

**ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ**

*ΣΧΟΛΗ: ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ & ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ: ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ(ΠΑΤΡΑ)*

**«Επισκόπηση εφαρμογής μεθόδων επιχειρησιακής έρευνας
στην διαχείριση ανθρωπίνων πόρων – Η περίπτωση βέλτιστων
αντιστοιχίσεων μέσω Γραμμικού Προγραμματισμού»**

**«A Review of Operations Research Applications in HRM-The case of
Optimal Allocation by Using LP»**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: ΓΑΤΟΜΑΤΗ ΦΩΤΕΙΝΗ
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΚΑΚΑΡΕΛΙΔΗΣ ΓΙΩΡΓΟΣ**

ΠΑΤΡΑ 2014

Ευχαριστίες

Για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας, πολλοί ήταν εκείνοι που μου πρόσφεραν ουσιαστική και σημαντική βοήθεια.

Αρχικά, ευχαριστώ τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Κακαρελίδη για την εμπιστοσύνη που έδειξε στο πρόσωπο μου, την συνεχή καθοδήγηση και υποστήριξη που μου προσέφερε σε όλη τη διάρκεια αυτής της πτυχιακής. Οι γνώσεις και οι ικανότητες του υπήρξαν πηγή πληροφοριών για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω την εταιρία «Ανδρικόπουλος ΑΕΒΕ» για τη βοήθειά της, που δέχτηκαν να μου εμπιστευτεί σημαντικές πληροφορίες της επιχείρησής της μέσω ερωτηματολογίου και τηλεφωνικών επικοινωνιών. Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω για τη βοήθειά της και το χρόνο που αφιέρωσε την υπεύθυνη του Τμήματος προσωπικού, κα. Αναγνωστοπούλου.

Περίληψη

Η ελληνική οικονομία σήμερα βρίσκεται σε οικονομική ύφεση με αποτέλεσμα όλες οι επιχειρήσεις να προσπαθούν να βελτιωθούν ενώ παράλληλα εντείνεται ο μεταξύ τους ανταγωνισμός. Με δεδομένο ότι οι επιχειρήσεις του ίδιου κλάδου, κυρίως οι μικρομεσαίες, έχουν παρόμοιους αν όχι ίδιους παραγωγικούς συντελεστές, οι επιχειρήσεις αυτές πρέπει να δίνουν έμφαση ίσως στο πιο σημαντικό μεταβλητό παράγοντα, το ανθρώπινο δυναμικό. Ο κάθε εργαζόμενος έχει κάποια ποιοτικά χαρακτηριστικά και ειδικεύεται σε κάποια θέματα εργασίας. Για αυτό το λόγο οι επιχειρήσεις προσπαθούν συνέχεια να μειώσουν το κόστος τους με το σωστό καταμερισμό ανθρώπινου δυναμικού στις κατάλληλες θέσεις εργασίας, μέσω της εξειδίκευσης και της αυτοματοποίησης της εργασίας τους.

Με βάση τα παραπάνω, οι επιχειρήσεις προσπαθούν εναγωνίως να μεγιστοποιήσουν το κέρδος τους μέσω της μείωσης του κόστους τους, την αύξηση των πωλήσεων τους και της προσφοράς ποιοτικών προϊόντων καθώς και τη βελτίωση των υπηρεσιών που προσφέρουν. Για την επίτευξη του παραπάνω στόχου πρέπει να βελτιστοποιηθεί η παραγωγή και οι συντελεστές της. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση της επιχειρησιακής έρευνας. Πιο αναλυτικά ο κλάδος της ανάθεσης – εκχώρησης της επιχειρησιακής έρευνας μπορεί να προτείνει λύσεις για τη σωστή κατανομή του ανθρώπινου δυναμικού και τη μείωση κόστους.

Στη παρούσα πτυχιακή εργασία θέλουμε να μελετήσουμε τις μεθόδους της επιχειρησιακής έρευνας που χρησιμοποιούνται για το σωστό καταμερισμό του ανθρώπινου δυναμικού σε διάφορες θέσεις εργασίας και τη μείωση κόστους για την ίδια την επιχείρηση.

Η παρούσα εργασία αποτελείται από δυο μέρη. Το πρώτο μέρος της είναι η θεωρητική προσέγγιση του θέματος και το δεύτερο μέρος αποτελεί το ερευνητικό κομμάτι της εργασίας.

Στο πρώτο μέρος της παρούσας εργασίας μελετάμε τις διάφορες μεθόδους που χρησιμοποιούνται για την κατανομή προσωπικού. Πιο συγκεκριμένα αναλύονται μαθηματικά μοντέλα και δίνονται απλοϊκά παραδείγματα που έχουν ως σκοπό τη κατανόηση των μοντέλων που μελετώνται. Επιπλέον στο τέλος κάθε μοντέλου που αναπτύσσεται παρουσιάζονται διάφοροι πιθανοί περιορισμοί ως προς τη χρήση τους.

Στο δεύτερο μέρος της πτυχιακής εργασίας επιλέγεται η μέθοδος του γραμμικού προγραμματισμού, η οποία εφαρμόζεται ως μελέτη περίπτωσης στο κλάδο των super market. Πιο συγκεκριμένα αναλύουμε τη κατανομή του υπάρχοντος ανθρωπίνου δυναμικού και το κόστος του για την επιχείρηση. Τέλος προτείνονται λύσεις βελτιστοποίησης της κατανομής των εργαζομένων με παράλληλη μείωση του κόστους για την επιχείρηση.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΜΕΡΟΣ Ι.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ	
	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.	ΑΛΥΣΙΔΕΣ ΜΑΡΚΟΒ	
	1.1 Μαθηματικά μοντέλα Μαρκοβιανής Ανάλυσης	9
	1.1.1 Μαρκοβιανή Ανάλυση	9
	1.1.2 Εφαρμογή Μαρκοβιανής αλυσίδας σε επίπεδο ανθρωπινού δυναμικού	10
	1.2 Πρακτική εφαρμογή της Μαρκοβιανής αλυσίδας	11
	1.3 Πιθανοί περιορισμοί	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.	ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ	
	2.1 Κατηγορίες προσομοίωσης	16
	2.2 Μέθοδοι προσομοίωσης	18
	2.3 Παράδειγμα εφαρμογής προσομοίωσης στο στρατό	24
	2.4 Πιθανοί περιορισμοί	25
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.	ΜΕΘΟΔΟΙ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ	
	3.1 Μαθηματικά μοντέλα γραμμικών και στοχαστικών προβλημάτων	26
	3.1.1 Γραμμικός προγραμματισμός (Linear Programming)	26
	3.1.2 Ακέραιος γραμμικός περιορισμός	27
	3.1.3 Προγραμματισμός στόχων	28
	3.1.4 Δυναμικός προγραμματισμός	29
	3.2 Παραδείγματα εφαρμογής βελτιστοποίησης λύσεων	30
	3.2.1 Γραμμικός προγραμματισμός	30
	3.2.2 Ακέραιος γραμμικός προγραμματισμός	31
	3.2.3 Προγραμματισμός στόχων	32
	3.2.4 Δυναμικός προγραμματισμός	36
	3.3 Περιορισμοί μεθόδων βελτιστοποίησης λύσεων	43
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.	ΜΟΝΤΕΛΑ ΔΥΝΑΜΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΕ ΣΥΣΗΜΑΤΑ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ	
	4.1 Μαθηματικά μοντέλα δυναμικών συστημάτων	44
	4.1.1 Ιστορική αναδρομή του συστήματος Δυναμική μοντελοποίηση των αλυσίδων εφοδιασμού	44
	4.1.2 Εφαρμογή μοντέλων δυναμικών συστημάτων στη διαχείριση του εργατικού δυναμικού του στρατού	46
	4.2 Εφαρμογή μοντέλων δυναμικών συστημάτων	47
	4.2.1 Διάγραμμα αιτιώδους βρόχου για την κατάρτιση αξιωματικών στρατού	47

4.2.2	Πρότυπο μοντέλο προσομοίωσης για ένα σύστημα κατάρτισης αξιωματικών	49
4.3	Πιθανοί περιορισμοί στα μοντέλα δυναμικών συστημάτων	52
ΜΕΡΟΣ ΙΙ. ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΚΟΜΜΑΤΙ		
ΕΙΣΑΓΩΓΗ		
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.	ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΠΟΥ ΘΑ ΜΕΛΕΤΗΣΟΥΜΕ	55
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6.	ΟΡΑΓΝΩΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗΣ	
6.1	Καταμερισμός εργασίας	58
6.2	Καταμερισμός εξουσίας	59
6.2.1	Κάθετη - γραμμική οργάνωση	59
6.2.2	Οριζόντια - επιτελική οργάνωση	60
6.2.3	Μικτή οργάνωση	61
6.3	Οργανωτική δομή της «Ανδρικόπουλος ΑΕΒΕ»	62
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7.	ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΥ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΥ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	
7.1	Επιλογή κατάλληλης μεθοδολογίας	63
7.2	Επιλογή μεθόδου συλλογής στοιχείων	63
7.2.1	Είδη δεδομένων προς συλλογή	63
7.2.2	Κατηγοριοποίηση δευτερογενών στοιχείων	64
7.2.3	Πότε έχουν αξία τα δευτερογενή δεδομένα	65
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8.	ΕΡΕΥΝΑ ΠΕΔΙΟΥ	
8.1	Συγκέντρωση στοιχείων	66
8.1.1	Πληροφορίες που πρέπει να βρούμε για τη διεξαγωγή της έρευνας	66
8.1.2	Απαντήσεις που λάβαμε στις ερωτήσεις που χρειαζόμασταν	67
8.1.3	Επιπλέον δεδομένα που προκύπτουν από τις απαντήσεις που δεχτήκαμε	68
8.2	Ανάλυση δεδομένων	69
8.2.1	Εισαγωγή στις μεταβλητές του ακέραιου γραμμικού μοντέλου	70
8.2.2	Παρουσίαση προγράμματος κατανομής του ανθρώπινου δυναμικού με χρήση γραμμικό προγραμματισμό	70
8.2.2.1	Αντικειμενική συνάρτηση	70
8.2.2.2	Περιορισμοί	71
8.2.2.3	Αποτελέσματα του προγράμματος κατανομής του ανθρώπινου δυναμικού με χρήση γραμμικού προγραμματισμού	72
8.3	Συμπεράσματα	72

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9. ΕΠΕΚΤΑΣΗ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΥ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ

9.1 Μελέτη περίπτωσης με επέκταση των παραπάνω στοιχείων	74
9.2 Αντικειμενική συνάρτηση	74
9.3 Περιορισμοί	75
9.4 Αποτελέσματα του προγράμματος κατανομής του ανθρώπινου δυναμικού με χρήση γραμμικό προγραμματισμό	76
9.5 Συμπεράσματα	76
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	78
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	81
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	83

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στις σημερινές συνθήκες της αγοράς παρατηρείται οικονομική ύφεση με αποτέλεσμα την ένταση του ανταγωνισμού. Με δεδομένο ότι οι παραγωγικοί συντελεστές είναι περίπου ίδιοι για όλες τις Μικρομεσαίες επιχειρήσεις ο παράγοντας ο οποίος παίζει καθοριστικό ρόλο έτσι ώστε η επιχείρηση να αποκτήσει ανταγωνιστικό πλεονέκτημα είναι η διαχείριση του ανθρώπινου δυναμικού το οποίο διαθέτει. Οι εργαζόμενοι μιας επιχείρησης ανάλογα με τα ποιοτικά τους χαρακτηριστικά μπορούν να επιφέρουν στην επιχείρηση μείωση κόστους μέσω του σωστού καταμερισμού ανά θέση εργασίας σύμφωνα με τον προγραμματισμό της επιχείρησης.

Με βάση αυτά τα δεδομένα, παρατηρείται μια ατέρμονη προσπάθεια των επιχειρήσεων μεγιστοποίησης του κέρδους τους μέσω της μείωσης του κόστους παραγωγής – λειτουργιάς τους και την αύξηση των εσόδων τους μέσω της βελτίωσης των παρεχόμενων προϊόντων και υπηρεσιών. Για να επιτύχουν τα παραπάνω πρέπει να υπάρξει βελτιστοποίηση στη γραμμή παραγωγής. Στη προκειμένη περίπτωση μεγάλο ρόλο παίζει η επιχειρησιακή έρευνα και πιο συγκεκριμένα ο κλάδος που αφορά τα προβλήματα ανάθεσης - εκχώρησης. Γι' αυτό το λόγο κρίνεται απαραίτητη η επαναξιολόγηση των μέχρι τώρα εφαρμοσμένων στρατηγικών για τα προβλήματα ανάθεσης δηλαδή για τη βέλτιστη κατανομή των εργαζομένων σε διάφορες θέσεις.

Θέλοντας να εμβαθύνουμε στις εναλλακτικές πρακτικές, ταξινομούμε τις μεθόδους επιχειρησιακής έρευνας όπως αυτές εφαρμόζονται στο σχεδιασμό της κατανομής του ανθρώπινου δυναμικού. Για την καλύτερη διεξαγωγή της εργασίας θα εξετάσουμε τη κάθε μέθοδο ξεχωριστά, δίνοντας βάση στο μαθηματικό της κομμάτι - τύπο, καθώς και θα αναφερθούμε σε πιθανούς περιορισμούς για κάθε μέθοδο. Τέλος θα μελετήσουμε με τη χρήση γραμμικού προγραμματισμού τη βελτιστοποίηση της κατανομής προσωπικού σε μια αλυσίδα super market στην Πάτρα.

ΜΕΡΟΣ Ι. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μια επιχείρηση έχει ως βασικό της στόχο τη μεγιστοποίηση του κέρδους μέσω της προσφοράς αγαθών. Για να πετύχει αυτή τη μεγιστοποίηση πρέπει να δώσει έμφαση στη ειδοποιό διαφορά που έχει σε σχέσεις με άλλες επιχειρήσεις του ίδιου κλάδου, το εργατικό της δυναμικό. Παρατηρείται μια δυσκολία στη κατανομή του προσωπικού στις διάφορες θέσεις εργασίας. Με τη σωστή κατανομή όμως θα επέλθει μείωση του κόστους λειτουργίας. Παράλληλα θα υπάρξει αύξηση στην παραγωγική διαδικασία με την ορθότερη διαχείριση και κατανομή των εργαζομένων. Για τη βελτιστοποίηση της κατανομής των εργαζομένων σε διάφορες θέσεις εργασίας, οι μάνατζερ θα πρέπει να λάβουν περίπλοκες αποφάσεις. Αυτές οι αποφάσεις μπορούν να ληφθούν με διάφορους μεθόδους που αναλύονται παρακάτω:

- Αλυσίδες Μαρκόβ
- Προσομοίωση
- Μέθοδοι βελτιστοποίησης
- Δυναμικά συστήματα

Κάτωθε αναλύονται αυτοί οι μέθοδοι, δίνονται απλοποιημένα παραδείγματα εφαρμογής τους καθώς και αναφέρονται και τυχών περιορισμοί.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΑΛΥΣΙΔΕΣ ΜΑΡΚΟΒ

1.1 Μαθηματικά μοντέλα Μαρκοβιανής Ανάλυσης

1.1.1 Μαρκοβιανή Ανάλυση

Η αλυσίδα Μαρκόβ είναι ένα μαθηματικό μοντέλο που ασχολείται με τη μελέτη δυναμικών συστημάτων (εργασιακά συστήματα, λογιστικά συστήματα κ.α.). Αυτό το μαθηματικό μοντέλο μεταβάλλεται από μία κατάσταση σε μία άλλη για πεπερασμένο αριθμό καταστάσεων. Το χαρακτηριστικό στοιχείο αυτής της διαδικασίας είναι ότι δεν διατηρεί μνήμη για τις προηγούμενες μεταβολές. Τέλος, η επόμενη κατάσταση εξαρτάται αποκλειστικά από την παρούσα κατάσταση και όχι από τις προηγούμενες.

Μία βασική μορφή των αλυσίδων αυτού του τύπου είναι αλυσίδα διακριτού χρόνου:

$$P(\chi_{n+1} = \chi_{n+1} | x_0 = x, x_1 = x_1, \dots, x_n = x_n) = P(x_{n+1} = x_{n+1} | x_n = x_n) \quad (1)$$

όπου $\{X_i = x_i, i = 0, 1, 2, \dots\}$ το οποίο σημαίνει ότι οι τυχαίες μεταβλητές X_i (υψηλή) έχει την τιμή X_i (μικρότερη) κατά τη χρονική στιγμή i και P είναι η δεσμευμένη κατανομή πιθανότητας του συστήματος. Η εξίσωση (1) αναφέρει απλώς ότι η υπό συνθήκη πιθανότητα του συστήματος στην κατάσταση x_{n+1} τη στιγμή που δίνεται από την αριστερή πλευρά της εξίσωσης (1), είναι ανεξάρτητη από τα προηγούμενα n . Με άλλα λόγια, η επόμενη κατάσταση - πιθανότητα εξαρτάται αποκλειστικά από την παρούσα κατάσταση και σε καμία περίπτωση από τις προηγούμενες.

Με βάση το προηγούμενο τύπο αν σε μια χρονική περίοδο το σύστημά μας βρίσκεται στην κατάσταση i , για $i=1, 2, \dots, N$, η πιθανότητα να βρεθεί στην επόμενη κατάσταση j , $j=1, 2, \dots, N$, είναι η υπό συνθήκη πιθανότητα P_{ij} . Το σύστημα μας (i) στην επόμενη κατάσταση θα βρεθεί σε κάποια δυνατή/πιθανή κατάσταση, έχουμε

$$\sum_{j=1}^N P_{ij} = 1, \text{ για } i=1, 2, \dots, N$$

Επίσης υπάρχει και η πιθανότητα το σύστημα να μείνει στη θέση που βρίσκεται. Αυτό φαίνεται παρακάτω

$$0 \leq P_{ij} < 1$$

Τις πιθανότητες αυτές τις ονομάζουμε *πιθανότητες μεταβάσεων*. Τις N^2 πιθανότητες μεταβιβάσεων μπορούμε να τις σκιαγραφήσουμε εύκολα σε μια μήτρα στοιχείων της P_{ij}

$$P = \|P_{ij}\| = \begin{bmatrix} P_{11(t)} & \dots & P_{1k(t)} \\ P_{k1(t)} & \dots & P_{kk(t)} \end{bmatrix}$$

Τα στοιχεία της κάθε σειράς έχει άθροισμα ίσο με μονάδα και όλα τα στοιχεία είναι θετικά. Τη μήτρα τη ονομάζουμε *στοχαστική μήτρα*.

Η μήτρα των πιθανοτήτων των μεταβιβάσεων με την οποία περιγράφεται μία διαδικασία Μαρκόβ, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο για την απάντηση σε ερωτήσεις σχετικών με τη διαδικασία. Τη χρήση της θεωρίας αυτής θα την μελετήσουμε στο επόμενο κεφάλαιο για να δούμε κατά πόσο εφαρμόζεται και στη μοντελοποίηση του ανθρώπινου δυναμικού.

1.1.2 Εφαρμογή Μαρκοβιανής αλυσίδας σε επίπεδο ανθρωπίνου δυναμικού

Ο πληθυσμός σε ένα σύστημα ανθρωπίνου εργατικού σε μια επιχείρηση χωρίζεται σε ομάδες με βάση τα χαρακτηριστικά τους (ηλικία, εμπειρία, απόδοση κ.α.). Οι ομάδες θα πρέπει να κατανείμουν έτσι τα στοιχεία τους – προσωπικό, έτσι ώστε ο καθένας εργαζόμενος να κατανέμεται αποκλειστικά σε μία θέση εργασίας. Τα χαρακτηριστικά των εργαζομένων θα πρέπει να κατανεμηθούν έτσι ώστε ο κάθε εργαζόμενος να ανήκει σε μια και μόνο ομάδα. Θεωρείται δεδομένο ότι δεν υπάρχει διαφορά μεταξύ των μελών μιας ομάδας καθώς έχουν την ίδια πιθανότητα μετάπτωσης για την ίδια θέση εργασίας.

Το σύστημα καταμερισμού ανθρωπίνου εργατικού μπορεί να γίνει με τη χρήση ροής στελεχών. (J.Wang) Τα στελέχη $n_i(t)$ είναι ο αριθμός των εργαζομένων i για χρόνο t . Η ροή $n_{i(j)} = n_i(t) P_{ij}$ δηλώνει τον αριθμό των εργαζομένων που μετακινούνται από την κατηγορία i στην κατηγορία j σε ένα χρονικό διάστημα από t σε $t+1$ με το P_{ij} να είναι η πιθανότητα μετάβασης ενός ατόμου στην αρχή του χρονικού διαστήματος από την κατηγορία i στην κατηγορία j στο τέλος αυτού του χρονικού διαστήματος απώλειας.

Το βασικό σύστημα για k – κατανομή εργατικού δυναμικού χρησιμοποιώντας την αλυσίδα του Markov είναι

$$n(t) = n(t-1)(P + w' r) + \Delta N(t) r,$$

όπου το $n(t) = [n_1(t), n_2(t), \dots, n_k(t)]$ είναι η σειρά διανύσματος στελεχών. Ο αριθμός των νέων θέσεων που δημιουργούνται, λόγω της επεκτάσεως του οργανισμού ή της αγοράς νέου εξοπλισμού εκφράζεται $\Delta N(t) = N(t) - N(t-1)$ την ώρα που $N(t) = \sum_{i=1}^k n_i(t)$ να αντιπροσωπεύει το συνολικό αριθμό των θέσεων στο σύστημα. Το διάνυσμα της σειράς απωλειών ή απολύσεων (δηλαδή οι εργαζόμενοι που είτε μεταφέρονται σε άλλη κατηγορία, άρα πρέπει να καλυφτούν οι θέσεις εργασίας που δημιουργήθηκαν είτε απολύονται) είναι $w = [w_1, w_2, \dots, w_k]$ και το διάνυσμα σειράς προσλήψεων είναι $r = [r_1, r_2, \dots, r_k]$ και σχετίζονται με την πιθανότητα κόστους

$$\sum_{j=1}^k P_{ij} + w_i = 1,$$

ή τη πιθανότητα κέρδους αύξησης προσωπικού από το προσωπικό (ωρομίσθιο επί ώρες εργασίας)

$\sum_{j=1}^k r_i = 1$. Υποδηλώνοντας το αντίστροφο ενός διανύσματος ή μίας μήτρας το w' είναι το διάνυσμα στήλης και το διάνυσμα $w' r$ είναι η μήτρα των στοιχείων $(w' r)_{ij} = w_i r_j$. Οπότε η αρχική εξίσωση θα μπορούσε να γραφτεί με τον εξής τρόπο

$$n(t) = n(t-1)P + R(t) r,$$

όπου το $R(t) = \Delta N(t) + n(t-1)w'$ είναι ο συνολικός αριθμός των προσλήψεων και το $R(t)r$ είναι το διάνυσμα της κατανομής νέων αλλαγών. Η πιθανότητα μετάβασης P_{ij} θα μπορούσε να βρεθεί από τα προηγούμενα δεδομένα της ροής στελεχών με τη χρήση μεθόδων μεγιστοποίησης πιθανοτήτων.

$$\hat{P}_{ij} = \sum_t n_{ij}(t) / \sum_t n_i(t),$$

όπου το $n_{ij}(t)$ είναι η ροή - μεταφορά, π.χ. ο αριθμός του προσωπικού που μετακινείται από μία θέση i σε μία θέση j κατά τη χρονική διάρκεια $(t, t+1)$, $n_i(t)$ είναι τα άτομα, δηλαδή ο αριθμός των εργαζομένων i στην αρχική φάση $(t, t+1)$.

Με βάση όλα τα παραπάνω, η αλυσίδα Μαρκόβ όπως αυτή εκφράστηκε σε αυτό το κεφάλαιο ή η ειδική της περίπτωση $\Delta N(t) = 0$ για ένα δεδομένο σύστημα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κατανομή εργαζομένων σε συγκεκριμένες θέσεις εργασίας. Ο περιορισμός αυτού του συστήματος είναι ότι ένας εργαζόμενος και μόνο ένας κάθε φορά θα προσλαμβάνεται για κάθε θέση εργασίας. Επίσης το μοντέλο αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για το σχεδιασμό πολιτικών προαγωγών και προσλήψεων για να διατηρήσει ο οργανισμός μία δεδομένη αναλογία στην εργασιακή της δομή $\left\{ \frac{n_i(t)}{N(t)}, i = 1, \dots, k \right\}$ είτε όταν ο οργανισμός είναι σε φάση επέκτασης ($\Delta N(t) > 0$) είτε όταν είναι σε φάση κατασκευής ($\Delta N(t) < 0$).

1.2 Πρακτική εφαρμογή της Μαρκοβιανής αλυσίδας

Πριν προχωρήσει μια επιχείρηση στην χρήση - εφαρμογή της μαρκοβιανής αλυσίδας θα πρέπει να εφαρμοστούν πρωτίτερα κάποια άλλα στάδια. Το πρώτο στάδιο είναι ο καθορισμός εργασιών και η ζήτηση που υπάρχει σε εργατικό δυναμικό για την κάλυψη των θέσεων. Αυτά τα στοιχεία μπορεί να τα βρει η επιχείρηση από διαδοχικά ή προηγούμενα διαγράμματα.

Στο δεύτερο στάδιο θα πρέπει να ερευνηθεί ποια άτομα έχουν κάνει προσπάθειες, ποια βελτιώθηκαν και ποια είναι έτοιμα για προαγωγή. Αυτά τα στοιχεία μπορούν να τα βρουν από μια βάση δεδομένων που θα έχει όλους τους εργαζόμενους καθώς και τα χαρακτηριστικά τους (γνώσεις, δεξιότητες, εμπειρίες) με σκοπό να γίνεται εύκολα η κατανομή τους σε κενές θέσεις εργασίας. Αυτή η βάση δεδομένων ονομάζεται Human Resources Information System (HRIS).

Στο τρίτο στάδιο έχουμε τους μεταβατικούς πίνακες ή αλλιώς εφαρμογή μαρκοβιανής αλυσίδας. Αυτοί οι πίνακες στην ουσία είναι διαγράμματα που παρουσιάζουν λίστες εργασιών που πρέπει να υλοποιηθούν και δείχνουν το ποσοστό των εργαζομένων σε κάθε μία από αυτές τις κατηγορίες σε μία μελλοντική στιγμή. Αυτοί οι πίνακες βοηθάνε στο να απαντηθούν οι ερωτήσεις «που πάνε οι άνθρωποι σε κάθε κατηγορία» και «από πού έρχεται ο κάθε εργαζόμενος σε κάθε κατηγορία - βαθμίδα δουλειάς».

Τέλος, η επιχείρηση πρέπει να μελετά δείκτες προσωπικού και απόδοσης. Σε αυτό το στάδιο μελετάται πόση δουλειά χρειάζεται για να προσλάβουμε ένα νέο συνεργάτη - βοηθό.

Ανάλυση βασικών σταδίων:

I. Διαδοχική σχεδίαση

Αρχικά πρέπει να σχεδιάσουμε ένα διάγραμμα αντικατάστασης στο οποίο θα φαίνονται οι θέσεις που πρέπει να καλυφτούν. Στην συνέχεια θα προχωρήσουμε σε περαιτέρω ανάλυση αυτού του βήματος φτιάχνοντας κάρτες αντικατάστασης με τα χαρακτηριστικά της κάθε θέση και τη αυτή απαιτεί με λεπτομέρειες.

Για παράδειγμα ας δούμε τι γίνεται αν θέλουμε να καλύψουμε μια θέση για μάνατζερ πωλήσεων στην πόλη Υ.

Μελετάμε πρώτα τους πιθανούς εργαζομένους, τωρινή θέση εργασίας και αν είναι κατάλληλη για προαγωγή.

Πιθανοί εργαζόμενοι	Τοποθεσίες		Απόδοση προαγωγής
X_1 (έτοιμος τώρα)	Y_1	Εξαιρετικός	Έτοιμος
X_2 (εκπαιδύεται)	Y_2	Εξαιρετικός	Χρειάζεται εκπαίδευση
X_3	Y_3	Ικανοποιητικός	Χρειάζεται εκπαίδευση
X_4	Y_4	Ικανοποιητικός	Αμφισβητήσιμος

Πίνακας 1. Μελέτη πιθανών εργαζομένων, τωρινής θέσης εργασίας, καταλληλότητα για προαγωγή.

II. Human Resources Information System (HRIS)

Όπως αναφέραμε πιο πάνω η επιχείρηση μετά την εύρεση πιθανών υποψηφίων που είναι κατάλληλη για τη μετακίνηση - τοποθέτηση σε αυτή τη θέση, είναι καλό να συγκεντρώσει στοιχεία για αυτούς τους εργαζομένους. Τα στοιχεία αυτά είναι:

- Προσωπικά δεδομένα, όπως ηλικία, φύλο, οικογενειακή κατάσταση κ.λ.π.
- Εκπαίδευση και δεξιότητες. Πιο συγκεκριμένα, είναι πτυχία που κατέχουν, πιστοποιήσεις διπλώματα. Επίσης μπορούν να συγκεντρώσουν πτυχία ξένων γλωσσών και κάποιες ειδικές δεξιότητες. Ακόμα μπορούν να απεικονίσουν σε μία λίστα τις δεξιότητες - γνώσεις που έχουν για τη χρήση εξειδικευμένων μηχανημάτων και λογισμικών.
- Σταδιοδρομία στον εργασιακό χώρο. Για παράδειγμα μπορούν να σημειώσουν τις θέσεις εργασίας που εργάστηκαν ως τώρα σε ποια τμήματα της εταιρίας ήταν, για πόσο χρόνο κ.λ.π. τέλος θα πρέπει να σημειωθούν τα σημειώματα απόδοσης, οι προαγωγές τους καθώς και την εκπαίδευση που δέχτηκαν.
- Συμμετοχές και διακρίσεις σε επαγγελματικές ενώσεις καθώς και κάποιες χαρακτηριστικές τους επιτυχίες τους.

- Προτιμήσεις και ενδιαφέροντα π.χ. κάποια καλά χαρακτηριστικά που μπορεί να έχουν αποκομίσει από κάποιο χόμπι (π.χ. ομαδικό πνεύμα) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην αντίστοιχη θέση.
- Δυνατότητες εξέλιξης όπως δυνατότητες για πρόοδο, ανάπτυξη και εξέλιξη μέσα στην εταιρία.

III. Πίνακες ανάθεσης

Στο	Πίνακας μεταφοράς					
Από	Προτειν/νοι	Μέση	Αμφισβ/σιμοι	Προσόντα	Εκτίμηση	Αποτέλεσμα
Προτεινόμενοι	,80	,02				,18
Μέση	,10	,76	,04			,10
Αμφισβητήσιμοι		,06	,78	,01		,15
Προσόντα			,01	,84		,15
Εκτίμηση				,05	,88	,07

Πίνακας 2. Στατιστική ανάλυση ανάθεσης

Αρχή =3500							
Από – Στο		Προτειν/νοι	Μέση	Αμφισβ/σιμοι	Προσόντα	Εκτίμηση	Αποτελέσ/τα
Προτεινόμενοι	100	,80	,02				,18
Μέση	200	,10	,76	,04			,10
Αμφισβητήσιμοι	600		,06	,78	,01		,15
Προσόντα	600			,01	,84		,15
Εκτίμηση	2000				,05	,88	,07
Τέλος χρονιάς		100	190	482	610	1760	358 έμειναν
Νέες προσλήψεις;	368 (σύνολο)	0	10	118			240
Απολύσεις;	10 (σύνολο)					10	
Σταθερά ποσά	3500	100	200	600	600	2000	

Πίνακας 3. Αποτύπωση επιπτώσεων εσωτερικών μεταφορών

Στη συνέχεια πρέπει να μελετηθούν οι ανάγκες για εργαζομένους. Ας θεωρήσουμε ότι στη συγκεκριμένη περίπτωση πρέπει να υπάρξει μια αύξηση της τάξεως του 10% σε δεξιότητες εργαζομένους (660 άτομα) και μία μείωση της τάξεως 15% σε εργαζόμενους που ασχολούνται με τη συναρμολόγηση (1700 άτομα) μέχρι το τέλος του έτους.

Αρχή =3500							
Από - Στο		Προτειν/νοί	Μέση	Αμφισβ/σμοί	Προσόντα	Εκτίμ/ση	Αποτελέσ/τα
Προτεινόμενοι	100	,80	,02				,18
Μέση	200	,10	,76	,04			,10
Αμφισβ/σμοί	600		,06	,78	,01		,15
Προσόντα	600			,01	,84		,15
Εκτίμηση	2000				,05	,88	,07
Τέλος χρονιάς		100	190	482	610	1760	358 έμειναν
Νέες προσλήψεις;	368 (σύνολο)	0	10	118	50		240
Απολύσεις;	10 (σύνολο)					60	
Σταθερά ποσά	3260	100	200	600	600	1700	

Πίνακας 4. Αναμενόμενες αλλαγές στα παιχνίδια απασχόλησης

IV. Καθορισμός πλεονάσματος εργασίας ή μείωσης

Αυτό το στάδιο έχει δύο βασικά χαρακτηριστικά. Το πρώτο είναι η μελέτη της ζήτησης και τη προσφορά εργασίας. Ο υπεύθυνος μπορεί να συγκρίνει τα μεγέθη και να αποφασίσει αν θα έχει πλεόνασμα ή έλλειψη στο ανθρώπινο δυναμικό ανά θέση εργασίας.

Στη συνέχεια αναμένεται ο καθορισμός από τον ίδιο τον οργανισμό κατά πόσο μπορεί να υποστηρίξει η επιχείρηση πλεόνασμα σε εργαζομένους (αύξηση αριθμού ατόμων με προσλήψεις) ή πρέπει να επέλθει μείωση εργαζομένων με απολύσεις.

V. Δείκτες απόδοσης προσωπικού

Σε αυτό το στάδιο μελετάμε την εύρεση του κατάλληλου ατόμου με αριθμητικά μεγέθη που βασίζονται πάνω σε έρευνα.

Μελέτες έχουν δείξει ότι :

- Για κάθε 12 αιτήσεις που δέχεται η επιχείρησης μόνο μία δείχνει να έχει προοπτικές για να καλέσουν αυτό το άτομο σε συνέντευξη
- Από τα 5 άτομα που περνούν από συνέντευξη μόνο 1 παίρνουν στον οργανισμό για κάθε θέση
- Για κάθε 3 θέσεις εργασίας που προσφέρονται μόνο 2 άτομα δέχονται τη θέση
- Από τους 10 νέους εργαζόμενους που ξεκινάνε ένα πρόγραμμα εκπαίδευσης μόνο 2 το ολοκληρώνουν με επιτυχία

Ως αποτέλεσμα :

- 100 αιτήσεις πρέπει να ληφθούν αρχικά για να
- Καλεστούν 8,33 άτομα σε συνέντευξη για να
- Προσφερθούν 1,67 θέσεις εργασίας για να
- Εκπαιδευτούν 1,11 άνθρωποι για να πάρουμε
- ΜΟΝΟ 1 λογιστή

1.3 Πιθανοί περιορισμοί

Τα μοντέλα Μαρκόβ ταξινομούνται στα περιγραφικά μοντέλα και όχι στα μοντέλα βελτιστοποίησης, λόγω της έλλειψης εσωτερικών μαθηματικών μοντέλων, τεχνικών βελτιστοποίησης (π.χ. μείωση κόστους εργαζομένων).

Στη συνέχεια το μοντέλο αυτό είναι γραμμικό, το οποίο συνεπάγεται ότι δεν λαμβάνεται υπόψη η ανατροφοδότηση, η οποία θα μπορούσε να είναι κρίσιμη για την λήψη αποφάσεων. Ένας εναλλακτικός τρόπος για να μοντελοποιηθεί ένα σύστημα ανθρώπινου δυναμικού με μηχανισμούς ανατροφοδότησης είναι μοντελοποίηση της εφοδιαστικής αλυσίδας με τη χρήση μεθόδου που αναπτύσσεται παρακάτω.

