών όσο υψηλότερη σημαντικότητα έχει ένα κριτήριο τόσο περισσότερο επηρεάζει τη συνολική ικανοποίηση. Επομένως, η επίδοση της ικανοποίησης από το επιμέρους κριτήριο θα πρέπει να απέχει κατά το δυνατό λιγότερο από την επίδοση της συνολικής ικανοποίησης. Το αντίστροφο ισχύει για τα κριτήρια με χαμηλή σημαντικότητα.

Πίνακας 7.2: Παράδειγμα απαντήσεων σημαντικότητας και ολικής ικανοποίησης				
	Απαντήσεις σημαντικότητας (κατάταξη κριτηρίων)			Απαντήσεις συνολικής ικανοποίησης
	Κριτήριο 1	Κριτήριο 2	Κριτήριο 3	
Πελάτης 1	1	2	3	2
Πελάτης 2	2	1	3	0
Πελάτης 3	3	2	1	1
	1= πολύ σημαντικό 2= σημαντικό 3= λιγότερο σημαντικό			2= πολύ ικανοποιημένος 1= ικανοποιημένος 0= καθόλου ικανοποιημένος

Πίνακας 7.3: Παράδειγμα απαντήσεων μερικής ικανοποίησης				
	Απαντήσεις μερικής ικανοποίησης			Απαντήσεις συνολικής ικανοποίησης
	Κριτήριο 1	Κριτήριο 2	Κριτήριο 3	
Πελάτης 1	$2 \pm \varepsilon$	$2 \pm 2\varepsilon$	$2 \pm 3\varepsilon$	2
Πελάτης 2	$0 \pm 2\varepsilon$	$0 \pm \varepsilon$	$0 \pm 3\varepsilon$	0
Πελάτης 3	$1 \pm 3\varepsilon$	$1 \pm 2\varepsilon$	$1 \pm \varepsilon$	1

7.3 Ανάλυση των αποτελεσμάτων

Η παραγωγή των σετ δεδομένων του παρόντος πειραματικού σχεδιασμού πραγματοποιήθηκε στο Matlab ενώ η εφαρμογή των προσεγγίσεων π.γ.π. στα δεδομένα έγινε με τη βοήθεια του λογισμικού LINGO. Η στατιστική ανάλυση και επεξεργασία των αποτελεσμάτων που ακολουθεί πραγματοποιήθηκε στο στατιστικό πακέτο SPSS. Πιο συγκεκριμένα, η επεξεργασία των αποτελεσμάτων βασίζεται στην ανάλυση διασποράς (ANOVA). Τα αποτελέσματα που εξετάζονται για κάθε προσέγγιση π.γ.π. αφορούν το επίπεδο του δείκτη ευστάθειας ASI , καθώς αυτός αντικατοπτρίζει την πραγματική ικανότητα των μεθόδων να βελτιώσουν την ευστάθεια των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από το απλό μοντέλο MUSA, όπου δεν υπάρχουν επιπλέον πληροφορίες σχετικά με τα βάρη των κριτηρίων.

Ο Πίνακας 7.4 παρουσιάζει τα αποτελέσματα της ανάλυσης διασποράς των οκτώ εξεταζόμενων παραγόντων. Όπως φαίνεται οι παράγοντες Π1 (μεθοδολογίες π.γ.π.), Π7 (αριθμός κριτηρίων), καθώς και ο συνδυασμός τους (Π1×Π7) φαίνεται να επηρεάζουν σε μεγαλύτερο βαθμό το δείκτη ευστάθειας ASI , αφού μπορούμε να απορρίψουμε τη μηδενική υπόθεση H_0 της μη επιρροής με μηδενική πιθανότητα λάθους. Το ίδιο ισχύει και για το συνδυασμό Π1×Π2 (μεθοδολογίες π.γ.π. με είδος απαντήσεων σημαντικότητας) αφού η υπόθεση H_0 της μη επιρροής μπορεί να απορριφθεί με μικρή πιθανότητα λάθους (0.059). Οι υπόλοιποι παράγοντες και συνδυασμοί φαίνεται να επηρεάζουν λιγότερο το δείκτη ευστάθειας ASI , αφού σε περίπτωση απόρριψης της υπόθεσης μη επιρροής υπάρχει αρκετά μεγάλη πιθανότητα λάθους, η οποία κυμαίνεται από 0.246 (για τον παράγοντα Π6, πλήθος πελατών) μέχρι 0.87 (για τον συνδυασμό Π1×Π5, μεθοδολογίες π.γ.π. με κατανομή δεδομένων ικανοποίησης).

Πίνακας 7.4: Ανάλυση διασποράς των αποτελεσμάτων του πειραματικού σχεδιασμού

	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσα τετράγωνα	F	Σημαντικότητα
Π1	5	0.568	161.641	0.000
Π2	1	0.001	0.192	0.661
Π5	1	0.007	1.754	0.186
Π6	2	0.006	1.408	0.246
Π7	1	0.999	245.533	0.000
Π8	1	0.003	0.660	0.417
Π1 × Π2	5	0.009	2.145	0.059
Π1 × Π4	5	0.004	0.532	0.752
Π1 × Π5	5	0.002	0.369	0.87
Π1 × Π6	10	0.004	1.017	0.428
Π1 × Π7	5	0.94	23.214	0.000
Π1 × Π8	5	0.003	0.748	0.588

Στο Σχήμα 7.2 που ακολουθεί παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του πειραματικού σχεδιασμού σχετικά με το μέσο επίπεδο του δείκτη ευστάθειας *ASI* κάθε προσέγγισης π.γ.π. και του μοντέλου MUSA. Πρέπει να σημειωθεί σε αυτό το σημείο ότι στις τρεις προσεγγίσεις π.γ.π. εξετάστηκε η χρήση των δύο εναλλακτικών συναρτήσεων σφαλμάτων, της $F_2 = \sum_j \sum_i S_{ij}^+ + S_{ij}^-$ του μοντέλου WORT (μοντέλα

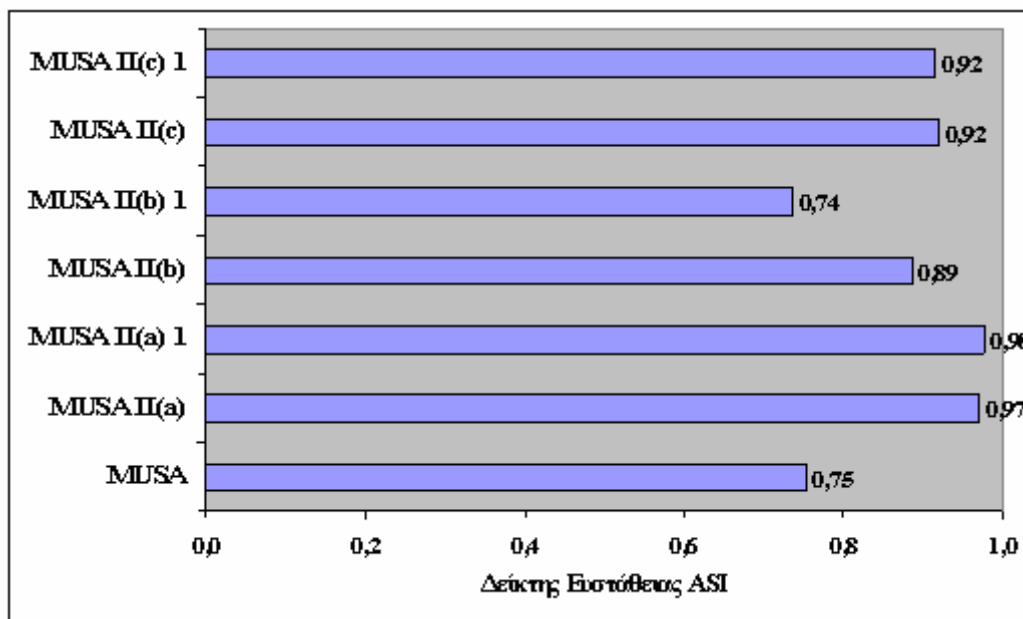
MUSA $\Pi^{(a)}$, MUSA $\Pi^{(b)}$ και MUSA $\Pi^{(c)}$) και $F_2'' = \sum_{k=1}^q \sum_{\hat{b}_{ij} \in C_k} \frac{S_{ij}^+ + S_{ij}^-}{m_k}$ του μοντέλου

WORT¹ (μοντέλα MUSA $\Pi^{(a)1}$, MUSA $\Pi^{(b)1}$ και MUSA $\Pi^{(c)1}$).

Αναλυτικά, οι εναλλακτικές του MUSA Π που χρησιμοποιήθηκαν είναι οι παρακάτω:

- MUSA $\Pi^{(a)}$: Συναινετικός προγραμματισμός και χρήση συνάρτησης σφαλμάτων του μοντέλου WORT.
- MUSA $\Pi^{(b)}$: Μέθοδος ολικού κριτηρίου και χρήση συνάρτησης σφαλμάτων του μοντέλου WORT.

- MUSA $\Pi^{(c)}$: Ευρεστική μεθοδολογία και χρήση συνάρτησης σφαλμάτων του μοντέλου WORT.
- MUSA $\Pi^{(a) \ 1}$: Συναινετικός προγραμματισμός και χρήση συνάρτησης σφαλμάτων του μοντέλου WORT¹.
- MUSA $\Pi^{(b) \ 1}$: Μέθοδος ολικού κριτηρίου και χρήση συνάρτησης σφαλμάτων του μοντέλου WORT¹.
- MUSA $\Pi^{(c) \ 1}$: Ευρεστική μεθοδολογία και χρήση συνάρτησης σφαλμάτων του μοντέλου WORT¹.



Σχήμα 7.2: Μέσο επίπεδο του δείκτη *ASI* των προτεινόμενων μεθόδων π.γ.π.

Τα αποτελέσματα του Σχήματος 7.2 δείχνουν ότι με την προσθήκη επιπλέον πληροφορίας σχετικά με τα βάρη των κριτηρίων η ευστάθεια των αποτελεσμάτων του MUSA αυξήθηκε ή έμεινε στα ίδια επίπεδα (μοντέλο MUSA $\Pi^{(b) \ 1}$). Τις υψηλότερες τιμές του δείκτη ευστάθειας *ASI* φαίνεται να δίνουν τα MUSA $\Pi^{(a)}$ και MUSA $\Pi^{(a) \ 1}$ (συναινετικός προγραμματισμός) ενώ ακολουθούν τα MUSA $\Pi^{(c)}$ και MUSA $\Pi^{(c) \ 1}$ (ευρεστική προσέγγιση) και τα MUSA $\Pi^{(b)}$ και MUSA $\Pi^{(b) \ 1}$ (μέθοδος ολικού κριτηρίου). Επιπλέον, με εξαίρεση τα μοντέλα MUSA $\Pi^{(b)}$ και MUSA $\Pi^{(b) \ 1}$ της προσέγγισης ολικού κριτηρίου, δε φαίνεται να υπάρχει διαφοροποίηση του δείκτη *ASI* ως προς τη χρήση των δύο εναλλακτικών συναρτήσεων σφαλμάτων του μοντέλου εκτίμησης βαρών.

Τα αποτελέσματα αυτά αποδίδουν τη γενική εικόνα της αποτελεσματικότητας των προτεινόμενων προσεγγίσεων π.γ.π., αλλά δε συμβάλλουν στον εντοπισμό του τρόπου με τον οποίο επιδρούν οι επιμέρους παράμετροι του πειραματικού σχεδιασμού στην αποτελεσματικότητα των προσεγγίσεων. Στη συνέχεια θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα του δείκτη ευστάθειας *ASI* συναρτήσει των επιμέρους παραγόντων του πειραματικού σχεδιασμού.

Η πρώτη αλληλεπίδραση που εξετάζεται είναι μεταξύ των εξεταζόμενων προσεγγίσεων π.γ.π. και του είδους των απαντήσεων σημαντικότητας ($\Pi 1 \times \Pi 2$). Τα σχετικά αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.5. Παρατηρείται ότι το επίπεδο του δείκτη ευστάθειας *ASI* αυξήθηκε με τη χρήση των προτεινόμενων μεθοδολογιών π.γ.π. σε όλες τις περιπτώσεις, με εξαίρεση το μοντέλο MUSA $\Pi^{(b) 1}$, όπου ο *ASI* είναι λίγο χαμηλότερος (0.74 έναντι 0.78 του MUSA).

<i>Πίνακας 7.5: Μέσο επίπεδο ASI των προσεγγίσεων π.γ.π. συναρτήσει του είδους απαντήσεων σημαντικότητας</i>		
	Απόδοση σημαντικότητας	Κατάταξη κριτηρίων
MUSA $\Pi^{(a)}$	0.97	0.98
MUSA $\Pi^{(a) 1}$	0.97	0.99
MUSA $\Pi^{(b)}$	0.89	0.89
MUSA $\Pi^{(b) 1}$	0.74	0.75
MUSA $\Pi^{(c)}$	0.95	0.94
MUSA $\Pi^{(c) 1}$	0.91	0.93
MUSA	0.78	0.70

Ανάλογα αποτελέσματα παρουσιάζονται και για την αλληλεπίδραση μεταξύ των εξεταζόμενων προσεγγίσεων π.γ.π. και της κατανομής των δεδομένων ικανοποίησης ($\Pi 1 \times \Pi 5$), όπως φαίνεται στον Πίνακα 7.6. Επομένως, το είδος απαντήσεων σημαντικότητας κριτηρίων και η κατανομή των δεδομένων ικανοποίησης δε φαίνεται να επηρεάζουν την ευστάθεια των μεθόδων π.γ.π..

Πίνακας 7.6: Μέσο επίπεδο <i>ASI</i> των προσεγγίσεων π.γ.π. συναρτήσει της κατανομής των απαντήσεων ικανοποίησης		
	Χαμηλή κύρτωση	Υψηλή κύρτωση
MUSA II^(a)	0.97	0.97
MUSA II^(a) 1	0.98	0.98
MUSA II^(b)	0.89	0.88
MUSA II^(b) 1	0.74	0.73
MUSA II^(c)	0.92	0.92
MUSA II^(c) 1	0.91	0.92
MUSA	0.76	0.75

Η επόμενη αλληλεπίδραση που εξετάζεται είναι μεταξύ των εξεταζόμενων προσεγγίσεων π.γ.π. και του πλήθους των πελατών ($\Pi 1 \times \Pi 6$). Από τον Πίνακα 7.7 φαίνεται ότι το πλήθος των πελατών δεν επηρεάζει σημαντικά την ευστάθεια των μεθόδων π.γ.π.. αφού το επίπεδο του δείκτη ευστάθειας *ASI* αυξήθηκε ή έμεινε στα ίδια επίπεδα σε όλες τις περιπτώσεις. Εξάιρεση αποτελεί το μοντέλο MUSA II^(b) 1 για την περίπτωση των 500 πελατών (ο *ASI* είναι 0.71 έναντι 0.76 του MUSA).

Πίνακας 7.7: Μέσο επίπεδο <i>ASI</i> των προσεγγίσεων π.γ.π. συναρτήσει του πλήθους των πελατών			
	Πλήθος πελατών		
	200	500	1000
MUSA II^(a)	0.97	0.98	0.96
MUSA II^(a) 1	0.98	0.97	0.98
MUSA II^(b)	0.87	0.87	0.91
MUSA II^(b) 1	0.77	0.71	0.73
MUSA II^(c)	0.91	0.91	0.94
MUSA II^(c) 1	0.92	0.91	0.92
MUSA	0.77	0.76	0.73

Ανάλογα αποτελέσματα παρουσιάζονται και για την αλληλεπίδραση μεταξύ των εξεταζόμενων προσεγγίσεων π.γ.π. και του πλήθους των επιπέδων της κλίμακας

ικανοποίησης ($\Pi 1 \times \Pi 8$), οπότε ούτε το πλήθος των επιπέδων της κλίμακας φαίνεται να επηρεάζει την ευστάθεια των μεθόδων π.γ.π.. (Πίνακας 7.8).

