

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα αρχικά να ευχαριστήσω τον πρόεδρο του τμήματος Βιομηχανικής Διοίκησης και Τεχνολογίας, και ακαδημαϊκό διευθυντή του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών, καθηγητή κ. Λάμπρο Λάιο, ο οποίος υπήρξε καθοδηγητής και επόπτης της μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας, καθώς επίσης και πηγή έμπνευσης για την συγγραφή της.

Σημαντική επίσης ήταν η προσφορά της αναπληρώτριας καθηγήτριας του τμήματος Βιομηχανικής Διοίκησης και Τεχνολογίας, κ. Στέλλας Σοφianoπούλου, και γι' αυτό την ευχαριστώ, η οποία μέσα από την εμπειρία της σε συναφή θέματα, είχε καταλυτικό ρόλο κατά την διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας.

Φυσικά όσο αφορά το πρακτικό κομμάτι, ουσιαστική και απαραίτητη υπήρξε η καθοδήγηση του Διευθυντή Logistics και Διοικητικών Υπηρεσιών Εργοστασίων της Shelman A.E., κ. Γ. Καραγιαννίδη, και γι' αυτό θέλω να τον ευχαριστήσω θερμά, καθώς ήταν αυτός που παρείχε τα στοιχεία για την μελέτη περίπτωσης που πραγματοποιήθηκε, αλλά και αυτός που βοήθησε στο να προσαρμοστούν τα ακαδημαϊκά δεδομένα και το θεωρητικό κομμάτι της μελέτης με την πράξη.

Συνεχίζοντας θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Υπεύθυνο Αποθηκών Ετοίμων της Shelman A.E., κ. Ξενοφώντα Δημόπουλο, ο οποίος διέθεσε χρόνο προκειμένου να εξοικειωθώ με τις διαδικασίες και τον τρόπο λειτουργίας της εταιρείας.

Τέλος πρέπει να ευχαριστήσω τον συναδέλφο μου, κ. Γεώργιο Μπούλια, μεταπτυχιακό φοιτητή του τμήματος Βιομηχανικής Διοίκησης και Τεχνολογίας με ειδίκευση στα Logistics, για την αξιόλογη συνεισφορά του όσο αφορά την συλλογή στοιχείων, αλλά και για τις προτάσεις και τους προβληματισμούς που μου έθεσε σχετικά με την εργασία.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή	2
Γενικά για τις μεταφορές	2
Πλεονεκτήματα ενός άρτια δομημένου συστήματος μεταφοράς	3
Βασικοί στόχοι της μεταφοράς	4
Περιγραφή ερευνητικού προβλήματος	8
Σκοπός εκπόνησης της εργασίας	9
Δομή της μελέτης	10
Βιβλιογραφική Ανασκόπηση	12
Τα δίκτυα διανομής	12
Εισαγωγή στα δίκτυα διανομής	12
Παράγοντες που επηρεάζουν τον σχεδιασμό των δικτύων διανομής	14
Το πρόβλημα της μεταφοράς	19
Το πρόβλημα της διαμεταφοράς	22
Λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε για την βελτιστοποίηση	23
Επιλογή λογισμικού	23
Το λογισμικό	25
Μελέτη Περίπτωσης σε Βιομηχανία Παραγωγής Προϊόντων Ξυλείας – SHELMAN ΑΕ	27
Συνοπτική περιγραφή της εταιρείας	27
Εγκαταστάσεις	27
Βιομηχανικές Εγκαταστάσεις	27

Γήπεδα	30
Γεωργικές εκτάσεις	30
Λοιπές εγκαταστάσεις	30
Η εξαγωγική δραστηριότητα της SHELMAN ΑΕ	31
Περιγραφή προβλήματος	31
Εισαγωγή των δεδομένων στο WinQSB για επίλυση του προβλήματος – παρουσίαση των αποτελεσμάτων	33
Συμπεράσματα	42

ΛΙΣΤΑ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα 1. Σχέση μεταξύ επιθυμητού χρόνου ανταπόκρισης και απαιτούμενου αριθμού εγκαταστάσεων.....	18
Γράφημα 2. Σχέση μεταξύ του αριθμού εγκαταστάσεων και του κόστους logistics....	18
Γράφημα 3. Μεταβολή του κόστους logistics και του χρόνου ανταπόκρισης καθώς μεταβάλλεται ο αριθμός των εγκαταστάσεων.....	19
Γράφημα 4. Σύγκριση μεταξύ ετοιμών και εξειδικευμένων ή επί παραγγελία προγραμμάτων βελτιστοποίησης.....	24

ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1. Δημιουργία πίνακα εισόδου των πηγών, κέντρων διανομής, προορισμών, και κόστους προς ελαχιστοποίηση.....	34
Πίνακας 2. Προτεινόμενη λύση από το σύστημα.....	37
Πίνακας 3. Σύγκριση του προτεινόμενου με το υπάρχον σύστημα διανομής.....	37
Πίνακας 4. Εύρος τιμών του κόστους, στο οποίο διατηρείται η βέλτιστη λύση.....	38
Πίνακας 5. Εύρος τιμών των διακινούμενων ποσοτήτων, στο οποίο διατηρείται η βέλτιστη λύση.....	39
Πίνακας 6. Τι-εάν ανάλυση (what if analysis).....	40
Πίνακας 7. Παραμετρική ανάλυση.....	41
Πίνακας 8. Γραφική απεικόνιση.....	41

ΛΙΣΤΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1. Σύστημα απευθείας μεταφοράς.....	13
Σχήμα 2. Σύστημα μεταφοράς πολλαπλών τερματικών σταθμών.....	13
Σχήμα 3. Σύστημα μεταφοράς απλού τερματικού σταθμού hub and spoke.....	14
Σχήμα 4. Σύστημα μεταφοράς πολλαπλών τερματικών σταθμών hub and spoke.....	14

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Εισαγωγή

Γενικά για τις μεταφορές

Πλεονεκτήματα ενός άρτια δομημένου συστήματος μεταφοράς.

Βασικοί στόχοι της μεταφοράς

Περιγραφή ερευνητικού προβλήματος

Σκοπός εκπόνησης της εργασίας

Δομή της εργασίας

Εισαγωγή

Γενικά για τις μεταφορές

Όταν κάποιος ακούσει την λέξη Logistics σήμερα, οι πρώτες σκέψεις που θα πραγματοποιήσει σίγουρα θα έχουν να κάνουν με αποθήκευση και μεταφορά. Η αποθήκευση αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι των Logistics καθώς ασχολείται με το πως θα αποθηκευτούν και θα διαχειριστούν τα αποθέματα, έτσι ώστε να είναι διαθέσιμο οτιδήποτε χρειαστεί η εκάστοτε εταιρεία, προκειμένου να μπορεί να ικανοποιήσει τους πελάτες της ή τους στόχους που έχει θέσει. Ακόμα όμως και αν υπάρχει διαθεσιμότητα, χωρίς την πραγματοποίηση της μεταφοράς στο σημείο της κατανάλωσης, το προϊόν αυτό δεν μπορεί να συμβάλλει στο να προσθέσει αξία στην εταιρεία, παρά μόνο να προκαλέσει ζημιά καθώς αποτελεί κόστος γι' αυτήν. Συνεπώς είναι εύκολα κατανοητό πως η μεταφορά αποτελεί ζωτικής σημασίας λειτουργία για την εταιρεία.

Παρακάτω θα δοθούν κάποιοι ορισμοί προκειμένου να γίνει ξεκάθαρο το τι εννοούμε με τον όρο μεταφορά.

Σύμφωνα με τον David Frederic Ross¹ στο βιβλίο του Distribution Planning and Control [37], με τον όρο μεταφορά εννοούμε την κίνηση ενός προϊόντος από κάποιο κομβικό σημείο ενός καναλιού διανομής σε κάποιο άλλο. Συνεχίζοντας αναφέρει πως στόχος της μεταφοράς είναι να εξασφαλίσει πως το εκάστοτε προϊόν θα μετακινηθεί γρήγορα, δημιουργώντας κόστος το οποίο συμφέρει να πραγματοποιηθεί, ενώ ταυτόχρονα αυτή η κίνηση θα γίνει με συνέπεια, από το σημείο πηγή στο σημείο της κατανάλωσης.

Ο Douglas M. Lambert και ο James R. Stock στο βιβλίο τους Strategic Logistics Management [24], αναφέρουν πως τα Logistics περιλαμβάνουν την κίνηση των

¹ Distribution Planning and Control, σελ. : 579

προϊόντων (πρώτων υλών, μερών, προμηθειών, τελικών προϊόντων), από το σημείο πηγή στο σημείο της κατανάλωσης. Επίσης προσθέτουν πως ένα προϊόν που παράγεται σε κάποιο σημείο έχει πολύ μικρή αξία για τον εν δυνάμει καταναλωτή του, εκτός και αν αυτό μεταφερθεί στο σημείο όπου θα καταναλωθεί. Η κίνηση αυτή επιτυγχάνεται μέσω της μεταφοράς.

Θέλοντας να δούμε την μεταφορά στην ολότητα της θα παραθέσουμε τον ορισμό που δίνει για τα Logistics, το Council of Logistics Management². Τα Logistics είναι το κομμάτι της αλυσίδας εφοδιασμού που προγραμματίζει, εφαρμόζει, και ελέγχει αποδοτικά και αποτελεσματικά την κανονική και ανάστροφη ροή όπως επίσης και την αποθήκευση, των αγαθών, των υπηρεσιών και των σχετικών πληροφοριών, μεταξύ του σημείου προέλευσης και του σημείου της κατανάλωσης, προκειμένου να καλυφθούν οι απαιτήσεις των πελατών. Είναι εύκολο να αντιληφθεί κανείς από τον παραπάνω ορισμό πως η μεταφορά αποτελεί νευραλγικό κομμάτι των Logistics, από την έμφαση που δίνεται στην ροή των αγαθών. Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί πως γίνεται αναφορά για ροή όχι μόνο φυσικών προϊόντων αλλά και για υπηρεσίες και πληροφορίες.

Έτσι ανακεφαλαιώνοντας θα μπορούσαμε να πούμε πως με τον όρο μεταφορά εννοούμε την ροή άυλων ή υλικών αγαθών που συμβαίνει μέσα στο δίκτυο διανομής. Κάθε κίνηση έχει ένα σημείο που αποτελεί την πηγή-προέλευση και ένα σημείο που είναι ο προορισμός-κατανάλωση, ενώ κάθε προορισμός μπορεί να αποτελεί πηγή ενός άλλου προορισμού.

Πλεονεκτήματα ενός άρτια δομημένου συστήματος μεταφοράς.

Η δυναμικότητα και ικανότητα ενός συστήματος μεταφοράς, που εξυπηρετεί είτε απλώς μία συγκεκριμένη διανομή, είτε ένα ολόκληρο κανάλι διανομής μιας εταιρείας,

² www.clml.org

θέτει τα όρια του συστήματος της συγκεκριμένης αγοράς στην οποία οι εμπλεκόμενοι δραστηριοποιούνται. Όταν υπάρχει διαθεσιμότητα λογικών σε τιμές ή ακόμη και φθηνών, αποδοτικών, και εύκολα σε πρόσβαση υπηρεσιών μεταφοράς, τότε σίγουρα μια επιχειρηματική δραστηριότητα έχει τις απαιτούμενες βάσεις για να είναι επικερδής. Αρχικά η μεταφορά συμβάλει στην αντιμετώπιση του ανταγωνισμού. Όσο πιο σωστά δομημένο είναι το μεταφορικό σύστημα μίας εταιρείας, τόσο η εταιρεία αποκτά ανταγωνιστικό πλεονέκτημα σε σχέση με άλλες εταιρείες που δραστηριοποιούνται στον χώρο της. Για παράδειγμα μπορεί να δραστηριοποιηθεί σε άλλες αγορές απομακρυσμένες, που οι άλλες δεν έχουν την ικανότητα να το κάνουν ακόμα και αν έχουν την δυναμικότητα για να καλύψουν αυξημένες τιμές ζήτησης που τυχόν έχουν προκύψει. Παράλληλα, όσο ευρύτερη είναι η διανομή των προϊόντων μιας εταιρείας και συνεπώς μεγαλύτερη και η ζήτηση που καλύπτεται, τόσο πιο εύκολα προκύπτουν στην παραγωγή και στην διανομή οικονομίες κλίμακας που δίνουν συγκριτικό πλεονέκτημα στην εταιρεία. Τέλος, όσο επιτυγχάνονται χαμηλότερα μεταφορικά κόστη και ταυτόχρονα αυξάνεται η αποδοτικότητα του μεταφορικού συστήματος, τόσο χαμηλότερες τιμές μπορούν να δοθούν στα παραγόμενα προϊόντα, αυξάνοντας και πάλι το συγκριτικό πλεονέκτημα της εταιρείας έναντι των ανταγωνιστών.

Βασικοί στόχοι της μεταφοράς

Αν και οι γενικοί στόχοι της μεταφοράς μπορούν να καθοριστούν με σαφήνεια, μια λεπτομερής κατανόηση μπορεί ίσως να επιτευχθεί καλύτερα από μια αναθεώρηση των αρχών που καταδεικνύουν τη λειτουργία μεταφορών. Για την επίτευξη του σκοπού αυτού, γίνεται αναφορά στην ανάλυση μεταφοράς που πραγματοποίησαν ο Fair και ο Williams [11], όπου ανέπτυξαν τις παρακάτω αρχές:

- ο *Συνεχής ροή.* Ένας από τους πρωταρχικούς στόχους της μεταφοράς είναι να επιτρέψει τη συνεχή ροή των προϊόντων από τον παραγωγό, μέσω κάθε κόμβου, στο δίκτυο διανομής, έχοντας ως τελικό αποδέκτη τον καταναλωτή. Προκειμένου να επιτευχθεί ο παραπάνω στόχος, θα πρέπει συνεχώς μέσω της μεταφοράς να επιδιώκεται η αύξηση της ταχύτητας των υπό διακίνηση φορτίων ελαχιστοποιώντας α) την διαχείριση υλικών που πραγματοποιείται, β) τις συχνές ανανεώσεις του υπάρχοντα εξοπλισμού, γ) τις τυχόν μεταβιβάσεις των προϊόντων μέσα στο κανάλι διανομής, ενώ παράλληλα θα πρέπει να γίνεται προσπάθεια μείωσης του κόστους των παρεχόμενων υπηρεσιών.
- ο *Βέλτιστη αξιοποίηση των δυναμιכוτήτων των μεταφορικών μέσων.* Η κατάλληλη χρήση των μεταφορικών μέσων μίας εταιρείας, συνεπάγεται αξιοποίηση στο βέλτιστο δυνατό βαθμό της δυναμικότητας των μεταφορικών μέσων. Μέσω αυτής της αρχής επιδιώκεται να εξασφαλιστεί ότι οι μεταφορείς πραγματοποιούν την καλύτερη επιλογή όσο αφορά το μεταφορικό μέσο, τον εξοπλισμό χειρισμού των υλικών, καθώς και του εργατικού δυναμικού που παρέχουν την καλύτερες δυνατές υπηρεσίες για την συγκεκριμένη τιμή.
- ο *Χρησιμοποίηση οχημάτων που έχουν την επιθυμητή δυναμικότητα.* Καθώς το μέγεθος του φορτίου γίνεται μεγαλύτερο, η δυναμικότητα των μεταφορικών μέσων θα πρέπει να αυξηθεί αναλόγως. Ο διαχωρισμός ενός μεγάλου φορτίου σε μικρότερα φορτία, λόγω των περιορισμών της δυναμικότητας των οχημάτων θα οδηγήσει σε αυξανόμενες δαπάνες και την απώλεια αποδοτικότητας. Αυτή η αρχή είναι βασισμένη σε δύο υποθέσεις : 1) Οι λειτουργικές δαπάνες των μεταφορικών μέσων δεν αυξάνονται αναλογικά

προς το μέγεθος φορτίων, 2) οι δαπάνες υπηρεσιών όπως η διαχείριση των υλικών, η δρομολόγηση, η αποστολή, καθώς και η πληροφόρηση (έγγραφα, επικοινωνία) για την διενέργεια των αποστολών τείνουν να παραμείνουν αμετάβλητα ανεξαρτήτως του μεγέθους των φορτίων.