Τέλος, για να λειτουργήσει αυτό το σύστημα θα πρέπει να υπάρχει ένα πλήθος εργαζομένων για να έχουμε σωστά αποτελέσματα. Αυτό σημαίνει ότι για να μην έχουμε ασταθή εκτιμήσεις πιθανοτήτων μετάβασης τα άτομα θα πρέπει να είναι οπωσδήποτε πάνω από 100 αλλά το ιδανικό θα ήταν οι 500 εργαζόμενοι.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ

Άλλη μέθοδος επιχειρησιακής έρευνας που σχετίζεται άμεσα με το ανθρώπινο δυναμικό είναι η μέθοδος της προσομοίωσης. Η προσομοίωση είναι μία τεχνική που βασίζεται στη μίμηση της λειτουργίας του πραγματικού κόσμου μέσα σε ένα υπολογιστή. Η προσομοίωση είναι ένα μαθηματικό μοντέλο που βασίζεται στην άλγεβρα, υπολογισμούς καθώς και σε θεωρίες πιθανοτήτων. Κατά κύριο λόγο αυτό το μοντέλο το χρησιμοποιούμε είτε για εκπαίδευση προσωπικού είτε για να μελετήσουμε προβληματικές καταστάσεις, δημιουργώντας ένα πειραματικό πρότυπο της πραγματικής κατάστασης, κάνοντας δοκιμές πάνω σε αυτό. (Βουτσινάς, 2003)

Το πρότυπο αυτό δεν μπορεί να είναι φυσικό και να ανταποκρίνεται πλήρως στην πραγματικότητα. Γι' αυτό το λόγο χρησιμοποιούμε ένα ανάλογο μαθηματικό πρότυπο που μιμνεί σε μεγάλο και όσο πιο ακριβή βαθμό γίνεται το πρόβλημα που μελετούμε. Φροντίζουμε ώστε το πρόβλημα είναι έτσι διαμορφωμένο που να μπορούμε να ελέγξουμε τα αποτελέσματα από τις εναλλακτικές προτεινόμενες λύσεις στο προσομοιωμένο πρότυπο. Με αυτό τον τρόπο θα ξέρουμε κατά πόσο θα μπορέσουμε να το εφαρμόσουμε και στις πραγματικές συνθήκες.

2.1 Κατηγορίες προσομοίωσης

Η προσομοίωση χωρίζεται σε τρεις βασικές κατηγορίες: (Carie, 2003)

- Τη διακριτή προσομοίωση: είναι η προσομοίωση που μελετά τις περιπτώσεις που κατά πόσο τα μοντέλα αλλάζουν σε διακριτές τιμές ή συνεχίζονται οι μεταβολές αορίστως
- Τη στοχαστική προσομοίωση: είναι η προσομοίωση που λαμβάνει υπόψη της κατά πόσο είναι γνωστές με βεβαιότητα οι μεταβλητές του προβλήματος ή βασιζόμαστε σε πιθανολογικά δεδομένα.
- Τη στατική προσομοίωση: είναι η προσομοίωση που έχει ως κριτήριο τη μεταφορά κατά τη διάρκεια του χρόνου

Διακριτή προσομοίωση

Η διακριτή προσομοίωση χρησιμοποιείται όταν κυριαρχούν οι διακριτές αλλαγές στο σύστημα που προσομοιώνουμε. Τα συστατικά μέρη του συστήματος μπορεί να είναι οποιοδήποτε διακριτό μέρος σε κάποιο χρονικό σημείο και να μεταφέρεται από το ένα στάδιο στο άλλο στιγμιαία. Παραδείγματος χάριν όταν ένα μηχάνημα δουλεύει ή όχι. Θα αλλάξει από την αδράνεια στη επαναλειτουργία στιγμιαία με το που θα ξεκινήσει να λειτουργεί και θα παραμείνει στο στάδιο λειτουργίας μέχρι η εργασία του να ολοκληρωθεί, που εκείνη τη στιγμή θα γίνει αδρανές για άλλη μια φορά. Αυτό μας δείχνει δύο βασικά χαρακτηριστικά της διακριτής προσομοίωσης. Αυτά είναι οι κανόνες που αποφασίζουν πότε το επόμενο γεγονός θα λάβει χώρα, καθώς και οι κανόνες για την μεταβολή του από το ένα στάδιο στο άλλο.

Πιο συγκεκριμένα

Αν το μηχάνημα ολοκληρώσει την εργασία του

Τότε προγραμματίστε το για την επόμενη εργασία

Και αν δεν υπάρχει επόμενη εργασία

Τότε απενεργοποιήστε το μηχάνημα

Η επιλέξτε μια νέα εργασία

Για να μπορέσουμε να εφαρμόσουμε τους κανόνες για κάθε δραστηριότητα ή μηχάνημα το μοντέλο θα πρέπει να ορίζεται ρητά, και η κατάσταση του να έχει ληφθεί υπόψη κατά τη διάρκεια του χρόνου που ξεκίνησε το έργο.

Στην διακριτή προσομοίωση πολλές αλλαγές συμβαίνουν στιγμιαία, ακόμα και στην πραγματική ζωή μπορεί να διαρκούν μια πολύ μικρή χρονική στιγμή. Αυτό επιτρέπεται όσο η χρονική περίοδος που περιλαμβάνεται είναι σχετικά μικρή σε σχέση με τη γενική κλίμακα χρόνου του μοντέλου. Για παράδειγμα, ο χρόνος φόρτωσης και κατεβάσματος αρχείου σε μια δουλεία μπορεί να πάρει στην πραγματικότητα μόνο μερικά δευτερόλεπτα ή μερικά λεπτά, αλλά στο μοντέλο το πιο πιθανό η φόρτωση θα γίνει στιγμιαία τη στιγμή που ξεκινά η φόρτωση και το κατέβασμα να ολοκληρωθεί όταν ολοκληρώνεται και στην πραγματικότητα.

Στοχαστική προσομοίωση

Σε μια στοχαστική δραστηριότητα τα αποτελέσματα δεν μπορούν να προσδιορισθούν πλήρως από τις εισόδους αλλά μεταβάλλονται τυχαία μέσα σε ένα σύνολο δυνατών αποτελεσμάτων. Αυτό σημαίνει ότι για ένα δεδομένο σύνολο εισόδων υπάρχουν πολλαπλά σύνολα εξόδων και αυτό που θα συμβεί κάθε φορά είναι αποτέλεσμα τυχαίων παραγόντων.

Στατική προσομοίωση

Και τέλος υπάρχει και η στατική προσομοίωση που επιτρέπει τη μελέτη της περίπτωσης κατά τη διάρκεια σταθερού χρόνου.

2.2 Μέθοδοι προσομοίωσης

Η προσομοίωση μπορεί να γίνει με πολλούς μεθόδους αλλά η πιο κατάλληλη είναι η μέθοδος IDEF, πρόκειται για την μοντελοποίηση διαφορετικών τομέων και όψεων της επιχείρησης. Με αυτή τη μέθοδο επιτυγχάνεται η εξειδίκευση κάθε μοντέλου στις συγκεκριμένες ανάγκες της επιχείρησης και παράλληλα το σύνολο των μοντέλων μπορεί να προσφέρει ολοκληρωμένες λύσεις για το σύνολο των επιχειρησιακών αναγκών.

Η μέθοδος IDEF είναι ένα πλαίσιο μεθοδολογιών που επιτρέπει την μοντελοποίηση όλων των επιχειρηματικών τομέων, δίνοντας μια ολοκληρωμένη εικόνα της επιχείρησης. Εντός του πλαισίου αυτού περιλαμβάνονται 15 μέθοδοι (Βουτσινάς,2003)

- IDEF 0 : Processing Functional Modeling Development
- IDEF 1 : Information Modeling Development
- IDEF 1x : Data modeling Development
- IDEF 3 : Process Description capture Development
- IDEF 4 : Object – Oriented design Development
- IDEF 5 : Ontology description capture Development
- IDEF 6 : Design relation capture
- IDEF 7 : Information systems audit method
- IDEF 8 : User interface modeling
- IDEF 9 : Business constraints discovery capture
- IDEF 10 : Implementation architecture modeling
- IDEF 11 : Information artifact modeling
- IDEF 12 : Organization modeling
- IDEF 13 : Three schema mapping design
- IDEF 14 : Network design

Μέσα στο πλαίσιο μοντελοποίησης ποιο σημαντικά είναι τα ακόλουθα :

- η IDEF0, που χρησιμοποιείται για τη μοντελοποίηση των επιχειρηματικών λειτουργιών (“τι” κάνει κάτι η επιχείρηση),
- η IDEF1 και IDEF1X, που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία πληροφοριακών μοντέλων,
- η IDEF3 που χρησιμοποιείται για τη μοντελοποίηση των επιχειρηματικών διαδικασιών (“πως” κάνει κάτι η επιχείρηση),
- η IDEF5, που χρησιμοποιείται για τη διαμόρφωση του οντολογικού σχήματος του πεδίου ενδιαφέροντος.

Τα τέσσερα αυτά είδη επιχειρηματικών μοντέλων συνδέονται μεταξύ τους και αλληλοσυμπληρώνονται στην προσπάθεια μελέτης της επιχείρησης.

IDEF0

Η IDEF 0 είναι ένα πρότυπο διαδικασίας ενός συστήματος αποτελεί μία αυστηρά τυποποιημένη αναπαράσταση διαδικασίας. Η αναπαράσταση αφορά τα τμήματα του συστήματος (ανθρώπους, εξοπλισμό, πληροφορίες, λογισμικό, προϊόντα, κ.λπ.) που εμπλέκονται κατά την διεκπεραίωση της διαδικασίας και των μεταξύ τους σχέσεων, που συνήθως είναι του τύπου αιτία – αιτιατού.

Η μεθοδολογία IDEF 0 είναι μία γλώσσα προτυποποίησης των διαφόρων διαδικασιών ενός συστήματος. Για αυτό, όπως θα παρατηρήσει κάποιος διαθέτει συγκεκριμένα σύμβολα τα οποία αναπαριστούν συγκεκριμένες έννοιες και συνδυαζόμενα με βάση συγκεκριμένους συντακτικούς κανόνες, παράγουν εκφράσεις που αναπαριστούν τις διαδικασίες.

Αυτή η μέθοδος μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε κατά την ανάπτυξη νέων συστημάτων είτε κατά την υποστήριξη ήδη υπάρχοντων. Στην πρώτη περίπτωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί, κατά τη φάση ανάλυσης των απαιτήσεων, στον αυστηρό ορισμό των διαδικασιών και κατά τη φάση της υλοποίησης για τον έλεγχο της ικανοποίησης των προδιαγραφών αυτών των διαδικασιών. Στη δεύτερη περίπτωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην ανάλυση των υπάρχουσών διαδικασιών και των μηχανισμών μέσω των οποίων αυτές διεκπεραιώνονται.

Τα αποτελέσματα αυτής της μεθόδου παρουσιάζονται με τη μορφή διαγραμμάτων, επεξηγηματικών κειμένων και ορολογιών, τα οποία αλληλοσχετίζονται και είναι δομημένα σε μια ιεραρχική δομή που αναπαριστά τις μεταξύ τους σχέσεις.

IDEF1

Η IDEF1 σχεδιάστηκε ως μια μέθοδος για την ανάλυση και την επικοινωνία για τον προσδιορισμό των απαιτήσεων. Η IDEF1 χρησιμοποιείται γενικά για να:

- 1) να προσδιορίσει τις πληροφορίες που χρειάζεται η επιχείρηση για τη σωστή διοίκηση και οργάνωση της,
- 2) να καθορίσει ποια από τα προβλήματα που εντοπίστηκαν κατά τη διάρκεια της ανάλυσης των αναγκών της επιχείρησης προκλήθηκαν από την έλλειψη πληροφοριών,
- 3) να προσδιορίσει ποιες πληροφορίες θα διαχειρίζεται στη TO-BE εφαρμογή.

Η IDEF1 καταγράφει τις πληροφορίες που υπάρχουν σχετικά με τα αντικείμενα που εμπíπτουν στο πεδίο εφαρμογής της επιχείρησης. Η προοπτική της IDEF1 είναι αυτή ενός πληροφοριακού συστήματος που περιλαμβάνει όχι μόνο τις αυτοματοποιημένες συνιστώσες του συστήματος, αλλά και τους μη αυτοματοποιημένους παράγοντες του συστήματος όπως οι άνθρωποι, αρχειοθήκες, τηλέφωνα, κλπ. Η IDEF1 σχεδιάστηκε ως μια μέθοδος για τους οργανισμούς με σκοπό να αναλύει και να αναφέρει με σαφήνεια τις πληροφορίες που έχει ανάγκη η επιχείρηση για την σωστή διαχείριση των πόρων της και των αναγκών της. Αντί για μια μέθοδο σχεδιασμού βάσης

δεδομένων, η IDEF1 είναι μια μέθοδος ανάλυσης που χρησιμοποιείται για να προσδιορίσει τα ακόλουθα:

- Πληροφορίες που συλλέγονται, αποθηκεύονται και διαχειρίζονται από την επιχείρηση.
- Κανόνες που διέπουν τη διαχείριση των πληροφοριών.
- Λογικές σχέσεις στο εσωτερικό της επιχείρησης, οι οποίες απεικονίζονται στις πληροφορίες.
- Προβλήματα που προκύπτουν από την έλλειψη καλής διαχείρισης των πληροφοριών.

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης πληροφοριών μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο στρατηγικό και τακτικό σχεδιασμό μέσα στα όρια της επιχείρησης για τη μόχλευση πόρων και γνώση πληροφοριών του προϊόντος τους με σκοπό την επίτευξη ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος. Τα μοντέλα IDEF1 παρέχουν τη βάση για τις αποφάσεις του σχεδιασμού στρατηγικής, τις γνώσεις επιπτώσεων πιθανών λάθους στρατηγικών, καθώς και την δυνατότητα απόκτησης αντικειμενικών πληροφοριών.

Υπάρχουν δύο σημαντικές σφαίρες που εξετάζονται με αυτή τη μέθοδο, πρώτη σφαίρα είναι αυτή του πραγματικού κόσμου όπως γίνεται αντιληπτός από τους ανθρώπους σε έναν οργανισμό. Αποτελείται από τα φυσικά και νοητά αντικείμενα (π.χ. άνθρωπος, εγκαταστάσεις, πράγματα, ιδέες, κλπ.), τις ιδιότητες των αντικειμένων αυτών, καθώς και τις σχέσεις που εμφανίζονται μεταξύ των αντικειμένων. Η δεύτερη σφαίρα είναι το «βασιλείο» της πληροφορίας. Περιλαμβάνει τις εικόνες αυτών των πληροφοριών και τα αντικείμενα που βρέθηκαν στον πραγματικό κόσμο. Οι πληροφορίες που συλλέγονται, αποθηκεύονται και διαχειρίζονται περίπου σαν τα πραγματικά αντικείμενα. Η IDEF1 έχει σχεδιαστεί για να βοηθήσει στην ανακάλυψη, την οργάνωση, και η τεκμηρίωση αυτών των πληροφοριών της γενικής εικόνας, και ως εκ τούτου περιορίζεται στη σφαίρα της πληροφορίας.

Η IDEF1 αντιπροσωπεύει τις πληροφορίες που διατηρούνται σε ένα συγκεκριμένο οργανισμό σχετικά με τα φυσικά ή εννοιολογικά αντικείμενα. Πιο συγκεκριμένα η IDEF1 αναφέρεται σε μια συλλογή οντοτήτων ή κατηγοριών πληροφοριών που αντιπροσωπεύουν αντικείμενα στον πραγματικό κόσμο. Υπάρχουν δύο βασικές έννοιες που χαρακτηρίζουν τις οντότητες:

- **Είναι χρονοβόρες.** Ο οργανισμός δαπανά πόρους για να παρατηρεί, να κωδικοποιεί, να καταγράφει, να οργανώσει και να αποθηκεύσει την ύπαρξη των επιμέρους φορέων.
- **Μπορούν να εξατομικεύονται.** Μπορούν να είναι μονοσήμαντα από άλλους φορείς.

Συνοψίζοντας, η IDEF1 είναι μια αποτελεσματική μέθοδος για την τεκμηρίωση και ανατροφοδότηση απαιτήσεων μιας επιχείρησης. Το μοντέλο αυτό παρέχει ένα θεμέλιο για το σχεδιασμό βάσεων δεδομένων, δίνει έναν ορισμό της δομής των πληροφοριών και παρέχει μια δήλωση απαιτήσεων που αντανάκλα τις βασικές

ανάγκες πληροφόρησης. Η IDEF1 χρησιμοποιεί μια πειθαρχημένη, δομημένη τεχνική γλώσσα προγραμματισμού για να αποκαλύψει τους κανόνες πληροφόρησης που χρησιμοποιεί ο εκάστοτε οργανισμός. Από αυτό προκύπτει μια σύνθετη μέθοδος μοντελοποίησης πληροφοριών που απαιτεί την ενεργό συμμετοχή των χρηστών των πληροφοριών - εργαζομένων, τμημάτων κ.λπ. Αυτό χρησιμεύει για τη διαμόρφωση ακριβών πληροφοριών για την οργάνωση της επιχείρησης, αναγκάζοντας τους χρήστες να σκεφτούν το πώς και πού η πληροφορία χρησιμοποιείται και το πώς να τη διαχειριστούν.

IDEF3

Μία διαδικασία μπορεί να ορισθεί ως μία οργανωμένη και ενδεδειγμένη ακολουθία ενεργειών ή γεγονότων η οποία υπηρετεί συγκεκριμένο σκοπό. Έτσι, μία διαδικασία μπορεί να θεωρηθεί ως μία επιστημονική αντιμετώπιση ενός συγκεκριμένου προβλήματος. Υπάρχουν τρία συστατικά στην περιγραφή μίας διαδικασίας:

1. Ο ορισμός της (definition): καθορίζει τα κίνητρα, τις βασικές έννοιες και την υποστηρικτική θεωρία της διαδικασίας.
2. Η ακολουθία ενεργειών (discipline): καθορίζει τις ενέργειες και τον τρόπο με τον οποίο πρέπει να διεκπεραιωθούν για να ολοκληρωθεί η διαδικασία.
3. Η χρήση της (use component): καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο η διαδικασία μπορεί να εφαρμοσθεί επιτυχώς σε διάφορες συνθήκες.

Η μεθοδολογία IDEF3 (Integration DEFinition language 3) είναι μία γλώσσα προτυποποίησης διαδικασιών (Process Description Capture Method). Έτσι, διαθέτει συγκεκριμένα σύμβολα (σημαίνοντα) τα οποία αναπαριστούν συγκεκριμένες έννοιες (σημαινόμενα) και τα οποία συνδυαζόμενα με βάση συγκεκριμένους συντακτικούς κανόνες παράγουν εκφράσεις που, τελικά, αναπαριστούν τις διαδικασίες.

Η μεθοδολογία IDEF3 υιοθετεί τον διαδικαστικό τρόπο αναπαράστασης, σε αντίθεση με την μεθοδολογία IDEF0. Βασίζεται στον πιο κοινό ίσως μηχανισμό επικοινωνίας, την «διήγηση» σαν μία διατεταγμένη ακολουθία γεγονότων ή ενεργειών. Έτσι με βάση τον διαδικαστικό τρόπο αναπαράστασης, μία επιχειρηματική διαδικασία μπορεί να θεωρηθεί ως μία διατεταγμένη ακολουθία γεγονότων ή ενεργειών στην οποία εμπλέκονται άνθρωποι, υλικά, ενέργεια και εξοπλισμός και σχεδιάστηκε για να επιτύχει ένα συγκεκριμένο επιχειρηματικό αποτέλεσμα. Στο σημείο αυτό πρέπει να διαχωριστούν οι έννοιες της διήγησης και του προτύπου. Η διήγηση σαν μία διατεταγμένη ακολουθία γεγονότων ή ενεργειών βασίζεται στις εμπειρικές, υποκειμενικές, ελλειπείς και μη αυστηρά ορισμένες απόψεις κάποιων ειδικών. Σε παράθεση, ένα πρότυπο αποτελεί μία ιδεατή, ενδεχομένως απλοποιημένη αλλά αυστηρά ορισμένη αναπαράσταση αυτής της ακολουθίας, που δίνει την δυνατότητα προσομοίωσής της. Τα μοντέλα είναι μία μορφή διήγησης αλλά το αντίθετο δεν ισχύει. Φυσικά, οι μεθοδολογίες IDEF στοχεύουν στην υποστήριξη του σχεδιασμού προτύπων/μοντέλων.

Όπως και η μεθοδολογία IDEF0, η μεθοδολογία IDEF3 σχεδιάστηκε στα πλαίσια του έργου ICAM της Αμερικανικής Πολεμικής Αεροπορίας, το οποίο επεδίωκε την αύξηση της παραγωγικότητας με την χρήση τεχνολογιών Πληροφορικής. Η επέκταση και η ολοκλήρωση της μεθοδολογίας IDEF3 έγιναν στα πλαίσια του

έργου ICE (Information Integration for Concurrent Engineering) στο οποίο συμμετείχαν κρατικοί και ιδιωτικοί φορείς των ΗΠΑ.

Η μεθοδολογία IDEF3 μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε κατά την ανάπτυξη νέων συστημάτων είτε κατά την υποστήριξη, επέκταση και βελτίωση των υπαρχόντων. Συγκεκριμένα, μεταξύ άλλων μπορεί να χρησιμοποιηθεί:

1. Στην ανάλυση επιχειρηματικών δραστηριοτήτων (business systems analysis). Η ανάλυση τέτοιων δραστηριοτήτων από ειδικούς, συνήθως αρχίζει με την προτυποποίηση της κατάστασης του προβλήματος.
2. Στην διαχείριση του κύκλου ζωής των δεδομένων των πληροφοριακών συστημάτων (data life-cycle management). Ο κύκλος ζωής αποτελείται από τις διάφορες καταστάσεις στις οποίες διαδοχικά μετασχηματίζονται τα δεδομένα καθώς και την λογική που διέπει αυτούς τους μετασχηματισμούς.
3. Στον χρονοπρογραμματισμό έργων (project management). Ο χρονοπρογραμματισμός περιλαμβάνει, μεταξύ άλλων, την αναπαράσταση της χρονικής αλληλουχίας και αλληλεξάρτησης των επί μέρους δραστηριοτήτων του έργου καθώς και την λογική που τα διέπει.
4. Στην φάση ανάλυσης των απαιτήσεων των συστημάτων (system requirements definition). Κατά την φάση ανάλυσης των απαιτήσεων απαιτούνται αυστηροί ορισμοί των διαδικασιών ώστε να είναι δυνατός, αργότερα, ο έλεγχος της ικανοποίησης των προδιαγραφών αυτών των διαδικασιών.
5. Στην υποστήριξη επιχειρηματικών αποφάσεων (business decision-making process). Η προτυποποίηση επιχειρηματικών διαδικασιών μπορεί να οδηγήσει στην προσομοίωσή τους, ώστε να εξαχθούν συμπεράσματα με σκοπό την βελτιστοποίησή τους. Για λόγο αυτό η μεθοδολογία IDEF3 έχει δυνατότητα σύνδεσης με τις άλλες μεθοδολογίες IDEF αλλά και με τεχνικές προσομοίωσης.

Τα αποτελέσματα της εφαρμογής της μεθοδολογίας IDEF3 σε ένα σύστημα, είναι ένα σύνολο σχημάτων και επεξηγηματικών πληροφοριών, τα οποία αλληλοσυσχετίζονται και είναι δομημένα σε μία ιεραρχική δομή που αναπαριστούν σενάρια που περιγράφουν τη λειτουργία του συστήματος. Έτσι το βασικό οργανωτικό σχήμα της μεθοδολογίας IDEF3 είναι το σενάριο. Το όνομα ενός σεναρίου πρέπει να είναι είτε ρήμα, είτε απαρέμφατο, είτε κανονική πρόταση. Ένα σενάριο σχεδιάζεται με βάση μία από τις δύο εναλλακτικές στρατηγικές της μεθοδολογίας IDEF3.

1. Την στρατηγική διαδικασίας (process-centered strategy) Επικεντρώνεται στις επί μέρους ενέργειες μίας διαδικασίας και κυρίως στις χρονικές τους αλληλεξαρτήσεις, τις σχέσεις της μορφής αιτία-αποτελέσματα ή άλλες σχέσεις μέσα στο σενάριο.
2. Την στρατηγική αντικειμένου (object-centered strategy) Επικεντρώνεται στις οντότητες που συμπεριλαμβάνονται σε μία διαδικασία και κυρίως στις καταστάσεις στις οποίες διαδοχικά μετασχηματίζονται αυτές οι οντότητες, κατά την διάρκεια ενός σεναρίου.

IDEF5

Ιστορικά η οντολογία προέκυψε από τη μεταφυσική, η οποία ασχολείται με τη φύση της πραγματικότητας. Για αυτό το λόγο η οντολογική έρευνα παραδοσιακά προσπαθεί να ανακαλύψει της αρχές του κόσμου.

Ο φυσικός και αφηρημένος κόσμος της καθαρής επιστήμη, ωστόσο, δεν εξαντλεί τις ισχύουσες τομείς της οντολογίας. Υπάρχουν τεράστια συστήματα που σχεδιάζονται και λειτουργούν από τον άνθρωπο όπως τα εργοστάσια παραγωγής, οι επιχειρήσεις, οι στρατιωτικές βάσεις, και τα πανεπιστήμια, στα οποία η οντολογική έρευνα δείχνει τη σχέσεις μεταξύ των συστημάτων καθώς και τη σημαντικότητά τους. Σε αυτά τα συστήματα που σχεδιάστηκαν από τον άνθρωπο, η οντολογική έρευνα είναι έχει κατά κύριο λόγο ως κίνητρο την ανάγκη για κατανόηση, σχεδιασμό, και τη διαχείριση αυτών των συστημάτων αποτελεσματικά. Ως εκ τούτου, είναι χρήσιμο να προσαρμόσουν τις παραδοσιακές τεχνικές της οντολογικής έρευνας στις φυσικές επιστήμες σε αυτούς τους τομείς.

Η μέθοδος IDEF5 αποτελεί μια θεωρητικά και εμπειρικά καλά θεμελιωμένη μέθοδο που έχει σχεδιαστεί ειδικά για να βοηθήσει στη δημιουργία, την τροποποίηση και τη διατήρηση της οντολογίας. Περιέχει τυποποιημένες διαδικασίες, έχει την ικανότητα να αντιπροσωπεύει πληροφορίες οντολογίας στη διαισθητική και φυσική του μορφή, καθώς παρουσιάζει και τα υψηλότερα ποιοτικά αποτελέσματα. Τα αποτελέσματα της εφαρμογής IDEF5 χρησιμεύουν για τη μείωση του κόστους αυτών των δραστηριοτήτων.

Υπάρχουν τρεις βασικές αρχές οντολογία που πρέπει να γνωρίζουμε:

- 1) το λεξιλόγιο που χρησιμοποιείται για τη σύζευξη των χαρακτηριστικών αντικείμενων και τις διαδικασίες που περιλαμβάνονται στον τομέα,
- 2) τον αυστηρό ορισμό των βασικών όρων σε αυτό το λεξιλόγιο,
- 3) το χαρακτηρισμό των λογικών συνδέσεων μεταξύ των όρων.

Τέλος, η διαδικασία ανάπτυξης της οντολογίας IDEF5 αποτελείται από τις ακόλουθες πέντε δραστηριότητες.

- **Οργάνωση και οριοθέτηση.** Η οργάνωση και η οριοθέτηση του πεδίου δραστηριότητας ορίζει τον σκοπό, την άποψη, και το πλαίσιο για το έργο της ανάπτυξης της οντολογίας, καθώς και την ανάθεση ρόλων στα μέλη της ομάδας.
- **Συλλογή δεδομένων.** Κατά τη συλλογή δεδομένων, συγκεντρώνουμε τα ήδη γνωστά δεδομένα καθώς συλλέγουμε και τα ανεπεξέργαστα δεδομένα που απαιτούνται για την ανάπτυξη της οντολογίας έρευνας.
- **Ανάλυση δεδομένων.** Η ανάλυση δεδομένων περιλαμβάνει την ανάλυση των δεδομένων για τη διευκόλυνση της εκχύλισης οντολογίας.
- **Αρχική ανάπτυξη οντολογίας.** Η δραστηριότητα ανάπτυξης οντολογίας περιλαμβάνει την αναπτύξει μιας προκαταρκτικής οντολογίας από τα στοιχεία που συγκεντρώθηκαν.
- **Τελειοποίηση οντολογίας και επικύρωση.** Η οντολογία είναι ολοκληρωμένη και επικυρώνεται για να ολοκληρωθεί η διαδικασία της ανάπτυξης.

Συνοψίζοντας, η μέθοδος IDEF5 χρησιμοποιείται για την κατασκευή οντολογιών με την κατανόηση ιδεών σχετικά με πραγματικά αντικείμενα, τις ιδιότητές τους και τις σχέσεις τους.

Έχοντας κάνει μια αναφορά στα συστήματα προσομοίωσης καθώς και στις πιο σημαντικές μεθόδους προσομοίωσης, τώρα θα μελετήσουμε πώς αυτά σχετίζονται με το ανθρώπινο δυναμικό.

2.3 Παράδειγμα εφαρμογής προσομοίωσης στο στρατό

Η προσομοίωση σχεδιάστηκε για να αποτελέσει εργαλείο σε έργα μεγάλης χρονικής εμβέλειας (έργα με διάρκεια πάνω από 20 χρόνια). Για παράδειγμα, μια σειρά από μοντέλα προσομοίωσης, που αποτελείται από τα μοντέλα για προ-λειτουργία εκπαίδευσης προπτυχιακής εκπαίδευσης χειριστών αεροσκαφών, προηγμένη εκπαίδευση πιλότων και αντίστοιχες εκτιμήσεις κόστους, έχουν κατασκευαστεί για την Πολεμική Αεροπορία των ΗΠΑ από την RAND ως μελέτη πιλοτικής κατάρτισης (Wang J.). Το να γίνονται πτητικά μαθήματα σε εκπαιδευόμενους πιλότους μέσω προσομοίωσης απαιτεί όσον αφορά τα συστήματα αεροσκαφών, να γνωρίζει ο υπεύθυνος το έτος και το τύπο του προτύπου που θα γίνει η εκπαίδευση, τα μοντέλα προσομοίωσης, της εκμάθησης και σε ποία στάδια πρέπει να γίνει εκπαίδευση, καθώς και τον αριθμό των εκπαιδευομένων και των ετήσιων πτυχιούχων με σκοπό τον υπολογισμό φυσικών, προσωπικών (εκπαιδευτές) και χρηματοδοτικών πόρων που απαιτούνται για την κατάρτιση.

Πιο συγκεκριμένα ένα μοντέλο προσομοίωσης κατασκευάστηκε στον αμερικάνικο στρατό για να αξιολογήσει τις επιπτώσεις του Title IV2 στη σταδιοδρομία αξιωματικών και τις συνέπειες της νέας πολιτικής στην παροχή αξιωματικών για την κάλυψη στις ανάγκες εκπαίδευσης. Το μοντέλο κατασκευάστηκε από το λογισμικό προσομοίωσης SLAM (simulation language of alternative modeling) II, παρουσιάζει την εξέλιξη στην καριέρα των αξιωματικών από το δεύτερο πτέρωχο προς τον ειδικό σμήναρχο μέσω διαφορετικής εκπαίδευσης και συσχετίσεων, με τη χρήση ενός δικτύου διαγράμματος ροής με κόμβους που απεικονίζουν τα καθοριστικά σημεία για τις προαγωγές, τις εντολές και τις στρατιωτικές σχολές. Η προσομοίωση εντοπίζει πιθανά ελλείμματα σε αξιωματικούς λόγω νέας πολιτικής και εξετάζει πιθανές καινούργιες πολιτικές. Η προσομοίωση σε αυτή τη περίπτωση είναι στοχαστική με πιθανολογική κατανομή τιμών - αξιωματικών με ανάθεση χρόνου και διάρκειας κ.λ.π. που προέρχονται από τα ιστορικά δεδομένα.

2.4 Πιθανοί περιορισμοί

Ενώ η προσομοίωση είναι ισχυρή και ευέλικτη στη μελέτη συστημάτων, ταυτόχρονα είναι πολύ πολύπλοκη για μοντέλα που χρειάζονται πολύ ανάλυση, για αυτό το λόγο σημειώνουμε τους παρακάτω περιορισμούς:

- Η κατασκευή μοντέλων προσομοίωσης, όπως ο σχεδιασμός πειραμάτων μπορεί να είναι χρονοβόρα και πολύ δαπανηρή.
- Στη στοχαστική προσομοίωση, τα δεδομένα εξόδου χρειάζονται στατιστική ανάλυση λόγω της τυχαίας μεταβλητότητας. Τα δεδομένα εξόδου της προσομοίωσης πολύ συχνά είναι αυτό-συσχετιζόμενα, και για αυτό απαιτούνται ειδικές τεχνικές στατιστικής για εξαγωγή συμπερασμάτων. Ακόμα υπάρχουν μερικά προβλήματα εξόδου - ανάλυσης που δεν υπάρχει κάποια τελείως αποδεκτή λύση και οι μέθοδοι που είναι διαθέσιμοι είναι συχνά περίπλοκοι στην εφαρμογή τους.

Τα μοντέλα προσομοίωσης είναι κατάλληλα στο να απαντούν σε ερωτήσεις της μορφής «τι γίνεται όταν ...;» αλλά δυστυχώς δεν βασίζονται σε αλγόριθμους βελτιστοποίησης. Τα μοντέλα προσομοίωσης καθώς και οι αλυσίδες Μαρκόβ - αναλύθηκαν σε προηγούμενη ενότητα - αποτελούν περιγραφικά μοντέλα και δεν παρέχουν βέλτιστες στρατηγικές - λύσεις. Οι βέλτιστες λύσεις βρίσκονται σε διάφορες τεχνικές μαθηματικού προγραμματισμού και θα αναλυθούν παρακάτω.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΜΕΘΟΔΟΙ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναφερθώ με συντομία στις μαθηματικές μορφές βελτιστοποίησης που χρησιμοποιούνται σε μοντέλα διαχείρισης ανθρώπινου δυναμικού, την εφαρμογή τους καθώς και στους πιθανούς περιορισμούς που εμφανίζει το κάθε μοντέλο.

Τα μοντέλα αυτά είναι ο γραμμικός προγραμματισμός - πρόβλημα εκχώρησης, ο ακέραιος γραμμικός προγραμματισμός, ο προγραμματισμός στόχων και ο δυναμικός προγραμματισμός .

3.1 Μαθηματικά μοντέλα γραμμικών και στοχαστικών προβλημάτων

3.1.1 Γραμμικός προγραμματισμός (Linear Programming)

Μία μορφή γραμμικού προγραμματισμού που σχετίζεται άμεσα με τη διαχείριση του ανθρώπινου δυναμικού είναι τα λεγόμενα προβλήματα εκχώρησης ή ανάθεσης ή κατανομής. Η γενική διατύπωση του είναι (Wang J.) «Σε n εργαζόμενους πρέπει να ανατεθούν n εργασίες. Αν είναι γνωστό το κόστος c_{ij} της εκχώρησης του εργαζομένου i στην εργασία j , να ανατεθεί σε κάθε εργαζόμενο μία και μόνο εργασία και να εκχωρηθεί σε κάθε εργασία ένας και μόνο εργαζόμενος, έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθεί το συνολικό κόστος.

Το πρόβλημα εκχώρησης μπορεί να διατυπωθεί ως πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού με την εισαγωγή ($n * n$) δυαδικών μεταβλητών x_{ij} που μπορούν να πάρουν τιμές μηδέν ή ένα. Δηλαδή :

$$x_{ij} = \{ 1 \text{ αν στον εργαζόμενο } i \text{ ανατίθεται η εργασία } j \text{ αλλιώς}$$

$$x_{ij} = \{ 0$$

Ο περιορισμός «σε κάθε εργαζόμενο ανατίθεται μία και μόνο εργασία» εκφράζεται με τις n γραμμικές εξισώσεις :

$$\sum_j x_{ij} = 1, \text{ για κάθε } i$$

Ο περιορισμός «κάθε εργασία ανατίθεται σε έναν και μόνο έναν εργαζόμενο» εκφράζεται με τη n γραμμική εξίσωση :

$$\sum_i x_{ij} = 1, \text{ για κάθε } j$$

Από τα παραπάνω προκύπτει το εξής πρόβλημα :

$$\min_z \sum_i \sum_j c_{ij} x_{ij}$$

$$\sum_j x_{ij} = 1, \text{ για κάθε } i$$

$$\sum_i x_{ij} = 1, \text{ για κάθε } j$$

$$x_{ij} \text{ ανήκει } \{0,1\}$$

Το πρόβλημα εκχώρησης είναι πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού, αποδεικνύεται όμως ότι η λύση του δίνει δυαδικές τιμές για τις μεταβλητές x_{ij} , όταν στο πρότυπο τεθεί $x_{ij} \geq 0$. Ο περιορισμός του προβλήματος ότι οι εργαζόμενοι είναι τόσοι όσες οι θέσεις εργασίας δεν είναι απαραίτητος, αρκεί ο συνολικός του αριθμός να είναι μεγαλύτερος από το συνολικό αριθμό των εργασιών. Σε αυτή τη περίπτωση κάποιος δεν θα αναλάβει καμία εργασία. Όταν, αντίθετα οι εργασίες είναι περισσότερες από τους εργαζομένους, τότε το πρόβλημα δεν έχει εφικτές λύσεις. Ωστόσο, αν είναι αποδεκτό κάποιες εργασίες να μην εκτελεστούν, το πρόβλημα λύνεται αφού προστεθούν κάποιοι εικονικοί εργαζόμενοι, που υποτίθεται αναλαμβάνουν τις επιπλέον εργασίες με κόστος μηδέν.

