

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ



Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΣΤΗ ΛΗΨΗ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΣΤΙΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΙΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΚΟΛΙΑ ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ

A.M. 8049

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ:

ΓΙΑΝΝΑΚΟΠΟΥΛΟΥ ΕΛΕΝΗ

Ηράκλειο, Μάιος 2012

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος	6
Ευχαριστίες	7
ΜΕΡΟΣ Ι: ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ	
Κεφάλαιο 1^ο Η επιχειρησιακή έρευνα	
1.1 Εισαγωγή	9
1.2 Ορισμός – Έννοια	9
1.3 Ιστορική Εξέλιξη	10
1.4 Τα Είδη Προτύπων	12
1.5 Μαθηματικό μοντέλο ή πρότυπο	13
1.5.1 Μεταβλητές Αποφάσεων	14
1.5.2 Παράμετροι	15
1.5.3 Αντικειμενικός Στόχος	15
1.5.4 Περιορισμοί	15
1.6 Βασικές Τεχνικές Επίλυσης	16
1.6.1 Γραμμικός Προγραμματισμός	16
1.6.2 Προβλήματα Μεταφοράς	17
1.6.3 Θεωρία Αποφάσεων	17
1.6.4 Ουρές Αναμονής	18
1.6.5 Προγραμματισμός και Έλεγχος Αποθεμάτων	18
1.6.6 Άλλα Μοντέλα Δικτύων	19
1.6.7 Δυναμικός Προγραμματισμός	20
1.6.8 Ακέραιος Προγραμματισμός	20
1.6.9 Μη γραμμικός Προγραμματισμός	20
1.7 Επισκόπηση	21
Κεφάλαιο 2^ο Η λήψη αποφάσεων	
2.1 Εισαγωγή	22
2.2 Ιστορικά Στοιχεία	22
2.3 Το περιβάλλον Της Λήψης Αποφάσεων	23
2.3.1 Απλό περιβάλλον	24
2.3.2 Σύνθετο περιβάλλον	24
2.3.3 Πολυσύνθετο περιβάλλον	24
2.3.4 Χαοτικό περιβάλλον	25
2.4 Τα Είδη Αποφάσεων	25
2.5 Ο ρόλος του ρίσκου	26

2.6 Η Διαδικασία Λήψης Αποφάσεων.....	27
2.7 Επισκόπηση	31
Κεφάλαιο 3^ο Ο δυναμικός προγραμματισμός	
3.1 Εισαγωγή	32
3.2 Ιστορία	32
3.3 Ορισμός – Ανάπτυξη	33
3.4 Χαρακτηριστικά Προβλημάτων Δυναμικού Προγραμματισμού	34
3.4.1 Στάδιο Απόφασης ή Διαδρομής	34
3.4.2 Καταστάσεις ή Θέσεις	34
3.4.3 Αποφάσεις	35
3.4.4 Μετασχηματισμοί εισόδου – εξόδου	35
3.4.5 Συνάρτηση αποτελεσμάτων ή βελτιστοποίησης	36
3.4.6 Συμβολισμοί	36
3.4.7 Η αρχή της βελτιστοποίησης	36
3.5 Παραδείγματα	37
3.5.1 Το πρόβλημα του πλανόδιου πωλητή	37
3.5.2 Πρόβλημα σχεδιασμού παραγωγής	42
3.5.3 Παράδειγμα δυναμικού προγραμματισμού υπό αβεβαιότητα	47
3.6 Επισκόπηση	53
Κεφάλαιο 4^ο Η συμβολή της πληροφορικής και ο ρόλος του δυναμικού προγραμματισμού στη λήψη αποφάσεων	
4.1 Εισαγωγή	54
4.2 Περιορισμοί στη λήψη αποφάσεων	54
4.3 Η σημασία των πληροφοριών	55
4.4 Η ανάπτυξη της πληροφορικής	56
4.4.1 Τύποι πληροφοριακών συστημάτων	56
4.5 Ο ρόλος του δυναμικού προγραμματισμού	57
4.6 Επισκόπηση	58
ΜΕΡΟΣ ΙΙ: ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ	
Κεφάλαιο 5^ο Μελέτη Περίπτωσης	
5.1 Εισαγωγή	60
5.2 Το πρόβλημα	61
5.3 Λύση	63
5.4 Επισκόπηση	74
Επίλογος	75
Βιβλιογραφικές Αναφορές	76

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Υπολογισμός σταδίου 4 στο πρόβλημα του πλανόδιου πωλητή	39
Πίνακας 2: Υπολογισμός σταδίου 3 στο πρόβλημα του πλανόδιου πωλητή	40
Πίνακας 3: Υπολογισμός σταδίου 2 στο πρόβλημα του πλανόδιου πωλητή	41
Πίνακας 4: Υπολογισμός σταδίου 1 στο πρόβλημα του πλανόδιου πωλητή	41
Πίνακας 5: Υπολογισμός σταδίου 3 στο σχεδιασμού παραγωγής	45
Πίνακας 6: Υπολογισμός σταδίου 2 στο σχεδιασμού παραγωγής	47
Πίνακας 7: Υπολογισμοί σταδίου 1 στο σχεδιασμού παραγωγής	47
Πίνακας 8: Κατανομή πιθανοτήτων για ζήτηση στο πρόβλημα αβεβαιότητας	50
Πίνακας 9: Κόστος τελικού αποθέματος στο πρόβλημα αβεβαιότητας	51
Πίνακας 10: Βελτιστοποίηση με +1 στάδια στη συνέχεια στο πρόβλημα αβεβαιότητας	51
Πίνακας 11: Βελτιστοποίηση για +2 στάδια στη συνέχεια στο πρόβλημα αβεβαιότητας	53
Πίνακας 12: Οικονομικά στοιχεία AVANCE ΕΠΕ για το όχημα Nissan Pixo.	61
Πίνακας 13: Οικονομικά στοιχεία AVANCE ΕΠΕ για το όχημα Nissan Micra	61
Πίνακας 14: Οικονομικά στοιχεία AVANCE ΕΠΕ για το όχημα Nissan Note	62
Πίνακας 15: Οικονομικά στοιχεία AVANCE ΕΠΕ για το όχημα Peugeot 308	62
Πίνακας 16: Οικονομικά στοιχεία AVANCE ΕΠΕ για το όχημα Mercedes-Benz Vito	62
Πίνακας 17: Στάδιο 4 για το NISSAN PIXO	64
Πίνακας 18: Στάδιο 3 για το NISSAN PIXO	65
Πίνακας 19: Στάδιο 2 για το NISSAN PIXO	65
Πίνακας 20: Στάδιο 1 για το NISSAN PIXO	65
Πίνακας 21: Στάδιο 4 για το NISSAN MICRA	66
Πίνακας 22: Στάδιο 3 για το NISSAN MICRA	67
Πίνακας 23: Στάδιο 2 για το NISSAN MICRA	67
Πίνακας 24: Στάδιο 1 για το NISSAN MICRA	67
Πίνακας 25: Στάδιο 4 για το NISSAN NOTE	68
Πίνακας 26: Στάδιο 3 για το NISSAN NOTE	69
Πίνακας 27: Στάδιο 2 για το NISSAN NOTE	69
Πίνακας 28: Στάδιο 1 για το NISSAN NOTE	69
Πίνακας 29: Στάδιο 4 για το PEUGEOT 308	70
Πίνακας 30: Στάδιο 3 για το PEUGEOT 308	70
Πίνακας 31: Στάδιο 2 για το PEUGEOT 308	71
Πίνακας 32: Στάδιο 1 για το PEUGEOT 308	71
Πίνακας 33: Στάδιο 4 για το MERCEDES – BENZ VITO	72
Πίνακας 34: Στάδιο 3 για το MERCEDES – BENZ VITO	72

Πίνακας 35: Στάδιο 2 για το MERCEDES – BENZ VITO	73
Πίνακας 36: Στάδιο 1 για το MERCEDES – BENZ VITO	73

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να αναλυθεί το θέμα του δυναμικού προγραμματισμού ως αντικείμενο που επηρεάζει τη λήψη αποφάσεων στις επιχειρήσεις. Ο λόγος εντριβής στο συγκεκριμένο θέμα συνίσταται στο ότι ο δυναμικός προγραμματισμός βρίσκει εφαρμογή σε ένα ευρύ πεδίο περιπτώσεων, οπότε γίνεται προσπάθεια να αποδειχτεί η σημαντικότητα και η χρησιμότητά του στο σύγχρονο επιχειρηματικό κόσμο.

Προκειμένου να γίνει η καλύτερη δυνατή προσέγγιση στο θέμα, η εν λόγω εργασία εξελίσσεται σε δυο στάδια. Αρχικά γίνεται η θεωρητική προσέγγιση του θέματος με στόχο να θεμελιωθούν οι βασικές έννοιες που θα αναλυθούν στη συνέχεια και κατόπιν γίνεται η παρουσίαση του πρακτικού μέρους στο οποίο εφαρμόζεται μέρος της συσχετιζόμενης θεωρητικής προσέγγισης που έχει πραγματοποιηθεί. Κατά τη συγγραφή κρίθηκε ζωτικής σημασίας η παράθεση της ιστορικής εξέλιξης του κάθε ενός από τα διαφορετικά θέματα που αναπτύσσονται. Με αυτό τον τρόπο καθίσταται εφικτή μια σκιαγράφηση του παρελθόντος που βοηθά στην κατανόηση του παρόντος και στην προσέγγιση του μέλλοντος.

Πιο συγκεκριμένα, στο πρώτο μέρος, στο κεφάλαιο 1, ξεκινά το εισαγωγικό κομμάτι στην επιχειρησιακή έρευνα παρουσιάζοντας τον ορισμό και την εξέλιξή της με την πάροδο των χρόνων. Εν συνεχεία, παραθέτονται κάποια είδη προτύπων και οι αντίστοιχες τεχνικές με τις οποίες είναι δυνατόν να επιλυθούν τα προβλήματα με τα οποία η επιχειρησιακή έρευνα βρίσκεται αντιμέτωπη.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύεται η λήψη αποφάσεων μέσω της ιστορικής της πορείας, σκιαγραφείται και κατηγοριοποιείται το περιβάλλον στο οποίο οι λήπτες αποφάσεων δρουν, παραθέτονται τα διαφορετικά είδη των αποφάσεων και τέλος δομείται η διαδικασία που ακολουθείται για τη λήψη μιας απόφασης στις επιχειρήσεις.

Το τρίτο κεφάλαιο πραγματεύεται το θέμα του δυναμικού προγραμματισμού. Αναφέρεται η διαχρονική του εξέλιξη, παρατίθεται ο ορισμός του και αριθμούνται τα κοινά χαρακτηριστικά που παρουσιάζουν τα προβλήματα που επιλύονται με δυναμικό προγραμματισμό. Κατόπιν, εξετάζονται τρία παραδείγματα προβλημάτων, το καθένα από τα οποία φέρει τη λύση του με την αρωγή του δυναμικού προγραμματισμού.

Στο τέταρτο κεφάλαιο περιέχεται η συμβολή της επιστήμης της πληροφορικής στη διαδικασία λήψης αποφάσεων, αναφέρονται τα βασικότερα πληροφοριακά συστήματα που

χρησιμοποιούνται στις επιχειρήσεις και τεκμηριώνεται ο ρόλος του δυναμικού προγραμματισμού στη λήψη αποφάσεων.

Τέλος, στο πρακτικό μέρος της εργασίας γίνεται η εξέταση ενός πραγματικού προβλήματος μιας επιχείρησης με δεδομένα που αντλήθηκαν με τη μέθοδο της συνέντευξης και παρουσιάζεται ο τρόπος που σύμφωνα με τη θεωρητική προσέγγιση που έχει προηγηθεί, δίνει τη λύση στο πρόβλημα αυτό.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την καθηγήτρια μου, κα Γιαννακοπούλου Ελένη, για την ανάθεση του θέματος της πτυχιακής μου εργασίας καθώς και την παροχή βοήθειας για την επίλυση των ερωτημάτων που προέκυψαν κατά τη συγγραφή.

Παράλληλα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους φίλους μου, που με βοήθησαν στην εύρεση της κατάλληλης βιβλιογραφίας, και πάνω από όλα την οικογένειά μου, και κυρίως την αδερφή μου, για την συμπαράσταση τους όλο τον καιρό της συγγραφής.

Ευχαριστώ, επίσης, τον κ. Τυμπανάρη Παναγιώτη, υπεύθυνο του υποκαταστήματος της AVANCE ΕΠΕ στη Μύκονο, για την αμέριστη βοήθεια που προσέφερε σε σχέση με τα δεδομένα που μου ήταν απαραίτητα για την εκπόνηση του δεύτερου μέρους της εργασίας το οποίο είναι η πρακτική προσέγγιση του θέματος. Η βοήθειά του ήταν πολύτιμη και καθοριστικής σημασίας για την επιτυχή διεκπεραίωση της εργασίας σε πρακτικό επίπεδο.

ΜΕΡΟΣ Ι

ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Η ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

1.1 Εισαγωγή

Σε έναν περιβάλλον που αλλάζει με ταχύτατους ρυθμούς, μια επιχείρηση για να παραμείνει βιώσιμη και ανταγωνιστική πρέπει να είναι σε θέση να αντιδρά γρήγορα και αποτελεσματικά στις προκλήσεις που παρουσιάζονται. Η πληθώρα των επιχειρησιακών προβλημάτων και η πολυπλοκότητα που τα χαρακτηρίζει καθιστά αναγκαία τη χρήση συστηματικών επιστημονικών μεθόδων (Υψηλάντης, 2006).

Η διοικητική επιστήμη, ή η επιχειρησιακή έρευνα όπως θα συνηθίζεται να αναφέρεται παρακάτω, είναι η επιστήμη που εφοδιάζει την επιχείρηση με τις μεθοδολογίες για την ανάλυση των προβλημάτων, ενώ ταυτόχρονα παρέχει ένα μεγάλο εύρος από μοντέλα με τις αντίστοιχες τεχνικές επίλυσής τους, επιτρέποντας έτσι να αντιμετωπίσει με επιτυχία ένα μεγάλο φάσμα προβλημάτων (Πραστάκος, 2002).

Με την αλματώδη ανάπτυξη της επιχειρησιακής έρευνας και με την αύξηση της υπολογιστικής ισχύος με τη χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών, η ανάλυση των περισσότερων προβλημάτων που παλαιότερα λύνονταν με τη λογική, γίνεται πλέον ευκολότερα και πιο εμπειριστατωμένα (Υψηλάντης, 2006).

1.2 Ορισμός - Έννοια

Με το πέρασμα των χρόνων έγινε προσπάθεια από πολλούς επιστήμονες να δοθεί ένας ορισμός της επιχειρησιακής έρευνας ο οποίος να ανταποκρίνεται στη φύση και το περιεχόμενο της και να καθορίζει επακριβώς το πεδίο εφαρμογής της (Κιόχος κ.ά., 2002).

Ο όρος επιχειρησιακή έρευνα (operations research), η οποία αναφέρεται αλλιώς ως επιστήμη αποφάσεων (decision science), διοικητική επιστήμη (management science) (Υψηλάντης, 2006), ανάλυση συστημάτων (systems analysis) ή επιστήμη της διαχείρισης (Πραστάκος, 1992), χρησιμοποιείται για να περιγράψει τον κλάδο της διοίκησης επιχειρήσεων που εξετάζει την επίλυση πολύπλοκων επιχειρησιακών προβλημάτων (Υψηλάντης, 2006), που αφορούν στον έλεγχο και τον βέλτιστο τρόπο λειτουργίας οργανωμένων συστημάτων (Μπότσαρης, 1996), με έναν λογικό, επιστημονικό και συστηματικό τρόπο (Υψηλάντης, 2006).

Με τη χρήση κατάλληλων μεθοδολογιών και υπολογιστικών συστημάτων δημιουργείται ένα μαθηματικό υπόδειγμα (μοντέλο) για το κάθε σύστημα (Μπότσαρης, 1996). Τα δεδομένα του μοντέλου αυτού αναλύονται, επεξεργάζονται και μετατρέπονται σε πληροφορίες οι οποίες χρησιμοποιούνται για τη λήψη σημαντικών αποφάσεων για την επιχείρηση (Υψηλάντης, 2006).

Στην πραγματικότητα, η επιχειρησιακή έρευνα ασχολείται με την πρακτική διοίκηση των οργανισμών (Hillier & Lieberman, 1995) εφοδιάζοντας τα διευθύνοντα στελέχη με τα κατάλληλα ποσοτικά στοιχεία για τη στήριξη και προώθηση αποφάσεων που πρέπει να πάρουν αναφορικά με τις ενέργειές τους (Κιόχος κ.ά., 2002), οι οποίες έχουν στόχο τη βελτίωση της απόδοσης και την αποτελεσματικότερη λειτουργία του οργανισμού (Καρκαζής, 1998).

Η φιλοσοφία της επιστήμης της επιχειρησιακής έρευνας επιβάλλει μια ποσοτική προσέγγιση στην διατύπωση, ανάλυση και επίλυση των επιχειρησιακών προβλημάτων. Πρέπει να βασίζεται σε δεδομένα, πληροφορίες και λογική ανάλυση και όχι σε υποκειμενική κρίση, προαισθήματα ή προβλέψεις (Υψηλάντης, 2006). Η επιλογή, δηλαδή, μεταξύ των εναλλακτικών αποφάσεων γίνεται βάσει αντικειμενικών κριτηρίων (Υψηλάντης, 2006).

1.3 Ιστορική εξέλιξη

Η επιχειρησιακή έρευνα εμφανίστηκε στη Μεγάλη Βρετανία λίγο πριν την έναρξη του Δευτέρου Παγκοσμίου Πολέμου (Μπότσαρης, 1996), και συγκεκριμένα στη δεκαετία του 1930 (Κιόχος κ.ά., 2002). Η ανάπτυξή της έγινε λόγω της επιτακτικής ανάγκης για επίλυση στρατιωτικών προβλημάτων, όπως την επιλογή της βέλτιστης τοποθεσίας για την εγκατάσταση πυροβόλων όπλων και ραντάρ, τον καθορισμό του άριστου μεγέθους πολεμικών αποστολών, την οργάνωση των νηοπομπών εφοδιασμού των συμμαχικών πλοίων, με στόχο τον έλεγχο των στρατιωτικών αποθεμάτων και την ελαχιστοποίηση των απωλειών από τη δράση εχθρικών πλοίων (Υψηλάντης, 2006).

Η πρώτη ομάδα επιχειρησιακών ερευνών συστάθηκε το 1939 στο Αρχηγείο Πολεμικών Επιχειρήσεων της RAF (Royal Air Force) από επιστήμονες που από το 1937 μελετούσαν τον τρόπο χρησιμοποίησης του τότε ανακαλυφθέντος ραντάρ (Μπότσαρης, 1996). Επίσημα η ονομασία επιχειρησιακή έρευνα χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από

τον A.V. Rowe για να εκφράσει τη δραστηριότητα που ανέπτυξε η ομάδα αυτή κατά τα έτη 1937-39 (Κιόχος κ.ά., 2002).

Το 1940 η παραπάνω ομάδα ενώθηκε με την ομάδα ερευνών του Αρχηγείου Αντιαεροπορικής Αμύνης και συνέστησε την πρώτη επίσημα αναγνωρισμένη ομάδα επιχειρησιακών ερευνών, η οποία αποτελούνταν από δυο ψυχολόγους, δυο μαθηματικούς φυσικούς, έναν αστροφυσικό, έναν αξιωματικό του στρατού και έναν τοπογράφο. Αργότερα προστέθηκαν δυο ακόμα μαθηματικοί, ένας ψυχολόγος και ένας φυσικός. Αρχηγός της ομάδας τοποθετήθηκε ο διακεκριμένος Βρετανός φυσικός P.M.S. Blackett. Σκοπός της ομάδας αρχικά ήταν να μελετήσει την αποτελεσματικότητα ενός νέου τύπου βομβαρδιστικών αεροσκαφών και την αποδοτικότητα των χρησιμοποιούμενων συστημάτων ελέγχου πυρός στο πεδίο της μάχης (Μπότσαρης, 1996).

Μετά τη λήξη του πολέμου, λόγω της επιτυχίας στη επίλυση προβλημάτων των στρατιωτικών επιχειρήσεων, πολλά από τα μαθηματικά μοντέλα που είχαν χρησιμοποιηθεί μέχρι τότε βρήκαν εφαρμογή τη δεκαετία του '50 και '60 στην επίλυση προβλημάτων που έχουν σχέση με την εκτελεστική λειτουργία στη διοίκηση των επιχειρήσεων (Υψηλάντης, 2006).

Η πρώτη μαθηματική μέθοδος επιχειρησιακής έρευνας για τη λύση διοικητικών προβλημάτων, αναπτύχθηκε το 1947 από τον Αμερικανό μαθηματικό G.B. Dantzig και ονομάστηκε μέθοδος simplex (Μπότσαρης, 1996), μια μέθοδος του γραμμικού προγραμματισμού που θα αναφερθεί παρακάτω. Άλλοι πρωτοπόροι της επιχειρησιακής έρευνας όπως εφαρμόζεται σήμερα ήταν ο R.E. Bellman (Υψηλάντης, 2006), ο οποίος ανέπτυξε το δυναμικό προγραμματισμό (Βασιλείου, 2001) και ο R.L. Ackoff (Υψηλάντης, 2006), ο οποίος με το βιβλίο Εισαγωγή στη Επιχειρησιακή Έρευνα που έγραψε το 1957 μαζί με τους C.W. Churchman και L. Arnoff, ήταν από τους πρώτους που όρισαν τον κλάδο (Wikipedia, 2012).

Το 1963, σε μια προσπάθεια προώθησης και διάδοσης της μεθοδολογίας της επιχειρησιακής έρευνας στη Ελλάδα, ιδρύθηκε από πρωτοπόρους Έλληνες επιστήμονες η Ελληνική Εταιρία Επιχειρησιακών Ερευνών (E.E.E.E). Σκοπός της εταιρίας ήταν να προάγει τη διδασκαλία και τη χρήση των μεθόδων και τεχνικών της επιχειρησιακής έρευνας στους οργανισμούς και στα στελέχη του ιδιωτικού και δημοσίου τομέα αλλά και στα Ανώτερα και Ανώτατα Εκπαιδευτικά Ιδρύματα προς όφελος της ελληνικής οικονομίας και της κοινωνίας. Η προσπάθεια απέδωσε καθώς η εταιρία έχει κατακτήσει σημαντική

θέση στο χώρο του επιστημονικού μάνατζμεντ και είναι γνωστή σε ολόκληρη τη χώρα για τις δραστηριότητες της (E.E.E.E., 2012).

Από την δημιουργία της έως και σήμερα η επιχειρησιακή έρευνα έχει κάνει εντυπωσιακή πρόοδο. Με τη βοήθεια της χρήσης των ηλεκτρονικών υπολογιστών επιτρέπεται, πια, η επίλυση πολύπλοκων και μεγάλης διάστασης προβλημάτων (Hillier & Lieberman, 1995). Οι εφαρμογές της επιχειρησιακής έρευνας καλύπτουν κάθε μορφής επιχείρηση, από παραγωγικές επιχειρήσεις, βιβλιοθήκες και στρατιωτικούς οργανισμούς μέχρι νοσοκομεία, αεροπορικές εταιρίες και οργανισμούς κοινής ωφελείας (Κιόχος, κ.ά, 2002).

1.4 Τα είδη προτύπων

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η επιχειρησιακή έρευνα εξετάζει την επίλυση πολύπλοκων επιχειρησιακών προβλημάτων. Με τον όρο πρόβλημα ορίζουμε μια κατάσταση η οποία χρήζει αντιμετώπισης, απαιτεί λύση, η δε λύση της δεν είναι γνωστή, ούτε προφανής (Υπουργείο Παιδείας, Δια Βίου Μάθησης και Θρησκευμάτων, 2005).

Τα επιχειρησιακά προβλήματα ποικίλουν ανάλογα με το πεδίο εφαρμογής τους και με την κατάσταση που αντιμετωπίζει η επιχείρηση. Μπορούν να χωριστούν σε κατηγορίες όπως προβλήματα κατανομής διαθέσιμων πόρων, προβλήματα επιλογής υπό περιορισμούς, προβλήματα ελέγχου αποθεμάτων και παραγγελιών, προβλήματα ουρών εξυπηρέτησης και αναμονής, προβλήματα προγραμματισμού παραγωγής, προβλήματα ροής και διαδρομών, προβλήματα ανθρώπινου δυναμικού κ.ά. (Κώστογλου, 2002).

Για την αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών αναπτύσσονται τα πρότυπα, που είναι μια απλούστευση της δομής της λειτουργίας του συστήματος. Βασίζεται στην επίλυση ενός μικρού αριθμού δραστηριοτήτων και περιορισμών που χαρακτηρίζονται ως κυρίαρχοι ή κρίσιμοι, οι οποίοι θα το αντιπροσωπεύσουν στη διαδικασία επίλυσης (Καρκαζής, 1998).

Σύμφωνα με τον Πραστάκο (2006), τα πρότυπα χωρίζονται σε δυο μεγάλες κατηγορίες, τα αναλυτικά πρότυπα και τα μοντέλα προσομοίωσης. Στα μοντέλα προσομοίωσης το πραγματικό σύστημα αναπαρίσταται από ένα σύνολο εντολών στον ηλεκτρονικό υπολογιστή ή από ένα υπολογιστικό φύλλο. Η προσομοίωση χρησιμοποιείται για τη μελέτη συστημάτων τα οποία είναι αρκετά πολύπλοκα για να παρασταθούν με

αναλυτικές σχέσεις, όπως ο έλεγχος εναέριας κυκλοφορίας ενός αεροδρομίου, η μελέτη του στρατηγικού σχεδίου μιας επιχείρησης κ.ά.(Πραστάκος, 2006).

Σύμφωνα με μια άλλη προσέγγιση (Καρκαζής, 1998), τα πρότυπα κατηγοριοποιούνται σε φυσικά και θεωρητικά ή μαθηματικά. Τα θεωρητικά ή μαθηματικά διαιρούνται σε στατικά και δυναμικά, από τη σκοπιά της διαχρονικής τους εξέλιξης. Τα στατικά όπως και τα δυναμικά χωρίζονται σε αριθμητικά και αναλυτικά, ανάλογα με τη μέθοδο επίλυσής τους. Στα δυναμικά αριθμητικά πρότυπα ανήκουν τα πρότυπα προσομοίωσης (Καρκαζής, 1998).

Ο Υψηλάντης (2006) υποστηρίζει ότι τα προβλήματα μελετώνται βάσει του πεδίου εφαρμογής τους ή τον τύπο του μαθηματικού μοντέλου που εφαρμόζεται άρα τα μαθηματικά μοντέλα είναι ο μοναδικός τύπος προτύπου που υπάρχει.

