

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Επιχειρησιακή Έρευνα και Πληροφορική

Πτυχιακή εργασία του:
ΚΑΣΣΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

Επιβλέπων: ΜΙΧΟΠΟΥΛΟΥ ΜΑΡΙΑ

ΠΑΤΡΑ 19/07/2014

Περιεχόμενα

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	8
1.1	Προσεγγίζοντας την Επιχειρησιακή Έρευνα.....	9
1.2	Επιχειρησιακή Έρευνα και Πληροφορική	9
1.3	Σκοπός και Αντικείμενο της Έρευνας	10
1.4	Μεθοδολογία Έρευνας.....	10
1.5	Δομή της εργασίας.....	11
2.	ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗ ΕΡΕΥΝΑ (OPERATIONAL RESEARCH).....	12
2.1	Ορισμοί	12
2.2	Συστημική Προσέγγιση	14
2.3	Ιστορική Αναδρομή ¹	16
2.4	Βασικά Χαρακτηριστικά	19
2.5	Πεδία Εφαρμογής	20
2.6	Μεθοδολογία.....	22
2.6.1	Κατηγορίες Μεθόδων Επιχειρησιακής Έρευνας.....	23
2.7	Λήψη Αποφάσεων	24
2.8	Οφέλη.....	25
2.9	Σύνοψη	25
3.	ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	27
3.1	Γραμμικός Προγραμματισμός (Linear Programming) ¹	27
3.1.1	Μοντέλα Γραμμικού Προγραμματισμού.....	27
3.1.2	Εφαρμογές Γραμμικού Προγραμματισμού.....	28
3.1.3	Προϋποθέσεις.....	28
3.1.4	Παράδειγμα Μοντελοποίησης (A).....	29
3.1.5	Παράδειγμα Μοντελοποίησης (B).....	30
	1 (επιχειρησιακή έρευνα www.samos.aegean.gr/actuar/).....	33
3.2	Μέθοδος Επίλυσης SIMPLEX	33
3.2.1	Θεμελιώδεις Αρχές.....	33
3.3	Μη Γραμμικός Προγραμματισμός.....	34
3.4	Ακέραιος Προγραμματισμός (Integer Programming).....	34
3.5	Πολυκριτήρια Ανάλυση	36
3.6	Ανάλυση Δικτύων.....	38
3.6.1	Παράδειγμα Μοντελοποίησης: Προσδιορισμός συντομότερης διαδρομής.....	39
3.6.2	Παράδειγμα Μοντελοποίησης: Ελάχιστες ζεύξεις δένδρου	40
3.6.3	Παράδειγμα Μοντελοποίησης: Το πρόβλημα της μέγιστης ροής.....	41
3.7	Θεωρία Παιγνίων (Game Theory).....	42
3.8	Χρήση Λογισμικού LINDO και SOLVER ¹	43

4.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	54
5.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΚΑΙ ΠΗΓΕΣ	55

Λίστα Εικόνων

Εικόνα 1: Πλαίσιο αναφοράς των τεχνικών Επιχειρησιακής Έρευνας.....	8
Εικόνα 2: Η Επιχειρησιακή Έρευνα ως διεπιστημονικός κλάδος.....	13
Εικόνα 3: Συστημική Προσέγγιση στην Επιχειρησιακή Έρευνα.....	15
Εικόνα 4: Η επιστημονική μέθοδος στην Επιχειρησιακή Έρευνα.....	15
Εικόνα 5: Μοντελοποίηση προβλημάτων Επιχειρησιακής Έρευνας.....	23
Εικόνα 6: Επίλυση προβλημάτων Επιχειρησιακής Έρευνας.....	23
Εικόνα 7: Παράδειγμα Δικτύου με κόμβους και ακμές.....	38
Εικόνα 8: Παραδείγματα μοντελοποίησης δικτύων.....	39
Εικόνα 9: Βασικές έννοιες Θεωρίας Παιγνίων.....	42
Εικόνα 10: Παράθυρο εργασίας της LINDO όπου φαίνεται το πρότυπο του παραδείγματος Κεραμοσκεπών.....	43
Εικόνα 11: Χρήση ονομασιών σε μεταβλητές της LINDO.....	45
Εικόνα 12: Προσθήκη περιορισμών στο πρότυπο.....	45
Εικόνα 13: Επιτρεπτή διάσπαση.....	45
Εικόνα 14: Παράθυρο διαλόγου παραμέτρων.....	48
Εικόνα 15: Παράθυρο διαλόγου ολοκλήρωσης εργασίας Solver.....	49
Εικόνα 16: Το φύλλο εργασίας με τις βέλτιστες τιμές του προτύπου.....	49
Εικόνα 17: Πλαίσιο επιλογής είδους αναφοράς που θα εκδώσει το Solver.....	50
Εικόνα 18: Παράθυρο εισαγωγής ονόματος σεναρίου προς αποθήκευση.....	50
Εικόνα 19: Αναφορά αποτελεσμάτων.....	51
Εικόνα 20: Αναφορά ανάλυσης ευαισθησίας.....	52
Εικόνα 21: Αναφορά ορίων.....	52

Λίστα Πινάκων

Πίνακας 1: Ορόσημα στην εξέλιξη της Επιχειρησιακής Έρευνας.....	18
Πίνακας 2: Πεδία εφαρμογής τεχνικών Επιχειρησιακής Έρευνας.....	22
Πίνακας 3: Κατηγορίες μεθόδων Επιχειρησιακής Έρευνας.....	24
Πίνακας 4: Μέθοδοι Μαθηματικού Προγραμματισμού.....	24
Πίνακας 5: Ρυθμοί παραγωγής βαλβίδων ανά φάση.....	30
Πίνακας 6: προσφορές κατασκευαστών.....	49

Πίνακας 7:λύση του προβλήματος.....	49
-------------------------------------	----

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η επιχειρησιακή Έρευνα αποτελεί μία σχετικά νέα μορφή έρευνας. Πρόκειται για έναν διεπιστημονικό κλάδο, ο οποίος συνίσταται στη συνεργασία επιστημόνων από διάφορους τομείς και ενδεχομένως φαινομενικά μεταξύ τους μη συναφείς, με σκοπό την ανάπτυξη αναλυτικών μεθόδων για τη λήψη καλύτερων αποφάσεων (Operations Research Center, MIT 2014). Ανατρέχοντας στο παρελθόν, θεωρείται ότι εδραιώθηκε στη Μ. Βρετανία, στο πλαίσιο πολεμικών συρράξεων που έλαβαν χώρα κατά τη διάρκεια του δεύτερου Παγκοσμίου Πολέμου (N.A. Παναγιώτου, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο). Ωστόσο, ακόμη και σήμερα χρησιμοποιείται στο πλαίσιο στρατιωτικών εφαρμογών για εκπαιδευτικούς σκοπούς, όπως για παράδειγμα για την ανάπτυξη επιμέρους μοντέλων μάχης (Δάρας, 2013).

Η ανάπτυξή της και η μορφή με την οποία εφαρμόζεται σήμερα σχετίζεται με την ανάπτυξη που σημειώθηκε στον τομέα των Ηλεκτρονικών Υπολογιστών, καθώς επίσης και την Πληροφορική. Πρακτικά, αναφερόμενοι στην «Επιχειρησιακή Έρευνα» αντιλαμβάνεται κανείς πως πρόκειται για μία σειρά τεχνικών και μεθοδολογιών η εφαρμογή των οποίων εξασφαλίζει τη διευθέτηση πολύπλοκων προβλημάτων τα οποία στοχεύουν στην εύρεση της βέλτιστης λύσης, ικανοποιώντας συγκεκριμένες συνθήκες, στόχους και περιορισμούς.

Ο σκοπός αυτός επιτυγχάνεται αναπτύσσοντας ένα μοντέλο, το οποίο συχνά λαμβάνει τη μορφή ενός πολύπλοκου μαθηματικού τύπου. Επιπλέον, αρκετές φορές έγκειται στην υιοθέτηση ενός υβριδικού αλγορίθμου, έτσι ώστε να καταστεί δυνατή η καλύτερη αποτύπωση των συνθηκών που διέπουν ένα πραγματικό πρόβλημα.

Με την πτυχιακή αυτή εργασία επιχειρείται να αποτυπωθούν με συστηματικό και τεκμηριωμένο τρόπο οι εφαρμογές της Επιχειρησιακής Έρευνας στον τομέα της Πληροφορικής. Ο στόχος αυτός επιτυγχάνεται παρουσιάζοντας αρχικά το θεωρητικό υπόβαθρο της Επιχειρησιακής Έρευνας, και στη συνέχεια περιγράφοντας επιμέρους τεχνικές που εφαρμόζονται, όπως για παράδειγμα ο Γραμμικός και ο Ακέραιος Προγραμματισμός.

ABSTRACT

Operational Research is a relatively new kind of research. It is an interdisciplinary field which involves the collaboration of scientists from various fields and perhaps seemingly unrelated to each other. Looking back, it is considered that it took place during the Second World War.

The development of Operational Research is associated with the growth experienced in the field of Computer Science, and Information Technology. Practically, referring to "Operational Research" one realizes that this is a set of techniques and methodologies whose application ensures the solution of complex problems which aim at finding the optimal solution, satisfying certain conditions, objectives and constraints.

This goal is achieved by developing a model, which often takes the form of a mathematical model. In addition, several times lies in adopting a hybrid algorithm.

This paper attempts to systematically capture and document the way that Operational Research is being applied in the field of Information Technology. This objective is achieved initially presenting the theoretical background of Operational Research, and then describing various techniques used, such as the Linear Programming, Integer Programming, etc.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Επιχειρησιακή Έρευνα θα μπορούσε να ισχυριστεί κανείς ότι αποτελεί μία σχετικά νέα μορφή έρευνας, η οποία ωστόσο εφαρμοζόταν κατά το παρελθόν στο πλαίσιο της συστημικής ανάλυσης σύνθετων προβλημάτων. Η ανάγκη συνεργασίας μεταξύ έμπειρων στελεχών από πολλαπλούς, διαφορετικούς μεταξύ τους χώρους, αποδίδει το χαρακτηρισμό «διεπιστημονικός κλάδος» στην Επιχειρησιακή Έρευνα.

Στη σημερινή πραγματικότητα, η εν λόγω επιστήμη αποδεικνύεται ιδιαίτερα χρήσιμη μεταξύ άλλων στις επιχειρήσεις, αλλά και τους οργανισμούς γενικότερα, όπου τίθενται πολλαπλοί, σύνθετοι στόχοι, οι οποίοι μάλιστα ορισμένες φορές είναι και μεταξύ τους φαινομενικά αντικρουόμενοι. Για παράδειγμα, τα τμήματα μίας εταιρίας λογίζονται μεν ως δομικά στοιχεία της ολότητας, δηλαδή της επιχείρησης, ενώ παράλληλα αποτελούν αυτόνομες οντότητες με διαφορετικούς στόχους: η Παραγωγή στοχεύει στη μέγιστη αξιοποίηση των πόρων, η Αποθήκη στη βέλτιστη διαχείριση των αποθεμάτων της η οποία συνίσταται στη διαθεσιμότητα προϊόντων, χωρίς το επίπεδο του αποθέματος να δημιουργεί πρόβλημα, το τμήμα Οικονομικών επιδιώκει την κερδοφορία και τον περιορισμό των εξόδων, οι Πωλήσεις τη διεύρυνση του δικτύου διανομής και τη συνεχή διαθεσιμότητα προϊόντων και η Διαφήμιση την αποτελεσματική προώθηση των προϊόντων-υπηρεσιών.



Εικόνα 1: Πλαίσιο αναφοράς των τεχνικών Επιχειρησιακής Έρευνας

Η ανάγκη λοιπόν διευθέτησης προβλημάτων κατανομής πόρων, σε συνδυασμό με την αποτελεσματική λήψη αποφάσεων διαμόρφωσαν τις συνθήκες για την υιοθέτηση και διεύρυνση των μεθόδων Επιχειρησιακής Έρευνας και στο χώρο των επιχειρήσεων.

Στο εισαγωγικό αυτό κεφάλαιο επιχειρείται να διαμορφωθεί το βασικό υπόβαθρο γνώσης σχετικά με την Επιχειρησιακή Έρευνα. Επιπλέον, αποσκοπεί στην περιγραφή της μεθοδολογίας που υιοθετήθηκε για την ανάπτυξη της εργασίας.

1.1 Προσεγγίζοντας την Επιχειρησιακή Έρευνα

Η Επιχειρησιακή Έρευνα (Operation ή Operational Research) αποτελεί ένα διεπιστημονικό αντικείμενο ή έναν επιστημονικό κλάδο της επιστήμης των Μαθηματικών που συχνά αναφέρεται και ως «Επιστήμη των Αποφάσεων», ή «Επιστήμη της Διαχείρισης», ή ακόμα και «Ποσοτική Ανάλυση» (N.A. Παναγιώτου, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο). Έτσι, γίνεται αντιληπτό ότι οι βασικές επιστήμες που κατά κύριο λόγο συνθέτουν την Επιχειρησιακή Έρευνα είναι τα Μαθηματικά, η Επιστήμη των Υπολογιστών (Computer Science), αλλά και η Διοικητική Επιστήμη (Management Science).

Ο σκοπός της εν λόγω επιστήμης έγκειται στην αξιοποίηση της τεχνολογίας και ειδικότερα της Πληροφορικής για τη βελτίωση επιμέρους διαδικασιών ή λειτουργιών. Ο στόχος αυτός επιτυγχάνεται αναπτύσσοντας κατάλληλα μαθηματικά μοντέλα τα οποία επιλύουν ένα πρόβλημα με το βέλτιστο δυνατό τρόπο.

Στο σημείο αυτό, ευθύς εξ αρχής κρίνεται σκόπιμο να διευκρινιστεί ότι ο όρος «Operation» αναφέρεται στην έννοια της διαδικασίας ή της λειτουργίας και όχι σε έναν οργανισμό ή μία επιχείρηση. Ωστόσο όπως αναφέρθηκε ήδη, οι μέθοδοι Επιχειρησιακής Έρευνας πολλές φορές χρησιμοποιούνται από έναν οργανισμό ή μία εταιρεία, αλλά για τη διευθέτηση μίας διαδικασίας (process) ή ενός προβλήματος, ή και τη λήψη διοικητικών αποφάσεων (decision making).

1.2 Επιχειρησιακή Έρευνα και Πληροφορική

Η Επιχειρησιακή Έρευνα έχει άμεση συσχέτιση με την επιστήμη της Πληροφορικής. Αυτό αποδεικνύεται από το γεγονός ότι η εξέλιξη που σημειώθηκε στην τεχνολογία εξασφάλισε την ανάπτυξη της Επιχειρησιακής Έρευνας, καθώς κατέστη εφικτή η ανάπτυξη και επεξεργασία πολύπλοκων μαθηματικών μοντέλων χάρη στην υπάρχουσα υπολογιστική ισχύ. Συνεπώς, η πρόοδος των Ηλεκτρονικών Υπολογιστών όπως θα περιγραφεί αναλυτικά στο επόμενο κεφάλαιο, ήταν καταλύτης για την εδραίωση της εν λόγω επιστήμης.

Σε δεύτερο στάδιο δεδομένου ότι η Επιχειρησιακή Έρευνα προς το παρόν θεωρείται ένας διεπιστημονικός κλάδος και όχι αυτόνομος ή ανεξάρτητος, σχετίζεται και πάλι με την Πληροφορική, υιοθετώντας επιμέρους τεχνικές (Stefan Nickel, 2014). Πρακτικά όμως η σημασία της Επιχειρησιακής Έρευνας αναδεικνύεται κατά τη διευθέτηση επιμέρους προβλημάτων όπως

είναι η βέλτιστη κατανομή περιορισμένων πόρων. Το βασικότερο εργαλείο που χρησιμοποιείται στα πλαίσια αυτά είναι πρωτίστως ο Γραμμικός Προγραμματισμός και ακολούθως ο Ακέραιος Προγραμματισμός. Στην πορεία ωστόσο της εργασίας θα γίνει εκτενής αναφορά σε ένα ευρύτερο σύνολο χρησιμοποιούμενων τεχνικών.

1.3 Σκοπός και Αντικείμενο της Έρευνας

Το ερευνητικό πρόβλημα που τίθεται με την παρούσα πτυχιακή εργασία έγκειται στον προσδιορισμό του ρόλου που διαδραματίζει η Επιχειρησιακή Έρευνα στη λήψη αποφάσεων, καθώς και γενικότερα κατά την επίλυση επιχειρησιακών προβλημάτων. Εκτιμάται ότι με την προσέγγιση αυτή θα γίνει δυνατή η ανάδειξη της σχέσης που υπάρχει μεταξύ της Επιχειρησιακής Έρευνας και της Πληροφορικής.

Πιο συγκεκριμένα, η φύση των επιχειρησιακών προβλημάτων είναι πολύπλοκη. Το γεγονός αυτό υποδηλώνει ότι δεν είναι αποδεκτό, αυτού του είδους τα προβλήματα να αντιμετωπίζονται διαισθητικά, μη τεκμηριωμένα, χωρίς την εφαρμογή της επιστημονικής μεθόδου (Thomas, 1996). Αντίθετα, απαιτείται η υιοθέτηση μίας εμπειριστατωμένης και διεπιστημονικής προσέγγισης μέσω της οποίας επιτυγχάνεται η βέλτιστη διευθέτηση ενός προβλήματος, αναλύοντας τα υπάρχοντα δεδομένα και αξιοποιώντας τις πληροφορίες και την υπάρχουσα γνώση. Με τον τρόπο αυτό αναδεικνύεται εμπράκτως η χρήση της Επιχειρησιακής Έρευνας ακόμη και για την ανάπτυξη μοντέλων πρόβλεψης (Dimitras, 1996).

1.4 Μεθοδολογία Έρευνας

Η έννοια της μεθοδολογίας στην έρευνα, αναφέρεται στον τρόπο με τον οποίο συλλέγονται τα αναγκαία στοιχεία και οι απαιτούμενες πληροφορίες για τη δημιουργία του τελικού αποτελέσματος, που δεν είναι άλλο στη συγκεκριμένη περίπτωση από την παρούσα εργασία. Για την εκπόνηση της πτυχιακής αυτής εργασίας, επιλέχθηκε να λάβει χώρα μία πρωτογενής ποιοτική έρευνα.