- ο *Επιλογή των μεταφορικών μέσων, βάση του όγκου των μεταφερόμενων προϊόντων, αλλά και των ιδιαίτερων κυκλοφοριακών χαρακτηριστικών.* Οι μεταφορείς πρέπει συνεχώς να ερευνούν και να εντοπίζουν τα χαρακτηριστικά και τις ικανότητες που πρέπει να έχουν τα μεταφορικά μέσα που χρησιμοποιούν ώστε να είναι προσαρμοσμένα στο ευρύτερο περιβάλλον διακίνησης. Έτσι το μέγεθος των μεταφορικών μέσων, το βάρος, η δυναμικότητα τους, καθώς και η ταχύτητα πρέπει να βελτιστοποιούνται, για να επιτρέψουν όσο το δυνατόν μία πιο ελεύθερη ροή μέσω του μεταφορικού μέσου. Παραδείγματος χάριν, τα φορτηγά που μεταφέρουν αυτοκίνητα έχουν ένα σύστημα με δύο σχάρες που βρίσκονται παράλληλα μεταξύ τους σε δύο διαφορετικά επίπεδα. Αυτό φυσικά στοχεύει στη βελτιστοποίηση της μεταφοράς μέσω της ελαχιστοποίησης των δαπανών, ενώ ταυτόχρονα επιτυγχάνει την διευκόλυνση της διέλευσης μέσω του συστήματος εθνικών οδών.
- ο *Τυποποίηση.* Παρόλο που πολλές φορές η χρήση εξειδικευμένων μεταφορικών μέσων είναι απαραίτητη για την κάλυψη των απαιτήσεων της μεταφοράς ορισμένων αγαθών, η ύπαρξη των τυποποιημένων ρυμουλκικών φορτηγών, αυτοκινηταμαξών, πλοίων αποκλειστικά για διακίνηση φορτίων, καθώς και εμπορευματοκιβωτίων, προσφέρουν οικονομικές μεθόδους μεταφοράς των προϊόντων. Εξαιτίας της ευρείας διαθεσιμότητάς τους, της ικανότητας να χειριστούν μια ευρεία ποικιλία προϊόντων, τα τυποποιημένα

οχήματα μπορούν συχνά να παρέχουν τη χαμηλού κόστους μεταφορά. Αυτή η αρχή ισχύει επίσης για την τυποποίηση των εγκαταστάσεων, του εξοπλισμού χειρισμού των υλικών, και των μεθόδων λειτουργίας.

- ο *Συμβατότητα του εξοπλισμού μονάδας-φορτίων*. Αυτή η αρχή υπογραμμίζει πως ο εξοπλισμός χειρισμού των υλικών που τοποθετείται στα οχήματα και τα εμπορευματοκιβώτια μεταφορών πρέπει να είναι κατάλληλα και εύκολα προσαρμόσιμα ώστε να μεγιστοποιείται η χρησιμοποίηση του διαθέσιμου χώρου. Επιπλέον, ο εξοπλισμός πρέπει να τοποθετείται με τέτοιο τρόπο ώστε να ελαχιστοποιείται η ζημία στο φορτίο και να μειώνεται η μετατόπιση φορτίων κατά τη διάρκεια της μεταφοράς.
- ο *Ελαχιστοποίηση του απόβαρου του φορτηγού σε σχέση με το συνολικό του βάρος*. Το κόστος των καυσίμων κατά τη μεταφορά των προϊόντων προέρχεται άμεσα από το βάρος του μεταφερόμενου φορτίου, του απόβαρου του πλαισίου (πλαίσιο καμπίνας του φορτηγού, γεμάτο ρεζερβουάρ, άξονες κτλ.) του φορτηγού, ή των εμπορευματοκιβωτίων, καθώς και του εξοπλισμού χειρισμού των υλικών. Κανονικά, όσο μεγαλύτερο το όχημα μεταφορών, τόσο ευνοϊκότερη είναι η αναλογία του ωφέλιμου φορτίου σε σχέση με το συνολικό βάρος. Η χρήση ελαφριών υλικών καθώς και το σχέδιο των οχημάτων μπορεί να βοηθήσει τους μεταφορείς στην μείωση του βάρους του απόβαρου του φορτηγού ή του βάρους των εμπορευματοκιβωτίων καθώς και των οχημάτων μεταφοράς.
- ο *Μέγιστη αξιοποίηση του κεφαλαίου, του εξοπλισμού και του διαθέσιμου προσωπικού*. Το σχέδιο των οχημάτων μεταφοράς, η δρομολόγηση και ο προγραμματισμός τους, καθώς και οι επιχειρησιακές πρακτικές μπορούν να επηρεάσουν άμεσα την αποτελεσματική αξιοποίηση των διαθέσιμων πόρων

μεταφοράς. Η αξιοποίηση στις μεταφορές αναφέρεται στο ποσοστό του χρόνου που ο εξοπλισμός και το προσωπικό που είναι διαθέσιμο, απασχολείται. Ο αντικειμενικός στόχος της διοίκησης των μεταφορών είναι να μειωθεί η αστάθεια της αξιοποίησης των μεταφορικών μέσων που προκαλείται από την εποχικότητα, καθώς και από τον φτωχό σχεδιασμό της φόρτωσης και της εκφόρτωσης οχημάτων.

Περιγραφή ερευνητικού προβλήματος

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να αναφερθεί πως οι μεταφορές και ο τρόπος που γίνεται η βελτιστοποίησή τους, είναι κάτι λίγο πολύ γνωστό. Θεωρητικά εάν έχει ο ερευνητής στην διάθεση του πληροφορίες σχετικά με τις πηγές, τους προορισμούς, καθώς και το κόστος μεταφοράς κάθε πιθανής κίνησης, δεν θα δυσκολευτεί να πραγματοποιήσει την ελαχιστοποίηση του συνολικού μεταφορικού κόστους ενός δικτύου διανομής. Στην πράξη όμως η διαδικασία δεν είναι τόσο απλή. Πολλές είναι οι δυσκολίες που ανακύπτουν στην πορεία της μελέτης των μεταφορών που πραγματοποιεί μία εταιρεία. Πολύ μεγάλη προσοχή θα πρέπει να δοθεί στην συλλογή των στοιχείων καθώς και στην αξιοποίησή τους για την επίλυση του προβλήματος. Για παράδειγμα ποιο είναι το κόστος που πρέπει να ελαχιστοποιηθεί και τι πρέπει να συμπεριλαμβάνει; Επίσης έμφαση θα πρέπει να δοθεί στο εργαλείο επίλυσης του προβλήματος, καθώς διαφέρουν όσο αφορά την ευελιξία τους, την ευκολία χρήσης τους, τον χρόνο επίλυσης, τους περιορισμούς ή καλύτερα την εισροή πληροφοριών που μπορούν να δεχθούν έτσι ώστε να γίνει η μορφοποίηση του προβλήματος. Στην πορεία της μελέτης θα πρέπει να αναλογιστεί ο ερευνητής και περιορισμούς που δημιουργούνται από διάφορους παράγοντες, όπως νομικό πλαίσιο των μεταφορών (διεθνές και εθνικό επίπεδο), θέση που έχει η εταιρεία στην αγορά καθώς επίσης και

συνεργασίες που έχει συνάψει (κλαδικό επίπεδο), κεφάλαιο που έχει στην διάθεση της για επενδύσεις ή δυναμικότητα παραγωγής (εταιρικό επίπεδο). Τέλος θα πρέπει να αναφερθεί ότι ο βαθμός δυσκολίας της μορφοποίησης του προβλήματος καθώς και της επίλυσης του αυξάνεται βάση της πολυπλοκότητας του δικτύου διανομής. Υπάρχουν δίκτυα διανομής που τα εμπορεύματα διακινούνται από την πηγή στον προορισμό τους απευθείας, και υπάρχουν και περιπτώσεις που παρεμβάλλονται μεταξύ της διαδρομής από την πηγή στον τελικό προορισμό αρκετές στάσεις (περιφερειακές αποθήκες, κεντρικές αποθήκες, κέντρα διανομής, κέντρα διαμεταφοράς κτλ).

Σκοπός εκπόνησης της εργασίας

Αναλογιζόμενοι τις ανωτέρω δυσκολίες, επιχειρείται μέσω της συγκεκριμένης μελέτης να γίνει μία συστηματική προσπάθεια συλλογής των δυσκολιών αυτών, προκειμένου να δοθούν απαντήσεις. Για να επιτευχθεί αυτό επιλέχθηκε να γίνει μία μελέτη περίπτωσης σε βαριά βιομηχανία παραγωγής ειδών ξυλείας. Η επιλογή αυτή πραγματοποιήθηκε διότι τα προϊόντα της συγκεκριμένης βιομηχανίας λόγω των ιδιοτεροτήτων που έχουν, όπως για παράδειγμα του μεγάλου όγκου τους, δημιουργούν απαιτήσεις ενός δικτύου διανομής το οποίο φέρει υψηλό κόστος. Έτσι θα είμαστε σε θέση να αντιληφθούμε τι ποσοστό του συνολικού κόστους των Logistics έχουν οι διανομές σε μία μεγάλη βιομηχανική εταιρεία, τι ποσοστό του συνολικού κόστους μιας εταιρείας δημιουργούν οι δραστηριότητες των Logistics και τέλος τα οφέλη που προκύπτουν από την παρακολούθηση των κοστών αυτών, καθώς και από την προσπάθεια συρρίκνωσης τους.

Δομή της μελέτης

Στο πρώτο κεφάλαιο επιχειρείται να γίνει μία εισαγωγή στις μεταφορές προκειμένου ο αναγνώστης να εξοικειωθεί με τον όρο αυτό. Στην συνέχεια γίνεται μία σύντομη περιγραφή του ερευνητικού προβλήματος έτσι ώστε να γίνει αντιληπτό το αντικείμενο με το οποίο θα ασχοληθεί η μελέτη, ενώ παρακάτω αναλύεται ο σκοπός εκπόνησης της εργασίας, μέσω του οποίου διαφαίνεται το ενδιαφέρον του θέματος. Στο τέλος του εν λόγω κεφαλαίου γίνεται αναφορά της δομής της εργασίας.

Το δεύτερο κεφάλαιο περιλαμβάνει ανασκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας, αρχικά κάνοντας αναφορά στα δίκτυα διανομής και στην συνέχεια παραθέτοντας το βασικό μοντέλο για την επίλυση του προβλήματος της μεταφοράς και στην συνέχεια της διαμεταφοράς. Παράλληλα γίνεται εντοπισμός, των διαφόρων μελετών που έχουν πραγματοποιηθεί στο συγκεκριμένο ερευνητικό πεδίο, και αυτών που χρειάζεται να πραγματοποιηθούν προκειμένου να εμπλουτίσουν περαιτέρω το ήδη υπάρχον υλικό.

Τέλος το τρίτο κεφάλαιο αναφέρεται στην μελέτη περίπτωσης που πραγματοποιήθηκε σε βιομηχανία παραγωγής προϊόντων ξυλείας. Αρχικά γίνεται μία συνοπτική περιγραφή της εταιρείας, στην συνέχεια γίνεται περιγραφή του προβλήματος, και τέλος εξηγείται ο τρόπος με τον οποίο έγινε η εισαγωγή των δεδομένων για την επίλυση του προβλήματος, πραγματοποιείται η παρουσίαση των αποτελεσμάτων και ο σχολιασμός τους, ενώ το κεφάλαιο καταλήγει στα συμπεράσματα που εξήχθησαν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Τα δίκτυα διανομής (distribution networks)

Το πρόβλημα της μεταφοράς (transportation problem)

Το πρόβλημα της διαμεταφοράς (transshipment problem)

Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Τα δίκτυα διανομής

Εισαγωγή στα δίκτυα διανομής

Λαμβάνοντας υπόψη τον έντονο ανταγωνισμό των παγκόσμιων αγορών τα logistics της αλυσίδας εφοδιασμού θεωρούνται στρατηγικό ζήτημα στην επίτευξη και τη διατήρηση ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος σε μία εταιρεία. Σήμερα, ο σχεδιασμός ή ο επανασχεδιασμός των δικτύων διανομής είναι μια από τις σημαντικότερες δραστηριότητες που ορίζονται των logistics.

Μετά την άρση των ελέγχων αερογραμμών (ΗΠΑ, 1978), ο οποίος εκμηδένισε τους περιορισμούς της δρομολόγησης τα δίκτυα hub-and-spoke πολλαπλασιάστηκαν σε όλο τον κόσμο, ακόμη και στη βιομηχανία μεταφορών φορτίων. Στη δεκαετία του '90 αυτό έγινε το αρχικό πρότυπο διανομής που υιοθετήθηκε από αυτούς που βοήθησαν στην ολοκλήρωση του (TNT, UPS, DHL, Fed-Ex, κλπ.), καθώς και από κορυφαίους διεθνείς μεταφορείς. Μετά από αυτήν την προσέγγιση, οι αποστολές που προέρχονται από διάφορα σημεία που στην ουσία αποτελούσαν τις πηγές συγκεντρώνονταν σε κεντρικά τερματικά (hub), και αναδιανέμονταν στους προορισμούς τους μέσω ακτινωτών δικτύων (spokes)³.

Ο αμεσότερος τρόπος να συνδεθούν διάφορα σημεία που βρίσκονται σε διαφορετικές γεωγραφικές θέσεις (εργοστάσια παραγωγής, κέντρα διανομής, αποθήκες εμπορευμάτων, σημεία διέλευσης, κλπ.) είναι μέσω ενός άμεσου συστήματος σύνδεσης. Αυτό το σύστημα αντιστοιχεί σε ένα δίκτυο “από σημείο σε σημείο”, όπου κάθε

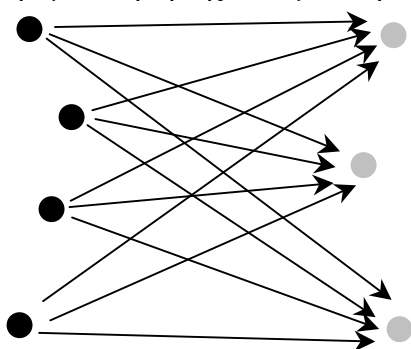
³ Improving the efficiency of the Hub and Spoke system for the SKF European distribution network, σελ. : 50-52.

