



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΤΜΗΜΑ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ

ΜΑΡΙΑ Ι. ΚΥΡΙΑΚΟΠΟΥΛΟΥ
ΜΔΕ / ΟΠ : 0547

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ
ΚΑΙ ΤΥΧΑΙΩΝ ΑΘΡΟΙΣΜΑΤΩΝ ΣΤΗ
ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΟΛΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ – ΟΛΙΚΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑ (ΜΒΑ-ΤQM)

ΠΕΙΡΑΙΑΣ 2011

*Αφιερώνεται
στην οικογένεια μου*

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΡΑΙΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία ολοκληρώθηκε με την αμέριστη συμπαράσταση, ηθική και επιστημονική του επιβλέποντα καθηγητή. Θα ήθελα από την θέση αυτή να ευχαριστήσω θερμά:

Τον Επιβλέποντα Καθηγητή κ. Μιχαήλ Σφακιανάκη ο οποίος με την εμπειρία και τις εύστοχες παρατηρήσεις του συμπαραστάθηκε απόλυτα στην ερευνητική προσπάθεια μου και με βοήθησε τα μέγιστα στην ολοκλήρωση της εργασίας αυτής.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω το Διδακτικό και Ερευνητικό Προσωπικό του μεταπτυχιακού προγράμματος Διοίκησης Ολικής Ποιότητας για την συμβολή τους στην ολοκλήρωση των μεταπτυχιακών σπουδών μου στο Πανεπιστήμιο Πειραιά.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εργασία αυτή επικεντρώνεται στην υλοποίηση πέντε σκοπών. Ο πρώτος σκοπός είναι η παρουσίαση της πολυκριτήριας ανάλυσης και της εφαρμογής της γενικότερα στη Διοίκηση Επιχειρήσεων και ειδικότερα στη Διοίκηση Ολικής Ποιότητας. Ο δεύτερος σκοπός είναι η παρουσίαση της έννοιας του διακριτού τυχαίου αθροίσματος. Ο τρίτος σκοπός είναι η παρουσίαση μερικών εξαιρετικά σημαντικών περιπτώσεων διακριτών τυχαίων αθροισμάτων. Ο τέταρτος σκοπός της εργασίας αυτής είναι η θεμελίωση πρακτικών εφαρμογών στο χώρο της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας μιας πολύ σημαντικής κατηγορίας διακριτών τυχαίων αθροισμάτων. Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται εφαρμογές της κατηγορίας των Poisson διωνυμικών τυχαίων αθροισμάτων. Η πρακτική συμβολή του σκοπού αυτού είναι η διευκρίνιση του βασικού ρόλου της κατηγορίας αυτής των τυχαίων αθροισμάτων στην ανάπτυξη αποτελεσματικών προγραμμάτων Διοίκησης Ολικής Ποιότητας. Ο πέμπτος σκοπός της εργασίας αυτής είναι η θεμελίωση εφαρμογών θετικών Poisson διωνυμικών τυχαίων αθροισμάτων στην περιγραφή, ανάλυση και επίλυση προβλημάτων που εμφανίζονται στο χώρο της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας. Ο πέμπτος σκοπός της εργασίας αυτής ουσιαστικά αποβλέπει στην επέκταση του τέταρτου σκοπού της εργασίας.

Συμπερασματικά, η εργασία αυτή αποβλέπει αρχικά στην παρουσίαση της πολυκριτήριας ανάλυσης και την εφαρμογή της στη Διοίκηση Επιχειρήσεων και τη Διοίκηση Ολικής Ποιότητας. Επίσης, αποβλέπει στην παρουσίαση των θεωρητικών και πρακτικών δυνατοτήτων της κατηγορίας των Poisson διωνυμικών τυχαίων αθροισμάτων και της κατηγορίας των θετικών Poisson διωνυμικών τυχαίων αθροισμάτων ως ισχυρότατων στοχαστικών μοντέλων στις διάφορες περιοχές του γνωστικού αντικείμενου της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας. Τα πρακτικά και θεωρητικά αποτελέσματα της παρούσας εργασίας συντελούν στην ανάλυση νέων ερευνητικών δραστηριοτήτων στο χώρο της ανάπτυξης, μελέτης και εφαρμογής διακριτών και θετικών τυχαίων αθροισμάτων ως ισχυρών αναλυτικών εργαλείων δόμησης αποτελεσματικών προγραμμάτων Διοίκησης Ολικής Ποιότητας.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	- 7 -
ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΑΡΧΕΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΟΛΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ.....	- 7 -
1.1 Εισαγωγή.....	- 7 -
1.2 Η Σημασία της Ποιότητας.....	- 7 -
1.3 Ορισμός Διοίκησης Ολικής Ποιότητας	- 10 -
1.4 Μετάβαση από το Παραδοσιακό Management στη Διοίκηση Ολικής Ποιότητας	- 11 -
1.5 Η Διοίκηση Ολικής Ποιότητας στις Επιχειρήσεις.....	- 13 -
1.6 Λόγοι Αποτυχίας της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας	- 17 -
1.7 Προϋποθέσεις Επιτυχημένης Εφαρμογής.....	- 21 -
1.8 Οφέλη Εφαρμογής Συστήματος Ποιότητας.....	- 22 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	- 26 -
ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ	- 26 -
2.1 Εισαγωγή.....	- 26 -
2.2 Ιστορική αναδρομή.....	- 28 -
2.3 Θεωρητικές προσεγγίσεις	- 30 -
2.4 Μοντελοποίηση προβλημάτων.....	- 31 -
2.5 Μοντελοποίηση προτιμήσεων.....	- 35 -
2.6 Πολυκριτήρια συστήματα αξιών	- 40 -
2.7 Θεωρία των σχέσεων υπεροχής.....	- 44 -
2.8 Αναλυτική-συνθετική προσέγγιση	- 51 -
2.9 Ο ρόλος του πολυκριτηρίου γραμμικού προγραμματισμού	- 53 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	- 58 -
ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΟΛΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ..	- 58 -
3.1 Προγραμματισμός στόχων με χρήση πολυκριτηριας ανάλυσης	- 58 -
3.2 Μέθοδος των ικανοποιητικών στόχων	- 59 -
3.3 Technique For Order Preference By Similarity To Ideal Solution (TOPSIS)-	61
3.4 Fuzzy Multiply Criteria Decision Making Method (MCDM)	- 63 -
3.5 Fuzzy Multicriteria Case – Based Reasoning (CBR)	- 67 -
3.6 Αναλυτική Ιεραρχική Διαδικασία – Analytical Hierarchy Process (AHP) ..	- 71 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	- 76 -

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΔΙΑΚΡΙΤΩΝ ΤΥΧΑΙΩΝ ΑΘΡΟΙΣΜΑΤΩΝ ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΟΛΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ	- 76 -
4.1 Εισαγωγή.....	- 76 -
4.2 Έννοια Διακριτού Τυχαίου Αθροίσματος.....	- 77 -
4.3 Ειδικές Περιπτώσεις Διακριτών Τυχαίων Αθροισμάτων	- 80 -
4.4 Διακριτά Τυχαία Αθροίσματα και Διοίκηση Ολικής Ποιότητας	- 87 -
4.5 Συμπεράσματα.....	- 102 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	- 103 -
ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΘΕΤΙΚΩΝ ΤΥΧΑΙΩΝ ΑΘΡΟΙΣΜΑΤΩΝ.....	- 103 -
ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΟΛΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ	- 103 -
5.1 Εισαγωγή.....	- 103 -
5.2 Έννοια Θετικού Poisson – Διωνυμικού Τυχαίου Αθροίσματος.....	- 103 -
5.3 Θετικά Τυχαία Αθροίσματα και Διοίκηση Ολικής Ποιότητας	- 105 -
5.4 Συμπεράσματα.....	- 109 -
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	- 110 -

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΑΡΧΕΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΟΛΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ

1.1 Εισαγωγή

Η έννοια της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας αναπτύχθηκε αρχικά στην έκτη δεκαετία του προηγούμενου αιώνα από τον W. Edward Deming. Η Διοίκηση Ολικής Ποιότητας σαν νέος τρόπος οργάνωσης των επιχειρήσεων υιοθετήθηκε από τους Ιαπωνικούς οργανισμούς και αποτελεί σήμερα μια από τις βασικότερες διοικητικές τεχνικές στην Ιαπωνία. Η Διοίκηση Ολικής Ποιότητας υιοθετήθηκε στην συνέχεια τόσο από τις αμερικανικές όσο και από τις ευρωπαϊκές επιχειρήσεις οι οποίες είχαν επίσης σαν στόχο να δημιουργούν προϊόντα τα οποία θα προσφέρουν μεγάλη αξία στον αγοραστή με σχέση με το κόστος τους.

Η Διοίκηση Ολικής Ποιότητας αποτελεί ένα ολοκληρωμένο διοικητικό σύστημα το οποίο έχει σαν στόχο την ικανοποίηση του πελάτη και την συνεχή βελτίωση όλων των διαδικασιών του οργανισμού. Η Διοίκηση Ολικής Ποιότητας για να πετύχει την ικανοποίηση του πελάτη διαθέτει μια σειρά από τεχνικές. Χρησιμοποιεί τεχνικές για να καθορίσει τις ανάγκες του πελάτη, έχει τεχνικές με τις οποίες μεταφράζει τις ανάγκες σε προδιαγραφές, έχει τεχνικές που ελέγχουν την διαδικασία και το προϊόν ώστε να πληρεί τις προδιαγραφές και τέλος διαθέτει τεχνικές για την έγκυρη παράδοση του προϊόντος και την εξυπηρέτηση του πελάτη.

1.2 Η Σημασία της Ποιότητας

Η ποιότητα ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας είναι πολύ σημαντική τόσο για την επιχείρηση όσο και για τους πελάτες της.

Για την επιχείρηση αποτελεί από την μια πλευρά καθαρό κέρδος και από την άλλη ισχυρό ανταγωνιστικό πλεονέκτημα που πολύ δύσκολα αντιγράφεται από τον ανταγωνισμό. Σε μία επιχείρηση ποιότητας, όπου κάτι δημιουργείται σωστά με την πρώτη φορά, τείνουν να εκλείψουν οι περιττοί έλεγχοι, οι επανακατεργασίες, οι καθυστερήσεις και το ανθυγιεινό (τόσο ψυχολογικά όσο και σωματικά) εργασιακό περιβάλλον. Αυτό είναι πολύ σημαντικό τόσο για την διοίκηση που στοχεύει στην

αύξηση του κέρδους της όσο και για τους εργαζόμενους της επιχείρησης που επιθυμούν ικανοποίηση από την εργασία τους, σεβασμό από τους πελάτες, εργασία με προοπτικές οικονομικής αναρρίχησης και εργασιακή ασφάλεια [46]. Η βελτίωση της ποιότητας της επιχείρησης, στο έντονα ανταγωνιστικό περιβάλλον που επικρατεί, σήμερα είναι μονόδρομος και αναγκαιότητα. Η βελτίωση της ποιότητας στην επιχείρηση επιφέρει μια αλυσιδωτή αντίδραση, η οποία τελικά βελτιώνει το αποτέλεσμα και την αποδοτικότητα της επιχείρησης. Σύμφωνα με έναν ειδικό της ποιότητας, τον Dr. Deming, η βελτίωση της ποιότητας έχει ως συνέπεια τη βελτίωση της παραγωγικότητας, η οποία επιφέρει μείωση κόστους με συνέπεια τη μείωση της τιμής του προϊόντος ή της υπηρεσίας, κάτι που επιφέρει αύξηση του μεριδίου αγοράς, η οποία στην συνέχεια επιφέρει ισχυροποίηση της θέσης στην αγορά, εξασφάλιση των θέσεων εργασίας και τελικά βελτίωση της αποδοτικότητας των επενδεδυμένων κεφαλαίων. Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι η ποιότητα είναι τελικά καθαρό κέρδος.

Όταν όμως σε μια εταιρεία υπάρχει κακή ποιότητα αυτή χάνει μεγάλο μέρος από τα καθαρά της κέρδη και προσβάλλονται τα παρακάτω στοιχεία της:

- Η φήμη της – η ποιότητα των προϊόντων ή υπηρεσιών ακολουθεί και χαρακτηρίζει πάντα το όνομα της επιχείρησης. Κάτω από αυτό το πρίσμα με την καλή ποιότητα η επιχείρηση κερδίζει και ένα είδος αυτόματης διαφήμισης. Έχει αποδειχθεί ότι καμία διαφημιστική καμπάνια, όσο καλή και αν είναι, δεν μπορεί να υποκαταστήσει τη δύναμη που έχει και την επιρροή που ασκεί στην αγορά η καλή και σταθερή ποιότητα.
- Το κόστος και το μερίδιο αγοράς. Ο αποτελεσματικός ποιοτικός έλεγχος και η διασφάλιση της ποιότητας έχουν άμεση και σημαντική επίδραση στο κόστος παραγωγής αφού ελαχιστοποιούν τις επανακατεργασίες, τους περιττούς ελέγχους και τα ελαττωματικά. Είναι εύκολα κατανοητό πόσο σημαντικό είναι να κάνεις κάτι με την πρώτη φορά και κάθε φορά. Η επιχείρηση έχει την δυνατότητα να κερδίσει ένα πολύ σημαντικό πλεονέκτημα μέσω της ποιότητας. Στην πραγματικότητα μια επιχείρηση με προϊόντα ή υπηρεσίες ποιότητας θα μπορεί να παράγει με χαμηλό κόστος αλλά να πουλάει τα προϊόντα της σε υψηλότερες τιμές καθώς θα είναι υψηλότερου ποιοτικού επιπέδου από αυτά των ανταγωνιστών.
- Η υπευθυνότητα για το προϊόν. Οι πολύπλοκες εφαρμογές στις οποίες χρησιμοποιούνται σήμερα πολλά από τα προϊόντα και οι αυξημένες ανάγκες

για προστασία του καταναλωτή και του περιβάλλοντος δίνουν στην ποιότητα την εξέχουσα θέση μεταξύ των συγκεκριμένων χαρακτηριστικών των προσφερόμενων προϊόντων ή υπηρεσιών. Το υπάρχον θεσμικό πλαίσιο περιλαμβάνει αντίστοιχες νομικές διατάξεις που καθιστούν υπεύθυνους για τα χαρακτηριστικά του παραγόμενου αντικειμένου όλους όσους αποτελούν την αλυσίδα παραγωγής και διάθεσης, καθορίζονται βαριές ποινές για όλες τις περιπτώσεις μη συμμόρφωσης με δεδομένες προδιαγραφές και πρότυπα.

- Η διεθνής εικόνα. Με όλες τις τεχνολογικές εξελίξεις και διεθνείς συμβάσεις η αγορά στην οποία απευθύνονται οι εταιρείες τείνει όλο και περισσότερο στην πλήρη διεθνοποίηση. Η ποιότητα λοιπόν είναι πια γεγονός με διεθνείς επιπτώσεις τόσο για την εταιρεία όσο και για την χώρα στην οποία βρίσκεται.

Για τον πελάτη που επενδύει ένα μέρος των χρημάτων του σε ένα συγκεκριμένο προϊόν ή υπηρεσία, η ποιότητα είναι πολύ σημαντικός παράγοντας και για αυτό πολλές φορές είναι διαθετημένος να πληρώσει περισσότερο ώστε να την αποκτήσει. Οποιαδήποτε εταιρεία προσπαθήσει να εξαπατήσει κάποιον πελάτη θα υποστεί συνέπειες, καθώς σύμφωνα με μελέτες ένας δυσαρεστημένος πελάτης διώχνει περίπου άλλους εικοσίδυο, ενώ ένας ευχαριστημένος θα φέρει στην επιχείρηση μόνο οκτώ νέους πελάτες. Οι πελάτες σε οποιοδήποτε βιοτικό επίπεδο και αν βρίσκονται θέλουν πάντα να πετύχουν σωστή τοποθέτηση των χρημάτων τους και να απολαμβάνουν υψηλού επιπέδου και αξιόπιστες υπηρεσίες. Η καλή ποιότητα αποτελεί την προστιθέμενη αξία που αναζητεί ο πελάτης. Η σύγχρονη έννοια του προϊόντος δεν σημαίνει πλέον το χειροπιαστό προϊόν ή υπηρεσία. Το προϊόν είναι πλέον ένα πακέτο με δύο αναπόσπαστα στοιχεία: Τεχνικά χαρακτηριστικά και εξυπηρέτηση [44].

Οι προσδοκίες του πελάτη ή οι απαιτήσεις που αυτός θέτει, δεν αναφέρονται μόνο στο προϊόν ή την παραγόμενη υπηρεσία, αλλά αφορούν και κάθε στιγμή επαφής του πελάτη με την επιχείρηση ή τον οργανισμό κατά τρόπο άμεσο ή έμμεσο. Συνεπώς, ποιότητα για τον πελάτη μπορεί να σημαίνει παραδείγματος χάρη σωστή προσφορά, παράδοση στην συμφωνηθείσα ημερομηνία, φιλική τηλεφωνική εξυπηρέτηση, απλές κατανοητές οδηγίες χρήσης, επαφή μετά την αγορά, εξυπηρέτηση μετά την αγορά αφού όλα αυτά είναι απαιτήσεις ή προσδοκίες που θέτει ο πελάτης σε μια καλή «ποιοτικά» επιχείρηση ή οργανισμό. Γίνεται λοιπόν κατανοητό, με τρόπο σαφή, ότι

δεν είναι μόνο η ποιότητα του προϊόντος, αλλά και η εκπλήρωση όλων αυτών των απαιτήσεων είναι αποφασιστικής σημασίας για την αγορά του προϊόντος.

Από όλα αυτά που αναφέρθηκαν παραπάνω γίνεται εύκολα αντιληπτό πόσο σημαντική είναι η ποιότητα για τη σημερινή επιχείρηση. Κάτι που στο πρόσφατο παρελθόν ήταν πολυτέλεια έγινε σε μικρό χρονικό διάστημα ανάγκη επιβίωσης. Μία εταιρεία ποιότητας έχει ικανοποιημένους πελάτες και εξωτερικό περιβάλλον. Οι ικανοποιημένοι πελάτες δίνουν καλύτερα οικονομικά αποτελέσματα, καλύτερη εικόνα και λαμπρότερο μέλλον.

1.3 Ορισμός Διοίκησης Ολικής Ποιότητας

Η Διοίκηση Ολικής Ποιότητας είναι μια νέα φιλοσοφία management που επηρεάζει την λειτουργία όλης της επιχείρησης. Η φιλοσοφία αυτή αποσκοπεί στην διαρκή ικανοποίηση των απαιτήσεων του πελάτη, ελαχιστοποιώντας το κόστος και ενεργοποιώντας όλους τους εργαζόμενους της επιχείρησης προς τον στόχο αυτό. Η εφαρμογή της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας περιλαμβάνει δραστηριότητες και μεθόδους που έχουν στόχο να δημιουργηθεί ένα είδος «αντίληψης» στην επιχείρηση. Με αυτόν τον τρόπο όλοι οι εργαζόμενοι επιθυμώντας να ενστερνιστούν αυτή την «αντίληψη» καταβάλλουν κάθε δυνατή προσπάθεια ώστε να πετύχουν την αύξηση της αξίας των προσφερόμενων προϊόντων.

Για να επιτευχθεί η Διοίκηση Ολικής Ποιότητας σε έναν οργανισμό θα πρέπει να γίνει αποδεκτή από όλα τα μέλη του οργανισμού, όλοι οι εργαζόμενοι ανεξάρτητα από το επίπεδο ιεραρχίας που διαθέτουν είναι εξίσου υπεύθυνοι για το κοινό αποτέλεσμα για αυτό το λόγο και η Διοίκηση Ολικής Ποιότητας απαιτεί ομαδική προσπάθεια.

Μπορεί η πρώτη γραμμή εξυπηρέτησης του πελάτη να ενδυναμώνεται με την απαραίτητη εξουσία ώστε να μπορεί να πάρει τις κατάλληλες αποφάσεις και να προβεί στις απαραίτητες ενέργειες για την ικανοποίηση του όμως η εκπαίδευση στην φιλοσοφία της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας δεν αποτελεί μονοπώλιο ενός στρώματος διοίκησης αλλά όλων των επιπέδων διοίκησης και των εργαζομένων στα επίπεδα παραγωγής και εξυπηρέτησης. Η εξέλιξη και η επιτυχία ενός συστήματος Διοίκησης Ολικής Ποιότητας εξαρτάται από την αλληλεπίδραση του με το περιβάλλον της επιχείρησης καθώς και την συνεργασία των υποσυστημάτων της

επιχείρησης. Για το λόγο αυτό απαιτείται η οργάνωση ενός συστήματος διοίκησης που να είναι μπορεί να προσαρμοστεί τόσο στις εξωτερικές αλλαγές όσο και να συντονίζει τα υποσυστήματα του οργανισμού [36].

Τέλος, αξίζει να αναφερθεί ότι κάθε οργανισμός διαθέτει δική του μέθοδο Διοίκησης Ολικής Ποιότητας η οποία αν εφαρμοστεί σε κάποιον άλλο οργανισμό μπορεί να αποδειχθεί καταστροφική.

1.4 Μετάβαση από το Παραδοσιακό Management στη Διοίκηση Ολικής Ποιότητας

Η διοίκηση επιχειρήσεων στις μέρες μας, παρόλο που δεν εγκαταλείπει τις παραδοσιακές θεωρίες αποδεσμεύτηκε από αυτές και ενστερνίζεται πλέον τις θεωρίες της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας. «Ολική» καλείται γιατί προτείνει την εμπλοκή όλων των συντελεστών της επιχείρησης. Η Διοίκηση Ολικής Ποιότητας απαιτεί οι αρχές της διοίκησης της ποιότητας να εφαρμόζονται σε όλα τα τμήματα και σε όλα τα επίπεδα του οργανισμού. Στη Διοίκηση Ολικής Ποιότητας οι ρόλοι επαναπροσδιορίζονται καθώς τα όρια μεταξύ αυτών που αποφασίζουν και αυτών που εκτελούν τις αποφάσεις γίνονται πιο δυσδιάκριτα. Τα στελέχη επικοινωνούν με το σύνολο των συντελεστών της επιχείρησης. Τα μεσαία επίπεδα ιεραρχίας δεν χρειάζονται πλέον, λόγω της αμεσότητας στην επικοινωνία με αποτέλεσμα να καταργούνται. Η αυστηρή ιεραρχική πυραμίδα καταργείται καθώς ακόμα και ο εργαζόμενος στο εργοστάσιο που αντιμετωπίζει πρόβλημα σε κάποιο κομμάτι του έργου πρέπει όχι μόνο να ενθαρρύνεται, αλλά να απαιτείται να εκφράσει το πρόβλημα στο μηχανικό που το σχεδίασε. Η συμμετοχή των εργαζομένων τόσο στην λήψη των αποφάσεων όσο και στα κέρδη, τους κάνει να νοιώθουν ότι η επιχείρηση είναι σε κάποιο βαθμό δική τους με αποτέλεσμα να δουλεύουν με περισσότερο ζήλο. Οι διαχωριστικές γραμμές θα πρέπει επίσης να καταργηθούν και μεταξύ των τμημάτων της επιχείρησης. Η επιτυχία της αλληλεξάρτησης και της ενσωμάτωσης στηρίζεται στην ιδέα ότι η επιχείρηση δεν θα πρέπει να υφίσταται σε διαφορετικά, ανεξάρτητα τμήματα. Τα μέλη των ομάδων που θα ασχολούνται με τον σχεδιασμό προϊόντων θα πρέπει να απαρτίζονται από εργαζόμενους οι οποίοι ασχολούνται με διαφορετικά αντικείμενα ώστε η συλλογή των πληροφοριών, η λήψη και η υλοποίηση των αποφάσεων να έχει σαν στόχο την καλύτερη δυνατή ικανοποίηση των

απαιτήσεων του πελάτη. Συμμετοχή στις ομάδες σχεδιασμού των προϊόντων θα πρέπει επίσης να κατέχουν και οι προμηθευτές, καθώς και αυτοί αποτελούν ένα αναπόσπαστο κομμάτι για την παραγωγή και ολοκλήρωση του τελικού προϊόντος. Η συμμετοχή όλων των συντελεστών της επιχείρησης όσο και των προμηθευτών θα οδηγήσει στην σχεδίαση προϊόντων που θα ικανοποιούν τις ανάγκες και τις προσδοκίες των πελατών με τον πιο αποτελεσματικό τρόπο συγκριτικά με το κόστος παραγωγής τους και θα την καθιστούν ανταγωνιστική στην αγορά [36].

Η Διοίκηση Ολικής Ποιότητας δίνει ιδιαίτερη έμφαση στον όρο «Ποιότητα», καθώς θέτει στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος της επιχείρησης, όχι το κέρδος, αλλά την ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων και των υπηρεσιών που προσφέρει ώστε να πετύχει την πλήρη ικανοποίηση των απαιτήσεων του πελάτη. Η ποιότητα προσδιορίζεται μόνο από τον πελάτη και όχι από τον γενικό διευθυντή ή το μηχανικό παραγωγής. Ο πελάτης βάση των αναγκών του μπορεί να προσδιορίσει το βαθμό που ένα προϊόν είναι ποιοτικό. Η Διοίκηση Ολικής Ποιότητας με την έμφαση στην συνεχή ποιοτική βελτίωση ενισχύει την ανταγωνιστικότητα της επιχείρησης. Η βελτίωση της ποιότητας που η Διοίκηση Ολικής Ποιότητας ενστερνίζεται προσφέρει ποικίλλες επιπτώσεις τόσο στην αγορά όσο και στην επιχείρηση. Οι επιπτώσεις στην αγορά έχουν σχέση με την ενίσχυση της ανταγωνιστικής θέσης καθώς παρατηρείται αύξηση του μεριδίου αγοράς που κατέχει η επιχείρηση, ενώ οι επιπτώσεις μέσα στην επιχείρηση στηρίζονται στην μείωση του κόστους και στην δημιουργία ενός ομαδικού κλίματος στο οποίο όλοι συμμετέχουν για την δημιουργία αναγνωρίσιμων προϊόντων.

Η Διοίκηση Ολικής Ποιότητας υιοθετεί την ποιότητα σαν πρώτη προτεραιότητα κάθε επιχείρησης, η προσπάθεια για συνεχή βελτίωση της ποιότητας είναι εξίσου σημαντική. Η βελτίωση της ποιότητας προϊόντων και υπηρεσιών είναι μια διαδικασία η οποία δεν πρέπει να σταματάει. Τα στέλεχη της επιχείρησης θα πρέπει να εκπαιδευτούν ώστε να μάθουν πόσο σημαντική και απαραίτητη είναι η βελτίωση της ποιότητας καθώς μόνο με αυτό τον τρόπο θα καταφέρουν να πετύχουν την ανάπτυξη της επιχείρησης σε μια ανταγωνιστική, κορεσμένη αγορά.

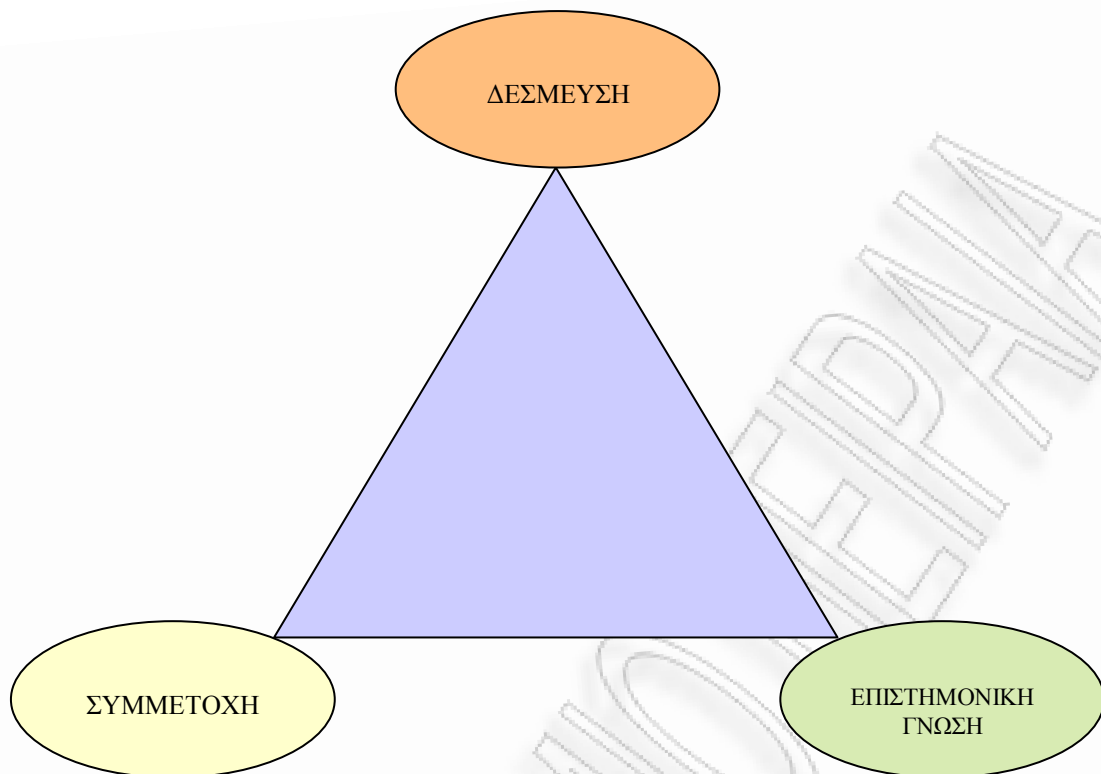
1.5 Η Διοίκηση Ολικής Ποιότητας στις Επιχειρήσεις

Σήμερα το management αναζητά βοήθεια και αξιοποιεί τα πορίσματα άλλων επιστημών. Οι επιστήμες οι οποίες υποβοηθούν το management είναι κυρίως οι κοινωνικές. Η Μικροοικονομική είναι η βάση των περισσότερων χρηματοοικονομικών τεχνικών (όπως η ανάλυση των ταμειακών εισροών και εκροών, η ανάλυση της αξίας μετοχών και οι αρχές της λογιστικής). Η Ψυχολογία βοηθά με την ανάπτυξη τεχνικών marketing και συστημάτων λήψης αποφάσεων. Η Κοινωνιολογία παρέχει το εννοιολογικό υπόβαθρο για το σχεδιασμό της οργάνωσης. Πολλά, επίσης, στοιχεία δανείζεται η Διοίκηση Ολικής Ποιότητας από τη Στατιστική, αφού ο Στατιστικός Έλεγχος Διεργασιών αποτελεί τον πυρήνα της [36].

Η Διοίκηση Ολικής Ποιότητας μπορεί να χαρακτηριστεί ως ένα «μοντέλο διοίκησης» που η επιτυχία του εξαρτάται από την επιδίωξη του άριστου συνδυασμού όλων των παραγωγικών συντελεστών μιας επιχείρησης χρησιμοποιώντας τα πορίσματα όχι μόνο της επιστήμης της διοίκησης, αλλά και άλλων επιστημών όπως αυτές που αναφέρθηκαν πιο πάνω.

Η Διοίκηση Ολικής Ποιότητας αποτελεί την απάντηση των επιχειρήσεων στις απαιτήσεις της κοινωνίας για υψηλή ποιότητα προϊόντων και υπηρεσιών. Προκειμένου να είναι δυνατή η ανάπτυξη της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας σε ένα οργανισμό, είναι απαραίτητο να υπάρχουν κοινές κατευθύνσεις ή αρχές που να ακολουθούνται με συνέπεια. Τα βασικά αξιώματα - προϋποθέσεις για την επιτυχία της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας είναι το τρίπτυχο Δέσμευση, Συμμετοχή, Εμπειρική Γνώση, όπως παρουσιάζεται στο παρακάτω γνωστό «ισόπλευρο τρίγωνο της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας»:

- Δέσμευση για την συνεχή βελτίωση της ποιότητας και την εφαρμογή καινοτομιών.
- Επιστημονική Γνώση των κατάλληλων εργαλείων, τεχνικών και μεθόδων για την βελτίωση και τις απαραίτητες τεχνικές αλλαγές.
- Συμμετοχή όλων σε μια ομάδα στην προσπάθεια για συνεχή βελτίωση.



Σχήμα 1.1: Γενική μεθοδολογία μοντελοποίησης πολυκριτήριων γραμμικών προγραμμάτων

Συνέπεια των τριών βασικών αξιωμάτων είναι οι ακόλουθες αρχές εφαρμογές της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας:

- ***Ανάδειξη του συστημικού χαρακτήρα της επιχείρησης***

Η επιχείρηση αντιμετωπίζεται ως ένα σύστημα εισροών και εκροών. Στην προκειμένη περίπτωση οι εισροές αποτελούνται από τους παραγωγικούς συντελεστές που διαθέτει η επιχείρηση τους οποίους διοχετεύει στην παραγωγική διαδικασία, υφίστανται μια επεξεργασία και εξέρχονται ως έτοιμα προϊόντα (εκροές).

- ***Εστίαση στον πελάτη***

Ο στόχος της ικανοποίησης του πελάτη αποτελεί τη βάση της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας και εκφράζεται με την προσπάθεια της επιχείρησης να σχεδιάσει και να προσφέρει προϊόντα και υπηρεσίες, που ανταποκρίνονται στις ανάγκες των καταναλωτών. Η λογική αυτής της αρχής είναι η πίστη ότι η ικανοποίηση του πελάτη είναι η πιο σημαντική προϋπόθεση για τη μακροχρόνια επιτυχία της επιχείρησης. Οι πρακτικές που τη συνοδεύουν περιλαμβάνουν την προώθηση άμεσης επαφής με τον

πελάτη, τη συλλογή πληροφοριών για τις προτιμήσεις και τις προσδοκίες των καταναλωτών και τη διάχυση αυτής της πληροφόρησης σε όλη την επιχείρηση.