Ως βάση άντλησης των πληροφοριών χρησιμοποιήθηκε αφενός το Διαδίκτυο, αλλά και έντυπο υλικό. Σε κάθε περίπτωση το τελευταίο κεφάλαιο της εργασίας («Βιβλιογραφία και Πηγές») περιλαμβάνει τις πηγές δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν για την άντληση πρωτογενούς σχετικού υλικού.

Ως βασική μεθοδολογία στα πλαίσια της ποιοτικής αυτής έρευνας είναι η παρατήρηση και η κριτική σκέψη σε ένα σύνολο μελετών, απόψεων και άρθρων που είναι διαθέσιμα στο ευρύ κοινό. Με αυτή την προσέγγιση, ο χαρακτηρισμός «πρωτογενής, τυπική μελέτη» δεν είναι

απόλυτος, διότι αρκετές φορές, παρουσιάζονται στην πορεία της εργασίας θέματα και συμπεράσματα που βασίζονται σε υπάρχουσες δημοσιευμένες θέσεις.

Το τελικό παραγόμενο αποτέλεσμα είναι η εργασία αυτή. Όχι μόνο μία «Θεωρητική» εργασία, αλλά μία εργασία «Εκτενούς Ανασκόπησης» αναλύοντας σε βάθος και προβάλλοντας το περιεχόμενο και τις προεκτάσεις της Επιχειρησιακής Έρευνας στην Πληροφορική, καθώς επίσης και των εφαρμογών της.

1.5 Δομή της εργασίας

Η εργασία αποτελείται από τέσσερα αυτοτελή κεφάλαια. Το πρώτο εξ αυτών είναι εισαγωγικό και περιλαμβάνει την οριοθέτηση της εργασίας, τον προσδιορισμό του αντικειμένου μελέτης, όπως επίσης και τη μεθοδολογία ανάπτυξης. Πιο συγκεκριμένα, η εργασία αυτή εξετάζει τα θέματα που άπτονται της Επιχειρησιακής Έρευνας και εφαρμογές της στην Πληροφορική.

Αναφορικά με τη μεθοδολογία, πρόκειται κατά βάση για μία ποιοτική, πρωτογενής έρευνα, με τελικό αποτέλεσμα την ανάπτυξη μίας βιβλιογραφικής εργασίας εκτενούς ανασκόπησης.

Το δεύτερο κεφάλαιο φέρει τον τίτλο «Επιχειρησιακή Έρευνα» και περιλαμβάνει αναλυτικά όλες τις βασικές πληροφορίες που συνθέτουν το εν λόγω γνωστικό αντικείμενο. Στα πλαίσια αυτά παρατίθενται ορισμένα εισαγωγικά στοιχεία, όπως επίσης και μία σύντομη ιστορική αναδρομή. Μεταξύ άλλων ο αναγνώστης μπορεί να ενημερωθεί για τη μεθοδολογία που ακολουθείται στα πλαίσια εφαρμογής των τεχνικών Επιχειρησιακής Έρευνας, όπως επίσης και στα χαρακτηριστικά των προβλημάτων που αντιμετωπίζονται.

Το τρίτο κεφάλαιο ονομάζεται «Τεχνικές Επιχειρησιακής Έρευνας» και περιλαμβάνει αναλυτικά στοιχεία για το σύνολο των βασικών τεχνικών που χρησιμοποιούνται, όπως είναι ο Μαθηματικός Προγραμματισμός (Γραμματικός Προγραμματισμός, Μη Γραμμικός Προγραμματισμός, Ακέραιος Προγραμματισμός, κτλ), τα Δένδρα Αποφάσεων, τον Χρονοπρογραμματισμό, την Πολυκριτηριακή Ανάλυση, κτλ. Το τέταρτο κεφάλαιο ονομάζεται «ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ» όπου συμπεριλαμβάνει γενικά τα συμπεράσματα στα οποία καταλήγει η συγκεκριμένη εργασία και τέλος, στην ενότητα «Βιβλιογραφία και Πηγές» καταγράφονται οι πρωτογενείς πηγές αναφοράς.

2. ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗ ΕΡΕΥΝΑ (OPERATIONAL RESEARCH)

Το εγχείρημα να περιγράψει κανείς με σαφήνεια το αντικείμενο της Επιχειρησιακής Έρευνας δεν είναι εύκολο, διότι αφενός πρόκειται για μία σχετικά νέα επιστήμη, αφετέρου εμπεριέχει στοιχεία τόσο από τα Μαθηματικά, όσο από την Πληροφορική, τη Διοίκηση Επιχειρήσεων, αλλά και άλλες επιστήμες. Εμφανίστηκε για πρώτη φορά στη δεκαετία του 1930 στη Μ. Βρετανία, σε μία προσπάθεια να επιλυθούν λειτουργικά προβλήματα κατά τη διάρκεια του 2^{ου} Παγκοσμίου Πολέμου. Σήμερα ωστόσο έχει πληθώρα εφαρμογών σε διάφορους τομείς με έμφαση τη διευθέτηση προβλημάτων βελτιστοποίησης και τη λήψη διοικητικών αποφάσεων, σύμφωνα με αντικειμενικά κριτήρια και χρησιμοποιώντας μαθηματικά μοντέλα (Dimitras, Thomas).

Στο κεφάλαιο αυτό επιχειρείται να αναδειχτούν αν όχι όλα, τα περισσότερα συναφή με την Επιχειρησιακή Έρευνα θέματα. Στα πλαίσια αυτά παρατίθεται μία σειρά ορισμών που συναντά κανείς στη βιβλιογραφία, καθώς επίσης και χρήσιμες πληροφορίες αναφορικά με την εξέλιξη του υπό μελέτη αντικειμένου.

2.1 Ορισμοί

Θέλοντας κάποιος να περιγράψει με απλό και κατανοητό τρόπο τι είναι «Επιχειρησιακή Έρευνα», θα μπορούσε να πει ότι είναι ένας επιστημονικός κλάδος που καταπιάνεται με την ανάπτυξη μαθηματικών κυρίως μοντέλων τα οποία χρησιμοποιούνται για την περιγραφή συστημάτων και διαδικασιών έτσι ώστε να βελτιστοποιηθεί η λειτουργία τους και να καταστεί δυνατή η λήψη αποφάσεων.

Πρέπει να επισημανθεί ότι για την ακρίβεια, η Επιχειρησιακή Έρευνα αποτελεί έναν διεπιστημονικό κλάδο που βασίζεται στη συστημική προσέγγιση. Βάσει αυτού του γεγονότος, χρησιμοποιούνται στοιχεία από επιμέρους επιστήμες, οι βασικότερες των οποίων θεωρούνται τα Μαθηματικά, καθώς επίσης και η Επιστήμη των Υπολογιστών, χωρίς αυτό να υπονομεύει το ρόλο των υπόλοιπων επιστημών. Στην εικόνα 2, παρουσιάζονται επίσης και άλλες συναφείς επιστήμες. (*επιχειρησιακή έρευνα* www.samos.aegean.gr/). Η χρησιμοποιούμενη ορολογία είναι ενδεικτική της διεπιστημονικότητας του αντικειμένου (N.A. Παναγιώτου, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο):

- Operational Research (ευρωπαϊκή προσέγγιση),
- Operations Research (αμερικάνικη προσέγγιση),
- Management Science (εναλλακτική προσέγγιση),
- Operations research and Management Science (συνδυαστικά),

- Industrial Engineering και
- Decision Science (ως συμπληρωματικές προσεγγίσεις).

Η Επιχειρησιακή Έρευνα καταπιάνεται με τα ίδια προβλήματα που ασχολείται και η Οργάνωση-Διοίκηση, χρησιμοποιώντας ωστόσο διαφορετική μεθοδολογία. Ειδικότερα, στην Επιχειρησιακή Έρευνα χρησιμοποιείται η επιστημονική μέθοδος (τα βασικά χαρακτηριστικά της οποίας περιγράφονται παρακάτω). Πρόκειται για την επιστημονική μέθοδο των θετικών επιστημών προσαρμοσμένη στις συνθήκες των κοινωνικών επιστημών και κυρίως της Διοίκησης των Οργανισμών.

Στο σημείο αυτό είναι χρήσιμο να αναφερθεί ότι οι πρώτοι που καταπιάστηκαν με την εν λόγω επιστήμη ήταν Φυσικοί, Μαθηματικοί, Ψυχολόγοι και Τοπογράφοι. Οι επιστήμονες αυτοί συνέβαλαν εκπονώντας ελέγχους υποθέσεων, λογικές συγκρίσεις, αξιολόγηση αποτελεσμάτων, διεξάγοντας πειράματα, συλλέγοντας και αναλύοντας δεδομένα και μετατρέποντάς τα στη συνέχεια σε πληροφορίες.



Εικόνα 2: Η Επιχειρησιακή Έρευνα ως διεπιστημονικός κλάδος.

- Σύμφωνα με τους Ackoff και Sasienni Επιχειρησιακή Έρευνα μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι «η εφαρμογή επιστημονικών μεθόδων από μικτές ομάδες σε προβλήματα που αφορούν τον έλεγχο οργανωμένων συστημάτων (αποτελούμενων από ανθρώπους και μηχανές) κατά τρόπο ώστε να παρέχουν λύσεις που εξυπηρετούν κατά τον καλύτερο δυνατό τρόπο τους σκοπούς του οργανισμού ως συνόλου».(Ν.Α.Παναγιώτου, «Εισαγωγικά Στοιχεία για τον Επιστημονικό Τομέα της Επιχειρησιακής Έρευνας», Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.)
- Σύμφωνα με τους Daellenbach and George Επιχειρησιακή Έρευνα είναι «Η συστηματική εφαρμογή ποσοτικών μεθόδων, τεχνικών και εργαλείων στην ανάλυση

προβλημάτων που εμπεριέχουν την λειτουργία συστημάτων».(επιχειρησιακής έρευνα www.teihal.gr)

- Ένας άλλος ορισμός είναι ο εξής: «Η Επιχειρησιακή Έρευνα (ΕΕ) ασχολείται με τον αποδοτικό συνδυασμό περιορισμένων πόρων και προσπαθεί να δημιουργήσει, αφ' ενός το μαθηματικό μοντέλο του προβλήματος, και αφ' ετέρου τις υπολογιστικές τακτικές και μεθόδους για τη λύση του. Η ΕΕ αποτελεί συνδυασμό τέχνης και επιστήμης. Η τέχνη έγκειται στη μετατροπή ενός πραγματικού προβλήματος σε μαθηματικό μοντέλο και η επιστήμη στην επίλυση του μοντέλου με κατάλληλες υπολογιστικές μεθόδους».(Εφαρμογές βελτιστοποίησης και επιχειρησιακής έρευνας σε προβλήματα μηχανικών. users.teiath.gr/vmouss/ebooks/optimee/index.html)
- Η Parygus Larousse Britannica σχετίζει την Επιχειρησιακή Έρευνα με την εφαρμογή επιστημονικών μεθόδων στην διεύθυνση και διοίκηση οργανωμένων εμπορικών, βιομηχανικών, διοικητικών και στρατιωτικών συστημάτων. Επιπλέον, αναφέρει ότι χαρακτηρίζεται από τον προσανατολισμό στην μελέτη συστημάτων, στην χρήση ερευνητών ομάδων από διαφορετικούς επιστημονικούς κλάδους και στην προσαρμογή των επιστημονικών μεθόδων στις ανάγκες της έρευνας.
- Ένας άλλος ορισμός που θα μπορούσε να δοθεί είναι «Ε.Ε. είναι ο κλάδος της Διοίκησης Επιχειρήσεων που ασχολείται με την κατασκευή μαθηματικών μοντέλων και τη βέλτιστη λήψη αποφάσεων για την επίλυση επιχειρησιακών προβλημάτων του αληθινού κόσμου». (επιχειρησιακή έρευνα Βασίλης κωστόλογλου www.aetos.it.teithe.gr)

Παρόλο λοιπόν που υπάρχουν πολλαπλοί, διαφορετικοί ορισμοί, το κοινό σημείο αναφοράς είναι το γεγονός ότι η Επιχειρησιακή Έρευνα αποσκοπεί στην επίλυση προβλημάτων που ενυπάρχουν στη διοίκηση συστημάτων. Έτσι, συμβάλλει στη βελτίωση της συνολικής επίδοσης ενός συστήματος, συνυπολογίζοντας πολλαπλές παραμέτρους και εξασφαλίζοντας την εύρυθμη λειτουργία ενός συστήματος. Η διεπιστημονική φύση του αντικείμενου εξασφαλίζει αυτό ακριβώς χαρακτηριστικό, την εξέταση πολλών, διαφορετικών οπτικών κατά τη λύση ενός προβλήματος.

2.2 Συστημική Προσέγγιση

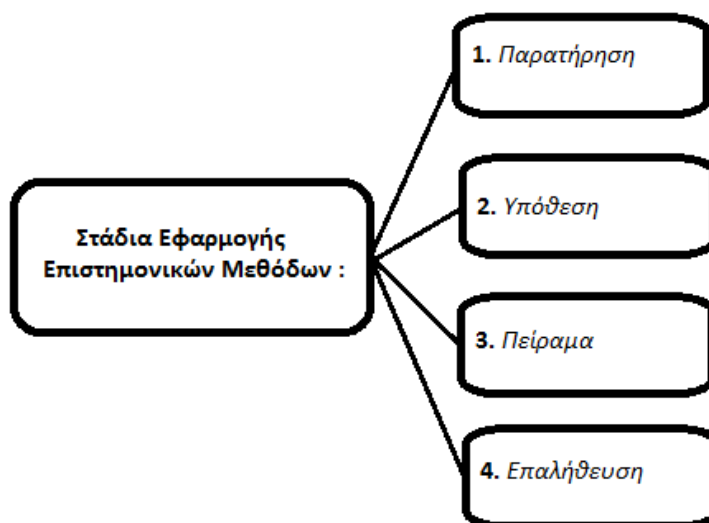
Η Συστημική θεωρία είναι ένα σύγχρονο επιστημονικό μοντέλο θεώρησης και κατανόησης της πραγματικότητας και βασίζεται κυρίως στη Γενική Θεωρία των Συστημάτων όπως την διατύπωσε το 1968 ο βιολόγος Ludwig von Bertalanffy. Ο Bertalanffy επισήμανε και διατύπωσε γενικές αρχές και όρους (όπως ολότητα, διαφοροποίηση, ιεραρχική ταξινόμηση, σκοπός, όρια κ.α.) που μπορούν να εφαρμοστούν στην μελέτη και κατανόηση όλων των συστημάτων.



Εικόνα 3: Συστημική Προσέγγιση στην Επιχειρησιακή Έρευνα.

Ως σύστημα ορίζεται ένα σύνολο στοιχείων σε αλληλεπίδραση έτσι ώστε μία αλλαγή σε ένα από αυτά να προκαλεί αλλαγή σε όλα τα άλλα. Σήμερα δεν μιλάμε τόσο για την Γενική Θεωρία των Συστημάτων αλλά για την «Συστημική Προσέγγιση», ως μία οπτική υπό την οποία μπορούμε να θεωρήσουμε την πραγματικότητα ως σύνολο και ως μια μέθοδο για να προσεγγίσουμε τα πολύπλοκα φαινόμενα.

Η Συστημική Προσέγγιση επιχειρεί να αναλύσει και να κατανοήσει την εσωτερική οργάνωση και λειτουργία των συστημάτων, καθώς και την αλληλεπίδραση τους με το εξωτερικό περιβάλλον τους. Με αυτή την θεώρηση κάθε φαινόμενο μελετάται ως όλον και με τη λογική της κυκλικής σχέσης και όχι της γραμμικής αιτιότητας. Μελετάμε τις σχέσεις των μερών με το όλον αλλά και τις σχέσεις του κάθε συστήματος με το περιβάλλον του.



Εικόνα 4: Η επιστημονική μέθοδος στην Επιχειρησιακή Έρευνα.

Η Επιχειρησιακή Έρευνα όπως έχει αναφερθεί ήδη, καταπιάνεται με τη βελτιστοποίηση της απόδοσης ενός συστήματος εφαρμόζοντας επιστημονικές μεθόδους. Για το λόγο αυτό θεωρείται ότι ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά της Επιχειρησιακής Έρευνας είναι αυτό της συστημικής προσέγγισης (N.A. Παναγιώτου, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο). Η ενασχόληση με τα συστήματα, βασίζεται στην οργανωτική τους δομή (για παράδειγμα αιτιοκρατικά συστήματα, στοχαστικά, απλά, πολύπλοκα, κτλ). Σύμφωνα με αυτή την προσέγγιση, αποδίδεται ιδιαίτερη σημασία στα συστήματα ελέγχου και επανατροφοδότησης (feedback). Επιπλέον, δίνεται περισσότερη βαρύτητα στις επικοινωνίες και τον έλεγχο των δομικών στοιχείων, παρά στις αποφάσεις.

2.3 Ιστορική Αναδρομή¹

Η ιστορία της Επιχειρησιακής Έρευνας ξεκινά περί το 1930 στη Μ. Βρετανία, όπου εν καιρώ πολέμου έπρεπε να βρεθεί ένας τρόπος να διευθετηθούν επιμέρους λειτουργικά προβλήματα. Στον πίνακα 1, παρατίθενται τα σημαντικότερα ορόσημα στην εξέλιξη της εν λόγω επιστήμης.

