



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΤΜΗΜΑ
ΤΟΜΕΑΣ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

Ερευνητική Μεταπτυχιακή εργασία

**Ανάπτυξη ενός web-based πολυκριτήριου
συστήματος υποστήριξης της λήψης
ομαδικών αποφάσεων**

Καλογερίνης Π. Νικόλαος

Εργαστήριο Συστημάτων Υποστήριξης Αποφάσεων
email: nickkal@science.tuc.gr

Επιτροπή: Αναπλ. καθ. Ν. Ματσατσίνης (επιβλέπων)
Καθ. Κ. Ζοπουνίδης
Λεκ. Β. Γρηγορούδης

Χανιά, Φεβρουάριος 2006

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή	3
1 Γενικά περί GDSS (Group Decision Support Systems)	5
1.1 Λήψη ομαδικών αποφάσεων	5
1.2 Ομάδες και τύποι αποφασιζόντων	6
1.2.1 Άτομο	6
1.2.2 Πολλαπλοί αποφασίζοντες (multiple decision makers)	7
1.2.3 Ομαδική λήψη αποφάσεων	7
1.2.4 Ομάδα (Team)	8
1.2.5 Organizational & Meta-organizational	9
1.3 Διαδικασία υποστήριξης στρατηγικών ομαδικών αποφάσεων	9
1.4 Παράγοντες που επηρεάζουν το αποτέλεσμα των ομαδικών αποφάσεων	12
1.5 Μετάβαση από τα ΣΥΑ στα ΣΥΟΑ	13
1.6 Συστήματα υποστήριξης ομαδικών αποφάσεων	16
1.6.1 Στάδια υποστήριξης ομαδικών αποφάσεων	17
1.6.2 Δομή ΣΥΟΑ	17
1.6.3 Ορισμοί	18
1.6.4 Χαρακτηριστικά ΣΥΟΑ	19
1.7 Πολυκριτήρια συστήματα υποστήριξης ομαδικών αποφάσεων	21
1.8 Πλεονεκτήματα συστημάτων υποστήριξης ομαδικών αποφάσεων	22
1.9 Μειονεκτήματα συστημάτων υποστήριξης ομαδικών αποφάσεων	23
1.10 Προβλήματα συστημάτων υποστήριξης ομαδικών αποφάσεων	24
1.11 Προβλήματα εφαρμογής συστημάτων υποστήριξης ομαδικών αποφάσεων	25
1.12 Επίλογος	25
2 Εφαρμογές των Μεθόδων MCDA στη λήψη Ομαδικών Αποφάσεων	27
2.1 Σχέση μεταξύ GDSS και MCDA	27
2.2 Εφαρμογές των MCDA μεθόδων στην λήψη ομαδικών αποφάσεων	30
2.3 Επίλογος	44
3 Προτεινόμενη μεθοδολογία	46
3.1 Μοντέλο προτεινόμενης μεθοδολογίας	46
3.2 Η μέθοδος UTA	48

3.3	Η μέθοδος UTASTAR	58
3.3.1	Παράδειγμα UTASTAR	63
4	Ανάλυση και σχεδίαση του συστήματος	71
4.1	Σκοπός του GDAnalyzer	71
4.2	Σχεδίαση του GDAnalyzer	72
4.3	Τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν στο GDAnalyzer	74
4.3.1	JavaServer Pages (JSP)	75
4.3.2	Struts – MVC Application framework	78
4.3.3	Velocity – Templating engine	81
4.3.4	Hibernate – Database / Object Persistence & Query Service	82
4.4	Σχεδιασμός της βάσης δεδομένων του GDAnalyzer	83
5	Παρουσίαση του συστήματος μέσω εφαρμογής	86
5.1	Σύνοψη του GDAnalyzer	86
5.2	Δημιουργία ενός project	89
5.3	Εγγραφή ενός χρήστη και διεκπεραίωση ενός project	92
5.4	Προβολή στατιστικών βάσης δεδομένων	100
6	Αποτελέσματα, συμπεράσματα και μελλοντικές επεκτάσεις	103
6.1	Αποτελέσματα της έρευνας	103
6.2	Συμπεράσματα	104
6.3	Μελλοντικές επεκτάσεις	105
6.4	Επίλογος	106
	References	107

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η διαδικασία λήψης μιας απόφασης αποτελεί τα τελευταία χρόνια ένα ευρύ αλλά και ενδιαφέρον πεδίο έρευνας της επιστημονικής κοινότητας. Ειδικά στην περίπτωση των σύγχρονων μεγάλων επιχειρήσεων και οργανισμών, η διαδικασία λήψης απόφασης γίνεται πιο περίπλοκη, καθώς οι αποφασίζοντες μπορεί να χρειάζεται να λαμβάνουν τις αποφάσεις από απόσταση και μέσω web-based εφαρμογής. Το γεγονός αυτό εισάγει μια σειρά από προβλήματα, τόσο χρησιμότητας όσο και αποτελεσματικότητας, στην εφαρμογή πολυκριτήριων μεθόδων υποστήριξης λήψης ομαδικών αποφάσεων.

Οι σύγχρονες μελέτες στο πεδίο των ΣΥΟΑ είναι ότι αυτά συνεισφέρουν σημαντικά στην συνεργασία των αποφασιζόντων, στη δραστική μείωση του απαιτούμενου χρόνου για την λήψη απόφασης, στην ταυτόχρονη επικοινωνία, στην συλλογή και αρχειοθέτηση πληροφοριών, στην αποτελεσματικότητα της διαδικασίας και στην αύξηση της παραγωγικότητας. Ωστόσο, είναι δεδομένο ότι τα μέλη της ομάδας αποφασιζόντων είναι πιθανό να έχουν διαφορετικές αξίες και αντικειμενικούς στόχους (πολλές φορές με αντίθετα και συγκρουόμενα κίνητρα και επιδιώξεις), χρησιμοποιούν διαφορετικά κριτήρια για την αναπαράσταση των στόχων τους, έχουν διαφορετικές σχέσεις προτίμησης (δηλαδή ακόμη και αν συμφωνούν στις τιμές και στα κριτήρια που θα χρησιμοποιήσουν), δεν μπορούν να συμφωνήσουν στο ποια εναλλακτική είναι η καλύτερη και επίσης συχνά συναντούν μεγάλες δυσκολίες στο να επικοινωνήσουν μεταξύ τους και να συζητήσουν σχετικά με τις αξίες, τους αντικειμενικούς στόχους, τα κριτήρια, τις προτιμήσεις και τις προσδοκίες τους. Έτσι, θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη βαρύτητα στη σχεδίαση ενός τέτοιου συστήματος, η οποία θα πρέπει να γίνει με τέτοιο τρόπο ώστε να αντιμετωπίσει όσο το δυνατόν περισσότερες δυσκολίες εφαρμογής.

Τα πολυκριτήρια συστήματα ΣΥΟΑ που έχουν αναπτυχθεί μέχρι σήμερα, πάντα στο βαθμό που γνωρίζουμε, επικεντρώνονται κάθε φορά στην αντιμετώπιση μιας προβληματικής, π.χ. της αποδοτικής απομακρυσμένης χρήσης, θυσιάζοντας άλλες παραμέτρους όπως επεκτασιμότητα ή φιλικότητα προς το χρήστη. Για να μπορέσει μια εφαρμογή να καλύψει όσο το δυνατόν περισσότερες παραμέτρους δυσκολίας εφαρμογής, θα πρέπει να αναλυθεί προηγουμένως διεξοδικά, συμπεριλαμβάνοντας όλες τις πιθανές μελλοντικές ανάγκες, και κατόπιν να αναπτυχθεί προσεκτικά, χωρίζοντας την κατασκευή σε ενδιάμεσα στάδια και χρησιμοποιώντας όσο το δυνατόν τελευταίες τεχνολογίες ώστε παράλληλα με όλες τις παραμέτρους, να διασφαλιστεί και η μελλοντική επεκτασιμότητα του συστήματος ή η ενσωμάτωση του συστήματος σε άλλες εφαρμογές.

Στα πλαίσια της έρευνάς μας, μελετήθηκε και κατασκευάστηκε ένα web-based πολυκριτήριο σύστημα υποστήριξης ομαδικών αποφάσεων, το GDAnalyzer. Η φιλοσοφία σχεδίασής του κινήθηκε σε τρεις άξονες: Την απομακρυσμένη συμμετοχή, την φιλικότητα του περιβάλλοντος προς το χρήστη και την δυνατότητα εύκολης μελλοντικής επέκτασης και ενσωμάτωσης. Για τους λόγους αυτούς το σύστημα κατασκευάστηκε στην πλατφόρμα J2EE™, με χρήση μερικών από τις πλέον σύγχρονες τεχνολογίες ανάπτυξης web-based συστημάτων. Ο πυρήνας της εφαρμογής κτίστηκε με τη χρήση JavaServer Pages μέσα σε Struts σαν πλαίσιο υλοποίησης MVC (Mode-View-Controller), τη χρήση του Hibernate σαν ORM (Object-Relational Mapper), την Velocity σαν Template Engine και τον Apache™ Tomcat σαν servlet container. Η μεθοδολογία περιλαμβάνει τη μέθοδο UTASTAR και για το λόγο αυτό ενσωματώθηκε το API του πακέτου Lindo. Επίσης ενσωματώθηκαν και άλλες δευτερεύουσες τεχνολογίες, όπως το πακέτο CeWolf για απεικόνιση γραφημάτων κ.α. Με τη χρήση όλων αυτών των τεχνολογιών, καταφέραμε να καλύψουμε αποδοτικά το κενό που μέχρι σήμερα υπήρχε τόσο στην φιλικότητα προς τον άπειρο χρήστη όσο και στις δυνατότητες επέκτασης.

Η εφαρμογή απέδειξε ότι η υλοποίηση μέσω άρτια δομημένου web-based περιβάλλοντος και η γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων διευκολύνει σε πολύ μεγάλο βαθμό την διαδικασία λήψης απόφασης και επιτρέπει την ενσωμάτωση της πλατφόρμας σε άλλα συστήματα, ακόμα και την εύκολη τροποποίησή της για ενσωμάτωση εναλλακτικών πολυκριτήριων μεθοδολογιών. Το σύστημα, ανάλογα με τον αριθμό των συμμετεχόντων, μπορεί να λειτουργήσει με δύο προοπτικές: (α) Σαν πολυκριτήριο σύστημα υποστήριξης λήψης ομαδικών αποφάσεων με n ερωτηθέντες, οπότε οι ερωτηθέντες αντιμετωπίζονται σαν αποφασίζοντες που συμμετέχουν στη λήψη κοινής απόφασης (όταν το n είναι μικρό, π.χ. < 50) και (β) για ποιοτική ανάλυση αποφάσεων και συμπεριφοράς των αποφασιζόντων (όταν το n είναι πολύ μεγάλο, π.χ. 200, 500 ή και πλέον).

Επίσης, προέκυψε ότι η νέα τεχνολογία είναι άρρηκτα δεμένη με τα συστήματα υποστήριξης αποφάσεων. Οι ευκολίες που προσφέρουν οι νέες τεχνολογίες όπως, απομακρυσμένη πρόσβαση, αμεσότητα, ταχύτητα εκτέλεσης, δυνατότητα μοντελοποίησης ακόμα και των πλέον περίπλοκων μοντέλων, επεκτασιμότητα, λειτουργικότητα κ.α., μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι στο μέλλον πολύ δύσκολα θα δούμε σύστημα υποστήριξης αποφάσεων που δεν θα είναι υλοποιημένο με τη χρήση υπολογιστή. Μάλιστα, αν αναλογιστούμε την ταχύτητα με την οποία εξελίσσονται και εμπλουτίζονται οι νέες τεχνολογίες, αναμένουμε στα επόμενα χρόνια εφαρμογές υποστήριξης ομαδικών αποφάσεων με υψηλό επίπεδο φιλικότητας, καθοδήγησης του χρήστη και βέβαια αποτελεσματικότητας όσον αφορά την απόφαση που πρέπει να ληφθεί.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1°

Γενικά περί GDSS (Group Decision Support Systems)

Η διαδικασία λήψης μιας απόφασης αποτέλεσε τα τελευταία χρόνια ένα ευρύ αλλά και ενδιαφέρον πεδίο έρευνας της επιστημονικής κοινότητας. Ιδιαίτερα μετά την εμφάνιση των «μεγάλων» επιχειρήσεων και οργανισμών, όπου με τον όρο «μεγάλων» αναφερόμαστε τόσο σε επιχειρηματική δραστηριότητα όσο και σε αριθμό εμπλεκόμενων ατόμων στην παραγωγική διαδικασία, η διαδικασία λήψης μιας απόφασης άρχισε να ξεφεύγει από τα στενά πλαίσια όπου οι αποφασίζοντες στην πλειοψηφία των περιπτώσεων αποτελούσαν μια μικρή ομάδα αλλά και ταυτόχρονα οι εναλλακτικές ήταν λιγότερες και πιο σαφείς. Ιδιαίτερα στην περίπτωση των πολυεθνικών εταιριών ή των διεθνών οργανισμών, δεν ήταν (και είναι ακόμα στις μέρες μας) σπάνια η περίπτωση όπου μια απόφαση περίπλοκη και βασισμένη σε πολλά και υποκειμενικά κριτήρια θα έπρεπε να ληφθεί από πολλά άτομα, και μάλιστα τη στιγμή που τα άτομα αυτά μπορεί να συμμετέχουν στην διαδικασία λήψης απόφασης εξ' αποστάσεως.

1.1 Λήψη Ομαδικών Αποφάσεων

Η λήψη ομαδικών αποφάσεων αποτελεί μία από τις πιο σημαντικές και συχνότερα επαναλαμβανόμενες διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα σε επιχειρήσεις και οργανισμούς. Η κατανόηση, ανάλυση και υποστήριξη της διαδικασίας δυσχεραίνεται εξαιρετικά εξαιτίας του δυναμικού περιβάλλοντος μέσα στο οποίο λαμβάνονται οι αποφάσεις, της αδόμητης φύσης του προβλήματος απόφασης καθώς επίσης και εξαιτίας της συμμετοχής στην όλη διαδικασία πολλών αποφασιζόντων καθένas από τους οποίους έχει τις δικές του αντιλήψεις για τον χειρισμό του προβλήματος και την τελική απόφαση που πρέπει να ληφθεί.

Το χαρακτηριστικό σημείο των ομαδικών αποφάσεων είναι η ύπαρξη ενός κοινού προβλήματος για την επίλυση του οποίου ενδιαφέρονται όλοι οι συμμετέχοντες στην ομάδα. Παραδείγματα τέτοιων προβλημάτων είναι η αγορά ενός αυτοκινήτου, η απόκτηση ενός σπιτιού από μία οικογένεια ή η σχεδίαση ενός νέου προϊόντος από μία επιχείρηση. Τέτοιου είδους προβλήματα χαρακτηρίζονται από το γεγονός ότι τα άτομα που συμμετέχουν στην διαδικασία απόφασης ανήκουν στον ίδιο οργανισμό (οικογένεια, επιχείρηση), και είναι από κοινού υπεύθυνα για την ευημερία του οργανισμού και για την υλοποίηση της κοινής απόφασης (Jelassi, Kersten and Zions, 1991).

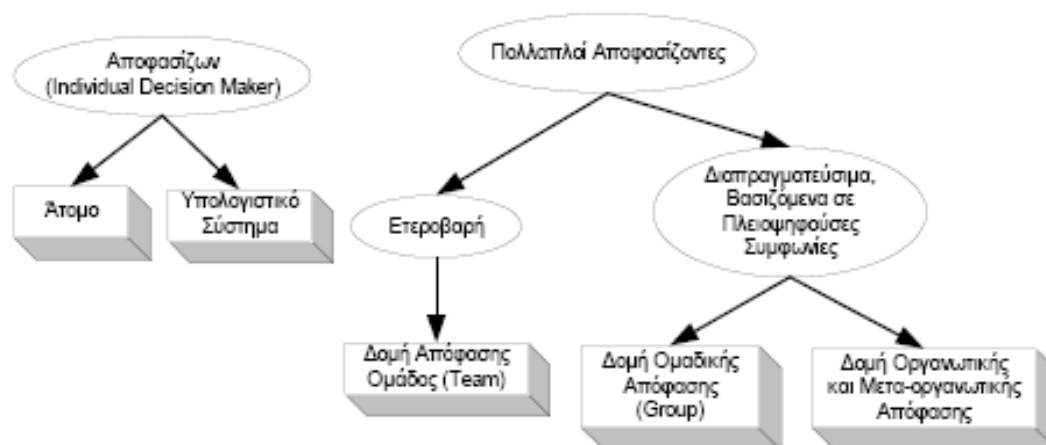
Μια συλλογική εργασία απόφασης μπορεί να ορισθεί σαν μια κατάσταση απόφασης στην οποία (Bui and Jarke, 1984):

- Συμμετέχουν δύο ή περισσότερα άτομα, το οποίο χαρακτηρίζεται από τις αντιλήψεις του, τις στάσεις του, τις κινήσεις και τη προσωπικότητά τους,
- Οι συμμετέχοντες αναγνωρίζουν την ύπαρξη ενός κοινού προβλήματος, και
- Προσπαθούν να φθάσουν σε μια συλλογική απόφαση.

1.2 Ομάδες και Τύποι Αποφασίζόντων

Οι ομάδες ορίζονται απλά σαν μια συλλογική οντότητα που είναι ανεξάρτητη από τις ιδιότητες των μελών της. Με άλλα λόγια, η ομάδα χαρακτηρίζεται σαν ένα σύνολο ατόμων, ο συνδυασμός των ιδιοτήτων των οποίων, χρησιμοποιείται για τον καθορισμό των ιδιοτήτων της ομάδας. Σε άλλες περιπτώσεις η δομή των προβλημάτων χρησιμοποιείται για καθορισμό του προβλήματος. Ο Holsapple (1991), προσπάθησε να μειώσει τη σύγχυση προτείνοντας τη χρήση του όρου πολυσυμμετοχικός αποφασίζων (multiparticipant decision maker) αντί του όρου ομαδικού αποφασίζοντα (group decision maker). Αποδεχόμενος αυτή την ορολογία ο Marakas (1999), όρισε τη πολυσυμμετοχική λήψη αποφάσεων σαν μια εργασία που λαμβάνει χώρα από μια συλλογική οντότητα, συνισταμένη από δύο ή περισσότερα άτομα και η οποία χαρακτηρίζεται τόσο από τις ιδιότητες της συλλογικής οντότητας όσο και του κάθε μέλους της ξεχωριστά.

Στο σχήμα 1.1 φαίνεται η ταξινόμηση των διαφορετικών τύπων αποφασίζόντων (Marakas, 1999).



Σχήμα 1.1. Τάξεις αποφασίζόντων (πηγή: Marakas, 1999)

1.2.1 Άτομο

Ένας αποφασίζων, όπως προκύπτει από το όνομα, είναι μόνος του στη λήψη μιας απόφασης. Αυτή η τάξη χρηστών ουσιαστικά εργάζεται μόνος του κατά τη

διάρκεια της διαδικασίας λήψης απόφασης με την έννοια ότι η ανάλυση των πληροφοριών και η τελική απόφαση βρίσκεται στα χέρια του. Λόγω του ότι πρόκειται για ένα άτομο, τα μοναδικά χαρακτηριστικά του όσον αφορά τις γνώσεις του, τις δεξιότητές του, την εμπειρία του, την προσωπικότητά του, το στυλ μάθησής του και τις προκαταλήψεις του προσωπικότητά του συμβάλλουν στη διαδικασία λήψης αποφάσεων.

1.2.2 Πολλαπλοί αποφασίζοντες (multiple decision makers)

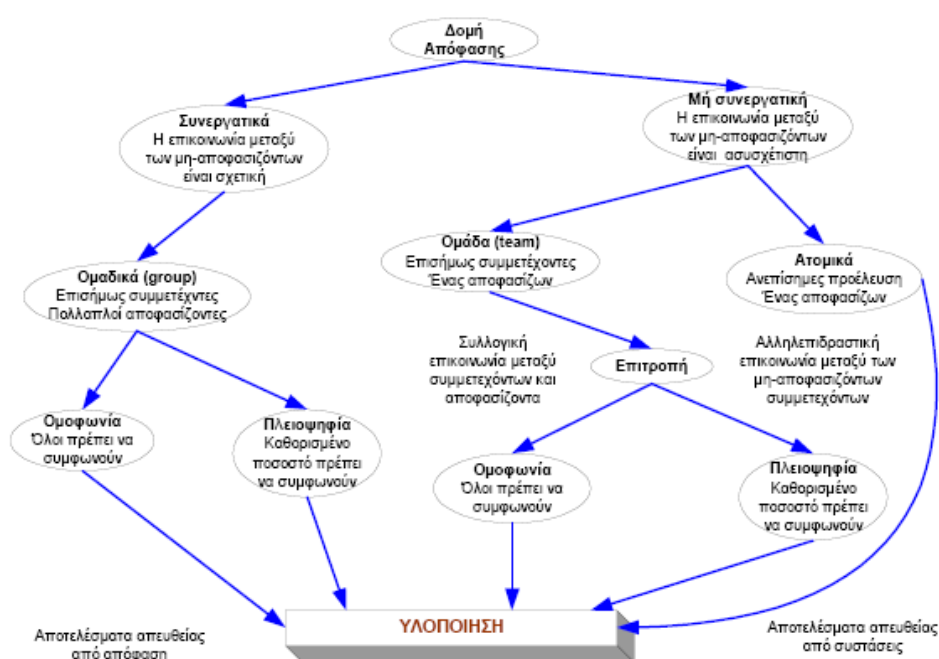
Αυτή η ομάδα αποφασιζόντων συνίσταται από πολλά άτομα που αλληλεπιδρούν για να καταλήξουν σε μια απόφαση. Οι πολλαπλοί αποφασίζοντες είναι αυτοί που ο κάθε ένας έχει μερίδιο (κομμάτι) στο αποτέλεσμα μιας απόφασης και έτσι αυτός παρακινείται να φθάσει σε ενδεχομένη συμφωνία και κοινή διάπραξη μιας σειράς ενεργειών. Κάθε μέλος αυτής της ομάδας μπορεί να έχει μοναδικά κίνητρα ή στόχους και μπορεί να προσεγγίζουν την διαδικασία απόφασης από διαφορετική οπτική γωνία. Ακόμη, ο καθένας μπορεί να χρησιμοποιεί ένα κοινό ΣΥΑ ή διάφορα άλλα συστήματα σαν υποστήριξη της συμμετοχής του στη διαδικασία λήψης αποφάσεων. Τέλος, συχνά οι πολλαπλοί αποφασίζοντες δεν κατέχουν ίδια (ισοδύναμη) εξουσιοδότηση για να παίρνουν μια ιδιαίτερη απόφαση, ούτε κανένας από αυτούς κατέχει ίση εξουσιοδότηση για να πάρει την απόφαση μόνος του. Στα πλαίσια αυτά, οι πολλαπλοί αποφασίζοντες δεν συναντώνται απαραίτητα με ένα τυπικό τρόπο ή διεξάγουν ανοικτές συναντήσεις ή συζητήσεις σαν μια ομάδα. Ο καλύτερος τρόπος για να κατανοήσουμε αυτή την ομάδα αποφασιζόντων είναι σαν μια δυναμική ένωση χρηστών που ενεργούν σαν ξεχωριστοί αποφασίζοντες στη λήψη μιας απόφασης ή στην ανεύρεση μιας λύσης σε ένα ιδιαίτερο πρόβλημα.

1.2.3 Ομαδική λήψη αποφάσεων

Σε σχέση με το πολυσυμμετοχική υποστήριξη αποφάσεων (multiparticipant decision maker), η ομαδική λήψη αποφάσεων (group decision maker) χαρακτηρίζεται από σχέσεις μεταξύ των μελών περισσότερο τυπική δομή όπου κάθε μέλος της ομάδας έχει ένα αντίστοιχο νόμιμο συμφέρον για το αποτέλεσμα της απόφασης και έχει ίση συμμετοχή στη διαμόρφωση της. Οι group decision makers εργάζονται γενικά σε ένα τυπικό περιβάλλον που συνίσταται από συνηθισμένες συναντήσεις αφιερωμένες στην εργασία κατά τη διάρκεια της διαδικασίας λήψης αποφάσεων, τυπικά χρονοδιαγράμματα και ημερήσιες διατάξεις εστιασμένες σε ειδικά τμήματα της διαδικασίας και συχνά τελικές προθεσμίες πριν από τις οποίες οι αποφάσεις θα πρέπει να ληφθούν και εφαρμοσθούν.

1.2.4 Ομάδα (Team)

Αυτή η τάξη αποφασιζόντων μπορεί να ιδωθεί σαν ένας συνδυασμός τάξεων από άτομα και από ομάδες. Συχνά, στις επιχειρήσεις η ευθύνη για λήψη μιας απόφασης πέφτει σε ένα συγκεκριμένο διευθυντή ο οποίος υποστηρίζεται από μερικούς βοηθούς οι οποίοι εργάζονται για την υλοποίηση του ίδιου σκοπού. Στα πλαίσια του team, η υποστήριξη αποφάσεων μπορεί να προέρχεται από μερικά άτομα τα οποία εξουσιοδοτούνται από τον υπεύθυνο της λήψης της απόφασης για να συλλέγουν πληροφορίες και/ή παίρνουν κάποιες σίγουρες αποφάσεις όσον αφορά ένα τμήμα των προσδοκώμενων αποτελεσμάτων της απόφασης. Επίσης, η υποστήριξη μπορεί να προέρχεται από ένα ή περισσότερα ΣΥΑ τα οποία χρησιμοποιούνται από οποιοδήποτε συνδυασμό μελών του team (υπεύθυνος αποφασίζων ή βοηθοί του). Το team παράγει . κατασκευάζει τη τελική απόφαση αλλά η διαμόρφωση της απόφασης και η εξουσιοδότηση να την παίρνει κάποιος βασίζεται σε άτομα (αποφασίζοντες). Στο σχήμα 1.2 μπορούμε να δούμε τις διαφορές μεταξύ των διαφόρων τύπων αποφασιζόντων.



Σχήμα 1.2. Ταξινόμηση δομών αποφάσεων (πηγή: Marakas, 1999)

Μια ξεχωριστή διαφορά μεταξύ αποφάσεων που λαμβάνονται από μια ομάδα (group) και εκείνων που λαμβάνονται από ένα team είναι ο τύπος της λαμβανομένης απόφασης. Στην ομάδα τα αποτελέσματα των αποφάσεων είναι συχνά αποτελέσματα διαπραγματεύσεων. Στα teams οι αποφάσεις είναι φυσιολογικά ετεροβαρής (μονομερής). Μόνο ένας αποφασίζων έχει την εξουσιοδότηση και την

ευθύνη να παίρνει μονομερής αποφάσεις ακόμη και αν πολύ άνθρωποι έχουν επηρεάσει τη τελική μορφή αυτής της απόφασης. Αυτό το είδος των αποφάσεων είναι το πλέον βασικό και γενικά διαθέτουν πολλά χαρακτηριστικά παρόμοια με εκείνες τις αποφάσεις που παίρνονται από την τάξη των ατόμων αποφασιζόντων (individual dm).

1.2.5 Organizational & Meta-Organizational

Οι αποφασίζοντες σε επίπεδο οργάνωσης είναι εκείνοι που είναι εφοδιασμένοι με εξουσιοδότηση και είναι επιφορτισμένοι με την ευθύνη να παίρνουν αποφάσεις εκ μέρους της επιχείρησης-οργάνωσης. Τα χαρακτηριστικά αυτών των αποφάσεων και οι χρησιμοποιούμενες διαδικασίες για την επίτευξή τους προσομοιάζουν αρκετά με αυτές που λαμβάνονται από άτομα, team και ομάδες αποφασιζόντων. Γιατί λοιπόν δημιουργούμε μια καινούργια τάξη;

- Το εύρος και το βάθος των απαιτούμενων πληροφοριών για τη λήψη μιας τέτοιας απόφασης. Οι αποφασίζοντες είναι συνήθως οι διευθύνοντες σύμβουλοι αυτών των επιχειρήσεων.
- Αυτού του είδους οι αποφάσεις απαιτούν την υποστήριξη ολόκληρης της επιχείρησης-οργανισμού.

Αποφάσεις που λαμβάνονται και που αφορούν σύνολα επιχειρήσεων και οργανισμών σε εθνικό ή παγκόσμιο επίπεδο και που αφορούν την κοινωνική πρόνοια, τη ποιότητα ζωής, την κατανομή και τον έλεγχο ή τον περιορισμό πόρων, τις κοινωνικές τάξεις, τη νομοθεσία κ.α., αφορούν το μετα-επιχειρησιακό επίπεδο. Αυτοί οι αποφασίζοντες χρειάζονται ειδική υποστήριξη από εξειδικευμένα ΣΥΑ.

1.3 Διαδικασία υποστήριξης στρατηγικών ομαδικών αποφάσεων

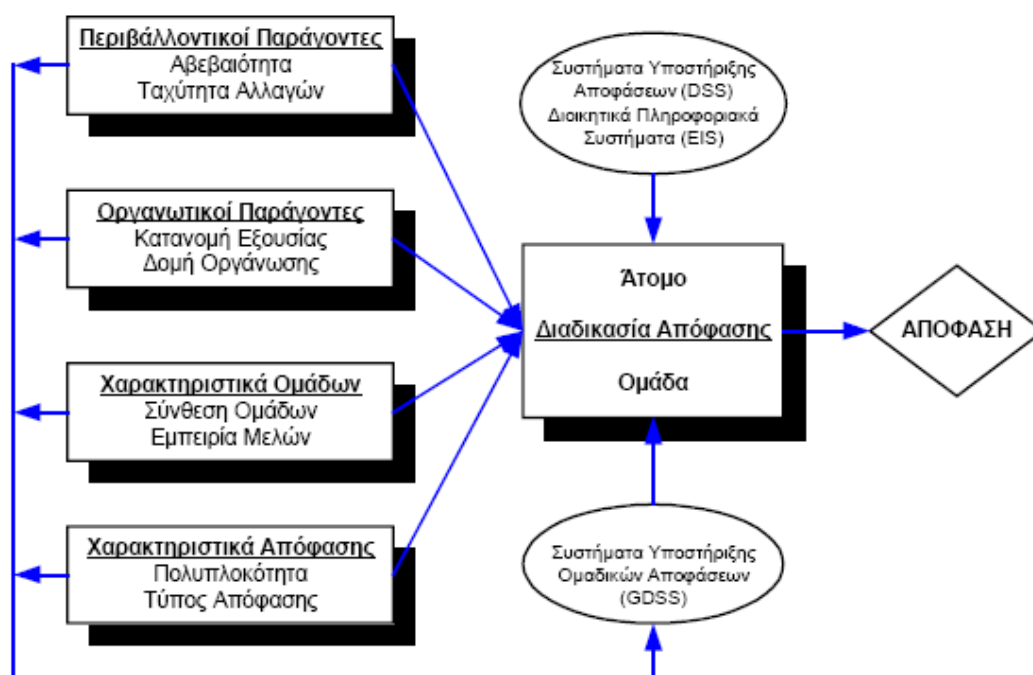
Η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας της πληροφορικής τα τελευταία χρόνια έχει οδηγήσει στην αύξηση του ενδιαφέροντος των ανωτάτων στελεχών των εταιρειών για ανάπτυξη εφαρμογών που θα υποστηρίζουν τη διαδικασία του στρατηγικού σχεδιασμού. Το ενδιαφέρον αυτό γίνεται φανερό μέσω της βιβλιογραφίας και των εφαρμογών που έχουν αναπτυχθεί όσον αφορά τα ΣΥΑ, τα Διευθυντικά Πληροφοριακά Συστήματα (Executive Information Systems) και τα ΣΥΟΑ. Τα τελευταία μάλιστα αποτελούν το επίκεντρο του ενδιαφέροντος τα τελευταία χρόνια, για την υποστήριξη της διαδικασίας λήψης των στρατηγικών αποφάσεων, αφού έχει γίνει πλέον αντιληπτό ότι οι αποφάσεις αυτές, σχεδόν πάντα, λαμβάνονται στα πλαίσια μίας ομάδας ανθρώπων. Συνεπώς είναι πολύ σημαντικό να διερευνηθεί

ο τρόπος με τον οποίο μπορούν τα ΣΥΟΑ να βελτιώσουν τη διαδικασία λήψης των στρατηγικών αποφάσεων.

Όσον αφορά τη διαδικασία λήψης στρατηγικών αποφάσεων οι Mason και Mitroff (1981) έκαναν τις ακόλουθες παρατηρήσεις:

1. Παρουσιάζουν πληθώρα περίπλοκων διασυνδέσεων με οργανωτικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες.
2. Λαμβάνονται υπό το καθεστώς αβέβαιων και δυναμικών περιβαλλόντων.
3. Απαιτούν την επίλυση της αβεβαιότητας της πληροφορίας στην πηγή της.
4. Περιορίζονται από τη μη διαθεσιμότητα πολύτιμων πληροφοριών.
5. Προκαλούν αντιθέσεις μεταξύ των μελών της ομάδας που έχουν διαφορετικές απόψεις.

Προκειμένου να κατανοήσουμε τη σημασία των ΣΥΟΑ στην υποστήριξη αποφάσεων στρατηγικής σημασίας θα χρησιμοποιήσουμε ένα μοντέλο που προτάθηκε από τους Rajagoralan, Rasheed και Datta το 1993 και παρουσιάζεται στο σχήμα 1.3.



Σχήμα 1.3. Διαδικασία υποστήριξης στρατηγικών αποφάσεων με τη χρήση ΣΥΟΑ.

Το μοντέλο αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για ατομικές όσο και για ομαδικές αποφάσεις, και αναγνωρίζει τους ακόλουθους τέσσερις παράγοντες που επηρεάζουν τη λήψη μίας στρατηγικής απόφασης:

1. *Περιβαλλοντικοί παράγοντες.* Οι πιο σπουδαίες παράμετροι του περιβάλλοντος που επηρεάζουν τη λήψη μίας στρατηγικής απόφασης είναι η αβεβαιότητα της

πληροφορίας και η ταχύτητα των αλλαγών που συντελούνται στο περιβάλλον. Σε περιβάλλοντα όπου έχουμε μεγάλη αβεβαιότητα πληροφορίας και μεγάλη ταχύτητα αλλαγών οι επιχειρήσεις προσπαθούν να συλλέγουν και να επεξεργάζονται περισσότερη πληροφορία μέσω των ΠΣ τους, προκειμένου να μειώσουν την αβεβαιότητα κατά τη λήψη των αποφάσεων τους.

2. *Οργανωτικοί παράγοντες.* Η οργανωτική δομή της εταιρείας και η κατανομή της εξουσίας (αποκεντρωμένη ή όχι) επηρεάζουν σημαντικά τη διαμόρφωση και τον τρόπο λήψης της τελικής απόφασης.
3. *Χαρακτηριστικά της ομάδας που θα λάβει την απόφαση.* Το στοιχείο αυτό είναι το σημαντικότερο στη μελέτη των ΣΥΟΑ. Προκειμένου να ληφθεί η βέλτιστη δυνατή απόφαση είναι σημαντικό να αναγνωρισθούν οι παράγοντες που επηρεάζουν τη λήψη μίας απόφασης σε ομαδικό περιβάλλον και βάσει αυτών των συμπερασμάτων να δομηθεί η ομάδα απόφασης και τα εργαλεία υποστήριξης της κατά το βέλτιστο δυνατό τρόπο. Ορισμένες σημαντικές παρατηρήσεις που γίνονται από τους συγγραφείς του άρθρου «Challenging Group Support Systems Research: The Case for Strategic Decision Making» είναι οι ακόλουθες:
 - Σε γενικές γραμμές οι ετερογενείς ομάδες επιτυγχάνουν καλύτερα αποτελέσματα σε καθήκοντα που απαιτούν δημιουργικότητα και εφευρετικότητα, ενώ οι ομοιογενείς ομάδες υπερτερούν σε εκτελεστικά καθήκοντα. Ο λόγος για τη διαφορά αυτή είναι ότι οι ετερογενείς ομάδες παρουσιάζουν μεγαλύτερη ποικιλομορφία αντιλήψεων, η οποία ευνοεί την δημιουργία νέων ιδεών, καθυστερεί δε την λήψη μίας τελικής απόφασης διότι συνήθως σε τέτοιες ομάδες παρουσιάζονται περισσότερες διαφωνίες.
 - Η συνεκτικότητα επίσης των ομάδων είναι ένα σημαντικό χαρακτηριστικό στη λήψη ομαδικών αποφάσεων. Έχει σημειωθεί ότι όσο μεγαλύτερος είναι ο βαθμός συνεκτικότητας μίας ομάδας, τόσο καλύτερη είναι και η ποιότητα των τελικών αποφάσεων της (Jackson 1992; McGrath 1994). Η συνεκτικότητα αναφέρεται στο βαθμό σύνδεσης των μελών μίας ομάδας και είναι αρνητικά συσχετισμένη με την ετερογένεια.
 - Η ύπαρξη εσωτερικών αντιθέσεων στις ομάδες μειώνει την πιθανότητα κατάληξης σε ομοφωνία. Έτσι ενώ η ετερογένεια επηρεάζει θετικά τη δημιουργικότητα μίας ομάδας ταυτόχρονα επηρεάζει αρνητικά το επίπεδο εσωτερικών αντιθέσεων, μειώνοντας την πιθανότητα για λήψη ομόφωνης απόφασης.
 - Η ηλικία, η προσωπικότητα και η εμπειρία των μελών της ομάδας είναι σημαντικά χαρακτηριστικά που επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την απόδοση και τη λειτουργία της. Τα χαρακτηριστικά αυτά και ο τρόπος με τον οποίο

επηρεάζουν την τελική απόφαση δεν έχουν εξετασθεί διεξοδικά μέχρι σήμερα (Rajagopalan et al. 1993).

4. *Χαρακτηριστικά του προβλήματος που αντιμετωπίζεται.* Οι πιο σημαντικοί παράμετροι του προβλήματος που αντιμετωπίζεται είναι η πολυπλοκότητά του και ο τύπος του προβλήματος. Η πολυπλοκότητα του προβλήματος συνδέεται με αυξημένες ανάγκες συλλογής και επεξεργασίας πληροφορίας και πιο αργές αποφάσεις.

Στην επόμενη παράγραφο παρουσιάζονται οι σημαντικότεροι παράγοντες που επηρεάζουν τις ομαδικές αποφάσεις.

1.4	Παράγοντες που επηρεάζουν το αποτέλεσμα των ομαδικών αποφάσεων
------------	---

Οι σημαντικότεροι παράγοντες που επηρεάζουν τη διαμόρφωση των τελικών αποφάσεων των ομάδων, όπως αναγνωρίστηκαν από τους συγγραφείς του άρθρου «Challenging Group Support Systems Research: The Case for Strategic Decision Making» είναι οι ακόλουθες:

1. *Ιστορικό συνεργασίας της ομάδας.* Οι προσωπικές σχέσεις και οι σχέσεις συνεργασίας των μελών της ομάδας κατά το παρελθόν είναι ένα ιδιαίτερα σημαντικό χαρακτηριστικό, διότι οι σχέσεις αυτές καθορίζουν και το κλίμα συνεργασίας και κατά συνέπεια την ποιότητα της τελικής απόφασης. Σε ομάδες όπου τα μέλη έχουν προσωπικές διαφορές μεταξύ τους είναι δύσκολο να αναπτυχθεί εποικοδομητικός διάλογος και να ληφθεί η σωστή απόφαση. Το αντίθετο ισχύει για ομάδες που τα μέλη τους έχουν επιδείξει στο παρελθόν καλή συνεργασία μεταξύ τους.
2. *Σύνθεση της ομάδας.* Ορισμένα σημαντικά χαρακτηριστικά της σύνθεσης της ομάδας είναι το επίπεδο ετερογένειας της, η εμπειρία των μελών της, η ηλικία τους και η επαγγελματική τους γνώση. Η ετερογένεια όπως αναφέρθηκε και στην προηγούμενη παράγραφο μπορεί σε ορισμένες περιπτώσεις να είναι ευλογία και σε άλλες κατάρα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η αύξηση της ετερογένειας συντελεί στην αύξηση των ιδεών που διακινούνται μεταξύ των μελών, αλλά ταυτόχρονα αυξάνεται και το επίπεδο διαμάχης μεταξύ των μελών, λόγω διαφορετικών απόψεων. Στο επίπεδο μελέτης της ετερογένειας των ομάδων μία μελέτη που έγινε από τους Valacich et al. το 1993 έδειξε ότι οι διαμάχες λόγω αυξημένης ετερογένειας μίας ομάδας είναι σημαντικά μικρότερες όταν τα μέλη της ομάδας δεν συναντιούνται στον ίδιο τόπο, αλλά επικοινωνούν μέσω υπολογιστών, διότι στις περιπτώσεις αυτές επικρατεί ισοτιμία στο λόγο και δεν δίνεται η δυνατότητα σε κανένα μέλος της ομάδας να μονοπωλήσει τη συζήτηση.

3. *Τύπος εργασίας που πρέπει να εκτελεστεί από την ομάδα.* Ο McGrath (1984) αναγνωρίζει τέσσερις τύπους εργασιών που υποστηρίζονται από ΣΥΟΑ. Οι τύποι αυτοί είναι: δημιουργικές εργασίες, εργασίες επιλογής, εργασίες διαπραγμάτευσης και εκτελεστικές εργασίες. Ανάλογα με την πολυπλοκότητα της εργασίας τα ΣΥΟΑ παρουσιάζουν βελτιωμένη ποιότητα απόφασης έναντι των ΣΥΑ για απλές αποφάσεις. Τα ΣΥΟΑ επίσης παρουσιάζουν μειωμένο χρόνο λήψης απόφασης έναντι των ΣΥΑ σε πολύπλοκες εργασίες, το αντίθετο όμως ισχύει για απλές εργασίες (Benbasat and Lim 1993; McLeod and Liker 1992). Συνεπώς υπάρχει μία αντίστροφη σχέση στην ποιότητα της τελικής απόφασης και του χρόνου που προσφέρεται για τη λήψη της. Όμως και ο παράγοντας χρόνος πρέπει να ληφθεί σημαντικά υπόψη αφού όλες οι στρατηγικές αποφάσεις πέρα από την ποιότητα που πρέπει να έχουν πρέπει να ληφθούν και την κατάλληλη χρονική στιγμή.
4. *Μέτρα εκτίμησης των τελικών αποφάσεων.* Η εκτίμηση της τελικής απόφασης μπορεί να πραγματοποιηθεί με διάφορα μέτρα όπως είναι το επίπεδο ομοφωνίας ή ικανοποίησης των μελών της ομάδας από την τελική απόφαση, το επίπεδο αντιθέσεων κατά τη συζήτηση, η ποιότητα της απόφασης και ο χρόνος που χρειάστηκε για τη λήψη της απόφασης. Τα αποτελέσματα των μελετών που έχουν πραγματοποιηθεί πάνω σε εφαρμογές των ΣΥΟΑ αναφέρουν βελτίωση της ποιότητας της τελικής απόφασης και της ικανοποίησης των συμμετεχόντων από αυτή. Πάντως αξίζει να αναφερθεί ότι βάσει ορισμένων μελετών (George et. al 1990) φαίνεται ότι οι τεχνολογίες επικοινωνίας μέσω Η/Υ που υποστηρίζονται από τα ΣΥΟΑ παρουσιάζουν λιγότερες πιθανότητες να οδηγήσουν την ομάδα σε ομοφωνία από ότι οι συναντήσεις των μελών της ομάδας σε έναν κοινό χώρο συσκέψεων. Όσον αφορά το χρόνο που απαιτείται για τη λήψη της τελικής απόφασης, από τις μελέτες που έχουν γίνει φαίνεται ότι τα ΣΥΟΑ απαιτούν περισσότερο χρόνο σε σχέση με τις συσκέψεις σε κοινό χώρο, αλλά μπορούν να επιτύχουν καλύτερη ποιότητα αποφάσεων. Στα αποτελέσματα αυτά κατέληξαν οι Gallupe and McKeen (1990). Τέλος άλλες μελέτες έδειξαν ότι οι ομάδες που συσκέπτονται σε κοινό χώρο αναλύουν μεγαλύτερα ποσά πληροφορίας, αναγνωρίζουν τις κακές εναλλακτικές πιο εύκολα και εξετάζουν περισσότερες παραμέτρους της απόφασης από ότι οι αντίστοιχες ομάδες που βασίζονται σε ΣΥΟΑ (Smith and Vanecsek, 1988).

1.5 Μετάβαση από τα ΣΥΑ στα ΣΥΟΑ

Τα Συστήματα Υποστήριξης Ομαδικών Αποφάσεων προέκυψαν από τα κλασικά Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων. Σε πάρα πολλά προβλήματα οι αποφάσεις που πρέπει να ληφθούν είναι τόσο σύνθετες που απαιτείται η συμμετοχή

περισσοτέρων του ενός αποφασίζοντων. Προκύπτει λοιπόν ένα θέμα ομαδικής εργασίας και συνεργασίας και το ερώτημα που τίθεται είναι κατά πόσο μπορεί αυτή η ομάδα να δουλέψει αποτελεσματικά. Το γεγονός αυτό αποτέλεσε την αφορμή για την ανάπτυξη των Συστημάτων Υποστήριξης Ομαδικών Αποφάσεων τα οποία μπορεί να θεωρηθούν ότι ενσωματώνουν τα ΣΥΑ σε αυτά (Sprague and Watson, 1996). Έτσι, τα ΣΥΟΑ περιέχουν τα υποσυστήματα επικοινωνίας, βάσεων μοντέλων και βάσεων δεδομένων. Επιπλέον προστέθηκαν και νέες δυνατότητες για να καλύψουν τις διαφορετικές ανάγκες των συστημάτων αυτών, όπως:

- Δυνατότητες επικοινωνίας.
- Προσθήκη μοντέλων για παροχή ψήφων, κατάταξης, εκτίμησης και την υποστήριξη των απαραίτητων λειτουργιών για την επίτευξη συμφωνίας.
- Μεγαλύτερη αξιοπιστία από τους χρήστες του οι οποίοι είναι ιεραρχικά υψηλότερα στελέχη και επομένως απαιτείται να έχουν μεγαλύτερη εμπιστοσύνη στο σύστημα.
- Αυξημένες απαιτήσεις αρχικών διαμορφώσεων λειτουργίας του συστήματος (εγκατάσταση στους Η/Υ όλων των μελών της ομάδας, προετοιμασία προγράμματος λειτουργίας και συναντήσεων ομάδας, προετοιμασία μελών για τις συναντήσεις κ.α.).
- Αύξηση φυσικών δυνατοτήτων συστήματος και κόστους ανάπτυξης, εγκατάστασης και λειτουργίας του.

Την εποχή που αναπτύχθηκαν τα ΣΥΑ θεωρείτο ότι υπεύθυνος για την απόφαση ήταν ένας και μόνο αποφασίζων. Αυτός υποτίθεται ότι είχε όλη τη γνώση και τα δεδομένα και βοηθούμενος από ένα Πληροφοριακό Σύστημα προσπαθεί να λάβει μια απόφαση. Προφανώς αυτό δεν ισχύει σήμερα, δεδομένου ότι είτε σε οργανισμούς είτε σε επιχειρήσεις, είτε σε υπηρεσίες οι αποφάσεις λαμβάνονται ομαδικά. Ακόμα και στην καθημερινή μας ζωή πληθώρα προβλημάτων επιλύεται με ομαδική συμμετοχή.

Το βασικό θέμα που προκύπτει σε προβλήματα όπου οι αποφασίζοντες είναι πολλοί και πρέπει να επικοινωνήσουν μεταξύ τους προκειμένου να καταλήξουν κάπου, αφορά την απεικόνιση των διαφορετικών ιδεών και προτάσεων καθώς και την σύνθεση αυτών ώστε να ληφθεί μια κοινή απόφαση. Είναι αυτονόητο ότι σε μια ομάδα αποφασίζοντων τα άτομα που συμμετέχουν σε αυτή μπορεί να προέρχονται από διαφορετικούς χώρους, με διαφορετικές γνώσεις, βιώματα, εμπειρίες, με διαφορετικούς στόχους και επιδιώξεις. Γίνεται αντιληπτό επομένως ότι το να συνδέσεις τέτοιου είδους διαφορετική πληροφορία, είναι διαδικασία τρομερά δύσκολη

και επίπονη. Ας φανταστούμε σε ένα εργοστάσιο την «κόντρα» μεταξύ του διευθυντή του τμήματος παραγωγής και του διευθυντή του τμήματος μάρκετινγκ.

