



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

**ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

**ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΝΟΣ WEB-BASED
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ
ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΗΣ
ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΩΝ**

Εξεταστική Επιτροπή

Αν.Καθηγητής Πετράκης Ευριπίδης

Αν. Καθηγητής Ματσατσίνης Νικόλαος

Καθηγητής Σταυρακάκης Γεώργιος

Τρέχας Δημήτριος

Χανιά 2005

Ευχαριστίες

Περατώνοντας μια σημαντική προσπάθεια νιώθει κανείς ευτυχής και τελικά έχει την ανάγκη να ευχαριστήσει όσους των βοήθησαν. Θέλω να ευχαριστήσω τον αναπληρωτή καθηγητή κ. Ματσατοίνη για το θέμα της διπλωματικής και για την υποστήριξή του στην άγνοιά μου στον τομέα των πολυκριτήριων συστημάτων. Τον αναπληρωτή καθηγητή κ. Πετράκη που δέχθηκε την επίβλεψη της εργασίας αυτής από την πλευρά των ΗΜΜΥ. Τον καθηγητή κύριο Σταυρακάκη που συμμετείχε στην εξεταστική επιτροπή.

Θέλω να ευχαριστήσω τους γονείς μου που πολλά χρόνια με υποστήριζαν για να φτάσω στο πτυχίο. Το φίλο μου, Δημήτρη Γιακουμή για την πολύχρονη συμπαράσταση καθώς και για τα σχόλιά του πάνω στην εργασία. Ευχαριστώ επίσης τους φίλους μου Γιαννακάκη Νίκο, Μιχαλοπούλου Ελένη και Σειραδάκη Κώστα για την παρότρυνση τους και στήριξή τους. Λόγια που δεν περιγράφονται για την Εύη Μιχαλοπούλου και για το «ευ ζειν» που επιτυγχάνω, χάρη της.

αφιερωμένο στη Εύη

Περιεχόμενα

1 - Συστήματα υποστήριξης αποφάσεων στο μάρκετινγκ	17
1.1 Γενικά	17
1.2 Marketing	18
1.2.1 Προϊόν, τιμή, προώθηση, διανομή	18
1.3 Διαδικασία έρευνας αγοράς	20
1.4 Θεωρία αποφάσεων	24
1.5 Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων DSS (ΣΥΑ)	24
1.5.1 Χαρακτηριστικά των Συστημάτων Υποστήριξης Αποφάσεων (ΣΥΑ)	26
2 Πολυκριτήρια συστήματα στο μάρκετινγκ	27
2.1 Εισαγωγή	27
2.1.1 Συστήματα Υποστήριξης αποφάσεων Marketing (MkDSS)	27
2.2 Πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων	28
2.3 Συστήματα MkDSS	30
3 Μεθοδολογία ανάλυσης & προσομοίωσης των καταναλωτών	35
3.1 Μεθοδολογία	35
3.2 Ανάλυση της καταναλωτικής συμπεριφοράς	35
3.3 Μερίδια αγοράς	38
3.4 Προσομοιώσεις	40
3.5 Η μέθοδος UTA* (Utastar)	43
3.5.1 Προσθετική συνάρτηση χρησιμότητας	43
3.5.2 Ανάπτυξη της μεθόδου UTASTAR	46
3.6 UTA*-(Utastar minus)	61
3.6.1 Γενικά	61
3.6.2 Νέα θεώρηση	62
3.6.3 Μαθηματικές σχέσεις	62
3.6.4 Χρησιμότητες	63
3.6.5 Βάρη	64
3.6.6 Ολικές χρησιμότητες	65

4	Σχεδίαση και ανάλυση του web-based Σ.Υ.Α.	67
4.1	Το λογικό μοντέλο του συστήματος	67
4.1.1	Οι καταναλωτές	67
4.1.2	Οι ερωτήσεις	67
4.1.3	Οι απαντήσεις	69
4.1.4	Οι εναλλακτικές – ενέργειες	70
4.1.5	Πρότζεκτ	70
4.1.6	Τα χαρακτηριστικά - κριτήρια	71
4.1.7	Μεταδεδομένα	71
4.1.8	Ποιοτικά δεδομένα	72
4.1.9	Διανύσματα και πίνακες	72
4.1.10	Παράδειγμα	72
4.2	Ιδιαιτερότητες της UTASTAR minus	73
4.2.1	Ποσοτικά κριτήρια	73
4.2.2	Τελική θεώρηση	73
4.2.3	Τύποι Οντοτήτων και Σχέσεων	74
4.2.4	ER Διάγραμμα	75
4.2.5	Περιορισμοί Πληθικότητας	76
4.2.6	Το μοντέλο της βάσης δεδομένων	77
4.2.7	Περίληψη του λογικού μοντέλου	84
4.3	Το μοντέλο υλοποίησης της βάσης δεδομένων	86
4.3.1	Γενικά	86
4.3.2	Οι πίνακες της βάσης δεδομένων	87
4.3.3	Λειτουργίες διαχείρισης των δεδομένων	91
4.3.4	Περίληψη των πινάκων της βάσης δεδομένων	93
4.4	Τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν	94
4.4.1	Γενικά	94
4.4.2	HTML	95
4.4.3	Javascript	96
4.4.4	DHTML	98
4.4.5	AJAX	99

4.4.6	Πλατφόρμα .NET	99
4.4.7	Common Language Runtime	101
4.4.8	C#	102
4.4.9	Active Server Pages .NET (ASP.NET)	103
4.4.10	Φόρμες Ιστού	104
4.4.11	Υπηρεσίες Ιστού (Web Services)	105
4.4.12	ADO.NET	105
4.4.13	Office Web Components	106
4.5	Περίληψη	106
5	Παρουσίαση συστήματος μέσω μιας πραγματικής εφαρμογής	107
5.1	Γενικά	107
5.2	Διαχείριση projects	107
5.2.1	Νέο project	108
5.2.2	Επιλογή υπάρχοντος project	109
5.2.3	Άνοιγμα υπάρχοντος project	109
5.2.4	Διαγραφή project	110
5.3	Αποτελέσματα πολυκριτήριας ανάλυσης	111
5.3.1	Πολυκριτήριος πίνακας καταναλωτή	111
5.3.2	Πίνακας ελάχιστων – μέγιστων τιμών των κριτηρίων	112
5.3.3	Πολυκριτήρια αποτελέσματα καταναλωτή	112
5.3.4	Διάγραμμα κανονικοποιημένων μερικών χρησιμοτήτων καταναλωτή	114
5.3.5	Χειριστήριο επιλογής πολυκριτήριας μεθόδου	115
5.3.6	Χειριστήριο επιλογής καταναλωτή	115
5.4	Ανάλυση συμπεριφοράς καταναλωτών	116
5.4.1	Το διάγραμμα σημαντικότητας κριτηρίων	116
5.4.2	Ο επιλογέας μέσων ή μέγιστων βαρών	118
5.4.3	Το εργαλείο σχηματισμού κανόνων	118
5.4.4	Οι μέσες τιμές των βαρών των κριτηρίων	119
5.4.5	Το εργαλείο συνδυασμών των σημαντικότερων κριτηρίων	120
5.5	Μερίδια και προσομοιώσεις της αγοράς	122

5.5.1	Μοντέλα υπολογισμού των μεριδίων αγοράς	122
5.5.2	Πολυκριτήριος πίνακας	123
5.5.3	Διάγραμμα μεριδίων αγοράς	124
5.5.4	Διάγραμμα διαφορών	125
5.5.5	Διάγραμμα όλων των μοντέλων	125
5.5.6	Πλήκτρα προσομοίωσης και επαναφοράς	126
6	Συμπεράσματα και μελλοντικές επεκτάσεις	129
6.1	Ανακεφαλαίωση	129
6.2	Εφαρμογές	130
6.3	Μελλοντικές επεκτάσεις	131
6.3.1	Εισαγωγή των ερωτήσεων και απαντήσεων από το διαδίκτυο	131
6.3.2	Υποστήριξη ασφάλειας για τις εργασίες χρηστών	131
6.3.3	Εισαγωγή νέου προϊόντος	132
6.3.4	Δυναμική μεταβολή του σημείου αδιαφορίας στην UtaStarMinus	132
6.3.5	Εφαρμογή της μεθόδου UTA, UTA2	132
6.3.6	Πολυγλωσσική υποστήριξη	133
6.3.7	Υποστήριξη παλαιότερων περιηγητών	133
7	Βιβλιογραφική αναφορά	135

Ευρετήριο σχημάτων, εικόνων, πινάκων

Σχήμα 1 - Απεικόνιση χρησιμότητων για ποσοτικά ή ποιοτικά κριτήρια.....	44
Σχήμα 2 - Κανονικοποιημένη μερική συνάρτηση χρησιμότητας	46
Σχήμα 3 - Τιμή χρησιμότητας αποφασίζοντα.....	51
Σχήμα 4 - Χρησιμότητα έναντι προδιάταξης στην ανάλυση παλινδρόμησης.....	52
Σχήμα 5 - Ορισμός τιμών της δ και διάφορες εναλλακτικές τιμές της	54
Σχήμα 6 - Η σχέση R^* προκύπτει από τη διάταξη που περιέχει Q διαφορετικές τάξεις ..	56
Εξισώσεις 1 - Εκτίμηση του συνόλου U των συναρτήσεων χρησιμότητας μέσω της ανάλυσης μετα-βελτιστοποίησης (post optimality analysis).....	59
Σχήμα 7 - Ανάλυση μετα-βελτιστοποίησης - διερεύνησης του ανοικτού πολυέδρου	61
Σχήμα - 8 Γραφική αναπαράσταση του μοντέλου οντοτήτων - σχέσεων	76
Σχήμα 9 - Αναπαράσταση των περιορισμών πληθικότητας σε ένα ER διάγραμμα.....	77
Σχήμα 10 - Συσχετίσεις των εναλλακτικών με άλλες οντότητες.	78
Σχήμα 11 - Οντότητες διανυσμάτων και πινάκων.	79
Σχήμα 12 - Συσχετίσεις των καταναλωτών με άλλες οντότητες	81
Σχήμα - 13 Συσχετίσεις ερωτήσεων με άλλες οντότητες.....	82
Σχήμα 14 -Συσχετίσεις κριτηρίων με άλλες οντότητες.....	83
Σχήμα - 15 Συσχετίσεις μεταδεδομένων και ποιοτικών δεδομένων με άλλες οντότητες..	84
Πίνακας 1 - Δεδομένα για το project	87
Πίνακας 2 - Ερώτηση από το ερωτηματολόγιου.....	87
Πίνακας 3 - Απάντηση από τον καταναλωτή	88
Πίνακας 4 - Πίνακας δεδομένων για τα κριτήρια	88
Πίνακας 5 - Χαρακτηριστικά των μεταδεδομένων	89
Πίνακας 6 – Χαρακτηριστικά ποιοτικών δεδομένων	89
Πίνακας 7 – Χαρακτηριστικά των εναλλακτικών-προϊόντων	89
Πίνακας 8 - Χαρακτηριστικά για τον καταναλωτή.....	90
Πίνακας 9 - Χαρακτηριστικά δισδιάστων πινάκων αριθμών κινητής υποδιαστολής.....	90
Πίνακας 10 - Αριθμητικά δεδομένα των δισδιάστατων πινάκων	91

Πίνακας 11 - Χαρακτηριστικά διανυσμάτων αριθμών κινητής υποδιαστολής	91
Πίνακας 12 - Αριθμητικά δεδομένα των διανυσμάτων αριθμών κινητής υποδιαστολής .	91
Σχήμα 16 - Επικοινωνία του browser με τον web server	95
Εικόνα 1 – Τμήματα του .NET Framework	100
Εικόνα 2-Διαχείριση project	108
Εικόνα 3- Υποβολή νέου ερωτηματολογίου - Δημιουργία νέου project	109
Εικόνα 4-Επιλογή από την λίστα των project.....	110
Εικόνα 5 - Διαγραφή project	110
Εικόνα 6 –Πολυκριτήριος πίνακας καταναλωτή	112
Εικόνα 7-Πίνακας μέγιστων ελάχιστων τιμών των κριτηρίων	112
Εικόνα 8-Πολυκριτήρια αποτελέσματα για τον καταναλωτή	113
Εικόνα 9-Παράδειγμα διαγράμματος κανονικοποιημένων μερικών χρησιμότητων καταναλωτή	115
Εικόνα 10- Επιλογή πολυκριτήριας μεθόδου	115
Εικόνα 11-Χειριστήρια επιλογής καταναλωτή.....	116
Εικόνα 12-Διάγραμμα με μέσα βάρη	117
Εικόνα 13-Διάγραμμα με μέγιστα βάρη	117
Εικόνα 14-Επιλογέας του τύπου των βαρών	118
Εικόνα 15- Το εργαλείο σχηματισμού κανόνων	119
Εικόνα 16-Μέσες τιμές των μέσων βαρών όλων των καταναλωτών	120
Εικόνα 17-Μέσες τιμές των μέγιστων βαρών όλων των καταναλωτών.....	120
Εικόνα 18-Εργαλείο συνδυασμού σημαντικότερων κριτηρίων	121
Εικόνα 19-Επιλογέας μοντέλου προσδιορισμού μεριδίων της αγοράς	123
Εικόνα 20- Πολυκριτήριος πίνακας μέσων τιμών όλων των καταναλωτών	123
Εικόνα 21- Διάγραμμα των μεριδίων αγοράς από το μοντέλο Luce	124
Εικόνα 22-Διάγραμμα διαφορών προσομοιωμένου και αρχικού μοντέλου.....	125
Εικόνα 23- Μεριδία αγοράς των προϊόντων από όλα τα μοντέλα.....	126
Εικόνα 24- Πλήκτρα προσομοίωσης & επαναφοράς	126

Περίληψη

Κατά την διπλωματική εργασία υλοποιήθηκε ένα σύστημα υποστήριξης αποφάσεων για μάρκετινγκ (MkDSS) που επιχειρεί την ανάλυση των προτιμήσεων των καταναλωτών κατά τη διάρκεια εξειδικευμένης έρευνας αγοράς. Οι καταναλωτές έρχονται σε επαφή με προϊόντα, απαντούν σε ερωτηματολόγια, και μετά από επεξεργασία των απαντήσεων τους το σύστημα πραγματοποιεί ανάλυση της συμπεριφοράς καθώς και εικονικές «προσομοιώσεις» της αγοράς.

Οι αναλύσεις γίνονται με την βοήθεια της μεθοδολογίας UtaStar η οποία βασίζεται στην πολυκριτήρια θεωρία αθροιστικής εκτίμησης. Στα πλαίσια της διπλωματικής προτάθηκε και εξετάστηκε μία παραλλαγή της, η UtaStar-Minus η οποία θεωρεί την ύπαρξη αρνητικών χρησιμοτήτων.

Το σύστημα ελέγχεται από τον αποφασίζοντα – αναλυτή μέσω ένα διαδραστικού ,διαδικτυακού συστήματος χρησιμοποιώντας βάση δεδομένων και κάνοντας χρήση DHTML τεχνολογίας.

1.1 Γενικά

Σε μια συνεχώς μεταβαλλόμενη αγορά, οι παράγοντες που επηρεάζουν στην επιτυχία ή την αποτυχία ενός νέου προϊόντος αλλάζουν συνεχώς. Οι σημαντικότεροι είναι η ποιότητα του προϊόντος, η ικανοποίηση του πελάτη, ο χρόνος της αγοράς, η έρευνα και ανάπτυξη του μάρκετινγκ και οι διαμορφωμένες στρατηγικές και συμμαχίες. Οι μελλοντικές τάσεις βασίζονται σε παραγωγή νέων ιδεών, στρατηγικών και κατάλληλων εργαλείων προκειμένου να αναπτυχθούν νέα προϊόντα που να καλύπτουν κατά τον καλύτερο τρόπο τις ανάγκες και τις προτιμήσεις των καταναλωτών. Το περιβάλλον, μέσα στο οποίο τα νέα προϊόντα αναπτύσσονται και χρησιμοποιούνται, αλλάζει γρήγορα και έτσι τα τμήματα έρευνας και ανάπτυξης μάρκετινγκ μέσα στις επιχειρήσεις να υιοθετήσουν νέες τεχνικές και προσεγγίσεις προκειμένου να είναι σε θέση να ανταποκριθούν στις αυξανόμενες προκλήσεις των ενός ανταγωνιστικού περιβάλλοντος. Οι επιχειρήσεις που προχωρούν γρηγορότερα από τους ανταγωνιστές τους στο επίπεδο τεχνολογίας, δίνουν έμφαση στην εφαρμογή καινοτόμων ιδεών, προσαρμόζονται γρηγορότερα για την ικανοποίηση των διαρκώς μεταβαλλόμενων αναγκών των πελατών τους και κατά συνέπεια παρουσιάζουν ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα.

Η διαδικασία ανάπτυξης νέων προϊόντων, από την σύλληψη μιας νέας ιδέας μέχρι την επιλογή της στρατηγικής διείσδυσης στην αγορά, είναι μια μη δομημένη διαδικασία. Από καμιά άποψη δεν μπορεί να προγραμματιστεί καθώς απαιτεί σε κάθε βήμα την παρέμβαση του ειδικού του τομέα. Από την άλλη πλευρά, η ποικιλία των δεδομένων που χρησιμοποιούνται, η επεξεργασία τους μέσω διάφορων μοντέλων καθώς επίσης και της ερμηνείας τους είναι μια διαδικασία με απαιτήσεις. Ο ειδικός έχει να ασχοληθεί με τον τεράστιο όγκο διαθέσιμης πληροφορίας, την

ανάλυση των δεδομένων, την εύρεση των ανταγωνιστικών προϊόντων και την εφαρμογή των μοντέλων πολυκριτήριας ανάλυσης. Οι δυσκολίες αυτές στον τομέα του marketing και τα ανωτέρω προβλήματα καθιστούν επιτακτική την ύπαρξη ενός εργαλείου που θα είναι σε θέση να επεξεργαστεί τα στοιχεία και να υποβοηθήσει τον αποφασίζοντα στην επιλογή των κατάλληλων μοντέλων. Η εργασία αυτή έρχεται να βοηθήσει με την κατασκευή ενός τέτοιου εργαλείου. Τι εννοείται ωστόσο με τον όρο marketing εξηγείται παρακάτω.

1.2 Marketing

Marketing είναι η διαδικασία σχεδίασης και η υλοποίηση της κοστολόγησης, προώθησης και διανομής αγαθών, ιδεών και υπηρεσιών ώστε να ικανοποιηθούν ανάγκες ατόμων και οργανισμών. (American Marketing Association)

Πολλές εταιρίες, ειδικά πριν το 1970 ήταν εστιασμένες στα προϊόντα που παρήγαγαν παραδοσιακά χρησιμοποιώντας την τακτική της προώθησης μέσω πωλητών ώστε να προωθήσουν τα προϊόντα τους ασχέτως των αναγκών της αγοράς. Μία εταιρεία ωστόσο που είναι στραμμένη προς την αγορά, ερευνά πρωτίστως τις πιθανές επιθυμίες των πελατών και μετά δημιουργεί ένα προϊόν. Η θεωρία και η πρακτική του μάρκετινγκ είναι βασισμένη στην πεποίθηση ότι καταναλωτές θα χρησιμοποιήσουν ένα προϊόν ή μία υπηρεσία λόγω ανάγκης τους ή λόγω του ότι ένα προϊόν έχει μία αντιληπτή αξία.

Οι μέθοδοι του μάρκετινγκ εμπλέκουν πολλές ανθρωποκεντρικές επιστήμες όπως ψυχολογία, κοινωνιολογία και οικονομικά. Συνεργάζεται επίσης με τις δημιουργικές τέχνες για να προωθήσει το προϊόν μέσω της διαφήμισης.

1.2.1 Προϊόν, τιμή, προώθηση, διανομή

Κατά κοινή εκτίμηση ο όρος «marketing» αναφέρεται στην προώθηση προϊόντων, ειδικά στην διαφήμιση και στην εν-τύπωση (branding). Στο χώρο των ειδικών η χρήση του όρου αυτού έχει ευρύτερη έννοια και εστιάζει πρώτιστα στον πελάτη. Τα

περισσότερα προϊόντα που αναπτύσσονται έχουν ως στόχο τις επιθυμίες συνόλου καταναλωτών και σε μερικές περιπτώσεις συγκεκριμένων πελατών. Το μάρκετινγκ ορίζεται ότι έχει τέσσερα βασικά τμήματα που έχουν ως πρώτο γράμμα στην αγγλική γλώσσα, το γράμμα P:

- **Προϊόν (Product):** η πλευρά της διαχείρισης του προϊόντος ασχολείται με τα χαρακτηριστικά του αγαθού ή της υπηρεσίας και το πώς αυτό συσχετίζεται με τις ανάγκες και επιθυμίες του τελικού χρήστη.
- **Τιμολόγηση (Pricing):** Αναφέρεται στην διαδικασία της απόφασης για την τιμή στην οποία θα πωλείται ένα προϊόν συμπεριλαμβάνοντας υπ'όψιν τις προσφορές.
- **Προώθηση (Promotion):** Ο όρος αυτός περιλαμβάνει διαφήμιση, προώθηση πωλήσεων, δημοσιότητα, και αναφέρεται στις διάφορες μεθόδους προώθησης ενός προϊόντος, φήμης ή και εταιρείας.
- **Διανομή (Placement or distribution):** Αναφέρεται στην τοποθέτηση στην αγορά ενός προϊόντος (marketing place) δηλαδή στον τρόπο με τον οποίο το προϊόν θα φτάσει στο καταναλωτή μέσω λιανικής ή χονδρικής πώλησης.

Η επιτυχία ενός σχεδιασμού marketing βασίζεται στην σωστή υλοποίηση και των τεσσάρων τμημάτων (των τεσσάρων «P»). Η προσπάθεια μίας επιχείρησης να προωθήσει ένα προϊόν που δεν το έχει κάποιο τμήμα της αγοράς ανάγκη, είναι μία ακριβή διαδικασία και σπάνια επιτυχής. Για αυτό οι περισσότερες εταιρίες σήμερα έχουν προσανατολισμό στις ανάγκες των καταναλωτών. Αυτό γίνεται με δύο προσεγγίσεις:

- Δημιουργία προϊόντων βασισμένων και μόνο στις ανάγκες των πελατών
- Εφεύρεση καινοτόμων προϊόντων

Κατά την οδηγούμενη από τον καταναλωτή προσέγγιση, οι ανάγκες του καταναλωτή οδηγούν όλες τις στρατηγικές αποφάσεις του marketing. Το σκεπτικό για αυτήν την

προσέγγιση είναι ότι δεν υπάρχει λόγος για δαπάνη σε Έρευνα και Ανάπτυξη προϊόντων που ο κόσμος δεν θα αγοράσει και ότι ιστορία βρίθει περιπτώσεων όπου ενώ ένα προϊόν ήταν στην αιχμή της τεχνολογίας, αποδείχθηκε εμπορική αποτυχία.

Η προσέγγιση της δημιουργίας καινοτόμων προϊόντων, βασίζεται στο ότι η εταιρία δημιουργεί κάτι εντελώς καινούριο και κατόπιν προσπαθεί να δημιουργήσει μια νέα αγορά για το προϊόν αυτό. Η διάθεση για προϊόντα καινοτομίας οδηγεί την διαδικασία ενώ η έρευνα του μάρκετινγκ διασφαλίζει ότι θα υπάρξει μέρος της αγοράς που θα κάνει επικερδές για την εταιρεία, την παραγωγή των προϊόντων αυτών.

Το σκεπτικό της προσέγγισης αυτής είναι ότι οι καταναλωτές δεν είναι δυνατόν να γνωρίζουν ποιες δυνατότητες θα είναι διαθέσιμες στο μέλλον και για αυτό δεν μπορεί να περιμένει κάποιος να προβλέψει ο καταναλωτής τις ανάγκες του για το μέλλον.

1.3 Διαδικασία έρευνας αγοράς

Ο όρος έρευνα της αγοράς αναφέρεται στην συλλογή, την ανάλυση, και την αξιολόγηση των συγκεκριμένων πληροφοριών σχετικά με ένα υπαρκτό πρόβλημα μάρκετινγκ και στοχεύει ώστε οι επιχειρήσεις να αντιληφθούν τις ουσιαστικές ανάγκες των τωρινών ή και μελλοντικών πελατών τους. (American market and association, 1961, Kotler, 1994).

Κατά τη διάρκεια της σχεδίασης ενός νέου προϊόντος, λαμβάνονται αποφάσεις για τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών ενός νέου προϊόντος σχετικά με:

- ❖ την μορφή του προϊόντος (εάν θα είναι υγρό, σκόνη, κ.λ.π...)
 - ❖ τα λογικά χαρακτηριστικά του όπως το χρώμα του, τη μυρωδιά του, κ.λ.π.
 - ❖ οι πιθανές υπηρεσίες που παρέχονται με το προϊόν, όπως η επισκευή κατά την εγγύηση, η ελεύθερη παράδοση, κ.λ.π.
 - ❖ τα χαρακτηριστικά που θα το καταστήσουν διαφορετικό και ανταγωνιστικό απέναντι στα προϊόντα του ανταγωνισμού.
-

- ❖ το ποιοτικό επίπεδο του προϊόντος. Με αυτόν τον όρο εξετάζεται η ποιότητα που γίνεται αντιληπτή από τους καταναλωτές όταν αξιολογείται η αξιοπιστία του προϊόντος κατά τη διάρκεια της προοριζόμενης χρήσης ή λειτουργίας του.

Οι λαμβανόμενες αποφάσεις προϋποθέτουν ποιότητα και ποσότητα πληροφοριών, καθότι είναι αναγκαίες στη διάρκεια ανάπτυξης του ερωτηματολογίου.

Οι ακόλουθες ενέργειες πραγματοποιούνται κατά τη διάρκεια του σταδίου έρευνας αγοράς:

- ❖ καταγραφή όλων των ανταγωνιστικών προϊόντων.
- ❖ συγκέντρωση οι πληροφοριών σχετικά με την παραγωγή, τις πωλήσεις, και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του προϊόντος που θα συμμετάσχει στην έρευνα αγοράς,
- ❖ οργάνωση του δικτύου έρευνας,
- ❖ εκτέλεση μιας προκαταρκτικής ανάλυση της καταναλωτικής συμπεριφοράς,
- ❖ δημιουργία ερωτηματολογίου,
- ❖ πραγματοποίηση έρευνας αγοράς,

Η συλλογή των αξιόπιστων και σχετικών στοιχείων είναι το κύριο βήμα σε όλη την προσπάθεια. Αρχικά, τα προϊόντα με παρόμοια χαρακτηριστικά και όλες οι σχετικές πληροφορίες, καταγράφονται. Από τις δευτερεύουσες πηγές συλλέγονται πληροφορίες σχετικά με:

- ❖ το γενικό μέγεθος της αγοράς, που εκφράζεται σε πωλήσεις και χρήμα,
- ❖ ο κύκλος ζωής των προϊόντων,
- ❖ η εποχιακή και γεωγραφική κατανομή των πωλήσεων.

Η μεθοδολογία συνεχίζει με την επιλογή μιας ομάδας προϊόντων που θα περιλάβει τη συγκεκριμένη ομάδα προϊόντων που θα συμμετάσχει στην έρευνα. Η επιλογή αυτών των προϊόντων πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο σωστή ώστε ότι η διαμορφωμένη "αγορά" να είναι όσο το δυνατόν αντιπροσωπευτικότερη και ότι θα ικανοποιήσει τις ακόλουθες απαιτήσεις:

- ❖ ο αριθμός των προϊόντων να είναι αρκετά μεγάλος έτσι ώστε αντιπροσωπεύει την πραγματική κατάσταση της αγοράς, αλλά αφ' ετέρου, να είναι σχετικά περιορισμένος προκειμένου να επιτρέψει την κατάλληλη συμπλήρωση των ερωτηματολογίων.
- ❖ η "αγορά" να περιέχει τα προϊόντα από όλες τις κατηγορίες (ηγέτες, διεκδικητές, ακόλουθους, και nichers).
- ❖ Να πραγματοποιήσει της έρευνας αγοράς και του σχηματισμού του απαραίτητου ερωτηματολογίου ακολουθεί τη διαδικασία που παρουσιάζεται μέσα.

Κατά τη διάρκεια της έρευνας αγοράς κάθε καταναλωτής εκφράζει τις προτιμήσεις του/της πρώτα με την αξιολόγηση των προϊόντων σε μια συνεπή οικογένεια των κριτηρίων (βλ. Siskos, 1984, Roy, 1985) έπειτα με το να ταξινομήσει συνολικά τα προϊόντα από το καλύτερο στο χειρότερο: Η ταξινόμηση έχει τη μαθηματική μορφή μιας ασθενούς σειράς (1 για το καλύτερο και μεγαλύτεροι αριθμοί για τις χειρότερες περιπτώσεις). Η σειρά αυτή δίνεται από τον ερωτώμενο, με μια ειδική μορφή ερωτηματολογίου.

Κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας, στον καταναλωτή δίνεται η δυνατότητα να επιθεωρήσει ή ακόμα και να δοκιμάσει τα προϊόντα (π.χ. χυμούς). Η ταξινόμηση των προϊόντων μπορεί να αποκτηθεί με την ακόλουθη διαδικασία:

- ❖ τα προϊόντα της "αγοράς" παρουσιάζονται στον καταναλωτή.
- ❖ ο καταναλωτής καλείται να δείξει το προϊόν (ή τα προϊόντα) που θα επέλεγε να αγοράσει.
- ❖ το επιλεγμένο προϊόν (ή τα προϊόντα) απομακρύνεται από το σύνολο και έπειτα ο καταναλωτής καλείται να επιλέξει μεταξύ των υπόλοιπων προϊόντων.

Αυτή η διαδικασία είναι επαναλαμβανόμενη μέχρι όλα τα προϊόντα να ταξινομηθούν. Στο τέλος της διαδικασίας, τα προϊόντα ταξινομούνται σύμφωνα με τη σειρά που ο καταναλωτής θα αγόραζε.

Όταν η έρευνα και ο απαραίτητος έλεγχος των συλλεχθέντων ερωτηματολογίων περατωθεί, αυτά κωδικοποιούνται προκειμένου να είναι κατάλληλα για την επεξεργασία από το σύστημα. Ο τρόπος κωδικοποίησης καθορίζεται κατά τη διάρκεια της σχεδίασης των ερωτηματολογίων και όχι μετά το πέρας της έρευνας. Δημιουργούνται οι απαραίτητες βάσεις δεδομένων με την είσοδο των κωδικοποιημένων ερωτηματολογίων. Με τη χρησιμοποίηση απλών περιγραφικών τεχνικών στατιστικής, επεξεργαζόμαστε τα συλλεχθέντα στοιχεία προκειμένου να ληφθεί μια αρχική εκτίμηση της κατάστασης της αγοράς. Κατόπιν, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε προηγμένες μεθόδους ανάλυσης για να επεξεργαστούν τα αρχικά και δευτεροβάθμια στοιχεία με περιγραφικές στατιστικές, με μεθόδους ανάλυσης δεδομένων, και μοντέλα πρόβλεψης, προκειμένου να είναι δυνατή:

- ❖ η λήψη περισσότερων γενικών πληροφοριών για τα χαρακτηριστικά των καταναλωτών και των προϊόντων της αγοράς.
- ❖ καθορισμό το προφίλ του κάθε καταναλωτή που αγοράζει ένα από τα προϊόντα της αγοράς.
- ❖ εξέταση και προσδιορισμό των αντιλήψεων και τις στάσεις των καταναλωτών προς τα προϊόντα της αγοράς.
- ❖ εξέταση των σχέσεων μεταξύ των διαφορετικών ομάδων καταναλωτών και των χαρακτηριστικών των προϊόντων.
- ❖ ανίχνευση των προϊόντων που ενεργούν ως συμπληρωματικά και υποκατάστατα άλλων προϊόντων.

Με την ανάλυση των χαρακτηριστικών των προϊόντων, προσπαθούμε να καθορίσουμε τα ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα τους. Συγκρίνουμε τα χαρακτηριστικά του υπό ανάπτυξη προϊόντος με εκείνα των ανταγωνιστικών προϊόντων προκειμένου να ανακαλυφθούν τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματά του.

1.4 Θεωρία αποφάσεων

Η λήψη αποφάσεων είναι αποτέλεσμα σύνθετων διαδικασιών, που έχουν ως στόχο, αρχικά μεν να μελετήσουν και να αναλύσουν διεξοδικά τις επιπτώσεις όλων των εναλλακτικών περιπτώσεων και στην συνέχεια να γίνει προσπάθεια σύνθεσης και σύγκλισης των απαιτήσεων όλων των εμπλεκομένων στη διαδικασία απόφασης.

Οι Keen και Scott-Morton (1978) και ο Keen (1980) διακρίνουν τις αποφάσεις σε δομημένες, ημιδομημένες και αδόμητες.

❖ Στις δομημένες αποφάσεις ισχύει ότι:

- Η ακολουθούμενη διαδικασία για την λήψη μιας απόφασης είναι πάντα η ίδια.
- Το αντικείμενο της απόφασης είναι σαφώς καθορισμένο.
- Τα δεδομένα εισόδου καθώς και τα αποτελέσματα της επεξεργασίας είναι συγκεκριμένα.

❖ Στις αδόμητες αποφάσεις ισχύει ότι:

- Η διαδικασία που ακολουθείται κάθε φορά για την λήψη της απόφασης είναι διαφορετική.
- Το αντικείμενο της απόφασης, τα δεδομένα εισόδου καθώς και τα αποτελέσματα της επεξεργασίας δεν είναι καθορισμένα.

❖ Υπάρχουν και οι ημιδομημένες αποφάσεις όπου μερικές εργασίες είναι σαφώς δομημένες και άλλες αδόμητες.

1.5 Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων DSS (ΣΥΑ)

Την δεκαετία του '70 η διοίκηση και συγκεκριμένα η λήψη των αποφάσεων βρέθηκε μπροστά στην εμφάνιση εξελιγμένων για την εποχή τεχνολογικών επιτευγμάτων (ηλεκτρονικοί υπολογιστές, προγράμματα, συστήματα πληροφοριών) που ως σκοπό είχαν την παροχή βοήθειας και υποστήριξης. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο αναπτύχθηκαν και τα πρώτα Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων – Σ.Υ.Α. (Decision Support Systems – D.S.S.).

Αρχικά διατυπωνόταν η άποψη πως με την πρωτοεμφανιζόμενη έννοια Σ.Υ.Α. ορίζεται κάθε σύστημα βασισμένο στους ηλεκτρονικούς υπολογιστές (computer based) το οποίο παρέχει υποστήριξη στη διαδικασία της λήψης αποφάσεων, ορισμός πολύ γενικός για να προσεγγίσει και να προσδιορίσει επακριβώς την συνολική έννοια των Σ.Υ.Α.

Το 1980 ο Morton (Adelman, 1992) όρισε τα Σ.Υ.Α ως συστήματα βασισμένα στους Η/Υ, τα οποία συχνά είναι αλληλεπιδραστικά και υποστηρίζουν τον άνθρωπο στην λήψη βασικών τύπων μερικών δομημένων αποφάσεων. Την ίδια εποχή διατυπωνόταν μια βασική αρχή για τα Σ.Υ.Α. από τον Keen (Adelman, 1992) η οποία ορίζει ότι τα Σ.Υ.Α. δεν αντικαθιστούν σε καμία περίπτωση την προσωπική κρίση των αποφασιζόντων και των διευθυντών αλλά αντίθετα έχουν ως αποστολή να την υποστηρίξουν την βελτίωση της αποτελεσματικότητας της λήψης αποφάσεων. Όμοια και ο Wagner διατύπωσε πως βασική ουσία των Σ.Υ.Α. είναι η υποστήριξη της διοικητικής σκέψης.

Το 1982 οι Sprague και Carlson (Ματσατσίνης, 2004) διατύπωσαν ένα πιο αναλυτικό ορισμό, σύμφωνα με τον οποίο τα Σ.Υ.Α. είναι ένα σύνολο διαδικασιών, οι οποίες με τη βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή έχουν ως στόχο την διεύρυνση του γνωστικού πεδίου του αποφασίζοντα στον τομέα του προβλήματος που αντιμετωπίζει. Στην συνέχεια ο ορισμός των Sprague και Carlson διευρύνθηκε από τους Andriole το 1989 και Sage το 1986 και 1981 (Adelman, 1992), (Ματσατσίνης 2004) και απέκτησε την τελική διατύπωση που είναι η εξής: Με τον όρο Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων ορίζονται αλληλεπιδραστικά προγράμματα υπολογιστών που χρησιμοποιούν αναλυτικές μεθόδους όπως ανάλυση αποφάσεων, αλγόριθμους βελτιστοποίησης, ρουτίνες σχεδιασμού προγραμμάτων κ.λ.π. για την ανάπτυξη μοντέλων τα οποία βοηθούν τους αποφασίζοντες στη διαμόρφωση εναλλακτικών λύσεων, στην ανάλυση των μεταξύ τους επιδράσεων και αποτελεσμάτων, στην αναπαράστασή τους και τελικά στην επιλογή της καταλληλότερης από αυτές προς εφαρμογή.