Ανεξάρτητα από την κατηγοριοποίηση που επιδέχονται τα πρότυπα που χρησιμοποιούνται για την επίλυση των επιχειρησιακών προβλημάτων, στην παρούσα εργασία θα αναλυθούν τα μαθηματικά μοντέλα, τα οποία θεωρείται ότι είναι η πιο ευρεία έννοια προτύπων που περιλαμβάνει τις υπόλοιπες κατηγορίες προτύπων (Υψηλάντης, 2006).

1.5 Μαθηματικό μοντέλο ή πρότυπο

Ένας όρος που αναφέρθηκε επίσης και στον ορισμό της επιχειρησιακής έρευνας που πραγματοποιήθηκε προηγουμένως. Μοντέλο ή υπόδειγμα είναι η αναπαράσταση μιας πραγματικής κατάστασης (Υψηλάντης, 2006) σε μια απλουστευμένη μικρογραφία (Πραστάκος, 2002). Ένα μαθηματικό μοντέλο είναι μια απεικόνιση των ουσιωδών χαρακτηριστικών ενός επιχειρησιακού προβλήματος που εκφράζεται με μαθηματικές σχέσεις οι οποίες συνδέουν τα οικονομικά μεγέθη του προβλήματος μεταξύ τους. Οι δυο βασικές ιδιότητες του μαθηματικού μοντέλου είναι ότι πρέπει, πρώτον, να περιγράφει με ακρίβεια το πρόβλημα που επιχειρείται να επιλυθεί, και δεύτερον, να επιδέχεται λύση και ανάλυση (Υψηλάντης, 2006).

Τα μαθηματικά μοντέλα επιδέχονται κατηγοριοποίησης ανάλογα με τη μέθοδο επίλυσής τους, το αποτέλεσμα που προκύπτει από την εφαρμογή τους και τον τρόπο που διαχειρίζονται τις συνθήκες αβεβαιότητας που αντιμετωπίζουν (Υψηλάντης, 2006).

Σύμφωνα με τη μέθοδο επίλυσης προκύπτουν τα αναλυτικά μοντέλα, τα αλγοριθμικά μοντέλα, οι ευρετικές μέθοδοι, η προσομοίωση και οι πολυκριτήριες μέθοδοι (Υψηλάντης, 2006).

Στα αναλυτικά μοντέλα εφαρμόζονται μαθηματικοί τύποι που καθορίζουν την τιμή των μεταβλητών του μοντέλου με βάση τις τιμές των παραμέτρων του. Στα αλγοριθμικά μοντέλα η βέλτιστη λύση προκύπτει από την εφαρμογή ενός αλγορίθμου, δηλαδή μιας σειράς ενεργειών οι οποίες εκτελούνται με συγκεκριμένους κανόνες εωσότου ικανοποιηθεί ένα προκαθορισμένο κριτήριο (Rogers, 1987). Οι ευρετικές μέθοδοι περιλαμβάνουν ειδικούς αλγορίθμους με εμπειρικούς κανόνες που έχουν προκύψει από την πράξη και χρησιμοποιούνται όταν τα προβλήματα είναι πολύ μεγάλα ή πολύπλοκα για να επιλυθούν με άλλη μέθοδο. Η προσομοίωση επιχειρεί να επιλύσει προβλήματα τα οποία είναι ιδιαίτερα πολύπλοκα ή οι τιμές τους παρουσιάζουν τυχαίες διακυμάνσεις. Οι πολυκριτήριες μέθοδοι εφαρμόζονται όταν τα κριτήρια είναι περισσότερα από ένα (Υψηλάντης, 2006).

Αναφορικά με το αποτέλεσμα που προκύπτει από την εφαρμογή των μοντέλων, υπάρχουν τα μοντέλα βελτιστοποίησης, τα περιγραφικά μοντέλα και τα μοντέλα πρόβλεψης (Υψηλάντης, 2006).

Στα μοντέλα βελτιστοποίησης επιχειρείται η μεγιστοποίηση ή η ελαχιστοποίηση μιας μεταβλητής. Στα περιγραφικά μοντέλα αναζητείται και ποσοτικοποιείται η σχέση μεταξύ των μεταβλητών έτσι ώστε να φανεί η αλλαγή που προκύπτει από τις μεταβολές των τιμών τους. Στα μοντέλα πρόβλεψης γίνεται στατιστική ανάλυση ιστορικών στοιχείων έτσι ώστε να βρεθεί η σχέση μεταξύ μιας εξαρτημένης και των ανεξάρτητων μεταβλητών (Υψηλάντης, 2006).

Τέλος, σε σχέση με την αβεβαιότητα διακρίνονται τα προσδιοριστικά – ντετερμινιστικά μοντέλα όπου είναι γνωστή η αξία της συνάρτησης και οι περιορισμοί τηρούνται και τα πιθανολογικά – στοχαστικά όπου οι παράμετροι υπόκεινται σε τυχαίες μεταβολές και για την επίλυση τους γίνεται χρήση πιθανοτήτων (Winston, 2004).

Παρακάτω αναλύονται τα στοιχεία που απαρτίζουν ένα μαθηματικό μοντέλο, μερικά από τα οποία έχουν ήδη αναφερθεί ονομαστικά παραπάνω.

1.5.1 Μεταβλητές Αποφάσεων

Οι μεταβλητές αποφάσεων είναι οι παράγοντες εκείνοι των οποίων οι τιμές συμβολίζουν τα οικονομικά ή φυσικά μεγέθη που μπορούν να καθοριστούν και να

τροποποιηθούν από το λήπτη αποφάσεων και από τους οποίους εξαρτάται το αποτέλεσμα που προσδοκάται (Υψηλάντης, 2006). Ονομάζονται αλλιώς ελεγχόμενοι παράγοντες αφού μπορούν να αλλάξουν ανάλογα με τη λύση του προβλήματος που επιζητείται (Υψηλάντης, 2006).

1.5.2 Παράμετροι

Οι παράμετροι είναι τα τεχνικά και οικονομικά δεδομένα τα οποία περιγράφουν κάποια λειτουργία της επιχείρησης, όπως τη διαδικασία παραγωγής και το οικονομικό της αποτέλεσμα (Υψηλάντης, 2006). Ωστόσο, δεν καθορίζονται, από το λήπτη αποφάσεων αλλά από το γενικότερο επιχειρησιακό ή οικονομικό περιβάλλον, είναι μη ελεγχόμενοι παράγοντες και οι τιμές τους θεωρούνται δεδομένες (Υψηλάντης, 2006).

Στην περίπτωση που η τιμή των παραμέτρων δε χαρακτηρίζεται από συνεχείς τυχαίες μεταβολές, δηλαδή μπορεί να θεωρηθεί σταθερή, τότε τα μαθηματικά μοντέλα ονομάζονται προσδιοριστικά. Στην αντίθετη περίπτωση που η τιμή παρουσιάζει συνεχείς διακυμάνσεις τα μοντέλα ονομάζονται στοχαστικά (Υψηλάντης, 2006).

1.5.3 Αντικειμενικός Στόχος

Ο αντικειμενικός στόχος ή αντικειμενική συνάρτηση είναι η διατύπωση μιας μαθηματικής σχέσης που συνδέει τις μεταβλητές αποφάσεων με το αποτέλεσμα που επιδιώκεται να βελτιστοποιηθεί (Υψηλάντης, 2006). Είναι ο στόχος που θέτεται κατά τον προσδιορισμό ενός προβλήματος ο οποίος συνηθίζεται να είναι η μεγιστοποίηση του κέρδους ή η ελαχιστοποίηση του κόστους (Πραστάκος, 2006).

Η λύση που αναζητείται μέσω του αντικειμενικού στόχου ονομάζεται βέλτιστη ή άριστη και δηλώνει την καλύτερη επιλογή ανάμεσα στις εναλλακτικές αποφάσεις που μπορούν να επιλεγούν (Υψηλάντης, 2006). Είναι πιθανό, σε κάποια προβλήματα, να παρουσιαστούν παραπάνω από ένας αντικειμενικοί στόχοι, οπότε το πρόβλημα καθίσταται πολύπλοκο (Υψηλάντης, 2006).

1.5.4 Περιορισμοί

Οι περιορισμοί είναι ένα σύνολο αλγεβρικών ανισοτήτων ή ισοτήτων (Πραστάκος, 2006) οι οποίες εκφράζουν τα όρια μέσα στα οποία μπορεί να κινηθεί ο λήπτης αποφάσεων (Υψηλάντης, 2006). Περιγράφουν τις επιχειρησιακές και λειτουργικές

συνθήκες με βάση τις οποίες καθορίζονται οι τιμές των μεταβλητών του προβλήματος και περιγράφονται με μαθηματικές σχέσεις που συνδέουν τις μεταβλητές αποφάσεων με τις παραμέτρους του προβλήματος (Υψηλάντης, 2006).

1.6 Βασικές τεχνικές επίλυσης επιχειρησιακών προβλημάτων

Σε αυτό το σημείο θα αναλυθούν οι πιο διαδεδομένες τεχνικές επίλυσης επιχειρησιακών προβλημάτων.

1.6.1 Γραμμικός Προγραμματισμός

Ο γραμμικός προγραμματισμός είναι ένα βασικό μοντέλο για τη λήψη αποφάσεων στην επιχειρησιακή έρευνα με ένα ευρύ πεδίο εφαρμογής. Η ονομασία του προέρχεται από το γεγονός ότι ο αντικειμενικός στόχος περιγράφεται από μια γραμμική συνάρτηση των μεταβλητών απόφασης, το ίδιο και οι περιορισμοί (Υψηλάντης, 2006). Το αντικείμενο του γραμμικού προγραμματισμού είναι η ορθολογική και αποδοτική κατανομή των περιορισμένων πόρων μιας επιχείρησης, είτε είναι κεφάλαιο, μηχανήματα, υλικά ή αριθμός ατόμων, στις διάφορες δραστηριότητες που έχουν ανάγκη (Τσακλαγκάκος, 1980) με τρόπο που να επιφέρει θετικά αποτελέσματα όπως ελαχιστοποίηση του κόστους, μεγιστοποίηση του κέρδους, βελτίωση της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων κ.ά. (Πραστάκος, 2006).

Η επίλυση των προβλημάτων του γραμμικού προγραμματισμού μπορεί να γίνει γραφικά, με τη μέθοδο simplex ή με τη βοήθεια του υπολογιστή. Στην πρώτη περίπτωση οι μεταβλητές πρέπει να είναι δυο για το λόγο ότι απεικονίζονται σε ένα σύστημα αξόνων, άρα δε μπορεί να λύσει πραγματικά προβλήματα με πολλές μεταβλητές και περιορισμούς (Υψηλάντης, 2006). Η simplex, από την άλλη, είναι μια αλγοριθμική μέθοδος η οποία κάθε φορά που εκτελείται μας οδηγεί σε μια καλύτερη λύση μέχρι να φτάσει στη βέλτιστη. Βασικό πλεονέκτημά της είναι ότι παρέχει σημαντικές πληροφορίες οικονομικής φύσης που δεν μπορούμε να εξάγουμε με άλλη μέθοδο (Υψηλάντης, 2006).

Τέλος, με τη βοήθεια προγραμμάτων στον υπολογιστή, όπως το LINDO ή το SOLVER του excel, μπορούν να λυθούν εύκολα, αποτελεσματικά και γρήγορα πολλά επιχειρησιακά προβλήματα (Πραστάκος, 2006).

1.6.2 Προβλήματα Μεταφοράς

Το πρόβλημα μεταφοράς διατυπώθηκε αρχικά από τον F.L. Hitchcock το 1941, ενώ συναφείς ιδέες είχε αναπτύξει λίγο νωρίτερα ο Kantorovitch το 1939 (Μπότσαρης, 1996). Στη συνέχεια ο G.B. Dantzig το διατύπωσε και το επέλυσε σαν πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού (Καρασαββίδου – Χατζηγηγορίου, 1999). Ανήκει στην ευρύτερη κατηγορία των προβλημάτων δικτύου και είναι το πιο κοινό πρόβλημα του γραμμικού προγραμματισμού (Πραστάκος, 2002).

Αντικείμενο του είναι ο προσδιορισμός της βέλτιστης διαδρομής για τη μεταφορά των αγαθών μιας επιχείρησης από τα σημεία παραγωγής ή αποθήκευσης στα σημεία πώλησης ή κατανάλωσης με τον πιο οικονομικό τρόπο. Δημιουργείται ένας εξειδικευμένος αλγόριθμος που λαμβάνοντας υπόψη του τη διαθέσιμη ποσότητα εμπορεύματος από τους τόπους παραγωγής και την ζήτηση σε κάθε σημείο κατανάλωσης προσδιορίζει ποιά είναι η καλύτερη διαδρομή ώστε να καλυφθεί η ζήτηση σε κάθε προορισμό με το μικρότερο δυνατό κόστος (Υψηλάντης, 2006).

Τα προβλήματα μεταφοράς βρίσκουν εφαρμογή στο σχεδιασμό εφοδιαστικών αλυσίδων (Πραστάκος, 2002).

1.6.3 Θεωρία Αποφάσεων

Στα παραπάνω προβλήματα στην πλειοψηφία των περιπτώσεων γίνεται η υπόθεση ότι μόνο ένα άτομο διαλέγει τη βέλτιστη επιλογή χωρίς να γίνεται αναφορά στα άλλα άτομα που παίρνουν αποφάσεις και χωρίς την επίπτωση που θα έχουν αυτές οι αποφάσεις πάνω στη δική του (Δημητρίου, 2012).

Στη θεωρία αποφάσεων αναζητείται τη βέλτιστη λύση ανάμεσα σε ένα σύνολο εφικτών εναλλακτικών επιλογών (Υψηλάντης, 2006). Εφαρμόζεται σε συνθήκες αβεβαιότητας ή ρίσκου και βασίζεται είτε σε πίνακες κερδών/ζημιών (Υψηλάντης, 2006) ή γενικά σε πίνακες απόδοσης (Πραστάκος, 2006) για κάθε εναλλακτική λύση είτε σε γραφική μορφή δενδροειδούς απεικόνισης για πιο πολύπλοκα προβλήματα (Υψηλάντης, 2006). Και στις δυο περιπτώσεις εκτιμάται η πιθανότητα επιτυχίας για κάθε εναλλακτική απόφαση ώστε να βρεθεί η άριστη (Υψηλάντης, 2006).

Στην περίπτωση που η αβεβαιότητα της απόφασης δεν οφείλεται σε τυχαία γεγονότα αλλά εξαρτάται από τις αποφάσεις κάποιου αντιπάλου ή ανταγωνιστή και υπάρχει σύγκρουση συμφερόντων, το πρόβλημα ανήκει στην κατηγορία της θεωρίας

παιγνίων στην οποία η λύση προέρχεται από πίνακα κερδών/ζημιών που αφορά και τα δυο αντίπαλα μέρη . Η θεωρία παιγνίων έχει αναπτυχθεί ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια ως αυτόνομο επιστημονικό πεδίο των οικονομικών επιστημών (Υψηλάντης, 2006).

1.6.4 Ουρές Αναμονής

Η θεωρία των ουρών αναμονής έχει την αρχή της στις μελέτες A.K. Erlang που αρχίζουν το 1909. Το πρόβλημα που μελέτησε ήταν ο υπολογισμός της καθυστέρησης για έναν χειριστή σε μια τηλεφωνική γραμμή που έπρεπε να συνδέει τα υπεραστικά τηλεφωνήματα. Μετά το Β' Παγκόσμιο Πόλεμο αυτή η αρχική μελέτη επεκτάθηκε και σε άλλα γενικότερα προβλήματα ουρών (Βασιλείου, 1999).

Οι ουρές αναμονής αναφέρονται στην καλή λειτουργία των συστημάτων εξυπηρέτησης όπου μονάδες, αναφερόμενες συνήθως σαν πελάτες, προσέρχονται κατά τυχαίο χρόνο προς εξυπηρέτηση τους. Τέτοια συστήματα εξυπηρέτησης μπορεί να είναι ένα σούπερ μάρκετ, μια τράπεζα ή ένα τηλεφωνικό κέντρο (Μπότσαρης, 1996).

Ο χρόνος αναμονής των πελατών εμπεριέχει κόστος για την επιχείρηση, αφού δυσαρεστημένοι πελάτες θα προτιμήσουν τους ανταγωνιστές με αποτέλεσμα την απώλεια εσόδων. Είναι φανερό ότι όσο αυξάνεται η δυνατότητα εξυπηρέτησης, προσθέτοντας επιπλέον μονάδες εξυπηρέτησης στο σύστημα, τόσο μειώνεται ο χρόνος αναμονής των πελατών. Η αύξηση, όμως, της δυνατότητας εξυπηρέτησης συνεπάγεται αύξηση του κόστους λειτουργίας της επιχείρησης (Υψηλάντης, 2006).

Ο στόχος των μοντέλων ουρών αναμονής είναι να βρεθεί η βέλτιστη λύση η οποία να παρέχει ένα ικανοποιητικό επίπεδο εξυπηρέτησης πελατών, ώστε να μειωθεί ο χρόνος αναμονής τους, με το ελάχιστο δυνατό κόστος λειτουργίας για την επιχείρηση (Υψηλάντης, 2006).

1.6.5 Προγραμματισμός και Έλεγχος Αποθεμάτων

Ένα σημαντικό πρόβλημα που έχει να αντιμετωπίσει μια επιχείρηση είναι ο προγραμματισμός και έλεγχος των αποθεμάτων που πρέπει να διατηρεί προκειμένου να εξασφαλίσει την ομαλή και αποτελεσματική λειτουργία της. Με τον όρο απόθεμα χαρακτηρίζουμε μια, όχι άμεσα χρησιμοποιούμενη, ποσότητα ενός προϊόντος η οποία θα διατηρηθεί σε ένα χώρο αποθήκευσης εωσότου ζητηθεί για χρήση (Μηλιώτης, 1994).

Το πρόβλημα που αντιμετωπίζει μια επιχείρηση σε σχέση με τα αποθέματα που διατηρεί θα μπορούσε συνοπτικά να σκιαγραφηθεί βάσει της περιγραφής που ακολουθεί.

Η μεγάλη ποσότητα αποθεμάτων σημαίνει υψηλό κόστος αποθήκευσης και δέσμευση κεφαλαίων που σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να φτάσει και το 40% του συνολικού κεφαλαίου της επιχείρησης, ενώ μικρή ποσότητα αποθεμάτων δημιουργεί τον κίνδυνο να μην είναι διαθέσιμος ο πόρος τη χρονική στιγμή που θα ζητηθεί (Υψηλάντης, 2006).

Ο προγραμματισμός αποθεμάτων βασίζεται σε ένα απλό πρότυπο ελέγχου αποθεμάτων που, ενώ αρχικά διαμορφώθηκε από τον Harris, διαδόθηκε ευρέως λίγο αργότερα, το 1918, από τον Wilson από τον οποίο πήρε και το όνομα “τύπος του Wilson” (Μπότσαρης, 1996). Το πρότυπο αυτό, λαμβάνοντας υπόψη την ποσότητα και την συχνότητα παραγγελίας κάθε είδους, προσπαθεί να ελαχιστοποιήσει το κόστος αποθήκευσης (Πραστάκος, 2002).

1.6.6 Άλλα Μοντέλα Δικτύων

Τα μοντέλα δικτυωτής ανάλυσης είναι μια κατηγορία προβλημάτων του γραμμικού προγραμματισμού που παρουσιάζει κάποια ιδιομορφία ως προς τη διατύπωση, τη δομή και τη λύση (Πραστάκος, 2006). Χρησιμοποιούνται για την αναπαράσταση μιας πραγματικής κατάστασης σε μορφή δικτύου, συνήθως γεωγραφικού ή οργανωτικού (Υψηλάντης, 2006).

Ζητούμενο είναι η εύρεση μιας αλληλουχίας μεταξύ κόμβων που απεικονίζουν συγκεκριμένες δραστηριότητες η οποία να βελτιστοποιεί ένα κριτήριο, όπως το χρόνο που θα πρέπει να καταλάβει κάθε εργασία σε ένα έργο ώστε να εκτελεστεί το έργο εντός συγκεκριμένων χρονικών ορίων, την απόσταση από σημείο σε σημείο ώστε να βρεθεί ο συντομότερος τρόπος σύνδεσης των κόμβων, την κάλυψη όλων των κόμβων με το ελάχιστο δυνατό μήκος δικτύου, την ανάθεση εργασιών έτσι ώστε να επιτυγχάνεται το μικρότερο για την επιχείρηση κόστος ή τη ροή σε ένα δίκτυο κ.ά. (Υψηλάντης, 2006).

Στην κατηγορία των προβλημάτων δικτύων ανήκουν τα προβλήματα μεταφοράς που αναφέρθηκαν παραπάνω, το πρόβλημα ανάθεσης, το πρόβλημα της συντομότερης διαδρομής, τα προβλήματα ροών, το πρόβλημα του προγραμματισμού των έργων και το πρόβλημα του ελάχιστου εκτεταμένου δέντρου (Πραστάκος, 2006).

1.6.7 Δυναμικός Προγραμματισμός

Ο δυναμικός προγραμματισμός είναι μια μέθοδος της επιχειρησιακής έρευνας που χρησιμοποιείται ευρύτατα στη μελέτη δυναμικών συστημάτων, δηλαδή συστημάτων των οποίων τα κύρια χαρακτηριστικά μεταβάλλονται διαχρονικά, καθώς και προβλημάτων που απαιτούν λήψη ακολουθιακών δυναμικών αποφάσεων (Καρκαζής, 1998), δηλαδή προβλημάτων που για να επιλυθούν πρέπει να χωριστούν σε υπο-προβλήματα των οποίων οι λύσεις είναι λογικά και μαθηματικά συσχετισμένες (Μπότσαρης, 1996).

Ο δυναμικός προγραμματισμός και οι λειτουργίες του θα παρουσιαστούν εκτενέστερα σε επόμενο κεφάλαιο.

1.6.8 Ακέραιος Προγραμματισμός

Ο ακέραιος προγραμματισμός είναι μια ειδική περίπτωση που αποτελεί επέκταση του γραμμικού προγραμματισμού, με τη διαφορά ότι στην περίπτωση αυτή οι μεταβλητές αποφάσεων παίρνουν αποκλειστικά ακέραιες τιμές (Μπότσαρης, 1996) ή αναπαριστούν αποφάσεις λογικής και όχι φυσικά μεγέθη, δηλαδή η απάντηση ναι και όχι σε ένα πρόβλημα ακέραιου προγραμματισμού συμβολίζεται με την τιμή 0 και 1 αντίστοιχα (Πραστάκος, 2006).

Παρά τη φαινομενική ομοιότητα με το γραμμικό προγραμματισμό, ο ακέραιος είναι διαφορετικός στη φύση του και δυσκολότερος στην επίλυση. Η γενική περίπτωση του ακέραιου προγραμματισμού κατατάσσεται στα προβλήματα με υψηλό βαθμό πολυπλοκότητας και η πολυπλοκότητα αυτή συνίσταται στο συνδυαστικό χαρακτήρα αυτών των προβλημάτων (Κιόχος, κ.ά, 2002).

Αν σε ένα πρόβλημα απαιτείται να είναι ακέραιες μερικές μόνο από τις μεταβλητές τότε ονομάζεται πρόβλημα μικτού ακέραιου προγραμματισμού (Βασιλείου, 2001).

1.6.9 Μη γραμμικός Προγραμματισμός

Ο μη γραμμικός προγραμματισμός εφαρμόζεται όταν μερικές από τις συναρτήσεις του προβλήματος, όπως ο αντικειμενικός στόχος ή/και οι περιορισμοί είναι μη γραμμικές συναρτήσεις και στην κατηγορία αυτή περιέχονται προβλήματα που επιλύονται δύσκολα (Μπότσαρης, 1996).

1.7 Επισκόπηση

Μέχρι στιγμής αναλύθηκαν η έννοια της επιχειρησιακής έρευνας, τα προβλήματα που αντιμετωπίζει μια επιχείρηση με τις διάφορες κατηγορίες τους, τα μαθηματικά μοντέλα που δύναται να εφαρμοστούν για την επίλυση των επιχειρησιακών προβλημάτων, τα συστατικά μέρη ενός μαθηματικού μοντέλου και οι βασικές μεθοδολογίες επίλυσης όπως έχουν προκύψει διαχρονικά.

Στη συνέχεια θα μελετηθεί η λήψη αποφάσεων ως αναπόσπαστο κομμάτι των λειτουργιών της επιχείρησης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Η ΛΗΨΗ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

2.1 Εισαγωγή

Λήψη αποφάσεων είναι η επιλογή που κάνουμε μεταξύ δύο ή περισσότερων εναλλακτικών λύσεων με βάση ορισμένα κριτήρια (Καρασαββίδου – Χατζηγηγορίου, 1999). Πιο συγκεκριμένα, απόφαση είναι το σύνολο των δράσεων που εφαρμόζονται σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή ως αποτέλεσμα της χρήσης των δεδομένων που υπάρχουν σε μια συγκεκριμένη κατάσταση (Asociación Española de Contabilidad y Administración de las Empresas, 2002).

Οι πληροφορίες είναι το συστατικό για τη λήψη αποφάσεων, είναι αυτές που επιτρέπουν να παράγονται και να ελέγχονται οι δράσεις που θα δημιουργήσουν με τη σειρά τους καινούργιες πληροφορίες. Η ανατροφοδότηση με πληροφορίες κινεί τη λήψη αποφάσεων, είναι η διαδικασία μέσω της οποίας τα δεδομένα που απαιτούνται για την απόφαση μεταδίδονται από το ένα μέλος της επιχείρησης στο άλλο την κατάλληλη στιγμή και με την επιθυμητή μορφή (Asociación Española de Contabilidad y Administración de las Empresas, 2002).

Η λήψη αποφάσεων παρουσιάζεται ως μια συνεχής διαδικασία, μια ροή συνεχόμενων αλλαγών που προέρχονται από τη ροή των πληροφοριών. Όλες οι λειτουργίες της επιχείρησης στηρίζονται στη λήψη αποφάσεων, για αυτό είναι πολύ σημαντικό οι αποφάσεις να λαμβάνονται με εμπειριστατωμένες μεθόδους ώστε να αποφεύγονται λάθη και παραλείψεις (Πραστάκος, 2002).

Η λήψη επιχειρηματικών αποφάσεων αποτελεί αναμφισβήτητα ένα κύριο συστατικό στοιχείο της λειτουργίας της διοίκησης των επιχειρήσεων καθώς τα διοικητικά στελέχη για να προγραμματίζουν, να οργανώνουν, να διευθύνουν, να ελέγχουν και να ανταπεξέρχονται των ρόλων τους είναι αναγκαίο να παίρνουν συνεχώς μικρές ή μεγάλες αποφάσεις (Μπουραντάς & Παπαλεξανδρή, 2003)

2.2 Ιστορικά στοιχεία

Στην ιστορία της επιστήμης αποφάσεων ορόσημο αποτελεί η θεωρία των παιγνίων, η οποία αναπτύχθηκε το 1944 από τους Von Neumann και Morgenstern. Η προσπάθειά

τους να ορίσουν με λογική προσέγγιση ποσοτικούς όρους είχε προκαλέσει δισταύμενες αντιδράσεις (Vazsonyi, 1990).

