ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

Διπλωματική Εργασία

Εκτίμηση της ικανοποίησης μέσω ποιοτικών δεδομένων: Μια συγκριτική ανάλυση εναλλακτικών μεθοδολογιών

Επιβλέπων:
Γρηγορούδης Ευάγγελος

Χαριτάκης Ιωάννης

Χανιά 2004

Στην οικογένειά μου

Που μου έχει
προσφέρει τόσα

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ 3
1.1 Γενικά 3
1.2 Ποιότητα υπηρεσιών και μέτρηση ικανοποίησης του πελάτη 4
1.2.1 Ορισμός της ικανοποίησης 4
1.2.2 Ιστορική εξέλιξη μέτρησης ικανοποίησης 6
1.2.3 Χρησιμότητα μέτρησης ικανοποίησης του πελάτη. 11
1.3 Ποσοτικά μοντέλα μέτρησης της ικανοποίησης 12
1.3.1 Μεταβλητές και μοντέλα στατιστικής 12
1.3.2 Ποσοτικές προσεγγίσεις της ικανοποίησης 15

2. ΘΕΩΡΙΑ ΑΣΑΦΩΝ ΣΥΝΟΛΩΝ 18
2.1. Εισαγωγή 18
2.2. Οι χρήσεις της Ασαφούς Λογικής 21
2.3. Η αξία των Ασαφών Συστημάτων 22
2.4. Τα πλεονεκτήματα από τη χρήση της ασαφούς λογικής 23
2.5. Βασικά χαρακτηριστικά της Ασαφούς λογικής 26
2.6. Ασαφείς αριθμοί 27
2.6.1. Οι ασαφείς αριθμοί ως ασαφή σύνολα 27
2.7. Ασαφή σύνολα 29
2.7.1. Πράξεις θεωρίας συνόλων 31
2.7.2. Αλγεβρικές ιδιότητες 33
2.7.3. Γλωσσικές (λεκτικές) μεταβλητές 34

3. Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΔΙΠΛΗΣ ΑΛΗΘΕΙΑΣ 36
3.1. Γενικά 36
3.2. Παρουσίαση της μεθοδολογίας 37
3.2.1. Παρουσίαση της διαδικασίας αξιολόγησης του πελάτη 37
3.2.2. Η μετάφραση ενός κλάδου 43
3.2.3. Η παράμετρος ευαισθησίας 45
3.2.4. Ερμηνεία της παραμέτρου ευαισθησίας 49
3.3. Το άθροισμα των ατομικών προτιμήσεων 51
3.3.1. Πράξεις στα δέντρα επεξήγησης 51
3.3.2. Η κατασκευή του δέντρου των πελατών 53
3.3.3. Υπολογισμός των συνολικών δυνάμεων επεξήγησης 54
3.3.4. Η σύνθεση των επιμέρους αξιολογήσεων 55
3.4. Ασαφή σύνολα και μέτρηση ποιότητας των υπηρεσιών 61
3.4.1. Ασαφή σύνολα και ποιότητα υπηρεσιών αεροπορικών εταιριών 62
3.4.2. Ασαφή σύνολα και προσδιορισμός της καταναλωτικής πίστης του πελάτη 65

4. Η πολυκριτήρια μέθοδος MUSA 68
4. 1 Εισαγωγή στην πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων 68
4.1.1 Μοντελοποίηση προβλημάτων απόφασης 68
4.1.2 Αναλυτική- συνθετική προσέγγιση 70
4.1.3 Θεωρία πολυκριτήριας χρησιμότητας- αξίας 71
4.2 Βασικές αρχές 73
4.3 Μαθηματική ανάπτυξη του μοντέλου 75
4.4 Ανάλυση Ευστάθειας 78
4.5 Παρουσίαση αποτελεσμάτων 79
4.5.1 Συναρτήσεις και βάρη ικανοποίησης 79

4.5.2 Μέσοι δείκτες ικανοποίησης 81
4.5.3 Μέσοι δείκτες απαιτητικότητας 82
4.5.4 Διαγράμματα δράσης 83
4.5.5 Διαγράμματα βελτίωσης 86

5. Εφαρμογές ερευνών ικανοποίησης 88
5.1. Παρουσίαση αποτελεσμάτων σε ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΗ ΕΤΑΙΡΙΑ 88
5.2. Παρουσίαση αποτελεσμάτων σε ΤΡΑΠΕΖΙΚΟ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟ. 98
5.3. Παρουσίαση αποτελεσμάτων για Αντιπροσωπεία αυτοκινήτων 106
5.4. Συγκριτική ανάλυση για εταιρία ΜΕΤΡΟ 116
5.5. Παρουσίαση αποτελεσμάτων σε εταιρία παροχής υπηρεσιών διαδικτύου 125

6. Επίλογος και συμπεράσματα 135
6.1. Γενικά 135
6.2. Συγκριτική ανάλυση των μεθοδολογιών 136
6.2.1. Συγκριτική ανάλυση για τη ναυτιλιακή εταιρία 136
6.2.2. Συγκριτική ανάλυση για τον τραπεζικό οργανισμό 136
6.2.3. Συγκριτική ανάλυση για την αντιπροσωπεία αυτοκινήτων 137
6.2.4. Συγκριτική ανάλυση για το ΜΕΤΡΟ 138
6.2.5. Συγκριτική ανάλυση για εταιρία παροχής υπηρεσιών διαδικτύου 139
6.3 Συμπεράσματα και επεκτάσεις 140

Βιβλιογραφία 144
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 149

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικά

Η χρήση της θεωρίας της ασαφούς λογικής στην αξιολόγηση της ποιότητας υπηρεσιών αυξάνεται ολοένα και περισσότερο τα τελευταία χρόνια. Κατά καιρούς έχουν πραγματοποιηθεί πολλές μελέτες που χρησιμοποιούν τους ασαφείς αριθμούς και τα ασαφή σύνολα για να αναπαραστήσουν την ικανοποίηση του πελάτη, δεδομένου ότι με τη χρήση τους γίνεται δυνατή η διαχείρηση της αβεβαιότητας και της ασάφειας των αντιλήψεων των πελατών για τις διαστάσεις της ποιότητας των προσφερόμενων προϊόντων ή υπηρεσιών μιας επιχείρησης. Επίσης πολλές φορές γίνεται χρήση των ασαφών αριθμών σε πολυκριτήριες μεθόδους για την αξιολόγηση και την κατάταξη επιχειρήσεων αναφορικά με την ικανοποίηση των πελατών σε συγκεκριμένα κριτήρια. Η παρούσα εργασία ασχολείται με την εφαρμογή ενός μοντέλου στο οποίο γίνεται χρήση της ασαφούς λογικής και των ασαφών συνόλων για την εξαγωγή αποτελεσμάτων για την ικανοποίηση και τη σημαντικότητα των παραγόντων που συμβάλλουν σ' αυτή, από ήδη υπάρχοντα δεδομένα από έρευνες ικανοποίησης πελατών. Επίσης γίνεται και μια συγκριτική ανάλυση των αποτελεσμάτων της μεθοδολογίας με τα αποτελέσματα της πολυκριτήριας μεθόδου ικανοποίησης MUSA (Multicriteria Satisfaction Analysis). Το μοντέλο που χρησιμοποιείται είναι αυτό της διπλής αλήθειας (*'dual truth model')* του Zollo (Zollo *et al.* 1999).

Στις παραδοσιακές στατιστικές μεθόδους δεν χρησιμοποιείται όλη η πληροφορία που δίνεται από τις απαντήσεις των πελατών κατά την επιλογή λεκτικών μεταβλητών, διότι δεν διαχειρίζονται με επαρκή τρόπο την ποιοτική πλευρά της πληροφορίας των απαντήσεων του πελάτη. Η υπόθεση που γίνεται εδώ, είναι ότι οι απαντήσεις που δίνονται με λεκτικές μεταβλητές, εμπεριέχουν περισσότερες πληροφορίες από τα κλασικά ερωτηματολόγια που χρησιμοποιούνται στο μάρκετινγκ όπως επίσης ότι με τη χρήση των ασαφών συνόλων είναι δυνατόν να αναπαρασταθεί και να περιγραφεί η φωνή του πελάτη με αποτελεσματικό τρόπο για τη συλλογή σημαντικών πληροφοριών για την αναβάθμιση της ποιότητας των προϊόντων και υπηρεσιών.

1.2 Ποιότητα υπηρεσιών και μέτρηση ικανοποίησης του πελάτη

1.2.1 Ορισμός της ικανοποίησης

Η ικανοποίηση του πελάτη (customer satisfaction), σύμφωνα με μια εξαντλητική επισκόπηση του Yi (1991), ορίζεται με δύο βασικούς τρόπους: είτε ως ένα αποτέλεσμα (outcome), είτε ως μια διαδικασία (process). Ο πρώτος τρόπος καθορίζει την ικανοποίηση ως μια τελική κατάσταση ή ως ένα αποτέλεσμα της εμπειρίας κατανάλωσης ή χρήσης ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας:

«*...Η ικανοποίηση είναι μια γνωστική κατάσταση του πελάτη, όσον αφορά στην επαρκή ή ανεπαρκή ανταμοιβή του για τις θυσίες και τις προσπάθειες που έχει καταβάλλει...»*

(Howard and Sheth, 1969)

«...Η ικανοποίηση είναι μια συναισθηματική αντίδραση στις εμπειρίες του πελάτη, οι οποίες σχετίζονται είτε με συγκεκριμένα προϊόντα και υπηρεσίες, είτε με τις διαδικασίες αγοράς, είτε ακόμα με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά του πελάτη αυτού...»

(Westbrook and Reilly, 1983)

«...Η ικανοποίηση είναι το αποτέλεσμα της αγοράς και χρήσης ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας, το οποίο απορρέει από τη σύγκριση του πελάτη ανάμεσα στην ανταμοιβή και το κόστος αγοράς, λαμβάνοντας υπόψη τις προσδοκώμενες επιπτώσεις...»

(Churchill and Suprenant, 1982)

Εναλλακτικά, η ικανοποίηση μπορεί να θεωρηθεί ως μια διαδικασία, με έμφαση στους ψυχολογικούς παράγοντες αντίληψης και αξιολόγησης που την επηρεάζουν:

«...Η ικανοποίηση είναι μια διαδικασία αξιολόγησης, η οποία βασίζεται στο κατά πόσο η συγκεκριμένη εμπειρία ήταν τόσο καλή όσο ο πελάτης πίστευε ότι θα είναι...»

(Hunt, 1977)

«...Η ικανοποίηση είναι μια διαδικασία αξιολόγησης, η οποία εξετάζει αν η συγκεκριμένη επιλογή είναι συμβατή με τις προγενέστερες πεποιθήσεις του πελάτη...»

(Engel and Black, 1982)

«...Η ικανοποίηση είναι η αντίδραση του καταναλωτή στη διαδικασία αξιολόγησης, η οποία εξετάζει τις ασυμφωνίες μεταξύ προγενέστερων προσδοκιών και του πραγματικού επιπέδου απόδοσης του προϊόντος, όπως γίνεται αντιληπτό από τον καταναλωτή μετά τη χρήση του...»

(Tse and Wilton, 1988)

Σε γενικές γραμμές, οι πλέον δημοφιλείς ορισμοί της ικανοποίησης πελατών βασίζονται στην εκπλήρωση των προσδοκιών του πελάτη. Όπως αναφέρουν και οι Oliver (1996), Hill (1996), Gerson (1993), και Varna (1997), η ικανοποίηση είναι ένα μέτρο για το πόσο το προσφερόμενο ολικό προϊόν ή υπηρεσία εκπληρώνει τις προσδοκίες του πελάτη.

Η κριτική που αφορά την προηγούμενη προσέγγιση εστιάζεται κυρίως σε περιπτώσεις που η σύγκριση των προσδοκιών, ιδίως όταν δεν είναι ιδιαίτερα υψηλές, ενδέχεται να δημιουργήσει ασυνέπειες στην ανάλυση της συμπεριφοράς των πελατών. Επιπρόσθετα, όπως αναφέρει και ο Zifko-Baliga (1988), σύμφωνα με τη συγκεκριμένη προσέγγιση η ικανοποίηση είναι ένα μέτρο για το πόσο καλά μπορούν οι πελάτες να προβλέψουν το επίπεδο που ένα προϊόν ή μια υπηρεσία θα τους ικανοποιήσει.

Αρκετοί ερευνητές (Hill, 1996, Parasuraman *et al.,* 1985, 1988) δίνουν έμφαση στο γεγονός ότι η ικανοποίηση είναι μια αντίληψη των πελατών, γεγονός που σημαίνει ότι η συγκεκριμένη πληροφορία δεν είναι άμεσα διαθέσιμη, απλά θα πρέπει να καταβληθεί πρόσθετη προσπάθεια για να μετρηθεί, να αναλυθεί και να εξηγηθεί. Επιπρόσθετα, οι όποιες αντιλήψεις των πελατών δεν είναι απαραίτητο να συμβαδίζουν πάντοτε με την πραγματικότητα.

Εκτός από τις προσδοκίες των πελατών, έχουν προταθεί εναλλακτικά πρότυπα σύγκρισης για τον ορισμό της ικανοποίησης:

- Οι Spreng and Olshavsky (1992) πιστεύουν ότι η σύγκριση της απόδοσης ενός προϊόντος ή υπηρεσίας θα πρέπει να γίνεται με τις επιθυμίες και όχι με τις προσδοκίες των πελατών.
- Η ερευνητική εργασία των Churchill and Suprenant (1982) προτείνει ότι η απόδοση των επιμέρους χαρακτηριστικών των προϊόντων, κυρίως στην

περίπτωση διαρκών αγαθών, είναι ένας πολύ σημαντικός δείκτης της ικανοποίησης των πελατών.

- Όμοια, οι Woodruff *et al.* (1991) ισχυρίζονται ότι η σύγκριση θα πρέπει να βασίζεται σε συγκεκριμένα πρότυπα απόδοσης και όχι στις προσδοκίες των πελατών. Η προσέγγισή τους εστιάζεται στη διαμόρφωση προτύπων απόδοσης που βασίζονται στην εμπειρία από τη χρήση (experience- based norms) όχι μόνο του προϊόντος, αλλά και άλλων ανταγωνιστικών. Έτσι, το συγκεκριμένο προϊόν δεν αποτελεί αναγκαστικά πρότυπο αναφοράς για τη διαδικασία σύγκρισης.

Αξίζει επίσης να σημειωθεί ότι οι ορισμοί της ικανοποίησης πελατών διαφέρουν ανάλογα με το αντικείμενο εστίασης και το επίπεδο αποσαφήνισης (Yi, 1991):

- Ικανοποίηση από ένα προϊόν ή υπηρεσία
- Ικανοποίηση από μια εμπειρία απόφασης αγοράς
- Ικανοποίηση από ένα χαρακτηριστικό απόδοσης
- Ικανοποίηση από μια εμπειρία κατανάλωσης-χρήσης
- Ικανοποίηση από ένα τμήμα ή κατάστημα της εταιρίας
- Ικανοποίηση από μια προ-αγοραστική εμπειρία

Ο ορισμός της ικανοποίησης πελατών, σε αρκετές περιπτώσεις, εξετάζεται παράλληλα και με άλλες συσχετιζόμενες έννοιες, όπως είναι η ποιότητα, η αξία, η εξυπηρέτηση, κ.λ.π.

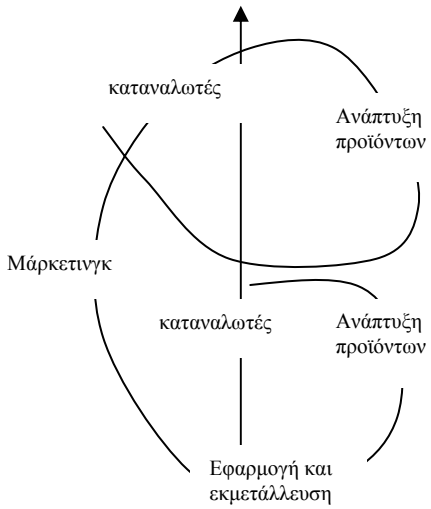
1.2.2 Ιστορική εξέλιξη μέτρησης ικανοποίησης

Η μέτρηση της ικανοποίησης πελατών έχει τις ρίζες της στο χώρο της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας, ενώ έχει επίσης απασχολήσει αρκετούς θεωρητικούς ερευνητές της επιστήμης του μάρκετινγκ. Η σχολή της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας εστιάζεται κυρίως στον τρόπο υλοποίησης των αποτελεσμάτων, τα οποία βασίζονται σε αναλύσεις δεδομένων της ικανοποίησης των πελατών, μέσα στην επιχείρηση

(σχεδιασμός, παραγωγή προϊόντων και υπηρεσιών, κ.λ.π.). Από την άλλη, η σχολή του μάρκετινγκ προσεγγίζει το συγκεκριμένο θέμα από μια κοινωνικο-ψυχολογική πλευρά, δηλαδή με ποιό τρόπο μορφοποιείται η ικανοποίηση των πελατών και ποια είναι η επίδραση της στη μελλοντική αγοραστική συμπεριφορά του καταναλωτή.

Οι ερευνητές της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας έχουν συνειδητοποιήσει ότι η βελτίωση της ποιότητας των προσφερόμενων προϊόντων και υπηρεσιών δε μπορεί να βασίζεται σε εσωτερικούς δείκτες της επιχείρησης ή του οργανισμού, αλλά θα πρέπει να συνδυάζεται με δεδομένα που προέρχονται άμεσα από τους πελάτες (Varva, 1997). Επιπρόσθετα, η ποιότητα θα πρέπει να εκδηλώνεται με τρόπους σχετικούς και αντιληπτούς από το σύνολο των πελατών της εταιρίας.

Ο Deming (1993) αναφέρει ότι οι έρευνες ικανοποίησης πελατών μπορούν να καταγράψουν τον παλμό της πελατείας μιας επιχείρησης, δεδομένου ότι αναλύουν και εξηγούν τις αντιδράσεις και τις απαιτήσεις των καταναλωτών, ενώ ταυτόχρονα μπορούν να ενσωματωθούν στη συνολική διαδικασία επικοινωνίας της εταιρίας με τους πελάτες της. Τόσο ο Deming (1993), όσο και ο Juran (1988, 1993) θεωρούν αυτή τη διαδικασία επικοινωνίας με τους πελάτες ως βασική προϋπόθεση για το σχεδιασμό, την ανάπτυξη και τη βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων. Το ελικοειδές προόδου της ποιότητας του Juran (Σχήμα 1) παρουσιάζει τη βασική αυτή αρχή, ενώ φανερώνει και τη φιλοσοφία της **συνεχούς βελτίωσης** (continuous improvement).



Σχήμα 1.1: το ελικοειδές της προόδου της ποιότητας του Juran (1988)

Ενώ οι Deming και Juran εστιάζονται κυρίως στην περιγραφή της απαιτούμενης πληροφορίας που συλλέγεται σε έρευνες ικανοποίησης πελατών, άλλοι ερευνητές από το χώρο της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας επικεντρώνονται στον καθορισμό του τρόπου δράσης της επιχείρησης, με βάση την πληροφορία αυτή. Οι μέθοδοι ανάπτυξης διαδικασιών ποιότητας (quality function deployment) είναι ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα του συγκεκριμένου ρεύματος (Hauser and Clausing, 1988).

Σε γενικές γραμμές, η σχολή της ποιότητας προσεγγίζει το πρόβλημα της μέτρησης ικανοποίησης από την πλευρά της ποιότητας των προϊόντων και των υπηρεσιών. Σ' αυτό το πλαίσιο, η AT&T στις αρχές της δεκαετίας του 1970 ήταν η πρώτη εταιρία που εισήγαγε μια έρευνα αγοράς, διαφορετική από αυτές που συνήθιζε να διεξάγει το σύνολο των επιχειρήσεων. Η έρευνα αυτή ονομάστηκε SAM (Satisfaction Attitude Measurement: Μέτρηση Συμπεριφοράς Ικανοποίησης) και ήταν μια ταχυδρομική έρευνα ικανοποίησης στους πελάτες της εταιρίας που είχαν κάνει χρήση των υπηρεσιών παροχής τεχνικής βοήθειας της εταιρίας. Η επιτυχία της συγκεκριμένης προσπάθειας ήταν τόσο μεγάλη ώστε αποφασίστηκε να επεκταθεί στο σύνολο των πελατών της εταιρίας και να πάρει τη μορφή μιας τηλεφωνικής έρευνας (ονομάζεται πλέον TELSAM) ώστε να ενταχθεί στο μόνιμο πρόγραμμα της ικανοποίησης των πελατών της AT&T.

Όσον αφορά στο χώρο του μάρκετινγκ, η μέτρηση της ικανοποίησης πελατών θεωρήθηκε αρχικά, κατά τις δεκαετίες 1960-1980, ως ένα πρόβλημα ανάλυσης της συμπεριφοράς του καταναλωτή. Οι σημαντικότερες προσπάθειες είναι οι εξής (Varva, 1997):

1. **Cardozo:** Το μοντέλο του Cardozo (1965) αποτελεί μια από τις πρώτες ακαδημαϊκές εργασίες στο χώρο της μέτρησης της ικανοποίησης των πελατών. Η συγκεκριμένη προσέγγιση βασίζεται σε σημαντικά στοιχεία του χώρου της κοινωνικής ψυχολογίας. Πιο συγκεκριμένα, συνδυάζει το «φαινόμενο της αντίθεσης» (contrast effect) του Helson και τη θεωρία της γνωστικής διαφωνίας (cognitive dissonance theory) του Festinger, με στόχο την ανάλυση και τη μέτρηση της επίδρασης της ικανοποίησης στη μελλοντική αγοραστική συμπεριφορά των καταναλωτών.
2. **Howard and Sheth:** Η εργασία των Howard and Sheth (1969) βασίζεται στην ανάπτυξη ενός μοντέλου καταναλωτικής συμπεριφοράς, το οποίο εξετάζει την προ-αγοραστική και μετά-αγοραστική διαδικασία διαχείρισης της πληροφορίας

και επικοινωνίας του καταναλωτή με την επιχείρηση. Η ικανοποίηση θεωρείται ως ένα από τα σημαντικότερα τμήματα του μοντέλου αυτού, ενώ σε μεταγενέστερες αναλύσεις παρουσιάζεται ως μια ξεχωριστή μεταβλητή.

3. **Oliver:** Μια από τις πλέον πρόσφατες και συχνότερα αναφερόμενες εργασίες όσον αφορά στη μέτρηση ικανοποίησης πελατών είναι το μοντέλο του Oliver (1977, 1980, 1981). Ο Oliver χρησιμοποιώντας τη θεωρία προσαρμογής (adaption theory) του Helson (1964) διατυπώνει την άποψη ότι οι προσδοκίες των πελατών διαμορφώνουν ένα συγκεκριμένο επίπεδο απόδοσης και παρέχουν ένα πλαίσιο αναφοράς για την αξιολόγηση από την πλευρά των καταναλωτών. Έτσι η ικανοποίηση μπορεί να θεωρηθεί ως μια συνάρτηση της συγκεκριμένης διαδικασίας σύγκρισης των προσδοκιών και πιο συγκεκριμένα ως η αντίληψη της επιβεβαίωσης ή της διάψευσης των προσδοκιών του πελάτη.

Σημαντικές για τη σχολή του μάρκετινγκ είναι και οι προσπάθειες των Day (1977) και Hunt (1977), οι οποίοι μάλιστα αποτελούν και τους συντάκτες του περιοδικού Journal of Customer Satisfaction/Dissatisfaction που εκδίδεται σε ετήσια βάση από το 1988.

Αξίζει να σημειωθεί ότι παρόλο που οι προαναφερόμενες σχολές προσεγγίζουν το πρόβλημα της μέτρησης ικανοποίησης πελατών από διαφορετικές σκοπιές, υπάρχει τα τελευταία χρόνια μια προσπάθεια σύγκλισης των θεωρητικών αυτών ρευμάτων. Χαρακτηριστικό παράδειγμα η απόφαση το 1987-1988 της Αμερικανικής εταιρίας μάρκετινγκ (American Marketing Association) και της Αμερικανικής εταιρίας για τον Έλεγχο της Ποιότητας (American Society for Quality Control) για τη διοργάνωση κοινού ετήσιου συνεδρίου με το συγκεκριμένο θέμα.

Άλλες προσπάθειες που έχουν καταγραφεί, κυρίως κατά τις δεκαετίες 1970-1980, αφορούν στη συσχέτιση της ικανοποίησης των πελατών με τα οικονομικά αποτελέσματα (κέρδος, πωλήσεις) της επιχείρησης. Παρόλο που η συγκεκριμένη υπόθεση φαίνεται αρκετά λογική, δεν είναι σε θέση να εξηγήσει αρκετές περιπτώσεις ασυνέπειας που παρουσιάζονται. Για αυτό το λόγο πιστεύεται σήμερα ότι η ικανοποίηση των πελατών αποτελεί αναγκαία, αλλά όχι ικανή συνθήκη για την κερδοφορία μιας επιχείρησης (Varva, 1995, 1997, Pruden *et al.*, 1996).

Μια άλλη σημαντική προσπάθεια στην εξέλιξη της μέτρησης ικανοποίησης των πελατών αφορά στην ανάπτυξη και εφαρμογή μόνιμων βαρομέτρων ικανοποίησης. Τα σημαντικότερα από αυτά τα εθνικά ή κλαδικά βαρόμετρα ικανοποίησης είναι :

1. **Βραβείο ποιότητας Malcolm Baldridge** (Malcolm Baldridge National Quality Award): Το 1987 το Κογκρέσο των ΗΠΑ, διαπιστώνοντας την μείωση του επιπέδου ποιότητας των αμερικανικών προϊόντων, αποφάσισε την παρακίνηση των επιχειρήσεων και βιομηχανιών για την παροχή εξαιρετικής ποιότητας προϊόντων και υπηρεσιών. Έτσι ανατέθηκε στο Εθνικό Ινστιτούτο Προτύπων και Τεχνολογίας (National Institute of Standards and Technology) ο σχεδιασμός και η εφαρμογή του συγκεκριμένου βραβείου.
2. **Εθνικά βαρόμετρα ικανοποίησης:** Οι προσπάθειες εγκαθίδρυσης εθνικών βαρομέτρων ικανοποίησης πελατών ξεκινούν το 1989 από τη Σουηδία και συνεχίζονται το 1992 με το εθνικό βαρόμετρο ποιότητας της ικανοποίησης της Γερμανίας. Ο Αμερικανικός δείκτης ικανοποίησης πελατών άρχισε να παρέχει αποτελέσματα από το 1994, ενώ σήμερα πλέον μεγάλος αριθμός χωρών βρίσκεται στη φάση ανάπτυξης ή έχει ήδη εγκαθιδρύσει έναν εθνικό δείκτη ικανοποίησης.
3. **Κλαδικά βαρόμετρα ικανοποίησης:** Το 1994, η Αμερικανική ένωση αντιπροσώπων αυτοκινητοβιομηχανιών (National Automobile Dealers Association) διεξήγαγε την πρώτη κλαδική έρευνα ικανοποίησης πελατών, παρόλο που οι συνεργατικές έρευνες αγοράς είναι ένα αρκετά συχνό φαινόμενο. Το γεγονός αυτό οφείλεται στην προσπάθεια της ένωσης να ενοποιήσει τις μεμονωμένες προσπάθειες μέτρησης ικανοποίησης των μελών της, αλλά και στο χαμηλό επίπεδο της ποιότητας εξυπηρέτησης που είχε παρατηρηθεί.

Ένα άλλο θεωρητικό ρεύμα που άρχισε να αναπτύσσεται μετά το 1980, βασιζόμενο κυρίως στην ανάπτυξη της τεχνολογίας, είναι η σχολή της **εξυπηρέτησης πελατών** (customer service). Η συγκεκριμένη προσέγγιση άρχισε να μορφοποιείται στα κέντρα εξυπηρέτησης πελατών και τα τμήματα παραπόνων των επιχειρήσεων δεδομένης της αλληλεπίδρασης και επικοινωνίας με ένα μεγάλο σύνολο δυσαρεστημένων πελατών. Αρκετοί ερευνητές και επαγγελματίες είχαν τη δυνατότητα να μελετήσουν τη διαθέσιμη αυτή πληροφορία και να προτείνουν μεθόδους διατήρησης της πελατειακής βάσης και ανάκτησης της καταναλωτικής

πίστης (TARP, 1986, Reichheld and Sasser, 1990, Eastman Kodak Company, 1989, Scheslinger and Heskitt, 1991).

Τέλος, θα πρέπει να αναφερθεί ότι η σημαντική προσφορά στην εξέλιξη μέτρησης της ικανοποίησης προσέφεραν οι μελέτες και οι έρευνες που αναφέρονται στην ικανοποίηση του προσωπικού μιας επιχείρησης ή ενός οργανισμού (Weaver, 1978, Lawler and Hall, 1970, Hackman and Oldham, 1975, κ.α).

1.2.3 Χρησιμότητα μέτρησης ικανοποίησης του πελάτη.

Η μέτρηση ικανοποίησης του πελάτη αποτελεί ένα απαραίτητο εργαλείο για την απόκτηση δεδομένων και πληροφοριών για το σχεδιασμό και την εφαρμογή μιας αποτελεσματικής πολιτικής ποιότητας και διαδικασιών μαζί με επιτυχημένες στρατηγικές του μάρκετινγκ.

Για τις εταιρίες παροχής υπηρεσιών, η μέτρηση ικανοποίησης των πελατών, έχει σημαντική επιρροή στη διαχείριση των ανθρωπίνων πόρων. Η αλληλεπίδραση μεταξύ του πελάτη και του οργανισμού είναι η διαδικασία κατά την οποία οι πελάτες αντιλαμβάνονται την ποιότητα και αξιολογούν την αξία, την τεχνογνωσία και τις ικανότητες του τομέα των ανθρωπίνων πόρων της εταιρίας.

Τα προγράμματα μέτρησης ποιότητας υπηρεσιών, εφόσον αποτελούν συνεχείς και συστηματικές προσπάθειες της εταιρείας, βελτιώνουν την επικοινωνία με το σύνολο των πελατών. Επίσης η εταιρεία μπορεί να δει κατά πόσο οι υπηρεσίες της ανταποκρίνονται στις προσδοκίες των πελατών. Επιπρόσθετα, δίνεται η δυνατότητα να μελετηθεί κατά πόσο νέες ενέργειες, προσπάθειες και προγράμματα έχουν αντίκτυπο στην πελατεία της επιχείρησης. Εντοπίζονται οι κρίσιμες διαστάσεις της ικανοποίησης που θα πρέπει να βελτιωθούν καθώς και οι τρόποι με τους οποίους θα επιτευχθεί η βελτίωση αυτή. Προσδιορίζονται τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της επιχείρησης σε σχέση με τον ανταγωνισμό, σύμφωνα με τις απόψεις και τις αντιλήψεις των πελατών. Τέλος δίνεται ένα κίνητρο στο προσωπικό της εταιρείας να αυξήσει την παραγωγικότητα του, δεδομένου ότι οι προσπάθειες βελτίωσης των υπηρεσιών που προσφέρονται αξιολογούνται από τους ίδιους τους πελάτες.

1.3 Ποσοτικά μοντέλα μέτρησης της ικανοποίησης

1.3.1 Μεταβλητές και μοντέλα στατιστικής

Το πρόβλημα της αξιολόγησης της ικανοποίησης των πελατών, στα πλαίσια των ποσοτικών μεθόδων ανάλυσης δεδομένων και μοντέλων στατιστικής έχει τα εξής βασικά κριτήρια (Wilkie and Pessemier, 1973, Churchill, 1991, Cooper, 1994):

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

Οι πολυμεταβλητές στατιστικές μέθοδοι (multivariate statistical methods) μπορούν να ταξινομηθούν σε τεχνικές και μοντέλα εξέτασης των σχέσεων ανάμεσα στις μεταβλητές (κλίμακες ικανοποίησης, πελάτες, ανταγωνιστικά προϊόντα, κλπ), και σε μεθόδους που έχουν ως στόχο τον καθορισμό της εξάρτησης των εξεταζόμενων μεταβλητών ή της διερεύνησης της δομής των δεδομένων.

Η επιλογή και εφαρμογή των ποσοτικών μεθόδων ανάλυσης δεδομένων εξαρτάται από τη φύση και τον τρόπο μέτρησης των μεταβλητών που

χρησιμοποιούνται στο μοντέλο αξιολόγησης της ικανοποίησης. Οι βασικοί τύποι των μεταβλητών είναι (Σίσκος, 1986a):

1. **Αριθμητικές ή μετρικές μεταβλητές** (numerical/ metric variables): η μεταβλητές οι οποίες μπορούν να μετρήσουν ποσοτικά ένα φαινόμενο ή μια ιδιότητα των αντικειμένων.
2. **Ταξικές μεταβλητές** (ordinal variables): μεταβλητές οι οποίες δηλώνουν τη διάταξη των αντικειμένων, με βάση συγκεκριμένες ιδιότητες.
3. **Κατηγορικές μεταβλητές (**nominal variables): μεταβλητές δηλωτικές της κατηγορίας στην οποία ανήκει ένα αντικείμενο, χωρίς να υφίσταται σχέση προτίμησης μεταξύ των κατηγοριών αυτών.

Οι βασικές κατηγορίες μεταβλητών που συμπεριλαμβάνονται σε μια έρευνα ικανοποίησης είναι οι μεταβλητές που αναφέρονται άμεσα ή έμμεσα στην ικανοποίηση του πελάτη (π.χ. βαθμός ικανοποίησης, πρόθεση επαναγοράς, επίπεδο καταναλωτικής πίστης) και οι μεταβλητές που αφορούν στην απόδοση επιμέρους χαρακτηριστικών του προϊόντος ή της υπηρεσίας. Η μέτρηση των μεταβλητών αυτών πραγματοποιείται με τους εξής τρόπους:

1. Με τη χρήση μιας ποσοτικής κλίμακα, σύμφωνα με την οποία ζητείται από τον πελάτη να «βαθμολογήσει» την απόδοση ή την ικανοποίησή του από κάποιο προϊόν ή από επιμέρους χαρακτηριστικά του. Μια τέτοια κλίμακα θα μπορούσε να έχει την ακόλουθη μορφή.

   Καθόλου ικανοποιημένος ☐1 ☐2 ☐3 ☐4 ☐5 ☐6 ☐7 ☐8 ☐9 ☐10 Απόλυτα ικανοποιημένος

   Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δοθεί στο λεξιλόγιο που χρησιμοποιείται καθώς και στην κατεύθυνση της κλίμακας, ώστε τα συλλεγόμενη δεδομένα να μην εξαρτώνται από τους παράγοντες αυτούς, ενώ το μέγεθος και το εύρος της κλίμκας, ενδέχεται να δημιουργήσει δυσκολίες συμπλήρωσης από την πλευρά των πελατών.
2. Με τη χρήση μιας λεκτικής κλίμακας της μορφής:

Απόλυτα ικανοποιημένος	Πολύ ικανοποιημένος	Ικανοποιημένος	Λίγο ικανοποιημένος	Καθόλου ικανοποιημένος
☐	☐	☐	☐	☐

Οι ποιοτικές κλίμακες δεν επιτρέπουν παρά μόνο την εφαρμογή απλών μεθόδων περιγραφικής στατιστικής και για αυτό το λόγο σε αρκετές περιπτώσεις γίνεται μια a priori αυθαίρετη ποσοτικοποίηση. Για παράδειγμα η προηγούμενη κλίμακα κωδικοποιείται ως εξής:

Απόλυτα ικανοποιημένος	Πολύ ικανοποιημένος	Ικανοποιημένος	Λίγο ικανοποιημένος	Καθόλου ικανοποιημένος
5	4	3	2	1

Στη συγκεκριμένη διαδικασία κωδικοποίησης έχει ασκηθεί έντονη κριτική δεδομένου ότι:

- Γίνεται μια ισχυρή υπόθεση η «αξία» που δίνει ο πελάτης σε κάθε επίπεδο ικανοποίησης είναι γνωστή εκ των προτέρων.
- Η γραμμική αυτή σχέση της «αξίας» των επιπέδων ικανοποίησης δε συμβαδίζει πολλές φορές με τα πραγματικά αποτελέσματα της έρευνας, δεδομένου ότι η μετάβαση από ένα επίπεδο ικανοποίησης σε ένα άλλο ούτε αποφέρει την ίδια «αξία στους πελάτες, ούτε είναι ανάλογη της προσπάθειας που πρέπει να καταβάλλει η επιχείρηση.
- Είναι δυνατό να οδηγήσει σε λανθασμένη συμπερασματολογία (π.χ. δύο καθόλου ικανοποιημένοι πελάτες «αξίζουν» όσο ένας λίγο ικανοποιημένος) και
- Δε λαμβάνεται υπόψη ο διαφορετικός βαθμός απαιτητικότητας που μπορεί να έχουν οι πελάτες για διαφορετικά χαρακτηριστικά του προϊόντος.

Η σημαντικότητα των επιμέρους διαστάσεων ικανοποίησης ή χαρακτηριστικών του προϊόντος αποτελεί μια πρόσθετη παράμετρο που συμπεριλαμβάνεται σε έρευνες ικανοποίησης, ιδίως στην περίπτωση εφαρμογής μεθόδων περιγραφικής στατιστικής. Η άμεση μέτρηση της σημαντικότητας γίνεται με τους εξής τρόπους (Hauser, 1991):

1. Ζητείται από τους πελάτες να κατανείμουν ένα σύνολο βαθμών σημαντικότητας (10 ή 100) πάνω σε ένα σύνολο διαστάσεων ικανοποίησης. Παρόλο που η συγκεκριμένη τεχνική χρησιμοποιείται ευρέως σε αρκετές περιπτώσεις, η κριτική που γίνεται αφορά κυρίως:
    - Στη δυσκολία απάντησης των πελατών σε περίπτωση μεγάλου αριθμού διαστάσεων ικανοποίησης και

- Στην τάση που έχουν οι πελάτες να κατανέμουν τους βαθμούς σημαντικότητας σε ομάδες των 5 ή 10 μονάδων, με αποτέλεσμα τα δεδομένα να μην είναι πραγματικά συνεχή.

2. Ζητείται από τους πελάτες να κατατάξουν τις διαστάσεις ικανοποίησης σύμφωνα με το βαθμό σημαντικότητάς τους. Ο εναλλακτικός αυτός τρόπος παρουσιάζει σημαντικές δυσκολίες εφαρμογής σε περίπτωση μεγάλου αριθμού διαστάσεων ικανοποίησης.
3. Με τη χρήση μιας ποσοτικής κλίμακας, όμοια με την περίπτωση των μεταβλητών ικανοποίησης, με την εξής μορφή:

Καθόλου ικανοποιημένος	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Απόλυτα ικανοποιημένος

Η κλίμακα αυτή είτε ορίζεται σε διάστημα όμοιο με την κλίμακα ικανοποίησης, είτε κανονικοποιείται ώστε να είναι δυνατή η εφαρμογή μεθόδων και τεχνικών που συνδυάζουν τις συγκεκριμένες κατηγορίες δεδομένων.

Άλλες εναλλακτικές τεχνικές μέτρησης της σημαντικότητας παρουσιάζονται από τους Diener et al (1985) και Dolinsky (1994), ενώ μεγάλος αριθμός εφαρμογών που αφορούν κυρίως τη μέτρηση ικανοποίησης του προσωπικού επισημαίνουν τις ασυνέπειες στις οποίες μπορεί να οδηγήσει η συγκεκριμένη προσέγγιση. Οι ασυνέπειες αυτές μπορεί να οφείλονται είτε σε φαινόμενα υπερβολής του πελάτη (range of affect), είτε στο γεγονός ότι σε κάποια χαρακτηριστικά του προϊόντος δίνεται μικρή βαρύτητα, παρόλο που θεωρούνται πολύ σημαντικά. Για το λόγο αυτό αρκετοί ερευνητές διατυπώνουν την άποψη ότι η σημαντικότητα είναι το αποτέλεσμα της εφαρμογής μιας αναλυτικής μεθόδου (Mobley and Locke, 1970, Blood, 1971, Oliver, 1996).

1.3.2 Ποσοτικές προσεγγίσεις της ικανοποίησης

Εναλλακτικές ποσοτικές προσεγγίσεις της ικανοποίησης είναι οι παρακάτω:

1. **Απλές τεχνικές περιγραφικής στατιστικής**: οι μέθοδοι της περιγραφικής στατιστικής δεν είναι σε θέση να αναλύσουν σε βάθος την ικανοποίηση των πελατών, αλλά μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε κατά τη διάρκεια της προκαταρτικής ανάλυσης συμπεριφοράς, είτε συμπληρωματικά σε άλλα μοντέλα.

2. **Βασικές στατιστικές μέθοδοι**: παράδειγμα τέτοιων μεθόδων είναι αυτή της πολλαπλής ανάλυσης παλινδρόμησης. Τα σημαντικότερα προβλήματα και η κριτική που ασκείται στη συγκεκριμένη προσέγγιση εστιάζονται κυρίως στην ποσοτικοποίηση των δεδομένων ικανοποίησης και την ύπαρξη πολλαπλής συγγραμικότητας ανάμεσα στις ανεξάρτητες μεταβλητές. Ακόμη και όταν χρησιμοποιείται μια ποσοτική κλίμακα ικανοποίησης γίνεται η υπόθεση ότι οι μεταβλητές της μεθόδου είναι συνεχείς, γεγονός που δε συμβαδίζει με τη φύση της συλλεγόμενης πληροφορίας. Επίσης η ύπαρξη της εξάρτησης ανάμεσα στις μεταβλητές που χρησιμοποιούνται επηρεάζει την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων της μεθόδου ενώ είναι δυνατό να οδηγήσει σε ασυνεπή αποτελέσματα. Άλλη μέθοδος είναι η παραγοντική ανάλυση, της οποίας βασικός σκοπός είναι η μελέτη του τρόπου συσχέτισης ενός συνόλου χαρακτηριστικών του προσφερόμενου προϊόντος ή υπηρεσίας. Η κριτική και τα προβλήματα που αφορούν στην εφαρμογή της μεθόδου σε δεδομένα έρευνας αγοράς δε διαφέρουν από αυτά της πολλαπλής παλινδρόμησης.
3. **Εξειδικευμένα στατιστικά μοντέλα κατηγορικών μεταβλητών (logit-probit analysis, loglinear models)**: τα συγκεκριμένα μοντέλα, δεδομένης της αξιολόγησης του πελάτη για ένα σύνολο χαρακτηριστικών του προϊόντος, εκτιμούν μια συνάρτηση κατανομής, η οποία εκφράζει την πιθανότητα ο πελάτης αυτός να ανήκει σε κάποια συγκεκριμένη «ομάδα ικανοποίησης». Οι συγκεκριμένες αναλύσεις παρουσιάζουν ομοιότητες με τα στατιστικά μοντέλα κατηγοριοποίησης, αλλά πρέπει να τονισθεί ιδιαίτερα ότι ο σκοπός της δεν είναι να κατανείμει τους πελάτες σε καθορισμένες κατηγορίες ικανοποίησης, αλλά να εκτιμήσει την πιθανότητα κάποιος πελάτης να ανήκει σε κάποια από αυτές τις κατηγορίες. Η Logit και η Probit ανάλυση μπορεί να θεωρηθεί ως μια ειδική περίπτωση των loglinear μοντέλων, τα οποία αποτελούν μια αρκετά ενδιαφέρουσα εναλλακτική προσέγγιση επεξεργασίας δεδομένων που βασίζονται σε πολυδιάστατους διασταυρούμενους πίνακες.
4. **Άλλες ποσοτικές προσεγγίσεις:** άλλα στατιστικά μοντέλα και ποσοτικές μέθοδοι ανάλυσης ικανοποίησης πελατών, με μικρότερο αριθμό πρακτικών εφαρμογών είναι τα παρακάτω:
   - Ανάλυση συζυγιών (conjoint analysis)
   - Περιβάλλουσα ανάλυση δεδομένων (DEA –Data Envelopment Analysis)

- Πολυδιάστατη ανάλυση αναλογιών (multidimensional scaling)
- Ανάλυση ομαδοποίησης (cluster analysis)
- Γραφικά μοντέλα πιθανότητας (probability plotting methods)

2. ΘΕΩΡΙΑ ΑΣΑΦΩΝ ΣΥΝΟΛΩΝ

2.1. Εισαγωγή

Τα θεμέλια της Λογικής ως επιστήμης τέθηκαν πριν από περισσότερα από δυο χιλιάδες χρόνια, όταν ο Αριστοτέλης ανέπτυξε τις αρχές της Τυπικής Λογικής ή Λογικής Πρώτης Τάξης (Formal Logic, First Order Logic). Η λογική (δίτιμη) αυτή βασίστηκε στο ότι ένας συλλογισμός ήταν ή δεν ήταν αληθής, ένα στοιχείο ανήκε ή δεν ανήκε σε ένα σύνολο σύμφωνα με κάποιους συγκεκριμένους κανόνες, όπως για παράδειγμα το σύνολο των ζυγών αριθμών. Η θεμελιώδης αρχή που ανέτειλε από αυτή τη λογική είναι το ότι επέβαλλε μια διχοτόμηση οποιουδήποτε μαθηματικού μοντέλου ενός δεδομένου θέματος. Με άλλα λόγια, παίρνοντας ένα αντικείμενο, άσχετα με την πολυπλοκότητα που έχει, το αναγκάζουμε να ταυτιστεί με μια από τις προκαθορισμένες κατηγορίες, την αυστηρή ή την συμπληρωματική της (για παράδειγμα καλό-κακό, κανονικό-ανώμαλο, άσπρο-μαύρο κ.λ.π.). Οι σημερινοί υπολογιστές θεμελιώθηκαν πάνω σε αυτή τη λογική. 1 bit πληροφορίας απαντά σε μια ερώτηση με 0 ή 1. Όλα τα εισαγόμενα σε αυτούς δεδομένα αντιπροσωπεύονται από ακολουθίες των 0 και 1 και οι εξαγόμενες από αυτούς εντολές είναι «σωστό» ή «λάθος».

Μερικές φορές αυτή η κατάταξη έχει έννοια, σε άλλες όμως περιπτώσεις παρουσιάζει μερικά σοβαρά και εμφανή διλήμματα. Για παράδειγμα, στην μελέτη των ακέραιων αριθμών, δύο κατηγορίες όπως οι άρτιοι και οι περιττοί μπορούν να ορισθούν χωρίς κανένα δισταγμό, και οποιοσδήποτε ακέραιος αριθμός μπορεί με αυτό τον τρόπο να ταξινομηθεί μέσα σ' αυτό το πλαίσιο χωρίς δυσκολία.

Παρόλα αυτά, σε πολλές περιπτώσεις αντιμετωπίζουμε ταξινομήσεις που δεν ορίζονται με σαφή τρόπο και δεν κατέχουν καθαρά και γερά θεμελιωμένα σύνορα. Για παράδειγμα μπορούμε να υποθέσουμε τέτοιες κατηγορίες, όπως *ψηλός άνθρωπος, μεγάλη ταχύτητα, σημαντικό λάθος*, και άλλα. Όλα αυτά μεταφέρουν μια χρήσιμη πληροφορία η οποία είναι προφανής στην καθιερωμένη καθημερινή επικοινωνία. Ωστόσο η διαχωριστική γραμμή μεταξύ δεκτού και απόρριψης ενός δεδομένου αντικειμένου για μια τέτοια τάξη δεν έχει τεκμήρια. Εδώ, γίνεται φανερό ότι η

δυνατότητα να αξιοποιηθεί η δυαδική λογική για να περιγραφούν αυτές οι τάξεις, δεν είναι δυνατόν να εφαρμοσθεί ικανοποιητικά.

Ένα ιστορικό παράδειγμα που δείχνει το πως διάφορα μοντέλα που βασίζονται στη δίτιμη λογική μπορούν να αναπτύξουν ανεπιθύμητα φαινόμενα, μπορούμε να αντλήσουμε από την αρχαία Ελληνική σοφιστεία. Το παράδειγμα του σωρού των κόκκων λέει:

«...ένας κόκκος δεν κάνει ένα σωρό, δύο κόκκοι δεν κάνουν ένα σωρό ούτε τρεις... από την άλλη μεριά ο καθένας θα συμφωνήσει ότι 100 εκατομμύρια κόκκοι δημιουργούν ένα σωρό. Ποιό όμως είναι το αποδεκτό μέγεθος; Μπορούμε να πούμε ότι 328 ή 769 κόκκοι δεν κατασκευάζουν ένα σωρό αλλά τον κατασκευάζουν 800;».

Είναι προφανές ότι μια απάντηση του τύπου «ναι- όχι» δεν μπορεί να είναι ικανοποιητική απάντηση σ' ένα τέτοιου είδους πρόβλημα.

Το 1920 έγινε το πρώτο βήμα. Τα λογικά παράδοξα και η αρχή της απροσδιοριστίας συνέβαλαν στην ανάπτυξη της πλειότιμης λογικής από τον Lukasiewicz, όπου το «σωστό» ή «λάθος», η «αλήθεια» και το «ψεύδος» ενός συλλογισμού θεωρούνταν οι ακραίες τιμές ενός πεδίου τιμών όπου μπορούσε να ορισθεί μια ή και περισσότερες ενδιάμεσες τιμές.

Η «διακριτή» λογική αυτή μετάβαση από το απόλυτα αληθές στο απόλυτα ψευδές οδήγησε στη συνέχεια τον Lotfi Zadeh τη δεκαετία του '60 στην ανάπτυξη μιας λογικής που βασίζεται στη συνεχή μετάβαση ανάμεσα στις δύο αυτές τιμές. Η λογική αυτή είναι η Ασαφής Λογική και στηρίζεται στα ασαφή σύνολα.

Η Ασαφής Λογική επινοήθηκε από τον Lotfi Zadeh, επιστήμονα και μηχανικό συστημάτων, στα μέσα της δεκαετίας του 1960. Ο Zadeh πίστευε ότι η ασαφής λογική παρέχει μια μέθοδο εξήγησης και ταυτόχρονα μείωσης της πολυπλοκότητας των συστημάτων. Τον απασχολούσε η αυξανόμενη απώλεια των πληροφοριών που παρέχουν τα παραδοσιακά μαθηματικά μοντέλα καθώς αυξάνεται η πολυπλοκότητα του συστήματος. Κατανόησε ότι ένα μεγάλο μέρος της πολυπλοκότητας αυτής προερχόταν από τον τρόπο που αναπαρίστανται και χρησιμοποιούνται οι μεταβλητές. Εφόσον οι μεταβλητές μπορούσαν να

αναπαραστήσουν την κατάσταση ενός φαινομένου είτε ως υπάρχουσα είτε ως μη-υπάρχουσα, οι μαθηματικοί υπολογισμοί για την εκτίμηση πράξεων σε οριακές καταστάσεις γινόταν ιδιαίτερα πολύπλοκοι. Ο Zadeh το δήλωσε αυτό με την *αρχή της ασυμβατότητας*:

«...καθώς η πολυπλοκότητα ενός συστήματος αυξάνεται, η ικανότητα για ακριβείς και ταυτόχρονα σημαντικές δηλώσεις σχετικά με τη συμπεριφορά του μειώνεται, μέχρι ένα σημείο πέρα από το οποίο η ακρίβεια και η σημαντικότητα αποτελούν σχεδόν αμοιβαία αποκλειόμενα χαρακτηριστικά.»

Κάτω απ' αυτό το πρίσμα μοντελοποίησης συστημάτων, οι βασικοί μηχανισμοί αναπαρίστανται με γλωσσικές και όχι μαθηματικές μεταβλητές. Ο Zadeh υποστήριζε πως οι άνθρωποι επικοινωνούν χρησιμοποιώντας ασαφείς όρους και όχι σύμβολα ή αριθμούς. Οι ασαφείς αυτοί όροι αναπαριστούν γενικές κατηγορίες και όχι καθορισμένα εκ των προτέρων σύνολα. Η μετάβαση από μια κατηγορία-έννοια, ιδέα ή κατάσταση προβλήματος- στην επόμενη είναι σταδιακή, με κάποιες καταστάσεις να έχουν μεγαλύτερη ή μικρότερη συμμετοχή σ' ένα σύνολο απ' ότι σε κάποιο άλλο. Χρησιμοποιώντας αυτή την ιδέα των ελαστικών συνόλων και επηρεαζόμενος από τα έργα των Max Black και Jan Lukasiewicz, ο Zadeh πρότεινε την ιδέα των *ασαφών συνόλων*, εισάγοντας έτσι και την *ασαφή λογική* γενικότερα.

Δεν υπάρχει τίποτα το ασαφές γύρω από την ασαφή λογική. Στηρίζεται σε πολύ γερά μαθηματικά θεμέλια και δίνει εντελώς συγκεκριμένα αποτελέσματα. Επίσης δεν είναι άλλη μια θεωρία πιθανοτήτων. Με τις πιθανότητες μοντελοποιείται η έννοια της τυχαιότητας, ενώ με την ασαφή λογική η έννοια της αβεβαιότητας.

Αυτό που είναι η ασαφής λογική, είναι ένας τρόπος να αντιστοιχήσουμε ένα συγκεχυμένο, όχι σαφώς ορισμένο στοιχείο σε ένα σύνολο. Αντί να απαιτεί το στοιχείο να είναι μέλος του συνόλου ή του συμπληρωματικού του, δέχεται να ανήκει σε διάφορα σύνολα κατά ποσοστό. Για παράδειγμα στο σύνολο *«υψηλή ταχύτητα»*, δέχεται την ταχύτητα των 80 km/h να ανήκει στο σύνολο κατά 80/100 ή 0.8 στο 1 και στο σύνολο *«πολύ υψηλή ταχύτητα»* κατά 0.5 στο 1. Μπορεί έτσι να διαχειρίζεται και έννοιες όπως *«σχετικά υψηλή», «πολύ υψηλή», «όχι και τόσο υψηλή»*. Η λογική αυτή

είναι πιο κοντά στον τρόπο που ο άνθρωπος είναι ικανός να διαχειρίζεται έννοιες όχι και τόσο σαφείς και να φθάσει σε λογικά συμπεράσματα.

Η ασαφής λογική στηρίζεται στη θεωρία των ασαφών συνόλων. Η θεωρία αυτή υποστηρίζει ότι ο περιβάλλων χώρος απαρτίζεται από διαφορετικά σύνολα με διαφορετικούς βαθμούς συμμετοχής. Ο μόνος περιορισμός σε αυτήν είναι ότι το άθροισμα των βαθμών συμμετοχής ενός στοιχείο σε ένα ασαφές σύνολο και στο συμπληρωματικό του, πρέπει να είναι ίσο με τη μονάδα. Για παράδειγμα αν ένας άνθρωπος είναι κατά 80% ψηλός, θα πρέπει να είναι κατά 20% κοντός. Υπακούοντας στον παραπάνω περιορισμό η ασαφής λογική αποφεύγει τη δυαδική αντίφαση. Μπορεί λοιπόν να θεωρηθεί ότι η κλασική λογική, στην οποία ένα αντικείμενο ανήκει 100% σε ένα σύνολο και κατά 0% στο συμπληρωματικό του, αποτελεί μια οριακή κατάσταση της ασαφούς λογικής.

2.2. Οι χρήσεις της Ασαφούς Λογικής

Τα ασαφή συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε εκτιμήσεις, στη λήψη αποφάσεων σε μηχανικά συστήματα ελέγχου, στα «έξυπνα» σπίτια, σε ελεγκτές βιομηχανικών διαδικασιών, ως μέτρα ικανοποίησης, ως μέτρα αβεβαιότητας, για την αξιολόγηση σε οποιοδήποτε τομέα καθώς και σε άλλες εφαρμογές.

Ο Ebrahim Mandami ήταν ο πρώτος που χρησιμοποίησε ασαφή σύνολα σε συστήματα ελέγχου. Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1970, προσπαθούσε να αναπτύξει ένα αυτόματο σύστημα ελέγχου για μια ατμομηχανή χρησιμοποιώντας την εμπειρία ενός ειδικού. Ο ίδιος και οι συνάδελφοί του αποφάσισαν να χρησιμοποιήσουν μια τεχνική από το χώρο της τεχνητής νοημοσύνης που ονομάζεται *«έμπειρο σύστημα βασισμένο σε κανόνες»*, η οποία συνδυάζει την ανθρώπινη εμπειρία με μια σειρά από λογικούς κανόνες για χρήση αυτής της γνώσης. Στην αρχή, προσπάθησαν να γράψουν κανόνες με τη βοήθεια της γλώσσας Lisp, αλλά στη συνέχεια και αφού διάβασαν την εργασία του Lotfi Zadeh, αποφάσισαν να χρησιμοποιήσουν την έννοια της ασαφούς λογικής, κατορθώνοντας τελικά πολύ ευκολότερα απ' όσο είχαν υπολογίσει, να αναπτύξουν ένα ελεγκτή, χρησιμοποιώντας συνδυασμό γλωσσικών και μαθηματικών μεταβλητών.

Κάποιες άλλες χρήσεις της ασαφούς λογικής παρατίθενται παρακάτω:

- Σύστημα Linkman: έλεγχε την μίξη των υλικών και την κατεργασία τους σε περιστρεφόμενο κλίβανο, σε βιομηχανίες παραγωγής τσιμέντου (σε χρήση και στην Ελλάδα).
- Φωτογραφικές μηχανές που εστιάζουν και ρυθμίζουν το χρόνο έκθεσης αυτόματα.
- Πλυντήρια ρούχων που αποφασίζουν μόνα τους το πρόγραμμα πλύσης ανάλογα με την ποσότητα ρούχων, το πόσο βρόμικα είναι και την ποσότητα του νερού.
- Συσκευές video-camera : για συνεχή εστίαση αλλά και σταθεροποίηση της εικόνας.
- Ασαφή συστήματα πέδησης (fuzzy ABS) και μετάδοσης κίνησης σε αυτοκίνητα.
- Ασαφή συστήματα ελέγχου λαβής σε ρομποτικούς βραχίονες.
- Έμπειρα συστήματα για οικονομικές εφαρμογές (χρηματιστήριο) με ασαφείς κανόνες.

2.3. Η αξία των Ασαφών Συστημάτων

Ένας από τους λόγους για τους οποίους η ασαφής λογική αντιμετωπίστηκε με καχυποψία όταν πρωτοεμφανίστηκε, είναι ότι χρησιμοποιεί λίγους και απλούς κανόνες. Το –εκ πρώτης όψεως- παράδοξο αυτό, ερμηνεύεται από τις συνθήκες που επικρατούσαν την περίοδο που άρχισε να χρησιμοποιείται για πρώτη φορά η ασαφής λογική. Εκείνη την εποχή, κυρίαρχη ήταν η άποψη ότι ένα καλό σύστημα ελέγχου πρέπει να είναι πολύπλοκο, άρα δύσκολο να αναπτυχθεί. Επίσης, η συμπεριφορά ενός συστήματος εκλαμβανόταν εκ των προτέρων ως γραμμική.

Παρά την αρνητική αυτή προδιάθεση, τα ασαφή συστήματα σημείωσαν επιτυχία εκμεταλλευόμενα δύο βασικές αδυναμίες των συμβατικών συστημάτων. Πρώτον, πολλές διαδικασίες δεν είναι γραμμικές και είναι υπερβολικά περίπλοκες για να μοντελοποιηθούν μαθηματικά. Συστήματα διοίκησης, επιχειρήσεων και τηλεπικοινωνιών είναι μερικά παραδείγματα. Δεύτερον, ακόμη και για τα παραδοσιακά συστήματα δεν είναι εύκολο να περιγραφεί ο όρος σταθερότητα. Δεν υπάρχει κάποιο βιομηχανικό υπόδειγμα της σταθερότητας και οι διάφορες μέθοδοι περιγραφής της είναι περισσότερο συστάσεις παρά απαιτήσεις.

Υπάρχουν πέντε τύποι συστημάτων όπου η ασαφής λογική είναι απαραίτητη ή τουλάχιστον ωφέλιμη:

- Πολύπλοκα συστήματα που είναι δύσκολο ή αδύνατο να μοντελοποιηθούν
- Συστήματα που ελέγχονται από ειδικούς εμπειρογνώμονες
- Συστήματα με πολύπλοκα και συνεχή δεδομένα εισόδου και εξόδου
- Συστήματα που χρησιμοποιούν την ανθρώπινη παρατήρηση ως δεδομένα εισόδου ή ως τη βάση για διατύπωση κανόνων.
- Συστήματα που είναι εκ φύσεως ασαφή, όπως εκείνα στις συμπεριφορικές, οικονομικές και κοινωνικές επιστήμες.

2.4. Τα πλεονεκτήματα από τη χρήση της ασαφούς λογικής

Μερικά από τα πλεονεκτήματα της χρήσης ασαφών μοντέλων σε συστήματα στήριξης αποφάσεων και έμπειρα συστήματα είναι τα ακόλουθα:

- **Ικανότητα μοντελοποίησης ιδιαίτερα πολύπλοκων επιχειρηματικών προβλημάτων.**

Η τελευταία γενιά έμπειρων συστημάτων δεν έγινε δεκτή με ιδιαίτερη θέρμη από την επιχειρηματική κοινότητα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα συστήματα αυτά έλυναν όλα τα εύκολα προβλήματα γρήγορα. Ωστόσο, όταν στη συνέχεια επιχειρούσαν να λύσουν πολύπλοκα προβλήματα, τότε είτε δεν μπορούσαν να τα αντιμετωπίσουν χωρίς να καταναλώνουν απαγορευτικές ποσότητες υπολογιστικής δύναμης, είτε δεν μπορούσαν να τα αντιμετωπίσουν καθόλου. Καθώς τα ασαφή συστήματα προσφέρουν γενικευμένες προσεγγίσεις και είναι κατάλληλα για τη μοντελοποίηση πολύπλοκων προβλημάτων, έχουν την ικανότητα να προσεγγίσουν τη συμπεριφορά συστημάτων που διαθέτουν έναν αριθμό ελάχιστα γνωστών χαρακτηριστικών. Τα *ασαφή συστήματα βασισμένα σε κανόνες* είναι πιο αποτελεσματικά από τα *παραδοσιακά συστήματα βασισμένα σε κανόνες* και απαιτούν λιγότερους κανόνες. Η ικανότητά τους να επεξηγούν τη συλλογιστική τους, προσφέρει έναν ιδανικό τρόπο αντιμετώπισης αυτών των προβλημάτων.

- **Βελτιωμένη γνωστική μοντελοποίηση έμπειρων συστημάτων.**

Για πολλούς μηχανικούς γνώσης, ένα σημαντικό πλεονέκτημα των ασαφών συστημάτων είναι η ικανότητα άμεσης κωδικοποίησης της γνώσης, με τρόπο παρόμοιο με εκείνο που οι ίδιοι οι ειδικοί αντιμετωπίζουν τη διαδικασία της απόφασης. Το γεγονός αυτό αποτελεί μια σημαντική αποτυχία των παραδοσιακών έμπειρων συστημάτων και συστημάτων στήριξης αποφάσεων, που αναγκάζει τους ειδικούς να διχοτομήσουν με ακρίβεια τους κανόνες σε τεχνητά (συνήθως) όρια. Η διαδικασία αυτή όχι μόνο κάνει πιο πολύπλοκους τους κανόνες, αλλά στερεί από τον ειδικό την ικανότητα να διατυπώσει μια λύση σε ένα πολύπλοκο πρόβλημα (και εδώ ακριβώς βρίσκεται το κρίσιμο σημείο, καθώς τα σημερινά έμπειρα συστήματα επιλύουν χωρίς ιδιαίτερη προσπάθεια άλλα προβλήματα).