Πίνακας 7.8: Μέσο επίπεδο <i>ASI</i> των προσεγγίσεων π.γ.π. συναρτήσει των επιπέδων της κλίμακας ικανοποίησης		
	5 επίπεδα	7 επίπεδα
MUSA $\Pi^{(a)}$	0.96	0.98
MUSA $\Pi^{(a) 1}$	0.97	0.98
MUSA $\Pi^{(b)}$	0.89	0.88
MUSA $\Pi^{(b) 1}$	0.72	0.75
MUSA $\Pi^{(c)}$	0.92	0.92
MUSA $\Pi^{(c) 1}$	0.91	0.92
MUSA	0.77	0.73

Η αλληλεπίδραση μεταξύ των εξεταζόμενων προσεγγίσεων π.γ.π. και του πλήθους των κριτηρίων ($\Pi 1 \times \Pi 7$), έδειξε ότι το επίπεδο του δείκτη ευστάθειας *ASI* αυξήθηκε με τη χρήση των προτεινόμενων μεθοδολογιών π.γ.π. (Πίνακας 7.9). Εξαίρεση αποτελεί το μοντέλο MUSA $\Pi^{(b) 1}$, όπου ο *ASI* είναι παρουσιάζει σημαντική μείωση (0.64 έναντι 0.76 του MUSA). Επιπλέον παρατηρείται ότι τα επίπεδα του δείκτη *ASI* μετά τη χρήση των μεθόδων π.γ.π. είναι υψηλότερα στην περίπτωση των 10 κριτηρίων, ιδιαίτερα στις περιπτώσεις της ευρεστικής προσέγγισης MUSA $\Pi^{(c)}$ και MUSA $\Pi^{(c) 1}$. Επομένως, το πλήθος των κριτηρίων φαίνεται να επηρεάζει σε κάποιο βαθμό την ευστάθεια των μεθόδων π.γ.π., πράγμα το οποίο επιβεβαιώνεται και από τα αποτελέσματα του πίνακα ανάλυσης διασποράς που παρουσιάστηκε παραπάνω.

Πρέπει να σημειωθεί σε αυτό το σημείο ότι στα πλαίσια του πειραματικού σχεδιασμού διερευνήθηκε ο τρόπος που οι παράγοντες κατανομή των δεδομένων ικανοποίησης ($\Pi 5$), πλήθος πελατών ($\Pi 6$), πλήθος κριτηρίων ($\Pi 7$) και αριθμός επιπέδων κλίμακας ($\Pi 8$) αλληλεπιδρούν με τους δύο διαφορετικούς τρόπους έκφρασης των δεδομένων σημαντικότητας. Τα αποτελέσματα δεν παρουσίασαν σημαντική διαφοροποίηση τόσο μεταξύ τους, όσο και από τα συνολικά αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν προηγουμένως (βλ. Παράρτημα Γ).

Πίνακας 7.9: Μέσο επίπεδο *ASI* των προσεγγίσεων π.γ.π. συναρτήσει του πλήθους των κριτηρίων

	5 κριτήρια	10 κριτήρια
MUSA II^(a)	0.95	0.99
MUSA II^(a) 1	0.97	0.99
MUSA II^(b)	0.82	0.95
MUSA II^(b) 1	0.64	0.83
MUSA II^(c)	0.88	0.96
MUSA II^(c) 1	0.87	0.96
MUSA	0.76	0.74

Στη συνέχεια θα παρουσιαστεί η αλληλεπίδραση των παραγόντων μεθοδολογία π.γ.π. και κατανομή δεδομένων σημαντικότητας ($\Pi 1 \times \Pi 3$) και μεθοδολογία π.γ.π. και πλήθος κλάσεων σημαντικότητας ($\Pi 1 \times \Pi 4$). Η ανάλυση σε αυτήν την περίπτωση πραγματοποιήθηκε για τα 96 σετ δεδομένων που εμπίπτουν στην περίπτωση των ερωτήσεων απόδοσης σημαντικότητας των κριτηρίων, αφού οι παράγοντες $\Pi 3$ και $\Pi 4$ εμφανίζονται μόνο σε αυτά τα σετ δεδομένων.

Από τον Πίνακα 7.10 φαίνεται ότι το είδος της κατανομής των απαντήσεων σημαντικότητας δεν επηρεάζει την ευστάθεια των μεθόδων π.γ.π. με χρήση δεδομένων απόδοσης σημαντικότητας αφού το επίπεδο του δείκτη ευστάθειας *ASI* αυξήθηκε με τη χρήση των προτεινόμενων μεθοδολογιών π.γ.π. σε όλες τις περιπτώσεις. Εξαίρεση αποτελεί και πάλι το μοντέλο MUSA II^(b) 1 (ο *ASI* είναι 0.70 έναντι 0.78 του MUSA).

Τα αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης μεταξύ των μεθοδολογιών π.γ.π. και του πλήθους των κλάσεων σημαντικότητας για την περίπτωση απόδοσης σημαντικότητας παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.11. Παρατηρείται ότι το επίπεδο του δείκτη ευστάθειας *ASI* αυξήθηκε με τη χρήση των προτεινόμενων μεθοδολογιών π.γ.π. σε όλες τις περιπτώσεις, με εξαίρεση το μοντέλο MUSA II^(b) 1, όπου ο *ASI* είναι λίγο χαμηλότερος τόσο στις 3 όσο και στις 5 κλάσεις σημαντικότητας.

Πίνακας 7.10: Απόδοση σημαντικότητας - Μέσο επίπεδο ASI των προσεγγίσεων π.γ.π. συναρτήσει των της κατανομής των απαντήσεων σημαντικότητας

	Χαμηλή κύρτωση	Υψηλή κύρτωση
MUSA II ^(a)	0.97	0.96
MUSA II ^{(a) 1}	0.97	0.98
MUSA II ^(b)	0.89	0.90
MUSA II ^{(b) 1}	0.70	0.78
MUSA II ^(c)	0.93	0.91
MUSA II ^{(c) 1}	0.91	0.91
MUSA	0.78	0.77

Πίνακας 7.11: Απόδοση σημαντικότητας - Μέσο επίπεδο ASI των προσεγγίσεων π.γ.π. συναρτήσει του πλήθους των κλάσεων σημαντικότητας

	3 κλάσεις	5 κλάσεις
MUSA II ^(a)	0.97	0.96
MUSA II ^{(a) 1}	0.97	0.98
MUSA II ^(b)	0.89	0.89
MUSA II ^{(b) 1}	0.73	0.75
MUSA II ^(c)	0.92	0.92
MUSA II ^{(c) 1}	0.91	0.92
MUSA	0.78	0.77

7.4 Ανακεφαλαίωση και συμπεράσματα προσομοίωσης

Από την ανωτέρω ανάλυση επιβεβαιώθηκαν η αρχικές ενδείξεις της καλής ευστάθειας του προτεινόμενου μοντέλου γραμμικής ανάλυσης παλινδρόμησης υπό περιορισμούς που συνδυάζει τις κρίσεις απόδοσης και σημαντικότητας των πελατών. Η σύγκριση του δείκτη ευστάθειας *ASI* ανάμεσα στις μεθοδολογίες π.γ.π. και του αρχικού MUSA έδειξε ότι η ευστάθεια των αποτελεσμάτων του MUSA αυξήθηκε με την πρόσθεση επιπλέον πληροφορίας σχετικά με τα βάρη των κριτηρίων.

Καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι στην πλειοψηφία των περιπτώσεων το MUSA II μπορεί να βελτιώσει τα αποτελέσματα του MUSA και να δώσει επιπλέον πληροφορίες.

Επιπλέον εξετάστηκε ο τρόπος με τον οποίο οι διάφοροι παράμετροι της επέκτασης του MUSA επιδρούν στην ευστάθεια των μεθόδων π.γ.π.. Τα βασικά συμπεράσματα συνοψίζονται στα παρακάτω:

- Η ευστάθεια των αποτελεσμάτων δεν φαίνεται να επηρεάζεται από την κατανομή των δεδομένων σημαντικότητας και ικανοποίησης, από το πλήθος των πελατών και των κλάσεων σημαντικότητας, ούτε από το μέγεθος της κλίμακας ικανοποίησης.
- Τα σετ δεδομένων με σχετικά μεγάλο αριθμό κριτηρίων φαίνεται να παρουσιάζουν αυξημένη ευστάθεια.
- Η μέθοδος π.γ.π. που χρησιμοποιείται φαίνεται να επηρεάζει την ευστάθεια των αποτελεσμάτων και ο δείκτης ASI έχει μεγαλύτερες τιμές στις περιπτώσεις του συναινετικού προγραμματισμού (μοντέλα MUSA II^(a) και MUSA II^{(a) 1}) και της ευρεστικής προσέγγισης (μοντέλα MUSA II^(c) και MUSA II^{(c) 1}).
- Τέλος, στην πλειοψηφία των περιπτώσεων εμφανίζεται μείωση του δείκτη ASI κατά τη χρήση της δεύτερης εναλλακτικής συνάρτησης σφαλμάτων F_2'' του μοντέλου WORT¹ στη μέθοδο ολικού κριτηρίου (μοντέλο MUSA II^{(b) 1}). Δεδομένου αυτού, είναι προτιμότερη η επιλογή μιας εκ των άλλων προτεινόμενων προσεγγίσεων π.γ.π. για την ανάλυση των αποτελεσμάτων.

Λαμβάνοντας υπόψη τις δύο τελευταίες παρατηρήσεις καθώς και την υπολογιστική δυσκολία που παρουσιάζουν τα εναλλακτικά μοντέλα του MUSA II προτείνεται η χρήση της ευρεστικής προσέγγισης ή του συναινετικού προγραμματισμού. Οι συγκεκριμένες προσεγγίσεις φαίνονται να δίνουν αρκετά καλά αποτελέσματα, ενώ ο αριθμός των γραμμικών προγραμμάτων προς επίλυση είναι $2 + n$ για την ευρεστική προσέγγιση και (ελαχιστοποίηση των σφαλμάτων του MUSA + και ελαχιστοποίηση των σφαλμάτων του WORT + μεγιστοποίηση των βαρών των n κριτηρίων) και $1 + n$ για τον συναινετικό προγραμματισμό (ελαχιστοποίηση αντικειμενικής συνάρτησης σφαλμάτων MUSA και WORT + μεγιστοποίηση των βαρών των n κριτηρίων). Αντίθετα στην περίπτωση της προσέγγισης του ολικού κριτηρίου έχουμε τον ίδιο αριθμό περιορισμών και μεταβλητών, όμως απαιτείται η επίλυση 2 επιπλέον

γραμμικών προγραμμάτων (εκτός από την ελαχιστοποίηση της αντικειμενικής συνάρτησης σφαλμάτων MUSA και WORT + την μεγιστοποίηση των βαρών των n κριτηρίων) για την δημιουργία του πίνακα πληρωμών και την χρησιμοποίηση των τιμών του μέσα στην αντικειμενική συνάρτηση των σφαλμάτων.

7.5 Επιλογή παραμέτρων

Η επιλογή των παραμέτρων της προτεινόμενης μεθοδολογίας επέκτασης του MUSA, MUSA II, εστιάζεται κυρίως:

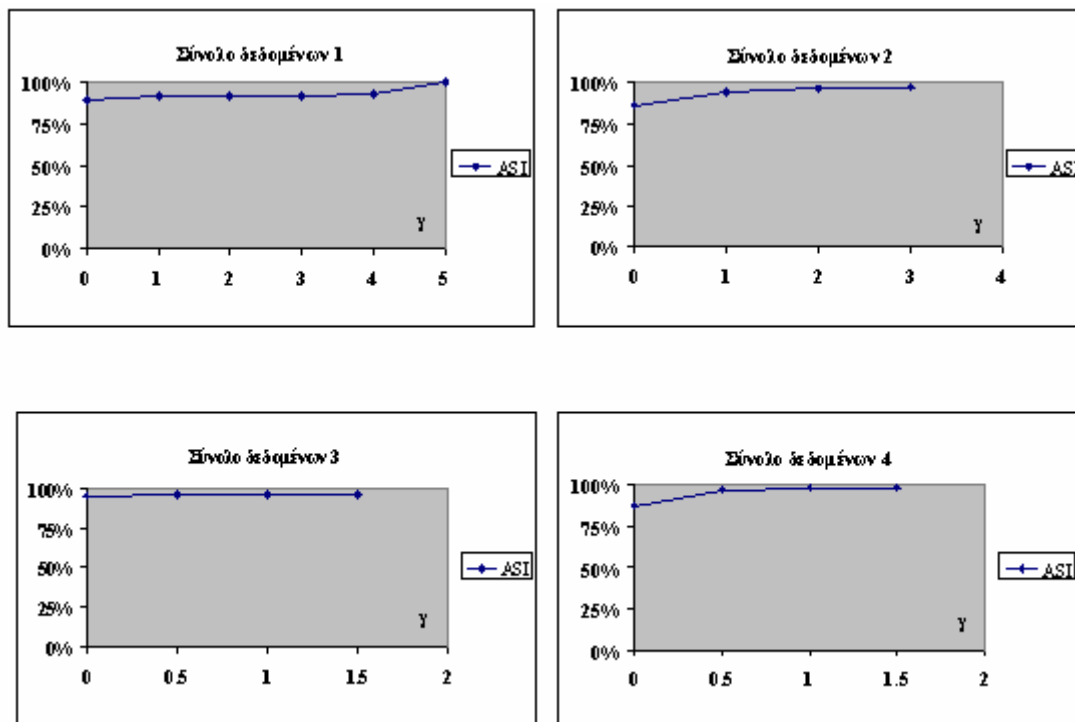
1. στον καθορισμό των κατωφλίων προτίμησης γ και γ_i
2. στην επιλογή του βαθμού παραχώρησης ε κατά τη φάση μεταβελτιστοποίησης και
3. στην επιλογή της ελάχιστης απόστασης λ μεταξύ των κατωφλίων που διαχωρίζουν τις κλάσεις σημαντικότητας.

Στην παράγραφο αυτή εξετάζεται ο τρόπος που επηρεάζεται η ευστάθεια των αποτελεσμάτων για διάφορες τιμές των παραμέτρων γ , γ_i , ε και λ . Για το λόγο αυτό, στην ανάλυση που ακολουθεί έχουν χρησιμοποιηθεί 4 αντιπροσωπευτικά σετ δεδομένων, με διαφορετικές χαρακτηριστικές ιδιότητες (αριθμός κριτηρίων, κλάσεων σημαντικότητας, κ.α.) όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 7.12.

Πίνακας 7.12: Χαρακτηριστικά σύνολα δεδομένων													
Σύνολο δεδομένων	Αριθμός κριτηρίων	Αριθμός κλάσεων	Αριθμός επιπέδων ικανοποίησης										
			a	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8	a_9	a_{10}
1	5	5	5	5	5	5	5	5	-	-	-	-	-
2	5	3	7	7	7	7	7	7	-	-	-	-	-
3	10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
4	10	3	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7

7.5.1 Κατώφλια προτίμησης

Προκειμένου να εξεταστεί ο τρόπος που επηρεάζεται ο μέσος δείκτης ευστάθειας ASI από την επιλογή διαφορετικών τιμών των κατωφλίων προτίμησης χρησιμοποιήθηκε η ευρεστική προσέγγιση με χρήση της συνάρτησης σφαλμάτων του μοντέλου WORT (μοντέλο MUSA II^(c)) για τις τιμές $\lambda=0.05$ και $\varepsilon=0.1$. Με βάση τα αποτελέσματα του Σχήματος 7.3 που ακολουθεί, για τιμές $\gamma=\gamma_i=0$ ο μέσος δείκτης ευστάθειας ASI στα 4 σετ δεδομένων έχει τιμές αρκετά υψηλές που κυμαίνονται από 85% μέχρι και 95%. Επιπλέον, η αύξηση των τιμών για τα κατώφλια προτίμησης γ και γ_i οδηγεί σε αύξηση του μέσου δείκτη ευστάθειας ASI και στα 4 σετ δεδομένων. Μάλιστα για τη μέγιστη δυνατή τιμή του κατωφλιού προτίμησης ο δείκτης ASI έχει τιμές αρκετά κοντά στο 100%.



Σχήμα 7.3: Μεταβολή του δείκτη ASI για διάφορες τιμές του γ

Το αποτέλεσμα αυτό δικαιολογείται από το γεγονός ότι οι τιμές των κατωφλίων προτίμησης γ και γ_i καθορίζουν το ελάχιστο βήμα αύξησης της συνάρτησης Y^* και το ελάχιστο βάρος κάθε κριτηρίου X_i , αντίστοιχα. Έτσι, αυξάνοντας τις τιμές των

κατωφλιών προτίμησης μειώνεται η διακύμανση που παρατηρείται στον πίνακα μεταβελτιστοποίησης και άρα βελτιώνεται και ο μέσος δείκτης ευστάθειας ASI .