Μία καλή πρόταση σε τέτοιου είδους προβλήματα είναι η επίτευξη συνάντησης πρόσωπο με πρόσωπο μεταξύ των αποφασιζόντων στις γνωστές αίθουσες συσκέψεων. Ωστόσο όπως παρατηρεί ο Aiken et al. μια από τις μεγαλύτερες ανησυχίες των managers έχει να κάνει με το γεγονός ότι οι συναντήσεις αυτές, αν και απορροφούν το μεγαλύτερο μέρος του χρόνου τους, αποτελούν και το λιγότερο παραγωγικό κομμάτι της εργασίας τους. Οι συναντήσεις αυτές συνήθως αργούν να ξεκινήσουν, αργούν να τελειώσουν, ξεφεύγουν συχνά από το στόχο της συζήτησης ενώ συχνά παρατηρείται συγκεκριμένα άτομα να μονοπωλούν τη συζήτηση ρίχνοντας το επίπεδο της συνάντησης κάνοντας την φτωχότερη σε ποιότητα αποτελέσματος. Αλλά προβλήματα τέτοιων συναντήσεων είναι η αδυναμία και ο φόβος της ελεύθερης έκφρασης, το γεγονός ότι πρέπει να περιμένει ο καθένας τη σειρά του για να συμμετάσχει στη συζήτηση κ.α.

Υπάρχουν αρκετές μεθοδολογίες που ασχολούνται με την υποστήριξη της διαδικασίας λήψης ομαδικών αποφάσεων. Τέτοιες είναι οι η Nominal Group Technique, τα synectics, η τεχνική Delphi κ.α. Το βασικό ωστόσο πρόβλημα των τεχνικών αυτών αποτελεί το γεγονός ότι είναι εξαιρετικά χρονοβόρες.

Ωστόσο παρά τα όποια κωλύματα παρουσιάζονται σε προβλήματα ομαδικών αποφάσεων οι επιχειρήσεις σήμερα προσπαθούν να υιοθετήσουν Συστήματα Υποστήριξης Ομαδικών Αποφάσεων. Σύμφωνα με τον Macenski (1993) αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι σήμερα υπάρχει μια διαρκώς αυξανόμενη τάση μέσα στους οργανισμούς, για την από κοινού επίλυση προβλημάτων και λήψη αποφάσεων. Πλέον στις σύγχρονες επιχειρήσεις δεν έχει θέση ο αυταρχισμός και η επιβολή απόψεων.

Ωστόσο οι διαδικασίες λήψης ομαδικών αποφάσεων είναι όπως είπαμε αργές και μη αποδοτικές, γεγονός που καθιστά αναγκαστική την χρησιμοποίηση ενός πληροφοριακού συστήματος. Τα Συστήματα Υποστήριξης Ομαδικών Αποφάσεων βοηθούν τόσο στην αποδοτικότητα (μείωση του χρόνου απόφασης) των συναντήσεων όσο και στην αποτελεσματικότητά τους (ποιότητα της τελικής απόφασης).

1.6 Συστήματα Υποστήριξης Ομαδικών Αποφάσεων

Όταν οι λαμβανόμενες αποφάσεις είναι πολύ σύνθετες και απαιτείται η συμμετοχή περισσοτέρων του ενός αποφασιζόντων τότε δημιουργείται η ανάγκη της ομαδικής εργασίας. Το πρόβλημα που αναδεικνύεται είναι αν μπορεί η ομάδα να εργασθεί αποτελεσματικά. Οι προσπάθειες που γίνονται στρέφονται προς τη

κατεύθυνση βελτίωσης της αποτελεσματικότητας των ομάδων εργασίας μέσω της ανάπτυξης κατάλληλων ΣΥΑ. Η νέα αυτή κατηγορία ονομάστηκε Συστήματα Υποστήριξης Ομαδικών Αποφάσεων (Group Decision Support System).

Η εξέλιξη των ΣΥΟΑ ακολούθησε τα παρακάτω βήματα (Sprague and Watson, 1996):

1981 - 1983	Εμφανίζονται τα πρώτα άρθρα που περιέγραφαν τα συστήματα υποστήριξης αποφάσεων
1982 - 1985	Δημοσιεύονται άρθρα για τη καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης και αρχή εφαρμοσμένων ερευνητικών προσπαθειών
1982 - 1986	Αρχικές δοκιμές και πειραματικά αποτελέσματα
1987 - 1990	Ανάπτυξη προχωρημένων διευκολύνσεων σε πανεπιστήμια
1988 -	Εμπορικές εκδόσεις hardware από την IBM και άλλες επιχειρήσεις κατασκευής Η/Υ
1990 -	Εμπορικές εκδόσεις λογισμικού από τις εταιρίες Ventana Corporation Lotus Notes, Collabra κ.α.

Σαν ΣΥΟΑ θεωρείται ένα σύνολο από λογισμικό, υλικό και γλωσσικές διαδικασίες που υποστηρίζουν μία ομάδα ανθρώπων οι οποίοι συσκέπτονται για τη λήψη αποφάσεων (Huber, 1984; Shakun, 1988; Rao and Jarvenpaa, 1991). Ένα παράδειγμα μιας τέτοιας προσπάθειας αποτελεί η μέθοδος DELPHI των Linstone και Turoff (1975). Μία ανασκόπηση των GDSS γίνεται από τους DeSantis και Gallupe (1985) οι οποίοι ορίζουν ένα ΣΥΟΑ σαν ένα αλληλεπιδραστικό υπολογιστικό σύστημα που διευκολύνει την επίλυση αδόμητων προβλημάτων από μία ομάδα αποφασιζόντων που συνεργάζονται μεταξύ τους με αντικειμενικό σκοπό τη λήψη μίας απόφασης. Επίσης μια επισκόπηση των πολυκριτήριων ΣΥΟΑ έγινε από τους Ματσατσίνη και Σαμαρά (2001).

Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι τα ΣΥΟΑ δεν υποστηρίζουν την επίλυση ειδικών προβλημάτων αλλά τη διαδικασία λήψης ομαδικών αποφάσεων.

Τα Συστήματα Υποστήριξης Ομαδικών Αποφάσεων αποτελούν μία σχετικά πρόσφατη τεχνολογική εξέλιξη. Τα πρώτα συστήματα αναπτύχθηκαν στις αρχές της δεκαετίας του '80. Αποτελούν μία εξέλιξη των κλασικών Συστημάτων Υποστήριξης Αποφάσεων δίνοντας όμως έμφαση στην υποστήριξη πλέον μίας ομάδας αποφασιζόντων (και όχι ενός) οι οποίοι συνεργάζονται με στόχο την αντιμετώπιση και επίλυση ενός κοινού προβλήματος.

Οι Dennis et al. (1988) τα χαρακτηρίζουν ως Συστήματα Ηλεκτρονικής Συνάντησης. Συγκεκριμένα θεωρούν ότι αποτελούν ένα περιβάλλον που στηρίζεται στην τεχνολογία της πληροφορικής και το οποίο υποστηρίζει τις χρονικά και τοπικά

κατανεμημένες ομαδικές συναντήσεις. Το πληροφοριακό περιβάλλον περιλαμβάνει υλικό και λογισμικό, κατανεμημένες εγκαταστάσεις, τεχνολογίες βίντεο και ήχου, ανθρώπινη υποστήριξη και συντονισμό και φυσικά τα κατάλληλα δεδομένα. Οι εργασίες που μπορεί να υποστηρίξει αφορούν το σχεδιασμό, την επικοινωνία, τη δημιουργία νέων ιδεών, τη συζήτηση θεμάτων, την επίλυση διαφωνιών, την ανάλυση και τη σχεδίαση συστημάτων κ.α.

1.6.1 Στάδια Υποστήριξης Ομαδικών Αποφάσεων

Σύμφωνα με τον Lockhart (1994) η Υποστήριξη Ομαδικών Αποφάσεων αποτελείται από τα εξής στάδια:

- Συλλογή απόψεων: ουσιαστικά πρόκειται για μια SWOT ANALYSIS που κάνει μια επιχείρηση σχετικά με τα αδύνατα και δυνατά της σημεία, τις ευκαιρίες και απειλές που αντιμετωπίζει.
- Παρατηρήσεις επί των απόψεων: σχολιάζονται και επανεξετάζονται οι ήδη υπάρχουσες απόψεις προκειμένου να καταλήξουμε σε έναν περιορισμένο αριθμό εναλλακτικών.
- Αξιολόγηση των αποτελεσμάτων: η ομάδα συζητά τις εναλλακτικές αυτές και καταλήγει σε ιεράρχηση ή κατάταξη αυτών.
- Λήψη τελικής απόφασης: αποφασίζεται ποια θα είναι η τελική απόφαση και ποιος θα είναι υπεύθυνος για την υλοποίησή της.

1.6.2 Δομή ΣΥΟΑ

Ένα Σύστημα Υποστήριξης Ομαδικών Αποφάσεων, γενικά αποτελείται από δύο βασικά υποσυστήματα:

- *Τεχνολογικό Υποσύστημα* που περιέχει υπολογιστές, τηλεπικοινωνιακή υποδομή και δικτυακή υποστήριξη, για την πρόσβαση σε δεδομένα, την εκτέλεση μαθηματικών και αριθμητικών υπολογισμών, την ανταλλαγή απόψεων, ιδεών, προτιμήσεων, σχολίων, την παρουσίαση των αποτελεσμάτων και την αποθήκευση των πληροφοριών και δεδομένων.
- *Υποσύστημα Λήψης Αποφάσεων* που περιέχει δομημένες διαδικασίες με στόχο την υποστήριξη της ομάδας των αποφασιζόντων για τη δημιουργία και οργάνωση ιδεών και εναλλακτικών απόφασης, την αξιολόγηση αυτών των εναλλακτικών, την επιλογή και τη λήψη της τελικής απόφασης.

Στο διαχωρισμό αυτό βασίζονται οι περισσότεροι ερευνητές για να ορίσουν τα ΣΥΟΑ.

1.6.3 Ορισμοί

Ένα Σύστημα Υποστήριξης Ομαδικών Αποφάσεων (Huber, 1984) είναι ένα σύνολο από λογισμικό, υλικό, και γλωσσικές διαδικασίες τα οποία υποστηρίζουν μία ομάδα ανθρώπων που συσκέπτονται για τη λήψη αποφάσεων. Η κυριότερη λειτουργία των συστημάτων αυτών είναι η υποστήριξη τριών βασικών ομαδικών δραστηριοτήτων: ανάκτηση, διανομή και χρήση πληροφοριών.

Ένα Σύστημα Υποστήριξης Ομαδικών Αποφάσεων αποτελεί ένα ολοκληρωμένο βασιζόμενο στους υπολογιστές πληροφοριακό σύστημα το οποίο διευκολύνει την επίλυση ημι-δομημένων και αδόμητων προβλημάτων από μία ομάδα αποφασιζόντων, που συνεργάζονται μεταξύ τους, με αντικειμενικό σκοπό τη λήψη μίας απόφασης (DeSanctis and Gallupe, 1987).

Ένα Σύστημα Υποστήριξης Ομαδικών Αποφάσεων (Bui and Jarke, 1986) είναι ένα βασιζόμενο στους υπολογιστές πληροφοριακό σύστημα το οποίο στοχεύει στην υποστήριξη της συλλογικής διαδικασίας επίλυσης ενός προβλήματος στην οποία:

- Εμπλέκονται δύο ή περισσότερα άτομα καθένα από τα οποία χαρακτηρίζεται από τις προσωπικές του αντιλήψεις, στάσεις και προσωπικότητα.
- Τα άτομα αυτά έχουν αναγνωρίσει την ύπαρξη ενός κοινού προβλήματος.
- Προσπαθούν να χρησιμοποιήσουν το σύστημα για την λήψη μίας συλλογικής απόφασης.

Τα Συστήματα Υποστήριξης Ομαδικών Αποφάσεων αποτελούν την εφαρμογή της τεχνολογίας της πληροφορικής για την υποστήριξη ομάδων, με έμφαση στη βελτίωση της επίδοσης και της οργανωτικής ικανότητας (Vogel and Nunamaker, 1990).

Οι Jessup and Tansik (1991), όρισαν ότι τα Συστήματα Υποστήριξης Ομαδικών Αποφάσεων είναι πληροφοριακά συστήματα, τα οποία συνδυάζουν τεχνολογίες επικοινωνίας, υπολογιστών και υποστήριξης αποφάσεων με στόχο να διευκολύνουν τη δόμηση και επίλυση αδόμητων προβλημάτων, που απασχολούν μία ομάδα ανθρώπων.

Ένα Σύστημα Υποστήριξης Ομαδικών Αποφάσεων είναι ένα πληροφοριακό σύστημα, που υποστηρίζει μία ομάδα ανθρώπων, που ασχολούνται με ένα κοινό θέμα και το οποίο προσφέρει ένα σύστημα επικοινωνίας με κάποιο κοινό περιβάλλον (Aiken et al., 1995).

Τέλος θα μπορούσαμε να συνοψίζοντας να πούμε ότι τα Συστήματα Υποστήριξης Ομαδικών Αποφάσεων συνδυάζουν τεχνολογίες επικοινωνίας, υπολογιστών και υποστήριξης αποφάσεων με στόχο να διευκολύνουν την δόμηση και επίλυση αδόμητων προβλημάτων που απασχολούν μια ομάδα ανθρώπων.

Από τους παραπάνω ορισμούς φαίνεται ότι υπάρχει διαφορά στις απόψεις των διάφορων μελετητών στο τι πραγματικά σημαίνει και τι είδους συστήματα περιλαμβάνει αυτός ο όρος ΣΥΟΑ. Μετά από έρευνα των Kraemer and King (1988) πάνω στα μέχρι τότε υπάρχοντα συστήματα, για την υποστήριξη ομαδικών αποφάσεων, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι υπάρχουν αρκετοί διαφορετικοί και αλληλοσυγκρουόμενοι ορισμοί για τα Σύστημα Υποστήριξης Ομαδικών Αποφάσεων. Το αποτέλεσμα είναι ότι στην ίδια οικογένεια περιγράφονται συστήματα με εντελώς διαφορετική φιλοσοφία, υλοποίηση και δυνατότητες. Έτσι με τον ίδιο όρο περιγράφονται από απλά συστήματα με δυνατότητες μόνο ψηφοφορίας και παρουσίασης των δεδομένων μέχρι εξαιρετικά ολοκληρωμένα συστήματα που περιλαμβάνουν μεθόδους ψηφοφορίας, μοντελοποίησης, ανάλυσης δεδομένων, ανάλυσης αποφάσεων και παρουσίασης.

Στο ίδιο συμπέρασμα καταλήγουν και οι Dennis et al. (1988) μελετώντας δέκα διαφορετικά ΣΥΟΑ. Ο George (1988 1992) μετά από μία προσεκτική εξέταση τεσσάρων ΣΥΟΑ κατέληξε στο συμπέρασμα ότι, οι σχεδιαστές του κάθε συστήματος έχουν μοναδική και διαφορετική αντίληψη στο τι ακριβώς είναι ένα ΣΥΟΑ και στο τι ακριβώς πρέπει να κάνει.

Στο σημείο αυτό είναι σημαντικό να τονιστεί ότι τα ΣΥΟΑ δεν υποστηρίζουν την επίλυση ειδικών προβλημάτων, αλλά τη διαδικασία λήψης ομαδικών αποφάσεων που επιλύουν τα προβλήματα αυτά.

Η ύπαρξη τόσο διαφορετικών αντιλήψεων και συστημάτων κάνει πολύ δύσκολη τη σύγκρισή τους. Για την επίλυση του προβλήματος ο George (1988 1992) πρότεινε να μη θεωρούνται τα Συστήματα Υποστήριξης Ομαδικών Αποφάσεων σαν μία ενιαία και μοναδική οικογένεια Πληροφοριακών Συστημάτων. Κατά την άποψή του θα πρέπει να δοθεί βάρος στην ταξινόμηση των συστημάτων σύμφωνα με κάποια χαρακτηριστικά έτσι ώστε να υπάρχει σαφής διάκριση μεταξύ τους.

1.6.4	Χαρακτηριστικά ΣΥΟΑ
--------------	----------------------------

Μερικά από τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά των ΣΥΟΑ είναι:

- Είναι ειδικώς σχεδιασμένα συστήματα και όχι μια περιστασιακή σύνδεση ήδη υπαρχόντων συστημάτων.
- Σχεδιάζονται για την υποστήριξη της εργασίας ομάδων αποφασίζόντων, με στόχο τόσο τη βελτίωση των διαδικασιών απόφασης όσο και των λαμβανομένων αποφάσεων σε σχέση με τις αποφάσεις που θα λαμβάνονταν εάν δεν χρησιμοποιούνταν τα ΣΥΟΑ.
- Είναι εύκολα στη χρήση τους.

- Θα πρέπει να περιέχουν μηχανισμούς αντιμετώπισης προβλημάτων που τυχόν θα ανακύπτουν κατά τη διαδικασία λήψης μίας απόφασης (αρνητική ομαδική συμπεριφορά, συγκρούσεις μελών κ.λ.π.).

Ένα ΣΥΟΑ πρέπει να υποστηρίζει τόσο τη λήψη αποφάσεων όσο και τη διαδικασία υποστήριξης. Η υποστήριξη της λήψης αποφάσεων έχει να κάνει με τις δυνατότητες που κληρονομούν στα ΣΥΟΑ τα ΣΥΑ. Γενικά τα ΣΥΟΑ δημιουργήθηκαν για να επιλύουν ιδιαιτέρως αδόμητα προβλήματα, συχνά με στρατηγικές ή μακροχρόνιες υλοποιήσεις. Έτσι, τα ΣΥΟΑ χρειάζεται να παρέχουν ιδιαίτερη υποστήριξη για δημιουργία εναλλακτικών και αναπαράσταση ιδεών. Η δημιουργία εναλλακτικών απαιτεί την ύπαρξη ενός εργαλείου ηλεκτρονικών συναντήσεων ανταλλαγής ιδεών που θα καταγράφει τις ιδέες καθώς και τα σχόλια για αυτές που διατυπώνονται από τα μέλη της ομάδας. Επιπλέον το εργαλείο αυτό γνωστό σαν *issue analyzer tool*, θα πρέπει να διευκολύνει τη συνένωση των ιδεών βοηθώντας είτε τον *facilitator* είτε τα μέλη της ομάδας να αναγνωρίσουν κοινά ενδιαφέροντα, κοινά χαρακτηριστικά και σχέσεις μεταξύ των ιδεών.

Οι εργασίες δημιουργίας, ανάλυσης και ομαδοποίησης των εναλλακτικών είναι συχνά πολύ δύσκολη και ως εκ τούτου απαιτείται η ύπαρξη εργαλείων που θα υποστηρίζουν την παράλληλη εργασία και επικοινωνία των μελών της ομάδας.

Ένα άλλο εργαλείο που απαιτείται να υπάρχει για την υποστήριξη των αποφάσεων είναι η λεγόμενη μνήμη ομάδας (*group memory*). Σε αυτήν μπορεί να καταγράφονται είτε το αναλυτικό ιστορικό της συνάντησης είτε μια περίληψη των εργασιών. Έτσι, κάποιος μπορεί να παρακολουθήσει τη διαδρομή που ακολουθήθηκε για να καταλήξει η ομάδα κάπου. Για την υποστήριξη της μνήμης της ομάδας είναι απαραίτητα (Hoffer and Valacich, 1993; Hosseini, 1995; Sprague and Watson, 1995;):

- Δυνατότητα προσπέλασης σε εσωτερικές και εξωτερικές πηγές πληροφόρησης.
- Ικανότητα απόκτησης εύκολα πληροφόρησης και αποθήκευσης καθώς και ολοκλήρωσης πληροφοριών που προκύπτουν από τις αλληλεπιδράσεις των μελών της ομάδας.
- Εργαλεία υποστήριξης της χρήσης τόσο ποσοτικών όσο και ποιοτικών μοντέλων απόφασης (Hosseini, 1995).
- Ικανότητα υποστήριξης της απόδοσης βαρών και κατάταξης των εναλλακτικών που έχουν προταθεί και υποθηκευθεί στη μνήμη εργασίας.

Από την άλλη μεριά οι απαιτήσεις από ένα ΣΥΟΑ, όσον αφορούν την υποστήριξη της διαδικασίας, αυξάνουν τόσο με τον αριθμό των υποστηριζόμενων

μελών όσο και με τις παρεχόμενες εξειδικευμένες υπηρεσίες. Ένα από τα χαρακτηριστικά αυτά είναι η ευελιξία διενέργειας των συναντήσεων παρέχοντας δυνατότητες στα μέλη της ομάδας διενέργειας των συναντήσεων με ανεξαρτήτως χρόνου και τόπου (different places, different times). Επίσης η υποστήριξη της λειτουργίας των ΣΥΟΑ με τη βοήθεια διευκολυντών (facilitators). Άλλα χαρακτηριστικά είναι η δυνατότητα ανωνυμίας των μελών, ισότητας ψήφων, διαπραγματεύσεων κ.α.

1.7 Πολυκριτήρια Συστήματα Υποστήριξης Ομαδικών Αποφάσεων

Οι Πολυκριτήριες Μεθοδολογίες (Multi Criteria Decision Making - MCDM) κατά κανόνα αποτελούνται από τα ακόλουθα βήματα:

- Αναγνώριση και ορισμό των εναλλακτικών.
- Αναγνώριση και ορισμό των κριτηρίων εκτίμησης.
- Εκτίμηση των εναλλακτικών με βάση τα κριτήρια, και
- Χρήση αλγορίθμου για αναζήτηση λύσης.

Οι Πολυκριτήριες Μεθοδολογίες Λήψης Αποφάσεων (MCDM) παίζουν ένα σημαντικό ρόλο στην υποστήριξη ομαδικών αποφάσεων:

1. Οφείλονται στις διαπροσωπικές διαφορές, η ύπαρξη της πολλαπλότητας και της σύγκρουσης αντικειμένων είναι επικρατών ουσιαστικά περισσότερο σε μια ομαδική απόφαση από ενός απλού-ατόμου απόφαση.
2. Οι υποκειμενικές και ποιοτικές εκτιμήσεις παίζουν περισσότερο κρίσιμο ρόλο σε ομαδικές από ότι σε απλού χρήστη αποφάσεις.
3. Η απλότητα των εξόδων (outputs) του MCDM το κάνει ευκολότερο στην επικοινωνία, συντονισμό και συμφωνία ατομικών αναλύσεων στην εργασία ομαδικών αποφάσεων.
4. Οι ενέργειες παίζουν συχνά ένα περισσότερο αποφασιστικό ρόλο από τα περιεχόμενα στην επίλυση ομαδικών αποφάσεων. Οι MCDM παρέχει ένα απλό αλλά δομημένο πλαίσιο για έλεγχο της ενέργειας απόφασης π.χ. εκτίμηση των εναλλακτικών, διατίμηση των κριτηρίων εκτίμησης, επιλογή ενός κατάλληλου αλγορίθμου για εκτίμηση των προτιμήσεων και έρευνα για λύση ή συμβιβασμό.
5. Η επαναλαμβανόμενη χρήση των εργασιών του MCDM θα επιτρέπει την ολοκλήρωση των φάσεων προ-αποφάσεων και μετά την απόφαση σε μια φάση συνήθους απόφασης.

Η χρήση των πολυκριτήριων μεθοδολογιών στα ΣΥΟΑ δημιούργησε μια νέα κατηγορία τα Πολυκριτήρια ΣΥΟΑ (Ματσατσίνης και Σαμαράς, 2001). Έτσι ένα Πολυκριτήριο ΣΥΟΑ:

- Περιέχει πολυκριτήρια λήψη αποφάσεων και μοντέλα υποστήριξης σε ένα ατομικό συστατικό μοντέλου, και
- Είναι ικανό να υποστηρίξει πολλαπλούς αποφασίζοντες δια μέσου ενός ομαδικού ΣΥΑ να φθάσει σε ομοφωνία μέσα σε ένα περιβάλλον συνεργασίας.

Το πρόβλημα της λήψης ομαδικών αποφάσεων έχει αποτελέσει εδώ και πολλά χρόνια αντικείμενο διερεύνησης από πάρα πολλούς επιστήμονες. Οι Keeney and Raiffa (1976), παρουσιάζουν το θεωρητικό υπόβαθρο για τον υπολογισμό μίας ομαδικής αθροιστικής συνάρτησης χρησιμότητας, υπό καθεστώς βεβαιότητας ή αβεβαιότητας, όταν είναι γνωστές οι συναρτήσεις χρησιμότητας των μελών της ομάδας.

1.8 Πλεονεκτήματα Συστημάτων Υποστήριξης Ομαδικών Αποφάσεων

Σύμφωνα με τους Aiken, Gallupe, Nunamaker (1994) τα πλεονεκτήματα των ΣΥΟΑ είναι:

- Συνεργασία
- Δραστική μείωση απαιτούμενου χρόνου για την λήψη απόφασης
- Ανωνυμία
- Ταυτόχρονη επικοινωνία
- Ύπαρξη δημοκρατίας
- Αρχαιοθέτηση πληροφοριών
- Αποτελεσματικότητα της διαδικασίας
- Αύξηση της παραγωγικότητας

Διάφορες μελέτες που έχουν γίνει έχουν καταλήξει στο συμπέρασμα ότι ένα από τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματα των GDSS είναι η ανωνυμία. Η δυνατότητα που δίνεται σε κάθε μέλος που συμμετέχει στη διαδικασία να εκφράσει την άποψή του σε οποιοδήποτε θέμα χωρίς να αποκαλύπτεται η ταυτότητά του (ανώνυμα) αυξάνει την συμμετοχή των ατόμων στην ομαδική διαδικασία μειώνοντας τις φυσικές τους αναστολές και την επιφυλακτικότητα.

Ένα ακόμη πλεονέκτημα είναι το γεγονός ότι ένα Σύστημα Υποστήριξης Ομαδικών Αποφάσεων αυξάνει την αποτελεσματικότητα μιας ομαδικής εργασίας με την δόμηση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των μελών της ομάδας. Το αποτέλεσμα είναι μία μεγάλη εξοικονόμηση στον χρόνο που διαρκεί μία συνάντηση. Επομένως η

ομάδα μπορεί να επικεντρωθεί περισσότερο στην εκτέλεση του έργου της και στην επίλυση του προβλήματος. Επίσης υπάρχει μία σημαντική αύξηση στην ποσότητα της πληροφορίας που μπορεί να συγκεντρωθεί εξαιτίας της παράλληλης εισόδου (όλα τα μέλη της ομάδας μπορούν να συνεισφέρουν ταυτόχρονα). Σε μία κλασική συνάντηση ο λόγος δίνεται με τη σειρά και οι υπόλοιποι περιμένουν. Εδώ η είσοδος των σχολίων, των απόψεων, των παρατηρήσεων, των δεδομένων και των αποτελεσμάτων μπορεί να γίνεται ταυτόχρονα από όλα τα μέλη της ομάδας.

Τα Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων μπορούν να αυξήσουν την ομαδική μνήμη (group memory). Η έλλειψη ομαδικής μνήμης αποτελεί έναν φραγμό για την παραγωγικότητα μιας ομάδας και έχει σαν αποτέλεσμα την απώλεια πληροφορίας, η οποία οδηγεί σε πιο φτωχή διαδικασία ομαδικής μάθησης και λήψης αποφάσεων. Μερικά χαρακτηριστικά των GDSS όπως είναι *electronic capturing and information display* μπορούν να μειώσουν τις απώλειες πληροφορίας.

Τα εργαλεία που προσφέρουν τα Συστήματα Υποστήριξης Ομαδικών Αποφάσεων αυξάνουν την παραγωγικότητα και την δυνατότητα επίλυσης προβλημάτων μιας ομάδας αυξάνοντας της ικανότητα πληροφόρησης της ομάδας. Μπορούν να περιέχουν αναλυτικά μοντέλα όπως τα μοντέλα ανάλυσης αποφάσεων τα οποία υποστηρίζουν περίπλοκα θέματα.

Τα Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων οδηγούν στην λήψη πιο "δημοκρατικών" αποφάσεων. Δεν υπάρχει περίπτωση κάποιος να επιβληθεί με κάποιο τρόπο (π.χ. υψώνοντας τη φωνή του) σε κάποια συνάντηση. Σε όλους δίνεται η ευκαιρία να εκφράσουν τις απόψεις και τις ιδέες του μέσω ενός τερματικού.

Περισσότερες ιδέες και πολύ περισσότερα συμπεράσματα μπορεί να προκύψουν σε πολύ πιο σύντομο χρονικό διάστημα.

1.9 Μειονεκτήματα Συστημάτων Υποστήριξης Ομαδικών Αποφάσεων

Σύμφωνα με τους Aiken *et al.* (1995) και Lewis *et al.* (1996) τα κυριότερα μειονεκτήματα των ΣΥΟΑ είναι:

- Απροθυμία Υιοθέτησης Τεχνολογικών Καινοτομιών
- Απρόσωπη Επικοινωνία
- Απειρία στη Χρήση Η/Υ
- Αργή Επικοινωνία
- Αύξηση Συγκρούσεων Εξαιτίας της Ανωνυμίας
- Υπέρβαση Ιεραρχίας
- Λανθασμένη Χρήση Τεχνολογίας
- Πιθανή Απώλεια Βασικών Συμμετεχόντων

- Υψηλό Κόστος Εγκατάστασης
- Πλουραλισμός Απόψεων

Η συνεχής χρήση των GDSS τείνει να μειώσει την διαπροσωπική επαφή των ατόμων μιας ομάδας. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να αυξάνεται κοινωνική απόσταση μεταξύ τους.

Ένα επιπλέον πρόβλημα αποτελεί το γεγονός ότι συνήθως τα στελέχη των επιχειρήσεων δεν έχουν μεγάλη εμπειρία στη χρήση των υπολογιστών και αυτό δυσκολεύει την εξοικείωση τους με τα Συστήματα Υποστήριξης Ομαδικών Αποφάσεων και τους κάνει να είναι πολλές φορές επιφυλακτικοί ή ακόμη και εχθρικοί με τη χρήση τους. Το πρόβλημα αυτό πάντως αναμένεται να μειωθεί καθώς με την πάροδο του χρόνου οι άνθρωποι μαθαίνουν να χειρίζονται υπολογιστικά συστήματα.

Ένα από τα μεγαλύτερα μειονεκτήματα των Συστημάτων Υποστήριξης Αποφάσεων είναι το πολύ υψηλό κόστος υλοποίησης και εγκατάστασής τους.

Μερικά από τα προβλήματα που έχουν παρατηρηθεί συνδέονται και με τον αριθμό των ατόμων που συμμετέχουν στις συναντήσεις για τη λήψη ομαδικών αποφάσεων. Οι συναντήσεις αυτές χωρίζονται σε μεγάλες και σε μικρές ανάλογα με τον αριθμό των συμμετεχόντων. Έτσι, μεγάλες θεωρούνται εκείνες οι οποίες τα άτομα που συμμετέχουν είναι περισσότερα από δέκα πέντε.

1.10 Προβλήματα Συστημάτων Υποστήριξης Ομαδικών Αποφάσεων

Το μεγαλύτερο και συνηθέστερο πρόβλημα που υπάρχει στην προσπάθεια εξεύρεσης λύσης σε ένα πρόβλημα όπου εμπλέκονται πολλοί αποφασίζοντες είναι η ύπαρξη συγκρούσεων (διαφορών) μεταξύ των μελών της ομάδας. Οι συγκρούσεις του τύπου αυτού είναι γνωστές σαν διαπροσωπικές (interpersonal) συγκρούσεις (Bogetoft and Pruzan, 1991), και μπορεί να οφείλονται σε διάφορους λόγους όπως:

- Τα μέλη της ομάδας έχουν διαφορετικές αξίες και αντικειμενικούς στόχους πολλές φορές με αντίθετα και συγκρουόμενα κίνητρα και επιδιώξεις.
- Χρησιμοποιούν διαφορετικά κριτήρια για την αναπαράσταση των στόχων τους.
- Έχουν διαφορετικές σχέσεις προτίμησης, δηλαδή ακόμη και αν συμφωνούν στις τιμές και στα κριτήρια που θα χρησιμοποιήσουν, δεν μπορούν να συμφωνήσουν στο ποια εναλλακτική είναι η καλύτερη.
- Συναντούν μεγάλες δυσκολίες στο να επικοινωνήσουν μεταξύ τους και να συζητήσουν σχετικά με τις αξίες, τους αντικειμενικούς στόχους, τα κριτήρια, τις προτιμήσεις και τις προσδοκίες τους.

Η ύπαρξη μίας και μόνης από τις αιτίες αυτές είναι συχνά αρκετή για να γίνει αδύνατη η εύρεση μιας από κοινού αποδεκτής λύσης.

1.11 Προβλήματα Εφαρμογής Συστημάτων Υποστήριξης Ομαδικών Αποφάσεων

- Η εφαρμογή ενός ΣΥΟΑ δεν ενδείκνυται όταν η ομάδα των αποφασιζόντων είναι μικρή.
- Τα ΣΥΟΑ υποστηρίζουν τον πλουραλισμό των απόψεων. Ωστόσο οι περισσότερες επιχειρήσεις δεν στηρίζουν και δεν στηρίζονται σε τόσο δημοκρατικούς μηχανισμούς. Άλλωστε το τίμημα της δημοκρατίας είναι η αναποφασιστικότητα. (Welter, 1988).
- Ένα ΣΥΟΑ μπορεί να πέσει σε αχρηστία αν ο συντονιστής της ομάδας δεν έχει γνώση όλων των χαρακτηριστικών του συστήματος. Σε μια τέτοια περίπτωση μειώνεται η λειτουργικότητα και η αποδοτικότητα του συστήματος.
- Καταργούν την ιεραρχική δομή μιας επιχείρησης. Τα ΣΥΟΑ από τη φύση τους είναι συστήματα που αλλάζουν τις σχέσεις εξουσίας σε μια επιχείρηση. Δεδομένου ότι ως στόχο τους έχουν την ευκολία ανταλλαγής πληροφοριών, δίνει σε όλα τα μέλη της ομάδας ίσες ευκαιρίες και ίσα δικαιώματα έκφρασης των απόψεών τους. Το γεγονός αυτό συχνά προκαλεί δυσφορία στους «ηγέτες» μιας επιχείρησης

1.12 Επίλογος

Η εμπλοκή πολλών ατόμων στην διαδικασία λήψης μιας απόφασης εισάγει και έναν επιπλέον παράγοντα δυσκολίας. Όπως είναι γνωστό, δεδομένου ενός κριτηρίου, η σημασία που αποδίδει το κάθε άτομο στο συγκεκριμένο κριτήριο μπορεί να διαφοροποιείται ακόμα και σε μεγάλο βαθμό μεταξύ δύο ατόμων. Με άλλα λόγια, ένα δεδομένο κριτήριο, π.χ. το χρώμα ενός αυτοκινήτου, για έναν αποφασίζοντα μπορεί να έχει ελάχιστη σημασία στην διαδικασία επιλογής ενός αυτοκινήτου αλλά για έναν άλλο αυτό μπορεί να αποτελεί κριτήριο ζωτικής σημασίας. Οι διαφορετικές ως εκ τούτου αντιλήψεις των αποφασιζόντων θα πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψη από το μηχανισμό λήψης απόφασης με τέτοιο τρόπο ώστε όλες οι απόψεις να καθορίζουν την τελική απόφαση. Επιπλέον, εάν είναι εφικτό, η διαδικασία λήψης απόφασης μπορεί να χωρίζεται σε ενδιάμεσα στάδια, ώστε οι εκάστοτε αποφασίζοντες να μπορούν να παρατηρούν την εξέλιξη της διαδικασίας, να συγκρίνουν τις απόψεις τους με τις αντίστοιχες του συνόλου και ίσως να έχουν τη

δυνατότητα να τροποποιούν τις αποφάσεις τους εάν αλλάξουν γνώμη ή αντίληψη για ένα κριτήριο.

Η εξέλιξη της τεχνολογίας θα πρέπει να αναφέρουμε ότι τα τελευταία χρόνια έχει συμβάλλει σημαντικά στην ανάπτυξη και χρήση των συστημάτων υποστήριξης ομαδικών αποφάσεων που έχουν προταθεί στον επιστημονικό χώρο. Η συμβολή της τεχνολογίας έχει πραγματοποιηθεί τόσο με άμεσο όσο και έμμεσο τρόπο. Η εξέλιξη των τηλεπικοινωνιών για παράδειγμα επιτρέπει πλέον στις μέρες μας τη συμμετοχή των αποφασιζόντων στην διαδικασία λήψης απόφασης ακόμα και εάν αυτοί βρίσκονται σε διαφορετικά σημεία του πλανήτη. Η εξάπλωση του διαδικτύου επιτρέπει επίσης την επικοινωνία και ανταλλαγή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, γεγονός που καθιστά ευκολότερη και αμεσότερη τη συμμετοχή ενός στελέχους στην απόφαση. Επίσης, η αλματώδης ανάπτυξη της επιστήμης των υπολογιστών, τόσο από πλευράς υλικού (hardware) όσο και από πλευράς λογισμικού (software) έχει ανοίξει νέους ορίζοντες στο χώρο της επιστήμης της επιχειρησιακής έρευνας. Με τη βοήθεια των νέων εργαλείων λογισμικού συγκεκριμένα, έχει επιτευχθεί η μοντελοποίηση προβλημάτων υποστήριξης αποφάσεων που πριν μερικά μόλις χρόνια ήταν αδύνατη ή πολύ δύσκολη και ανακριβής. Ταυτόχρονα, η εξέλιξη των μικροεπεξεργαστών και του υλικού γενικότερα, επέτρεψε την εφαρμογή και επαλήθευση μεθόδων σε ελάχιστο έως και πραγματικό χρόνο. Ακόμη, η πρόοδος και άλλων επιστημών όπως λ.χ. των μαθηματικών, έχει συνεισφέρει σημαντικά στην υλοποίηση μεθόδων υποστήριξης ομαδικών αποφάσεων. Είναι βέβαιο, ότι στα χρόνια που έπονται, η εξέλιξη των επιστημών και της τεχνολογίας θα επιφέρει ακόμα περισσότερη αμεσότητα, αποτελεσματικότητα και ακρίβεια στις μεθόδους λήψης αποφάσεων και θα αποτελέσουν αναπόσπαστο κομμάτι της δομής διοίκησης και οργάνωσης εταιριών και οργανισμών κάθε κλίμακας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2°

Εφαρμογές των Μεθόδων MCDA στη λήψη Ομαδικών Αποφάσεων

Με βάση όσα αναφέρθηκαν παραπάνω, καθίσταται σαφές ότι η διαδικασία λήψης ομαδικών αποφάσεων διαφοροποιείται αρκετά από την διαδικασία λήψης ατομικής απόφασης. Στην τελευταία, εφόσον ένα άτομο καλείται να λάβει μια απόφαση, η βαρύτητα που αποδίδει σε ένα συγκεκριμένο κριτήριο δεν αποτελεί πρόβλημα αλλά απλά παράμετρος στην διαδικασία. Αντίθετα, όταν περισσότερα του ενός άτομων καλούνται να λάβουν μια απόφαση, οι μηχανισμοί λήψης απόφασης θα πρέπει να συνθέσουν αρμονικά τις επιμέρους ιδιαιτερότητες και να εξάγουν ένα αποτέλεσμα που να συγκλίνει όσο το δυνατόν περισσότερο σε μια απόφαση που να ικανοποιεί, αν όχι όλους, έστω την πλειοψηφία των αποφασιζόντων. Οι μεθοδολογίες και οι μηχανισμοί υποστήριξης αποφάσεων που έχουν αναπτυχθεί μέχρι σήμερα και αναφέρονται στη βιβλιογραφία μπορούν να αποδειχθούν πολύτιμα εργαλεία στη συγκρότηση ολοκληρωμένων διαδικασιών υποστήριξης ομαδικών αποφάσεων, όπου στόχος είναι η μείωση των αποκλίσεων μεταξύ των εκτιμήσεων των αποφασιζόντων και κατά συνέπεια η λήψη μιας τελικής απόφασης που θα βρίσκεται όσο το δυνατόν πιο κοντά στις επιμέρους αξιολογήσεις των αποφασιζόντων.

Στις μέρες μας η πλειοψηφία των προβλημάτων στις σύγχρονες επιχειρήσεις και οργανισμούς απαιτούν την συμμετοχή περισσότερων του ενός αποφασιζόντων. Ωστόσο, η κατανόηση, ανάλυση και υποστήριξη της διαδικασίας λήψης της τελικής απόφασης αναδεικνύεται ιδιαίτερα επίπονη λόγω του δυναμικού περιβάλλοντος και της συμμετοχής πολλών προσωπικοτήτων, καθénas από τους οποίους μπορεί να έχει διαφορετική άποψη για το πώς θα πρέπει να μεταχειριστεί ένα πρόβλημα και να ληφθεί μια απόφαση. Συνοπτικά, μπορούμε να αναφέρουμε τέσσερα βασικά σημεία [X] των προβλημάτων ομαδικών αποφάσεων που τα καθιστούν δύσκολα προς μεταχείριση: (1) Είναι συνήθως προβλήματα κοινωνικής φύσεως και όχι μαθηματικά ή επιστημονικά, (2) είναι ιδιαίτερα δύσκολο να ικανοποιηθούν όλοι οι περιορισμοί και προϋποθέσεις, (3) είναι δυσκολότερο να μοντελοποιηθούν σε σχέση με τα απλά προβλήματα και (4) υπάρχουν λίγες μεθοδολογίες που επιβεβαιώνουν την αμεροληψία της απόφασης.

2.1 Σχέση μεταξύ GDSS και MCDA

Όπως αναφέραμε και παραπάνω, το πασιφανές εμπόδιο όταν πολλοί αποφασίζοντες εμπλέκονται στην διαδικασία λήψης μιας απόφασης είναι το γεγονός ότι ο κάθε ένας έχει τη δική του, ξεχωριστή αντίληψη για το πρόβλημα και συνεπώς

για τη λύση που πιστεύει ότι αρμόζει στο πρόβλημα. Συνεπώς, σε ένα τέτοιο περιβάλλον, είναι πολύ συχνό το φαινόμενο να προκύπτουν συγκρούσεις μεταξύ των απόψεων και των επιθυμιών των μελών της ομάδας που καλείται να αποφασίσει. Αυτές οι συγκρούσεις μπορεί να προκύπτουν λόγω της ύπαρξης διάφορων παραγόντων όπως διαφορετικές αντιλήψεις και στόχοι, διαφορετικά κριτήρια και προτιμήσεις, έλλειψη επικοινωνίας μεταξύ των αποφασιζόντων κ.α. Οι αιτίες που μπορεί να οδηγούν στην ύπαρξη αυτών των παραγόντων μπορεί να προκύπτουν από διαφορετικές ιδεολογικές πεποιθήσεις, ρόλους μέσα στην εταιρία, αντίληψη περί του πότε και πώς έχει επιτευχθεί ο στόχος κ.α. Όποια και να είναι η καταγωγή των συγκρούσεων, αυτές στην πλειοψηφία των περιπτώσεων επηρεάζουν την εξέλιξη της διαδικασίας λήψης της απόφασης με τρόπο που μπορεί να επηρεάσει σημαντικά το τελικό αποτέλεσμα.

Οι μέθοδοι υποστήριξης πολυκριτήριων αποφάσεων (multiple criteria decision aid methods, MCDA) μπορεί να αποδειχθούν πολύτιμα εργαλεία για την αντιμετώπιση τέτοιων διαπροσωπικών συγκρούσεων όπου στόχος είναι η επίτευξη σύγκλισης μεταξύ των απόψεων των αποφασιζόντων ή έστω η μείωση της διάστασης των απόψεων μέσω επανεξετάσεων.

Στη βιβλιογραφία έχουν προταθεί διάφορες μεθοδολογίες λήψης αποφάσεων στα πλαίσια όπου περιλαμβάνονται πολλοί αποφασίζοντες. Μια εκτενής παρουσίαση των υφιστάμενων μεθοδολογιών λήψης ομαδικών αποφάσεων και μηχανισμών σύνθεσης αναφέρεται από τους Hwang και Lin (1987). Οι Jelassi et al. (1990) κάνουν μια ανασκόπηση των δημοφιλών μοντέλων λήψης αποφάσεων, αναλύουν τους συσχετισμούς, τις ομοιότητες και τις διαφορές μεταξύ λήψης απόφασης και διαπραγματεύσεων και περιγράφουν μερικά παραδείγματα εννοιολογικών μοντέλων και υλοποιήσεων GDSS και NSS (Negotiation Support Systems). Οι Jelassi και Foroughi (1989) κάνουν μια ανασκόπηση των θεωριών διαπραγμάτευσης που χρησιμοποιούνται σαν βάση στο σχεδιασμό NSS και παρέχουν μια εκτενή έρευνα του υφιστάμενου λογισμικού στο πεδίο των διαπραγματεύσεων που υποστηρίζονται από υπολογιστικά συστήματα. Οι Iz και Gardiner (1993) πραγματοποιούν μια εκτενή έρευνα και ανάλυση των τεχνικών MCDM και των σχετικών GDSS που έχουν δοκιμαστεί σε περιπτώσεις λήψης ομαδικών αποφάσεων. Μια περισσότερο εκτενής έρευνα των GDSS αναφέρεται στο άρθρο των Kraemer και King (1988) καθώς και στο άρθρο του Davison (1995). Ένας εκτενής κατάλογος από άρθρα που αναφέρονται στην σύνθεση και ανάλυση διαδικασιών λήψης ομαδικών αποφάσεων βρίσκεται στο άρθρο των Bostrom et al. (1992) καθώς και σε αυτό των Jessup και Valacich (1993) παρόλο που δεν μελετούν σε βάθος το πρόβλημα υπό το πλαίσιο των MCDA.

Η τεχνολογία επίσης μπορεί να υποστηρίξει το ομαδικό έργο με τέσσερις τρόπους: (1) Στην κατασκευή ομαδικών διαδικασιών, (2) στην υποστήριξη της επικοινωνίας, (3) στην παροχή βελτιωμένης επεξεργασίας της παρεχόμενης πληροφορίας και (4) στην μοντελοποίηση των μεθόδων. Οι Bui και Jarke (1986) αποδεικνύουν ότι οι MCDM μέθοδοι παρέχουν ένα εκλεπτυσμένο πλαίσιο για τρεις σημαντικές GDSS εργασίες: (1) Την αναπαράσταση πολλαπλών διαφορετικών γωνιών θέασης ενός προβλήματος, (2) τη συγκέντρωση των προτιμήσεων των αποφασιζόντων σύμφωνα με διάφορες ομαδικές νόρμες και (3) την οργάνωση της διαδικασίας λήψης της απόφασης. Οι MCDM παρέχουν ένα απλό αλλά δομημένο πλαίσιο για τον έλεγχο της διαδικασίας λήψης της απόφασης ενώ ταυτόχρονα η σαφήνεια των εξόδων των MCDM μεθόδων καθιστά πιο εύκολη την επικοινωνία, το συντονισμό και τη συγκέντρωση των επιμέρους αναλύσεων στην διαδικασία λήψης της απόφασης. Ο Jarke (1986) αναφέρει ότι οι MCDM μέθοδοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν τυπικά εργαλεία για συγκέντρωση προτιμήσεων, διαπραγμάτευση και κατανόηση, τόσο σε cooperative όσο και σε non-cooperative καταστάσεις λήψης απόφασης. Ο Noori (1995) συμπεραίνει ότι από πρακτικής απόψεως, συγκρουόμενοι στόχοι συχνά υπάρχουν μεταξύ των αποφασιζόντων λόγω διαφορών προσωπικοτήτων και ανομοιογένεια συμφερόντων. Η πολυκριτήρια διαδικασία ενός GDSS αποδεικνύεται ζωτικής σημασίας για το σύστημα διότι παρέχει ένα δομημένο και συναφές πλαίσιο για αποτίμηση εναλλακτικών και κριτηρίων και συμβιβασμό στην επίλυση.