- ***Συνεχής βελτίωση των διοικητικών διεργασιών***

Σύμφωνα με τη Διοίκηση Ολικής Ποιότητας η επιχείρηση δεσμεύεται για συνεχή έλεγχο και επανεξέταση των τεχνικών και διοικητικών διεργασιών, με στόχο την αναζήτηση τρόπων αποτελεσματικότερης λειτουργίας. Αυτή η αρχή στηρίζεται στη θεώρηση ότι η επιχείρηση είναι ένα σύστημα αλληλοσυνδεόμενων διεργασιών. Η διαρκής βελτίωση τους παρέχει στις επιχειρήσεις τη δυνατότητα να ικανοποιούν τις προσδοκίες των πελατών τους, οι οποίες συνεχώς διευρύνονται. Οι κοινωνικοοικονομικές συνθήκες συνεχώς αλλάζουν, δημιουργούνται νέες τεχνολογίες, οι πελάτες όπως και οι εργαζόμενοι έχουν νέες απαιτήσεις, συνεπώς η επιχείρηση υποχρεούται να προσαρμόζεται στις νέες κάθε φορά συνθήκες.

- ***Εμπλοκή όλου του προσωπικού της επιχείρησης στην παραγωγική διαδικασία***

Η εμπλοκή ολόκληρου του προσωπικού στην παραγωγική διαδικασία αποτελεί την αιχμή του δόρατος της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας. Γι' αυτό προτείνονται συνεργασίες μεταξύ:

- διευθυντών, προϊσταμένων τμημάτων και εργαζομένων,
- τμημάτων της επιχείρησης,
- επιχείρησης, προμηθευτών και πελατών.

Η συνεργασία μεταξύ στελεχών βασίζεται στην υπόθεση ότι οι εργαζόμενοι μπορούν να συνεισφέρουν σημαντικά στην επιχείρηση, στην περίπτωση που τους παρέχεται αυτή η δυνατότητα. Η συνεργασία μεταξύ των τμημάτων βασίζεται στην αντίληψη ότι οι επιχειρήσεις ως συστήματα δεν μπορούν να είναι αποδοτικές, όταν τα τμήματα που την αποτελούν δίνουν προτεραιότητα στην επίτευξη των άμεσων αποτελεσμάτων τους σε βάρος του συνόλου. Η αρχή της συνεργασίας πελατών, επιχείρησης και προμηθευτών στηρίζεται στο κοινό όφελος και στην ανάπτυξη πλεονεκτημάτων σε σχέση με τους ανταγωνιστές. Επομένως, στην επιχείρηση οι

προσπάθειες, εφόσον είναι ομαδικές, θα πρέπει να περιλαμβάνουν τον προσδιορισμό των αναγκών όλων εκείνων που εμπλέκονται στην παραγωγική διαδικασία. Με τον τρόπο αυτό αναπτύσσεται κλίμα συνυπευθυνότητας στην εφαρμογή των αποφάσεων και εμπιστοσύνης και καταβάλλονται προσπάθειες να βρίσκονται σε όλες τις περιπτώσεις κοινά αποδεκτές λύσεις. Πολλές φορές μάλιστα για την επιτυχία των προσπαθειών αυτών, σχηματίζονται ομάδες εργασίας με στελέχη από διάφορα τμήματα της επιχείρησης, που αναλαμβάνουν να συνθέσουν τις διαφορετικές απόψεις που υπάρχουν και να καταθέσουν προτάσεις που να είναι κοινά αποδεκτές.

Η Διοίκηση Ολικής Ποιότητας αναπτύχθηκε καθώς κάθε επιχείρηση μπορεί να γίνει ανταγωνιστική στην αγορά που δραστηριοποιείται πετυχαίνοντας με αυτό τον τρόπο και τους στρατηγικούς της στόχους.

Οι βασικοί σκοποί της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας είναι οι εξής:

- ***Διαχρονική, πλήρης ικανοποίηση του εξωτερικού πελάτη της επιχείρησης***

Ο βαθμός ικανοποίησης του πελάτη είναι μια σύνθετη και πολλές φορές υποκειμενική έννοια. Κάθε επιχείρηση για να διατηρήσει και να αναπτύξει το μερίδιο που κατέχει στην αγορά έχει σαν πρωταρχικό στόχο την πλήρη ικανοποίηση των πελατών της. Μέσα από τα προϊόντα της κάθε επιχείρηση επιδιώκει την κάλυψη των αναγκών τόσο του υπάρχοντος όσο και του νέου αγοραστικού κοινού οι οποίες εξαρτώνται ιδιαίτερα από την ποιότητα που το προϊόν προσφέρει.

- ***Διαχρονική, πλήρης ικανοποίηση των εργαζομένων της επιχείρησης***

Η Διοίκηση Ολικής Ποιότητας είναι μια φιλοσοφία στην οποία οι εργαζόμενοι αποτελούν τους εσωτερικούς πελάτες της επιχείρησης. Οι παραλήπτες εργαζόμενοι του κάθε σταδίου αποτελούν πελάτες του προηγούμενου σταδίου και προμηθευτές του επόμενου σταδίου. Με αυτό τον τρόπο όλοι οι εργαζόμενοι συμμετέχουν ενεργά στην παραγωγική διαδικασία και στην αντιμετώπιση των προβλημάτων που εμφανίζονται σε κάθε στάδιο αυτής. Κατά συνέπεια η μεγιστοποίηση της ικανοποίησης των εσωτερικών πελατών οδηγεί στην μεγιστοποίηση του προϊόντος που θα επιφέρει ανάπτυξη του ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος.

- **Διατήρηση της οργανωτικής «κουλτούρας»**

Ένας από τους σημαντικότερους σκοπούς της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας είναι να καταφέρει να πετύχει την ανάπτυξη μιας μόνιμης νοοτροπίας στους εργαζόμενους της επιχείρησης ώστε η προσπάθεια για την επίτευξη των στόχων που η επιχείρηση θέτει να γίνεται σαν μια φυσιολογική έκφραση της οργανωτικής «κουλτούρας» της επιχείρησης, να αποτελεί δηλαδή «τρόπο ζωής».

Με βάση την κουλτούρα της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας ο πελάτης είναι το σημαντικότερο τμήμα της γραμμής παραγωγής και αν επιτευχθεί υψηλή ποιότητα παραγωγικών διαδικασιών η ικανοποίηση του πελάτη είναι εγγυημένη. Ο τελευταίος απολαμβάνει προϊόν ή υπηρεσία υψηλής ποιότητας, με αποτέλεσμα να προτιμά πάντα το συγκεκριμένο προϊόν ή υπηρεσία από τα ομοειδή των άλλων εταιρειών. Έστι προκύπτουν οι παρακάτω ευεργετικές για την εταιρεία συνέπειες, ως άμεσα επακόλουθα:

- Ελάττωση παραπόνων
- Μεγιστοποίηση κέρδους
- Αύξηση του μεριδίου αγοράς
- Βελτίωση κύρους και φήμης της εταιρείας
- Ανύψωση του ηθικού των εργαζομένων και ενθάρρυνση τους για πρωτοβουλίες και καινοτομίες
- Σεβασμός για το εργατικό δυναμικό και για την διοίκηση

Συμπερασματικά, ο μοναδικός αντικειμενικός σκοπός της εταιρείας πρέπει να είναι η ολική ποιότητα και όλα τα υπόλοιπα προκύπτουν ως φυσικά επακόλουθα.

1.6 Λόγοι Αποτυχίας της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας

Οι σημαντικότεροι λόγοι αποτυχίας κάποιων προγραμμάτων ποιότητας είναι:

- ***Εσφαλμένη αντίληψη σχετικά με την έννοια, τις αρχές και τα στοιχεία της ΔΟΠ***

Η Διοίκηση Ολικής Ποιότητας είναι μια επαναστατική φιλοσοφία, η οποία απαιτεί μόνιμη και συνεχή αλλαγή μέσα στην επιχείρηση. Λόγω του ότι η προέλευση και η διάχυση της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας είναι αρκετά διαφορετικές από σχεδόν οποιαδήποτε άλλη διοικητική ανακάλυψη, πολλές επιχειρήσεις, την κατάλαβαν και την εφάρμοσαν λανθασμένα. Στο ίδιο θέμα ο Juran [26], ένας από τους μεγάλους ειδήμονες της ποιότητας ισχυρίζεται ότι «από εκατοντάδες προσπάθειες βελτίωσης της ποιότητας, τις τρεις τελευταίες δεκαετίες του προηγούμενου αιώνα, οι περισσότερες απέτυχαν, κυρίως λόγω της άγνοιας σχετικά με την ποιότητα, των κατά τα άλλα έξυπνων ανώτερων διευθυντών». Για πολλές δεκαετίες οι ανώτεροι διευθυντές ανέθεσαν το θέμα της ποιότητας αποκλειστικά στο τμήμα της ποιότητας και απαλλαγμένοι από τις ευθύνες τους σχετικά με αυτήν και την διαχείριση της, δεν απέκτησαν ποτέ την απαιτούμενη εκπαίδευση και πείρα για την θέσπιση ποιοτικών στόχων και σχεδίων δράσης για την επίτευξη τους. Ακόμη χειρότερα, μερικοί από αυτούς ανέθεσαν την όλη προσπάθεια στη μέση διοίκηση. Πίστεψαν ότι μπορούσαν να θέσουν ευρύτερους στόχους, και να αφήσουν όλα τα άλλα, καθώς και την ευθύνη για την υλοποίησή τους, στους υφιστάμενους. Αυτό αποτελεί τώρα και το σημαντικότερο εμπόδιο υιοθέτησης της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας.

- ***Η ασυνέχεια μεταξύ προθέσεων και έργων και η ανυπομονησία της διοίκησης***

Έαν ένα πρόγραμμα ολικής ποιότητας δεν εφαρμοστεί σωστά και εγκαταλειφθεί μετά από ένα χρονικό διάστημα, τότε εμφανίζεται η παλινδρόμηση που λειτουργεί ιδιαίτερα αρνητικά, εκτός των άλλων και στην ψυχολογία του προσωπικού. Αυτό που απαιτεί είναι η ανάπτυξη σχεδίων δράσης, παροχή πόρων, ανάθεση υπευθυνοτήτων και διατήρηση ισορροπίας μεταξύ υπομονής και επιμονής.

- ***Η μεμονομένη εφαρμογή κάποιων ιδεών της ΔΟΠ***

Μερικές επιχειρήσεις εφαρμόζουν ευκαιριακά κάποιες ιδέες και έχουν την αντίληψη ότι εφαρμόζουν ολική ποιότητα. Η Διοίκηση Ολικής Ποιότητας είναι ένα σύστημα διοίκησης και όχι μια σειρά προγραμμάτων. Πολλά από τα εργαλεία που έχουν προωθηθεί σαν μέρος της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας, μπορούν να εφαρμοστούν με επιτυχία μέσα σε οποιαδήποτε επιχείρηση, αλλά το σύνολο των οφελειών της δεν μπορεί να επιτευχθεί χωρίς την αλλαγή στάσεων και προτεραιοτήτων στις καθημερινές λειτουργίες. Για να είναι επιτυχημένη η Διοίκηση Ολικής Ποιότητας, θα πρέπει να υιοθετηθεί από όλη την επιχείρηση και απαιτεί μακροπρόθεσμη δέσμευση από πάνω προς τα κάτω [37].

- ***Η αποτυχία των επιχειρήσεων να αναγνωρίσουν ότι κάθε επιχείρηση καθώς και κάθε περιβάλλον είναι διαφορετικά***

Για να είναι επιτυχημένη μια επιχείρηση θα πρέπει να αναγνωρίσει τις ιδιαιτερότητες της και τις ιδιαιτερότητες του περιβάλλοντος της και η εφαρμογή της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας να ευθυγραμμιστεί με το ανταγωνιστικό πλεονέκτημα και την στρατηγική της. Η επανάπαυση των επιχειρήσεων σε πρακτικές παγκόσμιας εμπέλειας, μπορεί να εξηγήσει τα διαφορετικά και πολλές φορές αντίθετα, αποτελέσματα που έχει η εφαρμογή της.

- ***Η αποτυχία των επιχειρήσεων να αναθεωρήσουν τις προτεραιότητες τους και να εισάγουν την ποιότητα μέσα σε αυτές***

Παρά την αναγνώριση ότι η ποιότητα θα πρέπει να αποτελεί τον κύριο στόχο, οι αποτυχημένες επιχειρήσεις δεν διεύρυναν το επιχειρησιακό τους πλάνο, συμπεριλαμβάνοντας στόχους ποιότητας, στόχους για βελτίωση της ικανοποίησης του πελάτη, στόχους για μείωση του κόστους κακής ποιότητας, ή απέτυχαν να αναθέσουν υπευθυνότητες για την εκτέλεση αυτών των προγραμμάτων και να παρέχουν τους απαιτούμενους πόρους για την εκτέλεση τους. Ακόμη και μερικές από αυτές απέτυχαν να ενσωματώσουν τη διαχείριση της ποιότητας στην ευρύτερη διαχείριση της επιχείρησης. Ειδικότερα στα πρώτα χρόνια εφαρμογής προγραμμάτων

Διοίκησης Ολικής Ποιότητας, πολλές επιχειρήσεις έχουν ασαφείς, ανύπαρκτους ή χαμηλούς στόχους σχετικά με την βελτίωση των στοιχείων που εκτιμούν περισσότερο οι πελάτες. Ακόμη χειρότερα, σε πολλές περιπτώσεις οι στόχοι βελτίωσης που θέτονται είναι εντελώς ανέφικτοι.

- ***Η παράλειψη ανάπτυξης μέσων μέτρησης και αξιολόγησης της απόδοσης***

Η έμφαση θα πρέπει να δίνεται σε συγκεκριμένα θέματα ή επιθυμητά αποτελέσματα. Οι στόχοι βελτίωσης θα πρέπει να συνδέονται άμεσα με τις ανάγκες της επιχείρησης και να γίνεται καταγραφή της προόδου και επιβράβευση. Τέλος, η ανώτατη διοίκηση θα πρέπει να αντιμετωπίζει την ποιότητα σαν βασικό στοιχείο αξιολόγησης της απόδοσης και των συστημάτων διοίκησης. Σε αυτό το θέμα ο Juran σχολιάζει: «Πολλές επιχειρήσεις παρέλειψαν να αναπτύξουν μέσα μέτρησης της ποιότητας - βαθμός ικανοποίησης πελατών -τα οποία θα μπορούσαν να προσφέρουν πολύτιμες πληροφορίες στην ανώτατη διοίκηση σχετικά με την ποιότητα. Αντίθετα, εστίασαν περισσότερο σε οικονομικά μέσα μέτρησης όπως πωλήσεις, κέρδη, μερίδιο αγοράς. Η έλλειψη όμως μέσων μέτρησης της ποιότητας είχε ως αποτέλεσμα να μην ενημερωθούν για τα προβλήματα ποιότητας τους, παρά μόνον αφού ήδη είχαν προκληθεί καταστροφικά αποτελέσματα.

- ***Αντίσταση κάποιων στελεχών***

Η αντίσταση κάποιων στελεχών, συνήθως αυτών με πολλά χρόνια υπηρεσίας στην επιχείρηση, οι οποίοι αισθάνονται ότι απειλούνται από την ενδυνάμωση των εργαζομένων και την ανάθεση ευθυνών στις κατώτερες βαθμίδες, μπορεί επίσης να αποδοκιμάσει και να οδηγήσει σε αποτυχία τις επιχειρήσεις που ενδιαφέρονται να υιοθετήσουν την Διοίκηση Ολικής Ποιότητας.

- ***Αδυναμία αλλαγής της επιχείρησης***

Η αδυναμία των επιχειρήσεων να αλλάξουν και να προσαρμόσουν το σύστημα επιβράβευσης που θα πρέπει να ακολουθείται είναι ένα ακόμη από τα στοιχεία που οδηγούν τις επιχειρήσεις σε πλήρη αποτυχία υιοθέτησης του συστήματος ΔΟΠ.

1.7 Προϋποθέσεις Επιτυχημένης Εφαρμογής

Για την επιτυχημένη εφαρμογή ενός προγράμματος ολικής ποιότητας απαραίτητες είναι κάποιες προϋποθέσεις:

Αρχικά θα πρέπει να αναφερθεί ότι η πρόοδος και η επιτυχία οποιουδήποτε προγράμματος Διοίκησης Ολικής Ποιότητας μπορεί να προκύψει μόνο με **δεσμευμένη διοίκηση**. Η διοίκηση είναι υπεύθυνη για την ανάπτυξη και τη γνωστοποίηση μέσα στην επιχείρηση, του οράματος και της αποστολής της, μέσα από τα οποία θα αποδεικνύεται η δέσμευση της στην ποιότητα. Η διοίκηση θα πρέπει να δεχθεί την πρόκληση στην αλλαγή και να αποδεχθεί τον ηγετικό της ρόλο στον ορισμό της πολιτικής ποιότητας και στην παροχή των κατάλληλων μέσων και συνθηκών για την συμμετοχή όλων. Η ουσιαστική δέσμευση και ετοιμότητα μιας επιχείρησης για την υιοθέτηση της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας μπορεί να κριθεί κρίνοντας την σημαντικότητα της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας στο όραμα, στον επιχειρησιακό σχεδιασμό, στην πολιτική της και στις τακτικές λειτουργίες της. Ακόμη μπορεί να κριθεί κρίνοντας τη θέληση και την ετοιμότητα της ανώτατης διοίκησης να ενδυναμώσει τους μάνατζερ και εργαζομένους που αναφέρονται σε αυτήν, τη θέληση και την ετοιμότητα των μάνατζερ να ενδυναμώσουν τους εργαζομένους και την διάθεση επανεξέτασης και επανασχεδιασμού των συστημάτων διοίκησης, υπευθυνότητας και αξιολόγησης της απόδοσης στην επιχείρηση. Η διοίκηση θα πρέπει να δίνει έμφαση σε μακροπρόθεσμους και όχι βραχυπρόθεσμους στόχους και να αφιερώνει χρόνο στην διαχείριση της ποιότητας. Οι εργαζόμενοι πρέπει να αισθάνονται ότι έχουν την έγκριση της διοίκησης ώστε να αφιερώσουν χρόνο στη βελτίωση της ποιότητας.

Ένας άλλος παράγοντας στον οποίο θα πρέπει να δοθεί έμφαση κατά την προσπάθεια μεταφοράς του πνεύματος της ολικής ποιότητας σε μία επιχείρηση, είναι οι **επενδύσεις σε εκπαίδευση**. Οι καρποί της ολικής ποιότητας είναι μακροπρόθεσμοι και μόνο μετά από ορισμένο χρονικό διάστημα αρχίζουν να φαίνονται και τούτο γιατί δεν πρόκειται για εφαρμογή απλών τεχνικών, αλλά για μια ολόκληρη διαδικασία, η οποία αξιοποιεί με τον καλύτερο δυνατό τρόπο τον βασικότερο παράγοντα της επιχείρησης, τον παράγοντα άνθρωπο. Οι εργαζόμενοι θα πρέπει να ενημερωθούν σχετικά με την σημασία της ποιότητας και της ικανοποίησης του πελάτη και να συνειδητοποιήσουν ότι η Διοίκηση Ολικής Ποιότητας είναι μια ατέρμονη

προσπάθεια συνεχούς βελτίωσης. Τέλος, οι εργαζόμενοι θα πρέπει να εκπαιδευτούν στις βασικές τεχνικές και εργαλεία βελτίωσης της ποιότητας, ώστε να μπορέσουν στην συνέχεια να προσφέρουν σημαντική βοήθεια.

Θα πρέπει να *θέτονται στόχοι και να επιδιώκονται βελτιώσεις σε όλες τις λειτουργίες της επιχείρησης*. Είναι λανθασμένος ο περιορισμός του ενδιαφέροντος μόνο στο προϊόν, την παραγωγική διαδικασία, ή την άμεση επαφή με τον πελάτη.

Σύμφωνα με τον Cole [18] απαραίτητα στοιχεία επιτυχίας για την υιοθέτηση της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας είναι:

- Διαρκής ηγεσία της ανώτατης διοίκησης για την εφαρμογή των αρχών της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας στις καθημερινές διοικητικές δραστηριότητες.
- Συνεχής εστίαση στον πελάτη, τόσο στην θέσπιση στρατηγικών στόχων, όσο και στο χτίσιμο επιχειρησιακών διαδικασιών οι οποίες συνδέουν όσο το δυνατόν περισσότερες μονάδες και επίπεδα της επιχείρησης για τον καθορισμό και την ικανοποίηση των αναγκών των πελατών.
- Συστηματική βελτίωση της ποιότητας όλων των επιχειρησιακών διαδικασιών, από εσωτερική και από εξωτερική σκοπιά.
- Αποκέντρωση της υπευθυνότητας για την λήψη αποφάσεων, στο καλά εκπαιδευμένο, στη λύση προβλημάτων, εργατικό δυναμικό (συμμετοχή εργαζομένων στην λήψη αποφάσεων).
- Απαλλαγή της επιχείρησης από τα εμπόδια μεταξύ των τμημάτων και μεταξύ των επιπέδων ιεραρχίας, καθιστώντας την διαλειτουργική διοίκηση ως καθημερινό πρότυπο λειτουργίας.
- Εστίαση στον συνδυασμό των μικρών καθημερινών βελτιώσεων με τις καινοτομίες και
- Ευθυγράμμιση των συστημάτων αξιολόγησης και επιβράβευσης, τυπικών και άτυπων, για την υποστήριξη της αλλαγής.

1.8 Οφέλη Εφαρμογής Συστήματος Ποιότητας

Η ύπαρξη πολλών πλεονεκτημάτων από την εφαρμογή της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας είναι κάτι που και αναμενόταν και πραγματώθηκε. Το σύστημα δεν αποτέλεσε την λύση σε κάθε πρόβλημα ωστόσο η βοήθεια του ήταν καταλυτική.

Από πλευράς της ίδιας της επιχείρησης, το σύστημα της προσφέρει εγγύηση ότι μπορεί να παράγει συνεχώς προϊόντα τα οποία ικανοποιούν τις ανάγκες που ορίζουν οι προδιαγραφές της. Η ανάγκη διαρκούς μελέτης και καταγραφής των διαδικασιών της επιχείρησης φέρνει στην επιφάνεια προβλήματα τα οποία προηγουμένως κρυβόντουσαν και τα οποία τώρα θα πρέπει να αντιμετωπιστούν και να επιλυθούν. Μέσα από αυτή την διαδικασία εξασφαλίζεται μακροπρόθεσμα ένας πιο υγιής οργανισμός. Οι εξωτερικές επίσης επιθεωρήσεις που πραγματοποιούνται από τον φορέα πιστοποίησης αναγκάζουν την επιχείρηση να βρίσκεται σε συνεχή αφύπνιση και να διατηρεί βελτιωμένο το σύστημα ποιότητας που έχει αναπτύξει.

Από πλευράς της παραγωγής, η αποτροπή της προχειρότητας έχει ως αποτέλεσμα την ουσιαστική πρόληψη των σφαλμάτων. Σε ολόκληρη την επιχείρηση καλλιεργείτε η νοοτροπία της έγκαιρης διάγνωσης και της πρόληψης. Με αυτό τον τρόπο η επιχείρηση προετοιμάζεται ώστε να προχωρήσει σε ακόμα πιο προληπτικές μεθόδους διαχείρισης της ποιότητας, ώστε να πετύχει τον συνδυασμό υψηλής ποιότητας και χαμηλής τιμής. Επίσης, οι συχνές εσωτερικές επιθεωρήσεις ποιότητας για τον εντοπισμό αδυναμιών και ελλείψεων βοηθούν στην σταθεροποίηση της ποιότητας και την ελάττωση του λειτουργικού κόστους. Με βάση αυτό το πρότυπο του συστήματος η διαδικασία παραγωγής θα βελτιωθεί, θα απλοποιηθεί και θα γίνει πιο κατανοητή από τους εργαζόμενους της επιχείρησης. Αυτό θα οδηγήσει σε αύξηση της παραγωγικότητας.

Από πλευράς marketing, η εισαγωγή ενός σύγχρονου και ολοκληρωμένου συστήματος Διοίκησης Ολικής Ποιότητας σε όλο το φάσμα της δραστηριότητας μιας επιχείρησης αποτελεί εργαλείο marketing, διαφήμισης και δημοσίων σχέσεων. Οδηγεί στην ουσιαστική ενίσχυση της παρουσίας της σε μια εξαιρετικά ανταγωνιστική και ραγδαία εξελισσόμενη διεθνή αγορά. Η υιοθέτηση ενός τέτοιου συστήματος θα αποτελέσει ανταγωνιστικό πλεονέκτημα έναντι των άλλων επιχειρήσεων του κλάδου που δεν θα έχουν αποκτήσει τέτοιο σύστημα. Επίσης, θα συντελέσει στην αναβάθμιση του προφίλ της εταιρείας, θα διευκολύνει την συμμετοχή σε συμβάσεις, διαγωνισμούς όπου απαιτούνται πιστοποιητικά συστημάτων ποιότητας. Όλα αυτά της προσδίδουν ευρωπαϊκό κύρος, βελτιώνουν την ανταγωνιστική της θέση και οι αναφορές στο διεθνή τύπο είναι θετικές και αυξημένες.

Από πλευράς πωλήσεων, η Διοίκηση Ολικής Ποιότητας ενισχύει την διείσδυση στην εσωτερική και διεθνή αγορά που θα επιφέρει αύξηση των εξαγωγών και των

πωλήσεων. Οι ελληνικές επιχειρήσεις που υιοθετούν συστήματα ποιότητας θα μπορέσουν να αποκτήσουν συνεργασίες με ξένες επιχειρήσεις που δίνουν ιδιαίτερη βάση σε θέματα ποιότητας. Τα συστήματα ποιότητας απλοποιούν τις διαδικασίες σύναψης συμφωνιών και συμβολαίων, ιδιαίτερα στο κομμάτι που αφορά τον ποιοτικό έλεγχο. Αυτά έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση του μεριδίου αγοράς και του κέρδους της επιχείρησης.

Από την πλευρά του πελάτη, η Διοίκηση Ολικής Ποιότητας βοηθά στην καλύτερη κατανόηση και αντιμετώπιση των απαιτήσεων του. Ο πελάτης σε κάθε αγορά του απολαμβάνει την προδιαγεγραμμένη ποιότητα, χωρίς να αναγκάζεται ο ίδιος να ελέγχει τα χαρακτηριστικά του προϊόντος. Με αυτό τον τρόπο οι πελάτες είναι περισσότερο ευχαριστημένοι, τα παράπονα μειώνονται αισθητά και η προσέλκυση νέων πελατών ολοένα και μεγαλώνει.

Τα συστήματα ποιότητας ωφελούν και τους προμηθευτές καθώς προσφέρουν καλύτερη και πληρέστερη αξιολόγηση αυτών εξαιτίας της απαίτησης τους για σαφή και καλά καθορισμένα κριτήρια αξιολόγησης. Οι προμηθευτές αξιοποιούνται καλύτερα, αναπτύσσεται μια φιλοσοφία μείωσης του αριθμού τους και συνεργασίας με ένα μικρό αριθμό, οι οποίοι ωστόσο είναι αποτελεσματικοί. Το κλίμα συνεργασίας μαζί τους βελτιώνεται και πετυχαίνεται καλύτερη και σταθερότερη ποιότητα των προμηθευτών. Με αυτό τον τρόπο μπορεί να μειωθεί ακόμα και να εξαλειφθεί τελείως η ανάγκη ελέγχων, μειώνοντας έτσι μελλοντικά το κόστος επιθεώρησης των εισερχόμενων υλικών.

Η Διοίκηση Ολικής Ποιότητας βοηθά επίσης και στην βελτίωση των σχέσεων μεταξύ των εργαζομένων, καθώς και μεταξύ των εργαζομένων και της διοίκησης αφού όλες οι σχέσεις καθορίζονται και τεκμηριώνονται με ακρίβεια και σαφήνεια. Ιδιαίτερα η αποσαφήνιση των σχέσεων εργοδοτών και εργαζομένων μπορεί να περιορίσει τις προστριβές, τις αυθαιρεσίες και να αναπτύξει κλίμα εμπιστοσύνης μεταξύ τους. Επιπλέον παρέχονται σαφείς και άμεσες οδηγίες σε όλους όσους εμπλέκονται στην επιχείρηση, μέσα από προσεκτικά διατυπωμένες και τεκμηριωμένες διαδικασίες, διασφαλίζοντας την ομοιόμορφη και σωστά κατανοημένη επικοινωνία και τον αποτελεσματικό έλεγχο όλων των διαδικασιών, ακόμη και σε περιπτώσεις παραίτησης προσωπικού ή μετακίνησης του σε άλλες θέσεις εργασίας. Με αυτό τον τρόπο αναπτύσσεται ένας τρόπος εσωτερικής μάθησης στην επιχείρηση. Επίσης γίνεται πέρασμα των αρμοδιοτήτων, ευθυνών και εξουσίας σε κατώτερες βαθμίδες του προσωπικού, μειώνοντας των αριθμών των αποφάσεων

που λαμβάνονται στο ανώτερο επίπεδο της επιχείρησης. Αποτέλεσμα αυτού είναι ότι το προσωπικό των ανώτερων βαθμίδων είναι πλέον ελεύθερο να ασχοληθεί περισσότερο με τα πιο σημαντικά θέματα έρευνας και τεχνολογίας, παρά με τα καθημερινά συνήθη προβλήματα.

Η διοίκηση με τη βοήθεια των στοιχείων που προκύπτουν από την καταγραφή, ταξινόμηση και διατήρηση όλων των μετρήσεων, μέσα από τεκμηριωμένες και συμφωνημένες διαδικασίες, μπορεί εύκολα να προβεί στην ανάλυση των αιτιών κακής ποιότητας και στην αποτελεσματικότερη λήψη αποφάσεων. Η λήψη αποφάσεων βασίζεται πλέον σε στοιχεία και όχι απλά στο ένστικτο της διοίκησης. Επιπλέον αυξάνεται η ευαισθητοποίηση των εργαζομένων στο θέμα της ποιότητας, αφού ενημερώνονται περισσότερο με την έννοια και την σημασία αυτής, καθώς και για την υπευθυνότητα και τον ρόλο τους στην ικανοποίηση του πελάτη. Ολόκληρη η επιχείρηση δείχνει μεγαλύτερη δέσμευση στην ποιότητα, ενώ η επιτυχία της πιστοποίησης βοηθάει να αναπτυχθεί ένα δυνατό αίσθημα ενότητας. Όλη η αλυσίδα των εργαζομένων είναι πλέον συντονισμένη, λειτουργεί αρμονικά και όλοι μαζί τείνουν να υπηρετούν και να προασπίζουν τον ίδιο στόχο. Ο στόχος αυτός είναι η μέγιστη ικανοποίηση των αναγκών του πελάτη με το μικρότερο δυνατό κόστος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ

2.1 Εισαγωγή

Η πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων έχει εξελιχθεί σε ένα σημαντικό πεδίο έρευνας και εφαρμογής στο χώρο της λήψης αποφάσεων, της διοικητικής επιστήμης και της επιχειρησιακής έρευνας.

Η πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων (multicriteria decision aid, MCDA, ή multicriteria decision making, MCDM) είναι ένας εξελισσόμενος χώρος της επιχειρησιακής έρευνας, ο οποίος τις τελευταίες τρεις δεκαετίες έχει γνωρίσει ιδιαίτερη άνθηση τόσο σε θεωρητικό όσο και σε πρακτικό επίπεδο. Βασικό ρόλο στην ανάπτυξη και διάδοση της πολυκριτήριας ανάλυσης αποτέλεσε η απλή διαπίστωση ότι η επίλυση πολύπλοκων και ιδιαίτερα σημαντικών προβλημάτων λήψης αποφάσεων δεν είναι δυνατό να πραγματοποιείται μέσω μιας μονόπλευρης και μονοδιάστατης ανάλυσης.

Στις μέρες μας που οι επιχειρήσεις δραστηριοποιούνται στο πλαίσιο πολύπλοκων οργανωτικών σχημάτων και ισχυρών ανταγωνιστικών πιέσεων, ένας σημαντικός αριθμός προβλημάτων, χαρακτηρίζεται από πολλαπλούς στόχους.

Ως ένα βαθμό, το πρόβλημα ύπαρξης πολλών κριτηρίων, τα οποία δρουν ανταγωνιστικά το ένα ως προς το άλλο και συχνά αλληλοεξουδετερώνονται, οφείλεται σε δύο βασικούς παράγοντες:

α) Στην πολυπλοκότητα της εσωτερικής οργάνωσης μίας επιχείρησης ή ενός οργανισμού και την ύπαρξη «χαοτικής» γραφειοκρατίας και αναποτελεσματικής συγκρότησης και ιεράρχησης του συστήματος λήψης αποφάσεων. Η κατάσταση αυτή μπορεί να εντείνεται από την έλλειψη σαφώς διατυπωμένων «σφαιρικών» (κυρίαρχων) στόχων και κατευθύνσεων και συντονισμού των επιμέρους στόχων με τους κυρίαρχους

β) Στο ιδιαίτερα ανταγωνιστικό περιβάλλον στο οποίο δραστηριοποιούνται οι περισσότερες επιχειρήσεις σήμερα, το οποίο απαιτεί την παραγωγή και προώθηση προϊόντων και υπηρεσιών που χαρακτηρίζονται από εξαιρετικά σύνθετη δομή η οποία καλείται να ικανοποιήσει ένα μεγάλο αριθμό απαιτήσεων από πλευράς

καταναλωτών. Κατά συνέπεια, οι επιμέρους στόχοι πρέπει να επιτυγχάνονται στο μέγιστο δυνατό (οριακό) βαθμό. Μπορεί, δηλαδή, να απαιτείται από την επιχείρηση η βελτιστοποίηση της ποιότητας και ταυτόχρονα η ελαχιστοποίηση της τιμής πώλησης. Στην περίπτωση αυτή το πρόβλημα μπορεί να αντιμετωπιστεί, κατά τρόπο σχετικά ικανοποιητικό, με την εφαρμογή ειδικών πολυκριτήριων μεθόδων της Επιχειρησιακής Έρευνας. Οι μέθοδοι αυτές επιτρέπουν τον υπολογισμό «οριακών αποκλίσεων» από αυστηρά οριοθετημένους στόχους, στο πλαίσιο των οποίων δίνεται η δυνατότητα να γίνουν κατάλληλες παραχωρήσεις (trade-off) μεταξύ των στόχων ώστε η τελικά επιτευχθείσα λύση να ικανοποιεί στο μέγιστο βαθμό ένα σύνολο από στόχους.

