

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ



ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΩΝ ΣΕ ΘΑΛΑΣΣΙΕΣ
ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ

ΚΑΡΥΣΤΙΝΟΥ ΙΩΑΝΝΑ

Χανιά 2016

Πρόλογος

Σ' ένα ταχύτατα μεταβαλλόμενο περιβάλλον , η ανάγκη για εξέλιξη εμφανίζεται επιτακτική όσο ποτέ άλλοτε . Από τις επιχειρήσεις γίνονται εντατικές προσπάθειες βελτίωσης της αποτελεσματικότητας , οι οποίες ξεκινούν έρευνες με απώτερο σκοπό την καλύτερη εταιρική λειτουργία , έτσι ώστε να προκύψουν τα επιθυμητά αποτελέσματα , που συνήθως αποβλέπουν στην μέγιστη κερδοφορία . Στην εργασία αυτή θα γίνει η μοντελοποίηση και η επίλυση του προβλήματος της εφοδιαστικής αλυσίδας στις θαλάσσιες μεταφορές με τη χρήση μεθευρετικών αλγορίθμων. Αφού ληφθούν υπόψιν όλες οι παράμετροι που απαιτούνται για την μοντελοποίηση του συγκεκριμένου προβλήματος θαλάσσιων μεταφορών , θα αναπτυχθούν αλγόριθμοι βελτιστοποίησης για την επίλυση του προβλήματος . Στη συνέχεια , θα ελεγχθούν τα αποτελέσματα και θα αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα των μεθόδων.

Λέξεις κλειδιά: θαλάσσιες μεταφορές , μεθευρετικοί αλγόριθμοι , logistics , εφοδιαστική αλυσίδα

Περίληψη

Στην παρούσα διπλωματική παρουσιάζεται η πρακτική εφαρμογή των Logistics , της εφοδιαστικής αλυσίδας και του αλγορίθμου TABU Search για μια ναυτιλιακή εταιρεία με στόχο την επίτευξη του βέλτιστου κόστους εξυπηρέτησης των λιμανιών του Ιονίου .

Πιο συγκεκριμένα στο πρώτο κεφάλαιο , περιγράφεται ο όρος Logistics και εφοδιαστική αλυσίδα . Για τους παραπάνω όρους δίνεται ένας σύντομος ορισμός , παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά τους και η απήχισή τους στην Ελλάδα αλλά και στο παγκόσμιο εμπόριο.

Στο επόμενο κεφάλαιο , περιγράφεται η έννοια των θαλάσσιων μεταφορών , τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα τους . Στη συνέχεια , περιγράφεται η αγορά των εμπορευματοκιβωτίων , τα πλοία που εκτελούν τέτοιου είδους μεταφορές καθώς και οι λόγοι που αναπτύσσεται ραγδαία .

Στο τρίτο κεφάλαιο περιγράφεται εν συντομία η χρήση των μεθευρετικών αλγορίθμων και πιο συγκεκριμένα του αλγόριθμου τοπικής αναζήτησης. Στο τέταρτο κεφάλαιο , παρουσιάζονται τα δεδομένα τα οποία ελήφθησαν υπόψιν για την επιλογή των πλοίων που θα εξυπηρετούν τα λιμάνια του Ιονίου. Τέλος , παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της λύσης μέσω του Tabu Search και τα συμπεράσματα αυτών.

Περιεχόμενα

1. Εφοδιαστική Αλυσίδα	6
1.1 Ορισμός – Έννοια Logistics	6
1.2 Βασικές αρχές και δραστηριότητες.....	9
1.3 Τα στοιχεία των Logistics	12
1.4 Logistics στη Ελλάδα	16
1.5 Εφοδιαστική Αλυσίδα.....	18
1.5.1 Βασικές έννοιες.....	18
1.5.2 Τα μέλη μιας εφοδιαστικής αλυσίδας	20
1.5.3 Διάφορα μεταξύ Logistics και Εφοδιαστικής αλυσίδας	22
2. Θαλάσσιες Μεταφορές.....	24
2.1 Τα Χαρακτηριστικά των θαλάσσιων μεταφορών	24
2.1.1 Τα βασικά πλεονεκτήματα των θαλάσσιων μεταφορών	25
2.1.2 Τα βασικά μειονεκτήματα των θαλάσσιων μεταφορών.....	25
2.2 Πλοία Μεταφοράς Εμπορευματοκιβωτίων	26
2.3 Θαλάσσιες Μεταφορές με εμπορευματοκιβώτια (containers)	27
2.3.1 Η αγορά των εμπορευματοκιβωτίων.....	28
2.3.2 Λόγοι ανάπτυξης εμπορευματοκιβωτίων	28
2.3.3 Προϋποθέσεις αξιοποίησης των εμπορευματοκιβωτίων ως μονάδων μεταφοράς	29
2.3.4 Σχετικά με τα εμπορευματοκιβώτια.....	30
3. Μεθευρετικοί Αλγόριθμοι	31
3.1 Εισαγωγή.....	31
3.2 Αλγόριθμος Περιορισμένης Αναζήτησης.....	32
4. Εφαρμογή της Περιορισμένης Αναζήτησης	38
4.1 Μοντελοποίηση Προβλήματος.....	39
4.2 Κοντέινερ (T.E.U.)	40
4.3 Στόλος (S = Ships)	46
4.4 Λιμάνια (P = Ports)	47

4.5 Έσοδα Μεταφοράς Εμπορευματοκιβωτίων T.E.U. (E = Earnings)	51
4.6 Προσφορά και Ζήτηση	52
4.7 Κόστος Μεταφοράς Κοντέινερ Φορηγών Πλοίων	54
4.8 Μηνιαίο Κόστος Πλοίου (MC = Monthly Cost)	55
4.9 Κόστος Καυσίμων Ταξιδιού Πλοίου (VFC = Voyage Fuel Cost)	57
5.Αποτελέσματα	64
5.1 Αποτελέσματα	64
5.2 Συμπεράσματα	68
Βιβλιογραφία – Αναφορές	70

1. Εφοδιαστική Αλυσίδα

1.1 Ορισμός – Έννοια Logistics

Ο κρίσιμος ρόλος των Logistics εμφανίζεται σε πολλές φάσεις της ιστορίας . Χωρίς την χρήση τους τα ιστορικά γεγονότα πολύ πιθανόν να είχαν διαφορετική κατάληξη. Σελίδες ιστορίας , οι οποίες θα μπορούσαν να είχαν εντελώς διαφορετική έκβαση , αν οι υπεύθυνοι των αποφάσεων αντιλαμβάνονταν την έννοια των Logistics και έδιναν μεγαλύτερη προσοχή στην εφαρμογή τους . Μία αποτυχημένη εφαρμογή των Logistics ανήκει στο στρατό του Χίτλερ κατά τον 2ο Παγκόσμιο Πόλεμο , στην επιχείρηση "Μπαρμπαρόσα", που στόχευε στην κατάκτηση της Σοβιετικής Ένωσης. Πιο αναλυτικά, η εφοδιαστική αλυσίδα του Χίτλερ ήταν αναποτελεσματική και ανέτοιμη να ανταποκριθεί στις ανάγκες τριών εκατομμυρίων ανδρών σε ένα πεδίο μάχης με διαστάσεις 1.800.000 τετραγωνικών χιλιομέτρων. Δηλαδή , ενώ ο γερμανικός στρατός έφτασε με σχετική ευκολία σε απόσταση μόλις 30 χιλιομέτρων από την Μόσχα, κατέρρευσε λόγω έλλειψης εφοδίων. Άρματα χωρίς καύσιμα και πολεμοφόδια , άντρες πεινασμένοι και ξεπαγιασμένοι, συνέθεταν την εικόνα του ισχυρότερου στρατού στον κόσμο. Η επιχείρηση "Μπαρμπαρόσα" θα είχε διαφορετική έκβαση αν είχε ακολουθήσει διαφορετική στρατηγική στην διαχείριση των Logistics τους ο Γερμανικός στρατός. Από την παραπάνω έκβαση της μάχης αναδεικνύεται η σημασία των Logistics τα οποία διαμορφώνουν σε μεγάλο βαθμό τόσο το κόστος όσο και την ποιότητα του προϊόντος και επομένως δεν είναι πλέον δυνατό να αγνοηθούν από την επιχείρηση . Η σωστή διαχείριση των Logistics δίνει το ανταγωνιστικό πλεονέκτημα που χρειάζεται η επιχείρηση απέναντι στις μεταβαλλόμενες συνθήκες της αγοράς .

Τα Logistics είναι υπεύθυνα για τη διαχείριση των αποθεμάτων , την κίνηση των υλικών (μέσα και έξω από την παραγωγική διαδικασία) , την εκτέλεση των παραγγελιών και την διεκπεραίωση των πωλήσεων. Μία οργανωμένη εφοδιαστική αλυσίδα δίνει τη δυνατότητα στην επιχείρηση να ελέγχει καλύτερα τα αποθέματα της και να προγραμματίσει τις αγορές πρώτων υλών/προϊόντων , ανάλογα με την πορεία των πωλήσεων.

Στην συνέχεια , για την πλήρη κατανόηση του όρου Logistics θα δοθεί ένας περιεκτικός ορισμός . Ο όρος Logistics προέρχεται από το γαλλικό ρήμα *lager* που σημαίνει τοποθετώ. Στην αρχή , ο όρος Logistics αναφερόταν στην μεταφορά και την τοποθέτηση στρατευμάτων. Αργότερα απέκτησε μια πιο ευρεία έννοια για να συμπεριλάβει και την οργάνωση και διαχείριση των προμηθειών. Στις αρχές του 20ου αιώνα (Harris F., *Operations and Cost*, A. Shaw & Co, Chicago, IL, 1915) τα Logistics θεωρούνται σαν μια λειτουργία υποστήριξης στο χώρο του marketing και της παραγωγής με κύρια συστατικά την μεταφορά και την αποθήκευση των πρώτων υλών και τελικών αγαθών. Πέρασε σχεδόν ένας αιώνας για να γίνουν ευρύτατα αποδεκτές οι βασικές αρχές διαχείρισης των Logistics. Οπότε σύμφωνα με την CLM (Council of Logistics Management) με τον όρο εφοδιαστική υποστήριξη (Logistics) θεωρούνται η ολοκλήρωση δύο ή και περισσότερων διαδικασιών με σκοπό το σχεδιασμό, την εφαρμογή και τον έλεγχο της αποδοτικής ροής των πρώτων υλών, προϊόντων υπό κατασκευή και τελικών προϊόντων από το σημείο προέλευσης στο σημείο κατανάλωσης με σκοπό την πλήρη συμμόρφωση με τις απαιτήσεις του πελάτη. Ο παραπάνω ορισμός δεν καλύπτει όλες τις πτυχές των Logistics. Περιλαμβάνει τα παρακάτω στοιχεία των Logistics

- τη διοίκηση και το στρατηγικό σχεδιασμό της επιχείρησης, τη εξυπηρέτηση πελατών (customer service),
- τη βέλτιστη αξιοποίηση πόρων της,
- τη παραγωγή,
- τη αποθήκευση,
- τη διαχείριση αποθεμάτων και τη διανομή των αγαθών,

- από την πρώτη ύλη μέχρι το έτοιμο προϊόν και από την παραγωγή στο ράφι ως αυτόνομα συστατικά της επιχείρησης και όχι σαν μια ενιαία επιχειρηματική διαδικασία.



Εικόνα 1 - Διαδικασία Logistics

Επιπλέον, ο όρος Logistics αναφέρεται στη φυσική διανομή των προϊόντων-υπηρεσιών, χωρίς να αναφέρεται στην έννοια της πληροφόρησης και των πληροφορικών συστημάτων, δηλαδή την επικοινωνία μεταξύ των επιχειρηματικών διαδικασιών της επιχείρησης και της διοίκησης ώστε να υποστηρίζεται η διαδικασία του έλεγχου και εκείνα τα συστήματα που συγκεντρώνουν πληροφορίες π.χ. για τους πελάτες τους (αγοραστικές συνήθειες, τόπο μόνιμης διαμονής).

Σύμφωνα με το Λεξικό Αγορών και Προμηθειών των (Compton, H.K. and Jessop, (1995), D.Dictionary of Purchasing and Supply Chain Management, Pitman, p.111) δίνει τον ορισμό των Logistics ως : "Η διαδικασία διαχείρισης, τόσο των μεταφορών, όσο και της αποθήκευσης αγαθών και υλικών, από την πηγή προέλευσης ή κατασκευής τους μέχρι το σημείο τελικής κατανάλωσης, αλλά και της διακίνησης των σχετικών πληροφοριών που

τα συνοδεύουν". Αυτός ο ορισμός ανταποκρίνεται σε μεγάλο βαθμό στην έννοια και το περιεχόμενο των Logistics.

Οπότε βάσει των παραπάνω ένας πιο πλήρης οδηγός για τον όρο Logistics είναι η διαδικασία της συνολικής διαχείρισης των προμηθειών (αγορά πρώτων υλών) , της μεταφοράς και αποθήκευσης πρώτων υλών , εξαρτημάτων και τελικών αποθεμάτων, αγαθών μέσα στην επιχείρηση και τα κανάλια του Marketing με τέτοιο τρόπο , ώστε η τρέχουσα και η μελλοντική κερδοφορία να μεγιστοποιούνται με την εκπλήρωση των παραγγελιών σύμφωνα με τις αρχές της αποτελεσματικότητας του κόστους . (Martin Christofer, (2007), «Logistics και διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας», Εκδόσεις Κριτική, Αθήνα.)

1.2 Βασικές αρχές και δραστηριότητες

Η μελέτη της εφοδιαστικής αλυσίδας ως επιστήμη (στην οποία εντάσσεται η έννοια των Logistics) περιλαμβάνει τη μεταφορά, αποθήκευση και διακίνηση των προϊόντων από την παραγωγή έως την κατανάλωση με το μικρότερο δυνατό κόστος. Η ανάγκη γι' αυτό αυξήθηκε λόγω των ανταγωνιστικών συνθηκών μεταξύ των επιχειρήσεων , καθώς και υπηρεσίες εξυπηρέτησης των πελατών - καταναλωτών. Στην επίτευξη των παραπάνω για τις επιχειρήσεις σημαντικό ρόλο παίζει το τμήμα Logistics (εφοδιασμού) της επιχείρησης και η εν γένει συνολική διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας . Αντικείμενο του είναι το σύνολο των διαδικασιών που έχουν σκοπό αφενός να ικανοποιήσουν τους κύριους στόχους της διοίκησης και αφετέρου την επίτευξη των επιμέρους στόχων που συνδέονται με τις λειτουργίες της επιχείρησης .

Κάθε επιχείρηση (ή οργανισμός) έχει στόχους , οι οποίοι συμβαδίζουν με την ορθή και επιτυχημένη λειτουργία της εφοδιαστικής αλυσίδας. Ως «στόχος» της επιχείρησης θεωρείται μια επιθυμητή κατάσταση στην οποία επιδιώκει να φτάσει ή ένα αποτέλεσμα

προς επίτευξη (π.χ. αριθμός πωλήσεων, κέρδος, βαθμός ικανοποίησης πελάτη). Οι στόχοι συνήθως διαχωρίζονται σε :

Θεσμικοί : Θεσμικοί είναι οι στόχοι που αναφέρονται από την επιχείρηση (ή οργανισμό) στο καταστατικό της . Αυτή η κατηγορία των στόχων είναι συνήθως γενικοί και μη συγκεκριμένοι δίνοντας το γενικό πλαίσιο λειτουργίας της επιχείρησης στο γενικότερο περιβάλλον της επιχείρησης και της κοινωνίας . Πιο αναλυτικά, ο στόχος ενός νοσοκομείου είναι η παροχή υπηρεσιών υγείας στους κατοίκους της περιοχής. Ενώ ο στόχος μια εταιρίας Logistics είναι η παροχή ολοκληρωμένων υπηρεσιών (μεταφοράς, αποθήκευσης προμήθειας) των αγαθών σε επιχειρήσεις που αλληλοσυνδέονται (μεταφορικές, λιανοπωλητές).

