



**ΑΝΩΤΑΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΤΟΜΕΑ**

**ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΜΕ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ»**

**ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΣΕ
ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΑΝΑΘΕΣΗΣ ΣΕ ΘΕΣΕΙΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Σκαμαγκούλη Αμαλία

Επιβλέπων Καθηγητής: Αθ. Σπυριδάκος

Ακαδημαϊκό Έτος 2017-2018

Πρόλογος

Η παρούσα μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Επιστήμη των Αποφάσεων με Πληροφοριακά Συστήματα του Τμήματος Διοίκησης Επιχειρήσεων του ΑΕΙ Πειραιά ΤΤ.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω πρώτα από όλους τον επιβλέποντα καθηγητή της μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας μου κ. Αθανάσιο Σπυριδάκο για την αμέριστη βοήθεια του και πολύτιμη καθοδήγηση του κατά τη διάρκεια εκπόνησής της.

Τέλος οφείλω να ευχαριστήσω θερμά οικογένεια και φίλες για την διαρκή συμπαράσταση και παρότρυνσή τους για την ολοκλήρωση αυτής της εργασίας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη	3
1 Διοίκηση Ανθρώπινου Δυναμικού	5
1.1 Εισαγωγή.....	5
1.2 Στόχοι της Διοίκησης Ανθρώπινων Πόρων.....	6
1.3 Οργανωσιακή δικαιοσύνη.....	13
1.4 Επιχειρησιακή Έρευνα και Επιλογή Ανθρώπινου Δυναμικού	15
2 Επιχειρησιακή Έρευνα	19
2.1 Εισαγωγή.....	19
2.2 Πολυκριτηριακή Ανάλυση Αποφάσεων	20
2.3 Μεθοδολογικό Πλαίσιο Πολυκριτηριακής Ανάλυσης	22
2.4 Βασικές Μεθοδολογικές Προσεγγίσεις	26
2.5 Πεδία εφαρμογών και Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων	27
3 Μοντέλα Πολυκριτηριακής Ανάλυσης.....	29
3.1 Αναλυτική Ιεραρχική Διαδικασία (AHP)	29
3.2 Μέθοδος Simos	33
3.3 Μέθοδος WAP (Criteria Weights Assessment through Prioritization)	35
4 Πρόβλημα Ανάθεσης.....	40
5 Παράδειγμα Εφαρμογής	44
6 Συμπεράσματα.....	55
Βιβλιογραφία	56
Παράρτημα.....	60

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία ασχολούμαστε με το πολυκριτηριακό πρόβλημα της ανάθεσης εργαζομένων σε θέσεις εργασίας.

Στο πρώτο κεφάλαιο αναφερόμαστε γενικά στην Διοίκηση Ανθρώπινου Δυναμικού ή Ανθρωπίνων Πόρων και στους στόχους της (οργανωσιακοί, λειτουργικοί, κοινωνικοί και προσωπικοί). Αναλύονται οι βασικές λειτουργίες του τμήματος διοίκησης ανθρωπίνων πόρων δηλαδή αυτές της προσέλκυσης των ανθρωπίνων πόρων στις διαθέσιμες θέσεις εργασίας που ένας οργανισμός διαθέτει, της επιλογής στη συνέχεια του κατάλληλου προσωπικού, της εκπαίδευσης του προσωπικού που έχει επιλεγεί, της αξιολόγησης της απόδοσης των ανθρωπίνων πόρων κατά τη διάρκεια της εργασίας τους στον συγκεκριμένο οργανισμό ή επιχείρηση από τον οποίο έχουν προσληφθεί και τέλος της υποκίνησης του προσωπικού ή της υπόδειξης των κατευθυντήριων γραμμών για την υποκίνηση του προσωπικού από την ανώτερη διοίκηση. Έχοντας σαν φιλοσοφία ότι ο εργαζόμενος αποτελεί ανταγωνιστικό πλεονέκτημα κάθε επιχείρησης αποτυπώνονται όλες εκείνες οι διαδικασίες προκειμένου να επιτευχθεί να επιλεγεί «ο κατάλληλος άνθρωπος στην κατάλληλη θέση». Εισάγετε η έννοια της οργανωσιακής δικαιοσύνης η οποία αποτελείται από τρία διαφορετικά στοιχεία, αυτό της διανεμητικής, της διαδικαστικής και της διαδραστικής δικαιοσύνης. Τέλος συνδέεται η επιλογή και τοποθέτηση προσωπικού με την επιχειρησιακή έρευνα καθώς αποτελεί πολυκριτηριακό πρόβλημα.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται εισαγωγή στην Επιχειρησιακή Έρευνα. Αναλύεται το μεθοδολογικό πλαίσιο της Πολυκριτηριακής Ανάλυσης Αποφάσεων, αποτυπώνονται οι βασικές μεθοδολογικές προσεγγίσεις της και τα πεδία εφαρμογών της.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναφερόμαστε σε τρία μοντέλα που χρησιμοποιούνται στην πολυκριτηριακή ανάλυση αποφάσεων. Στην Αναλυτική Ιεραρχική Διαδικασία (Analytical Hierarchy Process - AHP) που είναι η πολυκριτήρια προσέγγιση η οποία χρησιμοποιεί διαδικασίες διμερούς σύγκρισης προκειμένου να αναπτύξει μια κλίμακα προτίμησης μεταξύ των εναλλακτικών. Στην μέθοδο Simos και Revised Simos όπου περιγράφονται τα στάδια συγκέντρωσης πληροφοριών για το πρόβλημα και ο τρόπος προσδιορισμού των βαρών. Τέλος αναλύουμε την μέθοδο war η οποία χρησιμοποιεί μια διαφορετική προσέγγιση στον τρόπο υπολογισμού των βαρών, προσδιορίζοντας τη διακύμανση βαρών με οπτική απεικόνιση στο σύστημα RAVI.

Στο τέταρτο κεφάλαιο ασχολούμαστε με το πρόβλημα ανάθεσης ένα από τα ειδικής μορφής προβλήματα γραμμικού προγραμματισμού . Αφορά την κατανομή m πόρων σε n ακριβώς δραστηριότητες έτσι ώστε να βελτιστοποιείται το προκύπτον αποτέλεσμα, με τον περιορισμό ότι κάθε όρος μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο σε μια δραστηριότητα και η κάθε δραστηριότητα να χρησιμοποιήσει μόνον έναν πόρο.

Στο πέμπτο κεφάλαιο εφαρμόζουμε την μέθοδο war σε ένα πρόβλημα ανάθεσης υποψήφιων εργαζομένων σε διαθέσιμες θέσεις εργασίας.

Στο έκτο κεφάλαιο αναλύουμε τα συμπεράσματα μας.

Στη συνέχεια αναφέρεται η σχετική βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε.

Τέλος ακολουθεί ένα παράρτημα όπου αναφέρονται τα βήματα επίλυσης του προβλήματος ανάθεσης με την βοήθεια του προγράμματος excel.

1 Διοίκηση Ανθρώπινου Δυναμικού

1.1 Εισαγωγή

Στην σύγχρονη παγκοσμιοποιημένη οικονομία που δραστηριοποιούνται πλέον οι επιχειρήσεις, εκείνες που θα αντιληφθούν την σημαντικότητα του ανθρώπινου κεφαλαίου που διαθέτουν και θα επενδύσουν σε αυτό δεν μπορεί παρά να είναι κερδισμένες. Ο πιο σημαντικός παράγοντας επιτυχίας κάθε επιχείρησης είναι το ανθρώπινο δυναμικό της, άλλωστε δεν μπορεί να αντιγραφεί από τους ανταγωνιστές (όπως ενδεχομένως η τεχνολογία ή τα συστήματα). Όσο πιο πολύ ευχάριστη και ενδιαφέρουσα είναι η εργασία που αναλαμβάνουν και όσο πιο πολύ συμμετέχουν οι εργαζόμενοι στη διαμόρφωση των αποφάσεων, αλλά και στα κέρδη, τόσο πιο ουσιαστικά θα συμβάλουν στην αποτελεσματικότητα της επιχείρησης [22].

Η Διοίκηση Ανθρώπινων Πόρων περιλαμβάνει κάποιες ενέργειες οι οποίες αποσκοπούν στην αποτελεσματική διοίκηση του ανθρώπινου κεφαλαίου ώστε να ωφεληθεί το άτομο, η επιχείρηση και η κοινωνία [47].

Σημαντικός παράγοντας ανάπτυξης και ευημερίας για μια επιχείρηση είναι η απόκτηση και διατήρηση ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος. Πλέον, έχει ευρέως αναγνωρισθεί η συμβολή των ανθρώπινων πόρων στην εξασφάλιση διατηρήσιμου ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος, καθώς η γνώση, η εμπειρία και η αφοσίωση των εργαζομένων μιας επιχείρησης αποτελούν κάποιες από τις βασικότερες θεμελιώδεις ικανότητες των οργανισμών [3].

Στη σύγχρονη εποχή, στην οικονομία της γνώσης, το κέντρο του ενδιαφέροντος είναι το ανθρώπινο κεφάλαιο και πώς η γνώση χρησιμοποιείται για μια πιο παραγωγική και πιο αποδοτική οικονομία [27].

Η Διοίκηση Ανθρώπινου Δυναμικού ή Διοίκηση Ανθρώπινων Πόρων θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως η εξέλιξη της κλασικής διοίκησης, η οποία δίνει έμφαση στη διατήρηση του προσωπικού ενός οργανισμού, έχοντας ως στόχο την ανάπτυξη τόσο του προσωπικού αυτού, όσο και της εργασίας υπό ομαδικό πνεύμα, την αμοιβή που στηρίζεται στην απόδοση, την επιβράβευση των εργαζομένων όταν αυτό απαιτείται, την καθιέρωση κινήτρων και τέλος, την παρακίνηση και ενδυνάμωσή τους. Ο βασικότερος, ωστόσο, στόχος της Διοίκησης Ανθρώπινου Δυναμικού είναι, μέσω των παραπάνω, να δημιουργήσει ένα ισορροπημένο εργασιακό περιβάλλον, το οποίο ωθεί τους υπαλλήλους στη βέλτιστη απόδοσή τους.

Αξίζει να σημειωθεί πως οι όροι Διοίκηση Προσωπικού και Διοίκηση Ανθρώπινων Πόρων συχνά συγχέονται, παρόλα αυτά πρόκειται για δύο διαφορετικές λειτουργίες. Ουσιαστικά, η διαφοροποίηση της Διοίκησης Προσωπικού και της Διοίκησης Ανθρώπινου Δυναμικού έγκειται στη διαπίστωση πως ενώ κάποιες λειτουργίες αποτελούν χωριστό καθήκον για την πρώτη, εντάσσονται μέσα στη βασική λειτουργία της δεύτερης.

Ο Baum [6] θεωρεί πως η πρόκληση για τη διοίκηση ανθρώπινου δυναμικού φαίνεται να έχει να κάνει με την ανάπτυξη, την κινητοποίηση και την ανταμοιβή του προσωπικού, μετατρέποντας το έτσι σε μια πηγή ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος. Η διοίκηση ανθρώπινου δυναμικού [48] αποτελεί διοικητικό παράγοντα που σκοπό έχει την ανάπτυξη και τη διαχείριση των ανθρωπίνων πόρων ενός οργανισμού. Περαιτέρω, η διοίκηση ανθρώπινου δυναμικού θα πρέπει να λειτουργεί με βάση τα οφέλη των υπαλλήλων αλλά και να έχει ως απώτερο στόχο το συμφέρον της επιχείρησης. η διοίκηση ανθρωπίνων πόρων είναι πολύ σημαντική για τις επιχειρήσεις, καθώς οι αρχές της και οι πρακτικές της επιδρούν τόσο στην αποτελεσματικότητα της επιχείρησης, όσο και στην οικονομική ανάπτυξη [11].

1.2 Στόχοι της Διοίκησης Ανθρωπίνων Πόρων

Ο στόχος της Διοίκησης Ανθρωπίνων Πόρων είναι η βελτίωση της παραγωγικής συνεισφοράς των ανθρώπων στην επιχείρηση με τρόπους που είναι στρατηγικά, ηθικά και κοινωνικά αποδεκτοί. Οι ανθρωπίνους πόροι καθορίζουν την επιτυχία κάθε οργανισμού. Η βελτίωση της ανθρωπίνης συνεισφοράς είναι τόσο σημαντική ώστε ακόμα και η πιο μικρή επιχείρηση να χρειάζεται ένα εξειδικευμένο τμήμα προσωπικού. Το τμήμα προσωπικού υπάρχει για να υποστηρίξει τα στελέχη και τους εργαζόμενους ώστε να επιτυγχάνονται οι στόχοι της επιχείρησης. Προκειμένου να φέρει το τμήμα ανθρωπίνων πόρων στην επιχείρηση εις πέρας τις διάφορες δραστηριότητες πρέπει αναμφίβολα να έχει στόχους. Οι στόχοι του τμήματος των ανθρωπίνων πόρων, εξισορροπούν τις προκλήσεις τόσο για την επιχείρηση όσο για την λειτουργία των ανθρωπίνων πόρων, την κοινωνία και τους εργαζόμενους [50].

Οι στόχοι των ανθρωπίνων πόρων μπορούν να καταταχθούν σε τέσσερις κατηγορίες:

- **Οργανωσιακοί στόχοι.** Το τμήμα προσωπικού υπάρχει για να συνεισφέρει στην επιχειρησιακή επίδοση. Με άλλα λόγια το τμήμα προσωπικού υφίσταται για να βοηθήσει τα στελέχη να επιτυγχάνουν τους στόχους της επιχείρησης. Όπως έχει διατυπωθεί, το τμήμα προσωπικού υπάρχει για να υπηρετεί το υπόλοιπο του οργανισμού.
- **Λειτουργικοί στόχοι.** Η συνεισφορά του τμήματος προσωπικού πρέπει να διατηρείται στο κατάλληλο επίπεδο ώστε να ανταποκρίνεται στις ανάγκες του οργανισμού. Οι πόροι σπαταλούνται όταν το τμήμα προσωπικού είναι περισσότερο ή λιγότερο οργανωμένο από ότι χρειάζεται με βάση τις ανάγκες του οργανισμού.
- **Κοινωνικοί στόχοι.** Το τμήμα προσωπικού πρέπει να ανταποκρίνεται στις κοινωνικές και ηθικές προκλήσεις της κοινωνίας μειώνοντας φυσικά τις αρνητικές συνέπειες για την επιχείρηση.
- **Προσωπικοί στόχοι.** Το τμήμα προσωπικού πρέπει να υποστηρίζει τους εργαζόμενους να επιτυγχάνουν τους προσωπικούς τους στόχους, από τη στιγμή βέβαια που οι προσωπικοί αυτοί στόχοι αυξάνουν τη συνεισφορά του

εργαζόμενου στην επιχείρηση. Οι προσωπικοί στόχοι των εργαζομένων, πρέπει να επιτυγχάνονται καθώς με τον τρόπο αυτό κινητοποιούνται οι εργαζόμενοι και αποκτούν κίνητρο για να προσπαθούν περισσότερο.

Βασικές λειτουργίες του τμήματος διοίκησης ανθρωπίνων πόρων είναι οι εξής:

- η προσέλκυση των ανθρωπίνων πόρων στις διαθέσιμες θέσεις εργασίας που ένας οργανισμός διαθέτει,
- η επιλογή στη συνέχεια του κατάλληλου προσωπικού,
- η εκπαίδευση του προσωπικού που έχει επιλεγεί
- η αξιολόγηση της απόδοσης των ανθρωπίνων πόρων κατά τη διάρκεια της εργασίας τους στον συγκεκριμένο οργανισμό από τον οποίο έχουν προσληφθεί.
- και τέλος η υποκίνηση του προσωπικού ή η υπόδειξη των κατευθυντήριων γραμμών για την υποκίνηση του προσωπικού από την ανώτερη διοίκηση [54].

Προσέλκυση προσωπικού

Η διαδικασία που ακολουθούν οι οργανισμοί για να καλύψουν τις κενές θέσεις εργασίας εξαρτάται από το αν ανήκουν σε ιδιωτικό ή δημόσιο φορέα. Χρειάζεται να προσδιορισθούν τα προσόντα, για να αναζητηθεί η πηγή και να προσελκύσει το κατάλληλο προσωπικό για τη θέση.

Οι κατάλληλες πηγές για εύρεση εργασίας βρίσκονται μέσω:

Αγγελίας στο διαδίκτυο ή στον τύπο, άμεσα σε πλατφόρμες στο διαδίκτυο

- Του ΟΑΕΔ και Γραφεία Ευρέσεως Εργασίας, που έχουν επικοινωνία με τις αντίστοιχες επιχειρήσεις.
- Τα γραφεία διασύνδεσης πτυχιούχων ΑΕΙ, ΤΕΙ κ.α, που επικοινωνούν με χώρους εργασίας, καθώς και από
- Τις προκηρύξεις θέσεων μέσω Α.Σ.Ε.Π – Δημόσιων προσλήψεων, είναι μια διαδικασία που συνήθως λαμβάνει χώρα στον δημόσιο τομέα. 2.6.1.1

Εσωτερική προσέλκυση προσωπικού

Υπάρχει ακόμη, έστω και σε μικρότερη κλίμακα, η εσωτερική προσέλκυση από τυχόν αίτηση ενδιαφέροντος για εργασία ή κατόπιν συστάσεων άλλων εργαζομένων προς πρόσληψη κάποιου υποψηφίου. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργείται κλίμα εμπιστοσύνης που ενισχύει την απόδοσή τους, αυξάνεται η ασφάλεια και ικανοποίηση από την εργασία τους, μοιάζει ανταμοιβή, το κόστος μικραίνει, αλλά δεν ανανεώνονται τα άτομα, άρα και οι ιδέες και ο τρόπος σκέψης.

Εξωτερική προσέλκυση προσωπικού

Για την περίπτωση εξωτερικής προσέλκυσης προσωπικού απαιτείται προσεκτικός σχεδιασμός με πιθανή εξοικονόμηση κόστους εκπαίδευσης από προϋπηρεσία. Το

κόστος αποβαίνει μεγαλύτερο σε περίπτωση ακατάλληλης επιλογής, πράγμα για το οποίο υπάρχει μεγάλη πιθανότητα.

Επιλογή προσωπικού

Η επιλογή προσωπικού εξαρτάται από την κατάσταση της οικονομίας σε δεδομένη στιγμή. Ακόμα, δεν θα πρέπει να παραλείψουμε ότι επηρεάζεται από τις εκάστοτε οικονομικές συνθήκες, από την διάρθρωση του εργατικού δυναμικού, τις αμοιβές και τις συνθήκες εργασίας [44]

Η επιλογή προσωπικού αφορά την στελέχωση της επιχείρησης. Είναι ό,τι σημαντικότερο, γιατί η επιλογή σχετίζεται με τις απαιτήσεις της θέσης και την επιπλέον απόδοση.

‘Επιλογή είναι η διαδικασία που η επιχείρηση διαλέγει από ένα κατάλογο υποψηφίων που ανταποκρίθηκαν καλύτερα στα κριτήρια, τα πρόσωπα επιλογής για την συγκεκριμένη θέση σύμφωνα με τις τρέχουσες συνθήκες περιβάλλοντος’ [42]

Επιθυμητή προσδοκία : ‘Ο κατάλληλος άνθρωπος στην κατάλληλη θέση’.

Σύμφωνα με το άρθρο των Frederick P. Morgeson [25], η επιλογή του προσωπικού γίνεται από τη διοίκηση μιας επιχείρησης η οποία αποφασίζει, ανάμεσα σε ένα σύνολο υποψηφίων, ποιος είναι ο κατάλληλος για τις υπάρχουσες θέσεις εργασίας. Η διαδικασία της επιλογής έχει διάφορα στάδια μέσα από τα οποία περνά κάθε υποψήφιος. Τα συνήθη στάδια είναι

- ❖ η προκαταρκτική συνέντευξη
- ❖ η συμπλήρωση εντύπου από τον υποψήφιο
- ❖ η συνέντευξη εργασίας
- ❖ η δοκιμασία για την επιλογή
- ❖ ιατρική εξέταση
- ❖ τελική απόφαση επιλογής.

Το βιογραφικό σημείωμα, η αίτηση απασχόλησης και η συνέντευξη χρησιμοποιούνται για την επιλογή υποψηφίων για κάλυψη θέσεων σε όλα τα ιεραρχικά επίπεδα.

Το βιογραφικό σημείωμα χρησιμοποιείται στο αρχικό στάδιο της διαδικασίας επιλογής. Η συλλογή και λεπτομερής ανάλυση των βιογραφικών σημειωμάτων των υποψηφίων βοηθά στην προκαταρκτική αξιολόγηση των υποψηφίων και στην κατάρτιση μιας λίστας στην οποία συμπεριλαμβάνονται όσοι υποψήφιοι θεωρούνται κατάλληλοι για περαιτέρω επαφή

Ο υπεύθυνος επιλογής αφού εξετάσει τα βιογραφικά των υποψηφίων καλεί όσους πληρούν τις προϋποθέσεις σε μια πρώτη (προκαταρκτική) συνέντευξη για να αξιολογηθούν τα προσόντα και η προσωπικότητα τους [55].

Σε όσους υποψήφιους περάσουν επιτυχώς την προκαταρκτική συνέντευξη ζητείται να συμπληρώσουν ένα ειδικό έντυπο αίτησης. Το έντυπο αυτό περιλαμβάνει κατά συστηματικό τρόπο συγκεκριμένες ερωτήσεις που καλύπτουν βασικές απαιτήσεις της θέσης εργασίας και για τις οποίες η επιχείρηση θέλει πληροφορίες. Η αίτηση σε σχέση με το βιογραφικό αποτελεί πιο αντικειμενική πηγή άντλησης πληροφοριών και συμβάλλει στην ίση μεταχείριση των υποψηφίων αφού όλοι απαντούν τις ίδιες ερωτήσεις.

Οι δοκιμασίες «τεστ» αποσκοπούν να διερευνήσουν τις ικανότητες εκείνες του ατόμου οι οποίες δεν είναι δυνατό να φανούν με τις άλλες μεθόδους που είδαμε μέχρι τώρα. Τα «τεστ» που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε στην περίπτωση της επιλογής είναι τα εξής:

Τα «τεστ» επιδόσεως: Είναι η πιο απλή και οφθαλμοφανής δοκιμασία, γιατί μας επιτρέπει να δούμε την ικανότητα του υποψηφίου να εκτελεί την εργασία για την οποία προορίζεται. Τα «τεστ» αυτά χρησιμοποιούνται, όπως είναι ευνόητο, για επιλογή ανθρώπινου δυναμικού σε εργασίες σχετικά απλές, στις οποίες προέχουν οι τεχνικές δεξιότητες

Τα «τεστ» νοημοσύνης: είναι σχεδιασμένα για να μετρούν τις πνευματικές ικανότητες του υποψηφίου, όπως την μνήμη του, την ταχύτητα σκέψης, την ικανότητα του να ξεχωρίζει τις διάφορες σχέσεις που υπάρχουν σε ένα πολύπλοκο πρόβλημα, τη δημιουργική του φαντασία κ.α.

