



## Πανεπιστήμιο Πειραιώς – Τμήμα Πληροφορικής

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

«Πληροφορική»

### Μεταπτυχιακή Διατριβή

Τίτλος Διατριβής	<b>Ανάπτυξη διαδικτυακής εφαρμογής αξιολόγησης και κατάταξης προσφορών προμηθευτών σε οργανισμό παραγωγής και εμπορίας καταναλωτικών προϊόντων.</b>
Όνοματεπώνυμο Φοιτητή	<b>Πάυλος Συμπεράς</b>
Πατρώνυμο	<b>Ιωσήφ-Φραγκίσκος</b>
Αριθμός Μητρώου	<b>ΜΠΠΛ/08035</b>
Επιβλέπων	<b>Δημήτριος Αποστόλου, Επίκουρος Καθηγητής</b>

Ημερομηνία Παράδοσης

**Οκτώβριος 2012**

---

---

**Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή**

Δημήτριος Αποστόλου  
Επίκουρος Καθηγητής

Δημήτριος Δεσπότης  
Καθηγητής

Κωνσταντίνος Μεταξιώτης  
Επίκουρος Καθηγητής

## Ευχαριστίες

Η επιστήμη της Πληροφορικής και των Νέων Τεχνολογιών γενικότερα ήταν κάτι που με γοήτευε από όταν ήμουν ακόμη παιδί. Θυμάμαι ότι ο πρώτος μου προσωπικός ηλεκτρονικός υπολογιστής, αποκτήθηκε στην ηλικία των 12 ετών. Από τότε και στο εξής προσπαθούσα να ενημερώνομαι για οτιδήποτε καινούργιο και πάντα ήθελα να έρχομαι σε επαφή με οτιδήποτε νέο. Σήμερα, θεωρώ τον εαυτό μου κοντά στα τεχνολογικά δρώμενα αλλά πάντως όχι ειδικό.

Οι σπουδές μου, στο αντικείμενο της Βιομηχανικής Διοίκησης και Τεχνολογίας μου έδωσαν την ευκαιρία να γνωρίσω τον κλάδο της Εφοδιαστικής Αλυσίδας, της Οικονομίας και της Διοίκησης και να χρησιμοποιήσω τις γνώσεις της Πληροφορικής προς όφελος αυτών των τόσο ανερχόμενων και ταχέως εξελισσόμενων επιστημών. Η απόφασή μου να παρακολουθήσω το Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών στην «Πληροφορική» του Πανεπιστημίου Πειραιά ήρθε ως επακόλουθο του ενδιαφέροντός μου για αυτήν την επιστήμη, αλλά και ως συνειδητή επιλογή ενδυνάμωσης και υποστήριξης των βασικών σπουδών μου.

Για την έως τώρα μαθητική και ακαδημαϊκή μου πορεία, θέλω να ευχαριστήσω την οικογένειά μου και κυρίως του γονείς μου, Βασιλική και Ιωσήφ, οι οποίοι με στηρίζαν ηθικά και υλικά, ώστε να μπορέσω να πραγματοποιήσω τις προσωπικές μου επιλογές και να μετουσιώσω τα ενδιαφέροντά μου σε γνώση.

Ακόμη θέλω να ευχαριστήσω τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Δημήτριο Αποστόλου, επιβλέποντα της Διατριβής, ο οποίος με τις χρήσιμες υποδείξεις του και πολύτιμες συμβουλές του με καθοδήγησε καθόλην την πορεία εκπόνησης της Διατριβής. Επιπλέον, θέλω να ευχαριστήσω το φίλο μου Πασχάλη Λιόλιο, φοιτητή στον Τμήμα Πληροφορικής του Τ.Ε.Ι. Αθηνών, για την βοήθειά του κατά την ανάπτυξη της διαδικτυακής εφαρμογής.

Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω όλους όσους έλαβαν μέρος στην αξιολόγηση της διαδικτυακής εφαρμογής, μέσω της έρευνας ικανοποίησης χρηστών, δίνοντάς μου την ευκαιρία να ολοκληρώσω τη Διατριβή, γνωρίζοντας ως ένα σημείο, σε ποιο βαθμό έχω πετύχει το στόχο μου.

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

## Περίληψη (Abstract)

Στο παρόν πόνημα παρουσιάζεται η μέθοδος κατάταξης ELECTRE III και πώς αυτή υποστηρίζει την απόφαση επιλογής προμηθευτή από οργανισμό παραγωγής και εμπορίας καταναλωτικών προϊόντων για ένα συγκεκριμένο υλικό. Το αντικείμενο που εξετάζεται αποτελεί σημαντικό πρόβλημα της σημερινής πραγματικότητας για τις σύγχρονες επιχειρήσεις. Η επιστημονική τεκμηρίωση και η τεχνική υποστήριξη για την ορθή λήψη διοικητικών και μη αποφάσεων, είναι σήμερα πιο αναγκαία από ποτέ.

Έχοντας υπόψη τα παραπάνω, δίνεται έμφαση στην κατανόηση της επιστημονικής γνώσης σε ό,τι αφορά τη μοντελοποίηση προβλημάτων απόφασης και κυρίως στην επιλογή προμηθευτή, μέσα από την επίλυση πραγματικών προβλημάτων. Ακόμη, ιδιαίτερη σημασία δίνεται στον τρόπο με τον οποίο η επιστημονική τεκμηρίωση και επίλυση θα μπορούσε να μεταφραστεί σε τεχνική υποστήριξη, μέσα από κάποιου είδους εφαρμογή, η οποία να παρέχει το ίδιο αξιόπιστες και ακριβείς λύσεις.

Η θεωρία που παρουσιάζεται είναι προϊόν ερευνών επιστημόνων από την Ελλάδα και το εξωτερικό. Εδώ χρησιμοποιείται με τέτοιο τρόπο που να μπορεί να γίνει κατανοητή και χρήσιμη ακόμη και για χρήστες οι οποίοι δεν είναι δυνατό να έχουν εξειδικευμένες επιστημονικές γνώσεις στη μοντελοποίηση προβλημάτων απόφασης. Τέτοιοι μπορεί να είναι μεσαία ή κατώτερα στελέχη οργανισμών, ιδιοκτήτες μικρών ή μεσαίων επιχειρήσεων, φοιτητές και σπουδαστές.

Τα αποτελέσματα της επίλυσης αυτών των προβλημάτων με τη χρήση της διαδικτυακής εφαρμογής έδειξαν ότι τέτοιου είδους εφαρμογές είναι δυνατόν να υποστηρίξουν αποφάσεις επιλογής προμηθευτή με σημαντική επιστημονική ακρίβεια. Σε κάθε περίπτωση ο αποφασίζων είναι αυτός που θα κρίνει και θα πάρει την ευθύνη της τελικής επιλογής. Παρ' όλα αυτά, η οποιαδήποτε εφαρμογή μπορεί να παρέχει την απαραίτητη υποστήριξη ή ακόμη και επιβεβαίωση της απόφασης.

Για τις ανάγκες της εργασίας ορίστηκε ένα πρόβλημα επιλογής προμηθευτή ενός υλικού από οργανισμό παραγωγής και εμπορίας καταναλωτικών προϊόντων. Τέθηκαν τρία κριτήρια καθώς και έξι εναλλακτικές λύσεις, πάνω στα οποία έγινε και η μελέτη της μεθόδου επίλυσης. Τα συγκεκριμένα κριτήρια οδηγούν σε πρόβλημα ελαχιστοποίησης. Κατά τη διάρκεια ανάπτυξης της εφαρμογής, έγιναν οι απαραίτητες προσαρμογές, έτσι ώστε ο χρήστης να μπορεί να συγκρίνει από δύο έως και έξι εναλλακτικές. Ως μελλοντική προέκταση τόσο της μεθόδου επίλυσης όσο και της διαδικτυακής εφαρμογής, είναι οι περιπτώσεις εισαγωγής επιπλέον κριτηρίων, τα οποία θα απαιτούν μεγιστοποίηση, ώστε να έχουμε μία μικτή κατάσταση.

In current work is presented ELECTRE III ranking method and the way it supports the decision of vendor selection from an organization of production and trading of consumer goods, for a specific material. The subject that exams, is a serious issue of today reality for modern business. Scientific documentation and technical support for right management or not decision taking, is today more necessary than ever.

Having in mind all above, emphasis is given in comprehension of scientific knowledge concerning decision problems modeling and mainly in vendor selection, through real problems solving. Moreover, special attention is paid in the way scientific documentation and solving could be translated into technical support, through a kind of application, which could offer the same reliable and accurate solutions.

Theory presented here is a product of research of scientists from Greece and abroad. It is used in such way that could be conceivable and useful even from users that it is not possible to have specialized scientific knowledge in modeling of decision problems. These could be junior or middle managers, owners of middle or small business and students.

Results of these problems solving, using the web application showed that such kind of applications is possible to support decision of vendor selection with pretty scientific accuracy. In any case, decision maker is the one who will judge and take the responsibility of final choice. However, any kind of application could offer the necessary support or even affirmation of this choice.

For the purpose of this work, we formed a problem of vendor selection for a material from an organization of production and retail of fast moving consumer goods. Three criteria and six alternatives were set, upon which the study of the solution method was done. These specific criteria lead to a minimize problem. During application development, necessary adjustments were done, in order the user to able to compare from two to six alternatives. As a future extension, of the solution method also for the web application, are the cases of introduction of more criteria, which would demand maximizing, in order to have a mixed situation.

## 1. Εισαγωγή

### 1.1 Ο ρόλος των Αγορών και των Λειτουργιών Προσφοράς

Οι αγορές (purchasing) είναι πράγματι μία ασυνήθιστη και πολυπρόσωπη εργασία. Στηρίζονται στη ζωτική διάδραση ανάμεσα σε αγοραστή και πωλητή, όπου συναντώνται οι δυνάμεις της προσφοράς και ζήτησης. Έτσι, ο ρόλος τους είναι ευρύς, συγκεντρώνοντας τόσο εσωτερικά όσο και εξωτερικά στοιχεία της διάδρασης του εφοδιασμού.

Οι αγορές είναι ένα επάγγελμα συναρπαστικό και γεμάτο προκλήσεις που αναπτύσσεται ταχύτατα. Σε μικρές και νέες επιχειρήσεις, ιστορικά οι ιδιοκτήτες έχουν σχεδόν πάντα τον έλεγχο των αγοραστικών δραστηριοτήτων για να κρατούν τον έλεγχο της ρευστότητας (cash flow) της επιχείρησης. Όσο οι επιχειρήσεις μεγαλώνουν, ένα από τα τελευταία καθήκοντα που ανατίθεντο σε άλλον ήταν οι αγορές – ακριβώς λόγω της σημασίας τους στην επιτυχία της επιχείρησης. Η ανάθεση έγινε αντίστοιχα απαραίτητο και αναπόφευκτο αποτέλεσμα καθώς οι διοικητικές λειτουργίες της επιχείρησης έγιναν πιο πολύπλοκες με θετική ανάπτυξη για την επιχείρηση. Με αυξανόμενο μέγεθος, έγινε απαραίτητο κάποιος να αναλάβει αυτήν την αρμοδιότητα.

Η ορολογία που χρησιμοποιείται στο επάγγελμα των αγορών γνώρισε παρόμοια εξέλιξη. Ο όρος *αγοραστής (buyer)* έχει προσλάβει σήμερα μία γενική υποδήλωση, αλλά στην πραγματικότητα υπάρχουν πολλοί τύποι αγοραστών. Για παράδειγμα, αγοραστής μπορεί να είναι ένας χονδρέμπορος, ένας κατασκευαστής, ένας βιομηχανικός αγοραστής, ένας τεχνικός αγοραστής, ένας ειδικός πρώτων υλών για μέταλλα ή ηλεκτρονικά, κ.ο.κ. Είτε οι προμήθειες είναι μόνο για ατομικές, μικρές οικογενειακές επιχειρήσεις, είτε για μεγάλες πολυμετοχικές εταιρίες, οι γενικές αρχές είναι οι ίδιες. Ωστόσο, όσο η αγοραστική διαδικασία μπορεί να θεωρηθεί αρκετά απλή από μία επιτόλαιη «γραφειοκρατική» άποψη, ακριβώς το αντίθετο είναι αληθές σε σχέση με τις πολυπλοκότητες του ελέγχου της ίδιας της διαδικασίας δαπανών. Ένας άλλος όρος που έχει υποστεί κάποια αναθεώρηση είναι ο *πωλητής (vendor)*. Κάποιοι προτιμούν τον όρο *προμηθευτής (supplier)*. Επίσης, οι όροι *αγορές (purchasing)* και *προμήθειες (procurement)* έχουν γίνει στην ουσία συνώνυμες στο επάγγελμα.

Άσχετα με τη χρήση της ορολογίας, χρειάζεται ένας πωλητής κι ένας αγοραστής να έρθουν σε συμφωνία. Λέγεται ότι «Τίποτα δε συμβαίνει έως ότου κάποιος να κάνει μία πώληση». Τόσο αληθινό. Αλλά, ας σκεφτούμε ότι «Καμία πώληση δεν έγινε ποτέ έως ότου να ληφθεί η απόφαση της αγοράς!» Πολλά ανώτατα στελέχη πωλήσεων έχουν πολλές φορές δηλώσει «Να γνωρίζεις τους πελάτες σου και πώς αυτοί αγοράζουν». Πηγαίνοντας παραπέρα, ο Peter Drucker<sup>1</sup>, διακεκριμένος σύμβουλος επιχειρήσεων και συγγραφέας, έχει πει, «Το κλειδί για ένα αποτελεσματικό και επιτυχημένο βιομηχανικό εμπόριο, δεν είναι ο προμηθευτής αλλά ο αγοραστής».

Η δουλειά των αγορών συνεχίζει να λαμβάνει αυξημένη αναγνώριση ως μία ζωτική διοικητική λειτουργία. Το κέρδος, βασικά η διαφορά ανάμεσα στο εισόδημα και στα έξοδα της εταιρίας, είναι προφανώς εξαρτόμενο με κάθε έναν από αυτούς τους παράγοντες. Αν και παραδοσιακά, δίνονταν περισσότερη έμφαση στις χρηματικές εισροές, αυτό αλλάζει καθώς οι αγορές έχουν κορεστεί ή έγιναν παγκόσμιες. Λόγω του ότι οι ανταγωνιστικές συνθήκες κάνουν δύσκολη την αύξηση των τιμών για την αυτόματη κάλυψη του κόστους, το ενδιαφέρον της διοίκησης έχει εστιαστεί στο κομμάτι του κόστους. Αφού οι αγορές αντιπροσωπεύουν το μεγαλύτερο στοιχείο του κόστους σε μια εταιρία, εκεί είναι που θα δοθεί μεγαλύτερη προσοχή και προσπάθεια.

---

<sup>1</sup> Ο Peter Ferdinand Drucker (Βιέννη, 1909 – Καλλιφόρνια, 2005) ήταν συγγραφέας και σύμβουλος επιχειρήσεων. Τα βιβλία και τα άρθρα του εξερευνούσαν τον τρόπο που οι άνθρωποι οργανώνονται στους εταιρικούς, κυβερνητικούς και στους μη κερδοσκοπικούς τομείς της κοινωνίας. Στα συγγράμματά του έχει προβλέψει πολλές από τις κύριες αναπτυξιακές αλλαγές του εικοστού αιώνα, όπως αυτή των ιδιωτικοποιήσεων, της αποκέντρωσης, την άνοδο της Ιαπωνίας σε παγκόσμια οικονομική δύναμη, την καθοριστική σημασία του marketing και την εμφάνιση της κοινωνίας της πληροφορίας στην ανάγκη της δια βίου μάθησης. Το ετήσιο Global Peter Drucker Forum, στη γεννέτειρά του Βιέννη στην Αυστρία, τιμά το έργο του.

## 1.2 Αξιολόγηση προμηθευτών

Η επιλογή προέλευσης για να βρει κανείς τον «κατάλληλο» προμηθευτή διανύει το φάσμα από τη συμπάθεια προς έναν πωλητή και την πεποίθηση ότι έχεις έναν καλό προμηθευτή έως την τυποποιημένη και τεχνική εκτίμηση εξασφαλίζοντας υψηλής τεχνολογίας προμήθειες. Κανένα άκρο δεν ταιριάζει στις περισσότερες εταιρίες. Τα τρία βήματα για την επιλογή προέλευσης είναι: έρευνα, εξέταση και επιλογή.

Η ανάγκη για τη λήψη της απόφασης, σχετικά με την επιλογή του κατάλληλου προμηθευτή για ένα συγκεκριμένο υλικό, οδηγεί σε μια σειρά από ερωτήματα που τίθενται στον αποφασίζοντα. Μερικά από αυτά μπορεί να είναι:

Είναι αυτός ο προμηθευτής αξιόπιστος, με αποδεδειγμένα καλή πορεία;

Ποιο θα είναι το συνολικό κόστος προϊόντος χρησιμοποιώντας το υλικό αυτού του προμηθευτή;

Είναι η τιμολογιακή πολιτική αυτού του προμηθευτή σύμφωνη με τους στόχους της εταιρίας;

Ποιο θα είναι το κόστος αποθέματος εάν το υλικό αυτού του προμηθευτή δεν είναι έγκαιρα διαθέσιμο;

Είναι τα αποθέματα αυτού του προμηθευτή διαθέσιμα και σε μικρό χρόνο;

Μπορεί αυτός ο προμηθευτής να προγραμματίσει αποστολές ώστε να μειωθεί το απόθεμά μου;

Οι τεχνολογικές εξελίξεις στην ηλεκτρονική διαχείριση και διαβίβαση αγοραστικών πληροφοριών καθώς και στην παραγωγή, διακίνηση και αποθήκευση προϊόντων συνεισφέρουν στην εξάπλωση ενοποιημένων τμημάτων διαχείρισης υλικών. Μια άλλη σημαντική τεχνολογική εξέλιξη που συντελεί στη βελτίωση των αγοραστικών αποφάσεων είναι τα Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων. Τα συστήματα αυτά υποβοηθούν τη δημιουργική πλευρά των αγοραστικών διαδικασιών, ενώ οι συναλλακτικές πράξεις και οι διαδικασίες ρουτίνας προ πολλού έτυχαν τεχνολογικής υποστήριξης από τα πιο παραδοσιακά πληροφοριακά συστήματα. Τέτοιου είδους εργαλεία είναι πολύτιμα στις σημερινές συνθήκες σκληρού ανταγωνισμού, εφόσον υποβοηθούν κρίσιμες αποφάσεις σχετικές με αξιολόγηση και πιστοποίηση προμηθευτών, αναζήτηση νέων προμηθευτών και τις αγορές σε συνθήκες εφοδιαστικής αστάθειας.

Βασικός παράγοντας στην προσπάθεια αυτή είναι η σωστή χρήση της Πληροφορικής και κατ' επέκταση, η έγκαιρη λήψη αποφάσεων. Ο παράγοντας «χρόνος» είναι η παράμετρος η οποία χρειάζεται να μειωθεί, παρ' όλο που των προς επεξεργασία δεδομένων γίνεται όλο και μεγαλύτερος. Με βάση όλες τις παραπάνω θέσεις, γίνεται αντιληπτή η ανάγκη ανάπτυξης πληροφοριακών εφαρμογών, που στόχο έχουν την υποστήριξη στη λήψη δύσκολων όσο και σημαντικών αποφάσεων στην επιλογή ενός προμηθευτή για την αγορά υλικών.

## 1.3 Μοντέλα αποφάσεων

Οι αποφάσεις για αγορές περιλαμβάνουν ποσοτικές όπως και ποιοτικές παραμέτρους. Τα μοντέλα ιεραρχικής ανάλυσης όπως η AHP (Analytic Hierarchy Process) και η SMART (Simple Multi-Attribute Rating Technique) είναι σε θέση να διαχειριστούν τέτοιου είδους προβλημάτων απόφασης. Και οι δύο μέθοδοι ξεκινούν με την κατασκευή ενός δέντρου απόφασης, μίας γραφικής απεικόνισης των κριτηρίων και υποκριτηρίων, επεξεργαζόμενα με έναν τέτοιο τρόπο ώστε τα σκορ των διαφόρων εναλλακτικών των χαρακτηριστικών στο κατώτατο επίπεδο να μπορούν να αξιολογηθούν.