ζευγάρι των κόμβων ενώνεται από μια συγκεκριμένη σύνδεση από τον κόμβο αναχώρησης στον κόμβο άφιξης (Σχήμα 1), [31].

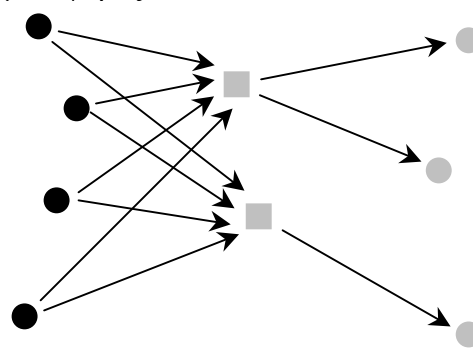
Μια εξέλιξη του δικτύου “από σημείο σε σημείο” είναι το σύστημα μεταφοράς πολλαπλών τερματικών σταθμών (Σχήμα 2). Σε αυτήν την περίπτωση, τα αγαθά μεταφέρονται από τους σταθμούς προέλευσης σε ένα ή περισσότερους τερματικούς σταθμούς όπου ξεφορτώνονται. Ενδεχομένως αποθηκεύονται για έναν σύντομο χρονικό διάστημα και έπειτα φορτώνονται με άλλα αγαθά με κοινό τελικό προορισμό.

Το σύστημα μεταφοράς απλού τερματικού σταθμού “hub-and-spoke” (Σχήμα 3), προέρχεται από το σύστημα μεταφοράς πολλαπλών τερματικών σταθμών, έχοντας όμως ένα τερματικό σταθμό. Γι’ αυτό συνήθως χρησιμοποιείται σε συστήματα logistics που έχουν μερικές κύριες διαδρομές, αλλά μια συνεχή ροή και στις δύο κατευθύνσεις (γεγονός που σημαίνει καμία διάκριση μεταξύ των κόμβων αναχώρησης και άφιξης).

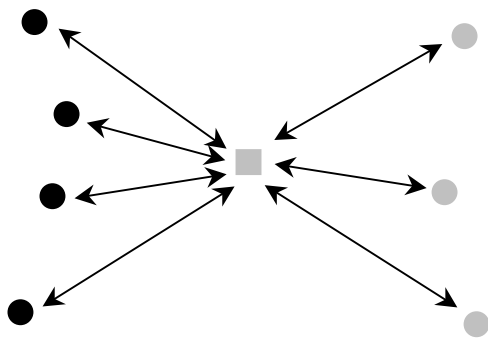
Τέλος μία τυπική μορφή ενός συστήματος “hub-and-spoke”, που ως επί το πλείστον έχει υιοθετηθεί από εταιρείες ταχυμεταφορών, είναι το σύστημα μεταφοράς πολλαπλών τερματικών σταθμών hub and spoke (Σχήμα 4). Σε αυτό το σύστημα συνήθως τα προϊόντα που έρχονται ή φεύγουν από κάθε τερματικό σταθμό που λειτουργεί ως δορυφόρος, απαιτούν έναν ή περισσότερους χειρισμούς μέχρι να φτάσουν στον τελικό προορισμό τους. Σε σύγκριση με το σύστημα μεταφοράς απλού τερματικού σταθμού “hub-and-spoke”, μικρότερες αποστάσεις διανύονται, αλλά υπάρχει λιγότερο αποδοτική χρησιμοποίηση της δυναμικότητας των μέσων μεταφοράς.



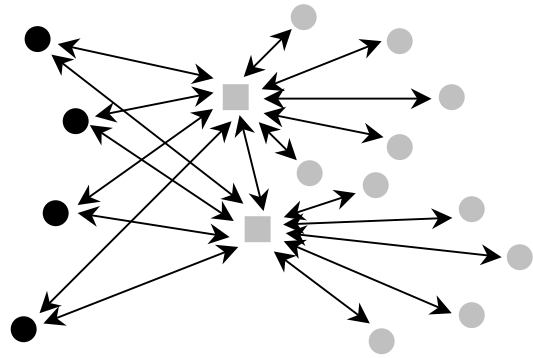
Σχήμα 1. Σύστημα απευθείας μεταφοράς



Σχήμα 2. Σύστημα μεταφοράς πολλαπλών τερματικών σταθμών.



Σχήμα 3. Σύστημα μεταφοράς απλού τερματικού σταθμού hub and spoke.



Σχήμα 4. Σύστημα μεταφοράς πολλαπλών τερματικών σταθμών hub and spoke.

Παράγοντες που επηρεάζουν τον σχεδιασμό των δικτύων διανομής

Η διανομή όπως έχει ήδη αναφερθεί, σχετίζεται με τα βήματα που πραγματοποιούνται, προκειμένου ένα προϊόν να κινηθεί και να αποθηκευτεί από το επίπεδο των προμηθευτών στο επίπεδο των πελατών μέσα σε μία αλυσίδα εφοδιασμού. Η διανομή αποτελεί σημείο κλειδί της γενικής αποδοτικότητας μιας εταιρείας επειδή επηρεάζει άμεσα το κόστος της αλυσίδας εφοδιασμού καθώς και την εξυπηρέτηση των πελατών. Ένα σύστημα διανομής μπορεί να είναι πετυχημένο αναλόγως με τους αντικειμενικούς στόχους που έχουν τεθεί. Αυτοί οι στόχοι ποικίλουν από χαμηλότερο κόστος λειτουργίας της αλυσίδας εφοδιασμού ως την άμεση ανταπόκριση στην ζήτηση ή αλλιώς στις ανάγκες των πελατών. Κατά συνέπεια, επιχειρήσεις βιομηχανικές ή μη που ανήκουν στον ίδιο κλάδο πολλές φορές επιλέγουν διαφορετικά δίκτυα διανομής. Για παράδειγμα η Dell διανέμει τους υπολογιστές που παράγει απευθείας στους καταναλωτές. Σε αντίθεση με εταιρείες όπως η Hewlett Packard η οποία διανέμει τα προϊόντα της μέσω άλλων αντιπροσώπων. Το αποτέλεσμα είναι οι πελάτες της Dell να περιμένουν πολλές φορές τον υπολογιστή που θέλουν να αγοράσουν, ενώ οι πελάτες της HP μπορούν να μπαίνουν απλώς σε ένα κατάστημα και να φεύγουν με το επιθυμητό προϊόν.

Σύμφωνα με τον Sunil Chopra⁴, η απόδοση ενός δικτύου διανομής θα πρέπει να αξιολογείται βάση δύο διαστάσεων [9]:

1. Ανάγκες πελατών που ικανοποιούνται.
2. Κόστος που πραγματοποιείται για την ικανοποίηση των αναγκών των πελατών.

Οι ανάγκες πελατών που ικανοποιούνται επηρεάζουν άμεσα τα έσοδα των εταιρειών, και μαζί με το κόστος ρυθμίζουν την αποδοτικότητα του δικτύου παράδοσης. Η εξυπηρέτηση πελατών επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες. Εμάς όμως εδώ μας ενδιαφέρουν αυτοί που σχετίζονται με τη δομή του δικτύου διανομής.

Αυτοί είναι :

- ο χρόνος ανταπόκρισης
- ο ποικιλία προϊόντων
- ο διαθεσιμότητα προϊόντων
- ο εμπειρία πελατών
- ο παρακολούθηση της παραγγελίας
- ο επιστροφές

Ο χρόνος ανταπόκρισης είναι ο χρόνος που μεσολαβεί από την στιγμή που ένας πελάτης τοποθετεί μια παραγγελία έως την στιγμή της παράδοσης. Η ποικιλία προϊόντων είναι ο αριθμός διαφορετικών προϊόντων / παραλλαγών που ένας πελάτης επιθυμεί από το δίκτυο διανομής. Η διαθεσιμότητα είναι η πιθανότητα της κατοχής ενός προϊόντος στο απόθεμα όταν φθάνει μια παραγγελία ενός πελάτη. Η εμπειρία πελατών περιλαμβάνει την ευκολία με την οποία ο πελάτης μπορεί να τοποθετήσει και να λάβει την παραγγελία του. Η παρακολούθηση της παραγγελίας, σχετίζεται με την δυνατότητα του πελάτη να είναι σε θέση να παρακολουθεί την εξέλιξη της παραγγελίας που έχει θέσει, έως την στιγμή που θα πραγματοποιηθεί η παράδοση της. Και τέλος οι

⁴ Designing the distribution network in a supply chain, σελ. : 124-126.

επιστροφές, είναι η ευκολία με την οποία ένας πελάτης μπορεί να επιστρέψει τα ανεπαρκή εμπορεύματα καθώς και η δυνατότητα του δικτύου να χειριστεί τέτοιες επιστροφές.

Θεωρητικά θα μπορούσε να πει κάποιος πως ο πελάτης θα θέλει το υψηλότερο επίπεδο εξυπηρέτησης προς όλες τις προαναφερθέντες διαστάσεις. Στην πράξη όμως αυτό δεν ισχύει πάντα. Οι πελάτες που παραγγέλνουν ένα βιβλίο από το Amazon.com είναι πρόθυμοι να περιμένουν περισσότερο από εκείνους που οδηγούνται σε ένα κοντινό κατάστημα και παίρνουν το ίδιο βιβλίο. Αυτό πολλές φορές έχει να κάνει με το κόστος της παραγγελιάς αλλά και την διαθεσιμότητά της, καθώς πολλές φορές το βιβλιοπωλείο πρέπει να θέσει και αυτό παραγγελία προκειμένου να αποκτήσει το βιβλίο που επιθυμεί ο πελάτης.

Οι εταιρίες που στοχεύουν σε πελάτες που μπορούν να ανεχτούν έναν μεγάλο χρονικό διάστημα ανταπόκρισης στην παραγγελία τους, απαιτούν λίγες εγκαταστάσεις (εξυπηρέτησης πελατών) που μπορούν να είναι μακριά από τον πελάτη και μπορούν να εστιάσουν στην αύξηση της δυναμικότητας κάθε εγκατάστασης. Απ' την άλλη, οι εταιρείες που στοχεύουν σε πελάτες που εκτιμούν τους σύντομους χρόνους ανταπόκρισης πρέπει να έχουν εγκαταστάσεις κοντά σε αυτούς. Αυτές οι εταιρίες πρέπει να έχουν πολλές εγκαταστάσεις στην διάθεσή τους, με μικρή δυναμικότητα. Κατά συνέπεια, μια ενδεχόμενη μείωση του χρόνου ανταπόκρισης, όσο αφορά τις παραγγελιές των πελατών δημιουργεί αυτόματα αύξηση στον αριθμό των εγκαταστάσεων που απαιτούνται στο δίκτυο διανομής (Γράφημα 1).

Η αλλαγή του δικτύου διανομής έχει επιπτώσεις στις ακόλουθες δαπάνες της αλυσίδας εφοδιασμού :

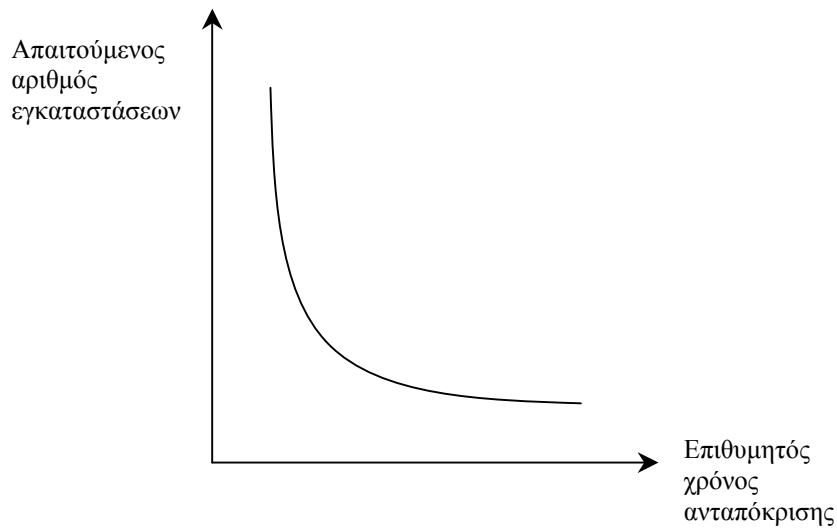
- ο αποθέματα
- ο μεταφορές

- ο εγκαταστάσεις και χειρισμός προϊόντων
- ο πληροφορίες.

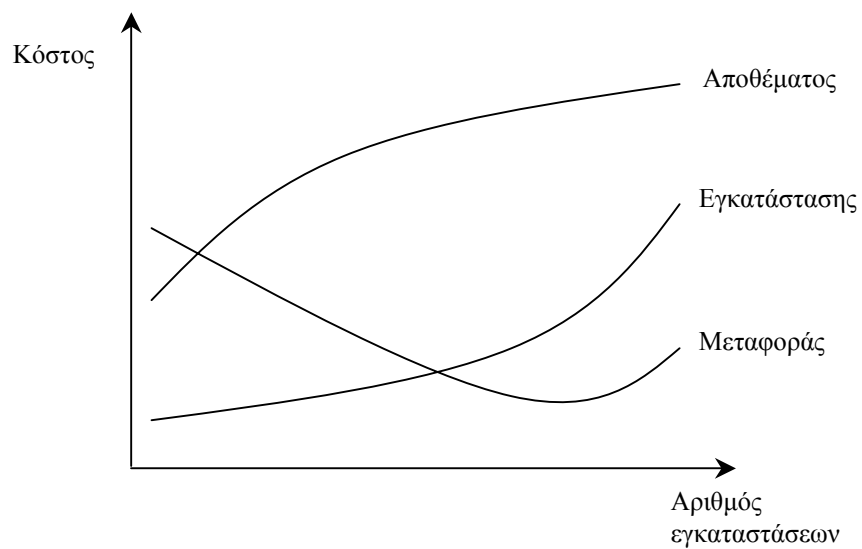
Καθώς ο αριθμός των εγκαταστάσεων αυξάνεται στην αλυσίδα εφοδιασμού, παράλληλα αυξάνονται και τα αποθέματα, καθώς επίσης και το κόστος διατήρησης των αποθεμάτων αυτών (Γράφημα 2). Όσο αφορά τις μεταφορές, όσο διατηρούνται οι οικονομίες κλίμακας, και αυξάνεται ο αριθμός των εγκαταστάσεων, το κόστος μεταφοράς μειώνεται (Γράφημα 2). Ενώ εάν συνεχίσει να αυξάνεται ο αριθμός των υπάρχοντων εγκαταστάσεων από ένα σημείο και έπειτα υπάρχει σημαντική απώλεια των οικονομιών κλίμακας και συνεπώς το μεταφορικό κόστος αυξάνεται. Τέλος το κόστος των εγκαταστάσεων μειώνεται καθώς μειώνεται ο αριθμός των υπάρχοντων εγκαταστάσεων, επειδή η εταιρεία μπορεί να εκμεταλλευτεί καλύτερα τις οικονομίες κλίμακας λόγω συγκέντρωσης των ποσοτήτων (Γράφημα 2).