Τα ευρετήρια ή κλίμακες ενδιαφερόντων: η υπόθεση στην οποία βασίστηκαν αυτά τα τεστ είναι ότι οι πιθανότητες ο εργαζόμενος να είναι παραγωγικός και αποδοτικός στην θέση εργασίας του είναι περισσότερες αν ταιριάζουν τα ενδιαφέροντα του υποψηφίου με την δραστηριότητα της θέσης εργασίας. Τα τεστ αυτά αποσκοπούν επομένως στο να διαπιστώσουν τα επαγγελματικά ενδιαφέροντα του υποψηφίου. Αποτελούνται από διάφορα ερωτήματα στα οποία το άτομο καλείται να πάρει θέση. Με τον τρόπο αυτό κάνει μια αυτό περιγραφή, δείχνει δηλαδή τις προτιμήσεις του. Ωστόσο επειδή στα τεστ αυτά χωράει η εξαπάτηση από μέρους του υποψηφίου, φαίνονται περισσότερο χρήσιμα για τον επαγγελματικό προσανατολισμό των ατόμων

Τα «τεστ» προσωπικότητας: Οι κλίσεις ενδιαφερόντων που αναφέραμε παραπάνω μελετούν ένα κομμάτι μόνο της προσωπικότητας του υποψηφίου. Υπάρχουν πάρα πολλά «τεστ» τα οποία διερευνούν την προσωπικότητα σαν σύνολο και τα οποία μπορούν να μας δώσουν πολλές ενδείξεις για τη μελλοντική συμπεριφορά του ανθρώπου που εξετάζουμε. Η εξέταση αυτή της προσωπικότητας, έχει μεγάλη σημασία για την επιχείρηση και ιδιαίτερα για τις ανώτερες διοικητικές θέσεις, όπου

απαιτείται μια ιδιαίτερη ικανότητα συνεργασίας και χειρισμού του ανθρώπινου παράγοντα

Μια δοκιμασία που χρησιμοποιείται για την επιλογή διοικητικών στελεχών (προϊσταμένων) στην κατώτερη βαθμίδα, αλλά και που πολλές επιχειρήσεις το χρησιμοποιούν και στην επιλογή διοικητικών στελεχών μέσης και ανώτερης βαθμίδας είναι η εξέταση πειραματικών καταστάσεων . Η δοκιμασία αποσκοπεί στο να ελέγξει πως θα αντιδράσει σε τυπικές διοικητικές καταστάσεις το συγκεκριμένο διευθυντικό στέλεχος [47].

Η συνέντευξη επιλογής αποτελεί το πιο διαδεδομένο εργαλείο για την επιλογή του ανθρώπινου δυναμικού. Η συνέντευξη επιλογής είναι μια πρόσωπο με πρόσωπο επικοινωνία μεταξύ του υποψηφίου και του υπευθύνου επιλογής, με σκοπό να εκτιμηθούν οι γνώσεις, οι ικανότητες, οι δεξιότητες και η προσωπικότητα του υποψηφίου για τη συγκεκριμένη θέση εργασίας. Βασισμένοι στην θέση που πρέπει να συμπληρωθεί και στα προσόντα που απαιτούνται, είναι απαραίτητο να μελετηθούν οι ικανότητες του υποψηφίου σε σχέση με εκείνες τις ικανότητες που μπορούν να αποκτηθούν εύκολα μέσω εκπαίδευσης και αυτών που δεν μπορούν. Αν ένας υποψήφιος προσληφθεί και ωστόσο απαιτείται εκτεταμένη εκπαίδευση, πολύ πιο πέρα από αυτήν που είχε αρχικά θεωρηθεί, τότε μιλάμε για λάθος απόφαση. Σκοπός της συνέντευξης είναι να διαπιστώσει ο αξιολογητής σε ποιο βαθμό ο υποψήφιος ταιριάζει με το προφίλ του ιδανικού ατόμου για τη θέση και την επιχείρηση, το οποίο έχει με σαφήνεια προκαθοριστεί.

Για όσους υποψήφιους μετά την συνέντευξη εκτιμάται ότι είναι κατάλληλοι για να τους προσφερθεί η θέση είναι σκόπιμο να γίνεται μια επιβεβαίωση των πληροφοριών που δίνουν αυτοί στο βιογραφικό τους ή κατά τη διάρκεια της συνέντευξης. Οι πληροφορίες και τα στοιχεία που έχει ηθικό και νομικό δικαίωμα να ζητήσει η επιχείρηση θα πρέπει να σχετίζονται αποκλειστικά με τα όσα αναφέρει ο υποψήφιος στο βιογραφικό του και στην αίτηση για την θέση εργασίας [39].

Για ορισμένες θέσεις εργασίας απαιτείται ο φορέας της θέσης να μην έχει κάποια προβλήματα υγείας, να μην είναι φορέας μεταδοτικών νόσων, να έχει συγκεκριμένα φυσικά χαρακτηριστικά κ.α. θα πρέπει λοιπόν η επιχείρηση να ζητήσει από τον υποψήφιο σχετικές ιατρικές βεβαιώσεις ή η ίδια να πληρώσει για τις συγκεκριμένες εξετάσεις. Οι ιατρικές εξετάσεις πραγματοποιούνται πριν την πρόσληψη του υποψηφίου και μετά την προσφορά της θέσης εργασίας. Ο έλεγχος γίνεται την δεδομένη χρονική στιγμή για να αποφευχθεί ο κίνδυνος να κατηγορηθεί η επιχείρηση ότι χρησιμοποιεί τις ιατρικές εξετάσεις για να αποκλείσει κάποιους.

Θέσεις Εργασίας

Ανάλυση Θέσεων Εργασίας

Ο κάτοχος της θέσης θα πρέπει αντίστοιχα να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις της. Συγκεντρώνουμε και καταγράφουμε τις δραστηριότητες που εκτελεί ο κάτοχος της

θέσης, όπως και τα περιβαλλοντικά δεδομένα και τα προσόντα της, για την επιτυχία της εργασίας του. Η ανάλυση αυτή εξυπηρετεί και ως διαδικασία συλλογής πληροφοριών [49].

Γίνεται προσπάθεια εμβάθυνσης στις απαιτήσεις κάθε θέσης σε κάθε τμήμα της υπηρεσίας, ώστε η επιλογή να είναι η πλέον κατάλληλη προς όφελος του φορέα, καθώς και να εξυπηρετούνται οι βασικοί στόχοι του φορέα που είναι :

- ο προγραμματισμός
- η προσέλκυση
- η επιλογή και η
- τοποθέτηση του ανθρώπινου δυναμικού σε μια επιχείρηση στη σωστή αναλογία.

Τα στάδια της ανάλυσης που απαιτούνται για την κάλυψη θέσεων εργασίας περιλαμβάνουν:

- τον προσδιορισμό του αντικειμενικού σκοπού
- την επιλογή της μεθόδου
- την συλλογή και επεξεργασία των στοιχείων για την εργασία
- την αξιολόγηση της μεθόδου ανάλυσης.

Περιγράφει το έργο, προδιαγράφει και προσδιορίζει τα τυπικά και ουσιαστικά προσόντα που πρέπει να διαθέτει ο φορέας της θέσης.

Μέθοδοι Ανάλυσης Θέσεων Εργασίας

Συντονίζουμε την ανάλυση, ώστε να είναι χρήσιμη για την Δίοικηση Ανθρώπινων Πόρων, γιατί με αυτό τον τρόπο:

- προγραμματίζει
- επιλέγει
- εκπαιδεύει
- αξιολογεί το προσωπικό της.

Η επιλογή της μεθόδου ανάλυσης προϋποθέτει πληροφορίες για το είδος των δραστηριοτήτων του κατόχου της θέσης, ενώ συνδέεται άμεσα και με την προσωπικότητα του ατόμου, τις κοινωνικές και φυσικές συνθήκες εργασίας και τον απαιτούμενο εξοπλισμό της. Συλλέγονται οι απαιτούμενες πληροφορίες από τις παρακάτω πηγές:

- συνέντευξη
- ερωτηματολόγιο
- καταλόγους σημείων & κλίμακας
- παρατήρηση
- αυτο-περιγραφή
- ημερολόγια & αναφορές.

Τα παραπάνω είναι απαραίτητες προϋποθέσεις ώστε να καλυφθούν με αξιοκρατικά κριτήρια οι θέσεις εργασίας. Ενδιαφέρει όλους ο κύκλος ζωής εργασίας και το μέγεθός της. Επίσης, η οργανωσιακή της κουλτούρα δημιουργεί αξίες, στάσεις και πεποιθήσεις.

Η λεπτομερής περιγραφή των θέσεων εργασίας δίνει πληροφορίες για αυτές τις θέσεις και τις περιγράφει αναλυτικά. Με αυτό τον τρόπο προκύπτουν οι υποχρεώσεις, τα καθήκοντα και οι ευθύνες του κάθε εργαζόμενου προς τον φορέα και το κοινωνικό σύνολο, προκειμένου να προσελκύσουν τον κάτοχο της θέσης, να τον εκπαιδεύσουν και να τον αξιολογήσουν, με σκοπό την τελική απόφαση για πρόσληψη. Μόνο έτσι εντάσσεται στο οργανόγραμμα της εταιρείας και καλείται να επιτύχει στόχους – αποτελέσματα. Η ακριβής περιγραφή μας ενημερώνει και για τα περιθώρια ανάπτυξης της θέσης στο μέλλον και τις συνθήκες εργασίας από άποψη υγιεινής και ασφάλειας.

Η αξιολόγηση και αμοιβή των εργαζομένων είναι οι επόμενες λειτουργίες της διοίκησης Ανθρωπίνων Πόρων. Η απόδοση των εργαζομένων αξιολογείται και με βάση αυτήν οι εργαζόμενοι αμείβονται. Επίσης η αξιολόγηση αποτελεί έναν χρήσιμο οδηγό με βάση τον οποίο οργανώνεται το σύστημα προαγωγών και μεταθέσεων. Η αξιολόγηση των εργαζομένων επιβάλλεται προκειμένου, να εντοπιστούν οι εκπαιδευτικές ανάγκες των εργαζομένων, να εξακριβωθεί εάν ένας εργαζόμενος είναι κατάλληλος για μια θέση εργασίας, να δημιουργηθούν κίνητρα για βελτίωση της απόδοσης, να βελτιωθεί η επικοινωνία μεταξύ στελεχών και εργαζομένων κ.α. Η αξιολόγηση δεν έχει καμία σημασία αν δεν συνοδεύεται από τη συνέντευξη αξιολόγησης κατά την οποία γίνεται η επαναπληροφόρηση (feedback) του εργαζόμενου και μέσω αυτής ο αξιολογούμενος ενημερώνεται για την απόδοση του και τα λάθη του και για τις διορθωτικές ενέργειες που θα ακολουθήσουν.

Με βάση την αξιολόγηση της απόδοσης πραγματοποιείται η αμοιβή των εργαζομένων. Η αμοιβή μπορεί να είναι άμεση (μισθός, ημερομίσθιο, ατομικά και ομαδικά βραβεία κ.α.) και έμμεση (ασφάλεια ζωής, άδειες, διακοπές κ.α.).

Οι κυριότεροι στόχοι ενός αποτελεσματικού συστήματος αμοιβής είναι η απόκτηση ταλαντούχων εργαζομένων, η διατήρηση του υπάρχοντος ανθρώπινου δυναμικού, η εξασφάλιση οργανωσιακής δικαιοσύνης, η ανταμοιβή της επιθυμητής εργασιακής συμπεριφοράς και η επίτευξη διοικητικής λειτουργικότητας κ.α.

Η παρακίνηση των εργαζομένων αποτελεί ένα από τα πιο βασικά ζητήματα της διοίκησης ανθρωπίνων πόρων, αφού είναι στενά συνδεδεμένη με την ανθρώπινη συμπεριφορά και την απόδοση στο χώρο της οργάνωσης. Προσδιορίζει τις πιο κρίσιμες στάσεις των εργαζομένων ως προς την εργασία και τη δέσμευση στον οργανισμό (commitment). Η αναγνώριση της προσφοράς του κάθε υπαλλήλου στην επιχείρησή, εκτός από το θετικό κλίμα που, αδιαμφισβήτητα, δημιουργεί στον εργασιακό χώρο, συμβάλλει παράλληλα τα μέγιστα στην καλλιέργεια ενός πιο πιστού, ευαισθητοποιημένου και αποδοτικού ανθρώπινου δυναμικού. Γεγονός όμως

είναι ότι η παρακίνηση δεν είναι ένα απλό θέμα το οποίο μπορεί να αντιμετωπιστεί με ευκολία από μία σειρά μέτρων. Αντιθέτως είναι ένα δύσκολο αντικείμενο το οποίο αγγίζει πολλούς τομείς εξαιτίας της ιδιαιτερότητας του κάθε εργαζόμενου. Διαφορετικοί παράγοντες παρακινούν διαφορετικούς ανθρώπους. Οι παράγοντες αυτοί είναι γνωστοί ως «παράγοντες παρακίνησης». Όμως τι είναι αυτό που παρακινεί τους ανθρώπους να συμπεριφέρονται όπως συμπεριφέρονται; Για να απαντήσουμε σε αυτό το ερώτημα πρέπει να καθορίσουμε τις ανάγκες των ανθρώπων. Οι ανάγκες αυτές ταξινομούνται σε πέντε κατηγορίες, τις φυσιολογικές ανάγκες, τις ανάγκες ασφαλείας, τις κοινωνικές ανάγκες, της ανάγκης αυτοεκτίμησης και τις ανάγκες αυτοπραγμάτωσης.

Όπως η παρακίνηση έτσι και η ενδυνάμωση συνδέεται στενά με τις παραδοσιακές έννοιες του μάνατζμεντ καθώς και με την ίδια την παρακίνηση. Η ενδυνάμωση έχει στόχο την αύξηση της ικανοποίησης των εργαζομένων από την εργασία και την κατά συνέπεια τη συνολική αύξηση της αποδοτικότητάς τους και επικεντρώνεται σε τέσσερα σημεία στο να αντιληφθεί ο εργαζόμενος τη σημασία της εργασίας του, να αντιληφθεί ότι διαθέτει τις απαραίτητες ικανότητες για να αντεπεξέρχεται στις απαιτήσεις των καθηκόντων του, να αισθανθεί ότι έχει το δικαίωμα να κάνει τις απαραίτητες διορθώσεις, για να γίνεται η δουλειά του περισσότερο ξεκούραστα, ευχάριστα και αποτελεσματικά και τέλος στο δικαίωμα που έχει ο εργαζόμενος να επηρεάσει τον τρόπο λειτουργίας και τα αποτελέσματα της επιχείρησης.

Όλες οι παραπάνω λειτουργίες της διοίκησης ανθρωπίνων πόρων καθώς και η παρακίνηση και ενδυνάμωση των εργαζομένων, στη σύγχρονη επιχείρηση, απαιτούν τα στελέχη της διοίκησης να διαθέτουν αυτό που λέμε συναισθηματική νοημοσύνη. Η συναισθηματική νοημοσύνη είναι η νοημοσύνη της καρδιάς και αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες στην αποτελεσματική λεκτική και μη λεκτική επικοινωνία. Η συναισθηματική νοημοσύνη απαρτίζεται από τέσσερις διαστάσεις την αυτοεπίγνωση, την αυτοδιαχείριση, την κοινωνική επίγνωση και την διαχείριση σχέσεων και συνδέεται με την μετασχηματιστική ηγεσία. Τα συστατικά της συναισθηματικής νοημοσύνης έχουν ξεκάθαρα κοινά γνωρίσματα με τα χαρακτηριστικά της μετασχηματιστικής ηγεσίας, αφού είναι αλληλένδετες έννοιες. Αποτελούν ιδιότητες οι οποίες κάνουν τα άτομα που τις διαθέτουν να ξεχωρίζουν από τους γύρω τους, μεταξύ τους αλλά και σχετικά με τους στόχους και τις ανάγκες μιας επιχείρησης.

1.3 Οργανωσιακή δικαιοσύνη

Η δικαιοσύνη είναι η νομική ή φιλοσοφική θεωρία με την οποία εφαρμόζεται το δίκαιο. Η ύπαρξή της είναι ιδιαίτερα σημαντική στις κοινωνίες, προκειμένου να υπάρχει ασφάλεια και νομιμότητα. Επηρεάζει επίσης τη συμπεριφορά και τη στάση των ανθρώπων. Στους οργανισμούς είναι απολύτως αναγκαία η ύπαρξη της οργανωσιακής δικαιοσύνης, έννοιας που επινοήθηκε από τον Greenberg [15], η οποία

σχετίζεται με τον τρόπο που ένας εργαζόμενος κρίνει τη συμπεριφορά του οργανισμού γενικά αλλά και τη συμπεριφορά προς τον ίδιο. Στην πραγματικότητα ο όρος αναφέρεται στις αντιλήψεις που έχουν οι άνθρωποι για τη δικαιοσύνη που επικρατεί στους οργανισμούς. Παρακάτω θα αναλυθεί η ιδιαιτερότητα της έννοιας αυτής καθώς και οι μορφές της και ο τρόπος επιρροής της στο ανθρώπινο δυναμικό των επιχειρήσεων και άλλων οργανισμών.

Η δικαιοσύνη αναφέρεται στην ιδέα ότι μια ενέργεια ή μια απόφαση είναι ηθικά σωστή και μπορεί να οριστεί σύμφωνα με την ηθική, τη θρησκεία, τη δικαιοσύνη, την ισότητα ή το δίκαιο. Οι άνθρωποι είναι προσεκτικοί όσον αφορά τη δικαιοσύνη των γεγονότων και των καταστάσεων στην καθημερινή τους ζωή, σε διάφορα πλαίσια [35]. Η δικαιοσύνη έχει συχνά κεντρικό ενδιαφέρον για τους οργανισμούς, διότι η αντίληψη της αδικίας από τους εργαζομένους είναι δυνατόν να επηρεάσει έντονα τις στάσεις και τις συμπεριφορές κατά την εργασία και να μειώσει την απόδοση και την αποτελεσματικότητά τους.

Οι κοινωνικοί επιστήμονες από τα μέσα του 20ου αιώνα αναγνώρισαν τη σημασία της δικαιοσύνης ως προϋπόθεσης για την ατομική αλλά και την οργανωσιακή αποτελεσματικότητα. Το 1965 διατυπώθηκε για πρώτη φορά από τον Adams η θεωρία της ισότητας (Equity Theory) [1], η οποία έχει άμεση σχέση με τη θεωρία της κοινωνικής σύγκρισης, σύμφωνα με την οποία κάθε άτομο αντιλαμβάνεται τον κόσμο με τη μορφή συγκρίσιμων εισερχόμενων και εξερχόμενων πληροφοριών και ερεθισμάτων. Σε μια εργασιακή σχέση, το άτομο συγκρίνει αυτά που βάζει και παίρνει, με αυτά που βάζει και παίρνει κάποιο άλλο μέλος της σχέσης ή κάποιο άλλο άτομο που βρίσκεται σε παρόμοια θέση με τη δική του, επιθυμώντας την ίση και δίκαιη μεταχείριση, σε σύγκριση κυρίως με τους άλλους συναδέλφους του. Το γεγονός αυτό μπορεί να τον οδηγήσει σε αλλαγή στα κίνητρα και την απόδοση, θετική ή αρνητική, ανάλογα με τα αποτελέσματα της σύγκρισης [43]. Εξάλλου, οι αντιλήψεις των εργαζομένων για την ισότητα της μεταχείρισης αλλά και για το πώς οι ίδιοι αξιολογούν τη δικαιοσύνη στο εργασιακό τους περιβάλλον έχουν ως βάση τις θεωρίες της παρακίνησης και υποκίνησης, οι οποίες εξηγούν γιατί και πώς ενεργοποιείται και διαμορφώνεται η ανθρώπινη συμπεριφορά. Με άλλα λόγια, αν ο εργαζόμενος αντιληφθεί ότι υπάρχει ανισότητα μεταξύ προσφερομένων και λαμβανομένων, τότε αισθάνεται αδικημένος με πιθανό αποτέλεσμα να αυξηθεί η δυσαρέσκειά του και να μειωθεί η εργασιακή του απόδοση. Η ύπαρξη του αισθήματος της αδικίας άρα, έχει δυσμενή αντίκτυπο στην παρακίνηση των εργαζομένων, καθώς αυτοί αλλάζουν την εργασιακή τους συμπεριφορά μειώνοντας την προσφορά τους στον οργανισμό.

Η θεωρία λοιπόν της ισότητας αναφέρεται στις αντιλήψεις των εργαζομένων περί ισότητας και ισοτιμίας και πραγματεύεται τις μεταβλητές της παραγωγικότητας, της ικανοποίησης, της δέσμευσης, της απουσίας και της κινητικότητας. Το πιο σημαντικό όμως στοιχείο της είναι ότι προσέφερε το έναυσμα για την έρευνα της οργανωσιακής δικαιοσύνης (organizational justice).

Η οργανωσιακή δικαιοσύνη θεωρείται μία πολυδιάστατη έννοια, καθώς αποτελείται από τρία διαφορετικά στοιχεία, αυτό της διανεμητικής, της διαδικαστικής και της διαδραστικής δικαιοσύνης. Η ύπαρξη έρευνας θεωρείται αναγκαία και θα πρέπει να γίνεται από όλες τις επιχειρήσεις αλλά και από το δημόσιο τομέα, καθώς υποδηλώνει τη σημασία της επιρροής στο αίσθημα της δικαιοσύνης μιας κατάστασης, ενώ ταυτόχρονα αναδεικνύει πώς αντιδρούν οι εργαζόμενοι [5].

Η οργανωσιακή δικαιοσύνη εμπερικλείει λοιπόν τρεις επιμέρους διαστάσεις. Συνοπτικά αυτές είναι:

1. Η Διανεμητική Δικαιοσύνη (Distributive justice) με την οποία αξιολογείται η δικαιοσύνη σχετικά με τα αποτελέσματα των αποφάσεων που αφορούν κυρίως τον καταμερισμό των πόρων και των αμοιβών. Επίσης αναφέρεται στο πόσο δίκαιη θεωρούν τη διανομή των αποτελεσμάτων οι συμμετέχοντες στην οργάνωση.

2. Η Διαδικαστική Δικαιοσύνη (Procedural justice), η οποία αφορά τον τρόπο λήψης αποφάσεων και πόσο δίκαιη θεωρείται η διαδικασία διανομής των αποτελεσμάτων ή απονομής της δικαιοσύνης.

3. Η Διαδραστική Δικαιοσύνη (Interactional justice), η οποία επικεντρώνεται στην ποιότητα και στις διαπροσωπικές σχέσεις των μελών ενός οργανισμού. Αφορά ακόμη το πόσο δίκαιη/σωστή θεωρείται η συμπεριφορά των άλλων, ενώ συνδέεται συνήθως με την αντιμετώπιση που έχουν οι κατώτεροι στην ιεραρχία από τους ανώτερους, ειδικά σε δύσκολες καταστάσεις (για παράδειγμα σε καταστάσεις απόλυσης).

Απαραίτητη προϋπόθεση για την σωστή λειτουργία μιας επιχείρησης είναι η δίκαιη μεταχείριση των εργαζομένων. Ακόμα και σε στάδιο υποψηφίου, ο μελλοντικός εργαζόμενος θα πρέπει κατά την πρώτη γνωριμία του με τον οργανισμό να αισθάνεται ότι τυγχάνει δίκαιης μεταχείρισης. Για το λόγο αυτό, η αρχή και οι κανόνες της ισότητας και της δικαιοσύνης πρέπει να διέπουν, μεταξύ άλλων διαδικασιών, και το στάδιο της Επιλογής Προσωπικού.

1.4 Επιχειρησιακή Έρευνα και Επιλογή Ανθρώπινου Δυναμικού

Όπως πολλά προβλήματα απόφασης, το πρόβλημα επιλογής του κατάλληλου υποψηφίου είναι ιδιαίτερα περίπλοκο. Οι άνθρωποι γενικά αποτυγχάνουν να κάνουν επιτυχημένες προβλέψεις, όσο αναφορά ποσοτικά μεγέθη, ενώ συγκριτικά μπορούν να προβλέψουν πολύ καλύτερα ποιοτικά μεγέθη.

Τα προβλήματα λήψης απόφασης είναι από τα πιο συνηθισμένα που αντιμετωπίζει ο άνθρωπος. Ένα πρόβλημα απόφασης συνίσταται στην επιλογή από μια σειρά εναλλακτικών τρόπων δράσης, εκείνου του τρόπου δράσης που εξασφαλίζει την καλύτερη εξυπηρέτηση των στόχων που έχουν τεθεί.

Μέχρι τα μέσα περίπου του αιώνα μας, η αντιμετώπιση των προβλημάτων απόφασης βασιζόταν στην εμπειρία, τη διαίσθηση και την “κοινή λογική” του αποφασίζοντα. Η αύξηση, όμως, του μεγέθους και της πολυπλοκότητας των προβλημάτων δημιούργησαν την ανάγκη για μια πιο επιστημονική αντιμετώπιση των προβλημάτων απόφασης.