Έτος	Γεγονός	Σχόλια
1917	Πρώτες απόπειρες σε μη στρατιωτικά προβλήματα.	Μελέτη Προβλημάτων σχετικών με το χρόνο απασχόλησης των τηλεφώνων.
1920	Πρώτες απόπειρες σε μη στρατιωτικά προβλήματα.	Μελέτες προβλημάτων πωλήσεων και εμπορίου.
1936	Ιδρύεται το ερευνητικό κέντρο Bawdsey Research Station	Κέντρο ερευνών και πειραμάτων που αφορούσαν τα ραντάρ και εξυπηρετούσαν το Βρετανικό στρατό και την αεροπορία
	Ιδρύεται η RAF (Royal Air Force)	Η απουσία ικανών αεροσκαφών (Hurricanes, Spitfires) είχε σαν αποτέλεσμα την απουσία δεδομένων για το σύστημα προειδοποίησης και ελέγχου των ραντάρ.
	Σημειώνονται τα πρώτα βήματα της Επιχειρησιακής Έρευνας.	Έναρξη πειραμάτων σχετικά με την καθοδήγηση και τον έλεγχο των αεροσκαφών

	μέσω ραντάρ.	
1937	Έλαβαν χώρα οι τρεις πρώτες επίσημες ασκήσεις χρησιμοποιώντας ραντάρ και τελικά σημειώθηκαν θετικά αποτελέσματα στην έγκαιρη προειδοποίηση, αλλά μη ικανοποιητικά αποτελέσματα στις πληροφορίες εντοπισμού.	
1938	Πραγματοποιήθηκε νέα άσκηση προσθέτοντας 4 σταθμούς ραντάρ.	Ωστόσο ανέκυψαν λειτουργικά προβλήματα, για την επίλυση των οποίων αποφασίστηκε να γίνει έρευνα.
1939	Πραγματοποιείται η τελευταία άσκηση πριν τον πόλεμο στην οποία συμμετέχουν 33.000 άνδρες, 1.300 αεροσκάφη, 110 αντιαεροπορικά όπλα και 700 προβολείς.	Βελτιώνεται η λειτουργία της αεράμυνας σε θέματα εντοπισμού και ελέγχου και με αυτή την έκβαση αναγνωρίζεται η συμβολή της Επιχειρησιακής Έρευνας. Πρώτη χρήση του όρου «Επιχειρησιακή Έρευνα».
	Σύσταση ομάδας Επιχειρησιακής Έρευνας, βάσει εντολής του Αρχηγού της Royal Air Force.	Σύσταση των: Stanmore Research Section, Operational Research Section
1940	Ανατίθεται ως έργο στην ομάδα εργασίας να εκτιμηθεί το ενδεχόμενο αποστολής δέκα επιπλέον αεροπορικών μοιρών στη Γαλλία.	Η ομάδα αποφάνθηκε ότι θα επέφερε καλύτερα αποτελέσματα η μη αποστολή βοήθειας, καθώς επίσης και η ανάκληση των ήδη εμπλεκόμενων μοιρών. Η απόφαση αυτή τελικά αποδείχτηκε ότι επέφερε θετικά αποτελέσματα και συνυπολογίστηκε ως μία ακόμη επιτυχία της Επιχειρησιακής Έρευνας.
1941	Δημιουργήθηκε τμήμα Επιχειρησιακής Έρευνας με αντικείμενο μελέτης τις πτήσεις αεροσκαφών που θα εντόπιζαν και θα εξολόθρευαν τα γερμανικά υποβρύχια.	Η ομάδα καλείται να επιλύσει ένα σύνθετο λειτουργικό πρόβλημα που περιελάμβανε την οργάνωση της συντήρησης και επιθεώρησης των αεροσκαφών, τη σύγκριση μεταξύ διαφορετικών τύπων αεροσκαφών και τη βελτίωση της πιθανότητας επιτυχίας της επίθεσης
1950	Μετά το 2 ^ο Παγκόσμιο Πόλεμο, καθιερώθηκε ως νέο επιστημονικό πεδίο και	

	<p>αναπτύχθηκε ραγδαία κυρίως στην Αμερική συγκριτικά με την Ευρώπη. Ειδικότερα, η ανάπτυξη στην Αμερική, οφείλεται στα πανεπιστημιακά ιδρύματα στα οποία εισήχθη ως εκπαιδευτικό αντικείμενο.</p>
	<p>Σημειώνονται οι πρώτες εφαρμογές χωρίς στρατιωτικό ενδιαφέρον, στον τομέα της βιομηχανίας και της Διοίκησης</p>
1960	<p>Η Επιχειρησιακή Έρευνα διδάσκεται στα πανεπιστήμια</p>
	<p>Αναπτύσσονται οι περισσότεροι αλγόριθμοι και μέθοδοι που χρησιμοποιούνται μέχρι και σήμερα.</p>
	<p>Έπειτα, η ανάπτυξη της Επιχειρησιακής Έρευνας ακολουθεί παράλληλη τροχιά με την ανάπτυξη και την πρόοδο που σημειώνεται στον τομέα των Ηλεκτρονικών Υπολογιστών καθώς επίσης και την Πληροφορική.</p>

Πίνακας 1: Ορόσημα στην εξέλιξη της Επιχειρησιακής Έρευνας.

Τα χρόνια που ακολούθησαν μετά τον 2^ο Παγκόσμιο πόλεμο, οι τεχνικές και οι αλγόριθμοι Επιχειρησιακής Έρευνας που αναπτύχθηκαν, άρχισαν να εφαρμόζονται ευρύτερα για τη διευθέτηση επιχειρησιακών και βιομηχανικών προβλημάτων.

Κατά το εγχείρημα να διαμορφωθεί ως επιστημονικός κλάδος, σημαντικό ρόλο κατείχε ο Chartes Babbage με την έρευνα που είχε πραγματοποιήσει σχετικά με το κόστος μεταφοράς και διαλογής του ταχυδρομείου που οδήγησε την Αγγλία στην καθολική `Penny Post` το 1840, όπως και μελέτες σχετικά με την δυναμική συμπεριφορά των σιδηροδρομικών οχημάτων για την υπεράσπιση του GWR. Ο Percy Bridgman χρησιμοποίησε την επιχειρησιακή έρευνα για να λύσει προβλήματα της φυσικής το 1920.

Η σύγχρονη Επιχειρησιακή Έρευνα ξεκίνησε από το ερευνητικό κέντρο Bawdsey στο Ηνωμένο Βασίλειο το 1937 και ήταν αποτέλεσμα μιας πρωτοβουλίας του εκεί εφόρου Rowe. Ο Rowe χρησιμοποίησε την ιδέα του ως μέσο για την ανάλυση και τη βελτίωση της εργασίας του στο ραντάρ έγκαιρης προειδοποίησης του Ηνωμένου Βασιλείου, Chain Home (CH). Αρχικά ανέλυσε την λειτουργία του εξοπλισμού ραντάρ και των δικτύων επικοινωνίας του, διερευνώντας αργότερα την συμπεριφορά του προσωπικού λειτουργίας.

Οι επιστήμονες στο Ηνωμένο Βασίλειο όπως και ο Patrick Blackett (αργότερα Λόρδος Blackett OM PRS) ο Cecil Gordon, ο CH Weddington, ο Wensbrough, ο Owen Jones, ο Frank Yates, ο Jacob Bronowski και ο Freeman Dyson όπως και ο George Dantzig αναζητούν τρόπους για τη λήψη καλύτερων αποφάσεων σε τομείς όπως η εφοδιαστική αλυσίδα και σε προγράμματα

κατάρτισης. Μετά τον πόλεμο άρχισε να εφαρμόζεται σε παρόμοια προβλήματα στην βιομηχανία.

1(Ν.Α.Παναγιώτου, «Εισαγωγικά Στοιχεία για τον Επιστημονικό Τομέα της Επιχειρησιακής Έρευνας», Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

1 (Μουστάκα Σ., (2012), «Ο ρόλος της επιχειρησιακής έρευνας στην διοίκηση και διαχείριση έργου», Σχολή Διοίκησης και Τεχνολογίας, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Ηρακλείου Κρήτης)

2.4 Βασικά Χαρακτηριστικά

Στο σημείο αυτό, έχοντας παραθέσει επιμέρους πληροφορίες σχετικά με την Επιχειρησιακή Έρευνα, κρίνεται σκόπιμο να παρατεθούν ορισμένα βασικά χαρακτηριστικά της εν λόγω επιστήμης. Με την προσέγγιση αυτή θα καταστεί πιο εύκολη η κατανόηση του υπό μελέτη γνωστικού αντικειμένου.

Οι θεμελιώδεις λοιπόν έννοιες απορρέουν από τον ορισμό της Επιχειρησιακής Έρευνας. Ένας εξ αυτών, με βάση όσα αναφέρθηκαν στην αρχή του κεφαλαίου είναι:

*«Η επιστήμη που ασχολείται με τη βελτιστοποίηση (optimization) της απόδοσης ενός **συστήματος**. Πρόκειται για ένα σύνολο από τεχνικές, οι οποίες χρησιμοποιώντας (μαθηματικά) **μοντέλα**, δημιουργούν μια ποσοτική και ορθολογιστική βάση για τη λήψη αποφάσεων με σκοπό τη βελτιστοποίηση της λειτουργίας του υπό μελέτη συστήματος. Για το λόγο αυτό χαρακτηρίζεται συχνά και με τους όρους Ποσοτική Ανάλυση (Quantitative Analysis) ή Διοικητική Επιστήμη (Management Science)».*(ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΚΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ www.math.upatras.gr/)

Από τα παραπάνω, επισημαίνεται η έννοια του «Συστήματος» και του «Μοντέλου». Ως «Σύστημα» ορίζεται «Το σύνολο οντοτήτων (για παράδειγμα ανθρώπινο δυναμικό, μηχανές, κεφάλαια.) που αλληλεπιδρούν (κανόνες) και συνεργάζονται μεταξύ τους για την επίτευξη κάποιου στόχου (για παράδειγμα μία επιχείρηση ή γενικότερα ένας οργανισμός)».

Το «Μοντέλο» αναφέρεται στην «Αναπαράσταση ή απεικόνιση των πλέον σημαντικών λειτουργικών σχέσεων και χαρακτηριστικών ενός συστήματος, με την οποία καθίσταται δυνατή η ανάλυσή του». Η μαθηματική μοντελοποίηση, αποτελεί μία διαδικασία που λαμβάνει χώρα στα πλαίσια της Επιχειρησιακής Έρευνας και αφορά τη χρήση επιμέρους μαθηματικών συμβόλων και σχέσεων για την αναπαράσταση και την περιγραφή του υπό μελέτη συστήματος. Τα δομικά στοιχεία του χρησιμοποιούμενου μαθηματικού μοντέλου έχουν ως εξής:

1. Μεταβλητές απόφασης (Decision Variables)

2. Αντικειμενική Συνάρτηση (Objective Function)

3. Παράμετροι (Parameters)

4. Περιορισμοί (Constraints)

Οι «Μεταβλητές Απόφασης» ή αλλιώς «Μεταβλητές Ελέγχου» αποτελούν τα δομικά στοιχεία του υπό μελέτη προβλήματος. Ειδικότερα, διαμορφώνονται από τον αναλυτή και εκφράζουν τις αποφάσεις που πρόκειται να ληφθούν.

Η «Αντικειμενική Συνάρτηση» διαμορφώνεται με βάση τις Μεταβλητές Απόφασης και συνθέτει το κριτήριο επιλογής του υπό μελέτη συστήματος, εκφρασμένο με μία μαθηματική συνάρτηση. Οι «Παράμετροι» είναι επιμέρους μετρήσιμα στοιχεία τα οποία είτε είναι γνωστά είτε εκτιμώνται αρχικά, κατά τη διαμόρφωση της Αντικειμενικής Συνάρτησης. Τέλος, οι «Περιορισμοί» είναι μαθηματικές σχέσεις που λαμβάνουν τη μορφή εξίσωσης ή ανίσωσης, σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά του προβλήματος. Οι Περιορισμοί συνθέτουν το πλαίσιο που θα πρέπει να ικανοποιούν οι τιμές των μεταβλητών έτσι ώστε να αποτυπώνονται στο μοντέλο οι συνθήκες λειτουργίας του συστήματος.

Τέλος, το σύνολο των χαρακτηριστικών που διέπουν ένα ιδανικό μαθηματικό μοντέλο στο πλαίσιο εφαρμογής τεχνικών Επιχειρησιακής Έρευνας είναι τα εξής (Μπάτης, Γκανάς, Γεωργίου, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο):

- Σαφήνεια,
- Απλότητα,
- Πληρότητα,
- Ευκολία Χρήσης,
- Προσαρμοστικότητα,
- Ευκολία Επικοινωνίας,
- Χρησιμότητα,
- Καταλληλότητα ως προς το κόστος και το χρόνο,
- Συσχέτιση με τις Πληροφορίες.

2.5 Πεδία Εφαρμογής

Το πεδίο εφαρμογής της Επιχειρησιακής Έρευνας είναι ευρύτατο, διότι εφαρμόζεται σε πληθώρα προβλημάτων διεξαγωγής και συντονισμού επιχειρήσεων ή δραστηριοτήτων σε μία οργάνωση ((Thomas, Dimitras, 1996)). Έτσι, μπορεί να εφαρμοστεί στη βιομηχανική παραγωγή και παροχή υπηρεσιών, το στρατιωτικό τομέα, το δημόσιο τομέα, στα χρηματοοικονομικά και τις

επενδύσεις, στις ασφάλειες, την αγροτική παραγωγή, τις μεταφορές εμπορευμάτων και ανθρώπινου δυναμικού, τις τηλεπικοινωνίες, τη διαχείριση αποθεμάτων, το Marketing, τις τεχνικές κατασκευές, την παραγωγή και συντήρηση εξοπλισμού, καθώς επίσης και σε πολλούς άλλους τομείς.

Στη συνέχεια, παρατίθεται μία λίστα με πεδία εφαρμογής σε συνδυασμό με ενδεικτικά παραδείγματα συμβολής της Επιχειρησιακής Έρευνας:

Τομέας	Παραδείγματα
Ναυπηγική- Αεροναυπηγική	<ul style="list-style-type: none"> ○ Σχεδιασμός διεργασιών. ○ Προγραμματισμός παραγωγής. ○ Επιλογή θέσης εργοστασίου.
Βιομηχανία Τροφίμων	<ul style="list-style-type: none"> ○ Προγραμματισμός αγροτικής παραγωγής. ○ Αυτοματοποίηση επιχειρησιακών διαδικασιών.
Μεταφορές	<ul style="list-style-type: none"> ○ Διαχείριση στόλου. ○ Διαχείριση κυκλοφορικών προβλημάτων. ○ Σχεδιασμός εργοστασίου για την αποδοτική διακίνηση υλικών.
Αυτοκινητοβιομηχανία	<ul style="list-style-type: none"> ○ Χρονικός προγραμματισμός έργου. ○ Συντήρηση εξοπλισμού.
Αποθήκη (Warehouse)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας ώστε να ανταποκρίνεται η παραγωγή στη ζήτηση.
Πληροφορική	<ul style="list-style-type: none"> ○ Σχεδιασμός κυκλωμάτων μειώνοντας το χρόνο παραγωγής και ελαχιστοποιώντας τα σφάλματα υλικού.
Επικοινωνίες	<ul style="list-style-type: none"> ○ Κατασκευή τηλεπικοινωνιακών δικτύων. ○ Αποτελεσματική στρατηγική επικοινωνίας με πελάτες.
Υγεία	<ul style="list-style-type: none"> ○ Κατανομή κρατικών δαπανών για υγειονομική περίθαλψη των ασφαλιζομένων. ○ Επιλογή τοποθεσίας για τη δημιουργία νοσοκομείου.
Χρηματοοικονομικά	<ul style="list-style-type: none"> ○ Επιλογή χαρτοφυλακίου μειώνοντας το ρίσκο ή αυξάνοντας την ασφάλεια της επένδυσης
Marketing	<ul style="list-style-type: none"> ○ Επιλογή διαφημιστικών μέσων για την ανάπτυξη μίας αποτελεσματικής διαφημιστικής εκστρατείας (κατανομή

	διαφημιστικής δαπάνης).
Περιβάλλον	<ul style="list-style-type: none"> ○ Αντιμετώπιση ρύπανσης
Προσωπικό	<ul style="list-style-type: none"> ○ Ανάλυση και αξιολόγηση προσωπικού ○ Εκπαίδευση προσωπικού ○ Πρόληψη ατυχημάτων

Πίνακας 2: Πεδία εφαρμογής τεχνικών Επιχειρησιακής Έρευνας.

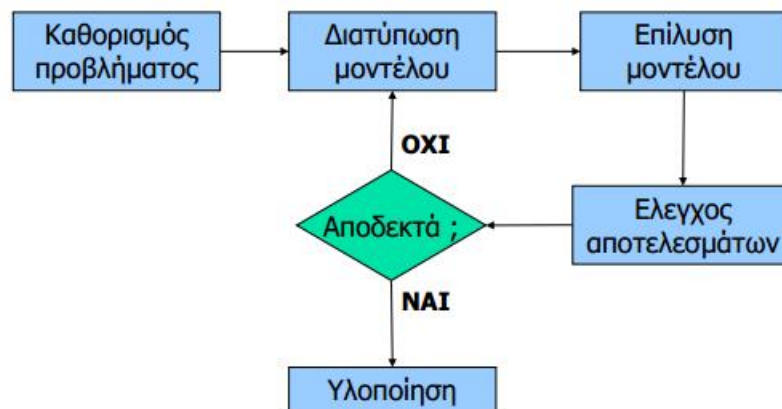
2.6 Μεθοδολογία

Η γενική μεθοδολογία που εφαρμόζεται στο πλαίσιο της Επιχειρησιακής Έρευνας έγκειται στην εφαρμογή μίας σειράς βημάτων με σκοπό την αναζήτηση της βέλτιστης λύσης του συστήματος. Τα βήματα αυτά πολλές φορές έχουν επαναληπτικό χαρακτήρα, έτσι ώστε να επιτευχθεί ο επιδιωκόμενος στόχος. Ειδικότερα, η μεθοδολογία έγκειται στην ανάπτυξη ενός επιστημονικού μοντέλου του υπό μελέτη συστήματος. Το μοντέλο αυτό περιλαμβάνει μετρήσεις τυχαίων παραγόντων και χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη, καθώς επίσης και τη σύγκριση των αποτελεσμάτων εναλλακτικών αποφάσεων, στρατηγικών και ελέγχων. Ο σκοπός της είναι να βοηθήσει τη διοίκηση να καθορίσει την πολιτική και τις ενέργειές της, με επιστημονικό τρόπο, λαμβάνοντας υπόψη τα βασικά χαρακτηριστικά της επιστήμης όπως αυτά περιγράφηκαν στην ενότητα 2.4 του παρόντος κεφαλαίου. Τα βήματα της μεθόδου, τα οποία αποτυπώνονται και με γραφικό τρόπο στις δύο επόμενες εικόνες έχουν ως εξής:

1. Παρατήρηση του συστήματος
 - a. διατύπωση προβλήματος
2. Δημιουργία μαθηματικού μοντέλου
 - a. ακριβής παράσταση χαρακτηριστικών προβλήματος
3. Έλεγχος καταλληλότητας του μοντέλου
4. Επίλυση μαθηματικού μοντέλου
5. Επαλήθευση καταλληλότητας λύσης



Εικόνα 5: Μοντελοποίηση προβλημάτων Επιχειρησιακής Έρευνας.