Κατά τη δημιουργία και χρήση έμπειρων συστημάτων, συχνά ξεχνιέται ένα απλό, αλλά σημαντικό ερώτημα: «*Τι είναι αυτό που κάνει τον ειδικό ειδικό;*». Η αναμενόμενη απάντηση θα ήταν, φυσικά, η εξειδικευμένη γνώση. Ωστόσο, η σωστή απάντηση θα ήταν πως είναι η ικανότητα διαγνώσεων ή κατευθυντήριων οδηγιών μέσα σε συνθήκες αβεβαιότητας.

Αν ο λόγος κερδών προς έσοδα είναι *υψηλός*

Και η εταιρία είναι *ιδιαίτερα επικερδής*

Και οι πωλήσεις *αυξάνονται,*

Τότε η έγκριση πίστωσης είναι *αρκετά ασφαλής.*

Αλλά, αν επιμείνουμε να καθορίσει ο ειδικός συγκεκριμένα όρια για το τι συνιστά υψηλό λόγο κερδών προς έσοδα, να περιγράψει την ακριβή σημασία και τα όρια του ιδιαίτερα επικερδής και να προσδιορίσει μια ελάχιστη τιμή πέρα από την οποία το αυξάνονται είναι αληθές, τότε αναγκάζουμε τους ειδικούς να σπάσουν τη γνώση τους σε κομμάτια. Αυτή η τμηματοποίηση αποτελεί έναν παράγοντα που συμβάλλει ιδιαίτερα στη φτωχή αποδοτικότητα πολλών συστημάτων.

Η ικανότητά τους να μοντελοποιούν άμεσα την ανακριβή πληροφορία, επιτρέπει στα ασαφή συστήματα να μειώσουν τη γνωστική ασυμφωνία κατά τη διαδικασία της μοντελοποίησης. Ο τρόπος με τον οποίο σκέφτεται ένας ειδικός για τη λύση ενός προβλήματος βρίσκεται πολύ κοντά στον τρόπο με τον οποίο η λύση αναπαρίσταται από τον υπολογιστή. Αυτό σημαίνει ότι η διαδικασία απόκτησης της γνώσης είναι ευκολότερη, περισσότερο αξιόπιστη και λιγότερη επιρρεπής σε

σφάλματα και διφορούμενες έννοιες που δεν αναγνωρίζονται. Η διαδικασία επικύρωσης του μοντέλου ενδυναμώνεται, καθώς οι κανόνες είναι κατανοητοί από τον ειδικό (ή τους ειδικούς), και αυτό επειδή η ορολογία και αναπαράσταση που χρησιμοποιεί παραλληλίζει την ανθρώπινη διαδικασία σκέψης.

- **Βελτιωμένος χειρισμός αβεβαιότητας και πιθανοτήτων.**

Η αναπαράσταση της αβεβαιότητας από τα έμπειρα συστήματα και από τα συστήματα υποστήριξης αποφάσεων αποτελεί μια περιοχή συνεχούς διαμάχης. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται από τα περισσότερα παραδοσιακά συστήματα είναι πιθανότητες Bayes και κάποια μορφή παραγόντων εμπιστοσύνης ή βεβαιότητας. Αν και η ασαφής λογική αναπαριστά την αβεβαιότητα και την ανακρίβεια ως ένα ενδογενές κομμάτι του μοντέλου, και οι δύο αυτές εναλλακτικές προσεγγίσεις βασίζονται στην ανάθεση τιμών αβεβαιότητας έξω από το μοντέλο αυτό καθεαυτό. Απ' αυτή την άποψη, η ασαφής λογική προσφέρει μια καλύτερη, πιο συνεπή και πιο σωστή μαθηματικά μέθοδο χειρισμού της αβεβαιότητας.

Ενώ οι παράγοντες βεβαιότητας απέδειξαν τη χρησιμότητά τους στα πρώτα έμπειρα συστήματα, αποτελούν μια ad hoc προσέγγιση στη διαχείριση βεβαιότητας, υποκείμενοι σε απρόβλεπτες ερμηνείες και ανατίθενται έξω από το μοντέλο, όχι ως μέρος της αναπαράστασης γνώσης αυτής καθαυτής. Παρακάτω δίνεται ένα έμπειρο σύστημα που αποτελείται από ένα μόνο κανόνα, ο οποίος προβλέπει το βάρος ενός ατόμου βασιζόμενος στο ύψος του:

Αν το *ύψος* είναι *TALL*, *τότε* το *βάρος* είναι *HEAVY*.

Όπου TALL και HEAVY είναι ασαφή σύνολα. Ένα δοθέν ύψος θα δώσει μια πρόβλεψη βάρους μαζί με το βαθμό συμμετοχής στο ασαφές σύνολο HEAVY (η συμβατότητά του με αυτό που πιστεύουμε ότι εννοεί η συνάρτηση μεταξύ των δύο εννοιών). Αυτή την ικανότητα δεν τη διαθέτουν οι παράγοντες βεβαιότητας. Ενώ η ασαφής λογική θα προβλέψει μια απάντηση, οι παράγοντες βεβαιότητας εφαρμόζονται σε μια απάντηση που γνωρίζουμε ήδη. Χρησιμοποιώντας παράγοντες βεβαιότητας, ένα μοντέλο εκτίμησης του βάρους θα περιλάμβανε πάρα πολλούς κανόνες που θα έμοιαζαν με τον παρακάτω:

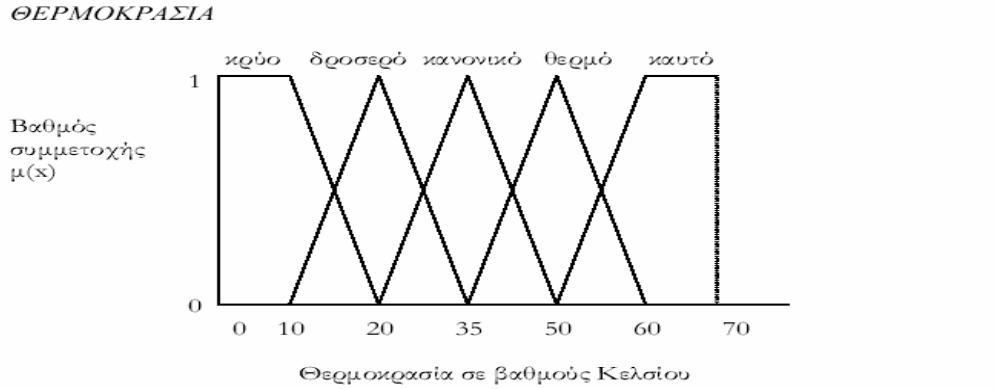
Αν το ύψος είναι >4.5 *και* το ύψος είναι <5.5,

Τότε το βάρος είναι 180, με παράγοντα βεβαιότητας=0.82

Αυτό δε μας λέει πολλά για την εσωτερική σχέση μεταξύ ύψους και βάρους. Η βεβαιότητα απλά τοποθετείται στην απάντηση. Ο συνδυασμός προτάσεων που βασίζονται σε βεβαιότητες, με τη χρήση τομών, ενώσεων και συμπληρωμάτων τείνει να γίνει αυθαίρετος.

2.5. Βασικά χαρακτηριστικά της Ασαφούς λογικής

Η ασαφής λογική είναι ένας μετρητής της συμβατότητας μιας έννοιας. Περιγράφει τα χαρακτηριστικά της έννοιας, στα οποία και δίνει διαβαθμιζόμενες τιμές, ενώ αποδίδει ετικέτες με συγκεκριμένο σημασιολογικό περιεχόμενο σε κομμάτια αυτών των τιμών. Για παράδειγμα, στο Σχήμα 2.1 αναπαρίσταται η έννοια *ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ*, η οποία μπορεί να χωριστεί στα τμήματα *Κρύο, Δροσερό, Κανονικό, Θερμό και Καυτό,* καθένα από τα οποία αντιπροσωπεύει ένα κομμάτι των πιθανών θερμοκρασιών.

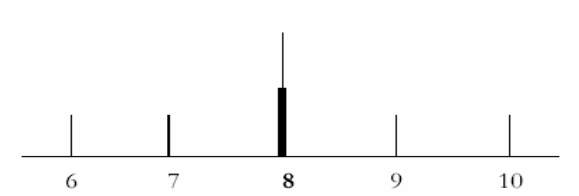


Σχήμα 2.1: Η ασαφής μεταβλητή ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

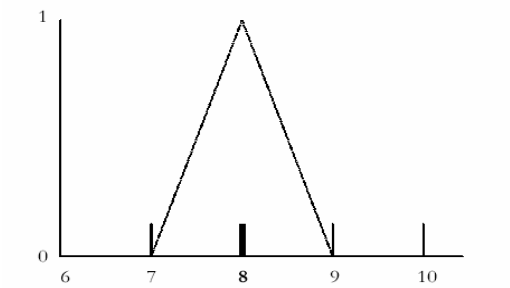
Επίσης από το σχήμα φαίνεται ότι αυτές οι σημασιολογικές ετικέτες επικαλύπτονται ως ένα βαθμό. Είναι αλήθεια ότι η περιγραφική ικανότητα της ασαφούς λογικής οφείλεται –σε μεγάλο ποσοστό- σ' αυτό το γεγονός. Η επικάλυψη αυτή είναι η μετάβαση από τη μια κατάσταση στην άλλη, π.χ. από τη χαμηλή θερμοκρασία (*Κρύο*) περνάμε στη μέτρια (*Δροσερό*), κ.λ.π. Οι επικαλύψεις οφείλονται στην αμφισημία που σχετίζεται με τις τιμές που βρίσκονται στις άκρες των σημασιολογικών ετικετών και που πολλές φορές ανήκουν σε δύο ή περισσότερες απ' αυτές.

2.6. Ασαφείς αριθμοί

Οι ασαφείς αριθμοί είναι ένα ασαφές υποσύνολο των πραγματικών αριθμών, και αναπαριστούν την επέκταση της ιδέας του διαστήματος εμπιστοσύνης. Μια προσέγγιση του αριθμού 8 μπορεί να είναι ακριβής ή ασαφής και παριστάνεται με τα παρακάτω σχήματα 2.2 και 2.3.



Σχήμα 2.2: Ο ακριβής αριθμός 8

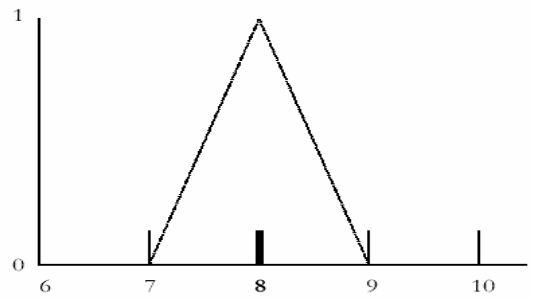


Σχήμα 2.3: Ο ασαφής αριθμός 8

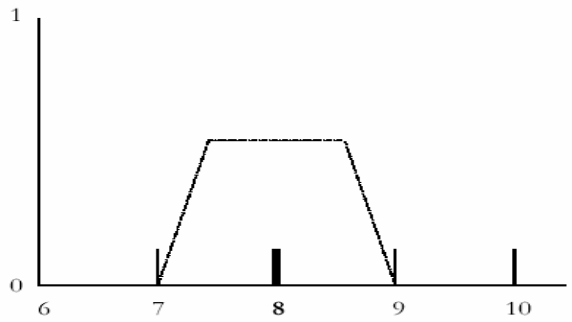
2.6.1. Οι ασαφείς αριθμοί ως ασαφή σύνολα

Όπως είδαμε παραπάνω, οποιοσδήποτε ασαφής αριθμός μπορεί να αναπαρασταθεί με ένα τρίγωνο. Αν δούμε το πεδίο τιμών των ακέραιων αριθμών σαν τον οριζόντιο άξονα ενός διαγράμματος (σχήμα 2.4), μπορούμε εύκολα να μετατρέψουμε το διάγραμμα σε μια αναπαράσταση ασαφούς συνόλου προσθέτοντας μια κατακόρυφη κλίμακα:

Οι τιμές αυτού του συνόλου -7,8,9- έχουν διάφορους βαθμούς συμμετοχής στο σύνολο της ασάφειας του 8. Για παράδειγμα, το 7 και το 9 έχουν το μικρότερο βαθμό συμμετοχής, ενώ το 8 τον μεγαλύτερο. Σε ένα τριγωνικό ασαφές σύνολο η κορυφή έχει βαθμό συμμετοχής 1, ενώ οι αριθμοί της βάσης έχουν βαθμούς συμμετοχής κοντά στο 0. Η τριγωνική συνάρτηση συμμετοχής είναι η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη συνάρτηση και η πιο πρακτική, όμως και άλλα σχήματα χρησιμοποιούνται, όπως για παράδειγμα το τραπέζιο. Η τραπεζοειδής περιέχει λιγότερες πληροφορίες (λιγότερες αντιστοιχίες σημείων στη συνάρτηση συμμετοχής) απ' ότι η τριγωνική.

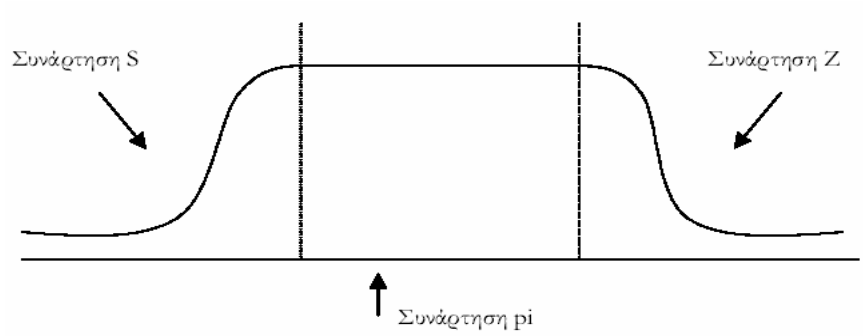


Σχήμα 2.4: Ένα παράδειγμα ασαφούς συνόλου της ασάφειας του 8 με τριγωνική συνάρτηση συμμετοχής



Σχήμα 2.5: Ασαφές σύνολο με τραπεζοειδή συνάρτηση συμμετοχής

Ένα ασαφές σύνολο μπορεί επίσης να παρασταθεί από μια δευτεροβάθμια εξίσωση (που μπορεί να περιέχει τετραγωνικές ρίζες, ή αριθμούς υψωμένους στο τετράγωνο), που παράγει μια συνεχή καμπύλη. Τρία σχήματα είναι πιθανά, και ονομάζονται από τη μορφή τους – ή συνάρτηση S, η συνάρτηση pi, και η Z συνάρτηση, όπως φαίνονται στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 2.6: Αναπαράσταση ασαφούς αριθμού

Όπως άλλα είδη συνόλων, τα ασαφή σύνολα μπορούν να επιδρούν μεταξύ τους για να παράγουν χρήσιμο αποτέλεσμα. Οι περισσότεροι γνωρίζουν την κλασική θεωρία των συνόλων. Στην ασαφή λογική, η κλασική θεωρία συνόλων ονομάζεται θεωρία ακριβών συνόλων, στην οποία το σύνολο τιμών του βαθμού συμμετοχής περιλαμβάνει μόνο τις τιμές 0 και 1.

2.7. Ασαφή σύνολα

Ένα ασαφές σύνολο F, υποσύνολο του συνόλου S ορίζεται ως η αντιστοίχηση των στοιχείων του S στα στοιχεία του συνεχούς κλειστού συνόλου [0,1], με ακριβώς ένα διατεταγμένο ζευγάρι για κάθε στοιχείο του S. Η τιμή 0 σημαίνει πως το στοιχείο είναι απολύτως αντιπροσωπευτικό του συνόλου, ενώ ενδιάμεσες τιμές αναπαριστούν ποικίλους βαθμούς συμμετοχής. Το σύνολο S αναφέρεται και ως πεδίο αναφοράς του ασαφούς συνόλου F, ενώ συχνά η αντιστοίχηση θεωρείται μια συνάρτηση, που ονομάζεται συνάρτηση συμμετοχής του F. Ο βαθμός στον οποίο η δήλωση

Το x ανήκει στο F

Είναι αληθής, καθορίζεται από το διατεταγμένο ζευγάρι, το πρώτο στοιχείο του οποίου είναι το x. Ο βαθμός αλήθειας της δήλωσης είναι το δεύτερο στοιχείο του ζευγαριού. Στην πράξη, οι όροι συνάρτηση συμμετοχής και ασαφές σύνολο χρησιμοποιούνται εναλλακτικά.

Ορισμός

Έστω Χ ένα τυπικό σύνολο αντικειμένων, που το καλούμε σύμπαν, του οποίου τα στοιχεία τα συμβολίζουμε με x. Η σχέση που υποδηλώνει την ύπαρξη για ένα τοπικό υποσύνολο του Α του Χ μέσα σ' αυτό το σύμπαν συχνά αναπαρίσταται με τη συνάρτηση $A_\iota(x)$ ως εξής :

$$A_\iota(x)=\begin{cases} 1, & \text{αν } x\in A \\ 0, & \text{αν } x\notin A \end{cases}$$

όπου το {0,1} λέγεται σύνολο εκτίμησης και αν-ν σημαίνει αν και μόνο αν.

Εάν το σύνολο εκτίμησης επιτρέπεται να είναι το πραγματικό υποσύνολο [0,1] τότε το Α ονομάζεται ασαφές σύνολο, $A_\iota(x)$ είναι ο βαθμός –ποσοστό- του περιέχεσθε του x στο Α. Όσο πιο κοντά στο 1 είναι η τιμή του $A_\iota(x)$ τόσο πιο πολύ το x ανήκει στο Α. Το Α είναι υποσύνολο του Χ που δεν έχει σαφή όρια. Το Α χαρακτηρίζεται πλήρως ως εξής:

$A=\{(x, A_\iota(x))\ x\in X\}$

Όταν το Χ είναι ένα πεπερασμένο σύνολο, $\{x_1, x_2, ..., x_N\}$, ένα ασαφές σύνολο στο Χ εκφράζεται ως εξής:

$$A = A_\iota(x_1)/x_1 + A_\iota(x_2)/x_2 + ... + A_\iota(x_N)/x_N$$

Όταν το Χ δεν είναι πεπερασμένο, γράφουμε:

$$A = \int_X A_\iota(x)$$

Δύο ασαφή σύνολα λέγονται ίσα (συμβολισμός Α= Β) όταν:

$$\forall x\in X, A_\iota(x) = B_\iota(x)$$

Ένα ασαφές σύνολο είναι στην πραγματικότητα ένα υποσύνολο ενός κλασικού συνόλου, όπως έδειξε ο Kaufmann. Κρατάμε τον όρο ασαφές για λόγους ευκολίας. Επίσης αυτό που αποκαλούμε σύμπαν δεν είναι ποτέ ασαφές.

Το *support* ενός ασαφούς συνόλου Α είναι το κανονικό υποσύνολο του Χ για το οποίο ισχύει:

suppA={xϵX, $A_i(x)>0$}, όπου xϵX.

Τα σημεία για τα οποία $A_i(x)=1/2$ είναι τα σημεία περάσματος (crossover) του A. Το ύψος (height) είναι $hgt(A)=sup_{x\epsilon X} A_i(x)$, π.χ., το κατώτερο άνω όριο του $A_i(x)$.

Παραδείγματα

- Έστω ότι το σύμπαν εδώ είναι X=N={το σύνολο θετικών αριθμών}. Έστω ότι το A=0,1/7+0,5/8+0,8/9+1,0/10+0,8/11+0,5/12+0,1/13 είναι ένα ασαφές σύνολο, τότε το A είναι ίσο με 10.
- Έστω ότι το σύμπαν είναι το σύνολο X=R={σύνολο πραγματικών αριθμών}. Έστω τώρα ότι το A εδώ είναι:

$$A_i(x)=\frac{1}{1+[1/5(x-10)]^2}$$

τότε το A είναι ένα ασαφές σύνολο που είναι περίπου ίσο με 10.

2.7.1. Πράξεις θεωρίας συνόλων

- **Ένωση και τομή ασαφών συνόλων**

Η κλασική ένωση και τομή των συνόλων μπορεί να επεκταθεί στα ασαφή σύνολα ως εξής:

$$\forall x\in X, A\cup B(x)=\max(A(x),B(x)),$$
$$A\cap B=\min(A(x),B(x))$$

- Η τιμή του A(χ) σε ένα συμπαγές, ασαφές σύνολο εξαρτάται από την τιμή του A(χ) στα βασικά ασαφή σύνολα από τα οποία αποτελείται και τίποτε άλλο:
$$\forall x\in X, A\cup B(x)=f(A(x),B(x)),$$
$$A\cap B=g(A(x),B(x))$$
- Οι f και g είναι συνεχείς μη φθίνουσες όσο αφορά τις παραμέτρους τους. Διαισθητικά το $A\cup B(x)$ ή το $A\cap B(x)$ δεν μπορεί να μειωθεί όταν το $A_i(\chi)$ ή το $B_i(\chi)$ αυξάνει. Μικρές αυξήσεις στα $A_i(\chi)$ ή $B_i(\chi)$ δεν μπορεί να προκαλέσουν μεγάλες αλλαγές στα $A\cup B(x)$ ή $A\cap B(x)$.

- Τα f(u,v) και g(u,v) είναι αυστηρά αύξοντα. Εάν ισχύει $A_t(x_1)= B_t(x_1)> A_t(x_2)= B_t(x_2)$, τότε προφανώς τα $A \cup B(x_1)$ ή $A \cap B(x_1)$ είναι μεγαλύτερα από τα $A \cup B(x_2)$ ή $A \cap B(x_2)$.
- Ισχύει $\begin{cases} \forall x \in X, A \cup B(x) \geq \max(A(x), B(x)), \\ A \cap B \leq \min(A(x), B(x)) \end{cases}$
- Πλήρης συμμετοχή στα A και B σημαίνει πλήρης συμμετοχή στο $A \cap B$. Πλήρης έλλειψη από τα A και B σημαίνει πλήρη έλλειψη από το $A \cup B$: g(1,1)=1 , f(0,0)=0.

- **Συμπλήρωμα ασαφούς συνόλου**

Το συμπλήρωμα (complement) Ã του A ορίζεται με τη βοήθεια της $A_t(x)$ ως εξής :

$$\forall x \in X, \overline{A}_t(x) = 1 - A_t(x) = h(A_t(x))$$

Για το $\overline{A}_t(x)$ ισχύει :

- Το $\overline{A}_t(x)$ εξαρτάται μόνο από το $A_t(\chi)$
- h(0)=1 και h(1)=0.
- Η $h(A_i(x))$ είναι συνεχής και αυστηρά φθίνουσα.
- $h(h(A_t(x)))=A_t(x)$.

Οι παραπάνω σχέσεις δεν ορίζουν μοναδικά την h, ακόμα και αν προσθέσουμε την εξής σχέση h(1/2)=1/2. Αλλά αν h(u)=1-u τότε:

- $\begin{array}{l} \forall x_1 \in X, \forall x_2 \in X, \alpha\nu\ A_t(x_1) + A_t(x_2) = 1, \tau\acute{o}\tau\varepsilon\ \overline{A_1}(x_1) + \overline{A_1}(x_2) = 1 \\ \forall x_1 \in X, \forall x_2 \in X, \alpha\nu\ A_t(x_1) - A_t(x_2) = 1, \tau\acute{o}\tau\varepsilon\ \overline{A_1}(x_1) - \overline{A_1}(x_2) = 1 \end{array}$

Παρόλα αυτά μπορεί να προκύψουν καταστάσεις όπου να μην είναι απαραίτητες οι δύο τελευταίες σχέσεις. Ορίζουμε το συμπλήρωμα λ-συμπλήρωμα (λ-complement) $\overline{A}^{\lambda}$ του A:

$$\overline{A}^{\lambda}(x) = (1 - A(x))/(1 + \lambda A(x)), \lambda \in [-1, \infty)$$

Όταν το A είναι κανονικό υποσύνολο του X, το ζεύγος $(A, \overline{A})$, αποτελεί μια διαμέριση του X, εκτός αν το A είναι το κενό σύνολο ή A=X. Όταν το A είναι

ασαφές, τότε το σύνολο $(A, \overline{A})$ λέγεται ασαφής διαμέριση (*fuzzy partition*), γενικότερα για m ασαφή σύνολα για τα οποία ισχύει $\forall x \in X$,

$\sum_{i=1}^{m} A(x) = 1$, τα A_i σύνολα αποτελούν μια ασαφή διαμέριση του X.

2.7.2. Αλγεβρικές ιδιότητες

Χρησιμοποιώντας τους ορισμούς της ένωσης της τομής και του συμπληρώματος οι αλγεβρικές ιδιότητες της κλασικής λογικής ισχύουν και για τα ασαφή σύνολα. Οι ιδιότητες που δίνονται παρακάτω μπορούν να γραφούν μέσω συναρτήσεων συμμετοχής. Ισχύουν οι εξής σχέσεις:

1. Νόμος διπλής άρνησης $\overline{\overline{A}} = A$
2. Αδύναμη πράξη $A \cup A = A$ *και* $A \cap A = A$
3. Μεταθετική ιδιότητα $A \cup B = B \cup A$ *και* $A \cap B = B \cap A$
4. Προσεταιριστική ιδιότητα $(A \cup B) \cup \Gamma = A \cup (B \cup \Gamma)$ και
   $(A \cap B) \cap \Gamma = A \cap (B \cap \Gamma)$
5. Επιμεριστική ιδιότητα $A \cap (B \cup \Gamma) = (A \cap B) \cup (A \cap \Gamma)$ και
   $A \cup (B \cap \Gamma) = (A \cup B) \cap (A \cup \Gamma)$
6. Νόμος αποσαφήνισης $A \cup (A \cap B) = A$ *και* $A \cap (A \cup B) = A$
7. Θεώρημα De Morgan $A \cup B) = \overline{A} \cap \overline{B}$ *και* $\overline{A \cap B} = \overline{A} \cup \overline{B}$

Οι παρακάτω σχέσεις ισχύουν μόνο για τα ασαφή σύνολα, όπου το E ορίζεται ως $\mu_E=1$ για κάθε xεX και Ø είναι το κενό σύνολο:

$$X \cap \overline{X} \neq Ø$$

$$X \cup \overline{X} \neq E$$

$$A \cap Ø = Ø$$

$$A U Ø = A$$

$$A \cap E = A$$

$$A U E = E$$

Η προσεταιριστική σχέση για την περίπτωση των ασαφών συνόλων εκφράζεται ως $(\mu_A \wedge \mu_B) \wedge \mu_\Gamma = \mu_A \wedge (\mu_B \wedge \mu_\Gamma)$ και το θεώρημα του De Morgan $\overline{(\mu_A \vee \mu_B)} = \mu_{\overline{A}} \wedge \mu_{\overline{B}})$.

2.7.3. Γλωσσικές (λεκτικές) μεταβλητές

Οι τιμές μιας ασαφούς μεταβλητής (fuzzy variable) μπορούν να θεωρηθούν ετικέτες (labels) ασαφών συνόλων. Για παράδειγμα, το «ύψος» μπορεί να θεωρηθεί ως μια ασαφής μεταβλητή που μπορεί να πάρει τιμές όπως *χαμηλό, κανονικό, ψηλό* και οι οποίες στη συνέχεια μπορούν να περιγραφούν εύκολα από ασαφή σύνολα. Μια ασαφής μεταβλητή δηλαδή, παίρνει τιμές που είναι προτάσεις μιας φυσικής ή τεχνητής γλώσσας για να περιγράψει τα ασαφή σύνολα. Σε αυτήν την περίπτωση καλείται γλωσσική μεταβλητή (linguistic variable). Συνήθως είναι ένας σύνθετος όρος αποτελούμενος από ατομικούς όρους. Οι όροι αυτοί διαιρούνται στις ακόλουθες υποκατηγορίες:

- Πρωτεύοντες όροι (primary terms): είναι ετικέτες ασαφών συνόλων του υπερσυνόλου αναφοράς (π.χ. ψηλό, χαμηλό, μέσο, μικρό, μηδέν).
- Την άρνηση (negation) ΟΧΙ και τα συνδετικά (connectives) ΚΑΙ και Ή
- Γλωσσικά περιγράμματα (linguistic descriptors) όπως πολύ, ελαφρά, σχετικά
- Δείκτες (markers) όπως οι παρενθέσεις

Πιο αναλυτικά οι πρωτεύοντες όροι μπορούν να έχουν συνεχείς οι διακριτές συναρτήσεις συμμετοχής.

Όσον αφορά τα ΚΑΙ και Ή και την άρνηση ΟΧΙ, αυτά μπορούν να ορισθούν μέσω των πράξεων του συμπληρώματος, της ένωσης και της τομής. Το συνδετικό ΚΑΙ χρησιμοποιείται συνήθως με μεταβλητές που έχουν διαφορετικά υπερσύνολα αναφοράς.

ΕΑΝ $A = \{\mu_{\mathrm{A}}(\chi) / x\}$ *για* $x \in X$ ΚΑΙ $\mathrm{B} = \{\mu_{\mathrm{B}}(y) / y\}$ *για* $y \in Y$

ΤΟΤΕ A ΚΑΙ $\mathrm{B} = \mu_{\mathrm{A}}(\chi) \wedge \mu_{\mathrm{B}}(y) /(x, y) \forall\ x \in X\ , y \in Y = \mu_{\mathrm{A} \cap \mathrm{B}}(x, y) /(x, y)$

Για παράδειγμα η πρόταση «ο Γ είναι ψηλός ΚΑΙ κοντός». Εάν οι τιμές του Α και του Β ανήκουν στο ίδιο υπερσύνολο αναφοράς τότε η πρόταση «ο Γ είναι ψηλός ΚΑΙ κοντός» είναι αντιφατική και δεν έχει καμιά έννοια. Η μόνη περίπτωση όπου μεταβλητές του ίδιου υπερσυνόλου αναφοράς μπορούν να συνδεθούν με το συνδετικό ΚΑΙ είναι όταν παίρνουμε το συμπλήρωμά τους, δηλαδή την άρνηση «ο Κ ΔΕΝ είναι ψηλός και ΔΕΝ είναι κοντός» ή «ο Κ είναι ΟΧΙ ψηλός και ΟΧΙ κοντός».

Το συνδετικό Ή συνδέει γλωσσικές μεταβλητές της ίδιας μεταβλητής. Είναι προφανές ότι και οι δύο μεταβλητές πρέπει να ανήκουν στο ίδιο υπερσύνολο αναφοράς.

ΕΑΝ $A = \{\mu_A(\chi) / x\}$ *για* $x \in X$ ΚΑΙ $B = \{\mu_B(y) / y\}$ *για* $y \in Y$

ΤΟΤΕ A *Ή* $B = \mu_A(\chi) \vee \mu_B(\chi) /(x) \forall\ x \in X = \mu_{A \cup B}(x) /(x)$

Το συνδετικό Ή μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί με μεταβλητές σε διαφορετικά υπερσύνολα αναφοράς εάν οι μεταβλητές βρίσκονται στο μέρος της συνθήκης σε μια σχέση της μορφής «ΕΑΝ... ΤΟΤΕ...». Για παράδειγμα, «ΕΑΝ το συνολικό περιθώριο είναι μικρό Ή το κόστος συμπίεσης είναι πολύ μικρό ΤΟΤΕ η κρισιμότητα της διαδικασίας είναι μεγάλη».

Η πράξη ΟΧΙ είναι συνώνυμη της άρνησης στη φυσική γλώσσα. Έτσι εάν

$A = \{\mu_A(\chi) / x\}$ *για* $x \in X$ *και* ΟΧΙ $A = \overline{A} = (1 - A) = \{1 - \mu_A(\chi) / \chi\}$

Η πρόταση «το κόστος της υπερανάθεσης είναι ΟΧΙ μεγάλο» είναι επομένως συνώνυμη με την πρόταση «το κόστος της υπερανάθεσης ΔΕΝ είναι μεγάλο».

Τα γλωσσικά περιγράμματα χρησιμεύουν στη δημιουργία ενός ευρύτερου συνόλου γλωσσικών τιμών μιας γλωσσικής μεταβλητής από μια μικρότερη συλλογή πρωτευόντων όρων. Χρησιμοποιώντας το περίγραμμα *πολύ* σε συνδυασμό με τα συνδετικά ΟΧΙ, ΝΑΙ και τον πρωτεύοντα όρο *μεγάλο*, μπορούμε να δημιουργήσουμε τα επιπλέον ασαφή σύνολα *πολύ μεγάλο, πάρα πολύ μεγάλο,* ΟΧΙ *πολύ μεγάλο, μεγάλο* ΚΑΙ ΟΧΙ *πολύ μεγάλο,* κλπ. Με τον τρόπο αυτό είναι δυνατόν να υπολογίσουμε τη συνάρτηση συμμετοχής των σύνθετων όρων όπως π.χ. Α= ΟΧΙ μικρό ΚΑΙ ΟΧΙ μεγάλο, η συνάρτηση συμμετοχής της οποίας είναι $\mu_A(\chi)=[1-\mu_{\mu\kappa\rho\acute{o}}(\chi)]\wedge[1-\mu_{\mu\varepsilon\gamma\acute{\alpha}\lambda o}(\chi)]$.

3. Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΔΙΠΛΗΣ ΑΛΗΘΕΙΑΣ

3.1. Γενικά

Συνήθως οι επιθυμίες των πελατών και οι τεχνικοί περιορισμοί εκφράζονται με τη φυσική γλώσσα. Σε παραδοσιακές μεθόδους, ζητείται από τον πελάτη να αξιολογήσει τα χαρακτηριστικά του προϊόντος, σε μια βάση από κριτήρια αξιολόγησης και να εκφράσει την κρίση του με τη βοήθεια μιας αριθμητικής κλίμακας. Στη συνέχεια υπολογίζονται οι μέσοι όροι και γίνεται σύγκριση με τον ανταγωνισμό.

Η συγκεκριμένη, όμως, προσέγγιση εμφανίζει πολλά προβλήματα όπως: απώλεια πληροφορίας, υπεραπλούστευση της κρίσης σε τεχνικά θέματα, αδιαφορία για την αβεβαιότητα που υπάρχει, αδιαφορία για τις αντισταθμιστικές αξιολογήσεις. Συγκεκριμένα τέσσερα κρίσιμα σημεία παρουσιάζονται στο πρώτο κομμάτι της διαδικασίας :

1. ***Η σημασία του αντικειμένου***. Η παραδοσιακή προσέγγιση δεν υπολογίζει τα εξής: (α) ο κάθε πελάτης αποδίδει ένα υποκειμενικό χαρακτήρα στο συγκεκριμένο αντικείμενο, (β) τα κριτήρια αξιολόγησης δεν έχουν την ίδια σημαντικότητα, (γ) διαφορετικοί πελάτες χρησιμοποιούν διαφορετικές παραμέτρους και κριτήρια κατά την διαδικασία αξιολόγησης.
2. ***Η αποτίμηση της αξίας του αντικειμένου***. Οι πελάτες δεν μπορούν να εκφραστούν με ακρίβεια όσον αφορά τις αξιολογήσεις διότι δεν υπάρχει κατώφλι κατά τη μετάβαση από τις λεκτικές αξιολογήσεις δοσμένες σε μια λεκτική κλίμακα. Επιπροσθέτως έχει αποδειχτεί ότι διαφορετικά άτομα αποδίδουν διαφορετικό νόημα στις ίδιες τιμές λεκτικών μεταβλητών.
3. ***Η αποτίμηση της αξίας του αθροίσματος***. Τα αθροιστικά κριτήρια είναι συνήθως αμφίβολα και εμπεριέχουν στατιστική επεξεργασία.
4. ***Η αναπαράσταση της διαδικασίας αξιολόγησης***. Έχει προταθεί ότι η ικανοποίηση του πελάτη έχει μια αθροιστική δομή, δηλαδή η συνολική ικανοποίηση εξαρτάται από την μερική ικανοποίηση κάθε χαρακτηριστικού της. Με αυτόν όμως τον τρόπο, η αλληλεπίδραση και οι ανταλλαγές στην διαδικασία της αξιολόγησης παραλείπονται.

Για να ξεπεραστούν τα παραπάνω χρησιμοποιείται η ασαφής λογική. Με τη βοήθεια της ασαφούς λογικής μπορούμε να χειριστούμε εύκολα την αβεβαιότητα και την αμφιβολία των λεκτικών εκφράσεων που χρησιμοποιούνται από τους πελάτες.

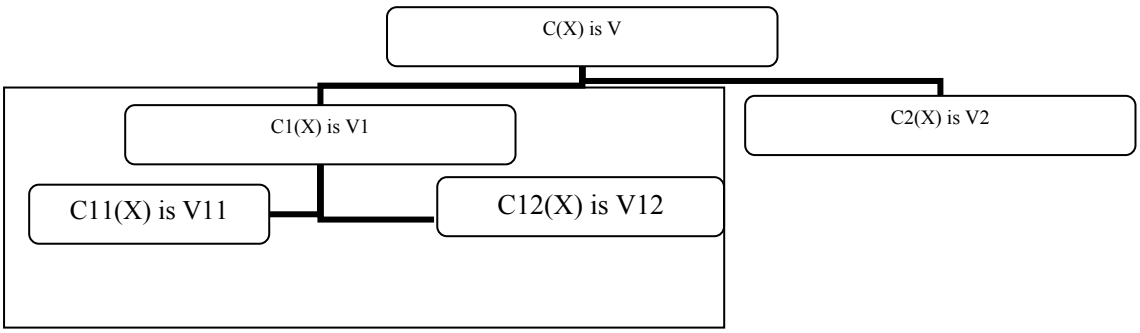
3.2. Παρουσίαση της μεθοδολογίας

3.2.1. Παρουσίαση της διαδικασίας αξιολόγησης του πελάτη

Η διαδικασία αξιολόγησης ξεκινά με μια δομημένη συνέντευξη που επιτρέπει στον πελάτη να καθορίσει τις απόψεις του σε φυσική γλώσσα. Ερωτάται να προσδιορίσει τις επιθυμίες του και να επεξηγήσει τους λόγους της επιλογής του με αναλυτικό τρόπο ωσότου επιτευχθεί ένα επαρκές επίπεδο πληροφορίας.

Ο σκοπός της συνέντευξης είναι να αναζητηθούν τα κριτήρια αξιολόγησης και να γίνει ξεκάθαρα κατανοητό ποια είναι η *λογική σχέση* μεταξύ των χαρακτηριστικών (και μερών) του προϊόντος/ υπηρεσίας και της ικανοποίησης του πελάτη. Η επεξηγηματική ομιλία μπορεί να αναπαρασταθεί με επαρκή τρόπο με ένα *επεξηγηματικό δέντρο (explanatory tree)*.

Η συζήτηση, συνέντευξη ή και απάντηση ερωτηματολογίων με τον και από τον πελάτη μπορεί να εκφραστεί με τη βοήθεια ενός δέντρου (explanatory tree). Όπως και παρακάτω η τελική αξιολόγηση για το χαρακτηριστικό C του γεγονότος X (π.χ. άνεση(αυτοκίνητο)) αναλύεται σε ένα σύνολο από άλλες αξιολογήσεις C1(X) είναι V1 και C2(X) είναι V2 το οποίο αναλύεται και περαιτέρω όπως το παρακάτω σχήμα :



Σχήμα 3.1: Παράδειγμα δέντρου πελάτη.

Σύμφωνα με την ορολογία του Zadeh για τα «ερωτηματολόγια με κλαδιά», ονομάζουμε fan του δέντρου ένα κόμβο με τα κλαδιά που είναι ενωμένα σε αυτόν. Κάθε κλάδος (fan) έχει μια ρίζα και ένα ή περισσότερα κλαδιά, τα οποία αποτελούν πρόσθετες επεξηγήσεις για την αξιολόγηση της ρίζας. Και η ρίζα και τα κλαδιά αποκαλούνται γεγονότα (facts). Σε κάθε κλαδί αποδίδεται μια ποσότητα που λέγεται «δύναμη εξήγησης» (explanation force), η e^j_i. Το σύμβολο e^j_i δηλώνει ότι το γεγονός (fact) i είναι δεκτή επεξήγηση για τη ρίζα j. Για ένα δεδομένο fan με n≥1 κλαδιά, το συνολικό e^j_i έχει άθροισμα ένα δηλαδή:

$$\sum_{i=1}^{n} e_i^j = 1 \text{ με } 0 < e^j_i \leq 1$$

Η δομή ενός FANi περιγράφεται με την εξής σχέση:

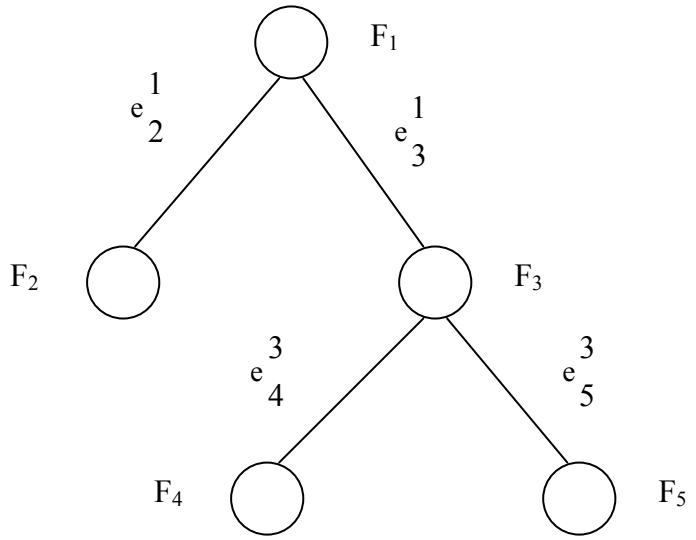
$$FANj = \sum_{i=1}^{n} e_i^j Fi$$

Όπου n είναι ο αριθμός των κλαδιών κάτω από την κάθε ρίζα. Fi= “Ci(X) is Vi” είναι το γεγονός συνδεδεμένο με το i κλαδί και το άθροισμα σημαίνει το συνδυασμό των κλαδιών. Κάθε δέντρο μορφοποιείται από ένα ή περισσότερα fans. Για παράδειγμα το δέντρο του παρακάτω σχήματος εξηγείται ως εξής:

$TREE_1 = FAN_1(FAN_3)$

Ή και με ένα πιο αναλυτικό τρόπο :

$$TREE_1 = F_1(e_2^1 F_2 + e_3^1 F_3(e_4^3 F_4 + e_5^3 F_5)$$



Σχήμα 3.2: Γραφική αναπαράσταση δέντρου

Δεδομένου ενός γεγονότος (fact) με τη μορφή «X είναι V» ο όρος X είναι λεκτική μεταβλητή και ο V είναι ένα στοιχείο ενός συνόλου όρων T(X): κάθε όρος στο σύνολο T(X) είναι η ετικέτα ενός ασαφούς υποσυνόλου ενός σύμπαντος από U (discourse U). Ο όρος παράγεται από το καρτεσιανό γινόμενο ανάμεσα σε ένα σύνολο από λεκτικούς τροποποιητές MOD(X)={very, quite,….} και μερικά αντώνυμα ANT(X)={n,p}. Για παράδειγμα εάν ANT(X)={LOW, HIGH}, και MOD(X)={very, quite, almost, u-} όπου u- είναι ο μοναδιαίος όρος, παίρνουμε το παρακάτω:

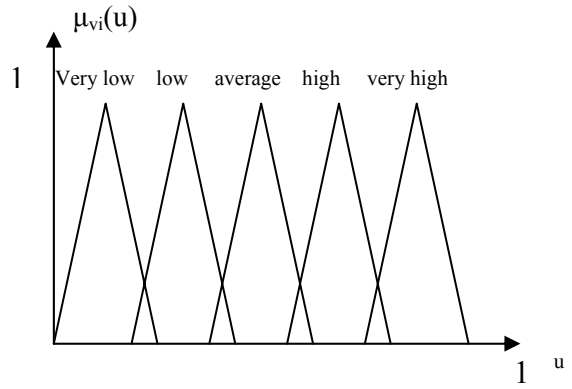
T(X)={very low, quite low, almost low, low, quite high, almost high, high, very high}

Δεδομένου ενός T με αριθμό στοιχείων j αναπαριστούμε κάθε όρο V_i του T με ασαφή σύνολα με τριγωνικές συναρτήσεις συμμετοχής μ_{vi} :

$$\mu_{vi}=\begin{cases} (j+1)u-(i-1) & \text{εάν } (i-1)/(j+1) \le u \le i/(j+1) \\ -(j+1)u+(i+1) & \text{εάν } i/(j+1) \le u \le (i+1)/(j+1) \\ 0 & \text{αλλιώς} \end{cases} \qquad (1)$$

i= 1,…., j, με uϵU= [0,1].

Το παρακάτω σχήμα δηλώνει αναπαράσταση ενός συνόλου T με j=5.

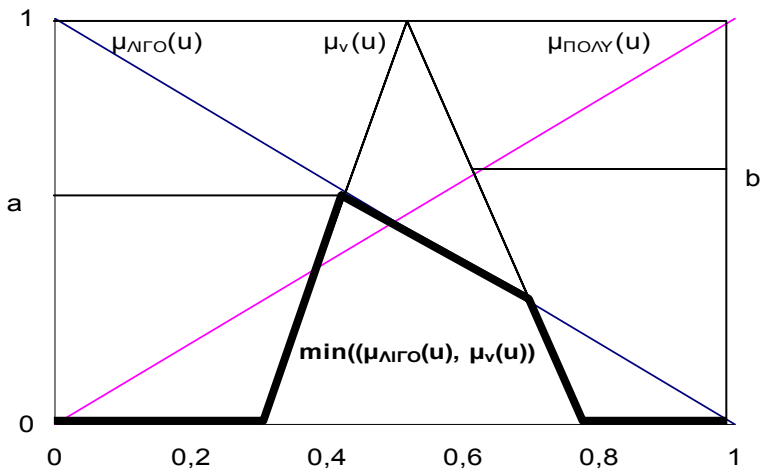


Σχήμα 3.3: Αναπαράσταση κλίμακας αξιολόγησης με ασαφείς αριθμούς

Για να αναπαραστήσουμε το νόημα ενός γεγονότος (κόμβου του δέντρου), χρησιμοποιούμε *δύο τιμές* σύμφωνα με το μοντέλο που έχει αναπτύξει ο Zollo (Zollo et al (1996)), συγκεκριμένα το μοντέλο της *διπλής αλήθειας* (*dual truth model)*. Σύμφωνα με το μοντέλο, δοθέντος τις συναρτήσεις αλήθειας για δυο αντώνυμα π.χ. ΛΙΓΟ και ΠΟΛΥ, οι οποίες αναπαρίστανται στο U ως $\mu_{ΠΟΛΥ}(u)=u$ και $\mu_{ΛΙΓΟ}(u)=1-u$ με uEU =[0,1], παίρνουμε για ένα όρο VET(x) δύο λογικές τιμές μέσω της παρακάτω εξίσωσης.

$(a,b)=(\sup\{\min(\mu_{ΛΙΓΟ}(u), \mu_v(u))\}, \sup\{\min(\mu_{ΠΟΛΥ}(u), \mu_v(u))\})$

Γραφικά έχουμε την παρακάτω αναπαράσταση:



Σχήμα 3.4: Σημεία τομής a και b

Ουσιαστικά τα a και b είναι τα σημεία τομής των δύο συναρτήσεων $\mu_{ΠΟΛΥ}(u)=u$ και $\mu_{ΛΙΓΟ}(u)=1-u$ με τη συνάρτηση συμμετοχής του όρου V , $a= \max[\min(\mu_{ΛΙΓΟ}, \mu_v)]$. Για ένα όρο V μπορούμε να εξάγουμε τα α και b ως εξής:

Αν λύσουμε την εξίσωση $\mu_{vi}(u)$ ως προς τα σημεία τομής της με τις δύο συναρτήσεις αλήθειας ενός όρου V τότε από κάθε σκέλος από τα δύο πρώτα της, παίρνουμε δύο u τα οποία με αντικατάστασή τους σε κάθε σκέλος της συνάρτησης $\mu_{vi}(u)$ αντίστοιχα μας δίνει την τετμημένη (που μας ενδιαφέρει) των σημείων a και b. Έτσι μετά τις πράξεις έχουμε

$(a,b)=\left({}^{j+2-i}\!/_{j+2}, {}^{i+1}\!/_{j+2} \right)$, όπου j οι όροι του T και i=1,2,…,j . (3)

Τα a και b μεταφράζονται ως ο βαθμός μη ικανοποίησης και ικανοποίησης αντίστοιχα που εμπεριέχονται στην κρίση του πελάτη για ένα συγκεκριμένο χαρακτηριστικό ανάλογα με την κρίση του πελάτη σε συγκεκριμένη ερώτηση. Αυτός είναι ένας τρόπος να αναπαρασταθεί η αμφιβολία και η αβεβαιότητα που υφίσταται κατά την αποδοχή και την επιλογή μιας λεκτικής μεταβλητής.

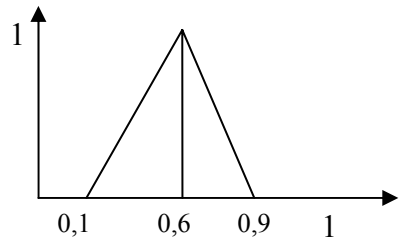
Μπορούμε να γενικεύσουμε τον παραπάνω υπολογισμό χρησιμοποιώντας τις L-R ασαφείς συναρτήσεις συμμετοχής για την αναπαράσταση του ασαφούς αριθμού. Οι L-R ικανοποιούν τις παρακάτω σχέσεις:

- L(X)=L(-X), R(X)=R(-X)
- L(0)=R(0)=1
- Και οι δύο ΔΕΝ είναι αύξουσες συναρτήσεις.

Ο L-R ασαφής αριθμός M καθορίζεται από τις L και R ως:

$$\mu_{\mu}(\chi)=\begin{cases} L((m-x)/a), & x\leq m,\ a>0 \\ R((m-x)/b), & x\geq m,\ b>0 \end{cases}$$

Οι L και R καλούνται συναρτήσεις σχηματισμού (μορφοποίησης), η μεταβλητή m: μέση τιμή και τα α και β καθορίζουν την απόσταση των άκρων της βάσης του ασαφούς αριθμού από την m αριστερά και δεξιά αντίστοιχα. Π.χ. α=0.5, β=0.3 και m=0.6, L(x)=R(x)=max(0,1-|x|). Σχηματικά



Σχήμα 3.5: Αναπαράσταση τριγωνικού ασαφούς αριθμού με m=0,6

Ο M αναπαρίσταται ως εξής: M=(m,α,β). Κατά την διασταύρωση των L και R ενός M με δύο αντώνυμα π.χ. ΠΟΛΥ και ΛΙΓΟ όπως και παραπάνω τα α και b φαίνονται παρακάτω:

$$(\alpha,\beta)=\left(1+a-m/_{1+a},\ \beta+m/_{1+\beta}\right) \quad (4)$$

Στο μοντέλο διπλής αλήθειας κάθε όρος Vi ενός συνόλου T με j στοιχεία αντιπροσωπεύεται από τον

$$M=\left(i/_{j+1},\ 1/_{j+1},\ 1/_{j+1}\right) \qquad \text{όπου } m=i/(j+1) \text{ και } \alpha=\beta=1/(j+1)$$

Υπολογίζοντας τις τιμές (a,b) για τους όρους των συνόλων T για j=3, j=5 και j=7 παρατηρούμε ότι κάθε όρος αναπαρίσταται από διαφορετικό ζεύγος τιμών για διαφορετικό j.

	Σύνολα με διαφορετικό αριθμό στοιχείων		
	3 (a,b)	**5 (a,b)**	**7 (a,b)**
VL(very low)		(0.86,0.29)	(0.89,0.22)
L(low)	(0.8,0.4)	(0.71,0.43)	(0.78,0.33)
MLL(more less low)			(0.67,0.44)
A(average)	(0.6,0.6)	(0.57,0.57)	(0.56,0.56)
MLH(more less high)			(0.44,0.67)
H(High)	(0.4,0.8)	(0.43,0.71)	(0.33,0.78)
VH(Very High)		(0.29,0.86)	(0.22,0.69)

Πίνακας 3.1: Τιμές a και b για μερικά σύνολα

Μπορούμε να υπολογίσουμε τα ζεύγη των τιμών αλήθειας για όρους που ανήκουν σε σύνολα με διαφορετικό αριθμό στοιχείων. Ο πίνακας 1 δείχνει αυτά τα ζεύγη που ανήκουν στα σύνολα T_3, T_5, και T_7. Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι για την ίδια λεκτική μεταβλητή έχουμε διαφορετικά ζεύγη για διαφορετικά σύνολα.

Είναι φανερό ότι όσο το j αυξάνει τόσο το a αυξάνει και το b μειώνεται δηλαδή έχουμε αύξηση του βαθμού μη ικανοποίησης και μείωση του βαθμού ικανοποίησης. Για $j - \propto$, a– 1- b, $\lim_{j\to+\infty}(a+b) = \left(j+2-i \big/ j+2 + i+1 \big/ j+2 \right) = \lim_{j\to+\infty}\left(\frac{i+3}{j+2}\right) = 1$. Αυτό σημαίνει ότι για πολύ μεγάλο j δε χρειαζόμαστε ένα ζεύγος τιμών, αλλά μόνο μια τιμή για να εκφράσουμε την αξιολόγηση. Με άλλα λόγια καθώς η ακρίβεια αυξάνεται, η αβεβαιότητα μειώνεται. Παρόλα αυτά στην πραγματικότητα δεν είναι δυνατή και λειτουργική η χρήση μεγάλων συνόλων Τ.

3.2.2. Η μετάφραση ενός κλάδου

Συνήθως κατά την επεξήγηση της ομιλίας αναπτύσσονται προτάσεις όπως το C(x) είναι V επειδή το $C_1(x)$ είναι V_1,….., το $C_n(x)$ είναι V_n. Τα συστατικά αυτής της πρότασης είναι η ρίζα (C(x)), τα κλαδιά (C_1,C_2,….,C_n) και η σχέση που υπάρχει μεταξύ τους. Ποια είναι όμως η λογική σχέση που χαρακτηρίζεται από τη λέξη ΕΠΕΙΔΗ και πως μπορούμε να την αναπαραστήσουμε επαρκώς;

Η πρόταση «F1 επειδή F2» εκφραζόμενη από τον αξιολογητή E_i, δεδομένης της υπόθεσης ότι το F2 είναι απαραίτητη και επαρκής επεξήγηση του F1 για τον E_i, θα μπορούσε να εκφραστεί ως εξής: «το F2 επεξηγεί το F1» και στη συνέχεια με τη βοήθεια μιας υποθετικής πρότασης «εάν F2 τότε F1».

Γενικότερα οι υποθετικές προτάσεις είναι γνωστό ότι μπορούν να αναπαρασταθούν από ασαφή μαθηματική συνάρτηση όπως:

J(p,q): [0,1]x[0,1] – [0,1]

τέτοια ώστε αν δοθούν δύο προτάσεις που αναφέρονται σε προηγούμενο και επόμενο κόμβο για παράδειγμα, με τιμές που εκφράζουν την πιθανότητα της αλήθειας για κάθε πρόταση p και q αντίστοιχα, η συνάρτηση J(p,q) δίδει την αλήθεια της πρότασης: «εάν p τότε q».

Σχετικές έρευνες έχουν δείξει ότι δεν υπάρχει ιδανική τέτοια μαθηματική συνάρτηση. Αρκετοί συγγραφείς έχουν προτείνει αξιωματικές δομές που καθορίζουν ένα ή και περισσότερες τέτοιες συναρτήσεις οι οποίες ικανοποιούν συγκεκριμένα διαισθητικά κριτήρια.

Με βάση τα προτεινόμενα αξιώματα αποκλείουμε τις συναρτήσεις που δεν ικανοποιούν τέτοια κριτήρια. Η τελική όμως απόφαση και επιλογή για την χρήση συγκεκριμένης συνάρτησης, θα πρέπει να λαμβάνεται έχοντας υπόψη το περιβάλλον της εφαρμογής. Γι' αυτό για να γίνει η χρήση συγκεκριμένης συνάρτησης είναι απαραίτητο να καθοριστεί το είδος της συμπεριφοράς που αναμένεται από το μοντέλο και πως ακριβώς καθορίζεται η έννοια της σημαντικότητας για κάθε χαρακτηριστικό του προϊόντος ή της υπηρεσίας που εξετάζεται (εδώ η σημαντικότητα ορίζεται ως η «δύναμης επεξήγησης» (explanation force)).
Μια κατάλληλη συνάρτηση θα πρέπει να ικανοποιεί τα ακόλουθα αξιώματα:

1. $p \succ q = J(p,x) \geq J(q,x)$

Η αλήθεια για την ασαφή υπόθεση αυξάνει όσο η τιμή της αλήθειας του προηγούμενου αυξάνει.

2. $p \succ q = J(x,p) \succ J(x,q)$

Η αλήθεια της ασαφούς υπόθεσης αυξάνει όσο η τιμή της αλήθειας του επόμενου αυξάνει.

3. $J(0,p) = 1$

Το λάθος («ψέμα») υπονοεί τα πάντα. Δηλαδή η μέγιστη τιμή της συνάρτησης -(αλήθεια) που είναι η τιμή 1- σε περίπτωση που ένα κλαδί δεν έχει τη ρίζα που του αποδίδουμε.

4. $J(1,q) = q$

Εάν p=1 απολύτως αλήθεια τότε η αλήθεια της υποθετικής πρότασης είναι η αλήθεια του επόμενου δηλαδή της ρίζας.

5. $J(p,p) = 1$

Η υποθετική πρόταση είναι πάντα αληθής όταν ο προηγούμενος και επόμενος όρος της είναι ίσοι.

6. Η $J(p,q)$ είναι μια συνεχής συνάρτηση.

Οι προτάσεις 1-5 είναι μέρη των ιδιοτήτων της παραδοσιακής ασαφούς συνάρτησης. Επιπροσθέτως, εάν η $J(p,q)$ ικανοποιεί έκτο (6), από τα παραπάνω, αξίωμα, τότε μικρές αλλαγές του p και του q δίνουν μικρές αλλαγές στην δύναμη επεξήγησης. Ανάμεσα στις συναρτήσεις που έχουν παρουσιαστεί από τον Klir και τον Yuan, οι μοναδικές συναρτήσεις που ικανοποιούν τα παραπάνω έξι κριτήρια είναι αυτές που παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Όνομα	$J(p,q)$
Goguen	$\begin{cases} 1 & \text{εάν} \quad p \le q \\ \frac{q}{p} & \text{εάν} \quad p > q \end{cases}$
Lukasiewicz	Min(1,1-p+q)
Pseudo-Lukasiewicz 1	$\text{Min}[1, \frac{1-p+(1+\lambda)q}{1+\lambda p}]$
Pseudo-Lukasiewicz	$\text{Min}[1, (1-p^w+q^w)^{1/w}]$

Πίνακας 3.2: Συναρτήσεις που αναπαριστούν υποθετικές προτάσεις για δύο μεταβλητές

Για το σκοπό της παρούσας εργασίας έγινε επιλογή της συνάρτησης του Goguen.

3.2.3. Η παράμετρος ευαισθησίας

Μια προκαθορισμένη και κλασική επεξήγηση αναπτύσσεται ανάλογα με προτάσεις όπως, « η απόδοση του Γιάννη είναι *υψηλή* επειδή οι ικανότητές του είναι

πολλές», η οποία μπορεί να μετατραπεί σε, « Οι ικανότητες του Γιάννη είναι *πολλές,* γι' αυτό και η απόδοσή του είναι *υψηλή*».

Η προκαθορισμένη και κλασική επεξήγηση παρουσιάζει μια τετριμμένη εξήγηση της ομιλίας (απαντήσεων στην συνέντευξη) όπως η ακόλουθη: το Β είναι V επειδή το A_1 είναι V,……, A_n είναι V. Κατά γενική ομολογία θα μπορούσαμε να πούμε ότι η συγκεκριμένη εξήγηση είναι ισότιμη με την αβεβαιότητα μιας εξήγησης, εφόσον είναι φανερό ότι αναπαριστά την (ερμηνεία, εξήγηση) μετάφραση της πραγματικότητας.

Στη συνέχεια θα αποδώσουμε σε κάθε κλαδί ενός συγκεκριμένου κλάδου (fan) μια παράμετρο ευαισθησίας s_i η οποία αντιπροσωπεύει την ευαισθησία του πελάτη απέναντι στα χαρακτηριστικά τα οποία αξιολογεί (τους κόμβους του δέντρου). Στην προκαθορισμένη εξήγηση υποθέτουμε ότι η ευαισθησία του πελάτη είναι η ίδια για όλους τους παράγοντες εξήγησης, έτσι το s_i είναι το ίδιο για κάθε i. Για να υπολογίσουμε την παράμετρο ευαισθησίας s, γίνεται μια σύγκριση των τιμών της αλήθειας των κόμβων του δέντρου για ένα δεδομένο κλάδο (fan). Δηλαδή για κάθε χαρακτηριστικό του προϊόντος ή της υπηρεσίας γίνεται σύγκριση των υποχαρακτηριστικών του με τη βοήθεια της συνάρτησης του Goguen.

Για ένα δεδομένο fan με n κλαδιά, οι δυνάμεις επεξήγησης υπολογίζονται με την κανονικοποίηση των τιμών των παραμέτρων ευαισθησίας s_i κάθε κλαδιού που αντιστοιχεί στην ίδια ρίζα, με την παρακάτω εξίσωση.

$$e_i^j = \frac{s_i}{\sum_{i=1}^{n} s_i} \quad \forall i = 1,...,n \quad (5)$$

Συνεπώς για την προκαθορισμένη εξήγηση (default) είναι $e_i=1/n \quad \forall i = 1,...,n$, δηλαδή η σχετική σημαντικότητα την οποία ο αξιολογητής αποδίδει σε κάθε υποχαρακτηριστικό ενός δεδομένου χαρακτηριστικού του προϊόντος ή της υπηρεσίας είναι ίδια.

Κάθε σχετική επεξήγηση εκφράζει την αναγκαιότητα να υπάρξει απόκλιση από το αποτέλεσμα της προκαθορισμένης επεξήγησης για να είναι δυνατή η απόδοση

διαφορετικών βαρών στα χαρακτηριστικά, ανάλογα με τον τρόπο που τα βιώνει ο αξιολογητής. Για παράδειγμα, « η απόδοση του Γιάννη είναι *μέτρια*, επειδή η επαγγελματικές ικανότητές του είναι *πολλές* και η ικανότητά του στην επίλυση προβλημάτων είναι *μέτρια*». Σε μια τέτοια περίπτωση ο αξιολογητής δίνει περισσότερη σημασία στην ικανότητα του Γιάννη να επιλύνει προβλήματα. Γι' αυτό το λόγο για να βελτιωθεί η ολική απόδοση του Γιάννη θα πρέπει να βελτιωθεί η συγκεκριμένη ικανότητα περισσότερο από τις άλλες.