Έτσι, μετά τον 2ο Παγκόσμιο Πόλεμο, γεννήθηκε ένας νέος επιστημονικός κλάδος με την ονομασία Συστήματα Αποφάσεων ή Επιχειρησιακή Έρευνα, όπως είναι ευρύτερα γνωστός, για την κάλυψη του κενού που υπήρχε. Έχουν προταθεί κατά καιρούς διάφοροι παρεμφερείς ορισμοί για τα συστήματα αποφάσεων. Ένας χαρακτηριστικός είναι των Ackoff και Sassieni από το σύγγραμμα “Fundamentals of Operations Research”(1968): Συστήματα Αποφάσεων μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι η εφαρμογή επιστημονικών μεθόδων, από μεικτές ομάδες επιστημόνων, σε προβλήματα που αφορούν τον έλεγχο οργανωμένων συστημάτων, που αποτελούνται από ανθρώπους και μηχανές, κατά τρόπο ώστε να παρέχουν λύσεις που εξυπηρετούν κατά τον καλύτερο δυνατό τρόπο τους σκοπούς του οργανισμού ως συνόλου. Ένας άλλος συνοπτικός αλλά αρκετά ικανοποιητικός ορισμός που έχει επικρατήσει στη χώρα μας είναι: “Συστήματα Αποφάσεων είναι η επιστημονική προετοιμασία των αποφάσεων της διοικήσεως με την επιστημονική ανάλυση των δεδομένων και τη δημιουργία μαθηματικών προτύπων”. Με την βοήθεια των συστημάτων αποφάσεων επιλύεται ένα ευρύτατο φάσμα προβλημάτων που αφορούν την οργάνωση και των συντονισμό λειτουργιών και δραστηριοτήτων στη βιομηχανία, τις ιδιωτικές επιχειρήσεις, τους δημόσιους οργανισμούς κλπ. Σπάνια μια επιστήμη γνώρισε, σε τόσο μικρό χρονικό διάστημα από την ανακάλυψή της, τόσο ταχεία εξέλιξη όσον αφορά το πεδίο των εφαρμογών της, αλλά και τη θεωρητική μελέτη και τεκμηρίωσή της.

Ο προγραμματισμός της παραγωγής και των επενδύσεων, η πολιτική αποθεμάτων, η κατανομή του εργατικού δυναμικού, η συντήρηση και αντικατάσταση του τεχνικού εξοπλισμού είναι προβλήματα που έχουν αντιμετωπιστεί επιτυχώς με τη βοήθεια των Συστημάτων Αποφάσεων. Στο παρελθόν έχουν γίνει αρκετές προσπάθειες εφαρμογής τεχνικών επιχειρησιακής έρευνας στη λήψη αποφάσεων επιλογής υποψηφίων.

Οι Mehrabad και Brojeny το 2007 παρουσίασαν ένα μοντέλο χρήσης έμπειρου συστήματος για την επιλογή προσωπικού, υποστηρίζοντας ότι τα έμπειρα συστήματα έχουν μια σειρά πλεονεκτημάτων σε σχέση με τις ποσοτικές μεθόδους από το πεδίο της επιχειρησιακής έρευνας. Σύμφωνα με την εργασία αυτή, τα βήματα της διαδικασίας υποστήριξης της απόφασης είναι:

1. αναγνώριση του οργανισμού και των λειτουργιών που εκτελούνται από τους ανθρώπινους πόρους,
2. συλλογή κατάλληλης πληροφορίας μέσω συνεντεύξεων με τα στελέχη, σχετικά με τις συνθήκες εργασίας, την ταξινόμηση των θέσεων εργασίας, το σύστημα αμοιβών, τους όρους εκπαίδευσης που προσφέρονται,

3. εξαγωγή λογικών κανόνων για τη δημιουργία της βάσης γνώσης του έμπειρου συστήματος,
4. επιλογή κατάλληλων εργαλείων για την εφαρμογή του έμπειρου συστήματος,
5. σχεδιασμός και εφαρμογή του έμπειρου συστήματος,
6. έλεγχος και τεκμηρίωση του έμπειρου συστήματος.

Οι Golec και Kahya το 2007 εφήρμοσαν τη θεωρία των ασαφών συνόλων με σκοπό την αναπαράσταση της έμφυτης ανακρίβειας με την οποία οι άνθρωποι σκέφτονται και λαμβάνουν αποφάσεις κατά τη διαδικασία επιλογής προσωπικού. Η διαδικασία που προτείνεται είναι βασισμένη στις δεξιότητες που απαιτούνται από τον κάτοχο κάθε θέσης ώστε να εκτελέσει τα καθήκοντα του σε ικανοποιητικό βαθμό. Αυτές οι δεξιότητες, που αποτελούν και τα κριτήρια επιλογής, είναι η επικοινωνία, η αυτό-παρακίνηση, οι διαπροσωπικές ικανότητες, η λήψη αποφάσεων, η γνώση, η ανάπτυξη σταδιοδρομίας και η διαχείριση/μάνατζμεντ. Για κάθε μια από αυτές τις δεξιότητες προσδιορίζονται δείκτες, οι οποίοι λαμβάνουν γλωσσικές μεταβλητές αποτίμησης και βαρύτητας. Οι γλωσσικές τιμές αναπαρίστανται από τραπεζοειδείς ασαφείς αριθμούς. Τέλος, για την υποστήριξη της απόφασης, παράγονται EAN-TOTE κανόνες με τη βοήθεια της θεωρίας των ασαφών συστημάτων εξαγωγής συμπερασμάτων, συνδέοντας τα σκορ των υποψηφίων στα επιμέρους κριτήρια με ένα σκορ για το συνολικό επίπεδο δεξιότητας.

Ο βασικός σκοπός της εργασίας των Huang et al. το 2004 είναι η μελέτη της διαδικασίας πρόσληψης στελεχών μέσω ασαφούς νευρωνικού δικτύου και η κατασκευή ενός νέου μοντέλου για την αξιολόγηση των απαιτούμενων ικανοτήτων. Η μελέτη της βιβλιογραφίας και οι σε βάθος συνεντεύξεις με υψηλόβαθμα στελέχη οδήγησαν στην κατασκευή της ιεραρχίας των υπό εξέταση κριτηρίων. Αυτά χωρίζονται σε δύο κύριες κατηγορίες, τις ατομικές ικανότητες και τις ικανότητες διοίκησης/μάνατζμεντ. Οι ατομικές ικανότητες χωρίζονται στα__ χαρακτηριστικά δυνατοτήτων, στην παρακίνηση και στην προσωπικότητα. Οι ικανότητες διοίκησης αναλύονται περαιτέρω στις διανοητικές, διαπροσωπικές και τεχνικές ικανότητες, σύμφωνα με τη θεωρία του Katz. Το ασαφές νευρωνικό δίκτυο εκπαιδεύει τη βάση δεδομένων που έχει δημιουργηθεί από μια σειρά ερωτηματολογίων, με σκοπό την εύρεση του ιδανικού μοντέλου. Επιπλέον, επιτρέπεται στους αποφασίζοντες να προσαρμόσουν τις τιμές των βαρών των κριτηρίων σύμφωνα με τις ανάγκες τους, ενσωματώνοντας τις τεχνικές του σταθμισμένου αθροίσματος (SAW) και της ασαφούς ΑΙ. Οι Saremi et al. το 2009 μοντελοποιούν και επιλύουν το πρόβλημα επιλογής προσωπικού με ασαφή TOPSIS, σε περιπτώσεις που εμπλέκονται περισσότεροι του ενός αποφασίζοντες. Ακολουθείται ο αλγόριθμος της κλασικής TOPSIS αλλά οι αξιολογήσεις των αποφασιζόντων και οι σημαντικότητες των κριτηρίων προσδιορίζονται με γλωσσικές μεταβλητές που αναπαρίστανται μέσω ασαφών τριγωνικών αριθμών. Τα σχετικά βάρη των απόψεων των αποφασιζόντων είναι ίσα. Τα κριτήρια που λαμβάνονται υπόψιν κατά τη μελέτη περίπτωσης επιλογής εξωτερικού συμβούλου για εφαρμογή προγράμματος διαχείρισης ολικής ποιότητας είναι η γνώση της αγοράς (στρατηγικές, διαδικασίες), η σχετική εμπειρία

(π.χ.εμπλοκή στην υλοποίηση έργων διαχείρισης ολικής ποιότητας), οι τεχνικές ικανότητες (άνθρωποι, συστήματα, ειδικές ικανότητες), οι ικανότητες διοίκησης(οργάνωση, οικονομική σταθερότητα, πιστοποιητικά) και το κόστος υλοποίησης.

2 Επιχειρησιακή Έρευνα

2.1 Εισαγωγή

Ο τομέας της επιστήμης που βοηθά στη σωστή και ακριβή λήψη αποφάσεων και των συνεπακόλουθων λύσεων των προβλημάτων που παρουσιάζονται είναι η Επιχειρησιακή Έρευνα (Operational Research) [46].

Κατά την περίοδο του Β' Παγκοσμίου Πολέμου θεωρείται ότι τέθηκαν οι βάσεις για τη δημιουργία και εξάπλωση του νέου αυτού επιστημονικού κλάδου.

Πιο συγκεκριμένα, για τον βέλτιστο καταμερισμό των στρατιωτικών δυνάμεων και για τον περιορισμό των αστοχιών και λαθών στην εκπόνηση σχεδίων των πολεμικών επιχειρήσεων για την εξουδετέρωση των αντιπάλων συγκροτήθηκαν καταρτισμένες και εξειδικευμένες επιστημονικά ομάδες με κύρια αποστολή τους την έρευνα στο πεδίο της μάχης. Το γεγονός ότι το επιτυχημένο αποτέλεσμα στην τελική έκβαση της μάχης με την αποτελεσματική πλήξη των εχθρικών στόχων στηρίχτηκε εν πολλοίς στις αποφάσεις που λήφθηκαν με γνώμονα τις προτάσεις των επιστημόνων, συνέβαλε στην αναγνώριση και μετέπειτα ραγδαία ανάπτυξη της Επιχειρησιακής Έρευνας. Στη συνέχεια, εδραιωμένη η νέα επιστήμη επεκτάθηκε και σε άλλους τομείς με θαυμαστά αποτελέσματα. Με την πάροδο των χρόνων βελτιώθηκαν οι τεχνικές της και συγχρόνως με την τεχνολογική εξέλιξη την ηλεκτρονικών υπολογιστών δόθηκε περαιτέρω ώθηση και κίνητρο για διερεύνηση και αντιμετώπιση πολύπλοκων προβλημάτων στο χώρο της Βιομηχανίας, της Οικονομίας, του εμπορίου και γενικότερα του προγραμματισμού εργασιών.

Επιχειρησιακή Έρευνα [46]είναι ο επιστημονικός κλάδος των Μαθηματικών και της Πληροφορικής που αποσκοπεί στη βέλτιστη λήψη αποφάσεων λαμβάνοντας υπ' όψιν πλήθος παραμέτρων και υπακούει σε αυστηρούς περιορισμούς. Είναι η εφαρμογή της επιστήμης σε σύνθετα προβλήματα που περιλαμβάνουν διαφόρους παράγοντες και ανακύπτουν κατά τη διαχείριση μεγάλων συστημάτων και καταλήγουν σε συγκεκριμένα βέλτιστα αποτελέσματα και ενέργειες.

Στην καθημερινότητά μας στο χώρο εργασίας μας και όχι μόνο ερχόμαστε αντιμέτωποι με μια σειρά προβλημάτων με τεχνικές δυσκολίες που ζητούν άμεσα απαντήσεις προς την σωστή κατεύθυνση. Η πορεία και η στρατηγική που ακολουθείται σε γενικό πλαίσιο για τη διεκπεραίωση τέτοιων προβλημάτων περιλαμβάνει τις παρακάτω φάσεις [46]:

- Ανάλυση και κατανόηση του προβλήματος που καλούμαστε κάθε φορά να επιλύσουμε,
- Καθορισμός στόχων και προσδιορισμός των διαφαινόμενων λύσεων που αναμένουμε για το εκάστοτε πρόβλημα,

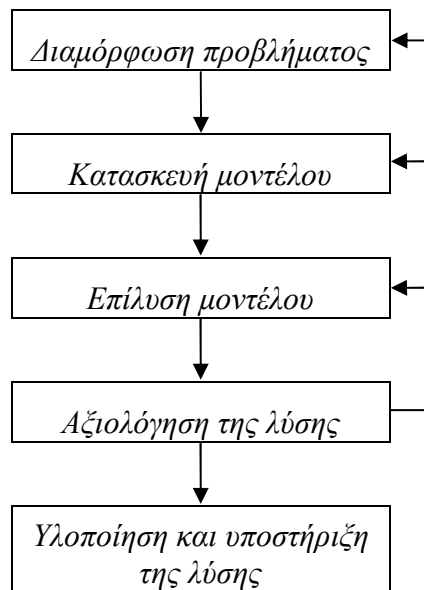
- Κατασκευή του μαθηματικού μοντέλου του ειδικού προβλήματος με τον εντοπισμό των παραμέτρων και των μεταβλητών που συνιστούν το θέμα προς επίλυση,
- Σύγκριση και ανάλυση των εναλλακτικών λύσεων ώστε να καταλήξουμε στη βέλτιστη εξ αυτών που ανταποκρίνεται στο πρόβλημά μας,
- Επίλυση της επιλεγείσας μεθόδου. Το στάδιο αυτό είναι και το πιο απαιτητικό και δύσκολο αφού χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή στον περιορισμό λαθών και παράλληλα συνεχή παρακολούθηση της εξέλιξης του προβλήματος,
- Αξιολόγηση των αποτελεσμάτων και τελικά συμπεράσματα για την αποδοτικότητα ή μη της απόφασης που λήφθηκε.

Για κάθε φάσμα προβλημάτων έχουν αναπτυχθεί συγκεκριμένοι αλγόριθμοι ανάλυσης και επίλυσης που προσφέρουν μια πληθώρα εργαλείων, έτοιμων να εφαρμοστούν για το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα.

2.2 Πολυκριτηριακή Ανάλυση Αποφάσεων

Η πολυκριτηριακή ανάλυση αποφάσεων (Multi-Criteria Decision Analysis) [41] αποτελεί ένα εξελιγμένο πεδίο της επιχειρησιακής έρευνας, το οποίο τις τελευταίες τρεις δεκαετίες έχει γνωρίσει ιδιαίτερη άνθηση τόσο σε θεωρητικό όσο και σε πρακτικό επίπεδο. Βασικό ρόλο στην ανάπτυξη και διάδοση της πολυκριτηριακής 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. Υπάρχουν προβλήματα στα οποία η λήψη απόφασης είναι μια σχετικά απλή διαδικασία και πραγματοποιείται μέσω των γνώσεων, της εμπειρίας και της διαίσθησης του αποφασίζοντα. Όσο αυξάνεται όμως η πολυπλοκότητα του προβλήματος και οι συνέπειες της αντίστοιχης απόφασης τόσο πιο σημαντικό είναι η λήψη αποφάσεων να γίνεται πιο εμπειριστατωμένα και αντικειμενικά.

Το «παραδοσιακό» μεθοδολογικό πλαίσιο της επιχειρησιακής έρευνας βασίζεται στα στάδια που παρουσιάζονται γραφικά στο Σχήμα 1 [41] .



Σχήμα 1: Το μεθοδολογικό πλαίσιο της επιχειρησιακής έρευνας

Στο πρώτο στάδιο πραγματοποιείται η διαμόρφωση του προβλήματος. Το στάδιο αυτό αφορά:

- Τον καθορισμό των μεταβλητών απόφασης (decision variables). Οι μεταβλητές απόφασης αφορούν το σύνολο των παραγόντων, οι τιμές των οποίων πρέπει να προσδιοριστούν προκειμένου να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα.
- Τον προσδιορισμό του στόχου του προβλήματος (objective). Ο στόχος προσδιορίζει το κριτήριο αξιολόγησης της ποιότητας των πιθανών λύσεων στο πρόβλημα.
- Τον προσδιορισμό του χώρου των εφικτών λύσεων.

Στην πλειοψηφία των προβλημάτων λήψης αποφάσεων, οι πιθανές λύσεις του προβλήματος προσδιορίζονται από ένα σύνολο περιορισμών. Οι περιορισμοί αυτοί αφορούν τα διαθέσιμα μέσα (υλικά, κεφάλαια, ανθρώπινοι πόροι) καθώς και το περιβάλλον στο οποίο λαμβάνεται η απόφαση (για παράδειγμα νομικοί περιορισμοί).

Στο δεύτερο στάδιο κατασκευάζεται το κατάλληλο μοντέλο που περιγράφει το πρόβλημα. Ως μοντέλο ορίζεται η μαθηματική αναπαράσταση (περιγραφή) του προβλήματος στην οποία αποτυπώνονται όλες οι μεταβλητές απόφασης, στόχοι και περιορισμοί. Βέβαια, στις περισσότερες περιπτώσεις η πραγματικότητα είναι πολύ πολύπλοκη ώστε να αναπαρασταθεί με πληρότητα σε ένα σύνολο μαθηματικών σχέσεων. Για το λόγο αυτό, η κατασκευή του μοντέλου βασίζεται πάντα σε κάποιες υποθέσεις, ώστε να είναι δυνατή η ποσοτική ανάλυση του προβλήματος. Όσο πιο ρεαλιστικές είναι οι υποθέσεις στις οποίες βασίζεται το μοντέλο, τόσο αυξάνεται η πιθανότητα το μοντέλο να συμβάλει με επιτυχία στην αντιμετώπιση του εξεταζόμενου προβλήματος.

Στο τρίτο στάδιο της ανάλυσης ακολουθεί η επίλυση του μοντέλου με την κατάλληλη μαθηματική διαδικασία (μέθοδο, αλγόριθμο) έτσι ώστε να προσδιοριστούν οι τιμές των μεταβλητών απόφασης οι οποίες αντιστοιχούν σε μια εφικτή λύση που βελτιστοποιεί τον στόχο του προβλήματος. Η φάση της αξιολόγησης αφορά την ανάλυση της ποιότητας της λύσης (ευαισθησία, ευστάθεια, κλπ.) συναρτήσει των παραμέτρων του μοντέλου, των υποθέσεων που πραγματοποιήθηκαν και των δεδομένων του προβλήματος.

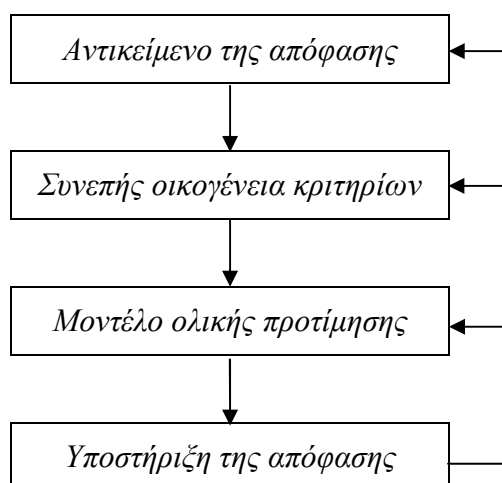
Τέλος, το τελευταίο στάδιο της ανάλυσης αφορά την υλοποίηση της λύσης και την υποστήριξή της (αιτιολόγηση) σε περίπτωση όπου αυτό κριθεί απαραίτητο.

2.3 Μεθοδολογικό Πλαίσιο Πολυκριτηριακής Ανάλυσης

Βάσει των ιδιοτήτων που παρουσιάζουν τα προβλήματα λήψης αποφάσεων με πολλαπλά κριτήρια, ο χώρος της Πολυκριτηριακής Ανάλυσης έχει τους ακόλουθους τρεις βασικούς στόχους [41]:

- Την ανάλυση της ανταγωνιστικής φύσης των κριτηρίων.
- Τη μοντελοποίηση των προτιμήσεων του αποφασίζοντος.
- Τον εντοπισμό ικανοποιητικών λύσεων.

Για την επίτευξη αυτών των στόχων ο Roy το 1996 [41] πρότεινε ένα γενικό μεθοδολογικό πλαίσιο, το οποίο και ακολουθείται στα πλαίσια της πολυκριτηριακής ανάλυσης. Το πλαίσιο αυτό αποτελείται από τέσσερα στάδια και παρουσιάζεται γραφικά στο Σχήμα 2. Το προτεινόμενο μεθοδολογικό πλαίσιο περιλαμβάνει τέσσερις φάσεις στάδια μεταξύ των οποίων είναι δυνατή η δυνατότητα αναδράσεων.



Σχήμα 2: Το μεθοδολογικό πλαίσιο της πολυκριτηριακής ανάλυσης

Αντικείμενο της απόφασης

Το πρώτο αυτό στάδιο του μεθοδολογικού πλαισίου της Πολυκριτηριακής Ανάλυσης αφορά τον καθορισμό του συνόλου των εναλλακτικών δραστηριοτήτων και της προβληματικής της ανάλυσης. Ως «εναλλακτική δραστηριότητα» ή απλά «εναλλακτική» (alternative ή action) ορίζεται κάθε πιθανή επιλογή η οποία αποτελεί λύση του εξεταζόμενου προβλήματος και η οποία πρέπει να αξιολογηθεί ως προς την καταλληλότητά της. Το σύνολο των εναλλακτικών δραστηριοτήτων μπορεί να προσδιοριστεί είτε ως ένα διακριτό σύνολο (discrete set), είτε ως ένα συνεχές σύνολο (continuous set). Μετά τον προσδιορισμό του συνόλου των εναλλακτικών δραστηριοτήτων, απαιτείται ο καθορισμός της προβληματικής της ανάλυσης (decision problematic). Γενικά, υπάρχουν τέσσερις προβληματικές που καλύπτουν το σύνολο των πρακτικών περιπτώσεων:

Προβληματική α (επιλογή, choice): Η προβληματική τύπου α αναφέρεται στην επιλογή μίας ή περισσότερων εναλλακτικών οι οποίες θεωρούνται ως οι πλέον κατάλληλες. Για παράδειγμα, κατά την χωροθέτηση ενός εργοστασίου η προβληματική αφορά την επιλογή της πλέον κατάλληλης τοποθεσίας.

Προβληματική β (ταξινόμηση, classification/sorting): Η προβληματική τύπου β αναφέρεται στην ταξινόμηση των εναλλακτικών δραστηριοτήτων σε προκαθορισμένες ομοιογενείς κατηγορίες. Για παράδειγμα, κατά την αξιολόγηση μιας αίτησης δανειοδότησης το αντικείμενο της ανάλυσης αφορά την αξιολόγηση του αιτούντα (επιχείρηση ή ιδιώτη) και την ταξινόμησή του είτε στην κατηγορία των αποδεκτών αιτήσεων, είτε στην κατηγορία των απορριπτέων αιτήσεων.

Προβληματική γ (κατάταξη, ranking): Η προβληματική τύπου γ αναφέρεται στην κατάταξη των εναλλακτικών δραστηριοτήτων από τις καλύτερες προς τις χειρότερες.

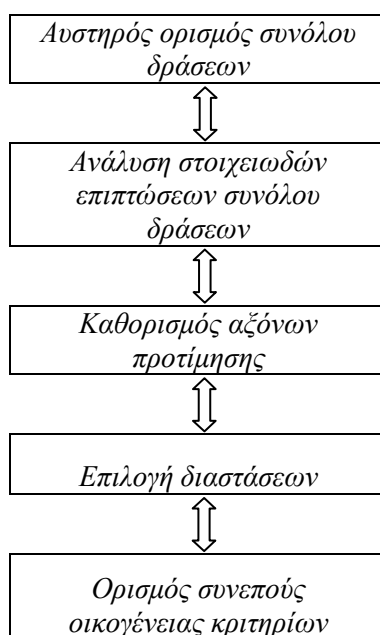
Προβληματική δ (περιγραφή, description): Η προβληματική τύπου δ αναφέρεται στην περιγραφή των εναλλακτικών δραστηριοτήτων βάσει των επιδόσεών τους στα επιμέρους κριτήρια αξιολόγησης. Η επιλογή της κατάλληλης προβληματικής σχετίζεται αποκλειστικά και μόνο με το πρόβλημα που εξετάζεται. Επιπλέον, σε ορισμένες περιπτώσεις πιθανόν να απαιτείται ο συνδυασμός δύο προβληματικών για την καλύτερη αντιμετώπιση του προβλήματος.