Εικόνα 6: Επίλυση προβλημάτων Επιχειρησιακής Έρευνας.

2.6.1 Κατηγορίες Μεθόδων Επιχειρησιακής Έρευνας

Οι χρησιμοποιούμενες τεχνικές Επιχειρησιακής Έρευνας αποτελούν αντικείμενο μελέτης που παρουσιάζεται αναλυτικά στο επόμενο κεφάλαιο της εργασίας. Ωστόσο, για λόγους πληρότητας στους ακόλουθους πίνακες παρατίθενται συγκεντρωτικά οι βασικές κατηγορίες μεθόδων:

Μέθοδοι Επιχειρησιακής Έρευνας	Μαθηματικός Προγραμματισμός
	Δένδρα αποφάσεων
	Πολυκριτήρια Ανάλυση
	Ανάλυση Δικτύων
	Διαχείριση αποθεμάτων
	Ανάλυση Ουρών Αναμονής

Θεωρία Παιγνίων
Προσομοίωση
Ευριστικές τεχνικές
Υβριδικές Μέθοδοι

Πίνακας 3: Κατηγορίες μεθόδων Επιχειρησιακής Έρευνας.

Μέθοδοι Μαθηματικού Προγραμματισμού	Γραμμικός Προγραμματισμός
	Ακέραιος Προγραμματισμός
	Μικτός Ακέραιος Γραμμικός Προγραμματισμός
	Μη-Γραμμικός Προγραμματισμός
	Πολυκριτηριακός Προγραμματισμός
	Δυναμικός Προγραμματισμός

Πίνακας 4: Μέθοδοι Μαθηματικού Προγραμματισμού

2.7 Λήψη Αποφάσεων

Η λήψη αποφάσεων τις περισσότερες φορές αποτελεί μία κρίσιμη διαδικασία, δεδομένου ότι μία απόφαση (σωστή ή λανθασμένη) επηρεάζει τη γενικότερη έκφανση μίας κατάστασης ή ενός προβλήματος. Ιδιαίτερα βέβαια στο χώρο των επιχειρήσεων, είναι γνωστό ότι τα διοικητικά στελέχη, σε όλες τις βαθμίδες της ιεραρχίας καλούνται σε καθημερινή βάση να λάβουν αποφάσεις (στρατηγικού, διοικητικού και τακτικού χαρακτήρα), ανάλογα με τη χρονική διάσταση της εκάστοτε απόφασης.

Κατά το παρελθόν, οι αποφάσεις είθισται να λαμβάνονται με βάση τη διαισθητική προσέγγιση. Εναλλακτικά η μέθοδος «δοκιμής - λάθους» θα μπορούσε να συμβάλλει κατά τη λήψη μίας απόφασης. Σύμφωνα με αυτή την τεχνική, δοκιμάζει κανείς να εφαρμόσει μία απόφαση και ανάλογα τα αποτελέσματα αξιολογεί την ορθότητα ή μη της απόφασης που ελήφθη. Με βάση αυτή την πληροφορία, την επόμενη φορά συνυπολογίζεται για την τροποποίηση ή μη της απόφασης.

Ωστόσο, γίνεται αντιληπτό ότι οι παραπάνω μέθοδοι δεν είναι επαρκούν για τη σημερινή πραγματικότητα. Είναι αναγκαίο να υιοθετηθεί μία επιστημονική μέθοδος, δομημένη, η οποία αξιοποιώντας την υπάρχουσα τεχνολογία θα εξασφαλίζει μεγαλύτερο βαθμό αποτελεσματικότητας.

Στο πλαίσιο αυτό, υπάρχει ο λήπτης μίας απόφασης «Ο Αποφασίζων», που μπορεί να επιλέξει μεταξύ εναλλακτικών, εφικτών τρόπων δράσης. Ο Αποφασίζων, λαμβάνει μία απόφαση με βάση σαφώς καθορισμένους στόχους (ένας ή περισσότεροι). Ωστόσο, μπορεί να υπάρχει αμφιβολία ως προς το τι είναι άριστο αναφορικά με τους στόχους. Βασικός περιορισμός του πλαισίου αυτού είναι ο πεπερασμένος αριθμός των διαθέσιμων πόρων (ανθρώπινων, υλικών, οικονομικών, κτλ). Τέλος, τα γεγονότα της υπό ανάλυση κατάστασης είναι μετρήσιμα. Διαφορετικά διαμορφώνεται ένας τρόπος ποσοτικοποίησης τους.

Η Επιχειρησιακή Έρευνα επιχειρεί να βοηθήσει στην λήψη αποφάσεων των διοικητικών στελεχών ενός οργανισμού (Dimitras1996). Ειδικότερα, αποσκοπεί στη μέγιστη βελτίωση της συνολικής επίδοσης, ενώ αντίθετα δεν επιδιώκει τη βελτιστοποίηση σε τοπικό επίπεδο. Επιπλέον, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι ο συνδυασμός ατόμων από πολλές διαφορετικές επιστημονικές περιοχές εξασφαλίζει την παρουσία πολλών διαφορετικών οπτικών κατά τη διευθέτηση των προβλημάτων.

2.8 Οφέλη

Παρακάτω, συνοψίζονται τα βασικά πλεονεκτήματα που απορρέουν της χρήσης μεθόδων Επιχειρησιακής Έρευνας:

- Προσδιορισμός ενός προβλήματος με σαφήνεια,
- Κατανόηση της λειτουργίας ενός συστήματος,
- Κατανόηση των στόχων που τίθενται, των περιορισμών και των υποθέσεων,
- Έλεγχος εναλλακτικών σεναρίων,
- Ευέλικτη διαχείριση ενός προβλήματος ή μίας κατάστασης,
- Ελαχιστοποίηση κινδύνου, από τη μελέτη και τη σχεδίαση του συστήματος,
- Ομαδική εργασία, διάχυση πληροφοριών και βελτίωση επικοινωνίας.

2.9 Σύνοψη

Ολοκληρώνοντας το κεφάλαιο και έχοντας παραθέσει όσο το δυνατό περισσότερες πληροφορίες σχετικά με την Επιχειρησιακή Έρευνα, εκτιμάται ότι έχει διαμορφωθεί το υπόβαθρο που συνθέτει τον εν λόγω επιστημονικό κλάδο.

Στο σημείο αυτό, παρατίθενται επιγραμματικά τα βασικά σημεία που παρουσιάστηκαν αναφορικά με την Επιχειρησιακή Έρευνα:

- Αποτελεί μία νέα μορφή έρευνας. Τα προβλήματα τα οποία διευθετούνται λύνονται με την κοινή λογική ή με απλούς υπολογισμούς. Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της είναι ότι δεν μπορεί να λάβει χώρα σε απομονωμένα εργαστήρια ερευνών, όπως η κλασική έρευνα, αλλά μέσα σε όλο το χώρο που υπάρχουν προβλήματα και έρχονται συχνά σε επαφή και συνεργασία (επιχειρησιακοί ερευνητές) με τα διοικητικά στελέχη που είναι αρμόδια σε αυτόν τον χώρο.
- Έγκειται στην εφαρμογή της επιστημονικής μεθοδολογίας για την ποσοτική εκτίμηση της βέλτιστης λύσης προβλημάτων με βάση αντικειμενικά κριτήρια. Το βασικό εργαλείο που χρησιμοποιεί είναι η ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων του υπό μελέτη συστήματος.
- Διεξάγεται από μικτές ομάδες επιστημόνων διαφόρων ειδικοτήτων, πρόκειται δηλαδή για μία «διεπιστημονική προσέγγιση». Αυτό ξεκίνησε τον Β' Παγκόσμιο πόλεμο που κατ' ανάγκη έπαιρναν όσους επιστήμονες ήταν διαθέσιμοι για να λύσουν πολύπλοκα και σύνθετα προβλήματα. Με το παραμικρό λάθος μπορεί να καταστρεφόταν όλο το σχέδιο και γι' αυτό επινόησαν να χρησιμοποιούν μέλη που να έχουν διαφορετικό υπόβαθρο και τρόπο σκέψης.
- Αναφέρεται σε προβλήματα λήψεως αποφάσεων και ελέγχου οργανωμένων ενεργών συστημάτων.
- Η Επιχειρησιακή Έρευνα έχει υιοθετήσει τη Συστημική Προσέγγιση σύμφωνα με την οποία η συμπεριφορά ενός από τα μέλη του συστήματος επηρεάζει κατά κάποιον τρόπο την συμπεριφορά των άλλων μελών καθώς και όλο το σύστημα

3. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

3.1 Γραμμικός Προγραμματισμός (Linear Programming)¹

Ο Γραμμικός Προγραμματισμός είναι μία μαθηματική τεχνική που βοηθά στον σχεδιασμό και τη λήψη των αναγκαίων αποφάσεων σχετικά με τις απαραίτητες εξισορροπήσεις για την κατανομή των πόρων. Πρωτοεμφανίστηκε το 1947 ως μία απόπειρα του αμερικανικού στρατού να καταφέρει να δημιουργήσει ένα μαθηματικό μοντέλο με σκοπό να διερευνήσουν την σκοπιμότητα των μαθηματικών τεχνικών για τον στρατιωτικό προγραμματισμό και προϋπολογισμό. Αυτό οδήγησε στο έργο SCOP (Scientific Computing of Optimum Programs - Επιστημονικός Υπολογισμός των βέλτιστων προγραμμάτων). Με την υποστήριξη του μαθηματικού GEORGE DANTZING και των συνεργατών του ανέπτυξαν ένα γενικό μαθηματικό μοντέλο του γενικού προβλήματος του γραμμικού προγραμματισμού, καθώς, και μια γενική μέθοδο επίλυσης που ονομάστηκε SIMPLEX.

Το μοντέλο του Γραμμικού Προγραμματισμού αποτελείται από γραμμικές συναρτήσεις και περιορισμούς γεγονός που σημαίνει ότι η μεταβλητές του μοντέλου έχουν μεταξύ τους αναλογικές σχέσεις. Υπολογίζει τη μεγαλύτερη και τη μικρότερη τιμή του αντικειμενικού στόχου, και εγγυάται την εύρεση της βέλτιστης λύσης. Ο Γραμμικός Προγραμματισμός είναι μία αρκετά διαδεδομένη τεχνική η οποία χρησιμοποιείται για την κατανομή των σπάνιων πόρων ανάμεσα σε ανταγωνιστικές απαιτήσεις. Η τεχνική είναι αρκετά δυναμική και είναι αρκετά διαδεδομένη για την επίλυση προβλημάτων σε πολλούς επαγγελματικούς τομείς από τα χρηματοοικονομικά και το μάρκετινγκ έως και την διοίκηση.

3.1.1 Μοντέλα Γραμμικού Προγραμματισμού

Ένα Γραμμικό μοντέλο αποτελείται από τα εξής στοιχεία:

- ένα σύνολο από μεταβλητές απόφασης,
- ένα σύνολο από περιορισμούς,
- από τεχνολογικούς συντελεστές όπου καθορίζουν την σχέση κάθε μεταβλητής απόφασης με τους περιορισμούς και
- από την αντικειμενική συνάρτηση που είναι η γραμμική συνάρτηση των μεταβλητών απόφασης.

3.1.2 Εφαρμογές Γραμμικού Προγραμματισμού

Ο Γραμμικός Προγραμματισμός χρησιμοποιείται σε διάφορους τομείς του μάρκετινγκ, της βιομηχανίας, των χρηματοοικονομικών και της διαφήμισης. Πολλά προβλήματα δανείζονται τη μοντελοποίηση του Γραμμικού Προγραμματισμού. Τα οφέλη του Γραμμικού Προγραμματισμού είναι να βρεθεί η βέλτιστη λύση σε μία σειρά προβλημάτων τα οποία έχουν έναν συγκεκριμένο αριθμό περιορισμών και όπου τόσο ο αντικειμενικός στόχος όσο και οι περιορισμοί του είναι εκφρασμένοι σε γραμμικές συναρτήσεις. Σκοπός τους είναι να ελαχιστοποιήσουν ή να μεγιστοποιήσουν μια γραμμική συνάρτηση που υπόκειται σε συγκεκριμένους γραμμικούς προγραμματισμούς. Ορισμένες εφαρμογές του Γραμμικού Προγραμματισμού είναι οι εξής:

- Προγραμματισμός σχολικών λεωφορείων για την ελαχιστοποίηση της συνολικής διανυόμενης απόστασης.
- Κατανομή περιπολικών της αστυνομίας σε περιοχές υψηλής εγκληματικότητας προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί ο χρόνος απόκρισης του 100 στις κλήσεις.
- Προγραμματισμός των ταμιών τραπεζών, έτσι ώστε οι ανάγκες να ικανοποιούνται κατά τη διάρκεια όλων των ωρών της ημέρας, ελαχιστοποιώντας το συνολικό κόστος εργασίας.
- Επιλογή του μίγματος των προϊόντων ενός εργοστασίου για να γίνει η καλύτερη χρήση των μηχανών, της εργασίας και των διαθέσιμων ωρών προκειμένου να μεγιστοποιηθεί το κέρδος της εταιρίας.

3.1.3 Προϋποθέσεις

Για να είναι αποτελεσματική η χρήση της μεθοδολογίας του Γραμμικού Προγραμματισμού στην επίλυση ενός προβλήματος θα πρέπει να ισχύουν ορισμένες προϋποθέσεις. Αυτές είναι οι εξής:

-Γραμμικότητα: όλες οι συναρτήσεις μας είναι γραμμικές ως προς τις μεταβλητές τους.

Παράδειγμα: εάν έχουμε αύξηση του εργατικού δυναμικού τότε θα έχουμε ανάλογη αύξηση στον ρυθμό παραγωγής.

-Διαιρετότητα: όλες οι μεταβλητές απόφασης είναι συνεχείς, μπορούν να πάρουν οποιαδήποτε κλασματική τιμή.

Παράδειγμα: όλοι οι πόροι και τα προϊόντα ενός τμήματος χωρίζονται σε επιμέρους τμήματα. Επειδή συνήθως αυτό δεν είναι δυνατό για όλους τους πόρους μας χρησιμοποιούμε την τροποποίηση του γραμμικού προγραμματισμού τον ακέραιο προγραμματισμό.

- Βεβαιότητα:** τα δεδομένα του προβλήματος είναι γνωστά με απόλυτη βεβαιότητα.
- Μονοδιάστατη:** υπάρχει μία μόνο αντικειμενική συνάρτηση που μοντελοποιούν τους στόχους του προβλήματος μας.

3.1.4 Παράδειγμα Μοντελοποίησης (A)

Μία δασκάλα θέλει να αγοράσει για το μάθημα της ζωγραφικής τουλάχιστον 12 μαρκαδόρους. Οι μαύροι μαρκαδόροι κοστίζουν 1 € και οι έγχρωμοι 2 € ο ένας. Αλλά η δασκάλα δεν διαθέτει πάνω από 16 €. Πόσους μαρκαδόρους από κάθε είδος μπορεί να αγοράσει;

Μοντελοποίηση του προβλήματος:

1. Μεταβλητές:

Οι μεταβλητές θα είναι οι ζητούμενες ποσότητες:

- α) ο αριθμός των μαύρων μαρκαδόρων που θα αγοραστούν, X.
- β) ο αριθμός των έγχρωμων μαρκαδόρων που θα αγοραστούν, Y.

2. Παράμετροι:

Οι παράμετροι του προβλήματος είναι οι:

- α) 1 € η τιμή κάθε μαρκαδόρου X (μαύρου),
- β) 2 € η τιμή κάθε μαρκαδόρου Y (έγχρωμου),
- γ) 16 € τα χρήματα που διαθέτει η δασκάλα, και,
- δ) το να αγοραστούν 12 μαρκαδόροι τουλάχιστον.

3. Περιορισμοί:

α) Τουλάχιστον 12 μαρκαδόροι σημαίνει ότι το σύνολο μαύρων (X) και έγχρωμων (Y) μαρκαδόρων θα είναι 12 ή μεγαλύτερο.

Σε μαθηματική διατύπωση γράφεται: $X + Y \geq 12$.

β) Όχι πάνω από 16 € σημαίνει ότι το συνολικό κόστος μαύρων (X·1 €) και έγχρωμων (Y·2 €) μαρκαδόρων θα είναι 16 € ή μικρότερο.

Σε μαθηματική διατύπωση γράφεται: $X + 2Y \leq 16$.

γ) Οι ποσότητες των μαρκαδόρων είναι θετικοί ακέραιοι αριθμοί,

δηλαδή είναι: $X \geq 0$, και, $Y \geq 0$.

4. Αντικειμενικός στόχος (ΑΣ)

Στο πρόβλημα δεν έχει δοθεί κάποιος αντικειμενικός στόχος ώστε να βρεθεί η βέλτιστη λύση που θα τον ικανοποιεί. Το πρόβλημα ζητά τους εφικτούς συνδυασμούς μαρκαδόρων που μπορούν να αγοραστούν. Έχοντας βέβαια το σύνολο των δυνατών λύσεων, μπορούμε μετά να διαλέξουμε εκείνη που μας εξυπηρετεί καλύτερα (π.χ. να είναι όσο πιο πολλοί οι έγχρωμοι μαρκαδόροι, ή, να είναι όσο πιο πολλοί συνολικά οι μαρκαδόροι, κλπ.).

Σκοπός της επίλυσης του προβλήματος είναι να βρεθεί η βέλτιστη λύση υπό τους παραπάνω περιορισμούς.

3.1.5 Παράδειγμα Μοντελοποίησης (B)

Μία μικρή μονάδα παραγωγής υδραυλικών εξαρτημάτων κατασκευάζει δύο τύπους ασφαλιστικών βαλβίδων. Για το σκοπό αυτό αγοράζει μήτρες (καλούπια) από κάποιον εξωτερικό προμηθευτή και κατόπιν κατά σειρά τις κατεργάζεται, τις τρυπά και τις λειάνει. Οι αντίστοιχοι ρυθμοί παραγωγής (εκφρασμένοι σε αριθμό βαλβίδων ανά ώρα) των τριών παραπάνω φάσεων παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Βαλβίδα	Τύπος A	Τύπος B
Κατεργασία	30	40
Τρύπημα	28	35
Λείανση	30	25

Πίνακας 5: Ρυθμοί παραγωγής βαλβίδων ανά φάση.