Λειτουργικοί: Λειτουργικοί είναι οι στόχοι που αναφέρονται στα αποτελέσματα τα οποία η επιχείρηση (ή ο οργανισμός) επιδιώκει να πετύχει. Αυτοί οι στόχοι συνήθως είναι

- Στα συνολικά μεγέθη της επιχείρησης , (Για παράδειγμα τα κέρδη, ο ρυθμός ανάπτυξης, το εισόδημα κ.τ.λ.)
- Στην αγορά ,(για παράδειγμα η εδραίωση της εταιρείας και η κατάκτηση ενός σημαντικού μεριδίου της αγοράς)
- Στην παραγωγή , (Για παράδειγμα αύξηση της παραγωγικότητας και της ποιότητας των τελικών αγαθών και υπηρεσιών)
- Στους ανθρώπους , (Για παράδειγμα όπως η ικανοποίηση των εργαζομένων, η ανάπτυξη πολιτικών εταιρικής ευθύνης).
- Στις καινοτομίες , (Για παράδειγμα συμμετοχή σε νέες μεθόδους και τεχνικές παραγωγής και διανομής, νέων διοικητικών συστημάτων με σκοπό την ανάπτυξη και προσαρμογή της επιχείρησης στις εξελίξεις του περιβάλλοντος).

Επιμέρους Στόχοι της επιχείρησης: Οι επιμέρους στόχοι εστιάζουν στον στόχο της βέλτιστης εξυπηρέτησης των πελατών (custom service) , με το όσο το δυνατό χαμηλότερο κόστος.

Με τον όρο εξυπηρέτηση πελατών θεωρείται η απρόσκοπτη παροχή αγαθών και υπηρεσιών στο σωστό χρόνο και τόπο. Η ύπαρξη του κατάλληλου αγαθού, στη σωστή ποσότητα, στη σωστή ποιότητα, στο σωστό τόπο και χρόνο κάθε φορά είναι η ουσία των Logistics.

Τα προϊόντα και οι υπηρεσίες έχουν αξία , όταν ο πελάτης τα έχει στα χέρια του την στιγμή που τα χρειάζεται . Ουσιαστικά , αυτό είναι το πλεονέκτημα που αποκτά η επιχείρηση έναντι των ανταγωνιστών προσφέροντας ένα συνολικό πακέτο προσφοράς (προϊόν + σύνολο εξυπηρέτησης). Η υπεροχή αυτή μπορεί να επιτευχθεί μόνο μέσα από ολοκληρωμένη στρατηγική και σχεδιασμό για τα Logistics.

Όταν η εξυπηρέτηση πελατών συνδυαστεί με το χαμηλό κόστος τότε η επιχείρηση έχει πετύχει το στόχο της . Γίνεται αντιληπτό ότι «κόστος» δεν συνεπάγεται μόνο την καταβολή ενός ποσού (δαπάνη) με αντάλλαγμα την απόκτηση αγαθών, αλλά ως κόστος μπορεί να θεωρηθεί και η άσκοπη διατήρηση μεγάλης ποσότητας αποθέματος, όπως το κόστος διακίνησης πληροφοριών ή κόστος εργασίας κ.τ.λ. Για αυτό το σκοπό έχουν δημιουργηθεί νέα πληροφοριακά συστήματα όπως το Just in time (JIT), MRP.

- **Έλεγχος ποιότητας:** Ο σύγχρονος καταναλωτής είναι πιο απαιτητικός και δίνει έμφαση στην διατήρηση κάποιων προδιαγραφών (Συστήματα Διασφάλισης Ποιότητας ISO 9000) όσο και μιας αποδεκτής γενικής ποιότητας των υπηρεσιών Logistics αυτού του ιδίου του συστήματος.

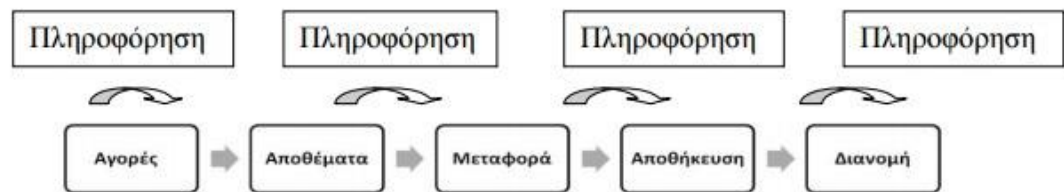
- **Απόκριση (responsiveness):** Σε μια ταχέως μεταβαλλόμενη αγορά η άμεση ανταπόκριση της επιχείρησης απέναντι στις διαρκώς μεταβαλλόμενες ανάγκες και απαιτήσεις των πελατών της αποτελεί πλεονέκτημα και δείγμα εύστοχου σχεδιασμού των Logistics και της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας. Είναι κρίσιμο το σημείο να διατηρηθεί η ισορροπία του ελάχιστου αποθέματος ώστε να μην επιβαρύνει την επιχείρηση με επιπλέον κόστος
- **Ασφάλεια:** Με τον όρο ασφάλεια θεωρείται η ιχνηλασιμότητα (tracking record) που προσφέρουν τα Logistics στις μεταφορές. Την δυνατότητα που δίνει η εφοδιαστική αλυσίδα στους πελάτες να γνωρίζουν το που βρίσκεται το προϊόν που έχουν παραγγείλει στις σωστές ποσότητες χωρίς φθορές.
- **Μείωση και διαχείριση κινδύνων στην εφοδιαστική αλυσίδα και ελαχιστοποίηση αποκλίσεων από τους επιλεγμένους στόχους:** Οι συνεχείς αλλαγές στο επιχειρηματικό περιβάλλον δημιουργούν ένα κλίμα αβεβαιότητας που σχετίζεται με τη μελλοντική ζήτηση των προϊόντων. Τα Logistics είναι ικανά να αντιμετωπίζουν το αβέβαιο αυτό περιβάλλον με την κατάλληλη στρατηγική τους επερχόμενους κινδύνους είτε αυτοί είναι εξωτερικοί (πυρκαγιές, άρρωστοι εργάτες) είτε εσωτερικοί (πελάτες ακυρώνουν την παραγγελία τους, τα υλικά δεν φτάνουν στην ώρα τους). Οι επιχειρήσεις χρειάζεται να αναπτύξουν κατάλληλες στρατηγικές ώστε να μπορούν να μειώσουν τον κίνδυνο και να τον διαχειριστούν.

1.3 Τα στοιχεία των Logistics

Όπως αναφέρθηκε στις παραπάνω ενότητες, ο όρος Logistics αναφέρεται στη διαδικασία διαχείρισης των δραστηριοτήτων οι οποίες συνδέονται με την εφοδιαστική αλυσίδα και των ενεργειών οι οποίες είναι απαραίτητες για την επιτυχημένη σύνδεση του σχεδιασμού και του συντονισμού της ροής υλικών. Με την αντιμετώπιση των Logistics ως

ολοκληρωμένο σύστημα και όχι ως μια σειρά δραστηριοτήτων επιτυγχάνεται η αναβάθμιση του τομέα «εξυπηρέτηση πελατών» με χαμηλότερο κόστος. Οι βασικές λειτουργίες των Logistics είναι:

- Αγορές-προμήθειες
- Διαχείριση αποθεμάτων
- Μεταφορά
- Αποθήκευση
- Διανομή
- Πληροφόρηση



Εικόνα 2 - Οι βασικές λειτουργίες των logistics

Πριν την ανάλυση της κάθε λειτουργίας, θα πρέπει η επιχείρηση να προσδιορίσει τη στρατηγική που θα ακολουθήσει. Αυτή θα διαμορφώσει την εικόνα της, την πορεία της, την επιτυχία ή αποτυχία της.

Τι είναι όμως στρατηγική;

Ο όρος στρατηγική αναφέρεται στο σύνολο των αποφάσεων, των μέτρων που καθορίζουν το μακροοικονομικό περιβάλλον της , όλες τις επιχειρηματικές διαδικασίες , τεχνολογίες , και η τεχνική που χρησιμοποιείται με σκοπό τη δημιουργία και μεταφορά αγαθών ή υπηρεσιών , όπως και τη δημιουργία αξίας για τον πελάτη. Πρόκειται για έναν οδικό χάρτη της πορείας της επιχείρησης , στον οποίο εμφανίζονται το γενικό πλαίσιο λειτουργίας και

οι κατευθυντήριες γραμμές για το επιθυμητό τελικό αποτέλεσμα χωρίς να περιγράφει λεπτομέρειες. Οι λεπτομέρειες περιγράφονται λεπτομερώς από το εκτελεστικό πρόγραμμα του σχεδίου της επιχείρησης. Η στρατηγική είναι εξίσου σημαντική τόσο βραχυπρόθεσμα όσο και μακροπρόθεσμα. Πρέπει να καθοδηγεί μέσα από τα βραχυπρόθεσμα μικροπροβλήματα προς τους στόχους της επιχείρησης, με όσο το δυνατό μεγαλύτερη ακρίβεια. Ταυτόχρονα, πρέπει να είναι τεκμηριωμένη με τέτοιο τρόπο, ώστε να καθοδηγεί τα στελέχη πως να αντιδράσουν σε εναλλακτικά σενάρια.

Τι είναι Στρατηγική	Τι δεν είναι Στρατηγική
Μία μοναδική πρόταση δημιουργίας αξίας έναντι των ανταγωνιστών.	X Βελτίωση των διαδικασιών
Μία μοναδική αξιακή αλυσίδα, προσαρμοσμένη στις ανάγκες της εταιρείας.	X Φιλοδοξίες
Δραστηριότητες που αλληλοσυμπληρώνονται και αλληλοενισχύονται.	X Επιδεξιότητα
Συνεχής βελτίωση στην προσπάθεια διατήρησης της θέσης.	X Το Internet ή οποιαδήποτε τεχνολογία

Εικόνα 3 - Στρατηγική των επιχειρήσεων

Ένα σύστημα Logistics προσαρμόζεται στις ανάγκες, την μορφή και τους επιμέρους στόχους κάθε επιχείρησης με διαφορετικό τρόπο. Παρόλα αυτά, οι ενέργειες-λειτουργίες που εκτελούνται από το τμήμα Logistics είναι συγκεκριμένες και είναι οι εξής:

- **Αγορές-Προμήθειες:** Ο όρος αυτός αναφέρεται στην προμήθεια προϊόντων (με οποιοδήποτε νόμιμο τρόπο) ή υπηρεσιών από τρίτους, από προμηθευτές, από πηγές εκτός της επιχείρησης τα οποία ενσωματώνονται στο τελικό προϊόν. Για παράδειγμα, πρώτες

ύλες, υλικά συσκευασίας και βοηθητικών υλών, καύσιμα και άλλα. Οι ποσότητες και ο χρόνος αγοράς επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από το επίπεδο εξυπηρέτησης πελατών που ορίζει η επιχείρηση. Επίσης, οι τιμές δεν αποτελούν πλέον το κύριο κριτήριο που καθορίζει τις αγορές αλλά απαιτείται συνεργασία προμηθευτών, βιομηχανίας και αγοραστών.

- **Διαχείριση αποθεμάτων:** Τα αποθέματα παίζουν σημαντικό ρόλο για την ομαλή και απρόσκοπτη λειτουργία μιας επιχείρησης, ιδιαίτερα στην παραγωγική της διαδικασία. Οι επιχειρήσεις χρησιμοποιούν τα αποθέματά τους για να διαχειρίζονται άμεσα τη ζήτηση.

Το κόστος διατήρησης και προμήθειας αποθεμάτων επιβάλλει προσοχή στον προγραμματισμό των αναγκών και στο ύψος των αποθεμάτων. Ο στόχος της διαχείρισης αποθεμάτων είναι διττός αφενός θα πρέπει να εξασφαλίζεται το βέλτιστο επίπεδο αποθεμάτων, με βάση την δεδομένη εξυπηρέτηση της ζήτησης και αφετέρου δε θα πρέπει να εξασφαλίζεται μέσω μιας αποθεματικής πολιτική η συνολική ελαχιστοποίηση του κόστους του συστήματος Logistics.

- **Μεταφορά:** Η αναζήτηση του βέλτιστου μονοπατιού μεταφοράς για την σύνδεση της αποθήκης με τον τελικό πελάτη και την κατάλληλη επιλογή μέσων μεταφοράς, (ιδιότητα ή όχι). Κρίσιμος είναι ο χρόνος ο οποίος είναι απαραίτητος για την παράδοση των προϊόντων στην ώρα που επιθυμεί ο πελάτης- επιχείρηση χωρίς καθυστέρηση.

- **Αποθήκευση:** Η διαδικασία της αποθήκευσης, πρώτων υλών και τελικών αγαθών είναι πολύ σημαντική. Με την αποθήκευση και τη δημιουργία αποθηκευτικών χώρων εξασφαλίζεται η συνεχής ροή των προϊόντων από την παραγωγή ως την κατανάλωση. Ως αποθήκες θεωρούνται χώροι ανεξαρτήτως μεγέθους στους οποίους, τοποθετούνται προϊόντα προς φύλαξη. Είναι μέρη ασφαλή, τόσο από τις καιρικές συνθήκες, όσο και από κλοπές κα άλλες απώλειες. Τα προϊόντα φυλάγονται στις αποθήκες μέχρι να ζητηθούν για να χρησιμοποιηθούν στην παραγωγή, στην κατανάλωση και την μεταπώληση.

- **Διανομή:** Όπως και η μεταφορά, έτσι και η διανομή αναφέρονται στη μεταφορά από τις αποθήκες ή τις εγκαταστάσεις μιας επιχείρησης στους πελάτες. Οι μεταφορές αναφέρονται στη διακίνηση λίγων αριθμών σε μεγάλες ποσότητες και σε μικρό αριθμό πελατών(χονδρική), ενώ οι διανομές αναφέρονται σε διακίνηση πολλών προϊόντων σε μικρές ποσότητες και μεγάλο αριθμό πελατών(λιανική).
- **Πληροφόρηση:** Οι τεχνολογικές εξελίξεις στο χώρο των τηλεπικοινωνιών και η ανάπτυξη των πληροφοριακών συστημάτων διευκολύνουν την επικοινωνία των απομακρυσμένων εγκαταστάσεων με τα μέσα μεταφοράς, αλλά και τη δημιουργία βάσεων δεδομένων, που επιτρέπουν τη καταγραφή και τον έλεγχο των αποθεμάτων και των διανομών.