Σε μια μη προκαθορισμένη επεξήγηση ο παράγοντας της ευαισθησίας s εκφράζεται ως εξής:

$$s_i = 1 + d_i \quad (6)$$

Όπου το 1 είναι η προκαθορισμένη τιμή και το d_i αντιπροσωπεύει την αυξανόμενη ευαισθησία που εμπεριέχεται στην πραγματική επεξήγηση. Ο σκοπός μας είναι ο υπολογισμός του d_i. Μετά τον υπολογισμό της κάθε παραμέτρου ευαισθησίας s_i για κάθε κλαδί είναι δυνατός ο υπολογισμός του e_i^j μέσω της (5).

Έστω ότι έχουμε τον παρακάτω κλάδο (fan):

$FAN_j = F_j(e_j^i F_i + e_k^j F_k)$

Υποθέτουμε ότι το fan θα αναλυθεί στα παρακάτω δύο μέρη:

Εάν F_i τότε F_j
Εάν F_k τότε F_j

Των οποίων οι τιμές αλήθειας είναι:

$J(t(F_i),t(F_j))$ και $J(t(F_k),t(F_j))$. (7)

Σύμφωνα με το μοντέλο που αναλύθηκε παραπάνω κάθε γεγονός αναπαρίσταται από δύο τιμές αλήθειας. Γι' αυτό και η (7) γίνεται :

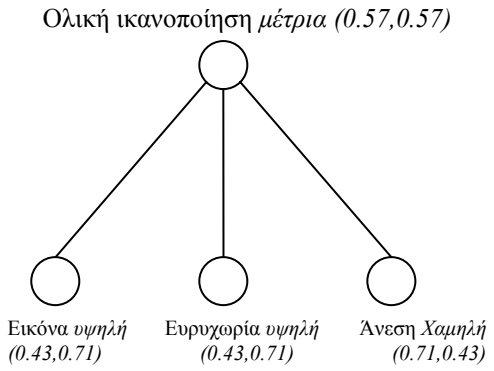
$J(t(F_i),t(F_j))=J[(a_i,b_i), (a_j,b_j)]=[J(a_i, a_j), J(b_i, b_j)]=[LV_{ij}, RV_{ij}]$

$J(t(F_k),t(F_j))=J[(a_k,b_k), (a_j,b_j)]=[J(a_k, a_j), J(b_i, b_j)]=[LV_{kj}, RV_{kj}]$

Και θέτοντας $d_{ij}= RV_{ij}- LV_{ij}$ και $d_{kj}= RV_{kj}- LV_{kj}$
Παίρνουμε τις παρακάτω τιμές από την (6)
$S_{ij}=1+ RV_{ij}- LV_{ij}$
$S_{kj}=1+ RV_{kj}- LV_{kj}$

Τελικά υπολογίζουμε τις δυνάμεις επεξήγησης από την (5) για τα γεγονότα (κόμβους) F_i και F_k. Είναι εύκολη η επιβεβαίωση του γεγονότος ότι εάν οι αξιολογήσεις που περιέχονται στα κλαδιά και στη ρίζα ενός κλάδου, είναι ίσες τότε η τιμή για το s είναι μονάδα, s=1 διότι είναι RV=LV. Η παράμετρος ευαισθησίας θα είναι ίση με το μηδέν όταν t(κλαδιού)=(0,1) και t(ρίζας)=(1,0) διότι σε αυτή την περίπτωση LV=1 και RV=0. Σε αυτή την περίπτωση, όπου ο αξιολογητής δεν είναι καθόλου ικανοποιημένος από το χαρακτηριστικό και απολύτως ικανοποιημένος από τα υποχαρακτηριστικά του συγκεκριμένου χαρακτηριστικού, αυτά τα υποχαρακτηριστικά δεν συμμετέχουν στην επεξήγηση.
Παρακάτω παρατίθεται ένα παράδειγμα με τον υπολογισμό της δύναμης επεξήγησης.

Ας υποθέσουμε ότι γίνεται συνέντευξη ενός πελάτη για την καμπίνα ενός αυτοκινήτου και ότι αυτός εκφράζει την αξιολόγησή του με τον εξής τρόπο: « Η καμπίνα είναι *μέτρια* επειδή η εικόνα της καμπίνας είναι *υψηλή*, η ευρυχωρία της είναι *υψηλή* και η άνεσή της είναι *χαμηλή*». Οι αξιολογήσεις χαμηλή, μέτρια και υψηλή ανήκουν σε ένα σύνολο T με j=5. Μπορούμε να αναπαραστήσουμε αυτή τη σύνθετη αξιολόγηση με ένα επεξηγηματικό δέντρο το οποίο φαίνεται στο παρακάτω σχήμα, όπου οι αξιολογήσεις των λεκτικών μεταβλητών αντιπροσωπεύονται από το ζεύγος τιμών του μοντέλου της διπλής αλήθειας.



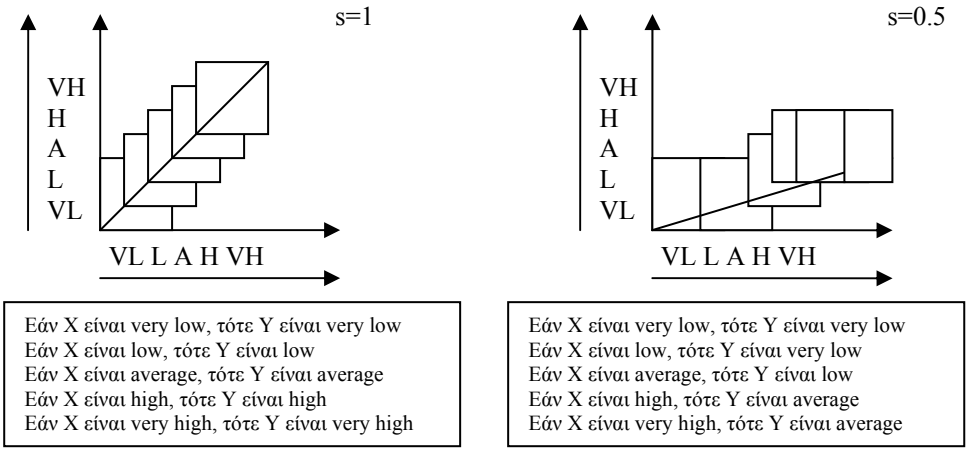
Ρίζα : η καμπίνα του αυτοκινήτου είναι *μέτρια*			
Κλαδιά	Εικόνα *(0.43,0.71)*	Ευρυχωρία *(0.43,0.71)*	Άνεση *(0.71,0.43)*
(RV)	0,8	0,8	1
(LV)	1	1	0,8
Αυξανόμενη ευαισθησία d	-0,2	-0,2	0,2
Ευαισθησία s	0,8	0,8	1,2
Σημαντικότητα e	0,28	0,28	0,43

Πίνακας 3.3: Εύρεση της σημαντικότητας για την καμπίνα

Η άνεση είναι το χαρακτηριστικό με τη μεγαλύτερη σημαντικότητα για το λόγο ότι τα αποτελέσματά του εκφράζουν μεγαλύτερο επίπεδο μη ικανοποίησης συγκρινόμενα με τα εναπομείναντα χαρακτηριστικά.

3.2.4. Ερμηνεία της παραμέτρου ευαισθησίας

Η παράμετρος ευαισθησίας μπορεί να παρομοιαστεί και να θεωρηθεί ίση με την κλίση μιας γραμμικής συνάρτησης η οποία καθορίζει την ασαφή σχέση μεταξύ των κόμβων ενός δέντρου ή ενός συγκεκριμένου κλάδου. Σχηματικά :



Σχήμα 3.6: Γεωμετρική ερμηνεία της παραμέτρου ευαισθησίας

Στην πραγματικότητα υποθέτουμε ότι $s_i=1+d_i$ όπου η αυξανόμενη ευαισθησία d_i είναι το μέτρο σύγκρισης της πραγματικής και της προκαθορισμένης σχέσης. Σε αυτή την περίπτωση η ασαφής σχέση που αναπαριστά το σύνδεσμο μεταξύ της ρίζας και του φύλλου ενός δεδομένου κλάδου (fan) τροποποιείται.

Είναι δυνατό να επαληθεύσουμε ότι με τον υπολογισμό των δυνάμεων επεξήγησης (δηλαδή τη σημαντικότητα των χαρακτηριστικών), σύμφωνα με το προτεινόμενο μοντέλο αποδίδουμε την μεγαλύτερη σημαντικότητα στο παράγοντα εκείνο από τον οποίο ο αξιολογητής νιώθει την μεγαλύτερη μη ικανοποίηση, δηλαδή αυτόν για τον οποίο η αξιολόγηση έχει τα πιο χαμηλά αποτελέσματα μέσα στο σύνολο όλων των χαρακτηριστικών του ίδιου κλάδου (fan).

Για παράδειγμα, έστω ότι έχουμε : « το X είναι *μέτριο* γιατί το C1(X) είναι *χαμηλό* και το C2(X) είναι υψηλό», όπου οι γλωσσικές μεταβλητές ανήκουν σε ένα σύνολο T με πέντε στοιχεία (j=5) και F1=C1(x) είναι *χαμηλό* και F2=C2(x) είναι *υψηλό* είναι οι επεξηγήσεις (φύλλα) της ολικής αξιολόγησης F=X είναι *μέτριο*. Ο υπολογισμός των s_1 και s_2 δείχνει ότι η μεγαλύτερη σημαντικότητα αποδίδεται στο χαρακτηριστικό F1 παρά στο F2. Μπορούμε να ερμηνεύσουμε το συγκεκριμένο γεγονός λέγοντας ότι το s_1 είναι μεγαλύτερο του s_2 διότι ο πελάτης είναι σχετικά «δυσαρεστημένος» με το χαρακτηριστικό C1 (η ικανοποίηση είναι μικρότερη) συγκριτικά με το χαρακτηριστικό C2(x).

3.3. Το άθροισμα των ατομικών προτιμήσεων

Το τελευταίο μέρος του μοντέλου ασχολείται με το θέμα του υπολογισμού της συνολικής ικανοποίησης. Σκοπός είναι ο καθορισμός ενός συνολικού δέντρου το οποίο εμπεριέχει τις απόψεις όλων των πελατών αθροιστικά και ονομάζεται το δέντρο των πελατών. Για να γίνει ο υπολογισμός αυτού του δέντρου πρέπει πρώτα να εισάγουμε κάποιες βασικές πράξεις οι οποίες μας επιτρέπουν να καθορίσουμε τη δομή του δέντρου.

3.3.1. Πράξεις στα δέντρα επεξήγησης

Δύο βασικές πράξεις καθορίζονται για το δέντρο επεξήγησης: η σύνθεση (composition) και η αποσύνθεση ή απλοποίηση (reduction).

Α) Σύνθεση

Δεδομένου ότι έχουμε N δέντρα $TREE_1$, $TREE_2$,…..,$TREE_N$. Με m επίπεδα επεξήγησης ο τελεστής της σύνθεσης επιτρέπει τη δημιουργία ενός σύνθετου δέντρου TREE με m+1 επίπεδα το οποίο καθορίζεται ως εξής:

$TREE=e_1TREE_1+\ldots+e_nTREEn$

Για παράδειγμα έστω ότι έχουμε δύο δέντρα:

$TREE_A= F_1(e_2^1F_2 + e_3^1F_3)$ και το $TREE_B= F_4\,(e_5^4F_5 + e_6^4F_6)$

Όπου $F_i=X_i$ είναι V_i , το X_i είναι ένα χαρακτηριστικό του προς αξιολόγηση αντικειμένου και το V_i είναι η λεκτική κρίση, στοιχείο του συνόλου T . Μετά από τη σύνθεση έχουμε το παρακάτω συνολικό δέντρο:

TREE$_c$= $F_7(e_1^7 TREE_A + e_4^7 TREE_B) = F_7(e_1^7 F_1(e_2^1 F_2 + e_3^1 F_3) + e_4^7 F_4(e_5^4 F_5 + e_6^4 F_6))$

Β) Αποσύνθεση

Η αποσύνθεση μας επιτρέπει την απαλοιφή ενός επιπέδου ενός δέντρου. Για παράδειγμα έστω ότι έχουμε το παρακάτω δέντρο:

TREE= $F_1(e_2^1 F_2(e_4^2 F_{4'} + e_5^2 F_5) + e_3^1 F_3(e_6^3 F_6 + e_7^3 F_7 + e_4^3 F_{4''}))$

Μπορούμε να απαλείψουμε το επίπεδο το οποίο σχηματίζεται από τα γεγονότα F2 και F3. Από τη στιγμή που τα F2 και F3 απαλείφονται, το γεγονός F1 επεξηγείται από τα γεγονότα F4', F4'', F5 και F6. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα τα γεγονότα το F4'=X4 είναι V4' και το F4''=X4 είναι V4'', αναφέρονται στον ίδιο παράγοντα επεξήγησης X4 με διαφορετικές αξιολογήσεις το καθένα. Με την απαλοιφή των F2 και F3 έχουμε το παρακάτω δέντρο:

TREE= $F_1(e_2^1 e_4^2 F_{4'} + e_2^1 e_5^2 F_5 + e_3^1 e_6^3 F_6 + e_3^1 e_7^3 F_7 + e_3^1 e_4^3 F_{4''})$

Υποθέτοντας ότι $e_i^k e_j^i = e_j^k$ έχουμε

TREE= $F_1(e_4^1(F_{4'} + F_{4''}) + e_5^1 F_5 + e_6^1 F_6 + e_7^1 F_7) = F_1(e_4^1 F_4 + e_5^1 F_5 + e_6^1 F_6 + e_7^1 F_7)$

Το γεγονός F4=F4'+F4'':=(X4 είναι V4') + (X4 είναι V4'')= X4 είναι V4 εμπεριέχει την συνολική αξιολόγηση V=f(V4',V4''), όπου f είναι ο τελεστής του αθροίσματος. Στην παράγραφο 3.3.3. θα εισάγουμε μια οικογένεια κατάλληλων τελεστών f. Το σύμβολο '+' υποδηλώνει ότι το συνολικό γεγονός F4 έχει αποκτηθεί με βάση τα γεγονότα F4' και F4''.

Οι τιμές των δυνάμεων επεξήγησης (explanation forces), είναι άγνωστες στην παρούσα φάση. Ο υπολογισμός τους γίνεται σύμφωνα με τη διαδικασία που

παρατέθηκε παραπάνω στην παράγραφο 3.2. εφόσον βέβαια έχουν καθοριστεί οι V1,V4,V5,V6 και V7 αξιολογήσεις.

3.3.2. Η κατασκευή του δέντρου των πελατών

Η κατασκευή του δέντρου των πελατών πραγματοποιείται με τη συγχώνευση των δέντρων που αναφέρονται σε κάθε πελάτη, σε ένα δέντρο που αντιπροσωπεύει τα συνολικά αποτελέσματα. Η κατασκευή αυτή πραγματοποιείται μετά από πολλές επιτυχείς συνθέσεις και αποσυνθέσεις, όπου η σύνθεση μας επιτρέπει να δημιουργήσουμε ένα σύνολο από επίπεδα επεξήγησης, ενώ η αποσύνθεση μας επιτρέπει την απαλοιφή αυτών των επιπέδων. Η αποσύνθεση συνεπάγεται το άθροισμα ατομικών αξιολογήσεων με τη χρήση των κατάλληλων τελεστών. Η διαδικασία όπως παρουσιάζεται στο παρακάτω παράδειγμα, ξεκινά από την κορυφή των δέντρων και διεκπεραιώνεται σε κάθε επίπεδο.

Έστω ότι έχουμε τα παρακάτω δύο δέντρα, με τρία επίπεδα επεξήγησης τα οποία αναπαριστούν τις απόψεις δύο αξιολογητών του Α και του Β:

$$TREE_A = F_1^{'}\left(e_2^1 F_2^{'}\left(e_5^2 F_5^{'} + e_6^2 F_6^{'}\right) + e_3^1 F_3^{'}\left(e_8^3 F_8^{'} + e_9^3 F_9^{'} + e_{10}^3 F_{10}^{'}\right)\right)$$

$$TREE_B = F_1^{''}\left(e_2^1 F_2^{''}\left(e_5^2 F_5^{''} + e_7^2 F_7^{''}\right) + e_4^1 F_4^{''}\left(e_8^4 F_8^{''} + e_9^4 F_9^{''}\right)\right)$$

Τα γεγονότα F' και F'' αντιπροσωπεύουν τις δύο διαφορετικές αξιολογήσεις των πελατών Α και Β για το ίδιο χαρακτηριστικό. Το συνολικό δέντρο μπορεί να αποκτηθεί με τα ακόλουθα βήματα:

<u>Βήμα 1:</u> Η κατασκευή ενός νέου δέντρου με τη σύνθεση των δέντρων Α και Β.

$$TREE = F_1\left(e_2^1 F_1^{'}\left(e_2^2 F_2^{'}(\text{🚕}) + e_3^2 F_3^{'}\right) + e_3^1 F_1^{''}\left(e_2^3 F_2^{''}(\text{🚕}) + e_4^3 F_4^{''}(\text{🚕})\right)\right)$$

Το σύνθετο δέντρο αποτελείται από τέσσερα επίπεδα εφόσον έχει προστεθεί μετά την σύνθεση ένα επιπλέον που αντιπροσωπεύει τη συνολική ικανοποίηση, το F1. Οι

αλλαγές στους δείκτες των δυνάμεων επεξήγησης οφείλονται στην ύπαρξη ενός καινούριου κόμβου στο δέντρο (F1).

Βήμα 2: Η αποσύνθεση του καινούριου σύνθετου δέντρου με την απαλοιφή του επιπέδου που αποτελείται από τα γεγονότα F1' και F1''.

$$TREE = F1\left(e_2^1 e_2^2 F_2^{'}(...) + e_2^1 e_3^2 F_3^{'}(...) + e_3^1 e_2^3 F_2^{''}(...) + e_3^1 e_4^3 F_4^{''}(...)\right) =$$
$$= F1\left(e_2^1 F_2^{'}(...) + e_2^1 F_2^{''}(...) + e_3^1 F_3^{''}(...) + e_4^1 F_4^{''}(...)\right)$$

Μετά την αποσύνθεση, το επίπεδο κάθε επιμέρους ολικής αξιολόγησης F1' και F1'' έχουν παραλειφθεί και αντικατασταθεί με το επίπεδο που αναφέρεται στην συνολική ικανοποίηση όπου F1= X1 είναι V1 όπου V1=f(V1',V1'')) και το f αποτελεί έναν κατάλληλο συντελεστή συνάθροισης.

Βήμα 3: το υπο-δέντρο F2 αναπαριστά την ολική ικανοποίηση για το γεγονός ότι το X2 είναι V2 το οποίο δημιουργείται από τη σύνθεση των υπο-δέντρων F2' και F2''.

Αυτά τα βήματα επαναλαμβάνονται για τα υπο-δέντρα F3', F4'' στο δεύτερο επίπεδο και στη συνέχεια για τα F5', F5'', F6', F7'', F8', F8'', F9', F9'', F10'. Το τελικό αποτέλεσμα είναι το παρακάτω δέντρο:

$$TREE = F1\left(e_2^1 F_2\left(e_5^2 F_5 + e_6^1 F_6 + e_7^2 F_7\right) + e_3^1 F_3\left(e_8^3 F_8 + e_9^3 F_9 + e_{10}^3 F_{10}\right) + e_3^1 F_3\left(e_8^3 F_8 + e_9^3 F_9 + e_{10}^3 F_{10}\right) + \right.$$
$$\left. + e_4^1 F_4\left(e_8^4 F_4 + e_9^4 F_9\right)\right)$$

3.3.3. Υπολογισμός των συνολικών δυνάμεων επεξήγησης

Για να ολοκληρωθεί η έννοια του δέντρου των πελατών πρέπει να υπολογιστούν οι συνολικές δυνάμεις επεξήγησης (explanation forces).

Συνήθως οι τιμές των παραγόντων επεξήγησης προκύπτουν από τις απαντήσεις του συνόλου των πελατών για κάθε χαρακτηριστικό (κλαδί). Παρόλα αυτά κάποια κλαδιά εκφράζονται μονάχα από μια μικρότερη ομάδα παραγόντων. Ο

αριθμός των ατόμων που επιλέγουν ένα συγκεκριμένο κλαδί συνυπολογίζεται κατά τον υπολογισμό των συνολικών δυνάμεων επεξήγησης, και αναπαριστά το τμήμα από το σύνολο των πελατών που χρησιμοποίησαν τις μεταβλητές που εκφράζουν αυτά τα κλαδιά κατά τη συνέντευξη.

Δεδομένου ότι έχουμε κατασκευάσει το δέντρο των πελατών, το οποίο έχει προσδιοριστεί όσον αφορά τη δομή και τις συνολικές δυνάμεις επεξήγησης, είναι δυνατό τα αποδώσουμε σε κάθε κλαδί του δέντρου i μια παράμετρο ευαισθησίας s_i, με τη διαδικασία που παρουσιάστηκε στην **§3.2**.
Στη συνέχεια καθορίζεται η συνολική παράμετρος ευαισθησίας ως εξής:

$$s_i^{'} = s_i n_i$$

όπου το n_i ϵ [0,1] και αναπαριστά το τμήμα του συνόλου των πελατών που χρησιμοποίησαν τα κλαδιά (μεταβλητές) i . Η δύναμη επεξήγησης που συσχετίζεται με κάθε κλαδί ενός δεδομένου κλάδου (fan) μπορεί να υπολογιστεί με την κανονικοποίηση του s_i που αφορά τα επιμέρους κλαδιά του fan ως εξής:

$$e_i = \frac{s_i^{'}}{\sum_{j=1}^{n} s_j^{'}}$$

3.3.4. Η σύνθεση των επιμέρους αξιολογήσεων

Για να πραγματοποιηθεί η συνένωση των επιμέρους δέντρων έτσι ώστε να δημιουργηθεί το δέντρο των πελατών, πρέπει να υπολογίσουμε τις συνολικές ικανοποιήσεις που αναφέρονται στους επιμέρους παράγοντες επεξήγησης. Το πρόβλημα μπορεί να μορφοποιηθεί με τον παρακάτω τρόπο :

Δεδομένων των n αξιολογήσεων V1, V2, …., Vn του ίδιου παράγοντα (μεταβλητής) βρες μια συνάρτηση F: V1, V2, …., Vn→V τέτοια ώστε το V να είναι η συνολική ικανοποίηση για τον παράγοντα X. Για τον υπολογισμό αυτόν χρησιμοποιούμε την OWA συνάρτηση (Yager, 1988, 1993), η οποία ορίζεται παρακάτω.

Το πρόβλημα του υπολογισμού της συνολικής αξιολόγησης του ίδιου αντικειμένου η οποία εκφράζεται από επιμέρους αξιολογήσεις αποτελεί αντικείμενο

αρκετών εργασιών (Fung and Fu, 1975; Montero, 1985; Cholewa, 1985). Μια κατάλληλη συνάρτηση η οποία, δεδομένων των n αξιολογήσεων, επιστρέφει τη συνολική αξιολόγηση μπορεί να καθοριστεί με αξιωματική προσέγγιση. Μια πλήρης ανασκόπηση στα αξιώματα μπορεί να βρεθεί στο Dubois and Koning (1991). Οι συγγραφείς κατατάσσουν τα αξιώματα σε

(α) *Αναγκαία (κανόνες),* των οποίων η παραβίαση οδηγεί σε αντιδιαισθητικές μεθόδους συνάθροισης.

(β) *Τεχνικά,* τα οποία διευκολύνουν στην αναπαράσταση και τον υπολογισμό της συνάρτησης συνάθροισης.

(γ) *Δυναμικά (ισχυρά, facultative)*, τα οποία εφαρμόζονται σε ορισμένες περιπτώσεις.

Ο Herrera *et al (1996)* έδειξε ότι η OWA συνάρτηση ικανοποιεί όλα τα αναγκαία αξιώματα εκτός από τα τεχνικά.

Μια OWA συνάρτηση διάστασης n είναι

$F: R^n \rightarrow R$

Και έχει ένα διάνυσμα $W=[w1, w2, \ldots, w_n]^T$ για το οποίο ισχύουν:

1) $w_i \in [0,1]$
2) $\sum_i w_i = 1$
3) $F(a_1, a_2, \ldots, a_n) = \sum_i w_i b_i$

όπου $(a_1, a_2, \ldots, a_n) \in R^n$ και το b_i είναι το μεγαλύτερο i από τα a, γι' αυτό το λόγο μια κατάταξη των α είναι απαραίτητη για τον υπολογισμό του $F(a_1, a_2, \ldots, a_n)$ το οποίο είναι ένδειξη ότι η OWA συνάρτηση έχει τις βασικές ιδιότητες που σχετίζονται με τη συνάρτηση του μέσου. Ο καθαρός μέσος είναι η OWA της οποίας το διάνυσμα των βαρών είναι W=[1/n,……,1/n].

Αποδεικνύεται ότι για οποιαδήποτε OWA F έχουμε :

$\min(a_i) \leq F(a_1, a_2, \ldots, a_n) \leq \mathrm{Max}(a_i)$

το οποίο σημαίνει ότι η OWA παρέχει μια σταδιακή μετάβαση από το 'και' και το 'ή' των λογικών ασαφών συνδέσμων. Δεδομένης μιας συνάρτησης F και ενός διανύσματος βαρών W είναι δυνατόν να καθορίσουμε το μέτρο της επιεικείας του αποφασίζοντα (επιείκεια=orness) :

$$orness(W) = \frac{1}{n-1}\sum_i \left((n-i)w_i\right)$$

Η συνάρτηση F καλείται ή-προτίμηση (και-προτίμηση) αν η παραπάνω συνάρτηση επιείκειας είναι orness(w)>0.5 (<0.5).

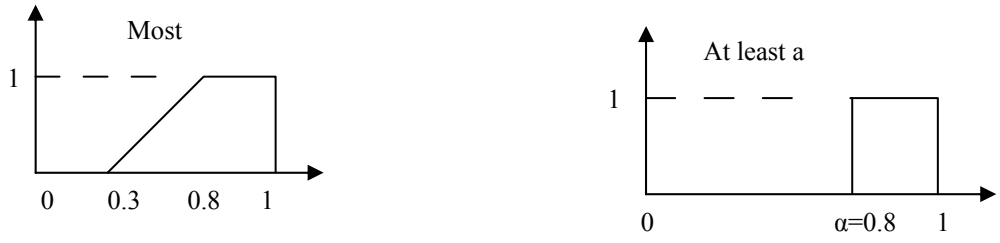
Εδώ υποθέτουμε ότι η τιμή $\alpha_i \in [0,1]$ αντιπροσωπεύει την τιμή της αλήθειας της πρότασης «Ο αξιολογητής E_i είναι ικανοποιημένος». Σε αυτή την υπόθεση, το 'ή' (max) αντιπροσωπεύει το μέγιστο επίπεδο ικανοποίησης (π.χ. το συνολικό είναι ικανοποιημένος εάν τουλάχιστον ένας αξιολογητής είναι ικανοποιημένος), ενώ το 'και' αντιπροσωπεύει το ελάχιστο επίπεδο ικανοποίησης (π.χ. το σύνολο είναι ικανοποιημένος εάν όλα τα μέλη είναι ικανοποιημένα). Γι' αυτό το λόγο ο Yager καθορίζει την συνάρτηση επιείκειας ως ένα δείκτη αισιοδοξίας κατά τη συνάθροιση: κάθε άλλη συνάρτηση θα παρείχε ένα δεδομένο βαθμό αισιοδοξίας σε μια κλίμακα από την απόλυτη απαισιοδοξία (orness(w)=0) στην απόλυτη αισιοδοξία (orness(w)=1).

Ο Yager δείχνει ότι ο υπολογισμός του διανύσματος των βαρών W μπορεί να γίνει με τη χρήση των ασαφών ποσοτικοποιητών. Δεδομένου ενός μονότονου μη φθίνων ασαφούς ποσοτικοποιητή Q(r) με $r \in [0,1]$ τα βάρη w_i μπορούν να υπολογιστούν από την παρακάτω εξίσωση:

$$w_i = Q\left(\frac{i}{n}\right) - Q\left(\frac{i-1}{n}\right)$$, όπου το n είναι ο αριθμός των αξιολογητών. (9)

Με την επιλογή του Q ενσωματώνουμε την αισιοδοξία ή απαισιοδοξία του αναλυτή. Επίσης κατά τον Yager τα w_i μπορούν να μεταφραστούν ως η αυξανόμενη συνολική ικανοποίηση εάν ο αξιολογητής I είναι ικανοποιημένος, δεδομένου ότι i-1 αξιολογητές είναι ικανοποιημένοι.

Εάν υπολογιστούν τα βάρη με τη χρήση ενός συγκεκριμένου ασαφούς ποσοτικοποιητή Q, είναι δυνατόν να πιστοποιήσουμε ότι η τιμή $F(a_1, a_2, ..., a_n)$ μπορεί επίσης να μεταφραστεί και ως η τιμή της αλήθειας για την πρόταση Q αξιολογητές είναι ικανοποιημένοι.



Σχήμα 3.7: Παράδειγμα ποσοτικοποιητών

Είναι άξιο παρατήρησης ότι με την επιλογή ενός ποσοτικοποιητή Q καθορίζεται επίσης και ένα κριτήριο συνάθροισης. Για παράδειγμα, έστω ότι έχουμε τον ποσοτικοποιητή «οι περισσότεροι», που φαίνεται στο παραπάνω σχήμα (most). Το κριτήριο συνάθροισης που σχετίζεται με αυτόν τον ποσοτικοποιητή είναι «οι περισσότεροι αξιολογητές πρέπει να είναι ικανοποιημένοι». Με τον ίδιο τρόπο μπορούμε να καθορίσουμε διαφορετικά κριτήρια χρησιμοποιώντας διαφορετικούς ποσοτικοποιητές, όπως «όλοι», «πολλοί από αυτούς», «τουλάχιστον οι μισοί» κ.λ.π.

Χρησιμοποιώντας την εξίσωση (9) με n=10 έχουμε το παρακάτω διάνυσμα βαρών για τους ποσοτικοποιητές «οι περισσότεροι» και «τουλάχιστον το 80%» οι οποίοι φαίνονται στο παραπάνω σχήμα.

$W_{most}=[0\ 0\ 0\ 0.2\ 0.2\ 0.2\ 0.2\ 0.2\ 0\ 0]^T$
$W_{at\ least\ 80\%}=[0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 1\ 0\ 0]^T$

Σε αντίθεση με τον καθαρό μέσο, η χρήση της OWA μας επιτρέπει την εξάλειψη μη επιθυμητών συμψηφισμών μεταξύ θετικών και αρνητικών αξιολογήσεων οι οποίοι μπορεί να οδηγήσουν την συνολική ικανοποίηση στο «μέτρια» (average). Για παράδειγμα, έστω ότι έχουμε τον ποσοτικοποιητή «οι περισσότεροι». Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι ένας τέτοιος ποσοτικοποιητής μας δίνει μια σύνθεση στην

οποία δεν υπολογίζονται το μέγιστο και ελάχιστο επίπεδο της ικανοποίησης. Η χρήση του ποσοτικοποιητή συνεπάγεται ένα κριτήριο σύνθεσης σύμφωνα με το οποίο η συνολική ικανοποίηση είναι ίση με μηδέν εάν λιγότεροι από 30% ή περισσότεροι του 80% των πελατών είναι ικανοποιημένοι. Συμπερασματικά, δοθέντος ενός συνόλου εκατό πελατών, λόγω της κατάταξης, το αποτέλεσμα της συνολικής αξιολόγησης θα εξαρτάται από τις απαντήσεις μεταξύ της 30ης και 80ης καλύτερης άποψης των καταταγμένων αξιολογήσεων.

Στο παρών μοντέλο η αξιολόγηση μιας λεκτικής μεταβλητής V_i , η οποία εκφράζεται από τον αξιολογητή E_i αναπαρίσταται από ένα ζεύγος τιμών αλήθειας $V_i=(a_i, b_i)$. Σύμφωνα μα αυτή την αναπαράσταση, η διαδικασία της συνάθροισης εμπεριέχει και τις δύο τιμές και αποδίδει το ζευγάρι V:

$F:[(a_1, b_1),\ldots\ldots, (a_n,b_n)]\rightarrow (a,b)$

Όπου V=(a,b) a και b είναι η τιμή της συνολικού βαθμού μη ικανοποίησης και ικανοποίησης αντίστοιχα και F είναι μια OWA συνάρτηση.

Δοθέντος δύο λεκτικών αξιολογήσεων $V_1=(a_1,b_1)$ και $V_2=(a_2,b_2)$ η κατάταξη καθορίζεται όπως παρακάτω:

$$V_1 > V_2 \Leftrightarrow \begin{cases} a_1 < a_2 \\ b_1 > b_2 \end{cases}$$

Ο υπολογισμός της συνολικής αξιολόγησης ακολουθεί παρακάτω:

$$\begin{aligned} F(\underline{V}) &= F(V_1,\ldots,V_n) = \underline{V}'*W = [(a_1',b_1'),\ldots\ldots,(a_n',b_n')]*W \\ &= [(a_1',\ldots,a_n')*W,(b_1',\ldots,b_n')*W] = (a,b) \end{aligned} \qquad (10)$$

όπου το διάνυσμα V είναι ένα διάνυσμα που εκφράζει n λεκτικές αξιολογήσεις, και το V' είναι το διάνυσμα V μετά την ταξινόμηση. Το διάνυσμα W είναι το διάνυσμα των βαρών και σχετίζεται με το F, τα $(a_1',\ldots,a_n'),(b_1',\ldots,b_n')$ είναι οι ταξινομημένες

αριστερές και δεξιές τιμές αλήθειας σε διανύσματα και τέλος το (a,b) είναι το ζεύγος που εκφράζει τη συνολική αλήθεια.

Το τελικό αποτέλεσμα εξαρτάται από την επιλογή του ασαφούς ποσοτικοποιητή. Για παράδειγμα, μπορούμε να κάνουμε τον υπολογισμό έτσι ώστε *«οι περισσότεροι», «τουλάχιστον οι μισοί», ή «περίπου όλοι»* οι πελάτες να είναι ικανοποιημένοι. Με αυτό τον τρόπο εισάγουμε ένα μεγάλο βαθμό ευελιξίας στην συνάθροιση (για παράδειγμα θα μπορούσαμε να δημιουργήσουμε ένα βαθμό orness ή αισιοδοξίας στη συνάθροιση).

Η ευελιξία κατά τη συνάθροιση αποτρέπει την εμφάνιση ενός μέσου όρου ικανοποίησης και αυτό διότι υπάρχουν μη επιθυμητοί συμβιβασμοί μεταξύ θετικών και αρνητικών αξιολογήσεων και μας επιτρέπει να συναθροίσουμε ατομικές αξιολογήσεις σύμφωνα με δεδομένα κριτήρια.

Παράδειγμα:

Θεωρούμε ένα σύνολο από αξιολογητές, έστω n=10, E_1,....E_{10} οι οποίοι κρίνουν ένα συγκεκριμένο χαρακτηριστικό X, με χρήση πενταβάθμιας κλίμακας αξιολόγησης (Τα=5). Έστω ότι οι αξιολογήσεις είναι αυτές που ακολουθούν:

E_1:High (0.43, 0.71)	E_6: Low (0.71, 0.43)
E_2:High (0.43, 0.71)	E_7: Low (0.71, 0.43)
E_3: High (0.43, 0.71)	E_8: Low (0.71, 0.43)
E_4:Low (0.71, 0.43)	E_9: Low (0.71, 0.43)
E_5: Low (0.71, 0.43)	E_{10}: Low (0.71, 0.43)

Ας υποθέσουμε ότι η συνάθροιση γίνεται με δεδομένο ότι θέλουμε *«οι περισσότεροι»* πελάτες να είναι ικανοποιημένοι. Χρησιμοποιώντας την εξίσωση (9) δημιουργούμε το παρακάτω διάνυσμα των βαρών:

$W=[0\ 0\ 0\ 0{,}2\ 0{,}2\ 0{,}2\ 0{,}2\ 0{,}2\ 0\ 0]^T$

Η συνολική αξιολόγηση εκφρασμένη ως το ζεύγος αλήθειας (a,b) είναι :

a=[0.43 0.43 0.43 0.71 0.71 0.71 0.71 0.71 0.71 0.71]*W=0,71
b=[0.71 0.71 0.71 0,43 0,43 0,43 0,43 0,43 0,43 0,43]*W=0,43

όπου το * εκφράζει το εσωτερικό γινόμενο. Το ζεύγος (0.71, 0.43) αντιστοιχεί σε αξιολόγηση χαμηλή (LOW) η οποία αντιστοιχεί σε σύνολο T με πέντε στοιχεία (βλέπε πίνακα 1). Εάν χρησιμοποιούσαμε τη μεθοδολογία του μέσου όρου το ζεύγος στο οποίο θα καταλήγαμε είναι (0.62, 0.51) το οποίο αν στρογγυλοποιηθεί στον κοντινότερο όρο του συνόλου T_5 στον πίνακα 1, αντιστοιχεί στον όρο 'average' (μέτριος), παρόλο που σχεδόν όλες οι αξιολογήσεις είναι ίσες με τον όρο 'low' (χαμηλός), ενώ καμιά δεν είναι ίση με 'average' (μέτριος).

3.4. Ασαφή σύνολα και μέτρηση ποιότητας των υπηρεσιών

Η ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών είναι σύνθετη και αποτελείται από διάφορα χαρακτηριστικά. Δεν περιλαμβάνει μόνο αντιληπτά και εμφανή χαρακτηριστικά, αλλά και απροσδιόριστα και υποκειμενικά χαρακτηριστικά τα οποία είναι δύσκολο να προσδιοριστούν και να μετρηθούν με ακρίβεια. Διαφορετικά άτομα έχουν συνήθως διαφορετική αντίληψη για την ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών, η οποία εξαρτάται από την προτιμήσεις τους κατά τη διάρκεια παροχής και από την αντίληψη που έχουν ήδη δημιουργήσει για αυτές τις υπηρεσίες από παρελθούσες εμπειρίες τους. Για τη μέτρηση της ποιότητας παροχής υπηρεσιών οι συμβατικές μέθοδοι βασίζονται σε ταξινομημένες κλίμακες όπου αναφέρονται χαρακτηριστικά της ποιότητας. Η μεγαλύτερη κριτική που έχει ασκηθεί σε αυτές τις μεθόδους είναι ότι η τιμή που δίνεται στο χαρακτηριστικό της ποιότητας δεν αναπαριστά απαραίτητα την πραγματική προτίμηση.

Λόγω της ετερογένειας και της απροσδιοριστίας των χαρακτηριστικών της ποιότητας είναι αρκετά δύσκολο να μετρηθεί ποσοτικά. Σήμερα παρόλο που στον τομέα της επιστήμης της διαχείρισης, όπως στη λήψη αποφάσεων, εφαρμόζεται η

θεωρία των ασαφών συνόλων, η εφαρμογή της στο πεδίο της ποιότητας υπηρεσιών δεν είναι τόσο συχνή.

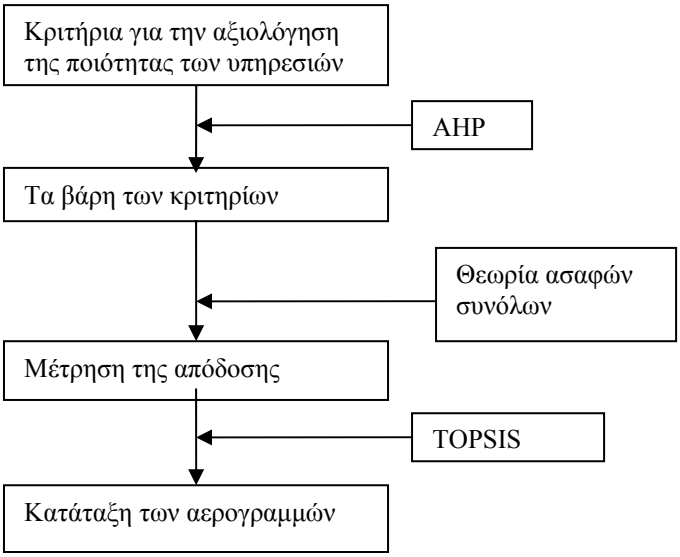
Γλωσσικές εκφράσεις, όπως ικανοποιημένος, μη ικανοποιημένος, λαμβάνονται υπόψιν ως η φυσική αναπαράσταση της κρίσης ή της προτίμησης. Αυτά τα χαρακτηριστικά υποδεικνύουν την εφαρμοσιμότητα της θεωρίας των ασαφών συνόλων για τον προσδιορισμό της ποιότητας σύμφωνα με την αισιοδοξία του αποφασίζοντα. Η θεωρία των ασαφών συνόλων βοηθά στην μέτρηση της αμφιβολίας που σχετίζεται με τις υποκειμενικές κρίσεις του ανθρώπου. Εφόσον η αξιολόγηση των χαρακτηριστικών προκύπτει από διαφορετικές αντιλήψεις των αξιολογητών για τις γλωσσικές μεταβλητές, θα πρέπει να διεξάγεται σε ένα αβέβαιο και ασαφές περιβάλλον.

3.4.1. Ασαφή σύνολα και ποιότητα υπηρεσιών αεροπορικών εταιριών

Οι αεροπορικοί μεταφορείς παρέχουν ένα πεδίο υπηρεσιών στους πελάτες το οποίο περιλαμβάνει την κράτηση εισιτηρίου, την αγορά, την παροχή υπηρεσιών τόσο στους αερολιμένες αναχώρησης και προορισμού, όσο και μέσα στα αεροσκάφη, όπως επίσης και υπηρεσίες κατά την κακή διαχείριση των αποσκευών ή και την παροχή υπηρεσιών για πελάτες που έχουν καθυστερήσει. Η φύση των παρεχόμενων υπηρεσιών των αεροπορικών εταιριών είναι αρκετά απροσδιόριστη και ετερογενής, γεγονός που καθιστά την εφαρμογή των ασαφών συνόλων για τον προσδιορισμό τους κατάλληλη.

Παρακάτω αναφέρονται συγκεκριμένα κάποιες μεθοδολογίες που έχουν χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό της απόδοσης των αεροπορικών αερογραμμών καθώς και της κατάταξής τους με χρήση της θεωρίας των ασαφών συνόλων:

- Έρευνα που πραγματοποιήθηκε για τις αεροπορικές εταιρίες της Ταϊβάν με χρήση ασαφών συνόλων: η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε παρουσιάζεται συνοπτικά παρακάτω.



Σχήμα 3.8: Βήματα της μεθοδολογίας που χρησιμοποιήθηκε

Αρχικά αναγνωρίζονται τα χαρακτηριστικά της ποιότητας υπηρεσιών τα οποία οι πελάτες θεωρούν περισσότερο σημαντικά. Στη συνέχεια υπολογίζονται τα βάρη των κριτηρίων με τη μέθοδο της αναλυτικής ιεραρχικής διαδικασίας (Analytic Hierarchy Process AHP). Η μέτρηση για την απόδοση του κάθε κριτηρίου γίνεται με τη βοήθεια της θεωρίας των ασαφών συνόλων. Τέλος γίνεται εφαρμογή της τεχνικής της κατάταξης των προτιμήσεων με την ομοιότητα στην ιδεατή λύση (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution TOPSIS) ώστε να εξαχθούν τα τελικά αποτελέσματα της κατάταξης.

Στη συγκεκριμένη έρευνα η χρήση των ασαφών συνόλων σε ακαθόριστα χαρακτηριστικά όπως η ικανοποίηση, συντελεί στην αμερόληπτη και καλύτερη απεικόνιση της διαφορετικότητας της ποιότητας παροχής υπηρεσιών κάθε αεροπορικής εταιρίας. Για το λόγο αυτό η χρήση των ασαφών συνόλων έναντι των παραδοσιακών στατιστικών μεθόδων παρουσιάζεται προτιμότερη.

- Έρευνα που πραγματοποιήθηκε για τις αεροπορικές εταιρίες της Ταϊβάν με χρήση ασαφών συνόλων.

Εδώ γίνεται χρήση μιας ασαφούς πολυκριτήριας ανάλυσης για την αξιολόγηση της απόδοσης της ποιότητας υπηρεσιών των αερογραμμών της Ταϊβάν, όπου οι αντιλήψεις των πελατών για την απόδοση και τα βάρη των κριτηρίων αναπαριστώνται με ασαφή σύνολα. Αρχικά γίνεται η συνάθροιση όλων των ασαφών αποτιμήσεων για όλα τα κριτήρια και για όλες τις αεροπορικές εταιρίες. Έπειτα, οι εναλλακτικές (εταιρίες) κατατάσσονται με βάση τη σύγκριση των συνολικών προτιμήσεων οι οποίες αναπαριστώνται επίσης ως ασαφή σύνολα. Το πρόβλημα που παρουσιάστηκε ήταν ότι η σύγκριση μεταξύ των ασαφών συνόλων δεν είναι πάντα ακριβής και αξιόπιστη. Για να λυθεί το συγκεκριμένο πρόβλημα χρησιμοποιήθηκε ένας αλγόριθμος βασισμένος στο βαθμό καταλληλότητας της λύσης και στη βέλτιστη λύση.

Τα αποτελέσματα της έρευνας βοηθούν τις αεροπορικές εταιρίες να αναγνωρίσουν καλύτερα τα εσωτερικά και εξωτερικά ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα που έχουν. Επίσης παρέχουν μια κατεύθυνση για τις εταιρίες, έτσι ώστε να παρέχουν το μεγαλύτερο βαθμό ποιότητας υπηρεσιών ανάλογα με τις απαιτήσεις των πελατών. Αναφορικά η συγκεκριμένη προσέγγιση ήταν άμεσα εφαρμόσιμη σε βασικές διαδρομές μεταξύ δύο πόλεων οι οποίες εξυπηρετούνται από πολλές αεροπορικές εταιρίες.

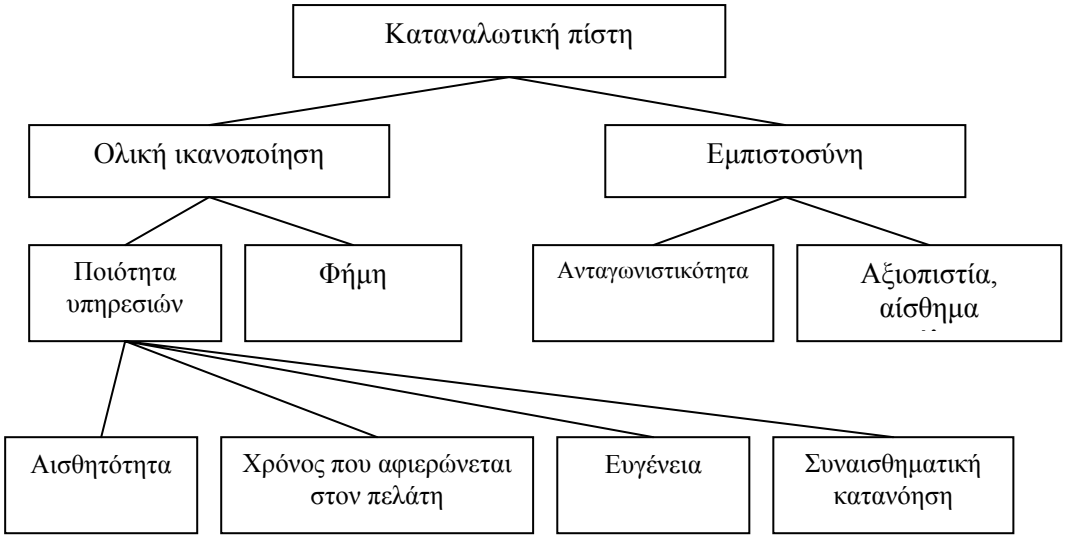
- Έρευνα που έγινε σε 14 κύριους αερολιμένες της Asia Pacific.

Στη συγκεκριμένη έρευνα έγινε χρήση μιας ασαφούς πολυκριτήριας μεθόδου λήψης αποφάσεων όπου κατασκευάστηκαν έξι διακριτά και χρηστικά χαρακτηριστικά των παρεχόμενων υπηρεσιών, τα οποία αναπαριστούσαν τη λειτουργική ποιότητα των υπηρεσιών που προσφερόταν στα αεροδρόμια. Για να ελαχιστοποιηθούν τα γνωστικά προβλήματα χρησιμοποιήθηκαν γλωσσικοί όροι για τις υποκειμενικές εκτιμήσεις των πελατών, οι οποίοι αναπαριστώνται από τριγωνικούς ασαφείς αριθμούς. Αναπτύχθηκε ένας αποτελεσματικός αλγόριθμος για τη λύση του ασαφούς πολυκριτήριου προβλήματος, όπου χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικές προτιμήσεις του αποφασίζοντα για τα βάρη των χαρακτηριστικών όπως και για την αποτίμηση της απόδοσης ώστε να αποδοθούν διαφορετικές πλευρές της απόφασης. Με τη χρήση του αλγόριθμού που βασίζεται στην καταλληλότητα της λύσης, αποκτάται ένας πίνακας απόδοσης για κάθε αερολιμένα που αξιολογείται ο οποίος υποδεικνύει το συνολικό επίπεδο της

ποιότητας των παρεχόμενων υπηρεσιών, συγκριτικά με τους υπόλοιπους αερολιμένες. Ο συγκεκριμένος πίνακας βοηθά τις επιχειρήσεις να κατανοήσουν το επίπεδο συγκρισιμότητας της συνολικής ποιότητας σε σχέση με τα χαρακτηριστικά των υπηρεσιών, ώστε να προσδιοριστούν οι τομείς παροχής υπηρεσιών στους οποίους χρειάζεται βελτίωση. Ο συγκεκριμένος πίνακας μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως σημείο αναφοράς για τη μέτρηση των επιδόσεων της επιχείρησης (benchmarking).

3.4.2. Ασαφή σύνολα και προσδιορισμός της καταναλωτικής πίστης του πελάτη

Στην συγκεκριμένη έρευνα έγινε χρήση του μοντέλου της διπλής αλήθειας του Zollo, το οποίο αναλύθηκε παραπάνω, για ώστε να προσδιοριστεί η βαρύτητα των παραγόντων που συμβάλλουν στην αφοσίωση και προτίμηση του πελάτη σε μια επιχείρηση. Οι παράγοντες που θεωρήθηκαν ότι επηρεάζουν αυτή την προτίμηση προήλθαν μετά από έρευνα με συνεντεύξεις των πελατών και είναι οι εξής: α) η ολική ικανοποίηση του πελάτη και β) η εμπιστοσύνη. Η ολική ικανοποίηση εξαρτάται από δύο κριτήρια α1)την ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών το οποίο αναλύεται σε τέσσερα υποκρίτηρια, την αισθητότητα, το χρόνο που αφιερώνεται στον πελάτη, την ευγένεια και τη συναισθηματική κατανόηση και α2)τη φήμη της επιχείρησης, ενώ η εμπιστοσύνη αποτελείται από δύο υποκριτήρια, β1)την ανταγωνιστικότητα της επιχείρησης και β2)την ασφάλεια (αξιοπιστία) που προσφέρει. Το παρακάτω σχήμα παρουσιάζει το δέντρο με τις διαστάσεις της αφοσίωσης του πελάτη στην επιχείρηση.



Σχήμα 3.9: Κριτήρια και υποκριτήρια καταναλωτικής πίστης

Τα συμπεράσματα της συγκεκριμένης έρευνας παρουσιάζονται παρακάτω:

- Αρχικά διαπιστώθηκε η αποδοχή από όλους σχεδόν τους αξιολογητές (πελάτες) για την επίδραση των χαρακτηριστικών που επιλέχθηκαν σε διαφορετικά επίπεδα στην αφοσίωση και προτίμηση του πελάτη στην επιχείρηση.
- Επίσης διαπιστώθηκε ότι η εμπιστοσύνη ως χαρακτηριστικό έχει μεγαλύτερη σημαντικότητα για τους πελάτες, γεγονός το οποίο στρέφει την προσοχή της εταιρίας για βελτίωση στο συγκεκριμένο χαρακτηριστικό.
- Η ανταγωνιστικότητα της επιχείρησης παρουσιάστηκε ως το υποκριτήριο της εμπιστοσύνης με τη μεγαλύτερη βαρύτητα, γεγονός το οποίο υποδεικνύει τη σημασία του εκσυγχρονισμού και της ενημέρωσης της επιχείρησης για τα προσφερόμενα προϊόντα και υπηρεσίες.
- Επίσης παρατηρήθηκε ότι η ποιότητα είναι ο κυριότερος παράγοντας της ικανοποίησης του πελάτη καθώς είναι και το υποκριτήριο με μεγαλύτερο βάρος έναντι της φήμης της επιχείρησης.

Η χρήση των ασαφών συνόλων στη συγκεκριμένη έρευνα παρουσιάστηκε ως ιδανική επιλογή λόγω της υποκειμενικής φύσης των χαρακτηριστικών και της γλωσσικής έκφρασης για την αποτίμησή τους. Η μεθοδολογία των ασαφών συνόλων εδώ αποτελεί μεγάλη ωφέλεια καθώς επιτρέπει την αναπαράσταση της δομής της

διαδικασίας αξιολόγησης από τον πελάτη και τη διαχείριση της πολυπλοκότητας της λεκτικής πληροφορίας.

4. Η πολυκριτήρια μέθοδος MUSA

4.1 Εισαγωγή στην πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων

4.1.1 Μοντελοποίηση προβλημάτων απόφασης

Η πολυκριτήρια η πολυκριτηριακή ανάλυση (multicriteria analysis) περιλαμβάνει ένα σύνολο μεθόδων, μοντέλων και προσεγγίσεων που έχουν ως στόχο να βοηθήσουν έναν ή περισσότερους αποφασίζοντες να χειριστούν ημιδομημένα προβλήματα απόφασης με πολλαπλά κριτήρια (Siskos and Spyridakos, 1999).

Τα κυριότερα θεωρητικά ρεύματα της πολυκριτήριας ανάλυσης είναι τέσσερα:

1. **Η πολυκριτήρια θεωρία συστημάτων αξιών ή χρησιμότητας** η οποία έχει ως στόχο την κατασκευή ενός συστήματος αξιών, το οποίο συνθέτει τις προτιμήσεις του αποφασίζοντα στο σύνολο των κριτηρίων.
2. **Η θεωρία των σχέσεων υπεροχής** η οποία έχει ως στόχο τη δημιουργία σχέσεων υπεροχής μεταξύ δράσεων απόφασης, πράγμα που επιτρέπει την ασυγκρισιμότητα μεταξύ τέτοιων δράσεων.
3. **Η αναλυτική συνθετική προσέγγιση** έχει ως στόχο την αναζήτηση και προσέγγιση της συλλογιστικής του αποφασίζοντα με τελικό αποτέλεσμα την πληρέστερη διερεύνησή τους.
4. **Η βελτιστοποίηση πολυκριτήριου προγραμματισμού**, μια επέκταση του μαθηματικού προγραμματισμού με στόχο την επίλυση προβλημάτων με συνεχείς εναλλακτικές ενέργειες και περισσότερες από μια αντικειμενικές συναρτήσεις.

Το γενικό πλαίσιο μοντελοποίησης προβλημάτων στο πεδίο της πολυκριτήριας ανάλυσης αποφάσεων οριοθετείται από τέσσερα διαδοχικά και αλληλεπιδρώντα στάδια που παρατίθενται παρακάτω:

1. **Αντικείμενο της απόφασης.** Η απόφαση αναλύεται σε ένα πεπερασμένο ή συνεχές σύνολο δράσεων A και ορίζεται πάνω σε αυτό μια προβληματική, που δίνει ρόλο στο έργο της υποστήριξης της απόφασης, χωρίς αναγκαστικά να παραμένει σταθερή κατά τη διαδικασία της απόφασης. Ο Roy (1985) ορίζει τις εξής τέσσερις προβληματικές:

- Επιλογή μιας και μόνο δράσης από το σύνολο *A*.
- Καταχώρηση των δράσεων σε ομογενείς κλάσεις με συγκεκριμένες ιδιότητες.
- Διάταξη των δράσεων από την καλύτερη μέχρι την χειρότερη
- Απλή περιγραφή των δράσεων και των συνεπειών τους στη γλώσσα του αποφασίζοντα.

2. **Συνεπής οικογένεια κριτηρίων.** Κάθε δράση αντανακλά ένα «νέφος στοιχειωδών επιπτώσεων» ή σύνολο ιδιοτήτων που τη χαρακτηρίζουν, μέσω του οποίου είναι δυνατή η εκτίμησή της από τον αποφασίζοντα. Η ανάλυση των στοιχειωδών επιπτώσεων για κάθε ενέργεια, καθοδηγεί τον αναλυτή στον ορισμό και μοντελοποίηση των κριτηρίων απόφασης.
3. **Κατασκευή μοντέλου συνολικής προτίμησης.** Το στάδιο αυτό αναφέρεται στον κανόνα σύνθεσης των κριτηρίων (μερικές προτιμήσεις) μέσα από ένα μοντέλο ολικής προτίμησης. Οι δράσεις του συνόλου Α συγκρίνονται συνολικά με βάση το μοντέλο αυτό και τον τύπο προβληματικής που έχει οριστεί στο στάδιο 1.
4. **Υποστήριξη της απόφασης.** Στο συγκεκριμένο στάδιο ο αναλυτής αναζητεί και οργανώνει τα στοιχεία απάντησης σε συγκεκριμένα ερωτήματα που θέτει το ίδιο το πρόβλημα, καθώς επίσης και ο λήπτης της απόφασης. Πρόκειται για συμπληρωματικό στάδιο του προηγούμενου, με λόγο ύπαρξης το γεγονός ότι μια λύση που δίνει ένα μοντέλο δεν είναι άμεσα κατανοητή και εκμεταλλεύσιμη στα πεδία λήψης αποφάσεων ή/ και διαπραγματεύσεων.

Όσον αφορά στον καθορισμό του συνόλου των κριτηρίων προτίμησης, πρέπει να τονιστεί ότι αποτελεί ίσως το σημαντικότερο στάδιο της μεθοδολογίας μοντελοποίησης πολυκριτήριων προβλημάτων. Γενικά, ως κριτήριο ορίζεται κάθε μονότονη μεταβλητή που δηλώνει τις προτιμήσεις του αποφασίζοντα. Ένα κριτήριο μπορεί να είναι είτε ποσοτικό και να εκφράζεται από μια συνεχή κλίμακα (χρόνου, κόστους, κλπ), είτε ποιοτικό, για την μοντελοποίηση του οποίου υιοθετείται μια συμβατική μονότονη κλίμακα διακεκριμένων τιμών.

Με αυτόν τον τρόπο το κριτήριο αντιπροσωπεύεται από μια πραγματική συνάρτηση.

$$g : A - R / .a - g(a)$$

όπου g(α) είναι η αξιολόγηση της δράσης αεΑ πάνω στο κριτήριο g. Η συνάρτηση αυτή οφείλει να πληρεί την ιδιότητα της μονοτονίας, δηλαδή:

$$\begin{cases} g(a) > g(b) \Leftrightarrow a\ \textit{προτιμάται της}\ b \\ g(a) = g(b) \Leftrightarrow a\ \textit{ισοδύναμη}\ \textit{της}\ b \end{cases} \quad \forall a, b \in A$$

Γενικά τα κριτήρια είναι μοντέλα σύγκρισης των δράσεων του προβλήματος και οφείλουν να πληρούν απαραίτητα τρεις θεμελιώδεις ιδιότητες:

1. **Μονοτονία**
2. **Πληρότητα**
3. **Μη πλεονασμός**

Ένα σύστημα τέτοιων μεταβλητών ονομάζεται συνεπής οικογένεια κριτηρίων (consistent family of criteria) και απεικονίζει το σύνολο των δραστηριοτήτων Α μέσα στον n-διάστατο πραγματικό χώρο R^n.

4.1.2 Αναλυτική- συνθετική προσέγγιση

Τα μοντέλα της πολυκριτήριας ανάλυσης, στη μεγαλύτερή τους πλειοψηφία, στηρίζονται σε μια παραδοσιακή αντίληψη του ορθολογισμού που βασίζεται στις αρχές της γραμμικότητας και της αιτιότητας, δηλαδή στη λογική ότι η απόφαση καθορίζεται από τα κριτήρια. Η αναλυτική- συνθετική προσέγγιση, από την άλλη πλευρά, δέχεται ότι η απόφαση και τα κριτήρια επιδέχονται προοδευτική επεξεργασία αλληλοδομούμενα μέσα στο χρόνο (Σίσκος, 1981, 1986).

Η αναλυτική- συνθετική προσέγγιση εστιάζεται στη συσχέτιση των πραγματικών δεδομένων και του μοντέλου απόφασης, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η μεγαλύτερη δυνατή συμβατότητα του μοντέλου- πραγματικότητας. Ουσιαστικά, στις διαδικασίες των μεθόδων της συγκεκριμένης προσέγγισης, γνωστού όντως του μοντέλου απόφασης, εκτιμώνται οι παράμετροι του μοντέλου με τις οποίες θα επιτευχθεί μια βέλτιστη ανασύσταση των δεδομένων της απόφασης (Σίσκος, 1981, Σπυριδάκος, 1996).

Τα μοντέλα της συγκεκριμένης κατηγορίας βασίζονται στην αρχή ότι το αποτέλεσμα μιας απόφασης μπορεί είτε να παρατηρηθεί (σε περιπτώσεις αποφάσεων

με επαναληπτικό χαρακτήρα), είτε να συλλεχθεί από τον αποφασίζοντα (μέσα από διαλογικές διαδικασίες). Ο απώτερος σκοπός είναι η επέκταση γνωστών καταστάσεων συμπεριφοράς στο υπό μελέτη σύνολο Α των ενεργειών απόφασης. Αξίζει γενικότερα να σημειωθεί ότι σε περίπτωση ασυνέπειας ανάμεσα στον αποφασίζοντα και το εκτιμώμενο μοντέλο προτίμησης, αναθεωρείται είτε η οικογένεια των κριτηρίων είτε τα δεδομένα της απόφασης.

Η πρώτη θεμελίωση της αναλυτικής- συνθετικής προσέγγισης έγινε από τους Hammont *et al.* (1997), ενώ η σημαντικότερη προώθησή της πραγματοποιήθηκε με τη διατύπωση των μεθόδων UTA (Jacquet-Lagreze and Siskos), 1982), UTASTAR (Siskos and Yannacopoulos, 1985) και UTA II (Siskos, 1980).

