



**ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ  
ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ**

**Διπλωματική Εργασία**

**Ο Ρόλος του Δια-μεταφορέα και η Σημασία Εύρεσης  
Αξιόπιστων Λειτουργικών και Φιλικών προς το Περιβάλλον  
Τρόπων Μεταφοράς**

του

**ΠΑΠΑΒΑΣΙΛΟΠΟΥΛΟΥ ΜΑΡΚΟΥ του Σπυρίδωνα**

Επιβλέπων Καθηγητής: Ιωάννης Χατζηδημητρίου, Καθηγητής

Υποβλήθηκε ως απαιτούμενο για την απόκτηση του Μεταπτυχιακού Διπλώματος  
Ειδίκευσης στη Διοίκηση Επιχειρήσεων

**Θεσσαλονίκη, Σεπτέμβριος 2024**

## Ευχαριστίες

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία με τίτλο *“Ο Ρόλος του Δια-Μεταφορέα και η Σημασία Εύρεσης Αξιοπιστών Λειτουργικών και Φιλικών προς το Περιβάλλον Τρόπων Μεταφοράς”* εκπονήθηκε από τον φοιτητή Παπαβασιλόπουλο Μάρκο, στα πλαίσια ολοκλήρωσης των μεταπτυχιακών του σπουδών, στα πλαίσια του Διατμηματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών στην Διοίκηση Επιχειρήσεων (MBA) του Πανεπιστημίου Μακεδονίας, ενώ την ευθύνη για το περιεχόμενο της εργασίας φέρει αποκλειστικά ο υπογράφων.

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Ιωάννη Χατζηδημητρίου για την άμεση ανταπόκριση, επιμονή και εμπιστοσύνη που μου έδειξε για την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Οι συμβουλές του ήταν καθοριστικές για την ολοκλήρωση της διπλωματικής. Η άρτια συνεργασία μας αποτέλεσε βασικό συστατικό της ευχάριστης διεκπεραίωσης της παρούσας εργασίας.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω την κοινότητα του Μεταπτυχιακού Προγράμματος, ακαδημαϊκό και διοικητικό προσωπικό, για την πολύ καλή συνεργασία που δείξαν κατά τη διάρκεια του Προγράμματος.

Τέλος, δεν μπορώ παρά να εκφράσω την βαθύτατη ευγνωμοσύνη μου προς την οικογένειά μου για τη συμπαράσταση βοήθεια και ανοχή που έδειξαν καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

## Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως στόχο τη μελέτη του προβλήματος δρομολόγησης παραδόσεων των παραγγελιών στον τομέα του εμπορίου μέσω του στόλου οχημάτων με χρήση της Μηχανικής Μάθησης. Αναλύονται οι βασικοί όροι της εφοδιαστικής αλυσίδας στο ευρύ φάσμα της σε περιβάλλον μεταφορών και πώς αυτοί εφαρμόζονται στη σύγχρονη εποχή. Παρουσιάζονται τα είδη των μεταφορών. Γίνεται εκτενής αναφορά στο τομέα των μεταφορών σε επίπεδο προγραμματισμού των παραδόσεων ανάλυση των βασικών μοντέλων – αλγορίθμων δρομολόγησης όπως το Πρόβλημα του Πλανόδιου Πωλητή. Στην εργασία αναλύεται η έννοια των Green Logistics, το σημείο έναρξής τους, η φιλοσοφία και το περιεχόμενό τους, τα οφέλη και οι προκλήσεις που προκύπτουν από την εφαρμογή τους, τόσο στις εταιρείες που τα χρησιμοποιούν όσο και ως προς το γενικότερο περιβάλλον δραστηριοποίησης τους.

Στο πρώτο και εισαγωγικό κεφάλαιο, δίνονται οι βασικές έννοιες της Εφοδιαστικής Αλυσίδας και των Logistics. Μια από τις βασικές δραστηριότητες των Logistics είναι αυτή της Διακίνησης των Προϊόντων, στην οποία και επικεντρώνεται η παρούσα εργασία. Ο ρόλος της κάθε δια-μεταφορικής εταιρείας, είναι να επικοινωνεί με τους πελάτες, να καταγραφεί τα αιτήματά τους για τις μεταφορές των φορτίων που θέλουν να εισάγουν ή να εξάγουν προς ή από μια συγκεκριμένη χώρα.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναφέρονται οι τρόποι μεταφοράς και περιγράφονται τα μέσα μεταφοράς και οι υποδομές και παρατίθενται ενδείξεις που μαρτυρούν τον σημαντικό ρόλο τους για την προώθηση του εμπορίου που πρέπει να γνωρίζει μια δια-μεταφορική για να εξυπηρετήσει τους πελάτες της σε θέματα θαλάσσιας, οδικής ή αεροπορικής μεταφοράς φορτίων από μια ξένη χώρα προς αυτήν την οποία εδρεύει και δραστηριοποιείται η συγκεκριμένη εταιρεία και για την οποία εκτελείται η κάθε μεταφορά. Ακολουθεί το θέμα του θεσμικού πλαισίου των μεταφορών μέσα από την κοινή ευρωπαϊκή πολιτική μεταφορών η οποία αποτελεί τη βάση για την ενίσχυση του εμπορίου μεταξύ των μελών της.

Το τρίτο κεφάλαιο, αφιερώνεται στην οργάνωση του συστήματος μεταφορών. Αρχικά, γίνεται λόγος για το σχεδιασμό δικτύου διανομής και αναδεικνύεται η σημασία των κέντρων διανομής (logistic centers). Έπειτα δίνεται έμφαση στην στη διαδικασία σχεδιασμού των μεταφορών.

Στο τέταρτο κεφάλαιο θα ασχοληθούμε εκτεταμένα με το Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με Περιορισμούς Χωρητικότητας (Capacitated Vehicle Routing Problem).

Πρόκειται για ένα πρόβλημα που ανήκει στη κατηγορία προβλημάτων NP – Hard, τα οποία και θεωρούνται ως τα πιο δύσκολα προβλήματα Μη Πολυωνυμικού Χρόνου Αντιμετωπίζεται από όλες τις δια-μεταφορικές εταιρείες και παρουσιάζει εξαιρετική ποικιλομορφία. Παρουσιάζεται το πρόβλημα του πλανόδιου πωλητή που αποτελεί και το πιο απλό πρόβλημα δρομολόγησης. Στη συνέχεια δίνεται ο ορισμός του προβλήματος, καθώς και η μαθηματική μοντελοποίηση του. Επιπροσθέτως, πραγματοποιείται αναφορά στους διάφορους περιορισμούς που οδηγούν σε πιο σύνθετα προβλήματα δρομολόγηση ενώ πραγματοποιείται εκτενή αναφορά στις διάφορες κατηγορίες προβλημάτων που δημιουργούν οι προαναφερόμενοι περιορισμοί.

Τέλος στο πέμπτο κεφάλαιο αναφέρεται η εφαρμογή οικολογικών δραστηριοτήτων logistics καθώς τα περιβαλλοντικά ζητήματα βρίσκονται σε έξαρση και χρήζουν άμεσης αντιμετώπισης από όλους τους φορείς της δια-μεταφοράς. . Ταυτόχρονα, οι εταιρείες εφαρμόζουν μέτρα τα οποία οδηγούν σε μείωση της κατανάλωσης πόρων και ελαχιστοποίηση των ρύπων από τις διαδικασίες μεταφοράς και αποθήκευσης των προϊόντων τους, τόσο κατά την πορεία αυτών προς τον τελικό καταναλωτή, όσο και στην αντίστροφη. Διευκρινίζεται η σημασία της βιωσιμότητας στη διαμόρφωση του μέλλοντος της εφοδιαστικής. Επιπλέον λόγω της έξαρσης του φαινομένου του θερμοκηπίου αναπτύχθηκαν πολλές στρατηγικές για την καταπολέμηση του παγκοσμίως. Ο κλάδος της βιομηχανίας και του εμπορίου δεν θα μπορούσε να μην προσαρμοστεί στις ειδικές συνθήκες και κανονισμούς μείωσης των ρύπων και της ρύπανσης του περιβάλλοντος γενικότερα. Ωστόσο μέσα από τη διαδικασία πρασινοποίησης των δραστηριοτήτων τους προκύπτουν επιπλέον πλεονεκτήματα σε διάφορες πτυχές της απόδοσης τους εκτός από τις προφανείς περιβαλλοντικές συνέπειες. Αναφέρουμε τους εξωτερικούς παράγοντες που δίνουν κίνητρο σε μια δια-μεταφορική επιχείρηση να εφαρμόσει πράσινες πρακτικές Logistics αλλά και πως αυτές οι πρακτικές επηρεάζουν την απόδοση της επιχείρησης.

**Λέξεις κλειδιά:** Ρόλος του Δια-Μεταφορέα, Δίκτυα Διανομής, Όροι Μεταφοράς, Αποθήκη, Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων, Πράσινη εφοδιαστική, Πράσινες πρακτικές εφοδιαστικής, Απόδοση στην επιχείρηση, Εξωτερικοί παράγοντες επιχείρησης, Metaverse

## Abstract

The aim of this thesis is to study the problem of routing deliveries of orders in the trade sector through the vehicle fleet using Machine Learning. The basic terms of the supply chain are analyzed in its wide range in a transport environment and how they are applied in the modern era. The types of transport are presented. Extensive reference is made to the field of transport at the level of delivery planning, analysis of the basic models – routing algorithms such as the Traveling Salesman Problem. In this thesis it is analyzed the concept of Green Logistics, its starting point, its philosophy and content, the benefits and challenges arising from its application, both in the companies that use them and in terms of their general operating environment.

In the first and introductory chapter, the basic concepts of Supply Chain and Logistics are given. One of the main activities of Logistics is that of Product Handling, in which this thesis is focused on this work. The role of each forwarding company is to communicate with customers, to record their requests for the transportation of cargo that they want to import or export to or from a specific country.

In the second chapter the modes of transport are mentioned and the means of transport and infrastructure are described and indications are listed that testify to their important role in the promotion of trade that a freight forwarder company must know in order to serve its customers in matters of sea, road or air cargo transport from a foreign country to the one in which the specific company is based and operates and for which each transport is performed. It follows the issue of the institutional framework of transport through the common European transport policy which is the basis for strengthening trade between its members.

The third chapter is dedicated to the organization of the transport system. Initially, the planning of the distribution network is discussed, and the importance of the distribution centers (logistic centers) is highlighted. Then emphasis is placed on the transport planning process.

In the fourth chapter we will deal extensively with the Capacitated Vehicle Routing Problem. This is a problem that belongs to the category of NP-Hard problems, which are considered to be the most difficult Non-Polynomial Time problems. The traveling salesman problem is presented which is also the simplest routing problem. Then the definition of the problem is given, as well as its mathematical modeling. Additionally, reference is made to the various

constraints that lead to more complex routing problems while extensive reference is made to the various categories of problems created by the aforementioned constraints.

Finally, the fifth chapter mentions the implementation of ecological logistics activities as environmental issues are on the rise and need to be addressed immediately by all trans-transportation agencies. At the same time, companies implement measures that lead to a reduction in resource consumption and minimization of pollution from the transport and storage processes of their products, both during their journey to the final consumer and the other way around. The importance of sustainability in shaping the future of logistics is clarified. Furthermore, due to the rise of the greenhouse effect, many strategies have been developed to combat it worldwide. The industry and trade sector could not but adapt to the special conditions and regulations to reduce pollutants and environmental pollution in general. However, through this process their activities arise additional advantages in various aspects of their performance apart from the obvious environmental consequences. We report the external factors that motivate a trans-transportation company to implement green logistics practices and how these practices affect the performance of the company.

Keywords: Role of Inter-Carrier, Distribution Networks, Terms of Transportation, Warehouse, Vehicle Routing Problem, Green Logistics, Green Logistics Practices, Business Performance, Business Externalities, Metaverse

## Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	2
Περίληψη.....	3
Abstract.....	5
<b>Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup>: Η Έννοια και οι Δραστηριότητες του Δια-Μεταφορέα .....</b>	<b>9</b>
1.1 Εισαγωγή .....	9
1.2 Ο ρόλος του δια-μεταφορέα στις πρόσφατες εξελίξεις στο κλάδο.....	11
1.3 Κριτήρια Επιλογής.....	17
1.4 Τεχνολογίες πληροφορίες και επικοινωνίες στην Δια-μεταφορά.....	18
1.4.1 Μαζικά δεδομένα ( Big Data).....	19
1.4.2. Ηλεκτρονική ανταλλαγή δεδομένων ( EDI) .....	20
1.4.3 Τα συστήματα RFID.....	22
1.4.4 Πλεονεκτήματα πληροφοριακών συστημάτων.....	23
1.5 Συμπεράσματα – Ανακεφαλαίωση.....	25
<b>Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Επιλογή Τρόπων Μεταφοράς και Κόστη Μεταφοράς .....</b>	<b>26</b>
2.1 Το σύστημα Μεταφοράς.....	26
2.2 Οροί Εμπορίου.....	46
2.3 Επιλογή τρόπων μεταφορών.....	49
2.4 Οικονομικά στοιχεία και αποδοτικότητα μεταφοράς.....	54
2.4.1 Κόστος μεταφοράς και αξιολόγηση αποδοτικότητας.....	55
2.5 Ασφάλιση Φορτίου.....	58
2.6 Συμπεράσματα – Ανακεφαλαίωση.....	58
<b>Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup>: Αποθήκη και Διανομή .....</b>	<b>60</b>
3.1 Ο ρόλος της αποθήκης.....	60
3.2.1 Συστήματα διαχείρισης αποθηκών και στόλου διανομής.....	62
3.2 Επισκόπηση των εννοιών της εφοδιαστικής αλυσίδας και της διανομής.....	64
3.3 Συστήματα Διανομής.....	65
3.4 Στρατηγικές Διανομής.....	66
3.5 Σωστή Επιλογή του Δικτύου Διανομής.....	68
3.6 Επιλογές σχεδιασμού ενός δικτύου μεταφορών.....	69

3.6.1 Σχεδιασμός Δικτύου Φυσικής Διανομής.....	69
3.6.2 Δίκτυο απευθείας αποστολών.....	70
3.6.3 Δίκτυο διανομής μέσω αποθηκών.....	70
3.6.4 Δίκτυο διανομής μέσω δια-μεταφοράς.....	72
3.6.5 Δίκτυο διανομής με πολλούς προμηθευτές ή πολλούς παραλήπτες.....	73
3.6.6 Προσαρμοσμένο δίκτυο μεταφορών.....	73
3.6.7 Διαδικασία Σχεδιασμού των Μεταφορών και Προγραμματισμός Δρομολογίων του Καναλιού (Transportation Planning Process).....	74
3.7 Συμπεράσματα – Ανακεφαλαίωση.....	75
<b>Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup>: Πρόγραμμα Μεταφορών</b> .....	76
4.1 Ολοκληρωμένη επιχειρησιακή μεταφορά προγραμματισμός στη θεωρία ... ..	76
4.1.1 Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με Συγκεκριμένο Όριο Χωρητικότητα.....	80
4.1.2 Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με Χρονικά Περιθωρίου.....	81
4.1.3 Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με Διανομή και Παραλαβή κατά τη Διάρκεια της Διαδρομής.....	82
4.2 Μαθηματικά μοντέλα.....	83
4.3 Βελτιστοποίηση φορτίου.....	88
4.4 Πρόβλημα πλανόδιου πωλητή (TSP).....	90
4.5 Συμπεράσματα – Ανακεφαλαίωση.....	92
<b>Κεφάλαιο 5<sup>ο</sup>: Πράσινη Εφοδιαστική Αλυσίδα και Metaverse</b> .....	94
5.1 Βασικοί λόγοι για τις «πράσινες» εφοδιαστικές αλυσίδες.....	94
5.2 Βιωσιμότητα στην δια-μεταφορική εταιρεία.....	104
5.3 Το Metaverse στη εφοδιαστική αλυσίδα.....	109
5.4 Συμπεράσματα – Ανακεφαλαίωση.....	117
<b>Κεφάλαιο 6 Τελικά Συμπεράσματα και Προτάσεις</b> .....	118
<b>Βιβλιογραφία</b> .....	120

## Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 1 Διάσπαση των εμπορευμάτων στην ΕΕ.....	27
Εικόνα 2 Χάρτης οδικών δικτύων.....	40
Εικόνα 3 Δίκτυα συνδυασμένων μεταφορών.....	69
Εικόνα 4 Βελτιστοποίηση δρομολόγησης εμπορευμάτων.....	88
Εικόνα 5 Βελτιστοποίηση μεταφοράς εμπορευμάτων.....	90
Εικόνα 6 Πλανόδιος πωλητής .....	91
Εικόνα 7 Metaverse SCQM.....	113
Εικόνα 8 Μοντελοποίηση του Metaverse.....	116

# Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup>: Η έννοια και οι Δραστηριότητες του Δια-μεταφορέα

## 1.1 Εισαγωγή

Οι μεγαλύτεροι παίκτες στο παιχνίδι της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι οι δια-μεταφορείς. Λαμβάνοντας υπόψη ότι το 90% των παγκόσμιων εμπορικών ροών πραγματοποιείται μέσω εμπορευματοκιβωτίων οι δια-μεταφορείς κατέχουν περίπου το 42,8%. Ωστόσο, στον τεχνολογικά πλούσιο 21<sup>ο</sup> αιώνα, μερικοί εμπειρογνώμονες του κλάδου, καθώς οι ναυτιλιακές εταιρείες και οι μεταφορείς ισχυρίστηκαν ότι δεν υπάρχει πλέον χώρος για τον παραδοσιακό μεταφορέα εμπορευμάτων στην κίνηση των παγκόσμιων εμπορευματικών μεταφορών.

Πολλοί ερευνητές έχουν προσπαθήσει να δώσουν κάποιο ορισμό για τους διεθνείς δια-μεταφορείς. Ο Bob Tarrance πιστεύει ότι «οι δια-μεταφορείς είναι εταιρείες οι οποίες προσφέρουν οποιαδήποτε υπηρεσία που συνδέεται με την μεταφορά, σε οποιονδήποτε τους το ζητήσει, σε οποιοδήποτε σημείο του κόσμου, σε οποιαδήποτε στιγμή ζητηθεί και με κάθε μεταφορικό μέσο, με σκοπό την αποκόμιση κερδών».

Ο Σύνδεσμος Επιχειρήσεων Διεθνούς Δια-μεταφοράς & Επιχειρήσεων Logistics Ελλάδος είναι τακτικό μέλος της FIATA. Οι Υπηρεσίες Δια-μεταφοράς και Logistics περιγράφονται αναλυτικά από την FIATA και την CLECAT σε επίσημη κοινή ανακοίνωση τους την 28.10.2004. Ο ΣΥΝΔΔΕ&L υιοθετεί την ίδια περιγραφή ως ορισμό των υπηρεσιών που παρέχονται από τα μέλη του: “Υπηρεσίες Δια-μεταφοράς και Logistics είναι οι υπηρεσίες που σχετίζονται με τη μεταφορά που πραγματοποιείται με ένα ή με συνδυασμό μεταφορικών μέσων, συγκέντρωση, αποθήκευση, διαχείριση, συσκευασία ή διανομή των αγαθών, καθώς επίσης οι συμπληρωματικές και συμβουλευτικές προς αυτές υπηρεσίες που συμπεριλαμβάνουν χωρίς ωστόσο να περιορίζονται σε τελωνειακά και δημοσιονομικά θέματα, τη δήλωση των αγαθών για επίσημους σκοπούς, την παροχή ασφάλισης για τα αγαθά, την είσπραξη ή την καταβολή πληρωμής και την περισυλλογή ή παροχή εγγράφων που σχετίζονται με τα αγαθά. Οι Υπηρεσίες Δια-μεταφοράς περιλαμβάνουν επίσης υπηρεσίες Logistics όπου η σύγχρονη τεχνολογία πληροφορικής και επικοινωνιών συνδυάζεται με την μεταφορά, διαχείριση ή αποθήκευση των αγαθών και με την ολοκληρωμένη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Αυτές οι υπηρεσίες μπορούν να προσαρμοστούν, ώστε να ανταποκρίνονται στην ευέλικτη εφαρμογή των παρεχόμενων υπηρεσιών.”

Οι επιχειρήσεις μεταφοράς εμπορευμάτων είναι ένα είδος εταιρειών Logistics. Λειτουργούν σε μια ευρύ γεωγραφική κάλυψη με ένα μεγάλο αριθμό πελατών σε διάφορες βιομηχανίες. Ως εκ τούτου, σπάνια επικεντρώνεται στις ενδεχόμενες συγκεκριμένους τομείς της βιομηχανικής αλυσίδας εφοδιασμού. Θεωρούνται ως οικονομικοί παράγοντες που ολοκληρώνουν συναλλαγή με τον πελάτη τους με την αγορά από τους προμηθευτές και την πώληση στους πελάτες τους (Papadopoulou et al., 2011)

Οργανώνουν αποστολές για τους πελάτες τους δηλαδή είναι ένας παράγοντας που παρέχει την υπηρεσία αποστολής των πελατών της ή για τον εαυτό της. Οι δια-μεταφορικές εταιρείες οργανώνουν αποστολές σε πολλά βήματα για την εκπλήρωση των οποίων είναι υπεύθυνοι. Τα βήματα αυτά περιλαμβάνουν, την προετοιμασία των αναγκαίων εγγράφων, τη διαμόρφωση του χώρου, τον υπολογισμό των εξόδων μεταφοράς και την οργάνωση των λιμενικών δραστηριοτήτων. Με την τεχνογνωσία σε διασυνοριακό εμπόριο, οι μεταφορείς φορτίων έχουν γίνει ένας από τους μεσάζοντες – κλειδί στην παγκόσμια αγορά (Murphy, 2001).

Οι δραστηριότητες των δια-μεταφορικών σχετίζονται με τις χερσαίες μεταφορές, και τις μεταφορές από αέρα και θάλασσα. Παρέχουν τόσο βασικές επιχειρηματικές υπηρεσίες και υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας, δηλαδή τη συσκευασία, τη διανομή την αποθήκευση, την ασφάλιση, τον εφοδιασμό, τη διαχείριση του έργου, τις υπηρεσίες διαχείρισης πληροφοριών και καθώς και συμβουλευτικές υπηρεσίες για την εξαγωγική αγορά (Ozsomer et al., 1999)). Ο δια-μεταφορέας είναι μια επιχείρηση που δέχεται παραγγελίες για υπηρεσίες μεταφοράς από πελάτες αλλά δεν διαθέτει μεταφορικά μέσα και ως εκ τούτου απαιτεί από εταιρείες μεταφορών να εκπληρώσει τις υποχρεώσεις έναντι των πελατών της. Εξαιτίας αυτού, δεν έχουν χώρο για τη μεταφορά επιβατών. Χρησιμοποιώντας τον όγκο του φορτίου που διαχειρίζονται, μπορούν να πάρουν ανταγωνιστικές τιμές από τους μεταφορείς και να πουλήσουν υπηρεσίες στους πελάτες τους. Στις θαλάσσιες μεταφορές, οι εξαγωγές είναι πολύ συχνά να προτιμούν τους δια-μεταφορείς λόγω της χαμηλής προσφοράς και όχι απευθείας για τη μεταφορά σε ναυτιλιακές εταιρείες.

Οι δια-μεταφορείς διαφέρουν από τους μεταφορείς ως προς την ικανότητά τους να παρέχουν ένα ευρύ φάσμα υπηρεσιών, ιδίως στον τομέα της συνδυασμένης μεταφοράς και μεταφοράς εμπορευμάτων μικρού μεγέθους (Less Truck Load ). Ως εκ τούτου, ο μεταφορέας αναλαμβάνει ένα μικρό όγκο μεταφοράς και χρεώνει ένα τέλος για τη μεταφορά ανάλογα με τον όγκο ή το βάρος. Όλες οι αποστολές με κοινό προορισμό ομαδοποιούνται και αποστέλλονται σε εμπορικά εμπορευματοκιβώτια ή φορτώνονται σε φορτηγά. Κατά την εκφόρτωση, ο ανταποκριτής του μεταφορέα θα διαχωρίσει τα εμπορεύματα και θα

διεκπεραίωση την παράδοση τους στους τελικούς παραλήπτες. Ο ορισμός πως μια δια-μεταφορική επιχείρηση παρέχει υπηρεσίες σε δύο κυρίως σημεία. Το πρώτο είναι πως παρέχει υπηρεσίες μεταφοράς φορτίων εκτός της χώρας που δραστηριοποιείται ο εξαγωγέας ή ο φορτωτής των εμπορευμάτων και το δεύτερο είναι πως μεταφέρει στη χώρα αυτή φορτία τα οποία προέρχονται από μια άλλη και ενεργεί ως σύμβουλος και γραφείο διευθέτησης των εμπορευμάτων για λογαριασμό του παραλήπτη στην χώρα αυτή.

Η κύρια υποχρέωση μιας δια-μεταφορικής επιχείρησης είναι να διευκολύνει τη διεξαγωγή εμπορίου και να αναλάβει ουσιαστικά την όλη εργασία που παραδοσιακά εκτελούσε ο εισαγωγέας ή εξαγωγέας των εμπορευμάτων. Όλο και περισσότερες δια-μεταφορικές επιχειρήσεις στις μέρες μας προσπαθούν να βελτιώσουν τη διοίκηση αυτών των διαδικασιών διευθέτησης εμπορευμάτων και να συγκεντρωθούν στον πυρήνα της εργασίας τους. Το «κλειδί» σε αυτήν την προσπάθεια αποτελεί η ανάπτυξη των ηλεκτρονικών συστημάτων μεταφοράς δεδομένων που υπάρχουν από χώρα σε χώρα. Τα δίκτυα αυτά επιτρέπουν την συλλογή πληροφοριών και τη μεταφορά τους σε οποιοδήποτε άτομο βρίσκεται σε αυτά. Η προώθηση αυτών των πληροφοριών είναι εξίσου σημαντική όπως και η διακίνηση των αγαθών και μια επιχείρηση δια- μεταφοράς θα πρέπει να ελέγχει σωστά και τις δύο αυτές λειτουργίες.

Τα διεθνή δίκτυα λειτουργούν με τρόπο τέτοιο ώστε να επιτρέπουν τον εντοπισμό των φορτίων και την γρήγορη και ακριβή μεταφορά δεδομένων από ότι παλαιότερα. Πολλές δια-μεταφορικές επιχειρήσεις έχουν επενδύσει στις τεχνολογικές αυτές εξελίξεις, έτσι ώστε να είναι σε θέση να προσφέρουν εξαιρετικές υπηρεσίες εξυπηρέτησης στους πελάτες τους, γνωρίζοντας πάντα την ακριβή θέση των φορτίων τους και την ακριβή ημερομηνία άφιξης τους. Ο αποστολέας εκπληρώνει καθήκοντα που έχουν συμφωνηθεί με τον πελάτη και ενεργεί υπέρ του πελάτη. Αυτό περιλαμβάνει την επιλογή αντιπροσώπων, τους μεταφορείς εμπορευμάτων και την παροχή τους με οδηγίες. Ο δια-μεταφορέας υποχρεούται να προγραμματίσει τις παραδόσεις και να επιλέξει τους κατάλληλους συνεργάτες που θα κάνουν τις απαραίτητες μεταφορές. Επιθεώρηση του φορτίου και των σχετικών εγγράφων είναι επίσης καθήκοντα του δια-μεταφορέα (Melin 2011). Όταν ο δια-μεταφορέας συνάπτει τη σύμβαση ως μεταφορέας, ο μεταφορέας είναι υπεύθυνος για την μεταφορά του φορτίου. Η ευθύνη περιλαμβάνει επίσης χαμένα ή κατεστραμμένα αγαθά κατά τη διάρκεια του χρονικού διαστήματος μεταξύ της παραλαβής των εμπορευμάτων για παράδοση (Ιστοσελίδα ΣΚΑΛ 2016).

## 1.2 Ο ρόλος του δια-μεταφορέα στις πρόσφατες εξελίξεις στον κλάδο

Μια δια-μεταφορική επιχείρηση η οποία μπορούσε να λειτουργεί με αποτελεσματικό τρόπο εντός της αγοράς των μεταφορών είναι σε θέση να προσφέρει συμβουλές πάνω σε εξειδικευμένα θέματα μεταφορών και ειδικές απαιτήσεις σε εισαγωγές φορτίων οι οποίες ποικίλουν από χώρα σε χώρα. Ο ρόλος μιας δια-μεταφορικής εταιρείας δεν εκτιμάται κάποιες φορές σωστά, παρά το γεγονός πως είναι ουσιαστικά από τους σπουδαιότερους στην μεταφορά εμπορευμάτων σε εμπορευματοκιβώτια. Η κάθε δια-μεταφορική επιχείρηση θα πρέπει να διασφαλίσει ότι τα εμπορεύματα των πελατών λαμβάνουν την προτεραιότητα που απαιτούν και χρίζουν υψίστης σημασίας. Επιπλέον, ο ρόλος μιας τέτοιου είδους εταιρείας είναι συμβουλευτικός προς τους φορτωτές και τους παραλήπτες των φορτίων αυτών, καθώς θα πρέπει πάντα να φροντίζει για τη σωστή φόρτωση και παράδοση αυτών στους δικαιούχους τους (Χλωμούδης κ.α., 2007).

- “Ναύλωση” θέσης φορτίου στο πλοίο ή στο αεροπλάνο ή στο τρένο αντίστοιχα
- Οδική μεταφορά εμπορευμάτων από / προς το λιμάνι ή αεροδρόμιο ή σταθμό τρένου
- Παρακολούθηση του θαλάσσιου ταξιδιού
- Έκδοση απαιτούμενων εγγράφων
- Ασφάλιση εμπορευμάτων
- Διαδικασίες εκτελωνισμού εμπορευμάτων στον τόπο εκφόρτωσης
- Αποθήκευση
- Περισυλλογή από τον τόπο εκφόρτωσης και παράδοση στις εγκαταστάσεις του πελάτη

Ο ρόλος μιας δια-μεταφορικής επιχείρησης στην Ελλάδα μεταβάλλεται από αυτόν του πράκτορα, ο οποίος κανονίζει την μεταφορά και ετοιμάζει τα σχετικά έγγραφα, σε εκείνον του παρόχου μιας σειράς ποικίλων υπηρεσιών, οι οποίες κρίνονται σημαντικότερες για τους φορτωτές ή εξαγωγείς των φορτίων. Ταυτόχρονα, πολλές δια-μεταφορικές επιχειρήσεις συμπράττουν ή δημιουργούν συμμαχίες με μεγάλες εταιρείες παροχής υπηρεσιών Logistics (Αποθήκευση – Διανομή), με σκοπό την υποστήριξη πλήρων υπηρεσιών προς τους πελάτες τους. Η σύμπραξη αυτή αποτελεί μέρος μιας διαδικασίας η οποία έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη επιχειρηματικών πλάνων πέρα από τα σύνορα της κάθε χώρας και όχι μόνο μεταξύ των κρατών εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης αλλά και μεταξύ χωρών οι οποίες βρίσκονται σε διαφορετικές ηπείρους (Χλωμούδης κ.α. 2007).

Ο παραδοσιακός ρόλος μιας δια-μεταφορικής επιχείρησης σχετίζεται με την διεκπεραίωση οποιουδήποτε τύπου μεταφοράς και ο οποίος ενεργεί σε αυτήν την μεταφορά ως ενδιάμεσος με απώτερο σκοπό την σωστή προετοιμασία των εγγράφων που θα συνοδεύουν τα εμπορεύματα (British International Freight Guide, 2001). Οι εφοδιαστικές αλυσίδες περιλαμβάνουν πολλές ομάδες διαφορετικών εμπορικών εταιρών και οι υπηρεσίες της εφοδιαστικής αλυσίδας αποτελούν το κλειδί για να συγκρατούνται μεταξύ τους. Οι υπηρεσίες εφοδιαστικής αλυσίδας ή Logistics, είναι η διαδικασία του σχεδιασμού, εφαρμογής και ελέγχου της αποτελεσματικής ροής και αποθήκευσης των εμπορευμάτων και των σχετικών πληροφοριών τους. Καθώς η παγκόσμια εφοδιαστική αλυσίδα έχει γίνει πιο απαιτητική και καθώς οι αποταμιεύσεις που διατίθενται μέσω της αποδοτικότητας της εφοδιαστικής αλυσίδας γίνονται πιο ελκυστικές, η εξωτερική ανάθεση των εργασιών της εφοδιαστικής αλυσίδας ως προς την αγορά, διανομή και επιστροφή, έχει μετατραπεί σε κοινή πρακτική.

Ο κλάδος υψηλής τεχνολογίας, για παράδειγμα, βιώνει μικρότερους κύκλους ζωής των προϊόντων με σχεδόν κάθε τρίμηνο. Ο αυξημένος ανταγωνισμός στο να είναι μία εταιρεία πρώτη στην αγορά με το τελευταίο μοντέλο, ασκεί μεγαλύτερη πίεση στην αλυσίδα εφοδιασμού (Turner, 2014). Υπάρχουν διάφοροι παράγοντες που λαμβάνουν υπόψη τους οι επιχειρήσεις κατά την ανάθεση και τον προγραμματισμό των δραστηριοτήτων της εφοδιαστικής αλυσίδας. Καταρχάς, αν μια επιχείρηση διαχειρίζεται μόνη της την δική της εφοδιαστική αλυσίδα θα πρέπει να αποσπάσει την προσοχή από βασικές ικανότητες και δυνάμεις της. Ωστόσο, εάν η επιχείρηση εκχωρεί ορισμένες από τις δραστηριότητες αυτές, όπως η αποθήκευση, η διαχείριση των αποθεμάτων ή η διανομή, σε εταιρίες παροχής υπηρεσιών Logistics είναι καλύτερα εξασφαλισμένη και μπορεί να επικεντρωθεί σε άλλα καθήκοντα. Επωφελείται επίσης από το να έχει τα προϊόντα της να διακινούνται, να αποθηκεύονται και να παραδίδονται με επαγγελματικό τρόπο (Pilarp, 2014).

Δεύτερον, κατά την είσοδο της σε μια νέα αγορά σε άλλη γεωγραφική περιοχή, είναι απίθανο μια επιχείρηση να γνωρίζει τις περίπλοκες λεπτομέρειες της διαχείρισης των επιχειρήσεων εντός της εν λόγω περιοχής. Αυτές περιλαμβάνουν τα διάφορα έγγραφα και τις διαδικασίες που απαιτούν εξειδίκευση. Για μια επιχείρηση η διαχείριση των δραστηριοτήτων αυτών από χιλιάδες μίλια μακριά, αποδεικνύεται εξαιρετικά κοστοβόρα ως προς τη φορολογία, και θα απαιτεί συνεχείς ενημερώσεις των δραστηριοτήτων και της υποστήριξης των πληροφοριακών συστημάτων. Η ανάθεση των δραστηριοτήτων της εφοδιαστικής αλυσίδας σε εξωτερικούς συνεργάτες, δίνει στις επιχειρήσεις μία παγκόσμια εμβέλεια και τις βοηθά να εκμεταλλευτούν τις εξωτερικές ευκαιρίες στην αγορά αμέσως

(Turner, 2014). Οι πάροχοι υπηρεσιών εφοδιαστικής αλυσίδας και μεταφορών εμπορευμάτων αναλαμβάνουν διάφορες εργασίες της εφοδιαστικής αλυσίδας και με τέτοιο τρόπο ώστε να προσθέτουν αξία στο προϊόν.

Οι εργασίες αυτές περιλαμβάνουν συνήθως τον εκτελωνισμό και τις υπηρεσίες δια-μεταφοράς, καθώς και άλλες υπηρεσίες όπως η αποθήκευση, η διανομή, η διαχείριση αποθεμάτων, η ανά-συσκευασία, η σήμανση, η συσκευασία, η ζύγιση και ο έλεγχος ποιότητας. Με την παροχή των υπηρεσιών αυτών, οι δια-μεταφορείς διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στις εγχώριες και τις διεθνείς εφοδιαστικές αλυσίδες. Οι επιχειρήσεις μπορούν να αναθέτουν τα καθήκοντα αυτά σε μία εταιρεία υπηρεσιών δια-μεταφοράς, εξοικονομώντας χρήματα και περιορίζοντας τις γεωγραφικές στενώσεις. Η εταιρεία υπηρεσιών Logistics μπορεί να ωφελήσει την εταιρεία, μειώνοντας τους χρόνους παραγωγής και μεταφοράς (Chen, 2012). Προκειμένου να επιβιώσουν, οι δια-μεταφορείς θα πρέπει να παρέχουν υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας που θα αποτελούν ένα σημαντικό μέρος του συνολικού κόστους της εφοδιαστικής αλυσίδας του πελάτη.

Η ποιότητα και η υπηρεσία προστιθέμενης αξίας βασίζονται στην σταθερή παροχή υπηρεσιών στους πελάτες τους παρέχοντας παράλληλα συνεχώς βελτιωμένες λύσεις για τις ανάγκες της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η απλή μετακίνηση των εμπορευμάτων μεταξύ προμηθευτή και παραλήπτη δεν είναι πλέον αρκετή. Υπάρχει κάποια πιθανότητα ότι, στα ορισμένα μέρη του κόσμου οι παραδοσιακοί δια-μεταφορείς θα εξαφανιστούν μέσα στα επόμενα πέντε έως επτά έτη. Για να επιβιώσουν, θα πρέπει να ενσωματώσουν στις υπηρεσίες τους το σύστημα της εφοδιαστικής αλυσίδας, κάνοντας την εμπειρία τους μέρος ενός ολοκληρωμένου συνόλου (Chen, 2012). Καθώς οι κανονισμοί αλλάζουν και περισσότερες χώρες εντάσσονται στον Παγκόσμιο Οργανισμό Εμπορίου, δημιουργούνται περισσότερες ευκαιρίες για τις μεγάλες πολυεθνικές εταιρείες να εισέλθουν σε αγορές που ήταν προηγουμένως κλειστές. (Burnson, 2011). Μπορεί πάντα να υπάρχει χώρος στην αγορά για μια μικρές μεταφορικές εταιρείες πιθανότατα όμως ο αριθμός τους να συρρικνωθεί. Κάθε εταιρεία, από τις μικρές αλυσίδες μπακάλικων μέχρι και τις πολυεθνικές όπως η Nike, έχουν πλέον μάθει ότι η διαχείριση και διανομή των αποθεμάτων τους είναι το κλειδί για την βελτίωση της απόδοσης της εφοδιαστικής αλυσίδας, την αύξηση της αξίας για τον πελάτη καθώς και τη μείωση του συνολικού κόστους της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Ένας δια-μεταφορέας εξ ορισμού διαχειρίζεται τα αποθέματα κατά την μεταφορά και μη και ως εκ τούτου μπορεί να αναλάβει μια ποικιλία από επιλογές διαχείρισης των αποθεμάτων (Chen, 2012). Υπάρχουν τέσσερις κατηγορίες υπηρεσιών, θα δούμε ότι υπάρχει ένα σύνολο από «εργαλεία» Logistics είναι στη διάθεση του δια-μεταφορέα, τα οποία μπορούν να

χρησιμοποιηθούν για να προστεθεί η αξία στην εφοδιαστική αλυσίδα. Τα εργαλεία αυτά περιλαμβάνουν τη διανομή, την αποθήκευση, τη διαχείριση των αποθεμάτων από τον προμηθευτή, τη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας, την παροχή και βοηθητικές υπηρεσίες, όπως η σήμανση, το ζύγισμα, ο ποιοτικός έλεγχος και η ανά-συσκευασία των προϊόντων. Όποια και αν είναι τα εργαλεία που χρησιμοποιεί, ο δια-μεταφορέας πρέπει περισσότερο από ποτέ να είναι εξοικειωμένος και γνώστης των ιδιομορφιών των προϊόντων των πελατών του (Burnson, 2011). Επίσης να μπορεί να παρέχει υπηρεσίες just-in-time καθώς η μεταβλητότητα της ζήτησης εξακολουθεί να αποτελεί μείζονα πρόκληση για τις εφοδιαστικές αλυσίδες. Σε ένα σύστημα just-in-time τα αποθέματα διατηρούνται κατ' ελάχιστο σε μικρές παρτίδες και τα προϊόντα παρέχονται κατόπιν παραγγελίας και δεν αποθηκεύονται σε μεγάλες ποσότητες. Τα πλεονεκτήματα του συστήματος αυτού περιλαμβάνουν τη μείωση του κεφαλαίου, τη δυναμικότητα μονάδας, και τη διασφάλιση της ποιότητας και της ανταποκρισιμότητας στην αγορά (American Export Lines, 2007).

Οι τύποι τεκμηρίωσης είναι επίσης πολύ σημαντικοί. Οι απαιτήσεις για αυτές μπορούν να ποικίλλουν ανάλογα με την προέλευση και τον προορισμό της αποστολής και τον τρόπο μεταφοράς. Τα πιο συνηθισμένα έγγραφα είναι τα ακόλουθα:

- Η δήλωση εξαγωγών του φορτωτή
- Η φορτωτική
- Άδειες εισαγωγής και εξαγωγής
- Πιστοποιητικό καταγωγής και προξενική τεκμηρίωση
- CMR, CIM
- Γραμμάτιο συσκευασίας
- Πιστοποιητικό ασφάλισης
- Δελτίο αποστολής
- Τιμολόγιο εξαγωγής
- Τελωνειακές απαιτήσεις για εισαγωγή και εξαγωγή

Είναι απαραίτητο όλα τα έγγραφα να ολοκληρωθούν με ακρίβεια και σε εύθετο χρόνο, διαφορετικά ενδέχεται να υπάρξουν σημαντικές καθυστερήσεις. Επομένως οι υπηρεσίες που προσφέρουν οι δια-μεταφορείς είναι (Rushton et al., 2017):

- Προετοιμάζουν και ελέγχουν τα έγγραφα αποστολής
- Κρατούν χώρους σε μεταφορείς
- Διευθετούν την συλλογή παραγγελιών από το σημείο προέλευσης στο χώρο προορισμού
- Οργανώνουν τον εκτελωνισμό

- Παρέχουν συμβουλές σχετικά με νομοθεσίες εξαγωγών και εισαγωγών
- Διαθέτουν γνώση μεταφορέων, λιμένων και των διάφορων τρόπων διεθνούς μεταφοράς.

Η επιλογή μεταξύ οδικής-σιδηροδρομικής-αεροπορικής και ναυτιλιακής γραμμής και μεταφορέων μπορεί να είναι μια πολύ δύσκολη απόφαση και η λανθασμένη επιλογή μπορεί να οδηγήσει σε δαπανηρές ανατροπές. Για παράδειγμα, μια ναυτιλιακή γραμμή είναι μια εταιρεία ή ένας οργανισμός που κατέχει και εκμεταλλεύεται πλοία που είναι υπεύθυνα για το χειρισμό και τη μεταφορά φορτίου με τα πλοία τους. Ασχολούνται με το φορτίο από το σημείο προέλευσης στο σημείο προορισμού (από λιμάνι σε λιμάνι), που διέρχονται με τακτικά και καθορισμένα δρομολόγια στα πλοία τους. Ένας δια-μεταφορέας οργανώνει αποστολές για ιδιώτες και εταιρείες. Συχνά είναι η σύνδεση μεταξύ του φορτωτή και της γραμμής. Οι δια-μεταφορείς συνήθως βοηθούν τους φορτωτές σε ολόκληρο το ταξίδι για να διασφαλίσουν ότι δεν θα προκύψουν προβλήματα στον τομέα της υλικοτεχνικής υποστήριξης. Μπορούν επίσης να παρέχουν επιπλέον υπηρεσίες με τη μορφή παροχής συμβουλών σχετικά με τη συσκευασία, την ολοκλήρωση των απαραίτητων εγγράφων (όπως φορτωτικές), την παροχή ασφαλιστικής κάλυψης και την υπηρεσία εκτελωνισμού. Τα πλεονεκτήματα της χρήσης δια-μεταφορέων είναι τα εξής (Finch, 2017):

- Οι δια-μεταφορείς είναι σε θέση να διαπραγματευτούν με τις ναυτιλιακές γραμμές εξ ονόματος των φορτωτών για να πάρουν μια ανταγωνιστική τιμή και να βρουν την πιο οικονομική διαδρομή που πρέπει να ακολουθήσει το κάθε φορτίο.
- Οι παγκόσμιοι δια-μεταφορείς δεσμεύουν μεγάλες ποσότητες χώρων στα πλοία των ναυτιλιακών γραμμών και μπορούν να κάνουν το πακέτο παρεχόμενων προς τον πελάτη υπηρεσιών πολύ ανταγωνιστικό.
- Ολοκληρώνουν όλα τα έγγραφα και τις διαδικασίες για λογαριασμό των πελατών τους.
- Οι διαδικασίες εισαγωγής/εξαγωγής είναι σύνθετες και χρονοβόρες. Η εξωτερική ανάθεση αυτών των ευθυνών στην δια-μεταφορική μπορεί να εξοικονομήσει χρόνο.

Ένας δια-μεταφορέας εμπορευμάτων αναλαμβάνει συχνά όλη τη διαδικασία μεταφοράς από την πόρτα του αποστολέα στην πόρτα του παραλήπτη, παρέχοντας πολλές επιλογές μεταφοράς και συμβουλεύοντας τους πελάτες κατά μήκος της διαδρομής. Το πρόβλημα της προσφοράς και της ζήτησης είναι η κινητήρια δύναμη της ανθρώπινης ιστορίας και αυτό έχει άμεση σχέση με τις μεταφορές: αν δεν μπορούμε να παράγουμε τα τρόφιμα ή αγαθά που θέλουμε να καταναλώνουμε ή να κάνουμε χρήση, αυτά θα πρέπει να μεταφέρονται σε μας. Στην εποχή του εμπορίου ανάμεσα στις φάρμες και στα χωριά, η μεταφορά αυτή ήταν

σχετικά απλή, αν και αργή, και εκτελούνταν με ζώα και βαγόνια ή μόνο με το ανθρώπινο δυναμικό. Ωστόσο, καθώς οι άνθρωποι άρχισαν να εξερευνούν άλλες εμπορικές ευκαιρίες, άρχισαν να εξαπλώνονται τα διακρατικά και τα διηπειρωτικά ταξίδια (Burnson, 2011). Με την εξερεύνηση και την γέννηση του παγκόσμιου θαλάσσιου εμπορίου, ήρθε η ανάπτυξη της εμπορικής ναυτιλίας και των θαλάσσιων μεταφορών μεγάλων αποστάσεων.

Η Βιομηχανική Επανάσταση του 18<sup>ου</sup> και 19<sup>ου</sup> αιώνα έφερε την εφαρμογή της δύναμης του ατμού στις μεταφορές, διευκολύνοντας τελικά την ταχύτερη κυκλοφορία των εμπορευμάτων (Kearney, 2012). Σήμερα, τα προϊόντα που καταναλώνουμε ταξιδεύουν μεγάλες αποστάσεις κατά μήκος παγκόσμιων εφοδιαστικών αλυσίδων για να φτάσουν σε εμάς. Η παραγωγή, ο έλεγχος των αποθεμάτων (απογραφή), η μεταφορά και η διανομή, καθώς και η εξειδικευμένη αντιμετώπισή τους και η διαχείριση, όλα αποτελούν μέρος των αλυσίδων εφοδιασμού. Καθώς οι εφοδιαστικές αλυσίδες γίνονται πιο περίπλοκες γεωγραφικά, η επιτυχία τους εξαρτάται όλο και περισσότερο από την τεχνογνωσία των αρμόδιων δια-μεταφορέων. Η επιβολή δασμών από τα κράτη αποτελεί βασικό κομμάτι του εμπορίου σε όλη την ιστορία. Με την είσπραξη των τελωνειακών δασμών προέκυψε η ζήτηση για δια-μεταφορείς και πράκτορες που θα κανονίζουν την μεταφορά των εμπορευμάτων για λογαριασμό του αποστολέα ή του παραλήπτη.

Οι τελωνειακοί πράκτορες και οι μεταφορείς, οι οποίοι ενεργούν για λογαριασμό των αποστολέων, κανονίζουν τις εμπορευματικές μεταφορές και «νοικιάζουν» χώρο σε πλοία, έχουν εξελιχθεί πλέον στους δια-μεταφορείς. Ο ρόλος του δια-μεταφορέα έχει επεκταθεί περαιτέρω εδώ και καιρό και έχει εγκαταλειφθεί η αντίληψη ότι είναι απλώς ένας μικρός κρίκος στην αλυσίδα των μεταφορών. Σήμερα, οι πάροχοι υπηρεσιών εφοδιαστικής αλυσίδας στις εμπορευματικές μεταφορές, είναι υπεύθυνοι για μια ολόκληρη σειρά υπηρεσιών στην αλυσίδα. Αυτή η μελέτη εξετάζει τον μεταβαλλόμενο ρόλο των δια-μεταφορέων, την σημασία των παρεχόμενων υπηρεσιών τους στη λειτουργία των παγκόσμιων εφοδιαστικών αλυσίδων, καθώς και μερικά από τα «εργαλεία» που μπορούν να χρησιμοποιήσουν για να παρέχουν υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας στη εφοδιαστική αλυσίδα (Pilarp, 2014).

### 1.3 Κριτήρια Επιλογής

Οι υπηρεσίες που προσφέρονται από μια δια-μεταφορική επιχείρηση, σχετίζονται άμεσα με τις εισαγωγές/εξαγωγές σε διεθνή και εγχώριο επίπεδο. Ο βασικός ρόλος μιας δια-μεταφορικής επιχείρησης είναι να αποτελεί τον ενδιάμεσο κρίκο στην αλυσίδα ανάμεσα

στους πελάτες που επιθυμούν να εισάγουν εμπορεύματα προς πώληση και τα διάφορα μέσα μεταφοράς, είτε αυτά είναι θαλάσσια, οδικά είτε αεροπορικά (Luo et al., 2009),

Ένας από τους σημαντικότερους λόγους για τους οποίους μια επιχείρηση προτιμά να συνεργαστεί με μια δια-μεταφορική εταιρεία είναι σίγουρα η εξυπηρέτηση την οποία μπορεί να λαμβάνει σε συνδυασμό με την υπόσχεση για μεταφορά των εμπορευμάτων σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα και σε ασφαλή κατάσταση. Φυσικά ο χρόνος ταξιδιού, αλλά και η ασφαλής κατάσταση των εμπορευμάτων που ταξιδεύουν μέσα σε ένα εμπορευματοκιβώτιο, δεν εξαρτάται μόνο από τη δια-μεταφορική επιχείρηση αλλά και από τους ίδιους τους μεταφορείς. Οι δια-μεταφορικές επιχειρήσεις έχουν κατορθώσει να αναπτύξουν πολύ καλές σχέσεις με τις ναυτιλιακές εταιρείες, λόγω της συνεχούς συνεργασίας τους αλλά και του μεγάλου όγκου φορτίων που δίνουν σε αυτές. Είναι ευκολότερο λοιπόν για μια δια-μεταφορική εταιρεία να ικανοποιήσει τα αιτήματα των πελατών της με την ναυτιλιακή εταιρεία που θα μεταφέρει τα εμπορεύματα τους και να προσφέρει σε αυτούς υπηρεσίες εξαιρετικής ποιότητας.

Σημαντικός λόγος επίσης για μια επιχείρηση στο να προτιμήσει να συνεργαστεί με μια δια-μεταφορική εταιρεία, αποτελούν και οι πολύ καλές τιμές ή τα ναύλα που μπορεί να παρέχει αυτή η εταιρεία στους πελάτες αυτούς. Οι τιμές αυτές σε συνάρτηση με την αξιοπιστία και τον χρόνο ταξιδιού, αποτελούν ένα πολύ καλό συνδυασμό υπηρεσιών που μπορούν να μετατρέψουν μια δια-μεταφορική επιχείρηση στην πλέον ανταγωνιστική, στην αγορά όπου και λειτουργεί. Τρίτος και σημαντικότερος λόγος επιλογής ενός πελάτη για να συνεργαστεί με μια δια-μεταφορική εταιρεία είναι ότι μπορεί να καλύψει μεταφορές με εμπορευματοκιβώτια και να προσφέρει ανταγωνιστικά ναύλα σε διάφορα μέρη του κόσμου. Μια ναυτιλιακή εταιρεία η οποία πρακτορεύει πλοία που μεταφέρουν εμπορευματοκιβώτια, προσφέρει ναύλα θαλάσσιας μεταφοράς μόνο για συγκεκριμένους προορισμούς και δεν έχει την δυνατότητα να είναι παντού ανταγωνιστική. Αντιθέτως ένα γραφείο δια-μεταφοράς μπορεί και συνεργάζεται με διάφορες ναυτιλιακές εταιρείες και οι οποίες εξυπηρετούν μεταφορές σε πολλά μέρη του κόσμου. Με τον τρόπο αυτό, μια δια-μεταφορική επιχείρηση μπορεί να συλλέγει ναύλα από διάφορες ναυτιλιακές επιχειρήσεις οι οποίες με τα πλοία τους καλούν και εξυπηρετούν διάφορα λιμάνια ανά τον κόσμο προσφέροντας μια ποικιλία θαλάσσιων υπηρεσιών με εμπορευματοκιβώτια.

Ως τέταρτος λόγος και σημαντικός για πολλούς πελάτες που πραγματοποιούν εισαγωγές να προτιμήσουν να συνεργαστούν με μια δια-μεταφορική εταιρεία είναι οι ολοκληρωμένες υπηρεσίες που μπορούν να προσφερθούν από αυτές. Πολλοί πελάτες που εισάγουν από χώρες της Άπω Ανατολή, δεν διαθέτουν δικό τους εκτελωνιστή για τον εκτελωνισμό των

εμπορευμάτων και την μεταφορά τους από το λιμάνι στην έδρα τους. Οι δια-μεταφορικές επιχειρήσεις μπορούν να παρέχουν αυτού του είδους τις ολοκληρωμένες υπηρεσίες, βοηθώντας τους πελάτες τους να είναι ήρεμοι για την πλήρη μεταφορά των εμπορευμάτων και να γλιτώνουν πολύτιμο χρόνο και κόστος μιλώντας μόνο με ένα άτομο στην εταιρεία που συνεργάζονται.

#### **1.4 Τεχνολογίες πληροφορίες και επικοινωνίες στη Δια-μεταφορά**

Τα συστήματα πληροφοριών και επικοινωνιών μαζί με το σχετικό υλικό που χρησιμοποιούν οι δια-μεταφορείς εκπληρώνουν διαφορετικούς ρόλους. Μπορούν να διευκολύνουν τη διαδικασία λήψης αποφάσεων, να συμβάλλουν στην παρακολούθηση και τον έλεγχο των λειτουργιών, στη δημιουργία προσομοιωτών συστημάτων και στην επικοινωνία μεταξύ ατόμων, εταιρειών και μηχανημάτων. Η βασική μορφή επικοινωνίας είναι η Δορυφορική. Η ανάπτυξη ενός δικτύου γεωστατικών δορυφόρων που βρίσκονται στο διάστημα έχει διευρύνει τις δυνατότητες επικοινωνίας με ανθρώπους σε απομακρυσμένες εγκαταστάσεις. Τα οδικά οχήματα, τα πλοία και τα εμπορευματοκιβώτια μπορούν να παρακολουθούνται με τη χρήση δορυφόρων. Μπορούν να σταλούν οδηγίες σε κάποιο απομακρυσμένο εξοπλισμό μέσω δορυφόρου.