Το συνολικό κόστος των logistics είναι το άθροισμα του κόστους των αποθεμάτων που διατηρούνται, του κόστους της μεταφοράς, καθώς και του κόστους ύπαρξης εγκαταστάσεων για την εξυπηρέτηση του δικτύου διανομής. Όταν ο αριθμός των εγκαταστάσεων αυξάνεται, το συνολικό κόστος των logistics μειώνονται αρχικά, ενώ από ένα σημείο και έπειτα αυξάνεται (Γράφημα 3). Κάθε εταιρεία θα πρέπει να έχει τουλάχιστον τον αριθμό των εγκαταστάσεων που ελαχιστοποιούν το συνολικό κόστος των logistics. Δεδομένου ότι μια εταιρία θέλει να μειώσει περαιτέρω το χρόνο ανταπόκρισης στους πελάτες της, μπορεί να χρειάζεται να αυξήσει τον αριθμό εγκαταστάσεων πέρα από το σημείο που ελαχιστοποιεί το συνολικό κόστος των logistics. Μια εταιρεία πρέπει να προσθέσει τις επιπλέον εγκαταστάσεις πέρα από το σημείο όπου ελαχιστοποιείται το κόστος εάν και μόνο οι υπεύθυνοι για το συγκεκριμένο θέμα της εταιρείας έχουν την βεβαιότητα ότι η αύξηση των εσόδων τους θα είναι τέτοια που να αιτιολογεί αυτή την κίνηση ή σε αντίθετη περίπτωση που δεν

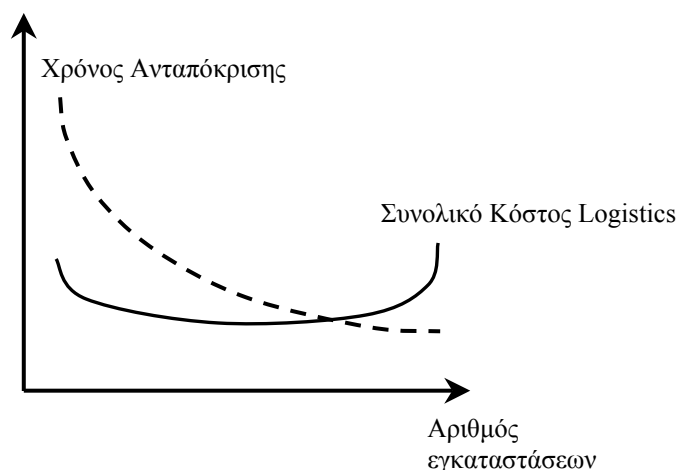
ισχύει το παραπάνω, θα πρέπει να υπάρχουν λόγοι πολιτικής της εταιρείας (διατήρηση μεριδίου στην αγορά, ανταγωνισμός κτλ.).



Γράφημα 1. Σχέση μεταξύ επιθυμητού χρόνου ανταπόκρισης και απαιτούμενου αριθμού εγκαταστάσεων.



Γράφημα 2. Σχέση μεταξύ του αριθμού εγκαταστάσεων και του κόστους logistics



Γράφημα 3. Μεταβολή του κόστους logistics και του χρόνου ανταπόκρισης καθώς μεταβάλλεται ο αριθμός των εγκαταστάσεων.

Το πρόβλημα της μεταφοράς

Προβλήματα που σχετίζονται με την μελέτη των μεταφορών που πραγματοποιεί μια εταιρεία, συνήθως μελετούνται και λύνονται έχοντας ως βάση το πρόβλημα της μεταφοράς [17]⁵, [42]⁶. Αν θα θέλαμε απλοποιημένα να περιγράψαμε το πρόβλημα της μεταφοράς, θα λέγαμε ότι έχουμε να κάνουμε με κάποια εταιρεία η οποία αντιμετωπίζει το εξής :

1. Αρχικά έχει κάποιες πηγές. Πηγές οι οποίες μπορεί να είναι εργοστάσια ή αποθήκες, που δεν χρειάζεται απαραίτητα να είναι ιδιοκτησίας της. Σε αυτές τις πηγές υπάρχουν υλικά προς διακίνηση.
2. Και τελικά έχει κάποιους προορισμούς. Οι προορισμοί αυτοί οι οποίοι αποτελούν στην ουσία και τους καταναλωτές των μεταφερομένων υλικών, μπορεί να είναι και πάλι εργοστάσια τα οποία θα επεξεργαστούν περαιτέρω τις πρώτες ύλες ή τα προϊόντα που έρχονται, ή μπορεί να είναι αποθήκες

⁵ Introduction to Operations Research, σελ : 304

⁶ Operations research. Application and Algorithms, σελ. : 338

από τις οποίες θα ξαναμεταφερθούν τα προϊόντα, ή ακόμα και τελικοί καταναλωτές.

Αυτό που θα πρέπει στην συνέχεια να γνωρίζει η εταιρεία, είτε είναι παραγωγική είτε είναι μεταφορική είτε third party logistics, είναι τα κόστη μεταφοράς, από κάθε πηγή προς κάθε δυνατό προορισμό. Έτσι έχοντας ως βασικές εισροές του προβλήματος τα παραπάνω δεδομένα, θα μπορεί να προχωρήσει στην μορφοποίηση του, και συγκεκριμένα στην δημιουργία της αντικειμενικής συνάρτησης. Η αντικειμενική συνάρτηση δεν αποτελεί τίποτα άλλο, παρά την συνάρτηση μέσω της οποίας προσδιορίζεται το συνολικό μεταφορικό κόστος, καθώς αποτελεί το άθροισμα των επί μέρους γινομένων των διαφόρων ποσοτήτων που μεταφέρονται με το ανά μονάδα κόστος μεταφοράς τους.

Σε αυτό το σημείο η εταιρεία θα πρέπει να γνωρίζει και να ορίσει προσεκτικά τις ποσότητες που μπορούν να προμηθευτούν οι διάφοροι προορισμοί. Αυτό σχετίζεται άμεσα με την δυναμικότητα που έχουν οι πηγές (εργοστάσια ή αποθήκες), και αποτελεί στην ουσία την προσφορά του προβλήματος.

Παράλληλα θα πρέπει να γνωρίζει τις ποσότητες που απαιτούνται προκειμένου να ικανοποιηθεί ο κάθε προορισμός, ή να είναι σε θέση να της προβλέψει. Οι ποσότητες των υλικών που θα μετακινηθούν έχουν ως τελικό παραλήπτη τους προορισμούς αυτούς, και φυσικά αποτελούν την ζήτηση η οποία έχει εκδηλωθεί ή αναμένεται να εκδηλωθεί.

Τελικά αφού προσεκτικά οριστούν όλοι οι περιορισμοί του προβλήματος, είμαστε σε θέση να το επιλύσουμε, ελαχιστοποιώντας την αντικειμενική συνάρτηση, δηλαδή ελαχιστοποιώντας το συνολικό μεταφορικό κόστος.

Εάν θέλαμε να ορίζαμε και να μορφοποιούσαμε θεωρητικά, το πρόβλημα της μεταφοράς προκειμένου να επιλυθεί θα λέγαμε πως έχουμε :

1. Μία ομάδα m σημείων προμήθειας (πηγές), από τα οποία τα προϊόντα φορτώνονται προς αποστολή. Η πηγή i μπορεί να προμηθευτεί το πολύ S_i μονάδες προϊόντος.
2. Μία ομάδα n σημείων ζήτησης (προορισμοί), προς τα οποία κατευθύνονται τα προϊόντα που φορτώνονται. Ο προορισμός j πρέπει να παραλάβει το λιγότερο d_j μονάδες προϊόντος.
3. Κάθε φορτίο προϊόντων από τις πηγές προς κάθε προορισμό έχει ένα μεταβλητό κόστος C_{ij} .

Έστω ότι X_{ij} ο αριθμός των μονάδων του προϊόντος που φορτώνεται από την πηγή i προς τον προορισμό j .

Τότε η γενική μορφοποίηση του προβλήματος μεταφοράς θα είναι η εξής :

$$\min \sum_{i=1}^{i=m} \sum_{j=1}^{j=n} C_{ij} X_{ij} \text{ , αντικειμενική συνάρτηση}$$

με περιορισμούς :

$$\sum_{j=1}^{j=n} X_{ij} \leq S_i \text{ (} i = 1,2,3,\dots,m \text{), περιορισμοί δυναμικότητας παραγωγής.}$$

$$\sum_{i=1}^{i=m} X_{ij} \geq d_j \text{ (} j = 1,2,3,\dots,n \text{), περιορισμοί ζήτησης.}$$

Επίσης σημαντικό στοιχείο αποτελεί το να μπορεί να ικανοποιήσει η προσφορά την ζήτηση.

Επομένως :

$$\sum_{j=1}^{j=n} d_j = \sum_{i=1}^{i=m} S_i$$

Με την ανωτέρω μορφοποίηση έχοντας καλύψει επαρκώς το πρόβλημα της μεταφοράς, το μόνο που απομένει είναι το κατάλληλο λογισμικό για την επίλυση του.

Το πρόβλημα της διαμεταφοράς

Το πρόβλημα της μεταφοράς στο οποίο αναφερθήκαμε εκτενώς προηγουμένως, επιτρέπει μόνο την μεταφορά φορτίων (ποσοτήτων προϊόντων) απευθείας από τις διάφορες πηγές στους επιθυμητούς προορισμούς. Δεν είναι όμως λίγες οι φορές που οι μεταφορές δεν είναι μία τόσο απλοποιημένη διαδικασία. Συνήθως παρεμβάλλονται μεταξύ των πηγών και των προορισμών, ενδιάμεσοι σταθμοί των μεταφερομένων ποσοτήτων, τους οποίους ονομάζουμε κέντρα διαμεταφοράς (transshipment centers), ή κέντρα διανομής (distribution centers). Έτσι η πορεία των διαφόρων φορτίων από το απλοποιημένο δίκτυο διανομής, από την πηγή απευθείας στον προορισμό διαφοροποιείται, καθώς τώρα ακολουθεί ένα πιο σύνθετο δίκτυο διανομής, έχοντας τις παρακάτω εναλλακτικές διαδρομές : από την πηγή απευθείας στον προορισμό, από την πηγή στο κέντρο διαμεταφοράς και στην συνέχεια στον τελικό προορισμό, και τέλος από την πηγή στο κέντρο διαμεταφοράς, στην συνέχεια σε άλλο κέντρο διαμεταφοράς και τέλος στον προορισμό του.

Το πρόβλημα της διαμεταφοράς προϊόντων μπορεί να επιλυθεί ως ένα πρόβλημα μεταφοράς, εάν απλώς κάνουμε σε αυτό μια διαφορετική μορφοποίηση. Έτσι αρχικά θα έχουμε και πάλι τα σημεία πηγές, οι οποίες θα είναι αυτές που μπορούν να στείλουν ή να προμηθεύσουν προϊόντα αλλά όχι να παραλάβουν προϊόντα από κάπου αλλού. Παράλληλα θα υπάρχουν τα σημεία προορισμοί, στα οποία εκδηλώνεται κάθε φορά η ζήτηση και πρέπει να ικανοποιηθεί. Και τέλος αυτό που έχουμε ως νέο στοιχείο σε σχέση με το πρόβλημα της μεταφοράς είναι τα κέντρα διαμεταφοράς, των οποίων ο ρόλος είναι διττός, καθώς μπορούν και να παραλαμβάνουν αλλά και να αποστέλλουν προϊόντα [17]⁷.

⁷ Introduction to Operations Research, σελ : 366

Έτσι λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω θα μπορούσαμε να μετατρέψουμε ένα πρόβλημα διαμεταφοράς σε ένα πρόβλημα μεταφοράς με τον εξής τρόπο [42]⁸:

- ο Αρχικά αν είναι απαραίτητο εξισορροπούμε την ζήτηση με την προσφορά, σε περίπτωση που η ζήτηση υπερβαίνει την προσφορά ή σε περίπτωση που συμβαίνει το αντίστροφο, προσθέτοντας μία ψευδή στήλη στον πίνακα του προβλήματος, με μηδενικό κόστος μεταφοράς και ζήτηση αυτή που χρειάζεται για να γίνει η εξισορρόπηση και προσφορά μηδενική ή το αντίστροφο.
- ο Κατασκευάζουμε τον πίνακα του προβλήματος της μεταφοράς, δημιουργώντας μία σειρά για κάθε πηγή, για κάθε κέντρο διαμεταφοράς, ενώ παράλληλα δημιουργούμε μία στήλη για κάθε προορισμό και κάθε κέντρο διαμεταφοράς. Κάθε πηγή θα έχει δυναμικότητα ίση με την πραγματική ποσότητα που μπορεί να προσφέρει, και κάθε προορισμός ζήτηση ίση με την πραγματική που απαιτείται για να ικανοποιηθεί. Τέλος τα κέντρα διαμεταφοράς του προβλήματος θα έχουν ζήτηση και προσφορά μηδενική.

Λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε για την βελτιστοποίηση.

Επιλογή λογισμικού

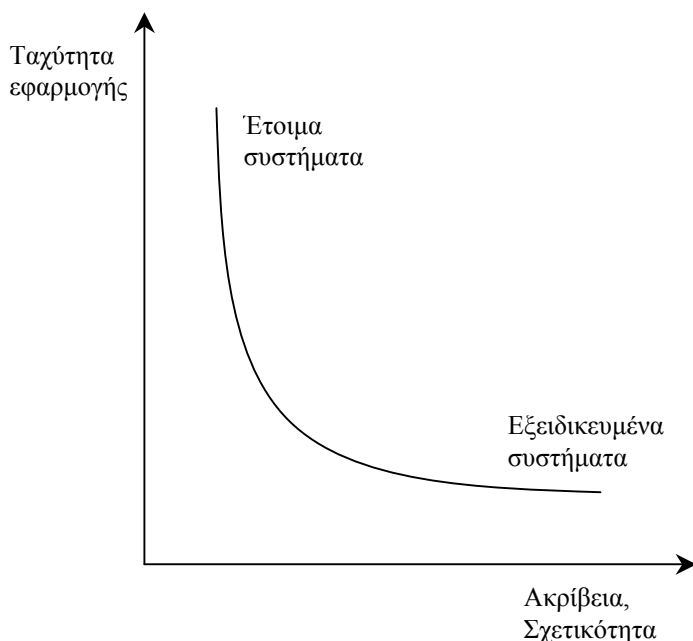
Όσο αφορά την επιλογή του λογισμικού μέσω του οποίου θα πρέπει να γίνει η βελτιστοποίηση στον ηλεκτρονικό υπολογιστή, υπάρχει σαφώς μια ευρεία επιλογή έτοιμων συστημάτων, αλλά και η εναλλακτική λύση της ανάπτυξης ενός επί

⁸ Operations research. Application and Algorithms, σελ. : 380

παραγγελία, ή ενός κατασκευασμένου συστήματος σχεδιασμένο ακριβώς για την συγκεκριμένη εφαρμογή.