Μία χαρακτηριστική ιδιότητα των AHP και SMART είναι πως είναι πλήρως αντισταθμιστικές. Στην πραγματικότητα αυτό ίσως να μην είναι και τόσο ρεαλιστικό. Ας θεωρήσουμε για παράδειγμα, ότι ένας προμηθευτής σκοράρει καλύτερα από έναν άλλο σε όλες τα χαρακτηριστικά εκτός από την «ποιότητα». Υποθέστε ο δεύτερος προμηθευτής να προσφέρει μία πολύ καλύτερη ποιότητα. Δεν είναι απαραίτητο ότι ο αποφασίζων θα δεχτεί ότι το καλό σκορ σχεδόν σε όλα τα χαρακτηριστικά ισοσκελίζει τη διαφορά σε σχέση με την ποιότητα.

Μία βασική υπόθεση όλων των μοντέλων ιεραρχικής ανάλυσης είναι ότι «δύο εναλλακτικές μπορούν να συγκριθούν μεταξύ τους». Σε πολλές πραγματικές περιπτώσεις η υπόθεση της συγκρισιμότητας δεν είναι βάσιμη, εξ αιτίας έλλειψης πληροφόρησης ή/και απροθυμίας να συγκριθούν δύο εναλλακτικές σε σχέση με κάποιο κριτήριο.

Από την άλλη, οι μέθοδοι υπεροχής είναι μόνο μερικώς αντισταθμιστικές και σε θέση να διαχειριστούν περιπτώσεις στις οποίες υπάρχει ανακρίβεια. Από αυτήν την άποψη, η ασυγκρισιμότητα μπορεί να θεωρηθεί ως μία έκφραση ανακρίβειας.

Η πρώτη δημοσίευση για την υπεροχή έγινε στα τέλη της δεκαετίας του '60 (Roy<sup>2</sup>, 1968). Από τότε, έχει δοθεί πολλή προσοχή στα μοντέλα υπεροχής, κυρίως στην Ευρώπη. Σήμερα, υπάρχουν τρεις ομάδες μεθόδων υπεροχής: ELECTRE, PROMETHEE και ORESTE.

Η μοντελοποίηση των προτιμήσεων μέσω των σχεσιακών μοντέλων αποφάσεων πραγματοποιείται με διμερείς σχέσεις (binary relations) που ορίζονται στο σύνολο  $A$  των δράσεων. Η σχέση που δεσπόζει, τόσο σε θεωρητικό όσο και πρακτικό επίπεδο είναι η σχέση της υπεροχής (outranking relation). Η σχέση της υπεροχής συμβολίζεται με το γράμμα « $S$ » και δηλώνει, για κάθε ζεύγος  $(a,b) \in A \times A$ :  $aSb \Leftrightarrow$  «η  $a$  τουλάχιστον εξίσου καλή με τη  $b$ ».

Οι σημαντικότερες και πιο επιτυχημένες στην πράξη μέθοδοι υπεροχής είναι οι μέθοδοι ELECTRE, οι οποίες οφείλονται στο Γάλλο καθηγητή Bernard Roy και στις οποίες η κατασκευή της σχέσης  $S$  πραγματοποιείται με τον πλέον ρεαλιστικό τρόπο. Ουσιαστικά, πρόκειται για χαλάρωση της σχέσης κυριαρχίας. Εννοιολογικά, μια δράση  $a$  κυριαρχεί της δράσης  $b$ , όταν η  $a$  έχει τουλάχιστον καλύτερες αξιολογήσεις από τη  $b$  σε όλα τα κριτήρια. Η δράση  $a$  υπερέχει της  $b$ , όταν η  $a$  έχει τουλάχιστον καλύτερες αξιολογήσεις από την  $b$  στη μεγάλη πλειοψηφία των κριτηρίων ενώ στα λιγοστά κριτήρια όπου είναι καλύτερη η  $b$  οι διαφορές είναι πολύ μικρές (ανεκτές).

## 1.4 Στόχος της εργασίας

Στο παρόν πόνημα γίνεται αναφορά στην αξιολόγηση και κατάταξη προσφορών προμηθευτών για την αγορά υλικών ή/και έτοιμων προϊόντων με τη χρήση της ομάδας ELECTRE και συγκεκριμένα με τη μέθοδο κατάταξης ELECTRE III. Παράλληλα, πέρα από τη θεωρητική περιγραφή και ανάλυση της μεθόδου, όπως αυτή αποτυπώνεται στην ελληνική και διεθνή βιβλιογραφία, θα παρουσιαστεί και σχετική διαδικτυακή εφαρμογή, η οποία αναπτύχθηκε με στόχο την πρακτική χρήση της μεθόδου σε πραγματικά προβλήματα λήψης αποφάσεων.

## 2. Μοντελοποίηση προβλημάτων απόφασης

### 2.1 Πλαίσιο μοντελοποίησης

Προκειμένου να οριοθετήσει και να αναλύσει σε βάθος το σύνολο των δραστηριοτήτων του αναλυτή, ο Bernard Roy προτείνει από τα μέσα της δεκαετίας του 1970 ένα γενικό μεθοδολογικό πλαίσιο μοντελοποίησης, το οποίο αποτελείται από τέσσερα διαδοχικά αλλά αλληλεπιδρώντα στάδια, όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.

#### ΣΤΑΔΙΟ I: Αντικείμενο της απόφασης

Στο στάδιο αυτό, είναι απαραίτητο να ολοκληρωθούν οι εξής δύο βασικές εργασίες:

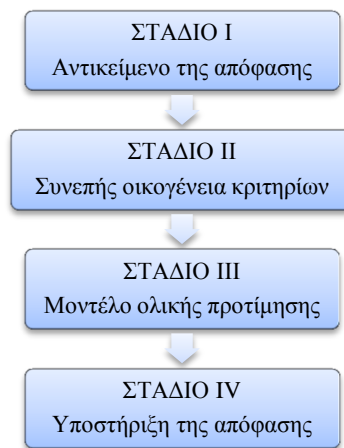
- Αυστηρός ορισμός του συνόλου  $A$  των δράσεων
- Καθορισμός μιας προβληματικής

Το αντικείμενο της απόφασης οφείλει να αναλυθεί σε ένα διακριτό ή συνεχές σύνολο δράσεων (actions), στο οποίο δίνουμε το όνομα «Σύνολο  $A$ ». Εδώ περιοριζόμαστε στη περίπτωση που το σύνολο  $A$  είναι διακριτό (προσφορές για ένα διαγωνισμό, υποψήφιοι για μία θέση, κλπ).

Ο ορισμός μιας προβληματικής πάνω στο σύνολο  $A$  αποσκοπεί στο να δώσει επιχειρησιακό ρόλο στο έργο του αναλυτή. Μια προβληματική σχετίζεται άμεσα με το ερώτημα: «πώς θα

<sup>2</sup> Ο Bernard Roy ( γεν.1934), είναι επίτιμος καθηγητής στο Πανεπιστήμιο Paris-Dauphine. Το 1974 ίδρυσε το «Εργαστήριο Ανάλυσης και Μοντελοποίησης Υποστήριξης Αποφάσεων» ("Laboratoire d'Analyse et de Modélisation des Systèmes pour l'Aide à la Décision"-Lamsade). Έχει εργαστεί πάνω στη θεωρία γραφημάτων και στην πολυ-κριτήρια ανάλυση (MCDA), έχοντας δημιουργήσει την οικογένεια των μεθόδων ELECTRE. Το όνομα ELECTRE προέρχεται από το "Elimination Et Choix Traduisant la REalité" (αγγλ. "Elimination and Choice Translating Reality").





### Σχήμα 1: Διαδικασία μοντελοποίησης προβλημάτων απόφασης

διαχειριστούμε τις δράσεις;» ή πιο γενικά. «τι θέλουμε να πετύχουμε;». Μπορούμε να διακρίνουμε 4 προβληματικές αναφορές:

- Προβληματική α: *επιλογή* (choice) μιας και μόνης δράσης από το σύνολο A.
- Προβληματική β: *ταξινόμηση* (sorting) των δράσεων σε ομογενείς προκαθορισμένες κατηγορίες, οι οποίες είναι διατεταγμένες ως προς τις προτιμήσεις του αποφασίζοντος.
- Προβληματική γ: *κατάταξη* (ranking) των δράσεων του συνόλου A από την καλύτερη μέχρι τη χειρότερη.
- Προβληματική δ: *περιγραφή* (description) των δράσεων και των συνεπειών τους στη γλώσσα των εμπλεκομένων στη διαδικασία της απόφασης.

### ΣΤΑΔΙΟ II: Συνεπής οικογένεια κριτηρίων

Κάθε δυνατή δράση από το σύνολο A εκπέμπει ένα νέφος στοιχειωδών επιπτώσεων το οποίο περιλαμβάνει τα χαρακτηριστικά, τις ιδιότητες, τα πλεονεκτήματα, τα μειονεκτήματα μέσω των οποίων είναι δυνατή η αξιολόγηση της δράσης από τον αποφασίζοντα.

Για το συγκεκριμένο στάδιο, ο Bernard Roy προτείνει μια μεθοδολογική προσέγγιση η οποία περιγράφεται στο Σχήμα 2.

Για να κατανοήσουμε πώς λειτουργεί η διαδικασία αυτή, είναι απαραίτητο να δώσουμε τους παρακάτω ορισμούς:

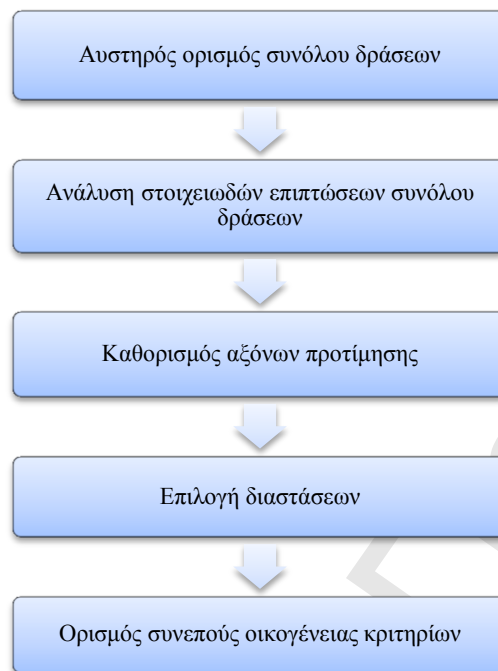
*Στοιχειώδης επίπτωση* μιας δράσης a ονομάζεται κάθε ιδιότητα ή χαρακτηριστικό που σχετίζεται με τη δράση a και πληροί τις εξής δύο ιδιότητες:

- είναι επαρκώς καθορισμένη ως προς το περιεχόμενό της, ώστε οι διάφοροι εμπλεκόμενοι να αντιλαμβάνονται τη σημασία της,
- επιτρέπει την περιγραφή κάποιου συγκεκριμένου αποτελέσματος το οποίο έπεται της επιλογής της δράσης a.

*Νέφος στοιχειωδών επιπτώσεων μιας δράσης  $v(a)$*  είναι το σύνολο των στοιχειωδών επιπτώσεων μιας δράσης  $a \in A$ .

*Νέφος στοιχειωδών επιπτώσεων συνόλου A*,  $v(a)$  είναι το σύνολο-ένωση όλων των στοιχειωδών επιπτώσεων των δράσεων του συνόλου A:  $v(A) = \bigcup_{a \in A} v(a)$ .

*Άξονας προτίμησης* είναι το σύνολο των στοιχειωδών επιπτώσεων που αναφέρονται στον ίδιο στόχο ή την ίδια οπτική γωνία μέσω των οποίων θα αξιολογηθούν και συγκριθούν οι δράσεις. Ένας άξονας προτίμησης χαρακτηρίζεται λεκτικά από μία φράση ή κάποιες λέξεις-κλειδιά.



### Σχήμα 2: Διαδικασία κατασκευής μιας συνεπούς οικογένειας κριτηρίων

*Κλίμακα προτίμησης* είναι ένα σύνολο καταστάσεων ή στοιχείων, τα οποία ονομάζονται βαθμίδες της κλίμακας και ορίζουν μια διάταξη ως προς τις προτιμήσεις ενός εμπλεκόμενου στη διαδικασία της απόφασης. Διακρίνουμε κυρίως δύο τύπους κλίμακας:

- Κλίμακα ποσοτική ή μετρική κλίμακα: πρόκειται για ένα διάστημα της πραγματικής ευθείας, διατεταγμένο ως προς τις προτιμήσεις, με το αριστερό του άκρο να είναι το χειρότερο και το δεξιό του το καλύτερο ως προς τις προτιμήσεις. Βασική ιδιότητα μιας ποσοτικής κλίμακας είναι ότι επιτρέπει τη σύγκριση διαστημάτων στο εσωτερικό της κλίμακας.
- Κλίμακα διάταξης: πρόκειται για ένα σύνολο διακεκριμένων καταστάσεων (π.χ. κακός, μέτριος, καλός, πολύ καλός, άριστος) οι οποίες είναι προτιμησιακά διατεταγμένες από τη χειρότερη έως την καλύτερη. Μία κλίμακα διάταξης δεν επιτρέπει τη σύγκριση διαστημάτων στο εσωτερικό της.

*Διάσταση* είναι μια στοιχειώδης επίπτωση τέτοια ώστε το σύνολο των καταστάσεων που αυτή υπαγορεύει ορίζει μια κλίμακα προτίμησης.

Μετά τον καθορισμό του συνόλου των δράσεων, ο αναλυτής καταγράφει όλες τις στοιχειώδεις επιπτώσεις των δράσεων, της μιας μετά την άλλη, πολλές από τις οποίες είναι κοινές, όπως φαίνεται στο Σχήμα 3.



### Σχήμα 3: Ανάλυση των στοιχειωδών επιπτώσεων των δράσεων

Στη συνέχεια ο αναλυτής κατηγοριοποιεί τις επιπτώσεις (οικονομικές, κοινωνικές, περιβαλλοντικές, τεχνολογικές, γεωπολιτικές κλπ.), καθορίζοντας έτσι τους άξονες προτίμησης που ορίστηκαν παραπάνω. Συχνά όμως συμβαίνει, ορισμένες στοιχειώδεις επιπτώσεις δράσεων να εκφράζονται από κλίμακες τιμών οι οποίες όμως δεν εκφράζουν και τις προτιμήσεις του αποφασίζοντος.

Στη μαθηματική γλώσσα, ένα κριτήριο μοντελοποιείται από μία πραγματική συνάρτηση:

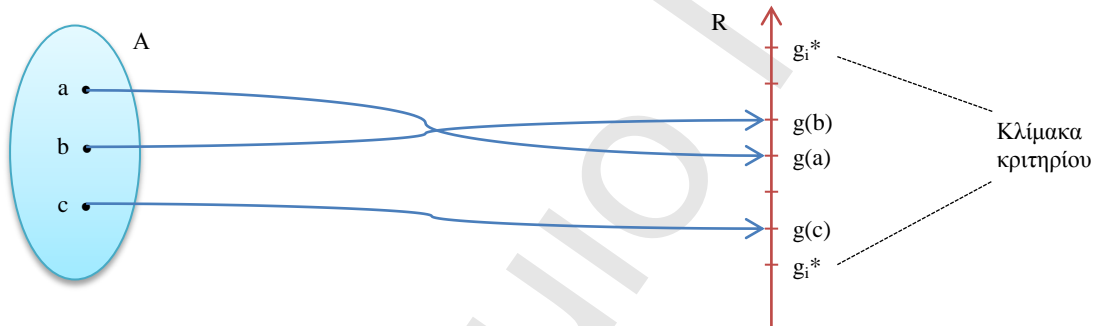
$$g: A \rightarrow \mathbb{R} / a \rightarrow g(a)$$

όπου  $g(a)$  είναι η τιμή ή αξιολόγηση (evaluation) της δράσης  $a \in A$  πάνω στο κριτήριο  $g$ . Η συνάρτηση αυτή οφείλει να πληρεί την ιδιότητα συνέπειας ή μονοτονίας. Εάν δηλαδή  $a$  και  $b$  είναι δύο δράσεις του συνόλου  $A$ , ισχύει:

$$g(a) > g(b) \Leftrightarrow aSb$$

όπου  $aSb$  σημαίνει «η δράση  $a$  υπερέχει της δράσης  $b$ ». Η σχέση της υπεροχής  $S$  είναι σύνθετη και περιλαμβάνει, χωρίς σαφή διάκριση τις σχέσεις της αδιαφορίας (indifference), της ασθενούς προτίμησης (weak preference) και της ισχυρής προτίμησης (strict preference). Κατά συνέπεια,  $aSb$  σημαίνει ότι, για έναν εμπλεκόμενο « $a$  αδιάφορη της  $b$ » ή « $a$  προτιμάται ασθενώς της  $b$ » ή « $a$  προτιμάται ισχυρώς της  $b$ ».

Από τον παραπάνω ορισμό, γίνεται σαφές ότι οι προτιμήσεις ενός αποφασίζοντος ως προς ένα κριτήριο αυξάνονται όσο αυξάνεται η τιμή του κριτηρίου. Στο Σχήμα 4, κατά τον ορισμό, έχουμε τις σχέσεις:  $bSa$ ,  $bSc$ ,  $aSc$ .



**Σχήμα 4: Προτιμήσεις αυξανόμενες με τις τιμές του κριτηρίου  $g$**

Η σχέση της υπεροχής  $aSb$  εξειδικεύεται στη σχέση της αδιαφορίας, της ασθενούς προτίμησης ή της ισχυρής προτίμησης, ανάλογα με το μέγεθος της θετικής διαφοράς  $g(a)-g(b)$  σε σύγκριση με τα *κατώφλια τιμών* που έχει ορίσει ο αποφασίζων για να ελέγξει τις μικρές διαφορές.

Προκειμένου να ισχύσει ο παραπάνω ορισμός και για κριτήρια με αρνητική φορά προτιμήσεων (κριτήρια κόστους, ρίσκου, βλαβερών περιβαλλοντικών επιπτώσεων κλπ), η φορά του κριτηρίου αντιστρέφεται αλλάζοντας το πρόσημο της αξιολόγησης (αρνητικό κόστος κλπ).

Ένα σύστημα αξιολόγησης των δράσεων του προβλήματος μοντελοποιείται μέσω μιας *συνεπούς οικογένειας κριτηρίων*  $F = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}$  η οποία περιλαμβάνει  $n$  κριτήρια που οφείλουν να πληρούν τρεις θεμελιώδεις συνθήκες:

1. *Συνέπεια ή μονοτονία*

Εάν για ένα ζεύγος δράσεων  $(a,b)$  ισχύει  $g_i(a) = g_i(b)$ ,  $\forall i \neq j$  και  $g_j(a) > g_j(b)$ , τότε η δράση  $a$  υπερέχει της  $b$  ( $aSb$ ).

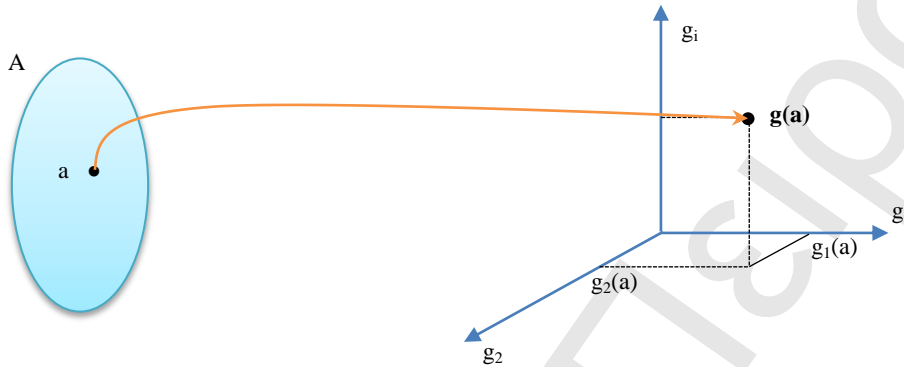
2. *Επάρκεια*

Εάν για ένα ζεύγος δράσεων  $(a,b)$  ισχύει:  $g_i(a) = g_i(b)$ ,  $\forall i = 1, 2, \dots, n$ , συνεπάγεται ότι η δράση  $a$  είναι αδιάφορη της  $b$ , δηλαδή δεν απουσιάζει κανένα κριτήριο απόφασης από το σύνολο των  $n$  κριτηρίων.