Τα σημαντικότερα πληροφοριακά συστήματα διοίκησης που χρησιμοποιούνται στις εφοδιαστικές αλυσίδες αποτελούν τα ολοκληρωμένα συστήματα σχεδιασμού πόρων, γνωστά ως E.R.P. από τα αρχικά των λέξεων 'Enterprise' (επιχείρηση), 'Resource' (πόρος) και 'Planning' (σχεδιασμός). Τα συστήματα σχεδιασμού πόρων (ERP) συγκεντρώνουν και χρησιμοποιούν πληροφοριακό υλικό από ολόκληρο το φάσμα των επιχειρηματικών λειτουργιών και έχουν ευρύτατο πεδίο εφαρμογής σε πολλούς κλάδους (Μαλινδρέτος 2015). Βασικά, επιτρέπουν τη συλλογή δεδομένων για το σύνολο της επιχείρησης σε ένα ενιαίο λογισμικό το οποίο στη συνέχεια παρέχει μια ενιαία βάση για όλες τις σημαντικές δραστηριότητες της επιχειρηματικής πληροφόρησης όπως είναι οι παραγγελίες των πελατών, τα αποθέματα και τα οικονομικά. Τα κυριότερα χαρακτηριστικά των συστημάτων ERP συνοψίζονται στα εξής (Rushton et al., 2017):

- Τα συστήματα ERP συγκεντρώνουν πληροφορίες που αφορούν σε όλο το φάσμα των λειτουργιών και πόρων, όπως παραγγελίες, εργασίες, αποθέματα
- Διαθέτουν το πλεονέκτημα ότι διευκολύνουν τον συντονισμό σε ολόκληρη την εφοδιαστική αλυσίδα. Για τον λόγο αυτό έχει επεκταθεί ευρέως η χρήση τους.
- Έχουν κατά βάση λειτουργικό περισσότερο από αναλυτικό ή στρατηγικό χαρακτήρα.

- Η μεγάλη επέκτασή τους έχει βοηθηθεί από τη σύγχρονη τάση της επιχειρηματικής οργανωτικής δομής με βάση τα προϊόντα από τη συμβατική λειτουργική οργανωτική δομή.
- Παρέχει πληροφόρηση σε όλα τα τμήματα της επιχείρησης σε πραγματικό χρόνο ενισχύοντας την επικοινωνία μεταξύ των διαφόρων στελεχών.
- Οι παραγωγοί και προμηθευτές ERP παρουσιάζουν ευκαμψία δημιουργίας παραλλαγών σε πακέτα λογισμικού που ανταποκρίνονται στις ανάγκες διαφορετικών κλάδων παραγωγής προϊόντων και υπηρεσιών. Αυτή η δυνατότητα ουσιαστικά αφορά στην προσαρμογή στις ανάγκες των πελατών, ευρέως γνωστή και ως 'customisation'.

### 1.4.1 Μαζικά δεδομένα (Big Data)

Τα μαζικά δεδομένα υπάρχουν από την αλλαγή αυτού του αιώνα. Έχουν γίνει πιο βιώσιμα καθώς έχει βελτιωθεί η ικανότητα αποθήκευσης τεράστιων ποσοτήτων δεδομένων και υπάρχει το απαραίτητο λογισμικό για την ανάλυση τους. Η βασική ιδέα στην αναζήτηση αποθηκευμένων δεδομένων της εταιρείας για να εντοπιστούν. Τα μαζικά δεδομένα έχουν να κάνουν με τον όγκο των πληροφοριών (volume), την ταχύτητα (velocity) με την οποία τα δεδομένα δημιουργούνται και συλλέγονται και την ποικιλία όσον αφορά το πόσα δεδομένα είναι διαθέσιμα (variety). Σήμερα, ο όγκος των δεδομένων που παράγονται είναι πολύ μεγαλύτερος από τον όγκο που μπορούμε να διαχειριστούμε. Έτσι, η λύση, είναι να καταφύγουμε σε άλλες λύσεις, όπως η Artificial intelligence (AI). Επίσης, τα μαζικά δεδομένα μας δίνουν τη δυνατότητα να λαμβάνουμε πιο ολοκληρωμένες αποφάσεις επειδή έχουμε σαφώς περισσότερες πληροφορίες γεγονός που αλλάζει εντελώς τα δεδομένα στην επίλυση προβλημάτων. Έτσι, το τι είναι τα μαζικά δεδομένα απαντάται σε τρεις διαστάσεις, όγκος, ταχύτητα και ποικιλία, γνωστά και ως τα "3 Vs of big data".

Ο όγκος των δεδομένων έχει πλέον ξεπεράσει τα μεγέθη που μπορούμε να διαχειριστούμε. Έτσι, μέσω των μεγάλων δεδομένων μας δίνεται η δυνατότητα να τα αποθηκεύουμε και να τα επεξεργαζόμαστε ώστε να μπορούμε στη συνέχεια να λαμβάνουμε τις πληροφορίες που χρειαζόμαστε. Επίσης υπάρχουν ήδη πολλά δεδομένα εκεί έξω. Παλαιότερα ήταν ευκολότερο να αντιστοιχίζονται τα δεδομένα σε συγκεκριμένες κατηγορίες. Τώρα τα δεδομένα δεν έχουν καμία δομή (unstructured) ή έχουν μια μέση δομή (semi-structured). Αυτό σημαίνει ότι για να μας δώσουν πληροφορίες, απαιτείται πρόσθετη επεξεργασία. Τα big data είναι ο τρόπος για να γίνει αυτή η επεξεργασία. Τέλος, με την ταχύτητα με την οποία δημιουργούνται τα δεδομένα και το χρόνο που απαιτείται για την ανάλυσή τους. Η σημασία αυτής της ταχύτητας έγκειται στο γεγονός ότι τις περισσότερες φορές προκειμένου τα δεδομένα αυτά να έχουν πραγματική αξία μια εταιρεία πρέπει να αντλεί τις εν λόγω

πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο. Μέσω των μαζικών δεδομένων, εξασφαλίζεται αυτή η ταχύτητα και στη συνέχεια διατηρείται η χρησιμότητα των δεδομένων (Rushton et al., 2017).

#### **1.4.2. Ηλεκτρονική ανταλλαγή δεδομένων (EDI)**

Η ψηφιοποίηση και ο εκσυγχρονισμός των επιχειρήσεων είχαν σαν αποτέλεσμα να μειώσουν δραματικά το κόστος λειτουργίας τους, να αυξήσουν την ταχύτητα ολοκλήρωσης διαδικασιών, να ελαχιστοποιήσουν τυχόν σφάλματα και τελικά να επιτύχουν βελτιωμένες σχέσεις με τους συνεργάτες τους. Η ανάγκη της ψηφιακής διασύνδεσης των επιχειρηματικών εταιρών και της αυτοματοποίησης όλων των διαδικασιών ανταλλαγής πληροφοριών, καλύφθηκε με την ανάπτυξη της τεχνολογίας Ηλεκτρονικής Ανταλλαγής Δεδομένων (Electronic Data Interchange – EDI). Με την ωρίμανση και διάδοση της τεχνολογίας θα μπορούσαμε πλέον να δώσουμε ένα σύντομο και απλουστευμένο ορισμό του EDI, πρόκειται για την αυτοματοποίηση της διαδικασίας ανταλλαγής ψηφιακών εγγράφων που άπτονται όλων των απαιτούμενων ενεργειών της εφοδιαστικής αλυσίδας (από την καταχώρηση παραγγελίας έως τις αποδείξεις πληρωμών) από υπολογιστή σε υπολογιστή (machine to machine) χωρίς καμία ανθρώπινη παρέμβαση. Έτσι, εξαλείφεται πλήρως η ανάγκη για χάρτινα έγγραφα και η άμεση ή έμμεση επικοινωνία μεταξύ ανθρώπων από διαφορετικά στάδια της αλυσίδας που οδηγεί σε σπατάλη χρόνου, ανθρωπίνων πόρων και υποδομών.

- Χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση

Το EDI μεταξύ δύο υπολογιστικών συστημάτων αντικαθιστά πλήρως το ταχυδρομείο, το τηλέφωνο, το φαξ και το email. Ενώ το email αποτελεί επίσης μια ηλεκτρονική προσέγγιση ανταλλαγής δεδομένων, τα έγγραφα τα οποία ανταλλάσσονται μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου πρέπει να διακινούνται από ανθρώπους και όχι από υπολογιστές. Η συμμετοχή των ανθρώπων στη διαδικασία επιβραδύνει την επεξεργασία των εγγράφων και επιπλέον εισάγει σφάλματα. Αντίθετα, τα έγγραφα EDI μπορούν να μεταφερθούν κατευθείαν μέσω του κατάλληλου διαύλου επικοινωνίας και της αντίστοιχης μορφής στον υπολογιστή του παραλήπτη (για παράδειγμα, το σύστημα διαχείρισης παραγγελιών) και η επεξεργασία μπορεί να ξεκινήσει αμέσως. Με την παραδοσιακή μέθοδο, η αντίστοιχη διαδικασία απαιτεί ανάλωση πόρων, υποδομής και φυσικά, ανθρωπίνων πόρων.

- Επιχειρηματικά έγγραφα

Μια συνήθης διαδικασία αυτοματοποίησης μέσω EDI αφορά την ανταλλαγή εγγράφων από τα πρώτα έως τα τελευταία στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας καταχώρηση παραγγελίας, επιβεβαίωση παραγγελίας, ειδοποίηση αποστολής, δελτία αποστολής, τιμολόγια πώλησης, αποδείξεις πληρωμών. Αν σε αυτά προσθέσουμε και αρκετά ακόμα επιχειρησιακά έγγραφα (όπως φορτωτικές, τελωνειακά έγγραφα, έγγραφα απογραφής, εντολές πληρωμών) που ενδέχεται να συνοδεύουν μια παραγγελία, γίνεται εύκολα αντιληπτή η τεράστια αξία του EDI στη λειτουργία των επιχειρήσεων. Τα κύρια πλεονεκτήματα της χρήσης της EDI είναι (Rushton et al., 2017):

- Η εισαγωγή πληροφοριών στο σύστημα πληροφορικής μόνο μια φορά
- Η ταχύτητα των συναλλαγών
- Τα μειωμένα ποσοστά κόστους και σφάλματος

### 1.4.3 Τα συστήματα RFID

Το RFID, τα αρχικά του όρου Radio Frequency Identification, η οποία αποδίδεται στα ελληνικά ως «ταυτοποίηση μέσω ραδιοσυχνοτήτων». Τα συστήματα RFID αποτελούν ένα υποσύνολο των Συστημάτων Αυτόματου Προσδιορισμού (Automatic Identification Systems). Ειδικότερα λειτουργεί ως γενικός όρος των τεχνολογιών που χρησιμοποιούν ραδιοκύματα για να προσδιορίσουν αυτόματα ανθρώπους ή αντικείμενα και αποτελεί την τεχνολογική εξέλιξη των ραβδωτών κωδίκων (barcode). Η τεχνολογία RFID χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από την πολεμική αεροπορία της Αγγλίας κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου για την αναγνώριση και τη διάκριση των εχθρικών από τα φιλικά αεροπλάνα. Κατά τη διάρκεια των επόμενων δεκαετιών άρχισε να εδραιώνεται η χρήση και αξιοποίησή της στην καθημερινή ζωή των ανθρώπων κυρίως μέσω του εμπορίου. Παράλληλα αναπτύσσεται το ενδεχόμενο της ευρείας εφαρμογής της με την καθιέρωση προτύπων και τη λειτουργία της σε παγκόσμιο επίπεδο.

Τα συστήματα RFID απαρτίζονται από δύο κύρια μέρη. Το πρώτο είναι οι πομποδέκτες (transponders) που συχνά αναφέρονται και ως ετικέτες RFID (RFID tags). Οι ετικέτες RFID είναι μικρά chips που αποτελούνται από ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα το οποίο περιλαμβάνει μνήμη ώστε να αποθηκεύει δεδομένα και μία κεραία. Το μέγεθός τους μπορεί να είναι τόσο μικρό όσο το μισό ενός κόκκου άμμου (1/3 του χιλιοστού) ανάλογα με τον τύπο τις ετικέτας. Το δεύτερο μέρος είναι οι αναγνώστες ή αισθητήρες (readers), οι οποίοι ανακτούν τα δεδομένα από τις ετικέτες RFID. Οι αναγνώστες RFID έχουν ενσωματωμένα μια κεραία και μια μονάδα ελέγχου. Η RFID ετικέτα βρίσκεται προσκολλημένη πάνω σε κάποιο αντικείμενο και περιέχει συγκεκριμένες πληροφορίες οι οποίες ποικίλλουν ανάλογα

με τον σκοπό της χρήσης του συστήματος RFID. Ο υπάλληλος του φορτηγού ή της αποθήκης, κρατώντας στα χέρια του το αντικείμενο ή μεταφέροντας το με κλάρκ, τοποθετεί στο εμπόρευμα ένας RFID αναγνώστης. Όταν η ετικέτα του εμπορεύματος βρεθεί εντός της εμβέλειας της κεραίας του αναγνώστη αυτόματα η μονάδα ελέγχου επικοινωνεί με ραδιοκύματα με την ετικέτα και παίρνει τις πληροφορίες που χρειάζεται (η ετικέτα έχει και αυτή ενσωματωμένη μία κεραία). Στη συνέχεια, το ενδιάμεσο λογισμικό που κατανοεί τα δεδομένα που στέλνει η μονάδα ελέγχου του αναγνώστη περνάει τις πληροφορίες (ενσύρματα ή ασύρματα) στη σωστή μορφή στο πληροφοριακό σύστημα της εταιρείας που ελέγχει την αποθήκη ή το φορτηγό.

Σε πραγματικές εφαρμογές επιτελούνται εργασίες εκατέρωθεν μεταξύ πληροφοριακού συστήματος και αναγνώστη – ετικέτας. Για παράδειγμα, θα μπορούσε να γίνει μία εγγραφή στην ετικέτα για το ποιος πελάτης θα τα παραλάβει και πότε. Στην περίπτωση αυτή το πληροφοριακό σύστημα δίνει την εντολή στο ενδιάμεσο λογισμικό να γίνει η εγγραφή της ετικέτας και το ενδιάμεσο λογισμικό μεταφέρει σε κατάλληλη μορφή την εντολή αυτή στη μονάδα ελέγχου του αναγνώστη, ο οποίος επικοινωνεί με την ετικέτα και γράφει τα δεδομένα τα οποία του ζητήθηκαν στην ετικέτα, ανανεώνοντας έτσι τα δεδομένα της. Η Wal-Mart, ο μεγαλύτερος λιανέμπορος παγκοσμίως, χρησιμοποιεί την τεχνολογία RFID. Οι ετικέτες RFID είναι εμπλουτισμένες με πληροφορίες για τα προϊόντα και παρέχουν αυτόματη ανίχνευση παλετών και κιβωτίων. Έτσι, δεν χρειάζεται να υπάρχει ένας εργαζόμενος στην αποθήκη με μια φορητή συσκευή σάρωσης με την οποία θα διαβάζεται ο γραμμωτός κώδικας. Το σύστημα RFID δίνει τη δυνατότητα σε ένα δίκτυο υπολογιστών με τη βοήθεια ενός ράδιο-σήματος (RF signal) να αναγνωρίζει και να καταγράφει τα αγαθά μόλις φθάσουν στην αποθήκη. Τα σημαντικά πλεονεκτήματα τα οποία προσφέρει το RFID είναι (Roberts, 2006):

- Η αναγνώριση μπορεί να γίνει από απόσταση μιας και υπάρχουν RFID tags που είναι σε θέση παίρνοντας ενέργεια από κάποια πηγή που συνήθως είναι μπαταρία να στείλουν τις πληροφορίες στον δέκτη.
- Δυνατότητα αποθήκευσης περισσότερων δεδομένων σε σχέση με τα Bar Code.
- Δυνατότητα προγραμματισμού εξ αποστάσεως.
- Επιπρόσθετες λειτουργίες όπως παρακολούθηση και καταγραφή της θερμοκρασίας.

#### **1.4.4 Πλεονεκτήματα πληροφοριακών συστημάτων**

Τα πλεονεκτήματα από τη χρήση των πληροφοριακών αυτών συστημάτων για τη διαμεταφορική εταιρεία είναι πολύ σημαντική. Συνοπτικά είναι τα ακόλουθα:

- Εκμετάλλευση διαθέσιμων πόρων κινητού και μη εξοπλισμού (ράφια, οχήματα).
- Ταχύτητα και ακρίβεια εργασιών με ελαχιστοποίηση των κινήσεων του προσωπικού και αξιοποίηση των «νεκρών» χρόνων. Με την εισαγωγή των εντολών προς εκτέλεση εργασιών, το σύστημα τις συνδυάζει, ανάλογα με τις θέσεις στις οποίες πρόκειται να εκτελεστούν και τη θέση που βρίσκεται κάθε στιγμή ο εργαζόμενος (interleaving).
- Καλύτερη διαχείριση των αποθεμάτων με εργαλεία ελέγχου και παρακολούθησης της ταχύτητας των κινήσεων των προϊόντων (συχνότητα και ποσότητες κίνησης). Επίσης, με την αποτελεσματική παρακολούθηση των θέσεων επιτυγχάνεται μείωση της απαξίωσης των προϊόντων εφόσον εφαρμόζονται υπό την καθοδήγηση του συστήματος, οι αρχές FIFO (first-in, first-out) και FEFO (first-expired, first-out).
- Η ύπαρξη ασύρματης επικοινωνίας και bar-code αποτελούν αναγκαία πλέον εργαλεία στη λειτουργία των σύγχρονων αποθηκών.
- Καταγραφή, αποθήκευση και επεξεργασία στοιχείων απαραίτητων για εξαγωγή συμπερασμάτων από τη διοίκηση της επιχείρησης.
- Φόρτωση – Δρομολόγηση – Συντήρηση: Η βέλτιστη εκμετάλλευση των φορτηγών βασίζεται στον όγκο των προς αποστολή προϊόντων που συνθέτουν τις παραγγελίες των πελατών. Ο προγραμματισμός των δρομολογίων βάσει του κριτηρίου αυτού καθώς και της χρονικά βέλτιστης διαδρομής και των προδιαγραφόμενων υπηρεσιών στους πελάτες (συγκεκριμένος χρόνος ανταπόκρισης των παραγγελιών από την επιχείρηση) υλοποιείται από τα συστήματα αυτά. Οι παραγγελίες που είναι να συλλεχθούν οδηγούνται από το σύστημα, στην αντίστοιχη ράμπα για να φορτωθούν σε συγκεκριμένα δρομολόγια και ανάλογα με τον προορισμό του κάθε πελάτη, ταξινομούνται σε αντίστροφη διάταξη (η πρώτη που θα φορτωθεί θα διανεμηθεί τελευταία). Επίσης, παρακολουθείται και η συντήρηση των οχημάτων για την ομαλή λειτουργία τους στο πέρασμα του χρόνου ή ακόμα και για την έγκαιρη αντικατάστασή τους.

Πριν από χρόνια ο εντοπισμός της θέσης ενός εμπορευματοκιβώτιου ήταν αδύνατος ή μη ακριβής. Πλέον η τεχνολογία έχει εξελιχθεί τόσο όπου ανά πάσα στιγμή είναι εφικτό να γνωρίζουμε τον ακριβή γεωγραφικό προσδιορισμό του φορτίου. Επιπροσθέτως, παρέχουν πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο γεγονός που εξυπηρετεί στην υποστήριξη αποφάσεων που αφορούν τη βελτιστοποίηση των διαδικασιών μεταφοράς και διανομής καθώς και υψηλή εξυπηρέτηση απαιτήσεων του πελάτη με δεδομένα πραγματικού χρόνου. Σύντομα λοιπόν προστέθηκαν και άλλες δυνατότητες όπως η ταχύτητα, ο καθορισμός δρομολογίων,

η ανίχνευση στάσεων, η παρακολούθηση του κινητήρα, η κατανάλωση καυσίμων του οχήματος και η παρακολούθηση της στάθμης των καυσίμων. Η ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας τα τελευταία χρόνια, συνετέλεσε στη δημιουργία οργανωμένων βάσεων πληροφοριών, οι οποίες λόγω του τεράστιου όγκου τους χρειάστηκε να χωριστούν με βάση το είδος αλλά και τη γεωγραφική θέση. Για τον λόγο αυτό συνδυάστηκαν τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (Geographical Information Systems ή GIS) και οι Τηλεπικοινωνίες (Telecommunication) και δημιουργήθηκε ο πιο σύγχρονος τρόπος για την διαχείριση στόλου οχημάτων.

Σημειώνεται ότι βασικό κριτήριο στην επιλογή ενός πληροφοριακού συστήματος αποτελεί, μεταξύ των άλλων, η δυνατότητα σύνδεσής του (interface) με λοιπά πληροφοριακά συστήματα (ERP), προκειμένου όλες οι εφαρμογές να μπορούν να λειτουργήσουν αρμονικά ανταλλάσσοντας πληροφορίες αξιόπιστα, να εισάγονται τα πρωτογενή στοιχεία μοναδικά και να διατίθενται σε οποιοδήποτε χρήστη του συστήματος έγκαιρα και έγκυρα. Συμπερασματικά, η μηχανογραφική υποστήριξη των διαδικασιών αποθήκευσης και μεταφοράς συντελεί καθοριστικά στην αποδοτικότερη λειτουργία της. Με βάση τις πραγματικές ανάγκες κάθε δια-μεταφορικής επιχείρησης, πρέπει να αναλύονται προσεκτικά οι προδιαγραφές ενός τέτοιου συστήματος, προκειμένου να συντελεί στην επιτυχή διοίκηση των πόρων, παρακολουθώντας τη ροή των προϊόντων από την ημέρα εισαγωγής τους μέχρι και την παράδοση τους στους πελάτες τους, καταγράφοντας παράλληλα όλο το ιστορικό των κινήσεών τους εντός και εκτός της επιχείρησης.

## **1.5 Συμπεράσματα – Ανακεφαλαίωση**

Το πρώτο κεφάλαιο αναδεικνύει την κρίσιμη συνεισφορά του ρόλου του δια-μεταφορέα για την μεταφορά εμπορευμάτων. Η “Δια-μεταφορική”, αποτελεί ουσιαστικά είναι ένα γραφείο προσφοράς ναύλων και εξυπηρέτησης πελατών σε θέματα θαλάσσιας, οδικής ή αεροπορικής μεταφοράς φορτίων από μια ξένη χώρα προς αυτήν την οποία εδρεύει και δραστηριοποιείται η συγκεκριμένη εταιρεία και για την οποία εκτελείται η κάθε μεταφορά. Ο ρόλος της κάθε δια-μεταφορικής εταιρείας, είναι να επικοινωνεί με τους πελάτες, να καταγραφεί τα αιτήματα τους για τις μεταφορές των φορτίων που θέλουν να εισάγουν ή να εξάγουν προς ή από μια συγκεκριμένη χώρα. Οι δια-μεταφορείς, θα πρέπει να διαθέτουν το ανάλογο εξειδικευμένο προσωπικό για τη σωστή προετοιμασία και διαδικασία έκδοσης των απαιτούμενων εγγράφων. Τέλος αναφέρεται η χρησιμότητα των πληροφοριακών συστημάτων που πρέπει να διαθέτει ο δια-μεταφορέας για να παρέχει τη σωστή και γρήγορη

ενημέρωση στους πελάτες του, καθώς την παραλαβή, παράδοση και παρακολούθηση των εμπορευμάτων.

## Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup> Επιλογή τρόπων μεταφοράς και κόστη μεταφοράς

### 2.1 Το Σύστημα Μεταφοράς

Υπάρχουν διάφορες επιλογές για άτομα, επιχειρήσεις ή κράτη που θέλουν να μετακινήσουν τα προϊόντα τους από ένα σημείο σε ένα άλλο. Μπορεί να επιλέγει καθένας ανάμεσα στους πέντε τύπους μεταφοράς: α) αυτοκίνητο, β) εναέρια, γ) σιδηρόδρομος, δ) θαλάσσια, ε) αγωγοί. Υπάρχουν ακόμα και συνδυασμοί διάφορων τύπων μεταφοράς όπως οδικά-θαλάσσια, οδικά-εναέρια οι οποίοι ανάγονται στους δια-μεταφορείς. Τέτοιοι συνδυασμοί τύπων μεταφοράς προσφέρουν εξειδικευμένες ή μικρότερου κόστους υπηρεσίες που ίσως δεν είναι διαθέσιμες όταν χρησιμοποιείται ένας μονάχα τύπος μεταφοράς. Οι εξειδικευμένοι δια-μεταφορείς συνήθως λειτουργούν σαν ενδιάμεσοι σταθμοί των μεταφορών και χρησιμοποιούν έναν ή περισσότερους από τους βασικούς τρόπους μεταφοράς προϊόντων. Σε αυτό το σημείο κρίνεται αναγκαίο να αναφέρουμε ότι η ταχύτητα μεταφοράς και το κόστος αυτής αποτελούν τους σπουδαιότερους παράγοντες για την επιλογή του τρόπου μεταφοράς. Αναλυτικότερα, ο δια-μεταφορέας πρέπει για κάθε συγκεκριμένη περίπτωση να συγκρίνει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των γνωστών μέσων μεταφοράς (αεροπλάνα, πλοία, σιδηρόδρομος, φορτηγό αυτοκίνητο και αγωγούς) από άποψη ταχύτητας, βαθμού ασφαλείας, συχνότητας δρομολογίων και τέλος και σπουδαιότερο, κόστος μεταφοράς.

#### Διεθνείς Μεταφορές

Η έννοια της μεταφοράς στην εφοδιαστική αλυσίδα αναφέρεται στην μετακίνηση προϊόντων από μία τοποθεσία σε μία άλλη. Με τις μεταφορές επιτυγχάνεται η διακίνηση και η παράδοση των προϊόντων από τον αρχικό προμηθευτή στον τελικό καταναλωτή. Σε διεθνές επίπεδο, μέσω της μεταφοράς κατευθύνονται τα αγαθά από μια χώρα σε μια άλλη, προάγοντας το διεθνές εμπόριο. Το μεταφορικό έργο συνδέεται άρρηκτα με το διεθνές εμπόριο και επηρεάζει σε σημαντικό βαθμό την εξαγωγική δραστηριότητα τόσο με το κόστος μεταφοράς, όσο και με την ποιότητα δηλαδή με την κατάσταση αφίξεως των εμπορευμάτων, την τήρηση των προθεσμιών. Γι' αυτό και θεωρείται εύλογα ως ο σημαντικότερος παράγοντας για την προώθηση των εξαγωγών (Δασκάλου, 1995).

Οι μεταφορές διακρίνονται στις θαλάσσιες, στις εναέριες και στις χερσαίες μεταφορές (οδικές και σιδηροδρομικές). Συνολικά, στο σύστημα των μεταφορών διακρίνουμε (Μαλινδρέτος, 2015):

α) Τα μέσα που μεταφέρουν τα εμπορεύματα.

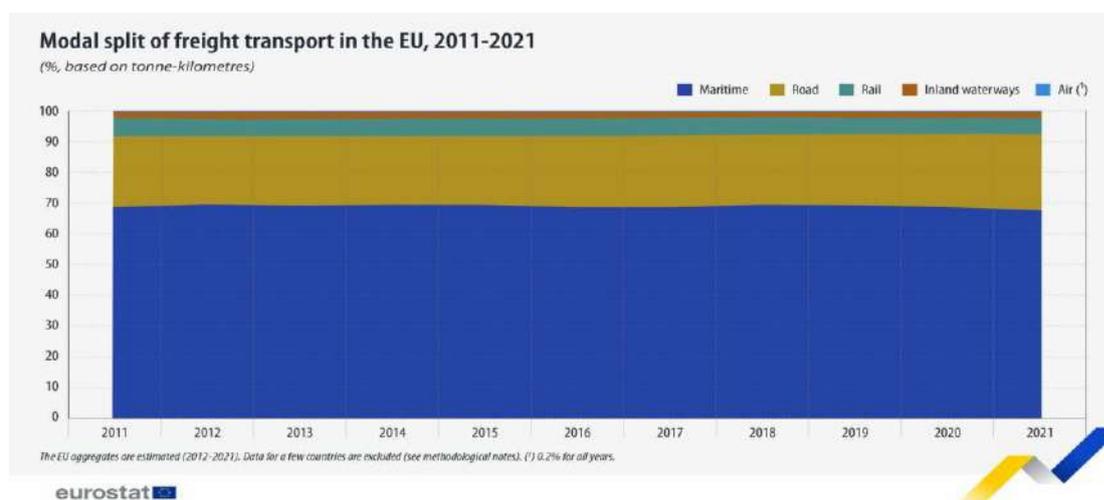
β) Τα δίκτυα, οδούς ή διαδρόμους, όπου κινούνται τα μεταφορικά μέσα (υποδομές).

γ) Τις τερματικές εγκαταστάσεις (χώροι σταθμεύσεως, ανεφοδιασμού, φορτοεκφορτώσεως αγαθών).

Μπορεί σήμερα να είναι εφικτή η μεταφορά πάσης φύσεως αγαθών προς όλες τις κατευθύνσεις, όμως τα αγαθά δεν ήταν πάντοτε διαθέσιμα σε όλο τον κόσμο. Πριν από τη βιομηχανική επανάσταση, η μεταφορά αγαθών και πρώτων υλών σε μεγάλες αποστάσεις αποτελούσε ένα δύσκολο και δαπανηρό επίτευγμα, με αποτέλεσμα να διακινούνται μόνο εκείνα τα αγαθά με τον υψηλότερο λόγο τιμής προς βάρος, όπως για παράδειγμα μπαχαρικά, πολύτιμα μέταλλα, τσάι και καφές (World Trade Report, 2013).

### Εναλλακτικές Μορφές Μεταφοράς

Το 2021, οι θαλάσσιες μεταφορές αντιπροσώπευαν περισσότερα από τα δύο τρίτα (68%, 5,135 δισεκατομμύρια τονο-χιλιόμετρα (tkm)) των εμπορευματικών μεταφορών της ΕΕ, το χαμηλότερο μερίδιο που έχει καταγραφεί την τελευταία δεκαετία. Οι οδικές μεταφορές αντιπροσώπευαν το ένα τέταρτο (25%, 1,863 δισεκατομμύρια tkm), ενώ οι σιδηροδρομικές (5%, 410 δισεκατομμύρια tkm), οι εσωτερικές πλωτές (2%, 136 δισεκατομμύρια tkm) και οι αεροπορικές (0,2%, 15 δισεκατομμύρια tkm) μεταφορές αντιπροσώπευαν το καθένα μικρά μερίδια των εμπορευματικών μεταφορών.



[https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/International\\_trade\\_in\\_goods](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/International_trade_in_goods)

Τα μεταφορικά μέσα μπορούμε να τα διακρίνουμε σε πέντε μεγάλες κατηγορίες:

#### 1. Θαλάσσια Μεταφορά

Η υδάτινη (θαλάσσια) μεταφορά κατατάσσεται σε τέσσερις ξεχωριστές κατηγορίες:

- Εθνικές θάλασσες
- Διεθνείς θάλασσες
- Ποτάμια και Κανάλια
- Λίμνες

Η θαλάσσια μεταφορά (εθνικές και διεθνείς θάλασσες) που είναι συντριπτικά σπουδαιότερη, ανταγωνίζεται κυρίως με το σιδηρόδρομο και τους αγωγούς αφού η πλειοψηφία των ειδών που μεταφέρονται θαλάσσια είναι ημικατεργασμένα υλικά ή πρώτες ύλες που μεταφέρονται χωρίς συσκευασία. Η θαλάσσια μεταφορά από τη φύση της ταιριάζει καλύτερα σε βαριές, χωρίς συσκευασία, χαμηλής ανά μονάδα αξίας ποσότητες υλικών που μπορούν να φορτωθούν και να ξεφορτωθούν ικανοποιητικά με μηχανικά μέσα, σε περιπτώσεις που η ταχύτητα δεν είναι πρωταρχικής σημασίας, που τα αποστελλόμενα υλικά δεν είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα σε κλοπή ή καταστροφή και που είναι αναγκαίες συμπληρωματικές ενέργειες στη στεριά. Συχνά οι θαλάσσιες μεταφορές μεταφέρουν υλικά χωρίς συσκευασία, όπως άνθρακα, προϊόντα ξύλου, σίδηρο και πετρελαιοειδή σε σημεία της ίδιας χώρας ή στο εξωτερικό.

Η θαλάσσια μεταφορά είναι ουσιαστικά ο φθηνότερος τρόπος αποστολής μεγάλων, χωρίς συσκευασία και συνάμα μικρής αξίας υλικών. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για τα ογκώδη προϊόντα (bulk goods) και για τις μεγάλες συσκευασμένες αποστολές (large packaged consignments) που διανύουν μεγάλες αποστάσεις. Όπου η ταχύτητα εξυπηρέτησης είναι ασήμαντη, καθιστώντας την θαλασσιά μεταφορά ανταγωνιστική. Επιπλέον η δυνατότητα μεταφοράς πολύ μεγάλων και παντός είδους φορτίων αποτελούν τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματα της θαλάσσιας μεταφοράς και αναβαθμίζουν ως ένα βαθμό τους αρκετά μεγάλους απαιτούμενους χρόνους για την εκτέλεση των μεταφορών. Επίσης, η μεταφορά ορισμένων επικίνδυνων και εξειδικευμένων φορτίων μπορεί να πραγματοποιηθεί μόνο από τη θαλάσσια οδό μιας και αυτό επιβάλλεται είτε από λόγους ασφαλείας είτε γιατί ορισμένες χώρες απαγορεύουν τη διέλευση ορισμένων υλικών από την επικράτειά τους.

Οι θαλάσσιοι μεταφορείς μπορούν να χωριστούν σε δυο μεγάλες κατηγορίες τους εγχώριους και τους υπερπόντιους (διεθνείς). Ο τύπος του πλοίου διαφέρει ανάλογα με το είδος του μεταφερόμενου φορτίου. Έτσι, υπάρχουν τα πλοία μεταφοράς αερίων, τα πλοία μεταφοράς αυτοκινήτων, τα εμπορευματοκιβώτια, τα ψυγεία, τα γενικού φορτίου και τέλος τα πλοία μεταφοράς πλοίων (δεξαμενόπλοια). Πολλοί εγχώριοι και ακόμα περισσότερο διεθνείς

μεταφορείς, χρησιμοποιούν Containers. Ο αποστολέας τοποθετεί από μια χώρα ένα φορτίο, σε ένα ιδιόκτητο Containers στο σημείο της παραγωγής. Ένα εμπορευματοκιβώτιο είναι χωρητικότητας 8, 20 ή 40 κυβικών ποδιών, χωρητικότητες συμβατές με τους συνήθεις εξοπλισμούς των αυτοκινήτων ή τρένων. Το εμπορευματοκιβώτιο μεταφέρεται μέχρι ένα λιμάνι, από το οποίο μετά η μεταφορά συνεχίζεται όπως και πριν με αυτοκίνητο ή τρένο μέχρι να παραληφθεί από τον πελάτη. Η χρήση των εμπορευματοκιβωτίων μειώνει τις ανάγκες σε προσωπικό, ελαχιστοποιεί τις απώλειες και τις καταστροφές, μικραίνει το χρόνο διαμετακόμισης λόγω της μείωσης του χρόνου παραμονής σε λιμάνια και επιτρέπει στον αποστολέα να αποκτήσει πλεονεκτήματα ποσοτικών μεταφορών. Όμως η θαλάσσια μεταφορά τείνει να είναι πολύ αργή λόγω της αργής εξυπηρέτησης στο λιμάνι και ο πραγματικός χρόνος ταξιδιού. Επιπλέον τα προβλήματα καθυστερήσεων μπορούν να προκύψουν πριν την αποστολή, καθυστερήσεις στο λιμάνι εκφόρτωσης και απροσδόκητες καθυστερήσεις λόγω κακοκαιρίας.

### **Χαρακτηριστικά των Πλοίων και Κατηγορίες**

Τα πλοία που χρησιμοποιούνται στον τομέα των θαλάσσιων μεταφορών, είναι τα ονομαζόμενα «Φορτηγά πλοία» (Cargo Ships) ή όπως λέγονται επίσημα, πλοία μεταφοράς εμπορευμάτων. Τα πλοία αυτά μεταφέρουν φορτία κάθε είδους και κάθε μορφής (στερεά, υγρά, υγροποιημένα, χύμα ή τυποποιημένα κτλ.) Ανάλογα με το φορτίο που μεταφέρουν, μπορούμε να κατατάξουμε τα φορτηγά πλοία σε τρεις μεγάλες κατηγορίες:

1. Φορτηγά ξηρού φορτίου (dry cargo ships)
2. Φορτηγά υγρού φορτίου ή δεξαμενόπλοια (liquid cargo ships)
3. Συνδυασμένων Μεταφορών

1. Φορτηγά ξηρού φορτίου : Διακρίνονται σε πλοία που μεταφέρουν χύμα ομοειδή φορτία (bulk carrier ) και σε πλοία μεταφοράς γενικών φορτίων (general cargo). Τα γενικά φορτία στη σημερινή εποχή μεταφέρονται με πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων. Τέτοια φορτία μπορεί να είναι ρούχα, ηλεκτρονικά είδη και γενικότερα οτιδήποτε μπορεί να στοιβαχτεί σε ένα εμπορευματοκιβώτιο. Ακόμα, πλοία γενικού φορτίου είναι τα πλοία μεταφοράς οχημάτων (Roll – On/ Roll – Off) τα οποία οχήματα μπορούν εισέλθουν στο πλοίο και να ξεφορτωθούν

2. Φορτηγά πλοία υγρών φορτίων: Είναι τα δεξαμενόπλοια (Tanker) τα οποία διαθέτουν δεξαμενές στις οποίες, ανάλογα και με τον τύπο τους, φορτώνουν αργό πετρέλαιο, βενζίνη, νάφθα. Στα δεξαμενόπλοια συμπεριλαμβάνονται και τα πλοία που μεταφέρουν

υγροποιημένο αέριο πετρελαίου (Liquefied Petroleum Gases) και υγροποιημένο φυσικό αέριο (Liquefied Natural Gases).

3. Φορτηγά πλοία συνδυασμένων μεταφορών: Είναι πλοία που μεταφέρουν εναλλακτικά υγρά και ξηρά χύμα φορτία. Διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, τα ore/bulk/oil carriers – O.B.O. και τα Ore/oil carriers.

### **Σύμβαση Θαλάσσιας Μεταφοράς**

Οι συμβάσεις θαλάσσιας μεταφοράς είναι δύο: Το ναυλοσύμφωνο και η φορτωτική. Οι συμβάσεις ναύλωσης συνάπτονται μεταξύ του εκμεταλλευόμενου του πλοίου (εκναυλωτής) και του ναυλωτή και έχουν ως αντικείμενο την παραχώρηση ολόκληρου του πλοίου έναντι ανταλλάγματος που ονομάζεται ναύλος. Το περιεχόμενο του ναυλοσυμφώνου δεν καθορίζεται από το νόμο αλλά καθορίζεται ελεύθερα από τα συμβαλλόμενα μέρη. Οι ναυλώσεις με κριτήριο τη διάρκεια και τη σκοπιμότητά τους κατατάσσονται σε πέντε βασικές κατηγορίες.

1. Ναύλωση ανά ταξίδι (Voyage charter).
2. Χρονοναυλώσεις (Period Time Charter).
3. Ναυλώσεις γυμνού πλοίου (Bare boat charter).
4. Συμβόλαιο εργολαβικής εκμίσθωσης (contract of affreightment).
5. Ναύλωση συνεχόμενων ταξιδιών.

Η φορτωτική θαλάσσιας μεταφοράς (Ocean Bill of Lading) ορίζεται ως το έγγραφο που απαιτείται για τη μεταφορά εμπορευμάτων στο διεθνές εμπόριο μέσω διεθνών υδάτων. Χρησιμεύει για την παραλαβή των εμπορευμάτων από τον μεταφορέα στο σημείο και την χρονική στιγμή που έχει συμφωνηθεί ανάμεσα στον εξαγωγέα και τον εισαγωγέα και ως παραστατικό παραλαβής των αναφερόμενων εμπορευμάτων. Υπογράφεται από τον πλοίαρχο ή τον δια-μεταφορέα και στέλνεται στον φορτωτή. Με την υπογραφή της φορτωτικής βεβαιώνεται, αφενός η παραλαβή του φορτίου, αφετέρου η φόρτωση του στο πλοίο στην κατάσταση την οποία δηλώνεται. Η φορτωτική έχει τρεις βασικές λειτουργίες:

- α) Είναι απόδειξη παραλαβής των μεταφερόμενων εμπορευμάτων
- β) Φανερώνει τους όρους του συμβολαίου μεταφοράς
- γ) Είναι τίτλος ιδιοκτησίας των μεταφερόμενων εμπορευμάτων. Αυτό σημαίνει ότι οποιοσδήποτε έχει στα χέρια του τη φορτωτική έχει δικαίωμα να παραλάβει τα εμπορεύματα.

## Θαλάσσια Δίκτυα

Βασικό στοιχείο των θαλάσσιων μεταφορών είναι οι λιμένες. Οι λιμενικές υποδομές απαρτίζουν τοποθεσίες όπου εξελίσσονται οι μεταφορές και θεωρούνται ένας δυναμικός κόμβος στο παγκόσμιο σύστημα μεταφορών. Οι λιμένες διακρίνονται από άποψη:

- a) Θέσης, σε ανοικτούς (όπως Αμβούργο, Βρέμη και Ρότερνταμ) και κλειστούς (παραδείγματος Λονδίνο, Λίβερπουλ, Άμστερνταμ), οι οποίοι δεν επηρεάζονται από την κατάσταση των υδάτων.
- b) Λειτουργίας, επιβατικών και εμπορικών.
- c) Σημασίας κυκλοφορίας, σε τοπικούς, περιφερειακούς και διεθνείς.

Ο αριθμός αυτών παγκοσμίως ανέρχεται σε 7.000, από τους οποίους οι 1.700 είναι διεθνείς. Στο παρελθόν, τα λιμάνια αποτελούσαν απλά σημεία πρόσβασης από τη θάλασσα στην ξηρά. Οι λιμενικές εγκαταστάσεις βρίσκονταν εντός των πόλεων και οι κύριες δραστηριότητες που εκτελούνταν ήταν η φόρτωση-εκφόρτωση των φορτίων και ο χειρισμός τους στο λιμάνι. Προκειμένου να συμμετέχουν στο διεθνές εμπόριο, τα λιμάνια καλούνταν με τα χρόνια να μετεξελιχθούν. Οι απαιτήσεις σε χωρητικότητα και η αυξημένη κίνηση φορτίου, οδήγησαν στην επέκταση των λιμένων και στην μετεγκατάσταση τους μακριά από τα αστικά κέντρα. Επίσης, γίνονταν όλο και πιο απαραίτητη η κατασκευή ειδικών προβλητών για τη φορτοεκφόρτωση διαφορετικών εμπορευμάτων, όπως και η δημιουργία πληθώρας αποθηκευτικών χώρων. Η ανάγκη για περισσότερη εξειδίκευση οδήγησε στη δημιουργία των τερματικών σταθμών (terminals). Ο τερματικός σταθμός είναι ένα τμήμα του λιμανιού που διαχειρίζεται έναν συγκεκριμένο τύπο φορτίου όπως container terminal, bulk terminal. Ένα λιμάνι μπορεί να αποτελείται από πολλούς σταθμούς για τη διαχείριση των διάφορων φορτίων.

Η χρήση τερματικών σταθμών κατά τύπο φορτίου χρησιμοποιείται ολοένα και περισσότερο για την αύξηση της αποτελεσματικότητας στον χειρισμό φορτίου (UNCTAD 2019). Οι λιμένες γνώρισαν παγκοσμίως μεγάλη ανάπτυξη με την χρήση των εμπορευματοκιβωτίων στις αρχές της δεκαετίας 1960 και με τη συμμετοχή τους στις συνδυασμένες μεταφορές. Ιδιαίτερα η σιδηροδρομική σύνδεση των λιμανιών με την ενδοχώρα οδήγησε στην εξοικονόμηση πολύτιμου χρόνου κατά τη μεταφορά εμπορευμάτων. Εκτός από τους λιμένες, οι διεθνείς θαλάσσιες μεταφορές εξυπηρετούνται με 20 θαλάσσιες διώρυγες και 120 πορθμούς. Από τα σημαντικότερα έργα είναι η διάνοιξη της διώρυγας του Σουέζ, η οποία συνδέει την Μεσόγειο με την Ερυθρά Θάλασσα, λειτουργώντας ως «πέραςμα» από την Ευρώπη προς την Ασία. Η ολοκλήρωση της διώρυγας το 1869, άλλαξε ριζικά το εμπόριο

και τις μετακινήσεις, καθώς για να φτάσει κανείς πλέον από την Ευρώπη στην Ασία ακτοπλοϊκώς, δεν χρειάζεται να κάνει τον περίπλοκο της Αφρικής. Η διάνοιξη της διώρυγας έδωσε σημαντική δυνατότητα στις θαλάσσιες μεταφορές καθώς συνετέλεσε στο να αυξηθούν οι εισαγωγές διάφορων ειδών από την Ινδία και την Αυστραλία προς την Ευρώπη (ρύζι, τσάι, σιτάρι κ.α.). Επίσης, είχε ως αποτέλεσμα και τη μείωση των τιμών των προϊόντων της Άπω Ανατολής στην Ευρώπη, την αύξηση των εμπορικών πλοίων και την ανάπτυξη των λιμανιών της Μεσογείου. Σε μία προσπάθεια να διπλασιαστεί η δυνατότητα διέλευσης των πλοίων και η μείωση του χρόνου αναμονής τους, το 2015 ολοκληρώθηκε η επέκταση της κατά 37 χιλιόμετρα ενώ κατασκευάστηκε και μια νέα παράλληλη διαδρομή, μήκους 35 χιλιομέτρων ώστε να πραγματοποιείται διπλή διέλευση των πλοίων.

## **2. Σιδηροδρομικές Μεταφορές**

Σε μερικές χώρες όπως η Κίνα, οι χώρες της πρώην Σοβιετικής Ένωσης και οι αγορές της Κεντρικής Ευρώπης, ο σιδηρόδρομος είναι το βασικό μέσο μεταφοράς στο εσωτερικό της χώρας. Γενικά, μετά τον Β' Παγκόσμιο πόλεμο, ο σιδηρόδρομος σαν μεταφορικό μέσο υποχώρησε προς όφελος της οδικής μεταφοράς. Σημαντικά τμήματα των φορτίων των σιδηρόδρομων μεταφέρθηκαν στις θαλάσσιες μεταφορές και στις μεταφορές με αγωγούς, ειδικά όταν πρόκειται για προϊόντα σε υγρή μορφή ή αέρια. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ο αγωγός φυσικού αερίου που κατασκευάζεται από τη Ρωσία στην Ελλάδα τα τελευταία χρόνια. Τα τρένα αποτελούν το εναλλακτικό μέσο μεταφοράς εμπορευμάτων στο τομέα των χερσαίων μεταφορών. Στην Ευρώπη αποτελεί σημαντικό μέσο μεταφοράς και υπολογίζεται ότι μέσω τρένων στη ευρωπαϊκή ήπειρο διακινούνται κάθε χρόνο περίπου 450 δισεκατομμύρια FTKs εμπορευμάτων. Οι σιδηροδρομικές υπηρεσίες είναι διαθέσιμες σε όλο τον κόσμο, συνδέοντας τις μεγάλες πόλεις με τις απομακρυσμένες αγροτικές περιοχές αλλά δεν φτάνουν την έκταση του οδικού δικτύου. Συνεπώς, οι σιδηροδρομικές μεταφορές περιορίζονται από την έκταση των διαδρομών του δικτύου τους και ως εκ τούτου, μειονεκτούν από άποψη ευελιξίας σε σύγκριση με τα αυτοκίνητα.

Οι σιδηροδρομικές μεταφορές είναι γενικά λιγότερο δαπανηρές (βάσει βάρους) από τις αεροπορικές ή τις οδικές μεταφορές. Για πολλούς τύπους εμπορευμάτων, ο σιδηρόδρομος μειονεκτεί σε σύγκριση με άλλους τρόπους μεταφοράς όσον αφορά τα ποσοστά απωλειών και ζημιών. Μειονεκτεί επίσης σε σχέση με τις οδικές μεταφορές όσον αφορά τους χρόνους και τη συχνότητα λειτουργίας. Στην Ευρώπη, τα τρένα λειτουργούν σύμφωνα με αυστηρά χρονοδιαγράμματα και το μέλλον τους εξαρτάται εξ ολοκλήρου από την ακρίβεια αλλά ο ημερήσιος ρυθμός αναχωρήσεών τους είναι χαμηλότερος από αυτόν των οδικών

μεταφορών. Όπου οι φορτωτές έχουν αυστηρά προκαθορισμένες ώρες αναχώρησης και άφιξης τα τρένα βρίσκονται σε μειονεκτική θέση στον ανταγωνισμό με τα αυτοκίνητα. Το μειονέκτημα μπορεί μερικές φορές να ξεπεραστεί με τη χρήση ρυμουλκούμενων και εμπορευματοκιβωτίων, τα οποία συνδυάζουν την οικονομία των σιδηροδρομικών και θαλάσσιων μεταφορών με την ευελιξία των φορτηγών αυτοκινήτων. Τα εμπορευματοκιβώτια μεταφέρονται σε σιδηροδρομικούς σταθμούς, όπου φορτώνονται σε σιδηροδρομικά βαγόνια. Στο σταθμό προορισμού, εκφορτώνονται και παραδίδονται στον παραλήπτη (πελάτη που παραλαμβάνει το φορτίο).

Ένας άλλος τομέας στον οποίο οι σιδηρόδρομοι είναι αδύναμοι σε σύγκριση με τους φορείς οδικών μεταφορών είναι η διαθεσιμότητα του εξοπλισμού. Καθώς τα τρένα κινούνται πάνω σε ράγες δεν είναι εύκολο να αλλάξει η πορεία ή ο προορισμός ενός τρένου όσο άμεση κι αν είναι η ανάγκη. Τα βαγόνια των τρένων φορτώνονται και εκφορτώνονται, μετακινούνται από σταθμό σε σταθμό και υπόκεινται σε επισκευές οπότε η διαθεσιμότητα δεν είναι πολύ υψηλή. Πολλές βελτιώσεις στη σιδηροδρομική βιομηχανία έχουν βοηθήσει να ξεπεραστούν ορισμένα από αυτά τα προβλήματα. Μηχανογραφημένος προγραμματισμός, εξοπλισμός, βελτιωμένο τροχαίο υλικό και σταθμοί ακόμη και βελτιωμένες υπηρεσίες, όπως οι σιδηροδρομικοί διάδρομοι χωρίς στάση μεταξύ δύο πόλεων. Οι σιδηρόδρομοι διαθέτουν τον δικό τους στόλο τροχαίου υλικού, ο οποίος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για εμπορευματικές μεταφορές εκτός από τη μεταφορά πελατών.

Ενώ αυτές οι βελτιώσεις βοήθησαν τους ευρωπαϊκούς σιδηροδρόμους να ανακάμψουν, αυτό δεν συνέβη στην Ελλάδα. Η βελτίωση των εγκαταστάσεων και του εξοπλισμού, η εισαγωγή νέων εμπορευματικών βαγονιών και η καλύτερη παρακολούθηση της διαχείρισης του τροχαίου υλικού ήταν οι παράγοντες που συνέβαλαν περισσότερο στην επιτυχία των σιδηροδρόμων. Όσον αφορά την εξοικονόμηση ενέργειας, οι σιδηρόδρομοι πλεονεκτούν έναντι των αυτοκινήτων. Όλα αυτά υποδηλώνουν ότι η ανοδική τάση των σιδηροδρόμων παγκοσμίως θα συνεχιστεί και το μέλλον αυτού του σημαντικού τομέα μεταφορών αναμένεται καλύτερο.

### **Η Διεθνής Ευρωπαϊκή Σύμβαση για τις Σιδηροδρομικές Μεταφορές (CIM)**

Η σύμβαση για τη σιδηροδρομική μεταφορά εμπορευμάτων - CIM υπογράφηκε στη Βέρνη το 1890 και είναι η παλαιότερη όλων των διεθνών συμβάσεων για τις μεταφορές. Η CIM ορίζει τους ενιαίους κανόνες της διεθνούς σιδηροδρομικής μεταφοράς. Περιλαμβάνει τη μεταφορά επικίνδυνων εμπορευμάτων, την κίνηση των ιδιωτικών βαγονιών, τη διακίνηση των εμπορευματοκιβωτίων (Δασκάλου, 1995). Αργότερα τροποποιήθηκε στην COTIF, η

οποία τέθηκε σε ισχύ την 01.05.1985. Η COTIF επικυρώθηκε με το νόμο 1593/1986. Σε ισχύ βρίσκονται επίσης και οι Ν. 3891/2010, Π.Δ. 125/2010, Π.Δ. 120/2010.

## 2. Σιδηροδρομικό δίκτυο

Η σιδηροδρομική υποδομή έχει βέλτιστη διάρκεια ζωής πενήντα χρόνια και η κατασκευή της απαιτεί υψηλό κόστος ενώ οποιαδήποτε εκ των υστέρων επέμβαση στα χαρακτηριστικά της είναι ιδιαίτερα δύσκολη και αντικοινωνική (Σαμπράκος, 2008). Για το λόγο αυτό το σιδηροδρομικό δίκτυο πρέπει να συντηρείται τακτικά διαφορετικά καθίσταται αναγκαία η επιβολή περιορισμών ταχύτητας. Σε χώρες με ανεπαρκείς σιδηροδρομικές υποδομές, τα τρένα κινούνται με πολύ χαμηλές ταχύτητες. Στην Πολωνία, παραδείγματος χάριν, που οι επιδόσεις των σιδηροδρομικών εμπορευματικών μεταφορών πάσχουν λόγω της κακής κατάστασης του σιδηροδρομικού δικτύου, η μέση ταχύτητα των εμπορευματικών αμαξοστοιχιών δεν ξεπερνά τα 23 χλμ./ώρα, την στιγμή που σε άλλα μέρη όπως στον διάδρομο Ρήνου – Άλπειων, η ταχύτητα φτάνει τα 50 χλμ/ώρα (Ειδική Έκθεση Ευρωπαϊκού Συνεδρίου, 2016).

Τα σιδηροδρομικά δίκτυα της Ευρώπης παρουσιάζουν μεγάλες αντιθέσεις τόσο από πλευράς υποδομής όσο και από πλευράς λειτουργίας, πέντε χώρες αντιπροσωπεύουν περίπου το 60% του συνολικού σιδηροδρομικού δικτύου της ΕΕ, με τη Γερμανία (38.416 χλμ.) και τη Γαλλία (27.594 χλμ.) να διαθέτουν τα μεγαλύτερα σιδηροδρομικά δίκτυα. Επιπλέον, υπάρχουν σημαντικές διαφορές στο επίπεδο ηλεκτροκίνησης των σιδηροδρόμων εντός της ΕΕ ορισμένες χώρες, όπως το Βέλγιο και το Λουξεμβούργο, έχουν ποσοστά ηλεκτροκίνησης άνω του 85%, ενώ άλλες, όπως η Ελλάδα, η Ιρλανδία και η Λιθουανία, έχουν ποσοστά ηλεκτροκίνησης κάτω του 10%.

Σημαντικό έργο στην ιστορία των σιδηροδρόμων είναι ο διηπειρωτικός σιδηρόδρομος, ο οποίος συνέδεσε το δυτικό και το ανατολικό τμήμα της βορειοαμερικανικής ηπείρου και κατ' επέκταση τον Ειρηνικό και τον Ατλαντικό ωκεανό. Η σύνδεση αυτή μείωσε τον χρόνο ταξιδιού από αρκετούς μήνες σε λιγότερο από μία εβδομάδα. Αξίζει να σημειωθεί ότι το κόστος για τη διάσχιση των ΗΠΑ πριν από την κατασκευή του σιδηροδρόμου υπολογιζόταν σε 1.000 δολάρια. Μετά την ολοκλήρωση του έργου, το κόστος έπεσε στα 150 δολάρια. Έτσι, συνδέοντας τις δύο ακτές, έγινε πιο εύκολη από ποτέ η εξαγωγή δυτικών πρώτων υλών στις αγορές της Ανατολής. Ο Υπερσιβηρικός Σιδηρόδρομος, ο μακρύτερος σιδηρόδρομος στον κόσμο, έχει μήκος πάνω από 9.000 χιλιόμετρα και συνδέει τη Ρωσία με τη Μογγολία, την Κίνα και τη Θάλασσα της Ιαπωνίας. Χάρη σε αυτόν τον σιδηρόδρομο, ο χρόνος ταξιδιού έχει μειωθεί από αρκετούς μήνες σε μόλις οκτώ ημέρες.