1.4 Logistics στη Ελλάδα

Το επιχειρησιακό περιβάλλον της Ελλάδας χαρακτηρίζεται από έλλειψη νομικού πλαισίου, αναγνωρισιμότητας, αποδοχής, εκπαίδευσης, υποδομών, στρατηγική και γνώσεων γύρω από την επιστήμη των Logistics. Όπως ανέφερε ο πρόεδρος του Παραρτήματος Θεσσαλονίκης της Ελληνικής Εταιρείας Logistics Παναγιώτης Κετικίδης, στη διάρκεια συνέντευξης Τύπου, ενόψει της Διεθνούς Έκθεσης Μεταφορών και Logistics, που διοργανώθηκε στη Θεσσαλονίκη « Στην Ελλάδα τα Logistics βρίσκονται ακόμη σε νηπιακή ηλικία, ενώ σε άλλες χώρες, όπως για παράδειγμα στη Σουηδία, τα Logistics βρίσκονται στην τρίτη ηλικία». Τα Logistics στην Ελλάδα εμφανίστηκαν πολύ καθυστερημένα και πιο συγκεκριμένα η έννοια των ολοκληρωμένων Logistics καθυστέρησε υπερβολικά, όπως άλλωστε και οι πιο πολλές σύγχρονες επιστήμες και τάσεις. Η εφαρμογή των Logistics ξεκίνησε όπως και σε άλλες χώρες από τις Ένοπλες Δυνάμεις, αφού σε αυτές η έννοια της υποστήριξης των οπλικών συστημάτων είναι μια έννοια αναγκαστικά υποχρεωτική, αφού άλλωστε και το στοιχείο του κόστους δεν

διαδραματίζει σημαντικό ρόλο, τουλάχιστον ακόμη. Τα βασικά στοιχεία που επηρέασαν την ευρεία αποδοχή προς τα άνω της επιστήμης των Logistics και των επαγγελματικών της εφαρμογών ήταν τα ακόλουθα:

- Η εγκατάσταση στην Ελλάδα πολυεθνικών επιχειρήσεων, οι οποίες έχουν ήδη εφαρμόσει τις δραστηριότητες και λειτουργίες των Logistics.
- Η επέκταση και δραστηριοποίηση των ελληνικών επιχειρήσεων στο εξωτερικό, οι οποίες αναγκάστηκαν να εφαρμόσουν αρχές και διαδικασίες Logistics για την καλύτερη εξυπηρέτηση του πελάτη και αύξηση του κέρδους.
- Η ανάπτυξη του κλάδου των επιχειρήσεων που προσέφεραν "υπηρεσίες σε τρίτους".
- Η εμφάνιση και δραστηριοποίηση εταιριών μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα που είχαν ως στόχο την ανάπτυξη και διάδοση των Logistics και των επιχειρηματικών τους εφαρμογών.
- Η εμφάνιση εταιριών πληροφορικής που ανέπτυξαν ολοκληρωμένα πληροφοριακά συστήματα Logistics προσαρμοσμένα στην Ελληνική πραγματικότητα.

Παρόλο την καθυστέρηση στην εφαρμογή και υιοθέτηση των Logistics οι πιο πολλές επιχειρήσεις έχουν υιοθετήσει ένα σύστημα Logistics και έχουν αναγνωρίσει την συμβολή του στην αναβάθμιση των υπηρεσιών και αγαθών τους καθώς και στην ικανοποίηση του πελάτη. Σήμερα ο χώρος των Logistics είναι πλέον γνωστός. Όλοι σχεδόν γνωρίζουν ότι η έννοια των Logistics έχει να κάνει με ολόκληρη την εφοδιαστική αλυσίδα (ως πεδίο εφαρμογής), από τον παραγωγό έως τον τελικό καταναλωτή. Αναφορικά με το ρόλο του κράτους, κατά γενική ομολογία το νομικό και κανονιστικό πλαίσιο χρειάζεται άμεσο εκσυγχρονισμό. Η δημιουργία Γενικής Γραμματείας Logistics έχει δημιουργήσει έναν ακόμη γραφειοκρατικό κρίκο σε ένα ήδη υπεργραφειοκρατικό κυβερνητικό σύστημα. Από την άλλη, το Ολλανδικό πρότυπο είναι από τα πιο επιτυχημένα. Δηλαδή η ανάπτυξη ενός ελληνικού φορέα προσέλκυσης επενδύσεων στον τομέα της εφοδιαστικής αλυσίδας, το

οποίο θα χρηματοδοτείται από την κυβέρνηση και τους ενδιαφερόμενους φορείς, για το σχεδιασμό και την προσέλκυση τέτοιων επενδύσεων στη χώρα μας. (Δεριζιώτης Β., Ζώτος Μ., Κτένας Σ., «Σταθερή ανάπτυξη για τον κλάδο logistics», Το Βήμα , Δημοσίευση 27/04/)

1.5 Εφοδιαστική Αλυσίδα

1.5.1 Βασικές έννοιες

Όπως αναφέρθηκε στις παραπάνω ενότητες, με τον όρο Logistics θεωρείται το σύνολο των διαδικασιών - ένα πλαίσιο οργάνωσης που έχει στόχο τη γεφύρωση της γεωγραφικής και χρονικής απόστασης των σημείων παραγωγής και κατανάλωσης με το βέλτιστο εφικτό τρόπο. Η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας στηρίζεται στο πλαίσιο αυτό δημιουργώντας σχέσεις συνεργασίας μεταξύ επιχειρήσεων/οργανισμών που παρεμβάλλονται (προμηθευτές, λιανέμποροι, αντιπρόσωποι, πελάτες).

Η ύπαρξη δύο ή περισσότερων επιχειρήσεων αποτελεί προϋπόθεση της υλοποίησης της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η κάθε επιχείρηση αποτελεί κρίκο της αλυσίδας που προσθέτει αξία στο προϊόν καθώς αυτό μετακινείται κατά μήκος αυτής. Στα τέλη του 1990 οι ακαδημαϊκοί όρισαν την Εφοδιαστική Αλυσίδα (Supply Chain) ως ένα θεωρητικό σημείο αναφοράς για να την διαχωρίσουν από περισσότερο παραδοσιακές προσεγγίσεις σχετικά με την ροή των υλικών και την σχετική ροή πληροφοριών.

Σύμφωνα με τον ορισμό του Quinn (Quinn, F.J., 1997, "What's the buzz?", Logistics Management, 36, 2, 43-7.): Η εφοδιαστική αλυσίδα αποτελείται από όλες τις δραστηριότητες και τις διαδικασίες που έχουν σχέση με το σχεδιασμό και την παραγωγή προϊόντων και υπηρεσιών, τη διανομή και την εξυπηρέτηση πελατών που εκτελούνται από περισσότερες από μία επιχειρήσεις με σκοπό την ικανοποίηση των αναγκών του

καταναλωτή. Στην ουσία οι εφοδιαστικές αλυσίδες είναι δίκτυα τα οποία αποτελούνται από συνδεδεμένες και αλληλοεξαρτούμενες επιχειρήσεις που λειτουργούν από κοινού σε ένα κλίμα συνεργασίας, για να ελέγξουν, να διευθύνουν και να βελτιώσουν την ροή των υλικών και των πληροφοριών από τους προμηθευτές στους τελικούς καταναλωτές (Simchi-Levi, D., P. Kaminsky and E. Simchi-Levi, Designing and Managing the Supply Chain: Concepts, Strategies and Case Studies, McGraw-Hill, 2007 (3rd Edition)).

Επιπλέον, κατά τους ("Supply Chain Management technologies", by David Simchi-Levi and Edith Simchi-Levi, chapter in The Handbook of Technology Management edited by Hossein Bidgoli, January 2010), τα δίκτυα αυτά δεν έχουν συγκεκριμένο αριθμό επίπεδων και συμμετέχουν σε αυτά μία ή περισσότερες επιχειρήσεις-κόμβοι. Ένα τέτοιο δίκτυο αποτελείται από προμηθευτές, μεσάζοντες αποθήκες, εταιρείες παροχής υπηρεσιών Third Party Logistics (3PL), κέντρα διανομής και πελάτες.

Για παράδειγμα για μία αυτοκινητοβιομηχανία η εφοδιαστική αλυσίδα, αναφέρεται στις φάσεις που είναι απαραίτητες για την παράδοση ενός αυτοκινήτου από τη στιγμή που εκτελείται η παραγγελία από την παράγωγή μέχρι να φτάσει στον αντιπρόσωπο και από κει στον αγοραστή. Οι φάσεις περιέχουν την μεταφορά των πρώτων υλών στο εργοστάσιο παραγωγής από τον προμηθευτή, την μεταφορά με τρένο ή νταλίκια στο πλησιέστερο λιμάνι το ταξίδι έως την χώρα που έχει γίνει η παραγγελία στη συνέχεια την μεταφορά στους αποθηκευτικούς χώρους της κάθε εταιρίας και τέλος όλες τις διαδικασίες(διανομή) που απαιτούνται μέχρι να φτάσει στον dealer (εκτελωνισμός, έλεγχος πριν την παράδοση). Τέλος θα έπρεπε να πούμε ότι πιο ορθολογικός όρος δεν είναι Supply Chain (Εφοδιαστική Αλυσίδα) αλλά Demand Chain (Αλυσίδα Ζήτησης).

Ο όρος "Αλυσίδα Ζήτησης" θεωρεί ότι προορισμός είναι οι ο τελικός καταναλωτής και κινούμενοι ουσιαστικά με κατεύθυνση προς την αρχή του κυκλώματος δημιουργούνται "αλυσίδες" για συγκεκριμένα τμήματα της αγοράς. Ο όρος δίνει έμφαση στο ότι η ζήτηση καθορίζει τον τρόπο πώλησης, διαχείρισης λογαριασμών, διαχείρισης Logistics,

παραγωγής, αγορών. Εμπεριέχει την έννοια της παροχής εμπορευμάτων και υπηρεσιών σε πολύ συγκεκριμένα τμήματα της αγοράς. (Βιδάλης Μ., «Ολοκληρωμένα Συστήματα Logistics και εφοδιαστική αλυσίδα», Ανάπτυξη , Νο 28, Οκτώβριος 2007, σελίδα 28-31)

1.5.2 Τα μέλη μιας εφοδιαστικής αλυσίδας

Η εφοδιαστική αλυσίδα απαρτίζεται από ένα δίκτυο επιχειρήσεων, ατόμων και υπηρεσιών τα οποία αλληλεπιδρούν μεταξύ τους ως την παραλαβή του προϊόντος από τον τελικό πελάτη. Δεν υπάρχει περιορισμός στον αριθμό επιχειρήσεων κόμβων τους οποίους διαθέτει το δίκτυο και στους οποίους ταξιδεύει το προϊόν. Μια επιχείρηση μπορεί να ανήκει είτε σε ένα είτε σε πολλά παρόμοια δίκτυα με διαφορετικούς ή ίδιους ρόλους σε καθένα από αυτά. Δηλαδή μια επιχείρηση μπορεί να είναι ο πελάτης σε μια αλυσίδα εφοδιασμού, ο προμηθευτής σε μια δεύτερη και συνεργάτης σε μία τρίτη. Πέρα από το πλέον σύνηθες ζεύγος (παραγωγός – καταναλωτής) παρεμβάλλεται ένας ή και περισσότεροι ενδιάμεσοι κρίκοι στην εφοδιαστική αλυσίδα ενός προϊόντος. Υπάρχουν διάφοροι μεσάζοντες:

Αντιπρόσωποι: Οι αντιπρόσωποι παρέχουν τη δυνατότητα δημιουργίας εμπορικών συναλλαγών χωρίς όμως να αποκτούν την κυριότητα των αγαθών. Το ρίσκο που αναλαμβάνει ένας αντιπρόσωπος είναι μικρότερο από του εμπόρου, μιας και ο πρώτος ενεργεί για λογαριασμό άλλων και δεν επηρεάζεται από κινδύνους όπως μεταβολή τιμής και ζήτησης προϊόντων της επιχείρησης που αντιπροσωπεύει.

Έμποροι: Οι έμποροι αγοράζουν άμεσα τα προϊόντα από την επιχείρηση και αποκτούν την κυριότητα τους. Έχουν το δικαίωμα της μεταπώλησης των προϊόντων στον τελικό καταναλωτή. Επιπλέον αναλαμβάνουν και τον κίνδυνο της αβεβαιότητας για μια κερδοφόρα διάθεση των εμπορευμάτων.

Ειδικός συνεργάτης: Ο Ειδικός συνεργάτης είναι ότι και ο αντιπρόσωπος με τη διαφορά ότι μπορεί να πουλήσει τα προϊόντα σε συγκεκριμένους καταναλωτές και συνήθως σε μικρά σημεία πώλησης.

Ο Αντιπρόσωπος Ποσοστών (Commission Agent): Ο Αντιπρόσωπος με τη βοήθεια δειγμάτων, καταλόγων κ.λπ. αναλαμβάνει την προώθηση και πώληση των προϊόντων μιας επιχείρησης έναντι ορισμένου ποσοστού επί των πωλήσεων. Ο αντιπρόσωπος δεν αγοράζει, ούτε αποκτά την κυριότητα των προϊόντων. Απλά βρίσκει τους πελάτες και στέλνει στην εταιρεία την παραγγελία τους, η οποία στη συνέχεια στέλνει τα προϊόντα κατευθείαν στους πελάτες. Υπάρχουν μεσάζοντες, αντιπρόσωποι και έμποροι που λειτουργούν είτε στην εγχώρια αγορά ή χώρα προέλευσης είτε στις διεθνείς αγορές που στοχεύει η επιχείρηση.

Οι μεσάζοντες διαχωρίζονται σε :

Χονδρέμπορος: Ο χονδρέμπορος προμηθεύεται τα προϊόντα κατευθείαν από τον παραγωγό ή τον αντιπρόσωπο και με την σειρά του προμηθεύει τους τους λιανέμπορους. Αυτός ο τύπος του μεσάζοντος δεν έχει καμία σχέση με τη λιανική πώληση και τον τελικό καταναλωτή.

Λιανέμπορος: Ο Λιανέμπορος προμηθεύεται τα προϊόντα από τους χονδρέμπορους και τα μεταπωλεί στους τελικούς καταναλωτές.



Εικόνα 4 - Γραφική απεικόνιση των μελών μιας Εφοδιαστικής αλυσίδας.

1.5.3 Διάφορα μεταξύ Logistics και Εφοδιαστικής αλυσίδας

Υπάρχει μία σύγχυση σχετικά με το περιεχόμενο και τη σχέση μεταξύ των εννοιών supply chain (management) και logistics. Αυτό οφείλεται στην οπτική γωνία και τα ενδιαφέροντα των εμπλεκομένων. Μερικοί θεωρούν ότι ο όρος supply chain αποτελεί συνώνυμο του όρου logistics. Οι Levi Simchi, D. Kaminsky Ph. και Simchi-Levi (Simchi-Levi, D., P. Kaminsky and E. Simchi-Levi, *Designing and Managing the Supply Chain: Concepts, Strategies and Case Studies*, McGraw-Hill, 2007 (3rd Edition)). δεν διακρίνουν καμία διαφορά μεταξύ των logistics και supply chain management. Άλλοι, όπως το Council of Logistics Management (CLM) και οι Alan Rushton, John Oxley and Phil Croucher (*The Handbook of Logistics and Distribution Management*, Kogan, 2000) θεωρούν ότι τα logistics αποτελούν τμήμα (υποσύνολο) των διαδικασιών σε μια εφοδιαστική αλυσίδα. Πως όμως μπορούμε να διακρίνουμε τα Logistics από την Εφοδιαστική αλυσίδα;

Logistics: Η εφαρμογή των Logistics σε μια επιχείρηση έχει ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη ενός πλαισίου στο οποίο καθορίζεται η ροή των προϊόντων και των πληροφοριών μέσα στην επιχείρηση. Η εφαρμογή των Logistics επιδιώκει να συντονίσει αρμονικά όλες τις ενέργειες που γίνονται σε κάθε φάση της αλυσίδας εφοδιασμού, έτσι ώστε η επιδιωκόμενη αύξηση της αξίας σε μία φάση να μην προκαλεί μείωση της πρότυπης αξίας σε προηγούμενη ή επόμενη φάση. Στην ουσία ο όρος Logistics αποτελεί τμήμα μιας εφοδιαστικής αλυσίδας εστιάζοντας στην βελτιστοποίηση των ροών μέσα στην επιχείρηση έχοντας ως κύριο στόχο την μεταφορά του προϊόντος στον τελικό καταναλωτή στο σωστό χρόνο και τόπο και την ικανοποίηση του.