Ωστόσο, ένα πρόβλημα προκύπτει όταν επιχειρείται η συγκέντρωση των προτιμήσεων μιας ομάδας αποφασιζόντων για την κατασκευή ενός συντονισμένου μοντέλου λήψης αποφάσεων. Είναι γνωστό πως καμία από τις τεχνικές συγκέντρωσης των προτιμήσεων που είναι σήμερα γνωστές από τη βιβλιογραφία μπορούν να ικανοποιήσουν και τις πέντε προϋποθέσεις που εισάγει το θεώρημα Έλλειψης Δυνατότητας του Arrow (Arrow's Impossibility Theorem, Arrow (1963)). Παρόλο που δεν υπάρχει δυνατότητα να οριστεί μια αυταπόδεικτη και δίκαια ομαδική λύση χωρίς να οδηγηθούμε σε απολυταρχικό αποτέλεσμα, οι MCDM μέθοδοι παρουσιάζουν έναν αριθμό από πλεονεκτήματα στο πλαίσιο της λήψης ομαδικής απόφασης (Bui, 1987): (1) Εκ φύσεως, ενσωματώνουν διαφορετικές οπτικές του προβλήματος, με τη χρήση τόσο ποιοτικών όσο και ποσοτικών κριτηρίων, (2) η διαδραστική φύση πολλών MCDM μεθόδων επιτρέπει εύκολες ανασκοπήσεις μεμονωμένων ή ομαδικών αναπαραστάσεων προβλημάτων και απόψεων και (3) οι MCDM μέθοδοι υποστηρίζουν τόσο δημοκρατικά όσο και ιεραρχικά (ή γραφειοκρατικά) μοντέλα λήψης αποφάσεων. Οι Teng και Ramamurthy (1993) αναφέρουν ότι η ενσωμάτωση MCDM μεθόδων μέσα σε GDSS συστήματα συνεισφέρει στην μοντελοποίηση των αντιλήψεων για την πραγματικότητα από

πλευράς αποφασίζόντων απ' ότι της πραγματικότητας αυτής καθ' αυτής. Στην κατηγοριοποίηση που αναφέρουν, τα πολυκριτήρια GDSS ταξινομούνται στο τρίτο επίπεδο της υποστήριξης περιεχομένου (DSS όταν αναφερόμαστε στην ανάλυση αποφάσεων). Τα GDSS στο επίπεδο αυτό επιδεικνύουν ένα υψηλό επίπεδο τεχνικής αρτιότητας καθώς επίσης και ένα υψηλό επίπεδο καθοδήγησης της απόφασης από μια οπτική γωνία συμπεριφοράς. Αναφέρουν ότι τα πολυκριτήρια μοντέλα είναι ιδιαίτερα συμβατά για GDSS υλοποιήσεις τη στιγμή που ανεξάρτητες υποκειμενικές εκτιμήσεις μπορούν να συγκεντρωθούν και επεξεργαστούν από έναν αλγόριθμο ανάλυσης αποφάσεων, πράγμα που διευκολύνει τη διευθέτηση συγκρούσεων μεταξύ μελών μιας ομάδας και βοηθά στην επίτευξη ενός αποδεκτού συμβιβασμού.

Ο συνδυασμός διαφόρων τεχνικών συγκέντρωσης θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σαν μια προσπάθεια να μειωθεί ο αντίκτυπος της έλλειψης μιας άρτιας ομαδικής τεχνικής (Bui, 1987). Ωστόσο, αυτή η προσέγγιση προϋποθέτει ένα υψηλό επίπεδο εξειδίκευσης των χρηστών και μπορεί να οδηγήσει σε δυσκολίες και ασυνάφεια λόγω συγκέντρωσης αποτελεσμάτων που προέρχονται από τη χρήση διαφορετικών θεωρητικών αξιών και υποθέσεων (Lewandowski, 1989). Οι Choi et al. (1994) αναφέρουν ότι μια καλή τεχνική για επίλυση προβλημάτων όπου συμμετέχουν πολλοί αποφασίζοντες θα μπορούσε να είναι μια που να είναι ικανή να απορροφήσει όσο το δυνατόν περισσότερες επιλογές γίνεται, να κατασκευάσει ένα άρτια δομημένο εννοιολογικό μοντέλο και να εξάγει μια αντικειμενική απόφαση.

Οι MCDM μέθοδοι ανήκουν σε ένα από τα πλέον δυναμικά πεδία έρευνας που στοχεύουν στην κατανόηση και υποστήριξη της λήψης μιας απόφασης γενικά, αλλά και στην λήψη ομαδικών αποφάσεων και διαπραγματεύσεων ειδικότερα (Jelassi et al., 1991). Επίσης παρέχουν ένα πλαίσιο για ομαδικές αποφάσεις και υποστήριξη διαπραγματεύσεων γύρω από το πεδίο όπου ανεξάρτητοι αποφασίζοντες λαμβάνουν αποφάσεις, στο οποίο οι αποφάσεις που λαμβάνονται μπορούν να εκτιμηθούν και συγκριθούν με αυτές ενός άλλου αποφασίζοντα ή της ομάδας.

2.2 Εφαρμογές των MCDA μεθόδων στην λήψη ομαδικών αποφάσεων

Από πλευράς μεθοδολογίας, όλες οι έως σήμερα γνωστές διαδικασίες λήψης ομαδικών αποφάσεων συγκροτούν τέσσερα βασικά επίπεδα:

1. Ένα επίπεδο αρχικοποίησης, όπου ορίζονται οι γενικοί κανόνες της διαδικασίας λήψης απόφασης που θα ακολουθηθούν. Στο επίπεδο αυτό, συνήθως ορίζονται ζωτικής σημασίας μεταβλητές, όπως το σύνολο των εναλλακτικών, το σύνολο των κριτηρίων αξιολόγησης, οι συντελεστές ισχύος των αποφασίζόντων και οι κανόνες που ορίζουν το επιτυχές ή ανεπιτυχές τέλος της διαδικασίας.

2. Ένα επίπεδο εκμείευσης προτιμήσεων, όπου κάθε ανεξάρτητο μέλος της ομάδας δηλώνει (ρητώς ή εμμέσως) την προτίμησή του στις εναλλακτικές της απόφασης. Εφαρμόζοντας μια μεμονωμένη μέθοδο πολυκριτήριας λήψης απόφασης, αυτές οι προτιμήσεις μετασχηματίζονται σε μια μετρική συγκέντρωσης (μια συνάρτηση χρησιμότητας για παράδειγμα) η οποία αναπαριστά την οπτική γωνία του αποφασίζοντα πάνω στο αποτέλεσμα της απόφασης.
3. Ένα επίπεδο συγκέντρωσης των προτιμήσεων της ομάδας, όπου ένας μηχανισμός σύνθεσης χρησιμοποιείται για να εξάγει μια διερευνητική συλλογική απόφαση απορροφώντας, κατά μια έννοια, τις επιμέρους απόψεις.
4. Ένα επίπεδο επίλυσης συγκρούσεων, όπου γίνεται προσπάθεια να επιτευχθεί σύγκλιση ή έστω να μειωθεί το μέγεθος των διαφωνιών που προκύπτουν. Η διαδικασία αυτή συνήθως γίνεται με επικοινωνία των αποφασιζόντων μέσω ανταλλαγής πληροφοριών ή οδηγώντας την διαδικασία επίλυσης σε ένα προηγούμενο στάδιο (ανασκόπηση/επανεξέταση προβλήματος). Ο Kersten (1987) αναφέρει πάνω σ' αυτό ότι ένα σύστημα δεν θα πρέπει να επιβάλλει στους αποφασίζοντες να προχωρούν σε παραχωρήσεις αλλά, αντίθετα, θα πρέπει να συμμετέχουν ενεργά σε διαπραγματεύσεις χρησιμοποιώντας την διαθέσιμη πληροφορία και το σύστημα να οδηγεί σε λύσεις που θα ικανοποιούν όλους ή έστω τους περισσότερους αποφασίζοντες.

Τα συστήματα MCGDSS (Multiple Criteria Group Decision Support Systems, Πολυκριτήρια Συστήματα Υποστήριξης Ομαδικών Αποφάσεων) έχουν προκύψει μόλις την τελευταία δεκαετία, περίπου είκοσι χρόνια μετά την εμφάνιση του πεδίου της πολυκριτήριας υποστήριξης αποφάσεων. Ο Kersten (1985) πρότεινε το NEGO, μια διαδραστική διαδικασία δύο επιπέδων, που περιλαμβάνει διαμόρφωση ανεξάρτητων προτάσεων και διαπραγματεύσεις που οδηγούν σε συμβιβασμό βασισμένη στην γενικευμένη θεωρία σχηματισμού διαπραγματεύσεων που αναπτύχθηκε από τους Kersten και Szapiro (1985). Στο NEGO, η διαδικασία διαπραγματεύσεων είναι μια διαδικασία αντιπαράθεσης και επέκτασης των συνόλων των εναλλακτικών. Οι διαπραγματεύσεις λαμβάνουν χώρα στο πεδίο των αποφάσεων και των στόχων, εφόσον τόσο το ατομικό όσο και το συνδυασμένο ελλόγιμο δεν είναι προκαθορισμένο, παρέχοντας έτσι μια πιο γενικευμένη αντίληψη σε σχέση με την αντίληψη της χρησιμότητας. Υποτίθεται ότι το σύνολο των εναλλακτικών είναι ένα κυρτό πολυέδρο που ορίζεται από ένα σύνολο από αυστηρούς περιορισμούς. Οι διαπραγματεύσεις ξεκινούν ορίζοντας ανεξάρτητες βέλτιστες εναλλακτικές για κάθε αποφασίζοντα ταυτόχρονα με επίπεδα προσδοκιών. Το NEGO ασκεί πίεση στους αποφασίζοντες εκτιμώντας τις παραχωρήσεις τους.

Συγκρίνει τις παραχωρήσεις που γίνονται σε δύο συνεχόμενες επαναλήψεις και συμβουλεύει τους χρήστες ότι πλησιάζουν προς σύγκλιση απόψεων. Επίσης συγκρίνει τις παραχωρήσεις όλων των αποφασιζόντων συνολικά, και ενημερώνει την ομάδα εάν συγκλίνει, όσο προχωρά από τη μια επανάληψη στην επόμενη.

Οι Bui και Jarke (1986) προτείνουν το Co-oP, ένα co-operative πολυκριτήριο σύστημα υποστήριξης ομαδικών αποφάσεων, μια από τις πλέον γνωστές και τεκμηριωμένες υλοποιήσεις στα πλαίσια των πολυκριτήριων συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων. Η δομημένη επικοινωνία μεταξύ των αποφασιζόντων επιτυγχάνεται μέσω διαδραστικών πολυκριτήριων μεθόδων. Το Co-oP ακολουθεί μια διαδικασία έξι βημάτων: (1) Ορισμός του προβλήματος, (2) ορισμός της νόρμας της ομάδας, (3) καθορισμός προτεραιότητας των κριτηρίων, (4) ξεχωριστή επιλογή των εναλλακτικών, (5) ομαδική επιλογή των εναλλακτικών και (6) αναζήτηση σύγκλισης και διαπραγματεύσεις. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε για την βαθμολόγηση των εναλλακτικών με τη χρήση της μεθόδου Αναλυτικής Ιεραρχικής Διαδικασίας (Saaty, 1980), ή επιλέγοντας μια και μοναδική, βέλτιστη εναλλακτική μέσα από πολλές, με τη χρήση της μεθόδου ELECTRE (Roy, 1968). Το υποσύστημα μοντελοποίησης της ομάδας του Co-oP περιλαμβάνει τέσσερις τεχνικές για συγκέντρωση προτιμήσεων: (1) Προσθετική βαθμολόγηση, (2) πολλαπλασιαστική βαθμολόγηση, (3) προσέγγιση των αθροισμάτων των βαθμολογιών (Borda, 1781) και (4) προσέγγιση των αθροισμάτων των καλύτερα βαθμολογούμενων σχέσεων. Το Co-oP ενσωματώνει έναν αλγόριθμο, τον NAI (Negotiable Alternative Identifier, Διαπραγματευόμενου Εναλλακτικού Προσδιοριστή) που βασίζεται σε μια τριπλή εννοιολογική διαδικασία (επέκταση – συστολή – διασταύρωση). Ο NAI χρησιμοποιείται για να βοηθήσει τους αποφασίζοντες να αναλύσουν τις επιμέρους διαφορές όταν οι διαθέσιμες τεχνικές συγκέντρωσης προτιμήσεων αποτυγχάνουν να εξάγουν ομοφωνία. Ο αλγόριθμος επιχειρεί να βοηθήσει τα μέλη της ομάδας να μετρήσουν το βαθμό ευελιξίας τους λαμβάνοντας υπόψη τις ατομικές προτιμήσεις ελέγχοντας την κατανομή της προτίμησης τους στις διάφορες εναλλακτικές. Βασίζεται στην παρατήρηση ότι η θεμελιώδης βαθμολόγηση των εναλλακτικών είναι μια διαδικασία δύο παραγόντων: (1) Η βαρύτητα των προτιμήσεων μπορεί να επηρεαστεί από τον συνολικό αριθμό των εναλλακτικών που υφίστανται και (2) η κατανομή της οριακής διαφοράς μεταξύ των εναλλακτικών σπανίως είναι ομοιόμορφη. Ο στόχος της διαδικασίας εξαγωγής είναι η ανακατανομή των ανεξάρτητων προτιμήσεων, εισάγοντας πιθανές περιοχές παραχώρησης. Η διαδικασία επέκτασης παραχωρεί ένα υποσύνολο από συγκριτικά ικανοποιητικές εναλλακτικές. Δεδομένου αυτού του υποσυνόλου, η διαδικασία συστολής επιχειρεί να αναδείξει τις εναλλακτικές που πιθανόν να παρουσιάζουν ισχυρότερη κατανομή προτίμησης σε σχέση με άλλες. Η διαδικασία διασταύρωσης

εξάγει μια ή περισσότερες λύσεις που μπορεί να μην είναι απαραίτητα ομόφωνες, αλλά απαραίτητα αποδεκτές από όλα τα μέλη της ομάδας των αποφασιζόντων.

Το MEDIATOR (Jarke et al. 1987, Shakun, 1988) είναι ένα NSS βασισμένο στην αντίληψη του Εξελικτικού Σχεδιασμού Συστημάτων (Evolutionary System Design (ESD) Shakun, 1988) και στην υλοποίηση με τη χρήση βάσεων δεδομένων. Το ESD αντιλαμβάνεται τις διαδικασίες διαπραγμάτευσης σαν μια διαδικασία συλλογής αναζητήσεων για το σχεδιασμό μιας κοινά αποδεκτής λύσης. Οι συμμετέχοντες θεωρείται ότι παίζουν ένα παιχνίδι διαφοράς δυναμικού στο οποίο ένα σύνολο παικτών σχηματίζεται εάν μπορεί να επιτύχει ένα σύνολο από προσυμφωνημένους στόχους. Στο MEDIATOR, οι διαπραγματεύσεις υποστηρίζονται από αναζήτηση σύγκλισης μέσω ανταλλαγής πληροφοριών και όταν η σύγκλιση είναι ανέφικτη, μέσω παραχωρήσεων. Στο προτεινόμενο σύστημα διαπραγματεύσεων, ένας μεσολαβητής υποστηρίζει τις ομαδικές διαπραγματεύσεις και αυτός με τη σειρά του υποστηρίζεται από το MEDIATOR. Ο μεσολαβητής βοηθά στην επίτευξη σύγκλισης βοηθώντας τους παίκτες να κατασκευάσουν μια ομαδική αναπαράσταση του προβλήματος των διαπραγματεύσεων – στην πραγματικότητα, ενώνοντας αναπαραστάσεις από το σύνολο ελέγχου στο σύνολο στόχων και συναρτήσεις μερικής χρησιμότητας στο χώρο χρησιμότητας. Οι ανεξάρτητες συναρτήσεις μερικής χρησιμότητας υπολογίζονται εφαρμόζοντας την μέθοδο UTA (Jacquet-Lagrange and Siskos, 1982). Για την ομαδική αναπαράσταση, το MEDIATOR χρησιμοποιεί ένα κοινό σύνολο διαστάσεων, το σύνολο των διαστάσεων όλων των παικτών ώστε να ορίσει τους χώρους ομαδικού ελέγχου, στόχων και χρησιμότητων. Οι παίκτες μπορούν να οδηγηθούν σε μια κοινή συνάρτηση χρησιμότητας μέσω ανταλλαγής πληροφοριών και διαπραγματεύσεων μέχρι να ταυτιστούν οι συναρτήσεις μερικής χρησιμότητας των παικτών. Επιπρόσθετα με την ανταλλαγή πληροφοριών και την διαπραγμάτευση για επέκταση των στόχων, οι παίκτες μπορούν να κάνουν χρήση αξιωμάτων ώστε να εξάγουν το επιθυμητό αποτέλεσμα. Διάφορες εφαρμογές των συστημάτων έχουν αναφερθεί από τον Shakun (1988). Ο Kersten (1987) αναλύει το ρόλο που μπορούν να παίξουν τα NEGO και MEDIATOR στις διαπραγματεύσεις.

Μια διαδραστική διαδικασία για προβλήματα λήψης ομαδικών αποφάσεων βασισμένη στην θεωρία προσδοκίας (Tietz & Barbos, 1983) προτείνεται από τον Kersten (1988). Ο συγγραφέας υποστηρίζει ότι το ελλόγιμο σπάνια προκύπτει σε πραγματικά προβλήματα λήψης αποφάσεων και συνεπώς είναι αδύνατο να οριστεί μια ομαδική συνάρτηση χρησιμότητας. Επομένως, θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν προσεγγίσεις που θα μετατοπίζουν το βαθμό παραχώρησης και θα ωθούν τους αποφασίζοντες να μεταβάλλουν τις προτιμήσεις τους. Η προτεινόμενη μέθοδος δεν απαιτεί ορισμό των συναρτήσεων χρησιμότητας ή την βαθμολόγηση εναλλακτικών, και στοχεύει στην υποστήριξη της διαδικασίας λήψης απόφασης σε ομαδικό επίπεδο

και όχι την επίλυση ενός προβλήματος ομαδικής απόφασης. Επιπρόσθετα παρουσιάζει τη σύνθεση ενός δομημένου GDSS, που ονομάζει GDS1, βασισμένου στη διαδικασία που προαναφέρθηκε.

Το σύστημα PLEXSYS, που περιγράφεται από τους Dennis et al. (1988), και η μετεξέλιξή του GroupSystems (Nunamaker et al., 1991) περικλείουν, μεταξύ άλλων, ένα εργαλείο εκτίμησης εναλλακτικών, το οποίο παρέχει πολυκριτήρια υποστήριξη απόφασης. Με την εκτίμηση εναλλακτικών, η ομάδα βαθμολογεί κάθε εναλλακτική σε μια κλίμακα 1 – 10 για κάθε κριτήριο. Τα κριτήρια μπορεί να θεωρηθούν ισοδύναμα, ή μπορεί να ανατεθούν σε αυτά ξεχωριστά βάρη.

Ο Lewandowski (1989) περιγράφει το θεωρητικό πλαίσιο λήψης απόφασης του SCDAS (Selection Committee Decision Analysis and Support), ένα GDSS για επιλογή της καλύτερης εναλλακτικής από ένα σύνολο δεδομένων, βασισμένο στο πλαίσιο της ικανοποίησης (Wierzbicki, 1982). Κάθε αποφασίζων καθορίζει δύο επίπεδα για κάθε αποτέλεσμα στόχου. Ένα επίπεδο προσδοκίας όπου ο αποφασίζων καθορίζει την υψηλότερη τιμή για ικανοποιητικό αποτέλεσμα και ένα επίπεδο συγκράτησης όπου αποδίδει τη χαμηλότερη τιμή ικανοποίησης. Το σύστημα δίνει έμφαση στην κατασκευή της διαδικασίας λήψης απόφασης που υποθέτει ότι αποτελείται από πολλά, σαφώς καθορισμένα επίπεδα. Η ανεξάρτητη εκτίμηση των εναλλακτικών πραγματοποιείται αναθέτοντας βαθμολογίες για κάθε κριτήριο σε κάθε εναλλακτική. Μια order-representing συνάρτηση επίτευξης (Wierzbicki, 1986) χρησιμοποιείται για να συγκεντρώσει τις βαθμολογίες από κάθε αποφασίζοντα για κάθε εναλλακτική και κατόπιν κατατάσσει τις εναλλακτικές με βάση την προσωπική τιμή επίτευξης. Μια τελική κατάταξη εναλλακτικών για την ομάδα υπολογίζεται από το μέσο όρο των τιμών επίτευξης για κάθε εναλλακτική.

Ο Vetchera (1991) υιοθετεί μια πολυκριτήρια θεωρία χρησιμότητας ώστε να αναπτύξει ένα γενικευμένο πλαίσιο για υποστήριξη ομαδικών αποφάσεων που συνδυάζει τη μείωση της υποκειμενικότητας λόγω προσωπικής άποψης με διαδικασία ανάδρασης. Ο όρος ανάδραση υπονοεί αλλαγές στις προτιμήσεις ενός αποφασίζοντα έτσι ώστε να ταυτίζονται όσο το δυνατόν περισσότερο με τις προτιμήσεις της ομάδας των αποφασιζόντων. Υποστηρίζει πως η ανάδραση απόψεων της ομάδας, παρόλο που αυξάνει την πολυπλοκότητα της πληροφοριακής δομής του συστήματος, είναι πολύ σημαντική για την διαρκή υποστήριξη της ομαδικής απόφασης αφού οδηγεί σε πιθανές αλλαγές και επανεκτίμηση των απόψεων που εκφράζουν οι αποφασίζοντες. Η εισαγωγή ενός επιπλέον κριτηρίου που εμπεριέχει πληροφορία για τις προτιμήσεις των υπόλοιπων αποφασιζόντων οδηγεί σε αλλαγές στις προτιμήσεις του αποφασίζοντα. Η διαδικασία ξεκινά με ανεξάρτητες εκτιμήσεις βασισμένες στις επιμέρους απόψεις περί του προβλήματος, οι οποίες εμπεριέχουν μόλις μέρος των κριτηρίων και ισοδύναμες ομάδες

εναλλακτικών. Το GDSS κατασκευάζει μια κοινή αναπαράσταση του προβλήματος για την ομάδα, η οποία ενσωματώνει όλες τις εναλλακτικές και τα κριτήρια με πλήρη λεπτομέρεια. Στη συνέχεια αντιστοιχεί τις επιμέρους εκτιμήσεις στην κοινή αυτή αναπαράσταση. Με τη χρήση αυτών των αναπαραστάσεων, το σύστημα κατόπιν κατασκευάζει για κάθε αποφασίζοντα μια συγκεντρωμένη άποψη για τις απόψεις των άλλων μελών. Μια συνολική απόφαση επιτυγχάνεται όταν όλες αυτές οι απόψεις ταυτιστούν. Οι συγκεντρωμένες απόψεις κατόπιν ανατροφοδοτούνται στους αποφασίζοντες, οι οποίοι επανεκτιμούν τις προτιμήσεις τους και παρέχουν πληροφορία για τις αλλαγές που εφαρμόζουν. Αυτή η προσέγγιση υλοποιήθηκε σαν πρωτότυπο σύστημα, με την ονομασία GDSS-X (Vetchera, 1994).

Οι Iz και Krajewski (1992) προτείνουν επεκτάσεις σε τρεις διαδικασίες λήψης απόφασης για πολυκριτήρια προβλήματα βασισμένες σε τεχνικές α γραμμικού προγραμματισμού πολλαπλών στόχων (Multiple Objective Linear Programming, MOLP). Οι συγγραφείς αναπτύσσουν την επέκταση GNS (Group Naive Search), μια επέκταση της προσέγγισης weighted-sum, την μέθοδο GSM (Group Step Method), μια επέκταση της μεθόδου Step (Benayoun et al., 1971) και την μέθοδο GGPM (Group Goal Programming Method), μια επέκταση της μεθόδου ISGPM (Interactive Sequential Goal Programming Method, Masud & Hwang, 1981). Κάθε πρωτότυπη μέθοδος MCDM έχει εμπλουτιστεί με ένα υποσύστημα συγκέντρωσης προτιμήσεων ώστε να ληφθούν υπόψη οι επιμέρους προτιμήσεις. Οι τρεις μέθοδοι έχουν ελεγχθεί πειραματικά με πειράματα που περιλάμβαναν διατριβές φοιτητών, οι οποίες υποδήλωσαν ότι η μη δομημένη προσέγγιση απέτυχε να συναγωνιστεί τις άλλες δύο πιο εκλεπτυσμένες μεθόδους στα πλαίσια χρήσης των περισσότερων περιορισμών.

Οι Carlsson et al. (1992) περιγράφουν το Alicia & Sebastian, ένα σύστημα σχηματισμού αμοιβαίας συναίνεσης, ενός συνόλου αποφασιζόντων που προσπαθούν να βρουν και να συμφωνήσουν σε ένα κοινό αποτέλεσμα. Θεωρούν την επιλογή της ομάδας σαν μια αλγεβρική λειτουργία πάνω σε ένα σύνολο εναλλακτικών και την συναίνεση σαν τοπολογική μέτρηση κάποιων μετρικών απόστασης μεταξύ του ίδιου συνόλου εναλλακτικών. Το σύστημα χρησιμοποιεί την Αναλυτική Ιεραρχική Διαδικασία (Saaty, 1980) για να μοντελοποιήσει τις προτιμήσεις κάθε αποφασίζοντα. Η γενική ιδέα της αναζήτησης συναίνεσης είναι να «αντιπαραθέσει» τους αποφασίζοντες σε μια αποδεκτή περιοχή συναίνεσης, συμβουλευόντας τους αποφασίζοντες να επανεκτιμήσουν τις προτιμήσεις τους ώστε αυτές να ταυτιστούν όσο το δυνατόν περισσότερο με το μέσο όρο των υπόλοιπων αποφασιζόντων. Ο συντονιστής του συστήματος (που χειρίζεται το Alicia), θα πρέπει αρχικά να οργανώσει τη συγκέντρωση της ομάδας. Όλοι οι αποφασίζοντες ξεκινούν το Sebastian, και περιμένουν την Alicia να ξεκινήσει τη συνάντηση. Κατόπιν οι αποφασίζοντες διεκπεραιώνουν την προσωπική κατάταξη των εναλλακτικών και τη

στέλνουν στην Alicia. Η Alicia υπολογίζει τον τρέχον βαθμό συναίνεσης και εάν υπάρχει ομοφωνία, ενημερώνει τους αποφασίζοντες και κλείνει τη διαδικασία. Εάν δεν συμβεί αυτό, ο Sebastian (ένας αποφασίζοντας με περιφερειακή άποψη) ανατίθεται από την Alicia και λαμβάνει πληροφορία για το πώς θα τροποποιήσει τις προτιμήσεις του ώστε να φτάσει σε ομοφωνία με την ομάδα. Εάν αυτός αρνηθεί να αλλάξει την εκτίμησή του, αυτόματα αποκλείεται από τη διαδικασία. Όταν η Alicia λάβει μια νέα εκτίμηση ή ενημερωθεί ότι ο Sebastian δεν άλλαξε την προτίμησή του, πραγματοποιείται μια νέα διαδικασία αναζήτησης συναίνεσης και ανατίθεται νέος Sebastian, εάν αυτό κριθεί απαραίτητο. Εάν πολλοί αποφασίζοντες εξαιρεθούν, σε σχέση με την πλειοψηφία, η Alicia ενημερώνει τους αποφασίζοντες ότι δεν μπορεί να αποφέρει αποτέλεσμα και τερματίζει τη διαδικασία.

Οι Dyer και Forman (1992) υποστηρίζουν ότι η Αναλυτική Ιεραρχική Διαδικασία είναι κατάλληλη για λήψη ομαδικών αποφάσεων, καθώς προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα σαν μηχανισμός σύνθεσης, στις ομαδικές αποφάσεις. Περιγράφουν τέσσερις τρόπους με τους οποίους η εν λόγω διαδικασία μπορεί να εφαρμοστεί στα πλαίσια του κοινού σκοπού: (1) Ομοφωνία, (2) Ψήφος και παραχώρηση, (3) διαμόρφωση των γεωμετρικών μέσων των επιμέρους κρίσεων και (4) συνδυασμός αποτελεσμάτων από επιμέρους μοντέλα ή τμήματα μοντέλων. Τέλος, περιγράφουν τέσσερις εφαρμογές της διαδικασίας σε περιπτώσεις λήψης ομαδικών αποφάσεων.

Οι Vari & Vescenyi (1992) περιγράφουν την εμπειρία τους από 26 συνέδρια, που σχετίζονται με 23 διαδικασίες λήψης απόφασης, και έλαβαν χώρα μεταξύ 1985 – 1990. Οι διαδικασίες λήψης απόφασης περιλαμβάνουν μια πληθώρα από θεματικές ενότητες: (1) Προβλήματα τακτικής όπως συναγωνισμός, επένδυση και R&D, (2) οργανωτική στρατηγική όπως ευκαιρίες και ανάπτυξη και (3) εσωτερική στρατηγική οργανισμών και διαπραγματεύσεις. Σε όλα τα προβλήματα αξιολόγησης, εξαιρουμένης μιας μόνο περίπτωσης, χρησιμοποιούνται αθροιστικά μοντέλα πολυκριτήριας θεωρίας χρησιμότητας (Multi Attribute Utility Theory, MAUT) για τον υπολογισμό έργων στα πλαίσια πολλαπλών κριτηρίων, συμπεριλαμβανομένων του κόστους, του ρίσκου και του οφέλους.

Ο Iz (1992) προτείνει δύο GDSS βασισμένα στη διαδικασία Interactive Weighted Tchebycheff των Steuer & Choo (1983). Και τα δύο συστήματα είναι σχεδιασμένα για επίλυση ομαδικών προβλημάτων λήψης απόφασης, έτσι ώστε να λαμβάνεται μια ομόφωνη απόφαση από ένα σύνολο στόχων του προβλήματος. Ο στόχος (η διαδικασία απόφασης) περιλαμβάνει τη λήψη μιας αποδοτικής λύσης, η οποία να έχει ένα επίπεδο ικανοποίησης κοινά αποδεκτό από όλους τους αποφασίζοντες. Το πρώτο GDSS συγκεντρώνει τις επιμέρους εκτιμήσεις των αποδοτικών λύσεων των αποφασιζόντων με βάση την μέθοδο Tchebycheff σε μια

συνολική κατάταξη, επιλύοντας ένα απλό δικτυακό μοντέλο προτεινόμενο από τους Cook και Kress (1985). Το δεύτερο GDSS ενσωματώνει την Tchebycheff μέθοδο στην Αναλυτική Ιεραρχική Διαδικασία (Saaty, 1980). Πραγματοποιούνται συγκρίσεις ανά ζεύγη από κάθε αποφασίζοντα σε δύο διαφορετικά επίπεδα. Πρώτα, οι στόχοι του προβλήματος συγκρίνονται ανά ζεύγη, λαμβάνοντας υπόψη τον τελικό στόχο εύρεσης μιας συνολικής ομαδικής λύσης, και στη συνέχεια οι εναλλακτικές λύσεις που δημιουργούνται από το θεώρημα Tchebycheff συγκρίνονται ανά ζεύγη δεδομένου του κάθε στόχου. Οι επιμέρους κατατάξεις που προκύπτουν από το θεώρημα AID χρησιμοποιούνται για την εύρεση κατάταξης ομοφωνίας στο πρόβλημα. Και τα δύο συστήματα δοκιμάστηκαν σε ελεγχόμενο εργαστηριακό περιβάλλον. Τα ευρήματα του πειράματος υποδεικνύουν ότι το σύστημα που χρησιμοποίησε την AID για τη συγκέντρωση των προτιμήσεων απέτυχε να συναγωνιστεί επάξια το πρώτο σύστημα που χρησιμοποιεί μια λιγότερο εκλεπτυσμένη διαδικασία κατάταξης στα πλαίσια της χρησιμότητας και του απαιτούμενου χρόνου που απαιτήθηκε για την εύρεση ομοφωνίας. Το γεγονός ότι το υπό εξέταση πρόβλημα λήψης ομαδικής απόφασης περιλάμβανε μόνο τρεις στόχους και ότι θεωρήθηκαν μόνο πέντε αποδεκτές λύσεις σε κάθε επανάληψη θα μπορούσε να οδηγήσει στο συμπέρασμα ότι η AID θα μπορούσε να οδηγήσει σε ακόμα χειρότερο αποτέλεσμα στην περίπτωση περισσότερων στόχων και λύσεων για ανά ζεύγη συγκρίσεις.

Οι Watabe et al. (1982) παρουσιάζουν ένα πολυκριτήριο μοντέλο υποστήριξης της διαδικασίας nemawashi, μιας κατανεμημένης διαδικασίας λήψης απόφασης για Ιαπωνικούς οργανισμούς. Αφού περιγράφουν τον ειδικό τρόπο λήψης κατανεμημένων αποφάσεων στους εν λόγω οργανισμούς, αναπτύσσουν ένα τυπικό μαθηματικό μοντέλο βασισμένο εν μέρει σε MCDM εννοιολογίες, ώστε να βοηθηθεί ο συντονιστής στη λήψη ομαδικής απόφασης.

Οι Colson και Mareschal (1994) παρουσιάζουν το JUDGES, ένα περιγραφικό GDSS για τη συλλογική κατάταξη των εναλλακτικών. Το σύστημα χρησιμοποιεί γραφικές αναπαραστάσεις ώστε να παρέχει στους αποφασίζοντες μια ξεκάθαρη άποψη του βαθμού ομοφωνίας και διαφωνιών τους με τη βοήθεια στοιχείων GDA (Group/Visual Decision Aids). Ένα GDA1 σύστημα διευθετεί το πρόβλημα ανιχνεύοντας όμοιες ή ανόμοιες απόψεις μέσω ομαδοποίησης (clustering) των επιμέρους κατατάξεων. Ένα GDA2 σύστημα χρησιμοποιεί διαγράμματα box-plots ώστε να περιγράψει πιο λεπτομερώς την κατανομή των επιμέρους απόψεων. Η δομή αυτών των box-plots αναλύεται από ένα GDA3 σύστημα για αναζήτηση ομοφωνίας. Τέλος, ένα GDA4 σύστημα χρησιμοποιείται για τον καθορισμό και προσομοίωση διαφόρων ομάδων κανόνων για συλλογικές προτιμήσεις (ισχυρή ή ασθενής προτίμηση, μη προτίμηση, αδιαφορία ή σύγκρουση). Το βασικό σύνολο δεδομένων

εισαγωγής αποτελείται από την κατάταξη των εναλλακτικών σύμφωνα με την προτίμηση κάθε ανεξάρτητου αποφασίζοντα και την ισχύ απόφασης καθενός, απεικονισμένη με αριθμητικές τιμές βαρών. Στη συνέχεια, κατασκευάζεται ένα σύστημα σχέσεων ομαδικών προτιμήσεων ανά ζεύγη, που ορίζει επτά σχέσεις ομαδικής προτίμησης: (1) Συλλογική ισχυρή προτίμηση, (2) συλλογική ισχυρή αδιαφορία, (3) συλλογική σύγκρουση, (4) συλλογική μη προτίμηση, (5) συλλογική ασθενής προτίμηση, (6) συλλογική αταξινόμητη σχέση και (7) συλλογική σχέση άρνησης. Αυτό το σύστημα σχέσεων προτιμήσεων χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση και ανάλυση του ποσού ομοφωνίας ή σύγκρουσης μεταξύ των επιμέρους απόψεων των αποφασιζόντων.

Οι Teich et al. (1995) παρουσιάζουν το σύστημα RAMONA (Resource Allocation Multiple Objective Negotiation Approach), ένα NSS για χρήση σε διαπραγματεύσεις που εμπλέκουν πολιτικές αγροτικού εισοδήματος. Το RAMONA παράγει pareto optimal λύσεις δύο ομάδων (αποφασιζόντων) πάνω σε προβλήματα λήψης ομαδικών αποφάσεων με συγκρούσεις. Το σύστημα μπορεί να αναλάβει το ρόλο μεσολαβητή, υποβοηθώντας άμεσα τις ομάδες ή έναν μεσολαβητή στις διαπραγματεύσεις. Το RAMONA χρησιμοποιεί μέθοδο δύο φάσεων. Στην πρώτη φάση, οι ομάδες διαδοχικά απαντούν σε ερωτήσεις που αποσκοπούν στον καθορισμό των διαφόρων σημείων του pareto optimal συνόρου. Στη δεύτερη φάση οι ομάδες επεξεργάζονται μια κοινά αποδεκτή λύση πάνω σε αυτό το σύνορο. Είναι σχεδιασμένο για διαπραγματεύσεις που περιλαμβάνουν πολλά θέματα, από τα οποία το καθένα μπορεί να αναδείξει σύγκρουση, με άλλα λόγια οι ομάδες μπορεί να διαφωνήσουν σε κάθε θέμα. Το κύριο πλεονέκτημα του RAMONA είναι ότι παρέχει ένα γρήγορο και εύκολο υπολογισμό καμπύλης συστολής (contract curve) χωρίς να εκμαιεύει συναρτήσεις τιμών από τις εμπλεκόμενες ομάδες.

Το WINGDSS (Csaki et al., 1995) είναι ένα λογισμικό υποστήριξης ομαδικών αποφάσεων που στοχεύει να βοηθήσει έναν ή περισσότερους αποφασίζοντες, από διαφορετικά πεδία αλλά με κοινούς στόχους, στην κατάταξη ενός προκαθορισμένου συνόλου εναλλακτικών που χαρακτηρίζονται από ένα πεπερασμένο σύνολο κριτηρίων. Στο WINGDSS τα κριτήρια οργανώνονται ιεραρχικά με τη μορφή ενός δένδρου. Τα φύλλα αναπαριστούν τα κριτήρια, τα οποία μπορούν να αξιολογηθούν ανεξάρτητα. Η σημασία κάθε φύλλου εκφράζεται μέσω της ανάθεσης σε αυτά βαρών από πλευράς αποφασιζόντων. Η τελική βαθμολογία μιας εναλλακτικής κατά τη διάρκεια της διαδικασίας λήψης επιμέρους απόφασης υπολογίζεται ως ο αριθμητικός (ή γεωμετρικός) μέσος όρος των βαρών και των επιμέρους βαθμολογήσεων που αποδίδονται στα κριτήρια. Κατά την διαδικασία ομαδικής λήψης απόφασης, για κάθε εναλλακτική, υπολογίζεται μια ομαδική χρησιμότητα στο δένδρο κριτηρίων. Κάθε αποφασίζων αποκτά μια ισχύ ψήφου για κάθε κριτήριο. Η ομαδική χρησιμότητα

προκύπτει από το αποτέλεσμα του αριθμητικού ή γεωμετρικού μέσου όρου των συγκεντρωμένων τιμών αξιολόγησης των φύλλων. Επιπρόσθετα, μια ανάλυση ευαισθησίας των αποτελεσμάτων μπορεί να διεξαχθεί ώστε να αναλύσει την επίπτωση των διαφόρων παραμέτρων απόφασης (επιμέρους δομή προτίμησης, ισχύς ψήφου των αποφασιζόντων) στο τελικό αποτέλεσμα.

Ο Salo (1995) αναπτύσσει μια διαδραστική προσέγγιση για την συγκέντρωση των προτιμήσεων των αποφασιζόντων στο πλαίσιο μιας εξελισσόμενης αναπαράστασης τιμών. Η μέθοδος υποστηρίζει διάφορες μεθόδους συγκέντρωσης ταυτόχρονα. Επιτρέπει στους ανεξάρτητους αποφασίζοντες όσο και στις συμμαχίες μελών να καταλήγουν τόσο σε αποσυνθεμένες όσο και σε ολοκρατικές κρίσεις, οι οποίες μεταφράζονται σε περιορισμούς των παραμέτρων της ολικής αναπαράστασης προτίμησης. Τα μοντέλα μερικής και ολικής αναπαράστασης προτίμησης μπορούν να οργανωθούν ιεραρχικά σαν ένα δένδρο στο οποίο τα ανεξάρτητα δένδρα προτίμησης των αποφασιζόντων διαμορφώνουν τα κλαδιά υψηλότερου επιπέδου.

Ο Noori (1995) παρουσιάζει ένα εννοιολογικό σχέδιο ενός GDSS, το NTech-GDSS, που αναπτύχθηκε για να υποστηρίξει τη διαχείριση μέσω της διαδικασίας αξιολόγησης και υιοθέτησης νέας τεχνολογίας. Η προτεινόμενη διαδικασία λήψης απόφασης συνθέτει ένα δίκτυο από σχέσεις μεταξύ τριών επιπέδων από ιεραρχίες απόφασης: (1) Επίπεδο αυστηρά καθορισμένης ανάλυσης κριτηρίων απόφασης, (2) επίπεδο κατάταξης εναλλακτικών βασισμένη σε αξιολογήσεις και (3) επίπεδο ανάλυσης επίδοσης. Το NTech-GDSS ενσωματώνει τρία ξεχωριστά και ανεξάρτητα μοντέλα λήψης απόφασης. Το μοντέλο ανάλυσης κριτηρίων απόφασης ταξινομεί τις μοντελοποιημένες μεταβλητές απόφασης με τέτοιο τρόπο ώστε να λαμβάνεται υπόψη το status της εταιρίας, οι στόχοι της και το πού η νέα τεχνολογία θα έχει καλύτερα αποτελέσματα. Το μοντέλο ανάλυσης εναλλακτικών κατατάσσει τις εναλλακτικές τεχνολογίας δεδομένου του κατώτερου ορισμένου επιπέδου υποκριτηρίων. Μια παραλλαγή της μεθόδου AID χρησιμοποιείται για την ανάθεση βαρών στις εναλλακτικές και για τη σύνθεση αυτής της πληροφορίας ώστε να αποδοθούν οι τελικές βαθμολογίες για τις εναλλακτικές που προτείνονται. Τέλος, το μοντέλο ανάλυσης της επίδοσης παρέχει μια προσέγγιση για τη μέτρηση της παραγωγικότητας.

Ένα πρωτότυπο σύστημα, το GWE (Group Work Environment) παρουσιάζεται από τους Ngwenyama et al. (1996). Οι συγγραφείς προτείνουν ένα σύνολο τεχνικών και μια προσέγγιση για την υποστήριξη της διευκόλυνσης στην κατασκευή ομοφωνίας κατά τη διάρκεια λήψης μιας ομαδικής απόφασης. Οι διαδικασία τους χωρίζεται σε μια τριφασική διαδικασία: (1) Προ-εκτίμηση, (2) εκμείευση προτιμήσεων και (3) ανάλυση δεδομένων και αναφορά. Η φάση προ-εκτίμησης περιλαμβάνει τρεις βασικές λειτουργίες: (1) Επιλογή των εναλλακτικών προς εκτίμηση, (2) καθορισμός

των κριτηρίων αξιολόγησης και (3) καθορισμός του κατωφλίου συμφωνίας. Η φάση εκμείωσης προτιμήσεων περιλαμβάνει την κατάταξη των εναλλακτικών και την παροχή πληροφορίας σύγκρισης. Αυτά τα δεδομένα στη συνέχεια αναλύονται στη φάση ανάλυσης δεδομένων, όπου στόχος είναι να αναγνωριστούν πιθανές συμμαχίες, προβληματικές εναλλακτικές απόφασης και αποφασίζοντες των οποίων οι προτιμήσεις θα μπορούσαν να επανεκτιμηθούν. Οι αποφασίζοντες καθορίζουν τις κυρίαρχες προτιμήσεις τους, χρησιμοποιώντας μια κλίμακα για να δηλώσουν την προτίμησή τους σε ένα ζεύγος εναλλακτικών (Saaty, 1980). Χρησιμοποιώντας τα αριθμητικά διανύσματα, εξάγονται τρεις δείκτες ομοφωνίας: (1) Το πηλίκο ισχυρής ομαδικής συμφωνίας, μια μετρική του επιπέδου συμφωνίας της ομάδας, (2) το πηλίκο ισχυρής ομαδικής ασυμφωνίας, μια μετρική του επιπέδου ασυμφωνίας της ομάδας και (3) ο δείκτης ισχυρής ομαδικής διαφωνίας, μια μετρική του εύρους διαφωνίας των απόψεων της ομάδας. Ανάλογοι δείκτες υπολογίζονται για κάθε αποφασίζοντα ώστε να μετρηθεί η θέση του σε σχέση με την ομάδα. Η διαδικασία εφαρμόστηκε σε μια περίπτωση λήψης απόφασης στην οποία μια επιτροπή από δώδεκα διευθυντές μιας Αμερικανικής σχολής διοίκησης κλήθηκαν να αξιολογήσουν ένα σύνολο από πέντε υποψήφιους, και να προτείνουν έναν υποψήφιο και έναν εναλλακτικό για τη θέση κοσμήτορα.

Οι Hamalainen et al. (1991) εισάγουν τον προγραμματισμό προτιμήσεων σαν μια τεχνική υποστήριξης ομαδικής απόφασης στην εφαρμογή ενός προβλήματος ενεργειακής πολιτικής. Η αντίληψη του προγραμματισμού προτιμήσεων επίσης εφαρμόστηκε και στην περίπτωση Φιλανδών πολιτικών (Hamalainen and Leikola, 1995) και στην διαχείριση κυκλοφοριακού (Hamalainen and Poyhonen, 1996). Το βασικό στοιχείο αυτής της μεθόδου είναι ότι τα ενδιάμεσα διαστήματα περιλαμβάνουν όλες τις απόψεις της ομάδας. Το εύρος του διαστήματος προτίμησης είναι επομένως μια μετρική διαφωνίας μεταξύ των μελών της ομάδας. Συνεπώς, η συζήτηση επικεντρώνεται στα κριτήρια, τα οποία έχουν τα πλατύτερα διαστήματα προτίμησης και οι διαπραγματεύσεις συνεχίζονται καθώς τα μέλη της ομάδας επανεξετάζουν τις προτιμήσεις τους και μειώνουν τα πλάτη των διαστημάτων προτίμησης τους. Η πρόοδος των διαπραγματεύσεων επιβάλλει επικοινωνία μεταξύ των διαπραγματευτών, και το τελικό αποτέλεσμα εξαρτάται από τις παραχωρήσεις στις οποίες οι αποφασίζοντες είναι πρόθυμοι να προχωρήσουν. Η όλη διαδικασία γίνεται on-line με τη χρήση λογισμικού υποστήριξης ομαδικών αποφάσεων, HIPRE 3 + Group Link (Hamalainen & Poyhonen, 1996). Στην πρώτη διαδικασία κάθε αποφασίζων εκμειώνει ένα προσωπικό μοντέλο τιμών, κατόπιν αυτές οι ανεξάρτητες τιμές συνδυάζονται σε ένα ομαδικό μοντέλο και τέλος η ομάδα των αποφασιζόντων συνεχίζει τις διαπραγματεύσεις και επιχειρεί να μειώσει το εύρος των διαφωνιών μέχρι να αναδειχθεί μια κυρίαρχη εναλλακτική. Στη δεύτερη διαδικασία η ομάδα

ξεκινά διαπραγματεύσεις με ένα κοινό ομαδικό μοντέλο διαστημάτων, το οποίο αρχικά δεν περιέχει δηλώσεις προτίμησης, με άλλα λόγια τα διαστήματα προτιμήσεων είναι αρχικά όσο πιο απομακρυσμένα γίνεται, και μετά η ομάδα επιχειρεί να τα μειώσει μέχρι ξανά να βρεθεί η κυρίαρχη εναλλακτική.

Οι Barzilai και Lootsma (1997) εφαρμόζουν την Πολλαπλασιαστική ΑΙΔ (Lootsma, 1993), μια παραλλαγή της γνήσιας ΑΙΔ, ενσωματώνοντας την έννοια της σχετικής δύναμης των αποφασιζόντων. Αναθέτουν μια παράμετρο βάρους σε κάθε αποφασίζοντα και χρησιμοποιούν αυτές τις παραμέτρους ισχύος στην λογαριθμική μέθοδο ελάχιστων τετραγώνων ενώ ταυτόχρονα αναλύουν τους πίνακες δυαδικής σύγκρισης.

Οι Miettinen et al. (1997) αναπτύσσουν μια μέθοδο για εξερεύνηση του χώρου βαρών στα πλαίσια των μεθόδων υπεροχής (outranking methods), ειδικά της ELECTRE III (Roy, 1978). Σκοπός της μεθόδου είναι να βοηθηθούν οι αποφασίζοντες σε προβλήματα, όπου αυτοί δεν επιθυμούν (ή δεν μπορούν) να εκφράσουν την προτίμησή τους ρητώς και όπου τα δεδομένα είναι ανακριβή. Η μέθοδος ερευνά τα διανύσματα βαρών που προκύπτουν από την επιλογή μιας εναλλακτικής σαν βέλτιστη, με την ELECTRE III μέθοδο, όπου μια διαδικασία ελαχιστοποίησης χρησιμοποιείται στην έρευνα των σχέσεων υπεροχής. Αυτή η διαδικασία επιτρέπει στους αποφασίζοντες να αντιπαραθέσουν τις δικές τους τιμές στα βάρη που υπολογίζονται. Επιπρόσθετα, η διαδικασία παρέχει τις μέγιστες και ελάχιστες τιμές κάθε βάρους, που επιτρέπει σε μια εναλλακτική να καταταχθεί σαν βέλτιστη στην μέθοδο ELECTRE III.

Οι Μασατσίνης και Σαμαράς (1997) παρουσιάζουν μια μέθοδο λήψης ομαδικών αποφάσεων χρησιμοποιώντας την προσέγγιση συγκέντρωσης – διάσπασης. Εφαρμόζουν την μέθοδο UTASTAR (Σίσκος και Γιαννακόπουλος, 1985) για την κατασκευή ενός μοντέλου αποφάσεων για κάθε αποφασίζοντα και ένα μοντέλο μέτρησης συλλογικής ικανοποίησης (Σίσκος κ.α., 1998) σε μια προσπάθεια να μετρηθεί η συλλογική ικανοποίηση στην ομαδική απόφαση. Η δομημένη οδήγηση στην ομοφωνία επιτυγχάνεται μέσω ανταλλαγής πληροφοριών και ανακατεύθυνση διεργασιών. Αυτή η μέθοδος μπορεί να εφαρμοστεί τόσο σε δημοκρατικά όσο και σε ιεραρχικά προβλήματα λήψης απόφασης, με άλλα λόγια οι αποφασίζοντες μπορεί να έχουν όμοια ή ανόμοια συνεισφορά στο τελικό αποτέλεσμα. Παρόλο που η μέθοδος παρουσιάζει ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά που αφορούν την ανάπτυξη των GDSS, η δυνατότητα εφαρμογής της σε καταστάσεις λήψης αποφάσεων στον πραγματικό κόσμο παραμένει αναπόδεικτη.