4.1.3 Θεωρία πολυκριτήριας χρησιμότητας- αξίας

Οι μέθοδοι ανήκουν στην προσέγγιση της θεωρίας πολυκριτήριας χρησιμότητας έχουν ως κύριο στόχο είτε τον προσδιορισμό μιας βέλτιστης εναλλακτικής δράσης, είτε την κατάταξη των εναλλακτικών δράσεων από την καλύτερη μέχρι την χειρότερη, έτσι ώστε :

$$\begin{cases} U(a) > U(b) \Leftrightarrow a \ \textit{προτιμάται της} \ b \\ U(a) = U(b) \Leftrightarrow a \ \textit{ισοδύναμη της} \ b \end{cases} \forall a, b \in A$$

Η ύπαρξη της συνάρτησης U(.), υπό καθεστώς βεβαιότητας θεμελιώνεται με βάση τις εξής παραδοχές:

- Πλήρης συγκρισιμότητα των εναλλακτικών ενεργειών
- Μεταβατικότητα των προτιμήσεων των εναλλακτικών ενεργειών

Επιπρόσθετα, η ύπαρξη αθροιστικής συνάρτησης αξιών, υπό καθεστώς βεβαιότητας, προϋποθέτει το επόμενο θεώρημα (Keeny and Raiffa, 1976, Keeney, 1992):

Ορισμός 1 (ανεξαρτησία προτιμήσεων)

Οι προτιμήσεις για το ζεύγος των κριτηρίων $\{g_1,g_2\}$ είναι ανεξάρτητες των προτιμήσεων για τα υπόλοιπα κριτήρια $\{g_3,g_4,.....,g_n\}$ $(n\geq3)$ αν και μόνο αν η

υποθετική δομή των προτιμήσεων («προτίμηση» ή «ανεξαρτησία») στο χώρο (g_1,g_2) δεν εξαρτάται από το ύψος των άλλων κριτηρίων.

Ορισμός 2 (αμοιβαία ανεξαρτησία προτιμήσεων)
Αν οι προτιμήσεις για κάθε ζεύγος κριτηρίων είναι ανεξάρτητες των προτιμήσεων του συμπληρωματικού συνόλου των κριτηρίων, τότε ισχύει για το σύνολο των κριτηρίων αμοιβαία ανεξαρτησία προτιμήσεων.

Θεώρημα
Δεδομένου ενός συνόλου κριτηρίων {g_1,g_2,.....,g_n} ($n \geq 3$), υπάρχει αθροιστική συνάρτηση χρησιμότητας

$$u(g_1, g_2 \ldots, g_n) = \sum_{i=1}^{u} u_i(g_i)$$

αν και μόνο αν ισχύει αμοιβαία ανεξαρτησία προτιμήσεων για το σύνολο των κριτηρίων.

Οι πλέον γνωστές μορφές αθροιστικών συναρτήσεων ολικής χρησιμότητας είναι :

1. **Γενική αθροιστική μορφή**

$$\begin{cases} U(a) = \sum_{i=1}^{n} u_i(g_i(a)) & i = 1,2,\ldots n \\ u_i(g_{i*}) = 0, u_i(g_{i*}) = 1 \end{cases}$$

όπου αϵA, $g_i(\alpha)$ αύξουσα συνάρτηση του κριτηρίου g_i για κάθε εναλλακτική δράση α, g_{i*} και g_i^* η χειρότερη και η καλύτερη τιμή του κριτηρίου g_i.

2. **Σταθμισμένη αθροιστική μορφή**

$$\begin{cases} U(a) = \sum_{i=1}^{n} p_i(g_i(a)) \\ \sum_{i=1}^{n} p_i = 1 & i = 1,2\ldots n \\ p_i \geq 0 \end{cases}$$

όπου όπου αεA και $g_i(\alpha)$ αύξουσες συναρτήσεις των κριτηρίων g_i για κάθε εναλλακτική ενέργεια α.

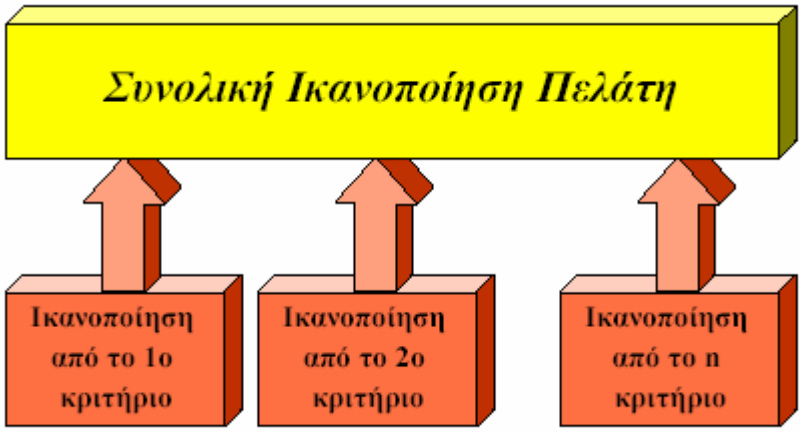
Είναι αρκετά σημαντικό να τονιστεί η φυσική σημασία των συντελεστών σημαντικότητας των βαρών p_i. Το βάρος ενός κριτηρίου είναι η ποσότητα που παραχωρείται στο κριτήριο αναφοράς για να υπάρξει κέρδος ακριβώς μιας μονάδας στο συγκεκριμένο κριτήριο. Συνεπώς, τα βάρη είναι βαθμοί παραχωρήσεων μεταξύ των κριτηρίων και του κριτήριου αναφοράς. Σε αρκετές περιπτώσεις περιγράφεται ένας αναλυτικός αλληλεπιδραστικός διάλογος για την εκτίμηση του συνόλου των βαρών (Keeney, 1980, Keeney, 1992, Kirkwood, 1997, Σίσκος, 1998).

Υπάρχουν επίσης αρκετά αναλυτικές μέθοδοι και συστήματα κατασκευής μιας αθροιστικής συνάρτησης χρησιμότητας, όπως η τεχνική του σημείου μέσης αξίας και η τεχνική του σταθερού σημείου, όπως αναφέρονται από τους Kenney και Raiffa (1976), καθώς επίσης και το σύστημα MIDAS (Siskos *et al.* 1999).

4.2 Βασικές αρχές

Η μέθοδος MUSA (MUlticriteria Satisfaction Analysis) είναι μια μεθοδολογία που εκτιμά την ικανοποίηση ενός συνόλου ατόμων (πελατών, εργαζομένων, κλπ) με βάση το σύστημα αξιών και προτιμήσεων του συνόλου αυτού το οποίο θεωρείται ως ενιαίο. Η μέθοδος MUSA βασίζεται στην πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων.

Ο βασικός σκοπός της πολυκριτήριας μεθοδολογίας MUSA είναι η σύνθεση των προτιμήσεων ενός συνόλου πελατών σε μια ποσοτική μαθηματική συνάρτηση αξιών. Πιο συγκεκριμένα, η μέθοδος υποθέτει ότι η συνολική ικανοποίηση ενός μεμονωμένου πελάτη εξαρτάται από ένα σύνολο μεταβλητών, τα οποία αντιπροσωπεύουν τα χαρακτηριστικά του προσφερόμενου προϊόντος ή υπηρεσίας.



Σχήμα 4.1: Σύνθεση προτιμήσεων πελατών.

Η εκτίμηση της ικανοποίησης ενός συνόλου πελατών μπορεί να θεωρηθεί σαν ένα πρόβλημα στο επιστημονικό πεδίου της Πολυκριτήριας Ανάλυσης, υποθέτοντας ότι η συνολική ικανοποίηση ενός πελάτη εξαρτάται από ένα σύνολο κριτηρίων.
$\mathbf{X}=(X_1,X_2,.....,X_n)$

Τα κριτήρια αυτά ονομάζονται διαστάσεις ικανοποίησης και αιτιολογούν την έννοια της αναλυτικής- συνθετικής προσέγγισης της μεθοδολογίας. Τα απαιτούμενα δεδομένα της μεθόδου συλλέγονται από ένα απλό, αλλά εξειδικευμένο ερωτηματολόγιο, σύμφωνα με το οποίο ζητείται από κάθε πελάτη να αξιολογήσει τις υπηρεσίες που του προσφέρονται, δηλαδή να εκφράσει τη συνολική όσο και την επιμέρους ικανοποίηση για κάθε ένα από τα κριτήρια χαρακτηριστικά του προϊόντος ή της υπηρεσίας αυτής. Οι προτιμήσεις αυτές των πελατών εκφράζονται σύμφωνα με μια μονότονη προκαθορισμένη ποιοτική κλίμακα. Σύμφωνα με την προτεινόμενη μεθοδολογία που παρουσιάζεται, το μοντέλο MUSA προσπαθεί να εκτιμήσει τη συνολική και τις επιμέρους συναρτήσεις ικανοποίησης και αντίστοιχα, δεδομένων των προτιμήσεων και που έχει εκφράσει το σύνολο των πελατών.

Η μέθοδος MUSA ακολουθεί τις γενικές αρχές της ποιοτικής ανάλυσης παλινδρόμησης υπό περιορισμούς, χρησιμοποιώντας τεχνικές γραμμικού προγραμματισμού για την επίλυσή της. Η βασική εξίσωση της γραμμικής ανάλυσης παλινδρόμησης έχει ως εξής:

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

όπου οι συναρτήσεις Y^* και X_ι^* είναι ικανοποιημένες στο διάστημα [0,100] ενώ b_i είναι ο συντελεστής βάρους του κριτηρίου i.

Οι περιορισμοί κανονικοποίησης μπορούν να γραφούν ως εξής:

$$\begin{cases} y^{*1} = 0,\ y^{*a} = 100 \\ x_i^{*1} = 0,\ x_i^{*a} = 100\ \gamma\iota\alpha\ i = 1,2,\ldots,n \end{cases}$$

Οι σχέσεις «προτίμησης» μοντελοποιούν τους περιορισμούς μονοτονίας των συναρτήσεων Y^* και X_ι^* και έχουν ως εξής:

$$\begin{cases} y^{*m} \le y^{*m+1} \Leftrightarrow y^m \succeq y^{*m+1}\ \ \gamma\iota\alpha\ m = 1,2,\ldots,a-1 \\ x_i^{*k} = x_i^{*k+1} \Leftrightarrow x_i^{*k} \succeq x_i^{*k+1}\ \ \gamma\iota\alpha\ k = 1,2,\ldots,a_i - 1 \end{cases}$$

όπου $\succeq$ προτίμηση ή ισοδυναμία,

$\succ$ μη προτίμηση.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι Y^* και X_ι^* είναι μονότονες και αύξουσες διακριτές συναρτήσεις.

4.3 Μαθηματική ανάπτυξη του μοντέλου

Η μέθοδος MUSA προσπαθεί να εκτιμήσει μια συλλογική συνάρτηση αξιών (collective value function) Y^* και ένα σύνολο μερικών συναρτήσεων ικανοποίησης X_i^* με βάση τις γνώμες των πελατών, έχοντας σαν αντικειμενικό σκοπό την επίτευξη της μεγαλύτερης δυνατής συμφωνίας ανάμεσα στη συνάρτηση Y^* και στις απόψεις των πελατών Y. Πιο αναλυτικά:

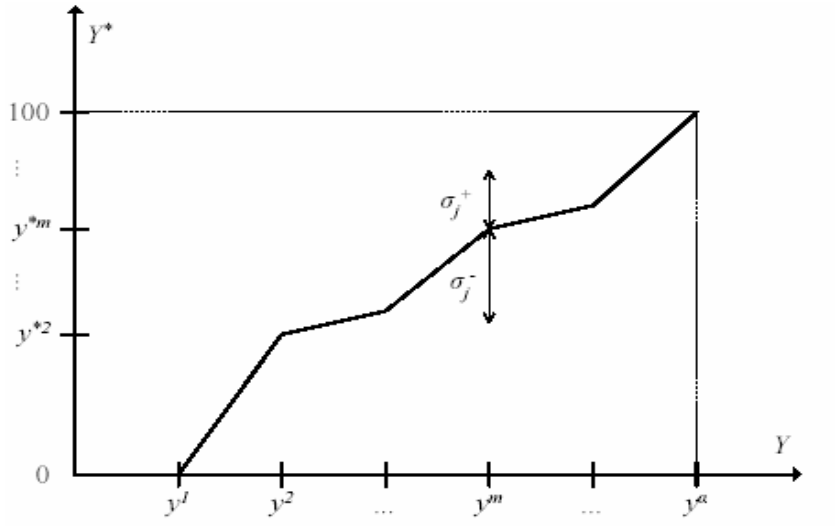
- Οι συναρτήσεις Y^* και X_i^* εκφράζουν τις προτιμήσεις ενός συνόλου καταναλωτών
- Η μέθοδος MUSA «συνθέτει» ένα σύνολο διαφορετικών απόψεων ικανοποίησης σε μοναδικές συναρτήσεις Y^* και X_i^* .
- Η σύνθεση αυτή γίνεται με τις μικρότερες δυνατές αποκλίσεις.

Με βάση την προηγούμενη διαμόρφωση του προβλήματος και εισάγοντας μια διπλή μεταβλητή σφάλματος, η βασική εξίσωση της ποιοτικής ανάλυσης παλινδρόμησης παίρνει την ακόλουθη μορφή:

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

όπου $\tilde{Y}^*$ είναι η εκτίμηση της συλλογικής συνάρτησης αξιών Y^*, σ^+ και σ^- είναι αντίστοιχα το σφάλμα υπερεκτίμησης και υποεκτίμησης.

Η παραπάνω εξίσωση ισχύει για τον κάθε πελάτη που έχει εκφράσει μια συγκεκριμένη άποψη ικανοποίησης και για το λόγο αυτό οι μεταβλητές σφάλματος θα πρέπει να ορισθούν για κάθε πελάτη χωριστά, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 4.2.

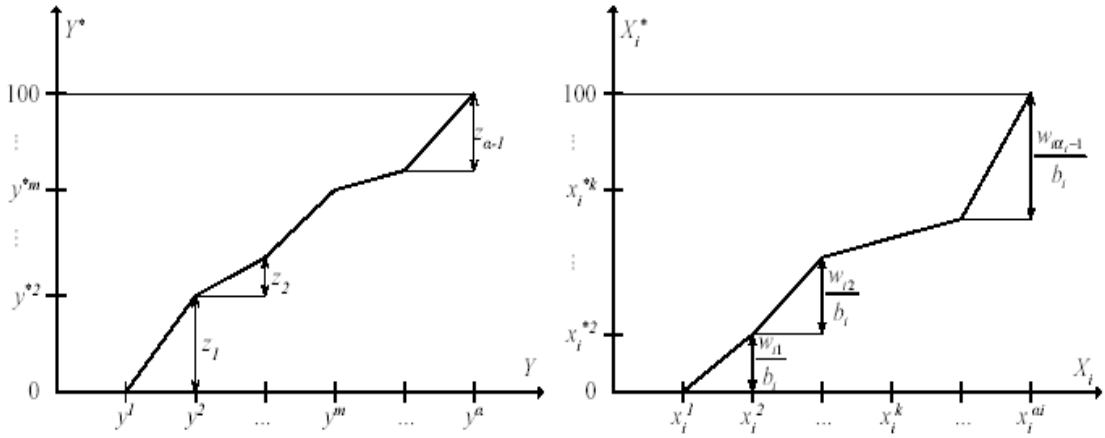
Εξετάζοντας προσεκτικά την παραπάνω εξίσωση είναι εύκολο να παρατηρηθεί η ομοιότητα της μεθόδου MUSA είτε με τις βασικές αρχές του γραμμικού προγραμματισμού στόχων (goal programming), είτε με την μεθοδολογία της γραμμικής ανάλυσης παλινδρόμησης υπό περιορισμούς (ordinal regression analysis) και ειδικότερα με την οικογένεια των μοντέλων προσθετικής χρησιμότητας UTA (Jacquet Lagreze and Siskos, 1982; Siskos and Yannacopoulos, 1985, Despotis et al., 1990).

Σύμφωνα με τις υποθέσεις και τους ορισμού που έχουν προαναφερθεί, το πρόβλημα της εκτίμησης της ικανοποίησης πελατών μπορεί πλέον να μορφοποιηθεί σαν ένα πρόβλημα μαθηματικού προγραμματισμού με στόχο την ελαχιστοποίηση του αθροίσματος των μεταβλητών σφάλματος υπό τους περιορισμούς:

- Βασική εξίσωση ποιοτικής ανάλυσης παλινδρόμησης για κάθε πελάτη $u(g_1, g_2 \ldots, g_n) = \sum_{i=1}^{u} u_i(g_i)$
- Περιορισμοί κανονικοποίησης των Y^* και X_i^* στο διάστημα [0,100],
- Περιορισμοί μονοτονίας των Y^* και X_i^*.

Το μέγεθος του προηγούμενου μαθηματικού προγράμματος μπορεί να ελαττωθεί, με στόχο τη μείωση της υπολογιστικής δυσκολίας εύρεσης της βέλτιστης λύσης, εξαλείφοντας το σύνολο των περιορισμών μονοτονίας. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση νέων μεταβλητών, οι οποίες εκφράζουν τα διαδοχικά βήματα αύξησης των συναρτήσεων Y^* και X_i^* , και ορίζονται ως εξής:

$$\begin{cases} z_m = y^{*m+1} - y^{*m} \quad \gamma\iota\alpha \;\; m = 1,2,\ldots, a-1 \\ w_{ik} = b_i x_i^{*k+1} - b_i x_i^{*k} \;\; \gamma\iota\alpha \; k = 1,2,..a_i - 1 \;\; \kappa\alpha\iota \;\; i = 1,2\ldots n \end{cases}$$



Σχήμα 4.3.

Χρησιμοποιώντας την παραπάνω εξίσωση οι αρχικές μεταβλητές απόφασης του γραμμικού προγράμματος γράφονται:

$$\begin{cases} y^{m*} = \sum_{t=1}^{m-1} z_t \quad \gamma\iota\alpha \;\; m = 2,3,\ldots, a \\ b_i x_i^{*k} = \sum_{t=1}^{k-1} w_{it} \;\; \gamma\iota\alpha \; k = 2,3,..a_i - 1 \;\; \kappa\alpha\iota \;\; i = 1,2\ldots n \end{cases}$$

οπότε εισάγοντας τις νέες μεταβλητές z_m και w_{ik} και χρησιμοποιώντας τις παραπάνω εξισώσεις, η εξίσωση παλινδρόμησης γίνεται :

$$\sum_m z_m = \sum_i \sum_k w_{ik} - \sigma^+ + \sigma^-$$

Πιο συγκεκριμένα, έστω ότι ο πελάτης j έχει εκφράσει την ικανοποίησή του με βάση τις καθορισμένες ποιοτικές κλίμακες Y και X, δηλαδή

$$\begin{cases} \textit{ολική ικανοποίηση } \bar{y}^j = y^{tj} \ \textit{και } \bar{y}^j \in \mathrm{Y} = \{y^1, y^2, ...y^a\} \\ \textit{μερική ικανοποίηση } \bar{x}^j = x^{tji} \ \textit{και } \bar{x}^j \in X_i = \{x_i^1, x_i^2, .., x_i^{tji}, ...x_i^{ai}\} \ \textit{για } i = 1,2.., n \end{cases}$$

τότε θα ισχύει :

$$\sum_{m=1}^{t_j-1} z_m = \sum_{i=1}^{n} \sum_{k=1}^{t_{ij}-1} w_{ik} - \sigma^+ + \sigma^- \ \forall j$$

Άρα η τελική μορφή του γραμμικού προγράμματος έχει ως εξής:

$$\begin{cases} [\min] F = \sum_{j=1}^{M} \sigma_j^+ + \sigma_j^- \\ \textit{υπό τους περιορισμούς} \\ \sum_{i=1}^{n} \sum_{k=1}^{t_{ji}-1} w_{ik} - \sum_{m=1}^{t_j-1} z_m - \sigma_j^+ + \sigma_j^- = 0 \ \textit{για } j = 1,2,..., M \\ \sum_{m=1}^{a-1} z_m = 100 \\ \sum_{i=1}^{n} \sum_{k=1}^{a_i-1} w_{ik} = 100 \\ z_m \geq 0, w_{ik} \geq 0 \ \forall m, i, k \\ \sigma_j^+ \geq 0, \sigma_j^- \geq 0 \ \textit{για } j = 1,2,..M \end{cases}$$

όπου M ο συνολικός αριθμός των πελατών.

Το παραπάνω γραμμικό πρόγραμμα αποτελεί τη βασική μορφή της μεθόδου MUSA, με βάση το οποίο εξετάζονται κάποια ειδικά θέματα, όπως η ανάλυση ευστάθειας και οι δείκτες σφάλματος.

4.4 Ανάλυση Ευστάθειας

Η ανάλυση της ευστάθειας της συγκεκριμένης μεθόδου, δεδομένου ότι βασίζεται στις γενικές αρχές του γραμμικού προγραμματισμού, αντιμετωπίζεται σαν ένα πρόβλημα ανάλυσης μεταβελτιστοποίησης (post optimality analysis).

Πιο συγκεκριμένα, πρέπει να αναφερθεί ότι δεν είναι σπάνιο το πρόβλημα της ύπαρξης πολλαπλών βέλτιστων (multiple optimal solutions) ή ημιβέλτιστων (near optimal solutions) λύσεων στις εφαρμογές του γραμμικού προγραμματισμού, ιδίως σε προβλήματα μεγάλου μεγέθους.

Η λύση στο συγκεκριμένο πρόβλημα επιτυγχάνεται με μια ευρετική μέθοδο αναζήτησης ημιβέλτιστων λύσεων, οι οποίες όμως παρουσιάζουν κάποιες επιθυμητές ιδιότητες (Siskos, 1984, Σίσκος, 1988). Η ευρετική αυτή τεχνική βασίζεται στα εξής σημεία:

- Σε αρκετές περιπτώσεις, η βέλτιστη ή οι βέλτιστες λύσεις δεν είναι οι μόνες που ενδιαφέρουν, δεδομένης της ασάφειας που ισχύει για τις παραμέτρους του γραμμικού προγράμματος και τις προτιμήσεις του αποφασίζοντος (Van de Panne, 1975).
- Ο αριθμός των βέλτιστων ή ημιβέλτιστων λύσεων είναι συχνά τεράστιος, οπότε οι μέθοδοι εξαντλητικής αναζήτησής τους (μέθοδος αντίστροφης simplex, αλγόριθμος Manas- Nedoma) απαιτούν πολύ χρόνο.

Η φάση της ανάλυσης μεταβελτιστοποίησης ολοκληρώνει τον αλγόριθμο της μεθοδολογίας της MUSA και περιλαμβάνει την μορφοποίηση και επίλυση n γραμμικών προβλημάτων, όσος και ο αριθμός των κριτηρίων ικανοποίησης. Τα γραμμικά αυτά προγράμματα μεγιστοποιούν το βάρος κάθε κριτηρίου.

Η συγκεκριμένη ανάλυση μεταβελτιστοποίησης επιτρέπει την ανάλυση ευστάθειας της βέλτιστης λύσης (Σίσκος, 1998), δεδομένου ότι όταν το εύρος των τιμών που παίρνουν οι μεταβλητές στις διάφορες ημιβέλτιστες λύσεις είναι μικρό, τότε η βέλτιστη λύση είναι ευσταθής, ενώ σε αντίθετη περίπτωση η λύση είναι ασταθής.

4.5 Παρουσίαση αποτελεσμάτων

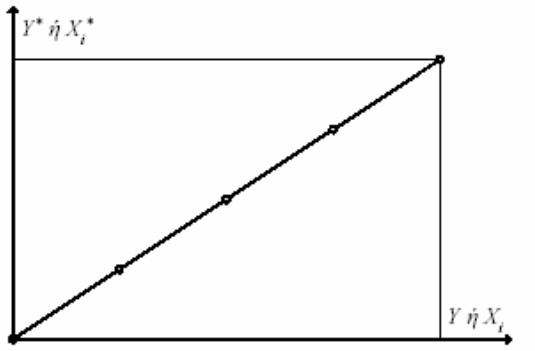
4.5.1 Συναρτήσεις και βάρη ικανοποίησης

Οι εκτιμώμενες συναρτήσεις ικανοποίησης αποτελούν τα σημαντικότερα αποτελέσματα της μεθόδου MUSA, δεδομένου ότι εκφράζουν την πραγματική αξία

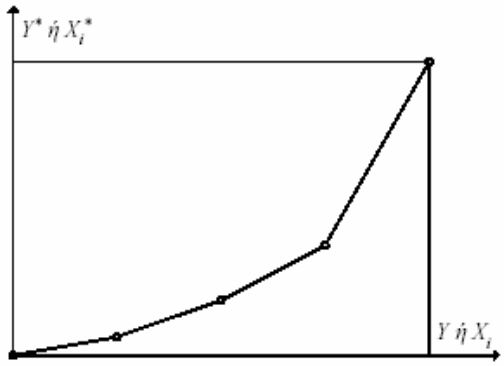
που προσδίδει το σύνολο των πελατών σε ένα καθορισμένο ποιοτικό επίπεδο ικανοποίησης.

Η μορφή των συναρτήσεων αυτών είναι σε θέση να προσδιορίσει το βαθμό απαιτητικότητας των πελατών. Υπάρχουν τρεις βασικές ομάδες πελατών:

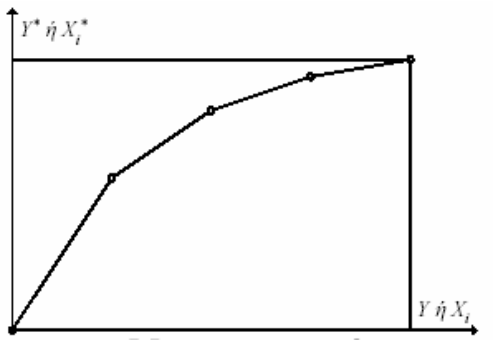
«Ουδέτεροι πελάτες»: η συνάρτηση ικανοποίησης έχει γραμμική μορφή, γεγονός που σημαίνει ότι οι συγκεκριμένοι πελάτες όσο περισσότερο ικανοποιημένοι δηλώνουν ότι είναι, τόσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό των προσδοκιών τους που εκπληρώνεται.



«Απαιτητικοί πελάτες»: η συνάρτηση ικανοποίησης έχει κυρτή μορφή, δεδομένου ότι η ομάδα αυτή των πελατών δεν είναι ικανοποιημένη παρά μόνο αν τους προσφέρεται το βέλτιστο επίπεδο υπηρεσιών.



«Μη απαιτητικοί πελάτες»: η συνάρτηση ικανοποίησης έχει κοίλη μορφή, γεγονός που υποδηλώνει ότι οι συγκεκριμένοι πελάτες δηλώνουν ότι είναι ικανοποιημένοι παρόλο που ένα μικρό ποσοστό των προσδοκιών τους εκπληρώνεται.



Τα βάρη των κριτηρίων ικανοποίησης υποδηλώνουν το σχετικό βαθμό σπουδαιότητας που δίνει το σύνολο των πελατών στις αξίες των διαστάσεων ικανοποίησης που έχουν καθοριστεί. Το γεγονός αυτό υποδηλώνει ότι η απόφαση για να θεωρηθεί κάποιο κριτήριο ως «σημαντικό», σε ένα βαθμό, εξαρτάται και από το πλήθος των κριτηρίων που χρησιμοποιούνται. Δεν πρέπει επίσης να λησμονείται η φυσική σημασία των συντελεστών βαρύτητας, ότι τα βάρη είναι βαθμοί παραχώρησης (trade-offs) μεταξύ των αξιών στα κριτήρια.

4.5.2 Μέσοι δείκτες ικανοποίησης

Με βάση τα αποτελέσματα της μεθόδου, είναι δυνατός ο ορισμός ενός συνόλου μέσων δεικτών ικανοποίησης, τόσο ολικά, όσο και για κάθε ένα από τα κριτήρια ικανοποίησης.

Ο ορισμός των μέσων δεικτών ικανοποίησης συμπληρώνει τα δυνατά αποτελέσματα της μεθοδολογίας MUSA και κρίνεται αναγκαίος διότι:

- Παρουσιάζει με απλό και κατανοητό τρόπο την κατάσταση της ικανοποίησης ενός συνόλου πελατών,
- Συνδυάζει τα αποτελέσματα της μεθόδου MUSA με την περιγραφική στατιστική ανάλυση της έρευνας ικανοποίησης,
- Δίνει τη δυνατότητα υλοποίησης ενός συστήματος αξιολόγησης και επιδόσεων της επιχείρησης (benchmarking).

Οι μέσοι δείκτες ικανοποίησης S και μερικής ικανοποίησης S_i , ορίζονται με βάση τις σχέσεις:

$$\begin{cases} S = \dfrac{1}{100}\sum_{m=1}^{a} p^m y^{*m} \\ S_i = \dfrac{1}{100}\sum_{k=1}^{a_i} p_i^k x_i^{*k} \quad \gamma\iota\alpha \;\; i = 1,2,\ldots n \end{cases}$$

όπου p^m και p_i^k είναι αντίστοιχα το ποσοστό των πελατών που ανήκουν στο y^m και x_i^k επίπεδο ικανοποίησης. Οι μέσοι δείκτες ικανοποίησης είναι μεγέθη κανονικοποιημένα (0-100%).

4.5.3 Μέσοι δείκτες απαιτητικότητας

Όσον αφορά το θέμα της απαιτητικότητας των πελατών προκύπτει η ανάγκη για τον ορισμό ενός συνόλου μέσων δεικτών απαιτητικότητας, δεδομένου ότι με τον τρόπο αυτό:

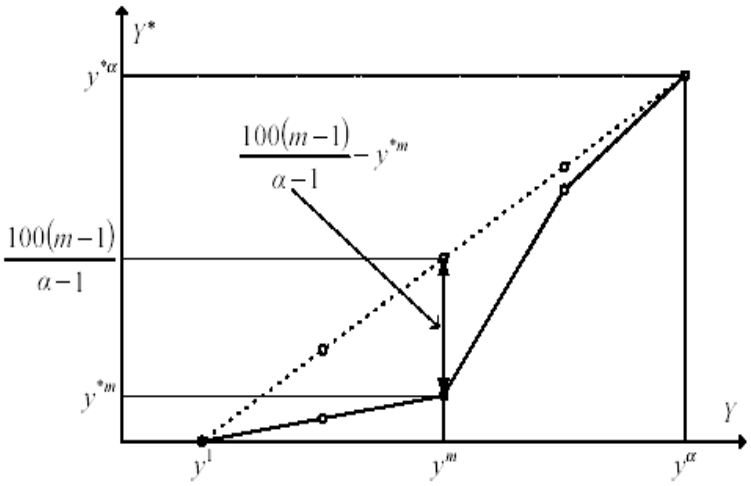
- Ορίζεται μια ποσοτική μεταβλητή για την έννοια της απαιτητικότητας
- Εκμεταλλεύεται πλήρως το σύνολο των πληροφοριών που δίνουν οι συναρτήσεις ικανοποίησης.

Οι μέσοι δείκτες απαιτητικότητας ορίζονται με βάση τις παρακάτω σχέσεις:

$$\begin{cases} D = \dfrac{\sum_{m=1}^{a-1}\left(\dfrac{100(m-1)}{a-1} - y^{*m}\right)}{a-1} \quad \gamma\iota\alpha \;\; a > 2 \\ D_i = \dfrac{\sum_{m=1}^{a_i-1}\left(\dfrac{100(k-1)}{a_i-1} - x_i^{*k}\right)}{100\sum_{m=1}^{a_i-1}\left(\dfrac{k-1}{a_i-1}\right)} \quad \gamma\iota\alpha \;\; a_i > 2 \;\; \kappa\alpha\iota \;\; i = 1,2,\ldots n \end{cases}$$

όπου D και D_i είναι οι μέσοι δείκτες ολικής και μερικής (σύμφωνα με το i κριτήριο) απαιτητικότητας.

Σύμφωνα με τις παραπάνω σχέσεις και το παρακάτω σχήμα μπορεί να παρατηρηθεί εύκολα ότι οι μέσοι δείκτες απαιτητικότητας είναι κανονικοποιημένοι στο διάστημα [-1,1] και ισχύει :



Σχήμα 4.4.

- D=1 ή D_i=0: οι πελάτες παρουσιάζουν το μέγιστο βαθμό απαιτητικότητας
- D=0 ή D_i=0: η περίπτωση αυτή αφορά «ουδέτερους» πελάτες
- D=-1 ή D_i=-1: οι πελάτες παρουσιάζουν τον ελάχιστο βαθμό απαιτητικότητας.

Είναι εύλογο να σημειωθεί ότι οι συγκεκριμένοι δείκτες εκφράζουν τη μέση απόκλιση των συναρτήσεων ικανοποίησης από μια «κανονική» ή «ουδέτερη» (γραμμική) συνάρτηση αξιών, γεγονός που σημαίνει ότι οι δείκτες απαιτητικότητας μπορεί να έχουν διαφορετικές τιμές σε διαφορετικά επίπεδα της ποιοτικής κλίμακας ικανοποίησης (π.χ. είναι δυνατόν μια σιγμοειδής συνάρτηση ικανοποίησης να δώσει μηδενικό δείκτη απαιτητικότητας). Σε μια τέτοια περίπτωση πρέπει να ορισθεί ένα σύνολο διακριτών συναρτήσεων απαιτητικότητας.

$$\begin{cases} D(y^m) = y^{*m+1} - y^{*m} \quad \gamma\iota\alpha \;\; m = 1,2,\ldots,a-1 \\ D(x_i^k) = x_i^{*k+1} - x_i^{*k} \quad \gamma\iota\alpha \;\; k = 1,2,\ldots,a_i - 1 \;\; \kappa\alpha\iota \;\; i = 1,2,\ldots,n \end{cases}$$

Επίσης οι δείκτες απαιτητικότητας μπορούν να υποδείξουν και το μέγεθος της προσπάθειας που πρέπει να καταβληθεί από την πλευρά της επιχείρησης για τη βελτίωση της συγκεκριμένης διάστασης ικανοποίησης.

4.5.4 Διαγράμματα δράσης

Συνδυάζοντας τα βάρη των κριτηρίων ικανοποίησης με τους μέσους δείκτες ικανοποίησης είναι δυνατός ο υπολογισμός μιας σειράς διαγραμμάτων δράσης (action diagrams) τα οποία μπορούν να προσδιορίσουν ποια είναι τα δυνατά και τα αδύνατα

σημεία της ικανοποίησης των πελατών, καθώς και το που πρέπει να στραφούν οι προσπάθειες βελτίωσης.

Τα διαγράμματα αυτά είναι ουσιαστικά χάρτες απόδοσης- σημαντικότητας (performance-importance maps), ενώ αναφέρονται συχνά και ως στρατηγικοί χάρτες (strategic maps), χάρτες απόφασης (decision maps), ή αντιληπτικοί χάρτες (perceptual maps) στη διεθνή βιβλιογραφία (Customers Satisfaction Council, 1995, Dutka, 1994, Naumann and Giel, 1995).

Κάθε διάγραμμα δράσης χωρίζεται σε τεταρτημόρια ανάλογα με την απόδοση (μέσοι δείκτες ικανοποίησης) και τη σημαντικότητα (βάρη) των κριτηρίων. Με τον τρόπο αυτό είναι δυνατός ο προσδιορισμός των απαιτούμενων ενεργειών για τη βελτίωση ή τη διατήρηση του επιπέδου ικανοποίησης των πελατών:

- **Περιοχή ισχύουσας κατάστασης-status quo** (χαμηλή απόδοση και χαμηλή σημαντικότητα): συνήθως δεν απαιτείται καμιά πρόσθετη ενέργεια από την πλευρά της εταιρίας, δεδομένοι ότι οι συγκεκριμένες διαστάσεις ικανοποίησης δε θεωρούνται σημαντικές από τους πελάτες.
- **Περιοχή ισχύος** (υψηλή απόδοση και υψηλή σημαντικότητα): τα χαρακτηριστικά που ανήκουν σε αυτό το τεταρτημόριο μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως το συγκριτικό πλεονέκτημα της εταιρίας απέναντι στον ανταγωνισμό. Στις περισσότερες περιπτώσεις οι συγκεκριμένες διαστάσεις ικανοποίησης αποτελούν και τη βασική αιτία και ειδοποιό διαφορά που έχει επιλεγεί η χρήση (αγορά) του εξεταζόμενου προϊόντος ή υπηρεσίας.
- **Περιοχή δράσης** (χαμηλή απόδοση και υψηλή σημαντικότητα): στο τεταρτημόριο αυτό ανήκουν τα πλέον κρίσιμα χαρακτηριστικά που πρέπει να βελτιωθούν οπωσδήποτε ώστε να αυξηθεί το επίπεδο ικανοποίησης των πελατών.
- **Περιοχή μεταφοράς πόρων** (υψηλή απόδοση και χαμηλή σημαντικότητα): οι πόροι και γενικότερα η προσπάθεια της επιχείρησης που αφορούν στα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά του προϊόντος ή της υπηρεσίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν με διαφορετικό τρόπο (π.χ. βελτίωση των διαστάσεων ικανοποίησης που ανήκουν στην περιοχή δράσης).

Το διάγραμμα του παρακάτω σχήματος μπορεί επιπρόσθετα να καθορίσει την ιεράρχηση της σπουδαιότητας των ενεργειών βελτίωσης για τις κρίσιμες διαστάσεις της ικανοποίησης :

ΑΠΟΔΟΣΗ		
Υψηλή	**Περιοχή μεταφοράς πόρων** (υψηλή απόδοση και χαμηλή σημαντικότητα)	**Περιοχή ισχύος** (υψηλή απόδοση και υψηλή σημαντικότητα)
Χαμηλή	**Περιοχή ισχύουσας κατάστασης-status quo** (χαμηλή απόδοση και χαμηλή σημαντικότητα)	**Περιοχή δράσης** (χαμηλή απόδοση και υψηλή σημαντικότητα)
	Χαμηλή **ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑ** Υψηλή	

Σχήμα 4.5: Διάγραμμα δράσης

- Η περιοχή δράσης είναι προφανώς η πρώτη προτεραιότητα της επιχείρησης, δεδομένου ότι στο συγκεκριμένο τεταρτημόριο ανήκουν σημαντικά κριτήρια για τα οποία οι πελάτες δεν είναι ικανοποιημένοι.
- Η δεύτερη προτεραιότητα θα πρέπει να επικεντρωθεί στις διαστάσεις ικανοποίησης που ανήκουν στην περιοχή ισχύος, ειδικά όταν υπάρχουν περιθώρια βελτίωσης (ο δείκτης ικανοποίησης είναι κοντά στον κάθετο άξονα).
- Η περιοχή της ισχύουσας κατάστασης είναι η τρίτη κατά σειρά προτεραιότητα της επιχείρησης. Παρόλο που οι συγκεκριμένες διαστάσεις ικανοποίησης δεν είναι ιδιαίτερα κρίσιμες την περίοδο της ανάλυσης, ενδέχεται να γίνουν σημαντικές στο μέλλον, ενώ δεν πρέπει να λησμονείται το γεγονός ότι η ικανοποίηση των πελατών είναι χαμηλή για τα συγκεκριμένα κριτήρια.
- Η τελευταία προτεραιότητα της επιχείρησης θα πρέπει να είναι η περιοχή μεταφοράς πόρων, διότι περιλαμβάνει χαρακτηριστικά τα οποία αφενός δεν είναι σημαντικά για τους πελάτες και αφετέρου η απόδοση της εταιρίας είναι υψηλή.

4.5.5 Διαγράμματα βελτίωσης

Τα διαγράμματα δράσης μπορούν να υποδείξουν ποιες διαστάσεις ικανοποίησης μπορούν να βελτιωθούν, αλλά δεν είναι σε θέση να προσδιορίσουν ποιο θα είναι το αποτέλεσμα των ενεργειών βελτίωσης, ούτε το μέγεθος της προσπάθειας που χρειάζεται για να επιτευχθεί η προσδοκώμενη βελτίωση.

Το πρόβλημα αυτό λύνεται με την κατασκευή των διαγραμμάτων βελτίωσης όπου:

- Οι μέσοι δείκτες απαιτητικότητας δείχνουν το μέγεθος της προσπάθειας που καταβάλλεται για τη βελτίωση ενός χαρακτηριστικού, δεδομένου ότι όσο πιο απαιτητικοί είναι οι πελάτες, τόσο περισσότερο πρέπει να βελτιωθεί το επίπεδο ικανοποίησης για να εκπληρωθούν οι απαιτήσεις τους.
- Το αποτέλεσμα των ενεργειών βελτίωσης εξαρτάται τόσο από τη σημαντικότητα του κριτηρίου, όσο και από τη συνεισφορά του στη μη- ικανοποίηση των πελατών. Για το λόγο αυτό, ορίζεται ένα σύνολο μέσων δεικτών αποτελεσματικότητας I_i σύμφωνα με τις σχέσεις:

  $$I_i = b_i(1 - S) \ \gamma\iota\alpha \ i = 1,2,...,n$$

  Οι συγκεκριμένοι δείκτες ορίζονται στο διάστημα [0,1] ενώ μπορεί εύκολα να αποδειχτεί ότι :

  $$\begin{cases} I_i = 1 \Leftrightarrow b_i = 1 \wedge S_i = 0 \\ I_i = 0 \Leftrightarrow b_i = 0 \vee S_i = 1 \end{cases} \gamma\iota\alpha \ i = 1,2,...,n$$

Όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα κάθε διάγραμμα βελτίωσης χωρίζεται σε τεταρτημόρια ανάλογα με την απαιτητικότητα και την αποτελεσματικότητα των διαστάσεων ικανοποίησης, με αποτέλεσμα τον προσδιορισμό των προτεραιοτήτων βελτίωσης:

ΑΠΑΙΤΗΤΙΚΟΤΗΤΑ		
Υψηλή	**3η Προτεραιότητα** (χαμηλή αποτελεσματικότητα/μεγάλη προσπάθεια)	**2η Προτεραιότητα** (υψηλή αποτελεσματικότητα/μεγάλη προσπάθεια)
Χαμηλή	**2η Προτεραιότητα** (χαμηλή αποτελεσματικότητα/μικρή προσπάθεια)	**1η Προτεραιότητα** (υψηλ αποτελεσματικότητα/μικρή προσπάθεια)

Χαμηλή **ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ** Υψηλή

Σχήμα 4.6: Διάγραμμα βελτίωσης

- Η επιχείρηση θα πρέπει να επικεντρώσει τις προσπάθειες βελτίωσης στις διαστάσεις ικανοποίησης που έχουν μεγάλη αποτελεσματικότητα ενώ οι πελάτες δεν εμφανίζονται ιδιαίτερα απαιτητικοί.
- Τη δεύτερη προτεραιότητα των ενεργειών βελτίωσης αποτελούν τα κριτήρια που είτε παρουσιάζουν μεγάλη αποτελεσματικότητα και μεγάλο βαθμό απαιτητικότητας, είτε εμφανίζουν μικρή αποτελεσματικότητα, ενώ οι πελάτες δεν φαίνονται ιδιαίτερα απαιτητικοί.
- Τέλος τα χαρακτηριστικά που παρουσιάζουν μικρή αποτελεσματικότητα και μεγάλη απαιτητικότητα αποτελούν την τελευταία προτεραιότητα βελτίωσης.

5. Εφαρμογές ερευνών ικανοποίησης

Οι μεθοδολογίες που αναπτύχθηκαν στα κεφάλαια 3 και 4 εφαρμόζονται σε πέντε σετ δεδομένων από έρευνες ικανοποίησης πελατών για συγκεκριμένες εταιρίες και τα αποτελέσματά τους παρουσιάζονται στο συγκεκριμένο κεφάλαιο. Αρχικά δίνονται γενικά στοιχεία για κάθε έρευνα, στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του μοντέλου της διπλής αλήθειας και τέλος τα αποτελέσματα της μεθόδου MUSA.

5.1. Παρουσίαση αποτελεσμάτων σε ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΗ ΕΤΑΙΡΙΑ

Η συγκεκριμένη έρευνα πραγματοποιήθηκε στα πλοία Ελευθέριος Βενιζέλος, Λισσός και Λατώ για το δρομολόγιο Πειραιάς- Χανιά και στα πλοία Άπτερα, Ρέθυμνο για το δρομολόγιο Πειραιάς- Ηράκλειο το χρονικό διάστημα από 15 Ιανουαρίου 1998 μέχρι 28 Φεβρουαρίου 1998. Συνολικά συμπληρώθηκαν 523 ερωτηματολόγια. Μετά από προκαταρτική ανάλυση συμπεριφοράς των πελατών προσδιορίστηκαν τα βασικά κριτήρια ικανοποίησης, τα οποία είναι :

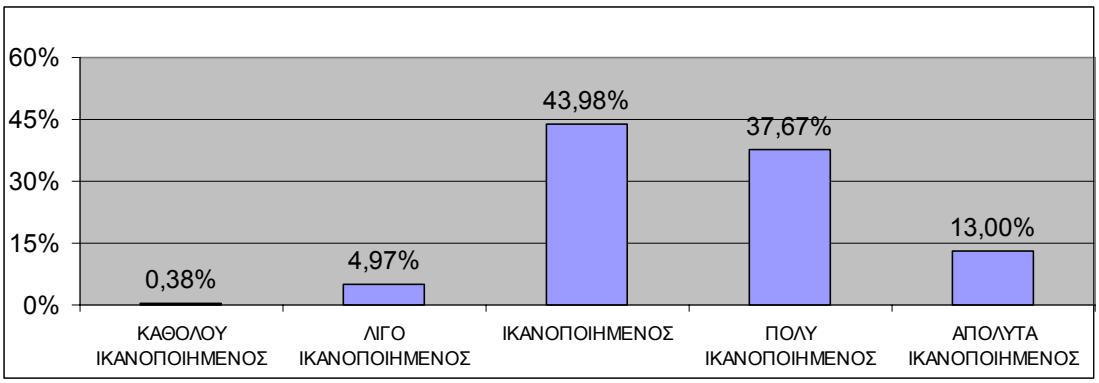
- ***Αξιοπιστία της εταιρίας*** (περιλαμβάνει την ασφάλεια που παρέχει η εταιρία στους διακινούμενους με τα πλοία της επιβάτες, την ακρίβεια τήρησης των ωρών άφιξης και αναχώρησης στα λιμάνια, τη συχνότητα των εκτελούμενων δρομολογίων και τη διάρκεια ταξιδιών)
- ***Τιμές προϊόντων και υπηρεσιών*** (περιέχει την τιμή του εισιτηρίου για τον επιβάτη και το μεταφορικό του μέσο, τις τιμές των φαγητών και των ποτών στα εστιατόρια και τα μπαρ των πλοίων και τις εκπτώσεις που παρέχει η εταιρία σε ειδικές ομάδες πελατών)
- ***Εξυπηρέτηση πελατών*** (εξετάζει το βαθμό εξυπηρέτησης των πελατών της εταιρίας στα πλοία και στα πρακτορεία της από το προσωπικό της)
- ***Πρόσθετες παροχές*** (διερευνά την αποδοχή του ηλεκτρονικού συστήματος κράτησης θέσεων και τις πρόσθετες ανέσεις μέσα στα πλοία)
- ***Άνεση και ποιότητα προσφερόμενων υπηρεσιών*** (αναφέρεται στην ποιότητα του φαγητού, στην καθαριότητα και στην επάρκεια και άνεση των κοινόχρηστων χώρων και καμπινών των πλοίων).

Η ανάλυση της συγκεκριμένης έρευνας ικανοποίησης περιελάμβανε μια πιο εμπεριστατωμένη ανάλυση και στα επιμέρους χαρακτηριστικά των παραπάνω βασικών κριτηρίων. Στην παρούσα εργασία εξετάζονται οι βασικές διαστάσεις της ικανοποίησης των πελατών. Σχηματικά οι διαστάσεις της ολικής ικανοποίησης που λήφθηκαν υπόψη παρουσιάζονται παρακάτω:

Σχήμα 5.1: Διαστάσεις ικανοποίησης για τη Ναυτιλιακή εταιρία

Οι κλίμακες ικανοποίησης κάθε κριτηρίου όπως και της συνολικής ικανοποίησης είναι πενταβάθμιες. Η διαβάθμισή τους ξεκινά από την καθόλου ικανοποίηση και καταλήγει στην απόλυτη ικανοποίηση. Μια τέτοια κλίμακα φαίνεται παρακάτω:

Απόλυτα Ικανοποιημένος	Πολύ Ικανοποιημένος	Ικανοποιημένος	Λίγο Ικανοποιημένος	Καθόλου Ικανοποιημένος

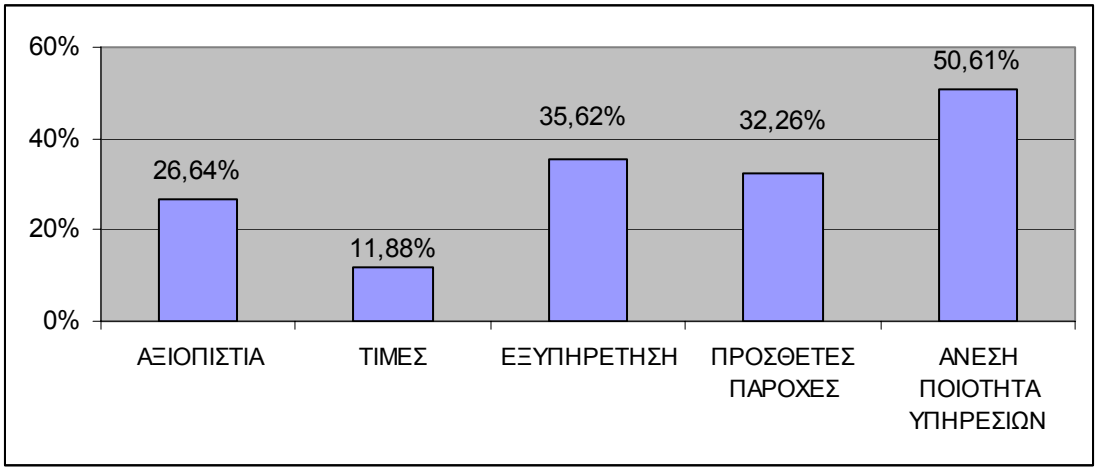


Σχήμα 5.2: Συχνότητες απαντήσεων για την ολική ικανοποίηση

Από τις συχνότητες των απαντήσεων για την ολική ικανοποίηση(σχήμα 5.5) παρατηρούμε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των πελατών παρουσιάζεται είτε ικανοποιημένο, είτε πολύ ικανοποιημένο ενώ ένα μικρό ποσοστό απόλυτα. Είναι

επομένως φανερή η ικανοποίηση ενός μεγάλου ποσοστού του συνόλου των πελατών όσον αφορά την ολική εικόνα της εταιρίας (οι συχνότητες των απαντήσεων για τα επιμέρους κριτήρια παρατίθενται στο παράρτημα Α).

Στη συνέχεια εξετάζεται η συσχέτιση που μπορεί να υπάρχει μεταξύ των ομάδων ερωτήσεων των ερωτηματολογίων, με τη χρήση του συντελεστή συσχέτισης **Spearman R**, ανάμεσα στην ολική ικανοποίηση και στα επιμέρους κριτήρια.



Σχήμα 5.3: Συσχέτιση Spearman ολικής ικανοποίησης και επιμέρους κριτηρίων

Όλες οι συσχετίσεις παρουσίασαν μια πολύ μικρή πιθανότητα σφάλματος η οποία θεωρείται μηδενική ($p<<0,05$). Παρατηρούμε ότι οι συσχετίσεις μεταξύ των κριτηρίων είναι σχετικά υψηλές με τιμές 26,64% για την αξιοπιστία, 35,62% για την εξυπηρέτηση, 32,26% για τις πρόσθετες παροχές 50,61% για την άνεση και ποιότητα υπηρεσιών με μόνη εξαίρεση το κριτήριο των τιμών με συσχέτιση 11,88%. Αυτό που συμπεραίνουμε από τις παραπάνω τιμές είναι ότι όσο καλύτερη είναι η άνεση και ποιότητα των υπηρεσιών, η εξυπηρέτηση οι πρόσθετες παροχές και η αξιοπιστία τόσο πιο ικανοποιημένος είναι συνολικά ο πελάτης.

Παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του μοντέλου της διπλής αλήθειας:

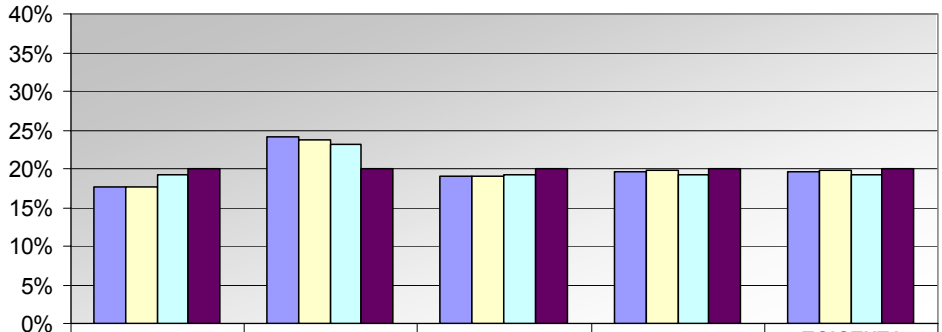
Για το συγκεκριμένο μοντέλο χρήση μιας τέτοιας κλίμακας αξιολόγησης όπως η παραπάνω συνεπάγεται την απόδοση συγκεκριμένων τιμών a και b (τιμές μη ικανοποίησης και ικανοποίησης αντίστοιχα) για τις γλωσσικές μεταβλητές της

κλίμακας, που προέρχονται από τις συναρτήσεις των ασαφών αριθμών κάθε μεταβλητής.

	Σύνολο 5 στοιχείων στην κλίμακα. Τιμές ζευγών (a,b)
Καθόλου ικανοποιημένος	(0.86,0.29)
Λίγο ικανοποιημένος	(0.71,0.43)
Ικανοποιημένος	(0.57,0.57)
Αρκετά ικανοποιημένος	(0.43,0.71)
Απόλυτα ικανοποιημένος	(0.29,0.86)

Πίνακας 5.1: Τιμές ζευγών των στοιχείων της κλίμακας αξιολόγησης

Παρατηρούμε ότι το DTM (*dual truth model*, μοντέλο διπλής αλήθειας) ανεξάρτητα από το πόσοι πελάτες θέλουμε να είναι ικανοποιημένοι προσδίδει τη μεγαλύτερη σημαντικότητα στο κριτήριο των τιμών με τιμές από 24,1% έως 20% ανάλογα με την αισιοδοξία του αποφασίζοντα. Τα κριτήρια που ακολουθούν σε σημαντικότητα είναι οι πρόσθετες παροχές και η άνεση και ποιότητα υπηρεσιών, στη συνέχεια η εξυπηρέτηση και τέλος η αξιοπιστία με το μικρότερο βάρος όλων σε όλες τις περιπτώσεις αισιοδοξίας του αποφασίζοντα.



	ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ	ΤΙΜΕΣ	ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗ	ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΠΑΡΟΧΕΣ	ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΑΝΕΣΗ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ
DTM_Average	17,7%	24,1%	19,1%	19,6%	19,5%
DTM_Most	17,7%	23,7%	19,0%	19,7%	19,8%
DTM_At least 80%	19,2%	23,1%	19,2%	19,2%	19,2%
DTM_All	20,0%	20,0%	20,0%	20,0%	20,0%

Σχήμα 5.4: Βάρη των κριτηρίων

Στη συνέχεια παρατίθεται ο υπολογισμός της σημαντικότητας για το κριτήριο των τιμών, ο οποίος χρησιμοποιείται και για τα υπόλοιπα κριτήρια. Ο παρακάτω

πίνακας δείχνει τον υπολογισμό του βάρους των κριτηρίων με χρήση έστω του κριτηρίου «ο μέσος όρος των πελατών να είναι ικανοποιημένοι» (Average).

Ολική Ικανοποίηση (0,49,0,65)					
Κριτήρια	**Αξιοπιστία (0,43,0,71)**	**Τιμές (0,65,0,49)**	**Εξυπηρέτηση (0,48,0,66)**	**Πρόσθετες παροχές (0,50,0,64)**	**Ποιότητα και άνεση Υπηρεσιών (0,50,0,65)**
LV	1,00	0,75	1,00	0,98	0,98
RV	0,92	1,00	0,99	1,00	1,00
d	-0,08	0,25	-0,01	0,02	0,02
s	0,92	**1,25**	0,99	1,02	1,02
e	0,18	**0,24**	0,19	0,20	0,20

Πίνακας 5.2: Υπολογισμός της δύναμης επεξήγησης των τιμών για το κριτήριο Average

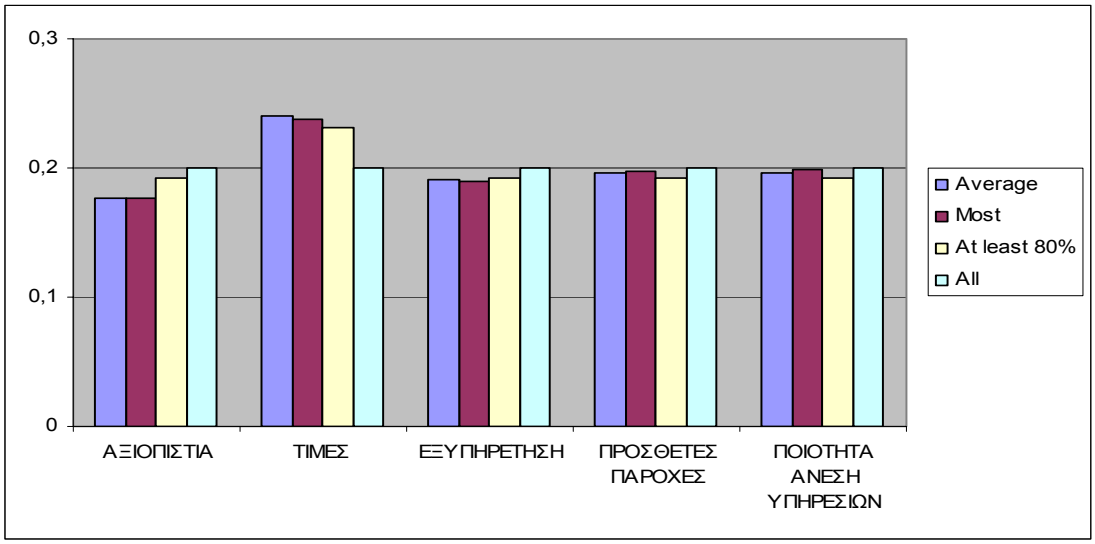
Στον πίνακα 5.2 παρουσιάζονται τα ζεύγη αλήθειας για κάθε κριτήριο, όπως και για την ολική ικανοποίηση. Τα ζεύγη αλήθειας υποδηλώνουν την ικανοποίηση των πελατών η οποία εκφραστικά δίνεται από τον πίνακα 5.1, δηλαδή την κλίμακα με τις γλωσσικές μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκε. Για κάθε κριτήριο υπολογίζεται η αριστερή και δεξιά τιμή αλήθειας (LV και RV αντίστοιχα), όπου λαμβάνονται υπόψιν για τον υπολογισμό της παραμέτρου ευαισθησίας. Το μεγαλύτερο βάρος e=0,24 δίνεται στο κριτήριο των τιμών, καθώς οι τιμές είναι το κριτήριο με τη μεγαλύτερη παράμετρο ευαισθησίας s=1,25 και τη μεγαλύτερη αυξανόμενη ευαισθησία d=0,25 συγκριτικά με τα υπόλοιπα τα οποία είναι πολύ κοντά στο μηδέν, που σημαίνει ότι η μεγαλύτερη σημαντικότητα αποδίδεται στο κριτήριο στο οποίο οι αξιολογητές νιώθουν τη μεγαλύτερη μη ικανοποίηση συγκριτικά με τα υπόλοιπα κριτήρια.

Στη συνέχεια παρατίθεται ένας πίνακας όπου φραστικά αναφέρονται τα αποτελέσματα για την ολική ικανοποίηση όπως και για κάθε κριτήριο, από το μοντέλο DTM σε συνάρτηση με την μείωση της αισιοδοξίας του αποφασίζοντα.

	Πεσιμισμός			
	Average	*Most*	*At least 80%*	*All*
ΟΛΙΚΗ	***ΠΟΛΥ***	***ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜ***	***ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜ***	***ΚΑΘΟΛΟΥ***
ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ	*ΠΟΛΥ*	*ΠΟΛΥ*	*ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜ*	*ΚΑΘΟΛΟΥ*
ΤΙΜΕΣ	*ΛΙΓΟ*	*ΛΙΓΟ*	*ΛΙΓΟ*	*ΚΑΘΟΛΟΥ*
ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗ	*ΠΟΛΥ*	*ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜ*	*ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜ*	*ΚΑΘΟΛΟΥ*
ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΠΑΡΟΧΕΣ	*ΠΟΛΥ*	*ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜ*	*ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜ*	*ΚΑΘΟΛΟΥ*
ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΑΝΕΣΗ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ	*ΠΟΛΥ*	*ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜ*	*ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜ*	*ΚΑΘΟΛΟΥ*

Πίνακας 5.3: Αποτελέσματα ικανοποίησης

Κάθε στοιχείο του πίνακα 5.3 αντιστοιχεί σε ένα ζεύγος της κλίμακας του πίνακα 5.1. Τα διαφορετικά αποτελέσματα του παραπάνω πίνακα μεταφράζονται ως εξής: ποια είναι η συνολική ικανοποίηση ή η ικανοποίηση κάποιου κριτηρίου εάν κάποιος θέλει το μέσο όρο των πελατών (τους περισσότερους, τουλάχιστον 80%, όλους) να είναι ικανοποιημένοι; Παρατηρούμε ότι στην πρώτη περίπτωση (Average) το επίπεδο της ικανοποίησης είναι αρκετά υψηλό καθώς σε όλες της διαστάσεις της ικανοποίησης καθώς και στην ολική ικανοποίηση οι πελάτες φαίνεται να είναι πολύ ικανοποιημένοι, με εξαίρεση το κριτήριο των τιμών, ενώ στις υπόλοιπες περιπτώσεις εκτός από την τελευταία (All) η ικανοποίηση διατηρείται σε υψηλά επίπεδα. Το διάγραμμα 5.5 αναπαριστά τη διαβάθμιση των βαρών για το DTM σε συνάρτηση με την αισιοδοξία του αποφασίζοντα, όπου και παρατηρούμε ότι για την αξιοπιστία το βάρος αυξάνεται καθώς η αισιοδοξία μειώνεται που σημαίνει ότι αποτελεί ένα κριτήριο του οποίου η σημαντικότητα αυξάνεται καθώς θέλουμε όλο και περισσότεροι πελάτες να είναι ικανοποιημένοι από αυτό. Αντίθετα το βάρος των τιμών όπως και των υπόλοιπων κριτηρίων μειώνεται έως την τιμή όπου όλα ισούνται με 0.2 στην περίπτωση που θέλουμε όλοι οι πελάτες να είναι ικανοποιημένοι. (το αποτέλεσμα για αυτή την περίπτωση είναι τέτοιο διότι λαμβάνεται υπόψιν η χειρότερη ικανοποίηση για κάθε κριτήριο και για την ολική ικανοποίηση και τα αποτελέσματα κατευθύνονται προς τη μη διαφοροποίηση των κριτηρίων και την μη ικανοποίηση των πελατών).