Τέλος η μαθηματική αυτή διατύπωση μπορεί να περιλαμβάνει περιορισμούς σε ότι αφορά στη δυνατότητα ανάληψης κάποιων εργασιακών θέσεων από ορισμένους εργαζομένους. Σε αυτή την περίπτωση παραλείπονται από το πρόβλημα μία ή περισσότεροι μεταβλητές, ή σταθμίζονται στην αντικειμενική συνάρτηση με ένα πολύ μεγάλο κόστος (M), ώστε να εμποδιστούν να πάρουν θετικές τιμές. Για παράδειγμα για εργαζόμενο k δεν μπορεί να αναλάβει την εργασία 1, τότε παραλείπεται η μεταβλητή x_{k1} από το πρόβλημα, ή παραμένει σε αυτό αλλά τίθεται στην αντικειμενική συνάρτηση το κόστος M στη θέση του συντελεστή κόστους c_{k1} . Επιπλέον, το πρόβλημα μπορεί να είναι πρόβλημα μεγιστοποίησης, δηλαδή οι συντελεστές των μεταβλητών στην αντικειμενική συνάρτηση να εκφράζουν απόδοση. Σε αυτή τη περίπτωση δεν αλλάζει τίποτα σχετικά με τους περιορισμούς και το πρόβλημα απλά λύνεται με μεγιστοποίηση (max z).

3.1.2 Ακέραιος γραμμικός περιορισμός

Σε αρκετά προβλήματα γραμμικού προγραμματισμού οι μεταβλητές εκφράζουν ποσότητες που δεν μπορούν να διαιρεθούν και πρέπει να παίρνουν μόνο ακέραιες τιμές (π.χ. αριθμός ατόμων που πρέπει να απασχοληθούν σε μία εργασία, αριθμός οχημάτων που πρέπει να αγοραστούν). Ένα τέτοιο πρόβλημα είναι πρόβλημα ακέραιου γραμμικού προγραμματισμού. Επιπλέον, προβλήματα που δεν φαίνεται να είναι αρχικά γραμμικού προγραμματισμού, μπορούν να διατυπωθούν μαθηματικά ως τέτοια, με την εισαγωγή ακέραιων μεταβλητών. Τα προβλήματα ακέραιου γραμμικού προγραμματισμού διακρίνονται σε αμιγή (pure) και μεικτά (mixed). Στα αμιγή

προβλήματα όλες οι μεταβλητές είναι ακέραιες, ενώ στα μεικτά κάποιες είναι ακέραιες και κάποιες όχι. (Βάγια, 2013).

Η παρουσία ακέραιων μεταβλητών σε ένα πρόγραμμα γραμμικού προγραμματισμού δυσκολεύει σημαντικά την επίλυσή του. Αγνοώντας τον περιορισμό της ακεραιότητας των μεταβλητών, μπορεί να προσδιοριστεί η βέλτιστη λύση με τη μέθοδο simplex. Αν συμβεί η λύση αυτή να είναι ακέραια, τότε είναι και βέλτιστη για το πρόβλημα του ακέραιου γραμμικού προγραμματισμού. Διαφορετικά, στρογγυλοποιούνται οι τιμές των μεταβλητών στις πλησιέστερες ακέραιες τιμές, φροντίζοντας, παράλληλα, να ικανοποιούνται οι περιορισμοί του προβλήματος. Η στρογγυλοποίηση των τιμών της βέλτιστης λύσης πραγματοποιείται όταν η φύση του προβλήματος το επιτρέπει και όταν οι τιμές των μεταβλητών του είναι μεγάλες. Αρκετές φορές όμως αυτή η «κατά προσέγγιση» λύση δεν είναι ικανοποιητική, είτε διότι δεν είναι εφικτή είτε διότι βρίσκεται μακριά από τη βέλτιστη λύση. Σε αυτές τις περιπτώσεις χρησιμοποιούνται ειδικές μέθοδοι για τον προσδιορισμό της βέλτιστης, ακέραιης λύσης του προβλήματος. Μία από τις πλέον γνωστές είναι η μέθοδος Branch and Bound (κλάδου και φράγματος). Η μέθοδος βασίζεται στην ιδέα του περιορισμού της εφικτής περιοχής των λύσεων, μέχρι να εντοπιστεί η περιοχή που εμπεριέχει ακέραια λύση.

3.1.3 Προγραμματισμός στόχων

Ο προγραμματισμός στόχων είναι ένας κλάδος της πολυκριτηριακής βελτιστοποίησης, η οποία με τη σειρά της είναι ένας κλάδος της πολυκριτηριακής ανάλυσης (MCDA), επίσης γνωστή ως λήψη αποφάσεων πολλαπλών κριτηρίων (MCDM). Αυτός ο κλάδος ανήκει στα προβλήματα βελτιστοποίησης. Μπορεί να θεωρηθεί ως μια επέκταση του γραμμικού προγραμματισμού καθώς μπορεί να χειριστεί πολλαπλά και συνήθως αντίθετα μεταξύ τους μέτρα. Σε κάθε ένα από αυτά τα μέτρα δίνεται μία τιμή στόχου που πρέπει να επιτευχθεί. Οι ανεπιθύμητες τιμές – στόχοι ελαχιστοποιούνται στα λειτουργικά επιτεύγματα. Αυτό μπορεί να είναι είτε ένα διάνυσμα είτε ένα σταθμισμένο άθροισμα, αυτό πάντα εξαρτάται από την παραλλαγή προγραμματισμού στόχου που κάθε φορά χρησιμοποιείται.

Βήματα που απαιτούνται για τη δημιουργία μοντέλου αξιολόγησης προγραμματισμένων στόχων

1. Καταγραφή κριτηρίων για τη λήψη αποφάσεων
2. Απόδοση μίας τιμής σε κάθε κριτήριο
3. Αξιολόγηση πόσο καλά οι εναλλακτικές αποφάσεις ικανοποιούν κάθε κριτήριο
4. Υπολογισμός του συνολικού αποτελέσματος για κάθε εναλλακτική απόφαση
5. Ιεράρχηση των εναλλακτικών αποφάσεων σε λίστα, ξεκινώντας από αυτές με το υψηλότερο αποτέλεσμα και πηγαίνοντας προς αυτές με το μικρότερο. Η εναλλακτική λύση με την υψηλότερη τιμή είναι αυτή που προτιμάται.

Το μαθηματικό μοντέλο που εφαρμόζεται σε αυτή τη μέθοδο μετά από όλα τα παραπάνω βήματα είναι:

$$S_j = \sum_i w_i r_{ij} \quad \text{όπου}$$

r_{ij} : βαθμολογία για το κριτήριο i και τη λήψη εναλλακτικών j

S_j : βαθμολογία για την εναλλακτική απόφαση j

3.1.4 Δυναμικός προγραμματισμός

Ο δυναμικός προγραμματισμός είναι μία μέθοδος για την επίλυση προβλημάτων που πρέπει να ληφθούν αποφάσεις πολλών βαθμίδων - σταδίων, στο κάθε στάδιο ξεχωριστά πρέπει να λαμβάνεται ξεχωριστή απόφαση ώστε να φτάσουμε σε ένα τελικό θετικό αποτέλεσμα. Τα προβλήματα δυναμικού προγραμματισμού παίρνουν ένα σύνθετο πρόβλημα και το χωρίζουν σε μικρότερα και πιο λειτουργικά προβλήματα, οπότε μετά λαμβάνουμε αποφάσεις για κάθε στάδιο ξεχωριστά βρίσκοντας βέλτιστες λύσεις και μετά αναπλάθουμε όλες τις απαντήσεις και της ενσωματώνουμε σε μία ενιαία για το ολικό πρόβλημα. Οι λύσεις σταδίων αποτελούνται από εξισώσεις που μπορούν να λυθούν είτε προς τα πίσω είτε προς τα μπρος, η προς τα πίσω αναδρομή στην εξίσωση ξεκινά με την τελευταία φάση και πηγαίνει προς τα μπρος χρησιμοποιώντας τις προηγούμενες τεχνικές. Το αντίθετο συμβαίνει με τις εξισώσεις που αναλύονται προς τα μπρος. (Βάγια, 2013).

3.2 Παραδείγματα εφαρμογής βελτιστοποίησης λύσεων

Για να κατανοήσουμε καλύτερα τις παραπάνω τεχνικές, θα δούμε σε αυτό το κεφάλαιο κάποια απλά παραδείγματα που εφαρμόζουν τις μεθόδους βελτιστοποίησης.

3.2.1 Γραμμικός προγραμματισμός

Έστω μια επιχείρηση αγόρασε πρόσφατα μια πρέσα, μια φρέζα και έναν τόρνο. Στο χώρο του εργοστασίου που πρόκειται να εγκατασταθούν αυτές οι μηχανές διατίθενται οι θέσεις 1,2,3 και 4. Όμως οι διαστάσεις της φρέζας και του τόρνου είναι τέτοιες ώστε δεν μπορούν να εγκατασταθούν στις θέσεις 2 και 4 αντίστοιχα. Επίσης, από την οργάνωση εργασίας στο χώρο, προκύπτει ότι για τις εναλλακτικές θέσεις των μηχανών δημιουργούνται διαφορετικά φορτία εσωτερικών μεταφορών. Συγκεκριμένα, αν η πρέσα εγκατασταθεί στις θέσεις 1,2,3 και 4, οι μεταφορές απαιτούν 13, 10, 12 και 11 ανθρωπόωρες. Αν η φρέζα θα εγκατασταθεί στις θέσεις 1,3 και 4, απαιτούνται 15,13 και 20 ανθρωπόωρες αντίστοιχα. Τέλος, αν ο τόρνος εγκατασταθεί στις θέσεις στις θέσεις 1, 2, και 3, απαιτούνται 7, 5 και 10 ανθρωπόωρες αντίστοιχα.

Το πρόβλημα είναι πρόβλημα εκχώρησης (κατανομής) μέσω παραγωγής σε διαθέσιμες θέσεις, με στόχο την ελαχιστοποίηση του φόρτου μεταφορών. Η μία από τις 4 θέσεις θα μείνει κενή.

	1	2	3	4
Πρέσα	13	10	12	11
Φρέζα	15	-	13	20
Τόρνος	7	5	10	-
Τίποτα	-	-	-	-

Πίνακας 5. Αρχικός πίνακας εκχώρησης

Για την ανταπόκριση του προβλήματος στο παραπάνω πρότυπο, πρέπει να συμπληρωθούν τα δεδομένα που λείπουν. Όσον αφορά στις μεταφορές που δημιουργούνται στη θέση που μένει κενή, αυτές μπορούν να θεωρηθούν μηδενικές. Ενώ, για να αποτραπεί η τοποθέτηση της φρέζας στη θέση 2 και τον τόρνο στη θέση 4, τίθεται στις αντίστοιχες θέσεις του μέγεθος M (ένας πολύ μεγάλος αριθμός).

Έπειτα από τα παραπάνω, ο πίνακας του προβλήματος είναι:

	1	2	3	4	
1					1
2	15	M	13	20	1
3	7	5	10	M	1
4	0	0	0	0	1
	1	1	1	1	

Αφού έχουμε κατασκευάσει τον αρχικό πίνακα, μπορούμε να βρούμε τις βέλτιστες λύσεις με διάφορους μεθόδους, μερικές από αυτές είναι η μέθοδος stepping –stone και η μέθοδος MODI. Τέλος, υπάρχει και η συγγραφική μέθοδος που θα αναλυθεί παρακάτω.

3.2.2 Ακέραιος γραμμικός προγραμματισμός

Έστω ότι έχουμε μια τράπεζα που θέλει να εκτυπώσει χαρτονομίσματα. για το λόγο αυτό προσλαμβάνει για πέντε μέρες εργαζόμενους. Ο κάθε εργαζόμενος δουλεύει για είτε δύο μέρες συνεχόμενες είτε τρεις. Απαιτούνται τουλάχιστον πέντε εργαζόμενοι την πρώτη, τρίτη και πέμπτη μέρα και τουλάχιστον δεκαπέντε εργαζόμενοι την δεύτερη και την τέταρτη μέρα. Ο εργαζόμενος που δουλεύει διήμερη βάρδια αμείβεται με 125 ευρώ/ημέρα ενώ αυτοί που εργάζονται σε τριήμερες βάρδιες αμείβονται με 100 ευρώ/ημέρα.

$$\text{Min } Z = (2 \cdot 125) \sum_i x_i + (3 \cdot 100) \sum_i y_i$$

$$= (2 \cdot 125) (x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5) + (3 \cdot 100)(y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5)$$

s.t.

$$x_1 + y_1 \geq 10$$

$$x_1 + x_2 + y_1 + y_2 \geq 15$$

$$x_2 + x_3 + y_1 + y_2 + y_3 \geq 10$$

$$x_3 + x_4 + y_2 + y_3 + y_4 \geq 15$$

$$x_4 + x_5 + y_3 + y_4 + y_5 \geq 10$$

$$x_i, y_i \geq 0 \text{ και ακέραιοι}$$

στη συνέχεια τη λύση την βρίσκουμε με τη μέθοδο κλάδου – φράγματος. Η μέθοδος κλάδου - φράγματος είναι μία μέθοδος που προσφέρεται για την επίλυση προβλημάτων ακέραιου γραμμικού προγραμματισμού που μπορεί να είναι είτε αμιγή είτε μεικτά. Η μέθοδος χρησιμοποιεί ως φράγμα (bound) τη λύση που προκύπτει από το αρχικό πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού, χωρίς τον περιορισμό ακεραιότητας των μεταβλητών, και στη συνέχεια υιοθετεί τον ακόλουθο κανόνα διακλάδωσης (branch): «Επιλέγεται μία μεταβλητή που στο τρέχον πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού έχει δεκαδικού τιμή (δ) και δημιουργούνται δύο επιμέρους προβλήματα το πρώτο, θέτοντας τον περιορισμό: η επιλεγμένη μεταβλητή μπορεί να πάρει τιμές που δεν ξεπερνούν την αμέσως μικρότερη της δεκαδικής τιμής (δ) ακέραια τιμή και το δεύτερο, θέτοντας τον περιορισμό: η επιλεγμένη μεταβλητή μπορεί να πάρει τιμές που ξεπερνούν την αμέσως μεγαλύτερη, της δεκαδικής τιμής (δ), ακέραια τιμή». Αναλυτικά, τα βήματα της μεθόδου είναι τα παρακάτω:

1. Με δεδομένο ένα πρόβλημα ακέραιου γραμμικού προγραμματισμού, προσδιορίζεται η βέλτιστη λύση, θεωρώντας ότι οι μεταβλητές είναι συνεχείς

(>-0) και όχι ακέραιες. Στην περίπτωση που η βέλτιστη λύση δίνει στις μεταβλητές ακέραιες τιμές, τότε είναι βέλτιστη και για το πρόβλημα του ακέραιου γραμμικού προγραμματισμού. Διαφορετικά, ακολουθείται το επόμενο βήμα.

2. Το σύνολο των εφικτών μη ακέραιων λύσεων διακλαδίζεται σε δύο υποσύνολα – υποπροβλήματα, εισάγοντας αλληλοαποκλειόμενους περιορισμούς, προκειμένου να ικανοποιηθεί ο περιορισμός ακεραιότητας μιας μεταβλητής. Συγκεκριμένα, επιλέγεται μία μεταβλητή της οποίας η τιμή X δεν είναι ακέραια και δημιουργούνται δυο υποπροβλήματα (A και B). Τα προβλήματα αυτά προκύπτουν από το αρχικό και έχουν από έναν επιπλέον περιορισμό:

A: προστίθεται ο περιορισμός $x \leq [x_i]$

B: προστίθεται ο περιορισμός $X \leq [x_i] + 1$.

όπου x_i = ακέραιο μέρος της x_i

3. Για κάθε πρόβλημα με βέλτιστη μη ακέραια λύση, η τιμή της αντικειμενικής του συνάρτησης ορίζεται ως το άνω φράγμα του. Η τιμή της αντικειμενικής συνάρτησης της καλύτερης, μέχρι τώρα, ακεραίας λύσης ορίζεται ως κάτω φράγμα. Εκείνα τα υποπροβλήματα, των οποίων τα άνω φράγματα είναι καλύτερα από τα ισχύοντα κάτω φράγμα, εξετάζονται για περαιτέρω διακλάδωση. Ανάμεσα σε αυτά επιλέγεται το υποπρόβλημα με το καλύτερο άνω φράγμα και επαναλαμβάνεται η διαδικασία του βήματος 2. Αν δεν υπάρχει υποπρόβλημα για περαιτέρω διακλάδωση (δηλαδή, τα άνω φράγματα όλων των υποπροβλημάτων είναι χειρότερα ή ίσα με το ισχύον κάτω φράγμα), τότε η λύση που αντιστοιχεί στο κάτω φράγμα είναι η βέλτιστη λύση του ακέραιου γραμμικού προβλήματος.

Σημείωση: Στα προβλήματα ελαχιστοποίησης ο όρος «καλύτερη» αντιστοιχεί στη μικρότερη τιμή. Συνεπώς, το άνω φράγμα αντιστοιχεί στη μικρότερη τιμή της αντικειμενικής συνάρτησης, όταν το πρόβλημα έχει ακέραιες λύσεις. Επομένως, τα υποπροβλήματα τα οποία εξετάζονται για περαιτέρω διακλάδωση είναι αυτά που έχουν άνω φράγμα μικρότερο από το ισχύον κάτω φράγμα.

3.2.3 Προγραμματισμός στόχων

Για να κατανοήσουμε το προγραμματισμό στόχων, θα μελετήσουμε το παρακάτω απλοποιημένο παράδειγμα

Ένας τελειόφοιτος φοιτητής με διπλή ειδικότητα στη λογιστική και στα χρηματοοικονομικά δέχτηκε πρόταση για να εργαστεί στις παρακάτω:

- Οικονομικός αναλυτής για μια επιχείρηση επενδύσεων στην Αθήνα
- Λογιστής σε μια επιχείρηση παραγωγής στη Θεσσαλονίκη
- Ελεγκτής σε μια επιχείρηση στην Πάτρα

Ο φοιτητής κοιτάζοντας τις προτάσεις έκανε τα παρακάτω σχόλια. Πρώτον, ότι η δουλειά ως οικονομικού αναλυτή αποτελεί τη καλύτερη ευκαιρία για τη μακροχρόνια καριέρα του. Δεύτερον, προτιμά να ζει στη Θεσσαλονίκη παρά στην Αθήνα ή στην Πάτρα. Τέλος, προτιμά την οργανωτική διοίκηση της επιχείρησης της Πάτρας.

Βλέποντας αυτό το πρόβλημα καταλαβαίνουμε ότι είναι πρόβλημα προγραμματισμού στόχων.

Στη συνέχεια ο φοιτητής προσδιορίζει τα αποτελέσματα που θέλει να έχει από κάθε εναλλακτική επιλογή που του δίνεται. Πιο συγκεκριμένα, θεωρεί ότι η δουλειά που θα βοηθήσει περισσότερο τη σταδιοδρομία του είναι η πρώτη. Δεύτερον, αν λάβουμε υπόψη μας μόνο το κριτήριο της τοποθεσίας τότε η δεύτερη δουλειά είναι η πιο κατάλληλη από όλες τις εναλλακτικές. Τέλος, με κριτήριο τη δομή της επιχείρησης η τελευταία είναι η πιο κατάλληλη.

Πιο πάνω αναλύσαμε τα βήματα που πρέπει να ακολουθήσουμε για να λύσουμε ένα πρόβλημα τέτοιου τύπου. Τώρα ήρθε η ώρα να εφαρμόσουμε τα βήματα σε αυτό το παράδειγμα.

1. Καταγραφή κριτηρίων για τη λήψη αποφάσεων

- Προώθηση καριέρας
- Τοποθεσία
- Διοίκηση
- Μισθός
- Κύρος
- Ασφάλεια εργασίας
- Ευχάριστη εργασία

2. Απόδοση μίας τιμής σε κάθε κριτήριο

Για να προχωρήσουμε σε αυτό το στάδιο προηγούμενος θα πρέπει να έχουμε προσδιορίσει τις τιμές της κλίμακας που θα χρησιμοποιήσουμε. Δηλαδή :

Σημαντικότητα	Τιμές βαρύτητας
Τελείως ασήμαντο	1
Κάπως ασήμαντο	2
Μέση σημασία	3
Κάπως σημαντικό	4
Πολύ σημαντικό	5

Πίνακας 6. Τιμές κλίμακας που χρησιμοποιούμε στο πρόβλημα

Αφού έχουμε προσδιορίσει τις τιμές της κλίμακας, μετά προσδιορίζουμε και τις τιμές που λαμβάνει κάθε ένα από τα κριτήριά μας.

Κριτήριο	Βαρύτητα
Προώθηση καριέρας	5
Τοποθεσία	3

Διοίκηση	4
Μισθός	3
Κύρος	2
Ασφάλεια εργασίας	4
Ευχάριστη εργασία	5

Πίνακας 7. Τιμές που λαμβάνει κάθε ένα από τα κριτήριά μας.

3. Βαθμολόγηση κατά πόσο καλά οι εναλλακτικές αποφάσεις ικανοποιούν κάθε κριτήριο.

Σε αυτό το στάδιο είναι σύνηθες να χρησιμοποιείται μία κλίμακα εννέα σημείων για να μελετηθεί το στάδιο. Αυτή η κλίμακα είναι η εξής :

Επίπεδο ικανοποίησης	Εκτίμηση
Εξαιρετικά χαμηλή	1
Πολύ χαμηλή	2
Χαμηλή	3
Ελαφρώς χαμηλή	4
Μέσος όρος	5
Ελαφρώς υψηλή	6
Υψηλή	7
Πολύ υψηλή	8
Εξαιρετικά υψηλή	9

Πίνακας 8. Βαθμολόγηση με κλίμακα εννέα σημείων κατά πόσο καλά οι εναλλακτικές αποφάσεις ικανοποιούν κάθε κριτήριο.

Αφού παρουσιάσαμε το πίνακα με τις εκτίμησεις, θα πρέπει να βαθμολογήσουμε τις εναλλακτικές λύσεις.

Κριτήρια	Εναλλακτικές αποφάσεις		
	Αναλυτής στην Αθήνα	Λογιστής στη Θεσσαλονίκη	Ελεγκτής στην Πάτρα
Προώθηση καριέρας	8	6	4
Τοποθεσία	3	8	7
Διοίκηση	5	6	9
Μισθός	6	7	5
Κύρος	7	5	4
Ασφάλεια εργασίας	4	7	6
Ευχάριστη εργασία	8	6	5

Πίνακας 9. Βαθμολόγηση με κλίμακα εννέα σημείων τις εναλλακτικές λύσεις

1. Υπολογισμός του συνολικού αποτελέσματος για κάθε εναλλακτική λύση (με τη χρήση του τύπου που δώσαμε παραπάνω : $S_j = \sum w_i r_{ij}$)

Αναλυτής στην Αθήνα (εναλλακτική 1)

	Βαρύτητα (w_i)	Εκτίμηση (r_i)	$w_i r_i$
Προώθηση καριέρας	5	8	40
Τοποθεσία	3	3	9
Διοίκηση	4	5	20
Μισθός	3	6	18
Κύρος	2	7	14
Ασφάλεια εργασίας	4	4	16
Ευχάριστη εργασία	5	8	40
Σκορ			157

Πίνακας 10. Ανάλυση πρώτης εναλλακτικής

$$S_1 = 5(8)+3(3)+4(5)+3(6)+2(7)+4(4)+5(8) = 157$$

Λογιστής στη Θεσσαλονίκη (εναλλακτική 2)

	Βαρύτητα (w_i)	Εκτίμηση (r_i)	$w_i r_i$
Προώθηση καριέρας	5	6	30
Τοποθεσία	3	8	24
Διοίκηση	4	6	24
Μισθός	3	7	21
Κύρος	2	5	10
Ασφάλεια εργασίας	4	7	28
Ευχάριστη εργασία	5	6	30
Σκορ			167

Πίνακας 11. Ανάλυση δεύτερης εναλλακτικής

$$S_2 = 5(6)+3(8)+4(6)+3(7)+2(5)+4(7)+5(6) = 167$$

Ελεγκτής στην Πάτρα (εναλλακτική 3)

	Βαρύτητα (w_i)	Εκτίμηση (r_i)	$w_i r_i$
Προώθηση καριέρας	5	4	20
Τοποθεσία	3	7	21
Διοίκηση	4	9	36
Μισθός	3	5	15
Κύρος	2	4	8

Ασφάλεια εργασίας	4	6	24
Ευχάριστη εργασία	5	5	25
Σκορ			149

Πίνακας 12. Ανάλυση τρίτης εναλλακτικής

$$S_3 = 5(4)+3(7)+4(9)+3(5)+2(4)+4(6)+5(5) = 149$$

Αφού ολοκληρώσαμε τη διαδικασία της βαθμολόγησης τώρα θα πρέπει να τις κατατάξουμε όλες μαζί για να έχουμε μια πιο γενική εικόνα.

Κριτήρια	Εναλλακτικές αποφάσεις		
	Αναλυτής στην Αθήνα	Λογιστής στη Θεσσαλονίκη	Ελεγκτής στην Πάτρα
Προώθηση καριέρας	40	30	20
Τοποθεσία	9	24	21
Διοίκηση	20	24	36
Μισθός	18	21	15
Κύρος	14	10	8
Ασφάλεια εργασίας	16	28	24
Ευχάριστη εργασία	40	30	25
Σκορ	157	167	149

Πίνακας 13. Συνολική κατάταξη εναλλακτικών λύσεων

2. Ιεραρχεί τις εναλλακτικές αποφάσεις σε λίστα, ξεκινώντας από αυτές με το υψηλότερο αποτέλεσμα και πηγαίνοντας προς αυτές με το μικρότερο. Η εναλλακτική λύση με την υψηλότερη τιμή είναι αυτή που προτιμάται.

Αφού ολοκληρώσαμε όλα τα στάδια θα πρέπει να παρουσιάσουμε όλες τις εναλλακτικές λύσεις σε μία λίστα με τα αντίστοιχα σχόλια

- Η θέση του λογιστή στη Θεσσαλονίκη έχει την υψηλότερη βαθμολογία και είναι η προτεινόμενη εναλλακτική απόφαση.
- Παρατηρούμε ότι η θέση του αναλυτή στην Αθήνα βρίσκεται στην πρώτη σε 4 από 7 κριτήρια σε σύγκριση με τη θέση του λογιστή στη Θεσσαλονίκη που έρχεται πρώτη μόνο σε 2 από 7.
- Αλλά όταν λαμβάνονται υπόψη οι συντελεστές στάθμισης των κριτηρίων, η θέση της Θεσσαλονίκης είναι ανώτερη - προτιμότερη από τη δουλειά της Αθήνας.

3.2.4 Δυναμικός προγραμματισμός

Γι' αυτή τη μέθοδο βελτιστοποίησης θα δούμε ένα παράδειγμα από το αμερικανικό στρατό.

Ο δυναμικός προγραμματισμός χρησιμοποιείται για τη λήψη αποφάσεων στο τομέα του ανθρώπινου δυναμικού σε σχέση με το χρόνο. Ένα μοντέλο δυναμικού προγραμματισμού συστάθηκε για την εκπαίδευση του Καναδικού στρατού με σκοπό να καθορίζει για διαφορετικά χρονικά διαστήματα το προσδιορισμό χρονικού ορίζοντα καθώς και τη βελτίωση των αριθμών των εργαζομένων δίνοντας βάση στο ελάχιστο κόστος λειτουργίας υπό το περιορισμό των απαιτούμενων επιπέδων των υπηρεσιών που προσφέρουν. Επίσης αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται στο στρατό της Η.Π.Α. για το πρόγραμμα εκπαίδευσης σε μάχες. Το μοντέλο του στρατού των Η.Π.Α. στοχεύει στην αντικατάσταση της χειροκίνητης διαδικασίας σωστού – λάθους στη διαδικασία κατάρτισης πινάκων και προγραμματισμός πόρων βελτιστοποίηση, όπως βελτιστοποίηση αριθμού εκπαιδευομένων που καταχωρούνται και του χρόνου εκπαίδευσης. Τέλος, το μοντέλο διαμορφώνει την αντικειμενική συνάρτηση που χρησιμοποιείται ως ένα μέτρο απόδοσης της «ποιότητας εκπαίδευσης» που βασίζεται στο λόγο εκπαιδευτή - εκπαιδευόμενου.

Σε αντίθεση με το θεωρητικό κομμάτι αν θέλουμε να δώσουμε ένα πιο απτό παράδειγμα, θα μελετήσουμε το ακόλουθο.

Για να λυθεί όμως το παρακάτω θα πρέπει να έχουμε τα ακόλουθα βήματα στο μυαλό μας

- Βήμα 1 Αρχικά θέτουμε $\beta_1 = 0$.
- Βήμα 2 Για την τρέχουσα τιμή του β_1 προσδιορίζεται το μέγιστο στην σχέση (2 – 23).
- Βήμα 3 Η τιμή ή οι τιμές του x_1 για τις οποίες επιτυγχάνεται το μέγιστο παριστάνονται με $\widehat{x}_1(\beta_1)$.
- Βήμα 4 Η τιμή του β_1 αυξάνεται κατά ένα ($\beta_1 = \beta_1 + 1$).
- Βήμα 5 Η διαδικασία επαναλαμβάνεται από το δεύτερο βήμα, μέχρι ότου $\beta_1 = b$.

Πρόβλημα

Ο φόρτος εργασίας μιας βιομηχανίας έχει σημαντικές εποχιακές διακυμάνσεις. Οι χειριστές των μηχανών είναι δύσκολο να προσληφθούν και δαπανηρό να εκπαιδευτούν και έτσι ο διευθυντής της είναι απρόθυμος να απολύσει προσωρινά εργάτες κατά τη διάρκεια των περιόδων κάμψης των πωλήσεων. Ακόμα είναι απρόθυμος να διατηρήσει το μισθολόγιο των περιόδων αιχμής όταν δε χρειάζεται. Τέλος, ο διευθυντής είναι αντίθετος για υπερωριακή εργασία σε κανονική βάση. Επειδή όλη η εργασία αφορά παραγγελίες πελατών, δεν είναι δυνατό να δημιουργηθούν αποθέματα κατά τη διάρκεια των περιόδων κάμψης. Έτσι, ο διευθυντής βρίσκεται σε δίλημμα όσον αφορά την πολιτική που πρέπει να ακολουθήσει για το επίπεδο απασχόλησης.

Για τις τέσσερες εποχές του άμεσου μέλλοντος δίνονται οι παρακάτω εκτιμήσεις για τις ανάγκες σε προσωπικό:

Εποχή	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο	Χειμώνας	Άνοιξη	...
Ανάγκες	255	220	240	200	255	...

Η απασχόληση δεν πρέπει να πέσει κάτω από αυτά τα επίπεδα. Οποιαδήποτε απασχόληση πάνω από τα επίπεδα αυτά μένει ανεκμετάλλευτη με κόστος 2.000 χρηματικές μονάδες / άτομο / εποχή. Έχει ακόμα εκτιμηθεί ότι το κόστος πρόσληψης και απόλυσης είναι τέτοιο, που το συνολικό κόστος αλλαγής του επιπέδου απασχόλησης από τη μια εποχή στην επόμενη είναι 200 χρηματικές μονάδες επί το τετράγωνο της διαφοράς του επιπέδου απασχόλησης. Κλασματικά επίπεδα απασχόλησης είναι δυνατά λόγω μικρού αριθμού ατόμων μερικής απασχόλησης, τα παραπάνω στοιχεία κόστους μπορεί να γίνουν και σε κλασματική βάση.

Ο διευθυντής θέλει να προσδιορίσει το επίπεδο απασχόλησης κάθε περιόδου που ελαχιστοποιεί το συνολικό κόστος.

ΛΥΣΗ. Με βάση τα δεδομένα αυτά δε θα ήταν άξιο λόγου το επίπεδο απασχόλησης να είναι μεγαλύτερο από 255, δηλαδή τις ανάγκες της περιόδου αιχμής. Έτσι η απασχόληση για την άνοιξη είναι 255 και το πρόβλημα είναι τώρα να βρεθεί το επίπεδο απασχόλησης για τις άλλες τρεις περιόδους.

Για τη διαμόρφωση του δυναμικού προγραμματισμού οι εποχές θα είναι τα στάδια. Επειδή το πρόβλημα επεκτείνεται στο μέλλον απεριόριστα, υπάρχει ένας άπειρος αριθμός σταδίων. Όμως, κάθε χρόνος έχει τον ίδιο κύκλο και επειδή η απασχόληση της άνοιξης είναι γνωστή, είναι δυνατό να εξετάσουμε μόνο έναν κύκλο τεσσάρων εποχών που να τελειώνει με την εποχή της άνοιξης.

Οι μεταβλητές αποφάσεων x_n ($n=1,2,3,4$) είναι τα επίπεδα απασχόλησης στο στάδιο n . Είναι αναγκαίο η άνοιξη να αντιστοιχεί στο τελευταίο στάδιο, επειδή η άριστη τιμή της μεταβλητής απόφασης για κάθε κατάσταση στο τελευταίο στάδιο πρέπει ή να είναι γνωστή ή να βρίσκεται χωρίς εξέταση άλλων σταδίων. Για κάθε άλλη εποχή, η λύση για το άριστο επίπεδο απασχόλησης πρέπει να εξετάζει την επίδραση στο κόστος της επόμενης εποχής. Έτσι x_1, x_2, x_3, x_4 , είναι τα επίπεδα απασχόλησης για το καλοκαίρι, φθινόπωρο, το χειμώνα και την άνοιξη αντίστοιχα, όπου $x_4=255$.

Το κόστος στο τρέχον στάδιο εξαρτάται μόνο από την τρέχουσα απόφαση x_n και την απασχόληση στο προηγούμενο στάδιο. Το προηγούμενο επίπεδο απασχόλησης είναι όλη η πληροφόρηση για την τρέχουσα κατάσταση των πραγμάτων που χρειάζεται για να προσδιοριστεί η άριστη πολιτική από εδώ και πέρα. Έτσι η κατάσταση s περιγράφεται από το επίπεδο απασχόλησης στο προηγούμενο στάδιο. Επομένως για το στάδιο n , έχουμε

$$s = x_{n-1}, \text{ όπου } x_0 = x_4 = 255.$$

Έστω r_n οι ελάχιστες ανάγκες σε προσωπικό στο στάδιο n , έτσι ώστε $r_1 = 220, r_2 = 240, r_3 = 200$ και $r_4 = 255$. Αντικειμενικός σκοπός του προβλήματος είναι να επιλεχθούν τα x_1, x_2, x_3, x_4 , έτσι, ώστε

$$\text{Min } \sum_{i=1}^4 [200(x_i - x_{i-1})^2 + 2000(x_i - r_i)],$$

Με περιορισμούς

$$r_i \leq x_i \leq 225 \text{ για } i = 1, 2, 3, 4.$$

Για το στάδιο n και μετά ($n = 1, 2, 3, 4$),

$$f_n(s, x_n) = 200(x_n - s)^2 + 2000(x_n - r_n)$$

$$+ \min \sum_{i=n-1}^4 [200(x_i - x_{i-1})^2 + 2000(x_i - r_i)],$$

τέτοιο ώστε $r_i \leq x_i \leq 225$,

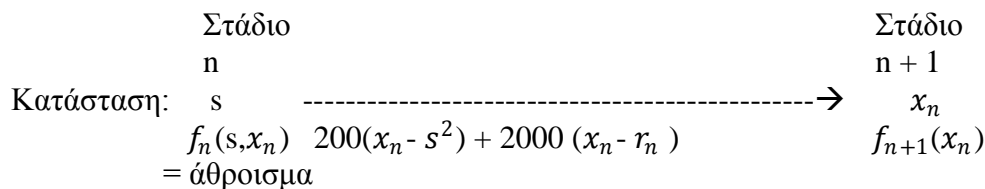
μια και $s = x_{n-1}$. Ακόμα,

$$f_n(s) = \min_{r_n \leq x_n \leq 225} f_n(s, x_n)$$

Επομένως

$$f_n(s, x_n) = 200(x_n - s)^2 + 2,000(x_n - r_n) + f_{n+1}(x_n)$$

με f_5 ίσο με μηδέν, επειδή το κόστος μετά το στάδιο 4 είναι άσχετο για την ανάλυση. Μια σύνοψη των βασικών αυτών σχέσεων δίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Βασική δομή του προβλήματος

Άρα, η αναδρομική σχέση που συνδέει τις συναρτήσεις f_n είναι

$$f_n(s) = \min_{r_n \leq x_n \leq 255} \{200(x_n - s)^2 + 2,000(x_n - r_n) + f_{n+1}(x_n)\}$$

Ο δυναμικός προγραμματισμός χρησιμοποιεί τη σχέση αυτή για να προσδιορίσει διαδοχικά τις συναρτήσεις $f_4(s), f_3(s), f_2(s), f_1(255)$ και τα αντίστοιχα x_n .

