



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ

Η σημασία των Δικτύων Διανομής για την επιχείρηση και οι σύγχρονες
τάσεις στο «Τελευταίο Χιλιόμετρο» της Εφοδιαστικής Αλυσίδας

*Εφαρμογή: Μελέτη χωροθέτησης κέντρων εξυπηρέτησης πελατών για
λογαριασμό ταχυμεταφορικής εταιρίας*

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Διονυσίας Α. Μαγούλη

Επιβλέπων: Ιωάννης Κολέτσος

Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2016



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ

Η σημασία των Δικτύων Διανομής για την επιχείρηση και οι σύγχρονες
τάσεις στο «Τελευταίο Χιλιόμετρο» της Εφοδιαστικής Αλυσίδας

*Εφαρμογή: Μελέτη χωροθέτησης κέντρων εξυπηρέτησης πελατών για
λογαριασμό ταχυμεταφορικής εταιρίας*

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Διονυσίας Α. Μαγούλη

Επιβλέπων: Ιωάννης Κολέτσος

Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή επιτροπή στις 06/07/2016

Κοκκίνης Βασίλειος
Επίκουρος Καθ. Ε.Μ.Π.

Κολέτσος Ιωάννης
Επίκουρος Καθ. Ε.Μ.Π.

Τυχόπουλος Ευάγγελος
Επίκουρος Καθ. Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2016



NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS
SCHOOL OF APPLIED MATHEMATICAL & PHYSICAL SCIENCES
DEPARTMENT OF MATHEMATICS

The importance of Distribution Networks for a business and
latest trends in the "Last Mile" of Supply Chain

*Case study: Location problem of customer delivery points for a courier
company*

Bachelor's Thesis of

Dionysia Magouli

Supervisor: John Coletsos

Assistant Professor at NTUA

Authorised by:

Kokkinis Vasileios
Assistant Professor NTUA

Coletsos John
Assistant Professor NTUA

Tychopoulos Evaggelos
Assistant Professor NTUA

ATHENS, JULY 2016

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το ηλεκτρονικό εμπόριο (e-Commerce), καθοδηγούμενο από την τεχνολογία και τις προτιμήσεις των καταναλωτών, βρίσκεται σε μεγάλη ανάπτυξη. Ακόμα και στην Ελλάδα αναπτύσσεται πλέον με ταχείς ρυθμούς, παρ' όλο που άργησε να εμφανιστεί στη χώρα μας σε σχέση με την υπόλοιπη Ευρώπη. Στις μέρες μας είναι μάλλον απίθανο κάποιος να μην έχει αγοράσει κάτι μέσω του διαδικτύου (Internet) ή έστω να μην έχει κάποιο γνωστό που να έχει προβεί σε ηλεκτρονική αγορά. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ότι το 2015 το 25% των διαδικτυακών χρηστών στην Ελλάδα πραγματοποίησε πάνω από το 50% των συνολικών αγορών του μέσω Internet, πράγμα που οφείλεται σε μεγάλη βαθμό στη μείωση της αγοραστικής δύναμης του Έλληνα καταναλωτή, εν μέσω κρίσης.

Η κρίση μπορεί να φέρνει πολλά προβλήματα, δημιουργεί όμως και ευκαιρίες, με αποτέλεσμα πολλοί άνεργοι να στρέφονται προς το διαδικτυακό εμπόριο για να βρουν απασχόληση. **Το ηλεκτρονικό εμπόριο ανοίγει για τους «διαδικτυακούς εμπόρους» λιανικής πώλησης έναν κόσμο ευκαιριών, ωστόσο η επιτυχία τους καθορίζεται από το πόσο καλά θα εξυπηρετήσουν και θα διατηρήσουν τους πελάτες τους, πράγμα για το οποίο υπεύθυνη είναι η Διοίκηση της Εφοδιαστικής τους Αλυσίδας (Supply Chain Management).** Όπως αναφέρει χαρακτηριστικά ο Martin Christopher, καθηγητής Marketing και Logistics στο Granfield University της Αγγλίας, «Στο σημερινό περιβάλλον δεν ανταγωνίζονται οι εταιρίες, αλλά οι αλυσίδες εφοδιασμού τους!». Το μεγάλο ερώτημα που καλούνται να απαντήσουν οι εταιρίες πλέον είναι το πώς μπορούν να βελτιστοποιήσουν το κομμάτι της εφοδιαστικής τους αλυσίδας, που αφορά την έγκαιρη και αξιόπιστη παράδοση του προϊόντος τους.

Το ερώτημα αυτό αποτέλεσε και την αφορμή για τη σύνταξη της παρούσας εργασίας, μέσα από την οποία έγινε προσπάθεια να επισημανθεί η αναγκαιότητα της έγκαιρης και αξιόπιστης παράδοσης των προϊόντων, καθώς και τρόποι βελτίωσής της που έχουν αναπτυχθεί ή βρίσκονται σε πειραματικό στάδιο τα τελευταία χρόνια. Το «τελευταίο χιλιόμετρο» της αποστολής (η παράδοσή της) δεν είναι μόνο ένα εμπόδιο. Είναι επίσης μια ευκαιρία, ένα όπλο στα χέρια των επιχειρήσεων! Οι εταιρίες που θα κατανοήσουν τις συνεχώς εξελισσόμενες τάσεις και θα προσαρμοστούν πιο γρήγορα, θα είναι εκείνες που θα αποκτήσουν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα και θα επιβιώσουν ευκολότερα. **Οι εφαρμοσμένες μαθηματικές επιστήμες μπορούν να ενισχύσουν προς αυτή την κατεύθυνση, αφού κατέχουν τη γνώση που απαιτείται για τη μοντελοποίηση των προβλημάτων που αντιμετωπίζουν σε καθημερινή βάση οι επιχειρήσεις και τη λύση τους.**