### 3. Οδικές Μεταφορές

Η οδική μεταφορά διακρίνεται για την ευελιξία της. Επιλέγεται ελεύθερα η αφετηρία, το δρομολόγιο και ο προορισμός και μπορεί να εκτελούνται ενδιάμεσες στάσεις. Επίσης, είναι το μόνο μέσο που επιτρέπει τη μεταφορά εμπορευμάτων απευθείας από τον τόπο παραγωγής στον τόπο κατανάλωσης (από πόρτα σε πόρτα). Στις συνδυασμένες μεταφορές αποτελεί συνδυαστικό μέσο, κυρίως στην αρχή και στο τέλος της διαδρομής, συμπληρώνοντας τα σιδηροδρομικά και τα θαλάσσια μέσα μεταφοράς (Σαμπράκος, 2008).

Στην Ευρώπη το 75,3% όλων των αγαθών μεταφέρονται οδικώς (Eurostat, 2023). Οι οδικές μεταφορές αποτελούν ενδεδειγμένο τρόπο μεταφοράς εμπορευμάτων σε μικρές και σε μεσαίες αποστάσεις. Σε πολύ μεγάλες αποστάσεις αποφεύγονται, πρώτον επειδή το κόστος είναι υψηλό, δεύτερον λόγω της ταχύτητας τους η οποία στην περίπτωση αυτή παύει να τα καθιστά ανταγωνιστικά μέσα μεταφοράς. Οι οδικές μεταφορές πραγματοποιούνται είτε με φορτηγά πλήρες φορτίου (Full Truck load-FTL) είτε με φορτηγά μη πλήρες φορτίου (Less Than Truck load-LTL). Οι μεταφορές με FTL χρησιμοποιούν ολόκληρη τη χωρητικότητα του φορτηγού και μεταφέρουν μεγάλους όγκους. Χρεώνουν ολόκληρο το φορτηγό, ανεξάρτητα από την ποσότητα που μεταφέρεται και είναι κατάλληλες για μεταφορές μεταξύ των εγκαταστάσεων της παραγωγής και των αποθηκών ή μεταξύ προμηθευτών και παραγωγού. Από την άλλη, οι LTL λειτουργίες χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά μικρών παρτίδων και περιλαμβάνουν συνήθως φορτία που προέρχονται από διαφορετικούς πελάτες. Η μεταφορά με LTL είναι κατάλληλη για εμπορεύματα που δεν μπορούν να ταχυδρομηθούν με τη μορφή μικρών δεμάτων και ταυτόχρονα καλύπτουν λιγότερη από τη μισή χωρητικότητα των φορτηγών. Στην περίπτωση αυτή, η χρέωση γίνεται με βάση την ποσότητα που φορτώνεται και την απόσταση που διανύεται (Σαράντη, 2017).

Στις περισσότερες χώρες, τα φορτηγά έχουν συγκεκριμένους περιορισμούς βάρους και μήκους που επιβάλλονται για λόγους ασφαλείας. Στις ΗΠΑ το μέγιστο συνολικό βάρος των οχημάτων είναι 36 μετρικοί τόνοι, ενώ στην Ευρώπη και την Κίνα είναι 40 (88.000 λίβρες) και 49 (100.000 λίβρες) μετρικούς τόνους αντίστοιχα. Τα συνήθη οχήματα οδικής μεταφοράς κατατάσσονται στις τρεις ακόλουθες ομάδες:

- Τα απλά φορτηγά, μέγιστου μήκους 12 μέτρων.
- Τα αρθρωτά φορτηγά (ελκυστήρας + ρυμουλκούμενο), με μέγιστο μήκος 16,5 μέτρα.

- Τα διπλά φορτηγά ή συρμός (αρθρωτό φορτηγό και ρυμουλκούμενο) μέγιστου μήκους 18,75 μέτρων.

Με την επιλογή της οδικής μεταφοράς παρέχεται πολύ γρήγορη εξυπηρέτηση. Για πλήρη φορτία ενός είδους με μεμονωμένα σημεία προέλευσης και προορισμού, μπορεί να είναι πολύ ανταγωνιστικά από άποψη κόστους. Υπάρχει πολύ μειωμένη για διπλή διαχείριση και μεταφορά εμπορευμάτων και συσκευασιών ενώ για τις άμεσες παραδόσεις με πλήρης φορτίο η ανάγκη αυτή εξαλείφεται πλήρως. Έτσι εξοικονομείται χρόνος και ελαχιστοποιείται η πιθανότητα ζημίας. Το κόστος συσκευασίας μπορεί να περιοριστεί στο ελάχιστο διότι τα φορτία είναι λιγότερο ευαίσθητα σε ακραίες «διαταραχές» μεταφοράς. Το σύστημα μπορεί να παρέχει τακτικές προγραμματισμένες υπηρεσίες λόγω της ευελιξίας προγραμματισμού των οδικών οχημάτων.

### **Νομικό Πλαίσιο**

Οι διεθνείς οδικές εμπορευματικές μεταφορές διενεργούνται:

#### **Εντός Ε.Ε.:**

- a. Ισχύει ο κανονισμός 1072/2009, ο οποίος ρυθμίζει τις διεθνείς μεταφορές που διενεργούνται στο έδαφος της Ε.Ε. Οι προϋποθέσεις για την διενέργεια των μεταφορών βάσει του νόμου είναι οι παρακάτω:
- b. Τα οχήματα θα πρέπει να είναι ταξινομημένα σε κράτος-μέλος της Ε.Ε.
- c. Τα οχήματα θα πρέπει να διαθέτουν κοινοτική άδεια
- d. Ο τόπος φόρτωσης και εκφόρτωσης θα πρέπει να είναι σε έδαφος της Ε.Ε.

#### **Εκτός Ε.Ε.:**

a. Με διμερείς συμφωνίες με τρίτες χώρες. Οι μεταφορές αυτές διενεργούνται με έντυπο άδειας διέλευσης (ατελής άδεια ή με καταβολή τελών). Η άδεια διέλευσης είναι προσωπική, δεν μεταβιβάζεται σε τρίτους και ισχύει για ένα πλήρες ταξίδι μετ' επιστροφής δηλαδή η χρονική διάρκεια ισχύος της άδειας θα είναι τόση όση χρειάζεται για την πραγματοποίηση μιας μεταφοράς. Στην Ελλάδα, για να διενεργήσει ένας μεταφορέας μια διεθνή εμπορευματική μεταφορά σε μια άλλη χώρα, εφοδιάζεται με την σχετική άδεια από τα τελωνεία εξόδου της χώρας μας. Σημειώνεται ότι οι συμφωνίες αυτές ρυθμίζουν την διμερή, τράνζιτ και τριγωνική μεταφορά. Διμερής μεταφορά από και προς τρίτη χώρα κατά την οποία ένα φορτηγό παραλαμβάνει φορτίο από ένα σημείο της χώρας ταξινόμησής του με

προορισμό μια άλλη χώρα με την οποία υπάρχει σχετική συμφωνία διεθνών οδικών εμπορευματικών μεταφορών και το αντίστροφο. Τράνζιτ μεταφορά από τρίτες χώρες, κατά την οποία φορτωμένο ή μη όχημα διέρχεται από μία ή περισσότερες χώρες, μέχρι να φθάσει στον προορισμό του. Αυτή η μεταφορά απαιτεί άδεια τράνζιτ για τη διέλευση μέσω της χώρας. Τριγωνική μεταφορά από τρίτες χώρες που πραγματοποιείται μεταξύ δύο χωρών αλλά από φορτηγό που είναι καταγεγραμμένο σε τρίτη χώρα. Η μεταφορά μπορεί να διενεργηθεί είτε με τη χρήση άδειας τρίτων χωρών ή με άδεια από την Ευρωπαϊκή Διάσκεψη Υπουργών Μεταφορών (ΕΔΥΜ), με την προϋπόθεση ότι και οι τρεις χώρες (χώρα φόρτωσης, χώρα προορισμού και χώρα ταξινόμησης του οχήματος) είναι κράτη-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης

#### b. Με άδεια από την Ευρωπαϊκή Διάσκεψη Υπουργών Μεταφορών (ΕΔΥΜ)

Η Ευρωπαϊκή Διάσκεψη Υπουργών Μεταφορών διανέμει τις άδειες ΕΔΥΜ στα κράτη μέλη που συμμετέχουν στην συμφωνία, προκειμένου να τις χορηγήσουν στους μεταφορείς τους. Οι άδειες δεν παρέχουν δικαίωμα για τη διενέργεια οδικών εμπορευματικών μεταφορών στις οποίες τα σημεία φόρτωσης και εκφόρτωσης βρίσκονται μέσα στο ίδιο κράτος-μέλος και είναι προσωπικές (εκδίδονται στο όνομα του δικαιούχου μεταφορέα), αμεταβίβαστες και μπορούν να χρησιμοποιηθούν από όλα τα οχήματα της μεταφορικής επιχείρησης με διαδοχικό τρόπο.

Τα έγγραφα που πρέπει να βρίσκονται σε ένα φορτηγό όχημα κατά την εμπορευματική μεταφορά είναι τα εξής:

- Πιστοποιητικό ADR για το όχημα στην περίπτωση μεταφοράς επικίνδυνων εμπορευμάτων. Η ADR (Accord europeen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route) είναι η «Ευρωπαϊκή Συμφωνία για τη Διεθνή Οδική Μεταφορά Επικίνδυνων Εμπορευμάτων». Υπογράφηκε στις 30.11.1957 στη Γενεύη και αφορά την ασφαλή διεθνή οδική μεταφορά επικίνδυνων εμπορευμάτων στον ευρωπαϊκό χώρο. Επικίνδυνα εμπορεύματα θεωρούνται τα εμπορεύματα, τα οποία είναι επικίνδυνα για την υγεία και την ασφάλεια του κοινού και του περιβάλλοντος. Η πλειονότητα αυτών των εμπορευμάτων είναι χημικά. Η συμφωνία ADR έχει υιοθετηθεί από 48 κράτη και ανανεώνεται ανά 2 χρόνια. Κάθε όχημα που μεταφέρει επικίνδυνα εμπορεύματα πρέπει να φέρει σήμανση με πινακίδα χρώματος πορτοκαλί και τυχόν ετικέτες επικινδυνότητας στις συσκευασίες που περιέχουν επικίνδυνα εμπορεύματα. Πιστοποιητικό ATP για το όχημα στην περίπτωση διεθνούς μεταφοράς ευπαθών τροφίμων. Η ATP (Agreement on the International Carriage of Perishable Foodstuffs and on the Special Equipment to be Used for

such Carriage) είναι η «Συμφωνία για τις διεθνείς μεταφορές ευπαθών τροφίμων και ο ειδικός εξοπλισμός που χρησιμοποιείται γι' αυτές τις μεταφορές». Υπογράφηκε στις 01.09.1970 με συμβαλλόμενα μέρη 50 χώρες και εφαρμόζεται στα φορτηγά – ψυγεία και τα βυτιοφόρα υγρών τροφίμων, που διενεργούν διεθνείς μεταφορές ευπαθών τροφίμων, εφόσον η εκφόρτωση των τροφίμων βρίσκεται σε τόπο του συμβαλλόμενου μέρους της συμφωνίας. Ως ευπαθή τρόφιμα νοούνται τα βαθιάς κατάψυξης και κατεψυγμένα τρόφιμα, καθώς και τα διατηρημένα σε απλή ψύξη τρόφιμα. Η πιστοποίηση συνίσταται στη χορήγηση πιστοποιητικού ATP και πινακίδας πιστοποίησης ATP, η οποία πρέπει να είναι μόνιμα τοποθετημένη στον εξοπλισμό σε καθαρά ορατή θέση.

- Άλλα έγγραφα που απαιτούνται για τις διεθνείς μεταφορές (κοινοτική άδεια, άδεια ΕΔΥΜ, CMR ) Η σύμβαση οδικής μεταφοράς – CMR (Convention relative au contrat de transport in international de Merchandises par Route) τέθηκε σε ισχύ από 2.7.1961 και αποτελεί το βασικότερο έγγραφο μεταφοράς που περιέχει όλες τις σχετικές με το φορτίο πληροφορίες μαζί με τα στοιχεία του οχήματος και του μεταφορέα. Εφαρμόζεται σε οδική μεταφορά κατά την οποία ο τόπος παραλαβής και ο τόπος παράδοσης βρίσκεται σε δύο διαφορετικές χώρες όπου τουλάχιστον η μία είναι συμβαλλόμενο μέλος της σύμβασης. Ωστόσο, η σύμβαση δεν καλύπτει τις διεθνείς μεταφορές αγαθών από τις χώρες της Αφρικής, της Ασίας και της Λατινικής Αμερικής. Χάρη στη συνθήκη αυτή, λειτουργεί ενιαία νομοθεσία η οποία ρυθμίζει τις υποχρεώσεις και τις πιθανές ευθύνες του μεταφορέα σε περίπτωση απώλειας ή ζημίας των εμπορευμάτων που πρόκειται να μεταφερθούν (Γιωγγαράς, 1998). Ο μεταφορέας ευθύνεται για τις απώλειες και καθυστερήσεις αλλά απαλλάσσεται των ευθυνών για λόγους ανωτέρας βίας (ακραία καιρικά φαινόμενα, ζημιές μηχανημάτων, καλωδιώσεων, ζημιές από ζώα), ή όταν πρόκειται για κάποιο ιδιαίτερο ελάττωμα του προϊόντος (ακατάλληλη συσκευασία). Η σύμβαση έχει πλήρη ισχύ και στις συνδυασμένες μεταφορές, για όσο χρονικό διάστημα τα εμπορεύματα δεν εκφορτώνονται από το φορτηγό και συνεχίζουν το ταξίδι με θαλάσσιο μέσο ή με άλλους τρόπους μεταφοράς.

## **Οδικά Δίκτυα**

Αρχικά, η κατασκευή των οδών αναπτύχθηκε για να υποστηρίξει μη μηχανοκίνητες μορφές μεταφοράς (περπάτημα, μεταφορά ανθρώπων και αγαθών με άμαξα, διακίνηση ταχυδρομείου). Η οδοποιία σημείωσε σημαντική πρόοδο, το 1819 όταν ο Mac Adam εισήγαγε την κατασκευή οδοστρωμάτων με σκυρόστρωση και ακολούθως με την εφεύρεση του ατμοκίνητου οδοστρωτήρα από τον Γάλλο Λεμουάν (Μαλινδρέτος, 2015). Η οδική

ανάπτυξη επιταχύνθηκε τη δεκαετία του 1920, με την κατασκευή του πρώτου διηπειρωτικού αυτοκινητόδρομου, Λίνκολν, ο οποίος διέσχισε 5.300 χλμ. μεταξύ Νέας Υόρκης και Σαν Φρανσίσκο. Οι Γερμανοί ήταν ωστόσο οι πρώτοι που δημιούργησαν τη σύγχρονη εθνική οδό (Autobahn) το 1932 με προδιαγραφές όπως οι διαβάσεις και ο διαχωρισμός των δρόμων που τελικά θα γίνονταν κοινά χαρακτηριστικά των αυτοκινητοδρόμων (Rodrigue, 2013)

Τα τελευταία χρόνια όλες οι οικονομικά ανεπτυγμένες χώρες του κόσμου διαθέτουν μεγάλης πυκνότητας και υψηλής ποιότητας οδικά δίκτυα, τα οποία περιλαμβάνουν σύγχρονους αυτοκινητόδρομους (άρτια υποδομή υποστήριξης, οδοστρώματα παντός καιρού και αντοχής, υψηλή ασφάλεια κ.λπ.) (Μαλινδρέτος, 2015). Το μεγαλύτερο οδικό δίκτυο του κόσμου είναι το Παναμερικανικό (Panamerican Highway) με μήκος περίπου 30.000 χλμ, το οποίο αρχίζει από την Αλάσκα, διατρέχει την ακτή του Ειρηνικού από τη Βόρεια – Κεντρική και Νότια Αμερική έως τη Νότια Χιλή. Από το δίκτυο αυτό διακλαδίζονται στη Βόρεια Αμερική πολλοί και μεγάλοι αυτοκινητόδρομοι. Στην Ευρώπη υπάρχουν δύο κύρια διεθνή οδικά δίκτυα: Το Ευρωπαϊκό Δίκτυο Οδών (E-Roads Net-Work) και το Διευρωπαϊκό Δίκτυο Μεταφορών (ΔΕΔ-Μ). Περίπου το 70% των E-roads και ΔΕΔ-Μ δικτύων είναι κοινό. Το Ευρωπαϊκό δίκτυο οδών είναι ένα υψηλών προδιαγραφών οδικό δίκτυο, το οποίο αποτελείται από κύριες αρτηρίες χαρακτηριζόμενες με το γράμμα E και μια αρίθμηση που αναγράφεται στις σχετικές οδικές πινακίδες. Σε αυτό ανήκει για παράδειγμα, η Εθνική οδός Αθηνών–Θεσσαλονίκης με αριθμό E92 (Μαλινδρέτος, 2015).

Το Ευρωπαϊκό δίκτυο οδών, μήκους 150.000 χλμ, περιλαμβάνει όλο σχεδόν το οδικό δίκτυο της Ευρώπης (εκτός του Ην. Βασιλείου και Ιρλανδίας), το νοτιοδυτικό μέρος της Ρωσίας, μέρος της Τουρκίας ενώ εκτείνεται έως τα σύνορα της Κίνας. Διέπεται ακόμη από την «Ευρωπαϊκή Συμφωνία για τις Κύριες Διεθνείς Κυκλοφοριακές Αρτηρίες» (European Agreement on Main International Traffic Arteries), την οποία θεμελίωσε το 1975 η UNECE. Η συμφωνία αυτή θέτει τα πρότυπα σχετικά με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά (το πλάτος των λωρίδων, τις διασταυρώσεις ) τα οποία οι ERoads πρέπει να τηρούν όπου είναι εφικτό. Αν και οι βασικές αρχές είναι οι ίδιες ως αποτέλεσμα της διεθνούς συνεργασίας κάθε χώρα έχει διαφορετικά ορισμένα χαρακτηριστικά όσον αφορά όπως τα όρια ταχύτητας, τον όγκο κυκλοφορίας.

Στη Λευκή Βίβλο για την πολιτική μεταφορών, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή αναφέρει: «Μακροπρόθεσμα, απαιτείται ένα κοινό σύστημα για τον εντοπισμό τμημάτων του διευρωπαϊκού οδικού δικτύου προκειμένου να καταστούν τα πράγματα σαφέστερα και να διασφαλιστεί η συνεχής ποιότητα του δικτύου για τους χρήστες (Λευκή Βίβλος, 2001). Καθώς σχεδόν το 75% των εγχώριων εμπορευματικών μεταφορών μεταξύ των κρατών-

μελών πραγματοποιείται οδικώς, οι κοινοί κανόνες διευκολύνουν τους οδηγούς των φορτηγών στον σχεδιασμό των ευρωπαϊκών δρομολογίων τους όπως και τις αρμόδιες αρχές στον έλεγχο της τήρησης των προβλεπόμενων χρόνων οδήγησης (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2014). Μπορούν έτσι να προκύψουν τα παρακάτω:

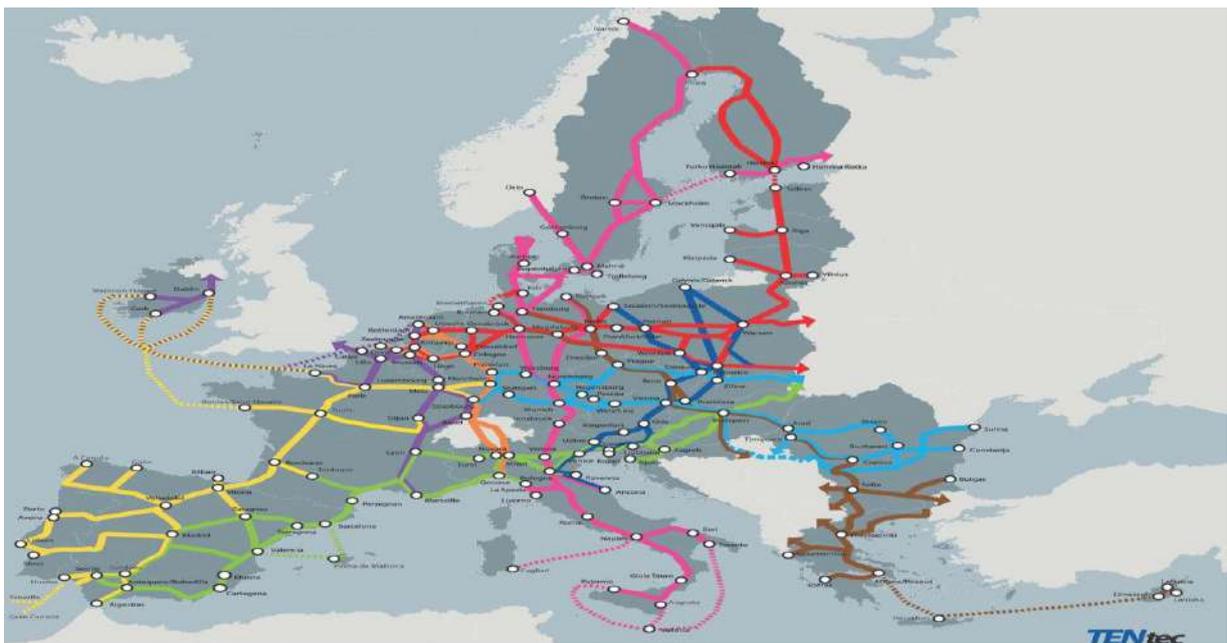
α) Ομοιόμορφη οδική σήμανση και αρίθμηση σε ολόκληρη την Ευρώπη, η οποία συμβάλλει στην ενημέρωση και στην καθοδήγηση της κυκλοφορίας, ενώ απλοποιείται και ο προσανατολισμός (μέσω της αρίθμησης των πινακίδων E-οδών).

β) Κίνητρο για τις κυβερνήσεις να λαμβάνουν τα κατάλληλα μέτρα σε αυτές τις διαδρομές με διάφορους τρόπους (συντήρηση, οδική εξυπηρέτηση, έξυπνα συστήματα, πρότυπα οδών). Επίσης, οι κυβερνήσεις γειτονικών κρατών ωθούνται να υιοθετήσουν ομοιόμορφες αρχές σε κοινές διασυνοριακές διαδρομές.

γ) Διευκόλυνση των εντολών στις διαδρομές αυτές όπως παράκαμψη, σήραγγες, χώροι ανάπαυσης, αστυνομικός έλεγχος.

δ) Λήψη στατιστικών στοιχείων για τους ευρωπαϊκούς δρόμους ανά διαδρομή και ανά χώρα σε ετήσια βάση ή σχετικά με:

- τη χρήση δεικτών απόδοσης και εφαρμογή κοινού συστήματος αναφοράς τοποθεσίας
- την παρακολούθηση και τη συγκριτική αξιολόγηση
- την ιεράρχηση προτεραιοτήτων για περαιτέρω επενδύσεις σε υποδομές



[https://www.cedr.eu/download/Publications/2009/e\\_Future\\_road\\_networks\\_FERN.pdf](https://www.cedr.eu/download/Publications/2009/e_Future_road_networks_FERN.pdf)

#### 4. Αεροπορικές Μεταφορές

Η πρώτη διεθνής αερομεταφορά πραγματοποιήθηκε το 1918, όταν ένας τολμηρός Γάλλος βιομήχανος ξεκίνησε την πρώτη υπηρεσία αεροπορικής αποστολής μεταφέροντας μια επιστολή από την νοτιοδυτική γαλλική πόλη Τουλούζ στη Βαρκελώνη στην Ισπανία. Το ταξίδι διήρκησε δύο ώρες και 20 λεπτά. Πέντε χρόνια αργότερα είχαν ήδη μεταφερθεί τρία εκατομμύρια επιστολές. Η ανάπτυξη και η εξάπλωση των αερομεταφορών πραγματοποιήθηκε ουσιαστικά, μετά τον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο, με την τεχνολογική πρόοδο που σημειώθηκε στον σχεδιασμό των αεροσκαφών και τη μεγαλύτερη κατασκευαστική εξειδίκευση. Στο τέλος της δεκαετίας του 1950, εμφανίστηκαν για πρώτη φορά οι εμπορικές υπηρεσίες από αεριωθούμενα αεροσκάφη τα οποία διακρίνονταν από αυξημένη εμβέλεια και υψηλότερες ταχύτητες. Μέχρι τότε χρησιμοποιούνταν μόνο αεροπλάνα με έλικες.

Έως τα μέσα της δεκαετίας 1960, η εμπορευματική αερομεταφορά αποτελούσε «παραπροϊόν» των επιβατικών αερομεταφορών (Σαμπράκος, 2008). Από τότε μέχρι σήμερα ο όγκος των μεταφερόμενων εμπορευμάτων με αεροπλάνα ακολουθεί ανοδική τάση. Στην Ευρώπη, οι αερομεταφορές έχουν ετήσιο ρυθμό ανάπτυξης 3,8% ενώ αποτελούν το 30% των εξαγωγών και το 21% των εισαγωγών της (Eurostat, 2019). Η αεροπορική μεταφορά εμπορευμάτων υπερέρχει σε στη σύγκριση με άλλους τρόπους μεταφοράς όσο αφορά στην ταχύτητα στις μεγάλες διεθνείς μετακινήσεις. Αυτό συμβαίνει επειδή επιδεικνύει πολύ γρήγορους χρόνους έλευσης από αεροδρόμιο σε αεροδρόμιο στις μεγάλες αποστάσεις. Παρόλα αυτά ο παράγοντας ταχύτητα μπορεί να μειωθεί επειδή μπορεί να χαθεί χρόνος λόγω συμφόρησης και χειρισμού αερολιμένων, γραφειοκρατίας και τελωνειακών καθυστερήσεων.

Ένα ιδιαίτερο πλεονέκτημα των αεροπορικών μεταφορών εμπορευμάτων είναι γνωστό ως «οικονομία χρόνου παράδοσης». Η δυνατότητα να μεταφέρονται αγαθά πολύ γρήγορα σε μεγάλες αποστάσεις σημαίνει ότι δεν είναι απαραίτητο να διατηρούνται τα αποθέματα των μεταφερομένων ειδών στις εν λόγω χώρες. Ο σύντομος χρόνος παράδοσης μεταξύ της παραγγελίας και της παραλαβής των αγαθών και η επακολούθηση εξοικονόμηση του κόστους διατήρησης αποθέματος αποδίδουν σε αυτό το όφελος της «οικονομία χρόνου παράδοσης». Η αεροπορική μεταφορά προϊόντων επιτρέπει μεγάλη ευελιξία αγοράς διότι κάθε χώρα και αγορά μπορεί να προσεγγιστεί πολύ γρήγορα και εύκολα. Αυτό είναι επωφελές για μια εταιρεία που επιθυμεί είτε να δοκιμάσει ένα προϊόν σε μια συγκεκριμένη

περιοχή είτε να το λανσάρει. Η κίνηση αγαθών μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική μείωση των απαιτήσεων συσκευασίας.

Κατά γενικό κανόνα, ο τρόπος αεροπορικής μεταφοράς δεν έρχεται αντιμέτωπος με σοβαρά φυσικά φαινόμενα και έτσι ο αποστολέας εμπορευμάτων δεν είναι επιρρεπείς σε ζημιές και θραύσεις. Επίσης είναι πολύ συμφέρουσες στη μεταφορά των εμπορεύματα με υψηλή αναλογία αξία προς βάρος, τα αλλοιώσιμα αγαθά, τα ειδή μόδας, οι προμήθειες εκτατής ανάγκης και τέλος τα ανταλλακτικά μέρη. Το μεγαλύτερο μειονέκτημα είναι ότι είναι δαπανηρό μέσο μεταφοράς και έχουν υποστεί πλήγμα έως κάποιο βαθμό λόγω ανησυχιών γύρω από την ασφάλεια. Οι τύποι αεροπλάνων που συμμετέχουν στις διεθνείς εμπορευματικές μεταφορές είναι τρεις:

- Μικτά αεροπλάνα (Combi Carriers) που μεταφέρουν συγχρόνως επιβάτες και αγαθά. Τα εμπορεύματα τοποθετούνται σε παλέτες ή εμπορευματοκιβώτια μέσα σε ειδικά διαμορφωμένο θάλαμο. Αυτά τα αεροπλάνα δεν είναι κατάλληλα για επικίνδυνα προϊόντα και μπορεί να προκαλέσουν καθυστερήσεις, επειδή η αποστολή έχει γενική θέση προτεραιότητας. Σημειώνεται επίσης, ότι οι αεροπορικές εταιρείες χαμηλού κόστους αποκλείονται συνήθως από τις υπηρεσίες μεταφοράς φορτίου.
- Αεροπλάνα που μεταφέρουν μόνο εμπορεύματα (All-Cargo Carriers). Τα φορτία έχουν λιγότερους περιορισμούς βάρους και διαστάσεων καθώς τα αεροσκάφη διαθέτουν μεγάλο χώρο για μεγαλύτερα, βαρύτερα αντικείμενα.
- Ολοκληρωμένες ταχείες μεταφορές (Integrated Express Carriers) που προσφέρουν ολοκληρωμένες υπηρεσίες μεταφοράς ( κυρίως door-t-door).

## **Νομικό Πλαίσιο**

Το κανονιστικό πλαίσιο των διεθνών αερομεταφορών διέπεται από τη συνθήκη του Σικάγου το 1944. Η συνθήκη αυτή καθόρισε αφενός το νομικό καθεστώς σε ότι αφορά τις πτήσεις αεροσκαφών και αφετέρου τις διμερείς συμφωνίες μεταξύ των κρατών. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, το 1987 έγιναν οι πρώτες κινήσεις υιοθέτησης μιας Ενιαίας Κοινοτικής Πολιτικής στον τομέα των αερομεταφορών. Με τις παραπάνω πρακτικές οι αεροπορικές εταιρείες απέκτησαν την ελευθερία να ορίζουν τα πλαίσια λειτουργίας της αγοράς.

## Η Αεροπορική Φορτωτική (Airway Bill –AWB)

Η σύμβαση αεροπορικών μεταφορών υπογράφεται μεταξύ του μεταφορέα (αεροπορική εταιρεία) και του φορτωτή. Περιλαμβάνει το έγγραφο εναέριας μεταφοράς AWB, το οποίο εκδίδεται από την αεροπορική εταιρεία ή από τον φορτωτή και δηλώνει ότι τα εμπορεύματα έχουν γίνει αποδεκτά για αεροπορική μεταφορά από αυτόν. Αποτελεί απόδειξη παραλαβής των εμπορευμάτων προς φόρτωση. Σε αντίθεση με τη θαλάσσια φορτωτική, το έγγραφο αεροπορικής μεταφοράς είναι μη διαπραγματεύσιμο. Συνεπώς, δεν απαιτείται η κατοχή του από τον παραλήπτη για να του παραδοθούν τα εμπορεύματα.

## Αεροπορικά Δίκτυα

Η βασική υποδομή που χρησιμοποιεί το αεροπλάνο, αποτελείται από τη χερσαία υποδομή (το αεροδρόμιο) και από τη φυσική οδό δηλαδή τον εναέριο χώρο. Ο εναέριος χώρος δίνει θεωρητικά μεγάλη ελευθερία στην επιλογή διαδρομής είναι όμως στην πραγματικότητα πολύ πιο περιορισμένος. Εν μέρει αυτό οφείλεται στις φυσικές συνθήκες τις οποίες τα αεροσκάφη επιδιώκουν να εκμεταλλευτούν ή να αποφύγουν όπως τους ανώτερους ατμοσφαιρικούς ανέμους και κυρίως τα ρεύματα αέρα (jet stream). Για τον σκοπό αυτό έχουν δημιουργηθεί ειδικές διαδρομές για τη διευκόλυνση της ασφάλειας και της πλοήγησης, ώστε αφενός να αποφεύγονται οι αναταράξεις και αφετέρου να μπορούν τα αεροσκάφη να αυξάνουν την ταχύτητα τους καταναλώνοντας όσο γίνεται λιγότερα καύσιμα (Rodrigue, 2013).

Η χερσαία υποδομή του αεροδρομίου χρησιμοποιείται πολλές φορές ως συνώνυμο του όρου αερολιμένας (airlines). Ο αερολιμένας είναι ευρύτερος όρος και περιλαμβάνει το σύνολο των εγκαταστάσεων που εξυπηρετούν τις αεροπορικές μεταφορές ατόμων και εμπορευμάτων. Αντίθετα, το αεροδρόμιο αναφέρεται στις εγκαταστάσεις που εξυπηρετούν την προσγείωση και απογείωση αεροσκαφών, όχι όμως απαραίτητα και στη διακίνηση επιβατών και εμπορευμάτων (Μαλινδρέτος, 2015). Ιστορικά, οι πρώτοι ειδικοί διάδρομοι προσγείωσης άρχισαν να κατασκευάζονται προς το τέλος του Α' Παγκοσμίου Πολέμου. Το μικρό βάρος των πρώτων αεροσκαφών τα έκανε να επηρεάζονται κατά την απογείωση και την προσγείωση από τους ισχυρούς ανέμους. Για τον λόγο αυτό, υπήρχε ένας διαφορετικός διάδρομος για κάθε διεύθυνση του αέρα, ώστε ο πιλότος να έχει τη δυνατότητα να επιλέξει εκείνον με τον ασθενέστερο άνεμο. Η ευαισθησία των αεροσκαφών στους πλάγιους ανέμους άρχισε να εξαφανίζεται, καθώς αυτά γίνονταν ταχύτερα και βαρύτερα, με αποτέλεσμα να μειώνεται ο αριθμός των διαδρόμων, αλλά να αυξάνεται το μήκος τους. Σήμερα, ένα

αεροπλάνο χρειάζεται περίπου 3,3 χλμ. μήκος διαδρόμου για την απογείωση και την προσγείωσή του (Rodrigue, 2013).

Εκτός από τους διαδρόμους, οι υποδομές του συστήματος των εναέριων μεταφορών περιλαμβάνουν τους τερματικούς χώρους (terminals), καθώς και τις εγκαταστάσεις ελέγχου εναέριας κυκλοφορίας, οι οποίες βρίσκονται στον περιβάλλοντα χώρο του αεροδρομίου. Ο έλεγχος εναέριας κυκλοφορίας παρέχει καθοδήγηση στα αεροσκάφη κατά την διάρκεια της πτήσης και κατά τη διάρκεια της προσγείωσης. Αντίστοιχα, οι τερματικοί χώροι αποτελούν τον χώρο όπου γίνεται η φόρτωση-εκφόρτωση των εμπορευμάτων (Teodorovic & Janic, 2017).

## 5. Αγωγοί (pipelines)

Οι αγωγοί μεταφέρουν περιορισμένη γκάμα προϊόντων, όπως φυσικό αέριο, αργό πετρέλαιο, πετρελαϊκά προϊόντα, νερό, χημικά και άλλα προϊόντα σε υγρή κατάσταση. Το φυσικό αέριο και το αργό πετρέλαιο είναι τα βασικότερα προϊόντα που μεταφέρονται με αγωγούς. Οι αγωγοί προσφέρουν στον αποστολέα ένα τρομερά μεγάλο επίπεδο υπηρεσιών σε σχετικό χαμηλό κόστος. Οι αγωγοί μπορούν να παραδίδουν προϊόντα στον καλύτερο χρόνο εξαιτίας των ακόλουθων παραγόντων:

- Η ροή των προϊόντων μέσα στον αγωγό παρακολουθείται και ελέγχεται στον ηλεκτρονικό υπολογιστή.
- Είναι σπανιότατες οι απώλειες και οι καταστροφές στα προϊόντα με τη μεταφορά μέσω αγωγών.
- Οι κλιματολογικές συνθήκες δεν επηρεάζουν καθόλου την μετακίνηση των προϊόντων μέσω αγωγών.
- Οι αγωγοί δεν είναι εντάσεως εργασίας, έτσι οι απεργίες ή οι απουσίες των εργαζομένων δεν έχουν επιπτώσεις.

Ο τρόπος μεταφοράς υγρών φορτίων και αερίων εμφανίζεται στη χώρα μας μέσα από ιδιόκτητες εγκαταστάσεις εργοστασίων ή εταιριών διύλισης και εκμετάλλευσης προϊόντων τα οποία βρίσκονται σε υγρή μορφή. Η μεταφορά μέσω αγωγών, παρουσιάζει το μειονέκτημα ότι μπορεί να γίνει μόνο όπου υπάρχει εγκατεστημένο δίκτυο και κυρίως προς μια μόνο κατεύθυνση. Η αλλαγή κατεύθυνσης αν και είναι εφικτή σε θεωρητικό επίπεδο, στην πράξη απαιτεί την τροποποίηση του δικτύου των αντλιών γεγονός που την καθιστά δύσκολη. Επίσης, η μεταφορά των φορτίων μέσω των αγωγών, δεν απαιτεί συσκευασία των

προϊόντων, ούτε υπάρχει ανεκμετάλλευτος ή υποαπασχολούμενος εξοπλισμός. Υπάρχουν τέσσερα βασικά είδη αγωγών:

- Αγωγοί μεταφοράς ακατέργαστου πετρελαίου από τα σημεία εξόρυξης στα σημεία συγκέντρωσης.
- Αγωγοί που διανέμουν το ακατέργαστο προϊόν από τα σημεία συγκέντρωσης στα σημεία διύλισης.
- Αγωγοί μεταφοράς παράγωγων και έτοιμων προϊόντων πετρελαίου.
- Αγωγοί μεταφοράς προϊόντων ημιστερεάς μορφής.

Στην περίπτωση αυτή, τα προϊόντα αναμιγνύονται με την κατάλληλη ποσότητα νερού σε λασπώδη μορφή, μεταφέρονται μέσω των αγωγών με τη βοήθεια αντλιών και στο τέλος γίνεται διαχωρισμός και διαφορετική έκχυση των προϊόντων από το νερό με τη χρησιμοποίηση ειδικών φυγόκεντρων αντλιών. Τέτοια προϊόντα είναι ο ασβεστόλιθος, ο άνθρακας και το θειάφι. Τα πλεονεκτήματα κόστους και εξάρτησης που έχουν οι αγωγοί έναντι των άλλων τύπων μεταφοράς, έχουν οδηγήσει σε αύξηση του ενδιαφέροντος των προμηθευτών στην μεταφορά εμπορευμάτων μέσω αγωγών. Ειδικά, αν κάποιο προϊόν βρίσκεται σε αέρια ή υγρή κατάσταση, μπορεί να μεταφερθεί από αγωγούς. Ενώ το κόστος των άλλων τύπων μεταφοράς αυξάνεται, θα δοθεί παραπάνω βαρύτητα στους αγωγούς σαν μέσο μεταφοράς για τα μη παραδοσιακά προϊόντα. Συμπερασματικά, θα λέγαμε ότι όλοι οι τύποι μεταφοράς αποτελούν εναλλακτικές επιλογές για τον οποιονδήποτε. Κάθε τύπος μεταφοράς καταλαμβάνει ένα σημαντικό μερίδιο των ναύλων. Ο συγκεκριμένος τύπος που επιλέγει ένας αποστολέας εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του τύπου και τις ανάγκες της εταιρείας και των πελατών της. Μερικές φορές, ένας τύπος μεταφοράς, πρέπει να χρησιμοποιηθεί σε συνεργασία με κάποιον άλλο.

### **Συνδυασμένες μεταφορές (Intermodal Transportation)**

Περίπου το ήμισυ του παγκόσμιου εμπορίου πραγματοποιείται μεταξύ τοποθεσιών που απέχουν περισσότερο από 3.000 χλμ. Λόγω αυτής της απόστασης, οι περισσότερες διεθνείς μεταφορές εμπορευμάτων πραγματοποιούνται με έναν συνδυασμό διαφορετικών μέσων, αλλιώς είναι αδύνατον να υπάρξει φυσική συνέχεια στις ροές εμπορευμάτων (Rodrigue, 2013). Οι Συνδυασμένες Μεταφορές αναφέρονται στη χρήση δύο τουλάχιστον μεταφορικών μέσων, ώστε να επιτευχθεί το βέλτιστο αποτέλεσμα κατά τη μεταφορά εμπορευμάτων μέχρι τον τελικό τους προορισμό. Οι συνδυασμένες μεταφορές λειτουργούν συμπληρωματικά και δεν δεσμεύονται με συγκεκριμένα μέσα μεταφοράς, αντίθετα ο

σιδηρόδρομος, οι θαλάσσιες και οι οδικές μεταφορές καλούνται να συνδράμουν στη βελτιστοποίηση του συνολικού δικτύου. Εξαιτίας της διαφορετικής χωρητικότητας και αποτελεσματικότητας των μέσων, το σύστημα των συνδυασμένων μεταφορών παρέχει τα πλεονεκτήματα του κάθε μέσου μεταφοράς. Κατά τον Σαμπράκο (2008), οι συνδυασμένες μεταφορές είναι ο πιο αποτελεσματικός τρόπος μείωσης του κόστους μεταφοράς.

Το ρυμουλκούμενο φορτίο και εμπορευματοκιβώτιο αναφέρεται σαν υπηρεσία “piggy back” και αφορά τη μεταφορά του οδικώς με φορτηγό μέχρι ενός σημείου και έπειτα την τοποθέτηση του σε βαγόνι τρένου. Με τον τρόπο αυτό συνδυάζεται το χαμηλό κόστος της σιδηροδρομικής μεταφοράς με την ευελιξία και ευκολία μεταφοράς με φορτηγά (Μαλινδρέτος, 2015). Ένα τέτοιο παράδειγμα στην Ελλάδα που αναμένεται να ολοκληρωθεί τα επόμενα χρόνια είναι το Θριάσιο Ι. Το σύγχρονο εμπορευματικό κέντρο συνδυασμένων μεταφορών θα εκτείνεται σε 240.000 τ.μ., σε συνολική έκταση 2.000 στρεμμάτων. Θα περιλαμβάνει αποθήκες, θα διαθέτει σύγχρονες υποδομές, οδικά δίκτυα, καθώς και σιδηροδρομική σύνδεση στη νότια πλευρά εντός του πάρκου ώστε να συνδεθεί το κέντρο με την εθνική σιδηροδρομική υποδομή. Επίσης, θα διαθέτει αποθήκες ξηρού και ψυχόμενου φορτίου, χώρους γραφείων, χώρους τελωνείου και στάθμευσης αυτοκινήτων και φορτηγών, υγειονομικές υπηρεσίες.

Πιο συγκεκριμένα, η ανάδοχος κοινοπραξία Goldair – ΕΤΒΑ ΒΙΠΕ προβλέπεται πως θα κατασκευάσει, σε διαφορετικές φάσεις, 210.000 τετραγωνικά μέτρα στεγασμένων αποθηκών, 250.000 παλετοθέσεις, 4.000 θέσεις για αυτοκίνητα και 120 θέσεις για φορτηγά σε έκταση 588 στρεμμάτων. Το Θριάσιο Εμπορευματικό Κέντρο θα γίνει το μεγαλύτερο του είδους του στα Βαλκάνια και θα προωθήσει τις εμπορευματικές μεταφορές της χώρας και το σχέδιο για ανάδειξή της σε μεγάλο κόμβο ανάμεσα σε Ευρώπη, Ασία και Ευρώπη. Η σημαντικότερη καινοτομία του Εμπορευματικού Κέντρου του Θριάσιου Ι είναι η διασύνδεσή του με όλα τα δίκτυα μεταφοράς το λιμάνι του Πειραιά, το λιμάνι της Ελευσίνας, τον Διεθνή Αερολιμένα Αθηνών και το οδικό και σιδηροδρομικό δίκτυο. Το Θριάσιο Ι θα είναι το πρώτο ολοκληρωμένο και σύγχρονο εμπορευματικό κέντρο συνδυασμένων μεταφορών.

## 2.2 Όροι Εμπορίου

Παρατηρώντας διαχρονικά τους κανόνες και τις λειτουργίες του διεθνούς εμπορίου, όταν παρουσιάζεται η ανάγκη για μια εξαγωγική επιχείρηση να πουλήσει εμπορεύματα σε μια εισαγωγική επιχείρηση είτε μέσω ενός ενδιάμεσου, όπως είναι ο αντιπρόσωπος, είτε άμεσα

σε ένα εισαγωγέα, μεσολαβούν πολλά διαφορετικά στάδια που θα πρέπει να χαρτογραφηθούν με προσοχή και να εφαρμοστούν με ακρίβεια, προκειμένου τελικά τα αγαθά-εμπορεύματα να καταλήξουν στον τελικό καταναλωτή. Τα στάδια αυτά θα μπορούσαν να συνοψιστούν ως εξής:

- Τα εμπορεύματα θα πρέπει να είναι ελεύθερα
  - Ο τρόπος μεταφοράς των εμπορευμάτων θα πρέπει να έχει συμφωνηθεί μεταξύ εξαγωγέα και εισαγωγέα, ενώ θα πρέπει να προσδιοριστούν άμεσα και αναλυτικά τα διάφορα μέσα μεταφοράς και την διαδικασία μεταφοράς σε τρία τμήματα :
    - I. Τη μεταφορά που διεξάγεται εντός της χώρας του εξαγωγέα.
    - II. Την κύρια μεταφορά, που αντιστοιχεί στη διεθνή μεταφορά των εμπορευμάτων από τη χώρα εξαγωγής στη χώρα εισαγωγής.
    - III. Τη μεταφορά που εκτελείται εντός της χώρας εισαγωγής των εμπορευμάτων.
- Τα εμπορεύματα θα πρέπει να είναι ελεύθερα προς εισαγωγή

Οι κανόνες εμπορίου χρησιμοποιούνται στα συμβόλαια αγοραπωλησίας για να καθοριστεί σε ποια από τις παραπάνω διακριτές διαδικασίες να λαμβάνει την ευθύνη ο εξαγωγέας και σε ποια ο εισαγωγέας. Συχνά, τα θέματα που υπεισέρχονται στη διεθνή μεταφορά είναι σημαντικά και ουσιώδης. Αν δεν υπάρχει ένας κοινός τρόπος αντιμετώπισης και επίλυσης τους μπορεί αυτό από μόνο του να λειτουργήσει αποθαρρυντικά ως προς την εκτέλεση διαδικασίας μεταφοράς των εμπορευμάτων. Επιπρόσθετα, θεωρείται ουτοπικό να μπορεί κάποιο από τα αντισυμβαλλόμενα μέρη να προβλέψει όλες τις πιθανές αιτίες που μπορεί να προκαλέσουν οποιαδήποτε επιπλοκή στη μεταφορά των εμπορευμάτων, αποδίδοντας παράλληλα τις ευθύνες με αντικειμενικό τρόπο (David, 2017).

Οι Διεθνείς Εμπορικοί Όροι (πιο γνωστοί ως Incoterms από την αγγλική συντομογραφία του **International Commercial Terms**) είναι κωδικοποιημένοι εμπορικοί όροι που έχει θεσπίσει το Διεθνές Επιμελητήριο Εμπορίου και αφορούν την διακίνηση εμπορευμάτων. Οι εμπορικοί αυτοί όροι έχουν ομαδοποιηθεί με τέτοιο τρόπο, ώστε η κάθε ομάδα να προσδιορίζει με σαφήνεια ποιος (ο αγοραστής ή ο πωλητής) είναι υπεύθυνος για την διακίνηση εμπορευμάτων από τον αποστολέα έως τον παραλήπτη, τον τόπο παραλαβής και τον τόπο παράδοσης, καθώς επίσης και ποιος οφείλει να καταβάλει τις δαπάνες που θα προκύψουν σε κάθε στάδιο της μεταφοράς. Γίνονται ευρέως αποδεκτοί από κυβερνήσεις, τελωνειακές και δικαστικές αρχές αλλά και από τους συναλλασσόμενους, καθώς εφαρμόζονται τόσο σε τοπικό όσο και σε διεθνές επίπεδο. Στόχος της θέσπισής τους είναι να ερμηνεύονται κατά τον ίδιο τρόπο από όλους, περιορίζοντας τις παρερμηνείες από χώρα

σε χώρα. Ακόμη, περιορίζουν σημαντικά την ανάγκη σύνταξης ειδικής συμφωνίας για κάθε συναλλαγή. Η επιλογή του κατάλληλου Incoterm για κάθε αγοραπωλησία αποτελεί αντικείμενο διαπραγμάτευσης μεταξύ του αγοραστή και του πωλητή. Ο όρος Incoterms είναι κατοχυρωμένος από το Διεθνές Εμπορικό Επιμελητήριο. Οι όροι αυτοί είναι οι εξής (Παλταγιάν κ.α., 2021):

### **EXW: Ex Works**

Ο πωλητής έχει το προϊόν έτοιμο (συσκευασμένο προς μεταφορά) έξω από τις εγκαταστάσεις του τη συμφωνημένη ημερομηνία. Τα προϊόντα παραλαμβάνονται από εκεί από τον αγοραστή, ο οποίος είναι αποκλειστικός υπεύθυνος για οποιοδήποτε ρίσκο περιλαμβάνεται στη μεταφορά του εμπορεύματος από το σημείο αναχώρησης μέχρι τον τόπο προορισμού (κίνδυνος φθοράς/απώλειας), όπως επίσης και για τα σχετικά έξοδα μεταφοράς, τους φόρους και τους δασμούς.

### **FCA: Free Carrier**

Ο πωλητής παραδίδει τα εμπορεύματα στον μεταφορέα που του υποδεικνύει ο αγοραστής σε ένα προσυμφωνημένο μέρος. Ο αγοραστής, από τη στιγμή της παράδοσης στον μεταφορέα, αναλαμβάνει την κυριότητα του φορτίου και τον κίνδυνο μεταφοράς, καθώς θα είναι αποκλειστικός υπεύθυνος για τη μεταφορά τους στον τελικό προορισμό. Αυτός ο όρος χρησιμοποιείται συνήθως σε φορτία που μεταφέρονται με συνδυασμένη μεταφορά.

### **CPT: Carriage Paid To**

Ο πωλητής παραδίδει το εμπόρευμα σε μεταφορική εταιρεία ή σε άλλο μέλος, επιλεγμένο από τον ίδιο σε κάποιο μέρος (προαιρετική η συμφωνία με τον αγοραστή για την ενδιάμεση αυτή τοποθεσία). Ο πωλητής βάσει του συμβολαίου αναλαμβάνει όλα τα έξοδα μεταφοράς μέχρι τον κατονομαζόμενο τόπο προορισμού. Η ευθύνη κινδύνων και η πιθανή ασφάλιση του εμπορεύματος βαρύνει τον αγοραστή από τη στιγμή που το εμπόρευμα παραδοθεί στον πρώτο μεταφορέα. Κατά τη διαδικασία συμφωνίας, θα πρέπει να γίνει ειδική αναφορά στα έξοδα εκφόρτωσης, καθώς μπορεί να συμφωνηθεί εξ αρχής να καλύπτονται από τον πωλητή και να συμπεριλαμβάνονται στα γενικά έξοδα μεταφοράς. Πρόκειται για το αντίστοιχο CFR, ο CPT όμως χρησιμοποιείται για μεταφορές με άλλα μέσα εκτός του πλοίου ή με συνδυασμένη μεταφορά. Εάν ο αγοραστής απαιτεί περαιτέρω εξασφάλιση, τότε προτιμάται ο όρος CIP.

### **CIP: Carriage And Insurance Paid To – Μεταφορά και Ασφάλεια Πληρωμένη Μέχρι**

Ο πωλητής καλύπτει τα έξοδα μεταφοράς και επιπλέον τα έξοδα ασφάλισης για την περίπτωση απώλειας ή ζημίας του εμπορεύματος μέχρι την παράδοση στον προσδιορισμένο

προορισμό. Η ευθύνη και ο κίνδυνος για τα προϊόντα μεταφέρεται στον αγοραστή τη στιγμή που ο πωλητής τα θέσει στη διάθεση του πρώτου μεταφορέα, τον οποίο ο ίδιος ορίζει. Εάν ο αγοραστής επιθυμεί ευρύτερη ασφαλιστική κάλυψη από αυτή που του παρέχει ο πωλητής, τότε αναλαμβάνει ο ίδιος την επιπλέον αυτή δαπάνη. Ο πωλητής εκτελωνίζει το προϊόν για εξαγωγή και οφείλει να παραδώσει στον αγοραστή όλες τις φορτωτικές, ώστε να μπορέσει να κάνει τη διαδικασία εισαγωγής και μεταφοράς από πλευράς του στη συνέχεια. Πρόκειται για το ισοδύναμο CIF, ο CIP όμως αφορά όλες τις υπόλοιπες μεταφορές εκτός της θαλάσσιας μεταφοράς.

#### **DAP: Delivered at Place**

Ο πωλητής αναλαμβάνει τη μεταφορά σε συγκεκριμένο προορισμό συμπεριλαμβανομένου κάθε κόστους και κινδύνου μέχρι το εμπόρευμα να είναι έτοιμο να εκφορτωθεί από τον αγοραστή στον τόπο προορισμού. Ο αγοραστής καλύπτει το κόστος εισαγωγής των εμπορευμάτων.

#### **DAT: Delivered at Terminal**

Ο πωλητής αναλαμβάνει τη μεταφορά σε συγκεκριμένο τερματικό σε προσυμφωνημένο προορισμό. Ο πωλητής έχει την κυριότητα και αναλαμβάνει όλο τον κίνδυνο που συμπεριλαμβάνεται μέχρι και την εκφόρτωση στο τερματικό. Ο αγοραστής είναι υπεύθυνος για το κόστος εισαγωγής των προϊόντων, όμως η ευθύνη μεταβιβάζεται στον αγοραστή αφού το εμπόρευμα εκφορτωθεί στο τερματικό από το μέσο μεταφοράς.

#### **DDP: Delivered Duty Paid**

Ο πωλητής είναι υπεύθυνος για την παράδοση από την έδρα του μέχρι τον τελικό προορισμό (έδρα αγοραστή) και επιβαρύνεται οποιοδήποτε κόστος, ακόμα και το κόστος εκτελωνισμού εισαγωγής. Η μεταβίβαση της κυριότητας και του κινδύνου γίνεται κατά την παράδοση στον αγοραστή. Ο αγοραστής οφείλει να ειδοποιήσει και να βοηθήσει τον πωλητή παρέχοντάς του οποιαδήποτε πληροφορία χρειαστεί σχετική με την ασφάλεια του εμπορεύματος, προκειμένου να μην υπάρξει πρόβλημα στην εξαγωγή, εισαγωγή και προώθηση του εμπορεύματος στον τελικό προορισμό. Ο όρος DDP είναι ακριβώς αντίθετος του EXW.

### **Θαλάσσια μεταφορά και μεταφορά δια εσωτερικής υδάτινης οδού**

#### **FAS: Free Alongside Ship**

Ο πωλητής παραδίδει το εμπόρευμα παραπλεύρως του πλοίου που έχει ορίσει ο αγοραστής στο καθορισμένο λιμάνι φόρτωσης. Ο πωλητής είναι υπεύθυνος για την προετοιμασία του

εμπορεύματος προς διακίνηση και τον εκτελωνισμό του, ενώ ο αγοραστής είναι υπεύθυνος στη συνέχεια για τον κίνδυνο και τα κόστη που αφορούν τη φόρτωσή του στο πλοίο. Συνήθως αυτός ο όρος χρησιμοποιείται στη μεταφορά εμπορευμάτων μεγάλου βάρους ή μεγέθους.

### **FOB: Free On Board**

Ο πωλητής ετοιμάζει τα προϊόντα για τη μεταφορά και είναι υπεύθυνος για τη φόρτωση πάνω στο πλοίο που έχει ορίσει ο αγοραστής στο προκαθορισμένο λιμάνι φόρτωσης. Ο κίνδυνος απώλειας ή ζημίας των προϊόντων μεταφέρεται στον αγοραστή τη στιγμή που τα προϊόντα φορτωθούν στο πλοίο και ο αγοραστής είναι υπεύθυνος για οποιοδήποτε κόστος προκύψει από εκείνη τη στιγμή και έπειτα.