Σύμφωνα με τους παραπάνω ορισμούς γίνεται κατανοητό ότι αναμένεται με τη χρήση ενός Σ.Υ.Α. να βελτιωθεί η ποιότητα της πληροφόρησης που σχετίζεται με την λήψη μιας απόφασης και επιπρόσθετα να βοηθηθούν οι αποφασίζοντες στο να αναλύσουν και να αξιολογήσουν με μεθοδικότερο και αποτελεσματικότερο τρόπο το εκάστοτε αντιμετωπιζόμενο πρόβλημα και κατ'επέκταση τις εναλλακτικές λύσεις (αποφάσεις) για την επίλυσή τους (Ματσατσίνης, 2004).

1.5.1 Χαρακτηριστικά των Συστημάτων Υποστήριξης Αποφάσεων (ΣΥΑ)

Τα συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων για την υποστήριξη της λήψης ημιδομημένων ή αδόμητων αποφάσεων διακρίνονται από ορισμένα βασικά χαρακτηριστικά (Sprague and Carlson, 1982), (Ματσατσίνης 2004):

- ❖ Υποστηρίζουν και τις τέσσερις φάσεις της διαδικασίας λήψης αποφάσεων (νοητική, σχεδίαση, επιλογή, ολοκλήρωση)
 - ❖ Συνδυάζουν αποτελεσματικά, μοντέλα, βάσεις δεδομένων και μεθόδους παρουσίασης αποτελεσμάτων.
 - ❖ Είναι εύχρηστα, ευέλικτα και προσαρμόσιμα.
 - ❖ Μπορούν να συνεργάζονται και να αλληλεπιδρούν με άλλα πληροφοριακά συστήματα που βρίσκονται εγκατεστημένα και υποστηρίζουν την λειτουργία του οργανισμού.
-

2.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο θα παρουσιαστούν βασικές έννοιες της πολυκριτήριας ανάλυσης αποφάσεων που χρησιμοποιούνται στο μάρκετινγκ καθώς και συστήματα υποστήριξης αποφάσεων στο μάρκετινγκ.

2.1.1 Συστήματα Υποστήριξης αποφάσεων Marketing (MkDSS)

Τα συστήματα υποστήριξης αποφάσεων για το marketing έχουν τα ίδια χαρακτηριστικά με τα Σ.Υ.Α. (Montgomery and Urban, 1970; Little, 1979; Sprague, 1980, Van Bruggen, 1992) ενώ η διαφορά τους έγκειται από το τρόπο που αποκτάται η πρωτογενής πληροφορία, πρώτιστα μέσα από έρευνες της αγοράς και δευτερευόντως από την χρήση κατάλληλων μοντέλων μάρκετινγκ.

Τα μοντέλα μάρκετινγκ μέσω των MkDSS προσομοιώνουν τις αντιδράσεις της αγοράς στις διάφορες ενέργειες των αποφασιζόντων. Μπορούν να προβλέψουν τις αντιδράσεις του κοινού πριν οι εταιρίες δοκιμάσουν την πραγματική πώληση ενός προϊόντος. Οι αποφασίζοντες εξετάζουν τα αποτελέσματα των διαφόρων εναλλακτικών ώστε να επιλέγουν την πιο κατάλληλη εναλλακτική.

Τα κύρια αντικείμενα εφαρμογής των MkDSS, που συμπίπτουν με τα αντικείμενα του marketing management είναι (Little, 1975; Fletcher, 1990; Nylen, 1990; Urban and Hause, 1993).

- ❖ Στρατηγικός σχεδιασμός – προγραμματισμός μάρκετινγκ της επιχείρησης και σχετίζεται με την κατανομή πόρων της επιχείρησης ώστε να αποκτήσει και να διατηρήσει ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα.

- ❖ Σχεδιασμός – προγραμματισμός του μάρκετινγκ όσον αφορά τις επιμέρους ενέργειες (π.χ. σχεδίαση και ανάπτυξη ενός νέου προϊόντος), οι οποίες εντάσσονται στο στρατηγικό προγραμματισμό της επιχείρησης.
- ❖ Λήψη αποφάσεων μάρκετινγκ.
- ❖ Έλεγχος και εκτίμηση καταστάσεων με βάση τα ιστορικά τους.

Μια σημαντική τους εφαρμογή είναι η μελέτη, ο έλεγχος και η πρόβλεψη των αντιδράσεων των ανταγωνιστών της επιχείρησης.

Ο Van Bruggen (1992) εξέτασε την αποτελεσματικότητα της εφαρμογής MkDSS από αποφασίζοντες και εξήγε θετικά αποτελέσματα. Ωστόσο οι προσπάθειες για την ανάπτυξη τέτοιων συστημάτων δεν είναι αρκετές για το αντικείμενο αυτό καθώς υπάρχουν δυσκολίες αναπαράστασης της λογικής και εμπειρίας των ειδικών στο χώρο του μάρκετινγκ – μάνατζμεντ (Leith, 1986; Moutinho and Paton, 1988; McDonald and Wilson, 1990; Curry and Moutinho, 1991).

2.2 Πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων

Τα θετικά αποτελέσματα του MkDSS βασίστηκαν στις πολυκριτήριες θεωρίες για την λήψη αποφάσεων. Αρχικά τα μαθηματικά μοντέλα που έκαναν χρήση ενός κριτηρίου αποδείχτηκαν ανεπαρκή για την ανάλυση. Για να αντιμετωπιστούν τα σύνθετα προβλήματα των επιχειρήσεων οδηγηθήκαμε στην ανάπτυξη της πολυκριτήριας λήψης αποφάσεων. Τα πολυκριτήρια προβλήματα αξιολόγησης είναι προβλήματα με χαμηλό δείκτη δόμησης οπότε το σύστημα του αποφασίζοντος θα χαρακτηρίζεται και αυτό με χαμηλό δείκτη δόμησης.

Οι βασικές έννοιες της πολυκριτήριας ανάλυσης ήταν γνωστές από τον 18^ο αιώνα (Bernoulli and Crammer). Η θεωρητική θεμελίωσή της ωστόσο έγινε στα μέσα στο Β' παγκόσμιο πόλεμο. Λίγα χρόνια αργότερα ο Γάλλος Maurice Allais ανέπτυξε τη θεωρία M.A.U.T. (Multiattribute Utility Theory) . Ο κλάδος αυτός της επιχειρησιακής έρευνας γνώρισε γρήγορη ανάπτυξη μετά την πραγματοποίηση του 1^{ου} συνεδρίου Πολυκριτήριας Ανάλυσης Αποφάσεων το 1972 στο Πανεπιστήμιο της Νότιας Καρολίνας.

Η θεωρία της πολυκριτήριας χρησιμότητας θεμελιώνεται σε 2 βασικές παραδοχές:

- ❖ Όλες οι εναλλακτικές ενέργειες/δράσεις είναι δυνατόν να συγκριθούν μεταξύ τους.
- ❖ Υπάρχει μεταβατικότητα των προτιμήσεων μεταξύ των εναλλακτικών ενεργειών/δράσεων.

Η λογική της κατάταξης των εναλλακτικών ενεργειών με βάση ένα σύστημα αξιών διευκολύνει τους αποφασίζοντες που είναι συνηθισμένοι σε χρήση ποσοτικών συστημάτων αξιολόγησης. Υπάρχουν ωστόσο περιπτώσεις που ένας αποφασίζων να μην είναι δυνατόν να συγκρίνει δύο εναλλακτικές καθώς χρησιμοποιεί διαφορετικούς λόγους συγκρίνοντας το \mathbf{a}_1 με το \mathbf{a}_2 και το \mathbf{a}_2 με το \mathbf{a}_1 κάτι που διατυπώθηκε από τον Stewart το 1992. Η θεωρία αυτή μελετά τρία κυρίως προβλήματα:

- ❖ Τις ιδιότητες των προτιμήσεων του αποφασίζοντα έτσι ώστε η U να είναι μια

σαφής συνάρτηση των $\mathbf{g}_1, \mathbf{g}_2, \dots, \mathbf{g}_m$ όπως για παράδειγμα είναι η $U = \sum_{i=1}^m \mathbf{g}_i$

- ❖ Τον τρόπο ώστε να ελεγχθούν αυτές οι ιδιότητες,
- ❖ Τον τρόπο (τύπος) κατασκευής της συνάρτησης U

Θεμελιώδης επίσης στην πολυκριτήρια θεωρία χρησιμότητα είναι αυτή των παραχωρήσεων (tradeoff). Έστω U μία συνάρτηση που επιτρέπει την σύνθεση των κριτηρίων $\mathbf{g}_1, \mathbf{g}_2, \dots, \mathbf{g}_m$ τότε υπάρχουν συναρτήσεις w_{ij} που μετράνε την ποσότητα που αποφασίζων επιθυμεί να παραχωρήσει στο j^{th} κριτήριο για να αποκτήσει μια μονάδα ενός κριτηρίου i^{th} . Η w_{ij} αναφέρεται στην παραχώρηση (tradeoff) μεταξύ του κριτηρίου i^{th} και του j^{th} . Η απόφαση λαμβάνεται με τον υπολογισμό μιας πραγματικής συνάρτησης αξιών ή της χρησιμότητας των εναλλακτικών αποφάσεων A ώστε:

$$U(\mathbf{a}) > U(\mathbf{b}) \Leftrightarrow \mathbf{a} > \mathbf{b} \quad (2)$$

$$U(\mathbf{a}) = U(\mathbf{b}) \Leftrightarrow \mathbf{a} = \mathbf{b} \quad (3)$$

Η συνάρτηση υπολογισμού της ολικής χρησιμότητας είναι της μορφής:

$$U(a) = V[g_1(a), g_2(a), \dots, g_m(a)] \quad a \in A, \quad (4)$$

2.3 Συστήματα MkDSS

Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί μερικά συστήματα υποστήριξης αποφάσεων που συνδυάζουν και τεχνικές από τον χώρο της τεχνητής νοημοσύνης. Ωστόσο πολλά από αυτά ενώ είναι αξιόπιστα και δοκιμασμένα, δεν έχουν προσαρμοστεί ακόμα στην νέες τεχνικές παρουσίασης με αποτέλεσμα να μην είναι εύκολα προσβάσιμα στον χρήστη.

Η εύκολη πρόσβαση του αναλυτή στο σύστημα χρησιμοποιώντας πλέον οικίες μεθόδους διεπαφής με υπολογιστή (όπως είναι ένας φυλλομετρητής δικτύου) λείπει από τα παλαιότερα δοκιμασμένα συστήματα. Παρακάτω παρατίθενται μερικά συστήματα που βασίζονται στην πολυκριτήρια μεθοδολογίες.

Markex (Matsatsinis 1999)

Πρόγραμμα ικανό και σύνθετο από μεθοδολογίες. Συνδυάζει ευφυή συστήματα και συστήματα υποστήριξης αποφάσεων. Δεν παρέχει διαδικτυακή πρόσβαση μέσω φυλλομετρητή.

DIMITRA (2001)

Παρόμοιες δυνατότητες ανάλυσης με το δικό μας σύστημα. Πρόσβασης μέσω διαδικτύου εάν είναι επιθυμητό μέσω Internet Explorer αλλά με την προϋπόθεση εγκατάστασης Microsoft ActiveX τεχνολογίας στον φυλλομετρητή αυτό. Δύσκολο πλέον να εγκαθίσταται λόγω της αυξημένης ασφάλειας στα πρόσφατα λειτουργικά της Microsoft.

DST (Decision Support Tool)

Πρόκειται για την δική μας υλοποίηση έχοντας κάποια ενδιαφέροντα στοιχεία. Χρησιμοποιεί την ίδια πολυκριτήρια μεθοδολογία με το Markex και το Dimitra ενώ παράλληλα έχει προσθέσει την παραλλαγή της UTASTAR την UTASTAR-MINUS.

Siskos & FINCLAS - Zopounidis & Doumpos (2001)

Πρόκειται για πολυκριτήριο σύστημα που αναπτύχθηκε με κατεύθυνση κυρίως τα οικονομικά θέματα χρησιμοποιώντας πολυκριτήριες μεθόδους UTADIS, UTADIS II, UTADIS III οι οποίες είναι συγγενείς της πολυκριτήριας μεθόδου UTA, UTASTAR.

Είναι εφαρμογή που τρέχει στον προσωπικό υπολογιστή και δεν υποστηρίζει web interface.

3 Μεθοδολογία ανάλυσης & προσομοίωσης των καταναλωτών

3.1 Μεθοδολογία

Αρχικά μια γενική εκτίμηση των αποτελεσμάτων της έρευνας παράγεται με την βοήθεια στατιστικών αναλύσεων. Κατόπιν, με την εφαρμογή μοντέλων ανάλυσης δεδομένων, κάποιο μπορεί να καθορίσει τα χαρακτηριστικά των καταναλωτών. Η πολυκριτήρια μέθοδος UTASTAR (Siskos και Yannacopoulos, 1985) ώστε να καθοριστεί η συμπεριφορά τους. Κατόπιν πραγματοποιούνται προσομοιώσεις της αγοράς με διάφορα μοντέλα υπολογισμού μεριδίων της αγοράς προκειμένου να βρεθεί το καλύτερο που προσεγγίζει καλύτερα την αγορά.

3.2 Ανάλυση της καταναλωτικής συμπεριφοράς

Η μελέτη της καταναλωτικής συμπεριφοράς διεξάγεται με τη βοήθεια της ανάλυσης κριτηρίων. Υπάρχουν δύο δυνατότητες κατά την ανάλυση των κριτηρίων: Η πρώτη προσέγγιση είναι με τη χρήση των μέσων βαρών ενώ ο δεύτερος με τη χρήση των μέγιστων βαρών των κριτηρίων. Η ακολουθούμενη διαδικασία είναι η ίδια είτε χρησιμοποιηθούν τα μέσα είτε τα μέγιστα βάρη. Η διαφορά τους έγκειται στο διαφορετικό τρόπο υπολογισμού των βαρών σε προηγούμενο βήμα.

Το κριτήριο i θεωρείται σημαντικό στην καταναλωτική απόφαση εφόσον το βάρος του υπερβαίνει μία τιμή που υποδεικνύει το ελάχιστο όριο για να θεωρηθεί το κριτήριο σημαντικό. Σε περίπτωση που το βάρος είναι μικρότερο από συγκεκριμένη τιμή κατωφλίου, θεωρείται ότι δεν έχει συμβολή στην απόφαση του καταναλωτή να επιλέξει ένα προϊόν. Λογικό συμπέρασμα είναι ότι όλα τα κριτήρια με βάρος μεγαλύτερο ή και ίσο με την τιμή κατωφλίου, διαδραματίζουν ρόλο στην απόφαση του χρήστη. Οι τιμές των κατωφλίων για κάθε κριτήριο ορίζονται από τους

αποφασίζοντες. Η αλγοριθμική αναπαράσταση της ανωτέρω διαδικασίας είναι η εξής:

```
Για κάθε καταναλωτή  $j = 1, 2, \dots, p$   
Για κάθε κριτήριο  $i = 1, 2, \dots, m$   
Εάν  
το βάρος του κριτηρίου είναι μεγαλύτερο ή ίσο από την τιμή  
κατωφλίου σημαντικότητας ( $p_i \geq \text{τιμή κατωφλίου}$ )  
τότε  
 $S(i) = S(i) + 1$   
Επόμενο  $i$   
Επόμενο  $j$   
Υπολογισμός της σημαντικότητας  
Για κάθε  $i = 1, 2, \dots, m$   
 $S(i) = (S(i) * 100) / k$   
Επόμενο  $j$ 
```

Η διαδικασία ανιχνεύει τα σημαντικά και μη σημαντικά κριτήρια για κάθε καταναλωτή. Υπολογίζοντας τα ποσοστά των καταναλωτών που φαίνονται να θεωρούν σημαντικά μερικά από αυτά τα κριτήρια, με το να προστίθεται κάθε καταναλωτής για τον οποίον τα βάρη των κριτηρίων του είναι μεγαλύτερα ή ίσα από τις αντίστοιχες τιμές κατωφλίων των κριτηρίων **S(i)**.

Αν υπολογιστούν τα ποσοστά των καταναλωτών στα οποία ένας ορισμένος συνδυασμός κριτηρίων έχει μεγαλύτερες ή ίσες τιμές από τις τιμές κατωφλίων μπορούμε να προχωρήσουμε σε τμηματοποίηση της αγοράς σύμφωνα με τη συμπεριφορά των καταναλωτών. Αυτός ο τύπος τμηματοποίησης της αγοράς δημιουργεί ομάδες με μέλη που παρουσιάζουν παρόμοια συμπεριφορά και αντιδρούν με παρόμοιο τρόπο στις πιθανές παραλλαγές των χαρακτηριστικών των προϊόντων.

Η τμηματοποίηση της αγοράς σύμφωνα με τον τρόπο της συμπεριφοράς των καταναλωτών του επιτρέπει να μελετηθούν οι τρόποι με τους οποίους η αγορά θα αντιδράσει στην εφαρμογή των συγκεκριμένων πολιτικών.

Η διαδικασία συνδυασμού διαφόρων κριτηρίων λειτουργεί ως εξής:

Επιλογή του συνδυασμού κριτηρίων. Στον αναλυτή δίνεται η δυνατότητα να χαρακτηρίσει ένα κριτήριο ως:

- ❖ Σημαντικό,
- ❖ Μη-σημαντικό και
- ❖ Αδιάφορο,

δημιουργώντας κατά συνέπεια έναν πίνακα **Comp_{in}(i)** όπου **i = 1, 2, ..., m**. τα αποτελέσματα που δείχνουν το ποσοστό των καταναλωτών που ικανοποιούν τις συγκεκριμένες απαιτήσεις αποθηκεύονται στο αντίθετο **Comp_{inS}**.

Για κάθε καταναλωτή $j = 1, 2, \dots, p$

Για κάθε κριτήριο $i = 1, 2, \dots, m$

Εάν το $Comp_{in}(i)$ είναι 'σημαντικό' τότε

Εάν το βάρος του κριτηρίου $p_i <$ τιμή κατωφλίου τότε

Επόμενος καταναλωτής j

Διαφορετικά (αν δεν είναι σημαντικό)

Εάν το κριτήριο είναι $p_i \geq$ τιμή κατωφλίου τότε

Επόμενος καταναλωτής j

Επόμενο κριτήριο i

$Comp_{inS} = Comp_{inS} + 1$

Επόμενος καταναλωτής l

$Comp_{inS} = (Comp_{inS} * 100) / k$

Εάν τα αποτελέσματα δεν είναι ικανοποιητικά ή εάν ο αποφασίζων επιθυμεί να ερευνήσει επιπλέον περιπτώσεις μπορεί να επιλέξει νέα ανάλυση με το μέσο ή μέγιστο βάρος, να εξετάσει μια άλλη τιμή για τα κριτήρια σημαντικότητας ή να εξετάσει νέους συνδυασμούς κριτηρίων.

3.3 Μεριδία αγοράς

Ο πρωταρχικός στόχος της τρέχουσας φάσης εργασίας είναι η επιλογή του μοντέλου υπολογισμού των μεριδίων της αγοράς το οποίο προσεγγίζει καλύτερα και αναπαριστά την υφιστάμενη θέση του συγκεκριμένου τομέα αγοράς.

Τα προϊόντα που συμμετείχαν στην έρευνα και για τα οποία οι καταναλωτές έχουν εκφράσει τις προτιμήσεις τους, αποτελούν την αντιπροσωπευτική "αγορά". Ο αποφασίζων, ανάλογα με τις απαιτήσεις των στόχων, μπορεί να επιλέξει την ομάδα προϊόντων από την αγορά, διατυπώνοντας κατά συνέπεια τις "νέες αγορές". Οι προσομοιώσεις ή οποιοιδήποτε άλλοι στόχοι που ακολουθούν περιλαμβάνουν τα προϊόντα που συμμετέχουν κάθε φορά στη "νέα αγορά".

Στη διάθεση του αποφασίζοντα, υπάρχουν επτά διαφορετικά μοντέλα υπολογισμού μεριδίων της αγοράς για τα προϊόντα.

Μοντέλα υπολογισμού μεριδίων της αγοράς	Τύπος
Luce (1959,1977)	$P_{ij}(C) = \frac{U_{ij}}{\sum_{k \in C} U_{ik}}$
Lesourne (1977)	$P_{ij}(C) = \frac{U_{ij}^2}{\sum_{k \in C} U_{ik}^2}$
Πολυνυμικό μοντέλο McFadden-1 (McFadden, 1970,1976,1980,1991)	$P_{ij}(C) = \frac{e^{U_{ij}}}{\sum_{k \in C} e^{U_{ik}}}$

Ελαφρά ενισχυμένο μοντέλο McFadden-2	$P_{ij}(C) = \frac{e^{2U_{ij}}}{\sum_{k \in C} e^{2U_{ik}}}$
Εύρος χρησιμότητων-1	$P_{ij}(C) = \frac{U_{ij}^{U_{i\max} - U_{i\min}}}{\sum_{k \in C} U_{ik}^{U_{i\max} - U_{i\min}}}$
Εύρος χρησιμότητων-2	$P_{ij}(C) = \frac{U_{ij}^{2(U_{i\max} - U_{i\min})}}{\sum_{k \in C} U_{ik}^{2(U_{i\max} - U_{i\min})}}$
Μοντέλο μέγιστων χρησιμότητων	$P_{ij}(j|C) = \begin{cases} \frac{1}{m} & \text{όταν } U_{i\max} \geq U_{ij} \geq U_{ij\max} - e_i \\ 0, & \text{αλλιώς} \end{cases}$ $\text{όταν } e_i = \frac{U_{i\max} - U_{i\min}}{m - 1}$

Ο υπολογισμός των μεριδίων της αγοράς των προϊόντων τα οποία δημιουργούν μία «αγορά» βασισμένη στα ανωτέρω μοντέλα, γίνεται με την ακόλουθη διαδικασία:

Μετά τον υπολογισμό των ολικών χρησιμότητων των προϊόντων του κάθε χρήστη, η πιθανότητα αγοράς $P(a_i \in A)$ του προϊόντος a_i για κάθε καταναλωτή ξεχωριστά υπολογίζεται σύμφωνα με ένα από τα ανωτέρω μοντέλα υπολογισμού όπου $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$ το σύνολο των προϊόντων «της αγοράς» για το οποίο σύνολο από καταναλωτές $j = \{1, 2, \dots, p\}$ έχουν εκφράσει τις προτιμήσεις τους.

Για κάθε καταναλωτή j και για κάθε μοντέλο υπολογισμού των μεριδίων της αγοράς, δημιουργείται διάνυσμα πιθανοτήτων αγοράς:

$$[P_j(a_1), P_j(a_2), \dots, P_j(a_m)]^T, j=1,2, \dots, k$$

Τελικά για κάθε μοντέλο, οι γενικές πιθανότητες αγοράς των προϊόντων προκύπτουν από τις μέσες τιμές των πιθανοτήτων που έχουν υπολογιστεί για όλους τους καταναλωτές:

$$S_i = \sum_{j=1}^k P_j(a_i), i=1,2, \dots, m$$

Από τις αυτές τις πιθανότητες υπολογίζονται τα μερίδια αγοράς χρησιμοποιώντας τον τύπο:

$$\text{MarketShares}(a_i) = 100 * \frac{S_i}{\sum_{l=1}^m S_l} \%$$

Η επιλογή του καταλληλότερου μοντέλου υπολογισμού των μεριδίων αγοράς βασίζεται στην καλύτερη προσέγγιση των πραγματικά μερίδια της αγοράς. Εάν η προσέγγιση της πραγματικής αγοράς δεν θεωρείται ικανοποιητική καλό είναι να γίνει η επιλογή ενός διαφορετικού τμημάτων αγοράς ή του ανασχηματισμού της "αγοράς" και την επανάληψη των ανωτέρω στόχων, όπως αυτοί περιγράφονται στην επόμενη παράγραφο.

3.4 Προσομοιώσεις

Μετά από την επιλογή του μοντέλου υπολογισμού των μεριδίων της αγοράς, υπάρχει η δυνατότητα να συνεχίσουμε με την εισαγωγή στην "αγορά", προϊόντος με διαφοροποιημένα χαρακτηριστικά και τις πολυκριτήριες αξιολογήσεις. Στην συνέχεια μπορούμε να προχωρήσουμε στο στάδιο των προσομοιώσεων αγοράς προκειμένου να καθοριστούν τα χαρακτηριστικά του νέου προϊόντος. Σαν νέο προϊόν, θεωρείται ένα ήδη υπάρχον προϊόν, το οποίο επιθυμούμε να ξανασχεδιάσουμε και να βελτιώσουμε.

Με τη βοήθεια των μεθόδων ανάλυσης δεδομένων της καταναλωτικής συμπεριφοράς και επίσης με τη βοήθεια των προσομοιώσεων αγοράς προσδιορίζονται τα χαρακτηριστικά του νέου προϊόντος, επιτυγχάνεται η εύρεση των σημαντικότερων ανταγωνιστικών προϊόντων του νέου προϊόντος και αυτά των ανταγωνιστών της και τελικά η ανίχνευση των σημείων όπου το νέο προϊόν παρουσιάζει τα πλεονεκτήματα ή τα μειονεκτήματα έναντι των ανταγωνιστικών του. Επιπλέον, ο αναλυτής έχει τη

δυνατότητα να μεταβάλλει την σύνθεση της αγοράς και να διαμορφώσει " αγορές" αποτελούμενες από προϊόντα που παρουσιάζονται αντιμετωπίζουν προκλητικά κυρίως προς το προϊόν υπό ανάπτυξη.

Για κάθε αλλαγή στα κριτήρια της αξιολόγησης που γίνεται κατά τη διάρκεια σχεδίασης του προϊόντος, οι αντιδράσεις των καταναλωτών ελέγχονται. Η προτεινόμενη μεθοδολογία μας παρέχει τη δυνατότητα να πραγματοποιηθούν αυτοί οι έλεγχοι στο εργαστήριο και να μειωθεί συνεπώς το απαραίτητο κόστος για την ανάπτυξη του νέου προϊόντος. Αυτό το πλεονέκτημα εξασφαλίζεται μέσω της δυνατότητας που δίνεται στον αναλυτή από το σύστημα, να αλλάξει τις πολυκριτήριες αξιολογήσεις των προϊόντων που ανήκουν στη "αγορά". Όταν μια αλλαγή εμφανίζεται στον πίνακα πολυκριτήριων αξιολογήσεων, οι ολικές χρησιμότητες των προϊόντων υπολογίζονται εκ νέου για κάθε καταναλωτή χωριστά και κατόπιν οι πιθανότητες αγορών και τα μερίδια αγοράς των προϊόντων υπολογίζονται εκ νέου σύμφωνα με το επιλεγμένο μοντέλο.

Πρέπει να σημειωθεί εδώ ότι οι πολυκριτήριες εκτιμήσεις που εμφανίζονται στον τελικό πίνακα και στον οποίο εκτελούνται αλλαγές στις εκτιμήσεις, τα σενάρια που εφαρμόζονται και οι προσομοιώσεις που εξετάζονται αντιστοιχούν στις μέσες τιμές των αντίστοιχων πολυκριτήριων εκτιμήσεων για όλο το σύνολο των καταναλωτών, οι οποίες στρογγυλοποιούνται στον κοντινότερο ακέραιο αριθμό. Στην περίπτωση όπου μερικές από τις τιμές των πολυκριτήριων αξιολογήσεων (π.χ. τιμή) βρίσκονται στο ενδιάμεσο του διαστήματος της αρχικής υποδιαίρεσης που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των μερικών χρησιμοτήτων, οι χρησιμότητες υπολογίζονται με γραμμική παρεμβολή.

Σημαντικό χαρακτηριστικό γνώρισμα της προτεινόμενης μεθοδολογίας είναι η εγγενής ευελιξία να εκτελεσθούν όσες δοκιμές είναι επιθυμητές ενώ παράλληλα πραγματοποιώντας δοκιμές στα προηγούμενως διενεργηθέντα αποτελέσματα. Επιπλέον, ένα σημαντικό πλεονέκτημα είναι το γεγονός ότι οι αντιδράσεις των

καταναλωτών στις διάφορες αλλαγές παρουσιάζονται άμεσα με τη μορφή μεριδίων της αγοράς των προϊόντων.

Προκειμένου να επιλεγεί η καταλληλότερη στρατηγική διείσδυσης του νέου προϊόντος στην αγορά εξετάζουμε διαφορετικά σενάρια. Τα σενάρια εφαρμόζονται για τους διάφορους συνδυασμούς κριτηρίων και κάθε φορά υπολογίζονται τα μερίδια μετοχές της αγοράς. Έχουμε τη δυνατότητα να εφαρμόσουμε απλά και σύνθετα σενάρια καθώς επίσης και να εξετάσουμε εναλλακτικές στρατηγικές.

Με τα απλά σενάρια, εξετάζουμε τη διακύμανση των μεριδίων αγοράς μιας ομάδας επιλεγμένων προϊόντων όταν ποικίλλουν τα πιο καθοριστικά κριτήρια μεταξύ των προκαθορισμένων ορίων. Η εφαρμογή των απλών σεναρίων μας βοηθά στην επίλυση την κατάσταση και να περιορίσει τον αριθμό περιπτώσεων που θα εξεταστεί έπειτα. Από τα εξετασμένα σενάρια επιλέγουμε εκείνα που δίνουν τα επιθυμητά μερίδια αγοράς και κατόπιν εκείνα που δίνουν παρόμοια μερίδια αγοράς αλλά με το μικρότερο κόστος της εφαρμογής. Η επιλογή των κριτηρίων για τη βελτίωση ενός προϊόντος είναι βασισμένη:

- ❖ Στον καθοριστικό ρόλο κάθε κριτηρίου τα ποσοστά των καταναλωτών που θεωρούν σημαντικά για την απόφασή τους μερικούς συνδυασμούς κριτηρίων.
- ❖ Στις πολυκριτήριες εκτιμήσεις των καταναλωτών για το σχεδιαζόμενο προϊόν.

Τα σύνθετα σενάρια εφαρμόζονται πέρα από τα επιλεγμένα απλά σενάρια και επιτρέπουν να εξετασθούν παραλλαγές των μεριδίων αγοράς για τις ομάδες προϊόντων όταν μεταβάλλουν οι τιμές των εκτιμήσεων σε μερικά επιλεγμένα κριτήρια. Τα σύνθετα σενάρια εξετάζονται πάντα σε σχέση με την παραλλαγή ενός ανεξάρτητου κριτηρίου. Εάν τα αποτελέσματα που προέρχονται από την εφαρμογή των σύνθετων σεναρίων θεωρούνται ικανοποιητικά από τον αναλυτή, περνά στο επόμενο βήμα δηλαδή στην επιλογή των σεναρίων διείσδυσης που θα ερευνηθούν βαθύτερα.

Με βάση τα αποτελέσματα των διάφορων σεναρίων καθοδηγούμαστε στην διερεύνηση των προσδοκώμενων αποτελεσμάτων από την εφαρμογή των διάφορων στρατηγικών διείσδυσης στην αγορά. Κατά συνέπεια, στις ήδη υπάρχουσες πολυκριτήριες αξιολογήσεις των προϊόντων από τους καταναλωτές προσθέτουμε τις αξιολογήσεις των εμπειρογνομόνων στους τομείς των δικτύων διανομής (δίκτυο) και τη στρατηγική προώθησης κάθε επιχείρησης (διαφήμιση).

3.5 Η μέθοδος UTA* (Utastar)

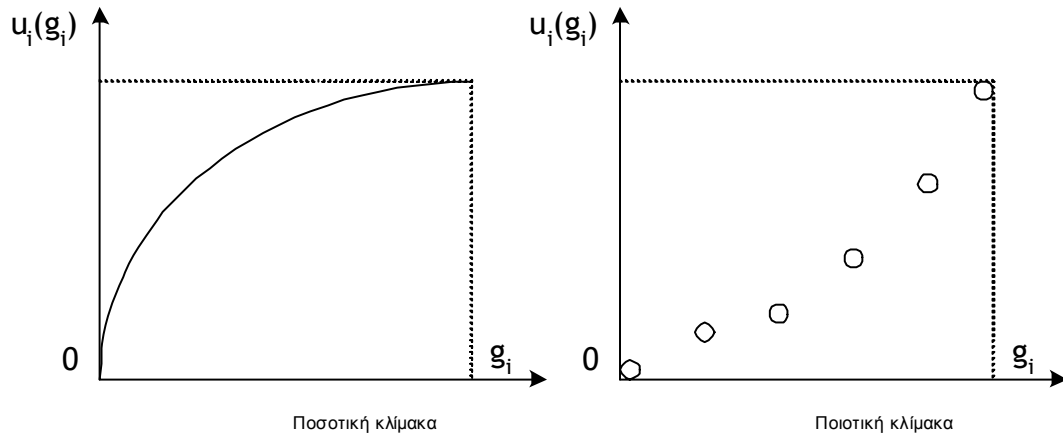
Σε αυτό το μέρος, θα παρουσιασθεί σε βάθος το μοντέλο UTASTAR (Siskos and Yannacopoulos, 1985), που αποτελεί μια βελτίωση της μεθόδου UTA των Jacquet-Lagrange and Siskos (1982) και που αποτελεί μια μέθοδο μονότονης παλινδρόμησης για την ανάλυση των προτιμήσεων του ερωτώμενου (Ματσατσίνης, 2005). Το μοντέλο αυτό έχει τη δυνατότητα αποτελεσματικού χειρισμού τόσο της ποσοτικής όσο και της ποιοτικής πληροφόρησης. Εφαρμόζεται δε όταν το μοντέλο σύνθεσης των κριτηρίων είναι μια προσθετική συνάρτηση χρησιμότητας (additive utility function).

Στη μέθοδο UTASTAR έχουμε μια δομή προδιάταξης προτιμήσεων (\succ, \sim), με \succ δηλώνουμε την απόλυτη προτίμηση και με \sim την αδιαφορία σε ένα σύνολο εναλλακτικών επιλογών-ενεργειών, προσαρμόζοντας προσθετικές συναρτήσεις χρησιμότητας βασιζόμενες σε πολλαπλά κριτήρια κατά τέτοιο τρόπο ώστε η δομή των προκυπτουσών προτιμήσεων να είναι όσο δυνατόν πιο συνεπής με την αρχική.

3.5.1 Προσθετική συνάρτηση χρησιμότητας

Έστω $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$ το σύνολο των εναλλακτικών επιλογών-ενεργειών οι θα εκτιμώνται από μία συνεπή οικογένεια κριτηρίων $g: (g_1, g_2, \dots, g_n)$, όπου κάθε κριτήριο g παριστά μία μονότονη ποσοτική ή ποιοτική μεταβλητή (Σχήμα 1) σύμφωνα με αυτά η μεγαλύτερη εκτίμηση είναι αυτή που αντιστοιχεί στην πλέον προτιμώμενη επιλογή-ενέργεια. Έτσι, για κάθε εναλλακτική επιλογή-ενέργεια $a_i \in A$,

το διάνυσμα $\mathbf{g}(\mathbf{a}_i)=[g_1(\mathbf{a}_i), g_2(\mathbf{a}_i), \dots, g_n(\mathbf{a}_i)]$ παριστά την πολυκριτήρια εκτίμησή της.



Σχήμα 1 - Απεικόνιση χρησιμότητων για ποσοτικά ή ποιοτικά κριτήρια

Μία κλασσική επιχειρησιακή στάση εκτίμησης ενός μοντέλου καθολικής προτίμησης ενός αποφασίζοντα οδηγεί στην σύνθεση (aggregation) όλων των κριτηρίων σε ένα μοναδικό κριτήριο το οποίο ονομάζεται συνάρτηση χρησιμότητας (utility function) (Roy, 1971; Keeney and Raiffa, 1976):

$$U(\mathbf{g}) = U(g_1, g_2, \dots, g_n) \quad (1)$$

Έστω \mathbf{P} μία αυστηρή συνάρτηση προτίμησης και \mathbf{I} η σχέση αδιαφορίας. Εάν $\mathbf{g}(\mathbf{a})=[g_1(\mathbf{a}), g_2(\mathbf{a}), \dots, g_n(\mathbf{a})]$ είναι η πολυκριτήρια εκτίμηση μιας εναλλακτικής επιλογής – ενέργειας \mathbf{a} τότε ισχύουν οι ακόλουθες ιδιότητες της συνάρτησης χρησιμότητας:

$$U[\mathbf{g}(\mathbf{a})] > U[\mathbf{g}(\mathbf{b})] \Leftrightarrow \mathbf{a} \mathbf{P} \mathbf{b} \quad (2)$$

$$U[\mathbf{g}(\mathbf{a})] = U[\mathbf{g}(\mathbf{b})] \Leftrightarrow \mathbf{a} \mathbf{I} \mathbf{b} \quad (3)$$

Και η σχέση $\mathbf{R} = \mathbf{P} \cup \mathbf{I}$ είναι μία ασθενής διάταξη.