Πολύτιμος συμπαραστάτης και ανεκτίμητος βοηθός σ' αυτή μου την προσπάθεια, υπήρξε ο επιβλέπων καθηγητής μου κ. Κολέτσος Γιάννης, επίκουρος καθηγητής της ΣΕΜΦΕ ΕΜΠ. Του οφείλω ευχαριστίες τόσο για το χρόνο και την καθοδήγησή του, όσο και για την ηθική του στήριξη, από το σχεδιασμό μέχρι την επιτυχή ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας. Επίσης, ευχαριστώ θερμά την ταχυμεταφορική εταιρία που μου εμπιστεύτηκε την έρευνα για ένα από τα προβλήματα που αντιμετωπίζει, δίνοντάς μου το έναυσμα για τη σύνταξη της παρούσας εργασίας. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους βοήθησαν με τα σχόλια, τις παρατηρήσεις και τις ιδέες τους, καθώς συνετέλεσαν στη δημιουργία ενός ικανοποιητικού αποτελέσματος.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ραγδαία ανάπτυξη του ηλεκτρονικού εμπορίου τα τελευταία χρόνια (e-Commerce) έχει επιφέρει αλλαγές στον παραδοσιακό τρόπο παραγγελιοληψίας και παράδοσης των προϊόντων. Η εμπειρία έχει δείξει ότι ένα από τα στοιχεία που θα εξασφαλίσουν την ανταγωνιστικότητα και τη βιωσιμότητα των επιχειρήσεων είναι η έγκαιρη και ασφαλής παράδοση των προϊόντων. Βασικός παράγοντας της προσπάθειας αυτής είναι η σωστή οργάνωση της αλυσίδας εφοδιασμού τους, και συγκεκριμένα του τελευταίου της κρίκου, της παράδοσης (τελευταίο χιλιόμετρο). Στην παρούσα εργασία έγινε προσπάθεια, αφ' ενός να τονιστεί η αναγκαιότητα των παραπάνω και αφετέρου να παρουσιαστούν τρόποι επίτευξής τους.

Συγκεκριμένα, στο πρώτο και δεύτερο κεφάλαιο αναπτύσσεται η έννοια της Εφοδιαστικής Αλυσίδας (Supply Chain Management) και των κρίκων που την απαρτίζουν, η θέση της στη σύγχρονη επιχείρηση, καθώς και οι νέες τεχνολογίες και τάσεις που έχουν επικρατήσει τα τελευταία χρόνια.

Στα κεφάλαιο τρία γίνεται λεπτομερής ανάλυση των δικτύων, καθώς και των τύπων καναλιών διανομής που έχουν επικρατήσει. Στο επόμενο κεφάλαιο (τέταρτο), παρουσιάζονται οι παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη κατά το σχεδιασμό ενός δικτύου διανομής, καθώς και τα μοντέλα που έχουν αναπτυχθεί τα τελευταία τριάντα χρόνια στη διεθνή βιβλιογραφία.

Το πέμπτο κεφάλαιο αποτελεί μία εισαγωγή στο ηλεκτρονικό εμπόριο και τις ανάγκες που έχουν προκύψει στην εφοδιαστική αλυσίδα εξαιτίας της ραγδαίας του ανάπτυξης τα τελευταία χρόνια, κυρίως στο κομμάτι της παράδοσης των αγαθών (delivering goods).

Στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζεται συνοπτικά το θεωρητικό υπόβαθρο προβλημάτων Γραμμικού Προγραμματισμού και Ανάλυσης Χωροθέτησης που χρησιμοποιήθηκε στη μελέτη περίπτωσης που αναπτύσσεται στο έβδομο κεφάλαιο. Στο τελευταίο αυτό κεφάλαιο πραγματοποιείται η εύρεση βέλτιστων περιοχών τοποθέτησης Κέντρων Εξυπηρέτησης Πελατών για λογαριασμό ταχυμεταφορικής εταιρίας, εφαρμόζοντας και επιλύοντας το μοντέλο P-Διάμεσου, ενός των προβλημάτων χωροθέτησης κατανομών.

ABSTRACT

The rapid growth of e-Commerce in recent years has a significant impact on the traditional way of ordering and delivering goods. Experience has proven that one of the factors that will ensure the competitiveness and sustainability of companies is to deliver their products on time. The best way to achieve that is to organize their supply chain in a way that will guarantee a safe delivery (last mile). The purpose of this thesis is to note the necessity of above mentioned and to present ways that will help businesses to develop.

Particularly, the first and second chapter describe the structure of Supply Chain Management, its position in businesses nowadays, as well as new technologies and trends that have been developed in recent years.

In chapter three a detailed analysis of the network and types of distribution channels has been attempted. The following chapter, the fourth one, presents the factors that need to be considered while designing a distribution network and models that have been developed over the last thirty years.

The fifth chapter is an introduction to e-Commerce and the needs that have arisen in the supply chain due to its rapid growth in recent years, especially in the last part, the one of delivering goods.