Εφοδιαστική αλυσίδα (Supply Chain): Ο όρος εφοδιαστική αλυσίδα είναι πιο ευρύς από τον όρο Logistics. Η Εφοδιαστική Αλυσίδα αποτελείται από όλες τις φάσεις οι οποίες είναι απαραίτητες για την παράδοση του τελικού προϊόντος στον τελικό καταναλωτή. Επιπροσθέτως, συντονίζει όλους τους εμπλεκόμενους ενός καναλιού εφοδιασμού (προμηθευτές, μεσάζοντες, εμπόρους, πελάτες) με την ίδια την επιχείρηση. Η εφοδιαστική αλυσίδα εστιάζει στην διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας και ειδικότερα των σχέσεων μεταξύ των διαφορετικών κρίκων της αλυσίδας ώστε οι σχέσεις μεταξύ τους να είναι αμοιβαία επωφελείς.

(Βιδάλης Μ., «Ολοκληρωμένα Συστήματα Logistics και εφοδιαστική αλυσίδα», Ανάπτυξη, No 28, Οκτώβριος 2007, σελίδα 28-31)

2. Θαλάσσιες Μεταφορές

2.1 Τα Χαρακτηριστικά των θαλάσσιων μεταφορών

Στην παρακάτω ενότητα περιγράφονται οι θαλάσσιες μεταφορές. Οι θαλάσσιες μεταφορές χωρίζονται σε δυο μεγάλες κατηγορίες:

- Τις εγχώριες
- Τις υπερπόντιες-Διεθνείς

Η κατηγορία του πλοίου που θα επιλεγθεί εξαρτάται από το είδος του μεταφερόμενου φορτίου. Έτσι τα πλοία χωρίζονται στις παρακάτω κατηγορίες:

- πλοία μεταφοράς υγρών καυσίμων,
- πλοία μεταφοράς αερίων,
- πλοία μεταφοράς αυτοκινήτων,
- πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων,
- πλοία μεταφοράς ψυγείων,
- πλοία μεταφοράς γενικών φορτίων και
- πλοία μεταφοράς άλλων πλοίων (δεξαμενόπλοια). (Γιαννάτος, Γ. & Ανδριαννόπουλος, Σ. (1999). Logistics: Μεταφορές-Διανομή. Αθήνα: Σελούντος Βάιος & Σία ΟΕ)

2.1.1 Τα βασικά πλεονεκτήματα των θαλάσσιων μεταφορών

Τα δυνατά σημεία των μεταφορών μέσω θαλάσσης είναι:

- Η ποικιλία μέσων για τους εγχώριους και υπερπόντιους προορισμούς
- Το ιδιαίτερα χαμηλό κόστος σε σχέση με άλλα μέσα
- Η δυνατότητα μεταφοράς κάθε είδους φορτίου
- Η αποκλειστική μεταφορά επικίνδυνων και εξειδικευμένων φορτίων, είτε για λόγους ασφάλειας, είτε γιατί δεν επιτρέπεται η διέλευση από συγκεκριμένα κράτη

2.1.2 Τα βασικά μειονεκτήματα των θαλάσσιων μεταφορών

Τα αδύνατα σημεία των θαλάσσιων μεταφορών είναι:

- Η μεταφορά διαρκεί μεγάλο χρονικό διάστημα
- Οι καιρικές συνθήκες πολλές φορές επηρεάζουν το χρόνο ολοκλήρωσης της μεταφοράς.
- Η μόλυνση των υδάτων
- Η απαίτηση δημιουργίας εφοδιαστικής αλυσίδας για την τελική μεταφορά.

Εναλλακτικά των θαλάσσιων μεταφορών είναι οι:

- Οδικές μεταφορές
- Σιδηροδρομικές μεταφορές (Ξανθόπουλος, 2006)

2.2 Πλοία Μεταφοράς Εμπορευματοκιβωτίων

Τα πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων είναι πλοία που μεταφέρουν το εμπόρευμα τους το οποίο είναι αποθηκευμένο σε εμπορευματοκιβώτια και ενισχύουν τις συνδυασμένες μεταφορές εμπορευμάτων. Σήμερα το παγκόσμιο εμπόριο εξυπηρετείται από γραμμές πλοίων εμπορευματοκιβωτίων. Εξαίρεση από τον κανόνα αποτελούν κάποιες αφρικανικές χώρες, οι οποίες λόγω των πολιτικών αναταραχών βρίσκονται γενικότερα απομονωμένες. Τα πρώτα σκάφη μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων ήταν βυτιοφόρα που ενισχύθηκαν περισσότερο μετά από το Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο. Στις 26 Απριλίου 1956, το Ideal-X, ήταν το πρώτο πλοίο που μετέφερε εμπορευματοκιβώτια, απέπλευσε από το λιμάνι του Newark (ΗΠΑ). Το Ideal-X μετέφερε, εκτός από συμβατικό υγρό φορτίο, 58 εμπορευματοκιβώτια (E/K) 35-ποδών έκαστο.

Στην πραγματικότητα το Ideal-X ;ήταν ένα μετασκευασμένο τάνκερ, του οποίου την ιδέα είχε συλλάβει ο τότε μεγαλοπαράγοντας χερσαίων μεταφορών στις Η.Π.Α. και αργότερα ιδρυτής της Sea Land, Malcom McLean (1914-2001). Στόχος του McLean ήταν η μείωση του χρόνου και του κόστους φορτοεκφόρτωσης με τη χρήση εμπορευματοκιβωτίων. (ανακτήθηκε από την σελίδα <http://www.martrans.org> στις 03/03/2015)

2.3 Θαλάσσιες Μεταφορές με εμπορευματοκιβώτια (containers)

Με τη σημερινή του μορφή το εμπορευματοκιβώτιο χρησιμοποιήθηκε το 1933 για χερσαία μεταφορά και παρουσιάστηκε από τον Αμερικανό Malcom Mclean. Στις θαλάσσιες μεταφορές το εμπορευματοκιβώτιο εμφανίστηκε το 1956 στις ΗΠΑ, ενώ παράλληλα δεξαμενόπλοια μετατράπηκαν σε πλοία για μεταφορά εμπορευματοκιβωτίων. Μετέπειτα, η πρώτη εταιρεία θαλάσσιων μεταφορών SEALAND SERVICE LTD υιοθέτησε τη χρήση των εμπορευματοκιβωτίων. Κατά το 1973 η εταιρεία αυτή ήταν κάτοχος 45.000 εμπορευματοκιβωτίων. Γίνονται ευρέως αποδεκτά το 1966 όπου και εμφανίζονται μαζικά στην Δυτική Ευρώπη. Παράλληλα ξεκίνησε η αλλαγή στους εξοπλισμούς των λιμανιών τα οποία πλέον έχουν την δυνατότητα φορτοεκφόρτωσης εμπορευματοκιβωτίων. Με τον ελληνικό όρο εμπορευματοκιβώτιο αποδίδεται ο διεθνής όρος κοντέινερ (container) που αφορά ειδική, κυρίως μεταλλική κατασκευή, με χρήση της οποίας μεταφέρονται συσκευασμένα εμπορεύματα. Πρόκειται, δηλαδή για μεγάλα μεταλλικά (σιδερένια ή αλουμινένια) κιβώτια τα οποία χρησιμοποιούνται ευρέως για τη μεταφορά των διαφόρων φορτίων, εκτός των χύδην, υγρών και αερίων. (ανακτήθηκε από την σελίδα <http://el.wikipedia.org> στις 26/3/2015) Κιβώτιο που μοιάζει με κουτί, το οποίο αποθηκεύει, προστατεύει και διαχειρίζεται ένα πλήθος μικρών φορτίων (της ίδιας ή ξεχωριστών παραγγελιών) ως μια ενιαία μονάδα μεταφοράς. (Ξανθόπουλος, Α. (2006). Σημειώσεις Μαθήματος Τυποποίηση μέσω μεταφοράς και διανομής. Κατερίνη: έκδοση ΑΤΕΙ Θεσσαλονίκης Παράρτημα Κατερίνης)

2.3.1 Η αγορά των εμπορευματοκιβωτίων

Σήμερα πλέον του 80% του διεθνούς εμπορίου πραγματοποιείται μέσω της διακίνησης εμπορευματοκιβωτίων με τη χρήση θαλάσσιων μεταφορών. Τεράστια χρηματικά ποσά εμπλέκονται στη χρήση και στη διαχείριση τους. Τα Εμπορευματοκιβώτια ανήκουν κατά κύριο ρόλο σε εταιρίες που τα έχουν αγοράσει (Εμπορευματοκιβώτια 20 έως 40 ποδών κοστίζουν χαρακτηριστικά: \$2000-\$ 000) και τα διανέμουν με ορισμένο κόστος σε μεταφορείς, αποστολείς και παραλήπτες για χρήση. Κύριο προβλήμα η επιστροφή τους σε εμπορικά εκμεταλλευόμενα σημεία. (Ξανθόπουλος, Α. (2006). Σημειώσεις Μαθήματος Τυποποίηση μέσων μεταφοράς και διανομής. Κατερίνη: έκδοση ΑΤΕΙ Θεσσαλονίκης Παράρτημα Κατερίνης)

2.3.2 Λόγοι ανάπτυξης εμπορευματοκιβωτίων

Η χρήση του εμπορευματοκιβωτίου αποτέλεσε πραγματική επανάσταση στον χώρο των μεταφορών για τους παρακάτω λόγους:

- Δίνεται η δυνατότητα στις επιχειρήσεις να εισάγουν ή να εξάγουν εμπορεύματα σε μικρότερες ποσότητες, αντίθετα με ότι συνέβαινε με τα συμβατικά πλοία τα οποία απαιτούσαν δυσανάλογα μεγάλη ποσότητα για να ναυλωθούν.
- Τα εμπορεύματα μεταφέρονται με μεγαλύτερη ασφάλεια και αποφεύγονται κλοπές, φθορές, υγρασία κλπ.
- Παρουσιάζεται η έννοια της συνδυασμένης μεταφοράς, όπου το φορτίο ταξιδεύει με διαφορετικά μέσα (όπως φορτηγό, πλοίο, τρένο, φορτηγίδα κ.λ.π) και εφαρμόζεται η μεταφορά πόρτα-πόρτα (door to door) δηλαδή η εξ αρχής σχεδιασμένη και οργανωμένη μμεταφορά από τις εγκαταστάσεις του εξαγωγέα στις εγκαταστάσεις του εισαγωγέα.
- Ενισχύεται η δικτύωση των ναυτιλιακών εταιρειών. Έχουν τη δυνατότητα να εξυπηρετούν περισσότερες χώρες και πυκνώνουν τα τακτικά δρομολόγια αφίξεων και

αναχωρήσεων. Επιπλέον αυξάνονται οι γραμμές που προσφέρουν υπηρεσίες μεταφοράς με εμπορευματοκιβώτια, προσφέροντας χαμηλότερους ναύλους, υποκείμενες και αυτές στους νόμους του ανταγωνισμού.

2.3.3 Προϋποθέσεις αξιοποίησης των εμπορευματοκιβωτίων ως μονάδων μεταφοράς

Προκειμένου τα εμπορευματοκιβώτια να καθιερωθούν διεθνώς ως κύρια μέσα μεταφοράς ήταν απαραίτητα τα παρακάτω :

- Η εφαρμογή διαστασιολόγησης κατάλληλης για όλους τους τύπους των συγκοινωνιακών μέσων.
- Διαστασιολόγηση προτυποποιημένη απόλυτα, ή έστω με μικρές αποκλίσεις.
- Κατασκευή εμπορευματοκιβωτίων τα οποία θα είναι ανθεκτικά στο χρόνο (τουλάχιστον για πέντε έτη ανάλογα με το υλικό της κατασκευής τους).
- Στα λιμάνια έπρεπε να δημιουργηθούν κατάλληλες τερματικές εγκαταστάσεις που να προσαρμόζονται στη μονάδα μεταφοράς και να επιτρέπουν τις φορτοεκφορτώσεις.
- Οι τερματικές εγκαταστάσεις των λιμανιών έπρεπε να εφοδιαστούν με μηχανικό εξοπλισμό φορτοεκφόρτωσης και διακίνησης (στον τερματικό χώρο) των εμπορευματοκιβωτίων.
- Ανάπτυξη διακρατικών σχέσεων, πάνω στα θέματα κυκλοφορίας, ιδιοκτησίας ενοικιάσεως των εμπορευματοκιβωτίων καθώς και στα θέματα διέλευσης των εμπορευματοκιβωτίων (transit).
- Υψηλότερο βαθμό οργάνωσης και ιδιαίτερα συντονισμού των συγκοινωνιακών δικτύων και μέσων. (Βρόντος, Χ. (2005). Σημειώσεις Μαθήματος Εφοδιαστική 1.

Κατερίνη: έκδοση ΑΤΕΙ Θεσσαλονίκης Παράρτημα Κατερίνης)

2.3.4 Σχετικά με τα εμπορευματοκιβώτια

Η πλειοψηφία των εμπορευμάτων από και προς τους λιμένες γίνεται με εμπορευματοκιβώτια (containers). Βασικός σταθμός εμπορευματοκιβωτίων αποτελεί σε ποσοστό μεγαλύτερο του 80% τα λιμάνια. Ένας τερματικός σταθμός διαχειρίζεται κατά μέσο όρο 30.000 ως 300.000 TEU'S. Η μέση παραγωγικότητα των γερανογεφυρών είναι 20 με 25 εμπορευματοκιβώτια την ώρα. Ο χερσαίος εξοπλισμός διαχείρισης των εμπορευματοκιβωτίων αποτελείται κυρίως από οχήματα στοιβασίας και μεταφοράς (Straddle Carriers) Βασικά πλεονεκτήματα των εμπορευματοκιβωτίων είναι η εύκολη διαμετακόμιση μεταξύ διαφορετικών μέσων μεταφοράς χωρίς να απαιτείται επέμβαση στο φορτίο του, προτού προσεγγιστεί ο τελικός προορισμός και το γεγονός ότι παρέχει τα εχέγγυα για σωστή, οικονομική και χωρίς ζημιές μεταφορά του περιεχομένου του. Με τα εμπορευματοκιβώτια μπορεί να γίνει μεταφορά κάθε είδους φορτίου όπως: ξηρού και γενικού, υγρών, κατεψυγμένα προϊόντα, υπερμεγεθών με εμπορευματοκιβώτια ανοιχτής οροφής, υπερμεγεθών με εμπορευματοκιβώτια με πλευρικά ανοίγματα και κλιματιζόμενα.