Κάθε μήτρα για τις βαλβίδες τύπου A κοστίζει €2, ενώ αυτή για τον τύπο B κοστίζει €3. Οι έτοιμες βαλβίδες τύπου A και B πωλούνται €5 και €6 αντίστοιχα. Η χρήση των τριών βασικών μηχανών παραγωγής (τόρνος, τρυπάνι και λειαντήρας) συνεπάγεται ένα τρέχον λειτουργικό κόστος, το οποίο ισούται με €20, €14 και €20 ανά ώρα απασχόλησης αντίστοιχα. Επίσης υποτίθεται ότι δεν υπάρχει πρόβλημα προώθησης στην αγορά οποιουδήποτε συνδυασμού βαλβίδων των δύο τύπων. Να συνταχθεί το κατάλληλο μαθηματικό μοντέλο για τον προσδιορισμό του μίγματος παραγωγής, το οποίο μεγιστοποιεί το καθαρό κέρδος.

Μοντελοποίηση του προβλήματος:

1. Μεταβλητές:

Οι αριθμοί βαλβίδων τύπου A και B που παράγονται ανά ώρα - x_1, x_2

2. Περιορισμοί:

Δεν υπάρχουν προφανείς περιορισμοί που να προέρχονται είτε από την παραγωγική διαδικασία είτε από τις δυναμικότητες των τριών φάσεων. Μοναδικός περιορισμός είναι ο χρόνος, ουσιαστικά οι ωριαίοι ρυθμοί παραγωγής των βαλβίδων.

Τόρνος (φάση 1):

Σε 1 ώρα παράγει 30 βαλβίδες A ή 40 βαλβίδες B →

η μία μονάδα τύπου A παράγεται σε $1/30$ της ώρας,

ενώ η μία μονάδα τύπου B στο $1/40$ της ώρας →

οι x_1 μονάδες A σε $x_1/30$ ώρες και οι x_2 μονάδες B σε $x_2/40$ ώρες →

συνολικός απαιτούμενος χρόνος: $x_1/30 + x_2/40$ →

Ο χρονικός περιορισμός του τόρνου είναι: $x_1/30 + x_2/40 \leq 1$ (ώρα)

Τρυπάνι (φάση 2):

σε 1 ώρα 28 βαλβίδες A ή 35 βαλβίδες B →

η μία μονάδα A παράγεται σε $1/28$ της ώρας και μία μονάδα B στο $1/35$ →

οι x_1 μονάδες A σε $x_1/28$ και οι x_2 μονάδες B σε $x_2/35$ →

συνολικός χρόνος: $x_1/28 + x_2/35$ →

ο χρονικός περιορισμός του τρυπανιού είναι: $x_1/28 + x_2/35 \leq 1$ (ώρα)

Λειαντήρας (φάση 3):

σε 1 ώρα 30 βαλβίδες A ή 25 βαλβίδες B →

η μία μονάδα A σε $1/30$ της ώρας, ενώ η μία μονάδα B στο $1/25$ →

οι x_1 μονάδες σε $x_1/30$ και οι x_2 σε $x_2/25$ συνολικός χρόνος: $x_1/30 + x_2/25$ →

ο περιορισμός που προκύπτει είναι: $x_1/30 + x_2/25 \leq 1$ (ώρα)

Κόστος κάθε βαλβίδας τύπου A:

Στον τόρνο, εφόσον σε 1 ώρα παράγονται 30 μονάδες και το ωριαίο κόστος λειτουργίας είναι 20 €, συνεπάγεται ότι το κόστος της κάθε μονάδας είναι 20/30 €

Στο τρυπάνι (με το ίδιο σκεπτικό) προκύπτει ότι το κόστος είναι 14/28 €

Στο λειαντήρα το κόστος παραγωγής της κάθε μονάδας είναι 20/30 €

Συνολικό κόστος παραγωγής μιας μονάδας τύπου A: $20/30 + 14/28 + 20/30 = 11/6$ €

Κόστος κάθε βαλβίδας τύπου B:

Με την ίδια ανάλυση και αθροίζοντας τις επιμέρους δαπάνες στις 3 μηχανές προκύπτει ότι το συνολικό κόστος παραγωγής της κάθε μονάδας είναι:

$$20/30 + 14/28 + 20/30 = 11/6 \text{ €}$$

Καθαρό κέρδος από την πώληση κάθε μονάδας

Κέρδος από την πώληση κάθε μονάδας τύπου A:

$$5\text{€} - (2\text{€} + 11/6\text{€}) = 7/6\text{€}$$

Κέρδος από την πώληση κάθε μονάδας τύπου B:

$$6\text{€} - (3\text{€} + 17/10\text{€}) = 13/10\text{€}$$

Συνολικό κέρδος παραγωγής ανά ώρα:

$$(7/6) * x_1 + (13/10) * x_2$$

Τελικό Μοντέλο

$$\max F = \frac{7}{6} * X_1 + \frac{13}{10} * X_2$$

Με τους περιορισμούς

$$X_1/30 + x_2/40 \leq 1$$

$$X_1/28 + x_2/35 \leq 1$$

$$X_1/30 + x_2/25 \leq 1$$

$$X_1, X_2 \geq 0$$

1 (επιχειρησιακή έρευνα, www.samos.aegean.gr/actuar/)

1(Μουστάκα Σ., (2012), «Ο ρόλος της επιχειρησιακής έρευνας στην διοίκηση και διαχείριση έργου», Σχολή Διοίκησης και Τεχνολογίας, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Ηρακλείου Κρήτης.)

3.2 Μέθοδος Επίλυσης SIMPLEX

Η μέθοδος simplex αναπτύχθηκε από τον George Dantzig ως μία μέθοδος επίλυσης για το γενικό πρόβλημα του Γραμμικού Προγραμματισμού. Πρόκειται για την πιο πολυχρησιμοποιημένη μέθοδο επίλυσης Γραμμικού Προγραμματισμού γιατί είναι σχετικά εύκολη και επίσης επρόκειτο για μία επαναληπτική αλγεβρική μέθοδο όπου βρίσκει την βέλτιστη λύση.

Για να μπορέσουμε να βρούμε τη βέλτιστη λύση θα πρέπει η αντικειμενική συνάρτηση να διέρθει από την κορυφή του χώρου πολιτικής. Η simplex είναι μια μέθοδος που προσφέρει τυποποιημένη επαναληπτική διαδικασία συστηματικής αναζήτησης του μεγίστου ή του ελαχίστου της αντικειμενικής συνάρτησης από κορυφή σε κορυφή του χώρου πολιτικής, με τον περιορισμό ότι ο χώρος πολιτικής είναι κυρτός. Για να γίνει αυτό χρειάζεται ένα μέσο εντοπισμού του αρχικού οριακού σημείου από όπου θα ξεκινάει η αναζήτηση μας, ένα μέσο μεταφοράς από το ένα οριακό σημείο στο άλλο όπου επιτυγχάνεται η προοδευτική βελτίωση της τρέχουσας λύσης και ένα μέσο αναγνώρισης της βέλτιστης μας λύσης με την προϋπόθεση ότι θα έχουν ελιχθεί και συγκριθεί όλα τα ακραία μας σημεία.

Για την επίλυση ενός προβλήματος γραμμικού προγραμματισμού με simplex θα πρέπει η αντικειμενική συνάρτηση και οι περιορισμοί να τεθούν σε κανονική μορφή.

Ένα πρόβλημα Γραμμικού Προγραμματισμού τίθεται σε κανονική μορφή όταν:

- Η αντικειμενική συνάρτηση ζητείται να μεγιστοποιηθεί.
- Οι μεταβλητές είναι μη αρνητικές.
- Στους περιορισμούς οι γραμμικές εκφράσεις των μεταβλητών είναι μικρότερες ή ίσες μίας μη αρνητικής σταθεράς.

3.2.1 Θεμελιώδεις Αρχές

Υπάρχουν κάποιες θεμελιώδεις αρχές στις οποίες στηρίζεται η μέθοδος simplex. Αυτές είναι οι εξής:

- Ο αριθμός των βασικών δυνατών λύσεων που τηρούν τους περιορισμούς μας είναι πεπερασμένος, άρα, και ο αριθμός των δυνατών μας λύσεων είναι πεπερασμένος.

- Το σύνολο των δυνατών λύσεων, ορίζει ένα κυρτό κλειστό σύνολο, ο χώρος πολιτικής.
- Κάθε βασική λύση αντιστοιχεί σε ακραίο σημείο του κυρτού κλειστού συνόλου και αντίστοιχα κάθε ακραίο σημείο αποτελεί δυνατή λύση του γραμμικού μας μοντέλου.
- Εάν υπάρχει μία δυνατή λύση του προβλήματος του Γραμμικού Προγραμματισμού τότε υπάρχει και μια βασική λύση του προβλήματος μας.
- Αν υπάρχει μία και μόνο βέλτιστη λύση, αυτή θα κείται σε ακραίο σημείο του χώρου πολιτικής, δηλαδή θα ταυτίζεται με μια βασική δυνατή λύση. Αν υπάρχουν περισσότερες από μία βέλτιστες λύσεις, τότε δύο τουλάχιστον από αυτές βρίσκονται σε γειτονικά ακραία σημεία.
- Τέλος, εάν μία ακραία δυνατή λύση είναι καλύτερη από όλες τις γειτονικές της τότε είναι η βέλτιστη λύση.

3.3 Μη Γραμμικός Προγραμματισμός

Η σημασία του Γραμμικού Προγραμματισμού στην Επιχειρησιακή Έρευνα έχει ήδη γίνει αντιληπτή από όσα αναφέρθηκαν προηγουμένως. Η ευρεία χρήση μεθόδων Γραμμικού Προγραμματισμού δικαιολογείται από μία σειρά πλεονεκτημάτων τα οποία απορρέουν της εφαρμογής της εν λόγω μεθόδου. Από την άλλη πλευρά, όμως, για την εφαρμογή των μεθόδων αυτών απαιτείται όλες οι συναρτήσεις (αντικειμενική και περιορισμοί) που υπεισέρχονται στο πρόβλημα να είναι γραμμικές. Αυτή η απαίτηση ικανοποιείται συχνά άλλα υπάρχουν όμως και περιπτώσεις στις οποίες το πρόβλημα εκφράζεται μαθηματικά και από μη-γραμμικές συναρτήσεις.

Σε αυτές τις περιπτώσεις μπορεί να έχουμε δυο επιλογές: κάποιες φορές είναι δυνατόν να μετασχηματίσουμε κατάλληλα το πρόβλημα και να το προσεγγίσουμε γραμμικά, άλλες φορές, όμως, αυτό δεν γίνεται, κατά συνέπεια είναι αναγκαίο να επιλύσουμε το πρόβλημα με την μη γραμμική μορφή του. Για το λόγο αυτό έχουν αναπτυχθεί οι μέθοδοι μη Γραμμικού Προγραμματισμού.

3.4 Ακέραιος Προγραμματισμός (Integer Programming)

Μια από τις προϋποθέσεις εφαρμογής του Γραμμικού Προγραμματισμού, είναι η διαιρετότητα των μεταβλητών απόφασης. Σε ένα κλασικό γραμμικό πρόβλημα, οι μεταβλητές μπορούν να λάβουν οποιαδήποτε πραγματική τιμή. Υπάρχει όμως μεγάλος αριθμός προβλημάτων στα οποία ορισμένες μεταβλητές θα πρέπει να λαμβάνουν μόνο ακέραιες τιμές. Τέτοιες μεταβλητές είναι, για παράδειγμα, αυτές που υποδηλώνουν αριθμό εργατών, αριθμό εργοστασιακών μονάδων, κτλ.

Στην περίπτωση αυτή εφαρμόζεται η μέθοδος Ακέραιου Προγραμματισμού. Ειδικότερα, ορίζεται ότι:

«Κάθε μοντέλο βελτιστοποίησης στο οποίο οι μεταβλητές απόφασης λαμβάνουν μη κλασματικές ή διακεκριμένες τιμές κατατάσσεται ως πρόβλημα Ακέραιου Προγραμματισμού»(Ακέραιος προγραμματισμός www.ntua.gr)

Συνεπώς, τα προβλήματα Γραμμικού Προγραμματισμού, στα οποία όλες οι μεταβλητές απόφασης περιορίζονται να πάρουν ακέραιες τιμές εμπίπτουν στο πεδίο του ακέραιου προγραμματισμού. Επιπλέον, τα προβλήματα στα οποία ο περιορισμός ακεραιότητας δεν ισχύει για το σύνολο των χρησιμοποιούμενων μεταβλητών, αλλά για μερικές από αυτές, ονομάζονται προβλήματα «Μικτού Γραμμικού Προγραμματισμού».

Μια απλή μέθοδος επίτευξης «ακέραιης λύσης» σε ένα πρόβλημα Ακέραιου Γραμμικού Προγραμματισμού συνίσταται στο να επιλυθεί αυτό με τη μέθοδο simplex, και στη συνέχεια, να στρογγυλευθούν στον πλησιέστερο ακέραιο οι τιμές των μεταβλητών οι οποίες παίρνουν ρητές τιμές (μη ακέραιες). Μία τέτοια διαδικασία είναι πολύ επικίνδυνη, όσο απλή κι αν φαίνεται, γιατί μπορεί να καταλήξει είτε σε υποβέλτιστες λύσεις, κατώτερες δηλαδή της πραγματικά βέλτιστης ακέραιης λύσης, είτε σε λύσεις μη πραγματοποιήσιμες, που παραβιάζουν δηλαδή τουλάχιστον έναν από τους περιορισμούς του προβλήματος.

Σε περιπτώσεις που οι μεταβλητές απόφασης είναι φραγμένες, παίρνουν δηλαδή περιορισμένο αριθμό ακέραιων τιμών, οι ιδεώδεις μέθοδοι επίλυσης είναι οι μέθοδοι τύπου διακλάδωση και οριοθέτηση (branch and bound methods) οι οποίες στηρίζονται σε μια έμμεση απαρίθμηση των δυνατών ακέραιων λύσεων που επιδέχεται το πρόβλημα.

Ωστόσο, θα πρέπει να διευκρινιστεί ότι υπάρχουν και άλλες μέθοδοι Ακέραιου Γραμμικού Προγραμματισμού, όπως για παράδειγμα οι δυο μέθοδοι των τεμνόντων επιπέδων του Gomory (cutting plane methods).

3.5 Πολυκριτήρια Ανάλυση

Η αδυναμία των υπαρχόντων μοντέλων να αντιμετωπίσουν τα πολυδιάστατα πραγματικά προβλήματα των επιχειρήσεων, με χρήση ενός μοναδικού κριτηρίου, οδήγησε στην ανάπτυξη της Πολυκριτήριας Ανάλυσης. Τα Πολυκριτήρια προβλήματα, λόγω της παρουσίας πολλαπλών και αντικρουόμενων μεταξύ τους κριτηρίων αξιολόγησης των εναλλακτικών αποφάσεων, είναι προβλήματα με χαμηλό βαθμό δόμησης.

Κατά συνέπεια, το πλήθος των κριτηρίων και η πολυπλοκότητα των μεταξύ τους σχέσεων, έχουν επίδραση στο σύστημα προτιμήσεων του αποφασίζοντος, το οποίο με τη σειρά του χαρακτηρίζεται, και αυτό, από χαμηλό βαθμό δόμησης. Συμπεραίνεται λοιπόν ότι οι λαμβανόμενες αποφάσεις ανήκουν στη κατηγορία των ημιδομημένων αποφάσεων, γεγονός που δημιουργεί την ανάγκη για υποστήριξη του αποφασίζοντος μέσω της ανάπτυξης κατάλληλων πολυκριτήριων μοντέλων.

Τέσσερις είναι σήμερα οι κυρίαρχες τάσεις στη Πολυκριτήρια λήψη αποφάσεων:

- Ο πολυκριτήριος μαθηματικός προγραμματισμός (Multiobjective mathematical programming).

Πρόκειται για μοντέλα μαθηματικού προγραμματισμού με περισσότερες από μια αντικειμενικές συναρτήσεις. Εδώ επικρατούν δύο προβληματικές όσον αφορά τον τρόπο που λαμβάνονται οι αποφάσεις. Σύμφωνα με τη πρώτη, την ονομαζόμενη αλληλεπιδραστική (interactive), η πορεία προς τη λήψη της τελικής απόφασης γίνεται χωρίς καμία αναφορά στη συνάρτηση χρησιμότητας από τον αποφασίζοντα, ο οποίος διαμορφώνει την υποκειμενική του αντίληψη για τη σημαντικότητα των κριτηρίων και κάνει τις επιλογές του, που αφορούν το επίπεδο προσέγγισης των στόχων του (Benayoun et al., 1971). Κατά τη δεύτερη, την ορθολογική, κατασκευάζεται το ίδιο το μοντέλο του αποφασίζοντος, που χρησιμοποιείται ακολούθως στην ανάδειξη των αποφάσεων μέγιστης χρησιμότητας (Geoffrion et al., 1972; Zionts and Wallenius, 1976; Jacquet-Lagrèze et al., 1987).

- Η θεωρία Πολυκριτήριας χρησιμότητας (Multiattribute Utility Theory - MAUT)

Έχει τις ρίζες της στις αρχές των Adams και Fagot (1959) Yntena and Torgerson (1961), Miler and Starr (1969) που αναπτύχθηκαν στη δεκαετία

το '60. Οι Roy and Vincke το 1984 διατύπωσαν το αξίωμα της ολικής και μεταβατικής συγκρισιμότητας, με το οποίο διερευνούνται εκείνες οι ιδιότητες που χαρακτηρίζουν ένα σύστημα προτιμήσεων, ώστε αυτό να μπορεί να εκφραστεί από ένα συγκεκριμένο μοντέλο χρησιμότητας, ενώ παράλληλα υποδεικνύει μεθοδολογικά πλαίσια για την εκτίμηση των συναρτήσεων χρησιμότητας (Fishburn, 1977; Huber, 1974; Keeney και Raiffa, 1976; Vincke, 1985).