The sixth chapter summarizes the theoretical background of Linear Programming and Analysis of Location used in the case study that is presented in the seventh chapter. In this final chapter we used the P-Median model in order to select the best locations for Customer Service Centers in Athens according to the needs of a courier company.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	I
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	III
ABSTRACT	IV
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	V
ΓΛΩΣΣΑΡΙΟ	VII
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	VIII
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ & ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ	IX
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	X
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ	XI
1 Η ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ ΣΤΗ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ	2
1.1 Η επιχείρηση και η σπουδαιότητα της Διοίκησης Εφοδιασμού.....	2
1.2 Ορισμός της Διοίκησης Εφοδιασμού	3
2 ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ	7
2.1 Επισκόπηση στην Εφοδιαστική Αλυσίδα	7
2.2 Η Διάταξη των Δικτύων της Εφοδιαστικής Αλυσίδας	10
2.3 Μελέτη των κρίκων της Εφοδιαστικής Αλυσίδας.....	10
2.3.1 Διαστάσεις Δικτύου της Εφοδιαστικής Αλυσίδας	12
2.3.2 Τύποι σχέσεων κατά μήκος της Εφοδιαστικής Αλυσίδας.....	14
2.4 Η σημασία της Εφοδιαστικής Αλυσίδας στην επιχείρηση.....	15
2.5 Νέες τεχνολογίες και τάσεις στην Εφοδιαστική Αλυσίδα.....	16
2.5.1 Νέες τεχνολογίες.....	17
2.5.2 Νέες τάσεις	20
3 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ	24
3.1 Γενικές Έννοιες Δικτύων Διανομής.....	24
3.2 Φυσική Διανομή.....	25
3.3 Τύποι Καναλιών Διανομής.....	27
3.4 Εταιρίες Παροχής Υπηρεσιών Logistics (LSP/ 3PL).....	29
4 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΙΚΤΥΩΝ ΔΙΑΝΟΜΗΣ	33
4.1 Παράγοντες Σχεδιασμού Δικτύων Διανομής	33
4.1.1 Χαρακτηριστικά Πελατών	33
4.1.2 Χαρακτηριστικά Προϊόντων.....	35
4.1.3 Χαρακτηριστικά Δικτύου Διανομής	36
4.1.4 Εταιρική Πολιτική	36
4.1.5 Ευρύτερο Περιβάλλον	39
4.1.6 Ανταγωνισμός.....	40
4.2 Μοντέλα Σχεδιασμού Δικτύων Διανομής	40
4.2.1 Μοντέλο Bert Rosenbloom.....	40
4.2.2 Μοντέλο Lewis W. Stern και Frederick D. Sturdivant	43
4.2.3 Μοντέλο B. Berman.....	43
4.2.4 Νεότερα μοντέλα	44
5 Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΣΤΟ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΕΜΠΟΡΙΟ ..	47
5.1 Εισαγωγή στο Ηλεκτρονικό Εμπόριο (e-Commerce)	47
5.2 Η ανάπτυξη του e-Commerce τα τελευταία χρόνια	48
5.3 Το τελευταίο χιλιόμετρο (Last mile).....	51
5.4 Πώς το τελευταίο χιλιόμετρο επηρεάζει την αποδοτικότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας ...	51
5.5 Η σημασία του τελικού κρίκου στην αλυσίδα εξυπηρέτησης e-shops.....	52
5.6 Πρωτοποριακές λύσεις για αξιόπιστη παράδοση στο τελευταίο χιλιόμετρο	53

6 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΓΡΑΜΜΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ.....	62
6.1 Ιστορική Αναδρομή στο Γραμμικό Προγραμματισμό	62
6.2 Ορισμός και Μοντελοποίηση Προβλημάτων Γραμμικού Προγραμματισμού	63
6.3 Ορισμοί και Μορφές ΠΠΠ	64
6.4 Μέθοδος Simplex	70
6.5 Προβλήματα χωροθέτησης σε δίκτυο	72
6.5.1 Εισαγωγή στην Ανάλυση Χωροθέτησης	72
6.5.2 Εφαρμογές της Ανάλυσης Χωροθέτησης	73
6.5.3 Προβλήματα χωροθέτησης κατανομών	75
6.5.3.1 Εισαγωγή	75
6.5.3.2 Το μοντέλο του Weber.....	76
6.5.3.3 Είδη Κέντρων Παροχής Υπηρεσιών	78
6.5.3.4 Αντικειμενική συνάρτηση (objective function)	78
6.5.3.5 Μοντέλα χωροθετήσεων – κατανομών (Location – Allocation models).....	80
6.5.4 Κατηγορίες προβλημάτων χωροθέτησης	81
6.5.5 Πρόβλημα P-Διάμεσου (P-median)	84
6.5.5.1 Προβλήματα Διαμέσων (Median Problems).....	84
6.5.5.2 Πρόβλημα P-Διάμεσου (P-median)	86
6.5.5.2.1 Μαθηματική διατύπωση προβλήματος	86
6.5.5.2.2 Τρόποι επίλυσης των προβλημάτων P-Διαμέσων	92
7 ΕΥΡΕΣΗ ΒΕΛΤΙΣΤΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΚΕΠ ΓΙΑ ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟ ΤΑΧΥΜΕΤΑΦΟΡΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΙΑΣ	96
7.1 Ορισμός Προβλήματος.....	96
7.2 Δεδομένα Προβλήματος.....	97
7.3 Κατάστρωση Προβλήματος	99
7.4 Επίλυση Προβλήματος (P-median).....	101
7.5 Τελικό Συμπέρασμα	103
7.6 Προτάσεις για περαιτέρω μελέτη	104
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	106
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	109
1. Πίνακας κατανομής ΤΚ Αττικής ανά περιοχή.....	109
2. Πλήθος αποστολών (AWBs) ανά ΤΚ και ανά περιοχή	112