Συνεπής οικογένεια κριτηρίων

Στο δεύτερο στάδιο της διαδικασίας καθορίζεται μια συνεπής οικογένεια κριτηρίων (consistent family of criteria). Για το στάδιο κατασκευής της συνεπούς οικογένειας κριτηρίων [41] προτείνεται η μεθοδολογική προσέγγιση που παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.

Ως άξονας προτίμησης [53] ορίζεται το σύνολο των στοιχειωδών επιπτώσεων που αναφέρονται στον ίδιο στόχο ή στην ίδια οπτική γωνία μέσω των οποίων θα αξιολογηθούν και θα συγκριθούν οι εξεταζόμενες δράσεις. Ως διάσταση (dimension)

ορίζεται μια στοιχειώδης επίπτωση, τέτοια ώστε το σύνολο των καταστάσεων που περιλαμβάνει να εκφράζει την κλίμακα προτίμησης (preference scale) του αποφασίζοντος.



Σχήμα 3: Μεθοδολογική προσέγγιση συνεπούς οικογένειας κριτηρίων

Ως κριτήριο θεωρείται μια μονότονη συνάρτηση x , δηλωτική των προτιμήσεων του αποφασίζοντος, τέτοια ώστε για κάθε δυο εναλλακτικές x' και x'' να ισχύει:

$$x' > x'' \Leftrightarrow x' P x''$$

$$x' = x'' \Leftrightarrow x' I x''$$

όπου: x' και x'' είναι οι επιδόσεις των εναλλακτικών x' και x'' στο κριτήριο x , και P και I είναι αντίστοιχα οι σχέσεις προτίμησης και αδιαφορίας οριζόμενες έτσι ώστε:

$x' P x''$: η εναλλακτική x' προτιμάται της x'' (προτίμησης)

$x' I x''$: οι εναλλακτικές x' και x'' είναι ισοδύναμες (αδιαφορίας)

Για τη λήψη ορθολογικών αποφάσεων με πολλαπλά κριτήρια, θα πρέπει να διασφαλιστεί ότι το σύνολο των εξεταζόμενων κριτηρίων διαμορφώνει μια συνεπή οικογένεια κριτηρίων. Ένα σύνολο κριτηρίων (x_1, x_2, \dots, x_n) θεωρείται ότι διαμορφώνει μια συνεπή οικογένεια κριτηρίων εάν και μόνο αν διαθέτει τις ακόλουθες τρεις ιδιότητες:

- **Μονοτονία (monotonicity):** Ένα σύνολο κριτηρίων θεωρείται ότι διαθέτει την ιδιότητα της μονοτονίας αν και μόνο αν για οποιοσδήποτε δυο εναλλακτικές x' και x'' τέτοιες ώστε $x'_i > x''_i$ για κάποιο κριτήριο x_i και $x'_j = x''_j$ για όλα τα υπόλοιπα κριτήρια x_j ($j \neq i$), συμπεραίνεται ότι $x' P x''$.

- **Επάρκεια (exhaustivity):** Ένα σύνολο κριτηρίων θεωρείται ότι διαθέτει την ιδιότητα της επάρκειας αν και μόνο αν για οποιεσδήποτε δυο εναλλακτικές x' και x'' τέτοιες ώστε $x_i' = x_i''$ για όλα τα κριτήρια x_i , συμπεραίνεται ότι $x' \equiv x''$.
- **Μη πλεονασμός (non-redundancy):** Ένα σύνολο κριτηρίων θεωρείται ότι διαθέτει την ιδιότητα του μη πλεονασμού. αν και μόνο αν, η διαγραφή ενός οποιουδήποτε κριτηρίου x_i οδηγεί σε παραβίαση των ιδιοτήτων της μονοτονίας ή της επάρκειας.

Μοντέλο ολικής προτίμησης

Μετά την ολοκλήρωση των δύο προηγούμενων σταδίων της ανάλυσης (αντικείμενο της απόφασης, διαμόρφωση συνεπούς οικογένειας κριτηρίων), το επόμενο στάδιο αφορά την κατασκευή και χρησιμοποίηση ενός μοντέλου ολικής προτίμησης (global evaluation model). Ως μοντέλο ολικής προτίμησης θεωρείται η σύνθεση όλων των κριτηρίων έτσι ώστε να επιτευχθεί ο στόχος της ανάλυσης ανάλογα με την προβληματική που έχει καθοριστεί. Το μοντέλο ολικής προτίμησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βάση για:

- Τον προσδιορισμό μιας συνολικής αξιολόγησης κάθε εναλλακτικής.
- Την πραγματοποίηση διμερών συγκρίσεων μεταξύ των εναλλακτικών.
- Τη διερεύνηση του συνόλου των εναλλακτικών λύσεων, όταν αυτό είναι συνεχές.

Η ανάπτυξη του μοντέλου ολικής προτίμησης μπορεί να πραγματοποιηθεί με δύο τρόπους:

- Αλληλεπιδραστικά μέσω της συνεργασίας του αναλυτή με τον αποφασίζοντα. Στην προσέγγιση αυτή ο αποφασίζοντας καθορίζει ένα σύνολο παραμέτρων σχετικών με την πολιτική λήψης των αποφάσεων που ακολουθεί (για παράδειγμα, τα βάρη των κριτηρίων).
- Αναλύοντας τις αποφάσεις που λαμβάνει ο αποφασίζων έτσι ώστε να αναπτυχθεί το κατάλληλο μοντέλο ολικής προτίμησης που είναι συμβατό με την πολιτική λήψης των αποφάσεων που ακολουθεί ο αποφασίζων. Η προσέγγιση αυτή έχει αρκετές ομοιότητες με τη μεθοδολογία της παλινδρόμησης η οποία είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη στο χώρο της στατιστικής.

Υποστήριξη της απόφασης

Στο στάδιο αυτό, ο αναλυτής του προβλήματος αναζητά και οργανώνει τα στοιχεία απάντησης σε συγκεκριμένα ερωτηματικά που θέτουν ή ενδέχεται να θέσουν κάποιοι εμπλεκόμενοι στην διαδικασία της απόφασης και κυρίως ο αποφασίζων.

Πρόκειται για συμπληρωματικό στάδιο του προηγούμενου, του οποίου ο κυριότερος

λόγος ύπαρξης οφείλεται στο γεγονός ότι μια λύση που δίνει ένα μοντέλο δεν είναι άμεσα εκμεταλλεύσιμη στα πεδία λήψης αποφάσεων και / ή διαπραγματεύσεων.

2.4 Βασικές Μεθοδολογικές Προσεγγίσεις

Στο χώρο της Πολυκριτηριακής Ανάλυσης έχουν αναπτυχθεί διάφορες μεθοδολογικές προσεγγίσεις, μεταξύ των οποίων εντοπίζονται σημαντικές διαφοροποιήσεις τόσο στη μορφή των υποδειγμάτων που αναπτύσσονται, όσο και στη διαδικασία που χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη των υποδειγμάτων [41].

Ο Roy (1985) πρότεινε μια ομαδοποίηση σε τρεις βασικές κατηγορίες, λαμβάνοντας ουσιαστικά υπόψη τη μορφή των υποδειγμάτων που αναπτύσσονται:

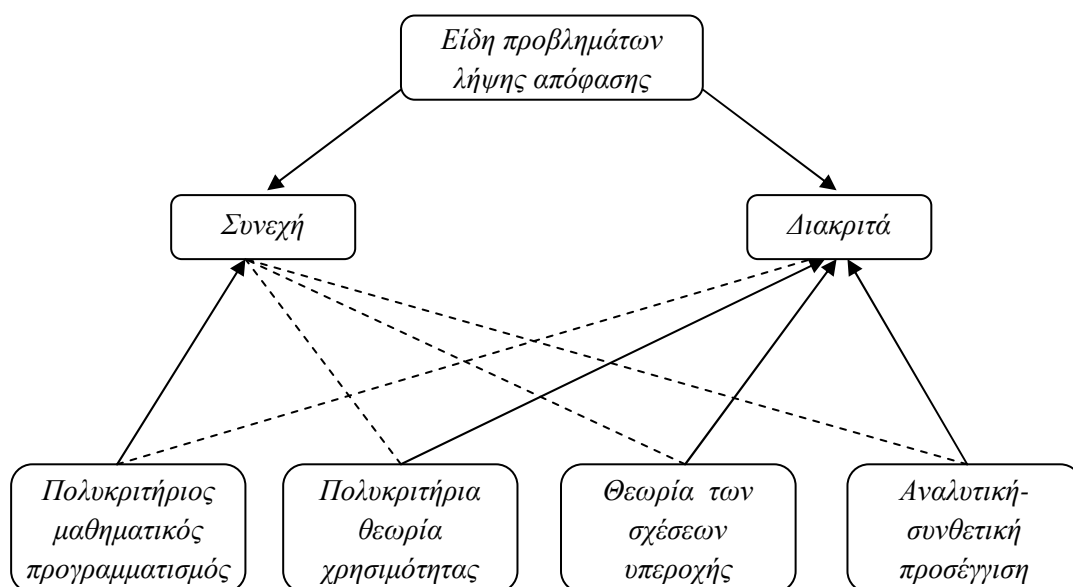
- ❖ Προσεγγίσεις μοναδικής σύνθεσης των κριτηρίων αγνοώντας κάθε ασυγκριτικότητα μεταξύ των εναλλακτικών δραστηριοτήτων (unique synthesis criterion).
- ❖ Προσεγγίσεις βασιζόμενες στις σχέσεις υπεροχής λαμβάνοντας υπόψη την πιθανή ασυγκριτικότητα μεταξύ των εναλλακτικών δραστηριοτήτων (outranking synthesis approach).
- ❖ Αλληλεπιδραστικές προσεγγίσεις (interactive local judgment approach).

Μια εναλλακτική ομαδοποίηση των πολυκριτήριων προσεγγίσεων, η οποία παράλληλα με τη μορφή των υποδειγμάτων που αναπτύσσονται, λαμβάνει υπόψη και τον τρόπο με τον οποίο πραγματοποιείται η ανάπτυξή τους περιλαμβάνει τις ακόλουθες τέσσερις κατηγορίες προσεγγίσεων [41]:

- ❖ Πολυκριτήριος μαθηματικός προγραμματισμός (multiobjective mathematical programming).
- ❖ Πολυκριτήρια θεωρία χρησιμότητας (multiattribute utility theory).
- ❖ Θεωρία των σχέσεων υπεροχής (outranking relations).
- ❖ Αναλυτική-συνθετική προσέγγιση (preference disaggregation approach).

Όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 4, μεταξύ των τεσσάρων αυτών βασικών προσεγγίσεων της πολυκριτήριας ανάλυσης αποφάσεων, οι τρεις τελευταίες, δηλαδή η πολυκριτήρια θεωρία χρησιμότητας, η θεωρία των σχέσεων υπεροχής και η αναλυτική-συνθετική προσέγγιση, προσανατολίζονται προς την αντιμετώπιση διακριτών προβλημάτων λήψης αποφάσεων. Απώτερος στόχος τους, είναι η σύνθεση όλων των κριτηρίων με σκοπό την αξιολόγηση ενός πεπερασμένου συνόλου εναλλακτικών δραστηριοτήτων σύμφωνα με τις προβληματικές της επιλογής, κατάταξης ή ταξινόμησης. Αντίθετα ο πολυκριτήριος μαθηματικός προγραμματισμός αποτελεί μια γενίκευση της γνωστής θεωρίας του μαθηματικού προγραμματισμού σε

περιπτώσεις όπου πρέπει να βελτιστοποιηθούν πολλαπλές αντικειμενικές συναρτήσεις. Όπως βέβαια είναι εμφανές από το παραπάνω σχήμα η συμβολή του κάθε θεωρητικού ρεύματος της πολυκριτήριας ανάλυσης δεν περιορίζεται στην αντιμετώπιση μόνο ενός είδους προβλημάτων λήψης αποφάσεων (συνεχή ή διακριτά). Αναλυτικότερα, η πολυκριτήρια θεωρία χρησιμότητας, η θεωρία των σχέσεων υπεροχής και η αναλυτική-συνθετική προσέγγιση μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως εργαλεία για την αντιμετώπιση συνεχών προβλημάτων, συμβάλλοντας στην αποτύπωση του συστήματος αξιών και προτιμήσεων του αποφασίζοντος σε ένα μαθηματικό υπόδειγμα. Το υπόδειγμα αυτό χρησιμοποιούμενο σε συνδυασμό με τεχνικές πολυκριτήριου μαθηματικού προγραμματισμού μπορεί να οδηγήσει στην επίλυση συνεχών προβλημάτων (για παράδειγμα καθορισμός της σύνθεσης ενός χαρτοφυλακίου χρεογράφων το οποίο βελτιστοποιεί τη συνάρτηση χρησιμότητας του επενδυτή). Αντίστοιχα, και ο πολυκριτήριος μαθηματικός προγραμματισμός μπορεί να συμβάλλει στην αντιμετώπιση διακριτών προβλημάτων.



Σχήμα 4: Η συμβολή των θεωρητικών ρευμάτων της πολυκριτήριας ανάλυσης στην επίλυση συνεχών και διακριτών προβλημάτων λήψης αποφάσεων

2.5 Πεδία εφαρμογών και Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων

Η ραγδαία εξέλιξη του χώρου της πολυκριτήριας ανάλυσης αποφάσεων τις τελευταίες τρεις δεκαετίες όσον αφορά την ανάπτυξη νέων μεθοδολογιών επέτρεψε την επιτυχημένη εφαρμογή τεχνικών από το χώρο της πολυκριτήριας ανάλυσης σε διάφορα πεδία εφαρμογών.

Στην ανάπτυξη των εφαρμογών της πολυκριτήριας ανάλυσης σημαντικό ρόλο διαδραμάτισε η ανάπτυξη της τεχνολογίας των υπολογιστών. Η σύνδεση των δύο αυτών χώρων εκφράστηκε μέσω της ανάπτυξης συστημάτων υποστήριξης

αποφάσεων τα οποία ενσωματώνουν τεχνικές από το χώρο της πολυκριτήριας ανάλυσης. Τα συστήματα αυτά επιτρέπουν στους χρήστες (αποφασίζοντες) να εκμεταλλευτούν τις δυνατότητες που παρέχουν πολυκριτήριες μεθοδολογίες στην αντιμετώπιση πολύπλοκων πρακτικών προβλημάτων.

Τα πρώτα πολυκριτήρια συστήματα υποστήριξης αποφάσεων αναπτύχθηκαν τη δεκαετία του 1970 και αφορούσαν κυρίως την αντιμετώπιση προβλημάτων πολυκριτήριου μαθηματικού προγραμματισμού. Τα πρώτα αυτά συστήματα είχαν κυρίως ακαδημαϊκό προσανατολισμό, κυρίως λόγω των περιορισμένων δυνατοτήτων που παρείχε η τεχνολογία των Η/Υ την εποχή εκείνη. Σήμερα, μετά από τρεις δεκαετίες ραγδαίων εξελίξεων στο χώρο της πληροφορικής και των Η/Υ, τα πολυκριτήρια συστήματα υποστήριξης αποφάσεων παρέχουν αυξημένες δυνατότητες όσο να φορά τη διαχείριση μεγάλου όγκου δεδομένων, την επικοινωνία με το χρήστη, την πραγματοποίηση αναλύσεων ευαισθησίας και ευστάθειας, την ανάλυση σεναρίων, κλπ. [41]

Τα πολυκριτήρια συστήματα υποστήριξης αποφάσεων που έχουν αναπτυχθεί καλύπτουν όλα τα μεθοδολογικά ρεύματα του χώρου της πολυκριτήριας ανάλυσης [41]:

- Πολυκριτήριος μαθηματικός προγραμματισμός: Συστήματα TOMMIX, TRIMAP, VIG, VIDMA, DIDAS, ADBASE, STRANGE, ADELAIS.
- Πολυκριτήρια θεωρία χρησιμότητας: Συστήματα MACBETH, VISA, EXPERT CHOICE.
- Θεωρία των σχέσεων υπεροχής: Συστήματα PROMCALC/GAIA, ELECCALC, PRIAM, ELECTRE TRI Assistant.
- Αναλυτική-συνθετική προσέγγιση: Συστήματα PEFCALC, MINORA, MIIDAS, PREFDIS.

Παράλληλα έχουν αναπτυχθεί πολυκριτήρια συστήματα υποστήριξης αποφάσεων τα οποία έχουν σχεδιαστεί για εξειδικευμένα πεδία εφαρμογών. Τα συστήματα αυτά λαμβάνουν υπόψη τα χαρακτηριστικά και τις ιδιαιτερότητες του πεδίου στο οποίο επικεντρώνονται, στοιχείο το οποίο επιτρέπει την παροχή της ζητούμενης υποστήριξης από χρήστες που δεν διαθέτουν εξειδικευμένες γνώσεις σε θέματα της πολυκριτήριας ανάλυσης. Τέτοια εξειδικευμένα συστήματα έχουν αναπτυχθεί για τη λήψη χρηματοοικονομικών αποφάσεων, την αντιμετώπιση προβλημάτων πολεοδομικού σχεδιασμού, την ανάπτυξη σχεδίων, την αντιμετώπιση προβλημάτων στρατηγικού προγραμματισμού, κλπ.

Τέλος, αξιοσημείωτη είναι η ανάπτυξη πολυκριτήριων συστημάτων υποστήριξης ομαδικών αποφάσεων, καθώς και η ανάπτυξη πολυκριτήριων ευφών συστημάτων τα οποία συνδυάζουν πολυκριτήριες μεθοδολογίες με τεχνικές από το χώρο της τεχνητής νοημοσύνης.

3 Μοντέλα Πολυκριτηριακής Ανάλυσης

3.1 Αναλυτική Ιεραρχική Διαδικασία (AHP)

Η Αναλυτική Ιεραρχική Διαδικασία (Analytical Hierarchy Process - AHP) [29,30] είναι η πολυκριτήρια προσέγγιση η οποία χρησιμοποιεί διαδικασίες διμερούς σύγκρισης προκειμένου να αναπτύξει μια κλίμακα προτίμησης μεταξύ των εναλλακτικών. Η μέθοδος αντιμετωπίζει το πρόβλημα της κατανομής των βαρών (weights) σε ένα σύνολο από δραστηριότητες σύμφωνα με τον βαθμό σημαντικότητάς τους. Από αυτή τη διαδικασία προκύπτει ένας πίνακας βαρών και ένας πίνακας εκτιμήσεων για κάθε κριτήριο.

Η AHP βοηθά στην αφομοίωση τόσο υποκειμενικών όσο και αντικειμενικών κριτηρίων και μέτρων αξιολόγησης, παρέχοντας ένα αποτελεσματικό μηχανισμό ελέγχου της συνέπειας (consistency) των μέτρων αξιολόγησης των εναλλακτικών που προτείνονται, μειώνοντας την πόλωση και την σύγχυση στην λήψη αποφάσεων[29].

Τρεις βασικές ιδέες διέπουν τη μέθοδο:

- Είναι αναλυτική: η μαθηματική και λογική αιτιολόγηση για τη λήψη αποφάσεων είναι το ισχυρό γνώρισμα της μεθόδου. Συμβάλλει στην ανάλυση του προβλήματος σε λογική βάση και στη μετατροπή των σκέψεων και διαισθήσεων του αποφασίζοντα σε νούμερα.
- Δομεί το πρόβλημα σε μία ιεραρχία: η αποδόμηση του προβλήματος σε υπο-προβλήματα μειώνει την πολυπλοκότητα του προβλήματος.
- Ορίζει μία διαδικασία για τη λήψη των αποφάσεων: οι πληροφορίες του λήπτη των αποφάσεων ενσωματώνονται στην διαδικασία λήψης αποφάσεων.

Συνοπτικά οι τέσσερις κύριες λειτουργίες της AHP είναι οι κάτωθι:

- ❖ Η ιεραρχική ανάλυση του προβλήματος
- ❖ Συλλογή προτιμήσεων για τα στοιχεία της απόφασης
- ❖ Εκτίμηση προτεραιοτήτων για τα στοιχεία της απόφασης
- ❖ Σύνθεση των επιμέρους βαρών σε γενικές προτεραιότητες των εναλλακτικών λύσεων

Για να εφαρμοστεί αυτή η προσέγγιση θα πρέπει να διασπαστεί το αρχικό πρόβλημα σε επιμέρους τμήματα ή μεταβλητές, στη συνέχεια να ταξινομηθούν οι μεταβλητές ιεραρχικά, δίνοντας αριθμητικές τιμές στις εκτιμήσεις της σχετικής σημαντικότητας της κάθε μίας σε σχέση με τις άλλες. Τέλος, να γίνει σύνθεση των εκτιμήσεων προκειμένου να προσδιοριστεί ποιά μεταβλητή έχει τη μεγαλύτερη προτεραιότητα και θα επηρεάσει περισσότερο το αποτέλεσμα. Η AHP αποτελείται από τρία βασικά μέρη. Αυτά είναι [51]:

- Η διάσπαση του αρχικού προβλήματος
- Ο καθορισμός σχετικών εκτιμήσεων προς σύγκριση

- Η σύνθεση των προτεραιοτήτων

Στη φάση της διάσπασης του αρχικού προβλήματος, κατασκευάζεται η ιεραρχία και καθορίζονται τα βασικά στοιχεία του προβλήματος.

Ένας τρόπος για να γίνει αυτό είναι να ξεκινήσει κάποιος από το αρχικό πρόβλημα στο πρώτο επίπεδο, στη συνέχεια να κατασκευάσει το δεύτερο επίπεδο το οποίο περιλαμβάνει τα κατάλληλα επιλεγμένα κριτήρια στα οποία θα εκτιμηθεί το πρόβλημα, έπειτα το τρίτο επίπεδο που περιλαμβάνει τα υπο-κριτήρια κτλ, και να φθάσει στο τελευταίο επίπεδο, στο οποίο καθορίζονται, με βάση τα προηγούμενα, οι εναλλακτικές του προβλήματος.

Ένας δεύτερος τρόπος είναι να ξεκινήσει από το τέλος, καθορίζοντας αρχικά το επίπεδο των εναλλακτικών, στη συνέχεια το επόμενο επίπεδο στο οποίο καθορίζονται τα ακριβή και αναλυτικά (υπό)κριτήρια, στα οποία θα αξιολογηθούν οι εναλλακτικές. Έπειτα, καθορίζεται το επίπεδο στο οποίο μπορούν να συντεθούν συγκεκριμένα υπο-κριτήρια σε βασικά κριτήρια και τέλος να οριστεί το αρχικό πρόβλημα στο πρώτο επίπεδο. Για τη φάση του καθορισμού των σχετικών εκτιμήσεων προς σύγκριση κατασκευάζεται ένας πίνακας, με τη βοήθεια του οποίου πραγματοποιούνται οι διμερείς συγκρίσεις της σχετικής σημαντικότητας των στοιχείων του δευτέρου επιπέδου, σε σχέση με το στόχο του προβλήματος, του πρώτου επιπέδου. Οι εκτιμήσεις γίνονται απευθείας από τους αποφασίζοντες. Αντίστοιχοι πίνακες κατασκευάζονται στο τρίτο επίπεδο σε σχέση με τα στοιχεία του δευτέρου επιπέδου κ.ο.κ. για όλα τα επίπεδα[51].

Για τη φάση της σύνθεσης των προτεραιοτήτων από το δεύτερο επίπεδο και μετά, πολλαπλασιάζονται οι τοπικές προτεραιότητες με την προτεραιότητα του κριτηρίου του προηγούμενου επιπέδου και προσθέτονται για κάθε στοιχείο (κριτήριο) του επιπέδου. Τα στοιχεία του δευτέρου επιπέδου (βασικά κριτήρια) πολλαπλασιάζονται με τη μονάδα. Λαμβάνουμε έτσι την προτεραιότητα του στοιχείου η οποία θα χρησιμοποιηθεί για τον καθορισμό των προτεραιοτήτων των στοιχείων των επόμενων επιπέδων, φθάνοντας στο τέλος να υπολογιστούν οι προτεραιότητες των εναλλακτικών [51].