Οι απαιτήσεις και ιδιομορφίες των τοπικών χαρακτηριστικών, αλλά και οι επιλογές των μεταφορέων οδηγούν σε πολλούς τύπους εμπορευματοκιβωτίων. Δεν υπάρχουν συγκεκριμένες προδιαγραφές ούτε και 'One Size Fits All'. Σε διεθνές επίπεδο έχει επικρατήσει κυρίως το εμπορευματοκιβώτιο με μήκος 20 ή 40 ποδών (ft). Στην Αμερική συναντάται χρήση υπερμεγεθών εμπορευματοκιβωτίων ως και 53 ποδών, κάτι που το επιτρέπει η οδική υποδομή της χώρας. (Ξανθόπουλος, Α. (2006). Σημειώσεις Μαθήματος Τυποποίηση μέσων μεταφοράς και διανομής. Κατερίνη: έκδοση ΑΤΕΙ Θεσσαλονίκης Παράρτημα Κατερίνης)

3. Μεθευρετικοί Αλγόριθμοι

3.1 Εισαγωγή

Οι μεθευρετικοί αλγόριθμοι με τη χρήση της τοπικής αναζήτησης και υψηλότερου επιπέδου στρατηγικών επιτυγχάνει την αποφυγή τοπικών ελάχιστων για την εύρεση της βέλτιστης λύσης σε σύνθετα προβλήματα. Οι αλγόριθμοι αυτού του τύπου χρησιμοποιούνται κυρίως για την επίλυση πολύπλοκων προβλημάτων που τα δεδομένα είναι λίγα, η βέλτιστη λύση δεν είναι ορατή και η πλήρης καταγραφή των λύσεων είναι αδύνατη, λόγω του μεγάλου εύρους των λύσεων. Όταν όμως δοθεί μια οποιαδήποτε λύση μπορούμε να τη δοκιμάσουμε και να κρίνουμε πόσο ικανοποιητική είναι. Κοινό στοιχείο σχεδόν όλων των μεθευρετικών αλγορίθμων, είναι η επεξεργασία τυχαίων αναζητήσεων και μεθόδων όπως το hill-climbing και γενικότερα παραδοσιακών αλγορίθμων σαν υπό διαδικασίες τους.

Επιπλέον, τα διάφορα είδη των μεθευρετικών αλγορίθμων εφαρμόζονται και αποτελούν αντικείμενο μελέτης σε πολλά διαφορετικά επιστημονικά πεδία. Η κατηγοριοποίησή τους πραγματοποιείται ανάλογα με τις λύσεις τις οποίες χρησιμοποιούν. Δηλαδή, υπάρχουν αλγόριθμοι που βασίζονται σε μία λύση και κάνουν αναζήτηση στη γειτονιά αυτής της λύσης και οι αλγόριθμοι που έχουν έναν πληθυσμό από λύσεις οι οποίες προσπαθούν να κάνουν αναζήτηση σε όλο τον χώρο των λύσεων.

Μια τρίτη κατηγορία είναι οι υβριδικές μορφές των παραπάνω κατηγοριών (hybrid algorithms) που χρησιμοποιούν μία λύση και κάνουν εξερεύνηση στην γειτονιά αναζήτησης γύρω από την λύση αλλά έχουν πάρα πολύ ισχυρές δυνατότητες εκμετάλλευσης ή εντατικοποίησης της περιοχής, γύρω από την λύση.

Οι ευρετικοί αλγόριθμοι συνήθως χρησιμοποιούνται στην επίλυση προβλημάτων παραγωγής. Οι συνηθισμένοι αλγόριθμοι προχωρούν στη διαδικασία επίλυσης, χωρίς να γνωρίζουν εκ των προτέρων ποια από τα μονοπάτια που ακολουθούν, οδηγούν σε αδιέξοδο. Όταν οι παράμετροι και οι είσοδοι του προβλήματος είναι πολλοί ο αριθμός των συνδυασμών που προκύπτει είναι πολύ μεγάλος. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η επίλυση του προβλήματος να είναι εξαιρετικά χρονοβόρα. Οι αλγόριθμοι ευρετικής αναζήτησης δίνουν λύση στο παραπάνω πρόβλημα. Ο ευρετικός μηχανισμός είναι μια μέθοδος, που κατόπιν αξιολόγησης αποκλείει τα μονοπάτια τα οποία δεν οδηγούν σε θεμιτό αποτέλεσμα. Με τη χρήση του παραπάνω μηχανισμού, ο χρόνος εκτέλεσης μειώνεται σημαντικά, εφόσον δίνεται το πλεονέκτημα της δυνατότητας πρόβλεψης των καταστάσεων που δεν οδηγούν πουθενά και γι' αυτό τον λόγο μπορούν να αποκλειστούν.

3.2 Αλγόριθμος Περιορισμένης Αναζήτησης

Η λίστα περιορισμένης αναζήτησης (Tabu Search (TS), που θα χρησιμοποιηθεί στο πρακτικό μέρος) ως μεθευρετικός αλγόριθμος χρησιμοποιεί ένα μηχανισμό για την αποφυγή του εγκλωβισμού σε τοπικό ελάχιστο και την αποδοτική αναζήτηση στο χώρο λύσεων. Η πιο σημαντική διαφορά με άλλους μεθευρετικούς αλγορίθμους είναι ότι αποθηκεύονται οι κινήσεις που έχουν γίνει σε προηγούμενα βήματα. Κατά την εκτέλεση του TS γίνεται μετακίνηση από μια λύση στην καλύτερη γειτονική χωρίς να λαμβάνεται υπόψιν το αν είναι καλύτερη ή χειρότερη από την τρέχουσα. Αυτή η τεχνική παρέχει την δυνατότητα στην αναζήτηση να μην εστιάζει μόνο στο τρέχον τοπικό βέλτιστο αλλά να ερευνεί και άλλες περιοχές του χώρου λύσεων.

Για να αποφευχθεί η μετάβαση σε κάποια λύση που έχει ήδη ελεγχθεί , όλες οι πρόσφατες κινήσεις που έχουν γίνει για την μετάβαση από μια λύση σε μια άλλη , καταγράφονται σε μια λίστα περιορισμένου μεγέθους. Με την αποθήκευση των πρόσφατων κινήσεων αποφεύγονται οι επαναλήψεις ίδιων κινήσεων ξανά και ξανά , εξαλείφοντας τον κίνδυνο προσκόλλησης σε συγκεκριμένη περιοχή του χώρου λύσεων και τη μείωση του χρόνου εκτέλεσης του.

Πιο αναλυτικά, οι στρατηγικές αναζήτησης που ακολουθεί ο αλγόριθμος TS είναι η εντατικοποίηση (intensification) της αναζήτησης γύρω από ένα τοπικό βέλτιστο και η διάχυση (diversification) της έρευνας σε νέες περιοχές του εφικτού συνόλου. Οπότε θα μπορούσε κάποιος να υποθέσει , ότι ο αλγόριθμος είναι μια τεχνική καθοδήγησης (guiding technique) της τοπικής αναζήτησης βασισμένη σε προσαρμοστική μνήμη, δίνοντας στην περιορισμένη αναζήτηση της ιδιότητες μιας μεθευρετικής μεθόδου. Είναι μέθοδος προσδιοριστικού (deterministic) χαρακτήρα που προσπαθεί να επιτύχει ότι θεωρητικά υπόσχεται η προσομοιωμένη ανόπτηση (simulated annealing) που είναι μέθοδος τυχαιοποίησης (στοχαστικού χαρακτήρα). Έτσι τα βασικά σημεία της μεθόδου μπορούν να συνοψιστούν στα εξής τέσσερα σημεία:

- **Μνήμη “H”** βασισμένη στην ιστορία της τοπικής αναζήτησης σε αντίθεση προς την τοπική αναζήτηση που δεν διαθέτει μνήμη.
- **Περιορισμοί Tabu** που βασιζόμενοι στην μνήμη απαγορεύουν συγκεκριμένες κινήσεις (κυρίως στοιχειώδεις πράξεις σε λύσεις για μετάβαση σε άλλες):
- **Κριτήρια φιλοδοξίας (aspiration)** που επιτρέπουν υπέρβαση των περιορισμών της μεθόδου π.χ. εάν η χρήση κάποιων απαγορευμένων κινήσεων παρήγαγε λύση καλύτερη από όλες που έχουν παραχθεί μέχρι εκείνη τη στιγμή, π.χ $f(\Omega, x) \neq f(\chi)$.
- **Κριτήρια διάχυσης (diversification)** που επιτρέπουν την επιβολή ιδιοτήτων λύσεων που ιστορικά παρήγαγε καλά αποτελέσματα και την διάχυση της αναζήτησης σε νέες περιοχές εφικτών λύσεων: Η $N(\Omega, x(k))$ μπορεί να περιέχει λύσεις εκτός $N(x(k))$.

Το κυριότερο χαρακτηριστικό που ενσωματώθηκε στον αλγόριθμο που κατασκευάσαμε από την μέθοδο περιορισμένης αναζήτησης , ήταν αυτό της μνήμης με τη μορφή μιας λίστας περιορισμένης αναζήτησης (Tabu List) και των tabu περιορισμών.

Η χρήση του παραπάνω χαρακτηριστικού επιτυγχάνεται με τη δημιουργία μιας δομής δεδομένων τύπου ουράς , όπου κάθε στοιχείο της περιέχει τα τρία διανύσματα με τα οποία κωδικοποιούμε την κάθε λύση. Στην αρχή η λίστα είναι κενή και σε κάθε επανάληψη που ο γενετικός αλγόριθμος πραγματοποιεί την διαδικασία διασταύρωσης δύο λύσεων (ενός ή δύο σημείων), πραγματοποιείται έλεγχος για το εάν κάποιες από τις λύσεις που προέκυψαν υπάρχει στη λίστα περιορισμένης αναζήτησης. Στην παραπάνω περίπτωση , οι δύο νέες λύσεις-απόγονοι απορρίπτονται και επιλέγονται ξανά δύο νέοι γονείς προς διασταύρωση και επαναλαμβάνεται η διαδικασία. Σε κάθε άλλη περίπτωση , οι δύο νέες λύσεις προστίθενται στο τέλος της λίστας . Εάν η λίστα είναι γεμάτη τότε οι πιο παλιές λύσεις της λίστας διαγράφονται. Με αυτό τον τρόπο η λίστα διατηρεί ένα σταθερό μέγεθος κατά την εκτέλεση του αλγορίθμου δηλαδή ο ορίζοντας των κινήσεων που "βλέπει" είναι περιορισμένος.

Το μέγεθος της λίστας συνδέεται με το μέγεθος του προβλήματος και το μέγιστο αριθμό των στοιχείων που μπορεί να περιέχει , ορίζεται στο τετραπλάσιο πλήθος στοιχείων από αυτό των πελατών . Ο παραπάνω έλεγχος εκτελείται μόνο κατά τη διαδικασία διασταύρωσης του διανύσματος δρομολόγησης. Αυτό συμβαίνει επειδή πάρα πολλές καλές λύσεις μοιράζονται τα διανύσματα αποθηκών και δείκτη ενώ μια νέα λύση δεν είναι ολοκληρωμένη πριν από τη δημιουργία του νέου διανύσματος δρομολόγησης. Έτσι η εισαγωγή των διανυσμάτων σε ξεχωριστές λίστες δεν έχει νόημα αφού μόνο με τη χρήση και των τριών μπορεί να περιγραφεί μια λύση ολοκληρωμένα, ενώ πριν ολοκληρωθεί η διαδικασία της διασταύρωσης των διανυσμάτων που περιέχουν τη σειρά επίσκεψης των πελατών δεν υπάρχουν σχηματισμένες νέες λύσεις και στις δύο μεθόδους επίλυσης (δύο φάσεις ταυτόχρονα ή ξεχωριστά).

Ο τρόπος με τον οποίο απορρίπτονται ή γίνονται αποδεκτές οι λύσεις που προκύπτουν από τις μεθόδους τοπικής αναζήτησης , μοιάζει αρκετά με τον τρόπο που λειτουργεί το κριτήριο φιλοδοξίας στον Tabu Search. Οι λύσεις που προκύπτουν από αυτές τις μεθόδους γίνονται αποδεκτές , μόνο εάν δίνουν καλύτερο κόστος σε σχέση με τις αρχικές , οπότε δεν έχει νόημα ο έλεγχος στην Tabu List .Ενώ στην περίπτωση που δίνουν χειρότερο κόστος σε σχέση με πριν , απορρίπτονται ούτως ή άλλως , με τις αρχικές να υπάρχουν ήδη στη λίστα. Η υλοποίηση της λίστας περιορισμένης αναζήτησης έγινε με τη χρήση δύο βοηθητικών συναρτήσεων και ενός πίνακα (array) σταθερού μεγέθους με μια μεταβλητή δείκτη η οποία μας δείχνει το τρέχον στοιχείο - κεφαλή της λίστας. Αρχικά η λίστα είναι κενή. Με τη βοήθεια μιας συνάρτησης εισαγωγής στοιχείου, εκχωρείται το στοιχείο που δίνουμε στο σημείο που μας δείχνει η μεταβλητή και η τιμή της αυξάνεται κατά μια μονάδα , έτσι ώστε να δείχνει την επόμενη θέση στη λίστα.

Όταν αυτή η μεταβλητή πάρει τη μέγιστη τιμή της (μέγεθος λίστας) τότε της δίνεται η κατάλληλη τιμή ώστε να δείχνει στο πρώτο στοιχείο του πίνακα. Με αυτό τον τρόπο η μεταβλητή δείχνει πάντα το στοιχείο που βρίσκεται τον περισσότερο χρόνο στη λίστα δημιουργώντας μια δομή δεδομένων τύπου ουράς όπου επικρατεί η συνθήκη first in first out. Μπορούμε να δούμε πως λειτουργεί με μορφή ψευδοκώδικα:

(Ιωάννης Μαρινάκης, Μαγδαληνή Μαρινάκη, Νικόλαος Φ. Ματσατσίνης,Κωνσταντίνος Ζοπουνίδης, Μεθευρετικοί και εξελικτικοί αλγόριθμοι σε προβλήματα διοικητικής επιστήμης, 2011)

```

01: s ← s0
02: sBest ← s
03: tabuList ← []
04: while (not stoppingCondition())
05:     candidateList ← []
06:     bestCandidate ← null
07:     for (sCandidate in sNeighborhood)
08:         if ( (not tabuList.contains(sCandidate)) and
(fitness(sCandidate) > fitness(bestCandidate)) )
09:             bestCandidate ← sCandidate
10:         end
11:     end
12:     s ← bestCandidate
13:     if (fitness(bestCandidate) > fitness(sBest))
14:         sBest ← bestCandidate
15:     end
16:     tabuList.push(bestCandidate);
17:     if (tabuList.size > maxTabuSize)
18:         tabuList.removeFirst()
19:     end
20: end
21: return sBest

```

(ηλ. πηγή από http://en.wikipedia.org/wiki/Tabu_search, 17/4/2015)

Λαμβάνοντας υπόψιν τα παραπάνω καθώς και τμήματα κώδικα στο mathworks , αναπτύχθηκε ο αλγόριθμος του πλανόδιου πωλητή για την εύρεση του βέλτιστου μονοπατιού . Πρώτα δηλώθηκαν και αρχικοποιήθηκαν όλες οι μεταβλητές . Στη συνέχεια , εκτελέστηκαν επαναλήψεις έως ότου εκπληρωθούν κάποια από τα παρακάτω κριτήρια :

- Μέγιστος αριθμός επαναλήψεων (όρισамε τις 10000).
- Επαναλήψεις γύρω από μία τοπική λύση δεν βελτιώνουν περαιτέρω την κατάσταση.