Οι Belton et al. (1997) παρουσιάζουν μια διαφορετική προσέγγιση στις MCDM μεθόδους. Προτείνουν την υιοθέτηση μεθόδων κατασκευής προβλημάτων (που έχει προκύψει από το πεδίο της επιχειρησιακής έρευνας και συστημάτων στο Ηνωμένο

Βασίλειο) για έναν ακριβή (ή έστω ικανοποιητικό) ορισμό του προβλήματος σε συνδυασμό με πολυκριτήριες μεθόδους που μπορούν να εφαρμοστούν στις διαδικασίες αξιολόγησης για τη λήψη απόφασης. Στην έρευνά τους, εφαρμόζουν την προσέγγιση SODA (Strategic Options Development and Analysis - Eden, 1990), Με χρήση του λογισμικού COPE για νοηματική αναπαράσταση και το VISA (Belton, 1985) για πολυκριτήριο υπολογισμό βασισμένο στις συναρτήσεις πολυκριτήριας χρησιμότητας. Οι συγγραφείς οδηγούνται στο συμπέρασμα ότι είναι δυνατόν να συνδυαστούν οι δύο αυτές προσεγγίσεις ώστε να παρέχουν αποτελεσματική υποστήριξη αποφάσεων σε διεργασίες λήψης απόφασης.

Οι Csaki et al. (1998) περιγράφουν μια μέθοδο, βασισμένη σε δένδρα κριτηρίων, για διάσπαση ενός μοντέλου λήψης απόφασης με πίνακες αποφάσεων. Αντί για πλήρεις υπολογισμούς (η περίπτωση όπου κάθε ανεξάρτητος αποφασίζων εφαρμόζει μια ατομική εκτίμηση των εναλλακτικών), προτείνουν τη συγκέντρωση των βαρών και των εκτιμήσεων σε ένα σύστημα ομαδικών βαρών και πίνακα ομαδικών εκτιμήσεων, εκφράζοντας έτσι την συνολική κρίση της ομάδας σε ένα μοναδικό βάρος και εκτίμηση. Υποστηρίζουν ότι με τη διάσπαση του προβλήματος λήψης ομαδικής απόφασης σε ένα βασικό πολυκριτήριο πρόβλημα (ένα πρόβλημα με δυσδιάστατη δομή), οι συγκρούσεις μεταξύ των αποφασιζόντων μπορούν να επιλυθούν με πιο εύκολο τρόπο, διότι αναπαρίστανται με όχι και τόσο πολύπλοκες έννοιες όπως βάρη και εκτιμήσεις εναλλακτικών δεδομένων των κριτηρίων αντί να αναπαρίστανται με τιμές κατάταξης των εναλλακτικών.

Διάφορες άλλες προσεγγίσεις έχουν προκύψει τα τελευταία χρόνια από το συνδυασμό θεωρίας πολυκριτήριας υποστήριξης αποφάσεων και τεχνητής νοημοσύνης. Το NEGOPLAN (Kersten et al. 1988; Matwin et al. 1989) χρησιμοποιεί προσέγγιση τεχνητής νοημοσύνης για την υποβοήθηση των θέσεων των αποφασιζόντων και μοντελοποίηση στρατηγικών διαπραγματεύσεων. Οι διαπραγματεύσεις μεταχειρίζονται σαν διαδικασίες δύο επιπέδων. Στο επίπεδο εκμάθησης, οι συμμετέχοντες διαμορφώνουν τις αρχικές τους τοποθετήσεις, ενώ στο επίπεδο επικοινωνίας ανταλλάσσουν τοποθετήσεις και κάνουν παραχωρήσεις, φτάνοντας έτσι είτε σε συμβιβαστική λύση είτε σε αδιέξοδο. Στο NEGOPLAN τα προβλήματα απόφασης θεωρούνται ιεραρχικά διασπώμενα, με άλλα λόγια η αναπαράσταση του προβλήματος απόφασης έχει ιεραρχική δομή. Η δομή αναπαράστασης μπορεί να αλλάζει ανάλογα με το πρόβλημα ή με το περιβάλλον.

Ο Sycra (1990, 1991) παρουσιάζει το PERSUADER, ένα NSS το οποίο προσομοιώνει υποθετικές διαπραγματεύσεις διαχείρισης εργασίας. Το σύστημα ενσωματώνει αντιλήψεις και τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης, όπως θεωρία γράφων και πολυκριτήριες χρησιμότητες, ώστε να κατασκευάσει μια μεθοδολογία και μηχανισμούς ώστε να επιτρέψει σε έξυπνους μηχανικούς πράκτορες να υπολογίσουν

αυτόματα και να προτείνουν μια ανακατασκευή του προβλήματος μέσω προσομοιωμένων διαπραγματεύσεων. Η ανακατασκευή του προβλήματος προτείνεται σαν τρόπος απομάκρυνσης των αδιεξόδων στις διαπραγματεύσεις, μέσω δυναμικής αλλαγής της δομής του προβλήματος ώστε να οδηγηθεί το σύστημα σε συμφωνία. Το PERSUADER υποστηρίζει τέσσερις τύπους ανακατασκευής του προβλήματος: (1) Εισαγωγή νέων στόχων, (2) αντικατάσταση στόχων, (3) απομάκρυνση στόχων και (4) μεταβάλλοντας τις τιμές συγκράτησης των διαπραγματευομένων πλευρών. Το σύστημα υιοθετεί τέσσερα μοντέλα ανακατασκευής προβλήματος: (1) Case-Based Reasoning, το οποίο ανακτά από μνήμης και υιοθετεί προηγούμενες παραχωρήσεις των εμπλεκομένων, (2) εκτίμησης κατάστασης το οποίο αναπαριστά και αναγνωρίζει προβλήματα διαπραγματεύσεων σε επιφανειακά πλαίσια, (3) μοντέλο αναζήτησης των γραφημάτων στόχων των πρακτόρων ώστε να διερευνηθούν οι συσχετισμοί και οι εξαρτήσεις μεταξύ των στόχων ενός πράκτορα και (4) μοντέλα ανάπτυξης πειστικών επιχειρημάτων και πιο συγκεκριμένα δημιουργίας απειλών και υποσχέσεων ώστε να αλλάξουν οι πεποιθήσεις και η συμπεριφορά των διαπραγματευομένων πλευρών.

Στο ίδιο πλαίσιο, ο Wong (1994) παρουσιάζει ένα λογικό, ποιοτικό σχήμα επίλυσης προβλημάτων για co-operative knowledge-based συστήματα που χρησιμοποιεί θεωρίες κοινωνικής επιλογής σαν τυπική βάση για τη δημιουργία συλλογικών αποφάσεων και επίλυσης συγκρουόμενων συμφερόντων. Το προτεινόμενο σχήμα αποτελείται από τέσσερα βήματα: (1) Την επιλογή των κριτηρίων απόφασης και των εναλλακτικών, (2) το σχηματισμό των προφίλ προτίμησης και συλλογικών επιλογών και (3) τις διαπραγματεύσεις μεταξύ των πρακτόρων καθώς προκύπτουν συγκρούσεις στην διαδικασία λήψης απόφασης.

Οι Espinasse και Pauner (1995) περιγράφουν το Negoc-IAD, ένα πρωτότυπο NSS βασισμένο σε πολυκριτήρια μοντέλα διαπραγματεύσεων και αναπτυγμένο σύμφωνα με μια πολυ-πρακτορική αρχιτεκτονική από τη θεωρία Κατανεμημένης Τεχνητής Νοημοσύνης (Distributed Artificial Intelligence, DAI). Περιγράφουν ένα πολυκριτήριο πλαίσιο, εμπνευσμένο από τη μέθοδο Promethee (Brans et al., 1984), το οποίο επιτρέπει, για μια ομάδα αποφασιζόντων, να κατανοήσουν την διαδικασία διαπραγμάτευσης. Τα πειράματά τους με το πρωτότυπο έδειξαν ότι η πολυκριτήρια θεωρία σε συνδυασμό με την πολύ-πρακτορική αρχιτεκτονική είχε σαν αποτέλεσμα μια αξιοσημείωτη και χρήσιμη προσπάθεια. Ωστόσο, το πλαίσιο αντίληψης που σχετίζεται με την μέθοδο πολυκριτήριας διαπραγμάτευσης που χρησιμοποίησαν, αποδείχθηκε πολύ ελλιπές στο να ορίσει μια σχετική υποστήριξη στη διαδικασία διαπραγμάτευσης (Espinasse et al., 1997). Σε μια αναθεωρημένη προσπάθεια, ανακατασκεύασαν το μοντέλο δίνοντας έμφαση στον καθορισμό βοήθειας απευθυνόμενης στον μεσολαβητή. Στόχος τους ήταν η παροχή εργαλείων βοήθειας

στον μεσολαβητή της διαδικασίας λήψης απόφασης, ώστε αυτός να κατανοήσει τις καταστάσεις συγκρούσεων και να μεταχειριστεί αποδοτικότερα την διαδικασία διαπραγμάτευσης καθώς επίσης και να επιτρέψει στον μεσολαβητή να αναθέσει ένα μέρος από αυτά τα εργαλεία σε κάποιο μεσολαβητή τεχνητής νοημοσύνης.

2.3 Επίλογος

Μια ανασκόπηση στην βιβλιογραφία, η οποία δεν είναι ούτε εκτενής ούτε και πλήρης, αναδεικνύει ότι η λήψη ομαδικών αποφάσεων και τα προβλήματα διαπραγματεύσεων αποτελούν μια ενδιαφέρουσα περιοχή για την επιστήμη της πολυκριτήριας λήψης αποφάσεων. Δύο είναι τα πιο σημαντικά σημεία της συμβολής της πολυκριτήριας θεωρίας υποστήριξης αποφάσεων στην λήψη ομαδικών αποφάσεων. Πρώτα, οι μέθοδοι MCDM παρέχουν τη δυνατότητα ορισμού ενός ενοποιημένου πλαισίου δομής διεργασιών και ανταλλαγής δεδομένων, μεταξύ των αποφασιζόντων και συνεπώς μειώνουν την αδόμητη φύση του προβλήματος. Επιπρόσθετα, η χρήση MDCM μεθόδων οδηγεί στην επέκταση και αύξηση της μαθησιακής ικανότητας των αποφασιζόντων. Με τη χρήση πολυκριτήριων μεθόδων, σε κάθε αποφασίζοντα παρέχεται ένα δομημένο και ισχυρό πλαίσιο που του επιτρέπει να εξερευνήσει το δικό του σύστημα αξιών από πολλές οπτικές γωνίες και επίσης να μάθει και να επανεκτιμήσει τις προτιμήσεις του μέσα από την απόκτηση γνώσης περί των στόχων, των προτιμήσεων, των προθέσεων και των κριτηρίων των άλλων μελών της ομάδας των αποφασιζόντων.

Ωστόσο, η δυνατότητα εφαρμογής των τρεχόντων πολυκριτήριων μεθοδολογιών υποστήριξης ομαδικών αποφάσεων και τα συστήματα που έχουν αναπτυχθεί με βάση αυτές θα πρέπει να εξεταστούν και δοκιμαστούν διεξοδικά σε πραγματικές συνθήκες λήψης απόφασης, ώστε να μετρηθεί η αποτελεσματικότητα, η σημασία και η συνεισφορά τους στην διαδικασία λήψης αποφάσεων. Ως εκ τούτου, η αρτιότητα των πολυκριτήριων μεθόδων, η αποδοχή τους από τους τελικούς χρήστες και η πρακτικότητά τους σε προβλήματα της καθημερινής ζωής παραμένει ακόμη αναπόδεικτη. Μια πιο σημαντική ερώτηση που πρέπει να απαντηθεί είναι το πώς θα πειστούν οι αποφασίζοντες ότι η πολυκριτήρια θεωρία τους παρέχει ένα εκλεπτυσμένο πλαίσιο για λήψη συλλογικών αποφάσεων.

Μια ελκυστική προσέγγιση θα μπορούσε να είναι μια η οποία να συνδυάζει τα πλεονεκτήματα του πολυκριτήριου formalισμού με εργαλεία δανεισμένα από την τεχνητή νοημοσύνη. Ίσως η πλέον κατάλληλη προσέγγιση στο πλαίσιο των ομαδικών αποφάσεων να είναι ο συνδυασμός πολυκριτήριας υποστήριξης αποφάσεων και θεωρίας πολλαπλών πρακτόρων. Η θεωρία πολλαπλών πρακτόρων επιχειρεί να μοντελοποιήσει ένα σύνολο από μηχανικούς και με ανθρώπινη

υπόσταση πράκτορες ώστε να οδηγηθεί σε λύσεις πολύπλοκων και ελλιπώς δομημένων προβλημάτων. Συνεπώς, λαμβάνοντας υπ' όψη αυτή την περιγραφή, γίνεται σαφής η στενή σχέση μεταξύ ομαδικής λήψης απόφασης, πολυκριτήριας θεωρίας υποστήριξης αποφάσεων και θεωρίας πολλαπλών πρακτόρων. Ο στόχος είναι αναζητηθούν απαντήσεις σε προβλήματα με τα ίδια χαρακτηριστικά σαν ομαδικά προβλήματα λήψης αποφάσεων. Επομένως, θα είχε ενδιαφέρον να επιχειρηθεί η σύζευξη των δύο θεωριών με υλοποίηση πολλαπλών πρακτόρων παράλληλα με μεθοδολογίες πολυκριτήριας λήψης αποφάσεων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3°

Προτεινόμενη Μεθοδολογία

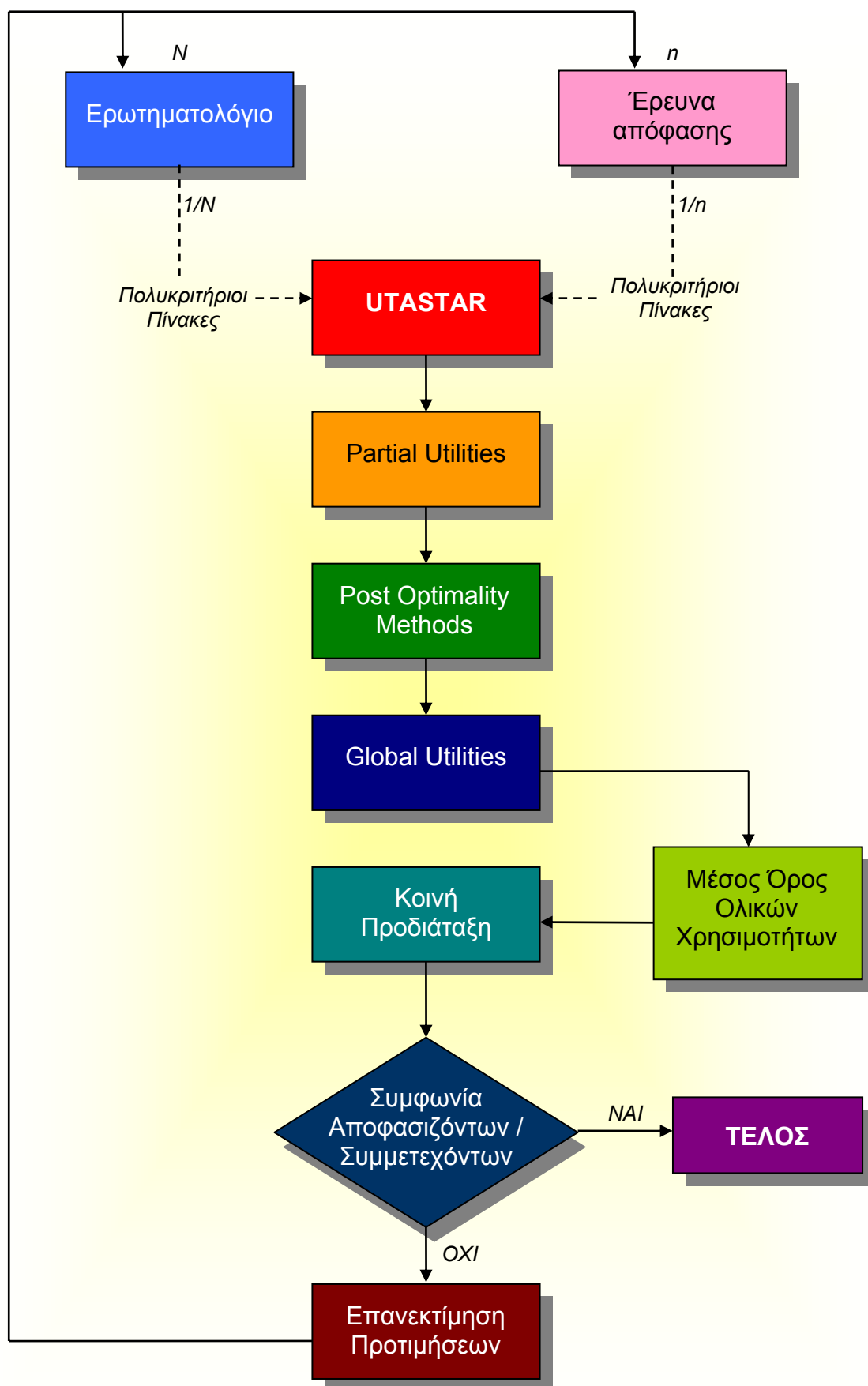
Η εφαρμογή υποβοήθησης λήψης ομαδικών αποφάσεων που αναπτύξαμε και θα περιγράψουμε στο επόμενο κεφάλαιο έπρεπε να βασιστεί σε μια πολυκριτήρια μέθοδο υποστήριξης λήψης αποφάσεων, ώστε να υποβοηθήσει τους αποφασίζοντες να καταλήξουν σε ομοφωνία, ή έστω να συγκλίνουν όσο το δυνατόν περισσότερο προς μια κοινά αποδεκτή απόφαση. Όπως αναφέραμε μεταξύ άλλων και στο προηγούμενο κεφάλαιο, τα τελευταία χρόνια στην βιβλιογραφία έχουν προταθεί διάφορες πολυκριτήριες μεθοδολογίες λήψης αποφάσεων, καθεμιά με τα δικά της πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.

3.1 Μοντέλο Προτεινόμενης Μεθοδολογίας

Το μοντέλο της προτεινόμενης μεθοδολογίας φαίνεται στο Σχήμα 3.1. Σαν είσοδος στο σύστημα μπορεί να αποτελούν Ν ερωτηματολόγια ή η συμμετέχοντες σε μια διαδικασία απόφασης. Τα δεδομένα εισόδου σε κάθε περίπτωση θα είναι πολυκριτήριο πίνακες, οι οποίοι θα αποτελέσουν και την είσοδο στη μεθοδολογία UTASTAR. Η UTASTAR θα παράγει τις μερικές χρησιμότητες των κριτηρίων, απ' όπου στη συνέχεια, με τη χρήση Post Optimality μεθόδων θα προκύψουν οι ολικές χρησιμότητες (Global Utilities). Με βάση αυτές τις ολικές χρησιμότητες θα δημιουργηθεί η κοινή προδιάταξη των εναλλακτικών (στο σύστημα που αναπτύξαμε και θα αναλύσουμε στο επόμενο κεφάλαιο, η κοινή προδιάταξη των εναλλακτικών δημιουργείται από το μέσο όρο των ολικών χρησιμοτήτων κάθε αποφασίζοντα, στο σημείο αυτό μπορούν να χρησιμοποιηθούν εναλλακτικές μέθοδοι σύνθεσης των ολικών χρησιμοτήτων για την διαμόρφωση της προδιάταξης).

Με βάση την κοινή αυτή προδιάταξη, ακολουθεί ο έλεγχος σύγκλισης, όπου εξετάζεται εάν μπορεί με βάση τις εκτιμήσεις να ληφθεί μια κοινή απόφαση. Εάν μπορεί να γίνει κάτι τέτοιο, τότε η απόφαση λαμβάνεται και η διαδικασία τερματίζεται. Εάν όχι, τότε θα πρέπει η διαδικασία να επιστρέψει σε προηγούμενο στάδιο, πιο συγκεκριμένα στο στάδιο εκτίμησης των εναλλακτικών. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται με τα νέα δεδομένα εισόδου διαρκώς, ωστόσο να προκύψει σύγκλιση απόψεων και να αναδειχθεί η εναλλακτική που αντικατοπτρίζει τις προτιμήσεις τις ομάδας των αποφασιζόντων.

Στη συνέχεια μελετάμε την πολυκριτήρια μεθοδολογία λήψης αποφάσεων UTA καθώς και την βελτίωσή της UTASTAR που χρησιμοποιήσαμε στο πολυκριτήριο σύστημα υποστήριξης ομαδικών αποφάσεων που αναπτύξαμε.



Σχήμα 3.1. Ανάλυση προτεινόμενης μεθοδολογίας

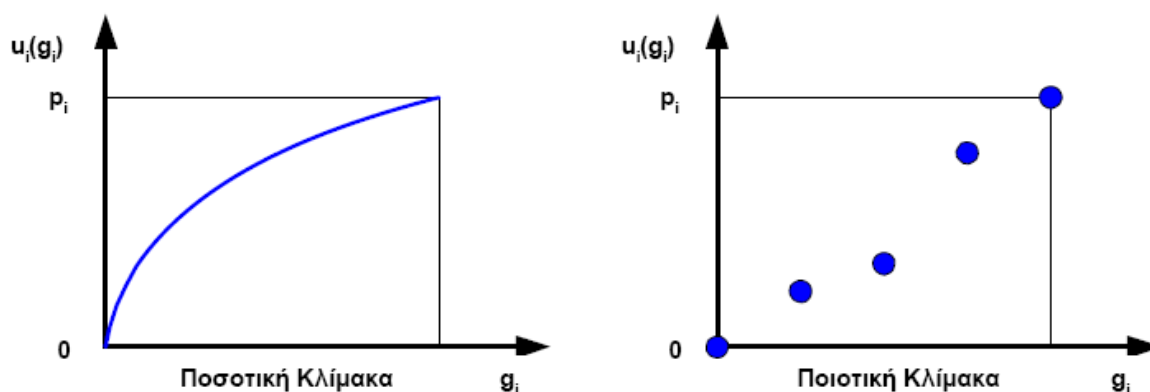
3.2 Η μέθοδος UTA

Μια από τις πιο γνωστές πολυκριτήριες μεθοδολογίες λήψης αποφάσεων είναι η μέθοδος UTA (UTilites Additives) των Jacquet-Lagreve και Siskos (1982). Η μέθοδος αυτή στοχεύει στην εξαγωγή μιας ή περισσότερων προσθετικών συναρτήσεων αξιών από μια δοσμένη προδιάταξη ενός συνόλου αναφοράς εναλλακτικών επιλογών-ενεργειών. Χρησιμοποιεί ειδικές τεχνικές γραμμικού προγραμματισμού για να υπολογίσει τις συναρτήσεις αυτές, έτσι ώστε η προδιάταξη που προκύπτει από αυτές να είναι όσο το δυνατόν πιο σύμφωνη με την δοσμένη προδιάταξη.

Στη συνέχεια θα μελετήσουμε αρχικά τη μέθοδο UTA (Jacquet-Lagreve and Siskos, 1982), η οποία αποτελεί μια μέθοδο μονότονης παλινδρόμησης για την ανάλυση των προτιμήσεων του αποφασίζοντα, και εν συνεχεία το μοντέλο UTASTAR (Siskos and Yannacopoulos, 1985), που αποτελεί μια βελτίωση της UTA και υιοθετείται από το σύστημα που αναπτύξαμε, όπως θα περιγράψουμε στο επόμενο κεφάλαιο. 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).

Προσθετική συνάρτηση χρησιμότητας.

Έστω, $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$ το σύνολο των εναλλακτικών επιλογών-ενεργειών οι οποίες θα εκτιμώνται από μια συνεπή οικογένεια κριτηρίων $g = (g_1, g_2, \dots, g_n)$, όπου κάθε κριτήριο g παριστά μια μονότονη ποσοτική ή ποιοτική μεταβλητή (σχήμα 3.2) σύμφωνα με αυτά η μεγαλύτερη εκτίμηση είναι αυτή που αντιστοιχεί στη πλέον προτιμώμενη επιλογή-ενέργεια. Έτσι, για κάθε εναλλακτική επιλογή-ενέργεια $a_i \in A$, το διάνυσμα $g(a_i) = [g_1(a_i), g_2(a_i), \dots, g_n(a_i)]$ παριστά την πολυκριτήρια εκτίμησή της.



Σχήμα 3.2. Μονότονη ποσοτική και ποιοτική μεταβλητή

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

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

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

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

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

Και η σχέση $R = P \cup I$ είναι μια ασθενής διάταξη.

Η συνάρτηση χρησιμότητας είναι προσθετική όταν είναι της μορφής:

$$U(\underline{g}(a)) = \sum_{i=1}^m u_i(g_i(a)) \quad (4)$$

όπου: $u_i(g_i(a))$ είναι η μερική χρησιμότητα (marginal utility) της απόφασης a ως προς το κριτήριο g_i . Αυτή είναι η πιο χρησιμοποιούμενη μορφή και ιδιαίτερα στη γραμμική της μορφή του αθροίσματος των βαρών των κριτηρίων:

$$U(\underline{g}(a)) = \sum_{i=1}^m p_i(g_i(a)) \quad (5)$$

όπου κάθε μερική χρησιμότητα $u_i(g_i)$ είναι πλήρως ορισμένη από το κριτήριο g_i και ένα βάρος p_i .

Το νόημα της προσθετικής συνάρτησης χρησιμότητας είναι ότι η ολική χρησιμότητα μιας απόφασης ισούται με το άθροισμα των μερικών χρησιμοτήτων των κριτηρίων στα οποία εκτιμάται. Κανονικοποιώντας τις τιμές των μερικών χρησιμοτήτων στο διάστημα $[0, 1]$ παίρνουμε τις ακόλουθες σχέσεις:

$$U(\underline{g}(a)) = \sum_{i=1}^m p_i w_i(g_i(a)) \quad (6)$$

$$w_i(g_i(a)) = \frac{1}{p_i} u_i(g_i(a)) \quad \text{για όλα τα } i$$

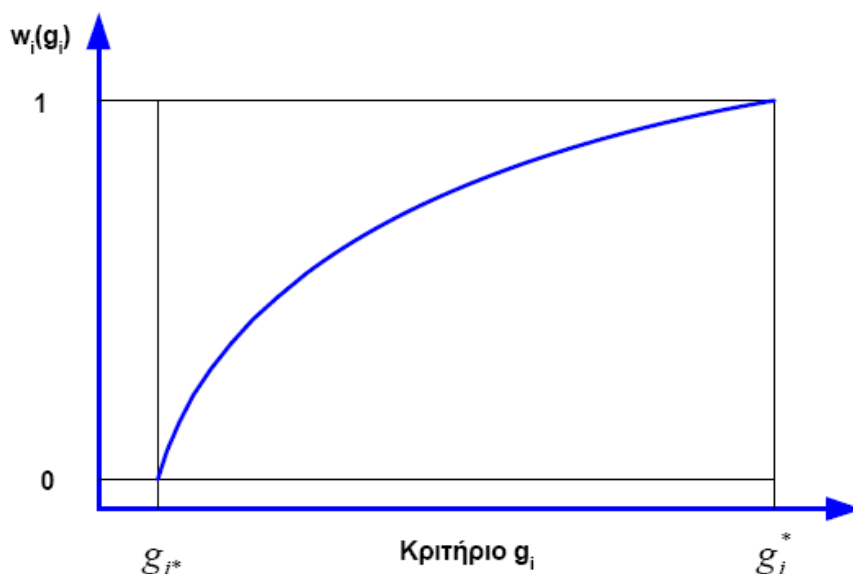
$$\sum_{i=1}^m p_i = 1 \quad (7)$$

όπου: p_i είναι οι συντελεστές βάρους των i κριτηρίων, οι οποίοι εκφράζουν τη σχετική σημαντικότητα του συγκεκριμένου κριτηρίου απέναντι στα υπόλοιπα κριτήρια. Ορίζουμε με g_{i*} τη λιγότερο επιθυμητή τιμή του κριτηρίου i , και με g_i^* την περισσότερο επιθυμητή τιμή του. Οπότε θα έχουμε αντιστοίχως:

$$w_i(g_{i*}) = 0$$

$$w_i(g_i^*) = 1 \text{ για κάθε κριτήριο } i$$

Στο σχήμα 3.3 που ακολουθεί δίνεται η κανονικοποιημένη συνάρτηση μερικής χρησιμότητας ενός κριτηρίου.



Σχήμα 3.3. Κανονικοποιημένη συνάρτηση μερικής χρησιμότητας.

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

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n u_i(g_i^*) = 1 \\ u_i(g_{i*}) = 0 \text{ για όλα τα } i \end{cases} \quad (8)$$

(η σχέση (4) με τους περιορισμούς (8) είναι ισοδύναμη με τη σχέση (6) με τους περιορισμούς (7)). Τόσο οι συναρτήσεις μερικής όσο και ολικής χρησιμότητας πληρούν την αρχή της μονοτονίας του αληθούς κριτηρίου.

Ανάπτυξη της μεθόδου UTA

Στη συνέχεια περιγράφεται η αλγοριθμική διαδικασία που ακολουθεί το μοντέλο ανάλυσης συμπεριφοράς UTA - UTASTAR (Jacquet-Lagrèze and Siskos, 1982; Siskos and Yannacopoulos, 1985).

Δεδομένα εισόδου

Έστω $G_i = [g_{i*}, g_i^*]$ με $i = 1, 2, \dots, n$, τα υποδιαστήματα στα οποία οι τιμές κάθε κριτηρίου υπολογίζονται τότε ονομάζουμε διάστημα συνέπειας $G = X_{i=1}^n G_i$.

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

Βήμα 1: Εκτίμηση μιας βέλτιστης συνάρτησης χρησιμότητας $U^*(g)$

Όταν μια ή περισσότερες κλίμακες εκτίμησης G_i είναι συνεχείς ή όταν περιέχουν μεγάλο αριθμό εναλλακτικών επιλογών εκτίμησης ενός κριτηρίου g_i^j , είναι δυνατός ο υπολογισμός των αντίστοιχων συναρτήσεων μερικών χρησιμοτήτων με ένα σταδιακό γραμμικό τρόπο. Υποθέτουμε ότι οι ακραίες τιμές g_{i*} και g_i^* , κάθε κριτηρίου είναι πεπερασμένες και έτσι μπορούμε να χωρίσουμε το διάστημα $[g_{i*}, g_i^*]$ 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 u_i που θα υπολογισθούν. Τα τελικά σημεία g_i^j δίνονται από τη σχέση:

$$g_i^j = g_{i*} + \frac{j-1}{\alpha_i-1} (g_i^* - g_{i*}) \quad \forall j=1, 2, \dots, \alpha_i$$

Οι μεταβλητές για υπολογισμό είναι οι $u_i(g_i^j)$. Οι μερικές χρησιμότητες μιας εναλλακτικής επιλογής-ενέργειας a υπολογίζονται μέσω γραμμικής παρεμβολής. Έτσι, για $g_i(a) \in [g_i^j, g_i^{j+1}]$ έχουμε:

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

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

Όταν το διάστημα G_i έχει διακριτές τιμές τότε μπορεί να επιλεγεί η τιμή του α ίση με το πλήθος αυτών των εναλλακτικών επιλογών (Πχ. έστω $G_i = [1, 2, 3, 4, 5, 6]$ τότε η τιμή του α είναι ίση με το πλήθος αυτών των διακριτών εναλλακτικών τιμών ($\alpha = 6$) 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 υπόψη τις σχέσεις (2), (3) και (4) ας ορίσουμε:

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

όπου: $\sigma(a)$ είναι ένα πιθανό σφάλμα όσον αφορά τη χρησιμότητα:

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

η εισαγωγή των μεταβλητών $\sigma(a) \geq 0$ με $a \in A'$, αντί των μεταβλητών τύπου z_{ab} για όλα τα ζεύγη $(a, b) \in R$ που χρησιμοποιείται σε άλλες μεθόδους είναι δυνατή λόγω της μεταβατικότητας του R .

Πράγματι, είναι χρήσιμο να γράψουμε όλες τις ισότητες και τις ανισότητες των τύπων (2) και (3) γράφουμε:

$$U'[g(a)] - U'[g(b)] \geq \delta \Leftrightarrow a P b \quad (10)$$

όπου: δ ένας μικρός θετικός πραγματικός αριθμός εξαρτώμενος στο $|A'|$. Η τιμή του δ πρέπει να επιλέγεται έτσι ώστε να διαχωρίζει σημαντικά δύο τάξεις της R προδιάταξης. Δεν μπορεί επίσης να παίρνει τιμές μεγαλύτερες της $\frac{1}{Q}$. Συνιστάται η

χρήση διαφορετικών τιμών για το δ έτσι ώστε να επιλέγεται αυτή που δίνει τα καλύτερα αποτελέσματα. Οι τιμές αυτές θα πρέπει, για παράδειγμα, να ανήκουν στο διάστημα: $\left[\frac{1}{10}Q, \frac{1}{Q}\right]$.

Ο αριθμός Q των διαφορετικών ομάδων στο R .

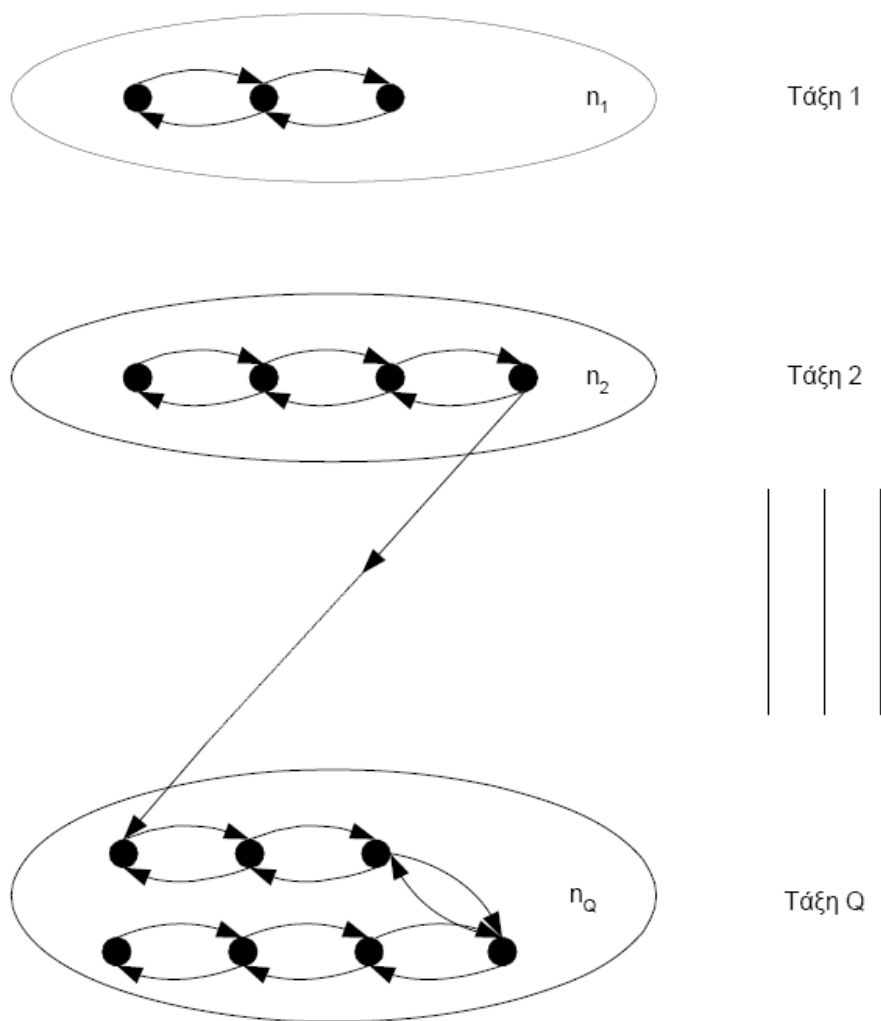
Οι τιμές των διαφορετικών κατωφλίων s_i οριζόμενων από τη σχέση (14).

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

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

και για τα διαφορετικά ζεύγη εναλλακτικών επιλογών-ενεργειών έχουμε:

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



Σχήμα 3.4. Η σχέση R^* προκύπτει από τη διάταξη που περιέχει Q διαφορετικές τάξεις.

Παίρνουμε τρεις εναλλακτικές επιλογές-ενέργειες a , a' και a'' , οι οποίες ανήκουν στις ακόλουθες διαφορετικές τάξεις του R ($a P a'$ και $a' P a''$) και έχουμε από τη σχέση (11):

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

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

προσθέτοντας τις δύο ανισότητες έχουμε:

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

Έτσι, η συνθήκη της σχέσης (11) για το ζεύγος (a, a'') δεν 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 τη προδιάταξη R με Q διαφορετικές τάξεις (σχήμα 3.4) κάθε μια από τις οποίες έχει n_q εναλλακτικές επιλογές-ενέργειες ($q = 1, 2, \dots, Q$). Μόνο οι σχέσεις που αναπαρίστανται από τόξα παίρνονται υπόψη έτσι ώστε να ικανοποιηθεί το σύστημα των εξισώσεων (11) και (12) ενώ οι άλλες πλεονάζουν. Ας ονομάσουμε $R^* = P^* \cup I^*$ σαν μια τέτοια υπό-σχέση του $R = P \cup I$.

Η ιδιότητα της μεταβατικότητας που χρησιμοποιείται στο μοντέλο μας, μας απαγορεύει να αναλύσουμε τις μη μεταβατικές προτιμήσεις. Αλλιώς ένα οφείλουμε να έχουμε για να εκτιμήσουμε ένα στο οποίο κάθε ζεύγος συνδέεται με είτε με μια είτε με δύο μεταβλητές σύμφωνα με τις ακόλουθες σχέσεις:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n \{u_i[g_i(a)] - u_i[g_i(b)]\} + z_{ab} \geq \delta \Leftrightarrow a P b \\ \sum_{i=1}^n \{u_i[g_i(a)] - u_i[g_i(b)]\} + z_{ab} - z_{ba} = 0 \Leftrightarrow a I b \\ \mu \varepsilon z \geq 0 \end{cases} \quad (13)$$

Με βάση τη μονοτονικότητα των προτιμήσεων, οι μερικές χρησιμότητες $u_i(g_i)$ θα πρέπει να ικανοποιούν το σύνολο των ακόλουθων περιορισμών:

$$u_i(g_i^{j+1}) - u_i(g_i^j) \geq s_i \text{ με } i = 1, 2, \dots, n \text{ και } j = 1, 2, \dots, a_i-1 \quad (14)$$

όπου: $s_i \geq 0$ είναι κατώφλια αδιαφορίας οριζόμενα για κάθε κριτήριο g_i . Δεν είναι απαραίτητο να ορίσουμε κατώφλια αδιαφορίας σε αυτό το μοντέλο ($s_i = 0$). Παρόλα αυτά, όταν η εκτίμηση g_i και η υποκειμενική προτίμηση R δίνονται από το ίδιο άτομο, ίσως θα ήταν χρήσιμο να εισαχθεί ένα τέτοιο κατώφλι έτσι ώστε να αποφευχθούν φαινόμενα όπως:

$$u_i(g_i^{j+1}) = u_i(g_i^j) \text{ όταν } g_i^{j+1} P g_i^j.$$

Αρχικά μπορεί να μελετηθεί η περίπτωση όπου: $s_i = 0$ για κάθε i και μετά να επιλεγούν τα κατώφλια για μερικά κριτήρια όταν είναι γνωστά τα πρώτα σύνολα των βαρών $u_i(g_i^*)$.

Οι χρησιμότητες $u_i(g_i^j)$ υπολογίζονται μέσω γραμμικού προγραμματισμού με τις σχέσεις (8), (11), (12) και (14) σαν περιορισμούς και με την αντικειμενική συνάρτηση εξαρτώμενη από τα $\sigma(a)$ με $a \in A'$. Οι διαστάσεις του προβλήματος φαίνονται παρακάτω:

Πίνακας 3.5. Διαστάσεις του γραμμικού προβλήματος

Περιορισμοί			Μεταβλητές	
Σχέσεις	Σύμβολο	Πλήθος	Μορφή	Αριθμός
(11)	\geq	$Q - 1$	$u_i(g_i^j)$	$\sum_{i=1}^n (\alpha_i - 1)$
(12)	\geq	$2 \sum_{i=1}^Q (n_i - 1)$		
(14)	\geq	$\sum_{i=1}^n (\alpha_i - 1)$	$\sigma(a)$	$ A' $
$\sum_{i=1}^n u_i[g_i^*] = 1$	\geq	2		

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

$$F = \sum_{a \in A'} \sigma(a) \quad (15)$$

Είναι δυνατή η απόδοση βαρών στα πιθανά σφάλματα με στόχο να πάρουμε υπόψη μας ένα διαφορετικό βαθμό εμπιστοσύνης κάθε προδιατεταγμένης εναλλακτικής επιλογής - ενέργειας:

$$F = \sum_{a \in A'} p(a) \sigma(a) \quad (15')$$

Το προς επίλυση γραμμικό πρόβλημα διαμορφώνεται ως εξής:

$$\left\{ \begin{array}{l} [\min] F = \sum_{a \in A'} \sigma(a) \\ \text{κάτω από τους περιορισμούς:} \\ \sum_{i=1}^n \{u_i[g_i(a)] - u_i[g_i(b)]\} + \sigma(a) - \sigma(b) \geq \delta \quad \text{εάν } a P^* b \\ \sum_{i=1}^n \{u_i[g_i(a)] - u_i[g_i(b)]\} + \sigma(a) - \sigma(b) = 0 \quad \text{εάν } a I^* b \\ u_i(g_i^{j+1}) - u_i(g_i^j) \geq s_i \quad \forall i \text{ και } j \\ \sum_{i=1}^n u_i(g_i^*) = 1 \\ u_i(g_i^*) = 0, \quad u_i(g_i^j) \geq 0, \quad \sigma(a) \geq 0 \quad \forall i \text{ και } j \text{ και } \forall a \in A' \end{array} \right. \quad (PL1)$$

Οι διαστάσεις του γραμμικού προβλήματος δίνονται στον πίνακα 3.5, παίρνοντας υπόψη τη μεταβατικότητα των προτιμήσεων.

Η δομή του γραμμικού προβλήματος (PL1) είναι τέτοια που θα ήταν χρησιμότερο να λυθεί το δυικό του. Με τον τρόπο αυτό αποφεύγεται η εισαγωγή τεχνιτών μεταβλητών με αποτέλεσμα την οικονομία υπολογιστικού χρόνου και μνήμης.

Έστω το γραμμικό πρόβλημα (PL1') είναι μια κανονική μορφή του (PL1). Έστω \mathcal{P} είναι ο πίνακας του (PL1'), x το διάνυσμα στήλης των μερικών χρησιμοτήτων u_i και των αποκλίσεων $\sigma(a)$, b το δεύτερο μέρος του γραμμικού προβλήματος και c το διάνυσμα γραμμή στο οποίο στοιχεία $(\sum_{i=1}^n (a_i - 1))$ είναι 0 και τα επόμενα $|A'|$ είναι 1.

Επομένως το (PL1') θα έχει τη μορφή:

$$\begin{cases} [\min] F = cx \\ \text{κάτω από τους περιορισμούς:} \\ \mathcal{P}x \geq b \\ x \geq 0 \end{cases} \quad (PL1')$$

όπου οι διαστάσεις του πίνακα \mathcal{P} δίνονται στο πίνακα 3.4.

Έστω (PL2) το δυικό γραμμικό πρόβλημα του (PL1'). Η επίλυση του PL1 (PL1' ή PL2) οδηγεί σε μια βέλτιστη συνάρτηση χρησιμότητας $U^*(g)$ και σε ένα αντίστοιχο σύνολο πιθανών σφαλμάτων $\{\sigma(a), a \in A'\}$.

Βήμα 2: Εκτίμηση του συνόλου U των συναρτήσεων χρησιμότητας μέσω της ανάλυσης μεταβελτιστοποίησης (post optimality)

Μέχρι τώρα έχουμε εκτιμήσει μια βέλτιστη συνάρτηση χρησιμότητας $U^*(g)$, η οποία είναι μια 'βέλτιστη' αριθμητική αναπαράσταση της σχέσης προτιμήσεων R . Πάντως εάν η βέλτιστη F^* της (PL1) ή η G^* της (PL2) είναι 0, αυτό σημαίνει ότι το πολύεδρο των παραδεκτών λύσεων για $u_i(g_i)$ δεν είναι κενό και ότι πολλές συναρτήσεις χρησιμότητας οδηγούν σε μια τέλεια αναπαράσταση της σχέσης R .

Επίσης όταν η βέλτιστη τιμή F^* είναι αυστηρά θετική (στη περίπτωση του κενού πολυέδρου), η συζήτηση όσον αφορά τη βέλτιστη αντικειμενική συζητάτε στη συνέχεια δείχνει ότι άλλες λύσεις, λιγότερο καλές της F , μπορούν να βελτιώσουν ένα άλλο κριτήριο ικανοποίησης που ονομάζεται τα του Kendall. Η εμπειρία με το μοντέλο επιβεβαιώνει ότι μη βέλτιστες συναρτήσεις χρησιμότητας $U(g)$ (για τις οποίες $F > F^*$) δίνουν προδιατάξεις R' , οι οποίες είναι πιο κοντά στο R (με την έννοια των διαστάσεων του Kendall ή του Spearman) από τις προδιατάξεις που προκύπτουν από την επίσης καλούμενη βέλτιστη χρησιμότητα $U^*(g)$.

Μερικά κλασικά φαινόμενα του μαθηματικού προγραμματισμού όπως ο αρχικός ή ο δυικός εκφυλισμός και σαν τα φαινόμενα συσχέτισης κριτηρίων στη 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 $F^* = G^*$ είναι η βέλτιστη τιμή της αντικειμενικής συνάρτησης του (PL1) ή του (PL2) 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 τη προσθήκη του περιορισμού:

$$F \leq F^* + k(F^*) \quad (16)$$

η οποία μπορεί να γραφεί επίσης:

$$-\sum_{a \in A'} \sigma(a) \geq -[F^* + k(F^*)] \quad (17)$$

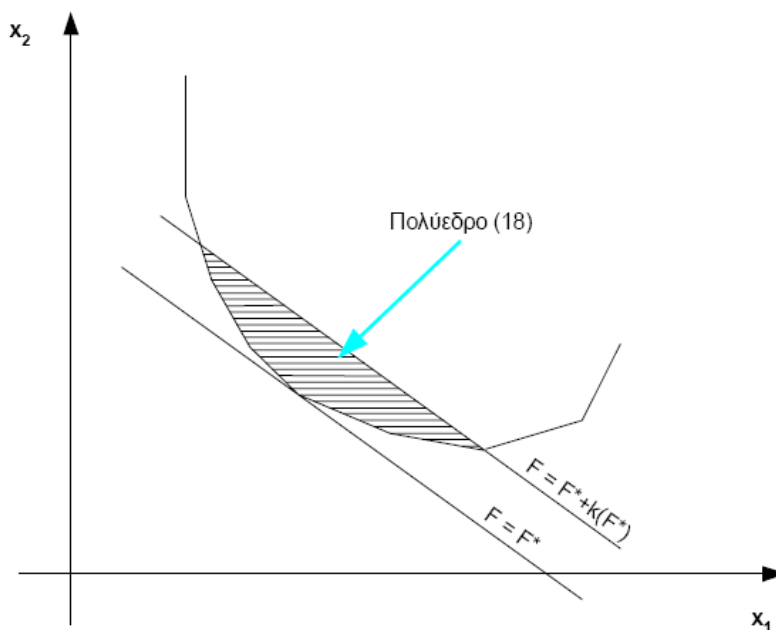
στους περιορισμούς του γραμμικού προγράμματος (PL1) ή του (PL2).

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

$$U'x \geq b' \quad (18)$$

$$x \geq 0$$

όπου: U' και b' είναι αντιστοίχως οι πίνακες U και b της (PL1') με τη συμπληρωματική προσθήκη της (17). Το πολυέδρο αναπαρίσταται σε δύο διαστάσεις (σχήμα 3.6).



Σχήμα 3.6. Ανάλυση μετα-βελτιστοποίησης – διερεύνηση του ανοικτού πολυέδρου.