Η «μονοκριτηριακή» προσέγγιση αγγίζει τα όρια της στη βελτιστοποίηση «κόστους-ωφέλειας» (cost benefit analysis) και αποδείχθηκε ακατάλληλη στην κατανόηση, τη χρήση και την έρευνα μέσα σε ένα περιβάλλον δυναμικό, χαρακτηριζόμενο από αβεβαιότητα και ασάφεια και έχοντας πολλαπλούς και συχνά αντικρουόμενους στόχους. Παρ' όλα αυτά οι κλασικές μέθοδοι δεν έρχονται σε αντίθεση με τις πολυκριτήριες. Προϊόν της εμπειρίας των πρώτων, οι δεύτερες έρχονται να τις προεκτείνουν προσθέτοντας νέες υποθέσεις και, αξιωματική λογική, διευρύνοντας έτσι το πεδίο εφαρμογής σκέψης και οπτικής υπό την οποία εξετάζονται τα γεγονότα.

Από τη φύση της η πολυκριτήρια ανάλυση χαρακτηρίζεται, από ευρύτητα και ανοχή και προσδιορίζει ένα σύνολο μεθόδων ιδιαίτερα εκτεταμένο και προσανατολισμένο είτε στην πρόβλεψη και την έρευνα ενός αποτελέσματος (outcome-oriented approach), είτε στη διαδικασία λήψης αποφάσεων (process-oriented approach).

Κατά την προσπάθεια, όμως, εξέτασης όλων των παραμέτρων ενός προβλήματος και των κριτηρίων/παραγόντων που επηρεάζουν τη λήψη της κατάλληλης απόφασης, γεννάται ένα ιδιαίτερα σημαντικό πρόβλημα, το οποίο ορισμένες φορές αποθαρρύνει τους αποφασίζοντες και αναλυτές από την υιοθέτηση αυτής της πιο ρεαλιστικής προσέγγισης. Το πρόβλημα αυτό αναφέρεται στον τρόπο με τον οποίο μπορεί να πραγματοποιηθεί η σύνθεση όλων των παραμέτρων ώστε να επιτευχθεί η λήψη ορθολογικών αποφάσεων.

Η αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού αποτελεί το βασικό αντικείμενο της πολυκριτήριας ανάλυσης αποφάσεων. Η κύρια διαφορά της πολυκριτήριας ανάλυσης από άλλες εναλλακτικές προσεγγίσεις, δεν είναι η απλή σύνθεση όλων των παραμέτρων ενός προβλήματος. Αυτή πραγματοποιείται και μέσω άλλων

μεθοδολογικών προσεγγίσεων. Το βασικό χαρακτηριστικό γνώρισμα της πολυκριτήριας ανάλυσης είναι η πραγματοποίηση της αναγκαίας σύνθεσης υπό το πρίσμα της πολιτικής λήψης των αποφάσεων και του συστήματος προτιμήσεων και αξιών, το οποίο συνειδητά ή ασυνείδητα χρησιμοποιεί ο αποφασίζων.

Το χαρακτηριστικό αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία στο χώρο της λήψης αποφάσεων. Όπως είναι κατανοητό, το αποτέλεσμα της όποιας ανάλυσης πραγματοποιείται με σκοπό την αντιμετώπιση ενός προβλήματος λήψης αποφάσεων. Έχει δε ως τελικό αποδέκτη τον ίδιο τον αποφασίζοντα. Συνεπώς, η ανάπτυξη υποδειγμάτων (μοντέλων) λήψης αποφάσεων μέσω μεθοδολογικών προσεγγίσεων που δεν είναι σε θέση να ενσωματώσουν τον αποφασίζοντα και τις προτιμήσεις του στη διαδικασία ανάπτυξης των υποδειγμάτων αυτών, ουσιαστικά προσδίδουν στον αποφασίζοντα έναν παθητικό ρόλο ο οποίος περιορίζεται στην παρακολούθηση και εφαρμογή των αποτελεσμάτων μαθηματικών υποδειγμάτων.

Υπό το πρίσμα των παρατηρήσεων αυτών, η πολυκριτήρια ανάλυση έχει δώσει ιδιαίτερη έμφαση στην έρευνα θεμάτων που σχετίζονται με την ανάλυση, μαθηματική μοντελοποίηση και αναπαράσταση των προτιμήσεων που διέπουν την πολιτική λήψης αποφάσεων από τη πλευρά του εκάστοτε αποφασίζοντα. Απώτερος στόχος είναι η παροχή των απαραίτητων πληροφοριών για την υποστήριξη της διαδικασίας λήψης των αποφάσεων, συμβάλλοντας στον εντοπισμό των βασικών χαρακτηριστικών του εξεταζόμενου προβλήματος καθώς και των ιδιαιτεροτήτων των διαθέσιμων εναλλακτικών λύσεων. [42]

2.2 Ιστορική αναδρομή

Από τα πρώτα βήματα της ανθρωπότητας η λήψη των αποφάσεων ήταν μια διαδικασία πολυδιάστατης φύσης, καθώς πάντα περιλάμβανε (συνειδητά ή ασυνείδητα) μια ανάλυση όλων των επιμέρους παραγόντων που σχετίζονταν με την απόφαση. Η διαδικασία αυτή δεν είχε βέβαια μια μαθηματική μορφή, αλλά βασιζόταν κυρίως στην εμπειρία του εκάστοτε αποφασίζοντα σε συνδυασμό με τις συνθήκες μέσα στις οποίες αντιμετωπίζονταν το εξεταζόμενο πρόβλημα. Ως πρώτη τεκμηριωμένη προσπάθεια επιστημονικής αντιμετώπισης του προβλήματος της σύνθεσης πολλαπλών κριτηρίων μπορεί να θεωρηθεί η εργασία του Pareto (1896), ο οποίος έθεσε τις απαραίτητες αξιωματικές βάσεις, εισάγοντας παράλληλα μια από τις

πιο βασικές έννοιες της σύγχρονης πολυκριτήριας ανάλυσης, την έννοια της αποτελεσματικότητας (efficiency). [31]

Μεταπολεμικά, ο Koopmans (1951) επέκτεινε την έννοια της αποτελεσματικότητας του Pareto εισάγοντας την έννοια του αποτελεσματικού συνόλου, δηλαδή του συνόλου των εναλλακτικών δραστηριοτήτων οι οποίες δεν κυριαρχούνται από καμία άλλη εναλλακτική δραστηριότητα (non-dominated set of alternatives) [27]. Κατά την ίδια περίπου χρονική περίοδο (1940-1950) οι Von Neumann και Morgenstern (1944) αναπτύσσουν τη θεωρία χρησιμότητας, η οποία αποτελεί τη βάση ενός από τα κυριότερα μεθοδολογικά ρεύματα της πολυκριτήριας ανάλυσης αποφάσεων [47].

Στη δεκαετία του 1960 όλες οι προαναφερθείσες «προκαταρκτικές» ερευνητικές εργασίες αποτέλεσαν το έναυσμα για την πραγματοποίηση περαιτέρω έρευνας από τους Charnes και Cooper (1961) όσον αφορά τη σύνδεση της θεωρίας του γραμμικού προγραμματισμού και της πολυκριτήριας ανάλυσης (προγραμματισμός στόχων, goal programming) [16], καθώς και από τον Fishburn (1965) όσον αφορά την επέκταση της θεωρίας χρησιμότητας σε προβλήματα λήψης αποφάσεων υπό καθεστώς πολλαπλών κριτηρίων [23]. Περί τα τέλη της δεκαετίας του 1960 η πολυκριτήρια ανάλυση άρχισε να απασχολεί και τους Ευρωπαίους επιχειρησιακούς ερευνητές. Πρωτοπόρος μεταξύ αυτών υπήρξε ο Roy (1968) ο οποίος ανέπτυξε τη θεωρία των σχέσεων υπεροχής (outranking relations) και θεωρείται ο ιδρυτής της «Ευρωπαϊκής σχολής» της πολυκριτήριας ανάλυσης [40].

Τις επόμενες δύο δεκαετίες (1970-1990) η πολυκριτήρια ανάλυση αναπτύχθηκε ραγδαία σε θεωρητικό επίπεδο αλλά και σε θέματα πρακτικών εφαρμογών για την αντιμετώπιση διαφόρων πολύπλοκων πραγματικών προβλημάτων λήψης αποφάσεων. Προς την κατεύθυνση αυτή σημαντική υπήρξε η συμβολή της πληροφορικής και της επιστήμης των υπολογιστών.

Πιο συγκεκριμένα, από το 1972, έτος πραγματοποίησης του πρώτου επίσημου συνεδρίου στο πανεπιστήμιο της Νότιας Καρολίνας των Η.Π.Α. με θέμα την πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων, αναπτύχθηκε με ταχύ ρυθμό η νέα θεωρία της επιχειρησιακής έρευνας με βασικό αντικείμενο τη λήψη αποφάσεων υπό το καθεστώς πολλαπλών κριτηρίων απόφασης. Η νέα αυτή αντίληψη των προβλημάτων απόφασης βοήθησε στο να αναθεωρηθούν/γενικευθούν πολλές από τις κλασικές μεθόδους βελτιστοποίησης της επιχειρησιακής έρευνας. Παράλληλα, ο ρεαλισμός που διέπει τα

μοντέλα της πολυκριτήριας ανάλυσης οδήγησε σε πληθώρα εφαρμογών σε πραγματικά προβλήματα οργάνωσης και διοίκησης.

2.3 Θεωρητικές προσεγγίσεις

Πριν την εμφάνιση της πολυκριτήριας ανάλυσης ο ορισμός μίας εναλλακτικής δράσης ως «καλής» ή ως «της καλύτερης» στηριζόταν, σε γενικές γραμμές, σε ένα και μοναδικό κριτήριο, που συνήθως αναπαριστούσε μία συνάρτηση g (αντικειμενική συνάρτηση, συνάρτηση αξιών, συνάρτηση χρησιμότητας) η οποία συνέδεε κάθε δράση από ένα σύνολο δράσεων A με κάποια βαθμολογία τέτοια ώστε, $a, b \in A$: η a είναι καλύτερη της b αν και μόνο αν $g(a) > g(b)$.

Η πολυκριτήρια ή πολυκριτηριακή ανάλυση (multicriteria analysis) περιλαμβάνει ένα σύνολο μεθόδων, μοντέλων και προσεγγίσεων που έχουν ως στόχο να βοηθήσουν έναν ή περισσότερους αποφασίζοντες να χειριστούν ημι-δομημένα προβλήματα απόφασης με πολλαπλά κριτήρια απόφασης. Τα πολυκριτήρια προβλήματα ανήκουν στην κατηγορία των προβλημάτων με χαμηλό βαθμό δόμησης (ill-structured problems), δεδομένου ότι δεν προϋπάρχει ορθολογική λύση, αλλά η λύση αποτελεί αντικείμενο αναζήτησης, συνήθως μέσω μιας αλληλεπιδραστικής διαδικασίας.

Οι κυριότερες θεωρητικές προσεγγίσεις της πολυκριτήριας ανάλυσης είναι τέσσερις:

1. Η θεωρία των πολυκριτηρίων συστημάτων αξιών ή χρησιμότητας (value system approach, multiattribute utility theory), η οποία έχει ως στόχο την κατασκευή ενός συστήματος αξιών, το οποίο συνθέτει τις προτιμήσεις του αποφασίζοντος στο σύνολο των κριτηρίων. Το εκτιμώμενο σύστημα αξιών προσφέρει έναν ποσοτικό τρόπο υποστήριξης της τελικής απόφασης.

2. Η θεωρία των σχέσεων υπεροχής (outranking relation approach), η οποία έχει ως στόχο τη δημιουργία σχέσεων υπεροχής μεταξύ δράσεων απόφασης. Βασικό χαρακτηριστικό της συγκεκριμένης προσέγγισης είναι η σύγκριση ανά ζεύγος των εναλλακτικών λύσεων με στόχο τον καθορισμό σχέσεων προτίμησης, αδιαφορίας αλλά και ασυγκρισσιμότητας. Από τις πιο αντιπροσωπευτικές μεθόδους της συγκεκριμένης θεωρίας είναι αυτές της οικογένειας ELECTRE που παρουσιάζονται από τον Roy.

3. Η αναλυτική-προσθετική προσέγγιση (aggregation-disaggregation approach) που έχει ως στόχο την αναζήτηση και προσέγγιση της συλλογιστικής του αποφασίζοντας με τελικό αποτέλεσμα την πληρέστερη διερεύνησή τους.

4. Η βελτιστοποίηση πολυκριτήριου (ή πολυστοχικού) προγραμματισμού (multiobjective optimization approach) αποτελεί μία επέκταση του μαθηματικού προγραμματισμού, με στόχο την επίλυση προβλημάτων με συνεχείς εναλλακτικές ενέργειες και περισσότερες από μία αντικειμενικές συναρτήσεις. Η έρευνα βέλτιστης λύσης σε ένα πολυκριτήριο σύστημα, δηλαδή λύσης που βελτιστοποιεί ταυτόχρονα όλες τις αντικειμενικές συναρτήσεις-κριτήρια είναι μάταιη, αφού τα κριτήρια είναι συνήθως ανταγωνιστικά, ώστε η βέλτιστη λύση ως προς ένα κριτήριο να μην είναι βέλτιστη ως προς τα άλλα. Οι μέθοδοι που έχουν επινοηθεί για τέτοια συστήματα έχουν για στόχο την ανεύρεση μιας κάποιας «ενδιάμεσης» λύσης που ικανοποιεί τον αποφασίζοντα. Για το λόγο αυτό συνήθως η τελική λύση εκτιμάται μέσω μιας αλληλεπιδραστικής διαδικασίας. Οι διαδικασίες αυτές συνίστανται στην αλληλοδιαδοχή φάσεων υπολογισμών και διαλόγου ανθρώπου-μηχανής. Στην επιτυχία των μεθόδων για την ανεύρεση ικανοποιητικών λύσεων έχει συντελέσει αποτελεσματικά η ραγδαία εξέλιξη τόσο των υπολογιστών όσο και του εξειδικευμένου λογισμικού. [42]

2.4 Μοντελοποίηση προβλημάτων

Το γενικό πλαίσιο μοντελοποίησης προβλημάτων στο πεδίο της πολυκριτήριας ανάλυσης αποφάσεων οριοθετείται από τέσσερα διαδοχικά αλλά και αλληλεπιδρώντα στάδια.

Στάδιο I: Καθορισμός του αντικειμένου της απόφασης, το οποίο περιλαμβάνει τον αυστηρό ορισμό του συνόλου A των εναλλακτικών δραστηριοτήτων και τον καθορισμό μίας προβληματικής. Το αντικείμενο της απόφασης οφείλει να αναλυθεί σε ένα πεπερασμένο ή συνεχές σύνολο δραστηριοτήτων (σύνολο A). Ο ορισμός μίας προβληματικής πάνω στο σύνολο A αποσκοπεί στο να δώσει επιχειρησιακό ρόλο στο έργο της υποστήριξης της απόφασης. Οι προβληματικές αυτές είναι τέσσερις:

- 1. Προβληματική α:** επιλογή μίας και μόνης δραστηριότητας από το σύνολο A .
- 2. Προβληματική β:** ταξινόμηση των δραστηριοτήτων σε ομογενείς προκαθορισμένες κατηγορίες.

3. Προβληματική γ: κατάταξη των δραστηριοτήτων του συνόλου A από την καλύτερη μέχρι τη χειρότερη, και

4. Προβληματική δ: περιγραφή των δραστηριοτήτων και των συνεπειών τους στη γλώσσα των αποφασίζόντων.

Οι παραπάνω προβληματικές μπορούν να εφαρμοστούν ξεχωριστά ή/και συμπληρωματικά στις διάφορες φάσεις της διαδικασίας λήψης αποφάσεων ανάλογα με την πολυπλοκότητα του εκάστοτε δεδομένου προβλήματος.

Στάδιο II: Μοντελοποίηση μιας συνεπούς οικογένειας κριτηρίων με ορισμένα χαρακτηριστικά. 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 στην επινόηση και μοντελοποίηση των κριτηρίων απόφασης.

Ορίζουμε ως κριτήριο, κάθε μονότονη μεταβλητή, δηλωτική των προτιμήσεων ενός αποφασίζοντα. Ένα κριτήριο μπορεί να είναι είτε ποσοτικό και να εκφράζεται από μία συνεχή κλίμακα (χρόνου, κόστους, κ.λπ.), είτε ποιοτικό, για τη μοντελοποίηση του οποίου υιοθετείται μία συμβατική κλίμακα διακριτών τιμών. Συχνά όμως συμβαίνει, ορισμένες στοιχειώδεις επιπτώσεις δράσεων να εκφράζονται από κλίμακες τιμών οι οποίες όμως δεν εκφράζουν και τις προτιμήσεις του αποφασίζοντος.

Στη μαθηματική γλώσσα, ένα κριτήριο αντιπροσωπεύεται από μία πραγματική συνάρτηση: $g: A \rightarrow \mathbb{R}/a \rightarrow g(a)$, όπου $g(a)$ είναι η εκτίμηση της δραστηριότητας $a \in A$ πάνω στο κριτήριο g . Η συνάρτηση αυτή οφείλει να πληροί την ιδιότητα της μονοτονίας, δηλαδή $a, b \in A$ να ισχύει:

$$g(a) > g(b) \Leftrightarrow a \text{ προτιμάται της } b$$

$$g(a) = g(b) \Leftrightarrow a \text{ ισοδύναμη της } b$$

Προκειμένου να ισχύσει ο ορισμός αυτός για κριτήρια με αρνητική φορά προτιμήσεων (κριτήρια κόστους, ρίσκου, βλαβερών περιβαλλοντικών επιπτώσεων κτλ.), η φορά του κριτηρίου αντιστρέφεται αλλάζοντας το πρόσημο της αξιολόγησης (αρνητικό κόστος, κτλ.). Στην περίπτωση ποιοτικού κριτηρίου (κριτηρίου διάταξης), οι βαθμίδες της κλίμακας διάταξης βαθμολογούνται συμβατικά (αυθαίρετα), π.χ. 1,2,3,... χωρίς όμως να υπονοείται έτσι κάποια σύγκριση των διαστημάτων στο εσωτερικό της κλίμακας, όπως στο παράδειγμα που ακολουθεί:

Άριστος : 5

Πολύ Καλός : 4

Καλός : 3

Μέτριος : 2

Κακός : 1

Τα κριτήρια αποτελούν μοντέλα σύγκρισης των δραστηριοτήτων του προβλήματος και οφείλουν να πληρούν τρεις θεμελιώδεις συνθήκες: μονοτονία, επάρκεια, μη πλεονασμός. Ένα τέτοιο σύστημα κριτηρίων ονομάζεται συνεπής οικογένεια κριτηρίων.

Ας θεωρήσουμε το σύνολο των κριτηρίων (g_1, g_2, \dots, g_n) . Οι τρεις συνθήκες ορίζονται τότε ως εξής:

1. Μονοτονία (monotonicity): Εάν για ένα ζεύγος δραστηριοτήτων (a, b) ισχύει $g_i(a) = g_i(b) \quad \forall i \neq j$ και $g_j(a) > g_j(b)$ τότε η δράση a προτιμάται από την b .

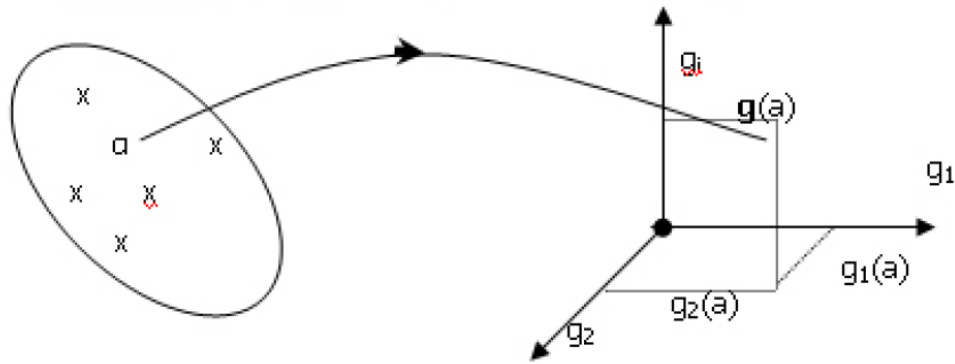
2. Επάρκεια (exhaustiveness): Εάν για ένα ζεύγος δραστηριοτήτων ισχύει $g_i(a) = g_i(b) \quad \forall i = 1, 2, \dots, n$, τότε η δραστηριότητα a είναι ισοδύναμη της b , δηλαδή δεν απουσιάζει κανένα κριτήριο απόφασης από το σύνολο των n κριτηρίων.

3. Μη πλεονασμός (non redundancy): Η διαγραφή ενός κριτηρίου g_i είναι ικανή να αναιρέσει μία από τις προηγούμενες συνθήκες για κάποιο ζεύγος δραστηριοτήτων.

Μία συνεπής οικογένεια κριτηρίων θα πρέπει να προσδιορίζεται επίσης από τις εξής δύο ιδιότητες:

- **Να είναι αναγνώσιμη (legible):** Η οικογένεια πρέπει να περιέχει ένα σημαντικό μικρό αριθμό κριτηρίων, ο οποίος και θα επιτρέπει την εύκολη διαχείριση τους από τον αναλυτή.
- **Να είναι λειτουργική (operational):** Η οικογένεια πρέπει να συνιστά μια βάση για την εφαρμογή μιας διαδικασίας απόφασης και αυτή η βάση πρέπει να έχει την έγκριση του συνόλου των αποφασιζόντων.

Μία συνεπής οικογένεια κριτηρίων F απεικονίζει το σύνολο των δραστηριοτήτων του A μέσα σε ένα n -διάστατο χώρο R^n όπως φαίνεται και στο επόμενο σχήμα:



Τα κριτήρια μπορούν να κατηγοριοποιηθούν στις παρακάτω 4 γενικές κατηγορίες με συγκεκριμένες ιδιότητες:

1. Μετρήσιμα κριτήρια. Τα κριτήρια αυτά επιτρέπουν την προτιμησιακή σύγκριση των διαστημάτων πάνω σε μια κλίμακα αξιολόγησης. Μπορούν επίσης να διαχωριστούν στις παρακάτω υποκατηγορίες:

- πραγματικά κριτήρια (true-criterion) χωρίς κανένα κατώφλι
- ημι-κριτήρια (semi-criterion) με κατώφλι αδιαφορίας
- ψευδοκριτήρια (pseudo-criterion) με κατώφλια αδιαφορίας και προτίμησης

2. Κριτήρια κατάταξης (ordinal). Τα κριτήρια αυτά ορίζουν μία κατάταξη πάνω στο A , οπότε και η κλίμακα αξιολόγησης είναι διακριτή (ποιοτικά κριτήρια).

3. Πιθανοτικά κριτήρια. Καλύπτουν την περίπτωση ύπαρξης αβεβαιότητας στην αξιολόγηση δραστηριοτήτων και μοντελοποιούνται με τη χρήση κατανομών πιθανότητας.

4. Ασαφή κριτήρια (fuzzy). Οι αξιολογήσεις των δραστηριοτήτων πάνω στα κριτήρια αυτά είναι διαστήματα της κλίμακας αξιολόγησης.

Στάδιο III: Ανάπτυξη ενός μοντέλου ολικής προτίμησης, ώστε να συνθέσουμε τις μερικές χρησιμότητες που αντιστοιχούν στα κριτήρια. Οι δράσεις του συνόλου A συγκρίνονται συνολικά με βάση το μοντέλο αυτό και την προβληματική που έχει τεθεί στο στάδιο I.

Στο στάδιο III, ο αναλυτής πρέπει να καθορίσει μια μέθοδο πολυκριτήριας σύνθεσης (procédure d'agrégation multicritère) η οποία θα επιτρέψει τη σύγκριση των δράσεων του συνόλου A , λαμβάνοντας υπόψη συνολικά όλες τις τιμές των δράσεων πάνω στα κριτήρια της συνεπούς οικογένειας κριτηρίων. Μοντέλα αυτού του είδους αναπτύσσουμε στις επόμενες παραγράφους παρουσιάζοντας τα τέσσερα

θεωρητικά ρεύματα της πολυκριτήριας ανάλυσης. Σε γενικές γραμμές πάντως, τα μοντέλα σύνθεσης πολλαπλών κριτηρίων χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

◇ **Αντισταθμιστικά μοντέλα (compensatory models)**: Πρόκειται για μοντέλα στα οποία η υποβάθμιση ενός κριτηρίου είναι δυνατό να αποζημιωθεί από τη βελτίωση της τιμής ενός άλλου κριτηρίου.

◇ **Μη αντισταθμιστικά μοντέλα (non compensatory models)**: Πρόκειται για μοντέλα στα οποία η αντιστάθμιση ενός κριτηρίου από ένα άλλο δεν είναι επιτρεπτή.

Από θεωρητικής πλευράς, οι κυριότερες κατηγορίες πολυκριτηρίων μεθόδων είναι τρεις:

1. Συναρτησιακές μέθοδοι: Η σύνθεση των κριτηρίων επιτυγχάνεται μέσω μιας ή περισσοτέρων συναρτήσεων αξιών ή χρησιμότητας.

2. Σχισιακές μέθοδοι: Η σύνθεση των κριτηρίων επιτυγχάνεται μέσω μιας ή περισσοτέρων σχέσεων υπεροχής.

3. Αναλυτικές μέθοδοι: Το μοντέλο σύνθεσης των κριτηρίων συμπεραίνεται έμμεσα από δεδομένα συνολικής προτίμησης του αποφασίζοντος.

Στις παραπάνω κατηγορίες εντάσσονται επίσης και τα μοντέλα αποφάσεων υπό αβεβαιότητα με ένα ή πολλαπλά κριτήρια απόφασης.

Στάδιο IV: Υποστήριξη της απόφασης. Στο στάδιο αυτό, ο αναλυτής αναζητεί και οργανώνει τα στοιχεία της απάντησης σε συγκεκριμένα ερωτήματα που θέτει το ίδιο το πρόβλημα, καθώς επίσης και ο λήπτης της απόφασης. Πρόκειται για συμπληρωματικό στάδιο του προηγούμενου, απαραίτητο υπό το σκεπτικό ότι μία λύση που δίνει ένα μοντέλο δεν είναι άμεσα εκμεταλλεύσιμη στα πεδία λήψης αποφάσεων και/ή διαπραγματεύσεων. Οι τεχνικές που συμβάλλουν στην αρτιότερη υποστήριξη ή τεκμηρίωση διαφόρων επιλογών εξαρτώνται κάθε φορά από το μοντέλο ολικής προτίμησης το οποίο έχει επιλεγεί στο στάδιο III. [42]

2.5 Μοντελοποίηση προτιμήσεων

Για τη μοντελοποίηση των προτιμήσεων (preference modeling) ενός εμπλεκομένου (αποφασίζοντος) στη διαδικασία της απόφασης χρησιμοποιείται άλλοτε η έννοια της διμερούς σχέσης και άλλοτε η έννοια της συνάρτησης.

Το πρώτο βασικό μοντέλο κάθε θεωρίας που χρησιμοποιεί την έννοια της προτίμησης είναι εκείνο της διμερούς σχέσης (binary relation) η οποία ορίζεται πάνω σε ένα σύνολο δράσεων A . Η πιο κλασική οικογένεια μοντέλων της κατηγορίας αυτής κάνει χρήση μιας και μόνο σχέσης, της σχέσης υπεροχής S (αγγλ. outranking relation, γαλλ. relation de surclassement).

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

1. aSb και $b \not a$ (όχι bSa): η a προτιμάται της b
2. aSb και bSa : η a αδιάφορη της b
3. $a \not S b$ και $b \not S a$: οι a και b είναι ασύγκριτες (μη συγκρίσιμες)

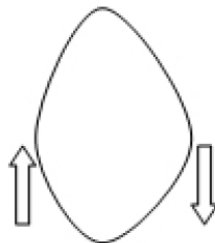
a



b

Προτίμηση

a



b

Αδιαφορία

a



b

Ασύγκρισιμότητα

Σχήμα 2.1: Τρεις θεμελιώδεις καταστάσεις, απόρροια της σχέσης υπεροχής

Συνήθως, εισάγουμε δύο διμερείς σχέσεις P και I για να παραστήσουμε τις καταστάσεις 1 και 2 παραπάνω:

$aPb \Leftrightarrow aSb$ και $b \not a$ (προτίμηση, preference)

$aIb \Leftrightarrow aSb$ και bSa (αδιαφορία, indifference)

P είναι το ασυμμετρικό μέρος της S και I το συμμετρικό της. Επίσης, η βιβλιογραφία χρησιμοποιεί κατά περίπτωση και τους εξής συμβολισμούς:

\geq αντί S , $>$ αντί P , \sim αντί I .

Ο Roy πρότεινε τέσσερις θεμελιώδεις καταστάσεις για τη μοντελοποίηση των προτιμήσεων, διακρίνοντας στο εσωτερικό της κατάστασης προτίμησης δυο άλλες καταστάσεις: την ισχυρή προτίμηση (strict preference) και την ασθενή προτίμηση (weak preference). Στην περίπτωση αυτή αρκεί να εισαχθεί μια ακόμη διμερής σχέση για να παραστήσει την κατάσταση της ασθενούς προτίμησης (σχέση Q). Οι συμβολισμοί του Roy για τις τέσσερις καταστάσεις είναι:

P: ισχυρή προτίμηση

Q: ασθενής προτίμηση

I: αδιαφορία

R: ασυγκρισιμότητα

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

Πίνακας 2.1: Πιθανοί συνδυασμοί καταστάσεων μοντελοποίησης

ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	ΟΡΙΣΜΟΣ	ΔΥΑΔΙΚΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ
Μη Συγκρισιμότητα	Αντιστοιχεί στην ύπαρξη σημαντικών λόγων που δικαιολογούν την απουσία ύπαρξης σχέσης αυστηρής και ασθενούς προτίμησης, χωρίς να επιτρέπει την όποια διαφοροποίησή τους.	$\sim : a \sim b \leftrightarrow aIb \text{ ή } aRb$
Προτίμηση	Αντιστοιχεί στην ύπαρξη σημαντικών λόγων που δικαιολογούν αυστηρή ή ασθενή προτίμηση, προς όφελος της μιας εκ των δύο ενεργειών, χωρίς να επιτρέπει την όποια διαφοροποίησή τους.	$> : a > b \leftrightarrow aPb \text{ ή } aQb$
J- Προτίμηση	Αντιστοιχεί στην ύπαρξη σημαντικών λόγων που δικαιολογούν ασθενή προτίμηση, προς όφελος της μιας εκ των δύο ενεργειών ή αδιαφορίας χωρίς να επιτρέπει την όποια διαφοροποίησή τους.	$J : aJb \leftrightarrow aQb \text{ ή } aIb$
K- Προτίμηση	Αντιστοιχεί στην ύπαρξη σημαντικών λόγων που δικαιολογούν αυστηρή προτίμηση, προς όφελος της μιας εκ των δύο ενεργειών ή αδιαφορίας χωρίς να επιτρέπει την όποια διαφοροποίησή τους.	$K : aKb \leftrightarrow aPb \text{ ή } aRb$
Υπεροχή	Αντιστοιχεί στην ύπαρξη σημαντικών λόγων που δικαιολογούν προτίμηση ή J-προτίμηση, προς όφελος της μιας εκ των δύο ενεργειών ή αδιαφορίας χωρίς να επιτρέπει την όποια διαφοροποίηση μεταξύ των καταστάσεων της αυστηρής προτίμησης, ασθενούς προτίμησης και ισοδυναμίας.	$S : aSb \leftrightarrow aPb \text{ ή } aQb \text{ ή } aIb$

Η τελευταία σχέση, η σχέση υπεροχής, είναι ιδιαίτερης σημασίας και η παράσταση aSb ερμηνεύεται ως «η a είναι τουλάχιστον τόσο καλή όσο η b». Η σχέση αυτή καλύπτει το σύνολο των τεσσάρων βασικών σχέσεων {I, P, Q, R} και μπορεί να ορίσει από μόνη της –ή και με την συμμετοχή των I, R– ένα σύστημα βασικών

σχέσεων προτίμησης. Με άλλα λόγια, η S είναι η ασθενέστερη σχέση αλλά συγχρόνως μπορεί να ερμηνεύσει το σύνολο των προτιμήσεων του αποφασίζοντα.

Το δεύτερο βασικό μοντέλο για τη μοντελοποίηση προτιμήσεων είναι εκείνο της συνάρτησης που ορίζεται πάνω στο σύνολο A η οποία είναι γνωστή με τα ονόματα: συνάρτηση χρησιμότητας (utility function), συνάρτηση αξίας (value function) ή συνάρτηση κριτηρίου (criterion function). Ανάμεσα στις ιδιότητες που υπεισέρχονται στον χαρακτηρισμό (λόγοι ύπαρξης) των συναρτήσεων θα διακρίνουμε εκείνες που αναφέρονται στα κατώφλια (αγγλ. thresholds) και εκείνες που αναφέρονται στη σύγκριση των διαστημάτων.

Η παραδοσιακή προσέγγιση ενός προβλήματος απόφασης βασίζεται στη μεγιστοποίηση κάποιας συνάρτησης g , ορισμένης στο σύνολο των εναλλακτικών A .