3. *Μη πλεονασμός*

Η διαγραφή ενός κριτηρίου  $g_i$ , από το σύνολο των κριτηρίων είναι ικανή να αναιρέσει μία από τις προηγούμενες δύο συνθήκες για κάποια ζεύγη δράσεων.

Μία συνεπής οικογένεια κριτηρίων απεικονίζει το σύνολο των δράσεων  $A$  μέσα στον  $n$ -διάστατο πραγματικό χώρο  $\mathbb{R}^n$ , όπως φαίνεται στο Σχήμα 5. Τέλος, με  $g(a) = (g_1(a), g_2(a), \dots, g_n(a))$  συμβολίζουμε το διάνυσμα-γραμμή των τιμών της δράσης  $a \in A$  πάνω στα  $n$  κριτήρια, το οποίο και ονομάζουμε *πολυκριτήρια αξιολόγηση* της δράσης  $a$ .

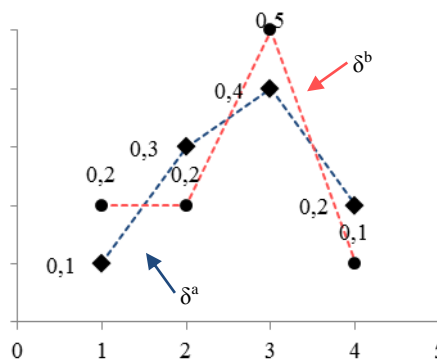


**Σχήμα 5: Πολυκριτήρια απεικόνιση του συνόλου  $A$  στο χώρο  $\mathbb{R}^n$**

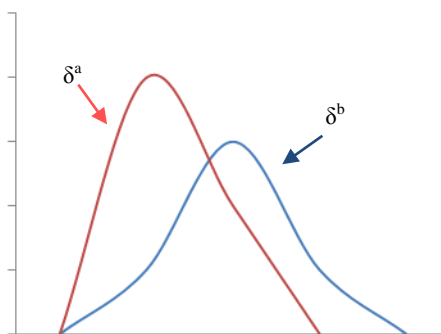
Στο πλαίσιο των παραπάνω ορισμών, οι σημαντικότεροι τύποι κριτηρίων που χρησιμοποιούνται για την υποστήριξη αποφάσεων είναι τέσσερις.

- *Κριτήρια ποσοτικά ή μετρικά:* πρόκειται για κριτήρια των οποίων η κλίμακα προτίμησης είναι μία κλίμακα μέτρου. Ένα μετρικό κριτήριο επιτρέπει τη σύγκριση διαστημάτων στο εσωτερικό της κλίμακας. Όταν όμως ο αποφασίζων έχει ορίσει κατώφλια αδιαφορίας ή/και προτίμησης για την κλίμακα τιμών ενός κριτηρίου, το κριτήριο αυτό μπορεί να είναι ένα *ημκριτήριο*, *προκριτήριο* ή *ψευδοκριτήριο*.
- *Κριτήρια ποιοτικά ή διάταξης:* είναι κριτήρια των οποίων η κλίμακα προτίμησης είναι μια κλίμακα διάταξης. Φυσικά ένα κριτήριο διάταξης ορίζει μόνο μια *προδιάταξη*, δηλαδή *διάταξη* με ισοδυναμίες πάνω στο σύνολο των δράσεων. Σε μερικές περιπτώσεις ένα κριτήριο διάταξης μπορεί να συνοδεύεται από την ύπαρξη κατωφλίων προτίμησης, όπως και στην περίπτωση ενός μετρικού κριτηρίου.
- *Κριτήρια πιθανοτικά:* πρόκειται για κριτήρια, στα οποία η αξιολόγηση μιας δράσης είναι κατά πάσα πιθανότητα γνωστή πάνω στην κλίμακα του κριτηρίου. Εάν  $[g^*, g^*]$  είναι η κλίμακα του κριτηρίου  $g$ , η τιμή της δράσης  $a$  ορίζεται μέσω μιας πυκνότητας πιθανότητας  $\delta^a$  για την οποία ισχύει:

$$\sum_j \delta^a(g^j) = 1 \quad (\text{όταν η κλίμακα είναι διακριτή})$$



$$\int_{g^*}^{g^*} \delta^a(g) dg = 1 \quad (\text{όταν η κλίμακα είναι συνεχής})$$



- *Κριτήρια ασαφή*: πρόκειται για κριτήρια, στα οποία η αξιολόγηση μιας δράσης είναι ένα διάστημα της κλίμακας του κριτηρίου, όπου έχει οριστεί μια *συνάρτηση δυνατότητας* που δείχνει πόσο δυνατή είναι μια τιμή του κριτηρίου. Γενικά, μια *συνάρτηση δυνατότητας* στη θεωρία των *ασαφών συνόλων* δεν υπόκειται σε στατιστικούς νόμους.

### ΣΤΑΔΙΟ III: Μοντέλο ολικής προτίμησης

Στο στάδιο III, ο αναλυτής πρέπει να καθορίσει μια *μέθοδο πολυκριτηριακής σύνθεσης* η οποία θα επιτρέψει τη σύγκριση των δράσεων του συνόλου A, λαμβάνοντας υπόψη συνολικά όλες τις τιμές των δράσεων πάνω στα κριτήρια της συνεπούς οικογένειας κριτηρίων. Σε γενικές γραμμές, τα μοντέλα σύνθεσης πολλαπλών κριτηρίων χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

- *Αντισταθμιστικά μοντέλα*: πρόκειται για μοντέλα στα οποία η υποβάθμιση ενός κριτηρίου είναι δυνατό να αποζημιωθεί από τη βελτίωση της τιμής ενός άλλου κριτηρίου.
  - *Μη αντισταθμιστικά μοντέλα*: πρόκειται για μοντέλα στα οποία η αντιστάθμιση ενός κριτηρίου από ένα άλλο δεν είναι επιτρεπτή.
- Από θεωρητικής πλευράς, οι κυριότερες κατηγορίες πολυκριτηρίων μεθόδων είναι τρεις:
1. *Συναρτησιακές μέθοδοι*: η σύνθεση των κριτηρίων επιτυγχάνεται μέσω μιας ή περισσότερων συναρτήσεων αξίας ή χρησιμότητας.
  2. *Σχεσιακές μέθοδοι*: η σύνθεση των κριτηρίων επιτυγχάνεται μέσω μιας ή περισσότερων σχέσεων υπεροχής.
  3. *Αναλυτικές μέθοδοι*: το μοντέλο σύνθεσης των κριτηρίων συμπεραίνεται έμμεσα από δεδομένα ολικής προτίμησης του αποφασίζοντος.

### ΣΤΑΔΙΟ IV: Υποστήριξη της απόφασης

Στο στάδιο αυτό, ο αναλυτής του προβλήματος αναζητά και οργανώνει τα στοιχεία της απάντησης σε συγκεκριμένα ερωτηματικά που θέτουν οι εμπλεκόμενοι στη διαδικασία της απόφασης και κυρίως ο αποφασίζων. Πρόκειται για συμπληρωματικό στάδιο του προηγούμενου, του οποίου ο κύριος λόγος ύπαρξης οφείλεται στο γεγονός ότι μια λύση που δίνει ένα μοντέλο δεν είναι άμεσα εκμεταλλεύσιμη στα πεδία λήψης αποφάσεων. Οι τεχνικές που συμβάλλουν στην αρτιότερη υποστήριξη ή τεκμηρίωση διαφόρων επιλογών εξαρτώνται κάθε φορά από το μοντέλο ολικής προτίμησης το οποίο έχει επιλεγεί στο στάδιο III.

## 2.2 Μοντελοποίηση των προτιμήσεων

### Μοντελοποίηση μέσω διμερών σχέσεων

Το πρώτο βασικό μοντέλο κάθε θεωρίας που χρησιμοποιεί την έννοια της προτίμησης είναι εκείνο της διμερούς σχέσης η οποία ορίζεται πάνω σε ένα σύνολο  $A$  δράσεων. Η πιο κλαστική οικογένεια μοντέλων της κατηγορίας αυτής κάνει χρήση μιας και μόνο σχέσης, της *σχέσης υπεροχής*  $S$ .

Εννοιολογικά, για δύο δράσεις του συνόλου  $A$ ,  $aSb$  σημαίνει «α τουλάχιστον εξίσου καλή με τη  $b$ ». Τρεις θεμελιώδεις καταστάσεις μπορούν να μοντελοποιηθούν με τη βοήθεια της διμερούς σχέσης  $S$  ή ακόμη μέσω ενός *γραφήματος υπεροχής*.

1.  $aSb$  και  $bSa$  (όχι  $bSa$ ):  $a$  προτιμάται της  $b$  ή  $aPb \Leftrightarrow aSb$  και  $bSa$  (προτίμηση, preference)
2.  $aSb$  και  $bSa$ :  $a$  αδιάφορη της  $b$  ή  $aIb \Leftrightarrow aSb$  και  $bSa$  (αδιαφορία, indifference)
3.  $a \not S b$  και  $b \not S a$ :  $a$  και  $b$  είναι μη συγκρίσιμες

Η σχέση της ασυγκρισιμότητας αποτελεί ένα σημαντικό όφελος για τον αναλυτή που χρησιμοποιεί μοντέλα σχέσεων. Μοντελοποιεί την κατάσταση όπου ο αποφασίζων δεν μπορεί, δεν θέλει ή δεν ξέρει να συγκρίνει δυο δράσεις του συνόλου  $A$ .

Εκτός από τις παραπάνω θεμελιώδεις σχέσεις, ο Roy εισάγει νέες ομαδοποιημένες καταστάσεις, προκειμένου να μοντελοποιήσει καταστάσεις σύγκυσης ή δισταγμού ως προς την επιλογή μιας από τις θεμελιώδεις καταστάσεις. Αυτές είναι:

$a \sim b$ : Μη προτίμηση:  $aIb$  ή  $aRb$  χωρίς διάκριση

$a > b$ : Προτίμηση:  $aPb$  ή  $aQb$  χωρίς διάκριση

$aJb$ : Προδιάθεση προτίμησης:  $aQb$  ή  $aIb$  χωρίς διάκριση

$aKb$ : K-προτίμηση:  $aPb$  ή  $aIb$  χωρίς διάκριση

$aSb$ : Υπεροχή:  $aPb$  ή  $aQb$  ή  $aIb$  χωρίς διάκριση.

### Μοντελοποίηση μέσω συναρτήσεων

Το δεύτερο βασικό μοντέλο για τη μοντελοποίηση προτιμήσεων είναι εκείνο της συνάρτησης που ορίζεται πάνω στο σύνολο  $A$  και ακούει στο όνομα: *συνάρτηση χρησιμότητας*, *συνάρτηση αξίας* ή *συνάρτηση κριτηρίου*. Ανάμεσα στις ιδιότητες που υπεισέρχονται στον χαρακτηρισμό (λόγοι ύπαρξης) των συναρτήσεων θα διακρίνουμε εκείνες που αναφέρονται στα *κατώφλια* και εκείνες που αναφέρονται στη σύγκριση των διαστημάτων.

### Τυπολογία συναρτήσεων κριτηρίου

Μια συνάρτηση κριτηρίου  $g$  ονομάζεται *ψευδοκριτήριο* (*pseudo-criterion*) εάν υπάρχουν δυο συναρτήσεις-κατώφλια, ένα *κατώφλι αδιαφορίας* (*indifference threshold*)  $q(g)$  και ένα *κατώφλι προτίμησης* (*preference threshold*)  $p(g)$  τέτοιες ώστε, εάν  $g(a) \geq g(b)$  για δυο δράσεις  $a$  και  $b$ , ισχύουν οι σχέσεις:

$$g(a) > g(b) + p[g(b)] \Leftrightarrow aPb$$

$$g(b) + q[g(b)] < g(a) \leq g(b) + p[g(b)] \Leftrightarrow aQb$$

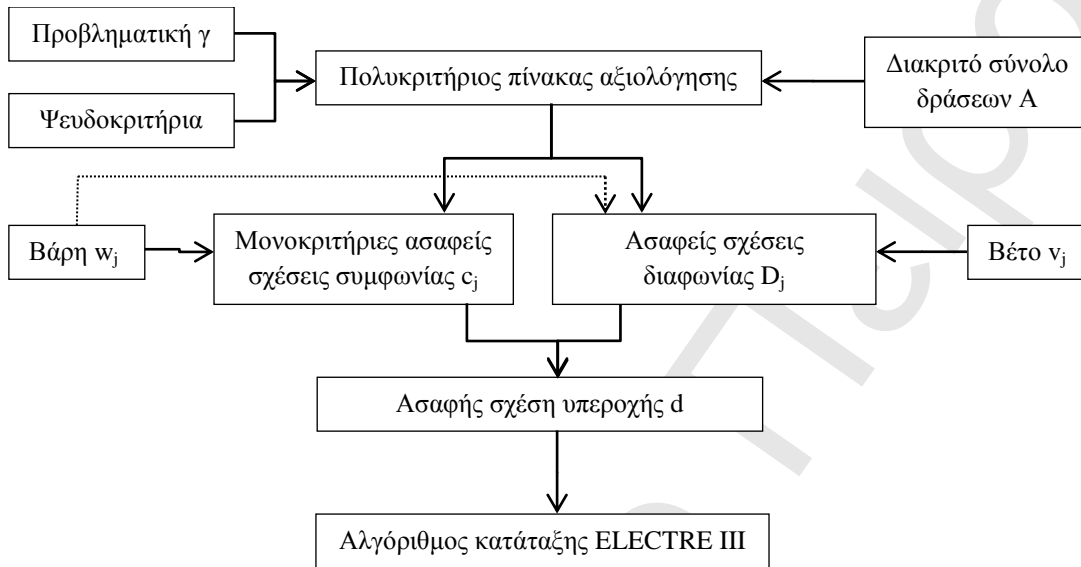
$$g(b) \leq g(a) \leq g(b) + q[g(b)] \Leftrightarrow aIb$$

Ακόμη, τα κατώφλια οφείλουν να ικανοποιούν την εξής συνθήκη: οι συναρτήσεις  $g+q(g)$  και  $g+p(g)$  είναι μονότονες μη φθίνουσες, δηλαδή ισχύει:

$$g \geq g' \Rightarrow g + q(g) \geq g' + q(g') \ \& \ g + p(g) \geq g' + p(g')$$

### 3. Η μέθοδος ELECTRE III

Στη μέθοδο ELECTRE III έχουμε ψευδοκριτήρια και προβληματική  $\gamma$  (κατάταξη). Πρόκειται για μια από τις δημοφιλέστερες μεθόδους κατάταξης σήμερα. Το οργανόγραμμα της δίνεται στο Σχήμα 6. Προφανώς η μέθοδος δανείζεται εργαλεία της *θεωρίας ασαφών συνόλων (fuzzy set theory)*.



Σχήμα 6: Λογικό διάγραμμα της μεθόδου ELECTRE III

#### 3.1 Μονοκριτήριες σχέσεις συμφωνίας

Σε επίπεδο κριτηρίου  $g_j$ , οι προτιμήσεις του αποφασίζοντος μοντελοποιούνται μέσω της ασαφούς σχέσης συμφωνίας  $c_j: A \times A \rightarrow [0,1]$  που ορίζεται ως εξής:

$$c_j = \begin{cases} 1 & \text{εάν } j \in J^S \\ \frac{g_j(a) - g_j(b) + p_j[g_j(a)]}{p_j[g_j(a)] - q_j[g_j(a)]} & \text{εάν } j \in J^Q \\ 0 & \text{αλλιώς} \end{cases}$$

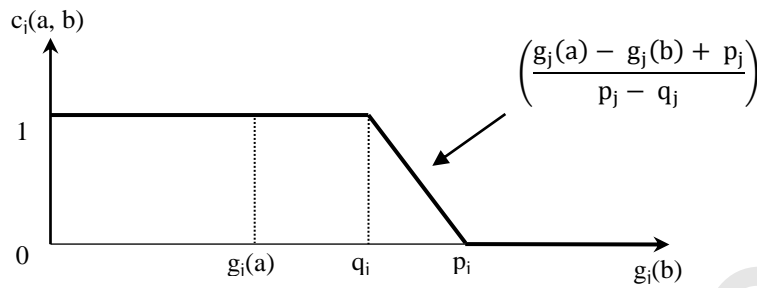
όπου  $J^S, J^Q$  ορίζονται ως εξής:

$$J^S = \{j \in J / g_j(a) + q_j[g_j(a)] \geq g_j(b)\}$$

$$J^Q = \{j \in J / g_j(a) + q_j[g_j(a)] < g_j(b) \leq g_j(a) + p_j[g_j(a)]\}$$

Εν συνεχεία, ορίζεται μια ολική (πολυκριτήρια) ασαφής σχέση συμφωνίας (fuzzy concordance relation)  $C: A \times A \rightarrow [0, 1]$  ως σταθμισμένος μέσος των  $c_j$ , χρησιμοποιώντας τους συντελεστές βαρύτητας  $w_j$  ( $\sum_j w_j = 1$ ):

$$C(a, b) = \sum_{j \in J} w_j c_j(a, b)$$

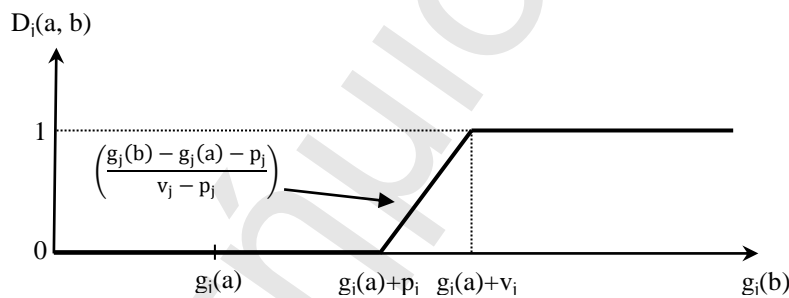


**Σχήμα 7: Ασαφής σχέση συμφωνίας  $c_i(a,b)$ .**

### 3.2 Ασαφείς σχέσεις διαφωνίας

Η διαφωνία ενός κριτηρίου  $g_j$  στην πρόταση  $aSb$  μοντελοποιείται μέσω μιας *ασαφούς σχέσης διαφωνίας* (fuzzy discordance relation)  $D_j(a,b): AxA \rightarrow [0,1]$ , που ορίζεται παρακάτω.

$$D_j(a, b) = \begin{cases} 1 & \text{εάν } g_j(b) > g_j(a) + v_j[g_j(a)] \\ 0 & \text{εάν } g_j(b) \leq g_j(a) + p_j[g_j(a)] \\ \frac{g_j(b) - g_j(a) - p_j[g_j(a)]}{v_j[g_j(a)] - p_j[g_j(a)]} & \text{αλλιώς} \end{cases}$$



**Σχήμα 8: Ασαφής σχέση διαφωνίας  $D_j(a,b)$ .**

### 3.3 Ασαφής σχέση υπεροχής

Στόχος της *ασαφούς σχέσης υπεροχής* (fuzzy outranking relation) είναι η σύνθεση της συμφωνίας και διαφωνίας των κριτηρίων στην πρόταση  $aSb$ . Είναι μια ασαφής σχέση  $d: AxA \rightarrow [0,1]$ , όπου  $d(a,b)$  ορίζει τον βαθμό πιστότητας (credibility degree) της πρότασης  $aSb$ , μέσω της ακόλουθης σχέσης:

$$d(a, b) = \begin{cases} C(a, b) & \text{εάν } C(a,b) \geq D_j(a,b) \forall j \\ \frac{C(a, b)}{1 - C(a, b)} \prod_{j^*} [1 - D_{j^*}(a, b)], j^* \in \left\{ \frac{j}{D_j(a, b)} > C(a, b) \right\} & \text{αλλιώς.} \end{cases}$$

Ας σημειωθεί ότι, όταν  $D_j(a,b)=1$ , για κάποιο κριτήριο  $g_j$  (διαφωνία κριτηρίου) τότε  $d(a,b)=0$ .