ΓΛΩΣΣΑΡΙΟ

ΑΕ/ ΕΑ:	Αλυσίδα Εφοδιασμού ή Εφοδιαστική Αλυσίδα
ΓΠ:	Γραμμικός Προγραμματισμός (Linear Programming)
ΔΑΕ:	Διαχείριση Αλυσίδας Εφοδιασμού (Supply Chain Management)
ΔΕ:	Διοίκηση Εφοδιασμού
ΗΕ:	Ηλεκτρονικό Εμπόριο (e-Commerce)
ΚΕΠ:	Κέντρο Εξυπηρέτησης Πελατών
ΚΠΥ:	Κέντρο Παροχής Υπηρεσιών (Facility Location)
ΠΓΠ:	Πρόβλημα Γραμμικού Προγραμματισμού
ΠΦΑΕ:	Παγκόσμιο Φόρουμ ΑΕ (Global Supply Chain Forum)
ΣΖ:	Σημεία Ζήτησης
ΦΔ:	Φυσική Διανομή
AWB:	Μοναδικός αριθμός δέματος (αποστολής)
BDA:	Big Data Analytics (Ανάλυση μεγάλου όγκου δεδομένων)
B2B:	Business to Business
B2C:	Business to Customer
ELTRUN:	Εργαστήριο Ηλεκτρονικού Εμπορίου και Επιχειρείν ΟΠΑ
IoE:	Internet of Everything
IoT:	Internet of Things
LSP:	Logistics Service Provider
OCT:	Order Cycle Time
PO:	Purchase Order
POD:	Proof Of Delivery
RF:	Radio-Frequency
RFID:	Radio-Frequency Identification (Ραδιοσυχνική Αναγνώριση)
WMS:	Warehouse Management Systems

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 2.1. Κύριες Ροές στην Αλυσίδα Εφοδιασμού.....	8
Σχήμα 2.2. Μοντέλο Διαχείρισης της ΕΑ.....	9
Σχήμα 2.3. Διαστάσεις Εφοδιαστικής Αλυσίδας.....	13
Σχήμα 2.4. Τύποι σχέσεων κατά μήκος της ΕΑ	15
Σχήμα 2.5. Δομή της Ηλεκτρονικής Αλυσίδας Εφοδιασμού.....	17
Σχήμα 2.6. ΙοΤ – Δυνατότητες που αναπτύσσονται	18
Σχήμα 2.7. ΙοΕ – Η σύνδεση δικτύου των ανθρώπων, των διαδικασιών, των δεδομένων και των πραγμάτων	19
Σχήμα 3.1. Σχέση μεταξύ Logistics, Διαχείρισης Υλικών & Διανομής.....	24
Σχήμα 3.2. Εναλλακτικά Κανάλια Διανομής.....	28
Σχήμα 4.1. Ενιαίο μοντέλο διαδικασίας σχεδιασμού δικτύου διανομής	45
Σχήμα 7.1 Πίνακας επίλυσης προβλήματος	102

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ & ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ

Εικόνα 5.1 Προσωπικές θυρίδες Locumi και DHL	54
Εικόνα 5.2 Δημόσια θυρίδα DHL (Pack station).....	55
Εικόνα 5.3 Παράδοση/ παραλαβή μέσω συνεργατών-καταστημάτων	55
Εικόνα 5.4 Διανομέας	56
Εικόνα 5.5 Διανομή από οδηγούς taxi.....	56
Εικόνα 5.6 Διανομή από ΚΤΕΛ	57
Εικόνα 5.7 Διανομή μέσω Drones	58
Εικόνα 5.8 Διανομή από ρομπότ	59

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 6.1 Κατηγορίες Προβλημάτων Χωροθέτησης	81
Πίνακας 7.1 Παράδειγμα υπολογισμού απόστασης ΤΚ.....	99
Πίνακας 7.2 Μορφή πίνακα αποστάσεων d_{ij}	99
Πίνακας 7.3 Λύση προβλήματος για $P=20$, $P=40$ και $P=60$	103

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα 4.1 Κόστος Δικτύου Διανομής συναρτήσει του Αριθμού Αποθηκευτικών Κέντρων	38
Γράφημα 5.1 Λόγοι επιλογής e-shop από τους καταναλωτές	50
Γράφημα 6.1 Παράδειγμα Προβλήματος P-median–Κόμβοι κατανομής/ ζήτησης	93
Γράφημα 6.2 Παράδειγμα Προβλήματος P-median–Κόμβοι κατανομής/ ζήτησης & ΚΠΥ	94
Γράφημα 7.1 Πίνακας επίλυσης προβλήματος	102

Κεφάλαιο 1

Η θέση του Εφοδιασμού στη Σύγχρονη Επιχείρηση

- 1.1. Η επιχείρηση και η σπουδαιότητα της Διοίκησης Εφοδιασμού
- 1.2. Ορισμός της Διοίκησης Εφοδιασμού

1 Η ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ ΣΤΗ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ

1.1 Η επιχείρηση και η σπουδαιότητα της Διοίκησης Εφοδιασμού

Η επιχείρηση αποτελεί μια παραγωγική/ οικονομική μονάδα, αφού συνδυάζει και αξιοποιεί τους συντελεστές παράγωγης, προκειμένου να παράγει προϊόντα ή υπηρεσίες, με σκοπό τη διάθεσή τους στους καταναλωτές, μέσω του μηχανισμού της αγοράς. Αποτελεί δηλαδή την οργάνωση που:

- ✓ Παράγει πλούτο, με την έννοια των αγαθών τα οποία ικανοποιούν ανθρώπινες ανάγκες
- ✓ Συμμετέχει σε κάθε οικονομική δραστηριότητα

Κάθε επιχείρηση, προκειμένου να επιβιώσει, να ανταποκριθεί στην αποστολή της και να πετύχει τους στόχους της, πρέπει να αναπτύσσει δράση με συγκεκριμένες λειτουργίες. Κάθε μια από αυτές τις λειτουργίες έχει συγκεκριμένο σκοπό και όλες μαζί υλοποιούν το συνολικό έργο και την αποστολή της επιχείρησης. Οι πιο σημαντικές λειτουργίες της είναι η παραγωγική, η εμπορική και η οικονομική.