Οι αλγόριθμοι που μπορεί να χρησιμοποιηθούν για να διερευνηθεί η U είναι μέθοδοι διακλάδωσης και ορίου (branch and bound) όπως οι μέθοδοι reverse simplex method (Van de Panne, 1975) ή τεχνικές από το χώρο της θεωρίας των γράφων (λαβύρινθου) όπως η μέθοδος του Tarry (Charnes and Cooper, 1961) ή η μέθοδος των Manas and Nedoma (1968). Οι Jacquet–Lagrèze and Siskos (1982), πρότειναν την μερική διερεύνηση του πολυέδρου (16 και 17) επιλύνοντας το ακόλουθο γραμμικό πρόβλημα:

$$\left\{ \begin{array}{c} [\min] \mu_i(g_i) \\ \text{στο} \\ \text{Πολύεδρο}(16 \text{ και } 17) \end{array} \right. \text{ και } \left\{ \begin{array}{c} [\max] \mu_i(g_i) \\ \text{στο} \\ \text{Πολύεδρο}(16 \text{ και } 17) \end{array} \right. \quad \forall i=1,2,\dots,n$$

Οι μέσες τιμές των προηγούμενων γραμμικών προβλημάτων μπορούν να θεωρηθούν σαν η τελική λύση του προβλήματος. Μέσω της μεταβολής της παραμέτρου $k(F^*)$ και, κατά συνέπεια, του συνόλου U μπορεί να διαπιστωθεί η σταθερότητα της $U^*(g)$. Από αυτή την ανάλυση ευαισθησίας μπορούμε να συμπεράνουμε από τα $\mu_i(g_i)$ διαστήματα ή μέσες τιμές ή ακόμη βάση της μοντελοποίησης των ατομικών προτιμήσεων των πολλαπλών συναρτήσεων χρησιμότητας συμφώνων με R μέσω σαφώς ορισμένων ή ασαφών σχέσεων υπεροχής.

3.3 Η μέθοδος UTASTAR

Όπως είδαμε προηγουμένως κατά την παρουσίαση της μεθόδου UTA, έχουμε μια δομή προδιάταξης προτιμήσεων (\succ, \sim), με \succ δηλώνουμε την απόλυτη προτίμηση και με \sim την αδιαφορία σε ένα σύνολο εναλλακτικών επιλογών – ενεργειών – ατόμων, 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 δομή.

Έστω ένα σύνολο εναλλακτικών επιλογών-ενεργειών $A = \{a, b, c, \dots\}$ πάνω σε μια δεδομένη δομή προτιμήσεων και g_1, g_2, \dots, g_n μια οικογένεια κριτηρίων, κάθε ένα εκ των οποίων ορίζεται με τη μορφή μια μονότονης πραγματικής συνάρτησης τιμών $g_i: A \rightarrow [g_i^*, g_i^*] \subset R$ με τέτοιο τρόπο ώστε:

- η $g_i(a)$ με $a \in A$ παριστά την εκτίμηση της εναλλακτικής επιλογής-ενέργειας a πάνω στο κριτήριο g_i , και
- τα g_i^* και g_i^* αναπαριστούν αντιστοίχως την χειρότερη και τη καλύτερη τιμή του κριτηρίου αυτού.

Όταν παίρνουμε υπόψη μας μόνο ένα κριτήριο τότε οι προτιμήσεις μπορούν να εξηγηθούν ως ακολούθως:

$$a \succ b \Leftrightarrow g_i(a) > g_i(b) \quad (1)$$

$$a \sim b \Leftrightarrow g_i(a) = g_i(b) \quad (2)$$

που σημαίνει ότι κάθε κριτήριο ορίζει στο σύνολο A μια σχέση προδιάταξης (\succ, \sim).

Μια συνάρτηση χρησιμότητας υπό βεβαιότητα είναι μια πραγματική συνάρτηση αξιών u :

$$\prod_{i=1}^n [g_{i*}, g_i^*] \rightarrow \mathbb{R}$$

έτσι ώστε:

$$a \succ b \Leftrightarrow u[\underline{g}(a)] > u[\underline{g}(b)] \quad (3)$$

$$a \sim b \Leftrightarrow u[\underline{g}(a)] = u[\underline{g}(b)] \quad (4)$$

όπου: $\underline{g}(a) = [g_1(a), g_2(a), \dots, g_n(a)]$ είναι η περιγραφή της εναλλακτικής επιλογής-ενέργειας a σύμφωνα με τα n κριτήρια.

Η παλινδρόμηση UTA βοηθά στον υπολογισμό της προσθετικών χρησιμοτήτων:

$$u(\underline{g}) = u_1(g_1) + u_2(g_2) + \dots + u_n(g_n) \quad (5)$$

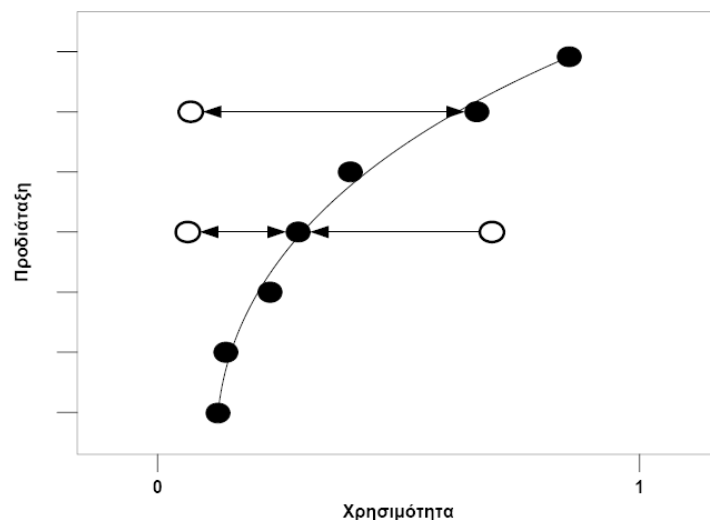
ικανοποιώντας τους περιορισμούς:

$$u_i(g_{i*}) = 0 \quad \forall i \quad (6)$$

$$u_1(g_1^*) + u_2(g_2^*) + \dots + u_n(g_n^*) = 1 \quad (7)$$

Έτσι οι σχέσεις (5) και (7) κανονικοποιούν τις μερικές χρησιμότητες u_i και την ολική χρησιμότητα u μεταξύ των τιμών 0 και 1.

Στην πρώτη μορφή της 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 $u[\underline{g}(a)]$ της εναλλακτικής επιλογής-ενέργειας a έτσι ώστε να γίνει δυνατή για αυτή την εναλλακτική επιλογή-ενέργεια να ανακτήσει τη θέση της στη προδιάταξη (σχήμα 3.7).



Σχήμα 3.7. Χρησιμότητα έναντι προδιάταξης στην ανάλυση παλινδρόμησης

Αυτή η συνάρτηση σφάλματος δεν επαρκεί για να ελαχιστοποιήσει πλήρως τη διασπορά των σημείων γύρω από τη μονότονη καμπύλη (σχήμα 3.7). 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 προτείνεται η χρήση μιας διπλής συνάρτησης σφάλματος που επιτρέπει τη καλύτερη σταθεροποίηση της θέσης των σημείων γύρω από τη καμπύλη. Έτσι, η χρησιμότητα μιας εναλλακτικής επιλογής a δίνεται από τις σχέσεις (3) και (4) μέσω της:

$$u(g(a)) + \sigma^+(a) - \sigma^-(a)$$

Όπως έχουμε δει προηγουμένως η UTA χρησιμοποιεί μια ειδική μορφή γραμμικού προγραμματισμού για τον υπολογισμό των μερικών χρησιμοτήτων u_i κάτω από τις προϋποθέσεις (5) – (7). Ο υπολογισμός γίνεται αφού προηγουμένως έχουμε διακρίνει κάθε υποδιαστήματα των διαφόρων κριτηρίων:

$$[g_i^*, g_i^*] = [g_i^1, \dots, g_i^{a_i} \equiv g_i^*] \quad (8)$$

και εισάγουμε τους περιορισμούς: $u_i(g_i^{j+1}) \geq u_i(g_i^j)$ έτσι ώστε να διατηρήσουμε τη μονοτονικότητα των κριτηρίων. Ο αριθμός των ισαπεχόντων διαστημάτων a_i καθορίζεται από τη διαθέσιμη πληροφορία και εξαρτάται από το πλήθος των εναλλακτικών επιλογών του συγκεκριμένου κριτηρίου. Στη περίπτωση ποσοτικών κριτηρίων (πχ. τιμή) χρησιμοποιούμε τη τεχνική της γραμμικής παρεμβολής.

Σύμφωνα με τις συνθήκες (5) – (7) ο αλγόριθμος της UTA δουλεύει με βάση τα ακόλουθα βήματα:

Βήμα 1: Εκφράζονται, με τη σειρά που επιβάλλεται από την αρχική προδιάταξη ($>, \sim$), οι χρησιμότητες των εναλλακτικών επιλογών-ενεργειών $u(g(a))$ με $a \in A$ με όρους των προσθετικών μερικών χρησιμοτήτων $u_i(g_i^j)$.

Βήμα 2: Πάμε από τη κορυφή στη βάση της προδιάταξης γράφοντας για κάθε ζεύγος των εναλλακτικών επιλογών-ενεργειών (a, b) τις αναλυτικές εκφράσεις:

$$\Delta(a, b) = u(g(a)) - u(g(b)) + \sigma(a) - \sigma(b) \quad (9)$$

Ο αριθμός των σχέσεων αυτών ισούται με το πλήθος των εναλλακτικών επιλογών-ενεργειών μείον ένα.

Βήμα 3: Επιλύεται το δυϊκό γραμμικό πρόβλημα:

$$[\min] F = \sum_{a \in A} \sigma(a)$$

κάτω από τους περιορισμούς (βήμα 2):

$$\Delta(a, b) \geq \delta \text{ εάν } a \succ b$$

$$\Delta(a, b) = 0 \text{ εάν } a \sim b$$

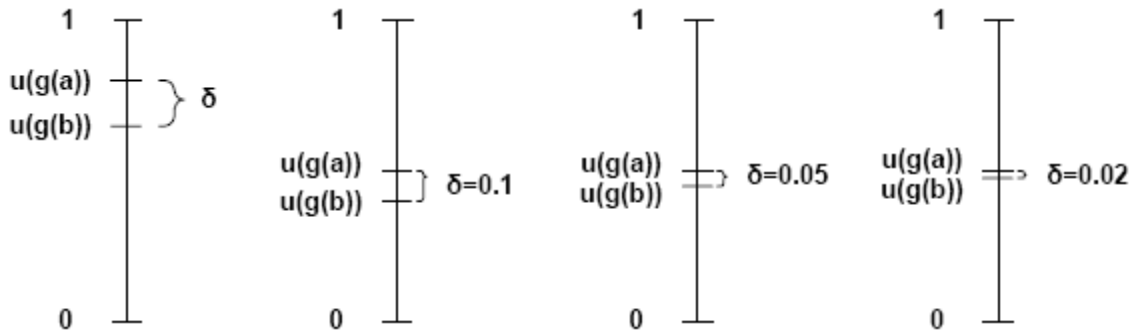
$$u_i(g_i^{j+1}) - u_i(g_i^j) \geq 0 \quad \forall i \text{ και } j$$

$$\sum_i u_i(g_i^*) = 1$$

$$u_i(g_i^1) = 0, \quad u_i(g_i^j) \geq 0, \quad \sigma(a) \geq 0 \quad \forall a \in A, \quad \forall i \text{ και } j$$

όπου δ μια μικρή θετική τιμή.

Η δ ορίζει την ελάχιστη απόσταση τιμών μεταξύ των ολικών χρησιμοτήτων δύο εναλλακτικών επιλογών ($a \succ b$).



Σχήμα 3.8. Ορισμός τιμών της δ και διάφορες εναλλακτικές τιμές της

Βήμα 4: Έλεγχος ύπαρξης πολλαπλής ή πολύ κοντινής βέλτιστης λύσης (ανάλυση ευστάθειας). Στη περίπτωση της ύπαρξης μη μοναδικής λύσης, βρίσκονται εκείνες οι βέλτιστες λύσεις οι οποίες μεγιστοποιούν τα 'βάρη': $u_i(g_i^*) = u_i(g_i^{\alpha_i})$ για κάθε i .

Οι τροποποιήσεις που προκύπτουν από το νέο μοντέλο είναι ανά βήμα οι ακόλουθες:

Βήμα 1: Οι περιορισμοί μονοτονικότητας των κριτηρίων λαμβάνονται υπόψη στη μετατροπή των μεταβλητών:

$$w_{ij} = u_i(g_i^{j+1}) - u_i(g_i^j) \geq 0 \quad \forall i \text{ και } j \quad (10)$$

Οι χρησιμότητες $u[\underline{g}(a)]$ γίνονται συναρτήσεις των w_{ij} .

$$\text{Πχ. αν } u_i(g_i^1) = 0, \text{ για } j > 1 \text{ έχουμε: } u_i(g_i^j) = \sum_{k=1}^{j-1} w_{ik} \quad (11)$$

Βήμα 2: Εισαγωγή μιας συνάρτησης διπλού σφάλματος: Γράψτε για κάθε ζεύγος των διαδοχικών ενεργειών (a, b) της προδιάταξης:

$$\Delta(a, b) = u(\underline{g}(a)) - u(\underline{g}(b)) + \sigma^+(a) - \sigma^-(a) - \sigma^+(b) + \sigma^-(b) \quad (12)$$

Βήμα 3: Λύνουμε το αρχικό γραμμικό πρόβλημα:

$$[\min] \quad F = \sum_{a \in A} \{\sigma^+(a) + \sigma^-(a)\}$$

κάτω από τους περιορισμούς:

$$\Delta(a, b) \geq \delta \text{ όταν } a \succ b,$$

$$\Delta(a, b) = 0 \text{ όταν } a \sim b,$$

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

$$w_{ij} \geq 0, \sigma^+(a) \geq 0, \sigma^-(a) \geq 0 \quad \forall a \in A, \forall i \text{ και } j$$

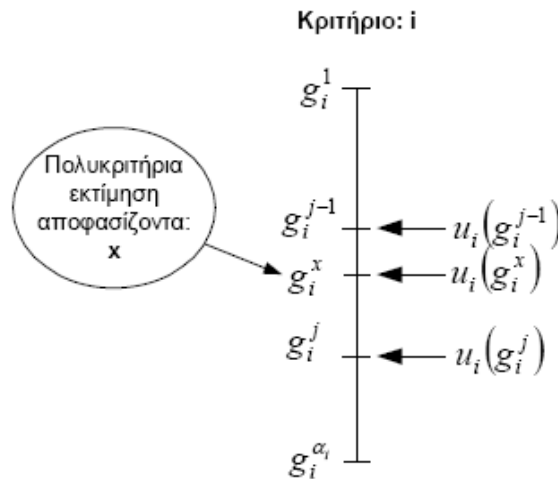
όπου: δ είναι μια μικρή θετική τιμή

Βήμα 4: Χωρίς αλλαγές. Τα 'βάρη' γίνονται: $u_i(g_i^*) = \sum_{k=1}^{\alpha_i-1} w_{ik}$

Σε περίπτωση που η πολυκριτήρια εκτίμηση ενός αποφασίζοντα για μια εναλλακτική επιλογή σε ένα κριτήριο, δεν είναι μια από τις διακριτές δυνατές τιμές του κριτηρίου αυτού, τότε η μερική χρησιμότητά του υπολογίζεται με γραμμική παρεμβολή σύμφωνα με τον ακόλουθο τύπο:

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

όπου:



Σχήμα 3.9. Σχηματική παράσταση γραμμικής παρεμβολής για τον υπολογισμό της μερικής χρησιμότητας x .

Το νόημα της προσθετικής συνάρτησης χρησιμότητας είναι ότι η ολική χρησιμότητα μιας απόφασης ισούται με το άθροισμα των μερικών χρησιμοτήτων των κριτηρίων στα οποία εκτιμάται. Κανονικοποιώντας τις τιμές των μερικών χρησιμοτήτων στο διάστημα $[0, 1]$ παίρνουμε τις ακόλουθες σχέσεις:

$$U(\underline{g}(a)) = \sum_{i=1}^m p_i w_i(g_i(a))$$

$$w_i(g_i(a)) = \frac{1}{p_i} u_i(g_i(a))$$

$$\sum_{i=1}^m p_i = 1$$

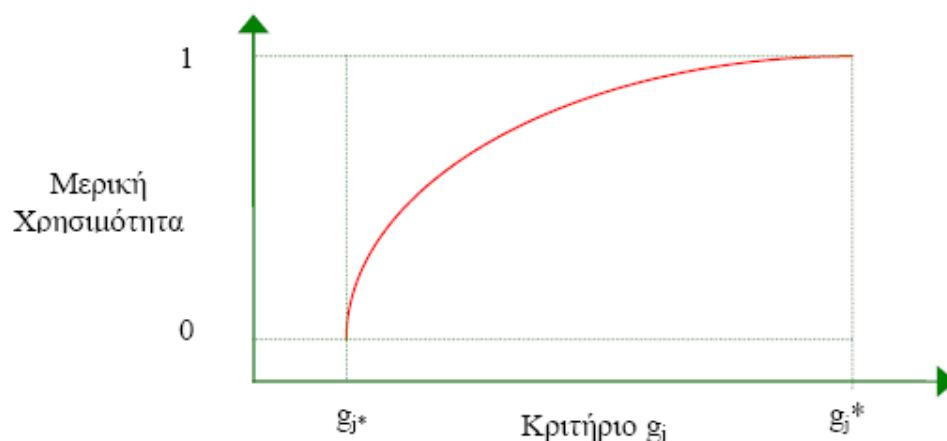
όπου: p_i είναι οι συντελεστές βάρους των i κριτηρίων, οι οποίοι εκφράζουν τη σχετική σημαντικότητα του συγκεκριμένου κριτηρίου απέναντι στα υπόλοιπα κριτήρια.

Ορίζουμε με g_{i*} τη λιγότερο επιθυμητή τιμή του κριτηρίου i , και με g_i^* την περισσότερο επιθυμητή τιμή του. Οπότε θα έχουμε αντιστοίχως:

$$w_i(g_{i*}) = 0$$

$$w_i(g_i^*) = 1 \text{ για κάθε κριτήριο } i$$

Στο σχήμα 3.10, δίνεται η κανονικοποιημένη συνάρτηση μερικής χρησιμότητας ενός κριτηρίου.



Σχήμα 3.10. Κανονικοποιημένη περιθωριακή συνάρτηση χρησιμότητας

3.3.1 Παράδειγμα UTASTAR

Έστω η περίπτωση ενός εργαζόμενου που θέλει να επιλέξει το καταλληλότερο μέσο μεταφοράς από το σπίτι στο τόπο εργασίας του. Ο εργαζόμενος ενδιαφέρεται να επιλέξει μεταξύ των ακόλουθων πιθανών μέσων μεταφοράς: $A = \{RER, METRO-1, METRO-2, BUS, TAXI\}$ τα οποία εκτιμά με τη βοήθεια των ακόλουθων τριών κριτηρίων: τιμή (Fr), διάρκεια διαδρομής (min) και άνεση κατά τη μεταφορά (πιθανότητα να έχει θέση).

Ο εργαζόμενος κατατάσσει τις παραπάνω εναλλακτικές επιλογές ως ακολούθως:

$$RER \succ (METRO-1 \sim METRO-2) \succ BUS \succ TAXI$$

Για την εκτίμηση του ποιοτικού κριτηρίου 'άνεση' χρησιμοποιείται η παρακάτω κλίμακα:

0	Χωρίς θέση
+	Μικρή πιθανότητα να βρει θέση
++	Μεγάλη πιθανότητα να βρει θέση
+++	Θέση εξασφαλισμένη

Κατόπιν τούτων δίνεται ο πολυκριτήριος πίνακας στο πίνακα 3.11.

Πίνακας 3.11. Πολυκριτήριο πίνακας.

Μέσα Μεταφοράς	Προδιάταξη	Τιμή (Fr)	Χρονική Διάρκεια (min)	Άνεση
RER	1	$g_1(\text{RER}) = 3$	$g_2(\text{RER}) = 10$	$g_3(\text{RER}) = +$
METRO-1	2	$g_1(\text{METRO-1}) = 4$	$g_2(\text{METRO-1}) = 20$	$g_3(\text{METRO-1}) = ++$
METRO-2	2	$g_1(\text{METRO-2}) = 2$	$g_2(\text{METRO-2}) = 20$	$g_3(\text{METRO-2}) = 0$
BUS	3	$g_1(\text{BUS}) = 6$	$g_2(\text{BUS}) = 40$	$g_3(\text{BUS}) = 0$
TAXI	4	$g_1(\text{TAXI}) = 30$	$g_2(\text{TAXI}) = 30$	$g_3(\text{TAXI}) = +++$

Το πρώτο βήμα της UTASTAR συνίσταται από τη κατασκευή των χρησιμότητων των πέντε εναλλακτικών επιλογών. Ο αριθμός των ισαπεχόντων διαστημάτων α_i καθορίζεται από τη διαθέσιμη πληροφορία και εξαρτάται από το πλήθος των εναλλακτικών επιλογών του συγκεκριμένου κριτηρίου. Στη προκειμένη περίπτωση το πλήθος των υποδιαστημάτων ορίζεται ως:

$$\alpha_1 = 2, \alpha_2 = 3 \text{ και } \alpha_3 = 3$$

Δημιουργούνται επομένως οι παρακάτω κλίμακες των κριτηρίων:

$$\begin{aligned}
 [g_{1*}, g_1^*] &= [30, 16, 2] \\
 &\quad \quad \quad w_{11} \quad w_{12} \\
 [g_{2*}, g_2^*] &= [40, 30, 20, 10] \\
 &\quad \quad \quad w_{21} \quad w_{22} \quad w_{23} \\
 [g_{3*}, g_3^*] &= [0, +, ++, +++] \\
 &\quad \quad \quad w_{31} \quad w_{32} \quad w_{33}
 \end{aligned}$$

Όπου:

$g_{1*} = 30$ η χειρότερη τιμή και $g_1^* = 2$ η καλύτερη του κριτηρίου 'τιμή'.

$g_{2*} = 40$ η χειρότερη τιμή και $g_2^* = 10$ η καλύτερη του κριτηρίου 'χρονική διάρκεια'.

$g_{3*} = 0$ η χειρότερη τιμή και $g_3^* = +++$ η καλύτερη του κριτηρίου 'άνεση'.

Στη συνέχεια υπολογίζουμε τις προσθετικές χρησιμότητες κάθε μιας εναλλακτικής επιλογής με βάση τη σχέση (5) της ολικής χρησιμότητας: $u(\underline{g}) = u_1(g_1) + u_2(g_2) + \dots + u_n(g_n)$.

Έχουμε επομένως:

$$u[g(\text{RER})] = u_1(g_1(\text{RER})) + u_2(g_2(\text{RER})) + u_3(g_3(\text{RER})) = u_1(3) + u_2(10) + u_3(+)$$

$$u[g(\text{METRO-1})] = u_1(g_1(\text{METRO-1})) + u_2(g_2(\text{METRO-1})) + u_3(g_3(\text{METRO-1})) = u_1(4) + u_2(20) + u_3(++)$$

$$u[g(\text{METRO-2})] = u_1(g_1(\text{METRO-2})) + u_2(g_2(\text{METRO-2})) + u_3(g_3(\text{METRO-2})) = u_1(2) + u_2(20) + u_3(0)$$

$$u[g(\text{BUS})] = u_1(g_1(\text{BUS})) + u_2(g_2(\text{BUS})) + u_3(g_3(\text{BUS})) = u_1(6) + u_2(40) + u_3(0)$$

$$u[g(\text{TAXI})] = u_1(g_1(\text{TAXI})) + u_2(g_2(\text{TAXI})) + u_3(g_3(\text{TAXI})) = u_1(30) + u_2(30) + u_3(+++)$$

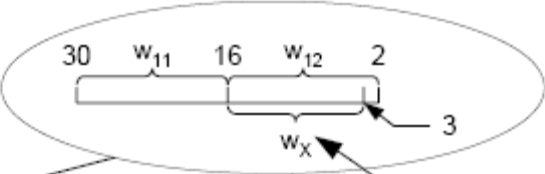
Παρατηρούμε ότι η χρησιμότητα $u_1(3)$, της εκτίμησης της επιλογής RER με βάση το κριτήριο 'τιμή', που όπως φαίνεται στο πολυκριτήριο πίνακα είναι 3, δεν υπάρχει στις τιμές τις κλίμακας των κριτηρίων και επομένως η τιμή της υπολογίζεται με γραμμική παρεμβολή για το g_1 κριτήριο ως ακολούθως:

$$\begin{aligned} u_1(g_1(a)) &= u_1(16) + \frac{3-16}{2-16} [u_1(2) - u_1(16)] = \\ &= u_1(16) + 0.93[u_1(2) - u_1(16)] = \\ &= 0.07u_1(16) + 0.93u_1(2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} u[g(\text{RER})] &= 0.07u_1(16) + 0.93u_1(2) + u_2(10) + u_3(+) \\ u[g(\text{METRO-1})] &= 0.14u_1(16) + 0.86u_1(2) + u_2(20) + u_3(++) \\ u[g(\text{METRO-2})] &= u_1(2) + u_2(20) + u_3(0) = u_1(2) + u_2(20) \\ u[g(\text{BUS})] &= 0.29u_1(16) + 0.71u_1(2) + u_2(40) + u_3(0) = 0.29u_1(16) + 0.71u_1(2) \\ u[g(\text{TAXI})] &= u_1(30) + u_2(30) + u_3(+++) = u_2(30) + u_3(+++) \end{aligned}$$

Επειδή όπως γνωρίζουμε: $u(g_{i*})=0$, θα ισχύουν: $u_1(30)=0$, $u_2(40)=0$ και $u_3(0)=0$, γιατί είναι οι χειρότερες τιμές των κριτηρίων αντιστοίχως.

Σύμφωνα με τις σχέσεις (10) – (11) έχουμε:



$$\begin{aligned} u[g(\text{RER})] &= w_{11} + 0.93w_{12} + w_{21} + w_{22} + w_{23} + w_{31} \\ u[g(\text{METRO-1})] &= w_{11} + 0.86w_{12} + w_{21} + w_{22} + w_{31} + w_{32} \\ u[g(\text{METRO-2})] &= w_{11} + w_{12} + w_{21} + w_{22} \\ u[g(\text{BUS})] &= w_{11} + 0.71w_{12} \\ u[g(\text{TAXI})] &= w_{21} + w_{31} + w_{32} + w_{33} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} w_x &= u_1(3) - u_1(16) = \\ &= 0.07u_1(16) + 0.93u_1(2) - u_1(16) = \\ &= 0.93u_1(2) - 0.93u_1(16) = \\ &= 0.93(u_1(2) - u_1(16)) \\ \text{αλλά:} \\ w_{12} &= u_1(2) - u_1(16) \\ \text{οπότε: } w_x &= 0.93w_{12} \end{aligned}$$

Σχήμα 3.12.

Τελικώς εκτελώντας τις εργασίες, που περιγράφονται στα βήματα 2 και 3, της σύγκρισης των επιλογών ανά ζεύγος, φτάνουμε στη διαμόρφωση του ακόλουθου γραμμικού προβλήματος για $\delta = 0.05$.

w_{11}	w_{12}	w_{21}	w_{22}	w_{23}	w_{31}	w_{32}	w_{33}	Μεταβλητές σ^+ και σ^-											
0	0.07	0	0	1	0	-1	0	1	-1	-1	1	0	0	0	0	0	0	\geq	0.05
0	-0.14	0	0	0	1	1	0	0	0	1	-1	-1	1	0	0	0	0	$=$	0
0	0.29	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	-1	1	0	0	\geq	0.05
1	0.71	-1	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	1	-1	-1	1	\geq	0.05
1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$=$	1
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	F	

Έχουμε:

Σύγκριση 1^{ης} με 2^{ης} εναλλακτικής επιλογής:

$$\Delta(a, b) = u(\underline{g}(a)) - u(\underline{g}(b)) = u[g(\text{RER})] - u[g(\text{METRO-1})]$$

Αντικαθιστούμε από τις παραπάνω σχέσεις:

$$u[g(\text{RER})] = w_{11} + 0.93w_{12} + w_{21} + w_{22} + w_{23} + w_{31}$$

$$u[g(\text{METRO-1})] = w_{11} + 0.86w_{12} + w_{21} + w_{22} + w_{31} + w_{32}$$

και έχουμε:

$$u[g(\text{RER})] - u[g(\text{METRO-1})] = (w_{11} + 0.93w_{12} + w_{21} + w_{22} + w_{23} + w_{31}) - (w_{11} + 0.86w_{12} + w_{21} + w_{22} + w_{31} + w_{32}) = 0w_{11} + 0.07w_{12} + 0w_{21} + 0w_{22} + 1w_{23} + 0w_{31} - 1w_{32}$$

Οι συντελεστές των w τοποθετούνται στη πρώτη γραμμή του παραπάνω γραμμικού προβλήματος.

Ομοίως εργαζόμενοι συγκρίνουμε τα ζεύγη των εναλλακτικών:

$$u[g(\text{METRO-1})] - u[g(\text{METRO-2})]$$

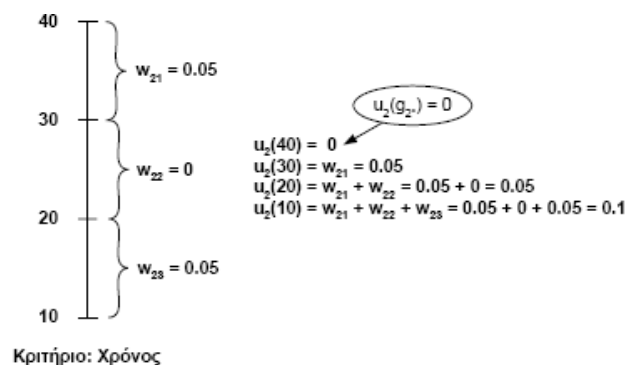
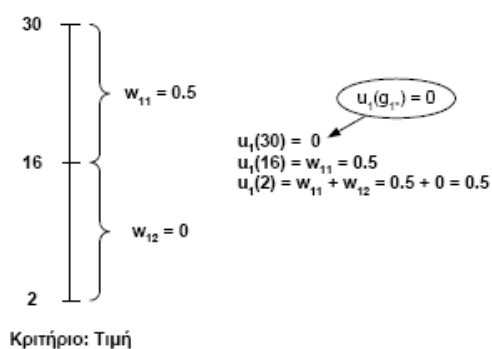
$$u[g(\text{METRO-2})] - u[g(\text{BUS})]$$

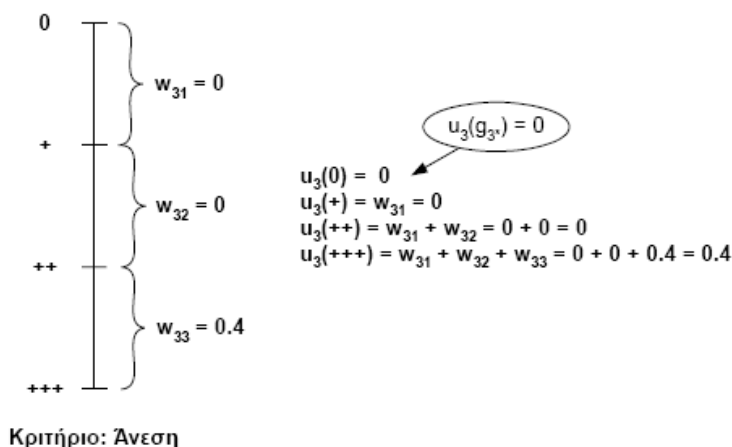
$$u[g(\text{BUS})] - u[g(\text{TAXI})]$$

και τους συντελεστές τους τοποθετούμε στις επόμενες τρεις γραμμές του πίνακα.

Στη πέμπτη γραμμή τοποθετούνται τα: $\sum_i \sum_j w_{ij} = 1$ με $w_{ij} \geq 0$.

Μια βέλτιστη λύση είναι: $w_{11} = 0.5$, $w_{21} = 0.05$, $w_{23} = 0.05$ και $w_{33} = 0.4$ με τιμή αντικειμενικής συνάρτησης $F^* = \min F = 0$.





Σχήμα 3.13.

Η λύση αυτή αντιστοιχεί στις παρακάτω προσθετικές χρησιμότητες:

$$\begin{array}{lll}
 u_1(30) = 0 & u_2(40) = 0 & u_3(0) = 0 \\
 u_1(16) = 0.5 & u_2(30) = 0.05 & u_3(+) = 0 \\
 u_1(2) = 0.5 & u_2(20) = 0.05 & u_3(++) = 0 \\
 & u_2(10) = 0.1 & u_3(+++) = 0.4
 \end{array}$$

Και σε μια πλήρη αριθμητική αποκατάσταση της αρχικής προδιάταξης.

Αυτή η λύση δεν είναι μοναδική. Μέσω του βήματος 4, με το οποίο γίνεται ανάλυση ευαισθησίας, ελέγχουμε για τη πιθανή ύπαρξη πολλαπλών βέλτιστων λύσεων ή γενικότερα για πλησίον ευρισκόμενες βέλτιστες λύσεις οι οποίες αντιστοιχούν σε τιμές σφάλματος μεταξύ F^* και $F^* + \varepsilon$. Θα πρέπει ως εκ τούτου να μετατρέψουμε την αντικειμενική συνάρτηση σφάλματος σε ένα περιορισμό της μορφής:

$$\sum_{a \in A} \{\sigma^+(a) + \sigma^-(a)\} \leq F^* + \varepsilon \quad (12)$$

Στο προτεινόμενο παράδειγμα, καθώς η F^* και το γραμμικό πρόβλημα έχουν βέλτιστες λύσεις, ψάχνουμε για τη πιο χαρακτηριστική λύση η οποία μεγιστοποιεί κατά συνέπεια τις ποσότητες (βάρη): $w_{11} + w_{12}$, $w_{21} + w_{22} + w_{23}$, $w_{31} + w_{32} + w_{33}$. Καθώς το συνολικό άθροισμα των σ^+ και σ^- είναι μηδέν, έχουμε να λύσουμε τα ακόλουθα τρία γραμμικά προγράμματα:

	w_{11}	w_{12}	w_{21}	w_{22}	w_{23}	w_{31}	w_{32}	w_{33}		
	0	0.07	0	0	1	0	-1	0	\geq	0.05
	0	-0.14	0	0	0	1	1	0	$=$	0
	0	0.29	1	1	0	0	0	0	\geq	0.05
	1	0.71	-1	0	0	-1	-1	-1	\geq	0.05
	1	1	1	1	1	1	1	1	$=$	1
MAX	1	1								1 ^η αντικειμενική
MAX			1	1	1					2 ^η αντικειμενική
MAX						1	1	1		3 ^η αντικειμενική

Αρχίζοντας από τη βέλτιστη του προηγούμενου προγράμματος, αποκτάμε τρεις διαφορετικές λύσεις:

1^η Λύση:

$$w_{11} = 0.7625, w_{12} = 0.175, w_{23} = 0.0375, w_{31} = 0.025$$

2^η Λύση:

$$w_{11} = 0.05, w_{22} = 0.05, w_{23} = 0.9$$

3^η Λύση:

$$w_{11} = 0.35625, w_{12} = 0.175, w_{23} = 0.0375, w_{31} = 0.025, w_{33} = 0.40625$$

Ας βρούμε το μέσο αυτών των τριών λύσεων σαν μια μοναδική συνάρτηση χρησιμότητας.

$$w_{11} = (0.7625 + 0.05 + 0.35625) / 3 = 0.39$$

$$w_{12} = (0.175 + 0 + 0.175) / 3 = 0.117$$

$$w_{21} = 0$$

$$w_{22} = (0 + 0.05 + 0) / 3 = 0.017$$

$$w_{23} = (0.0375 + 0.9 + 0.0375) / 3 = 0.325$$

$$w_{31} = (0.025 + 0 + 0.025) / 3 = 0.017$$

$$w_{32} = 0$$

$$w_{33} = (0 + 0 + 0.40625) / 3 = 0.1354$$

Έτσι έχουμε:

$$u_1(30) = 0$$

$$u_1(16) = w_{11} = 0.39$$

$$u_1(2) = w_{11} + w_{12} = 0.39 + 0.117 = 0.506$$

$$u_2(40) = 0$$

$$u_2(30) = w_{21} = 0$$

$$u_2(20) = w_{21} + w_{22} = 0 + 0.017 = 0.017$$

$$u_2(10) = w_{21} + w_{22} + w_{23} = 0 + 0.017 + 0.325 = 0.342$$

$$u_3(0) = 0$$

$$u_3(+) = w_{31} = 0.017$$

$$u_3(++) = w_{31} + w_{32} = 0.017 + 0 = 0.017$$

$$u_3(+++) = w_{31} + w_{32} + w_{33} = 0.017 + 0 + 0.1354 = 0.152$$

Οπότε υπολογίζουμε τις ολικές χρησιμότητες των εναλλακτικών επιλογών μετακίνησης:

Η ολική χρησιμότητα ισούται με το άθροισμα των επιμέρους χρησιμοτήτων των πολυκριτήριων εκτιμήσεων του συγκεκριμένου μέσου μεταφοράς με βάση τα τρία κριτήρια που χρησιμοποιήσαμε.

$$u(\text{RER}) = u_1(3) + u_2(10) + u_3(+)$$

Όπως παρατηρούμε χρειάζεται ο υπολογισμός της χρησιμότητας της πολυκριτήριας εκτίμησης 3 η οποία δεν είναι μια από τις εναλλακτικές εκτιμήσεις του πρώτου κριτηρίου και επομένως απαιτείται ο υπολογισμός της με γραμμική παρεμβολή:

$$u_1(3) = u_1(16) + \frac{3-16}{2-16} [u_1(2) - u_1(16)] = 0.39 + \frac{-13}{-14} [0.506 - 0.39] = 0.39 + 0.93(0.116) = 0.4978$$

$$\text{Άρα: } u(\text{RER}) = 0.4978 + 0.342 + 0.017 = 0.856$$

Με παρόμοιο τρόπο υπολογίζονται οι ολικές χρησιμότητες και των υπόλοιπων εναλλακτικών μέσων μεταφοράς:

$$u(\text{METRO-1}) = 0.523$$

$$u(\text{METRO-2}) = 0.523$$

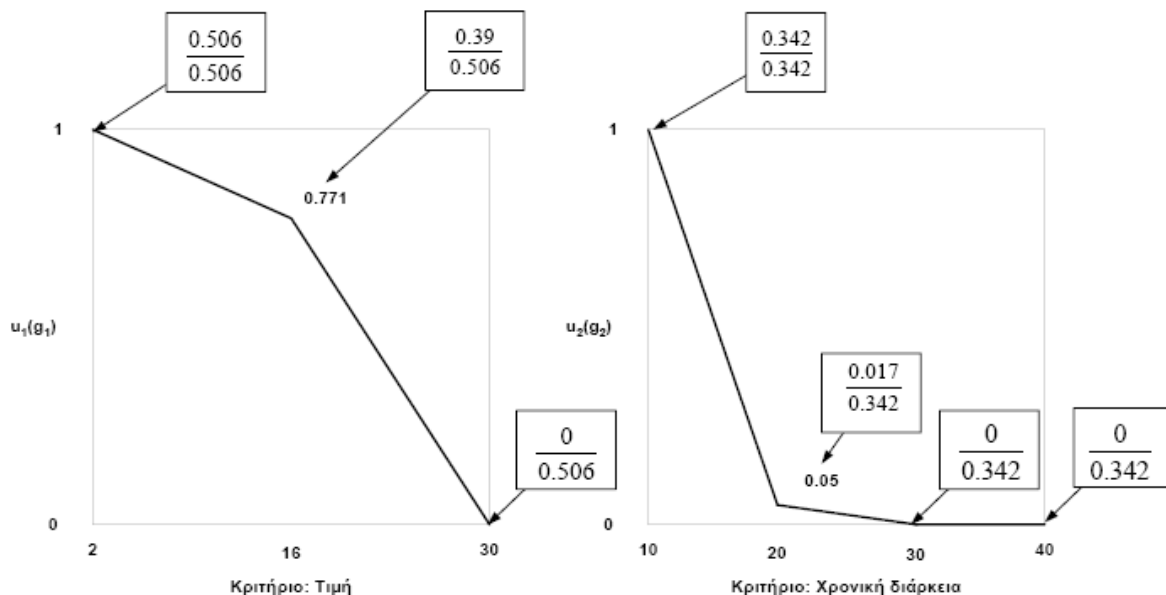
$$u(\text{BUS}) = 0.473$$

$$u(\text{TAXI}) = 0.152$$

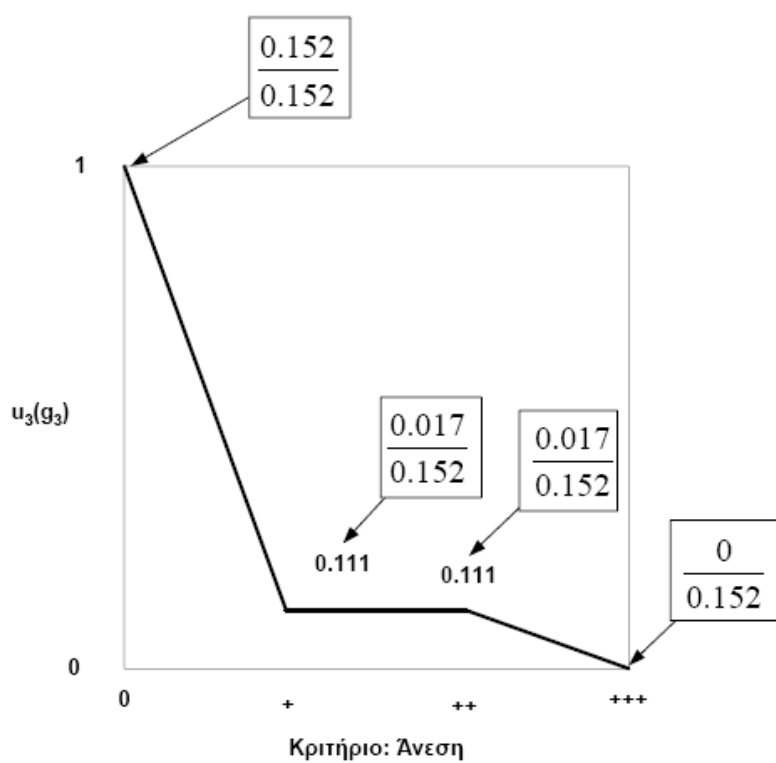
Οι μερικές χρησιμότητες μπορούν να κανονικοποιηθούν διαιρώντας κάθε χρησιμότητα $u_i(g_i^j)$ με $u_i(g_i^*)$. Τότε η προσθετική χρησιμότητα είναι:

$$u(\underline{g}) = 0.506u_1(g_1) + 0.342u_2(g_2) + 0.152u_3(g_3)$$

με $u_1(g_1)$ και $u_2(g_2)$ όπως φαίνονται στο σχήμα 3.14.



Σχήμα 3.14. Μερικές χρησιμότητες των κριτηρίων 'Τιμή' και 'Χρονική διάρκεια'



Σχήμα 3.15. Μερικές χρησιμότητες του κριτηρίου 'Άνεση'

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4°

Ανάλυση και Σχεδίαση του Συστήματος

Στα προηγούμενα κεφάλαια μελετήσαμε τόσο τις εφαρμογές των πολυκριτήριων μεθόδων στη λήψη ομαδικών αποφάσεων όσο και την μεθοδολογία που χρησιμοποιήσαμε για την ανάπτυξη της εφαρμογής μας. Στο κεφάλαιο αυτό θα αναλύσουμε την εφαρμογή μας, το σύστημα *GDAnalyzer (Group Decisions Analyzer)* όπως το ονομάσαμε. Αρχικά θα αναφέρουμε το σκοπό δημιουργίας του, στη συνέχεια θα δούμε τα δομικά του στοιχεία και θα παρουσιάσουμε τις τεχνολογίες πάνω στις οποίες βασίστηκε η ανάπτυξη του. Αναλύοντας το σύστημα, θα είμαστε έτοιμοι να δούμε την χρησιμότητα της εφαρμογής σε ένα πραγματικό πιλοτικό πρόβλημα λήψης απόφασης, πράγμα που θα γίνει στο επόμενο κεφάλαιο.

4.1 Σκοπός του GDAnalyzer

Ο πρωτεύων σκοπός δημιουργίας του GDAnalyzer αλλά και της έρευνάς μας ήταν να κατασκευαστεί μια πρωτότυπη πολυκριτήρια εφαρμογή υποστήριξης ομαδικών αποφάσεων, με τη χρήση των πλέον πρόσφατων διαθέσιμων τεχνολογιών. Όπως είδαμε αναλυτικά στην παράγραφο 1.9, τα πολυκριτήρια συστήματα υποστήριξης ομαδικών αποφάσεων έχουν μια σειρά από μειονεκτήματα. Η φιλοσοφία σχεδίασης της πλατφόρμας GDAnalyzer οδηγήθηκε από την επιθυμία να βελτιωθούν δύο βασικές δυσκολίες στη χρήση των πολυκριτήριων ΣΥΟΑ: (1) Την συμμετοχή από απόσταση (2) τη φιλικότητα προς τον μη εξοικειωμένο χρήστη.

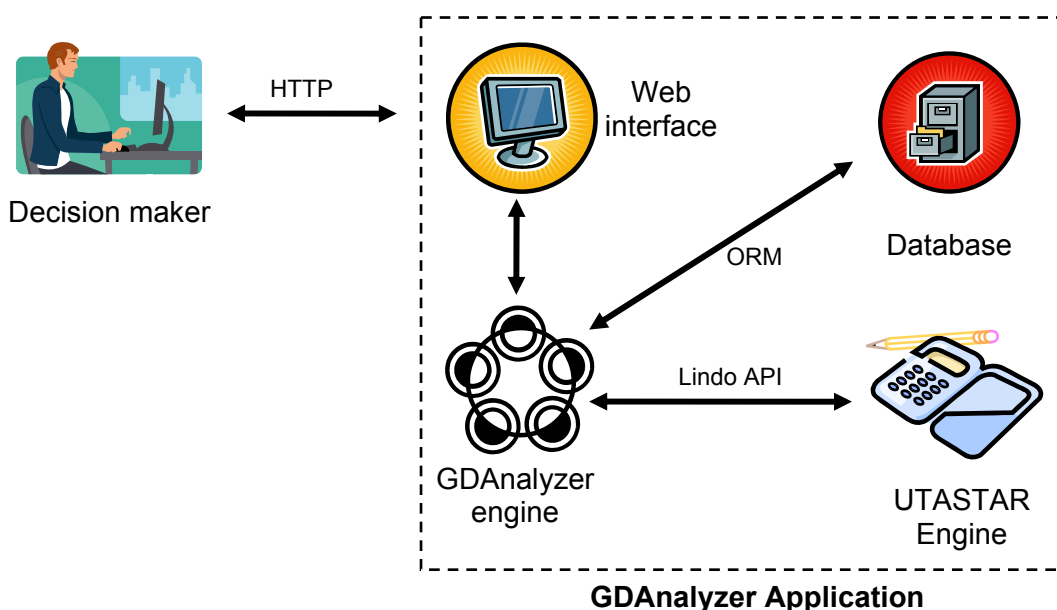
Πιο αναλυτικά, όσον αφορά την πρώτη παράμετρο, το σύστημα GDAnalyzer δεν απαιτεί, όπως θα δούμε και στην παρουσίαση της εφαρμογής στο επόμενο κεφάλαιο, καμία ανάγκη για φυσική πρόσβαση στο υπολογιστικό σύστημα που φιλοξενεί την εφαρμογή. Με άλλα λόγια, δεν απαιτεί την φυσική επικοινωνία του διαχειριστή με το σύστημα, καθώς όλες οι λειτουργίες δημιουργίας, εκτέλεσης, διαγραφής και λήψης στατιστικών στοιχείων γίνονται μέσω web interface. Το σύστημα GDAnalyzer σχεδιάστηκε εξ' αρχής με αυστηρή συμβατότητα προς το πρότυπο XHTML 1.0 Strict (<http://www.w3.org/>), ώστε να εξασφαλιστεί η απρόσκοπτη λειτουργία του συστήματος από οποιονδήποτε browser. Επίσης, οι τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη του GDAnalyzer είναι από τις πλέον σύγχρονες, επιτρέποντας την πιθανή μελλοντική επέκταση του συστήματος και την ενσωμάτωση σε αυτό επιπρόσθετων λειτουργιών.

Όσον αφορά τη δεύτερη παράμετρο, τη φιλικότητα προς το χρήστη δηλαδή, το σύστημα GDAnalyzer δεν απαιτεί την εγκατάσταση κανενός είδους βοηθητικού

λογισμικού για την συμμετοχή στην λήψη αποφάσεων ούτε κάποια εξειδικευμένη γνώση χρήσης λογισμικού. Το μόνο που απαιτείται από πλευράς αποφασίζοντα είναι η βασική γνώση χρήσης κάποιου web browser, όπως για παράδειγμα του Internet Explorer της Microsoft ή του Firefox της Mozilla και μόνο για απλές λειτουργίες όπως για παράδειγμα μετάβαση σε μια σελίδα, συμπλήρωση μιας φόρμας και πάτημα κουμπιών. Επίσης, σπουδαίο ρόλο παίζει και η απεικόνιση των αποτελεσμάτων εκτίμησης των εναλλακτικών, η οποία με τη χρήση εξειδικευμένων βιβλιοθηκών λογισμικού γίνεται με γραφικό τρόπο, πράγμα που διευκολύνει σε σημαντικό βαθμό το χρήστη στην κατανόηση της εκτίμησής του αλλά και στην σύγκριση των προτιμήσεών του με τις προτιμήσεις της υπόλοιπης ομάδας των αποφασιζόντων. Η φιλικότητα και αμεσότητα της αναπαράστασης μέσω εικόνων και γραφημάτων σε σχέση με την αριθμητική αναπαράσταση έχει αποδειχθεί πολλές φορές στο παρελθόν και όχι μόνο σε εφαρμογές λήψης αποφάσεων. Τέλος, η ίδια η δομή σχεδίασης της εφαρμογής, με μενού πλοήγησης, οδηγίες χρήσης, βοήθεια, headers και footers, αποτρέπει το χρήστη από το να «χαθεί» μέσα στην εφαρμογή και τελικά να μην μπορέσει να ολοκληρώσει το σκοπό του.