Αρχίζοντας με το τελευταίο στάδιο ($n = 4$), έχει ήδη βγει το συμπέρασμα ότι $x_4 = 255$, οπότε τα αποτελέσματα είναι

$$n = 4$$

s	f ₄ (s)	x ₄
200 ≤ s ≤ 255	200(255 - s) ²	255

Για το πρόβλημα των δύο τελευταίων σταδίων ($n = 3$) η αναδρομική σχέση γίνεται

$$f_3(s) = \min_{200 \leq x_3 \leq 255} f_3(s, x_3) = \\ = \min_{200 \leq x_3 \leq 255} \{200(x_3 - s)^2 + 2,000(x_3 - 200) + 200(255 - x_3)^2\}.$$

Ένας τρόπος για να βρούμε το ελάχιστο του $f_3(s, x_3)$ για οποιαδήποτε τιμή του s είναι η γραφική επίλυση μέσω ενός διαγράμματος. Όμως ένας πιο γρήγορος τρόπος είναι η χρησιμοποίηση του μαθηματικού λογισμού. Πιο συγκεκριμένα, βάζοντας την πρώτη μερική παράγωγο του $f_3(s, x_3)$ ως προς x_3 ίση με μηδέν, έχουμε

$$\frac{\partial}{\partial x_3} f_3(s, x_3) = 400(x_3 - s) + 2,000 - 400(255 - x_3) = 400(2x_3 - s - 250) = 0$$

που δίνει

$$x_3 = \frac{s+250}{2}$$

Επειδή η δεύτερη παράγωγος είναι θετική και η λύση αυτή βρίσκεται στο εφικτό διάστημα για το x_3 , είναι πράγματι το επιθυμητό ελάχιστο. Χρησιμοποιώντας

$$f_3(s) = f_3(s, x_3) = 200\left(\frac{s+250}{2} - s\right)^2 + 200\left(255 - \frac{s+250}{2}\right)^2 + 2,000\left(\frac{s+250}{2} - 200\right)$$

και κάνοντας τις αλγεβρικές πράξεις θα προκύψουν τα παρακάτω αποτελέσματα για το πρόβλημα των δύο σταδίων.

$$n = 3$$

s	$f_3(s)$	x_3
$240 \leq s \leq 255$	$50(250 - s)^2 + 50(260 - s)^2 + 1,000(s - 150)$	$\frac{s + 250}{2}$

Το πρόβλημα των τριών σταδίων ($n = 2$) και των τεσσάρων σταδίων ($n = 1$) λύνεται με παραπλήσιο τρόπο. Έτσι για $n = 2$,

$$f_2(s, x_2) = 200(x_2 - s)^2 + 2,000(x_2 - r_2) + f_3(x_2) = 200(x_2 - s)^2 + 2,000(x_2 - 240) +$$

$$50(250 - x_2)^2 + 50(260 - x_2)^2 + 1,000(x_2 - 150)$$

στην εφικτή περιοχή $240 \leq s \leq 255$. Το πρόβλημα είναι τώρα να βρεθεί η τιμή της x_2 για την οποία,

$$f_2(s) = \min_{240 \leq x_2 \leq 255} f_2(s, x_2).$$

Βάζοντας

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial x_2} f_2(s, x_2) &= 0 \\ &= 400(x_2 - s) + 2,000 - 100(250 - x_2) - 100(260 - x_2) + 1,000 \\ &= 200(3(x_2 - 2s) - 240) \end{aligned}$$

δίνει

$$x_2 = \frac{2s+240}{3}.$$

Επειδή

$$\frac{\partial^2}{\partial x_2^2} f_2(s, x_2) = 600 > 0,$$

αυτή είναι η επιθυμητή τιμή του x_2 , αν $s \geq 240$. Αν $s < 240$, έτσι ώστε το παραπάνω x_2 , είναι μη εφικτό, τότε

$$\frac{\partial}{\partial x_2} f_2(s, x_2) > 0, \text{ για } 240 \leq x_2 \leq 255,$$

έτσι, ώστε $x_2 = 240$ θα είναι η ελάχιστη τιμή. Το επόμενο βήμα είναι να αντικαταστήσουμε τις τιμές αυτές του x_2 στο $f_2(s, x_2)$ για να βρούμε το $f_2(s)$ για $s \geq 240$ και $s < 240$

Μετά από μερικές πράξεις προκύπτουν τα ακόλουθα αποτελέσματα.

$$n = 2$$

s	$f_2(s)$	x_2
$220 \leq s \leq 240$	$200(240 - s)^2 + 115,000$	240
$240 \leq s \leq 255$	$\frac{200}{9}[2(250 - s)^2 + (265 - s)^2 + 30(3s - 575)]$	$\frac{2s + 240}{3}$

Για το πρόβλημα των τεσσάρων σταδίων ($n = 1$),

$$f_1(s, x_1) = 200(x_1 - s)^2 + 2,000(x_1 - r_1) + f_2(x_1).$$

Επειδή $r_1 = 220$, η εφικτή περιοχή είναι $220 \leq x_1 \leq 255$. Η συνάρτηση $f_2(x_1)$ θα είναι διαφορετική για τα $220 \leq x_1 \leq 240$ και $240 \leq x_1 \leq 255$. Έτσι,

$$f_1(s, x_1) =$$

$$\begin{cases} 200(x_1 - s)^2 + 2,000(x_1 - 220) + 200(240 - x_1)^2 + 115,000, & \text{αν } 220 \leq x_1 \leq 244 \\ 200(x_1 - s)^2 + 2,000(x_1 - 220) + \frac{200}{9}[2(250 - x_1)^2 + (260 - x_1)^2 + 30(3x_1 - 575)], & \text{αν } 240 \leq x_1 \leq 255. \end{cases}$$

Εξετάζοντας πρώτα την περίπτωση όπου $x_1 \leq 240$,

$$\frac{\partial}{\partial x_1} f_1(s, x_1) = 400(x_1 - s) + 2,000 - 400(240 - x_1) = 400(2x_1 - s - 235).$$

Είναι γνωστό ότι $s = 255$ έτσι, ώστε,

$$\frac{\partial}{\partial x_1} f_1(s, x_1) = 800(x_1 - 245) < 0$$

για όλα τα $x_1 \leq 240$. Επομένως, $x_1 = 240$ είναι η τιμή που ελαχιστοποιεί την $f_1(s, x_1)$, για $x_1 \leq 240$.

Όταν $240 \leq x_1 \leq 250$,

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial x_1} f_1(s, x_1) &= 400(x_1 - s) + 2,000 - \frac{200}{9}[4(250 - x_1) + 2(265 - x_1) - 90] = \\ &= \frac{400}{3}(4x_1 - 3s - 225) \end{aligned}$$

Επειδή

$$\frac{\partial^2}{\partial x_1^2} f_1(s, x_1) > 0, \text{ για όλα τα } x_1$$

βάλει

$$\frac{\partial}{\partial x_1} f_1(s, x_1) = 0,$$

που δίνει

$$x_1 = \frac{3s+225}{4}.$$

Επειδή $s = 255$, $x_1 = 247.5$, που ελαχιστοποιεί την $f_1(s, x_1)$ για την περιοχή $240 \leq x_1 \leq 255$. Επειδή η περιοχή αυτή περιέχει το $x_1 = 240$, που ελαχιστοποιεί την $f_1(s, x_1)$ στην περιοχή όπου $x_1 < 240$, προκύπτει ότι το $x_1 = 247.5$ ελαχιστοποιεί την $f_1(s, x_1)$ για όλη την εφικτή περιοχή $220 \leq x_1 \leq 255$. Άρα,

$$f_1(255) = 200(247.5 - 255)^2 + 2,000(247.5 - 220) + \frac{200}{9}[2(250 - 247.5)^2 + (265 - 247.5)^2 + 30(742.5 - 575)] = 185,000.$$

Τα αποτελέσματα αυτά συνοψίζονται ως εξής:

$$n = 1$$

s	$f_1(s)$	x_1
255	185,000	247.5

Επομένως η άριστη πολιτική είναι $x_1 = 247.5$, $x_2 = 245$, $x_3 = 247.5$, $x_4 = 255$ με συνολικό κόστος 185.000 χρηματικές μονάδες.

Θα συμπληρώσουμε τα προσδιοριστικά πρότυπα δυναμικού προγραμματισμού, παρουσιάζοντας ένα παράδειγμα, που χρειάζεται περισσότερες από μια μεταβλητές για την περιγραφή της κατάστασης σε κάθε στάδιο.

3.3 Περιορισμοί μεθόδων βελτιστοποίησης λύσεων

Τα μοντέλα γραμμικού και ακέραιου προγραμματισμού είναι δομημένα έτσι που να επιλύουν προβλήματα που δέχονται μόνο μια απάντηση – απόφασή. Οι μεταβλητές της απόφασης προσδιορίζουν τη βελτιστοποίηση ενός στόχου, ενώ στη πραγματικότητα οι αποφάσεις που πρέπει να ληφθούν σε σχέση με το ανθρώπινο δυναμικό είναι πιο σύνθετες και περιλαμβάνουν περισσότερους στόχους. (Wang J.)

Αντιθέτως, η μέθοδος προγραμματισμού στόχων είναι κατάλληλη για αποφάσεις πολλαπλών στόχων αλλά οι αποφάσεις αφορούν αντίβαρα και εμπειρίες. Αυτά τα αντίβαρα είναι υποκειμενικά και αλλάζουν από άτομο σε άτομο ανάλογα το ποιος μελετά τις συνθήκες. Επιπλέον οι τελικές λύσεις μπορεί να είναι πολύ ευαίσθητες και να αλλάζουν εύκολα. Η μέθοδος προγραμματισμού στόχων είναι πολύ αποτελεσματική στη λήψη αποφάσεων που απαιτούν σειρά αποφάσεων με μελέτη βελτιστοποίησης σε κάθε στόχο ξεχωριστά, χρειάζεται υψηλές δεξιότητες για τη μεταφορά του προβλήματος σε ένα μαθηματικό μοντέλο της μεθόδου προγραμματισμού στόχου.

Όλες οι τεχνικές που εισαγάγαμε μοιράζονται μέχρι στιγμής ένα κοινό μειονέκτημα. Ουσιαστικά όλες αυτές οι τεχνικές είναι γραμμικού χαρακτήρα και όχι δυναμικού δηλαδή δεν είναι σε θέση να συλλάβουν τη δυναμική φύση των σημαντικών διεργασιών σε πραγματικές συνθήκες. Η τεχνική που ονομάζεται Δυναμικό Σύστημα, είναι ικανή να αντιμετωπίσει τη δυναμική και τη μη γραμμικότητα των πολύπλοκων συστημάτων και εισάγεται αναλυτικά στο επόμενο κεφάλαιο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΜΟΝΤΕΛΑ ΔΥΝΑΜΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΣΕ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ

4.1 Μαθηματικά μοντέλα δυναμικών συστημάτων

4.1.1 Ιστορική αναδρομή του συστήματος Δυναμικής μοντελοποίησης των αλυσίδων εφοδιασμού

Για να εξηγήσουμε τη χρήση των μοντέλων δυναμικών συστημάτων στη διοίκηση του ανθρωπίνου δυναμικού, θα πρέπει πρώτα να μελετήσουμε και να κατανοήσουμε την αρχική τους χρήση στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Αλυσίδα εφοδιασμού ορίζεται το «σύνολο δομών και διαδικασιών προώθησης που χρησιμοποιεί ο οργανισμός με σκοπό την παράδοση ενός προϊόντος σε έναν πελάτη». Τα προϊόντα στην αλυσίδα εφοδιασμού περνάνε από διαφορετικά στάδια. Αρχικά ως απόκτηση πρώτων υλών, στη συνέχεια ακλουθούν τα στάδια επεξεργασίας στα οποία μετασχηματίζονται και στο τελικό στάδιο παίρνουν τη μορφή του τελικού προϊόντος που προωθούνται στο πελάτη. Αν η εκπαίδευση προσωπικού θεωρηθεί το τελικό προϊόν σε μια αλυσίδα εφοδιασμού, τότε είναι κατανοητό ότι οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται στη μοντελοποίηση και ανάλυση της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας μπορούν να εφαρμοστούν άμεσα στο σχεδιασμό του ανθρωπίνου δυναμικού, ιδίως στον τομέα της κατάρτισης. (Wang J.)

Υπάρχουν διάφορες τεχνικές, όπως τα κλασικά μοντέλα απογράφης και τεχνικές προσομοίωσης τα οποία χρησιμοποιούν περίπλοκη θεωρία προσαρμοζόμενου συστήματος. Αυτές οι τεχνικές έχουν χρησιμοποιηθεί επίσης και για τη μοντελοποίηση και ανάλυση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Εδώ μας ενδιαφέρει η εφαρμογή των δυναμικών συστημάτων στον τομέα της κατάρτισης προσωπικού.

Τα δυναμικά συστήματα, αρχικά γεννήθηκαν με την ονομασία «Βιομηχανική Δυναμική», προήλθαν από τη θεωρία της μη γραμμικής δυναμικής και του ελέγχου ανάδρασης των μαθηματικών, της φυσικής και της μηχανικής. Επιτρέπουν τη διερεύνηση της δυναμικής συμπεριφοράς των συστημάτων εφοδιαστικής αλυσίδας (στην πραγματικότητα οποιουδήποτε συστήματος διαχείρισης) με την ανάλυση των δομών και των αλληλεπιδράσεων των βρόχων ανάδρασης και των χρονικών καθυστερήσεων μεταξύ των δράσεων και των αποτελεσμάτων. Οι δυναμικές συμπεριφορές των αλυσίδων εφοδιασμού περιλαμβάνουν: ενίσχυση της ζήτησης των παραγγελιών και της παραγωγής, διακυμάνσεις στην παραγωγή και στα αποθέματα και τη φάση καθυστέρησης μεταξύ της έναρξης της μεταποίησης και την επίδρασή της. Για τη μελέτη των δυναμικών συστημάτων δύο είναι οι βασικές μέθοδοι, η μία είναι η μέθοδος διαγράμματος αιτιώδους βρόχου και η άλλη είναι τα διαγράμματα ροής και αποθεμάτων.

Τα διαγράμματα αιτιώδους βρόχου χρησιμοποιούνται για τη ποιοτική καταγραφή των δομών και τις αλληλεπιδράσεις αναδράσεων. Ένα διάγραμμα αιτιώδους βρόχου αποτελείται από αιτίες και μεταβλητές αποτελεσμάτων (γράμματα) και αιτιώδεις σχέσεις (βέλη). Η αιτιώδης συνάφεια που υπάρχει, συνδέει μια μεταβλητή αιτία

κοντά στην ούρα του βέλους με μια μεταβλητή επίδραση κοντά στην κεφαλή του βέλους. Κάθε αιτιώδης συνάφεια αποδίδεται με ένα σημάδι, είτε θετικό (+) είτε αρνητικό (-), που ονομάζεται σύνδεση πολικότητας. Μια θετική σχέση από μία μεταβλητή X σε μία άλλη μεταβλητή Y σημαίνει ότι είτε το X προσθέτει στο Y, είτε υπάρχει μια αλλαγή στα αποτελέσματα X σε μεταβολή Y προς την ίδια κατεύθυνση. Ομοίως, μια αρνητική σύνδεση από X στο Y σημαίνει ότι είτε το X αφαιρεί από το Y είτε μια αλλαγή στα αποτελέσματα X σε μεταβολή στην Y προς την αντίθετη κατεύθυνση με προσθήκη σε κάθε πολικότητα συνδέσμου, ένα πλήρη βρόχο, δηλαδή, μια κλειστή διαδρομή της δράσης και ανάδραση πληροφοριών, καθώς μπορεί επίσης να δώσει ένα σήμα, το οποίο καθορίζεται από τις ενδείξεις όλων των συνδέσμων που συνθέτουν το βρόχο. Ειδικότερα, ένας βρόχος ονομάζεται θετικός (ή ενισχυμένος), εάν περιέχει ζυγούς αριθμούς αρνητικών αιτιωδών σχέσεων ενώ ένας βρόχος είναι αρνητικός (ή εξισορροπημένος) εάν περιέχει ένα μονό αριθμό των αρνητικών σχέσεων.

Τα διαγράμματα ροής και αποθεμάτων αποτελούν τη βάση για την οικοδόμηση δυναμικών συστημάτων μοντελοποίησης για τη ποσοτική ανάλυση του συστήματος δυναμικής συμπεριφοράς, γι' αυτό το τύπο διαγράμματος υπάρχουν δυο συστατικά και είναι τα αποθέματα και οι μεταβλητές ροής.

Οι μεταβλητές αποθεμάτων (ονομάζονται επίσης μέλη μεταβλητών ή επίπεδα) περιγράφουν τα μέλη του συστήματος, όπως το αριθμό των εκπαιδευομένων που εκπαιδεύονται, ενώ οι μεταβλητές ροής (ονομάζονται επίσης συντελεστές μεταβλητών) απεικονίζουν τα ποσοστά μεταβολής των αποθεμάτων, όπως είναι η πρόσληψη ή τα ποσοστά απόφοιτων. Τα αποθέματα είναι συσσωρεύσεις ροών και μαθηματικά υπολογίζονται ως η ενσωμάτωση των καθαρών εισροών, δηλ.,

$$\text{Stock}(t) = [\text{Inflow}(s) - \text{Outflow}(s)] ds + \text{Stock}(t_0)$$

Με την εισροή(s) και εκροή(s) χαρακτηρίζουμε τις τιμές για την εισροή και τις τιμές για την εκροή ανά πάσα στιγμή s ανάμεσα στο αρχικό χρόνο t_0 και την παρούσα χρονική στιγμή t. Αντίθετα, την καθαρή ροή τη καθορίζει το ποσοστό της μεταβολής των αποθεμάτων, δηλαδή, ο χρόνος παραγωγής της, η διαφορική εξίσωση είναι :

$$\frac{d(\text{stock})}{dt} = \text{Inflow}(t) - \text{Outflow}(t)$$

Παρατηρείται ότι «η σημειογραφία των αποθεμάτων και των παροχών μας δίνουν ένα γενικό τρόπο να χαρτογραφήσουμε τα χαρακτηριστικά από κάθε διαδικασία που υλοποιεί η επιχείρηση».

Θα πρέπει να σημειωθεί, ωστόσο, ότι υπάρχει και ένα τρίτο είδος γραφικής σημειογραφίας, που ονομάζεται «διάγραμμα επίδρασης» και είναι ο συνδυασμός των δύο πρώτων με μία παραλλαγή συμβολικών συμβάσεων. Για να κατανοήσουμε το τρίτο τρόπο θα τον μελετήσουμε μέσα από τη χρήση του στο στρατό. Μετά από τη μελέτη του άρθρου για τα δυναμικά συστήματα και τις εφαρμογές τους στο σχεδιασμό του ανθρώπινου δυναμικού, εντοπίζουμε τις πιθανές εφαρμογές τους στην προσομοίωση της στρατιωτικής εκπαίδευσης στις ακόλουθες δύο ενέργειες: πρώτον, έχουμε τη ανάλυση των ιδιομορφιών του συστήματος εκπαίδευσης αξιωματικών του Στρατού από σχεδιάγραμμα αιτιώδη βρόχου και δεύτερον παρατηρούμε μία μελέτη

στην οποία έχει δημιουργηθεί ένα πρότυπο μοντέλο προσομοίωσης για ένα σύστημα εκπαίδευσης αξιωματικών με χρήση ενός διαγράμματος ροής και αποθέματος.

4.1.2 Εφαρμογή μοντέλων δυναμικών συστημάτων στη διαχείριση του Ανθρώπινου δυναμικού του Στρατού

Ενώ είναι μία πολύ πρόσφατη μέθοδος δεν έχουν δημοσιευτεί πολλά άρθρα για την εφαρμογή της στο ανθρώπινο δυναμικό εκτός από μία έρευνα που δημοσιεύτηκε σχετικά με το Στρατό της Αμερικής και θα τη περιγράψουμε παρακάτω περιληπτικά.

Για την αύξηση της αποτελεσματικότητας του Στρατού σε αποφάσεις διαχείρισης προσωπικού, κατασκευάστηκε μία προσομοίωση με μοντέλο δυναμικών συστημάτων για να προβλέπει τις απαιτήσεις για την καταχώρηση του προσωπικού στο υπάρχον σύστημα οι οποίες σχετίζονται με αλλαγές στην πρόσληψη, την κατάρτιση, τη διατήρηση και τις πολιτικές προώθησης. Το μοντέλο εξετάζει τη δυνατότητα της μείωσης κατά 26% των ετοιμοπόλεμων δυνάμεων του προσωπικού σε μια περίοδο τριών ετών για δεδομένους περιορισμούς στην πολιτική προσλήψεων, στους αρχικούς χώρους κατάρτισης, σε βασικές και προηγμένες εκπαιδευτικές σχολές, και στα ποσοστά σε απώλειες προσωπικού. Η προσομοίωση δείχνει ότι :

- Η προσδοκομενη, ετοιμοπόλεμη δύναμη δεν μπορεί να επιτευχθεί στην περίοδο των τριών ετών.
- Υπάρχουν ταλαντώσεις σχετικά με τις επιθυμητές δυνάμεις , τις διακυμάνσεις στην πρόσληψη, στη προσχώρηση και των αριθμό των εκπαιδευόμενων στρατιωτών.

Τέλος, προτείνονται κάποιες πιθανές βελτιώσεις για το μοντέλο αυτό.

Με στόχο την καλύτερη κατανόηση της αεροπορίας και της απασχόλησης πιλότων, χρησιμοποιήθηκε δυναμικό σύστημα για την κατασκευή του πιλοτικού μοντέλου με σκοπό να προβλεφθεί ο αριθμός των πιλότων σε κάθε στάδιο της πιλοτικής εκπαίδευσης και του συστήματος απασχόλησης, καθώς και τους απαιτούμενους πόρους για τις ώρες πτήσης αεροσκαφών και τους εκπαιδευτές. Το πρότυπο αυτό χρησιμοποιείται επίσης ως μέρος του Προγραμματισμού Θαλάσσιας Πλατφόρμας του Ναυτικού Ανθρώπινου Δυναμικού.

Ως παράδειγμα, για την εφαρμογή ενός δυναμικού συστήματος στη διαχείριση του ανθρώπινου δυναμικού, σε μία εταιρία συμβούλων φτιάχτηκε ένα πρότυπο βιβλίο για να βοηθήσει στο σχεδιασμό των προσλήψεων σε ασκούμενους. Αυτό το μοντέλο έχει ως στόχο την ανάλυση της πολιτικής των προσλήψεων προκειμένου να έχουν το σωστό αριθμό ειδικευμένου συμβούλων για έργα διαβούλευσης. Το μοντέλο θεωρεί ως δεδομένους περιορισμούς το χρόνο κατάρτισης, την αναλογία εκπαιδευτή/ εκπαιδευόμενου, τον μέσο χρόνο υπηρεσίας των συμβούλων κ. α. Τα αποτελέσματα είναι τα παρακάτω:

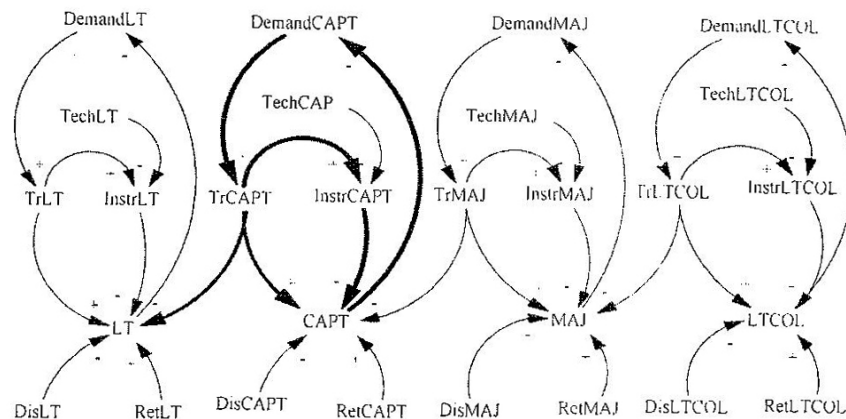
- υπάρχει μία ταλάντωση στην προσφορά ειδικευμένων συμβούλων σε αντίθεση με τη ταλάντωση στις απαιτήσεις των οργανισμών
- εμφανίζεται μία χρονική καθυστέρηση στη καμπύλη ζήτησης και προσφοράς και προτάθηκαν κάποιες νέες πολιτικές μετά τη δοκιμή αυτού του μοντέλου.

4.2 Εφαρμογή μοντέλων δυναμικών συστημάτων

4.2.1 Διάγραμμα αιτιώδους βρόχου για την κατάρτιση αξιωματικών στρατού

Είναι γνωστό ότι το στρατιωτικό σύστημα προσωπικού είναι ένα κλειστό σύστημα στο οποίο εκπαιδευμένο και έμπειρο προσωπικό το οποίο αποφοίτησε από την ίδια ακαδημία προτιμάται να προσλαμβάνετε σε σχέση με τη πρόσληψη ατόμων από την αγορά εργασίας, δηλαδή προτιμάται να υπάρχει εσωτερική πρόσληψη. Το προσωπικό αυτό εισάγεται στο μικρότερο βαθμό του στρατοπέδου και ανεβαίνει βαθμίδες μέσα από εκπαίδευση και δουλειά.

Εκτός από τον κλειστό χαρακτήρα που αναφέρθηκε παραπάνω, σημειώνεται εδώ ότι το σύστημα κατάρτισης του Στρατού (Ναυτικού καθώς και της Πολεμικής Αεροπορίας) είναι ένα αυστηρά ιεραρχικό σύστημα, δηλαδή, ο υψηλότερα εκπαιδευόμενος στην στρατιωτική κατάταξη (από δεκανέας (CPL) έως ανθυπασπιστής (WO)), και από την υψηλότερη κατάταξη εκπαιδευόμενου υπαλλήλου (από τον καπετάνιο (CAPT) έως Αντισυνταγματάρχης (LTCOL)) πρέπει να είναι από το προσωπικό (η την ακριβώς πιο κάτω βαθμίδα) που υπηρετούν σε κανονικές μονάδες (NU). Λόγω αυτού του κλειστού χαρακτήρα και της ιεραρχικής φύσης, η εκπαίδευση του προσωπικού έχει ιδιαίτερη άμεση σχέση με τις κανονικές μονάδες του στρατού. Η μεταβολή στη ζήτηση της κατάρτισης σε κάθε βαθμό δημιουργεί, θεωρητικά μία αλυσίδα εκπαίδευσης - ζήτησης σε άλλες βαθμίδες. Αυτή η ανέλιξη των εκπαιδευόμενων δυνάμεων που εργάζονται σε κανονικές μονάδες πρέπει να παρουσιάζεται σε μια προσέγγιση που να αφορά το σύνολο του στρατού και να συμπεριλαμβάνει τις κανονικές μονάδες εργασίας ως μέρος του μοντέλου. Στο παρακάτω διάγραμμα απεικονίζεται ο αντίστοιχος αιτιώδης βρόχος. (Σχήμα 1).



Διάγραμμα 1. Κλασικός αιτιώδης βρόχος για την εκπαίδευση στρατιωτικών αξιωματικών

Το Διάγραμμα 1 αναπαριστά τις σχέσεις μεταξύ των δοκίμων αξιωματικών, τους εκπαιδευτές και τους αξιωματικούς που υπηρετούν στις κανονικές μονάδες σε τέσσερις διαφορετικές τάξεις. Οι μεταβλητές που περιλαμβάνονται στο τρέχον επίπεδο του συνόλου είναι η ζήτηση για στελέχη (που ονομάζεται DemandRank): των δοκίμων αξιωματικών (TrRank), των εκπαιδευτών (InstrRank), των αξιωματικών που υπηρετούν σε κανονικές μονάδες (Rank), την εισαγωγή

τεχνολογίας στην εκπαίδευση (TechRank), τα ποσοστά απαλλαγής (DisRank) και τέλος το ποσοστό παρακράτησης (RetRank). Παρατηρούμε ότι έχουμε υποτιθέμενους εκπαιδευτές που είναι από τη μία βαθμίδα πιο υψηλή ιεραρχικά από την άλλη βαθμίδα των εκπαιδευομένων, π.χ., είναι InstrCAPT Εκπαιδευτής (στο βαθμό του λοχαγού) για τους ασκούμενους Captains (στην κατάταξη των Lieutenant).

Μία έλλειψη στο CAPT αξιωματικών αυξάνει τη ζήτηση για CAPT που οδηγεί σε αύξηση του αριθμού των ασκούμενων CAPT, το οποίο δημιουργεί περισσότερους εκπαιδευόμενους CAPT και μετά από κάποια χρονική περίοδο κατάρτισης έχουμε περισσότερα στελέχη CAPT τα οποία μειώνουν τη ζήτηση για CAPT. Αυτή είναι η εξισορρόπηση ενός βρόχου ανάδρασης, επειδή αυτός ο βρόχος μας βοηθά να επιτύχουμε το στόχο μας στον τομέα της κατάρτισης δηλαδή, η ζήτηση ικανοποιείται. Όμως, η αύξηση των εκπαιδευόμενων CAPT ζητά περισσότερους εκπαιδευτές, οι οποίοι πρέπει να υποθέσουμε ότι είναι αξιωματικοί που υπηρετούν ως CAPT σε κανονικές μονάδες λόγω της κλειστότητας της στρατιωτικής εκπαίδευσης. Η ζήτηση για περισσότερους εκπαιδευτές μειώνει τον αριθμό των CAPT που υπηρετούν σε κανονικές μονάδες, το οποίο μετέπειτα σημαίνει περαιτέρω αύξηση της ζήτησης για περισσότερους CAPT. Η ενίσχυση αυτής της θηλιά (ενίσχυση της ζήτησης με ακόμη περισσότερη ζήτηση) αποτελεί ένα φαύλο κύκλο γιατί επιδεινώνει το έλλειμμα στην τάξη των CAPT. Σημειώνουμε ότι αυτός ο ενισχυμένος βρόχος προκαλείται από το κλειστό χαρακτήρα του στρατιωτικού συστήματος κατάρτισης, δηλαδή ότι οι εκπαιδευτές είναι συνήθως μέσα από το σύστημα.

Επιπλέον, βλέπουμε όλο και περισσότερους εκπαιδευόμενους CAPT και αυτό σημαίνει ότι θα καταναλωθεί μεγάλο μέρος του ενεργητικού (υπαλλήλων που υπηρετούν ως υπολοχαγοί (LT) σε κανονική μονάδα), το οποίο δημιουργεί ζήτηση για εκπαίδευση LT. Ως εκ τούτου, η ζήτηση για κατάρτιση σε ένα βαθμό αποτελεί τις αιτίες μίας αλυσίδας κατάρτισης και απαιτεί προσωπικό σε άλλες χαμηλότερες βαθμίδες, λόγω της ιεραρχικής φύσης των στρατιωτικών συστημάτων κατάρτισης. Φυσικά, οι απαιτήσεις της αλυσίδας δεν εμφανίζονται απαραιτήτως στην πραγματικότητα εφ' όσον υπάρχουν αποθέματα αξιωματικών (π.χ. τα στελέχη στην εκτέλεση καθηκόντων γραφείου), διατίθενται για πλευρικές μεταφορές και παρέχουν τις απαιτούμενες ποσότητες σε εκπαιδευτές χωρίς να δημιουργεί περαιτέρω ελλείψεις στις κανονικές μονάδες.

Εκτός από το τμήμα του ανθρώπινου δυναμικού του συστήματος κατάρτισης, επίσης θα μπορούσαν να παρατηρηθούν και άλλες πιθανές επιρροές όπως το ποσοστό απαλλαγής, νέες εισαγωγές στις τεχνολογίες εκπαίδευσης, π.χ., η απασχόληση με συστήματα προσομοιωτών ή on-line εκπαίδευση, η οποία μπορεί να ανακουφίσει τη ζήτηση για τους εκπαιδευτές.

Συνοπτικά, το διάγραμμα αιτιώδους βρόχου στο Σχήμα 1 εκθέτει δύο χαρακτηριστικά των στρατιωτικών συστημάτων κατάρτισης αξιωματικών και δύο επακόλουθες πιθανές επιπτώσεις:

- Κλειστό χαρακτήρα, το οποίο έχει μια επίδραση «χειρότερου - πριν τη βελτίωση» για το σύστημα εκπαίδευσης, δηλαδή, να έχουν λιγότερα υπηρεσιακά στελέχη σε πρώτη φάση, πριν την απόκτηση περισσότερων υπαλλήλων με προσόντα που να είναι διαθέσιμοι για την υπηρεσία (π.χ., περισσότεροι Captains. Να είναι έτοιμοι για λιγότερους Captains υπηρεσιών

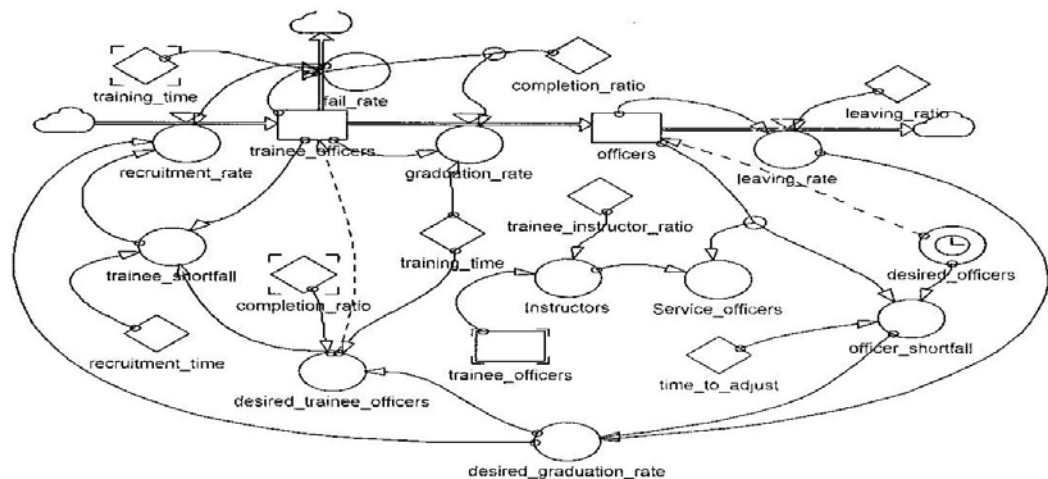
αρχικά καθώς η ανάγκη για περισσότερους εκπαιδευτές μειώνει τον αριθμό των Captains υπηρεσιών).

- Ιεραρχία, η οποία έχει μια επίδραση επί της αλυσίδας του συστήματος κατάρτισης, δηλ. η αύξηση της ζήτησης για κατάρτιση σε ένα βαθμό θα αυξήσει τη ζήτηση εκπαίδευσης σε άλλες βαθμίδες πιο κάτω (π.χ. περισσότεροι Captains; Να είναι έτοιμοι να εκπαιδεύσουν περισσότερους αξιωματικούς από την αύξηση του αριθμού των εκπαιδευόμενος Captains που συνεπάγεται τη μείωση του αριθμού των Υπολοχαγών στην υπηρεσία).

Ας στραφούμε τώρα στα διαγράμματα αποθεμάτων - ροών για την κατασκευή μοντέλων προσομοίωσης για την ποσοτική ανάλυση.

4.2.2 Πρότυπο μοντέλο προσομοίωσης για ένα σύστημα κατάρτισης αξιωματικών

Θα παρουσιάσουμε ένα εξαιρετικά απλοποιημένο μοντέλο κατάρτισης αξιωματικών ενός βαθμού για να δούμε τι μπορεί να αναμένει κανείς από τη προσομοίωση ενός δυναμικού συστήματος. Το μοντέλο βασίζεται στη γενική δομή της διαχείρισης του αποθέματος της εφοδιαστικής αλυσίδας και της αλυσίδας προσφοράς εργασίας. Το Σχήμα 2 παρουσιάζει το διάγραμμα ροής και αποθέματος.