Το μοντέλο αυτό υποθέτει ότι οι προτιμήσεις του αποφασίζοντα ακολουθούν μια σχέση ασθενούς διάταξης $Q(P I)$:

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

$$aIb \Leftrightarrow g(a) = g(b)$$

Η μεγιστοποίηση της συνάρτησης Q οδηγεί σε ολική διάταξη αυτών των προτιμήσεων.

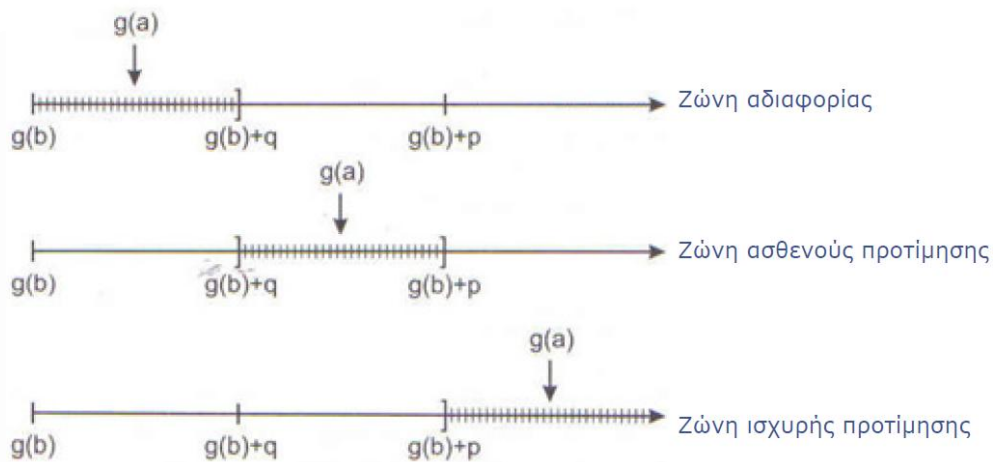
Μια συνάρτηση κριτηρίου g ονομάζεται ψευδοκριτήριο (pseudo-criterion) εάν υπάρχουν δύο συναρτήσεις-κατώφλια $q(g)$ και $s(g)$ τέτοιες ώστε εάν $g(a) \geq g(b)$ για δύο δράσεις a και b ισχύουν οι σχέσεις:

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

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

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

Οι παραπάνω σχέσεις μπορούν να παρασταθούν γραφικά μέσω του επόμενου σχήματος (Σχήμα 2.2), στο οποίο η τιμή $g(a)$ μεταβάλλεται ενώ τα κατώφλια p και q ορίζονται σε απόλυτες τιμές.



Σχήμα 2.2: Ζώνες προτίμησης και αδιαφορίας

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

$$g \geq g' \Rightarrow g + q(g) \geq g' + q(g') \quad \& \quad g + s(g) \geq g' + s(g')$$

Το σύνολο των διμερών σχέσεων (I, P, Q) που συνάγονται από ένα ψευδοκριτήριο ονομάστηκε από τον Roy ψευδοδιάταξη (pseudo-order). Οι Roy και Vincke μελέτησαν διεξοδικά αυτή τη δομή προτιμήσεων, της οποίας μια ιδιαίτερη περίπτωση είναι η ημιδιάταξη (semi-order). Ιδιαίτερα, απέδειξαν ότι δεν είναι δυνατό να βρεθεί ένας μονότονος μετασχηματισμός του κριτηρίου g τέτοιος ώστε τα δυο κατώφλια να είναι σταθερά, όποια και αν είναι η ψευδοδιάταξη, κάτι που ο Fishburn απέδειξε ότι ισχύει στην περίπτωση της ημιδιάταξης. Στο πλαίσιο αυτό έχουν καθιερωθεί οι εξής ορισμοί:

- **ημικριτήριο:** Είναι ένα ψευδοκριτήριο για το οποίο ισχύει: $s(g)=q(g)>0$. Εδώ η ψευδοδιάταξη καταλήγει σε ημιδιάταξη.
- **προκριτήριο:** Είναι ένα ψευδοκριτήριο για το οποίο έχουμε: $q(g)=0$.
- **πραγματικό κριτήριο:** Είναι ένα ψευδοκριτήριο για το οποίο έχουμε: $s(g)=q(g)=0$. Εδώ η ψευδοδιάταξη εκφυλίζεται σε μια ολική προδιάταξη.

Στη θεωρία αποφάσεων χρησιμοποιείται κυρίως η περίπτωση πραγματικών κριτηρίων. Παρ' όλα αυτά η εισαγωγή κατωφλίων είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα, κυρίως στα μοντέλα πολυκριτηρίων αποφάσεων, αν και η απώλεια της μεταφορικής ιδιότητας στις προτιμήσεις περιπλέκει τα πράγματα, όπως για παράδειγμα στην περίπτωση της σχέσης κυριαρχίας. [42]

2.6 Πολυκριτήρια συστήματα αξιών

Ένας κλασικός τρόπος σύνθεσης των κριτηρίων συνίσταται στον προσδιορισμό μιας συνάρτησης πολλών μεταβλητών (κριτηρίων) $u(g_1, g_2, \dots, g_n)$, τέτοιας ώστε u να έχει επίσης την ιδιότητα του κριτηρίου:

$$u[\underline{g}(a)] \geq u[\underline{g}(b)] \Leftrightarrow a \geq b$$

Η σχέση \geq είναι μια ολική προδιάταξη επί του A , όπου και $a \geq b$ σημαίνει «η a προτιμάται ή είναι αδιάφορη της b χωρίς διάκριση».

Μια τέτοια συνάρτηση ονομάζεται στη διεθνή βιβλιογραφία είτε συνάρτηση αξίας ή αξιών (value function), όταν όλες οι αξιολογήσεις των δράσεων στα κριτήρια είναι βέβαιες, είτε συνάρτηση χρησιμότητας (utility function), όταν σε κάποια κριτήρια (τουλάχιστον ένα) οι αξιολογήσεις είναι αβέβαιες, αλλά γνωστές με κάποια πιθανότητα (πιθανοτικά κριτήρια).

Όταν η συνάρτηση u είναι διαφορίσιμη, το γεγονός ότι οι μεταβλητές g_i είναι κριτήρια συνεπάγεται:

$$\frac{du}{dg_i} \geq 0$$

για κάθε g_i και σε κάθε διάνυσμα g .

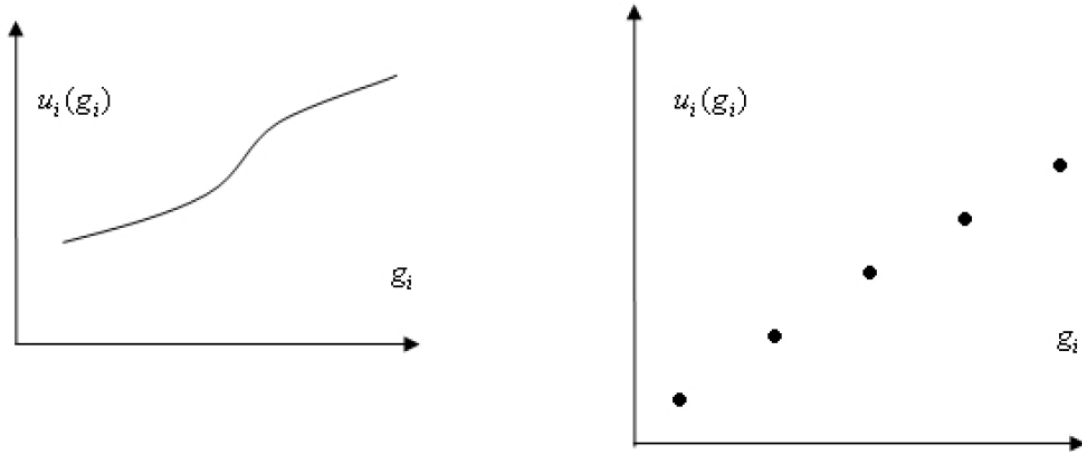
Μία συνάρτηση αξίας είναι προσθετική όταν μπορεί να γραφεί υπό τη μορφή:

$$u(g) = \sum_{i=1}^n u_i(g_i)$$

όπου κάθε όρος $u_i(g_i)$, συνάρτηση μιας μόνο μεταβλητής g_i , ονομάζεται περιθώρια συνάρτηση αξίας (marginal value function) του κριτηρίου g_i . Όταν η u είναι διαφορίσιμη, ισχύει:

$$\frac{\partial u(g)}{\partial g_i} = \frac{du_i(g_i)}{dg_i}$$

Συνεπώς όταν η g_i είναι ένα κριτήριο, λόγω της συνθήκης μονοτονίας η περιθώρια συνάρτηση αξίας $u_i(g_i)$ είναι μια μονότονη συνάρτηση αξίας, μη φθίνουσα.



Σχήμα 2.3: Περιθώρια συνάρτηση αξίας (συνεχής και διακριτή) του κριτηρίου g_i .

Ένα συναρτησιακό μοντέλο χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη μιας συνάρτησης αξίας ή αξιών (value function) της οποίας ο ρόλος είναι η σύνθεση των πολλαπλών κριτηρίων g_1, g_2, \dots, g_n σε ένα και μοναδικό κριτήριο. Για αυτόν ακριβώς το λόγο, αυτή η μοντελοποίηση της ολικής προτίμησης του αποφασίζοντος αποκαλείται και μέθοδος του ολικού κριτηρίου (method of global criterion).

Η συνάρτηση αξίας είναι μια πραγματική συνάρτηση η οποία ορίζεται στο καρτεσιανό γινόμενο των κριτηρίων και εκφράζει την ολική αξία μιας δράσης $a \in A$, ως εξής:

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

$$g(a) \rightarrow u[g(a)]$$

όπου, g_{i*} και g_i^* , η χειρότερη και η καλύτερη τιμή του κριτηρίου g_i , αντίστοιχα και $u[g(a)]$, είναι ένας πραγματικός αριθμός που ονομάζεται ολική αξία της δράσης a .

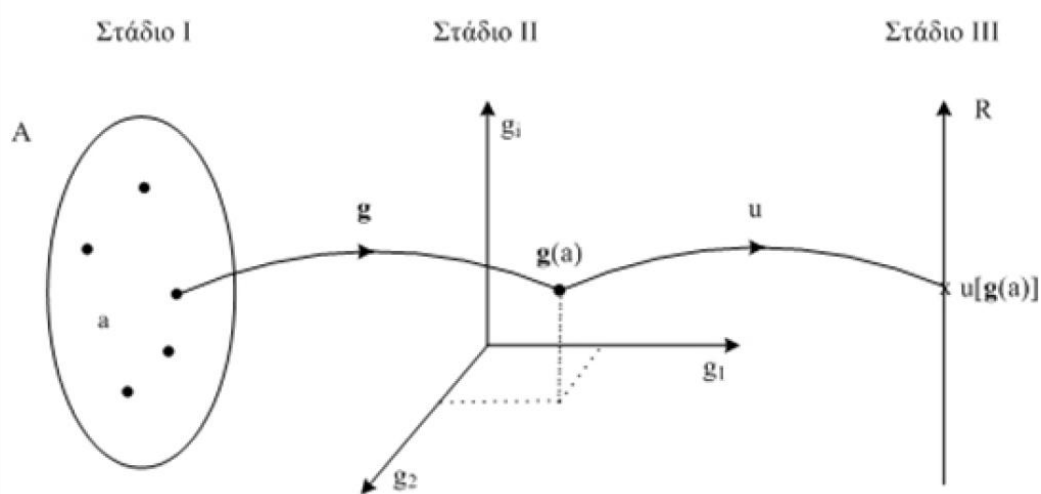
Η συνάρτηση αξίας u έχει τις ιδιότητες του κριτηρίου. Για κάθε ζεύγος δράσεων (a, b) , πληρούνται οι εξής δύο ιδιότητες:

$$u[g(a)] > u[g(b)] \Leftrightarrow a \text{ προτιμάται της } b \text{ (} a \succ b \text{)}$$

$$u[g(a)] = u[g(b)] \Leftrightarrow a \text{ αδιάφορη της } b \text{ (} a \sim b \text{)}$$

Μια συνάρτηση αξίας ορίζει επίσης μια προδιάταξη (weak order), δηλαδή διάταξη με ενδεχόμενες ισοδυναμίες των δράσεων του συνόλου A κατά μήκος της πραγματικής ευθείας. Όσο μεγαλύτερη είναι δηλαδή η αξία μιας δράσης, τόσο πιο ψηλά βρίσκεται η δράση αυτή στην ολική κατάταξη. Το επόμενο σχήμα δίνει

παραστατικά τη μεθοδολογική διαδικασία που ακολουθήθηκε μέσα από τα στάδια I - II - III.



Σχήμα 2.4: Μοντελοποίηση ολικής προτίμησης με ολικό κριτήριο

Το ζητούμενο τώρα για έναν αναλυτή είναι ο προσδιορισμός της αναλυτικής μορφής της συνάρτησης $u(g) = u(g_1, g_2, \dots, g_n)$ η οποία μοντελοποιεί την ολική προτίμηση ενός αποφασίζοντος. Οι πιο εύχρηστες μορφές είναι η γραμμική και η προσθετική, τις οποίες θα εξετάσουμε στη συνέχεια του κεφαλαίου. Όποια όμως και αν είναι η μορφή της συνάρτησης αξίας, το έργο του αναλυτή οφείλει να περιλαμβάνει τρία βασικά βήματα:

- **Βήμα 1:** Διερεύνηση επαλήθευσης των υποθέσεων για την ύπαρξη μιας αναλυτικής συνάρτησης αξίας $u(g_1, g_2, \dots, g_n)$.
- **Βήμα 2:** Μέθοδος κατασκευής της συνάρτησης αξίας.
- **Βήμα 3:** Κατάταξη των δράσεων του συνόλου A (προβληματική γ).

Το μοντέλο απόφασης που προκύπτει από τη διαδικασία αυτή ανήκει στην κατηγορία των αντισταθμιστικών μοντέλων (compensatory models).

Η γραμμική συνάρτηση αξίας (linear value function) είναι το δημοφιλέστερο αλλά και το πιο συζητημένο μοντέλο σύνθεσης κριτηρίων. Η αξία μιας δράσης υπολογίζεται από τον τύπο :

$$u[\mathbf{g}(a)] = \sum_{i=1}^n p_i g_i(a) = p_1 g_1(a) + p_2 g_2(a) + \dots + p_n g_n(a)$$

όπου, p_1, p_2, \dots, p_n είναι θετικοί πραγματικοί αριθμοί οι οποίοι εκφράζουν τους συντελεστές βαρύτητας των κριτηρίων. Εξ' αυτού, το μοντέλο ονομάζεται και μέθοδος του σταθμισμένου μέσου (weighted mean method).

Η μέθοδος του σταθμισμένου μέσου μειονεκτεί στα εξής σημεία:

1. Η μέθοδος αδυνατεί να διαχειριστεί κριτήρια διάταξης (ordinal criteria). Αντ' αυτού, απαιτεί όλα τα κριτήρια να είναι μετρικά.
2. Τα βάρη των κριτηρίων πρέπει να είναι σταθερές μοναδιαίες παραχωρήσεις, ανεξάρτητες του ύψους των επιπτώσεων των δράσεων. Πρόκειται για ισχυρή υπόθεση, η οποία δεν υπαισέρχεται δυστυχώς στη συλλογιστική εκείνων που εφαρμόζουν κατά κόρο τη μέθοδο αυτή.
3. Όπως κάθε αντισταθμιστικό μοντέλο, η γραμμική συνάρτηση αξίας δεν μπορεί να μοντελοποιήσει τη διμερή σχέση της ασυγκρισιμότητας μεταξύ δράσεων.

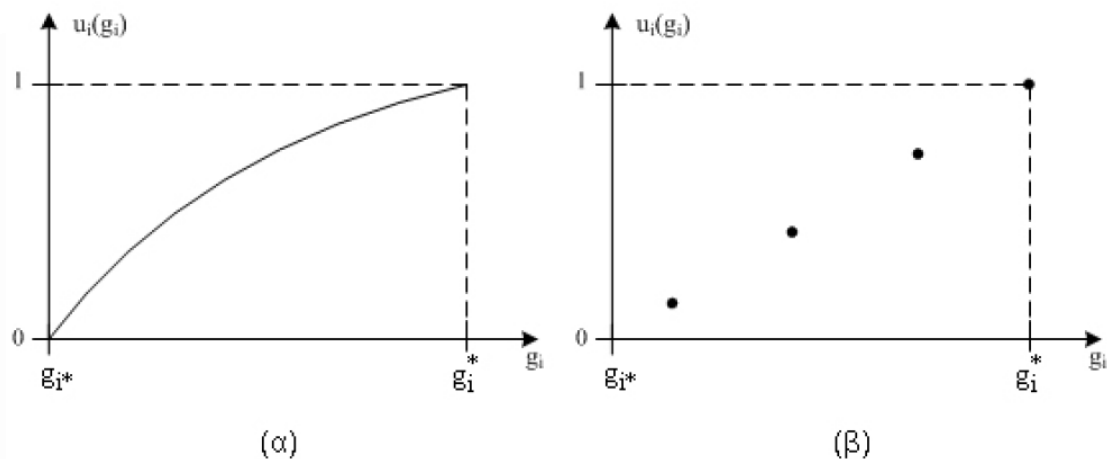
Μία προσθετική συνάρτηση αξίας (additive value function) ορίζεται μέσα από τις σχέσεις:

$$u(\mathbf{g}) = \sum_{i=1}^n p_i u_i(g_i)$$

$$u_i(g_{i^*}) = 0, u_i(g_i^*) = 1, 0 \leq u_i(g_i) \leq 1 \quad \forall i$$

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

όπου, $u_i(g_i)$, $i = 1, 2, \dots, n$ είναι μη φθίνουσες περιθώριες συναρτήσεις αξίας (marginal value functions), κανονικοποιημένες μεταξύ 0 και 1, g_{i^*} και g_i^* το χειρότερο και το καλύτερο επίπεδο της κλίμακας του κριτηρίου και g_i , αντίστοιχα και p_i , $i = 1, 2, \dots, n$ οι συντελεστές βαρύτητας των περιθώριων συναρτήσεων με άθροισμα τη μονάδα. [42]



Σχήμα 2.5: Περιθώρια συνάρτηση αξίας: (α) μετρικό κριτήριο, (β) κριτήριο διάταξης

2.7 Θεωρία των σχέσεων υπεροχής

Η μοντελοποίηση των προτιμήσεων μέσω των μοντέλων αυτής της ενότητας πραγματοποιείται με διμερείς σχέσεις (binary relations) που ορίζονται στο σύνολο A των δράσεων. Η σχέση που δεσπόζει, τόσο σε θεωρητικό όσο και πρακτικό επίπεδο είναι η σχέση της υπεροχής (outranking relation, γαλλ. relation de surclassement).

Η σχέση της υπεροχής συμβολίζεται με το γράμμα «S» και δηλώνει, για κάθε ζεύγος $(a, b) \in A$:

$$aSb \Leftrightarrow \text{«η a τουλάχιστον εξίσου καλή με b»}$$

Όπως ήδη έχει τονιστεί, η σχέση υπεροχής εμπεριέχει τη σχέση της προτίμησης (ισχυρή P και ασθενή Q) και τη σχέση της αδιαφορίας I . Ισχύει δηλαδή:

$$S = P \cup Q \cup I$$

Είναι όμως δυνατό, τόσο η προτίμηση όσο και η αδιαφορία να προκύψουν από την υπεροχή, ενώ ταυτόχρονα μοντελοποιείται η νέα, ρεαλιστική σχέση της ασυγκρισμότητας R (incomparability). Εάν αγνοήσουμε την ασθενή προτίμηση, για ένα ζεύγος δράσεων (a, b) ισχύουν οι σχέσεις:

$$aPb \Leftrightarrow aSb \text{ και } b \not S a \text{ (όχι } bSa)$$

$$aIb \Leftrightarrow aSb \text{ και } bSa$$

$$aRb \Leftrightarrow a \not S b \text{ και } b \not S a$$

Η τελευταία σχέση σημαίνει ανυπαρξία υπεροχής προς τις δύο κατευθύνσεις και μοντελοποιεί την κατάσταση όπου «ο αποφασίζων δεν μπορεί, δεν θέλει ή δεν ξέρει

πώς να συγκρίνει δύο δράσεις». Στις μεθόδους ELECTRE η σχέση R χρησιμοποιείται για τον έλεγχο των μεγάλων διαφορών μεταξύ δράσεων. Δύο αυτοκίνητα, που το ένα είναι υπερπολυτελές και το άλλο μικρό και χρηστικό, όπου οι διαφορές σε χώρους, άνεση και τιμή είναι πολύ μεγάλες υπέρ του ενός (χώροι, άνεση) ή του άλλου (τιμή), στα μάτια ενός υποψήφιου αγοραστή δεν μπορούν να συγκριθούν.

Η σχέση της υπεροχής μεταξύ δύο δράσεων (aSb) παριστάνεται με ένα προσανατολισμένο γράφημα δύο κορυφών και ενός τόξου που έχει για αρχή την κορυφή a και τέλος την κορυφή b. Ένα τέτοιο γράφημα που συνδέει όλες τις δράσεις του συνόλου A ονομάζεται γράφημα υπεροχής (outranking graph).

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

Οι μέθοδοι ELECTRE διαφοροποιούνται μεταξύ τους ως προς την προβληματική στην οποία ανταποκρίνονται και τον τύπο κριτηρίων που χρησιμοποιούν (πραγματικά κριτήρια-ψευδοκριτήρια). Έτσι, προκύπτουν οι έξι μέθοδοι του επόμενου πίνακα. Φυσικά, για να γίνει εφαρμογή μιας εκ των μεθόδων της δεύτερης γραμμής του πίνακα, αρκεί να υπάρχει τουλάχιστον ένα ψευδοκριτήριο (κριτήριο με κατώφλια αδιαφορίας και/ή προτίμησης).

Πίνακας 2.2: Τυπολογία μεθόδων ELECTRE

Τύπος κριτηρίου	Προβληματική		
	α	β	γ
Πραγματικό	ELECTRE I	ELECTRE TRI	ELECTRE II
Ψευδοκριτήριο	ELECTRE IS	ELECTRE TRI	ELECTRE III - IV

Η μέθοδος ELECTRE I εκτός από τον πίνακα πολυκριτηρίων αξιολογήσεων των δράσεων του συνόλου A, απαιτεί την ύπαρξη δεδομένων τριών τύπων:

- Συντελεστές σημαντικότητας (βάρη, weights) των κριτηρίων p_1, p_2, \dots, p_n : πρόκειται για θετικά βάρη των κριτηρίων, χωρίς συγκεκριμένη φυσική σημασία, τα οποία κανονικοποιούνται από τη σχέση:

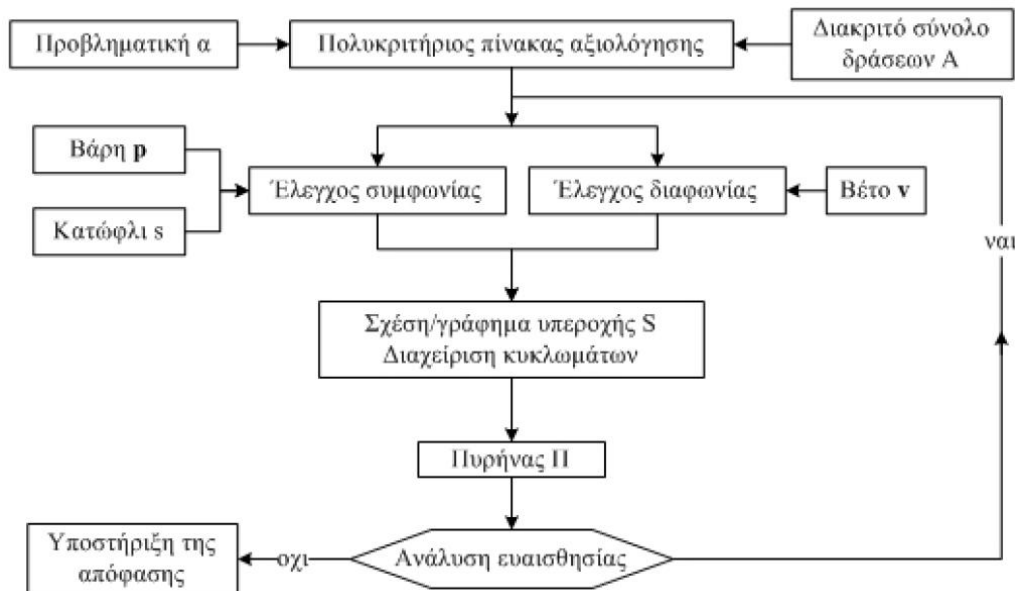
$$\sum_{i=1}^n p_i = 1$$

Τα βάρη αυτά εκφράζουν τη σχετική βαρύτητα των κριτηρίων και δίνονται από τον αποφασίζοντα ή υπολογίζονται έμμεσα.

- Κατώφλι συμφωνίας (concordance threshold s): Είναι καθαρός αριθμός που δίνεται από τον μοντελοποιό του προβλήματος και κυμαίνεται από 0,5 έως 1, δηλαδή $s \in (0,5, 1]$.
- Κατώφλια βέτο (veto thresholds) $v_1, v_2, v_3, \dots, v_n$: Πρόκειται για n αριθμούς, όσα και τα κριτήρια, που έχουν ως στόχο τους τον έλεγχο των μεγάλων διαφορών μεταξύ των τιμών των δράσεων.

Το λογικό διάγραμμα της μεθόδου δίνεται στο επόμενο σχήμα. Για ένα ζεύγος δράσεων (a, b) η σχέση της υπεροχής ορίζεται με τον εξής τρόπο:

$aSb \Leftrightarrow (a, b)$ ικανοποιεί τις συνθήκες συμφωνίας και διαφωνίας



Σχήμα 2.6: Λογικό διάγραμμα μεθόδου ELECTRE I

Ως δείκτης συμφωνίας (indicateur de concordance) για κάθε ζεύγος δράσεων (a, b) , ορίζεται η συνάρτηση:

$$C(a, b) = A \times A \rightarrow [0,1]$$

$$C(a, b) = \sum_{i^*} p_i, \text{ με } i^* \in \{i / g_i(a) \geq g_i(b)\}$$

Δηλαδή $C(a, b)$ είναι το άθροισμα των βαρών των κριτηρίων για τα οποία η δράση a προτιμάται ή είναι αδιάφορη της b . Η ποσότητα αυτή δεν μπορεί να υπερβεί τη μονάδα (ισούται με τη μονάδα όταν η a κυριαρχεί της b , δηλαδή $a \Delta b$).

Το ζεύγος (a, b) ικανοποιεί τη συνθήκη συμφωνίας όταν ισχύει:

$$C(a, b) \geq s, \text{ όπου } s \text{ το κατώφλι συμφωνίας}$$

Το ζεύγος (a, b) ικανοποιεί τη συνθήκη διαφωνίας (discordance) όταν ισχύει:

$$g_j(b) - g_j(a) \leq v_j, \text{ όπου } j^* \in \{j / g_j(a) < g_j(b)\}$$

Ο δείκτης j^* ανήκει στο σύνολο των κριτηρίων για τα οποία η δράση b προτιμάται της a , ενώ v_j είναι το κατώφλι βέτο του κριτηρίου j^* . Σε περίπτωση που μια διαφορά τιμών υπέρ της δράσης b υπερβεί το κατώφλι βέτο ενός κριτηρίου, το κριτήριο αυτό θέτει βέτο στην υπεροχή της a έναντι της b .

Συνοπτικά πλέον, η σχέση της υπεροχής στην ELECTRE I ορίζεται από τις παρακάτω σχέσεις:

$$C(a, b) = \sum_{i^* \in \{i / g_i(a) \geq g_i(b)\}} p_{i^*} \geq s$$

(Έλεγχος Συμφωνίας)

με

$$0,5 < s \leq 1 - \min_{j \in F} p_j$$

και

$$\forall j \in F, g_j(b) - g_j(a) \leq v_j$$

(Έλεγχος διαφωνίας)

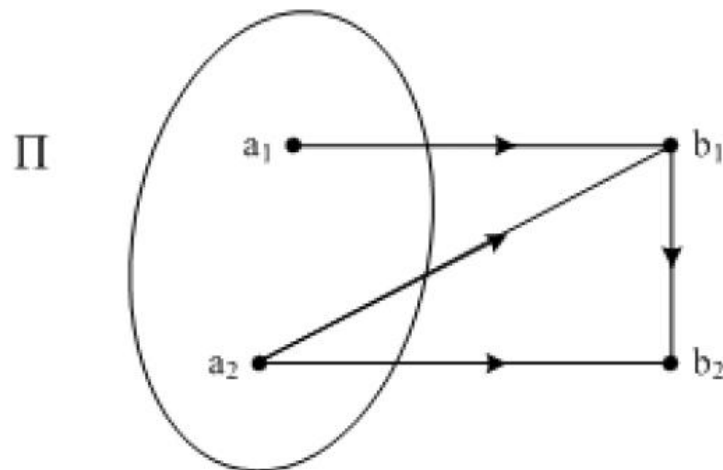
Εξυπακούεται ότι, για να γίνει ο έλεγχος διαφωνίας για ένα ζεύγος δράσεων, πρέπει πρώτα να είναι θετικός ο έλεγχος συμφωνίας. Δεν έχει έννοια δηλαδή ο έλεγχος διαφωνίας για ζεύγη που ο έλεγχος συμφωνίας έχει διαπιστωθεί αρνητικός.

Η σχέση υπεροχής S , όπως ορίστηκε παραπάνω, θα μπορούσε να παρασταθεί με τη βοήθεια μήτρας (όταν $a S b$ τίθεται 1, αλλιώς 0) και/ή γραφήματος, όπως στο σχήμα 2.7.

Ως πυρήνας (kernel) του γραφήματος υπεροχής ορίζεται ένα υποσύνολο Π του A για το οποίο ισχύουν οι δύο παρακάτω ιδιότητες:

$$\forall b \in A - \Pi, \exists a \in \Pi \text{ για το οποίο } a \$ b \quad (\text{εξωτερική συνθήκη})$$

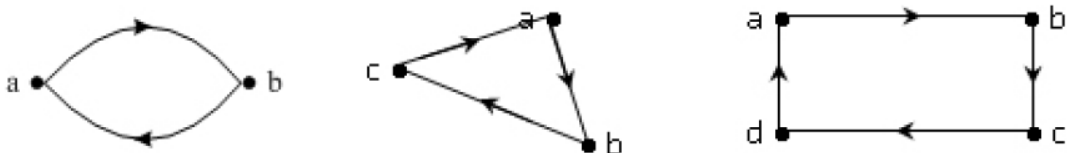
$$\forall a_1 \in \Pi \text{ και } a_2 \in \Pi, a_1 \$ a_2 \text{ και } a_2 \$ a_1 \quad (\text{εσωτερική συνθήκη})$$



Σχήμα 2.7: Πυρήνας γραφήματος υπεροχής

Σύμφωνα με τον ορισμό αυτό, ο πυρήνας θα περιέχει τις καλύτερες μη συγκρίσιμες δράσεις του συνόλου A που θα πρέπει να απασχολήσουν τον αποφασίζοντα. Φυσικά ο αναλυτής θα πρέπει να καταβάλλει προσπάθεια ώστε ο πυρήνας να περιέχει μια ή ελάχιστες, έστω, δράσεις στο εσωτερικό του. Τούτο μπορεί να επιτευχθεί μέσω μιας ανάλυσης ευαισθησίας που τροποποιεί ανάλογα τις παραμέτρους p , s και u .

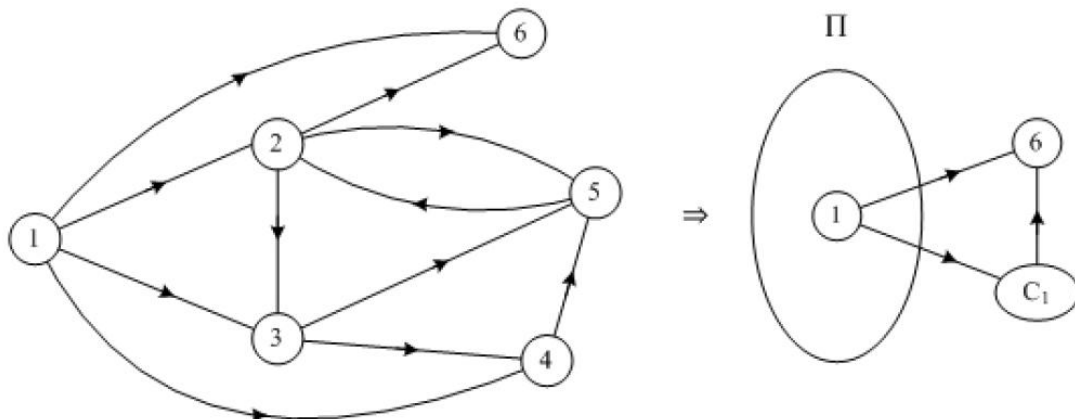
Κύκλωμα (circuit) μέσα σε ένα γράφημα ορίζεται μια διαδοχή τόξων η οποία καταλήγει στην κορυφή από την οποία αρχίζει (Σχήμα 2.8). Ένα γράφημα υπεροχής που έχει κυκλώματα μπορεί να μην περιέχει πυρήνα ή αντίθετα να περιέχει περισσότερους από έναν πυρήνες. Απεναντίας, γράφημα χωρίς κανένα κύκλωμα περιέχει πάντα έναν μοναδικό πυρήνα (θεώρημα του Richardson).