Θα πρέπει να τονιστεί ιδιαίτερα ότι η μεταβολή των τιμών για τα κατώφλια προτίμησης απαιτεί μεγάλη προσοχή. Αυθαίρετα μεγάλη αύξηση των γ και γ_i μπορεί να διαστρεβλώσει την πληροφορία των δεδομένων, αφού μεγάλες τιμές των συγκεκριμένων παραμέτρων απαιτούν ισχυρότερες παραδοχές για τις σχέσεις προτίμησης. Επιπλέον, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι με βάση τις τιμές γ_i το ελάχιστο βάρος κάθε κριτηρίου γίνεται ίσο με $\gamma_i(a_i - 1)$. Η παραδοχή αυτή θα πρέπει να επιβεβαιώνεται από τον αποφασίζοντα. Τέλος τα κατώφλια προτίμησης θα πρέπει να ικανοποιούν τις παρακάτω σχέσεις, ώστε να αποφεύγονται οι αρνητικές τιμές του β μέλους των εξισώσεων του γραμμικού προγράμματος της επέκτασης MUSA:

$$\begin{cases} \gamma(a-1) \leq 100 \\ \sum_{i=1}^n \gamma_i(a_i-1) \leq 100 \end{cases} \quad (1)$$

Σε περίπτωση επιλογής $\gamma = \gamma_i \quad \forall i$ η προηγούμενη σχέση γίνεται:

$$\gamma \leq \min \left\{ \frac{100}{(a-1)}, \frac{100}{\sum_{i=1}^n (a_i-1)} \right\} \quad (2)$$

Γενικότερα κατά την επίλυση των γραμμικών προγραμμάτων της επέκτασης MUSA θα πρέπει πρώτα να εξετάζεται η τιμή του δείκτη ASI για τιμές $\gamma = \gamma_i = 0$. Εφόσον είναι ικανοποιητική οι τιμές των κατωφλιών προτίμησης παραμένουν ως έχουν. Σε αντίθετη περίπτωση, αυξάνονται οι τιμές των γ και γ_i εφόσον υπάρχει η δυνατότητα προκειμένου να αποκτήσουμε περισσότερα ευσταθή αποτελέσματα.

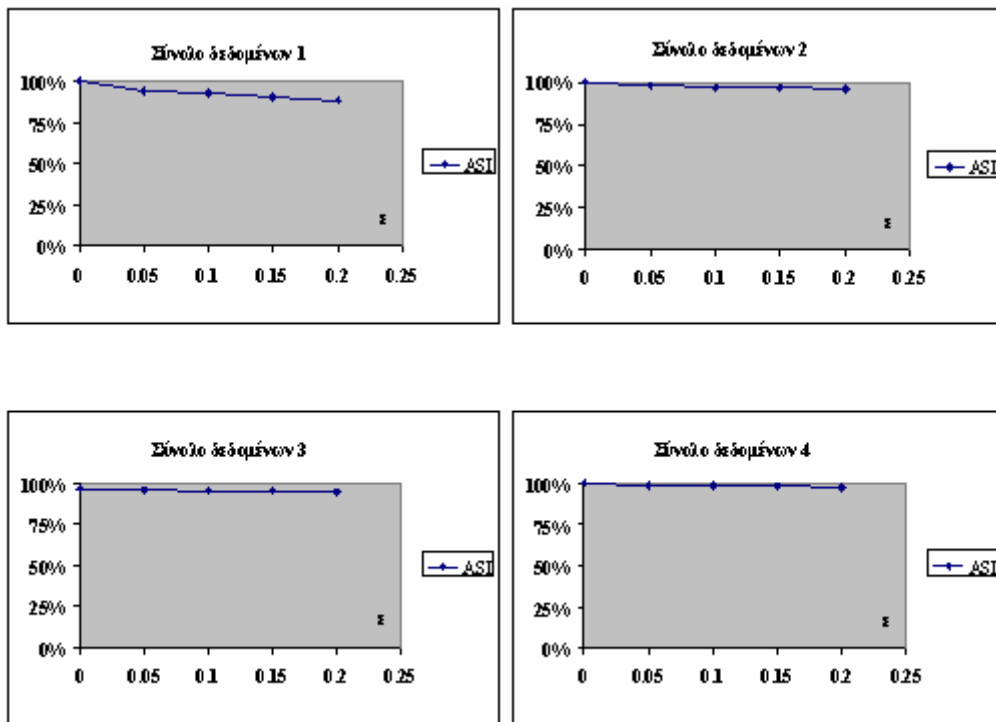
7.5.2 Βαθμός παραχώρησης

Ο βαθμός παραχώρησης ε ορίζεται ως ένας μικρός και θετικός αριθμός. Στο σύνολο σχεδόν των πραγματικών εφαρμογών ισχύει $F^* > 0$, έτσι η παράμετρος ε μπορεί να ορισθεί ως ένα ποσοστό της βέλτιστης τιμής της αντικειμενικής συνάρτησης F^* .

Προκειμένου να εξεταστεί ο τρόπος που επηρεάζεται ο μέσος δείκτης ευστάθειας ASI από την επιλογή διαφορετικών τιμών του βαθμού παραχώρησης ε χρησιμοποιήθηκε η ευρεστική προσέγγιση με χρήση της συνάρτησης σφαλμάτων του μοντέλου WORT (μοντέλο MUSA II^(c)) για τις τιμές $\lambda = 0.05$ και $\gamma = \gamma_i = 1$.

Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης ανάλυσης για τα 4 σύνολα δεδομένων που παρουσιάζονται στο Σχήμα 7.4, όπου φαίνεται ότι σε όλες τις περιπτώσεις η αύξηση του βαθμού παραχώρησης ε κατά την ανάλυση μεταβελτιστοποίησης οδηγεί σε μείωση του μέσου δείκτη ευστάθειας ASI .

Η μείωση αυτή της ευστάθειας των αποτελεσμάτων από την αύξηση του βαθμού παραχώρησης ε μπορεί να εξηγηθεί από τη λογική της ανάλυσης μεταβελτιστοποίησης: αύξηση της τιμής της παραμέτρου ε σημαίνει αύξηση του χώρου των ημιβέλτιστων λύσεων.



Σχήμα 7.4: Μεταβολή του δείκτη ASI για διάφορες τιμές του ε

Γενικά ο βαθμός παραχώρησης ε θα πρέπει να επιλέγεται πάντοτε ως ένα μικρό ποσοστό της F^* , $(1 + \varepsilon)F^*$, ενώ κατά τη διάρκεια επιλογής τιμών για αυτήν την παράμετρο θα πρέπει να ληφθούν υπόψη τα παρακάτω σημεία:

- Η τιμή της παραμέτρου ε δεν πρέπει να είναι ιδιαίτερα υψηλή, ώστε να μη διαστρεβλώνεται η πληροφορία που δίνει η ανάλυση μεταβελτιστοποίησης και να μη μειώνεται το επίπεδο ευστάθειας των αποτελεσμάτων.
- Επιπλέον, η τιμή της παραμέτρου ε δεν πρέπει να είναι πολύ χαμηλή, διότι σε αυτήν την περίπτωση δεν δίνεται η δυνατότητα διερεύνησης του χώρου των ημιβέλτιστων λύσεων κατά τη φάση ανάλυσης μεταβελτιστοποίησης της επέκτασης MUSA.

7.5.3 Απόσταση μεταξύ των κλάσεων σημαντικότητας

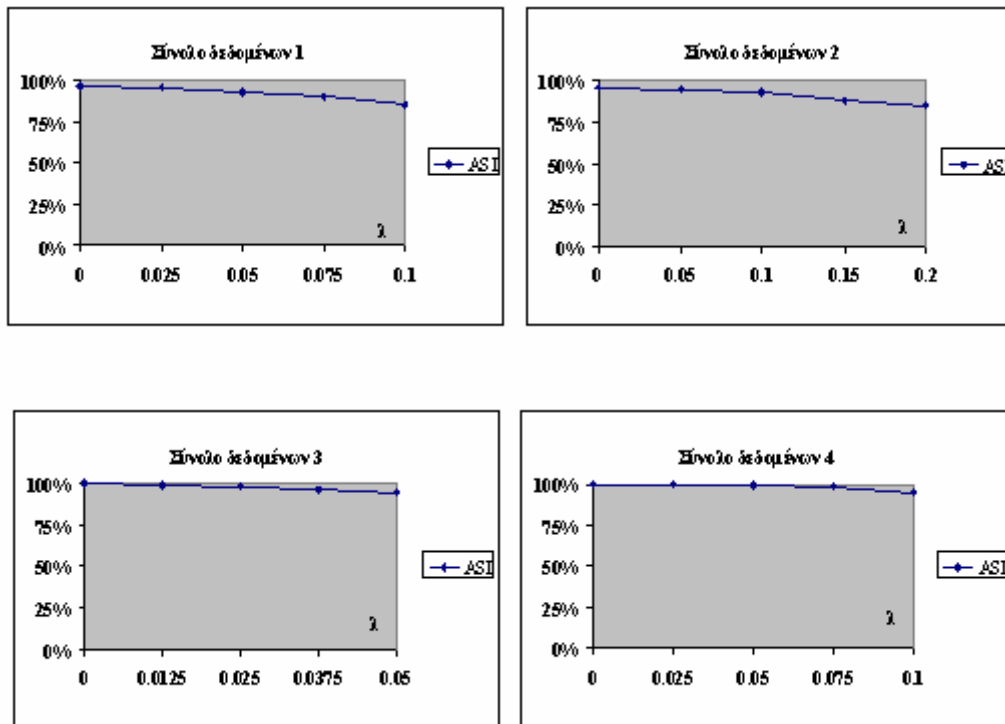
Η τιμή λ εκφράζει την ελάχιστη απόσταση μεταξύ των κατωφλίων που διαχωρίζουν τις κλάσεις σημαντικότητας. Εξαρτάται άμεσα από τον αριθμό των κλάσεων σημαντικότητας και των αριθμό των κριτηρίων. Αν T_i είναι το κατώφλι πάνω από το οποίο ένα κριτήριο θεωρείται σημαντικό και k οι κλάσεις οι οποίες βρίσκονται κάτω από αυτό το κατώφλι, θα πρέπει να ισχύουν οι σχέσεις: $T_i \leq \frac{1}{n} \Rightarrow k\lambda \leq \frac{1}{n} \Rightarrow \lambda \leq \frac{1}{kn}$. Ουσιαστικά με τη σχέση $T_i \leq \frac{1}{n}$ διασφαλίζεται ότι η τιμή πάνω από την οποία ένα κριτήριο μπορεί να θεωρηθεί σημαντικό μπορεί να είναι το πολύ ίση με την τιμή που θα είχαν όλα τα κριτήρια αν ήταν ισοβαρή.

Προκειμένου να εξεταστεί ο τρόπος που επηρεάζεται ο μέσος δείκτης ευστάθειας ASI από την επιλογή διαφορετικών τιμών της απόστασης λ χρησιμοποιήθηκε η ευρεστική προσέγγιση με χρήση της συνάρτησης σφαλμάτων του μοντέλου WORT (μοντέλο MUSA II^(c)) για τις τιμές $\varepsilon = 0.1$ και $\gamma = \gamma_i = 1$.

Από τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης ανάλυσης για τα 4 σύνολα δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν και στις προηγούμενες δυο αναλύσεις (Σχήμα 7.5) φαίνεται ότι σε όλες τις περιπτώσεις η αύξηση της ελάχιστης απόστασης λ μεταξύ των κλάσεων σημαντικότητας οδηγεί σε μείωση του μέσου δείκτη ευστάθειας ASI .

Γενικά η απόσταση λ μεταξύ των κλάσεων σημαντικότητας θα πρέπει να επιλέγεται πάντοτε σύμφωνα με τον τύπο $\lambda \leq \frac{1}{kn}$, ενώ κατά τη διάρκεια επιλογής τιμών για αυτήν την παράμετρο θα πρέπει να ληφθούν υπόψη τα παρακάτω σημεία:

- Η τιμή της παραμέτρου λ δεν πρέπει να είναι ιδιαίτερα υψηλή, ώστε να μη διαστρεβλώνεται η πληροφορία που δίνουν οι πελάτες. Επιπλέον, σε περιπτώσεις ακραίας τιμής του λ προκύπτουν συχνά πολύ υψηλές τιμές μεταξύ κατωφλίων, ενώ τα κριτήρια τείνουν να αποκτήσουν το ίδιο βάρος ή να ταξινομηθούν όλα στην ίδια κλάση σημαντικότητας.
- Επιπλέον, η τιμή της παραμέτρου λ δεν πρέπει να είναι πολύ χαμηλή, διότι σε αυτήν την περίπτωση δεν δίνεται η δυνατότητα διαχωρισμού μεταξύ των κλάσεων σημαντικότητας, αφού τα κατώφλια λαμβάνουν πολύ κοντινές τιμές.



Σχήμα 7.5: Μεταβολή του δείκτη ASI για διάφορες τιμές του λ

Κεφάλαιο 8^ο : Συμπεράσματα και μελλοντικές επεκτάσεις

8.1 Γενικά συμπεράσματα

Πολλές πραγματικές εφαρμογές έχουν δείξει ότι η σημαντικότητα των παραγόντων ποιότητας που δηλώνεται από τους πελάτες είναι συχνά διαφορετική από τη σημαντικότητα που παράγεται μέσω ενός καθορισμένου μαθηματικού μοντέλου. Αυτό συμβαίνει κυρίως λόγω της γενικότερης τάσης των πελατών να θεωρούν τα πάντα σημαντικά, όταν ερωτούνται ελεύθερα. Ως αποτέλεσμα, οι ερευνητές συχνά διστάζουν να εμπιστευτούν τα αποτελέσματα της εκφρασμένης από τους πελάτες σημαντικότητας και, αντίθετα, προτιμούν τη χρήση δεδομένων εκτιμώμενης σημαντικότητας. Εντούτοις η σύγκριση εκφρασμένης και εκτιμώμενης σημαντικότητας μπορεί πολλές φορές να δώσει πρόσθετες πληροφορίες ως προς τη συμπεριφορά των πελατών και να βοηθήσει επιχείρηση στην ανάπτυξη στρατηγικών βελτίωσης για τα παρεχόμενα προϊόντα/ υπηρεσίες.

Κινούμενη προς αυτήν την κατεύθυνση, η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή είχε ως στόχο τη δημιουργία ενός μοντέλου εκτίμησης βαρών (μοντέλο WORT), το οποίο κάνει χρήση τεχνικών ποιοτικής ανάλυσης παλινδρόμησης.

Προκειμένου να γίνει συλλογή των δεδομένων σημαντικότητας προτείνεται η χρήση δύο διαφορετικών τύπων ερωτήσεων σημαντικότητας: ερωτήσεις απόδοσης σημαντικότητας, όπου οι πελάτες επιλέγουν ανάμεσα σε διαφορετικά επίπεδα σημαντικότητας, και ερωτήσεις κατάταξης κριτηρίων, που μπορούν να ελαχιστοποιήσουν την τάση υπερεκτίμησης των κριτηρίων από τους πελάτες.

Το μοντέλο WORT (Weight evaluation using Ordinal Regression Techniques) δίνει τη δυνατότητα σύγκρισης εκφρασμένης και εκτιμώμενης σημαντικότητας των διαστάσεων ικανοποίησης και εισάγει τις αρχές του μοντέλου Kano στη μεθοδολογία MUSA.

Πιο συγκεκριμένα, τα αποτελέσματα μπορούν να οργανωθούν σε αντιληπτικούς χάρτες, οι οποίοι παρουσιάζουν παραστατικά την εκφρασμένη και εκτιμώμενη σημαντικότητα των διαστάσεων ικανοποίησης και βοηθούν στην ανάπτυξη

στρατηγικών βελτίωσης για τα παρεχόμενα προϊόντα/ υπηρεσίες, σε συμφωνία με τις αρχές της προσέγγισης του Kano για τον καθορισμό διαφορετικών επιπέδων ποιότητας.

Επιπλέον, στην παρούσα εργασία διερευνήθηκε ο συνδυασμός της συγκεκριμένης προσέγγισης με άλλες τεχνικές ποιοτικής ανάλυσης παλινδρόμησης, όπως το μοντέλο MUSA [Grigoroudis and Siskos (2002)], με στόχο την αναζήτηση ενός μοντέλου το οποίο θα περιέχει προτιμήσεις τόσο για την απόδοση, όσο και για τη σημαντικότητα των χαρακτηριστικών ποιότητας.