Εκτός όμως από αυτές υπάρχουν και άλλες επιμέρους, εξίσου σημαντικές, αφού μια σύγχρονη οικονομική μονάδα, για να ανταποκριθεί με επιτυχία στην αποστολή της, δεν αρκεί μόνο να παράγει, να πουλά και να διαχειρίζεται τα οικονομικά της. Είναι ανάγκη να οργανώνει, όσο γίνεται πιο αποδοτικά, τα στοιχεία που θα της εξασφαλίσουν ανταγωνιστικότητα και βιωσιμότητα. Σε όλους τους τύπους των οικονομικών μονάδων η διοίκηση των δραστηριοτήτων, που σχετίζονται με τη διαχείριση εισροών, εκροών και των πάσης φύσεως υποπροϊόντων της αλυσίδας εφοδιασμού, έχει βαρύνουσα σημασία και πολλαπλές επιπτώσεις στην ανταγωνιστικότητα και στην αποτελεσματικότητα.

Οι δραστηριότητες αυτές απατώνται αφενός στο στάδιο της απόκτησης των κάθε είδους εισροών (υλικών, εξοπλισμού και υπηρεσιών) για την παραγωγή προϊόντων και υπηρεσιών και αφετέρου στο στάδιο της διάθεσης των αντίστοιχων εκροών στους πελάτες. Οι επιμέρους αυτές δραστηριότητες ενοποιούνται κάτω από μια ομπρέλα που ονομάζεται «Διοίκηση Εφοδιασμού». Η Διοίκηση Εφοδιασμού (ΔΕ) στοχεύει στον καλύτερο συντονισμό και στην ελαχιστοποίηση του ολικού κόστους των εισροών, έτσι ώστε να παράγονται προϊόντα και υπηρεσίες υψηλής ποιοτικής στάθμης με όσο το δυνατόν μικρότερο κόστος.

Στις μέρες μας οι συνεχείς αλλαγές στις δομές των αγορών, η συμπίεση τόσο του χρόνου ζωής των προϊόντων όσο και του χρόνου ανάπτυξης νέων προϊόντων, καθώς και οι δυναμικές εξελίξεις στην τεχνολογία επιβάλλουν τη ριζική αναδιοργάνωση του τρόπου λειτουργίας των επιχειρήσεων. Δεδομένης της τάσης των επιχειρήσεων να «κατασκευάζουν λιγότερα και να αγοράζουν περισσότερα», δαπανώνται τεράστια ποσά για προμήθειες, τα οποία μειώνουν δραστικά τα έσοδα των επιχειρήσεων. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι οι βιομηχανικές επιχειρήσεις δαπανούν πάνω από το 60% των εσόδων τους για προμήθειες, ποσοστό ακόμη μεγαλύτερο στις λιγότερο ανεπτυγμένες χώρες. Λαμβάνοντας υπόψη ότι το μερίδιο του εργατικού κόστους στο συνολικό κόστος συνεχώς μειώνεται, λόγω της εισαγωγής νέων τεχνολογιών, ενώ το αντίστοιχο κόστος των εισροών αυξάνεται, γίνεται εύκολα αντιληπτός ο πρωταγωνιστικός ρόλος της ΔΕ στη σύγχρονη επιχείρηση.

Όταν η συνεργασία μεταξύ του εφοδιασμού και των άλλων λειτουργιών μιας επιχείρησης δεν είναι απόλυτη, προκαλούνται αύξηση των προμηθευτικών δαπανών, διακοπές στην παραγωγή, απώλεια εσόδων και κατ' επέκταση μείωση της ανταγωνιστικότητας. Συγχρόνως, η ΔΕ μπορεί να συνεισφέρει στο σχεδιασμό βελτιωμένων και πιο ανταγωνιστικών προϊόντων. Τέλος, οι προμήθειες του δημόσιου τομέα αξιολογούνται από τις κυβερνήσεις για την ανάπτυξη της εθνικής βιομηχανίας, για την προώθηση των διεθνών εμπορικών σχέσεων και για την υποστήριξη της εξωτερικής πολιτικής.

1.2 Ορισμός της Διοίκησης Εφοδιασμού

Η Διοίκηση Εφοδιασμού ορίζεται ως ένα σύνολο ενοποιημένων δραστηριοτήτων που καθιστούν δυνατή την απόκτηση υλικών, εξοπλισμού και υπηρεσιών που απαιτούνται για την εκπλήρωση της αποστολής κάθε οικονομικής μονάδας. Έτσι, έχει την ευθύνη για το σχεδιασμό, την εφαρμογή, τη βελτιστοποίηση και τη διαχείριση των εξωτερικών και εσωτερικών συνιστωσών που συγκροτούν το σύστημα εφοδιασμού μιας επιχείρησης ή ενός μη κερδοσκοπικού οργανισμού.