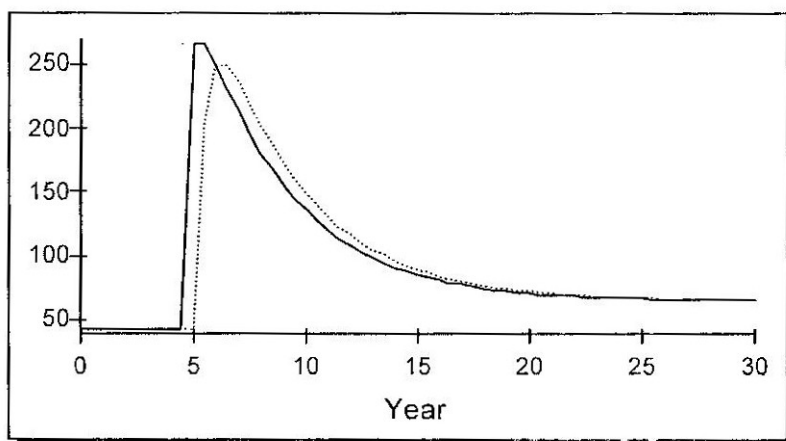


Διάγραμμα 2. Διάγραμμα των αποθεμάτων - ροών για τη κατάρτιση αξιωματικών σε ένα βαθμό. Πλατιές γραμμές: αποθέματα. Βέλη: ροές. Κύκλοι: βοηθητικές μεταβλητές. Ρόμβοι: σταθερές. Οι σύνδεσμοι αντιπροσωπεύουν τις επιρροές.

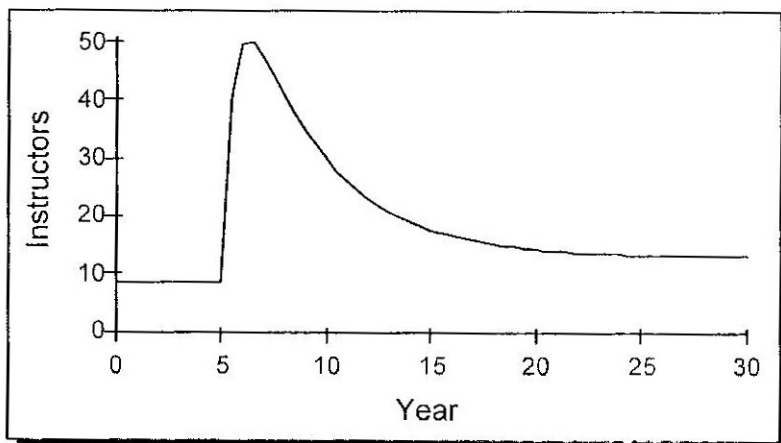
Το Διάγραμμα 2 απεικονίζει το ακόλουθο εικονικό σύστημα κατάρτισης: προσληφθέντες εκπαιδευόμενοι υπάλληλοι οι οποίοι πρέπει να εκπαιδευτούν για δύο χρόνια για να γίνουν αξιωματικοί με κάποια επιπλέον προσόντα. Υπάρχει ένας εκπαιδευτής για κάθε πέντε εκπαιδευόμενους και το 90% των εκπαιδευόμενων μπορεί να ολοκληρώσει με επιτυχία την εκπαίδευση. Οι ειδικευμένοι υπάλληλοι αποχωρούν από την υπηρεσία με σταθερό ρυθμό αφήνοντας μία αναλογία 2%, για διάφορους λόγους, όπως η προώθηση, η συνταξιοδότηση ή η φυσική φθορά. Η πολιτική προσλήψεων έχει σχεδιαστεί για να αντικαταστήσει τους αξιωματικούς που έφυγαν και για να διατηρήσουν τα αποθέματα των δοκίμων αξιωματικών και τους

αντίστοιχους αρμόδιους λειτουργούς στα επιθυμητά επίπεδα. Σημειώνουμε ότι το σύστημα λειτουργεί ως σύστημα έλξης δεδομένου ότι ο αριθμός των προσλήψεων είναι συγκεκριμένος και διαμορφώνεται από την ύπαρξη κενών θέσεων. Επίσης, χρειάζεται ένα έτος κατά μέσο όρο για να προσλαμβάνουν εκπαιδευόμενους και πέντε έτη για να ρυθμιστεί το έλλειμμα σε αξιωματικούς. Υποτίθεται ότι σήμερα υπάρχουν συνολικά 1000 ειδικοί αξιωματικοί, είτε σε λειτουργικές θέσεις είτε ως εκπαιδευτές, που είναι ο επιθυμητός αριθμός. Το σύστημα θεωρείται ότι αρχικά ήταν σε ισορροπία, δηλαδή υπάρχει πάντα ο σωστός αριθμός στους έφεδρους αξιωματικούς για να τροφοδοτήσει τον αριθμό των ειδικευμένων λειτουργών για να διατηρηθούν στο επιθυμητό επίπεδο. Το ερώτημα είναι πώς το σύστημα θα ανταποκριθεί σε μια απρόβλεπτη αύξηση της ζήτησης σε αξιωματικούς 50% κατά το πέμπτο έτος από τώρα. Με τα πλασματικά δεδομένα που υπάρχουν, η προσομοίωση του δυναμικού συστήματος προβλέπει από το σύστημα μία απόκριση μέσα στα επόμενα 30 χρόνια, όπως φαίνεται στα σχήματα 3 - 5.

Το Διάγραμμα 3 δείχνει ότι οι αποκρίσεις του συστήματος μετά την αύξηση της ζήτησης σε αξιωματικούς, αυξάνει αρχικά τα ποσοστά των εκπαιδευομένων (επιθυμητοί έφεδροι αξιωματικοί) και στη συνέχεια (μετά από μια χρονική καθυστέρηση των προσλήψεων) θα φέρει περισσότερους έφεδρους αξιωματικούς. Το αυξημένο φορτίο κατάρτισης φαίνεται από τη διακεκομμένη γραμμή και τονίζει ότι απαιτούνται περισσότεροι εκπαιδευτές. Το Διάγραμμα 4 εμφανίζει την μεταβολή του αριθμού των εκπαιδευτών.



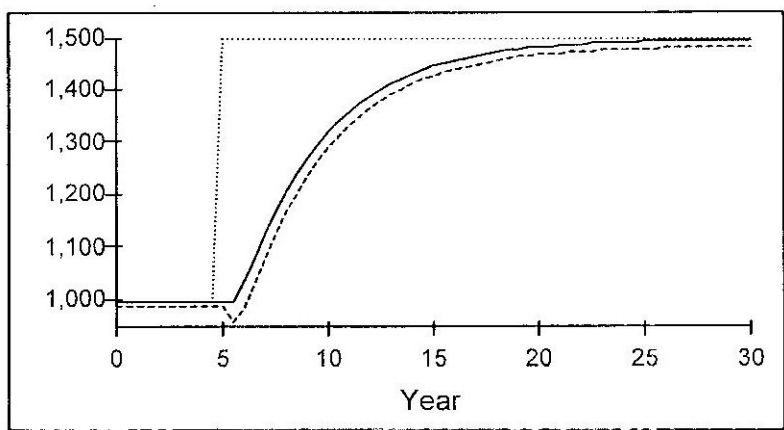
Διάγραμμα 3. Μεταβολή του αριθμού των εκπαιδευομένων ως απάντηση στη Σταδιακή αύξηση της ζήτησης αξιωματικών. Ενιαία γραμμή: επιθυμητός αριθμός των εκπαιδευομένων. Διακεκομμένη γραμμή: πραγματικός αριθμός των εκπαιδευομένων.



Διάγραμμα 4. Μεταβολή του αριθμού των εκπαιδευτών ως απάντηση στην αύξηση της ζήτησης των αξιωματικών

Η καμπύλη στο Διάγραμμα 4 περιγράφει την μεταβολή του αριθμού των εκπαιδευτών που απαιτούνται για τη κατάρτιση μετά την αύξηση του αριθμού των εκπαιδευομένων. Υπάρχει μια απότομη αύξηση αμέσως μετά το πέμπτο έτος και στη συνέχεια μία σταδιακή μείωση μετά την κορύφωση. Το σύστημα μεταφέρει περίπου 40 αξιωματικούς από την υπηρεσία τους στο στρατό για να εργαστούν ως εκπαιδευτές αμέσως μετά το πέμπτο έτος και στη συνέχεια τους μετακινεί πίσω ως μη απαραίτητους εκπαιδευτές για να εργαστούν στο φορτίο άσκησης το οποίο μειώνεται μετά την κορύφωση της καμπύλης ασκούμενων στο Διάγραμμα 3. Σημειώνεται ότι η προσθήκη σε εκπαιδευτές μετά το πέμπτο έτος θα πρέπει να είναι από τους αξιωματικούς των υπηρεσιών λόγω του κλειστού χαρακτήρα του στρατιωτικού συστήματος κατάρτισης.

Τέλος, το Διάγραμμα 5 απεικονίζει τη συμπεριφορά του συστήματος κατάρτισης που έχει σκοπό να παραδώσει τον απαιτούμενο αριθμό ειδικευμένων αξιωματικών. Επίσης, για λόγους σύγκρισης μελετάται η αύξηση της ζήτησης των αξιωματικών και η αλλαγή στον αριθμό των αξιωματικών υπηρεσίας.



Διάγραμμα 5. Διακεκομμένη γραμμή: επιθυμητός αριθμός αξιωματικών. Συνεχής γραμμή: αξιωματικοί. Μεγάλη διακεκομμένη γραμμή: αξιωματικοί υπηρεσίας.

Το Διάγραμμα 5 απεικονίζει πώς το σύστημα κατάρτισης ανταποκρίνεται στην αύξηση της ζήτησης των αξιωματικών από 1000 έως 1500 άτομα κατά το πέμπτο έτος. Ο αριθμός των αξιωματικών αναπτύσσεται ομαλά και σταθερά, με μια χρονική καθυστέρηση στην επίτευξη του επιδιωκόμενου επιπέδου μεταξύ του 20 έως 25 έτους. Σημειώνεται η κατακόρυφη μείωση στον αριθμού των αξιωματικών υπηρεσιών μεταξύ των ετών πέντε και έξι. Αυτή η μείωση, που αντιστοιχεί στην κορυφή της καμπύλης εκπαιδευτή στο Διάγραμμα 4, απεικονίζει το χάσμα μεταξύ του επιπέδου αξιωματικών και του επιπέδου αξιωματικών υπηρεσιών που είναι ο αριθμός των εκπαιδευτών όπως αυτός φαίνεται στο Διάγραμμα 4.

Παρατηρούμε ότι το πρότυπο μοντέλο μπορεί να εμφανίζει μόνο την επίδραση του στρατιωτικού συστήματος εκπαίδευσης, το οποίο παρουσιάζεται από την ανάλυση του διαγράμματος του αιτιατού βρόχου στην τελευταία υποενότητα, γιατί διαμορφώνεται μόνο μία ενότητα.

Τέλος, παρατηρούμε ότι οι αριθμοί στο μοντέλο αποθεμάτων δεν περιορίζονται σε ακέραιους αριθμούς, που οδηγεί σε εκπαιδευόμενους και αξιωματικούς να απεικονίζονται με μη ακέραιες τιμές. Ενώ θα μπορούσαν να κατασκευαστούν διακριτά μοντέλα δυναμικών συστημάτων για να αντιμετωπίζονται αποκλειστικά με ακέραιους, εδώ μπορούμε να δεχτούμε και αποτελέσματα με μη-ακέραιες τιμές όταν ο σκοπός της μοντελοποίησης αφορά το στρατηγικό σχεδιασμό της πολιτικής και όχι για να πάρει ακριβείς τιμές. Στην πραγματικότητα συχνά τα δυναμικά συστήματα, περιορίζονται στη στρατηγική ανάλυση λόγω της φύσης των συστημάτων που μελετούνται.

4.3 Πιθανοί περιορισμοί στα μοντέλα δυναμικών συστημάτων

Ως ένα ισχυρό εργαλείο για την κατανόηση και την περιγραφή της δυναμικής των συστημάτων, τα δυναμικά συστήματα χρησιμοποιούν ποιοτικά και ποσοτικά μοντέλα προσομοίωσης για να αποκαλύψουν την ανάδραση των δομών των βρόχων και τις αιτίες των ανεπιθύμητων συμπεριφορών.

Τόσο τα ποιοτικά όσο και τα ποσοτικά μοντέλα δυναμικών συστημάτων ξεκινούν με διαγράμματα (αιτιώδης βρόχου ή διαγράμματα επιρροής για ποιοτική ανάλυση, ή διαγράμματα επιρροής αποθεμάτων - ροών για την υπολογιστική προσομοίωση) για να αντιληφθούν την πραγματική κατάσταση των μοντέλων που αποτελούνται από αιτίες και αποτελέσματα αποθέματος και μεταβλητές ροής. Αυτή η διαδικασία ορισμού του μοντέλου είναι ζωτικής σημασίας επειδή θέτει τις βάσεις για την ποιοτική και ποσοτική ανάλυση. Ενώ βιβλιογραφικά γίνεται προσπάθεια να γίνει αποδεκτή επιστημονικά αυτή η διαδικασία, «η φάση ορισμού ενός δυναμικού μοντέλο στηρίζεται σε μεγάλο βαθμό στην εμπειρία του παρελθόντος που έχει αποκτηθεί από τη χρήση τυποποιημένων μοντέλων, μαθητεία σε συνεργασία με έμπειρους μοντελιστές, και από την εκμάθηση μέσω της δοκιμής και του λάθους». Για αυτό το λόγο η έλλειψη τυπικών διαδικασιών στον ορισμό του συστήματος κάνει τα δυναμικά συστήματα περίπλοκα για χρήση από νεοεισερχόμενους σε αυτή τη κατηγορία.

Ο δεύτερος πιθανός περιορισμός είναι από τη φύση του ορισμού των συστημάτων που αφορούν εύκαμπτες μεταβλητές. Οι εύκαμπτες μεταβλητές είναι εκείνες που είναι δύσκολο να οριστούν και να περιληφθούν σε μοντέλα, όπως το ηθικό, η

ικανοποίηση του πελάτη, η ελκυστικότητα του περιβάλλοντος και τα κίνητρα του προσωπικού. Τα περισσότερα από τα δυναμικά συστήματα που είναι σχεδιασμένα για την προσομοίωση αφορούν τη λήψη αποφάσεων σχετική με την ανθρώπινη συμπεριφορά όταν οι εύκαμπτες μεταβλητές είναι σημαντικές και δεν μπορούν να παραλειφθούν στην μοντελοποίηση. Από τη στιγμή που οι εύκαμπτες μεταβλητές φέρνουν αβεβαιότητα στην μοντελοποίηση και στα αποτελέσματα της προσομοίωσης, συμπεραίνουμε ότι τα δυναμικά συστήματα αφορούν κυρίως την στρατηγική ανάλυση, υπό την έννοια ότι ασχολούνται με τη συνολική συμπεριφορά του συστήματος υπό την επίδραση των πολιτικών – στρατηγικών παρά τις μικρές λεπτομέρειες για τη καθημερινή ενημέρωση αρχείων σε διοικητικά θέματα.

ΜΕΡΟΣ ΙΙ. ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΚΟΜΜΑΤΙ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αφού αναλύσαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο τις διαφορετικές μεθόδους που υπάρχουν για την κατανομή προσωπικού, ήρθε η ώρα να επιλέξουμε μία μέθοδο από αυτές και να την εφαρμόσουμε σε μία επιχείρηση super market όπως η «Ανδρικόπουλος ΑΕΒΕ». Πιο συγκεκριμένα σε αυτό το κεφάλαιο θα ασχοληθούμε:

- Ιστορική αναδρομή για την επιχείρηση που θα μελετήσουμε
- Οργανωτική δομή επιχείρησης (μοντέλα οργανωτικών δομών και ποια έχει επιλέξει η συγκεκριμένη επιχείρηση που μελετάμε)
- Χρησιμότητα της μεθόδου γραμμικού προγραμματισμού, την οποία επιλέγουμε για να μελετήσουμε στην περίπτωση της «Ανδρικόπουλος ΑΕΒΕ»
- Έρευνα πεδίου – τρόπος συλλογής στοιχείων καθώς και αναφορά στα στοιχεία που πρέπει να συγκεντρώσουμε για την μελέτη μας
- Εφαρμογή της μεθόδου Γραμμικού Προγραμματισμού
- Αποτελέσματα της έρευνας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΠΟΥ ΘΑ ΜΕΛΕΤΗΣΟΥΜΕ

Στην παρούσα πτυχιακή έχουμε ως πρωταρχικό στόχο τη βέλτιστη κατανομή του ανθρώπινου δυναμικού με τη μέθοδο του Γραμμικού Προγραμματισμού στον τομέα των super market, γι' αυτό το λόγο επιλέξαμε τη μεγαλύτερη εταιρία του κλάδου που εδρεύει στην Πάτρα, την εταιρεία «Ανδρικόπουλος ΑΕΒΕ». Η ιστορία των super market «Ανδρικόπουλος Α.Ε.Β.Ε.» ξεκινάει από πολύ νωρίς το 1975 και φτάνει μέχρι σήμερα. Πιο κάτω θα δούμε μία ιστορική αναδρομή της πορείας της επιχείρησης με τα πιο καίρια στάδια αυτής.

1975

Τα πρώτα βήματα της επιχείρησης γίνονται το 1975 όταν τα αδέρφια Βασίλης και Κώστας Ανδρικόπουλος ανοίγουν ένα παραδοσιακό παντοπωλείο επί της οδού Τριών Ναυάρχων στην Πάτρα.

1981

Το παντοπωλείο μεταφέρεται σε μεγαλύτερο χώρο και γίνεται ένα από τα πρώτα καταστήματα αυτοεξυπηρέτησης (self service) στην Πάτρα.

1984

Το 1984 ανοίγει το δεύτερο κατάστημά κοντά στην πλατεία Μαρούδα, επί της οδού Καρατζά.

1989

Το τρίτο κατάστημα γίνεται πραγματικότητα το 1989, στην περιοχή του Αγ. Γεώργιου στο Ρίο.

1990

Η επιχείρηση αποκτά την σημερινή της νομική μορφή (ΑΝΔΡΙΚΟΠΟΥΛΟΣ ΑΕΒΕ).

1991

Στην πλατεία Υψηλών Αλωνίων ανοίγει το τέταρτο super market Ανδρικόπουλος.

1995

Το 1995, το κατάστημα του Ρίου μεταφέρεται σε νέες, ιδιόκτητες εγκαταστάσεις και αποτελεί ένα πρωτόπορο για την εποχή του πολυκατάστημα με τμήματα κρεοπωλείου, μαναβικής, καφεκοπτείου, γρήγορου φαγητού, εποχιακών ειδών και ειδών Bazaar σε ένα χώρο σχεδόν 2000 τετραγωνικών μέτρων.

1996

Εγκαινιάζεται το πέμπτο κατάστημα στο κέντρο της πόλης, οδός Κορίνθου 190.

1999

Το κατάστημα στην Τριών Ναυάρχων μεταφέρεται λίγα μέτρα πιο δίπλα, επί της οδού Μαιζώνος, σε μεγαλύτερο χώρο.

Αυτή τη χρονιά ξεκινάει και η λειτουργία του πρώτου Κέντρου Διανομών στην Οβρυά.

2001

Ανοίγει το 6^ο super market στην οδό Καλαβρύτων 44, ένα υπερσύγχρονο κατάστημα με τμήματα κρεοπωλείου, μαναβικής και καφεκοπτείου.

Επίσης, συνεχίζεται ο εκσυγχρονισμός της επιχείρησης με την εγκατάσταση ολοκληρωμένου μηχανογραφικού συστήματος ERP.

2006

Εγκαινιάζεται ένα ακόμα κατάστημα στην περιοχή της Αγίας Βαρβάρας και ένα Αρτοποιείο με την επωνυμία «Αρτογεύσεις», σηματοδοτώντας την επέκταση των δραστηριοτήτων της εταιρείας και σε άλλους τομείς.

2011

Ξεκινάει την λειτουργία του το Νέο Κέντρο Διανομών στην Οβρυά Πατρών, σε ιδιόκτητες εγκαταστάσεις 6000 τ.μ. Εκεί μεταφέρονται η έδρα και το λογιστήριο της επιχείρησης. Η διαχείριση των εμπορευμάτων γίνεται μηχανογραφημένα (με πρόγραμμα WMS) και θεωρείται από τις πιο σύγχρονες αποθήκες της Δυτικής Ελλάδας.

Την ίδια χρονιά ξεκινάει την λειτουργία του και το 8^ο κατάστημα της επιχείρησης στην περιοχή του Αγ. Βασιλείου.

2012

Ανακαινίζεται το κατάστημα του Ρίου με την δημιουργία νέας αποθήκης σε παράπλευρο οικόπεδο και την ανακατασκευή της πρόσοψης του καταστήματος.

2013

Το 9ο super market της επιχείρησης αρχίζει την λειτουργία του στην περιοχή της Οβρυάς, οδός Δημοκρατίας 109.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗΣ

Για την επιτυχημένη λειτουργία μιας επιχείρησης εκτός από τη στρατηγική που καθορίζετε εξ αρχής, θα πρέπει να υπάρχει μία σαφή οργάνωση λειτουργίας της εταιρίας. Πιο συγκεκριμένα η ύπαρξη μιας ευκρινούς οργανωτικής δομής κρίνεται απαραίτητη. Αυτό συμβαίνει γιατί μέσα σε αυτό το καταγεγραμμένο πλάνο περιγράφονται τα συστήματα επικοινωνίας και εξουσίας της εταιρίας. Για να αναλύσουμε περισσότερο το τι περιέχει η οργανωτική δομή, θα μπορούσαμε να αναφέρουμε πιο απλοϊκά ότι καθορίζει το τι πρέπει να γίνει καθώς και τον τρόπο με το οποίο θα επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα. Ένα άλλο βασικό σημείο το οποίο απεικονίζεται ξεκάθαρα είναι ποιος πρέπει να αναλάβει να φέρει εις πέρας το έργο καθώς και ποιος είναι ο άμεσος επόπτης του. Τέλος ένα σημαντικό κομμάτι είναι ο καθορισμός του επιπέδου στο οποίο λαμβάνονται οι αποφάσεις.

Για να κατανοήσουμε τη σημασία της οργάνωσης θα πρέπει να μελετήσουμε τους στόχους τους οποίους πρεσβεύει. Πιο ξεκάθαρα οι στόχοι της οργάνωσης είναι ο επιμερισμός για το τι πρέπει να γίνει σε θέσεις εργασίας και τμήματα. Επιπλέον ένας άλλος στόχος είναι η κατάλληλη ταξινόμηση των θέσεων εργασίας σε ενότητες και ο καθορισμός σχέσεων μεταξύ ατόμων, ομάδων και τμημάτων. Με αυτό τον τρόπο καθορίζονται τυπικές γραμμές εξουσίας και τέλος η κατανομή και ανάπτυξη οργανωτικών πόρων.

Όπως είναι φυσικό η οργάνωση βασίζεται στον καταμερισμό της *εργασίας* και στον καταμερισμό της *εξουσίας*.

6.1 Καταμερισμός εργασίας

Ο καταμερισμός της εξουσίας γίνεται με βάση την ειδίκευση των εργαζομένων. Πιο συγκριμένα η αποκλειστική ενασχόληση με ένα ειδικό αντικείμενο εργασίας και η παράλληλη απόκτηση ειδικών γνώσεων πάνω σε αυτό χαρακτηρίζει κάποιον ως εξειδικευμένο. (Φαναριώτης, 2001)

Ο καταμερισμός των εξειδικευμένων εργαζομένων έχει τα παρακάτω υπέρ:

- Αποτελεσματική χρήση της ποικιλίας των δεξιοτήτων και των ικανοτήτων των εργαζομένων
- Αυξημένη παραγωγικότητα
- Ευκολία αντικατάστασης εργαζόμενου
- Εντατικότερη χρήση εξοπλισμού
- Ευκολία εποπτείας εκτέλεσης εργασίας

Αντιθέτως κάποια μειονεκτήματα είναι:

- Μονοτονία, που αισθάνεται ο εργαζόμενος μετά την επανάληψη των ίδιων εργασιών για μέρες και μετά χρόνια
- Έλλειψη ενδιαφέροντος από την πλευρά του εργαζόμενου γιατί έχει επέλθει μονοτονία
- Αλλοτρίωση
- Χαμηλή παραγωγικότητα
- Υψηλή εναλλαγή προσωπικού

6.2 Καταμερισμός εξουσίας

Ο καταμερισμός της εξουσίας έχει δύο βασικά χαρακτηριστικά. Το πρώτο χαρακτηριστικό είναι η ενότητα της διοίκησης, όπου ο κάθε υφιστάμενος αναφέρεται σε ένα και μόνο προϊστάμενο. Το δεύτερο χαρακτηριστικό είναι η εξουσία και η υπευθυνότητα, κάτι το οποίο είναι συνδεδεμένο με τη θέση που κατέχει ένα εργαζόμενος. (Λιαρμακόπουλος, 1997)

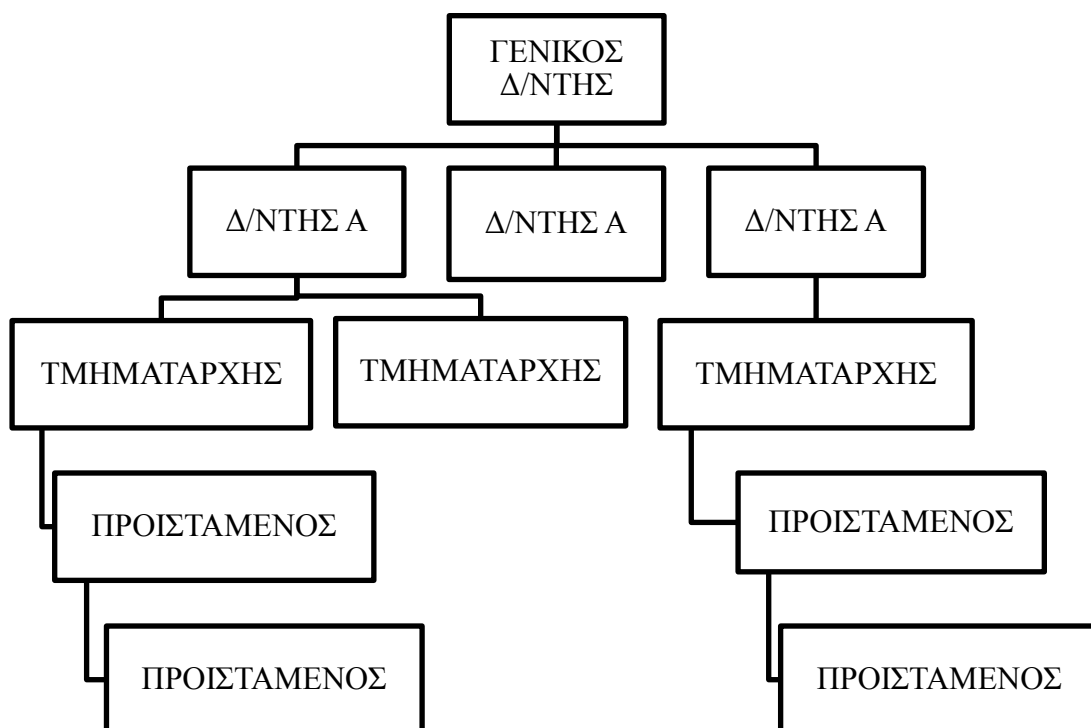
Ο καταμερισμός της εξουσίας έχει δύο βασικές μορφές τη κάθετη και την οριζόντια. Φυσικά υπάρχει και η μεικτή σχέση εξουσίας που συνδυάζει και τις δύο. Παρακάτω θα αναπτύξουμε τις τρεις μεθόδους. .

6.2.1 Κάθετη - γραμμική οργάνωση

Η κάθετη οργάνωση αναφέρετε στην δομή της επιχείρησης στην οποία η οργανωτική θέση των στελεχών της και η εργασία τους έχει άμεσο αντίκτυπο στην επίτευξη των στόχων του οργανισμού.

Για να γίνουμε πιο συγκεκριμένοι αυτού του τύπου η οργάνωση περιγράφει τη σχέση εξουσίας προϊσταμένου – υφισταμένου, η οποία διατρέχει έναν οργανισμό από την κορυφή μέχρι τη βάση του. Τέλος, θεμελιώνει μια κλιμακωτή αλυσίδα εντολών με ανάθεση - μεταβίβαση αρμοδιοτήτων από τον προϊστάμενο στον υφιστάμενο

Η πιο διαδομένη μορφή της κάθετης οργάνωσης είναι:



Όπως όλα τα πράγματα έτσι και αυτή η μέθοδος έχει τα υπέρ και τα κατά της. Τα υπέρ της είναι η σαφή δομή εξουσίας και αυτό συνεπάγεται στο ότι ο κάθε

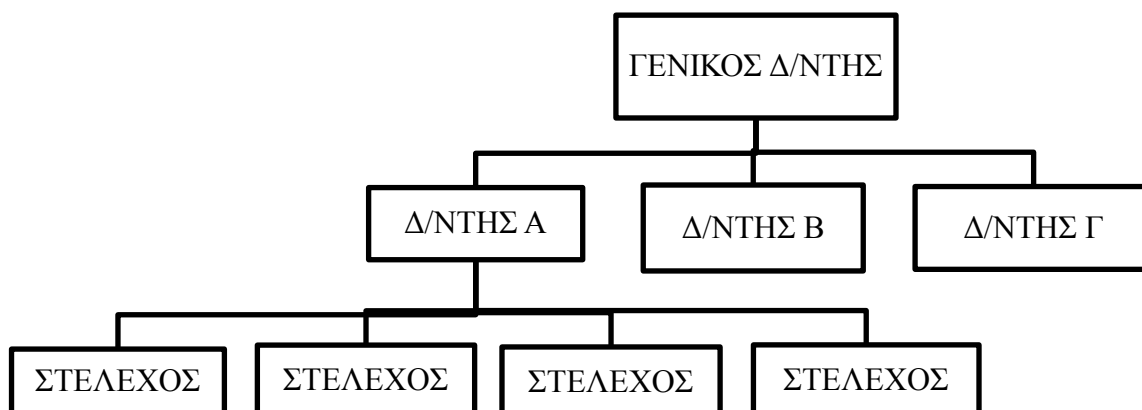
εργαζόμενος γνωρίζει ποιος είναι ο επόπτης του, δηλαδή από πού παίρνει εντολές και σε ποιον αναφέρεται. Μα το πιο σημαντικό πλεονέκτημα είναι ότι η λήψη αποφάσεων επιταχύνεται γιατί ο καθένας έχει πλήρη εξουσία στον τομέα του και απασχολεί τον προϊστάμενο μόνο για να τον συμβουλευτεί όταν χρειάζεται.

Αντιθέτως έχει τέσσερα βασικά μειονεκτήματα αυτή η μέθοδος. Το πρώτο είναι η υπερφόρτωση των στελεχών με πολλά καθήκοντα. Το δεύτερο είναι ότι δεν εφαρμόζεται η εξειδίκευση και δημιουργεί θέσεις κλειδιά, αυτό σημαίνει ότι περιορίζεται η συνεργασία. Λόγο της υψηλής εξειδίκευσης που πρέπει να έχουν τα στελέχη και η υπερφόρτωση αυτών παρουσιάζεται δυσκολία στην πρόσληψη στελεχών.

6.2.2 Οριζόντια - επιτελική οργάνωση

Η οριζόντια - επιτελική οργάνωση είναι μία μορφή εξουσίας που παρουσιάζει τα στελέχη που η οργανωτική τους θέση και λειτουργία δεν συνεισφέρουν κατευθείαν στην επίτευξη των στόχων του οργανισμού. Για να γίνουμε πιο σαφείς ο ρόλος των επιτελικών στελεχών είναι να συμβουλευούν και να καθοδηγούν τα γραμμικά στελέχη.

Το βασικό μοντέλο της οριζόντιας οργάνωσης είναι το παρακάτω:



Όπως στην προηγούμενη σχέση έτσι και σε αυτή εμφανίζονται κάποια πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Μερικά από τα πλεονεκτήματα είναι η ειδικευμένη αντιμετώπιση προβλημάτων καθώς και η πολύπλευρη συνεργασία των εργαζομένων και των τμημάτων. Τέλος, υπάρχει η εξειδίκευση εντολών και δυνατότητα άμεσης εκτέλεσης τους.

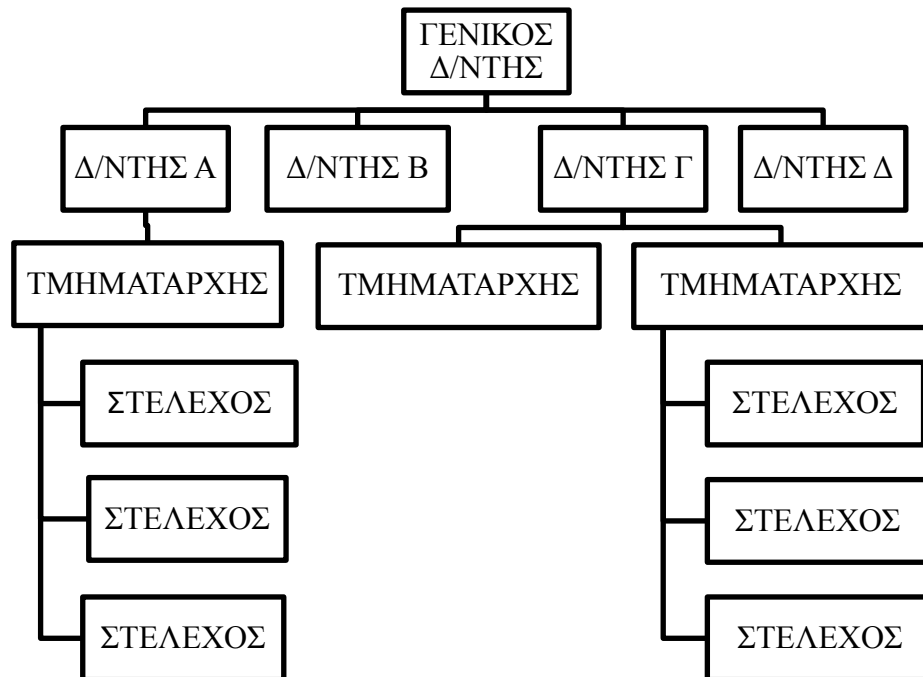
Αντιθέτως τα μειονεκτήματα είναι ότι δεν μπορεί να εφαρμοστεί απόλυτα και μπορεί να αποτελέσει μία πολύπλοκη διαδικασία στα κατώτερα επίπεδα ιεραρχίας. Τέλος,

δημιουργείται κάποιος σημαντικός φόρτος εργασίας για τα ανώτερα διευθυντικά στελέχη.

6.2.3 Μικτή οργάνωση

Όπως είναι ευκόλως εννοούμενο στη μικτή οργάνωση συνυπάρχουν στελέχη και από τις δύο προηγούμενες κατηγορίες, δηλαδή και επιτελικά στελέχη καθώς και γραμμικά.

Η βασική του δομή συνδυάζει χαρακτηριστικά και από τα δύο μοντέλα και το πρότυπο σχήμα του είναι το παρακάτω:



Φυσικά και αυτή όπως και τα προηγούμενα μοντέλα εξουσίας έχει κάποια θετικά πράγματα όπως η αξιοποίηση των πλεονεκτημάτων των άλλων τύπων οργάνωσης καθώς και η δημιουργία ικανών στελεχών. Τα αρνητικά από την άλλη είναι ότι υπάρχει μεγάλη πιθανότητα σύγχυσης καθηκόντων, ιδιαίτερα από τη στιγμή που το συγκεκριμένο σύστημα είναι ένα από τα πιο περίπλοκα. Τέλος, υπάρχει πιθανότητα δημιουργίας αντιθέσεων και συγκρούσεων .

6.3 Οργανωτική δομή της «Ανδρικόπουλος ΑΕΒΕ»

Στην αρχή της έρευνας μας αναφερθήκαμε στην ιστορική διαδρομή της εταιρίας που θα μελετήσουμε τη «Ανδρικόπουλος ΑΕΒΕ». Αφού αναπτύξαμε παραπάνω τα διάφορα μοντέλα καταμερισμού εργασίας και ειδικότερα τον καταμερισμό εξουσίας, τώρα πρέπει να μελετήσουμε το μοντέλο το οποίο χρησιμοποιεί η εταιρία που μελετάμε.