### 3.4 Αλγόριθμος κατάταξης (Α' τρόπος)

Ο αλγόριθμος κατάταξης της μεθόδου είναι ένας ανεξάρτητος μηχανισμός μέσω του οποίου κατατάσσονται δράσεις που έχουν συγκριθεί ανά δύο μέσω μιας ασαφούς διμερούς σχέσης τύπου  $d(a,b)$ .



Η εκμετάλλευση της ασαφούς υπεροχής πραγματοποιείται σε δύο φάσεις. Στην πρώτη, κατασκευάζονται δύο πλήρεις κατάταξεις (προδιατάξεις), μια *κατερχόμενη* (*descending*)  $Z_1$  και μια *ανερχόμενη* (*ascending*)  $Z_2$ . Στη δεύτερη φάση, κατασκευάζεται μια μερική προδιατάξη  $Z$  ως το προϊόν τομής των δύο προηγούμενων προδιατάξεων  $Z_1$  και  $Z_2$ .

Η  $Z_1$  ορίζεται ως μια διαμέριση του συνόλου  $A$  σε  $r$  καταταγμένες κλάσεις:  $\bar{C}_1, \bar{C}_2, \dots, \bar{C}_h, \dots, \bar{C}_r$ , όπου  $\bar{C}_1$  είναι η κεφαλή της κατάταξης και η  $Z_2$  ορίζεται ως η διαδοχή  $p$  καταταγμένων κλάσεων:  $\underline{C}_1, \underline{C}_2, \dots, \underline{C}_h, \dots, \underline{C}_p$ , όπου, αυτή τη φορά, κεφαλή της κατάταξης είναι η  $C_p$ .

Οι διαδικασίες κατασκευής των  $Z_1$  και  $Z_2$  είναι γνωστές ως *διαδικασίες διύλισης* (*distillation procedures*). Για να κατασκευάσουμε την  $Z_1$ , θέτουμε ως σημείο εκκίνησης της πρώτης διύλισης  $D_0=A$ , απ' όπου θα προκύψει η πρώτη τελική κλάση  $\bar{C}_1$ .

Τόσο η κατερχόμενη, όσο και η ανερχόμενη διύλιση χρησιμοποιούν τρεις έννοιες-κλειδιά:

- *Κατώφλι διάκρισης*  $s(\lambda)$  (*discrimination threshold*) του δείκτη πιστότητας  $\lambda = d(a,b)$  που χαρακτηρίζει την πιστότητα της πρότασης  $aSb$ .
- *λ-πρόκριση* (*λ-qualification*) μιας δράσης, πάνω στην οποία βασίζονται οι διαδοχικές επιλογές που καταλήγουν στις τελικές κλάσεις.
- *Διαχωριστικά επίπεδα* (*cutting levels*), που επιτρέπουν τον καθορισμό των διαδοχικών λ-τομών της ασαφούς σχέσης και δομούν τη διαδικασία διύλισης.

## Ορισμοί-Συμβολισμοί

Ορίζουμε ως *κατώφλι διάκρισης*  $s(\lambda)$  του δείκτη πιστότητας  $d(a,b) = \lambda$ , μια συνάρτηση για την οποία, όταν ισχύει:  $d(a,b) \geq d(c,d) + s(\lambda)$ , η υπεροχή της  $a$  επί της  $b$  είναι σαφώς πιο καθαρή απ' όσο η υπεροχή της  $c$  επί της  $d$ . Το κατώφλι αυτό είναι μια τεχνική παράμετρος, η οποία δεν πρέπει να απορρέει μόνο από την παρατήρηση του πίνακα  $d(a,b)$ . Ο Roy προτείνει την εξής συνταγή:  $s(\lambda) = 0.30 - 0.15\lambda$ , σύμφωνα με την οποία, για μικρές τιμές του δείκτη  $\lambda$ , η τιμή του κατωφλίου αυξάνει.

Έστω τώρα  $D \subset A$  και  $0 \leq \lambda \leq 1$ . Ορίζουμε επί του  $D$  τη σχέση της *λ-προτίμησης*  $\succ_{\lambda, D}$  (λ-preference), θέτοντας  $\forall a, b \in D$ :

$$a \succ_{\lambda, D} b \Leftrightarrow d(a, b) - s(d(a, b)) > d(b, a) \text{ και } d(a, b) > \lambda.$$

Ακολουθούν οι ορισμοί που βασίζονται στη λ-προτίμηση:

- *λ-ισχύς*  $p_D^\lambda$  της  $a$  μέσα στο  $D$ , είναι ο αριθμός δράσεων του  $D$  των οποίων η  $a$  λ-προτιμάται, δηλαδή:

$$p_D^\lambda(a) = \left| \left\{ b \in D / a \succ_{\lambda, D} b \right\} \right|$$

- *λ-αδυναμία*  $f_D^\lambda$  της  $a$  μέσα στο  $D$ , είναι ο αριθμός δράσεων του  $D$  οι οποίες λ-προτιμώνται της  $a$ , δηλαδή:

$$f_D^\lambda(a) = \left| \left\{ b \in D / b \succ_{\lambda, D} a \right\} \right|$$

- *λ-πρόκριση*  $q_D^\lambda$  της  $a$  μέσα στο  $D$ , είναι η εξής ποσότητα:

$$q_D^\lambda(a) = p_D^\lambda(a) - f_D^\lambda(a).$$

Τέλος, ας ορίσουμε για κάθε ζεύγος  $(\lambda, D)$ , το *διαχωριστικό επίπεδο* (*cutting level*)  $\Delta(\lambda, D)$  του  $D$  για την τιμή  $\lambda$ , ως εξής:

$$\Delta(\lambda, D) = \begin{cases} 0 & \text{αν } d(a,b) \geq \lambda - s(\lambda), \forall a, b \in D \\ \max_{(a,b) \in D} d(a,b) & \text{αλλιώς} \end{cases}$$

με  $\Delta = \{(a,b) \in D \times D / d(a,b) < \lambda - s(\lambda)\}$ .

### Αρχικοποίηση μιας διύλισης τάξης $h$

Ας θεωρήσουμε πρώτα την περίπτωση μιας κατερχόμενης διύλισης. Μια διύλιση τάξης  $h$  ( $h=1,2,\dots$ ) σημαίνει ότι έχουν εξαχθεί ήδη οι κλάσεις  $\bar{C}_1, \bar{C}_2, \dots, \bar{C}_{h-1}$ , οπότε:

$$D_0 = A - \{\bar{C}_1 \cup \bar{C}_2 \cup \dots \cup \bar{C}_{h-1}\}$$

είναι το σημείο εκκίνησης αυτής της διύλισης. Με τρόπο ανάλογο, για την ανερχόμενη διύλιση τάξης  $h$ , θέτουμε:

$$D_0 = A - \{C_1 \cup C_2 \cup \dots \cup C_{h-1}\}$$

Στο σύνολο  $D_0$  αντιστοιχούμε, σε κάθε περίπτωση, μια αρχική τιμή του διαχωριστικού επιπέδου που είναι:

$$\lambda_0 = \max_{a,b \in D_0} d(a,b)$$

### Μετάβαση από το σύνολο $D_k$ στο $D_{k+1}$

Έστω  $D_k$  το τελευταίο σύνολο για διύλιση και  $\lambda_k$  το αντίστοιχο διαχωριστικό επίπεδο. Αφού επαληθευτεί ότι καμία από τις συνθήκες πέρατος του αλγορίθμου δεν ισχύει, καθορίζεται το νέο διαχωριστικό επίπεδο:

$$\lambda_{k+1} = \Delta(\lambda_k, D_k)$$

και υπολογίζεται η  $\lambda_{k+1}$  – πρόκριση καθεμιάς από τις δράσεις του  $D_k$ . Το  $D_{k+1}$  είναι το υποσύνολο του  $D_k$  που αποτελείται από τις δράσεις των οποίων η πρόκριση είναι:

- μέγιστη, στην περίπτωση της κατερχόμενης διύλισης,
- ελάχιστη, στην περίπτωση της ανερχόμενης διύλισης.

### Συνθήκες πέρατος

- Μια κατερχόμενη ή ανερχόμενη διύλιση περατώνεται όταν:  
 $\lambda_k = 0$  ή  $|D_k| = 1$  (το σύνολο  $D_k$  έχει μια μόνο δράση)  
Τότε θέτουμε:  $D_k = \bar{C}_h$  ή  $C_h$ .
- Η διαδικασία διύλισης ολοκληρώνεται όταν η αρχικοποίηση για επόμενη διύλιση οδηγεί στο γεγονός:  $D_0 = \emptyset$ .

## 3.5 Αλγόριθμος κατάταξης (B' τρόπος)

Εναλλακτικά, μπορούμε να ακολουθήσουμε μια δεύτερη μεθοδολογία, για την κατάταξη των δράσεων. Η εκμετάλλευση της σχέσης υπεροχής γίνεται αποσαφηνίζοντας αρχικά τη σχέση υπεροχής με την εισαγωγή ενός ορίου  $\lambda$  τέτοιο ώστε εάν  $d(a,b) > \lambda$  τότε και μόνο τότε  $aSb$ .

Για τον καθορισμό της κατάταξης  $Z_1$ , για κάθε εναλλακτική  $a$  εντοπίζεται το σύνολο  $O_i$  των εναλλακτικών για τις οποίες  $aSb$ . Αντίστοιχα προσδιορίζεται το σύνολο  $O'_i$  των εναλλακτικών για τις οποίες  $bSa$ . Για κάθε εναλλακτική υπολογίζεται η διαφορά ανάμεσα στα πλήθη των συνόλων  $O_i$  και  $O'_i$ .

Ακολούθως, καθορίζεται το σύνολο  $D_1$  με τις εναλλακτικές που έχουν τη μεγαλύτερη διαφορά  $Q$ . Εάν το  $D_1$  περιέχει μόνο μία εναλλακτική τότε επαναλαμβάνεται η διαδικασία εξαιρώντας όμως τη συγκεκριμένη εναλλακτική. Εάν το  $D_1$  περιέχει παραπάνω από μία εναλλακτικές τότε επαναλαμβάνεται η διαδικασία για τις εναλλακτικές του  $D_1$  και καθορίζεται το σύνολο  $D_2$ . Εάν το  $D_2$  περιέχει μόνο μία εναλλακτική τότε επαναλαμβάνεται η διαδικασία εξαιρώντας όμως τη συγκεκριμένη εναλλακτική κ.ο.κ.

Η δεύτερη κατάταξη  $Z_2$  καθορίζεται με τον ίδιο τρόπο με τη διαφορά ότι εξετάζονται οι εναλλακτικές με τη μικρότερη διαφορά  $Q$ .

Η τελική κατάταξη καθορίζεται ως η τομή των δύο κατατάξεων. Θεωρώντας  $>1$  και  $\sim 1$  τις σχέσεις προτίμησης και αδιαφορίας βάσει της  $Z_1$  και  $>2$  και  $\sim 2$  τις σχέσεις προτίμησης και αδιαφορίας βάσει της  $Z_2$ , έχουμε:

$$a \succ b \Leftrightarrow \begin{cases} (a \succ_1 a) \wedge (a \succ_2 a) & \text{ή} \\ (a \succ_1 a) \wedge (a \sim_2 a) & \text{ή} \\ (a \sim_1 a) \wedge (a \succ_2 a) & \end{cases}$$

$$a \sim b \Leftrightarrow (a \sim_1 a) \wedge (a \sim_2 a)$$

$$a \mathcal{R} b \Leftrightarrow \text{διαφορετικά.}$$

### Εξαγωγή τελικής κατάταξης

Η τελική κατάταξη εξάγεται μέσω του συνδυασμού των δύο προδιατάξεων. Τα αποτελέσματα των προδιατάξεων αθροίζονται σε έναν πίνακα κατάταξης. Υπάρχουν 4 πιθανές περιπτώσεις:

1. Η εναλλακτική  $a$  κατατάσσεται ψηλότερα από τη  $b$  και στις δύο προδιατάξεις ή η  $a$  είναι καλύτερη της  $b$  στη μία προδιάταξη και έχει την ίδια κατάταξη στην άλλη, τότε η  $a$  είναι καλύτερη της  $b$ :  $a \mathbf{P}^+ b$ .
2. Η εναλλακτική  $a$  κατατάσσεται ψηλότερα από τη  $b$  στη μία προδιάταξη, αλλά η  $b$  κατατάσσεται ψηλότερα από την  $a$  στην άλλη, τότε η  $a$  είναι μη συγκρίσιμη με τη  $b$ :  $a \mathcal{R} b$ .
3. Η εναλλακτική  $a$  έχει την ίδια θέση κατάταξης με τη  $b$  και στις δύο προδιατάξεις, τότε η  $a$  είναι αδιάφορη της  $b$ :  $a \mathbf{I} b$ .
4. Η εναλλακτική  $a$  κατατάσσεται χαμηλότερα από τη  $b$  και στις δύο προδιατάξεις ή η  $a$  κατατάσσεται χαμηλότερα από τη  $b$  στη μία προδιάταξη και έχει την ίδια κατάταξη στην άλλη, τότε η  $a$  είναι χειρότερη της  $b$ :  $a \mathbf{P}^- b$ .

Η τελική κατάταξη υπολογίζεται προσθέτοντας το πλήθος των  $\mathbf{P}^+$ . Στην περίπτωση ισοδυναμίας, η σύγκριση μεταξύ των δύο εναλλακτικών με το ίδιο σκορ παίζει ρόλο στην αδιαφορία ή τη μη συγκρισιμότητα.

## 3.6 Κατάταξη προσφορών με τη χρήση της μεθόδου ELECTRE III

### Ορισμός του προβλήματος

Κατ' αρχάς χρειάζεται να ορίσουμε τα στοιχεία του προβλήματος (δεδομένα) όπως αυτά δίνονται προς επεξεργασία και χρήση.

Η προσφορά του προμηθευτή θεωρείται το σύνολο εκείνο των δεδομένων που μας παρέχονται από τον εκάστοτε πιθανό συνεργάτη και αφορούν το προϊόν το οποίο ενδιαφέρεται ο οργανισμός να προμηθευτεί. Τέτοια δεδομένα είναι:

- *Οικονομικά*: τιμή μονάδος (σε νομισματικές μονάδες ανά μονάδα μέτρησης), όροι πληρωμής (σε ημέρες από την έκδοση του τιμολογίου πώλησης), κόστη προετοιμασίας (σε νομισματικές μονάδες), πάγια κόστη παραγωγής (σε νομισματικές μονάδες) κλπ
- *Στοιχεία παραγωγής*: ελάχιστη ποσότητα παραγγελίας (σε μονάδα μέτρησης ανά παραγγελία), χρόνος παράδοσης (σε ημέρες από την ημέρα τοποθέτησης της παραγγελίας), μέγιστη δυνατότητα παραγωγής (σε μονάδα μέτρησης ανά ημέρα) κλπ
- *Ποιοτικά στοιχεία*: συνήθως αυτά τα στοιχεία αφορούν τα υλικά και τον τρόπο κατασκευής του προϊόντος και ελέγχονται από το τμήμα Διασφάλισης Ποιότητας του οργανισμού.

Εκτός των παραπάνω στοιχείων, για κάθε πιθανή συνεργασία υπάρχουν και άλλα ζητήματα τα οποία απασχολούν το τμήμα Αγορών του οργανισμού, όπως υπηρεσίες του προμηθευτή μετά την πώληση, πολιτική επιστροφών προς τον προμηθευτή, πιθανές εκπτώσεις σε περίπτωση μεγάλων παραγγελιών ή ακόμη και στοιχεία που αφορούν τον προμηθευτή ως επιχείρηση όπως χρηματοοικονομικά στοιχεία, χρηματική ρευστότητα, πληρωμές προσωπικού, εικόνα του στην αγορά κλπ. Είναι σημαντικό για ένα τμήμα Αγορών, ιδιαίτερα όταν πρόκειται να επιλέξει έναν προμηθευτή για μακροχρόνια συνεργασία, να γνωρίζει ότι μπορεί να βασιστεί σε αυτόν.

Θα μπορούσε κανείς να πει ότι τα στοιχεία εκείνα που εξετάζει ένα τμήμα Αγορών πριν καταλήξει στην επιλογή ενός προμηθευτή ποικίλουν ανάλογα με το είδος και τη σημαντικότητα του

υλικού ή τη φύση και τον κλάδο του ίδιου του οργανισμού. Για παράδειγμα, μια επιχείρηση που παράγει τρόφιμα και αναζητά έναν προμηθευτή υλικών συσκευασίας δεν έχει την ίδια βαρύτητα με μία αυτοκινητοβιομηχανία η οποία αναζητά προμηθευτή ελαστικών για τα νέα οχήματα που παράγει. Σε κάθε περίπτωση και για τις δύο επιχειρήσεις είναι το ίδιο σημαντικό να επιλέξουν το σωστό προμηθευτή.

Τα στοιχεία λοιπόν, που μπορεί να εξετάσει κανείς μπορεί να είναι δεκάδες. Για τις ανάγκες της διατριβής θα εξετάσουμε την περίπτωση προμήθειας ενός αγοραζόμενου υλικού από έναν οργανισμό παραγωγής και εμπορίας καταναλωτικών αγαθών (FMCG-Fast Moving Consumer Goods). Τα κριτήρια που χρησιμοποιούμε προς επεξεργασία για την επιλογή του κατάλληλου προμηθευτή είναι τα εξής:

- Τιμή (σε νομισματικές μονάδες ανά μονάδα μέτρησης του υλικού),
- Χρόνος παράδοσης (σε ημέρες από την ημέρα τοποθέτησης της παραγγελίας) και
- Ελάχιστη ποσότητα παραγγελίας (σε μονάδα μέτρησης ανά παραγγελία).

Αναλύοντας τα παραπάνω κριτήρια, μπορεί να διαπιστώσει κανείς ότι σε κάθε ένα, αυτό που επιθυμεί ο οργανισμός είναι η ελαχιστοποίηση του συγκεκριμένου ποσού. Δηλαδή, θα θέλαμε ένα προϊόν σε χαμηλή τιμή, που να μας παραδίδεται γρήγορα και κάθε φορά να παραγγέλνουμε όσο το δυνατόν λιγότερη ποσότητα ώστε να μη χρειάζεται να την αποθηκεύουμε για μεγάλο χρονικό διάστημα.

### Επίλυση του προβλήματος

Θέτουμε τα δεδομένα, έτσι όπως τα λαμβάνουμε από τους προμηθευτές:

Προμηθευτής	Τιμή	Χρόνος παράδοσης	Ελάχ. Ποσότη. Παραγ.
Π <sub>1</sub>	10€/τμχ	10 ημέρες	80 τμχ
Π <sub>2</sub>	12€/τμχ	20 ημέρες	120 τμχ
Π <sub>3</sub>	14€/τμχ	40 ημέρες	60 τμχ
Π <sub>4</sub>	9€/τμχ	30 ημέρες	100 τμχ
Π <sub>5</sub>	11€/τμχ	40 ημέρες	90 τμχ
Π <sub>6</sub>	8€/τμχ	50 ημέρες	140 τμχ

Επιπλέον, ο αποφασίζων χρειάζεται να ορίσει τα βάρη ανά κριτήριο όπως και τα κατώφλια. Έτσι θεωρούμε ότι το πιο σημαντικό από τα τρία κριτήρια είναι αυτό της τιμής σε ποσοστό 50%, ακολουθεί αυτό της ελάχιστης ποσότητας παραγγελίας με 40% και τέλος ο χρόνος παράδοσης με 10%. Ακολουθώντας, θέτουμε ότι για να είναι δύο προμηθευτές αδιάφοροι (ισοδύναμοι) πρέπει η διαφορά τους για κάθε ένα από τα κριτήρια να είναι μικρότερη του 1.

Επίσης, για να είναι προτιμητέος ένας προμηθευτής έναντι ενός άλλου σε κάθε ένα από τα κριτήρια θα πρέπει για την τιμή να διαφέρει κατά 10€/τμχ, για τον χρόνο παράδοσης να διαφέρει κατά 30 ημέρες και για την ελάχιστη ποσότητα παραγγελίας να διαφέρει κατά 40 τεμάχια.

Τέλος, αν κάποιος προμηθευτής υπερέχει κάποιου άλλου σε δύο κριτήρια, για να υπερέχει και συνολικά χρειάζεται να υπερέχει στο τρίτο ως εξής: για την τιμή να υπερέχει κατά 10€/τμχ, για τον χρόνο παράδοσης να υπερέχει κατά 30 ημέρες και για την ελάχιστη ποσότητα παραγγελίας να υπερέχει κατά 40 τεμάχια.