### **CFR: Cost And Freight**

Ο πωλητής παραδίδει το εμπόρευμα πάνω στο πλοίο και υποχρεούται να πληρώσει το κόστος και το ναύλο για τη μεταφορά των προϊόντων στο λιμάνι προορισμού. Ο κίνδυνος απώλειας ή ζημίας μεταφέρεται στον αγοραστή τη στιγμή που το εμπόρευμα θα περάσει το στηθαίο του πλοίου. Ο αγοραστής είναι υπεύθυνος και για οποιοδήποτε πρόσθετο έξοδο που ενδέχεται να ανακύψει μετά τη φόρτωση και την αποστολή των εμπορευμάτων.

## **2.3 Επιλογή τρόπων μεταφορών**

Η διαδικασία επιλογής του κατάλληλου τρόπου μεταφοράς χωρίζεται σε τέσσερα στάδια:

### **A. Λειτουργικοί Παράγοντες**

Πολλοί λειτουργικοί παράγοντες που ενδεχομένως πρέπει να ληφθούν είναι οι εξωτερικοί παράγοντες που σχετίζονται με την διανομή. Οι παράγοντες αυτοί είναι σημαντικοί διότι αυτοί μπορούν να διαφέρουν από χώρα σε χώρα.

- Τη βασική υποδομή στη χώρα. Κάποια χώρα να μην έχει επαρκή καλό σιδηροδρομικό δίκτυο.
- Εμπόδια στο εμπόριο. Αυτά μπορεί να είναι τελωνειακούς δασμούς ή εισαγωγικούς δασμούς. Αυτά μπορεί να έχουν αντίκτυπό στο συνολικό κόστος ενός προϊόντος που μπορεί να επηρεάσει την επιλογή του τρόπου μεταφοράς του.
- Έλεγχοι και άδειες εξαγωγών. Με αυτούς μπορεί να υπάρχουν επιπτώσεις στην ποσότητά του προϊόντος που μπορεί να αποσταλεί σε συγκεκριμένες χρονικές περιόδους.

- Δίκαιο και Φορολογία. Είναι σαφές ότι οι νομικές απαιτήσεις τόσο σε γενικό όσο και σε ειδικό πλαίσιο είναι πιθανόν να διαφέρουν από χώρα σε χώρα.
- Χρηματοοικονομικά ιδρύματα και υπηρεσίες και οικονομικές συνθήκες. Στοιχεία όπως η σταθερότητα της συναλλαγματικής ισοτιμίας και ο πληθωρισμός μπορούν να επηρεάσουν την επιλογή των τρόπων μεταφοράς.
- Συστήματα επικοινωνιών. Αυτά μπορούν να έχουν αντίκτυπό στις υποστηρικτικές διαδικασίες και την γραφειοκρατία των εμπορευματικών μετακινήσεων.
- Κουλτούρα. Οι διαφορετικές πολιτισμικές πτυχές ενδέχεται να επηρεάσουν τον τρόπο με τον οποίο πραγματοποιείται το εμπόριο και οι μεταφορές.
- Κλίμα. Τα ακραία καιρικά φαινόμενα, η θερμοκρασία και η υγρασία μπορούν να έχουν αντίκτυπο στην παράδοση των προϊόντων. Οι δια-μεταφορείς οφείλουν να διασφαλίσουν τα εμπορεύματα και να επιλέξουν το κατάλληλο μέσο μεταφοράς.

## **B) Χαρακτηριστικά του πελάτη**

Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του πελάτη μπορούν να επηρεάσουν την επιλογή του τρόπου μεταφοράς. Αυτά είναι :

- Απαιτήσεις επιπέδου υπηρεσίας/συμφωνίες επιπέδου υπηρεσιών. Ορισμένες απαιτήσεις επιπέδου υπηρεσιών και συμφωνίες μπορούν να έχουν σημαντικό αντίκτυπο στην επιλογή του τρόπου μεταφοράς. Περιορισμοί στον χρόνο παράδοσης μπορεί να σημαίνει ότι δεν μπορούν να ληφθούν υπόψη ορισμένοι σχετικώς αναξιόπιστοι τρόποι μεταφοράς. Κάτι τέτοιο μπορεί να συμβεί όταν υπάρχει ανάγκη για παράδοση σε συγκεκριμένη ώρα ή σε συγκεκριμένη ημερομηνία.
- Περιορισμοί σημείων παράδοσης. Αναφερόμαστε στις φυσικές πτυχές της παράδοσης, συμπεριλαμβανομένης της θέσης του σημείου παράδοσης, τυχόν περιορισμών πρόσβασης σχετικά με το μέγεθος του οχήματος παράδοσης και τυχόν απαιτήσεις εξοπλισμού για εκφόρτωση.
- Αξιολόγηση πιστοληπτικής ικανότητας. Η πιστοληπτική ικανότητα ενός πελάτη μπορεί να επιβάλει ένα όριο στην επιλογή διαδρομής και στην επιλογή των τρόπος μεταφοράς. Οι νέοι πελάτες και οι υπάρχοντες πελάτες με χαμηλή πιστοληπτική αξιολόγηση σημαίνουν ότι μια εταιρεία θέλει να είναι σίγουρη ότι η πληρωμή επιβεβαιώνεται πριν να γίνει η παράδοση. Επομένως, οι εμπορικές ρυθμίσεις μπορούν να υπερισχύσουν κάθε λογικής προτίμησης για ένα συγκεκριμένο τρόπο μεταφοράς.
- Όροι πώλησης. Οι εμπορικοί αυτοί όροι έχουν ομαδοποιηθεί με τέτοιο τρόπο, ώστε η κάθε ομάδα να προσδιορίζει με σαφήνεια ποιος είναι υπεύθυνος για την διακίνηση

εμπορευμάτων από τον αποστολέα έως τον παραλήπτη, τον τόπο παραλαβής και τον τόπο παράδοσης, καθώς επίσης και ποιος οφείλει να καταβάλει τις δαπάνες που θα προκύψουν σε κάθε στάδιο της μεταφοράς.

- Προτίμηση μεγέθους παραγγελίας. Το φυσικό μέγεθος μια παραγγελίας έχει αντίκτυπο στην επιλογή του τρόπου μεταφοράς καθώς ορισμένοι τρόποι είναι πιο κατάλληλοι για μικρές παραγγελίες και άλλοι για μεγάλες παραγγελίες. Ενδέχεται να υπάρχουν σημαντικές επιπτώσεις στο κόστος.
- Η σημασία του πελάτη. Αν ο πελάτης είναι σημαντικός, τότε η αξιοπιστία είναι απαραίτητη και θα πρέπει να προτιμηθεί συγκεκριμένες διαδρομές και τρόποι μεταφοράς.
- Η γνώση των προϊόντων. Ορισμένα προϊόντα ή παραγγελίες ενδέχεται να απαιτούν κάποια μεταφορά γνώσης στον πελάτη κατά την στιγμή παράδοσης. Η γνώση μπορεί να σχετίζεται με το τρόπο χρήσης του προϊόντος, έτσι ώστε ο δια-μεταφορέας να επιλέξει το σωστό τρόπο παράδοσης.

### **Γ) Φυσικά χαρακτηριστικά του προϊόντος**

Τα φυσικά χαρακτηριστικά του προϊόντος είναι σημαντικά για τον προσδιορισμό της επιλογής του τρόπου μεταφοράς. Οι κύριοι παράγοντες είναι :

- Αναλογία όγκου / βάρους – πρόκειται για την σχετική ποσότητα κυβικής χωρητικότητας που λαμβάνεται από ένα δεδομένο βάρος προϊόντος. Αυτό είναι σημαντικό όταν εξετάζονται οι διαιρετικές δομές χρέωσης των διάφορων τρόπων μεταφοράς, χρέωση ανάλογα με το βάρος ή τον όγκο κυβισμού.
- Αναλογία αξία προς βάρος – αυτή λαμβάνει υπόψη την αξία του προϊόντος που πρόκειται να μεταφερθεί. Το σχετικό κόστος μεταφοράς ενός προϊόντος υψηλής αξίας και χαμηλού βάρους είναι τόσο ασήμαντο για την συνολική αξία του προϊόντος οπου η επιλογή του τρόπου μεταφοράς από πλευρά κόστους δεν έχει σημασία.
- Υποκαταστασιμότητα – αν ένα προϊόν μπορεί να υποκατασταθεί από ένα εναλλακτικό προϊόν από άλλη πηγή προμήθειας μπορεί να αξίζει τον κόπο να επιλεγεί ένας γρήγορος αλλά ακριβός τρόπος μεταφοράς.
- Ειδικά χαρακτηριστικά (κίνδυνος, ευθραυστότητα, αλλοιώσεις, χρονικοί περιορισμοί, ασφάλεια). Ένα επικίνδυνο προϊόν (ADR) μπορεί να περιορίζεται στον τρόπο με τον οποίο επιτρέπεται η μεταφορά του και εν προϊόν με χρονικό περιορισμό μπορεί να χρειαστεί να μετακινηθεί με ταχείς δαπανηρούς τρόπους μεταφοράς, προκειμένου να διασφαλιστεί ότι δεν θα χαθεί η προθεσμία του.

#### **Δ) Παράγοντες που επηρεάζουν τις αποφάσεις των μεταφορών**

Αρχικά σε μια μεταφορά υπάρχουν δυο συμβαλλόμενα μέρη που συνεργάζονται από κοινού ο αποστολέας και ο μεταφορέας. Ο αποστολέας είναι μια επιχείρηση που επιθυμεί την μετακίνηση των προϊόντων του από ένα σημείο σε ένα άλλο και μεταφορέας είναι αυτός που αναλαμβάνει να πραγματοποιήσει την μεταφορά. Υπάρχουν όμως και συγκεκριμένοι παράγοντες και έξοδα που πρέπει να ληφθούν υπόψιν συγκεκριμένα από τους αποστολείς των προϊόντων όπως:

- **Κόστος μεταφοράς:** το συνολικό ποσό που πληρώνεται στους μεταφορείς για να πραγματοποιηθεί η μεταφορά των προϊόντων. Το κόστος αυτό θεωρείται μεταβλητό ανάλογα τις εκάστοτε ανάγκες παράδοσης και τι είδους μέσα θα χρησιμοποιηθούν.
- **Κόστος αποθεμάτων:** θεωρείται το κόστος διατήρησης των αποθεμάτων που προκύπτουν στο δίκτυο εφοδιαστικής αλυσίδας του αποστολέα. Είναι σταθερό μόνο για αποφάσεις που αφορούν το λειτουργικό επίπεδο μιας επιχείρησης όπως η ανάθεση σε μεταφορέα της διανομής προϊόντων και μεταβλητό όταν πρόκειται να ληφθούν αποφάσεις για μεγάλο χρονικό ορίζοντα δηλαδή αποφάσεις στρατηγικού επιπέδου.
- **Κόστος εγκαταστάσεων:** θεωρείται το κόστος των πάγιων κτιριακών υποδομών ή παραγωγικών μονάδων. Είναι μεταβλητό για αποφάσεις στρατηγικού χαρακτήρα και σταθερό για τις λειτουργικές αποφάσεις σχετικά με τις μεταφορές.
- **Κόστος διαδικασιών:** θεωρείται ένα μεταβλητό κόστος αφού περιλαμβάνει κόστη που σχετίζονται με την φορτοεκφόρτωση παραγγελιών και διαδικασιών σχετικών με τη μεταφορά.
- **Κόστος επιπέδου εξυπηρέτησης:** θεωρείται το κόστος που προκύπτει από την αδυναμία του αποστολέα να εκπληρώσει μια παραγγελία πελάτη.

Επίσης από την πλευρά του μεταφορέα θα πρέπει να ληφθούν κάποιες σημαντικές αποφάσεις ώστε να αποκομίσει οφέλη από την χρησιμοποίηση των μεταφορικών μέσων που διαθέτει. Οι παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψιν είναι:

- **Κόστος οχήματος:** το κόστος που πρέπει να επωμισθεί ο μεταφορέας ώστε να αγοράσει ή να μισθώσει το όχημα που θα κάνει τις μεταφορές. Το κόστος αυτό θεωρείται σταθερό βραχυπρόθεσμα αλλά σε ευρύτερο χρονικό ορίζοντα μεταβάλλεται επειδή μπορεί να αλλάξουν και οι ανάγκες του μεταφορέα σχετικά με τον αριθμό των οχημάτων που θα χρειαστεί.

- Σταθερό κόστος λειτουργίας: το κόστος που σχετίζεται με διάφορες χρεώσεις τερματικών σταθμών, αεροδρομίων ανεξαρτήτως του αριθμού και αν τα φορητά χρησιμοποιούνται ή όχι. Εδώ συμπεριλαμβάνεται και το μισθολογικό κόστος του οδηγού εφόσον είναι σταθερό.
- Κόστος δρομολογίου: μεταβλητό κόστος ανάλογα τα χιλιόμετρα και την ώρα που απαιτείται για να ολοκληρωθεί το δρομολόγιο ανεξαρτήτως της ποσότητας που διακινείται.
- Κόστος ποσότητας: μεταβλητό κόστος ανάλογα των αριθμό των φορτοεκφορτώσεων που γίνονται και μέρος του κόστους καυσίμου. Είναι σταθερό μόνο όταν το κόστος εργασίας των φορτοεκφορτώσεων είναι σταθερό.
- Διοικητικό κόστος: κόστος που απαιτείται για την οργάνωση και το σχεδιασμό του δικτύου μεταφοράς ή οποιασδήποτε άλλης επένδυσης σχετική με τη μεταφορά όπως ένα σύστημα δρομολόγησης.

Για συμβόλαια με μεγάλο χρονικό ορίζοντα όλα τα προαναφερθέντα κόστη θεωρούνται μεταβλητά. Επίσης, οι αποφάσεις των φορτωτών και μεταφορέων μπορούν να διαμορφωθούν ανάλογα με τις απαιτήσεις των πελατών που πρέπει να καλύψουν όπως (Rushton et al., 2017):

- Ταχύτητα: αφορά στο συνολικό χρόνο από τη στιγμή της αποστολής έως την παραλαβή
- Μεταφορική ικανότητα: η δυνατότητα να μεταφερθεί αποτελεσματικά το εμπόρευμα χωρίς ζημίες. Τα χαρακτηριστικά του προϊόντος παίζουν σημαντικό ρόλο και καθορίζουν την καταλληλότητα του μέσου.
- Συχνότητα: έχει να κάνει με τον αριθμό των δρομολογίων σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, δηλαδή η δυνατότητα ευελιξίας που υπάρχει για πολλαπλές αποστολές
- Αξιοπιστία: αναφέρεται στην ικανότητα τήρησης των προγραμματισμένων χρόνων παραλαβής και παράδοσης.

## 2.4 Οικονομικά στοιχεία και αποδοτικότητα μεταφοράς

Η οικονομική χρησιμότητα της μεταφοράς προσώπων και αγαθών εξαρτάται από το οικονομικό αποτέλεσμα που επιδιώκεται και προσδοκάτε από την εκτέλεσή της. Η οικονομική δραστηριότητα αποβλέπει στην παραγωγή, διανομή και ανταλλαγή αγαθών και υπηρεσιών. Το σύνολο των οικονομικών αυτών λειτουργιών είναι αδύνατον να συντελεστεί

χωρίς τη μεταφορά και χωρίς αυτήν δεν γίνεται δυνατή η ικανοποίηση των αναγκών της κοινωνίας (Σαμπράκος, 2008).

Ο άνθρωπος παράγει αγαθά είτε για άμεση κατανάλωση από τον ίδιο, είτε για αποθήκευση, είτε για να τα ανταλλάξει με άλλα αγαθά που έχει ανάγκη και δεν παράγει ο ίδιος. Το είδος των αγαθών που παράγει εξαρτάται αφενός μεν από τις ανάγκες του και αφετέρου από τη σύνθεση και το μέγεθος των συντελεστών παραγωγής που έχει στη διάθεσή του. Έτσι δεν θα παράγει όλα τα αγαθά που χρειάζεται για να ικανοποιήσει τις ανάγκες του εκτός αν κατορθώσει να έχει στη διάθεσή του όλες τις απαραίτητες πρώτες ύλες, καύσιμα και λοιπά αναγκαία μέσα για την παραγωγική διαδικασία. Σε κάθε περίπτωση όμως, βασικό στοιχείο για την επίτευξη αυτού του σκοπού είναι η λειτουργία της μεταφορικής διαδικασίας. Μέσω της μεταφορικής διαδικασίας μπορούν να επιτευχθούν μια σειρά από οικονομικά αποτελέσματα τα οποία και είναι τα εξής:

- Η διεύρυνση των ορίων της αγοράς είναι το πρώτο αποτέλεσμα. Η μεταφορά είναι το μέσο με το οποίο επιτυγχάνεται η αξιοποίηση της γης και του πλούτου που αυτή παράγει, αφού καθιστά δυνατή τη διακίνηση των παραγόμενων αγαθών στις αγορές όπου εκδηλώνεται η αντίστοιχη ζήτηση. Μέσω λοιπόν της μεταφοράς επιτυγχάνεται η εξουδετέρωση των οικονομικών προβλημάτων και μειονεκτημάτων τα οποία προκαλούνται από την άνιση κατανομή των διαθέσιμων πλουτοπαραγωγικών πόρων μεταξύ χωρών και ηπείρων.
- Με τη διεύρυνση της αγοράς έρχεται ως άμεσο επακόλουθο το επόμενο αποτέλεσμα το οποίο και είναι η εξισορρόπηση μεταξύ της ζήτησης και της προσφοράς από τόπο σε τόπο. Χωρίς τη μεταφορά οι κατά τόπους ανθρώπινες κοινωνίες θα βρίσκονταν σε πλήρη εξάρτηση από τις φυσικές πηγές πλούτου του άμεσου περιβάλλοντος. Στο μέγεθος της παραγωγής θα επιδρούσε εξίσου περιοριστικά η έκταση των αναγκών της επιτόπιας ζήτησης. Όταν η ανταλλαγή προϊόντων γίνεται σε μικρή γεωγραφική περιοχή έχει κατ' ανάγκη περιορισμένη έκταση. Μέσω όμως της διαδικασίας μεταφοράς η αγορά που είναι στη διάθεση κάθε πωλητή διευρύνεται (αύξηση προσφοράς) και η ζήτηση των προϊόντων του αυξάνεται. Όσο περισσότερο αυξάνουν οι αποστάσεις στις οποίες πραγματοποιείται η μεταφορά, τόσο περισσότερο διευρύνεται η αγορά και το μέγεθος της ζήτησης.
- Το τρίτο αποτέλεσμα είναι συνάρτηση των δυο προηγούμενων και είναι η τάση για διαμόρφωση ενιαίων τιμών στα βασικής τουλάχιστον σημασίας αγαθά. Με την επέκταση του δικτύου των δυνατοτήτων της μεταφοράς διευρύνεται ο κύκλος των πωλητών που διαθέτουν ένα προϊόν. Με αυτό τον τρόπο ο αγοραστής αποκτά την ευχέρεια επιλογής αγαθών ως προς την προσφερόμενη ποιότητα και τιμή ή και ακόμα ως προς τους όρους και τον τρόπο πληρωμής.

• Η μείωση της τιμής είναι ένα ακόμα αποτέλεσμα της μεταφοράς. Συγκεκριμένα, η φθηνή μεταφορά μειώνει το κόστος της εφοδιαστικής αλυσίδας με θετικές συνέπειες και στη μείωση της τιμής των προϊόντων.

### 2.4.1 Κόστος μεταφοράς και αξιολόγηση αποδοτικότητας

Το μεταφορικό κόστος αποτελεί στοιχείο του συνολικού λειτουργικού κόστους, επηρεάζει την τελική τιμή των προϊόντων και κατ' επέκταση το «κόστος ζωής». Εφόσον το μεταφορικό κόστος δεν λαμβάνεται επαρκώς υπόψη, το αποτέλεσμα θα είναι είτε υψηλή τιμή των προϊόντων είτε προβλήματα στη διανομή και στην τροφοδοσία του καταναλωτικού κοινού. Το μεταφορικό κόστος παρουσιάζει μειωτική τάση στο συνολικό κόστος κατά μονάδα, με την αύξηση του μεταφορικού όγκου. Όπως δε είναι γνωστό από τη Μικροοικονομική, φθίνον «οριακό κόστος» (marginal cost) διαμορφώνεται μέσω «οικονομιών κλίμακας» (economies of scale). Έτσι αναδεικνύεται η σημασία του μεταφορικού όγκου στο κόστος μεταφοράς και στο συνολικό κόστος, στις τιμές. Γενικότερα, οι παράγοντες που επηρεάζουν το κόστος μεταφοράς σχετίζονται με το προϊόν και την αγορά. Πιο συγκεκριμένα:

α) Παράγοντες που σχετίζονται με το προϊόν:

Διακρίνονται στις ακόλουθες κατηγορίες:

- 1) Πυκνότητα
- 2) Συσσωρευμένα στοιχεία
- 3) Ευκολία ή δυσκολία στη διαχείριση
- 4) Αξία

Η «πυκνότητα» αναφέρεται στον δείκτη βάρους προς τον όγκο. Αντικείμενα, όπως το ατσάλι, οι κονσέρβες, τα υλικά οικοδομών και τα χαρτικά έχουν υψηλό δείκτη βάρους προς όγκο. Αντίθετα, προϊόντα όπως ηλεκτρονικά, ρούχα και παιχνίδια έχουν χαμηλό όγκο σε αναλογία με το βάρος τους. Κριτήριο για το μεταφορικό κόστος είναι κυρίως ο όγκος, αλλά και το βάρος που χρησιμοποιείται συχνά (για παράδειγμα στις διανομές στα νησιά). Τα «συσσωρευμένα στοιχεία» είναι ο βαθμός στον οποίο ένα προϊόν μπορεί να συμπληρώσει τον διαθέσιμο χώρο σε ένα όχημα μεταφοράς. Για παράδειγμα, τα προϊόντα πετρελαίου έχουν μεγάλη συσσωρευτική ικανότητα αφού έχουν πολλά συσσωρευμένα στοιχεία τα οποία μπορούν να γεμίσουν πλήρως το μέσο μεταφοράς. Η ιδιότητα αυτή εξαρτάται από το μέγεθος, το σχήμα, το πόσο εύθραυστο είναι το προϊόν και άλλα φυσικά χαρακτηριστικά του προϊόντος.

Σχετική με την παραπάνω ιδιότητα είναι η «ευκολία ή δυσκολία στη διαχείριση» του προϊόντος. Κάποια αντικείμενα είναι δύσκολα στον χειρισμό (ανύψωση, τοποθέτηση, κτλ.)

με συνεπακόλουθο να είναι πιο δαπανηρή η μεταφορά τους. Αντίθετα, προϊόντα τα οποία είναι ομοιόμορφα στα φυσικά τους χαρακτηριστικά ( πρώτες ύλες) ή προϊόντα τα οποία δεν μπορούν να αλλοιωθούν από τον εξοπλισμό διαχείρισης ( τα ανυψωτικά μηχανήματα), απαιτούν μικρότερο κόστος διαχείρισης. Η αξία αποτελεί ακόμα έναν σημαντικό παράγοντα. Προϊόντα με μεγάλο δείκτη αξίας προς όγκο, τα οποία είναι εύκολο να καταστραφούν, καθώς και προϊόντα για τα οποία υπάρχει κίνδυνος κλοπής, κοστίζουν πολύ για τη μεταφορά τους.

β) Παράγοντες που σχετίζονται με την αγορά: Εκτός από τα χαρακτηριστικά των προϊόντων, υπάρχουν και σημαντικοί παράγοντες οι οποίοι σχετίζονται με την αγορά και επηρεάζουν το μεταφορικό κόστος. Οι σπουδαιότεροι από αυτούς είναι (Hensher and Button, 2002, Hoyle, 1999):

- Ο βαθμός ανταγωνισμού σε κάθε μέσο μεταφοράς και μεταξύ των τύπων του μέσου αυτού
- Η γεωγραφική θέση των αγορών (η απόσταση μεταφοράς)
- Το νομοθετικό πλαίσιο στα θέματα μεταφοράς
- Η συχνότητα των μεταφορών σε μια περιοχή
- Η ποιότητα της υποδομής (οδικά δίκτυα, αεροδρόμια, κτλ.)
- Ο κυκλοφοριακός φόρτος (όσον αφορά κυρίως τις οδικές μεταφορές)
- Η εποχικότητα των μετακινήσεων ενός προϊόντος
- Εάν το προϊόν μεταφέρεται εντός της χώρας ή σε χώρες του εξωτερικού

Η ανάπτυξη της πληροφορικής τεχνολογίας μειώνει σημαντικά το κόστος μεταφοράς βελτιώνοντας σημαντικά την αποδοτικότητα αφού συντελεί:

- Στην αποτελεσματικότερη χρήση του στόλου των οχημάτων. Σχεδόν το 30% των φορτηγών κυκλοφορούν άδεια, το 56% μισογεμάτα και το 14% γεμάτα, χωρίς να είναι γνωστός ο αριθμός των φορτηγών που παραμένουν ανενεργά.
- Στην ορθή κατανομή των παραγγελιών ανά περιοχή χωρίς λάθος (αυτόματο συνταίριασμα των διαθέσιμων φορτηγών με τα εμπορεύματα που πρέπει να φορτωθούν).
- Στη μείωση του διαχειριστικού κόστους (οι παραγγελίες έρχονται ηλεκτρονικά, μέσω ειδικών φορμών ηλεκτρονικής παραγγελιοληψίας).
- Στη βελτιστοποίηση της δρομολόγησης βάσει ψηφιακών χαρτών.

Το κόστος μεταφοράς αποτελεί σημαντικό μέρος του συνολικού λειτουργικού κόστους των επιχειρήσεων ή οργανισμών, που σαν στόχο έχουν φυσικά την αύξηση της κερδοφορίας. Ο στόχος αυτός συνδέεται με τους παραγωγικούς πόρους που χρησιμοποιούνται και εξαρτάται

από την αποτελεσματικότητα και αποδοτικότητα του συνδυασμού τους και από τη διοίκησή τους. Η παρακολούθηση των επιδόσεων του μεταφορικού έργου (όπως και των λοιπών διαδικασιών που λαμβάνουν μέρος) σε αντιπαράθεση με τους στόχους της επιχείρησης και με τους ανταγωνιστές, γίνεται καταρχήν με τους «δείκτες αποδοτικότητας των μεταφορών». Οι σημαντικότεροι δείκτες με σχετικά ευρεία εφαρμογή είναι οι εξής:

- Δείκτης Κόστους μεταφορών προς τζίρο. Το ποσοστό του συνολικού κόστους μεταφοράς προς τον συνολικό τζίρο.
- Δείκτης Κόστους μεταφορών. Το ποσοστό του συνολικού κόστους μεταφοράς προς το συνολικό κόστος της λειτουργίας της εταιρείας.
- Δείκτης εκμετάλλευσης όγκου μεταφορικών μέσων. Ο όγκος προϊόντων που διακινήθηκαν προς τον διαθέσιμο όγκο του στόλου φορτηγών.
- Δείκτης αξιοποίησης δυναμικότητας στόλου. Το συνολικό φορτίο στόλου (σε m<sup>3</sup>) επί πραγματικές ώρες διανομής προς το μέγιστο φορτίο (χωρητικότητα στόλου) επί τις συνολικές ώρες απασχόληση.
- Δείκτη Κόστους Εξυπηρέτησης. Είναι σε γενικές γραμμές ένα εργαλείο λογιστικής που στηρίζεται στις διεργασίες και χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της κερδοφορίας των πελατών μέσω των πραγματικών δραστηριοτήτων και των γενικών εξόδων.

Για περισσότερες λειτουργίες του δια-μεταφορέα είναι δυνατόν να προσδιοριστούν ορισμένα βασικά μέτρα. Πολύ συχνά ονομάζονται βασικοί δείκτες απόδοσης (KPI). Τα μέτρα αποσκοπούν γενικά σε ένδειξη της απόδοσης των επιμέρους στοιχείων στο πλαίσιο μιας λειτουργίας, καθώς και στη σχέση κόστους – αποτελεσματικότητας. Επιπλέον, συνολική απόδοση μετριέται συχνά, ιδίως όσον αφορά την παρεχόμενη υπηρεσία, το συνολικό κόστος του συστήματος και την απόδοση των επενδύσεων του κεφαλαίου. Τα KPI μπορούν να ταξινομηθούν με διάφορους τρόπους. Μπορούν να είναι μέτρα (Rushton et al., 2017):

- Εισροών ( χρόνος, εργασία, κόστος)
- Εκροών ( απόδοση, κέρδος)
- Αναλογίας (αποδοτικότητα, παραγωγικότητα)

## 2.5 Ασφάλιση Φορτίου

Η ευθύνη του forwarder για απώλεια ή ζημία φορτίου υπό διαμετακόμιση περιορίζεται από διάφορες διεθνείς και εμπορικές συμφωνίες. Αυτό ισχύει για όλους τους τρόπους μεταφοράς αν και η μέθοδος περιορισμού της ευθύνης του μεταφορέα ποικίλλει. Για παράδειγμα, η

ευθύνη στις αεροπορικές μεταφορές περιορίζεται από την Σύμβαση του Μόντρεαλ του 2009 σε 19 ειδικά τραβηκτικά δικαιώματα ( special drawing right – SDR, 1 SDR = 1.47638 US\$) ανά χιλιόγραμμα. Ένα ειδικό τραβηκτικό δικαίωμά είναι μία κυμαινόμενη μονάδα διεθνούς νομίσματος που καθορίζεται το Διεθνές Νομισματικό Ταμείο σε καθημερινή βάση. Ωστόσο, αυτό ισχύει μόνο για χώρες που έχουν υπογράψει τη διεθνή συμφωνία. Αυτό αποδεικνύει ότι η ευθύνη του μεταφορέα να αποζημιώσει τον αποστολέα ή τον ιδιοκτήτη του φορτίου σε περίπτωση απώλειας ή ζημίας ορίζεται σε πολύ χαμηλό επίπεδο. Υπάρχει μία λίστα υπερασπίσεων έναντι της ευθύνης του μεταφορέα ως 17 Hague – Visby / COGSA (Carriage of Goods by Sea ACT). Υπερασπίσεις που περιλαμβάνουν την ανωτέρα βία (act of God), πράξη πολέμου, ανεπάρκεια συσκευασίας ή διάσωση ή περιουσίας στην θάλασσα. Επιπλέον, η COGSA περιορίζει την ευθύνη του μεταφορέα σε 500 \$ ανά μονάδα αποστολής και η Hague – Visby περιορίζει την ευθύνη σε 2 SDR ανά χιλιόγραμμό κατά την στιγμή της γραφής, εξ ου και η ανάγκη για πρόσθετη ασφάλιση. Επομένως, είναι εξαιρετικά σημαντικό ο αποστολέας να κανονίσει προσθετή ασφάλιση για να καλύψει το ενδεχόμενο απώλειας, ζημίας ή καθυστέρησης στη διαμετακόμιση. Επιπλέον, μπορεί να είναι δύσκολο κατά την άφιξη των εμπορευμάτων να αποδειχθεί που ακριβώς συνέβη ζημία, ειδικά εάν έχουν χρησιμοποιηθεί αρκετοί τρόποι μεταφοράς. Αυτό αναφέρεται ως ασφάλιση αγαθών με διαμετακόμιση. Οι ασφαλιστικές εταιρείες καθορίζουν το ασφάλιστρο που πρέπει να καταβληθεί σε ποσοστό αξίας του φορτίου. Οι δια-μεταφορείς λειτουργούν ως μεσίτες ασφαλιστικών εταιρειών, οι οποίες τους δίδουν προμήθεια, αλλά ταυτόχρονα παρέχουν μια χρήσιμη υπηρεσία στον πελάτη. Επιπλέον είναι σε θέση να ενημερώσουν τον πελάτη για ορισμένες από τις ιδιαιτερότητες που σχετίζονται με την ασφάλιση του φορτίου. Όταν φορτίο έχει προγραμματιστεί να ταξιδεύει σε μεγάλη απόσταση και θα μεταφερθεί με διάφορους τρόπους θα πρέπει να συσκευαστεί σωστά. Εάν το φορτίο δεν συσκευαστεί σωστά, τότε μπορεί να απορριφθεί οποιαδήποτε πιθανή αξίωση ασφάλισης αναφέροντας την κακή συσκευασία ως λόγο απόρριψης. Ο δια-μεταφορέας θα πρέπει να κανονίζει την κατάλληλη συσκευασία του φορτίου προκειμένου να αντέχει στις δυσκολίες της διεθνούς μεταφοράς (Rushton e.c, 2017).

## **2.6 Συμπεράσματα – Ανακεφαλαίωση**

Μεταφορές, στον οικονομικό και εμπορικό χώρο, ονομάζονται γενικά οποιεσδήποτε μετακινήσεις επιβατών και φορτίων, από έναν τόπο σε έναν άλλον. Στην αρχή του κεφαλαίου αναφέρονται οι μορφές μεταφοράς, αεροπορικό, οδικό, θαλάσσιο και τρένα που μπορεί να χρησιμοποιήσει ο δια-μεταφορέας για την μεταφορά εμπορευμάτων.

Επισημάνετε τα δίκτυα, οι τύποι, τα χαρακτηριστικά και οι κατηγορίες μεταφοράς, καθώς και οι συμβάσεις της κάθε μορφής μεταφοράς ξεχωριστά. Επίσης, διευκρινίζονται οι διεθνείς όροι, έτσι ώστε να γνωρίζουμε με σαφήνεια ποιος είναι υπεύθυνος για την διακίνηση εμπορευμάτων από τον αποστολέα έως τον παραλήπτη, τον τόπο παραλαβής και τον τόπο παράδοσης, καθώς επίσης και ποιος οφείλει να καταβάλει τις δαπάνες που θα προκύψουν σε κάθε στάδιο της μεταφοράς. Στις επόμενες ενότητες αναφέρεται η επιλογή τρόπων μεταφορών και τα κόστη της μεταφοράς. Πρέπει ο δια-μεταφορέας να γνωρίζει ποια είναι τα κόστη του ώστε να μπορέσει να επιλέξει το σωστό μέσο μεταφοράς για την ορθή εξυπηρέτηση των πελατών του.

Σύμφωνα με την κοινή αντίληψη, το κόστος μεταφοράς υπολογίζεται από διάφορα κοστολογικά στοιχεία (τιμή καυσίμου, μισθός οδηγού, κόστος φορτηγού κ.λπ.). Υπάρχει κάποια αλήθεια σε αυτό καθώς διάφοροι παράγοντες διαδραματίζουν ρόλο στον καθορισμό του κόστους μεταφοράς. Διαφορετικά κοστολογικά στοιχεία, ισορροπία εξαγωγών-εισαγωγών ανά κατεύθυνση, διαθεσιμότητα οδικών δικτύων, άμεση κίνηση και δίκτυα συνεργατών, αλλά στην πράξη, το κόστος μεταφοράς βασίζεται ακόμα στην τιμή της αγοράς καθώς αυτοί οι παράγοντες αλλάζουν ραγδαία και διαφέρουν μεταξύ των μεταφορέων.

Η γνώση του τρόπου καθορισμού του κόστους μεταφοράς μπορεί να βοηθήσει τις επιχειρήσεις να λάβουν ενημερωμένες αποφάσεις σχετικά με τη στρατηγική εφοδιαστικής τους. Για παράδειγμα, εάν οι τιμές ενός μεταφορέα βασίζονται κυρίως στην απόσταση, μια εταιρεία μπορεί να συγκεντρώσει τις αποστολές της για να μειώσει το κόστος μεταφοράς. Τέλος, η κατανόηση του καθορισμού του κόστους μεταφοράς μπορεί να βοηθήσει τις επιχειρήσεις να διατηρήσουν υγιείς σχέσεις με τους μεταφορείς τους. Κατανοώντας τους παράγοντες που επηρεάζουν το κόστος μεταφοράς, οι επιχειρήσεις μπορούν να έχουν πιο ουσιαστικές συζητήσεις με τους μεταφορείς τους και να συνεργαστούν για τη βελτιστοποίηση της αποτελεσματικότητας και του κόστους της αποστολής.

## Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup>: Αποθήκη και Διανομή

### 3.1 Ο ρόλος της αποθήκης

Ο στόχος των περισσότερων αποθηκών είναι η διευκόλυνση της διακίνησης των εμπορευμάτων προς το τελικό καταναλωτή. Ο συνδυασμός των παγκόσμιων εφοδιαστικών αλυσίδων και πιο ευμετάβλητών αγορών έχει καταστήσει αναγκαία τη στρατηγική διατήρησης αποθεμάτων. Με την αυξανόμενη τάση στη διακίνηση των εμπορευμάτων μέσω της αλυσίδας εφοδιασμού πολλοί από τους ρόλους μπορεί να σχετίζονται με την ταχύτητα της διακίνησης καθώς και με την διατήρηση του αποθέματος. Η λειτουργία ενός κέντρου διανομής υπηρετεί ένα πολύ σημαντικό ρόλο στη λειτουργία των δια-μεταφορέων και στην εφοδιαστική αλυσίδα γενικότερα.

Η προφανής λειτουργία ενός κέντρου διανομής είναι να αποθηκεύει προϊόντα όμως μέσα σε αυτό είναι δυνατή η εξυπηρέτηση και άλλων λειτουργιών όπως η ανά-συσκευασία, η ενοποίηση προϊόντων αλλά και η πληροφόρηση άλλων τμημάτων της εταιρίας για την διαθεσιμότητα και την κατάσταση των αποθεμάτων. Η γρήγορη και αποδοτική διακίνηση πρώτων υλών ενδιάμεσων προϊόντων αλλά και τελικών προϊόντων τόσο μέσα στην αποθήκη όσο και στο μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας όπως και η πληροφόρηση σχετικά με αυτά είναι ο ρόλος της αποθήκης. Η πρώτη από τις λειτουργίες της αποθήκης είναι η κίνηση των αποθεμάτων μέσα στο κέντρο διανομής η οποία μπορεί να διαχωριστεί περαιτέρω στις παρακάτω λειτουργίες παραλαβή, μετακίνηση και αποθήκευση, συλλογή και συγκέντρωση παραγγελίας cross-docking, και αποστολή. Η λειτουργία της παραλαβής περιλαμβάνει την ποιοτική και ποσοτική παραλαβή. Η ποιοτική παραλαβή έχει να κάνει με τον χαρακτηρισμό του αποθέματος ως προς την κατάσταση στην οποία έχει παραληφθεί ενώ η ποσοτική παραλαβή σχετίζεται με την σύγκριση των συνοδευτικών παραστατικών και των ποσοτήτων που πραγματικά έχουν παραληφθεί στην αποθήκη.

Όλες αυτές οι πληροφορίες ενημερώνουν τα υπόλοιπα τμήματα της εταιρίας του δια-μεταφορέα μέσω του πληροφοριακού συστήματος. Η διαδικασία της αποθήκευσης περιλαμβάνει την μεταφορά των προϊόντων από τις ράμπες συλλογής στις θέσεις αποθήκευσης ενώ η διαδικασία της συλλογής περιλαμβάνει όλες τις ενέργειες που απαιτούνται για την συλλογή και ομαδοποίηση των απαιτούμενων από την παραγγελία προϊόντων και αποστολή τους στα σημεία εξόδου. Υπάρχουν όμως και περιπτώσεις κατά τις οποίες η αποθήκευση αποφεύγεται και έτσι η αποθήκη καλείται να μεταφέρει προϊόντα από τις ράμπες παραλαβής κατευθείαν στις ράμπες αποστολής παρακάμπτοντας τα

ενδιάμεσα στάδια. Η τελευταία αλλά εξίσου σημαντική διαδικασία είναι αυτή της αποστολής των προϊόντων. Σε αυτή τη διαδικασία περιλαμβάνεται η δημιουργία πακέτων των προϊόντων ανά πελάτη με κατάλληλα μέσα, η έκδοση των συνοδευτικών εγγράφων, η ταξινόμηση των παραγγελιών και η φόρτωση τους στα κατάλληλα μεταφορικά μέσα.

Η δεύτερη λειτουργία της αποθήκης είναι η αποθήκευση σε κατάλληλες συνθήκες των προϊόντων για όσο αυτά είναι απαιτούμενο να παραμείνουν στην αποθήκη. Η χρονική διάρκεια παραμονής των αποθεμάτων μπορεί να χαρακτηρίσει την λειτουργία αυτή από Cross-Docking με πρακτικά μηδενικό χρόνο παραμονής στην αποθήκη μέχρι την πλήρη αποθήκευση της οποίας ο χρόνος καθορίζεται από άλλες λειτουργίες της εφοδιαστικής αλυσίδας όπως ο χρόνος παραλαβής μετά από παραγγελία αλλά και τα επίπεδα αποθέματος ασφαλείας που απαιτούνται από τη διοίκηση. Η τρίτη και ίσως πιο σημαντική λειτουργία της αποθήκης είναι η διακίνηση πληροφοριών στο μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας αναφορικά με τα προϊόντα που παραλαμβάνονται και αποστέλλονται καθώς και πληροφορίες σχετικές με το απόθεμα και την κατάσταση στην οποία βρίσκεται στην αποθήκη. Παράλληλα πληροφορίες όπως ο μέσος ρυθμός διακίνησης εμπορευμάτων, το ποσοστό εκμετάλλευσης της αποθήκης ως προς την ικανότητα αποθήκευσής της αλλά και τον τρόπο αποθήκευσης των αποθεμάτων σε αυτή είναι σημαντικές για τη λήψη αποφάσεων. Η διοίκηση έχει πάντα ανάγκη για γρήγορη και ακριβή ενημέρωση σχετικά με τα αποθέματα ώστε να βοηθηθεί στη λήψη αποφάσεων για τη διακίνηση των εμπορευμάτων.

Για να καλυφθούν οι παραπάνω απαιτήσεις, έχουν αναπτυχθεί και εφαρμοστεί πολλές νέες τεχνολογίες με τη χρήση των πληροφοριακών συστημάτων, ασύρματων δικτύων υπολογιστών, RFIDs, Barcodes και άλλων. Έχει γίνει δηλαδή μια προσπάθεια να μεταφερθεί η εισαγωγή και εξαγωγή δεδομένων στα πληροφοριακά συστήματα από τους υπαλλήλους γραφείου σε αυτούς που διακινούν και έχουν υπό την εποπτεία τους τα αποθέματα. Με την εκτεταμένη χρήση των Barcodes και των RFIDs, είναι δυνατός ο χαρακτηρισμός των αποθεμάτων και η αποτύπωση της θέσης τους συνεχώς τόσο μέσα στο κέντρο διανομής όσο και εκτός.

Η χρήση όλων αυτών των συστημάτων έχει επίσης σαν σκοπό τον περιορισμό χρήσης χαρτιού στην αποθήκη με συνέπεια την ελαχιστοποίηση των διπλό-καταχωρήσεων πληροφορίας στο ίδιο σύστημα. Η λογική αυτή έχει σαν αποτέλεσμα τόσο την ελαχιστοποίηση των λειτουργικών εξόδων, όσο και την απαλοιφή λαθών ανάγνωσης και πληκτρολόγησης. Η επιτυχής εφαρμογή όλων των παραπάνω λειτουργιών, μπορεί να εξαλείψει την ανάγκη για σημεία ελέγχου μέσα στην αλυσίδα λειτουργιών της αποθήκης. Παρόλα αυτά, είναι πάντα απαραίτητος ο ποιοτικός έλεγχος των διαδικασιών από ομάδες

εργαζόμενων μιας και έχουν παρατηρηθεί σφάλματα ακόμη και σε περιβάλλοντα υψηλής αυτοματοποίησης.

Οι κύριες περιοχές μια αποβάθρας δια-μεταφορέα είναι ότι τα εμπορεύματα μπορούν να παραληφθούν σε κατάσταση έτοιμη για άμεση αποστολή στον πελάτη ή μπορούν να απαιτούν ετικετοποίηση ή κάποια άλλη δραστηριότητα. Στη συνέχεια, τα εμπορεύματα πρέπει να ταξινομηθούν ανάλογα με τον προορισμό τους. Αυτό μπορεί να γίνει χειροκίνητα ή με την χρήση εξοπλισμού ταξινόμησης υψηλής ταχύτητας. Στην περίπτωση των τελευταίων, τα εισερχόμενα εμπορεύματα μπορούν να έχουν σημειωθεί με γραμμικό κώδικα από τον αποστολέα, ώστε να μπορούν να τοποθετηθούν απευθείας στο μηχάνημα ταξινόμησης και να ταξινομηθούν αυτόματα ανάλογα με τις παραγγελίες ή τους προορισμούς των πελατών. Στη συνέχεια, τα εμπορεύματα τοποθετούνται σε έμφορτα οχήματα και μεταφέρονται στα οχήματα αποστολής ( Alan Rushton e.c 2017).

### **3.2.1 Συστήματα διαχείρισης αποθηκών και στόλου διανομής**

Θεμελιώδη παράγοντα της εύρυθμης λειτουργίας της διαδικασίας αποθήκευσης αποτελεί η πληροφορία. Η αποθήκη μιας επιχείρησης συνεργάζεται σχεδόν με όλα τα υπόλοιπα τμήματα της επιχείρησης ανταλλάσσοντας πληροφορίες καθημερινά σχετικά με τα διαθέσιμα αποθέματα, τις παραγγελίες που εκκρεμούν, τις παραλαβές που θα πραγματοποιηθούν. Τα συστήματα διαχείρισης αποθηκών (Warehouse Management Systems) αποτελούν πληροφοριακά συστήματα διοίκησης του προσωπικού τα οποία υπολογίζοντας την ανθρώπινη δυναμικότητα και με γνώμονα τη βέλτιστη ικανοποίηση των αναγκών εκτέλεσης συγκεκριμένων εργασιών κατανέμουν ανάλογα το προσωπικό. Επίσης, με την καταγραφή και αποθήκευση των δεδομένων και χρήση κατάλληλα «χτισμένων» αλγορίθμων, παρέχουν τη δυνατότητα δυναμικής παρακολούθησης της παραγωγικότητας της διαδικασίας αποθήκευσης, σε όρους απόδοσης των διαθέσιμων πόρων, ανθρωπίνων και μη. Η διαχείριση των αποθηκευτικών θέσεων και των χώρων εντός της αποθήκης (παραλαβών, κύριος αποθηκευτικός χώρος) αποτελεί τη βασική λειτουργία των πληροφοριακών συστημάτων διαχείρισης αποθηκών (warehouse management systems) και προϋποθέτει φυσικά την ορθολογική κωδικοποίηση της αποθήκης. Τα πληροφοριακά συστήματα διαχείρισης αποθηκών ενσωματώνουν όλες ή μερικές από τις παρακάτω εργασίες:

- Προετοιμασία για παραλαβή: σε κάθε παραλαβή προϊόντων από τους προμηθευτές, πρέπει να προετοιμαστεί ο αναγκαίος χώρος που θα διατεθεί μετά την ξεφόρτωση από

τα φορτηγά, για την προσωρινή τοποθέτηση των προϊόντων, για παλετοποίηση ή αποσυσκευασία, για έλεγχο, εκτύπωση νέων ετικετών. Οι αναμενόμενες ποσότητες, ο χρόνος άφιξης, οι μονάδες διακίνησης και λοιπές σχετικές πληροφορίες εισάγονται στο σύστημα από το τμήμα προμηθειών-αγορών της επιχείρησης για να ενημερωθεί ο υπεύθυνος της αποθήκης.

- **Παραλαβή:** κατά την παραλαβή αναμένονται όπως προαναφέρθηκε συγκεκριμένες ποσότητες προϊόντων σε τυποποιημένη συνήθως μορφή (είδος και περιεχόμενα παλέτας, συσκευασίας) η οποία πρέπει να συμφωνεί με τις προδιαγραφές που έχουν καθοριστεί μεταξύ επιχείρησης και προμηθευτή. Οι πληροφορίες αυτές ενεργοποιούνται κατά την παραλαβή ώστε να γίνεται άμεση αντιπαράθεση κατά τη φυσική καταμέτρηση και έλεγχο από το προσωπικό της αποθήκης.
- **Ποιοτικός έλεγχος:** το σύστημα παρακολουθεί όλα τα στάδια της διαδικασίας αυτής δηλαδή αν τα προϊόντα βρίσκονται σε κατάσταση αναμονής για έλεγχο στον χώρο παραλαβών ή σε κατάσταση ελέγχου ή αν μετά τον έλεγχο αναμένουν μετακίνηση στον κύριο αποθηκευτικό χώρο (υγιή προϊόντα) ή στον χώρο επιστροφών (ελαττωματικά προϊόντα). Επίσης, καταγράφονται και αποθηκεύονται τα σχετικά στοιχεία στις περιπτώσεις που διαπιστωθούν ελαττωματικά προϊόντα ή συσκευασίες (προμηθευτής, ποσότητες ελαττωματικών, είδος ελαττώματος,), για την αξιολόγηση των προμηθευτών και των μεταφορέων.
- **Τακτοποίηση/ανατακτοποίηση:** Το σύστημα προτείνει την τακτοποίηση των παραληφθέντων ποσοτήτων σε συγκεκριμένες θέσεις βάσει αλγορίθμων που αντικατοπτρίζουν πίνακες επιλογής συγκεκριμένων θέσεων μέσα στην αποθήκη. Τα κριτήρια επιλογής θέσης είναι το είδος και κατηγορία των προϊόντων, τα χαρακτηριστικά των αποθηκευτικών θέσεων (διαστάσεις, δυναμικότητα), οι διαστάσεις των μονάδων αποθήκευσης των προϊόντων, οι εκάστοτε ποσότητες των προϊόντων στις θέσεις, το σύστημα FIFO (first in first out).
- **Συλλογή παραγγελιών:** το σύστημα δίνει πληροφορίες σχετικά με τις ακριβείς ποσότητες που πρέπει να συλλεχθούν από κάθε προϊόν και τις αντίστοιχες αποθηκευτικές θέσεις στις οποίες πρέπει να οδηγηθούν οι συλλέκτες. Η επιλογή των θέσεων αυτών γίνεται βάσει κανόνων FIFO (first-in, first-out), FEFO (first expired, first-out), LIFO (last-in, last-out) και της βέλτιστης διαδρομής (ελαχιστοποίησης των αποστάσεων) για τη συλλογή των παραγγελιών από τους συλλέκτες.
- **Ανα-τροφοδοσία (replenishment) θέσεων picking:** το σύστημα ειδοποιεί για την ανάγκη ανά-τροφοδοσίας των θέσεων picking από τις θέσεις stock, όταν τα αποθέματα στις θέσεις picking μειωθούν και φτάσουν στην ποσότητα που έχει καθοριστεί.

- **Κύκλωμα Απογραφών:** το σύστημα ειδοποιεί για τη διενέργεια κυκλικών απογραφών ανάλογα με τα χρονικά διαστήματα που έχουν οριστεί για κάθε προϊόν και παράγει τις ανάλογες καταστάσεις. Παρέχει επίσης τη δυνατότητα αντιπαράθεσης των ποσοτήτων που απογράφονται με τις ποσότητες που εμφανίζονται στο σύστημα και υπολογίζει τις αντίστοιχες αποκλίσεις.
- **Διαδικασία επιστροφών:** το σύστημα παρακολουθεί όλα τα στάδια της διαδικασίας αυτής, δηλαδή αν αναμένουν αρχικό έλεγχο στον χώρο παραλαβών ή περαιτέρω ποιοτικό έλεγχο ή αν είναι έτοιμα για τακτοποίηση. Επίσης, καταγράφονται και αποθηκεύονται τα σχετικά στοιχεία συμπεριλαμβανομένου και του λόγου για τον οποίο επεστράφησαν.
- **Reports (Αναφορές):** οι αναφορές πρέπει να εκτυπώνονται σε μορφή ευανάγνωστη, φιλική και εύχρηστη για την εξαγωγή συμπερασμάτων. Για παράδειγμα, οι ποσότητες που απογράφονται και καταχωρούνται στο σύστημα αποτελούν πρωτογενείς πληροφορίες, ενώ οι δείκτες παραγωγικότητας της αποθήκης προκύπτουν από σχετικούς υπολογισμούς. Βάσει των στοιχείων των αναφορών, αξιολογείται η πορεία των εργασιών και της επιχείρησης γενικότερα και λαμβάνονται κατάλληλα μέτρα για τη βελτίωση τους.

### **3.2 Επισκόπηση των εννοιών της εφοδιαστικής αλυσίδας και της διανομής**

Η σύγχρονη παγκόσμια αγορά λειτουργεί σε ένα σύνθετο δίκτυο διασυνδεδεμένων αλυσίδων εφοδιασμού και συστημάτων διανομής καθοριστικής σημασίας για την αποτελεσματική ροή αγαθών και υπηρεσιών από την παραγωγή στην κατανάλωση (Alvim & Oliveira, 2020). Η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας (SCM) περιλαμβάνει το συντονισμό και την ολοκλήρωση διαφόρων δραστηριοτήτων, συμπεριλαμβανομένων των προμηθειών, της παραγωγής, της μεταφοράς και της διανομής με πρωταρχικό στόχο την παράδοση προϊόντων στους τελικούς καταναλωτές έγκαιρα και οικονομικά αποδοτικά διατηρώντας παράλληλα πρότυπα ποιότητας (Heckmann et al., 2015). Η διανομή είναι βασικό συστατικό του δια-μεταφορέα. Ο δια-μεταφορέας εστιάζει στη διαδικασία παράδοσης προϊόντων στους τελικούς καταναλωτές που περιλαμβάνει την αποθήκευση, τη διαχείριση αποθεμάτων και τη μεταφορά (Al-Hafiz & Fauzi, 2019).

Η φάση της προμήθειας περιλαμβάνει τον εντοπισμό και τη δημιουργία σχέσεων με προμηθευτές που παρέχουν τις απαραίτητες πρώτες ύλες και συστατικά για την παραγωγή (Anaya-Arenas et al., 2014). Η φάση κατασκευής περιλαμβάνει τη μετατροπή αυτών των πρώτων υλών σε τελικά προϊόντα δίνοντας έμφαση στην αποτελεσματικότητα τον ποιοτικό

έλεγχο και τη βελτιστοποίηση του κόστους (Moosavi et al., 2020). Η διαχείριση του διαμεταφορέα επιβλέπει τη διακίνηση και αποθήκευση υλικών και τελικών προϊόντων, που περιλαμβάνει τη μεταφορά, τη διαχείριση αποθεμάτων και την αποθήκευση (Heckmann et al., 2015). Τέλος η εξυπηρέτηση πελατών διασφαλίζει την ικανοποίηση των απαιτήσεων των καταναλωτών μέσω της αποτελεσματικής επεξεργασίας παραγγελιών παράδοσης και υποστήριξης μετά την πώληση (Sunny et al., 2020).

Στη σύγχρονη παγκόσμια αγορά η δυναμική της εφοδιαστικής αλυσίδας και της διανομής έχει επηρεαστεί σημαντικά από τις τεχνολογικές εξελίξεις, τις πρωτοβουλίες βιωσιμότητας και την αυξανόμενη σημασία της λήψης αποφάσεων βάσει δεδομένων (Moosavi et al., 2020). Η εξέλιξη των ψηφιακών τεχνολογιών όπως το Internet of Things (IoT) η ανάλυση μεγάλων δεδομένων και η τεχνητή νοημοσύνη έχει φέρει επανάσταση στις λειτουργίες της εφοδιαστικής αλυσίδας επιτρέποντας την παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο την προγνωστική ανάλυση και την αυτοματοποίηση διαφόρων διαδικασιών (Al-Hafiz & Fauzi, 2019). Επιπλέον, η αυξανόμενη έμφαση στη βιωσιμότητα έχει οδηγήσει στην υιοθέτηση φιλικών προς το περιβάλλον πρακτικών συμπεριλαμβανομένων των πράσινων logistics της μείωσης του αποτυπώματος άνθρακα και της ηθικής προμήθειας, με στόχο την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και την προώθηση της κοινωνικής ευθύνης (Anaya-Arenas et al., 2014).