Στη λήψη αποφάσεων και στην επίλυση προβλημάτων στον τομέα της διοίκησης η τάση στις δεκαετίες '50 και '60 υπαγόρευε την εφαρμογή μαθηματικών μοντέλων και αλγόριθμων (Vazsonyi, 1990). Οι προσεγγίσεις που συνηθίζονταν ήταν κανονιστικές, δηλαδή επιστημονικές, ή περιορισμένης λογικής (Πραστάκος, 2006).

Στα τέλη του '60 αναπτύχθηκε ο τομέας της ανάλυσης αποφάσεων και το 1972 ο Savage έθεσε τα θεμέλια για την υποκειμενική εκτίμηση πιθανοτήτων (Vazsonyi, 1990), όπου εμφανίζεται πλέον ο παράγοντας διαίσθηση και εμπειρία (Υψηλάντης, 2006), έννοια άγνωστη στους μέχρι τότε λήπτες αποφάσεων. Ακόμα, εισήγαγε τη θεωρία χρησιμότητας (Vazsonyi, 1990), όπου οι αποφάσεις αναλύονται σε σχέση με την αποδοτικότητά τους βάσει κριτηρίων αξιολόγησης, σε αντίθεση με την παλαιότερη νοοτροπία όπου οι αποφάσεις βασιζόνταν σε ατελείς πληροφορίες από την περιορισμένη έρευνα που διεξήγαγαν (Πραστάκος, 2006).

Στις αρχές της δεκαετίας του '70 οι κανονιστικές και περιορισμένης λογικής μεθοδολογίες είχαν αρχίσει να αποδυναμώνονται, με μεγαλύτερο πλήγμα την εμφάνιση των συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων, τα οποία θεωρώντας τον άνθρωπο υποσύστημα συνέδεαν τις δυνατότητες του νου με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή και έτσι η διαδικασία λήψης αποφάσεων ενισχύθηκε (Vazsonyi, 1990).

Με την εν μέρει παραίτηση των κανονιστικών και περιοριστικών μεθόδων, την εξάπλωση των συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων και την ανάπτυξη των ευρετικών μεθόδων, πλέον επιλύονται προβλήματα πολύπλοκα και αβέβαιου αποτελέσματος που με την παραδοσιακή λήψη αποφάσεων πριν το '70 δε μπορούσαν να λυθούν (Vazsonyi, 1990).

2.3 Το περιβάλλον της λήψης αποφάσεων

Κάθε οργανισμός αναπτύσσεται, ευημερεί, ή αποτυγχάνει εξαιτίας ορισμένων αποφάσεων. Σε αρκετές περιπτώσεις, τα άτομα που πρέπει να λάβουν μια απόφαση δεν καταφέρνουν να επιτύχουν τα επιθυμητά αποτελέσματα όταν οι καταστάσεις απαιτούν μια πληθώρα ανταποκρίσεων και αποφάσεων. Αυτό συμβαίνει επειδή υπάρχει ένα συγκεκριμένο επίπεδο προβλεψιμότητας και τάξης, κάποιοι παράγοντες μεταβάλλονται συνεχώς, οι πληροφορίες είναι ασαφείς και συνήθως οι κοινές προσεγγίσεις λειτουργούν

κάτω από ορισμένες περιστάσεις, αλλά αποτυγχάνουν να δώσουν αποτελέσματα κάτω από άλλες (Snowden & Boone, 2007).

Με σκοπό τη βελτίωση των αποφάσεων, έχει αναπτυχθεί μια προσέγγιση που ονομάζεται πλαίσιο Cynefin. Το πλαίσιο αυτό χωρίζεται σε τέσσερα περιβάλλοντα βάσει της σχέσης αιτίου – αιτιατού, το απλό, το σύνθετο, το πολυσύνθετο και το χαοτικό περιβάλλον (Wikipedia, 2012).

2.3.1 Απλό περιβάλλον

Το απλό περιβάλλον χαρακτηρίζεται από σταθερότητα και ξεκάθαρη σχέση αιτίου – αιτιατού, η σωστή απάντηση είναι μοναδική και αδιαμφισβήτητη δεδομένου ότι βασίζεται σε κατανοητά γεγονότα. Ωστόσο, σε ένα απλό περιβάλλον ελλοχεύουν κίνδυνοι όπως η εσφαλμένη ένταξη σε αυτή την κατηγορία λόγω υπεραπλούστευσης, η «προκαθορισμένη σκέψη», δηλαδή τα άτομα που λαμβάνουν αποφάσεις να αποκλείουν νέους τρόπους σκέψης μένοντας προσκολλημένα σε προσεγγίσεις που απέκτησαν από την εμπειρία, την εκπαίδευση και την επιτυχία και η επανάπαυση στην επιτυχία που δύναται να προκαλέσει αργή αντίδραση σε μια αλλαγή του περιβάλλοντος (Snowden & Boone, 2007).

2.3.2 Σύνθετο περιβάλλον

Το σύνθετο περιβάλλον, σε αντίθεση με το απλό, μπορεί να περιέχει περισσότερες από μια σωστές απαντήσεις και παρόλο που υπάρχει καθαρή σχέση μεταξύ αιτίου και αιτιατού, δεν είναι δυνατό να διακριθεί πάντοτε. Για αυτό είναι χρήσιμη η δημιουργία μιας ομάδας ειδικών που θα προσφέρουν τις γνώσεις τους για την ανάλυση που απαιτείται. Η «προκαθορισμένη σκέψη» είναι και εδώ ένας κίνδυνος που ενδέχεται να προκύψει από την ομάδα των ειδικών (Snowden & Boone, 2007).

2.3.3 Πολυσύνθετο περιβάλλον

Ενώ στο σύνθετο περιβάλλον υπάρχει τουλάχιστον μια σωστή απάντηση, στο πολυσύνθετο δεν υπάρχουν σωστές απαντήσεις. Επικρατεί ρευστότητα και απροβλεψία, γι' αυτό το λόγο αντί να εφαρμοστεί ένα σχέδιο δράσης, είναι καλύτερο να αναδυθούν πειραματικά μοντέλα. Η προσπάθεια επιβολής της τάξης δεν είναι αποτελεσματική, χρειάζεται να εξελιχθούν από μόνα τους τα μοντέλα και μετά να γίνει επιλογή του πιο επιθυμητού (Snowden & Boone, 2007).

2.3.4 Χαοτικό περιβάλλον

Στο χαοτικό περιβάλλον οι σχέσεις μεταξύ αιτίου και αιτιατού είναι αδύνατο να καθοριστούν καθώς αλλάζουν συνεχώς και επικρατεί αναταραχή. Υπάρχει πληθώρα αποφάσεων που πρέπει να παρθούν και παντελής έλλειψη χρόνου για σκέψη. Ο στόχος είναι ο περιορισμός της ζημιάς προκειμένου να επανέλθει σε κάποιο βαθμό η τάξη (Snowden & Boone, 2007).

Ο λόγος που γίνεται η ανάλυση στο περιβάλλον της λήψης αποφάσεων είναι για να σκιαγραφηθεί η πολυπλοκότητα που έγκειται πίσω από τη διαδικασία λήψης αποφάσεων. Γίνεται φανερό επομένως ότι οι επιχειρήσεις συχνά χαρακτηρίζονται από υψηλή πολυπλοκότητα, η οποία συνίσταται από τον αριθμό των διαφορετικών στοιχείων που την επηρεάζουν. Έτσι, προκειμένου να παρθεί μια αποτελεσματική απόφαση που θα οδηγήσει στα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα, πρέπει να γίνει κατανοητό το περιβάλλον στο οποίο εκείνη ανήκει.

2.4 Τα είδη αποφάσεων

Τα προβλήματα που παρουσιάζονται σε μια επιχείρηση μπορούν να είναι συνηθισμένα και απλά, αλλά μπορούν ωστόσο να είναι σύνθετα και πολύπλοκα. Ανάλογα με τη φύση του προβλήματος που απαιτείται να αντιμετωπιστεί, οι αποφάσεις μπορούν να διακριθούν στις παρακάτω κατηγορίες.

Η Καρασαββίδου – Χατζηγηρηγορίου (1999) στο βιβλίο της παρουσιάζει τις απόψεις των H. Simon, P. Drucker, W.J. Gore και A.L Debbecq οι οποίοι ονομάζουν με διαφορετικό τρόπο ο καθένας τα είδη των αποφάσεων που παρατίθενται παρακάτω.

Ο H. Simon κατατάσσει τις αποφάσεις σε προγραμματισμένες και απρογραμματίστες. Οι προγραμματισμένες είναι οι αποφάσεις που αφορούν προβλήματα που είναι συνηθισμένα, συχνά επαναλαμβανόμενα και ο τρόπος λύσης τους είναι γνωστός και συγκεκριμένος. Αντίθετα, οι απρογραμματίστες αποφάσεις αναφέρονται είτε σε προβλήματα πρωτόγνωρα, οπότε δεν υπάρχει ορισμένος τρόπος για την αντιμετώπισή τους, είτε σε προβλήματα που έχουν παρουσιαστεί ξανά στο παρελθόν αλλά είναι τόσο σημαντικά που χρήζουν ιδιαίτερης προσοχής και μελέτης (Καρασαββίδου – Χατζηγηρηγορίου, 1999).

Αντίστοιχα, ο P. Drucker χαρακτηρίζει τις αποφάσεις τακτικές αν η κατάσταση είναι δεδομένη και οι στόχοι γνωστοί ή στρατηγικές αν το πρόβλημα και οι στόχοι πρέπει

να καθοριστούν ή να επαναπροσδιοριστούν. Στις τακτικές αποφάσεις ζητείται η επίλυση του προβλήματος αφού όλα τα δεδομένα είναι ήδη γνωστά, ενώ στις στρατηγικές αποφάσεις για να επέλθει η επίλυση πρέπει να διατυπωθούν πρώτα σωστά οι αντικειμενικοί στόχοι και μετά να βρεθούν οι πόροι και τα μέσα με τα οποία θα πραγματοποιηθούν οι στόχοι αυτοί (Καρασαββίδου – Χατζηγηγορίου, 1999).

Ο W.J. Gore από την άλλη, τις διακρίνει σε αποφάσεις συνηθισμένες, αποφάσεις προσαρμογής και αποφάσεις καινοτομίας (Καρασαββίδου – Χατζηγηγορίου, 1999).

Ομοίως, ο A.L Debbecq τις χωρίζει σε αποφάσεις συνηθισμένες, αποφάσεις διαπραγμάτευσης και αποφάσεις δημιουργικές (Καρασαββίδου – Χατζηγηγορίου, 1999).

Γίνεται κατανοητό ότι οποιαδήποτε από τις προαναφερθείσες διακρίσεις, πρακτικά αναφέρεται σε αποφάσεις που λαμβάνονται σε συνθήκες βεβαιότητας και ελάχιστου ρίσκου και επιλύονται με διάφορες τεχνικές της επιχειρησιακής έρευνας ή σε αποφάσεις που λαμβάνονται κάτω από συνθήκες κινδύνου, ρίσκου και αβεβαιότητας και βασίζονται κυρίως στην κρίση, τη διαίσθηση, την πείρα και τη δημιουργικότητα του διοικητικού στελέχους. Στην πρώτη κατηγορία μπορούν να συμπεριληφθούν αποφάσεις επιλογής προσωπικού, κατανομής αποθεμάτων, μεταφοράς προϊόντων (Καρασαββίδου – Χατζηγηγορίου, 1999), ενώ στη δεύτερη αποφάσεις εισαγωγής νέων προϊόντων, επιλογής επενδύσεων και χρηματοδοτήσεων (Πραστάκος, 2002).

2.5 Ο ρόλος του ρίσκου

Όπως μόλις αναφέρθηκε, το ρίσκο είναι ένα στοιχείο που αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι ορισμένων επιχειρηματικών αποφάσεων που πρέπει να παρθούν. Υπάρχουν αρκετοί ορισμοί του ρίσκου ανάλογα με τον τομέα που μελετάται. Ως γενικός ορισμός μπορεί να θεωρηθεί ότι το ρίσκο είναι έκθεση ενός ατόμου σε μια πρόταση για την οποία είναι αβέβαιος (Holton, 2004).

Το επιχειρηματικό ρίσκο ορίζεται ως η πιθανότητα της απώλειας περιουσιακών στοιχείων στις δραστηριότητες της επιχείρησης και στο περιβάλλον που μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την δυνατότητα να δημιουργούνται έσοδα από τις επενδύσεις (BusinessDictionary, 2012).

Το ρίσκο είναι χαρακτηριστικό όλων των στρατηγικών αποφάσεων στις οποίες υπάρχει ένας βαθμός αβεβαιότητας που σχετίζεται με τα αποτελέσματα των αποφάσεων και έτσι ορισμένα αποτελέσματα είναι πιο επιθυμητά από άλλα (Pablo, et al, 1996).

Το ρίσκο επιδρά στη συμπεριφορά αποφάσεων επηρεάζοντας τις αντιλήψεις για την κατάσταση, την αξιολόγηση των εναλλακτικών, τη λήψη αποφάσεων και άλλες ενέργειες που σχετίζονται με τη λήψη αποφάσεων οι οποίες γίνονται ως ανταπόκριση στο ρίσκο (Pablo, et al, 1996).

2.6 Η διαδικασία λήψης αποφάσεων

Τα προβλήματα που έχει να αντιμετωπίσει μια επιχείρηση είναι πολύπλοκα και πολυδιάστατα και η απόφαση για το κάθε πρόβλημα πρέπει να το αντιμετωπίζει σφαιρικά, από όλες τις πτυχές του (Πραστάκος, 2002), καθώς επίσης πρέπει να διαβεβαιωθεί ότι δεν παραβιάζονται κοινωνικοί, περιβαλλοντικοί, οργανωτικοί ή άλλοι περιορισμοί (Υψηλάντης, 2006). Υπάρχουν δυο βασικά κριτήρια, η αποδοτικότητα και η αποτελεσματικότητα, με τα οποία αξιολογείται μια απόφαση για να κριθεί αν είναι επιτυχημένη ή όχι (Πραστάκος, 2006).

Η αποδοτικότητα μιας απόφασης εκφράζει το βαθμό στον οποίο χρησιμοποιούνται ικανοποιητικά οι διαθέσιμοι πόροι της επιχείρησης για την επίτευξη των στόχων, όπως για παράδειγμα, το ύψος του κόστους παραγωγής ενός προϊόντος σε σχέση με τις πωλήσεις του. Γενικά, η αποδοτικότητα ορίζεται σαν το λόγο των εκροών προς τις εισροές (Πραστάκος, 2006). Η αποτελεσματικότητα μιας απόφασης εκφράζει το βαθμό στον οποίο επιτυγχάνονται οι στόχοι που έχουν τεθεί όπως το ύψος πωλήσεων ή το μερίδιο αγοράς. Η αποτελεσματικότητα ορίζεται ως ο λόγος των αποτελεσμάτων προς τους αντίστοιχους στόχους (Πραστάκος, 2006).

Σύμφωνα με τη Διοικητική Επιστήμη υπάρχουν κάποια στάδια λήψης αποφάσεων τα οποία βοηθούν ώστε τα στελέχη να λάβουν υπόψη τους όλους τους περιορισμούς και τα εναλλακτικά σχέδια δράσης και να λύσουν με συστηματικότητα από απλά μέχρι πολύ πιο σύνθετα προβλήματα.

Τα στάδια λήψης αποφάσεων είναι τα εξής: η αναγνώριση και περιγραφή του προβλήματος, ο καθορισμός των στόχων, ο καθορισμός των μεταβλητών και των παραμέτρων, ο εντοπισμός των περιορισμών, η αναζήτηση και ανάλυση εναλλακτικών λύσεων, η υλοποίηση της επιλεγείσας λύσης και η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων. Εν συνεχεία αναλύονται το κάθε ένα από αυτά τα στάδια.

A. Αναγνώριση και περιγραφή του προβλήματος

Η αναγνώριση του προβλήματος μπορεί να είναι μια πολύ δύσκολη διαδικασία καθώς η διάγνωση ενός προβλήματος βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στην υποκειμενική κρίση και τη διαίσθηση του διοικητικού φορέα, συνεπώς είναι εύκολο να παρουσιαστούν λάθη στην διατύπωσή του (Πραστάκος, 2006).

Επιπλέον, ένα πρόβλημα μπορεί να σχετίζεται, σε μεγάλο ή μικρό βαθμό, με άλλα προβλήματα και αν ο λήπτης αποφάσεων δεν το αντιληφθεί έγκαιρα, θα οδηγηθεί σε ανεπιθύμητα αποτελέσματα (Υψηλάντης, 2006). Η Καρασαββίδου – Χατζηγηρηγορίου (1999) αποτυπώνει στο βιβλίο της τη διαπίστωση του P. Drucker, ο οποίος αναφέρει ότι: «η πιο συνηθισμένη πηγή σφαλμάτων στη λήψη επιχειρηματικών αποφάσεων είναι η έμφαση που δίδεται στην αναζήτηση της σωστής απάντησης και όχι της σωστής ερώτησης» (Καρασαββίδου – Χατζηγηρηγορίου, 1999).

Ένας καλός ορισμός του προβλήματος ελαχιστοποιεί τον απαιτούμενο για τη λύση χρόνο. Για τον εντοπισμό και τη σωστή περιγραφή ενός προβλήματος πρέπει το πρόβλημα να αναλυθεί βαθύτερα, πίσω από τα συμπτώματα, για να βρεθούν οι πραγματικές αιτίες που το δημιουργούν (Υψηλάντης, 2006).

Για την καλύτερη κατανόηση της φύσης και των αιτιών του προβλήματος μπορούν να αναλυθούν μερικά χαρακτηριστικά στοιχεία της επιχείρησης όπως η δομή της, οι διαδικασίες που ακολουθούνται στις διάφορες λειτουργίες της, η στρατηγική της, η τεχνολογική υποδομή της, το εξωτερικό της περιβάλλον, κ.ά. (Πραστάκος, 2002).

Στην προσπάθεια συλλογής πληροφοριών για την αναγνώριση και αντιμετώπιση προβλημάτων των επιχειρήσεων σημαντική βοήθεια προσφέρουν τα συστήματα πληροφόρησης τα οποία σε συνδυασμό με την κρίση και την πείρα των διοικητικών στελεχών συνιστούν τη Διαχείριση της Επιχειρησιακής Γνώσης. Σκοπός των συστημάτων αυτών είναι να αναλύουν και να συγκρίνουν τα δεδομένα που αφορούν την πορεία της επιχείρησης σε σχέση με τους στόχους που είχαν τεθεί, και να αναδεικνύουν πιθανές αποκλίσεις (Πραστάκος, 2002).

B. Καθορισμός των στόχων

Για να βρεθεί μια λύση σε ένα πρόβλημα, οι επιδιώξεις πρέπει να είναι σαφείς (Καρασαββίδου – Χατζηγηρηγορίου, 1999). Ο στόχος της επιχείρησης τις περισσότερες φορές είναι η ελαχιστοποίηση του κόστους ή η μεγιστοποίηση του κέρδους, αλλά αυτό δεν περιορίζει την ύπαρξη άλλων στόχων όπως η διατήρηση της σταθερότητας των εσόδων, η

αύξηση ή διατήρηση του μεριδίου αγοράς, η διαφοροποίηση των προϊόντων, η βελτίωση των συνθηκών εργασίας κ.ά. (Πραστάκος, 2006).

Πολλές φορές οι στόχοι είναι ελλιπείς, ανέφικτοι ή κατώτεροι των δυνατοτήτων της επιχείρησης με αποτέλεσμα να απογοητεύουν τα στελέχη, να μην τα κινητοποιούν αρκετά ή να τα κινητοποιούν προς λάθος κατεύθυνση (Πραστάκος, 2002). Για αυτό είναι μείζονος σημασίας να επαναπροσδιορίζονται οι στόχοι και να διατυπώνονται με σαφήνεια ώστε να είναι αντάξιοι της επιχείρησης και να μας βοηθάνε στον προσδιορισμό των λύσεων και την επιλογή του τρόπου με τον οποίο μπορούν αυτές να υλοποιηθούν (Καρασαββίδου – Χατζηγηρηγορίου, 1999).

Γ. Καθορισμός μεταβλητών και παραμέτρων

Εφόσον έχει διατυπωθεί σωστά ο στόχος σειρά έχει να καθοριστεί η αντικειμενική συνάρτηση που θα περιγράφει το επιθυμητό αποτέλεσμα σε ένα μοντέλο-υπόδειγμα. Η συνάρτηση αυτή περιέχει τους παράγοντες που μπορούν να ελεγχθούν από το λήπτη αποφάσεων, δηλαδή τις μεταβλητές, και τους παράγοντες που καθορίζονται από τρίτους, άρα δε μπορούν να ελεγχθούν, δηλαδή τις παραμέτρους (Υψηλάντης, 2006).

Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι για τη δημιουργία του αντικειμενικού στόχου μελετώνται μονάχα οι μεταβλητές που έχουν σημαντική επίδραση στη λύση και τροποποιούνται ανάλογα με την περίπτωση για να διευκολυνθεί η λύση του προβλήματος. Σκοπός της κατασκευής του υποδείγματος είναι να παρουσιάσει απλουστευμένα ένα πολύπλοκο πρόβλημα ώστε να βρεθεί η λύση κατά προσέγγιση, πιο εύκολα και γρηγορότερα (Καρασαββίδου – Χατζηγηρηγορίου, 1999).

Δ. Εντοπισμός των περιορισμών

Σε μια επιχείρηση οι ποσότητες των πόρων και των συντελεστών δεν είναι απεριόριστες και τα χρονικά περιθώρια μπορεί να είναι στενά (Πραστάκος, 2002). Στο στάδιο αυτό αναγνωρίζονται τα όρια στα οποία μπορεί να κινηθεί η επιχείρηση και αποκλείονται κάποιες από τις εναλλακτικές λύσεις που θα παρουσιαστούν επειδή είναι αδύνατον να εφαρμοστούν λόγω έλλειψης διαθέσιμου χρόνου ή πόρων (Υψηλάντης, 2006).

Οι περιορισμοί, όπως και οι μεταβλητές, πρέπει να διατηρούνται στον ελάχιστο δυνατό αριθμό (Καρασαββίδου – Χατζηγηρηγορίου, 1999).

Ε. Αναζήτηση και ανάλυση εναλλακτικών λύσεων

Με την επεξεργασία των δεδομένων προκύπτει μια λίστα από διάφορες εναλλακτικές λύσεις. Οι πιθανές λύσεις καταγράφονται, αναλύονται και συγκρίνονται (Καρασαββίδου – Χατζηγηγορίου, 1999) για να επιλεγθεί η λύση που θεωρείται ότι προσφέρει το καλύτερο αποτέλεσμα, δηλαδή την άριστη ή, αλλιώς, βέλτιστη λύση (Υψηλάντης, 2006).

Κάθε λύση πρέπει να εξετάζεται ως προς τις αδυναμίες και τις δυνατότητες που παρουσιάζει και να αξιολογείται ανάλογα με τα προσδοκώμενα αποτελέσματα που θα έχει, τα οποία είθισται να εκφράζονται σε αναμενόμενη χρηματική αξία, αναμενόμενο κόστος ή αναμενόμενη χρησιμότητα (Καρασαββίδου – Χατζηγηγορίου, 1999).

Αφού προσδιοριστούν και συγκριθούν όλες οι εναλλακτικές λύσεις, επιλέγεται εκείνη που θεωρείται πως έχει τις μεγαλύτερες πιθανότητες επιτυχίας. Υπάρχει, βεβαίως, πάντα η πιθανότητα καμιά από τις εναλλακτικές λύσεις που αναπτύχθηκαν να μην ικανοποιεί τους στόχους. Στην περίπτωση αυτή, επαναλαμβάνεται η διαδικασία αναζήτησης λύσεων εφόσον βρεθεί μια αποδεκτή εναλλακτική λύση (Καρασαββίδου – Χατζηγηγορίου, 1999).

Τέλος, ελέγχονται οι επιπτώσεις που θα είχε στην επιλεγμένη λύση μια αλλαγή στο περιβάλλον της επιχείρησης με τη μέθοδο της επονομαζόμενης “ανάλυσης ευαισθησίας”. Αν το αποτέλεσμα της λύσης διαφοροποιείται πολύ σε κάθε αλλαγή του περιβάλλοντος τότε ίσως πρέπει να επιλεγεί μια πιο συντηρητική αλλά περισσότερο σίγουρη λύση (Πραστάκος, 2002).

ΣΤ. Υλοποίηση της επιλεγθείσας λύσης

Εφόσον έχει επιλεγθεί μια από τις εναλλακτικές λύσεις μεταφέρονται τα δεδομένα στο πραγματικό σύστημα και ξεκινάει η δοκιμαστική εφαρμογή (Καρασαββίδου – Χατζηγηγορίου, 1999). Κατά τη διάρκεια της πραγματοποίησης της προτεινόμενης λύσης ίσως χρειαστεί να γίνουν τυχόν διορθώσεις ή αλλαγές (Υψηλάντης, 2006).

Το στάδιο της υλοποίησης αποτελεί το αποκορύφωμα της διαδικασίας λήψης αποφάσεων αφού γίνεται πράξη ό,τι ήδη αναλύθηκε θεωρητικά. Συνήθως είναι το δυσκολότερο στάδιο και χρήζει λεπτών χειρισμών αφού είναι πιθανό, εκτός από τις πρακτικές δυσκολίες και επιπλοκές που μπορεί να παρουσιαστούν λόγω μεταφοράς στο πραγματικό σύστημα, να αντιμετωπίσει την απόρριψη του ανθρώπινου δυναμικού της

επιχείρησης, οι οποίοι για διάφορους λόγους δεν αποδέχονται την επιλεγθείσα λύση ως ικανοποιητική λύση (Πραστάκος, 2006).

Απαιτείται, λοιπόν, πολύ μεγάλη προσοχή στη φάση της υλοποίησης επειδή λάθος χειρισμοί μπορούν να οδηγήσουν ακόμα και σωστές προτάσεις στην αποτυχία και να χρειάζεται να επαναληφθεί όλη η διαδικασία από την αρχή (Υψηλάντης, 2006).

Z. Αξιολόγηση των αποτελεσμάτων

Για να ολοκληρωθεί η διαδικασία επιτυχώς πρέπει να μετρηθεί η απόδοση της επιλεγθείσας λύσης που υλοποιήθηκε με βάση τους στόχους που τέθηκαν αρχικά. Αν η απόδοση είναι ικανοποιητική, χωρίς μεγάλες αποκλίσεις από τους στόχους, τότε η λύση είναι αποδεκτή και το πρόβλημα λύνεται (Πραστάκος, 2002). Αν, όμως, η λύση παρουσιάζει τυχόν αδυναμίες ή αποκλίνει πολύ από τους στόχους και χρήζει διορθώσεων η διαδικασία πρέπει να επαναληφθεί (Υψηλάντης, 2006).