Συγκεντρωτικά έχουμε:

	Τιμή	Χρόνος παράδοσης	Ελάχ. Ποσότη. Παραγ.
w	0.50	0.10	0.40
q	1€/τμχ	1 ημέρα	1 τμχ
p	10€/τμχ	30 ημέρες	40 τμχ
v	10€/τμχ	30 ημέρες	40 τμχ

Χρησιμοποιώντας τις μονοκριτήριες σχέσεις συμφωνίας και διαφωνίας, οδηγούμαστε στους αντίστοιχους πίνακες του προβλήματος.

	$c_1(a,b)$						$c_2(a,b)$						$c_3(a,b)$					
	$\Pi_1$	$\Pi_2$	$\Pi_3$	$\Pi_4$	$\Pi_5$	$\Pi_6$	$\Pi_1$	$\Pi_2$	$\Pi_3$	$\Pi_4$	$\Pi_5$	$\Pi_6$	$\Pi_1$	$\Pi_2$	$\Pi_3$	$\Pi_4$	$\Pi_5$	$\Pi_6$
$\Pi_1$	-	0.89	0.67	1.00	1.00	1.00	-	0.69	0.00	0.34	0.00	0.00	-	0.00	1.00	0.51	0.77	0.00
$\Pi_2$	1.00	-	0.89	1.00	1.00	1.00	1.00	-	0.34	0.69	0.34	0.00	1.00	-	1.00	1.00	1.00	0.51
$\Pi_3$	1.00	1.00	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	1.00	1.00	0.69	0.51	0.00	-	0.00	0.26	0.00
$\Pi_4$	1.00	0.78	0.56	-	0.89	1.00	1.00	1.00	0.69	-	0.69	0.34	1.00	0.51	1.00	-	1.00	0.00
$\Pi_5$	1.00	1.00	0.78	1.00	-	1.00	1.00	1.00	1.00	-	0.69	1.00	0.26	1.00	0.77	-	0.00	0.00
$\Pi_6$	0.89	0.67	0.44	1.00	0.78	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-
	$D_1(a,b)$						$D_2(a,b)$						$D_3(a,b)$					
	$\Pi_1$	$\Pi_2$	$\Pi_3$	$\Pi_4$	$\Pi_5$	$\Pi_6$	$\Pi_1$	$\Pi_2$	$\Pi_3$	$\Pi_4$	$\Pi_5$	$\Pi_6$	$\Pi_1$	$\Pi_2$	$\Pi_3$	$\Pi_4$	$\Pi_5$	$\Pi_6$
$\Pi_1$	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
$\Pi_2$	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00
$\Pi_3$	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	-	0.00	0.00	1.00
$\Pi_4$	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00
$\Pi_5$	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	1.00
$\Pi_6$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-

Ακολουθώντας τις ασαφείς σχέσεις συμφωνίας και υπεροχής λαμβάνουμε τα εξής αποτελέσματα, όπως αυτά φαίνονται στους παρακάτω πίνακες.

	$C(a,b)$					
	$\Pi_1$	$\Pi_2$	$\Pi_3$	$\Pi_4$	$\Pi_5$	$\Pi_6$
$\Pi_1$	-	0.513	0.733	0.739	0.807	0.500
$\Pi_2$	1.000	-	0.879	0.969	0.934	0.705
$\Pi_3$	0.805	0.600	-	0.600	0.703	0.569
$\Pi_4$	1.000	0.694	0.747	-	0.913	0.534
$\Pi_5$	1.000	0.703	0.889	0.908	-	0.569
$\Pi_6$	0.944	0.833	0.722	1.000	0.889	-

και

	$d(a,b)$ credibility index (βαθμός αξιοπιστίας)					
	$\Pi_1$	$\Pi_2$	$\Pi_3$	$\Pi_4$	$\Pi_5$	$\Pi_6$
$\Pi_1$	-	0.51	0.73	0.74	0.81	0.00
$\Pi_2$	1.00	-	0.88	0.97	0.93	0.71
$\Pi_3$	0.81	0.00	-	0.60	0.70	0.00
$\Pi_4$	1.00	0.69	0.75	-	0.91	0.53
$\Pi_5$	1.00	0.70	0.89	0.91	-	0.00
$\Pi_6$	0.94	0.83	0.72	1.00	0.89	-

Για τον αλγόριθμο κατάταξης, επιλέξαμε τον Β' τρόπο, καθώς θεωρούμε πως εξυπηρετεί καλύτερα το στόχο της εργασίας.

Θέτουμε ως όριο  $\lambda=0.7$  και χρησιμοποιούμε τον παραπάνω πίνακα αξιοπιστίας. Κατά την διαδικασία διύλισης αντιστρέφουμε την αφαίρεση των συνόλων  $O_i$  και  $O'_i$  καθώς μας ενδιαφέρει η ελαχιστοποίηση των ποσών των τριών κριτηρίων.

Κατάταξη  $Z_i$

	$O_i$	$O'_i$	$Q_i$
$\Pi_1$	$\Pi_3, \Pi_4, \Pi_5$	$\Pi_2, \Pi_3, \Pi_4, \Pi_5, \Pi_6$	2
$\Pi_2$	$\Pi_1, \Pi_3, \Pi_4, \Pi_5, \Pi_6$	$\Pi_6$	-4
$\Pi_3$	$\Pi_1$	$\Pi_1, \Pi_2, \Pi_4, \Pi_5, \Pi_6$	4
$\Pi_4$	$\Pi_1, \Pi_3, \Pi_5$	$\Pi_1, \Pi_2, \Pi_5, \Pi_6$	1
$\Pi_5$	$\Pi_1, \Pi_3, \Pi_4$	$\Pi_1, \Pi_2, \Pi_4, \Pi_6$	1
$\Pi_6$	$\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3, \Pi_4, \Pi_5$	-	-5

Καλύτερη εναλλακτική η  $\Pi_3$ . Εξαιρείται και προχωρούμε στην επόμενη επανάληψη.

	$O_i$	$O'_i$	$Q_i$
$\Pi_1$	$\Pi_4, \Pi_5$	$\Pi_2, \Pi_4, \Pi_5, \Pi_6$	2
$\Pi_2$	$\Pi_1, \Pi_4, \Pi_5, \Pi_6$	$\Pi_6$	-3
$\Pi_4$	$\Pi_1, \Pi_5$	$\Pi_1, \Pi_2, \Pi_5, \Pi_6$	2
$\Pi_5$	$\Pi_1, \Pi_4$	$\Pi_1, \Pi_2, \Pi_4, \Pi_6$	2
$\Pi_6$	$\Pi_1, \Pi_2, \Pi_4, \Pi_5$	-	-4

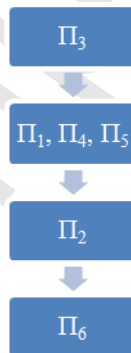
	$O_i$	$O'_i$	$Q_i$
$\Pi_1$	$\Pi_4, \Pi_5$	$\Pi_4, \Pi_5$	0
$\Pi_4$	$\Pi_1, \Pi_5$	$\Pi_1, \Pi_5$	0
$\Pi_5$	$\Pi_1, \Pi_4$	$\Pi_1, \Pi_4$	0

Καλύτερες εναλλακτικές οι  $\Pi_1, \Pi_4$  και  $\Pi_5$ , οι οποίες συγκρίνονται μεταξύ τους και βρίσκονται ισοδύναμες. Εξαιρούνται και προχωρούμε στην επόμενη επανάληψη.

	$O_i$	$O'_i$	$Q_i$
$\Pi_2$	-	$\Pi_6$	1
$\Pi_6$	$\Pi_2$	-	-1

Καλύτερη εναλλακτική η  $\Pi_2$  και απομένει τελευταία η  $\Pi_6$ .

Με βάση τα παραπάνω η κατάταξη  $Z_1$  διαμορφώνεται ως εξής:



Κατάταξη  $Z_2$

	$O_i$	$O'_i$	$Q_i$
$\Pi_1$	$\Pi_3, \Pi_4, \Pi_5$	$\Pi_2, \Pi_3, \Pi_4, \Pi_5, \Pi_6$	2
$\Pi_2$	$\Pi_1, \Pi_3, \Pi_4, \Pi_5, \Pi_6$	$\Pi_6$	-4
$\Pi_3$	$\Pi_1$	$\Pi_1, \Pi_2, \Pi_4, \Pi_5, \Pi_6$	4
$\Pi_4$	$\Pi_1, \Pi_3, \Pi_5$	$\Pi_1, \Pi_2, \Pi_5, \Pi_6$	1
$\Pi_5$	$\Pi_1, \Pi_3, \Pi_4$	$\Pi_1, \Pi_2, \Pi_4, \Pi_6$	1
$\Pi_6$	$\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3, \Pi_4, \Pi_5$	-	-5

Εντοπίζεται η  $\Pi_6$  ως η εναλλακτική με το μικρότερο  $Q$ . Εξαιρείται και προχωρούμε στην επόμενη επανάληψη.

	$O_i$	$O'_i$	$Q_i$
$\Pi_1$	$\Pi_3, \Pi_4, \Pi_5$	$\Pi_2, \Pi_3, \Pi_4, \Pi_5$	1
$\Pi_2$	$\Pi_1, \Pi_3, \Pi_4, \Pi_5$	-	-4
$\Pi_3$	$\Pi_1$	$\Pi_1, \Pi_2, \Pi_4, \Pi_5$	3
$\Pi_4$	$\Pi_1, \Pi_3, \Pi_5$	$\Pi_1, \Pi_2, \Pi_5$	0
$\Pi_5$	$\Pi_1, \Pi_3, \Pi_4$	$\Pi_1, \Pi_2, \Pi_4$	0

Η  $\Pi_2$  είναι η εναλλακτική με το μικρότερο  $Q$ . Εξαιρείται και συνεχίζουμε με την επόμενη επανάληψη.

	$O_i$	$O'_i$	$Q_i$
$\Pi_1$	$\Pi_3, \Pi_4, \Pi_5$	$\Pi_3, \Pi_4, \Pi_5$	0
$\Pi_3$	$\Pi_1$	$\Pi_1, \Pi_4, \Pi_5$	2
$\Pi_4$	$\Pi_1, \Pi_3, \Pi_5$	$\Pi_1, \Pi_5$	-1
$\Pi_5$	$\Pi_1, \Pi_3, \Pi_4$	$\Pi_1, \Pi_4$	-1

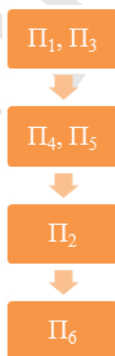
	$O_i$	$O'_i$	$Q_i$
$\Pi_4$	$\Pi_5$	$\Pi_5$	0
$\Pi_5$	$\Pi_4$	$\Pi_4$	0

Επόμενες εναλλακτικές είναι οι  $\Pi_4$  και  $\Pi_5$  που συγκρίνονται και βρίσκονται ισοδύναμες. Εξαιρούνται και προχωρούμε στην επόμενη επανάληψη.

	$O_i$	$O'_i$	$Q_i$
$\Pi_1$	$\Pi_3$	$\Pi_3$	0
$\Pi_3$	$\Pi_1$	$\Pi_1$	0

Όπως φαίνεται οι εναλλακτικές  $\Pi_1$  και  $\Pi_3$  είναι ισοδύναμες και είναι οι δύο τελευταίες στην κατάταξη.

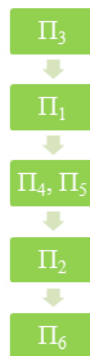
Με βάση τα παραπάνω η κατάταξη  $Z_2$  διαμορφώνεται ως εξής:



Συνδυάζοντας τις δύο κατατάξεις και χρησιμοποιώντας τον πίνακα τελικής κατάταξης έχουμε:

	$\Pi_1$	$\Pi_2$	$\Pi_3$	$\Pi_4$	$\Pi_5$	$\Pi_6$	$\Sigma P^+$
$\Pi_1$	-	$P^+$	$P^-$	$P^+$	$P^+$	$P^+$	<b>4</b>
$\Pi_2$	$P^-$	-	$P^-$	$P^-$	$P^-$	$P^+$	<b>1</b>
$\Pi_3$	$P^+$	$P^+$	-	$P^+$	$P^+$	$P^+$	<b>5</b>
$\Pi_4$	$P^-$	$P^+$	$P^-$	-	I	$P^+$	<b>2</b>
$\Pi_5$	$P^-$	$P^+$	$P^-$	I	-	$P^+$	<b>2</b>
$\Pi_6$	$P^-$	$P^-$	$P^-$	$P^-$	$P^-$	-	<b>0</b>

Τελική κατάταξη



Οι εναλλακτικές  $\Pi_4$  και  $\Pi_5$  είναι μεταξύ τους αδιάφορες, καθώς και στις δύο προδιατάξεις κατετάγησαν στις ίδιες θέσεις.

#### 4. Εφαρμογή αξιολόγησης και κατάταξης προσφορών προμηθευτών

Για τις ανάγκες της διατριβής σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε διαδικτυακή εφαρμογή, η οποία χρησιμοποιώντας της θεωρία της μεθόδου ELECTRE III, όπως αυτή παρουσιάστηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, εξάγει την κατάταξη προσφορών προμηθευτών για έναν οργανισμό παραγωγής και εμπορίας καταναλωτικών προϊόντων.

##### 4.1 Περιγραφή της εφαρμογής

Η εφαρμογή αναπτύχθηκε με τη χρήση των γλωσσών προγραμματισμού HTML και PHP. Επίσης, για τις ανάγκες αποθήκευσης δεδομένων χρησιμοποιήθηκε βάση δεδομένων MySQL έκδοση 5.5.20 μέσω του λογισμικού Wampserver έκδοση 2.2. Τέλος, ο κώδικας αναπτύχθηκε σε Notepad++ έκδοση 5.9.8.

Σκοπός της εφαρμογής είναι η επεξεργασία των προσφορών των πιθανών προμηθευτών και η κατάταξή τους με βάση τα δεδομένα που εισάγει ο εκάστοτε χρήστης. Η εφαρμογή έχει χαρακτήρα υποστήριξης της απόφασης και σε καμία περίπτωση δεν μπορεί να θεωρηθεί ότι υποδεικνύει στον αποφασίζοντα την επιλογή κάποιου συγκεκριμένου προμηθευτή. Χρήστης της εφαρμογής μπορεί να είναι ο οποιοσδήποτε έχει να επιλέξει ανάμεσα από πιθανούς προμηθευτές, αρκεί να έχει στη διάθεσή του όλα τα απαραίτητα δεδομένα για κάθε έναν από τους πιθανούς προμηθευτές.

##### 4.2 Λειτουργικότητα εφαρμογής

###### Σχεδιασμός του περιβάλλοντος επικοινωνίας

Το πρωτόκολλο αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή αποτελείται από τρία μέρη και αναφέρεται σε ζητήματα σχεδιασμού που προσδιορίζουν τη δομή της επικοινωνίας με το χρήστη. Αυτά είναι η *Δυναμική επικοινωνία*, η *Αισθητική επικοινωνία* και η *Επικοινωνία βάσει του είδους των συσκευών*. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται αναλυτικά τα τρία αυτά μέρη.

Δυναμική επικοινωνία	Σειρά των μηνυμάτων, έλεγχος της παρουσίας των μηνυμάτων, βαθμός καθοδήγησης που εμπειριέχει το σύστημα, ενέργειες που είναι απαραίτητες προκειμένου ο χρήστης να επικοινωνήσει με τον υπολογιστή, μέρη του σώματος που χρησιμοποιούνται για την επικοινωνία. Για το σχεδιασμό των στοιχείων της δυναμικής επικοινωνίας είναι απαραίτητη η ύπαρξη προδιαγραφών οι οποίες θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τις ανάγκες της συγκεκριμένης εφαρμογής.
----------------------	--



Αισθητική επικοινωνία	Είδος γλώσσας επικοινωνίας. Για το σχεδιασμό των στοιχείων της αισθητικής επικοινωνίας είναι απαραίτητη η ύπαρξη προδιαγραφών οι οποίες θα πρέπει να είναι συμβατές με προηγούμενες αποφάσεις που αφορούν νοητικά μοντέλα και το είδος της συγκεκριμένης εφαρμογής.
Επικοινωνία βάσει του είδους των συσκευών	Σχεδιασμός των συσκευών. Πρέπει να λαμβάνει υπόψη το είδος της δυναμικής και της αισθητικής επικοινωνίας αλλά και το γενικότερο σχεδιασμό των οργάνων ελέγχου και δεικτών πληροφόρησης καθώς συχνά σχεδιάζονται σε συνδυασμό.

## Λειτουργικές απαιτήσεις

### i. Έναρξη της εφαρμογής

**Περιγραφή:** Η εφαρμογή εμφανίζει μία μικρή περιγραφή της στην ελληνική και στην αγγλική γλώσσα, έτσι ώστε να επιλέξει ο χρήστης την έκδοση εκείνη που ανταποκρίνεται καλύτερα στις απαιτήσεις του.

**Είσοδος:** Επιλογή από το χρήστη ελληνικής ή αγγλικής έκδοσης μέσω του αντίστοιχου κουμπιού.

**Επεξεργασία:** Η εφαρμογή ανάλογα με το τι επέλεξε ο χρήστης συνεχίζει στην αντίστοιχη έκδοση (ελληνική ή αγγλική).

**Έξοδος:** Φόρμα εισαγωγής δεδομένων.

### ii. Εισαγωγή πληροφοριών από το χρήστη

**Περιγραφή:** Η εφαρμογή ζητά από το χρήστη την εισαγωγή της ηλεκτρονικής του διεύθυνσης (email) για λόγους ταυτοποίησης των αποτελεσμάτων. Επιπλέον, η εφαρμογή ζητά από το χρήστη να εισάγει τα απαραίτητα στοιχεία που αφορούν τις προσφορές των προμηθευτών. Επίσης, θα χρειαστεί να ορίσει με βάση τη δική του επιθυμία και εμπειρία τα βάρη και τα κατώφλια. Για όλα τα παραπάνω παρέχεται από την εφαρμογή βοήθεια στο χρήστη, ώστε να μπορεί να επιλέξει κάθε φορά την κατάλληλη τιμή που θα εισάγει.

**Είσοδος:** τιμή (σε ν.μ. ανά μ.μ.), χρόνος παράδοσης (σε ημέρες από την τοποθέτηση της παραγγελίας), ελάχιστη ποσότητα παραγγελίας (σε μ.μ.), βάρος (σημαντικότητα) ανά κριτήριο, κατώφλια αδιαφορίας και προτίμησης καθώς και τιμές βέτο.

**Επεξεργασία:** Κατά την εισαγωγή των ζητούμενων πληροφοριών η εφαρμογή δεν επιτρέπει στο χρήστη την πληκτρολόγηση λεκτικών ή συμβόλων σε κανένα από τα πεδία πέραν αυτών της ηλεκτρονικής διεύθυνσης του χρήστη και των ονομάτων των προμηθευτών. Επίσης, μετά την εισαγωγή των στοιχείων από το χρήστη, η εφαρμογή, πριν προχωρήσει στην επεξεργασία τους, ελέγχει:

- εάν έχει εισαχθεί ηλεκτρονική διεύθυνση,
- εάν έχουν εισαχθεί στοιχεία προσφορών τουλάχιστον δύο προμηθευτών,
- εάν έχουν εισαχθεί αρνητικοί αριθμοί σε πεδία που ζητούνται ποσοτικά δεδομένα,
- εάν έχουν εισαχθεί όλα τα απαραίτητα ποσοτικά δεδομένα ανά προμηθευτή,
- εάν το άθροισμα των βαρών (σημαντικότητας) ανά κριτήριο είναι ίσο με 1,
- εάν έχουν εισαχθεί τα δεδομένα σε όλα τα πεδία που αφορούν τα βάρη και τα κατώφλια.