Η διανομή ως μια από τις κυρίαρχες πτυχές της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας εστιάζει στην αποτελεσματική μετακίνηση και αποθήκευση προϊόντων από τους κατασκευαστές στους τελικούς καταναλωτές (Moosavi et al., 2020). Οι αποτελεσματικές στρατηγικές διανομής περιλαμβάνουν τη βελτιστοποίηση των διαδρομών μεταφοράς τη διαχείριση κέντρων διανομής και αποθηκών και την εφαρμογή ισχυρών συστημάτων διαχείρισης αποθεμάτων. Επιπλέον η ενσωμάτωση της τεχνολογίας στις διαδικασίες διανομής έχει διευκολύνει την ανάπτυξη συστημάτων απογραφής Just-in-Time (JIT) cross-docking και λύσεων παράδοσης τελευταίου μιλίου εξασφαλίζοντας έγκαιρη και ακριβή παράδοση προϊόντων μειώνοντας παράλληλα το λειτουργικό κόστος και ελαχιστοποιώντας τη διατήρηση αποθεμάτων (Alvim & Oliveira, 2020).

### **3.3 Συστήματα Διανομής**

Η δομή ενός κυκλώματος διανομής πρέπει να είναι τέτοια, ώστε να παρέχει στους καταναλωτές τα προϊόντα στον σωστό τόπο, στον σωστό χρόνο, στη σωστή ποσότητα και με το ελάχιστο δυνατό κόστος. Οι καταναλωτές τελικά είναι εκείνοι οι οποίοι καθορίζουν

τη δομή του κυκλώματος διανομής. Το βέλτιστο κανάλι διανομής θα έχει διαμορφωθεί όταν πια κανένας άλλος παράγοντας, από αυτούς που συντελούν στην ικανοποίηση του τελικού αποδέκτη στην αύξηση των κερδών δε θα μπορεί να προστεθεί πλέον στο δίκτυο. Δύο από τις σημαντικότερες αποφάσεις που πρέπει να ληφθούν ως προς το σχεδιάσμα του δικτύου διανομής είναι θέση και αριθμός των κέντρων διανομής.

Όπως γίνεται αντιληπτό απώτερος σκοπός των επιχειρήσεων είναι να έχουν τα προϊόντα διαθέσιμα ανά πάσα στιγμή στους πελάτες τους. Ευκολότερος τρόπος για την επίτευξη του σκοπού αυτού θα ήταν δημιουργία πολλών κέντρων διανομής (αποθήκες) σε διάφορα σημεία. Κάτι τέτοιο όμως ίσως αποδειχθεί ιδιαίτερα ζημιογόνο για την εταιρία, αφού με τον τρόπο αυτό αυξάνεται σημαντικά το κόστος της (Cooper, 1997). Η αύξηση των κέντρων διανομής αρχικά αναβαθμίζει το επίπεδο εξυπηρέτησης των πελατών. Ωστόσο, όταν το πλήθος των κέντρων διανομής ξεπεράσει κάποια όρια τότε το συνολικό επίπεδο εξυπηρέτησης φθίνει καθώς είναι αδύνατο να διατηρείται ικανοποιητικό απόθεμα σε κάθε κέντρο διανομής για κάθε προϊόν (Christofer, 2005). Για τον βέλτιστο σχεδιασμό ενός δικτύου διανομής δια-μεταφορέα είναι αναγκαίο να ληφθούν υπόψη πολλοί παράγοντες, που μπορούν να επηρεάσουν τη δομή του, όπως:

- Φύση της αγοράς (πελάτες στους οποίους απευθύνεται).
- Σημεία πώλησης των προϊόντων.
- Είδη προϊόντων που διανέμονται μέσω του συστήματος διανομής (για παράδειγμα τρόφιμα απαιτούν διαφορετική μεταχείριση από άλλα προϊόντα).
- Στόχοι της επιχείρησης σχετικά με το δίκτυο διανομής (μέγεθος, εύρος).
- Αποστάσεις μεταξύ κέντρων διανομής και σημείων πώλησης των προϊόντων.

Πιο συγκεκριμένα, προτού ξεκινήσει οποιοσδήποτε σχεδιασμός ενός συστήματος διανομής του δια-μεταφορέα οι κυριότεροι παράγοντες, που πρέπει να καθοριστούν είναι:

1. Χρόνος παράδοσης ανά περιοχή.
2. Σημεία εξυπηρέτησης ανά περιοχή
3. Ύψος αποθέματος ανά ομάδα προϊόντων σε κάθε κέντρο διανομής

### **3.4 Στρατηγικές Διανομής**

Οι στρατηγικές και οι τακτικές που ακολουθούνται από μια επιχείρηση σε σχέση με τις διανομές είναι μέγιστης σημασίας και βασίζονται σε μακροχρόνιες επενδύσεις και αποφάσεις της εταιρίας. Οι κυριότερες και πιο διαδεδομένες στρατηγικές είναι (Παπαδημητρίου & Σχινάς, 2004):

### **Σύστημα καθέτου ροής υλικών**

Στο σύστημα αυτό η ροή των προϊόντων ακολουθεί διαδοχικές και προκαθορισμένες τοποθεσίες υποδοχής υλικών( αποθήκες ) μέχρι τη στιγμή της τελικής αποστολής τους στον πελάτη. Έτσι κατασκευαστές και προμηθευτές προϊόντων αποστέλλουν τα προϊόντα τους σε μεγάλες ποσότητες, σε ένα κέντρο διανομής ή αποθήκη, με σκοπό να ομαδοποιηθούν σύμφωνα με τις παραγγελίες των λιανεμπόρων ή των τελικών καταναλωτών. Με τον ίδιο τρόπο μια εταιρία δια-μεταφορέα με διάφορα κέντρα παραγωγής χρησιμοποιεί ένα κέντρο διανομής για να ενοποιεί τα προϊόντα, έτσι ώστε να επιτυγχάνει μείωση του μεταφορικού κόστους λόγω της μεγάλης συγκέντρωσης υλικών.

### **Απευθείας σύστημα**

Στο συγκεκριμένο σύστημα οι διανομές πραγματοποιούνται από τις κεντρικές αποθήκες. Το σύστημα αυτό κάνει πολλές αποστολές χρησιμοποιώντας σύγχρονα συστήματα μετάδοσης των παραγγελιών καθώς και γρήγορα μεταφορικά μέσα με συνέπεια το κόστος να είναι πολύ υψηλό. Όμως υπάρχει μικρότερη επένδυση στα αποθέματα αφού δεν υπάρχει πλέον ανάγκη διατήρησης αποθέματος, αποκέντρωσης στα κέντρα διανομής και τις περιφερειακές αποθήκες. Με αυτόν τον τρόπο αποφεύγονται οι πολλές φορτοεκφορτώσεις των υλικών και οι πιθανές ζημιές και απώλειες.

### **Μικτά συστήματα**

Στις περιπτώσεις που είναι απαραίτητο κάποιες ποσότητες να συγκεντρώνονται για ενοποίηση σε κέντρα διανομής και κάποιες άλλες να αποστέλλονται απευθείας από τα κεντρικά αποθέματα στους πελάτες τότε έχουμε τα μικτά συστήματα.

### **Συστήματα αναβολής της τελικής μορφοποίησης**

Σύμφωνα με αυτή την στρατηγική τα προϊόντα διατηρούνται σε κατάσταση ημί-έτοιμου προϊόντος. Μορφοποιούνται ανάλογα με τις επιθυμίες του πελάτη και κατόπιν αυτού αποστέλλονται.

### **Γεωγραφική αναβολή**

Σύμφωνα με αυτή την εφαρμογή ο δια-μεταφορέας παρακρατεί ποσότητες προϊόντος σε ημιτελή κατάσταση και όταν παραληφθεί η παραγγελία, ξεκινά η διαδικασία αποστολής απ' ευθείας στον πελάτη. Στην περίπτωση αυτή η επιχείρηση διατηρεί πλήρως τον έλεγχο της

τελικής μορφοποίησης των προϊόντων (αυτοκίνητα, ψυγεία) και το σύστημα διακινεί ήδη τελικά διαμορφωμένα προϊόντα.

### **Γεωγραφική ομαδοποίηση αποστολών**

Σύμφωνα με αυτή τη στρατηγική μικρές παραγγελίες ομαδοποιούνται κατά περιοχή και με τη διανομή προϊόντων σε κέντρα διανομής που βρίσκονται εγκατεστημένα στον ίδιο τόπο και σκοπό έχει τη μείωση του μεταφορικού κόστους. Είναι πολλές οι φορές που η αποστολή των προϊόντων γίνεται με καθυστέρηση έτσι ώστε να προλάβει να πραγματοποιηθεί η ομαδοποίηση και να οργανωθούν τα δρομολόγια. Εδώ πρέπει να τονιστούν τα πλεονεκτήματα των προγραμματισμένων παραδόσεων στους πελάτες για να δικαιολογηθεί και η καθυστέρηση της διανομής. Υπάρχουν και περιπτώσεις ενοποίησης αποστολών διαφορετικών εταιριών που δραστηριοποιούνται στην ίδια γεωγραφική περιοχή. Αυτό πραγματοποιείται μέσω τρίτου (Third Party Physical Distribution) ο λεγόμενος δια-μεταφορέας, ο οποίος αναλαμβάνει την ενοποίηση και τη μεταφορά.

### **3.5 Σωστή Επιλογή του Δικτύου Διανομής**

Για να επιλέξει κάθε δια-μεταφορέας ποιο δίκτυο διανομής ταιριάζει στα προϊόντα που διαθέτει στην αγορά, θα πρέπει να λάβει υπόψη της δύο σημαντικούς παράγοντες που θα επηρεάζουν την απόφασή του. Οι δύο αυτοί σημαντικοί παράγοντες είναι τα χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου προϊόντος κάθε φορά, αλλά και τα χαρακτηριστικά της αγοράς – στόχου.

Άλλοι παράγοντες ίδιας αξίας είναι :

- το μερίδιο αγοράς
- η οικονομική αποδοτικότητα του δικτύου
- η απόσταση των σημείων πώλησης από την αγορά – στόχο
- ο αριθμός των ανταγωνιστών
- το είδος των προϊόντων του ανταγωνισμού
- οι προσφερόμενες υπηρεσίες από τον ανταγωνισμό
- το μέγεθος της επιχείρησης
- οι οικονομικές δυνατότητες της επιχείρησης
- η εμπειρία
- η τεχνογνωσία της επιχείρησης.

Οι στόχοι ενός καλά σχεδιασμένου δικτύου διανομής είναι:

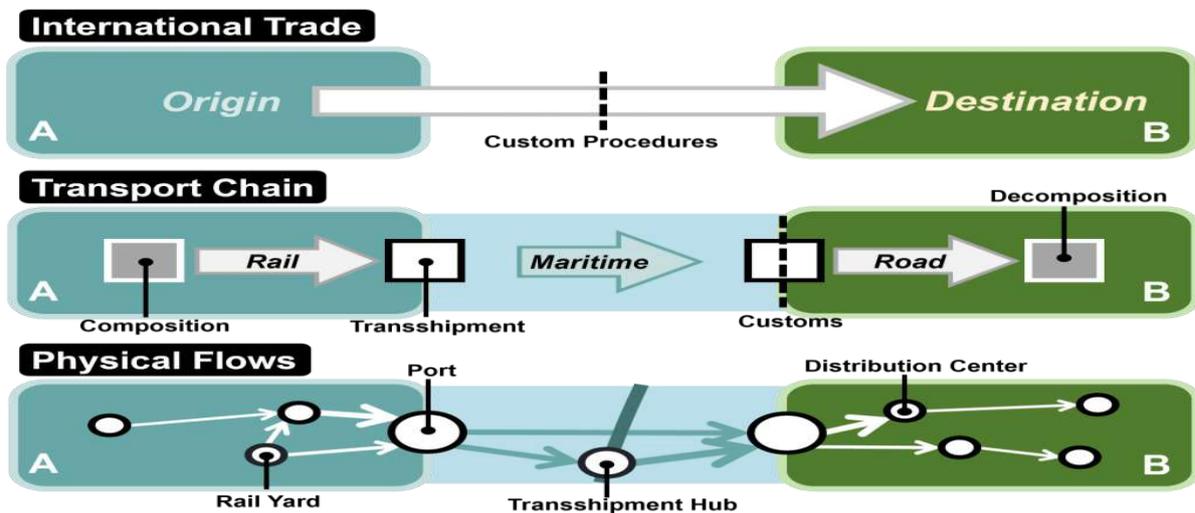
- Μικρότερο δυνατό κόστος διαχείρισης του κυκλώματος διανομής.
- Διασφάλιση της υψηλής ποιότητας των προϊόντων.
- Μέγιστο δυνατό επίπεδο εξυπηρέτησης του πελάτη.
- Μέγιστη ευελιξία του δικτύου διανομής.

## 3.6 Επιλογές σχεδιασμού ενός δικτύου μεταφορών

### 3.6.1 Σχεδιασμός Δικτύου Φυσικής Διανομής

Η φυσική διανομή αφορά γενικά στην αποθήκευση και στη μεταφορά εμπορευμάτων από τον παραγωγό στον καταναλωτή. Στόχος είναι να διακινηθεί το σωστό προϊόν, στο σωστό πελάτη, στο σωστό χώρο και χρόνο με το μικρότερο δυνατό κόστος (Μαλινδρέτος, 2015). Η φυσική ροή προϊόντων στο διεθνές εμπόριο απαιτεί μια αλυσίδα μεταφορών, η οποία περιλαμβάνει μια σειρά δραστηριοτήτων.

Το πρώτο στάδιο της αλυσίδας μεταφοράς, είναι η σύνθεση, όπου τα φορτία συναρμολογούνται στον τόπο προέλευσης, συχνά σε παλέτες ή και σε εμπορευματοκιβώτια. Η διαδικασία αυτή είναι σημαντική καθώς προσπαθεί να επιτύχει οικονομίες κλίμακας παρέχοντας μεγαλύτερες και εύκολα διαχειριστικές μονάδες φόρτωσης. Έπειτα το φορτίο που μεταφέρεται – οδικώς ή με σιδηρόδρομο – κινείται κατά μήκος της αλυσίδας μεταφοράς για να φτάσει σε έναν τερματικό σταθμό όπου μεταφορτώνεται σε άλλο μέσο διεθνούς μεταφοράς (πλοίο, τρένο και αεροπλάνο, ανάλογα με τη φύση των εμπορευμάτων). Επιπρόσθετες οικονομίες κλίμακας είναι δυνατές καθώς πολλές μονάδες φόρτωσης μπορούν να ενσωματωθούν σε ένα μεγάλο φορτίο, όπως ένα φορτωμένο εμπορευματοκιβώτιο. Μόλις το φορτίο εισέλθει σε άλλη χώρα πραγματοποιείται τελωνειακός έλεγχος. Οι τελωνειακές διαδικασίες και οι καθυστερήσεις συγκαταλέγονται στους πιο περιοριστικούς παράγοντες της παγκόσμιας διανομής εμπορευμάτων. Το τελικό στάδιο της αλυσίδας μεταφοράς, η αποσύνθεση (decomposition) ή αλλιώς το τελευταίο μίλι λαμβάνει χώρα κοντά στον τελικό προορισμό. Τα φορτία κατανέμονται σε μονάδες που αντιστοιχούν στη πραγματική ζήτηση. Εάν η ζήτηση αφορά εμπορεύματα λιανικής, ενδέχεται να απαιτούνται στρατηγικές διανομής αστικών εμπορευματικών μεταφορών



Rodrigue, J-P (2013)

Οι αποφάσεις που θα ληφθούν για το συνδυασμό των μεταφορών θα πρέπει να μεγιστοποιούν την απόδοση του δια-μεταφορέα. Με αυτό τον τρόπο μπορεί να επιτευχθεί η καλύτερη δυνατή τιμή.

### 3.6.2 Δίκτυο απευθείας αποστολών

Στα δίκτυα απευθείας αποστολών η κατάσταση θεωρείται αρκετά απλή καθώς συνήθως πρόκειται για προϊόντα υψηλής αξίας για τα οποία η ζήτηση είναι χαμηλή και απρόβλεπτη, η διαδρομή παράδοσης των παραγγελιών στον λιανοπωλητή είναι προκαθορισμένη και οι μόνες μεταβλητές είναι η ποσότητα και το μέσο μεταφοράς. Ως εκ τούτου, ως το πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου μπορεί να θεωρηθεί η εξάλειψη των σταθερών δαπανών, όπως το κόστος αποθήκευσης και το κόστος αποθεμάτων. Δεδομένου ότι δεν υπάρχουν μεσάζοντες που εμπλέκονται στην αποστολή, ο χρόνος παράδοσης των εμπορευμάτων θεωρείται σύντομος.

Για να είναι βιώσιμη η απευθείας αποστολή, το μέγεθος της παραγγελίας πρέπει να αντιστοιχεί στη μέγιστη χωρητικότητα ωφέλιμου φορτίου του φορτηγού. Το πρόβλημα με αυτή την τακτική είναι ότι οι μεγάλες παραγγελίες δημιουργούν μεγάλα αποθέματα στην αλυσίδα εφοδιασμού. Επιπλέον οι μικρές αποστολές είναι ανεπιθύμητες εκτός εάν το επιτρέπει η φύση του προϊόντος και η συχνότητα των παραδόσεων. Από την άλλη πλευρά, η χρήση ελλιπών φορτηγών έχει αντίκτυπο στο λειτουργικό τους κόστος, διότι, εκτός από το αυξημένο κόστος, αυξάνονται οι χρόνοι παράδοσης, με αποτέλεσμα την ανάγκη συνεχούς παρακολούθησης των εισερχόμενων εμπορευμάτων από το προσωπικό του καταστήματος, ενώ το μόνο θετικό είναι τα χαμηλά επίπεδα αποθεμάτων (Βιδάλης, 2017).

### 3.6.3 Δίκτυο διανομής μέσω αποθηκών

Η διανομή μέσω αποθηκών αποτελεί την πιο παραδοσιακή στρατηγική διανομών. Τα προϊόντα προωθούνται στους δια-μεταφορείς εφόσον πρώτα έχουν παραμείνει στην αποθήκη. Σε αυτή την περίπτωση η αποθήκη παίζει καταλυτικό ρόλο στην λειτουργία της εφοδιαστικής αλυσίδας γιατί εκτελούνται κάποιες συγκεκριμένες λειτουργίες σε αυτή. Αυτές είναι:

1. Υποδοχή των εισερχόμενων προϊόντων
2. Αποθήκευση
3. Συλλογή παραγγελιών
4. Φόρτωση παραγγελιών στο μέσο μεταφοράς

Η ύπαρξη αποθηκευτικών κέντρων εξασφαλίζει την ομαλή ροή και διαχείριση των προϊόντων ώστε να φτάσουν με αξιοπιστία και συνέπεια από τον παραγωγό στον τελικό καταναλωτή. Τα τελευταία χρόνια στα κέντρα αποθήκευσης εκτελούνται πιο σύνθετες δραστηριότητες πέρα από την παραλαβή και την αποθήκευση, όπως η διαχείριση των αποθεμάτων, η πακετοποίηση και σήμανση των προϊόντων, το Cross Docking, η ηλεκτρονική σύνδεση με άλλα τμήματα της επιχείρησης ή πελάτες για ανταλλαγή δεδομένων και πληροφοριών (EDI – Electronic Data Interchange) ή ακόμα και η «εκπλήρωση» ηλεκτρονικών παραγγελιών (e-fulfillment centers- e-FC). Η παραδοσιακή αποθήκη έχει λοιπόν μετεξελιχθεί σε κέντρο διανομής (Distribution Center) ή αλλιώς σε Logistic Center (Μαλινδρέτος, 2015).

Σε αντίθεση με την αποθήκη, τα logistic centers δίνουν έμφαση στη ροή των προϊόντων και όχι τόσο στην αποθήκευσή τους. Σκοπός είναι να δέχονται τα προϊόντα από τις εταιρείες – προμηθευτές (παραγωγούς, δια-μεταφορείς) και στη συνέχεια να τα διοχετεύουν στα τελικά σημεία πώλησης και κατανάλωσης, κυρίως εντός των αστικών κέντρων ανάλογα με την υπάρχουσα ζήτηση (Μαλινδρέτος, 2015). Για αυτό η αποθήκευση των προϊόντων θα πρέπει να είναι προσωρινή για σχετικά σύντομη χρονική περίοδο (ημέρες ή εβδομάδες) (Rodrigue, 2013).

Η ανάγκη δημιουργίας των εμπορευματικών κέντρων προέκυψε με την δημιουργία μεγάλων αλυσίδων καταστημάτων. Το πλήθος των παραγγελιών που λαμβάνονται από τα καταστήματα σε συνδυασμό με τη σύγχρονη τάση για τη διατήρηση χαμηλότερων αποθεμάτων σε αυτά οδηγεί σε μικρές και συχνές παραγγελίες. Για τον λόγο αυτό ένα κέντρο διανομής πρέπει να βρίσκεται σε τέτοια τοποθεσία ώστε να εξυπηρετεί με τον

βέλτιστο τρόπο τα καταστήματα. Τα σύγχρονα κέντρα διανομής βρίσκονται σε προαστιακές τοποθεσίες με καλή οδική προσβασιμότητα, καθώς εξυπηρετούν κυρίως με φορτηγά. Η τοποθεσία εγκατάστασης τους είναι πλησίον της αγοράς (πελατών) ή πλησίον των μονάδων παραγωγής. Η πρώτη περίπτωση επιλέγεται από δια-μεταφορικές εταιρείες που έχουν ως γνώμονα τους μικρούς χρόνους ανταπόκρισης των παραγγελιών, την ταχύτερη μεταφορά προϊόντων ευαίσθητα στο χρόνο και τη μείωση του μεταφορικού κόστους, λόγω της μεταφοράς μεγαλύτερων ποσοτήτων από τις μονάδες παραγωγής. Στις περιπτώσεις ύπαρξης κέντρου διανομής κοντά στην μονάδα παραγωγής, δεν παρέχεται το ίδιο υψηλή εξυπηρέτηση πελατών (Μαλινδρέτος, 2015).

Ένα κέντρο διανομής εξυπηρετεί τις ανάγκες κάποιας συγκεκριμένης γεωγραφικής περιοχής επομένως αναφέρεται σε σύντομους χρόνους παράδοσης (lead time) και εξυπηρετεί αγορές μέσα σε 48 ώρες κατά μέσο όρο (Rodrigue, 2013). Μια επιχείρηση μπορεί να διαθέτει περισσότερα από ένα κέντρα διανομής. Στην περίπτωση αυτή, επιτυγχάνεται μείωση των χρόνων παράδοσης, αφού οι αποθήκες απέχουν μικρές αποστάσεις από τους πελάτες. Ένα κέντρο διανομής συμβάλλει στη μείωση του κόστους της εφοδιαστικής αλυσίδας, όταν ο παραγωγός βρίσκεται μακριά από τα καταστήματα λιανικής. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του κόστους του τελικού προϊόντος από τον προμηθευτή στον τελικό αποδέκτη. Εταιρείες που δραστηριοποιούνται στο ηλεκτρονικό εμπόριο, όπως η Amazon έχουν αναπτύξει εκτενώς κέντρα διανομής για να υποστηρίξουν τις δραστηριότητές τους. Λόγω της αποτελεσματικότερης δομής κόστους μέσα από το ηλεκτρονικό εμπόριο μπορούν να προσφέρονται τα προϊόντα από 10% έως και 15% φθηνότερα από το λιανικό εμπόριο (Rodrigue, 2013).

Με σύγχρονους τρόπους διανομής όπως το cross docking – χαρακτηριστικό του οποίου είναι η άμεση μεταφόρτωση αντί της αποθήκευσης - επιτυγχάνεται χαμηλό ύψος αποθεμάτων και ταχύτερη παράδοση των προϊόντων στον τελικό αποδέκτη. Η μεγαλύτερη επιχείρηση λιανικών πωλήσεων στο κόσμο, η Walmart, χρησιμοποιεί αποτελεσματικά το cross-docking, με αποτέλεσμα τη μείωση του συνολικού κόστους. Στα κέντρα διανομής της εταιρεία τα προϊόντα που προέρχονται από τους προμηθευτές εκφορτώνονται ξεχωρίζονται και μεταφορτώνονται έτσι ώστε κάθε φορτηγό που τροφοδοτεί ένα κατάστημα να έχει προϊόντα από πολλούς προμηθευτές. Με αυτόν τον τρόπο η εταιρεία επιτυγχάνει σημαντική μείωση των αποθεμάτων άρα μείωση του κόστους και αύξηση των κερδών.

### **3.6.4 Δίκτυο διανομής μέσω δια-μεταφοράς**

Η διανομή μέσω δια-μεταφοράς συνδυάζει τα οφέλη των δύο προηγούμενων μοντέλων αφού διαχειρίζεται καλύτερα την αποθήκευση των προϊόντων και την συλλογή παραγγελιών. Σε ένα κέντρο διανομής συγκεντρώνονται φορτία από πολλούς προμηθευτές όπου παραμένουν για λίγες ώρες μόνο μέχρι να ομαδοποιηθούν και να αποσταλούν περιέχοντας διαφορετικά προϊόντα για ξεχωριστά καταστήματα. Με αυτόν τον τρόπο δεν διακόπτεται η ροή των εμπορευμάτων στο κέντρο διανομής οπότε υπάρχει και χαμηλό ύψος αποθεμάτων αφού μειώνονται οι μετακινήσεις και μεταφορτώσεις. Με αυτό τον τρόπο οι επιχειρήσεις εξοικονομούν χρήματα μέσω της ενοποίησης των φορτίων αλλά και εξοικονόμηση χρόνου καθώς τη διαδικασία διαπραγμάτευσης με τους μεταφορείς αναλαμβάνει ο δια-μεταφορέας αλλά και τα προϊόντα προωθούνται γρηγορότερα προς τους τελικούς καταναλωτές. Για την επιτυχημένη εφαρμογή της δια-μεταφοράς όμως απαιτούνται κεφάλαια σε απόκτηση ή αναβάθμιση πληροφοριακών συστημάτων, καλή συνεργασία όλων των μερών με πλήρη συγχρονισμό των απαραίτητων πληροφοριών. Έτσι με τη δια-μεταφορά προσφέρονται υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας και καλύτερη εξυπηρέτηση προμηθευτών και καταναλωτών (Βιδάλης, 2017).

### **3.6.5 Δίκτυο διανομής με πολλούς προμηθευτές ή πολλούς παραλήπτες**

Αυτή η τεχνική διανομής μπορεί να εφαρμοστεί σε όλες τις προηγούμενες στρατηγικές διανομής. Η συγκεκριμένη αποτελεί τη βέλτιστη λύση σε περίπτωση που πρέπει να καλυφθούν μεγάλες αποστάσεις είτε πρόκειται για απευθείας παραδόσεις είτε εμπλέκεται και το κέντρο διανομής στην εφοδιαστική αλυσίδα.

Πιο συγκεκριμένα στην περίπτωση των απευθείας παραδόσεων όταν οι ποσότητες που έχουν παραγγελθεί είναι περιορισμένες οι εναλλακτικές κρίνονται ιδιαίτερα δαπανηρές όπως η αποστολή φορτηγού πλήρους φορτίου που δημιουργεί απόθεμα ενώ η αποστολή μη πλήρους φορτίου έχει αυξημένο μεταφορικό κόστος. Σε αυτή την περίπτωση, προτιμάται η λύση του φορτηγού πλήρους φορτίου στο οποίο έχουν συγχωνευτεί πολλές παραγγελίες για πολλαπλές παραδόσεις, έτσι ώστε να μειωθεί το κόστος μεταφοράς αλλά και να αξιοποιηθούν καλύτερα και τα δρομολόγια των φορτηγών. Η πρακτική αυτή ενδείκνυται όταν υπάρχουν παραδόσεις μικρών ποσοτήτων σε πελάτες που βρίσκονται σε κοινή γεωγραφική περιοχή.

Στην περίπτωση των μεταφορών μέσω ενός κέντρου διανομής, γίνεται η συγκέντρωση διάφορων παραγγελιών διαφορετικών προμηθευτών στο κέντρο διανομής όπου εκεί

ομαδοποιούνται και υπάρχουν δύο περιπτώσεις, είτε στέλνονται διαφορετικές παραγγελίες πολλών προμηθευτών σε ένα φορτηγό για να εξυπηρετηθεί ένας πελάτης έχοντας παραγγείλει μικρές ποσότητες διαφορετικών προϊόντων είτε διαφορετικές παραγγελίες πελατών του ίδιου όμως προϊόντος ομαδοποιούνται πάλι ώστε ένα φορτηγό να επισκεφτεί πολλαπλά σημεία επιτυγχάνοντας μείωση και στις δύο περιπτώσεις στο κόστος μεταφοράς μέσω δημιουργίας οικονομιών κλίμακας (Βιδάλης, 2017).

### **3.6.6 Προσαρμοσμένο δίκτυο μεταφορών**

Κατά τη φάση σχεδιασμού ενός δικτύου μεταφορών μιας επιχείρησης πολλοί είναι οι παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψιν. Παρ' όλα αυτά η διαδικασία αυτή δεν μπορεί να είναι σταθερή αλλά προσαρμόζεται συνεχώς εξαιτίας και άλλων παραγόντων όπως οι συνεχείς μεταβολές στην ζήτηση προϊόντων και την εποχικότητα που χαρακτηρίζει πολλά από αυτά. Το προσαρμοσμένο δίκτυο μεταφορών αναφέρεται σε κάθε κατάλληλο συνδυασμό όλων των παραπάνω τεχνικών που μπορεί να μειώσει το κόστος και να βελτιώσει την ικανότητα ανταπόκρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας. Στα προσαρμοσμένα δίκτυα χρησιμοποιούνται κυρίως συνδυασμοί τεχνικών δια-μεταφοράς και πολλαπλών αποστολών ή παραληπτών σε συνεργασία με FTL ή LTL φορτηγά ή μεταφορείς δεμάτων, ανάλογα με την περίπτωση.

Προϊόντα με μεγάλο όγκο και γρήγορη κατανάλωση ενδείκνυται να στέλνονται απευθείας προς τα καταστήματα λιανικής ενώ όταν τα προϊόντα κινούνται σε μικρές ποσότητες σε καταστήματα με μικρή κατανάλωση προτιμάται η μεταφορά τους να γίνει αφού πρώτα συγκεντρωθούν σε κέντρα διανομής και συνδυαστούν κατάλληλα οι αποστολές των φορτίων. Η πολυπλοκότητα αυτού του δικτύου μεταφοράς είναι μεγάλη διότι χρησιμοποιούνται διαφορετικές διεργασίες διανομής για κάθε προϊόν.

### **3.6.7 Διαδικασία Σχεδιασμού των Μεταφορών και Προγραμματισμός Δρομολογίων του Καναλιού (Transportation Planning Process)**

Η σημαντικότερη απόφαση του δια-μεταφορέα είναι ο σχεδιασμός και ο προγραμματισμός των δρομολογίων. Οι διαχειριστές της αποθήκης και διανομών πρέπει να αποφασίσει ποιους πελάτες θα επισκεφθεί κάθε όχημα, καθώς και με ποια συγκεκριμένη σειρά έτσι ώστε να επιτευχθεί μειωμένο κόστος και παράλληλα την ανταποκρισιμότητα που υπόσχεται στους πελάτες.

Η επίτευξη του στόχου «Υψηλό Επίπεδο Εξυπηρέτησης του Πελάτη» και η διατήρησή του απαιτεί έναν αρκετά πολύπλοκο και σωστό σχεδιασμό του κυκλώματος διανομής, ο οποίος να εξασφαλίζει την αύξηση του τζίρου της επιχείρησης μέσω του χαμηλότερου δυνατού κόστους διανομής των προϊόντων στις αναμενόμενες ποσότητες και του ταχύτερου δυνατού χρόνου εξυπηρέτησης. Είναι πολύ σημαντικό το κόστος ενός δικτύου διανομής να είναι όσο το δυνατό μικρότερο, γιατί ενώ η διανομή ως διεργασία δεν προσδίδει αξία στο προϊόν εντούτοις συμβάλλει στην αύξηση της τελικής τιμής του προϊόντος. Οι στόχοι ενός καλά δομημένου δικτύου διανομής είναι:

- Μικρότερο δυνατό κόστος διαχείρισης του κυκλώματος διανομής.
- Διασφάλιση της υψηλής ποιότητας των προϊόντων.
- Μέγιστο δυνατό επίπεδο εξυπηρέτησης του πελάτη.
- Μέγιστη ευελιξία του δικτύου διανομής.

### **3.7 Συμπεράσματα – Ανακεφαλαίωση**

Η προφανής λειτουργία ενός κέντρου διανομής είναι να αποθηκεύει προϊόντα όμως μέσα σε αυτό είναι δυνατή η εξυπηρέτηση και άλλων λειτουργιών όπως η ανά-συσκευασία, η ενοποίηση προϊόντων αλλά και η πληροφόρηση άλλων τμημάτων της εταιρίας για την διαθεσιμότητα και την κατάσταση των αποθεμάτων. Η γρήγορη και αποδοτική διακίνηση πρώτων υλών ενδιάμεσων προϊόντων αλλά και τελικών προϊόντων τόσο μέσα στην αποθήκη όσο και στο μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας όπως και η πληροφόρηση σχετικά με αυτά είναι ο ρόλος της αποθήκης

Ένα κανάλι διανομής είναι μια αλυσίδα επιχειρήσεων ή διαμεσολαβητών μέσω των οποίων ένα αγαθό ή μια υπηρεσία περνά μέχρι να φτάσει στον τελικό καταναλωτή. Ο ρόλος του καναλιού διανομής είναι η αποτελεσματική μεταφορά αγαθών και υπηρεσιών. Μπορούν είτε να σταλούν σε κατάσταση λιανικής είτε απευθείας στην κατοικία του πελάτη. Μια στρατηγική διανομής είναι μια μέθοδος διάδοσης των αγαθών στους τελικούς χρήστες. Η εφαρμογή της πιο αποτελεσματικής μεθόδου διανομής για την επιχείρηση είναι το κλειδί για την απόκτηση εσόδων και της ικανοποίησης των πελατών μέσω των παραδόσεων στον καθορισμένο χρόνο. Ορισμένες εταιρείες επιλέγουν να χρησιμοποιούν πολλαπλές μεθόδους διανομής για να συμμορφώνονται με διαφορετικές βάσεις καταναλωτών.

Η σχεδίαση ενός δικτύου μεταφορών επηρεάζει την απόδοση της εφοδιαστικής αλυσίδας, επειδή οι αποφάσεις για τη λειτουργία των μεταφορικών υπηρεσιών και τον προγραμματισμό των δρομολογίων επηρεάζονται άμεσα από τις εγκαταστάσεις της και τις

υποδομές της χώρας. Ένα σωστά σχεδιασμένο δίκτυο μεταφορών επιτρέπει στην εφοδιαστική αλυσίδα να επιτύχει τον επιθυμητό βαθμό ανταπόκρισης του συστήματος με σχετικά χαμηλό κόστος.

## Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup>: Πρόγραμμα Μεταφορών

### 4.1 Ολοκληρωμένη επιχειρησιακή μεταφορά προγραμματισμός στη θεωρία

Κατά την παράδοση ή την παραλαβή προϊόντων από πελάτες ή προς πελάτες με την δρομολόγηση των οχημάτων στα πλαίσια των επιχειρησιακών δραστηριοτήτων μεταφοράς, προκύπτουν διάφορα προβλήματα τα οποία είναι γνωστά τα οποία είναι γνωστά με την ονομασία προβλήματα δρομολόγησης οχημάτων (vehicle routing problem). Με τη διανομή προϊόντων εξυπηρετείται ένα σύνολο από πελάτες σε μια δεδομένη χρονική περίοδο από ένα σύνολο από οχήματα που ξεκινούν αφετηριακά από μια συγκεκριμένη αποθήκη χρησιμοποιώντας ένα συγκεκριμένο οδικό δίκτυο. Η σωστή επίλυση του προβλήματος δρομολόγησης οχημάτων έχει ως αποτέλεσμα τον καθορισμό ενός συνόλου από διαδρομές όπου κάθε μια από αυτές ξεκινά και καταλήγει σε μία αποθήκη, προκειμένου με αυτή την διαδικασία να εξυπηρετηθούν οι απαιτήσεις των πελατών χωρίς όμως να παραβιάζεται κάποιος από τους περιορισμούς και ταυτόχρονα ελαχιστοποιώντας το κόστος διανομής (Μαρινάκης, 2008).

Για τον ορισμό του προς επίλυση προβλήματος, ο δια-μεταφορέας πρέπει να λάβει υπ' όψη του τη φύση του προβλήματος διανομή. Κάποιες χαρακτηριστικές πληροφορίες αναφορικά με τις δραστηριότητες διανομής είναι οι παρακάτω:

- Το πόσο μεγάλος είναι ο στόλος των οχημάτων που η εταιρεία χρησιμοποιεί
- Ο αριθμός των οδηγών
- Πόσες είναι οι διαδρομές που εκτελούνται καθημερινά και πόσο είναι ο μέσος όρος των στάσεων ανά διαδρομή.
- Πόσες διαδρομές γίνονται εκτός και εκτός πόλεως.
- Πόσο είναι το συνολικό ετήσιο κόστος των δραστηριοτήτων διανομής.
- Πόσο είναι το κόστος των πληρωμάτων.
- Ποιες είναι οι μελλοντικές απαιτήσεις και προβλέψεις στον τομέα ενδεχόμενων βλαβών.
- Οι τρέχουσα υπολογιστική δυναμική της εταιρείας προκειμένου να έχει τη δυνατότητα να υποστηρίξει το δίκτυο διανομής
- Ο συνδυασμός των δρομολογίων με άλλες δραστηριότητες

Επομένως, σύμφωνα με τις πληροφορίες αυτές, μπορούμε να πετύχουμε μια αρχική εκτίμηση του ποσοστού από τα έσοδα της εταιρείας τα οποία θα χρησιμοποιηθούν για τη

σωστή μελέτη και λειτουργία του συστήματος διανομής. Κατά αυτόν τον τρόπο ο δια-μεταφορέας θα μπορέσει να υπολογίσει το κόστος του συστήματος διανομής. Εάν θελήσουμε να συγκρίνουμε την πρακτική της εταιρείας αναφορικά με την διανομή των προϊόντων της με ένα πιο προηγμένο σύστημα διανομής σαφώς και προκύπτουν οφέλη από την εφαρμογή αυτού του συστήματος (Μαρινάκης, 2008).

Πέρα από τις γενικές πληροφορίες που προαναφέρθηκαν σχετικά με τα γενικά χαρακτηριστικά του συστήματος διανομής της εταιρείας, ο δια-μεταφορέας επιπρόσθετα θα πρέπει να λαμβάνει υπ' όψη του τα παρακάτω χαρακτηριστικά των πελατών και των οχημάτων. Ως χαρακτηριστικά των πελατών αναφέρουμε:

- Σε ποιο σημείο του γραφήματος διανομής (routing graph) βρίσκεται ο πελάτης
- Η ποσότητα των αγαθών (demand) που μπορεί να είναι και διαφορετικού είδους, τα οποία πρέπει είτε να παραδοθούν είτε να συλλεχθούν από τον πελάτη.
- Ο πελάτης κατά τη διάρκεια της ημέρας μπορεί να εξυπηρετηθεί σε χρονικά διαστήματα (time windows) όπως παραδείγματος χάρη όταν η εταιρεία του πελάτη λειτουργεί για συγκεκριμένη περίοδο ή η τοποθεσία της εταιρείας είναι προσπελάσιμη βάσει συγκοινωνιακών περιορισμών.
- Το είδος του οχήματος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τον στόλο της εταιρείας προκειμένου να εξυπηρετηθεί κάποιος πελάτης.

Προκειμένου να εξυπηρετηθούν κάποιοι πελάτες οι διαδρομές που εφαρμόζονται ξεκινούν και καταλήγουν σε μια ή περισσότερες αποθήκες, οι οποίες έχουν αντιστοιχία σε συγκεκριμένους κόμβους του δικτύου. Ο χαρακτηρισμός κάθε αποθήκης κρίνεται από τον αριθμό και από το πλήθος των οχημάτων που βρίσκονται σε αυτή όπως επίσης και από τη συνολική ποσότητα των προϊόντων που θα μπορούσαν να διαχειριστούν οι δια-μεταφορείς. Τα τυπικά χαρακτηριστικά των οχημάτων είναι τα εξής:

- Ποια είναι η αποθήκη από την οποία προέρχονται και εξέταση αν υπάρχει η πιθανότητα να τερματίσουν τη διαδρομή τους σε διαφορετική αποθήκη από εκείνη που πρωτοξεκίνησαν.
- Ποια η χωρητικότητα του οχήματος η οποία εκφράζεται στο μέγιστο βάρος ή όγκο ή αριθμό παλετών.
- Ποια η σύνθεση των οχημάτων.
- Πιθανή υποδιαίρεση των οχημάτων σε ομάδες με κριτήριο κάθε μία από τις οποίες να έχει χαρακτηρισμό ως προς την χωρητικότητα και ως προς το είδος των προϊόντων που μπορεί να μεταφέρει.

- Ποια είναι τα προσφερόμενα – διαθέσιμα μηχανήματα τα οποία θα χρησιμοποιηθούν για την φόρτωση και την εκφόρτωση των οχημάτων.
- Το σύνολο των δρόμων που είναι προσπελάσιμοι από το όχημα.
- Ποιο είναι το κόστος που συσχετίζεται με τη λειτουργία ενός εκάστοτε οχήματος.

Όσον αφορά τους οδηγούς που χρησιμοποιούνται στα οχήματα πρέπει και αυτοί να ικανοποιούν ένα πλήθος από περιορισμούς, όπως παραδείγματος χάρη οι κανόνες που έχει ορίσει το οικείο συνδικάτο, οι ημερήσιες ώρες εργασίας, χρονικοί περίοδοι της ημέρας που θα πρέπει να κάνουν διάλειμμα αν δικαιούνται και με τι τρόπο θα πληρώνονται οι υπερωρίες. Επίσης ενδεικτικά αναφέρονται τα εξής:

- Υποχρεωτική ξεκούραση με 8 ώρες ύπνου την ημέρα.
- Όχι συνεχόμενη οδήγηση η οποία δεν θα ξεπερνά το 12ωρο.
- Συσκευές όπως ο έξυπνος ταχογράφος συμβάλλουν στην αποτροπή αθέμιτων και επικίνδυνων πρακτικών όπως η παράταση των περιόδων οδήγησης πέρα από τις κανονικές ώρες.
- Όχι περισσότερες από 6 μέρες οδήγησης την εβδομάδα.
- Όχι περισσότερες από 15 ώρες οδήγησης ημερησίως.

Όσον αφορά τις διαδρομές αυτές, θα πρέπει να ικανοποιούν έναν αριθμό από περιορισμούς, οι οποίοι εξαρτώνται από την φύση των μεταφερομένων αγαθών από την ποιότητα του επιπέδου εξυπηρέτησης ως επίσης από τα διάφορα χαρακτηριστικά των οχημάτων και των πελατών. Κάποιοι από τους ενδεικτικούς και βασικούς περιορισμούς που χρησιμοποιούνται είναι οι εξής:

- Η ποσότητα που μεταφέρει το όχημα δεν πρέπει να ξεπερνάει την συνολική του χωρητικότητα ανά ξεχωριστή διαδρομή.
- Η επιθυμία των πελατών ποικίλουν. Άλλοι μπορεί να ζητούν μόνο διανομή προϊόντων, άλλοι μπορεί να ζητούν παραλαβή από αυτούς διαφόρων προϊόντων ενώ άλλοι μπορεί να ζητούν και από τα δύο.
- Παραλλαγή του παραπάνω προβλήματος είναι η εξής πελάτες που επιθυμούν να προμηθευτούν προϊόντα ζητούν να εξυπηρετηθούν πρώτα ενώ οι υπόλοιποι να εξυπηρετηθούν στη συνέχεια.
- Άλλοι πελάτες επιθυμούν να εξυπηρετηθούν επιλεκτικά μόνο σε κάποια συγκεκριμένη χρονική περίοδο.
- Από την άλλη, οι οδηγοί μπορεί να εργάζονται μόνο κάποια συγκεκριμένη χρονική περίοδο.
- Φυσικά τα οχήματα μπορεί να μεταφέρουν παραπάνω από ένα προϊόντα.

Επιπροσθέτως, κάποιοι περιορισμοί τίθενται ως προς τη σειρά εξυπηρέτησης του κάθε πελάτη. Ένα τέτοιο είδος περιορισμού απαιτεί ότι ο εν λόγω πελάτης να μπορεί να εξυπηρετείται ταυτόχρονα με μια ομάδα πελατών στην ίδια διαδρομή είτε πριν είτε μετά από τους υπόλοιπους πελάτες. Αυτή είναι η περίπτωση που αναφέρεται στη βιβλιογραφία ως πρόβλημα δρομολόγησης οχημάτων με παράδοση και παραλαβή (pick up and delivery problems) κατά τα οποία καθ' όλη τη διάρκεια της διαδρομής μπορούν να πραγματοποιηθούν παραλαβές και διανομές αγαθών, τα δε προϊόντα που συλλέγονται πρέπει να παραδοθούν σε επόμενους πελάτες της ίδιας διαδρομής.

Άλλη παραλλαγή τέτοιου είδους περιορισμού επιβάλλει ότι αν πελάτες διαφορετικού είδους εξυπηρετούνται στην ίδια διαδρομή η σειρά κατά την οποία πραγματοποιείται η επίσκεψη των πελατών είναι προκαθορισμένη. Αυτή είναι η περίπτωση που εμφανίζεται για παράδειγμα, στο γνωστό ως πρόβλημα δρομολόγησης οχημάτων με δύο είδη πελατών όπου και πάλι εδώ οι διαδρομές ενδέχεται να περιλαμβάνουν τόσο συλλογή όσο και παράδοση αγαθών αλλά οι δεσμευτικοί περιορισμοί αναφορικά με τη φόρτωση και την εκφόρτωση ως και την αναδιοργάνωση του φορτίου του οχήματος κατά μήκος της διαδρομής επιτάσσει ότι όλες οι παραδόσεις πρέπει να πραγματοποιηθούν πριν από τις επί μέρους συλλογές. Υπάρχουν εφαρμογές κατά τις οποίες το όχημα μπορεί να πραγματοποιεί περισσότερες από μια διαδρομή κατά τη διάρκεια της ημέρας ή ακόμη διαδρομές μπορούν να διαρκέσουν περισσότερο από μια εργάσιμη ημέρα. Επιπροσθέτως, μερικές φορές είναι απαραίτητη η χρήση στοχαστικών μεταβλητών σε περιπτώσεις κατά τις οποίες οι απαιτήσεις των πελατών δεν είναι δυνατόν να γνωστοποιηθούν εκ των προτέρων (Μαρινάκης, 2008).

Προκειμένου να εκτιμήσουμε το συνολικό κόστος των διαδρομών και τον έλεγχο των περιορισμών που προκύπτουν σε αυτές πρέπει να έχουμε γνώση του κόστους (travel cost) και του χρόνου (travel time) που απαιτείται προκειμένου να διανυθεί η απόσταση ανάμεσα σε ένα ζεύγος πελατών ή μεταξύ του πελάτη και της αποθήκης. Αν και το τελικό γράφημα των διαδρομών είναι συνήθως αρκετά αραιό αλλά γενικά μετασχηματίζεται σε ένα πλήρες γράφημα (complete graph) του οποίου οι κόμβοι είναι οι τοποθεσίες που αντιστοιχούν στους πελάτες και στις αποθήκες. Για κάθε ζεύγος κόμβων  $i, j$  του πλήρες γραφήματος σχηματίζεται ένα τόξο  $(i, j)$  του οποίου το κόστος  $C_{i, j}$  αντιστοιχεί στο κόστος της συντομότερης διαδρομής που ξεκινά από τον κόμβο  $i$  και καταλήγει στον κόμβο  $j$  του γραφήματος του οδικού δικτύου. Αντίστοιχα ο χρόνος  $T_{i, j}$  που σχετίζεται με το τόξο  $(i, j)$  του πλήρους γραφήματος υπολογίζεται από το άθροισμα των χρόνων των τόξων που

ανήκουν στη συντομότερη διαδρομή από τον κόμβο  $i$  στον  $j$  στο γράφημα του οδικού δικτύου (Μαρινάκης, 2008).

Γνωρίζοντας ότι η επίσκεψη σε κάθε πελάτη κατά τη δρομολόγηση οχημάτων πρέπει να πραγματοποιηθεί σε κάποια πλαίσια ενός χρονικού διαστήματος, επεκτείνουμε το πρόβλημα της δρομολόγησης για να καλύψουμε αυτήν την περίπτωση. Συγκεκριμένα, στο πρόβλημα της δρομολόγησης οχημάτων με χρονικά περιθώρια καθορίζεται ως εξής: Σε μια γεωγραφική περιοχή έχουμε διεσπαρμένους ένα σύνολο από πελάτες οι οποίοι πρέπει να εξυπηρετηθούν από ένα πλήθος οχημάτων που εξ αρχής είναι τοποθετημένα σε μια συγκεκριμένη αποθήκη. Ο καθένας από τους πελάτες έχει από ένα φορτίο που θα πρέπει να περισυλλέγει και ο πελάτης καθορίζει μια χρονική περίοδο (time window – χρονικό παράθυρο ή περιθώριο) στη διάρκεια της οποίας η φόρτωση θα πρέπει να πραγματοποιηθεί. Τα οχήματα που διαθέτουμε προκειμένου να εξυπηρετηθούν οι πελάτες έχουν περιορισμένη χωρητικότητα. Μέλημά μας είναι να βρούμε ένα σύνολο από διαδρομές για τα οχήματα κατά τις οποίες κάθε διαδρομή να ξεκινάει και να τελειώνει στην αποθήκη εξυπηρετώντας ένα υποσύνολο από τους πελάτες χωρίς φυσικά να υπάρξει παραβίαση στη χωρητικότητα αφενός και στους περιορισμούς από τα χρονικά περιθώρια, κατά αυτόν τον τρόπο ελαχιστοποιείται το συνολικό μήκος των διαδρομών (Μαρινάκης, 2008).

Το πρόβλημα της δρομολόγησης με χρονικά περιθώρια είναι μια προέκταση του προβλήματος περιορισμένης χωρητικότητας κατά την οποίαν οι υφιστάμενοι περιορισμοί χωρητικότητας ισχύουν με τον ίδιο τρόπο που ίσχυαν και προηγούμενα αλλά επιπρόσθετα ο κάθε πελάτης θα πρέπει να εξυπηρετηθεί εντός μιας χρονικής περιόδου ( $a_i$ ,  $b_i$ ) η οποία ονομάζεται χρονικό περιθώριο. Τα συμπληρωματικά στοιχεία που χρειάζονται για το πρόβλημα είναι η χρονική στιγμή στη διάρκεια της οποίας τα οχήματα φεύγουν από την αποθήκη, ο χρόνος ταξιδιού  $t_{ij}$ , για κάθε τόξο ( $i$ ,  $j$ ), και βεβαίως ο χρόνος εξυπηρέτησης για κάθε πελάτη (Μαρινάκης, 2008).

#### **4.1.1 Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με Συγκεκριμένο Όριο Χωρητικότητας (Capacitated Vehicle Routing Problem – CVRP)**

Το Πρόβλημα προς Δρομολόγησης Οχημάτων με περιορισμένη χωρητικότητα συνιστά την συνηθέστερη εκδοχή τέτοιου είδους προβλημάτων. Για το εν λόγω πρόβλημα, ο συγκεκριμένος αριθμός οχημάτων με δεδομένη χωρητικότητα θα πρέπει να εξυπηρετήσει την ήδη γνωστή ζήτηση των πελατών από μία αποθήκη. Στόχος είναι η ελαχιστοποίηση του κόστους παράδοσης των προϊόντων στους πελάτες μέσα από την ελαχιστοποίηση προς

διαδρομής των οχημάτων καθώς και του συνολικού χρόνου προς μεταφοράς. Το εν λόγω πρόβλημα, αποτελεί επέκταση του Προβλήματος του Πλανόδιου Πωλητή (TSP – Traveling Salesman Problem) με τη διαφορά ότι όλοι οι πελάτες δεν εξυπηρετούνται σε μία μόνο διαδρομή του οχήματος. Ο λόγος που συμβαίνει αυτό είναι ο περιορισμός που θέτει η μέγιστη χωρητικότητα του εκάστοτε οχήματος. Αναλυτικότερα, ως δεδομένα έχουμε:

- ✓ Έναν αριθμό  $n$  πελατών, οι οποίοι εξυπηρετούνται από μια αποθήκη.
- ✓ Την ζητούμενη ποσότητα  $d_i$  προϊόντων για κάθε πελάτη, όπου  $i=1, 2, 3, \dots, n$
- ✓ Τον αριθμό των οχημάτων χωρητικότητας  $K$ .

Με δεδομένη την περιορισμένη χωρητικότητα των οχημάτων αυτά πραγματοποιούν πολλαπλές κυκλικές διαδρομές ( $R_i$ ), οι οποίες σε κάθε περίπτωση έχουν ως αφετηρία και τερματισμό προς διαδρομής το ίδιο σημείο ή την αποθήκη. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι κάθε πελάτης εξυπηρετείται από μία και μοναδική διαδρομή ενώ δεν επιτρέπεται η ζητούμενη ποσότητα να μοιραστεί σε περισσότερα του προς οχήματα. Επομένως, η λύση προς προβλήματος CVRP θα πρέπει να προσδιορίζει το σύνολο των απαιτούμενων διαδρομών ( $R_i$ ), όπου κάθε πελάτης θα επισκέπτεται μια μόνο φορά, ενώ η συνολική ζήτηση των προϊόντων προς παράδοση δεν θα πρέπει σε καμία περίπτωση να ξεπερνά τη χωρητικότητα του οχήματος.

$$K: \sum d_i \leq K$$

Συνοψίζοντας, στόχος είναι η ελαχιστοποίηση του κόστους μέσα από την ελαχιστοποίηση της συνολικά διανυθείσας απόστασης.

#### **4.1.2 Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με Χρονικά Περιθωρίου (Vehicle Routing Problem with Time Windows – VRPTW)**

Το εν λόγω πρόβλημα αποτελεί επέκταση του προβλήματος CVRP. Για την επίλυση του συγκεκριμένου προβλήματος, εξακολουθούν να ισχύουν οι περιορισμοί που οφείλονται στην χωρητικότητα των οχημάτων, επιπροσθέτως όμως το πρόβλημα καλείται να λάβει υπόψη το γεγονός ότι η εξυπηρέτηση του κάθε πελάτη θα πρέπει να λάβει χώρα εντός συγκεκριμένου χρονικού διαστήματος το οποίο ονομάζεται χρονικό περιθώριο (Time Window). Το υπό εξέταση πρόβλημα εκτός από τα χαρακτηριστικά που παρουσιάζει ένα CVRP πρόβλημα περιλαμβάνει τόσο για την αποθήκη, όσο και για κάθε πελάτη  $C_i$  ( $i= 1, 2, 3, \dots, n$ ) ένα χρονικό περιθώριο  $[b_i, e_i]$ , κατά τη διάρκεια του οποίου ο κάθε πελάτης θα πρέπει να εξυπηρετηθεί. Προγενέστερα ή μεταγενέστερα του συγκεκριμένου χρονικού

παραθύρου δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί εξυπηρέτηση. Για τον λόγο αυτό, ο ελάχιστος χρόνος εκκίνησης από την αποθήκη (σημείο 0) είναι ο  $b_0$ , ενώ ο αργότερος χρόνος επιστροφής του οχήματος σε αυτή είναι το  $(e_0)$ .