Όπως όλες οι διαδικασίες έτσι και η διαδικασία λήψης αποφάσεων έχει ένα κόστος εφαρμογής το οποίο πρέπει να λαμβάνεται υπόψη. Συνεπώς, η βελτίωση των αποτελεσμάτων μέσω των επαναλήψεων μέχρι να βρεθεί η βέλτιστη λύση είναι αποδοτική μόνο εφόσον το όφελος από τη διαδικασία ξεπερνά το κόστος εφαρμογής της (Υψηλάντης, 2006).

2.7 Επισκόπηση

Στο κεφάλαιο αυτό αναλύθηκαν η έννοια της λήψης αποφάσεων, η έννοια της απόφασης, η πληροφορία ως μέσο λήψης αποφάσεων, το περιβάλλον της λήψης αποφάσεων, τα είδη της απόφασης, η έννοια του ρίσκου και η διαδικασία λήψης αποφάσεων.

Στο επόμενο κεφάλαιο θα αναπτυχθεί η διαδικασία του δυναμικού προγραμματισμού, μια μεθοδολογία η οποία συνδέεται άρρηκτα με τη λήψη αποφάσεων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Ο ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ

3.1 Εισαγωγή

Ο όρος προγραμματισμός σε μια επιχειρηματική μονάδα δηλώνει το σύνολο των διαδικασιών και ενεργειών που απαιτούνται για τη λήψη και υλοποίηση αποφάσεων που οδηγούν στην επίτευξη των στόχων της (Υψηλάντης, 2006). Ο προγραμματισμός είναι μια λειτουργία που από τη φύση του μεταβάλλεται συνεχώς, διότι το περιβάλλον που μέσα στο οποίο λαμβάνονται οι αποφάσεις είναι διαρκώς μεταβαλλόμενο (Υψηλάντης, 2006).

Στο κεφάλαιο αυτό θα ασχοληθούμε με τον δυναμικό προγραμματισμό, μια τεχνική για την αποτελεσματική επίλυση ορισμένων προβλημάτων μαθηματικού προγραμματισμού ειδικής μορφής και προβλημάτων βελτιστοποίησης των οποίων οι μεταβλητές και οι παράμετροι είναι συναρτήσεις του χρόνου (Μπότσαρης, 1996).

Σε αντίθεση με τον γραμμικό προγραμματισμό, όπου για την επίλυση των προβλημάτων εφαρμόζεται μια τυποποιημένη μαθηματική διατύπωση και συγκεκριμένοι αλγόριθμοι (Hillier & Lieberman, 1995), στα προβλήματα δυναμικού προγραμματισμού δεν υπάρχει ενδεικτικός τρόπος επίλυσης, κάθε περίπτωση απαιτεί διαφορετική προσέγγιση, αν και όλα τα προβλήματα που λύνονται με τη μέθοδο αυτή παρουσιάζουν κάποια κοινά χαρακτηριστικά (Υψηλάντης, 2006).

3.2 Ιστορία

Ο δυναμικός προγραμματισμός είναι μια από τις σημαντικότερες μεθόδους της επιχειρησιακής έρευνας. Την εισήγαγε και ανέπτυξε αρχικά ο Richard Bellman στις ΗΠΑ τη δεκαετία του 1950, όντας καθηγητής στο Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνιας στο Berkeley και παράλληλα ερευνητής στην εταιρία The Rand Corporation. Έκτοτε έχει γίνει θέμα πολλών θεωρητικών μελετών, καθώς και ένα ιδιαίτερα χρήσιμο εργαλείο για την ανάλυση περίπλοκων θεωρητικών και πρακτικών προβλημάτων (Πραστάκος, 2006).

Το όνομα του δυναμικού προγραμματισμού προέκυψε ανορθόδοξα από τον Richard Bellman, ο οποίος ψάχνοντας μια ονομασία που να μην περιέχει τις λέξεις έρευνα,

μαθηματικά ή οποιαδήποτε άλλη λέξη που να παραπέμπει σε επιστήμη κατέληξε στο όνομα δυναμικός προγραμματισμός (Καρκαζής, 1998).

Τα τελευταία 40 χρόνια έχει γίνει σημαντική ερευνητική δουλειά από επιστημονικές ομάδες κάτω από την καθοδήγηση του L.S. Pontryagin στη Σοβιετική Ένωση και του R. Bellman στις ΗΠΑ. Αποτέλεσμα της έρευνας αυτής ήταν η αποκάλυψη της αξίας του δυναμικού προγραμματισμού σαν μέθοδο βελτιστοποίησης στα ακολουθιακά φαινόμενα που συναντώνται πολύ συχνά στα προηγμένα τεχνολογικά προγράμματα και στις οικονομικές αναλύσεις (Βασιλείου, 2001).

3.3 Ορισμός - Ανάπτυξη

Ο δυναμικός προγραμματισμός είναι μια υπολογιστική μέθοδος η οποία εφαρμόζεται όταν πρόκειται να ληφθεί μια σύνθετη απόφαση (Μηλιώτης, 1994) και στην οποία αντί του αρχικού προβλήματος επιλύονται μια σειρά προβλημάτων μικρότερης διάστασης, που ονομάζονται υπο-προβλήματα, των οποίων οι λύσεις είναι μαθηματικά και λογικά συσχετισμένες και αλληλοεξαρτώμενες και μπορούν πολύ πιο εύκολα να προσδιοριστούν (Μπότσαρης, 1996). Η αλληλεξάρτηση των λύσεων συνίσταται στο ότι οι αποφάσεις των υπο-προβλημάτων μπορούν είτε να παρουσιάζουν χρονική διαδοχή, όπως στην περίπτωση αναζήτησης της συντομότερης διαδρομής (Μηλιώτης, 1994) ή της βέλτιστης ποσότητας παραγωγής κάθε μήνα (Πραστάκος, 2006), είτε να συνδέονται με κοινούς περιορισμούς σε ανταγωνιστικές δραστηριότητες (Μηλιώτης, 1994).

Η μεθοδολογία του δυναμικού προγραμματισμού βασίζεται πάνω σε ένα αξίωμα που διατυπώθηκε από τον Richard Bellman και ονομάζεται εξίσωση Bellman (Μηλιώτης, 1994) ή αρχή της βελτιστοποίησης (Βασιλείου, 2001) ή αρχή της αριστότητας (Μπότσαρης, 1996) ή Μαρκοβιανή ιδιότητα (Hillier & Lieberman, 1995). Σύμφωνα με αυτή την αρχή «μια βέλτιστη πολιτική έχει την ιδιότητα, οποιαδήποτε και αν είναι η αρχική κατάσταση και η αρχική απόφαση, οι εναπομένουσες αποφάσεις πρέπει να συνιστούν μια βέλτιστη πολιτική σε σχέση με την κατάσταση που προέκυψε από την αρχική απόφαση» (Bellman, 1954).

Η τεχνική του δυναμικού προγραμματισμού στηρίζεται στην συνδυασμένη χρήση της θεωρίας της βελτιστοποίησης και της μαθηματικής έννοιας της αναδρομής σύμφωνα με την οποία κάθε βήμα της διαδικασίας συσχετίζεται με τα προηγούμενα (Μπότσαρης, 1996). Το κάθε βήμα, δηλαδή το κάθε υπο-πρόβλημα, λύνεται παραμετρικά, δηλαδή

λαμβάνονται υπόψη όλες οι δυνατές τιμές ορισμένων παραμέτρων ώστε να καλυφθούν όλα τα ενδεχόμενα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το αυξημένο υπολογιστικό κόστος της διαδικασίας. Μολονότι η μέθοδος του δυναμικού προγραμματισμού παρουσιάζει υψηλό κόστος, προσφέρει μεγαλύτερη ευελιξία, άρα ευκολότερη λύση σε σχέση με άλλες μεθόδους (Μηλιώτης, 1994).

3.4 Χαρακτηριστικά προβλημάτων δυναμικού προγραμματισμού

Όπως αναφέρθηκε στην εισαγωγή, τα προβλήματα δυναμικού προγραμματισμού δεν έχουν μια συγκεκριμένη μεθοδολογία με την οποία λύνονται και για αυτό είναι δύσκολο να αναγνωριστούν και να επιλυθούν (Πραστάκος, 2006). Παρόλα αυτά υπάρχουν μερικά κοινά χαρακτηριστικά τα οποία συναντώνται στα προβλήματα δυναμικού προγραμματισμού (Υψηλάντης, 2006).

Αυτά τα κοινά χαρακτηριστικά είναι το στάδιο απόφασης ή διαδρομής, οι καταστάσεις, οι αποφάσεις, οι μετασχηματισμοί εισόδου-εξόδου, η συνάρτηση αποτελεσμάτων, οι συμβολισμοί και η αρχή βελτιστοποίησης του δυναμικού προγραμματισμού (Υψηλάντης, 2006).

3.4.1 Στάδιο Απόφασης ή Διαδρομής

Στάδιο απόφασης είναι το κάθε κομμάτι στο οποίο χωρίζεται ένα πρόβλημα. Στο κάθε στάδιο υπάρχει ένα δεδομένο σύνολο εναλλακτικών αποφάσεων από τις οποίες επιλέγεται η μια λύση που θα επηρεάσει όχι μόνο το αποτέλεσμα του συγκεκριμένου σταδίου αλλά το αποτέλεσμα όλων των σταδίων που ακολουθούν. Το στάδιο απόφασης συμβολίζεται με N (Υψηλάντης, 2006).

3.4.2 Καταστάσεις ή Θέσεις

Σε κάθε στάδιο απόφασης το σύστημα που αναλύεται μπορεί να βρίσκεται σε ένα σύνολο δυνατών συνθηκών, ανάλογα με την απόφαση που επιλέχθηκε στο προηγούμενο στάδιο, που ονομάζονται καταστάσεις ή θέσεις (Hillier & Lieberman, 1995). Η κατάσταση ή θέση στη οποία μπορεί να βρίσκεται το σύστημα σε ένα συγκεκριμένο στάδιο επηρεάζει την απόφαση που θα ληφθεί στο στάδιο αυτό (Υψηλάντης, 2006). Ο αριθμός των καταστάσεων σε ένα στάδιο, ανάλογα με το είδος του προβλήματος, μπορεί να είναι είτε

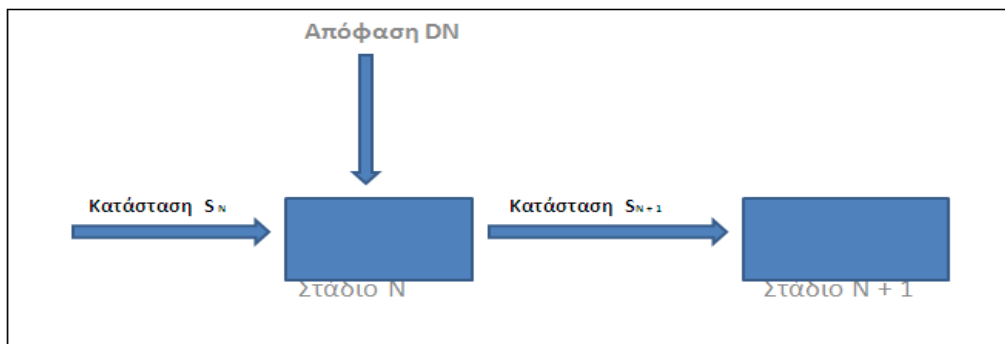
πεπερασμένος είτε άπειρος (Hillier & Lieberman, 1995). Η κατάσταση συμβολίζεται με S_N (Υψηλάντης, 2006).

3.4.3 Αποφάσεις

Σε κάθε στάδιο και ανάλογα με την κατάσταση στην οποία βρίσκεται το σύστημα εμφανίζεται ένα σύνολο εφικτών πολιτικών που μπορούν να ακολουθηθούν, οι αποφάσεις (Hillier & Lieberman, 1995), από τις οποίες πρέπει να επιλέξει την πιο κατάλληλη ο λήπτης αποφάσεων. Το σύνολο των εναλλακτικών αποφάσεων που εμφανίζονται στο κάθε στάδιο απόφασης εξαρτάται από την κατάσταση που βρίσκεται το σύστημα την συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Η απόφαση συμβολίζεται με D_N (Υψηλάντης, 2006).

3.4.4 Μετασχηματισμοί εισόδου - εξόδου

Ο δυναμικός προγραμματισμός βασίζεται στο γεγονός ότι το κυρίως πρόβλημα χωρίζεται σε υπο-προβλήματα, δηλαδή στάδια, των οποίων οι λύσεις είναι μαθηματικά και λογικά συσχετισμένες και αλληλένδετες (Μπότσαρης, 1996). Έτσι, η κατάσταση που θα βρεθεί το σύστημα στο κάθε στάδιο εξαρτάται από την κατάσταση του προηγούμενου σταδίου σε συνδυασμό με την απόφαση που θα ληφθεί στο στάδιο εκείνο (Υψηλάντης, 2006).



Σχήμα 1: Αλληλεξάρτηση αποφάσεων και καταστάσεων (Υψηλάντης, 2006)

Η αλληλεξάρτηση αποφάσεων και καταστάσεων, η οποία απεικονίζεται στο Σχήμα 1, ονομάζεται «μετασχηματισμός εισόδου – εξόδου» και αποτελεί ένα από τα βασικά δομικά στοιχεία στα προβλήματα δυναμικού προγραμματισμού. Πιο αναλυτικά, σε κάθε στάδιο N του προβλήματος, αν θεωρηθεί δεδομένη μια κατάσταση S_N , τότε για κάθε απόφαση D_N που θα ληφθεί ορίζεται μέσω μιας μονοσήμαντης σχέσης η αντίστοιχη

κατάσταση S_{N+1} στην οποία θα βρίσκεται το σύστημα στο επόμενο στάδιο $N+1$ (Υψηλάντης, 2006).

3.4.5 Συνάρτηση αποτελεσμάτων ή βελτιστοποίησης

Κάθε εφικτός συνδυασμός μιας κατάστασης S_N και μιας απόφασης D_N σε κάθε στάδιο N δημιουργεί ένα οικονομικό αποτέλεσμα για το στάδιο αυτό καθώς και για τα επόμενα, με βάση τη σχέση που αναλύθηκε νωρίτερα. Το αποτέλεσμα αυτό μπορεί να αναφέρεται στην μεγιστοποίηση του κέρδους, την ελαχιστοποίηση του κόστους, την ελαχιστοποίηση της απόστασης, την ελαχιστοποίηση του χρόνου, κ.ά. (Υψηλάντης, 2006).

3.4.6 Συμβολισμοί

Συμβολίζεται με $f_N(S_N, D_N)$ η συνάρτηση αποτελεσμάτων που αντιστοιχεί στα στάδια από τα N ως το τελευταίο στάδιο που προκύπτει από το συνδυασμό της κατάστασης S_N και της απόφασης D_N . Θεωρείται ότι στο στάδιο N βρισκόμαστε σε μια δεδομένη κατάσταση S_N , όπου υπάρχει ένα πλήθος εναλλακτικών αποφάσεων. Η απόφαση εκείνη που βελτιστοποιεί το αποτέλεσμα στην κατάσταση S_N συμβολίζεται με D_N^* και η συνάρτηση η οποία ορίζει το βέλτιστο αποτέλεσμα συμβολίζεται με $f_N^*(S_N)$. Στην περίπτωση που το βέλτιστο αποτέλεσμα αποσκοπεί στο κέρδος, η συνάρτηση μετατρέπεται σε $\max_{f_N(S_N, D_N)}$ ενώ όταν αντιστοιχεί σε κόστος μετατρέπεται σε $\min_{f_N(S_N, D_N)}$ (Υψηλάντης, 2006).

Το αποτέλεσμα στο οποίο αποσκοπεί είναι η βελτιστοποίηση του πρώτου σταδίου με συνάρτηση $f_1^*(S_1)$, όπου είναι γνωστή την κατάσταση S_N του συστήματος (Υψηλάντης, 2006) και, όπως έχει αποδειχθεί από τον Bellman, το αποτέλεσμα του πρώτου σταδίου ισοδυναμεί με το αποτέλεσμα των σταδίων από $N, N+1, N+2$, έως $N+n$ (Πραστάκος, 2006).

3.4.7 Η αρχή της βελτιστοποίησης

Η αρχή της βελτιστοποίησης δηλώνει ότι ανεξάρτητα από τον τρόπο που φτάσαμε σε μια κατάσταση ενός σταδίου N και τις αποφάσεις που έχουν ληφθεί μέχρι εκείνο το στάδιο, η απόφαση που θα ληφθεί στο στάδιο αυτό επηρεάζεται μόνο από την κατάσταση στην οποία βρίσκεται το σύστημα στο στάδιο N (Υψηλάντης, 2006).

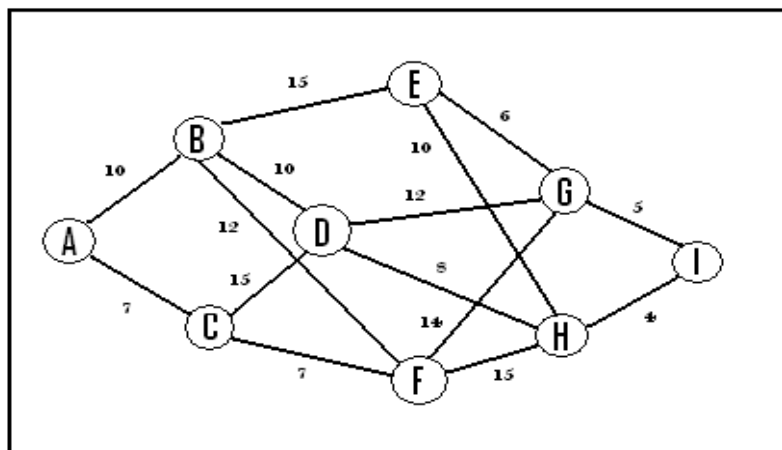
Στη συνέχεια αναλύονται 3 αντιπροσωπευτικά παραδείγματα προβλημάτων δυναμικού προγραμματισμού για να γίνει κατανοητή η διαδικασία του δυναμικού προγραμματισμού που αναφέρθηκε παραπάνω.

3.5 Παραδείγματα

Το πρώτο παράδειγμα είναι το πρόβλημα του πλανόδιου πωλητή, ένα πρόβλημα βέλτιστης διαδρομής που συναντάται συχνά στη βιβλιογραφία επειδή είναι αρκετά κατανοητό. Το δεύτερο παράδειγμα είναι ένα πρόβλημα σχεδιασμού παραγωγής, ένα πρόβλημα κοντά στα πραγματικά προβλήματα που αντιμετωπίζει μια επιχείρηση που παράγει προϊόντα. Το τρίτο παράδειγμα εμπεριέχει το στοιχείο της αβεβαιότητας, μια κατάσταση που υπάρχει σε όλα τα προβλήματα της επιχειρησιακής πραγματικότητας και περιπλέκει την επίλυσή τους.

3.5.1 Το πρόβλημα του πλανόδιου πωλητή (Υψηλάντης, 2006)

Ένας πλανόδιος πωλητής, που ταξιδεύει συνεχώς θέλει να φτάσει από την πόλη που βρίσκεται (πόλη A) σε μια πόλη πολλά χιλιόμετρα μακριά (πόλη I), σκοπεύοντας στη διαδρομή να κάνει τρεις συνολικά στάσεις σε κάποιες από τις πιο κοντινές πόλεις χωρίς να έχει αποφασίσει ποιες θα είναι αυτές. Η κάθε πόλη αποτελεί ένα κόμβο. Στόχος του είναι να προσπαθήσει να φτάσει στην πόλη I έχοντας διανύσει την ελάχιστη δυνατή απόσταση. Προϋπόθεση αποτελεί το γεγονός ότι ο πωλητής μπορεί να επισκεφθεί την κάθε πόλη μόνο μια φορά. Έχοντας λάβει υπόψη του τα χιλιόμετρα που αντιστοιχούν στις αποστάσεις μεταξύ των πόλεων κατέληξε στις εναλλακτικές που εμφανίζονται στο παρακάτω διάγραμμα (Σχήμα 2).



Σχήμα 2: Εναλλακτικές διαδρομές για το πρόβλημα του πλανόδιου πωλητή (Υψηλάντης, 2006)

Στάδια απόφασης και καταστάσεις

Το πρόβλημα χωρίζεται σε τέσσερα στάδια, το καθένα από τα οποία αντιστοιχεί σε μια στάση του πωλητή. Σε κάθε στάδιο ο πωλητής πρέπει να επιλέξει ποιος θα είναι ο επόμενος κόμβος του ταξιδιού του. Οι επιλογές που υπάρχουν για τον πωλητή στο πρώτο στάδιο είναι να επιλέξει να κατευθυνθεί είτε στην πόλη B είτε στην πόλη C. Στο δεύτερο στάδιο επιλέγει ανάμεσα στις πόλεις E, D ή F. Αντίστοιχα στο τρίτο στάδιο επιλέγει την πόλη G ή την πόλη H. Στο τέταρτο και τελευταίο στάδιο η επιλογή είναι μια, ο προορισμός, η πόλη I.

Στο κάθε στάδιο ο πωλητής καλείται να λάβει μια απόφαση που αφορά στην επιλογή του επόμενου του κόμβου. Ο κόμβος που βρίσκεται σε κάθε ένα στάδιο του ταξιδιού του δηλώνει την κατάσταση.

Συνάρτηση αποτελεσμάτων

Στην περίπτωση του προβλήματος του πλανόδιου πωλητή η συνάρτηση αποτελεσμάτων ορίζεται ως εξής:

$f_N(S_N, D_N)$ = η απόσταση από την πόλη S_N έως το τέλος της διαδρομής, εφόσον η επόμενη απόφαση για την πόλη που θα επιλεγεί είναι η D_N . Κάθε εναλλακτική απόφαση σε κάθε στάδιο έχει ως αποτέλεσμα μια διαφορετική απόσταση της συνάρτησης $f_N(S_N, D_N)$.

Επαναληπτική σχέση

Ορίζεται ως $f_N^*(S_N) = \min\{f_N(S_N, D_N)\}$, η μικρότερη απόσταση από την πόλη S_N έως το τέλος της διαδρομής. Αν συμβολιστεί η απόσταση μεταξύ των πόλεων S_N και D_N με $A(S_N, D_N)$, τότε ισχύει η επαναληπτική σχέση $f_N(S_N, D_N) = A(S_N, D_N) + f_{N+1}^*(S_{N+1})$.

Η επαναληπτική σχέση μπορεί να εξηγηθεί από ένα παράδειγμα. Έστω ότι ο πωλητής βρίσκεται στο στάδιο 2, στην πόλη B και επιλέγει να κατευθυνθεί στο επόμενο στάδιο στην πόλη D. Ποιά είναι η συντομότερη απόσταση από την πόλη B μέχρι το τέλος της διαδρομής μέσω της πόλης D; Η διαδρομή βάσει της παραπάνω σχέσης χωρίζεται σε δυο τμήματα, από την πόλη B στην πόλη D και από την πόλη D μέχρι το τέλος. Επομένως, ελάχιστη απόσταση από B έως το τέλος μέσω D = απόσταση από B έως D + ελάχιστη απόσταση από D έως το τέλος, ή αλλιώς $F_2(B, D) = A(B, D) + f_3(D)$.

Γενικώς, η συνολική βελτιστοποίηση μπορεί να επιτευχθεί ξεκινώντας από το τελευταίο ή το πρώτο στάδιο προσθέτοντας σε κάθε βήμα το προηγούμενο ή το επόμενο αντίστοιχα στάδιο εωσότου καλυφθούν όλα τα στάδια του προβλήματος. Στην περίπτωση

του παρόντος προβλήματος θα γίνει η αρχή από το τελευταίο στάδιο αφού περιέχει όλες τις πιθανές καταστάσεις και όλες τις εναλλακτικές αποφάσεις που είναι δυνατό να ληφθούν.

Υπολογισμός

Η αρχή γίνεται από το στάδιο 4, και θα καταλήξει στο στάδιο 1 όπου θα βρεθεί και η απάντηση. Έτσι, στο στάδιο 4 οι πιθανές καταστάσεις που παρουσιάζονται είναι δυο, ο πωλητής να βρίσκεται είτε στην πόλη G είτε στην πόλη H. Σε όποια πόλη και αν βρίσκεται, στο στάδιο αυτό ο πωλητής έχει μία μόνο δυνατή επιλογή, να ακολουθήσει τη διαδρομή προς την πόλη I. Ο πίνακας 1 παρουσιάζει τους υπολογισμούς του σταδίου 4.

Στάδιο 4

Κατάσταση (πόλη ή κόμβος) S_4	Απόφαση D_4	Επόμενη Πόλη S_5	Απόσταση από την επόμενη πόλη $A(S_4, D_4)$	Μin Απόσταση από επόμενη πόλη ως το τέλος $f_5^*(S_5)$	Συνολική Απόσταση $f_4(S_4, D_4) =$ $A(S_4, D_4) +$ $f_5^*(S_5)$
G	[G, I]	I	5	0	$5 \leftarrow f_4^*(G)$
H	[H, I]	I	4	0	$4 \leftarrow f_4^*(H)$

Πίνακας 1: Υπολογισμός σταδίου 4 στο πρόβλημα του πλανόδιου πωλητή (Υψηλάντης, 2006)

Με $f_4^*(G)$ και $f_4^*(H)$ αντίστοιχα, συμβολίζεται η ελάχιστη απόσταση από καθέναν από τους κόμβους του σταδίου 4 έως το τέλος του δικτύου.

Στο στάδιο 3 οι πιθανές καταστάσεις στις οποίες μπορεί να βρίσκεται ο πωλητής είναι τρεις, πόλη E, D ή F. Σε κάθε πόλη του σταδίου 3 ο πωλητής έχει δυο δυνατές επιλογές, η επόμενη πόλη να είναι είτε η G είτε η H.

Αν βρίσκεται στην πόλη E οι επιλογές του είναι δύο. Να ακολουθήσει τη διαδρομή [E, G] ή τη διαδρομή [E, H]. Στην πρώτη περίπτωση η απόσταση από την πόλη E ως το τέλος της διαδρομής, $f_3(E, G)$, ισούται με την απόσταση από την πόλη E στην πόλη G, $A(E, G)$, συν τη μικρότερη δυνατή απόσταση από την πόλη G έως το τέλος, $f_4^*(G)$, η οποία έχει ήδη υπολογιστεί στον πίνακα 1. Αριθμητικά, ισούται με $f_3(E, G) = 6 + 5 = 11$.

Ομοίως εκτελείται η διαδικασία για το [E, H], δίνοντας αποτέλεσμα $f_3(E, H) = 10 + 4 = 14$. Συνεπώς, η βέλτιστη διαδρομή για την πόλη E μέχρι το τέλος είναι η [E, G] με $f_3^*(E) = 11$.

Αντίστοιχοι υπολογισμοί επαναλαμβάνονται και για τις δυο εναπομείναντες καταστάσεις του τρίτου σταδίου, D και F.

Όλοι οι υπολογισμοί του σταδίου 3 συνοψίζονται στον πίνακα 2.