4.2 Σχεδίαση του GDAnalyzer

Η πλατφόρμα GDAnalyzer η οποία αναπτύχθηκε στα πλαίσια της έρευνάς μας, συνδυάζει τη λειτουργία διαφόρων υποσυστημάτων, καθένα από τα οποία έχει ξεχωριστό ρόλο στην λειτουργία της. Πιο αναλυτικά, τα κύρια υποσυστήματα φαίνονται στο Σχήμα 4.1.



Σχήμα 4.1. Δομικά στοιχεία της πλατφόρμας GDAnalyzer

Όπως δείχνει και το σχήμα, η πλατφόρμα GDAnalyzer αποτελείται από τέσσερα βασικά δομικά στοιχεία: (1) Το web interface, (2) Τον «πυρήνα» του GDAnalyzer (engine) (3) τη βάση δεδομένων και (4) την UTASTAR engine. Το web interface είναι το σύνολο των σελίδων, το τελικό «ορατό» προς τον χρήστη αποτέλεσμα όπως θα μπορούσαμε να πούμε, της εφαρμογής απέναντι στον αποφασίζοντα που χρησιμοποιεί την εφαρμογή. Ο χρήστης αλληλεπιδρά με το Interface αυτό, και σε καμία περίπτωση δεν ασχολείται με τα «εσωτερικά» δομικά στοιχεία της πλατφόρμας (τον πυρήνα). Τα αποτελέσματα που επιστρέφει τόσο η βάση δεδομένων όσο και η UTASTAR, εμφανίζονται με τρόπο που ο χρήστης να καταλαβαίνει και να μπορεί να τα χρησιμοποιεί στη συνέχεια. Στον πυρήνα του GDAnalyzer βρίσκονται όλες εκείνες οι διαδικασίες και ο κώδικας που απαιτείται για να λειτουργήσει το σύστημα. Η βάση δεδομένων αποτελεί το υποσύστημα αποθήκευσης των παραμέτρων και δεδομένων του συστήματος. Η εσωτερική δομή της βάσης δεδομένων που χρησιμοποιεί το GDAnalyzer παρουσιάζεται στη συνέχεια. Τέλος, το υποσύστημα UTASTAR είναι υπεύθυνο για την επεξεργασία των δεδομένων εισόδου των χρηστών. Οι προτιμήσεις των χρηστών μοντελοποιούνται με τη μέθοδο UTASTAR που παρουσιάσαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο, ενώ το γραμμικό πρόβλημα επιλύεται με τη βοήθεια του πακέτου λογισμικού LINDO (<http://www.lindo.com/>).

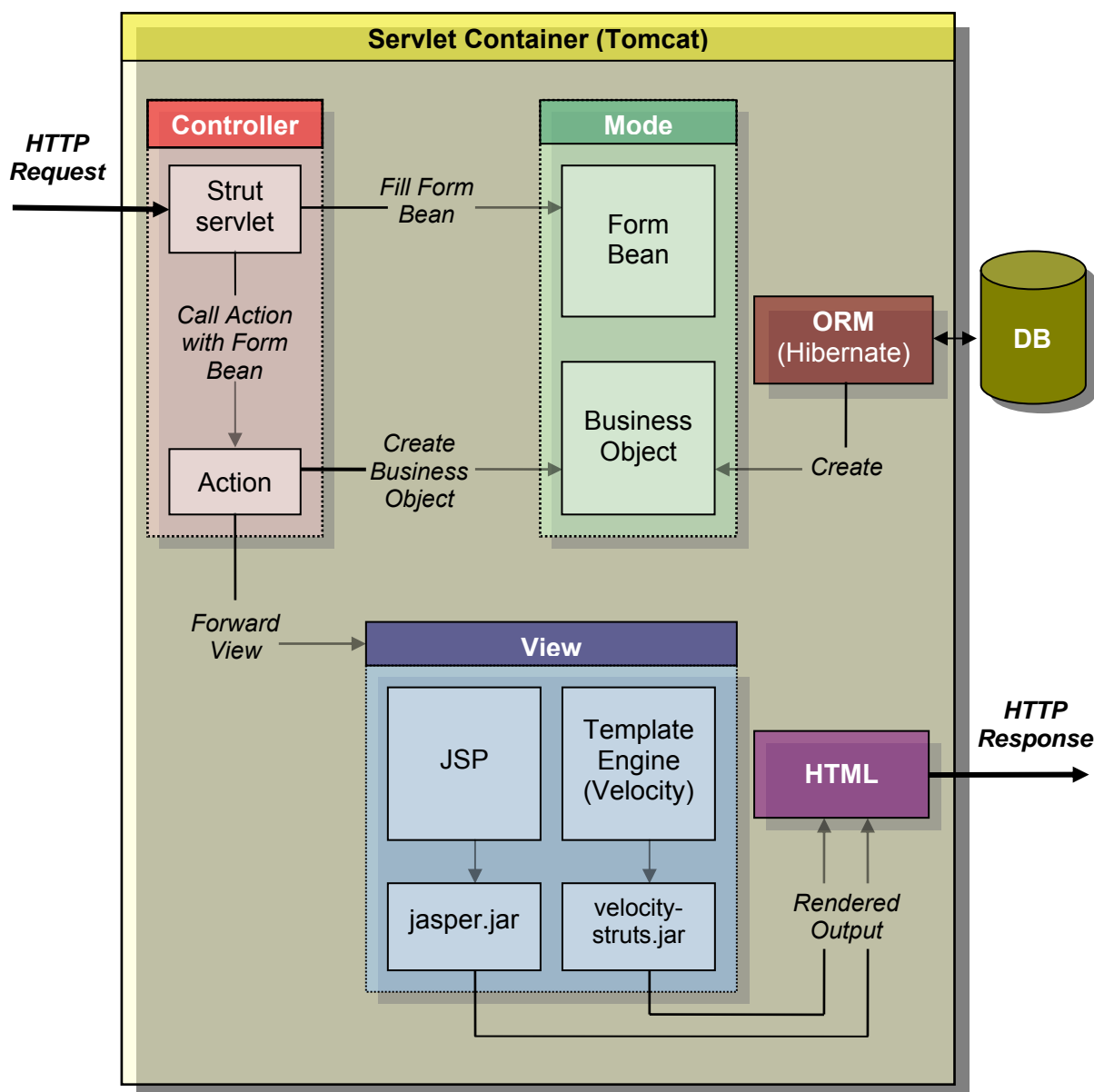
Αυτό που θα πρέπει να σημειώσουμε εδώ είναι ότι, όπως δείχνει και το Σχήμα 4.1, ο συνδετικός κρίκος όλων των στοιχείων που συνθέτουν το σύστημα είναι η GDAnalyzer engine. Μέσω του πυρήνα αυτού διεκπεραιώνονται όλες οι λειτουργίες του συστήματος. Για παράδειγμα, η UTASTAR engine δεν επικοινωνεί με την βάση απ' ευθείας αλλά μέσω του πυρήνα. Αυτό εξασφαλίζει καλύτερο έλεγχο των δομικών στοιχείων και ταυτόχρονα προφυλάσσει τα δεδομένα των επιμέρους στοιχείων από τυχόν εσφαλμένες λειτουργίες ή λάθη στον κώδικα. Παράλληλα, ο τρόπος αυτός σχεδιασμού επιτρέπει τη χρήση αναβαθμισμένων δομικών στοιχείων στο μέλλον, εάν αυτό κριθεί απαραίτητο, χωρίς αλλαγή στην αρχιτεκτονική της πλατφόρμας. Με άλλα λόγια, εάν στο μέλλον χρειαστεί να αντικατασταθεί η μεθοδολογία UTASTAR για παράδειγμα, αυτό θα γίνει εύκολα, χωρίς να επηρεαστεί η λειτουργικότητα του υπολοίπου συστήματος.

Σαν βάση δεδομένων επιλέχθηκε η MySQL (<http://www.mysql.com/>) ενώ ο κεντρικός web server (servlet container) επιλέχθηκε ο Tomcat του ιδρύματος λογισμικού Apache (<http://tomcat.apache.org/>). Οι τεχνολογίες αυτές επιλεχθήκαν γιατί αποτελούν στις μέρες μας δύο από τις πλέον σύγχρονες στην περιοχή ανάπτυξης web-based εφαρμογών. Επιπλέον, όπως και οι υπόλοιπες τεχνολογίες που θα δούμε στη συνέχεια, είναι OpenSource, πράγμα που σημαίνει ότι είναι δωρεάν και ο προγραμματιστής είναι ελεύθερος να παρέμβει στον πηγαίο κώδικα και

να τον προσαρμόσει στις ανάγκες του αν χρειαστεί. Τα παραπάνω αποτελούν τα βασικά στοιχεία υλοποίησης του GDAnalyzer. Παράλληλα με αυτά, για την ανάπτυξη της πλατφόρμας και κυρίως της κεντρικής μηχανής του GDAnalyzer χρησιμοποιήθηκαν μια σειρά από τεχνολογίες, τις οποίες θα δούμε στη συνέχεια.

4.3 Τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν στο GDAnalyzer

Τα δομικά στοιχεία του GDAnalyzer, αλλά και κάθε παρόμοιας εφαρμογής, δεν είναι ικανά από μόνα τους να συνθέσουν ένα πολυσύνθετο αλλά και ταυτόχρονα αποτελεσματικό σύστημα. Συνεπώς, χρειαζόμαστε εξειδικευμένες τεχνολογίες υποστήριξης ώστε τα βασικά μέρη να λειτουργήσουν αποδοτικά και σαν τελικό



Σχήμα 4.2. Εσωτερική δομή της μηχανής του GDAnalyzer.

αποτέλεσμα να προκύψει μια εφαρμογή άρτια, αποτελεσματική αλλά και ταυτόχρονα φιλική προς τον τελικό χρήστη. Το GDAnalyzer για το λόγο αυτό χρησιμοποίησε μια σειρά σύγχρονων τεχνολογιών για την σύνθεση του τελικού αποτελέσματος.

Στο Σχήμα 4.2. φαίνεται η εσωτερική δομή του πυρήνα του GDAnalyzer. Τα επιμέρους στοιχεία που αναπαρίστανται, συνεργάζονται μεταξύ τους ώστε να προκύψει η εφαρμογή. Στις επόμενες παραγράφους παρουσιάζουμε συνοπτικά την αναγκαιότητα των επιμέρους τεχνολογιών.

4.3.1 JavaServer Pages (JSP)

Η τεχνολογία JSP επιτρέπει στον προγραμματιστή εφαρμογών διαδικτύου να αναπτύσσει γρήγορα και να συντηρεί με ευκολία πλούσιες σε πληροφορία, δυναμικές σελίδες web που αυξάνουν σημαντικά την λειτουργικότητα και απόδοση επαγγελματικών εφαρμογών διαδικτύου. Σαν τμήμα της τεχνολογικής οικογένειας της Java, η τεχνολογία JSP επιτρέπει την γρήγορη ανάπτυξη web εφαρμογών οι οποίες είναι ανεξάρτητες από την πλατφόρμα εκτέλεσης (platform-independent). Επίσης η τεχνολογία JSP διαχωρίζει το Interface του χρήστη από τους μηχανισμούς σύνθεσης περιεχομένου, επιτρέποντας έτσι στους προγραμματιστές να αλλάξουν ανά πάσα στιγμή την εμφάνιση του Interface χωρίς να μεταβάλλουν την θεμελιώδη δομή της εφαρμογής.

Τι ακριβώς όμως είναι η τεχνολογία JSP; Ας επιχειρήσουμε να απαντήσουμε στο ερώτημα αυτό από δύο οπτικές γωνίες: Αυτή ενός σχεδιαστή HTML και αυτή ενός προγραμματιστή Java.

Ένας σχεδιαστής HTML μπορεί να θεωρήσει την τεχνολογία JSP σαν μια επέκταση της γλώσσας HTML που του επιτρέπει να ενσωματώνει κομμάτια κώδικα (snippets) γραμμένα σε γλώσσα Java, μέσα στις HTML σελίδες. Αυτά τα κομμάτια κώδικα δημιουργούν δυναμικό περιεχόμενο, το οποίο ενσωματώνεται με το υπόλοιπο HTML/XML περιεχόμενο. Επιπλέον, η τεχνολογία JSP παρέχει τα μέσα με τα οποία οι προγραμματιστές μπορούν να δημιουργήσουν νέα HTML/XML tags και στοιχεία JavaBeans τα οποία θα δώσουν στους σχεδιαστές HTML νέες δυνατότητες χωρίς να απαιτούν την εκμάθηση προγραμματισμού. Σημειώνουμε εδώ πως μια κοινή παρανόηση είναι ότι ο κώδικας Java που ενσωματώνεται σε μια JSP μεταδίδεται μαζί με τον HTML κώδικα και εκτελείται στον client του χρήστη (στον browser για παράδειγμα). Αυτό δεν ισχύει. Μια JSP σελίδα μεταφράζεται σε ένα Java servlet και εκτελείται στον server. Τα JSP statements που ενσωματώνει η JSP γίνονται τμήμα του servlet που δημιουργείται από την JSP. Το servlet που προκύπτει εκτελείται στον server, και ποτέ δεν γίνεται ορατό στον client του χρήστη.

Ένας προγραμματιστής Java μπορεί να θεωρήσει την τεχνολογία JSP σαν ένα νέο, υψηλότερου επιπέδου τρόπο να γράφει servlets. Αντί να γράφει απ' ευθείας servlet classes και να βγάζει HTML κώδικα από τα servlets, μπορεί πλέον να γράφει άμεσα HTML σελίδες με ενσωματωμένο κώδικα σε Java. Το περιβάλλον JSP παίρνει τη σελίδα και την κάνει compile δυναμικά. Όταν ο client ενός χρήστη ζητήσει τη σελίδα από τον web server, εκτελείται το servlet που έχει προκύψει από τον κώδικα JSP που εμπεριέχει η σελίδα και τα αποτελέσματα επιστρέφονται στο χρήστη. Στο γεγονός αυτό έγκειται και η σημαντική διαφορά των JSP σε σχέση με τα servlets. Τα servlets είναι μια τεχνολογία προγραμματισμού που απαιτεί υψηλό επίπεδο εξειδίκευσης από πλευράς προγραμματιστή, ενώ τα JSP απευθύνονται σε ένα πολύ πιο ευρύ κοινό, όχι μόνο προγραμματιστών αλλά και λιγότερο εξειδικευμένων σχεδιαστών σελίδων web.

Τα πλεονεκτήματα των JSP συνεπώς θα μπορούσαν να συνοψιστούν στα εξής πέντε κύρια σημεία:

- *Διαχωρισμός στατικού από δυναμικό περιεχόμενο.* Με τα servlets, η λογική δημιουργίας δυναμικού περιεχομένου είναι άρρηκτα δεμένη με τη λειτουργία των ίδιων, και σε άμεση σχέση με την στατική αναπαράσταση των templates που είναι υπεύθυνα για το user interface. Συνεπώς, ακόμα και οι πιο μικρές αλλαγές που πρέπει να γίνουν στο UI έχουν σαν αποτέλεσμα την ανάγκη για recompilation των servlets. Αυτή η στενή σύνδεση έχει σαν αποτέλεσμα την δημιουργία εύθραυστων και μη ευέλικτων εφαρμογών. Ωστόσο, με τα JSP, η λογική δημιουργίας δυναμικού περιεχομένου διαχωρίζεται από τα templates στατικής αναπαράστασης, ενσωματώνοντας την σε εξωτερικά στοιχεία JavaBeans. Αυτά μετά δημιουργούνται και διαχειρίζονται από την JSP σελίδα με τη χρήση ειδικών tags και scriptlets. Όταν ο σχεδιαστής της σελίδας κάνει αλλαγές στο template παρουσίασης, η JSP σελίδα γίνεται αυτόματα recompile και reloaded στον web server από την μηχανή χειρισμού των JSP.
- *Γράψε μια φορά, εκτέλεσε τα παντού.* Η τεχνολογία JSP φέρνει το παράδειγμα της μεταφοράς λειτουργικότητας κώδικα σε interactive web σελίδες. Οι σελίδες JSP μπορούν να μεταφερθούν με ευκολία σε διάφορες πλατφόρμες και web servers, χωρίς να απαιτούνται αλλαγές.
- *Το δυναμικό περιεχόμενο μπορεί να προβληθεί σε μια πληθώρα διαμορφώσεων.* Τίποτα δεν αναγκάζει το στατικό περιεχόμενο σε μια JSP σελίδα να είναι σε συγκεκριμένη διαμόρφωση (format). Συνεπώς, οι JSP μπορούν να προβληθούν σε ένα ευρύ φάσμα clients, από συμβατικούς HTML/DHTML browsers μέχρι φορητές ασύρματες συσκευές όπως κινητά τηλέφωνα και PDAs που χρησιμοποιούν WML, μέχρι και άλλες εφαρμογές B2B που χρησιμοποιούν XML.

- *Προτεινόμενο web access επίπεδο για n-tier αρχιτεκτονικές.* Οι τεχνικές προδιαγραφές της J2EE, που προσφέρουν καθοδήγηση για την ανάπτυξη μεγάλης κλίμακας web εφαρμογών με τη χρήση επαγγελματικών APIs, κατηγορηματικά συνιστούν τη χρήση JSP έναντι των servlets για δημιουργία δυναμικού περιεχομένου.
- *Εξυψώνουν σημαντικά τα servlet APIs.* Για τους προγραμματιστές servlets, είναι ελάχιστα αυτά που πρέπει να «ξεχάσουν» ώστε να μετακινηθούν στην JSP. Στην πραγματικότητα, οι προγραμματιστές servlets έχουν σημαντικό πλεονέκτημα διότι τα JSP δεν είναι τίποτα άλλο από servlets με υψηλότερο επίπεδο abstraction. Συνεπώς μπορούν να κάνουν σε JSP οτιδήποτε έκαναν με τη χρήση servlets αλλά πιο εύκολα.

Μια άλλη σύγχρονη τεχνολογία δημιουργίας δυναμικού περιεχομένου παρόμοια με την JSP τεχνολογία είναι τα ASP (Active Server Pages) της Microsoft. Παρόλο που οι δυνατότητες που προσφέρουν τα ASP μοιάζουν παρόμοιες με αυτές των JSP, στην πραγματικότητα είναι θεμελιωδώς διαφορετικές τεχνολογίες.

	JavaServer Pages	Active Server Pages
Υποστήριξη Web Servers	Όλοι οι δημοφιλείς web servers, όπως Apache, Netscape. Ακόμα και ο IIS μπορεί εύκολα να ενσωματώσει JSP.	Native υποστήριξη μόνο με τον Microsoft IIS ή τον Personal Web Server. Η υποστήριξη από άλλους servers γίνεται με third-party προϊόντα.
Υποστήριξη από πλατφόρμες	Ανεξάρτητες πλατφόρμας. Εκτελούνται σε όλες τις πλατφόρμες που υποστηρίζουν Java.	Πλήρης υποστήριξη από Microsoft Windows. Η εκτέλεση σε άλλες πλατφόρμες γίνεται βραδυκίνητα, λόγω του Win32-based component model.
Component Model	Βασίζεται σε επαναχρησιμοποιούμενα, ανεξαρτήτου πλατφόρμας components όπως JavaBeans και συνηθισμένα tag libraries.	Χρησιμοποιούν το Win32-based component μοντέλο.
Scripting	Μπορούν να χρησιμοποιήσουν τη γλώσσα προγραμματισμού Java ή και JavaScript.	Υποστηρίζουν VBScript και JScript.
Ασφάλεια	Χρησιμοποιούν το μοντέλο ασφάλειας της Java.	Μπορούν να λειτουργήσουν με την αρχιτεκτονική ασφάλειας των Windows NT.
Πρόσβαση σε βάσεις δεδομένων	Χρησιμοποιούν JDBC για πρόσβαση σε βάσεις.	Χρησιμοποιούν Active Data Objects (ADO) για πρόσβαση σε βάσεις.
Customizable Tags	Τα JSP επεκτείνονται με custom tag libraries	Δεν μπορούν να χρησιμοποιήσουν custom tag libraries και δεν είναι επεκτάσιμα.

Πίνακας 4.3. Σύγκριση JSP και ASP.

4.3.2 Struts – MVC Application Framework

Η τεχνολογία Struts αποτελεί ένα πλαίσιο ανάπτυξης εφαρμογών (framework), σχεδιασμένο για να συνεργάζεται με την πλατφόρμα J2EE. Εξοικονομεί χρόνο στην διαδικασία ανάπτυξης εφαρμογών και επιτρέπει στους προγραμματιστές να είναι περισσότερο παραγωγικοί, παρέχοντας τους ένα σύνολο από εργαλεία και στοιχεία για να αναπτύξουν εφαρμογές. Είναι μη μονοπωλιακά και συνεργάζονται σχεδόν με οποιοδήποτε J2EE-συμβατό server εφαρμογών. Η τεχνολογία των Struts αποτελεί υποσύνολο του subproject Jakarta του ιδρύματος λογισμικού Apache (<http://jakarta.apache.org/>) και είναι Open Source, που σημαίνει ότι δεν κοστίζει και οι χρήστες έχουν ελεύθερη πρόσβαση σε όλο τον πηγαίο κώδικα του.

Πέρα από τη βοήθεια που παρέχουν στο να εργάζεται κάποιος προγραμματιστής γρήγορα και ανέξοδα, η τεχνολογία Struts είναι και πιο αποτελεσματική σε σχέση με άλλες. Αυτό ισχύει γιατί, δεδομένου του τεράστιου αριθμού των beta-testers που χρησιμοποιούν τη συγκεκριμένη τεχνολογία, κάθε πρόβλημα που προκύπτει επιδιορθώνεται άμεσα και συνεπώς η ανάπτυξη της τεχνολογίας προχωρά με ταχύτατους ρυθμούς. Με άλλα λόγια, λόγω του γεγονότος ότι πολλοί προγραμματιστές χρησιμοποιούν Struts, είναι θέμα ελάχιστου χρόνου να βρεθεί και διορθωθεί ένα bug μόλις ανακαλυφθεί.

Ο όρος «πλαίσιο» λεκτικά υποδηλώνει «δομή η οποία χρησιμοποιείται για να υποστηρίξει ή να ενσωματώσει κάτι άλλο, ειδικότερα μια σκελετική δομή που αποτελεί τη βάση για κάτι που κατασκευάζεται». Ο ορισμός αυτός περιγράφει επακριβώς τα Struts, μια συλλογή από κώδικα γραμμένο σε γλώσσα Java, σχεδιασμένη για να βοηθήσει τους προγραμματιστές να δημιουργήσουν συναφείς εφαρμογές ενώ παράλληλα να εξοικονομήσουν χρόνο. Παρέχει το «σκελετό» για την ανάπτυξη των εφαρμογών, ο προγραμματιστής επικεντρώνεται στο layout και τη χρησιμότητα κάθε component. Επίσης, τα Struts επιτυγχάνουν εξοικονόμηση χρόνου επιτρέποντας στον προγραμματιστή να βλέπει σύνθετες εφαρμογές σαν ένα σύνολο από βασικά στοιχεία: Views, Action Classes και Model Components.

Η χρήση ενός πλαισίου εξασφαλίζει ότι δεν απαιτείται σπατάλη χρόνου για την δημιουργία ολόκληρης εφαρμογής από την αρχή. Ο προγραμματιστής μπορεί να επικεντρωθεί στην μοντελοποίηση του πυρήνα της εφαρμογής και στο επίπεδο παρουσίασης, και όχι σε βασικές λειτουργίες όπως του πως θα εισαχθούν τα δεδομένα από το χρήστη ή πως συντάσσονται τα drop down menus σε μια σελίδα. Η χρήση ενός πλαισίου επίσης επιτρέπει τη χρήση των πλέον βέλτιστων πρακτικών. Οι δημιουργοί ενός πλαισίου κατά κανόνα έχουν ενσωματώσει τις καλύτερες τεχνικές προγραμματισμού για την δημιουργία του, συνεπώς δεν υπάρχει κανένας λόγος για τον προγραμματιστή να «επαναφευρίσκει τον τροχό».

Ένα επιπλέον εξαιρετικά σημαντικό πλεονέκτημα των πλαισίων – ειδικά για νέους δημιουργούς web εφαρμογών – είναι το ότι αποτελούν μια αφετηρία. Κάθε προγραμματιστής, ακόμα και οι πλέον εξειδικευμένοι, συμφωνούν ότι είναι πιο εύκολο να δανειστεί κανείς μια εφαρμογή και να την τροποποιήσει παρά να την αναπτύξει από την αρχή. Αυτό το χαρακτηριστικό των Struts μπορεί να εξοικονομήσει στους προγραμματιστές ολόκληρες ημέρες ή και εβδομάδες σχεδιασμού και δημιουργίας.

Στις μέρες μας, σχεδόν κανείς δεν αναπτύσσει εφαρμογές εξ' αρχής. Στην πραγματικότητα, μερικές από τις πλέον δημοφιλείς εφαρμογές στην ιστορία ανάπτυξης λογισμικού παγκοσμίως βασίστηκαν σε ακριβώς αυτή την ιδέα. Για παράδειγμα, όταν το 1991 ο Linus Torvalds ξεκίνησε την ανάπτυξη του λειτουργικού συστήματος που σήμερα όλοι γνωρίζουμε σαν Linux, είχε σαν αφετηρία το λειτουργικό σύστημα Minix. Πήρε ένα αντίγραφο του πηγαίου κώδικα του Minix, το μελέτησε λεπτομερώς και το χρησιμοποίησε σαν βάση για το Linux. Παρόλο που η αρχική έκδοση του Linux δεν περιείχε τίποτα από τον αρχικό κώδικα του Minix, ο Linus σίγουρα προχώρησε παραπέρα και πολύ γρήγορα, καθώς είχε μια βάση για να ξεκινήσει.

Πως λειτουργούν τα Struts; Βασίζονται στο καθιερωμένο πρότυπο σχεδιασμού MVC (Model – View – Controller). Το πρότυπο MVC είναι παγκοσμίως αποδεκτό ότι αποτελεί ένα από τα καλύτερα ανεπτυγμένα και ώριμα πρότυπα σχεδιασμού που χρησιμοποιούνται. Χρησιμοποιώντας το, η ανάλυση χωρίζεται σε τρεις διακριτούς τομείς, το Model, το View και το Controller, όπως περιγράφονται στη συνέχεια.

Model Components

Τα model components παρέχουν ένα «μοντέλο» της λογικής ή των δεδομένων πίσω από ένα πρόγραμμα βασισμένο σε Struts. Για παράδειγμα, σε μια εφαρμογή Struts που διαχειρίζεται πληροφορίες πελατών, μπορεί να είναι χρήσιμο να έχουμε ένα model component με όνομα «Customer», που να παρέχει πρόσβαση στο πρόγραμμα πάνω στις πληροφορίες των πελατών.

Είναι πολύ συνηθισμένο για τα model components να παρέχουν interfaces σε βάσεις δεδομένων ή back-end συστήματα. Για παράδειγμα, εάν μια εφαρμογή Struts πρέπει να αποκτήσει πρόσβαση σε πληροφορία εργαζομένου που διατηρείται σε ένα HR πληροφοριακό σύστημα, είναι προτιμότερο να σχεδιαστεί ένα model component με όνομα “Employee” που να δρα σαν interface μεταξύ της εφαρμογής και του πληροφοριακού συστήματος.

Τα model components είναι συνήθως κοινές Java classes. Δεν υπάρχει αυστηρά καθορισμένο format για ένα model component, συνεπώς είναι δυνατή η χρήση Java κώδικα από παρόμοιες εφαρμογές.

View Components

Τα view components είναι εκείνα τα κομμάτια μιας εφαρμογής που προβάλλουν πληροφορία στους χρήστες και δέχονται δεδομένα εισόδου. Σε εφαρμογές Struts, αυτά αντιστοιχούν στις web σελίδες.

Συνήθως χρησιμοποιούνται για να προβάλλουν πληροφορία που προέρχεται από τα model components. Για παράδειγμα, το model component “Customer” που αναφέραμε προηγουμένως, θα χρειαστεί ένα view component για να προβάλλει την πληροφορία. Συνήθως, σε μια εφαρμογή Struts υπάρχουν ένα ή περισσότερα view components για κάθε σελίδα.

Τα view components γενικά δημιουργούνται με τη χρήση JSP. Τα Struts παρέχουν ένα μεγάλο αριθμό από JSP custom tags (πολλές φορές αναφέρονται και σαν Struts tags), τα οποία επεκτείνουν τις καθιερωμένες λειτουργίες των JSP και απλοποιούν την δημιουργία των view components.

Controller Components

Τα controller components συντονίζουν τις λειτουργίες σε μια εφαρμογή. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει λήψη δεδομένων από το χρήστη και ενημέρωση της βάσης μέσω ενός model component, ή ανίχνευση λάθους με ένα back-end σύστημα και καθοδήγηση του χρήστη σε ειδική διαδικασία ανίχνευσης σφάλματος. Τα controller components δέχονται δεδομένα από τους χρήστες, αποφασίζουν ποια model components πρέπει να ενημερωθούν και μετά αποφασίζουν ποια view components θα πρέπει να κληθούν για να προβάλλουν τα αποτελέσματα.

Μια από τις σημαντικότερες συνεισφορές των controller components είναι ότι επιτρέπουν στον προγραμματιστή να αφαιρέσει μεγάλο τμήμα των διαδικασιών error handling από τις σελίδες JSP στην εφαρμογή του. Αυτό απλουστεύει σημαντικά τη λογική στις σελίδες και τις καθιστά ευκολότερες στην ανάπτυξη και στη συντήρηση.

Στα Struts, τα controller components είναι Java classes και θα πρέπει να δημιουργηθούν με τη χρήση συγκεκριμένων κανόνων. Συνήθως αναφέρονται και ως Action Classes.

Συνολικά, με βάση όσα αναφέραμε και προηγουμένως, τα βασικά πλεονεκτήματα των Struts είναι ότι επιτρέπουν στους προγραμματιστές να σχεδιάζουν πολυσύνθετες εφαρμογές σαν ένα σύνολο από model, view και controller components. Αυτό οδηγεί σε καλύτερα, πιο συμπαγή και πιο εύκολα διατηρίσιμα σχέδια. Επιπλέον, αποφεύγεται το πρόβλημα, κάθε προγραμματιστής που συμμετέχει σε ένα project να δημιουργεί με το δικό του τρόπο. Ειδικότερα για όσους χρησιμοποιούν την πλατφόρμα J2EE, είναι κοινά αποδεκτό ότι τα Struts βοηθούν (για άλλους αποτελούν μονόδρομο) στην ανάπτυξη αποδοτικών εφαρμογών.

4.3.3 Velocity – Templating Engine

Όπως αναφέραμε και προηγουμένως, ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας JSP είναι ο διαχωρισμός του στατικού από το δυναμικό περιεχόμενο. Ένας από τους βασικότερους στόχους για την διευκόλυνση των προγραμματιστών στη δημιουργία τόσο μικρής όσο και μεγάλης κλίμακας projects, είναι ο όσο το δυνατόν πιο άρτιος σχεδιασμός των επιμέρους τμημάτων, ώστε εάν χρειαστεί να γίνει κάποια αλλαγή, αυτή να επηρεάσει όσο γίνεται λιγότερο την δομή της εφαρμογής. Ειδικά για αλλαγές που αφορούν το user interface, στόχος είναι η αλλαγή να μην επηρεάσει καθόλου την διαδικασία δημιουργίας δυναμικού περιεχομένου, δεδομένου φυσικά του διαχωρισμού δυναμικού με στατικό περιεχόμενο.

Για τον αποδοτικό διαχωρισμό στατικού και δυναμικού περιεχομένου, χρησιμοποιούνται οι template engines, μια από τις οποίες είναι και η Velocity, που χρησιμοποιήσαμε. Η Velocity αποτελεί και αυτή τμήμα του Jakarta Project και είναι διαθέσιμη στο <http://jakarta.apache.org/velocity/>. Σχεδιασμένη σαν μια εύχρηστη templating engine, η Velocity είναι χρήσιμη στην ανάπτυξη εφαρμογών σε Java που απαιτούν διαμόρφωση και παρουσίαση δεδομένων. Η χρησιμότητα της Velocity συνοψίζεται στα παρακάτω σημεία:

- Εφαρμόζεται σε πολλές κατηγορίες εφαρμογών
- Προσφέρει απλή και καθαρή σύνταξη για το σχεδιασμό template
- Προσφέρει ένα απλό μοντέλο προγραμματισμού για τον σχεδιαστή
- Επειδή τα templates και ο κώδικας είναι ανεξάρτητα, ο προγραμματιστής μπορεί να τα δημιουργεί και να τα συντηρεί ανεξάρτητα
- Η Velocity ενσωματώνεται εύκολα σε οποιαδήποτε Java εφαρμογή, ειδικά σε servlets και JSP
- Η Velocity επιτρέπει στα templates να έχουν πρόσβαση σε κάθε public method ή data objects σε γενικά πλαίσια.

Το τελευταίο σημείο είναι και από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά της Velocity, υποδηλώνει ότι ο προγραμματιστής μπορεί να χρησιμοποιεί τις ίδιες classes ξανά και ξανά. Επομένως, τα objects που πρέπει να χρησιμοποιηθούν στα templates δεν είναι απαραίτητο να είναι γραμμένα με ειδικό τρόπο, όπως στην περίπτωση των JavaBeans. Μοναδική προϋπόθεση για τα objects είναι να είναι public. Επίσης, ένα άλλο δυνατό σημείο της Velocity είναι ότι ορίζει ρητά το διαχωρισμό μεταξύ λειτουργιών μέσα στην εφαρμογή. Το επιτυγχάνει αυτό περιορίζοντας την πρόσβαση των templates σε objects τα οποία η εφαρμογή καθιστά διαθέσιμα. Αυτό σημαίνει ότι οι σχεδιαστές μπορούν να εστιάσουν αποκλειστικά στην παρουσίαση των δεδομένων

ενώ οι προγραμματιστές να εστιάσουν στην λογική της εφαρμογής και στην διαχείριση των δεδομένων στην ανάπτυξη του MVC.

Σήμερα η Velocity χρησιμοποιείται σε:

- Εφαρμογές web βασισμένες σε servlets
- Δημιουργία κώδικα Java και SQL
- Επεξεργασία και διαμόρφωση XML
- Επεξεργασία κειμένου, όπως δημιουργία αρχείων RTF.

Η Velocity περισσότερο χρησιμοποιείται σαν rendering engine για ανάπτυξη web εφαρμογών βασισμένες σε Java, σε συνδυασμό με JSP και άλλες τεχνολογίες. Πέρα από την απλή και ευκολοδιαχειριζόμενη σύνταξη της, η Velocity χρησιμοποιείται επειδή διαχειρίζεται και παρουσιάζει τα δεδομένα, δεν τα δημιουργεί. Αυτό αποθαρρύνει την συγγραφή κώδικα μέσα στο template, πράγμα που είναι πλεονέκτημα, καθώς αφήνει το ρόλο του πηγαίου κώδικα εκεί που πραγματικά πρέπει να βρίσκεται. Επίσης, ταιριάζει με το πλαίσιο ανάπτυξης εφαρμογών J2EE.

4.3.4 Hibernate – Database / Object Persistence & Query Service

Ένα μεγάλο τμήμα στην ανάπτυξη μιας επαγγελματικής web εφαρμογής είναι και η δημιουργία και διαχείριση ενός επιπέδου συνάφειας (persistence level) για αποθήκευση και ανάκτηση δεδομένων από την βάση δεδομένων. Πολλές εφαρμογές περικλείουν αυτόνομα, δημιουργημένα εξ' αρχής και συνεπώς συχνά ελλειμματικά persistence layers. Εάν δημιουργηθεί η ανάγκη για αλλαγή στο επίπεδο της βάσης δεδομένων, μπορεί να αποδειχθεί δύσκολο έως και αδύνατο να μεταφερθούν οι αλλαγές αυτές και στα ανώτερα επίπεδα. Το Hibernate (<http://www.hibernate.org/>) υπάρχει για να καλύψει αυτό το κενό, παρέχοντας ένα εύκολο και δυνατό object-relational persistence πλαίσιο για την ανάπτυξη εφαρμογών σε Java.

Για να κατανοήσουμε την αναγκαιότητα χρήσης ενός «μεσάζοντα» σαν το Hibernate, θα πρέπει να κατανοήσουμε το πρόβλημα που καλείται να λύσει. Ο object oriented προγραμματισμός και οι σχεσιακές βάσεις δεδομένων όπως είναι γνωστό αποτελούν δύο διαφορετικά πρότυπα. Ένα σχεσιακό μοντέλο διαχειρίζεται σχέσεις, καταχωρήσεις (tuples) και σύνολα, με άλλα λόγια είναι εκ φύσεως αρκετά «μαθηματικό». Το object oriented πρότυπο από την άλλη, διαχειρίζεται objects, τα χαρακτηριστικά τους και τις σχέσεις μεταξύ τους. Τη στιγμή που επιχειρείται η δημιουργία persistent objects με τη χρήση σχεσιακής λογικής, αναδεικνύεται η διάσταση που έχουν αυτά τα δύο πρότυπα, το λεγόμενο object-relational gap. Ένας object-relational mapper (ORM), όπως το Hibernate, βοηθά στην γεφύρωση αυτού του χάσματος.

Πώς γεφυρώνεται όμως αυτό το χάσμα; Εάν επιχειρήσουμε να περάσουμε δεδομένα από τη βάση στην εφαρμογή μας και κάποια στιγμή φτάσουμε σε σημείο όπου θέλουμε να τα διατηρήσουμε, τυπικά ανοίγουμε μια JDBC (Java DataBase Connectivity) σύνδεση, δημιουργούμε ένα SQL statement και αντιγράφουμε όλες τις παραμέτρους στο query. Αυτό ακούγεται εύκολο για ένα μικρής τιμής object, αλλά ας αναλογιστούμε ένα object με πολλά properties. Και αυτό δεν είναι το μόνο πρόβλημα. Τι γίνεται με τις εξαρτήσεις; Για παράδειγμα τι γίνεται με το object “Cat” που θέλουμε να αποθηκεύσουμε εμπεριέχει ένα list από “Kittens”; Τα αποθηκεύουμε και αυτά, και αν ναι με ποιόν τρόπο, αυτόματα ή χειροκίνητα; Επίσης, πώς θα μεταχειριστούμε τους foreign key περιορισμούς;

Όπως φαίνεται από το απλό αυτό παράδειγμα, το χάσμα object-relational γίνεται πολύ μεγάλο εάν έχουμε μεγάλα μοντέλα objects. Επιπλέον, υπάρχουν και μια σειρά από άλλα πράγματα που θα πρέπει να λάβουμε υπ’ όψη, όπως κυκλικές αναφορές, caching κ.α. Ένα ORM βασικά έχει σαν στόχο να απαλλάξει τον προγραμματιστή από όλες αυτές τις επίπονες λειτουργίες. Με ένα καλό ORM, ο προγραμματιστής ορίζει μια μόνο φορά τον τρόπο αντιστοιχίας των classes με τα tables της βάσης – ποιο property αντιστοιχεί με ποια στήλη, ποια class με ποιο table κ.τ.λ.

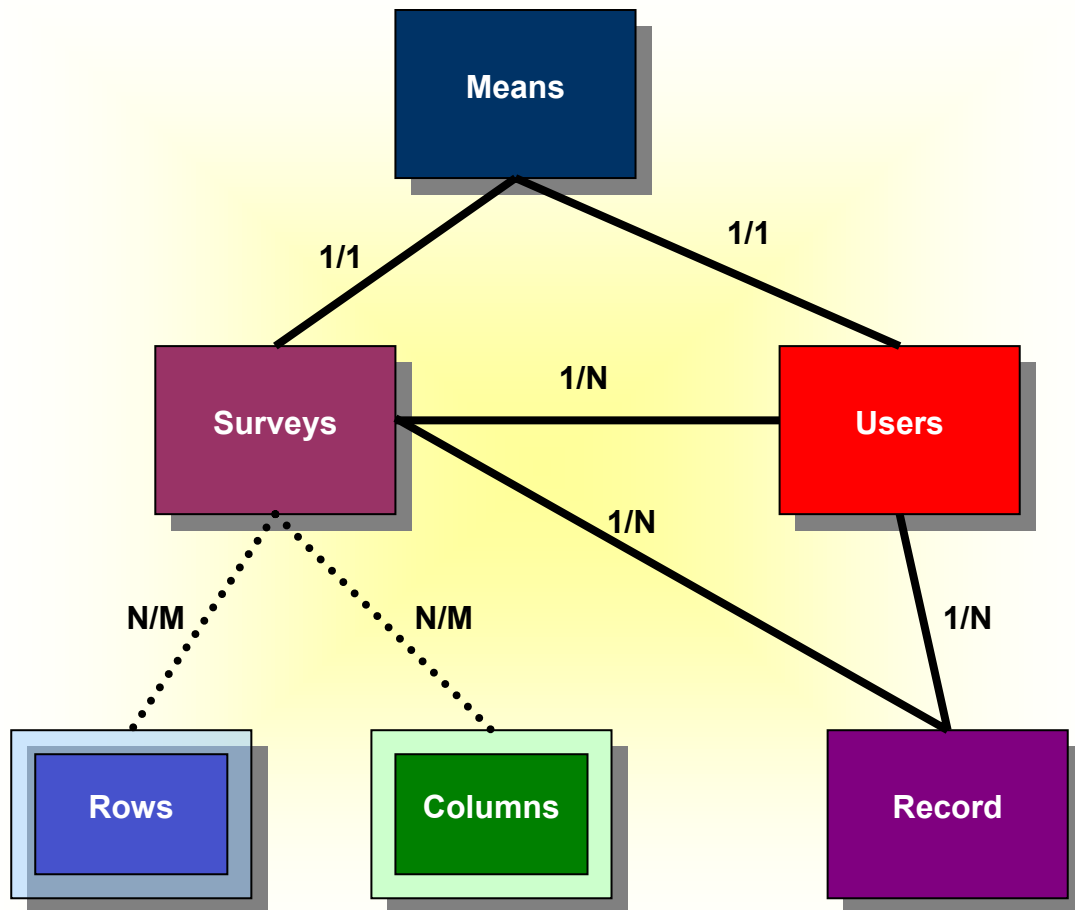
Το Hibernate αποτελεί σήμερα μια από τις καλύτερες τεχνολογίες object-relational persistence. Υποστηρίζει ένα μεγάλο αριθμό από βάσεις δεδομένων, και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εφαρμογές Java, servlet-based ή και J2EE εφαρμογές. Μερικά από τα κύρια χαρακτηριστικά του Hibernate συνοψίζονται στα εξής σημεία:

- Πλήρης υποστήριξη queries και native υποστήριξη SQL dialect.
- Βελτιωμένο API υποβολής ερωτημάτων που υποστηρίζει aggregation και λήψη υποσυνόλων
- Είναι OpenSource, δωρεάν για δημιουργία οποιασδήποτε εφαρμογής
- Είναι scalable και μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε δομημένα περιβάλλοντα
- Μειώνει σημαντικά το χρόνο δημιουργίας μιας εφαρμογής μέσω λειτουργιών inheritance και polymorphism

4.4 Σχεδιασμός της βάσης δεδομένων του GDAnalyzer

Ένα από τα κύρια δομικά στοιχεία του GDAnalyzer αλλά και κάθε ολοκληρωμένης εφαρμογής, web-based ή μη, είναι φυσικά η βάση δεδομένων. Το GDAnalyzer χρησιμοποιεί μια βάση δεδομένων για να αποθηκεύει όλες τα δεδομένα που χρειάζονται για την άρτια λειτουργία του συστήματος. Πέρα από τις τιμές των εκτιμήσεων των χρηστών που είναι και τα κύρια δεδομένα της πλατφόρμας, η βάση έχει αποθηκευμένες και όλες τις παρεμφερείς πληροφορίες, όπως χρήστες,

κωδικούς, δικαιώματα κ.α. Το Σχήμα 4.4 αναπαριστά το διάγραμμα οντοτήτων – σχέσεων (Entity Relationship diagram, ER) που δείχνει τόσο τους πίνακες που περιέχει η βάση όσο και τη σύνδεση αυτών (σχέση) με βάση τις αντιστοιχίες.



Σχήμα 4.4. Το διάγραμμα ER της βάσης δεδομένων του GDAnalyzer.

Όπως φαίνεται και στο ER διάγραμμα, ένα σύνολο από πίνακες χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση των δεδομένων. Ας δούμε αναλυτικά τη χρησιμότητα κάθε πίνακα στη βάση δεδομένων του GDAnalyzer.

- **Users:** Ο πίνακας της βάσης όπου αποθηκεύονται οι χρήστες. Πέρα από το username και το password του καθενός, αποθηκεύεται και το επίπεδο πρόσβασης του κάθε χρήστη, που ορίζει τον τύπο του χρήστη στο σύστημα (αποφασίζων ή διαχειριστής). Το επίπεδο χρήστη είναι 1 για τον απλό χρήστη (αποφασίζοντα) και 10 για τον διαχειριστή. Εδώ μπορούν να προστεθούν και άλλα ενδιάμεσα στάδια, ανάλογα το ρόλο που θέλουμε να έχει ο κάθε χρήστης στην πλατφόρμα (π.χ. επίπεδο 4 για έναν αναλυτή).

- Surveys: Ο πίνακας που κρατά τη λίστα των διαθέσιμων surveys που βρίσκονται μέσα στο GDAnalyzer. Όπως φαίνεται από το διάγραμμα αποτελεί τον κόμβο για τις παραμέτρους του κάθε survey (εναλλακτικές, κριτήρια κ.α.).
- Columns (weak entities on Surveys): Ο πίνακας με τις εναλλακτικές όλων των surveys που βρίσκονται μέσα στη βάση, ταξινομημένες με το id του εκάστοτε survey.
- Rows (weak entities on Surveys): Ο πίνακας με τα κριτήρια των εναλλακτικών όλων των surveys που βρίσκονται μέσα στη βάση, ταξινομημένα με το id της κάθε εναλλακτικής και με το id του εκάστοτε survey.
- Mean: Ο πίνακας που κρατά όλους τους μέσους όρους, τόσο των ολικών χρησιμότητων των εναλλακτικών όσο και των μερικών χρησιμότητων των κριτηρίων.
- Record: Ο πίνακας που διατηρεί τις εκτιμήσεις του κάθε χρήστη (όλες, για κάθε survey, για κάθε εναλλακτική και για κάθε κριτήριο της). Οι τιμές αυτές πρέπει να βρίσκονται στην βάση ώστε να εμφανίζονται στο χρήστη όταν αυτός επιλέξει να επανεκτιμήσει τις προτιμήσεις του σε μελλοντική φάση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5°

Παρουσίαση του Συστήματος μέσω Εφαρμογής

Έχοντας αναλύσει στο προηγούμενο κεφάλαιο το σύστημα GDAnalyzer που υλοποιήσαμε για την υποβοήθηση λήψης ομαδικών αποφάσεων καθώς και τις τεχνολογίες που αυτό χρησιμοποιεί, θα παρουσιάσουμε το σύστημα μέσω μιας πιλοτικής εφαρμογής. Στα πλαίσια της εφαρμογής αυτής, θα δημιουργηθεί εκ νέου ένα πρόβλημα λήψης απόφασης και οι χρήστες του συστήματος (αποφασίζοντες) θα κληθούν να εκτιμήσουν τις εναλλακτικές ώστε τελικά να συγκεντρωθούν οι απόψεις των αποφασιζόντων και να ληφθεί η τελική απόφαση.

Θα θεωρήσουμε ένα πρόβλημα όπου στόχος είναι η λήψη απόφασης για αγορά αυτοκινήτου. Έστω ότι τα μέλη μιας εταιρίας καλούνται να χρησιμοποιήσουν το GDAnalyzer για να πάρουν μια απόφαση για το ποιο αυτοκίνητο είναι το πλέον κατάλληλο να προμηθευτεί η εταιρία. Ο αναλυτής στην περίπτωση αυτή προτείνει έξι εναλλακτικές (Opel Astra, Toyota Corolla, Peugeot 307, Fiat Stilo, Hyundai Accent και Seat Leon) και προτείνει να αξιολογηθούν βάσει έξι κριτηρίων (Horsepower, Quality, Design, Comfort, Support και Price). Οι αποφασίζοντες καλούνται να εκτιμήσουν τις εναλλακτικές με βάση αυτά τα κριτήρια ώστε να ληφθεί η τελική απόφαση. Στην επόμενη παράγραφο θα δούμε τον τρόπο που θα επιτευχθεί αυτό.