Η συνάρτηση χρησιμότητας είναι προσθετική όταν είναι της μορφής:

$$U[\mathbf{g}(\mathbf{a})] = \sum_{i=1}^m \mathbf{u}_i[\mathbf{g}_i(\mathbf{a})] \quad (4)$$

όπου $\mathbf{u}_i[\mathbf{g}_i(\mathbf{a})]$ είναι η μερική χρησιμότητα (marginal utility) της απόφασης \mathbf{a} ως προς το κριτήριο \mathbf{g}_i και αυτή είναι η πιο χρησιμοποιούμενη μορφή της.

Υπάρχει και η γραμμική της μορφή με αθροίσματα βαρών των κριτηρίων:

$$U[\mathbf{g}(\mathbf{a})] = \sum_{i=1}^m \mathbf{p}_i[\mathbf{g}_i(\mathbf{a})] \quad (5)$$

όπου κάθε μερική χρησιμότητα $\mathbf{u}_i(\mathbf{g}_i(\mathbf{a}))$ είναι πλήρως ορισμένη από το κριτήριο \mathbf{g}_i και ένας βάρος \mathbf{p}_i . Το νόημα της προσθετικής συνάρτησης χρησιμότητας είναι ότι η ολική χρησιμότητα μιας απόφασης ισούνται με το άθροισμα των μερικών χρησιμοτήτων των κριτηρίων στα οποία εκτιμάται. Κανονικοποιώντας τις τιμές των μερικών χρησιμοτήτων στο διάστημα $[0,1]$ δημιουργούνται οι ακόλουθες σχέσεις:

$$U[\mathbf{g}(\mathbf{a})] = \sum_{i=1}^m \mathbf{p}_i \mathbf{n}_i[\mathbf{g}_i(\mathbf{a})] \quad (6)$$

όπου $\mathbf{n}_i[\mathbf{g}_i(\mathbf{a})] = \frac{1}{\mathbf{p}_i} \mathbf{u}_i[\mathbf{g}_i(\mathbf{a})]$ για όλα τα i .

$$\sum_{i=1}^m \mathbf{p}_i = 1 \quad (7)$$

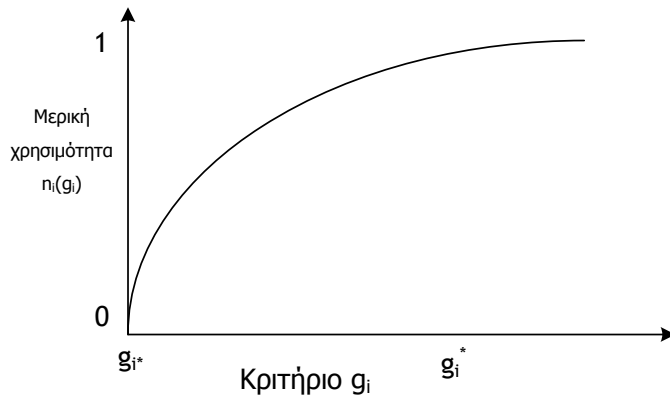
και όπου οι παράμετροι \mathbf{p}_i είναι οι συντελεστές βάρους των i κριτηρίων, οι οποίοι εκφράζουν την σχετική σημαντικότητα του συγκεκριμένου κριτηρίου απέναντι στα υπόλοιπα κριτήρια.

Ορίζεται \mathbf{g}_i^* η λιγότερη επιθυμητή τιμή του κριτηρίου i , και \mathbf{g}_i^* η περισσότερη επιθυμητή τιμή του. Οπότε θα ισχύουν επομένως:

$$\mathbf{n}_i(\mathbf{g}_i^*) = 0$$

$$\mathbf{n}_i(\mathbf{g}_i^*) = 1$$

Στο σχήμα που ακολουθεί δίνεται η κανονικοποιημένη μερική (περιθωριακή) συνάρτηση χρησιμότητας ενός κριτηρίου.



Σχήμα 2 - Κανονικοποιημένη μερική συνάρτηση
χρησιμότητας

Χρησιμοποιώντας την σχέση (4), οι περιορισμοί κανονικοποίησης (7) γίνονται:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^m u_i(\mathbf{g}^*) = 1 \\ u_i(\mathbf{g}^*) = 0 \end{cases} \text{ για όλα τα } i \quad (8)$$

Η σχέση με τους περιορισμούς (4) με τους περιορισμούς (8) είναι ισοδύναμη με την σχέση (6) με τους περιορισμούς (7).

3.5.2 Ανάπτυξη της μεθόδου UTASTAR

Έστω $\mathbf{A} = \{\mathbf{a}_1, \mathbf{a}_2, \dots, \mathbf{a}_m\}$ το σύνολο των εναλλακτικών (στην περίπτωση μας το σύνολο των προϊόντων) για το οποίο το σύνολο καταναλωτών $\mathbf{J} = \{1, 2, \dots, p\}$ έχουν εκφράσει τις προτιμήσεις για μία συνεπή οικογένεια κριτηρίων g_1, g_2, \dots, g_n . Κάθε κριτήριο g αναπαριστά μία μονότονη ποιοτική ή ποσοτική μεταβλητή (μεγαλύτερη αποτίμηση του προϊόντος σημαίνει ότι είναι και περισσότερο προτιμητέο). Για κάθε προϊόν $\mathbf{a}_i \in \mathbf{A}$ το διάνυσμα $\mathbf{g}(\mathbf{a}_i) = [g_1(\mathbf{a}_1), g_2(\mathbf{a}_2), \dots, g_n(\mathbf{a}_n)]$ αναπαριστά την πολυκριτήρια αποτίμηση του προϊόντος από τον κάθε καταναλωτή. Ο καταναλωτής δίνει την κατάταξη των προϊόντων σύμφωνα με την προτίμησή του στο διάνυσμα $\mathbf{r}(\mathbf{a}_i) = [\mathbf{r}_1(\mathbf{a}_1), \mathbf{r}_2(\mathbf{a}_2), \dots, \mathbf{r}_n(\mathbf{a}_n)]$ όπου τα προϊόντα με τις καλύτερες αξιολογήσεις

έχουν μικρότερους αριθμούς με το προϊόν που έχει τη καλύτερη αποτίμηση για τον αποφασίζοντα να έχει τιμή κατάταξης 1 ($\mathbf{r}_i^* = \mathbf{1}$).

Με βάση τα στοιχεία του ερωτηματολογίου διαμορφώνονται τελικώς πολυκριτήριοι πίνακες για τους καταναλωτές της μορφής:

Προϊόντα	Κατάταξη	\mathbf{g}_1	\mathbf{g}_2	...	\mathbf{g}_n
\mathbf{a}_1	$\mathbf{r}(\mathbf{a}_1)$	$\mathbf{g}_1(\mathbf{a}_1)$	$\mathbf{g}_2(\mathbf{a}_1)$	...	$\mathbf{g}_n(\mathbf{a}_1)$
\mathbf{a}_2	$\mathbf{r}(\mathbf{a}_2)$	$\mathbf{g}_1(\mathbf{a}_2)$	$\mathbf{g}_2(\mathbf{a}_2)$	...	$\mathbf{g}_n(\mathbf{a}_2)$
...
\mathbf{a}_m	$\mathbf{r}(\mathbf{a}_m)$	$\mathbf{g}_1(\mathbf{a}_m)$	$\mathbf{g}_2(\mathbf{a}_m)$	...	$\mathbf{g}_n(\mathbf{a}_m)$

Ο επόμενος πίνακας που ακολουθεί, παραθέτει τις καλύτερες, χειρότερες τιμές των μεγεθών καθώς και τον αριθμό των περιπτώσεων στο διάστημα που ανήκουν:

	\mathbf{r}^*	\mathbf{g}_1^*	\mathbf{g}_2^*	...	\mathbf{g}_n^*
Χειρότερη τιμή					
Καλύτερη τιμή	$\mathbf{r}^* = \mathbf{1}$	\mathbf{g}_1^*	\mathbf{g}_2^*	...	\mathbf{g}_n^*
Διαστήματα	$\mathbf{s}_r = \mathbf{r}^* - \mathbf{r}^*$	$\mathbf{s}_1 = \mathbf{g}_1^* - \mathbf{g}_1^* + 1$	$\mathbf{s}_2 = \mathbf{g}_2^* - \mathbf{g}_2^* + 1$	...	$\mathbf{s}_n = \mathbf{g}_n^* - \mathbf{g}_n^* + 1$

Για το σύνολο των καταναλωτών, οι πίνακες των αξιολογήσεων τους για τα προϊόντα που αποτιμούν το κάθε κριτήριο. Ο αριθμός των εναλλακτικών των διακριτών τιμών αξιολόγησης για κάθε κριτήριο υπολογίζεται από τον τύπο $\mathbf{s}_j = \mathbf{g}_j^* - \mathbf{g}_j^* + 1$ όπου \mathbf{g}_j^* είναι η καλύτερη τιμή αξιολόγησης του κριτηρίου, \mathbf{g}_j^* η χειρότερη.

Ο κανόνας σύνθεσης των \mathbf{n} κριτηρίων της μεθόδου UtaStar, δίνεται από μία προσθετική συνάρτηση αξιών της μορφής:

$$\underline{u}(\mathbf{g}) = u_1(\mathbf{g}_1) + u_2(\mathbf{g}_2) + \dots + u_n(\mathbf{g}_n)$$

Εφαρμόζεται η μέθοδος UtaStar στα δεδομένα των πολυκριτήριων πινάκων εκτιμήσεων ώστε να καθοριστεί η συνάρτηση αξιών για κάθε καταναλωτή με το να υπολογιστούν όλες οι περιθωριακές συναρτήσεις αξιών $u_i(\mathbf{g}_i)$ $i=1,2, \dots, n$. Κατόπιν δημιουργούνται δομές δεδομένων που περιέχουν τα διανύσματα των μερικών χρησιμοτήτων ανά κριτήριο. Τέτοια δομή δεδομένων δημιουργείται για κάθε χρήστη. Οι συναρτήσεις μερικών χρησιμοτήτων είναι ορισμένες στο διάστημα $[0,1]$ εφόσον τέθηκε ο περιορισμός ότι το άθροισμα όλων βαρών είναι ίσο με 1.

Criteria	1	2	...	...	Max s_j
\mathbf{g}_1	$u_1(1)$	$u_1(2)$	...	...	$u_1(s_1)$
\mathbf{g}_2	$u_2(1)$	$u_2(2)$	...	...	$u_2(s_2)$
...	
...	
\mathbf{g}_n	$u_n(1)$	$u_n(2)$	...	...	$u_n(s_n)$

Εάν διαιρεθούν οι μερικές χρησιμότητες $u_i(\mathbf{g}_i)$ με τις μέγιστες τιμές τους \mathbf{p}_i (το βάρος του i κριτηρίου) τότε η συνάρτηση κανονικοποιείται μεταξύ 0 και 1 και το μέγεθος \mathbf{p}_i εκφράζει το σχετικό βάρος του κάθε κριτηρίου. Για να εκφρασθούν τα βάρη των κριτηρίων με τη μορφή ποσοστών τίθεται ο εξής περιορισμός:

$$\sum_{i=1}^n \mathbf{p}_i = 1$$

Τελικώς η ολική αξία ενός προϊόντος $\mathbf{a}_i \in \mathbf{A}$ υπολογίζεται από τον τύπο:

$$u[\mathbf{g}(\mathbf{a})] = \mathbf{p}_1 u_1[\mathbf{g}_1(\mathbf{a})] + \mathbf{p}_2 u_2[\mathbf{g}_2(\mathbf{a})] + \dots + \mathbf{p}_n u_n[\mathbf{g}_n(\mathbf{a})]$$

Χρησιμοποιούνται ειδικές τεχνικές γραμμικού προγραμματισμού ώστε να βρεθεί η συνολικώς βέλτιστη λύση της συνάρτησης χρησιμότητας. Εφαρμόζεται ανάλυση ευστάθειας της βέλτιστης λύσης προκειμένου να βρεθούν χαρακτηριστικές πολλαπλές λύσεις (ανάλυση μεταβελτιστοποίησης).

Η διαδικασία πρόβλεψης της αγοράς δεν βασίζεται σε μία μοναδική συνάρτηση χρησιμότητας χωρίς επαρκή ευστάθεια του μοντέλου. Στις περισσότερες περιπτώσεις λόγω ελλιπούς πληροφορίας (κάτι που συχνά συμβαίνει στο μάρκετινγκ) χρησιμοποιείται σύνολο από συναρτήσεις οι οποίες εξάγονται από την ανάλυση μεταβελτιστοποίησης.

Η λύση βελτιστοποιείται και μεταβελτιστοποιείται μεγιστοποιώντας το βάρος p_i του κάθε κριτηρίου. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης ευστάθειας δημιουργούν για κάθε χρήστη δύο πίνακες. Τον πίνακα μεταβελτιστοποίησης και τον πίνακα μέσων και μέγιστων τιμών των βαρών.

Τύπος λύσης	p_1	p_2	...	...	p_n
Max p_1	$p_{1,1}$	$p_{1,2}$	...	...	$p_{1,n}$
Max p_2	$p_{2,1}$	$p_{2,2}$	...	...	$p_{2,n}$
...
...
Max p_n	$p_{n,1}$	$p_{n,2}$	...	...	$p_{n,n}$

Mean Weights	$M_{w1} = (p_{1,1} + p_{2,1} + \dots + p_{n,1})/n$	$M_{w2} = (p_{1,2} + p_{2,2} + \dots + p_{n,2})/n$	...	...	$M_{wn} = (p_{1,n} + p_{2,n} + \dots + p_{n,n})/n$
Max Weights	$Mx_{w1} = p_{1,1}$	$Mx_{w2} = p_{2,2}$	...	...	$Mx_{wn} = p_{n,n}$

Η διαγώνιος της μήτρας περιέχει τα μέγιστα βάρη των κριτηρίων. Οι μέσες τιμές των βαρών κριτηρίων παρουσιάζονται για λόγους σύγκρισης.

Έστω $\mathbf{G}_i = [\mathbf{g}_i^*, \mathbf{g}_i^*]$ με $j = 1, 2, \dots, n$ τα υποδιαστήματα στα οποία οι τιμές κάθε κριτηρίου υπολογίζονται τότε ονομάζεται διάστημα συνέπειας $\mathbf{G} = \bigcup_{i=1}^n \mathbf{G}_i$.

Οι υποκειμενικές προτιμήσεις είναι μια διάταξη (weak order) $\mathbf{R} = (\mathbf{P}, \mathbf{I})$ σε ένα σύνολο, έστω \mathbf{A}' από πραγματικές ή φανταστικές επιλογές-ενέργειες με πολυκριτήριες εκτιμήσεις στο \mathbf{G} . Τα δεδομένα τότε αποτελούνται από τις πολυκριτήριες εκτιμήσεις και την προδιάταξη \mathbf{R} οριζόμενη \mathbf{A}' . Η μέθοδος που περιγράφεται στην συνέχεια προχωρά σε δύο βήματα π.χ. την εκτίμηση μιας βέλτιστης χρησιμότητας και την ανάλυση ευαισθησίας της χρησιμοποιώντας ειδικές τεχνικές γραμμικού προγραμματισμού.

3.5.2.1 Εκτίμηση μιας βέλτιστης συνάρτησης χρησιμότητας $U^*(\mathbf{g})$

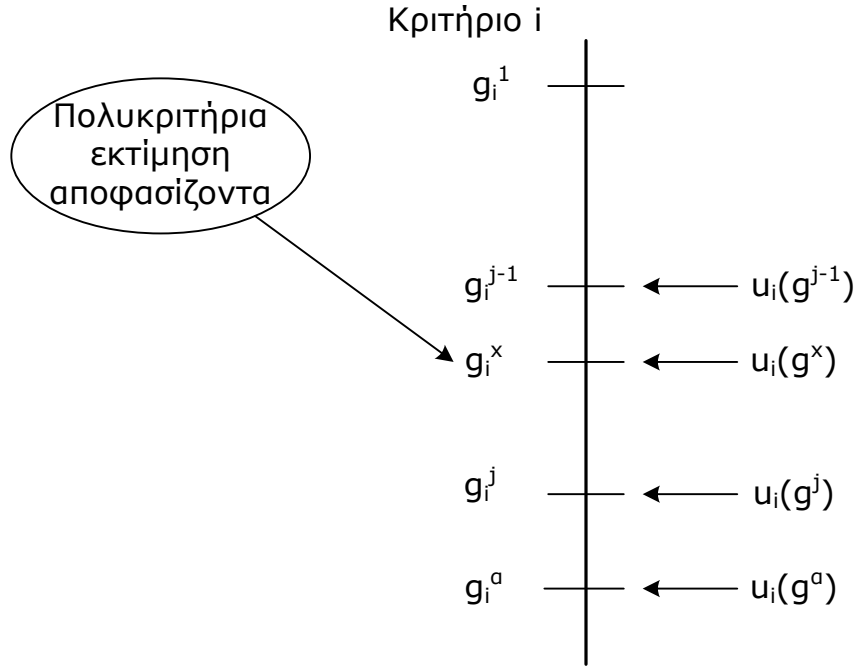
Όταν μια ή περισσότερες κλίμακες εκτίμησης \mathbf{G}_i είναι συνεχείς ή όταν περιέχουν μεγάλο αριθμό εναλλακτικών επιλογών εκτίμησης ενός κριτηρίου \mathbf{g}_i^j είναι δυνατός ο υπολογισμός των αντίστοιχων συναρτήσεων μερικών χρησιμοτήτων με ένα σταδιακό γραμμικό τρόπο. Υποθέτουμε ότι οι ακραίες τιμές $\mathbf{g}_i^*, \mathbf{g}_i^*$ για κάθε κριτήριο είναι πεπερασμένες και μπορούμε να χωρίσουμε το διάστημα $[\mathbf{g}_i^*, \mathbf{g}_i^*]$ σε $(\alpha_i - 1)$ ίσα υποδιαστήματα. Η τιμή του α_i δίνεται από τον αναλυτή, ο οποίος με αυτό τον τρόπο καθορίζει το πλήθος των ενδιάμεσων τιμών των μερικών χρησιμοτήτων \mathbf{u}_i που θα υπολογισθούν. Τα τελικά σημεία \mathbf{g}_i^j δίνονται από την σχέση:

$$\mathbf{g}_i^j = \mathbf{g}_i^* + \frac{j-1}{\alpha_i-1} (\mathbf{g}_i^* - \mathbf{g}_i^*)$$

Οι μεταβλητές για υπολογισμό είναι οι $\mathbf{u}_i(\mathbf{g}_i^j)$. Οι μερικές χρησιμότητες μια εναλλακτικής επιλογής – ενέργειας \mathbf{a} υπολογίζονται μέσω γραμμικής παρεμβολής.

Έτσι για $g_i(a) \in [g_i^j, g_i^{j+1}]$ έχουμε:

$$u_i[g_i(a)] = u_i(g_i^j) + \frac{g_i(a) - g_i^j}{g_i^{j+1} - g_i^j} [u_i(g_i^{j+1}) - u_i(g_i^j)]$$



Σχήμα 3 - Τιμή χρησιμότητας αποφασίζοντα

Π.χ. όταν $[g_i^j, g_i^{j+1}] = [3, 4]$ και $g_i(a) = 3.8$ τότε $u_i[g_i(a)] = 0.2u_i(3) + 0.8u_i(4)$.

Όταν το διάστημα G_i έχει διακριτές τιμές τότε μπορεί να επιλεγεί η τιμή του a ίση με το πλήθος αυτών εναλλακτικών επιλογών (π.χ. έστω $G_i = [1, 2, 3, 4, 5, 6]$ τότε η τιμή του a είναι ίση με το πλήθος αυτών των διακριτών εναλλακτικών τιμών ($a=6$) και θα υπολογισθούν οι τιμές των μερικών χρησιμοτήτων $u_i(1)$, $u_i(2)$, $u_i(3)$, $u_i(4)$, $u_i(5)$ $u_i(6)$.

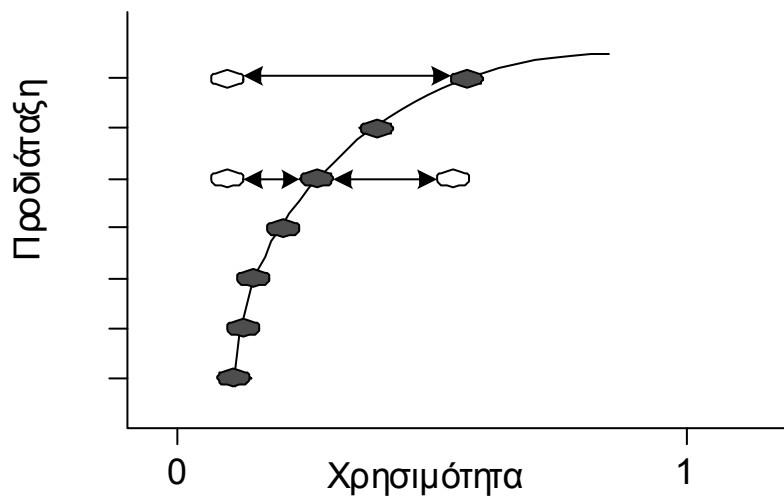
Παίρνοντας υπ'όψιν τις σχέσεις (2), (3), (4) ας ορίσουμε:

$$U'[g(a)] = \sum_{i=1}^n u_i[g_i(a)] + \sigma^-(a) - \sigma^+(a) \text{ για κάθε } a \in A'. \quad (9)$$

Όπου $\sigma^-(a)$ είναι ένα πιθανό σφάλμα υπερεκτίμησης και $\sigma^+(a)$ σφάλμα υποεκτίμησης όσον αφορά την χρησιμότητα:

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

Στην προηγούμενη μορφή της UTASTAR –την UTA– υπήρχε μια μοναδική συνάρτηση σφάλματος $\sigma: A \rightarrow [0, 1]$, όπου $\sigma(a)$ είναι το ποσό της χρησιμότητας που θα έπρεπε να προστεθεί στην υπολογιζόμενη χρησιμότητα $u[g(a)]$ της εναλλακτικής επιλογής-ενέργειας a έτσι ώστε να γίνει δυνατή για αυτή την εναλλακτική επιλογή-ενέργεια να ανακτήσει τη θέση της στη προδιάταξη.



Σχήμα 4 - Χρησιμότητα έναντι προδιάταξης στην
ανάλυση παλινδρόμησης

Αυτή η συνάρτηση σφάλματος δεν επαρκούσε για να ελαχιστοποιήσει πλήρως τη διασπορά των σημείων γύρω από τη μονότονη καμπύλη (Σχήμα 4). Το πρόβλημα τίθεται από τα σημεία που βρίσκονται στα δεξιά της καμπύλης από τα οποία θα είναι χρήσιμο η αφαίρεση ενός ποσού χρησιμότητας και όχι η αύξηση των χρησιμοτήτων των άλλων. Στη UTASTAR χρησιμοποιήθηκε λοιπόν διπλή συνάρτηση σφάλματος

που επιτρέπει τη καλύτερη σταθεροποίηση της θέσης των σημείων γύρω από τη καμπύλη. Έτσι, η χρησιμότητα μιας εναλλακτικής επιλογής \mathbf{a}_i δίνεται από την σχέση:

$$u_i[\mathbf{g}_i(\mathbf{a})] + \sigma^-(\mathbf{a}_i) - \sigma^+(\mathbf{a}_i)$$

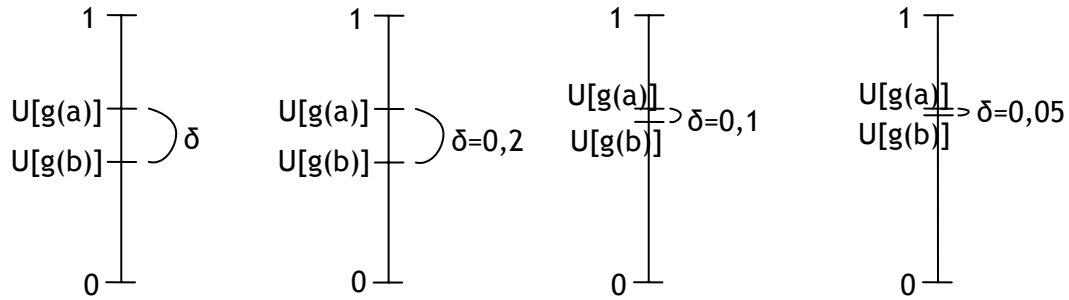
Η εισαγωγή των μεταβλητών $\sigma^-(\mathbf{a}_i)$, $\sigma^+(\mathbf{a}_i)$ με $\mathbf{a}_i \in \mathbf{A}'$ αντί των μεταβλητών τύπου $\mathbf{z}(\mathbf{a}, \mathbf{b})$ σε άλλες μεθόδους είναι δυνατή λόγω της μεταβατικότητας τους \mathbf{R} .

Πράγματι, είναι χρήσιμο να γραφτούν όλες οι ισότητες και οι ανισότητες των τύπων **(2)** και **(3)**. Τίθεται:

$$\Delta(\mathbf{a}, \mathbf{b}) = U'[\mathbf{g}(\mathbf{a})] - U'[\mathbf{g}(\mathbf{b})] \geq \delta \Leftrightarrow \mathbf{a} \mathbf{P} \mathbf{b}$$

$$\Delta(\mathbf{a}, \mathbf{b}) = U'[\mathbf{g}(\mathbf{a})] - U'[\mathbf{g}(\mathbf{b})] = \delta \Leftrightarrow \mathbf{a} \mathbf{I} \mathbf{b}$$

Όπου δ ένας μικρός θετικός πραγματικός αριθμός εξαρτώμενος στο $|\mathbf{A}'|$ και ορίζει την ελάχιστη απόσταση τιμών μεταξύ των ολικών χρησιμοτήτων δύο εναλλακτικών επιλογών ($\mathbf{a} > \mathbf{b}$).



Σχήμα 5 - Ορισμός τιμών της δ και διάφορες
εναλλακτικές τιμές της

Η τιμή του δ πρέπει να επιλέγεται έτσι ώστε να διαχωρίζει σημαντικά δύο τάξεις της \mathbf{R} προδιάταξης. Δε μπορεί επίσης να παίρνει τιμές μεγαλύτερες από $1/Q^1$. Συνίσταται η χρήση διαφορετικών τιμών για το δ έτσι να επιλέγεται αυτή που δίνει τα καλύτερα αποτελέσματα. Οι τιμές αυτές είναι καλό να ανήκουν στο διάστημα $[0.1/Q, 1/Q]$.

Από τις σχέσεις (9) και (10) παίρνουμε:

και για τα διαφορετικά ζεύγη εναλλακτικών επιλογών – ενεργειών έχουμε:

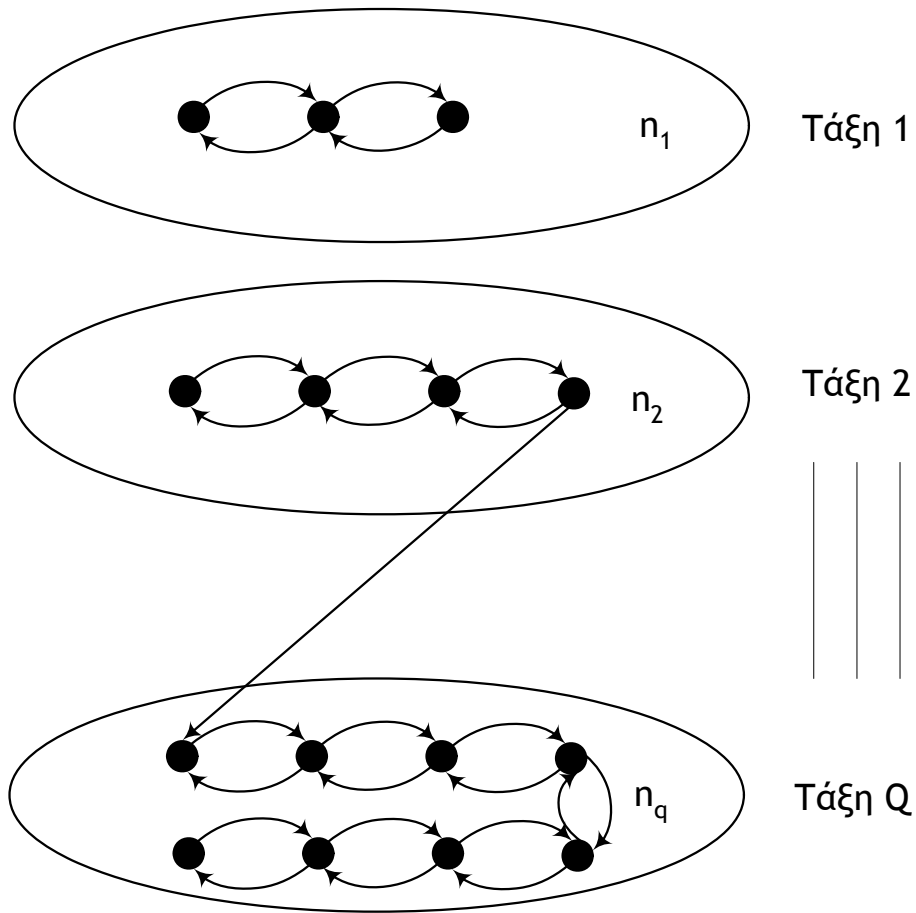
$$\Delta(\mathbf{a}, \mathbf{b}) = U'[\mathbf{g}(\mathbf{a})] - U'[\mathbf{g}(\mathbf{b})] \geq \delta \Leftrightarrow \mathbf{a} \mathbf{P} \mathbf{b}$$

¹ Q είναι ο αριθμός των διαφορετικών τάξεων σε ένα σύνολο.

$$\sum_{i=1}^n \{u_i[g_i(a)] - u_i[g_i(b)]\} + \sigma^-(a) - \sigma^+(a) - \sigma^-(a) + \sigma^+(a) \geq \delta \quad \Leftrightarrow \quad a P b \quad (11)$$

και για τα διαφορετικά ζεύγη εναλλακτικών επιλογών-ενεργειών έχουμε:

$$\sum_{i=1}^n \{u_i[g_i(a)] - u_i[g_i(b)]\} + \sigma^-(a) - \sigma^+(a) - \sigma^-(a) + \sigma^+(a) = \delta \quad \Leftrightarrow \quad a I b \quad (12)$$



Σχήμα 6 - Η σχέση R^* προκύπτει από τη διάταξη που περιέχει Q διαφορετικές τάξεις

Παίρνουμε τρεις εναλλακτικές επιλογές – ενέργειες (a , a' και $a' P a''$) και έχουμε από την σχέση (11):

$$\sum_{i=1}^n \{u_i[g_i(a)] - u_i[g_i(a')]\} + \sigma^-(a) - \sigma^+(a) - \sigma^-(a') + \sigma^+(a') \geq \delta$$

$$\sum_{i=1}^n \{u_i[g_i(a')] - u_i[g_i(a'')]\} + \sigma^-(a') - \sigma^+(a') - \sigma^-(a'') + \sigma^+(a'') \geq \delta$$

Προσθέτοντας τις δύο ανισότητες έχουμε:

$$\sum_{i=1}^n \{u_i[g_i(a)] - u_i[g_i(a'')]\} + \sigma^-(a) - \sigma^+(a) - \sigma^-(a'') + \sigma^+(a'') \geq 2\delta$$

Έτσι, η συνθήκη της σχέσης (11) για το ζεύγος (a, a'') δε δίνει περισσότερη πληροφόρηση από αυτή που είναι γνωστή μέσω των προτιμήσεων μεταξύ των (a, a') και (a', a'') .

Παρόμοια έχουμε τις ακόλουθες συνέπειες:

$$a P a' \text{ και } a' I a'' \Rightarrow a P a''$$

$$a I a' \text{ και } a' I a'' \Rightarrow a I a''$$

Ας μελετήσουμε την προδιάταξη R με Q διαφορετικές τάξεις (Σχήμα 6) κάθε μία από τις οποίες έχει n_q εναλλακτικές επιλογές-ενέργειες ($q = 1, 2, 3, \dots, Q$). Μόνο οι σχέσεις που αναπαρίστανται από τόξα λαμβάνονται υπόψη έτσι ώστε να ικανοποιηθεί το σύστημα των εξισώσεων (11) και (12) ενώ οι άλλες πλεονάζουν. Ας ονομάσουμε $R^* = P^* \cup I^*$ σε μια τέτοια υπόσχεση του $R = P \cup I$.

Η ιδιότητα της μεταβατικότητας που χρησιμοποιείται στο μοντέλο, απαγορεύει να αναλυθούν οι μεταβατικές προτιμήσεις. Αλλιώς οφείλουμε να εκτιμήσουμε ένα στο οποίο κάθε ζεύγος συνδέεται με είτε με μία είτε με δύο μεταβλητές σύμφωνα με τις ακόλουθες σχέσεις:

$$\sum_{i=1}^n \{u_i[g_i(a)] - u_i[g_i(b)]\} + z_{ab} \geq \delta \Leftrightarrow a P b$$

$$\sum_{i=1}^n \{u_i[g_i(a)] - u_i[g_i(b)]\} + z_{ab} - z_{ba} \geq 0 \Leftrightarrow a I b \quad (13)$$

με $\mathbf{z} \geq \mathbf{0}$

Με βάση την μονοτονία των προτιμήσεων, οι μερικές χρησιμότητες $\mathbf{u}_i(\mathbf{g}_i)$ θα πρέπει να ικανοποιούν το σύνολο των ακόλουθων περιορισμών:

$$\mathbf{u}_i(\mathbf{g}_i^{j+1}) - \mathbf{u}_i(\mathbf{g}_i^j) \geq \mathbf{0}, \forall i \text{ και } j$$

και θέτουμε τις διαφορές αυτές ως

$$\mathbf{w}_{ij} = \mathbf{u}_i(\mathbf{g}_i^{j+1}) - \mathbf{u}_i(\mathbf{g}_i^j) \quad (14)$$

Κατόπιν εκφράζονται οι χρησιμότητες $\mathbf{u}[\mathbf{g}(\mathbf{a})]$ συναρτήσει των \mathbf{w}_{ij} .

Επειδή $\mathbf{u}_i(\mathbf{g}_i^1) = \mathbf{u}_i(\mathbf{g}_i^*) = \mathbf{0}$, τότε για $j > 1$ έχουμε:

$$\mathbf{u}_i(\mathbf{g}_i^j) = \sum_{k=1}^{j-1} \mathbf{w}_{ik}. \quad (14')$$

Οι χρησιμότητες $\mathbf{u}_i(\mathbf{g}_i^j)$ υπολογίζονται μέσω γραμμικού προγραμματισμού με τις σχέσεις (8), (11), (12), (14) και (14') σαν περιορισμούς και με την αντικειμενική συνάρτηση εξαρτώμενη από τα $\sigma^+(\mathbf{a}_i)$ και $\sigma^-(\mathbf{a}_i)$ με $\mathbf{a}_i \in \mathbf{A}$.

Για απλότητα χρησιμοποιείται μια γραμμική αντικειμενική συνάρτηση, η οποία ελαχιστοποιεί την συνολική απόκλιση:

$$[\min] \sum_{k=1}^{j-1} \{\sigma^+(\mathbf{a}) + \sigma^-(\mathbf{a})\}$$

$$\Delta(\mathbf{a}, \mathbf{b}) > \delta \text{ εάν } \mathbf{a} \mathbf{P}^* \mathbf{b}$$

$$\Delta(\mathbf{a}, \mathbf{b}) = 0 \text{ εάν } \mathbf{a} \mathbf{I}^* \mathbf{b}$$

$$\sum_i \sum_j w_{ij} = 1.$$

$$w_{ij} \geq 0,$$

$$\sigma^+(\mathbf{a}_i) \geq 0,$$

$$\sigma^-(\mathbf{a}) \geq 0 \quad \forall \mathbf{i} \text{ και } \mathbf{j} \text{ όπου } \delta \text{ είναι μία μικρή θετική τιμή και } \mathbf{a}_i \in \mathbf{A}'$$

Εξιιώσεις 1 - Εκτίμηση του συνόλου U των συναρτήσεων χρησιμότητας μέσω της ανάλυσης μετα-βελτιστοποίησης (post optimality analysis)

Το προς επίλυση γραμμικό πρόβλημα διαμορφώνεται ως εξής:

Μέχρι τώρα έχουμε εκτιμήσει μια βέλτιστη συνάρτηση χρησιμότητας $U^*(\mathbf{g})$, η οποία είναι μια «βέλτιστη» αριθμητική αναπαράσταση της σχέσης προτιμήσεων \mathbf{R} . Πάντως εάν η βέλτιστη \mathbf{F}^* της $\mathbf{PL1}$ είναι 0 , αυτό σημαίνει ότι το πολύεδρο των παραδεκτών λύσεων για $\mathbf{u}_i(\mathbf{g}_i)$ δεν είναι κενό και ότι πολλές συναρτήσεις χρησιμότητας οδηγούν σε μια τέλεια αναπαράσταση της σχέσης \mathbf{R} .