Σχήμα 2.8: Κυκλώματα δύο, τριών, και τεσσάρων κορυφών

Όταν ένα γράφημα υπεροχής περιέχει κυκλώματα, κάθε μέγιστο κύκλωμα αντικαθίσταται από μια πλασματική κορυφή (σύνολο αδιάφορων δράσεων), η οποία συνδέεται με τις υπόλοιπες κορυφές του γραφήματος αρκεί να υπάρχει σύνδεση των κορυφών αυτών προς και από μια κορυφή του κυκλώματος. Η κατανόηση της φύσης μιας τέτοιας κορυφής επιτυγχάνεται με τη βοήθεια πρόσθετων στοιχείων, όπως:

- Οι δράσεις που αποτελούν το κύκλωμα κρίνονται ως αδιάφορες.
- Δείκτης συνάφειας του κυκλώματος: Είναι ο λόγος του αριθμού των τόξων που συνδέουν τις κορυφές (δράσεις) του κυκλώματος προς τον μέγιστο αριθμό τόξων που απαιτούνται για να θεωρηθούν όλες ως αδιάφορες. Ο δείκτης αυτός προσδιορίζει κατά κάποιον τρόπο πόσο ισχυρή είναι η αδιαφορία μεταξύ των δράσεων ενός κυκλώματος.
- Δείκτης σύνδεσης του κυκλώματος με κάθε άλλη δράση εκτός του κυκλώματος: Είναι ο λόγος του αριθμού των τόξων που συνδέουν την εξωτερική δράση με το κύκλωμα προς τον αριθμό των δράσεων του κυκλώματος. Ο δείκτης προσδιορίζει πόσο ισχυρή είναι η σύνδεση της πλασματικής δράσης, που υποκαθιστά το κύκλωμα, με τις υπόλοιπες.



Σχήμα 2.9: Απαλοιφή μέγιστου κυκλώματος σε γράφημα υπεροχής

Στο παραπάνω γράφημα υπεροχής, διαπιστώνεται η ύπαρξη ενός κυκλώματος $C1 = \{2,3,4,5,2\}$ που εμπεριέχει τα μικρότερα κυκλώματα $\{2,5,2\}$, $\{2,3,5,2\}$. Τούτο οφείλει να αποτελέσει μια πλασματική δράση $C1$, η οποία θα συνδεθεί με τις δράσεις 1 και 6. Ο πυρήνας του γραφήματος είναι: $\Pi = \{1\}$, δηλαδή η δράση 1 που θα προταθεί για επιλογή. Είναι εύκολο να υπολογιστούν οι παραπάνω δείκτες:

Δείκτης συνάφειας $C1 = 6 / 12 = 0,5$ (50 %)

Δείκτης σύνδεσης $C1$ με δράση 1 = $3 / 4 = 0,75$ (75 %)

Δείκτης σύνδεσης C1 Με δράση $6 = 1 / 4 = 0,25$ (25 %)

Η κριτική που έχει ασκηθεί για τη συγκεκριμένη μέθοδο περιλαμβάνει τα εξής:

1. Η μέθοδος ELECTRE I, παρά τον εκπληκτικό ρεαλισμό της και τις αμέτρητες εφαρμογές που έχουν γίνει σε παγκόσμιο επίπεδο, δε διαθέτει την απαραίτητη θεωρητική βάση χαρακτηρισμού της. Δηλαδή, παρά τις προσπάθειες πολλών ειδικών, δεν έχουν προσδιοριστεί επαρκώς οι συνθήκες κάτω από τις οποίες το μοντέλο απόφασης ενός ατόμου είναι η ELECTRE I. Αυτό συμβαίνει επίσης και στις μεθόδους ELECTRE II, III, IV, IS, TRI και PROMETHEE.
2. Τα κατώφλια βέτο v_i , $i = 1, 2, \dots, n$ δεν μπορούν να προσδιοριστούν στην περίπτωση κριτηρίων διάταξης όπου οι κλίμακες είναι ποιοτικές και ορίζουν μόνο μια διάταξη των επιπέδων της αντίστοιχης κλίμακας, παρά μόνο αν ποσοτικοποιηθεί αυθαίρετα η κλίμακα. Για το λόγο αυτό, χρησιμοποιούνται τα λεγόμενα σύνολα διαφωνίας (ensembles de discordance), δηλαδή ζεύγη τιμών της κλίμακας, π.χ. {(κακός, άριστος), (μέτριος, άριστος)} για μια κλίμακα: κακός, μέτριος, καλός, πολύ καλός, άριστος, των οποίων η εμφάνιση υπέρ της δράσης b προκαλεί βέτο του κριτηρίου στην υπεροχή της a έναντι της b
3. Τα κατώφλια βέτο φαίνεται να δημιουργούν προβλήματα στους μη εξοικειωμένους με τη μέθοδο αναλυτές. Προκειμένου να διευκολυνθεί ένας αποφασίζων στην εξωτερίκευση αυτών των παραμέτρων, ο αναλυτής πρέπει να παρουσιάσει στον αποφασίζοντα ζεύγη εικονικών δράσεων, όπου η πρώτη υπερτερεί της δεύτερης σε όλα τα κριτήρια εκτός από ένα, του οποίου αναζητείται το κατώφλι βέτο. Στο τελευταίο κριτήριο αυξάνεται συνεχώς η διαφορά υπέρ της δεύτερης δράσης, έως ότου ο αποφασίζων δηλώσει ότι η πρώτη εικονική δράση δεν υπερέρχει πλέον της δεύτερης συνολικά. Η ελάχιστη ανεκτή διαφορά για την υπεροχή της πρώτης δράσης είναι το κατώφλι βέτο του κριτηρίου.
4. Το κατώφλι συμφωνίας s πρέπει να ορίζεται μετά τον υπολογισμό της μήτρας συμφωνίας $C(a, b)$, ώστε να επιτρέπει τον θετικό έλεγχο συμφωνίας σε έναν ικανό αριθμό ζευγών δράσεων και να παίρνει την υψηλότερη δυνατή τιμή κοντά στη μονάδα. Φυσικά, ο έλεγχος διαφωνίας θα πρέπει να γίνει μόνο για τα ζεύγη εκείνα που ικανοποιούν τον έλεγχο συμφωνίας.

5. Ο αναλυτής, έχοντας υπόψη ότι πρέπει να ανταποκριθεί στην προβληματική της επιλογής, μπορεί να επιχειρήσει να εφαρμόσει την ELECTRE I αρκετές φορές, για διαφορετικές τιμές των παραμέτρων με ή χωρίς τη συμμετοχή του αποφασίζοντος, στο πλαίσιο μιας ανάλυσης ευαισθησίας/ευστάθειας, τόσο για τον εντοπισμό ενός πυρήνα με μια μόνο δράση, όσο και για τη διαπίστωση ευστάθειας του αποτελέσματος. [42]

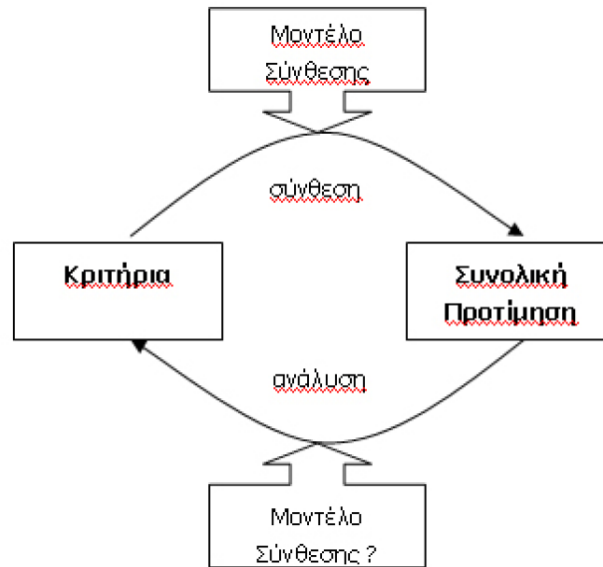
2.8 Αναλυτική-συνθετική προσέγγιση

Στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων που εμπλέκονται πολλαπλά κριτήρια, το βασικό πρόβλημα που καλούνται να αντιμετωπίσουν οι αναλυτές και οι αποφασίζοντες σχετίζεται με τον τρόπο με τον οποίο τα διάφορα κριτήρια συντίθενται ώστε να οδηγηθούμε στην τελική απόφαση. Σε πολλές όμως περιπτώσεις, το πρόβλημα τίθεται από την αντίθετη διάσταση: δεδομένης της απόφασης, πώς είναι δυνατό να βρούμε την ορθολογική εκείνη βάση που οδήγησε στη συγκεκριμένη απόφαση; Ή ισοδύναμα, πώς είναι δυνατό να εκτιμήσουμε το μοντέλο προτίμησης του αποφασίζοντος που θα οδηγούσε σε ακριβώς ίδια με την πραγματική απόφαση ή τουλάχιστον στην περισσότερο παρόμοια απόφαση;

Η φιλοσοφία της αναλυτικής-συνθετικής προσέγγισης στα πλαίσια της πολυκριτήριας ανάλυσης έγκειται στην εκτίμηση ενός μοντέλου προτίμησης, που προκύπτει ως συμπέρασμα από μία δοσμένη έκφραση συνολικής προτίμησης πάνω σε εναλλακτικές δραστηριότητες. Στόχος είναι η παροχή υποστήριξης σε δράσεις λήψης απόφασης μέσα από τη χρήση επιχειρησιακών μοντέλων στο πλαίσιο της προβληματικής που θέσαμε παραπάνω.

Στην παραδοσιακή μορφή της συνθετικής προσέγγισης που ακολουθείται στην πλειοψηφία των προβλημάτων πολυκριτήριας ανάλυσης, το μοντέλο σύνθεσης των επιμέρους κριτηρίων είναι α priori γνωστό, ενώ η συνολική προτίμηση είναι άγνωστη. Σύμφωνα με αυτή τη προσέγγιση ισχύει η αρχή της γραμμικότητας και της αιτιότητας, δηλαδή η λογική ότι η απόφαση καθορίζεται από τα κριτήρια και τον τρόπο σύνθεσης αυτών.

Η φιλοσοφία της αναλυτικής-συνθετικής προσέγγισης από την άλλη πλευρά, στηρίζεται στην εκτίμηση των μοντέλων προτίμησης, δεδομένων των ολικών προτιμήσεων (Σχήμα 2.10).



Σχήμα 2.10: Αναλυτική-Συνθετική προσέγγιση προβλημάτων απόφασης

Προκειμένου να αποσαφηνιστεί η ολική προτίμηση εκείνου που αποφασίζει, υπάρχει η ανάγκη για τη χρήση ενός συνόλου δραστηριοτήτων αναφοράς AR. Συνήθως αυτό το σύνολο μπορεί να είναι:

1. Ένα σύνολο παρελθουσών εναλλακτικών απόφασης (AR–past actions).
2. Ένα υποσύνολο εναλλακτικών απόφασης, ειδικά όταν το σύνολο των εναλλακτικών A είναι μεγάλο (AR A).
3. Ένα σύνολο φανταστικών δράσεων, τέτοιων ώστε οι αξιολογήσεις πάνω στα διαφορετικά κριτήρια να βοηθούν τον αποφασίζοντα να πραγματοποιήσει ολικές συγκρίσεις (AR– fictitious actions).

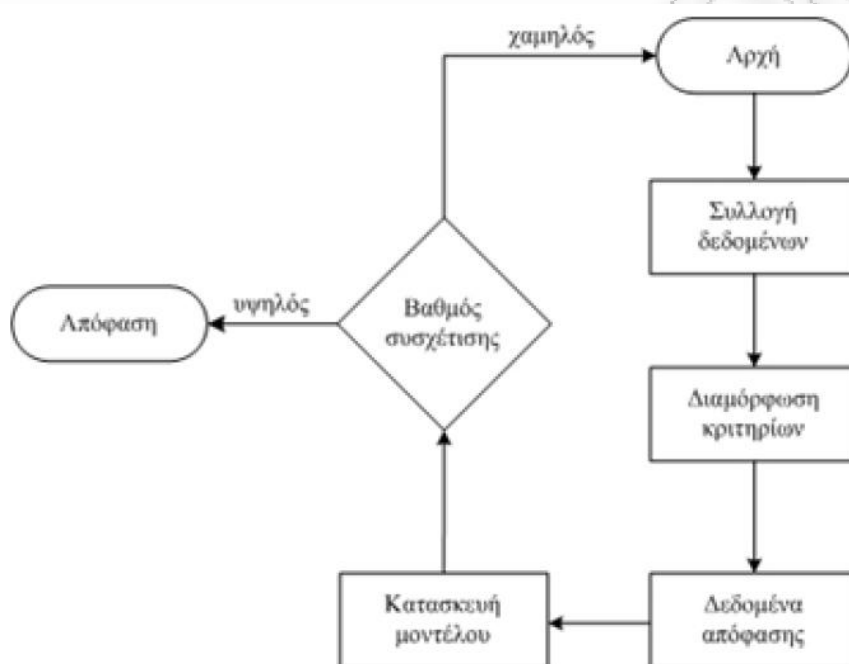
Σε κάθε μία από τις παραπάνω περιπτώσεις ζητείται από τον αποφασίζοντα να εξωτερικεύσει ή/και να επιβεβαιώσει τις ολικές του προτιμήσεις πάνω στο σύνολο AR, λαμβάνοντας υπόψη τις αξιολογήσεις των εναλλακτικών του συνόλου πάνω σε όλα τα κριτήρια. Συνήθως η ολική προτίμηση εφαρμόζεται με τις παρακάτω μορφές:

- Μετρήσιμες κρίσεις για τις εναλλακτικές του AR.
- Κατάταξη (ασθενής) (weak order relation) στο AR, προβληματική γ.
- Σύγκριση κατά ζεύγη εναλλακτικών.
- Ταξινόμηση των εναλλακτικών αναφοράς, προβληματική β.

Η αναλυτική-συνθετική προσέγγιση εστιάζει στη συσχέτιση των πραγματικών δεδομένων και του μοντέλου απόφασης, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η μεγαλύτερη δυνατή συμβατότητα μοντέλου-πραγματικότητας. Ουσιαστικά, στις διαδικασίες των μεθόδων της συγκεκριμένης προσέγγισης, με γνωστό το μοντέλο απόφασης,

εκτιμώνται οι παράμετροι του μοντέλου με τις οποίες θα επιτευχθεί μία βέλτιστη ανασύσταση των δεδομένων της απόφασης.

Τα μοντέλα της συγκεκριμένης κατηγορίας βασίζονται στην αρχή ότι το αποτέλεσμα μίας 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 (extrapolation) γνωστών καταστάσεων συμπεριφοράς από το σύνολο AR στο υπό μελέτη σύνολο A των ενεργειών απόφασης.



Σχήμα 17: Αρχή της αναλυτικής-συνθετικής προσέγγισης

Η αρχή της αναλυτικής-συνθετικής προσέγγισης παρουσιάζεται στο προηγούμενο σχήμα, όπου πρέπει να σημειωθεί ότι, σε περίπτωση που διαπιστωθεί ασυνέπεια ανάμεσα στον αποφασίζοντα και το εκτιμώμενο μοντέλο απόφασης, αναθεωρείται είτε η συνεπής οικογένεια κριτηρίων είτε η αξιοπιστία των δεδομένων της απόφασης.

Μέθοδοι που χρησιμοποιούν την αναλυτική-συνθετική προσέγγιση είναι οι εξής: UTA και οι παραλλαγές της, οι MUSA, ELECTRE TRI, ELECCALC, κ.ά. [42]

2.9 Ο ρόλος του πολυκριτήριου γραμμικού προγραμματισμού

Ο πολυκριτήριος ή πολυκριτηριακός ή πολυστοχικός γραμμικός προγραμματισμός (multiobjective linear programming) αποτελεί γενίκευση αλλά ταυτόχρονα αναπόσπαστο μέρος του γραμμικού προγραμματισμού και χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη πολλαπλών υπό μεγιστοποίηση (ελαχιστοποίηση) αντικειμενικών συναρτήσεων.

Ο πολυκριτήριος γραμμικός προγραμματισμός αναπτύχθηκε με αλματώδη βήματα μέσα στη δεκαετία του '70 και μετέπειτα στο πλαίσιο της πολυκριτήριας ή πολυκριτηριακής ανάλυσης.

Ένα πολυκριτήριο πρόγραμμα μεγιστοποίησης γράφεται:

Να μεγιστοποιηθούν οι η αντικειμενικές συναρτήσεις:

$$g_1(\mathbf{x}) = c_{11}x_1 + c_{12}x_2 + \dots + c_{1n}x_n$$

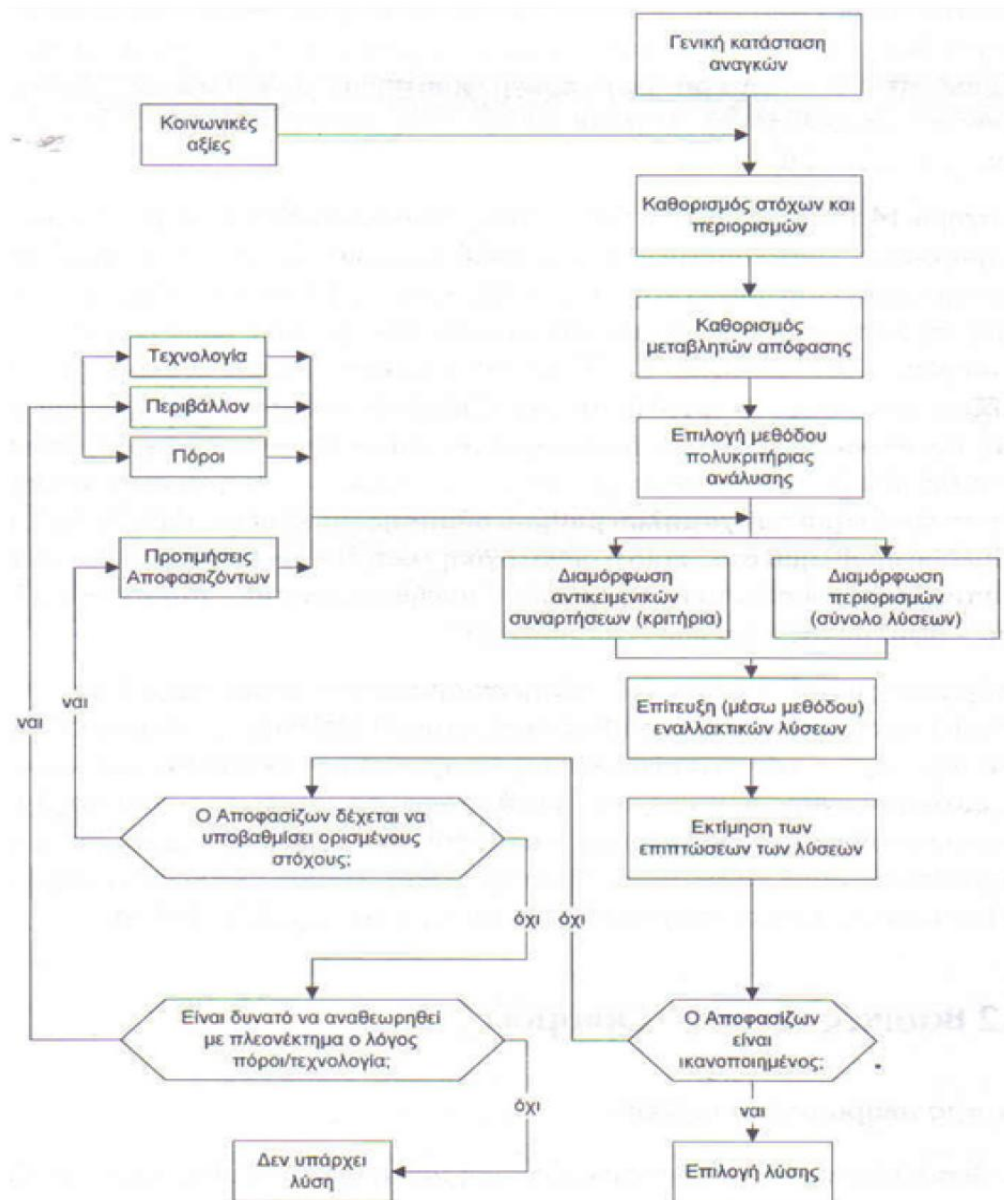
$$g_2(\mathbf{x}) = c_{21}x_1 + c_{22}x_2 + \dots + c_{2n}x_n$$

$$\dots$$
$$g_n(\mathbf{x}) = c_{n1}x_1 + c_{n2}x_2 + \dots + c_{nn}x_n$$

υπό τους περιορισμούς:

$$\mathbf{x} \in A = \{\mathbf{x} \in \mathbb{R}^n / A\mathbf{x} \leq \mathbf{b}, \mathbf{x} \geq \mathbf{0}\}$$

όπου A είναι η επιτρεπτή περιοχή των λύσεων η οποία οριοθετείται από σύστημα γραμμικών ανισοεξισώσεων και A , x και b είναι αντίστοιχα μήτρες διαστάσεων $m \times n$, $n \times 1$ και $m \times 1$.



Σχήμα 18: Γενική μεθοδολογία μοντελοποίησης πολυκριτήριων γραμμικών προγραμμάτων

Είναι απαραίτητο να σημειώσουμε ότι η έρευνα βέλτιστης λύσης σε ένα πολυκριτήριο σύστημα, δηλαδή λύσης που βελτιστοποιεί ταυτόχρονα όλες τις συναρτήσεις-κριτήρια είναι μάταιη, αφού τα κριτήρια παίζουν συνήθως ανταγωνιστικό ρόλο ώστε το βέλτιστο ως προς ένα κριτήριο να μην είναι βέλτιστο ως προς τα άλλα. Οι μέθοδοι που έχουν επινοηθεί για τέτοια συστήματα έχουν για στόχο την ανεύρεση μιας κάποιας «ενδιάμεσης» λύσης που ικανοποιεί τον αποφασίζοντα (ικανοποιητική λύση). Η προσοχή των θεωρητικών έχει στραφεί τελευταία προς τις λεγόμενες αλληλεπιδραστικές μεθόδους που συνίστανται στην αλληλοδιαδοχή

φάσεων υπολογισμών και διαλόγου ανθρώπου-μηχανής. Στην επιτυχία των μεθόδων για την εύρεση ικανοποιητικών λύσεων έχει συντελέσει αποτελεσματικά η ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας της πληροφορικής επιστήμης. Όπως ήδη τονίστηκε παραπάνω, η πολυκριτήρια θεώρηση στο γραμμικό προγραμματισμό πηγάζει από την επιθυμία του αναλυτή να καταστήσει περισσότερο ρεαλιστικό το μοντέλο του, να πάρει δηλαδή υπόψη του περισσότερα από ένα κριτήρια βελτιστοποίησης. Η νέα αυτή μορφή μοντελοποίησης προϋποθέτει τη γραμμικότητα όλων των κριτηρίων, πράγμα που σημαίνει, ότι θα πρέπει να ανευρεθούν οι επιπρόσθετοι αριθμητικοί συντελεστές των αντικειμενικών συναρτήσεων c_{ij} , $i=1,2,\dots,n$.

Οι σύγχρονες μέθοδοι πολυκριτήριου γραμμικού προγραμματισμού είναι αλληλεπιδραστικού χαρακτήρα, περιέχουν δηλαδή φάσεις υπολογισμού (επίτευξη εναλλακτικών λύσεων, αξιολόγηση των επιπτώσεων μιας λύσης πάνω στα κριτήρια, ...) και φάσεις διαλόγου ανθρώπου-μηχανής, κατά το γενικό πρότυπο του σχήματος 18, που αποσκοπούν στο να κατανοήσει ο αποφασίζων τις δικές του προτιμήσεις και να καθοδηγηθεί προς την ικανοποιητικότερη λύση. Τέτοιες μέθοδοι είναι η μέθοδος των ικανοποιητικών στόχων και η μέθοδος STEM.

Μια βασική έννοια, αλλά και αναπαράσταση του ανταγωνισμού μεταξύ των πολλαπλών αντικειμενικών συναρτήσεων, είναι ο πίνακας πληρωμών ή κερδών. Συνίσταται στη βελτιστοποίηση καθεμιάς χωριστά αντικειμενικής συνάρτησης $g_i(x)$, $i=1,2,\dots, n$ και την αντικατάσταση της εκάστοτε βέλτιστης λύσης στις υπόλοιπες αντικειμενικές συναρτήσεις.

Πίνακας 8: Πίνακας πληρωμών

Τύπος λύσης	g_1	g_2	...	g_i	...	g_n	Αντιστοιχούσα λύση
$[\max] g_1(x)$	g_{11}^*	g_{12}	...	g_{1i}	...	g_{1n}	x_1^1 x_2^1 ... x_i^1
$[\max] g_2(x)$	g_{21}	g_{22}^*	...	g_{2i}	...	g_{2n}	x_1^2 x_2^2 ... x_i^2
...		
$[\max] g_i(x)$	g_{i1}	g_{i2}	...	g_{ii}^*	...	g_{in}	x_1^i x_2^i ... x_i^i
...		
$[\max] g_n(x)$	g_{n1}	g_{n2}	...	g_{ni}	...	g_{n}^*	x_1^n x_2^n ... x_i^n

Τα στοιχεία των ενεργειών αυτών μεταφέρονται σε έναν πίνακα, ο οποίος περιέχει, σε κάθε γραμμή τη βελτιστοποίηση που πραγματοποιείται, τις τιμές της βέλτιστης λύσης πάνω σε όλες τις αντικειμενικές συναρτήσεις και τις τιμές των μεταβλητών απόφασης, εφόσον το πλήθος τους είναι μικρό, αλλιώς παραλείπονται.

Συνεπώς, μετά τη μεγιστοποίηση της αντικειμενικής συνάρτησης $g_i(x)$, ονομάζουμε x_i την επιτευχθείσα βέλτιστη λύση και έχουμε:

$$g_i^* = \max g_i(x)$$

$$g_{ij} = g_j(x), j \neq i$$

Ο πίνακας πληρωμών παρέχει πολύ χρήσιμα στοιχεία, τόσο για την ποιότητα των λύσεων στις οποίες οδηγούν οι αντικειμενικές συναρτήσεις, όσο και για το ανταγωνιστικό καθεστώς που υπάρχει ανάμεσα τους. Όσον αφορά αυτό το τελευταίο, αρκεί να παρατηρήσει κανείς μία προς μία τις στήλες του τετραγωνικού πίνακα (g_{ij}): τα κριτήρια g_j και g_k θεωρούνται ανταγωνιστικά όταν οι διαφορές ($g_{ij} - g_{ik}$) είναι συστηματικά υψηλές για διάφορους δείκτες κριτηρίου i , ενώ θεωρούνται μη ανταγωνιστικά όταν οι διαφορές είναι μικρές. [42]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΟΛΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ

3.1 Προγραμματισμός στόγων με χρήση πολυκριτήριας ανάλυσης

Ένα πολύ δημοφιλές μοντέλο μετατροπής πολυκριτήριων σε μονοκριτήρια είναι εκείνο του προγραμματισμού στόγων. Για κάθε κριτήριο, ο αποφασίζων πρέπει να ορίσει ένα στόχο που θέλει να πετύχει. Έτσι, ορίζονται οι τιμές-στόχοι που ονομάζουμε s_1, s_2, \dots, s_n .

Το μοντέλο μετατρέπει όλες τις αντικειμενικές συναρτήσεις σε περιορισμούς με την εισαγωγή μεταβλητών απόκλισης (σφάλματος) από τους στόχους. Στη γενική περίπτωση το μοντέλο είναι το ακόλουθο:

$$[\min]z = \sum_{i=1}^n p_i f_i(d_1^-, d_1^+, d_2^-, d_2^+, \dots, d_n^-, d_n^+)$$

υ.π.

$$\sum_{j=1}^l c_{ij} x_j + d_i^- - d_i^+ = s_i,$$

$$x \in A$$

$$d_i^- \geq 0, \quad d_i^+ \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

όπου, εκτός από τα συνήθη δεδομένα, υπεισέρχονται και τα εξής:

si: η αριθμητική τιμή του στόχου i .

pi: ο βαθμός προτεραιότητας (βάρος) του στόχου i .

di+: το πλεόνασμα αγαθού ή μέσου ως προς το στόχο s_i .

di-: το έλλειμμα αγαθού ή μέσου ως προς το στόχο s_i .

fi: μια γραμμική συνάρτηση των μεταβλητών d_i^+ και d_i^- .

Εξυπακούεται βέβαια ότι, ανάλογα με τη φύση του υπό μελέτη προβλήματος, ορισμένες μεταβλητές d_i^+ και d_i^- μπορεί να μην περιλαμβάνονται μέσα στη γραμμική συνάρτηση f_i .

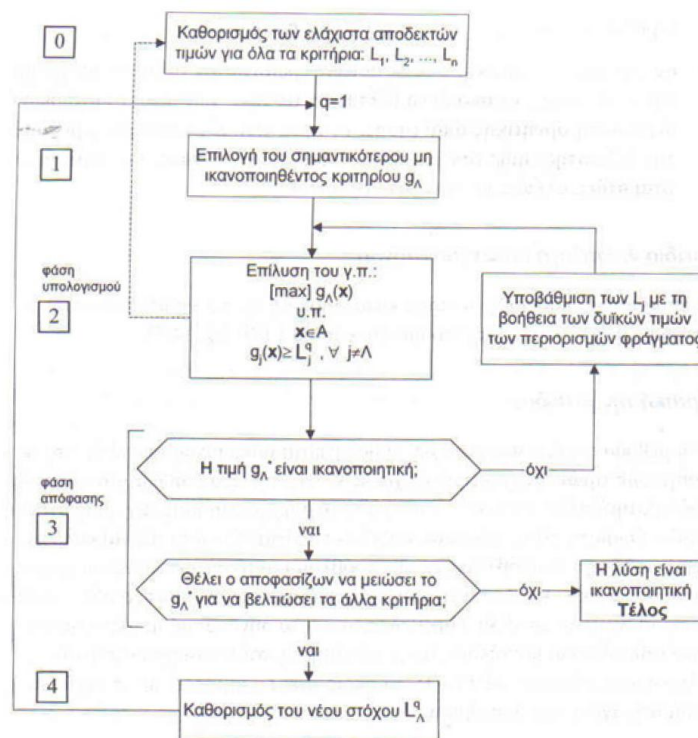
Η βελτιστότητα του προηγούμενου γραμμικού προγραμματισμού συνεπάγεται τη σχέση $d_i^+ \cdot d_i^- = 0$ μια δηλαδή τουλάχιστον μεταβλητή απόκλισης παίρνει μηδενική

τιμή. Τέλος, το παραπάνω μοντέλο έχει υποστεί πληθώρα βελτιώσεων, κυρίως την αναβάθμιση του στο λεγόμενο αλληλεπιδραστικό προγραμματισμό στόχων.

Η παρούσα μέθοδος μπορεί να εφαρμοστεί και στη διοίκηση επιχειρήσεων γενικότερα και στη διοίκηση ολικής ποιότητας ειδικότερα, εξετάζοντας π.χ. στόχους άριστης παραγωγής (ελαχιστοποίησης ελαττωματικών), στόχους βελτίωσης της ικανοποίησης των πελατών, κ.ά.

3.2 Μέθοδος των ικανοποιητικών στόχων

Η μέθοδος των ικανοποιητικών στόχων ανήκει στην κατηγορία των αλληλεπιδραστικών μεθόδων. Ο αποφασίζων υποχρεώνεται από τη μέθοδο να καθορίσει, αρχικά, τα ελάχιστα αποδεκτά επίπεδα των κριτηρίων υποδεικνύοντας ταυτόχρονα το κριτήριο του οποίου το επίπεδο είναι το λιγότερο ικανοποιητικό, εκείνο δηλαδή του οποίου η βελτίωση κρίνεται αμεσότερη. Η μέθοδος λειτουργεί αλληλεπιδραστικά και επαναληπτικά. Επιτυγχάνεται έτσι προοδευτικά η βελτίωση των τιμών των κριτηρίων σε βαθμό που να επιτρέπει στον αποφασίζοντα να καταλήξει σε μια και μόνη ικανοποιητική λύση. Τα βήματα της μεθόδου παρουσιάζονται διαγραμματικά στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 2.11: Διάγραμμα ροής μεθόδου ικανοποιητικών στόχων

Ο αλγόριθμος της παρούσας μεθόδου περιγράφεται στα εξής στάδια:

Στάδιο 0: Αρχικό στάδιο

Ο αποφασίζων οφείλει να καθορίσει τις ελάχιστες αποδεκτές τιμές για όλα τα κριτήρια (ο πίνακας πληρωμών θα μπορούσε να βοηθήσει για το σκοπό αυτό). Παριστάνουμε τις τιμές αυτές με το διάνυσμα $L1=(L11, L21, \dots, Ln1)t$. Εφόσον τα $L1$ παριστούν τα ελάχιστα ικανοποιητικά επίπεδα των κριτηρίων, δρουν σε όλη τη διαδικασία επίλυσης του προβλήματος ως επιπρόσθετοι περιορισμοί. Σε περίπτωση που διαπιστωθεί στο επόμενο στάδιο ότι ο αποφασίζων έχει υπερεκτιμήσει τα $L11$ σε σημείο που να μην υπάρχει δυνατή λύση, τότε καλείται να υποβαθμίσει ορισμένες ή όλες τις τιμές αυτές. Θέτουμε $q=1$ (q είναι ο αριθμός της ανάδρασης του αλγορίθμου).

Στάδιο 1: Επιλογή του λιγότερο ικανοποιηθέντος κριτηρίου

Ζητείται από τον αποφασίζοντα να ορίσει το κριτήριο του οποίου το επίπεδο είναι το λιγότερο ικανοποιητικό. Ας ονομάσουμε Λ το δείκτη του κριτηρίου αυτού και κατά συνέπεια g_Λ το κριτήριο.

Στάδιο 2: Βελτιστοποίηση του λιγότερο ικανοποιηθέντος κριτηρίου

Βελτιστοποιείται το λιγότερο ικανοποιηθέν κριτήριο υπό τους αρχικούς περιορισμούς και αυτούς που προκύπτουν από τα κάτω φράγματα των υπολοίπων $n-1$ κριτηρίων. Επιλύεται δηλαδή το παρακάτω γ.π.:

$$\begin{aligned} & [\max] g_\Lambda(x) \\ & \text{u.π.} \\ & x \in A \\ & g_j(x) \geq L_j^q, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad \text{με } j \neq \Lambda \end{aligned}$$

Στάδιο 3: Φάση απόφασης

Ο αποφασίζων ερωτάται αν η τιμή του $g_\Lambda^* = g_\Lambda^*(x^*)$ που υπολογίστηκε στο προηγούμενο στάδιο φαίνεται ικανοποιητική.