Σε αυτό το σημείο, είναι σκόπιμο να αναφερθεί πως ακολουθώντας τη μέθοδο διμερούς σύγκρισης, ενδέχεται να παρατηρηθούν φαινόμενα ασυνέπειας, κάτι που δημιουργεί αναξιοπιστία στα αποτελέσματα. Για αυτό το λόγο, η AHP έχει ενσωματώσει το «βαθμό ασυνέπειας», ένα δείκτη με το οποίο ερμηνεύεται ο βαθμός συνέπειας των εκτιμήσεων του αποφασίζοντος. Η μέτρηση του βαθμού ασυνέπειας πραγματοποιείται για κάθε πίνακα για όλη την ιεράρχηση. Αν και η ασυνέπεια στις εκτιμήσεις είναι αναμενόμενη, ο εντοπισμός της οδηγεί στον επαναπροσδιορισμό κάποιων εκτιμήσεων, αν αυτός ο βαθμός υπερβεί κάποιο ορισμένο κατώφλι.

Οι διμερείς συγκρίσεις τακτοποιούνται σε ένα πίνακα τέτοιο ώστε τα στοιχεία πάνω της διαγωνίου είναι τα αντίστροφα των στοιχείων κάτω της διαγωνίου ($a_{ij} = 1/a_{ji}$).

Επίσης τα στοιχεία της διαγωνίου είναι όλα ίσα με τη μονάδα, μια και σε αυτά τα στοιχεία του πίνακα πραγματοποιείται σύγκριση μιας παραμέτρου με τον εαυτό της. Τελικά, εάν ένα επίπεδο περιέχει n στοιχεία τότε θα γίνουν $n(n - 1)/2$ συγκρίσεις.

Η κλίμακα με τα απόλυτα μεγέθη που χρησιμοποιείται για να δηλώσει τη σχετική προτίμηση κάποιου στοιχείου σε σχέση με κάποιο άλλο φαίνεται στον Πίνακα 1

Πίνακας 1: Βαθμολόγηση σημαντικότητας

Ένταση Σημαντικότητας	Ορισμός	Εξήγηση
1	Ίση σπουδαιότητα	Τα δύο στοιχεία συνεισφέρουν το ίδιο στον στόχο ή το κριτήριο
3	Ελάχιστα σημαντικότερο	Η πείρα και η κρίση ευνοούν ελαφρώς τον έναν παράγοντα σε σχέση με τον άλλον
5	Βασική ή μεγάλη σπουδαιότητα	Η πείρα και η κρίση ευνοούν σαφώς τον έναν παράγοντα σε σχέση με τον άλλον
7	Πολύ ισχυρή ή αποδεδειγμένη σπουδαιότητα	Ένας παράγοντας ευνοείται ιδιαίτερα σε σχέση με έναν άλλον. Η κυριαρχία του αποδεικνύεται στην πράξη
9	Απόλυτη σπουδαιότητα σε σχέση με άλλον	Τα στοιχεία που ευνοούν έναν παράγοντα είναι αδιαμφισβήτητα
2,4,6,8	Ενδιάμεσες τιμές	Χρησιμοποιούνται όταν απαιτείται συμβιβασμός

Μαθηματικό υπόβαθρο

Η μέθοδος βασίζεται σε τρία κοινά αποδεκτά στάδια [13]. Αυτά είναι τα εξής:

1. Δεδομένου ότι $i = 1, \dots, m$ αποτελούν τα κριτήρια της απόφασης, πρέπει να υπολογιστούν οι αντίστοιχες βαρύτητές τους w_i
2. Για κάθε κριτήριο i , θα πρέπει να συγκριθούν οι εναλλακτικές επιλογές j , όπου $j = 1, \dots, n$ και να καθοριστούν οι βαρύτητές τους (w_{ij}) σε σχέση με το κριτήριο i .

Τέλος θα πρέπει να καθοριστούν οι τελικές ή ολικές βαρύτητες των εναλλακτικών επιλογών W_j σε σχέση με όλα τα κριτήρια μέσω της διανυσματικής εξίσωσης $W_j =$

$$w_{1j}w_1 + w_{2j}w_2 + \dots + w_{mj}w_m$$

Οι εναλλακτικές επιλογές στη συνέχεια κατηγοριοποιούνται μέσω του διανύσματος W_j που προκύπτει, με την επικρατέστερη επιλογή να έχει την μεγαλύτερη τιμή W_j . Οι διάφορες μεθοδολογίες που έχουν αναπτυχθεί σχετικά με τη λήψη αποφάσεων διαφέρουν μεταξύ τους στον τρόπο με τον οποίο υπολογίζονται οι βαρύτητες των

κριτηρίων και των εναλλακτικών επιλογών. Στην μέθοδο AHP όμως και σε αντίθεση με τις άλλες μεθόδους, υπάρχει μια γενική ομολογία περί της ισχύος και αντικειμενικότητας της μεθόδου αφού έχει χρησιμοποιηθεί σε πάρα πολλές περιπτώσεις και συνεχίζει να χρησιμοποιείται σε ποικίλες εφαρμογές με αξιοπιστία, γεγονός που ισχυροποιεί και εδραιώνει ακόμα περισσότερο την χρήση της μεθόδου ως το καθεαυτό εργαλείο λήψης αποφάσεων.

Αρχές και αξιώματα της AHP

Όσον αφορά στα αξιώματα πάνω στα οποία η AHP στηρίζεται, αυτά είναι τα εξής [13,28]:

1. Αξίωμα της αμοιβαιότητας (reciprocal axiom)
2. Αξίωμα της ομοιογένειας (homogeneity axiom)
3. Αξίωμα της σύνθεσης (synthesis axiom)

Το αξίωμα της αμοιβαιότητας υπονοεί ότι αν $Pc(A,B)$ είναι μία σύγκριση ανά ζεύγη των στοιχείων A και B σε σχέση με το στοιχείο C του ανωτέρου επιπέδου, παριστάνοντας το πόσες φορές περισσότερο το στοιχείο A κατέχει μια ιδιότητα σε σχέση με το στοιχείο B , τότε θα πρέπει να ισχύει ότι $Pc(B,A) = 1 / Pc(A,B)$. Για παράδειγμα, αν το A είναι πέντε φορές μεγαλύτερο από το B , τότε το B είναι το ένα πέμπτο του μεγέθους του A .

Κατά το αξίωμα της ομοιογένειας, τα στοιχεία τα οποία συγκρίνονται δεν θα πρέπει να διαφέρουν κατά πολύ όσον αφορά στις ιδιότητες στις οποίες γίνεται η σύγκριση. Αν κάτι τέτοιο δεν εφαρμόζεται, τότε τα λάθη στις κρίσεις μπορεί να είναι πολύ μεγάλα. Όταν δομείται επομένως μια ιεραρχία, θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή κατά την ταξινόμηση των στοιχείων ώστε αυτά να μην διαφέρουν πολύ όταν βρίσκονται μαζί μέσα σε μια ομάδα.

Το αξίωμα της σύνθεσης αναφέρει ότι οι βαρύτητες των στοιχείων σε μια ιεραρχία δεν εξαρτώνται από στοιχεία κατωτέρων επιπέδων. Αυτό το αξίωμα είναι απαραίτητο για να μπορέσει να εφαρμοστεί η αρχή της ιεραρχικής σύνθεσης. Επιπλέον, τα δύο πρώτα αξιώματα είναι πλήρως σύμφωνα με πραγματικές εφαρμογές.

Το τρίτο αξίωμα της σύνθεσης πάντως, απαιτεί προσεκτική εξέταση καθότι είναι σύνηθες να παραβιάζεται. Σε προβλήματα επιλογής είναι δυνατόν η επιλογή των εναλλακτικών να εξαρτάται από στοιχεία υψηλότερου επιπέδου, ενώ ταυτόχρονα η σημαντικότητα των στοιχείων αυτών να εξαρτάται ταυτόχρονα από τις εναλλακτικές. Όταν υπάρχει τέτοιου είδους εξάρτηση, το αξίωμα της σύνθεσης δεν είναι εφαρμόσιμο.

Η μέθοδος AHP διαθέτει τρεις τεχνικές εξαγωγής συμπερασμάτων όσον αφορά στον καθορισμό της σχετικής σημαντικότητας μεταξύ διαφόρων κριτηρίων ή εναλλακτικών επιλογών, την λεκτική, την αριθμητική και την γραφική. Οι συγκρίσεις

γίνονται πάντα ανά ζεύγη. Για παράδειγμα, κατά την σύγκριση δύο κριτηρίων όπως το κόστος και η επίδοση, κατά την λεκτική τεχνική, ένα πιθανό αποτέλεσμα μιας τέτοιας σύγκρισης θα μπορούσε να εκφραστεί με το ότι «η επίδοση είναι αρκετά πιο σημαντική από το κόστος». Κατά την αριθμητική τεχνική όμως θα μπορούσε αυτή η σύγκριση να απαντηθεί με το ότι «η επίδοση είναι 1,5 φορές πιο σημαντική από το κόστος». Τέλος, ακολουθώντας την γραφική τεχνική, η απάντηση στην συγκεκριμένη σύγκριση θα αποτελούταν από δύο μπάρες, με το λόγο των υψών τους να δίνει 1,5.

Μερικοί θεωρητικοί έχουν αμφισβητήσει την ικανότητα των ανθρώπων που λαμβάνουν αποφάσεις όσον αφορά στη διεξαγωγή εποικοδομητικών συμπερασμάτων κατά την σύγκριση των κριτηρίων πάνω στα οποία βασίζεται μια απόφαση. Παρόλα αυτά η μακροχρόνια χρήση της μεθόδου έχει δείξει ότι οι λήπτες αποφάσεων δεν αντιμετωπίζουν πρόβλημα κατά την σύγκριση κριτηρίων [13]. Ενδεχομένως ορισμένοι να αντιμετωπίζουν κάποιου είδους δυσκολία με την λεκτική τεχνική, διότι δεν μπορούν να εκφράσουν το μέγεθος της σημαντικότητας, αλλά κανείς δεν έχει συναντήσει ουσιαστικά προβλήματα με την αριθμητική ή την γραφική τεχνική, όπου εκεί ποσοτικοποιείται άμεσα το μέγεθος της σύγκρισης. Πάνω σε αυτή την ικανότητα του ανθρώπινου νου να διεξάγει συγκρίσεις τέτοιου είδους βασίζεται η μέθοδος AHP και από αυτό αντλεί τη δύναμή της.

3.2 Μέθοδος Simos

Η Simos είναι μια μέθοδος που αναπτύχθηκε το 1990 και βοηθάει στην ιεράρχηση των κριτηρίων ενός προβλήματος, μέσω του προσδιορισμού των αριθμητικών τιμών τους. Χρησιμοποιείται για να καθοριστούν τα βάρη των κριτηρίων.

Υπάρχουν τρία στάδια στη συγκέντρωση πληροφοριών.

1. Δίνονται στο χρήστη ένα σέτ καρτών: το όνομα του κάθε κριτηρίου είναι γραμμένο σε κάθε κάρτα, μαζί με κάποιες άλλες συμπληρωματικές πληροφορίες, εάν κρίνεται απαραίτητο. Οι κάρτες αυτές δεν θα πρέπει να παρουσιάσουν κανένα αριθμό ώστε να μην εξάγουν κάποιες απαντήσεις. Δίνετε η δυνατότητα να υπάρξει ένα σέτ από λευκές κάρτες με το ίδιο νούμερο. Ο αριθμός του τελευταίου θα εξαρτηθεί από τις ανάγκες του χρήστη.

2. Έχει ζητηθεί από το χρήστη να κατατάξει αυτές τις κάρτες από το λιγότερο σημαντικό προς το πιο σημαντικό. Έτσι, ο χρήστης θα τις κατατάξει σε αύξουσα σειρά ανάλογα με τη σημασία που θέλει να αποδώσει στα κριτήρια: το πρώτο κριτήριο στην κατάταξη είναι το λιγότερο σημαντικό και το τελευταίο κριτήριο στην κατάταξη είναι το πιο σημαντικό. Όσο μεγαλύτερη είναι η αρίθμηση της κάρτας, τόσο πιο σημαντικό θεωρείται [8]. Σύμφωνα με την γνώμη του χρήστη αν κάποια κριτήρια έχουν την ίδια σημασία, δηλαδή, το ίδιο βάρος, θα πρέπει να σχηματιστεί ένα υποσύνολο καρτών. Ένας άλλος τρόπος κατάταξης των καρτών μπορεί να είναι απλά μια προτίμηση του χρήστη.

3. Έχει ζητηθεί από το χρήστη να σκεφτεί το γεγονός ότι η σημασία δύο διαδοχικών κριτηρίων στη κατάταξη μπορεί να είναι περισσότερο ή λιγότερο κοντά. Στον προσδιορισμό των βαρών πρέπει να ληφθεί υπόψη αυτή η μικρότερη ή μεγαλύτερη διαφορά στην σημασία των διαδοχικών κριτηρίων. Όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά μεταξύ των αναφερθέντων βαρών των κριτηρίων τόσο μεγαλύτερη είναι ο αριθμός των λευκών καρτών:

- Καμία λευκή κάρτα σημαίνει ότι τα κριτήρια δεν έχουν το ίδιο βάρος και ότι η διαφορά μεταξύ των βαρών, μπορεί να επιλεγεί ως τη μονάδα μέτρησης των διαστημάτων μεταξύ των βαρών. Ας υποθέσουμε ότι το χ θα υποδηλώνει την μονάδα.
- Μία λευκή κάρτα σημαίνει μια διαφορά των δύο χ φορών.
- Δύο λευκές κάρτες σημαίνει μια διαφορά των τριών χ φορών κ.τ.λ.. [12]

Η Simos για να μετατρέψει τις κατατάξεις σε βάρη προτείνει τον ακόλουθο αλγόριθμο:

- Την κατάταξη των υποσυνόλων της θέσης στην κατάταξη από το χειρότερο στο καλύτερο, σύμφωνα με τις λευκές κάρτες.
- Αποδίδοντας μια θέση, που ονομάζεται βάρος στη Simos, σε κάθε κριτήριο και σε κάθε λευκή κάρτα: αυτή που έχει λιγότερο σημασία λαμβάνει την πρώτη θέση, η επόμενη την δεύτερη θέση και συνεχίζεται με τον ίδιο τρόπο.
- Καθορίζονται τα μη-κανονικοποιημένα βάρη της κάθε κατάταξης διαιρώντας το άθροισμα των θέσεων αυτής της κατάταξης με το συνολικό αριθμό των κριτηρίων που ανήκουν σε αυτήν την κατάταξη.
- Καθορίζονται τα κανονικοποιημένα βάρη του κάθε κριτηρίου διαιρώντας τα μη-κανονικοποιημένα βάρη της κατάταξης από το συνολικό άθροισμα των θέσεων των κριτηρίων [12].

Σημαντικά μειονεκτήματα της μεθόδου είναι το γεγονός ότι δε βασίζεται σε πραγματικές υποθέσεις, λόγω έλλειψης σημαντικών πληροφοριών και δε μπορεί να γίνει περαιτέρω ανάλυση των κριτηρίων που έχουν τον ίδιο βαθμό σημαντικότητας, δηλαδή που έχουν το ίδιο βάρος [8]τη συγκεκριμένη μέθοδο αρχικά συγκεντρώνονται οι απαραίτητες πληροφορίες και στη συνέχεια προσδιορίζονται τα βάρη.

Η revised Simos [12] αποτελεί αναθεώρηση της μεθόδου Simos όπου λαμβάνει υπόψη ένα είδος επιπρόσθετων πληροφοριών από τον αποφασίζοντα και αλλάζει τους κανόνες υπολογισμού των βαρών. Έτσι ο αποφασίζων μπορεί να σκεφτεί καλύτερα πώς να διαμορφώσει την ιεραρχία των κριτηρίων. Πιο συγκεκριμένα, η Revised Simos εξαλείφει τα λάθη επεξεργασίας στα υποσύνολα των ίσων κριτηρίων και επεξεργάζεται καλύτερα τη στρογγυλοποίηση των αριθμητικών τιμών που οδηγεί στα κανονικοποιημένα βάρη που έχουν άθροισμα 100 [16].

Η αναθεωρημένη έκδοση της διαδικασίας της Simos (revised Simos) εισάγει ένα νέο είδος των πρόσθετων πληροφοριών από το άτομο που θέλει να πάρει μια απόφαση

και αλλάζει ορισμένους υπολογιστικούς κανόνες της προηγούμενης μεθόδου. Το νέο είδος των πρόσθετων πληροφοριών αφορά την αναλογία μεταξύ των βαρών του πιο σημαντικού κριτηρίου και του λιγότερου σημαντικού στην κατάταξη.

Η διαδικασία της αναθεωρημένης Simos είναι όμοια με τη μέθοδο συλλογής δεδομένων της προηγούμενης διαδικασίας. Σε πολλές περιπτώσεις φαίνεται να είναι πολύ καλά προσαρμοσμένη. Μιλώντας σε ένα γενικότερο πλαίσιο, είναι πολύ εύκολο για τον χρήστη να εκφράσει τις προτιμήσεις του ως μια παραγγελία κριτηρίων.

Επίσης, ο χρήστης μπορεί να εκχωρήσει άμεσα μια αριθμητική τιμή σε κάθε κριτήριο. Οι τιμές αυτές δυστυχώς δεν είναι εύκολο να ερμηνευτούν σε όρους βαρών. Αυτή η διαδικασία συλλογής πληροφοριών είναι απλή και γρήγορη. Έτσι, ταιριάζει πολύ καλά σε περιβάλλοντα που βοηθάνε στη λήψη απόφασης με πολλαπλές πολυκριτήριες μεθόδους. Ακόμα, εισάγεται ένα νέο είδος πληροφορίας ζητώντας από το χρήστη να δηλώσει πόσες φορές το τελευταίο κριτήριο είναι πιο σημαντικό από το πρώτο στη κατάταξη. Ας υποθέσουμε ότι το z είναι η τιμή αυτής της αναλογίας. Η τελευταία, συνήθως δεν είναι πολύ καλά ορισμένη από τον χρήστη. Έτσι, είναι πολύ σημαντικό να αναλύεται με ένα εύκολο τρόπο, η επίδραση στα αποτελέσματα των αλλαγών του z .

Ο αλγόριθμος λαμβάνει υπόψη ένα πρόσθετο είδος των πληροφοριών σχετικά με την τιμή z . Εξαλείφει την εσφαλμένη επεξεργασία των υποσυνόλων της πρώην κατάταξης της προηγούμενης μεθόδου και επεξεργάζεται τη στρογγυλοποίηση των αριθμητικών τιμών κατά το βέλτιστο τρόπο [12]

3.3 Μέθοδος WAP (Criteria Weights Assessment through Prioritization)

Η μέθοδος WAP [38] είναι μέθοδος υπολογισμού βαρών κριτηρίων μέσω κατάταξης και προτείνει μια διαφορετική προσέγγιση στον τρόπο υπολογισμού των βαρών που έχει να κάνει με την οπτική απεικόνιση της διαφοράς της σημαντικότητας των κριτηρίων. Η ανάγκη για αυτή την μέθοδο προέκυψε εξαιτίας τριών λόγων:

Ο πρώτος λόγος ήταν ότι η χρησιμοποίηση των λευκών καρτών τόσο στην Simos όσο και στην Revised Simos οδηγεί σε γραμμικότητα όσον αφορά το βάρος των κριτηρίων, δίνοντας ίση διαφορά μεταξύ των θέσεων ή επιπέδων των κριτηρίων. Αν και οι λευκές κάρτες αποτελούν ένα απλό τρόπο ώστε να αποσπούμε πληροφορίες για τις προτιμήσεις του αποφασίζοντα, αφορά τις σχετικές προτιμήσεις και δεν προσδιορίζεται με ακρίβεια το βάρος των κριτηρίων.

Ο δεύτερος λόγος ήταν η δυσκολία ο αποφασίζων να προσδιορίσει τον δείκτη z που χρησιμοποιείται στην Simos και στην Revised Simos. Ο αποφασίζων δεν μπορεί να υπολογίσει με ακρίβεια πόσες φορές πρέπει να πολλαπλασιάσουμε το βάρος του λιγότερα σημαντικού κριτηρίου προκειμένου να προκύψει το βάρος του πιο σημαντικού κριτηρίου. Υπάρχει η ανάγκη να δημιουργηθεί μια πιο ευέλικτη

διαδικασία πληροφοριών προτίμησης σχετικά με την διαφορά της σημασίας μεταξύ των κριτηρίων.

Ο τρίτος λόγος ήταν η χαμηλή ευρωστία, ευστάθεια που παρουσιάζεται στο πρώτο στάδιο της όλης διαδικασίας στον υπολογισμό των βαρών των κριτηρίων. Έτσι θα μειωθούν τα βήματα και ο όγκος δουλειάς στο δεύτερο στάδιο.

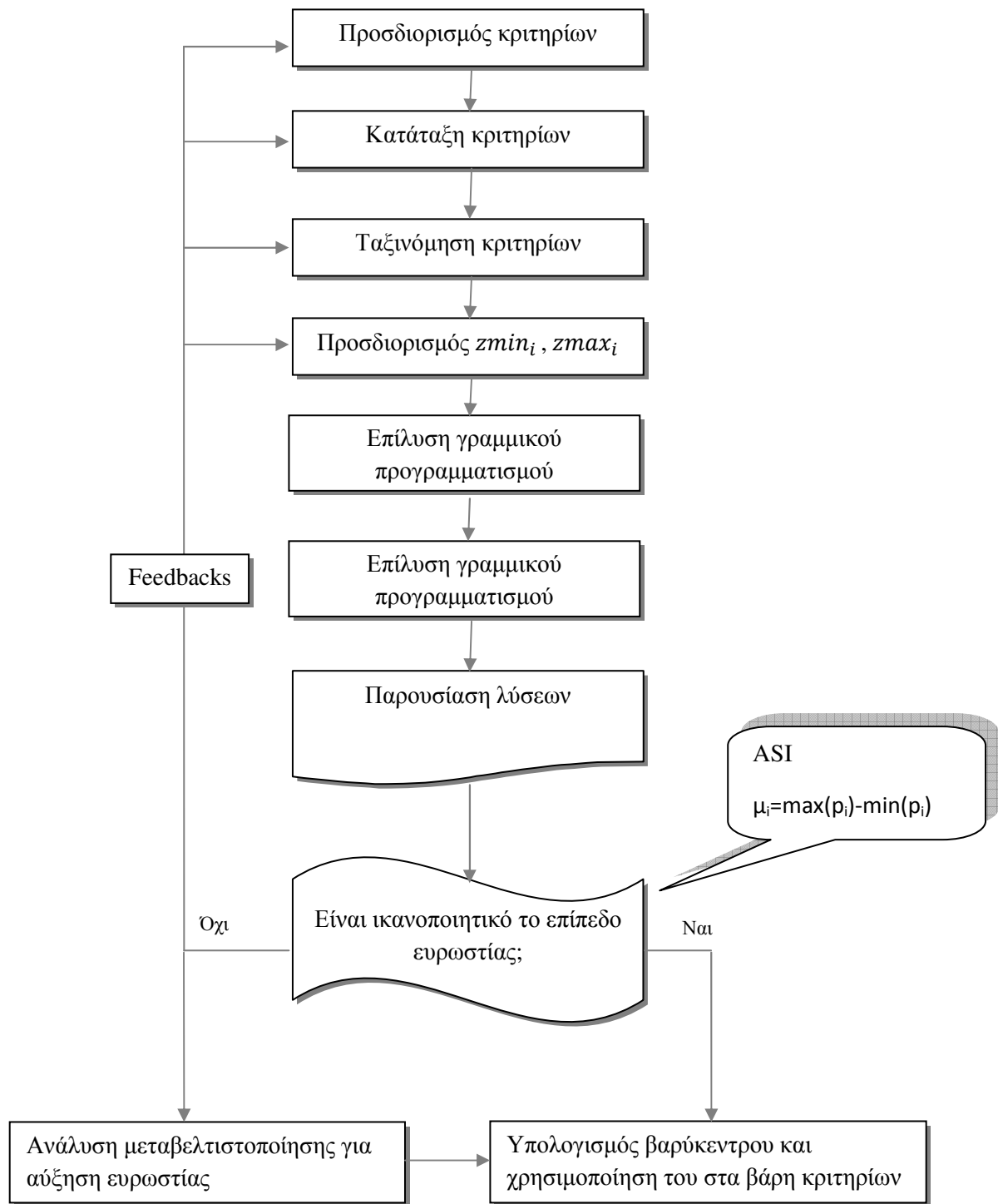
Αρχικά προσδιορίζονται τα κριτήρια, κατατάσσονται σύμφωνα με την σπουδαιότητα τους και στην συνέχεια συγκρίνονται ανά ζεύγη σύμφωνα με την ταξινόμηση τους, ο δείκτης z υπολογίζεται για κάθε διαδοχικό ζεύγος κριτηρίων. Από τον αποφασίζοντα δεν ζητείται να προσδιορίσει με ακρίβεια την τιμή του δείκτη z αλλά το εύρος τιμών στο οποίο κυμαίνεται δηλαδή την ελάχιστη και μέγιστη τιμή του $[z_{\min_r}, z_{\max_r}]$. Για να διευκολυνθεί ο αποφασίζων να προσδιορίσει αυτό το εύρος τιμών χρησιμοποιείται η βοήθεια του RAVI συστήματος όπου έχουν εγκατασταθεί οπτικές τεχνικές και ουσιαστικά ο αποφασίζων προσδιορίζει καθαρά οπτικά την διαφορά στην σημασία των κριτηρίων. Συγκεκριμένα ο αποφασίζων ταξινομεί τα n κριτήρια σε m κατατάξεις ($m \leq n$) και προσδιορίζει $2(m-1)$ τιμές για τους δείκτες z_{\min_r}, z_{\max_r} ($r= 1,2,\dots,m-1$). Υπολογίζεται ο δείκτης z και προκύπτει ότι

$$z_1 z_2 \dots z_{m-1} = (p_1/p_2)(p_2/p_3) \dots (p_{m-1}/p_m) = p_1/p_m = z.$$

Επίσης ισχύει ότι για τις ελάχιστες και μέγιστες τιμές του z που προσδιόρισε ο αποφασίζων:

$$\prod_{i=1}^{m-1} z_{\min_i} \leq z \leq \prod_{i=1}^{m-1} z_{\max_i}$$

Στην εφαρμογή της μεθόδου ακολουθούνται τα βήματα όπως παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 1.