Στη συνέχεια , σε κάθε επανάληψη υπολογίστηκαν για όλους τους γείτονες τα κόστη και εισάχθηκε στην τρέχουσα λύση ο γείτονας με το μικρότερο κόστος. Η λύση στη συνέχεια αποθηκεύτηκε στην ουρά Tabu.

Στη συνέχεια , εφαρμόστηκαν κριτήρια φιλοδοξίας και διάχυσης , ώστε να επιτευχθεί η εύρεση της βέλτιστης λύσης . Η διάχυση εκτελείται όταν 400 επαναλήψεις δεν έχουν επιφέρει καμία αλλαγή στο κόστος και το επιλεγμένο μονοπάτι. (if iter_snc_last_imprv >= 400). Τα κριτήρια φιλοδοξίας ελέγχονται με τον παρακάτω κώδικα ,

```
if best_nbr_cost < best_obj          %(TABU solution better than the best found
so far)
    fprintf('\nbest nbr cost = %d\t and best obj = %d\n, hence
    breaking',best_nbr_cost, best_obj);
break;
```

δηλαδή όταν το μονοπάτι που υπάρχει στην ουρά Tabu είναι καλύτερο από το τρέχον.

4. Εφαρμογή της Περιορισμένης Αναζήτησης

Στην παρακάτω ενότητα , θα ασχοληθούμε με τον προγραμματισμό προβλήματος πορείας πλεύσης πλοίων στον κλάδο των Πλοίων Φορτηγών Γραμμών Κοντέινερ -Liner Container Shipping- και των Ελεύθερων Φορτηγών Πλοίων Κοντέινερ -Tramp Container Shipping. Σκοπός είναι η εφαρμογή του αλγορίθμου "tabu search" για την επιλογή δύο εκ των τεσσάρων καραβιών μίας εταιρείας , για την εκτέλεση των δρομολογίων Κέρκυρα, Πρέβεζα, Αστακός, Λαύριο και Ελευσίνα, Καλαμάτα, Πάτρα. Παρακάτω παρουσιάζονται όλα τα στοιχεία για τον υπολογισμό του κόστους για την μεταφορά των containers , καθώς και ο υπολογισμός του κέρδους από την μεταφορά αυτών. Όλα τα δεδομένα του προβλήματος έχουν αντληθεί από την μεταπτυχιακή εργασία του κο Τσαμπά. Πέτρος Τσαμπάς, Γιάννης Μαρινάκης, "Μοντελοποίηση και Αλγόριθμοι Βελτιστοποίησης Προβλημάτων Θαλάσσιων Μεταφορών", 2011.

4.1 Μοντελοποίηση Προβλήματος

Ορίζουμε σαν S το στόλο των πλοίων που χρησιμοποιούμε, ο οποίος αποτελείται από 4 πλοία για $s \in S$. Λαμβάνοντας υπόψιν κάποιες απαραίτητες προδιαγραφές από τα ναυπηγεία τους, σημειώνουμε για κάθε πλοίο τη χωρητικότητα σε T.E.U. T . Ορίζουμε ένα σύνολο λιμανιών P που αποτελείται από 7 λιμάνια $p \in P$ με τα οποία και θα ασχοληθούμε. Συγκεντρώνουμε στη συνέχεια δεδομένα για τις δυνατότητες των λιμανιών και των πλοίων που θα εξετάσουμε. Το κάθε λιμάνι έχει χωρητικότητα σε T.E.U. T^p . Αποφασίσαμε να χρησιμοποιήσουμε 2 καράβια, πιστεύοντας ότι είναι αρκετά για να καλύψουν τις ανάγκες μας. Θα χωρίσουμε το πρόγραμμα πλεύσης σε 2 δρομολόγια. Το ένα πλοίο θα εξυπηρετεί την γραμμή που αφορά τον γεωγραφικό χώρο της περιοχής Αθήνας-Πελοποννήσου και το άλλο πλοίο την γραμμή της περιοχής Αθήνας-Ιονίου. Η κατασκευή της αντικειμενικής συνάρτησης του προβλήματος αφορά 2 σκέλη. Το ένα είναι η μεγιστοποίηση κέρδους, από το οποίο απορρέει και το ανάλογο κόστος, που αποτελεί το δεύτερο σκέλος του προβλήματος.

Η συνάρτηση κέρδους σχηματίζεται βάση των τιμολογίων μεταφοράς ενός T.E.U., R , σε μία πορεία διαδρομής k από λιμάνι o σε λιμάνι d , την ημέρα i που αρχίζει να γίνεται η μεταφορά και j την ημέρα άφιξης των εμπορευμάτων.

Η συνάρτηση κόστους για κάθε πλοίο αποτελείται από το σταθερό και το μεταβλητό του κόστος.

Για το σταθερό κόστος συμπεριλάβαμε 2 παράγοντες:

α) την μισθοδοσία του προσωπικού

β) την συντήρηση του , συμβολίζοντας το

μηνιαίο κόστος του C^s_m .Το μεταβλητό κόστος

το χωρίσαμε σε 2 τμήματα:

- στην κατανάλωση καυσίμων κατά τη διάρκεια λειτουργίας του πλοίου στην ανοιχτή θάλασσα που είναι C^s_k
- στην παραμονή του στο λιμάνι που είναι C^s_p

Στην πρώτη περίπτωση , υπολογίσαμε την μέση οικονομική ταχύτητα ταξιδιού για κάθε πλοίο στην ανοιχτή θάλασσα , στους 15 Κόμβους και τον χρόνο ταξιδιού βάση των αποστάσεων των λιμανιών μεταξύ τους . Απαραίτητο επίσης , ήταν να ερευνήσουμε την ιπποδύναμη για κάθε μηχανή του πλοίου στηριζόμενοι στην μηχανολογία, ώστε να σημειώσουμε λεπτομερώς την κατανάλωση καυσίμων για κάθε πλοίο όταν ταξιδεύει.

Στην δεύτερη περίπτωση , υπολογίσαμε τον μέσο όρο παραμονής των πλοίων σε κάθε λιμάνι όπου θα είναι περίπου στις 4-6 ώρες . Μελετήσαμε ξανά τα βοηθητικά συστήματα για κάθε πλοίο βασισμένοι στη μηχανολογία, ώστε να δούμε την κατανάλωση καυσίμων για κάθε πλοίο όταν είναι σε αναμονή σε λιμάνι.

Ως αποτέλεσμα έχουμε την δημιουργία συνάρτησης κόστους για κάθε πλοίο s για κύκλο e όπου $Cost_e^s = \sum_{p \in 0} C_p^s + \sum_{k \in 0} C_k^s + C_m^s$

4.2 Κοντέινερ (T.E.U.)

Σε αυτήν την ενότητα θα περιγραφούν οι δύο διαφορετικές κατηγορίες των κοντέινερ τα οποία χρησιμοποιούνται πιο συχνά στην αγορά και που λαμβάνουμε υπόψη:

α) TEU

β) FEU

Κοντέινερ	Μήκος	Πλάτος	Ύψος	Όγκος	Ωφέλιμος Όγκος	Απόβαρο	Ωφέλιμο Φορτίο
TEU	6,1m	2,4m	2,6m	³ 39m	28-30m ³	2t	21,6t
FEU	12m	2,4m	2,6m	77m ₃	56-60m ³	4t	26,5t

Σημείωση: m=meters, t=tons, FEU=2 TEU

Απόβαρο: το βάρος της συσκευασίας του εμπορεύματος. Η διαφορά που προκύπτει εάν από το μεικτό βάρος αφαιρεθεί το καθαρό.

Ωφέλιμο Φορτίο: το μέγιστο βάρος που μπορεί να μεταφέρει ένα όχημα ή οτιδήποτε .



Εικόνα 5 - Στοιβάσμα Κοντέινερ

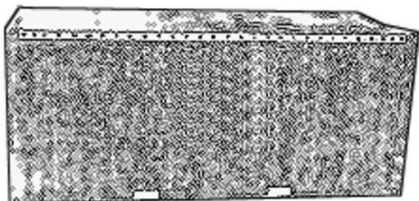


Εικόνα 6 - Φόρτωση Κοντέινερ

Μερικά είδη TEU και FEU

OCEAN FREIGHT CONTAINER SIZES

	Standard 20'		Standard 40'		High Cube 40'	
Inside Length	19'4"	5.89 m	39'5"	12.01 m	39'5"	12.01 m
Inside Width	7'8"	2.33 m	7'8"	2.33 m	7'8"	2.33 m
Inside Height	7'10"	2.38 m	7'10"	2.38 m	8'10"	2.69 m
Door Width	7'8"	2.33 m	7'8"	2.33 m	7'8"	2.33 m
Door Height	7'6"	2.28 m	7'6"	2.28 m	8'5"	2.56 m
Capacity	1,172 ft3	33.18 m3	2,390 ft3	67.67 m3	2,694 ft3	76.28 m3
Tare Weight	4,916 lb	2,229 kg	8,160 lb	3,701 kg	8,750 lb	3,968 kg
Max. Cargo	47,999 lb	21,727 kg	59,040 lb	26,780 kg	58,450 lb	26,512 kg



Open Top 20'
(upgraded also available)

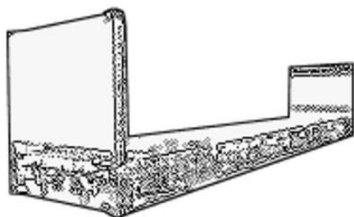
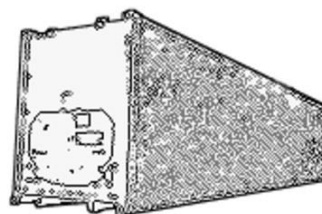
Open Top 40'

Inside Length	19'4"	5.89 m	39'5"	12.01 m
Inside Width	7'7"	2.31 m	7'8"	2.33 m
Inside Height	7'8"	2.33 m	7'8"	2.33 m
Door Width	7'6"	2.28 m	7'8"	2.33 m
Door Height	7'2"	2.18 m	7'5"	2.26 m
Capacity	1,136 ft3	32.16 m3	2,350 ft3	66.54 m3
Tare Weight	5,280 lb	2,394 kg	8,490 lb	3,850 kg
Max. Cargo	47,620 lb	21,600 kg	58,710 lb	26,630 kg

Reefer 20'

Reefer 40'

Inside Length	17'8"	5.38 m	37'8"	11.48 m
Inside Width	7'5"	2.26 m	7'5"	2.26 m
Inside Height	7'5"	2.26 m	7'2"	2.18 m
Door Width	7'5"	2.26 m	7'5"	2.26 m
Door Height	7'3"	2.20 m	7'0"	2.13 m
Capacity	1,000 ft3	28.31 m3	2,040 ft3	57.76 m3
Tare Weight	7,040 lb	3,193 kg	10,780 lb	4,889 kg
Max. Cargo	45,760 lb	20,756 kg	56,276 lb	25,526 kg



Flat Rack 20'

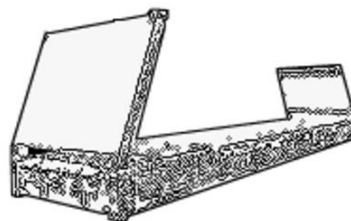
Flat Rack 40'

Inside Length	18'5"	5.61 m	39'7"	12.06 m
Inside Width	7'3"	2.20 m	6'10"	2.08 m
Inside Height	7'4"	2.23 m	6'5"	1.95 m
Tare Weight	5,578 lb	2,530 kg	12,081 lb	5,479 kg
Max. Cargo	47,333 lb	21,469 kg	85,800 lb	38,918 kg

Flat Rack Collapsible 20'

Flat Rack Collapsible 40'

Inside Length	18'6"	5.63 m	39'7"	12.06 m
Inside Width	7'3"	2.20 m	6'10"	2.08 m
Inside Height	7'4"	2.23 m	6'5"	1.95 m
Tare Weight	6,061 lb	2,749 kg	12,787 lb	5,800 kg
Max. Cargo	61,117 lb	27,722 kg	85,800 lb	38,918 kg



Platform 20'

Platform 40'

Inside Length	19'11"	6.07 m	40'0"	12.19 m
Inside Width	8'0"	2.43 m	8'0"	2.43 m
Inside Height	7'4"	2.23 m	6'5"	1.95 m
Tare Weight	6,061 lb	2,749 kg	12,783 lb	5,798 kg
Max. Cargo	52,896 lb	23,993 kg	66,397 lb	30,117 kg

Επιλέξαμε στο πρόβλημά μας, να χρησιμοποιήσουμε το TEU ως το εμπορευματοκιβώτιο χρήσης, για την διακίνηση των αγαθών του εμπορίου που θέλουμε.



Εικόνα 7 - Εσωτερικό Container

4.3 Στόλος (S = Ships)

Το στόλος μας αποτελούν 4 πλοία με τα εξής χαρακτηριστικά όπως ναυπηγήθηκαν .

Πλοία Στόλου	Νεκρό Βάρος	Μήκος	Πλάτος	Ύψος	Βύθισμα	Χωρητικότητα TEU
ΤΕΛΑΜ ΩΝΑΣ	20.000dwt	160m	22,85m	13,5m	10m	1.150 TEU
ΑΙΑΝΤΑΣ	15.000dwt	147m	20m	11m	9,5m	800 TEU
ΑΦΡΟΔΙ ΤΗ	10.000dwt	135m	18,5m	9,5m	7m	750 TEU
ΧΑΡΙΚΛ ΕΙΑ	7.500dwt	98m	16m	9m	6m	400 TEU

Σημείωση: dwt=dead weight tonnage (νεκρό βάρος), m=meters



Εικόνα 8 - Πλοία Κοντέινερ των 10.000dwt, των 20.000dwt και των 15.000dwt αντίστοιχα



Εικόνα 9 - Πλοίο Κοντέινερ των 7.500dwt

4.4 Λιμάνια (P = Ports)

Το Ιόνιο Πέλαγος αποτελεί το κέντρο δραστηριότητας των περισσότερων θαλάσσιων μεταφορών της εταιρείας που ασχολούμαστε.

Τα λιμάνια μας είναι 7:

Πάτρα, Κέρκυρα, Καλαμάτα, Πρέβεζα, Αστακός, Λαύριο, Ελευσίνα.

Τα δύο σημαντικότερα χαρακτηριστικά των λιμανιών που εξετάζουμε , για την αντιμετώπιση του προβλήματος της θαλάσσιας μεταφοράς είναι:

α) Η απόσταση μεταξύ τους

β) Η χωρητικότητα σε δυναμικότητα που διαθέτουν για κοντέινερ

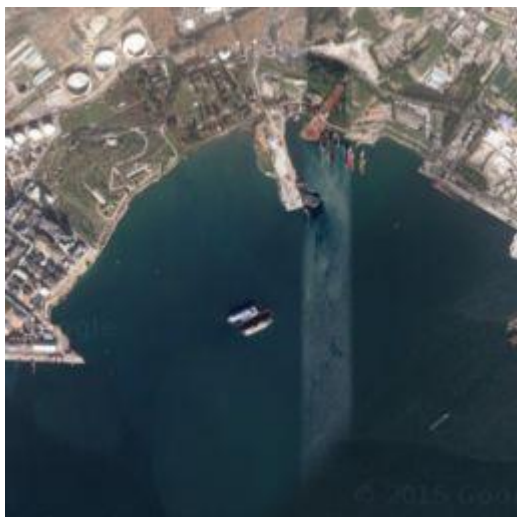
Οι αποστάσεις της θαλάσσιας πορείας πλεύσης σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα μεταξύ των λιμανιών είναι οι εξής:

	Πάτρα	Κέρκυρα	Πρέβεζα	Αστακός	Καλαμάτα	Ελευσίνα	Λαύριο
Πάτρα	-	191n.m.	110n.m.	77n.m.	167n.m.	417n.m.	393n.m.
Κέρκυρα	191n.m.	-	81n.m.	114n.m.	286n.m.	523n.m.	500n.m.
Πρέβεζα	110n.m.	81n.m.	-	33n.m.	205n.m.	442n.m.	419n.m.