α) αν όχι, αναθεωρεί ορισμένους στόχους επαναπροσδιορίζοντας το σύνολο των στόχων $L_{q+1} (\leq L_q)$ με τη βοήθεια των δυϊκών μεταβλητών που αντιστοιχούν στους περιορισμούς φράγματος του προηγούμενου βήματος. Η δυϊκή μεταβλητή του

περιορισμού $g_j(x) \geq L_j$ καθορίζει το ποσό (trade off) κατά το οποίο πέφτει η τιμή του g_Λ όταν το g_j ανέβει κατά μια μονάδα και αντίστροφα. Θέτουμε $q=q+1$ και πηγαίνουμε στο στάδιο 2.

β) αν είναι ικανοποιητική, ο αποφασίζων ερωτάται αν θέλει να υποβαθμίσει την τιμή του g_Λ με σκοπό να βελτιώσει τις τιμές των άλλων κριτηρίων. Σε περίπτωση αρνητικής απάντησης, οι τιμές των L_j , συμπεριλαμβανομένης της βέλτιστης τιμής του g_Λ , είναι οι καλύτερες δυνατές και ο αλγόριθμος σταματάει, αλλιώς, πηγαίνει στο στάδιο 4.

Στάδιο 4: Επιλογή ενός νέου στόχου

Ο αποφασίζων καθορίζει το ποσό κατά το οποίο πρέπει να υποβαθμιστεί το g_Λ . Θέτουμε $q=q+1$ και επιστρέφουμε στο στάδιο 1.

3.3 Technique For Order Preference By Similarity To Ideal Solution (TOPSIS)

Η μεθοδολογία TOPSIS παρουσιάστηκε πρώτη φορά από τους Hwang και Yoon (1981) για την λύση πολυκριτηριακών προβλημάτων αποφάσεων (MCDM). Η βασική ιδέα της μεθοδολογίας είναι ο ορισμός της ιδανικής (ideal) και μη ιδανικής (negative ideal ή anti-ideal) λύσης. Η ιδανική λύση είναι αυτή που μεγιστοποιεί τα ωφέλιμα κριτήρια και ελαχιστοποιεί τα κριτήρια κόστους ενώ η μη ιδανική λύση είναι ακριβώς το αντίθετο. Η εναλλακτική που θα προτιμηθεί θα είναι αυτή που θα είναι πιο κοντά στην ιδανική λύση αλλά ταυτόχρονα και πιο μακριά από την μη ιδανική λύση. Η εφαρμογή της μεθόδου είναι απλή και παράγει πάντα μια αδιαμφισβήτητη σειρά προτίμησης.

Στη διαδικασία εφαρμογής της TOPSIS οι συντελεστές στάθμισης και τα κριτήρια δίνονται με απόλυτες αξίες (crisp values), αυτό όμως δεν είναι αρκετό για να μορφοποιήσουμε ένα υπόδειγμα για πολύπλοκα προβλήματα όπως για παράδειγμα αυτό της αξιολόγησης προσωπικού. Σε αυτή τη περίπτωση, στο πρόβλημα περιλαμβάνονται οι προτιμήσεις ανθρώπων, οι οποίες δεν μπορούν να εκτιμηθούν με αριθμούς. Μια πιο ρεαλιστική προσέγγιση είναι η χρήση γλωσσικών μεταβλητών αντί για αριθμητικές αξίες στην αξιολόγηση κριτηρίων και υπαλλήλων.

Τα βήματα της μεθόδου είναι τα εξής:

- 1^ο ΒΗΜΑ: Ορίζουμε τις κατάλληλες γλωσσικές μεταβλητές για τα κριτήρια αξιολόγησης (evaluation criteria) με τη βοήθεια της θεωρίας των ασαφών συνόλων. Παραδείγματα τέτοιων γλωσσικών μεταβλητών είναι: πολύ λίγο (very low), λίγο (low), μέτρια (middle), αρκετά σημαντικό (high) κλ.π.
- 2^ο ΒΗΜΑ: Στη συνέχεια ορίζουμε τις κατάλληλες γλωσσικές μεταβλητές για τους σημαντικούς υποψηφίους προς αξιολόγηση και πάλι με την βοήθεια της θεωρίας ασαφών συνόλων. Τέτοιες γλωσσικές μεταβλητές είναι: μέτρια καλός, καλός, πολύ καλός κ.ά.
- 3^ο ΒΗΜΑ: Έπειτα ορίζονται τα κριτήρια αξιολόγησης (evaluation criteria). Τέτοια κριτήρια μπορεί να είναι η ηλικία, η εκπαίδευση, η προϋπηρεσία, η επικοινωνία κ.ά.
- 4^ο ΒΗΜΑ: Αφού έχουν οριστεί όλα τα προηγούμενα, συγκεντρώνουμε τους συντελεστές στάθμισης κριτηρίων που έχουν προκύψει από τις απόψεις μιας ομάδας n-ατόμων που παίρνουν τις αποφάσεις (decision makers). Για την αξιολόγηση της σημασίας των κριτηρίων χρησιμοποιούνται οι γλωσσικές μεταβλητές όπως χαμηλή σημασίας, μέτριας σημασίας, υψηλής σημασίας κλπ.
- 5^ο ΒΗΜΑ: Σε αυτό το βήμα συγκεντρώνονται οι απόψεις των συμμετεχόντων για κάθε υποψήφιο. Συγκεκριμένα χρησιμοποιώντας τις γλωσσικές μεταβλητές του βήματος δύο οι decision makers εκτιμούν κάθε υποψήφιο για κάθε κριτήριο.
- 6^ο ΒΗΜΑ: Τα αποτελέσματα του παραπάνω βήματος, επειδή είναι γλωσσικές μεταβλητές δεν μπορούν να αξιοποιηθούν περαιτέρω και για αυτό το λόγο σε αυτό το βήμα οι γλωσσικές μεταβλητές, με την βοήθεια και πάλι της θεωρίας ασαφών συνόλων, μετατρέπονται σε τριγωνικούς ασαφείς αριθμούς (fuzzy triangular numbers). Αφού γίνει η μετατροπή μπορούμε να κατασκευάσουμε τον πίνακα αποφάσεων (fuzzy decision matrix), ο οποίος περιέχει τα αριθμητικά αποτελέσματα κάθε υποψηφίου σε κάθε κριτήριο από κάθε αξιολογητή.
- 7^ο ΒΗΜΑ: Στη συνέχεια, κανονικοποιούμε τους πίνακες απόφασης για κάθε εναλλακτική δηλαδή για κάθε υποψήφιο. Η κανονικοποίηση γίνεται ώστε οι αριθμοί που περιέχονται στους πίνακες να ανήκουν στο διάστημα [0,1]. Τέλος, αυτούς τους πίνακες σταθμίζουμε με τη βοήθεια των συντελεστών

στάθμισης των κριτηρίων.

- **8^ο ΒΗΜΑ:** Στο τελευταίο βήμα υπολογίζουμε την απόσταση κάθε υποψηφίου από την ιδανική θετική λύση A+ και την αρνητική ιδανική λύση A- και στη συνέχεια τον Συντελεστή Σύγκλισης (Closeness Coefficient, CC) κάθε υποψηφίου. Η ιεράρχηση των υποψηφίων γίνεται από τους decision makers σύμφωνα με τις τιμές του CC και φυσικά η επιλογή του υποψηφίου με το μεγαλύτερο CC.

Η μέθοδος TOPSIS μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πολλά προβλήματα, πέραν της επιλογής προσωπικού, όπως της επιλογής έργου (project selection), επιλογή πρώτων υλών και σε άλλους τομείς της διοίκησης.

3.4 Fuzzy Multiply Criteria Decision Making Method (MCDM)

Η μέθοδος λήψης αποφάσεων πολλαπλών κριτηρίων (MCDM) ασχολείται με τη θεωρία και τη μεθοδολογία που μπορεί να λύσουν πολύπλοκα προβλήματα, τα οποία αντιμετωπίζουν οι επιχειρήσεις, αλλά και άλλοι τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας. Ένα πολύπλοκο πρόβλημα χαρακτηρίζεται από τους αντικρουόμενους στόχους ή κριτήρια, όπως το κόστος, η απόδοση, η ασφάλεια, η υπευθυνότητα, η παραγωγικότητα κ.ά. Όταν παρουσιάζεται πρόβλημα πολλαπλών κριτηρίων, δεν υπάρχει μια ιδανική απόφαση, αλλά αρκετές ή ακόμα και άπειρες ικανοποιητικές λύσεις.

Η ανάπτυξη των μεθόδων MCDM έχει σαν βασικό κίνητρο, όχι μόνο τη λύση ποικίλων πρακτικών (real-life) προβλημάτων, που προϋποθέτουν την εξέταση πολλών κριτηρίων, αλλά και την ανάγκη για αξιοποίηση της προόδου στα μαθηματικά, και συγκεκριμένα στις τεχνικές βελτιστοποίησης (mathematical optimization), στην επιστήμη των υπολογιστών (scientific computing) και στις μεθόδους λήψης αποφάσεων. Οι επιρροές που έχει η εφαρμογή αυτών των μεθόδων MCDM είναι εμφανής από το πλήθος των επιστημονικών άρθρων που υπάρχουν και παρουσιάζονται σε συνέδρια.

Πρακτικά, η θεωρία λήψης αποφάσεων αναφέρεται στην κατάσταση όπου μια υπεύθυνη ομάδα ή ένα εντεταλμένο άτομο καλείται να διαλέξει μια ενέργεια σε ένα αβέβαιο περιβάλλον. Η θεωρία βοηθά να προσδιοριστούν οι εναλλακτικές λύσεις με την υψηλότερη αναμενόμενη αξία ή τη μεγαλύτερη πιθανότητα να έχουμε

αναμενόμενη αξία. Επιπλέον, η θεωρία είναι σχεδιασμένη έτσι ώστε να βοηθά τους decision makers στην επιλογή μεταξύ ενός συνόλου εναλλακτικών λύσεων.

Κάθε επιλογή είναι μια εναλλακτική απόφαση. Στη πολυκριτήρια ανάλυση, η επιλογή πραγματοποιείται μέσω της αξιολόγησης ενός συνόλου κριτηρίων. Τα κριτήρια πρέπει να είναι μετρήσιμα, ακόμα και αν η μέτρηση είναι σε εικονική κλίμακα. Τα αποτελέσματα πρέπει να είναι, επίσης, μετρήσιμα για κάθε εναλλακτική λύση. Τα κριτήρια αποτελούν τη βάση για τη σύγκριση των εναλλακτικών και επομένως διευκολύνουν την επιλογή μιας ικανοποιητικής λύσης.

Η διαδικασία λήψης αποφάσεων στηρίζεται στις πληροφορίες σχετικά με τις εναλλακτικές λύσεις. Η ποιότητα αυτών των πληροφοριών, σε κάθε απόφαση, μπορεί να περιλαμβάνει από επιστημονικά δεδομένα μέχρι υποκειμενικές ερμηνείες, και από βέβαιες έως αβέβαιες εκροές, παρουσιαζόμενες με πιθανότητες ή ασαφείς αριθμούς (fuzzy numbers). Αυτή η διαφοροποίηση των πληροφοριών στη διαδικασία λήψης αποφάσεων καθιστά αναγκαίες τέτοιες μεθόδους όπως η MCDM, καθώς αυτές μπορούν να οδηγήσουν σε καλύτερες αποφάσεις.

Η μέθοδος MCDM, στην περίπτωση για παράδειγμα της επιλογής προσωπικού, προτείνει έναν αλγόριθμο λήψης αποφάσεων πολλαπλών κριτηρίων βασισμένο στην έννοια της ιδανικής και μη ιδανικής λύσης. Η προτεινόμενη μέθοδος μας επιτρέπει να ενσωματώσουμε τα στοιχεία με τη μορφή γλωσσικών μεταβλητών, οι οποίες χρησιμοποιούνται και για τον ορισμό των υποκειμενικών συντελεστών στάθμισης των κριτηρίων, τους οποίους ορίζουν οι decision makers.

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται τόσο για την επιλογή προσωπικού, όσο και για την αξιολόγηση του. Η πρώτη περιγραφή της μεθόδου που ακολουθεί, αφορά τη χρήση της για την επιλογή προσωπικού. Στη συνέχεια, θα αναφερθούμε και στην εφαρμογή της στην αξιολόγηση εργασίας.

Όταν εφαρμόζουμε τη μέθοδο MCDM για την επιλογή προσωπικού πρέπει, αρχικά, να πραγματοποιήσουμε μια προκριματική εξέταση των υποψηφίων. Τη διαδικασία αυτή την έχουμε αναφέρει και παραπάνω και δε χρειάζεται να επεκταθούμε εδώ. Κατά την εξέταση αυτή, συλλέγουμε πληροφορίες για τους υποψηφίους, οι οποίες θα είναι και οι εισροές στον αλγόριθμο λήψης αποφάσεων που θα περιγράψουμε.

Τα βήματα του αλγορίθμου είναι τα εξής:

- 1^οΒΗΜΑ: Διορίζουμε μια επιτροπή, τα μέλη της οποίας θα είναι αυτοί που θα πάρουν τις αποφάσεις (decision makers) που απαιτούνται για τη

διαδικασία. Εν συνεχεία, καθορίζουμε τους τελικούς υποψηφίους και τα κριτήρια επιλογής, βάση των οποίων θα εξεταστούν.

- 2^οΒΗΜΑ: Τα κριτήρια επιλογής συγκεντρώνονται σε ένα πίνακα, ο οποίος καλείται πίνακας απόφασης (decision matrix ή decision table) και αποτελείται από έναν αριθμό στηλών και γραμμών. Οι γραμμές αντιπροσωπεύουν τους υποψηφίους, ενώ οι στήλες τα κριτήρια. Οι τιμές στο κέντρο του πίνακα αντιπροσωπεύουν την εκροή κάθε κριτηρίου, δηλαδή μια μέτρηση ή πρόβλεψη της απόδοσης κάθε υποψηφίου σε κάθε κριτήριο. Ο πίνακας απόφασης είναι πάρα πολύ σημαντικός, γιατί περιέχει τα δεδομένα για την σύγκριση μεταξύ των εναλλακτικών επιλογών, στη συγκεκριμένη περίπτωση, μεταξύ των υποψηφίων.
- 3^οΒΗΜΑ: Κανονικοποιούμε τον πίνακα απόφασης, έτσι ώστε οι τιμές κριτηρίων να είναι ελεύθερες από μονάδες, και επομένως συγκρίσιμες.
- 4^οΒΗΜΑ: Έπειτα, καθορίζουμε την ιδανική λύση A & την μη ιδανική λύση A*.
- 5^οΒΗΜΑ: Κατόπιν, ορίζουμε τους συντελεστές βαρύτητας των κριτηρίων. Το βήμα αυτό χωρίζεται στα εξής στάδια:
 - Ζητείται από τους συμμετέχοντες στη διαδικασία (decision makers) να καθορίσουν τους υποκειμενικούς συντελεστές στάθμισης για κάθε κριτήριο.
 - Υπολογίζονται οι υποκειμενικοί συντελεστές στάθμισης για τα κριτήρια.
 - Έστερα, υπολογίζονται οι συνολικοί συντελεστές στάθμισης για την πληροφόρηση των συμμετεχόντων.
 - Τέλος, υπολογίζονται οι γενικοί συντελεστές στάθμισης των κριτηρίων, τους οποίους θα χρησιμοποιήσουμε στην αξιολόγηση και είναι αποδεκτοί από όλους.
- 6^οΒΗΜΑ: Αφού ορισθούν οι συντελεστές στάθμισης των κριτηρίων μπορούμε, πλέον, να αξιολογήσουμε τους υποψηφίους. Κάθε υποψήφιος αποτελεί μια εναλλακτική λύση στον αλγόριθμο. Σε αυτό το βήμα, λοιπόν, υπολογίζεται η απόσταση κάθε εναλλακτικής λύσης από την ιδανική και μη ιδανική λύση, όπως έχει ορισθεί στο τέταρτο βήμα.
- 7^οΒΗΜΑ: Στη συνέχεια, υπολογίζεται η εγγύτητα των εναλλακτικών λύσεων με την ιδανική λύση, σύμφωνα με το βήμα έξι.

- 8^οΒΗΜΑ: Τέλος, ταξινομούμε τους υποψηφίους σύμφωνα με τα αποτελέσματα του παραπάνω βήματος. Επιλέγουμε την εναλλακτική λύση, δηλαδή τον υποψήφιο με την υψηλότερη τιμή, διότι αυτή θα προσεγγίζει την ιδανική λύση, αλλά ταυτόχρονα θα απέχει από την μη ιδανική λύση.

Το πρόβλημα αξιολόγησης προσωπικού μπορεί να αντιμετωπισθεί ως διοικητικό πολυκριτηριακό πρόβλημα λήψης αποφάσεων σε ασαφές περιβάλλον υποστήριξαν οι S. Gupta και M. Chakraborty (1998). Φυσικό επακόλουθο αυτής της διατύπωσης είναι η εφαρμογή της MCDM στην αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος. Είναι σημαντικό να επισημάνουμε ότι οι μέθοδοι που προτείνονται για αξιολόγηση έχουν διαφορετική δομή από τις αντίστοιχες επιλογής προσωπικού.

Συγκεκριμένα, η τεχνική όπου θα εξετάσουμε εδώ για την αξιολόγηση εργασίας προτείνει ένα μοντέλο γραμμικού προγραμματισμού ασαφούς στόχου, το οποίο χρησιμοποιείται για εργασίες με διαφορετικούς παράγοντες όπου κάθε παράγοντας έχει διαφορετικά επίπεδα. Αυτό το σύστημα αξιολόγησης εργασίας αναπτύσσεται σύμφωνα με ένα επιλεγμένο δείγμα εργασιών γνωστές ως εργασίες σύγκρισης (benchmarking jobs) ή εργασίες κλειδιά (key jobs). Το επόμενο βήμα είναι να καθιερωθούν οι παράγοντες που καθορίζουν τη σχετική αξία μιας εργασίας. Οι Gupta και Ahmed (1988) ανέπτυξαν ένα μοντέλο γραμμικού προγραμματισμού στόχου για τον καθορισμό της σχετικής αξίας των διαφόρων επιπέδων των παραγόντων εργασίας το οποίο και θα περιγράψουμε.

Αρχικά ορίζουμε τους παράγοντες της εργασίας. Τέτοιοι παράγοντες μπορεί να είναι η πολυπλοκότητα των καθηκόντων, η εκπαίδευση, οι πνευματικές απαιτήσεις της εργασίας κ.ά. Στη συνέχεια ορίζουμε τα επίπεδα στα οποία διαιρείται κάθε παράγοντας. Τέλος, ορίζουμε τις εργασίες σύγκρισης, οι οποίες έχουν γνωστή αξία.

Στη συνέχεια μορφοποιούμε πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού με αντικειμενική συνάρτηση μεγιστοποίησης ενός συντελεστή λ , ο οποίος εκφράζει την αξία που έχει κάθε παράγοντας σε κάθε επίπεδο. Οι περιορισμοί του προβλήματος προκύπτουν από τους στόχους που έχει θέσει η επιχείρηση και θέλει να επιτύχει μέσα από αυτή τη διαδικασία. Η λύση αυτού του προβλήματος είναι εύκολη με τη χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή και συγκεκριμένα με τη χρήση ενός προγράμματος λογιστικών φύλλων, όπως το Excel.

Τα αποτελέσματα του προβλήματος είναι ένας πίνακας στον οποίο παρουσιάζεται η αξία κάθε παράγοντα σε κάθε επίπεδο, σύμφωνα με τον οποίο η διοίκηση μπορεί να

αξιολογήσει οποιαδήποτε εργασία αποτελούμενη από διαφορετικούς παράγοντες με διαφορετικά επίπεδα. Το προτεινόμενο ασαφές μαθηματικό πρότυπο ενισχύει τη διαδικασία αξιολόγησης εργασίας και δίνει την ευελιξία στον αποφασίζοντα να δημιουργήσει συστήματα αμοιβής.

3.5 Fuzzy Multicriteria Case – Based Reasoning (CBR)

Ένα ακόμα εργαλείο το οποίο βοηθά στην επιλογή του καταλληλότερου υποψηφίου είναι η μέθοδος Fuzzy Multicriteria Case – Based Reasoning (CBR). Η μέθοδος αυτή έχει δεχθεί επιρροές από διάφορα επιστημονικά πεδία, όπως γνωστικές επιστήμες, knowledge-based systems, βάσεις δεδομένων (databases), neural networks. Επίσης έχει κοινά στοιχεία και με άλλα επιστημονικά πεδία, π.χ. τη στατιστική και τη μορφοποίηση υποδειγμάτων (pattern recognition).

Η CBR χρησιμοποιεί ένα συνδυασμό τριών μηχανισμών: τα ασαφή σύνολα (Fuzzy set theory), τα πολλαπλά κριτήρια (MCDM) και τη CBR μεθοδολογία για να αντιμετωπίσει το πρόβλημα της επιλογής προσωπικού. Τα ασαφή σύνολα χρησιμοποιούνται για να αντιπροσωπεύουν και να χειριστούν τα αβέβαια κριτήρια του προβλήματος σε ένα σύστημα ηλεκτρονικών υπολογιστών.

Ο δεύτερος μηχανισμός, η τεχνική πολλαπλών κριτηρίων ερευνά τα ασαφή κριτήρια προκειμένου να παραχθεί ένας κανόνας ταξινόμησης προτίμησης των υποψηφίων. Συγκεκριμένα αναφέρεται σε προβλήματα με πολλαπλά κριτήρια αξιολόγησης ενός περιορισμένου αριθμού εναλλακτικών λύσεων, εδώ έναν πεπερασμένο αριθμό υποψηφίων για τη κενή θέση εργασίας.

Η μεθοδολογία CBR ολοκληρώνει το μοντέλο ενεργώντας ως μνήμη προηγούμενων περιπτώσεων στις οποίες μπορούμε να ανατρέξουμε όταν προκύπτει ένα καινούργιο πρόβλημα. Οι προηγούμενες καταγεγραμμένες περιπτώσεις διαμορφώνουν την κύρια πηγή γνώσης για τους ανθρώπους που ασχολούνται με τη διαδικασία πρόσληψης προσωπικού. Είναι βέβαιο ότι κάθε προηγούμενη περίπτωση θα περιέχει χρήσιμες πληροφορίες και για τις αντίστοιχες μελλοντικές περιπτώσεις, όπως η καταγραφή του πρακτικού αποτελέσματος. Άλλες χρήσιμες πληροφορίες που καταγράφονται είναι: το κατά πόσο η επιλογή του υποψηφίου ήταν σωστή σε κάθε περίπτωση, σημαντικές ενέργειες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον καθορισμό του νέου επεισοδίου και άλλες.

Ένας άλλος σημαντικός στόχος που επιτυγχάνεται μέσω της ενότητας CBR είναι η ικανότητα εκμάθησης των ανθρώπων που εμπλέκονται στη διαδικασία επιλογής προσωπικού. Μπορούμε να πούμε ότι λειτουργεί σαν μια βάση δεδομένων των περιπτώσεων/σεναρίων που έχει διαχειριστεί ο οργανισμός και με τη δυνατότητα ανάκτησης όποτε κρίνεται χρήσιμο ή αναγκαίο. Έτσι η διαδικασία γίνεται πιο ισχυρή και η ποιότητα βοήθειας που παρέχεται αυξάνεται συνεχώς μέσω της διατήρησης των νέων περιπτώσεων/σεναρίων.

Τα βήματα που ακολουθούμε σε αυτή τη μεθοδολογία είναι τα εξής:

1^οΒΗΜΑ: Καθορισμός (νέων ή μη) κριτηρίων αξιολόγησης και των συντελεστών στάθμισης τους. Οι decision makers εξετάζουν και αναλύουν το νέο σενάριο.

Υπάρχει ένας προκαθορισμένος θεμελιώδης αριθμός κριτηρίων, τα οποία είναι:

1. εμπειρία στον τομέα της επιχειρησιακής οργάνωσης
2. εμπειρία στη συγκεκριμένη λειτουργία
3. το υπόβαθρο εκπαίδευσης
4. η ικανότητα ηγεσίας
5. η ικανότητα προσαρμογής
6. η ηλικία
7. ικανότητα για ομαδική εργασία.

Τα κριτήρια αυτά έχουν προκαθορισμένους συντελεστές στάθμισης σε μια προσπάθεια διαμόρφωσης ενός τυποποιημένου προβλήματος επιλογής προσωπικού. Με την εξέταση του νέου σεναρίου, ωστόσο, μπορεί να προστεθούν ή ακόμα και να αφαιρεθούν κριτήρια ώστε να προσαρμοστούν στη νέα κατάσταση. Στα νέα κριτήρια που θα προσθέσουμε πρέπει να καθορίσουμε και τους συντελεστές στάθμισης τους με τη βοήθεια της θεωρίας των ασαφών συνόλων.

Η κλίμακα των γλωσσικών μεταβλητών πρέπει να καθοριστεί για την αξιολόγηση της αξίας κάθε κριτηρίου. Ένα παράδειγμα τέτοιας κλίμακας μπορεί να είναι οι πέντε ακόλουθοι γλωσσικοί συντελεστές στάθμισης: Ελάχιστα Σημαντικός, Λίγο Σημαντικός, Μέτρια Σημαντικός, Σημαντικός, Πολύ Σημαντικός.

2^οΒΗΜΑ: Ορισμός υποψηφίων και κατασκευή του πίνακα απόφασης.

Σε αυτό το στάδιο καθορίζονται οι υποψήφιοι (εναλλακτικές λύσεις) που θα αξιολογηθούν και κατασκευάζεται ο πίνακας απόφασης (Decision Matrix). Ο

πίνακας απόφασης περιέχει τις αποδόσεις των υποψηφίων σε κάθε κριτήριο αξιολόγησης, οι οποίες προέρχονται από το στάδιο της προκριματικής εξέτασης. Οι πληροφορίες από την προκριματική εξέταση δεν είναι ακριβείς καθαρές (crisp) τιμές αλλά ανακριβείς γλωσσικές πληροφορίες που τις μετατρέπουμε σε crisp τιμές με την βοήθεια της θεωρίας ασαφών συνόλων.

Σε αυτό το σημείο ολοκληρώνεται η πρώτη ενότητα της μεθόδου που την έχουμε ονομάσει ασαφή σύνολα, λόγω της χρήσης της αντίστοιχης θεωρίας. Τα δύο βήματα που ακολουθούν αναφέρονται στη δεύτερη ενότητα της μεθόδου η οποία περιλαμβάνει τη τεχνική πολλαπλών κριτηρίων που θα χρησιμοποιήσουμε. Η ενότητα αυτή αποτελεί και το μαθηματικό κομμάτι της μεθόδου CBR.

3^οΒΗΜΑ: Ορισμός του καλύτερου και του χειρότερου προφίλ υποψηφίου.

Ουσιαστικά σε αυτό το βήμα καλούνται οι decision makers να ορίσουν την ιδανικά θετική και αρνητική λύση του προβλήματος. Αυτός ο ορισμός γίνεται σύμφωνα με τους συντελεστές στάθμισης που έχουν προκαθορισθεί ή ορισθεί ήδη από το πρώτο βήμα της μεθοδολογίας.

4^οΒΗΜΑ: Ταξινόμηση υποψηφίων με τη χρήση μιας πολυκριτηριακής τεχνικής.

Αυτό το βήμα αποτελεί ουσιαστικά την πρακτική εφαρμογή της τεχνικής που έχει επιλεγεί. Η τεχνική πολλαπλών κριτηρίων που μπορεί να χρησιμοποιηθεί είναι η Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) που έχουμε αναφέρει και περιγράψει αναλυτικά παραπάνω. Επειδή η τεχνική TOPSIS χρησιμοποιεί μόνο τριγωνικούς (triangular) αριθμούς μπορούν να χρησιμοποιηθούν και άλλες τεχνικές πολλαπλών κριτηρίων όπως τα ασαφή διαστήματα LR που πρότειναν πρώτοι ο Dubois και Prade (1987). Οι ασαφείς τιμές μετασχηματίζονται σε ασαφή διαστήματα LR και οι αριθμητικές διαδικασίες γίνονται σε αυτή τη βάση.

Αυτό που πρέπει να αναφέρουμε είναι ότι το αποτέλεσμα του τέταρτου βήματος είναι η ταξινόμηση των υποψηφίων σε μια σειρά προτίμησης ανάλογα με τα αποτελέσματα που έχουν προκύψει από την τεχνική που έχουμε χρησιμοποιήσει. Αν για παράδειγμα χρησιμοποιηθεί η TOPSIS, τότε υπολογίζονται οι συντελεστές απόδοσης (Performance Index) για κάθε εναλλακτική και ιεραρχούνται με αύξουσα σειρά. Επιλέγεται η εναλλακτική ή εδώ ο υποψήφιος με το μεγαλύτερο συντελεστή. Τα επόμενα βήματα μας εισάγουν στη τρίτη και τελευταία ενότητα της μεθόδου που περιγράφουμε, η οποία καλείται CBR.

5^οΒΗΜΑ: Ανάκτηση παλαιών παρόμοιων υποθέσεων.

Το προηγούμενο βήμα έδωσε στους decision makers τον υποψήφιο που το προφίλ του είναι πιο κοντά με αυτό του ιδανικού υποψηφίου. Σε αυτό το σημείο γίνεται ανάκτηση των προηγούμενων παρόμοιων περιπτώσεων που έχουν αντιμετωπισθεί για να τις συγκρίνουμε με τη παρούσα περίπτωση ή το τρέχον σενάριο. Πιο συγκεκριμένα η ανάκτηση αυτή εξυπηρετεί δύο σημαντικούς στόχους:

α) να αναλύσει σημαντικά περιστατικά ή ενέργειες που θεωρήθηκε χρήσιμο να τροποποιηθούν ή και να ερευνηθούν σε κάποιο παρόμοιο προηγούμενο σενάριο. Συνήθως χρησιμοποιείται η στρατηγική των προσομοιώσεων, δηλαδή γίνονται αλλαγές στο σενάριο ώστε να παρατηρηθούν οι αλλαγές που προκύπτουν όπως αλλαγή στην ταξινόμηση των υποψηφίων, και

β) να ελέγχει το τελικό αποτέλεσμα της υπόθεσης. Σε κάθε προηγούμενο επεισόδιο είναι καταγεγραμμένο το πρακτικό αποτέλεσμα της επιλεγμένης λύσης ή καλύτερα εάν η διαδικασία πρόσληψης του παρελθόντος, με παρόμοια χαρακτηριστικά, ήταν επιτυχής ή όχι. Αυτές οι πληροφορίες είναι χρήσιμες για την πρόβλεψη των πιθανοτήτων επιτυχίας ή αντίστοιχα αποτυχίας στο νέο παρόμοιο πρόβλημα επιλογής που αντιμετωπίζει τώρα ο οργανισμός. Η ανάκτηση μπορεί να γίνει με διαφόρους δείκτες όπως:

- μέσω παρόμοιων συντελεστών στάθμισης
- μέσω παρόμοιων ιδανικών και μη ιδανικών λύσεων
- μέσω παρόμοιων σεναρίων κ.λπ.

6^οΒΗΜΑ: Το καινούργιο σενάριο καταγράφεται και αποθηκεύεται.

Αν και αποτελεί το τελευταίο βήμα είναι εξίσου ή ίσως και το πιο σημαντικό βήμα σε αυτή τη διαδικασία. Με την ολοκλήρωση της διαδικασίας το σενάριο αποθηκεύεται. Η λίστα των κριτηρίων, οι συντελεστές στάθμισης, τα αποτελέσματα της ενδεδειγμένης επιλογής, οι πιο ενδιαφέρουσες παρατηρήσεις κατά την προσομοίωση και άλλα καταγράφονται για μελλοντική χρήση. Αυτό το βήμα ουσιαστικά ενσωματώνει την διαδικασία και ικανότητα εκπαίδευσης στη μέθοδο, εφόσον το σενάριο μπορεί να ανακτηθεί, όπως και άλλα προηγούμενα, και να αποτελέσει πηγή πληροφοριών σε νέες παρόμοιες καταστάσεις.

Οι Gleiber Fernandes Royes, Rogério Cid Bastos & Golber Fernandes Royes (2003) συγκρίνουν τη μέθοδο αυτή με τη TOPSIS. Οι διαφορές παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πόροι και Λειτουργίες	Fuzzy TOPSIS	Fuzzy MCDM-CBR Platform
Τύποι συναρτήσεων συμμετοχής για τα ασαφή σύνολα	Μόνο οι τριγωνικοί ασαφείς αριθμοί	Μία λίστα συναρτήσεων μπορούν να χρησιμοποιηθούν, π.χ. τύπος S και Z, Pi, trapezoidal κ.ά.
Τρόποι μαθηματικής επεξεργασίας των ασαφών αριθμών	Οι προκαθορισμένες επεξεργασίες για τους τριγωνικούς ασαφείς αριθμούς	Τα LR ασαφή διαστήματα
Διερεύνηση του σεναρίου	Αλλαγή των τιμών απόδοσης και των συντελεστών στάθμισης	Το ίδιο αλλά υπάρχουν δύο τρόποι διερεύνησης ακόμα ανάλυση προηγούμενου σεναρίου και με τη χρήση της ανάλυσης ευαισθησίας
Υιοθέτηση παλιών παρόμοιων λύσεων	Δεν υπάρχει η δυνατότητα	Μπορεί να γίνει από τους decision makers λόγω του συστήματος
Μηχανισμός Μάθησης	Δεν υπάρχει	Μέσω του μηχανισμού CBR

3.6 Αναλυτική Ιεραρχική Διαδικασία – Analytical Hierarchy Process (AHP)

Η AHP πρώτη φορά παρουσιάστηκε και αναπτύχθηκε από τον T. Saaty, (1980) έκτοτε έχει καθιερωθεί ως μια από τις περισσότερο εφαρμοσμένες μεθόδους ανάλυσης αποφάσεων. Η διάδοση της AHP οφείλεται τόσο στην απλότητα και τη σαφήνεια της όσο και στην ευκολία υλοποίησής της. Η μέθοδος φαίνεται να μην έχει κοινά στοιχεία με τις παραπάνω μεθόδους ωστόσο και αυτή αποτελεί μια πολυκριτηριακή μέθοδο λήψης αποφάσεων.