Στάδιο 3

Κατάσταση (πόλη ή κόμβος) S_3	Απόφαση D_3	Επόμενη Πόλη S_4	Απόσταση από την επόμενη πόλη $A(S_3, D_3)$	Μin Απόσταση από επόμενη πόλη ως το τέλος $f_4^*(S_4)$	Συνολική Απόσταση $f_3(S_3, D_3) =$ $A(S_3, D_3) +$ $f_4^*(S_4)$
E	[E,G]	G	6	5	$11 \leftarrow f_3^*(E)$
E	[E,H]	H	10	4	14
D	[D,G]	G	12	5	17
D	[D,H]	H	8	4	$12 \leftarrow f_3^*(D)$
F	[F,G]	G	14	5	$19 \leftarrow f_3^*(F)$
F	[F,H]	H	15	4	$19 \leftarrow f_3^*(F)$

Πίνακας 2: Υπολογισμός σταδίου 3 στο πρόβλημα του πλανόδιου πωλητή (Υψηλάντης, 2006)

Σύμφωνα με τον πίνακα 2, οι συντομότερες διαδρομές μέχρι στιγμής, από τους κόμβους του σταδίου 3 έως τον τελικό προορισμό ορίζονται ως εξής:

- από την πόλη E η επόμενη πόλη θα είναι η G, με συνολική απόσταση 11.
- από την πόλη D η επόμενη πόλη θα είναι η H, με συνολική απόσταση 12.
- από την πόλη F η επόμενη πόλη θα είναι είτε η G είτε η H, αφού σε όποια από τις δυο και να κάνει στάση η συνολική απόσταση ισούται με 19.

Στο στάδιο 2 οι πιθανές καταστάσεις στις οποίες μπορεί να βρίσκεται ο πωλητής είναι δυο, πόλη B ή C. Σε κάθε πόλη του σταδίου 2 υπάρχει διαφορετικός αριθμός επιλογών, όπως απεικονίζεται στο σχήμα 2.

Έτσι, αν ο πωλητής βρίσκεται στην πόλη B μπορεί να κατευθυνθεί προς την πόλη E, την πόλη D ή την πόλη F, ενώ αν βρίσκεται στην πόλη C μπορεί να κατευθυνθεί προς την πόλη D ή την πόλη F.

Με ίδιους υπολογισμούς με τους προηγούμενους, προκύπτει ο πίνακας 3 ο οποίος περιγράφει τις καταστάσεις του σταδίου 2.

Στάδιο 2

Κατάσταση (πόλη ή κόμβος) S_2	Απόφαση D_2	Επόμενη Πόλη S_3	Απόσταση από την επόμενη πόλη $A(S_2, D_2)$	Μin Απόσταση από επόμενη πόλη ως το τέλος $f_3^*(S_3)$	Συνολική Απόσταση $f_2(S_2, D_2) =$ $A(S_2, D_2) +$ $f_3^*(S_3)$
B	[B,E]	E	15	11	26
B	[B,D]	D	10	12	$22 \leftarrow f_2^*(B)$
B	[B,F]	F	12	19	31
C	[C,D]	D	15	12	27
C	[C,F]	F	7	19	$26 \leftarrow f_2^*(C)$

Πίνακας 3: Υπολογισμός σταδίου 2 στο πρόβλημα του πλανόδιου πωλητή (Υψηλάντης, 2006)

Σύμφωνα με τον πίνακα 3, οι συντομότερες διαδρομές από τους κόμβους του σταδίου 2 μέχρι το τέλος της διαδρομής του πωλητή είναι οι εξής:

- από την πόλη B η επόμενη πόλη θα είναι η D, με συνολική απόσταση 22,
- από την πόλη C η επόμενη πόλη θα είναι η F, με συνολική απόσταση 26.

Στο πρώτο και αρχικό στάδιο ο πωλητής μπορεί να βρίσκεται μόνο σε μια κατάσταση, την πόλη A. Από εκεί μπορεί να κατευθυνθεί είτε στην πόλη B είτε στην πόλη C. Όπως και στα προηγούμενα, αν ακολουθήσει τη διαδρομή [A,B] η απόσταση από την αρχή της διαδρομής μέχρι το τέλος θα ισούται με την απόσταση από την πόλη A στην πόλη B συν τη μικρότερη δυνατή απόσταση από την πόλη B έως το τέλος, συνεπώς, $f_1(A, B) = A(A, B) + f_2^*(B) \Rightarrow f_1(A, B) = 10 + 22 = 32$. Ομοίως υπολογίζεται η απόσταση μέχρι το τέλος της διαδρομής εάν επιλέξει την πόλη C.

Οι υπολογισμοί του σταδίου 1 συνοψίζονται στον πίνακα 4.

Στάδιο 1

Κατάσταση (πόλη ή κόμβος) S_1	Απόφαση D_1	Επόμενη Πόλη S_2	Απόσταση από την επόμενη πόλη $A(S_1, D_1)$	Μin Απόσταση από επόμενη πόλη ως το τέλος $f_2^*(S_2)$	Συνολική Απόσταση $f_1(S_1, D_1) =$ $A(S_1, D_1) +$ $f_2^*(S_2)$
A	[A,B]	B	10	22	$32 \leftarrow f_1^*(A)$
A	[A,C]	C	7	26	33

Πίνακας 4: Υπολογισμός σταδίου 1 στο πρόβλημα του πλανόδιου πωλητή (Υψηλάντης, 2006)

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης των παραπάνω πινάκων καταδεικνύουν τη λύση του προβλήματος, ενώ το αποτέλεσμα του πίνακα του σταδίου 1 φανερώνει την απάντηση στο ερώτημα πόση συνολική απόσταση θα διανύσει ο πωλητής ακολουθώντας τη συντομότερη διαδρομή.

Πιο αναλυτικά, από τον πίνακα 4 που αντιστοιχεί στο στάδιο 1 διαφαίνεται ότι η βέλτιστη απόφαση για τον πλανόδιο πωλητή είναι να ακολουθήσει τη διαδρομή [A,B]. Επομένως, στο στάδιο 2 ο πωλητής θα βρίσκεται στην πόλη B.

Ο πίνακας 3 υπαγορεύει την κατεύθυνση προς την πόλη D αφού με δεδομένη την κατάσταση του πωλητή στην πόλη B, η πόλη D αποτελεί τη βέλτιστη επιλογή για τη συνέχεια με τη διαδρομή [B, D]. Επομένως, στο στάδιο 3 ο πωλητής θα βρίσκεται στην πόλη D.

Αμέσως μετά, στο στάδιο 3, ο πωλητής, βάσει του πίνακα 2, θα πρέπει να κατευθυνθεί από τη πόλη D προς την πόλη G, με τη διαδρομή [D, H], η οποία αποτελεί τη βέλτιστη απόφαση του σταδίου 3. Επομένως, στο στάδιο 4 ο πωλητής θα βρίσκεται στην πόλη H.

Τέλος, στο στάδιο 4, δεδομένου ότι ο πωλητής βρίσκεται στην πόλη H, η επιλογή είναι μία και μοναδική, η κατεύθυνση προς την πόλη I, τον τελικό προορισμό, με τη διαδρομή [H,I].

Ολικά, η βέλτιστη διαδρομή ξεκινώντας από την πόλη A και καταλήγοντας στην πόλη I είναι η διαδρομή A-B-D-H-I, με ελάχιστη συνολική απόσταση 32.

3.5.2 Πρόβλημα σχεδιασμού παραγωγής (Hillier & Lieberman, 1995)

Έστω ότι υπάρχει ένας διευθυντής παραγωγής που είναι υπεύθυνος για το μηνιαίο σχεδιασμό των παραγωγικών μονάδων για ένα συγκεκριμένο προϊόν σε χρονικό ορίζοντα 12 μηνών. Στο διευθυντή αυτό δίδονται οι παρακάτω πληροφορίες:

- Η συνολική ζήτηση για το προϊόν κάθε μήνα είναι d_j , για $j = 1, 2, \dots, 12$. Αυτό μπορεί να είναι είτε οι στόχοι που έχουν τεθεί είτε να βασίζεται σε προβλέψεις για το μέλλον.
- Το κόστος για να παραχθεί κάθε μονάδα από το προϊόν κάθε μήνα j είναι c_j (σε δολάρια), για κάθε μήνα $j = 1, 2, \dots, 12$. Το συνολικό κόστος για να παραχθούν x μονάδες από το προϊόν στο μήνα month k , όπου $k = 1, 2, \dots, 12$, είναι $ck(x)$.
- Δίδεται ότι $ck(x) = 0$, όταν $x = 0$ (όταν δεν παράγεται καμία μονάδα προϊόντος) και

$ck(x) = sk + ckx$, όταν $x > 0$, όπου sk είναι το κόστος εγκατάστασης για την παραγωγή το μήνα k .

- Το κόστος διατήρησης αποθέματος ανά μονάδα για κάθε μήνα j είναι h_j (σε δολάρια), για $j = 1, 2, \dots, 12$. Αυτό προκύπτει στο τέλος του κάθε μήνα.
- Η δυνατότητα παραγωγής για κάθε μήνα j είναι m_j , για $j = 1, 2, \dots, 12$.

Ο στόχος του διευθυντή είναι να δημιουργήσει ένα πρόγραμμα παραγωγής που θα ελαχιστοποιεί το συνολικό κόστος παραγωγής και τα κόστη διατήρησης αποθεμάτων για το χρονικό ορίζοντα των 12 μηνών.

Ως ένα απλό αριθμητικό παράδειγμα, υποθέτεται ότι:

Η συνολική διάρκεια παραγωγής μειώνεται σε 3, η ζήτηση σε αυτό το διάστημα είναι $d_1 = 2$, $d_2 = 4$, και $d_3 = 1$, τα κόστη εγκατάστασης είναι $s_1 = 10$, $s_2 = 10$, και $s_3 = 15$, τα μεταβλητά κόστη παραγωγής είναι $c_1 = 4$, $c_2 = 6$, και $c_3 = 6$, τα κόστη διατήρησης αποθεμάτων είναι $h_1 = 1$, $h_2 = 1$, και $h_3 = 1$, και η δυνατότητα παραγωγής είναι σταθερή και ίση με $m_k = 10$, για $k = 1, 2, 3$. Το πρόγραμμα παραγωγής είναι $(x_1, x_2, x_3) = (5, 2, 0)$.

Το συνολικό κόστος της παραγωγής αυτής μπορεί να υπολογιστεί ως εξής:

– Για $j = 1$, το κόστος παραγωγής είναι $s_1 + c_1x_1 = 10 + 4 \times 5 = 30$ και αφού το τελικό απόθεμα είναι $y_1 = y_0 + x_1 - d_1 = 0 + 5 - 2 = 3$, το κόστος διατήρησης αποθέματος είναι $h_1y_1 = 1 \times 3 = 3$.

– Για $j = 2$, το κόστος παραγωγής είναι $s_2 + c_2x_2 = 10 + 6 \times 2 = 22$ και αφού το τελικό απόθεμα είναι $y_2 = y_1 + x_2 - d_2 = 3 + 2 - 4 = 1$, το κόστος διατήρησης αποθέματος είναι $h_2y_2 = 1 \times 1 = 1$.

– Για $j = 3$, αφού $x_3 = 0$, το κόστος παραγωγής είναι 0 και αφού το τελικό απόθεμα είναι $y_3 = y_2 + x_3 - d_3 = 1 + 0 - 1 = 0$, το κόστος διατήρησης αποθέματος είναι επίσης ίσο με 0.

Οπότε, το συνολικό κόστος για αυτή την περίοδο των 3 μηνών είναι $(30 + 3) + (22 + 1) + (0 + 0) = 56$.

Εν συνεχεία θα περιγραφεί πώς είναι δυνατόν να προκύψει ένα άριστο/ βέλτιστο πρόγραμμα παραγωγής χρησιμοποιώντας το δυναμικό προγραμματισμό.

Στάδια απόφασης και καταστάσεις

Δεδομένου ότι υπάρχει μόνο μια απόφαση για κάθε μήνα, ορίζεται ένα στάδιο για κάθε μήνα. Υποθέτεται ότι οι αποφάσεις για τον μήνα 1 μέχρι $k - 1$ έχουν ήδη παρθεί και ότι ο διευθυντής είναι υπεύθυνος να πάρει τις υπολειπόμενες αποφάσεις από το μήνα k

μέχρι το μήνα N όπου $N \rightarrow 12$. Πρέπει να είναι γνωστό το επίπεδο των αποθεμάτων στην αρχή του μήνα k , για αυτό θα οριστεί το επίπεδο των αποθεμάτων ως η κατάσταση.

Συνάρτηση βελτιστοποίησης

Στα πλαίσια του συγκεκριμένου προβλήματος, ορίζεται ως:

$V_k(i)$ = το καλύτερο δυνατό συνολικό κόστος από το ξεκίνημα του μήνα k μέχρι το τέλος του μήνα N , υποθέτοντας ότι το αρχικό απόθεμα του μήνα k είναι i . Ο στόχος είναι να καθοριστεί το $V_1(0)$, εφόσον υποθέτεται ότι το αρχικό απόθεμα είναι 0 .

Επαναληπτική σχέση

Έστω ότι βρισκόμαστε στο στάδιο k και στην κατάσταση i , που σημαίνει ότι το αρχικό επίπεδο αποθέματος είναι i και ισχύουν επίσης τα όρια $0 \leq x_k \leq mk$.

Τόσο το i όσο και το x_k δεν πρέπει να είναι πολύ υψηλά για να μην υπάρχει ένα θετικό απόθεμα στο τέλος του μήνα N , ή πολύ χαμηλά έτσι ώστε η ζήτηση κατά τον υπολειπόμενο χρόνο να μη μπορεί να καλυφθεί ακόμα και αν τα επίπεδα παραγωγής γίνουν τα μέγιστα δυνατά.

Για κάθε δεδομένο συνδυασμό της κατάστασης i και της δράσης x_k , το άμεσο κόστος του ενός σταδίου στο στάδιο k έχει δυο συστατικά. Το πρώτο είναι το κόστος παραγωγής, που δίδεται από το $hk(i + x_k - dk)$. Εφόσον η επακόλουθη κατάσταση στο στάδιο $k + 1$ θα είναι $i + x_k - dk$, το καλύτερο δυνατό κόστος από το στάδιο $k + 1$ ως το τέλος είναι $V_{k+1}(i + x_k - dk)$. Αν παραχθούν x_k μονάδες του προϊόντος, τότε το βέλτιστο κόστος από το στάδιο k μέχρι το τέλος θα είναι ίσο με $ck(x_k) + hk(i + x_k - dk) + V_{k+1}(i + x_k - dk)$. Η ελαχιστοποίηση του x_k αποφέρει την παρακάτω επαναληπτική σχέση:

$$V_k(i) = \min_{x_k} [ck(x_k) + hk(i + x_k - dk) + V_{k+1}(i + x_k - dk)]$$

Το εύρος του x_k αφήνεται ανοικτό, που σημαίνει ότι πρέπει να καθοριστεί βάσει συγκεκριμένων υπολογιστικών πληροφοριών. Τώρα θα ακολουθήσει ο αναδρομικός υπολογισμός του $V_k(i)$.

Υπολογισμός

Για να απεικονιστεί ο υπολογισμός θα χρησιμοποιηθεί ένα αριθμητικό παράδειγμα.

Εισάγεται ένα πλασματικό τέταρτο στάδιο, ένας τέταρτος μήνας, όπου $V_4(0) = 0$.

Υποθέτοντας ότι οι μονάδες που περισσεύουν δεν έχουν αξία, το τελικό απόθεμα πρέπει να

είναι 0. Η ανάλυση ξεκινά από τη μεγαλύτερη δυνατή τιμή που μπορεί να έχει το i σε κάθε στάδιο.

Για το στάδιο 3, η κατάσταση δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 1, επειδή η ζήτηση στο στάδιο 3 είναι $d_3 = 1$ και δεν πρέπει να υπάρχουν πλεονασματικές μονάδες στο τέλος του σταδίου αυτού. Ύστερα μπορεί να παρατηρηθεί ότι η συνολική ζήτηση είναι $d_1 + d_2 + d_3 = 7$, για αυτό το λόγο το επίπεδο παραγωγής στο στάδιο 1 δεν πρέπει να ξεπεράσει το 7. Για $x_1 = 7$ έχουμε ότι $y_1 = y_0 + x_1 - d_1 = 0 + 7 - 2 = 5$. Ομοίως, στο στάδιο 2 δεν πρέπει να ξεπεράσει το 5 και έτσι η αρχική κατάσταση στο στάδιο 1 είναι 0.

Εφόσον η συνολική δυνατότητα παραγωγής σε κάθε στάδιο, που είναι 10, είναι μεγαλύτερη από τη συνολική ζήτηση που είναι 7, δεν υπάρχει ανησυχία για τη μη εκπλήρωση της ζήτησης. Οπότε η τιμή του i μπορεί να είναι 0 σε κάθε στάδιο.

Στο στάδιο 3, για την κατάσταση 0, εφόσον $d_3 = 1$, η μοναδική εφικτή απόφαση είναι $x_3 = 1$, οπότε και

$$\begin{aligned} V_3(0) &= c_3(1) + h_3(0 + 1 - 1) + V_4(0 + 1 - 1) \\ &= 15 + 6 \times 1 + 1 \times 0 + 0 \\ &= 21, \end{aligned}$$

όπου $V_4(0) = 0$ από τον περιορισμό.

Ομοίως, η μοναδική εφικτή λύση για την κατάσταση 1 είναι $x_3 = 0$, οπότε και

$$\begin{aligned} V_3(1) &= c_3(0) + h_3(1 + 0 - 1) + V_4(1 + 0 - 1) \\ &= 0 + 1 \times 0 + 0 \\ &= 0. \end{aligned}$$

Οι υπολογισμοί για το στάδιο 3 συνοψίζονται στον πίνακα 5.

Αποφάσεις				
i	$x_3 = 0$	$x_3 = 1$	$V_3(i)$	x_3^*
0	–	21 + 0	21	1
1	0 + 0	–	0	0

Πίνακας 5: Υπολογισμοί σταδίου 3 στο σχεδιασμό παραγωγής (Hillier & Lieberman, 1995)

Στο στάδιο 2 οι πιθανές καταστάσεις είναι ανάμεσα στο 0 και το 5. Για την κατάσταση 0, η τιμή του x_2 μπορεί να είναι 4 ή 5, λόγω του ότι $y_2 = y_1 + x_2 - d_2 = 0 + x_2 - 4$ και y_2 δεδομένου του σταδίου 3 πρέπει να είναι 0 ή 1. Προκύπτει επομένως ότι:

$$\begin{aligned}
V_2(0) &= \min [c_2(x_2) + h_2(0 + x_2 - 4) + V_3(0 + x_2 - 4)] && \text{όπου } 4 \leq x_2 \leq 5 \\
&= \min [10 + 6 \times 4 + 1 \times 0 + 21, 10 + 6 \times 5 + 1 \times 1 + 0] \\
&= \min [34 + 0 + 21, 40 + 1 + 0] \\
&= 41
\end{aligned}$$

και η βέλτιστη απόφαση είναι $x_2 = 5$. Οι υπολογισμοί για τις άλλες καταστάσεις είναι παρόμοιοι.

Για την κατάσταση 1, η τιμή του x_2 μπορεί να είναι 3 ή 4, οπότε

$$\begin{aligned}
V_2(1) &= \min [10 + 6 \times 3 + 1 \times 0 + 21, 10 + 6 \times 4 + 1 \times 1 + 0] \\
&= \min [28 + 0 + 21, 34 + 1 + 0] \\
&= 35
\end{aligned}$$

και η βέλτιστη απόφαση είναι $x_2 = 4$.

Για την κατάσταση 2, η τιμή του x_2 μπορεί να είναι 2 ή 3, οπότε

$$\begin{aligned}
V_2(2) &= \min [10 + 6 \times 2 + 1 \times 0 + 21, 10 + 6 \times 3 + 1 \times 1 + 0] \\
&= \min [22 + 0 + 21, 28 + 1 + 0] \\
&= 29
\end{aligned}$$

και η βέλτιστη απόφαση είναι $x_2 = 3$.

Για την κατάσταση 3, η τιμή του x_2 μπορεί να είναι 1 ή 2, οπότε

$$\begin{aligned}
V_2(3) &= \min [10 + 6 \times 1 + 1 \times 0 + 21, 10 + 6 \times 2 + 1 \times 1 + 0] \\
&= \min [16 + 0 + 21, 22 + 1 + 0] \\
&= 23
\end{aligned}$$

και η βέλτιστη απόφαση είναι $x_2 = 2$.

Για την κατάσταση 4, η τιμή του x_2 μπορεί να είναι 0 ή 1, οπότε

$$\begin{aligned}
V_2(4) &= \min [0 + 1 \times 0 + 21, 10 + 6 \times 1 + 1 \times 1 + 0] \\
&= \min [0 + 0 + 21, 16 + 1 + 0] \\
&= 17
\end{aligned}$$

και η βέλτιστη απόφαση είναι $x_2 = 1$.

Για την κατάσταση 5 η μόνη δυνατή απόφαση είναι το $x_2 = 0$, οπότε

$$\begin{aligned}
V_2(5) &= 0 + 1 \times 1 + 0 \\
&= 1.
\end{aligned}$$

Οι υπολογισμοί για το στάδιο 2 συνοψίζονται στον πίνακα 6.

Αποφάσεις

i	x₂ = 0	x₂ = 1	x₂ = 2	x₂ = 3	x₂ = 4	x₂ = 5	V₂(i)	x₂[*]
0	–	–	–	–	34 + 21	41 + 0	41	5
1	–	–	–	28 + 21	35 + 0	–	35	4
2	–	–	22 + 21	29 + 0	–	–	29	3
3	–	16 + 21	23 + 0	–	–	–	23	2
4	0 + 21	17 + 0	–	–	–	–	17	1
5	1 + 0	–	–	–	–	–	1	0

Πίνακας 6: Υπολογισμοί σταδίου 2 στο σχεδιασμό παραγωγής (Hillier & Lieberman, 1995)

Στο στάδιο 1, η μόνη κατάσταση είναι 0. Εφόσον $d_1 = 2$, οι εφικτές τιμές του x_1 είναι από 2 μέχρι 7, οπότε η βέλτιστη τιμή της κατάστασης 0 είναι

$$V_1(0) = \min [c_1(x_1) + h_1(0 + x_1 - 2) + V_2(0 + x_1 - 2)] \quad \text{όπου } 2 \leq x_1 \leq 7$$

$$= \min \begin{bmatrix} 10 + 4 \times 2 + 1 \times 0 + 41, \\ 10 + 4 \times 3 + 1 \times 1 + 35, \\ 10 + 4 \times 4 + 1 \times 2 + 29, \\ 10 + 4 \times 5 + 1 \times 3 + 23, \\ 10 + 4 \times 6 + 1 \times 4 + 17, \\ 10 + 4 \times 7 + 1 \times 5 + 1 \end{bmatrix} = \min \begin{bmatrix} 18 + 41, \\ 23 + 35, \\ 28 + 29, \\ 33 + 23, \\ 38 + 17, \\ 43 + 1 \end{bmatrix}$$

$$= 44$$

και η βέλτιστη απόφαση είναι $x_1 = 7$.

Αυτό για το στάδιο 1 απεικονίζεται στον πίνακα 7.

Αποφάσεις

i	x₁ = 0	x₁ = 1	x₁ = 2	x₁ = 3	x₁ = 4	x₁ = 5	V₁(i)	x₁[*]
0	18 + 41	23 + 35	28 + 29	33 + 23	38 + 17	43 + 1	44	7

Πίνακας 7: Υπολογισμοί σταδίου 1 στο σχεδιασμό παραγωγής (Hillier & Lieberman, 1995)

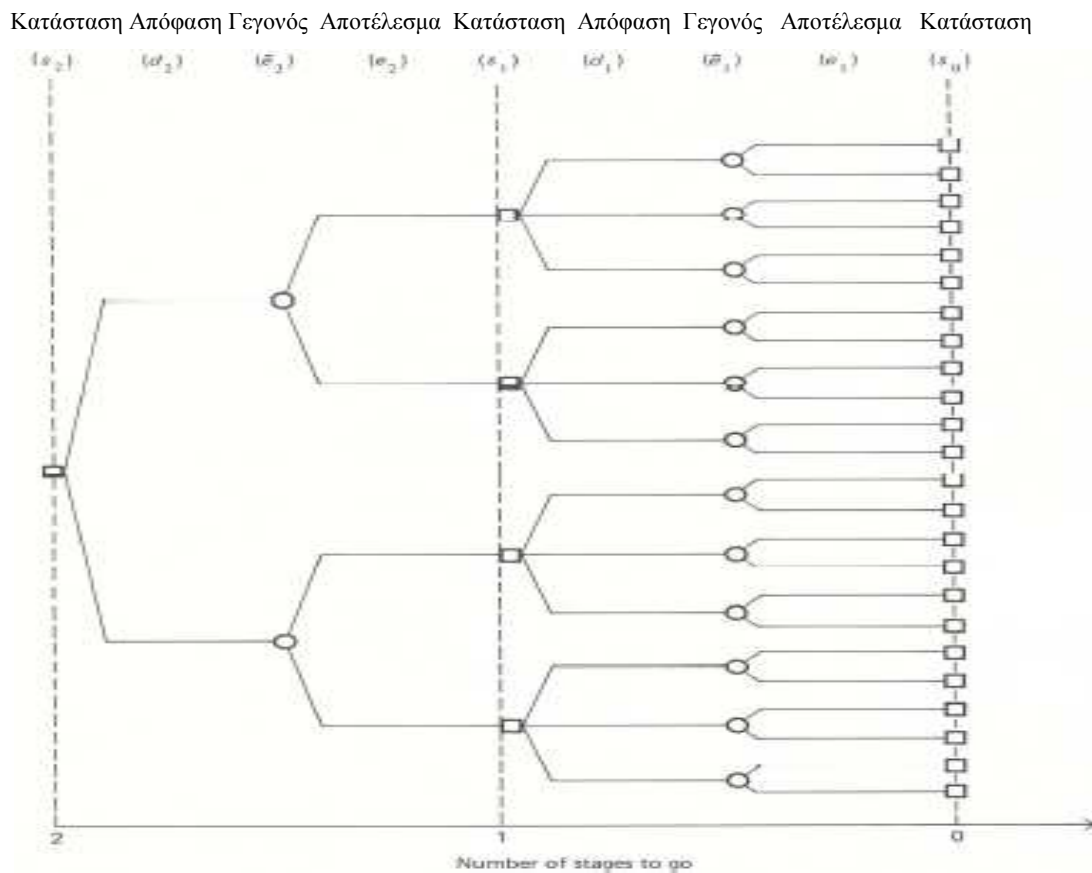
Εφόσον $V_1(0) = 44$, θεωρούμε ότι το ελάχιστο δυνατό κόστος είναι 44. Αυτό επιτυγχάνεται με ένα πρόγραμμα παραγωγής $x_1 = 7$, $x_2 = 0$ και $x_3 = 0$.