Στα πλαίσια της επέκτασης της μεθοδολογίας MUSA, δημιουργήθηκε το μοντέλο MUSA II και εξετάστηκαν διάφορες προσεγγίσεις πολυκριτηρίου γραμμικού προγραμματισμού, οι οποίες δίνουν τη δυνατότητα να εξεταστεί αν οι πρόσθετες πληροφορίες για τα βάρη των κριτηρίων μπορούν να βελτιώσουν την ευστάθεια των αποτελεσμάτων βασισμένων στις κρίσεις απόδοσης των πελατών. Στα πλαίσια του π.γ.π., εξετάστηκαν ο συναινετικός προγραμματισμός, η μέθοδος ολικού κριτηρίου, καθώς και μία ευρεστική μεθοδολογία, ενώ η εξέταση της πιθανής βελτίωσης έγινε μέσω του δείκτη ευστάθειας *ASI*.

Η προτεινόμενη προσέγγιση εκτίμησης βαρών παρουσιάζει σημαντικές διαφορές σε σχέση με τις ως τώρα βασικές μεθοδολογικές προσεγγίσεις της εκτίμησης σημαντικότητας παραγόντων σε προβλήματα ποιότητας υπηρεσιών, όπως αυτές παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο 2. Κατ' αρχήν, δεν υπάρχει η έννοια των εναλλακτικών, δηλαδή η εκτίμηση της σημαντικότητας των κριτηρίων δεν γίνεται στα πλαίσια της εκτίμησης της επίδοσης εναλλακτικών με στόχο την κατάταξη /ταξινόμηση των εναλλακτικών ή επιλογή της βέλτιστης εναλλακτικής. Κατά αναλογία, δεν υπάρχει και η έννοια του αποφασίζοντα (ή μιας ομάδας αποφασιζόντων) οι οποίοι καλούνται να λάβουν συγκεκριμένες αποφάσεις.

Στην παρούσα προσέγγιση γίνεται εκτίμηση σημαντικότητας παραγόντων σε προβλήματα εκτίμησης ποιότητας υπηρεσιών και δίνεται η δυνατότητα ενσωμάτωσης δεδομένων από μεγάλο πλήθος πελατών. Βέβαια, η συλλογή δεδομένων σημαντικότητας μπορεί να γίνει αρκετά επίπονη και χρονοβόρα σε σχέση με τις άλλες μεθοδολογικές προσεγγίσεις, αφού το μέγεθος της πληροφορίας που συλλέγεται για κάθε πελάτη είναι σχετικά μικρό, αλλά το δείγμα της έρευνας είναι αρκετά μεγάλο. Παρόλα αυτά, το εν λόγω μειονέκτημα αντισταθμίζεται από την ικανότητα της προτεινόμενης προσέγγισης να παρέχει περισσότερο αξιόπιστα αποτελέσματα σε σχέση με την άμεση ερώτηση των πελατών ως προς τη σημαντικότητα των κριτηρίων

(όπου εμφανίζονται συχνά φαινόμενα υπερβολής από την πλευρά του πελάτη) και τα συλλογικά μοντέλα (όπου τα βάρη αποτελούν παραμέτρους του προς εκτίμηση μοντέλου, προκειμένου να είναι όσο πιο συνεπή γίνεται με γνωστές υποκειμενικές κρίσεις σχετικά με τις εναλλακτικές).

Η παρούσα διατριβή δεν επικεντρώθηκε μόνο στη διαδικασία ανάπτυξης του μοντέλου εκτίμησης βαρών WORT και του μοντέλου MUSA II. Ταυτόχρονα, ιδιαίτερο βάρος δόθηκε και στην διεξοδική έρευνα της αποτελεσματικότητας των προτεινόμενων προσεγγίσεων.

Το σημαντικό αυτό θέμα διερευνήθηκε για τα δύο μοντέλα τόσο σε πραγματικά προβλήματα εκτίμησης σημαντικότητας, όσο και σε ‘εργαστηριακές’ ελεγχόμενες συνθήκες μέσω προσομοίωσης.

Οι δύο πραγματικές εφαρμογές έδειξαν ότι η εκφρασμένη από τους πελάτες σημαντικότητα (stated importance) σπάνια είναι η ίδια με την εκτιμώμενη σημαντικότητα (derived importance) [Naumann and Giel (1995)]. Παρόλα αυτά η συγκριτική ανάλυση εκφρασμένης και εκτιμώμενης σημαντικότητας μπορεί συχνά να δώσει επιπλέον πληροφορίες σχετικά με τη συμπεριφορά των πελατών και να παρέχει σε μια εταιρία κατευθυντήριες οδηγίες διοίκησης, παραγωγής και μάρκετινγκ. Επιπλέον, μέσω του μοντέλου εκτίμησης βαρών WORT μπορούν να εισαχθούν οι αρχές του μοντέλου Kano μέσα στο μοντέλο MUSA και να κατηγοριοποιηθούν οι διάφορες διαστάσεις ικανοποίησης σε αναμενόμενα, μονοδιάστατα και ελκυστικά χαρακτηριστικά.

Στα πλαίσια της μεθοδολογίας του MUSA II χρησιμοποιήθηκαν ο συναινετικός προγραμματισμός (MUSA II^(a)), η μέθοδος ολικού κριτηρίου (MUSA II^(b)), καθώς και μία ευρεστική μεθοδολογία (MUSA II^(c)), ενώ η εξέταση της πιθανής βελτίωσης πραγματοποιήθηκε μέσω του δείκτη ευστάθειας *ASI*. Οι δύο εφαρμογές, στον εκπαιδευτικό οργανισμό και στην εταιρία γραφικών τεχνών, έδειξαν ότι η ευστάθεια των αποτελεσμάτων αυξήθηκε με τη χρήση επιπλέον πληροφορίας σχετικά με τη σημαντικότητα των κριτηρίων, και επιβεβαίωσαν ότι το MUSA II μπορεί να βελτιώσει τα αποτελέσματα του MUSA και να δώσει επιπλέον πληροφορίες.

Από τα αποτελέσματα του πειραματικού σχεδιασμού επιβεβαιώθηκαν η αρχικές ενδείξεις της καλής ευστάθειας του προτεινόμενου μοντέλου MUSA II. Η σύγκριση του δείκτη ευστάθειας *ASI* ανάμεσα στις μεθοδολογίες π.γ.π. και του αρχικού MUSA έδειξε ότι η ευστάθεια των αποτελεσμάτων του MUSA αυξήθηκε με την πρόσθεση επιπλέον πληροφορίας σχετικά με τα βάρη των κριτηρίων. Επιβεβαιώθηκε

έτσι το συμπέρασμα ότι στην πλειοψηφία των περιπτώσεων το MUSA II μπορεί να βελτιώσει τα αποτελέσματα του MUSA και να δώσει επιπλέον πληροφορίες.

8.2 Μελλοντικές επεκτάσεις

Παρά την απάντηση σημαντικών ερωτημάτων σε σχέση με την εκτίμηση της σημαντικότητας των παραγόντων σε προβλήματα εκτίμησης της ποιότητας υπηρεσιών, η έρευνα στο χώρο αυτό παρουσιάζει σημαντικές προοπτικές περαιτέρω έρευνας. Οι κύριες από τις προοπτικές αυτές και οι αντίστοιχες μελλοντικές ερευνητικές κατευθύνσεις εντοπίζονται στα ακόλουθα σημεία:

1. Διερεύνηση της δυνατότητας μοντελοποίησης του προβλήματος εκτίμησης της σημαντικότητας των κριτηρίων με τη θεωρία των ασαφών συνόλων (fuzzy sets). Η βασική συμβολή της προτεινόμενης διερεύνησης εστιάζεται κυρίως στον υπολογισμό των τιμών για τα κατώφλια T_i , χρησιμοποιώντας ένα σύνολο συναρτήσεων συμμετοχής. Η συγκεκριμένη προσέγγιση θεωρείται ιδιαίτερα σημαντική, δεδομένης της πολυπλοκότητας, της υποκειμενικότητας και της ποιοτικής πληροφορίας που έχουν τα δεδομένα. Επιπρόσθετα, σε περίπτωση ανάλυσης ιεραρχικών δεδομένων (π.χ. διαστάσεις, χαρακτηριστικά, υποχαρακτηριστικά ποιότητας) είναι δυνατή η διερεύνηση της ανάπτυξης ενός συνόλου κανόνων ασαφούς λογικής, καθώς και η εφαρμογή εξειδικευμένων μοντέλων, όπως η ημιδομημένη υποστήριξη ασαφών αποφάσεων (Non Structural Fuzzy Decision Support, NSFDS).
2. Διερεύνηση της δυνατότητας εφαρμογής μοντέλων στατιστικής ανάλυσης, τα οποία είναι σε θέση να χειριστούν ποιοτικά δεδομένα, όπως είναι τα πολυμεταβλητά μοντέλα πιθανότητας υπό συνθήκη (multivariate conditional probability models) και η πολυδιάστατη κλιμάκωση (multidimensional scaling).
3. Εφαρμογή του προτεινόμενου μοντέλου εκτίμησης βαρών (WORT) και της επέκτασης του MUSA (MUSA II) σε διάφορες επιχειρήσεις και οργανισμούς με διαφορετικά χαρακτηριστικά.
4. Διερεύνηση εναλλακτικών αντικειμενικών συναρτήσεων και εναλλακτικών τεχνικών βελτιστοποίησης για τα διατυπωμένα γραμμικά προγράμματα.

5. Στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε μια προκαταρκτική διερεύνηση της επιλογής κατάλληλων τιμών των παραμέτρων της προτεινόμενης προσέγγισης. Η διεξοδική διερεύνηση του προβλήματος επιλογής κατάλληλων τιμών των παραμέτρων μπορεί να αποτελέσει αποτελέσει σημαντικό αντικείμενο περαιτέρω έρευνας.
6. Μπορούν να διεξαχθεί μια πειραματική φάση ανάλυσης, η οποία περιλαμβάνει την παραγωγή μέσω προσομοίωσης σετ δεδομένων μεγαλύτερου πλήθους (με τη δημιουργία για παράδειγμα περισσότερων του ενός σετ δεδομένων για κάθε συνδυασμό των παραγόντων του πειραματικού σχεδιασμού) ή δεδομένων με διαφορετικές στατιστικές ιδιότητες.

Η διερεύνηση των παραπάνω μελλοντικών ερευνητικών κατευθύνσεων θα συμβάλλει ουσιαστικά στην πληρέστερη αντιμετώπιση του προβλήματος εκτίμησης της σημαντικότητας παραγόντων σε προβλήματα αξιολόγησης ποιότητας υπηρεσιών.

Παράρτημα Α: Αποτελέσματα εφαρμογών του μοντέλου εκτίμησης βαρών WORT

Στο παρόν παράρτημα θα παρουσιαστούν τα αναλυτικά αποτελέσματα του μοντέλου εκτίμησης βαρών WORT για διάφορες τιμές του λ και τις διάφορες προσεγγίσεις μεταβελτιστοποίησης (μοντέλα WORT, WORT I, WORT II, WORT III, WORT IV) για τις δύο πραγματικές εφαρμογές.

Πρέπει να σημειωθεί σε αυτό το σημείο ότι στην περίπτωση του εκπαιδευτικού οργανισμού για το εναλλακτικό μοντέλο WORT² χρησιμοποιήθηκαν τέσσερις εναλλακτικές περιπτώσεις κατά τον καθορισμό των πιθανοτήτων εμφάνισης των κλάσεων P_k και του κόστους εσφαλμένης ταξινόμησης K_{kl} :

- Ίσες πιθανότητες εμφάνισης των κλάσεων και γραμμική συνάρτηση κόστους εσφαλμένης ταξινόμησης (WORT^{2a}).
- Ίσες πιθανότητες εμφάνισης των κλάσεων και εκθετική συνάρτηση κόστους εσφαλμένης ταξινόμησης (WORT^{2b}).
- Άνισες πιθανότητες εμφάνισης των κλάσεων και γραμμική συνάρτηση κόστους εσφαλμένης ταξινόμησης (WORT^{2c}).
- Άνισες πιθανότητες εμφάνισης των κλάσεων και εκθετική συνάρτηση κόστους εσφαλμένης ταξινόμησης (WORT^{2d}).

Επιπλέον, στην περίπτωση της εταιρίας γραφικών τεχνών για το εναλλακτικό μοντέλο WORT² χρησιμοποιήθηκαν οι περιπτώσεις WORT^{2a} και WORT^{2b}.

Οι Πίνακες 1-5 παρουσιάζουν τα αποτελέσματα για τον εκπαιδευτικό οργανισμό, ενώ οι Πίνακες 6-10 τα αποτελέσματα για την εταιρία γραφικών τεχνών.

Πίνακας 1: Αποτελέσματα ανάλυσης μεταβελτιστοποίησης με μεγιστοποίηση των βαρών b_i των κριτηρίων για τον εκπαιδευτικό οργανισμό (WORT)

Συνάρτηση Ελαχιστοποίησης	Τιμή λ	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	T_1	T_2
WORT	0.1	20.02	20.05	20.02	19.94	20.00	20.00%	10.00%
WORT¹	0.1	24.18	26.03	17.09	17.09	15.61	25.08%	15.08%
WORT^{2a}	0.1	24.79	26.19	16.98	16.76	15.28	24.75%	14.75%
WORT^{2b}	0.1	25.19	26.17	16.81	16.72	15.10	24.57%	14.57%
WORT^{2c}	0.1	20.02	20.04	20.02	19.93	20.00	20.00%	10.00%
WORT^{2d}	0.1	20.02	20.04	20.02	19.93	20.00	20.00%	10.00%
WORT	0.15	19.86	25.07	18.44	18.28	18.35	30.00%	15.00%
WORT¹	0.15	21.41	29.72	16.72	16.55	15.60	30.00%	15.00%
WORT^{2a}	0.15	21.20	29.93	16.72	16.55	15.60	30.00%	15.00%
WORT^{2b}	0.15	21.14	29.98	16.72	16.55	15.60	30.00%	15.00%
WORT^{2c}	0.15	19.85	25.02	18.47	18.31	18.35	30.00%	15.00%
WORT^{2d}	0.15	19.85	25.02	18.48	18.30	18.36	30.00%	15.00%
WORT	0.2	24.63	24.89	19.29	22.95	8.23	40.00%	20.00%
WORT¹	0.2	19.05	18.33	21.01	20.97	20.63	40.00%	20.00%
WORT^{2a}	0.2	18.00	19.07	21.15	21.10	20.69	40.00%	20.00%
WORT^{2b}	0.2	21.82	19.16	21.18	21.13	16.70	40.00%	20.00%
WORT^{2c}	0.2	25.07	25.37	23.56	8.55	17.44	40.00%	20.00%
WORT^{2d}	0.2	25.18	25.49	23.49	8.63	17.20	40.00%	20.00%

Πίνακας 2: Αποτελέσματα ανάλυσης μεταβελτιστοποίησης με μεγιστοποίηση των κατωφλίων T_l για τον εκπαιδευτικό οργανισμό (WORT I)

Συνάρτηση Ελαχιστοποίησης	Τιμή λ	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	T_1	T_2
WORT I	0.1	20.02	20.04	20.02	19.90	20.02	20.03%	10.03%
WORT I¹	0.1	20.43	27.38	17.40	17.40	17.38	27.39%	17.39%
WORT I^{2a}	0.1	20.41	27.40	17.40	17.40	17.38	27.39%	17.39%
WORT I^{2b}	0.1	20.41	27.40	17.40	17.40	17.38	27.39%	17.39%
WORT I^{2c}	0.1	20.02	20.04	20.02	19.89	20.02	20.03%	10.03%
WORT I^{2d}	0.1	20.02	20.04	20.02	19.89	20.02	20.03%	10.03%
WORT I	0.15	22.62	30.94	15.48	15.48	15.48	30.96%	15.47%
WORT I¹	0.15	17.05	31.89	17.02	17.03	17.02	32.09%	17.03%
WORT I^{2a}	0.15	17.04	31.90	17.02	17.02	17.02	32.09%	17.04%
WORT I^{2b}	0.15	17.04	31.90	17.02	17.02	17.02	32.09%	17.04%
WORT I^{2c}	0.15	22.61	30.94	15.48	15.48	15.48	30.96%	15.47%
WORT I^{2d}	0.15	22.61	30.94	15.48	15.48	15.48	30.96%	15.47%
WORT I	0.2	20.80	20.80	20.80	20.80	16.79	41.78%	20.78%
WORT I¹	0.2	20.55	17.86	20.53	20.53	20.53	41.55%	20.55%
WORT I^{2a}	0.2	20.61	17.55	20.61	20.61	20.61	41.63%	20.63%
WORT I^{2b}	0.2	20.63	17.48	20.63	20.63	20.63	41.65%	20.65%
WORT I^{2c}	0.2	20.88	20.88	20.85	16.57	20.84	41.86%	20.86%
WORT I^{2d}	0.2	20.90	20.90	20.87	16.49	20.86	41.88%	20.88%