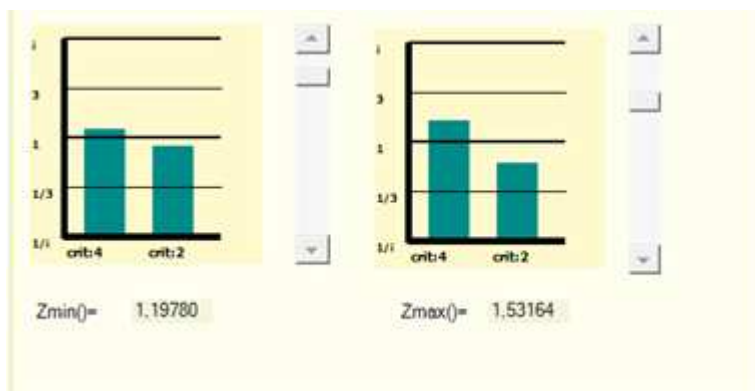


Διάγραμμα 1: Βήματα μεθόδου war

Αρχικά ο αποφασίζων θα καθορίσει εκείνα τα κριτήρια τα οποία θεωρεί σημαντικά για να τον βοηθήσουν στην λήψη απόφασης στο πρόβλημα που αντιμετωπίζει.

Τα κριτήρια κατατάσσονται και ταξινομούνται από το πιο σημαντικό στο λιγότερο σημαντικό. Κάθε κατάταξη περιλαμβάνει ένα ή και περισσότερα κριτήρια.

Ο αποφασίζων στη συνέχεια θα αποτυπώσει παρατηρώντας οπτικά στο RAVI σύστημα το πόσο σημαντικό είναι ένα κριτήριο σε σχέση με το αμέσως επόμενο και θα αποτυπωθεί η διαφορά τους όπως την αντιλαμβάνεται οπτικά. Το σύστημα θα υπολογίσει αυτόματα τις τιμές των $zmin_r$ και $zmax_r$ και θα εμφανίσει τις αντίστοιχες μπάρες διαγραμμάτων (Εικόνα 1).



Εικόνα 1: Οπτική απεικόνιση διαφορών σημαντικότητας

Έχοντας καθορίσει τα $zmin$ και $zmax$ για όλα τα ζεύγη των διαδοχικών κριτηρίων προκύπτει το κάτωθι πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού για επίλυση:
 $Min p_i$ & $Max p_i$, for $i = 1, 2, \dots, n$

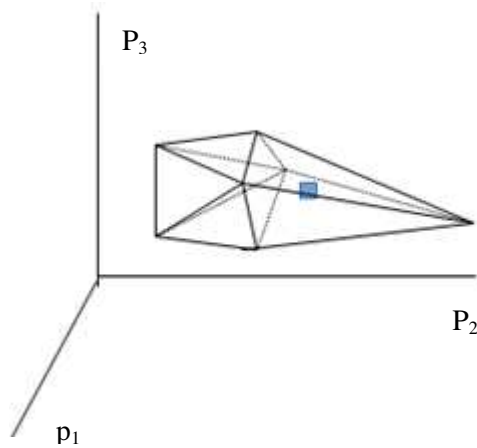
$p_i - p_{i+1} = 0$, εάν g_{i+1} ακολουθείται από g_i , και g_{i+1} ανήκει στην ίδια κλάση κατάταξης δηλαδή ίσης σπουδαιότητας (j) όπως το κριτήριο g_i ,

$p_i - p_{i+1} \geq zmin_j$, $p_i - p_{i+1} \leq zmax_j$, εάν το g_r ακολουθείται από g_{i+1} , g_i ανήκει σε πιο σημαντική κλάση κατάταξης j and g_{i+1} ανήκει στην κλάση $j+1$

$$p_1 + p_2 + \dots + p_n = 1$$

$$p_1 \geq 0, p_2 \geq 0, \dots, p_n \geq 0$$

Η επίλυση του ανωτέρω προβλήματος γραμμικού προγραμματισμού θα οδηγήσει στον προσδιορισμό των ελάχιστων και μέγιστων τιμών των βαρών των κριτηρίων που απεικονίζονται σαν τις κορυφές ενός πολύεδρου (Σχήμα 4)



Σχήμα 4: Κυρτό πολύεδρο και βαρύκεντρο λύση σε πρόβλημα 3 κριτηρίων

Η ευστάθεια του μοντέλου υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη δύο δείκτες. Ο πρώτος είναι η τιμή του εύρους των ελάχιστων και μέγιστων τιμών των βαρών των κριτηρίων, που αποτελούν τις κορυφές ενός υπερπολύεδρου.

$$\mu_i = (\max(p_{ij}) - \min(p_{ij})), \quad p_{ij} \text{ the weight of the } i \text{ criterion of the } j, \\ i=1,2,\dots,n, \quad j=1,2,\dots,m, \quad n: \text{ the number of criteria and } m: \text{ the number of vertices of hyper-polyhedron}$$

Ο μέσος δείκτης ευστάθειας (Average Stability Index –ASI) ορίζεται ως η μέση τιμή της κανονικοποιημένης τυπικής απόκλισης των εκτιμώμενων βαρών των κριτηρίων του προβλήματος, παίρνει τιμές από 0 μέχρι 1 και συνήθως η ευρωστία των κριτηρίων θεωρείται ικανοποιητική όταν πετυχαίνεται σύγκλιση στην μέγιστη τιμή 1 [17].

$$ASI = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n \sqrt{\left(m \left(\sum_{j=1}^m (p_i^j)^2 \right) - \left(\sum_{j=1}^m p_i^j \right)^2 \right)}{m \sqrt{(n-1)}} \quad n: \text{ number of criteria, } m: \text{ number of vertices of hyper-polyhedron}$$

Σε περίπτωση που το εύρος διακύμανσης των βαρών (μ) όπως και ο δείκτης ASI θεωρούνται ικανοποιητικά τότε το μοντέλο είναι ευσταθές και προχωράμε στα επόμενα βήματα για την λήψη απόφασης στο πολυκριτηριακό μας πρόβλημα. Διαφορετικά έχουμε δύο δυνατότητες από την μέθοδο. Είτε τροποποιούνται, αλλάζουν οι αρχικές προτιμήσεις όπως είναι οι τιμές z_{\min} και z_{\max} της κατάταξης των κριτηρίων λαμβάνοντας υπόψη τις εκτιμώμενες ελάχιστες και μέγιστες τιμές των βαρών των κριτηρίων και το βαρύκεντρο. Είτε μέσω ανάδρασης (feedback) όπου αναλύεται η ευρωστία (robustness) και αντλούνται επιπρόσθετες πληροφορίες από τον αποφασίζοντα σχετικά με τις προτιμήσεις του προκύπτει ένα άλλο υπερ πολύεδρο με υψηλότερη και πιο ικανοποιητική ευστάθεια.

4 Πρόβλημα Ανάθεσης

Το πρόβλημα ανάθεσης ή αντιστοίχισης ή εκχώρησης (assignment problem) αποτελεί ένα από τα ειδικής μορφής προβλήματα γραμμικού προγραμματισμού και συγκεκριμένα μια απλούστευση του προβλήματος μεταφοράς. Αφορά την κατανομή m πόρων σε m ακριβώς δραστηριότητες έτσι ώστε να βελτιστοποιείται το προκύπτον αποτέλεσμα, με τον περιορισμό ότι κάθε όρος μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο σε μια δραστηριότητα και η κάθε δραστηριότητα να χρησιμοποιήσει μόνον έναν πόρο.

Το πρόβλημα ανάθεσης τίθεται ως πρόβλημα ελαχιστοποίησης κόστους. Για κάθε ανάθεση ενός πόρου i , $i=1,2, \dots, m$ σε καθεμία από τις δραστηριότητες j , $j=1,2, \dots, m$, ορίζεται ένα κόστος C_{ij} και επιδιώκεται εκείνη η αντιστοίχιση των πόρων στις δραστηριότητες που ελαχιστοποιεί το συνολικό κόστος.

Όταν το πρόβλημα ανάθεσης είναι διατυπωμένο ως πρόβλημα μεγιστοποίησης (π.χ. μεγιστοποίηση το οφέλους από την ανάθεση ατόμων σε θέσεις εργασίας), επιλύεται με τον αλγόριθμο του Kuhn αφού πρώτα μετατραπεί σε πρόβλημα ελαχιστοποίησης.

Μοντελοποίηση

Το πρόβλημα ανάθεσης αναφέρεται στην «ένα-προς-ένα» αντιστοίχιση των στοιχείων ενός συνόλου οντοτήτων $A=\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ στα στοιχεία ενός άλλου συνόλου οντοτήτων με τον ίδιο πληθικό αριθμό $B=\{b_1, b_2, \dots, b_n\}$, κατά τρόπο που να βελτιστοποιείται ένα κριτήριο απόδοσης. Το κριτήριο απόδοσης διαμορφώνεται με βάση το κόστος ή το όφελος κάθε επιμέρους αντιστοίχισης, η οποία δίδεται ως παράμετρος του προβλήματος.

Στη γενική του μορφή το πρόβλημα ανάθεσης, διατυπωμένο ως πρόβλημα ελαχιστοποίησης, συνοψίζεται στον ακόλουθο πίνακα:

	b₁	...	b_n	
a₁	C_{11}	C_{12}	\dots	C_{1n}
a₂	C_{21}	C_{22}	\dots	C_{2n}
...	\dots	\dots	\dots	\dots
a_n	C_{n1}	C_{n2}	\dots	C_{nn}

όπου c_{ij} είναι το κόστος ανάθεσης της εργασίας i στον εξυπηρετητή j . Σύμφωνα με τον κανόνα της «ένα - προς - ένα» αντιστοίχισης και από το γεγονός ότι τα δύο σύνολα οντοτήτων έχουν το ίδιο πληθικό αριθμό, κάθε εργασία θα ανατεθεί σε έναν ακριβώς εξυπηρετητή και κάθε εξυπηρετητής θα αναλάβει μια ακριβώς εργασία.

Ταυτίζοντας εννοιολογικά το σύνολο A με σημεία αναχώρησης και το σύνολο B με προορισμούς, το πρόβλημα ανάθεσης είναι μια ειδική περίπτωση του κλασικού

υποδείγματος του προβλήματος μεταφοράς. Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά είναι ότι τα σημεία αναχώρησης είναι όσα ακριβώς και τα σημεία προορισμού ενώ η προσφορά σε κάθε σημείο αναχώρησης και η ζήτηση σε κάθε προορισμό είναι ακριβώς μια μονάδα προϊόντος.

Για την μοντελοποίηση του προβλήματος ανάθεσης, εισάγεται για κάθε δυνατή ανάθεση (i, j) μια μεταβλητή x_{ij} , η οποία περιορίζεται να λαμβάνει μόνο τις τιμές 0 ή 1 ($x_{ij} \in \{0,1\}$)

Αν $x_{ij} = 1$, τότε η εργασία i ανατίθεται στον εξυπηρετητή j .

Αν $x_{ij} = 0$, τότε η εργασία i δεν ανατίθεται στον εξυπηρετητή j .

Επομένως το εν λόγω πρόβλημα είναι ένα πρόβλημα διακριτού προγραμματισμού. Επομένως δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν τεχνικές όπως ο αλγόριθμος simplex (γραμμικός προγραμματισμός) ή πολλαπλασιαστές Lagrange (κυρτός προγραμματισμός) που θα έλυναν το πρόβλημα εύκολα και γρήγορα.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, το πρόβλημα ανάθεσης μοντελοποιείται με το ακόλουθο ως πρόβλημα 0-1 ακέραιου γ.π.:

$$\text{Min} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij}$$

υπό τους περιορισμούς

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = 1, j=1, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^m X_{ij} = 1, i=1, \dots, m$$

$$X_{ij} \in \{0,1\}$$

Όπως συμβαίνει και στο πρόβλημα μεταφοράς, ο πίνακας A των συντελεστών των περιορισμών στο γ.π. του προβλήματος ανάθεσης αποτελείται από μοναδιαία μόνο στοιχεία, εμφανίζει συμμετρικότητα και είναι αραιός, έχει δηλαδή τα χαρακτηριστικά των προβλημάτων δικτύου.

Αντικαθιστώντας τον περιορισμό $X_{ij} \in \{0,1\}$ με τον περιορισμό μη αρνητικότητας $X_{ij} \geq 0$, το πρόβλημα μπορεί να επιλυθεί ως κλασικό γ.π. με τη μέθοδο simplex.

Όμως, η μέθοδος simplex δεν μπορεί να δώσει τη βέλτιστη λύση, καθώς δεν εγγυάται ότι θα βρει ακέραια λύση, αλλά μπορεί να βρει μια λύση με κλασματικό μέρος. Μπορεί εύκολα ναδειχτεί ότι αν η λύση περιέχει κλασματικό μέρος τότε η τιμή της λύσης θα είναι ένα κάτω όριο στην λύση του αρχικού προβλήματος ακέραιου

προγραμματισμού. Αν όμως τύχει να βρει ακέραια λύση τότε αυτή θα είναι και βέλτιστη. Λόγω των παραπάνω χαρακτηριστικών του πίνακα, η βέλτιστη λύση θα είναι ακέραια και μάλιστα οι μεταβλητές θα λαμβάνουν τιμές από το σύνολο $\{0,1\}$.

Όταν το πρόβλημα ανάθεσης είναι διατυπωμένο ως πρόβλημα μεγιστοποίησης (π.χ. μεγιστοποίηση το οφέλους από την ανάθεση ατόμων σε θέσεις εργασίας), επιλύεται με τον αλγόριθμο του Kuhn αφού πρώτα μετατραπεί σε πρόβλημα ελαχιστοποίησης. Τούτο επιτυγχάνεται σε ένα προκαταρκτικό στάδιο κατά το οποίο αφαιρείται το μέγιστο στοιχείο του πίνακα οφέλους από όλα τα στοιχεία του πίνακα. Στη συνέχεια ο αλγόριθμος εφαρμόζεται κανονικά στον νέο πίνακα.

Όταν ο αριθμός εργασιών είναι διαφορετικός από τον αριθμό εξυπηρετητών, όταν δηλαδή ο πίνακας του προβλήματος ανάθεσης δεν είναι τετραγωνικός, τούτος συμπληρώνεται με τον απαραίτητο αριθμό γραμμών ή στηλών και ο αλγόριθμος εφαρμόζεται κανονικά. Στην περίπτωση αυτή τα κόστη στις πρόσθετες γραμμές ή στήλες είναι μηδενικά.

Όταν μια ανάθεση δεν είναι δυνατό να πραγματοποιηθεί λόγω ενδεχομένων περιορισμών του προβλήματος, τίθεται για την ανάθεση αυτή μια πολύ μεγάλη τιμή κόστους προκειμένου να εξαιρεθεί από την βέλτιστη λύση.

Ουγγρική μέθοδος

Ο Hungarian είναι ένας αλγόριθμος σχεδιασμένος να επιλύει αποδοτικά προβλήματα ταιριάσματος, ή γενικεύοντας, (γραμμικά) προβλήματα ανάθεσης [21].

Η καινοτομία που εισήγαγε ο Kuhn ήταν ο συνδυασμός δύο διαφορετικών μερών της απόδειξης του Egervary. Η μέθοδος αυτή επιλύει προβλήματα αναθέσεων σε πολυωνυμικό χρόνο και πιο συγκεκριμένα σε χρόνο $O(n^3)$.

Για την ανάπτυξη του Ουγγρικού αλγορίθμου χρησιμοποιείται η ιδιότητα ότι αν προσθέσουμε ή αφαιρέσουμε οποιοδήποτε σταθερό αριθμό από όλα τα στοιχεία μιας γραμμής ή στήλης του πίνακα κόστους τότε η βέλτιστη λύση για το νέο πίνακα είναι βέλτιστη και για τον παλαιό και αντίστροφα. Ο αλγόριθμος επίλυσης του προβλήματος αντιστοίχισης μετατρέπει τον αρχικό πίνακα κόστους σε ένα ισοδύναμο πίνακα που αποτελείται από θετικά και μηδενικά στοιχεία ώστε όλες οι αντιστοιχίσεις να είναι δυνατές στα μηδενικά στοιχεία. Τα μηδενικά στοιχεία βρίσκονται ως εξής:

Βήμα 1

Αφαιρούμε το μικρότερο στοιχείο κόστους της κάθε γραμμής από κάθε στοιχείο κόστους της ίδιας γραμμής. Στον πίνακα που προκύπτει επαναλαμβάνεται το ίδιο για κάθε στήλη.

Βήμα 2

Εξετάζονται οι γραμμές και οι στήλες διαδοχικά και εντοπίζονται οι γραμμές /στήλες με ένα μόνο μηδενικό στοιχείο, έστω στη θέση (i,j) το οποίο κρατείται για «αντιστοίχιση» ή «εκχώρηση» της δραστηριότητας i στο άτομο j . Συμβολίζουμε τις αντιστοιχήσεις τοποθετώντας τα μηδενικά στοιχεία σε τετραγωνάκια (π.χ. 0). Τα επιπλέον μηδενικά διαγράφονται. Εάν ο αριθμός των δραστηριοτήτων /ατόμων είναι ίσος με τον αριθμό των «αντιστοιχήσεων» τότε η λύση είναι άριστη.

Εάν όχι

Βήμα 3

- i. Χαράζεται ο ελάχιστος αριθμός οριζόντιων και κάθετων γραμμών που καλύπτουν τα μηδενικά στοιχεία ως εξής:
- ii. Σημειώνονται όλες οι γραμμές που δεν έχουν «αντιστοίχιση». Στις γραμμές που έχουμε σημειώσει, σημειώνονται όλες οι στήλες που έχουν διαγραμμένα μηδενικά στοιχεία. Αν δεν υπάρχουν τέτοιες στήλες προχωράμε στο βήμα (v)
- iii. Στις στήλες που έχουμε σημειώσει, σημειώνουμε όλες τις γραμμές που έχουν αντιστοίχιση». Αν δεν υπάρχουν τέτοιες γραμμές προχωράμε στο βήμα (v)
- iv. Επαναλαμβάνονται τα βήματα (ii), και (iii) μέχρι να μη μπορούν να σημειωθούν άλλες γραμμές ή στήλες
- v. Χαράζεται μια οριζόντια γραμμή από κάθε μη σημειωμένη γραμμή
- vi. Χαράζεται μια κάθετος γραμμή από κάθε σημειωμένη στήλη

Βήμα 4

Εκλέγεται το ελάχιστο στοιχείο από όλα τα στοιχεία που δεν καλύπτονται από οριζόντια ή κάθετο γραμμή. Το στοιχείο αυτό αφαιρείται από όλα τα ακάλυπτα στοιχεία. Το στοιχείο αυτό προστίθεται σε κάθε στοιχείο που βρίσκεται στη τομή δύο γραμμών. Όλα τα άλλα καλυμμένα από γραμμές στοιχεία παραμένουν τα ίδια.

Ο αλγόριθμος επανέρχεται στο βήμα 2

Εάν έχουμε πρόβλημα μεγιστοποίησης (π.χ. της αποτελεσματικότητας) πολλαπλασιάζουμε κάθε στοιχείο του πίνακα κόστους με (-1) και εφαρμόζουμε τον Ουγγρικό αλγόριθμο. Θυμηθείτε ότι το στο βήμα 1 αφαιρώντας το μικρότερο στοιχείο της κάθε γραμμής από κάθε στοιχείο της ίδιας γραμμής, το μικρότερο αρνητικό στοιχείο είναι το μεγαλύτερο σε απόλυτο τιμή αρνητικό στοιχείο.

5 Παράδειγμα Εφαρμογής

Στην παρούσα εργασία θα εφαρμοστεί η μέθοδος war που έχει περιγραφεί παραπάνω για τον υπολογισμό των βαρών σε ένα πρόβλημα ανάθεσης υποψηφίων εργαζομένων σε θέσεις εργασίας. Το παράδειγμα χρησιμοποιείται για την καλύτερη κατανόηση της μεθόδου.

Ως πολυκριτήριο πρόβλημα, οι εναλλακτικές είναι οι υποψήφιοι εργαζόμενοι. Τα κριτήρια επιλογής είναι τα χαρακτηριστικά των υποψηφίων βάσει των οποίων θα γίνει η αξιολόγηση με διάφορες μεθόδους, που αποτελούν τις πηγές της πληροφορίας. Το ζητούμενο του προβλήματος είναι η τοποθέτηση των πέντε υποψηφίων εργαζομένων στις πέντε διαθέσιμες θέσεις εργασίας.

Οι υποψήφιοι αφού περάσουν την διαδικασία επιλογής τους και καταλήξει το τμήμα ανθρώπινου δυναμικού στους πέντε κατάλληλους υποψηφίους θα αντιστοιχηθούν στις πέντε διαθέσιμες θέσεις εργασίας με τον καλύτερο δυνατό τρόπο ώστε να έχουμε το βέλτιστο αποτέλεσμα. Ο αποφασίζων είναι ο αξιολογητής που λαμβάνει μέρος στη διαδικασία.

Στο πρώτο στάδιο ο αποφασίζων ορίζει τα τέσσερα κριτήρια με βάσει τα οποία θα αξιολογηθούν οι υποψήφιοι.

Πρώτο κριτήριο (Crit.1) ορίζονται τα τυπικά προσόντα του κάθε υποψηφίου εργαζόμενου, δηλαδή το επίπεδο σπουδών, ξένες γλώσσες, επιμορφώσεις και εξειδικεύσεις.