**Έξοδος:** Ειδοποιήσεις λαθών (αν υπάρχουν τέτοια), οθόνη με αποτελέσματα, επιλογή νέας αξιολόγησης.

## Μη λειτουργικές απαιτήσεις

### i. Απαίτηση βάσεων δεδομένων

Η εφαρμογή χρησιμοποιεί βάση δεδομένων έτσι ώστε να μπορεί να πραγματοποιεί μαθηματικούς υπολογισμούς και να κρατά αποθηκευμένα τα δεδομένα όσο οι υπολογισμοί αυτοί είναι σε εξέλιξη. Χρησιμοποιεί πίνακες στους οποίους εισάγονται τα δεδομένα του χρήστη και χρησιμοποιεί αυτά τα δεδομένα προοδευτικά μέχρι να καταλήξει στο τελικό αποτέλεσμα.

### 4.3 Διάγραμμα ροής δεδομένων

#### Επίπεδο 0

Πηγές και αποδέκτες

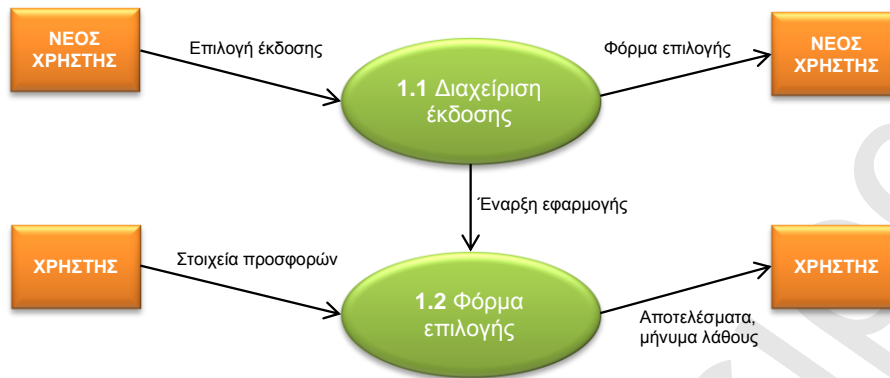
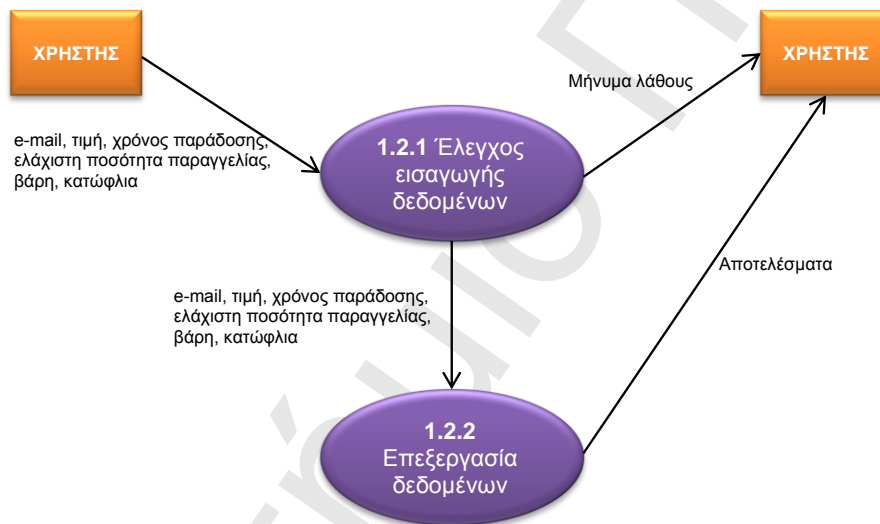
ΠΗΓΕΣ	Νέος χρήστης	Επιλέγει έκδοση (ελληνική ή αγγλική).
	Χρήστης	Εισάγει τα δεδομένα των προσφορών των πιθανών προμηθευτών. Ζητά την επεξεργασία τους.
ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ	Νέος χρήστης	Οδηγείται στην αντίστοιχη φόρμα (ελληνική ή αγγλική).
	Χρήστης	Λαμβάνει τα αποτελέσματα της επεξεργασίας ή αρνητικό μήνυμα.



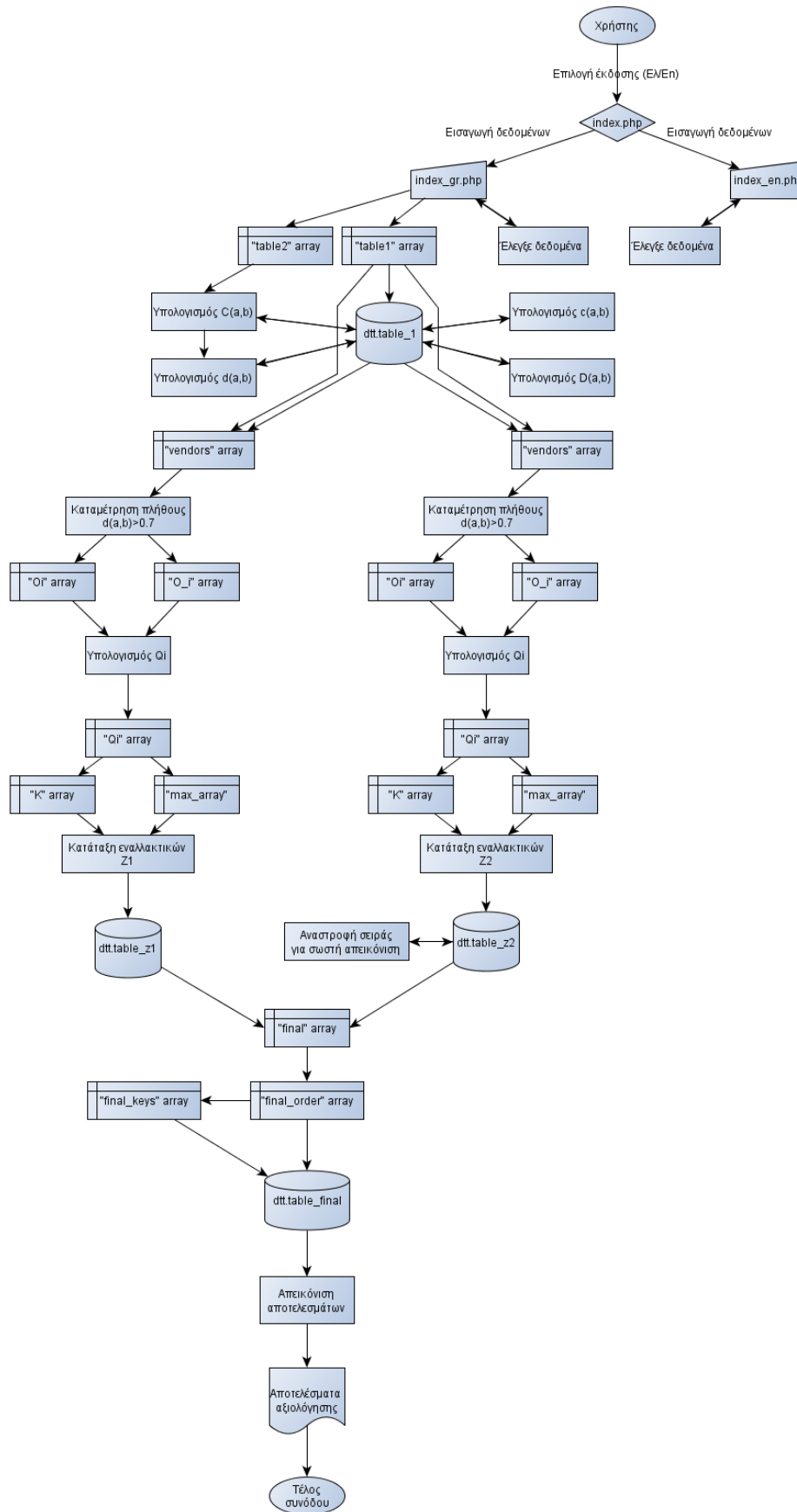
Ως «Νέος χρήστης» ορίζεται ο χρήστης που επισκέπτεται την ιστοσελίδα στην οποία είναι αποθηκευμένη η εφαρμογή και ο οποίος καλείται να επιλέξει ποια από τις δύο εκδόσεις επιθυμεί να χρησιμοποιήσει, την ελληνική ή την αγγλική. Αφού επιλέξει έκδοση, καλείται πλέον «Χρήστης» και η εφαρμογή τον οδηγεί σε μία φόρμα εισαγωγής δεδομένων, όπου καλείται να εισάγει όλα τα απαραίτητα δεδομένα.

Μετά την εισαγωγή των δεδομένων από το χρήστη, η εφαρμογή, πριν προχωρήσει στην επεξεργασία τους, προβαίνει σε έλεγχο τους ώστε να διασφαλιστεί ότι δεν υπάρχουν ελλειπή ή/και λανθασμένα δεδομένα. Σε περίπτωση που ο έλεγχος επιστρέψει λάθη ή/και παραλείψεις, ο χρήστης λαμβάνει ειδοποίηση και η εφαρμογή δεν προχωρά έως ότου διορθωθεί το πρόβλημα. Εάν ο έλεγχος δε βρει λάθη, τότε η εφαρμογή προχωρά στην επεξεργασία των δεδομένων και στον υπολογισμό της κατάταξης των προσφορών των προμηθευτών.

Αφότου ολοκληρωθούν οι υπολογισμοί, ο χρήστης λαμβάνει στην οθόνη του τα αποτελέσματα της κατάταξης καθώς και την επιλογή νέας αξιολόγησης.

**Επίπεδο 1****Επίπεδο 2 – Φόρμα επιλογής****4.4 Διάγραμμα ροής κώδικα εφαρμογής**

Παρακάτω παρουσιάζεται το διάγραμμα ροής του κώδικα της εφαρμογής έτσι όπως αναπτύχθηκε. Χρειάζεται να σημειωθεί ότι στο διάγραμμα παρουσιάζεται ολοκληρωμένα η περίπτωση χρήσης της ελληνικής έκδοσης της εφαρμογής. Κατά τον ίδιο ακριβώς τρόπο αναπτύχθηκε και η αγγλική έκδοση, με τη μόνη διαφορά ότι χρησιμοποιήθηκε η αγγλική γλώσσα στην απεικόνιση των αποτελεσμάτων.



## 5. Χρήση της εφαρμογής

### 5.1 Επίλυση του παραδείγματος

Για την καλύτερη κατανόηση της χρηστικότητας της εφαρμογής, δοκιμάσαμε να επιλύσουμε με αυτήν το πρόβλημα που παρουσιάστηκε και επιλύθηκε στο κεφάλαιο 3.

#### Αρχική οθόνη



Πανεπιστήμιο Πειραιώς  
Τμήμα Πληροφορικής  
ΠΜΣ "Πληροφορική"

Καλωσήρατε στη διαδικτυακή εφαρμογή "Αξιολόγηση προμηθευτών". Η εφαρμογή αναπτύχθηκε στα πλαίσια της Μεταπτυχιακής Διατριβής του φοιτητή Παύλου Συμπερά, με θέμα "Ανάπτυξη διαδικτυακής εφαρμογής αξιολόγησης και κατάταξης προσφορών προμηθευτών σε οργανισμό παραγωγής και εμπορίας καταναλωτικών προϊόντων".

Έναρξη!

Welcome to the web application "Suppliers evaluation". This application has been developed in terms of MSc. Thesis of student Pavlos Symperas, under the subject "Web application development for evaluation and ranking of suppliers' offers for fast moving consumer goods organization".

Start!



University of Piraeus  
Department of Informatics  
MSc. Program "Informatics"

Πάυλος Συμπεράς © 2012

Εδώ ο χρήστης καλείται να επιλέξει την έκδοση (ελληνική ή αγγλική) της εφαρμογής την οποία επιθυμεί να χρησιμοποιήσει. Για την καλύτερη κατανόηση των λειτουργιών από τον αναγνώστη επιλέξαμε να χρησιμοποιήσουμε την ελληνική έκδοση.

#### Φόρμα εισαγωγής δεδομένων



Πανεπιστήμιο Πειραιώς  
Τμήμα Πληροφορικής  
ΠΜΣ "Πληροφορική"

Η παρούσα εφαρμογή αξιολογεί και κατατάσσει τις προσφορές έως και 6 προμηθευτών υπό 3 δεδομένα κριτήρια. Η αξιολόγηση και η κατάταξη γίνεται με τη χρήση της μεθόδου ΕΙΕΣΤΡΕ III. Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τον τρόπο εισαγωγής και το είδος των απαιτούμενων δεδομένων, πατήστε το σύμβολο ⓘ δίπλα από το αντίστοιχο πεδίο.

Παρακαλώ εισάγετε τα δεδομένα!

ηλεκτρονική διεύθυνση (email):

#	Προμηθευτής ⓘ	Τιμή ⓘ	Χρόνος παράδοσης ⓘ	Ελάχ. Ποσότη. Παραγ. ⓘ
1				
2				
3				
4				
5				
6				

Κατόφλι	Τιμή	Χρόνος Παράδοσης	Ελάχ. Ποσότη. Παραγ.
Βάρος (w) ⓘ			
Αδιαφορία (a) ⓘ			
Προτίμηση (p) ⓘ			
Βέτο (v) ⓘ			

Αξιολόγηση Καθαρισμός

Πάυλος Συμπεράς © 2012

Παρατηρούμε ότι η εφαρμογή μας οδηγεί σε μία φόρμα εισαγωγής δεδομένων, τα πεδία της οποίας καλείται να συμπληρώσει ο χρήστης, όπως έχει περιγραφεί στο κεφάλαιο 4. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να λάβει τα αποτελέσματα αφού συμπληρώσει όλα τα απαραίτητα δεδομένα επιλέγοντας το κουμπί «Αξιολόγηση», όπως επίσης και να καθαρίσει όλα τα δεδομένα από τη φόρμα επιλέγοντας το κουμπί «Καθαρισμός».

Ανάπτυξη διαδικτυακής εφαρμογής αξιολόγησης και κατάταξης προσφορών προμηθευτών σε οργανισμό παραγωγής και εμπορίας καταναλωτικών προϊόντων.



Πανεπιστήμιο Πειραιώς  
Τμήμα Πληροφορικής  
ΠΜΣ "Πληροφορική"

Η παρούσα εφαρμογή αξιολογεί και κατατάσσει τις προσφορές έως και 6 προμηθευτών υπό 3 δεδομένα κριτήρια. Η αξιολόγηση και η κατάταξη γίνεται με τη χρήση της μεθόδου ELECTRE III. Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τον τρόπο εισαγωγής και το είδος των απαιτούμενων δεδομένων, πατήστε το σύμβολο ⓘ δίπλα από το αντίστοιχο πεδίο.

### Παρακαλώ εισάγετε τα δεδομένα!

ηλεκτρονική διεύθυνση (email):

#	Προμηθευτής ⓘ	Τιμή ⓘ	Χρόνος παράδοσης ⓘ	Ελάχ. Ποσότητα Παρ. ⓘ
1	Π1	10	10	80
2	Π2	12	20	120
3	Π3	14	40	60
4	Π4	9	30	100
5	Π5	11	40	90
6	Π6	8	50	140

Κατώφλι	Τιμή	Χρόνος Παράδοσης	Ελάχ. Ποσότητα Παρ.
Βάρος (w) ⓘ	0.50	0.10	0.40
Αδιαφορία (a) ⓘ	1	1	1
Προτίμηση (p) ⓘ	10	30	40
Βέτο (v) ⓘ	10	30	40

Παύλος Συμπεράς © 2012

## Έλεγχοι δεδομένων

Όταν ο χρήστης επιλέξει το κουμπί «Αξιολόγηση», η εφαρμογή εκτελεί διαδοχικούς ελέγχους για την ορθότητα και την πληρότητα των δεδομένων που έχουν εισαχθεί από το χρήστη. Στην περίπτωση που κάποιο ή κάποια δεδομένα είναι ελλιπή ή/και λανθασμένα, τότε ο χρήστης λαμβάνει ειδοποίηση (popup alert) με σχετική οδηγία ώστε να διορθώσει ή/και να συμπληρώσει τα δεδομένα προς επεξεργασία.

Επιπλέον, η εφαρμογή δεν δέχεται αρνητικούς αριθμούς και λεκτικά ψηφία ή/και σύμβολα στα πεδία εκτός αυτών της ηλεκτρονικής διεύθυνσης του χρήστη και των ονομάτων των προμηθευτών. Για αυτό το λόγο, υπάρχει κώδικας που δεν επιτρέπει την πληκτρολόγηση τέτοιων ψηφίων στα αντίστοιχα πεδία της φόρμας.

Παρακαλώ εισάγετε τα δεδομένα!

ηλεκτρονική διεύθυνση (email):

#	Προμηθευτής ⓘ	Τιμή ⓘ	Χρόνος παράδοσης ⓘ	Ελάχ. Ποσότητα Παρ. ⓘ
1				
2				
3				
4				
5				
6				

Παρακαλώ εισάγετε την ηλεκτρονική σας διεύθυνση (email).

Κατώφλι	Τιμή	Χρόνος Παράδοσης	Ελάχ. Ποσότητα Παρ.
Βάρος (w) ⓘ			
Αδιαφορία (a) ⓘ			
Προτίμηση (p) ⓘ			
Βέτο (v) ⓘ			

Παύλος Συμπεράς © 2012

## Περίπτωση ελλειπών δεδομένων

**Παρακαλώ εισάγετε τα δεδομένα!**

ηλεκτρονική διεύθυνση (email):

#	Προμηθευτής	Τιμή	Χρόνος παράδοσης	Ελάχ. Ποσότη. Παραγ.
1	p1	10	10	80
2	p2	12	20	120
3				
4				
5				
6				

Το άθροισμα των βαρών πρέπει να είναι ίσο με 1.  
Παρακαλώ ελέγξτε και προσπαθήστε ξανά.

OK

Κατόφλι	Τιμή	Χρόνος Παράδοσης	Ελάχ. Ποσότη. Παραγ.
Βάρος (w)	0.50	0.10	0.50
Αδιαφορία (a)	1	1	1
Προτίμηση (p)	10	30	40
Βέτο (v)	10	30	40

Πάυλος Συμπεράς © 2012

### Περίπτωση λανθασμένων δεδομένων

### Πληροφόρηση και βοήθεια

Για την καλύτερη εισαγωγή δεδομένων και την αποφυγή λαθών, υπάρχει η δυνατότητα να βρίσκει ο χρήστης πληροφορίες σχετικά με το είδος των ζητούμενων προς εισαγωγή δεδομένων. Επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο δίπλα από κάθε πεδίο, εμφανίζεται αναδυόμενο παράθυρο με χρήσιμες πληροφορίες. Αφού ενημερωθεί ο χρήστης μπορεί απλά να το κλείσει και να συνεχίσει την εισαγωγή των δεδομένων.

**Παρακαλώ εισάγετε τα δεδομένα!**

ηλεκτρονική διεύθυνση (email):

#	Προμηθευτής	Τιμή	Χρόνος Παράδοσης	Ελάχ. Ποσότη. Παραγ.
1	p1	10	10	80
2	p2	12	20	120
3				
4				
5				
6				

Αριθμός, τέτοιος ώστε εάν η διαφορά μεταξύ δύο προμηθευτών A και B, για ένα συγκεκριμένο κριτήριο, είναι μεγαλύτερη του, ο προμηθευτής A προτιμάται καθαρά έναντι του B για αυτό το κριτήριο.

[Κλείσιμο](#)

Κατόφλι	Τιμή	Χρόνος Παράδοσης	Ελάχ. Ποσότη. Παραγ.
Βάρος (w)	0.50	0.10	0.40
Αδιαφορία (a)	1	1	1
Προτίμηση (p)	10	30	40
Βέτο (v)	10	30	40

Πάυλος Συμπεράς © 2012

### Λήψη αποτελεσμάτων

Αφού ο χρήστης εισάγει όλα τα απαραίτητα στοιχεία και επιλέξει το κουμπί «Αξιολόγηση», οδηγείται σε μία νέα θόνη όπου και λαμβάνει τα αποτελέσματα της κατάταξης των προσφορών των προμηθευτών, μαζί με πιθανά σχόλια.





Πανεπιστήμιο Πειραιώς  
Τμήμα Πληροφορικής  
ΓΜΣ στην "Πληροφορική"

#### Λήψη αποτελεσμάτων

Κατάταξη	Προμηθευτής
1	Π3
2	Π1
3	Π5
3	Π4
5	Π2
6	Π6

**Σχόλια:**  
Οι προμηθευτές Π5 και Π4 είναι αδιάφοροι.

Αρχική

Θα θέλαμε να έχουμε την άποψή σας σχετικά με την παρούσα εφαρμογή. Παρακαλώ κάντε κλικ [εδώ](#) για να συμμετάσχετε στην έρευνα. Ευχαριστούμε.