Πίνακας 3: Αποτελέσματα ανάλυσης μεταβελτιστοποίησης με μεγιστοποίηση του δ για τον εκπαιδευτικό οργανισμό(WORT II)

Συνάρτηση Ελαχιστοποίησης	Τιμή λ	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	T_1	T_2
WORT II	0.1	20.03	20.03	20.00	19.97	19.97	20.00%	10.00%
WORT II¹	0.1	22.95	23.15	22.95	18.01	12.95	23.05%	13.05%
WORT II^{2a}	0.1	24.04	24.04	23.84	14.04	14.04	23.94%	13.94%
WORT II^{2b}	0.1	24.04	24.04	23.84	14.04	14.04	23.94%	13.94%
WORT II^{2c}	0.1	20.03	20.03	20.00	19.97	19.97	20.00%	10.00%
WORT II^{2d}	0.1	20.04	20.04	20.00	19.96	19.96	20.00%	10.00%
WORT II	0.15	21.29	30.93	15.93	15.93	15.93	30.78%	15.78%
WORT II¹	0.15	19.80	31.53	16.23	16.23	16.23	31.38%	16.38%
WORT II^{2a}	0.15	18.65	31.59	16.59	16.59	16.59	31.44%	16.44%
WORT II^{2b}	0.15	18.63	31.59	16.59	16.59	16.59	31.44%	16.44%
WORT II^{2c}	0.15	21.27	30.93	15.93	15.93	15.93	30.78%	15.78%
WORT II^{2d}	0.15	21.26	30.93	15.93	15.93	15.93	30.78%	15.78%
WORT II	0.2	14.28	21.53	21.53	21.13	21.53	41.33%	21.33%
WORT II¹	0.2	21.00	16.42	21.00	21.00	20.60	40.80%	20.80%
WORT II^{2a}	0.2	15.85	21.14	21.14	21.14	20.74	40.94%	20.94%
WORT II^{2b}	0.2	20.80	15.98	21.20	21.20	20.80	41.00%	21.00%
WORT II^{2c}	0.2	21.60	13.60	21.60	21.60	21.60	41.40%	21.40%
WORT II^{2d}	0.2	21.23	14.28	21.63	21.63	21.23	41.43%	21.43%

Πίνακας 4: Αποτελέσματα ανάλυσης μεταβελτιστοποίησης με μεγιστοποίηση του αθροίσματος $T_1 + \delta$ για τον εκπαιδευτικό οργανισμό (WORT III)

Συνάρτηση Ελαχιστοποίησης	Τιμή λ	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	T_1	T_2
WORT III	0.1	20.03	20.03	20.00	19.97	19.97	20.00%	10.00%
WORT III¹	0.1	22.23	26.84	17.04	17.04	16.84	26.94%	16.94%
WORT III^{2a}	0.1	21.89	27.08	17.08	17.08	16.88	26.98%	16.98%
WORT III^{2b}	0.1	21.86	27.09	17.09	17.09	16.89	26.99%	16.99%
WORT III^{2c}	0.1	20.03	20.03	20.00	19.97	19.97	20.00%	10.00%
WORT III^{2d}	0.1	20.04	20.04	20.00	19.96	19.96	20.00%	10.00%
WORT III	0.15	22.71	30.66	15.54	15.54	15.54	30.81%	15.39%
WORT III¹	0.15	18.94	31.37	16.67	16.67	16.37	31.52%	16.52%
WORT III^{2a}	0.15	18.43	31.72	16.72	16.72	16.42	31.57%	16.57%
WORT III^{2b}	0.15	18.37	31.73	16.73	16.73	16.43	31.58%	16.58%
WORT III^{2c}	0.15	22.71	30.66	15.54	15.54	15.54	30.81%	15.39%
WORT III^{2d}	0.15	22.71	30.66	15.54	15.54	15.54	30.81%	15.39%
WORT III	0.2	20.89	20.89	20.69	20.49	17.04	41.57%	20.69%
WORT III¹	0.2	20.44	18.83	20.24	20.24	20.24	41.22%	20.44%
WORT III^{2a}	0.2	20.33	18.67	20.33	20.33	20.33	41.35%	20.53%
WORT III^{2b}	0.2	20.35	18.58	20.35	20.35	20.35	41.38%	20.55%
WORT III^{2c}	0.2	20.96	20.96	20.66	16.84	20.56	41.66%	20.76%
WORT III^{2d}	0.2	20.98	20.98	20.68	16.76	20.58	41.68%	20.78%

Πίνακας 5: Αποτελέσματα ανάλυσης μεταβελτιστοποίησης με μεγιστοποίηση της ελάχιστης απόστασης d για τον εκπαιδευτικό οργανισμό (WORT IV)

Συνάρτηση Ελαχιστοποίησης	Τιμή λ	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	T_1	T_2
WORT IV	0.1	25.13	26.78	17.68	17.18	13.23	24.81%	16.81%
WORT IV¹	0.1	24.83	26.78	16.78	16.78	14.83	25.81%	15.81%
WORT IV^{2a}	0.1	25.24	25.24	17.15	17.15	15.24	26.19%	16.19%
WORT IV^{2b}	0.1	25.22	25.22	17.17	17.17	15.22	26.19%	16.19%
WORT IV^{2c}	0.1	20.06	19.96	20.06	19.96	19.96	20.01%	10.01%
WORT IV^{2d}	0.1	20.08	20.08	20.00	19.92	19.92	20.00%	10.00%
WORT IV	0.15	22.57	22.57	30.12	17.31	7.43	30.13%	15.00%
WORT IV¹	0.15	25.00	28.43	16.57	16.57	13.43	30.00%	15.00%
WORT IV^{2a}	0.15	29.00	29.00	14.00	14.00	14.00	30.17%	15.17%
WORT IV^{2b}	0.15	29.00	29.00	14.00	14.00	14.00	30.21%	15.21%
WORT IV^{2c}	0.15	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	30.00%	15.00%
WORT IV^{2d}	0.15	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	30.00%	15.00%
WORT IV	0.2	32.00	32.00	12.00	12.00	12.00	40.75%	20.75%
WORT IV¹	0.2	22.87	25.74	17.13	17.13	17.13	40.00%	20.00%
WORT IV^{2a}	0.2	16.00	36.00	16.00	16.00	16.00	40.12%	20.12%
WORT IV^{2b}	0.2	16.00	36.00	16.00	16.00	16.00	40.27%	20.27%
WORT IV^{2c}	0.2	30.79	30.79	20.00	9.21	9.21	41.58%	20.00%
WORT IV^{2d}	0.2	30.84	30.84	20.00	9.16	9.16	41.68%	20.00%

Πίνακας 6: Αποτελέσματα ανάλυσης μεταβελτιστοποίησης με μεγιστοποίηση των βαρών b_i των κριτηρίων για την εταιρία γραφικών τεχνών (WORT)

Συνάρτηση Ελαχιστοποίησης	Τιμή λ	b_1	b_2	b_3	b_4	T_1	T_2	T_3
WORT	0.025	27.42	25.53	24.92	22.14	27.40%	24.78%	22.40%
WORT¹	0.025	27.42	25.53	24.92	22.14	27.40%	24.90%	22.40%
WORT^{2a}	0.025	27.12	26.58	24.67	21.63	26.98%	24.48%	21.98%
WORT^{2b}	0.025	27.11	26.64	24.78	21.46	26.93%	24.43%	21.93%
WORT	0.05	29.83	26.06	24.84	19.27	29.80%	24.80%	19.80%
WORT¹	0.05	29.83	26.21	24.84	19.27	29.80%	24.81%	19.80%
WORT^{2a}	0.05	29.24	28.16	24.34	18.26	28.97%	23.97%	18.97%
WORT^{2b}	0.05	29.23	28.29	24.56	17.93	28.86%	23.86%	18.86%
WORT	0.1	34.67	27.12	24.68	13.54	34.61%	24.61%	14.61%
WORT¹	0.1	35.17	26.97	24.68	13.54	34.61%	24.61%	14.61%
WORT^{2a}	0.1	33.48	31.33	23.68	11.52	32.93%	22.93%	12.93%
WORT^{2b}	0.1	33.45	31.58	24.12	10.85	32.72%	22.72%	12.72%
WORT	0.125	37.91	27.43	25.17	9.49	37.50%	25.00%	12.50%
WORT¹	0.125	37.91	27.43	25.17	9.49	37.50%	25.00%	12.50%
WORT^{2a}	0.125	38.34	28.73	24.53	8.39	37.79%	25.29%	12.79%
WORT^{2b}	0.125	38.22	33.38	25.20	3.20	37.58%	25.08%	12.58%

Πίνακας 7: Αποτελέσματα ανάλυσης μεταβελτιστοποίησης με μεγιστοποίηση των κατωφλίων T_i για την εταιρία γραφικών τεχνών (WORT I)

Συνάρτηση Ελαχιστοποίησης	Τιμή λ	b_1	b_2	b_3	b_4	T_1	T_2	T_3
WORT I	0.025	27.54	25.05	25.04	22.37	27.55%	25.05%	22.55%
WORT I¹	0.025	27.54	25.05	25.04	22.37	27.55%	25.05%	22.55%
WORT I^{2a}	0.025	27.28	25.67	24.78	22.28	27.28%	24.78%	22.28%
WORT I^{2b}	0.025	27.34	27.34	24.84	20.48	27.34%	24.84%	22.34%
WORT I	0.05	30.09	25.10	25.09	19.73	30.09%	25.09%	20.09%
WORT I¹	0.05	30.09	25.10	25.09	19.73	30.09%	25.09%	20.09%
WORT I^{2a}	0.05	29.55	26.35	24.55	19.55	29.56%	24.56%	19.56%
WORT I^{2b}	0.05	29.69	29.68	24.68	15.96	29.68%	24.68%	19.68%
WORT I	0.1	34.17	25.19	25.17	14.46	35.18%	25.18%	15.18%
WORT I¹	0.1	35.17	25.19	25.17	14.46	35.18%	25.18%	15.18%
WORT I^{2a}	0.1	34.10	27.69	24.10	14.10	34.11%	24.11%	14.11%
WORT I^{2b}	0.1	34.38	34.36	24.36	6.89	34.37%	24.37%	14.37%
WORT I	0.125	39.00	26.52	26.50	7.98	39.01%	26.51%	14.01%
WORT I¹	0.125	39.00	26.52	26.50	7.98	39.01%	26.51%	14.01%
WORT I^{2a}	0.125	39.53	27.05	27.03	6.39	39.54%	27.04%	14.54%
WORT I^{2b}	0.125	39.30	33.92	26.78	0.00	39.29%	26.79%	14.29%

Πίνακας 8: Αποτελέσματα ανάλυσης μεταβελτιστοποίησης με μεγιστοποίηση του δ για την εταιρία γραφικών τεχνών (WORT II)

Συνάρτηση Ελαχιστοποίησης	Τιμή λ	b_1	b_2	b_3	b_4	T_1	T_2	T_3
WORT II	0.025	26.88	26.88	24.38	21.88	26.90%	24.40%	21.90%
WORT II¹	0.025	26.88	26.88	24.38	21.88	26.90%	24.40%	21.90%
WORT II^{2a}	0.025	26.91	26.86	24.36	21.86	26.89%	24.39%	21.89%
WORT II^{2b}	0.025	27.01	27.01	24.24	21.74	27.03%	24.27%	21.77%
WORT II	0.05	28.75	28.75	23.75	18.75	28.80%	23.80%	18.80%
WORT II¹	0.05	28.75	28.75	23.75	18.75	28.80%	23.80%	18.80%
WORT II^{2a}	0.05	29.17	29.07	23.38	18.38	29.12%	23.43%	18.43%
WORT II^{2b}	0.05	29.01	29.01	23.49	18.49	29.06%	23.54%	18.54%
WORT II	0.1	32.50	32.50	22.50	12.50	32.60%	22.60%	12.60%
WORT II¹	0.1	32.50	32.50	22.50	12.50	32.60%	22.60%	12.60%
WORT II^{2a}	0.1	33.02	33.02	21.98	11.98	33.12%	22.08%	12.08%
WORT II^{2b}	0.1	33.03	33.03	21.97	11.97	33.13%	22.07%	12.07%
WORT II	0.125	37.38	32.84	24.88	4.91	37.50%	25.00%	12.50%
WORT II¹	0.125	37.38	32.84	24.88	4.91	37.50%	25.00%	12.50%
WORT II^{2a}	0.125	35.58	25.81	25.56	13.06	38.18%	25.68%	13.18%
WORT II^{2b}	0.125	37.46	25.18	24.93	12.43	37.59%	25.05%	12.55%

Πίνακας 9: Αποτελέσματα ανάλυσης μεταβελτιστοποίησης με μεγιστοποίηση του αθροίσματος $T_l + \delta$ για την εταιρία γραφικών τεχνών (WORT III)

Συνάρτηση Ελαχιστοποίησης	Τιμή λ	b_1	b_2	b_3	b_4	T_1	T_2	T_3
WORT III	0.025	27.41	25.26	24.91	22.41	27.44%	24.94%	22.44%
WORT III¹	0.025	27.41	25.26	24.91	22.41	27.44%	24.94%	22.44%
WORT III^{2a}	0.025	27.16	26.02	24.66	22.16	27.19%	24.69%	22.19%
WORT III^{2b}	0.025	27.27	27.22	24.72	20.80	27.24%	24.74%	22.24%
WORT III	0.05	29.82	25.53	24.82	19.82	29.87%	24.87%	19.87%
WORT III¹	0.05	29.82	25.53	24.82	19.82	29.87%	24.87%	19.87%
WORT III^{2a}	0.05	29.32	27.04	24.32	19.32	29.37%	24.37%	19.37%
WORT III^{2b}	0.05	29.53	29.43	24.43	16.60	29.48%	24.48%	19.48%
WORT III	0.1	34.65	26.05	24.65	14.65	34.75%	24.75%	14.75%
WORT III¹	0.1	34.65	26.05	24.65	14.65	34.75%	24.75%	14.75%
WORT III^{2a}	0.1	33.64	29.08	23.64	13.64	33.74%	23.74%	13.74%
WORT III^{2b}	0.1	34.08	33.88	23.88	8.17	33.98%	23.98%	13.98%
WORT III	0.125	38.58	26.33	26.08	9.01	38.71%	26.21%	13.71%
WORT III¹	0.125	38.58	26.33	26.08	9.01	38.71%	26.21%	13.71%
WORT III^{2a}	0.125	39.01	26.76	26.51	7.71	39.14%	26.64%	14.14%
WORT III^{2b}	0.125	39.09	34.57	26.34	0.00	38.97%	26.47%	13.97%

Πίνακας 10: Αποτελέσματα ανάλυσης μεταβελτιστοποίησης με μεγιστοποίηση της ελάχιστης απόστασης d για την εταιρία γραφικών τεχνών (WORT IV)

Συνάρτηση Ελαχιστοποίησης	Τιμή λ	b_1	b_2	b_3	b_4	T_1	T_2	T_3
WORT IV	0.025	26.88	26.88	24.38	21.88	27.13%	24.63%	22.13%
WORT IV¹	0.025	26.88	26.88	24.38	21.88	27.13%	24.63%	22.13%
WORT IV^{2a}	0.025	27.22	26.76	24.26	21.76	26.99%	24.49%	21.99%
WORT IV^{2b}	0.025	27.26	26.75	24.25	21.75	27.00%	24.50%	22.00%
WORT IV	0.05	28.75	28.75	23.75	18.75	29.26%	24.26%	19.26%
WORT IV¹	0.05	28.75	28.75	23.75	18.75	29.26%	24.26%	19.26%
WORT IV^{2a}	0.05	29.44	28.52	23.52	18.52	28.98%	23.98%	18.98%
WORT IV^{2b}	0.05	29.52	28.49	23.49	18.49	29.01%	24.01%	19.01%
WORT IV	0.1	32.50	32.50	22.50	12.50	33.53%	23.53%	13.53%
WORT IV¹	0.1	32.50	32.50	22.50	12.50	33.53%	23.53%	13.53%
WORT IV^{2a}	0.1	33.87	32.04	22.04	12.04	32.96%	22.96%	12.96%
WORT IV^{2b}	0.1	32.50	32.50	22.50	12.50	33.35%	23.35%	13.35%
WORT IV	0.125	35.39	31.33	22.89	10.39	37.50%	25.00%	12.50%
WORT IV¹	0.125	35.39	31.33	22.89	10.39	37.50%	25.00%	12.50%
WORT IV^{2a}	0.125	34.43	34.22	21.93	9.43	37.50%	25.00%	12.50%
WORT IV^{2b}	0.125	39.49	35.51	23.01	1.99	37.50%	25.00%	12.50%

Παράρτημα Β: Αποτελέσματα των εφαρμογών της επέκτασης του μοντέλου MUSA

Στο παρόν παράρτημα θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα της επέκτασης του μοντέλου MUSA για διάφορες τιμές του λ και τις διάφορες προσεγγίσεις π.γ.π., για τις δύο πραγματικές εφαρμογές.