Με βάση όσα παρατηρούμε στο οργανόγραμμα της «Ανδρικόπουλος ΑΕΒΕ» η εταιρία χρησιμοποιεί το μοντέλο της κάθετης – γραμμικής οργάνωσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΥ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΥ ΣΥΓΚΕΝΤΩΣΗΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

7.1 Επιλογή κατάλληλης μεθοδολογίας

Το ανθρώπινο δυναμικό αποτελεί την κορωνίδα κάθε επιχείρησης, καθώς η αποτελεσματικότητα της απόδοσής προσφέρει στην ίδια την επιχείρηση ένα σημαντικό ανταγωνιστικό πλεονέκτημα. Προκείμενου να ενισχυθεί η αποδοτικότητα του συνόλου της επιχείρησης, ο υπεύθυνος έχει το χρέος να προβεί στη σωστή κατανομή του προσωπικού του στις κατάλληλες θέσεις.

Στο προηγούμενο κεφάλαιο μελετήσαμε ένα πλήθος διαφορετικών μεθόδων που όλες αποσκοπούσαν σε ένα κοινό τελικό αποτέλεσμα, τη βέλτιστη κατανομή του ανθρώπινου δυναμικού. Στην παρούσα πτυχιακή εργασία θα προτιμήσουμε να χρησιμοποιήσουμε ως μέθοδο βελτιστοποίησης τη μέθοδο του Γραμμικού Προγραμματισμού.

Πιο συγκεκριμένα αυτό το οποίο θα προσπαθήσουμε να πετύχουμε σε αυτό το κεφάλαιο είναι η ανάθεση σε n εργαζόμενους πλήθους n εργασιών. Αν είναι γνωστό το κόστος c_{ij} της εκχώρησης του εργαζομένου i στην εργασία j , πρέπει να ανατεθεί σε κάθε εργαζόμενο *μία και μόνο* εργασία και να εκχωρηθεί σε κάθε εργασία *ένας και μόνο* εργαζόμενος, έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθεί το συνολικό κόστος.

Επιλέγουμε τη μέθοδο του Γραμμικού Προγραμματισμού και ιδιαίτερα την υποκατηγορία αυτής του Ακέραιου Γραμμικού Προγραμματισμού. Αυτή η επιλογή είναι απολύτως δικαιολογημένη καθώς ο αριθμό ατόμων που πρέπει να απασχοληθεί σε μία εργασία δεν μπορεί να διαιρεθεί και παίρνει πάντοτε μόνο ακέραιες τιμές.

Στη συνέχεια θα πρέπει να επισημανθεί ότι η παρούσα εργασία σκοπό έχει να μελετήσει ένα βασικό – απλοποιημένο πρόβλημα κατανομής ανθρώπινου δυναμικού χωρίς να δώσει έμφαση στο δυναμικό χαρακτήρα που έχουν οι σχετικές αποφάσεις και οι πολλοί στόχοι που πρέπει να επιτευχθούν. Για αυτό το λόγο επιλέγουμε τη μέθοδο του Γραμμικού Προγραμματισμού με σκοπό να βελτιστοποιήσουμε το βασικό - μοναδικό μας στόχο δηλαδή να πετύχουμε τη βέλτιστη κατανομή προσωπικού και να προτείνουμε μία μοναδική απάντηση - λύση στην απόφαση που πρέπει να λάβουμε σχετικά με την κατανομή του προσωπικού.

7.2 Επιλογή μεθόδου συλλογής στοιχείων

7.2.1 Είδη δεδομένων προς συλλογή

Μετά την επιλογή της μεθόδου που θα χρησιμοποιήσουμε συλλέγουμε τα πρώτα στοιχεία που θα χρειαστούμε για το ερευνητικό κομμάτι της εργασίας μας. Υπάρχουν δύο μέθοδοι συλλογής δεδομένων. Η πρωτογενής έρευνα και δευτερογενής.

Η πρώτη κατηγορία έρευνας βοηθάει στη συλλογή πρωτογενών δεδομένων, τα οποία είναι στοιχεία που συλλέγει για πρώτη φορά ο ερευνητής ειδικά για την έρευνα που διεξάγει εκείνη τη στιγμή. Η συλλογή αυτών των στοιχείων είναι συνήθως χρονοβόρα, ενώ το κόστος τους είναι συνήθως υψηλό. Οι βασικές μέθοδοι συλλογής

πρωτογενών στοιχείων είναι οι επισκοπήσεις, τα πειράματα, η παρατήρηση, οι σε βάθος συνεντεύξεις, οι ομάδες εστίασης και οι προβολικές τεχνικές.

Οι δευτερογενείς πληροφορίες είναι οι πληροφορίες που κάποιος άλλος τις έχει συγκέντρωση πριν από τον ερευνητή. Συνήθως συγκεντρώνονται για διαφορετικό σκοπό από την έρευνα που διεξάγεται αλλά μπορούμε να τα χρησιμοποιήσουμε πριν προχωρήσουμε στη χρήση πρωτογενών δεδομένων. Αυτά τα δεδομένα είναι εύκολα προσβάσιμα, το κόστος τους είναι μικρό όπως και χρόνος συλλογής τους.

Στη παρούσα έρευνα θα χρησιμοποιήσουμε τη δευτερογενή συλλογή στοιχείων, καθώς είναι η πιο κατάλληλη για τη μελέτη της δικής μας περίπτωσης.

7.2.2 Κατηγοριοποίηση δευτερογενών στοιχείων

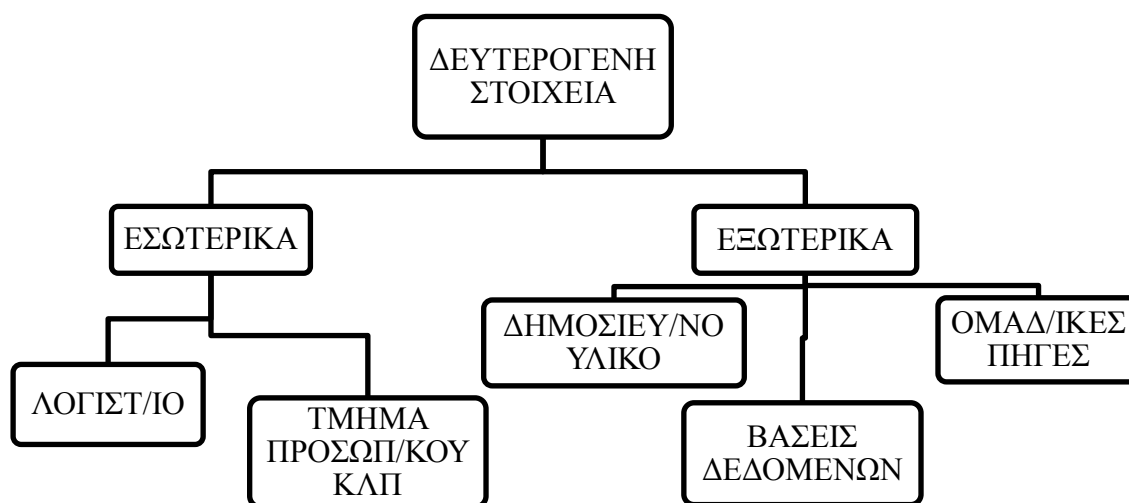
Αφού ορίσαμε τη μέθοδο που θα χρησιμοποιήσουμε είναι σημαντικό να αναφερθούμε στις δύο βασικές κατηγοριοποιήσεις των δευτερογενών στοιχείων.

Τα δευτερογενή στοιχεία μπορούν να συγκεντρωθούν από δύο βασικές πηγές:

- Εσωτερικές πηγές
- Εξωτερικές πηγές

Πιο αναλυτικά τα στοιχεία από τις εσωτερικές πηγές χαρακτηρίζονται ως εσωτερικά δεδομένα και αποτελούν πληροφορίες που συγκεντρώνονται μέσα από την επιχείρηση. Τα στοιχεία αυτά είναι είτε έτοιμα για απευθείας χρήση στην τωρινή έρευνα είτε μπορεί να χρειάζονται κάποια επεξεργασία.

Τα στοιχεία από εξωτερικές πηγές χαρακτηρίζονται ως εξωτερικά στοιχεία και αποτελούν δεδομένα που προέρχονται από πηγές εκτός επιχείρησης. Τα εξωτερικά στοιχεία διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες το δημοσιευμένο υλικό (π.χ. υλικό από τη στατιστική υπηρεσία), τις βάσεις δεδομένων και τις ομαδικές πηγές (π.χ. στοιχεία από ICAP ή κλαδικές έρευνες).



Διάγραμμα 6. Κατηγοριοποίηση Δευτερογενών Στοιχείων

7.2.3 Πότε έχουν αξία τα δευτερογενή δεδομένα

Οι δευτερογενείς πληροφορίες είναι χρήσιμες στον ερευνητή όταν :

- Είναι εύκολα διαθέσιμες
- Είναι ακριβείς. Οι δευτερογενείς πληροφορίες προκειμένου να είναι χρήσιμες θα πρέπει να είναι ακριβείς και συγκεκριμένες και όχι αόριστες και γενικές.
- Είναι σχετικές με το θέμα
- Έχουν πρόσφατα συγκεντρωθεί. Σε περίπτωση που έχουν συγκεντρωθεί πριν πολύ καιρό, υπάρχει μεγάλη περίπτωση να έχουν αλλάξει οι συντελεστές επάνω στους οποίους στηρίχθηκε η πρώτη έρευνα
- Προέρχονται από αξιόπιστες πηγές

Στη παρούσα έρευνα θα χρησιμοποιήσουμε δευτερογενή εσωτερικά στοιχεία που προέρχονται κατά κύριο λόγο το τμήμα προσωπικού και το λογιστήριο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΕΡΕΥΝΑ ΠΕΔΙΟΥ

8.1 Συγκέντρωση στοιχείων

8.1.1 Πληροφορίες που πρέπει να βρούμε για τη διεξαγωγή της έρευνα

Σε αυτό το κεφάλαιο θα μελετήσουμε την μεγαλύτερη αλυσίδα super market της Πάτρας την «ΑΝΔΡΙΚΟΠΟΥΛΟΣ ΑΕΒΕ» με σκοπό να πάρουμε κάποια αποτελέσματα τα οποία θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον καλύτερο προγραμματισμό, έλεγχο και αποτελεσματικότερης οργάνωσης της διαχείρισης του ανθρώπινου δυναμικού της. λαμβάνοντας υπόψη μας τα πληρωτέα έξοδα για το προσωπικό καθώς και τις απαιτήσεις για την εκπαίδευση τους. Γι' αυτό το σκοπό θα δημιουργηθεί ένα μοντέλο στο οποίο θα εμφανίζεται ο σωστός αριθμός εργαζομένων που είναι απαραίτητοι για την ομαλή λειτουργία της εταιρίας σε συνδυασμό με την ελαχιστοποίηση του κόστους της.

Για να δημιουργήσουμε αυτό το μοντέλο χρειαζόμαστε κάποιες πληροφορίες σχετικά με:

1. Ποία είναι τα διάφορα τμήματα του οργανισμού (π.χ. τμήμα μεταφορών, λογιστήριο, διοικητικό, πωλήσεων ...)
2. Μέσο Όρο του μισθού ανάλογα με το τμήμα που ανήκει και τη διαβάθμιση των εργαζομένων (π.χ πόσα χρήματα παίρνουν ανάλογα με το τμήμα στο οποίο ανήκουν που ανήκουν)
3. Ταξινόμηση εργαζομένων με αριθμούς στα αντίστοιχα τμήματα: *πραγματικά νούμερα και ιδεατά* (π.χ. χ εργαζόμενοι στο τμήμα προσωπικού, ψ εργαζόμενοι στο τμήμα λογιστηρίου)
4. Εκπαιδευτικό κόστος μόνιμου προσωπικού (π.χ. εκπαιδεύονται; Αν ΝΑΙ, Μέσος Όρος των χρημάτων που δαπανώνται για την εκπαίδευσή τους)
5. Μέγιστο προϋπολογισμένο ποσό για μισθούς και για εκπαίδευση έκτακτου προσωπικού (π.χ. χρειάζονται έκτακτο εποχιακό προσωπικό; Αν Ναι, πόσο κατά Μέσο Όρο που τους πληρώνουν και τι ποσό δαπανούν αν τους εκπαιδεύσουν)
6. Το πρόγραμμα ανακοινώσεων που χρησιμοποιείται για την εύρεση εργαζομένων (εσωτερική ή εξωτερική επάνδρωση) και τον αριθμό των υπαλλήλων που κάνουν αίτηση ανάλογα με τη βαθμίδα τους
7. Αναλογία αριθμού υπαλλήλων ως προς το βαθμό της θέσης που κατέχουν (π.χ. η αναλογία υπαλλήλων προς τους υπευθύνους των τμημάτων)
8. Μέγιστος προϋπολογισμός που διατίθεται για την εκπαίδευση ανειδίκευτων εργατών
9. Μέγιστος προϋπολογισμός για τους μισθούς σε όλες τις διαβαθμίσεις των εργαζομένων.

Οι διαβαθμίσεις των εργαζομένων είναι οι εξής κάτωθι:

1. Απλό εργατικό δυναμικό,
2. Επιβλέποντες,
3. Διευθυντές παραγωγής,
4. Απλό διοικητικό προσωπικό,
5. Διοικητικοί προϊστάμενοι,
6. Στελέχη πωλήσεων,
7. Διευθυντές τμημάτων,
8. Ανώτερα διοικητικά στελέχη.

8.1.2 Απαντήσεις που λάβαμε στις ερωτήσεις που χρειαζόμασταν

Αφού δώσαμε το ερωτηματολόγιο που δημιουργήσαμε (παράρτημα 1) πήραμε τις απαντήσεις (παράρτημα 2) που συνοπτικά τις εμφανίζουμε στο παρακάτω πίνακα.

ΤΜΗΜΑΤΑ		ΔΙΑΒΑΘΜΙΣΕΙΣ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΖ/ ΜΕΝΩΝ	ΜΙΣΘΟΛΟΓΙΚΗ ΒΑΣΗ/ΕΤΟΣ= ΜΙΚΤΕΣ ΑΠΟΔΟΧΕΣ (Μ.Ο. ΠΕΡΙΠΟΥ)
ΔΙΟΙΚΗΣΗ				
	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ			
		ΔΙΕΥΘΥΝΤΕΣ	2	25.000,00€
		ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΑ ΣΤΕΛΕΧΗ	2	20.000,00€
		ΑΠΛΟΙ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟΙ	3	13.000,00€
	ΛΟΓΙΣΤΗΡΙΟ			
		ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΟΙ	1	20.000,00€
		ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΑ ΣΤΕΛΕΧΗ	1	18.000,00€
		ΑΠΛΟΙ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟΙ	4	13.000,00€
	ΤΜΗΜΑ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ			
		ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΟΙ	1	22.000,00€
		ΑΠΛΟΙ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟΙ	2	15.000,00€
	ΜΗΧΑΝΟΓΡ/ΣΗ			
		ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΟΙ	1	18.000,00€
		ΑΠΛΟΙ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟΙ	1	12.500,00€
ΤΜΗΜΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ				
	ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ			
	ΣΥΝΤΗΡΗΣΕΙΣ -ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ			
		ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΟΙ	2	20.000,00€
		ΑΠΛΟΙ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟΙ	4	15.000,00€
ΕΜΟΡΙΚΟ ΤΜΗΜΑ (ΑΓΟΡΩΝ &ΔΙΑΝΟΜΗΣ)				
	ΑΓΟΡΕΣ	ΔΙΕΥΘΥΝΤΕΣ	3	22.000,00€
	ΔΙΑΝΟΜΗ/ LOGISTIC	ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΟΙ	3	19.000,00€

	ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ	ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΑ ΣΤΕΛΕΧΗ	2	17.000,00€
	MARKETING	ΑΠΛΟΙ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟΙ	10	15.000,00€
		ΕΡΓΑΤΕΣ ΑΝΕΙΔΙΚΕΥΤΟΙ	30	40ωρος= 10.500,00€ 34ωρος =9.1870,50€ 30ωρος = 7.870,00€ 25ωρος = 6.560,00€
ΠΩΛΗΣΕΙΣ- ΛΕΙΤΟΥΡ/ΚΑ ΚΑΤΑΣΤ/ΤΑ				
	ΛΙΑΝΙΚΕΣ ΠΩΛΗΣΕΙΣ	ΔΙΕΥΘΥΝΤΕΣ	9	25.000,00€
	ΧΟΝΔΡΙΚΕΣ ΠΩΛΗΣΕΙΣ	ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΟΙ	12	18.000,00€
		ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΑ ΣΤΕΛΕΧΗ	2	17.000,00€
		ΑΠΛΟΙ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟΙ	5	13.000,00€
		ΠΩΛΗΤΕΣ	200	40ωρος =10.500,00€
		ΕΡΓΑΤΕΣ ΑΝΕΙΔΙΚΕΥΤΟΙ	30	34ωρος =9.1870,50€ 30ωρος =7.870,00€
		ΚΑΘΑΡΙΟΤΗΤΑ	10	25ωρος =6.560,00€
ΣΥΝΟΛΟ			340	

Πίνακας 13. Πληροφορίες σχετικά με τα τμήματα, διαβαθμίσεις εργαζομένων και εργαζόμενοι ανά διαβάθμιση καθώς και αντίστοιχος μισθός για τους εργαζόμενους ανά διαβάθμιση

Μία σημαντική λεπτομέρεια που πρέπει να προσέξουμε ιδιαίτερος ότι στις διαβαθμίσεις όπου απασχολούνται εργαζόμενοι με μερική απασχόληση το ποσοστό αυτό είναι 19% - 25ωρων, 11% - 30ωρων, 10% - 34ωρων και οι υπόλοιποι είναι 40ωροι.

Τέλος, στην ερώτηση σχετικά με την πρόσληψη επιπλέον προσωπικού, ανακαλύψαμε ότι το 2% προέρχεται από εσωτερική επάνδρωση και το υπόλοιπο 98% προέρχεται από εξωτερικές πηγές, από τη βάση δεδομένων των βιογραφικών που φτάνει στο γραφείο του προσωπικού, με προσωπική προέλευση του ενδιαφερομένου. Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι ο κάθε ενδιαφερόμενος υποβάλλει το βιογραφικό του όταν ο ίδιος γενικά αναζητά εργασία καθώς η εταιρία δεν βγάζει ανακοινώσεις.

Επιπλέον θα πρέπει να σημειωθεί ότι η εταιρία δεν έχει κάποιο προϋπολογισμένο ποσό για την εκπαίδευση του προσωπικού. Σύμφωνα με την υπεύθυνη προσωπικού υλοποιούνται ειδικευμένα σεμινάρια κατά τακτά διαστήματα, όποτε αυτά κριθούν αναγκαία, το κόστος των οποίων καθορίζεται εκείνη τη στιγμή.

8.1.3 Επιπλέον δεδομένα που προκύπτουν από τις απαντήσεις που δεχτήκαμε

Μετά τη μελέτη των στοιχείων που συγκεντρώσαμε, παρατηρήσαμε ότι μπορούμε να εκμαιεύσουμε κάποια επιπλέον δεδομένα όπως είναι η αναλογία της κάθε βαθμίδας υπαλλήλου σε σχέση με το συνολικό αριθμό των εργαζομένων και τη συνολική δαπάνη ανά διαβάθμιση. Αυτά τα επιπλέον στοιχεία απεικονίζονται στον ακόλουθο πίνακα.

ΔΙΑΒΑΘ/ΣΕΙΣ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ	ΕΡΓΑΖ/ΝΟΙ ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΖ/ΩΝ ΑΝΑ ΔΙΑΒΑΘ/ΣΗ	ΑΝΑΛΟΓΙΑ (ΣΕ 100 ΕΡΓΑΖ/ΟΥΣ ΠΟΣΟΙ ΑΠΟ ΑΥΤΟΥΣ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΑΝΗΚΟΥΝ ΣΤΗΝ ΑΝΤΙΣ/Η ΔΙΑΒΑΘ/ΣΗ)	ΜΙΣΘΟΛΟΓΙΚΗ ΒΑΣΗ/ΕΤΟΣ = ΜΙΚΤΕΣ ΑΠΟΔΟΧΕΣ	ΣΥΝΟΛ/ΚΗ ΔΑΠΑΝΗ ΑΝΑ ΔΙΑΒΑΘ/ΣΗ
ΔΙΕΥΘΥΝΤΕΣ	14	4,117	25.000,00(11)+22.000,00(3)	341.000,00€
ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΟΙ	20	5,882	20.000,00(3)+22.000,00(1)+ 18.000,00(13)+19.000,00(3)	373.000,00€
ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΑ ΣΤΕΛΕΧΗ	7	2,058	20.000,00(2)+18.000,00(1)+ 17.000,00(4)	126.000,00€
ΑΠΛΟΙ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟΙ	29	8,529	13.000,00(12)+15.000,00(16)+ 12.500,00(1)	408.500,00€
ΠΩΛΗΤΕΣ	200	58,823	10.500(120)+7.870(22)+6.560(38)+ 9.187,5(20)	1.866.170€
ΕΡΓΑΤΕΣ ΑΝΕΙΔΙΚΕΥΤΟΙ	60	17,647	10.500(36)+7.870(7)+6.560(11)+ 9.187,5(6)	560.375€
ΚΑΘΑΡΙΟΤΗΤΑ	10	2,941	6.560(10)	65.600€

Πίνακας 14. Εργαζόμενοι ανά διαβάθμιση εργαζομένων, αναλογίες εργαζομένων και συνολικές μισθολογικές δαπάνες

8.2 Ανάλυση δεδομένων

Σε αυτή την έρευνα, μετά τη συλλογή των στοιχείων και με δεδομένο ότι τα στοιχεία που συγκεντρώσαμε είναι αληθή και απεικονίζουν τις πραγματικές συνθήκες της αγοράς, δημιουργούμε το μοντέλο προγράμματος με σκοπό την εύρεση του βέλτιστου αριθμού εργαζομένων ανά τμήμα και διαβάθμιση, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο του γραμμικού προγραμματισμού. Επιπλέον το γεγονός ότι αντιστοιχίζουμε τον αριθμό εργαζομένων ανά διαβάθμιση, οδηγούμαστε στην αναζήτηση μιας λύσης με ακέραια αποτελέσματα, γι' αυτό το λόγο θα χρησιμοποιήσουμε ακέραιο γραμμικό προγραμματισμό. Τέλος, χρησιμοποιήσαμε το λογισμικό LINDO για την εύρεση των αποτελεσμάτων.

Το λογισμικό LINDO είναι ένα πρόγραμμα που χρησιμοποιεί τη διασύνδεση προγραμματισμού εφαρμογών με σκοπό να βελτιστοποιεί μεγάλης κλίμακας προγράμματα (γραμμικά, τετραγωνικά, κωνικά και γενικά μη γραμμικά προγράμματα με επεκτάσεις στο στοχαστικό προγραμματισμό). Το πρόγραμμα αυτό επίσης μπορεί να προσφέρει με εγγυημένα αποτελέσματα την εξεύρεση βέλτιστων λύσεων για μη γραμμικά προγράμματα με συνεχείς και διακριτές μεταβλητές. Το συγκεκριμένο πρόγραμμα μπορεί ακόμα να προσφερθεί για στατιστική δειγματοληψία της διασύνδεσης προγραμματισμού εφαρμογών για την ενσωμάτωση σε προσομοιώσεις MONTE-CARLO σε ένα πλαίσιο βελτιστοποίησης. Τέλος, θα πρέπει να σημειωθεί ότι το πρόγραμμα αυτό έχει μία δικιά του γλώσσα προγραμματισμού που ονομάζεται LINGO.

8.2.1 Εισαγωγή στις μεταβλητές του ακέрайου γραμμικού μοντέλου

Η ανάλυση των δεδομένων κατηγοριοποιεί τις κατηγορίες μισθών σε επτά (7) με βάση την ιεραρχική διάκριση της κάθε θέσης και όχι την διαφορά μισθών που ενδεχομένως οφείλεται σε χρονοεπιδόματα - τριετίες κτλ. Το ίδιο και με τους μισθούς που βασίζονται σε συμβάσεις ανάλογα με τις ώρες απασχόλησης 40, 30,25 ωρών που έχουν αναχθεί σε πλήρους απασχόλησης.

Συνεπώς η σχετική αναγωγή οδηγεί στον ακόλουθο πίνακα, ο οποίος παρουσιάζει τις μεταβλητές γραμμικού προγραμματισμού που θα χρησιμοποιηθούν γι' αυτή την έρευνα

ΔΙΑΒΑΘΜΗΣΕΙΣ ΕΡΓΑΖΟΜΕΩΝ	ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ
ΔΙΕΥΘΥΝΤΕΣ	χ_1
ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΟΙ	χ_2
ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΑ ΣΤΕΛΕΧΗ	χ_3
ΑΠΛΟΙ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟΙ	χ_4
ΠΩΛΗΤΕΣ	χ_5
ΕΡΓΑΤΕΣ ΑΝΕΙΔΙΚΕΥΤΟΙ	χ_6
ΚΑΘΑΡΙΟΤΗΤΑ	χ_7

Πίνακας 15. Συντελεστές Μοντέλου

8.2.2 Παρουσίαση προγράμματος κατανομής του ανθρώπινου δυναμικού με χρήση γραμμικό προγραμματισμό

Αφού ορίσαμε τις μεταβλητές της έρευνας μας, προχωρούμε στη διαδικασία εύρεσης της βέλτιστης λύσης με τη χρήση του γραμμικού προγραμματισμού. Αυτή η διαδικασία έχει τρία βασικά στάδια, το καθορισμό της αντικειμενικής συνάρτησης, το καθορισμό των περιορισμών των μεταβλητών και τέλος τη χρήση του επιλεγμένου λογισμικού για να εξεύρεση του αντίστοιχου αποτελέσματος.

Στη παρούσα φάση της ερευνάς μας θα πρέπει να σημειώσουμε ότι το ακόλουθο πρόγραμμα είναι ένα είδος παραμετρικής ανάπτυξης της μελέτης περίπτωσής μας. Επιτρέπει στο χρήστη να εισάγει ανώτερα και κατώτερα όρια με δικές του τιμές και την ανάλυση ευαισθησίας που παρέχει το πρόγραμμα. Πιο συγκεκριμένα ο χρήστης μπορεί ακόμα να προσαρμόσει το ανθρώπινο δυναμικό, τις διαβαθμίσεις, τον μισθό ανά διαβάθμιση και άλλα πολλά. Επιπλέον για λόγους απλότητας του προγράμματος διαιρέσαμε όλους τους συντελεστές με το 1000. Το μοντέλο όπως αυτό εισήχθη στο πρόγραμμα δίνεται αναλυτικά στα παραρτήματα 3.

8.2.2.1 Αντικειμενική συνάρτηση

Σκοπός της έρευνας, είναι η ελαχιστοποίηση του κόστους της εταιρίας ως προς το ανθρώπινο δυναμικό με βάση τους συντελεστές που αναπτύξαμε παραπάνω, για τις διάφορες διαβάθμισης με βάση τα συνολικά κόστη σε ατομική μισθολογική βάση. Εδώ πρέπει να σημειώσουμε ότι οι συντελεστές έχουν υπολογιστεί ως σταθμισμένοι μέσοι όροι του υπάρχοντος προσωπικού με διαφορετικούς μισθούς σε κάθε διαβάθμιση εργασίας. Το ίδιο ισχύει και για τους περιορισμούς χ_6 και χ_7 που στην

παρακάτω ανάλυση, όλα τα δεδομένα μετατράπηκαν σε ισοδύναμους εργαζόμενους πλήρους απασχόλησης. Οι φυσικοί αριθμοί της αντικειμενικής συνάρτησης απεικονίζουν τους αντίστοιχους ετήσιους μεικτούς μέσους όρους μισθών των συντελεστών ανά διαβάθμιση εργαζομένων, όπως απεικονιστήκαν στη παράγραφο 8.1.3, πίνακας 14 και συντελεστές απεικονίζονται στη παράγραφο 8.2.1, πίνακας 15.

$$\text{Min } (z) = 24.300 (x_1) + 18.600 (x_2) + 18.000 (x_3) + 14.000 (x_4) + 10.500 (x_5) + 10.500(x_6) + 10.500 (x_7)$$

8.2.2.2 Περιορισμοί

Ανώτερο όριο ανθρώπινου δυναμικού:

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 \leq 340$$

Μέγιστο σταθμισμένο άθροισμα ανά διαβάθμιση:

$$24300 x_1 \leq 341000$$

$$18600 x_2 \leq 373000$$

$$18000 x_3 \leq 126000$$

$$14000 x_4 \leq 409000$$

$$10500 x_5 \leq 1867000$$

$$10500 x_6 \leq 561000$$

$$10500 x_7 \leq 66000$$

Φάσμα ανώτερου - κατώτερου ορίου εργατικού δυναμικού ανά διαβάθμιση:

$$x_1 \geq 10$$

$$x_1 \leq 17$$

$$x_2 \geq 15$$

$$x_2 \leq 20$$

$$x_3 \geq 5$$

$$x_3 \leq 7$$

$$x_4 \geq 20$$

$$x_4 \leq 29$$

$$x_5 \geq 60$$

$$x_5 \leq 178$$

$$x_6 \geq 45$$

$$x_6 \leq 55$$

$$x_7 \geq 6$$

$$x_7 \leq 10$$

Ανώτερο προϋπολογισμένο ποσό για το ανθρώπινο δυναμικό:

$$24.3 x_1 + 18.6 x_2 + 18 x_3 + 14 x_4 + 10.5 x_5 + 10.5 x_6 + 10.5 x_7 \leq 3.741.000$$

Κατώτερο προϋπολογισμένο ποσό για το ανθρώπινο δυναμικό:

$$24.3 x_1 + 18.6 x_2 + 18 x_3 + 14 x_4 + 10.5 x_5 + 10.5 x_6 + 10.5 x_7 \geq 2.200.000$$

8.2.2.3 Αποτελέσματα του προγράμματος κατανομής του ανθρώπινου δυναμικού με χρήση γραμμικού προγραμματισμού

Αφού προετοιμάσαμε το μοντέλο του ακέριου γραμμικού προγραμματισμού για αυτή τη μελέτη ορίζοντας τις μεταβλητές απόφασης και τους περιορισμούς, θα βρούμε τη βέλτιστη κατανομή του προσωπικού τη χρήση του προγράμματος LINDO. Τα αποτελέσματα της προτεινόμενης βέλτιστης λύσης όπως υπολογίστηκε από το υπάρχον πρόγραμμα (παράρτημα 3) απεικονίζονται συγκεντρωτικά στον επόμενο πίνακα.

ΔΙΑΒΑΘΜΗΣΕΙΣ ΕΡΓΑΖΟΜΕΩΝ	ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΩΝ ΑΤΟΜΩΝ ΑΠΟ ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ
ΔΙΕΥΘΥΝΤΕΣ	x_1	11
ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΟΙ	x_2	17
ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΑ ΣΤΕΛΕΧΗ	x_3	6
ΑΠΛΟΙ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟΙ	x_4	23
ΠΩΛΗΤΕΣ	x_5	60
ΕΡΓΑΤΕΣ ΑΝΕΙΔΙΚΕΥΤΟΙ	x_6	47
ΚΑΘΑΡΙΟΤΗΤΑ	x_7	6
ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΛΥΣΗΣ ΑΠΟ ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ		2.200.000€

Πίνακας 16. Αποτελέσματα του Μοντέλου με τη χρήση του προγράμματος LINDO

8.3 Συμπεράσματα

Βάση των αποτελεσμάτων της προηγούμενης παραγράφου, ο τρόπος κατανομής των θέσεων εργασίας ορίζεται σε 170 άτομα με κόστος 2.200.000€, σε σχέση με τα άτομα που απασχολεί αυτή τη στιγμή η επιχείρηση 340 άτομα μερικής απασχόλησης ή 293 πλήρους απασχόλησης, με κόστος 3.741.000€. Παρατηρούμε ότι παρέχεται η δυνατότητα υλοποίησης των ίδιων δραστηριοτήτων της επιχείρησης κατάλληλη αντιστοίχιση και εξοικονόμηση 1.541.000€ τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για άλλες αναπτυξιακές δραστηριότητες της εταιρείας. Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι στις τελευταίες κατηγορίες η προτεινόμενη λύση αφορά εργαζόμενους και

δραστηριότητες πλήρους απασχόλησης. Στη λήψη επιχειρηματικής απόφασης στη διαχείριση του προσωπικού θα πρέπει βέβαια να λάβουμε υπόψη μας της ιδιαιτερότητες της επιχείρησης και της αγοράς. Ως ιδιαιτερότητα θα μπορούσαμε να αναφέρουμε την περίπτωση των εργαζομένων της καθαριότητας που είναι δέκα (10) άτομα, ένα ανά κατάσταση τα οποία τυπικά μπορούμε να αναγάγουμε σε πλήρους απασχόλησης ενώ στην πράξη αυτό δεν είναι εφικτό. Η επιχείρηση μπορεί να χρησιμοποιήσει τα αποτελέσματα εξορθολόγησης του Ακέραιου Γραμμικού Προγραμματισμού στα διάφορα τμήματα της επιχείρησης, συνδυάζοντας εργαζόμενους πλήρους και μερικής απασχόλησης κρατώντας ίδιο το ισοδύναμο με τις δραστηριότητες πλήρους απασχόλησης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9. ΕΠΕΚΤΑΣΗ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΥ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ

9.1 Μελέτη περίπτωσης με επέκταση των παραπάνω στοιχείων

Μελετώντας την παραπάνω εταιρία και λαμβάνοντας υπόψη μας τη δυναμική της εξέλιξη αποφασίσαμε να κάνουμε μια υπόθεση εργασίας επεκτείνοντας την έρευνά μας, ενσωματώνοντας σε αυτή νέα συμπληρωματικά στοιχεία τα οποία υπολογίσαμε από τα δεδομένα είχαμε συγκεντρώσει. Τέτοια δεδομένα, όπως είναι η αναλογία των εργαζόμενων ανά βαθμίδα ως προς το σύνολο των εργαζομένων (π.χ. ο αριθμός των διευθυντών ως προς το σύνολο των εργαζομένων σε ποσοστά) και οι συνολικές μισθολογικές δαπάνες ανά διαβάθμιση (πίνακας 14). Παράλληλα θελήσαμε να μελετήσουμε αν θα επηρέαζε την κατανομή του ανθρωπίνου δυναμικού, μια ενδεχόμενη μείωση του κατωτέρου προϋπολογισμένου ποσού ως προς τις δαπάνες του ανθρωπίνου δυναμικού. Για να γίνουμε πιο συγκεκριμένοι θα επεκτείνουμε το προηγούμενο μοντέλο εισάγοντας εκτιμήσεις όπως αυτές διατυπώνονται σε παρόμοιες μελέτες περίπτωσης. Αυτή η διαδικασία όπως αναφέραμε έχει τρία βασικά στάδια. Την εύρεση της αντικειμενικής συνάρτησης, την αναγραφή των περιορισμών των μεταβλητών και τέλος τη χρήση του επιλεγμένου λογισμικού για να βρούμε το αντίστοιχο αποτέλεσμα.

Στη παρούσα φάση της ερευνάς μας θα πρέπει να σημειώσουμε ότι το ακόλουθο πρόγραμμα είναι ένα είδος παραμετρικής ανάπτυξης της μελέτης περιπτώσεώς μας. Το πρόγραμμα επιτρέπει στο χρήστη να εισάγει ανώτερα και κατώτερα όρια με δικές του τιμές και την ανάλυση ευαισθησίας του την παρέχει το πρόγραμμα. Πιο συγκεκριμένα ο χρήστης μπορεί ακόμα να προσαρμόσει το ανθρώπινο δυναμικό, τις διαβαθμίσεις, τον μισθό ανά διαβάθμιση και άλλα πολλά. Επιπλέον για λόγους απλότητας του προγράμματος διαιρέσαμε όλους τους συντελεστές με το 1000. Το μοντέλο όπως αυτό εισήχθη στο πρόγραμμα δίνεται αναλυτικά στο παράρτημα 4.