Η επιλογή ενός λογισμικού όπως αναφέρει στο άρθρο του ο Alan G. Waller *Computer systems for distribution planning*⁹, μπορεί να γίνει συγκρίνοντας (Γράφημα 4) μεταξύ της ταχύτητας εφαρμογής του λογισμικού (όπου η ανάπτυξη του προγράμματος και η δοκιμή δεν είναι απαιτούμενη) και της αυξανόμενης ακρίβειας και της σχετικότητας που μπορούν να αποκτηθούν σε περίπτωση που το λογισμικό τελικά αναπτυχθεί και κατασκευαστεί επί παραγγελία για την συγκεκριμένη κατάσταση που θα μελετηθεί [41].

Σήμερα υπάρχουν αρκετά λογισμικά που μπορούν να πραγματοποιήσουν την επιθυμητή βελτιστοποίηση και να μας οδηγήσουν σε χρήσιμα συμπεράσματα με σχετικά εύκολο και γρήγορο τρόπο. Έτσι δεδομένου του ότι η ανάπτυξη μιας εφαρμογής για τον συγκεκριμένο σκοπό θα ήταν χρονοβόρα, επιλέχθηκε ένα σύστημα έτοιμο. Το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε είναι το WinQSB



Γράφημα 4. Σύγκριση μεταξύ ετοιμών και εξειδικευμένων ή επί παραγγελία προγραμμάτων βελτιστοποίησης.

⁹ Computer systems for distribution planning, σελ. : 35-36.

Το λογισμικό

Το WinQSB αποτελεί ένα φιλικό στη χρήση σύστημα υποστήριξης αποφάσεων, το οποίο περιέχει εργαλεία και μεθόδους σχετικά με την επιστήμη της διοίκησης, της επιχειρησιακής έρευνας, καθώς επίσης και της διοίκησης επιχειρήσεων. Το συγκεκριμένο λογισμικό δημιουργήθηκε από τον Yih-Long Chang (Georgia Institute of Technology). Το WinQSB είναι αποτέλεσμα της ανάδρασης που υπήρχε από καθηγητές πανεπιστημίων και χρηστών γενικότερα, καθώς επίσης και της διδακτικής εμπειρίας του δημιουργού. Μεταξύ των άλλων εργαλείων που παρέχει το λογισμικό μεγάλο είναι το μέρος του που αναφέρεται στην μοντελοποίηση δικτύων. Έτσι παρέχει λύση μεταξύ άλλων και των προβλημάτων μεταφοράς και διαμεταφοράς όπου αυτά είναι που άμεσα μας ενδιαφέρουν για την συγκεκριμένη μελέτη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Μελέτη Περίπτωσης σε Βιομηχανία Παραγωγής Προϊόντων Ξυλείας

Συνοπτική περιγραφή της εταιρείας

Περιγραφή προβλήματος

Εισαγωγή των δεδομένων στο WinQSB για επίλυση του προβλήματος -
παρουσίαση των αποτελεσμάτων.

Συμπεράσματα

Μελέτη Περίπτωσης σε Βιομηχανία Παραγωγής Προϊόντων

Ξυλείας – SHELMAN ΑΕ

Συνοπτική περιγραφή της εταιρείας

- ο Ιδρύθηκε το 1962
- ο Οι εργαζόμενοι αριθμούν περίπου τους 1120
- ο Παράγει: Κόντρα Πλακέ, Blockboard (Πλακάζ), Μοριοσανίδα, Καπλαμά, Επενδεδυμένα Προϊόντα (Κόντρα Πλακέ , Blockboard , Μοριοσανίδα, MDF) με Καπλαμά. Μελαμίνη, Προϊόντα Post Forming, Πριστή Ξυλεία, Παρκέτα
- ο Εμπορεύεται: Οικοδομική Ξυλεία, MDF (Ινοσανίδα), Hardwoods (Σκληρή Ξυλεία Ευρώπης και Αμερικής), Softwoods (Μαλακή Ξυλεία Αμερικής), Hardboard (Χαρτοσmaalτίνη), Softboard, OSB (Λεπιδόπλακα), Σύνθετη Ξυλεία
- ο Αξία Πωλήσεων 2002: 147.600.000 €
- ο Εξαγωγές 2002: 28.000.000 €
- ο Κέρδη Προ Φόρων 2002: 355.000 €
- ο Συνολικές Επενδύσεις 1999-2002: 58.300.000 €
- ο Πρόγραμμα επενδύσεων 2003-2005: 20.000.000 €

Εγκαταστάσεις

Βιομηχανικές Εγκαταστάσεις

Η εταιρεία διαθέτει δύο εργοστασιακά συγκροτήματα. Το πρώτο είναι στο Βασιλικό Χαλκίδας, σε ιδιόκτητο βιομηχανικό γήπεδο, συνολικού εμβαδού 395.000 τ.μ. Εντός

αυτού υπάρχουν κτιριακές εγκαταστάσεις συνολικού εμβαδού 125.000 τ.μ. οι οποίες περιλαμβάνουν γραφεία, βιομηχανοστάσια και αποθηκευτικούς χώρους. Το δεύτερο βρίσκεται στην ΒΙΠΕ Κομοτηνής και είναι σε ιδιόκτητο βιομηχανικό γήπεδο έκτασης 283.980 τ.μ. με συνολική στεγασμένη επιφάνεια βιομηχανοστασίων – αποθηκών έκτασης 45.000 τ.μ.

Το Εργοστάσιο της εταιρίας στη Χαλκίδα απαρτίζεται από τις παρακάτω μονάδες:

1. Μονάδα Πριστηρίου, με δυναμικότητα 46.200 m³ (πέντε γραμμές παραγωγής)
2. Μονάδα Παρκέτου-Προφίλ, με δυναμικότητα 500.000 m³ (δύο γραμμές παραγωγής)
3. Μονάδα Κοντραπλακέ, με δυναμικότητα 35.000 m³ (τέσσερις γραμμές παραγωγής)
4. Μονάδα Πηχοσανίδων (Πλακάζ), με δυναμικότητα 14.000 m³ (δύο γραμμές παραγωγής)
5. Μονάδα Καπλαμά, με δυναμικότητα 11.000.000 m³ (τέσσερις γραμμές παραγωγής)
6. Μονάδα Μοριοσανίδων, με δυναμικότητα 160.000 m³ (τέσσερις γραμμές παραγωγής).
7. Μονάδα Επενδυμένων Επιφανειών, με δυναμικότητα 6.000 φύλλων την ημέρα (τέσσερις γραμμές παραγωγής)
8. Μονάδα Postforming, - Γωνιακό Πριόνι με δυναμικότητα 1.200.000 τρέχοντα μέτρα το χρόνο (δύο γραμμές παραγωγής)

Τις ανωτέρω παραγωγικές μονάδες του εργοστασίου στο Βασιλικό Χαλκίδας επικουρούν και σύγχρονες βοηθητικές εγκαταστάσεις που βρίσκονται στον ίδιο χώρο, οι οποίες περιλαμβάνουν :

- ο Ιδιόκτητες λιμενικές εγκαταστάσεις οι οποίες εξυπηρετούν την διακίνηση των πρώτων υλών, των ειδών εμπορίας, καθώς και τις εξαγωγές.
- ο Στεγνωτήρια πριστής ξυλείας και ατμιστήρια τροπικής ξυλείας για την προστασία του ξύλου και την διευκόλυνση της επεξεργασίας του.
- ο Κεντρικό λεβητοστάσιο.
- ο Αποθήκες ανταλλακτικών και βοηθητικών υλών, χημικών και ετοιμών προϊόντων.
- ο Κτίριο γραφείων και κτιριακό συγκρότημα κατοικιών στελεχών.
- ο Συνεργείο οχημάτων.

Η παραγωγή της Εταιρίας είναι σε μεγάλο βαθμό συνεχής, δεδομένης της μεθόδου παραγωγής και τεχνολογίας κατασκευής των εργοστασίων και λόγω του ότι η ζήτηση των προϊόντων είναι σε μεγάλο βαθμό σταθερή στη διάρκεια του έτους. Η συνολική δυναμικότητα των εργοστασίων επιτρέπει την περαιτέρω αύξηση της παραγωγής των προϊόντων της εταιρίας. Το εργοστάσιο της Κομοτηνής παράγει προϊόντα μοριοσανίδας, με δυναμικότητα παραγωγής 1.000 m³ ετοιμού προϊόντος την ημέρα και χωρίζεται σε δύο κύριες μονάδες:

- Η μία μονάδα παράγει μοριοσανίδα.
- Η δεύτερη μονάδα επενδύει την μοριοσανίδα με ειδικά χαρτιά εμβαπτισμένα σε αμινοπλαστικές ρητίνες (Films μελαμίνης).

Στο εργοστάσιο αυτό υπάρχουν επίσης βοηθητικές εγκαταστάσεις, όπως αποθήκες ανταλλακτικών και βοηθητικών υλών, χημικών και ετοιμών προϊόντων καθώς και συγκρότημα γραφείων.

Γήπεδα

Έκταση 15.841 τ.μ. στην περιοχή της Πάτρας όπου έχει κατασκευάσει αποθηκευτικούς χώρους οι οποίοι έχουν εκμισθωθεί από το τέλος του 2001 στην εταιρία Ξυλεμπορική Πατρών Α.Ε. στην οποία συμμετέχει η SHELMAN με ποσοστό 50%. Έκταση 25.035 τ.μ. στην περιοχή του Βόλου όπου υπάρχουν παλαιά βιομηχανοστάσια έκτασης 4.000 τ.μ. τα οποία έχουν ανακαινιστεί το 2002 και πρόκειται να χρησιμοποιηθούν ως αποθηκευτικοί χώροι.

Γεωργικές εκτάσεις

Εκτάσεις συνολικού εμβαδού 550.000 τ.μ. στους νομούς Λάρισας και Ξάνθης. Σε τμήμα των εκτάσεων αυτών καλλιεργούνται λεύκες οι οποίες θα χρησιμοποιηθούν ως πρώτη ύλη για την παραγωγή προϊόντων κόντρα πλακέ και πηχοσανίδων.

Λοιπές Εγκαταστάσεις

1. Ιδιότητα γραφεία, εμβαδού 328 τ.μ. στην Αθήνα (Οδός Βουκουρεστίου 32) όπου ευρίσκεται η έδρα της, και έκθεση προϊόντων της.
2. Ιδιότητα γραφεία εμβαδού 1.356 τ.μ. στον Παράδεισο Αμαρουσίου, εντός του συγκροτήματος γραφείων που η εταιρία έχει ανεγείρει και πωλήσει, τα οποία στεγάζουν την εμπορική της διεύθυνση και έκθεση των προϊόντων της.
3. Ιδιότητες αποθήκες 5.000 τ.μ. και έκθεση των προϊόντων της στην Θεσσαλονίκη, που ευρίσκεται σε συνολική έκταση 11.000 τ.μ.

Η εξαγωγική δραστηριότητα της SHELMAN A.E.

Στην Ευρώπη : Σουηδία, Μεγάλη Βρετανία, Ολλανδία, Γαλλία, Γερμανία, Αυστρία, Ιταλία, Μάλτα, Κροατία, Ρουμανία, Σερβία & Κόσσοβο, Βουλγαρία, F.Y.R.O.M., Αλβανία, Τουρκία

Στην Β. Αφρική και Μέση Ανατολή : Αρμενία, Συρία, Κύπρος, Λίβανος, Ισραήλ, Ιορδανία, Σαουδική Αραβία, Ηνωμ. Αραβικά Εμιράτα, Λιβύη, Αίγυπτος

Ενώ παράλληλα σημαντική είναι η παρουσία της εταιρείας και στις Η.Π.Α.

Περιγραφή προβλήματος

Αρχικά θα πρέπει να αναφερθεί πως από την σύντομη περιγραφή της εταιρείας, μπορούμε εύκολα να κατανοήσουμε ότι λόγω της ηγετικής θέσης που κατέχει ή συγκεκριμένη βιομηχανία στον κλάδο της, καθώς και λόγω του μεγάλου όγκου εξαγωγών που έχει ανά τον κόσμο, δημιουργούνται απαιτήσεις που μόνο μέσω ενός πολυσύνθετου δικτύου διανομής μπορούν να καλυφθούν. Εάν αναλογιστούμε και το γεγονός πως διακινεί περίπου 75000 κωδικούς, κωδικοί που σχετίζονται με προϊόντα που είναι μεγάλων διαστάσεων, βαριά, και ταυτόχρονα ευπαθή, καθώς δεν πρέπει να είναι εκτεθειμένα στις εκάστοτε καιρικές συνθήκες, τότε σίγουρα ενισχύουμε την παραπάνω άποψη ενός δικτύου διανομής που και σύνθετο είναι, από την άποψη ότι έχει να μεταφέρει αυτά τα προϊόντα σε πάρα πολλούς προορισμούς, αλλά και ταυτόχρονα αποτελεσματικό, καθώς η εξυπηρέτηση και ικανοποίηση των πελατών είναι πρωταρχικός στόχος της εταιρείας.

Η έρευνα που πραγματοποιήθηκε σχετίζεται με το δίκτυο διανομής σε εθνικό επίπεδο. Το 75% των πωλήσεων της εταιρείας πραγματοποιείται σε εθνικό επίπεδο και συνεπώς μέσω της μελέτης μπορούν να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα, καθώς και οικονομικά οφέλη για την συγκεκριμένη βιομηχανία.

Οι πηγές της επιχείρησης, οι οποίες είναι σε θέση να παράγουν και να προμηθεύσουν την αγορά, είναι δύο. Όταν μιλάμε για πηγές δεν εννοούμε κάποιο μεμονωμένο εργοστάσιο, αλλά στην ουσία για εργοστασιακά συγκροτήματα που βρίσκονται σε ιδιόκτητα βιομηχανικά γήπεδα. Τα εργοστασιακά αυτά συγκροτήματα λειτουργούν παράλληλα και ως κέντρα διανομής. Συνεπώς αυτά τα συγκροτήματα, τα οποία βρίσκονται στην Χαλκίδα και Κομοτηνή έχουν την δυνατότητα να :

- ο Εμπορεύονται προϊόντα του συγκεκριμένου βιομηχανικού κλάδου, καθώς έχουν ιδιόκτητες λιμενικές εγκαταστάσεις, μέσω των οποίων μπορούν να δέχονται και να αποστέλλουν, είτε μέσω θαλάσσης, είτε μέσω ξηράς (τραίνα, φορτηγά), προϊόντα που έρχονται απλώς προς μεταπώληση.
- ο Επεξεργάζονται την πρώτη ύλη που έρχεται σε κάθε εργοστάσιο. Το τελικό προϊόν μίας παραγωγικής μονάδας μπορεί να αποτελεί πρώτη ύλη, ενδιάμεσο προϊόν, για κάποια άλλη παραγωγική μονάδα ή τελικό προϊόν που αποστέλλεται στον καταναλωτή.