Όπως σημειώνεται και στο Παράρτημα Α, στην περίπτωση του εκπαιδευτικού οργανισμού για το εναλλακτικό μοντέλο WORT² χρησιμοποιήθηκαν τέσσερις εναλλακτικές περιπτώσεις κατά τον καθορισμό των πιθανοτήτων εμφάνισης των κλάσεων P_k και του κόστους εσφαλμένης ταξινόμησης K_{kl} :

- Ίσες πιθανότητες εμφάνισης των κλάσεων και γραμμική συνάρτηση κόστους εσφαλμένης ταξινόμησης (WORT^{2a}).
- Ίσες πιθανότητες εμφάνισης των κλάσεων και εκθετική συνάρτηση κόστους εσφαλμένης ταξινόμησης (WORT^{2b}).
- Άνισες πιθανότητες εμφάνισης των κλάσεων και γραμμική συνάρτηση κόστους εσφαλμένης ταξινόμησης (WORT^{2c}).
- Άνισες πιθανότητες εμφάνισης των κλάσεων και εκθετική συνάρτηση κόστους εσφαλμένης ταξινόμησης (WORT^{2d}).

Επιπλέον, στην περίπτωση της εταιρίας γραφικών τεχνών για το εναλλακτικό μοντέλο WORT² χρησιμοποιήθηκαν οι περιπτώσεις WORT^{2a} και WORT^{2b}.

Οι Πίνακες 1-3 παρουσιάζουν τα αποτελέσματα για τον εκπαιδευτικό οργανισμό, ενώ οι Πίνακες 4-6 τα αποτελέσματα για την εταιρία γραφικών τεχνών.

Πίνακας 1: Αποτελέσματα της επέκτασης MUSA για το συναινετικό προγραμματισμό για τον εκπαιδευτικό οργανισμό (MUSA II^(a))

Συνάρτηση Ελαχιστοποίησης Μοντέλου Εκτίμησης Βαρών	Τιμή λ	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	T_1	T_2	ASI
WORT	0.1	20.05	20.06	20.05	19.84	20.00	20.00%	10.00%	99.65%
WORT¹	0.1	25.97	25.99	16.05	16.02	15.97	25.97%	15.97%	99.85%
WORT^{2a}	0.1	25.97	26.00	16.05	16.01	15.97	25.97%	15.97%	99.85%
WORT^{2b}	0.1	25.97	26.00	16.05	16.01	15.97	25.97%	15.97%	99.85%
WORT^{2c}	0.1	20.00	20.01	20.00	19.99	19.99	20.00%	10.00%	99.98%
WORT^{2d}	0.1	20.00	20.01	20.00	19.99	19.99	20.00%	10.00%	99.98%
WORT	0.15	24.87	29.89	15.12	15.05	15.06	30.00%	15.00%	99.53%
WORT¹	0.15	24.97	29.99	15.02	15.02	14.99	30.00%	15.00%	99.91%
WORT^{2a}	0.15	24.96	30.01	15.02	15.02	14.99	30.00%	15.00%	99.90%
WORT^{2b}	0.15	24.96	30.01	15.02	15.02	14.99	30.00%	15.00%	99.90%
WORT^{2c}	0.15	24.91	30.00	15.11	14.93	15.05	30.00%	15.00%	99.54%
WORT^{2d}	0.15	25.01	30.00	15.11	14.85	15.03	30.00%	15.00%	99.39%
WORT	0.2	20.50	22.11	20.28	19.49	17.61	40.00%	20.00%	95.13%
WORT¹	0.2	20.03	20.02	20.01	20.01	19.94	40.00%	20.00%	99.73%
WORT^{2a}	0.2	20.04	20.15	20.02	20.01	19.79	40.00%	20.00%	99.62%
WORT^{2b}	0.2	20.04	20.18	20.02	20.00	19.76	40.00%	20.00%	99.56%
WORT^{2c}	0.2	20.23	35.49	19.90	12.19	12.19	40.00%	20.00%	98.72%
WORT^{2d}	0.2	20.14	35.79	19.90	12.08	12.09	40.00%	20.00%	99.24%

Πίνακας 2: Αποτελέσματα της επέκτασης MUSA για τη μέθοδο ολικού κριτηρίου για τον εκπαιδευτικό οργανισμό (MUSA II^(b))

Συνάρτηση Ελαχιστοποίησης Μοντέλου Εκτίμησης Βαρών	Τιμή λ	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	T_1	T_2	ASI
WORT	0.1	20.07	20.08	20.06	19.79	20.00	20.00%	10.00%	99.54%
WORT¹	0.1	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	51.99%	11.99%	60.00%
WORT^{2a}	0.1	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	52.01%	11.99%	60.00%
WORT^{2b}	0.1	20.00	21.04	20.00	20.00	18.96	40.29%	11.99%	61.24%
WORT^{2c}	0.1	23.44	24.47	19.12	16.45	16.52	20.00%	10.00%	76.76%
WORT^{2d}	0.1	21.27	21.33	21.19	16.17	20.03	20.00%	10.00%	92.27%
WORT	0.15	21.27	23.31	20.52	17.41	17.50	30.00%	15.00%	70.60%
WORT¹	0.15	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	55.02%	40.02%	60.00%
WORT^{2a}	0.15	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	61.00%	46.00%	60.00%
WORT^{2b}	0.15	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	52.02%	37.02%	60.00%
WORT^{2c}	0.15	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	52.01%	37.01%	60.00%
WORT^{2d}	0.15	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	55.01%	40.01%	60.00%
WORT	0.2	20.00	21.29	20.00	19.32	19.39	41.40%	21.40%	61.58%
WORT¹	0.2	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	52.02%	32.02%	60.00%
WORT^{2a}	0.2	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	73.59%	47.99%	60.00%
WORT^{2b}	0.2	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	52.02%	32.02%	60.00%
WORT^{2c}	0.2	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	60.00%	40.00%	60.00%
WORT^{2d}	0.2	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	64.00%	44.00%	60.00%

Πίνακας 3: Αποτελέσματα της επέκτασης MUSA για την ευρεστική προσέγγιση για τον εκπαιδευτικό οργανισμό (MUSA II^(c))

Συνάρτηση Ελαχιστοποίησης Μοντέλου Εκτίμησης Βαρών	Τιμή λ	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	T_1	T_2	ASI
WORT	0.1	22.33	25.26	22.05	13.33	17.03	20.38%	10.38%	91.91%
WORT¹	0.1	23.99	25.61	20.04	15.54	14.82	24.50%	14.50%	94.07%
WORT^{2a}	0.1	24.79	26.19	16.98	16.76	15.28	24.75%	14.75%	92.78%
WORT^{2b}	0.1	25.19	26.17	16.81	16.72	15.10	24.57%	14.57%	92.67%
WORT^{2c}	0.1	20.02	20.04	20.02	19.93	20.00	20.00%	10.00%	99.83%
WORT^{2d}	0.1	20.02	20.04	20.02	19.93	20.00	20.00%	10.00%	99.82%
WORT	0.15	24.18	24.10	21.44	15.14	15.14	30.00%	15.00%	87.16%
WORT¹	0.15	23.31	29.72	16.72	15.74	14.91	30.00%	15.00%	92.86%
WORT^{2a}	0.15	21.20	29.93	16.72	16.55	15.60	30.00%	15.00%	91.68%
WORT^{2b}	0.15	21.14	29.98	16.72	16.55	15.60	30.00%	15.00%	91.61%
WORT^{2c}	0.15	19.85	25.02	18.47	18.31	18.35	30.00%	15.00%	84.04%
WORT^{2d}	0.15	19.85	25.02	18.48	18.30	18.36	30.00%	15.00%	84.00%
WORT	0.2	21.85	31.44	20.68	13.33	13.33	40.30%	20.30%	80.02%
WORT¹	0.2	21.18	27.33	20.85	17.31	13.33	40.00%	20.00%	90.01%
WORT^{2a}	0.2	20.20	19.21	20.60	21.10	18.89	40.00%	20.00%	87.93%
WORT^{2b}	0.2	20.29	19.44	20.33	21.13	18.82	40.00%	20.00%	87.28%
WORT^{2c}	0.2	20.32	25.10	18.32	18.09	18.17	40.00%	20.00%	69.82%
WORT^{2d}	0.2	20.09	25.11	18.40	18.16	18.25	40.00%	20.00%	69.28%

Πίνακας 4: Αποτελέσματα της επέκτασης MUSA για το συναινετικό προγραμματισμό για την εταιρία γραφικών τεχνών(MUSA II^(a))

Συνάρτηση Ελαχιστοποίησης Μοντέλου Εκτίμησης Βαρών	Τιμή λ	b_1	b_2	b_3	b_4	T_1	T_2	T_3	ASI
WORT	0.025	26.91	26.80	24.40	21.89	26.91%	24.41%	21.91%	99.94%
WORT¹	0.025	26.91	26.77	24.41	21.90	26.92%	24.42%	21.92%	99.92%
WORT^{2a}	0.025	26.89	26.84	24.40	21.87	26.89%	24.39%	21.89%	99.95%
WORT^{2b}	0.025	26.89	26.86	24.40	21.85	26.88%	24.38%	21.88%	99.94%
WORT	0.05	28.85	28.50	23.84	18.81	28.85%	23.85%	18.85%	99.81%
WORT¹	0.05	28.85	28.50	23.84	18.81	28.85%	23.85%	18.85%	99.81%
WORT^{2a}	0.05	28.79	28.67	23.81	18.74	28.79%	23.79%	18.79%	99.87%
WORT^{2b}	0.05	28.79	28.72	23.80	18.70	28.76%	23.76%	18.76%	99.86%
WORT	0.1	32.79	31.71	22.79	12.71	32.80%	22.80%	12.80%	99.42%
WORT¹	0.1	32.79	31.71	22.79	12.71	32.80%	22.80%	12.80%	99.42%
WORT^{2a}	0.1	32.60	32.27	22.64	12.49	32.59%	22.59%	12.59%	99.68%
WORT^{2b}	0.1	32.59	32.41	22.63	12.37	32.52%	22.52%	12.52%	99.64%
WORT	0.125	37.51	25.11	25.00	12.38	37.50%	25.00%	12.50%	99.76%
WORT¹	0.125	37.51	25.11	25.00	12.38	37.50%	25.00%	12.50%	99.76%
WORT^{2a}	0.125	37.52	25.17	24.98	12.33	37.50%	25.00%	12.50%	99.64%
WORT^{2b}	0.125	37.57	25.45	24.85	12.14	37.51%	25.01%	12.51%	99.41%

Πίνακας 5: Αποτελέσματα της επέκτασης MUSA για τη μέθοδο ολικού κριτηρίου για την εταιρία γραφικών τεχνών(MUSA II^(b))

Συνάρτηση Ελαχιστοποίησης Μοντέλου Εκτίμησης Βαρών	Τιμή λ	b_1	b_2	b_3	b_4	T_1	T_2	T_3	ASI
WORT	0.025	27.43	28.70	21.76	22.11	27.40%	24.90%	22.40%	92.54%
WORT¹	0.025	28.00	25.51	25.51	20.98	27.38%	24.88%	22.38%	96.36%
WORT^{2a}	0.025	30.26	26.64	25.68	17.42	28.10%	25.60%	23.10%	91.61%
WORT^{2b}	0.025	28.77	27.14	25.26	18.82	27.76%	25.26%	22.76%	95.52%
WORT	0.05	29.84	26.06	24.84	19.26	29.80%	24.80%	19.80%	97.81%
WORT¹	0.05	30.20	25.98	25.28	18.55	29.72%	24.72%	19.72%	96.14%
WORT^{2a}	0.05	32.65	24.53	25.71	17.11	26.09%	21.09%	16.09%	82.02%
WORT^{2b}	0.05	31.78	28.03	24.64	15.54	29.64%	24.64%	19.64%	92.77%
WORT	0.1	34.40	26.94	24.42	14.24	33.86%	23.86%	13.86%	94.67%
WORT¹	0.1	28.21	21.79	25.00	25.00	40.00%	22.00%	12.00%	51.91%
WORT^{2a}	0.1	30.16	19.34	25.66	24.84	50.00%	37.18%	11.50%	54.83%
WORT^{2b}	0.1	37.83	20.22	25.49	16.46	35.01%	22.36%	12.36%	68.80%
WORT	0.125	37.52	27.65	21.97	12.86	37.50%	25.00%	12.50%	92.10%
WORT¹	0.125	30.93	18.94	25.13	25.00	69.88%	57.38%	38.96%	60.93%
WORT^{2a}	0.125	30.80	19.08	25.13	25.00	63.11%	50.61%	38.11%	54.62%
WORT^{2b}	0.125	34.74	20.26	25.74	19.26	40.69%	26.38%	12.01%	60.93%

Πίνακας 6: Αποτελέσματα της επέκτασης MUSA για την ευρεστική προσέγγιση για την εταιρία γραφικών τεχνών (MUSA II^(c))

Συνάρτηση Ελαχιστοποίησης Μοντέλου Εκτίμησης Βαρών	Τιμή λ	b_1	b_2	b_3	b_4	T_1	T_2	T_3	ASI
WORT	0.025	31.56	17.81	27.08	23.55	28.75%	26.25%	23.10%	94.42%
WORT¹	0.025	29.12	19.74	27.20	23.94	28.25%	25.75%	23.25%	97.82%
WORT^{2a}	0.025	27.12	26.58	24.67	21.63	26.98%	24.48%	21.98%	99.08%
WORT^{2b}	0.025	27.11	26.64	24.78	21.46	26.93%	24.43%	21.93%	98.91%
WORT	0.05	31.62	19.74	27.08	21.56	31.29%	26.29%	21.29%	98.42%
WORT¹	0.05	31.56	19.74	27.25	21.45	30.90%	25.90%	20.90%	97.06%
WORT^{2a}	0.05	29.24	28.16	24.34	18.26	28.97%	23.97%	18.97%	98.16%
WORT^{2b}	0.05	29.23	28.29	24.56	17.93	28.86%	23.86%	18.86%	97.83%
WORT	0.1	37.55	19.74	26.77	15.94	35.28%	25.28%	15.28%	96.49%
WORT¹	0.1	37.28	19.74	26.90	16.08	36.14%	25.42%	15.42%	96.70%
WORT^{2a}	0.1	33.10	31.14	23.23	12.53	32.57%	22.57%	12.57%	96.94%
WORT^{2b}	0.1	33.06	31.21	23.31	12.41	32.42%	22.42%	12.42%	97.06%
WORT	0.125	39.97	19.74	26.80	13.49	38.68%	25.34%	12.59%	96.35%
WORT¹	0.125	39.97	19.74	26.80	13.49	38.68%	25.34%	12.84%	96.35%
WORT^{2a}	0.125	37.89	27.73	21.97	12.41	37.79%	25.29%	12.79%	94.12%
WORT^{2b}	0.125	38.07	28.52	20.97	12.44	37.90%	25.40%	12.90%	92.41%

Παράρτημα Γ: Αποτελέσματα προσομοίωσης για τους διαφορετικούς τρόπους έκφρασης της σημαντικότητας των κριτηρίων.

Στο παρόν παράρτημα θα παρουσιαστούν τα αναλυτικά αποτελέσματα της προσομοίωσης για τους διάφορους παράγοντες ανάλογα με τους διαφορετικούς τρόπους έκφρασης της σημαντικότητας των κριτηρίων. Οι Πίνακες 1-4 παρουσιάζουν τα αποτελέσματα για την περίπτωση που έχει γίνει χρήση ερωτήσεων απόδοσης σημαντικότητας, οι Πίνακες 5-8 τα αποτελέσματα για την περίπτωση ερωτήσεων κατάταξης κριτηρίων.