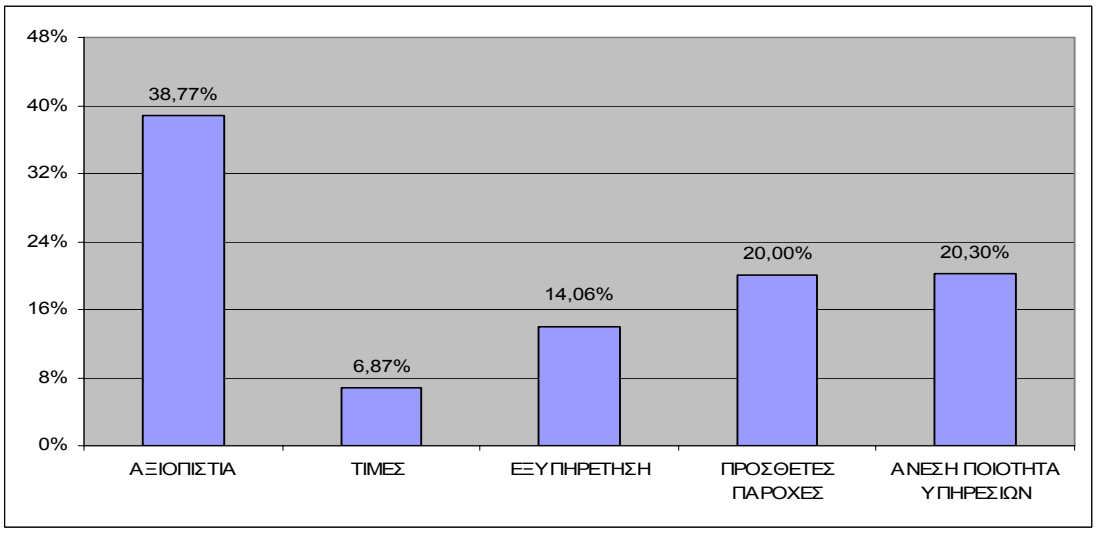
Σχήμα 5.5: Διαβάθμιση των βαρών σε συνάρτηση με την αισιοδοξία

Όσον αφορά την προτεινόμενη βελτίωση από το μοντέλο DTM, ανεξάρτητα με την αισιοδοξία του αποφασίζοντα οι τιμές παρουσιάζονται ως το κριτήριο με τη μεγαλύτερη σημαντικότητα και επομένως αποτελούν την προτεραιότητα βελτίωσης της εταιρίας καθώς οι πελάτες δεν είναι ικανοποιημένοι από το συγκεκριμένο κριτήριο. Τέλος μπορούμε επίσης να παρατηρήσουμε ότι το μοντέλο DTM προτείνει ένα κριτήριο ως πιο σημαντικό ανάλογα με το μέγεθος της ικανοποίησης των πελατών που θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε. Για παράδειγμα εάν η εταιρία θέλει τουλάχιστον το 80% ενδεχόμενων πελατών να είναι ικανοποιημένο από ένα καινούριο προϊόν ή υπηρεσία.

Όσον αφορά τη βελτίωση που προτείνεται από τη μέθοδο MUSA, παρατηρούμε στα επόμενα δύο διαγράμματα (σχετικά διαγράμματα δράσης και βελτίωσης), ότι η αξιοπιστία παρόλο που στο διάγραμμα δράσης βρίσκεται στην περιοχή ισχύος, θεωρείται ως τελευταία προτεραιότητα της εταιρίας κατά την προσπάθεια βελτίωσης, ενώ πρώτη προτεραιότητα θεωρούνται οι τιμές με υψηλή αποτελεσματικότητα και χαμηλή απαιτητικότητα, με την εξυπηρέτηση τις πρόσθετες παροχές και την άνεση και ποιότητα υπηρεσιών να ακολουθούν.

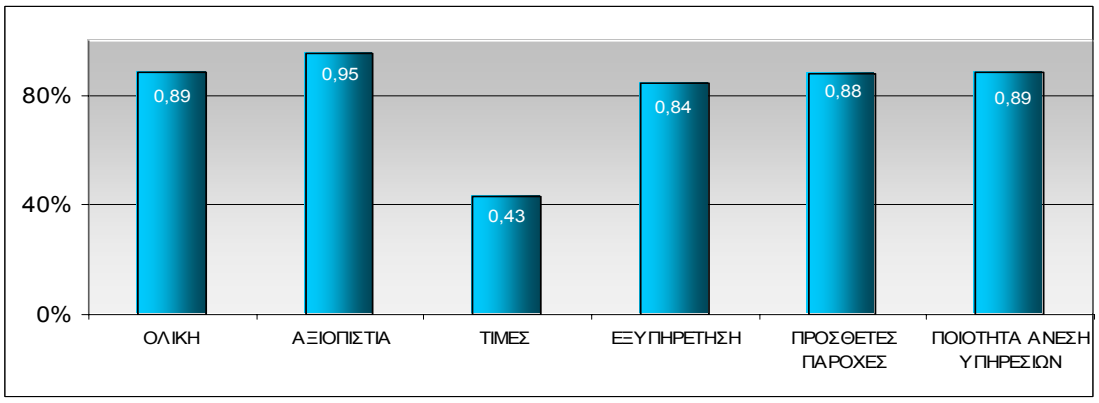
Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μεθόδου MUSA:

Όπως φαίνεται και στο σχήμα 5.6 το κριτήριο με τη μεγαλύτερη σημαντικότητα κατά τη μεθοδολογία MUSA είναι αυτό της αξιοπιστίας με τιμή 38,77% η οποία διαφοροποιείται σημαντικά από τα υπόλοιπα κριτήρια που ακολουθούν, με τις πρόσθετες παροχές και την άνεση και ποιότητα των υπηρεσιών να κατέχουν τη δεύτερη θέση με βάρη 20% και 20,30% αντίστοιχα. Αμέσως μετά έρχεται η εξυπηρέτηση με σημαντικότητα 14,06% ενώ τελευταίο είναι το κριτήριο των τιμών με τη μικρότερη βαρύτητα 6,87%.



Σχήμα 5.6: Βάρη κριτηρίων

Από τους δείκτες ικανοποίησης των κριτηρίων παρατηρούμε ότι η αξιοπιστία έχει το μεγαλύτερο δείκτη (95%) υψηλότερο και από αυτόν της συνολικής ικανοποίησης (89%), ενώ τα υπόλοιπα κριτήρια εκτός των τιμών είναι περίπου στο ίδιο επίπεδο (84%-89%). Οι πελάτες στο σύνολό τους είναι λιγότερο ικανοποιημένοι από τις τιμές με δείκτη μικρότερο του μέσου (43%)

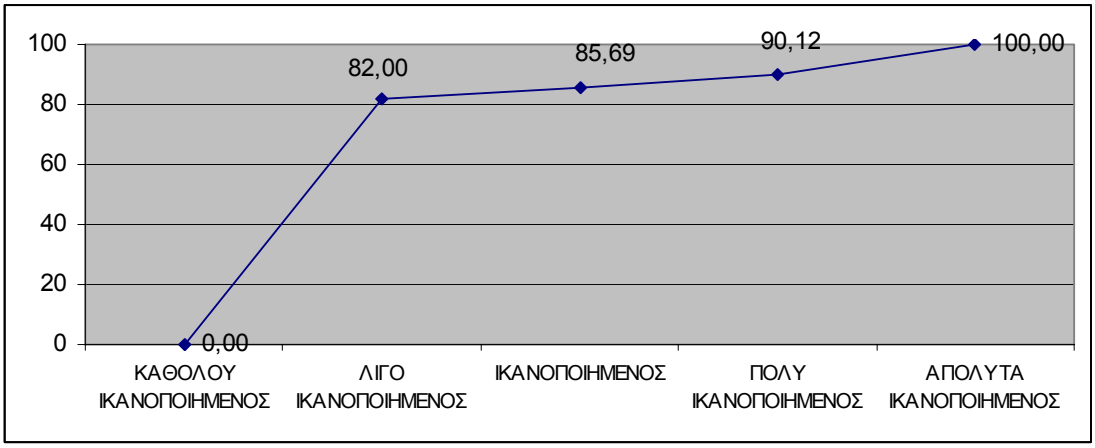


Σχήμα 5.7: Δείκτες ικανοποίησης ολικής ικανοποίησης και κριτηρίων

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι δείκτες απαιτητικότητας των πελατών για κάθε κριτήριο καθώς και ο δείκτης της ολικής ικανοποίησης. Παρατηρούμε ότι οι πελάτες είναι παρουσιάζονται γενικότερα «μη απαιτητικοί» ενώ ο μέσος δείκτης απαιτητικότητας του συνόλου των πελατών, όπως βλέπουμε στον πίνακα 5.2 είναι -71,873%. Το επίπεδο απαιτητικότητας της ολικής ικανοποίησης επιβεβαιώνεται από τη μορφή της συνολικής συνάρτησης αξιών (σχήμα 5.8).

ΚΡΙΤΗΡΙΟ	***ΔΕΙΚΤΗΣ***	***ΤΥΠΟΣ ΠΕΛΑΤΩΝ***
Αξιοπιστία	***-28,174***	«Ουδέτεροι»
Τιμές	***-12,694***	«Ουδέτεροι»
Εξυπηρέτηση	***-57,333***	«Μη Απαιτητικοί»
Πρόσθετες παροχές	***-70***	«Μη Απαιτητικοί»
Άνεση και ποιότητα υπηρεσιών	***-70,443***	«Μη Απαιτητικοί»
Ολική ικανοποίηση	***-71,873***	«Μη Απαιτητικοί»

Πίνακας 5.4: Δείκτες απαιτητικότητας πελατών

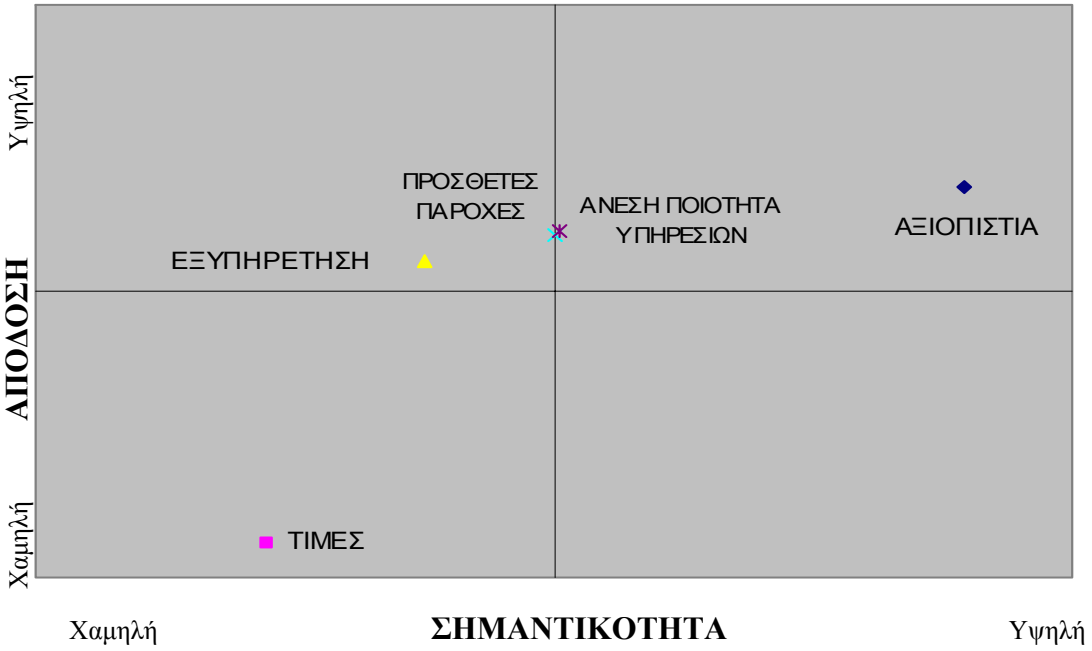


Σχήμα 5.8: Προσθετική συνάρτηση ολικής ικανοποίησης

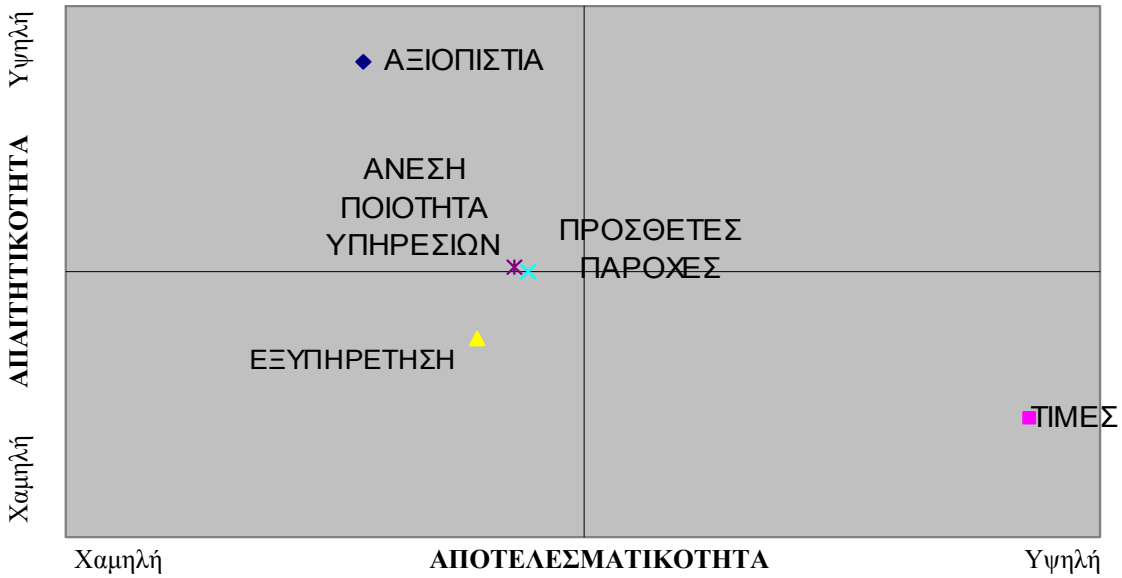
Το συμπέρασμα από τη συνάρτηση αξιών της ολικής ικανοποίησης είναι ότι η προσπάθεια μετάβασης από ένα στάδιο ικανοποίησης σε ένα άλλο δεν είναι μεγάλη καθώς η τιμή της ικανοποίησης μεταβάλλεται κατά μικρό ποσοστό όπως βλέπουμε και στο διάγραμμα (για παράδειγμα από «ικανοποιημένος» 85,69% στο «πολύ ικανοποιημένος» 90,12%).

Όσον αφορά τη βελτίωση που προτείνεται, παρατηρούμε στα επόμενα δύο διαγράμματα (σχετικά διαγράμματα δράσης και βελτίωσης), ότι η αξιοπιστία παρόλο

που στο διάγραμμα δράσης βρίσκεται στην περιοχή ισχύος, θεωρείται ως τελευταία προτεραιότητα της εταιρίας κατά την προσπάθεια βελτίωσης, ενώ πρώτη προτεραιότητα θεωρούνται οι τιμές με υψηλή αποτελεσματικότητα και χαμηλή απαιτητικότητα, με την εξυπηρέτηση τις πρόσθετες παροχές και την άνεση και ποιότητα υπηρεσιών να ακολουθούν.



Σχήμα 5.9: Σχετικό διάγραμμα δράσης



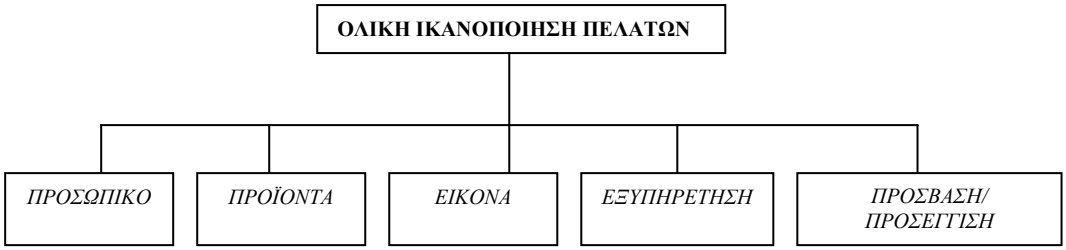
Σχήμα 5.10: Σχετικό διάγραμμα βελτίωσης

5.2. Παρουσίαση αποτελεσμάτων σε ΤΡΑΠΕΖΙΚΟ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟ.

Η συγκεκριμένη δημοσκόπηση πραγματοποιήθηκε στο χρονικό διάστημα από 25 Ιουλίου του 1998 μέχρι 30 Σεπτεμβρίου 1998 σε κατάστημα της πόλης των Χανίων επί της οδού Χ. Μιχάλη Γιάνναρη και στη θυρίδα της πλατείας Δικαστηρίων. Τα ερωτηματολόγια συμπληρωνόταν από πελάτες που συναλλάσσονταν με τα καταστήματα αυτά ανώνυμα και συλλέγονταν στις κάλπες που είχαν τοποθετηθεί γι' αυτό το σκοπό. Συνολικά συμπληρώθηκαν 303 ερωτηματολόγια από τα οποία 122 στο κατάστημα και 181 στη θυρίδα. Μετά την προκαταρτική ανάλυση συμπεριφοράς που έγινε συλλέχθηκαν βασικές πληροφορίες από τις οποίες προσδιορίστηκαν τα βασικά κριτήρια ικανοποίησης της έρευνας τα οποία είναι:

- ***Προσωπικό της τράπεζας*** (περιλαμβάνει τις γνώσεις των υπαλλήλων, την επικοινωνία τους με τον πελάτη, την ειλικρίνεια την υπευθυνότητα και την ευγένειά τους καθώς και την ταχύτητα και ακρίβεια εξυπηρέτησης των πελατών από το προσωπικό)
- ***Προϊόντα*** (αναφέρεται στην ποικιλία των προϊόντων που παρέχει η Τράπεζα, στις αποδόσεις των καταθέσεων, στις επιβραδύνσεις από τόκους δανείων, πιστωτικών καρτών και στις εξειδικευμένες εργασίες)
- ***Εικόνα της τράπεζας*** (διερευνά την πληρότητα των παροχών του Ομίλου, την φήμη του και την τεχνολογία που χρησιμοποιεί)
- ***Εξυπηρέτηση πελατών*** (εξετάζει την εξυπηρέτηση των πελατών από το γραφειοκρατικό σύστημα της Τράπεζας, την ενημέρωση που παρέχεται για τα νέα και υπάρχοντα προϊόντα, τους χρόνους εξυπηρέτησης και το περιβάλλον των καταστημάτων)
- ***Πρόσβαση στην τράπεζα*** (περιέχει το δίκτυο του Ομίλου, τη θέση των καταστημάτων και τις δυσλειτουργίες του συστήματος)

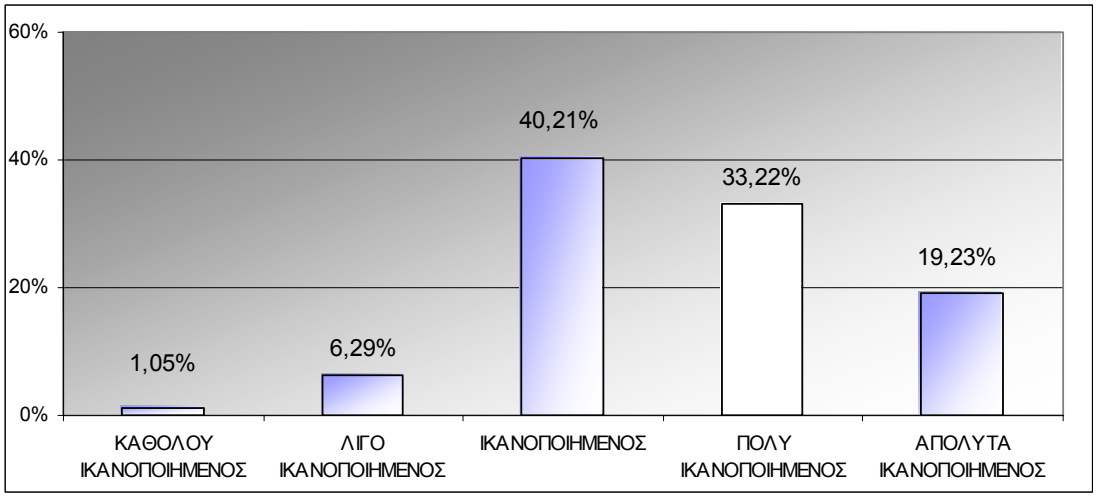
Σχηματικά οι παράγοντες της ολικής ικανοποίησης φαίνονται στο παρακάτω σχήμα (σχήμα 5.11).



Σχήμα 5.11: Γραφική παρουσίαση των παραγόντων της ολικής ικανοποίησης.

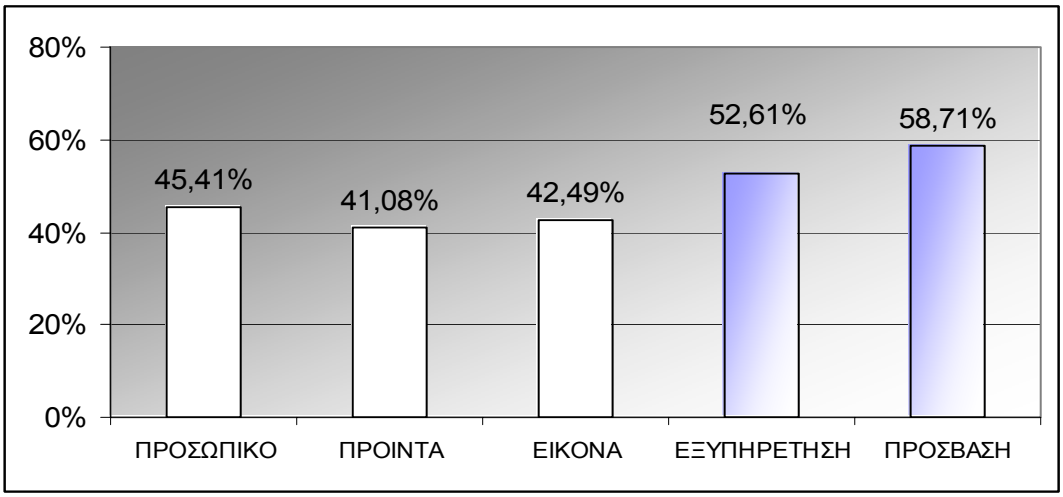
Στο ερωτηματολόγιο που συντάχθηκε η ποιοτική κλίμακα των απαντήσεων περιείχε πέντε βαθμίδες όπως είδαμε και στην §5.1.

Απόλυτα Ικανοποιημένος	Πολύ Ικανοποιημένος	Ικανοποιημένος	Λίγο Ικανοποιημένος	Καθόλου Ικανοποιημένος



Σχήμα 5.12: Συχνότητες απαντήσεων για την ολική ικανοποίηση

Από τις συχνότητες των απαντήσεων για την ολική ικανοποίηση παρατηρούμε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό είναι ικανοποιημένο (40,21%), ενώ εξίσου μεγάλο είναι και το ποσοστό των πολύ ικανοποιημένων πελατών (33,22%). Απόλυτα ικανοποιημένο είναι το 19,23% των πελατών ενώ είναι εμφανές ότι ελάχιστοι είναι οι πελάτες που έχουν μια όχι τόσο καλή αντίληψη για την εταιρία καθώς μόνο το 6,29% είναι λίγο ικανοποιημένοι ενώ καθόλου ικανοποιημένοι είναι το 1,05%.



Σχήμα 5.13: Συσχέτιση Spearman ολικής ικανοποίησης και κριτηρίων

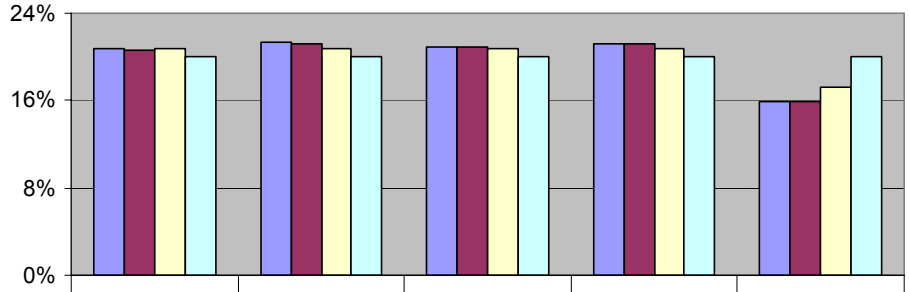
Όσον αφορά τις συσχετίσεις μεταξύ των κριτηρίων και της ολικής ικανοποίησης παρατηρούμε πως για όλα τα κριτήρια έχουν πολύ υψηλές τιμές, ενώ οι τιμές σφάλματος δεν αναφέρονται καθώς είναι πολύ κοντά στη μηδενική τιμή. Τα κριτήρια με τη μεγαλύτερη συσχέτιση είναι αυτά της πρόσβασης (58,71%) και της εξυπηρέτησης (52,61%). Επομένως η συνολική ικανοποίηση επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από όλα τα κριτήρια αλλά περισσότερο από την πρόσβαση και την εξυπηρέτηση.

Παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του μοντέλου διπλής αλήθειας (DTM):

Όσον αφορά το μοντέλο διπλής αλήθειας η χρήση μιας τέτοιας κλίμακας όπως η παραπάνω συνεπάγεται την απόδοση των παρακάτω τιμών a και b (τιμές μη ικανοποίησης και ικανοποίησης αντίστοιχα) για τις γλωσσικές μεταβλητές της κλίμακας, που προέρχονται από τις συναρτήσεις των ασαφών αριθμών κάθε μεταβλητής.

	Σύνολο 5 στοιχείων στην κλίμακα. Τιμές ζευγών (a,b)
Καθόλου ικανοποιημένος	(0.86,0.29)
Λίγο ικανοποιημένος	(0.71,0.43)
Ικανοποιημένος	(0.57,0.57)
Αρκετά ικανοποιημένος	(0.43,0.71)
Απόλυτα ικανοποιημένος	(0.29,0.86)

Πίνακας 5.5: Τιμές ζευγών των στοιχείων της κλίμακας αξιολόγησης



	ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ	ΠΡΟΙΝΤΑ	ΕΙΚΟΝΑ	ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗ	ΠΡΟΣΒΑΣΗ
DTM_Average	20,73%	21,30%	20,92%	21,16%	15,89%
DTM_Most	20,68%	21,23%	20,91%	21,23%	15,93%
DTM_At least 80%	20,69%	20,69%	20,69%	20,69%	17,24%
DTM_All	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%

Σχήμα 5.14: Βάρη των κριτηρίων

Από το σχήμα 5.14 παρατηρούμε ότι για το μοντέλο DTM το κριτήριο που κυριαρχεί σε σημαντικότητα σε όλη την κλίμακα αισιοδοξίας είναι το κριτήριο των προϊόντων με τη μεγαλύτερη σημαντικότητα η οποία κυμαίνεται από 20,69%-21,30%. Χωρίς μεγάλη διαφορά σημαντικότητας επίσης στην ίδια κατηγορία ανήκει και το κριτήριο της εξυπηρέτησης με βάρη από 20%-21,23%. Ακολουθούν τα κριτήρια της εικόνας του προσωπικού, κριτήρια των οποίων οι σημαντικότητες δεν διαφοροποιούνται σημαντικά από τα δύο πρώτα και τέλος το κριτήριο της πρόσβασης με το μικρότερο βάρος για όλες τις περιπτώσεις (εκτός από την τελευταία, All, όπου όλα τα κριτήρια έχουν το ίδιο βάρος καθώς έχει ληφθεί υπόψη η χειρότερη ικανοποίηση για όλα τα κριτήρια). Παρακάτω φαίνεται ο υπολογισμός του βάρους των κριτηρίων για την περίπτωση «τουλάχιστον το 80% των πελατών να είναι ικανοποιημένοι».

Ολική Ικανοποίηση (at least 80%) (0,49,0,65)					
Κριτήρια	**Προσωπικό (0,71,0,43)**	**Προϊόντα (0,71,0,43)**	**Εικόνα (0,71,0,43)**	**Εξυπηρέτηση (0,71,0,43)**	**Πρόσβαση (0,57,0,57)**
LV	*0,80*	*0,80*	*0,80*	*0,80*	*1,00*
RV	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*1,00*	*0,97*
d	*0,20*	*0,20*	*0,20*	*0,20*	*0,00*
s	*1,20*	*1,20*	*1,20*	*1,20*	*1,00*
e	*0,21*	*0,21*	*0,21*	*0,21*	*0,17*

Πίνακας 5.6: Υπολογισμός βαρών με τουλάχιστον 80% των πελατών ικανοποιημένους

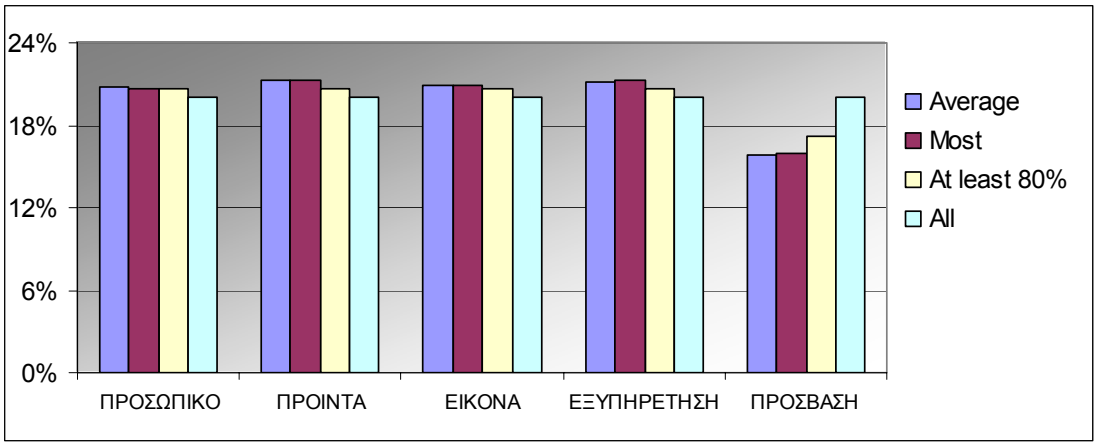
Ο πίνακας 5.5 μας δίνει ένα παράδειγμα υπολογισμού των βαρών των κριτηρίων με τη χρήση του κριτηρίου τουλάχιστον το 80% των πελατών να είναι ικανοποιημένο, όπου στα χαρακτηριστικά εκείνα με τη μικρότερη ικανοποίηση αποδίδεται το μεγαλύτερο βάρος. Εδώ το προσωπικό, τα προϊόντα, η εικόνα και η εξυπηρέτηση έχουν το ίδιο βάρος 21% ενώ η πρόσβαση με μεγαλύτερη ικανοποίηση στο 80% των πελατών έχει βάρος με τιμή 17%.

Επίσης στον παρακάτω πίνακα είναι φανερό ότι τα κριτήρια με τη χειρότερη απόδοση ικανοποίησης σε οποιαδήποτε περίπτωση αισιοδοξίας του αποφασίζοντα είναι αυτά του προϊόντος, του προσωπικού και της εξυπηρέτησης. Ενώ σημαντικό γεγονός είναι ότι οι πελάτες στις περιπτώσεις μείωσης της επιείκειας του αποφασίζοντα με την επιλογή ενός πιο αυστηρού ποσοτικοποιητή, είναι είτε ικανοποιημένοι (μέτρια κατάσταση) είτε δυσαρεστημένοι όσον αφορά την ολική ικανοποίηση από την επιχείρηση.

	Πεσιμισμός			
	Average	*Most*	*At least 80%*	*All*
ΟΛΙΚΗ	***ΠΟΛΥ***	***ΛΙΓΟ***	***ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜ***	***ΚΑΘΟΛΟΥ***
ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ	*ΛΙΓΟ*	*ΛΙΓΟ*	*ΛΙΓΟ*	*ΚΑΘΟΛΟΥ*
ΠΡΟΙΝΤΑ	*ΛΙΓΟ*	*ΛΙΓΟ*	*ΛΙΓΟ*	*ΚΑΘΟΛΟΥ*
ΕΙΚΟΝΑ	*ΛΙΓΟ*	*ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜ*	*ΛΙΓΟ*	*ΚΑΘΟΛΟΥ*
ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗ	*ΛΙΓΟ*	*ΛΙΓΟ*	*ΛΙΓΟ*	*ΚΑΘΟΛΟΥ*
ΠΡΟΣΒΑΣΗ	*ΠΟΛΥ*	*ΠΟΛΥ*	*ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜ*	*ΚΑΘΟΛΟΥ*

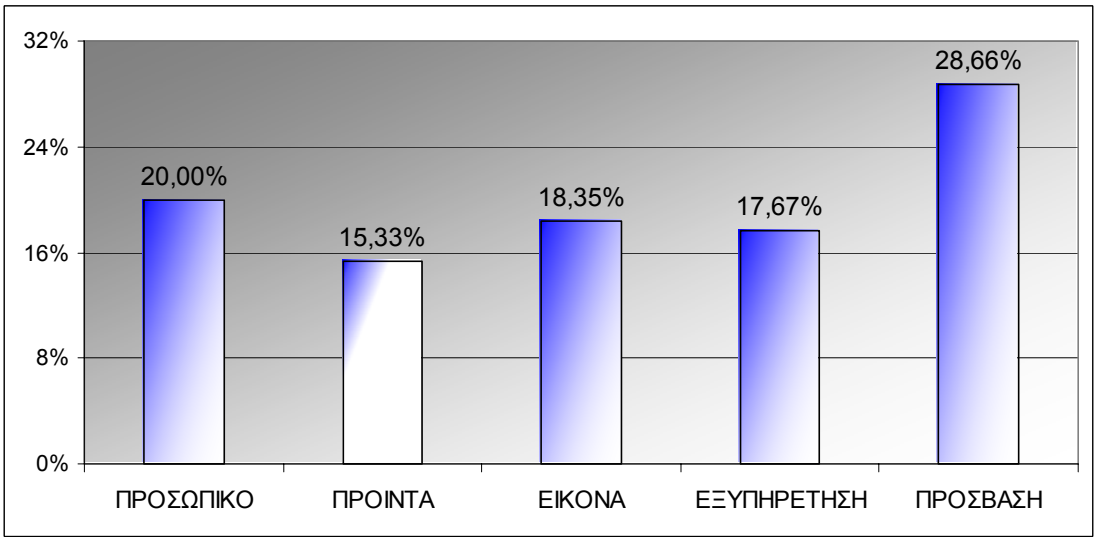
Πίνακας 5.7: Αποτελέσματα ικανοποίησης

Η διαφοροποίηση των βαρών που αποδίδονται από τη μέθοδο DTM όπως φαίνεται και από το παρακάτω σχήμα μας δίδει τα εξής στοιχεία: όλα τα κριτήρια εκτός από αυτό της πρόσβασης παρουσιάζουν μείωση του βάρους τους κατά την μείωση της αισιοδοξίας του αποφασίζοντα. Το γεγονός αυτό υποδηλώνει ότι η πρόσβαση παρουσιάζεται ως το κριτήριο στο οποίο πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή αν οι προσδοκίες του αποφασίζοντα για το σύνολο των πελατών για το συγκεκριμένο κριτήριο είναι μεγάλες, καθώς η πρόσβαση παρουσιάζει υψηλές τιμές ικανοποίησης των πελατών. Παρόλα αυτά ως προτεραιότητα της εταιρίας είναι τα υπόλοιπα κριτήρια καθώς έχουν και τα υψηλότερα βάρη με πρώτο αυτό των προϊόντων και στη συνέχεια αυτά της εξυπηρέτησης, της εικόνας και του προσωπικού.



Σχήμα 5.15: Βάρη σε συνάρτηση με την αισιοδοξία

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μεθόδου MUSA για τη συγκεκριμένη έρευνα ικανοποίησης πελατών.

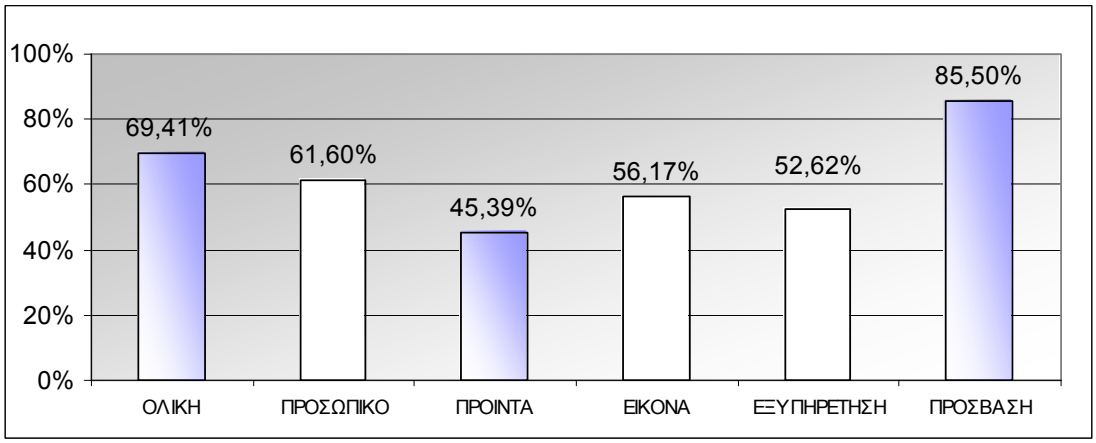


Σχήμα 5.16: Βάρη των κριτηρίων

Το κριτήριο με τη μεγαλύτερη βαρύτητα είναι αυτό της πρόσβασης με τιμή 28,66%, ενώ αυτό με τη μικρότερη τα προϊόντα με τιμή 15,33%. Το κριτήριο του προσωπικού είναι δεύτερο σε σημαντικότητα με τιμή βάρους 20% ενώ η εικόνα και η εξυπηρέτηση έχουν τιμές 18,35% και 17,67% αντίστοιχα.

Ο μεγαλύτερος δείκτης ικανοποίησης αντιστοιχεί στο κριτήριο της πρόσβασης με τιμή 85,5%, τιμή η οποία είναι κατά πολύ μεγαλύτερη της ολικής ικανοποίησης (69,41%), ενώ το σύνολο των πελατών είναι σχετικά δυσαρεστημένο από τα προϊόντα

καθώς ο δείκτης ικανοποίησής τους είναι 45,39%. Στα υπόλοιπα κριτήρια οι πελάτες εμφανίζονται αρκετά ικανοποιημένοι καθώς όλοι οι δείκτες ξεπερνούν τη μέση τιμή (50%).

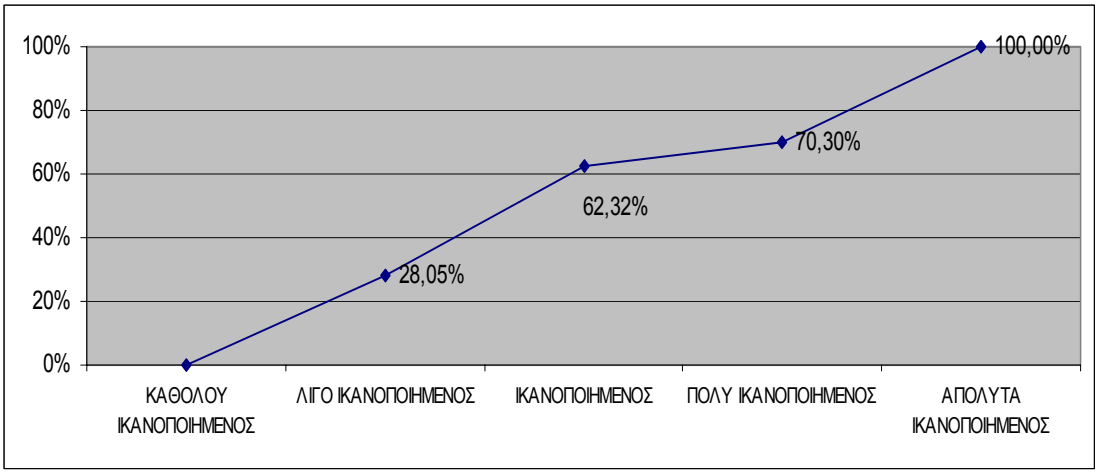


Σχήμα 5.17: Δείκτες ικανοποίησης για κάθε κριτήριο

Οι πελάτες παρουσιάζονται γενικότερα μη απαιτητικοί όπως βλέπουμε και από τους δείκτες απαιτητικότητας της μεθόδου MUSA, ενώ από τη συνολική συνάρτηση αξιών παρατηρούμε ότι για τη μετάβαση από το επίπεδο «λίγο ικανοποιημένος» στο επίπεδο «ικανοποιημένος» είναι μεγάλη, ενώ από το επίπεδο «ικανοποιημένος» στο επίπεδο «πολύ ικανοποιημένος» δεν απαιτείται μεγάλη προσπάθεια (πίνακας 5.7, σχήμα 5.18).

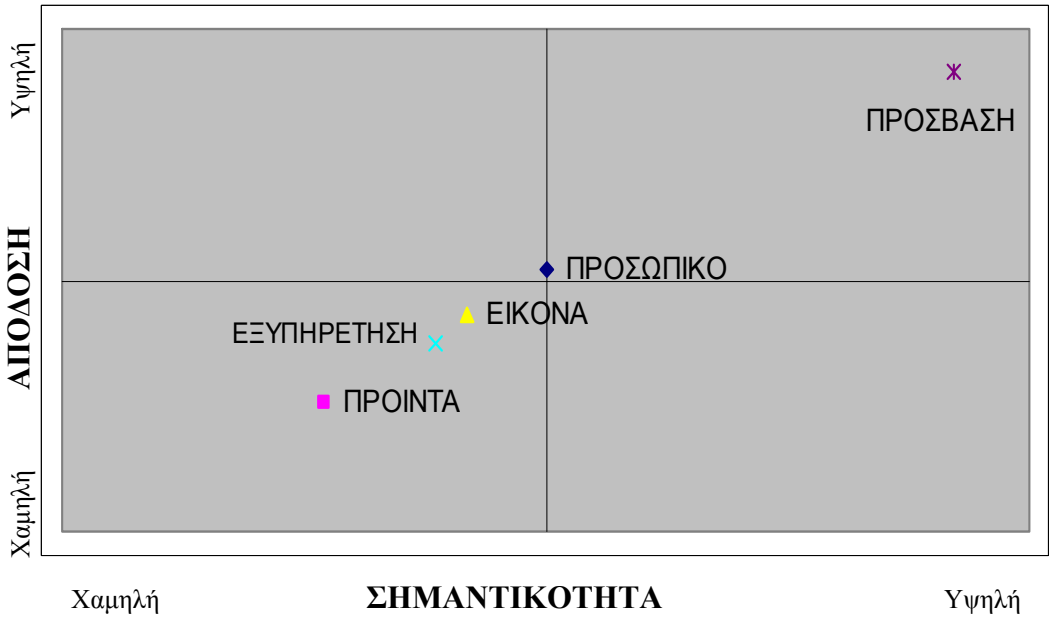
Κριτήριο	**Δείκτες απαιτητικότητας**	**Τύπος πελατών**
ΟΛΙΚΗ	-7,112	Ουδέτεροι
ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ	-45	Μη απαιτητικοί
ΠΡΟΪΟΝΤΑ	-28,22	Ουδέτεροι
ΕΙΚΟΝΑ	-40,059	Μη απαιτητικοί
ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗ	-37,729	Μη απαιτητικοί
ΠΡΟΣΒΑΣΗ	-53,339	Μη απαιτητικοί

Πίνακας 5.8: Δείκτες απαιτητικότητας

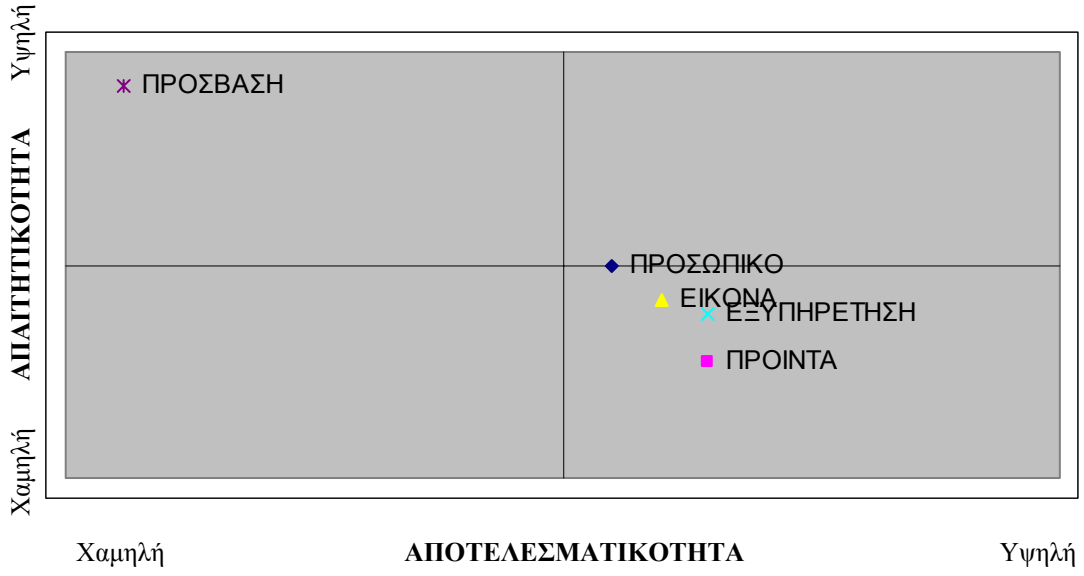


Σχήμα 5.18: Συνολική συνάρτηση ικανοποίησης

Τέλος παρουσιάζονται οι προτάσεις βελτίωσης και από τις δύο μεθόδους. Όπως βλέπουμε και από το διάγραμμα δράσης τα κριτήρια της εξυπηρέτησης της εικόνας και των προϊόντων ανήκουν στην περιοχή της ισχύουσας κατάστασης, γεγονός που σημαίνει ότι τα συγκεκριμένα κριτήρια τη δεδομένη στιγμή της έρευνας μπορεί να μην παρουσίασαν μεγάλη σημαντικότητα αλλά ενδέχεται να παρουσιάσουν στο μέλλον, καθώς και ότι πρώτη προτεραιότητα της εταιρίας είναι η βελτίωσή τους καθώς και του προσωπικού εφόσον παρουσιάζουν υψηλή αποτελεσματικότητα και δεν απαιτούν μεγάλη προσπάθεια κατά τη βελτίωση, όπως βλέπουμε και από το σχετικό διάγραμμα βελτίωσης.



Σχήμα 5.19: Σχετικό διάγραμμα δράσης



Σχήμα 5.20: Σχετικό διάγραμμα βελτίωσης

5.3. Παρουσίαση αποτελεσμάτων για Αντιπροσωπεία αυτοκινήτων

Η αντιπροσωπεία στην οποία πραγματοποιήθηκε η συγκεκριμένη έρευνα στεγάζεται στην Αθήνα και είναι μια από τις μεγαλύτερες αντιπροσωπείες της συγκεκριμένης εταιρίας στην Ελλάδα και έλαβε χώρα το πρώτο και δεύτερο τρίμηνο του 2003 (από τον Φεβρουάριο ως τον Ιούλιο). Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε δύο τμήματα της εταιρίας, στο τμήμα πωλήσεων και στο συνεργείο. Στην παρούσα εργασία θα ερευνήσουμε μόνο τον τομέα των πωλήσεων και μόνο τα βασικά κριτήρια ολικής ικανοποίησης. Στο ερωτηματολόγιο το οποίο δημιουργήθηκε μετά από τη χρήση ενός οδηγού διαστάσεων ικανοποίησης του οποίου τα στοιχεία μεταφράστηκαν στις δραστηριότητες της εταιρίας, στο τμήμα πωλήσεων καινούριων αυτοκινήτων απάντησαν συνολικά 100 πελάτες. Τα κριτήρια που αναλογούν στις διαστάσεις της συνολικής ικανοποίησης είναι τα ακόλουθα 9:

- ***Εμφάνιση*** (γενική εμφάνιση του χώρου της έκθεσης αυτοκινήτων)
- ***Παρουσίαση αυτοκινήτου*** (τρόπος παρουσίασης του αυτοκινήτου από τον πωλητή)
- ***Ενημέρωση χαρακτηριστικών*** (ενημέρωση για τα τεχνικά χαρακτηριστικά του αυτοκινήτου)
- ***Ενημέρωση εγγυήσεων***
- ***Ενημέρωση service*** (ενημέρωση σχετικά με τις διαδικασίες του σέρβις)

- ***Ενημέρωση για οδική βοήθεια***
- ***Εξόφληση*** (τρόποι και διαδικασίες εξόφλησης)
- ***Παράδοση*** (συνέπεια στο χρόνο παράδοσης του αυτοκινήτου)
- ***Εξυπηρέτηση προσωπικού***

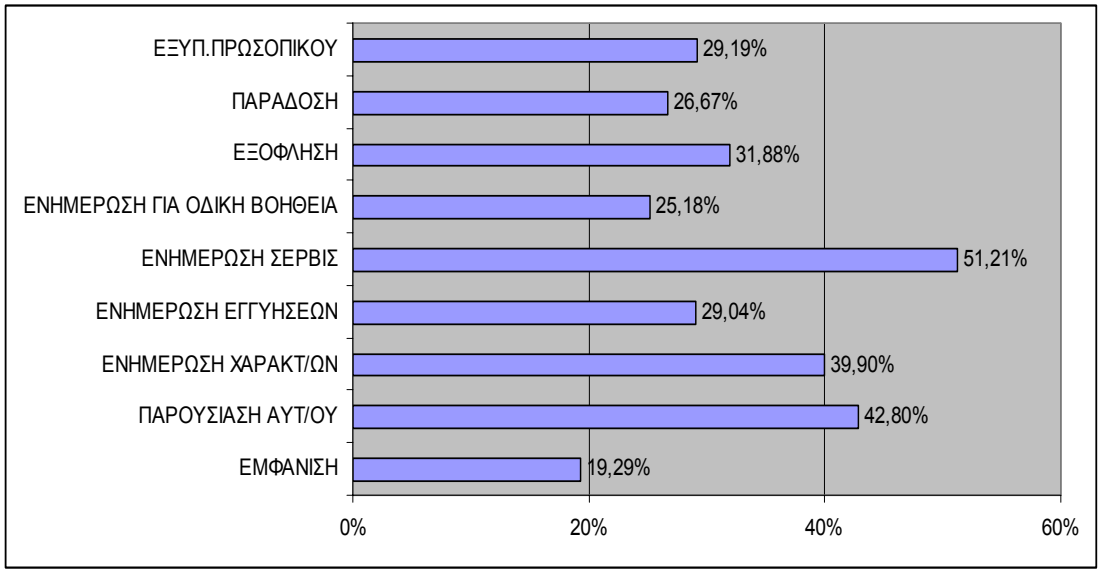
Η κλίμακα που χρησιμοποιήθηκε για την αξιολόγηση των κριτηρίων και της συνολικής ικανοποίησης είναι η ίδια με τις δύο προηγούμενες έρευνες και είναι πενταβάθμια. Τα αποτελέσματα των συχνοτήτων παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα.

ΚΡΙΤΗΡΙΑ	Καθόλου ικανοποιημ.	Λίγο ικανοποιημ.	Ικανοποιημένος	Πολύ ικανοποιημ	Απόλυτα ικανοποιημ.
ΕΜΦΑΝΙΣΗ	0,00%	1,00%	15,00%	30,00%	54,00%
ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΥΤ/ΟΥ	0,00%	5,00%	12,005	18,00%	65,00%
ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ ΧΑΡΑΚΤ/ΩΝ	4,00%	5,00%	21,00%	22,00%	48,00%
ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ ΕΓΓΥΗΣΕΩΝ	3,00%	11,00%	22,00%	34,00%	30,00%
ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ ΣΕΡΒΙΣ	2,00%	8,00%	25,00%	28,00%	37,00%
ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ ΓΙΑ ΟΔΙΚΗ ΒΟΗΘΕΙΑ	5,00%	11,00%	28,00%	18,00%	38,00%
ΕΞΟΦΛΗΣΗ	4,00%	9,00%	12,00%	15,00%	60,00%
ΠΑΡΑΔΟΣΗ	5,00%	10,00%	11,00%	10,00%	64,00%
ΕΞΥΠ.ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ	1,00%	2,005	5,00%	14,00%	78,00%
ΟΛΙΚΟΣ	2,00%	2,00%	14,00%	41,00%	41,00%

Πίνακας 5.9: Συχνότητες απαντήσεων ερωτήσεων ικανοποίησης

Τα μεγαλύτερα ποσοστά εμφανίζονται στις απαντήσεις «αρκετά ικανοποιημένος», «πολύ ικανοποιημένος» και «απόλυτα ικανοποιημένος». Το κριτήριο στο οποίο βρίσκονται οι περισσότεροι «αρκετά ικανοποιημένοι» πελάτες, είναι η ενημέρωση για τις πρόσθετες υπηρεσίες όπως την οδική βοήθεια.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι συσχετίσεις κατά Spearman μεταξύ της ολικής ικανοποίησης και των κριτηρίων οι οποίες υπολογίστηκαν από τις απαντήσεις των πελατών στα ερωτηματολόγια της έρευνας ικανοποίησης.



Σχήμα 5.21: Συσχέτιση κατά Spearman

Στο παραπάνω σχήμα παρατηρούμε ότι όλες οι συσχετίσεις των επιμέρους κριτηρίων σε σχέση με την ολική ικανοποίηση είναι αρκετά υψηλές, οι οποίες κυμαίνονται μεταξύ 19,29% και 51,21%. Συμπεραίνουμε ότι όσο πιο καλή είναι η ενημέρωση για το σέρβις, η παρουσίαση του αυτοκινήτου από τον πωλητή και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του αυτοκινήτου, τόσο πιο ικανοποιημένος είναι συνολικά ο πελάτης καθώς όλα τα παραπάνω είναι τα κριτήρια με τους μεγαλύτερους συντελεστές συσχέτισης. Η σύγκριση μεταξύ αυτών των κριτηρίων είναι εφικτή καθώς η πιθανότητα σφάλματος σε όλα είναι μηδενική.

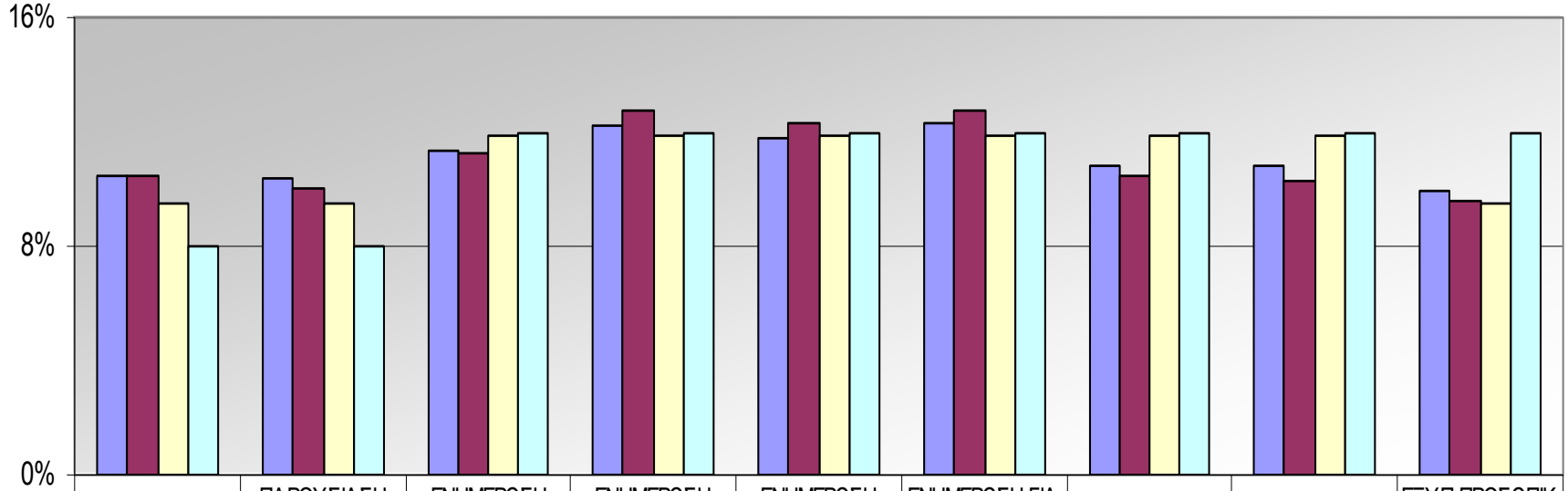
Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του μοντέλου της διπλής αλήθειας:

Τα ζεύγη αλήθειας που αποδίδονται από τη μέθοδο DTM είναι αυτά που φαίνονται παρακάτω:

	Σύνολο 5 στοιχείων στην κλίμακα. Τιμές ζευγών (a,b)
Καθόλου ικανοποιημένος	(0.86,0.29)
Λίγο ικανοποιημένος	(0.71,0.43)
Ικανοποιημένος	(0.57,0.57)
Αρκετά ικανοποιημένος	(0.43,0.71)
Απόλυτα ικανοποιημένος	(0.29,0.86)

Πίνακας 5.10: Τιμές ζευγών για τις γλωσσικές μεταβλητές

Παρατηρούμε ότι τα κριτήρια που καταλαμβάνουν τις πρώτες θέσεις σημαντικότητας είναι τα κριτήρια που εμπεριέχουν την ενημέρωση για κάποια δραστηριότητα με τιμή βαρών που κυμαίνεται από το 11,22% έως το 12,78%, ενώ η εξυπηρέτηση του προσωπικού καταλαμβάνει τη μικρότερη σημαντικότητα με τιμή από 9,52%- 9,92% (ουσιαστικά είναι έως 12% στην περίπτωση που θέλουμε όλοι οι πελάτες να είναι ικανοποιημένοι). Τα υπόλοιπα κριτήρια όπως η εμφάνιση, η παρουσίαση του αυτοκινήτου από τον πωλητή, η εξόφληση και η παράδοση κυμαίνονται στα ίδια περίπου επίπεδα σημαντικότητας, τα οποία δεν διαφοροποιούνται σε μεγάλο βαθμό από αυτά της ενημέρωσης καθώς τα βάρη τους κυμαίνονται περίπου στα ίδια επίπεδα, εκτός από την περίπτωση που θέλουμε «τουλάχιστον το 80% των πελατών να είναι ικανοποιημένο» όπου οι τιμές τους είναι χαμηλότερες.



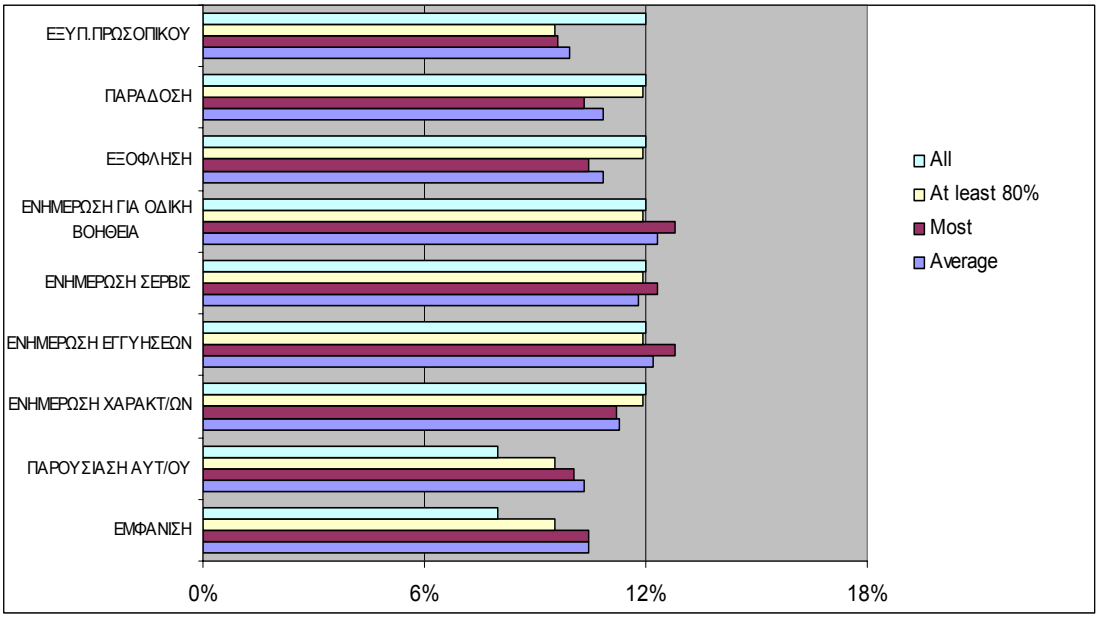
	ΕΜΦΑΝΙΣΗ	ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΥΤ/ΟΥ	ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ ΧΑΡΑΚΤ/ΩΝ	ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ ΕΓΓΥΗΣΕΩΝ	ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ ΣΕΡΒΙΣ	ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ ΓΙΑ ΟΔΙΚΗ ΒΟΗΘΕΙΑ	ΕΞΟΦΛΗΣΗ	ΠΑΡΑΔΟΣΗ	ΕΞΥΠ.ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ
DTM_Average	10,45%	10,34%	11,30%	12,20%	11,80%	12,32%	10,84%	10,84%	9,92%
DTM_Most	10,47%	10,06%	11,22%	12,78%	12,31%	12,78%	10,43%	10,32%	9,63%
DTM_At least 80%	9,52%	9,52%	11,90%	11,90%	11,90%	11,90%	11,90%	11,90%	9,52%
DTM_All	8,00%	8,00%	12,00%	12,00%	12,00%	12,00%	12,00%	12,00%	12,00%

Σχήμα 5.22, Παρουσίαση βαρών των κριτηρίων για τις δύο μεθόδους

	Πεσιμισμός			
	Average	***Most***	***At least 80%***	***All***
ΟΛΙΚΗ	*ΠΟΛΥ*	*ΠΟΛΥ*	*ΠΟΛΥ*	*ΚΑΘΟΛΟΥ*
ΕΜΦΑΝΙΣΗ	*ΠΟΛΥ*	*ΠΟΛΥ*	*ΠΟΛΥ*	*ΚΑΘΟΛΟΥ*
ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΥΤ/ΟΥ	*ΠΟΛΥ*	*ΑΠΟΛΥΤΑ*	*ΠΟΛΥ*	*ΚΑΘΟΛΟΥ*
ΕΝ. ΧΑΡΑΚΤ/ΩΝ	*ΠΟΛΥ*	*ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜ*	*ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜ*	*ΚΑΘΟΛΟΥ*
ΕΝ. ΕΓΓΥΗΣΕΩΝ	*ΠΟΛΥ*	*ΠΟΛΥ*	*ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜ*	*ΚΑΘΟΛΟΥ*
ΕΝ. ΣΕΡΒΙΣ	*ΠΟΛΥ*	*ΠΟΛΥ*	*ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜ*	*ΚΑΘΟΛΟΥ*
ΕΝ. ΓΙΑ ΟΛΙΚΗ ΒΟΗΘΕΙΑ	*ΠΟΛΥ*	*ΠΟΛΥ*	*ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜ*	*ΚΑΘΟΛΟΥ*
ΕΞΟΦΛΗΣΗ	*ΠΟΛΥ*	*ΑΠΟΛΥΤΑ*	*ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜ*	*ΚΑΘΟΛΟΥ*
ΠΑΡΑΔΟΣΗ	*ΠΟΛΥ*	*ΑΠΟΛΥΤΑ*	*ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜ*	*ΚΑΘΟΛΟΥ*
ΕΞΥΠ. ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ	*ΑΠΟΛΥΤΑ*	*ΑΠΟΛΥΤΑ*	*ΠΟΛΥ*	*ΚΑΘΟΛΟΥ*

Πίνακας 5.11: Αποτελέσματα ικανοποίησης

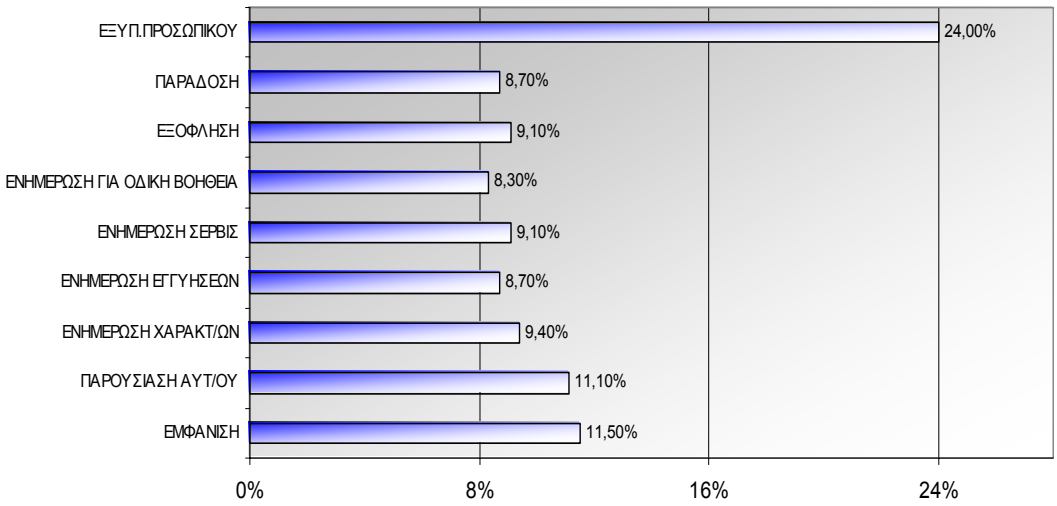
Αν εξαιρέσουμε την απαίτηση ότι όλοι οι πελάτες πρέπει να είναι ικανοποιημένοι, όπου για τον υπολογισμό της απόδοσης της ικανοποίησης επιλέγεται η χειρότερη ικανοποίηση από κάθε κριτήριο, είναι εύλογη η παρατήρηση μιας αρκετά υψηλής ικανοποίησης των πελατών και στην ολική ικανοποίηση και στα επιμέρους κριτήρια. Για παράδειγμα βλέπουμε ότι αν θέλουμε ο μέσος όρος των πελατών να είναι ικανοποιημένος (Average, πίνακας 5.11) από την εταιρία η απόδοση και της ολικής ικανοποίησης και των κριτηρίων είναι πολύ υψηλή καθώς τα αποτελέσματα κυμαίνονται στο «πολύ ικανοποιημένος» και «απόλυτα ικανοποιημένος». Από τα αποτελέσματα των βαρών της μεθόδου (σχήμα 5.22) ως πρωταρχική προτεραιότητα της εταιρίας παρουσιάζεται η βελτίωση της εξυπηρέτησης του προσωπικού στη συνέχεια της εμφάνισης και μετά της παρουσίασης. Αυτό επιβεβαιώνεται και από τον πίνακα 5.17 όπου τα συγκεκριμένα κριτήρια είναι αυτά με τη μεγαλύτερη απόδοση και συνεπώς την μεγαλύτερη επιρροή στη συνολική ικανοποίηση.