Κέντρα διανομής η εταιρεία έχει τρία βασικά και αυτά είναι που θα συμπεριληφθούν στην μελέτη που θα ακολουθήσει παρακάτω. Αυτά είναι :

- ο Της Χαλκίδας στο οποίο λειτουργούν και αρκετές παραγωγικές μονάδες.
- ο Της Κομοτηνής, το οποίο από πλευρά παραγωγής ασχολείται κυρίως με μία ομαδοποίηση προϊόντων της εταιρείας.

- ο Και τέλος της Θεσσαλονίκης το οποίο είναι αμιγώς κέντρο διανομής, καθώς δεν έχει καθόλου παραγωγικές δραστηριότητες.

Οι πελάτες της εταιρείας αριθμούνται σε αρκετές δεκάδες στον Ελλαδικό χώρο, αλλά έχει γίνει μία ομαδοποίηση ανά νόμο αυτών των προορισμών, προκειμένου να μπορεί να διατυπωθεί και να επιλυθεί το πρόβλημα.

Το μεταφορικό κόστος που προκύπτει από την αποστολή των προϊόντων προς τους διάφορους προορισμούς, ποικίλει αναλόγως τις στάσεις που πραγματοποιεί το φορτηγό για να παραδώσει όλη την ποσότητα που μεταφέρει. Εδώ προκειμένου να μπορεί να διατυπωθεί και να επιλυθεί το πρόβλημα καθώς προορισμοί μας είναι οι διάφοροι νομοί που δραστηριοποιείται η εταιρεία ανά την χώρα, έχει υπολογιστεί ένα μέσο κόστος ανά νομό (βάσει των στάσεων που πραγματοποιεί το κάθε φορτηγό ανά νομό).

Εισαγωγή των δεδομένων στο WinQSB για επίλυση του προβλήματος - παρουσίαση των αποτελεσμάτων.

Αρχικά θα πρέπει να δημιουργηθεί ένας πίνακας που θα περιέχει τις πηγές της επιχείρησης, τα κέντρα διανομής, καθώς επίσης και τους προορισμούς στους οποίους αποστέλλονται τα παραγόμενα προϊόντα (πίνακας 1). Εδώ θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή ώστε να συμπεριληφθούν όλες οι δυνατές *διαδρομές* που μπορούν να πραγματοποιηθούν, καθώς επίσης και το *κόστος* που θα εισαχθεί προς ελαχιστοποίηση, από την στιγμή που αυτό δημιουργείται και εξαρτάται άμεσα από την πραγματοποίηση ή όχι αυτών των διαδρομών. Συνεπώς εδώ θα πρέπει ο ερευνητής ή η εταιρεία να συγκεκριμενοποιήσει το πρόβλημα που θέλει να επιλύσει όσο αφορά τις διαδρομές που θα πραγματοποιηθούν από τα μεταφορικά μέσα που διαθέτει. Απάντηση στον

Network Modeling

File Edit Format Solve and Analyze Results Utilities Window WinQSB Help

PANELS: Minimization (Network Flow Problem)

CHALKIDA : CHALKIDA

From \ To	CHALKIDA	KOMOTINI	DC KALOCHORI	ATHINA	AITOLOAKARNANIA	ARGOLIDA	ARKADIA	ARTA	AXAIA
CHALKIDA		22.74	16.86	8.52	16.48	11.67	15.19	19.21	14.21
KOMOTINI	38.52		19.56	21.72	35.75	28.52	27.88	24	27
DC KALOCHORI	16.86	20.5							
ATHINA									
AITOLOAKARNANIA									
ARGOLIDA									
ARKADIA									
ARTA									
AXAIA									
B. SPORADES									
BOIOTIA									
GREBENA									
DRAMA									
DODEKANISA									
FRROS									
EVOIA									
EURITANIA									
ZAKINTHOS									
ILIA									
IMATHIA									
IRAKLIO									
THES/NIKI									
THESPROTIA									
IOANINA									
KABALA									
KARDITSA									
KASTORIA									
KFRKIRA									
KEFALONIA									
KILKIS									
KOZANI									
KORINTHIA									
LAKONIA									

Matrix Form Empty cell represents no connection. Supplies/demands are on the last column/row.

Πίνακας 1. Δημιουργία πίνακα εισόδου των πηγών, κέντρων διανομής, προορισμών, και κόστους προς ελαχιστοποίηση.

προβληματισμό αυτό μπορεί να δοθεί αν αναλογιστεί η εταιρεία και ξεκαθαρίσει βάση της πολιτικής που θέλει να τηρήσει, το ποιες γεωγραφικές περιοχές επιθυμεί να εξυπηρετήσει, καθώς επίσης και με τι ταχύτητα ανταπόκρισης θα απαντά σε κάθε παραγγελία που τοποθετείται από τους πελάτες της. Έτσι αυτό που πρέπει να γίνει αρχικά ως πρώτο σενάριο προς επίλυση, είναι να αποτυπωθεί η υπάρχουσα κατάσταση του δικτύου διανομής, να γίνει η βελτιστοποίηση και στην συνέχεια να συγκριθεί το κόστος που προκύπτει από τις διαδρομές που πραγματοποιούνται από την βέλτιστη λύση, με το κόστος των διαδρομών που πραγματοποιούνται από την εταιρεία όπως δουλεύει με το σύστημα διανομής που έχει στην παρούσα φάση. Στην συνέχεια αφού αντιληφθεί η εταιρεία μέσω της βέλτιστης λύσης από πλευράς κόστους, ότι η μείωση είναι τέτοιου μεγέθους που η περαιτέρω διερεύνηση μπορεί να καταλήξει σε χρήσιμα

συμπεράσματα, θα πρέπει να προσπαθήσει σε πρώτη φάση να κατανοήσει αν η προτεινόμενη βέλτιστη λύση μπορεί να εφαρμοστεί στην πραγματικότητα, δηλαδή αν η δυναμικότητα των μεταφορικών μέσων, των αποθηκών, των κέντρων διανομής καθώς επίσης και των παραγωγικών μονάδων που διαθέτει, της επιτρέπουν να ακολουθήσει την λύση αυτή, ενώ σε δεύτερη φάση θα πρέπει να εντοπίσει αν η βέλτιστη λύση μπορεί να ευθυγραμμιστεί με την πολιτική που τηρεί η εταιρεία ή με την πολιτική που θέλει να τηρήσει, όπως για παράδειγμα επίπεδο εξυπηρέτησης των πελατών της, διείσδυση σε νέες αγορές, διατήρηση της πρώτης θέσης στον κλάδο της κτλ. Μετά από το αρχικό αυτό σενάριο άλλα εναλλακτικά σενάρια θα πρέπει να εξεταστούν αλλάζοντας τα σημερινά δεδομένα της εταιρείας και εισάγοντας στην θέση τους δεδομένα που προέρχονται από τυχόν μελλοντικές προβλέψεις που έχει κάνει η εταιρεία, έτσι ώστε για παράδειγμα σε περίπτωση αύξησης της ζήτησης να έχει εκ' των προτέρων την βέλτιστη δρομολόγηση που θα πρέπει να πραγματοποιηθεί. Σημαντικό στοιχείο που θα πρέπει να προσεχθεί ιδιαίτερα όπως προαναφέρθηκε είναι το κόστος που θα εισαχθεί προς ελαχιστοποίηση. Και αυτό διότι κάθε μεταφορά που πραγματοποιείται δεν έχει ως μοναδικό κόστος το μεταφορικό κόστος, αλλά θα πρέπει να εμπεριέχει και άλλα κόστη όπως :

α) *Το κόστος διαχείρισης των υλικών.* Για να γίνει κατανοητό αυτό αρκεί να πούμε, στην μελέτη περίπτωσης που πραγματοποιείται, πως για να γίνει μία διαδρομή από την Χαλκίδα στην Κοζάνη το φορτίο μπορεί να πάει απευθείας στον εν λόγω προορισμό ή μέσω του κέντρου διανομής (ΚΔ) της Θεσσαλονίκης. Στην δεύτερη περίπτωση είναι σαφές πως υπάρχει ένα επιπλέον κόστος που προκύπτει από την διαχείριση της παραγγελίας στο ΚΔ. Εδώ ως κόστος διαχείρισης των υλικών μπορεί να είναι και το κόστος που προκύπτει από την μεταφορά ενός μεταφορικού μέσου σε κάποιο άλλο (από πλοίο σε φορτηγό).

β) *Το κόστος αποθήκευσης των υλικών.* Αυτό μπορεί εύκολα να εξηγηθεί με το παράδειγμα που

θέσαμε παραπάνω, καθώς στην δεύτερη περίπτωση έχουμε ένα επιπλέον κόστος όταν χρησιμοποιείται το ΚΔ, καθώς το πιθανότερο ενδεχόμενο είναι το φορτίο που θα φτάσει να αποθηκευτεί για κάποιο χρονικό διάστημα έως ότου να αποσταλεί προς τον προορισμό του ξανά. γ) *Το κόστος παραγωγής των υλικών*. Εδώ θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή καθώς το κόστος παραγωγής σε διαφορετικές μονάδες παραγωγής έχει σημαντικές αποκλίσεις. Αυτή η διαφορά συνήθως έγκειται σε αρκετούς παράγοντες. Αυτοί μπορεί να είναι : 1) πολλές φορές από μονάδα σε μονάδα το κόστος του ανθρωπίνου δυναμικού μπορεί να είναι διαφορετικό, 2) η μία μονάδα σε σχέση με την άλλη να δημιουργεί οικονομίες κλίμακας γεγονός που ρίχνει το κόστος, ή ακόμα και 3) κάποια μονάδα να έχει συγκριτικό τεχνολογικό πλεονέκτημα σε σχέση με τις άλλες λόγω του ότι είναι πιο καινούργια ή λόγω πρόσφατης ανανέωσης του παραγωγικού της εξοπλισμού. Συνεπώς αν υπάρχει τέτοια διαφορά αυτή θα πρέπει να αφαιρείται από το κόστος που θα εισαχθεί στο πρόβλημα προς ελαχιστοποίηση.

Έτσι τελικά αφού αντιμετωπιστούν όλα τα παραπάνω τότε γίνεται η εισαγωγή των δεδομένων προς ελαχιστοποίηση, στον πίνακα. Στην μελέτη περίπτωσης πραγματοποιήθηκε το αρχικό σενάριο που περιγράφηκε παραπάνω.

Η επίλυση του προβλήματος (πίνακας 2), πραγματοποιείται σε χρόνο ανάλογο με το δεδομένα που έχουν εισαχθεί. Στην περίπτωση μας ήταν περίπου 0,5 δευτερόλεπτα, χρόνος που δεν δικαιολογεί την ανάπτυξη αλγορίθμου για την ανεύρεση της βέλτιστης λύσης σε μικρότερο χρονικό διάστημα. Εδώ παρουσιάζεται η διαδρομή που προτείνεται να πραγματοποιηθεί (πηγή προς προορισμό), η ροή που θα πρέπει να πραγματοποιηθεί σε κάθε διαδρομή (μεταφερόμενη ποσότητα), το κόστος που θα πραγματοποιηθεί μέσω κάθε μεταφοράς ποσοτήτων, και τέλος το συνολικό κόστος όλων των προτεινόμενων διαδρομών.

10-03-2003	From	To	Flow	Unit Cost	Total Cost	Reduced Cost
1	CHALKIDA	ATHINA	394698	852	3,362827E+08	0
2	CHALKIDA	ARKADIA	267	1519	405573	0
3	CHALKIDA	AXAIA	39516	1416	5,595466E+07	0
4	CHALKIDA	B. SPORADES	1245	14,30	17,803,50	0
5	CHALKIDA	GREBENA	6	20,10	120,60	0
6	CHALKIDA	DODEKANISA	2973	1408	4185984	0
7	CHALKIDA	EBROS	8364	26,50	221646	0
8	CHALKIDA	EVOIA	29772	723	2,152516E+07	0
9	CHALKIDA	EURITANIA	1674	1739	2911086	0
10	CHALKIDA	ZAKINTHOS	3288	1761	5790168	0
11	CHALKIDA	ILIA	942	1753	1651326	0
12	CHALKIDA	THESPROTIA	3084	2223	6855732	0
13	CHALKIDA	IOANINA	18036	215	3877740	0
14	CHALKIDA	KARDITSA	342	1423	486666	0
15	CHALKIDA	KERKIRA	7278	2516	1,831145E+07	0
16	CHALKIDA	KEFALONIA	4986	2011	1,002685E+07	0
17	CHALKIDA	KORINTHIA	11556	1034	1,19489E+07	0
18	CHALKIDA	LAKONIA	8322	1885	1,568697E+07	0
19	CHALKIDA	LARISA	2748	1401	3849948	0
20	CHALKIDA	LESBOS	6402	933	5973066	0
21	CHALKIDA	LEUKADA	507	1973	1000311	0
22	CHALKIDA	MAGNISIA	1338	1394	1865172	0
23	CHALKIDA	MESINIA	12912	1885	2,433912E+07	0
24	CHALKIDA	PIREAS	137076	852	1,167888E+08	0
25	CHALKIDA	PREBEZA	3654	2003	7318962	0
26	CHALKIDA	SAMOS-IKARIA	3702	933	3453966	0
27	CHALKIDA	TRIKALA	7464	1438	1,073323E+07	0
28	CHALKIDA	FTHIOTIDA	1212	1071	1298052	0
29	CHALKIDA	XIOS	2304	933	2149632	0
30	KOMOTINI	ΓΟΛΟΑΚΑΡΝΑΝ	8766	35,75	313,384,50	0
31	KOMOTINI	ARGOLIDA	9984	28,52	284,743,69	0
32	KOMOTINI	ARTA	780	24	18720	0
33	KOMOTINI	BOIOTIA	6984	15,30	106,855,20	9,536743E-07
34	KOMOTINI	IRAKLIO	36876	452	1,666795E+07	0,00

Results Center

Πίνακας 2. Προτεινόμενη λύση από το σύστημα.

Τα αποτελέσματα από την σύγκριση που πραγματοποιήθηκε με την παρούσα κατάσταση αναφέρονται στον πίνακα 3. Τα στοιχεία όσο αφορά το κόστος δεν είναι τα πραγματικά της εταιρείας, προκειμένου να μην διαρρεύσουν μέσω της μελέτης σε πιθανόν ενδιαφερόμενους, αλλά τα ποσοστά που προκύπτουν είναι τα αληθινά καθώς τα κόστη απλώς είναι σε μικρότερη κλίμακα των πραγματικών κοστών.

ΚΟΣΤΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ				
ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ	ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ		ΜΕΙΩΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ	
	ΥΠΑΡΧΟΝ	ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ	EURO	ΜΕΤΑΒΟΛΗ (%)
PNLS	68229,58	52966,97	15262,61	22,37
CTWD	6623,13	6482,32	140,81	2,13
FLRN	3403,04	3136,70	266,34	7,83
PSTF	4449,93	4288,80	161,14	3,62
CNST	35946,13	35399,96	546,17	1,52
ΣΥΝΟΛΟ	118651,82	102274,75	16377,08	13,80

Πίνακας 3. Σύγκριση του προτεινόμενου με το υπάρχον σύστημα διανομής.