Το κάθε όχημα θα πρέπει να επισκεφθεί κάθε κόμβο (πελάτη) της διαδρομής που θα ακολουθήσει εντός ενός καθορισμένου χρονικού περιθωρίου. Σε περίπτωση που η άφιξη του οχήματος στον κόμβο είναι προγενέστερη του ελάχιστου χρόνου  $b_i$ , τότε αυτό είναι υποχρεωμένο να αναμείνει έως τη χρονική στιγμή που ορίζει το περιθώριο. Αναφορικά με το χρόνο αναχώρησης από τον πελάτη αυτός θα πρέπει υποχρεωτικά να είναι μικρότερος ή ίσος από το  $e_i$ .

Συμπερασματικά, ο στόχος επίλυσης τέτοιου είδους προβλημάτων, είναι η εύρεση ενός συνόλου διαδρομών, όπου κάθε διαδρομή θα έχει ως αρχή και τέλος την αποθήκη ενώ δεν δύναται να παραβιάζονται οι περιορισμοί της χωρητικότητας και των χρονικών περιθωρίων. Απώτερος σκοπός των παραπάνω είναι η ελαχιστοποίηση του συνολικού μήκους της κάθε διαδρομής και κατά συνέπεια και του κόστους αυτής.

### **4.1.3 Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με Διανομή και Παραλαβή κατά τη Διάρκεια της Διαδρομής (Vehicle Routing Problem with Pickup and Delivery – VRPPD)**

Το Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με διανομή και παραλαβή προϊόντων κατά τη διάρκεια της διαδρομής (VRPPD), αποτελεί ένα πιο σύνθετο πρόβλημα από το CVRP, το οποίο θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη και την επιστροφή προϊόντων από τους πελάτες. Κατά συνέπεια, θα πρέπει να προβλεφθεί ικανοποιητικός χώρος στο όχημα γεγονός που θα επιτρέπει την παραλαβή και τοποθέτηση των επιστρεφόμενων προϊόντων σε αυτό. Ο εν λόγω περιορισμός αποτελεί και τη δυσκολία του συγκεκριμένου προβλήματος καθώς μπορεί να οδηγήσει σε εσφαλμένη διαχείριση της χωρητικότητας των οχημάτων ενώ υπάρχει η πιθανότητα να απαιτούνται είτε περισσότερα οχήματα είτε τα υπάρχοντα να πρέπει να εκτελέσουν περισσότερες διαδρομές. Για την επίλυση ενός προβλήματος VRPPD, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα παρακάτω:

- ✓ Αρχή και τέλος της διαδρομής είναι η αποθήκη. Κατ' επέκταση όλες οι παραγγελίες προς παράδοση έχουν ως αφετηρία την αποθήκη ενώ οι επιστροφές των προϊόντων που παραλαμβάνονται κατά τη διαδρομή τερματίζουν στην αποθήκη.

- ✓ Δεν ανταλλάσσονται προϊόντα μεταξύ των πελατών που αποτελούν και τους κόμβους της διαδρομής.
- ✓ Το όχημα επισκέπτεται κάθε κόμβο μόνο μία φορά.

Συμπερασματικά, ο στόχος επίλυσης τέτοιου είδους προβλημάτων, είναι η εύρεση ενός συνόλου διαδρομών όπου κάθε διαδρομή θα έχει ως αρχή και τέλος την αποθήκη ενώ θα πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη η ύπαρξη διαθέσιμου χώρου για την τοποθέτηση των επιστρεφόμενων προϊόντων εκτός από αυτών προς παράδοση. Απώτερος σκοπός των παραπάνω είναι η εύρεση του απαιτούμενου σε αριθμό στόλο οχημάτων καθώς και η ελαχιστοποίηση του συνολικού μήκους της κάθε διαδρομής, γεγονός που συνεπάγεται τη μείωση του κόστους.

## 4.2 Μαθηματικά μοντέλα

Η επιχειρησιακή μεταφορά θεωρείται ότι είναι μια ανεξάρτητη σύμβαση αποστολής που περιγράφει μια ενιαία ζήτηση μεταφοράς. Έχει ως αποτέλεσμα μια διαδικασία άμεσης μεταφοράς χωρίς μεταφόρτωση δηλαδή τη μεταφορά ενός φορτίου που αρχίζει με τη παραλαβή και τελειώνει με τη παράδοση του. Ο διαχωρισμός της φόρτωσης δεν επιτρέπεται εκτός εάν ο όγκος ενός μεμονωμένου αιτήματος είναι μεγαλύτερος από τη μέγιστη χωρητικότητα του οχήματος. Καθορίζεται η τοποθεσία παραλαβής και η τοποθεσία παράδοσης καθώς και η ποσότητα που θα μετακινηθεί. Σε όλες σχεδόν τις προσεγγίσεις, η τοποθεσία παραλαβής και η τοποθεσία παράδοσης ενός αιτήματος είναι διαφορετική.

Υπάρχει μια απλοποιημένη μορφή αιτήματος μοντελοποίησης, στο οποίο όλες οι εργασίες παραλαβής πραγματοποιούνται στην αποθήκη (θέση εκκίνησης και λήξης για όλα τα οχήματα του ίδιου του στόλου) και τα εμπορεύματα μεταφέρονται από την αποθήκη στον προορισμό τους. Επιπλέον, υπάρχουν περιορισμοί χρόνου για τις εργασίες φόρτωσης και εκφόρτωσης. Όλες οι προσεγγίσεις προϋποθέτουν δύσκολα χρονικά περιθώρια δηλαδή χωρίς καθυστερήσεις. Στη συνέχεια, το μεμονωμένο αίτημα  $i$  μπορεί να χαρακτηριστεί ως

$$i = (q_i, rev_i, i^+, i^-)$$

όπου:  $q_i$  είναι η ποσότητα προς μεταφορά,  $rev_i$  είναι τα έσοδα για την εκτέλεση του αιτήματος, τα  $i^+$ ,  $i^-$  είναι η λειτουργία παραλαβής και παράδοσης. Τα  $i^+(-)$  ορίζονται με τη σχέση

$$i^+(-) = (l_i, b_i, e_i, s_i)$$

όπου:

$l_i$  είναι η θέση της επέμβασης,

(bi, ei) είναι το χρονικό περιθώριο για τη λειτουργία, και  
Si είναι η χρονική διάρκεια της επέμβασης.

### Αντικειμενικές συναρτήσεις

Ο επιδιωκόμενος στόχος του δια-μεταφορέα είναι να μεγιστοποιήσει τη διαφορά μεταξύ των όγκο συναλλαγών και το κόστος του. Οι σχετικές αποφάσεις πρόκειται να ληφθούν σε τρία επίπεδα σχεδιασμού: του επιχειρησιακού, τακτικού και στρατηγικού επιπέδου. Η εκτέλεση αιτημάτων από τη σταθερή μακροπρόθεσμη τιμολόγηση για τους πελάτες ανήκει στον τακτικό ή στρατηγικό σχεδιασμό. Ομοίως οι περισσότερες μεσοπρόθεσμες ή μακροπρόθεσμες αποφάσεις αφορούν τους διαθέσιμους πόρους που σχετίζονται με τον αριθμό των ιδιόκτητων οχημάτων. Ο προγραμματισμός της εκτέλεσης του λαμβάνεται στο επιχειρησιακό επίπεδο. Οι κύριοι στόχοι είναι να βρεθεί ένα τρόπος που να χωρίζει το αίτημα χαρτοφυλάκιού σε ομάδες εκπλήρωσης και να λύσουν τα προβλήματα σχεδιασμού έτσι ώστε το συνολικό κόστος εκτέλεσης να ελαχιστοποιηθεί (Kopfer & Pankratz, 1999). Έτσι, λαμβάνονται υπόψη αντικειμενικές συναρτήσεις που ελαχιστοποιούν το άθροισμα του κόστους. Οι συναρτήσεις και οι μεταβλητές αναλύονται παρακάτω:

### Αντικειμενική Συνάρτηση

$$[\text{Chu 2005}] \sum_k cf + \sum_i \sum_j \sum_k cd_k * d_{ij} * x_{ij}^k + \sum_i ce * y_i * d_{i+i-}$$

$$[\text{Schoenberger 2005}] \sum_i \sum_j \sum_k cd_k * d_{ij} * x_{ij}^k + \sum_i ce * y_i * d_{i+i-} * \gamma_1$$

$$[\text{Stumpf 1998}] \sum_i \sum_j \sum_k cd_k * d_{ij} * x_{ij}^k + \sum_k w_k * p_k + \sum_{dr} w_{dr} * p_{dr}$$

$$[\text{Pankratz 2002}] \sum_i \sum_j \sum_k cd_k * d_{ij} * x_{ij}^k + \sum_k ct_k * t_k + \sum_i \sum_j cfr_{dij, qij}$$

$$[\text{Savelsbergh, Sol 1998}] \sum_i \sum_j \sum_k cd_k * d_{ij} * x_{ij}^k + \sum_k \sum_j (cd_k + F)$$

$$* d_{lk} * x_{lk}^k$$

$$[\text{Greb 1998}] \sum_i \sum_j \sum_k cd_k * d_{ij} * x_{ij}^k + \sum_k ct_k^t * t_k + \sum_i ce * y_i * d_{i+i-} * \gamma_2$$

k → όχημα

dr → για οδηγό οχήματος

cdk → τιμολογιακή τιμή ανά μονάδα απόστασης του οχήματος k

ctk → τιμολόγιο ανά μονάδα χρόνου του οχήματος k

cfk → πάγια έξοδα του οχήματος

ce → τιμολογιακή τιμή ανά μονάδα απόστασης, εάν ένα αίτημα χρεώνεται από τον φορέας

$cfr \rightarrow$  ναύλος εξαρτάται από την απόσταση και την ποσότητα μιας δέσμης μεταφέρονται μεταξύ των αντίστοιχων τοποθεσιών των επιχειρήσεων  $i$  και  $j$

$dij \rightarrow$  απόσταση μεταξύ των αντίστοιχων θέσεων των πράξεων  $i$  και  $j$  (το  $i+$  αναφέρεται στην παραλαβή και  $i-$  στη θέση παράδοσης του  $i$ , και  $k+$  στην αρχική τοποθεσία του  $a$  για το όχημα  $ia$ )

$qij \rightarrow$  η ποσότητα μιας δέσμης που μεταφέρεται μεταξύ ανάλογων τοποθεσιών των πράξεων  $i$  και  $j$

$tk \rightarrow$  χρονική διάρκεια διαδρομής για όχημα  $k$

$xijk \rightarrow$  δυαδική μεταβλητή, η οποία ισούται με 1 εάν η διαδρομή μεταξύ της συμφωνίας τοποθεσίες των πράξεων  $i$  και  $j$  χρησιμοποιείται από τη διαδρομή του οχήματος  $k$ , 0

$y_i \rightarrow$  δυαδική μεταβλητή που ισούται με 1 εάν το αίτημα  $i$  ικανοποιηθεί από μια εξωτερική φορέας, 0 άλλος

$\gamma_1, \gamma_2 \rightarrow$  παράμετροι ρύθμισης

$wk, wdr \rightarrow$  ημερήσιο επίδομα για το όχημα και τον οδηγό

$pk, pdr \rightarrow$  ποσοστά υπογείου για το ποσοστό του ημερήσιου επιδόματος που καταβάλλεται ανάλογα με την κατανάλωση χρόνου

$F \rightarrow$  μεγάλος αριθμός για έξοδα ποινής

### Σύμπλεγμα εκπλήρωσης

Ο στόλος μπορεί να είναι ένα ομοιογενές ή ένα ετερογενές σύνολο οχημάτων. Σε περίπτωση που είναι ομοιογενής ο στόλος, ο συντελεστή τιμολόγησης υπολογίζεται ανά απόσταση ή μονάδα χρόνου καθώς και το πάγιο κόστος ανά όχημα (ανάλογα  $cdk, ctk, cfk$ ) είναι ίσα για όλα τα οχήματα, όλα τα οχήματα είναι σταθμεύουν στην ίδια αποθήκη (το  $lk$  είναι σταθερό) και έχουν το ίδιο προκαθορισμένο μέγιστο χωρητικότητα. Αυτή είναι η περίπτωση των Schönberger (2005) και Pankratz (2002). Για όλες τις άλλες προσεγγίσεις, θεωρείται ετερογενής στόλος. Οι παράμετροι που υπόκεινται για τη διαφοροποίηση απεικονίζονται παρακάτω.

Παράμετροι	Παράμετροι που διαφέρουν για διαφορετικά οχήματα
[Chu 2005]	$Qk, cfk, cdk$
[Stumpf 1998]	$Qk, cdk$ , σταθερό κόστος
[Greb 1998]	$Qk, cdk, ctk, lk$ (χωρίζεται σε διαφορετική αρχή και τέλος τοποθεσίες $lk+, lk-$ )
[Savelsbergh, Sol 1998]	$Qk, lk$ , διαθεσιμότητα στα χρονικά διαστήματα

Τα οδικά οχήματα συνδέονται με σταθερό κόστος. Στην πραγματικότητα αυτές οι δαπάνες δεν ανήκουν στην επίπεδο επιχειρησιακού σχεδιασμού, αλλά μπορεί να οδηγήσουν σε πρόσθετους περιορισμούς που αναγκάζουν τη μέγιστη αξιοποίηση της χωρητικότητας του στόλου. Διαφορετικά τέτοιο κόστος εμπλέκεται στην αντικειμενική λειτουργία σε ορισμένες προσεγγίσεις. Μόνο το πάγιο κόστος cfk περιλαμβάνεται στα οχήματα. Η προσέγγιση υποθέτει ότι μόνο ένα μέρος του σταθερού καταβάλλονται στα έξοδα που αντιστοιχεί στο μέρος του οχήματος που χρησιμοποιούνται. Αυτή η υπόθεση είναι πρακτικής σημασίας εάν ο στόλος αξιοποιείται σε συνδυασμό με άλλες μεταφορικές οντότητες υπό την προϋπόθεση ότι το πάγιο κόστος επιμερίζεται επίσης μεταξύ των μεταφορικών φορέων. Επομένως, δεν είναι απαραίτητο να επιδιώκουμε υψηλό βαθμό αξιοποίηση των οχημάτων.

Διαφορετικά, στους Savelsbergh & Sol (1998) ο στόχος της επίτευξης μέγιστης αξιοποίηση της χωρητικότητας των ιδίων οχημάτων περιλαμβάνεται στον στόχο λειτουργίας του μοντέλου. Η χρήση ενός οχήματος συνδέεται με το πρόστιμο F που διασφαλίζουν ότι ο αριθμός των οχημάτων ελαχιστοποιείται και άρα η αξιοποίησή τους είναι μεγιστοποιηθεί. Το μεταβλητό κόστος για τον στόλο εξαρτάται σε όλες τις προσεγγίσεις από τη διάρκεια του ταξιδιού που μετράτε με το κριτήριο της απόστασης. Στις παραμέτρους Greb του (1998) και Pankratz (2002), το χρονικό κριτήριο για τη διάρκεια της περιόδου περιλαμβάνεται επιπλέον. Το κόστος για τη χρήση των ιδίων πόρων υπολογίζεται με βάση ένα σταθερό τιμολόγιο ανά μονάδα απόστασης. Η διάρκεια της περιήγησης προκύπτει από τη διαδρομή και τον προγραμματισμό των οχημάτων.

Η έρευνα για τον προγραμματισμό των αιτημάτων άμεσης παράδοσης εστιάζεται κυρίως στους περιορισμούς παραλαβής και παράδοσης πρόβλημα με χρονικό περιθώριο (PDPTW). Όλες οι προσεγγίσεις, εκτός από τον Chu (2005) που βασίζεται σε περιορισμούς περιθωρίου δρομολόγησης προβλήματος με χρόνου (VRPTW) εξετάζεται από το PDPTW. Επιπλέον στον Greb (1998) ορίζονται οι λεγόμενες υπηρεσίες εξυπηρέτησης για τον ίδιο στόλο. Μετά από ένα ορισμένο χρονικό διάστημα κάθε όχημα πρέπει να έρθει στην αρχική του θέση για την εκτέλεση αυτών των εργασιών. Στον Greb (1998) δεν υπάρχει αποθήκη όλα τα δρομολόγια ξεκινούν και τελειώνουν με την υπηρεσία λειτουργία που σχετίζονται με συγκεκριμένες τοποθεσίες (ανάλογα  $lk^+$ ,  $lk^-$ ).x.

Άλλες προσεγγίσεις προϋποθέτουν ότι οι πλήρεις περιηγήσεις θα μεταφερθούν σε εξωτερικούς συνεργάτες (Savelsbergh & Sol, 1998, Stumpf, 1998). Αυτή η κατάσταση είναι πρακτικής σημασίας εάν ολόκληρο το όχημα ενοικιάζεται από τον δια-μεταφορέα. Τα οχήματα μπορούν να ενοικιαστούν με διαφορετικούς τρόπους. Στον Stumpf (1998) θεωρείται ότι τα οχήματα των τρίτων ενοικιάζονται βραχυπρόθεσμα εάν χρειαστούν. Έτσι

κατέχεται ένας μεταβλητός αριθμός οχημάτων (Savelsbergh & Sol, 1998). Ένα μέρος των οχημάτων νοικιάζεται για μεγάλο χρονικό διάστημα ενώ το άλλο μέρος προσλαμβάνεται σε σύντομο χρονικό διάστημα. Ο υπολογισμός του κόστους για τα ενοικιαζόμενα οχήματα είναι και στις δύο περιπτώσεις ο ίδιος όπως και για το δικό τους στόλο. Το κόστος εξαρτάται από τις διαδρομές που έχουν κάνει. Οι διαδρομές φτιάχνονται κατά τη διάρκεια τη διαδικασία ανάθεσης και αλληλουχίας των αιτημάτων. Στον Stumpf (1998), τα σταθερά έξοδα των ενοικιαζόμενων οχημάτων καλύπτονται εν μέρει ανάλογα με τον χρόνο εργασίας του οχήματα και οδηγούς και το μεταβλητό κόστος βασίζεται στον τιμολογιακό συντελεστή  $cdk$  ανά απόσταση μονάδα.

Στους Savelsbergh & Sol (1998), είναι μόνο το μεταβλητό κόστος που εξαρτάται από την απόσταση. Η προσέγγιση της παραμετροποιημένης εξίσωσης που εισήχθη από τους Schönberger (2005) και Greb (1998) βελτιώνει την απλή μετατόπιση ρυθμίζοντας το φορτίο χρησιμοποιώντας διαφορετικά κριτήρια είτε βάρος είτε απόσταση. Όλα τα αιτήματα που εκχωρούνται στο σύμπλεγμα του δια-μεταφορέα σχεδιάζονται σε αυτήν τη διαδρομή. Στη συνέχεια, οι αποστάσεις μεταξύ της τοποθεσίας παραλαβής και της τοποθεσίας παράδοσης είναι  $d_{i+i-}$ , υπολογίζεται για κάθε αίτημα  $i$  στο σύμπλεγμα δια-μεταφορέα. Στη συνέχεια υπολογίζεται μια παράμετρος προσαρμογής (Schönberger, 2005). Έστω  $k^*$  το τεχνητό όχημα. Τότε η παράμετρος προσαρμογής ισούται με:

$$\gamma_1 = \frac{\sum_i \sum_j d_{ij} \cdot x_{ij}^{k^*}}{\sum_i i+i- \cdot y_i}$$

που είναι το πηλίκο της απόστασης που θα διανύσει και το άθροισμα όλων των αποστάσεων ανά ζεύγη μεταξύ των τοποθεσιών παραλαβής και παράδοσης για όλα τα αιτήματα του συμπλέγματος των υπό-συμβολαίων. Για να λάβει το κόστος εκπλήρωσης ο δια-μεταφορέας υπολογίζει το ποσό του κόστους για την απλή μετακίνηση επί την παράμετρο προσαρμογής. Εάν οι τοποθεσίες παραλαβής και παράδοσης διαφορετικών αιτημάτων είναι κοντά μεταξύ τους τότε η διαδρομή του τεχνητού οχήματος είναι σχετικά σύντομη δηλαδή τα επιλεγμένα αιτήματα ταιριάζουν μεταξύ τους για να σχηματίσουν μια ελκυστική δέσμη αιτημάτων. Μετά θα πρέπει ο δια-μεταφορέας να υπολογίσει ότι  $\gamma_1 < 1$  έτσι το κόστος μεταφοράς μειώνεται σε σύγκριση με την απλή μέθοδο μετατόπισης. Αν  $\gamma_1 \geq 1$  το κόστος για τη μεταφορά αυξάνεται. Στον Greb (1998), μια παράμετρος προσαρμογής για τον υπολογισμό του φορτίου ορίζεται ως πηλίκο του μεταφερόμενου όγκου και της μέσης χωρητικότητας οχημάτων του ίδιου του στόλου. Εάν το  $K$  αναφέρεται στον αριθμό των οχημάτων του ίδιου του στόλου, τότε

$$\gamma_2 = \frac{q_i * k}{\sum_k Q_k}$$

Όπως και στη προηγούμενη προσέγγιση η παράμετρος στη συνέχεια πολλαπλασιάζεται με το κόστος που προκύπτει με απλή μετατόπιση. Χρησιμοποιώντας την παράμετρο  $\gamma_2$  ο υπολογισμός του φορτίου λαμβάνει υπόψη το ποσοστό της χωρητικότητας του οχήματος που είναι χρησιμοποιείται από τον όγκο αιτήματος. Ο πιο περίπλοκος τρόπος για την ενσωμάτωση ενός εξωτερικού παρόχου υπηρεσιών δια-μεταφοράς η λεγόμενη ενοποίηση εμπορευματικής ροής (Korfer, 1984, Korfer, 1990, Korfer, 1992].

Αυτός ο τρόπος υπολογισμού ναύλων βασίζεται στην υπηρεσία που εκπληρώνεται από το δια-μεταφορέας εμπορευμάτων. Είναι ο καταλληλότερος τρόπος για την ενσωμάτωση ανεξάρτητων μεταφορών που συνδυάζουν τα ληφθέντα αιτήματα με αιτήματα άλλων αποστολέων και πραγματοποιούν μόνοι τους έναν προγραμματισμό μεταφοράς. Η ενσωμάτωση αυτού του τύπου μεταφοράς στον επιχειρησιακό σχεδιασμό μεταφορών εισάγεται στην εξίσωση του (Korfer & Pankratz, 1999), παρουσιάζοντας μια προσέγγιση για την επίλυση του ολοκληρωμένου προβλήματος (Pankratz, 2002). Το πρόβλημα ανήκει στη ροή του δικτύου πολλαπλών εμπορευμάτων, τα φορτηγά ομαδοποιούνται και καλύπτοντας το ελάχιστο κόστος αναζητώντας ένα δεδομένο δίκτυο μεταφορών για κάθε δέσμη που μεταφέρεται.

Η προσέγγιση του Pankratz (2002) δημιουργεί δέσμες αιτημάτων που μεταφέρονται σε δια-μεταφορείς και υπόκεινται σε υπολογισμό και βελτιστοποίηση ναύλων. Για κάθε δέσμη ζητά μία κατευθυνόμενη διαδρομή που αντιπροσωπεύει τη ελάχιστη ροή κόστους αγαθών αναζητώντας θέσεις παραλαβής στις τοποθεσίες παράδοσης. Οι περιορισμοί περιθωρίου παραλείπονται στην προσέγγιση για τον υπολογισμό του φορτίου στο Pankratz (2002). Η ενοποίηση της εμπορευματικής ροής έχει παρουσιαστεί στους Schönberger & Korfer (2005) με τον προσδιορισμό των διαδρομών προέλευσης/προορισμού. Η ενοποίηση της εμπορευματικής ροής είναι το πρόβλημα μια συνδυασμένης μη γραμμική βελτιστοποίηση ροής και NP-hard είναι η βελτιστοποίηση του προβλήματος. Το μεταβλητό κόστος  $d_{ij}q_{ij}$  cfr εξαρτάται από δύο μεταβλητές που είναι οι αποστάσεις και οι ποσότητες των μεταφερόμενων εμπορευμάτων. Τυπικά το κόστος είναι φθίνων σε σχέση με την αύξηση της χωρητικότητας των ομαδοποιημένων εμπορευμάτων, η οποία έχει ως αποτέλεσμα μια μη γραμμική συνάρτηση μεταφοράς εμπορευμάτων.

### 4.3 Βελτιστοποίηση φορτίου

Η δια-μεταφορική εταιρεία θέλει να ελαχιστοποιήσει το κόστος για να το πετύχει επιλέγει τη εφαρμογή της LSP. Κάθε LSP χρησιμοποιεί μία λειτουργία χρέωσης φορτίου προκειμένου να καθοριστεί η τιμή για την εκπλήρωση του προβλήματος απόφασης. Συνήθως, η χρέωση εξαρτάται από τη θέση εκκίνησης και το προορισμό των αιτημάτων, το είδος των εμπορευμάτων που θα μετακινηθούν, το βάρος τους και το μέγεθός τους όπως περιγράφεται στην αίτηση. Η συνάρτηση φόρτισης είναι φθίνουσα, έτσι ώστε το μέσο κόστος κάθε μεταφερόμενου βάρους ή μονάδας μεγέθους μειώνεται με κάθε πρόσθετη μονάδα που αποδίδεται σε μια συγκεκριμένη σχέση μεταξύ προέλευσης και προορισμού (Korfer, 1992).

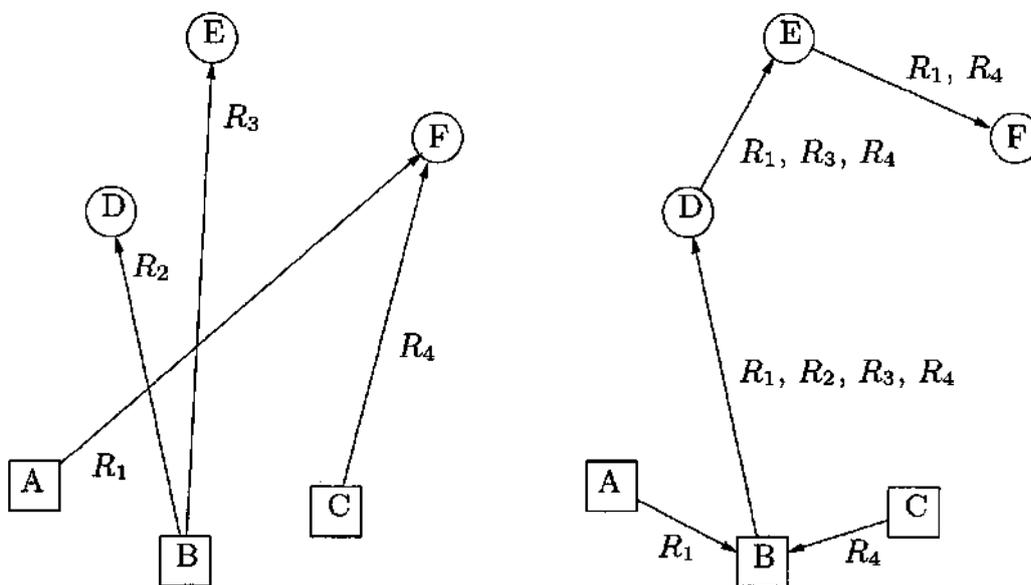


Fig. 2.1. Assignment of partial requests to relations

Το παραπάνω σχήμα απεικονίζει την προσέγγιση ότι τέσσερα αιτήματα  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  και  $R_4$  έχουν πρέπει να εκπληρωθεί από LSP. Αντί να δώσουμε εντολή σε ένα LSP να μεταφέρει την ποσότητα του  $R_1$  απευθείας από το A στο F, χωρίζεται στα συνενωμένα αιτήματα A έως B σε D, D στο E και E σε F. Το  $R_3$  επιλύεται στα δύο επιμέρους αιτήματα B προς D και D στο E. Το αίτημα  $R_4$  ορίζεται ως η συνένωση του C με το B, το B προς D, D στο E και E στο F. Πέντε αιτήματα ορίζονται και εκχωρούνται σε LSP: από το A στο B με την ποσότητα του  $R_1$ , από το C στο B με την ποσότητα του  $R_4$ . Το αίτημα για τη σύνδεση B προς D περιλαμβάνει τις ποσότητες και από τις τέσσερις αιτήσεις, ενώ το αίτημα από το D στο E περιλαμβάνει τις ποσότητες των  $R_1$ ,  $R_3$  και  $R_4$ . Οι ποσότητες που ανήκουν στα  $R_1$  και  $R_4$  ομαδοποιούνται σε ένα αίτημα από E σε F. Ο αριθμός των απαραίτητων αιτημάτων διευρύνεται από τέσσερα σε πέντε, αλλά οι ποσότητες για τη σχέση B με D, D με E και E

με  $F$  είναι μεγάλες άρα ότι το μέρος των δαπανών μειώνεται. Η ανάθεση σε διαφορετικές σχέσεις ονομάζεται βελτιστοποίηση φορτίου μοντέλα και προσεγγίσεις λύσεων

### **Ταυτόχρονη δρομολόγηση και βελτιστοποίηση φορτίου**

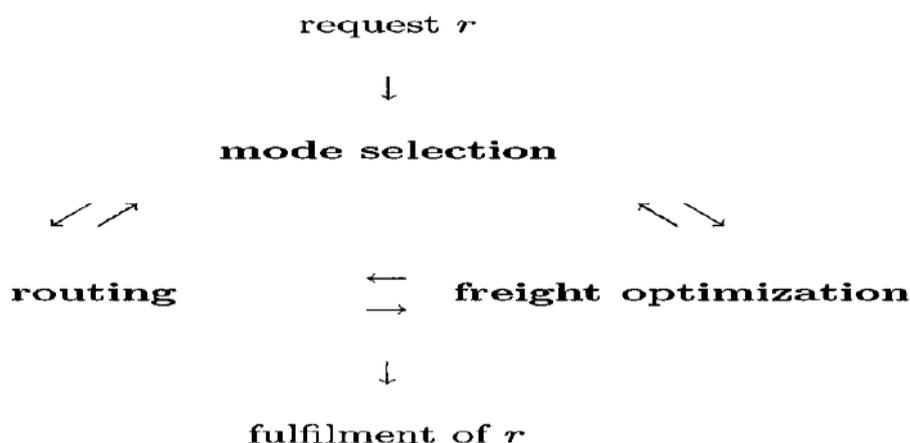
Οι διαδρομές των οχημάτων αν ένα συγκεκριμένο αίτημα διευρύνονται από την εισφορά κέρδους (παραγωγή από κοινού προϊόντος). Για τον λόγο αυτό, η κερδοφορία ενός αιτήματος που εξυπηρετείται από δικό της όχημα της δια-μεταφορικής εταιρείας μπορεί μόνο να εκτιμηθεί περίπου στο βήμα επιλογής τρόπου λειτουργίας. Αν κατά την επίλυση του προβλήματος δρομολόγησης καταλάβουμε ότι ένα συγκεκριμένο αίτημα είναι ασύμφορο θα πρέπει να δοθεί σε ένα σύστημα μεταφοράς LSP για την ολοκλήρωσή του. Από την άλλη πλευρά, με όχημα ελεγχόμενο από τον μεταφορέα οδηγεί σε σημαντικές πρόσθετο κέρδος λόγω του ότι ο δια-μεταφορέας θα οργανώσει τις διαδρομές όπως θέλει εκείνος. Σε προβλήματα προγραμματισμού ταυτόχρονης παραλαβής και παράδοσης οι αλλαγές επιτρέπονται. Μόλις αποδειχθεί ότι μια αλλαγή του τρόπου εκτέλεσης των αιτημάτων οδηγεί σε πρόσθετες εισφορές κέρδους οι απαραίτητες αλλαγές εκτελούνται.

### **Λειτουργικός Σχεδιασμός Εμπορευματικών Μεταφορών**

Οι τρόποι εκτέλεσης ορισμένων αιτημάτων αλλάζουν και αυτός ο νέος διαχωρισμός αξιολογείται με την επίλυση ενός προβλήματος δρομολόγησης για τις αιτήσεις σε  $R^+$  και ένα φορτίο πρόβλημα βελτιστοποίησης για τις αιτήσεις στο  $R^-$ . Οι διαδρομές επαναλαμβάνονται μέχρι το εγγυημένο κόστος εκπλήρωσης (κόστος ταξιδιού συν χρεώσεις LSP) να ελαχιστοποιηθεί, που ισοδυναμεί με τη μεγιστοποίηση της συνεισφοράς στο κέρδος.

### **Ταυτόχρονη επίλυση προβλημάτων απόφασης**

Η ροή πληροφοριών μεταξύ των τριών προβλημάτων απόφασης επιλογή τρόπου λειτουργίας, η βελτιστοποίηση δρομολόγησης και μεταφοράς εμπορευμάτων φαίνεται στο παραπάνω σχήμα. Διαφορετικοί τρόποι εκχωρούνται δοκιμαστικά σε κάθε αίτημα  $r$  μέχρι τη βέλτιστη λειτουργία κάθε αιτήματος να προσδιορίσει το κόστος εκπλήρωσης.



(Kopfer, 1992)

#### 4.4 Πρόβλημα του πλανόδιου πωλητή (TSP)

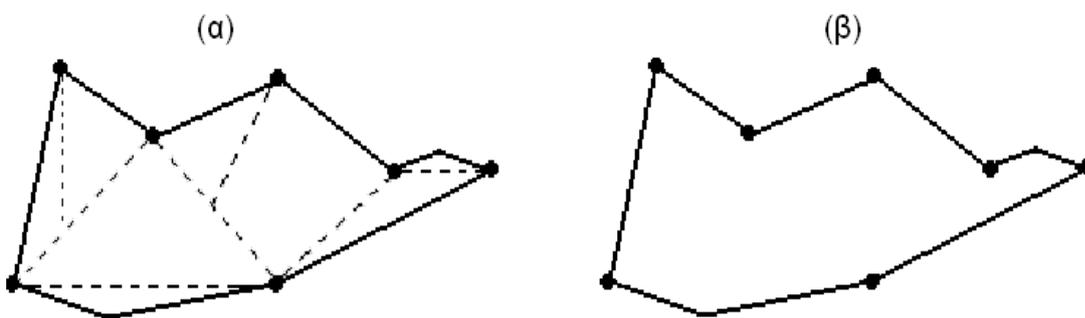
Το Πρόβλημα του Πλανόδιου Πωλητή (TSP - Travelling Salesman Problem) αποτελεί την πιο απλή εκδοχή ενός προβλήματος δρομολόγησης, το οποίο διατυπώθηκε για πρώτη φορά το έτος 1930 και αποτελεί τη βάση για πιο σύνθετα προβλήματα βελτιστοποίησης. Το Πρόβλημα του Πλανόδιου Πωλητή είναι ένα κλασικό πρόβλημα βελτιστοποίησης. Τα δεδομένα του εν λόγω προβλήματος είναι τα εξής: Ένας αριθμός πόλεων που ο πωλητής θα πρέπει να επισκεφθεί, μια πόλη αφετηρία, τις αποστάσεις μεταξύ των πόλεων. Να σημειωθεί ότι το Πρόβλημα του Πλανόδιου Πωλητή δεν έχει περιορισμούς ως προς τα παρακάτω:

- ❖ Χρόνος: Ο πωλητής έχει στη διάθεσή του απεριόριστο χρόνο και δεν υπάρχει περιορισμός ως προς το χρόνο άφιξης του σε κάθε πόλη.
- ❖ Μέγεθος και Χωρητικότητα του οχήματος.
- ❖ Ζήτηση των πελατών.

Ο πωλητής θα πρέπει να ξεκινήσει την διαδρομή του από την πόλη αφετηρία, θα πρέπει να επισκεφθεί όλες τις πόλεις από μία μόνο φορά και τέλος θα πρέπει να επιστρέψει στην αφετηρία. Στόχος του προβλήματος είναι η εύρεση της συντομότερης διαδρομής και κατ' επέκταση η ελαχιστοποίηση της συνολικά απόστασης που διάνυσε. Να σημειωθεί ότι οι πόλεις χρησιμοποιούνται για να γίνει πιο απλή και κατανοητή η περιγραφή του προβλήματος. Η διατύπωση του προβλήματος παρουσιάζεται απλή αλλά στην πράξη δεν ισχύει καθότι έως και σήμερα δεν έχει βρεθεί μια μέθοδος επίλυσης η οποία λύνει το πρόβλημα μέσα σε λογικά χρονικά πλαίσια. Το Πρόβλημα του Πλανόδιου Πωλητή ανήκει στην κατηγορία των NP – Hard προβλημάτων. Αυτό σημαίνει ότι δεν υπάρχει κάποιος συγκεκριμένος αλγόριθμος, ο οποίος να λύνει το πρόβλημα. Συμπερασματικά, όσο αυξάνεται ο αριθμός των πόλεων, τόσο αυξάνεται εκθετικά και ο χρόνος που απαιτείται για

την επίλυση του προβλήματος. Στην περίπτωση εκατοντάδων πόλεων ίσως απαιτούνται και χρόνια για τον εντοπισμό της βέλτιστης λύσης.

Το πρόβλημα του πλανόδιου πωλητή (travelling salesman problem-TSP) έχει σαν στόχο την εύρεση της συντομότερης διαδρομής (σε χρόνο, απόσταση ή άλλο κόστος) για ένα πωλητή με αφετηρία κάποιο σημείο όπως ένα κέντρο διανομής και επιστροφή στο ίδιο σημείο αφού επισκεφθεί έναν σταθερό αριθμό κόμβων ακριβώς μία φορά τον καθένα. Μια σχηματική απεικόνιση του προβλήματος είναι αυτή του παρακάτω σχήματος. Ένας κύκλος δηλαδή που διέρχεται από τους κόμβους που αντιστοιχούν στο σημείο αφετηρίας και τους πελάτες ακριβώς μία φορά.



(Μαρινάκης, 2008).

Η πραγματική εικόνα μπορεί να διαφέρει από την αφαιρετική εικόνα ενός γραφήματος: οι διακεκομμένες γραμμές στο (α) αντιστοιχούν στο πραγματικό οδικό δίκτυο. Η κυκλική διαδρομή (β) θα πρέπει να ερμηνευθεί σωστά στο πραγματικό οδικό δίκτυο (α).

Για την διαμόρφωση ενός μαθηματικού προτύπου υποθέτουμε συνήθως ότι οι κόμβοι ανήκουν σε ένα μη διατεταγμένο γράφημα που είναι πλήρες. Υποθέτουμε  $i=2, \dots, n$  οι κόμβοι των πελατών και  $i=1$  ο κόμβος αφετηρίας. Από την υπόθεση, κάθε μη διατεταγμένο ζεύγος  $\{i,j\}$  με  $i \neq j$ ,  $i=1, \dots, n$ ,  $j=1, \dots, n$ , αντιστοιχεί σε ένα σύνδεσμο ή ακμή του γραφήματος. Σε κάθε τέτοιο σύνδεσμο αντιστοιχίζουμε ένα σταθμό  $c_{ij}$  που είναι ίσο με το κόστος (όπως και αν νοείται αυτό) της διαδρομής του οχήματος από το  $i$  στο  $j$  ή αντίστροφα. Επειδή ένας τέτοιος σύνδεσμος δεν αντιστοιχεί πάντοτε σε κάποιο φυσικό τμήμα δρόμου θα υποθέσουμε ότι τα σταθμά έχουν υπολογιστεί έτσι ώστε να αντιστοιχούν στη διαδρομή ελάχιστου κόστους μεταξύ των δύο κόμβων, οπότε ικανοποιούν τις δύο συνθήκες.

Συμμετρία:  $c_{ij} = c_{ji}$ ,  $i \neq j$ ,  $i=1, \dots, n$ ,  $j=1, \dots, n$

Τριγωνική ανισότητα:  $c_{ij} \leq c_{ik} + c_{kj}$ ,  $i \neq j \neq k$ ,  $i=1, \dots, n$ ,  $j=1, \dots, n$ ,  $k=1, \dots, n$ ,

οι οποίες υπό αυτές τις συνθήκες είναι φυσιολογικές, καθώς και η μεν πρώτη απεξαρτεί το κόστος του απευθείας ταξιδιού μεταξύ  $i$  και  $j$  από την κατεύθυνση, ενώ η δεύτερη διατυπώνει ότι ο συντομότερος δρόμος μεταξύ δύο σημείων είναι ο απευθείας. Αν ορίσουμε τις δυαδικές μεταβλητές

$$X_{i,j} = \begin{cases} 1, & \text{εάν το όχημα έχει κάνει το συνδυασό } i, j \\ 0, & \text{αλλιώς, } \forall i \forall j \text{ με } i \neq j \end{cases}$$

τότε το πρότυπο διαμορφώνεται ως εξής:

$$\min \quad (1) \quad \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}$$

$$\text{υπό} \quad (2) \quad \sum_{j=1}^n x_{ij} = 2 \quad i = 1, \dots, n$$

$$(3) \quad \sum_{i \in C} \sum_{j \in C} X_{ij} \geq 1, \quad \forall C \subset \{1, \dots, n\}, C \neq \emptyset$$

$$(4) \quad x_{ij} \in \{0, 1\}, \forall i, \forall j, i \neq j$$

Οι περιορισμοί (2) επιβάλλουν στην λύση να έχει δύο συνδέσμους σε κάθε κόμβο έτσι ώστε ο πωλητής να εισέλθει κατά μήκος του ενός και να εξέλθει κατά μήκος του άλλου ενώ οι περιορισμοί (3) αποβλέπουν στην εξάλειψη κυκλικών διαδρομών που δεν διέρχονται από όλους τους κόμβους απαιτώντας από κάθε εν δυνάμει υπό-κύκλο που αντιπροσωπεύεται από ένα κατάλληλο με κενό υποσύνολο  $C$  των κόμβων να διαθέτει στην λύση τουλάχιστον ενός συνδέσμου που οδηγεί στο συμπληρωματικό του υποσύνολο  $\hat{C} = \{1, \dots, n\} \setminus C$  (Μαρινάκης, 2008).

#### 4.5 Συμπεράσματα – Ανακεφαλαίωση

Στο τέταρτο κεφάλαιο έγινε αναφορά στο πρόβλημα VRPTW όταν για κάποιους άγνωστους προς τον προγραμματιστή λόγους ο οδηγός επιλέγει να τροποποιήσει το πλάνο δρομολόγησης καθώς κάποιος ή κάποιοι πελάτες έχουν μια ιδιαιτερότητα κατά την παράδοσή τους, είτε χρονική είτε προς την τοποθεσία τους, που είναι γνωστή στον οδηγό και μόνο. Επιπλέον, κατά τη διάρκεια του ταξιδιού υπάρχουν παράμετροι οι οποίοι είναι αδύνατον να προβλεφθούν όταν πραγματοποιείται το πλάνο δρομολόγησης από τον

προγραμματιστή, όπως για παράδειγμα, τροχαία ατυχήματα, αυξημένη κίνηση, κακοκαιρία, τα οποία ανατρέπουν το αρχικό πλάνο.

Αυτοί λοιπόν οι παράμετροι είναι ικανοί να ανατρέψουν το αρχικό πλάνο και να συμπαρασύρουν παραπάνω από έναν πελάτη σε διαφορετική ώρα παράδοσης έναντι της προγραμματισμένης. Προκύπτει, ότι πρέπει να προγραμματιστούν σε πραγματικό χρόνο εκ νέου οι παραδόσεις με νέα δεδομένα. Έτσι λοιπόν, προτιμάται να εξυπηρετηθεί ένα σύνολο πελατών στην αρχή της διαδρομής για να αποφευχθεί η κίνηση, ακόμα κι αν αυτή η απόφαση συνεπάγεται σημαντική παράκαμψη από την αρχικά προγραμματισμένη διαδρομή. Επιπλέον, η απόκλιση μεταξύ προγραμματισμένης και πραγματικής διαδρομής οδηγεί επίσης σε μεγάλα προβλήματα. Σε πολλές περιπτώσεις, το φορτηγό φορτώνεται με βάση την προγραμματισμένη σειρά παράδοσης με αποτέλεσμα να μην ισχύει στην πράξη η διάταξη last in-first out.

Ο στόχος είναι να συμβαδίζει η σειρά φόρτωσης με τη σειρά παραδόσεων. Αποτέλεσμα του λάθους προγραμματισμού της διαδικασίας της φόρτωσης είναι η χρονοβόρα εύρεση πακέτων προς παράδοση. Για να επιτύχουμε το αποτέλεσμα αυτό έγινε εκτενής αναφορά στον τομέα του προγραμματισμού της δρομολόγησης με τα είδη προβλήματος διαδρομής οχήματος με μαθηματικά μοντέλα και τη βελτιστοποίηση του φορτίου. Τέλος, αναφερθήκαμε στο Πρόβλημα του Πλανόδιου Πωλητή (TSP) που θέτει ως στόχο την εύρεση της συντομότερης διαδρομής, έτσι ώστε να επιλεγεί η διαδρομή με το ελάχιστο δυνατό κόστος.

## Κεφάλαιο 5<sup>ο</sup>: Πράσινη Εφοδιαστική Αλυσίδα και Metaverse

### 5.1 Βασικοί λόγοι για τις «πράσινες» εφοδιαστικές αλυσίδες

Δεδομένου ότι οι μεταφορές συμβάλλουν περίπου σε ποσοστό 5% στο ΑΕΠ της ΕΕ και απασχολούν περισσότερα από 10 εκατομμύρια άτομα στην Ευρώπη, το σύστημα μεταφορών είναι ζωτικής σημασίας για τις ευρωπαϊκές επιχειρήσεις και τις παγκόσμιες αλυσίδες εφοδιασμού. Παράλληλα, οι μεταφορές έχουν και επιπτώσεις στην κοινωνία, εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και ρύπων, θόρυβος, τροχαία ατυχήματα και κυκλοφοριακή συμφόρηση. Σήμερα, οι εκπομπές από τις μεταφορές αντιπροσωπεύουν περίπου το 25% των συνολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου της ΕΕ ενώ τα τελευταία χρόνια οι εν λόγω εκπομπές έχουν αυξηθεί. Ο στόχος μας να γίνουμε η πρώτη κλιματικά ουδέτερη ήπειρος έως το 2050 απαιτεί φιλόδοξες αλλαγές στις μεταφορές. Χρειάζεται σαφής πορεία για να επιτευχθεί μείωση κατά 90% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που σχετίζονται με τις μεταφορές έως το 2050.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ενέκρινε σειρά προτάσεων με στόχο να προσαρμοστούν οι πολιτικές της ΕΕ για το κλίμα, την ενέργεια, τις μεταφορές και τη φορολογία στον σκοπό της μείωσης των καθαρών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 55% έως το 2030 σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990. Τα Green Logistics αποτελούν μία ευρεία έννοια και για αυτό το λόγο δεν υπάρχει ένας μοναδικός ορισμός. Τα Green Logistics θα μπορούσαν να οριστούν ως το υποσύστημα των οικολογικών logistics (Eco-logistics), καθώς αποτελούν το πρακτικό μέρος της εφοδιαστικής που εστιάζει κυρίως στη παρακολούθηση, αξιολόγηση και ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων των λειτουργιών υλικοτεχνικής υποστήριξης στο περιβάλλον και τους επιμέρους τομείς του. Τα Eco-logistics είναι το εφαρμοσμένο logistics του οποίου ο στόχος είναι η προστασία του περιβάλλοντος. Θα μπορούσε να χωριστεί σε Reverse Logistics (αντίστροφη εφοδιαστική) και Green Logistics (Mikušová & Lekić, 2017).

Η πράσινη εφοδιαστική αλυσίδα είναι η εξελιγμένη μορφή της απλής εφοδιαστικής αλυσίδας καθώς στο επίκεντρό της βρίσκεται κυρίως η αποφυγή των αιτιών που επιβαρύνουν το περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία. Έτσι λαμβάνονται μέτρα και γίνονται τροποποιήσεις σε πολιτικές και νομοθετικές λειτουργίες που συνδέονται με τις μεταφορές, τη διαχείριση των επικινδύνων φορτίων, συσκευασία και reverse logistics. Τα βασικά σημεία των αξόνων της πράσινης εφοδιαστικής είναι τα εξής:

### • **Reverse logistics**

Η ελληνική ονομασία των reverse logistics είναι η διαχείριση επιστρεφόμενων προϊόντων. Ο ορισμός του Reverse Logistics, ο οποίος φαίνεται να είναι πληρέστερος: «η διαδικασία σχεδιασμού, υλοποίησης και ελέγχου που στοχεύει στη μεγιστοποίηση της δημιουργίας αξίας και στην καθαρή διάθεση των αντίστροφων ροών προϊόντων με την αποτελεσματική διαχείριση των πρώτων υλών, την απογραφή κατά τη διαδικασία και τα τελικά προϊόντα και των σχετικών πληροφοριών από το σημείο κατανάλωσης μέχρι το σημείο προέλευσης» (Aït-Kadi et al., 2012).

### • **Οργάνωση μεταφορών**

Μέχρι τώρα έπαιζε το πιο σημαντικό κριτήριο για την επιλογή αποστολής των προϊόντων ήταν το κόστος μεταφοράς. Αυτό πλέον έχει αλλάξει και κάποιες επιχειρήσεις έχουν ξεκινήσει να βάζουν στην εξίσωση και τη φιλικότητα του μέσου μεταφοράς στο περιβάλλον. Έκτος από την επιλογή του πιο φιλικού προς το περιβάλλον μέσου πρέπει να ελέγχεται η συχνότητα με την οποία γίνονται οι συντηρήσεις και τσεκαρίσματα για να αποφεύγεται η κακή λειτουργία των μέσων μεταφοράς. Τέλος πρέπει να βελτιωθεί το δίκτυο διανομής. Υπάρχουν διαφορετικές λύσεις όπως η συνεργασία επιχειρήσεων ή δια-μεταφορέων, είτε ο συνδυασμός μεταφορών. Και στις δύο περιπτώσεις υπάρχει οικονομικό όφελος για τους εμπλεκόμενους καθώς και περιβαλλοντικό όφελος, αφού οι αποστάσεις μειώνονται και έτσι μειώνονται και οι ρύποι στην ατμόσφαιρα. Ένα σημείο που χρήζει προσοχής είναι το βάρος του φορτίου καθώς δε θέλουμε να είναι υπερφορτωμένο ή ελάχιστα γεμάτο καθώς και στις δύο περιπτώσεις σπαταλάτε πολύτιμη ενέργεια.

### • **Επικίνδυνα φορτία**

Στη Γενεύη το 1957 υπογράφηκε συμφωνία σχετικά με τις Διεθνείς μεταφορές επικίνδυνων εμπορευμάτων που γίνονται οδικώς. Αυτή η ευρωπαϊκή συμφωνία αφορά τη λήψη προληπτικών μέτρων για τα επικίνδυνα φορτία που είναι είτε σε στερεή είτε σε υγρή είτε σε αέρια μορφή και μπορούν να προκαλέσουν ανάφλεξη, διάβρωση και άλλες μορφές μόλυνσης του περιβάλλοντος.

### • **Ανάθεση δικτύου διανομής σε τρίτους**

Η ανάθεση δικτύου διανομής σε τρίτους αποτελεί μία πολύ έξυπνη λύση για να ελαχιστοποιήσει μία επιχείρηση τους ρύπους της. Αναθέτοντας την αποθήκευση και τη διανομή των προϊόντων και γενικά όλες τις λειτουργίες της εφοδιαστικής αλυσίδας σε αντίστοιχες εταιρείες παροχής υπηρεσιών μειώνουν το περιβαλλοντικό τους αποτύπωμα.

Αυτό γίνεται συνδυάζοντας τα δρομολόγια με τον καλύτερο τρόπο. Οι επιχειρήσεις έτσι οργανώνουν πιο σωστά το λειτουργικό τους κόστος καθώς επικεντρώνονται σε αυτό το κομμάτι και επεκτείνονται πιο εύκολα καθώς τα κομμάτια της διανομής τα διαχειρίζεται άλλος. Τα Green Logistics δεν αποφέρουν όφελος μόνο στο περιβάλλον αλλά αναβαθμίζουν την κοινωνία και τις εταιρείες. Το πρωταρχικό όφελος που έχουν τα Green Logistics είναι οι επιπτώσεις στο περιβάλλον αλλά και η μείωση της υποβάθμισης του.

Το δεύτερο θετικό των Green Logistics είναι η μείωση του κόστους που επιτυγχάνεται με την καλύτερη διαχείριση των οχημάτων, τη μείωση του στόλου των φορτηγών, την αποτελεσματική δρομολόγηση αλλά και τη μείωση της συμφόρησης. Ένα ακόμη θετικό των Green Logistics είναι η ανταπόκριση τους στις κοινωνικές πρακτικές οι εταιρείες μέσω αυτών καταφέρνουν να επιτύχουν νομική συμμόρφωση ως προς στους περιβαλλοντικούς κανονισμούς και έτσι να έχουν ένα θετικό αντίκτυπο. Από περιβαλλοντικής και κοινωνικής άποψης τα Green Logistics βοηθούν να επιτευχθεί καλύτερη ποιότητα του αέρα αλλά και μειωμένη ηχορύπανση στα αστικά κέντρα. Λόγω της αυξημένης ασφάλειας αλλά και των καλύτερων συνθηκών υγείας που παρέχουν στο προσωπικό τους αποτελούν άριστο περιουσιακό στοιχείο.

Στα θετικά προστίθενται η πίστη από τους πελάτες τους όπως και η αύξηση της καλής τους φήμης. Η καλή εικόνα και η φήμη της επιχείρησης ενισχύεται ακόμη και από τη χρήση των reverse logistics και άλλων βιώσιμων λύσεων (Tomastik et al., 2019). Οι απαιτήσεις πολλών μερών της κοινωνίας όπως οι κυβερνήσεις, οι βιομηχανικοί πελάτες, οι ΜΚΟ και οι καταναλωτές θέλουν να ενταχθούν τα Green Logistics στην καθημερινή τους ζωή. Η ποιότητα του αέρα στα αστικά κέντρα έχει επιβαρυνθεί πολύ από τις εκπομπές των οχημάτων μεταφοράς. Πλέον η κοινωνία έχει αποκτήσει μεγάλη ευαισθητοποίηση και συνείδηση σε ότι έχει να κάνει με το περιβάλλον και πλέον ασκείται πίεση στις διαμεταφορικές επιχειρήσεις να συμμορφωθούν με την υπάρχουσα περιβαλλοντική νομοθεσία, γιατί αλλιώς τα πρόστιμα είναι πολύ υψηλά. Μετά από τη μεγάλη ανάγκη της κοινωνίας για ένα πιο καθαρό πλανήτη έχουν δαπανηθεί πολλοί πόροι και έχουν γίνει πολλά πειράματα ώστε να αναπτυχθεί μία πιο πράσινη αλυσίδα εφοδιασμού. Σε αυτό φυσικά βοήθησε πολύ η τελειοποίηση των νέων τεχνολογιών.

Οι κυβερνήσεις για να ωθήσουν στις επιχειρήσεις να εντάξουν τα Green Logistics στο δυναμικό τους και να μειώσουν κατά πολύ τις εκπομπές του θερμοκηπίου έχουν προσφέρει οικονομικά κίνητρα όπως φορολογικά οφέλη, επιχορηγήσεις και διαγραφές κεφαλαίου κόστους. Ο στόχος των εταιρειών για να έχουν ένα βιώσιμο μέλλον είναι τα μακροπρόθεσμα κέρδη και με αυτούς τους όρους οι επιχειρήσεις μπορούν να επιτύχουν και την

αποτελεσματικότητα στην εφοδιαστική τους αλυσίδα αλλά και το πολυπόθητο κέρδος. Τα reverse logistics, ο πράσινος σχεδιασμός και η συσκευασία των προϊόντων προωθούνται από τον κλάδο της βιωσιμότητας για να διοχετεύονται στην αγορά πιο «καθαρά» προϊόντα με αποτελεσματικό και οικονομικό αποδοτικό τρόπο (Tomastik et al., 2019).