Σε στρατηγικό επίπεδο η ΔΕ:

- ✓ Ανιχνεύει ευκαιρίες και απειλές από το περιβάλλον εφοδιασμού
- ✓ Καθορίζει στρατηγικές για την προμήθεια όλων των βασικών εισροών
- ✓ Διαμορφώνει τις σχέσεις μεταξύ της επιχείρησης και των προμηθευτών
- ✓ Καθορίζει την αλυσίδα προστιθέμενης αξίας των προϊόντων

- ✓ Συμμετέχει ενεργά στην ομάδα επιχειρησιακού προγραμματισμού

Σε λειτουργικό επίπεδο η ΔΕ:

- ✓ Διαπιστώνει ανάγκες πρώτων υλών και εξαρτημάτων σε κάθε στάδιο της παραγωγής
- ✓ Εντοπίζει και επιλέγει τους καταλληλότερους προμηθευτές, διαχειρίζεται και καλλιεργεί τις σωστές σχέσεις μαζί τους
- ✓ Ελαχιστοποιεί το κόστος της αλυσίδας εφοδιασμού, τόσο εκτός επιχείρησης σε επίπεδο προμηθευτών, όσο και εντός κατά τη μετατροπή των εισροών σε προϊόντα ή υπηρεσίες
- ✓ Ελαχιστοποιεί τους κινδύνους διακοπών εφοδιασμού, αλλά και υπέρμετρων αυξήσεων κόστους αγορών
- ✓ Παρακολουθεί τα επίπεδα αποθέματος και προγραμματίζει αγορές
- ✓ Παραλαμβάνει, ελέγχει, ταξινομεί, παρακολουθεί πάσης φύσεως εισροές/ εκροές
- ✓ Οργανώνει την εσωτερική διανομή στην επιχείρηση

Ο εφοδιασμός ως λειτουργία παρουσιάζει πολλές ομοιότητες με τη λειτουργία του marketing, αφού και οι δύο διατηρούν συνεχή επαφή με τις αγορές. Ο εφοδιασμός διενεργεί «έρευνα πηγών προμήθειας» σε αντιστοιχία με το marketing που διενεργεί «έρευνα πελατών». Επίσης, η διαχείριση των προμηθευτών και των πελατών εμφανίζουν πολλές ομοιότητες, ενώ παρόμοιες αναλογίες εντοπίζονται σε όλες σχεδόν τις επί μέρους δραστηριότητες των παραπάνω επιχειρησιακών λειτουργιών. Είναι προφανές ότι ένας έμπορος για να είναι επιτυχημένος πρέπει να συνδυάζει τόσο ικανότητες πωλητή όσο και αγοραστή. Εν τούτοις, μόνο τα τελευταία χρόνια ο εφοδιασμός έχει κατακτήσει την ίδια θέση με το marketing ως προς την εκτίμηση και τη βαρύτητα. Δυστυχώς στο παρελθόν ο εφοδιασμός αντιμετωπίστηκε ως λειτουργία δεύτερης γραμμής με διεκπεραιωτικό χαρακτήρα.

Στις σύγχρονες επιχειρήσεις η λειτουργία του εφοδιασμού αντιμετωπίζεται πλέον ως «ανάστροφο marketing», αφού τα υπεύθυνα στελέχη του εφοδιασμού εφαρμόζουν στρατηγικές προσέλευσης προμηθευτών υψηλής στάθμης. Η συνεργασία με προμηθευτές υψηλής στάθμης ανυψώνει την αξία των προϊόντων της επιχείρησης, ενώ ο προσεταιρισμός τους είναι ιδιαίτερα κρίσιμος σε συνθήκες που παρουσιάζονται ελλείψεις πρώτων υλών ή συχνές τεχνολογικές καινοτομίες. Η συνεχώς αυξανόμενη σημασία των προμηθειών μεταξύ των επιχειρήσεων

προκύπτει από το γεγονός ότι υπερβαίνουν κατά 3.5 φορές σε δαπάνες τις πωλήσεις που γίνονται κατευθείαν σε μεμονωμένους καταναλωτές.

Η σπουδαιότητα της Διοίκησης Εφοδιασμού έγκειται στα εξής:

- ✓ Διαθεσιμότητα υλικών (την κατάλληλη στιγμή, στο σωστό μέρος)
- ✓ Αξία υλικών (κόστος)
- ✓ Ποσοστό αγοραζόμενων υλικών στο συνολικό κόστος του προϊόντος
- ✓ Τύποι αγοραζόμενων υλικών (επιλογή κατάλληλων προμηθευτών, ανταγωνισμός)

Η λειτουργία του εφοδιασμού στις σύγχρονες επιχειρήσεις αποκτά ιδιαίτερη σημασία για δύο λόγους. Ο ένας είναι η έντονη τάση μείωσης των αποθεμάτων εξαιτίας του υψηλού διαχειριστικού κόστους που αυτά συνεπάγονται. Ο δεύτερος, το γεγονός ότι στη σύγχρονη εποχή έχουν διαμορφωθεί τεχνολογίες και προγράμματα αυτόματης παρακολούθησης διαθεσιμότητας των προϊόντων με συνέπεια τη μείωση του αναγκαίου κάθε στιγμή αποθέματός τους. Επιπλέον, οι τεχνολογίες αυτές φέρνουν την επιχείρηση σε άμεση επαφή με τους προμηθευτές της, ώστε η λειτουργία του εφοδιασμού να γίνεται γρηγορότερα, με ακρίβεια, στο σωστό χρόνο και στη σωστή τιμή.

Κεφάλαιο 2

Εφοδιαστική Αλυσίδα

- 2.1. Επισκόπηση στην Εφοδιαστική Αλυσίδα
- 2.2. Η Διάταξη των Δικτύων της Εφοδιαστικής Αλυσίδας
- 2.3. Μελέτη των κρίκων της Εφοδιαστικής Αλυσίδας
 - 2.3.1. Διαστάσεις Δικτύου της Εφοδιαστικής Αλυσίδας
 - 2.3.2. Τύποι σχέσεων κατά μήκος της Εφοδιαστικής Αλυσίδας
- 2.4. Η σημασία της Εφοδιαστικής Αλυσίδας στην επιχείρηση
- 2.5. Νέες τεχνολογίες και τάσεις στην Εφοδιαστική Αλυσίδα
 - 2.5.1. Νέες τεχνολογίες
 - 2.5.2. Νέες τάσεις