3.5.3 Παράδειγμα δυναμικού προγραμματισμού υπό αβεβαιότητα (Bradley et.al, 1977)

Όταν υπάρχει αβεβαιότητα σε ένα πρόβλημα δυναμικού προγραμματισμού, μια συγκεκριμένη απόφαση για μια δεδομένη κατάσταση δεν μπορεί να καθορίσει από μόνη

της την κατάσταση του συστήματος στο επόμενο στάδιο. Είναι δυνατόν αυτή η απόφαση να μη μπορεί να καθορίσει ούτε το αποτέλεσμα του τρέχοντος σταδίου. Σε αυτή την περίπτωση αβεβαιότητας, δεδομένης μιας κατάστασης του συστήματος sn με n στάδια και μιας τρέχουσας απόφασης dn , συμβαίνει ένα αβέβαιο γεγονός που καθορίζεται από μια τυχαία μεταβλητή $\bar{e}n$ της οποίας τα αποτελέσματα en δεν είναι υπό τον έλεγχο του ατόμου που λαμβάνει τις αποφάσεις. Η συνάρτηση απόδοσης του σταδίου μπορεί να εξαρτάται από αυτή την τυχαία μεταβλητή, δηλαδή $f_n(dn, sn, \bar{e}n)$, ενώ η κατάσταση του συστήματος $sn-1$ με $(n-1)$ στάδια χωρίς εξαίρεση θα εξαρτάται από την τυχαία μεταβλητή, $sn-1 = tn(dn, sn, \bar{e}n)$. Τα αποτελέσματα της τυχαίας μεταβλητής διακατέχονται από μια διανομή πιθανοτήτων $pn(en | dn, sn)$ η οποία μπορεί να είναι η ίδια σε κάθε στάδιο ή μπορεί να είναι υπό όρους σε ένα στάδιο ή σε μια κατάσταση του τρέχοντος σταδίου.

Το Σχήμα 3 περιγράφει το δυναμικό προγραμματισμό υπό αβεβαιότητα ως ένα δένδρο αποφάσεων, όπου τα τετράγωνα απεικονίζουν καταστάσεις για τις οποίες πρέπει να παρθούν αποφάσεις και οι κύκλοι απεικονίζουν αβέβαια γεγονότα των οποίων τα αποτελέσματα δεν είναι υπό τον έλεγχο αυτού που αποφασίζει.



Σχήμα 3: Στάδια στη συνέχεια (Bradley, et.al, 1977)

Το δένδρο αποφάσεων παρέχει μια γραφική απεικόνιση για τη σειρά των αποφάσεων, των αποτελεσμάτων και των καταστάσεων που προκύπτουν. Παρουσιάζονται με τη σειρά με την οποία οι αποφάσεις πρέπει να παρθούν και με τη σειρά που τα αποτελέσματα θα γίνουν γνωστά στο λήπτη αποφάσεων. Η βέλτιστη απόφαση σε κάθε στάδιο μπορεί να επιλεγεί μόνο εφόσον ήδη γίνει γνωστό το αποτέλεσμα του αβέβαιου γεγονότος στο προηγούμενο στάδιο. Στην αρχή, το μόνο που μπορεί να καθοριστεί είναι το σύνολο των αποφάσεων που μπορούν να υπαχθούν σε μια σειρά από αβέβαια γεγονότα.

Στο δυναμικό προγραμματισμό υπό αβεβαιότητα, εφόσον τα αποτελέσματα της κατάστασης μπορεί να είναι αβέβαια, δεν είναι εφικτό απλώς να μεγιστοποιείται το σύνολο των συναρτήσεων της απόδοσης. Πρέπει να μεγιστοποιείται η αναμενόμενη απόδοση των σταδίων του προβλήματος λαμβάνοντας υπόψη τη σειρά με την οποία μπορούν να παρθούν οι αποφάσεις και μπορούν τα αποτελέσματα να γίνουν γνωστά στο λήπτη αποφάσεων. Σε αυτή την περίπτωση, για να καθοριστεί η βέλτιστη στρατηγική θα χρησιμοποιηθεί οπισθογενής επαγωγή, ξεκινώντας δηλαδή από το τέλος προς την αρχή.

Αρχικά υπολογίζεται η συνάρτηση βελτιστοποίησης στο στάδιο 0. Αυτό γίνεται καθορίζοντας την τιμή του τέλους σε κάθε πιθανό στάδιο που έχει 0 στάδια στη συνέχεια. Έπειτα υπολογίζεται η συνάρτηση βελτιστοποίησης στο προηγούμενο στάδιο. Πρώτα υπολογίζεται η αναμενόμενη τιμή του κάθε αβέβαιου γεγονότος κρίνοντας την απόδοση του σταδίου και την αναμενόμενη τιμή του κάθε σταδίου ανάλογα με το αποτέλεσμα, με την πιθανότητα του κάθε αποτελέσματος. Μετά για κάθε κατάσταση στο προηγούμενο στάδιο, επιλέγεται η απόφαση που έχει τη μέγιστη (ή ελάχιστη) αναμενόμενη τιμή. Εφόσον καθοριστεί η συνάρτηση βελτιστοποίησης, υπολογίζονται οι συναρτήσεις βέλτιστων τιμών στα προηγούμενα στάδια.

Η συνάρτηση βελτιστοποίησης ορίζεται ως:

$$u_n(s_n) = \text{Max } E[f_n(d_n, s_n, \bar{e}_n) + u_{n-1}(\hat{s}_{n-1})], \quad (1)$$

όπου $\hat{s}_{n-1} = t_n(d_n, s_n, \bar{e}_n)$, $d_n \in D_n$ και $E[\cdot]$ παριστάνει την αναμενόμενη τιμή της ποσότητας στις αγκύλες.

Για να αρχίσουν οι αναδρομικοί υπολογισμοί πρέπει να καθοριστεί η συνάρτηση βελτιστοποίησης που έχει 0 στάδια στη συνέχεια, το οποίο δίνεται από τη σχέση:

$$u_0(s_0) = \text{Max } E[f_0(d_0, s_0, \bar{e}_0)], \quad \text{όπου } d_0 \in D_0.$$

Τα προβλήματα βελτιστοποίησης που καθορίζουν τις συναρτήσεις βελτιστοποίησης με 0 στάδια στη συνέχεια δεν μπορούν να καθοριστούν αναδρομικά, μόνο με γραμμικό τρόπο. Αν η αντικειμενική συνάρτηση πρέπει να μεγιστοποιήσει τα

αναμενόμενα κόστη έκπτωσης, τότε στην εξίσωση (1) πολλαπλασιάζεται ο όρος $un-1(\delta n-1)$ επί βn που είναι ο εκπρωτικός παράγοντας για την περίοδο n .

Επί παραδείγματι, έστω ένας μάνατζερ που είναι υπεύθυνος για τις αποφάσεις ανεφοδιασμού για τους επόμενους 3 μήνες με ένα απόθεμα ενός ακριβού προϊόντος. Το κόστος παραγωγής για αυτό το προϊόν είναι \$1000/μονάδα και η τιμή πώλησης είναι \$2000/μονάδα. Υπάρχει ένα κόστος αποθέματος \$100/μονάδα κάθε μήνα για κάθε μονάδα που περισσεύει στο τέλος του μήνα. Δεν υπάρχει κόστος εγκατάστασης και η διαδικασία παραγωγής χρειάζεται λίγο χρόνο για αυτό το λόγο ότι ποσότητα παράγεται κάθε μήνα μπορεί να ικανοποιήσει τη ζήτηση του ίδιου μήνα. Αυτή τη στιγμή δεν υπάρχει απόθεμα. Ότι απόθεμα περισσέψει στο τέλος των 2 μηνών θα πεταχτεί με μια αξία \$500/μονάδα.

Η ζήτηση για το προϊόν είναι αβέβαιη, αλλά η κατανομή πιθανοτήτων είναι ίδια και για τους 2 μήνες και φαίνεται στον πίνακα 8.

<i>Ζήτηση</i>	<i>Πιθανότητα</i>
0	0,25
1	0,40
2	0,20
3	0,15

Πίνακας 8: Κατανομή πιθανοτήτων για ζήτηση (Bradley, et.al, 1977)

Το ζητούμενο είναι πόσες μονάδες πρέπει να παραχθούν τον 1^ο μήνα και βασιζόμενοι στη ζήτηση του πρώτου μήνα, πόσες μονάδες πρέπει να παραχθούν το 2^ο μήνα. Εφόσον η ζήτηση είναι αβέβαιη, το απόθεμα στο τέλος του μήνα είναι και αυτό αβέβαιο. Θα μπορούσε η ζήτηση να ξεπεράσει τις διαθέσιμες παραδοτέες μονάδες του μήνα, που σημαίνει ότι η υπερβάλλουσα ζήτηση είναι χαμένες πωλήσεις. Συνεπώς, η απόφαση πρέπει να ισορροπεί ανάμεσα στα κόστη παραγωγής, τις χαμένες πωλήσεις και στην αξία του τελικού αποθέματος.

Οι καταστάσεις σε αυτού του τύπου τα προβλήματα αναπαρίστανται με το επίπεδο αποθέματος I_n στο ξεκίνημα κάθε μήνα. Ταυτόχρονα, το πρόβλημα χαρακτηρίζεται ως 2 σταδίων επειδή υπάρχουν 2 μήνες. Για να καθοριστεί η συνάρτηση βελτιστοποίησης, θέτεται ως: $un(I_n) = \eta$ μέγιστη συμβολή, δεδομένου ότι έχουμε I_n μονάδες αποθέματος με n στάδια στη συνέχεια.

Η οπισθογενής επαγωγή ξεκινάει καθορίζοντας τη συνάρτηση βελτιστοποίησης με 0 στάδια στη συνέχεια. Εφόσον το κόστος του τελικού αποθέματος είναι \$500/μονάδα, προκύπτει ο πίνακας 9:

I0	U0(I0)
0	0
1	500
2	1000
3	1500

Πίνακας 9: Κόστος τελικού αποθέματος (Bradley, et.al, 1977)

Για να υπολογιστεί η συνάρτηση βελτιστοποίησης με ένα στάδιο στη συνέχεια, πρέπει να οριστεί για κάθε κατάσταση, η αντίστοιχη απόφαση και το αποτέλεσμα. Για κάθε κατάσταση θα επιλεγεί η ποσότητα παραγωγής που βελτιστοποιεί την αναμενόμενη συμβολή. Ο πίνακας 10 παρουσιάζει τους απαραίτητους υπολογισμούς για να καθοριστεί η συνάρτηση βελτιστοποίησης με +1 στάδια ακόμα.

(1) State I_1	(2) Pro- duce d_1	(3) Sell s_1	(4) Proba- bility ($\bar{s}_1 = s_1$)	(5) Resulting state \bar{I}_0	(6) Produc- tion cost	(7) Sales rev- enue	(8) Inven- tory cost	(9) $u_0(I_0)$	(10) Proba- bility $\times \$$	(11) Expected contri- bution	
0	0	0	1.	0	0	0	0	0	0	0	
	1	0	.25	1	-1000	0	-100	500	-150	600*	
		1	.75	0	-1000	2000	0	0	750		
	2	0	.25	2	-2000	0	-200	1000	-300	560	
		1	.40	1	-2000	2000	-100	500	160		
	3	2	.35	0	-2000	4000	0	0	700	200	
		0	.25	3	-3000	0	-300	1500	-450		
		1	.40	2	-3000	2000	-200	1000	-80		
		2	.20	1	-3000	4000	-100	500	280		
	1	0	0	.25	1	0	0	-100	500	100	1600*
1			.75	0	0	2000	0	0	1500		
1		0	.25	2	-1000	0	-200	1000	-50	1560	
		1	.40	1	-1000	2000	-100	500	560		
2		2	.35	0	-1000	4000	0	0	1050	1200	
		0	.25	3	-2000	0	-300	1500	-200		
		1	.40	2	-2000	2000	-200	1000	320		
		2	.20	1	-2000	4000	-100	500	480		
2		0	3	.15	0	-2000	6000	0	0	600	2560*
			2	.25	2	0	0	-200	1000	200	
	1		.40	1	0	2000	-100	500	960		
	1	2	.35	0	0	4000	0	0	1400	2200	
		0	.25	3	-1000	0	-300	1500	50		
		1	.40	2	-1000	2000	-200	1000	720		
3	0	2	.20	1	-1000	4000	-100	500	680	3200*	
		3	.15	0	-1000	6000	0	0	750		
		1	.40	2	0	2000	-200	1000	1120		
		2	.20	1	0	4000	-100	500	880		
3	0	3	.15	0	0	6000	0	0	900	3200*	

Πίνακας 10: Βελτιστοποίηση με +1 στάδια στη συνέχεια (Bradley, et.al, 1977)

Η στήλη 1 δίνει την κατάσταση (επίπεδο αποθέματος), η στήλη 2 δίνει τις πιθανές αποφάσεις (ποσότητα προϊόντος) σε κάθε κατάσταση, και εφόσον η ζήτηση δε μπορεί να είναι μεγαλύτερη από 3, η παραγόμενη ποσότητα είναι 3. Η στήλη 3 δίνει τα πιθανά

αποτελέσματα για ένα αβέβαιο επίπεδο πωλήσεων για κάθε απόφαση και τρέχουσα κατάσταση και η στήλη 4 δίνει την πιθανότητα για το κάθε ένα από τα πιθανά αποτελέσματα.

Κάθε περίοδο, είναι αδύνατον να πωληθούν περισσότερα από όσα παράγονται, τα οποία είναι το άθροισμα των αποθεμάτων στην αρχή συν την ποσότητα που παράγεται. Ωστόσο, η κατανομή πιθανοτήτων διαφέρει από αυτή της ζήτησης μιας που όποτε η ζήτηση ξεπερνά την προσφορά, ολόκληρη η προσφορά πωλείται και η πλεονάζουσα ζήτηση χάνεται. Η στήλη 5 είναι η κατάσταση αποτελέσματος, δεδομένου ότι έχουμε I_1 αρχικό απόθεμα, παραγωγή d_1 και πωλήσεις s_1 . Η μεταβατική συνάρτηση είναι $I_{n-1} = I_n + d_n - s_n$, όπου η κυματοειδής γραμμή δηλώνει την αβεβαιότητα. Οι στήλες 6,7 και 8 δείχνουν τα έσοδα και τα κόστη σε κάθε κατάσταση, απόφαση και επίπεδο πωλήσεων και η στήλη 9 δείχνει την αξία για το επόμενο στάδιο. Η στήλη 10 σταθμίζει το άθροισμα των στηλών 6 μέχρι 9 με την πιθανότητα να συμβούν, που είναι ένας ενδιάμεσος υπολογισμός στον καθορισμό της αναμενόμενης τιμής της λήψης μιας απόφασης στη δεδομένη κατάσταση. Η στήλη 11 είναι η αναμενόμενη τιμή, και ο αστερίσκος υποδεικνύει την βέλτιστη απόφαση για κάθε πιθανή κατάσταση.

Οι βέλτιστες τιμές καθώς και η αντίστοιχη συνάρτηση βελτιστοποίησης που προκύπτει από τον πίνακα 10 είναι:

I_1	$u_1(I_1)$	$d^*_1(I_1)$
0	600	1
1	1600	0
2	2560	0
2	3200	0

Στη συνέχεια θα υπολογιστούν οι βέλτιστες τιμές για +2 στάδια στη συνέχεια. Ωστόσο, εφόσον έχει γίνει η υπόθεση ότι δεν υπάρχει αρχικό απόθεμα, δεν είναι απαραίτητο να περιγραφεί κάθε πιθανή κατάσταση, παρά μόνο για $I_2 = 0$. Ο πίνακας 11, αντίστοιχα με τον προηγούμενο πίνακα 10, δίνει τους ακριβείς υπολογισμούς που είναι αναγκαίοι για τον υπολογισμό των βέλτιστων τιμών σε αυτή την περίπτωση.

(1) State I_2	(2) Pro- duce d_2	(3) Sell s_2	(4) Proba- bility ($\bar{s}_2 = s_2$)	(5) Result- ing state I_1	(6) Produc- tion cost	(7) Sales rev- enue	(8) Inven- tory cost	(9) $v_1(I_1)$	(10) Proba- bility $\times \$$	(11) Expected contri- bution
0	0	0	1.	0	0	0	0	650.	650	650
	1	0	.25	1	-1000	0	0	1600.	150	} 1350
		1	.75	0	-1000	2000	0	600.	1200	
	2	0	.25	2	-2000	0	-200	2560.	90	} 1600.*
		1	.40	1	-2000	2000	-100	1600.	600	
		2	.35	0	-2000	4000	0	600	910	
	3	0	.25	3	-3000	0	-300	3200.	-25	} 1559
		1	.40	2	-3000	2000	-200	2560.	544	
		2	.20	1	-3000	4000	-100	1600.	500	
		3	.15	0	-3000	6000	0	600.	540	

Πίνακας 11: Βελτιστοποίηση για +2 στάδια στη συνέχεια (Bradley, et.al, 1977)

Οι βέλτιστες τιμές καθώς και η αντίστοιχη συνάρτηση βελτιστοποίησης που προκύπτει από τον πίνακα 11 είναι:

I_2	$u_2(I_2)$	$d^*(I_2)$
0	1600	2

Αυτό σημαίνει ότι το 2^ο μήνα, από την απόφαση που θα παρθεί για την παραγωγή 2 μονάδων, θα προκύψουν οφέλη \$1600 τα οποία είναι και τα μέγιστα που μπορούν υπάρξουν με τα δεδομένα στοιχεία.

3.6 Επισκόπηση

Σε αυτό το κεφάλαιο αναλύθηκε η έννοια του δυναμικού προγραμματισμού διαμέσου της ιστορίας του, περιγράφηκαν τα κοινά χαρακτηριστικά που παρουσιάζουν τα προβλήματα που επιλύονται με τη μέθοδο του δυναμικού προγραμματισμού, και παρατέθηκαν 3 παραδείγματα προβλημάτων συνοδευόμενα με τη μεθοδολογία επίλυσής τους. Στο επόμενο κεφάλαιο εξετάζεται ο ρόλος της πληροφορικής στη διαδικασία λήψης αποφάσεων, τα είδη των διαφορετικών πληροφοριακών συστημάτων που χρησιμοποιούνται ευρέως καθώς και ο ρόλος του δυναμικού προγραμματισμού στη λήψη αποφάσεων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΣΤΗ ΛΗΨΗ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

4.1 Εισαγωγή

Μέχρι στιγμής έχει αναλυθεί το περιεχόμενο της επιχειρησιακής έρευνας, η λήψη αποφάσεων μέσα στο περιβάλλον που πραγματοποιείται με την αντίστοιχη διαδικασία που απαιτεί, καθώς και η ανάπτυξη του δυναμικού προγραμματισμού μέσα από τη θεωρία που έχει προκύψει με την έρευνα και με τη βοήθεια παραδειγμάτων.

Όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 1, η διοικητική επιστήμη ασχολείται με τη λήψη και υλοποίηση αποφάσεων και εφοδιάζει με μεθοδολογίες για την ανάλυση των προβλημάτων και τη λήψη και υλοποίηση αποφάσεων και παρέχει ένα εύρος από μοντέλα και αντίστοιχες τεχνικές επίλυσης (Πραστάκος, 2002). Με την πάροδο των χρόνων, σε αυτή τη διαδικασία έχει πολύ μεγάλο ρόλο πλέον η σύγχρονη τεχνολογία η οποία παρέχει πληροφόρηση και στήριξη.

4.2 Περιορισμοί στη λήψη αποφάσεων

Για την κατανόηση οποιασδήποτε απόφασης σε μια συγκεκριμένη κατάσταση, είναι απαραίτητο να ληφθούν υπόψη κάποια συγκεκριμένα στοιχεία που χαρακτηρίζουν τα άτομα που λαμβάνουν αποφάσεις. Τα άτομα αυτά έχουν περιορισμένα όρια στην προσοχή, στη μνήμη, στην κατανόηση και στην επικοινωνία (March, 1994).

Πιο συγκεκριμένα, σχετικά με την προσοχή, κατά την εξέταση των εναλλακτικών τα άτομα συνήθως διαθέτουν περιορισμένο χρόνο και δυνατότητα να εστιάσουν σε πολλά σημεία ταυτόχρονα. Παράλληλα, σε περίπτωση που δεν κρατείται κάποιο αρχείο, η χωρητικότητα της μνήμης είναι περιορισμένη για να αποθηκεύσει μεγάλο όγκο πληροφοριών και να μπορεί να τις ανακτήσει αργότερα (March, 1994). Τα προβλήματα κατανόησης προκύπτουν ορισμένες φορές από την αδυναμία των ατόμων που λαμβάνουν αποφάσεις να οργανώσουν, να συμπύξουν και να χρησιμοποιήσουν τις πληροφορίες που λαμβάνουν ώστε να κάνουν τις συνδέσεις μεταξύ των πληροφοριών και να εξάγουν ένα λογικό συμπέρασμα (March, 1994). Τέλος, όταν υπάρχουν σύνθετες και εξειδικευμένες

πληροφορίες, είναι δύσκολος ο διαμοιρασμός τους με άλλα άτομα. Μπορεί να εμφανιστεί το εμπόδιο της διαπολιτισμικής επικοινωνίας, γενεαλογικό χάσμα ή διαφορετικότητα στη χρήση της επικοινωνίας μεταξύ διαφορετικών επαγγελματιών (March, 1994).

Κατά αυτό τον τρόπο είναι δυνατόν οι πληροφορίες που χρειάζονται για το πέρας της διαδικασίας της λήψης αποφάσεων να μην επικοινωνηθούν την κατάλληλη χρονική στιγμή και αποτελεσματικά.

4.3 Η σημασία των πληροφοριών

Παράλληλα, η επιτυχία της λήψης αποφάσεων, που είναι η κύρια λειτουργία της διοίκησης, είναι άρρηκτα συνδεδεμένη τόσο με τις διαθέσιμες πληροφορίες, όσο και με τις λειτουργίες που αποτελούν τη διαδικασία. Γίνεται φανερό επομένως ότι προκειμένου να επιτευχθεί το πρώτο στάδιο της διαδικασίας λήψης αποφάσεων, είναι αναγκαίες οι πληροφορίες. Επί παραδείγματι, αν οι διοικητικοί στόχοι είναι ασαφείς λόγω ανεπαρκών πληροφοριών, δεν μπορεί να γίνει έρευνα, χωρίς τις πληροφορίες που αποκομίζονται από την έρευνα, δεν υπάρχουν εναλλακτικές ανάμεσα στις οποίες μπορεί να γίνει σύγκριση, και χωρίς την σύγκριση των εναλλακτικών, είναι απίθανο να επιλεγεί ένα πρόγραμμα δράσεων που θα προσιδιάζει στο επιθυμητό αποτέλεσμα (Ajayi & Omirin, 2007).

Ο πρώτος στόχος επομένως είναι η σχεδίαση και η διοίκηση της ροής των πληροφοριών στην επιχείρηση, με τρόπο που θα βελτιώσει την παραγωγικότητα και τη λήψη αποφάσεων (Ajayi & Omirin, 2007). Οι πληροφορίες πρέπει να συλλέγονται, να αποθηκεύονται και να συντίθενται με τέτοιο τρόπο που θα είναι σε θέση να απαντήσουν σημαντικές διοικητικές και στρατηγικές αποφάσεις.

Παρόλα αυτά, πρέπει να δίδεται προσοχή έτσι ώστε να διευκολύνεται η ροή των πληροφοριών προς τα πάνω, δηλαδή προς τη διοίκηση, και προς τα κάτω, δηλαδή προς τους εργαζόμενους (Oz, 2006). Για να επιτευχθεί αποτελεσματικά αυτός ο στόχος, οι αποφάσεις είναι απαραίτητο να βασίζονται σε ακριβείς πληροφορίες που έχουν αποκτηθεί από τη λειτουργία ενός αποτελεσματικού διοικητικού συστήματος πληροφοριών (Ajayi & Omirin, 2007).

Χωρίς ακριβείς πληροφορίες, τα άτομα που λαμβάνουν αποφάσεις πρέπει να χρησιμοποιούν προβλέψεις, υποθέσεις, τύχη, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε πλεονάσματα ή ελλείμματα παραγωγής προϊόντων και υπηρεσιών, σε άνιση κατανομή των

πόρων, σε καθυστερήσεις στην παράδοση και αυτά ως επιπτώσεις δημιουργούν κόστη, με σημαντικότερο κόστος όλων την απώλεια πελατών (Laudon & Laudon, 2003).

4.4 Η ανάπτυξη της πληροφορικής

Αρχικά στις επιχειρήσεις όλες οι εσωτερικές αναφορές γράφονταν χειρόγραφα και όχι συστηματικά, με αυτό τον τρόπο οι πληροφορίες που λαμβάνονταν ήταν περιορισμένες και με καθυστέρηση συγκριτικά με την ταχύτητα των εξελίξεων (Wikipedia, 2012). Τα τελευταία 20 χρόνια έχουν δημιουργηθεί ξεχωριστοί τύποι πληροφοριακών συστημάτων για διαφορετικές περιστάσεις ανάλογα με τις ανάγκες της επιχείρησης (Asemi et. al, 2011).

4.4.1 Τύποι πληροφοριακών συστημάτων

Τα Πληροφοριακά Συστήματα Διοίκησης (Management Information Systems, MIS) είναι ένα από τα βασικότερα πληροφοριακά συστήματα που βασίζονται στον υπολογιστή. Ο σκοπός τους είναι να εκπληρώσουν τις ανάγκες των διοικητικών στελεχών για πληροφορίες μέσα στην επιχείρηση και σε κάποια υπο-τμήματα της επιχείρησης (Asemi et.al, 2011). Τα Πληροφοριακά Συστήματα Διοίκησης είναι ουσιαστικά η διαδικασία συλλογής, επεξεργασίας, αποθήκευσης και μεταβίβασης σχετικών πληροφοριών για την υποστήριξη των διοικητικών λειτουργιών στις επιχειρήσεις (Ajayi and Omirin, 2007). Παράγουν προγραμματισμένες αναφορές που βασίζονται σε στοιχεία που εξάγονται από τα Συστήματα Επεξεργασίας Συναλλαγών (TPS) για την ενημέρωση των στελεχών για δομημένα ή ημι-δομημένα προβλήματα αποφάσεων (Wikipedia, 2012). Η ανάδυση των πληροφοριακών συστημάτων άλλαξε μόνιμα τη διοίκηση και το περιβάλλον των επιστημών που είναι σχετικές με τις αποφάσεις (Vazsonyi, 1990).

Τα Συστήματα Επεξεργασίας Συναλλαγών (Transaction Processing Systems, TPS) συλλέγουν, αποθηκεύουν, τροποποιούν και ανακτούν τις συναλλαγές ενός οργανισμού, δηλαδή γεγονότα που δημιουργούν και τροποποιούν δεδομένα σε καθημερινή βάση, που στη συνέχεια θα χρησιμοποιηθούν από τα άλλα συστήματα (Laudon & Laudon, 2003).