Κοινός τόπος σε όλες τις μεθόδους είναι η χρήση της θεωρίας ασαφών συνόλων

που και εδώ αποδεικνύεται ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο. Η AHP είναι μια εύκαμπτη διαδικασία λήψης αποφάσεων, η οποία βοηθά τους ανθρώπους να καθορίσουν προτεραιότητες και να λάβουν την καλύτερη απόφαση όταν πρέπει να εξεταστούν οι ποιοτικές και οι ποσοτικές πτυχές μιας απόφασης. Χρησιμοποιείται για τη λύση προβλημάτων με διακριτές εναλλακτικές λύσεις, όπως η επιλογή ενός υπαλλήλου.

Η AHP μπορεί να χρησιμοποιηθεί για επιλογή αλλά και αξιολόγηση προσωπικού, ωστόσο το πιο σύνθητες είναι η χρήση της για την αξιολόγηση της απόδοσης των υπαλλήλων. Για να πραγματοποιηθεί η αξιολόγηση της απόδοσης των εργατών, γενικά, το σημαντικό είναι να καθοριστούν οι παράγοντες αξιολόγησης. Η επιλογή αυτών των παραγόντων πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τη στρατηγική και τη κουλτούρα της επιχείρησης. Στη συνέχεια θα χρησιμοποιηθεί μια διαδικασία στάθμισης παραγόντων, όπως η AHP. Τέλος, πραγματοποιείται η αξιολόγηση των υπαλλήλων.

Η αναλυτική ιεραρχική διαδικασία (AHP) αποτελείται από δύο επίπεδα. Το πρώτο είναι η αξιολόγηση του υπαλλήλου ή υποψηφίου (όταν αφορά επιλογή προσωπικού) σύμφωνα με τους παράγοντες που έχουμε ορίσει. Στο δεύτερο επίπεδο γίνεται η επιλογή του υπαλλήλου χρησιμοποιώντας μία ασαφή προσέγγιση με κανόνες (fuzzy rule – based system) βασισμένη στους παράγοντες που αντιπροσωπεύουν τους στόχους της οργάνωσης. Αναλυτικά η μεθοδολογία αποτελείται από τέσσερα στάδια όπου κάθε στάδιο χωρίζεται σε ενότητες.

Το πρώτο στάδιο είναι ο προσδιορισμός του προβλήματος. Στην πολυκριτήρια ανάλυση αυτό σημαίνει τον προσδιορισμό των ατόμων που θα αξιολογηθούν, αλλά και των παραγόντων σύμφωνα με τους οποίους θα γίνει η αξιολόγηση. Για παράδειγμα μπορούμε να επιλέξουμε να αξιολογήσουμε τους πωλητές μιας εταιρείας και κριτήρια να είναι οι μηνιαίες πωλήσεις, αριθμός συμφωνιών, επικοινωνιακά προσόντα κ.λ.π. Για να είναι επιτυχημένη η διαδικασία θα πρέπει οι παράγοντες αυτοί να είναι μετρήσιμοι.

Το στάδιο χωρίζεται στις εξής ενότητες:

1.1 Καθορισμός των στρατηγικών στόχων. Όπως είναι φυσικό, πριν ξεκινήσει μια διαδικασία πρέπει να εξεταστούν οι στόχοι που έχουμε θέσει και πρέπει να πετύχουμε μέσω της διαδικασίας. Οι στόχοι αυτοί πρέπει να απορρέουν από την εταιρική κουλτούρα. Ένα παράδειγμα στόχου μπορεί να είναι η μείωση του χρόνου κατάρτισης των υπαλλήλων ή ο περιορισμός της αποχής από την εργασία.

1.2 Ορισμός των παραγόντων βάση των ικανοτήτων (competency – based factors) που απαιτούνται για την πραγματοποίηση των επιχειρηματικών στόχων της οργάνωσης. Κάθε στόχος που τίθεται απαιτεί και διαφορετικά χαρακτηριστικά που θα εξεταστούν σε κάθε υπάλληλο. Σε αυτή τη φάση γίνεται η καταγραφή αυτών των χαρακτηριστικών εναρμονιζόμενα με τους στόχους της προηγούμενης ενότητας. Παραδείγματα τέτοιων παραγόντων είναι: η επικοινωνία, η προσωπικότητα, οι γνώσεις, οι δεξιότητες, οι διοικητικές ικανότητες και άλλοι.

1.3 Προσδιορισμός των ποσοτικών δεικτών για κάθε παράγοντα (factor). Κάθε παράγοντας που προσδιορίστηκε απαιτεί αντίστοιχα πρακτικά και αξιόπιστα μέσα μέτρησης. Συγκεκριμένα χρησιμοποιούνται δείκτες μέτρησης των παραγόντων για να διαπιστωθεί αν και κατά πόσο διαθέτουν τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά οι υπάλληλοι. Αυτή η διαδικασία συνήθως, γίνεται μέσω προσωπικών συνεντεύξεων των υπαλλήλων. Τέτοιοι δείκτες είναι για παράδειγμα για τον παράγοντα επικοινωνία: η ικανότητα προφορικής και γραπτής επικοινωνίας, η προφορική παρουσίαση, αντίστοιχα για τον παράγοντα διοικητικές ικανότητες είναι: η ικανότητα σχεδιασμού και οργάνωσης, ο έλεγχος, η ανάθεση και άλλοι.

1.4 Δημιουργία της ιεραρχίας αξιολόγησης και επιλογής. Αυτή η ενότητα περιλαμβάνει την οργάνωση των παραγόντων και των δεικτών σε μια ιεραρχία και πάλι σύμφωνα με τους στόχους που έχουν τεθεί. Πριν τη δημιουργία της ιεραρχίας προηγείται μια ανάλυση από επάνω προς το κάτω των στρατηγικών στόχων της οργάνωσης για να βεβαιωθούμε ότι και οι παράγοντες είναι σωστά ιεραρχημένοι.

1.5 Συζήτηση για την εγκυρότητα της διαμορφωμένης ιεράρχησης. Όπως είναι λογικό απαιτείται ο έλεγχος της διαδικασίας έως εδώ για αποφυγή λαθών αλλά και για να επιτυγχάνεται η ανατροφοδότηση της διαδικασίας.

2. Το δεύτερο στάδιο περιλαμβάνει τη δημιουργία του ευρετικού αλγορίθμου (heuristic algorithm) βασισμένο στη χρήση ασαφών γλωσσικών μεταβλητών (fuzzy linguistic variables).

Οι ενότητες που χωρίζεται αυτό το στάδιο είναι:

2.1 Κατασκευή του ευρετικού αλγόριθμου για τους υπαλλήλους που πρόκειται να αξιολογηθούν.

2.2 Αξιολόγηση των υπαλλήλων με τον ευρετικό αλγόριθμο.

2.3 Υπολογισμός της βαθμολογίας κάθε υπαλλήλου στους παράγοντες που έχουμε ορίσει παραπάνω.

Αυτό το στάδιο αφορά τη μαθηματική φύση του προβλήματος. Χρησιμοποιούνται συναρτήσεις για την απεικόνιση των δεικτών, των υπαλλήλων, τη σημασία των δεικτών σε κάθε κριτήριο κ.λ.π. Η τελική εκροή αυτού του σταδίου είναι ένας πίνακας διανυσμάτων για κάθε υπάλληλο αναφορικά με τους παράγοντες. Ο πίνακας, πιο γενικά, απεικονίζει τις ασαφείς αξίες κάθε παράγοντα για κάθε υπάλληλο που εξετάζεται. Αυτός ο πίνακας αποτελεί την εισροή στο επόμενο στάδιο που ακολουθεί.

3. Στο τρίτο στάδιο αναπτύσσεται το σύστημα βάση των κανόνων (fuzzy rule – based system, FRB) που απορρέουν από τους παράγοντες – ικανότητες (competency factors) που έχουμε ορίσει για την επιλογή του καλύτερου υπαλλήλου. Το FRB έχει την ικανότητα να μοντελοποιεί αποφάσεις βασισμένο σε ανακριβή στοιχεία που όμως στηρίζονται σε δεδομένα γεγονότα και σε ένα σύνολο ασαφών κανόνων «εάν-τότε».

3.1 Διαμόρφωση του ασαφές μοντέλου βάση κανόνων (fuzzy rule – based model) για τους υπαλλήλους που θα επιλεγθούν. Σε αυτό το στάδιο ορίζουμε ασαφείς μεταβλητές για κάθε παράγοντα που έχουμε επιλέξει στο προηγούμενο στάδιο. Κάθε παράγοντας είναι μία γλωσσική μεταβλητή και κάθε γλωσσική μεταβλητή έχει κάποιες γλωσσικές τιμές (σταθερές), π.χ. τιμές μπορεί να είναι επαρκή, μέτρια ή καλή ικανότητα κ.λ.π.. Στη συνέχεια για κάθε γλωσσική μεταβλητή κατασκευάζουμε τη συνάρτηση συμμετοχής που αντιπροσωπεύει το βαθμό συμμετοχής ενός στοιχείου στο σύνολο. Στη συνέχεια τα αποτελέσματα αξιολογούνται βάση ενός συνόλου κανόνων «εάν – τότε» (if-then).

3.2 Αξιολόγηση των υπαλλήλων με το παραπάνω μοντέλο. Από το παραπάνω βήμα μπορούμε να δημιουργήσουμε ένα πίνακα που να απεικονίζει τις συναρτήσεις συμμετοχής κάθε υπαλλήλου.

3.3 Υπολογισμός της βαθμολογίας των υπαλλήλων. Ο πίνακας από το

προηγούμενο βήμα μας δίνει τη δυνατότητα να υπολογίσουμε τη συνολική και τελική βαθμολογία κάθε υπαλλήλου και κατά συνέπεια να κατατάξουμε τους υπαλλήλους σύμφωνα με τη βαθμολογία. Σε αυτό το στάδιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί και το λογισμικό Matlab Fuzzy Toolbox.

4. Το τέταρτο και τελευταίο στάδιο αφορά τη συζήτηση που θα γίνει από αυτούς που παίρνουν τις αποφάσεις (decision makers) και συμμετέχουν στη παραπάνω διαδικασία για την τελική επιλογή του υπαλλήλου. Προφανώς ο υπάλληλος με την υψηλότερη βαθμολογία θα επιλεγεί. Οι δύο ενότητες αυτού του βήματος είναι:

4.1 Ταξινόμηση των υπαλλήλων σύμφωνα με τη βαθμολογία τους

4.2 Επιλογή του υπαλλήλου με τη μεγαλύτερη βαθμολογία

Η εφαρμογή της παραπάνω διαδικασίας μπορεί να συμπυκνωθεί, σε πέντε βήματα που ακολουθούνται στην πρακτική εφαρμογή της μεθόδου, ιδιαίτερα με τη χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή. Τα βασικά βήματα είναι τα εξής:

- Κατασκευή πίνακα σχετικής σημασίας κριτηρίων (a_{ij} εκφράζει πόσο πιο σημαντικό είναι το κριτήριο i από το κριτήριο j όπου $i, j = 1, 2, \dots, n$)
- Υπολογισμός συντελεστών στάθμισης w_i
- Υπολογισμός σκορ για κάθε εναλλακτική λύση και κάθε κριτήριο
- Επιλογή εναλλακτικής λύσης
- Έλεγχος συνέπειας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΔΙΑΚΡΙΤΩΝ ΤΥΧΑΙΩΝ ΑΘΡΟΙΣΜΑΤΩΝ ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΟΛΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ

4.1 Εισαγωγή

Η ανάπτυξη και εφαρμογή στοχαστικών μοντέλων στα διάφορα πεδία της Διοικητικής Επιστήμης αναγνωρίζονται ως ιδιαίτερα χρήσιμες. Τα τυχαία αθροίσματα θεωρούνται μια πολύ σημαντική κατηγορία στοχαστικών μοντέλων με χρήσιμες εφαρμογές σε πολλούς θεωρητικούς και εφαρμοσμένους επιστημονικούς κλάδους [1, 4, 5, 7, 33, 45]. Η μαθηματική δομή των τυχαίων αθροισμάτων είναι κατάλληλη για την περιγραφή, ανάλυση και επίλυση σημαντικών θεωρητικών και πρακτικών προβλημάτων. Τα τυχαία αθροίσματα έχουν χρησιμοποιηθεί με ιδιαίτερη επιτυχία στη θεωρία πιθανοτήτων, στατιστική, θεωρία αξιοπιστίας, θεωρία κινδύνου και ασφάλισης, διοίκηση κινδύνου και άλλους επιστημονικούς κλάδους [2, 11, 22]. Η δυνατότητα υπολογισμού της πιθανογεννήτριας συνάρτησης ή της χαρακτηριστικής συνάρτησης ενός τυχαίου αθροίσματος διευκολύνει σημαντικά τη θεωρητική μελέτη και τις πρακτικές εφαρμογές ενός τέτοιου αθροίσματος [12, 20, 24].

Το κεφάλαιο αυτό επικεντρώνεται στην υλοποίηση τριών σκοπών. Ο πρώτος σκοπός είναι η παρουσίαση της έννοιας του διακριτού τυχαίου αθροίσματος. Ο δεύτερος σκοπός είναι η παρουσίαση μερικών ειδικών περιπτώσεων διακριτών τυχαίων αθροισμάτων. Ο τρίτος και βασικός σκοπός του κεφαλαίου αυτού είναι η θεμελίωση πρακτικών εφαρμογών στο χώρο της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας μιας πολύ σημαντικής κατηγορίας διακριτών τυχαίων αθροισμάτων. Η πρακτική συμβολή του κεφαλαίου αυτού είναι η διευκρίνιση του σημαντικού ρόλου μιας κατηγορίας διακριτών τυχαίων αθροισμάτων στην ανάπτυξη αποτελεσματικών προγραμμάτων Διοίκησης Ολικής Ποιότητας. Συγκεκριμένα, το κεφάλαιο αυτό θεμελιώνει τη σημασία των Poisson – Διωνυμικών τυχαίων αθροισμάτων στον έλεγχο της παραγωγικής διαδικασίας μιας επιχείρησης.

4.2 Έννοια Διακριτού Τυχαίου Αθροίσματος

Σκοπός της ενότητας αυτής είναι η παρουσίαση της πολύ σημαντικής έννοιας του διακριτού τυχαίου αθροίσματος.

Υποθέτουμε ότι N

είναι διακριτή τυχαία μεταβλητή με τιμές στο σύνολο

$$N_0 = 0, 1, 2, \dots$$

και

$$\{X_n, n = 1, 2, \dots\}$$

είναι ακολουθία διακριτών ανεξάρτητων και ισόνομων τυχαίων μεταβλητών με τιμές στο σύνολο

$$N_0 = 0, 1, 2, \dots$$

Ακόμη υποθέτουμε ότι η τυχαία μεταβλητή N

είναι ανεξάρτητη από την ακολουθία $\{X_n, n = 1, 2, \dots\}$.

Η τυχαία μεταβλητή

$$S = X_1 + X_2 + \dots + X_N$$

λέγεται τυχαίο άθροισμα διακριτών τυχαίων μεταβλητών ή απλούστερα διακριτό τυχαίο άθροισμα [25, 28, 32, 33, 41, 48]. Η μελέτη και η θεμελίωση πρακτικών εφαρμογών σε διάφορα γνωστικά πεδία ενός διακριτού τυχαίου αθροίσματος βασίζονται στον υπολογισμό της συνάρτησης πιθανότητας του αθροίσματος αυτού. Επειδή ο υπολογισμός αυτός είναι γενικά αδύνατος τότε ενδείκνυται να γίνεται υπολογισμός της αντίστοιχης πιθανογεννήτριας συνάρτησης.

Αν η τυχαία μεταβλητή N

έχει πιθανογεννήτρια συνάρτηση

$$P_N z$$

και κάθε μεταβλητή της ακολουθίας

$$\{X_n, n = 1, 2, \dots\}$$

έχει πιθανογεννήτρια συνάρτηση

$$P_X z$$

τότε εύκολα αποδεικνύεται ότι η πιθανογεννήτρια συνάρτηση του διακριτού τυχαίου αθροίσματος

$$S = X_1 + X_2 + \dots + X_N$$

έχει τη μορφή

$$P_S z = P_N \left(P_X z \right).$$

Ο υπολογισμός της πιθανογεννήτριας συνάρτησης ενός διακριτού τυχαίου αθροίσματος αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για τη θεμελίωση ιδιοτήτων και πρακτικών εφαρμογών του αθροίσματος αυτού [29]. Το μονοκόρυφο, η άπειρη διαιρετότητα, το αυτο-αναλυόμενο και η ευστάθεια είναι ιδιότητες κατανομών πιθανότητας με πολύ σημαντικό θεωρητικό και πρακτικό ενδιαφέρον. Η παρουσία των ιδιοτήτων αυτών στην κατανομή πιθανότητας ενός διακριτού τυχαίου αθροίσματος καθιστά το τυχαίο αυτό άθροισμα πολύ ισχυρό εργαλείο περιγραφής, ανάλυσης και επίλυσης σημαντικών προβλημάτων που εμφανίζονται σε πολλά εφαρμοσμένα γνωστικά πεδία. Συγκεκριμένα τα διακριτά μονοκόρυφα, απείρως διαιρετά, αυτο-αναλυόμενα και ευσταθή τυχαία αθροίσματα χρησιμοποιούνται ως ιδιαίτερος αποτελεσματικά στοχαστικά μοντέλα στην οικονομική επιστήμη, επιχειρησιακή έρευνα, πληροφορική, εφοδιαστική, κοινωνιολογία, κυβερνητική, στη θεωρία κινδύνου και ασφάλισης, διοικητική επιστήμη, θεωρία συστημάτων εξυπηρέτησης, θεωρία αξιοπιστίας, βιολογία, μελέτη αγοράς, μηχανική, συστηματική και πολλά άλλα εφαρμοσμένα γνωστικά πεδία [8, 38]. Οι κατηγορίες αυτές διακριτών τυχαίων αθροισμάτων δίνουν στους αναλυτές πραγματικών προβλημάτων την δυνατότητα δόμησης και εφαρμογής κριτηρίων λήψης άριστων αποφάσεων κάτω από συνθήκες αβεβαιότητας. Η δόμηση και εφαρμογή τέτοιων κριτηρίων διευκολύνει σημαντικά την υλοποίηση των διοικητικών λειτουργιών δηλαδή του προγραμματισμού, της οργάνωσης, στελέχωσης, διεύθυνσης και του ελέγχου. Η μελέτη των δυνατοτήτων των διακριτών τυχαίων αθροισμάτων ως ιδιαίτερος αποτελεσματικών στοχαστικών μοντέλων στις διάφορες περιοχές της διοικητικής επιστήμης αποτελεί μια πολύ ενδιαφέρουσα ερευνητική περιοχή. Η σχετική βιβλιογραφία έχει κάνει απόλυτα σαφές ότι τα θεωρητικά και πρακτικά αποτελέσματα της ερευνητικής αυτής περιοχής είναι πάρα πολύ χρήσιμα για την ανάπτυξη και υλοποίηση αποτελεσματικών προγραμμάτων που συνδέονται με τους διάφορους τακτικούς και στρατηγικούς στόχους ενός σύγχρονου και ιδιαίτερα πολύπλοκου οργανισμού.

4.3 Ειδικές Περιπτώσεις Διακριτών Τυχαίων Αθροισμάτων

Σκοπός της ενότητας αυτής είναι να παρουσιάσει ειδικές περιπτώσεις διακριτών τυχαίων αθροισμάτων που έχουν ιδιαίτερα σημαντικές εφαρμογές στη θεωρία και στην πράξη.

Υποθέτουμε ότι η τυχαία μεταβλητή N

ακολουθεί την κατανομή Poisson με πιθανογεννήτρια συνάρτηση

$$P_N(z) = \exp\left(\lambda(z-1)\right), \lambda > 0$$

και ότι κάθε τυχαία μεταβλητή της ακολουθίας $\{X_n, n = 1, 2, \dots\}$

ακολουθεί τη διωνυμική κατανομή με πιθανογεννήτρια συνάρτηση

$$P_X(z) = pz + q^m, 0 < p < 1, q = 1-p, m = 1, 2, \dots$$

Στην περίπτωση αυτή το διακριτό τυχαίο άθροισμα

$$S = X_1 + X_2 + \dots + X_N$$

λέγεται Poisson – Διωνυμικό τυχαίο άθροισμα και έχει πιθανογεννήτρια συνάρτηση

$$P_S(z) = \exp\left\{\lambda \left[(pz + q)^m - 1 \right]\right\}.$$

Το Poisson – διωνυμικό τυχαίο άθροισμα έχει σημαντικές πρακτικές εφαρμογές στα συστήματα εξυπηρέτησης, στην εφοδιαστική, στην διοίκηση κινδύνου, στην

ασφάλιση, στη μηχανική, στην επιχειρησιακή έρευνα και πολλά άλλα εφαρμοσμένα γνωστικά πεδία [39]. Ένας βασικός σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η θεμελίωση πρακτικών εφαρμογών του Poisson – διωνυμικού τυχαίου αθροίσματος για την περιγραφή, ανάλυση και επίλυση προβλημάτων που προκύπτουν στο χώρο της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας. Η επιδίωξη του σκοπού αυτού αποβλέπει στην ενίσχυση του ρόλου των διακριτών τυχαίων αθροισμάτων ως αποτελεσματικών στοχαστικών μοντέλων.

Υποθέτουμε ότι η τυχαία μεταβλητή N

ακολουθεί τη γεωμετρική κατανομή με πιθανογεννήτρια συνάρτηση

$$P_N(z) = \frac{p}{1-qz}, \quad 0 < p < 1, \quad q = 1-p$$

και ότι κάθε τυχαία μεταβλητή της ακολουθίας $\{X_n, n = 1, 2, \dots\}$

ακολουθεί την κατανομή Sibuya με πιθανογεννήτρια συνάρτηση

$$P_X(z) = 1 - (1-z)^\alpha, \quad 0 < \alpha \leq 1$$

Στην περίπτωση αυτή το διακριτό τυχαίο άθροισμα

$$S = X_1 + X_2 + \dots + X_N$$

λέγεται Γεωμετρικό – Sibuya τυχαίο άθροισμα. Η πιθανογεννήτρια συνάρτηση του τυχαίου αυτού αθροίσματος έχει τη μορφή

$$P_S(z) = \frac{p}{1-q \left[1 - (1-z)^\alpha \right]}$$

ή ισοδύναμα τη μορφή

$$P_S(z) = \frac{1}{1+c} \frac{1}{1-z}^\alpha$$

όπου $c = \frac{q}{p}$

Η κατανομή του Γεωμετρικού – Sibuya τυχαίου άθροισματος λέγεται κατανομή Mittag – Leffler [35]. Ιδιότητες της κατανομής Mittag – Leffler με πολύ σημαντικό θεωρητικό και πρακτικό ενδιαφέρον έχουν θεμελιωθεί από τους Pillai και Jayakumar [35]. Ιδιαίτερα η ιδιότητα του αυτό-αναλυόμενου της κατανομής Mittag – Leffler είναι εξαιρετικά χρήσιμη διότι συνεπάγεται την ιδιότητα του μονοκόρυφου που αποτελεί καθοριστικό παράγοντα των διαδικασιών λήψης άριστων αποφάσεων κάτω από συνθήκες αβεβαιότητας. Η ανάληψη ερευνητικών δραστηριοτήτων για τη θεμελίωση εφαρμογών της κατανομής Mittag – Leffler σε διάφορα πρακτικά γνωστικά πεδία φαίνεται να παρουσιάζει σημαντικό ενδιαφέρον.

Υποθέτουμε ότι η τυχαία μεταβλητή N

ακολουθεί την κατανομή Poisson με πιθανογεννήτρια συνάρτηση

$$P_N(z) = \exp[\lambda(z-1)], \lambda > 0$$

και ότι κάθε τυχαία μεταβλητή της ακολουθίας $\{X_n, n = 1, 2, \dots\}$

ακολουθεί την κατανομή Sibuya με πιθανογεννήτρια συνάρτηση

$$P_X(z) = 1 - (1-z)^\alpha, 0 < \alpha \leq 1.$$

Στην περίπτωση αυτή το διακριτό τυχαίο άθροισμα

$$S = X_1 + X_2 + \dots + X_N$$

λέγεται Poisson – Sibuya τυχαίο άθροισμα. Η πιθανογεννήτρια συνάρτηση του τυχαίου αυτού αθροίσματος έχει τη μορφή

$$P_S(z) = \exp \left\{ \lambda \left[1 - (1 - z)^\alpha - 1 \right] \right\}$$

ή ισοδύναμα τη μορφή

$$P_S(z) = \exp \left[-\lambda (1 - z)^\alpha \right].$$

Η κατανομή Poisson – Sibuya τυχαίου άθροίσματος λέγεται ευσταθής κατανομή [20]. Η κατανομή αυτή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη στις στοχαστικές διαδικασίες [21].

Επειδή η κατανομή Poisson έχει σημαντικότερες εφαρμογές σε πολλά θεωρητικά και πρακτικά γνωστικά πεδία και προκύπτει από την ευσταθή κατανομή όταν

$$\alpha = 1$$

τότε η μελέτη των θεωρητικών και πρακτικών εφαρμογών της ευσταθούς κατανομής παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον.

Υποθέτουμε ότι η τυχαία μεταβλητή N

ακολουθεί την κατανομή Sibuya με πιθανογεννήτρια συνάρτηση

$$P_N(z) = 1 - (1-z)^\alpha, \quad 0 < \alpha \leq 1$$

και ότι κάθε τυχαία μεταβλητή της ακολουθίας

$$\{X_n, n = 1, 2, \dots\}$$

ακολουθεί την κατανομή Sibuya με πιθανογεννήτρια συνάρτηση

$$P_X(z) = 1 - (1-z)^\beta, \quad 0 < \beta \leq 1.$$

Στην περίπτωση αυτή το διακριτό τυχαίο άθροισμα

$$S = X_1 + X_2 + \dots + X_N$$

λέγεται Sibuya - Sibuya τυχαίο άθροισμα. Η πιθανογεννήτρια συνάρτηση του τυχαίου αυτού αθροίσματος έχει τη μορφή

$$P_S(z) = 1 - \left\{ 1 - \left[1 - (1-z)^\beta \right] \right\}^\alpha$$

ή ισοδύναμα τη μορφή

$$P_S(z) = 1 - (1-z)^\gamma, \quad 0 < \gamma \leq 1$$

όπου $\gamma = \alpha \beta$.

Δηλαδή στην περίπτωση αυτή το διακριτό τυχαίο άθροισμα ακολουθεί την κατανομή Sibuya με παράμετρο $\gamma = \alpha \beta$.

Το συμπέρασμα το οποίο προκύπτει από την ειδική αυτή περίπτωση διακριτού τυχαίου άθροισματος είναι ότι η κλάση των κατανομών Sibuya είναι κλειστής ως προς την έννοια του τυχαίου άθροισματος. Η πρακτική ερμηνεία της ιδιότητας αυτής της κλάσης των κατανομών Sibuya φαίνεται να παρουσιάζει σημαντικό ενδιαφέρον.

Υποθέτουμε ότι η τυχαία μεταβλητή N

ακολουθεί την κατανομή Poisson με πιθανογεννήτρια συνάρτηση

$$P_N(z) = \exp\left[\lambda(z-1)\right], \quad \lambda > 0$$

και ότι κάθε τυχαία μεταβλητή της ακολουθίας $\{X_n, n = 1, 2, \dots\}$

ακολουθεί την γεωμετρική κατανομή με πιθανογεννήτρια συνάρτηση

$$P_X(z) = \frac{pz}{1-qz}, \quad 0 < p < 1, \quad q = 1-p.$$

Στην περίπτωση αυτή το διακριτό τυχαίο άθροισμα

$$S = X_1 + X_2 + \dots + X_N$$

λέγεται Poisson – Γεωμετρικό τυχαίο άθροισμα. Η πιθανογεννήτρια συνάρτηση του τυχαίου αυτού αθροίσματος έχει τη μορφή

$$P_S(z) = \exp\left[\lambda\left(\frac{pz}{1-qz} - 1\right)\right].$$

Η κατανομή Poisson – Γεωμετρικού τυχαίου άθροισματος λέγεται Polya – Aeppli κατανομή [33, 34]. Η κατανομή αυτή έχει ιδιαίτερα σημαντικές εφαρμογές σε πολλά γνωστικά πεδία [33, 34].

Υποθέτουμε ότι η τυχαία μεταβλητή N

ακολουθεί την κατανομή Poisson με πιθανογεννήτρια συνάρτηση

$$P_N(z) = \exp[\lambda(z-1)], \lambda > 0$$

και ότι κάθε τυχαία μεταβλητή της ακολουθίας $\{X_n, n = 1, 2, \dots\}$

ακολουθεί τη μετατοπισμένη κατανομή Poisson με πιθανογεννήτρια συνάρτηση

$$P_X(z) = z \exp[\mu(z-1)], \mu > 0.$$

Στην περίπτωση αυτή το διακριτό τυχαίο άθροισμα

$$S = X_1 + X_2 + \dots + X_N$$

λέγεται Poisson – Μετατοπισμένο Poisson τυχαίο άθροισμα. Η πιθανογεννήτρια συνάρτηση του τυχαίου αυτού αθροίσματος έχει τη μορφή

$$P_S(z) = \exp\left[\lambda\left(\mu e^{\mu(z-1)} - 1\right)\right].$$

Η κατανομή Poisson – Μετατοπισμένου Poisson τυχαίου άθροισματος λέγεται Thomas κατανομή [33, 34]. Η κατανομή αυτή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη στις στοχαστικές διαδικασίες [33, 34].

4.4 Διακριτά Τυχαία Αθροίσματα και Διοίκηση Ολικής Ποιότητας

Σκοπός της ενότητας αυτής είναι η θεμελίωση εφαρμογών του Poisson – Διωνυμικού τυχαίου άθροισματος

$$S = X_1 + X_2 + \dots + X_N$$

με πιθανογεννήτρια συνάρτηση

$$P_S(z) = \exp \left\{ \lambda \left[\left(p z + q \right)^m - 1 \right] \right\}$$

σε θέματα Διοίκησης Ολικής Ποιότητας.

Θεωρούμε μια επιχείρηση η οποία παράγει ένα προϊόν. Μια μονάδα του προϊόντος είναι κακής ποιότητας με πιθανότητα p

και η ίδια μονάδα του προϊόντος είναι καλής ποιότητας με πιθανότητα q .

Η ποιότητα μιας μονάδας του προϊόντος είναι ανεξάρτητη από την ποιότητα κάθε άλλης μονάδας του προϊόντος. Οι μονάδες του προϊόντος συσκευάζονται σε κιβώτια. Κάθε κιβώτιο περιέχει m

μονάδες του προϊόντος. Θεωρούμε το χρονικό διάστημα $[0, t]$, $t \geq 0$

και έστω $N(t)$

τυχαία μεταβλητή η οποία παριστάνει τον αριθμό των κιβωτίων που παράγει η επιχείρηση στο χρονικό διάστημα $[0, t]$.

Υποθέτουμε ότι $\{N(t), t \geq 0\}$

είναι ομογενής διαδικασία Poisson με πιθανογεννήτρια συνάρτηση

$$P_{N(t)}(z) = \exp[\lambda t (z-1)] .$$

Ακόμη υποθέτουμε ότι η τυχαία μεταβλητή

$$X_n, n = 1, 2, \dots$$

παριστάνει τον αριθμό των μονάδων κακής ποιότητας του προϊόντος που περιλαμβάνονται στο n

κιβώτιο που παρήγαγε η επιχείρηση στο χρονικό διάστημα $[0, t]$.

Επειδή το n

κιβώτιο περιλαμβάνει m μονάδες του προϊόντος και μια μονάδα του προϊόντος είναι κακής ποιότητας με πιθανότητα p

και είναι καλής ποιότητας με πιθανότητα q

τότε η τυχαία μεταβλητή $X_n, n = 1, 2, \dots$

ακολουθεί τη διωνυμική κατανομή με παραμέτρους m

και p .

Επομένως η πιθανογεννήτρια συνάρτηση της τυχαίας μεταβλητής X_n

είναι $P_X(z) = (pz + q)^m$.

Επειδή η συσκευασία ενός κιβωτίου είναι ανεξάρτητη από τη συσκευασία κάθε άλλου κιβωτίου τότε:

$$\{X_n, n = 1, 2, \dots\}$$

είναι μια ακολουθία ανεξάρτητων τυχαίων μεταβλητών που ακολουθούν τη διωνυμική κατανομή με παραμέτρους m

και p .

Η ανεξαρτησία της τυχαίας μεταβλητής $N(t)$

και της ακολουθίας

$$\{X_n, n = 1, 2, \dots\}$$

συνεπάγεται ότι η γενικευμένη ομογενής διαδικασία Poisson

$$R = X_1 + X_2 + \dots + X_{N(t)}$$

παριστάνει τον αριθμό των μονάδων κακής ποιότητας του προϊόντος που παρήγαγε η επιχείρηση στο χρονικό διάστημα $[0, t]$.