2 ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ

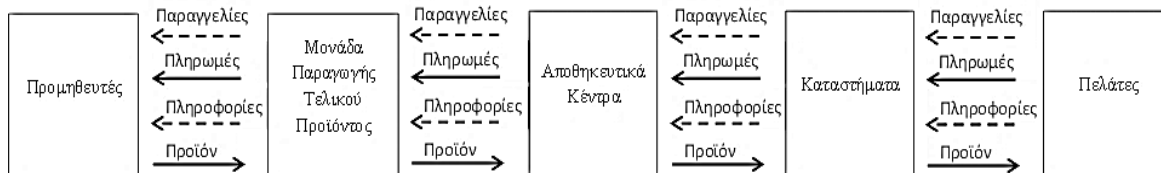
2.1 Επισκόπηση στην Εφοδιαστική Αλυσίδα

Μία από τις σημαντικότερες εξελίξεις στη σύγχρονη επιχειρησιακή διαχείριση αποτελεί το γεγονός ότι οι επιχειρήσεις δεν ανταγωνίζονται πλέον ως αυτόνομες παραγωγικές οντότητες, αλλά ως αλυσίδες εφοδιασμού. «Στο σημερινό περιβάλλον δεν ανταγωνίζονται οι εταιρίες, αλλά οι αλυσίδες εφοδιασμού τους», αναφέρει χαρακτηριστικά ο Martin Christopher, καθηγητής Marketing και Logistics στο Granfield University της Αγγλίας. Σε αυτό το ανταγωνιστικό περιβάλλον, η επιτυχία της επιχείρησης θα εξαρτηθεί από τη δυνατότητα της διοίκησης να διαχειριστεί το περίπλοκο δίκτυο των επιχειρησιακών της σχέσεων. Στις μέρες μας, η διαχείριση των πολλαπλών αυτών σχέσεων παραγωγής – διανομής προϊόντων αναφέρεται ως Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας ή Διαχείριση Αλυσίδας Εφοδιασμού (Supply Chain Management, SCM).

Η Αλυσίδα Εφοδιασμού (ΑΕ) δεν είναι μια αλυσίδα επιχειρήσεων με σχέσεις επιχείρησης προς επιχείρηση (B2B), αλλά ένα δίκτυο πολλαπλών επιχειρήσεων και σχέσεων. Μια ΑΕ αποτελείται από στάδια, τα οποία συμβάλλουν, άμεσα ή έμμεσα, στην ικανοποίηση της ανάγκης του πελάτη. Δεν περιλαμβάνει μόνο τον παραγωγό και τους προμηθευτές, αλλά και τους μεταφορείς, τις αποθήκες, τους λιανεμπόρους και τους πελάτες. Για παράδειγμα, τα ενδεικτικά στάδια της ΑΕ ενός πακέτου τσιγάρων διακρίνονται:

1. Στην ανάγκη του καταναλωτή να αγοράσει τσιγάρα (marketing)
2. Στα καταστήματα τα οποία πωλούν τσιγάρα (πωλήσεις)
3. Στις αποθήκες που εφοδιάζουν τα συγκεκριμένα καταστήματα τσιγάρα (εφοδιασμός)
4. Στην κεντρική μονάδα παραγωγής τσιγάρων (παραγωγή)
5. Στους προμηθευτές της μονάδας παραγωγής (συσκευασία, καπνός)
και των πρώτων υλών (προμήθειες)

Επιπλέον, η ΑΕ είναι δυναμική και περιλαμβάνει τη συνεχή ροή πληροφοριών, προϊόντων και χρηματικών πόρων μεταξύ των διαφορετικών σταδίων (βλέπε Σχήμα 2.1 παρακάτω).