- Οι σχέσεις υπεροχής
(outranking relations)

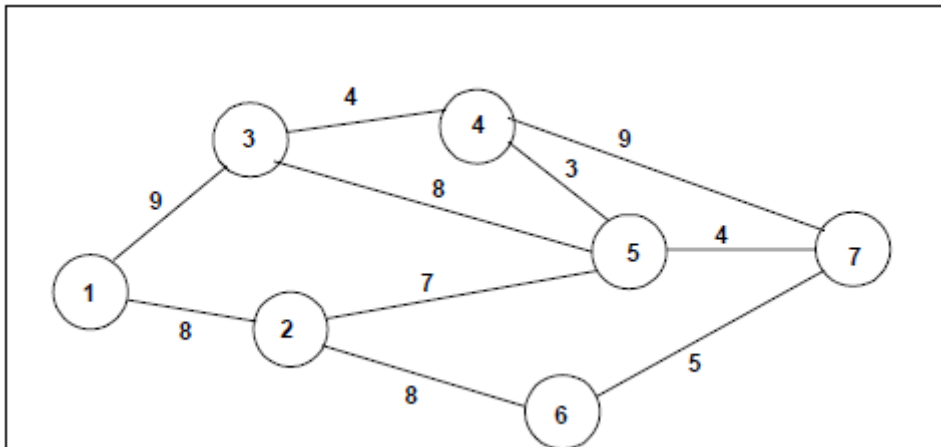
Σύμφωνα με τις οποίες προκειμένου να ληφθεί η τελική απόφαση δεν είναι πάντα αναγκαία αλλά ούτε και ρεαλιστική η πλήρης διάταξη των εναλλακτικών επιλογών, γεγονός που προκύπτει από το αξίωμα της ολικής και μεταβατικής συγκρισιμότητας. Η θεωρία αυτή εφαρμόστηκε από τον Roy (1968) σε συνδυασμό με τις μεθόδους ELECTRE στην ανάλυση συμπεριφοράς (Roy, 1985, Roy and Bouyssou, 1993). Οι μέθοδοι αυτές βασίζονται στη δυαδική σχέση των προτιμήσεων μέσα από τις ανά ζεύγη συγκρίσεις των εναλλακτικών ενεργειών.

- Η ανάλυση μονότονης παλινδρόμησης
(ordinal regression).

Στη μέθοδο αυτή γίνεται χρήση μοντέλων ανάλυσης παλινδρόμησης στη προσπάθεια προσέγγισης της συλλογιστικής των αποφασιζόντων. Με τη μεθοδολογία αυτή καθορίζεται αφενός μεν ένα σύνολο εναλλακτικών επιλογών, αφετέρου δε ένα σύνολο κριτηρίων που τις χαρακτηρίζουν, ενώ καταγράφονται και οι προτιμήσεις των αποφασιζόντων. Τελικά γίνεται η εκτίμηση ενός αναλυτικού μοντέλου χρησιμότητας, το οποίο αναπαριστά με βέλτιστο τρόπο τις προτιμήσεις των αποφασιζόντων. Με βάση το μοντέλο της γραμμικής παλινδρόμησης, οι Hammond et al. (1977), παρουσίασαν το POLICY, ένα αλληλεπιδραστικό σύστημα ανάλυσης των προτιμήσεων του αποφασίζοντος. Οι Jacquet-Lagrèze και Siskos (1982) παρουσίασαν το μοντέλο μονότονης παλινδρόμησης UTA, ενώ το 1983 οι Siskos και Γιαννακόπουλος παρουσίασαν μια βελτιωμένη έκδοσή του, το μοντέλο UTASTAR.

3.6 Ανάλυση Δικτύων

Ένα δίκτυο αναπαρίσταται με τη μορφή διαγράμματος, το οποίο αποτελείται από μία συλλογή κόμβων (nodes) που παριστάνονται με κύκλους και οι οποίοι συνδέονται μεταξύ τους με γραμμές, οι οποίες ονομάζονται ακμές (arcs, branches). βασική υπόθεση είναι ότι υπάρχει ροή μεταξύ των κόμβων διαμέσου των ακμών. Στην ακόλουθη εικόνα παρουσιάζεται ένα δίκτυο αποτελούμενο από επτά κόμβους και δέκα ακμές.



Εικόνα 7: Παράδειγμα Δικτύου με κόμβους και ακμές.

Το διάγραμμα μοιάζει με ένα χάρτη στον οποίο οι ακμές ενδεχομένως παριστάνουν πόλεις και οι γραμμές δρόμους με τους οποίους συνδέονται. Το σχήμα είναι μία αναπαράσταση, ένα μοντέλο δηλαδή ενός πραγματικού δικτύου και επομένως δεν θα πρέπει να αναμένεται πάντα ακριβή απεικόνιση των στοιχείων που αποτελούν το πραγματικό σύστημα σε κλίμακα.

Κάθε κόμβος συμβολίζεται με έναν αριθμό ή γράμμα ή λέξη. Οι αριθμοί αυτοί μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το συμβολισμό των ακμών. Για παράδειγμα λέμε ότι: «ο κόμβος 2 συνδέεται άμεσα με τον κόμβο 5 και η σύνδεση αυτή επιτυγχάνεται μέσω της ακμής 2-5». Κάθε ακμή που συνδέει δύο κόμβους συνοδεύεται από ένα αριθμό, ο οποίος μπορεί να παριστάνει το μήκος της διαδρομής της ακμής αυτής, το χρόνο που απαιτείται για τη διαδρομή, το κόστος της ακμής, τον παράγοντα του κινδύνου ή κάποια άλλη ποσότητα, η οποία προκύπτει όταν πραγματοποιηθεί η διαδρομή από τον ένα κόμβο στον άλλο. Οι ακμές του παραπάνω δικτύου ονομάζονται μη προσανατολισμένες (undirected arcs), επειδή επιτρέπεται η ροή και προς τα δύο άκρα τους. Στις περιπτώσεις που απαγορεύεται η ροή προς κάποια κατεύθυνση, χρησιμοποιούνται προσανατολισμένες ακμές, στις οποίες επιτρέπεται η ροή μόνο προς μία κατεύθυνση και αυτό διακρίνεται φαίνεται με τη χρήση βελών προς κάποια συγκεκριμένη κατεύθυνση. Μία ακολουθία συνεχόμενων ακμών ορίζει ένα μονοπάτι (path). Ένα μονοπάτι

μπορεί να αποτελεί ένα κύκλο (cycle), όταν μπορεί να κανείς επιστρέψει στον κόμβο από τον οποίο έγινε η εκκίνηση χωρίς να περάσει από την ίδια ακμή. Όταν υπάρχει τουλάχιστον ένα μονοπάτι που μπορεί να συνδέσει κάθε δυάδα κόμβων ενός δικτύου τότε το δίκτυο ονομάζεται συνεκτικό (connected) δίκτυο. Όταν το δίκτυο δεν περιέχει κύκλους, τότε είναι ένα δέντρο (tree). Ένα δέντρο που συνδέει όλους τους κόμβους ενός δικτύου ονομάζεται ζευγνύον δέντρο (spanning tree).

Σύστημα	Κόμβοι	Ακμές	Τιμή στις ακμές	Ροή
Συγκοινωνιακό δίκτυο	Πόλεις, Διασταυρώσεις, Σταθμοί επιβατών, Στάσεις	Δρόμοι, Αεροδιάδρομοι, Γραμμές τρένων, κλπ	Απόσταση, Χρόνος ταξιδιού, Κόστος	Οχήματα, Μέσα μεταφοράς
Γραμμή παραγωγής	Σταθμοί επεξεργασίας	Ταινίες μεταφοράς	Χρόνος/κόστος μεταφοράς	Ημικατεργασμένα προϊόντα, Εργασίες
Δίκτυο υπολογιστών	Υπολογιστές, Εκτυπωτές, Άλλοι πόροι	Καλώδια, Συνδέσεις ασύρματης επικοινωνίας	Μήκος καλωδίου, Ύπαρξη σύνδεσης (ασύρματη), Κόστος	Δεδομένα
Δίκτυο υδροδότησης ή άρδευσης	Σημεία κατανάλωσης νερού, Αντλιοστάσια	Σωληνώσεις	Μήκος, Κόστος	Νερό

Εικόνα 8: Παραδείγματα μοντελοποίησης δικτύων.

3.6.1 Παράδειγμα Μοντελοποίησης: Προσδιορισμός συντομότερης διαδρομής

Ο στόχος είναι να εντοπιστεί η συντομότερη διαδρομή (shortest route - path), δηλαδή εκείνη με το μικρότερο συνολικό μήκος ακμών (ή κόστος, χρονική διάρκεια, κίνδυνο κλπ), από μία αφετηρία προς ένα κόμβο τερματισμού (προορισμό). Η τεχνική της συντομότερης διαδρομής (αλγόριθμος) στηρίζεται στο γεγονός ότι σε κάθε βήμα μπορεί να βρεθεί ένας τουλάχιστον κόμβος, για τον οποίο η διαδρομή από την αφετηρία μέχρι αυτόν δεν μπορεί να βελτιωθεί περαιτέρω. Τότε, ο κόμβος αυτός ονομάζεται μόνιμος ή λυμένος (permanent). Στη συνέχεια, εξετάζεται αν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο κόμβος αυτός ως ενδιάμεσος, βελτιώνοντας προσωρινές διαδρομές που έχουν βρεθεί για τους υπόλοιπους κόμβους του δικτύου συμπεριλαμβανόμενου και του προορισμού. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται μέχρι να γίνει μόνιμος ο προορισμός ή, αν θέλουμε να βρούμε τη συντομότερη διαδρομή προς κάθε άλλο κόμβο από την αφετηρία, τότε ο αλγόριθμος τερματίζει όταν όλοι οι κόμβοι γίνουν μόνιμοι.

Μέθοδος εντοπισμού συντομότερης διαδρομής :

1. Ξεκινάμε από την αφετηρία. Δεν υπάρχει προφανώς συντομότερη διαδρομή από την αφετηρία στον εαυτό της, οπότε ο πρώτος κόμβος γίνεται μόνιμος.
2. Εντοπίζουμε όλους τους κόμβους που συνδέονται άμεσα με την αφετηρία (δηλαδή μέσω μίας ακμής). Σημειώνουμε το μήκος των διαδρομών από την αφετηρία προς τους κόμβους αυτούς (προσωρινό μήκος διαδρομής). Επιλέγουμε έναν άμεσα συνδεδεμένο κόμβο, τον πλησιέστερο στην αφετηρία. Ο κόμβος αυτός ονομάζεται μόνιμος και μπαίνει σ' ένα σύνολο μόνιμων κόμβων μαζί με την αφετηρία.
3. Εντοπίζουμε όλους τους κόμβους που συνδέονται άμεσα με τουλάχιστον ένα από τους κόμβους του συνόλου των μόνιμων κόμβων. Σημειώνουμε το μήκος των διαδρομών από την αφετηρία προς τους κόμβους αυτούς (προσωρινό μήκος διαδρομής).
4. Από τους παραπάνω κόμβους επιλέγεται εκείνος με τη συντομότερη διαδρομή και εισέρχεται στο σύνολο των μόνιμων κόμβων. Η διαδρομή από την αφετηρία προς αυτόν δεν επιδέχεται περαιτέρω βελτίωση. Αν υπάρχει ισοβάθμηση επιλέγουμε αυθαίρετα έναν από τους ισοβαθμούντες.
5. Επαναλαμβάνουμε τα βήματα 3 και 4 μέχρι να γίνει μόνιμος ο προορισμός ή μέχρι να καταστούν όλοι οι κόμβοι μόνιμοι.

3.6.2 Παράδειγμα Μοντελοποίησης: Ελάχιστες ζεύξεις δένδρου

Ενώ στο πρόβλημα της συντομότερης διαδρομής ο στόχος είναι να εντοπιστεί η διαδρομή μικρότερης απόστασης (ή κόστους, χρόνου) από μία αφετηρία προς ένα τελικό κόμβο προορισμού, στο πρόβλημα του ελάχιστου ζευγνύοντος δέντρου (minimal spanning tree) εξετάζεται ένα δίκτυο ως ένα σύνολο κόμβων που πρέπει να επικοινωνούν όλοι μεταξύ τους. Εδώ η απαίτηση είναι ότι όλοι οι κόμβοι πρέπει να επικοινωνούν άμεσα ή έμμεσα μεταξύ τους, δηλαδή να συνδέονται μέσω ενός συνόλου ακμών, των οποίων το συνολικό κόστος (απόσταση, χρονική διάρκεια, κλπ) να είναι το ελάχιστο δυνατό.

Μέθοδος εντοπισμού του ελάχιστου ζευγνύοντος δέντρου :

1. Επιλέγουμε αυθαίρετα ένα οποιοδήποτε κόμβο του δικτύου για να ξεκινήσουμε. Ο κόμβος αυτός εισέρχεται πρώτος στο σύνολο των συνδεδεμένων κόμβων.

2. Συνδέουμε τον προηγούμενο κόμβο με αυτόν που βρίσκεται πιο κοντά του από τους άμεσα συνδεδεμένους. Ο εν λόγω κόμβος εισέρχεται στο σύνολο των συνδεδεμένων.
3. Εντοπίζουμε τον κόμβο που είναι πιο κοντά σε κάποιον από τους συνδεδεμένους κόμβους και τον συνδέουμε και αυτόν. Σε περίπτωση ισοβάθμησης επιλέγουμε αυθαίρετα ένα από τους ισοβαθμούντες κόμβους. Τότε, πιθανώς υπάρχει εναλλακτική λύση.
4. Επαναλαμβάνουμε το βήμα 3 μέχρι να συνδεθούν όλοι οι κόμβοι.

Το δίκτυο που θα προκύψει αν διατηρηθούν ενεργές μόνο οι ακμές που χρησιμοποιήθηκαν από την παραπάνω διαδικασία, είναι ένα δέντρο και το πλήθος των ακμών του είναι όσο το πλήθος των κόμβων του δικτύου μείον ένα. Προφανώς σε ένα δίκτυο μπορούμε να βρεθούν πολλά υποδίκτυα που να είναι δέντρα, δηλαδή να μην περιέχουν κύκλους και να έχουν ακμές όσο το πλήθος των κόμβων μείον ένα. Το ελάχιστο ζευγνύον δέντρο όμως, είναι εκείνο που κατασκευάζεται με την παραπάνω περιγραφείσα διαδικασία και συνδέει όλους τους κόμβους άμεσα ή έμμεσα με ελάχιστο συνολικό κόστος ακμών.

3.6.3 Παράδειγμα Μοντελοποίησης: Το πρόβλημα της μέγιστης ροής

Αφορά, το πρόβλημα της δυναμικότητας ροής διαμέσου των ακμών, όταν η ροή διαμέσου των ακμών περιορίζεται ως προς το πλήθος (ή τον όγκο ή άλλη μονάδα μέτρησης) των αντικειμένων, που μπορούν να περάσουν από αυτές στη μονάδα του χρόνου, ή γενικότερα σε ένα ορίζοντα προγραμματισμού. Ο αντικειμενικός μας στόχος είναι να μεγιστοποιηθεί η ροή από έναν κόμβο, ο οποίος θεωρείται η πηγή (origin, source), σε έναν άλλο κόμβο, ο οποίος θεωρείται ο δέκτης (sink, destination), όταν οι ενδιάμεσες ακμές περιορίζουν τη συνολική ροή του συστήματος, χαρακτηριζόμενες από τη δυναμικότητα ροής τους.

Η μέθοδος εντοπισμού της μέγιστης ροής :

1. Επιλέγουμε αυθαίρετα ένα μονοπάτι από την πηγή προς το δέκτη με θετική (μη μηδενική) δυναμικότητα ροής.

2. Αναπροσαρμόζουμε τις δυναμικότητες ροής των ακμών του μονοπατιού, αφαιρώντας τη δυναμικότητα ροής του απ' όλες τις δυναμικότητες των ακμών του προς την κατεύθυνση του δέκτη.
3. Αναπροσαρμόζουμε τις δυναμικότητες ροής των ακμών του μονοπατιού, προσθέτοντας τη δυναμικότητα ροής του σε όλες τις δυναμικότητες των ακμών του προς την κατεύθυνση της πηγής.
4. Ελέγχουμε αν υπάρχει μονοπάτι με θετική δυναμικότητα ροής προς το δέκτη. Αν ναι, επαναλαμβάνουμε από το βήμα 1, διαφορετικά έχουμε εντοπίσει την άριστη λύση.

3.7 Θεωρία Παιγνίων (Game Theory)

Η μεθοδολογία της Θεωρίας Παιγνίων χρησιμοποιείται στη λήψη των αποφάσεων για να περιγράψει καταστάσεις ανταγωνιστικής αλληλεξάρτησης και να δώσει απάντηση στα αντίστοιχα προβλήματα όπου εμπλέκονται περισσότεροι από ένας λήπτες αποφάσεων ταυτόχρονα.

Ως παίγνιο (game) θεωρείται εκείνη η κατάσταση λήψης απόφασης, κατά την οποία δύο ή περισσότεροι ορθολογικοί παίκτες με αντικρουόμενα ενδιαφέροντα επιλέγουν τρόπους ενέργειας, που δημιουργούν συνθήκες ανταγωνιστικής αλληλεξάρτησης. Τα στοιχεία του παιγνίου είναι οι παίκτες, οι κανόνες που διέπουν το παίγνιο, οι πληροφορίες που υπάρχουν κατά τη διάρκεια του παιγνίου, η αξιολόγηση των διάφορων αποτελεσμάτων από τους παίκτες και οι μεταβλητές (απόφασης) που ελέγχονται από αυτούς. Τα στοιχεία αυτά είναι κοινά σε όλες τις ανταγωνιστικές καταστάσεις και αποτελούν το θεμέλιο λίθο της θεωρίας παιγνίων.



Εικόνα 9: Βασικές έννοιες Θεωρίας Παιγνίων.

Ο «παίκτης» θεωρείται ως αυτόνομη μονάδα λήψης της απόφασης, παρά το γεγονός ότι δεν ελέγχει όλους τους παράγοντες που επηρεάζουν το αποτέλεσμα του παιχνιδιού. Στρατηγική ενός παίκτη είναι το σύνολο των κανόνων που ορίζουν τις εφικτές επιλογές που οφείλει να ακολουθεί σε κάθε κίνησή του μέχρι το τέλος του παιχνιδιού, γνωρίζοντας όλες τις πληροφορίες που αφορούν τις κινήσεις του αντίπαλου παίκτη. Στενά συνδεδεμένο με τη στρατηγική είναι το αποτέλεσμα του παιχνιδιού, το οποίο για κάθε παίκτη εξαρτάται από τη δική του στρατηγική και από τις στρατηγικές των ανταγωνιστών του. Όταν προσδιοριστεί η άριστη στρατηγική όλων των παικτών, τότε έχει βρεθεί και η λύση του παιχνιδιού.