5.1 Σύνοψη του GDAnalyzer

Αρχικά θα θεωρήσουμε το σύστημα κενό, δηλαδή κανένας χρήστης δεν έχει κάνει ποτέ εγγραφή και κανένα project δεν έχει δημιουργηθεί. Ο μοναδικός λογαριασμός χρήστη που υπάρχει είναι αυτός του διαχειριστή, ο οποίος είναι και αυτός που δημιουργεί και διαχειρίζεται τις εφαρμογές.

Ξεκινώντας την εφαρμογή, εμφανίζεται η αρχική οθόνη του συστήματος. Αποτελείται από δύο κύριες περιοχές, όπως δείχνει το παρακάτω στιγμιότυπο: Την περιοχή 1, η οποία αποτελεί το μενού πλοήγησης της εφαρμογής και την περιοχή 2, όπου εμφανίζονται τα δεδομένα της κάθε σελίδας ανάλογα την περίπτωση. Το μενού πλοήγησης του GDAnalyzer εμφανίζεται σε κάθε υποσελίδα της εφαρμογής, έτσι ώστε ο χρήστης κάθε φορά να έχει πρόσβαση σε κάθε ενέργεια που μπορεί να κάνει μέσω του συστήματος. Περιλαμβάνει τέσσερις επιλογές, Home, Help, Contact Us και Register / Logout. Πιο αναλυτικά:

- Home: Πατώντας ο χρήστης στην επιλογή αυτή, μεταφέρεται στην κεντρική σελίδα του συστήματος. Εάν δεν έχει κάνει login, τότε το σύστημα τον προτρέπει να εισάγει τα στοιχεία αναγνώρισης (Username και Password). Εάν

GDAnalyzer
"Professional Group Decisions Analyzer."

1 Home Help Contact Us Register

Welcome Page

2 Username:
Password:

Email [Developer](#)
Photo Credit: [Dimitar Tzankov](#), [stock.xchng](#)

© 2005 Nikos Kalogerinis
[Validate XHTML 1.0 Strict](#)

έχει ήδη κάνει login σαν χρήστης, τότε η επιλογή Home τον οδηγεί στη λίστα με τα διαθέσιμα projects ώστε να επιλέξει κάποιο και στη συνέχεια να συμπληρώσει τις εκτιμήσεις του. Εάν έχει κάνει Login σαν διαχειριστής, τότε η επιλογή αυτή τον οδηγεί σε μια λίστα με διαθέσιμες ενέργειες διαχείρισης του συστήματος, οι οποίες θα αναλυθούν στη συνέχεια.

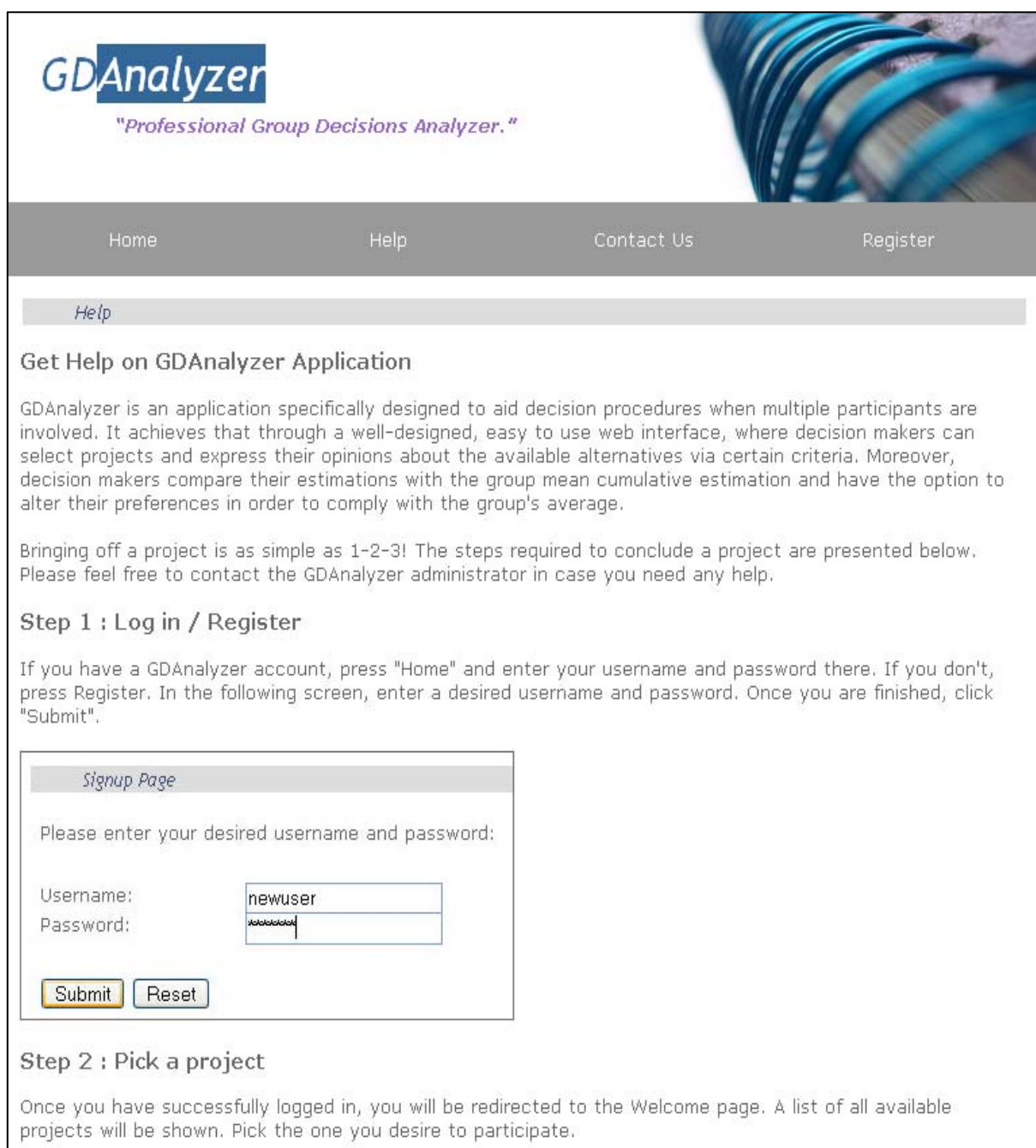
- Help: Η επιλογή αυτή παρέχει βοήθεια προς τον χρήστη γενικά περί χρήσης του συστήματος. Επεξηγεί αναλυτικά βήμα προς βήμα τις ενέργειες που πρέπει να εκτελέσει ώστε να συμμετάσχει αποτελεσματικά σε ένα project.
- Contact Us: Παρέχει πληροφορίες επικοινωνίας προς τον διαχειριστή του συστήματος καθώς και κάποιες πληροφορίες για τα συστατικά μέρη πάνω στα οποία βασίζεται η εφαρμογή.
- Register / Logout: Εάν ο χρήστης δεν έχει κάνει login, τότε η επιλογή αυτή τον προτρέπει να κάνει register, δηλαδή να εγγραφεί στο σύστημα, δίνοντας ένα επιθυμητό Username και Password, σαν στοιχεία αναγνώρισής του από το σύστημα. Εάν έχει ήδη κάνει login, η επιλογή αυτή μετατρέπεται σε logout, οπότε και ο χρήστης αποσυνδέεται από το σύστημα.

Οι σελίδες Help και Contact Us είναι κοινές τόσο για τους χρήστες που έχουν κάνει login όσο και για όσους δεν έχουν κάνει, καθώς παρέχουν γενικού περιεχομένου πληροφορίες για τη χρήση του συστήματος και για επικοινωνία με το διαχειριστή. Η σελίδα Help εξηγεί βήμα προς βήμα τη διαδικασία που απαιτείται ώστε ένας νέος χρήστης να ανοίξει λογαριασμό στο GDAnalyzer, να επιλέξει ένα project, να το διεξάγει και τέλος να δει τα αποτελέσματα των προτιμήσεων και εφόσον το επιθυμεί, να επανεκτιμήσει τις προτιμήσεις του. Στην συγκεκριμένη σελίδα,

περιλαμβάνονται και στιγμιότυπα (screenshots) από μια πιλοτική εφαρμογή, ώστε η διεκπεραίωση ενός project να γίνει όσο το δυνατόν πιο φιλική προς το χρήστη.

Η σελίδα Contact Us παρέχει πληροφορίες για επικοινωνία με το διαχειριστή του συστήματος GDAnalyzer για το ενδεχόμενο όπου κάποιος χρήστης αντιμετωπίζει πρόβλημα με την πλατφόρμα. Επίσης, στην ίδια σελίδα αναφέρονται επιγραμματικά μερικές από τις εφαρμογές πάνω στις οποίες στηρίχθηκε η ανάπτυξη του GDAnalyzer και οι οποίες αναλύθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο.

Στιγμιότυπο της υποσελίδας Help:



GDAnalyzer
"Professional Group Decisions Analyzer."

Home Help Contact Us Register

Help

Get Help on GDAnalyzer Application

GDAnalyzer is an application specifically designed to aid decision procedures when multiple participants are involved. It achieves that through a well-designed, easy to use web interface, where decision makers can select projects and express their opinions about the available alternatives via certain criteria. Moreover, decision makers compare their estimations with the group mean cumulative estimation and have the option to alter their preferences in order to comply with the group's average.

Bringing off a project is as simple as 1-2-3! The steps required to conclude a project are presented below. Please feel free to contact the GDAnalyzer administrator in case you need any help.

Step 1 : Log in / Register

If you have a GDAnalyzer account, press "Home" and enter your username and password there. If you don't, press Register. In the following screen, enter a desired username and password. Once you are finished, click "Submit".

Signup Page

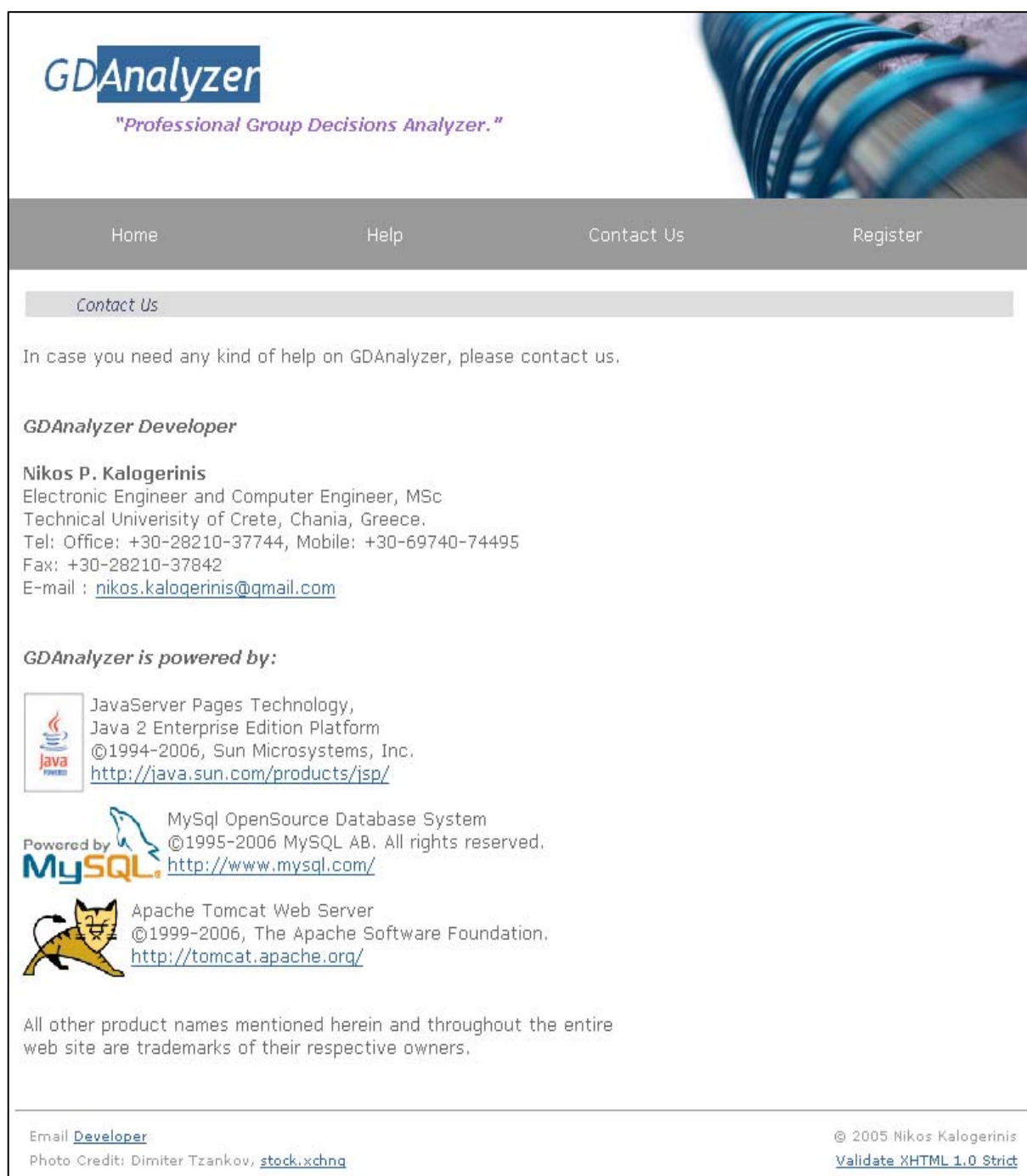
Please enter your desired username and password:

Username:

Password:

Step 2 : Pick a project

Once you have successfully logged in, you will be redirected to the Welcome page. A list of all available projects will be shown. Pick the one you desire to participate.

Στιγμιότυπο της υποσελίδας *Contact Us*:

GDAAnalyzer
"Professional Group Decisions Analyzer."

Home Help Contact Us Register


Contact Us


In case you need any kind of help on GDAAnalyzer, please contact us.


GDAAnalyzer Developer

Nikos P. Kalogerinis
Electronic Engineer and Computer Engineer, MSc
Technical University of Crete, Chania, Greece.
Tel: Office: +30-28210-37744, Mobile: +30-69740-74495
Fax: +30-28210-37842
E-mail : nikos.kalogerinis@gmail.com

GDAAnalyzer is powered by:

 JavaServer Pages Technology,
Java 2 Enterprise Edition Platform
©1994-2006, Sun Microsystems, Inc.
<http://java.sun.com/products/jsp/>

 Powered by MySQL
MySQL OpenSource Database System
©1995-2006 MySQL AB. All rights reserved.
<http://www.mysql.com/>

 Apache Tomcat Web Server
©1999-2006, The Apache Software Foundation.
<http://tomcat.apache.org/>

All other product names mentioned herein and throughout the entire web site are trademarks of their respective owners.

Email [Developer](#)
Photo Credit: Dimitar Tzankov, [stock.xchng](#)

© 2005 Nikos Kalogerinis
[Validate XHTML 1.0 Strict](#)

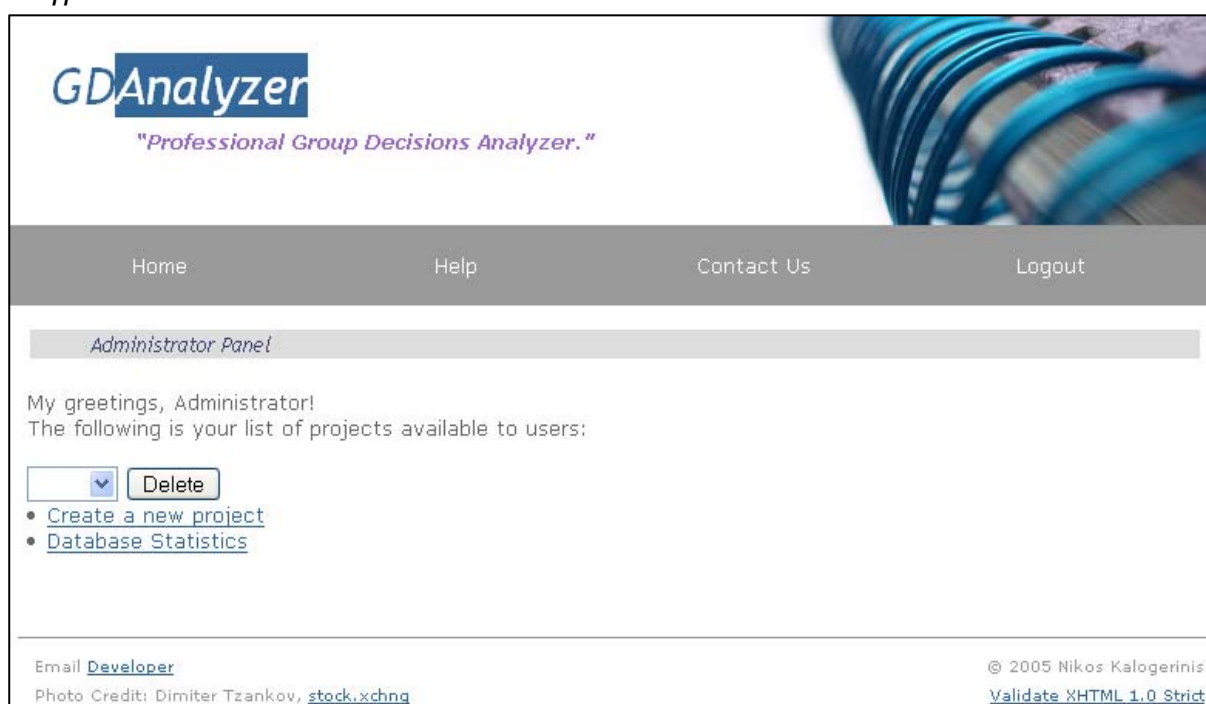
5.2 Δημιουργία ενός project

Όπως αναφέραμε και παραπάνω, αρχικά θεωρούμε το σύστημα GDAAnalyzer κενό, δηλαδή ότι δεν περιέχει κανένα project και δεν είναι εγγεγραμμένος σε αυτό κανένας χρήστης, πέρα φυσικά από τον διαχειριστή. Το πρώτο βήμα λοιπόν που απαιτείται είναι να κατασκευαστεί ένα project, ώστε οι χρήστες στη συνέχεια να μπορέσουν να το επιλέξουν και να εκφράσουν τις προτιμήσεις τους.

Στην εισαγωγική οθόνη, ο χρήστης admin κάνει login. Η Welcome page έχει διαφορετική δομή για τον διαχειριστή σε σχέση με τους απλούς αποφασίζοντες. Ενώ οι αποφασίζοντες στην Welcome Page βλέπουν τα διαθέσιμα projects, ο διαχειριστής έχει μπροστά του το Administration Panel, όπου μπορεί να:

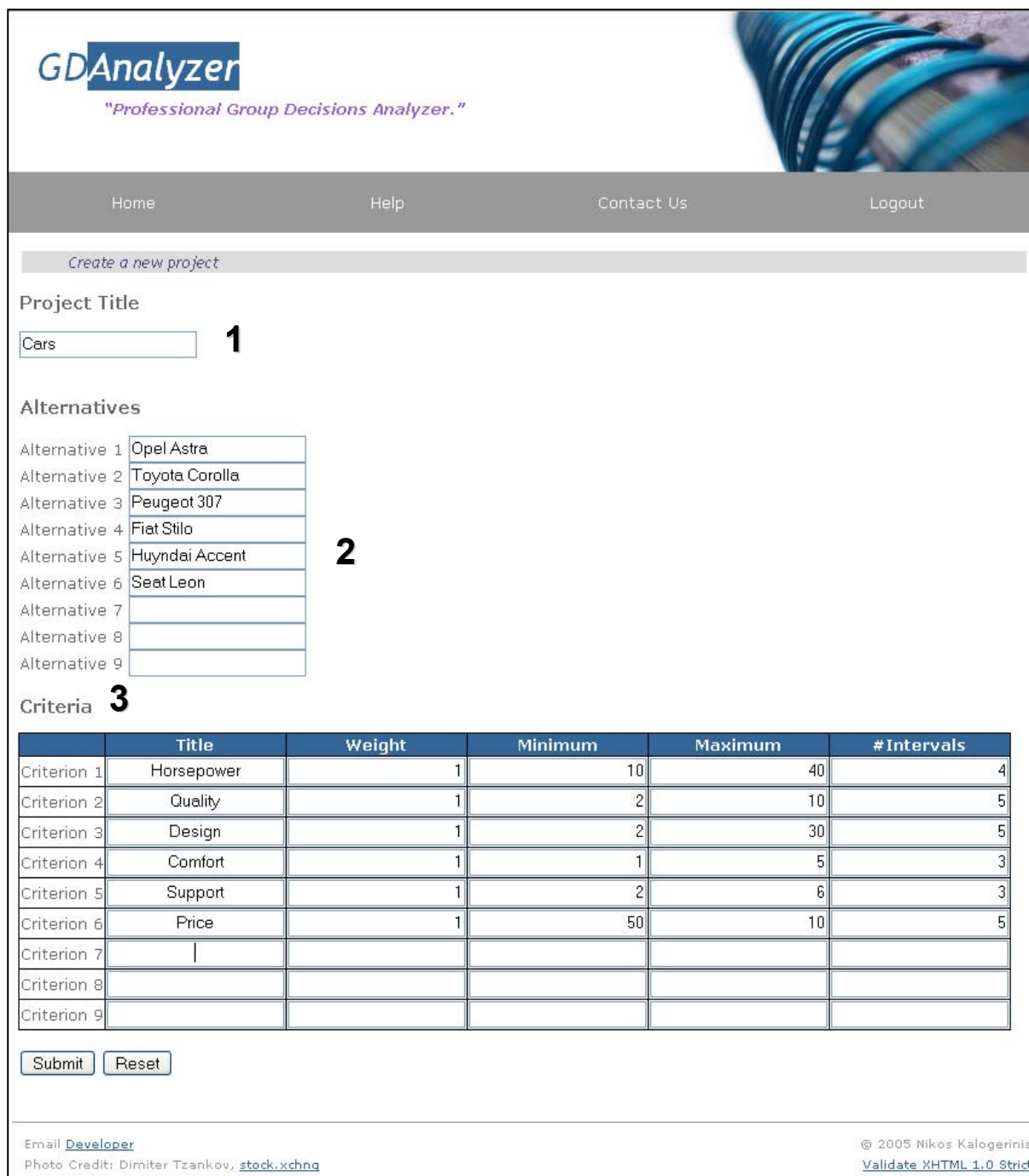
- Δημιουργήσει ένα project,
- Διαγράψει ένα project και
- Εμφανίσει τα περιεχόμενα της βάσης δεδομένων.

Στιγμιότυπο του Administration Panel:



Για να δημιουργήσουμε ένα νέο Project, επιλέγουμε “Create a new project”. Οδηγούμαστε στην σελίδα όπου ο διαχειριστής δημιουργεί ένα καινούριο project, όπως φαίνεται στο επόμενο στιγμιότυπο. Αρχικά συμπληρώνει τον τίτλο του project στο τμήμα (1). Ας ονομάσουμε το πιλοτικό project Cars, θεωρώντας ότι έχουμε να κάνουμε με ένα πρόβλημα επιλογής αυτοκινήτου, στο οποίο ένας αριθμός αποφασίζοντων καλείται να εκφράσει τις προτιμήσεις του. Στο δεύτερο τμήμα (2) ο διαχειριστής συμπληρώνει τις διάφορες εναλλακτικές (Alternatives). Ας θεωρήσουμε ότι έχουμε έξι εναλλακτικές, δηλαδή έξι διαφορετικά αυτοκίνητα της ίδιας κατηγορίας για να εκτιμήσουν οι αποφασίζοντες. Στο τρίτο τμήμα (3) ο διαχειριστής συμπληρώνει τα κριτήρια με βάση τα οποία θα αξιολογηθούν οι εναλλακτικές. Ο πίνακας συμπλήρωσης των κριτηρίων περιέχει πέντε στήλες: Title, το όνομα του κριτηρίου, Weight, το βάρος του κριτηρίου, Minimum / Maximum, η ελάχιστη και μέγιστη αντίστοιχα τιμή του κριτηρίου και #Intervals, ο αριθμός των intervals. Τέλος, πατώντας “Submit”, ο διαχειριστής στέλνει τις παραμέτρους στη βάση δεδομένων και έτσι δημιουργείται το project.

Στιγμιότυπο δημιουργίας project:



GDAnalyzer
"Professional Group Decisions Analyzer."

Home Help Contact Us Logout

Create a new project

Project Title

Cars **1**

Alternatives

Alternative 1	Opel Astra
Alternative 2	Toyota Corolla
Alternative 3	Peugeot 307
Alternative 4	Fiat Stilo
Alternative 5	Hyundai Accent
Alternative 6	Seat Leon
Alternative 7	
Alternative 8	
Alternative 9	

Criteria **3**

	Title	Weight	Minimum	Maximum	#Intervals
Criterion 1	Horsepower	1	10	40	4
Criterion 2	Quality	1	2	10	5
Criterion 3	Design	1	2	30	5
Criterion 4	Comfort	1	1	5	3
Criterion 5	Support	1	2	6	3
Criterion 6	Price	1	50	10	5
Criterion 7					
Criterion 8					
Criterion 9					

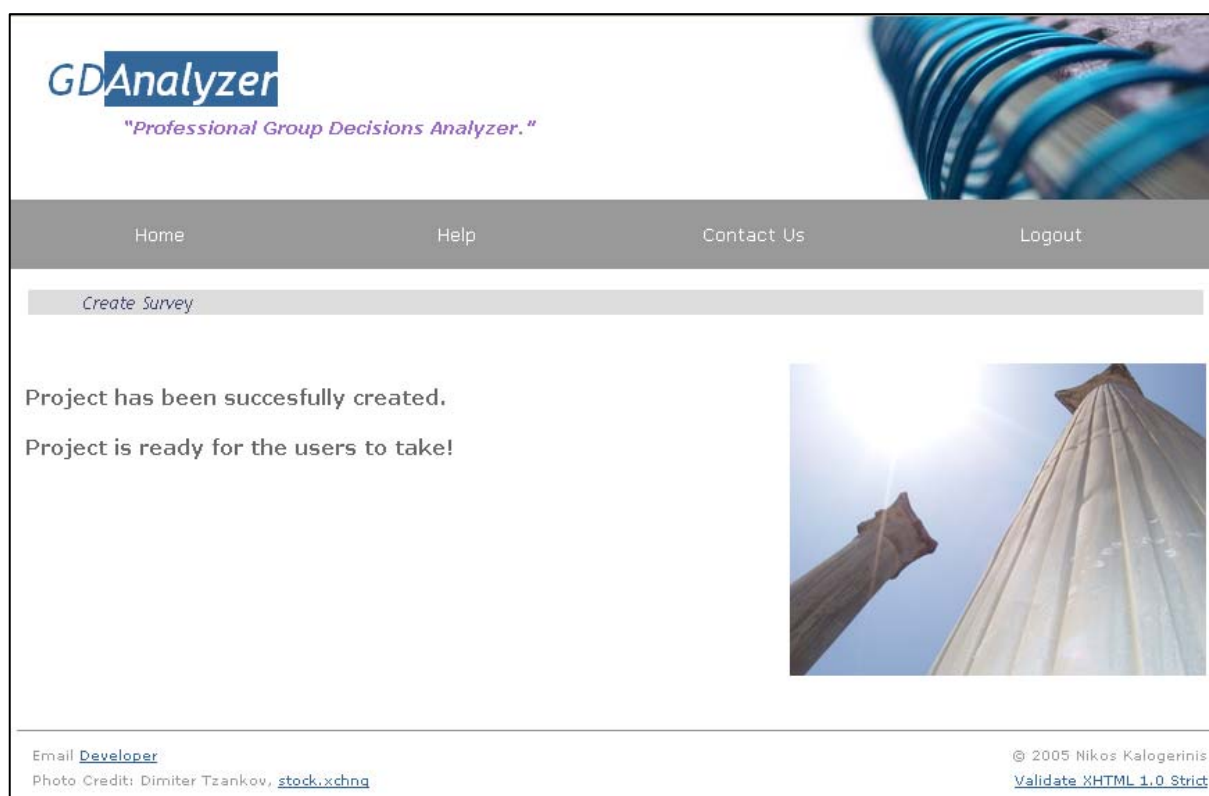
Submit Reset

Email [Developer](#)
Photo Credit: [Dimitar Tzankov](#), [stock.xchng](#)

© 2005 Nikos Kalogerinis
[Validate XHTML 1.0 Strict](#)

Μόλις το project δημιουργηθεί με επιτυχία και εισαχθεί στη βάση δεδομένων, το σύστημα ενημερώνει το διαχειριστή. Το project είναι πλέον έτοιμο και από το σημείο αυτό και έπειτα οι χρήστες μπορούν να το επιλέξουν και να αρχίσουν να εκφράζουν τις προτιμήσεις τους.

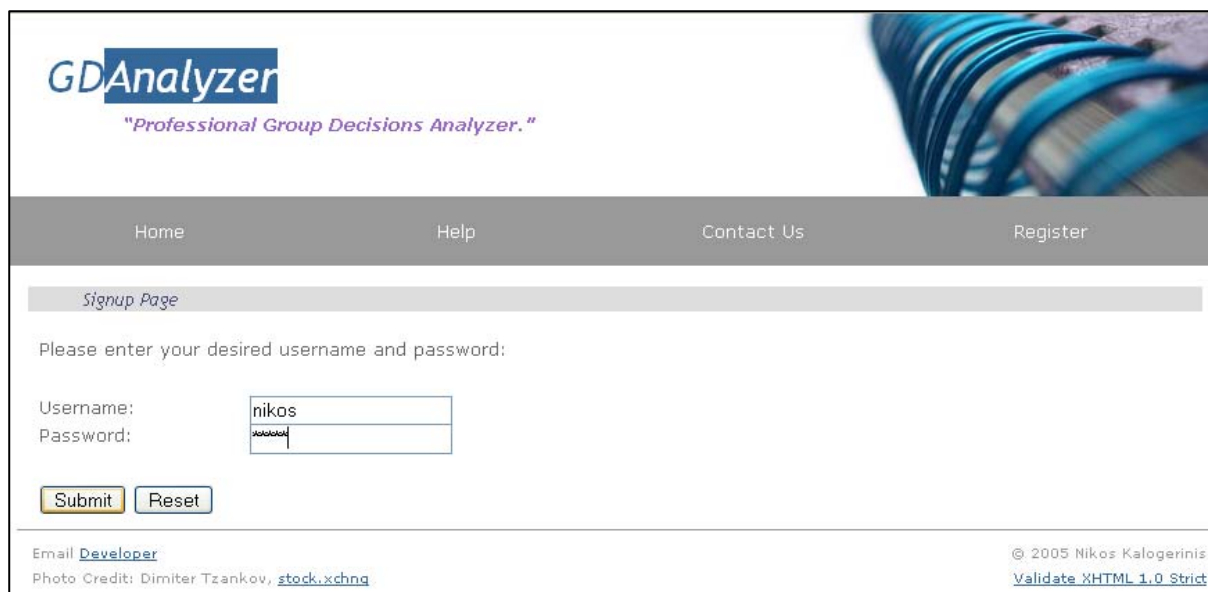
Επιτυχής δημιουργία project:



5.3 Εγγραφή ενός χρήστη και διεκπεραίωση ενός project

Το σύστημα ακόμα όπως έχουμε ήδη αναφέρει δεν έχει χρήστες (αποφασίζοντες). Έστω ότι ένας χρήστης αποφασίζει να χρησιμοποιήσει το σύστημα και να συμμετάσχει στο project "Cars" που ο διαχειριστής κατασκεύασε προηγουμένως. Το πρώτο πράγμα που θα πρέπει να κάνει είναι να ανοίξει ένα λογαριασμό στο σύστημα GDAnalyzer ώστε να μπορέσει κατόπιν να αρχίζει να το χρησιμοποιεί. Για το λόγο αυτό επιλέγει "Register". Στην σελίδα που εμφανίζεται επιλέγει το όνομα χρήστη που επιθυμεί και ένα password.

Εάν ο λογαριασμός δημιουργηθεί με επιτυχία, τότε ο χρήστης οδηγείται στην αρχική οθόνη όπου του ζητείται να βάλει στο σύστημα τα στοιχεία αναγνώρισης που μόλις εισήγαγε στη βάση. Κάνει λοιπόν login και οδηγείται στην Welcome Page, όπου βλέπει μια λίστα με τα διαθέσιμα projects. Την παρούσα χρονική στιγμή, υπάρχει μόνο ένα project, το "Cars" που ο διαχειριστής δημιούργησε όπως είδαμε προηγουμένως. Ο χρήστης νίκος αποφασίζει να συμμετάσχει στο συγκεκριμένο project και γι' αυτό λοιπόν το επιλέγει.

Στιγμιότυπο εγγραφής χρήστη

GDAnalyzer
"Professional Group Decisions Analyzer."

Home Help Contact Us Register

Signup Page

Please enter your desired username and password:

Username:

Password:

Email [Developer](#) © 2005 Nikos Kalogerinis
Photo Credit: Dimitar Tzankov, [stock.xchng](#) [Validate XHTML 1.0 Strict](#)

Στιγμιότυπο Welcome Page χρήστη:

GDAnalyzer
"Professional Group Decisions Analyzer."

Home Help Contact Us Logout

Welcome Page

Welcome, nikos.

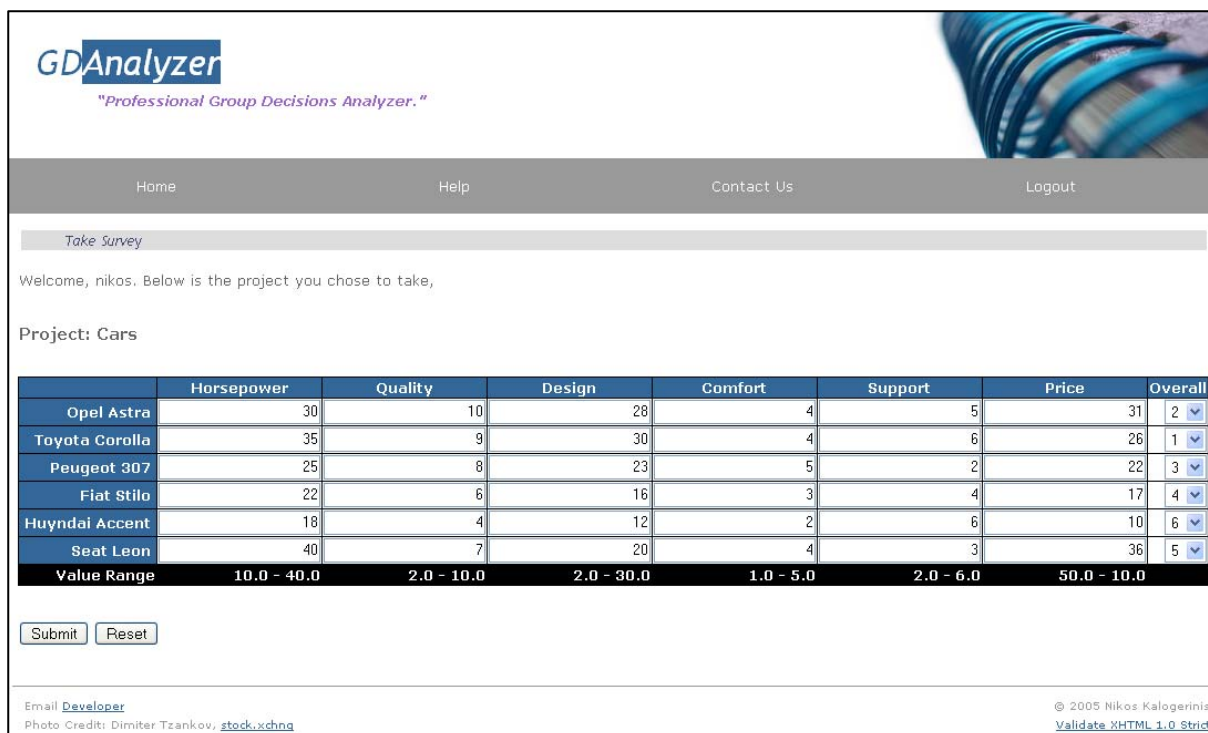
Below is a list of available projects, pick a project to participate:

1. [Cars](#)

Email [Developer](#) © 2005 Nikos Kalogerinis
Photo Credit: Dimitar Tzankov, [stock.xchng](#) [Validate XHTML 1.0 Strict](#)

Μόλις ο χρήστης επιλέξει το project "Cars", το σύστημα τον προτρέπει να συμπληρώσει τη φόρμα αξιολόγησης των εναλλακτικών με βάση τα δεδομένα κριτήρια. Κάτω από τη φόρμα συμβουλευεται το εύρος τιμών των κριτηρίων. Μόλις ολοκληρώσει την αξιολόγησή του, πατάει "Submit" και οδηγείται στη σελίδα παρουσίασης των αποτελεσμάτων ατομικής και συνολικής εκτίμησης.

Στιγμιότυπο συμπλήρωσης φόρμας εκτίμησης εναλλακτικών:



GDAnalyzer
"Professional Group Decisions Analyzer."

Home Help Contact Us Logout

[Take Survey](#)

Welcome, nikos. Below is the project you chose to take,

Project: Cars

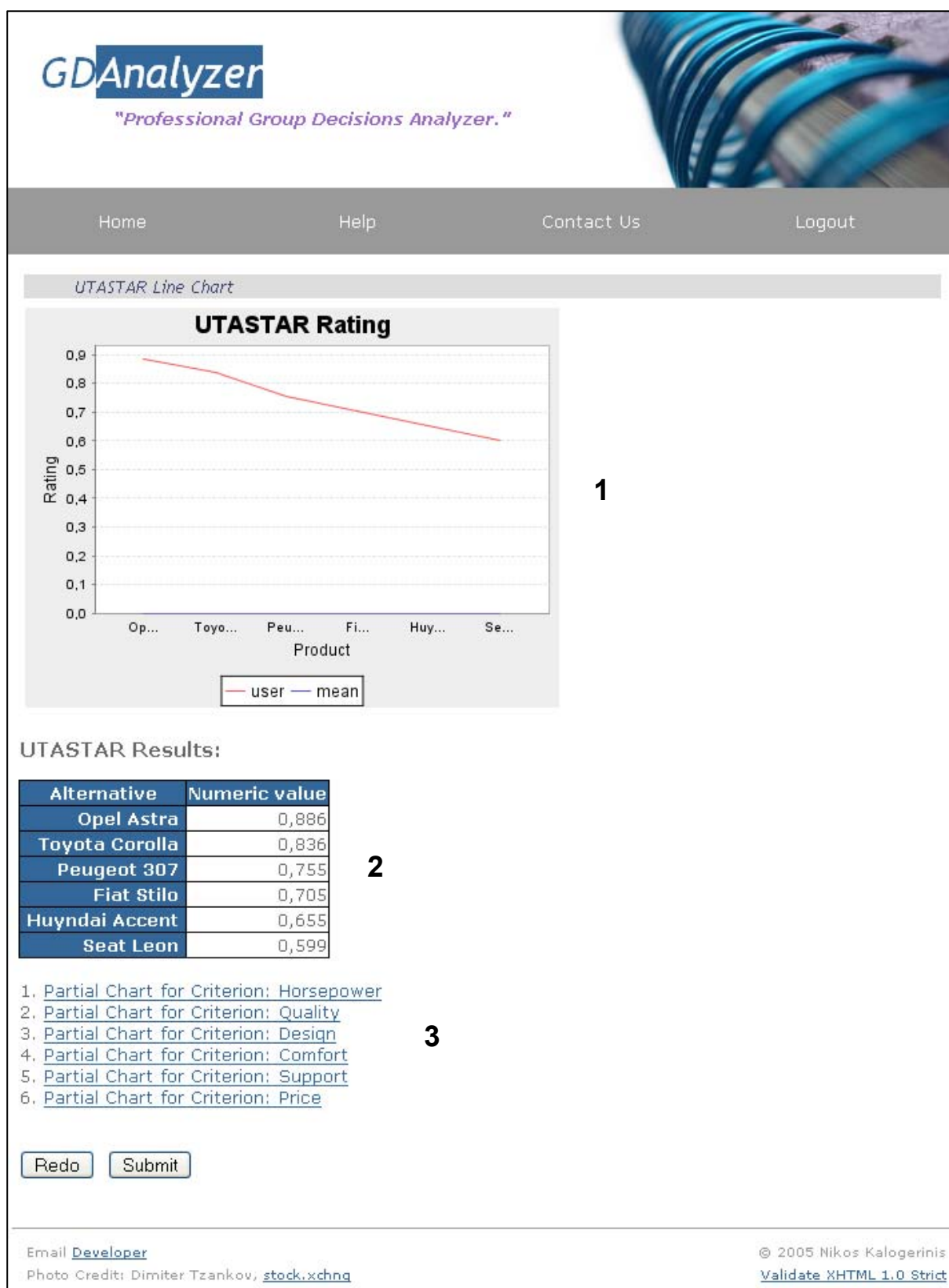
	Horsepower	Quality	Design	Comfort	Support	Price	Overall
Opel Astra	30	10	28	4	5	31	2
Toyota Corolla	35	9	30	4	6	26	1
Peugeot 307	25	8	23	5	2	22	3
Fiat Stilo	22	6	16	3	4	17	4
Huynдай Accent	18	4	12	2	6	10	6
Seat Leon	40	7	20	4	3	36	5
Value Range	10.0 - 40.0	2.0 - 10.0	2.0 - 30.0	1.0 - 5.0	2.0 - 6.0	50.0 - 10.0	

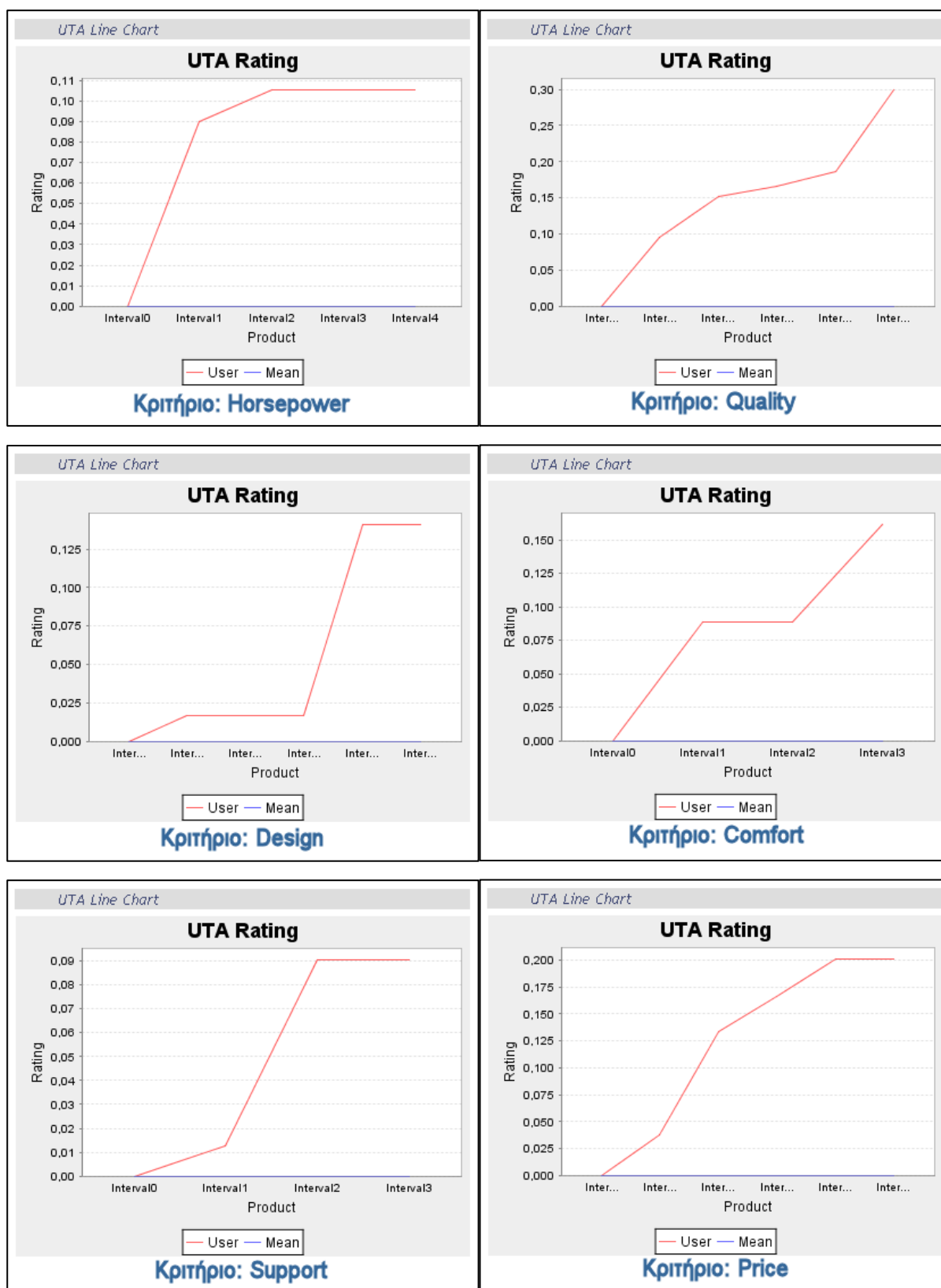
Email [Developer](#)
Photo Credit: [Dimitar Tzankov](#), [stock.xchng](#)

© 2005 Nikos Kalogerinis
[Validate XHTML 1.0 Strict](#)

Η σελίδα συνολικής εκτίμησης χωρίζεται σε τρία μέρη. Στο πρώτο μέρος (1) ο χρήστης βλέπει σε γραφική απεικόνιση τις ολικές χρησιμότητες των εναλλακτικών όπως προέκυψαν από τη UTASTAR. Η γραφική παράσταση απεικονίζει τόσο τις ατομικές ολικές χρησιμότητες (κόκκινη γραμμή) όσο και το μέσο όρο χρησιμότητων της ομάδας των αποφασιζόντων (μπλε γραμμή, είναι μηδέν καθώς δεν έχουν υποβληθεί αποτελέσματα ακόμα στη βάση δεδομένων). Στο δεύτερο μέρος, ο χρήστης βλέπει τα αποτελέσματα της UTASTAR και με τις αριθμητικές τους τιμές ώστε να γνωρίζει με ακρίβεια την εκτίμησή του. Τέλος στο τρίτο μέρος (3) εμφανίζεται μια σειρά από συνδέσμους, τόσοι όσα και τα κριτήρια αξιολόγησης των εναλλακτικών. Πατώντας πάνω σε κάποιο σύνδεσμο, ένα pop-up παράθυρο εμφανίζει την μερική χρησιμότητα του συγκεκριμένου κριτηρίου, όπως φαίνεται στην μεθεπόμενη σελίδα.

Στιγμιότυπο παρουσίασης αποτελεσμάτων:



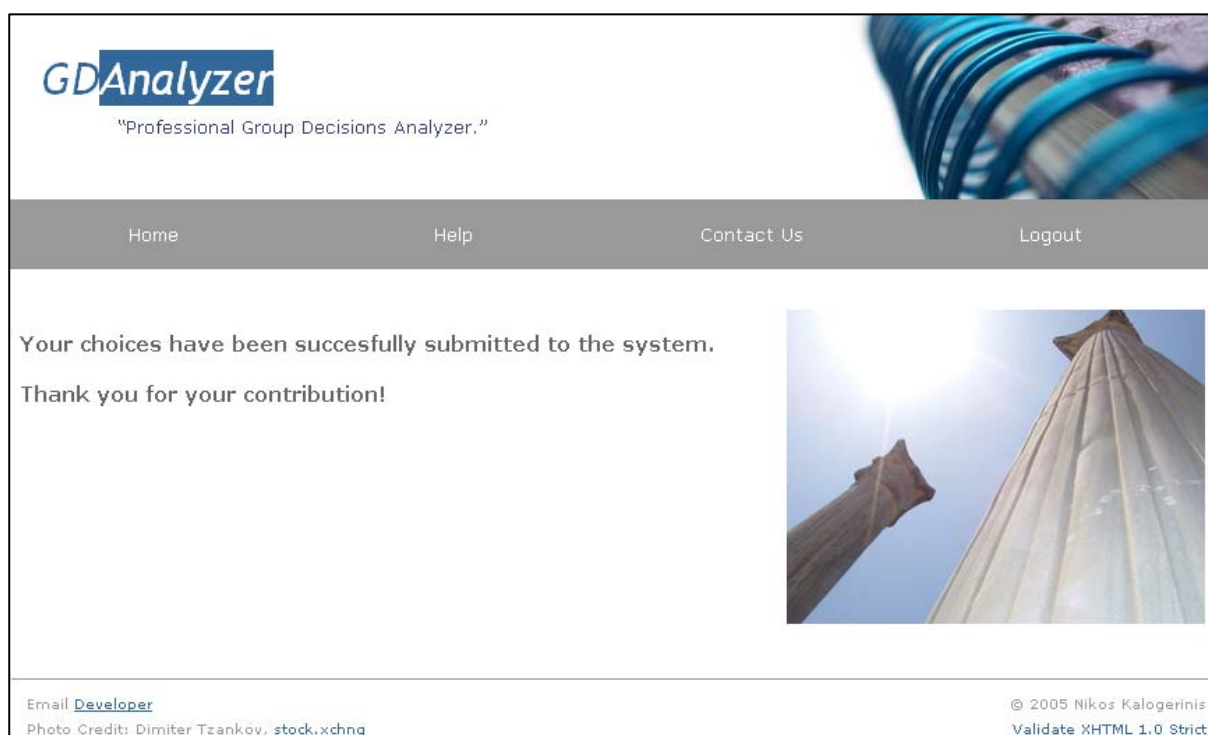


Σημειώνουμε εδώ πως τίποτα δεν έχει υποβληθεί ακόμα στη βάση. Ο μέσος όρος τόσο των ολικών χρησιμότητων όσο και των μερικών είναι μηδέν. Αυτό γιατί στο σημείο αυτό δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη να εκτιμήσει τις επιλογές του και να

επιστρέψει στην προηγούμενη σελίδα και να αλλάξει κάποια παράμετρο που πιστεύει ότι αξιολόγησε λάθος. Αυτό θα το επιτύχει πατώντας το κουμπί “Redo”. Εάν πάλι είναι ικανοποιημένος με τις προτιμήσεις του, πατώντας “Submit”, τότε τα αποτελέσματα εισέρχονται στη βάση δεδομένων και διαμορφώνουν το μέσο όρο.