Αναλυτικά, οι εναλλακτικές του MUSA II που χρησιμοποιήθηκαν είναι οι παρακάτω:

- MUSA II^(a): Συναινετικός προγραμματισμός και χρήση συνάρτησης σφαλμάτων του μοντέλου WORT.
- MUSA II^(b): Μέθοδος ολικού κριτηρίου και χρήση συνάρτησης σφαλμάτων του μοντέλου WORT.
- MUSA II^(c): Ευρεστική μεθοδολογία και χρήση συνάρτησης σφαλμάτων του μοντέλου WORT.
- MUSA II^(a) ¹: Συναινετικός προγραμματισμός και χρήση συνάρτησης σφαλμάτων του μοντέλου WORT¹.
- MUSA II^(b) ¹: Μέθοδος ολικού κριτηρίου και χρήση συνάρτησης σφαλμάτων του μοντέλου WORT¹.
- MUSA II^(c) ¹: Ευρεστική μεθοδολογία και χρήση συνάρτησης σφαλμάτων του μοντέλου WORT¹.

Πίνακας 1: Απόδοση σημαντικότητας - Μέσο επίπεδο ASI των προσεγγίσεων π.γ.π. συναρτήσει της κατανομής των δεδομένων ικανοποίησης

	Χαμηλή κύρτωση	Υψηλή κύρτωση
MUSA II ^(a)	0.97	0.96
MUSA II ^{(a) 1}	0.98	0.97
MUSA II ^(b)	0.89	0.89
MUSA II ^{(b) 1}	0.75	0.73
MUSA II ^(c)	0.92	0.92
MUSA II ^{(c) 1}	0.91	0.92
MUSA	0.78	0.77

Πίνακας 2: Απόδοση σημαντικότητας - Μέσο επίπεδο ASI των προσεγγίσεων π.γ.π. συναρτήσει του πλήθους των πελατών

	Πλήθος πελατών		
	200	500	1000
MUSA II ^(a)	0.97	0.97	0.95
MUSA II ^{(a) 1}	0.98	0.97	0.98
MUSA II ^(b)	0.88	0.88	0.92
MUSA II ^{(b) 1}	0.77	0.71	0.74
MUSA II ^(c)	0.91	0.91	0.94
MUSA II ^{(c) 1}	0.91	0.90	0.92
MUSA	0.80	0.78	0.74

Πίνακας 3: Απόδοση σημαντικότητας - Μέσο επίπεδο ASI των προσεγγίσεων π.γ.π. συναρτήσει του πλήθους των κριτηρίων

	5 κριτήρια	10 κριτήρια
MUSA II ^(a)	0.94	0.99
MUSA II ^{(a) 1}	0.96	0.98
MUSA II ^(b)	0.83	0.95
MUSA II ^{(b) 1}	0.65	0.83
MUSA II ^(c)	0.88	0.96
MUSA II ^{(c) 1}	0.87	0.95
MUSA	0.80	0.75

Πίνακας 4: Απόδοση σημαντικότητας - Μέσο επίπεδο ASI των προσεγγίσεων π.γ.π. συναρτήσει του αριθμού των επιπέδων της κλίμακας ικανοποίησης

	5 επίπεδα	7 επίπεδα
MUSA II ^(a)	0.95	0.98
MUSA II ^(a) 1	0.97	0.98
MUSA II ^(b)	0.89	0.89
MUSA II ^(b) 1	0.72	0.76
MUSA II ^(c)	0.92	0.92
MUSA II ^(c) 1	0.91	0.92
MUSA	0.79	0.77

Πίνακας 5: Κατάταξη κριτηρίων - Μέσο επίπεδο ASI των προσεγγίσεων π.γ.π. συναρτήσει της κατανομής των δεδομένων ικανοποίησης

	Χαμηλή κύρτωση	Υψηλή κύρτωση
MUSA II ^(a)	0.99	0.99
MUSA II ^(a) 1	0.99	0.99
MUSA II ^(b)	0.88	0.84
MUSA II ^(b) 1	0.74	0.71
MUSA II ^(c)	0.93	0.92
MUSA II ^(c) 1	0.92	0.92
MUSA	0.67	0.65

Πίνακας 6: Κατάταξη κριτηρίων - Μέσο επίπεδο ASI των προσεγγίσεων π.γ.π. συναρτήσει του πλήθους των πελατών

	Πλήθος πελατών		
	200	500	1000
MUSA II ^(a)	0.99	0.99	0.99
MUSA II ^(a) 1	0.99	0.996	0.99
MUSA II ^(b)	0.86	0.84	0.88
MUSA II ^(b) 1	0.74	0.72	0.72
MUSA II ^(c)	0.93	0.92	0.92
MUSA II ^(c) 1	0.92	0.92	0.92
MUSA	0.67	0.66	0.66

Πίνακας 7: Κατάταξη κριτηρίων - Μέσο επίπεδο ASI των προσεγγίσεων π.γ.π. συναρτήσει του πλήθους των κριτηρίων

	5 κριτήρια	10 κριτήρια
MUSA II^(a)	0.99	0.996
MUSA II^(a) 1	0.99	0.996
MUSA II^(b)	0.76	0.96
MUSA II^(b) 1	0.63	0.82
MUSA II^(c)	0.88	0.97
MUSA II^(c) 1	0.88	0.97
MUSA	0.62	0.70

Πίνακας 8: Κατάταξη κριτηρίων - Μέσο επίπεδο ASI των προσεγγίσεων π.γ.π. συναρτήσει του αριθμού των επιπέδων της κλίμακας ικανοποίησης

	5 επίπεδα	7 επίπεδα
MUSA II^(a)	0.99	0.99
MUSA II^(a) 1	0.99	0.99
MUSA II^(b)	0.88	0.84
MUSA II^(b) 1	0.74	0.71
MUSA II^(c)	0.92	0.93
MUSA II^(c) 1	0.92	0.93
MUSA	0.72	0.61

Βιβλιογραφία

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Γρηγορούδης Ε. και Σίσκος Ι., (2000). Ποιότητα Υπηρεσιών και Μέτρηση Ικανοποίησης του Πελάτη, το σύστημα MUSA, Νέες Τεχνολογίες, Αθήνα.
- Σίσκος Ι. (1981). Μεθοδολογία ποιοτικού marketing: Η ανάλυση αγοράς, ΣΠΟΥΔΑΙ, τόμος ΛΔ', Α.Β.Σ.Π., Πειραιάς, 361-285.
- Σίσκος Ι. (1986). Πολυκριτήρια ανάλυση, Εγκυκλοπαίδεια Πληροφορικής & Τεχνολογίας Υπολογιστών, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Αθήνα, 84-92.
- Σίσκος Ι. (1998). Γραμμικός Προγραμματισμός. Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών. Αθήνα.
- Σπανός Α. (1997). Πώς παράγονται και παρέχονται αποτελεσματικά υπηρεσίες ποιότητας, Γαλαίος, Αθήνα.

Ξένη Βιβλιογραφία

- Agresti A. (1996). An introduction to categorical data analysis, John Wiley and Sons, New York.
- Ahn B.S. (2003). Determining multiple attribute weights consistent with pairwise preference orders, Graduate School of Management, UC Irvine.
- Allen D. R. and T. R. Rao (2000). Analysis of customer satisfaction data. ASQ Quality Press, Milwaukee.
- Andersen E. B. (1990). The statistical analysis of categorical data, Springer-Verlag, Berlin.
- Anderson E. W. (1994). Cross category variation in customer satisfaction and retention, Marketing Letters, vol. 5, 19-30.
- Anderson E. W. and Fornell C. (1991). The impact of performance on customer satisfaction and retention: An investigation of industry differences, National Quality Research Center Working Paper, University of Michigan, Ann Arbor, MI.

- Anderson E. W. and Sullivan M. W. (1991). Intra-industry differences in the impact of product performance on customer satisfaction and retention, National Quality Research Center Working Paper, University of Michigan, Ann Arbor, MI.
- Anderson E. W., Fornell C. and Lehmann D. R. (1994). Customer satisfaction, market share, and profitability: Finding from Sweden, *Journal of Marketing*, vol. 58, 53-56.
- Antunes C. H. and Climaco J. N. (1993). Decision aid for discrete alternative multiple criteria problems: a visual interactive approach, *Information and Decision Technology*, vol. 19, 185-193.
- Athanassopoulos A. D. and Podinovski V. V. (1997). Dominance and potential optimality in MCDA with imprecise information, *Journal of Operational Research Society*, vol. 48, 142-150.
- Bana e Costa C. A. (1988). A methodology for sensitivity analysis in three-criteria problems: a case in municipal management, *Journal of Operational Research*, vol. 33, 159-173.
- 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*, vol. 1, 489-500.
- Bana e Costa C. A. and Vincke Ph. (1995). Measuring credibility of compensatory preference statements when trade-offs are interval determined, *Theory and Decision*, vol. 39, 127-155.
- Barzilai J. and Lootsma F. A. (1997). Power relations and group aggregation in the Multiplicative AHP and SMART, *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, vol. 6, 155–165.
- Bass F. M., Pessemier E. A. and Lehmann D. R. (1974). An experimental study of relationships between attitudes, brand preference and choice, *Behavioral Science*, vol. 17(6), 532-541.
- Bell D. E. (1980). Regret in decision making under uncertainty, *Operations Research*, vol. 30, 961-981.
- Berger C., Blauth R. and Boger D. (1993). Kano's methods for understanding customer-defined quality. *The Journal of the Japanese Society for Quality Control*, vol. Fall, 3-35.
- Beuthe M. and Scannella G. (1996). Applications comparées des méthodes d'analyse multicritère UTA. *RAIRO Recherche Opérationnelle* vol. 30(3), 293-315.

- Beuthe M. and Scannella G. (2001). Comparative analysis of UTA multicriteria methods. *European Journal of Operational Research* vol. 130(2), 246–262.
- Bharadwaj S. and Menon A. (1997). Discussion in applying the Kano methodology to meet customer requirements: NASA's micro gravity science program, *Quality Management Journal*, vol. 4(3), 107-109.
- Blankmeyer E. (1987). Approaches to consistency adjustment, *Journal of Optimization Theory and Applications*, vol. 54, 479-488.
- Blood M. R. (1971). The validity of importance, *Journal of Applied Psychology*, vol. 55, 487-488.
- Bolton R. N. and Drew J. H. (1991). A multistage model of customers' assessments of service quality and value, *Journal of Consumer Research*, vol. 17, 375-384.
- Borcherding K. and von Winterfeldt D. (1988). The effect of varying value trees on multiattribute evaluations, *Acta Psychologica*, vol. 68, 153-170.
- Brandt D. R. (1988). How service marketers can identify value-enhancing service elements, *Journal of Services Marketing*, vol. 2, 35-41.
- Brans J. P. and Vincke P. (1985). A preference ranking organization method: The PROMETHEE method for MCDM, *Management Science*, vol. 31(6), 647-656.
- Business Week (1990). King Customer (12 March), 88-94.
- Butler J., Jia J. and Dyer J. (1997). Simulation techniques for the sensitivity analysis of multicriteria decision models, *European Journal of Operational Research* vol. 103, 531-546.
- Byrne P. M. and Markham W. J. (1991). Improving quality and productivity in the logistics process-Achieving customer satisfaction breakthroughs, Council of Logistics Management, Oak Brook, IL.
- Center for Quality and Management Journal (1993). A special issue on Kano's methods for Understanding Customer-defined Quality, *The Center for Quality Management Journal*, vol. 2(4), 2-35.
- 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*, vol. 97, 33– 48.
- Choo E. U. and Wedley W. C. (2004). A common framework for deriving preference values from pairwise comparison matrices, *Computer and Operations Research*, vol. 31, 893-908.

- Christopher M. (1983). Creating effective policies for customer service, *Int J. Phys. Distribution Mater., Mgmt*, vol. 13(2),1-23.
- Chu A. T. W., Kalaba R. E. and Spingarn K. (1979). A comparison of two methods for determining the of belonging to fuzzy sets, *Journal of Optimization Theory and Applications*, vol. 27, 531-538.
- Churchill G. A. Jr. (1991). *Marketing research: Methodological foundations*, The Dryden Press, Hidsdale, IL.
- Churchill G. A. Jr. and Suprenant C. (1982). An investigation into the determinants of customer satisfaction, *Journal of Marketing Research*, vol. 19, 491-504.
- Churchman C. W., Ackoff R. L. and Arnoff E. I. (1957). *Introduction to operations research*, Wiley, New York.
- CISED Consultores, Lda. (1998). *PROBE for Windows-User Manual*, Lisbon.
- Coombs C. H. (1964). *A theory of data*, Wiley, New York.
- Cronin J. J. and Taylor S. A. (1992). Measuring service quality: a re examination and extension, *Journal of Marketing*, vol. 56, 55-68.
- Day R. G. (1993). *Quality Function Deployment: Linking a Company with its Customers*, Quality Press.
- Deschamps J. and Nayak P. R. (1995). Fomenting a customer obsession, *National Productivity Review*, 89-122.
- Dias L. C. and Climaco J. N. (1999). On computing ELECTRE's credibility indices under partial information, *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, vol. 8, 74-92.
- Dias L. C. and Climaco J. N. (2000). Additive aggregation with variable interdependent parameters: the VIP software, *Journal of the Operational Research Society*, vol. 51, 1070-1082.
- Dias L. C. and Climaco J. N. (2000b). ELECTRE TRI for groups with imprecise information on parameter values, *Group Decision and Negotiation*, (to appear).
- Does R. J. M. M. and Roes K. C. B. (1996). Industrial statistics and its recent contributions to total quality in the Netherlands, *Statistica Neerlandica*, vol. 56, 55-68.
- Does R. J. M. M., Schipper W. and Trip A. (1997). A framework for implementing of statistical process control, submitted for publication in *International Journal of Quality Science*.

- Doumpos M. and Zopounidis C. (2002). Multicriteria decision aid classification methods. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Dutka A. (1995). AMA Handbook of customer satisfaction: a guide to research, planning and implementation, NTC Publishing Group, Illinois.
- Eiselt H. A. and Laporte G. (1992). The use of domains in multicriteria decision making, *European Journal of Operational Research* vol. 61, 292-298.
- Fichtner J. (1986). On deriving priority vectors from matrices of pairwise comparisons, *Socio-Economic Planning Sciences*, vol. 20, 341-345.
- Fienberg S. E. (1980). The analysis of cross classified categorical data, MIT Press, Cambridge, MA.
- Fornell C. (1992). A national satisfaction barometer: The Swedish experience, *Journal of Marketing*, vol. 56, 6-21.
- Fornell C. (1995). The quality of economic output: Empirical generalizations about its distribution and relationship to market share, *Marketing Science*, vol. 14(3), 203-211.
- Fornell C., Johnson M. D., Anderson E. W., Cha J. and Bryant B. E. (1996). The American customer satisfaction index: nature, purpose and findings, *Journal of Marketing*, vol. 60, 7-18.
- Fornell C. and Wernerfelt B. (1988). Defensive marketing strategy by customer complaint management, *Marketing Science*, vol. 7, 271-286.
- French S. and Rios Insua D. (1989). Partial information and sensitivity analysis in multi-objective decision making, in: Lockett A.G. and Islei G. (eds), *Improving Decision Making in Organizations*, Springer-Verlag, Berlin, 424-433.
- Fuller J. B., O'Connor J. and Rawlinson R. (1993). Tailored logistics: the next advantage, *Harvard Business Review*, vol. 71(3), 39-48.
- Gnanadesikan R. (1977). *Methods for statistical data analysis of multivariate observations*, Wiley, New York.
- Govers C. M. P. (1994). What and How of Quality Function Deployment (QFD), *Proceedings of the 8th International Working Seminar on Production Economics*, Igls/Innsbruck, February.
- Griffin A. and J. R. Hauser (1993). The voice of the customer. *Marketing Science*, vol. Winter, 1-27.
- Grigoroudis E., Samaras A., Matsatsinis N. F. and Siskos Y. (1999a). Preference and customer satisfaction analysis: An integrated multicriteria decision aid approach.