Παύλος Συμπεράς © 2012

Όπως παρατηρούμε τα αποτελέσματα που δίνει η εφαρμογή είναι ακριβώς τα ίδια με αυτά που υπολογίστηκαν στο κεφάλαιο 3, κατά την επίλυση του ίδιου προβλήματος. Επιπλέον, υπάρχουν και σχόλια σχετικά με την αδιαφορία των προμηθευτών Π<sub>4</sub> και Π<sub>5</sub>.

Για τις ανάγκες αξιολόγησης της ίδιας της εφαρμογής, ο χρήστης καλείται να συμμετέχει, εάν επιθυμεί, σε έρευνα ικανοποίησης χρηστών.

## 6. Συμπεράσματα

### 6.1 Κατάταξη προσφορών προμηθευτών

#### Το πρόβλημα

Σε κάθε σύγχρονο οργανισμό, η διαδικασία επιλογής προμηθευτών είναι ίσως η πιο σημαντική διαδικασία λήψης αποφάσεων, αφού σε αυτή εμπεριέχονται στοιχεία ποσοτικά και ποιοτικά, τέτοια που η επιπτώσεις σε περίπτωση λανθασμένης κρίσης να οδηγήει πολλές φορές ακόμη και σε ζητήματα επιβίωσης του ίδιου του οργανισμού.

Η παρούσα εργασία ασχολείται με το πώς μπορεί ένας οργανισμός σήμερα να αξιολογήσει και να κατατάξει προσφορές προμηθευτών για ένα συγκεκριμένο υλικό με βάση συγκεκριμένα ποσοτικά κριτήρια. Σίγουρα η ανθρώπινη κρίση και εμπειρία δεν είναι δυνατό να αντικατασταθούν εξολοκλήρου από ένα μαθηματικό μοντέλο, όμως είναι σαφές ότι η υποστήριξη μιας απόφασης δε μπορεί να στηρίζεται μόνο στην ανθρώπινη κρίση.

Η επιλογή του κατάλληλου προμηθευτή δεν είναι ένα μονοσήμαντο πρόβλημα. Έγκειται στο είδος του υλικού ή της υπηρεσίας που πρόκειται να αγοράσουμε, όπως επίσης και στις ανάγκες που έχουμε να καλύψουμε. Η μέθοδος που περιγράφεται εδώ, αφορά επιλογή προμηθευτών για ένα συγκεκριμένο υλικό, το οποίο πρόκειται να αγοράσει ένας οργανισμός. Αυτό το υλικό, μπορεί να είναι είτε πρώτη ύλη για την παραγωγή άλλων προϊόντων, είτε ένα τελικό προϊόν για μεταπώληση, ή ακόμα και για χρήση από τον ίδιο τον οργανισμό. Σε αυτά τα πλαίσια, το σύστημα που αναπτύχθηκε δίνει την ευκαιρία στον αποφασίζοντα να αξιολογήσει προσφορές προμηθευτών αποκλειστικά και μόνο για υλικά που πρόκειται να αγοραστούν.

Επιπλέον, κατά την αξιολόγηση ενός προμηθευτή, υπάρχει πληθώρα κριτηρίων, τα οποία χρειάζεται να αξιολογηθούν. Αυτά αφορούν κυρίως, εκτός από τα καθαρά οικονομικά, τόσο στοιχεία παραγωγικής ικανότητας, όσο και ποιότητας παραγομένων προϊόντων. Τις τελευταίες δεκαετίες, έχουν αναπτυχθεί για αυτό το λόγο τα διεθνή πρότυπα πιστοποίησης ISO, έτσι ώστε η κάθε επιχείρηση να μπορεί να πιστοποιεί την ποιότητα των προϊόντων και υπηρεσιών που προσφέρει.



## Η επίλυση

Η προσφορά ενός προμηθευτή συνήθως αποτελείται από πολλά επιμέρους στοιχεία, πέραν των καθαρά οικονομικών και ποσοτικών. Αναλυτικά μπορούμε να πούμε ότι σίγουρα υπάρχουν στοιχεία κόστους, στοιχεία παραγωγικής δυνατότητας του προμηθευτή, στοιχεία χρονικής διαθεσιμότητας. Εκτός αυτών όμως μπορούν να υπάρχουν και στοιχεία όπως η χρηματική ρευστότητα του προμηθευτή, με βάση την οποία είναι δυνατό να έχουμε μία αίσθηση για τη δυνατότητα του προμηθευτή να εξασφαλίζει πρώτες ύλες ή να εξοφλεί τη μισθοδοσία του προσωπικού του εγκαίρως και άρα να λειτουργεί χωρίς απρόοπτες διακοπές.

Για τις ανάγκες κατανόησης της μεθόδου ELECTRE III, κατά την επίλυση του προβλήματος επιλέχθηκαν τρία κριτήρια, με βάση τα οποία έγινε και η παρουσίαση της ίδιας της μεθόδου, αλλά και της διαδικτυακής εφαρμογής που αναπτύχθηκε. Τα τρία αυτά κριτήρια, έδωσαν στο πρόβλημα το χαρακτήρα προβλήματος ελαχιστοποίησης, αφού και για τα τρία αυτά κριτήρια, επιδίωξη του αποφασίζοντος είναι η ελάχιστη δυνατή τιμή.

Η περίπτωση κριτηρίων, για τα οποία η επιδίωξη να είναι η μεγιστοποίησή τους (π.χ. όροι πληρωμής-ημέρες πίστωσης από την ημέρα έκδοσης του τιμολογίου), σε συνδυασμό με τα ήδη χρησιμοποιούμενα, είναι ένα ζήτημα για περαιτέρω έρευνα.

Σίγουρα, ένα πρόβλημα με περισσότερα των τριών κριτηρίων, θα ήταν πολύ πιο ενδιαφέρον ως προς την επίλυσή του και προφανώς πολύ πιο κοντά στην πραγματικότητα. Παρ' όλα αυτά, η επίλυση του θα απαιτούσε περισσότερους πόρους και θα ξέφευγε από το στόχο της κατανόησης της μεθόδου. Είναι όμως σαφές πως η επιστημονική τεκμηρίωση των όποιων διαδικασιών λήψης αποφάσεων αποτελεί μονόδρομο για τις σύγχρονες επιχειρήσεις.

## Η διαδικτυακή εφαρμογή

Εκτός από την κλασική επίλυση του προβλήματος αξιολόγησης και κατάταξης των προσφορών των προμηθευτών, σχεδιάστηκε, αναπτύχθηκε και υλοποιήθηκε μία διαδικτυακή εφαρμογή, η οποία λαμβάνει από το χρήστη τα ίδια δεδομένα όπως και με την κλασική μέθοδο, τα επεξεργάζεται και εξάγει τα αποτελέσματα.

Κατά την υλοποίηση της εφαρμογής χρησιμοποιήθηκαν αρκετά παραδείγματα και έγιναν αρκετές δοκιμές ώστε να διασφαλιστεί η επιστημονική ακεραιότητα των αποτελεσμάτων και να ελαχιστοποιηθούν στο μέτρο του δυνατού τυχόν σφάλματα. Τέτοια σφάλματα αφορούν είτε τεχνικά ζητήματα (compile errors), είτε ζητήματα που έχουν να κάνουν με την επιστημονική ορθότητα των αποτελεσμάτων.

Σε ό,τι αφορά τα αποτελέσματα που λάβαμε από τη διαδικτυακή εφαρμογή, σε κάθε περίπτωση ήταν όμοια με αυτά της κλασικής επίλυσης. Επιπλέον, τα σχόλια που αναφέρονται στη λήψη των αποτελεσμάτων είναι συμπεράσματα στα οποία οδηγηθήκαμε και με την κλασική μέθοδο επίλυσης. Με βάση αυτά, οδηγούμαστε στο συμπέρασμα πως η χρήση της διαδικτυακής εφαρμογής μπορεί να επιλύσει με αρκετά μεγάλο ποσοστό επιτυχίας προβλήματα κατάταξης προσφορών προμηθευτών.

Για τις ανάγκες ανάπτυξης της εφαρμογής αποφασίστηκε να χρησιμοποιηθούν ευρέως γνωστές γλώσσες προγραμματισμού όπως η HTML και η PHP. Ο λόγος ήταν πως από τη στιγμή που μας ενδιέφερε μία διαδικτυακή εφαρμογή, θα έπρεπε ο κώδικας που θα αναπτυσσόταν να μπορεί να εγκατασταθεί σε οποιονδήποτε διακομιστή (server) ώστε η εφαρμογή μας να είναι λειτουργική.

Βέβαια, για την επίλυση τέτοιου είδους προβλημάτων υπάρχουν και άλλες εφαρμογές που χρησιμοποιούν πιο εξειδικευμένο λογισμικό (π.χ. MATLAB), οι οποίες είναι πιο απλές στην υλοποίησή τους, όμως δεν είναι εύκολο να χρησιμοποιηθούν διαδικτυακά.

Στις σύγχρονες επιχειρήσεις, είτε αυτές είναι μεγάλοι πολυεθνικοί όμιλοι, είτε ακόμη και μικρομεσαίες οικογενειακές επιχειρήσεις, η χρήση των νέων τεχνολογιών έχει καθιερώσει ένα τελείως διαφορετικό πλαίσιο εργασίας. Η γρήγορη επικοινωνία και τα δίκτυα έχουν συμβάλει σε ένα τοπίο, όπου πλέον μπορεί κάθε ένας να αναζητήσει και να βρει οποιαδήποτε πληροφορία, οπουδήποτε στον κόσμο σε πάρα πολύ μικρό χρονικό διάστημα. Αυτό σημαίνει ότι έχει την ευκαιρία να συγκρίνει, να αξιολογήσει και τέλος να αποφασίσει προς το όφελός του. Επειδή όμως, οι αποφάσεις που αφορούν επιχειρηματικά ζητήματα απαιτούν πολύπλοκους υπολογισμούς και διαδικασίες, η επιστήμη της πληροφορικής δίνει σημαντικές λύσεις σε αυτό το πεδίο. Η ανάπτυξη των Πληροφοριακών Συστημάτων και των Συστημάτων

Υποστήριξης Αποφάσεων έχει δώσει σε όσες επιχειρήσεις τα χρησιμοποιούν ένα μεγάλο ανταγωνιστικό πλεονέκτημα.

## 6.2 Αξιολόγηση διαδικτυακής εφαρμογής

### Έρευνα ικανοποίησης χρηστών

Για τις ανάγκες αξιολόγησης της ίδιας της εφαρμογής, αποφασίστηκε η εγκατάστασή της στον server των εργαστηρίων του Τμήματος Πληροφορικής στην ηλεκτρονική διεύθυνση [students.cs.unipi.gr/~mrrpl08035](http://students.cs.unipi.gr/~mrrpl08035). Σε αυτήν τη διεύθυνση μπορεί ο οποιοσδήποτε να περιηγηθεί και να χρησιμοποιήσει την εφαρμογή. Κατά την παρουσίαση των αποτελεσμάτων υπάρχει σχετικός σύνδεσμος που οδηγεί σε μία ηλεκτρονική έρευνα ικανοποίησης χρηστών σε μορφή ερωτηματολογίου. Οι ερωτήσεις που περιέχονται είναι οι εξής:

1. Ποιο είναι το επίπεδο σπουδών σας;
2. Ποιο είναι το επαγγελματικό σας πεδίο;
3. Χρησιμοποιείτε κάποιου είδους πληροφοριακό σύστημα διοίκησης (ERP) στην καθημερινότητά σας;
4. Το αντικείμενο της εργασίας σας ασχολείται με την αξιολόγηση και επιλογή προμηθευτών;
5. Η εφαρμογή είναι φιλική προς το χρήστη.

	Διαφωνώ απολύτως	Διαφωνώ	Ουδέτερος/η	Συμφωνώ	Συμφωνώ απολύτως
Εμφάνιση					
Περιήγηση					
Μορφή εισαγωγής δεδομένων					
Μορφή λήψης αποτελεσμάτων					

6. Το περιεχόμενο της εφαρμογής ικανοποιεί τις απαιτήσεις μου.

	Διαφωνώ απολύτως	Διαφωνώ	Ουδέτερος/η	Συμφωνώ	Συμφωνώ απολύτως
Πληροφορίες-περιγραφή					
Ορισμοί-Βοήθεια					

7. Τα παρακάτω δεδομένα εισόδου της εφαρμογής είναι επαρκή για την ασφαλή εξαγωγή συμπερασμάτων.

	Διαφωνώ απολύτως	Διαφωνώ	Ουδέτερος/η	Συμφωνώ	Συμφωνώ απολύτως
Πλήθος εναλλακτικών προμηθευτών προς αξιολόγηση.					
Πλήθος κριτηρίων αξιολόγησης.					
Είδος κριτηρίων αξιολόγησης.					

8. Τα αποτελέσματα που λαμβάνονται από την εφαρμογή είναι αξιόπιστα για την επιλογή προμηθευτή.

Διαφωνώ απολύτως	Διαφωνώ	Ουδέτερος/η	Συμφωνώ	Συμφωνώ απολύτως

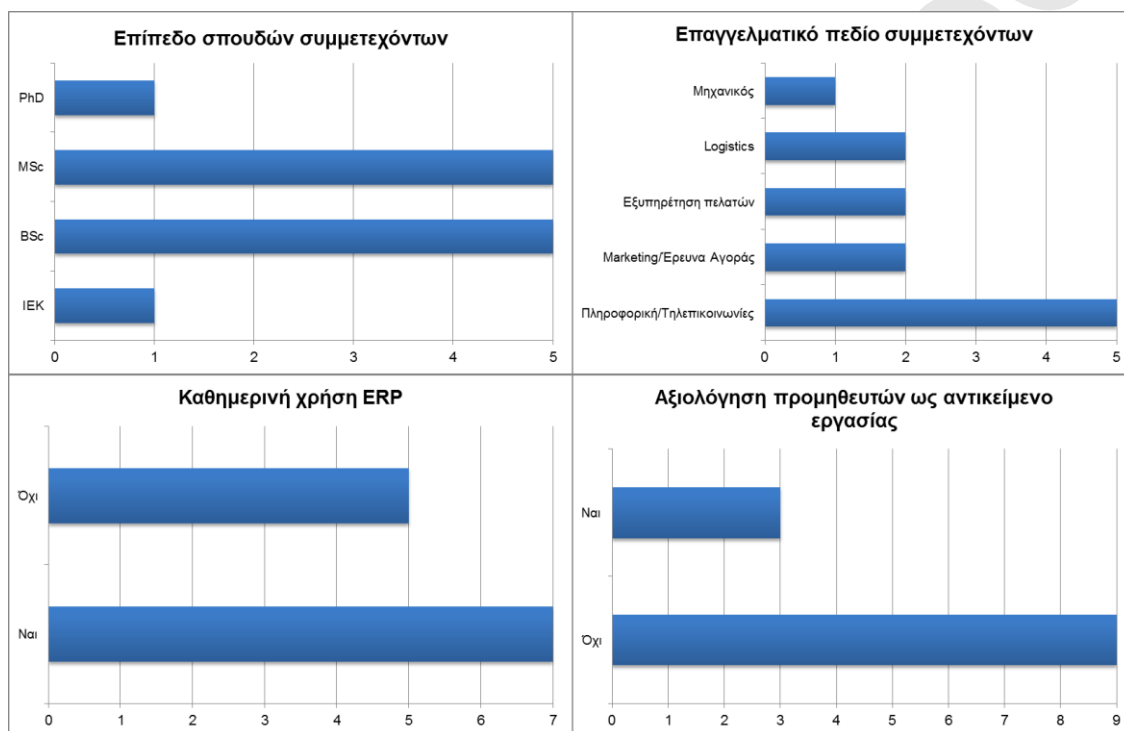
9. Η εφαρμογή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την υποστήριξη στη λήψη αποφάσεων.

Διαφωνώ απολύτως	Διαφωνώ	Ουδέτερος/η	Συμφωνώ	Συμφωνώ απολύτως

10. Σχόλια

## Ταυτότητα έρευνας

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε χρονικό διάστημα δεκαπέντε ημερών. Συμμετείχε δείγμα δώδεκα ατόμων, η πλειοψηφία του οποίου είναι πανεπιστημιακής εκπαίδευσης. Επίσης, το επαγγελματικό πεδίο των συμμετεχόντων αφορά κυρίως την Πληροφορική και τις Τηλεπικοινωνίες και λιγότερο το Marketing, την Εξυπηρέτηση Πελατών και τα Logistics. Το 60% του δείγματος χρησιμοποιεί ERP καθημερινά στην εργασία του, ενώ μόλις το 25% ασχολείται με την αξιολόγηση προμηθευτών ως αντικείμενο εργασίας. Στο σχήμα 9 παρουσιάζεται γραφικά η ταυτότητα της έρευνας.

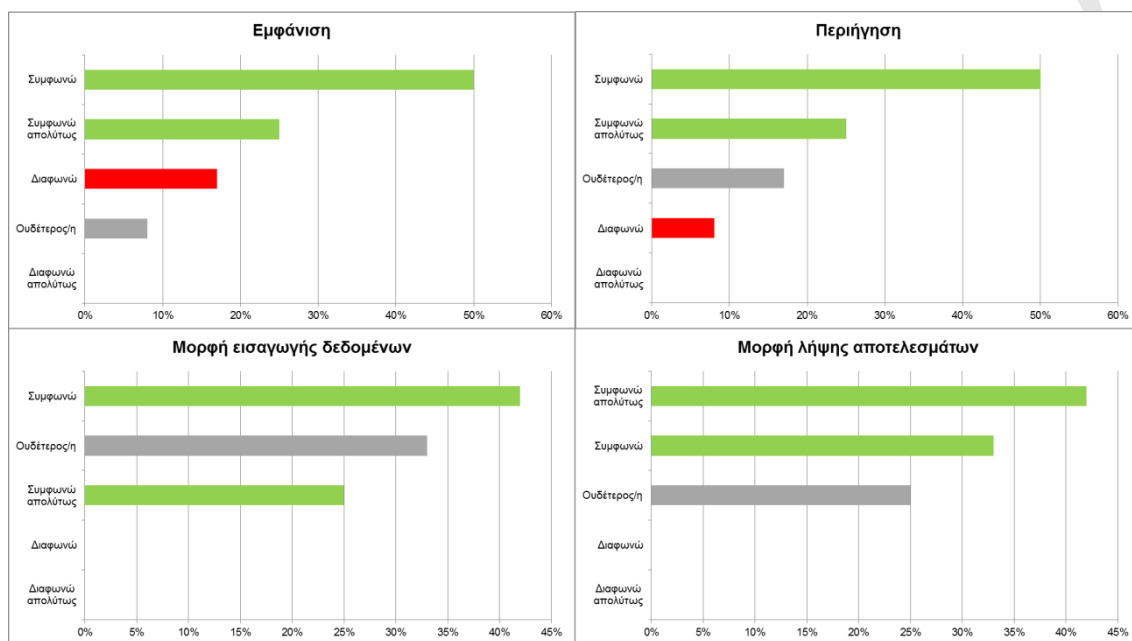


Σχήμα 9

## Αποτελέσματα έρευνας

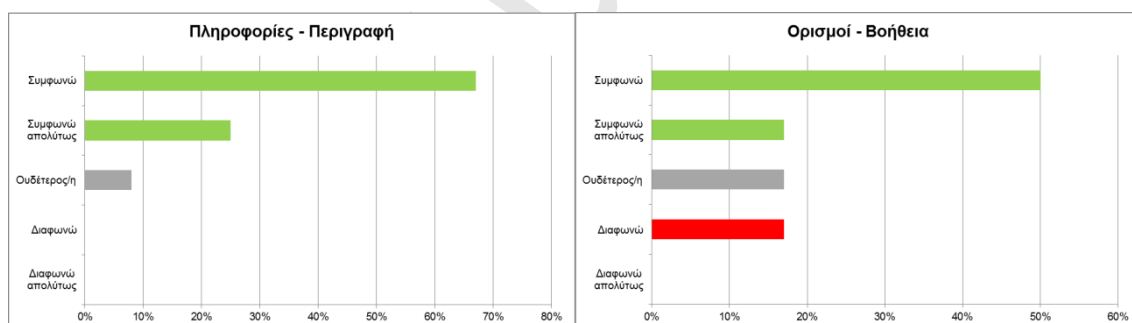
Αναλύοντας τα αποτελέσματα της έρευνας ικανοποίησης χρηστών, αναγνωρίστηκε εξαρχής η δυσκολία εξαγωγής ασφαλών συμπερασμάτων λόγω του μικρού πληθυσμού του δείγματος. Παρ' όλα αυτά, η ανάλυση έδειξε κάποια χρήσιμα συμπεράσματα. Για την καλύτερη αποτύπωση των αποτελεσμάτων, η κλίμακα των επιλογών, μετατράπηκε σε αριθμητική κλίμακα ως εξής: Διαφωνώ απολύτως: 1, Διαφωνώ: 2, Ουδέτερος/η: 3, Συμφωνώ: 4 και Συμφωνώ απολύτως: 5. Με αυτόν τον τρόπο μπορούμε να κατανοήσουμε προς ποια κατεύθυνση κινούνται οι απαντήσεις των χρηστών.