Δεύτερο κριτήριο (Crit.2) το κόστος μισθοδοσίας.

Τρίτο κριτήριο (Crit.3) η εμπειρία, προηγούμενη επαγγελματική προϋπηρεσία.

Τέταρτο κριτήριο (Crit.4) οι δεξιότητες-ικανότητες που κατέχει ο υποψήφιος εργαζόμενος. Με τον όρο επαγγελματικές δεξιότητες (competencies) εννοείται το σύνολο των γνώσεων, δεξιοτήτων και συμπεριφορών (knowledge, skill, attitude) που θέτει σε εφαρμογή ένας εργαζόμενος προκειμένου να αντεπεξέλθει με επιτυχία στις απαιτήσεις μιας δεδομένης θέσης εργασίας. Ο όρος ικανότητες περιλαμβάνει τις διανοητικές και διαπροσωπικές ικανότητες, όπως η ανάλυση προβλημάτων, η λήψη αποφάσεων, ο χειρισμός προβλημάτων και η διαπροσωπική επικοινωνία.

Πίνακας 2: Κριτήρια κατάταξης εφαρμογής

Κριτήρια (Criteria)	Περιγραφή
Crit.1	Τυπικά Προσόντα
Crit.2	Κόστος μισθοδοσίας
Crit.3	Εμπειρία
Crit.4	Δεξιότητες-Ικανότητες

Στην συνέχεια θα πρέπει να ο αποφασίζων να κατατάξει με βάση την σημαντικότητά τους τα ανωτέρω κριτήρια. Λιγότερο σημαντικό κατατάσσεται το κριτήριο των τυπικών προσόντων, στην συνέχεια το κόστος μισθοδοσίας, οι δεξιότητες- ικανότητες και σαν πιο σημαντικό κατατάσσεται η εμπειρία.

Πίνακας 3: Κατάταξη κριτηρίων εφαρμογής

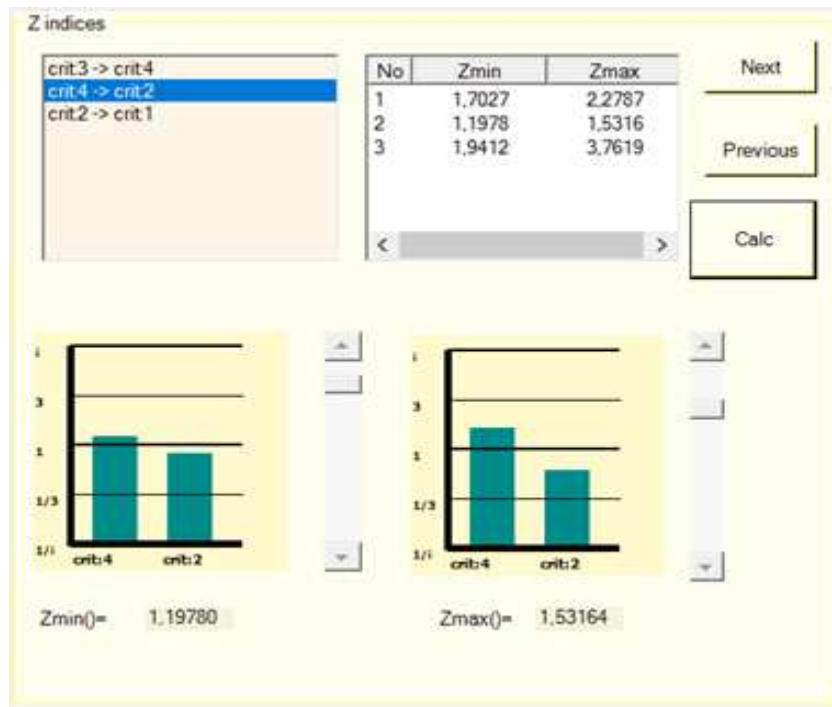
Κατάταξη	Κριτήρια (Criteria)
1	Crit.3
2	Crit.4
3	Crit.2
4	Crit.1

Ταυτόχρονα εισάγονται τα δεδομένα στο σύστημα RAVI, δηλαδή ο αριθμός των κριτηρίων και η κατάταξη τους.



Εικόνα 2: Κατάταξη κριτηρίων(screenshot RAVI)

Εν συνέχεια ο αποφασίζων θα εκφράσει την διαφορά στην σημαντικότητα των κριτηρίων ανά ζεύγη χρησιμοποιώντας οπτικά το εργαλείο του RAVI συστήματος, κυλώντας τις αντίστοιχες μπάρες για να εκφράσει την διαφορά προτίμησης του.



Εικόνα 3: Συγκρίσεις ανά ζεύγη διαδοχικών κριτηρίων (screenshot RAVI)

Πίνακας 4: Συγκρίσεις ανά ζεύγη διαδοχικών κριτηρίων

Κριτήρια (Criteria)	Z_i	
	Min	Max
Z_1 : Crit.3 P Crit.4	1,7027	2,2782
Z_2 : Crit.4 P Crit.2	1,1978	1,5316
Z_3 : Crit.2 P Crit.1	1,9412	3,7619

Το πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού που έχει προκύψει είναι

Min p_i & Max p_i , για $i = 1, 2, 3, 4$

$$p_3 - p_4 \geq 1,7027, \quad p_3 - p_4 \leq 2,2782$$

$$p_4 - p_2 \geq 1,1978, \quad p_4 - p_2 \leq 1,5316$$

$$p_2 - p_1 \geq 1,9412, \quad p_2 - p_1 \leq 3,7619$$

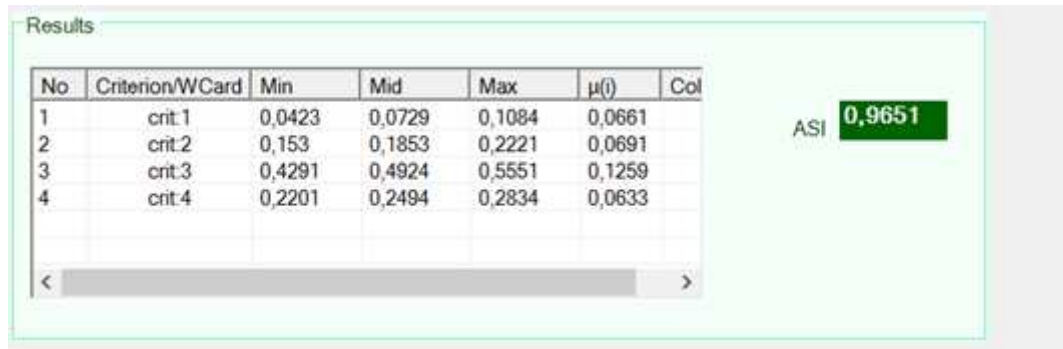
$$p_1 + p_2 + p_3 + p_4 = 1$$

$$p_1 \geq 0, \quad p_2 \geq 0, \quad p_3 \geq 0, \quad p_4 \geq 0$$

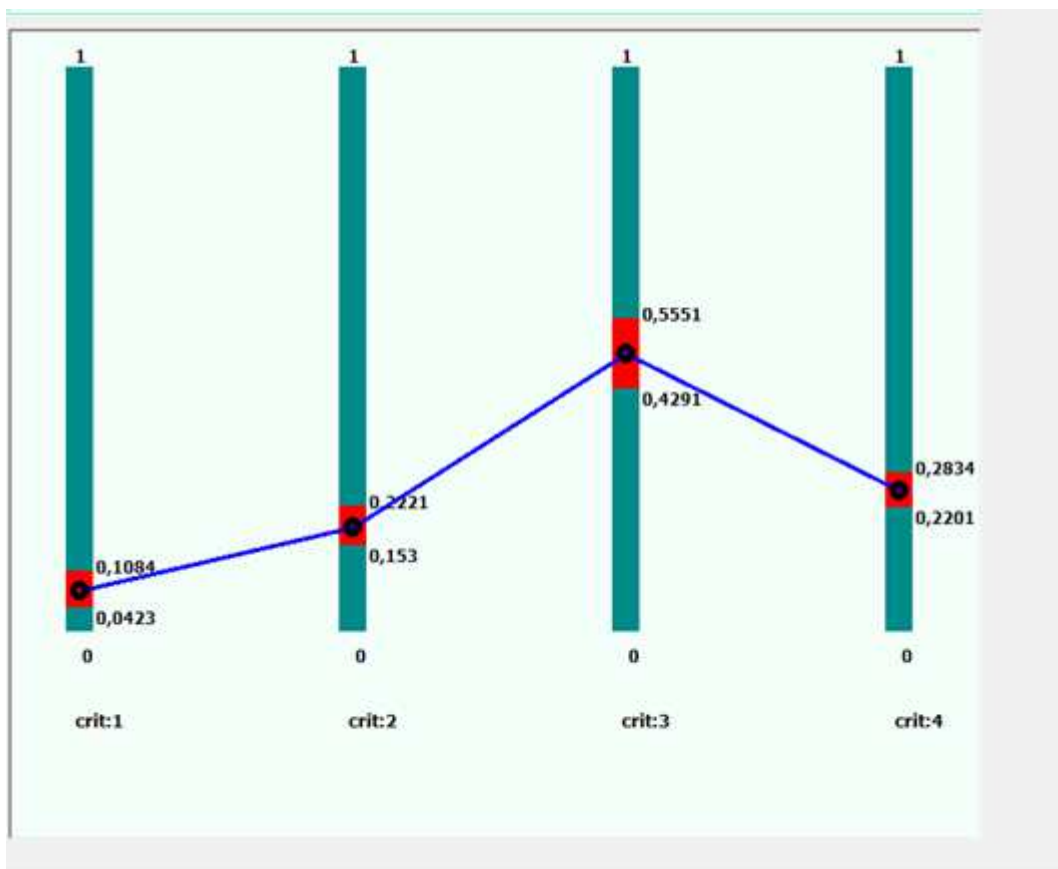
Το σύστημα μετά την οπτική απεικόνιση της διαφοράς της σημαντικότητας των ανά σειρά κατάταξης ζευγών κριτηρίων από τον αποφασίζοντα θα υπολογίσει αυτόματα

με βάση τις προτιμήσεις του αποφασίζονται τις τιμές των z_{min} και z_{max} , τον δείκτη ευστάθειας ASI, και το μ_i .

Η επίλυση του ως άνω προβλήματος γραμμικού προγραμματισμού στο σύστημα RAVI καταλήγει στον προσδιορισμό των ελάχιστων και μέγιστων τιμών των βαρών των κριτηρίων, το αντίστοιχο βαρύκεντρο και τον δείκτη ευρωστίας (ASI) του προβλήματος.



Εικόνα 4: Αποτελέσματα (screenshot RAVI)

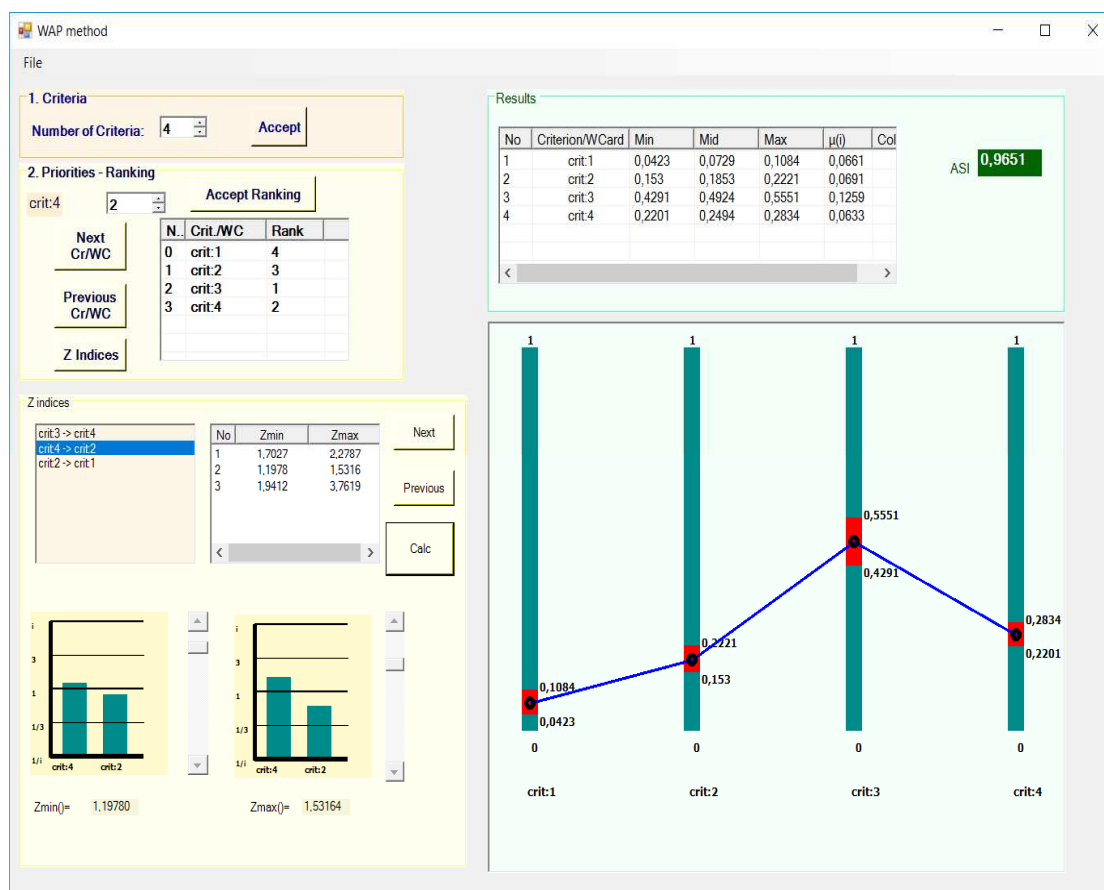


Εικόνα 5: Διαγραμματική απεικόνιση αποτελεσμάτων (screenshot RAVI)

Πίνακας 5: Αποτελέσματα συστήματος RAVI

Criteria	min	max	BC	μ_i
Crit.1	0,0423	0,1084	0,0729	0,0661
Crit.2	0,153	0,2221	0,1853	0,0691
Crit.3	0,4291	0,5551	0,4924	0,1259
Crit.4	0,2201	0,2834	0,2494	0,0633

Ο δείκτης ευρωστίας ASI ανέρχεται σε 0,9651 και οι χαμηλές τιμές των μ_i ($\max p_i - \min p_i$), ο μέσος των μ_i ανέρχεται σε 0,0811 θεωρούνται ικανοποιητικοί για την ευστάθεια του μοντέλου. Οπότε δεν χρειάζεται να προβούμε σε ανάδραση και μεταβελτιστοποίηση των προτιμήσεων του αποφασίζοντα. Θα χρησιμοποιηθούν τα αποτελέσματα με τα βάρη των κριτηρίων που προέκυψαν στην επίλυση του προβλήματος ανάθεσης.



Εικόνα 6: Συνολική αποτύπωση οθονών Ravi

Στο πρόβλημα ανάθεσης θα αντιστοιχηθούν οι πέντε υποψήφιοι εργαζόμενοι στις πέντε διαθέσιμες θέσεις εργασίας. Ο κάθε υποψήφιος μπορεί να αντιστοιχηθεί σε μία

μόνο θέση εργασίας. Ακολουθεί η μαθηματική διατύπωση και η επίλυση του προβλήματος.

Μαθηματική διατύπωση του προβλήματος

$E_i, i = \{1, 2, 3, 4, 5\}$ οι υποψήφιοι εργαζόμενοι

$\Theta_j, j = \{1, 2, 3, 4, 5\}$ οι διαθέσιμες θέσεις εργασίας

$X_{ij} = 1$ εάν ο υποψήφιος εργαζόμενος E_i αντιστοιχηθεί στην θέση εργασίας Θ_j

$X_{ij} = 0$ εάν ο υποψήφιος εργαζόμενος E_i δεν αντιστοιχηθεί στην θέση εργασίας Θ_j

C_{ij} οι συντελεστές όφελους όταν υποψήφιος εργαζόμενος E_i αντιστοιχηθεί στην θέση εργασίας Θ_j

$$\text{Max} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij}$$

Με περιορισμούς (ένας υποψήφιος εργαζόμενος σε μία μόνο θέση εργασίας και μία θέση εργασίας σε ένα μόνο υποψήφιο εργαζόμενο) :

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = 1$$

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = 1$$

$$X_{ij} \in \{0,1\}$$

Ο αποφασίζων βαθμολογεί τον κάθε υποψήφιο εργαζόμενο για κάθε κριτήριο σε σχέση με την κάθε θέση εργασίας και προκύπτουν τα δεδομένα (Πίνακας 6) σύμφωνα με την αξιολόγηση του αποφασίζοντα:

Κλίμακα κριτηρίων για τα ποιοτικά κριτήρια Crit.1, Crit.3, Crit.4 ορίζεται από 1 έως 5 (min:1, max:5) και για το ποσοτικό κριτήριο Crit.2 ορίζεται από 1.500 € έως 3.000 € (min:1.500, max:3.000). Στο σημείο αυτό να επισημάνουμε ότι το κριτήριο του κόστους μισθοδοσίας (Crit.2) έχει αρνητική έννοια στο πρόβλημα μας.

Πίνακας 6: Βαθμολογία των εργαζομένων κάθε κριτήριο για κάθε θέση

Υποψήφιοι Εργαζόμενοι	Κριτήρια	Θέσεις Εργασίας				
		Θ_1	Θ_2	Θ_3	Θ_4	Θ_5
E_1	Crit.1	4	4	3	2	3
	Crit.2	1.800	2.000	1.700	2.100	2.100
	Crit.3	3	4	1	5	5
	Crit.4	3	2	4	3	3
E_2	Crit.1	3	3	4	4	2
	Crit.2	1.700	2.100	1.900	2.000	2.000
	Crit.3	2	5	4	4	1
	Crit.4	1	3	3	2	1
E_3	Crit.1	5	5	5	5	4
	Crit.2	2.500	2.700	2.900	2.900	2.500
	Crit.3	3	4	5	5	5
	Crit.4	4	5	4	5	5
E_4	Crit.1	2	1	2	3	1
	Crit.2	1.800	1.600	1.600	1.900	1.500
	Crit.3	2	1	1	4	3
	Crit.4	5	5	5	5	5
E_5	Crit.1	4	4	2	5	5
	Crit.2	2.800	2.500	2.100	3.000	3.000
	Crit.3	4	3	2	5	5
	Crit.4	2	2	1	3	3

Στη συνέχεια προχωράμε στην κανονικοποίηση του Πίνακα 6. Η κανονικοποίηση γίνεται ώστε οι αριθμοί που περιέχονται στους πίνακες να ανήκουν στο διάστημα [0,1].

Συγκεκριμένα η κάθε βαθμολογία των κριτηρίων του Πίνακα 6 για τα κριτήρια Crit.1, Crit.3, Crit.4 θα υπολογιστεί σύμφωνα με τον τύπο $\frac{\beta_{ij} - \min}{\max - \min}$ ενώ για το κριτήριο Crit.2 που έχει αρνητική έννοια σύμφωνα με τον τύπο $\frac{\max - \beta_{ij}}{\max - \min}$

Πίνακας 7 Κανονικοποιημένος πίνακας δεδομένων

Υποψήφιοι Εργαζόμενοι	Κριτήρια	Θέσεις Εργασίας				
		Θ_1	Θ_2	Θ_3	Θ_4	Θ_5
E ₁	Crit.1	0,75	0,75	0,5	0,25	0,5
	Crit.2	0,8	0,67	0,87	0,60	0,60
	Crit.3	0,5	0,75	0	1	1
	Crit.4	0,5	0,25	0,75	0,5	0,5
E ₂	Crit.1	0,5	0,5	0,75	0,75	0,25
	Crit.2	0,87	0,60	0,73	0,67	0,67
	Crit.3	0,25	1	0,75	0,75	0
	Crit.4	0	0,5	0,5	0,25	0
E ₃	Crit.1	1	1	1	1	0,75
	Crit.2	0,33	0,20	0,07	0,07	0,33
	Crit.3	0,5	0,75	1	1	1
	Crit.4	0,75	1	0,75	1	1
E ₄	Crit.1	0,25	0	0,25	0,5	0
	Crit.2	0,80	0,93	0,93	0,73	1
	Crit.3	0,25	0	0	0,75	0,5
	Crit.4	1	1	1	1	1
E ₅	Crit.1	0,75	0,75	0,25	1	1
	Crit.2	0,13	0,33	0,60	0	0
	Crit.3	0,75	0,5	0,25	1	1
	Crit.4	0,25	0,25	0	0,5	0,5

Στην συνέχεια θα πολλαπλασιάσουμε τα δεδομένα του Πίνακα 7 με τα αντίστοιχα βάρη όπως αυτά υπολογίστηκαν με την μέθοδο war (Πίνακας 5).

Πίνακας 8: Υπολογισμός με βάσει τα αντίστοιχα βάρη κριτηρίων

Υποψήφιοι Εργαζόμενοι	Κριτήρια	Θέσεις Εργασίας				
		Θ_1	Θ_2	Θ_3	Θ_4	Θ_5
E_1	Crit.1	0,05	0,05	0,04	0,02	0,04
	Crit.2	0,95	0,79	1,03	0,71	0,71
	Crit.3	0,25	0,37	0,00	0,49	0,49
	Crit.4	0,12	0,06	0,19	0,12	0,12
E_2	Crit.1	0,04	0,04	0,05	0,05	0,02
	Crit.2	1,03	0,71	0,87	0,79	0,79
	Crit.3	0,12	0,49	0,37	0,37	0,00
	Crit.4	0,00	0,12	0,12	0,06	0,00
E_3	Crit.1	0,07	0,07	0,07	0,07	0,05
	Crit.2	0,40	0,24	0,08	0,08	0,40
	Crit.3	0,25	0,37	0,49	0,49	0,49
	Crit.4	0,19	0,25	0,19	0,25	0,25
E_4	Crit.1	0,02	0,00	0,02	0,04	0,00
	Crit.2	0,95	1,11	1,11	0,87	1,19
	Crit.3	0,12	0,00	0,00	0,37	0,25
	Crit.4	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
E_5	Crit.1	0,05	0,05	0,02	0,07	0,07
	Crit.2	0,16	0,40	0,71	0,00	0,00
	Crit.3	0,37	0,25	0,12	0,49	0,49
	Crit.4	0,06	0,06	0,00	0,12	0,12

Θα αθροιστούν οι επιμέρους βαθμολογίες όλων των κριτηρίων για κάθε εργαζόμενο και έτσι προκύπτουν τα αποτελέσματα του Πίνακα 9.

Πίνακας 9: Συνολική Βαθμολογία όλων των κριτηρίων ανά εργαζόμενο και για κάθε θέση

Υποψήφιοι Εργαζόμενοι	Θέσεις Εργασίας				
	Θ_1	Θ_2	Θ_3	Θ_4	Θ_5
E_1	1,37	1,28	1,25	1,35	1,36
E_2	1,19	1,36	1,42	1,28	0,81
E_3	0,90	0,93	0,83	0,89	1,19
E_4	1,34	1,36	1,37	1,52	1,68
E_5	0,64	0,76	0,85	0,69	0,69

Προχωράμε στην επίλυση του προβλήματος αναζητώντας την βέλτιστη λύση για την ανάθεση κάθε εργαζόμενου σε μία θέση εργασίας, χρησιμοποιώντας την συγγκριτική μέθοδο.

Επειδή το πρόβλημα που έχουμε είναι μεγιστοποίησης της συνολικής ωφέλειας από την βαθμολογία των κριτηρίων θα μετατρέψουμε το πρόβλημα σε πρόβλημα ελαχιστοποίησης κατά την εφαρμογή της συγγκριτικής μεθόδου και θα αφαιρούμε από κάθε στοιχείο της γραμμής την μέγιστη τιμή και από κάθε στοιχείο της στήλης την μέγιστη τιμή σύμφωνα με όσα αναφέραμε στο Κεφάλαιο 4.