Αστακός	77n.m.	114n.m.	33n.m.	-	172n.m.	410n.m.	386n.m.
Καλαμά τα	167n.m.	286n.m.	205n.m.	172n.m.	-	250n.m.	226n.m.
Ελευσί να	417n.m.	523n.m.	442n.m.	410n.m.	250n.m.	-	31n.m.
Λαύριο	393n.m.	500n.m.	419n.m.	386n.m.	226n.m.	31n.m.	-

Σημείωση: n.m.: nautical miles

Οι αποστάσεις για προορισμούς από το Ιόνιο Πέλαγος στην περιοχή της Αττικής και αντίστροφα είναι οι μεγαλύτερες , λόγω της έλλειψης αποτελεσματικότητας χρήσης του Ισθμού της Κορίνθου , όπου από την Διώρυγα μπορούν να διαπλεύσουν πλοία πολύ μικρά σε χωρητικότητα . Ο Ισθμός υπάρχει ήδη και χρειάζεται ανακατασκευή . Έτσι οι πορείες πλεύσης του στόλου μας , πραγματοποιούνται αναγκαστικά γύρω από την Πελοπόννησο.



Εικόνα 10 - Λιμάνι Ελευσίνας



Εικόνα 11 - Λιμάνι Λαυρίου

Οι πληροφορίες για τις χωρητικότητες αυτών των 7 λιμανιών , για στοίβασμα κοντέινερ είναι οι ακόλουθες:

Λιμάνια	Χωρητικότητα m ²	Χωρητικότητα TEUs
Πάτρα	27.000	775
Κέρκυρα	5.000	40 T
Πρέβεζα	14.000	265
Αστακός	40.000	1.020
Καλαμάτα	20.000	380
Ελευσίνα	50.000	1.435
Λαύριο	18.000	575

Αξίζει να σημειωθεί , ότι από τις ακόλουθες διαστάσεις χωρητικότητας μόνο ένα ποσοστό του εν λόγω χώρου είναι διαθέσιμο για τα κοντέινερ , εξαιτίας της ύπαρξης διαδρόμων για την πραγματοποίηση επιπροσθέτων δραστηριοτήτων, όπως για παράδειγμα, την μετακίνηση γερανών, περονοφόρων, φορτηγών και άλλων μηχανημάτων για την μετακίνηση τους προς εξαγωγή και εισαγωγή ή την επικείμενη διευθέτησή τους.

Πιο συγκεκριμένα ,για τα λιμάνια που έχουν σχετικά μεγάλη χωρητικότητα, δηλαδή άνω των 20.000m², το ποσοστό ωφέλιμου χώρου είναι 45% ενώ των κατώτερων διαστάσεων είναι 50%.



Εικόνα 12 - Λιμάνι Πάτρας



Εικόνα 13 - Λιμάνι Καλαμάτας



Εικόνα 14 - Λιμάνι Πρέβεζας



Εικόνα 15 - Λιμάνι Αστακού



Εικόνα 16 - Λιμάνι Κέρκυρας

4.5 Έσοδα Μεταφοράς Εμπορευματοκιβωτίων Τ.Ε.Υ. (E = Earnings)

Στον παρακάτω πίνακα συγκεντρώνουμε τα κέρδη από την μεταφορά του κάθε Τ.Ε.Υ. από τον αρχικό προς στον τελικό προορισμό του, μόνο δηλαδή για να πάει (aller):

Τιμή μεταφοράς ΤΕΥ για aller	Πάτρα	Κέρκυρα	Πρέβεζα	Αστακός	Καλαμάτα	Ελευσίνα	Λαύριο
Πάτρα	-	450€	350€	300€	400€	900€	850€
Κέρκυρα	450€	-	300€	350€	600€	1025€	975€
Πρέβεζα	350€	300€	-	250€	450€	950€	900€
Αστακός	300€	350€	250€	-	400€	900€	850€
Καλαμάτα	400€	600€	450€	400€	-	550€	500€
Ελευσίνα	900€	1025€	950€	900€	550€	-	250€
Λαύριο	850€	1000€	900€	850€	500€	250€	-

Τα κέρδη από την μεταφορά του κάθε Τ.Ε.Υ. από τον αρχικό προς στον τελικό προορισμό του και πίσω στον αρχικό, για να πάει και να 'ρθει (aller-retour), είναι τα παρακάτω:

Τιμή μεταφοράς ΤΕΥ για aller-retour	Πάτρα	Κέρκυρα	Πρέβεζα	Αστακός	Καλαμάτα	Ελευσίνα	Λαύριο
Πάτρα	-	700€	600€	425€	650€	1200€	1150€
Κέρκυρα	700€	-	425€	600€	850€	1325€	1275€
Πρέβεζα	600€	425€	-	375€	700€	1250€	1200€
Αστακός	425€	600€	375€	-	650€	1200€	1150€
Καλαμάτα	650€	850€	700€	650€	-	800€	750€
Ελευσίνα	1200€	1325€	1250€	1200€	800€	-	375€
Λαύριο	1150€	1300€	1200€	1150€	750€	375€	-

4.6 Προσφορά και Ζήτηση

Η επίτευξη του κέρδους της οποιασδήποτε ναυτιλιακής εταιρείας , καθώς και η βιωσιμότητά της , εξαρτώνται σε έναν πολύ μεγάλο βαθμό από το δίδυμο των συνιστωσών προσφοράς - ζήτησης των προϊόντων. Απώτερος σκοπός της εταιρείας είναι η μεγαλύτερη δυνατή ικανοποίηση αυτών των συνιστωσών που ορίζουν την αγορά, στο χώρο που γίνονται οι μεταφορές , δηλαδή Αττική , Πελοπόννησος, Δυτική Στερεά Ελλάδα και Ήπειρος καθώς και η Κέρκυρα από τα Επτάνησα. Για τον προγραμματισμό του προβλημάτός μας θα πάρουμε την Προσφορά και Ζήτηση από τους εξής πίνακες:

Όπως αναφέραμε και προηγουμένως, τα 2 συγκεκριμένα πλοία που θα επιλέξουμε από τον στόλο θα είναι αυτά που θα μας συμφέρουν περισσότερο. Το ένα πλοίο θα εξυπηρετεί την γραμμή που αφορά τα λιμάνια της περιοχής Αθήνας-Πελοποννήσου που είναι Ελευσίνα, Καλαμάτα και Πάτρα και το άλλο πλοίο τα λιμάνια της περιοχής Αθήνας-Ιονίου που είναι

Λαύριο, Αστακός, Πρέβεζα και Κέρκυρα. Το ένα πλοίο θα εξυπηρετεί την γραμμή που αφορά τον γεωγραφικό χώρο της περιοχής Αθήνας-Πελοποννήσου και το άλλο πλοίο την γραμμή της περιοχής Αθήνας-Ιονίου.

Για την 1η περίπτωση έχουμε:

Ζήτηση TEU	Ελευσίνα	Καλαμάτα	Πάτρα
Ελευσίνα	-	$10 \leq X \leq 45$	$20 \leq X \leq 50$
Καλαμάτα	$15 \leq X \leq 50$	-	$15 \leq X \leq 30$
Πάτρα	$20 \leq X \leq 60$	$10 \leq X \leq 40$	-

Για την 2η περίπτωση έχουμε:

Ζήτηση TEU	Λαύριο	Αστακός	Πρέβεζα	Κέρκυρα
Λαύριο	-	$30 \leq X \leq 140$	$10 \leq X \leq 30$	$10 \leq X \leq 30$
Αστακός	$30 \leq X \leq 190$	-	$5 \leq X \leq 10$	$205 \leq X$
Πρέβεζα	$5 \leq X \leq 20$	$5 \leq X \leq 25$	-	$5 \leq X \leq 10$
Κέρκυρα	$5 \leq X \leq 20$	$5 \leq X \leq 30$	$5 \leq X \leq 10$	-

4.7 Κόστος Μεταφοράς Κοντέινερ Φορηγών Πλοίων

Το κόστος μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων από τα φορηγά, σε συνδιασμό με τα έσοδα από τη μεταφορά τους, αποτελούν τα δύο βασικότερα κριτήρια που μας βοηθούν να συμπεράνουμε εάν οι μεταφορές για οποιαδήποτε εταιρεία είναι επικερδής και εάν προωθείται η βιωσιμότητα και η ανάπτυξη της εταιρείας.

Σε αυτό το σημείο θα εξετάσουμε τρεις παράγοντες κόστους, οι οποίοι αποτελούν το κύριο μέρος του ολικού κόστους της εταιρείας:

α) Το Μηνιαίο Κόστος (MC = MONTHLY COST) του πλοίου, που αποτελείται από την μισθοδοσία του προσωπικού του και την συντήρηση του. Αυτό θεωρείται το Σταθερό Κόστος του πλοίου.

β) Το Κόστος των Καυσίμων του Ταξιδιού (VFC = VOYAGE FUEL COST) βάση της κατανάλωσης πετρελαίου, σε συνάρτηση με την ταχύτητα του πλοίου και του μήκους του ταξιδιού "εν πλώ". Αυτό θεωρείται το Μεταβλητό Κόστος του πλοίου.

γ) Το Κόστος των Καυσίμων για τα Βοηθητικά Συστήματα (AFC = AUXILIARY FUEL COST) βάση πάλι της κατανάλωσης πετρελαίου, όταν το πλοίο βρίσκεται αγκυροβολημένο στο λιμάνι ή "εν πλώ". Και αυτό θεωρείται μέρος του Μεταβλητού Κόστους του πλοίου.



Εικόνα 17 - Πλοίο Container

4.8 Μηνιαίο Κόστος Πλοίου (MC = Monthly Cost)

Το μηνιαίο κόστος του πλοίου αποτελείται από τους εξής παράγοντες :

- μισθοδοσία
- συντήρηση του προσωπικού
- συντήρηση της μηχανής
- συντήρηση των εξωτερικών τμημάτων του καραβιού
- δεξαμενοποίηση
- συντήρηση γάστρας σε ναυπηγείο

Τα παραπάνω αποτελούν το σταθερό κόστος του πλοίου.

Εμείς θα λάβουμε υπόψη την μισθοδοσία και την συντήρηση του προσωπικού που είναι τα πιο βασικά μεγέθη του μηνιαίου κόστους του πλοίου.

Για την μισθοδοσία του προσωπικού έχουμε τα εξής δεδομένα:

Προσωπικό πλοίου	ΤΕΛΑΜΩΝΑΣ	ΑΙΑΝΤΑΣ	ΑΦΡΟΔΙΤΗ	ΧΑΡΙΚΛΕΙΑ
Καπετάνιος	3.500€	3.500€	3.500€	3.500€
Υποπλοίαρχος	3.000€	3.000€	3.000€	3.000€
Ανθυποπλοίαρχος	2.500€	2.500€	2.500€	2.500€
Α Μηχανικός	2.500€	2.500€	2.500€	2.500€
Β Μηχανικός	2.000€	2.000€	2.000€	2.000€
Γ Μηχανικός	2.000€	2.000€	2.000€	2.000€
Ναυτικός	1.800€	1.800€	1.800€	1.800€
Ναυτικός	1.800€	1.800€	1.800€	1.600€
Ναυτικός	1.600€	1.600€	1.600€	1.500€
Ναυτικός	1.500€	1.500€	1.500€	1.400€

Ναυτικός	1.400€	1.400€	1.400€	
Ναυτικός	1.400€	1.400€	1.400€	
Ναυτικός	1.400€	1.400€		

Για την συντήρηση του προσωπικού τα έξοδα υπολογίζονται περίπου ανά μήνα:

	ΤΕΛΑΜΩΝΑΣ	ΑΙΑΝΤΑΣ	ΑΦΡΟΔΙΤΗ	ΧΑΡΙΚΛΕΙΑ
Τροφοδοσία συντήρησης προσωπικού πλοίου	3.500€	3.500€	3.500€	3.500€



Εικόνα 18 - Πλήρωμα Πλοίου

4.9 Κόστος Καυσίμων Ταξιδιού Πλοίου (VFC = Voyage Fuel Cost)

Το κόστος των καυσίμων ταξιδιού αποτελεί το κύριο μεταβλητό κόστος για κάθε πλοίο. Για να υπολογίσουμε τα λίτρα πετρελαίου που καταναλώνονται την 1 ώρα "εν πλώ" για κάθε καράβι του στόλου μας, θα πρέπει να υπολογίσουμε την ιπποδύναμη των μηχανών για κάθε πλοίο ξεχωριστά. Οι κύριες μηχανές των πλοίων θα είναι δίχρονες, αργόστροφες, πολυκύλινδρες ελαφριών καυσίμων ντίζελ. Για μικρά φορτηγά πλοία μικρής χωρητικότητας σε κοντέινερ, όπως για παράδειγμα ο δικός μας στόλος, η ταχύτητα των νεότευκτων πλοίων κυμαίνεται από 14 Κόμβους έως 16 Κόμβους

Θα θεωρήσουμε ως μέση οικονομική ταχύτητα ταξιδιού τους 15 Κόμβους.

Σημείωση: 1 Κόμβος = 1 ναυτικό μίλι/ώρα



Εικόνα 19 - Κύρια Μηχανή Πλοίου Ντίζελ Δίχρονη

Οι μαθηματικοί τύποι που θα χρησιμοποιήσουμε είναι ενδεικτικοί τύποι της ναυπηγικής μηχανικής.