Σχήμα 5.23: Διακύμανση βαρών

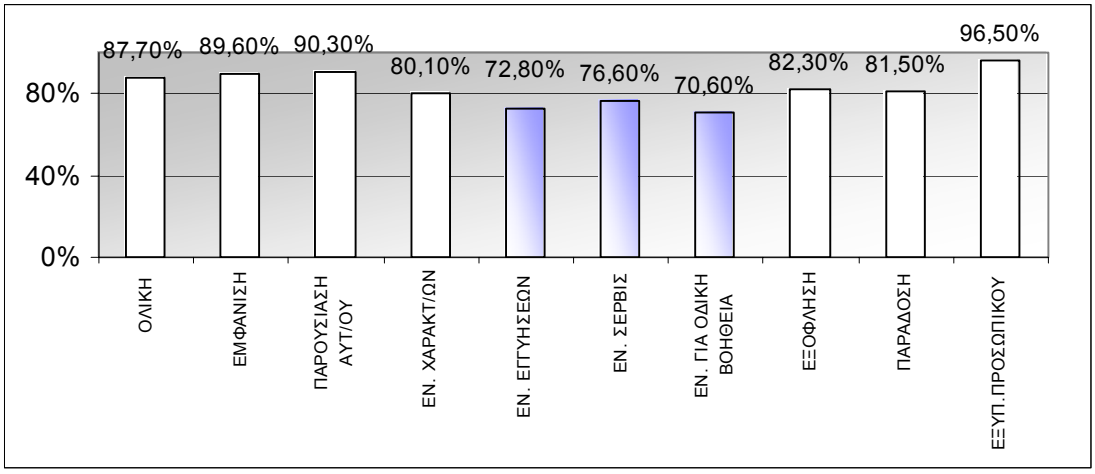
Από το σχήμα 5.23 παρατηρούμε ότι καθώς οι απαιτήσεις μας σε ικανοποίηση αυξάνονται τα βάρη των κριτηρίων της εμφάνισης, της παρουσίασης του αυτοκινήτου και των κριτηρίων της ενημέρωσης ακολουθούν μια φθίνουσα πορεία, ενώ τα κριτήρια της εξόφλησης της παράδοσης και της εξυπηρέτησης του προσωπικού αυξάνονται. Το γεγονός αυτό υποδηλώνει ότι αν η εταιρία θέλει όλο και περισσότεροι πελάτες της να είναι ικανοποιημένοι θα πρέπει να προσέξει τα κριτήρια των οποίων τα βάρη αυξάνονται.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μεθόδου MUSA για τη συγκεκριμένη έρευνα:



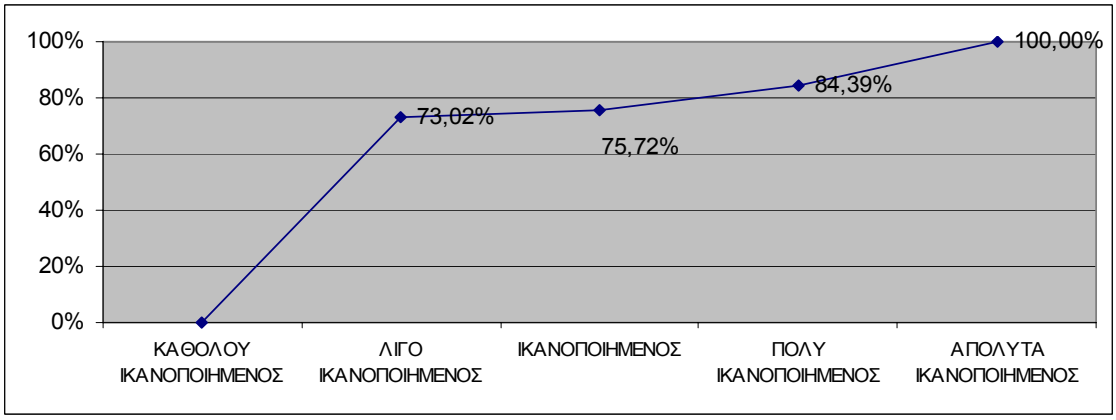
Σχήμα 5.24: Βάρη κριτηρίων

Από το παραπάνω σχήμα είναι φανερό πως η εξυπηρέτηση από το προσωπικό είναι το πιο σημαντικό κριτήριο ικανοποίησης με βαρύτητα 24%. Ακολουθεί η εμφάνιση της έκθεσης με ποσοστό 11,5%, και η παρουσίαση του αυτοκινήτου από τον πωλητή με 11,1%. Με μικρή ποσοστιαία διαφορά ακολουθούν όλα τα κριτήρια. Θα λέγαμε λοιπόν ότι οι πελάτες θεωρούν εξίσου σημαντικά όλα τα κριτήρια με εξαίρεση την εξυπηρέτηση από το προσωπικό. Επομένως είναι πολύ σημαντικό που η εξυπηρέτηση από το προσωπικό κατέχει ταυτόχρονα το μεγαλύτερο ποσοστό ικανοποίησης διότι έχει επίσης και τη μεγαλύτερη βαρύτητα. Το γεγονός ότι είναι το κριτήριο με το μεγαλύτερο δείκτη ικανοποίησης φαίνεται στο επόμενο σχήμα.



Σχήμα 5.25: Δείκτες ικανοποίησης για κάθε κριτήριο

Το κριτήριο με το μεγαλύτερο δείκτη ικανοποίησης (σχήμα 5.25) είναι αυτό της εξυπηρέτησης προσωπικού 96,50%, ενώ αυτό με το μικρότερο είναι η ενημέρωση για οδική βοήθεια 70,60%, χωρίς όμως κανένα κριτήριο να υπολείπεται αρκετά υψηλής ικανοποίησης, καθώς όλοι οι δείκτες ικανοποίησης κυμαίνονται σε ένα επίπεδο μεγαλύτερο του 70%.



Σχήμα 5.26: συνολική συνάρτηση ικανοποίησης

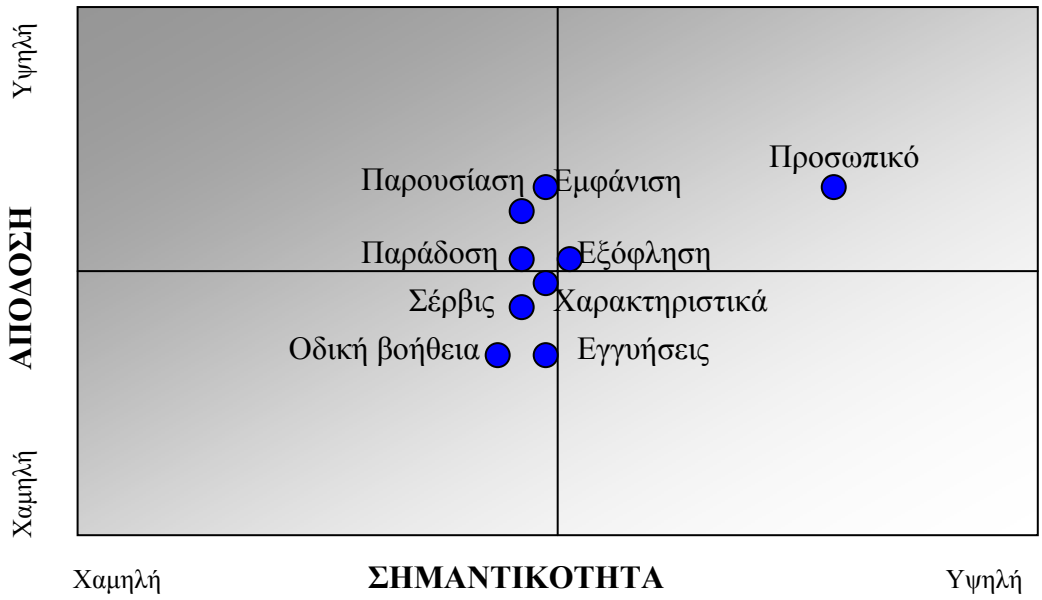
Από τη συνάρτηση παρατηρούμε ότι οι πελάτες δεν είναι απαιτητικοί κάτι που φαίνεται και από τους δείκτες απαιτητικότητας (πίνακας 5.12), ενώ ταυτόχρονα δε χρειάζεται μεγάλη προσπάθεια για τη μετάβαση από τη μια κλίμακα ικανοποίησης στην άλλη (για παράδειγμα από ικανοποιημένος 75,2% στο πολύ ικανοποιημένος 84,39%) καθώς οι διαφορές των τιμών είναι αρκετά μικρές.

Κριτήρια	***Δείκτες απαιτητικότητας(%)***	***Χαρακτηρισμός πελατών***
ΕΜΦΑΝΙΣΗ	*-31,66*	*Ουδέτεροι*
ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΥΤ/ΟΥ	*-31,6*	*Ουδέτεροι*
ΕΝ. ΧΑΡΑΚΤ/ΩΝ	*-19,27*	*Ουδέτεροι*
ΕΝ. ΕΓΓΥΗΣΕΩΝ	*-12,61*	*Ουδέτεροι*
ΕΝ. ΣΕΡΒΙΣ	*-15,24*	*Ουδέτεροι*
ΕΝ. ΓΙΑ ΟΔΙΚΗ ΒΟΗΘΕΙΑ	*-8,78*	*Ουδέτεροι*
ΕΞΟΦΛΗΣΗ	*-16,78*	*Ουδέτεροι*
ΠΑΡΑΔΟΣΗ	*-12,61*	*Ουδέτεροι*
ΕΞΥΠ. ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ	*-67,55*	*Ουδέτεροι*
ΟΛΙΚΗ	*-55,42*	*Μη απαιτητικοί*

Πίνακας 5.12: Δείκτες απαιτητικότητας

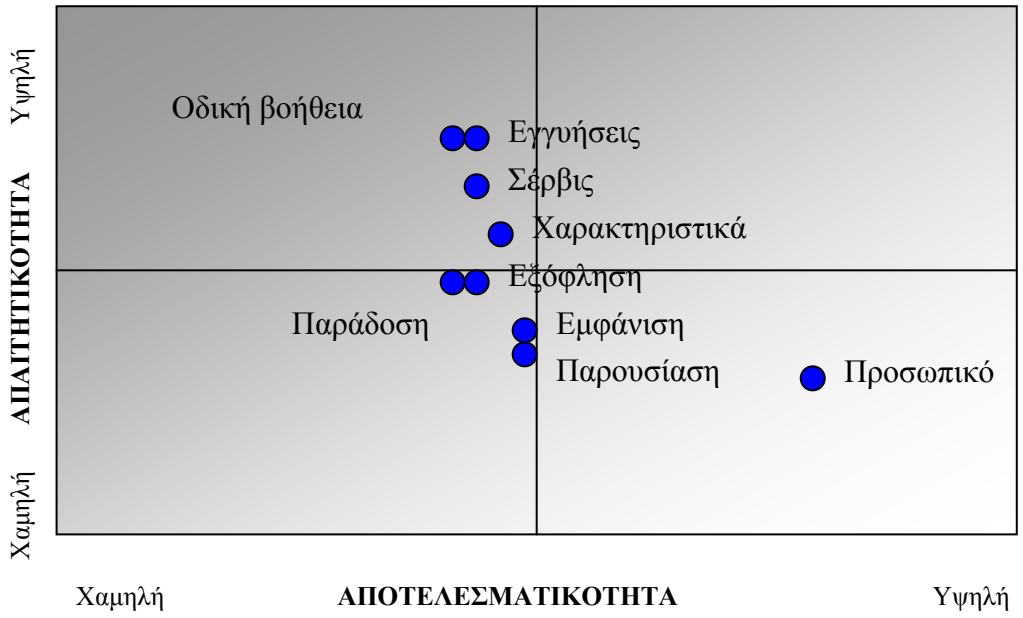
Στον πίνακα 5.12 παρατηρούμε ότι ο μέσος δείκτης απαιτητικότητας του συνόλου των πελατών είναι -55,42% επομένως οι πελάτες είναι μη απαιτητικοί γεγονός που επιβεβαιώνεται και από τη μορφή της ολικής συνάρτησης αξιών.

Στο σχήμα 5.27 παρουσιάζεται το σχετικό διάγραμμα δράσης των κριτηρίων ικανοποίησης. Τα κριτήρια που αφορούν το σέρβις του αυτοκινήτου και τις πρόσθετες υπηρεσίες όπως η οδική βοήθεια δεν είναι κρίσιμα στην παρούσα φάση αλλά δεν πρέπει να αγνοηθούν γιατί μπορεί να γίνουν σημαντικά στο μέλλον και μπορούν εύκολα να μεταπηδήσουν στην περιοχή δράσης. Για αυτά τα κριτήρια είναι σημαντικό να θυμόμαστε ότι η απόδοση είναι μικρή. Τα κριτήρια παράδοσης και εξόφλησης του αυτοκινήτου βρίσκονται στα όρια μεταξύ των περιοχών ισχύουσας κατάστασης και μεταφοράς πόρων το οποίο σημαίνει ότι από την πλευρά της εταιρίας έχει δοθεί περισσότερη βαρύτητα στα συγκεκριμένα κριτήρια από ότι θα έπρεπε και πρέπει να ελέγχονται έτσι ώστε να μην περάσουν στην περιοχή της μεταφοράς πόρων. Ως ισχυρό πλεονέκτημα της εταιρίας παρουσιάζονται η εξυπηρέτηση και το προσωπικό.



Σχήμα 5.27: Σχετικό διάγραμμα δράσης

Σύμφωνα με το διάγραμμα βελτίωσης του σχήματος 5.28, η εταιρία πρέπει να δώσει προτεραιότητα στην βελτίωση της εξυπηρέτησης από το προσωπικό, στην εμφάνιση της έκθεσης αυτοκινήτων και στην παρουσίαση του αυτοκινήτου από τον πωλητή, παρά το γεγονός ότι οι διαστάσεις αυτές παρουσιάζουν υψηλά επίπεδα ικανοποίησης. Ο λόγος είναι ότι οι πελάτες σε αυτά τα κριτήρια δεν είναι ιδιαίτερα απαιτητικοί ενώ η αποτελεσματικότητα των κριτηρίων αυτών είναι μεγάλη. Αυτό σημαίνει ότι μικρή βελτίωση του κριτηρίου αυτού μπορεί να αυξήσει πολύ την ικανοποίηση των πελατών από τα συγκεκριμένα κριτήρια. Δεύτερη προτεραιότητα της εταιρίας πρέπει να είναι η βελτίωση των κριτηρίων που αφορούν την παράδοση, εξόφληση και παρουσίαση του αυτοκινήτου στον πελάτη επειδή τα κριτήρια αυτά παρουσιάζουν ναι μεν χαμηλή αποδοτικότητα αλλά οι πελάτες δεν είναι ιδιαίτερα απαιτητικοί. Επομένως μικρή βελτίωση μπορεί να αυξήσει πολύ την ικανοποίηση των πελατών. Ως τελευταία προτεραιότητα της εταιρίας παρουσιάζονται τα κριτήρια που αφορούν την ενημέρωση του πελάτη για τις εγγυήσεις, τα χαρακτηριστικά του αυτοκινήτου, τη διαδικασία σέρβις και τις πρόσθετες υπηρεσίες.

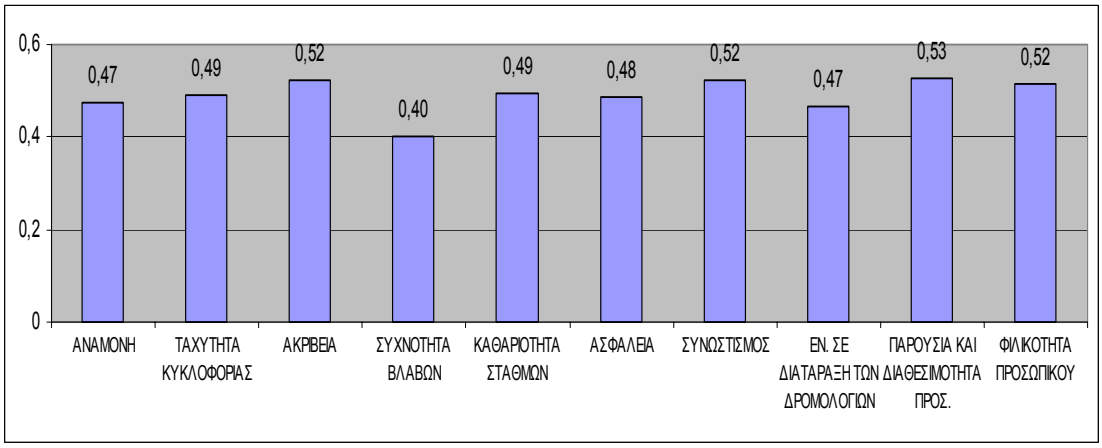


Σχήμα 5.28: Σχετικό διάγραμμα βελτίωσης

5.4. Συγκριτική ανάλυση για εταιρία ΜΕΤΡΟ

Η συγκεκριμένη έρευνα πραγματοποιήθηκε το 2001 στο πάνελ των κατοίκων του Il-de-France από την εταιρία RATP εταιρία μέσων μεταφοράς του Παρισιού. Τα ερωτηματολόγια που εξετάζονται εδώ είναι 1373. Η κλίμακα αξιολόγησης της ολικής ικανοποίησης κυμαίνεται από το 0 στο 10 (για τη μέθοδο MUSA, 1-11 για το μοντέλο διπλής αλήθειας), όπου το 10 δηλώνει τη μέγιστη ικανοποίηση. Τα δεδομένα του εξεταζόμενου προβλήματος αφορούν μόνο ένα μεταφορικό μέσο: το ΜΕΤΡΟ. Τα κριτήρια παρουσιάζονται στην ακόλουθη λίστα. Οι κλίμακες ικανοποίησης είναι ποσοτικές από 0 έως 10 για τα υποκριτήρια και την ολική ικανοποίηση και ποιοτικές για τα βασικά κριτήρια. Για την ανάλυση στην παρούσα εργασία λήφθηκαν υπόψιν μόνο τα υποκριτήρια ως βασικά κριτήρια και η ολική ικανοποίηση, με παράλειψη των βασικών κριτηρίων και διατήρηση της δεκαβάθμιας ποσοτικής κλίμακας ικανοποίησης. Εκτός από την ολική ικανοποίηση τα κριτήρια που μελετήθηκαν ήταν τα 10 ακόλουθα:

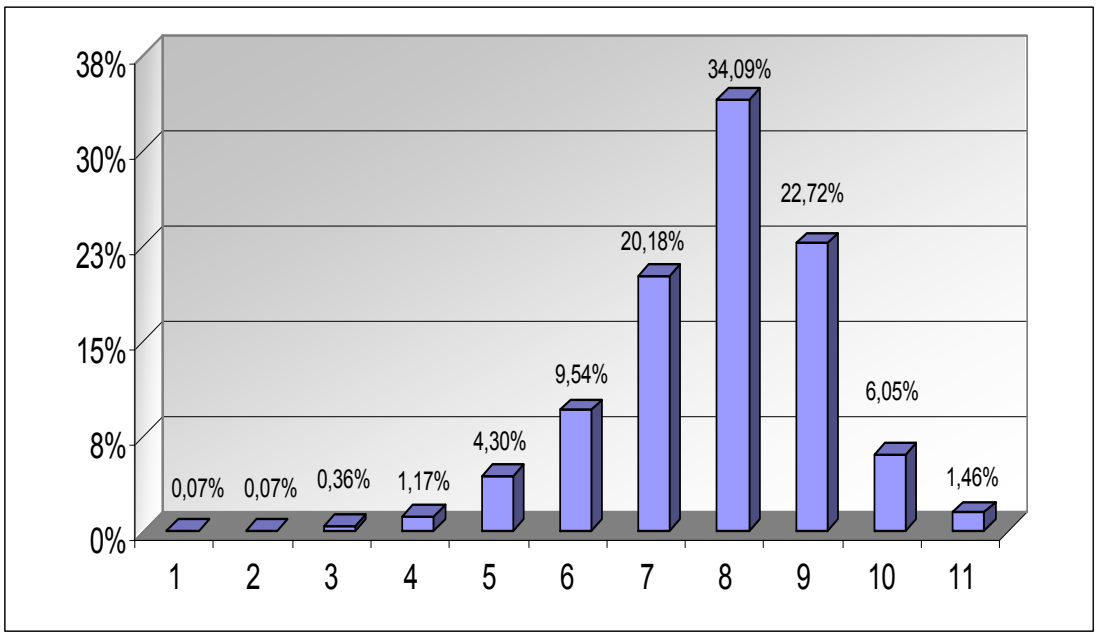
- *Αναμονή: χρόνος αναμονής στους σταθμούς*
- *Ταχύτητα κυκλοφορίας*
- *Ακρίβεια*
- *Συχνότητα βλαβών*
- *Καθαριότητα σταθμών*
- *Ασφάλεια*
- *Συνωστισμός*
- *Ενημέρωση σε περίπτωση διατάραξης των δρομολογίων*
- *Παρουσία και διαθεσιμότητα προσωπικού και*
- *Φιλικότητα του προσωπικού.*



Σχήμα 5.29: Τιμές συσχέτισης ολικής ικανοποίησης και κριτηρίων

Από τη στατιστική συσχέτιση των κριτηρίων με την ολική ικανοποίηση λαμβάνοντας υπόψη τις απαντήσεις των πελατών, παρατηρούμε ότι τη μεγαλύτερη συσχέτιση (0,53) την έχει το κριτήριο της παρουσίας και διαθεσιμότητας του προσωπικού όπως και τα κριτήρια του συνωστισμού, της ακρίβειας και της φιλικότητας προσωπικού με τιμή 0,52. Η ταχύτητα κυκλοφορίας δεν κατέχει την πρώτη σχέση αλλά ούτε και την τελευταία με μια τιμή συσχέτισης αρκετά υψηλή (0,49).

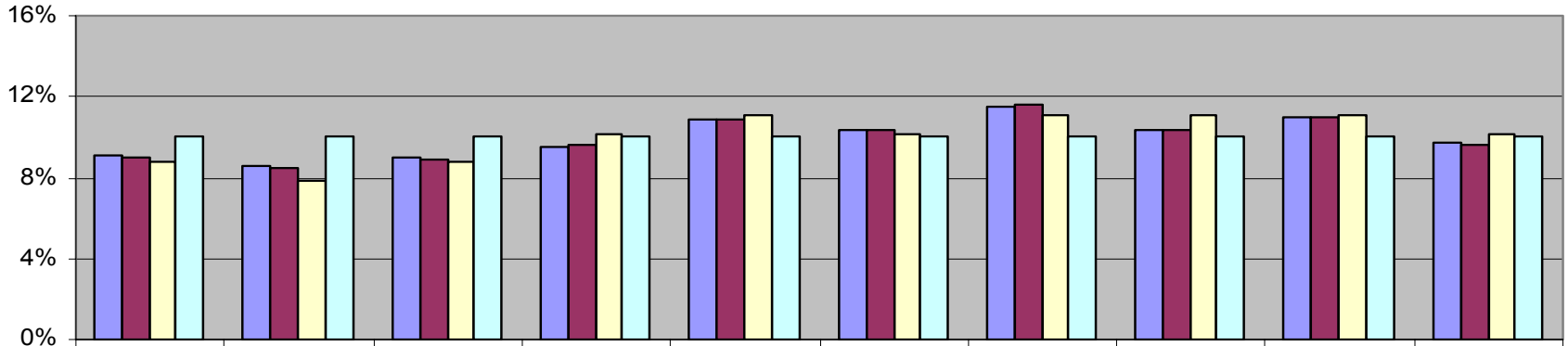
Η πλειοψηφία των επιβατών (34,04%) στην ερώτηση της ολικής ικανοποίησης έθεσε τον βαθμό 7. Η επόμενη πιο συχνή απάντηση (22,74%) ήταν ο βαθμός 8. Ακολουθεί ο βαθμός 6, ενώ αντίθετα τη μικρότερη συχνότητα είχαν οι βαθμοί 0, 1, 3 και 10. Τα παραπάνω φαίνονται στο σχήμα 5.27.



Σχήμα 5.30: Συχνότητες απαντήσεων για την ολική ικανοποίηση

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του μοντέλου της διπλής αλήθειας:

Το μεγαλύτερο βάρος για όλες τις περιπτώσεις αισιοδοξίας το κατέχει το κριτήριο του συνωστισμού με τιμή πάνω από 11%, σε δεύτερη θέση έρχονται τα κριτήρια παρουσία και διαθεσιμότητα του προσωπικού, καθαριότητα σταθμών, ασφάλεια και ενημέρωση σε διατάραξη των δρομολογίων. Η ταχύτητα κυκλοφορίας έχει το μικρότερο βάρος σε όλες τις περιπτώσεις ενώ τα υπόλοιπα κριτήρια (αναμονή, ακρίβεια, συχνότητα βλαβών και φιλικότητα προσωπικού) έχουν επίσης μικρό βάρος με πεδίο 8%-10% ανάλογα με την περίπτωση αισιοδοξίας.



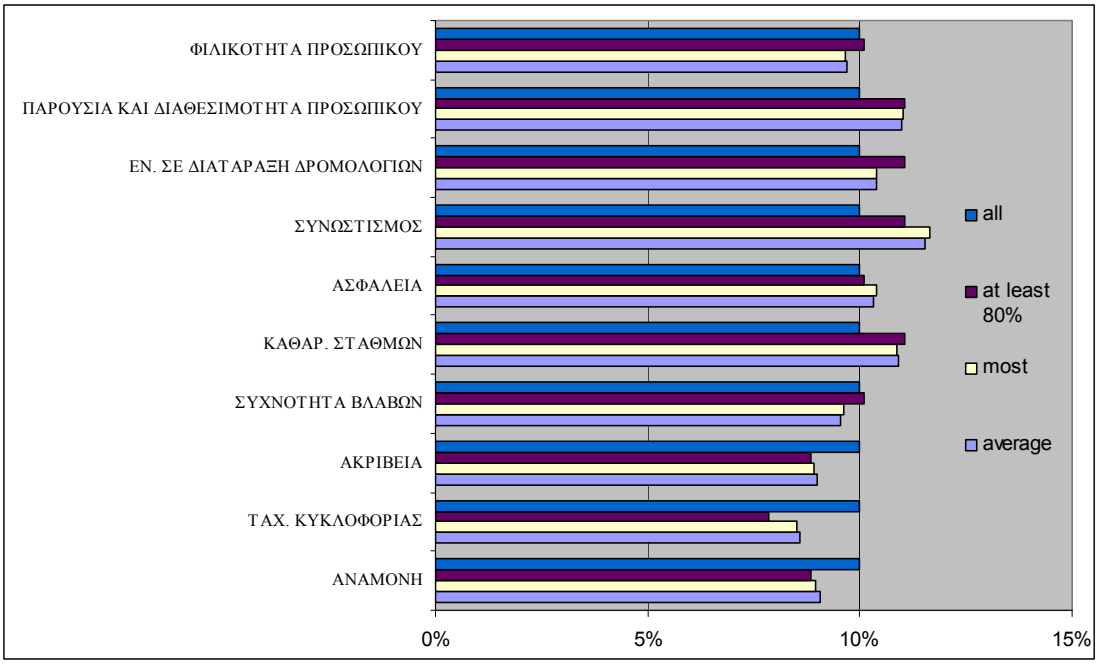
	ΑΝΑΜΟΝΗ	ΤΑΧ. ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ	ΑΚΡΙΒΕΙΑ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΒΛΑΒΩΝ	ΚΑΘΑΡ. ΣΤΑΘΜΩΝ	ΑΣΦΑΛΕΙΑ	ΣΥΝΩΣΤΙΣΜΟΣ	ΕΝ. ΣΕ ΔΙΑΤΑΡΑΞΗ ΔΡΟΜΟΛΟΓ	ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΙΜΟ	ΦΙΛΙΚΟΤΗΤΑ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ
Pure average	9,06%	8,59%	9,01%	9,55%	10,91%	10,33%	11,52%	10,38%	10,98%	9,68%
Most	8,97%	8,52%	8,93%	9,61%	10,88%	10,40%	11,64%	10,38%	11,03%	9,64%
At least 80%	8,84%	7,85%	8,84%	10,10%	11,04%	10,10%	11,04%	11,04%	11,04%	10,10%
All	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%

Σχήμα 5.31: Βάρη κριτηρίων

	Πεσιμισμός			
	Average	***Most***	***At least 80%***	***All***
ΟΛΙΚΗ	***7***	***7***	***6***	***1***
ΑΝΑΜΟΝΗ	*7*	*7*	*6*	*1*
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ	*8*	*8*	*7*	*1*
ΑΚΡΙΒΕΙΑ	*8*	*8*	*6*	*1*
ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΒΛΑΒΩΝ	*7*	*7*	*6*	*1*
ΚΑΘΑΡΙΟΤΗΤΑ ΣΤΑΘΜΩΝ	*6*	*6*	*5*	*1*
ΑΣΦΑΛΕΙΑ	*7*	*7*	*6*	*1*
ΣΥΝΩΣΤΙΣΜΟΣ	*6*	*6*	*5*	*1*
ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΔΙΑΤΑΡΑΞΗΣ ΤΩΝ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΩΝ	*7*	*7*	*5*	*1*
ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ	*6*	*6*	*5*	*1*
ΦΙΛΙΚΟΤΗΤΑ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ	*7*	*7*	*5*	*1*

Πίνακας 5.13: Αποτελέσματα ικανοποίησης

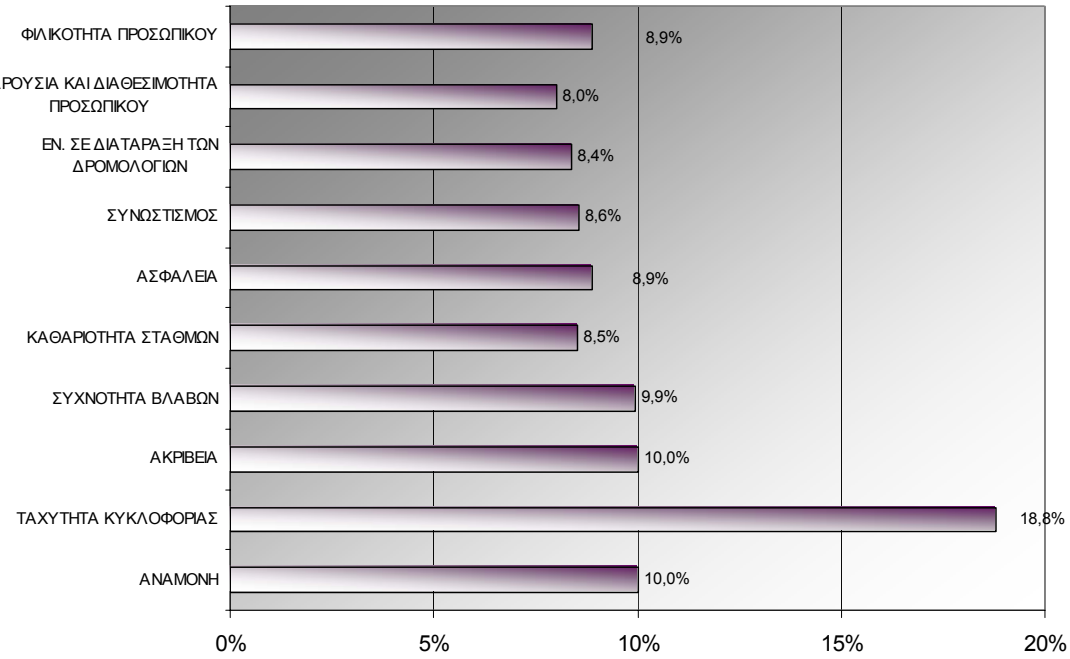
Παρατηρούμε ότι το κριτήριο της ταχύτητας κυκλοφορίας παρουσιάζει τη μεγαλύτερη ικανοποίηση σε όλες τις περιπτώσεις αισιοδοξίας, ενώ τη δεύτερη θέση κατέχει η ακρίβεια. Τα κριτήρια της συχνότητας βλαβών, της αναμονής και της ασφάλειας βρίσκονται στην τρίτη θέση ικανοποίησης. Η φιλικότητα του προσωπικού και η ενημέρωση σε περίπτωση διατάραξης των δρομολογίων ακολουθούν με τελευταία κριτήρια αυτά της καθαριότητας των σταθμών του συνωστισμού και της παρουσίας και διαθεσιμότητας του προσωπικού.



Σχήμα 5.32: Διαβάθμιση των βαρών

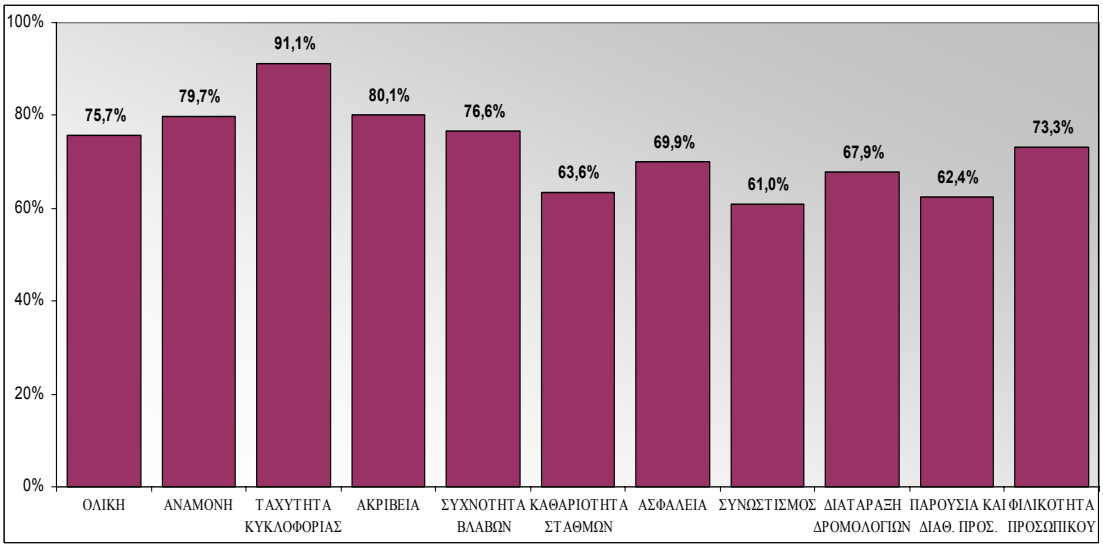
Αν παρατηρήσουμε τη διαβάθμιση των βαρών της μεθόδου DTM σε συνάρτηση με τις τιμές που παρουσιάζονται στο σχήμα 5.32, μπορούμε να κατατάξουμε τις προτεραιότητες της εταιρίας όσον αφορά τη βελτίωση της συνολικής ικανοποίησης. Ως πρώτη προτεραιότητα παρουσιάζονται τα κριτήρια του συνωστισμού, της καθαριότητας των σταθμών, της παρουσίας και διαθεσιμότητας του προσωπικού, της ενημέρωσης σε περίπτωση διατάραξης των δρομολογίων, της ασφάλειας, της φιλικότητας του προσωπικού και της συχνότητας των βλαβών με τη σειρά που αναφέρονται. Ενώ σε δεύτερη θέση έρχονται τα κριτήρια της ακρίβειας της αναμονής και της ταχύτητας της κυκλοφορίας, καθώς είναι τα κριτήρια με τη μεγαλύτερη ικανοποίηση και γι' αυτό και έχουν μικρή τιμή σημαντικότητας στο μοντέλο της διπλής αλήθειας.

Τα αποτελέσματα της μεθόδου MUSA παρουσιάζονται παρακάτω:



Σχήμα 5.33: Βάρη κριτηρίων

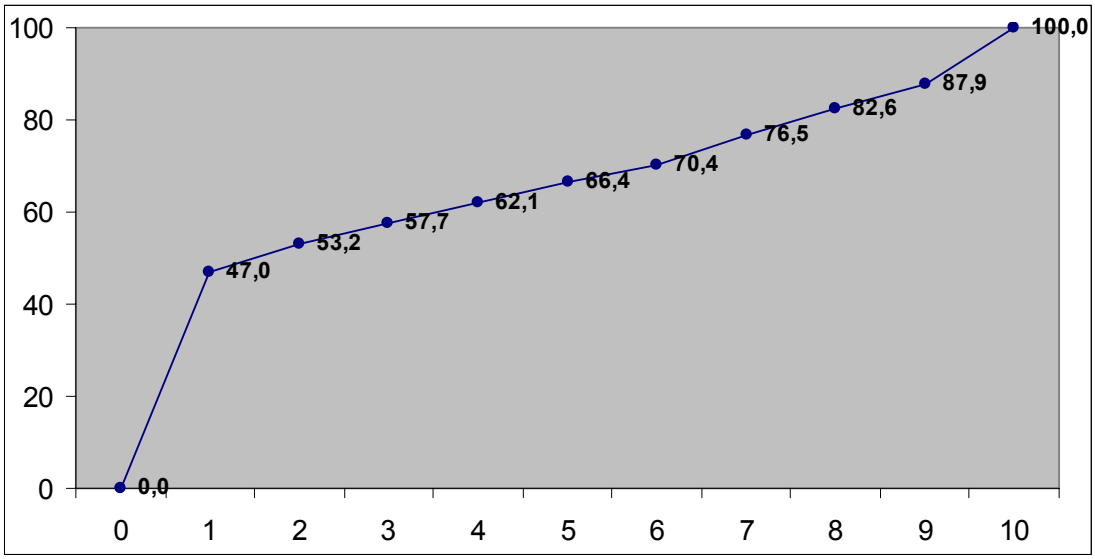
Όσον αφορά τα βάρη των κριτηρίων η MUSA αποδίδει τη μεγαλύτερη σημαντικότητα στο κριτήριο ταχύτητα κυκλοφορίας (18,8%), η οποία μάλιστα είναι αρκετά μεγάλη συγκριτικά με τα υπόλοιπα βάρη. Τη δεύτερη θέση καταλαμβάνουν η αναμονή (10%), η ακρίβεια (10%) και η συχνότητα βλαβών (9,9%), ενώ τα υπόλοιπα κριτήρια έχουν μια τιμή σημαντικότητας πιο χαμηλή με ένα εύρος από 8% έως 8,9%.



Σχήμα 5.34: Δείκτες ικανοποίησης κριτηρίων

Από τους δείκτες ικανοποίησης (σχήμα 5.34) που δίνει η μέθοδος MUSA παρατηρούμε ότι η ταχύτητα κυκλοφορίας είναι το κριτήριο με τη μεγαλύτερη ικανοποίηση (91,1%), τιμή μεγαλύτερη και από την ολική ικανοποίηση. Κριτήρια επίσης που ξεπερνούν τον δείκτη της ολικής ικανοποίησης είναι τα κριτήρια της αναμονής (79,7%), της ακρίβειας (80,1%) και της συχνότητας των βλαβών (76,6%). Τα υπόλοιπα κριτήρια έχουν τιμή δείκτη ικανοποίησης κάτω του 70% , εκτός από την φιλικότητα του προσωπικού όπου η ικανοποίηση είναι 73,3%.

Η MUSA μας δίνει επίσης και τη συνολική συνάρτηση αξιών από την οποία μπορούμε να δούμε και τον τύπο των πελατών. Από το παρακάτω διάγραμμα (σχήμα 5.35) μπορούμε να διαπιστώσουμε ότι η προσπάθεια για τη μεταφορά από το ένα επίπεδο ικανοποίησης στο άλλο (από τον ένα βαθμό της κλίμακας στον άλλο) δεν είναι μεγάλη καθώς η μεταβολή των ποσοστών είναι σχετικά μικρή, γεγονός που σημαίνει ότι οι πελάτες δεν είναι ιδιαίτερα απαιτητικοί.



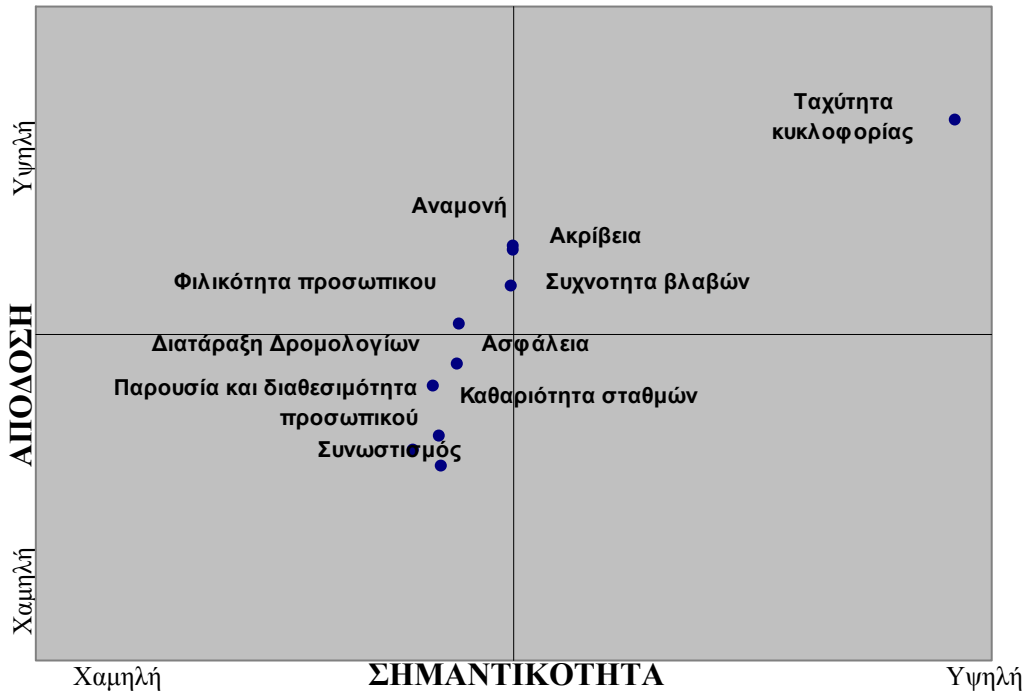
Σχήμα 5.35: Συνάρτηση συνολικής ικανοποίησης

Το ότι οι πελάτες δεν είναι ιδιαίτερα απαιτητικοί είναι φανερό και από τους δείκτες απαιτητικότητας των κριτηρίων καθώς και αυτόν της συνολικής ικανοποίησης. Σε όλα τα κριτήρια οι πελάτες εμφανίζονται «ουδέτεροι» γεγονός που σημαίνει ότι οι συγκεκριμένοι πελάτες όσο περισσότερο ικανοποιημένοι δηλώνουν ότι είναι, τόσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό των προσδοκιών τους που εκπληρώνεται, εκτός από το κριτήριο της ταχύτητας κυκλοφορίας και την ολική ικανοποίηση όπου εμφανίζονται «μη απαιτητικοί».

Κριτήριο	**Δείκτης απαιτητικότητας**	**Τύπος πελατών**
ΟΛΙΚΗ	-34,2%	Μη απαιτητικοί
ΑΝΑΜΟΝΗ	-30,0%	Ουδέτεροι
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ	-55,5%	Μη απαιτητικοί
ΑΚΡΙΒΕΙΑ	-30,0%	Ουδέτεροι
ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΒΛΑΒΩΝ	-29,6%	Ουδέτεροι
ΚΑΘΑΡΙΟΤΗΤΑ ΣΤΑΘΜΩΝ	-14,4%	Ουδέτεροι
ΑΣΦΑΛΕΙΑ	-21,2%	Ουδέτεροι
ΣΥΝΩΣΤΙΣΜΟΣ	-18,2%	Ουδέτεροι
ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΔΙΑΤΑΡΑΞΗΣ ΤΩΝ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΩΝ	-16,6%	Ουδέτεροι
ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ	-12,5%	Ουδέτεροι
ΦΙΛΙΚΟΤΗΤΑ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ	-21,4%	Ουδέτεροι

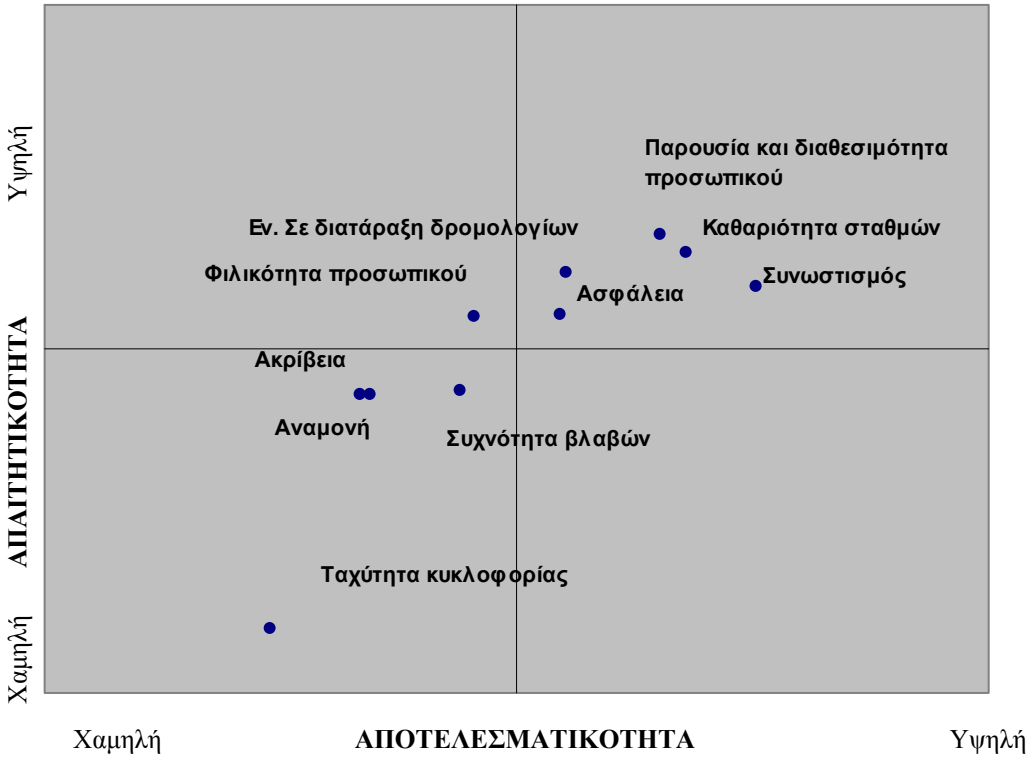
Πίνακας 5.14: Δείκτες απαιτητικότητας πελατών

Από το διάγραμμα δράσης της μεθόδου MUSA παρατηρούμε ότι το κριτήριο της ταχύτητας κυκλοφορίας βρίσκεται στην περιοχή ισχύος που σημαίνει ότι το συγκεκριμένο κριτήριο αποτελεί προτεραιότητα της εταιρίας. Επίσης τα κριτήρια της αναμονής της ακρίβειας και της συχνότητας βλαβών βρίσκονται στα όρια των περιοχών μεταφοράς πόρων και ισχύος κάτι που σημαίνει ότι επιδέχονται βελτίωση. Όσον αφορά τα υπόλοιπα κριτήρια στην περιοχή ισχύουσας κατάστασης, μπορεί τη δεδομένη στιγμή να μην παρουσιάζουν μεγάλη σημαντικότητα, αλλά ενδέχεται να παρουσιάσουν στο μέλλον.



Σχήμα 5.36: Σχετικό διάγραμμα δράσης

Από το διάγραμμα βελτίωσης της μεθόδου MUSA που βλέπουμε παρακάτω, ως πρώτες προτεραιότητες της εταιρίας παρουσιάζονται τα κριτήρια της ταχύτητας κυκλοφορίας, ακρίβειας αναμονής και συχνότητας βλαβών με χαμηλή απαιτητικότητα και αποτελεσματικότητα, και τα κριτήρια του συνωστισμού, της καθαριότητας των σταθμών, της ασφάλειας, της ενημέρωσης σε περίπτωση διατάραξης των δρομολογίων και της παρουσίας και διαθεσιμότητας του προσωπικού με υψηλή αποτελεσματικότητα και απαιτητικότητα. Ως τελευταία προτεραιότητα της εταιρίας παρουσιάζεται το κριτήριο της φιλικότητας του προσωπικού καθώς έχει μικρή αποτελεσματικότητα αλλά αρκετά μεγάλη απαιτητικότητα.



Σχήμα 5.37: Σχετικό διάγραμμα βελτίωσης

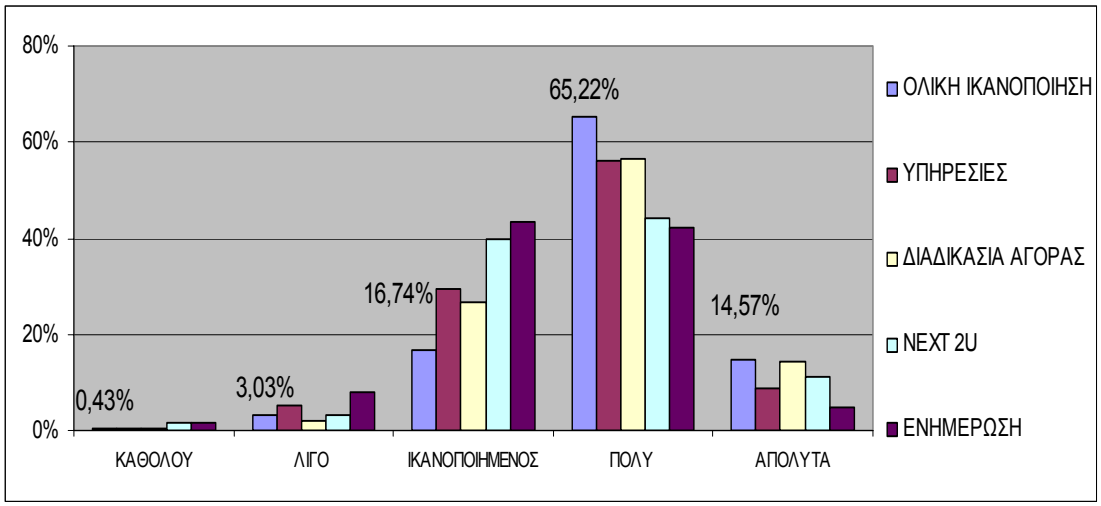
5.5. Παρουσίαση αποτελεσμάτων σε εταιρία παροχής υπηρεσιών διαδικτύου

Η δημοσκόπηση για τη συγκεκριμένη εταιρία πραγματοποιήθηκε το χρονικό διάστημα Μαΐου-Ιουλίου 2004 μέσω προσωπικών συνεντεύξεων. Για λόγους αξιοπιστίας και εγκυρότητας της έρευνας επιλέχθηκε η ανώνυμη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου από συνδρομητές της εταιρίας. Συνολικά συμπληρώθηκαν 764 ερωτηματολόγια, ενώ για τις αναλύσεις ικανοποίησης με τη μέθοδο MUSA χρησιμοποιήθηκε ένα τελικό δείγμα 682 πελατών, μετά τον έλεγχο ορθής συμπλήρωσης των ερωτηματολογίων. Η συνολική ικανοποίηση εκφράζεται από τέσσερα βασικά κριτήρια:

- ***Υπηρεσίες*** (αφορούν την ταχύτητα της σύνδεσης, το κατέβασμα (downloading) της δικτυακής σελίδας, τη σταθερότητα, το κόστος, την ευκολία σύνδεσης, την προσφερόμενη ποικιλία και τις προσφορές)
- ***Διαδικασία αγοράς*** (περιλαμβάνει τη διαδικασία αγοράς υπηρεσιών, την πρόσβαση και την ενεργοποίηση των υπηρεσιών)

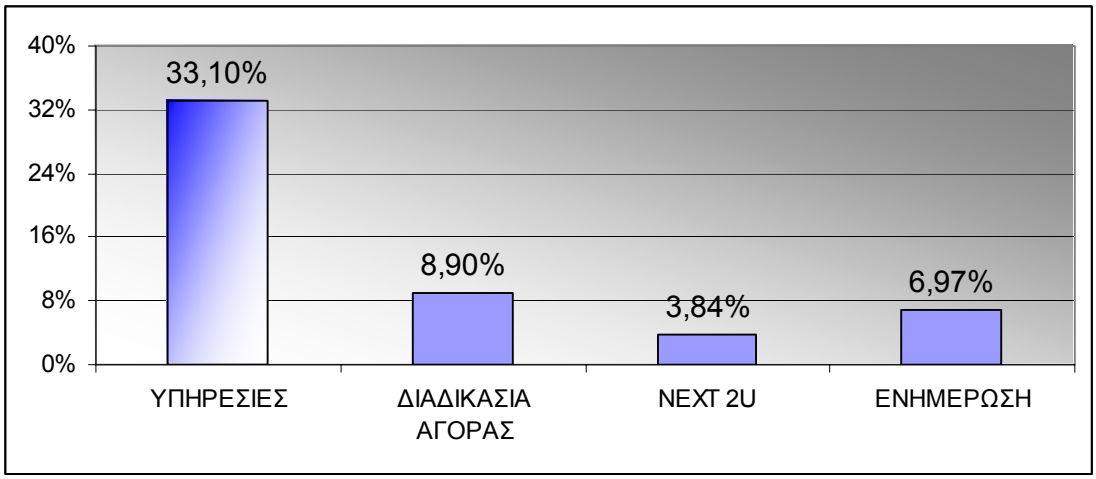
- ***Υπηρεσίες next2u*** (περιλαμβάνει την επίλυση προβλημάτων, την ταχύτητα αντιμετώπισης και την ευγένεια)
- ***Ενημέρωση*** (αφορά την ενημέρωση-Internet, φυλλάδια, τηλ. Διαφημίσεις, τον τύπο της υπηρεσίας, τον τρόπο χρέωσης και θέματα ασφαλείας)

Η κλίμακα αξιολόγησης που χρησιμοποιήθηκε για τις απαντήσεις στην συνολική ικανοποίηση και τα επιμέρους κριτήρια είναι πενταβάθμια όπως και στις προηγούμενες έρευνες.



Σχήμα 5.38: Συχνότητες απαντήσεων των πελατών

Είναι φανερό από τις συχνότητες απαντήσεων των πελατών ότι σχεδόν όλοι οι πελάτες βρίσκονται από υψηλά έως πολύ υψηλά επίπεδα ικανοποίησης, τόσο για την ολική ικανοποίηση όσο και για τα επιμέρους κριτήρια. Αναφορικά για την ολική ικανοποίηση το 65,22% είναι πολύ ικανοποιημένο, ενώ μόλις το 3,03% είναι λίγο ικανοποιημένο.



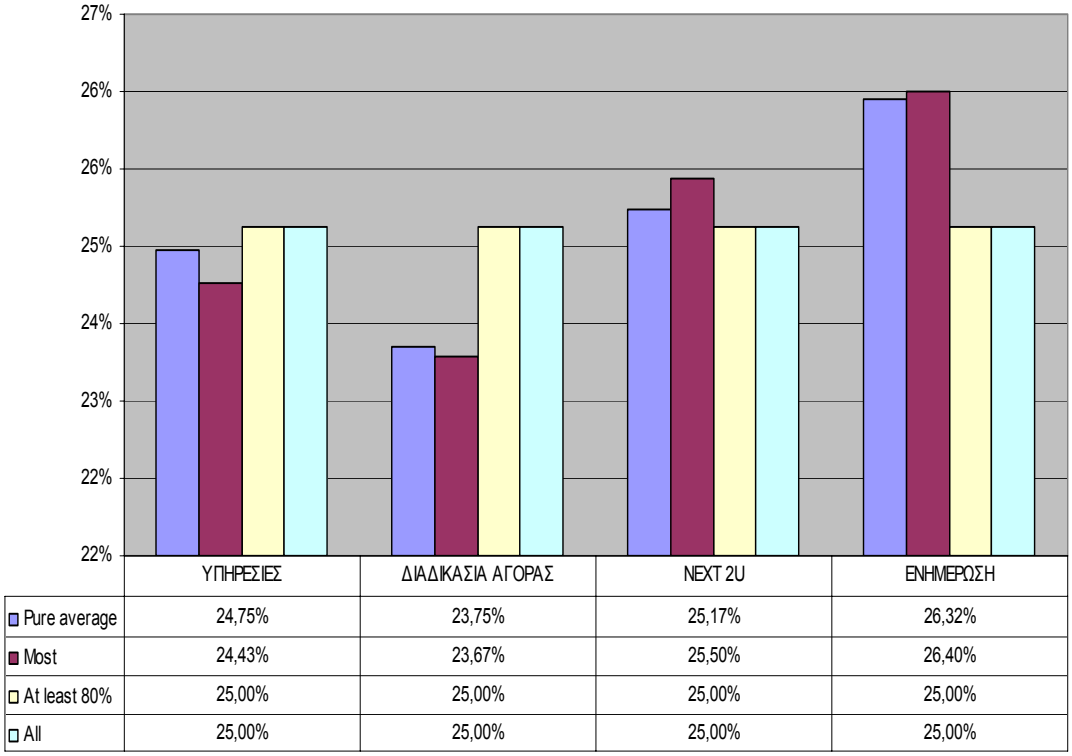
Σχήμα 5.39: Συσχέτιση ολικής ικανοποίησης και κριτηρίων

Η πιθανότητα σφάλματος της συσχέτισης για όλα τα κριτήρια ήταν πολύ μικρότερη του 0,05 και θεωρείται μηδενική. Από τη συσχέτιση παρατηρούμε ότι το κριτήριο με τη μεγαλύτερη τιμή είναι οι υπηρεσίες με τιμή 33,10% ενώ τα υπόλοιπα τρία κριτήρια έχουν πολύ χαμηλότερες τιμές οι οποίες είναι μικρότερες του 10% (διαδικασία αγοράς 8,9%, next 2u 3,84% και ενημέρωση 6,97%). Συμπεραίνουμε επομένως ότι το κριτήριο των υπηρεσιών είναι αυτό που επηρεάζει περισσότερο την ολική ικανοποίηση.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του μοντέλου της διπλής αλήθειας:

Οι τιμές των ζευγών που χρησιμοποιούνται για την εφαρμογή του μοντέλου της διπλής αλήθειας είναι ίδιες με τις τιμές των προηγούμενων εφαρμογών καθώς η κλίμακα αξιολόγησης παραμένει πενταβάθμια, επομένως το μοντέλο δίνει τις τιμές a, b, απαισιοδοξίας και αισιοδοξίας αντίστοιχα του πελάτη που περιέχονται στον πίνακα 5.10.