Επίσης όταν η βέλτιστη τιμή \mathbf{F}^* είναι αυστηρά θετική (στην περίπτωση του κενού πολυέδρου), η συζήτηση όσον αφορά τη βέλτιστη αντικειμενική συζητάται στην συνέχεια δείχνει ότι άλλες λύσεις, λιγότερο καλές της \mathbf{F} , μπορούν να βελτιώσουν ένα άλλο κριτήριο ικανοποίησης που ονομάζεται τ του Kendall. Η εμπειρία με το μοντέλο επιβεβαιώνει ότι μη βέλτιστες συναρτήσεις χρησιμότητας $U(\mathbf{g})$ (για τις οποίες $\mathbf{F} > \mathbf{F}^*$) δίνουν προδιατάξεις \mathbf{F}' οι οποίες είναι πιο κοντά στο \mathbf{R} (με την έννοια των

διαστάσεων του Kendall ή του Spearman) από τις διατάξεις που προκύπτουν από την επίσης καλούμενη βέλτιστη χρησιμότητα $U^*(g)$.

Μερικά κλασικά φαινόμενα του μαθηματικού προγραμματισμού όπως ο αρχικός ή ο δυϊκός εκφυλισμός και σαν τα φαινόμενα συσχέτισης κριτηρίων στην στατιστική δεν λαμβάνονται υπόψη στην αναζήτηση μιας βέλτιστης λύσης. Επομένως είναι απαραίτητη η διερεύνηση των λύσεων που βρίσκονται γύρω από το βέλτιστο σημείο που παίρνουμε. Η ανάλυση αυτή ονομάζεται ανάλυση μετα-βελτιστοποίησης και γίνεται με τον ακόλουθο τρόπο.

Έστω F^* είναι η βέλτιστη τιμή της αντικειμενικής συνάρτησης του **PL1** και ας εξετάσουμε ένα πραγματικό κατώφλι $k(F^*)$ το οποίο είναι μια πολύ μικρή αναλογία του F^* . Η k -ανάλυση βελτιστοποίησης συνίσταται στη διερεύνηση των κορυφών ενός νέου πολυέδρου το οποίο προκύπτει από την προσθήκη του περιορισμού:

$$F \leq F^* + k(F^*)$$

η οποία μπορεί να γραφεί επίσης:

$$- \sum_{a \in A} [\sigma^-(a) + \sigma^+(a)] \leq - [F^* + k(F^*)]$$

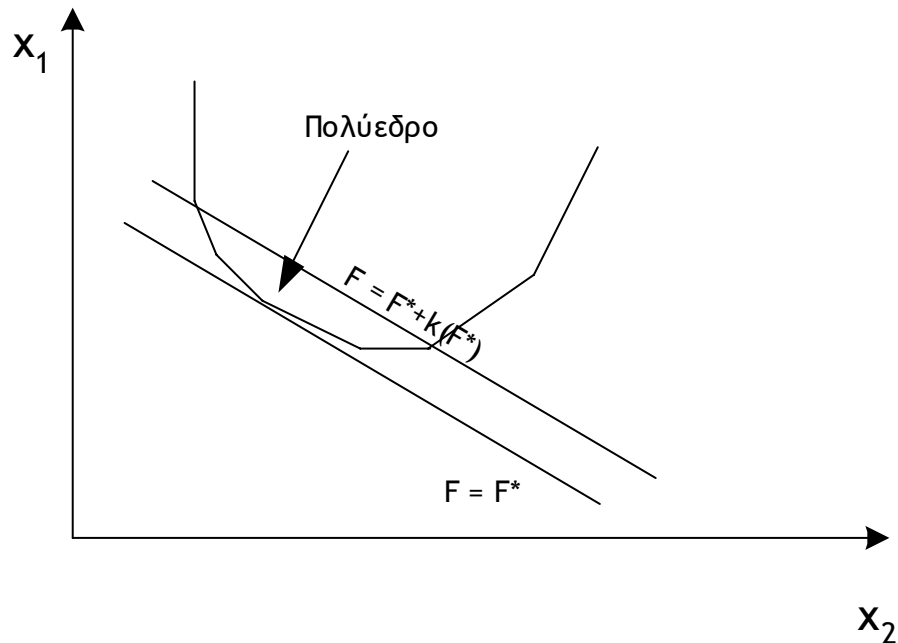
στους περιορισμούς του γραμμικού προγράμματος **PL1**.

Το σύνολο R των αποδεκτών συναρτήσεων χρησιμότητας σαν αριθμητική αναπαράσταση της σχέσης προτίμησης ορίζεται από το ακόλουθο πολύεδρο:

$$U'x \geq b'$$

$$x \geq 0$$

όπου U' και b' είναι αντιστοίχως οι πίνακες U και b της **PL1** με την συμπληρωματική προσθήκη της (17). Το πολύεδρο αναπαρίσταται σε δύο διαστάσεις στο παρακάτω σχήμα:



Σχήμα 7 - Ανάλυση μετα-βελτιστοποίησης -
διερεύνησης του ανοικτού πολύεδρου

Οι αλγόριθμοι που μπορεί να χρησιμοποιηθούν για να διερευνηθεί η \mathbf{U} είναι μέθοδοι διακλάδωσης και ορίου (branch and bound) ή τεχνικές από το χώρο της θεωρίας των γράφων (λαβύρινθου) κα. Μέσω της μεταβολής της παραμέτρου $\mathbf{k}(\mathbf{F}^*)$ και κατά συνέπεια, του συνόλου \mathbf{U} μπορεί να διαπιστωθεί η σταθερότητα της $\mathbf{U}^*(\mathbf{g})$. Από αυτή την ανάλυση ευαισθησίας μπορούμε να εξαχθεί το συμπέρασμα από τα $\mathbf{u}_i(\mathbf{g}_i)$ διαστήματα ή μέσες τιμές ή ακόμη βάση της μοντελοποίησης των ατομικών προτιμήσεων των πολλαπλών συναρτήσεων χρησιμότητας συμφώνων με το \mathbf{R} μέσω σαφώς ορισμένων ή ασαφών σχέσεων υπεροχής.

3.6 UTA*-(Utastar minus)

3.6.1 Γενικά

Η πολυκριτήρια μέθοδος UtaStar όπως περιγράφηκε παραπάνω είναι μία μέθοδος η οποία αξιολογεί τις μερικές χρησιμότητα ενός κριτηρίου με ο την λιγότερο επιθυμητή

τιμή και με $u_i(g^*)$ την περισσότερο επιθυμητή. Ως γνωστόν η ολική χρησιμότητα ενός προϊόντος είναι το άθροισμα των χρησιμοτήτων – οι οποίες έχουν προέρθει από την άθροιση μερικών χρησιμοτήτων-. Θεωρεί ένα κριτήριο με την λιγότερο επιθυμητή τιμή παίζει ουδέτερο ρόλο στη διαμόρφωση της προτίμησης που εκφράζει ο αποφασίζων.

3.6.2 Νέα θεώρηση

Μία νέα θεώρηση της συμβολής ενός κριτηρίου στην ανάλυση της προτίμησης του αποφασίζοντος είναι να θεωρηθεί ότι η λιγότερο επιθυμητή τιμή των κριτηρίων εκφράζει όχι μόνο τη μικρότερη αλλά και *αρνητική* χρησιμότητα. Να θεωρηθεί δηλαδή ότι όχι μόνο δεν έχει ουδέτερη συμβολή στην προτίμηση του αποφασίζοντος αλλά ότι επιδρά αρνητικά στη διαμόρφωσή της. Αντίστοιχα η περισσότερο επιθυμητή τιμή του κριτηρίου έχει θετικότερη συμβολή στη διαμόρφωση της προτίμησης του κριτηρίου.

Υπάρχει συνεπώς μια ενδιάμεση τιμή του κριτηρίου για την οποία η χρησιμότητα της θα είναι **0**, δηλαδή θα επιδρά ουδέτερα στη διαμόρφωση της ολικής χρησιμότητας.

3.6.3 Μαθηματικές σχέσεις

3.6.3.1 Μερικές χρησιμότητες

Στην UTASTAR οι μερικές χρησιμότητες αντιπροσωπεύουν την προτίμηση του χρήστη από τη λιγότερο επιθυμητή τιμή του κριτηρίου οπότε η μερική χρησιμότητα είναι **0**, μέχρι την περισσότερο επιθυμητή τιμή του κριτηρίου οπότε η τιμή της μερικής χρησιμότητας είναι $u_i(g_i^*)$.

Στην UTASTAR-minus η μερική χρησιμότητα ενός κριτηρίου είναι ίση με τη διαφορά της χρησιμότητας του για τη μέθοδο UTASTAR μειωμένο κατά την τιμή της χρησιμότητας στην UTASTAR που το κριτήριο σε αυτήν του την τιμή θεωρείται από την UTASTAR-minus ως αδιάφορο.

Συνεπώς $u_i(g_i)_{-} = u_i(g_i) - u_{iM}$ όπου:

- ❖ $u_i(g_i)-$, η μερική χρησιμότητα της μεθόδου UTASTAR-minus.
- ❖ $u_i(g_i)$, η μερική χρησιμότητα της μεθόδου UTASTAR.
- ❖ u_{iM} , η μερική χρησιμότητα της μεθόδου UTASTAR η οποία αντιστοιχεί στην τιμή αδιαφορίας (\mathbf{o}) για την μέθοδο UTASTAR-minus.

3.6.4 Χρησιμότητες

Η χρησιμότητα μιας εναλλακτικής για συγκεκριμένο άλλοτε ταυτίζεται με μια μερική χρησιμότητα ενός κριτηρίου και άλλοτε προκύπτει από υπολογισμό παρεμβολής μεταξύ δύο μερικών χρησιμοτήτων. Ταυτίζεται πάντα με μερική παρεμβολή σε δύο περιπτώσεις:

- ❖ Αν το κριτήριο είναι ποιοτικό.
- ❖ Αν το κριτήριο είναι ποσοτικό αλλά η τιμή της εναλλακτικής συμπίπτει με την τιμή κριτηρίου που αντιστοιχεί σε μερική χρησιμότητα.

Γενικά αποδεχόμαστε ότι και οι χρησιμότητες υπολογίζονται σαν τις μερικές χρησιμότητες δηλαδή ως διαφορά της χρησιμότητας στην μέθοδο UTASTAR μειωμένο κατά u_{iM} , όπου u_{iM} η μερική χρησιμότητα της μεθόδου UTASTAR η οποία θεωρείται η τιμή αδιαφορίας (\mathbf{o}) για την μέθοδο UTASTAR-minus.

Με την μέθοδο της παρεμβολής υπολογίζονται οι χρησιμότητες από τις μερικές χρησιμότητες:

$$u_i[g_i(a)] = u_i(g_i^j) + \frac{g_i(a) - g_i^j}{g_i^{j+1} - g_i^{j-1}} [u_i(g_i^{j+1}) - u_i(g_i^j)] \quad (\alpha)$$

$$u_i[g_i(a)] = u_i(g_i^j) - u_{iM} + \frac{g_i(a) - g_i^j}{g_i^{j+1} - g_i^{j-1}} [u_i(g_i^{j+1}) - u_{iM} - (u_i(g_i^j) - u_{iM})] \quad (\beta)$$

$$u_i[g_i(a)] = u_i(g_i^j) + \frac{g_i(a) - g_i^j}{g_i^{j+1} - g_i^{j-1}} [u_i(g_i^{j+1}) - u_i(g_i^j)] - u_{iM} \quad (\gamma)$$

$$\text{Επειδή για την UTASTAR ισχύει} \quad (\delta)$$

$$u_i[g_i(a)] = u_i(g_i^j) + \frac{g_i(a) - g_i^j}{g_i^{j+1} - g_i^{j-1}} [u_i(g_i^{j+1}) - u_i(g_i^j)]$$

Συνεπώς ισχύει:

$$u_i[g_i(a)] = u_i[g_i(a)] - u_{iM}$$

3.6.5 Βάρη

Τα βάρη, όπως έχει αναφερθεί για την UTASTAR, προκύπτουν μετά από ανάλυση ευαισθησίας των μερικών χρησιμοτήτων μετά την επίλυση γραμμικών συστημάτων. Τα βάρη που έχουν προκύψει αποτελούν την καλύτερη μερική χρησιμότητα για κάθε κριτήριο.

$$\text{Ισχύει δηλαδή ότι } p_{k,i} = u_i(g_i^*) \quad (\alpha)$$

για κάθε k διάνυσμα λύσης για το i κριτήριο.

Για την UTASTAR-minus το βάρος από κάθε λυμένο σύστημα είναι ίσο με:

$$p_{k,i} = u_i(g_i^*) - \quad (\beta)$$

Συνεπώς τα βάρη στη μέθοδο UTASTAR-minus υπολογίζονται με τη βοήθεια των βαρών της μεθόδου UTASTAR καθώς

$$p_{k,i} = u_i(g_i^*) - u_{iM} \quad (\gamma)$$

από (α) έχουμε

$$p_{k,i} = p_{k,i} - u_{iM} \quad (\delta)$$

Είναι κατανοητό λοιπόν ότι όλα τα βάρη για την UTASTAR-minus είναι εύκολο να υπολογισθούν έχοντας κρατήσει αποτελέσματα της μεθόδου UTASTAR.

3.6.5.1 Μέγιστα βάρη

Τα μέγιστος βάρος για το κριτήριο i είναι ίσο με

$$M_{x_{wi}} = \max(p_{k,i}) \quad (\alpha)$$

$$M_{x_{wi}} = \max(p_{k,i} - u_{iM}) \quad (\beta)$$

$$M_{x_{wi}} = \max(p_{k,i}) - u_{iM} \quad (\gamma)$$

Συνεπώς για την UTASTAR-minus ισχύει

$$\boxed{\mathbf{Mx}_{wi-} = \mathbf{Mx}_{wi} - \mathbf{u}_{iM}} \quad (8)$$

3.6.5.2 Μέσα βάρη

Το μέσο βάρος για το κριτήριο i είναι ίσο με

$$\mathbf{M}_{wi-} = \sum_{i=1}^m \mathbf{p}_{k,i-}$$

$$\mathbf{M}_{wi-} = (1/m) \sum_{i=1}^m \mathbf{u}_{k,i}^*$$

$$\mathbf{M}_{wi-} = (1/m) \sum_{i=1}^m (\mathbf{u}_{k,i}^* - \mathbf{u}_{iM})$$

$$\mathbf{M}_{wi-} = (1/m) \sum_{i=1}^m \mathbf{u}_{k,i}^* - m^*(1/m) \mathbf{u}_{iM}$$

$$\boxed{\mathbf{Mx}_{wi-} = \mathbf{Mx}_{wi} - \mathbf{u}_{iM}}$$

Συνεπώς ισχύει για κάθε κριτήριο τόσο για το μέγιστο όσο και για τα μέσο βάρος του ότι ισούνται με το το βάρος που έχει στην UTASTAR μειωμένο κατά \mathbf{u}_{iM} .

3.6.6 Ολικές χρησιμότητες

Η ολική χρησιμότητα μιας εναλλακτικής \mathbf{a} ορίζεται ως το άθροισμά των χρησιμοτήτων για την εναλλακτική αυτή. Είναι επιθυμητό να αποδειχθεί ότι η ολική χρησιμότητα μιας εναλλακτικής στη μέθοδο UTASTAR-minus είναι ίση με την ολική

χρησιμότητα της μεθόδου UTASTAR μειωμένο κατά το σταθερό άθροισμα $\sum_{i=1}^m \mathbf{u}_{iM}$

Το σταθερό άθροισμα $\sum_{i=1}^m \mathbf{u}_{iM}$ είναι το άθροισμα των τιμών των μερικών χρησιμοτήτων όλων των κριτηρίων της μεθόδου UTASTAR οι οποίες θεωρούνται τιμές αδιαφορίας (\mathbf{o}) για την μέθοδο UTASTAR-minus.

Ισχύει για τη μέθοδο UTASTAR ότι η ολική χρησιμότητα μίας εναλλακτικής είναι ίση με το άθροισμα των χρησιμοτήτων για την εναλλακτική αυτή:

$$U[\mathbf{g}(\mathbf{a})] = \sum_{i=1}^m \mathbf{u}_i[\mathbf{g}_i(\mathbf{a})] \quad (\alpha)$$

Παρόμοια για την UTASTAR-minus:

$$U[\mathbf{g}(\mathbf{a})]_- = \sum_{i=1}^m \mathbf{u}_i[\mathbf{g}_i(\mathbf{a})]_- \quad (\beta)$$

Είναι γνωστό ότι μία χρησιμότητα της μεθόδου UTASTAR-minus είναι ίση με την χρησιμότητα της μεθόδου UTASTAR μειωμένο κατά \mathbf{u}_{iM} .

$$\mathbf{u}_i[\mathbf{g}_i(\mathbf{a})]_- = \mathbf{u}_i[\mathbf{g}_i(\mathbf{a})] - \mathbf{u}_{iM} \quad (\gamma)$$

οπότε βάσει της **(γ)** ισχύει:

$$U[\mathbf{g}(\mathbf{a})]_- = \sum_{i=1}^m (\mathbf{u}_i[\mathbf{g}_i(\mathbf{a})] - \mathbf{u}_{iM}) \quad (\delta)$$

$$U[\mathbf{g}(\mathbf{a})]_- = \sum_{i=1}^m \mathbf{u}_i[\mathbf{g}_i(\mathbf{a})] - \sum_{i=1}^m \mathbf{u}_{iM}$$

$$U[\mathbf{g}(\mathbf{a})]_- = U[\mathbf{g}(\mathbf{a})] - \sum_{i=1}^m \mathbf{u}_{iM}$$

όπου $\mathbf{u}_i[\mathbf{g}_i(\mathbf{a})]$ είναι η χρησιμότητα της απόφασης \mathbf{a} ως προς το κριτήριο \mathbf{g}_i και αυτή είναι η περισσότερο χρησιμοποιημένη μορφή της.

4.1 Το λογικό μοντέλο του συστήματος

Η λειτουργία του Σ.Υ.Α. προϋποθέτει την αποθήκευση των στοιχείων σε μόνιμη βάση (persistence). Χρησιμοποιείται λοιπόν βάση δεδομένων η οποία πρέπει να τύχει επίσης σχεδιασμού. Η σχεδίαση της βάσης δεδομένων απαιτεί την εξαγωγή των λογικών συσχετίσεων μεταξύ των εννοιών που παίζουν ρόλο στην έρευνα αγοράς. Παρακάτω παρατίθενται οι έννοιες που παίζουν ρόλο στη σχεδίαση της βάσης δεδομένων του Σ.Υ.Α.

4.1.1 Οι καταναλωτές

Ο κάθε καταναλωτής καλείται να απαντήσει σε μια σειρά ερωτήσεων. Οι απαντήσεις του επεξεργάζονται οπότε και παράγονται πολυκριτήριοι πίνακες, βάρη μεταβελτιστοποίησης και αποθηκεύονται. Ο καταναλωτής επίσης συσχετίζεται με διαφορετικές έρευνες αγοράς (πρότζεκτ).

4.1.2 Οι ερωτήσεις

Το ερωτηματολόγιο απαρτίζεται από ερωτήσεις. Οι ερωτήσεις έχουν έναν αύξων αριθμό που ξεκινά από το 1 και φυσικά το κείμενο – αντικείμενο. Οι ερωτήσεις χωρίζονται στις εξής κατηγορίες:

- ❖ Ποιοτικές
- ❖ Ποσοτικές
- ❖ Τάξης
- ❖ Προδιάταξης

4.1.2.1 Ποσοτικές ερωτήσεις

Οι ποσοτικές ερωτήσεις ζητούν πληροφόρηση για αριθμητικά δεδομένα κάνοντας δεκτό ένα συγκεκριμένο εύρος τιμών. Ένα παράδειγμα είναι το βάρος του ερωτώμενου (κάνοντας δεκτές τιμές από 30 έως 200 κιλά).

4.1.2.2 Ποιοτικές ερωτήσεις

Οι ποιοτικές ερωτήσεις ζητούν επιλογή από ένα σύνολο διακριτών, διατεταγμένων σε σημασία περιπτώσεων. Για να κάνουμε μία αντιστοίχιση με αριθμούς, θεωρείται ότι στο 1 αποδίδεται η χειρίστη επιλογή, στο 2 καλύτερη μέχρι τον τελευταίο αριθμό που είναι η άριστη περίπτωση. Για παράδειγμα η αξιολόγηση ενός προϊόντος μπορεί να γίνεται με τις εξής δυνατές επιλογές: 1. Πολύ κακό 2. Κακό 3. Αδιάφορο, 4. Καλό, 5. Πολύ καλό, 6. Άριστο.

4.1.2.3 Ερωτήσεις τάξεως

Οι ερωτήσεις τάξεως είναι ερωτήσεις που παρέχουν σειρά από περιοχές τιμών και ζητούν επιλογή μίας συγκεκριμένης περιοχής. Ως παράδειγμα σε ποια περιοχή ανήκει η ηλικία των ερωτώμενων με περιοχές: 25-30, 31-45, 45-60.

Οι ερωτήσεις κατηγοριοποιούνται και σε άλλες δύο κατηγορίες. Τις ερωτήσεις

- ❖ Μη – πολυκριτήριες και,
- ❖ Πολυκριτήριες.

4.1.2.4 Μη–πολυκριτήριες ερωτήσεις

Οι μη – πολυκριτήριες ερωτήσεις ζητούν πληροφορίες για τις οποίες δε θα εφαρμοσθούν πολυκριτήριες μέθοδοι. Αφορούν πληροφορίες που μπορούν να επεξεργαστούν απλά με στατιστικό τρόπο.

4.1.2.5 Πολυκριτήριες ερωτήσεις

Οι πολυκριτήριες ερωτήσεις αντίθετα ζητούν δεδομένα στα οποία θα εφαρμοσθούν οι πολυκριτήριες μέθοδοι (UtaStar, UtaStarMinus). Σε αυτό το σημείο καλό είναι να

σημειωθεί ότι οι ποιοτικές, ποσοτικές ή τάξεως ερωτήσεις μπορεί να είναι είτε πολυκριτήριες είτε όχι.

4.1.2.6 Ερωτήσεις προδιάταξης

Στις πολυκριτήριες ερωτήσεις υπάρχει ένα είδος το οποίο αποκλειστικά ανήκει σε αυτές και ονομάζεται ερώτηση προδιάταξης. Η ερώτηση η οποία έχει την ιδιότητα αυτή δεν έχει την ποσοτική, ποιοτική ή τάξεως ιδιότητα. Οι ερωτήσεις του είδους αυτού ζητούν την βαθμολόγηση μίας εναλλακτικής – ενέργειας (προϊόντος) σημειώνοντας ως 1 την άριστη επιλογή και με αύξουσα αξιολόγηση τη φθίνουσα προτίμηση.

4.1.3 Οι απαντήσεις

Το ερωτηματολόγιο συνίσταται από ερωτήσεις τις οποίες οι αποφασίζοντες καλούνται να απαντήσουν.

Στις ποιοτικές απαντήσεις ο ερωτώμενος καλείται να επιλέξει μεταξύ των δοσμένων δυνατών απαντήσεων (π.χ. αδιάφορο, καλό, πολύ καλό). Το σύστημα τότε αποδίδει στη χειρότερη τιμή την τιμή 1 και n την τιμή για την καλύτερη δυνατή απάντηση όπου n ο αριθμός των δυνατών απαντήσεων για την ερώτηση αυτή.

Στις ποσοτικές απαντήσεις ο ερωτώμενος επιλέγει έναν αριθμό μεταξύ των δοσμένων ορίων. Σε περίπτωση που η ερώτηση είναι πολυκριτήρια και η καλύτερη δυνατή τιμή είναι το κάτω όριο (π.χ. το παράδειγμα του κόστους ενός προϊόντος), τότε το σύστημα αποδίδει την τιμή του χρήστη με αρνητικό πρόσημο.

Στις ερωτήσεις τάξεως ο καταναλωτής απαντά όπως στις δύο προηγούμενες κατηγορίες ερωτήσεων καθώς οι ερωτήσεις τάξεως μπορεί να είναι είτε ποιοτικές είτε ποσοτικές.

Στις απαντήσεις προδιάταξης ο ερωτώμενος δίδει την κατάταξη των προϊόντων σύμφωνα με την προτίμηση του. Έχει τη δυνατότητα να τα βαθμολογήσει με διαφορετικό τρόπο. Συνηθέστερα αποδίδεται ο αριθμός 1 στην καλύτερη αξιολόγηση και με μεγαλύτερους αριθμούς οι χειρότερες αξιολογήσεις. Στην πράξη μπορούν να δοθούν οποιοιδήποτε αριθμοί καθώς η αξιολόγηση δίνει την σχέσεις μεταξύ των προϊόντων και χρησιμοποιούνται μόνο για την ταξινόμηση του πολυκριτηρίου πίνακα και τη δημιουργία του γραμμικού συστήματος.

4.1.4 Οι εναλλακτικές – ενέργειες

Οι εναλλακτικές – ενέργειες στη γλώσσα των πολυκριτηρίων συστημάτων είναι μία σειρά από δυνατές περιπτώσεις που έχει να αξιολογήσει ο καταναλωτής ανάλογα με τις επιδόσεις τους στα διάφορα κριτήρια. Στην περίπτωση μας αναφερόμαστε για αξιολόγηση μιας σειράς προϊόντων. Κάθε εναλλακτική – ενέργεια ξεχωρίζει από τις άλλες από το όνομα της. Οι εναλλακτικές συνδέονται με τις ερωτήσεις προδιάταξης καθώς κάθε ερώτηση αυτού του είδους αφορά την αξιολόγηση του προϊόντος αυτού από τους ερωτώμενους.

4.1.5 Πρότζεκτ

Το σύστημα μας έχει τη δυνατότητα να φιλοξενεί σειρά από έρευνες αγοράς. Μία τέτοια έρευνα περιλαμβάνει τα στοιχεία όπως:

- ❖ Ερωτήσεις προς τους αποφασίζοντες
 - ❖ Απαντήσεις από τους αποφασίζοντες
 - ❖ Χρησιμότητες, μερικές χρησιμότητες, βάρη για κάθε καταναλωτή που εξάγονται με την πολυκριτήρια μεθοδολογία.
 - ❖ Περιγραφή των κριτηρίων, σύνδεση τους με τα μεταδεδομένα.
 - ❖ Περιγραφή των εναλλακτικών – ενεργειών, σύνδεση τους με τις ερωτήσεις προδιάταξης.
-

4.1.6 Τα χαρακτηριστικά - κριτήρια

Ο καταναλωτής συμπληρώνοντας το ερωτηματολόγιο δίνει μια συνολική βαθμολογία του προϊόντος. Ο αναλυτής ερευνά την γνώμη του καταναλωτή για συγκεκριμένα χαρακτηριστικά του προϊόντος και όχι για όλα. Τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά αυτά είναι τα κριτήρια που ο αναλυτής ερευνά. Το κάθε κριτήριο έχει όνομα και αφορά μόνο συγκεκριμένο πρότζεκτ. Μπορεί να έχει είτε ποιοτικές είτε ποσοτικές ιδιότητες και να έχει την τις ιδιότητες της τάξεως. Επιπρόσθετα μπορεί να χαρακτηρίζεται από εύρος αποδεκτών τιμών. Οι ιδιότητες εκτός του ονόματος συσχετίζονται με την οντότητα των μεταδεδομένων η οποία αναλύεται παρακάτω.

4.1.7 Μεταδεδομένα

Τα «μεταδεδομένα» είναι μία σειρά από περιγραφές και περιορισμούς για τα δεδομένα τα οποία εισάγονται στο σύστημα. Συσχετίζονται με τα κριτήρια για τα οποία οι καταναλωτές δίνουν την απάντησή τους όσο και με τις ερωτήσεις στις οποίες υποβάλλονται.

Τα μεταδεδομένα περιλαμβάνουν επιπλέον πληροφορίες για μια ερώτηση ή ένα κριτήριο και πληροφορούν για τα κάτωθι:

- ❖ χειρότερη τιμή,
- ❖ καλύτερη τιμή,
- ❖ αν είναι ακέραιος ή αριθμός κινητής υποδιαστολής,
- ❖ αν έχει ποιοτική ή ποσοτική ιδιότητα και
- ❖ αν έχει την ιδιότητα τάξεως.

Για τις ποσοτικές περιπτώσεις εάν η καλύτερη τιμή είναι μικρότερη από την χειρότερη, τότε η χειρότερη και η καλύτερη τιμή συμβολίζονται με αρνητικούς αριθμούς. Για παράδειγμα το κόστος ενός προϊόντος είναι καλύτερα να είναι χαμηλό παρά υψηλό. Τότε οι χειρότερες και καλύτερες τιμές του κόστους συμβολίζονται με αρνητική τιμή.

4.1.8 Ποιοτικά δεδομένα

Τα μεταδεδομένα μπορούν να περιγράψουν άνετα για τις ποσοτικές περιπτώσεις την χειρότερη και καλύτερη περίπτωση ενός κριτηρίου ή μίας ερώτησης. Στην περίπτωση που υπάρχει ποιοτική ιδιότητα τα μεταδεδομένα δεν είναι αρκετά ως πληροφορία. Στις ποσοτικές είναι αρκετό ένα εύρος ενώ στις ποιοτικές περιπτώσεις παρατίθενται μία προς μία οι δυνατές τιμές. Για το λόγο αυτό εισάγεται η οντότητα των ποιοτικών δεδομένων που συσχετίζονται με ένα μεταδεδομένο. Το μεταδεδομένο με την σειρά του συσχετίζεται με μία ερώτηση ή ένα κριτήριο.

4.1.9 Διανύσματα και πίνακες

Με την επεξεργασία των πολυκριτήριων αποτελεσμάτων εξάγονται διανύσματα και πολυκριτήριοι πίνακες για κάθε καταναλωτή. Δίνονται δηλαδή στοιχεία όπως χρησιμότητες και μερικές χρησιμότητες, Βάσει των πινάκων γίνεται η ανάλυση των κριτηρίων και η προσομοίωση της αγοράς. Η διαδικασία εξαγωγής των πολυκριτήριων πινάκων είναι χρονοβόρα οπότε είναι αναγκαία η αποθήκευσή τους και όχι να υπολογίζονται την στιγμή που είναι αναγκαίοι.

4.1.10 Παράδειγμα

Ας υποθεθεί ότι για ένα ποιοτικό κριτήριο υπάρχουν οι δυνατές επιλογές:

- ❖ Φτωχό
- ❖ Μέτριο
- ❖ Καλό.

Κατά σύμβαση η μη επιθυμητή περίπτωση αντιστοιχίζεται με τον αριθμό **1** και όσο μεγαλώνει η σπουδαιότητα αυξάνεται ο ακέραιος αριθμός κατά **1**.

Στη μέθοδο UtaStar η λιγότερο επιθυμητή περίπτωση έχει ως μερική χρησιμότητα $\mathbf{0}$. Η περίπτωση “Καλό” έχει μερική χρησιμότητα \mathbf{u}_{ij}^* οπότε η περίπτωση “Μέτριο” έχει μικρότερη μερική χρησιμότητα από \mathbf{u}_{ij}^* και θετική.

Σύμφωνα με τη νέα θεώρηση της UtaStar-Minus μπορεί να αποδοθεί στην περίπτωση “Φτωχό” αρνητική χρησιμότητα, στην περίπτωση “Καλό” θετική χρησιμότητα ενώ στην περίπτωση “Μέτριο” η χρησιμότητα $\mathbf{0}$. Να θεωρηθεί δηλαδή ότι η επιλογή της απάντησης “Μέτριο” δείχνει μία αδιάφορη αξιολόγηση του χρήστη.

4.2 Ιδιαιτερότητες της UTASTAR minus

Τα ποιοτικά κριτήρια έχουν συγκεκριμένες δυνατότητες απάντησης από τον καταναλωτή. Ένας τρόπος θεώρησης της αδιάφορης απάντησης είναι να επιλεγεί η μεσαία δυνατότητα απάντησης. Για παράδειγμα ένα ποιοτικό κριτήριο με 5 δυνατές απαντήσεις να θεωρείται ως αδιάφορη η 3^η απάντηση. Το ερώτημα που γεννάται είναι ποια η αντιμετώπιση ενός ποιοτικού κριτηρίου με άρτιο αριθμό δυνατών απαντήσεων.

4.2.1 Ποσοτικά κριτήρια

Οι απαντήσεις σε ποσοτικά κριτήρια επιτρέπονται να βρίσκονται σε ένα εύρος τιμών μεταξύ της μικρότερης και της μεγαλύτερης δυνατής τιμής. Όπως και στα ποιοτικά κριτήρια υπάρχουν υποδιαιρέσεις στο διάστημα αυτό με υπολογισμένες τις μερικές χρησιμότητες. Η τιμή του κριτηρίου που θα θεωρείται ως αδιάφορη τιμή $\mathbf{u}_i(\mathbf{g}_i^0) = \mathbf{0}$ είναι δυνατό να επιλεγεί με δύο τρόπους:

- ❖ Το μέσο του διαστήματος που απαρτίζεται από τη μικρότερη και μέγιστη δυνατή τιμή του κριτηρίου.
- ❖ Η τιμή του κριτηρίου που η χρησιμότητα του είναι ίση με το μισό της μέγιστης χρησιμότητας του κριτηρίου που υπολογίζεται στη μέθοδο UtaStar.

4.2.2 Τελική θεώρηση

Για την παράκαμψη των προβλημάτων αυτών καθώς και για τη μεγαλύτερη ευελιξία ανάλυσης δίνεται στον αναλυτή η δυνατότητα να αποφασίσει τις τιμές των κριτηρίων

που θα θεωρούνται κατά σύμβαση αδιάφορες για την μέθοδο Utastar Minus. Το μοντέλο οντοτήτων-σχέσεων

Το λογικό μοντέλο του συστήματος που περιγράφηκε στην προηγούμενη ενότητα, οδηγεί στην κατασκευή ενός θεωρητικού μοντέλου βάσης δεδομένων που θα υποστηρίζει το σύστημα μας. Το σχήμα που περιγράφεται σ' αυτό το κεφάλαιο είναι σύμφωνο με το γνωστό μοντέλο Οντοτήτων-Σχέσεων (Entity-Relationship ή ER model), διευρυμένο με ορισμένες απαραίτητες αρχές για να εκφραστούν κρίσιμοι περιορισμοί και να αναπαρασταθούν μερικές αντικειμενοστραφείς βασικές σχέσεις. Για την ευκολότερη ανάγνωση και κατανόηση του θεωρητικού σχήματος της βάσης δεδομένων, δίνεται μια μικρή περίληψη των βασικών αρχών του ER μοντέλου και μια μικρή εισαγωγή στις επεκτάσεις που υιοθετήθηκαν εδώ. Στην συνέχεια περιγράφεται το μοντέλο της βάσης δεδομένων και οι λειτουργίες της βάσης δεδομένων.

4.2.3 Τύποι Οντοτήτων και Σχέσεων

Οι βασικές αρχές που μοντελοποιούνται από το ER μοντέλο είναι οι οντότητες (entities) και οι σχέσεις μεταξύ τους (relationships). Οι οντότητες είναι ουσιαστικά κάθε διακεκριμένο αντικείμενο που αναπαρίσταται στην βάση δεδομένων, ενώ οι σχέσεις αντιπροσωπεύουν συσχετίσεις μεταξύ των οντοτήτων. Οι οντότητες του ίδιου τύπου ομαδοποιούνται σε ένα τύπο οντοτήτων και όμοια οι σχέσεις του ίδιου τύπου σε ένα τύπο σχέσεων. Στην παρουσίαση του θεωρητικού σχήματος ενός συστήματος αναφερόμαστε σ' αυτούς τους τύπους οντοτήτων και σχέσεων. Κάθε τύπος οντοτήτων περιγράφεται από τα χαρακτηριστικά (attributes) του, και ένα υποσύνολο αυτών των χαρακτηριστικών αποτελεί το κλειδί (key) του τύπου αυτού. Ένας τύπος σχέσεων έχει και αυτός κάποιο αριθμό χαρακτηριστικών και συσχετίζει έναν ή περισσότερους τύπους οντοτήτων.