Η βελτίωση της διακίνησης των προϊόντων σε όρους ταχύτητας με τον συντονισμό των διαφορετικών μέσων και διαδικασιών και γενικότερα με την άνθηση των Logistics έχει συντελέσει καθοριστικά στην άνθηση του παγκόσμιου εμπορίου και στην επίτευξη του στόχου για ποικιλία αγαθών στα νοικοκυριά, έγκαιρα και σε τιμές προσιτές για τους καταναλωτές. Η απόσταση λοιπόν δεν αποτελεί πλέον ισχυρό περιορισμό. Μάλιστα, η ευελιξία της παραγωγής και της λιανικής έχουν δημιουργήσει ιδιαίτερα πειστικές απαιτήσεις σχετικά με τη μείωση του χρόνου ροής των προϊόντων στην εφοδιαστική αλυσίδα. Παράδειγμα αποτελεί η βρετανική εταιρεία τροφίμων Tesco, η οποία διαθέτει στα καταστήματά της ισπανικές ντομάτες μόνο 3 ημερών, ενώ, διαθέτει πάνω από 40 ποικιλίες μήλων στα καταστήματά της από όλο τον κόσμο, καθότι οι εταιρίες τροφίμων έχουν αναπτύξει εξαιρετικές υποδομές Logistics σχετικά με τα προϊόντα αυτά.

Οι μεταφορές χρησιμοποιούν κατά κύριο λόγο ορυκτά καύσιμα για το έργο τους. Το 99% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας στις μεταφορές βασίζεται σε ορυκτά καύσιμα των οποίων η καύση παράγει CO<sub>2</sub> το κυριότερο δηλαδή αέριο το οποίο ευθύνεται για το λεγόμενο «φαινόμενο του θερμοκηπίου» και την αύξηση της θερμοκρασίας παγκοσμίως. Βεβαίως η ρύπανση δεν περιορίζεται μόνο στις εκπομπές από τις εξατμίσεις των οχημάτων. Ρύπανση είναι και ο υπερβολικός θόρυβος από τα αεροπλάνα και οι πετρελαιοκηλίδες, όπως εκείνες από τα ναυάγια των πετρελαιοφόρων Erika και Prestige, που διάβρωσαν τις γαλλικές και τις ισπανικές ακτές. Χρειάζεται να συνυπολογιστεί το κόστος των ατυχημάτων όχι μόνο υπό οικονομικούς όρους, αλλά και από άποψη δημόσιας υγείας και απώλειας ανθρώπινων ζωών.

Η διακίνηση αγαθών σε όλο τον κόσμο σημαίνει περισσότερα χιλιόμετρα διανύονται με συνεπαγόμενη αύξηση κατανάλωσης καυσίμων. Για προϊόντα μάλιστα που απαιτούν συνθήκες συντήρησης και ψύξης κατά τη μεταφορά και αποθήκευση στους ενδιάμεσους σταθμούς (αποθηκευτικά κέντρα, λιμάνια) αυτό μεταφράζεται σε αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας για τη διασφάλιση της ποιότητάς τους. Οι μεγάλες αποστάσεις και η διαχείρισή τους σε αρκετά σημεία στην εφοδιαστική αλυσίδα συνεπάγονται μεγαλύτερη πιθανότητα φθορών, φυσικών (λόγω υπερθέρμανσης) αλλά και διαχειριστικών (ζημιές) και επομένως αύξηση αποβλήτων. Η μεταφορά αγαθών σε όλο τον κόσμο επιφέρει αύξηση της κυκλοφοριακής συμφόρησης στους δρόμους με αποτέλεσμα ακόμα μεγαλύτερη

κατανάλωση καυσίμων, εκτός από τις συνέπειες στην ποιότητα ζωής των πολιτών. Από όλα τα παραπάνω προκύπτει το συμπέρασμα ότι η ικανοποίηση της ανάγκης των καταναλωτών για ποικιλία ποιοτικών και οικονομικών αγαθών στις οικίες τους, έδωσε πολύ μεγάλη ώθηση στις μεταφορές, στην αποθήκευση και σε λοιπές λειτουργίες της Εφοδιαστικής Αλυσίδας, αμβλύνοντας τις αποστάσεις, προκαλώντας όμως έτσι και περιβαλλοντικές συνέπειες. Η ποιότητα ζωής όμως των πολιτών τα τελευταία χρόνια έχει συνδεθεί και με τον σεβασμό στο περιβάλλον και γενικότερα με οικολογικές συμπεριφορές που διασφαλίζουν τη βιωσιμότητα του πλανήτη και το μέλλον των επόμενων γενεών. Επομένως δημιουργείται μία σύγκρουση μεταξύ των καταναλωτικών προτύπων και των περιβαλλοντικών ευαισθησιών των καταναλωτών σήμερα, γεγονός που επιτάσσει την ανάπτυξη των πρακτικών της «πράσινης εφοδιαστικής» (Green Logistics).

Ένα κίνητρο που ωθεί λοιπόν τις εταιρείες να ανταποκριθούν με περιβαλλοντικό υπεύθυνο τρόπο είναι η διαφοροποίηση στον έντονο ανταγωνισμό που υπάρχει στον σημερινό επιχειρηματικό κόσμο. Οι εταιρίες με σκοπό να ξεχωρίσουν από τους ανταγωνιστές τους και λόγω της αυξανόμενης ευαισθητοποίησης των καταναλωτών σε κοινωνικό-περιβαλλοντικά θέματα, υιοθετούν αλλαγές, προσφέροντας διαφοροποιημένα «πράσινα» προϊόντα και εφαρμόζοντας βιώσιμες πλέον πρακτικές. Επίσης, ένας βασικός παράγοντας που έπαιξε σημαντικό ρόλο και οδήγησε τις εταιρείες να ενσωματώσουν πιο «πράσινες» στρατηγικές ήταν οι περιβαλλοντικοί νόμοι που θεσπίστηκαν. Υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός κυβερνητικών οργανισμών οι οποίοι ελέγχουν τις εταιρείες και είναι υπεύθυνοι για τη μόλυνση, τα χημικά απόβλητα και το υλικό των προϊόντων που παράγουν οι εταιρείες. Όλες οι εταιρείες δεν ελέγχονται από τους ίδιους οργανισμούς, αλλά εξαρτάται από τους πόρους που χρησιμοποιούν και σε ποιον κλάδο ανήκουν.

### **«Πράσινη» Μεταφορά και Διανομή**

Στο πλαίσιο των «πράσινων» πρακτικών μεταφοράς και διανομής περιλαμβάνεται ο «πράσινος» σχεδιασμός δικτύων, η χρησιμοποίηση στόλου μηχανημάτων και εξοπλισμού με υψηλή απόδοση καυσίμων, καθώς και η εφαρμογή βελτιωμένης αεροδυναμικής σε οχήματα, η αύξηση των ποσοστών χρησιμοποίησης των οχημάτων και μείωση των περιττών διαδρομών, η εφαρμογή λογισμικών για τη δρομολόγηση των οχημάτων και η αποδοτική σε καύσιμα οδήγηση (Vlachos & Mallidis, 2010).

### **«Πράσινος» Σχεδιασμός Δικτύου Μεταφορών και Υποδομών**

Ο «πράσινος» σχεδιασμός δικτύων εξετάζει τις συνέπειες της επιλογής της θέσης των κέντρων διανομής και των εγκαταστάσεων παραγωγής σε σχέση με την επίδοση των εκπομπών των συστημάτων μεταφορά. Η βέλτιστη θέση του κέντρου διανομής ελαχιστοποιεί τις συνολικές αποστάσεις που πρέπει να διανύουν και συνεπαγόμενα και τις εκπομπές καυσαερίων. Ευρύτερα, υιοθετώντας αυτήν την τακτική, η ανάπτυξη «βιομηχανικών ζωνών», που «φιλοξενούν» παραγωγικές δραστηριότητες, κέντρα διανομής και υποδομές Logistics γενικότερα, πραγματοποιείται πλησίον των αγορών ζήτησης. Επίσης η μετατόπιση του εμπορευματικού φορτίου από τις αεροπορικές και οδικές στις περιβαλλοντικά φιλικότερες θαλάσσιες και σιδηροδρομικές μεταφορές αποτελεί ολοένα και πιο εφαρμόσιμη πρακτική από τις επιχειρήσεις παγκοσμίως (Rushton, 2017).

### **Ενεργειακά Αποτελεσματικός Στόλος Μηχανημάτων και Εξοπλισμού**

Η χρήση προηγμένης τεχνολογίας σε υβριδικά, βαρέως τύπου φορτηγά παράδοσης, ελαχιστοποιούν σημαντικά την εκπομπή αιωρούμενων σωματιδίων (Particulate Matters-PMs), υδρογονανθράκων (Hydrocarbon-HC) και οξειδίων του αζώτου (Nitric Oxide -NOx) μέσω τεχνολογικά προηγμένης καύσης, και κατά συνέπεια οδηγεί στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας. Η εταιρεία Wal-mart προμηθεύτηκε υβριδικά βενζινο-ηλεκτρικά φορτηγά και φορτηγά ψυγεία για τα οποία απαιτούνταν λιγότερη ενέργεια για την ψύξη και έτσι ο κινητήρας μπορούσε να σβήσει όταν το φορτηγό σταματούσε. Με αυτήν την κίνηση, η εταιρεία εξοικονομεί σχεδόν 75\$ εκατομμύρια και περιορίζει την εκπομπή κατά 400.000 τόνους CO<sub>2</sub> ετησίως. Η ίδια εταιρεία σχεδίασε σε συνεργασία με τις Peterbilt, Great Dane Trailers και Capstone Turbine ένα νέο αεροδυναμικό όχημα ('Wave' από τα αρχικά των λέξεων Wal-mart Advanced Vehicle Experience), το οποίο έχει 20% περισσότερη αεροδυναμική από τα συμβατικά φορτηγά, ενώ παρέχει την καινοτομία της πρώτης στον κόσμο ρυμουλκούμενης καρότσας από ανθρακονήματα, εξοικονομώντας 1.800 κιλά συνολικού βάρους (Rushton, 2017).

### **Αύξηση του ποσοστού χρήσης των Οχημάτων προς μείωση των περιττών δρομολογίων**

Ένα ευρύ φάσμα μέτρων μπορεί να εφαρμοστεί για την αύξηση του ποσοστού χρησιμοποίησης των οχημάτων και μείωσης των περιττών δρομολογίων. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσω εφαρμογής καθορισμένου συστήματος παράδοσης από τους προμηθευτές, τη συνεργασία στη μεταφορική διαδικασία, την εφαρμογή αποτελεσματικών τακτικών συσκευασίας και συνδυασμό των μεταφορών προς τις αγορές και αντίστροφα. Πιο

συγκεκριμένα, καταρχήν με ένα καθορισμένο σύστημα παράδοσης, οι πελάτες θα ενημερώνονται ότι ένα όχημα θα επισκέπτεται μία συγκεκριμένη περιοχή σε μία καθορισμένη μέρα έτσι ώστε εάν θέλουν να παραλάβουν κάτι εκείνη την ημέρα θα πρέπει προηγουμένως να έχουν κάνει την παραγγελία τους σε κάποιο χρονικό διάστημα πριν από εκείνη την ημέρα. Με τη συγκέντρωση πολλών παραγγελιών σε συγκεκριμένες περιοχές και σε συγκεκριμένες μέρες οι δια-μεταφορείς μπορούν να επιτύχουν αύξηση του ποσοστού χρησιμοποίησης των οχημάτων τους (Vlachos & Mallidis, 2010).

Επιπλέον, διαφορετικά σημεία λιανικής πώλησης τα οποία είναι σε μία συγκεκριμένη περιοχή θα μπορούσαν να συνεργαστούν και να συλλέγουν το φορτίο προς παράδοση σε ένα κοινό σημείο για παράδειγμα σε μία αποθήκη και έπειτα να το αποστέλλουν με βαριά φορτηγά στα διάφορα μαγαζιά λιανικής. Ένα παράδειγμα επιτυχίας αυτής της τακτικής είναι η Excel LTD, μία εταιρεία η οποία λειτουργεί ένα κέντρο λιανικής ενοποίησης για καταστήματα που βρίσκονται στο αεροδρόμιο του Heathrow, UK. Είχε εκτιμηθεί ότι υιοθετώντας αυτήν την τακτική η εταιρεία κατάφερε να μειώσει τον αριθμό των οχημάτων που επισκέπτονταν το αεροδρόμιο για να παραδώσουν φορτία κατά 75% και αύξησε το ποσοστό φόρτωσης των οχημάτων σε 90% (Energy Efficiency Best Practice Program, 1998).

### **Δρομολόγηση και Χρονοπρογραμματισμός Οχημάτων**

Η καλύτερη οργάνωση και δρομολόγηση ενός στόλου οχημάτων συμβάλλει στη μείωση του μεταφορικού κόστους ενώ παράλληλα βελτιώνει το επίπεδο των υπηρεσιών που παρέχονται. Οι μειώσεις κόστους επιτυγχάνονται κυρίως εξαιτίας της μείωσης των περιττών διαδρομών το οποίο οδηγεί σε μείωση στην κατανάλωση καυσίμων και επομένως και στην εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου. Η μείωση των εκπομπών των εμπορικών οχημάτων είναι μία από τις σημαντικές ανησυχίες για πολλές εταιρίες οι οποίες προσπαθούν να εντοπίσουν τρόπους να μειώσουν το «αποτύπωμα του άνθρακα» που αφήνουν και επομένως να βελτιώσουν τα «πράσινα διαπιστευτήριά τους». Η εταιρεία Wal-mart, για παράδειγμα, αποσκοπεί στο να κάνει τα οχήματά της 25% πιο αποτελεσματικά μέσα σε 3 χρόνια και 50% μέσα σε 10 χρόνια (Heying & Sanzero, 2009).

### **Πράσινη Αποθήκη**

Οι αποθήκες λειτουργούν καταναλώνοντας τεράστια ποσά ενέργειας, που αυξάνονται σημαντικά εφόσον πρέπει να ικανοποιούνται συγκεκριμένες συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας για τα προϊόντα, παράλληλα με την κατάλληλη θερμοκρασία που απαιτείται για

τους εργαζομένους έτσι ώστε να μπορούν να εκτελούν τα καθήκοντά τους με άνεση και ασφάλεια. Ο διαχωρισμός της αποθήκης σε τμήματα ανάλογα με τον τομέα δραστηριότητάς τους αλλά και η τοποθέτηση ελεγχόμενων θερμοστατών μπορούν να συμβάλλουν προς τους σκοπούς αυτούς. Σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να επιτευχθεί μέσω της αξιοποίησης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όπως ο ήλιος και ο άνεμος που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Επιπλέον η διαχείριση του φωτισμού σε μία αποθήκη είναι πολύ σημαντική από άποψη κόστους, ενέργειας και εκπομπών που παράγει. Κάποια μέτρα που θα μπορούσαν να ληφθούν από τις εταιρείες είναι να καθαρίζουν τακτικά τα φώτα οροφής τους και να αντικαταστήσουν τους λαμπτήρες τους με λαμπτήρες φθορίου. Κάποια άλλα μέτρα που μπορούν να επιτευχθούν για την εξοικονόμηση ενέργειας είναι η τοποθέτηση πορτών ταχείας δράσης κυρίως κοντά σε εισόδους και εξόδους που χρησιμοποιούνται πολύ συχνά.

Επιπλέον οι δια-μεταφορείς θα πρέπει να λαμβάνουν κάποια μέτρα και για τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του μηχανολογικού εξοπλισμού που χρησιμοποιούν. Για να επιτευχθεί η γρήγορη και εντατική μετακίνηση προϊόντων όλες οι αποθήκες χρησιμοποιούν μία γκάμα από διάφορα μηχανήματα όπως περονοφόρα οχήματα για την εκφόρτωση κιβωτίων από τα μεταφορικά μέσα και ανυψωτικά μηχανήματα για την τακτοποίηση του φορτίου σε διαφορετικού ύψους ράμπες μέσα στο κέντρο διανομής. Αυτό αυξάνει σημαντικά τις ενεργειακές απαιτήσεις σε βενζίνη και υγραέριο (για τα περονοφόρα οχήματα) αλλά και τις απαιτήσεις σε ηλεκτρισμό (για την τροφοδότηση των μπαταριών για τα ανυψωτικά μηχανήματα). Έτσι, η χρησιμοποίηση μονάδων ισχύος εσωτερικής καύσης ή υβριδικού συνδυασμού καυσίμων σε συνδυασμό με τεχνολογίες κυψελών καυσίμου υδρογόνου, για τα περονοφόρα οχήματα και η χρησιμοποίηση τριφασικού, υψηλής τάσης ηλεκτρικού ρεύματος, ταχείας φόρτισης συστήματα και ευκαιριακής φόρτισης μπαταρίες, μπορεί να ελαχιστοποιήσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις του μηχανολογικού εξοπλισμού των αποθηκών. Η ευκαιριακή φόρτιση των μπαταριών μπορεί να γίνει ως αστραπιαία φόρτιση κατά τη διάρκεια των μεσημεριανών διαλλειμάτων και των μικρών διακοπών ή μπορεί να γίνει ως άμεση φόρτιση από κινητήρες οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι με τέτοιο τρόπο, έτσι ώστε η ενέργεια που παράγεται από την πέδηση (φρενάρισμα) ή τη χρήση των περονοφόρων οχημάτων, να πηγαίνει απευθείας στην μπαταρία μέσω του υδραυλικού συστήματος (Rushton, 2017).

## Διαχείριση επικίνδυνων φορτίων

Για τη Διεθνή Οδική Μεταφορά Επικινδύνων Εμπορευμάτων υπάρχει η Ευρωπαϊκή Συμφωνία ADR, η οποία πήρε το όνομά της από τα αρχικά των λέξεων του γαλλικού κειμένου “Accord europeen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route” (Ευρωπαϊκή Συμφωνία για τις Διεθνείς Οδικές Μεταφορές Επικίνδυνων Εμπορευμάτων). Η συμφωνία έχει συνταχθεί από την «Οικονομική Επιτροπή για την Ευρώπη», του ΟΗΕ και υπογράφηκε στη Γενεύη στις 30 Σεπτεμβρίου 1957. Έκτοτε, υπόκειται σε συνεχείς αναθεωρήσεις, οι οποίες την τελευταία δεκαετία πραγματοποιούνται ανά διετία. Μέχρι σήμερα στη συμφωνία αυτή έχουν προσχωρήσει, εκτός από την Ελλάδα πολλές άλλες χώρες, όπως οι Γερμανία, Αυστρία, Πολωνία, Ελβετία, Τσεχία, Βέλγιο, Δανία, Ολλανδία, Βρετανία, Γαλλία, Ιταλία και Ισπανία. Η συμφωνία ADR καθώς και οι διεθνείς κανονισμοί που ισχύουν για τη σιδηροδρομική μεταφορά επικίνδυνων φορτίων RID (International Regulations concerning the carriage of Dangerous Goods by rail), τις εναέριες μεταφορές επικίνδυνων υλών βάσει των κανονισμών I.A.T.A. και τις θαλάσσιες βάσει του I.M.O. (International Maritime Organization) κατατάσσουν τις επικίνδυνες ύλες σε διάφορες κλάσεις. Ως επικίνδυνα φορτία ορίζονται οι ουσίες και είδη που είτε από τη φύση τους είτε από αλληλεπίδραση με άλλα υλικά, εγκυμονούν κινδύνους για το κοινωνικό σύνολο και το περιβάλλον. Ανάλογα, λοιπόν, με τις ιδιότητές τους, τα επικίνδυνα υλικά χωρίζονται ανάλογα με τη φύση τους σε:

### 1. Υγρά

- α) Εύφλεκτα (π.χ. ακετόνη, οινόπνευμα, βενζίνη, μεθανόλη),
- β) Δηλητηριώδη/Τοξικά (π.χ. ανιλίνη, τοξικά απόβλητα),
- γ) Διαβρωτικά (π.χ. υδραζίνη, υδροχλωρικό οξύ). Στις βιομηχανίες συνηθίζεται πολλά τέτοια υγρά να λέγονται καυστικά (π.χ. θειικό οξύ, καυστική σόδα)

### 2. Στερεά

- α) Εύφλεκτα (θειάφι, πριονίδι),
- β) Ύλες που έχουν την τάση να καούν μόνες τους (λευκός ή κίτρινος φωσφόρος, σκόνη/πούδρα αλουμινίου),
- γ) Ύλες που σε επαφή με το νερό βγάζουν εύφλεκτο αέριο (άνθρακαςβέστιο, το οποίο με την επίδραση νερού βγάζει ασετυλίνη που είναι πολύ εύφλεκτο αέριο).

### 3. Αέρια

- α) Εύφλεκτα (υδρογόνο, υγραέριο, φυσικό αέριο),
- β) Ασφυξιογόνα (διοξείδιο του άνθρακα, άζωτο),
- γ) Τοξικά/Δηλητηριώδη (Φωσγένιο, Παρασιτοκτόνα).

Πολλά υλικά έχουν περισσότερες από μία επικίνδυνες ιδιότητες είναι τοξικά και εύφλεκτα. Οι επικίνδυνες ύλες υποδιαιρούνται και ανάλογα με την επικινδυνότητά τους σε πολύ επικίνδυνες, μέτρια επικίνδυνες, εξαιρετικά εύφλεκτες, πολύ εύφλεκτες. Το κριτήριο πάνω στο οποίο βασίζεται αυτή η διάκριση των εύφλεκτων υγρών είναι το σημείο (θερμοκρασία) ανάφλεξης (σε βαθμούς Κελσίου), για παράδειγμα υγρό με σημείο ανάφλεξης άνω από 21 βαθμούς Κελσίου είναι πολύ εύφλεκτο. Ανάλογα με τον επικίνδυνο χαρακτήρα τους, τα επικίνδυνα είδη μπορεί να προκαλέσουν διάφορα προβλήματα στο περιβάλλον, όπως εκρήξεις, φωτιές, μόλυνση υδάτων απευθείας ή έμμεσα, μέσω απορροών ή του εδάφους (σε περίπτωση προσπάθειας καθαρισμού οδού από τοξικά εμπορεύματα), ραδιενέργεια, ρύπανση φυτικού και ζωικού βασιλείου καθώς και εδάφους, υδάτων και αέρα. Τα οχήματα που προορίζονται για τη μεταφορά εμπορευμάτων ADR πρέπει να πληρούν τις προδιαγραφές που έχει θέσει το Υπουργείο Μεταφορών, οι οποίες περιλαμβάνονται στον όρο «εγκεκριμένος τύπος». Οι προδιαγραφές διαφοροποιούνται ανάλογα με την κλάση ADR και τα σχεδιαζόμενα προς μεταφορά εμπορεύματα.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση θεσμοθέτησε επίσης με την οδηγία 96/35/EC την υποχρεωτική σύσταση και πλήρωση θέσης Συμβούλου Ασφαλείας. Ο σύμβουλος αυτός έχει την εποπτεία του συνόλου των ενεργειών που απαιτούνται από μια μεταφορική εταιρεία για το ADR και είναι αρμόδιος να υποδεικνύει στους διοικούντες ποια μέτρα πρέπει να ληφθούν, ποιες διαδικασίες πρέπει να ακολουθηθούν, ποιο δρομολόγιο είναι ασφαλέστερο, κ.λπ. Από 01.01.2000 η ύπαρξη Συμβούλου στις μεταφορικές εταιρείες ADR εμπορευμάτων είναι υποχρεωτική.

### **Βασικά βήματα προς Βιώσιμες Εφοδιαστικές αλυσίδες**

Οι Wollmuth & Ivanova (2014) προτείνουν έξι βήματα προς την ενίσχυση της βιωσιμότητας των εφοδιαστικών αλυσίδων:

- Χαρτογράφηση της εφοδιαστικής αλυσίδας: Πολλές επιχειρήσεις δεν έχουν πλήρη εικόνα των συνδεδεμένων επιχειρήσεων στην ανάπτυξη της εφοδιαστικής τους αλυσίδας. Ένα πρώτο βήμα είναι η απογραφή των προμηθευτών, ο εντοπισμός των σημαντικότερων περιβαλλοντικών και κοινωνικών προκλήσεων που έχουν καθώς και η ιεράρχηση των προμηθευτών.
- Επικοινωνιακές προσδοκίες: Εστιάζοντας στη βιωσιμότητα εντός της εφοδιαστικής αλυσίδας, ένας πολύ καλός τρόπος για να επικοινωνούνται οι εταιρικές αξίες μιας διαμεταφορικής εταιρείας και η κουλτούρα της επιχείρησης με τους προμηθευτές και τους

πελάτες είναι η δημιουργία προσδοκιών μέσω ενός προμηθευτή. Αυτό είναι ένα κρίσιμο βήμα για τη συμμετοχή των προμηθευτών στις προσπάθειες της βιωσιμότητάς.

- Απόδοση προμηθευτών: Σύμφωνα με τα πρότυπα συμμόρφωσης η συλλογή δεδομένων από τους προμηθευτές είτε η αυτό-αξιολόγησή τους θα είναι ένα σημαντικό βήμα για την απόκτηση της εμπιστοσύνης τους.
- Συνεχής κατάρτιση και ανάπτυξη ικανοτήτων των στελεχών: Αυτό είναι ένα σημαντικό βήμα για τη βελτίωση της βιωσιμότητας και στην αλλαγή συμπεριφοράς σε όλη την εφοδιαστική αλυσίδα. Πολλοί εξωτερικοί πόροι είναι διαθέσιμοι να υποστηρίξουν τις προσπάθειες αυτές και μερικοί είναι προσαρμοσμένοι στις ανάγκες του κλάδου.
- Βελτίωση επιδόσεων: Όταν οι επιδόσεις ενός προμηθευτή είναι εμφανείς τότε σύμφωνα με ένα πρόγραμμα ελέγχου μπορεί να μετρηθεί η βελτίωση των επιδόσεών του. Έτσι με την πάροδο του χρόνου γίνεται εφικτό να αποκαλυφθούν οι τυχόν παραλείψεις και να εφαρμοστούν πρακτικές για περαιτέρω βελτίωση.
- Συνεργασίες: Πολλές εταιρείες αναγνωρίζουν ότι οι πολύπλοκες προκλήσεις της εφοδιαστικής αλυσίδας δεν μπορούν να λυθούν με μεμονωμένες προσπάθειες και ότι οι συνεργασίες είναι απαραίτητες.

## 5.2 Βιωσιμότητα στη δια-μεταφορική εταιρεία

Η αειφόρος ανάπτυξη στην εφοδιαστική αλυσίδα παρουσιάζει συνεχώς μεγαλύτερο ενδιαφέρον λόγω των ανησυχητικών οικονομικών, περιβαλλοντικών και κοινωνικών προκλήσεων. Ο ευρέως αποδεκτός ορισμός της βιώσιμης ανάπτυξης είναι «να καλυφθούν οι ανάγκες του παρόντος, χωρίς να τεθούν σε κίνδυνο οι ανάγκες του μέλλοντος που θα κληθούν οι μεταγενέστερες γενιές να αντιμετωπίσουν» (Brundtland, 1987).

Η βιώσιμη ανάπτυξη επηρεάζεται από τις τρεις διαστάσεις της βιώσιμης ανάπτυξης:

- Την οικονομική ευημερία.
- Τη φιλικότητα προς το περιβάλλον.
- Την κοινωνική δικαιοσύνη και ισότητα.

Σκοπός της βιώσιμης ανάπτυξης είναι η επίτευξη αρμονίας ανάμεσα σε αυτές τις τρεις διαστάσεις. Πλέον επικρατεί η τάση από τις εταιρείες να ενσωματώνουν πρακτικές αειφορίας στις λειτουργίες της εφοδιαστικής αλυσίδας για την ενίσχυση της κοινωνικής τους εικόνας προκειμένου να αποκτήσουν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα. Από περιβαλλοντική σκοπιά η βιώσιμη εφοδιαστική αλυσίδα επικεντρώθηκε αρχικά στη μείωση του οικολογικού

αποτυπώματος που σχετίζεται με τις λειτουργίες των Logistics. Η έννοια των Green Logistics προτάθηκε για πρώτη φορά για τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου και από την κατανάλωση ενέργειας, μέσα από τους καλύτερους στρατηγικούς και επιχειρησιακούς σχεδιασμούς.

Η αντίστροφη εφοδιαστική και η κλειστού βρόχου εφοδιαστική αλυσίδα που επικεντρώνονται όλο και περισσότερο στην επίτευξη βιώσιμης, αναδημιουργούμενης αξίας ύστερα από το τέλος του κύκλου ζωής των προϊόντων, ελαχιστοποιώντας την περιβαλλοντική ρύπανση μέσα από τη σωστή διαχείριση των απορριμμάτων. Για τον λόγο αυτό, έχουν γίνει πρόσφατες ερευνητικές προσπάθειες για την ελαχιστοποίηση του οικολογικού αποτυπώματος τόσο της προς τα εμπρός όσο και της αντίστροφης εφοδιαστικής αλυσίδας. Επιπρόσθετα, δεν θα πρέπει να υποβαθμίζεται ο ρόλος των κοινωνικών δεικτών, όπως για παράδειγμα η δημιουργία θέσεων νέων εργασίας, οι συνθήκες εργασίας, έναντι των περιβαλλοντικών και των οικονομικών, ως βασικών δεικτών βιωσιμότητας (Sun et al., 2022a).

### **Οι τρεις πυλώνες της βιωσιμότητας**

Η βιωσιμότητα στον χώρο των δια-μεταφορών στοχεύει στην εξισορρόπηση των κοινωνικοοικονομικών επιδόσεων από την οικονομική, οικολογική και περιβαλλοντική σκοπιά. Αυτή η ισορροπία ενσωματώνεται στη λήψη αποφάσεων λαμβάνοντας υπόψη την αλληλεπίδραση των διαφορετικών λειτουργιών των δια-μεταφορών τη διαμόρφωση δικτύου, την αγορά, τη μεταφορά, την αποθήκευση, την πρόβλεψη της ζήτησης και τη διαχείριση πόρων. Η βελτιστοποίηση ενός βιώσιμου συστήματος δια-μεταφορών εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ικανότητα εξισορρόπησης των τριών διαστάσεων των Sun et al. (2022a).

### **Η οικονομική διάσταση της βιωσιμότητας**

Η οικονομική βιωσιμότητα είναι η ικανότητα του οικονομικού συστήματος να βελτιώνει συνεχώς τους οικονομικούς δείκτες. Ο οικονομικός «πυλώνας» της βιωσιμότητας δεν αφορά καθολικά την κερδοφορία αλλά μια κατάσταση στην οποία η δια-μεταφορική επιχείρηση είναι οικονομικά ασφαλής. Η συμμόρφωση με τους νόμους, η σωστή διακυβέρνηση και η αποτελεσματική διαχείριση των κινδύνων είναι οι κύριες δραστηριότητες που περιλαμβάνονται. Η οικονομική ανάπτυξη επιτυγχάνεται μέσα από την χρήση των διαθέσιμων τεχνολογιών προκειμένου να αξιοποιηθούν αποτελεσματικά οι φυσικοί πόροι.

Η οικονομική διάσταση της βιωσιμότητας μας παρέχει πληροφορίες σχετικά με την ικανότητα του δια-μεταφορέα να αυτοσυντηρείται χρησιμοποιώντας τους κατάλληλους πόρους ενώ παράλληλα δημιουργεί συνθήκες ανάπτυξης μέσα από το άνοιγμα θέσεων εργασίας. Επιπροσθέτως, η οικονομική διάσταση της βιωσιμότητας αξιολογεί τις επιπτώσεις που έχει η λειτουργία ενός δια-μεταφορέα απέναντι στην κοινωνία σε σύγκριση με το ρυθμό ανάπτυξης. Οι οικονομικές αυτές διαστάσεις δεν αφορούν την οικονομική κατάσταση του οργανισμού αλλά επικεντρώνονται σε τέσσερις βασικές αξίες:

1) Οικονομική αποδοτικότητα: Αυτή η πτυχή παρέχει πληροφορίες σχετικά με τη δημιουργία και τη διανομή της άμεσης οικονομικής αξίας. Προκειμένου να αξιολογηθούν οι προσπάθειες ενός δια-μεταφορέα για μακροπρόθεσμη ανάπτυξη καθώς και οι επιπτώσεις στην κοινωνία και στο περιβάλλον χρησιμοποιούνται διάφοροι οικονομικοί δείκτες. Εάν τα αποτελέσματα αυτής της αξιολόγησης δεν είναι τα επιθυμητά τότε πρέπει να γίνουν αλλαγές στον δια-μεταφορέα.

2) Θέση του οργανισμού στην αγορά: Η παρουσία ενός δια-μεταφορέα στην αγορά ορίζεται ως το μερίδιο που κατέχει στην αγορά. Όσο μεγαλύτερο είναι το μερίδιο τόσο μεγαλύτερη είναι και η ικανότητα ανάπτυξης. Η συγκεκριμένη πτυχή αξιολογεί επίσης το πόσα άτομα προσλήφθηκαν καθώς και τον εισαγωγικό μισθό.

3) Έμμεσες οικονομικές συνέπειες: Η οικονομία ενός δια-μεταφορέα έχει διάφορες επιπτώσεις στο περιβάλλον και στην κοινωνία. Θα πρέπει λοιπόν να υπάρχει η απαραίτητη υπευθυνότητα προς το περιβάλλον προκειμένου να μετριαστεί η κλιματική αλλαγή στο ελάχιστο δυνατό.

4) Πρακτικές προμηθειών: Αυτή η πτυχή αναφέρεται και αξιολογεί τις πρακτικές ενός οργανισμού για την απόκτηση των απαιτούμενων πόρων για τη σωστή λειτουργία και βιώσιμη ανάπτυξη. Σύμφωνα με τα όσα αναφέραμε παραπάνω μπορούμε να διαπιστώσουμε ότι η οικονομία και η βιωσιμότητα έχουν ένα κοινό στόχο τη σωστή κατανομή των πόρων. Ο οικονομικός πυλώνας της βιωσιμότητας συνδέεται στενά με τον κοινωνικό και τον περιβαλλοντολογικό. Η οικονομική βιωσιμότητα συνδέεται άρρηκτα με την κοινωνική διάσταση όσον αφορά τη δημιουργία και τη διαφύλαξη των θέσεων εργασίας και με την οικολογική διάσταση όσον αφορά την οικονομική χρήση των φυσικών πόρων. Ο στόχος της βιώσιμης οικονομικής ανάπτυξης μιας δια-μεταφορικής εταιρείας είναι ο θετικός αντίκτυπος στην τοπική, εθνική και παγκόσμια οικονομία. Στο πλαίσιο της οικονομικής βιωσιμότητας ο πλούτος και τα έσοδα ενός δια-μεταφορέα θα μπορούν να διαχειρίζονται και επενδύονται αποδοτικότερα (Sangwan and Bhatia, 2020).

## **Η κοινωνική διάσταση της βιωσιμότητας**

Σύμφωνα με την κοινωνική διάσταση της βιωσιμότητας, μια επιχείρηση πρέπει να έχει την υποστήριξη των εργαζομένων της όλων των ενδιαφερομένων μελών της εφοδιαστικής της αλυσίδας καθώς και της κοινότητας μέσα στην οποία δραστηριοποιείται. Ο κύριος στόχος είναι η δίκαιη μεταχείριση όλων των εργαζομένων και η ανάπτυξη εταιρικής κοινωνικής ευθύνης, τόσο σε τοπικό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο. Είναι γεγονός ότι οι εργαζόμενοι μένουν ευχαριστημένοι όταν εργάζονται σε ένα θετικό και υγιές περιβάλλον κάτι που “αποσβένεται” στις επιχειρήσεις με την αύξηση της παραγωγικότητας και της διατήρηση του υγιούς κλίματος εργασίας. Παρομοίως, όταν τα μέλη μιας κοινότητας νοιώθουν χαρούμενα που είναι μέρος αυτής θα δίνουν πάντα την βοήθειά τους και θα αποτελούν τον ιδανικό πολίτη.

### **Κοινωνικές παροχές στην εργασία**

Οι περισσότερες δια-μεταφορικές επιχειρήσεις σήμερα αναγνωρίζουν τη σημασία του κοινωνικού πυλώνα της βιωσιμότητας. Προηγουμένως, οι περισσότερες επιχειρήσεις δεν επένδυναν σε μέτρα για τη διασφάλιση της ικανοποίησης και της ευτυχίας των εργαζομένων τους. Γρήγορα όμως, οι εταιρείες συνειδητοποίησαν ότι όσο πιο ευτυχισμένοι είναι οι υπάλληλοί τους, τόσο πιο παραγωγικοί και αφοσιωμένοι είναι προς αυτές. Μερικές από τις κοινωνικές παροχές είναι η άδεια μητρότητας και πατρότητας, το ευέλικτο ωράριο εργασίας, η δυνατότητα εργασίας από το σπίτι, τα μπόνους απόδοσης και οι διάφορες ευκαιρίες μάθησης και προσωπικής ανάπτυξης. Από την πλευρά της κοινωνίας, οι εταιρείες έχουν στραφεί στις φιλανθρωπίες και τις έμπρακτες κοινωνικές συνεισφορές για την ενίσχυση της εικόνας τους. Οι εταιρείες βοηθούν τις τοπικές κοινωνίες στη συγκέντρωση χρημάτων για διάφορες τοπικές εκδηλώσεις, παρέχουν ακαδημαϊκές υποτροφίες σε νέους και επενδύουν σε τοπικά δημόσια έργα.

### **Κοινωνική υπευθυνότητα στην εφοδιαστική αλυσίδα**

Πρέπει να διασφαλίζουν ότι δεν λαμβάνουν χώρα ανήθικες πρακτικές στην εφοδιαστική τους αλυσίδα, προκειμένου να ανταποκριθούν στις ζητούμενες απαιτήσεις. Εάν μια δια-μεταφορική εταιρεία δεν ακολουθεί τους «κοινωνικούς κανόνες» και τους νόμους του κράτους θα μπορούσε να αντιμετωπίσει σοβαρές συνέπειες που θα έβλαπταν την φήμη της κάτι που ίσως θα ήταν καταστροφικό. Χαρακτηριστικό παράδειγμα παράνομων και αντίθετων προς το νόμο πρακτικών είναι η παιδική εργασία, όπου στα πλαίσια της κοινωνικής δικαιοσύνης θα πρέπει όλες οι εταιρείες που αντιλαμβάνονται τέτοια περιστατικά να συνεργάζονται με τους αρμόδιους κρατικούς φορείς για να μπει ένα τέλος

σε τέτοιες πρακτικές σε παγκόσμια κλίμακα. Η παιδική εργασία είναι ένα μόνο παράδειγμα. Υπάρχουν πολλά άλλα, όπως η διαφθορά στο χώρο εργασίας, το ξέπλυμα χρήματος, η σεξουαλική παρενόχληση και ούτω καθεξής. Ο κοινωνικός πυλώνας όχι μόνο είναι αντίθετος σε όλες αυτές τις παράνομες και ανήθικες πρακτικές και όχι μόνο τις καταδικάζει, αλλά και προτείνει λύσεις για την πλήρη εξάλειψή τους.

### **Υγιές εργασιακό περιβάλλον**

Οι δια-μεταφορικές εταιρείες οφείλουν να διασφαλίζουν ένα θετικό εργασιακό περιβάλλον καθώς και την ασφάλεια των εργαζομένων τους. Αυτή η υποχρέωση στη σημερινή εποχή βάσει των υπαρχουσών εργασιακών συνθηκών παραμένει ακόμα μια δυσεφάρμοστη επιθυμία. Ο μεγάλος φόρτος εργασίας, το άκαμπτο ωράριο, ο σκληρός πολλές φορές ανταγωνισμός μεταξύ των συναδέλφων και οι χαμηλές παροχές δημιουργούν στους σημερινούς εργαζομένους αισθήματα ανασφάλειας και απελπισίας. Για αυτές τις συνθήκες πρέπει να εφαρμοστούν ειδικά μέτρα ώστε να διασφαλιστεί από την εταιρεία ότι οι εργαζόμενοι αισθάνονται ασφαλείς και έχουν αρκετά κίνητρα για να συνεχίσουν να εργάζονται εκεί, διατηρώντας παράλληλα έναν ισορροπημένο και υγιή τρόπο ζωής. Οι υπερωρίες, τα μπόνους, τα αξιοκρατικά συστήματα αξιολόγησης, οι ειδικές άδειες και οι αξιοκρατικές προαγωγές είναι κάποια από τα μέτρα που μπορούν να εφαρμοστούν για να μείνουν ικανοποιημένοι οι εργαζόμενοι.

Η εργασία από το σπίτι (τηλεργασία) είναι μια σύγχρονη μορφή εργασίας, που έχει αποδειχθεί αποτελεσματική στην αύξηση της ικανοποίησης των εργαζομένων. Δεν είναι απαραίτητο για έναν εργαζόμενο να εμφανίζεται στο γραφείο σε καθημερινή βάση, εάν ολοκληρώνει την εργασία που του έχει ανατεθεί εντός της καθορισμένης προθεσμίας και παραμένει παραγωγικός. Δυστυχώς η πλήρης ή μερική (υβριδικό μοντέλο) τηλεργασία σήμερα εξακολουθεί να ισχύει κυρίως στις εταιρείες που παρέχουν προϊόντα και υπηρεσίες πληροφορικής και λογισμικού. Πέρα από την ικανοποίηση των εργαζομένων, υπάρχει και το ζήτημα της ασφάλειας στην εργασία. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό στην περίπτωση των υπαλλήλων που εργάζονται υπό ιδιαίτερα πιεστικές και αντίξοες συνθήκες, κυρίως στις παραγωγικές μονάδες. Πρέπει να τους παρέχεται, λοιπόν, ο απαραίτητος εξοπλισμός ασφαλείας καθώς και η εκπαίδευση πάνω στα μέτρα ασφαλείας (Sangwan and Bhatia, 2020).

### **Η οικολογική διάσταση της βιωσιμότητας**

Η οικολογική βιωσιμότητα (ή περιβαλλοντική) είναι η ικανότητα διατήρησης των παρακάτω τριών βασικών λειτουργιών του περιβάλλοντος στην πάροδο του χρόνου:

- Παροχή πρώτων υλών και φυσικών πόρων
- Φυσική επεξεργασία και ανακύκλωση απορριμμάτων
- Άμεση χρησιμότητα (υγεία και η ευημερία της ζωής στον πλανήτη)

Ο πυλώνας της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας, σε μια συγκεκριμένη περιοχή, μπορεί να οριστεί ως η ικανότητα βελτίωσης της αξίας του περιβάλλοντος διασφαλίζοντας παράλληλα την διατήρηση και την ασφάλεια της περιβαλλοντικής κληρονομιάς και των φυσικών πόρων. Οι νέες τεχνολογίες παρέχουν τα εργαλεία και τις μεθόδους ώστε να οργανώσουμε κατάλληλα την κατανομή των φυσικών πόρων, όπως η ενέργεια, το νερό, οι πρώτες ύλες και τα διάφορα άλλα αγαθά. Αυτός ο πυλώνας εστιάζει στην ικανότητα χρήσης των φυσικών πόρων διατηρώντας παράλληλα την ακεραιότητα και την ισορροπία των οικοσυστημάτων. Ο οικολογικός πυλώνας είναι ο πιο αναγνωρισμένος από τους τρεις πυλώνες της βιωσιμότητας και αυτό διότι είναι το πρώτο πράγμα που έρχεται στο μυαλό της πλειοψηφίας όταν ακούν τη λέξη βιωσιμότητα. Είναι πολύ απλό να φανταστούμε και να οραματιστούμε το πραγματικό νόημα της βιωσιμότητας όσον αφορά το περιβάλλον επειδή είναι παντού γύρω μας και οι άνθρωποι μπορούν να συσχετιστούν μαζί του με τρόπους που οι πυλώνες της κοινωνίας ή της οικονομίας δεν μπορούν.

### **Μείωση κόστους και αύξηση της απόδοσης**

Είναι γνωστό πώς οι εταιρείες εστιάζουν στη μείωση του κόστους. Μερικά από τα σημεία που εστιάζουν είναι η κατανάλωση νερού, το αποτύπωμα άνθρακα, τα απορρίμματα συσκευασίας και η συνολική επίδραση στο περιβάλλον λόγω της λειτουργίας τους. Οι εταιρείες έχουν συνειδητοποιήσει ότι η θετική περιβαλλοντική κουλτούρα θα έχει εν τέλει και θετικό οικονομικό αντίκτυπο για τις ίδιες. Αυτός ο τρόπος σκέψης είναι απαραίτητος για όλες τις επιχειρήσεις καθώς η οικολογική βιωσιμότητα μπορεί να επιτευχθεί μόνο εάν όλες οι δια-μεταφορικές εταιρείες, μεγάλες ή μικρές, ακολουθούν ορισμένες κατευθυντήριες γραμμές σχετικά με τη βιώσιμη χρήση των πόρων. Ο κύριος στόχος αυτού του πυλώνα είναι να αντικαταστήσει τους μη ανανεώσιμους πόρους με ανανεώσιμους, οι οποίοι θα πρέπει να καταναλώνονται μόνο στο βαθμό που μπορούν να ανακτηθούν.

Με τον τρέχοντα ρυθμό εξάντλησης των φυσικών πόρων, ο πλανήτης μας θα ξεμείνει από πετρέλαιο σε περίπου 53 χρόνια από φυσικό αέριο σε περίπου 54 χρόνια και από άνθρακα σε 110 χρόνια. Τα ορυκτά καύσιμα που ανακαλύφθηκαν πριν από περίπου 560 χρόνια καταναλώνονται αλόγιστα τα τελευταία 100 χρόνια. Αυτό είναι ένα στίγμα για τη σημερινή κοινωνία και θα πρέπει να το μοιραζόμαστε όλοι εξίσου ατομικά και συλλογικά. Δεν έχουμε

άλλη επιλογή από το να στραφούμε από τις μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας προς τις ανανεώσιμες πηγές όπως ο άνεμος, η ηλιακή ενέργεια, η υδροηλεκτρική ενέργεια και η βιομάζα.

### **Διαχείριση αποβλήτων και απορριμμάτων**

Είναι ηθική ευθύνη των δια-μεταφορικών επιχειρήσεων, τα απόβλητα να καταλήγουν στα κατάλληλα μέρη επεξεργασίας έτσι ώστε να μην βλάπτουν τους ανθρώπους, την χλωρίδα, την πανίδα ή τη θαλάσσια ζωή. Οι καινοτόμες τεχνολογίες μπορούν να συμβάλουν στη μείωση της ρύπανσης, των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, της κατανάλωσης των φυσικών πόρων και της παραγωγής των απορριμμάτων καθώς και στην επίτευξη άλλων περιβαλλοντικών στόχων.

## **5.3 Το Metaverse στην εφοδιαστική αλυσίδα**

Το Metaverse παν δημιουργεί έναν νέο κόσμο όπου κάθε φυσική οντότητα (άνθρωποι, προϊόντα και επιχειρήσεις) έχει ένα ψηφιακό δίδυμο. Οι οντότητες στο Metaverse δεν είναι απλώς ψηφιακά αντίγραφα κάποιων φυσικών οντοτήτων. Αντίθετα, είναι εξοπλισμένα με τεχνητή νοημοσύνη κατέχοντας και αλλάζοντας τις δικές τους ιδιότητες και συμπεριφορές και ακόμη και επηρεάζοντας τις συμπεριφορές και τις διαδικασίες των φυσικών οντοτήτων. Το Metaverse αναμένεται να αλλάξει εντελώς τη ζωή μας στο πολύ κοντινό μέλλον πολύ πιο γρήγορα από ό,τι μπορούμε να σκεφτούμε τώρα. Το metaverse είναι μια από τις πιο βασικές εφευρέσεις στη καθημερινή ζωή των ατόμων, συμπεριλαμβανομένης των μεταφορών. Επίσης μια από τις πιο υποσχόμενες τεχνολογίες που υλοποιούνται εικονικής πραγματικότητας και θεωρήθηκε ένα από τα σημαντικά τεχνολογιών στην Έκθεση Consumer Electronics Show (CES) το 2022 (Lee et al., 2022).

Οι παγκόσμιες αλυσίδες αξίας αλλάζουν λόγω της νέας βιομηχανικής δυνατότητας, καθώς και ένα κύμα νέων τεχνολογιών (Lund et al., 2019). Σε μια εφοδιαστική αλυσίδα πολλά διαφορετικές δια-μεταφορικές επιχειρήσεις συνήθως συνεργάζονται για την αν-συσκευασία προϊόντων και την παραδώσει στον καταναλωτή. Μια εφοδιαστική αλυσίδα αποτελείται από παραγωγούς πρώτων υλών και εξαρτημάτων, συναρμολογητές προϊόντων, χονδρέμποροι, έμποροι λιανικής και μεταφορικές εταιρείες (Londe and Masters, 1994). Περαιτέρω, οι Mentzer et al. (2001) τόνισαν ότι μια εφοδιαστική αλυσίδα είναι η ομαδοποίηση επιχειρήσεων που συντονίζει το μάρκετινγκ αγαθών ή υπηρεσιών και ότι η υιοθέτηση της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας δραστηριοποιείται από την προμήθεια έως την κατασκευή και τη διανομή. Μια μελέτη που διεξήχθη από τους Prajogo

and Jan (2012) πρότεινε ότι η απόδοση των λειτουργιών επηρεάζεται σημαντικά από υλικοτεχνική ενοποίηση.

Οι δυνατότητες της τεχνολογίας πληροφοριών IT και η ανταλλαγή πληροφοριών έχουν ουσιαστικό αντίκτυπο σχετικά με την ολοκλήρωση Logistics. Διαπιστώθηκε ότι η ολοκλήρωση της εφοδιαστικής αλυσίδας με τις τεχνολογίες πληροφοριών βελτιώνει σημαντικά την απόδοση της δια-μεταφορικής επιχείρησης, ιδίως όσον αφορά την απόδοση με αποτέλεσμα την αύξηση των εσόδων (Rai et al., 2006). Η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας χρησιμοποιεί εκτενώς την τρέχουσα τεχνολογία πληροφοριών για να ενίσχυση τις αδυναμίες του δικτύου ανεφοδιασμού, να αύξηση της λειτουργίας αποδοτικότητα, να έχει χαμηλότερο λειτουργικό κόστος και να δημιουργεί νέες στρατηγικές (Pan, 2008).

Οι ακριβείς πληροφορίες μπορούν να βοηθήσουν τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων να λάβουν ακριβείς αποφάσεις κρίσεις και ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ της προσφοράς. Οι κόμβοι της αλυσίδας μπορούν να ενισχύσουν αποτελεσματικά την σημαντικότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας (Zhao et al., 2022). Με τον όρο ψηφιακά δίδυμα (digital twins) αναφερόμαστε στην εικονική αναπαράσταση ενός αντικειμένου ή συστήματος αλλά όχι μόνο. Το σημαντικό εδώ είναι ότι μπορούμε να αναπαραστήσουμε και μια διαδικασία. Ο συνδυασμός λοιπόν της εικονικής αναπαράστασης πολλών αντικειμένων και πολλών διαδικασιών και μάλιστα υψηλής πολυπλοκότητας, μας δίνει τη δυνατότητα να παρατηρήσουμε, μετρήσουμε, προβλέψουμε και αξιολογήσουμε ένα τελικό παραγόμενο αποτέλεσμα χωρίς την χρήση κανενός πρωτότυπου, ούτε φυσικών διαδικασιών, μηχανημάτων ή άλλων παγίων. Φυσικά για την επίτευξη των παραπάνω δεν είναι αρκετή μια μόνο υψηλή τεχνολογία όσο σύγχρονη και να είναι. Απαιτείται χρήση, διακίνηση και αξιολόγηση πολύπλοκων δεδομένων και χρήση τεχνολογιών αιχμής όπως AI (artificial intelligence) IIoT (Industrial Internet of things) και ML (machine learning).

Η μελέτη από τον Scaff (2022) είναι να εξηγήσει πώς μερικά από τις κύριες προκλήσεις της εφοδιαστικής αλυσίδας μπορούν να εξαιρεθούν με το Metaverse και πώς το Metaverse παρέχει περισσότερη ορατότητα και βιωσιμότητα σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού. Η μελέτη έδειξε επίσης ότι το Metaverse βοηθά τις επιχειρήσεις ότι μπορούν να αφαιρέσουν την προσφορά περιορισμών, παρέχοντάς τους βελτιωμένες διαδικασίες, εγκαταστάσεις, απόθεμα και χωρητικότητα. Δίνει τη καλύτερη κατανόηση του τι επιθυμούν οι καταναλωτές, κάνοντας ζήτηση εντελώς «γνωστή». Η κατανόηση και των δύο προοπτικών θα μπορούσε να βοηθήσει στην εξισορρόπηση της προσφοράς και ζήτησης. Ας σκεφτούμε ένα κατάσταση και τους προμηθευτές του έχοντας έναν «χώρο συνεργασίας» στο Metaverse. Οι ομάδες μπορούν ουσιαστικά να συναντιούνται σε αυτόν τον χώρο για να εξετάσουν τις

αναμενόμενες προβλέψεις πωλήσεων. Επίσης μπορούν να περιηγηθούν για να εντοπίσουν πιθανές καθυστερήσεις αποστολής που προκαλούνται από συμφόρηση και να προτείνουν πιθανές εναλλακτικές λύσεις για τη διατήρηση των εμπορευμάτων σε σωστή κυκλοφορία χρησιμοποιώντας ένα καθηλωτικό δίκτυο εφοδιαστικής αλυσίδας. Η παραδοσιακή λειτουργία δια-μεταφοράς μπορεί να μετασχηματιστεί χρησιμοποιώντας το Metaverse. Μελλοντική συσκευασία και φόρτωση αντικειμένων σε μη επανδρωμένα οχήματα ή drones για τελική παράδοση θα φέρει δραματικές αλλαγές στον κλάδο της μεταφοράς (Dwivedi et al., 2022).

### **Πεδίο εφαρμογής και καθήκον**

Το πεδίο εφαρμογής του Metaverse-εφοδιαστικής αλυσίδας θα καλύπτει ψηφιακά προϊόντα, ψηφιακά εργοστάσια και αποθήκες, την ψηφιακή αλυσίδα εφοδιασμού και ψηφιακά οικοσυστήματα. Η αλυσίδα εφοδιασμού- Metaverse δεν είναι απλώς ένα ψηφιακό αντίγραφο μιας φυσικής εφοδιαστικής αλυσίδας: η ψηφιακή και η φυσική αλυσίδα εφοδιασμού εξελίσσονται αυτόνομα αλλά από κοινού. Όταν υποθέσουμε ότι ένα ψηφιακό δίδυμο είναι ένα ψηφιακό αντίγραφο μιας φυσικής αλυσίδας εφοδιασμού, τότε το Metaverse είναι κάτι περισσότερο από ένα ψηφιακό δίδυμο. Από τη μία πλευρά, το metaverse ενισχύει την υποστήριξη λήψης αποφάσεων και τις εφαρμογές ανάλυσης για τη φυσική εφοδιαστική αλυσίδα.

Από την άλλη πλευρά, η ψηφιακή και η φυσική αλυσίδα εφοδιασμού επηρεάζουν αμοιβαία η μία την άλλη (Liu et al., 2020; Lv et al., 2022). Για παράδειγμα, η αυξημένη δημοτικότητα ενός προϊόντος στο Metaverse μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένη ζήτηση για αυτό το προϊόν στη φυσική αλυσίδα εφοδιασμού. Η έγκαιρη αναγνώριση αυτών των τάσεων μέσω της ανάλυσης δεδομένων μπορεί να βοηθήσει τους διαχειριστές της εφοδιαστικής αλυσίδας να προετοιμαστούν για το φορτίο αιχμής. Η ανάλυση δεδομένων στο Metaverse μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την εισαγωγή νέων προϊόντων στην αγορά και για αποφάσεις σχετικά με την αρχική ποσότητα παραγγελίας για παράδειγμα, ένα προϊόν μπορεί να εισαχθεί για πρώτη φορά στο Metaverse και τα δεδομένα πωλήσεων/αποθέματος από την ψηφιακή αλυσίδα εφοδιασμού μπορούν να χρησιμοποιείται για τη ρύθμιση των διαδικασιών φυσικής αλυσίδας εφοδιασμού.