9.2 Αντικειμενική συνάρτηση

Σκοπός της έρευνας, είναι η ελαχιστοποίηση του κόστους της εταιρίας ως προς το ανθρώπινο δυναμικό με βάση τους συντελεστές που αναπτύξαμε παραπάνω για τις διάφορες διαβάθμισης με βάση τα συνολικά κόστη σε ατομική μισθολογική βάση. Εδώ πρέπει να σημειώσουμε ότι οι συντελεστές έχουν υπολογιστεί ως σταθμισμένοι μέσοι όροι του υπάρχοντος προσωπικού με διαφορετικούς μισθούς σε κάθε διαβάθμιση εργασίας. Το ίδιο ισχύει και για τους περιορισμούς x_6 και x_7 που στην παρακάτω ανάλυση, όλα τα δεδομένα μετατράπηκαν σε ισοδύναμους εργαζόμενους πλήρους απασχόλησης. Οι φυσικοί αριθμοί της αντικειμενικής συνάρτησης απεικονίζουν τους αντίστοιχους ετήσιους μεικτούς μέσους όρους μισθών των συντελεστών ανά διαβάθμιση εργαζομένων. Τα δεδομένα της αντικειμενικής συνάρτησης δεν τροποποιούνται από το αρχικό μοντέλο, γι' αυτό το λόγο απεικονίζονται στη παράγραφο 8.1.3, πίνακας 14 και συντελεστές απεικονίζονται στη παράγραφο 8.2.1, πίνακας 15.

$$\text{Min } (z) = 24.300 (x_1) + 18.600 (x_2) + 18.000 (x_3) + 14.000 (x_4) + 10.500 (x_5) + 10.500(x_6) + 10.500 (x_7)$$

9.3 Περιορισμοί

Ανώτερο όριο ανθρώπινου δυναμικού:

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 \leq 340$$

Μέγιστο σταθμισμένο άθροισμα ανά διαβάθμιση:

$$24300 x_1 \leq 341000$$

$$18600 x_2 \leq 373000$$

$$18000 x_3 \leq 126000$$

$$14000 x_4 \leq 409000$$

$$10500 x_5 \leq 733000$$

$$10500 x_6 \leq 680000$$

$$10500 x_7 \leq 66000$$

Φάσμα ανώτερου- κατώτερου ορίου εργατικού δυναμικού ανά διαβάθμιση:

$$x_1 \geq 10$$

$$x_1 \leq 17$$

$$x_2 \geq 15$$

$$x_2 \leq 20$$

$$x_3 \geq 5$$

$$x_3 \leq 7$$

$$x_4 \geq 20$$

$$x_4 \leq 29$$

$$x_5 \geq 60$$

$$x_5 \leq 178$$

$$x_6 \geq 45$$

$$x_6 \leq 55$$

$$x_7 \geq 6$$

$$x_7 \leq 10$$

Αναλογία των εργαζόμενων ανά βαθμίδα ως προς το σύνολο των εργαζομένων:

$$0.96x_2 + 0.96x_3 + 0.96x_4 + 0.96x_5 + 0.96x_6 + 0.96x_7 - x_1 \geq 0$$

$$0.95x_1 + 0.95x_3 + 0.95x_4 + 0.95x_5 + 0.95x_6 + 0.95x_7 - x_2 \geq 0$$

$$0.98x_1 + 0.98x_2 + 0.98x_4 + 0.98x_5 + 0.98x_6 + 0.98x_7 - x_3 \geq 0$$

$$0.92x_1 + 0.92x_2 + 0.92x_3 + 0.92x_5 + 0.92x_6 + 0.92x_7 - x_4 \geq 0$$

$$0.42x_1 + 0.42x_2 + 0.42x_3 + 0.42x_4 + 0.42x_6 + 0.42x_7 - x_5 \geq 0$$

$$0.83x_1 + 0.83x_2 + 0.83x_3 + 0.83x_4 + 0.83x_5 + 0.83x_7 - x_6 \geq 0$$

$$0.98x_1 + 0.98x_2 + 0.98x_3 + 0.98x_4 + 0.98x_5 + 0.98x_6 - x_7 \geq 0$$

Ανώτερο προϋπολογισμένο ποσό για το ανθρώπινο δυναμικό:

$$24.3 x_1 + 18.6 x_2 + 18 x_3 + 14 x_4 + 10.5 x_5 + 10.5 x_6 + 10.5 x_7 \leq 3.741.000$$

Κατώτερο προϋπολογισμένο ποσό για το ανθρώπινο δυναμικό:

$$24.3 x_1 + 18.6 x_2 + 18 x_3 + 14 x_4 + 10.5 x_5 + 10.5 x_6 + 10.5 x_7 \geq 2.100.000$$

9.4 Αποτελέσματα του προγράμματος κατανομής του ανθρώπινου δυναμικού με χρήση γραμμικό προγραμματισμό

Αφού προετοιμάσαμε το μοντέλο του ακέριου γραμμικού προγραμματισμού για αυτήν μελέτη ορίζοντας τις μεταβλητές απόφασης και τους περιορισμούς, θα βρούμε τη σωστή κατανομή με τη χρήση του προγράμματος LINDO. Τα αποτελέσματα του μοντέλου όπως μας τα παρουσιάζει το συγκεκριμένο μοντέλο είναι τα εξής και φαίνονται στον επόμενο πίνακα.

ΔΙΑΒΑΘΜΗΣΕΙΣ ΕΡΓΑΖΟΜΕΩΝ	ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΩΝ ΑΤΟΜΩΝ ΑΠΟ ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ
ΔΙΕΥΘΥΝΤΕΣ	x_1	14
ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΟΙ	x_2	20
ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΑ ΣΤΕΛΕΧΗ	x_3	7
ΑΠΛΟΙ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟΙ	x_4	29
ΠΩΛΗΤΕΣ	x_5	55
ΕΡΓΑΤΕΣ ΑΝΕΙΔΙΚΕΥΤΟΙ	x_6	54
ΚΑΘΑΡΙΟΤΗΤΑ	x_7	7
ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΛΕΞΙΑΣ ΑΠΟ ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ		2.462.200€

Πίνακας 17. Αποτελέσματα του επεκταμένου μοντέλου με τη χρήση του προγράμματος LINDO

9.5 Συμπεράσματα

Βάση τα αποτελέσματα της προηγούμενης παραγράφου, ο τρόπος κατανομής των θέσεων εργασίας ορίζεται σε 186 άτομα με κόστος 2.462.200€, σε σχέση με τα άτομα που απασχολεί αυτή τη στιγμή η επιχείρηση 340 άτομα μερικής απασχόλησης ή 293 πλήρους απασχόλησης, με κόστος 3.741.000€. Παρατηρούμε ότι παρέχεται η δυνατότητα υλοποίησης των ίδιων δραστηριοτήτων της επιχείρησης με κατάλληλη αντιστοίχιση και εξοικονόμηση 1.278.800€ ετησίως, δηλαδή όπως αυτή επηρεάστηκε από τη μείωση του κεφαλαίου κατά 100.000€ που ορίσαμε ως το ποσό που επιθυμούμε να εξοικονομήσουμε (μείωση του κατώτερου προϋπολογισμένου

ποσού) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άλλες αναπτυξιακές δραστηριότητες της εταιρείας. Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι στις τελευταίες κατηγορίες η προτεινομένη λύση αφορά εργαζόμενους και δραστηριότητες πλήρους απασχόλησης. Στη λήψη επιχειρηματικής απόφασης στη διαχείριση του προσωπικού θα πρέπει βέβαια να λάβουμε υπόψη μας της ιδιαιτερότητες της επιχείρησης και της αγοράς. Ως ιδιαιτερότητα θα μπορούσαμε να αναφέρουμε την περίπτωση των εργαζομένων της καθαριότητας που είναι δέκα (10) άτομα, ένα ανά κατάσταση τα οποία τυπικά μπορούμε να αναγάγουμε σε πλήρους απασχόλησης ενώ στην πράξη αυτό δεν είναι εφικτό. Η επιχείρηση μπορεί να χρησιμοποιήσει τα αποτελέσματα εξορθολόγησης του Ακέραιου Γραμμικού Προγραμματισμού στα διάφορα τμήματα της επιχείρησης, συνδυάζοντας εργαζόμενους πλήρους και μερικής απασχόλησης κρατώντας ίδιο το ισοδύναμο με τις δραστηριότητες πλήρους απασχόλησης. Τέλος, η λύση αυτή επιφέρει βελτιστοποιήσεις κόστους και στην περίπτωση μεγάλων επιχειρήσεων δημιουργεί οικονομίες κλίμακας.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σύνοψη

Μετά την ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας, πρέπει να προχωρήσουμε στη συγγραφή των συμπερασμάτων που σκοπό έχουν την ανακεφαλαίωση των κυριότερων σημείων της παρούσας πτυχιακής εργασίας, του ερευνητικού της μέρους καθώς και τα συμπεράσματα που προέκυψαν. Επιπλέον θα αναφερθούμε σε προτάσεις για μελλοντική έρευνα.

Βασικές παρατηρήσεις

Όπως ήδη έχει αναφερθεί, σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας ήταν η μελέτη των διάφορων μαθηματικών μοντέλων επιχειρησιακής έρευνας που έχουν ενίοτε χρησιμοποιηθεί για την κατανομή του ανθρώπινου δυναμικού σε διάφορες θέσεις εργασίας καθώς και τους περιορισμούς της κάθε μεθόδου. Επιπλέον σκοπό είχαμε επίσης να μελετήσουμε τον τρόπο εφαρμογής του γραμμικού προγραμματισμού σε μία επιχείρηση, γι' αυτό το λόγο επιλέξαμε να μελετήσουμε την «Ανδρικόπουλος ΑΕΒΕ». Η συγκεκριμένη επιχείρηση αποτελεί τη μεγαλύτερη αλυσίδα super market στην Πάτρα, με πολλές δραστηριότητες και μεγάλο αριθμό προσωπικού διαφόρων βαθμίδων. Σκοπός της έρευνας μας ήταν να πάρουμε κάποια αποτελέσματα τα οποία θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον καλύτερο προγραμματισμό, έλεγχο και αποτελεσματικότερης οργάνωσης της διαχείρισης του ανθρώπινου δυναμικού της. λαμβάνοντας υπόψη μας τα πληρωτέα έξοδα για το προσωπικό καθώς και τις απαιτήσεις για την εκπαίδευση τους. Γι' αυτό το σκοπό θα δημιουργηθεί ένα μοντέλο στο οποίο θα εμφανίζεται ο σωστός αριθμός εργαζομένων που είναι απαραίτητοι για την ομαλή λειτουργία της εταιρίας σε συνδυασμό με την ελαχιστοποίηση του κόστους της.

Πρώτη Έρευνα

Σκοπός της ερευνάς μας ήταν η ελαχιστοποίηση του κόστους και η άριστη κατανομή του ανθρώπινου δυναμικού. Για το σκοπό της έρευνας δημιουργήθηκε και απαντήθηκε ένα ερωτηματολόγιο που ζητούσε τον αριθμό των εργαζομένων ανά τμήμα, ο προϋπολογισμός μισθών ανά βαθμίδα εργαζομένων, η συχνότητα και τα έξοδα εκπαίδευσης των εργαζομένων και η αναλογίες – ποσοτώσεις των εργαζομένων προς άλλες βαθμίδες εργαζομένων. Βασίζόμενοι στα δεδομένα που λάβαμε, επεξεργαστήκαμε τα στοιχεία και δημιουργήσαμε το κατάλληλα μοντέλο Γραμμικού Προγραμματισμού, το οποίο επιλύθηκε με το πρόγραμμα LINDO.

Τα συμπεράσματα που καταλήξαμε είναι ότι:

- Ο τρόπος κατανομής των θέσεων εργασίας ορίζεται σε 170 άτομα με κόστος 2.200.000€, σε σχέση με τα άτομα που απασχολεί αυτή τη στιγμή η επιχείρηση 340 άτομα μερικής απασχόλησης ή 293 πλήρους απασχόλησης, με κόστος 3.741.000€. Παρατηρούμε ότι παρέχεται η δυνατότητα υλοποίησης των ίδιων δραστηριοτήτων της επιχείρησης κατάλληλη αντιστοίχιση και

εξοικονόμηση 1.541.000€ τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για άλλες αναπτυξιακές δραστηριότητες της εταιρείας. Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι στις τελευταίες κατηγορίες η προτεινομένη λύση αφορά εργαζόμενους και δραστηριότητες πλήρους απασχόλησης. Στη λήψη επιχειρηματικής απόφασης στη διαχείριση του προσωπικού θα πρέπει βέβαια να λάβουμε υπόψη μας της ιδιαιτερότητες της επιχείρησης και της αγοράς. Ως ιδιαιτερότητα θα μπορούσαμε να αναφέρουμε την περίπτωση των εργαζομένων της καθαριότητας που είναι δέκα (10) άτομα, ένα ανά κατάστημα τα οποία τυπικά μπορούμε να αναγάγουμε σε πλήρους απασχόλησης ενώ στην πράξη αυτό δεν είναι εφικτό. Η επιχείρηση μπορεί να χρησιμοποιήσει τα αποτελέσματα εξορθολόγησης του Ακέραιου Γραμμικού Προγραμματισμού στα διάφορα τμήματα της επιχείρησης, συνδυάζοντας εργαζόμενους πλήρους και μερικής απασχόλησης κρατώντας ίδιο το ισοδύναμο με τις δραστηριότητες πλήρους απασχόλησης.

- Η επιχείρηση με αυτό το μοντέλο μπορεί εύκολα και γρήγορα να κατανείμει το σωστό αριθμό ανθρώπινου δυναμικού σε διάφορα τμήματα.
- Με τη χρήση της ανάλυση ευαισθησίας μπορεί να προσαρμόσει τη λύση στα δικά της σχέδια λειτουργίας.
- Στη λήψη επιχειρηματικής απόφασης στη διαχείριση του προσωπικού θα πρέπει πάντοτε να λαμβάνουμε υπόψη μας της ιδιαιτερότητες της εκάστοτε επιχείρησης του περιβάλλοντος που δραστηριοποιείτε και τις ιδιαιτερότητες της αγοράς.

Δεύτερη Έρευνα

Σκοπός της έρευνας, είναι η μελέτη μιας υπόθεσης εργασίας για τη μεταβολή της κατανομής των θέσεων ανά διαβάθμιση Γι' αυτό το σκοπό εισάγαμε νέους περιορισμούς όπως η αναλογία των εργαζομένων ανά βαθμίδα ως προς το σύνολο των εργαζομένων (π.χ. ο αριθμός των διευθυντών ως προς το σύνολο των εργαζομένων σε ποσοστά), μειώνοντας παράλληλα το κατώτερο προϋπολογισμένο ποσό ως προς τις δαπάνες του ανθρώπινου δυναμικού, ελαχιστοποιώντας έτσι το κόστος εργασίας. Βασιζόμενοι στα νέα δεδομένα που εισάγαμε, επεξεργαστήκαμε τα στοιχεία μέσω της δημιουργίας νέου διευρυμένου μοντέλου Γραμμικού Προγραμματισμού, το οποίο επιλύθηκε με το πρόγραμμα LINDO.

Τα συμπεράσματα που καταλήξαμε είναι ότι:

- Ο τρόπος κατανομής των θέσεων εργασίας ορίζεται σε 186 άτομα με κόστος 2.462.200€, σε σχέση με τα άτομα που απασχολεί αυτή τη στιγμή η επιχείρηση 340 άτομα μερικής απασχόλησης ή 293 πλήρους απασχόλησης, με κόστος 3.741.000€. Παρατηρούμε ότι παρέχεται η δυνατότητα υλοποίησης των ίδιων δραστηριοτήτων της επιχείρησης με κατάλληλη αντιστοίχιση και εξοικονόμηση 1.278.800€ ετησίως, δηλαδή όπως αυτή επηρεάστηκε από τη μείωση του κεφαλαίου κατά 100.000€ που ορίσαμε ως το ποσό που επιθυμούμε να εξοικονομήσουμε (μείωση του κατώτερου προϋπολογισμένου ποσού) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άλλες αναπτυξιακές δραστηριότητες

της εταιρείας. Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι στις τελευταίες κατηγορίες η προτεινομένη λύση αφορά εργαζόμενους και δραστηριότητες πλήρους απασχόλησης. Στη λήψη επιχειρηματικής απόφασης στη διαχείριση του προσωπικού θα πρέπει βέβαια να λάβουμε υπόψη μας της ιδιαιτερότητες της επιχείρησης και της αγοράς. Ως ιδιαιτερότητα θα μπορούσαμε να αναφέρουμε την περίπτωση των εργαζομένων της καθαριότητας που είναι δέκα (10) άτομα, ένα ανά κατάσταση τα οποία τυπικά μπορούμε να αναγάγουμε σε πλήρους απασχόλησης ενώ στην πράξη αυτό δεν είναι εφικτό. Η επιχείρηση μπορεί να χρησιμοποιήσει τα αποτελέσματα εξορθολόγησης του Ακέραιου Γραμμικού Προγραμματισμού στα διάφορα τμήματα της επιχείρησης, συνδυάζοντας εργαζόμενους πλήρους και μερικής απασχόλησης κρατώντας ίδιο το ισοδύναμο με τις δραστηριότητες πλήρους απασχόλησης.

- Η λύση αυτή επιφέρει βελτιστοποιήσεις κόστους και στην περίπτωση μεγάλων επιχειρήσεων δημιουργεί οικονομίες κλίμακας.
- Στη λήψη επιχειρηματικής απόφασης στη διαχείριση του προσωπικού θα πρέπει πάντοτε να λαμβάνουμε υπόψη μας της ιδιαιτερότητες της εκάστοτε επιχείρησης του περιβάλλοντος που δραστηριοποιείτε και τις ιδιαιτερότητες της αγοράς.

Μελλοντική έρευνα

Η συγκεκριμένη εργασία θα μπορούσε να επεκτείνει περαιτέρω και πιο εξειδικευμένα την έρευνά της πάνω στο θέμα της διαχείρισης προσωπικού στην «Ανδρικόπουλος ΑΕΒΕ» λόγω των νέων συνθηκών που δημιουργούνται στη συγκεκριμένη εταιρία μέσω της ταχείας ανάπτυξής της. Πιο συγκεκριμένα θα μπορούσαμε να προσθέσουμε επιπλέον μεταβλητές και περιορισμούς όπως:

- Άτομα ανά τμήμα
- Ωρες απασχόλησης εργαζομένων (πλήρους η μερικής απασχόλησης)
- Αριθμός αιτήσεων για θέσεις εργασίας σε κάθε διαβάθμιση
- Προϋπολογισμός ανά διαβάθμιση
- Προϋπολογισμός για εκπαίδευση
- Αναλογία εργαζομένων ανά βαθμίδα

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Βάγια Δ., Χιωτίδης Γ., 2013, *Εισαγωγή στην επιχειρησιακή έρευνα*, Αθήνα, Τζίολας,
2. Βόσκογλου Μ., 2010, *Εισαγωγή στην επιχειρησιακή έρευνα*, Πάτρα, Γκότσης,
3. Βουτσινάς Β., 2003, *Θέματα επιχειρηματικής νοημοσύνης*, Αθήνα, Κωσταρακης,
4. Λιαρμακόπουλος Μ., 1997, *Αρχές Διοικήσεως Επιχειρήσεων*, Αθήνα, Οργανισμός διδακτικών βιβλίων,
5. Πετράκης Μ., 2011, *Έρευνα Marketing - Η ερευνητική μεθοδολογία*, Αθήνα, Σταμούλης,
6. Σιώμοκος Ι., Μαύρος Δ., 2008, *Ερευνά Αγοράς*, Αθήνα, Σταμούλης,
7. Φαναριώτη Π., 2001, *Αρχές οργάνωσης και διοικήσεως επιχειρήσεων – Εισαγωγή στο σύγχρονο Management*, Αθήνα, Σταμούλης,
8. Carie Alan, 1988, *Simulation of manufacturing systems*, Willey,
9. Dowling E.T., 1980, *Mathematics for Economists*, New York, Schaum's outline Series Mc Graw-Hill,
10. Hillier F. S., Lieberman G. J., 2001, *Εισαγωγή στην επιχειρησιακή έρευνα*, Αθήνα, Παπαζήσης,
11. Kemeny J., Snell J., 2006, *Finite Markov Chains*, New York, Verlag.

Ιστοσελίδες:

12. J.Wang, A review of operation research applications in workforce planning and potential modeling of military training.

http://www.researchgate.net/publication/27254195_A_review_of_operations_research_applications_in_workforce_planning_and_potential_modelling_of_military_training

13. Application of operation research in HRM,

http://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CCYQFjAA&url=http%3A%2F%2Fxisppm.files.wordpress.com%2F2010%2F12%2Fapplication-of-operations-research-in-hrm.pptx&ei=h8lsVMmMOorhywPbxYGGbW&usg=AFQjCNFXjaqFqmQWN5mr_CoxDgRCNUFQeg&sig2=7dw-OKUEXVi7Av3_-Ond5w&bvm=bv.80120444,d.bGQ

14. Τα πλαίσια μοντελοποίησης IDEF,

<http://www.logistics.tuc.gr/contents/lessons/M4/To%20%CF%80%CE%BB%CE%B1%CE%AF%CF%83%CE%B9%CE%BF%20%CE%BC%CE%BF%CE%BD%CF%84%CE%B5%CE%BB%CE%BF%CF%80%CE%BF%CE%AF%CE%B7%CF%83%CE%B7%CF%82%20IDEF.pdf>

15. IDEF1, information modeling method ,

<http://www.idef.com/idef1.htm>

16. IDEF5, information modeling method ,

<http://www.idef.com/IDEF5.htm>

17. <http://www.andrikopoulos.com.gr/home>

18. Intl.Res.J.Appl.Basic.Sci.Vol.,6(2),139-143,2013

http://www.irjabs.com/files_site/paperlist/r_1662_131014104531.pdf

Σημειώσεις:

19. Προσωπικές σημειώσεις στο μάθημα «Εισαγωγή στην επιχειρησιακή έρευνα», διδάσκων κ. Κακαρελίδης, χειμερινό εξάμηνο 2013

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

1. ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ

Ερωτήσεις για το ερευνητικό κομμάτι της πτυχιακής με θέμα βέλτιστη κατανομή στη διαχείριση Ανθρώπινου δυναμικού με χρήση Γραμμικού Προγραμματισμού

1. Ποιά είναι τα διάφορα τμήματα του οργανισμού; (π.χ. τμήμα μεταφορών, λογιστές, γραμματείς, πωλητές ...)

τιμήματα: ¹

<u>Τμήματα οργανισμού</u>	<u>Κατανομή εργαζομένων (διαβαθμίσεις εργαζομένων)</u>	<u>Αριθμός Ατόμων ανάλογα με τη διαβάθμιση</u>	<u>Ιδεατός αριθμός ατόμων ανάλογα με τη διαβάθμιση</u>	<u>Μισθολογική βάση *</u>

(διαβαθμίσεις εργαζομένων : 1. απλό εργατικό δυναμικό, 2. επιβλέποντες, 3. Διευθυντές παραγωγής, 4. Απλό διοικητικό προσωπικό, 5. Διοικητικοί προϊστάμενοι, 6. στελέχη πωλήσεων, 7. Διευθυντές τμημάτων, 8. Ανώτερα διοικητικά στελέχη)

***Διαφορετικοί μισθοί στις αντίστοιχες διαβαθμίσεις ανά τμήμα ή κοινός; Σε περίπτωση που είναι διαφορετικοί αναγράφετε δίπλα το Μ.Ο. μισθών σε αντίθετη περίπτωση παραχωρείστε στο δεύτερο πίνακα.**

¹ παράδειγμα για τη συμπλήρωση του παραπάνω πίνακα

Τμήματα οργανισμού	Κατανομή εργαζομένων (διαβαθμίσεις)	Αριθμός ατόμων ανάλογα με τις διαβαθμίσεις	Ιδεατός αριθμός ατόμων ανάλογα με τις διαβαθ/σεις	Μισθολογική βάση (το έτος)
Αποθήκη	Απλοί εργαζόμενοι	25	30	6000
	Επιβλέποντες	8	10	7800
Πωλητές	Απλοί πωλητές	6500
	Επιβλέποντες	8000
	Διευθυντές πωλητών

2. Μ.Ο. μισθού ανάλογα με την ομάδα που ανήκει
3. Ταξινόμηση εργαζομένων σε αριθμούς στα αντίστοιχα τμήματα; *πραγματικά νούμερα και ιδεατά* (π.χ. χ εργαζόμενοι στο τμήμα προσωπικού, ψ εργαζόμενοι στο τμήμα λογιστηρίου)
4. Αναλογία βαθμού υπαλλήλου σε σχέση με άλλο βαθμό υπάλληλου (π.χ. οι εμπειρογνώμονες να είναι το $\frac{1}{2}$ σε σχέση με όλους τους άλλους εργαζόμενους) - περιορισμοί πάνω σε αυτό
5. Μισθοί εργαζομένων μέγιστοι ανά βαθμίδα εργαζομένων

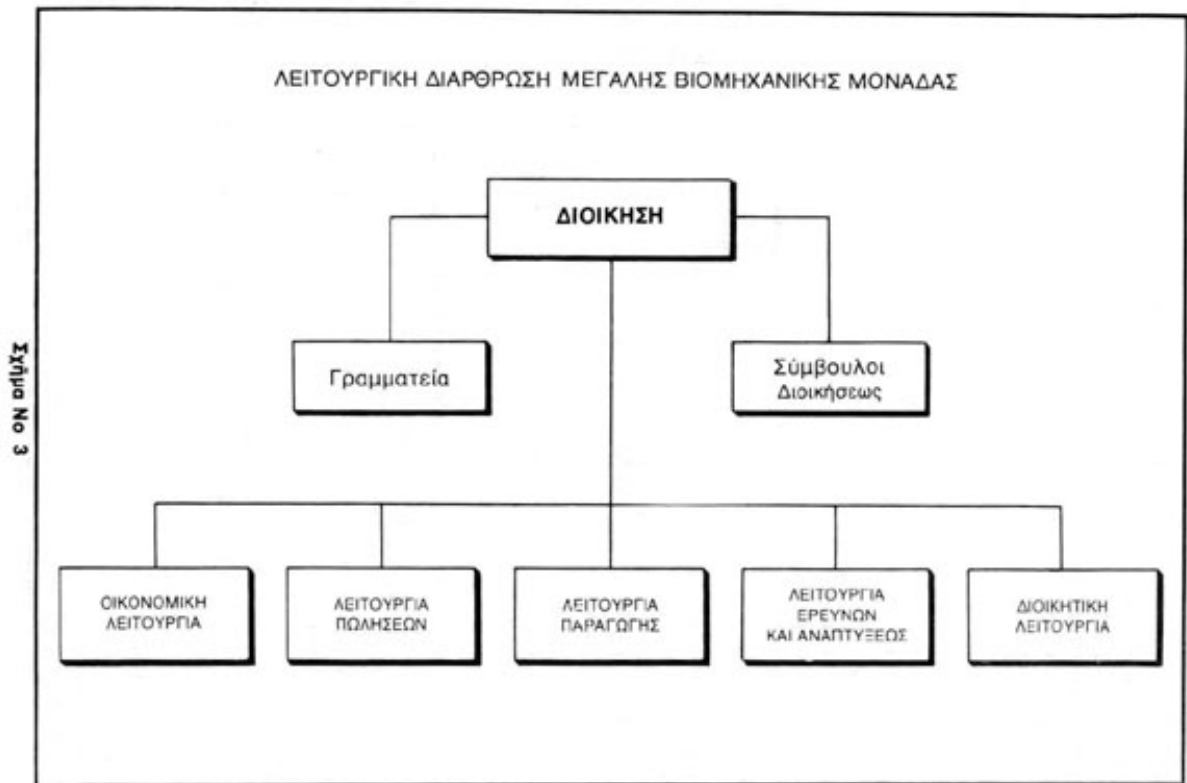
Διαβαθμίσεις Εργαζομένων	Άτομα (αριθμός ατόμων σε κάθε διαβάθμιση)	Άτομα (ιδεατός αριθμός ατόμων σε κάθε διαβάθμιση)	Μισθολογική βάση Τιμή μεγέθους ανά κατηγοριοποίηση (π.χ. $\leq \chi$ ποσό)	Σύνολο δαπανών ανά κατηγορία
Απλό εργατικό Δυναμικό				
Επιβλέποντες				
Διευθυντές παραγωγής				
Απλό διοικητικό προσωπικό				
Διοικητικοί προϊστάμενοι				
Στελέχη πωλήσεων				
Διευθυντές τμημάτων				
Ανώτερα Διοικητικά Στελέχη				
Σύνολο				

6. Τι πρόγραμμα ανακοινώσεων για εύρεση εργαζομένων χρησιμοποιείται (εσωτερική και εξωτερική πρόσληψη) και αριθμός υπαλλήλων που κάνουν αίτηση ανάλογα με το βαθμό υπαλλήλου
Εσωτερική πρόσληψη
Εξωτερική πρόσληψη
7. Εκπαιδευτικό κόστος μόνιμου προσωπικού; (π.χ. εκπαιδεύονται; Αν, ΝΑΙ πόσο είναι το προϋπολογισμένο κόστος;)
8. Μέγιστο ποσό προϋπολογισμένο για μισθούς και για εκπαίδευση έκτακτου προσωπικού; (π.χ. εκπαιδεύονται; Αν, ΝΑΙ πόσο είναι το προϋπολογισμένο κόστος;)

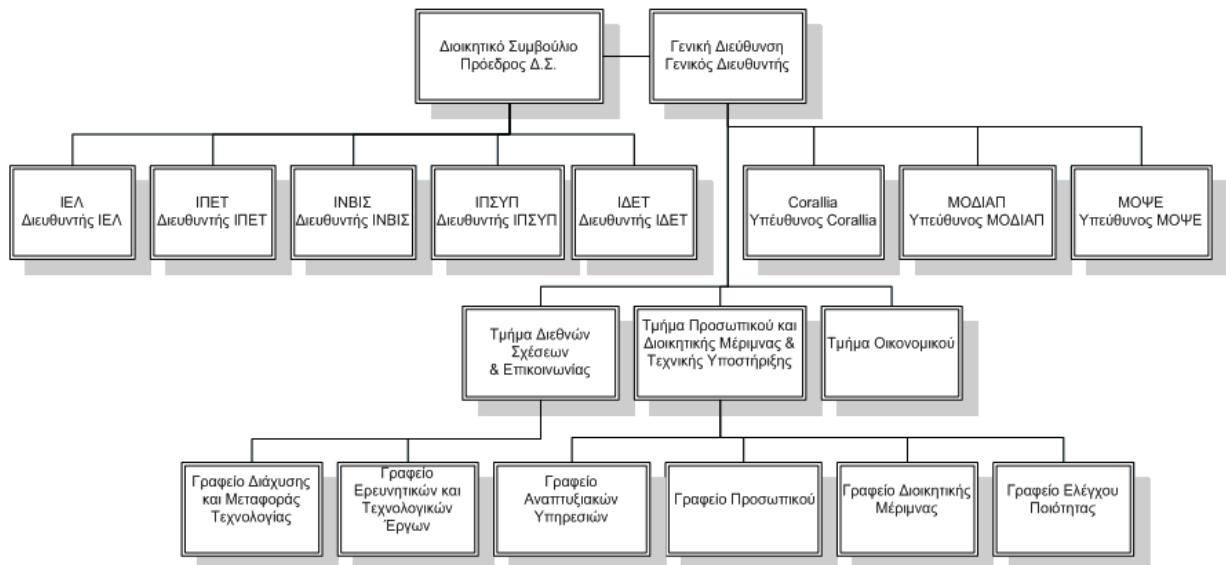
Διαβαθμίσεις Εργαζομένων	Προϋπολογ/μός για εκπαίδευση μόνιμου προσωπικού στις διάφορες διαβαθμίσεις	Πόσοι έκαναν αίτηση πρόσληψης για τις αντίστοιχες διαβαθμίσεις	Προϋπολογ/μός για εκπαίδευση έκτακτου προσωπικού	Σύνολο ποσού για εκπαίδευση στις διάφορες κατηγορίες εργαζομένων	Μισθός για έκτακτο προσωπικό σε κάθε διαβάθμιση
Απλό εργατικό Δυναμικό					
Επιβλέποντες					
Διευθυντές παραγωγής					
Απλό διοικητικό προσωπικό					
Διοικητικοί προϊστάμενοι					
Στελέχη πωλήσεων					
Διευθυντές τμημάτων					
Ανώτερα Διοικητικά Στελέχη					
Σύνολο					

9. Ποία είναι η ιεραρχική δομή του οργανισμού;
(παρακάτω είναι τα δύο βασικά πρότυπα, παρακαλείστε να διαλέξετε πιο
ταιριάζει σε εσάς και αν μπορείτε να δώσετε το δικό σας)

Οριζόντια δομή



Κάθετη δομή



2. ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΟ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

2.1 ΟΡΓΑΝΩΓΡΑΜΜΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗΣ



2.2 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗΣ

ΤΜΗΜΑΤΑ		ΔΙΑΒΑΘΜΙΣΕΙΣ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ	ΜΙΣΘΟΛΟΓΙΚΗ ΒΑΣΗ/ΕΤΟΣ= ΜΙΚΤΕΣ ΑΠΟΔΟΧΕΣ (Μ.Ο. ΠΕΡΙΠΟΥ)
ΔΙΟΙΚΗΣΗ				
	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ			
		ΔΙΕΥΘΥΝΤΕΣ	2	25.000,00€
		ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΑ ΣΤΕΛΕΧΗ	2	20.000,00€
		ΑΠΛΟΙ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟΙ	3	13.000,00€
	ΛΟΓΙΣΤΗΡΙΟ			
		ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΟΙ	1	20.000,00€
		ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΑ ΣΤΕΛΕΧΗ	1	18.000,00€
		ΑΠΛΟΙ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟΙ	4	13.000,00€
	ΤΜΗΜΑ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ			
		ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΟΙ	1	22.000,00€

		ΑΠΛΟΙ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟΙ	2	15.000,00€
	ΜΗΧΑΝΟΓΡΑΦΗΣΗ			
		ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΟΙ	1	18.000,00€
		ΑΠΛΟΙ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟΙ	1	12.500,00€
ΤΜΗΜΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ				
	ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ			
	ΣΥΝΤΗΡΗΣΕΙΣ – ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ			
		ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΟΙ	2	20.000,00€
		ΑΠΛΟΙ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟΙ	4	15.000,00€
ΕΜΟΡΙΚΟ ΤΜΗΜΑ (ΑΓΟΡΩΝ & ΔΙΑΝΟΜΗΣ)				
	ΑΓΟΡΕΣ	ΔΙΕΥΘΥΝΤΕΣ	3	22.000,00€
	ΔΙΑΝΟΜΗ/LOGISTIC	ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΟΙ	3	19.000,00€
	ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ	ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΑ ΣΤΕΛΕΧΗ	2	17.000,00€
	MARKETING	ΑΠΛΟΙ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟΙ	10	15.000,00€
		ΕΡΓΑΤΕΣ ΑΝΕΙΔΙΚΕΥΤΟΙ	30	40ωρος=10.500,00€ 34ωρος=9.1870,50€ 30ωρος=7.870,00€ 25ωρος=6.560,00€
ΠΩΛΗΣΕΙΣ – ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΚΑΤΑΣΤ/ΤΑ				
	ΔΙΑΝΙΚΕΣ ΠΩΛΗΣΕΙΣ	ΔΙΕΥΘΥΝΤΕΣ	9	25.000,00€
	ΧΟΝΔΡΙΚΕΣ ΠΩΛΗΣΕΙΣ	ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΟΙ	12	18.000,00€
		ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΑ ΣΤΕΛΕΧΗ	2	17.000,00€
		ΑΠΛΟΙ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟΙ	5	13.000,00€
		ΠΩΛΗΤΕΣ	200	40ωρος=10.500,00€ 34ωρος=9.1870,50€ 30ωρος=7.870,00€ 25ωρος=6.560,00€
		ΕΡΓΑΤΕΣ ΑΝΕΙΔΙΚΕΥΤΟΙ	30	
		ΚΑΘΑΡΙΟΤΗΤΑ	10	
ΣΥΝΟΛΟ			340	

Μία σημαντική λεπτομέρεια που πρέπει να προσέξουμε ιδιαιτέρως ότι στις διαβαθμίσεις που έχουμε εργαζόμενους με μερική απασχόληση το ποσοστό αυτό είναι ένα 19% 25ωρων, ένα 11% 30ωρων, ένα 10% 34ωρων και οι υπόλοιποι είναι 40ωροι.

Στην ερώτηση σχετικά με την πρόσληψη επιπλέον προσωπικού, ανακαλύψαμε ότι το 2% προέρχεται από εσωτερική πρόσληψη και το υπόλοιπο 98% προέρχεται από τη βάση δεδομένων των βιογραφικών που φτάνει στο γραφείο του προσωπικού με προσωπική προέλευση του ενδιαφερομένου. Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι ο κάθε ενδιαφερόμενος δίνει το βιογραφικό του όταν γενικά αναζητά θέση εργασίας καθώς η εταιρία δεν βγάζει ανακοινώσεις.

3. ΜΟΝΤΕΛΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΓΡΑΜΜΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΣΤΟ LINDO

3.1 Μοντέλο μελέτης περίπτωσης

```
MIN 24.3x1+18.6x2+18x3+14x4+10.5x5+10.5x6+10.5x7
SUBJECT TO
x1+x2+x3+x4+x5+x6<=340
24300x1<=341000
18600x2<=373000
18000x3<=126000
14000x4<=409000
10500x5<=1867000
10500x6<=561000
10500x7<=66000
x1>=10
x1<=14
x2>=15
x2<=20
x3>=5
x3<=7
x4>=20
x4<=29
x5>=60
x5<=178
x6>=45
x6<=55
x7>=6
x7<=10
24.3x1+18.6x2+18x3+14x4+10.5x5+10.5x6+10.5x7<= 3741
24.3x1+18.6x2+18x3+14x4+10.5x5+10.5x6+10.5x7>= 2200
END
GIN 7
```

3.2 Αποτελέσματα λογισμικού

```
DELETE X1 AT LEVEL 9
DELETE X3 AT LEVEL 8
DELETE X4 AT LEVEL 7
FLIP X5 TO >= 64 AT 6 WITH BND= -2200.0000
SET X4 TO <= 25 AT 7, BND= -2200. TWIN= -2202. 8785
SET X5 TO <= 66 AT 8, BND= -2200. TWIN= -2200. 8793
SET X6 TO >= 46 AT 9, BND= -2200. TWIN= -2200. 8798
SET X5 TO >= 66 AT 10, BND= -2200. TWIN= -2200. 8802
SET X3 TO <= 6 AT 11, BND= -2200. TWIN= -2200. 8809
SET X6 TO <= 46 AT 12, BND= -2200. TWIN= -2200. 8813
SET X4 TO >= 21 AT 13, BND= -2200. TWIN=-0.1000E+31 8815
SET X3 TO >= 6 AT 14, BND= -2200. TWIN= -2200. 8817
SET X1 TO <= 10 AT 15, BND= -2200. TWIN= -2206. 8821
```

```

SET    X4 TO >= 23 AT 16, BND= -2210.  TWIN=-0.1000E+31  8830
DELETE X4 AT LEVEL 16
DELETE X1 AT LEVEL 15
FLIP   X3 TO <= 5 AT 14 WITH BND= -2200.0000
SET    X4 TO >= 22 AT 15, BND= -2200.  TWIN=-0.1000E+31  8831
SET    X1 TO <= 10 AT 16, BND= -2200.  TWIN= -2202.    8836
SET    X4 TO >= 24 AT 17, BND= -2206.  TWIN=-0.1000E+31  8847
DELETE X4 AT LEVEL 17
DELETE X1 AT LEVEL 16
DELETE X4 AT LEVEL 15
DELETE X3 AT LEVEL 14
DELETE X4 AT LEVEL 13
FLIP   X6 TO >= 47 AT 12 WITH BND= -2200.0000
SET    X1 TO >= 11 AT 13, BND= -2200.  TWIN= -2200.    8850
SET    X3 TO <= 5 AT 14, BND= -2200.  TWIN= -2202.    8861
SET    X4 TO <= 21 AT 15, BND= -2200.  TWIN= -2212.    8867
SET    X6 TO <= 48 AT 16, BND= -2200.  TWIN= -2205.    8877
SET    X4 TO >= 21 AT 17, BND= -2200.  TWIN=-0.1000E+31  8881
SET    X6 TO >= 48 AT 18, BND= -2209.  TWIN=-0.1000E+31  8884
DELETE X6 AT LEVEL 18
DELETE X4 AT LEVEL 17
DELETE X6 AT LEVEL 16
DELETE X4 AT LEVEL 15
DELETE X3 AT LEVEL 14
FLIP   X1 TO <= 10 AT 13 WITH BND= -2200.0000
SET    X4 TO <= 22 AT 14, BND= -2200.  TWIN= -2202.    8893
SET    X6 TO <= 49 AT 15, BND= -2200.  TWIN= -2201.    8903
SET    X4 TO >= 21 AT 16, BND= -2200.  TWIN=-0.1000E+31  8906
SET    X3 TO >= 6 AT 17, BND= -2200.  TWIN= -2200.    8909
SET    X6 TO <= 47 AT 18, BND= -2200.  TWIN= -2203.    8914
SET    X4 TO >= 22 AT 19, BND= -2206.  TWIN=-0.1000E+31  8921
DELETE X4 AT LEVEL 19
DELETE X6 AT LEVEL 18
FLIP   X3 TO <= 5 AT 17 WITH BND= -2200.0000
SET    X4 TO >= 22 AT 18, BND= -2200.  TWIN=-0.1000E+31  8926
SET    X6 TO >= 49 AT 19, BND= -2209.  TWIN=-0.1000E+31  8930
DELETE X6 AT LEVEL 19
DELETE X4 AT LEVEL 18
DELETE X3 AT LEVEL 17
DELETE X4 AT LEVEL 16
DELETE X6 AT LEVEL 15
DELETE X4 AT LEVEL 14
DELETE X1 AT LEVEL 13
DELETE X6 AT LEVEL 12
FLIP   X3 TO >= 7 AT 11 WITH BND= -2200.0000
SET    X4 TO <= 21 AT 12, BND= -2200.  TWIN= -2214.    8953
SET    X1 TO <= 10 AT 13, BND= -2200.  TWIN= -2210.    8960
SET    X6 TO >= 47 AT 14, BND= -2203.  TWIN=-0.1000E+31  8970
DELETE X6 AT LEVEL 14
DELETE X1 AT LEVEL 13

```

```

DELETE    X4 AT LEVEL  12
DELETE    X3 AT LEVEL  11
FLIP     X5 TO <=    65 AT  10 WITH BND= -2200.0000
SET      X3 TO >=    6 AT  11, BND= -2200.  TWIN= -2200.    8984
SET      X4 TO <=   23 AT  12, BND= -2200.  TWIN= -2203.    8998
SET      X6 TO <=   46 AT  13, BND= -2200.  TWIN= -2200.    9000
SET      X4 TO >=   21 AT  14, BND= -2200.  TWIN=-0.1000E+31 9002
SET      X1 TO >=   11 AT  15, BND= -2200.  TWIN= -2200.    9007
SET      X3 TO <=    6 AT  16, BND= -2200.  TWIN= -2203.    9010
SET      X4 TO <=   22 AT  17, BND= -2200.  TWIN= -2213.    9015
SET      X4 TO >=   22 AT  18, BND= -2200.  TWIN=-0.1000E+31 9016
SET      X5 TO >=   65 AT  19, BND= -2209.  TWIN=-0.1000E+31 9018
DELETE    X5 AT LEVEL  19
DELETE    X4 AT LEVEL  18
DELETE    X4 AT LEVEL  17
DELETE    X3 AT LEVEL  16
FLIP     X1 TO <=   10 AT  15 WITH BND= -2200.0000
SET      X4 TO >=   22 AT  16, BND= -2200.  TWIN=-0.1000E+31 9023
SET      X3 TO >=    7 AT  17, BND= -2200.  TWIN=-0.1000E+31 9027
SET      X5 TO <=   64 AT  18, BND= -2200.  TWIN= -2203.    9033
SET      X4 TO >=   23 AT  19, BND= -2207.  TWIN=-0.1000E+31 9041
DELETE    X4 AT LEVEL  19
DELETE    X5 AT LEVEL  18
DELETE    X3 AT LEVEL  17
DELETE    X4 AT LEVEL  16
DELETE    X1 AT LEVEL  15
DELETE    X4 AT LEVEL  14
FLIP     X6 TO >=   47 AT  13 WITH BND= -2200.0000
SET      X6 TO <=   47 AT  14, BND= -2200.  TWIN= -2200.    9046
SET      X1 TO >=   11 AT  15, BND= -2200.  TWIN= -2200.    9050
SET      X4 TO <=   21 AT  16, BND= -2200.  TWIN= -2209.    9060
SET      X5 TO >=   65 AT  17, BND= -2200.  TWIN= -2200.    9063
SET      X3 TO <=    6 AT  18, BND= -2200.  TWIN= -2210.    9067
SET      X4 TO >=   21 AT  19, BND= -2206.  TWIN=-0.1000E+31 9070
DELETE    X4 AT LEVEL  19
DELETE    X3 AT LEVEL  18
FLIP     X5 TO <=   64 AT  17 WITH BND= -2200.0000
SET      X4 TO >=   21 AT  18, BND= -2200.  TWIN=-0.1000E+31 9072
SET      X3 TO >=    7 AT  19, BND= -2213.  TWIN=-0.1000E+31 9076
DELETE    X3 AT LEVEL  19
DELETE    X4 AT LEVEL  18
DELETE    X5 AT LEVEL  17
DELETE    X4 AT LEVEL  16
FLIP     X1 TO <=   10 AT  15 WITH BND= -2200.0000
SET      X3 TO <=    6 AT  16, BND= -2200.  TWIN= -2200.    9080
SET      X5 TO >=   65 AT  17, BND= -2200.  TWIN=-0.1000E+31 9082
SET      X4 TO >=   23 AT  18, BND= -2210.  TWIN=-0.1000E+31 9087
DELETE    X4 AT LEVEL  18
DELETE    X5 AT LEVEL  17
FLIP     X3 TO >=    7 AT  16 WITH BND= -2200.0000

```

SET X4 TO >= 22 AT 17, BND= -2203. TWIN=-0.1000E+31 9093
 DELETE X4 AT LEVEL 17
 DELETE X3 AT LEVEL 16
 DELETE X1 AT LEVEL 15
 FLIP X6 TO >= 48 AT 14 WITH BND= -2200.0000
 SET X4 TO <= 22 AT 15, BND= -2200. TWIN= -2210. 9102
 SET X3 TO <= 6 AT 16, BND= -2200. TWIN= -2200. 9112
 SET X1 TO >= 11 AT 17, BND= -2200. TWIN= -2200. 9115
 SET X6 TO <= 48 AT 18, BND= -2200. TWIN= -2202. 9118
 SET X4 TO <= 20 AT 19, BND= -2200. TWIN= -2206. 9126
 SET X5 TO >= 65 AT 20, BND= -2202. TWIN=-0.1000E+31 9130
 DELETE X5 AT LEVEL 20
 DELETE X4 AT LEVEL 19
 DELETE X6 AT LEVEL 18
 FLIP X1 TO <= 10 AT 17 WITH BND= -2200.0000
 SET X5 TO >= 65 AT 18, BND= -2200. TWIN= -2200. 9135
 SET X6 TO <= 50 AT 19, BND= -2200. TWIN= -2210. 9142
 SET X4 TO >= 21 AT 20, BND= -2200. TWIN=-0.1000E+31 9145
 SET X6 TO <= 48 AT 21, BND= -2200. TWIN= -2203. 9149
 SET X4 TO >= 22 AT 22, BND= -2206. TWIN=-0.1000E+31 9156
 DELETE X4 AT LEVEL 22
 DELETE X6 AT LEVEL 21
 DELETE X4 AT LEVEL 20
 DELETE X6 AT LEVEL 19
 FLIP X5 TO <= 64 AT 18 WITH BND= -2200.0000
 SET X4 TO >= 21 AT 19, BND= -2200. TWIN=-0.1000E+31 9158
 SET X6 TO <= 49 AT 20, BND= -2200. TWIN= -2203. 9163
 SET X6 TO >= 49 AT 21, BND= -2200. TWIN=-0.1000E+31 9166
 SET X4 TO >= 22 AT 22, BND= -2206. TWIN=-0.1000E+31 9173
 DELETE X4 AT LEVEL 22
 DELETE X6 AT LEVEL 21
 DELETE X6 AT LEVEL 20
 DELETE X4 AT LEVEL 19
 DELETE X5 AT LEVEL 18
 DELETE X1 AT LEVEL 17
 FLIP X3 TO >= 7 AT 16 WITH BND= -2200.0000
 SET X4 TO <= 21 AT 17, BND= -2200. TWIN= -2214. 9188
 SET X1 TO <= 10 AT 18, BND= -2200. TWIN= -2210. 9196
 SET X6 TO <= 48 AT 19, BND= -2200. TWIN= -2203. 9206
 SET X5 TO >= 65 AT 20, BND= -2203. TWIN=-0.1000E+31 9213
 DELETE X5 AT LEVEL 20
 DELETE X6 AT LEVEL 19
 DELETE X1 AT LEVEL 18
 DELETE X4 AT LEVEL 17
 DELETE X3 AT LEVEL 16
 DELETE X4 AT LEVEL 15
 DELETE X6 AT LEVEL 14
 DELETE X6 AT LEVEL 13
 DELETE X4 AT LEVEL 12
 FLIP X3 TO <= 5 AT 11 WITH BND= -2200.0000

SET X4 TO >= 23 AT 12, BND= -2200. TWIN= -2200. 9224
 SET X1 TO >= 11 AT 13, BND= -2200. TWIN= -2200. 9230
 SET X5 TO <= 64 AT 14, BND= -2200. TWIN= -2205. 9232
 SET X4 TO <= 23 AT 15, BND= -2200. TWIN= -2209. 9235
 SET X6 TO >= 47 AT 16, BND= -2205. TWIN=-0.1000E+31 9240
 DELETE X6 AT LEVEL 16
 DELETE X4 AT LEVEL 15
 DELETE X5 AT LEVEL 14
 FLIP X1 TO <= 10 AT 13 WITH BND= -2200.0000
 SET X4 TO <= 24 AT 14, BND= -2200. TWIN= -2200. 9244
 SET X6 TO <= 47 AT 15, BND= -2200. TWIN= -2200. 9251
 SET X6 TO >= 47 AT 16, BND= -2200. TWIN=-0.1000E+31 9253
 SET X4 TO >= 24 AT 17, BND= -2200. TWIN=-0.1000E+31 9254
 SET X5 TO >= 65 AT 18, BND= -2206. TWIN=-0.1000E+31 9259
 DELETE X5 AT LEVEL 18
 DELETE X4 AT LEVEL 17
 DELETE X6 AT LEVEL 16
 FLIP X6 TO >= 48 AT 15 WITH BND= -2200.0000
 SET X5 TO <= 64 AT 16, BND= -2200. TWIN= -2202. 9263
 SET X4 TO <= 23 AT 17, BND= -2200. TWIN= -2206. 9271
 SET X6 TO >= 49 AT 18, BND= -2202. TWIN=-0.1000E+31 9281
 DELETE X6 AT LEVEL 18
 DELETE X4 AT LEVEL 17
 DELETE X5 AT LEVEL 16
 DELETE X6 AT LEVEL 15
 FLIP X4 TO >= 25 AT 14 WITH BND= -2200.0000
 SET X5 TO <= 64 AT 15, BND= -2200. TWIN= -2209. 9287
 SET X6 TO >= 47 AT 16, BND= -2209. TWIN=-0.1000E+31 9293
 DELETE X6 AT LEVEL 16
 DELETE X5 AT LEVEL 15
 DELETE X4 AT LEVEL 14
 DELETE X1 AT LEVEL 13
 FLIP X4 TO <= 22 AT 12 WITH BND= -2200.0000
 SET X4 TO >= 22 AT 13, BND= -2200. TWIN= -2200. 9306
 SET X6 TO <= 50 AT 14, BND= -2200. TWIN= -2209. 9316
 SET X6 TO >= 50 AT 15, BND= -2200. TWIN= -2200. 9318
 SET X5 TO <= 64 AT 16, BND= -2200. TWIN= -2209. 9323
 SET X1 TO >= 11 AT 17, BND= -2223. TWIN=-0.1000E+31 9326
 DELETE X1 AT LEVEL 17
 DELETE X5 AT LEVEL 16
 FLIP X6 TO <= 49 AT 15 WITH BND= -2200.0000
 SET X1 TO >= 11 AT 16, BND= -2200. TWIN=-0.1000E+31 9330
 SET X6 TO <= 47 AT 17, BND= -2200. TWIN= -2202. 9336
 SET X6 TO >= 47 AT 18, BND= -2200. TWIN=-0.1000E+31 9340
 SET X5 TO >= 65 AT 19, BND= -2202. TWIN=-0.1000E+31 9345
 DELETE X5 AT LEVEL 19
 DELETE X6 AT LEVEL 18
 DELETE X6 AT LEVEL 17
 DELETE X1 AT LEVEL 16
 DELETE X6 AT LEVEL 15

```

DELETE    X6 AT LEVEL  14
FLIP     X4 TO <=    21 AT  13 WITH BND= -2200.0000
SET      X6 TO <=   49 AT  14, BND= -2200.  TWIN= -2200.   9353
SET      X6 TO >=   49 AT  15, BND= -2200.  TWIN=-0.1000E+31 9354
SET      X4 TO >=   21 AT  16, BND= -2200.  TWIN=-0.1000E+31 9355
SET      X5 TO >=   65 AT  17, BND= -2200.  TWIN=-0.1000E+31 9357
SET      X1 TO >=   11 AT  18, BND= -2209.  TWIN=-0.1000E+31 9360
DELETE    X1 AT LEVEL  18
DELETE    X5 AT LEVEL  17
DELETE    X4 AT LEVEL  16
DELETE    X6 AT LEVEL  15
FLIP     X6 TO >=   50 AT  14 WITH BND= -2200.0000
SET      X1 TO >=   11 AT  15, BND= -2200.  TWIN= -2200.   9367
SET      X6 TO <=   50 AT  16, BND= -2200.  TWIN= -2205.   9372
SET      X5 TO <=   64 AT  17, BND= -2200.  TWIN= -2205.   9375
SET      X4 TO >=   21 AT  18, BND= -2209.  TWIN=-0.1000E+31 9380
DELETE    X4 AT LEVEL  18
DELETE    X5 AT LEVEL  17
DELETE    X6 AT LEVEL  16
DELETE    X1 AT LEVEL  15
DELETE    X6 AT LEVEL  14
DELETE    X4 AT LEVEL  13
DELETE    X4 AT LEVEL  12
DELETE    X3 AT LEVEL  11
DELETE    X5 AT LEVEL  10
FLIP     X6 TO <=   45 AT   9 WITH BND= -2200.0000
SET      X4 TO >=   23 AT  10, BND= -2200.  TWIN= -2200.   9386
SET      X1 TO >=   11 AT  11, BND= -2200.  TWIN= -2200.   9390
SET      X5 TO <=   65 AT  12, BND= -2200.  TWIN= -2205.   9394
SET      X3 TO <=    5 AT  13, BND= -2200.  TWIN= -2202.   9399
SET      X4 TO <=   24 AT  14, BND= -2200.  TWIN= -2212.   9407
SET      X5 TO >=   65 AT  15, BND= -2200.  TWIN=-0.1000E+31 9410
SET      X4 TO >=   24 AT  16, BND= -2209.  TWIN=-0.1000E+31 9414
DELETE    X4 AT LEVEL  16
DELETE    X5 AT LEVEL  15
DELETE    X4 AT LEVEL  14
DELETE    X3 AT LEVEL  13
DELETE    X5 AT LEVEL  12
FLIP     X1 TO <=   10 AT  11 WITH BND= -2200.0000
SET      X5 TO >=   66 AT  12, BND= -2200.  TWIN= -2200.   9422
SET      X4 TO <=   24 AT  13, BND= -2200.  TWIN= -2209.   9427
SET      X3 TO <=    6 AT  14, BND= -2200.  TWIN= -2217.   9438
SET      X4 TO >=   24 AT  15, BND= -2200.  TWIN=-0.1000E+31 9441
SET      X3 TO >=    6 AT  16, BND= -2213.  TWIN=-0.1000E+31 9446
DELETE    X3 AT LEVEL  16
DELETE    X4 AT LEVEL  15
DELETE    X3 AT LEVEL  14
DELETE    X4 AT LEVEL  13
FLIP     X5 TO <=   65 AT  12 WITH BND= -2200.0000
SET      X3 TO >=    6 AT  13, BND= -2200.  TWIN=-0.1000E+31 9449

```

SET X4 TO <= 23 AT 14, BND= -2200. TWIN= -2200. 9451
 SET X3 TO >= 7 AT 15, BND= -2200. TWIN=-0.1000E+31 9458
 SET X5 TO >= 65 AT 16, BND= -2207. TWIN=-0.1000E+31 9466
 DELETE X5 AT LEVEL 16
 DELETE X3 AT LEVEL 15
 FLIP X4 TO >= 24 AT 14 WITH BND= -2200.0000
 SET X5 TO <= 64 AT 15, BND= -2200. TWIN= -2203. 9472
 SET X3 TO <= 6 AT 16, BND= -2200. TWIN= -2210. 9480
 SET X4 TO >= 25 AT 17, BND= -2206. TWIN=-0.1000E+31 9485
 DELETE X4 AT LEVEL 17
 DELETE X3 AT LEVEL 16
 DELETE X5 AT LEVEL 15
 DELETE X4 AT LEVEL 14
 DELETE X3 AT LEVEL 13
 DELETE X5 AT LEVEL 12
 DELETE X1 AT LEVEL 11
 FLIP X4 TO <= 22 AT 10 WITH BND= -2200.0000
 SET X3 TO >= 7 AT 11, BND= -2200. TWIN= -2200. 9491
 SET X1 TO >= 11 AT 12, BND= -2200. TWIN= -2200. 9496
 SET X4 TO <= 21 AT 13, BND= -2200. TWIN= -2206. 9503
 SET X4 TO >= 21 AT 14, BND= -2200. TWIN=-0.1000E+31 9507
 SET X5 TO >= 65 AT 15, BND= -2203. TWIN=-0.1000E+31 9513
 DELETE X5 AT LEVEL 15
 DELETE X4 AT LEVEL 14
 DELETE X4 AT LEVEL 13
 FLIP X1 TO <= 10 AT 12 WITH BND= -2200.0000
 SET X5 TO >= 66 AT 13, BND= -2200. TWIN=-0.1000E+31 9515
 SET X4 TO >= 22 AT 14, BND= -2203. TWIN=-0.1000E+31 9522
 DELETE X4 AT LEVEL 14
 DELETE X5 AT LEVEL 13
 DELETE X1 AT LEVEL 12
 FLIP X3 TO <= 6 AT 11 WITH BND= -2200.0000
 SET X5 TO >= 66 AT 12, BND= -2200. TWIN=-0.1000E+31 9524
 SET X1 TO >= 11 AT 13, BND= -2200. TWIN=-0.1000E+31 9525
 SET X3 TO >= 6 AT 14, BND= -2200. TWIN=-0.1000E+31 9526
 SET X4 TO >= 22 AT 15, BND= -2209. TWIN=-0.1000E+31 9529
 DELETE X4 AT LEVEL 15
 DELETE X3 AT LEVEL 14
 DELETE X1 AT LEVEL 13
 DELETE X5 AT LEVEL 12
 DELETE X3 AT LEVEL 11
 DELETE X4 AT LEVEL 10
 DELETE X6 AT LEVEL 9
 FLIP X5 TO >= 67 AT 8 WITH BND= -2200.0000
 SET X1 TO >= 11 AT 9, BND= -2200. TWIN= -2200. 9537
 SET X3 TO <= 6 AT 10, BND= -2200. TWIN= -2210. 9547
 SET X5 TO <= 69 AT 11, BND= -2200. TWIN= -2205. 9551
 SET X4 TO <= 21 AT 12, BND= -2200. TWIN= -2202. 9562
 SET X4 TO >= 21 AT 13, BND= -2200. TWIN= -2200. 9565
 SET X3 TO <= 5 AT 14, BND= -2200. TWIN= -2206. 9572

```

SET    X6 TO <= 46 AT 15, BND= -2200.  TWIN= -2209.  9582
SET    X5 TO <= 68 AT 16, BND= -2200.  TWIN= -2209.  9589
SET    X5 TO >= 68 AT 17, BND= -2200.  TWIN=-0.1000E+31 9593
SET    X6 TO >= 46 AT 18, BND= -2209.  TWIN=-0.1000E+31 9598
DELETE X6 AT LEVEL 18
DELETE X5 AT LEVEL 17
DELETE X5 AT LEVEL 16
DELETE X6 AT LEVEL 15
DELETE X3 AT LEVEL 14
FLIP   X4 TO <= 20 AT 13 WITH BND= -2200.0000
SET    X6 TO <= 47 AT 14, BND= -2200.  TWIN= -2205.  9609
SET    X5 TO >= 68 AT 15, BND= -2200.  TWIN= -2200.  9611
SET    X3 TO >= 6 AT 16, BND= -2202.  TWIN= -2200.  9621
DELETE X3 AT LEVEL 16
FLIP   X5 TO <= 67 AT 15 WITH BND= -2200.0000
SET    X6 TO >= 46 AT 16, BND= -2200.  TWIN=-0.1000E+31 9622
SET    X3 TO >= 6 AT 17, BND= -2202.  TWIN=-0.1000E+31 9627
DELETE X3 AT LEVEL 17
DELETE X6 AT LEVEL 16
DELETE X5 AT LEVEL 15
DELETE X6 AT LEVEL 14
DELETE X4 AT LEVEL 13
DELETE X4 AT LEVEL 12
DELETE X5 AT LEVEL 11
DELETE X3 AT LEVEL 10
FLIP   X1 TO <= 10 AT 9 WITH BND= -2200.0000
SET    X6 TO <= 48 AT 10, BND= -2200.  TWIN= -2201.  9646
SET    X4 TO >= 22 AT 11, BND= -2200.  TWIN= -2200.  9651
SET    X3 TO <= 6 AT 12, BND= -2200.  TWIN= -2214.  9663
SET    X5 TO <= 69 AT 13, BND= -2200.  TWIN= -2209.  9666
SET    X4 TO <= 23 AT 14, BND= -2200.  TWIN= -2206.  9672
SET    X3 TO >= 6 AT 15, BND= -2200.  TWIN= -2200.  9675
SET    X5 TO <= 67 AT 16, BND= -2200.  TWIN= -2206.  9680
SET    X6 TO <= 45 AT 17, BND= -2200.  TWIN= -2206.  9686
SET    X4 TO >= 23 AT 18, BND= -2210.  TWIN=-0.1000E+31 9692
DELETE X4 AT LEVEL 18
DELETE X6 AT LEVEL 17
DELETE X5 AT LEVEL 16
FLIP   X3 TO <= 5 AT 15 WITH BND= -2200.0000
SET    X4 TO >= 23 AT 16, BND= -2200.  TWIN= -2200.  9697
SET    X5 TO <= 67 AT 17, BND= -2200.  TWIN= -2202.  9700
SET    X6 TO >= 46 AT 18, BND= -2202.  TWIN=-0.1000E+31 9706
DELETE X6 AT LEVEL 18
DELETE X5 AT LEVEL 17
FLIP   X4 TO <= 22 AT 16 WITH BND= -2200.0000
SET    X6 TO >= 46 AT 17, BND= -2200.  TWIN=-0.1000E+31 9710
SET    X5 TO <= 68 AT 18, BND= -2200.  TWIN= -2209.  9714
SET    X6 TO <= 47 AT 19, BND= -2200.  TWIN= -2209.  9722
SET    X6 TO >= 47 AT 20, BND= -2200.  TWIN=-0.1000E+31 9725
SET    X5 TO >= 68 AT 21, BND= -2209.  TWIN=-0.1000E+31 9729

```


DELETE X5 AT LEVEL 21
DELETE X6 AT LEVEL 20
DELETE X6 AT LEVEL 19
DELETE X5 AT LEVEL 18
DELETE X6 AT LEVEL 17
DELETE X4 AT LEVEL 16
DELETE X3 AT LEVEL 15
DELETE X4 AT LEVEL 14
DELETE X5 AT LEVEL 13
DELETE X3 AT LEVEL 12
FLIP X4 TO <= 21 AT 11 WITH BND= -2200.0000
SET X5 TO <= 67 AT 12, BND= -2200. TWIN= -2200. 9736
SET X3 TO >= 6 AT 13, BND= -2200. TWIN=-0.1000E+31 9741
SET X4 TO >= 21 AT 14, BND= -2200. TWIN= -2200. 9744
SET X6 TO <= 46 AT 15, BND= -2200. TWIN= -2203. 9749
SET X6 TO >= 46 AT 16, BND= -2200. TWIN=-0.1000E+31 9754
SET X3 TO >= 7 AT 17, BND= -2210. TWIN=-0.1000E+31 9761
DELETE X3 AT LEVEL 17
DELETE X6 AT LEVEL 16
DELETE X6 AT LEVEL 15
FLIP X4 TO <= 20 AT 14 WITH BND= -2200.0000
SET X3 TO >= 7 AT 15, BND= -2207. TWIN=-0.1000E+31 9770
DELETE X3 AT LEVEL 15
DELETE X4 AT LEVEL 14
DELETE X3 AT LEVEL 13
FLIP X5 TO >= 68 AT 12 WITH BND= -2200.0000
SET X6 TO <= 47 AT 13, BND= -2200. TWIN= -2201. 9778
SET X3 TO <= 6 AT 14, BND= -2200. TWIN= -2203. 9791
SET X5 TO <= 68 AT 15, BND= -2200. TWIN= -2200. 9795
SET X3 TO >= 6 AT 16, BND= -2200. TWIN=-0.1000E+31 9796
SET X4 TO >= 21 AT 17, BND= -2200. TWIN=-0.1000E+31 9797
SET X6 TO >= 46 AT 18, BND= -2203. TWIN=-0.1000E+31 9801
DELETE X6 AT LEVEL 18
DELETE X4 AT LEVEL 17
DELETE X3 AT LEVEL 16
FLIP X5 TO >= 69 AT 15 WITH BND= -2200.0000
SET X6 TO <= 46 AT 16, BND= -2200. TWIN= -2201. 9807
SET X3 TO >= 6 AT 17, BND= -2200. TWIN= -2200. 9814
SET X4 TO <= 20 AT 18, BND= -2200. TWIN= -2203. 9821
SET X5 TO >= 70 AT 19, BND= -2200. TWIN=-0.1000E+31 9829
SET X5 TO <= 70 AT 20, BND= -2200. TWIN= -2210. 9836
SET X6 TO >= 46 AT 21, BND= -2210. TWIN=-0.1000E+31 9842
DELETE X6 AT LEVEL 21
DELETE X5 AT LEVEL 20
DELETE X5 AT LEVEL 19
DELETE X4 AT LEVEL 18
DELETE X3 AT LEVEL 17
DELETE X6 AT LEVEL 16
DELETE X5 AT LEVEL 15
DELETE X3 AT LEVEL 14

```

DELETE    X6 AT LEVEL 13
DELETE    X5 AT LEVEL 12
DELETE    X4 AT LEVEL 11
DELETE    X6 AT LEVEL 10
DELETE    X1 AT LEVEL 9
DELETE    X5 AT LEVEL 8
DELETE    X4 AT LEVEL 7
DELETE    X5 AT LEVEL 6
DELETE    X1 AT LEVEL 5
DELETE    X7 AT LEVEL 4
FLIP     X2 TO >= 17 AT 3 WITH BND= -2200.0000
SET      X4 TO <= 27 AT 4, BND= -2200.  TWIN= -2207.  9859
SET      X3 TO >= 6 AT 5, BND= -2200.  TWIN= -2200.  9864
SET      X1 TO <= 13 AT 6, BND= -2200.  TWIN= -2210.  9873
SET      X4 TO <= 26 AT 7, BND= -2200.  TWIN= -2211.  9884
SET      X7 TO <= 6 AT 8, BND= -2200.  TWIN=-0.1000E+31 9885
SET      X4 TO >= 22 AT 9, BND= -2200.  TWIN= -2200.  9888
SET      X1 TO <= 12 AT 10, BND= -2200. TWIN= -2214.  9893
SET      X3 TO <= 6 AT 11, BND= -2200. TWIN= -2200.  9898
SET      X1 TO >= 11 AT 12, BND= -2200. TWIN= -2200.  9901
SET      X2 TO <= 18 AT 13, BND= -2200. TWIN= -2202.  9906
SET      X6 TO >= 47 AT 14, BND= -2200. TWIN= -2200.  9908
SET      X1 TO <= 11 AT 15, BND= -2200. TWIN= -2210.  9911

```

NEW INTEGER SOLUTION OF 2200.00000 AT BRANCH 1604 PIVOT 9911

BOUND ON OPTIMUM: 2200.000

```

DELETE    X1 AT LEVEL 15
DELETE    X6 AT LEVEL 14
DELETE    X2 AT LEVEL 13
DELETE    X1 AT LEVEL 12
DELETE    X3 AT LEVEL 11
DELETE    X1 AT LEVEL 10
DELETE    X4 AT LEVEL 9
DELETE    X7 AT LEVEL 8
DELETE    X4 AT LEVEL 7
DELETE    X1 AT LEVEL 6
DELETE    X3 AT LEVEL 5
DELETE    X4 AT LEVEL 4
DELETE    X2 AT LEVEL 3
DELETE    X6 AT LEVEL 2
DELETE    X2 AT LEVEL 1

```

ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 1604 PIVOTS= 9911

LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
 RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 2200.000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	11.000000	24.299999
X2	17.000000	18.600000
X3	6.000000	18.000000
X4	23.000000	14.000000
X5	60.000000	10.500000
X6	47.000000	10.500000
X7	6.000000	10.500000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	176.000000	0.000000
3)	73700.000000	0.000000
4)	56800.000000	0.000000
5)	18000.000000	0.000000
6)	87000.000000	0.000000
7)	1237000.000000	0.000000
8)	67500.000000	0.000000
9)	3000.000000	0.000000
10)	1.000000	0.000000
11)	3.000000	0.000000
12)	2.000000	0.000000
13)	3.000000	0.000000
14)	1.000000	0.000000
15)	1.000000	0.000000
16)	3.000000	0.000000
17)	6.000000	0.000000
18)	0.000000	0.000000
19)	118.000000	0.000000
20)	2.000000	0.000000
21)	8.000000	0.000000
22)	0.000000	0.000000
23)	4.000000	0.000000
24)	1541.000000	0.000000
25)	-0.000002	0.000000

NO. ITERATIONS= 9918

BRANCHES= 1604 DETERM.= 1.000E 0

4. ΕΠΕΚΤΑΜΕΝΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΓΡΑΜΜΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΣΤΟ LINDO

4.1 Μοντέλο επεκταμένης μελέτης περίπτωσης

```
MIN 24.3x1+18.6x2+18x3+14x4+10.5x5+10.5x6+10.5x7
SUBJECT TO
x1+x2+x3+x4+x5+x6<=340
24300x1<=341000
18600x2<=373000
18000x3<=126000
14000x4<=409000
10500x5<=1867000
10500x6<=561000
10500x7<=66000
x1>=10
x1<=14
x2>=15
x2<=20
x3>=5
x3<=7
x4>=20
x4<=29
x5>=60
x5<=178
x6>=45
x6<=55
x7>=6
x7<=10
0.96x2 + 0.96x3 + 0.96x4 + 0.96x5 + 0.96x6 + 0.96x7 - x1 >= 0
0.95x1 + 0.95x3 + 0.95x4 + 0.95x5 + 0.95x6 + 0.95x7 - x2 >= 0
0.98x1 + 0.98x2 + 0.98x4 + 0.98x5 + 0.98x6 + 0.98x7 - x3 >= 0
0.92x1 + 0.92x2 + 0.92x3 + 0.92x5 + 0.92x6 + 0.92x7 - x4 >= 0
0.42x1 + 0.42x2 + 0.42x3 + 0.42x4 + 0.42x6 + 0.42x7 - x5 >= 0
0.83x1 + 0.83x2 + 0.83x3 + 0.83x4 + 0.83x5 + 0.83x7 - x6 >= 0
0.98x1 + 0.98x2 + 0.98x3 + 0.98x4 + 0.98x5 + 0.98x6 - x7 >= 0
24.3x1+18.6x2+18x3+14x4+10.5x5+10.5x6+10.5x7<=3741
273024.3x1+18.6x2+18x3+14x4+10.5x5+10.5x6+10.5x7>= 2200
END
GIN 7
```

4.2 Αποτελέσματα λογισμικού

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 2462.200

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	14.000000	0.000000
X2	20.000000	0.000000
X3	7.000000	0.000000
X4	29.000000	0.000000
X5	55.000000	0.000000
X6	54.000000	0.000000
X7	7.000000	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	162.091431	0.000000
3)	800.000000	0.000000
4)	1000.000000	0.000000
5)	0.000000	0.000023
6)	3000.000000	0.000000
7)	1294960.000000	0.000000
8)	0.000000	0.000040
9)	0.000000	0.000040
10)	4.000000	0.000000
11)	0.000000	0.420000
12)	5.000000	0.000000
13)	0.000000	0.420000
14)	2.000000	0.000000
15)	0.000000	0.000000
16)	9.000000	0.000000
17)	0.000000	0.420000
18)	-5.520000	-1.000000
19)	123.519997	0.000000
20)	8.428572	0.000000
21)	1.571429	0.000000
22)	0.285714	0.000000
23)	3.714286	0.000000
24)	149.386520	0.000000
25)	135.984573	0.000000
26)	166.650406	0.000000
27)	113.778740	0.000000
28)	0.000000	-1.000000
29)	55.106972	0.000000
30)	168.064682	0.000000
31)	1297.760010	0.000000
32)	3822243.500000	0.000000

NO. ITERATIONS= 0

BRANCHES= 0 DETERM.= 1.000E 0