4.2.3.1 Ασθενείς οντότητες και σχέσεις

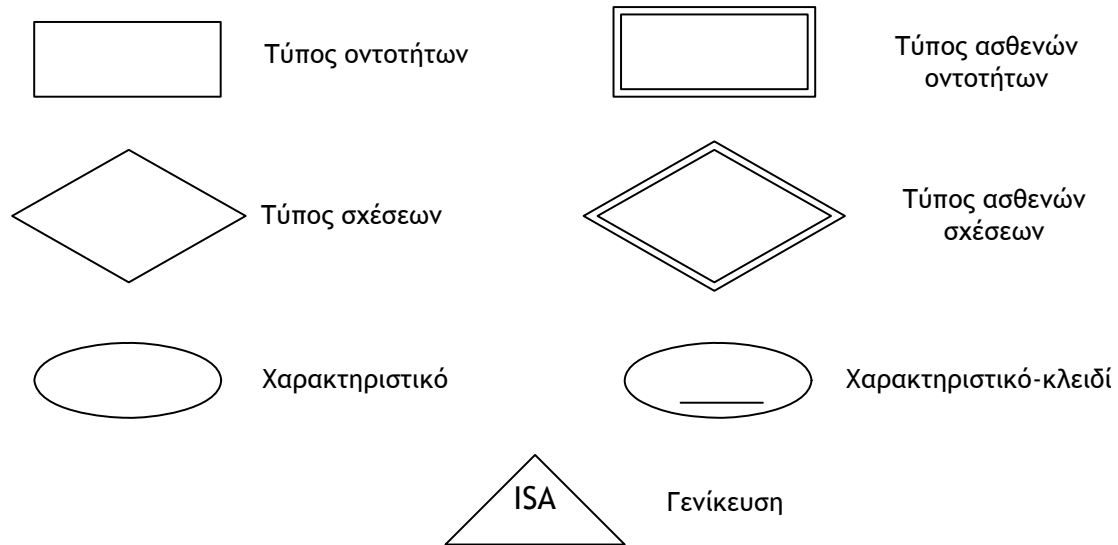
Υπάρχουν δύο παραλλαγές στους τύπους των οντοτήτων και στους τύπους των σχέσεων: οι ασθενείς οντότητες (weak entities) και οι ασθενείς σχέσεις (weak relationships). Οι ασθενείς οντότητες έχουν παρόμοιες ιδιότητες με τις κανονικές οντότητες. Διαθέτουν χαρακτηριστικά (attributes) και υποσύνολο τους αποτελεί το *μερικό κλειδί*.

Το μερικό κλειδί δεν προσδιορίζει αμφιμονοσήμαντα τις διάφορες περιπτώσεις για την ασθενή οντότητα καθώς έχει την ανάγκη κλειδιού κανονικής οντότητας με την οποία σχετίζεται. Ο συνδυασμός του κλειδιού της οντότητας και του μερικού κλειδιού της ασθενούς οντότητας συνιστά το κλειδί τους ασθενούς οντότητας.

Η σχέση που συνδέει μία κανονική και μία ασθενή οντότητα συνιστά μία ασθενής σχέση.

4.2.4 ER Διάγραμμα

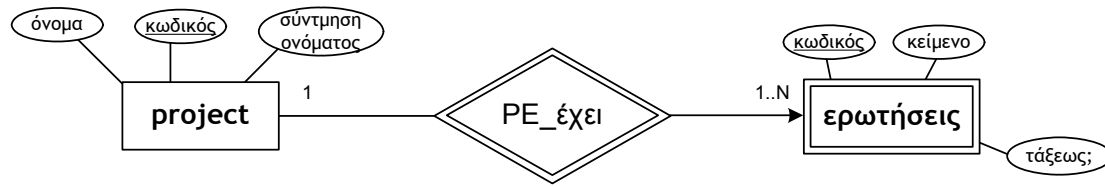
Ο παραδοσιακός τρόπος για την παρουσίαση ενός θεωρητικού ER μοντέλου είναι σχηματικά. Οι τύποι οντοτήτων αναπαρίστανται σαν παραλληλόγραμμα, οι τύποι σχέσεων σαν ρόμβοι και τα χαρακτηριστικά σαν ελλείψεις. Οι ασθενείς οντότητες και οι ασθενείς σχέσεις οι οποίες αναπαρίστανται με διπλά παραλληλόγραμμα και ρόμβους αντίστοιχα. Χρησιμοποιούνται γραμμές που ενώνουν τους τύπους οντοτήτων ή σχέσεων με τα χαρακτηριστικά τους, και γραμμές που ενώνουν ένα τύπο σχέσης με τις οντότητες που αυτός συσχετίζει. Στο σχήμα που ακολουθεί δίνεται μια περίληψη αυτών των γραφικών συμβόλων.



Σχήμα - 8 Γραφική αναπαράσταση του μοντέλου οντοτήτων - σχέσεων

4.2.5 Περιορισμοί Πληθικότητας

Ένας τύπος σχέσης ανάμεσα σε κάποιους τύπους οντοτήτων είναι αντίστοιχος με μια μαθηματική σχέση. Είναι συνηθισμένο να έχουμε περιορισμό στον αριθμό των εμφανίσεων μιας οντότητας σε σχέσεις ενός συγκεκριμένου τύπου. Ας θεωρήσουμε για παράδειγμα δύο τύπους οντοτήτων, το project και τις ερωτήσεις. Υπάρχει ένας τύπος σχέσης με το όνομα “σχετίζεται με πολυκριτήριες” που αντιπροσωπεύει την συσχέτιση των ερωτήσεων σε ένα project. Ο περιορισμός πρέπει να είναι ότι μία συγκεκριμένη ερώτηση μπορεί να αντιστοιχηθεί σε ένα μόνο project ενώ σε κάθε project μπορούν να αντιστοιχηθούν περισσότερες της μίας ερωτήσεις. Για την έκφραση τέτοιων περιορισμών, χρησιμοποιούμε την πληθικότητα. Οι περιορισμοί πληθικότητας αντιπροσωπεύονται σε κάθε άκρο ενός τύπου σχέσεων. Για παράδειγμα, το παρακάτω ER διάγραμμα περιγράφει την σχέση μεταξύ των project και των ερωτήσεων:



Σχήμα 9 - Αναπαράσταση των περιορισμών
πληθικότητας σε ένα ER διάγραμμα

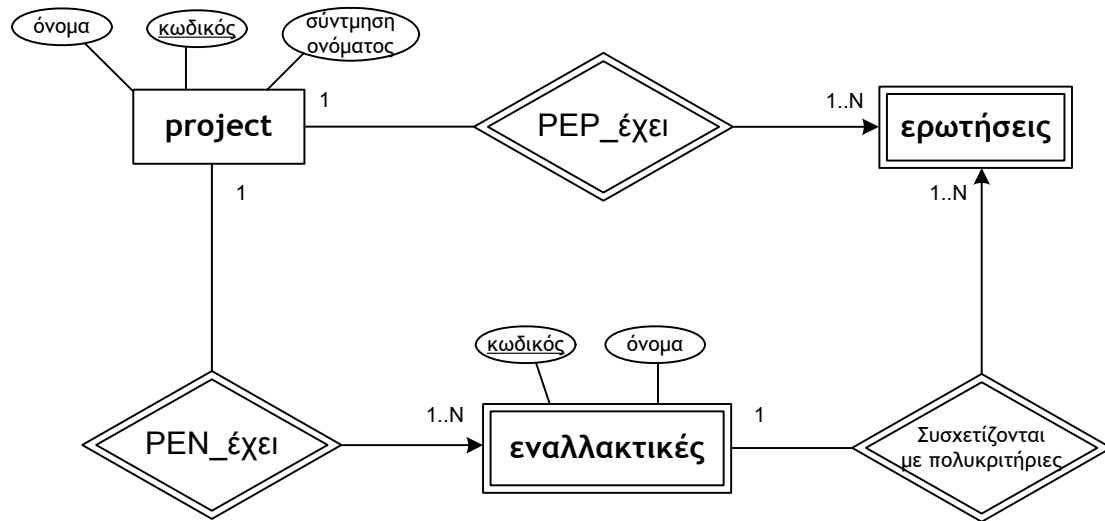
4.2.6 Το μοντέλο της βάσης δεδομένων

Παρακάτω παρατίθενται τα θεωρητικά σχήματα των διαφόρων οντοτήτων και τον τρόπο που συσχετίζονται μεταξύ τους.

4.2.6.1 Οι εναλλακτικές

Οι εναλλακτικές σε ένα *project* έχουν ως μερικό κλειδί (κωδικός) έναν αύξων αριθμό οποίος ξεκινά από το 1 και φτάνει έως τον αριθμό των εναλλακτικών – ενεργειών που συμμετέχουν στο *project*. Σε περίπτωση που συνυπάρχουν στο σύστημα περισσότερα του ενός *project*, θα υπάρξει απροσδιοριστία στις εναλλακτικές καθώς όλες έχουν ως αρχικό αριθμό το 1 και αυξάνονται. Είναι αναγκαίο συνεπώς να συσχετιστεί η οντότητα των εναλλακτικών με την οντότητα των *project* με μία ασθενή σχέση. Ο συνδυασμός του κλειδιού από το *project* και από τον αύξοντα αριθμό της εναλλακτικής θα αποτελέσει το κλειδί των εναλλακτικών – ενεργειών. Κατά συνέπεια οι τελευταίες είναι ασθενείς οντότητες.

Οι εναλλακτικές συνδέονται με *πολυκριτήριες ερωτήσεις*. Σε αυτές ζητείται η γνώμη των αποφασιζόντων για την επίδοση των εναλλακτικών σε κάθε κριτήριο. Η σχέση που συνδέει τις εναλλακτικές – ενέργειες με τις ερωτήσεις είναι **1:N** καθώς σε μία εναλλακτική αντιστοιχούνται **κ** ερωτήσεις όπου **κ** ο αριθμός των κριτηρίων.



Σχήμα 10 - Συσχετίσεις των εναλλακτικών με άλλες οντότητες.

4.2.6.2 Διανύσματα και πίνακες

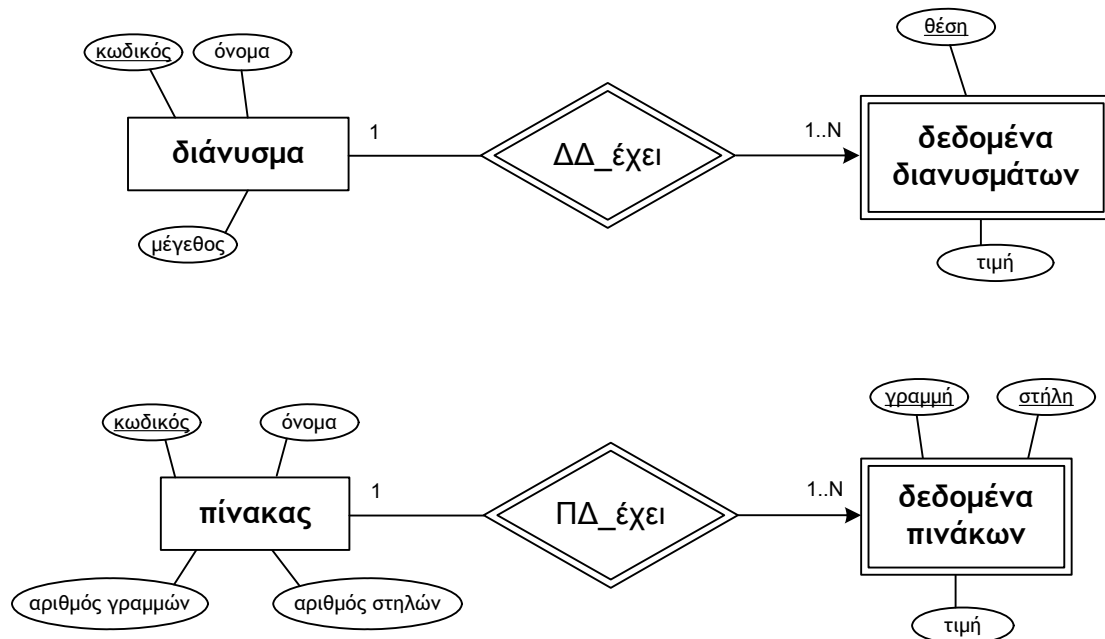
Η οντότητα των διανυσμάτων έχουν ως χαρακτηριστικά ένα μοναδικό κωδικό, πιθανόν ένα όνομα και τον αριθμό των στοιχείων που διαθέτουν.

Η οντότητα των δεδομένων των διανυσμάτων έχει ως χαρακτηριστικά την τιμή και τη θέση (δείκτη) που αντιστοιχεί η τιμή αυτή. Η θέση συνιστά *μερικό κλειδί* καθώς προσδιορίζει την αντιστοιχία της τιμής με τη θέση μέσα στο διάνυσμα. Ωστόσο είναι αναγκαίο επιπρόσθετα και το κλειδί της οντότητας του διανύσματος για να προσδιορισθεί πλήρως το διάνυσμα και η θέση που αντιστοιχεί η αριθμητική τιμή.

Κατά συνέπεια η οντότητα των “δεδομένων των διανυσμάτων” είναι μία ασθενής οντότητα που συνδέεται με ασθενή σχέση με την οντότητα διάνυσμα.

Ακολουθώντας την ίδια λογική παρατηρούμε ότι για την οντότητα των “δεδομένων των διοδιάστατων πινάκων” έχουμε μερικό κλειδί που συνίσταται από τον συνδυασμό των χαρακτηριστικών της γραμμής και της στήλης. Ο πλήρης προσδιορισμός της αριθμητικής τιμής απαιτεί τον συνδυασμό του μερικού κλειδιού

και του κλειδιού της οντότητας του “πίνακα”. Η οντότητα των “δεδομένων των δισδιάστατων πινάκων” συνιστά ασθενή οντότητα και συνδέεται με ασθενή σχέση με την οντότητα του “πίνακα”.



Σχήμα 11 - Οντότητες διανυσμάτων και πινάκων.

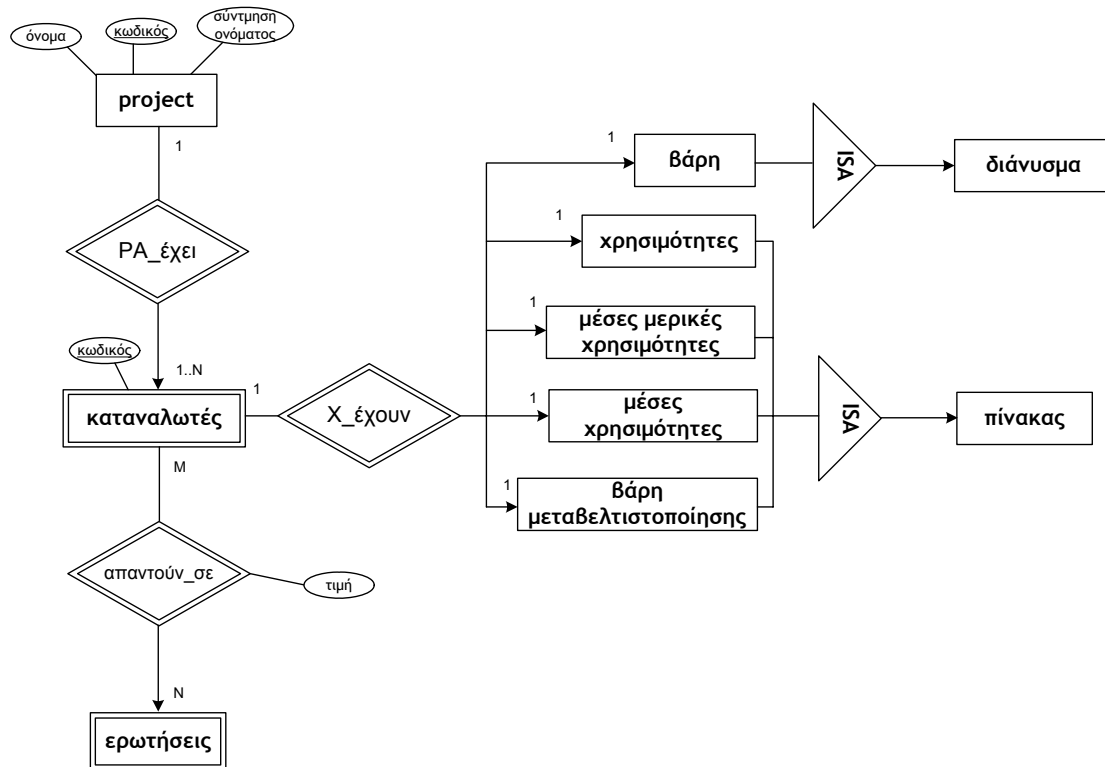
4.2.6.3 Οι καταναλωτές

Για μία συγκεκριμένη ανάλυση καλούνται να επιλέξουν μεταξύ των προϊόντων του ερωτηματολογίου ένας αριθμός καταναλωτών και κατά συνέπεια η σχέση της οντότητας “project” με την οντότητα “καταναλωτές” είναι **1:N**. Κάθε καταναλωτής έχει ως κωδικό, ένα αύξων αριθμό που ξεκινά πάντα από το **1**. Η ύπαρξη καταναλωτών με ίδιους κωδικούς αριθμούς από άλλα project μας οδηγεί στο να θεωρηθεί η οντότητα των καταναλωτών ως ασθενής. Τελικώς το κλειδί για τους καταναλωτές είναι ο συνδυασμός του κωδικού του αποφασίζοντος με το κλειδί του τρέχοντος project.

Οι αποφασίζοντες απαντούν ερωτήσεις (είτε πολυκριτήριες είτε μη-πολυκριτήριες). Συσχετίζεται με αυτόν τον τρόπο η οντότητα “αποφασίζοντες” με την οντότητα

“ερωτήσεις” παρέχοντας παράλληλα αριθμητική τιμή ως χαρακτηριστικό της σχέσης αυτής η οποία συνιστά την απάντηση του καταναλωτή. Ένας χρήστης απαντά σε πολλές ερωτήσεις όπως και μία ερώτηση απαντάται από πολλούς χρήστες. Συμπερασματικά μπορεί να ειπωθεί ότι η σχέση “απαντούν_σε” είναι μία **M:N** σχέση.

Μετά την πολυκριτήρια ανάλυση έχουν προκύψει δισδιάστατοι πίνακες και διανύσματα για τους αποφασίζοντες. Η οντότητα των αποφασιζόντων σχετίζεται συνεπώς με οντότητες που περιλαμβάνουν τα βάρη, τις χρησιμότητες, τις μέσες μερικές χρησιμότητες, μέσες χρησιμότητες και τα βάρη μεταβελτιστοποίησης. Κάθε καταναλωτής συνδέεται με **1:1** σχέση με τις οντότητες αυτές. Οι οντότητες αυτές κληρονομούν με την σχέση γενίκευσης –ISA– τα χαρακτηριστικά και τις σχέσεις των οντοτήτων “διάνυσμα” και “πίνακας”.



Σχήμα 12 - Συσχετίσεις των καταναλωτών με άλλες
οντότητες

4.2.6.4 Οι ερωτήσεις

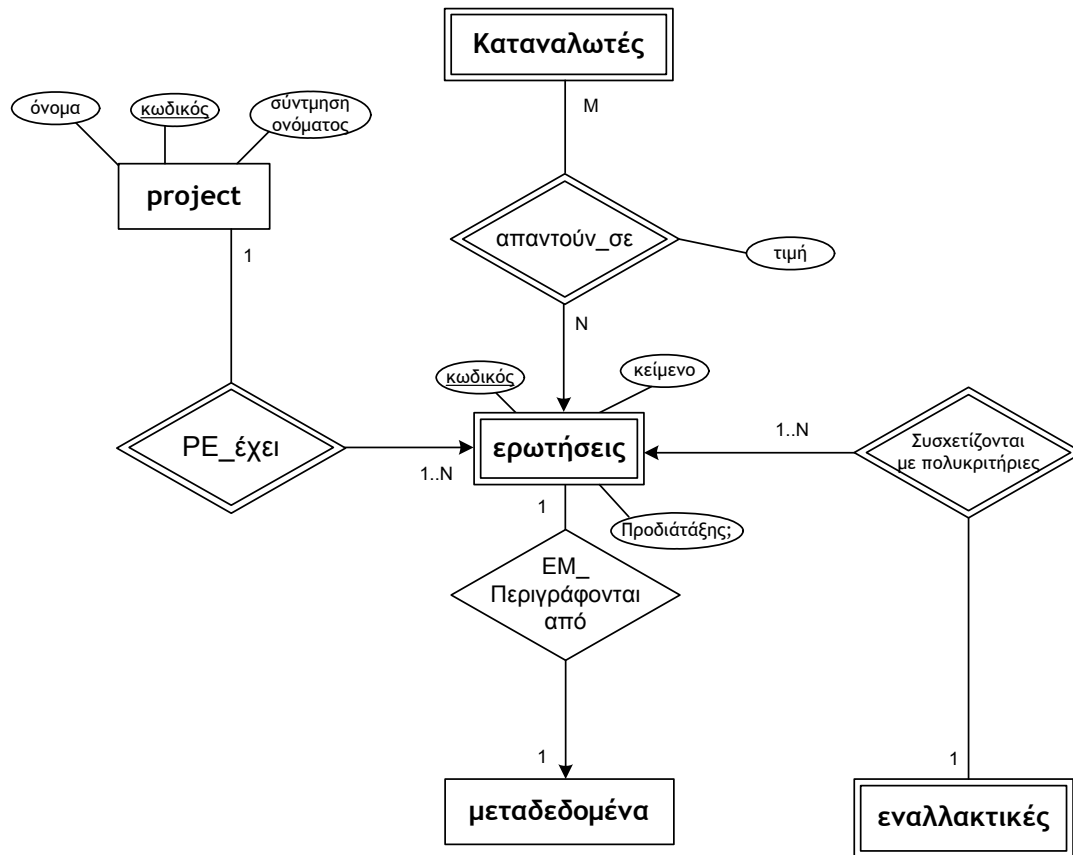
Οι ερωτήσεις συσχετίζεται από πλειάδα οντοτήτων. Συσχετίζονται με τις οντότητες των εναλλακτικών, των αποφασιζόντων, του project και των μεταδεδομένων.

Μέσα σε ένα project η κάθε μία ερώτηση αναγνωρίζεται από αύξων αριθμό αρχόμενου από το 1. Για την ταυτοποίηση της ερώτησης χρειάζεται συνεπώς και το κλειδί του project οπότε η οντότητα των “ερωτήσεων” είναι ασθενής και συνδέεται με μία ασθενής σχέση **1:N** καθώς σε ένα project αντιστοιχούν πολλές ερωτήσεις.

Όπως επεξηγήθηκε παραπάνω οι ερωτήσεις σχετίζονται με τις εναλλακτικές με σχέσεις **1:N** καθώς σε μία εναλλακτική αντιστοιχούν **κ** ερωτήσεις όπου **κ** ο αριθμός των κριτηρίων.

Οι αποφασίζοντες καλούνται να απαντήσουν σε ερωτήσεις. Ένας χρήστης απαντά σε πολλές ερωτήσεις όπως και μία ερώτηση απαντάται από πολλούς χρήστες. Συνεπώς η σχέση “απαντούν_σε” είναι μία **M:N** σχέση.

Οι οντότητα των ερωτήσεων συσχετίζονται με μεταδεδομένα. Συγκεκριμένα κάθε ερώτηση περιγράφεται από μία περίπτωση μεταδεδομένου. Η σχέση αυτή είναι μία σχέση **1:1**.

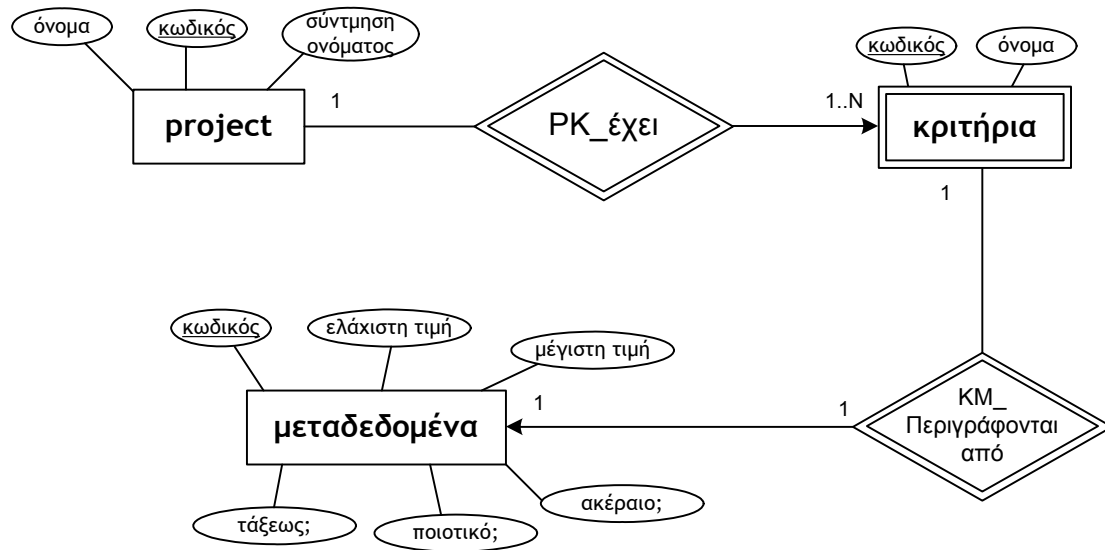


Σχήμα - 13 Συσχετίσεις ερωτήσεων με άλλες οντότητες

4.2.6.5 Τα κριτήρια

Τα κριτήρια που έχει ένα project προσδιορίζονται από έναν αύξων αριθμό αρχόμενος από το **1**. Για την εύρεση ενός συγκεκριμένου κριτηρίου από την οντότητα των ερωτήσεων είναι απαραίτητο λοιπόν να συνοδεύεται από τον κωδικό αριθμό του project καθιστώντας την οντότητα των ερωτήσεων ασθενή. Η οντότητα του project συνδέεται με την οντότητα των ερωτήσεων με ασθενή σχέση.

Οι οντότητα των ερωτήσεων συσχετίζονται με μεταδεδομένα. Συγκεκριμένα κάθε ερώτηση περιγράφεται από μία περίπτωση μεταδεδομένου. Η σχέση αυτή είναι μία σχέση **1:1**.

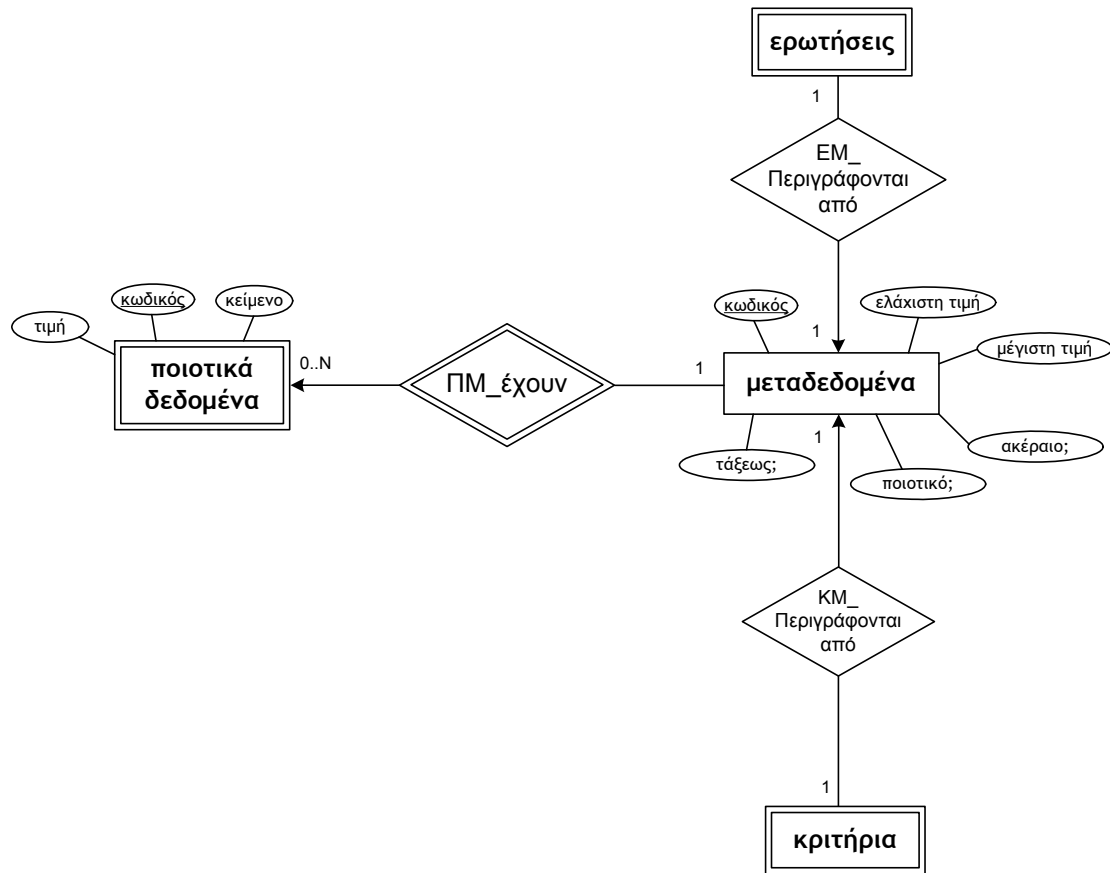


Σχήμα 14 -Συσχετίσεις κριτηρίων με άλλες οντότητες

4.2.6.6 Μεταδεδομένα – Ποιοτικά δεδομένα

Τα μεταδεδομένα χρησιμοποιούνται τόσο από τις ερωτήσεις όσο και από τα κριτήρια. Κάθε ερώτηση όσο και κάθε κριτήριο συσχετίζεται με μία περίπτωση μεταδεδομένου. Επιπρόσθετα κάθε μεταδεδομένο συσχετίζεται με μία περίπτωση κριτηρίου ή ερώτησης. Συνεπώς η σχέση “EM_περιγράφονται_από” – για τις ερωτήσεις με τα μεταδεδομένα – όσο και η σχέση “KM_περιγράφονται_από” – για τα κριτήρια με τα δεδομένα – είναι σχέσεις **1:1**.

Σε περιπτώσεις που τα μεταδεδομένα αναφέρονται είτε σε ποιοτικές ερωτήσεις είτε σε ποιοτικά κριτήρια, χρειάζεται η οντότητα των ποιοτικών δεδομένων για να περιγράψουν τις δυνατές περιπτώσεις των απαντήσεων στις ερωτήσεις και στα κριτήρια. Σε κάθε μεταδεδομένο μπορούν να αντιστοιχούν πολλές περιπτώσεις ποιοτικών δεδομένων ενώ σε ένα ποιοτικό αντιστοιχεί ένα μεταδεδομένο. Η σχέση συνεπώς των μεταδεδομένων με τα ποιοτικά είναι **1:N**.



Σχήμα - 15 Συσχετίσεις μεταδεδομένων και ποιοτικών

δεδομένων με άλλες οντότητες

4.2.7 Περίληψη του λογικού μοντέλου

Στην ενότητα αυτή κεφάλαιο αυτό περιγράφηκε το πώς το λογικό μοντέλο που είχαμε καταλήξει μας οδηγεί στην κατασκευή ενός θεωρητικού μοντέλου βάσης δεδομένων και συγκεκριμένα στην κατασκευή ενός σχήματος Οντοτήτων – Σχέσεων. Περιγράφηκαν οι οντότητες του σχήματος αυτού μαζί με τα χαρακτηριστικά τους καθώς και οι σχέσεις που τις διέπουν.

Στο κεφάλαιο που ακολουθεί θα περιγραφθεί τον τρόπο με τον οποίο το θεωρητικό μοντέλο υλοποιείται σε μια σχεσιακή βάση δεδομένων και θα αναφερθούν οι

λειτουργίες που υποστηρίζονται από το σύστημα μας για ανάκτηση και επεξεργασία των δεδομένων της βάσης αυτής.

4.3 Το μοντέλο υλοποίησης της βάσης δεδομένων

4.3.1 Γενικά

Είδαμε από την προηγούμενη ενότητα πως το λογικό μοντέλο μας οδήγησε στην κατασκευή ενός θεωρητικού μοντέλου βάσης δεδομένων. Στην συνέχεια θα περιγραφθεί ο τρόπος με τον οποίο το θεωρητικό αυτό μοντέλο υλοποιείται σε μια σχεσιακή βάση δεδομένων. Επιπλέον θα περιγραφθούν οι λειτουργίες που εκτελούνται από το σύστημα μας πάνω στα δεδομένα για την ανάκτηση, εισαγωγή, ενημέρωση και διαγραφή τους στη βάση δεδομένων. Οι λειτουργίες αυτές υλοποιούνται με τις συνδιαλλαγές (transactions) που κατασκευάστηκαν στη γλώσσα SQL η οποία είναι η καθιερωμένη σχεσιακή γλώσσα και υποστηρίζεται από όλα σχεδόν τα εμπορικά συστήματα βάσεων δεδομένων.

4.3.1.1 Αντιστοίχιση του ER μοντέλου στο Σχεσιακό (Relational)

Στο θεωρητικό μοντέλο που περιγράφηκε στην προηγούμενη ενότητα χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο Οντοτήτων - Σχέσεων για να περιγραφθεί το λογικό μοντέλο. Ένα σημαντικό πλεονέκτημα του μοντέλου Οντοτήτων – Σχέσεων είναι ότι επιτρέπει τη μετατροπή του στο σχεσιακό, το οποίο υλοποιείται σε μία σχεσιακή βάση δεδομένων. Η μετατροπή του ER μοντέλου γίνεται με ένα πολύ συγκεκριμένο τρόπο.

Ο πρώτος κανόνας μετατροπής είναι ότι οι τύποι οντοτήτων του ER μοντέλου γίνονται πίνακες (tables) στο σχεσιακό μοντέλο. Τα χαρακτηριστικά των τύπων οντοτήτων γίνονται επίσης χαρακτηριστικά στους πίνακες, αποτελούν δηλαδή τις στήλες των πινάκων. Οι τύποι σχέσεων μεταφράζονται είτε σαν χαρακτηριστικά των πινάκων που εμπλέκονται στην σχέση, είτε σα νέοι πίνακες. 1:N σχέσεις μεταφράζονται σα χαρακτηριστικά, με το πρωτεύον κλειδί (primary key) του πίνακα από τη μεριά του 1 να προστίθεται σα ξένο κλειδί (foreign key) στον πίνακα από τη μεριά του N. Για M:N σχέσεις κατασκευάζεται ένας νέος πίνακας που περιέχει τα

πρωτεύοντα κλειδιά και από τους δύο εμπλεκόμενους στην σχέση πίνακες σαν ξένα κλειδιά.

Παρακάτω παρατίθεται το σχεσιακό μοντέλο που δημιουργήθηκε για την εργασία αυτή περιλαμβάνοντας τους πίνακες της βάσης δεδομένων καθώς και τις λειτουργίες της βάσης δεδομένων.

4.3.2 Οι πίνακες της βάσης δεδομένων

Ο παρακάτω πίνακας είναι ο πίνακας αποθήκευσης των στοιχείων για το κάθε project.

Πεδίο	Τύπος	Μέγεθος	Περιγραφή
Κωδικός	Integer		Κωδικός του project
Όνομα	String	200	Όνομα του project
Σύντμηση	String	50	Σύντμηση του ονόματος του project

Πίνακας 1 - Δεδομένα για το project

Ακολουθεί ο πίνακας που αποθηκεύονται οι ερωτήσεις. Κάθε ερώτηση αναγνωρίζεται μοναδικά από τον κωδικό του project και τον κωδικό της ερώτησης:

Πεδίο	Τύπος	Μέγεθος	Περιγραφή
Κωδικός project	Integer		Αναφορά στον κωδικό του project: Μέρος του κλειδιού
Κωδικός ερώτησης	Integer		Κωδικός ερώτησης: Μέρος του κλειδιού
Κείμενο	String	200	Κείμενο της ερώτησης
Πολυκριτήρια;	Boolean		Ένδειξη αν μια ερώτηση είναι πολυκριτήρια.
Προδιάταξης;	Boolean		Ένδειξη αν μια ερώτηση είναι τύπου προδιάταξης.
Κωδικός μεταδεδομένων	Integer		Αναφορά στον πίνακα των μεταδεδομένων όπου υπάρχουν περαιτέρω στοιχεία για την ερώτηση.