Τα Συστήματα Αυτοματισμού Γραφείου (Office Automation Systems, OAS) χρησιμοποιούνται για την ψηφιακή δημιουργία, συλλογή, αποθήκευση, διαχείριση και αναμετάδοση πληροφοριών γραφείου που απαιτούνται για την εκπλήρωση βασικών καθηκόντων και υποστηρίζουν την επικοινωνία στην επιχείρηση σε οποιοδήποτε διοικητικό επίπεδο (Wikipedia, 2012).

Τα Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων (Decision Support Systems, DSS) είναι συστήματα που χρησιμοποιούνται κυρίως από τα μεσαία στελέχη για τη λήψη αποφάσεων κυρίως σε ημιδομημένα προβλήματα. Τα Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων παράγουν αποτελέσματα σε μορφή περιοδικών ή ειδικών αναφορών ή ως αποτελέσματα μαθηματικών προσομοιώσεων (Asemi et. al, 2011). Είναι ένα σύστημα υπολογιστικών εργαλείων που επιτρέπει στο διοικητικό στέλεχος να επιδρά άμεσα με τον υπολογιστή για να λαμβάνει τις πληροφορίες που θα είναι χρήσιμες για τις αποφάσεις του (Asemi et.al, 2011). Παράλληλα, τα Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων μπορούν να επεκτείνουν την υποστήριξη τους και στα υπόλοιπα στάδια της διαδικασίας λήψης αποφάσεων ως βοηθητικό εργαλείο των διοικητικών στελεχών για την εκτίμηση του κάθε σταδίου (Rode, 1997).

Σημαντικά επίσης για την επιχείρηση είναι τα Συστήματα Εφοδιαστικής Αλυσίδας (Supply Chain Management systems, SCM) που επιτρέπουν τη διαχείριση τα εφοδιαστικής αλυσίδας με τους προμηθευτές, τους πωλητές και τους πελάτες, τα Συστήματα Διαχείρισης Πελατών (Customer Relationship Management systems, CRM) που βοηθούν στο χειρισμό των πιθανών και των υπάρχοντων πελατών, και τα Συστήματα Διαχείρισης Γνώσης (Knowledge Management Systems, KMS) που διευκολύνουν τη συλλογή, την καταγραφή, την ανάκτηση και τη διάδοση της γνώσης (Laudon & Laudon, 2009).

4.5 Ο ρόλος του δυναμικού προγραμματισμού

Εφόσον συλλεχθούν και αναλυθούν όλες αυτές οι πληροφορίες μέσω των εργαλείων που περιγράφηκαν παραπάνω, με κάποιο τρόπο είναι απαραίτητη να γίνει η επιλογή μιας από τις εναλλακτικές που διατίθενται, έτσι όπως προκύπτει από τη διαδικασία λήψης αποφάσεων. Αυτό επιτυγχάνεται με την εφαρμογή του δυναμικού προγραμματισμού κατά τη διαδικασία λήψης αποφάσεων.

Ο δυναμικός προγραμματισμός είναι η συλλογή των μαθηματικών εργαλείων που χρησιμοποιούνται για να αναλύσουν διαδικασίες διαδοχικών αποφάσεων. Ο όρος διαδοχικές αποφάσεις χρησιμοποιείται για να περιγράψει μια δραστηριότητα που εμπεριέχει μια σειρά από ενέργειες που εφαρμόζονται για την επίτευξη κάποιου στόχου, αρκετές φορές υπό το πρίσμα της αβεβαιότητας (Denardo, 2003). Είναι μια γενική στρατηγική βελτιστοποίησης που χρησιμοποιείται επιτυχώς σε διάφορες επιστήμες (Ibarra & Melo, 2010). Η χρήση του δυναμικού προγραμματισμού μπορεί να καθορίσει βέλτιστες

στρατηγικές, κόστη που συσχετίζονται με τον κύκλο ζωής των προϊόντων, καθώς και τη σχέση μεταξύ αυτών των κοστών (Feighan et.al, 1988). Ο δυναμικός προγραμματισμός δεν είναι μια μέθοδος εκμάθησης αλλά μια υπολογιστική μέθοδος που καθορίζει τη βέλτιστη συμπεριφορά, για αυτό το λόγο διευκολύνει την εφαρμογή σε στοχαστικά ή ημιδομημένα μοντέλα και μπορεί να έχει ένα ευρύτερο πεδίο εφαρμογής (Sutton, 1990).

Γίνεται φανερό επομένως ότι πλέον έχει ένα ιδιαίτερα καθοριστικό ρόλο στο περιβάλλον των επιχειρήσεων καθώς παρέχει ένα εύρος από μοντέλα και αντίστοιχες τεχνικές επίλυσης και είναι ουσιαστικής σημασίας για την ανάλυση των προβλημάτων, για τη λήψη και υλοποίηση αποφάσεων και για την αρωγή στην επιλογή μιας εναλλακτικής λύσης κατά το αντίστοιχο στάδιο της διαδικασίας λήψης αποφάσεων (Πραστάκος, 2002).

4.6 Επισκόπηση

Στα προηγούμενα κεφάλαια αναλύθηκε η θεωρητική προσέγγιση του δυναμικού προγραμματισμού και την εφαρμογή του σε απλά παραδείγματα που αφορούν τη σταδιακή λήψη αποφάσεων, ενώ σε αυτό το κεφάλαιο περιγράφηκαν οι δυνατότητες της τεχνολογίας και η βοήθεια που προσφέρουν στα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι επιχειρήσεις. Στο επόμενο κεφάλαιο θα περιγραφεί ένα ρεαλιστικό πρόβλημα μιας συγκεκριμένης επιχείρησης ώστε να γίνει πλήρως κατανοητός ο ρόλος του δυναμικού προγραμματισμού στη λήψη αποφάσεων και να ολοκληρωθεί η τεκμηρίωση της σημαντικότητας του ρόλου του δυναμικού προγραμματισμού στις σύγχρονες επιχειρήσεις και ο τρόπος με τον οποίο λύνει στρατηγικά προβλήματά τους.

ΜΕΡΟΣ ΙΙ
ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ

5.1 Εισαγωγή

Το πρόβλημα στη συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης ονομάζεται πρόβλημα αντικατάστασης και είναι ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι περισσότερες επιχειρήσεις. Στα προβλήματα αυτού του είδους ζητείται να βρεθεί η κατάλληλη χρονική στιγμή για να αντικατασταθεί ένα εργαλείο, για παράδειγμα ένα αυτοκίνητο ή ένα μηχάνημα, έτσι ώστε το ολικό κόστος να είναι το ελάχιστο δυνατό κόστος (Βασιλείου, 2001).

Θα παρουσιαστεί η μελέτη περίπτωσης του υποκαταστήματος της Μυκόνου της εταιρείας ενοικιαζόμενων αυτοκινήτων AVANCE ΕΠΕ. Η AVANCE είναι η αντιπρόσωπος της γνωστής πολυεθνικής εταιρείας EUROPCAR στη Ελλάδα και διαθέτει καταστήματα στην Αθήνα, τη Θεσσαλονίκη, το Ηράκλειο, την Πάτρα, τη Μήλο, την Σαντορίνη, τη Μύκονο και σε πολλά άλλα νησιά και πόλεις.

Τα δεδομένα για τη δημιουργία του προβλήματος συλλέχθηκαν με τη μέθοδο της συνέντευξης και είναι κατά προσέγγιση επειδή η εταιρεία δε θα επιθυμούσε να διαρρεύσουν ακριβείς πληροφορίες των δεδομένων σε ανταγωνιστές.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η εν λόγω εταιρία λειτουργεί κατά 90% με συμφωνίες για leasing με τις αντιπροσωπείες για 1 ή 2 χρόνια, συνεπώς δεν έχει κόστος αγοράς και έξοδα συντήρησης. Οι πληροφορίες που αντλήθηκαν για την παρούσα εργασία αφορούν το 10% του στόλου το οποίο έχει ήδη αγοραστεί και σε κάποια χρόνια θα πουληθεί.

Το υποκατάστημα της Μυκόνου διαθέτει περίπου 120 με 125 μόνιμα αυτοκίνητα προς ενοικίαση, ενώ εποχιακά, τους καλοκαιρινούς μήνες, στέλνονται οχήματα από την Αθήνα για να καλύψουν τη ζήτηση. Το κάθε όχημα διανύει το χρόνο περίπου 4 με 5 χιλιάδες χιλιόμετρα. Η εταιρία κρατάει κάθε όχημα που αγοράζει περίπου τρία χρόνια θεωρώντας ότι αυτή είναι η πιο επικερδής τακτική. Σε αυτό το μέρος θα μελετηθούν τα στοιχεία κάποιων ενοικιαζόμενων οχημάτων, συγκεκριμένα επιλέχθηκαν πέντε διαφορετικά είδη αυτοκινήτων, και θα ελεγχθεί με τη βοήθεια του δυναμικού προγραμματισμού αν η πολιτική αυτή είναι η βέλτιστη.

5.2 Το πρόβλημα

Η εταιρία AVANCE ΕΠΕ αγοράζει αυτοκίνητα τα οποία ενοικιάζει και τα διατηρεί στην κατοχή της για ένα χρονικό διάστημα x πριν αποφασίσει να τα πωλήσει. Η διατήρηση του κάθε οχήματος απαιτεί κάποιο κόστος συντήρησης, το οποίο με την πάροδο των χρόνων αυξάνεται. Αν τα αυτοκίνητα πωλούνταν στο τέλος της κάθε σεζόν, θα εξοικονομούσαν τα έξοδα συντήρησης. Ωστόσο, τίθεται το ερώτημα κατά πόσο είναι πραγματικά συμφέρουσα για την εταιρεία η πώληση των αυτοκινήτων ετησίως. Στους πίνακες 12 έως 16 δίδονται τα οικονομικά στοιχεία πέντε διαφορετικών αυτοκινήτων πάνω στα οποία θα εξεταστεί ποιος είναι ο βέλτιστος χρόνος αντικατάστασης του καθενός οχήματος.

NISSAN PIXO

	2009	2010	2011	2012
Κόστος αγοράς	9.200	-	-	-
Κόστος συντήρησης	200	320	450	600
Έσοδα ανά όχημα	3.500	3.500	3.500	3.500
Αξία πώλησης μεταχειρισμένο	8.000	7.000	6.000	5.000

Πίνακας 12: Οικονομικά στοιχεία AVANCE ΕΠΕ για το όχημα Nissan Pixo

NISSAN MICRA

	2009	2010	2011	2012
Κόστος αγοράς	9.500	-	-	-
Κόστος συντήρησης	200	350	500	650
Έσοδα ανά όχημα	4.000	4.000	4.000	4.000
Αξία πώλησης μεταχειρισμένο	8.500	7.500	6.500	5.500

Πίνακας 13: Οικονομικά στοιχεία AVANCE ΕΠΕ για το όχημα Nissan Micra

NISSAN NOTE

	2009	2010	2011	2012
Κόστος αγοράς	12.000	-	-	-
Κόστος συντήρησης	200	400	550	700
Έσοδα ανά όχημα	4.000	4.000	4.000	4.000
Αξία πώλησης μεταχειρισμένο	10.000	8.500	7.000	6.000

Πίνακας 14: Οικονομικά στοιχεία AVANCE ΕΠΕ για το όχημα Nissan Note

PEUGEOT 308

	2009	2010	2011	2012
Κόστος αγοράς	22.000	-	-	-
Κόστος συντήρησης	250	450	600	800
Έσοδα ανά όχημα	4.500	4.500	4.500	4.500
Αξία πώλησης μεταχειρισμένο	20.000	18.500	16.500	15.000

Πίνακας 15: Οικονομικά στοιχεία AVANCE ΕΠΕ για το όχημα Peugeot 308

MERCEDES – BENZ VITO

	2009	2010	2011	2012
Κόστος αγοράς	26.000	-	-	-
Κόστος συντήρησης	350	1100	1250	1500
Έσοδα ανά όχημα	5.000	5.000	5.000	5.000
Αξία πώλησης μεταχειρισμένο	23.500	21.500	19.000	18.000

Πίνακας 16: Οικονομικά στοιχεία AVANCE ΕΠΕ για το όχημα Mercedes-Benz Vito

Τα ποσά σταματούν στο 2012 γιατί τότε είναι δεδομένο ότι θα πωληθούν τα οχήματα, αφού βάσει τη στρατηγική της εταιρείας επιβάλλεται να έχουν πάντα τα νεότερα μοντέλα για τους πελάτες τους. Επίσης, θεωρείται ότι η τιμή αγοράς θα είναι η ίδια κάθε χρόνο για το συγκεκριμένο αυτοκίνητο.

5.3 Λύση

Για κάθε στάδιο υπάρχουν δυο πιθανές αποφάσεις, το αυτοκίνητο να αντικατασταθεί ή όχι. Η αναδρομική εξίσωση για τη λύση του προβλήματος μπορεί να εκφραστεί με δυο διαφορετικούς τρόπους.

Αν ο στόχος είναι να ελαχιστοποιηθεί το συνολικό κόστος συμψηφίζοντας τα έσοδα που αποφέρει το κάθε αυτοκίνητο, τότε η εξίσωση μπορεί να γραφτεί με τη μορφή:

$$F_N(X_N) = \min\{M_N(X_N) - I_N(X_N) + F_{N+1}^*(X_{N+1})\} \text{ για ΜΗ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ και}$$

$$F_N(X_N) = \min\{M_N(0) - I_N(0) + R_N(X_N) + F_{N+1}^*(1)\} \text{ για ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ.}$$

Αν επιδιώκεται ελαχιστοποίηση του συνολικού κόστους χωρίς να συνυπολογιστούν τα έσοδα, τότε η εξίσωση μετατρέπεται στην εξής μορφή:

$$F_N(X_N) = \min\{M_N(X_N) + F_{N+1}^*(X_{N+1})\} \text{ για ΜΗ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ και}$$

$$F_N(X_N) = \min\{M_N(0) + R_N(X_N) + F_{N+1}^*(1)\} \text{ για ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ.}$$

Όπου:

Το $M_N(X_N)$ αντιπροσωπεύει το συνολικό κόστος για το αντικατασταθέν αυτοκίνητο στο στάδιο N και το $M_N(0)$ το συνολικό κόστος για το νέο αυτοκίνητο στο στάδιο N.

Το $I_N(X_N)$ αντιπροσωπεύει τα έσοδα που αποφέρει το αντικατασταθέν αυτοκίνητο στο στάδιο N και το $I_N(0)$ τα έσοδα που αποφέρει το νέο αυτοκίνητο στο στάδιο N.

Το $F_{N+1}^*(X_{N+1})$ αντιπροσωπεύει τη βέλτιστη απόφαση μη αντικατάστασης για το κόστος του σταδίου N+1 στο έτος X+1 και το $F_{N+1}^*(1)$ τη βέλτιστη απόφαση αντικατάστασης του σταδίου N+1 για το έτος 1.

Το $R_N(X_N)$ αντιπροσωπεύει το κόστος αντικατάστασης ενός αυτοκινήτου στο στάδιο N.

Επειδή τα έσοδα κάθε έτος είναι σταθερά όποια και αν είναι η ηλικία του αυτοκινήτου, θα θεωρηθεί ως έσοδο η πώληση του αυτοκινήτου και θα χρησιμοποιηθεί η πρώτη εξίσωση για τη λύση του προβλήματος.

Το πρόβλημα θα χωριστεί σε τέσσερα στάδια για κάθε είδος αυτοκινήτου που αντιστοιχούν στα 4 χρόνια που προβλέπεται να μείνει στην κατοχή της εταιρείας το αυτοκίνητο. Η αρχή γίνεται από το τελευταίο στάδιο. Στο στάδιο 4 είναι πιθανό τα αυτοκίνητα να έχει ηλικία τριών ετών αν στο ενδιάμεσο δεν έχει αντικατασταθεί, ή δυο και ενός έτους αν αντικαταστάθηκε σε κάποια ενδιάμεση χρονιά.

Θα γίνει ανάλυση όλων των τύπων αυτοκινήτων ώστε να βρεθεί η βέλτιστη απόφαση για καθένα από αυτά βάσει των δεδομένων από τους πίνακες (βλ. Πίνακας 12 έως 16) και αυτών που προαναφέρθηκαν.

Ξεκινώντας από το NISSAN PIXO, σχηματίζεται ο πίνακας 17 για το στάδιο 4.

Στάδιο 4

Έτος	Απόφαση	Ηλικία στο τέλος του 2012	Κόστος Αγοράς	Κόστος Συντήρησης	Τιμή Πώλησης Αντικ. ¹	Κόστος Έτους 2012	Τιμή Πώλησης στο τέλος του 2012	Συνολικό Κόστος έτους 2012
1	Αντικ/ση ²	1	9.200	200	-8.000	1.400	-8.000	-6.600
	OXI	2	0	320	-	320	-7.500	-7.180←
2	Αντικ/ση	1	9.200	200	-7.500	1.900	-8.000	-6.100←
	OXI	3	0	450	-	450	-6.000	-5.550
3	Αντικ/ση	1	9.200	200	-6.000	3.400	-8.000	-4.600←
	OXI	4	0	600	-	600	-5.000	-4.400

Πίνακας 17: Στάδιο 4 για το NISSAN PIXO

Συμβολίζονται με μείον τα έσοδα ώστε να αποφεύγεται η σύγχυση και να διευκολύνονται οι πράξεις. Το κόστος αγοράς κάθε χρόνο θεωρείται σταθερό για το ίδιο αυτοκίνητο. Το κόστος του έτους υπολογίζεται αν στο κόστος αγοράς προστεθεί το κόστος συντήρησης και αφαιρεθεί η τιμή πώλησης όπου υπάρχει. Π.χ. στο έτος 1 στην περίπτωση αντικατάστασης το κόστος του έτους 2012 είναι $9200 + 200 - 8000 = 1400$. Παρομοίως υπολογίζονται και τα υπόλοιπα. Το συνολικό κόστος του έτους υπολογίζεται αν στο κόστος έτους αφαιρεθεί η τιμή πώλησης του αυτοκινήτου στο τέλος του έτους. Π.χ. στο έτος 1 στην περίπτωση μη αντικατάστασης το συνολικό κόστος είναι $1400 - 8000 = -6600$. Τα ποσά που ακολουθούνται από ένα βέλος (←) αποτελούν τις βέλτιστες αποφάσεις για το στάδιο 4.

Τα αποτελέσματα του πίνακα 17 δείχνουν ότι αν το αυτοκίνητο το 2012 είναι ενός έτους δε συμφέρει η αντικατάσταση του, ενώ αν είναι παλαιότερο συμφέρει να αντικατασταθεί.

Με την ίδια μεθοδολογία επιλύονται το στάδιο 3 και το στάδιο 2.

¹ Όπου αντικ. σημαίνει αντικατασταθέντος.

² Όπου αντικ/ση σημαίνει αντικατάσταση.

Στάδιο 3

Έτος	Απόφαση	Ηλικία στο τέλος του 2011	Κόστος Αγοράς	Κόστος Συντήρησης	Τιμή Πώλησης Αντικ.	Κόστος Έτους 2011	Κόστος Επόμενων Ετών	Συνολικό Κόστος έτους 2011
1	Αντικ/ση	1	9.200	200	-8.000	1.400	-7.180	-5.780←
	ΟΧΙ	2	0	320	-	320	-6.100	-5.780←
2	Αντικ/ση	1	9.200	200	-7.500	1.900	-7.180	-5.280←
	ΟΧΙ	3	0	450	-	450	-4.600	-4.150

Πίνακας 18: Στάδιο 3 για το NISSAN PIXO

Στάδιο 2

Έτος	Απόφαση	Ηλικία στο τέλος του 2010	Κόστος Αγοράς	Κόστος Συντήρησης	Τιμή Πώλησης Αντικ.	Κόστος Έτους 2010	Κόστος Επόμενων Ετών	Συνολικό Κόστος έτους 2010
1	Αντικ/ση	1	9.200	200	-8.000	1.400	-5.780	-4.380
	ΟΧΙ	2	0	320	-	320	-5.280	-4.960←

Πίνακας 19: Στάδιο 2 για το NISSAN PIXO

Στο στάδιο 1 η απόφαση είναι δεδομένη και είναι η αγορά αυτοκινήτου, ενώ και η κατάσταση είναι δεδομένη, το αυτοκίνητο στο τέλος του έτους 2009 θα είναι ενός έτους.

Στάδιο 1

Έτος	Απόφαση	Ηλικία στο τέλος του 2009	Κόστος Αγοράς	Κόστος Συντήρησης	Τιμή Πώλησης Αντικ.	Κόστος Έτους 2009	Κόστος Επόμενων Ετών	Συνολικό Κόστος έτους 2009
0	Αγορά	1	9.200	200	-	9.400	-4.960	4.440

Πίνακας 20: Στάδιο 1 για το NISSAN PIXO

Με βάση τα αποτελέσματα που περιέχονται στους πίνακες από 17 έως 20 μπορεί να προσδιοριστεί η βέλτιστη πολιτική αντικατάστασης των αυτοκινήτων. Παρακάτω συνοψίζονται οι βέλτιστες αποφάσεις.

Έτος 2009: Αγορά νέου αυτοκινήτου το οποίο στην αρχή του έτους 2010 θα είναι ενός έτους.

Έτος 2010: Στον πίνακα 19 φαίνεται ότι για αυτοκίνητο ενός έτους η καλύτερη απόφαση είναι η διατήρησή του, οπότε στο έτος 2011 το αυτοκίνητο θα είναι ηλικίας δυο ετών.

Έτος 2011: Ο πίνακας 18 δείχνει ότι για αυτοκίνητο δυο ετών η καλύτερη απόφαση είναι η αντικατάσταση, άρα το έτος 2012 το αυτοκίνητο θα είναι ενός έτους.

Έτος 2012: Με βάση τον πίνακα η καλύτερη απόφαση είναι η διατήρηση του αυτοκινήτου για το 2012 με αναγκαστική πώληση στο τέλος του έτους.

Σε αυτό το σημείο θα ελεγχθεί το κόστος της βέλτιστης πολιτικής που αναλύθηκε προηγουμένως σε σχέση με την πολιτική που ακολουθεί η εταιρία. Εδώ η βέλτιστη πολιτική είναι Αγορά – Διατήρηση – Αντικατάσταση – Διατήρηση. Με αυτή την πολιτική το αυτοκίνητο θα έχει κόστος 4.440 ευρώ. Με την πολιτική της εταιρίας Αγορά – Διατήρηση – Διατήρηση – Διατήρηση θα έχει κόστος $9.400+320+450+600=5.770$. Συνεπώς, αν είχε εφαρμόσει δυναμικό προγραμματισμό θα είχε κέρδος $5.770 - 4.440=1.330$ ευρώ. Συνεχίζεται η ίδια τακτική για τα επόμενα αυτοκίνητα.

Για το NISSAN MICRA, το στάδιο 4 παρουσιάζεται στον πίνακα 21.

Στάδιο 4

Έτος	Απόφαση	Ηλικία στο τέλος του 2012	Κόστος Αγοράς	Κόστος Συντήρησης	Τιμή Πώλησης Αντικ.	Κόστος Έτους 2012	Τιμή Πώλησης στο τέλος του 2012	Συνολικό Κόστος έτους 2012
1	Αντικ/ση	1	9.500	200	-8.500	1.200	-8.500	-7.300←
	ΟΧΙ	2	0	350	-	350	-7.500	-7.150
2	Αντικ/ση	1	9.500	200	-7.500	2.200	-8.500	-6.300←
	ΟΧΙ	3	0	500	-	500	-6.500	-6.000
3	Αντικ/ση	1	9.500	200	-6.500	3.200	-8.500	-5.300←
	ΟΧΙ	4	0	650	-	650	-5.500	-4.850

Πίνακας 21: Στάδιο 4 για το NISSAN MICRA

Τα αποτελέσματα του πίνακα 21 δείχνουν ότι όποια και αν είναι η ηλικία του αυτοκινήτου το 2012 συμφέρει η αντικατάσταση του.

Παρόμοια επιλύονται το στάδιο 3 και 2.

Στάδιο 3

Έτος	Απόφαση	Ηλικία στο τέλος του 2011	Κόστος Αγοράς	Κόστος Συντήρησης	Τιμή Πώλησης Αντικ.	Κόστος Έτους 2011	Κόστος Επόμενων Ετών	Συνολικό Κόστος έτους 2011
1	Αντικ/ση	1	9.500	200	-8.500	1.200	-7.300	-6.100←
	ΟΧΙ	2	0	350	-	350	-6.300	-5.950
2	Αντικ/ση	1	9.500	200	-7.500	2.200	-7.300	-5.100←
	ΟΧΙ	3	0	500	-	500	-5.300	-4.800

Πίνακας 22: Στάδιο 3 για το NISSAN MICRA

Και στο στάδιο 3 συμφέρει η αντικατάσταση ανεξαρτήτως ηλικίας.

Στάδιο 2

Έτος	Απόφαση	Ηλικία στο τέλος του 2010	Κόστος Αγοράς	Κόστος Συντήρησης	Τιμή Πώλησης Αντικ.	Κόστος Έτους 2010	Κόστος Επόμενων Ετών	Συνολικό Κόστος έτους 2010
1	Αντικ/ση	1	9.500	200	-8.500	1.200	-6.100	-4.900←
	ΟΧΙ	2	0	350	-	350	-5.100	-4.750

Πίνακας 23: Στάδιο 2 για το NISSAN MICRA

Στο στάδιο 1 η απόφαση είναι δεδομένη και είναι η αγορά αυτοκινήτου, ενώ και η κατάσταση είναι δεδομένη, το αυτοκίνητο στο τέλος του έτους 2009 θα είναι ενός έτους.

Στάδιο 1

Έτος	Απόφαση	Ηλικία στο τέλος του 2009	Κόστος Αγοράς	Κόστος Συντήρησης	Τιμή Πώλησης Αντικ.	Κόστος Έτους 2009	Κόστος Επόμενων Ετών	Συνολικό Κόστος έτους 2009
0	Αγορά	1	9.500	200	-	9.700	-4.900	4.800

Πίνακας 24: Στάδιο 1 για το NISSAN MICRA

Με βάση τα αποτελέσματα που περιέχονται στους πίνακες από 21 έως 24 μπορεί να προσδιοριστεί η βέλτιστη πολιτική αντικατάστασης των αυτοκινήτων. Παρακάτω συνοψίζονται οι βέλτιστες αποφάσεις.

Έτος 2009: Αγορά νέου αυτοκινήτου το οποίο στην αρχή του έτους 2010 θα είναι ενός έτους.

Έτος 2010: Στον πίνακα 23 φαίνεται ότι για αυτοκίνητο ενός έτους η καλύτερη απόφαση είναι η αντικατάστασή του, οπότε στο έτος 2011 το αυτοκίνητο θα είναι ηλικίας ενός έτους.

Έτος 2011: Ο πίνακας 22 δείχνει ότι για αυτοκίνητο ενός έτους η καλύτερη απόφαση είναι η αντικατάστασή του, άρα το έτος 2012 το αυτοκίνητο θα είναι ενός έτους.

Έτος 2012: Με βάση τον πίνακα 21 η καλύτερη απόφαση είναι πάλι η αντικατάσταση του αυτοκινήτου για το 2012 με αναγκαστική πώληση στο τέλος του έτους.