Εάν ο χρήστης είναι ικανοποιημένος με τα αποτελέσματα των εκτιμήσεών του, πατώντας το κουμπί “Submit” εισάγει τις εκτιμήσεις του και ενημερώνει τη βάση δεδομένων.

Στιγμιότυπο επιτυχούς εισαγωγής προτιμήσεων:



Ένας δεύτερος χρήστης αποφασίζει και αυτός με τη σειρά του να συμμετάσχει στο project. Ακολουθεί την ίδια διαδικασία δημιουργίας λογαριασμού και επιλέγει το ίδιο project ώστε να εισάγει και αυτός τις προσωπικές του εκτιμήσεις.

Ο χρήστης τώρα έχει σαν αναφορά το μέσο όρο των εκτιμήσεων που έχουν προέλθει από τον προηγούμενο χρήστη, συνεπώς σε κάθε γραφική παράσταση βλέπει δύο γραφήματα, το ατομικό και το συνολικό. Με βάση αυτά, έχει πλέον τη δυνατότητα να συγκρίνει τις προτιμήσεις του με το σύνολο και να τις επανεκτιμήσει ώστε να επιτύχει σύγκλιση με τους υπολοίπους στην λήψη απόφασης.

Στιγμιότυπο εισαγωγής προτιμήσεων από δεύτερο χρήστη:

GDAnalyzer
"Professional Group Decisions Analyzer."

Home Help Contact Us Logout

Take Survey

Welcome, drizzt. Below is the project you chose to take,

Project: Cars

	Horsepower	Quality	Design	Comfort	Support	Price	Overall
Opel Astra	22	5	19	2	3	19	6
Toyota Corolla	20	6	16	2	6	21	5
Peugeot 307	29	8	20	4	4	26	4
Fiat Stilo	38	9	26	4	6	38	3
Hyundai Accent	35	8	22	5	6	49	1
Seat Leon	40	10	30	5	5	46	2
Value Range	10.0 - 40.0	2.0 - 10.0	2.0 - 30.0	1.0 - 5.0	2.0 - 6.0	50.0 - 10.0	

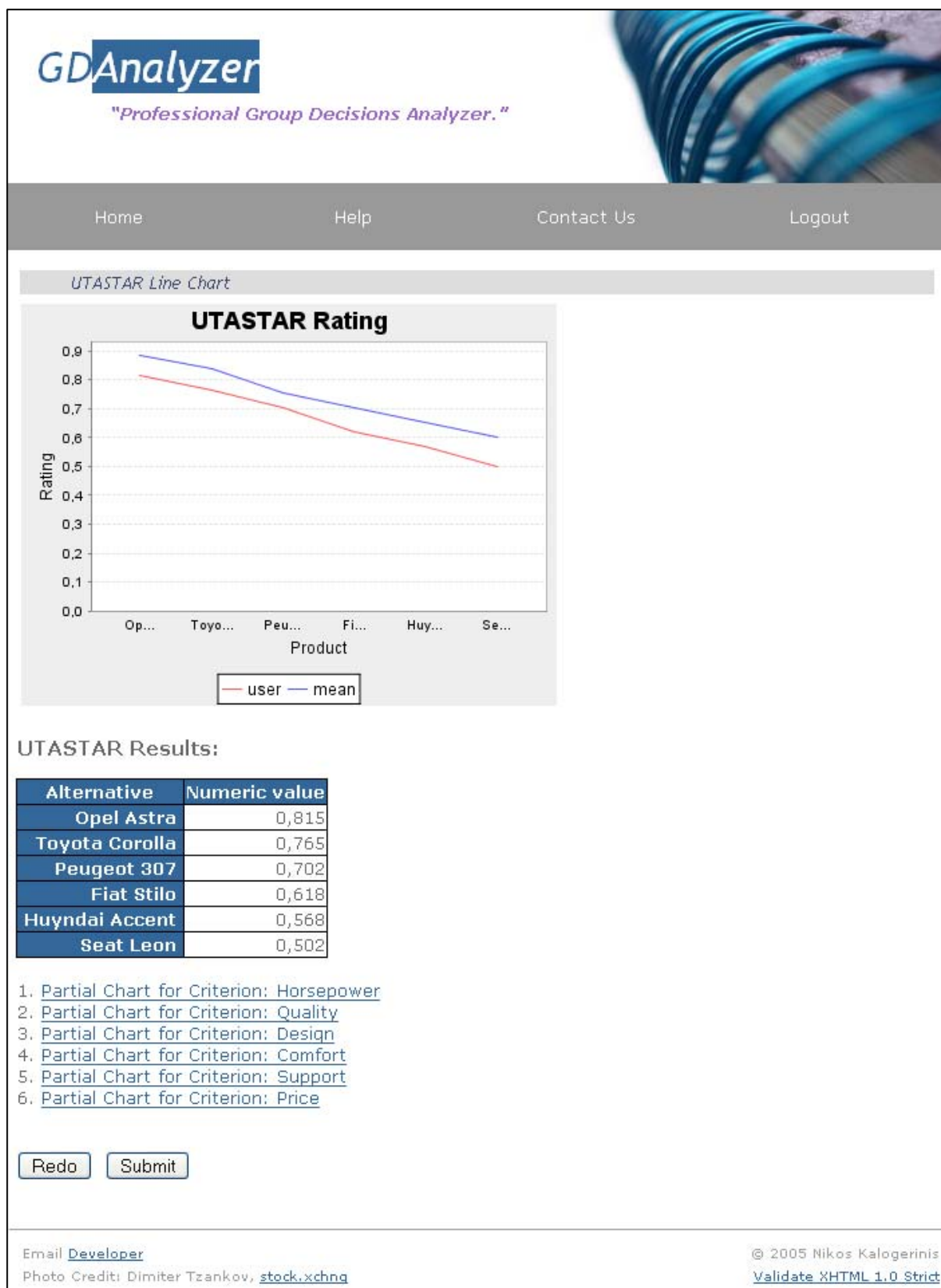
Submit Reset

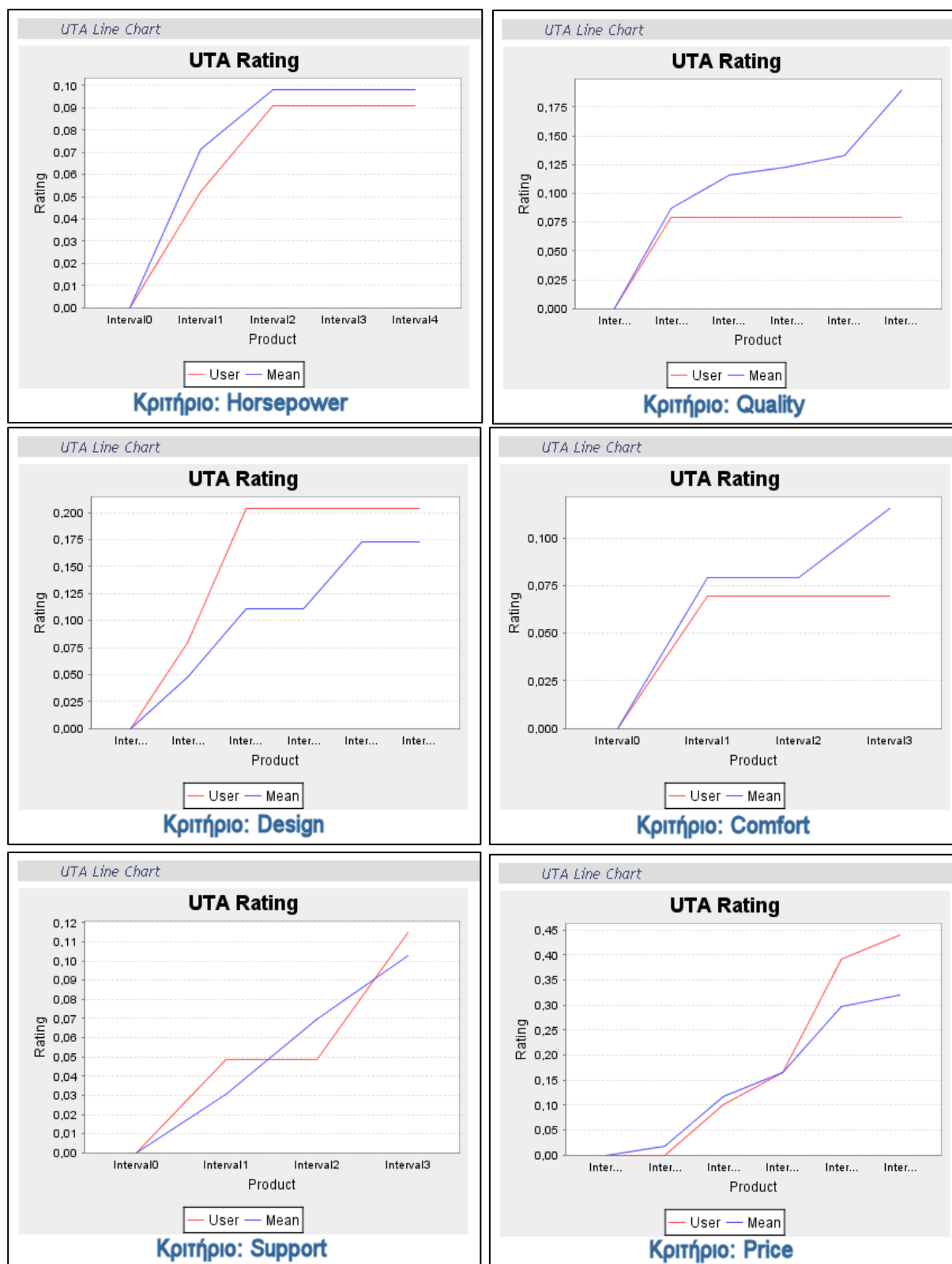
Email [Developer](#)
Photo Credit: [Dimitar Tzankov](#), [stock.xchng](#)

© 2005 Nikos Kalogerinis
[Validate XHTML 1.0 Strict](#)

Όπως φαίνεται και στο επόμενο στιγμιότυπο εμφάνισης αποτελεσμάτων, εμφανίζεται πλέον η μπλε γραμμή που υποδηλώνει το μέσο όρο των ολικών χρησιμοτήτων των υπολοίπων χρηστών. Το ίδιο ισχύει και στα διαγράμματα μερικών χρησιμοτήτων. Όπως και πριν, πατώντας “Redo” ο χρήστης επανεξετάζει τις προτιμήσεις του ενώ πατώντας “Submit”, τις υποβάλλει στη βάση δεδομένων.

Στιγμιότυπο προβολής αποτελεσμάτων δεύτερου χρήστη:



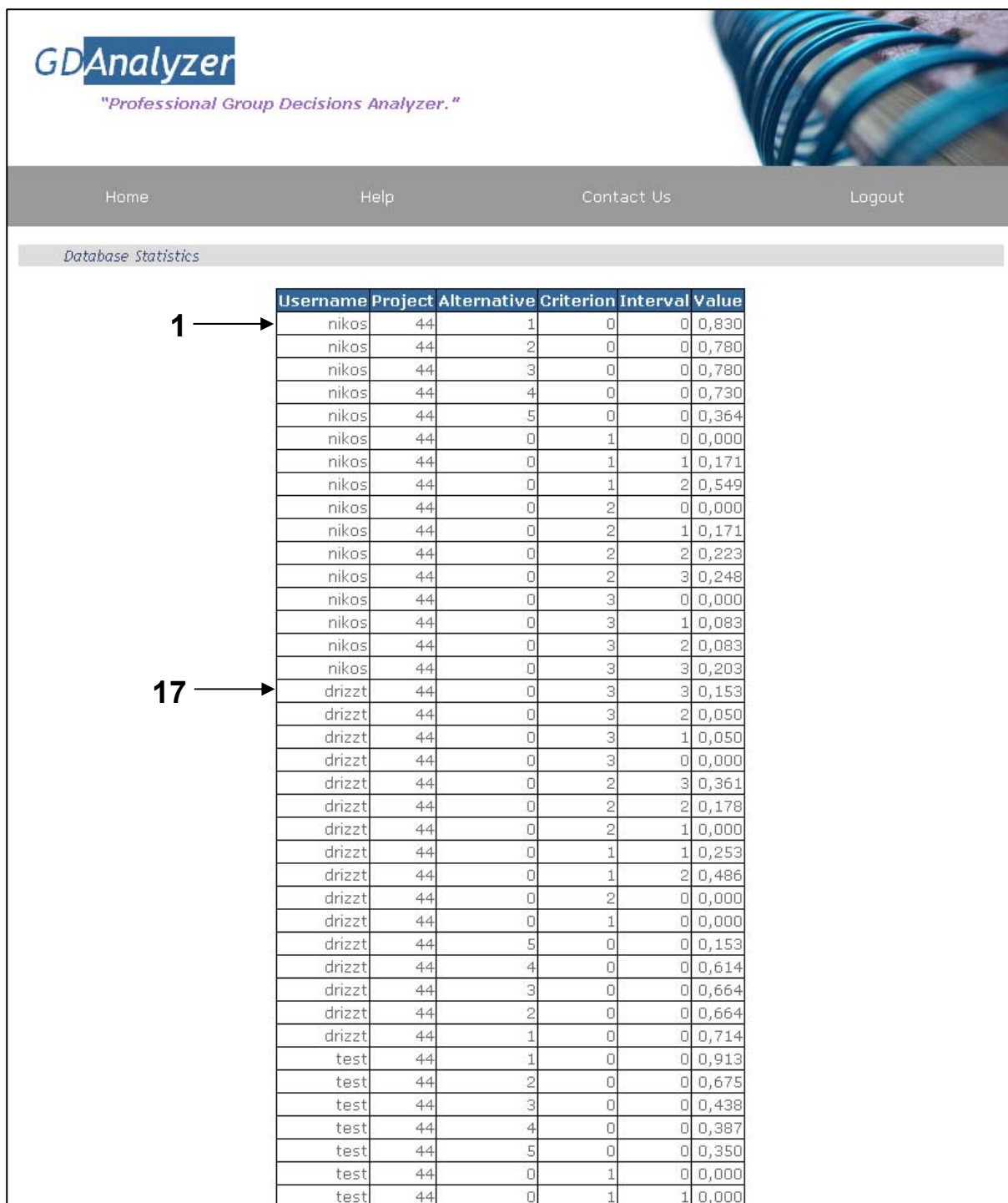


5.4 Προβολή Στατιστικών Βάσης Δεδομένων

Μια ακόμη δυνατότητα που έχει ο διαχειριστής του GDAnalyzer είναι η προβολή των δεδομένων που έχει η βάση δεδομένων συνολικά. Πιο συγκεκριμένα, ο

διαχειριστής έχει την επιλογή να δει οτιδήποτε περιέχει η βάση δεδομένων όσον αφορά τα projects και αυτό να το κάνει απομακρυσμένα, δηλαδή χωρίς να έχει πρόσβαση στον υπολογιστή που συντηρεί τη βάση και επίσης σε μορφή HTML πίνακα, ώστε πιθανόν να μπορεί να τροφοδοτήσει με αυτά τα δεδομένα άλλη ανεξάρτητη εφαρμογή.

Στιγμιότυπο προβολής στοιχείων βάσης δεδομένων:



Username	Project	Alternative	Criterion	Interval	Value
nikos	44	1	0	0	0,830
nikos	44	2	0	0	0,780
nikos	44	3	0	0	0,780
nikos	44	4	0	0	0,730
nikos	44	5	0	0	0,364
nikos	44	0	1	0	0,000
nikos	44	0	1	1	0,171
nikos	44	0	1	2	0,549
nikos	44	0	2	0	0,000
nikos	44	0	2	1	0,171
nikos	44	0	2	2	0,223
nikos	44	0	2	3	0,248
nikos	44	0	3	0	0,000
nikos	44	0	3	1	0,083
nikos	44	0	3	2	0,083
nikos	44	0	3	3	0,203
drizzt	44	0	3	3	0,153
drizzt	44	0	3	2	0,050
drizzt	44	0	3	1	0,050
drizzt	44	0	3	0	0,000
drizzt	44	0	2	3	0,361
drizzt	44	0	2	2	0,178
drizzt	44	0	2	1	0,000
drizzt	44	0	1	1	0,253
drizzt	44	0	1	2	0,486
drizzt	44	0	2	0	0,000
drizzt	44	0	1	0	0,000
drizzt	44	5	0	0	0,153
drizzt	44	4	0	0	0,614
drizzt	44	3	0	0	0,664
drizzt	44	2	0	0	0,664
drizzt	44	1	0	0	0,714
test	44	1	0	0	0,913
test	44	2	0	0	0,675
test	44	3	0	0	0,438
test	44	4	0	0	0,387
test	44	5	0	0	0,350
test	44	0	1	0	0,000
test	44	0	1	1	0,000

Η επιλογή Database Statistics εμφανίζει έναν HTML πίνακα με έξι στήλες, όπως δείχνει το παραπάνω στιγμιότυπο. Η πρώτη στήλη εμφανίζει το username του αποφασίζοντα. Η στήλη Project εμφανίζει τον κωδικό (αύξοντα αριθμό) που υποδηλώνει τη βάση δεδομένων που βρίσκεται υποθηκευμένο. Η στήλη Alternative δηλώνει τον αριθμό της εναλλακτικής, όταν πρόκειται για εναλλακτική, ενώ η στήλη Criterion και Interval τον αριθμό του κριτηρίου και την τιμή για συγκεκριμένο interval, όταν πρόκειται για κριτήριο. Τέλος το value υποδηλώνει την αριθμητική τιμή της χρησιμότητας του κριτηρίου ή της εναλλακτικής.

Για παράδειγμα, η πρώτη γραμμή στο στιγμιότυπο μας αναφέρει ότι ο χρήστης nikos, για το project με κωδικό 44, για την πρώτη εναλλακτική, η ολική χρησιμότητα του είναι 0,830. Αντίστοιχα, η γραμμή 17, υποδηλώνει ότι ο χρήστης drizzt, για το project με κωδικό 44, για το τρίτο κριτήριο και για το τρίτο Interval αυτού του κριτηρίου, η μερική χρησιμότητα είναι 0,153. Με αυτό τον τρόπο «διαβάζεται» ο πίνακας αποτελεσμάτων της βάσης δεδομένων και φυσικά μπορούν να εξαχθούν ανά πάσα στιγμή οποιαδήποτε στατιστικά στοιχεία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6°

Αποτελέσματα, Συμπεράσματα και Μελλοντικές Επεκτάσεις

Έχοντας παρουσιάσει το σύστημα GDAnalyzer που αποτέλεσε το επίκεντρο της έρευνάς μας, συνοψίζουμε στο κεφάλαιο αυτό τα αποτελέσματα της έρευνάς μας, και παρουσιάζουμε τα συμπεράσματα που προέκυψαν από αυτήν καθώς και δυνατές μελλοντικές επεκτάσεις του συστήματος.

6.1 Αποτελέσματα της έρευνας

Στα πλαίσια της έρευνάς μας δημιουργήσαμε ένα web-based πολυκριτήριο σύστημα υποστήριξης λήψης ομαδικών αποφάσεων, κινούμενοι σε δύο βασικούς άξονες, την απομακρυσμένη πρόσβαση και την φιλικότητα προς το χρήστη. Απώτερος σκοπός μας ήταν να ερευνήσουμε κατά πόσο αρμονικά μπορούν να συζευχθούν οι νέες τεχνολογίες ανάπτυξης εφαρμογών στο διαδίκτυο με τα καθιερωμένα πολυκριτήρια συστήματα λήψης αποφάσεων.

Σαν αποτέλεσμα λοιπόν καταφέραμε με επιτυχία να συνδυάσουμε αυτές τις δύο περιοχές, αποτελεσματικά, με τρόπο ώστε να προκύψει ένα σύστημα που κάλλιστα θα μπορούσε με μικρές βελτιώσεις να χρησιμοποιηθεί σαν εμπορική εφαρμογή υποστήριξης λήψης αποφάσεων. Το GDAnalyzer είναι κατασκευασμένο με τέτοιο τρόπο ώστε να εξασφαλίζει την απομακρυσμένη συμμετοχή των αποφασιζόντων σε ένα survey. Η χρήση ειδικών υποσυστημάτων γραφικής αναπαράστασης καθώς και ο λειτουργικός σχεδιασμός του interface του συστήματος, καθιστά εύκολη τη χρήση του από έναν χρήστη που έχει ελάχιστη επαφή με web-based εφαρμογές και υπολογιστές γενικότερα.

Το σύστημα GDAnalyzer χρησιμοποιεί όπως είδαμε και στο κεφάλαιο 4 τις πλέον σύγχρονες τεχνολογίες ανάπτυξης εφαρμογών που υφίστανται σήμερα. Παράλληλα, η υλοποίησή του ακολούθησε μελετημένη και δομημένη διαδικασία, πράγμα που είχε σαν αποτέλεσμα να έχει στην τελική του μορφή μεγάλο βαθμό επεκτασιμότητας και δυνατότητα ενσωμάτωσης νέων λειτουργιών, εάν κριθεί απαραίτητο στο μέλλον. Ο τρόπος αυτός κατασκευής εξασφαλίζει παράλληλα ότι σε περίπτωση που κριθεί αναγκαία μια αλλαγή σε κάποιο υποσύστημα, αυτή θα γίνει επηρεάζοντας το λιγότερο δυνατό τα υπόλοιπα υποσυστήματα. Αυτό που αξίζει να σημειώσουμε στο σημείο αυτό είναι ότι παρόλο που ο σχεδιασμός του είναι πολυσύνθετος, το user interface «κρύβει» την πολυπλοκότητα αυτή από τον χρήστη, ο οποίος δεν ασχολείται με τις ρουτίνες υπολογισμού και προβολής της πλατφόρμας, παρά μόνο με ότι τον αφορά για την διαδικασία λήψης απόφασης.

6.2 Συμπεράσματα

Μέσα από τη χρήση της πλατφόρμας, προέκυψαν διάφορα συμπεράσματα όσον αφορά την αποτελεσματικότητα σύζευξης των πολυκριτήριων συστημάτων υποστήριξης ομαδικών αποφάσεων με τις νέες τεχνολογίες ανάπτυξης web-based εφαρμογών που αξίζει να αναφέρουμε.

Αρχικά, αυτό που συμπεράναμε είναι ότι η υλοποίηση μέσω υπολογιστή και η γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων διευκολύνει σε πολύ μεγάλο βαθμό την διαδικασία λήψης απόφασης. Όσον αφορά την πρώτη παράμετρο, προέκυψε ότι από πλευράς ευκολίας και κυρίως πρακτικότητας, είναι πολύ πιο εύκολο για τους αποφασίζοντες να εκφράζουν τις απόψεις τους μέσα από ένα ειδικά σχεδιασμένο περιβάλλον web παρά μέσα από τους καθιερωμένους τρόπους (ερωτηματολόγια, σειρά ερωτήσεων κ.α.). Δεδομένου ότι, όπως αναφέραμε προηγούμενα, η χρήση του GDAnalyzer λόγω του φιλικού προς το χρήστη σχεδιασμού του δεν απαιτεί από τον αποφασίζοντα να έχει εξειδικευμένες γνώσεις χρήσης Η/Υ, θα μπορούσαμε να πούμε με μεγάλη βεβαιότητα ότι η διεκπεραίωση των surveys στο μέλλον θα είναι θέμα αποκλειστικά εφαρμογής web.

Ωστόσο, ο τρόπος απεικόνισης των αποτελεσμάτων όμως, δεν βοηθά τον αποφασίζοντα μόνο στη χρήση της πλατφόρμας, αλλά και στην ίδια τη διαδικασία λήψης απόφασης αυτή καθ' αυτή, πράγμα που είναι και βασικότερο. Προέκυψε ότι είναι σημαντικά πιο σαφής και κατανοητή η γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων σε σχέση με απλή προβολή των αριθμητικών τιμών της μεθοδολογίας. Η άμεση αλλά και κατανοητή αναπαράσταση των εκτιμήσεων του αποφασίζοντα, του επιτρέπει σε πραγματικό χρόνο να μπορεί να δει που κυμαίνονται οι εκτιμήσεις του σε σχέση με τις εκτιμήσεις του συνόλου, να επανεξετάσει τις επιλογές του και να αξιολογήσει ξανά τις εναλλακτικές, ώστε να επιτευχθεί σύγκλιση απόψεων και έτσι να συνεισφέρει στην διαδικασία λήψης απόφασης.

Επίσης, ένα επιπλέον συμπέρασμα που προέκυψε κυρίως από τη μελέτη παρεμφερών συστημάτων είναι ότι, δεδομένης της μορφής και λειτουργικότητας των επιχειρήσεων και οργανισμών στις μέρες μας, η νέα τεχνολογία είναι άρρηκτα δεμένη με τα συστήματα υποστήριξης αποφάσεων. Οι ευκολίες που προσφέρουν οι νέες τεχνολογίες όπως, απομακρυσμένη πρόσβαση, αμεσότητα, ταχύτητα εκτέλεσης, δυνατότητα μοντελοποίησης ακόμα και των πλέον περίπλοκων μοντέλων, επεκτασιμότητα, λειτουργικότητα κ.α., μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι στο μέλλον πολύ δύσκολα θα δούμε σύστημα υποστήριξης αποφάσεων που δεν θα είναι υλοποιημένο με τη χρήση υπολογιστή. Μάλιστα, αν αναλογιστούμε την ταχύτητα με την οποία εξελίσσονται και εμπλουτίζονται οι νέες τεχνολογίες, αναμένουμε στα επόμενα χρόνια εφαρμογές υποστήριξης ομαδικών αποφάσεων με υψηλό επίπεδο

φιλικότητας, καθοδήγησης του χρήστη και βέβαια αποτελεσματικότητας όσον αφορά την απόφαση που πρέπει να ληφθεί.

6.3 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ

Παρόλο που το GDAnalyzer θα μπορούσε να χαρακτηριστεί σαν ένα πλήρες σύστημα υποστήριξης λήψης ομαδικών αποφάσεων, θα μπορούσε να αναπτυχθεί περαιτέρω ώστε να ενσωματώσει επιπλέον λειτουργίες ή να βελτιώσει τις ήδη υπάρχουσες. Άλλωστε, ο απόλυτα δομημένος τρόπος σχεδιασμού του επιτρέπει την επέκταση και την ενσωμάτωση νέων χαρακτηριστικών με μεγάλη ευκολία.

Μια πιθανή μελλοντική επέκταση θα ήταν η υλοποίηση του συστήματος με εναλλακτικές μεθοδολογίες λήψης αποφάσεων, αντί για (ή και σε συνδυασμό με) την UTASTAR. Ο αποφασίζων θα μπορούσε να έχει εκτίμηση με την μεθοδολογία που κάθε φορά έχει επιλέξει ο διαχειριστής, ή με πολλαπλές μεθοδολογίες ταυτόχρονα. Η τελευταία επιλογή παραμένει αμφίβολο βέβαια κατά πόσο θα βοηθούσε το χρήστη στην λήψη απόφασης ή θα του προκαλούσε σύγχυση. Όπως και να έχει, η δυνατότητα δοκιμής εναλλακτικής επιλογής είναι μια πιθανή επέκταση.

Επίσης, θα μπορούσε να ενσωματωθεί μια πιο εκλεπτυσμένη διαδικασία παραγωγής του συγκεντρωτικού αποτελέσματος απ' ότι ο μέσος όρος των ολικών / μερικών χρησιμοτήτων. Μια εναλλακτική μέθοδος, που πιθανόν να λάμβανε υπ' όψη της και την ισχύ απόφασης κάθε αποφασίζοντα, να μπορούσε να επιστρατευθεί για να προκύπτει ο «μέσος όρος» που παρουσιάζεται στο GDAnalyzer. Μια τέτοια επέκταση βέβαια θα μπορούσε να γίνει εάν τεκμηριωμένα η εναλλακτική μέθοδος σύνθεσης των ολικών χρησιμοτήτων είναι πιο αποδοτική από τον αθροιστικό μέσο όρο.

Ακόμη, το σύστημα θα μπορούσε να βελτιωθεί περισσότερο, σε βαθμό που να ενσωματώνει περισσότερη ευφυΐα και ενέργειες προς τους χρήστες. Για παράδειγμα, το σύστημα θα μπορούσε να ενημερώνει το χρήστη όταν οι προτιμήσεις του απέχουν πολύ από το μέσο όρο της υπόλοιπης ομάδας των αποφασιζόντων, να επανεκτιμήσει τις εναλλακτικές. Εάν αυτό δεν γινόταν, τότε θα μπορούσε να αποκλείσει τις εκτιμήσεις του χρήστη από τον υπολογισμό του μέσου όρου. Στο σημείο αυτό, ο σχεδιαστής / αναλυτής του συστήματος θα πρέπει να προσέξει μήπως οι πρωτοβουλίες του συστήματος αποτρέψουν τους αποφασίζοντες από τη μελλοντική χρήση του συστήματος. Ας μην ξεχνάμε ότι δεν θα πρέπει οι αποφασίζοντες να εξαναγκάζονται σε απόφαση αλλά να υποβοηθούνται προς αυτή.

Τέλος θα μπορούσε να μελετηθεί και η χρήση εναλλακτικών μεθόδων συλλογής δεδομένων, πέρα από τον πολυκριτήριο πίνακα, όπως για παράδειγμα ερωτηματολογίων με πολλαπλές ερωτήσεις ή φόρμες εκτίμησης. Επίσης, όπως

αναφέραμε το σύστημα πέρα από GDSS μπορεί να λειτουργήσει και σαν σύστημα ανάλυσης αποφάσεων όταν ο αριθμός των συμμετεχόντων είναι πολύ μεγάλος. Για την περίπτωση αυτή, το σύστημα μπορεί να επεκταθεί ώστε να δέχεται σαν είσοδο όχι μόνο φόρμες εισαγωγής δεδομένων τις οποίες πρέπει να συμπληρώνουν οι χρήστες αλλά αρχεία δεδομένων ειδικά διαμορφωμένα. Η σχεδιαστική δομή του GDAnalyzer επιτρέπει με μεγάλη ευκολία μια τέτοια επέκταση.

6.4 Επίλογος

Στα πλαίσια της έρευνάς μας πάνω σε πολυκριτήριες εφαρμογές υποστήριξης λήψης ομαδικών αποφάσεων, προέκυψε το σύστημα GDAnalyzer, μια ολοκληρωμένη πλατφόρμα ειδικά σχεδιασμένη για απομακρυσμένη συμμετοχή των αποφασίζόντων. Η ανάπτυξη της πλατφόρμας απαίτησε ένα σημαντικό χρονικό διάστημα, καθώς η σχεδιάσή της έχει γίνει με τρόπο που υιοθετείται από web-based εφαρμογές πολύ μεγαλύτερης κλίμακας. Ωστόσο, το τελικό αποτέλεσμα δικαίωσε την προσπάθειά μας, σε τέτοιο βαθμό ώστε αντικειμενικά το GDAnalyzer θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ολοκληρωμένη εμπορική εφαρμογή.

Παράλληλα, θα μπορούσαμε να πούμε ότι το GDAnalyzer αποτελεί μια καινοτόμα πρόταση στο χώρο των πολυκριτήριων εφαρμογών υποστήριξης λήψης ομαδικών αποφάσεων καθώς μέχρι σήμερα, απ' όσο γνωρίζουμε, δεν υπάρχει αντίστοιχη εφαρμογή, με τη συγκεκριμένη μεθοδολογία, η οποία παράλληλα να έχει αναπτυχθεί σε τόσο σύγχρονες τεχνολογίες.

ΤΕΛΟΣ

REFERENCES

- Arrow, K.J., 1963. *Social Choice and Individual Values*, second ed. Wiley, New York.
- Barzilai, J., Lootsma, F.A., 1997. Power relations and group aggregation in the multiplicative AHP and SMART. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis* 6, 155-165.
- Belton, V., 1985. The use of a simple multiple criteria model to assist in selection from a shortlist. *Journal of the Operational Research Society* 36, 265-274.
- Belton, V., Ackermann, F., Shepherd, I., 1997. Integrated support from problem structuring through alternative evaluation using COPE and VISA. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis* 6, 115-130.
- Benayoun, R., De Montgolfier, J., Tergny, J., Larichev, O., 1971. Linear programming with multiple objective functions: Step method (STEM). *Mathematical Programming* 1, 3.
- Bogetoft, P., Pruzan, P., 1991. *Planning with Multiple Criteria. Investigation, Communication, Choice*. North-Holland, Amsterdam.
- Borda, J.C., 1781. *Memoire sur les Elections au scrutin*. Histoire de l'Academie Royale des Sciences, Paris.
- Bostrom, R.P., Watson, R.T., Kinney, S.T. (Eds.), 1992. *Computer Augmented Teamwork: A Guided Tour*. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Brans, J.-P., Mareschal, B., Vincke, Ph., 1984. PROMETHEE: A new family of outranking methods in multi-criteria analysis. In: Brans, J.-P. (Ed.), *Operational Research '84*. North-Holland, Amsterdam, pp. 408-421.
- Bui, T.X., 1987. Co-oP: A group decision support system for cooperative multiple criteria group decision making. *Lecture Notes in Computer Science*, No. 290. Springer, Berlin.
- Bui, T.X., Jarke, M., 1986. Communications design for co-oP: A group decision support system. *ACM Transactions on Office Information Systems* 4 (2), 81-103.
- Carlsson, C., Ehrenberg, D., Eklund, P., Fedrizzi, M., Gustafsson, P., Lindholm, P., Merkurjeva, G., Riisanen, T., Ventre, A.G.S., 1992. Consensus in distributed soft environments. *European Journal of Operational Research* 61, 165-185.
- Choi, H.-A., Suh, E.-H., Suh, C.-K., 1994. Analytic hierarchy process: It can work for group decision support systems. *Computers and Industrial Engineering* 27 (1-4), 167-171.
- Colson, G., Mareschal, B., 1994. JUDGES: A descriptive group decision support system for the ranking of the items. *Decision Support Systems* 12, 391-404.
- Cook, W.D., Kress, M., 1985. Ordinal ranking with intensity of preferences. *Management Science* 31, 26-32.
- Csaki, P., Csiszar, L., Folsz, F., Keller, K., Meszaros, Cs., Rapcsak, T., Turchanyi, P., 1995a. A flexible framework for group decision support WINGDSS Version 3.0. *Annals of Operations Research* 58, 441-453.
- Csaki, P., Rapcsak, T., Turchanyi, P., Vermes, M., 1995b. R and D for group decision aid in Hungary by WINGDSS, a Microsoft Windows based group decision support system. *Decision Support Systems* 14, 205-217.
- Csaki, P., Folsz, F., Rapcsak, T., Sagi, Z., 1998. On tender evaluations. *Journal of Decision Systems* (to appear).
- Davison, R., 1995. A survey, of group support systems: technology and operation, WP 95/02. City University of Hong Kong, Faculty of Business, Department of Information Systems.
- Dennis, A.R., George, J.F., Jessup, L.M., Nunamaker, J.F., Vogel, D., 1988. Information technology to support electronic meetings. *MIS Quarterly* 12 (4), 591-624.
- DeSanctis, G., Gallupe, R.B., 1987. A foundation for the study of group decision support systems. *Management Science* 33, 589-609.
- Dyer, R.F., Forman, E.H., 1992. Group decision support with the analytic hierarchy process. *Decision Support Systems* 8, 99-124.
- Eden, C., 1990. Using cognitive mapping for strategic options development and analysis (SODA). In: Rosenhead, J. (Ed.), *Rational Analysis for a Problematic World*. Wiley, New York.
- Edwards, W., 1977. How to use multiattribute utility measurement for social decision making. *IEEE Transactions on Systems Man and Cybernetics* 7, 326-340.
- Espinasse, B., Pauner, T., 1995. NegociAD: A multi-criteria and multi-agent system for negotiation support. *International Workshop on the Design of Cooperative Systems*, INRIA, Antibes-Juan-les-Pins, France.

- Espinasse, N., Picolet, G., Chouraqui, E., 1997. Negotiation support systems: A multi-criteria and multi-agent approach. *European Journal of Operational Research* 103, 1997.
- Hamalainen, R.P., Salo, A.A., Poysti, K., 1991. Observations about Consensus Seeking in a Multiple Criteria Environment. *Proceedings of the 25th Annual Hawaii International Conference on System Sciences*. IEEE Computer Society Press, Silver Spring, MD.
- Hamalainen, R.P., Kettunen, E., 1994. HIPRE 3+ Group Link. User's Guide. Helsinki University of Technology, Systems Analysis Laboratory.
- Hamalainen, R.P., Leikola, O., 1995. Spontaneous decision conferencing in parliamentary decisions. *Proceedings of the 28th Annual Hawaii International Conference on System Sciences*. IEEE Computer Society Press, Silver Spring, MD.
- Hamalainen, R.P., Poyhonen, M., 1996. On-line group decision support by preference programming in traffic planning. *Group Decision and Negotiation* 5, 485-500.
- Huber, G.P., 1984. Issues in the design of group decision support systems. *MIS Quarterly* 8 (3), 195-204.
- Hwang, C.L., Lin, M.J., 1987. Group decision making under multiple criteria. *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, No. 281. Springer, Berlin.
- Iz, P.H., 1992. Two multiple criteria group decision support systems based on mathematical programming and ranking methods. *European Journal of Operational Research* 61, 245-253.
- Iz, P., Krajewski, L., 1992. Comparative evaluation of three interactive multiobjective programming techniques as group decision support tools. *INFOR* 30 (4), 349-363.
- Iz, P., Gardiner, R.L., 1993. Analysis of multiple criteria decision support systems for cooperative groups. *Group Decision and Negotiation* 2 (1), 61-79.
- Jacquet-Lagrange, E., Siskos, J., 1982. Assessing a set of additive utility functions for multiple criteria decision making: The UTA method. *European Journal of Operational Research* 10 (2), 151-164.
- Jarke, M., 1986. Knowledge sharing and negotiation support in multiperson decision support systems. *Decision Support Systems* 2, 93-102.
- Jarke, M., Jelassi, M.T., Shakun, M.F., 1987. MEDIATOR: Toward a negotiation support system. *European Journal of Operational Research* 31 (3), 314-334.
- Jelassi, M.T., Beauclair, R.A., 1987. An integrated framework for group decision support systems design. *Information and Management* 13 (3), 143-153.
- Jelassi, M.T., Foughi, A., 1989. Negotiation support systems: An overview of design issues and existing software. *Decision Support Systems* 5, 167-181.
- Jelassi, T., Kersten, G., Zionts, S., 1990. An introduction to group decision and negotiation support. In: Carlos, A. Bana e Costa (Ed.), *Readings in Multiple Criteria Decision Aid*. Springer, Berlin.
- Jessup, L.M., Valacich, J.S. (Eds.), 1993. *Group Support Systems. New Perspectives*. Macmillan, New York.
- Keeney, R.L., Raiffa, H., 1991. Structuring and analyzing values for multiple-issues negotiations. In: Peyton Young, H. (Ed.), *Negotiation Analysis*. University of Michigan Press, Ann Arbor, MI.
- Kersten, G.E., 1985. NEGO-group decision support system. *Information and Management* 8 (5), 237-246.
- Kersten, G.E., Szapiro, T., 1985. Generalized approach to modelling negotiations. *European Journal of Operational Research* 26, 124-142.
- Kersten, G.E., 1987. On two roles decision support systems can play in negotiations. *Information Processing and Management* 23 (6), 605-614.
- Kersten, G.E., 1988. A procedure for negotiating efficient and non-efficient compromises. *Decision Support Systems* 4, 167-187.
- Kersten, G.E., Michalowski, W., Matwin, S., Szpakowicz, S., 1988. Rule-based modelling of negotiation strategies. *Theory and Decision* 25, 225-257.
- Kraemer, K.L., King, J.L., 1988. Computer-based systems for cooperative work and group decision making. *ACM Computing Surveys* 20 (2), 115-146.
- Lewandowski, A., 1989. SCDAS-decision support system for group decision making: Decision theoretic framework. *Decision Support Systems* 5, 1989.
- Lootsma, F.A., 1993. Scale sensitivity in the multiplicative AHP and SMART. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis* 2, 87-110.
- Masud, A., Hwang, C.L., 1981. Interactive sequential goal programming. *Journal of Operational Research Society* 32, 5.

- Matsatsinis, N.F., Samaras, A.P., 1997. Aggregation and disaggregation of preferences for consensus seeking in group decisions. Paper presented at the 46th Meeting of the European Working Group "Multicriteria Aid for Decisions", Bastia, France, 23-25 October.
- Matwin, S., Szpakowicz, S., Koperczac, Z., Kersten, G.E., Michalowski, W., 1989. NEGOPLAN: An expert system shell for negotiation support. *IEEE Expert* 4 (4), 50-62.
- Miettinen, K., Salminen, P., Hokkanen, J., 1997. Acceptability analysis for multicriteria problems with multiple decisionmakers. Report 2/1997, University of Jyväskylä, Department of Mathematics, Laboratory of Scientific Computing.
- Jyväskylä. Ngwenyama, O.K., Bryson, N., Mobolurin, A., 1996. Supporting facilitation in group support systems: Techniques for analyzing consensus relevant data. *Decision Support Systems* 16, 155-168.
- Noori, H., 1995. The design of an integrated group decision support system for technology assessment. *R&D Management* 25 (3), 309-322.
- Nunamaker, J.F., Dennis, A.R., Valacich, J.S., Vogel, D.R., George, J.F., 1991. Electronic meeting systems to support group work. *Communications of the ACM* 34 (7), 40-60.
- Quaddus, M.A., Atkinson, D.J., Levy, M., 1992. An application of decision conferencing to strategic planning for a voluntary organization. *Interfaces* 22 (6), 61-71.
- Rangaswamy, A., Shell, G.R., 1997. Using computers to realize joint gains in negotiations: Toward an electronic bargaining table. *Management Science* 43, 8.
- Roy, B., 1968. Classement et choix en presence de points de vue multiple (La methode ELECTRE). *RIRO* 8, 57-75.
- Roy, B., 1978. ELECTRE III: Un algorithme de classement fonde sur une representation floue en presence de criteres multiples. *Cahiers du CERO* 20 (1), 3-24.
- Roy, B., 1996. Multicriteria methodology for decision aiding. *Nonconvex Optimization and Its Applications*, vol. 12. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.
- Saaty, T., 1980. *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw Hill, New York.
- Salo, A.A., 1995. Interactive decision aiding for group decision support. *European Journal of Operational Research* 84, 134-149.
- Sen, A.K., 1970. *Collective Choice and Social Welfare*. Holden-Day, San Francisco, CA.
- Shakun, M.F. (Ed.), 1988. *Evolutionary systems design. Policymaking Under Complexity and Group Decision Support Systems*. Holden-Day, San Francisco, CA.
- Shakun, M.F., 1990. Group decision and negotiation support in evolving, nonshared information contexts. *Theory and Decision* 28, 275-288.
- Shakun, M.F., 1991. Airline buyout: Evolutionary systems design and problem restructuring in group decision and negotiation. *Management Science* 37 (10), 1291-1303.
- Siskos, Y., Yannakopoulos, D., 1985. UTASTAR: An ordinal regression method for building additive value functions. *Investigacao Operacional* 5 (1), 39-53.
- Siskos, Y., Grigoroudis, E., Zopounidis, C., Saurais, O., 1998. Measuring customer satisfaction using a collective preference disaggregation Model. *Journal of Global Optimization* 12, 175-195.
- Stanulov, N., 1994. Expert knowledge and computer-aided group decision making: Some pragmatic reflections. *Annals of Operations Research* 51, 141-162.
- Stanoulov, N., 1995. A parsimonious outranking method for individual and group decisionmaking and its computerized support. *IEEE Transactions on Systems Man and Cybernetics* 25 (2), 266-276.
- Steuer, R.G., Choo, E.U., 1983. An interactive weighted tchebychef procedure for multiple objective programming. *Mathematical Programming* 26, 326-344.
- Sycara, K.P., 1990. Negotiation planning: An AI approach. *European Journal of Operational Research* 46, 216-234.
- Sycara, K.P., 1991. Problem restructuring in negotiation. *Management Science* 37 (10), 1248-1268.
- Teich, J.E., Wallenius, H., Kuula, M., Zionts, S., 1995. A decision support approach for negotiation with an application to agricultural income policy negotiations. *European Journal of Operational Research* 81, 76-87.
- Teng, J.T.C., Ramamurthy, K., 1993. Group decision support systems: Clarifying the concept and establishing a functional taxonomy. *INFOR* 31 (3), 166-185.
- Tietz, R., Barbos, O.J., 1983. Balancing of aspiration levels as fairness principle in negotiations. In: Tietz, R. (Ed.), *Aspiration Levels in Bargaining and Economic Decision Making*. Springer, Berlin.

- Turban, E., 1988. Decision Support Systems and Expert Systems: Managerial Perspectives. Macmillan, New York.
- Vari, A., Vescenyi, J., 1992. Experiences with decision conferencing in Hungary. *Interfaces* 22 (6), 72-83.
- Vetchera, R., 1991. Integrating databases and preference evaluations in group decision support - A feedback-oriented approach. *Decision Support Systems* 7, 67-77.
- Vetchera, R., 1994. GDSS-X: An experimental group decision support system for program planning. In: Climaco, J. (Ed.), *Multicriteria Analysis, Proceedings of the XIth International Conference on MCDM*, 1-6 August 1994, Coimbra, Portugal, Springer, Berlin.
- Watabe, K., Holsapple, C.W., Whinston, A.B., 1992. Coordinator support in a Nemawashi decision process. *Decision Support Systems* 8, 85-98.
- Wierzbicki, A.P., 1982. A mathematical basis for satisfying decision making. *Mathematical Modelling* 3, 391-405.
- Wierzbicki, A.P., 1986. On the completeness and constructiveness of parametric characterizations of vector optimization problems. *OR-Spectrum* 8, 73-87.
- Wong, S.T.C., 1994. Preference-based decision making for cooperative knowledge-based systems. *ACM Transactions on Information Systems* 12 (4), 407-435.
- Apache Tomcat Servlet Container, <http://tomcat.apache.org>, The Apache Software Foundation, © 1999-2005.
- Velocity, a Java™-based Template Engine, under the Apache Jakarta Project, <http://jakarta.apache.org/velocity/index.html>, The Apache Software Foundation, © 1999-2005.
- Struts, an MVC Application Framework, <http://struts.apache.org>, The Apache Software Foundation, © 1999-2005.
- Hibernate, a powerful, high performance object/relational persistence and query service, <http://www.hibernate.org>, 2002-2005 © JBoss Inc.
- Java™, a platform-independent, object-oriented programming language, <http://java.sun.com>, © 1994-2006 Sun Microsystems, Inc.
- J2EE (Java 2 Enterprise Environment), <http://java.sun.com/javaee/index.jsp>, © 1994-2006 Sun Microsystems, Inc.
- JSP, JavaServerPages, under the J2EE (Java 2 Enterprise Environment Technology Framework, <http://java.sun.com/products/jsp>, © 1994-2006 Sun Microsystems, Inc.
- MySQL, a popular open source database, <http://www.mysql.com>, © 1995-2006 MySQL AB.
- LINDO API (Application Program Interface), a Solver Engine for Custom Applications, <http://www.lindo.com/> © 2005 LINDO Systems, Inc.