Για το φορτηγό πλοίο Τελαμώνας:

Πλοίο Στόλου	Νεκρό Βάρος	Μήκος	Πλάτος	Ύψος	Βύθισμ α	Χωρητικότ ητα

						TEUs
ΤΕΛΑΜ ΩΝΑΣ	20.000dwt	160m	22,85m	13,5m	10m	1.150 TEU



Εικόνα 20 - Κύρια Μηχανή Πλοίου Ντίζελ Δίχρονη

Κατανάλωση Πετρελαίου "εν πλώ"=798,78 lt/hr

Και για 24hr $798,78 \text{ lt/hr} \times 24 \text{ hr} = 19.170,72 \text{ lt}$

Για το φορτηγό πλοίο Αϊάντας:

Πλοίο Στόλου	Νεκρό Βάρος	Μήκος	Πλάτος	Ύψος	Βύθισμα	Χωρητικ ότητα TEUs
ΑΙΑΝΤΑΣ	15.000dwt	147m	20m	11m	9,5m	800 TEU



Εικόνα 21 - Πλοίο Container

Για το "ΑΙΑΝΤΑΣ"

Κατανάλωση Πετρελαίου "εν πλώ" = 668,77 lt/hr

Για 24hr $668,77 \text{ lt/hr} \times 24 \text{ hr} = 16.050,59 \text{ l}$

Πλοίο Στόλου	Νεκρό Βάρος	Μήκος	Πλάτος	Ύψος	Βύθισμα	Χωρητικότητα TEUs	Για το
ΑΦΡΟΔΙΤΗ	10.000dwt	135m	18,5m	9,5m	7m	750 TEU	

φορτηγό πλοίο Αφροδίτη:



Εικόνα 22 - Μηχανή Αφροδίτης

Για το "ΑΦΡΟΔΙΤΗ"

Κατανάλωση Πετρελαίου "εν πλώ"=510,06 lt/hr

Για 24hr 510,06 lt/hr*24 hr=12.241,59 lt

Πλοίο Στόλου	Νεκρό Βάρος	Μήκος	Πλάτος	Ύψος	Βύθισμα	Χωρητικότητα TEUs	Για το
ΧΑΡΙΚΛΕΙΑ	7.500dwt	98m	16m	9m	6m	400 TEU	

φορτηγό πλοίο Χαρίκλεια:



Εικόνα 23 - Πλοίο Χαρίκλεια

Για το "ΧΑΡΙΚΛΕΙΑ"

Κατανάλωση Πετρελαίου "εν πλώ" = 318,95lt/hr

Για 24hr $318,95\text{lt/hr} \times 24\text{hr} = 7.655,02\text{lt}$

Οπότε για όλα τα πλοία έχουμε τις παρακάτω καταναλώσεις

Πλοία Στόλου	Κατανάλωση Πετρελαίου "εν πλώ" ανά hr	Κατανάλωση Πετρελαίου "εν πλώ" ανά 24hr
ΤΕΛΑΜΩΝΑΣ	798,78 lt/hr	19.170,72 lt
ΑΙΑΝΤΑΣ	668,77 lt/hr	16.050,59 lt
ΑΦΡΟΔΙΤΗ	510,06 lt/hr	12.241,59 lt
ΧΑΡΙΚΛΕΙΑ	318,95 lt/hr	7.655,02 lt

Η κατανάλωση πετρελαίου των βοηθητικών συστημάτων των καραβιών της εταιρείας απεικονίζεται στον παρακάτω πίνακα :

Πλοία Στόλου	Κατανάλωση Πετρελαίου Βοηθητικών Συστημάτων ανά hr
ΤΕΛΑΜΩΝΑΣ	13,21 lt/hr
ΑΙΑΝΤΑΣ	13,21 lt/hr
ΑΦΡΟΔΙΤΗ	13,21 lt/hr
ΧΑΡΙΚΛΕΙΑ	13,21 lt/hr

Ο χρόνος ταξιδιού "εν πλώ" για τα καράβια μας, με δεδομένη ταχύτητα 15 κόμβους προς τους αντίστοιχους προορισμούς των λιμανιών μας είναι τα παρακάτω:

Χρόνος ταξιδιού "εν πλώ"	Πάτρα	Κέρκυρα	Πρέβεζα	Αστακός	Καλαμάτα	Ελευσίνα	Λαύριο
Πάτρα	-	12hr	7,2hr	4,8hr	12hr	28,8hr	26,4hr
Κέρκυρα	12hr	-	4,8hr	7,2hr	19,2hr	36hr	33,6hr
Πρέβεζα	7,2hr	4,8hr	-	2hr	14,4hr	31,2hr	28,8hr
Αστακός	4,8hr	7,2hr	2hr	-	12hr	28,8hr	26,4hr
Καλαμάτα	12hr	19,2hr	14,4hr	12hr	-	16,8hr	14,4hr
Ελευσίνα	28,8hr	36hr	31,2hr	28,8hr	16,8hr	-	2hr
Λαύριο	26,4hr	33,6hr	28,8hr	26,4hr	14,4hr	2hr	-

Ο χρόνος παραμονής των πλοίων στα αντίστοιχα λιμάνια για την φόρτωση και εκφόρτωση των εμπορευματοκιβωτίων:

Λιμάνια	Χρόνος παραμονής στα λιμάνια
Πάτρα	4hr-6hr
Κέρκυρα	4hr-6hr
Πρέβεζα	4hr-6hr
Αστακός	4hr-6hr
Καλαμάτα	4hr-6hr
Ελευσίνα	4hr-8hr
Λαύριο	4hr-8hr

5.Αποτελέσματα

5.1 Αποτελέσματα

Με τη χρήση του αλγορίθμου "tabu search" λαμβάνουμε τα παρακάτω αποτελέσματα .

Για το δρομολόγιο 1

ΤΕΛΑΜΩΝΑΣ	ΑΙΑΝΤΑΣ	ΑΦΡΟΔΙΤΗ	ΧΑΡΙΚΛΕΙΑ
Προτεινόμενο δρομολόγιο	Προτεινόμενο δρομολόγιο	Προτεινόμενο δρομολόγιο	Προτεινόμενο δρομολόγιο
Πάτρα Καλαμάτα Ελευσίνα	Πάτρα Καλαμάτα Ελευσίνα	Πάτρα Καλαμάτα Ελευσίνα	Πάτρα Καλαμάτα Ελευσίνα
Κόστος	Κόστος	Κόστος	Κόστος
45580	38117	29143	18247

Για το δρομολόγιο 2

ΤΕΛΑΜΩΝΑΣ	ΑΙΑΝΤΑΣ	ΑΦΡΟΔΙΤΗ	ΧΑΡΙΚΛΕΙΑ
Προτεινόμενο δρομολόγιο	Προτεινόμενο δρομολόγιο	Προτεινόμενο δρομολόγιο	Προτεινόμενο δρομολόγιο
Λαύριο Αστακός Πρέβεζα Κέρκυρα	Πρέβεζα Αστακός Λαύριο Κέρκυρα	Πρέβεζα Αστακός Λαύριο Κέρκυρα	Λαύριο Αστακός Πρέβεζα Κέρκυρα
Κόστος	Κόστος	Κόστος	Κόστος
53634	44936	34382	21568

Με βάση λοιπόν τα παραπάνω αποτελέσματα , επιλέγουμε το ΑΦΡΟΔΙΤΗ για το δρομολόγιο 1 και το ΧΑΡΙΚΛΕΙΑ για το δρομολόγιο 2.

Αναλυτικά για την εκτέλεση του δρομολογίου 1, το πλοίο ΤΕΛΑΜΩΝΑΣ ακολουθεί το παρακάτω δρομολόγιο

Πάτρα	Καλαμάτα	Ελευσίνα
Πάτρα	Καλαμάτα	Ελευσίνα
Πάτρα	Καλαμάτα	Ελευσίνα

Αναλυτικά η εκτέλεση του δρομολογίου 1 από το πλοίο ΑΙΑΝΤΑΣ

Πάτρα	Καλαμάτα	Ελευσίνα
Πάτρα	Καλαμάτα	Ελευσίνα
Πάτρα	Καλαμάτα	Ελευσίνα

Αναλυτικά η εκτέλεση του δρομολογίου 1 από το πλοίο ΑΦΡΟΔΙΤΗ

Πάτρα	Καλαμάτα	Ελευσίνα
Πάτρα	Καλαμάτα	Ελευσίνα
Πάτρα	Καλαμάτα	Ελευσίνα

Αναλυτικά η εκτέλεση του δρομολογίου 1 από το πλοίο ΧΑΡΙΚΛΕΙΑ

Πάτρα	Καλαμάτα	Ελευσίνα
Πάτρα	Καλαμάτα	Ελευσίνα
Πάτρα	Καλαμάτα	Ελευσίνα

Αναλυτικά η εκτέλεση του δρομολογίου 2 από το πλοίο ΤΕΛΑΜΩΝΑΣ

Λαύριο	Αστακός	Πρέβεζα	Κέρκυρα
Λαύριο	Αστακός	Πρέβεζα	Κέρκυρα
Λαύριο	Αστακός	Πρέβεζα	Κέρκυρα
Λαύριο	Αστακός	Πρέβεζα	Κέρκυρα

Αναλυτικά η εκτέλεση του δρομολογίου 2 από το πλοίο ΑΙΑΝΤΑΣ

Λαύριο	Αστακός	Πρέβεζα	Κέρκυρα
Λαύριο	Αστακός	Πρέβεζα	Κέρκυρα
Λαύριο	Αστακός	Πρέβεζα	Κέρκυρα
Λαύριο	Αστακός	Πρέβεζα	Κέρκυρα

Αναλυτικά για την εκτέλεση του δρομολογίου 2 από το πλοίο ΑΦΡΟΔΙΤΗ

Λαύριο	Αστακός	Πρέβεζα	Κέρκυρα
Λαύριο	Αστακός	Πρέβεζα	Κέρκυρα
Λαύριο	Αστακός	Πρέβεζα	Κέρκυρα
Λαύριο	Αστακός	Πρέβεζα	Κέρκυρα

Αναλυτικά η εκτέλεση του δρομολογίου 2 από το πλοίο ΧΑΡΙΚΛΕΙΑ

Λαύριο	Αστακός	Πρέβεζα	Κέρκυρα
Λαύριο	Αστακός	Πρέβεζα	Κέρκυρα
Λαύριο	Αστακός	Πρέβεζα	Κέρκυρα
Λαύριο	Αστακός	Πρέβεζα	Κέρκυρα

5.2 Συμπεράσματα

Με τη χρήση του μεθευρετικού αλγορίθμου καταφέραμε να επιλύσουμε ένα πολύπλοκο πρόβλημα σε διάστημα 30 λεπτών. Με τη χρήση οποιουδήποτε άλλου μέσου (πλην εξειδικευμένων αλγορίθμων) , η επίλυση του παραπάνω προβλήματος θα ήταν σχεδόν αδύνατη σε εύλογο χρονικό διάστημα . Με τη χρήση του αλγορίθμου "tabu search" αναλυτές και στελέχη έχουν την δυνατότητα να παίρνουν γρήγορες αποφάσεις στις ταχύτατα μεταβαλλόμενες συνθήκες. Όπως για παράδειγμα η αλλαγή στην τιμή του πετρελαίου, η αλλαγή του μισθολογίου του προσωπικού και η αλλαγή των διαθέσιμων πλοίων.

Όπως αναφέραμε και παραπάνω ο αλγόριθμος "Tabu Search" πλεονεκτεί έναντι άλλων λόγω του ότι η τοπική αναζήτηση δε βασίζεται σε στοχαστικό κριτήριο και αποφεύγεται η παγίδευση της αναζήτησης της έρευνας σε τοπικό ελάχιστο. Επιπλέον, με τη χρήση tabu lists (απαγορευμένη λίστα) αποφεύγεται η κυκλικότητα στην αναζήτηση βέλτιστων διαδρομών.

Θα ήταν ακόμα πιο ενδιαφέρον να είχαμε μία λίστα με πλοία τα οποία είναι υπό αγορά, μία λίστα με λιμάνια προς εξυπηρέτηση ώστε να εξεταστεί η ταχύτητα με την οποία μπορεί να βρεθεί ο βέλτιστος συνδυασμός πλοίων δρομολογίων. Επιπλέον, με τα σκαμπανεβάσματα στην τιμή του πετρελαίου θα μπορούσαμε να εφαρμόσουμε τα παραπάνω και σε στόλο φορτηγών/επαγγελματικών οχημάτων που εκτελούν μεταφορές.

Με την υλοποίηση της παραπάνω εργασίας είχαμε την ευκαιρία να κατανοήσουμε σε βάθος την σημασία των logistics και της εφοδιαστικής αλυσίδας στις μεταφορές γενικά και

ειδικότερα στις θαλάσσιες . Με τη χρήση αλγορίθμων είναι εφικτή η γρήγορη επίλυση σύνθετων προβλημάτων και η εύρεση λύσεων η οποία δεν είναι ορατή με την πρώτη ματιά.

Σε σχέση με την εργασία του κ.Πέτρου Τσαμπά , Γιάννης Μαρινάκης,
"Μοντελοποίηση και Αλγόριθμοι Βελτιστοποίησης Προβλημάτων Θαλάσσιων Μεταφορών", 2011, απαντήσαμε ακριβώς στα ζητούμενα του προβλήματος , δηλαδή την εύρεση των δύο από τα τέσσερα φορτηγά πλοία για την εξυπηρέτηση των 7 λιμανιών του Ιονίου. Εν αντιθέσει , ο κος Τσαμπάς πρότεινε , κατόπιν επίλυσης του προβλήματος με τη χρήση άλλου μεθευρετικού αλγορίθμου , ως βέλτιστη λύση την επιλογή τριών πλοίων για την εξυπηρέτηση και των 7 λιμανιών.

Βιβλιογραφία – Αναφορές

1. Harris F., Operations and Cost, A. Shaw & Co, Chicago, IL, 1915
2. Compton, H.K. and Jessop, (1995), D.Dictionary of Purchasing and Supply Chain Management, Pitman, p.111
3. Quinn, F.J., 1997, "What's the buzz?", Logistics Management, 36, 2, 43-7.
4. Martin Christofer, (2007), «Logistics και διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας», Εκδόσεις Κριτική, Αθήνα.
5. "Supply Chain Management technologies", by David Simchi-Levi and Edith Simchi-Levi, chapter in The Handbook of Technology Management edited by Hossein Bidgoli, January 2010
6. Simchi-Levi, D., P. Kaminsky and E. Simchi-Levi, Designing and Managing the Supply Chain: Concepts, Strategies and Case Studies, McGraw-Hill, 2007 (3rd Edition).
7. Βιδάλης Μ., «Ολοκληρωμένα Συστήματα Logistics και εφοδιαστική αλυσίδα», Ανάπτυξη, No 28, Οκτώβριος 2007, σελίδα 28-31
8. Τριανταφυλλάκης, Α. (2005) «Η διοίκηση των λειτουργιών και του κόστους της εφοδιαστικής αλυσίδας μέσω συστημάτων Activity Based Management», Ετήσια έκδοση της εφημερίδας Κέρδος με τίτλο Μεταφορές Αποθήκευση – Logistics, σελ 20-21.
9. Δεριζιώτης Β., Ζώτος Μ., Κτένας Σ., «Σταθερή ανάπτυξη για τον κλάδο logistics», Το

Βήμα , Δημοσίευση 27/04/2015

10. Παππής Κ., « Η εφοδιαστική προσαρμόζεται στις Νέες απαιτήσεις του Περιβάλλοντος και της αγοράς », Plant Managment
11. Ξανθόπουλος, Α. (2006). Σημειώσεις Μαθήματος Τυποποίηση μέσω μεταφοράς και διανομής. Κατερίνη: έκδοση ΑΤΕΙ Θεσσαλονίκης Παράρτημα Κατερίνης
12. Γιαννάτος, Γ. & Ανδριαννόπουλος, Σ. (1999). Logistics: Μεταφορές-Διανομή. Αθήνα: Σελούντος Βάιος & Σία ΟΕ
13. Βρόντος, Χ. (2005). Σημειώσεις Μαθήματος Εφοδιαστική 1. Κατερίνη: έκδοση ΑΤΕΙ Θεσσαλονίκης Παράρτημα Κατερίνης
14. Ιωάννης Μαρινάκης, Μαγδαληνή Μαρινάκη, Νικόλαος Φ. Ματσατσίνης, Κωνσταντίνος Ζοπουνίδης, Μεθευρετικοί και εξελικτικοί αλγόριθμοι σε προβλήματα διοικητικής επιστήμης, 2011
15. Πέτρος Τσαμπάς, Γιάννης Μαρινάκης, "Μοντελοποίηση και Αλγόριθμοι Βελτιστοποίησης Προβλημάτων Θαλάσσιων Μεταφορών", 2011