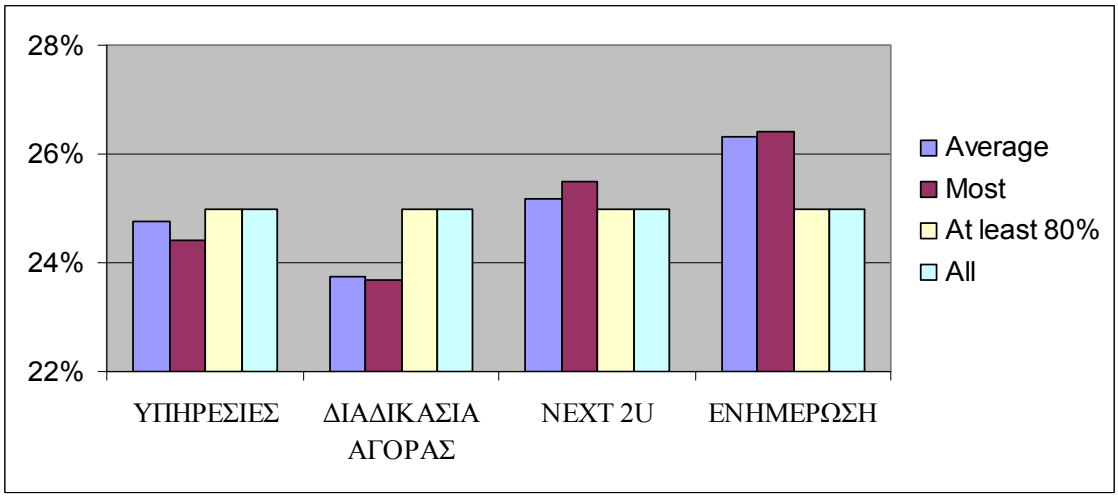
Παρατηρούμε ότι η ενημέρωση έχει τη μεγαλύτερη βαρύτητα από τα υπόλοιπα κριτήρια με βάρος από 25% έως 26,40% ενώ οι υπηρεσίες next2u κατέχουν τη δεύτερη. Αμέσως μετά σε σειρά σημαντικότητας έρχονται οι υπηρεσίες και τέλος η διαδικασία αγοράς.



Σχήμα 5.40: Τα βάρη των κριτηρίων

	Πεσιμισμός			
	Average	***Most***	***At least 80%***	***All***
ΟΛΙΚΗ	***ΠΟΛΥ***	***ΠΟΛΥ***	*ΟΥΤΕ Δ/Ι*	***ΚΑΘΟΛΟΥ***
ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ	*ΠΟΛΥ*	*ΠΟΛΥ*	*ΟΥΤΕ Δ/Ι*	*ΚΑΘΟΛΟΥ*
ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΓΟΡΑΣ	*ΠΟΛΥ*	*ΠΟΛΥ*	*ΟΥΤΕ Δ/Ι*	*ΚΑΘΟΛΟΥ*
NEXT 2U	*ΠΟΛΥ*	*ΠΟΛΥ*	*ΟΥΤΕ Δ/Ι*	*ΚΑΘΟΛΟΥ*
ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ	*ΟΥΤΕ Δ/Ι*	*ΟΥΤΕ Δ/Ι*	*ΟΥΤΕ Δ/Ι*	*ΚΑΘΟΛΟΥ*

Πίνακας 5.41: Αποτελέσματα ικανοποίησης

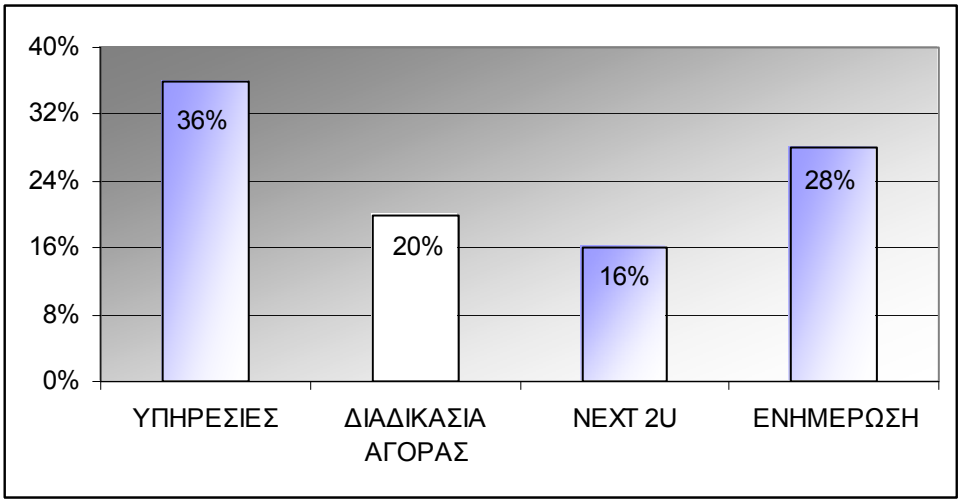


Σχήμα 5.42: Διαβάθμιση των βαρών

Από τη διαβάθμιση των βαρών στο σχήμα 5.42 παρατηρούμε ότι το κριτήριο με τη μεγαλύτερη μείωση κατά την αύξηση της αυστηρότητας είναι αυτό της ενημέρωσης ενώ αυτό με τη μεγαλύτερη αύξηση είναι αυτό της διαδικασίας αγοράς. Εύλογο συμπέρασμα επομένως είναι η εστίαση της προσοχής στη διαδικασία αγοράς όταν αναζητάται μεγαλύτερη ικανοποίηση των πελατών από τον αποφασίζοντα.

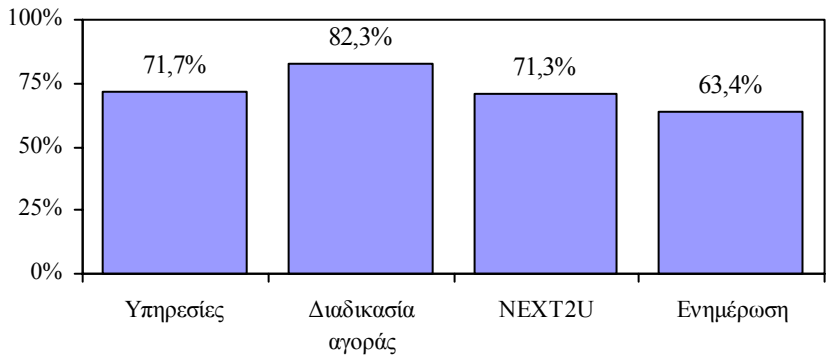
Παρατηρούμε από τη μέθοδο του μοντέλου της διπλής αλήθειας ότι το κριτήριο που αποτελεί προτεραιότητα της εταιρίας είναι αυτό της ενημέρωσης καθώς σε όλες τις περιπτώσεις έχει το μεγαλύτερο βάρος καθώς οι πελάτες είναι σχετικά όχι πολύ ικανοποιημένοι σε αυτό. Από τα υπόλοιπα κριτήρια οι πελάτες είναι περισσότερο ικανοποιημένοι καθώς τα αποτελέσματα της μεθόδου δίνουν υψηλή ικανοποίηση για τις περισσότερες περιπτώσεις αισιοδοξίας του αποφασίζοντα, όπως υψηλή τιμή έχουμε και για την ολική ικανοποίηση. Δεύτερη προτεραιότητα είναι οι υπηρεσίες next2u με την αμέσως μικρότερη σημαντικότητα (από την ενημέρωση) ενώ ακολουθούν οι υπηρεσίες και η διαδικασία αγοράς.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μεθόδου MUSA:



Σχήμα 5.43: Βάρη κριτηρίων

Το κριτήριο με τη μεγαλύτερη βαρύτητα είναι αυτό των υπηρεσιών με τιμή 36% ενώ ακολουθεί η ενημέρωση με 28%. Με σχετικά μικρή ποσοστιαία διαφορά ακολουθεί η αγορά εργασίας με τιμή 20% και τέλος οι υπηρεσίες next 2u με 16%.

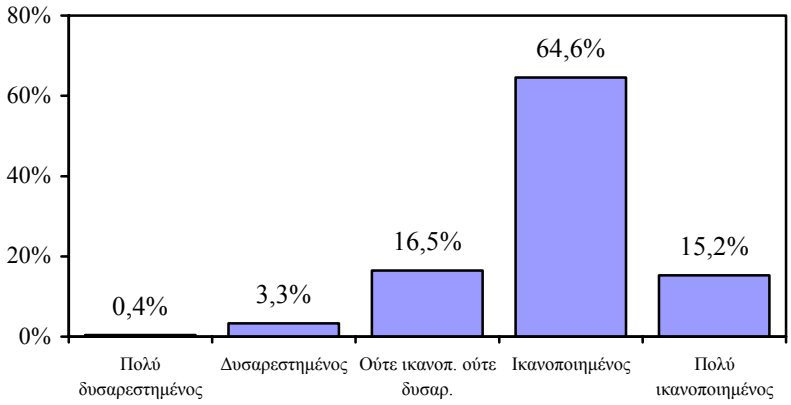


Σχήμα 5.44: Δείκτες ικανοποίησης των κριτηρίων

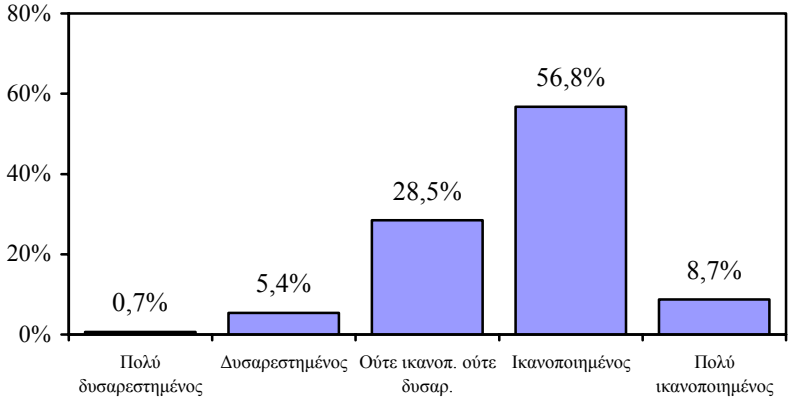
Παρατηρούμε ότι το μεγαλύτερο δείκτη ικανοποίησης κατέχει το κριτήριο της διαδικασίας αγοράς (82,3%), ενώ η ενημέρωση έρχεται τελευταία με δείκτη 63,4%.

Τα παρακάτω σχήματα παρουσιάζουν την κατανομή της ικανοποίησης των πελατών σύμφωνα με την ερώτηση ολικής ικανοποίησης από τη συνεργασία με την εταιρία και την ικανοποίηση από τα τέσσερα βασικά κριτήρια της έρευνας. Με βάση τα συγκεκριμένα σχήματα μπορούν να παρατηρηθούν τα εξής:

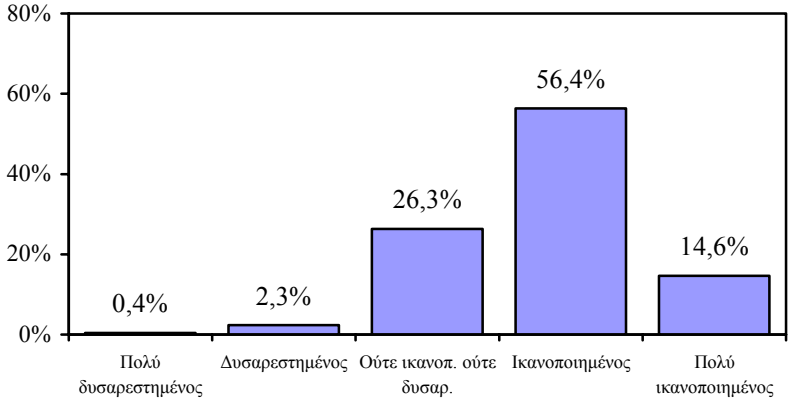
- Οι πελάτες φαίνονται συνολικά ικανοποιημένοι από την εταιρεία, δεδομένου ότι ένα ποσοστό 80% περίπου έχει δηλώσει «Ικανοποιημένος/η» ή «Πολύ ικανοποιημένος/η». Παρόλα αυτά, υπάρχει και ένα σχετικά σημαντικό ποσοστό πελατών που δηλώνουν ένα ουδέτερο ή αρνητικό επίπεδο ικανοποίησης.
- Η ικανοποίηση των πελατών σχετικά με τα βασικά κριτήρια φαίνεται να είναι μικρότερη συγκριτικά με το ολικό επίπεδο. Η σχετική αυτή ασυμφωνία καθιστά αναγκαία την εφαρμογή ενός μοντέλου μέτρησης που έχει τη δυνατότητα να «διορθώσει» τέτοιου είδους ασυνέπειες.
- Οι πελάτες φαίνονται λιγότερο ικανοποιημένοι από τα κριτήρια της υπηρεσίας NEXT2U και της ενημέρωσης. Μάλιστα, ένα 10% των συνδρομητών του δείγματος δηλώνει «Δυσαρεστημένος/η» ή «Πολύ δυσαρεστημένος/η» από την ενημέρωση που του παρέχεται.



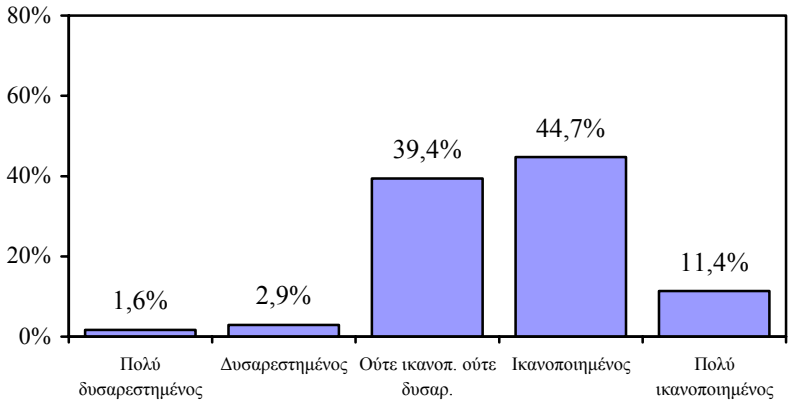
Σχήμα 5.45: Συνολική ικανοποίηση



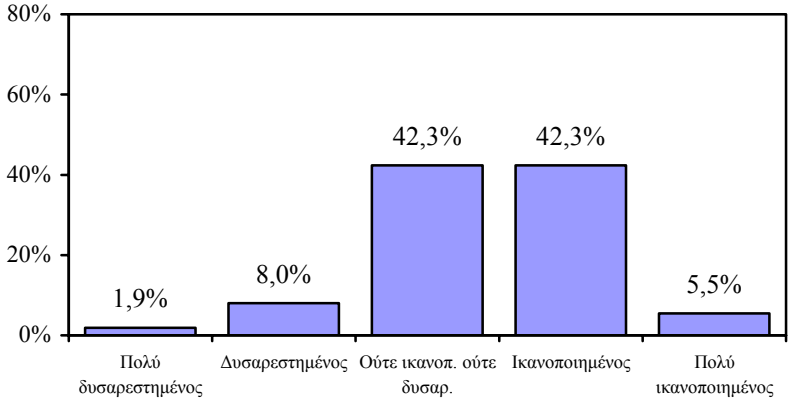
Σχήμα 5.46: Ικανοποίηση από τις υπηρεσίες



Σχήμα 5.47: Ικανοποίηση από τη διαδικασία αγοράς

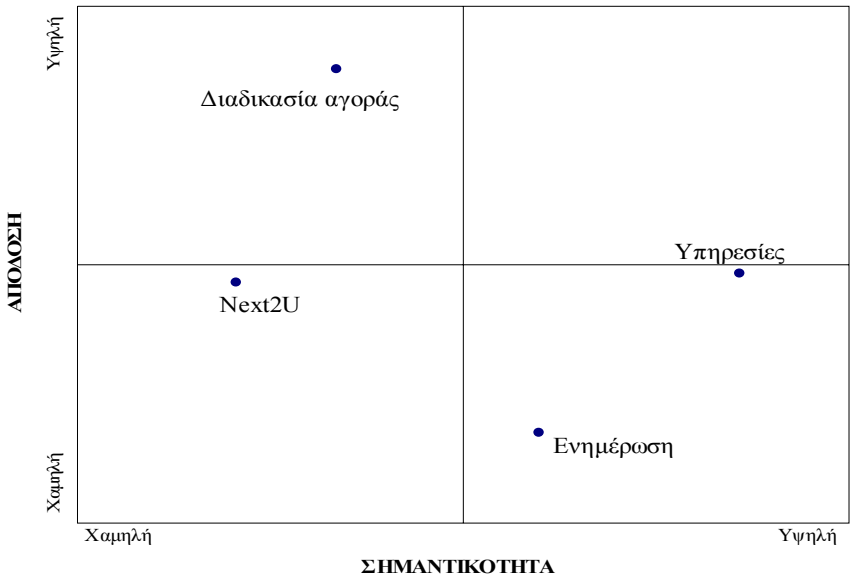


Σχήμα 5.48: Ικανοποίηση από την υπηρεσία NEXT2U



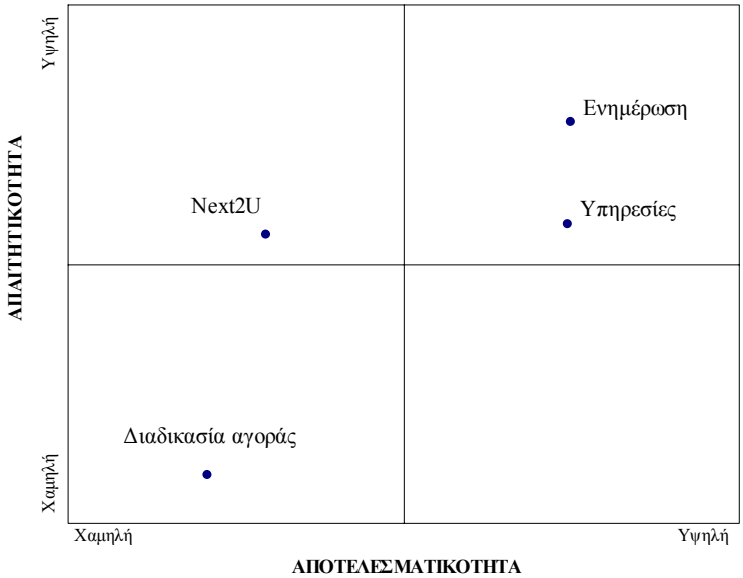
Σχήμα 5.49: Ικανοποίηση από την ενημέρωση

Όσον αφορά στις προσπάθειες βελτίωσης της εταιρείας, μπορεί εύκολα να παρατηρηθεί από τα διαγράμματα δράσης (Σχήμα 5.50) ότι η Ενημέρωση και οι Υπηρεσίες αποτελούν τις κρίσιμες διαστάσεις ικανοποίησης που απαιτούν άμεση βελτίωση. Το αποτέλεσμα αυτό οφείλεται στο σχετικά χαμηλό δείκτη ικανοποίησης που παρουσιάζουν, καθώς και στη μεγάλη βαρύτητα που δίνουν οι πελάτες σε αυτά.



Σχήμα 5.50: Σχετικό διάγραμμα δράσης βασικών κριτηρίων

Λαμβάνοντας υπόψη και τα αποτελέσματα του διαγράμματος βελτίωσης (Σχήμα 5.43), οι προτεραιότητες βελτίωσης θα μπορούσαν να επικεντρωθούν στα κριτήρια της Ενημέρωσης και των Υπηρεσιών, δεδομένου ότι αποτελούν κρίσιμες διαστάσεις ικανοποίησης. Εναλλακτικά, θα μπορούσε να εξεταστεί η βελτίωση της Υπηρεσίας Next2U, λόγω της σχετικά χαμηλής απαιτητικότητας που παρουσιάζουν οι πελάτες.



Σχήμα 5.51: Σχετικό διάγραμμα βελτίωσης βασικών κριτηρίων

Η ανάλυση των επιμέρους διαστάσεων ικανοποίησης επιβεβαιώνει τα προηγούμενα συμπεράσματα. Σε γενικές γραμμές η απόδοση της εταιρείας κυμαίνεται σε μέτρια επίπεδα (δείκτες ικανοποίησης 70-75%), γεγονός που υποδηλώνει σημαντικά περιθώρια βελτίωσης.

6. Επίλογος και συμπεράσματα

6.1. Γενικά

Η παρούσα εργασία ασχολείται με την εφαρμογή δύο μεθοδολογιών για την εκτίμηση και μέτρηση της ικανοποίησης του πελάτη. Η μια μεθοδολογία αφορά τη χρήση ασαφών συνόλων, ενώ η άλλη είναι μια μεθοδολογία πολυκριτήριας μέτρησης της ικανοποίησης. Αρχικά παρουσιάστηκε η έννοια της ικανοποίησης η ιστορική εξέλιξη της μέτρησης της ικανοποίησης και η χρησιμότητά της για τη σύγχρονη επιχείρηση. Στη συνέχεια έγινε αναφορά σε ποσοτικές μεθόδους ικανοποίησης. Επιπρόσθετα πριν την ανάλυση των δύο μεθοδολογιών παρουσιάστηκε συνοπτικά η θεωρία των ασαφών συνόλων και η χρήσεις της ασαφούς λογικής σε σύγχρονα θέματα.

Αμέσως μετά αναλύθηκε η μεθοδολογία του μοντέλου διπλής αλήθειας (dual truth model) του Zollo όπου γίνεται η χρήση των ασαφών συνόλων για την απόδοση τιμών στις γλωσσικές μεταβλητές με τις οποίες εκφράζονται οι πελάτες σε μια έρευνα ικανοποίησης, καθώς και παρουσιάστηκαν διάφορες χρήσης των ασαφών συνόλων όσον αφορά την αξιολόγηση της ποιότητας των υπηρεσιών. Στη συνέχεια έγινε ανάλυση της πολυκριτήριας μεθόδου MUSA (MUlticriteria Satisfaction Analysis) η οποία εκτιμά την ικανοποίηση ενός συνόλου ατόμων (πελατών, εργαζομένων, κ.λ.π.) με βάση το σύστημα αξιών και προτιμήσεων του συνόλου αυτού, το οποίο θεωρείται ως ενιαίο. Μετά την ανάλυση των μεθοδολογιών έγινε παρουσίαση αποτελεσμάτων σε 5 εφαρμογές όπου χρησιμοποιήθηκαν ήδη υπάρχοντα δεδομένα ικανοποίησης.

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι να παρουσιάσει τις ομοιότητες και διαφορές ανάμεσα στις δύο μεθοδολογίες που μετρούν την ικανοποίηση του πελάτη για μια επιχείρηση και να συγκρίνει την αντιμετώπιση που παρουσιάζει η καθεμία στην ποσοτικοποίηση της ποιοτικής πληροφορίας που λαμβάνεται από τον πελάτη. Παρακάτω παρουσιάζεται η συγκεκριμένη ανάλυση ανάμεσα στις δύο μεθοδολογίες

6.2. Συγκριτική ανάλυση των μεθοδολογιών

6.2.1. Συγκριτική ανάλυση για τη ναυτιλιακή εταιρία

Όσον αφορά την εφαρμογή στη ναυτιλιακή εταιρία, είναι προφανής η διαφορά στα αποτελέσματα των δύο μεθοδολογιών. Παρατηρούμε ότι το DTM (*dual truth model*, μοντέλο διπλής αλήθειας) ανεξάρτητα από το πόσοι πελάτες θέλουμε να είναι ικανοποιημένοι προσδίδει τη μεγαλύτερη σημαντικότητα στο κριτήριο των τιμών με τιμές από 24,1% έως 20% ανάλογα με την αισιοδοξία του αποφασίζοντα. Τα κριτήρια που ακολουθούν σε σημαντικότητα είναι οι πρόσθετες παροχές και η άνεση και ποιότητα υπηρεσιών, στη συνέχεια η εξυπηρέτηση και τέλος η αξιοπιστία με το μικρότερο βάρος όλων σε όλες τις περιπτώσεις αισιοδοξίας του αποφασίζοντα. Αντίθετα η MUSA θεωρεί το κριτήριο των τιμών τη διάσταση εκείνη της ικανοποίησης με τη μικρότερη σημαντικότητα 6,9%, ενώ η αξιοπιστία κατέχει το μεγαλύτερο και αρκετά διαφοροποιημένο μάλιστα βάρος με τιμή 38,8%. Στα υπόλοιπα κριτήρια η MUSA δίνει την ίδια σειρά σημαντικότητας όπως και το DTM.
Από τους δείκτες ολικής ικανοποίησης της μεθόδου MUSA και από τα αποτελέσματα ικανοποίησης του μοντέλου διπλής αλήθειας (§5.1) παρατηρούμε ότι το κριτήριο των τιμών είναι αυτό με το μικρότερο δείκτη ικανοποίησης, ένα σημείο που έχουμε συμφωνία των δύο μεθόδων.

Όσον αφορά την προτεινόμενη βελτίωση από το μοντέλο DTM, συμφωνεί με τα αποτελέσματα της μεθόδου MUSA, καθώς και στο συγκεκριμένο μοντέλο ανεξάρτητα με την αισιοδοξία του αποφασίζοντα οι τιμές παρουσιάζονται ως το κριτήριο με τη μεγαλύτερη σημαντικότητα και επομένως αποτελούν την προτεραιότητα βελτίωσης της εταιρίας καθώς οι πελάτες δεν είναι ικανοποιημένοι από το συγκεκριμένο κριτήριο. Στη μέθοδο MUSA οι τιμές έχουν υψηλή αποτελεσματικότητα και χαμηλή απαιτητικότητα και παρουσιάζονται σαν πρώτη προτεραιότητα της επιχείρησης.

6.2.2. Συγκριτική ανάλυση για τον τραπεζικό οργανισμό

Για το μοντέλο DTM το κριτήριο που κυριαρχεί σε σημαντικότητα σε όλη την κλίμακα αισιοδοξίας είναι το κριτήριο των προϊόντων με τη μεγαλύτερη σημαντικότητα η οποία κυμαίνεται από 20,69%-21,30%. Χωρίς μεγάλη διαφορά

σημαντικότητας επίσης στην ίδια κατηγορία ανήκει και το κριτήριο της εξυπηρέτησης. Ακολουθούν τα κριτήρια της εικόνας του προσωπικού και τέλος της πρόσβασης. Αντίθετα στη μέθοδο MUSA τη μεγαλύτερη σημαντικότητα κατέχει η πρόσβαση και η προσέγγιση στο κατάστημα με τιμή 28,66% ενώ τα προϊόντα έρχονται τελευταία με τιμή 15,33%.

Για τη MUSA, το κριτήριο με το μικρότερο δείκτη ικανοποίησης είναι τα προϊόντα με τιμή 45,39% και αυτό με το μεγαλύτερο η πρόσβαση με τιμή 85,50%. Στο ίδιο πλαίσιο κυμαίνονται και τα αποτελέσματα του DTM καθώς είναι φανερό ότι τα κριτήρια με τη χειρότερη απόδοση ικανοποίησης σε οποιαδήποτε περίπτωση αισιοδοξίας του αποφασίζοντα (από το διάγραμμα των αποτελεσμάτων ικανοποίησης για το DTM) είναι αυτά του προϊόντος, του προσωπικού και της εξυπηρέτησης.

Επιπρόσθετα παρατηρούμε από τα αποτελέσματα ικανοποίησης του DTM ότι οι πελάτες δεν είναι αρκετά ικανοποιημένοι από την εταιρία καθώς η ολική ικανοποίησης έχει μέτριες ή χαμηλές τιμές, σημείο στο οποίο υπάρχει συμφωνία με τη MUSA καθώς ο δείκτης συνολικής ικανοποίησης είναι λίγο μεγαλύτερος του 50% (69,41%).

Όσον αφορά τις προτάσεις βελτίωσης η MUSA προτείνει ως πρώτη προτεραιότητα τα κριτήρια της εξυπηρέτησης, της εικόνας, των προϊόντων και του προσωπικού. Από την απόδοση των βαρών στο μοντέλο DTM παρατηρούμε ότι τα συγκεκριμένα κριτήρια έχουν το ίδιο περίπου βάρος για όλες τις διαβαθμίσεις της αισιοδοξίας, ενώ αυτό της πρόσβασης έρχεται τελευταίο καθότι είναι και το κριτήριο με τη μεγαλύτερη ικανοποίηση. Επομένως σύμφωνα με το DTM εάν κάποιος θέλει να βελτιώσει τη συνολική ικανοποίηση θα πρέπει να στραφεί στα συγκεκριμένα κριτήρια.

6.2.3. Συγκριτική ανάλυση για την αντιπροσωπεία αυτοκινήτων

Όσον αφορά το μοντέλο της διπλής αλήθειας παρατηρούμε ότι τα κριτήρια που καταλαμβάνουν τις πρώτες θέσεις σημαντικότητας είναι τα κριτήρια που εμπεριέχουν την ενημέρωση για κάποια δραστηριότητα με τιμή βαρών που κυμαίνεται από το 11,22% έως το 12,78%, ενώ η εξυπηρέτηση του προσωπικού καταλαμβάνει τη μικρότερη σημαντικότητα με τιμή από 9,52%- 9,92% (ουσιαστικά είναι έως 12% στην περίπτωση που θέλουμε όλοι οι πελάτες να είναι ικανοποιημένοι). Η μέθοδος MUSA δίνει στο κριτήριο της εξυπηρέτησης του

προσωπικού τη μεγαλύτερη βαρύτητα 24% , ακολουθεί η παρουσίαση του αυτοκινήτου με 11,10% και τα υπόλοιπα κριτήρια στα ίδια περίπου επίπεδα. Παρατηρούμε επομένως μια διαφοροποίηση της σημαντικότητας ανάμεσα στις δύο μεθόδους για τα κριτήρια με το μεγαλύτερο και μικρότερο βάρος και μια ομοιομορφία στην κατάταξη των υπόλοιπων κριτηρίων.

Η απόδοση της ικανοποίησης και στις δύο μεθόδους κυμαίνεται στα ίδια επίπεδα καθώς οι δείκτες ικανοποίησης της MUSA συμφωνούν με τα αποτελέσματα ικανοποίησης του DTM. Όσον αφορά τις προτάσεις βελτίωσης των δύο μεθοδολογιών στη συγκεκριμένη εφαρμογή διαφοροποιούνται. Από τη μια η MUSA προτείνει ως πρώτη προτεραιότητα της εταιρίας τα κριτήρια της εξυπηρέτησης του προσωπικού, της εμφάνισης και της παρουσίασης του αυτοκινήτου ενώ το μοντέλο DTM προτείνει βελτίωση των κριτηρίων της ενημέρωσης για τη βελτίωση της συνολικής ικανοποίησης.

6.2.4. Συγκριτική ανάλυση για το ΜΕΤΡΟ

Όσον αφορά τα βάρη των κριτηρίων, η MUSA αποδίδει τη μεγαλύτερη σημαντικότητα στο κριτήριο ταχύτητα κυκλοφορίας (18,8%), η οποία μάλιστα είναι αρκετά μεγάλη συγκριτικά με τα υπόλοιπα βάρη. Τη δεύτερη θέση καταλαμβάνουν η αναμονή (10%), η ακρίβεια (10%) και η συχνότητα βλαβών (9,9%), ενώ τα υπόλοιπα κριτήρια έχουν μια τιμή σημαντικότητας πιο χαμηλή με ένα εύρος από 8% έως 8,9%. Για το μοντέλο της διπλής αλήθειας τα πράγματα είναι διαφορετικά. Το μεγαλύτερο βάρος για όλες τις περιπτώσεις αισιοδοξίας το κατέχει το κριτήριο του συνωστισμού με τιμή πάνω από 11%, σε δεύτερη θέση έρχονται τα κριτήρια παρουσία και διαθεσιμότητα του προσωπικού, καθαριότητα σταθμών, ασφάλεια και ενημέρωση σε διατάραξη των δρομολογίων. Η ταχύτητα κυκλοφορίας έχει το μικρότερο βάρος σε όλες τις περιπτώσεις ενώ τα υπόλοιπα κριτήρια (αναμονή, ακρίβεια, συχνότητα βλαβών και φιλικότητα προσωπικού) έχουν επίσης μικρό βάρος με πεδίο 8%-10% ανάλογα με την περίπτωση αισιοδοξίας.

Όπως και από τη MUSA έτσι και από τη μέθοδο του μοντέλου διπλής αλήθειας, το κριτήριο της ταχύτητας κυκλοφορίας παρουσιάζει τη μεγαλύτερη ικανοποίηση σε όλες τις περιπτώσεις αισιοδοξίας, ενώ τη δεύτερη θέση κατέχει η ακρίβεια. Τα κριτήρια της συχνότητας βλαβών, της αναμονής και της ασφάλειας βρίσκονται στην τρίτη θέση ικανοποίησης. Η φιλικότητα του προσωπικού και η

ενημέρωση σε περίπτωση διατάραξης των δρομολογίων ακολουθούν με τελευταία κριτήρια αυτά της καθαριότητας των σταθμών του συνωστισμού και της παρουσίας και διαθεσιμότητας του προσωπικού. Παρατηρούμε ότι τα αποτελέσματα της μεθόδου του μοντέλου διπλής αλήθειας συμφωνούν με τους δείκτες ικανοποίησης της μεθόδου MUSA.

Όσον αφορά τις προτάσεις βελτίωσης εδώ διαφοροποιούνται. Η MUSA περιλαμβάνει περισσότερα κριτήρια ως πρώτη προτεραιότητα της εταιρίας όπως αυτά της ταχύτητας κυκλοφορίας, ακρίβειας αναμονής και συχνότητας βλαβών που αποτελούν την πρώτη ομάδα των κριτηρίων, με χαμηλή απαιτητικότητα και αποτελεσματικότητα, και τα κριτήρια του συνωστισμού, της καθαριότητας των σταθμών, της ασφάλειας, της ενημέρωσης σε περίπτωση διατάραξης των δρομολογίων και της παρουσίας και διαθεσιμότητας του προσωπικού που αποτελούν τη δεύτερη ομάδα των κριτηρίων, με υψηλή αποτελεσματικότητα και απαιτητικότητα. Ως τελευταία προτεραιότητα της εταιρίας παρουσιάζεται το κριτήριο της φιλικότητας του προσωπικού καθώς έχει μικρή αποτελεσματικότητα αλλά αρκετά μεγάλη απαιτητικότητα. Αντίθετα στο μοντέλο DTM πρώτη προτεραιότητα της εταιρίας είναι τα κριτήρια της δεύτερης ομάδας συν το κριτήριο της φιλικότητας του προσωπικού, ενώ ως δεύτερη προτεραιότητα παρουσιάζονται τα κριτήρια της πρώτης ομάδας.

6.2.5. Συγκριτική ανάλυση για εταιρία παροχής υπηρεσιών διαδικτύου

Παρατηρούμε ότι η μέθοδος MUSA αποδίδει τη μεγαλύτερη σημαντικότητα στο κριτήριο των υπηρεσιών με τιμή 36% ενώ το κριτήριο των υπηρεσιών next2u κατέχει την τελευταία θέση σημαντικότητας με βάρος 16%. Στην δεύτερη θέση είναι το κριτήριο της ενημέρωσης με βάρος 28% και στην Τρίτη η διαδικασία αγοράς με 20%. Όσον αφορά τη μέθοδο της διπλής αλήθειας παρατηρούμε ότι η ενημέρωση έχει τη μεγαλύτερη βαρύτητα από τα υπόλοιπα κριτήρια με βάρος από 25% έως 26,40% ενώ οι υπηρεσίες next2u κατέχουν τη δεύτερη. Αμέσως μετά σε σειρά σημαντικότητας έρχονται οι υπηρεσίες και τέλος η διαδικασία αγοράς. Όσον αφορά τους δείκτες ικανοποίησης της μεθόδου MUSA, συμφωνούν με τα αποτελέσματα ικανοποίησης του μοντέλου DTM.

Η διαφοροποίηση στις δύο μεθόδους εκτός από τη σημαντικότητα των κριτηρίων είναι στις προτάσεις βελτίωσης. Για τη μέθοδο MUSA η Ενημέρωση και οι Υπηρεσίες αποτελούν τις κρίσιμες διαστάσεις ικανοποίησης που απαιτούν άμεση βελτίωση. Το αποτέλεσμα αυτό οφείλεται στο σχετικά χαμηλό δείκτη ικανοποίησης που παρουσιάζουν, καθώς και στη μεγάλη βαρύτητα που δίνουν οι πελάτες σε αυτά. Για το μοντέλο διπλής αλήθειας πρώτη προτεραιότητα αποτελεί μόνο το κριτήριο της ενημέρωσης, ενώ δεύτερη προτεραιότητα της εταιρίας είναι οι υπηρεσίες next2u με την αμέσως μικρότερη σημαντικότητα (από την ενημέρωση) και ακολουθούν οι υπηρεσίες και η διαδικασία αγοράς.

6.3 Συμπεράσματα και επεκτάσεις

Από την παρουσίαση των αποτελεσμάτων των εφαρμογών του πέμπτου κεφαλαίου ανάμεσα στο μοντέλο της διπλής αλήθειας (*dual truth model*) και στην πολυκριτήρια μέθοδο μέτρησης ικανοποίησης MUSA και τη συγκριτική ανάλυση που παρουσιάστηκε στις προηγούμενες παραγράφους αυτού του κεφαλαίου είναι εμφανείς κάποιες διαφορές και κάποιες ομοιότητες όσον αφορά τα αποτελέσματα για τα παραπάνω σετ δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν.

Καταρχάς και οι δύο μέθοδοι χρησιμοποιούν την προκαταρτική ανάλυση συμπεριφοράς πελατών, με την αλληλεπίδραση με τον πελάτη έτσι ώστε να καθοριστούν οι διαστάσεις της ικανοποίησης οι οποίες εκφράζονται μέσω των γλωσσικών μεταβλητών και στις δύο περιπτώσεις. Η βασική διαφορά των μεθοδολογιών είναι στην απόδοση τιμών στις απαντήσεις πελατών. Στο μοντέλο της διπλής αλήθειας αποδίδεται σε κάθε απάντηση ένα ζεύγος τιμών το οποίο εκφράζει την αισιοδοξία και απαισιοδοξία του πελάτη για τη συγκεκριμένη απάντηση που έχει δώσει. Εκ των προτέρων καθορίζεται η αντιστοίχηση και των απαντήσεων και των αποτελεσμάτων της μεθόδου, τόσο για την ολική ικανοποίηση όσο και για τα κριτήρια, στην κλίμακα ικανοποίησης της οποίας τα δεδομένα ορίζονται εξαρχής. Αντίθετα η μέθοδος MUSA προσπαθεί να εκτιμήσει μια συλλογική συνάρτηση και ένα σύνολο μερικών συναρτήσεων ικανοποίησης οι οποίες αναπαριστούν την απόδοση μιας τιμής για κάθε στοιχείο στην ποιοτική κλίμακα ικανοποίησης η οποία είναι διαφορετική για την ολική ικανοποίηση και διαφορετική για τα επιμέρους κριτήρια.

Εκτός από αυτό είναι εμφανής η διαφορά ανάμεσα στις μεθοδολογίες στην απόδοση τιμών στις σημαντικότητες των κριτηρίων. Η μέθοδος MUSA έχει σαν αντικειμενικό σκοπό την επίτευξη της μεγαλύτερης δυνατής συμφωνίας ανάμεσα στη συνολική συνάρτηση αξιών και στις απόψεις των πελατών. Δηλαδή προσπαθεί να αποδώσει μια ποσότητα στην ποιοτική πληροφορία που λαμβάνεται από τις απαντήσεις των πελατών, ενώ ταυτόχρονα γίνεται προσπάθεια απόδοσης της μεγαλύτερης σημαντικότητας στη διάσταση εκείνη της ικανοποίησης (κριτήριο) η οποία έχει τη μεγαλύτερη αντικειμενικά σχέση με την ολική ικανοποίηση.

Απ' την άλλη το μοντέλο της διπλής αλήθειας με τη χρήση της παραμέτρου ευαισθησίας αποδίδει τη μεγαλύτερη σημαντικότητα στο χαρακτηριστικό εκείνο με τη μικρότερη ικανοποίηση, δηλαδή στο κριτήριο στο οποίο οι πελάτες νιώθουν σχετικά μη ικανοποιημένοι, ενώ στα κριτήρια στα οποία παρατηρείται μεγάλη ικανοποίηση αποδίδεται μικρή σημαντικότητα. Γι' αυτό το λόγο και σε όλες τις εφαρμογές παρατηρήσαμε μια αντίστροφη απόδοση βαρών στα κριτήρια μεταξύ των δύο μοντέλων όσον αφορά τα κριτήρια που κατέχουν τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή σημαντικότητας. Για παράδειγμα στην εφαρμογή σε ναυτιλιακή εταιρία το μοντέλο της διπλής αλήθειας αποδίδει σε όλες τις περιπτώσεις τη μεγαλύτερη σημαντικότητα στο κριτήριο των τιμών, και τη μικρότερη στο κριτήριο της αξιοπιστίας, ενώ τα αποτελέσματα της MUSA είναι αντίστροφα. Παρόλα αυτά στα υπόλοιπα κριτήρια στις περισσότερες εφαρμογές και οι δύο μεθοδολογίες είχαν μια άμεσα συγκρίσιμη περιοχή της κατάταξης των βαρών.

Επίσης στο μοντέλο της διπλής αλήθειας η ικανοποίηση κατατάσσεται στα όρια της κλίμακας αξιολόγησης που έχει ορισθεί εξαρχής. Δηλαδή σε κάθε κριτήριο όπως και στην ολική ικανοποίηση αποδίδεται μια τιμή ικανοποίησης, και το κριτήριο για την απόδοση της τιμής είναι πόσοι πελάτες από το σύνολο των πελατών θέλουμε να είναι ικανοποιημένοι . Όσο αυξάνεται η αυστηρότητα τόσο μειώνεται η τιμή της ικανοποίησης. Ο λόγος που συμβαίνει αυτό είναι διότι μετά την ταξινόμηση των ζευγών αλήθειας των απαντήσεων των πελατών με την επιλογή ενός ποσοτικοποιητή (που είναι συγκεκριμένη συνάρτηση) λαμβάνεται υπόψη ένα συγκεκριμένο διάστημα ικανοποιήσεων με φθίνουσες τιμές ικανοποίησης. Επομένως όσο αυξάνεται η απαίτηση του αποφασίζοντα για την ικανοποίηση όλο και περισσότερων πελατών, τόσο μειωμένες τιμές της ικανοποίησης εισέρχονται στο διάστημα. Σημασία όμως για την επιχείρηση είναι η κατάλληλη επιλογή αυστηρότητας για μια υπηρεσία ή ένα προϊόν, ώστε να συμπεράνει την απήχηση που έχει στους πελάτες.

Επιπρόσθετα, σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο μεθοδολογιών είναι ότι στη MUSA γίνεται χρήση της αρχής της αντισταθμιστικότητας, όπου οι τιμές των βαρών που αποδίδονται στα κριτήρια εξισορροπούνται. Στο μοντέλο της διπλής αλήθειας αυτό δε λαμβάνεται υπόψη.

Όσον αφορά τους δείκτες ικανοποίησης οι δύο μεθοδολογίες στα περισσότερα αποτελέσματα συμφωνούν καθώς οι δείκτες ικανοποίησης της MUSA παρουσιάζουν το ίδιο αποτέλεσμα με τις τιμές ικανοποίησης που αποδίδεται στα κριτήρια και στην ολική ικανοποίηση (από τα διαγράμματα των αποτελεσμάτων ικανοποίησης) στο μοντέλο DTM. Ένα άλλο στοιχείο της μεθόδου της διπλής αλήθειας είναι η εισαγωγή, ως δεδομένου, της αισιοδοξίας του αποφασίζοντα. Τα κριτήρια για την αισιοδοξία μπορούν να είναι οποιαδήποτε συνάρτηση Q(r), ανάλογα με τις απαιτήσεις του αποφασίζοντα ή της εταιρίας. Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν τα κριτήρια Average, Most, At least 80% και All τα οποία είναι τα προκαθορισμένα από τη θεωρία κριτήρια.

Η μέθοδος του μοντέλου της διπλής αλήθειας λαμβάνει υπόψη και τη συχνότητα χρήσης των διαστάσεων της ολικής ικανοποίησης, δηλαδή υπολογίζεται το ποσοστό των πελατών που δεν έχει χρησιμοποιήσει καθόλου κάποιο ή κάποια κριτήρια και συμβάλλει στον υπολογισμό των αποτελεσμάτων, ένα δεδομένο που δε χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία. Αντίθετα η μέθοδος MUSA χρειάζεται όλα τα στοιχεία των ερωτηματολογίων συμπληρωμένα και δεν λαμβάνονται υπόψη οι πελάτες που δεν έχουν απαντήσει σε κάποιο κριτήριο.

Όσον αφορά τώρα τις προτάσεις βελτίωσης κάθε μεθόδου παρατηρήσαμε ότι κυμαίνονται στα ίδια πλαίσια καθώς και οι δύο μέθοδοι προτείνουν περίπου τα ίδια χαρακτηριστικά για βελτίωση εκτός από τις περιπτώσεις όπου έχουμε μια αύξηση των κριτηρίων (όπως για παράδειγμα στην έρευνα για την αντιπροσωπεία αυτοκινήτων), όπου οι προτάσεις διαφοροποιούνται σε ένα βαθμό.

Συνοπτικά, παρατηρούμε ότι παρόλο που οι δύο μεθοδολογίες έχουν διαφορετική διαδικασία απόδοσης τιμών (για παράδειγμα οι σημαντικότητες) παρουσιάζουν σχεδόν ίδιες προτάσεις για βελτίωση των χαρακτηριστικών, ενώ μεγάλες ομοιότητες έχουν και οι τιμές ικανοποίησης μεταξύ των δύο μεθόδων.

Ως επέκταση της συγκεκριμένης ανάλυσης θα μπορούσε να γίνει προσομοίωση με διάφορα σετ δεδομένων, τα οποία θα προκύψουν από τυχαίους αριθμούς, στα οποία θα μεταβάλλονταν τα βασικά δεδομένα εισαγωγής των μεθόδων όπως οι διαστάσεις που επηρεάζουν την ικανοποίηση (κριτήρια) οι κλίμακες

αξιολόγησης, το πλήθος των πελατών, η επιλογή διαφορετικών προσοτικοποιητών όσον αφορά το μοντέλο διπλής αλήθειας, και διαφορετικών τιμών προτίμησης και περιθωρίων παραχώρησης για τη μέθοδο MUSA, έτσι ώστε να βρεθούν οι συνθήκες στις οποίες οι δύο μεθοδολογίες συγκλίνουν και αν συγκλίνουν σε κάποιο βαθμό.

Όσον αφορά τη μέθοδο του μοντέλου της διπλής αλήθειας μπορεί να επεκταθεί και να χρησιμοποιηθεί μαζί με πολυκριτήριες μεθόδους ώστε να ληφθεί υπόψη και η αρχή της αντισταθμιστικότητας, για καλύτερη ίσως απόδοση σημαντικότητας ανάμεσα στις διαστάσεις της ικανοποίησης. Το μοντέλο μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί με τη βοήθεια της πολυκριτήριας ανάλυσης για την αξιολόγηση ανταγωνιστικότητας επιχειρήσεων, βασισμένης στην ποιότητα των προσφερόμενων υπηρεσιών ή προϊόντων. Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι η μέθοδος του μοντέλου της διπλής αλήθειας είναι μια αρκετά καλή μέθοδος με αρκετές προοπτικές βελτίωσης, έτσι ώστε να παρουσιάζει περισσότερα αποτελέσματα όπως για παράδειγμα για την απαιτητικότητα, για την αποτελεσματικότητα ή για τη βελτίωση.

Βιβλιογραφία

Α. ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Γρηγορούδης Ε., Ι. Σίσκος (2000). Ποιότητα υπηρεσιών και μέτρηση ικανοποίησης του πελάτη. Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Αθήνα.

Γρηγορούδης Ε., Ι. Μαλανδράκης, Ι. Πολίτης και Ι. Σίσκος (1998). Μέτρηση της ικανοποίησης πελατών στις ακτοπλοϊκές συγκοινωνίες, *Πρακτικά 12ου Εθνικού Συνεδρίου Ελληνικής Εταιρίας Επιχειρησιακών Ερευνών.*

Ζερβαλάκη Θ., (2003). Διαχείριση ποιότητας & μέτρηση ικανοποίησης του πελάτη: Ανάπτυξη μιας μεθοδολογίας συνεχούς βελτίωσης στον κλάδο του αυτοκινήτου. Διπλωματική εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής Και Διοίκησης, Χανιά.

Μαλανδράκης Ε. Ι., (1999). Εφαρμογή μοντέλου μέτρησης ικανοποίησης πελατών στον ναυτιλιακό κλάδο, Μεταπτυχιακή διατριβή, Πολυτεχνείο Κρήτης, Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής Και Διοίκησης, Χανιά.

Πολίτης Ι., (1999). Έρευνα ικανοποίησης πελατών στην Εμπορική Τράπεζα. Μεταπτυχιακή διατριβή, Πολυτεχνείο Κρήτης, Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής Και Διοίκησης, Χανιά.

Σίσκος Ι., (1981). Μεθοδολογία ποιοτικού marketing: Η ανάλυση αγοράς, *ΣΠΟΥΔΑΙ,* τόμος ΛΔ', Α.Β.Σ.Π., Πειραιάς, 361-385.

Σίσκος Ι., (1986). Πολυκριτήρια ανάλυση, *Εγκυκλοπαίδεια Πληροφορικής & Τεχνολογίας Υπολογιστών,* Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Αθήνα, 84-92.

Σίσκος Ι., (1986a). Ανάλυση δεδομένων, *Εγκυκλοπαίδεια Πληροφορικής & Τεχνολογίας Υπολογιστών,* Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Αθήνα, 221-226.

Σίσκος Ι., (1998). *Γραμμικός Προγραμματισμός,* Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Αθήνα.

Χαραλαμπίδης Ι., (2004). Μέτρηση ικανοποίησης πελατών του Μετρό του Παρισιού, Διπλωματική εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής Και Διοίκησης, Χανιά.

Β. ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ (και αναφορές)

Blood M. R. (1971). The validity of importance, *Journal of Applied Psychology,* 55,487-488.

Cardozo R. (1965). An experimental study of consumer effort, expectations and satisfaction, *Journal of Marketing Research,* 2, (3), 244-249.

Chung-Hsing Yeh and Yu-Liang Kuo (2003). Evaluating passenger services of Asia Pacific international airports, Transportation Research, Part E, 39, 35-48.

Churchill G. A. Jr (1988). Marketing research: *Methodological foundations*, The Dryden Press, Hidsdale, IL.

Churchill G. A. Jr and C. Surprenant (1982). An investigation into the determinants of customer satisfaction, *Journal of Marketing Research,* 19, 491-504.

Day R. L. (1977). Toward a process model of customer satisfaction in: H. K. Hunt (Ed.), *Conceptualization and measurement of customer satisfaction and dissatisfaction,* Marketing Science Institute, Cambridge. MA.

Day R. L. and E. L. Landon (1977). Toward theory of consumer complaining behavior, in: A. G. Woodside, J. N. Sheth and P.D. Bennett (Eds), *Consumer and industrial buying behavior,* Elsevier-North Holland, New York, 432.

Diener E., R. J. Larsen, S. Levine and R. A. Emmons (1985). Intensity and frequency: Dimensions underlying positive and negative affect, *Journal of Personality and Social Psychology,* 48, 1253-1265.

Dolors Seto and M. Gloria Barbera (2003). Customer loyalty in services: An approximation by means of fuzzy logic, Fuzzy economic review, Vol VIII, No 1, May 2003.

Eastman Kodak Company (1989). *Keeping the customer satisfied:* A guide to field service, ASQC Quality Press, Milwaukee.

Engel J. F. and R. D. Blackwell (1982). Consumer behavior, Holt, Rinehart and Winston, New York.

Gerson R. F. (1993). Measuring customer satisfaction: A guide to managing quality service, Crisp Publications, Menlo Park.

Hackman J. R. and G. R. Oldham (1975). Development of the job diagnostic survey, *Journal of Applied Psycology,* 60, 159-170.

Hammond K. R. , R. L. Cook and L. Adelman (1977). POLICY: An aid for decision making and international communication, *Columbia Journal of World Business,* 79-83.

Hauser J. R. (1991). Comparison of importance measurement methologies and their relationship to consumer satisfaction, MIT Marketing Center Working Paper, 91-1, Massachusetts.

Hauser J. R. and D. Clausing (1988). The house of quality, Harvard Business Review, May-June 1988, 63-73.

Helson H. (1964). Adaptation-level theory, Harper and Row, New York.

Hill, N. (1996). Handbook of customer satisfaction measurement Gower Publishing, Hampshire.

Howard J. A. and J. Sheth (1969). The theory of buyer behavior, John Wiley and Sons, New York.

Hunt H. K. (1977). Customer satisfaction/dissatisfaction: Overview and future research directions in : H. Hunt (Ed.), Conceptualization and measurement of consumer satisfaction and dissatisfaction, Marketing Science Institute, Cambridge, MA.

Jacquet-Lagreze E. and J. Siskos (1982). Assessing a set of additive utility functions for multicriteria decision making: The UTA method, European Journal of Operational Research, (10), 2, 151-164.

Juran J. M. (1988). Juran on planning for quality, The Free Press, New York.

Juran J. M (1993). Made in USA: A renaissance of quality, Harvard Business Review, July- August 1993, 42-50

Juran J. M and F. M. Gyrna (1988). Juran's quality control handbook, McGraw-Hill, New York.

Keeney R. and H. Raiffa (1976). Decisions with multiple objectives: Preferences and value trade-offs, Willey, New York.

Keeney R. L. (1992). Value-focused thinking: A path to creative decision making, Harvard Universtity Press, London.

Loher B. T., R. A. Noe, N. L. Moeller and M. P. Fitzgerald (1985). A meta-analysis of the relation of job characteristics to job satisfaction, Journal of Applied Psychology, 70, 280-289.

Mobley W. H and E. A. Locke (1970). The relationship of value importance to satisfaction, Organizational Behavior and Human Performance, 5, 463-483.

Oliver R. L. (1977). Effect of expectation and disconfirmation on post exposure product evaluations: An alternative interpretation, Journal of Applied Psychology, (4), 62, 480-486.

Oliver R. L. (1980). A cognitive model of the antecedents and consequences of satisfaction decisions, Journal of Marketing Research, 17, 460-469.

Oliver R. L. (1996). Satisfaction: A behavioral perspective on the customer, McGraw-Hill, New York.

Parasuraman A., V. A. Zeithaml and L. L. Berry (1988). A conceptual model of service quality and its implications for future research, Journal of Marketing, 49, 41-50.

Parasuraman A., V. A. Zeithaml and L. L. Berry (1994). Servqual : A multiple item scale for measuring consumer perceptions of service quality, Journal of Retailing, 64, (1), 14-40.

Pruden D. R. , R. Sankar and T. G. Vavra (1996). Customer loyalty: The competitive edge beyond satisfaction, Quirks's Marketing Research Review, 24, 49-53.

Reichheld F. F. and W. E. Sasser Jr. (1990). Zero defections: Quality comes to service, Harvard Business Review, September- October 1990, 105-111.

Roy B. (1985). Methodologie multicriteria d'aide a la Decision, Economica, Paris.

Schlesinger L. a. and J. L. Heskitt (1991). Breaking the cycle of failure in services, Sloan Management Review, Spring, 1991, 17-28.

Sheng-Hshiung Tsaur and Te-Yi Chang and Chang-Hya Yen (2002). The evaluation of airline service quality by fyzzy MCDM, Tourism Management, 23, 107-115.

Siskos Y. (1980). Comment modelisier les preferences au moyen de fonciotns d' utilite additives, RAIRO Recherche Operationelle, (14), 53-82.

Siskos Y. and D. Yannacopoulos (1985). UTASTAR: An ordinal regression method for building additive value functions, Investigacao Operational, (5), 1, 39-53.

Siskos Y. and A. Spyridakos (1999). Intelligent multicriteria decision supportQ Overview and perspectives, European Journal Of Operational Research, (113), 2, 236-246.

Siskos Y. and A. Spyridakos and D. Yannacopoulos (1999). Using artificial intelligence and visual techniques into the procedures of preference didaggregation: the MIDAS system, European Journal Of Operational Research, (113), 281-299.

Spreng R. A. and R. W. Olshavsky (1992). A desires-as-standard model of customer satisfaction: implications for measuring satisfaction, Journal of Satisfaction, Dissatisfaction and Complaining Behavior, 5, 53-63.

Tse D. K. and P. C. Wilton (1099). Models of consume satisfaction: An extension, Journal of Marketing Research, 25, (2), 204-212.

Varva T. G. (1995). Aftermarketing ; How to keep customers for life through relationship marketing, Irwin Professional Publishing, Burr Ridge, IL.

Varva T. G. (1997). Improving your measurement of customer satisfaction : A guide to creating, conducting , analyzing, and reporting customer satisfaction measurement programs, ASQC Quality Press, Milwaukee.

Weaver C. N. (1978). Job satisfaction as a component of happiness among males and females, Personnel Psychology, 31, 831-840.

Yi Y. (1991). A critical review of consumer satisfaction, in : V. A. Zeithaml (Ed.), Review of marketing 1989, American Marketing Association: Chicago, IL.

Yu-Hern and Chung-Hsing Yeh (2002). A survey analysis of service quality for domestic airlines, European Journal of Operational Research, 139, 166-177.

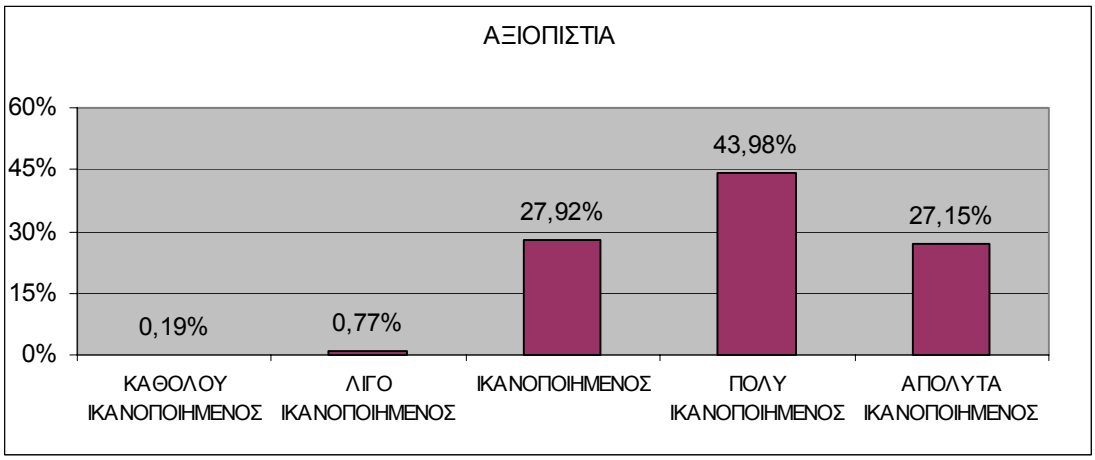
Zollo G. and L. Landoli and A. Cannavacciulo (1999). The performance requirements analysis with fuzzy logic, Fuzzy Economic Review, No 1, Vol IV, May 1999.

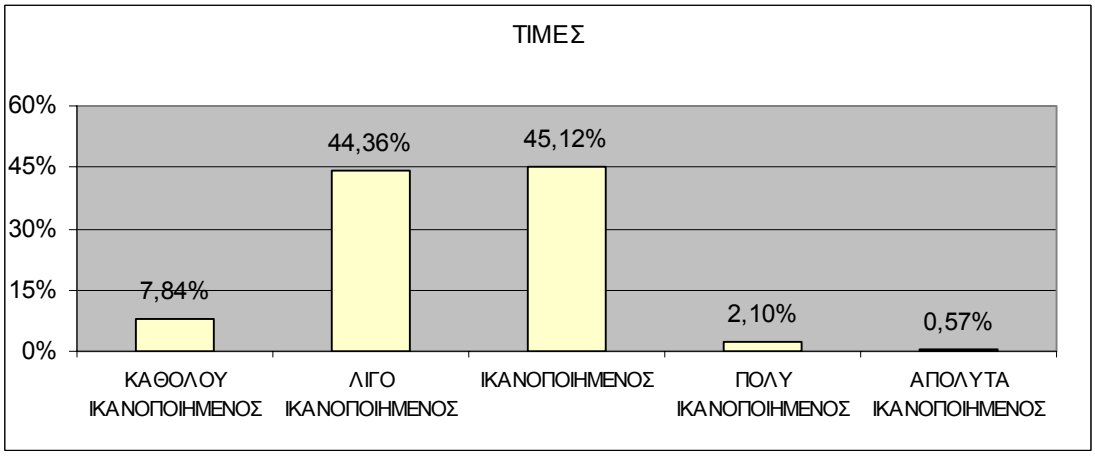
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

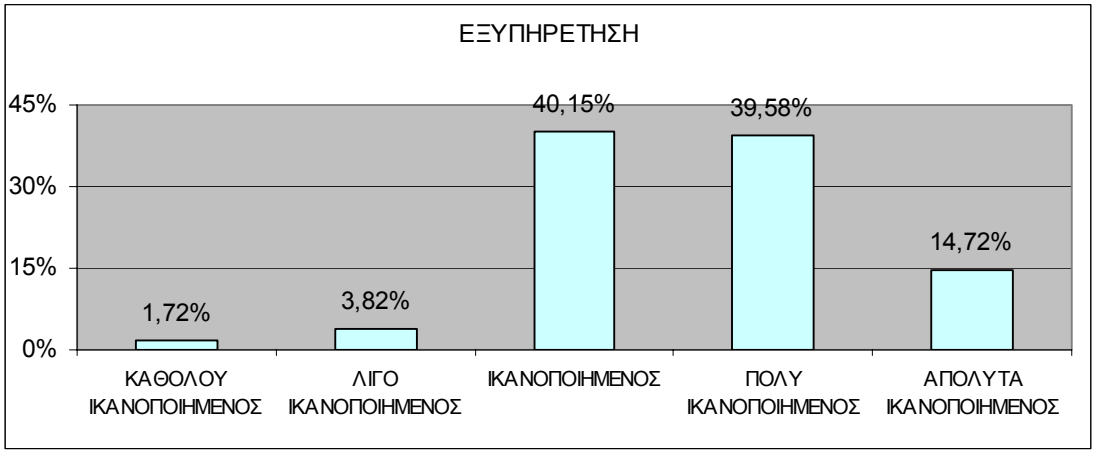
Στο συγκεκριμένο παράρτημα παρατίθενται οι συχνότητες των απαντήσεων για τα κριτήρια των εφαρμογών και οι συναρτήσεις ικανοποίησης για τα κριτήρια της μεθόδου MUSA.