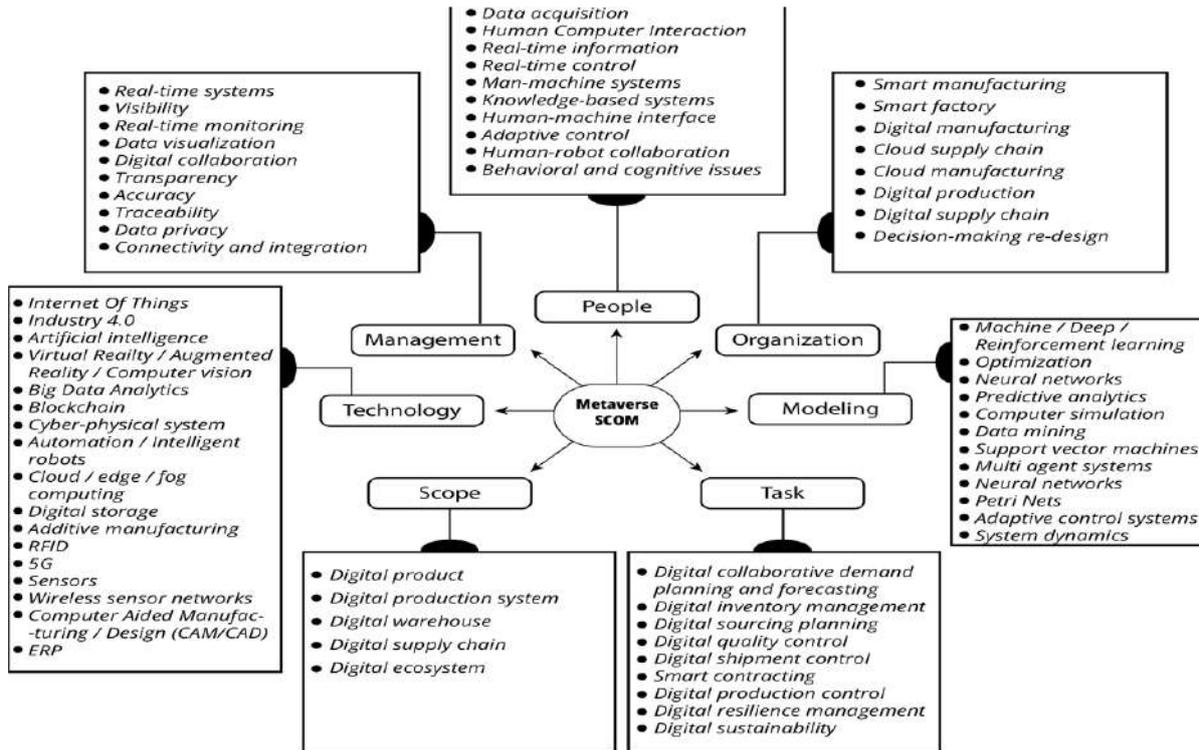
Σε ένα άλλο παράδειγμα, μια έλλειψη προϊόντος στη φυσική αλυσίδα εφοδιασμού μπορεί να αντικατασταθεί από μια αυξημένη προσφορά αυτού του προϊόντος στο Metaverse έτσι ώστε οι πελάτες (ή τα avatar τους) που δεν μπορούν να αγοράσουν το φυσικό προϊόν να μπορούν να το αποκτήσουν στην ψηφιακή του μορφή. Αυτό είναι ένα νέο πλαίσιο για τη

διαχείριση της ανθεκτικότητας της εφοδιαστικής αλυσίδας. Υποθέτοντας ότι οι άνθρωποι θα έχουν όλο και περισσότερες δραστηριότητες για να συμμετέχουν στο Metaverse, μπορούμε να περιμένουμε νέες δραστηριότητες στην εφοδιαστικής αλυσίδας ειδικά αφιερωμένες στο Metaverse και να οδηγούν στην εμφάνιση νέων διαδικασιών στη εφοδιαστικής αλυσίδας και τομέων λήψης αποφάσεων.

Δεδομένου ότι τα ψηφιακά προϊόντα θα απαιτούν επίσης κάποια θέση αποθήκευσης στο metaverse, η κατανομή ψηφιακών αποθεμάτων στο metaverse μπορεί να προκύψει ως ένα νέο πλαίσιο βελτιστοποίησης. Μέσω της ψηφιακής ανάλυσης, η δοκιμή και η πρόβλεψη συμπεριφοράς πελατών και προμηθευτών μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον προγραμματισμό ζήτησης, αποθέματος και χωρητικότητας. Το Circular SCOM μπορεί να λάβει μια νέα προοπτική που συνδυάζει ψηφιακές και φυσικές αντίστροφες ροές (Meier et al., 2023). Η διαχείριση αποθεμάτων μπορεί επίσης να καινοτομήσει μέσω του metaverse.

Για παράδειγμα μια ομάδα πελατών μπορεί να θέλει να έχει τόσο φυσικά όσο και ψηφιακά προϊόντα μια άλλη ομάδα μόνο φυσικά και μια άλλη μόνο ψηφιακή για παράδειγμα, ένα πολυτελές αυτοκίνητο, το οποίο μπορεί να είναι πολύ ακριβό στην πραγματική ζωή, μπορεί να αγοραστεί στο Metaverse. Ο ανταγωνισμός μεταξύ ψηφιακών και φυσικών προϊόντων μπορεί να οδηγήσει σε ενδιαφέρουσες νέες ρυθμίσεις προβλημάτων στη διαχείριση των τιμών και των αποθεμάτων. Σε ορισμένες περιπτώσεις, τα ψηφιακά προϊόντα μπορεί να είναι πιο επιθυμητά από τα φυσικά. Επιπλέον, ο σχεδιασμός προμήθειας και παραγωγής στη εφοδιαστική αλυσίδα μετά-σύνδεσης μπορεί να προσαρμοστεί μέσω χώρων ψηφιακής συνεργασίας με βελτιωμένη προβολή και συντονισμό παράδοσης. Επιπλέον, τα φυσικά προϊόντα ενδέχεται να συμπληρώνονται όλο και περισσότερο από ορισμένες ψηφιακές υπηρεσίες και τα ψηφιακά προϊόντα μπορεί να περιλαμβάνουν ορισμένα φυσικά πρόσθετα.

## Διαχείριση



(Dolgui and Ivanov, 2022)

Όπως υποδεικνύει το παραπάνω Σχήμα, τρία SCOM θα μπορούσαν να υπάρχουν όταν το Metaverse γίνεται σημαντικό μέρος της καθημερινής ζωής για τον φυσικό κόσμο, εφοδιαστική αλυσίδα για τον ψηφιακό κόσμο και για το συντονισμό φυσικών και ψηφιακών κόσμων. Το Metaverse μπορεί να χρησιμοποιηθεί για υποστήριξη λήψης αποφάσεων στη φυσική εφοδιαστικής αλυσίδας μέσω βελτιωμένων δυνατοτήτων διαχείρισης όπως ορατότητα, υπολογιστική ισχύς για ανάλυση δεδομένων, ψηφιακή συνεργασία και συνδεσιμότητα (Dolgui and Ivanov, 2022).

Μέσω της χαρτογράφησης της εφοδιαστικής αλυσίδας, καθίσταται δυνατή η απόκτηση ακριβέστερων δεδομένων σε πραγματικό χρόνο σχετικά με τους χρόνους παράδοσης, τις καθυστερήσεις, τις παραδόσεις, τις ελλείψεις, τις φυσικές τοποθεσίες εμπορευματοκιβωτίων και φορτηγών και το κόστος (MacCarthy et al., 2022). Για παράδειγμα, οι διαχειριστές της εφοδιαστικής αλυσίδας θα μπορούσαν «να επανεξετάσουν τις αναμενόμενες προβλέψεις πωλήσεων τα προβλεπόμενα σχέδια παραγωγής και τους πιθανούς περιορισμούς προμηθευτών που θα μπορούσαν να επηρεάσουν τον όγκο παραγωγής. Θα μπορούσαν επίσης να δουν ακριβώς πού βρίσκεται το απόθεμα (Accenture, 2022β).

## Τεχνολογία

Οι Huynh-The et al. (2023) επισημαίνουν έξι κύρια τεχνολογικά στοιχεία του Metaverse, δηλαδή, ένα δίδυμο ψηφιακό (κυβερνο-φυσική διεπαφή), νευρική διεπαφή (διεπαφή εγκεφάλου-υπολογιστή), όραση μηχανών (εικονική/επαυξημένη πραγματικότητα), δικτύωση (πρόσβαση στον υπολογιστικό άκρο), στην αλυσίδα μπλοκ (συλλογή δεδομένων, αποθήκευση, κοινή χρήση και διαχείριση) και επεξεργασία φυσικής γλώσσας (επεξεργασία κειμένου σε ομιλία). Οι Bhandal et al. (2022) επισημαίνουν το Διαδίκτυο των πραγμάτων, το blockchain, την τεχνητή νοημοσύνη και την ανάλυση δεδομένων, την επαυξημένη και την εικονική πραγματικότητα και το Industry 4.0. Επιπλέον, μέσω της τρισδιάστατης εκτύπωσης, η παραγωγή μπορεί να ενεργοποιηθεί από τους ίδιους τους πελάτες. Οι πελάτες μπορούν επίσης να σχεδιάσουν προϊόντα και να τα παράγουν κατόπιν ζήτησης (Boute et al., 2022; Peron et al., 2022). Αυτό θα έχει επιπτώσεις στην πολυπλοκότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας και στα περιβαλλοντικά αποτυπώματα μαζί με την αυξημένη ικανοποίηση των πελατών. Τέλος, ψηφιακές πλατφόρμες και πύλες συνεργασίας προμηθευτών θα χρησιμοποιηθούν για τη διασφάλιση της συνεργασίας και της επικοινωνίας στο Industry 5.0 (Reim et al., 2022; Holzwarth et al., 2022; Sawik, 2022).

Η ορατότητα από άκρο σε άκρο η οποία είναι τόσο σημαντική τόσο για την προληπτική όσο και για την αντιδραστική λήψη αποφάσεων, υποστηρίζεται σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού από συστήματα ERP blockchain και συστήματα T&T (Roeck et al., 2020; Choi et al., 2022; Li et al., 2022; Maccarthy and Ivanov, 2022). Τα ψηφιακά δίδυμα μπορούν να ενεργοποιηθούν με τεχνολογίες διαφορετικού βεληνεκούς (Boyes and Watson, 2022; Nguyen et al., 2022, Jahani et al. 2023). Τα συστήματα CAD/CAM (computer aided design/computer aided manufacturing) εφαρμόζονται σε επίπεδο προϊόντος, ενώ τα συστήματα MES και ERP επιτρέπουν τη δημιουργία των ψηφιακών διδύμων διαδικασιών και οργανισμών. Σε επίπεδο αλυσίδας εφοδιασμού, ειδικό λογισμικό όπως το anyLogistix σε συνδυασμό με εξωτερικές πηγές δεδομένων χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία ψηφιακών διδύμων αλυσίδων εφοδιασμού (Ivanov and Dolgui, 2021, Burgos and Ivanov, 2021).

Ένας συγκεκριμένος τομέας της συνεργασίας ανθρώπου-τεχνητής νοημοσύνης στο Metaverse θα σχετίζεται με τη γενετική τεχνητή νοημοσύνη AI (ChatGPT). Το Generative AI αναμένεται να έχει βαθύ αντίκτυπο στις φυσικές και ψηφιακές αλυσίδες εφοδιασμού που αναλαμβάνουν (ή υποστηρίζουν) μια μεγάλη ποικιλία εργασιών εφοδιαστικής αλυσίδας όπως η πρόβλεψη ζήτησης, η βελτιστοποίηση δρομολόγησης, η παρακολούθηση διαδικασιών και ο έλεγχος κινδύνου. Όλες οι δραστηριότητες που σχετίζονται με την

πρόβλεψη, τη βελτιστοποίηση και τον εντοπισμό ανωμαλιών/αστοχίας στη εφοδιαστική αλυσίδα θα χρησιμοποιηθούν γενετική τεχνητή νοημοσύνη. Τέλος, τα ζητήματα κυβερνοασφάλειας είναι υψίστης σημασίας για το metaverse-εφοδιαστικής αλυσίδας. Πολλαπλές τεχνολογίες και χρήστες του Metaverse μπορεί να οδηγήσουν σε αυξημένες κυβερνοαπειλές εφοδιαστικής αλυσίδας, με αποτέλεσμα διάφορες νέες προκλήσεις στον τομέα της κυβερνοασφάλειας. Για παράδειγμα, οι εφαρμογές εφοδιαστικής αλυσίδας metaverse σε πραγματικό χρόνο ενδέχεται να απαιτούν νέα αντίμετρα έναντι των νέων απειλών στον κυβερνοχώρο.

## **Ανθρωποι**

Το μετασύμπαν θα αλλάξει τη δουλειά και τον ρόλο των ανθρώπων στη εφοδιαστικής αλυσίδας. Αυτόματες απαντήσεις με ελάχιστη ανθρώπινη παρέμβαση, νέα πρότυπα για χώρους εργασίας και απομακρυσμένη εργασία, συνεργασία ανθρώπων (εικονικές πλατφόρμες συναντήσεων) και συνεργασία ανθρώπου-ρομπότ είναι μερικά μόνο παραδείγματα αυτής της αλλαγής (Rozanek et al., 2022; Sheu and Choi, 2022; Saghafian et al., 2022; Sun et al., 2022). Το Metaverse αναπτύσσεται και χρησιμοποιείται από τους ανθρώπους και ταυτόχρονα αλλάζει τις ανθρώπινες συμπεριφορές και τη λήψη αποφάσεων. Οι αποφάσεις θα εξαρτώνται από την τεχνογνωσία του διαχειριστή, τις γνώσεις και τις δεξιότητες που επιδεικνύουν και την πρόσβασή του σε δεδομένα και πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο (Sgarbossa et al., 2020). Το Metaverse μπορεί να βοηθήσει τους διαχειριστές να παρέχουν υποστήριξη στη λήψη αποφάσεων αποκτώντας δεδομένα σε πραγματικό χρόνο και προσομοιώνοντας τα πιθανά αποτελέσματα ορισμένων αποφάσεων (εναλλακτικές πολιτικές ανάκτησης μετά από διακοπή ή αλλαγές στο περιβαλλοντικό αποτύπωμα λόγω επανασχεδιασμού της εφοδιαστικής αλυσίδας). Επίσης μπορούν να λάβουν υπόψη το επίπεδο ικανότητας στη λήψη αποφάσεων (π.χ. την υποβολή παραγγελιών σε ένα σύστημα ελέγχου αποθεμάτων). Πιο συγκεκριμένα, το Metaverse προσφέρει υποστήριξη λήψης αποφάσεων σε πραγματικό χρόνο, βάσει δεδομένων.

## **Οργάνωση**

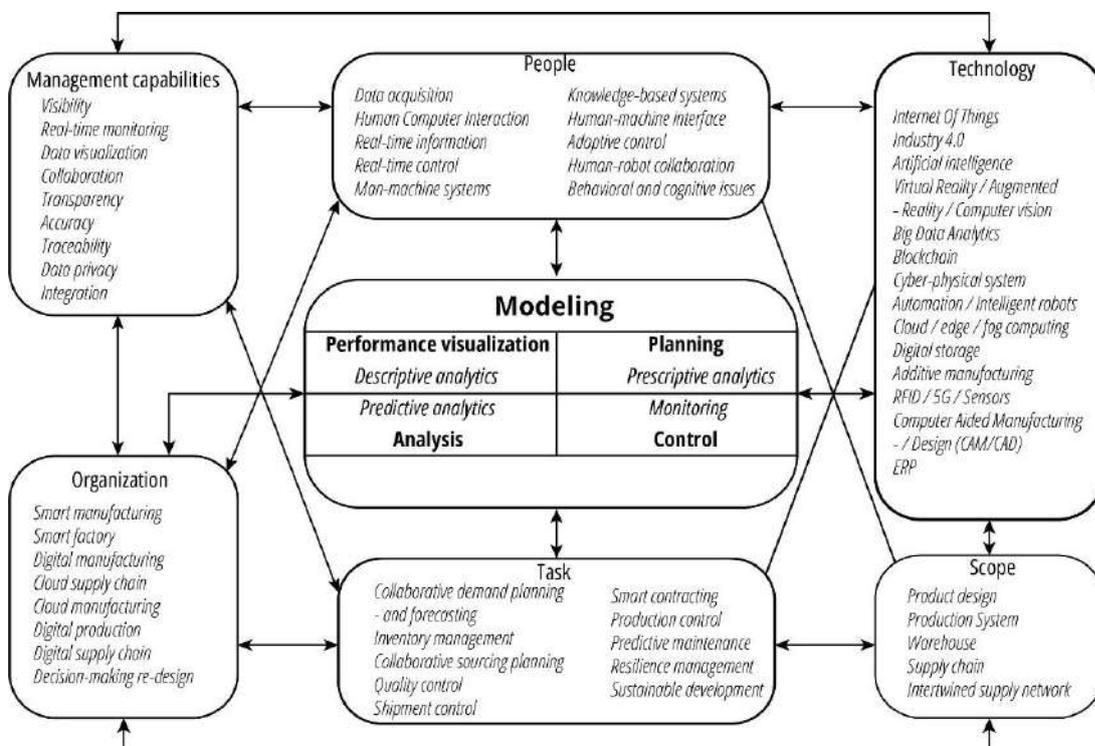
Η τεχνολογία καθορίζει την οργάνωση. Το Metaverse όχι μόνο θα αντικατοπτρίζει φυσικούς οργανισμούς της εφοδιαστικής αλυσίδας αλλά θα μπορεί να δημιουργεί και να αναπτύσσει νέα επιχειρηματικά και λειτουργικά μοντέλα. Θα μπορούν να προκύπτουν νέες οργανωτικές κατασκευές, όπως η ψηφιακή κατασκευή, οι αλυσίδες εφοδιασμού cloud και οι συνεργατικές πλατφόρμες (Sharma et al., 2022). Η εξέταση των μετασχηματισμών που

καθοδηγούνται από το Metaverse στην οργάνωση της εφοδιαστικής αλυσίδας μπορεί να διεξαχθεί σε μελλοντικές περιοχές έρευνας όπου μπορούν να γίνουν σημαντικές και ουσιαστικές συνεισφορές. Επιπλέον, τα ψηφιακά δίδυμα μπορούν να οδηγήσουν σε νέες οργανωτικές δομές και σε ανακατανομή των ικανοτήτων λήψης αποφάσεων σε όλα τα τμήματα.

Οι λύσεις στο Metaverse μπορούν επίσης να εφαρμοστούν στον εργοστασιακό σχεδιασμό και τον προγραμματισμό μέσω της προσομοίωσης των ψηφιακών διδύμων τους. Στα δημιουργημένα εικονικά περιβάλλοντα προσομοίωσης, οι διαδικασίες και οι ροές μπορούν να αναπαρασταθούν, να αναλυθούν και να βελτιωθούν. Επιπλέον, θα μπορούσαν να εμφανιστούν νέες οργανωτικές μορφές (αλυσίδες εφοδιασμού cloud, διαπλεκόμενα δίκτυα εφοδιασμού, οικοσυστήματα) και νέες κατηγορίες στη εφοδιαστική αλυσίδα, όπως η οικονομία δημιουργού, η ανακάλυψη και η ψηφιακή εμπειρία (Ivanov and Dolgui, 2020).

### Μοντελοποίηση

Η μοντελοποίηση στο Metaverse θα βασίζεται σε μεταβαλλόμενες προβλέψεις βάσει ιστορικών δεδομένων εφοδιασμού και μέθοδοι επιχειρησιακού σχεδιασμού για αποφάσεις σε πραγματικό χρόνο, βασισμένες σε δεδομένα.



(Cavalcante et al., 2019)

Η βελτιστοποίηση, η προσομοίωση διακριτών γεγονότων, τα νευρωνικά δίκτυα, η μάθηση μηχανών και ενίσχυσης, η μοντελοποίηση βασισμένη σε πράκτορες και η δυναμική του συστήματος επιτρέπουν την εφαρμογή πλήρους ποικιλίας περιγραφικών, προγνωστικών και αλγορίθμων στη εφοδιαστική αλυσίδα (Cavalcante et al., 2019). Ενώ τα μοντέλα που βασίζονται σε δεδομένα σε πραγματικό χρόνο αποτελούν μια στενή άποψη των ψηφιακών δίδυμων (δηλαδή, ένα ψηφιακό δίδυμο ως αυτόνομο πακέτο λογισμικού), με μια ευρύτερη έννοια, τα ψηφιακά δίδυμα μπορούν να θεωρηθούν ως ένας συνδυασμός διαφορετικών πληροφοριακών συστημάτων και μοντέλων. Η απρόσκοπτη ψηφιακή και φυσική ενοποίηση μπορεί να γίνει το κεντρικό στοιχείο του Metaverse.

Για παράδειγμα, ας φανταστούμε ένα προϊόν που γνωρίζει την τοποθεσία, την κατάσταση του αποθέματος, την τιμή και το κόστος του. Χρησιμοποιώντας υπολογιστική ακμή, ένας αλγόριθμος θα ενεργοποιούσε αποφάσεις αυτόματης αναπλήρωσης, δρομολόγησης, τιμολόγησης και πρόβλεψης ζήτησης, ενισχύοντας έτσι τα περιθώρια, τη διαθεσιμότητα προϊόντων, την έγκαιρη παράδοση και τη συνολική κερδοφορία. Νέες υπολογιστικές δυνατότητες για ανάλυση εφοδιαστικής αλυσίδας και λειτουργιών και η χρήση συνθετικών δεδομένων μαζί με το βιομηχανικό διαδίκτυο των πραγμάτων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την πρόβλεψη των συμπεριφορών πελατών και προμηθευτών όσον αφορά την αναγνώριση της ζήτησης και την ακρίβεια παράδοσης.

#### **5.4 Συμπεράσματα – Ανακεφαλαίωση**

Στη σημερινή εποχή έχει αποκτήσει ιδιαίτερο ενδιαφέρον η εφαρμογή οικολογικών δραστηριοτήτων Logistics καθώς τα περιβαλλοντικά ζητήματα βρίσκονται σε έξαρση και χρήζουν άμεσης αντιμετώπισης από όλους τους φορείς της εφοδιαστικής αλυσίδας. Όταν αναφερόμαστε στον όρο βιωσιμότητα η πλειοψηφία των ανθρώπων εστιάζει κυρίως στο περιβαλλοντικό τομέα. Ωστόσο, η βιωσιμότητα αφορά και την κοινωνία αλλά και την οικονομία. Για την εφαρμογή φιλικών προς το περιβάλλον διαδικασιών καθοριστικό ρόλο έχει και το κράτος το οποίο μπορεί να επηρεάσει τον τρόπο διεργασίας των επιχειρήσεων. Επίσης, το κράτος μπορεί να έχει υποστηρικτικό, καταναγκαστικό και διαχειριστικό ρόλο.

Από την άλλη πλευρά, οι δια-μεταφορικές επιχειρήσεις καλούνται να αναδιοργανώσουν τις στρατηγικές τους και να υιοθετήσουν νέες πρακτικές που ταυτόχρονα θα τις κάνουν πιο οικολογικές αλλά και μακροπρόθεσμα κερδοφόρες διατηρώντας πάντα μια καλή φήμη. Τέλος, σύμμαχος στην προσπάθεια είναι και οι νέες τεχνολογίες όπως το Metaverse, Internet of Things, Blockchain, Big data, και AI, που μπορούν να προσφέρουν νέες δυνατότητες

παρακολούθησης και βελτιστοποίησης των διαδικασιών μέσα νέα ψηφιακά συστήματα. Το Metaverse είναι μοναδικό και μας δίνει τη δυνατότητα να ενεργοποιήσουμε άγνωστους, μέχρι πρότινος, μοχλούς απόδοσης και αποτελεσματικότητας, προς όφελος των ανθρώπων και του περιβάλλοντος. Η διαχείριση των δεδομένων μας επιτρέπει να παρακολουθούμε, για παράδειγμα, με ακρίβεια την κατανάλωση ενέργειας αλλά και τη βελτιστοποίησή τους σε πραγματικό χρόνο.

## Κεφάλαιο 6 Τελικά Συμπεράσματα και Προτάσεις

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, παρουσιάσαμε τις βασικές αρχές της Εφοδιαστικής Αλυσίδας εισάγοντας έννοιες και ορισμούς περί αυτήν. Έγινε ανάλυση σε όλο της το φάσμα και την εφαρμογή της στο σύγχρονο επιχειρείν και πως μέσω της εφοδιαστικής αλυσίδας φτάσαμε στο σημείο της ανάλυσης του last-mile. Παρουσιάσαμε τις πτυχές του METAVERSE και την εφαρμογή της σε όλο το φάσμα της Εφοδιαστικής Αλυσίδας. Σε μια εποχή στην οποία η αβεβαιότητα της ζήτησης, υψηλότερου κινδύνου προσφοράς και αυξανόμενης ανταγωνιστικής έντασης αυξάνεται, η τελειότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι συνδεδεμένη συχνά από το πόσο μπορεί ο οργανισμός να ενσωματώσει και να ενορχηστρώσει ολόκληρο το εύρος των διεργασιών από άκρο σε άκρο απόκτησης υλικών ή συστατικών σε τελικά προϊόντα και παράδοση σε πελάτες. Έτσι οι δια-μεταφορείς προσπάθησαν να εμπλουτίσουν τις πηγές πληροφοριών τους και να μοιραστούν πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο με όλους τους εμπλεκόμενους παράγοντες της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας γίνεται όλο και πιο έντονη και έχει επικεντρωθεί στην καταγραφή περιουσιακών στοιχείων (απογραφή, αποθήκες, εξοπλισμός μεταφοράς). Με την αυξανόμενη σημασία των πληροφοριών για την επιτυχία της εφοδιαστικής αλυσίδας, οι επαγγελματίες του κλάδου έχουν διερευνήσει διάφορους τρόπους για την βελτιστοποίηση της διαχείρισης των πληροφοριών και την αξιοποίησή τους έτσι ώστε να επιτευχθεί η λήψη καλύτερων επιχειρηματικών αποφάσεων.

Μετά την εκτενή αναφορά μας στα προηγούμενα κεφάλαια με τα είδη των προβλημάτων VRP, αλλά και στο πώς το Metaverse συνδέεται με την ενότητα των μεταφορών, αναφερθήκαμε στο πρόβλημα VRPTW όταν, για κάποιους άγνωστους προς τον προγραμματιστή λόγους, ο οδηγός επιλέγει να τροποποιήσει το πλάνο δρομολόγησης καθώς κάποιος ή κάποιοι πελάτες έχουν μια ιδιαιτερότητα κατά την παράδοσή τους, είτε χρονική είτε προς την τοποθεσία τους, που είναι γνωστή στον οδηγό και μόνο. Επιπλέον κατά τη διάρκεια του ταξιδιού υπάρχουν παράμετροι οι οποίοι είναι αδύνατον να προβλεφθούν όταν πραγματοποιείται το πλάνο δρομολόγησης από τον προγραμματιστή όπως για παράδειγμα, τροχαία ατυχήματα, αυξημένη κίνηση, κακοκαιρία, τα οποία ανατρέπουν το αρχικό πλάνο. Αυτοί λοιπόν οι παράμετροι είναι ικανοί να ανατρέψουν το αρχικό πλάνο και να συμπαρασύρουν παραπάνω από έναν πελάτη σε διαφορετική ώρα παράδοσης έναντι της προγραμματισμένης. Έτσι λοιπόν ο οδηγός καλείται να προγραμματίσει σε πραγματικό χρόνο εκ νέου τις παραδόσεις του με τα νέα δεδομένα. Επιπλέον, ένας οδηγός μπορεί να προτιμά να εξυπηρετεί ένα σύνολο πελατών στην αρχή της διαδρομής του για να αποφύγει

την κίνηση, ακόμα κι αν αυτή η απόφαση συνεπάγεται σημαντική παράκαμψη από την αρχικά προγραμματισμένη διαδρομή

Τέλος, η συνεχώς πιο πράσινη μεταφορά και ταυτόχρονα αποτελεσματική λειτουργία τους, περνά από μία σειρά αποφάσεων για τον σχεδιασμό, την εφαρμογή και την περαιτέρω βελτιστοποίηση των καίριων διαδικασιών της μεταφοράς και της αποθήκευσης. Αυτό συμβαίνει τόσο στο κυβερνητικό επίπεδο όσο και στο επίπεδο των αλυσίδων εφοδιασμού των επιχειρήσεων. Μεγάλης σημαντικότητας είναι η εφαρμογή όλων εκείνων των κανόνων αλλά και μέτρων ή πρακτικών που σκοπεύουν στην μείωση των αρνητικών αποτελεσμάτων από τις εμπορευματικές μεταφορές. Ένα σωστά σχεδιασμένο και αποτελεσματικό σύστημα μεταφοράς, το οποίο μειώνει τις διανυόμενες αποστάσεις, είναι ένα σημαντικό πρώτο βήμα. Ταυτόχρονα, η χρήση σύγχρονων οχημάτων με αντιρρυπαντική τεχνολογία και η αξιοποίηση των τεχνικών εκείνων που βελτιστοποιούν τους συντελεστές πληρότητας φορτίου, μειώνοντας με αυτό τον τρόπο τον αριθμό των κινήσεων των μέσων μεταφοράς κρίνονται επίσης ιδιαίτερης σημασίας. Θα πρέπει όμως να λαμβάνεται πάντα υπόψιν ο ανθρώπινος παράγοντας και η εκπαίδευση του εμπλεκόμενου προσωπικού. Στην προσπάθεια μείωσης του αποτυπώματος από της μεταφορές θα πρέπει να εντάσσονται και οι συσκευασίες που χρησιμοποιούνται για τον σκοπό αυτό.

Η αρχή της μοντελοποίησης μιας τοποθεσίας Logistics πανομοιότυπα στο Metaverse μπορεί να έχει πολλά πλεονεκτήματα. Στον στρατηγικό σχεδιασμό προς την κατεύθυνση μιας καθαρά εικονικής αλυσίδας εφοδιασμού, θα πρέπει (όπως και στον πραγματικό κόσμο) να διαχειριστούμε τις ροές μεταξύ εικονικής κατανάλωσης και εικονικής παραγωγής. Με την ευφυΐα των νέων μοντέλων διαχείρισης του demand μπορούμε να είμαστε πιο ακριβείς και να προβλέπουμε τις τάσεις με μεγαλύτερη ταχύτητα αλλά και με περισσότερα σενάρια. Για παράδειγμα, μπορεί κανείς να φανταστεί την παρακολούθηση και την πρόβλεψη της δραστηριότητας της αποθήκης, αλλά και τη διεξαγωγή ορισμένων από τις λειτουργίες εξ αποστάσεως, με σύνδεση στο metaverse στο σπίτι ή στο σταθμό εργασίας του υπολογιστή κάποιου

## Βιβλιογραφία

### Ελληνική Βιβλιογραφία

1. Μεταφορές. Αρτηρίες ζωής για τα νησιά, Κ., Λεκάκου, Μ., Πάνου, Κ., Παπαδημητρίου, Ε., Τζαννάτος, 2007.
2. Εφοδιαστική Αλυσίδα, Logistics & Εξυπηρέτηση Πελατών. Μαλινδρέτος, Γ., 2015.
3. Τα Logistics για την Ελλάδα του αύριο Ιακώβου, Ε., 2014.
4. Εισαγωγή στα Logistics Παπαδημητρίου Στράτος , Σχίνας Ορέστης, 2004.
5. Εφοδιαστική (Logistics), Μια ποσοτική προσέγγιση, Βιδάλης Μιχάλης, 2017.
6. Ο Τομέας των Μεταφορών και οι Συνδυασμένες Εμπορευματικές Σαμπράκος, Ε., 2008.
7. Σχεδιασμός Συστήματος Λειτουργίας ενός Logistics Centre για Αυτόνομα Φορτία Σαράντη Π.,2017.
8. Σχεδιασμός Και Βελτιστοποίηση Της Εφοδιαστικής Αλυσίδας. Μαρινάκης, Ι. , 2008. Σοφία.
9. Διοίκηση Διαδικασιών στο Διεθνές Εμπόριο, Γ. Παλταγιάν, Ι. Χατζηδημητρίου, Α. Αιγυπτιάδης, 2021.
10. Εγχειρίδιο διαχείρισης εφοδιαστικής αλυσίδας: κατανόηση της εφοδιαστικής αλυσίδας, A. Rushton, P. Croucher και P. Baker, επιμέλεια έκδοσης Λ. Τσιρώνης, 2022.
11. Σύγχρονα πληροφοριακά συστήματα επιχειρήσεων, Π. Φιτσιλής., 2015.

### Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

1. Global Logistics Partnerships the Innovative Partner Selection Concept of the 4PL Provider, Paper presented at the Annual Conference of Innovations in Business & Management, London Papadopoulou, E.M., Manthou, V., Vlachopoulou, M. 011
2. Freight Forwarding: Choosing the Best, Logistics Management, May Burnson, P., 2011.
3. Supplier selection in agile supply chains: An information-processing model and an illustration. Journal of Purchasing and Supply Management. 15 (4), Luo, X., Wu, C., Rosenberg, D. and Barnes, D. 2009 pp. 249-262.
4. Maritime Economics, 2nd ed, Routledge, Stopord, M., (2000),
5. The Economics of Shipping, London, Athlone Press, Metaxas, B., 1996,
6. Future Prospects for Forwarding Companies Inside European Community, BIFA Publications, London, British International Freight Guide, 2006

7. Profiling international freight forwarders: an update, Murphy, P.R. and Daley, J.M., 2001
8. Shipping Line vs Forwarder, Finch, R., 2017.
9. The use of third-party logistics services in China: a research report [ie thesis] presented in partial fulfillment of the requirements of the degree of Master of Logistics and Supply Chain Management at Massey University, Auckland, New Zealand (Doctoral dissertation) Chen, J., 2012.
10. Basics of Exporting Seminar. Alabama International Trade Center - The University of Alabama Turner, C., 2014.
11. Exchange of views on national practices. UNECE Working Party on Intermodal Transport and Logistics (WP.24). Swedish International Freight Association (SIFA), Pilarp, T. (2014).
12. Alvim, S. L., & Oliveira, O. G. (2020). Lean Supply Chain Management: a lean approach applied to distribution—a literature review of the concepts, challenges and trends. *Journal of Lean Systems*, 5(1), 85-103
13. Heckmann, I., Comes, T., & Nickel, S. (2015). A critical review on supply chain risk – Definition, measure and modeling. *Omega*, 52, 119-132.
14. Al-Hafiz, K., & Fauzi, M. F. M. (2019). Concepts of Supply Chain Management: Literature Review. *Journal of Industry, Engineering and Innovation*, 1(1).
15. Sunny, J., Undralla, N., & Pillai, V. M. (2020). Supply chain transparency through blockchain-based traceability: An overview with demonstration. *Computers & Industrial Engineering*, 150, 106895.
16. Moosavi, J., Naeni, L. M., Fathollahi-Fard, A. M., & Fiore, U. (2021). Blockchain in supply chain management: A review, bibliometric, and network analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-15.
17. Alan Rushton, Phill Croucher and Peter Baker, 2017.
18. Cooper, M., Lambert, D., & Pagh, J. (1997). Supply chain management: more than a new name for logistics. *International Journal of Logistics Management*, Vol. 8, Iss. 1, pp. 1-13.
19. Christopher, M. (2005). *Logistics and Supply Chain Management: creating value adding networks*. London, UK: Financial Times Prentice Hall.
20. Rodrigue J.P (2013), *The Geography of Transport Systems*, [online], 3<sup>rd</sup> edition Routledge, USA.

21. Bianchi L., “Notes on Dynamic Vehicle Routing – The State of Art”, Technical Report, IDSIA-05-01, IDSIA, Switzerland, 2000.
22. Brandao J., “A tabu search algorithm for the heterogeneous fixed fleet vehicle routing problem”, *Computers & Operations Research*, Vol. 38, pp. 140 – 151, 2011
23. Caccetta L., Alameen M. & Abdul-Niby M., “An Improved Clarke and Wright Algorithm to Solve the Capacitated Vehicle Routing Problem”, *Technology & Applied Science Research*, Vol. 3, pp. 413 – 415, 2013
24. Christofides N. & Eilon S., “An algorithm for the vehicle dispatching problem”, *Operational research quarterly*, Vol. 20, pp. 309 – 318, 1969
25. Christofides N., Mingozzi A. & Toth P., “Exact algorithms for the vehicle routing problem, based on spanning tree and shortest path relaxations”, *Mathematical Programming*, Vol. 20, pp. 255 – 282, 1981
26. Christofides N., Mingozzi A. & Toth P., “The vehicle routing problem”, In *Combinatorial Optimization*, pp. 315–338, Chichester, UK, 1979
27. Clarke G. & Wright J. W., “Scheduling of Vehicles from a Central Depot to a Number of Delivery Points”, *Operations Research*, Vol. 12, pp. 568 – 581, 1964
28. Daganzo G. & Hall R., “A routing problem with pickups and deliveries: No capacity restrictions on the secondary items”, *Transportation Science*, Vol. 27, pp. 315 – 329, 1993
29. Dantzig G. B. & Ramser R. H., “The Truck Dispatching Problem”, *Management Science*, Vol. 6, pp. 80 – 91, 1959
30. Dantzig G.B., Fulkerson D.R. & Johnson S.M., “Solution of a large-scale traveling salesman problem”, *Operations Research*, Vol. 2, pp. 393 – 410, 1954
31. Erdogan S. & Miller-Hooks E., “A Green Vehicle Routing Problem”, *Elsevier*, Vol. 48, pp. 100 – 114, 2012
32. Gendreau M., Guertin F., Potvin J.-Y. & Séguin R., “Neighborhood search heuristics for a dynamic vehicle dispatching problem with pick-ups and deliveries”, *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, Vol 14, pp. 157 – 174, 2006
33. Laporte G., Gendreau M., Potvin J.Y. & Semet F., “Classical and modern heuristics for the vehicle routing problem”, *International Transactions in Operational Research*, Vol. 7, pp. 285 – 300, 2000
34. Martin Christopher, “Logistics and supply chain management”, *Financial Times Prentice Hall*, Harlow 3rd Edition, 2005

35. Savelsbergh M.W.P. & Sol M., “Drive: Dynamic routing of independent vehicles”, *Operational Research*, Vol. 29, pp. 474 – 490, 1998
36. Savelsbergh M.W.P., Sol M., “The general pickup and delivery problem”, *Transportation Science*, Vol. 29, pp. 17 – 29, 1995
37. Solomon M. M., “Algorithms for the Vehicle Routing Problem with Time Windows”, *Transportation Science*, Vol. 29, pp. 156 – 166, 1995
38. Talbi E.G., “Metaheuristics: From design to implementation”, Hoboken, New Jersey, Wiley, 2009
39. Winston L.W., “Operations Research: Applications and Algorithms”, 4th Edition, Brook Cole, 2004
40. Xu H., Chen Z.L., Rajagopal S., Arunapuram S., “Solving a practical pickup and delivery problem”, *Transportation Science*, Vol. 37, pp. 347 – 364, 2003
41. Yang X.S., “Firefly algorithms for multimodal optimization, in: Stochastic algorithms: Foundations and applications”, Springer, pp. 169 – 178, 2009
42. Yang X.S., “Nature - inspired metaheuristic algorithm”, Luniver Press, 2008
43. Yang X.S., “Nature - inspired metaheuristic algorithms, 2<sup>nd</sup> edition, Luniver Press, 2010c.
44. Zachariadis E.E., Tarantilis C.D. & Kiranoudis C.T., “A hybrid metaheuristic algorithm for the vehicle routing problem with simultaneous delivery and pick-up service”, *Expert systems with applications*, Vol. 36, pp. 1070 – 1081, 2009
45. Hensher, D.A. and Button, K.J. (2002). *Handbook of Transport Modelling*. Pergamon.
46. Hoyle, B. S. and Knowles, R. (1999). *Modern Transport Geography*. 2<sup>nd</sup> ed.
47. Heying and Sanzero, (2009), *A Case Study of Wal-Mart’s Green Supply Chain Management*, MGT 520 Operations Management
48. Lee, S. H., Lee, H., and Kim, J. H. (2022). Enhancing the Prediction of User Satisfaction with Metaverse Service Through Machine Learning. *Computers, Materials & Continua*, pages 4983–4997.
49. Lund, S., Manyika, J., Woetzel, J., Bughin, J., Krishnan, M., Jeongmin, S., and Muir, M. (2019). *Globalization in Transition: The Future of Trade and Value Chains*. McKinsey Global Institute, Chicago.
50. Londe, B. J. and Masters, J. M. (1994). *Emerging Logistics Strategies: Blueprints for the next century*. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, pages 35–47.

51. Mentzer, J. T., DeWitt, W., Keebler, J. S., Min, S. N., Smith, C. D., and Zacharia, Z. G. (2001). Defining Supply Chain Management. *Journal of Business Logistics*, pages 1–25.
52. Pan, X. (2008). Information Technology in Logistics and Supply Chain Management. In *IEEE International Conference on Automation and Logistics, ICAL 2008*, pages 2185–2188, Qingdao. IEEE.
52. Prajogo, D. and Jan, O. (2012). Supply Chain Integration and Performance: The Effects of Long-term Relationships, Information Technology and Sharing, and Logistics Integration. *International Journal of Production Economics*, pages 514–522.
53. Rai, A., Patnayakuni, R., and Seth, N. (2006). Firm Performance Impacts of Digitally Enabled Supply Chain Integration Capabilities. *MIS Quarterly: Management Information Systems*, pages 225–246.
54. Pan, X. (2008). Information Technology in Logistics and Supply Chain Management. In *IEEE International Conference on Automation and Logistics, ICAL 2008*, pg. 2185–2188, Qingdao. IEEE.
55. Zhao, N., Liu, X., Wang, Q., and Zhou, Z. (2022). Information Technology Driven Operational Decisions in a Supply Chain with Random Demand Disruption and Reference Effect. *Computers and Industrial Engineering*, pages 49–53.
56. Dwivedi, Y. K., Hughes, L., Baabdullah, A. M., Ribeiro-Navarrete, S., Giannakis, M., Al-Debei, M. M., Dennehy, D., Metri, B., Buhalis, D., Cmk, C., Conboy, K., Doyle, R., Rr, D., Dutot, V., Felix, R., Goyal, D. P., Gustafsson, A., Hinsch, C., Jebabli, I., Janssen, M., Kim, Y., Kim, J., Koos, S., Kreps, D., Kshetri, N., Kumar, V., Ooi, K., Papagiannidis, S., Pappas, I., Polyviou, A., Park, S., Pandey, N., Queiroz, M. M., Raman, R., Rauschnabel, P. A., Shirish, A., Sigala, M., Spanaki, K., Wei-Han Tan, G., Tiwari, M. K., Viglia, G., and SF. W. (2022). Metaverse Beyond the Hype: Multidisciplinary Perspectives on Emerging Challenges, Opportunities, and Agenda for Research, Practice and Policy. *International Journal of Information Management*, 66(10254):2.
57. Kovacs, G. (2020). Special Optimization Process for Warehouse Layout Design. In K. Jarmai, K. V., editor, *Lecture Notes in Mechanical Engineering*, pages 194–205. Springer, Singapore
58. Liu, C., P. Jiang, W. Jiang (2020). Web-based digital twin modeling and remote control of cyber-physical production systems. *Robot Comput. Integr. Manuf.*, 64, 101956.

59. Meier O., Gruchmann, T., Ivanov, D. (2023). Circular supply chain management with blockchain technology: A dynamic capabilities view. *Transportation Research: Part E*, 176, 103177.
60. Dolgui A., Ivanov D., (2022). 5G in Digital Supply Chain and Operations Management: Fostering Flexibility, End-to-End Connectivity and Real-Time Visibility through Internet-of-Everything. *International Journal of Production Research*, 60(2), 442-451.
61. MacCarthy B., Ivanov D. (2022). The Digital Supply Chain—emergence, concepts, definitions, and technologies. In: MacCarthy B., Ivanov D. (Eds.). *The Digital Supply Chain*. Elsevier, Amsterdam, pp. 3-14.
62. MacCarthy, B., Ahmed, W., Demirel, G. (2022). Mapping the supply chain: Why, what and how? *International Journal of Production Economics*, 108688.
63. Huynh-The, T., Pham, Q.V., Pham, XQ, Nguyen, TT, Han, Z, Kim, D.S. (2023). Artificial intelligence for the metaverse: A survey. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 117(A), 105581.
64. Bhandal, R., Meriton, R., Kavanagh, R.E. and Brown, A. (2022), "The application of digital twin technology in operations and supply chain management: a bibliometric review", *Supply Chain Management*, Vol. 27, No. 2, pp. 182-206.
65. Boute RN, Disney SM, Gijsbrechts J, Van Mieghem JA (2022) Dual sourcing and smoothing under nonstationary demand time series: Reshoring with speed factories. *Management Science* 68(2):1039–1057
66. Reim, W., Andersson, E., Eckerwall, K. (2022). Enabling collaboration on digital platforms: a study of digital twins. *International Journal of Production Research*, forthcoming.
67. Roeck, D., H. Sternberg & E. Hofmann (2020) Distributed ledger technology in supply chains: a transaction cost perspective. *International Journal of Production Research*, 58:7, 2124-2141.
68. Boyes, H., Watson, T. (2022). Digital twins: An analysis framework and open issues. *Computers in Industry*. 143, 103763.
69. Rožanec, J.M., J. Lu, J. Rupnik, M. Škrjanc, D. Mladenčić, B. Fortuna, X. Zheng & D. Kiritsis (2022) Actionable cognitive twins for decision making in manufacturing, *International Journal of Production Research*, 60:2, 452-478

70. Saghafian, S., Tomlin, B., & Biller, S. 2022. The internet of things and information fusion: who talks to who?. *Manufacturing & Service Operations Management*, 24(1), 333-351
71. Sun, J., Zhang, D. J., Hu, H., and Mieghem, J. A. V. (2022). Predicting human discretion to adjust algorithmic prescription: A large-scale field experiment in warehouse operations. *Management Science*, 68(2), 846-865
72. Sgarbossa, F., EH Grosse, WP Neumann, D Battini, CH Glock (2020). Human factors in production and logistics systems of the future. *Annual Reviews in Control* 49, 295-305
73. Sharma, A., Kosasih, E., Zhang, J., Brintrup, B., Calinescu, A. (2022). Digital Twins: State of the art theory and practice, challenges, and open research questions. *Journal of Industrial Information Integration*, 30, 100383.
74. Cavalcante, I.M., Frazzon E.M., Forcellinia, F.A., Ivanov, D. (2019). A supervised machine learning approach to data-driven simulation of resilient supplier selection in digital manufacturing. *International Journal of Information Management*, 49, 86-97.
75. Sun, X., Yu, H., Solvang, W.D., Wang, Y., Wang, K., 2022a. The application of Industry 4.0 technologies in sustainable logistics: a systematic literature review (2012– 2020) to explore future research opportunities. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 29, 60–9591. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-17693-y>
76. Sangwan, S.R., Bhatia, M.P.S., 2020. Sustainable Development in Industry 4.0, in: Nayyar, A., Kumar, A. (Eds.), *A Roadmap to Industry 4.0: Smart Production, Sharp Business and Sustainable Development, Advances in Science, Technology & Innovation*. Springer International Publishing, Cham, pp. 39–56. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-14544-6\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-030-14544-6_3)

### **Ηλεκτρονικά Βιβλία**

1. Teodorovic D., Janic M., (2017) *Transportation Engineering Theory, Practice and Modeling*, [online] Elsevier, available at: [https://books.google.at/books?hl=el&lr=&id=e4p4CgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Transportation+Engineering+Theory,+Practice+and+Modeling+PDF\)&ots=k-M2LjnB3e&sig=F0ITYvzaAcWHU\\_kcDaCXFrMzS-M#v=onepage&q&f=false](https://books.google.at/books?hl=el&lr=&id=e4p4CgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Transportation+Engineering+Theory,+Practice+and+Modeling+PDF)&ots=k-M2LjnB3e&sig=F0ITYvzaAcWHU_kcDaCXFrMzS-M#v=onepage&q&f=false)
2. Marta Anna Krajewska (2008) Potentials for Efficiency Increase in Modern Freight Forwardin([https://www.researchgate.net/publication/287280436 Potentials for Efficiency Increase in Modern Freight Forwarding](https://www.researchgate.net/publication/287280436_Potentials_for_Efficiency_Increase_in_Modern_Freight_Forwarding) )

3. Mikušová, N., & Lekić, M. (2017). *BASIC TOOLS OF TRANSPORT SYSTEMS DESIGN BY THE HELP OF PRINCIPLES OF GREEN LOGISTICS*. | *Transport & Logistics* | EBSCOhost.

<https://openurl.ebsco.com/contentitem/gcd:129744716?sid=ebsco:plink:crawler&id=ebsco:gcd:129744716>

4. Ait-Kadi, D., Chouinard, M., Marcotte, S., & Riopel, D. (2012). *Sustainable Reverse Logistics Network: Engineering and Management* (1η έκδ.). Wiley.

<https://doi.org/10.1002/9781118387177>

5. Tomastik, M., Vichova, K., Cernohlavkova, E., & Habrova, M. (2019). Introducing green logistics elements into a selected company—Case study. *MATEC Web of Conferences*, 292, 01058. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201929201058>

### **Πηγές Διαδικτύου**

1. [https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CE%B9%CE%B5%CE%B8%CE%BD%CE%B5%CE%AF%CF%82\\_%CE%95%CE%BC%CF%80%CE%BF%CF%81%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CE%AF\\_%CE%8C%CF%81%CE%BF%CE%B9](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CE%B9%CE%B5%CE%B8%CE%BD%CE%B5%CE%AF%CF%82_%CE%95%CE%BC%CF%80%CE%BF%CF%81%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CE%AF_%CE%8C%CF%81%CE%BF%CE%B9)

2. <https://www.kathimerini.gr/economy/561376807/symfonia-dimosioy-me-goldair-kai-etva-vipe-gia-to-thriasio/>

3. Eurostat Statistics Explained, available at: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/International\\_trade\\_in\\_goods](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/International_trade_in_goods)

4. Eurostat (2019), *Sea – most common way of transporting traded goods*, available at: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/EDN-20190926-1>

ΣΕΒΕ (2018), *Εγχειρίδιο για διεθνείς μεταφορές, «Διεθνείς Οδικές Εμπορευματικές Μεταφορές»* available at: [www.seve.gr/wp-content/uploads/2018/10/Εγχειρίδιο-για-διεθνείς-μεταφορές.pdf](http://www.seve.gr/wp-content/uploads/2018/10/Εγχειρίδιο-για-διεθνείς-μεταφορές.pdf) [Πρόσβαση: 26 Οκτωβρίου 2020]

5. Υπουργείο Υποδομών Μεταφορών και Δικτύων, (2015) «Φορτηγά- Εκπαίδευση Επαγγελματιών Οδηγών», available at [http://edrive.yme.gov.gr/sites/default/files/ie1.4\\_trucks.pdf](http://edrive.yme.gov.gr/sites/default/files/ie1.4_trucks.pdf)

6. Insider.gr (2018) «100 Χρόνια από την Πρώτη Διεθνή Αερομεταφορά», available at: <https://www.insider.gr/eidiseis/kosmos/103235/100-hronia-apo-tin-proti-diethni-aerometafora>

7. More than Shipping (2018) «Types of Air Transportation», available at: <https://www.morethanshipping.com/types-air-transportation/>

8. Union Pacific Corporation (2019) Rail Car Types Defined available at:  
[https://www.up.com/customers/track record/tr181121\\_rail\\_car\\_types.htm](https://www.up.com/customers/track record/tr181121_rail_car_types.htm)
9. The History of Railroad Technology (2019) available at;  
<https://www.thoughtco.com/history-of-railroad-4059935>
10. Ειδική Έκθεση Ευρωπαϊκού Συνεδρίου (2016), Οι σιδηροδρομικές εμπορευματικές μεταφορές στην Ε.Ε παραμένουν εκτός τροχιάς, available at:  
[https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR16\\_08/SR\\_RAIL\\_FREIGHT\\_EL.pdf](https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR16_08/SR_RAIL_FREIGHT_EL.pdf)
11. Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2019) «Έκθεση σχετικά με την παρακολούθηση της εξέλιξης της αγοράς σιδηροδρομικών μεταφορών», available at:  
<https://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2019:0051:FIN:EL:PDF>
12. Έρευνα Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου (2015), *Freight on Road: Why EU Shippers prefer Truck to Train*, σελ.30 – 31, available at:  
[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2015/540338/IPOL\\_STU\(2015\)54\\_0338\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2015/540338/IPOL_STU(2015)54_0338_EN.pdf)
13. (<https://www.insider.gr/eidiseis/103235/100-hronia-apo-tin-proti-diethni-aerometafora>)
14. Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2014), «Η Ευρωπαϊκή Ένωση με Απλά Λόγια: Μεταφορές» available at: [https://eur-lex.europa.eu/legal\\_content/EL/TXT/PDF/?uri=CELLAR:b172dcb1-744b-4530-8630-b1046c144d21&from=HR](https://eur-lex.europa.eu/legal_content/EL/TXT/PDF/?uri=CELLAR:b172dcb1-744b-4530-8630-b1046c144d21&from=HR)
15. FIATA(2016)Doc.CL04/06,2004[availableat:[http://www.fiata.com/uploads/media/CL0406\\_11.pdf](http://www.fiata.com/uploads/media/CL0406_11.pdf), access June 15, 2016]
16. <https://www.morethanshipping.com/types-air-transportation/>
17. [https://www.cedr.eu/download/Publications/2009/e\\_Future\\_road\\_networks\\_FERN.pdf](https://www.cedr.eu/download/Publications/2009/e_Future_road_networks_FERN.pdf)  
[https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/transport-and-green-deal\\_el](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/transport-and-green-deal_el)
18. <https://www.slecos.gr/what-is-edi/#1538722472187-f60c4dfa-8f81> )
19. <https://www.iconsystems.gr/%CE%BF%CF%81%CE%B9%CF%83%CE%BC%CF%8C%CF%82-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CE%B5%CF%86%CE%B1%CF%81%CE%BC%CE%BF%CE%B3%CE%AE-%CF%84%CE%BF%CF%85-digital-twin-%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BD-%CF%80%CE%B1%CF%81%CE%B1%CE%B3/>
20. ([http://edrive.yme.gov.gr/sites/default/files/ie1.4\\_trucks.pdf](http://edrive.yme.gov.gr/sites/default/files/ie1.4_trucks.pdf) )

21. <https://www.accenture.com/us-en/blogs/business-functions-blog/metaverse-supply-chain-networks> ( Accenture 2022b)

### **Αρθρογραφία**

1. Greening supply chains: Impact on cost and design, I. Mallidis, R Dekker, D. Vlachos, 2010.

2. Approaches for modelling the integrated transportation and forwarding problem,) Kopfer H.; Krajewska M, 2007

3. 6 steps for a more sustainable supply chain, Wollmuth, J. & Ivanova, V., 2014.  
<http://www.greenbiz.com/blog/2014/01/24/6-steps-more-sustainable-supply-chain>

4. The Metaverse in Supply Chain Management: Applications and Benefits. Shantanu Trivedi and Saurav Negi, 2023.

5. Ways the Metaverse will Benefit Supply Chain Networks. Scaff, R., 2022.  
<https://www.accenture.com/us-en/blogs/business-functions-blog/metaverse-supply-chain-networks>. Accessed: 2023, Feb 27.

6. Metaverse supply chain and operations management Alexandre Dolgui and Dmitry Ivanov, 2023  
[https://www.researchgate.net/publication/372801051\\_Metaverse\\_supply\\_chain\\_and\\_operations\\_management](https://www.researchgate.net/publication/372801051_Metaverse_supply_chain_and_operations_management)