Η Θεωρία Παιγνίων διέπεται από την παραδοχή ότι ο αριθμός των παικτών (n) είναι πεπερασμένος, $n \geq 2$. Πάινιο μηδενικού αθροίσματος (zero-sum game) είναι εκείνο, στο οποίο το κέρδος του ενός παίκτη είναι ίσο με τη ζημιά του άλλου παίκτη ή των άλλων παικτών. Αντίθετα, αν αυτό δεν συμβαίνει, επειδή κάποιο τρίτο μέρος λαμβάνει ορισμένες πληρωμές, τότε πρόκειται για πάινιο μη-μηδενικού αθροίσματος (nonzero-sum game). Ένα πάινιο δύο-παικτών μηδενικού-αθροίσματος περιγράφεται συνήθως με έναν πίνακα αποτελεσμάτων ή πληρωμών (payoff matrix), δηλαδή έναν πίνακα που δείχνει ποιες πληρωμές πρέπει να γίνουν μετά την εύρεση της λύσης του παιχνιδιού.

3.8 Χρήση Λογισμικού LINDO και SOLVER¹

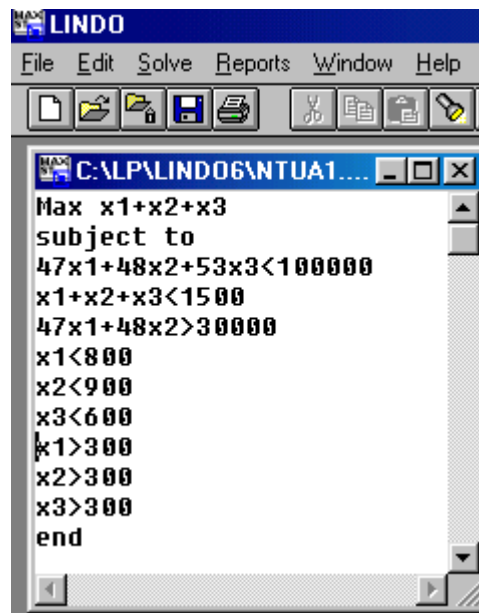
Η σημασία τις επιχειρηματικής έρευνας έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη διαφόρων ειδών λογισμικού. Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα αναλυθούν δύο από αυτά τα οποία πρόκειται για την LINDO και το SOLVER.

Η LINDO ή Linear Interactive and Discrete Optimizer επρόκειτο για κατηγορία λογισμικού που χρησιμοποιείτε για την επίλυση προβλημάτων γραμμικού προγραμματισμού. Το λογισμικό αυτό είναι από τα δημοφιλέστερα του είδους, διακρίνεται δε για την ευκολία στον χειρισμό του, καθώς, το μόνο που χρειάζεται είναι ο χρήστης να κάνει εισαγωγή του πρωτότυπου, ενώ, οι υπόλοιπες λειτουργίες λειτουργούν αυτοματοποιημένα. Η LINDO κυκλοφορεί σε διάφορες εκδόσεις, ανάλογα με τον αριθμό των μεταβλητών και των περιορισμών που μπορεί να χειριστεί, αλλά και το περιβάλλον εργασίας (MS-DOS, Windows κλπ.) στο οποίο λειτουργεί. Επίσης η LINDO παρέχει βιβλιοθήκη τύπου .DLL (Dynamic Link Library), η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τις γλώσσες προγραμματισμού Fortran, Visual Basic και C (στις εκδόσεις όπου οι γλώσσες αυτές υποστηρίζουν τέτοιες βιβλιοθήκες). Με αυτόν τον τρόπο είναι δυνατή η ενσωμάτωση των αλγόριθμων επίλυσης της LINDO σε προγράμματα που έχουν κατασκευάσει οι χρήστες. Τέλος οι δυνατότητες της LINDO ως προς το μέγεθος προτύπου που μπορεί να επιλύσει και ως προς τον απαιτούμενο χρόνο για την επίλυση ενός προτύπου, είναι άμεσα συνδεδεμένα με τους μη μηδενικούς συντελεστές του προτύπου, το είδος του προτύπου και τα χαρακτηριστικά του υπολογιστή (μνήμη, ταχύτητα κλπ.). Χαρακτηριστικά αλγόριθμοι όπως η SIMPLEX μπορούν να συγκλίνουν πιο γρήγορα από ότι άλλοι αλγόριθμοι.

Παρακάτω αναφέρετε ένα παράδειγμα για τον τρόπο λειτουργίας της LINDO:

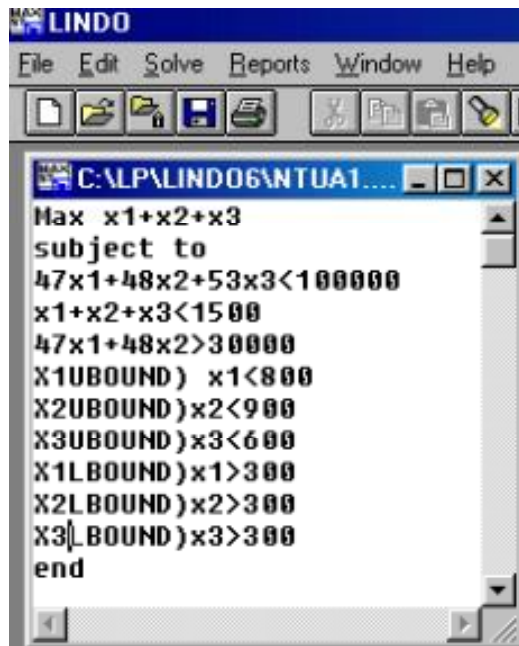
Μεγιστοποίηση: $x_1 + x_2 + x_3$
Υπό τους περιορισμούς: $47x_1 + 48x_2 + 53x_3 < 100.000$
 $x_1 + x_2 + x_3 < 1.500$
 $47x_1 + 48x_2 > 30.000$
 $300 < x_1 < 800$
 $300 < x_2 < 600$
 $300 < x_3 < 700$

Το παραπάνω παράδειγμα στο περιβάλλον της LINDO εμφανίζεται ως εξής:



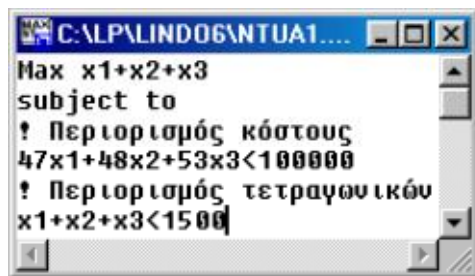
Εικόνα 10: Παράθυρο εργασίας της LINDO όπου φαίνεται το πρότυπο του παραδείγματος Κεραμοσκεπών.

Στην LINDO για να εισαχθεί ένα πρόβλημα θα πρέπει κάθε πρότυπο που εισάγεται να ξεκινά με την έκφραση Max ή Min π.χ. Max (το αν είναι κεφαλαία ή όχι δεν έχει σημασία). Οι μεταβλητές που χρησιμοποιούνται (π.χ. κλπ.), μπορούν να αποτελούνται το πολύ από οκτώ χαρακτήρες, ο δε πρώτος χαρακτήρας πρέπει να είναι γράμμα. Ένας περιορισμός στο πρότυπο μπορεί να λάβει κάποια ονομασία, αρκεί αυτή να προηγείται του περιορισμού και να τελειώνει με μια παρένθεση «)», όπως φαίνεται και παρακάτω:



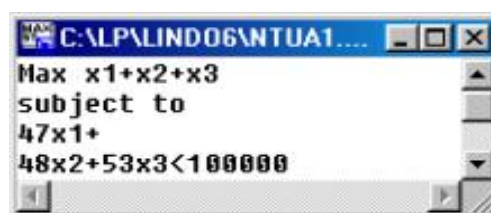
Εικόνα 11: Χρήση ονομασιών σε μεταβλητές της LINDO

Η LINDO επίσης δέχεται μόνο τα σύμβολα πρόσθεσης «+», αφαίρεσης «-», ισότητας «=» και ανισότητας «<», «>». Τα σύμβολα ανισότητας μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για την ισότητα με την μορφή «<=» ή «>=». Σε μια αριθμητική παράσταση (περιορισμό, εξίσωση), η παρένθεση δεν λαμβάνεται υπ' όψιν. Όλες οι πράξεις πραγματοποιούνται από αριστερά προς τα δεξιά. Αν ο χρήστης επιθυμεί να προσθέσει σχόλια στο πρότυπο, μπορεί να τα εισάγει, αφού πρώτα εισάγει («!») στην αρχή αυτών όπως γίνεται παρακάτω:



Εικόνα 12: Προσθήκη περιορισμών στο πρότυπο

Στη LINDO επίσης δίνεται η δυνατότητα η γραμμή του προτύπου να μπορεί να διασπαστεί εκτός από την περίπτωση συντελεστή και μεταβλητής που ακολουθεί, π.χ.:



Εικόνα 13: Επιτρεπτή

διάσπαση.

Από την άλλη στην LINDO δεν διαχωρίζονται κεφαλαία από μικρά γράμματα, πχ το x_1 είναι το ίδιο με το X_1 ως μεταβλητή, ενώ, στο δεξιό μέρος κάθε περιορισμού, επιτρέπεται να υπάρχουν μόνο αριθμητικές τιμές και στο αριστερό μέρος ενός περιορισμού επιτρέπονται μόνο οι μεταβλητές και οι συντελεστές τους επιτρέπονται δηλαδή συνάρτησης της μορφής $10x_1+20x_2<100$.

¹(Θεμιστοκλής Ν. Παναγιωτόπουλος «Οδηγός πραγματοποίησης εργασίας μαθήματος, Εργαστήριο Τεχνολογίας Γνώσης, Τμήμα Πληροφορικής, Πανεπιστήμιο Πειραιά)

¹(Επιχειρησιακή Έρευνα Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο - Τομέας Προγραμματισμού & διαχείρισης Τεχνικών Έργων(παράρτημα ii- ΕΠΙΛΥΣΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ LINDO))

Από την άλλη πλευρά ο SOLVER επρόκειτο για τμήμα του λογισμικού MICROSOFT EXCEL το οποίο σκοπό έχει όπως λέει και το όνομα του την επίλυση ενός μαθηματικού προβλήματος και για αυτό τον λόγο για την εισαγωγή δεδομένων χρησιμοποιείτε το λογιστικό φύλλο του EXCEL. Οι βασικότερες αρχές για τον χειρισμό του SOLVER είναι οι παρακάτω:

- Κάθε μεταβλητή του προβλήματος πρέπει να αντιστοιχιστεί σε ένα κελί του φύλλου εργασίας.
- Οι συντελεστές της αντικειμενικής συνάρτησης και των περιορισμών τοποθετούνται σε κελιά.
- Η αντικειμενική συνάρτηση αντιστοιχίζεται σε ένα κελί το οποίο μετά την επίλυση θα πάρει ως τιμή τη βέλτιστη τιμή της (αν υπάρχει).
- Τα δεξιά μέλη των περιορισμών τοποθετούνται σε κελιά.
- Τα αριστερά μέλη περιορισμών αλλά και η αντικειμενική συνάρτηση προκύπτουν ως πράξεις κελιών.

Επίσης στην SOLVER επειδή το γραμμικό μας πρότυπο αποτελείται από εξισώσεις που είναι κυρίως αθροίσματα γινωμένων και μεταβλητών χρησιμοποιούνται ,συνήθως, οι εντολές:

- SUMPRODUCT που έχει τη δυνατότητα να αθροίζει γινόμενα κελιών.
- Και η εντολή SUM που απλά αθροίζει τα στοιχεία στα κελιά.

Παρακάτω χρησιμοποιούμε ένα παράδειγμα επίλυσης SOLVER:

Ο Σχηματισμός της 69 ΑΔΤΕ επιθυμεί την κατασκευή κεραμοσκεπών σε Στρατόπεδα της Ζώνης Ευθύνης του για να αντικαταστήσει παλαιότερες σκεπές από φύλλα αμιαντοσιμέντου. Λόγω υπηρεσιακών αναγκών ο Σχηματισμός δεν δύναται να κατασκευάσει άνω των 1500 m² πραγματικής επιφάνειας κεραμοσκεπών. Για την κατασκευή των κεραμοσκεπών έχει διατεθεί κονδύλι 100.000 ΕΥΡΩ από την ΑΣΔΕΝ, ως τμήμα του ΕΜΠΑΕ 2001-2005.

Η 69 ΑΔΤΕ σκοπεύει να προχωρήσει σε απ' ευθείας ανάθεση του έργου και για τον λόγο αυτόν έχει αναθέσει στον Λόχο Μηχανικού του Σχηματισμού (69 ΛΜΧ) την εξεύρεση κατασκευαστών. Μετά από αξιολόγηση ο 69ΛΜΧ προτείνει τρεις κατασκευαστές των οποίων οι προσφορές και οι απαιτήσεις για να αναλάβουν την εργασία είναι οι παρακάτω:

Κατασκευαστής	ΠΡΩΤΟΣ(1)	ΔΕΥΤΕΡΟΣ(2)	ΤΡΙΤΟΣ(3)
Τιμή ανά m^2 (ΕΥΡΩ)	47	48	53
Ελάχιστα m^2 που αναλαμβάνει	300	300	300
Μέγιστα m^2 που αναλαμβάνει	800	600	700

Πίνακας 6: προσφορές κατασκευαστών

Για υπηρεσιακούς λόγους η 69 ΑΔΤΕ επιθυμεί την κατά το συντομότερο κατασκευή των κεραμοσκεπών για τον λόγο αυτόν προτίθεται να μοιράσει το έργο και στους τρεις κατασκευαστές. Επίσης, οι κατασκευαστές 1 και 2 είναι κουμπάροι και έχουν αποφασίσει ότι δεν θα αναλάβουν τμήμα του έργου αν δεν λάβουν και οι δύο μαζί τουλάχιστον 30.000 ΕΥΡΩ ώστε να μπορούν να αποπληρώσουν δάνειο που είχαν λάβει παλαιότερα. Να βρεθεί και να επιλυθεί προτύπου γραμμικού προγραμματισμού ώστε να μοιράζονται τα m^2 και στους τρεις κατασκευαστές με τέτοιο τρόπο που να μεγιστοποιείται το σύνολο των m^2 που θα κατασκευαστούν υπό τις ανωτέρω συνθήκες. Η λύση του συγκεκριμένου προβλήματος είναι η εξής:

Έστω x_{ii} το σύνολο των m^2 που θα αναλάβει ο κάθε κατασκευαστής ($i=1,2,3$). Η λύση του προτύπου Γραμμικού Προγραμματισμού είναι το:

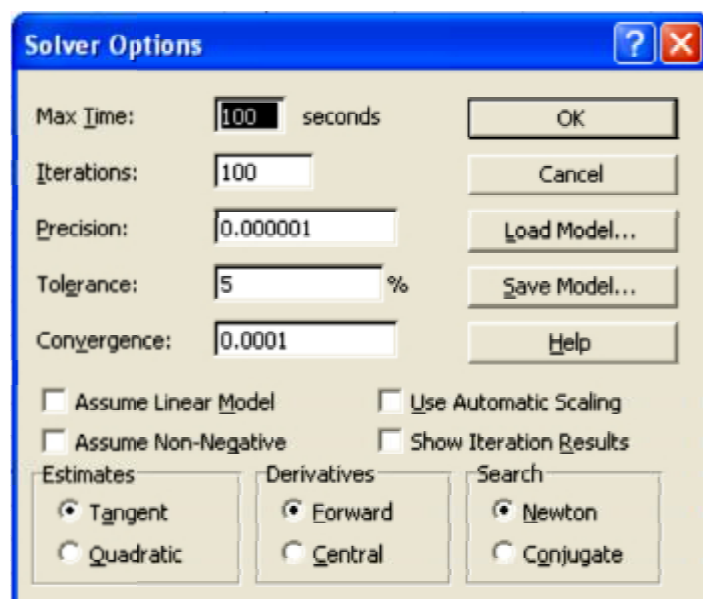
MAX	$x_1 + x_2 + x_3$	Μεγιστοποίηση
ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ	$47x_1 + 48x_2 + 53x_3 \leq 100000$	Περιορισμός Κονδυλίου
	$x_1 + x_2 + x_3 \leq 1500$	Περιορισμός Επιφάνειας
	$47x_1 + 48x_2 \geq 30000$	Περιορισμός Συμφωνίας Κατασκευαστών 1 & 2

	$300 \leq x_1 \leq 800$	Δυνατότητες Κατασκευαστή 1
	$300 \leq x_2 \leq 600$	Δυνατότητες Κατασκευαστή 2
	$300 \leq x_3 \leq 700$	Δυνατότητες Κατασκευαστή 3
	$x_1, x_2, x_3 \geq 0$	

Πίνακας 7: λύση του προβλήματος

Παρακάτω παρουσιάζεται πως επιλύεται με το SOLVER:

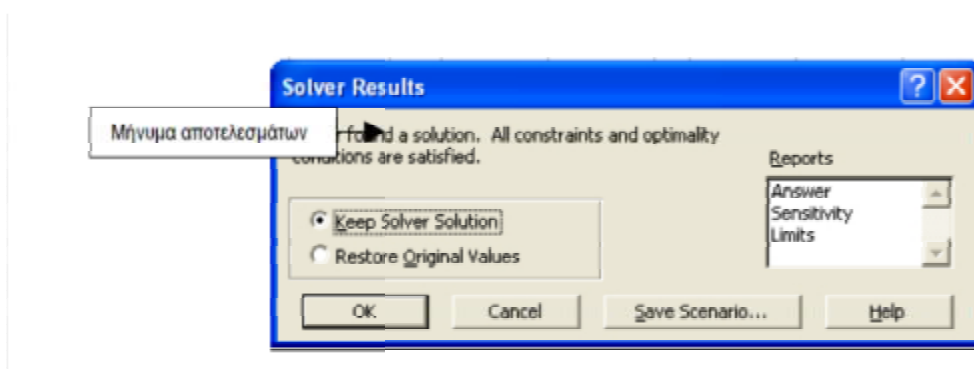
Αφού ο χρήστης εισάγει το πρότυπο στο φύλλο του MICROSOFT EXCEL , μπορεί να προχωρήσει στην επίλυσή του αφού μεταβάλλει κατάλληλα τις παραμέτρους (Options) επίλυσης. Πιέζοντας το πλήκτρο “Options” του κεντρικού παραθύρου διαλόγου, εμφανίζεται νέο παράθυρο διαλόγου:



Εικόνα 14: Παράθυρο διαλόγου παραμέτρων.