Πίνακας 2 - Ερώτηση από το ερωτηματολόγιο

Ο παρακάτω πίνακας περιέχει τα στοιχεία της κάθε απάντησης του κάθε καταναλωτή. Η κάθε απάντηση αναγνωρίζεται μοναδικά με τον συνδυασμό των κωδικών του project, ερώτησης και καταναλωτή:

Πεδίο	Τύπος	Μέγεθος	Περιγραφή
Κωδικός project	Integer		Αναφορά στον κωδικό του project: Μέρος του κλειδιού
Κωδικός ερώτησης	Integer		Κωδικός ερώτησης: Μέρος του κλειδιού
Κωδικός καταναλωτή	Integer		Αναφορά στον κωδικό του καταναλωτή: Μέρος του κλειδιού
Τιμή	Double		Η τιμή που δίνει ο καταναλωτής στην απάντηση.

Πίνακας 3 - Απάντηση από τον καταναλωτή

Ακολουθώς παρατίθενται τα χαρακτηριστικά του πίνακα των κριτηρίων. Το κάθε κριτήριο αναγνωρίζεται μοναδικά από τον συνδυασμό κωδικών project και κριτηρίου:

Πεδίο	Τύπος	Μέγεθος	Περιγραφή
Κωδικός project	Integer		Αναφορά στον κωδικό του project: Μέρος του κλειδιού
Κωδικός κριτηρίου	Integer		Κωδικός ερώτησης: Μέρος του κλειδιού
Όνομα κριτηρίου	String	50	Όνομα του κριτηρίου

Πίνακας 4 - Πίνακας δεδομένων για τα κριτήρια

Τα μεταδεδομένα αποτελούν δεδομένα για το κριτήριο ή την ερώτηση. Αν δε το κριτήριο ή η ερώτηση είναι ποιοτική τότε σε αυτό θα αντιστοιχηθούν τουλάχιστον ποιοτικά δεδομένα. Το κλειδί στον πίνακα των μεταδεδομένων είναι ο κωδικός τους:

Πεδίο	Τύπος	Μέγεθος	Περιγραφή
Κωδικός μεταδεδομένων	Integer		Κωδικός των μεταδεδομένων: Κλειδί
Ποιοτική;	Boolean		Ένδειξη αν είναι ποιοτική ή ποσοτική ερώτηση ή το κριτήριο
Τάξεως;	Boolean		Ένδειξη αν είναι τάξεως ή όχι
Ακέραιος;	Boolean		Ένδειξη αν αφορά ακέραιο ή κινητής

			υποδιαστολής αριθμό
Ελάχιστη τιμή	Double		Μικρότερη δυνατή τιμή
Μεγαλύτερη τιμή	Double		Μεγαλύτερη δυνατή τιμή

Πίνακας 5 - Χαρακτηριστικά των μεταδεδομένων

Όπως προαναφέρθηκε αν η ερώτηση ή το κριτήριο είναι ποιοτικό τότε αντιστοιχίζονται τουλάχιστον μία και παραπάνω περίπτωση ποιοτικών δεδομένων. Αυτά αντιστοιχίζουν σε ένα αριθμό συγκεκριμένο κείμενο. Το κάθε δεδομένο αναγνωρίζεται μοναδικά από τον συνδυασμό του κωδικού ποιοτικών δεδομένων και μεταδεδομένων.

Πεδίο	Τύπος	Μέγεθος	Περιγραφή
Κωδικός ποιοτικών δεδομένων	Integer		Κωδικός των ποιοτικών δεδομένων: Κλειδί
Κωδικός μεταδεδομένων	Integer		Αναφορά σε κωδικό μετα – δεδομένων
Αριθμός	Integer		Αριθμός που θα του αντιστοιχηθεί κείμενο
Κείμενο	String	50	Κείμενο που αντιστοιχεί στον προηγούμενο αριθμό

Πίνακας 6 – Χαρακτηριστικά ποιοτικών δεδομένων

Στον ακόλουθο πίνακα βρίσκονται τα χαρακτηριστικά για τις εναλλακτικές – ενέργειες (προϊόντα). Η κάθε εναλλακτική αναγνωρίζεται από τον συνδυασμό κωδικού project και εναλλακτικής:

Πεδίο	Τύπος	Μέγεθος	Περιγραφή
Κωδικός project	Integer		Αναφορά στον κωδικό του project: Μέρος του κλειδιού
Κωδικός εναλλακτικής (προϊόντος)	Integer		Κωδικός εναλλακτικής – ενέργειας: Μέρος κλειδιού
Όνομα	String	50	Όνομα της εναλλακτικής (προϊόντος)

Πίνακας 7 – Χαρακτηριστικά των εναλλακτικών- προϊόντων

Για τον κάθε ερωτώμενο ισχύουν τα εξής:

Πεδίο	Τύπος	Μέγεθος	Περιγραφή
Κωδικός project	Integer		Αναφορά στον κωδικό του τρέχοντος project: Μέρος κλειδιού
Κωδικός καταναλωτή	Integer		Κωδικός καταναλωτή: Μέρος κλειδιού
Χρησιμότητες	Integer		Αναφορά σε δισδιάστατο πίνακα πραγματικών αριθμών. Είναι οι χρησιμότητες του καταναλωτή που υπολογίστηκαν από το πρώτο επιλυμένο σύστημα.
Βάρη	Integer		Αναφορά στον πίνακα διανυσμάτων πραγματικών αριθμών. Είναι τα υπολογισμένα βάρη για τον καταναλωτή της κάθε εναλλακτικής που υπολογίστηκαν από το πρώτο επιλυμένο σύστημα.
Μέσες μερικές χρησιμότητες	Integer		Αναφορά σε δισδιάστατο πίνακα πραγματικών αριθμών. Είναι οι υπολογισμένες μέσες μερικές χρησιμότητες για τον καταναλωτή μετά την ανάλυση ευστάθειας.
Μέσες χρησιμότητες	Integer		Αναφορά στον πίνακα δισδιάστατων πινάκων πραγματικών αριθμών. Είναι οι υπολογισμένες μέσες χρησιμότητες μετά την ανάλυση ευστάθειας.
Βάρη μεταβελτιστοποίησης	Integer		Αναφορά στον πίνακα δισδιάστατων πινάκων πραγματικών αριθμών. Είναι τα υπολογισμένα βάρη μετά την ανάλυση ευστάθειας.

Πίνακας 8 - Χαρακτηριστικά για τον καταναλωτή

Ο πίνακας αυτός χρησιμεύει στο να κρατά τις ιδιότητες ενός δισδιάστατου πίνακα:

Πεδίο	Τύπος	Μέγεθος	Περιγραφή
Κωδικός	Integer		Κωδικός πίνακα δισδιάστατου πίνακα αριθμών:Κλειδί
Όνομα	String	50	Όνομα του πίνακα (προαιρετικό)
Γραμμές	Integer		Αριθμός γραμμών δισδιάστατου πίνακα
Στήλες	Integer		Αριθμός στηλών δισδιάστατου πίνακα

Πίνακας 9 - Χαρακτηριστικά δισδιάστων πινάκων
αριθμών κινητής υποδιαστολής

Ενώ αυτός ο πίνακας κρατά όλους τους δισδιάστατους πίνακες:

Πεδίο	Τύπος	Μέγεθος	Περιγραφή
Κωδικός	Integer		Αναφορά στον πίνακα δισδιάστατων πινάκων αριθμών:Κλειδί
Γραμμή	Integer		Αριθμός γραμμής δισδιάστατου πίνακα
Στήλη	Integer		Αριθμός στήλης δισδιάστατου πίνακα
Δεδομένα	Double		Δεδομένα πίνακα στην γραμμή, στήλη

Πίνακας 10 - Αριθμητικά δεδομένα των δισδιάστατων πινάκων

Ο πίνακας αυτός κρατά τα χαρακτηριστικά των αριθμητικών διανυσμάτων:

Πεδίο	Τύπος	Μέγεθος	Περιγραφή
Κωδικός	Integer		Κωδικός πίνακα διανυσμάτων αριθμών κιν. Υποδιαστολής:Κλειδί
Όνομα	String	50	Όνομα του διανύσματος (προαιρετικό)
Στοιχεία	Integer		Αριθμός στοιχείων διανύσματος

Πίνακας 11 - Χαρακτηριστικά διανυσμάτων αριθμών κινητής υποδιαστολής

Ενώ ο πίνακας αυτό περιέχει τα δεδομένα όλων των διανυσμάτων:

Πεδίο	Τύπος	Μέγεθος	Περιγραφή
Κωδικός	Integer		Αναφορά στον πίνακα διανυσμάτων αριθμών κιν. υποδιαστολής: Κλειδί
Θέση	Integer		Θέση στο διάνυσμα.
Δεδομένα	Double		Δεδομένα διανύσματος στην θέση.

Πίνακας 12 - Αριθμητικά δεδομένα των διανυσμάτων αριθμών κινητής υποδιαστολής

4.3.3 Λειτουργίες διαχείρισης των δεδομένων

- ❖ Ανάκτηση των μέσων τιμών των πολυκριτήριων πινάκων από όλους τους καταναλωτές για συγκεκριμένο project.

- ❖ Ανάκτηση των χρησιμοτήτων μετά από την ανάλυση ευστάθειας για συγκεκριμένο καταναλωτή της μεθόδου UtaStar ή UtaStarMinus για συγκεκριμένο project.
 - ❖ Ανάκτηση των ολικών χρησιμοτήτων μετά από την ανάλυση ευστάθειας για συγκεκριμένο καταναλωτή της μεθόδου UtaStar, UtaStarMinus για συγκεκριμένο project.
 - ❖ Ανάκτηση των ολικών χρησιμοτήτων μετά από την ανάλυση ευστάθειας για όλους τους καταναλωτές ενός συγκεκριμένου project της μεθόδου UtaStar, UtaStarMinus.
 - ❖ Ανάκτηση των χρησιμοτήτων ενός καταναλωτή από τις μεθόδους UtaStar ή UtaStarMinus για συγκεκριμένο project.
 - ❖ Ανάκτηση των κανονικοποιημένων μερικών χρησιμοτήτων ενός καταναλωτή για συγκεκριμένο κριτήριο από τις μεθόδους UtaStar ή UtaStarMinus για συγκεκριμένο project.
 - ❖ Ανάκτηση των μέσων τιμών των κανονικοποιημένων μερικών χρησιμοτήτων όλων των καταναλωτών για συγκεκριμένο κριτήριο από τις μεθόδους UtaStar ή UtaStarMinus για συγκεκριμένο project.
 - ❖ Ανάκτηση για ένα κριτήριο όλων των δυνατών του τιμών από την ελάχιστη μέχρι τη μέγιστη τιμή.
 - ❖ Ανάκτηση όλων των βαρών μετά την ανάλυση ευστάθειας που αφορούν έναν καταναλωτή.
 - ❖ Ανάκτηση των μέσων και των μέγιστων βαρών ανά κριτήριο μετά την ανάλυση ευστάθειας για έναν καταναλωτή.
 - ❖ Ανάκτηση των μέσων και των μέγιστων βαρών ανά κριτήριο μετά την ανάλυση ευστάθειας για έναν καταναλωτή.
 - ❖ Ανάκτηση του αριθμού των καταναλωτών ενός συγκεκριμένου project.
 - ❖ Ανάκτηση του αριθμού των εναλλακτικών – ενεργειών (προϊόντων) ενός project.
-

- ❖ Ανάκτηση των ονομάτων των εναλλακτικών – ενεργειών (προϊόντων) ενός project.
- ❖ Ανάκτηση ονόματος συγκεκριμένου κριτηρίου ενός project.
- ❖ Ανάκτηση όλων των ονομάτων των κριτηρίων ενός project.
- ❖ Ανάκτηση του αριθμού των κριτηρίων ενός project.
- ❖ Διαγραφή όλων των στοιχείων ενός project. Διαγραφή δηλαδή ερωτήσεων, απαντήσεων από τους καταναλωτές, πολυκριτήριων πινάκων, χρησιμότητων κ.ά.
- ❖ Ανάκτηση όλων των κωδικών, των ονομάτων και των συντμήσεων των ονομάτων των υπαρχόντων projects.
- ❖ Υπολογισμός της σημαντικότητας των κριτηρίων από τα μέσα ή τα μέγιστα βάρη.
- ❖ Ανάκτηση της σημαντικότητας των κριτηρίων με φθίνουσα σειρά.
- ❖ Ανάκτηση της κατάταξης του καταναλωτή για τις εναλλακτικές – ενέργειες (προϊόντα).
- ❖ Ανάκτηση των ελάχιστων, μέγιστων τιμών των κριτηρίων καθώς και τον αριθμό των βημάτων ανά κριτήριο.
- ❖ Ενημέρωση της κατάστασης εισαγωγής στοιχείων στη βάση δεδομένων με τα πολυκριτήρια στοιχεία για κάθε καταναλωτή.
- ❖ Ανάκτηση όλων των ολικών χρησιμότητων για όλους τους καταναλωτές χωρίς τον συνυπολογισμό χρησιμότητων που αφορούν συγκεκριμένο συνδυασμό κριτηρίων και προϊόντων.
- ❖ Ανάκτηση συγκεκριμένων μερικών χρησιμότητων από όλους τους καταναλωτές.

4.3.4 Περίληψη των πινάκων της βάσης δεδομένων

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφηκε η βάση δεδομένων που υλοποιεί το σύστημα όπως αυτή από το θεωρητικό μοντέλο του προηγούμενου κεφαλαίου. Είδαμε πως ακριβώς μετατρέπονται οι οντότητες με τα χαρακτηριστικά τους και τις σχέσεις μεταξύ τους σε πίνακες στο Σχεσιακό Μοντέλο, περιγράφοντας με λεπτομέρεια και κάθε πίνακα

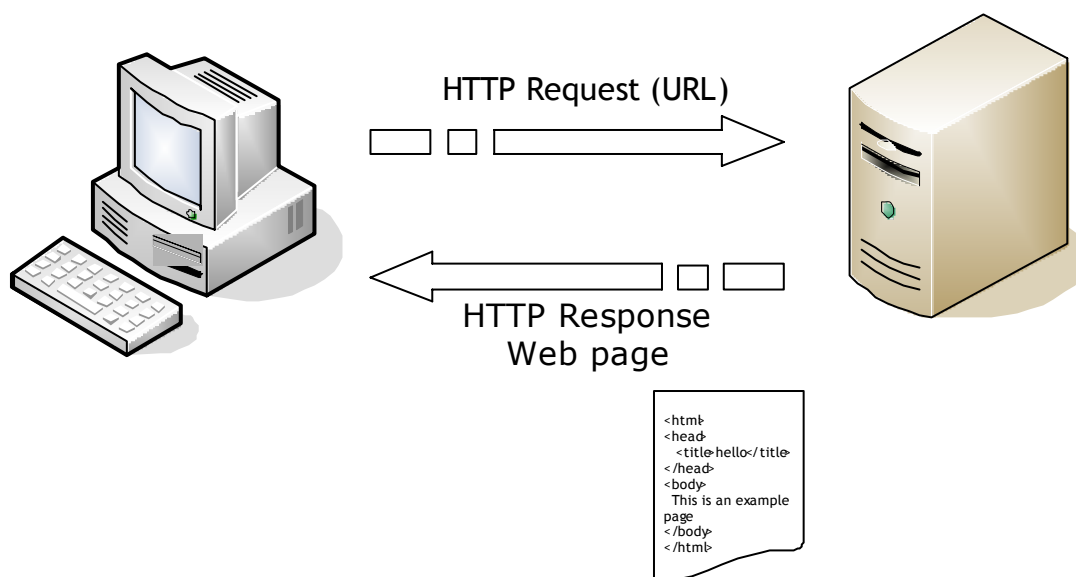
και τα χαρακτηριστικά του. Τέλος αναφέρθηκαν οι λειτουργίες ανάκτησης και διαχείρισης των δεδομένων της βάσης που υποστηρίζει το σύστημα.

4.4 Τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν

4.4.1 Γενικά

Το υλοποιημένο σύστημα βασίζεται στην χρήση του Διαδικτύου (Internet) και πιο συγκεκριμένα στην υπηρεσία του Παγκόσμιου Ιστού (World Wide Web ή WWW) για να προσφέρει την αξιολόγηση των προϊόντων. Ο χρήστης από την πλευρά του αρκεί να έχει πρόσβαση σε ένα υπολογιστή με σύνδεση στο διαδίκτυο και ένα περιηγητή ιστοσελίδων (web browser) για να έχει πρόσβαση σ' αυτό.

Ο Παγκόσμιος Ιστός βασίζεται στο μοντέλο του πελάτη-εξυπηρετητή (client–server). Ο πελάτης στην περίπτωση μας είναι ο περιηγητής που εκτελείται στον υπολογιστή του χρήστη, ενώ ο εξυπηρετητής ιστοσελίδων (Web Server) μπορεί να βρίσκεται οπουδήποτε στον κόσμο. Η επικοινωνία μεταξύ του πελάτη και του εξυπηρετητή ακολουθεί το πρωτόκολλο HTTP (Hypertext Transfer Protocol) για την ανταλλαγή δεδομένων. Ο πελάτης κάνει αιτήσεις στον εξυπηρετητή ζητώντας την σελίδα που θέλει να εμφανιστεί μέσω της μοναδικής της διεύθυνσης στο διαδίκτυο (URL) και ο εξυπηρετητής επιστρέφει την σελίδα αυτή στον πελάτη.



Σχήμα 16 - Επικοινωνία του browser με τον web server

Η σελίδα που επιστρέφεται από τον εξυπηρετητή παρουσιάζεται στην συνέχεια από τον φυλλομετρητή ιστοσελίδων.

4.4.2 HTML

Η γλώσσα HTML (HyperText Markup Language) είναι μια απλή γλώσσα βασισμένη σε κείμενο που χρησιμοποιεί μια σειρά από ετικέτες (tags) για την κατασκευή εγγράφων που μπορούν να παρουσιαστούν σ' ένα φυλλομετρητή ιστοσελίδων (web browser). Η HTML είναι υποσύνολο της γλώσσας SGML (Standard Generalized Markup Language) που επινοήθηκε από την IBM προκειμένου να λυθεί το πρόβλημα της μη τυποποιημένης εμφάνισης κειμένων στα διάφορα υπολογιστικά συστήματα.

Η HTML δεν είναι ακριβώς μια γλώσσα προγραμματισμού με την έννοια της C++ ή της Java. Είναι περισσότερο μια σύνταξη μορφοποίησης για έγγραφα που χρησιμοποιούν χαρακτήρες διαφυγής (escape codes). Το tag είναι ένα είδος εντολής που προσδίδει κάποια ιδιαίτερα χαρακτηριστικά στο κείμενο, για παράδειγμα επιλογή μεγέθους χαρακτήρων. Η γενική μορφή των tags είναι:

```
<tag παράμετρος="τιμή">κείμενο</tag>
```

Η HTML επιτρέπει ιεραρχική οργάνωση των tags (είναι δυνατό να υπάρχει tag που να περικλείεται από κάποιο άλλο). Ένα απλό παράδειγμα ενός HTML εγγράφου δίνεται παρακάτω:

```
<HTML>
<HEAD>
<TITLE>This is my first page</TITLE>
</HEAD>
<BODY>
<H1>Hello World !</H1>
</BODY>
</HTML>
```

Στην HTML εκτός από τα tags για την μορφοποίηση του κειμένου υπάρχουν και tags για την δημιουργία συνδέσμων (links), πινάκων, λιστών καθώς και tags για την εισαγωγή εικόνων και φορμών που συμπληρώνονται από τον χρήστη.

4.4.3 Javascript

Τα HTML έγγραφα είναι στατικά. Σε μια προσπάθεια να αυξηθεί η αλληλεπιδραστικότητα των HTML σελίδων στρεφόμαστε στο scripting, προσθέτοντας λειτουργικότητα βασισμένη σε κώδικα συνδυάζοντας μια γλώσσα προγραμματισμού με την HTML. Αυτό επιτυγχάνεται με την χρήση ενός tag, του <SCRIPT>.. </SCRIPT> το οποίο περικλείει ένα τμήμα κώδικα μέσα σε μια ιστοσελίδα.

Δύο είναι οι κυριότερες γλώσσες προγραμματισμού σε HTML έγγραφα: η VBScript, που βασίζεται στην Visual Basic for Applications (VBA) και η JavaScript. Για τον προγραμματισμό των σελίδων του συστήματός μας χρησιμοποιήθηκε η JavaScript γιατί είναι η γλώσσα που αυτή την στιγμή υποστηρίζεται από όλους τους

σημαντικούς περιηγητές ιστοσελίδων: τον Microsoft Internet Explorer, Mozilla (Netscape), Opera.

Η πραγματικότητα είναι ότι κάθε περιηγητής υλοποιεί διαφορετικές εκδόσεις της JavaScript, κάτι που έχει ως αποτέλεσμα σημαντικές ασυμβατότητες μεταξύ τους. Αυτό σημαίνει ότι κανείς θα πρέπει να διατηρεί δύο διαφορετικές εκδόσεις του ίδιου Web site: μια για τον Internet Explorer και μια για τον Netscape Navigator - Mozilla. Καταλαβαίνει κανείς ότι κάτι τέτοιο είναι αρκετά δύσκολο και ιδιαίτερα χρονοβόρο ιδιαίτερα αφού θα πρέπει να γραφούν δύο διαφορετικές εκδόσεις του ίδιου πράγματος. Στο σύστημα μας δεν ακολουθούμε αυτή την λογική. Αντίθετα επιλέχθηκε να υποστηριχθεί ο Internet Explorer αντί όλων των υπολοίπων για τρεις κυρίως λόγους:

Η δυνατότητα υλοποίησης ενός τόσο σύνθετου αλληλεπιδραστικού ιστοχώρου γινόταν εύκολα μόνο την χρήση του Internet Explorer. Το προγραμματιστικό εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε ήταν το Visual Studio.NET 2003 το οποίο παρέχει την γρήγορη, εύκολη ανάπτυξη και αποσφαλμάτωση των δυναμικών σελίδων που εκτελούνται στο server (ASP.NET) και των δυναμικών σελίδων που εκτελούνται στον πελάτη (Internet explorer). Ο Internet Explorer έχει ιδιαιτερότητες ωστόσο που δεν έχουν οι άλλοι περιηγητές.

Το μερίδιο αγοράς που κατέχει αυτή την στιγμή ο Internet Explorer είναι κοντά στο 90%.

Ο Internet Explorer επίσης έρχεται ως βασικό τμήμα του λειτουργικού συστήματος Windows, που είναι το λειτουργικό που υπάρχει στην πλειοψηφία των προσωπικών υπολογιστών σήμερα.

Οι χρήστες οι οποίοι δεν έχουν εγκατεστημένο τον Internet Explorer στο σύστημα του μπορούν να τον κατεβάσουν από την ιστοσελίδα της Microsoft στο διαδίκτυο.

Η JavaScript είναι μια ελαφριά, μεταφραζόμενη κατά την εκτέλεση (interpreted), γλώσσα προγραμματισμού με αντικειμενοστραφείς δυνατότητες. Ο πυρήνας της έχει

ενσωματωθεί στους φυλλομετρητές ιστοσελίδων και επεκταθεί για προγραμματισμό στο διαδίκτυο με την προσθήκη αντικειμένων που αντιπροσωπεύουν το παράθυρο και τα περιεχόμενα του φυλλομετρητή. Επιτρέπει εκτελέσιμο κώδικα να ενσωματωθεί στις ιστοσελίδες, κάτι που σημαίνει ότι μια ιστοσελίδα δεν είναι αναγκαίο να είναι πλέον στατική, αλλά μπορεί να περιέχει προγράμματα που αλληλεπιδρούν με τον χρήστη και δυναμικά παράγουν HTML περιεχόμενο.

4.4.4 DHTML

Η Dynamic HTML ή DHTML είναι ένα σύνολο από τεχνολογίες φυλλομετρητών που επιτρέπουν σε HTML έγγραφα να είναι περισσότερο δυναμικά και αλληλεπιδραστικά απ' ό,τι παλαιότερα. Η DHTML επιτρέπει ουσιαστικά την αλλαγή των στατικών HTML tags μέσω scripting και ορίζει ένα σύνολο από events που μπορούν να συσχετιστούν με HTML tags.

Οι κυριότερες τεχνολογίες που ενσωματώνει η DHTML είναι το DOM (Document Object Model), τα Cascading Style Sheets ή CSS και η δυνατότητα για απόλυτη τοποθέτηση των HTML οντοτήτων στην σελίδα.

Το DOM περιγράφει πώς μια scripting γλώσσα (όπως η JavaScript) μπορεί να προσπελαύνει και να διαχειρίζεται την λεπτομερή δομή ενός HTML ή XML εγγράφου. Σ' αυτό, το αντικείμενο Document αντιπροσωπεύει τα περιεχόμενα του παραθύρου του φυλλομετρητή. Έχει δε χαρακτηριστικά που περιέχουν πληροφορία για το έγγραφο που εμφανίζεται εκείνη την στιγμή στον φυλλομετρητή: την διεύθυνση του στο διαδίκτυο (URL), την ημερομηνία τελευταίας αλλαγής, τα χρώματα που χρησιμοποιεί και αρκετά άλλα. Επιπλέον έχει μεθόδους που επιτρέπουν στα JavaScript προγράμματα να εμφανίζουν δυναμικά κείμενο στο έγγραφο ή να δημιουργούν νέα έγγραφα από την αρχή. Τέλος αρκετά χαρακτηριστικά του αντικειμένου Document αντιπροσωπεύουν τις φόρμες, τα links, τις εικόνες και τα applets που περιέχει το έγγραφο αυτό. Στο DOM λοιπόν το

αντικείμενο Document είναι ο αρχικός κόμβος της ιεραρχίας που περιέχει όλα τα αντικείμενα ενός HTML εγγράφου.

Τα Style Sheets επιτρέπουν τον διαχωρισμό της μορφής του εγγράφου (γραμματοσειρές, χρώματα, περιθώρια κτλ.) από την δομή του εγγράφου (επικεφαλίδες, παράγραφοι, λίστες κτλ.). Το CSS στάνταρτ από το World Wide Web Consortium (W3C) καθορίζει πώς αυτά τα στυλ του εγγράφου μπορούν να καθοριστούν για HTML έγγραφα. Επιπλέον καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο τα στυλ αυτά μπορούν να προσπελαστούν και να αλλαχθούν μέσα από κώδικα JavaScript.

4.4.5 AJAX

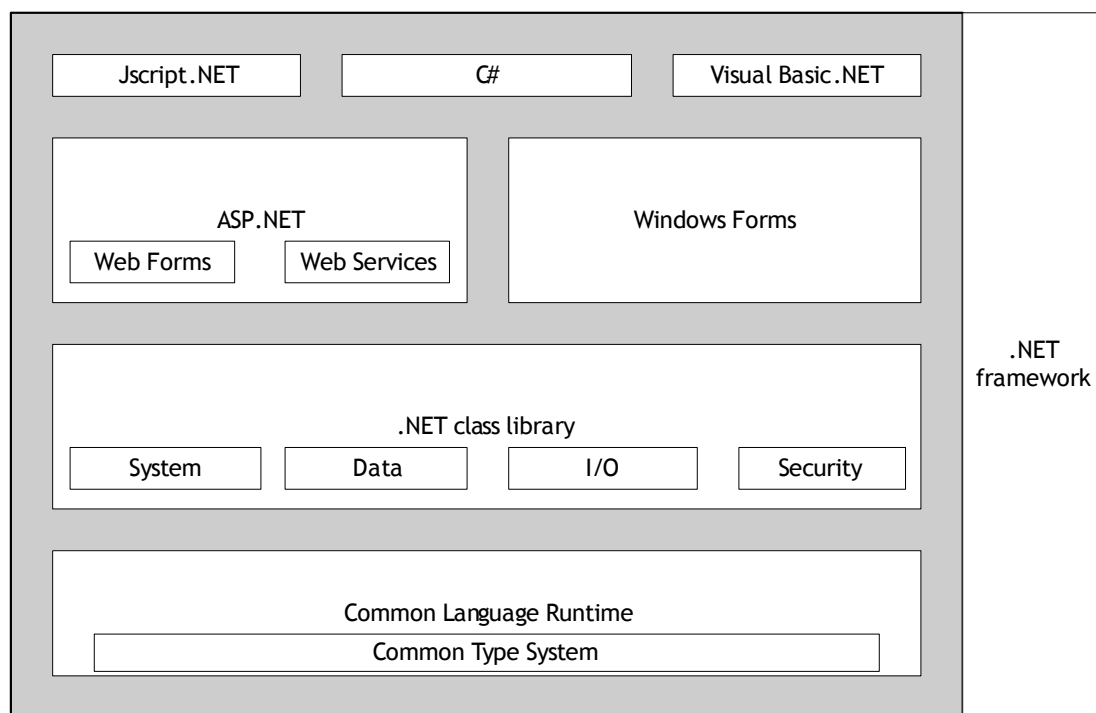
Το ακρωνύμιο AJAX σημαίνει Asynchronous Javascript and XML και είναι μια τεχνική στον ιστό προκειμένου να μειώσει το ποσό της πληροφορίας που έρχεται από τον εξυπηρετητή και να ανανεώσει μέρος ενός HTML εγγράφου. Ο όρος αυτό είναι ψευδεπίγραφα καινούριος διότι χρησιμοποιεί χρησιμοποιημένες DHTML τεχνολογίες. Ανακαλύφθηκε από μεγάλο μέρος των προγραμματιστών πρόσφατα (2005) για το λόγο αυτό υπάρχει αναστάτωση στην αγορά. Στην διπλωματική μας κάναμε χρήση της τεχνολογίας AJAX που φέρνει δεδομένα από τον εξυπηρετητή ωστόσο ο web server δεν επιστρέφει XML κείμενο αλλά πίνακες σε μορφή Javascript για καλύτερη απόδοση.

4.4.6 Πλατφόρμα .NET

Η πλατφόρμα .NET (.NET framework) είναι μία πλατφόρμα εργαλείων, βιβλιοθηκών και γλωσσών η οποία επισήμως παρουσιάστηκε το 2001 από την Microsoft. Αναπτύχθηκε κυρίως για να αντιπαρατεθεί στην πλατφόρμα της Sun (Java platform) και να αντιμετωπίσει συγκεκριμένα προβλήματα ανάπτυξης εφαρμογών στην πλατφόρμα των Windows. Αναπτύσσονται παράλληλα συμβατές πλατφόρμες (Mono.NET, dotGNU) που επιτρέπουν την εκτέλεση .NET εφαρμογών σε διάφορες υλοποιήσεις UNIX και μελλοντικά σε VMS.

Προσφέρει, ασφάλεια τύπων, μεγάλη βιβλιοθήκη από αντικείμενα και συναρτήσεις, δυνατότητα ανάπτυξης.

Η πλατφόρμα .NET αποτελείται από πέντε κυρίως συστατικά:



Εικόνα 1 – Τμήματα του .NET Framework

- Περιβάλλον εκτέλεσης κοινής γλώσσας (Common Language Runtime:CLR)
- Τη βιβλιοθήκη της πλατφόρμας .NET (.NET Class Library)
- Windows Forms.
- Τις παρεχόμενες υπηρεσίες διαδικτύου (ASP.NET)
- Τις γλώσσες προγραμματισμού VB.NET, C#.NET, Jscript.NET.

Από αυτές τις τεχνολογίες θα ασχοληθούμε με:

- το περιβάλλον κοινής εκτέλεσης (CLR),
-

- τη βιβλιοθήκη της πλατφόρμας .NET (Class library) και ειδικότερα με τα αντικείμενα διασύνδεσης με δεδομένα (ADO.NET)
- Τις παρεχόμενες υπηρεσίες δυναμικών ιστοσελίδων διαδικτύου (ASP.NET)
- τη γλώσσα προγραμματισμού C#

4.4.7 Common Language Runtime

Το Common Language Runtime (CLR) είναι το ενδιάμεσο επίπεδο μεταξύ μίας εφαρμογής και του λειτουργικού συστήματος το οποίο εκτελεί την συγκεκριμένη εφαρμογή.

Η ύπαρξη του CLR απλοποιεί την σχεδίαση μιας εφαρμογής και μειώνει το μέγεθος του απαιτούμενου κώδικα καθώς παρέχει τις εξής υπηρεσίες όπως:

- ❖ διαχείριση μνήμης (memory management).
- ❖ διαχείριση νημάτων (thread management).
- ❖ διαχείριση συστατική διάρκεια ζωής (component lifetime management).
- ❖ διαχείριση λαθών κατά την εκτέλεση.

Το βασικό όφελος του CLR είναι ότι παρέχει διαφανώς αυτές τις υπηρεσίες εκτέλεσης σε όλες τις εφαρμογές, ανεξαρτήτως της γλώσσας προγραμματισμού που έχουν υλοποιηθεί και χωρίς οποιαδήποτε προσθήκη κώδικα.

Το CLR είναι επίσης υπεύθυνο για την μεταγλώττιση του κώδικα λίγο πριν να εκτελεστεί. Σε αντίθεση με τους παραδοσιακούς μεταγλωττιστές, οι μεταγλωττιστές γλωσσών για περιβάλλοντα .NET παράγουν ένα ιδιαίτερο τύπο κώδικα που είναι κοινός για την πλατφόρμα. Ονομάζεται “ενδιάμεση γλώσσα” (Microsoft Intermediate Language) και είναι γνωστή με την συντομογραφία IL. Με την έναρξη της διαδικασίας εκτέλεσης το CLR χρησιμοποιεί ένα μεταγλωττιστή (Just in time compiler) που μετατρέπει την ενδιάμεση γλώσσα σε εκτελέσιμες εντολές κατάλληλες για τον επεξεργαστή και το λειτουργικό σύστημα.

Η απόδοση των γλωσσών της πλατφόρμας .NET έχουν την ίδια ακριβώς απόδοση καθώς έχουν τον ίδιο μεταγλωττισμένο κώδικα.

4.4.7.1 Σύστημα κοινών τύπων (Common Type System)

Το σύστημα κοινών τύπων (Common Type System:CTS) είναι μέρος του CLR και παρέχει ένα κοινό σύνολο τύπων δεδομένων οι οποίοι έχουν ένα κοινό σύνολο συμπεριφορών (behaviours). Για παράδειγμα στη Visual Basic.NET ο τύπος αλφαριθμητικού (String) αντιστοιχίζεται στην κλάση `System.String` του CTS. Συνεχίζοντας το παράδειγμα εάν ένα πρόγραμμα γραμμένο σε JScript.NET χρειαστεί να χρησιμοποιήσει κώδικα υλοποιημένο σε VB.NET δε θα χρειαστεί καμία επιπρόσθετη εργασία για την ανταλλαγή πληροφοριών καθώς οι τύποι δεδομένων είναι κοινοί και για τις δύο γλώσσες JScript.NET και VB.NET. Συνεπώς το κοινό σύστημα δεδομένων CTS εξαλείφει τα προβλήματα εκτέλεσης κώδικα γραμμένο σε διαφορετικές γλώσσες.

4.4.8 C#

Η γλώσσα C# είναι μία νέα γλώσσα προγραμματισμού που εμφανίστηκε παράλληλα με το περιβάλλον ανάπτυξης .NET . Τα πλεονεκτήματά της είναι ότι συνδυάζει τα πλεονεκτήματα των ευρύτερα χρησιμοποιούμενων γλωσσών προγραμματισμού:

- ❖ Πλήρης αντικειμενοστρεφής προσανατολισμός,
 - ❖ Πολύ ισχυρή ασφάλεια τύπων,
 - ❖ Ανακύκλωση αχρησιμοποίητης πλέον δεσμευμένης μνήμης (*Garbage collection*),
 - ❖ Συνδυασμός του εύκολου τρόπου σύνταξης της Java και Visual Basic με την ειδική σύνταξη λέξεων-κλειδιών και τελεστών της C++,
 - ❖ Δυνατότητα χρήσης “υποψηφίων” συναρτήσεων (*delegates*) παρά δεικτών σε συναρτήσεις για μεγαλύτερη ασφάλεια και προστασία τύπων.
 - ❖ Δυνατότητα χρήσης δεικτών για μεγαλύτερες επιδόσεις ή για συγγραφή προγραμμάτων οδήγησης υλικού (*hardware drivers*).
-

4.4.9 Active Server Pages .NET (ASP.NET)

Η τεχνολογία Active Server Pages είναι μία τεχνολογία παραγωγής δυναμικών σελίδων HTML από την πλευρά του Web server. Η τεχνολογία αυτή υπάρχει εδώ και αρκετά χρόνια και η παλαιότερη μορφή υποστήριζε δύο μεταφραζόμενες κατά την εκτέλεση (interpreted) γλώσσες: τη VBScript και την Jscript (ECMAScript).