- In: Despotis D. K., Zopounidis C., (Eds.). Proceedings of the 5th Decision Sciences Institute's International Conference on Integrating Technology & Human Decisions: Global Bridges into the 21st Century vol. 2, 1350-1352.
- Grigoroudis E., Malandrakis J., Politis J. and Siskos Y. (1999b). Customer satisfaction measurement: An application to the Greek shipping sector. In: Despotis D. K., Zopounidis C., (Eds.). Proceedings of the 5th Decision Sciences Institute's International Conference on Integrating Technology & Human Decisions: Global Bridges into the 21st Century vol. 2, 1363-1365.
- Grigoroudis E. and Siskos Y. (2002). Preference disaggregation for measuring and analysing customer satisfaction: The MUSA method. *European Journal of Operational Research* vol. 143(1), 148-170.
- Grönroos C. (1984). A service quality model and its marketing implications, *European Journal of Marketing*, vol. 18(4), 36-44.
- Hanan M. and Karp P. (1989). Customer satisfaction, how to Maximise, Measure and Market your Company's Ultimate Product, New York.
- Hanushek E. A. and Jackson J. E. (1977). Statistical methods for social scientists, Academic Press.
- Hauser J. R. (1991). Comparison of importance measurement methodologies and their relationship to consumer satisfaction, MIT Marketing Centre Working Paper, 91-1, Massachusetts.
- Hauser J. R. and Clausing D. (1988). The House of Quality, *Harvard Business Review*, May-June, 63-73.
- Herrera F., Herrera-Viedma E. and Chiclana F. (2001). Multiperson decision-making based on multiplicative preference relations, *European Journal of Operational Research*, vol. 129, 372– 385.
- Hill N. (1996). Handbook of customer satisfaction measurement. Gower Publishing, Hampshire.
- Hinterhuber H. H., Aicher H. and Lobenwein W. (1994). Unternehmenswert und Lean Management. Manz -Verlag, Vienna.
- Hinterhuber H. H., Handlbauer G. and Matzler K. (1997b). Kundenzufriedenheit durch Kernkompetenzen, Munich/ Vienna.
- Hofmeister K. R., Walters C. and Gongos J. (1996). Discovering customer wow's, ASQC 50th Annual Quality Congress Proceedings, 759-770.

- Homans G. C. (1961). *Social behavior: Application of theory*, McGraw-Hill, New York.
- Horsky D. and Rao M. R. (1984). Estimation of attribute weights from preference comparisons, *Management Science*, vol. 30(7).
- Howard J. A. and Seth J. (1969). *The theory of buyer behavior*, John Wiley and Sons, New York.
- Huffman J. L. (1997). The four Re's of total improvement, *Quality Progress*, vol. 30(1), 83-88.
- Huiskonen J. and Pirttila T. (1998). Sharpening logistics customer service strategy planning by applying Kano's quality element classification. *International Journal of Production Economics*, vol. 56-57, 253-260.
- Hwang C. L. and Masud A. S. M. (1979). *Multiple objective decision making, methods and applications*. Springer-Verlag. Berlin.
- Jackson P. and David A. (1995). *Achieving ISO 9000*, Kogan Page Ltd., London.
- Jacquet-Lagrange E. and Siskos Y. (1982). Assessing a set of additive utility functions for multicriteria decision-making: The UTA method. *European Journal of Operational Research*, vol. 10(2), 151-164.
- Johnson M. D. and Fornell C. (1991). A framework for comparing customer satisfaction across individuals and product categories, *Journal of Economic Psychology*, vol. 12(2), 267-286.
- Joiner B. L. (1994). *Fourth Generation Management*, McGraw-Hill, New York, NY.
- Kacprzyk J., Fedrizzi M. and Nurmi H. (1992). Group decision-making and consensus under fuzzy preference and fuzzy majority, *Fuzzy Sets and Systems*, vol. 49(1), 21– 31.
- Kahneman D., Slovic P. and Tversky A. (1982). *Judgement under uncertainty: heuristics and biases*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Kampke T. (1996). Sensitivity analysis for assessing preferentially independent order relations, *Computer Operational Research*, vol. 23, 1119-1130.
- Kano N. (1984). Attractive quality and must-be quality. *The Journal of the Japanese Society for Quality Control*, vol. April, 39-48.
- Kano N., Seraku N., Takahashi F. and Tsuji S. (1996). Attractive Quality and must be quality, in: J.D. Hromi (Ed.). *The best on quality*, International Academy for Quality, The Quality Press, Milwaukee, WI, 7.

- Keeney R. L. and Raiffa H. (1976). Decision analysis with multiple conflicting objectives: preferences and value tradeoffs, John Wiley & Sons, New York.
- King B. (1989). Better design in half the time: implementing QFD in America, QOAL/QPC, MA, USA.
- Kirkwood C. W. and Sarin R. K. (1985). Ranking with partial information: a method and an application, *Operational Research*, vol. 33, 38-48.
- Kmietowicz Z. W. and Pearman A.D. (1984). Decision theory, linear partial information and statistical dominance, *Omega*, vol. 12, 391-399.
- Knoll A. L. and Engelberg A. (1978). Weighting multiple objectives-The Churchman-Ackoff technique revisited, *Computers and Operations Research*, vol. 5, 165-177.
- Kouvelis P. and Yu G. (1997). Robust discrete optimization and its applications, Kluwer, Dordrecht.
- Kuei C. and Lu M. H. (1997). An integrated approach to service quality improvement, *International Journal of Quality Science*, vol. 2(1), 24-36.
- Lambert D. M. and Sharma A. (1990). A customer-based competitive analysis for logistics decisions, *Int. J. Phys. Distribution Logistics Management*, vol. 20(1), 17-24.
- Lambert D. M. and Stock J. R. (1993). *Strategic Logistics Management*, 3rd ed., Richard D. Irwin, Homewood, IL.
- Liang G. (1999). Fuzzy MADM based on ideal and anti-ideal concepts, *European Journal of Operational Research*, vol. 112, 682-691.
- Llosa S., Chandon J. and Orsinger C. (1998). An empirical study of SERVQUAL's dimensionality, *The Service Industries Journal*, vol. 18(2), 16-44.
- Loomes G. and Sugden R. (1982). Regret theory: An alternative theory of rational choice under uncertainty, *The Economic Journal*, vol. 92, 805-824.
- Lowenstein M. W. (1995). *Customer Retention – An integrated Process for Keeping Your Best Customers*. ASQC Press, Milwaukee.
- Matzler K. and H. H. Hinterhuber (1998). How to make product development projects more successful by integrating Kano's model of customer satisfaction into quality function deployment. *Technovation*, vol. 18(1), 25-38.
- Matzler K., H. H. Hinterhuber, F. Bailom and E. Sauerwein (1996). How to delight your customers. *Journal of Product and Brand Management*, vol. 5(2), 6-18.

- McAdam R., Stevenson P. and Armstrong G. (2000). Innovative change management in SMEs: beyond continuous improvement, *Logistics Information Management*, vol. 13(3), 138-149.
- Mihelis G., Grigoroudis E., Siskos Y., Politis Y. and Malandrakis Y. (2001). Customer satisfaction measurement in the private bank sector. *European Journal of Operational Research*, vol. 130(2), 347-360.
- Mikhailov L. (2000). A fuzzy programming method for deriving priorities in the analytic hierarchy process, *Journal of Operational Research Society*, vol. 51, 341-349.
- Mobley W. H. and Locke E. A. (1970). The relationship of value importance to satisfaction, *Organizational Behavior and Human Performance*, vol. 5, 463-483.
- MORI Social Research Institute (2002). *Measuring & Understanding Customer Satisfaction-A MORI Review for the Office of Public Services Reform*, UK.
- Naumann E. and Giel K. (1995). *Customer Satisfaction Measurement and Management: Using the voice of the customer*. Thomson Executive Press, Cincinnati.
- Oliver R. L. (1977). Effect of expectation and disconfirmation on postexposure product evaluations: An alternative interpretation, *Journal of Applied Psychology*, vol. 62(4), 480-486.
- Oliver R. L. (1980). A cognitive model of the antecedents and consequences of satisfaction decisions, *Journal of Marketing Research*, vol. 17, 460-469.
- Oliver R. L. (1996). *Satisfaction: A behavioral perspective on the customer*. McGraw-Hill, New York.
- O'Neil B. F. and Iveson J. L. (1991). An operational procedure for prioritizing customer service elements, *Journal of Business Logistics*, vol. 12(2), 157-191.
- Parasuraman A., Berry L. L. and Zeithaml V. A. (1985). A conceptual model of service quality and implications for future research, *Journal of Marketing*, vol. 49, 41-50.
- Parasuraman A., Berry L. L. and Zeithaml V. A. (1988). SERVQUAL: A multiple-item scale for measuring consumer perceptions of service quality, *Journal of Retailing*, vol. 64(1), 12-40.
- Park K. S. and Kim S. H. (1997). Tools for interactive multiattribute decision making with incompletely identified information, *European Journal of Operational Research*, vol. 98, 111-123.

- Pekelman D. and Sen S. (1974). Mathematical Programming for the determination of attribute weights, *Management Science*, vol. 20, 1217-1229.
- Podinovski V. V. (1999). A DSS for multiple criteria decision analysis with imprecisely identified trade-offs, *European Journal of Operational Research*, vol. 113, 261-270.
- Reichheld F. F. and Sasser W. E. (1990). Zero defections: quality comes to services, *Harvard Business Review* (September-October), 105-111.
- ReVelle J. B., Moran J. W. and Cox C. A. (1998). *The QFD Handbook*, John Wiley, New York, NY.
- Rios Insua D. and French S. (1991). A framework for sensitivity analysis in discrete multi-objective decision-making, *European Journal of Operational Research*, vol. 54, 176-190.
- Robinson M. S. and Soland R. M. (1997). The sensitivity analysis of 'inexact' multicriteria decisions, in: Fandel G. and Gal T. (eds), *Multiple criteria decision making- Proceedings of the 12th International Conference*, Springer, Berlin, 185-191.
- Roes K. C. B. and Does R. J. M. M. (1995). Shewhart-type charts in non standard situations, *Technometrics*, vol. 37(1), 15-40.
- Roes K. C. B. and Dorr D. (1997). Implementing statistical process control in service processes, *International Journal of Quality Science*, vol. 2(3), 149-166.
- Roy B. (1968). Classement et choix en présence de points de vue multiples (la méthode ELECTRE), *Revue Française d' Automatique, Informatique et Recherche Opérationnelle*, vol. 8, 57-75.
- Roy B. (1978). ELECTRE III: Un algorithme de classement fonde sur une représentation floue des préférences en présence de critères multiples, *Cahiers du Centre Etudes Recherche Opérationnelle*, vol 20, 3-24.
- Roy B. (1985). *Méthodologie multicritère d'aide a la Décision*, Economica, Paris.
- Roy B. (1998). A missing link in OR-DA: robustness analysis, *Foundations of Computers and Decision Sciences*, vol. 23, 141-160.
- Roy B. and Bertier P. (1973). La méthode ELECTRE II, une application au media-planning, in: M. Ross (ed), *Operational Research '72*, North-Holland, Amsterdam.
- Roy B. and Bouysoou D. (1993). *Aide multicritère a la Décision: Méthodes et cas*, Economica, Paris.

- Saaty T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, New York.
- Schneller G. O. and Sphicas G. (1985). On sensitivity analysis in decision theory, *Decision Science*, vol. 16, 339-409.
- Shen X. X., Tan K. C. and Xie M. (2000). An integrated approach to innovative product development using Kano's model and QFD. *European Journal of Innovation Journal* vol 3(2), 91-99.
- Shiba S., Graham A. and Walden D. (1993). *A New American TQM Four Practical Revolutions in Management*, Productivity Press, Portland, OR.
- Shoemaker P. J. H. and Waid C. D. (1982). An experimental comparison of different approaches to determining weights in additive utility models, *Management Science*, vol. 28, 182-196.
- Silvestro R. and Johnson R. (1990). The determinants of service quality: hygiene and enhancing factors, *Quality in Services II, Selected Papers*, Warwick Business School, UK.
- Siskos Y. (1984). Le traitement des solutions quasi-optimales en programmation linéaire continue: Une synthèse. *RAIRO Recherche Opérationnelle*, vol. 18, 382-401.
- Siskos Y. (1985). Analyses de régression et programmation linéaire. *Révue de Statistique Appliquée*, vol. XXXII, 41-55.
- Siskos Y. and Yannacopoulos D. (1985). UTASTAR: An ordinal regression method for building additive value functions. *Investigação Operacional*, vol. 5(1), 39-53.
- Siskos Y., Grigoroudis E., Zopounidis C. and Saurais O., (1998). Measuring customer satisfaction using a collective preference disaggregation model. *Journal of Global Optimization*, vol. 12, 175-195.
- Siskos Y., Grigoroudis E., Politis Y. and Malandrakis Y. (2001a). Customer satisfaction evaluation: Some real experiences. In Colorni A., Paruccini M., Roy B., (Eds.). *A-MCDA: Multiple criteria decision aiding*. European Commission, Joint Research Center. EUR 19808 EN, 297-314.
- Siskos Y., Politis Y. and Kazantzi G. (2001b). Multicriteria methodology for the evaluation of higher education systems: The case of an engineering department. *Operational Research An International Journal*, vol. 1, 17-41.
- Siskos Y. and Grigoroudis E. (2002). Measuring customer satisfaction for various services using multicriteria analysis. In: Bouyssou D., Jacquet-Lagrèze E., Perny P., Słowiński R., Vanderpooten D., Vincke P., (Eds.). *Aiding decisions with*

- multiple criteria: Essays in honor of Bernard Roy, 457-482. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.
- Solimosi T. and Dombi J. (1986). A method for determining the weights of criteria: the centralized weights, *European Journal of Operational Research*, vol. 26, 35-41.
- Srinivasan V. and Shocker A. D. (1973). Linear programming techniques for multi-dimensional analysis of preferences, *Psychometrica*, vol. 38, 337-369.
- Starr M. K. (1962). *Product Design and Decision Theory*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs.
- Steuer R. E. (1985). *Multiple criteria optimization, Theory, Computation and Application*. Wiley. New York.
- Steuer R. E. and Choo E. U. (1983). An interactive weighted Tchebycheff procedure for multiple objective programming, *Mathematical Programming*, vol. 26, 326-344.
- Sullivan L. P. (1986). Quality Function Deployment, *Quality Progress*, vol. 19(6), 39-50.
- Swan J. E. and Travick I. F. (1981). Disconfirmation of expectation and satisfaction with a service, *Journal of Retailing*, vol. 57, 49-67.
- Tan K. C. and Pawitra T. A. (2001). Integrating SERVQUAL and Kano's model into QFD for service excellence development. *Managing Service Quality*, vol.11(6), 418-430.
- Trojniak D. J. (2003). Ways to evaluate voice of the customer information for meaningful improvement, *ASQ's 57th AQC Expanding Orizons*.
- Vansnick J. C. (1985). On the problem of weights in multiple criteria decision-making (the noncompensatory approach), *Cahier du LAMSADE*, vol. 57, Universite du Paris-Dauphine.
- Vavra T. G. (1997). *Improving your measurement of customer satisfaction: A guide to creating, conducting, analyzing and reporting customer satisfaction measurement programs*, ASQC Quality Press, Milwaukee.
- Von Hippel E. (1988). *The Sources of Innovation*, Oxford University Press, New York, NY.
- Von Winterfeldt D. and Edwards W. (1986). *Decision analysis and behavioral research*, Cambridge University Press.

- Weber M. (1987). Decision making with incomplete information, *European Journal of Operation Research*, vol. 28, 44-57.
- Weber M. and Borcherding K. (1993). Behavioral influences on weight judgments in multiattribute decision making, *European Journal of Operation Research*, vol. 67, 1-12.
- Wilkie W. and Pessemier E. A. (1973). Issues in marketing's use of multiattribute attitude models, *Journal of Marketing Research*, vol. 10(4), 428-441.
- Wolters W. and Mareschal B. (1995). Novel types of sensitivity analysis for additive MCDM methods, *European Journal of Operation Research*, vol. 81, 281-290.
- Yager R. R. (1993). Families of OWA operators, *Fuzzy Sets and Systems*, vol. 59, 125– 148.
- Yager R. R. (1996). Quantifier guided aggregation using OWA operators, *International Journal of Intelligent Systems*, vol. 11, 49– 73.
- Zadeh L. A. (1975). The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning I, II, *Information Sciences*, vol. 8, 301– 357.
- Zadeh L. A. (1983). A computational approach to fuzzy quantifiers in natural languages, *Computing Mathematics Applications*, vol. 9, 149– 184.
- Zahedi F. (1986). A simulation study of estimation methods in the analytic hierarchy process, *Socio-Economic Sciences*, vol. 20, 347-354.
- Zeithaml V. A., Berry L. L. and Parasuraman A. (1993). The nature and determinants of customer satisfaction of services, *Journal of the Academy of Marketing Science*, vol. 21(1), 1-12.
- Zeleny M. (1982). *Multiple criteria decision making*. McGraw-Hill. New York.
- Zhang Q, Chen J. C. H and Chong P. P. (2004). Decision consolidation: criteria weight determination using multiple preference formats, *Decision Support Systems*, vol (38), 247– 258.
- Zhou D. N. (2000). *Fuzzy Group Decision Support System Approach to Group Decision Making Under Multiple Criteria*, PhD Dissertation, City University of Hong Kong, Hong Kong.
- Zopounidis C. and Doumpos M. (2001). A preference disaggregation decision support system for financial classification problems. *European Journal of Operational Research* vol. 130 (2), 402-413.