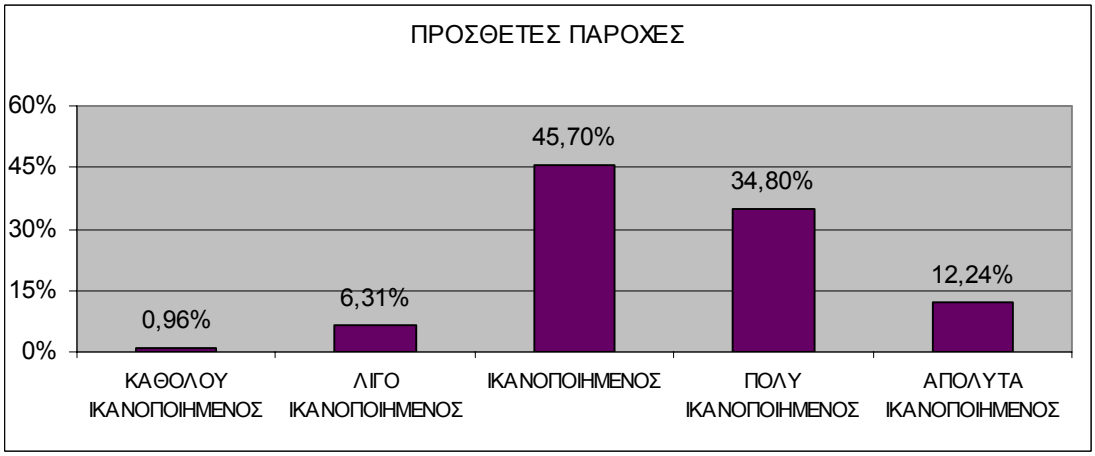
Στοιχεία για την εφαρμογή σε ναυτιλιακή εταιρία

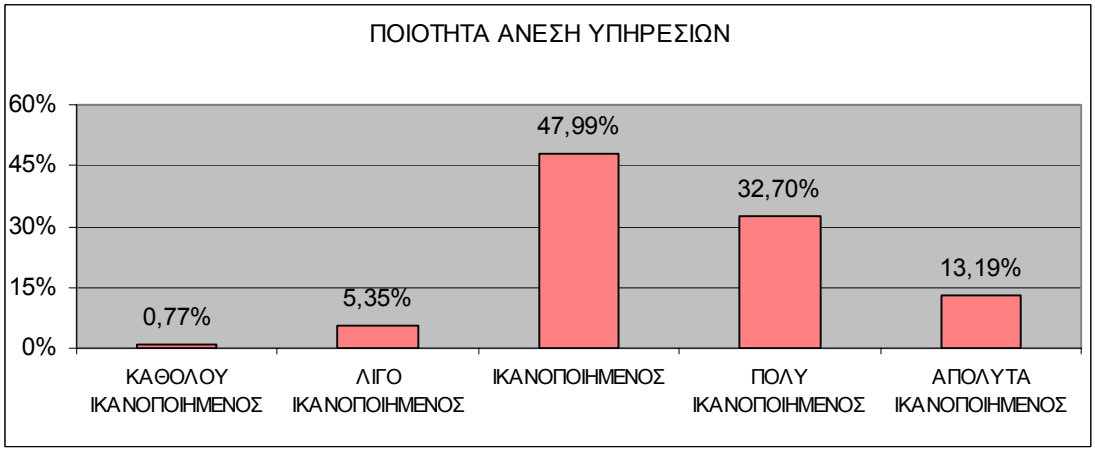
Συχνότητες απαντήσεων:



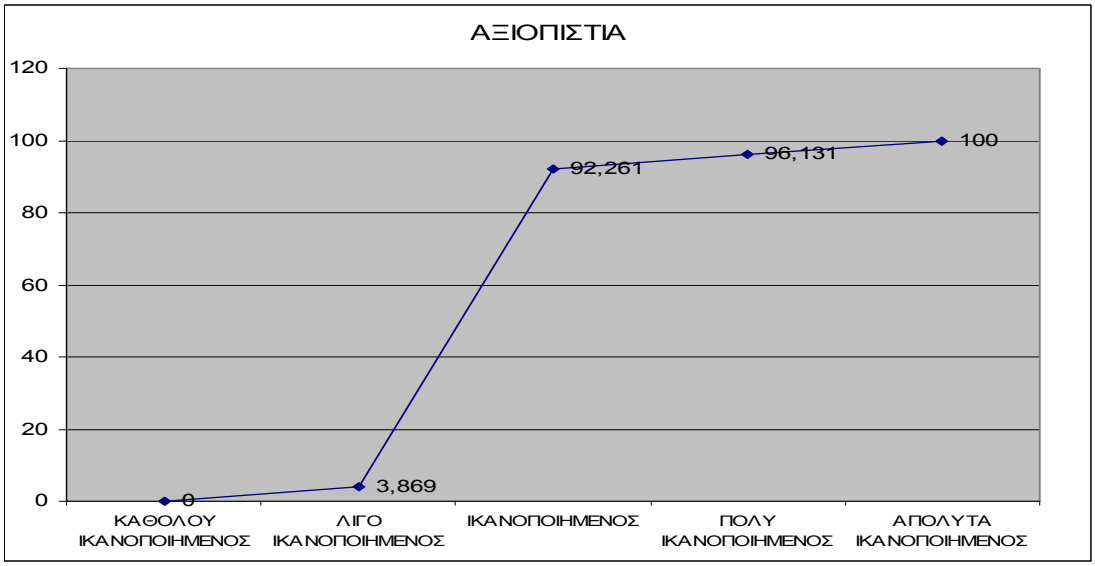


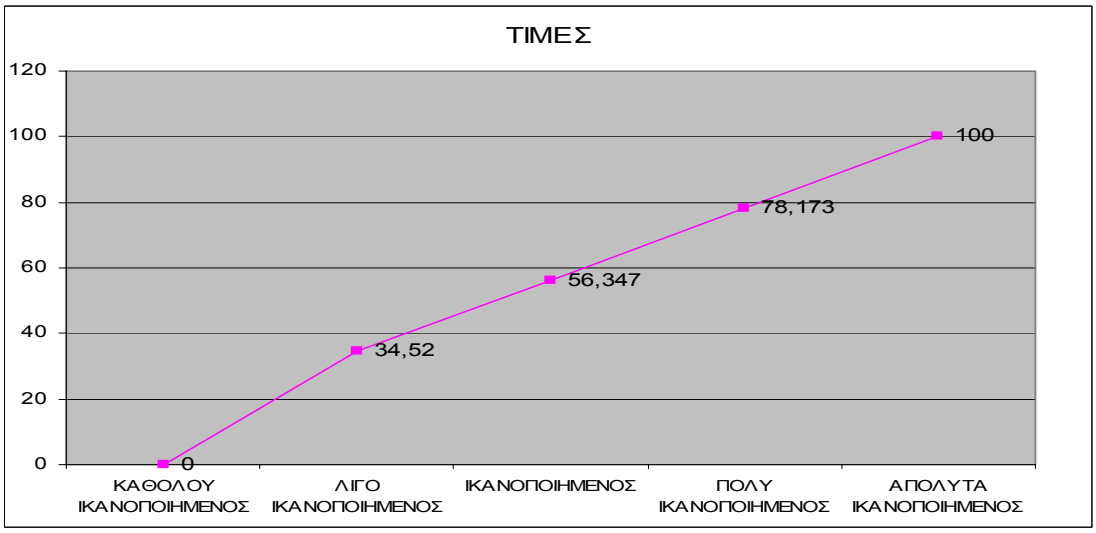

ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗ
45%
30%
15%
0%
1,72%
3,82%
40,15%
39,58%
14,72%
ΚΑΘΟΛΟΥ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΟΣ
ΛΙΓΟ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΟΣ
ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΟΣ
ΠΟΛΥ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΟΣ
ΑΠΟΛΥΤΑ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΟΣ

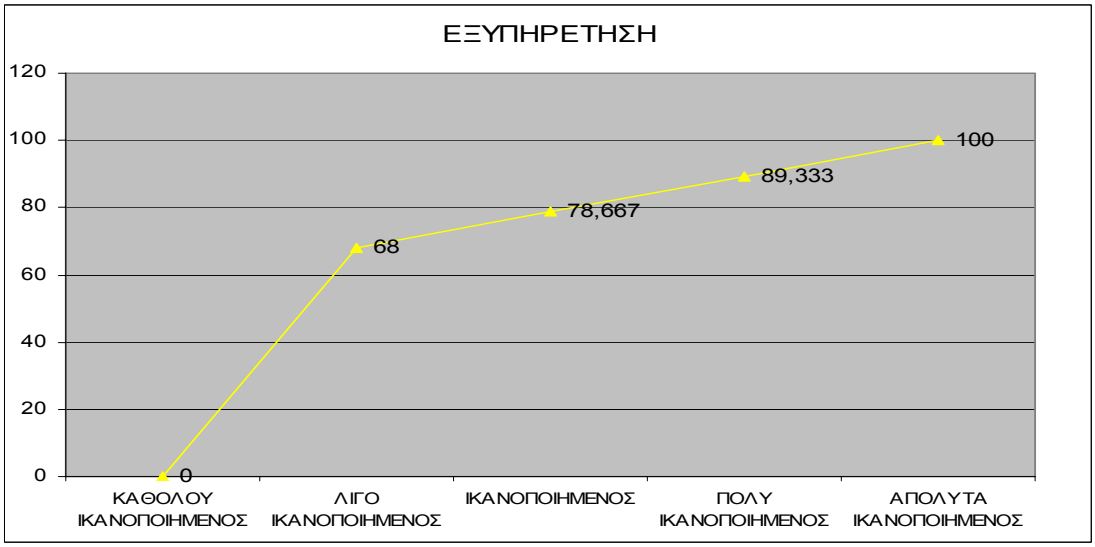

ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΠΑΡΟΧΕΣ
60%
45%
30%
15%
0%
0,96%
6,31%
45,70%
34,80%
12,24%
ΚΑΘΟΛΟΥ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΟΣ
ΛΙΓΟ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΟΣ
ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΟΣ
ΠΟΛΥ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΟΣ
ΑΠΟΛΥΤΑ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΟΣ

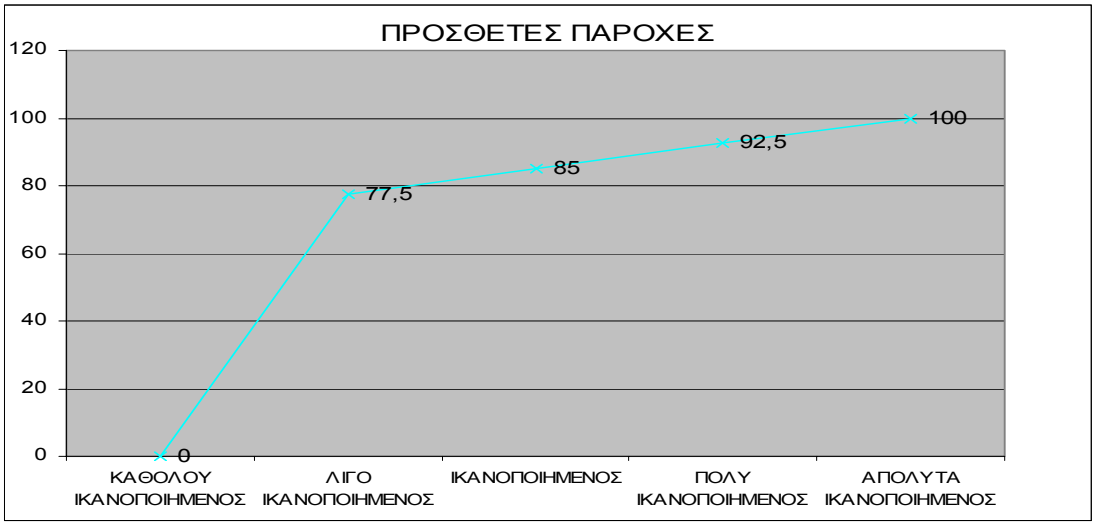

ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΑΝΕΣΗ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ
60%
45%
30%
15%
0%
0,77%
5,35%
47,99%
32,70%
13,19%
ΚΑΘΟΛΟΥ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΟΣ
ΛΙΓΟ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΟΣ
ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΟΣ
ΠΟΛΥ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΟΣ
ΑΠΟΛΥΤΑ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΟΣ

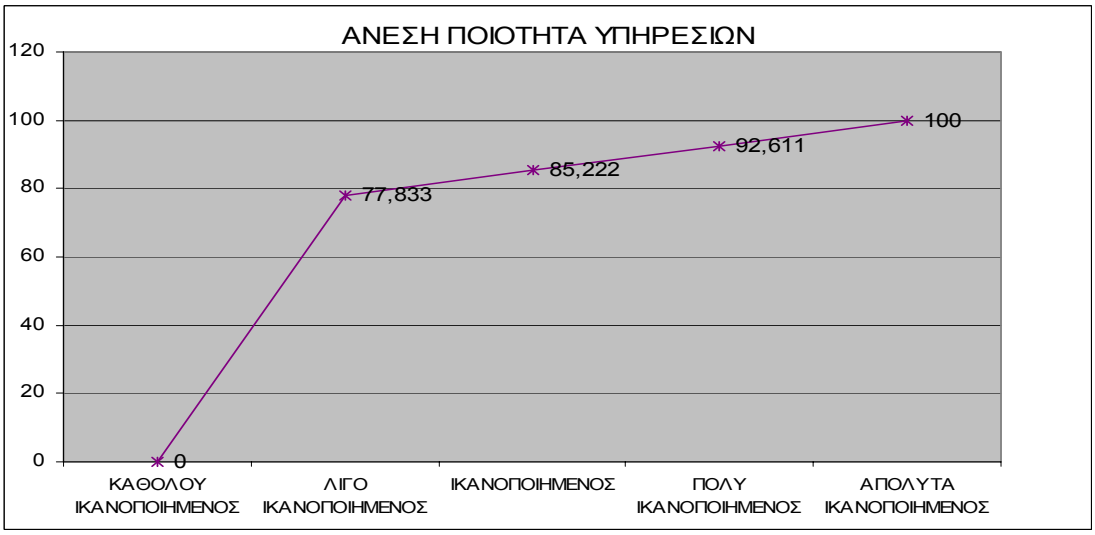
Στη συνέχεια παρατίθενται οι μερικές συναρτήσεις ικανοποίησης.





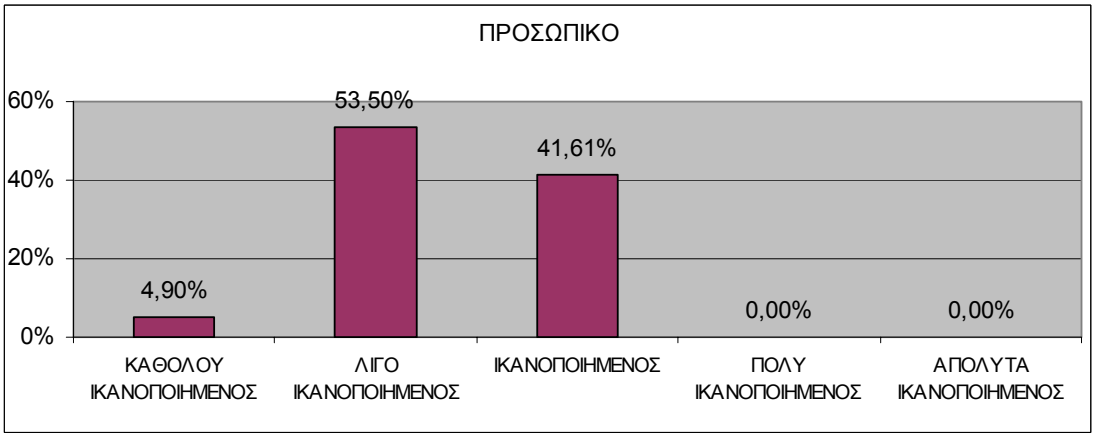


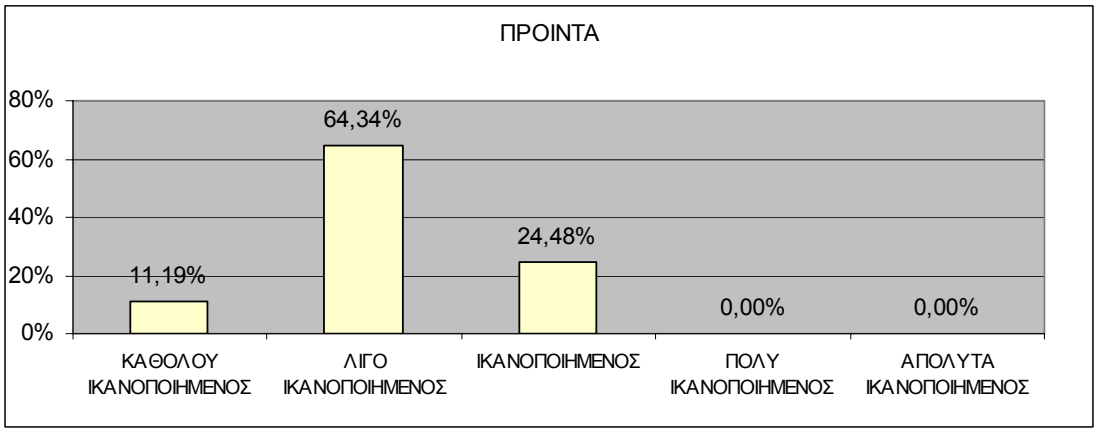


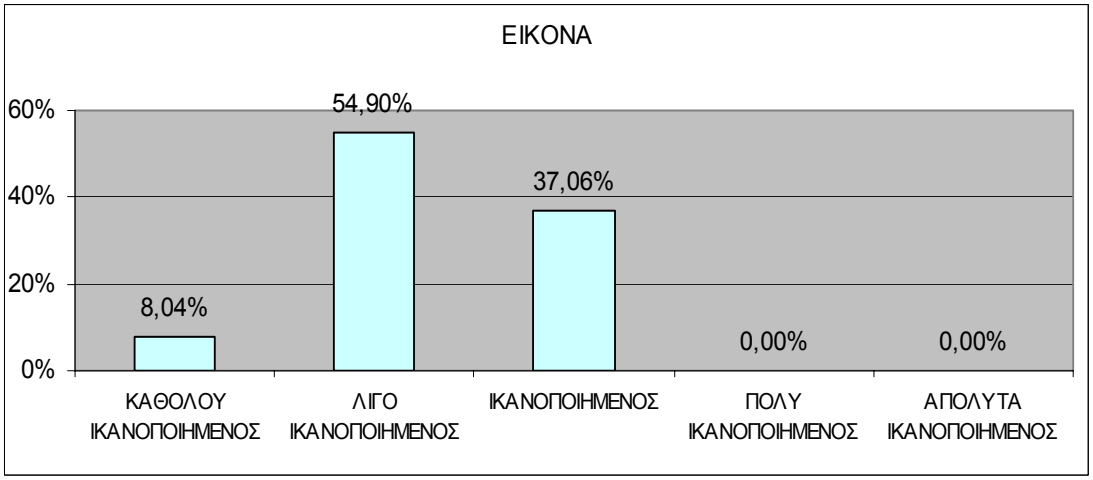


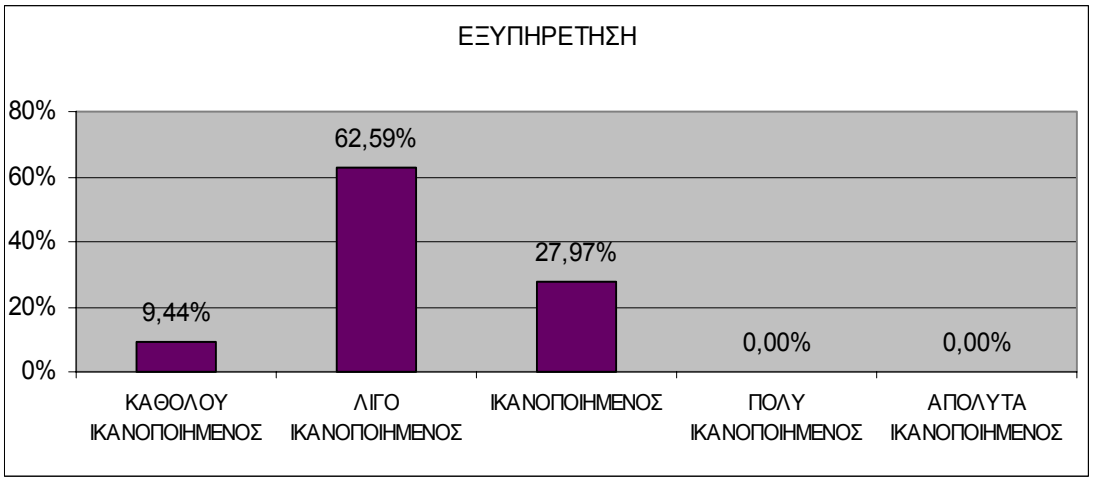
Στοιχεία για την εφαρμογή σε Τραπεζικό οργανισμό

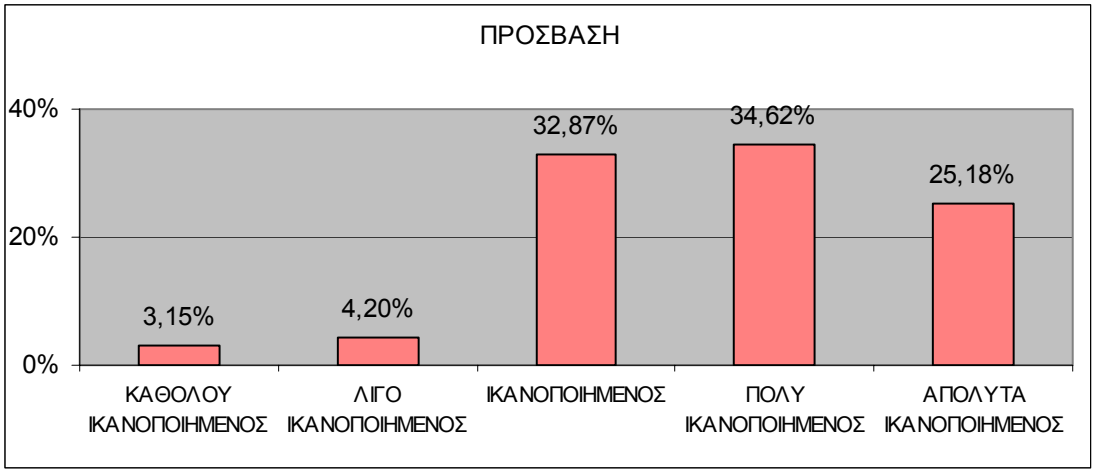
Συχνότητες απαντήσεων



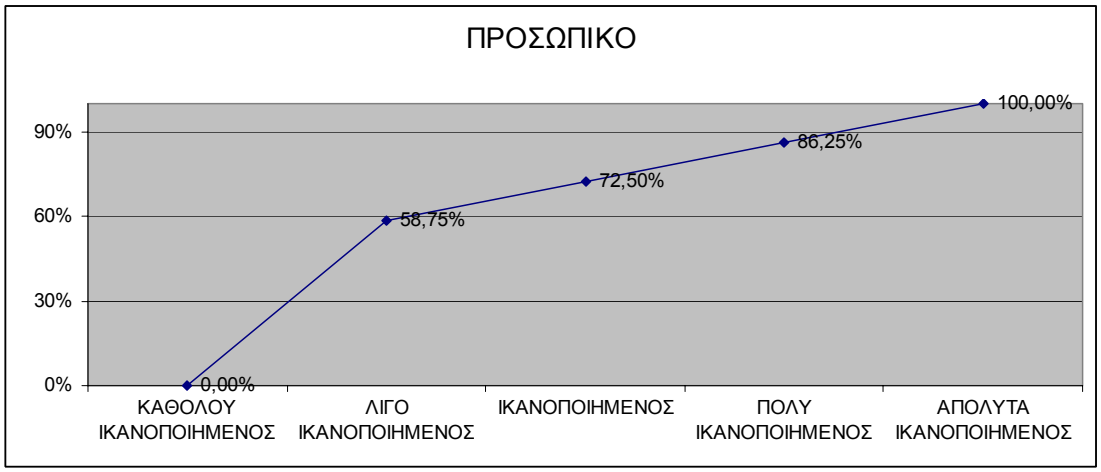

ΠΡΟΙΝΤΑ
80%
60%
40%
20%
0%
11,19%
64,34%
24,48%
0,00%
0,00%
ΚΑΘΟΛΟΥ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΟΣ
ΛΙΓΟ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΟΣ
ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΟΣ
ΠΟΛΥ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΟΣ
ΑΠΟΛΥΤΑ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΟΣ

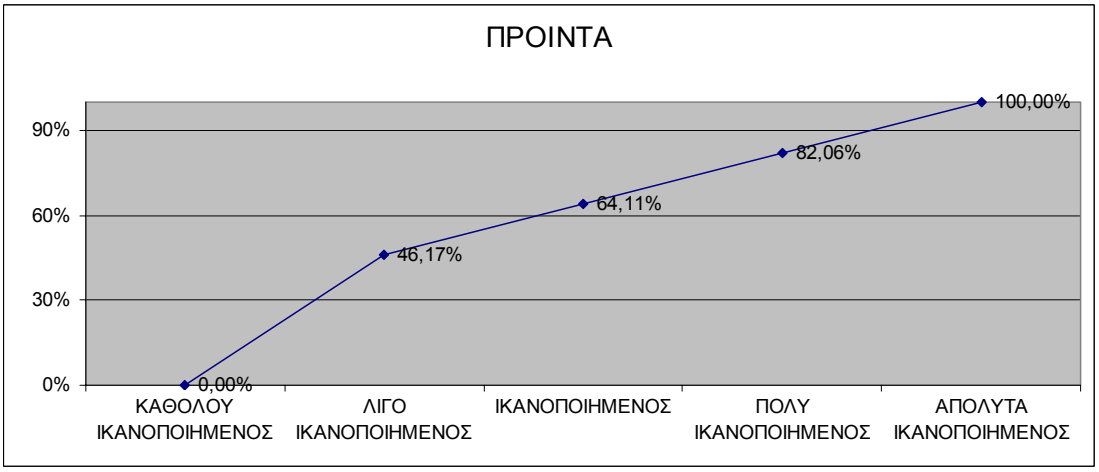

ΕΙΚΟΝΑ
60%
40%
20%
0%
8,04%
54,90%
37,06%
0,00%
0,00%
ΚΑΘΟΛΟΥ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΟΣ
ΛΙΓΟ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΟΣ
ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΟΣ
ΠΟΛΥ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΟΣ
ΑΠΟΛΥΤΑ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΟΣ

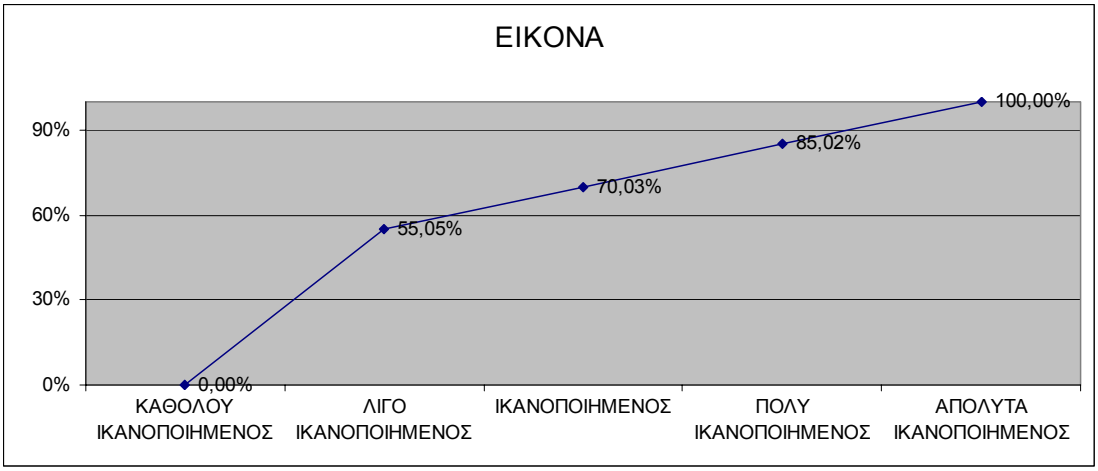

ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗ
80%
60%
40%
20%
0%
9,44%
62,59%
27,97%
0,00%
0,00%
ΚΑΘΟΛΟΥ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΟΣ
ΛΙΓΟ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΟΣ
ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΟΣ
ΠΟΛΥ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΟΣ
ΑΠΟΛΥΤΑ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΟΣ

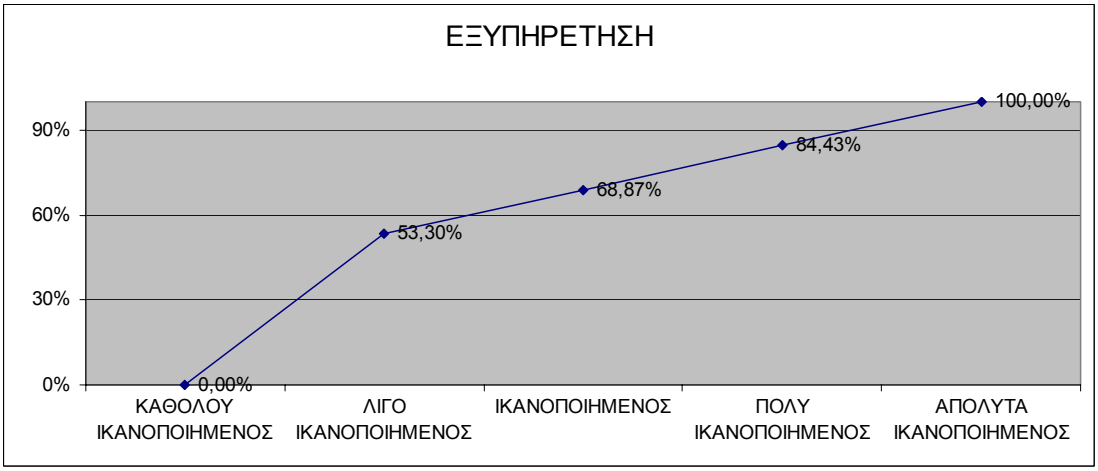


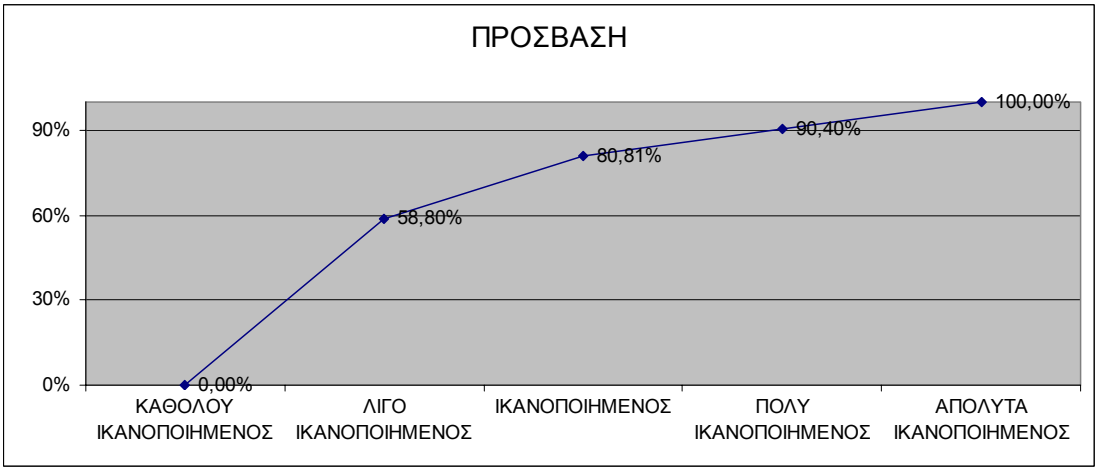
Στη συνέχεια παρατίθενται οι επιμέρους ικανοποιήσεις:





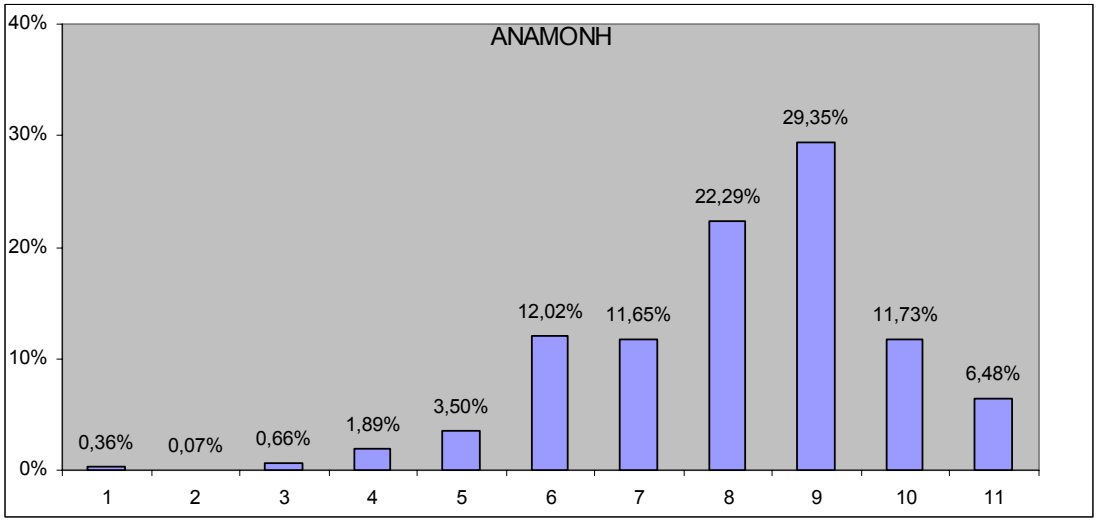

ΕΙΚΟΝΑ
90%
60%
30%
0%
0,00%
55,05%
70,03%
85,02%
100,00%
ΚΑΘΟΛΟΥ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΟΣ
ΛΙΓΟ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΟΣ
ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΟΣ
ΠΟΛΥ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΟΣ
ΑΠΟΛΥΤΑ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΟΣ

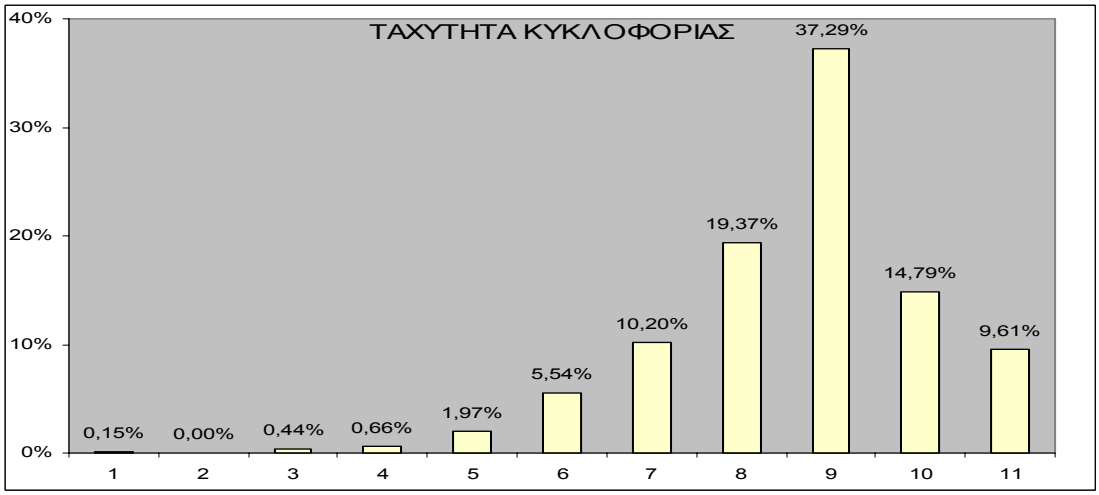

ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗ
90%
60%
30%
0%
0,00%
53,30%
68,87%
84,43%
100,00%
ΚΑΘΟΛΟΥ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΟΣ
ΛΙΓΟ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΟΣ
ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΟΣ
ΠΟΛΥ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΟΣ
ΑΠΟΛΥΤΑ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΟΣ

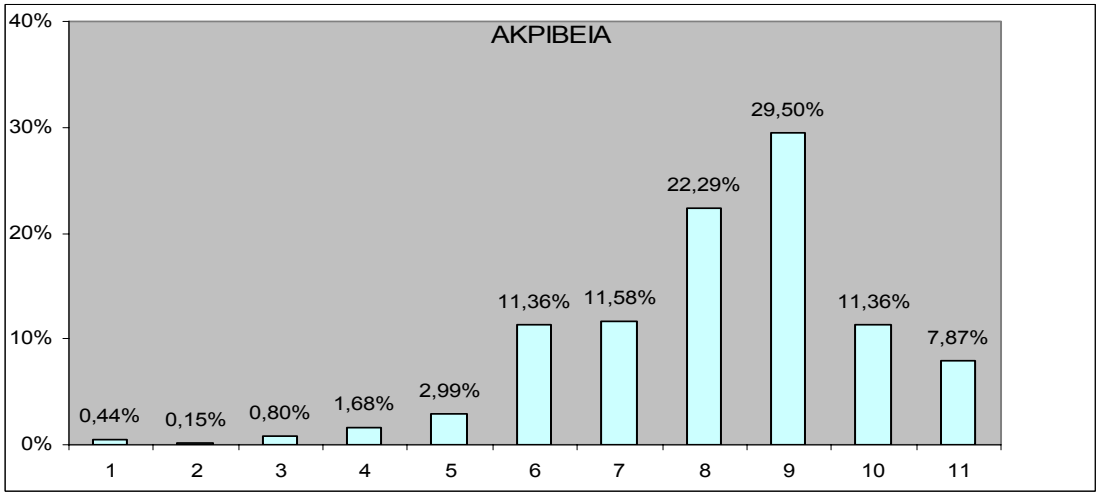

ΠΡΟΣΒΑΣΗ
90%
60%
30%
0%
0,00%
58,80%
80,81%
90,40%
100,00%
ΚΑΘΟΛΟΥ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΟΣ
ΛΙΓΟ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΟΣ
ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΟΣ
ΠΟΛΥ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΟΣ
ΑΠΟΛΥΤΑ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΟΣ

Στοιχεία για την εφαρμογή στο Μετρό

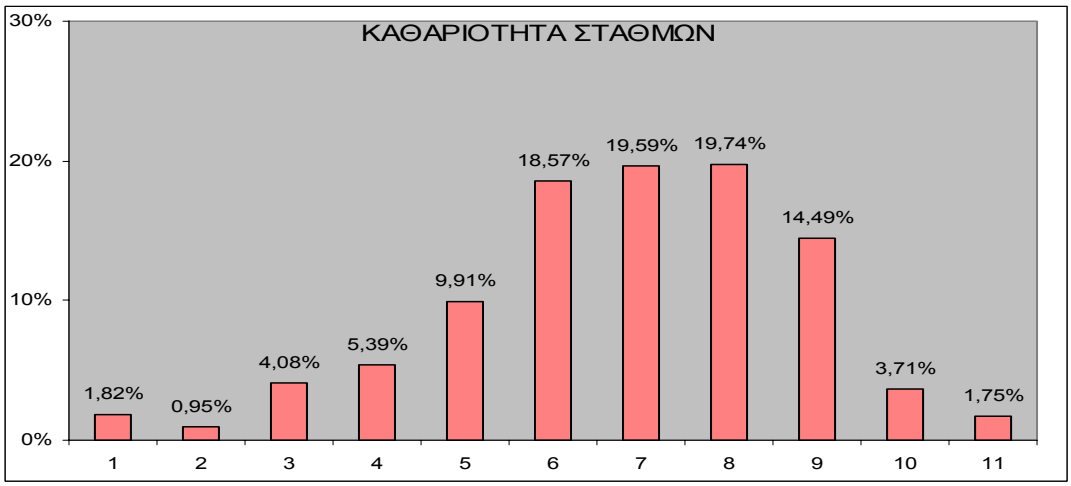
Αρχικά παρατίθενται οι συχνότητες των απαντήσεων

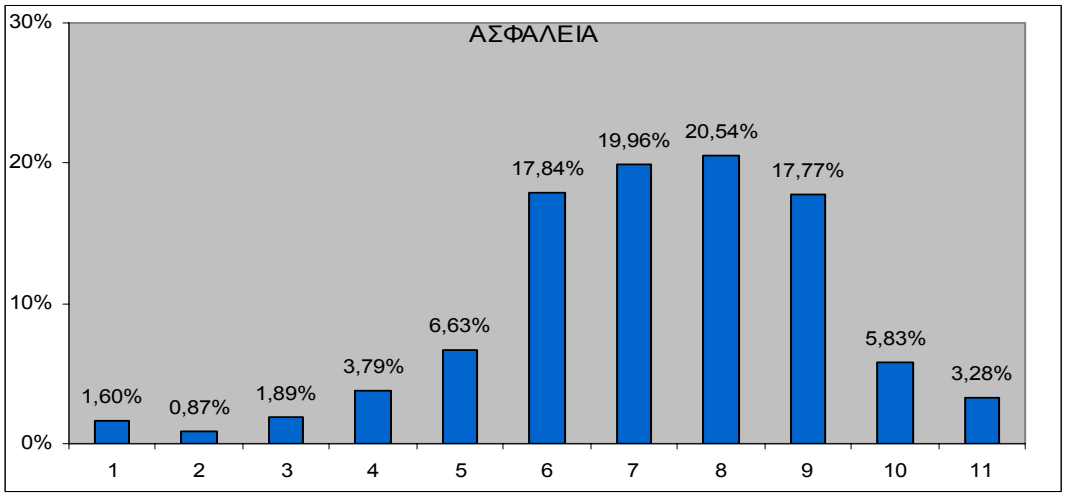


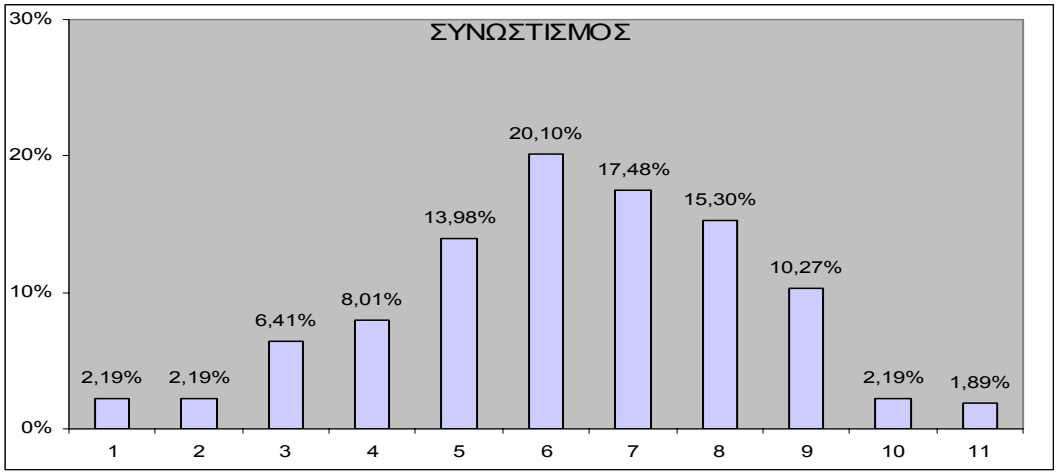




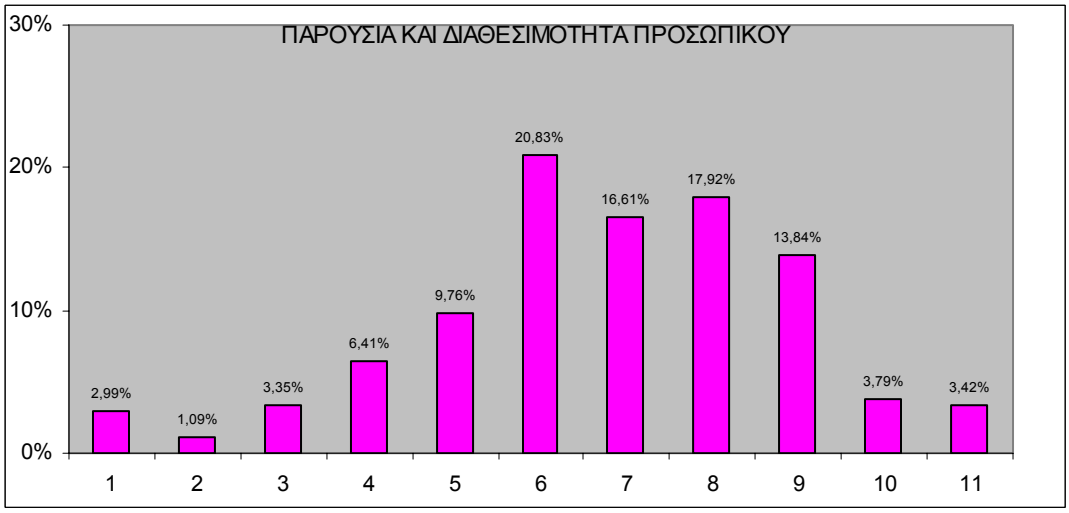
ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΒΛΑΒΩΝ
30%
20%
10%
0%
0,95%
0,58%
2,84%
4,08%
7,14%
15,44%
10,27%
16,46%
19,96%
12,45%
9,83%
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11

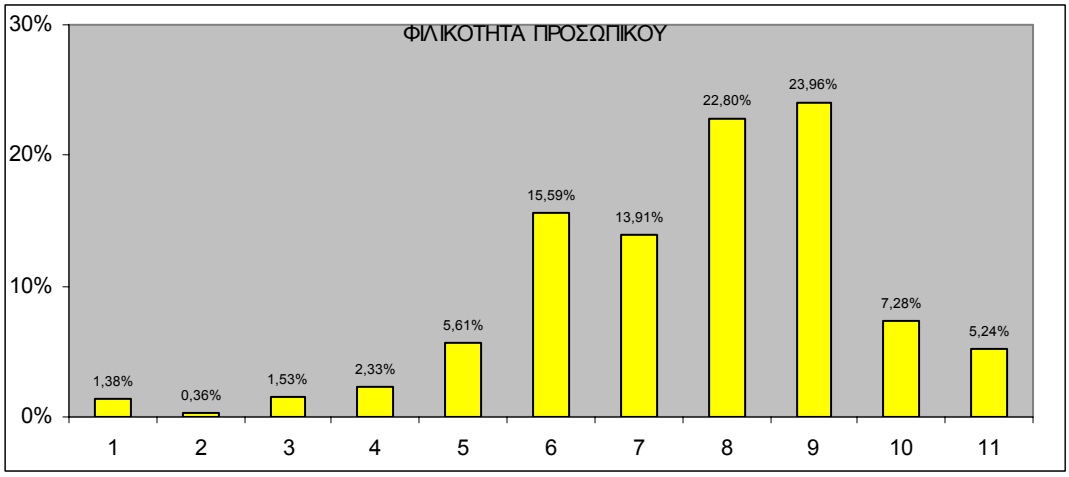

ΚΑΘΑΡΙΟΤΗΤΑ ΣΤΑΘΜΩΝ
30%
20%
10%
0%
1,82%
0,95%
4,08%
5,39%
9,91%
18,57%
19,59%
19,74%
14,49%
3,71%
1,75%
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11


ΑΣΦΑΛΕΙΑ
30%
20%
10%
0%
1,60%
0,87%
1,89%
3,79%
6,63%
17,84%
19,96%
20,54%
17,77%
5,83%
3,28%
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11

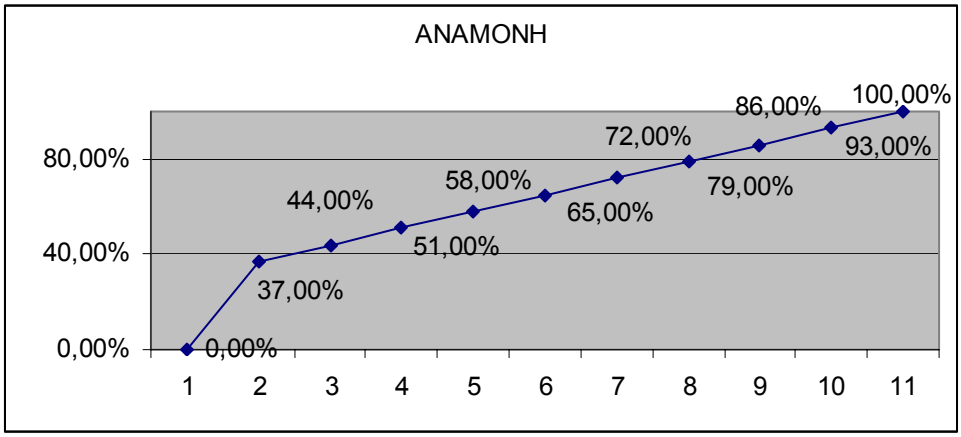

ΣΥΝΩΣΤΙΣΜΟΣ
30%
20%
10%
0%
2,19%
2,19%
6,41%
8,01%
13,98%
20,10%
17,48%
15,30%
10,27%
2,19%
1,89%
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11

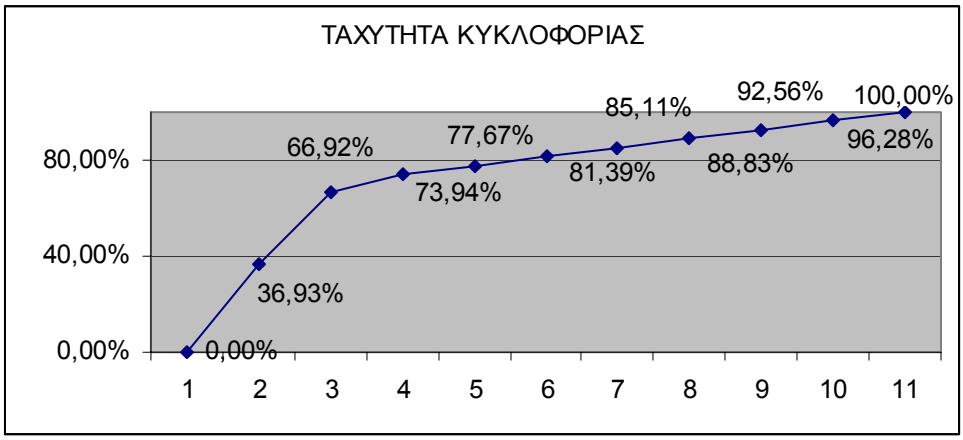
ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΔΙΑΤΑΡΑΞΗΣ ΤΩΝ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΩΝ
30%
20%
10%
0%
2,11%
1,02%
3,71%
5,90%
8,08%
15,15%
14,13%
17,70%
19,16%
7,21%
5,83%
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11

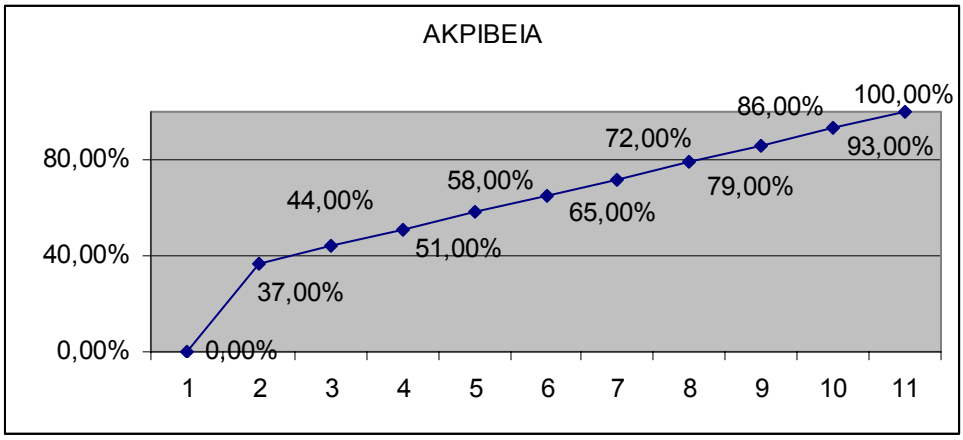

ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ
30%
20%
10%
0%
2,99%
1,09%
3,35%
6,41%
9,76%
20,83%
16,61%
17,92%
13,84%
3,79%
3,42%
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11

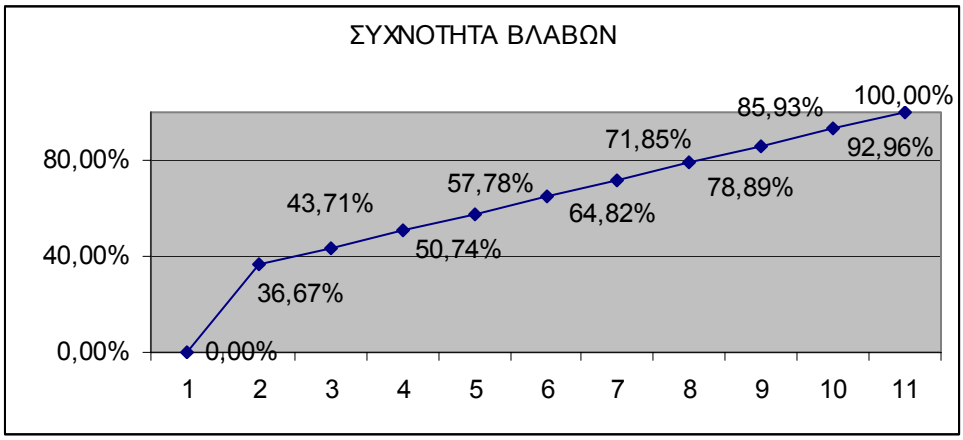


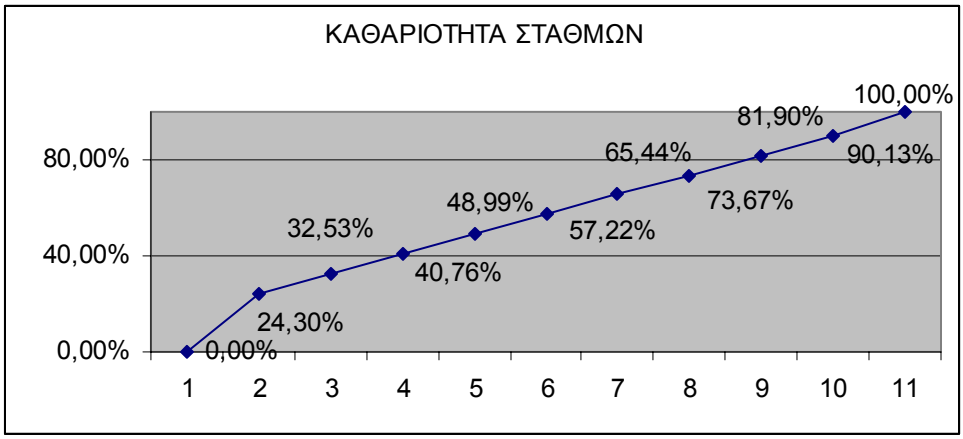
Στη συνέχεια παρατίθενται οι μερικές συναρτήσεις ικανοποίησης.

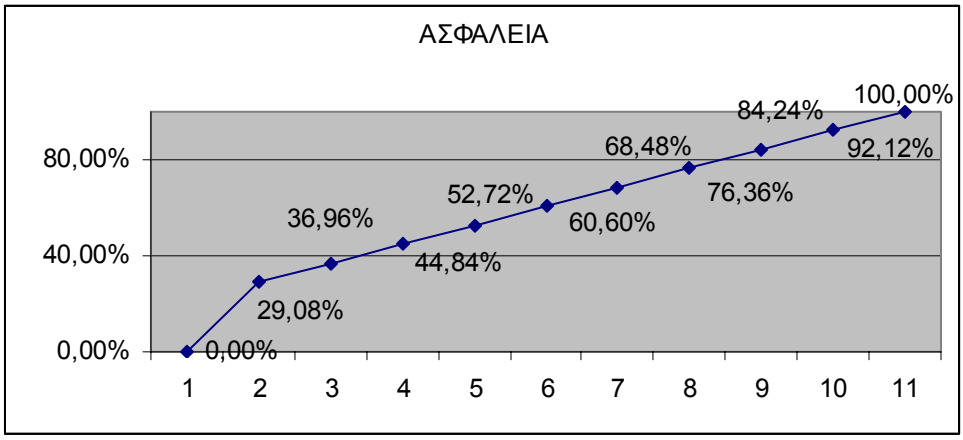


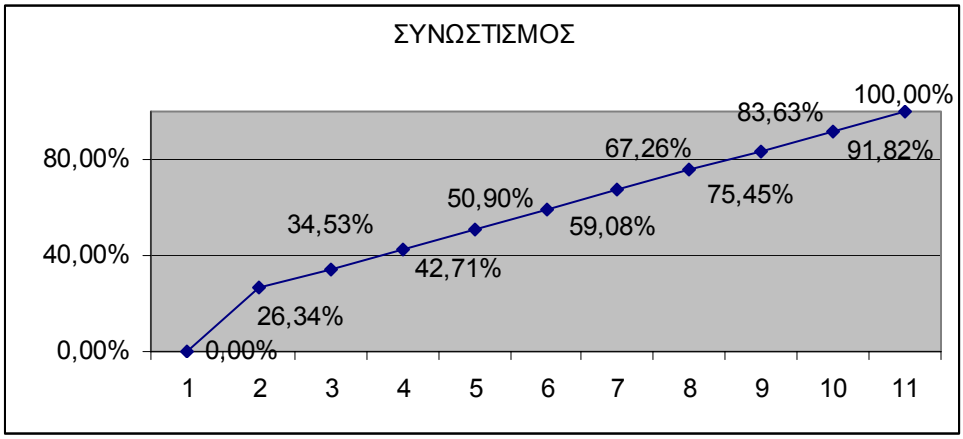


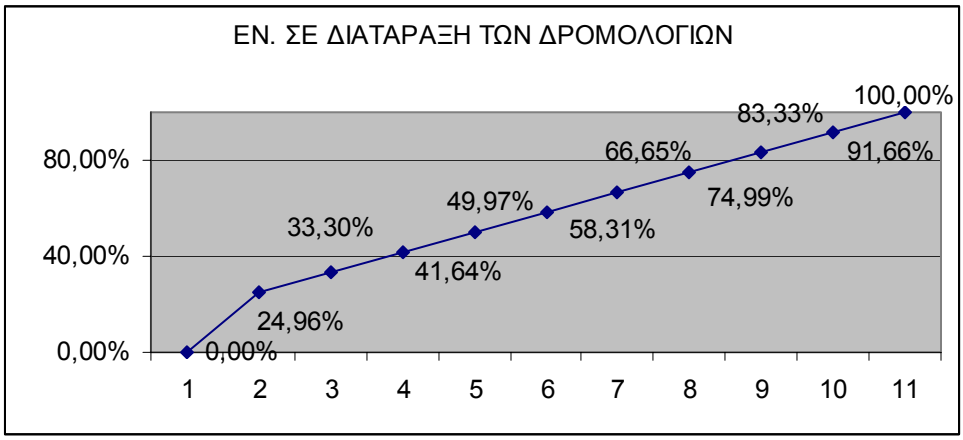

ΑΚΡΙΒΕΙΑ
80,00%
40,00%
0,00%
0,00%
37,00%
44,00%
51,00%
58,00%
65,00%
72,00%
79,00%
86,00%
93,00%
100,00%
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

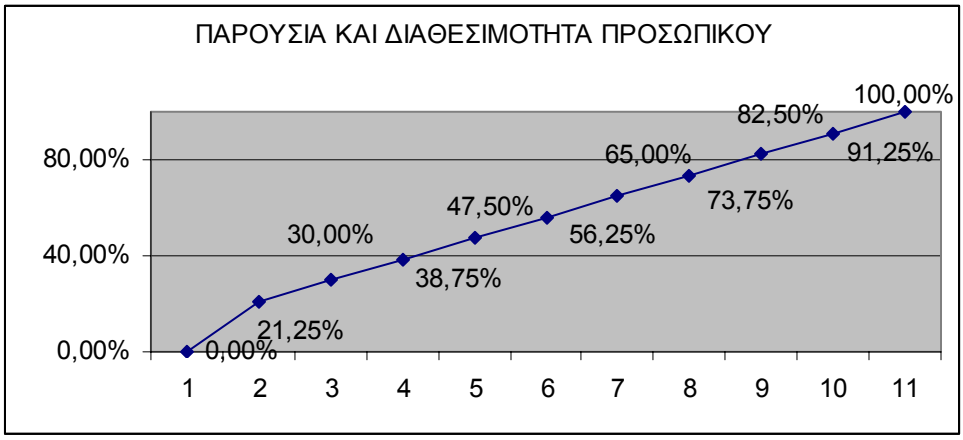

ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΒΛΑΒΩΝ
80,00%
40,00%
0,00%
0,00%
36,67%
43,71%
50,74%
57,78%
64,82%
71,85%
78,89%
85,93%
92,96%
100,00%
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

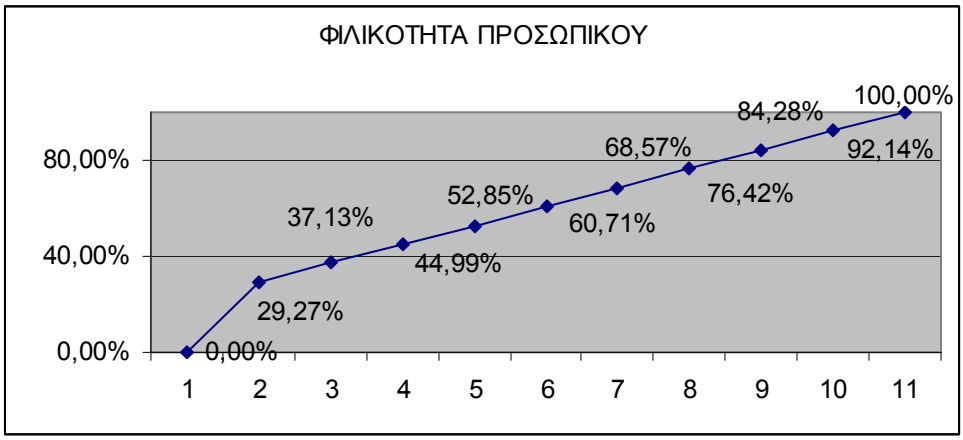

ΚΑΘΑΡΙΟΤΗΤΑ ΣΤΑΘΜΩΝ
80,00%
40,00%
0,00%
0,00%
24,30%
32,53%
40,76%
48,99%
57,22%
65,44%
73,67%
81,90%
90,13%
100,00%
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11


ΑΣΦΑΛΕΙΑ
80,00%
40,00%
0,00%
0,00%
29,08%
36,96%
44,84%
52,72%
60,60%
68,48%
76,36%
84,24%
92,12%
100,00%
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11


ΣΥΝΩΣΤΙΣΜΟΣ
80,00%
40,00%
0,00%
0,00%
26,34%
34,53%
42,71%
50,90%
59,08%
67,26%
75,45%
83,63%
91,82%
100,00%
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11


ΕΝ. ΣΕ ΔΙΑΤΑΡΑΞΗ ΤΩΝ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΩΝ
80,00%
40,00%
0,00%
0,00%
24,96%
33,30%
41,64%
49,97%
58,31%
66,65%
74,99%
83,33%
91,66%
100,00%
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11


ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ
80,00%
40,00%
0,00%
0,00%
21,25%
30,00%
38,75%
47,50%
56,25%
65,00%
73,75%
82,50%
91,25%
100,00%
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11


ΦΙΛΙΚΟΤΗΤΑ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ
80,00%
40,00%
0,00%
0,00%
29,27%
37,13%
44,99%
52,85%
60,71%
68,57%
76,42%
84,28%
92,14%
100,00%
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11