Με την δημιουργία του περιβάλλοντος .NET αναδημιουργήθηκε όλη πλατφόρμα ASP. Κρατήθηκε η παλαιά λειτουργικότητα και προστέθηκαν δύο σημαντικές τεχνολογίες: τα Web Forms και τα Web Services.

Αντίθετα από την τεχνολογία ASP, το ASP.NET χρησιμοποιεί την πλατφόρμα .NET. Αυτό δίνει τα εξής πλεονεκτήματα:

- **Βελτιωμένη απόδοση:** Ο ASP.NET κώδικας είναι ένας μεταγλωττισμένος κώδικας σε “ενδιάμεση γλώσσα” (IL) σε αντίθεση με τον κώδικα ASP ο οποίος μεταγλωττίζεται κατά την εκτέλεση (interpretation). Το CLR παρέχει (just-in time) μεταγλώττιση, βελτιστοποίηση κώδικα για τον επεξεργαστή του συστήματος και εναποθήκευση (caching). Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η μεταγλώττιση είναι διαδικασία δύο σταδίων. Κατ' αρχάς, ο κώδικας ASP.NET μεταγλωττίζεται στην “ενδιάμεση γλώσσα” (IL). Κατόπιν, στο χρόνο εκτέλεσης, το IL μεταγλωττίζεται στον εγγενή κώδικα. Μόνο τα τμήματα του κώδικα που χρειάζονται πραγματικά θα μεταγλωττιστούν στον εγγενή κώδικα. Αυτό ακριβώς καλείται έγκαιρη μεταγλώττιση (just in time compilation). Αυτά τα χαρακτηριστικά οδηγούν σε μια γενικά βελτιωμένη απόδοση των ASP.NET εφαρμογών.

- **Ευελιξία:** Υπάρχει η δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί ολόκληρη η βιβλιοθήκη .NET και να χρησιμοποιηθεί οποιαδήποτε γλώσσα προγραμματισμού που υποστηρίζεται από το περιβάλλον .NET καθώς το ASP.NET δεν εξαρτάται από συγκεκριμένη γλώσσα .

▪ **Τιμές των παραμέτρων διαμόρφωσης:** Οι τιμές των παραμέτρων διαμόρφωσης είναι καταχωρούνται με XML. Η μορφή XML είναι μια ιεραρχική μορφή κειμένων, η οποία είναι εύκολο να διαβαστεί και να γραφτεί. Αυτή η μορφή καθιστά εύκολο τις νέες τιμές των παραμέτρων στις εφαρμογές χωρίς την ανάγκη χρησιμοποίηση οποιονδήποτε εξεζητημένων εργαλείων διαχείρισης συστήματος.

▪ **Ασφάλεια:** Οι εφαρμογές ASP.NET είναι ασφαλείς και χρησιμοποιούν ένα σύνολο προκαθορισμένων διαδικασιών έγκρισης και πιστοποίησης ταυτότητας. Εντούτοις, είναι δυνατόν να τροποποιηθούν οι διαδικασίες που εξασφαλίζουν τις ανάγκες ασφάλειας μιας εφαρμογής.

Επιπρόσθετα είναι εφικτό με σχετικά απλό τρόπο να μεταφερθούν παλαιότερες εφαρμογές ASP στην νεότερη πλατφόρμα ASP.NET.

Επιπρόσθετα το ASP.NET εισάγει δύο νέες σημαντικές τεχνολογίες: Φόρμες ιστού (Web forms) και υπηρεσίες Ιστού (Web Services). Παρακάτω θα αναφερθούμε συνοπτικά στις τεχνολογίες αυτές καθώς δεν χρησιμοποιήθηκαν στην υλοποίησή μας.

4.4.10 Φόρμες Ιστού

Οι Φόρμες Ιστού (Web Forms) είναι μία τεχνολογία περιγραφόμενη σε μορφή κειμένου XML. Περιέχει αυτοματοποιήσεις παραγωγής δυναμικού κειμένου σε HTML με ελάχιστο κώδικα. Οι φόρμες περιγράφουν οντότητες με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά τα οποία μπορούν να προσπελασθούν, να μεταβληθούν και να αναγνωστούν από τις γλώσσες που υποστηρίζει ASP.NET. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η οντότητα Calendar η οποία παράγει δυναμικό κώδικα παρουσίασης ενός ημερολογίου με αμφίδρομη λειτουργικότητα μεταξύ πελάτη και εξυπηρετητή.

Μάλιστα παρέχει τη διευκόλυνση ώστε στην περίπτωση που ο περιηγητής δικτύου του χρήστη (Web browser) είναι ο Internet explorer, μεγάλο μέρος του κώδικα να

εκτελείται δυναμικά στον υπολογιστή – πελάτη του χρήστη. Διαφορετικά μέρος του δυναμικά παραγόμενου κώδικα εκτελείται στον εξυπηρετητή.

4.4.11 Υπηρεσίες Ιστού (Web Services)

Η Υπηρεσία Ιστού είναι μια εφαρμογή που εκθέτει προγραμματιστικά τη διεπαφή (interface) μέσω των προτύπων μέθοδοι προσπέλασης. Οι υπηρεσίες Ιστού έχουν ως σκοπό ύπαρξης να χρησιμοποιηθούν από άλλες εφαρμογές και το περιεχόμενό τους δεν προορίζεται να είναι άμεσα χρήσιμο για τον τελικό χρήστη. Οι υπηρεσίες Ιστού καθιστούν εύκολο την υλοποίηση εφαρμογών που βασίζονται σε δεδομένα και εκτέλεση λειτουργιών από απομακρυσμένες πηγές με απλό και συμβατό τρόπο.

Παραδείγματος χάριν, μπορεί να γραφτεί μια υπηρεσία Ιστού που παρέχει τις καιρικές πληροφορίες για τους συνδρομητές της υπηρεσίας. Οι χρήστες μπορούν απλά να καλέσουν μια μέθοδο από την Υπηρεσία Ιστού σαν να καλούν μια μέθοδο μίας προγραμματιστικής βιβλιοθήκης που είναι εγκατεστημένη στο σύστημά τους — και να έχουν τις καιρικές πληροφορίες διαθέσιμες σε μια εύχρηστη μορφή που μπορούν να ενσωματώσουν είτε στις εφαρμογές είτε στις ιστοσελίδες τους χωρίς πρόβλημα.

4.4.12 ADO.NET

Το σύστημα που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας χρησιμοποιεί για την πρόσβαση στη βάση δεδομένων το σύστημα ADO.NET που σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε από τη Microsoft. Το σύστημα αυτό παρέχει ένα προγραμματιστικό interface (API) για την συγγραφή προγραμμάτων που λειτουργούν σε διαφορετικά λειτουργικά συστήματα και έχουν πρόσβαση σε δεδομένα που προέρχονται από αρχεία XML και σε δεδομένα που διαχειρίζονται διαφορετικά Συστήματα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων (DBMS).

Στην εργασία αυτή χρησιμοποιήθηκε μέρος των δυνατοτήτων της βιβλιοθήκης ADO.NET και συγκεκριμένα διαχείριση και ανάκτηση δεδομένων από τη βάση

δεδομένων SQL Server της Microsoft. Για την πρόσβαση σε αυτά τα δεδομένα χρησιμοποιείται η γλώσσα ανάκτησης δομημένης πληροφορίας SQL.

4.4.13 Office Web Components

Τα Office Web Components είναι μία σειρά από τεχνολογίες της Microsoft δανεισμένη από την σουίτα εφαρμογών του Microsoft Office και προσαρμοσμένες για εφαρμογές διαδικτύου. Περιλαμβάνει σειρά από δυνατότητες όπως τη μηχανή γραφημάτων, τις λειτουργίες λογιστικών φύλλων κ.ά.

4.5 Περίληψη

Για την κατασκευή του συστήματος χρησιμοποιήθηκαν πολλές διαφορετικές τεχνολογίες. Η επίλυση των πολυκριτήριων μεθόδων υλοποιήθηκε με τη βοήθεια της γλώσσας C#. Χρησιμοποιήθηκε HTML για την συγγραφή εγγράφων που μπορούν να παρουσιαστούν από φυλλομετρητές ιστοσελίδων και αλληλεπιδραστικότητα τους προσθέτοντας σε αυτά scripting κώδικα με τη βοήθεια της JavaScript και χρησιμοποιώντας τις τεχνολογίες της DHTML. Για ταχύτερη μεταφορά δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν AJAX τεχνικές. Για τη δημιουργία δυναμικών απαντήσεων από το σύστημα και τη βάση του συστήματος χρησιμοποιήσαμε τις Active Server Pages.NET της Microsoft, που παράγουν δυναμικές απαντήσεις AJAX στον Web Server. Για να γίνει επικοινωνία με τη βάση δεδομένων από τα ASP.NET έγγραφα χρησιμοποιήθηκε η βιβλιοθήκη ADO.NET που επιτρέπει πρόσβαση σε διάφορες πηγές δεδομένων. Τέλος για την παραγωγή γραφημάτων χρησιμοποιήθηκε μέρος της τεχνολογίας Office Web Components η οποία παράγει γραφήματα τύπου Excel.

Στο επόμενο κεφάλαιο θα περιγραφθεί το υποσύστημα παρουσίασης τους συστήματος με το οποίο τα δεδομένα αυτά παρουσιάζονται στο χρήστη και αυτός αλληλεπιδρά μεταξύ τους. Θα παρουσιασθεί το interface του συστήματος μας και θα αναλυθούν οι παρεχόμενες δυνατότητες στους χρήστες – αναλυτές.

5 Παρουσίαση συστήματος μέσω μιας πραγματικής εφαρμογής

5.1 Γενικά

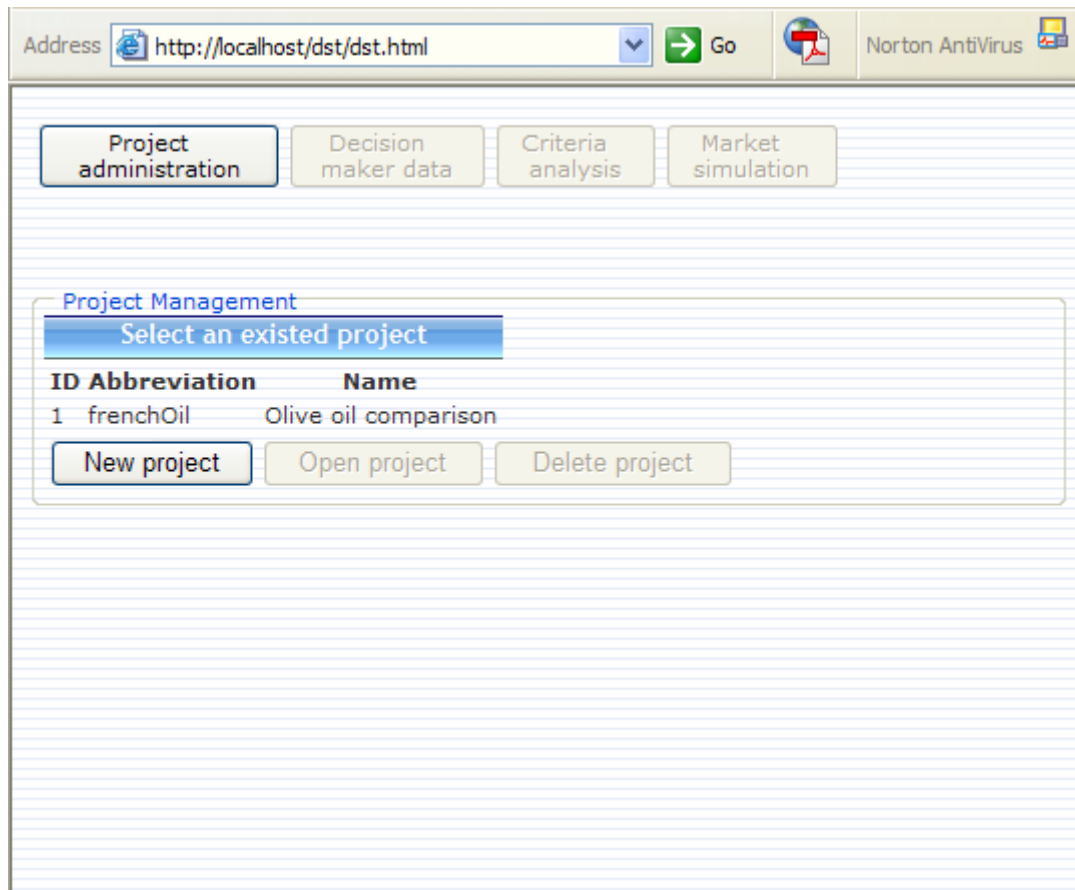
Για την πρόσβαση στο σύστημα υποστήριξης αποφάσεων έχει σχεδιαστεί ένα απλό γραφικό περιβάλλον υλοποιημένο σε φυλλομετρητή δικτύου (browser). Το περιβάλλον αυτό δίνει όλα τα απαραίτητα εργαλεία για την υποβολή των ερωτηματολογίων, διαχείριση των στοιχείων των project, εμφάνιση, επεξεργασία και προσομοίωση των δεδομένων. Οι λειτουργίες αυτές έχουν χωρισθεί σε 4 καρτέλες για ευκολότερη χρήση τους. Περιλαμβάνουν τις καρτέλες:

- ❖ Διαχείρισης project
- ❖ Εμφάνισης πολυκριτήριων στοιχείων για τον κάθε καταναλωτή
- ❖ Ανάλυσης κριτηρίων για όλους τους καταναλωτές
- ❖ Μεριδίων της αγοράς και προσομοίωσης σεναρίων

Παρακάτω ακολουθεί λεπτομερέστερα εξήγηση της χρήσης των λειτουργιών αυτών με την παράλληλη παράθεση εικόνων.

5.2 Διαχείριση projects

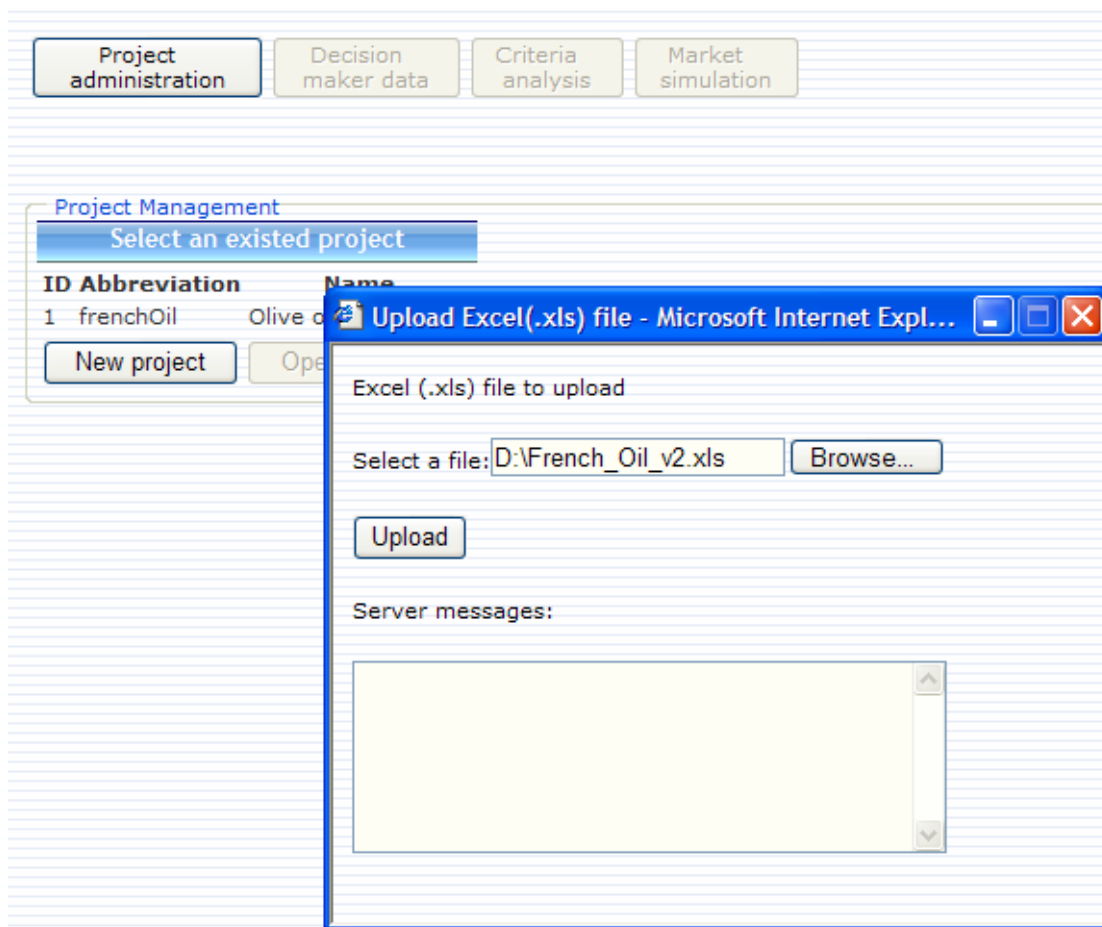
Η καρτέλα της διαχείρισης project είναι υπεύθυνη όπως αναφέρει και το όνομά της για την εμφάνιση, το άνοιγμα, τη διαγραφή υπαρχόντων project. Δίνει επίσης τη δυνατότητα για την υποβολή νέου ερωτηματολογίου – με τις απαντήσεις των χρηστών – για τη δημιουργία νέου project. Αναλυτικότερα εξηγούνται παρακάτω:



Εικόνα 2-Διαχείριση project

5.2.1 Νέο project

Με την επιλογή νέου project υποβάλλουμε στο σύστημα μας ένα ερωτηματολόγιο – με τις απαντήσεις των αποφασιζόντων – προς ανάλυση. Το αρχείο που υποβάλλεται είναι ένα αρχείο λογιστικού τύπου XLS (Microsoft Excel) με κατάλληλο format. Με την υποβολή του ερωτηματολογίου, γίνονται οι καταχωρήσεις των ερωτήσεων, απαντήσεων και η πολυκριτήρια ανάλυση. Σε σύγχρονα συστήματα η διαδικασία ανάλυσης μπορεί να χρειαστεί από δευτερόλεπτα μέχρι ελάχιστα λεπτά.



Εικόνα 3- Υποβολή νέου ερωτηματολογίου -

Δημιουργία νέου project

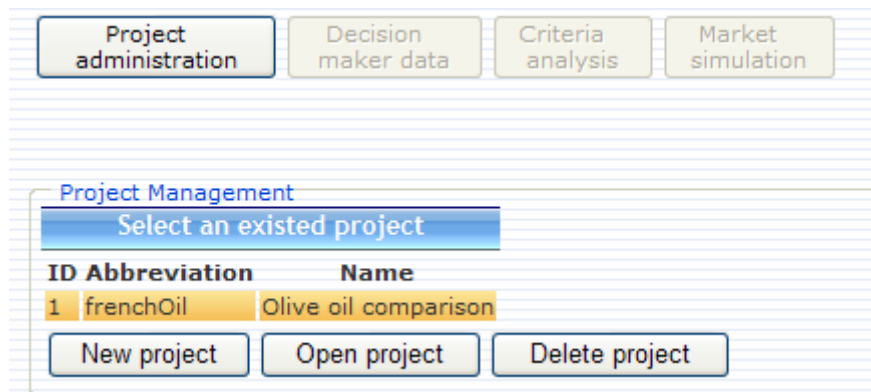
5.2.2 Επιλογή υπάρχοντος project

Η επιλογή ενός υπάρχοντος project γίνεται από τον αναλυτή είτε για να το ανοίξει είτε για να το σβήσει. Πραγματοποιείται φέρνοντας τον δείκτη του ποντικιού πάνω από τη λίστα των διαθέσιμων project και πατώντας το αριστερό του πλήκτρο πάνω στο project προς επιλογή.

5.2.3 Άνοιγμα υπάρχοντος project

Με την επιλογή ενός project από την λίστα των διαθέσιμων project είναι δυνατό να φορτωθούν τα απαραίτητα στοιχεία για την εμφάνιση των στοιχείων ενός project. Σε

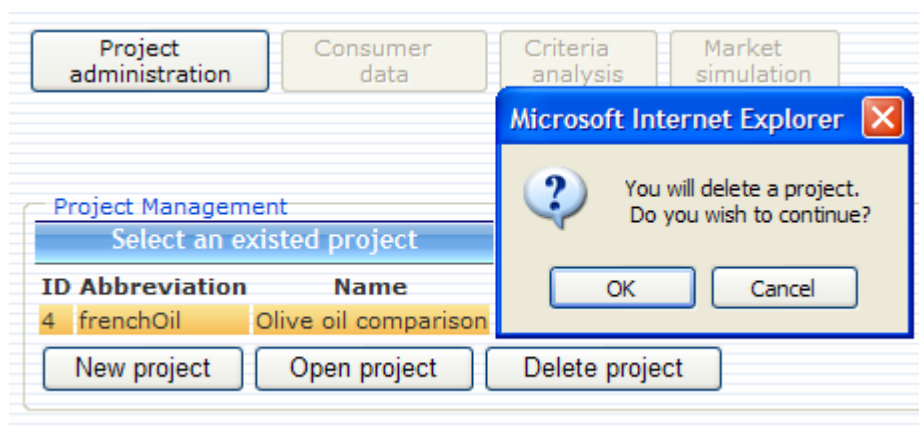
περίπτωση που το project αυτό είναι ήδη ανοιγμένο εμφανίζεται προειδοποιητικό μήνυμα.



Εικόνα 4-Επιλογή από την λίστα των project

5.2.4 Διαγραφή project

Με την επιλογή ενός project από την λίστα των διαθέσιμων project είναι πλέον δυνατή η διαγραφή όλων των στοιχείων που απαρτίζουν ένα project. Στη διαδικασία αυτή διαγράφονται τα στοιχεία του ερωτηματολογίου, οι απαντήσεις των χρηστών και τα στοιχεία από τις πολυκριτήριες αναλύσεις για κάθε χρήστη. Σε περίπτωση το project προς διαγραφή είναι ήδη ανοιγμένο, εμφανίζεται προειδοποιητικό μήνυμα.



Εικόνα 5 - Διαγραφή project

5.3 Αποτελέσματα πολυκριτήριας ανάλυσης

Στην καρτέλα ανάλυσης συμπεριφοράς καταναλωτή, παρουσιάζονται τα εξής στοιχεία:

- ❖ πολυκριτήριος πίνακας αποφασίζοντα
- ❖ πίνακας ελάχιστων – μέγιστων τιμών των κριτηρίων
- ❖ πολυκριτήρια αποτελέσματα αποφασίζοντα
- ❖ διάγραμμα κανονικοποιημένων μερικών χρησιμοτήτων καταναλωτή
- ❖ χειριστήριο επιλογής πολυκριτήριας μεθόδου
- ❖ χειριστήριο επιλογής καταναλωτή

5.3.1 Πολυκριτήριος πίνακας καταναλωτή

Στον πολυκριτήριο πίνακα του καταναλωτή φαίνεται η αξιολόγηση του ως προς τις επιδόσεις του κάθε κριτηρίου στο κάθε προϊόν. Όπως προαναφέρθηκε η χειρότερη αξιολόγηση για ένα ποιοτικό κριτήριο είναι το 1 με μεγαλύτερους αριθμούς να αναπαριστούν μεγαλύτερη προτίμηση.

Για τα ποσοτικά κριτήρια όσο μεγαλύτερος ο αριθμός τόσο μεγαλύτερη η εκτίμηση του καταναλωτή. Υπάρχει εξαίρεση στον κανόνα αυτό στην περίπτωση των ποσοτικών δεδομένων όπως ο τιμή. Υπάρχει πιθανότητα μια καλή περίπτωση να μην είναι η μέγιστη τιμή αλλά η ελάχιστη.

Στην τελευταία στήλη παρουσιάζεται η προδιάταξη δηλαδή οι συνολικές αξιολογήσεις που δίνει ο ερωτώμενος για τα προϊόντα. Η καλύτερη επιλογή αναπαρίσταται με τον αριθμό 1 και οι χειρότερες με μεγαλύτερους αριθμούς.

multicriteria table							
	Advertisement	Colour	Odour	Taste	Packaging	Price (Fr)	Weak Order
CARAPELLI	3	2	1	1	3	31	4
LERIDA	3	2	2	3	1	65	5
KOLYMVARI	1	2	1	1	3	20	6
HEDIARD	3	2	3	2	2	48	3
JARRE d'OR	3	2	3	3	2	37	2
PUGET	3	1	2	2	3	18	1

Εικόνα 6 – Πολυκριτήριος πίνακας καταναλωτή

5.3.2 Πίνακας ελάχιστων – μέγιστων τιμών των κριτηρίων

Ο πίνακας αυτός παρουσιάζει τις μικρότερες και μεγαλύτερες δυνατές τιμές των κριτηρίων. Σε περίπτωση ποσοτικού κριτηρίου – όπως την τιμή – αν υπάρχουν αρνητικές τιμές σημαίνει ότι η απολύτως μικρότερη τιμή είναι πιο επιθυμητή.

criteria data						
	Advertisement	Colour	Odour	Taste	Packaging	Price(Fr)
Min value 1	1	1	1	1	1	65
Max value 4	3	3	3	4	18	

Εικόνα 7-Πίνακας μέγιστων ελάχιστων τιμών των
κριτηρίων

5.3.3 Πολυκριτήρια αποτελέσματα καταναλωτή

Με τις απαντήσεις του κάθε αποφασίζοντα και βάσει των στοιχείων για τα κριτήρια παράγονται τα πολυκριτήρια του αποτελέσματα.

marginal utilities						
	alt1	alt2	alt3	alt4	alt5	
Advertisement	0.00	25.14	25.14	25.14		
Colour	0.00	0.00	11.76			
Odour	0.00	7.56	11.89			
Taste	0.00	9.72	10.83			
Packaging	0.00	2.99	9.54	20.10		
Price(Fr)	0.00	1.67	12.18	12.18	20.27	

utilities							
	Advertisement	Colour	Odour	Taste	Packaging	Price (Fr)	global utility
CARAPELLI	25.14	0.00	0.00	0.00	9.54	12.18	46.87
LERIDA	25.14	0.00	7.56	10.83	0.00	0.00	43.53
KOLYMVARI	0.00	0.00	0.00	0.00	9.54	18.90	28.44
HEDIARD	25.14	0.00	11.89	9.72	2.99	6.36	56.11
JARRE d'OR	25.14	0.00	11.89	10.83	2.99	12.18	63.04
PUGET	25.14	0.00	7.56	9.72	9.54	20.27	72.24

post-optimality analysis						
	Advertisement	Colour	Odour	Taste	Packaging	Price (Fr)
80.00		0.00	6.67	0.00	3.97	9.36
9.43		70.57	6.67	0.00	3.97	9.36
6.67		0.00	57.99	0.00	29.32	6.03
6.67		0.00	0.00	45.00	3.33	45.00
6.67		0.00	0.00	13.33	80.00	0.00
41.43		0.00	0.00	6.67	0.00	51.90

weights						
Mean Weights	25.14	11.76	11.89	10.83	20.10	20.27
Max Weights	80.00	70.57	57.99	45.00	80.00	51.90

Εικόνα 8-Πολυκριτήρια αποτελέσματα για τον καταναλωτή

Στην προηγούμενη εικόνα παρατίθενται τέσσερις (4) πίνακες:

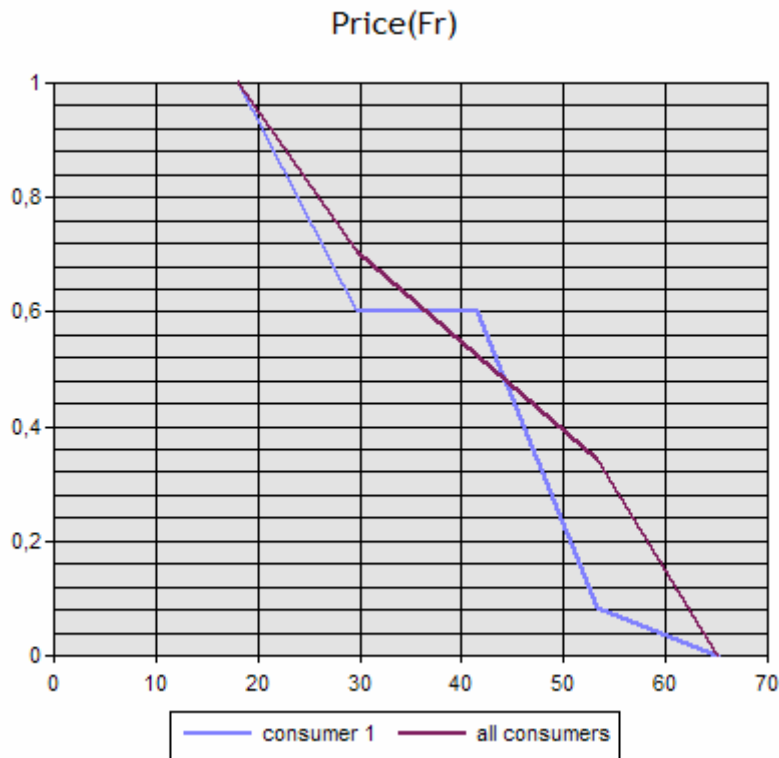
- ❖ Ο πίνακας μερικών χρησιμοτήτων
- ❖ Ο πίνακας χρησιμοτήτων που περιλαμβάνει και τις ολικές χρησιμότητες
- ❖ Ο πίνακας βαρών τα οποία έχουν προκύψει από την ανάλυση μεταβελτιστοποίησης

- ❖ Ο πίνακας βαρών που περιλαμβάνει τις μέγιστες και μέσες τιμές των στηλών του προηγούμενου πίνακα.

5.3.4 Διάγραμμα κανονικοποιημένων μερικών χρησιμοτήτων καταναλωτή

Στα διαγράμματα κανονικοποιημένων μερικών χρησιμοτήτων αναπαρίσταται η προτίμηση του αποφασίζοντα ως προς το κριτήριο όταν αυτό μεταβάλλεται μεταξύ της ελάχιστης και μέγιστης τιμής (του κριτηρίου). Κανονικοποιημένο καθώς όλες οι τιμές των μερικών χρησιμοτήτων κανονικοποιούνται ως προς τη μέγιστη τιμή των μερικών χρησιμοτήτων που μπορεί να έχει ένα κριτήριο για τον συγκεκριμένο καταναλωτή.

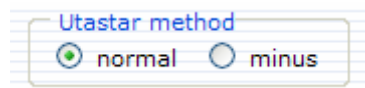
Στο διάγραμμα παρουσιάζονται παράλληλα οι μέσες μερικές χρησιμότητες απ' όλους τους ερωτώμενους προκειμένου να υπάρξει μία σύγκριση με τη γενική αξιολόγηση του κριτηρίου.



Εικόνα 9-Παράδειγμα διαγράμματος
κανονικοποιημένων μερικών χρησιμοτήτων
καταναλωτή

5.3.5 Χειριστήριο επιλογής πολυκριτήριας μεθόδου

Η εναλλαγή της πολυκριτήρια μεθόδου μεταξύ της UtaStar – UtaStarMinus γίνεται με την χρήση ενός radiobox όποτε τα προβαλλόμενα πολυκριτήρια αποτελέσματα μεταβάλλονται ώστε να συμφωνούν με την επιλεγμένη μέθοδο.



Εικόνα 10- Επιλογή πολυκριτήριας μεθόδου

5.3.6 Χειριστήριο επιλογής καταναλωτή

Η καρτέλα εμφάνισης δεδομένων των αποφασίζόντων έχει προεπιλεγμένη την εμφάνιση των δεδομένων του πρώτου αποφασίζοντα. Η επιλογή εμφάνισης των

στοιχείων άλλων καταναλωτών γίνεται με το χειριστήριο που βρίσκεται χαμηλά στην οθόνη. Με αυτό είναι δυνατό να επιλεγεί ο επόμενος, ο προηγούμενος καταναλωτής καθώς και οποιοσδήποτε από τους παρεχόμενους.



Εικόνα 11-Χειριστήρια επιλογής καταναλωτή

5.4 Ανάλυση συμπεριφοράς καταναλωτών

Στην καρτέλα ανάλυσης κριτηρίων πραγματοποιείται γενικώς η μελέτη της καταναλωτικής προτίμησης με βάση τα κριτήρια αξιολόγησης. Η βοήθεια στη μελέτη αυτή γίνεται με 5 «εργαλεία»:

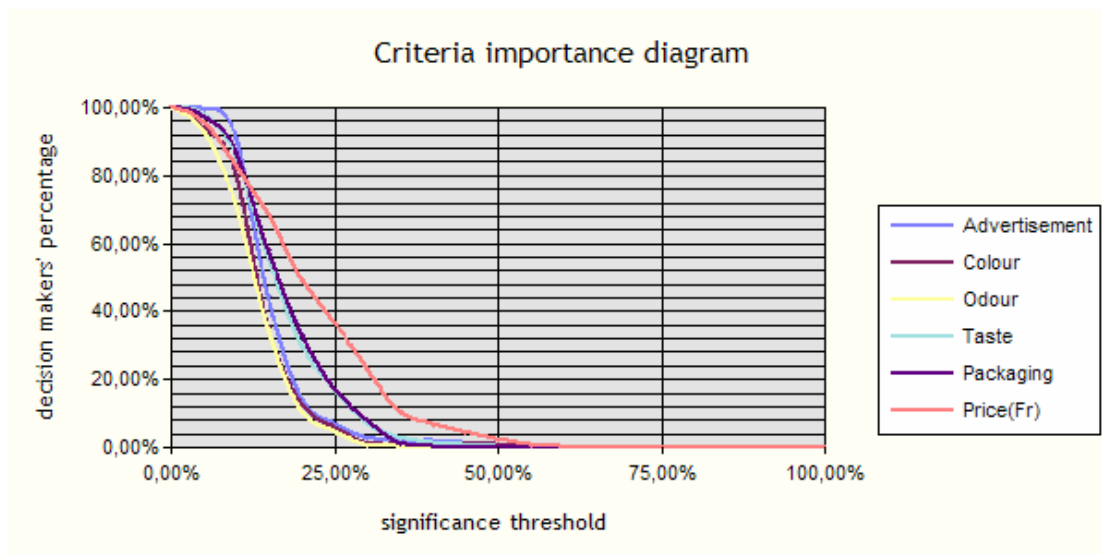
- ❖ Το διάγραμμα σημαντικότητας κριτηρίων
- ❖ Τον επιλογέα μέσων ή μέγιστων βαρών
- ❖ Οι μέσες τιμές των βαρών των κριτηρίων
- ❖ Το εργαλείο σχηματισμού κανόνων
- ❖ Το εργαλείο συνδυασμών των σημαντικότερων κριτηρίων

5.4.1 Το διάγραμμα σημαντικότητας κριτηρίων

Το διάγραμμα σημαντικότητας κριτηρίων είναι μία χρήσιμη λειτουργία της καρτέλας ανάλυσης κριτηρίων: Αναπαριστά την σημαντικότητα των κριτηρίων για τους αποφασίζοντες για ένα εύρος τιμών σημαντικότητας κατωφλίου. Αναδεικνύει την συσχέτιση της τιμής κατωφλίου της σημαντικότητας κριτηρίου με το ποσοστό των αποφασιζόντων όπου το βάρος του κριτηρίου τους βρίσκεται πάνω από την τιμή συσχετιζόμενη τιμή κατωφλίου.