Στην ερώτηση για το εάν η εφαρμογή είναι φιλική προς το χρήστη, οι χρήστες αξιολόγησαν θετικά την εφαρμογή, αφού στην πλειοψηφία τους απάντησαν «Συμφωνώ» και «Συμφωνώ Απολύτως». Συγκεκριμένα σε ό,τι αφορά την εμφάνιση, το 50% απάντησε «Συμφωνώ», το 25% «Συμφωνώ Απολύτως», το 17% «Διαφωνώ» και το 8% «Ουδέτερος/η». Για την περιήγηση οι χρήστες απάντησαν κατά 50% «Συμφωνώ», κατά 25% «Συμφωνώ Απολύτως», κατά 17% «Ουδέτερος/η» και 8% «Διαφωνώ». Ως προς τη μορφή εισαγωγής δεδομένων οι χρήστες σε ποσοστό 42% απάντησαν «Συμφωνώ», σε ποσοστό 33% «Ουδέτερος/η» και 25% «Συμφωνώ Απολύτως». Τέλος, για τη μορφή λήψης αποτελεσμάτων οι απαντήσεις που δόθηκαν ήταν 42% «Συμφωνώ Απολύτως», 33% «Συμφωνώ» και 25% «Ουδέτερος/η». Συνολικά, οι απαντήσεις για την φιλικότητα της εφαρμογής προς το χρήστη απεικονίζονται στα παρακάτω γραφήματα.



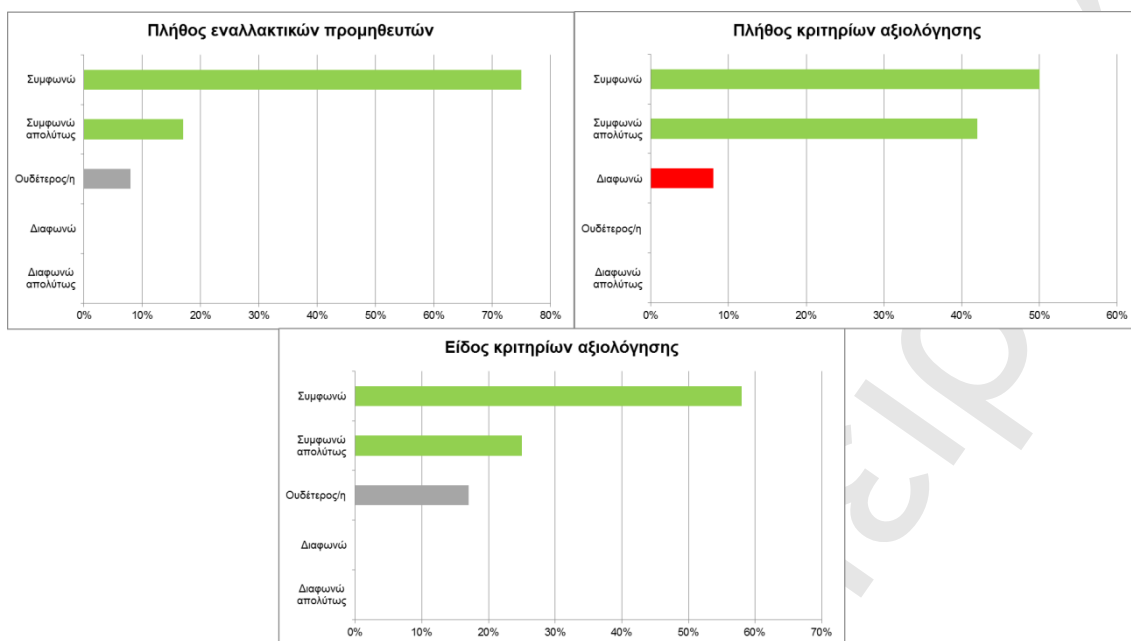
Σχήμα 10

Σε ό,τι αφορά το περιεχόμενο της εφαρμογής, έγινε σαφές ότι χρειάζεται σημαντική βελτίωση στο κομμάτι της βοήθειας προς το χρήστη. Οι χρήστες απάντησαν «Συμφωνώ» σε ποσοστό 67%, «Συμφωνώ Απολύτως» σε ποσοστό 25% και «Ουδέτερος» σε ποσοστό 8%. Αντίθετα, οι πληροφορίες για την εφαρμογή και η περιγραφή των προβλημάτων τα οποία μπορεί να επιλύσει, φάνηκε ότι ικανοποιούν σχεδόν απόλυτα τους χρήστες. Οι απαντήσεις που δόθηκαν ήταν 50% «Συμφωνώ», 17% «Συμφωνώ Απολύτως», 17% «Ουδέτερος» και 17% «Διαφωνώ». Τα αποτελέσματα απεικονίζονται στο σχήμα 11.



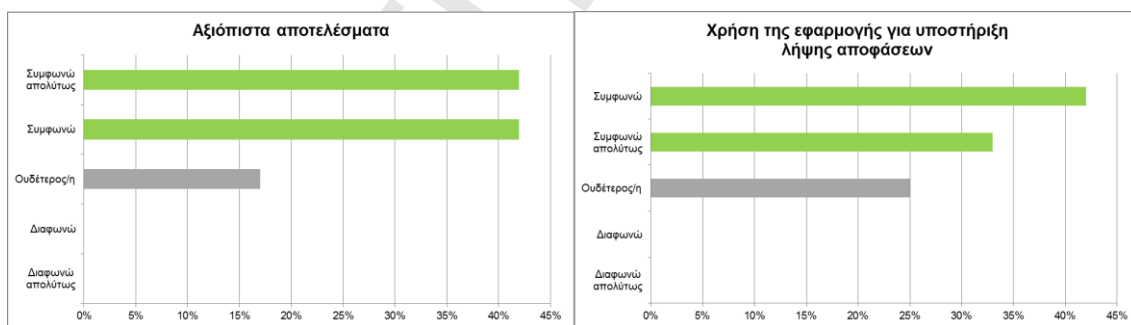
Σχήμα 11

Σχετικά με τα δεδομένα εισόδου που εισάγει ο χρήστης και το κατά πόσο θεωρούνται από τους χρήστες επαρκή για την ασφαλή εξαγωγή συμπερασμάτων, οι απαντήσεις έδειξαν ότι χρειάζεται βελτίωση το κομμάτι του πλήθους των κριτηρίων αξιολόγησης. Οι χρήστες απάντησαν 50% «Συμφωνώ», 42% «Συμφωνώ Απολύτως» και 8% «Διαφωνώ». Βέβαια, όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω, το πλήθος των κριτηρίων είναι περιορισμένο και έτσι τα αποτελέσματα που δίνει η εφαρμογή είναι ρεαλιστικά ως ένα μόνο βαθμό. Για το είδος των κριτηρίων, οι χρήστες σε ποσοστό 58% απάντησαν «Συμφωνώ», 25% «Συμφωνώ Απολύτως» και 17% «Ουδέτερος/η». Τέλος, ως προς τη μορφή λήψης αποτελεσμάτων, οι χρήστες απάντησαν «Συμφωνώ Απολύτως» σε ποσοστό 42%, «Συμφωνώ» σε ποσοστό 33% και «Ουδέτερος/η» σε ποσοστό 25%. Στο σχήμα 12 φαίνονται αναλυτικά τα αποτελέσματα.



**Σχήμα 12**

Οι δύο επόμενες ερωτήσεις αφορούσαν την ίδια τη χρησιμότητα της εφαρμογής και το εάν τα αποτελέσματα που λαμβάνονται θεωρούνται από τους χρήστες αξιόπιστα, ώστε να τα χρησιμοποιήσουν για τη λήψη μιας απόφασης. Με άλλα λόγια, εδώ οι χρήστες καλούνται να κρίνουν ουσιαστικά την εφαρμογή στο κατά πόσο είναι χρήσιμη ή όχι. Οι απαντήσεις που δόθηκαν, έδειξαν ότι οι χρήστες θεωρούν τα αποτελέσματα που δίνει η εφαρμογή αξιόπιστα και πως η ίδια η εφαρμογή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την υποστήριξη στη λήψη αποφάσεων. Ως προς την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων οι απαντήσεις ήταν «Συμφωνώ απολύτως» και «Συμφωνώ» σε ποσοστό 42% αντίστοιχα και 17% «Ουδέτερος/η», ενώ για τη χρήση της εφαρμογής ήταν «Συμφωνώ» σε ποσοστό 42%, «Συμφωνώ Απολύτως» σε ποσοστό 33% και «Ουδέτερος/η» σε ποσοστό 25%. Στο σχήμα 13 απεικονίζονται τα αποτελέσματα.



**Σχήμα 13**

Ως μια συνολική εικόνα της έρευνας ικανοποίησης χρηστών, θα μπορούσε κανείς να ισχυριστεί ότι η εφαρμογή ικανοποιεί τους χρήστες, εκτός από κάποια μεμονομένα σημεία, τα οποία έχουν να κάνουν με τη χρηστική πλευρά της εφαρμογής, αλλά και την επάρκεια των δεδομένων εισόδου. Με αυτόν τον τρόπο καταλαβαίνει κανείς ότι η εφαρμογή, θεωρείται αποδεκτή από τους χρήστες, οι οποίοι συμφωνούν εν πολλοίς στο ότι τα αποτελέσματα που εξάγονται είναι αξιόπιστα και πως θα χρησιμοποιούσαν την εφαρμογή για υποστήριξη στη λήψη κάποιας απόφασης κατάταξης προσφορών προμηθευτών.

## 6.3 Επιλογή προμηθευτή

### Γενικές αρχές

Αν και η μέθοδος που αναπτύχθηκε αντιμετωπίζει ικανοποιητικά την απόφαση επιλογής προμηθευτή για ένα υλικό, δεν μπορεί να είναι εφαρμόσιμη για προβλήματα επιλογής προμηθευτών που έχουν να κάνουν με ζητήματα ποιότητας υλικών ή υπηρεσιών. Για παράδειγμα, μπορούμε να κατατάξουμε τους προμηθευτές με βάση τις προσφορές τους, αλλά θεωρώντας ότι η ποιότητα των προσφερόμενων υλικών είναι η επιθυμητή. Σε αυτήν την περίπτωση, το τμήμα Διασφάλισης Ποιότητας του οργανισμού θα προβεί στους κατάλληλους ελέγχους ώστε να εξάγει τις απαραίτητες διαπιστώσεις.

Σε κάθε περίπτωση, η επιλογή ενός προμηθευτή είτε αφορά προϊόντα-υλικά, είτε αφορά υπηρεσίες, δεν είναι υπόθεση της κρίσης ή της απόφασης ενός και μόνο ανθρώπου. Είναι δεδομένο, πως σε όλες τις μεγάλες επιχειρήσεις, ελληνικές ή πολυεθνικές, οι διαδικασίες αξιολόγησης και επιλογής προμηθευτών περιγράφονται και ακολουθούνται επακριβώς, μέσα από συγκεκριμένες οδηγίες της διοίκησης. Συνήθως, αυτές οι διαδικασίες αφορούν τα πρότυπα ποιότητας ISO με τα οποία είναι πιστοποιημένη η επιχείρηση ή αφορούν το επίπεδο διασφάλισης ποιότητας που η ίδια η επιχείρηση έχει θεσπίσει. Με αυτόν τον τρόπο διασφαλίζεται ότι όλοι οι προμηθευτές θα περάσουν από την ίδια αξιολόγηση και πως θα υπάρχει διαφάνεια στην επιλογή. Σε εξαιρετικές περιπτώσεις, κυρίως σε κρατικούς φορείς, υπάρχουν ειδικές επιτροπές που ελέγχουν τις διαδικασίες επιλογής προμηθευτών, ώστε να υπάρχει πλήρης διαφάνεια σε αυτές.

Φυσικά, σε κάθε περίπτωση, τα κριτήρια επιλογής θεσπίζονται από την ανώτατη διοίκηση, είτε αυτά αφορούν ποσοτικά είτε ποιοτικά χαρακτηριστικά. Συνήθως, η θέσπιση αυτών των κριτηρίων προέρχεται από στατιστικές μελέτες και από αντίστοιχες εμπειρίες των στελεχών κατά τον παρελθόν. Είναι όμως βέβαιο, ότι σε κάθε περίπτωση αξιολόγησης και επιλογής προμηθευτή υπάρχει μια σειρά από διαπραγματεύσεις, έτσι ώστε να υπάρξει η καλύτερη δυνατή εξέλιξη για τον οργανισμό. Συνήθως, οι διαπραγματεύσεις και η αναζήτηση νέων βελτιωμένων προσφορών γίνεται ανάμεσα στους επικρατέστερους προμηθευτές, το σκορ των οποίων είναι πολύ κοντά και επιθυμούμε να πάρουμε το κάτι παραπάνω.

Γι αυτόν τον λόγο, οι αποφάσεις λαμβάνονται συλλογικά, από ομάδες έργου (project teams), οι οποίες αποτελούνται από εργαζομένους σε διαφορετικούς τομείς της επιχείρησης, οι οποίοι σχετίζονται με το είδος της προμήθειας που είναι σε εξέλιξη (π.χ. τμήμα Αγορών, τμήμα Διασφάλισης Ποιότητας, τμήμα Παραγωγής, τμήμα Μάρκετινγκ), έτσι ώστε να υπάρξει σύνθεση απόψεων πριν την τελική επιλογή.

### Αποτελέσματα αξιολόγησης

Κατά τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας και ανάπτυξης της διαδικτυακής εφαρμογής, ο στόχος που ετέθη ήταν να υπάρξει μία εφαρμογή που να μπορεί να λειτουργεί συμπληρωματικά με τις παραδοσιακές μεθόδους αξιολόγησης και κατάταξης προμηθευτών, όπως αυτές περιγράφονται παραπάνω. Ένα είδος συτήματος υποστήριξης απόφασης μικρής κλίμακας, που να καλύπτει τις βασικές περιοχές που κανείς εξετάζει όταν καλείται να επιλέξει προμηθευτή ενός υλικού. Τα αποτελέσματα που ελήφθησαν τόσο κατά τη διάρκεια της θεωρητικής επίλυσης του προβλήματος, όσο και μετά την ανάπτυξη της εφαρμογής δείχνουν ότι μπορεί κανείς να στηριχθεί στα εξαγόμενα αποτελέσματα, αρκεί να αποδεχθεί συγκεκριμένους περιορισμούς που έχουν τεθεί.

Οι περιορισμοί αυτοί, έχουν να κάνουν κυρίως με τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του υλικού που προσφέρει ο κάθε προμηθευτής, με τα οποία δεν ασχολείται καθόλου η εφαρμογή. Αν ο αποφασίζων θεωρεί ότι οι εναλλακτικοί προμηθευτές τους οποίους καλείται να αξιολογήσει δεν προσφέρουν την ίδια επιθυμητή ποιότητα, τότε θα χρειαστεί να προβεί σε ξεχωριστή αξιολόγηση με βάση ποιοτικά κριτήρια ή ακόμη και να μην χρησιμοποιήσει την εφαρμογή.

Ένα στοιχείο το οποίο μας απασχόλησε είναι το γεγονός πως, ενώ στην ELECTRE I μπορεί ο αποφασίζων να ορίσει αν ένα κριτήριο επιθυμεί να είναι ανερχόμενο ή κατερχόμενο, καθώς η μέθοδος δίνει ως αποτέλεσμα μία βέλτιστη λύση, στην ELECTRE III πιθανός συνδυασμός ανερχόμενων και κατερχόμενων κριτηρίων οδηγούσε σε πολύπλοκες καταστάσεις. Επιπλέον, ανατρέχοντας στη βιβλιογραφία, οι περιπτώσεις που αναφέρονταν ως παραδείγματα, ήταν περιπτώσεις κριτηρίων της ίδιας

φοράς και συνήθως ανερχόμενης. Επρόκειτο δηλαδή για κριτήρια, τις τιμές των οποίων ο αποφασίζων επιθυμούσε τη μεγιστοποίησή τους, όπως για παράδειγμα το σκορ υποψηφίων σε διαγωνισμούς ή την απόδοση επενδυτικών προϊόντων.

Με βάση αυτά, επελέγησαν τα τρία συγκεκριμένα κριτήρια, τα οποία είναι κατερχόμενης φοράς και αφορούν, παρόλα αυτά, σημαντικούς παράγοντες αξιολόγησης ενός προμηθευτή. Συνεπώς, ο αποφασίζων θα πρέπει να αποδεχθεί ότι η αξιολόγηση στηρίζεται στα τρία αυτά κριτήρια και πως δεν είναι δυνατό να επεκταθεί και σε άλλα. Ένα πεδίο για μελλοντική βελτίωση της εφαρμογής μπορεί να είναι η δυνατότητα του χρήστη να ορίζει ο ίδιος το είδος και το πλήθος των κριτηρίων αξιολόγησης. Με αυτόν τον τρόπο θα μπορούσε να έχει πληρέστερη και πιο ρεαλιστική εικόνα για τους υποψήφιους προμηθευτές.

## 7. Βιβλιογραφία

### Βιβλία

- [01] Γιάννης Σίσκος, 2008. Μοντέλα Αποφάσεων, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Αθήνα.
- [02] Λάμπρος Λάιος, 1995. Σύγχρονη Διοίκηση Προμηθειών, Εκδόσεις Παπαζήση, Ελληνικό Ινστιτούτο Προμηθειών, Αθήνα.
- [03] Χρήστος Δουληγέρης, Ρόζα Μαυροπόδη, Εύη Κοπανάκη, 2004. Τεχνολογίες Διαδικτύου-Αρχές Λειτουργίας & Προγραμματισμός Εφαρμογών στο Διαδίκτυο, Εκδόσεις Νηρηίδες, Μοσχάτο.
- [04] Λάμπρος Λάιος, Μαρία Γιαννακούρου-Σιουτάρη, 2003. Σύγχρονη Εργονομία, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα.
- [05] Luke Welling, Laura Thomson, 2009. PHP and MySQL Web Development-4th edition, Pearson Education Inc., USA.
- [06] V.H. Pooler, D.J. Pooler, 1997. Purchasing and Supply Management: Creating the Vision, Chapman & Hall, USA.

### Δημοσιεύσεις

- [07] Luitzen de Boer, Leo van der Wegen, Jan Telgen, 1998. Outranking methods in support of supplier selection, Working paper University of Twente, European Journal of Purchasing & Supply Management.
- [08] Christos Giannoulis, Alessio Ishizaka, 2010. A Web-based decision support system with ELECTRE III for a personalised ranking of British universities, Working paper University of Portsmouth, Elsevier DSS.

### Διαδίκτυο

- [09] <http://www.htmlcodetutorial.com>
- [10] <http://www.w3schools.com>
- [11] <http://www.php.net/>
- [12] <http://tutorials.computerman.gr/>
- [13] <http://www.wikipedia.org/>

### Ακαδημαϊκά συγγράματα

- [14] Δημήτρης Αποστόλου. Σημειώσεις ELECTRE III, Πανεπιστήμιο Πειραιώς.
- [15] Δημήτρης Δεσπότης, 2010. Σημειώσεις μαθήματος Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων, Πανεπιστήμιο Πειραιώς.