Στο συγκεκριμένο παράθυρο επιλέγουμε της παραμέτρους για την επίλυση του προτύπου μας και αφού τροποποιηθούν κατάλληλα οι παράμετροι, ο χρήστης επιστρέφει στο κύριο παράθυρο διαλόγου του Solver. Πιέζοντας το πλήκτρο Solve, γίνεται έναρξη της επίλυσης. Όταν βρεθεί η άριστη λύση (εφόσον υπάρχει), εμφανίζεται το πλαίσιο διαλόγου που τον ενημερώνει για τα αποτελέσματα της επίλυσης και ζητά από τον χρήστη να εισάγει το είδος των αναφορών αποτελεσμάτων που θα δημιουργήσει σε νέα φύλλα ο Solver . Στο φύλλο εργασίας που είχε

εισαχθεί αρχικά το πρόβλημα, το κελί στόχος και τα κελιά των μεταβλητών αποκτούν τις βέλτιστες τιμές :



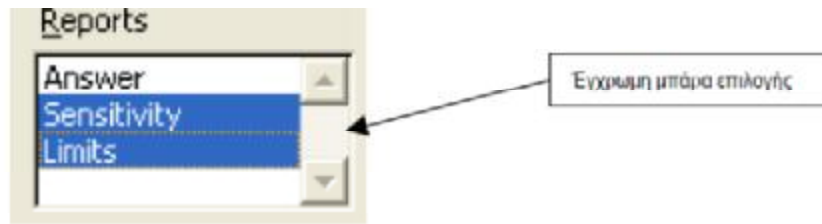
Εικόνα 15: Παράθυρο διαλόγου ολοκλήρωσης εργασίας Solver.

Το μήνυμα των αποτελεσμάτων “Solver found a solution. All constraints and optimality conditions are satisfied” υποδεικνύει ότι βρέθηκε βέλτιστη λύση στο πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1											
2											
3				Παράδειγμα Κεραμοσκεπών							
4											
5											
6						Κατ 1	Κατ 2	Κατ 3		Σύνολο τ.μ. Σκεπών	
7						300	500	700		1500	
8											
9				Περιορισμοί Κονδυλίων							
10										Διατιθέμενο Κονδύλι	
11						47	48	53		10000	
12										Περιορισμός Συμφωνίας Κουμπάρων	
13										30000	
14											
15						75200					
16						38100					
17											
18				Περιορισμοί τετραγωνικών μέτρων							
19											
20						300	300	300			
21						800	600	700			
22										1500	
23											
24											
25						1500					
26						300					
27						500					
28						700					

Εικόνα 16: Το φύλλο εργασίας με τις βέλτιστες τιμές του προτύπου

Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να διατηρήσει τις νέες τιμές στο φύλλο εργασίας επιλέγοντας “Keep Solver Solution” ή να τις απορρίψει επιλέγοντας “Restore Original Values”. Παράλληλα από το πλαίσιο “Reports” στο δεξιό τμήμα του παραθύρου διαλόγου, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει τις αναφορές που θα αποδώσει ο Solver, σε νέα φύλλα εργασίας:



Εικόνα 17: Πλαίσιο επιλογής είδους αναφοράς που θα εκδώσει το Solver.

Επίσης ο χρήστης μπορεί να αποθηκεύσει τις τιμές των μεταβαλλόμενων κελιών και των κελιών στόχου ως σενάρια:



Εικόνα 18: Παράθυρο εισαγωγής ονόματος σεναρίου προς αποθήκευση.

Τέλος ο SOLVER μπορεί να δώσει τρία είδη αναφορών επίλυσης :

- Την αναφορά αποτελεσμάτων που περιέχει στοιχεία για την βέλτιστη τιμή της αντικειμενικής μας συνάρτησης.
- Την αναφορά ευαισθησίας που περιέχει στοιχεία για την ευαισθησία του προτύπου δηλαδή το κατά πόσο μπορούν να μεταβληθούν οι περιορισμοί μας.
- Την αναφορά ορίων που περιέχει στοιχεία για το πόσο μπορούν να μεταβληθούν οι τιμές των μεταβλητών μας χωρίς να παραβιαστούν οι περιορισμοί μας.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Microsoft Excel 10.0 Answer Report						
2	Worksheet: [Παράδειγμα Solver.xls]Sheet1						
3	Report Created: 13/1/2002 5:04:49 μμ						
4							
5							
6	Target Cell (Max)						
7	Cell	Name	Original Value	Final Value			
8	\$I\$7	Σύνολο τ.μ. Σκεπών	0	1500			
9							
10							
11	Adjustable Cells						
12	Cell	Name	Original Value	Final Value			
13	\$E\$7	Κατ 1	0	300			
14	\$F\$7	Κατ 2	0	500			
15	\$G\$7	Κατ 3	0	700			
16							
17							
18	Constraints						
19	Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack	
20	\$D\$15	Περιορισμός Διατιθέμενου Κονδυλίου	75200	\$D\$15<=\$I\$11	Not Binding	24800	
21	\$D\$16	Περιορισμός Συμφωνίας Κουμπάρων	38100	\$D\$16>=\$I\$13	Not Binding	8100	
22	\$D\$25	Περιορισμός Προσφερόμενων τ.μ.	1600	\$D\$25<=\$C\$22	Binding	0	
23	\$D\$26	Περιορισμός ορίων κατασκευαστή 1	300	\$D\$26<=\$E\$21	Not Binding	500	
24	\$D\$26	Περιορισμός ορίων κατασκευαστή 1	300	\$D\$26>=\$E\$20	Binding	0	
25	\$D\$27	Περιορισμός ορίων κατασκευαστή 2	500	\$D\$27<=\$F\$21	Not Binding	100	
26	\$D\$27	Περιορισμός ορίων κατασκευαστή 2	500	\$D\$27>=\$F\$20	Not Binding	200	
27	\$D\$28	Περιορισμός ορίων κατασκευαστή 3	700	\$D\$28<=\$G\$21	Binding	0	
28	\$D\$28	Περιορισμός ορίων κατασκευαστή 3	700	\$D\$28>=\$G\$20	Not Binding	400	
29							

Εικόνα 19: Αναφορά αποτελεσμάτων.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Microsoft Excel 10.0 Sensitivity Report							
2	Worksheet: [Παράδειγμα Solver.xls]Sheet1							
3	Report Created: 13/1/2002 5:04:49 μμ							
4								
5								
6	Adjustable Cells							
7								
8	Cell	Name	Final Value	Reduced Cost	Objective Coefficient	Allowable Increase	Allowable Decrease	
9	\$E\$7	Κατ 1	300	0	1	0	1E+30	
10	\$F\$7	Κατ 2	500	0	1	0	0	
11	\$G\$7	Κατ 3	700	0	1	1E+30	0	
12								
13	Constraints							
14								
15	Cell	Name	Final Value	Shadow Price	Constraint R.H. Side	Allowable Increase	Allowable Decrease	
16	\$D\$15	Περιορισμός Διατιθέμενου Κονδυλίου	75200	0	100000	1E+30	24800	
17	\$D\$16	Περιορισμός Συμφωνίας Κουμπάρων	38100	0	30000	8100	1E+30	
18	\$D\$25	Περιορισμός Προσφερόμενων τ.μ.	1500	1	1500	100	168.75	
19	\$D\$26	Περιορισμός ορίων κατασκευαστή 1	300	0	800	1E+30	500	
20	\$D\$26	Περιορισμός ορίων κατασκευαστή 1	300	0	300	200	100	
21	\$D\$27	Περιορισμός ορίων κατασκευαστή 2	500	0	600	1E+30	100	
22	\$D\$27	Περιορισμός ορίων κατασκευαστή 2	500	0	300	200	1E+30	
23	\$D\$28	Περιορισμός ορίων κατασκευαστή 3	700	0	700	168.75	100	
24	\$D\$28	Περιορισμός ορίων κατασκευαστή 3	700	0	300	400	1E+30	

Εικόνα 20: Αναφορά ανάλυσης ευαισθησίας.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Microsoft Excel 10.0 Limits Report									
2	Worksheet: [Παράδειγμα Solver.xls]Limits Report 2									
3	Report Created: 13/1/2002 6:42:15 μμ									
4										
5										
6										
7	Cell	Name	Value							
8	\$I\$7	Σύνολο τ.μ. Σκεπών	1500							
9										
10										
11										
12	Cell	Adjustable Name	Value	Lower Limit	Target Result	Upper Limit	Target Result			
13	\$E\$7	Κατ 1	300	300	1500	300	1500			
14	\$F\$7	Κατ 2	500	331.25	1331.25	500	1500			
15	\$G\$7	Κατ 3	700	300	1100	700	1500			

Εικόνα 21: Αναφορά ορίων.

¹(Θεμιστοκλής Ν. Παναγιωτόπουλος «Οδηγός πραγματοποίησης εργασίας μαθήματος, Εργαστήριο Τεχνολογίας Γνώσης, Τμήμα Πληροφορικής, Πανεπιστήμιο Πειραιά)

¹ (Επιχειρησιακή Έρευνα Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο - Τομέας Προγραμματισμού & διαχείρισης Τεχνικών Έργων(παράρτημα Ι -ΕΠΙΛΥΣΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ MS=EXCEL SOLVER))

4.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παραπάνω εργασία με τίτλο «Επιχειρησιακή έρευνα και πληροφορική» προσπαθήσαμε να αναλύσουμε την επιστήμη της επιχειρησιακής έρευνας, καθώς και πώς βοηθάει στην επίλυση των προβλημάτων τα οποία προκύπτουν μέσα από την παραγωγική διαδικασία. Ακόμα είδαμε πώς δημιουργήθηκε η επιχειρησιακή έρευνα, πώς εξελίχθηκε και πώς έφτασε σήμερα να είναι μία από τις σημαντικότερες επιστήμες στην λήψη των αποφάσεων και στην λύση απλών και σύνθετων προβλημάτων. Αναλύθηκαν επίσης οι μέθοδοι που χρησιμοποιεί η επιχειρησιακή έρευνα, όπως ο γραμμικός προγραμματισμός, ο αλγόριθμος simplex, η θεωρία αποφάσεων, η προσομοίωση, η θεωρία παιγνίων, οι ουρές αναμονής και τα προβλήματα τα οποία βρίσκουν λύση σε κάθε μέθοδο χωριστά, παρουσιάζοντας αρχικά το θεωρητικό υπόβαθρο της Επιχειρησιακής Έρευνας και στη συνέχεια περιγράφοντας επιμέρους τεχνικές που εφαρμόζονται, όπως για παράδειγμα ο Γραμμικός και ο Ακέραιος Προγραμματισμός. Από τα παραπάνω μπορούμε να αντιληφθούμε ότι η επιχειρησιακή έρευνα πρόκειται για έναν σχετικά νέο κλάδο έρευνας ο οποίος χρησιμοποιεί ένα σύνολο από διαφορετικές επιστημονικές ειδικότητες με σκοπό την εξαγωγή συμπερασμάτων, τα οποία βοηθούν στην εύρεση βέλτιστων λύσεων για την επίλυση προβλημάτων, τα οποία σχετίζονται γύρω από την λήψη αποφάσεων και έλεγχο οργανωμένων ενεργών συστημάτων. Επίσης, αναλύθηκαν διάφορες τεχνικές της επιχειρησιακής έρευνας όπως ο Γραμμικός προγραμματισμός, η Μέθοδος Επίλυσης SIMPLEX και η μέθοδος Ακέραιου Προγραμματισμού , ενώ παρουσιάστηκαν προγράμματα λογισμικού(LINDO και SOLVER) που σχετίζονταν με την επιχειρησιακή έρευνα και στα οποία αναλύθηκαν οι τρόποι λειτουργίας τους και χρήση τους στην επιχειρησιακή έρευνα. Από τα παραπάνω, μπορούμε να καταλάβουμε ότι η επιχειρησιακή έρευνα είναι ένας κλάδος ο οποίος συνεχίζει να εξελίσσεται ακόμα και σήμερα. Αν και υπάρχουν πολλοί ορισμοί του τι είναι η επιχειρησιακή έρευνα δεν χωράει αμφιβολία ότι συνέβαλε στην επίλυση ζητημάτων που είχαν σχέση γύρω από την οργάνωση, των έλεγχο και την λήψη αποφάσεων σε μία επιχείρηση και στην ανάπτυξη των πρώτων οργανωμένων συστημάτων για την διαχείριση τους, συμβάλλοντας στην ανάπτυξη του κλάδου της πληροφορικής και μέσω αυτού στην βελτίωση του κλάδου της επιχειρησιακής έρευνας. Σε αυτό θα πρέπει να προσθέσουμε και το γεγονός ότι η επιχειρησιακή έρευνα παραμένει ένας σημαντικός κλάδος για την εταιρία – κάτι που εξηγεί την ολοένα και μεγαλύτερη εξέλιξη του κλάδου – με αποτέλεσμα την χρήση της σύγχρονης ισχύς των ηλεκτρονικών υπολογιστών στην εξέλιξη της μέσω νέων προγραμμάτων λογισμικού που επιτρέπουν στην ταχύτερη και πιο εύκολη εξαγωγή συμπερασμάτων και στην επεξεργασία τους. Αναμφισβήτητα λοιπόν η πρόοδος των ηλεκτρονικών υπολογιστών έχει συμβάλει στην εξέλιξη της επιχειρησιακής έρευνας .

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΚΑΙ ΠΗΓΕΣ

- Μαυρωτάς Γ., «Επιχειρησιακή Έρευνα», Επιστήμη των Αποφάσεων, Διοικητική Επιστήμη, Εργαστήριο Βιομηχανικής & Ενεργειακής Οικονομίας, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
http://mycourses.ntua.gr/courses/CHEM1023/document/01_introductionOR.pdf.
- Δάρας Ν, (2013), «Επιχειρησιακή Έρευνα και Στρατιωτικές Εφαρμογές αυτής», Τόμος 2^{ος}, Θέατρο Πυραυλικής Άμυνας και Μοντέλα Μάχης που διεξάγονται μεταξύ ετερογενώς οπλισμένων τακτικών στρατιωτικών δυνάμεων, ΣΣΕ.
(http://www.sse.gr/files/Epixeirisiaki_Erevna_kai_Stratiotikes_Efarmoges_Aftis_Tomos2_Vivlio2.pdf).
- Υψηλάντης Π., «Επιχειρησιακή Έρευνα: Εφαρμογές στη σημερινή επιχείρηση», Εκδόσεις Προπομπός.
- Θεμιστοκλής Ν. Παναγιωτόπουλος «Οδηγός πραγματοποίησης εργασίας μαθήματος, Εργαστήριο Τεχνολογίας Γνώσης, Τμήμα Πληροφορικής, Πανεπιστήμιο Πειραιά.
- Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, «Εισαγωγή στην Επιχειρησιακή Έρευνα – Ακέραιος Προγραμματισμός», Σχολή Εφαρμοσμένων Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών.
- Μπάτης Ν., Γκανάς Ι., Γεωργίου Α. (2004), Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο «Περίληψη της Ύλης της Επιχειρησιακής Έρευνας», Πρόγραμμα Σπουδών: Διοίκηση Επιχειρήσεων και Οργανισμών, http://www.math.ntua.gr/~coletsos/Documents/Summary_of_OR.pdf
- Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο «Οδηγός Εκπόνησης Διπλωματικής Εργασίας», Ελληνική Δημοκρατία.
- Μουστάκα Σ., (2012), «Ο ρόλος της επιχειρησιακής έρευνας στην διοίκηση και διαχείριση έργου», Σχολή Διοίκησης και Τεχνολογίας, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Ηρακλείου Κρήτης.
- Ν.Α. Παναγιώτου, «Εισαγωγικά Στοιχεία για τον Επιστημονικό Τομέα της Επιχειρησιακής Έρευνας», Επιχειρησιακή Έρευνα, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, http://panayiot.simor.ntua.gr/attachments/032_01MBAOR.pdf.

- Καζάνα Β., «Management Science / Operations Research», Διαλέξεις Θεωρίας Δασικής Διαχειριστικής Ι.
- Βασιλείου Π.-Χ.Γ., Τσακλίδη Γ., Τσάντα Ν., (1998), Ασκήσεις στην Επιχειρησιακή Έρευνα (τόμος 1 – Γραμμικός Προγραμματισμός), Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα.
- Επιχειρησιακή Έρευνα Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο - Τομέας Προγραμματισμού & διαχείρισης Τεχνικών Έργων(παράρτημα ii- ΕΠΙΛΥΣΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ LINDO)
- Επιχειρησιακή Έρευνα Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο - Τομέας Προγραμματισμού & διαχείρισης Τεχνικών Έργων(παράρτημα I -ΕΠΙΛΥΣΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ MS=EXCEL SOLVER)
- Bertsimas, D. and Tsitsiklis, J. (1997), «Introduction to Linear Optimization», Athena Scienti_c, Boston.
- Federich S. Hillier & J. Liebermann, (2001), «Introduction to Operations Research», New York.
- Massachusetts Institute of Technology (2014), «Operations Research Center»,.
- Nemhauser, G. and Wolsey, (1988), «Integer and Combinatorial Optimization», John Wiley, New York.
- Padberg, W. (1999), «Linear Optimization and Extensions», Springer, Berlin.
- Stefan Nickel (2014), «Computers & Operations Research», Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Elsevier.
- Douglas J. Thomas, Paul M. Griffin (1996), «Coordinated supply chain management», European Journal of Operational Research, Volume 94, Issue 1, Pages 1–15.
- A.I. Dimitras, S.H. Zanakis, C. Zopounidis (1996), «A survey of business failures with an emphasis on prediction methods and industrial applications», European Journal of Operational Research, Volume 90, Issue 3, Pages 487–513.