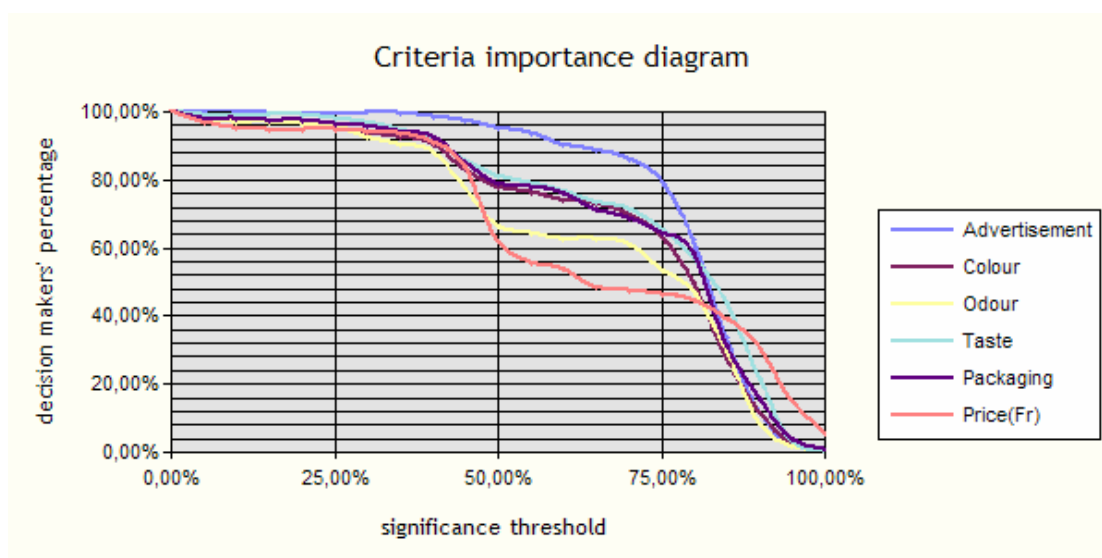
Υπάρχουν δύο επίσης τύπου βαρών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τα διαγράμματα :

Τα μέσα βάρη:



Εικόνα 12-Διάγραμμα με μέσα βάρη

Και τα μέγιστα βάρη:

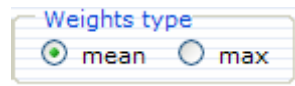


Εικόνα 13-Διάγραμμα με μέγιστα βάρη

Όπως είναι αναμενόμενο η χρήση των μέγιστων βαρών δίνει υψηλότερες τιμές στο διάγραμμα από την χρήση των μέσων βαρών.

5.4.2 Ο επιλογέας μέσων ή μέγιστων βαρών

Η μελέτη της καταναλωτικής συμπεριφοράς διεξάγεται με τη βοήθεια της ανάλυσης κριτηρίων. Υπάρχουν δύο δυνατότητες κατά την ανάλυση των κριτηρίων: Η πρώτη προσέγγιση είναι με τη χρήση των μέσων βαρών ενώ ο δεύτερος με τη χρήση των μέγιστων βαρών των κριτηρίων. Η επιλογή της χρήσης του τύπου των βαρών γίνεται απλούστατα με τη χρήση ενός radio box:



Εικόνα 14-Επιλογέας του τύπου των βαρών

5.4.3 Το εργαλείο σχηματισμού κανόνων

Για τη μελέτη των τμημάτων της αγοράς υπάρχει ένα βασικό εργαλείο το οποίο συνδυάζει τα κριτήρια εξετάζοντας ξεχωριστά το κάθε ένα ως:

- ❖ Σημαντικό,
- ❖ Μη-σημαντικό είτε
- ❖ Αδιάφορο

Ένα κριτήριο θεωρείται σημαντικό στην καταναλωτική απόφαση εφόσον το βάρος του υπερβαίνει μία τιμή κατωφλίου που υποδεικνύει το ελάχιστο όριο για να θεωρηθεί το κριτήριο σημαντικό. Σε περίπτωση που το βάρος είναι μικρότερο από την συγκεκριμένη τιμή κατωφλίου, θεωρείται ότι δεν έχει συμβολή στην απόφαση του καταναλωτή να επιλέξει ένα προϊόν συνεπώς το κριτήριο είναι ασήμαντο. Ένα αδιάφορο κριτήριο δεν παίρνει μέρος στη δημιουργία τμηματοποίησης της αγοράς.

Επανερχόμενοι στο εργαλείο τμηματοποίησης της αγοράς, ο αναλυτής μπορεί να θέσει τιμή κατωφλίου σημαντικότητας για κάθε κριτήριο ξεχωριστά. Η διδόμενη τιμή είναι εκατοστιαίου τύπου (%).

Για κάθε κριτήριο επιπρόσθετα δίνεται και η πληροφορία αν θα είναι σημαντικά, ασήμαντα ή αδιάφορα.

- ❖ Το κριτήριο είναι σημαντικό όταν επιλεγθεί το πεδίο “τύπος” ως “>=
- ❖ Το κριτήριο είναι ασήμαντο όταν επιλεγθεί το πεδίο “τύπος” ως “<”
- ❖ Το κριτήριο είναι αδιάφορο όταν επιλεγθεί το πεδίο “τύπος” ως “~”

alternative	threshold	type
Advertisement	0	>=
Colour	0	>=
Odour	0	>=
Taste	0	>=
Packaging	0	>=
Price(Fr)	0	>=
computed cases: 204/204 (100.00%)		compute

Εικόνα 15- Το εργαλείο σχηματισμού κανόνων

5.4.4 Οι μέσες τιμές των βαρών των κριτηρίων

Οι μέσες τιμές είτε για τα μέσα βάρη είτε για τα μέγιστα βάρη των καταναλωτών μας δίνει πληροφορία για τη βαρύτητα που είχε κάθε κριτήριο για την απόφασή τους. Παρακάτω παριστάνεται ο πίνακας μέσων τιμών των μέσων βαρών των καταναλωτών. Ο πίνακας των μέσων βαρών μας πληροφορεί γενικά για την επίδραση του κάθε κριτηρίου στο σχηματισμό της γνώμης του καταναλωτή:

criteria mean weights (%)	
Advertisement	16.09
Colour	14.27
Odour	13.22
Taste	17.50
Packaging	17.61
Price(Fr)	21.30

Εικόνα 16-Μέσες τιμές των μέσων βαρών όλων των καταναλωτών

Παρακάτω παριστάνεται ο πίνακας μέσων τιμών των μέγιστων βαρών των ερωτώμενων. Ο πίνακας των μέγιστων βαρών δίνει περισσότερες πληροφορίες για το πόσοι χρήστες είχαν «ακραίες» προτιμήσεις σε κάποιο κριτήριο.

criteria max weights (%)	
Advertisement	78.93
Colour	70.60
Odour	66.42
Taste	73.95
Packaging	72.18
Price(Fr)	66.53

Εικόνα 17-Μέσες τιμές των μέγιστων βαρών όλων των καταναλωτών

5.4.5 Το εργαλείο συνδυασμών των σημαντικότερων κριτηρίων

Το εργαλείο συνδυασμών των σημαντικότερων κριτηρίων είναι μία εξειδικευμένη έκδοση του εργαλείου σχηματισμού κανόνων. Αλγοριθμικά ακολουθεί τα εξής βήματα:

- ❖ Βρίσκει τα τρία (3) πιο σημαντικά κριτήρια από τις μέσες τιμές των βαρών όλων των αποφασιζόντων χρησιμοποιώντας είτε τα μέγιστα είτε τα μέσα βάρη.

- ❖ Δημιουργεί όλους τους δυνατούς συνδυασμούς θεώρησης ενός κριτηρίου (σημαντικό, μη σημαντικό και αδιάφορο)
- ❖ Χρησιμοποιεί συγκεκριμένο κατώφλι σημαντικότητας για τα 3 πιο σημαντικά κριτήρια το οποίο δίνεται από τον αναλυτή.
- ❖ Υπολογίζει το ποσοστό της αγοράς που ικανοποιεί τον κάθε προκύπτον συνδυασμό.

most important criteria combination				
Advertisement	Taste	Packaging	cases	percentage (%)
✓	✓	✓	196	96.08
✗	✓	✓	1	0.49
neutral	✓	✓	197	96.57
✓	✗	✓	2	0.98
✗	✗	✓	0	0.00
neutral	✗	✓	2	0.98
✓	neutral	✓	198	97.06
✗	neutral	✓	1	0.49
neutral	neutral	✓	199	97.55
✓	✓	✗	5	2.45
✗	✓	✗	0	0.00
neutral	✓	✗	5	2.45
✓	✗	✗	0	0.00
✗	✗	✗	0	0.00
neutral	✗	✗	0	0.00
✓	neutral	✗	5	2.45
✗	neutral	✗	0	0.00
neutral	neutral	✗	5	2.45
✓	✓	neutral	201	98.53
✗	✓	neutral	1	0.49
neutral	✓	neutral	202	99.02
✓	✗	neutral	2	0.98
✗	✗	neutral	0	0.00
neutral	✗	neutral	2	0.98
✓	neutral	neutral	203	99.51
✗	neutral	neutral	1	0.49
neutral	neutral	neutral	204	100.00
Threshold value (%)			17	compute

Εικόνα 18-Εργαλείο συνδυασμού σημαντικότερων

κριτηρίων

5.5 Μεριδία και προσομοιώσεις της αγοράς

Μετά την ανάλυση των κριτηρίων και την ανάδειξη της σημασίας που δίνουν οι αποφασίζοντες σε καθένα από αυτά, προχωρούμε στην επόμενη και τελευταία καρτέλα. Αποστολή της είναι ο υπολογισμός των μεριδίων της αγοράς για τα προϊόντα:

όπως διαμορφώθηκαν από τις απαντήσεις των αποφασιζόντων έπειτα από προσομοίωση της αγοράς έχοντας μεταλλάξει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά των προϊόντων.

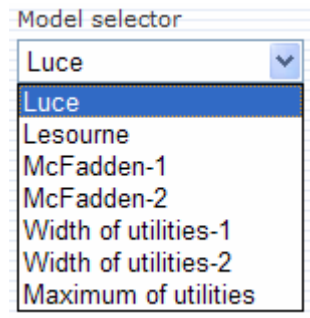
5.5.1 Μοντέλα υπολογισμού των μεριδίων αγοράς

Όπως έχει προαναφερθεί στην διάθεση του αναλυτή, υπάρχουν επτά διαφορετικά μοντέλα υπολογισμού μεριδίων των προϊόντων.

Διατίθενται τα μοντέλα:

- ❖ Luce
- ❖ Lesourne
- ❖ McFadden-1
- ❖ McFadden-2
- ❖ Width of utilities-1
- ❖ Width of utilities-2
- ❖ Maximum of utilities

Το καθένα από αυτά δίνει διαφορετικές εκτιμήσεις από το άλλο. Ο επιλογέας του μοντέλου στον περιηγητή δικτύου φαίνεται παρακάτω:



Εικόνα 19-Επιλογέας μοντέλου προσδιορισμού
μεριδίων της αγοράς

5.5.2 Πολυκριτήριος πίνακας

Σημαντικό εργαλείο για τις προσομοιώσεις είναι ο πολυκριτήριος πίνακας των μέσων εκτιμήσεων όλων των καταναλωτών. Σε περίπτωση ποσοτικού κριτηρίου – όπως η τιμή αγοράς – εμφανίζονται οι μέσες τιμές των πολυκριτήριων αξιολογήσεων για το σύνολο των καταναλωτών. Σε περίπτωση ποιοτικού δε κριτηρίου εμφανίζονται οι μέσες τιμές των αντίστοιχων πολυκριτήριων αξιολογήσεων για το σύνολο καταναλωτών –μέσα σε παρένθεση– καθώς και οι στρογγυλοποιήσεις των τιμών αυτών στον κοντινότερο ακέραιο αριθμό. Ένα παράδειγμα του είδους αυτού του πολυκριτήριου πίνακα φαίνεται παρακάτω:

	Advertisement	Colour	Odour	Taste	Packaging	Price(Fr)
CARAPELLI	3 (2.54)	2 (1.99)	2 (1.83)	2 (2.07)	3 (2.80)	-31 (-31.00)
LERIDA	3 (2.51)	2 (2.07)	2 (2.18)	2 (2.44)	3 (2.63)	-65 (-65.00)
KOLYMVARI	2 (2.48)	2 (1.97)	2 (1.79)	2 (2.10)	2 (2.26)	-20 (-20.00)
HEDIARD	3 (2.73)	2 (2.12)	2 (2.30)	2 (2.40)	3 (2.95)	-48 (-48.00)
JARRE d'OR	2 (2.12)	2 (1.65)	2 (1.82)	2 (1.97)	2 (2.31)	-37 (-37.00)
PUGET	3 (2.92)	2 (2.04)	2 (2.16)	2 (2.18)	3 (2.55)	-18 (-18.00)

Εικόνα 20- Πολυκριτήριος πίνακας μέσων τιμών όλων
των καταναλωτών

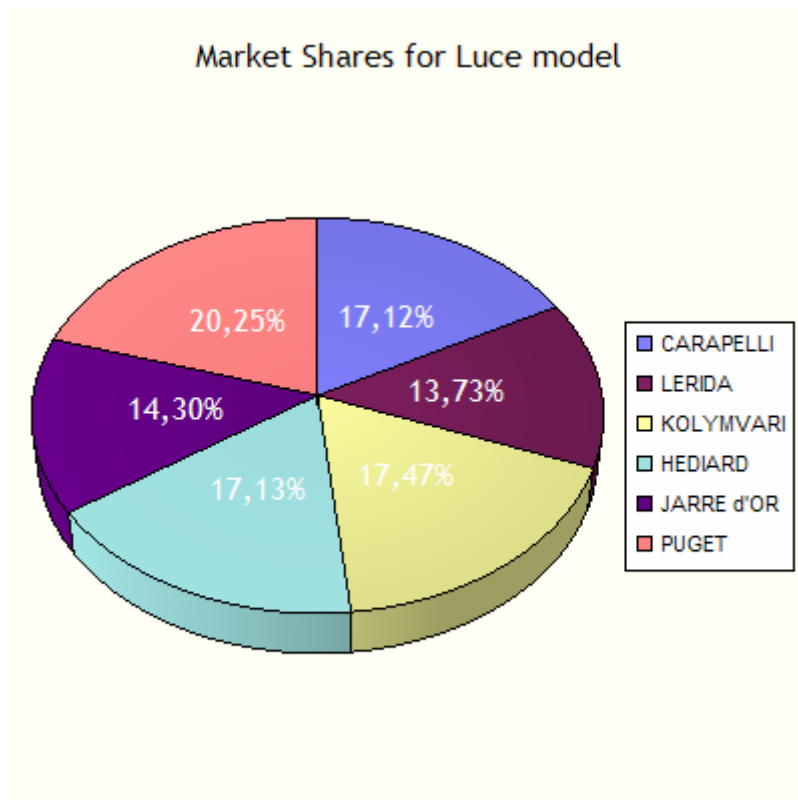
Η χρησιμότητα αυτού του πίνακα δεν έγκειται μόνο στην εμφάνιση στοιχείων που έχουν προκύψει από την στατιστική επεξεργασία των απαντήσεων που έχουν δώσει οι καταναλωτές: *είναι απαραίτητο εργαλείο για τη διαδικασία των προσομοιώσεων.*

Ο αναλυτής μπορεί να μεταβάλει τα στοιχεία του πίνακα αυτού οπότε θα υπολογιστούν εκ νέου οι ολικές χρησιμότητες για το σύνολο των ερωτώμενων καταναλωτών. Εν συνεχεία υπολογίζονται με το επιλεγμένο μοντέλο τα νέα μερίδια της αγοράς.

Το εργαλείο αυτό δίνει τη δυνατότητα να απαντήσει στην ερώτηση του αναλυτή: «Ποια θα ήταν η συμπεριφορά της αγοράς αν η μέση αξιολόγηση του προϊόντος από το σύνολο των καταναλωτών για το κριτήριο αυτό ήταν η συγκεκριμένη τιμή;»

5.5.3 Διάγραμμα μεριδίων αγοράς

Το διάγραμμα πίττας πληροφορεί τόσο σε κείμενο όσο και γραφικά τα μερίδια αγοράς που έχουν προκύψει από τις αρχικές αξιολογήσεις των καταναλωτών καθώς και τα μερίδια αγοράς που προκύπτουν μετά από προσομοίωση της. Ακολούθως αναπαρίσταται ένα διάγραμμα πίττας:

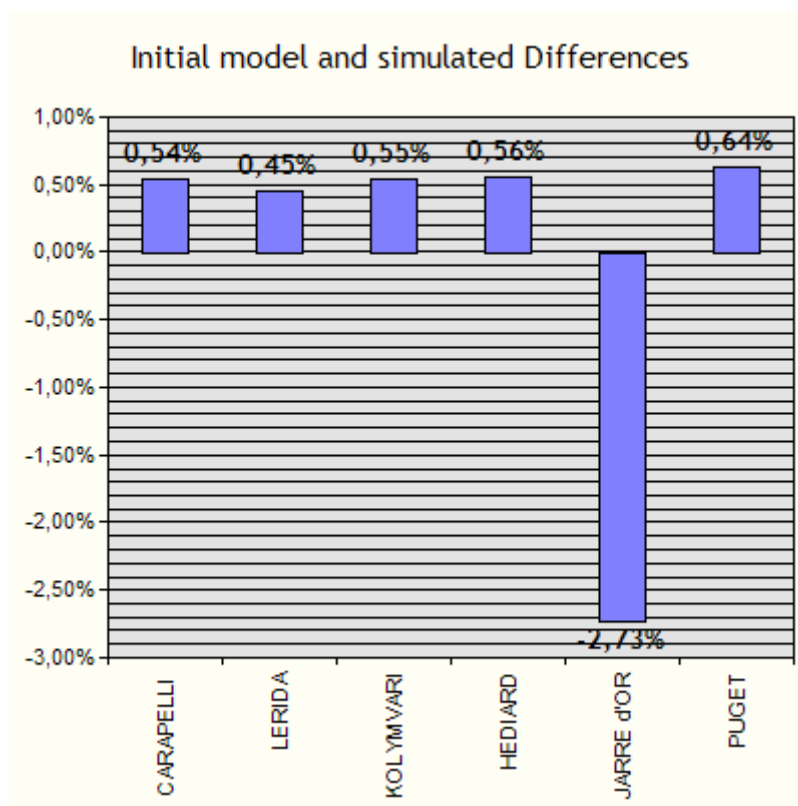


Εικόνα 21- Διάγραμμα των μεριδίων αγοράς από το
μοντέλο Luce

5.5.4 Διάγραμμα διαφορών

Ιδιαίτερα ενδιαφέρον παρουσιάζει το διάγραμμα διαφορών: Σκοπός του διαγράμματος είναι να αναδείξει τα κέρδη ή τις απώλειες των μεριδίων αγοράς των προϊόντων μετά από προσομοίωση σε σχέση με τις αρχικές εκτιμήσεις των μεριδίων αυτών.

Η εμφάνιση του διαγράμματος γίνεται μόνο μετά από αίτηση για προσομοίωση από τον αναλυτή ενώ μετά από αίτηση του αναλυτή για τέλος της προσομοίωσης, αυτό εξαφανίζεται.

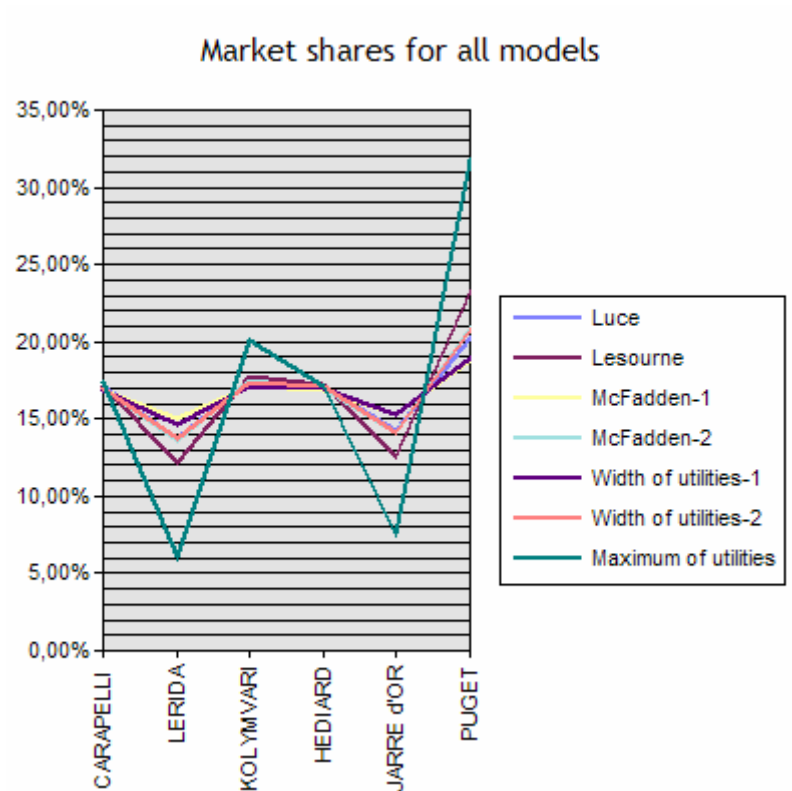


Εικόνα 22-Διάγραμμα διαφορών προσομοιωμένου και αρχικού μοντέλου

5.5.5 Διάγραμμα όλων των μοντέλων

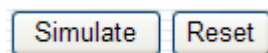
Το διάγραμμα πίττας είναι ιδιαίτερα βολικό στην ανάδειξη των διαφορών των μεριδίων αγοράς για τα διάφορα μοντέλα. Δεν αποτελεί εν τούτοις πλεονέκτημα η απεικόνιση ενός και μόνο μοντέλου κάθε φορά. Για την συγκριτική αναπαράσταση

των τιμών των μοντέλων μεριδίων της αγοράς, χρησιμοποιείται το διάγραμμα ταυτόχρονης παραβολής των μεριδίων της αγοράς για όλα τα μοντέλα. Το διάγραμμα αυτό είναι γραμμικής μορφής και παραθέτει με διαφορετικό χρώμα τα μερίδια αγοράς για τα μοντέλα. Οι τιμές μεταβάλλονται μετά από προσομοίωση και μεταβάλλονται εκ νέου είτε μετά από αίτηση για επαναφορά των αρχικών τιμών είτε μετά από μια νέα προσομοίωση.



Εικόνα 23- Μεριδία αγοράς των προϊόντων από όλα τα μοντέλα

5.5.6 Πλήκτρα προσομοίωσης και επαναφοράς



Εικόνα 24- Πλήκτρα προσομοίωσης & επαναφοράς

Με τη μεταβολή των στοιχείων του πολυκριτήριου πίνακα μέσω των τιμών είμαστε πλέον έτοιμοι για προσομοίωση. Η αίτηση για προσομοίωση γίνεται μέσω του κομβίου “Simulate”. Τα διαγράμματα πίττας, συγκεντρωτικής απεικόνισης όλων των μοντέλων μεταβάλλονται ενώ παράλληλα εμφανίζεται το διάγραμμα διαφορών.

Είναι δυνατή μία νέα προσομοίωση με μεταβολή των στοιχείων του πολυκριτήριου πίνακα και πάτημα του πλήκτρου “simulate” εκ νέου ή επαναφορά των αρχικών στοιχείων – προ προσομοιώσεως – με το πάτημα του πλήκτρου “Reset”. Με την επαναφορά των στοιχείων το διάγραμμα διαφορών εξαφανίζεται ενώ τα διαγράμματα πίττας και συγκεντρωτικής απεικόνισης όλων των μοντέλων επανέρχονται στην αρχική τους μορφή.

6.1 Ανακεφαλαίωση

Το σύστημα που υλοποιήθηκε στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας αποτελεί μία προσπάθεια ενός πληροφοριακού συστήματος το οποίο βοηθά στην ανάλυση της συμπεριφοράς των καταναλωτών. Η αξία της εργασίας αυτής είναι ότι μπορεί να αναλύσει το βάρος που δίνει κάθε καταναλωτής σε συγκεκριμένα κριτήρια, χωρίς ο ίδιος ο καταναλωτής να έχει προσδιορίσει συνειδητά την προτίμηση του ενός κριτηρίου σε σχέση με το άλλο. Ένα ενδεχόμενο ερωτηματολόγιο για την σχετική προτίμηση του ενός κριτηρίου σε σχέση με τα υπόλοιπα, πιθανώς να μην είχε προσέγγιζε την πραγματική προτίμηση παρά μόνο με παραδείγματα προϊόντων.

Η συμβολή της εργασίας αυτής είναι η ανάπτυξη ενός Σ.Υ.Α. στο διαδικτυακό χώρο, η χρήση αλληλεπιδραστικής τεχνολογίας DHTML, και κυρίως η χρησιμοποίηση της μεθόδου Utastar Minus.

Μέχρι τώρα η μερική χρησιμότητα ενός κριτηρίου ήταν μια συνάρτηση που έπαιζε μόνο θετικό ρόλο στην αξία που προσέδιδε ο καταναλωτής σε ένα προϊόν. Η Utastar minus εισάγει μια πιο πραγματική προσέγγιση στον τρόπο που σκέφτεται και ενεργεί καταναλωτής και δίνει στον αποφασίζοντα – αναλυτή την δυνατότητα ανάλυσης αρνητικής τιμής. Αν σε ένα ακραίο παράδειγμα, το χρώμα του λαδιού ήταν κόκκινο, ένας φυσιολογικός άνθρωπος θα γινόταν αρνητικός στην κρίση του και όχι απλά αδιάφορος.

Η εργασία προσέφερε στον τομέα του διαδικτύου ευκολία εγκατάστασης για τον αναλυτή καθώς το μοναδικό εργαλείο που απαιτείται για την χρήση του D.S.T.

(Decision Support Tool) είναι η ύπαρξη του Internet Explorer 5.5+. Άλλα εργαλεία απαιτούν την χρήση εγκαταστάτη (installer), αντιγραφή σε directory κ.τ.λ.

Το εργαλείο αυτό διακρίνεται για την μεταφερισιμότητα του καθώς αποτελεί μία εφαρμογή ιστού προσβάσιμη από παντού. Για να βελτιώσει επίσης την χρήση μέσω διαδικτύου, χρησιμοποιήθηκαν τεχνολογίες DHTML (AJAX) όπου με ταχύτατο τρόπο ένας αναλυτής λαμβάνει τα δεδομένα του στον φυλλομετρητή χωρίς οι σελίδες να χρειάζονται επαναφόρτωση.

6.2 Εφαρμογές

Μία εφαρμογή του συστήματος στα πλαίσια της διπλωματικής ήταν το project “French Oil” όπου 6 τύποι ελαιολάδου συγκρίνονταν μεταξύ τους. Η έρευνα αυτή πραγματοποιήθηκε το 1991.

- ❖ Caparelli
- ❖ Lerida
- ❖ Kolymvari
- ❖ Hediard
- ❖ Jarre d’ Or
- ❖ Kai Puget

Το ερωτηματολόγιο περιείχε μη-πολυκριτήριες και πολυκριτήριες ερωτήσεις. Οι μη – πολυκριτήριες ερωτήσεις ζητούσαν κυρίως προσωπικά στοιχεία του αποφασίζοντα.

Οι πολυκριτήριες ερωτήσεις αφορούσαν το πως έκριναν οι αποφασίζοντες χαρακτηριστικά των ελαιολάδων όπως:

- ❖ Αποδοχή
- ❖ Χρώμα
- ❖ Οσμή
- ❖ Γεύση

- ❖ Συσκευασία
- ❖ Τιμή

6.3 Μελλοντικές επεκτάσεις

Η εργασία παρ' ότι είναι επαρκής στην ανάλυση της συμπεριφοράς ενός καταναλωτή, στην ανάλυση προτίμησης του συνόλου ή και μέρους των καταναλωτών καθώς και την προσομοίωση των μεριδίων της αγοράς έχει χώρο για προσθήκες και βελτιώσεις. Αυτές οι βελτιώσεις μπορεί να αφορούν τόσο την είσοδο και έξοδο στοιχείων, την διεπαφή με τον χρήστη και την τμηματοποίηση της αγοράς.

6.3.1 Εισαγωγή των ερωτήσεων και απαντήσεων από το διαδίκτυο

Η εισαγωγή των ερωτηματολογίων – απαντήσεων στην παρούσα φάση, γίνονται με την υποβολή στο σύστημα λογιστικού τύπου αρχείου (Microsoft Excel). Η χρήση του αρχείου αυτού, δίνει τη δυνατότητα στον εισαγωγέα των στοιχείων να βρίσκεται σε offline κατάσταση από το σύστημα – το σύστημα ως γνωστόν λειτουργεί διαδικτυακά –. Ωστόσο τόσο οι ερωτήσεις από τον κατασκευαστή του ερωτηματολογίου όσο και οι απαντήσεις από τους αποφασίζοντες μπορούν μελλοντικά να υποβάλλονται άμεσα στο σύστημα με την χρήση HTML σελίδων.

6.3.2 Υποστήριξη ασφάλειας για τις εργασίες χρηστών

Οι υποστηριζόμενες λειτουργίες του συστήματος προϋποθέτουν ότι το σύστημα είναι διατεθειμένο σε μια ομάδα χρηστών – αναλυτών όπου διαμοιράζονται τις αναλύσεις – project. Στην τωρινή κατάσταση όλοι οι χρήστες βλέπουν τις έρευνες αγορά των υπολοίπων και μπορεί να υπάρχει κοινή διαχείριση γι' αυτές. Σε περιβάλλοντα ωστόσο που δεν υπάρχει ιδιαίτερη εμπιστοσύνη μεταξύ των χρηστών, χρειάζεται ένα σύστημα ταυτοποίησης των στοιχείων του χρήστη καθώς εμφάνιση και διαχείριση μόνο των δικών του ερευνών.

6.3.3 Εισαγωγή νέου προϊόντος

Η λειτουργία της προσομοίωσης είναι μία ενδιαφέρουσα λειτουργία του συστήματος. Επιτρέπει τη μεταβολή χαρακτηριστικών ενός υπάρχοντος προϊόντος και υπολογισμό των προκύπτοντων μεριδίων αγοράς.

Παρ' ότι αυτή η δυνατότητα προσομοίωσης δίνει τη δυνατότητα πιθανής βελτίωσης ενός υπάρχοντος προϊόντος δεν απαντά στην ερώτηση πώς θα διαμορφωθεί η αγορά με την εισαγωγή νέου προϊόντος.

Τεχνικά κάτι τέτοιο είναι εφικτό καθώς διαθέτουμε τις μερικές χρησιμότητες των κριτηρίων δηλαδή τον τρόπο που οι αποφασίζοντες αξιολογούν τα προϊόντα με βάση τα κριτήρια.

Η λειτουργία της εισαγωγής νέου προϊόντος θα ακολουθούσε τα εξής βήματα:

- ❖ Δημιουργία νέα γραμμής στο πολυκριτήριο πίνακα μέσω των τιμών στην καρτέλα προσομοίωσης και μεριδίων αγοράς.
- ❖ Εισαγωγή του ονόματος του νέου προϊόντος.
- ❖ Εισαγωγή τιμών στα κριτήρια οι οποίες χαρακτηρίζουν το νέο προϊόν.
- ❖ Προσομοίωση.

Με τη νέα προσομοίωση τα μερίδια αγοράς των πραγματικών προϊόντων μειώνονται για να δώσουν χώρο στο νέο ιδεατό προϊόν.

6.3.4 Δυναμική μεταβολή του σημείου αδιαφορίας στην UtaStarMinus

Στην παρούσα φάση τα σημεία αδιαφορίας των κριτηρίων για την μέθοδο UtaStarMinus καθορίζεται μέσα από το λογιστικό φύλο Excel οπότε και εισάγονται στη βάση δεδομένων. Μελλοντικά μπορούν να αλλάζουν μέσα από τις δυναμικές σελίδες οπότε και θα αλλάζει και η ανάλυση UtaStarMinus.

6.3.5 Εφαρμογή της μεθόδου UTA, UTA2

Το σύστημα για την πολυκριτήρια ανάλυση χρησιμοποιεί τις μεθόδους UTA* (UtaStar) και UTA*- (UtaStarMinus). Είναι δυνατό να προστεθούν και άλλες πολυκριτήριες μέθοδοι όπως η προγενέστερη της UTA*, η UTA όπως και η UTA2. Η

UTA2 μάλιστα έχει το χαρακτηριστικό ότι χρήστης μπορεί να αποδώσει μόνος του τις μερικές χρησιμότητες ανά κριτήριο και όχι να εξαχθούν από το σύστημα. Ένα γραφικό εργαλείο θα έπρεπε να αναπτυχθεί για αυτό ωστόσο δεν είναι καθόλου εύκολο σε περιβάλλον DHTML όπου δεν υποστηρίζονται (τουλάχιστον όχι άμεσα) διανυσματικά γραφικά.

6.3.6 Πολυγλωσσική υποστήριξη

Το interface του συστήματος μας είναι στην αγγλική γλώσσα. Αυτή την στιγμή οι χρήστες βλέπουν τα μηνύματα στα αγγλικά ενώ μπορούν να εισάγουν και να δουν τα δεδομένα τους στα αγγλικά και στα ελληνικά. Η υποστήριξη περισσότερων γλωσσών απαιτεί την ανάπτυξη νέων εκδόσεις των σελίδων ή τα μηνύματα να αποθηκεύονται σε βάση δεδομένων όπου θα ανασύρονται ανάλογα με τις γλωσσικές προτιμήσεις του χρήστη – αναλυτή.

6.3.7 Υποστήριξη παλαιότερων περιηγητών

Αφήσαμε τελευταία αυτή την μελλοντική επέκταση διότι δε θεωρούμε ότι είναι εξίσου σημαντική με τις προηγούμενες. Καλό θα ήταν πάντως να μην υπάρχει διάκριση ανάμεσα στους φυλλομετρητές και ο κάθε χρήστης να μπορεί να χρησιμοποιεί αυτόν τον οποίο προτιμά.

Ωστόσο για να υποστηριχθεί αυτή η δυνατότητα θα πρέπει να επανασχεδιασθεί το σύστημα καθώς αυτό χρησιμοποιεί τις σχετικά νέες τεχνολογίες (XMLHttpRequest object) που υποστηρίζονται από τους νεότερους φυλλομετρητές (μόνο Internet explorer 5.5+, Netscape 6.0+ , Mozilla 1.0+).

7 Βιβλιογραφική αναφορά

Συστήματα Υποστήριξης αποφάσεων Νικόλαος Ματσατσίνης 2004

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

Jacquet-Lagreze E., Siskos J.(2000), *Preference disaggregation: 20 years of MCDA experience*

Adelman, L. (1992), *Evaluating decision support and expert systems. John Wiley, New York.*

Curry, B and L. Moutinho (1991), *Expert systems and marketing strategy: An application to site location decisions, Journal of Marketing Channels, vol.1 , no 1, pp. 23-37.*

Keen, P.G.W. and M.S. Scott-Morton (1978), *Decision support systems: An organizational perspective, Reading, MA: Addison-Wesley*

Keen, P.G.W. (1980), *Decision support systems: A research perspective, Proceedings of an international task force meeting, Pergamon Press, June 23-35 (23-43)*

Matsatsinis N.F., Siskos J. (1999), *MARKEX: An intelligent decision support system for product development decisions in, European Journal of Operation Research.*

Matsatsinis N.F., Siskos J., (2002), *Intelligent Support Systems for Marketing Decisions 2002, Khivers international*

Montgomery, D.B. and G.L. Urban (1970), *Marketing decision information systems: An emerging view*, *Journal of Marketing Research*, vol. VII, pp 226-234

Fletcher, K. (1990), *Marketing management and information technology*, New York: Prentice Hall.

Lesourne (1977), *A theory of the individual for economic analysis*, North-Holland publishing company, vol.1, New York.

Little J.D.C. (1975), *BRANDAID: A marketing mix model, structure, implementation, calibration and case study*, *Operations Research*, vol.23, no. 4 pp. 628-673.

Little, J.D.C. (1979), *Decision Support Systems for marketing managers*, *Journal of Marketing* , no. 43, pp.9-26

Luce, R (1959), *Individual choice behaviour*, John Wiley and Sons, New York.

Luce, R (1979), *The choice axiom after twenty years*, *Journal of Mathematical Psychology*, no. 15, pp. 215-213.

McDonald, M.H.B and H.N. Wilson (1990), *State of the art developments in expert systems and strategic marketing planning*, *British Journal of Management*, vol.1, pp.159-170.

McFadden, D. (1978), *Modelling the choice of residential location*, in A.Karlquist (ed.) *Spatial Interaction Theory and Residential Location*, North-Holland, Amsterdam

Moutinho, L. and R. Paton (1988), *Expert systems: A new tool in marketing*, *Quarterly Review of Marketing*, vol 13, no 4 (5-12)

Nylen, D,W, (1990), *Marketing decision-making handbook*, Prentice -Hall Inc, New Jersey.

Siskos J., Yannacopoulos D. (1985), *UTASTAR: An ordinal regression method for building additive value functions*

Sprague, R.H. (1980), *A framework for the development of decision support systems*, *MIS Quarterly*, vol. 4, no. 4)

Urban G.L. and J.R. Hauser (1993), *Design and marketing of new products* (2nd ed), New Jersey: Prentice Hall

Van Bruggen, G.H. (1992), *Performance effects of a marketing decision support system: A laboratory experiment*, in: *Proceedings of the 21st Annual Conference of the European Marketing Academy*, AARHUS.

Wagner, R.K. and R.J Sternberg (1986), *Taci knowledge and intelligence in the everyday world*.