Επειδή η τυχαία μεταβλητή $N(1)$

έχει την ίδια κατανομή με την τυχαία μεταβλητή N

τότε το Poisson – Διωνυμικό τυχαίο άθροισμα

$$S = X_1 + X_2 + \dots + X_N$$

παριστάνει τον αριθμό των μονάδων κακής ποιότητας του προϊόντος που παρήγαγε η επιχείρηση στο χρονικό διάστημα $[0, 1]$.

Επειδή η επιχείρηση έχει τη δυνατότητα επιλογής της μονάδας μέτρησης του χρόνου τότε το Poisson – Διωνυμικό τυχαίο άθροισμα

$$S = X_1 + X_2 + \dots + X_N$$

αποτελεί ισχυρό αναλυτικό εργαλείο επίλυσης προβλημάτων στο χώρο της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας.

Οι πρακτικές εφαρμογές του Poisson – Διωνυμικού τυχαίου άθροισματος

$$S = X_1 + X_2 + \dots + X_N$$

στο χώρο της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας απαιτεί τον υπολογισμό της συνάρτησης πιθανότητας του τυχαίου αυτού αθροίσματος. Έχουμε

$$P(S=s) = P(X_1 + X_2 + \dots + X_N = s)$$

ή ισοδύναμα έχουμε

$$P(S=s) = \sum_{n=0}^{\infty} P(X_1 + X_2 + \dots + X_N = s | N=n) P(N=n).$$

Επομένως,

$$P(S=s) = \sum_{n=0}^{\infty} P(X_1 + X_2 + \dots + X_n = s | N=n) P(N=n).$$

Επειδή η τυχαία μεταβλητή N

που ακολουθεί την κατανομή Poisson με παράμετρο λ

είναι ανεξάρτητη από την ακολουθία των ανεξάρτητων τυχαίων μεταβλητών

$$\{X_n, n = 1, 2, \dots\}$$

που ακολουθούν τη διωνυμική κατανομή με παραμέτρους

m και p

τότε η τυχαία μεταβλητή N

είναι ανεξάρτητη από την τυχαία μεταβλητή

$$X_1 + X_2 + \dots + X_n .$$

Επομένως, έχουμε

$$P(S=s) = \sum_{n=0}^{\infty} P(X_1 + X_2 + \dots + X_n = s) P(N=n)$$

ή ισοδύναμα έχουμε

$$P(S=s) = \sum_{n=0}^{\infty} P(X_1 + X_2 + \dots + X_n = y) e^{-\lambda} \frac{\lambda^n}{n!} .$$

Επειδή κάθε τυχαία μεταβλητή της ακολουθίας $\{X_n, n = 1, 2, \dots\}$

ακολουθεί τη διωνυμική κατανομή με παραμέτρους

m και p

τότε η τυχαία μεταβλητή

$$X_1 + X_2 + \dots + X_n$$

ακολουθεί τη διωνυμική κατανομή με παραμέτρους

mn και p .

Επομένως η συνάρτηση πιθανότητας του Poisson – Διωνυμικού τυχαίου άθροισματος

$$S = X_1 + X_2 + \dots + X_N$$

έχει τη μορφή

$$P(S=s) = \sum_{n=0}^{\infty} \binom{mn}{s} p q^{mn-s} e^{-\lambda} \frac{\lambda^n}{n!} .$$

Η διαδικασία υπολογισμού της συνάρτησης πιθανότητας του Poisson – Διωνυμικού τυχαίου αθροίσματος

$$S = X_1 + X_2 + \dots + X_N$$

συντελεί σημαντικά στην κατανόηση του τρόπου λειτουργίας του τυχαίου αυτού αθροίσματος στην περιγραφή και επίλυση προβλημάτων στο χώρο της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας. Επειδή η μορφή της συνάρτησης πιθανότητας του Poisson – Διωνυμικού τυχαίου αθροίσματος είναι περίπλοκη τότε γίνεται αναγκαία η χρήση της πιθανογεννήτριας συνάρτησης

$$P_S(z) = \exp \left\{ \lambda \left[(pz+q)^m - 1 \right] \right\}$$

στις εφαρμογές του τυχαίου αυτού αθροίσματος στη Διοίκηση Ολικής Ποιότητας.

Η συνάρτηση πιθανότητας και η πιθανογεννήτρια συνάρτηση του Poisson – Διωνυμικού τυχαίου αθροίσματος

$$S = X_1 + X_2 + \dots + X_N$$

αποτελούν ισχυρότατα αναλυτικά εργαλεία για λήψη αποφάσεων βελτίωσης της ποιότητας του προϊόντος που παράγει η επιχείρηση και οι οποίες βασίζονται στο τυχαίο αυτό άθροισμα.

Η μέση τιμή του Poisson – Διωνυμικού τυχαίου αθροίσματος

$$S = X_1 + X_2 + \dots + X_N$$

μπορεί να ενισχύσει σημαντικά τη λήψη αποφάσεων στο χώρο της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας. Η πιθανογεννήτρια συνάρτηση

$$P_S(z) = \exp \left\{ \lambda \left[(pz + q)^m - 1 \right] \right\}$$

εύκολα οδηγεί στον τύπο $E(S) = \lambda m p$.

Η παρουσία των παραμέτρων

λ , m και p

στη μέση τιμή του αριθμού των παραγόντων προϊόντων είναι καθοριστική για τη διαμόρφωση και υλοποίηση στρατηγικών στόχων της επιχείρησης.

Το άριστο σενάριο για την επιχείρηση είναι η μη παραγωγή κακής ποιότητας μονάδων του προϊόντος στο χρονικό διάστημα $[0, 1]$

Αυτό σημαίνει θεώρηση του ενδεχομένου $S = 0$

Από την πιθανογεννήτρια συνάρτηση

$$P_S(z) = \exp \left\{ \lambda \left[(pz+q)^m - 1 \right] \right\}$$

του Poisson – Διωνυμικού τυχαίου αθροίσματος

$$S = X_1 + X_2 + \dots + X_N$$

προκύπτει ότι

$$P(S=0) = P_Y(0).$$

Επομένως,

$$P(S=0) = \exp \left[\lambda (q^m - 1) \right]$$

είναι η πιθανότητα πραγματοποίησης του άριστου σεναρίου για την επιχείρηση.

Το άριστο σενάριο για την επιχείρηση γίνεται και το πιθανότερο σενάριο αν η συνάρτηση πιθανότητας του Poisson – Διωνυμικού τυχαίου αθροίσματος

$$S = X_1 + X_2 + \dots + X_N$$

ικανοποιεί την συνθήκη

$$P(S=s) > P(S=s+1), \quad s=0,1,2,\dots$$

Η συνθήκη αυτή συνεπάγεται ότι η συνάρτηση πιθανότητας

$$P(S=s) = \sum_{n=0}^{\infty} \binom{mn}{s} p^s q^{mn-s} e^{-\lambda} \frac{\lambda^n}{n!}$$

του Poisson – Διωνυμικού τυχαίου αθροίσματος

$$S = X_1 + X_2 + \dots + X_N$$

έχει μοναδική κορυφή στο σημείο 0 .

Επομένως η θεμελίωση ικανών συνθηκών για τη θεμελίωση του μονοκόρυφου στο σημείο 0

της συνάρτησης πιθανότητας

$$P(S=s) = \sum_{n=0}^{\infty} \binom{mn}{s} p^s q^{mn-s} e^{-\lambda} \frac{\lambda^n}{n!}$$

αποτελεί ισχυρότατο αποτέλεσμα για τον καθορισμό και πραγματοποίηση στρατηγικών στόχων της επιχείρησης που σχετίζονται με την πολύ καλή ποιότητα των μονάδων του παραγόμενου προϊόντος. Η θεμελίωση του μονοκόρυφου στο σημείο 0

της συνάρτησης πιθανότητας

$$P(S=s) = \sum_{n=0}^{\infty} \binom{mn}{s} p^s q^{mn-s} e^{-\lambda} \frac{\lambda^n}{n!}$$

είναι ένα ανοικτό ερευνητικό πρόβλημα. Είναι προφανές ότι η λύση του προβλήματος αυτού απαιτεί τη θεμελίωση σχέσεων μεταξύ των παραμέτρων

λ , m και p .

Μια ενδεχόμενη θεμελίωση του μονοκόρυφου στο σημείο

0

της συνάρτησης πιθανότητας

$$P(S=s) = \sum_{n=0}^{\infty} \binom{mn}{y} p^s q^{mn-s} e^{-\lambda} \frac{\lambda^n}{n!}$$

του Poisson – Διωνυμικού τυχαίου αθροίσματος

$$S = X_1 + X_2 + \dots + X_N$$

είναι η περίπτωση παράστασης του τυχαίου αθροίσματος

$$S = X_1 + X_2 + \dots + X_N$$

στη μορφή του στοχαστικού μοντέλου

$$C = \begin{bmatrix} T & U \end{bmatrix}$$

όπου

T

είναι διακριτή τυχαία μεταβλητή με τιμές στο σύνολο

$$N = 1, 2, \dots, \quad U$$

είναι τυχαία μεταβλητή η οποία ακολουθεί την ομοιόμορφη κατανομή στο διάστημα

$$\left[0, 1 \right]$$

και είναι ανεξάρτητη από την τυχαία μεταβλητή

$$T \text{ και } [T U]$$

παριστάνει το ακέραιο μέρος της τυχαίας μεταβλητής $T U$.

Η θεμελίωση ικανών συνθηκών για την ενσωμάτωση του Poisson – Διωνυμικού τυχαίου αθροίσματος

$$S = X_1 + X_2 + \dots + X_N$$

σε διάφορες σημαντικές κλάσεις τυχαίων μεταβλητών μπορεί να διευκολύνει σε πολύ μεγάλο βαθμό την επέκταση των εφαρμογών του τυχαίου αυτού αθροίσματος στην περιγραφή και επίλυση προβλημάτων που εμφανίζονται στο χώρο της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η ενσωμάτωση του Poisson – Διωνυμικού τυχαίου αθροίσματος

$$S = X_1 + X_2 + \dots + X_N$$

στην κλάση των αυτο-αναλυόμενων τυχαίων μεταβλητών. Μια τέτοια ενσωμάτωση εξασφαλίζει το μονοκόρυφο της συνάρτησης πιθανότητας

$$P(S=s) = \sum_{n=0}^{\infty} \binom{mn}{s} p^s q^{mn-s} e^{-\lambda} \frac{\lambda^n}{n!}$$

του Poisson – Διωνυμικού τυχαίου αθροίσματος

$$S = X_1 + X_2 + \dots + X_N.$$

Η εξασφάλιση του μονοκόρυφου αυτού μειώνει σημαντικά την ασάφεια που εμφανίζεται στη διαδικασία λήψης αποφάσεων Διοίκησης Ολικής Ποιότητας.

Η χρήση του Poisson – Διωνυμικού τυχαίου αθροίσματος

$$S = X_1 + X_2 + \dots + X_N$$

ως αποτελεσματικού στοχαστικού μοντέλου λήψης αποφάσεων στο χώρο της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας υποστηρίζεται από τους ακόλουθους παράγοντες.

Ο πρώτος παράγοντας είναι η παρουσία της ομογενούς διαδικασίας Poisson

$$\left\{ N(t), t \geq 0 \right\}$$

στη μαθηματική δομή του Poisson – Διωνυμικού τυχαίου αθροίσματος

$$S = X_1 + X_2 + \dots + X_N.$$

Η ομογενής διαδικασία Poisson θεωρείται ως η πλέον σημαντική στοχαστική διαδικασία αρίθμησης.

Ο δεύτερος παράγοντας είναι η παρουσία της διωνυμικής κατανομής

$$P(X=x) = \binom{m}{x} p^x q^{m-x}, \quad x = 0, 1, 2, \dots, m$$

στη μαθηματική δομή του Poisson – Διωνυμικού τυχαίου αθροίσματος

$$S = X_1 + X_2 + \dots + X_N.$$

Η διωνυμική κατανομή θεωρείται ως η κατανομή με σημαντικότερες εφαρμογές σε πολλά γνωστικά πεδία.

Ο τρίτος παράγοντας είναι η δυνατότητα της επιχείρησης να θεωρήσει το χρονικό διάστημα $[0, 1]$

ως δομικό διάστημα λήψης αποφάσεων στο χώρο της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας.

Ο παράγοντας αυτός επιτρέπει την εισαγωγή της τυχαίας μεταβλητής N η οποία ακολουθεί την κατανομή Poisson με παράμετρο λ ,

στη μαθηματική δομή του Poisson – Διωνυμικού τυχαίου αθροίσματος

$$S = X_1 + X_2 + \dots + X_N.$$

Ο τέταρτος παράγοντας είναι η ανεξαρτησία της τυχαίας μεταβλητής N από την ακολουθία των ανεξάρτητων τυχαίων μεταβλητών

$$\{X_n, n = 1, 2, \dots\}.$$

Οι παράγοντες αυτοί καθιστούν σαφές ότι το Poisson – Διωνυμικό τυχαίο άθροισμα

$$S = X_1 + X_2 + \dots + X_N$$

μπορεί να αποτελέσει ένα πολύ σημαντικό δομικό στοιχείο ανάπτυξης ενός αποτελεσματικού προγράμματος Διοίκησης Ολικής Ποιότητας.

Ιδιαίτερο πρακτικό ενδιαφέρον στο χώρο της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας παρουσιάζει η ακόλουθη επέκταση του Poisson – Διωνυμικού τυχαίου αθροίσματος

$$S = X_1 + X_2 + \dots + X_N.$$

Υποθέτουμε ότι η παράμετρος λ της κατανομής Poisson, η οποία περιγράφει τη πιθανοθεωρητική συμπεριφορά της τυχαίας μεταβλητής N ,

είναι τυχαία μεταβλητή Λ με συνάρτηση κατανομής $F_{\Lambda}(\lambda)$.

Η υπόθεση αυτή ενισχύει την ανάληψη ερευνητικών δραστηριοτήτων που επικεντρώνονται στην ανάπτυξη και εφαρμογή στοχαστικών μοντέλων για την περιγραφή και επίλυση προβλημάτων στο χώρο της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας.

Μια ακόμη ενδιαφέρουσα επέκταση του Poisson – Διωνυμικού τυχαίου αθροίσματος

$$S = X_1 + X_2 + \dots + X_N$$

είναι η ακόλουθη.

Υποθέτουμε ότι η παράμετρος m της διωνυμικής κατανομής, η οποία περιγράφει τη πιθανοθεωρητική συμπεριφορά της τυχαίας μεταβλητής X

είναι τυχαία μεταβλητή με συνάρτηση κατανομής $F_M(m)$

Η υπόθεση αυτή δίνει νέες δυνατότητες για τις πρακτικές εφαρμογές των σύνθετων κατανομών πιθανότητας στο χώρο της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας.

Οι προτεινόμενες επεκτάσεις του Poisson – Διωνυμικού τυχαίου αθροίσματος

$$S = X_1 + X_2 + \dots + X_N$$

αποκτούν σημαντικό πρακτικό ενδιαφέρον όταν βασίζονται στα πολύ ισχυρά αποτελέσματα των τεχνικών προσομοίωσης με ηλεκτρονικό υπολογιστή. Το Poisson – Διωνυμικό τυχαίο άθροισμα

$$S = X_1 + X_2 + \dots + X_N$$

και οι δύο προτεινόμενες επεκτάσεις του τυχαίου αυτού αθροίσματος καθίστανται εξαιρετικά χρήσιμα πρακτικά εργαλεία στη λήψη αποφάσεων Διοίκησης Ολικής Ποιότητας όταν εκμεταλλεύονται τις εξαιρετικές δυνατότητες των τεχνικών προσομοίωσης Monte Carlo.

Η μαθηματική δομή του Poisson – Διωνυμικού τυχαίου αθροίσματος

$$S = X_1 + X_2 + \dots + X_N$$

και οι καθολικά αναγνωρίσιμες πρακτικές δυνατότητες των τεχνικών προσομοίωσης Monte Carlo μπορούν να αποτελέσουν ισχυρά αναλυτικά εργαλεία περιγραφής, ανάλυσης και εφαρμογής αποτελεσματικών διαδικασιών για τη βελτίωση των αρχών και των στόχων του πολύ σημαντικού γνωστικού πεδίου της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας.

4.5 Συμπεράσματα

Η συμβολή του κεφαλαίου αυτού είναι η εισαγωγή της έννοιας του διακριτού τυχαίου αθροίσματος, η παρουσίαση ειδικών περιπτώσεων του τυχαίου αυτού αθροίσματος και η θεμελίωση νέων πρακτικών εφαρμογών στο χώρο της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας μιας εξαιρετικά σημαντικής κατηγορίας τέτοιων αθροισμάτων. Συμπερασματικά η ουσιαστική συμβολή του δευτέρου κεφαλαίου είναι η απόλυτη διευκρίνιση του πολύ σημαντικού ρόλου των Poisson, διωνυμικών τυχαίων αθροισμάτων στην ανάπτυξη προγραμμάτων της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΘΕΤΙΚΩΝ ΤΥΧΑΙΩΝ ΑΘΡΟΙΣΜΑΤΩΝ

ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΟΛΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ

5.1 Εισαγωγή

Το κεφάλαιο αυτό επικεντρώνεται στις εφαρμογές θετικών τυχαίων αθροισμάτων στην περιγραφή, ανάλυση και επίλυση προβλημάτων που εμφανίζονται στο χώρο της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας. Τα αποτελέσματα του κεφαλαίου αυτού επεκτείνουν τα αποτελέσματα του προηγούμενου κεφαλαίου. Συγκεκριμένα, το τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζει την έννοια του θετικού Poisson –Διωνυμικού τυχαίου αθροίσματος και προτείνει το τυχαίο αυτό άθροισμα ως ισχυρό αναλυτικό εργαλείο στοχαστικής μοντελοποίησης προβλημάτων της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας. Η παρουσία της τυχαίας μεταβλητής Poisson, η παρουσία της διωνυμικής τυχαίας μεταβλητής και η παρουσία μιας θετικής τυχαίας μεταβλητής στη μαθηματική δομή του θετικού Poisson –Διωνυμικού τυχαίου αθροίσματος αποτελούν καθοριστικούς παράγοντες ανάλυσης ερευνητικών δραστηριοτήτων που επικεντρώνονται στη θεωρητική και πρακτική εφαρμοσιμότητα του τυχαίου αυτού αθροίσματος.

5.2 Έννοια Θετικού Poisson – Διωνυμικού Τυχαίου Αθροίσματος

Σκοπός της ενότητας αυτής είναι η εισαγωγή της έννοιας του θετικού Poisson – Διωνυμικού τυχαίου αθροίσματος

Υποθέτουμε ότι η τυχαία μεταβλητή N

ακολουθεί την κατανομή Poisson με πιθανογεννήτρια συνάρτηση

$$P_N(z) = \exp[\lambda(z-1)], \lambda > 0$$

και ότι κάθε τυχαία μεταβλητή της ακολουθίας $\{X_n, n = 1, 2, \dots\}$

ακολουθεί τη διωνυμική κατανομή με πιθανογεννήτρια συνάρτηση

$$P_X z = pz + q^m, 0 < p < 1, q = 1 - p, m = 1, 2, \dots,$$

και ότι $\{X_n, n = 1, 2, \dots\}$

είναι ακολουθία ανεξάρτητων τυχαίων μεταβλητών.

Επίσης υποθέτουμε ότι $\{C_s, s = 1, 2, \dots\}$

είναι ακολουθία θετικών, ανεξάρτητων τυχαίων μεταβλητών ισόνομων με την τυχαία μεταβλητή C

της οποίας η χαρακτηριστική συνάρτηση είναι $\varphi_C u$.

Αν N , $\{X_n, n = 1, 2, \dots\}$ και $\{C_s, s = 1, 2, \dots\}$

είναι ανεξάρτητες τότε

$$S = X_1 + X_2 + \dots + X_N$$

είναι ένα Poisson – Διωνυμικό τυχαίο άθροισμα με πιθανογεννήτρια συνάρτηση

$$P_S(z) = \exp \left\{ \lambda \left[\left(pz + q \right)^m - 1 \right] \right\}$$

και η τυχαία μεταβλητή

$$Y = C_1 + C_2 + \dots + C_S$$

λέγεται θετικό Poisson – Διωνυμικό τυχαίο άθροισμα [6, 9, 10, 39]. Η χαρακτηριστική συνάρτηση $\varphi_Y(u)$

του θετικού Poisson – Διωνυμικού τυχαίου αθροίσματος

$$Y = C_1 + C_2 + \dots + C_S$$

είναι
$$\varphi_Y(u) = \exp \left\{ \lambda \left[\left(p \varphi_C u + q \right)^m - 1 \right] \right\}$$

Σκοπός του κεφαλαίου αυτού είναι η θεμελίωση πρακτικών εφαρμογών του θετικού Poisson – Διωνυμικού τυχαίου αθροίσματος

$$Y = C_1 + C_2 + \dots + C_S$$

σε θέματα Διοίκησης Ολικής Ποιότητας. Το κεφάλαιο αυτό επεκτείνει τα θεωρητικά και πρακτικά αποτελέσματα του προηγούμενου κεφαλαίου της παρούσας εργασίας.

5.3 Θετικά Τυχαία Αθροίσματα και Διοίκηση Ολικής Ποιότητας

Σκοπός της ενότητας αυτής είναι η θεμελίωση εφαρμογών του θετικού Poisson – Διωνυμικού τυχαίου αθροίσματος

$Y = C_1 + C_2 + \dots + C_S$ σε θέματα της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας.

Θεωρούμε μια επιχείρηση η οποία παράγει ένα προϊόν. Μια μονάδα του προϊόντος είναι κακής ποιότητας με πιθανότητα p

και η ίδια μονάδα του προϊόντος είναι καλής ποιότητας με πιθανότητα q

Η ποιότητα μιας μονάδας του προϊόντος είναι ανεξάρτητη από την ποιότητα κάθε άλλης μονάδας του προϊόντος. Οι μονάδες του προϊόντος συσκευάζονται σε κιβώτια.

Κάθε κιβώτιο περιέχει m

μονάδες του προϊόντος.

Θεωρούμε το χρονικό διάστημα

$$[0, t], \quad t \geq 0$$

και θεωρούμε την τυχαία μεταβλητή $N(t)$

η οποία παριστάνει τον αριθμό των κιβωτίων που παράγει η επιχείρηση στο χρονικό διάστημα $[0, t]$.

Υποθέτουμε ότι $\left\{ N(t), t \geq 0 \right\}$

είναι ομογενής διαδικασία Poisson με ένταση λ .

Επίσης υποθέτουμε ότι η τυχαία μεταβλητή $X_n, n = 1, 2, \dots$

παριστάνει τον αριθμό των μονάδων κακής ποιότητας του προϊόντος που περιλαμβάνονται στο n

κιβώτιο που παρήγαγε η επιχείρηση στο χρονικό διάστημα $[0, t]$.

Επειδή το n

κιβώτιο περιλαμβάνει m μονάδες του προϊόντος και κάθε μονάδα του προϊόντος είναι κακής ποιότητας με πιθανότητα p

και είναι καλής ποιότητας με πιθανότητα q

τότε η τυχαία μεταβλητή $X_n, n = 1, 2, \dots$

ακολουθεί την διωνυμική κατανομή με παραμέτρους

m και p .

Επειδή η συσκευασία ενός κιβωτίου είναι ανεξάρτητη από τη συσκευασία κάθε άλλου κιβωτίου τότε

$X_n, n = 1, 2, \dots$

είναι ακολουθία ανεξάρτητων τυχαίων μεταβλητών που ακολουθούν τη διωνυμική κατανομή με παραμέτρους m, p .

Επειδή η τυχαία μεταβλητή $N(t)$

είναι ανεξάρτητη από την ακολουθία $X_n, n = 1, 2, \dots$

τότε η γενικευμένη ομογενής διαδικασία Poisson

$$R = X_1 + X_2 + \dots + X_{N(t)}$$

παριστάνει τον αριθμό των μονάδων κακής ποιότητας του προϊόντος που παρήγαγε η επιχείρηση στο χρονικό διάστημα $[0, t]$.

Επειδή η τυχαία μεταβλητή $N(t)$

έχει την ίδια κατανομή με την τυχαία μεταβλητή N

τότε το Poisson – Διωνυμικό τυχαίο άθροισμα

$$S = X_1 + X_2 + \dots + X_S$$

παριστάνει τον αριθμό των μονάδων κακής ποιότητας του προϊόντος που παρήγαγε η επιχείρηση στο χρονικό διάστημα $[0, 1]$.

Η επιχείρηση έχει τη δυνατότητα επιλογής της μονάδας μέτρησης του χρόνου. Επομένως το Poisson – Διωνυμικό τυχαίο άθροισμα

$$S = X_1 + X_2 + \dots + X_N$$

αποτελεί ισχυρό αναλυτικό εργαλείο επίλυσης προβλημάτων στο χώρο της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας.

Υποθέτουμε ότι η θετική τυχαία μεταβλητή C_S

παριστάνει το κόστος το οποίο συνεπάγεται για την επιχείρηση η παραγωγή της S μονάδας του προϊόντος της οποίας η ποιότητα είναι κακή. Οι τυχαίες μεταβλητές της ακολουθίας $C_s, s = 1, 2, \dots$ είναι ανεξάρτητες.

Επειδή $N, X_n, n = 1, 2, \dots$ και $C_s, s = 1, 2, \dots$

είναι ανεξάρτητες τότε το θετικό Poisson – Διωνυμικό τυχαίο άθροισμα

$$Y = C_1 + C_2 + \dots + C_S$$

παριστάνει το ολικό κόστος για την επιχείρηση από τον αριθμό των μονάδων κακής ποιότητας που παράγονται στο χρονικό διάστημα $[0, 1]$.

Είναι απόλυτα προφανές ότι η κατανομή πιθανότητας του θετικού Poisson – Διωνυμικού τυχαίου αθροίσματος

$$Y = C_1 + C_2 + \dots + C_S$$

εφοδιάζει αναλυτές και διοικητικά στελέχη με σημαντικές πληροφορίες για την αντιμετώπιση προβλημάτων στο χώρο της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας [3, 13, 14, 15, 17, 19].

5.4 Συμπεράσματα

Η θεωρητική συμβολή του κεφαλαίου αυτού συνίσταται στη θεώρηση της έννοιας του θετικού Poisson – Διωνυμικού τυχαίου αθροίσματος. Η θεμελίωση πρακτικών εφαρμογών του τυχαίου αυτού αθροίσματος σε προβλήματα κόστους στο χώρο της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας αποτελεί την πρακτική συμβολή του κεφαλαίου αυτού.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Artikis, P. and Artikis, C. Stochastic Models in Fundamental Risk Management Operations, *International Review of Economics and Business*, 51 (2004), 207 - 219.
- [2] Artikis, C. and Artikis, P. Poisson Random Sums in Modelling Operations for Treatment of Ongoing Risk Occurrences, *Spoudai*, 55 (2005), 32 – 47.
- [3] Artikis, P. and Artikis, C. Properties and Applications in Risk Management Operations of a Stochastic Discounting Model, *Journal of Statistics and Management Systems*, 8 (2005), 317 – 330.
- [4] Artikis, P. Artikis, C. Fountas, C. and Hatzopoulos, P. Discrete Renewal and Selfdecomposable Distributions in Modelling Information Risk Management Operations, *Journal of Statistics and Management Systems*, 9 (2006), 73 – 85.
- [5] Artikis, C. Artikis, P. and Fountas, C. Risk Management Operations Described by a Stochastic Discounting Model Incorporating a Random Sum of Cash Flows and a Random Maximum of Recovery Times, *Journal of Statistics and Management Systems*, 10 (2007), 439 – 450.
- [6] Artikis, C. and Artikis, P. Incorporating a Random Number of Independent Competing Risks in Discounting a Continuous Uniform Cash Flow with Rate of Payment Being a Random Sum, *Journal of Interdisciplinary Mathematics*, 10 (2007), 487 – 495.
- [7] Artikis, C. and Artikis, P. Properties and Applications of a Stochastic Multiplicative Model, *Journal of Interdisciplinary Mathematics*, 10 (2007), 479 – 486.

- [8] Artikis, C. Artikis, P. and Hatzopoulos, P. Certain Classes of Discrete Distributions in Modelling Risk Control Operations and Establishing a Transformation for Probability Generating Functions, *Journal of Interdisciplinary Mathematics*, 11 (2008), 141 – 150.
- [9] Artikis, C. Artikis, P. and Moshakis, J. Stochastic Compounding Models for Continuous Uniform Cash Flows Arising in Risk Management, *Journal of Statistics and Management Systems*, 11 (2008), 277 – 301.
- [10] Artikis, P. and Artikis, C. Thinning of Renewal Processes in Stochastic Discounting Models and Risk Frequency Reduction Operations, *Journal of Interdisciplinary Mathematics*, 11 (2008), 291 – 300.
- [11] Artikis, P. and Artikis, C. Random Sums of Integral Part Models in Computer Systems Operations, *Journal of Discrete Mathematical Sciences and Cryptography*, 11 (2008), 209 – 217.
- [12] Artikis, C. and Artikis, P. Bernoulli Selecting Processes and Integral Part Models in Establishing Properties and Applications of a Discrete Distribution, *Journal of Interdisciplinary Mathematics*, 11 (2008), 443 – 450.
- [13] Bailey, N. *The Elements of Stochastic Processes with Applications to the Natural Sciences*, New York: Wiley (1964).
- [14] Barlow, R. and Proschan, F. *Mathematical Theory of Reliability*, New York: Wiley (1965).
- [15] Chandra, S. On the Mixtures of Probability Distributions, *Scandinavian Journal of Statistics*, 4 (1977), 105 – 112.
- [16] Charnes, A. and Cooper, W.W. *Management Models and Industrial Applications of Linear Programming*, Vol. 1-2, John Wiley and Sons, New York (1961).

- [17] Chukwu, W. and Gupta, D. On Mixing Generalized Poisson with Generalized Gamma Distribution, *Metron*, 47 (1989), 314 – 318.
- [18] Cole, R. Bacdayan, P. and White, B. Quality Participation and Competitiveness, *California Management Review*, 35 No.3.
- [19] Consul, P. *Generalized Poisson Distributions*, New York: Dekker (1989).
- [20] Consul, P. and Shoukri, M. The Generalized Poisson Distribution when the Sample Mean is Larger than the Sample Variance, *Communications in Statistics – Theory and Methods*, 14 (1985), 667 – 681.
- [21] Devroye, L. A Triptych of Discrete Distributions related to the Stable Law, *Statistics & Probability Letters*, 18 (1993), 349 -351.
- [22] Dubey, S. Compound Pascal Distributions, *Annals of the Institute of Statistical Mathematics*, 18 (1966), 357 – 365.
- [23] Fishburn, P.C. Markovian Dependence in Utility Theory with Whole Product Sets, *Operations Research* 13 (1965), 238 – 257.
- [24] Gold, L. Generalized Poisson Distributions, *Annals of the Institute of Statistical Mathematics*, 9 (1957), 43 – 47.
- [25] Holgate, P. The Modality of some Compound Poisson Distributions, *Biometrika*, 57 (1970), 666 – 667.
- [26] Juran, J. *Made in U.S.A: A Renaissance in Quality*, *Harvard Business Review*, 1993, 42 – 50.
- [27] Koopmans, T.C. *Activity Analysis of Production and Allocation*, John Wiley & Sons, New York (1951).

- [28] Maceda, E. On the Compound and Generalized Poisson Distributions, *Annals of Mathematical Statistics*, 19 (1948), 414 – 416.
- [29] Medgyessy, P. *Decomposition of Superpositions of Density Functions and Discrete Distributions*, Budapest: Akademia Kiado, Bristol (1977).
- [30] Ord, J. *Families of Frequency Distributions*, London: Griffin (1972).
- [31] Pareto, V. *Course of Political Economy*, Lausanne (1896).
- [32] Parzen, E. *Stochastic Processes with Applications to Science and Engineering*, San Francisco: Holden – Day (1962).
- [33] Patel, J. Kapardia, C. and Owen, D. *Handbook of Statistical Distributions*, New York: Dekker (1976).
- [34] Patil, G. and Joshi, S. *A Dictionary and Bibliography of Discrete Distributions*, Edinburgh: Oliver and Boyd (1968).
- [35] Pillai, R. and Jayakumar, K. Discrete Mittag – Leffler Distributions, *Statistics & Probability Letters*, 23 (1995), 271 – 274.
- [36] Plenert, G. *Management Cybernetics: Total Quality Management*, *Cybernetes*, 24 (1995), 55 – 59.
- [37] Price, M. and Chen, E. *Total Quality Management In 3 small- High- Technology Company*, 35 No. 3.
- [38] Rao, C. and Srivastava, R. Some Characterization Based on a Multi-variate Splitting model, *Sankhya, Series A*, 41 (1979), 124 – 128.
- [39] Rontos, K. and Artikis, C. *Applications in Systemics of Poisson Binomial Random Sums* (Submitted for Publication).

- [40] Roy, B. Classement et choix en présence de points de vue multiples (la méthode ELECTRE), *RIRO*, 2e année (1968), 57-75.
- [41] Sherbrooke, C. Discrete Compound Poisson Processes and Tables of the Geometric Poisson distribution, *Naval Research Logistics Quarterly*, 15 (1968), 189 – 203.
- [42] Σίσκος, Γ. Μοντέλα Αποφάσεων, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Αθήνα (2008).
- [43] Σίσκος, Γ. Γραμμικός Προγραμματισμός, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Αθήνα (2000).
- [44] Σπανός, Α. Ολική ποιότητα, 20 (1993).
- [45] Taylor, H. and Karlin, S. An Introduction to Stochastic Modeling, Orlando, Academic Press (1984).
- [46] Τσιώτρας, Γ. Βελτίωση Ποιότητας, 1995, 15.
- [47] Von Neumann, J. and Morgenstern O. Theory of Games and Economic Behavior, Princeton University Press (1944).
- [48] Willmot, G. Mixed Compound Poisson Distributions, *ASTIN Bulletin*, 16(1986), (1986), 59 – 79.