Όπως φαίνεται από τον παραπάνω πίνακα η μείωση του κόστους μεταφοράς που πραγματοποιείται με το προτεινόμενο σύστημα είναι αρκετά μεγάλη. Η ποσοστιαία μεταβολή για της διάφορες ομαδοποιήσεις των προϊόντων που έχουμε είναι για τα pnl5 22,37%, για τα ctwd 2,13 %, για τα flrn 7.83 %, για τα pstf 3.62 %, για τα cnst 1.52 %. Το προτεινόμενο σύστημα διανομής επιτυγχάνει συνολική μείωση του κόστους μεταφοράς της τάξης του 13,8 % !

10-03-2003 11:39:05	From	To	Unit Cost	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. Cost	Allowable Max. Cost
1	CHALKIDA	ATHINA	852	0	basic	-36,42	2.135,58
2	CHALKIDA	AITOLOAKARNANIA	16,48	17,15	at bound	-0,67	M
3	CHALKIDA	ARGOLIDA	1167	1.174,90	at bound	-7,90	M
4	CHALKIDA	ARKADIA	1519	0	basic	-36,42	2.751,58
5	CHALKIDA	ARTA	1921	1.933,42	at bound	-12,42	M
6	CHALKIDA	AXAIA	1416	0	basic	-36,42	2.751,58
7	CHALKIDA	B. SPORADES	14,30	0	basic	-36,42	M
8	CHALKIDA	BOIOTIA	666	687,12	at bound	-21,12	M
9	CHALKIDA	GREBENA	20,10	0	basic	-36,42	218,14
10	CHALKIDA	DRAMA	1995	1.836,86	at bound	158,14	M
11	CHALKIDA	DODEKANISA	1408	0	basic	-36,42	M
12	CHALKIDA	EBROS	26,50	0	basic	-36,42	29,58
13	CHALKIDA	EVOIA	723	0	basic	-36,42	1.929,58
14	CHALKIDA	EURITANIA	1739	0	basic	-36,42	M
15	CHALKIDA	ZAKINTHOS	1761	0	basic	-36,42	M
16	CHALKIDA	ILIA	1753	0	basic	-36,42	2.898,58
17	CHALKIDA	IMATHIA	1548	1.359,86	at bound	188,14	M
18	CHALKIDA	IRAKLIO	2712	2.296,42	at bound	415,58	M
19	CHALKIDA	THES/NIKI	1438	1.249,86	at bound	188,14	M
20	CHALKIDA	THESPROTIA	2223	0	basic	-36,42	M
21	CHALKIDA	IOANINA	215	0	basic	-36,42	2.017,58
22	CHALKIDA	KABALA	1995	2.025,42	at bound	-30,42	M
23	CHALKIDA	KARDITSA	1423	0	basic	-36,42	1.460,58
24	CHALKIDA	KASTORIA	2032	542,42	at bound	1.489,58	M
25	CHALKIDA	KERKIRA	2516	0	basic	-36,42	2.898,58
26	CHALKIDA	KEFALONIA	2011	0	basic	-36,42	M
27	CHALKIDA	KILKIS	1702	1.700,86	at bound	1,14	M
28	CHALKIDA	KOZANI	1849	1.660,86	at bound	188,14	M
29	CHALKIDA	KORINTHIA	1034	0	basic	-36,42	2.457,58
30	CHALKIDA	LAKONIA	1885	0	basic	-36,42	2.898,58
31	CHALKIDA	LARISA	1401	0	basic	-36,42	1.430,58
32	CHALKIDA	LASITHI	2712	2.296,42	at bound	415,58	M
33	CHALKIDA	LESBOS	933	0	basic	-36,42	M

Results Print

Πίνακας 4. Εύρος τιμών του κόστους, στο οποίο διατηρείται η βέλτιστη λύση.

Πολύ σημαντική πληροφορία για τον ερευνητή και την εταιρεία αποτελεί το εύρος των τιμών που μπορεί να λάβει το κόστος πραγματοποίησης κάθε διαδρομής (πίνακας 4), χωρίς να μεταβάλλεται η βέλτιστη λύση. Και αυτό διότι έχοντας στην κατοχή της αυτή την πληροφορία θα μπορεί ενδεχομένως να ξέρει τα πλαίσια μέσα στα οποία μπορεί να διαπραγματευτεί σε μία ενδεχόμενη συνάντηση, που μπορεί να έχει με την

εταιρεία που έχει αναλάβει την μεταφορά των προϊόντων της. Παράλληλα θα είναι σε θέση να ξέρει την τιμή κάτω της οποίας θα πρέπει να μειωθεί το κόστος έτσι ώστε να χρειαστεί να επιλύσει ξανά το πρόβλημα βρίσκοντας νέα λύση.

Node	Supply	Demand	Shadow Price	Allowable Min. Value	Allowable Max. Value
1 CHALKIDA	610287	0	-36,42	610287	715668
2 KOMOTINI	656385	0	0	656385	M
3 DC KALOXORI	106734	106734	-19,56	0	393102
4 ATHINA	0	394698	888,42	289317	394698
5 AITOLOAKARNANIA	0	8766	35,75	0	8766
6 ARGOLIDA	0	9984	28,52	0	9984
7 ARKADIA	0	267	1.555,42	0	267
8 ARTA	0	780	24	0	780
9 AXAIA	0	39516	1.452,42	0	39516
10 B. SPORADES	0	1245	50,72	0	1245
11 BOIOTIA	0	6984	15,30	0	6984
12 GREBENA	0	6	56,52	0	6
13 DRAMA	0	6936	194,56	0	6936
14 DODEKANISA	0	2973	1.444,42	0	2973
15 EBROS	0	8364	62,92	0	8364
16 EVDIA	0	29772	759,42	0	29772
17 EURITANIA	0	1674	1.775,42	0	1674
18 ZAKINTHOS	0	3288	1.797,42	0	3288
19 ILIA	0	942	1.789,42	0	942
20 IMATHIA	0	6615	224,56	0	6615
21 IRAKLIO	0	36876	452	0	36876
22 THES/NIKI	0	203262	224,56	0	203262
23 THESPROTIA	0	3084	2.259,42	0	3084
24 IOANINA	0	18036	251,42	0	18036
25 KABALA	0	318	6	0	318
26 KARDITSA	0	342	1.459,42	0	342
27 KASTORIA	0	3114	1526	0	3114
28 KERKIRA	0	7278	2.952,42	0	7278
29 KEFALONIA	0	4986	2.047,42	0	4986
30 KILKIS	0	465	37,56	0	465
31 KOZANI	0	10614	224,56	0	10614
32 KORINTHIA	0	11556	1.070,42	0	11556
33 LAKONIA	0	8322	1.921,42	0	8322

Πίνακας 5. Εύρος τιμών των διακινούμενων ποσοτήτων, στο οποίο διατηρείται η βέλτιστη λύση.

Επίσης πολύ χρήσιμη πληροφορία γι' αυτόν που μελετά το πρόβλημα αποτελεί το εύρος των τιμών που μπορούν να λάβουν οι διακινούμενες ποσότητες σε κάθε διαδρομή χωρίς να μεταβάλλεται η βέλτιστη λύση (πίνακας 5). Όπως προαναφέρθηκε, η εταιρεία γνωρίζοντας καλά τα όρια μέσα στα οποία διατηρείται η βέλτιστη λύση (από πλευράς διακινούμενων ποσοτήτων), θα είναι σε θέση να ορίσει τις δυναμικότητες των μεταφορικών μέσων που απαιτούνται για να γίνουν οι απαιτούμενες αποστολές προϊόντων. Ταυτόχρονα θα μπορεί να γνωρίζει αν μπορεί να μετακινήσει μεγαλύτερες ποσότητες προς κάποιο προορισμό δημιουργώντας έτσι οικονομίες κλίμακας, γεγονός που μειώνει το ανά μονάδα κόστος.

Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί, πως το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε δίνει την δυνατότητα της τι-εάν ανάλυσης (πίνακας 6), καθώς επίσης και της παραμετρικής ανάλυσης (πίνακας 7).

The screenshot shows the 'Network Modeling' software interface. A 'What If Analysis' dialog box is open, allowing for a minor change to the problem. The dialog box has the following options:

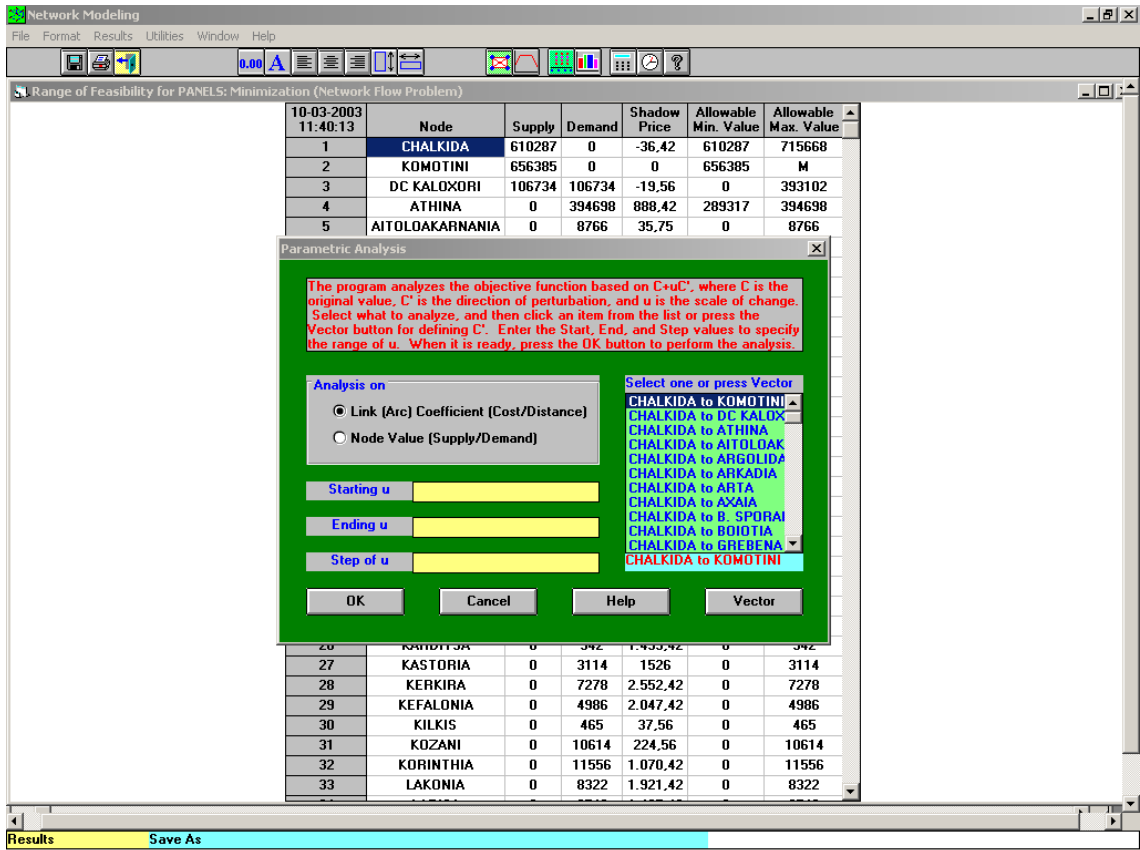
- Analysis on:
 - Link (Arc) Coefficient (Cost/Distance)
 - Node Value (Supply/Demand)
 - Flow Upper Bound
 - Flow Lower Bound
- Link Cost/Distance: 2274
- Buttons: OK, Cancel, Help, Vector

The background table shows the following data:

Node	Supply	Demand	Shadow Price	Allowable Min. Value	Allowable Max. Value
1 CHALKIDA	610287	0	-36,42	610287	715668
2 KOMOTINI	656385	0	0	656385	M

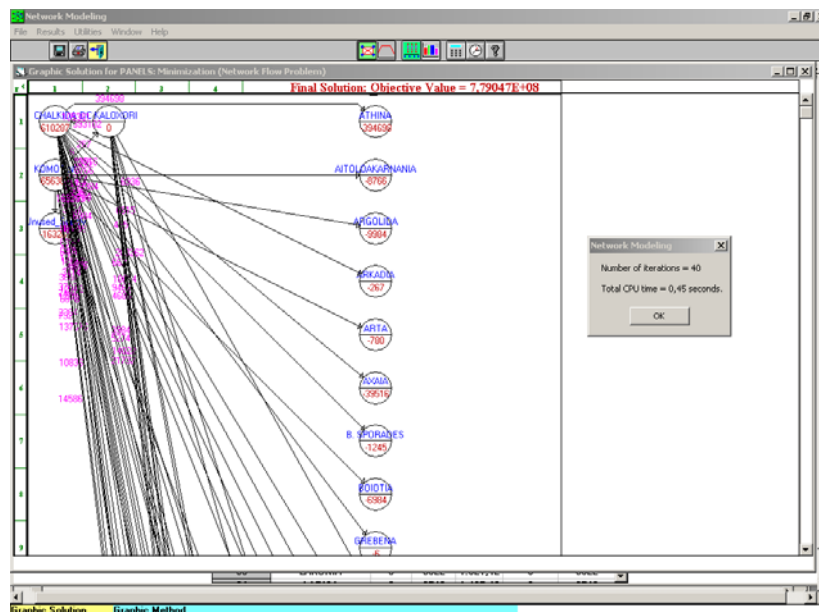
Πίνακας 6. Τι-εάν ανάλυση (what if analysis).

Έτσι μέσω αυτών των δυνατοτήτων που προσφέρονται στον ερευνητή ή την εταιρεία, μπορούν να εξαχθούν πολύτιμα για την επιχείρηση συμπεράσματα, καθώς με την τι-εάν ανάλυση, στην ουσία μπορεί να πραγματοποιηθεί προσομοίωση διαφόρων σεναρίων που πιθανόν έχουν ενδιαφέρον να εξεταστούν. Επίσης με την παραμετρική ανάλυση μπορεί να αλλαχθεί οποιαδήποτε παράμετρος του προβλήματος, προκειμένου να δει ο κάθε ενδιαφερόμενος την μεταβολή που προκαλείται στην αντικειμενική συνάρτηση του προβλήματος, η οποία στην ουσία απεικονίζει το συνολικό μεταφορικό κόστος της κάθε φορά προτεινόμενης λύσης.



Πίνακας 7. Παραμετρική ανάλυση.

Τέλος αξίζει να αναφερθεί ότι για τυχόν παρουσίαση της προτεινόμενης βέλτιστης λύσης το WinQSB παρέχει την δυνατότητα γραφικής απεικόνισης (πίνακας 8).



Πίνακας 8. Γραφική απεικόνιση.

Συμπεράσματα

Παρακάτω θα συζητηθούν τα συμπεράσματα που εξήχθησαν άμεσα από τον ερευνητή του προβλήματος με βάση τα αποτελέσματα που δόθηκαν από την προτεινόμενη βέλτιστη λύση, ενώ παράλληλα θα γίνει μία προσπάθεια να δειχθεί ο βαθμός αξιοποίησης και εφαρμογής των αποτελεσμάτων στην πράξη.