Ακολουθώντας τα βήματα της συγγκριτικής μεθόδου καταλήγουμε στην λύση του Πίνακα 9

Πίνακας 9: Αποτελέσματα ανάθεσης κάθε εργαζομένου σε κάθε θέση εργασίας

Υποψήφιοι Εργαζόμενοι	Θέσεις Εργασίας				
	Θ_1	Θ_2	Θ_3	Θ_4	Θ_5
E_1	1	0	0	0	0
E_2	0	1	0	0	0
E_3	0	0	0	0	1
E_4	0	0	0	1	0
E_5	0	0	1	0	0

Ο υποψήφιος εργαζόμενος E_1 θα τοποθετηθεί στην θέση εργασίας Θ_1

Ο υποψήφιος εργαζόμενος E_2 θα τοποθετηθεί στην θέση εργασίας Θ_2

Ο υποψήφιος εργαζόμενος E_3 θα τοποθετηθεί στην θέση εργασίας Θ_5

Ο υποψήφιος εργαζόμενος E_4 θα τοποθετηθεί στην θέση εργασίας Θ_4

Ο υποψήφιος εργαζόμενος E_5 θα τοποθετηθεί στην θέση εργασίας Θ_3

Στο Παράρτημα θα αναφέρουμε και τον τρόπο επίλυσης χρησιμοποιώντας την επιλογή Επίλυση που υπάρχει στην εφαρμογή Excel, καθώς όταν υπάρχει μεγαλύτερος όγκος δεδομένων διευκολύνει η χρησιμοποίησή του.

6 Συμπεράσματα

Από τα αρχικά κεφάλαια προσπαθήσαμε να τονίσουμε την σημασία που έχει το ανθρώπινο δυναμικό σαν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα του κάθε οργανισμού ή επιχείρησης.

Στην εξυπηρέτηση αυτού του σκοπού αναλύσαμε και εφαρμόσαμε στο παράδειγμα εφαρμογής την μέθοδο war για τον υπολογισμό των βαρών των κριτηρίων αξιολόγησης των εργαζομένων. Πλεονέκτημα της μεθόδου είναι η απλότητα στην χρήση της. Ακόμη και εάν δεν καταλήξουμε σε ένα ευσταθές μοντέλο μπορούμε μέσω ανάδρασης να τροποποιηθούν οι προτιμήσεις του αποφασίζοντα και να αλλάξει το εύρος τιμών των z_{min} και z_{max} ώστε να έχουμε ένα εύρωστο μοντέλο. Μειονέκτημα όμως όπως σε όλες τις πολυκριτήριες αποφάσεις είναι ότι το αποτέλεσμα επηρεάζεται άμεσα από τον αποφασίζοντα ή την ομάδα που θέτουν τα κριτήρια και τα αξιολογούν. Προκύπτει ότι είναι πολύ σημαντική η επιλογή του αποφασίζοντα ώστε να έχει τις απαραίτητες γνώσεις που απαιτούνται για την επιλογή των σωστών κριτηρίων για την λήψη απόφασης.

Οφείλουμε να αναφέρουμε ότι παρουσιάστηκε ένα απλοποιημένο παράδειγμα εφαρμογής με λίγα κριτήρια, εναλλακτικές και επιλογές προκειμένου να γίνει κατανοητή τόσο η μέθοδος war όσο και το πρόβλημα ανάθεσης. Ωστόσο η μέθοδος είναι αρκετά εύχρηστη και μπορεί να υποστηρίξει και πολύ μεγαλύτερο όγκο δεδομένων.

Τέλος, μια πρόταση για περαιτέρω έρευνα και για ποσοτική σύγκριση των μοντέλων, θα ήταν να επιλυθεί το συγκεκριμένο πρόβλημα υπολογίζοντας τα βάρη κριτηρίων και με τις μεθόδους που παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο 3, καθώς θα είχε ενδιαφέρον να δει κανείς εάν θα καταλήγαμε πάλι στα ίδια αποτελέσματα ή όχι και εάν προκύπτει ή όχι μεγαλύτερη ευστάθεια.

Βιβλιογραφία

- [1] Adams, J.S. (1965). Inequity in Social Exchange. *Advances in Experimental Social Psychology*, 2, 267-299.
- [2] Antunes, C.H., Craveirinha, J.F and Clímaco, J.N. (1998). Planning the evolution to broad band access networks: A multicriteria approach, *European Journal of Operational Research*, 109 (2), 530-540.
- [3] Armstrong, M.,“Strategic Human Resource Management: A Guide to Action ”London: Kogan Page, 2006.
- [4] Bana e Costa, C.A. and Vansnick, J.C. (1994). MACBETH: An interactive path towards the construction of cardinal value functions, *International Transactions on Operations Research*, 1, 489-500.
- [5] Barsky, A., & Kaplan, S. A. (2007). If you feel bad, it’s unfair: A quantitative synthesis of affect and organizational justice perceptions. *Journal of Applied Psychology*, 92(1),286-295.
- [6] Baum, T. (1995). *Managing Human Resources*. Chapman & Hall, London
- [7] Belton, V. and Vickers, S.P. (1989). VISA-VIM for MCDA, in: Lockett, A.G. and Islei,G. (eds.), *Improving Decision Making in Organizations*, Springer-Verlag, Berlin,319-334.
- [8] Beuthe, M. and Scannella, G. (2001), “Comparative analysis of UTA multicriteria methods”, *European Journal of Operational Research*, Vol. 130, No. 2, 243- 260.
- [9] Brans, J.P. and Mareschal, B. (1994). The PROMCALC & GAIA decision support system for multicriteria decision aid, *Decision Support Systems*, 12, 297-310.
- [10] Climaco, J. and Antunes, C.H. (1989). Implementation of a user friendly software package-A guided tour of TRIMAP”, *Mathematical and Computer Modelling*, 12(10-11), 1299-1309.
- [11] Ferris, G. R., Hochwarter, W. A., Buckley, M. R., Harrell-Cook, G., & Frink, D. D. (1999). Human resources management: Some new directions. *Journal of management*, 25(3), 385-415
- [12] Figueira J., Roy R., 2002. Determining the weights of criteria in the ELECTRE type methods with a revised Simos’ procedure, *European Journal of Operational Research*, Vol. 139, pp.317-326.
- [13] Forman, E.H., Gass, S.I., (1999), *The Analytic Hierarchy Process – An Exposition*, *Operations Research*, Vol 49, No.4, pp.469-486
- [14] Forman, E. and Selly, A. (2001). *Decision by Objectives*, World Scientific, Singapore.
- [15] Greenberg, J. (1987). A taxonomy of Organizational Justice Theories. *The Academy of Management Review*, 12(1), 9-22
- [16] Holsapple C.W. and Sena, M.P. (2005), “ERP plans and decision-support benefits”, *Decision Support Systems*, Vol. 38, No. 4, 571- 592.

- [17] Hurson C., Siskos Y., 2014. A synergy of multicriteria techniques to assess additive value models, *European Journal of Operational Research*
- [18] Kiss, L.N., Martel, J.M. and Nadeau, R. (1994). ELECCALC: An interactive software for modelling the decision maker's preferences, *Decision Support Systems*, 12, 311-326.
- [19] Korhonen, P. (1987). VIG: A visual interactive support system for multiple criteria decision making, *Belgian Journal of Operations Research, Statistics and Computer Science*, 27, 3-15.
- [20] Korhonen, P. (1988). A visual reference direction approach to solving discrete multiple criteria problems, *European Journal of Operational Research*, 34, 152-159.
- [21] Kuhn H. W., "The Hungarian method for the assignment problem", *Naval Research Logistics Quarterly*, 1955
- [22] Leopold J., «Human Resources in Organisations», Prentice Hall, London, 2002(33)
- [23] Levine, P. and Pomerol, J.Ch. (1986). PRIAM, an interactive program for choosing among multiple attribute alternatives, *European Journal of Operational Research*, 25, 272-280.
- [24] Lewandowski, A., Kreglewski T., Rogowski, T. and Wierzbicki, A. (1989). Decision support systems of DIDAS family (Dynamic Interactive Decision Analysis & Support), in: Lewandowski, A. and Wierzbicki, A. (eds.), *Aspiration Based Decision Support Systems*, Springer-Verlag, Berlin, 21-27.
- [25] Morgeson, F.P., Reider, M.H., Campion, M.A. (2005). Selecting individuals in team settings: The importance of social skills, personality characteristics, and teamwork knowledge. *Personnel Psychology*, 58
- [26] Mousseau, V., Slowinski, R. and Zielniewicz, P. (2000). A user - oriented implementation of the ELECTRE-TRI method integrating preference elicitation support, *Computers and Operations Research*, 27, 757-777.
- [27] Phillips, J.J. (2005). Investing in your company's human capital: strategies to avoid spending too little or too much. *American Management Association*. New York, NY
- [28] Pogarcic I., Francic, M., Davidovic, V., (2008), Application of AHP Method in Traffic Planning, Business Dept, Study of Information Systems, Polytechnic of Rijeka
- [29] Saaty, T.L. (1994), *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the AHP*, RWS Publications, Pittsburgh, PA, U.S.A.
- [30] Saaty T. L., (1999), *Fundamentals of the Analytical Network Process*. Proceeding of ISAHP 1999, Kobe.
- [31] Saaty, T.L. (2008), "Decision making with the analytic hierarchy process", *International Journal of Services Sciences*, Vol. 1, No. 1, 85- 100.

- [32] Siskos, Y., Spiridakos, A. and Yannacopoulos, D. (1993). MINORA: A multicriteria decision aiding system for discrete alternatives, *Journal of Information Science and Technology*, 2, 136-149.
- [33] Siskos, Y., Spiridakos, A. and Yannacopoulos, D. (1999). Using artificial intelligence and visual techniques into preference disaggregation analysis: The MIIDAS system, *European Journal of Operational Research*, 113, 281-299.
- [34] Steuer, R.E. (1992). *Manual for the ADBASE Multiple Objective Linear Programming Package*, Department of Management Science and Information Technology, University of Georgia, Athens, GA.
- [35] Tabibnia, G., Satpute, A. B., & Lieberman, M. D. (2008). The sunny side of fairness: preference for fairness activates reward circuitry (and disregarding unfairness activates self-control circuitry). *Psychological Science*, 19(4), 339-347.
- [36] Teghem, J., Dufrane, D., Thauvoye, M. and Kunsch, P. (1986). STRANGE: An interactive method for multi-objective linear programming under uncertainty, *European Journal of Operational Research*, 26, 65-82.
- [37] Teng, J.Y. and Tzeng, G.H. (1998). Transportation investment Siskos, J. and Despotis, D.K. (1989). A DSS oriented method for multiobjective linear programming problems, *Decision Support Systems*, 5, 47-55.
- [38] Tsotsolas N, A Spyridakos, E Siskos, I Salmon - *Operational Research*, 2016 – Springer.
- [39] Wood, R., Payne, T. (1998). *Competency-Based Recruitment and Selection*. John Wiley & Sons Ltd. Chichester, United Kingdom.
- [40] Zopounidis, C. and Doumpos, M. (2000). PREFDIS: A multicriteria decision support system for sorting decision problems, *Computers and Operations Research*, 27,779-797.
- [41] Δούμπος Μ., ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ Σημειώσεις Μαθήματος Πολυτεχνείο Κρήτης, Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης. Χανιά 2007.
- [42] Κανελλόπουλος, Χ. 1991, Διοίκηση Προσωπικού, Αθήνα, Εκδ. International Publishing.
- [43] Κάντας Α., 1998, Οργανωτική – Βιομηχανική Ψυχολογία, Αθήνα, Ελληνικά Γράμματα.
- [44] Κατσανέβας, Θ. «Ο Χρυσός Κανόνας για Επιλογές Σταδιοδρομίας: Σύγχρονος Επαγγελματικός Προσανατολισμός», Εκδόσεις Πατάκη, Αθήνα, 2009.
- [45] Κατσανέβας, Θ. ,Τσιαπαρίκου, Ι., 2013, Εφαρμοσμένη Διοίκηση Ανθρώπινου Δυναμικού, Εκδόσεις Πατάκη, Αθήνα σελ. 114-115.
- [46] Κολέτσος Ι.& Στογιάννης Δ.- 2012 Εκδόσεις Συμείων-Αθήνα “Εισαγωγή στην Επιχειρησιακή Έρευνα”.
- [47] Ξηροτύρη, Κουφίδου, Στέλλα. 2001, Διοίκηση Ανθρώπινων πόρων, Η πρόκληση του 21ου αιώνα στο εργασιακό περιβάλλον Θεσσαλονίκη 3η

- έκδοση σελ. 3-4 , 127, 131, 133, 134-135, Εισαγωγή στη Διοίκηση Ανθρώπινων Πόρων σελ. 134.
- [48] Παπαλεξανδρή Ν., Δ. Μπουραντάς, «Αποτελεσματική Διοίκηση Ανθρώπινων Πόρων», Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα, 2002.
- [49] Παπαλεξανδρή, Ν., Μπουράντας, Δ. 2003, Διοίκηση Ανθρώπινων Πόρων, Εκδόσεις Μπένου, Γ. Αθήνα.
- [50] Παπάνης Ευστράτιος, Ρόντος Κωνσταντίνος, (2005), Ψυχολογία - κοινωνιολογία της εργασίας και διοίκηση ανθρώπινου δυναμικού, εκδόσεις Σιδέρης.
- [51] Πραστάκος Γ. (2006), Διοικητική Επιστήμη :Λήψη επιχειρησιακών αποφάσεων στην κοινωνία της πληροφορίας, Εκδόσεις Σταμούλη.
- [52] Σίσκος, Γ. Γραμμικός Προγραμματισμός, Εκδ. Νέων Τεχνολογιών, Αθήνα 1998.
- [53] Σίσκος Γ., Μοντέλα Αποφάσεων Μεθοδολογία Επιχειρησιακής Έρευνας, Θεωρία Πολυκριτήριας Ανάλυσης, Εφαρμογές σε Επιχειρήσεις και Οργανισμούς, Αθήνα, 2008.
- [54] Τερζίδης, Κώστας (2004), Διοίκηση ανθρώπινων πόρων Διοίκηση προσωπικού, εκδόσεις Rosili.
- [55] Χυτήρης, Α. “Διοίκηση Ανθρώπινων Πόρων” Interbooks, 2001.

Παράρτημα

Βήμα 1: Κατασκευάζουμε τον πίνακα με τα δεδομένα που θέλουμε να βελτιστοποιήσουμε

H27 fx =SUM(C23:G27)

	A	B	C	D	E	F	G	H
1			ΘΕΣΕΙΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ					
2			Θ1	Θ2	Θ3	Θ4	Θ5	
3		E1	1,37	1,28	1,25	1,35	1,36	
4		E2	1,19	1,36	1,42	1,28	0,81	
5		E3	0,90	0,93	0,83	0,89	1,19	
6		E4	1,34	1,36	1,37	1,52	1,68	
7		E5	0,64	0,76	0,85	0,69	0,69	
8								
9								
10			ΘΕΣΕΙΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ					
11			Θ1	Θ2	Θ3	Θ4	Θ5	ΑΝΑΘΕΣΕΙΣ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΙ
12		E1	1	0	0	0	0	1
13		E2	0	1	0	0	0	1
14		E3	0	0	0	0	1	1
15		E4	0	0	0	1	0	1
16		E5	0	0	1	0	0	1
17		ΑΝΑΘΕΣΕΙΣ ΘΕΣΕΙΣ	1	1	1	1	1	
18								

=C3*C12

=SUM(C12:C16)

Βήμα 2: Σε κάθε κελί ορίζουμε την συνάρτηση πολλαπλασιασμού με τα δεδομένα

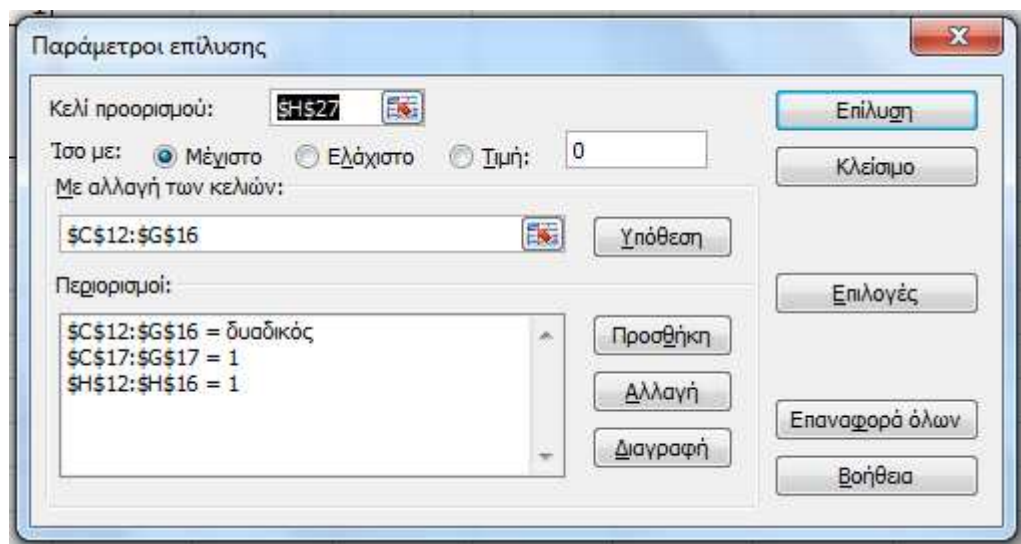
Βήμα 2: Ορίζουμε στην γραμμή ΑΝΑΘΕΣΕΙΣ ΘΕΣΕΙΣ την συνάρτηση στο κελί sum για κάθε στήλη και στην στήλη ΑΝΑΘΕΣΕΙΣ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΙ την συνάρτηση στο

κελί sum για κάθε γραμμή

19								
20								
21		ΘΕΣΕΙΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ						
22		Θ1	Θ2	Θ3	Θ4	Θ5		
23	E1	1,373815	0	0	0	0		=SUM(C23:G27)
24	E2	0	1,36473	0	0	0		
25	E3	0	0	0	0	1,191575		
26	E4	0	0	0	1,52437	0		
27	E5	0	0	0,852505	0	0	6,306995	

Βήμα 3: Υπολογίζουμε στο κελί το συνολικό άθροισμα

Βήμα 4: Ορίζουμε τις παραμέτρους επίλυσης και από την Διαδρομή Δεδομένα → Επίλυση προκύπτει η αντιστοίχιση που συμφωνεί με το αποτέλεσμα που μας έδωσε και η συγγραφική μέθοδος.



Ακολουθεί η αναφορά αποτελέσματος του excel που δημιουργείται κατά την επίλυση

Κελί	Όνομα	Αρχική τιμή	Τελική τιμή
	E5 ΑΝΑΘΕΣΕΙΣ		
\$H\$27	ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΙ	6,306995	6,306995

Κελί	Όνομα	Αρχική τιμή	Τελική τιμή
\$C\$12	E1 Θ1	1	1
\$D\$12	E1 Θ2	0	0
\$E\$12	E1 Θ3	0	0

\$F\$12	E1 04	0	0
\$G\$12	E1 05	0	0
\$C\$13	E2 01	0	0
\$D\$13	E2 02	1	1
\$E\$13	E2 03	0	0
\$F\$13	E2 04	0	0
\$G\$13	E2 05	0	0
\$C\$14	E3 01	0	0
\$D\$14	E3 02	0	0
\$E\$14	E3 03	0	0
\$F\$14	E3 04	0	0
\$G\$14	E3 05	1	1
\$C\$15	E4 01	0	0
\$D\$15	E4 02	0	0
\$E\$15	E4 03	0	0
\$F\$15	E4 04	1	1
\$G\$15	E4 05	0	0
\$C\$16	E5 01	0	0
\$D\$16	E5 02	0	0
\$E\$16	E5 03	1	1
\$F\$16	E5 04	0	0
\$G\$16	E5 05	0	0

Κελί	Όνομα	Τιμή κελιού	Τύπος	Κατάσταση	Απόκλιση
\$H\$12	E1 ΑΝΑΘΕΣΕΙΣ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΙ	1	\$H\$12=1	Μη υποχρεωτικός	0
\$H\$13	E2 ΑΝΑΘΕΣΕΙΣ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΙ	1	\$H\$13=1	Μη υποχρεωτικός	0
\$H\$14	E3 ΑΝΑΘΕΣΕΙΣ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΙ	1	\$H\$14=1	Μη υποχρεωτικός	0
\$H\$15	E4 ΑΝΑΘΕΣΕΙΣ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΙ	1	\$H\$15=1	Μη υποχρεωτικός	0
\$H\$16	E5 ΑΝΑΘΕΣΕΙΣ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΙ	1	\$H\$16=1	Μη υποχρεωτικός	0
\$C\$17	ΑΝΑΘΕΣΕΙΣ ΘΕΣΕΙΣ 01	1	\$C\$17=1	Μη υποχρεωτικός	0
\$D\$17	ΑΝΑΘΕΣΕΙΣ ΘΕΣΕΙΣ 02	1	\$D\$17=1	Μη υποχρεωτικός	0
\$E\$17	ΑΝΑΘΕΣΕΙΣ ΘΕΣΕΙΣ 03	1	\$E\$17=1	Μη υποχρεωτικός	0
\$F\$17	ΑΝΑΘΕΣΕΙΣ ΘΕΣΕΙΣ 04	1	\$F\$17=1	Μη υποχρεωτικός	0
\$G\$17	ΑΝΑΘΕΣΕΙΣ ΘΕΣΕΙΣ 05	1	\$G\$17=1	Μη υποχρεωτικός	0

\$C\$12	E1	Θ1	1	\$C\$12=δυναδικός	Υποχρεωτικός	0
\$D\$12	E1	Θ2	0	\$D\$12=δυναδικός	Υποχρεωτικός	0
\$E\$12	E1	Θ3	0	\$E\$12=δυναδικός	Υποχρεωτικός	0
\$F\$12	E1	Θ4	0	\$F\$12=δυναδικός	Υποχρεωτικός	0
\$G\$12	E1	Θ5	0	\$G\$12=δυναδικός	Υποχρεωτικός	0
\$C\$13	E2	Θ1	0	\$C\$13=δυναδικός	Υποχρεωτικός	0
\$D\$13	E2	Θ2	1	\$D\$13=δυναδικός	Υποχρεωτικός	0
\$E\$13	E2	Θ3	0	\$E\$13=δυναδικός	Υποχρεωτικός	0
\$F\$13	E2	Θ4	0	\$F\$13=δυναδικός	Υποχρεωτικός	0
\$G\$13	E2	Θ5	0	\$G\$13=δυναδικός	Υποχρεωτικός	0
\$C\$14	E3	Θ1	0	\$C\$14=δυναδικός	Υποχρεωτικός	0
\$D\$14	E3	Θ2	0	\$D\$14=δυναδικός	Υποχρεωτικός	0
\$E\$14	E3	Θ3	0	\$E\$14=δυναδικός	Υποχρεωτικός	0
\$F\$14	E3	Θ4	0	\$F\$14=δυναδικός	Υποχρεωτικός	0
\$G\$14	E3	Θ5	1	\$G\$14=δυναδικός	Υποχρεωτικός	0
\$C\$15	E4	Θ1	0	\$C\$15=δυναδικός	Υποχρεωτικός	0
\$D\$15	E4	Θ2	0	\$D\$15=δυναδικός	Υποχρεωτικός	0
\$E\$15	E4	Θ3	0	\$E\$15=δυναδικός	Υποχρεωτικός	0
\$F\$15	E4	Θ4	1	\$F\$15=δυναδικός	Υποχρεωτικός	0
\$G\$15	E4	Θ5	0	\$G\$15=δυναδικός	Υποχρεωτικός	0
\$C\$16	E5	Θ1	0	\$C\$16=δυναδικός	Υποχρεωτικός	0
\$D\$16	E5	Θ2	0	\$D\$16=δυναδικός	Υποχρεωτικός	0
\$E\$16	E5	Θ3	1	\$E\$16=δυναδικός	Υποχρεωτικός	0
\$F\$16	E5	Θ4	0	\$F\$16=δυναδικός	Υποχρεωτικός	0
\$G\$16	E5	Θ5	0	\$G\$16=δυναδικός	Υποχρεωτικός	0