Με εφαρμογή του δυναμικού προγραμματισμού, δηλαδή με Αγορά – Αντικατάσταση – Αντικατάσταση – Αντικατάσταση, η εταιρία έχει κόστος 4.800 για τα τέσσερα χρόνια, ενώ με την πολιτική που ακολουθεί τώρα, Αγορά – Διατήρηση – Διατήρηση – Διατήρηση, έχει κόστος $9.700+350+500+600-5.500=5650$. Συνεπώς, αν εφάρμοζε το δυναμικό προγραμματισμό θα είχε κέρδος $5650 - 4.800= 850$ ευρώ.

Για το NISSAN NOTE, σχηματίζεται ο πίνακας 21 για το στάδιο 4.

Στάδιο 4

Έτος	Απόφαση	Ηλικία στο τέλος του 2012	Κόστος Αγοράς	Κόστος Συντήρησης	Τιμή Πώλησης Αντικ.	Κόστος Έτους 2012	Τιμή Πώλησης στο τέλος του 2012	Συνολικό Κόστος έτους 2012
1	Αντικ/ση	1	12.000	200	-10.000	2.200	-10.000	-7.800
	OXI	2	0	400	-	400	-8.500	-8.100←
2	Αντικ/ση	1	12.000	200	-8.500	3.700	-10.000	-6.300
	OXI	3	0	550	-	550	-7.000	-6.450←
3	Αντικ/ση	1	12.000	200	-7.000	5.200	-10.000	-4.800
	OXI	4	0	700	-	700	-6.000	-5.300←

Πίνακας 25: Στάδιο 4 για το NISSAN NOTE

Τα αποτελέσματα του πίνακα 25 δείχνουν ότι σε όποια ηλικία και να είναι το αυτοκίνητο το 2012 δε συμφέρει η αντικατάστασή του.

Με την ίδια μεθοδολογία επιλύονται το στάδιο 3 και 2.

Στάδιο 3

Έτος	Απόφαση	Ηλικία στο τέλος του 2011	Κόστος Αγοράς	Κόστος Συντήρησης	Τιμή Πώλησης Αντικ.	Κόστος Έτους 2011	Κόστος Επόμενων Ετών	Συνολικό Κόστος έτους 2011
1	Αντικ/ση	1	12.000	200	-10.000	2.200	-8.100	-5.900
	OXI	2	0	400	-	400	-6.450	-6.050←
2	Αντικ/ση	1	12.000	200	-8.500	3.700	-8.100	-4.400
	OXI	3	0	550	-	550	-5.300	-4.750←

Πίνακας 26: Στάδιο 3 για το NISSAN NOTE

Και στο στάδιο 3 δε συμφέρει η αντικατάσταση ανεξαρτήτως ηλικίας.

Στάδιο 2

Έτος	Απόφαση	Ηλικία στο τέλος του 2010	Κόστος Αγοράς	Κόστος Συντήρησης	Τιμή Πώλησης Αντικ.	Κόστος Έτους 2010	Κόστος Επόμενων Ετών	Συνολικό Κόστος έτους 2010
1	Αντικ/ση	1	12.000	200	-10.000	2.200	-6.050	-3.850
	OXI	2	0	400	-	400	-4.750	-4.350←

Πίνακας 27: Στάδιο 2 για το NISSAN NOTE

Στο στάδιο 1 η απόφαση είναι δεδομένη και είναι η αγορά αυτοκινήτου, ενώ και η κατάσταση είναι δεδομένη, το αυτοκίνητο στο τέλος του έτους 2009 θα είναι ενός έτους.

Στάδιο 1

Έτος	Απόφαση	Ηλικία στο τέλος του 2009	Κόστος Αγοράς	Κόστος Συντήρησης	Τιμή Πώλησης Αντικ.	Κόστος Έτους 2009	Κόστος Επόμενων Ετών	Συνολικό Κόστος έτους 2009
0	Αγορά	1	12.000	200	-	12.200	-4.350	7.850

Πίνακας 28: Στάδιο 1 για το NISSAN NOTE

Με βάση τα αποτελέσματα που περιέχονται στους πίνακες από 25 έως 28 μπορεί να προσδιοριστεί η βέλτιστη πολιτική αντικατάστασης των αυτοκινήτων.

Έτος 2009: Αγορά νέου αυτοκινήτου το οποίο στην αρχή του έτους 2010 θα είναι 1 έτους.

Έτος 2010: Στον πίνακα 27 φαίνεται ότι για αυτοκίνητο ενός έτους η καλύτερη απόφαση είναι η διατήρησή του, οπότε στο έτος 2011 το αυτοκίνητο θα είναι ηλικίας δυο ετών.

Έτος 2011: Ο πίνακας 26 δείχνει ότι για αυτοκίνητο δυο ετών η καλύτερη απόφαση είναι η διατήρησή του, άρα το έτος 2012 το αυτοκίνητο θα είναι τριών ετών.

Έτος 2012: Με βάση τον πίνακα 25 η καλύτερη απόφαση είναι η διατήρηση του αυτοκινήτου για το 2012 με αναγκαστική πώληση στο τέλος του έτους.

Εδώ η βέλτιστη πολιτική βάσει της μεθόδου του δυναμικού προγραμματισμού συμπίπτει με την πολιτική της εταιρίας, Αγορά – Διατήρηση – Διατήρηση – Διατήρηση, και στο τέλος του 2012 το κόστος του αυτοκινήτου θα είναι 7.850 ευρώ.

Για το PEUGEOT 308 σχηματίζεται ο πίνακας 29 για το στάδιο 4.

Στάδιο 4

Έτος	Απόφαση	Ηλικία στο τέλος του 2012	Κόστος Αγοράς	Κόστος Συντήρησης	Τιμή Πώλησης Αντικ.	Κόστος Έτους 2012	Τιμή Πώλησης στο τέλος του 2012	Συνολικό Κόστος έτους 2012
1	Αντικ/ση	1	22.000	250	-20.000	2.250	-20.000	-17.750
	ΟΧΙ	2	0	450	-	450	-18.500	-18.050←
2	Αντικ/ση	1	22.000	250	-18.500	3750	-20.000	-16.250←
	ΟΧΙ	3	0	600	-	600	-16.500	-15.900
3	Αντικ/ση	1	22.000	250	-16.500	5.750	-20.000	-14.250←
	ΟΧΙ	4	0	800	-	800	-15.000	-14.200

Πίνακας 29: Στάδιο 4 για το PEUGEOT 308

Τα αποτελέσματα του πίνακα 29 δείχνουν ότι αν το αυτοκίνητο έχει ηλικία ενός έτους δε συμφέρει η αντικατάσταση, αν είναι δυο ετών συμφέρει, ενώ αν είναι τριών συμφέρει η αντικατάσταση με ελάχιστη διαφορά στο κέρδος. Όμοια το στάδιο 3 και 2.

Στάδιο 3

Έτος	Απόφαση	Ηλικία στο τέλος του 2011	Κόστος Αγοράς	Κόστος Συντήρησης	Τιμή Πώλησης Αντικ.	Κόστος Έτους 2011	Κόστος Επόμενων Ετών	Συνολικό Κόστος έτους 2011
1	Αντικ/ση	1	22.000	250	-20.000	2.250	-18.050	-15.800←
	ΟΧΙ	2	0	450	-	450	-16.250	-15.800←
2	Αντικ/ση	1	22.000	250	-18.500	3.750	-18.050	-14.300←
	ΟΧΙ	3	0	600	-	600	-14.200	-13.600

Πίνακας 30: Στάδιο 3 για το PEUGEOT 308

Στο στάδιο 3 αν το αυτοκίνητο είναι ενός έτους η αντικατάσταση ή μη κοστίζει το ίδιο, ενώ αν είναι δυο ετών δε συμφέρει η αντικατάσταση.

Στάδιο 2

Έτος	Απόφαση	Ηλικία στο τέλος του 2010	Κόστος Αγοράς	Κόστος Συντήρησης	Τιμή Πώλησης Αντικ.	Κόστος Έτους 2010	Κόστος Επόμενων Ετών	Συνολικό Κόστος έτους 2010
1	Αντικ/ση	1	22.000	250	-20.000	2.250	-15.800	-13.550
	ΟΧΙ	2	0	450	-	450	-14.300	-13.850←

Πίνακας 31: Στάδιο 2 για το PEUGEOT 308

Στο στάδιο 1 η απόφαση είναι δεδομένη και είναι η αγορά αυτοκινήτου, ενώ και η κατάσταση είναι δεδομένη, το αυτοκίνητο στο τέλος του έτους 2009 θα είναι ενός έτους.

Στάδιο 1

Έτος	Απόφαση	Ηλικία στο τέλος του 2009	Κόστος Αγοράς	Κόστος Συντήρησης	Τιμή Πώλησης Αντικ.	Κόστος Έτους 2009	Κόστος Επόμενων Ετών	Συνολικό Κόστος έτους 2009
0	Αγορά	1	22.000	250	-	22.250	-13.850	8.400

Πίνακας 32: Στάδιο 1 για το PEUGEOT 308

Με βάση τα αποτελέσματα που περιέχονται στους πίνακες από 25 έως 28 μπορεί να προσδιοριστεί η βέλτιστη πολιτική αντικατάστασης των αυτοκινήτων. Παρακάτω συνοψίζονται οι βέλτιστες αποφάσεις.

Έτος 2009: Αγορά νέου αυτοκινήτου το οποίο στην αρχή του έτους 2010 θα είναι ενός έτους.

Έτος 2010: Στον πίνακα 31 φαίνεται ότι για αυτοκίνητο ενός έτους η καλύτερη απόφαση είναι η διατήρησή του, οπότε στο έτος 2011 το αυτοκίνητο θα είναι ηλικίας δυο ετών.

Έτος 2011: Ο πίνακας 30 δείχνει ότι για αυτοκίνητο δυο ετών η καλύτερη απόφαση είναι η αντικατάστασή του, άρα το έτος 2012 το αυτοκίνητο θα είναι ενός έτους.

Έτος 2012: Με βάση τον πίνακα 29 η καλύτερη απόφαση είναι η διατήρηση του αυτοκινήτου για το 2012 με αναγκαστική πώληση στο τέλος του έτους.

Στο σημείο αυτό η βέλτιστη πολιτική είναι Αγορά – Διατήρηση – Αντικατάσταση – Διατήρηση με κόστος 8.400, ενώ η πολιτική της εταιρίας, Αγορά – Διατήρηση –

Διατήρηση – Διατήρηση, έχει κόστος $22.250 + 450 + 600 + 800 - 15.000 = 9.100$. Συνεπώς η εταιρία θα μπορούσε να έχει κέρδος $9.100 - 8.400 = 700$ ευρώ.

Για το επιβατικό οκταθέσιο βαν MERCEDES – BENZ VITO τα αποτελέσματα για το στάδιο 4 συνοψίζονται στον πίνακα 33.

Στάδιο 4

Έτος	Απόφαση	Ηλικία στο τέλος του 2012	Κόστος Αγοράς	Κόστος Συντήρησης	Τιμή Πώλησης Αντικ.	Κόστος Έτους 2012	Τιμή Πώλησης στο τέλος του 2012	Συνολικό Κόστος έτους 2012
1	Αντικ/ση	1	26.000	350	-23.500	2.850	-23.500	-20.650←
	ΟΧΙ	2	0	1.100	-	1.100	-21.500	-20.400
2	Αντικ/ση	1	26.000	350	-21.500	4.850	-23.500	-18.650←
	ΟΧΙ	3	0	1.250	-	1.250	-19.000	-17.750
3	Αντικ/ση	1	26.000	350	-19.000	7.350	-23.500	-16.150
	ΟΧΙ	4	0	1.500	-	1.500	-18.000	-16.500←

Πίνακας 33: Στάδιο 4 για το MERCEDES – BENZ VITO

Τα αποτελέσματα του πίνακα 33 δείχνουν ότι αν το αυτοκίνητο έχει ηλικία ενός έτους συμφέρει η αντικατάσταση, αν είναι δυο ετών επίσης συμφέρει, ενώ αν είναι τριών δε συμφέρει η αντικατάσταση. Ομοίως επιλύονται το στάδιο 3 και το στάδιο 2.

Στάδιο 3

Έτος	Απόφαση	Ηλικία στο τέλος του 2011	Κόστος Αγοράς	Κόστος Συντήρησης	Τιμή Πώλησης Αντικ.	Κόστος Έτους 2011	Κόστος Επόμενων Ετών	Συνολικό Κόστος έτους 2011
1	Αντικ/ση	1	26.000	350	-23.500	2.850	-20.650	-17.800←
	ΟΧΙ	2	0	1.100	-	1.100	-18.650	-17.550
2	Αντικ/ση	1	26.000	350	-21.500	4.850	-20.650	-15.800←
	ΟΧΙ	3	0	1.250	-	1.250	-16.500	-15.250

Πίνακας 34: Στάδιο 3 για το MERCEDES – BENZ VITO

Στάδιο 2

Έτος	Απόφαση	Ηλικία στο τέλος του 2010	Κόστος Αγοράς	Κόστος Συντήρησης	Τιμή Πώλησης Αντικ.	Κόστος Έτους 2010	Κόστος Επόμενων Ετών	Συνολικό Κόστος έτους 2010
1	Αντικ/ση	1	26.000	350	-23.500	2.850	-17.800	-14.950←
	ΟΧΙ	2	0	1.100	-	1.100	-15.800	-14.700

Πίνακας 35: Στάδιο 2 για το MERCEDES – BENZ VITO

Στο στάδιο 1 η απόφαση είναι δεδομένη και είναι η αγορά αυτοκινήτου, ενώ και η κατάσταση είναι δεδομένη, το αυτοκίνητο στο τέλος του έτους 2009 θα είναι ενός έτους.

Στάδιο 1

Έτος	Απόφαση	Ηλικία στο τέλος του 2009	Κόστος Αγοράς	Κόστος Συντήρησης	Τιμή Πώλησης Αντικ.	Κόστος Έτους 2009	Κόστος Επόμενων Ετών	Συνολικό Κόστος έτους 2009
0	Αγορά	1	26.000	350	-	26.350	-14.950	11.400

Πίνακας 36: Στάδιο 1 για το MERCEDES – BENZ VITO

Με βάση τα αποτελέσματα που περιέχονται στους πίνακες από 33 έως 36 μπορεί να προσδιοριστεί η βέλτιστη πολιτική αντικατάστασης των αυτοκινήτων. Παρακάτω συνοψίζονται οι βέλτιστες αποφάσεις.

Έτος 2009: Αγορά νέου αυτοκινήτου το οποίο στην αρχή του έτους 2010 θα είναι ενός έτους.

Έτος 2010: Στον πίνακα 35 φαίνεται ότι για αυτοκίνητο ενός έτους η καλύτερη απόφαση είναι η αντικατάστασή του, οπότε στο έτος 2011 το αυτοκίνητο θα είναι ηλικίας ενός έτους.

Έτος 2011: Ο πίνακας 34 δείχνει ότι για αυτοκίνητο δυο ετών η καλύτερη απόφαση είναι η αντικατάστασή του, άρα το έτος 2012 το αυτοκίνητο θα είναι ενός έτους.

Έτος 2012: Με βάση τον πίνακα 33 η καλύτερη απόφαση είναι η αντικατάσταση του αυτοκινήτου για το 2012 με αναγκαστική πώληση στο τέλος του έτους.

Τέλος, σε αυτό το είδος αυτοκινήτου με τη βέλτιστη πολιτική, Αγορά – Αντικατάσταση – Αντικατάσταση – Αντικατάσταση θα είχε κόστος 11.400, ενώ με την πολιτική που ακολουθεί η εταιρία, Αγορά – Διατήρηση – Διατήρηση – Διατήρηση, το

κόστος είναι $26.350 + 1.100 + 1.250 + 1.500 = 30.200$. Συνεπώς το κέρδος θα μπορούσε να είναι μεγάλο, της τάξεως των $30.200 - 11.400 = 18.800$ ευρώ.

5.4 Επισκόπηση

Η μελέτη περίπτωσης που μόλις αναλύθηκε, εστίασε στο κόστος πέντε διαφορετικών ειδών αυτοκινήτων τα οποία διαθέτει η εταιρία AVANCE ΕΠΕ από το 2009 έως το 2012. Εφαρμόζοντας τις αρχές του δυναμικού προγραμματισμού με βάση τα δεδομένα της εταιρείας, προκύπτουν οι βέλτιστες αποφάσεις που μπορεί να πάρει η εταιρεία για να ελαχιστοποιήσει το κόστος από την εμπορική της δραστηριότητα. Η πολιτική που ακολουθεί η εταιρεία για κάθε αυτοκίνητο μπορεί να αλλάξει σύμφωνα με το δυναμικό προγραμματισμό και να γίνει πιο επικερδής.

Πιο συγκεκριμένα, για το αυτοκίνητο Nissan Pixo με την πολιτική που προτείνεται μπορεί να εξοικονομηθεί το ποσό των 1.330 ευρώ αν η εταιρεία αντικαταστήσει το όχημα το 2011. Για το Nissan Micra το κέρδος θα είναι 850 ευρώ παραπάνω αν μετά την αγορά το 2009 κάθε χρόνο αντικαθιστούσε το αυτοκίνητο με καινούργιο. Για το Nissan Note, η πολιτική της εταιρείας συμπίπτει με την προτεινόμενη από την εφαρμογή του δυναμικού προγραμματισμού που πραγματοποιήθηκε. Για το όχημα Peugeot 308 προτείνεται η αντικατάστασή του το 2011 με κέρδος 700 ευρώ συγκριτικά με την τρέχουσα πολιτική. Τέλος, για το αυτοκίνητο Mercedes – Benz Vito είναι συμφέρον να αντικατασταθεί κάθε χρόνο από το 2009 μέχρι το 2012 με μια εξοικονόμηση 18.800 ευρώ.

Συμπερασματικά, γίνεται φανερό ότι με την εφαρμογή του δυναμικού προγραμματισμού μια εταιρεία μπορεί να βοηθηθεί στην μείωση των εξόδων της. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα φάνηκε ότι η εταιρεία ακολουθεί μια σταθερή πολιτική αποφάσεων η οποία μπορεί να έχει προκύψει από έρευνα αλλά μπορεί να βασίζεται στην εμπειρία και στη διαίσθηση. Διαπιστώνεται επομένως ότι ο ρόλος του δυναμικού προγραμματισμού στη λήψη αποφάσεων είναι πολύ σημαντικός, καθώς μπορεί να βοηθήσει τα στελέχη που είναι επιφορτισμένα με τη λήψη αποφάσεων να πάρουν αποφάσεις οι οποίες, βασιζόμενες σε μια έγκυρη μέθοδο, μεγιστοποιούν το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Στην παρούσα εργασία έγινε προσπάθεια να περιγραφεί με τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια το θέμα του δυναμικού προγραμματισμού ως αναπόσπαστο κομμάτι της επιχειρησιακής έρευνας καθώς και ως εργαλείο υποστήριξης της λήψης αποφάσεων στις επιχειρήσεις.

Στο πρώτο μέρος αναλύθηκε το θεωρητικό υπόβαθρο όλων των εννοιών του εν λόγω θέματος προκειμένου να γίνει ξεκάθαρο το πλαίσιο της κάθε μίας από αυτές τις έννοιες. Σε καθένα από τα κεφάλαια αναφέρθηκε εκτενώς η κάθε έννοια του θέματος από μια ευρεία βιβλιογραφία με στόχο την πληρέστερη και αντικειμενικότερη παράθεση των δεδομένων που αναλύονται.

Στο δεύτερο μέρος, που γίνεται η εμπειρική διερεύνηση του θέματος βάσει πραγματικών δεδομένων από την επιχείρηση, έγινε προσπάθεια να δειχθεί με τρόπο απλό και κατανοητό πώς μπορεί να συμβάλλει στη λήψη αποφάσεων ο δυναμικός προγραμματισμός, το οποίο ήταν και το ζητούμενο της εργασίας.

Εν κατακλείδι, το θέμα της εργασίας παρουσιάστηκε όσο το δυνατόν εκτενέστερα για την αποτελεσματικότερη κάλυψη των πραγματευόμενων ζητημάτων. Για μια περαιτέρω εμβάθυνση, προτείνεται η μελέτη προβλημάτων διαφορετικού περιεχομένου τα οποία μπορούν να επιλυθούν με τη μέθοδο του δυναμικού προγραμματισμού. Αυτό συμβαίνει επειδή ο δυναμικός προγραμματισμός δεν είναι μια σταθερή μέθοδος που εφαρμόζεται για κάθε είδος προβλήματος, υπάρχει ένα εύρος προβλημάτων τα οποία διακατέχονται από διαφορετικά χαρακτηριστικά και τοιουτοτρόπως απαιτούν διαφορετική προσέγγιση και επίλυση. Για αυτό το λόγο μπορεί να κρίνεται σκόπιμο να εξετάσει ο αναγνώστης διαφορετικά είδη προβλημάτων με τις αντίστοιχες μεθοδολογίες που αυτά παρουσιάζουν.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Ajayi I. A. & Omirin Fadekemi F. (2007), The Use of Management Information Systems (MIS) In Decision Making In The South-West Nigerian Universities, , *Educational Research and Review*, Vol. 2 (5), pp. 109-116, May

Asemi Asefeh et al. (2011), The Role of Management Information System (MIS) and Decision Support System (DSS) for Manager's Decision Making Process, *International Journal of Business and Management*, Vol. 6, no. 7, July

Asociación Española de Contabilidad y Administración de las Empresas (2002), *La toma de decisiones en la empresa*

Βασιλείου Χ.Γ. (1999), *Στοχαστικές μέθοδοι στις επιχειρησιακές έρευνες*, Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Δεκέμβριος

Βασιλείου Χ.Γ. (2001), *Εφαρμοσμένος μαθηματικός προγραμματισμός*, Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη

Bradley Stephen P. et al. (1977), *Applied Mathematical Programming*, Addison-Wesley BusinessDictionary, <http://www.businessdictionary.com/definition/risk.html> (τελευταία πρόσβαση 17/04/2012)

Denardo Eric V. (2003), *Dynamic Programming, Models and Applications*, Dover Publications

Δημητρίου Ι.Κ. (χ.η.), *Στοιχεία θεωρίας αποφάσεων*, Διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο: <http://old.econ.uoa.gr/UA/files/668581411..pdf> (τελευταία πρόσβαση 22/04/2012)

Ελληνική Εταιρία Επιχειρησιακών Ερευνών, Διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο: http://www.01plus.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=166&Itemid=201 (τελευταία πρόσβαση 10/05/2012)

Feighan K.J. et al. (1988), Application of Dynamic Programming and other Mathematical Techniques to Pavement Management Systems, *Transportation Research Board*, 90-98

Hillier F. S. & Lieberman G. J. (1995), *Introduction to Operations Research*, 6th Edition, McGraw-Hill

Holton, Glyn A. (2004), Perspectives, Defining Risk, *Financial Analysts Journal*, Volume 60, Number 6, 19-25

Ibarra Ignacio L. & Melo Francisco (2010), Interactive software tool to comprehend the calculation of optimal sequence alignments with dynamic programming, *Bioinformatics*, Vol. 26

Καρασαββίδου-Χατζηγηρηγορίου Ε. (1999), *Λήψη επιχειρηματικών αποφάσεων: Προσέγγιση με την επιχειρησιακή έρευνα*, UNIVERSITY STUDIO PRESS, Θεσσαλονίκη

Καρκαζής Ι. (1998), *Ειδικά θέματα επιχειρησιακής έρευνας*, Εκδόσεις Σμπίλιας ΑΕΒΕ, Αθήνα

Κιόχος Π. κ.ά. (2002), *Επιχειρησιακή έρευνα, μέθοδοι και τεχνικές λήψης επιχειρησιακών αποφάσεων*, Εκδόσεις Σύγχρονη Εκδοτική, Αθήνα

Κώστογλου Β. (2004), *Επιχειρησιακή Έρευνα*, Εκδόσεις Τζιόλα

Laudon Jane P. & Laudon Kenneth C. (2003), *Management Information Systems*, 10th edition, Prentice-Hall Inc

Laudon Jane P. & Laudon Kenneth C. (2009), *Πληροφοριακά Συστήματα Διοίκησης*, 8^η έκδοση, Εκδόσεις Κλειδάριθμος ΕΠΕ

March James G. (1994), A primer on decision making, *The Free Press*, A Division of Simon & Schuster Inc.

Μηλιώτης Π. Α. (1994), *Επιχειρησιακή έρευνα, μέθοδοι και προβλήματα*, Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα-Πειραιάς

Μπότσαρης Χ. Ε. (1996), *Επιχειρησιακή έρευνα, μέθοδοι & προβλήματα*, Εκδόσεις ΕΛΛΗΝ

Oz Effy (2006), *Management Information Systems*, Thomson, 5th Edition

Pablo Amy L. et al. (1996), Acquisition Decision-Making Processes: The Central Role of Risk, *Journal of Management*, Vol. 22, no. 5, 723-746

Πραστάκος Γρηγόρης Π. (1992), *Επιχειρησιακή έρευνα για τη λήψη επιχειρηματικών αποφάσεων, Α: Μαθηματικός Προγραμματισμός*, Εκδόσεις Σταμούλης, Πειραιάς

Πραστάκος Γρηγόρης Π. (2002), *Διοικητική Επιστήμη στην πράξη, Εφαρμογές στη σύγχρονη επιχείρηση*, Β' έκδοση, Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα

Πραστάκος Γρηγόρης Π. (2006), *Διοικητική Επιστήμη, Λήψη Επιχειρησιακών Αποφάσεων στην κοινωνία της πληροφορίας*, Β' έκδοση, Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα

Rode David (1997), *Managerial Decision Making, Normative and Descriptive Interactions*, Department of Social and Decision Sciences, Carnegie Mellon University, Revision: March 3

Rogers, Hartley (1987), *Theory of Recursive Functions and Effective Computability*, The MIT Press

Sutton Richard S. (1990), *Integrated Architectures for Learning, Planning and Reacting Based on Approximating Dynamic Programming*, Morgan Kaufman

Τσακλαγκάνος Άγγελος (1980), *Εισαγωγή στην επιχειρησιακή έρευνα για τη λήψη αποφάσεων*, Γραμμικός Προγραμματισμός I, Αφοί Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη

Υψηλάντης Παντελής (2006), *Επιχειρησιακή Έρευνα, Εφαρμογές στη σημερινή επιχείρηση*, Εκδόσεις Προπομπός

Υπουργείο Παιδείας, Δια Βίου Μάθησης και Θρησκευμάτων (2005), *Ανάπτυξη Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον*

Winston, Wayne L. (2004), *Investigación de Operaciones: Aplicaciones y Algoritmos*, Thomson

http://en.wikipedia.org/wiki/Management_information_system (τελευταία πρόσβαση 12/05/2012)

<http://en.wikipedia.org/wiki/Cynefin> (τελευταία πρόσβαση 20/04/2012)

http://en.wikipedia.org/wiki/Operations_research (τελευταία πρόσβαση 2/05/2012)