Από τον πίνακα 3, σελίδα 37, μπορούν να εξαχθούν σε πρώτη φάση πολύ χρήσιμα συμπεράσματα. Ο αναγνώστης μπορεί εύκολα να αντιληφθεί πως την μεγαλύτερη συμβολή στην επίτευξη της συνολικής μείωσης του κόστους μεταφοράς στο 13,8 %, την έχει μια από τις ομαδοποιήσεις των προϊόντων, και συγκεκριμένα η pnls. Σε αυτή την κατηγορία έχουμε μια μείωση του μεταφορικού κόστους της τάξης του 22,4 %! Οι υπόλοιπες κατηγοριοποιήσεις έχουν μείωση 2,1 %, 7,8 %, 3,6 %, και 1,5 %. Για να κατανοήσουμε περαιτέρω την σημαντική συμβολή στην μείωση του συνολικού μεταφορικού κόστους, αρκεί να εξηγήσουμε πως αυτή η κατηγοριοποίηση είναι που παρέχει στην εταιρεία το μεγαλύτερο μέρος των εσόδων της. Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να υπενθυμίσουμε στον αναγνώστη, πως η προαναφερόμενη ομαδοποίηση (pnls) των προϊόντων είναι η μόνη από τις πέντε στο σύνολο, που μπορεί να παραχθεί και από τις δύο παραγωγικές μονάδες που έχει στην διάθεση της η εταιρεία (Χαλκίδα, Κομοτηνή). Σε αντίθεση με τις άλλες ομαδοποιήσεις που παράγονται μόνο από την μία παραγωγική μονάδα. Επομένως γίνεται κατανοητό πως όσο πιο σύνθετο και πολύπλοκο γίνεται ένα σύστημα τόσο πιο δύσκολα προσεγγίζεται ή ακόμα και επιτυγχάνεται η βέλτιστη λύση. Στην εταιρεία που πραγματοποιήθηκε η μελέτη, προς το παρόν υπεύθυνο για την δρομολόγηση και την δημιουργία σχεδίων φόρτωσης είναι ένα γραφείο κίνησης. Οι αρμόδιοι του γραφείου ακολουθούν κάποιους εμπειρικούς κανόνες προκειμένου να προετοιμάσουν τα σχέδια φόρτωσης ή να δρομολογήσουν τα μεταφορικά μέσα που έχουν στην διάθεση τους. Συνεπώς αυτό που διαφαίνεται είναι

πως όσο μεγαλύτερο χρονικό διάστημα έχει δουλευτεί ένα σύστημα έστω και με εμπειρικούς κανόνες τόσο προσεγγίζεται η βέλτιστη λύση. Επομένως αναγκαιότητα για την πραγματοποίηση μελέτης ελαχιστοποίησης του μεταφορικού κόστους υπάρχει όταν : α) προκύπτει κάποιο νέο κομβικό στοιχείο σε ένα δίκτυο διανομής ή κάποια μετατροπή, όπως νέα παραγωγική ή αποθηκευτική μονάδα ή ακόμα και κέντρο διανομής και δεν υπάρχει συσσώρευση εμπειριών και γνώσης του συστήματος, β) όταν υπάρχει πολυπλοκότητα στο σύστημα, καθώς δεν μπορούν να ακολουθηθούν εμπειρικοί κανόνες προκειμένου να υπάρξει συντονισμός του συστήματος.

Ένα άλλο σημείο που πρέπει να σταθούμε είναι η επιλογή των μεταφορικών μέσων που θα πραγματοποιήσουν την μεταφορά των προϊόντων της εταιρείας. Η απόφαση αυτή είναι πολύ σημαντική διότι το μεταφορικό κόστος εξαρτάται άμεσα από το μέσο που διεκπεραιώνει την μεταφορά, καθώς έτσι δημιουργούνται οικονομίες κλίμακας, και επιτυγχάνεται μικρότερο ανά μονάδα μεταφερόμενου προϊόντος κόστος. Το κόστος που εμείς εισαγάγαμε στο πρόβλημα ήταν το μεταφορικό κόστος φορτηγών. Συνεπώς ένα εναλλακτικό σενάριο θα ήταν να εξετάζαμε αν κάποιες κύριες διαδρομές, για παράδειγμα προς κάποιο κέντρο διανομής, γίνονταν με πλοίο ή τρένο. Αυτό όμως δεν κρίθηκε σκόπιμο καθώς μέσω του εύρους των τιμών του μεταφορικού κόστους που λάβαμε από την προτεινόμενη λύση, η βέλτιστη λύση δεν θα άλλαζε ακόμα και αν σχεδόν εκμηδενιζόταν το μεταφορικό κόστος, πράγμα αδύνατο όσο μεγάλες και να ήταν οι οικονομίες κλίμακας που μπορούσαν να δημιουργηθούν. Από την αρχή πριν επιλυθεί το πρόβλημα, είχε επισημανθεί πως το μεταφορικό κόστος ενός από τα κέντρα διανομής της εταιρείας ήταν ασύμφορο και δεν αιτιολογούσε την ύπαρξή του. Αυτό συνέβαινε για τους παρακάτω λόγους : α) πολύ ακριβά τα κόμιστρα στο λιμάνι που ήταν κοντά στο κέντρο διανομής, β) το κόστος διαχείρισης των υλικών αυξανόταν κατακόρυφα, καθώς θα έπρεπε να ξεφορτωθεί το πλοίο, να φορτωθούν οι ποσότητες σε

φορτηγά και στην συνέχεια να ξεφορτωθούν τα φορτηγά στο κέντρο διανομής, γ) αυξημένο κόστος αποθήκευσης, διότι δεν εξυπηρετούνταν μεγάλες παραγγελίες από το συγκεκριμένο κέντρο διανομής και οι ποσότητες παρέμεναν στις αποθήκες για μεγάλο χρονικό διάστημα, δ) αυξημένο μεταφορικό κόστος, διότι όπως προαναφέρθηκε δεν εξυπηρετούνταν από το κέντρο διανομής μεγάλοι πελάτες, και συνεπώς δεν υπήρχε μία συνεχής ροή υλικών ώστε να είναι σε θέση η εταιρεία να διαπραγματευτεί με τις μεταφορικές εταιρείες που συνεργαζόταν. Παρόλα αυτά όμως η ύπαρξη του συγκεκριμένου κέντρου διανομής ήταν επιβεβλημένη διότι : α) λόγω της ύπαρξης τμήματος πωλήσεων της εταιρείας στην περιοχή, η εξυπηρέτηση των πελατών θα έπρεπε να είναι άμεση, β) το τμήμα πωλήσεων δημιουργήθηκε, διότι η προσωπική επαφή με τους πελάτες κρίθηκε απαραίτητη από την εταιρεία.

Συνεπώς συμπεραίνουμε πως πολλές φορές η εταιρεία προχωρά σε συγκεκριμένες αποφάσεις που αυξάνουν το μεταφορικό κόστος των καναλιών διανομής της επηρεαζόμενη από την επιθυμία που μπορεί να έχει για : α) διατήρηση ή ακόμα και αύξηση του μεριδίου της αγοράς που έχει, β) καλύτερη εξυπηρέτηση των πελατών της, απόφαση που σημαίνει άμεση επαφή και ανταπόκριση με παράλληλη ελαχιστοποίηση του κόστους που επιβαρύνει τον πελάτη.

Τέλος ανακεφαλαιώνοντας αναφέρεται πως το μεταφορικό κόστος επηρεάζεται και έχει αποκλίσεις ανάλογα με :

1. Την εξυπηρέτηση των πελατών που θέλει να προσφέρει η εταιρεία.
2. Το γεωγραφικό σημείο που βρίσκεται ο προορισμός. Δηλαδή απόσταση που πρέπει να διανυθεί και δυσκολία προσέγγισης.
3. Το χρονικό διάστημα που συνεργάζεται η εταιρεία με τους μεταφορείς αν δεν έχει δικά της μεταφορικά μέσα.

4. Την πληρότητα των μεταφορικών μέσων που πραγματοποιούν τις διαδρομές.
5. Τον τύπο των μεταφορικών μέσων που χρησιμοποιείται για την διεξαγωγή της μεταφοράς (δημιουργία οικονομιών κλίμακας).
6. Την συνεχή ροή φορτίων.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Abdinnour-Helm Sue, **Using simulated annealing to solve the p-Hub Median Problem**, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 31 No. 3, 2001, pp. 203-220.
2. Ali, Tarab H., Radhakrishnan, Sridhar, Pulat, Simin, Gaddipati, Nagaiah C., **Relay network design in freight transportation systems**, *Transportation Research Part E*, 38, 2002, pp. 405–422.
3. Attwood, Peter and Nigel, **Logistics of a Distribution System**, *Gower Publishing Company*, 1992.
4. Ballou, Ronald H., **Business Logistics Management, 4th Edition**, *Prentice Hall*, 1998.
5. Berry, L.M., Murtagh, B.A., McMahon, G.B., Sugden, S.J., Welling, L.D., **Genetic algorithms in the design of complex distribution networks**, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 28, No. 5, 1998, pp. 377-381.
6. Bookbinder James H., Lynch Maureen E., **Customer service in physical distribution: a utility-function approach**, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 27 No. 9/10, 1997, pp. 540-558.
7. Bramel, Julien, David Simchi-Levi, **The Logic of Logistics, Theory, Algorithms, and Applications for Logistics Management**, Springer Series in Operations Research, 1997.
8. Cem Canel, Sidhartha R. Das, **The incapacitated multi-period facilities location problem with profit maximization**, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 29 No. 6, 1999, pp. 409-433.
9. Chopra Sunil, **Designing the distribution network in a supply chain**, *Transportation Research*, Part E 39 (2003) 123–140.
10. Donselaar, Karel van, Kokke, Kees, Allesie, Martijn, **Performance measurement in the transportation and distribution sector**, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 28 No. 6, 1998, pp. 434-450.
11. Fair, Marvin L. and Williams, Ernest W., *Transportation and Logistics*, Plano, Texas : Business Publications, 1981, pp 90 – 100.
12. Fleischmann, Bernhard, M. G. Speranza, P. Stahly, **Advances in Distribution Logistics**, *Springer Verlag*, August 1998.
13. Gattorna, John L., **Handbook of Logistics & Distribution Management, Fourth Edition**, *Gower Publishing Company*, 1997.
14. Giddings, A.P., Bailey, T.G., Moore, J.T., **Optimality analysis of facility location problems using response surface methodology**, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 31 No. 1, 2001, pp. 38-52.
15. Gill, Lynn E., Allerheilgen, Robert P., **Co-operation in channels of distribution: physical distribution leads the way**, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 26 No. 5, 1996, pp. 49-63.
16. Gonzalez, Enrique Lopez, Fernandez, Miguel A. Rodríguez, **Genetic optimization of a fuzzy distribution model**, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 30, No. 7/8, 2000, pp. 681-696.
17. Hillier, Frederic S., Gerald J. Lieberman, **Introduction to Operations Research, sixth edition**, McGraw-Hill, 1995.

18. Hong-Minh, S.M., Disney, S.M., Naim, M.M., **The dynamics of emergency transshipment supply chains**, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 30 No. 9, 2000, pp. 788-815.
19. Hooper, Neil, **Dynamic distribution planning techniques: progressive logistics optimization for manufacturers**, *Logistics Information Management*, Volume 9, Number 3, 1996, pp. 27–35.
20. Jang, Yang-Ja, Jang, Seong-Yong, Chang, Byung-Mann, Park, Jinwoo, **A combined model of network design and production/distribution planning for a supply network**, *Computers & Industrial Engineering* 43 (2002) 263-281.
21. Jara-Díaz, Sergio R., Basso, Leonardo J., **Transport cost functions, network expansion and economies of scope**, *Transportation Research Part E*, 39, 2003, pp. 271–288.
22. Jayaraman, Vaidyanathan, Pirkul, Hasan, **Planning and coordination of production and distribution facilities for multiple commodities**, *European Journal of Operational Research*, 133 (2001) 394-408.
23. Laine, Jouni T., Vepsäläinen, Ari P.J., **Economies of Speed in Sea Transportation**, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 24 No. 8, 1994, pp. 33-41.
24. Lambert, Douglas M., James R. Stock, **Strategic Logistics Management, Third Edition**, Richard D. Irwin, Inc, 1993.
25. Lee, Young Hae, Kim, Sook Han, **Production-distribution planning in supply chain considering capacity constraints**, *Computers & Industrial Engineering*, 43, 2002, pp. 169-190.
26. Leeuw Sander de, **Distribution control at Exhaust Systems Europe**, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 26 No. 8, 1996, pp. 79-96.
27. List, George F., Wood, Bryan, Nozick, Linda K., Turnquist, Mark A., Jones, Dean A., Kjeldgaard, Edwin A., Craig R. Lawton, **Robust optimization for fleet planning under uncertainty**, *Transportation Research Part E*, 39, 2003, pp. 209–227.
28. Liu, Jiyin, Li, Chung-Lun, Chan, Chun-Yan, **Mixed truck delivery systems with both hub-and-spoke and direct shipment**, *Transportation Research Part E*, 39, 2003, pp. 325–339.
29. Loomba, Arvinder P.S., **Linkages between product distribution and service support functions**, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 26 No. 4, 1996, pp. 4-22.
30. Loomba, Arvinder P.S., **Product distribution and service support strategy linkages An empirical validation**, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 28 No. 2, 1998, pp. 143-161.
31. Lumsden Kenth, Dallari Fabrizio, Ruggeri Remigio, **Improving the efficiency of the Hub and Spoke system for the SKF European distribution network**, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 29 No. 1, 1999, pp. 50-64.
32. Mallen, Bruce, **Selecting channels of distribution: a multi-stage process**, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 26 No. 5, 1996, pp. 5-21.
33. Mourits, Marcel, Evers, Joseph J.M., **Distribution network design**, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 25, No. 5, 1995, pp. 43-57.

34. Murtagh, B.A., Sims, J.W., **Improved modelling of physical distribution**, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 25, No. 8, 1995, pp. 47-52.
35. Oh Kyoung Kwon, Carl D. Martland, Joseph M. Sussman, **Routing and scheduling temporal and heterogeneous freight car traffic on rail networks**, *Transportation Research-E (Logistics and Transportation Rev.)*, Vol. 34, No. 2, pp. 101-115, 1998.
36. Peter G. Eibl, Roddy Mackenzie, David B. Kidner, **Vehicle Routeing and Scheduling in the Brewing Industry: A Case Study**, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 24, No. 6, 1994, pp. 27-37.
37. Ross, David Frederic, **Distribution Planning and Control**, *Kluwer Academic Publishers*, 1998.
38. Tompkins, James A., Jerry D. Smith, **Warehouse Management Handbook, 2nd edition**, *Tompkins Press*, 1998.
39. Tyworth, John E., Ruiz-Torres, Alex, **Transportation's role in the sole-versus dual-sourcing decision**, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 30 No. 2, 2000, pp. 128-144.
40. Waller, Alan G., **Computer systems for distribution planning**, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 25 No. 4, 1995, pp. 48-59.
41. Waller, Alan G., **Computer systems for distribution planning**, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 25, No. 4, 1995, pp. 35-45.
42. Winston, Wayne L., **Operations research. Application and Algorithms, third edition**, *International Thomson Publishing*, 1994.