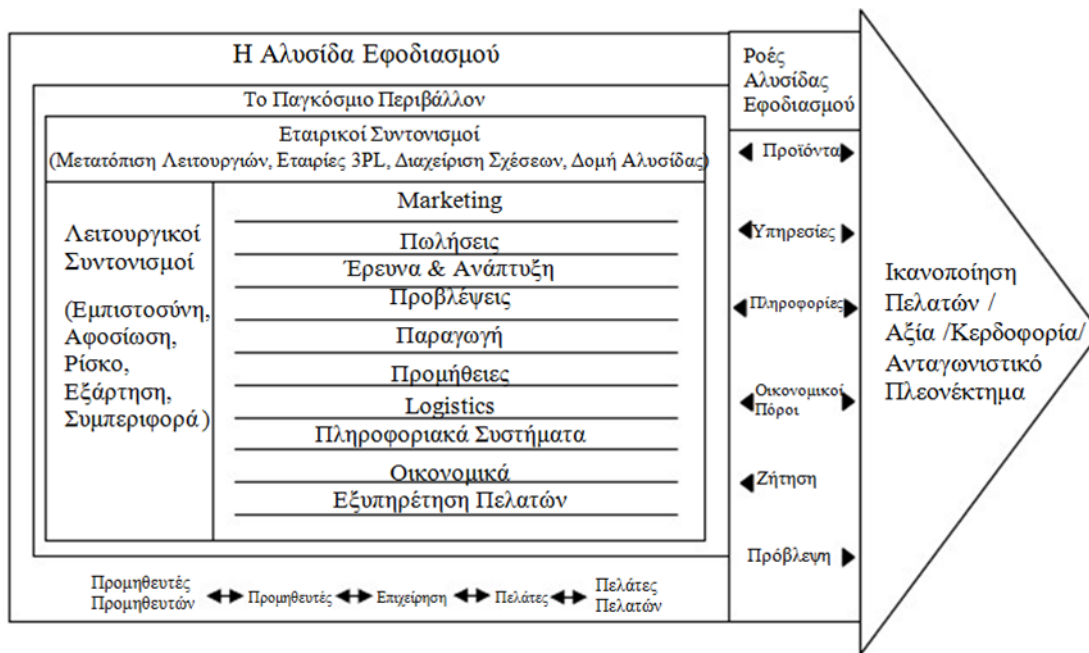


Σχήμα 2.1. Κύριες Ροές στην Αλυσίδα Εφοδιασμού

Η διαχείριση της ΑΕ στοχεύει στη συνολική αρτιότητα των διαδικασιών της επιχείρησης και επιδιώκει έναν πιο αποτελεσματικό τρόπο διαχείρισης των επιχειρήσεων και των σχέσεων με τα άλλα μέλη της αλυσίδας. Έπειτα από προσεκτική μελέτη των ορισμών που έχουν δοθεί στο παρελθόν σχετικά με τη ΔΑΕ, το 2001 στο περιοδικό «Journal of Business Logistics» δημοσιεύτηκε ο παρακάτω ορισμός:

«Διαχείριση Αλυσίδας Εφοδιασμού ορίζεται ο συστηματικός και στρατηγικός συντονισμός των παραδοσιακών επιχειρησιακών λειτουργιών και των τακτικών που ακολουθούνται από την ίδια την επιχείρηση, καθώς και των λειτουργιών της σε σχέση με τις άλλες επιχειρήσεις της αλυσίδας εφοδιασμού, με στόχο τη μακροχρόνια βελτίωση της απόδοσης της επιχείρησης, αλλά και ολόκληρης της αλυσίδας εφοδιασμού».

Η ΑΕ μπορεί να απεικονιστεί ως ένας αγωγός με τις ροές του (προϊόντα, υπηρεσίες, πληροφορίες, οικονομικοί πόροι, πληροφορίες ζήτησης και πρόβλεψης), τομή του οποίου απεικονίζεται στο Σχήμα 2.2. (παρακάτω) Οι λειτουργίες του marketing, των πωλήσεων, της έρευνας και ανάπτυξης, των προβλέψεων, της παραγωγής, των προμηθειών, των Logistics, των πληροφοριακών συστημάτων, των οικονομικών και της εξυπηρέτησης πελατών δημιουργούν και διαχειρίζονται τις ροές αυτές από τους αρχικούς προμηθευτές έως τους τελικούς πελάτες, ώστε να προσφέρουν αξία και να ικανοποιήσουν τους πελάτες. Επιπλέον, στο Σχήμα 2.2. φαίνεται ο σημαντικός ρόλος της αξίας και της ικανοποίησης των πελατών με απώτερο σκοπό την κερδοφορία της επιχείρησης και την απόκτηση ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος. Τέλος, για την αποτελεσματική διαχείριση της ΑΕ επιβάλλεται ο αποτελεσματικός συντονισμός των λειτουργιών της εταιρίας με αυτές των επιμέρους εταιριών της ΑΕ.



Σχήμα 2.2. Μοντέλο Διαχείρισης της ΕΑ

Στο σημείο αυτό πρέπει να επισημάνουμε τη διαφορά των εννοιών «Εφοδιαστική Αλυσίδα» και «Logistics», καθώς πολύ συχνά συγχέονται. Με τον όρο Logistics εννοούμε

«Το τμήμα εκείνο της Διαχείρισης Εφοδιαστικής Αλυσίδας που σχεδιάζει, υλοποιεί και ελέγχει την αποδοτική και αποτελεσματική, κανονική και αντίστροφη, ροή και αποθήκευση των προϊόντων, υπηρεσιών και των σχετικών πληροφοριών από το σημείο προέλευσης τους έως το σημείο κατανάλωσής τους, ώστε να ικανοποιηθούν οι απαιτήσεις των πελατών».

Τα Logistics βρίσκουν εφαρμογή σε δύο κυρίως πεδία. Το πρώτο είναι η επιχείρηση, η οποία πρέπει να οργανώσει την εισροή, την εσωτερική διακίνηση και την εκροή υλικών και προϊόντων με τέτοιον τρόπο, έτσι ώστε να εξασφαλίζει τη μέγιστη ικανοποίηση των πελατών της. Το δεύτερο είναι η ΕΑ, η οποία αποτελείται από όλες εκείνες τις επιχειρήσεις και οργανισμούς που είναι απαραίτητοι έτσι ώστε ένα προϊόν, από πρώτες ύλες να καταλήξει στον τελικό πελάτη. Η αποτελεσματική οργάνωση και διοίκηση της ροής προϊόντων και πληροφοριών σε αυτήν την αλυσίδα αποτελεί επιτακτική ανάγκη σε μία παγκοσμιοποιημένη και ψηφιακή οικονομία, όπου ο ανταγωνισμός από ατομικός (επιχείρηση εναντίον επιχείρησης) γίνεται συλλογικός (εφοδιαστική αλυσίδα εναντίον εφοδιαστικής αλυσίδας).

Ενδεικτικές περιοχές εφαρμογών των Logistics αποτελούν τα: Business Logistics, Systems Logistics, Maritime Logistics, Logistics Υγείας, Logistics Στρατού,

Περιβαλλοντικά Logistics, City Logistics, Crisis Logistics, Logistics Υπηρεσιών, Agro-logistics και Reverse Logistics.

2.2 Η Διάταξη των Δικτύων της Εφοδιαστικής Αλυσίδας

Η διάταξη/ δομή των δικτύων της ΕΑ αποτελείται από εταιρίες, που είναι οι κρίκοι της αλυσίδας, καθώς και από τις μεταξύ τους σχέσεις. Οι εταιρίες αυτές συμμετέχουν στην ΕΑ από τις πρώτες ύλες έως τον τελικό καταναλωτή. Οι υπεύθυνοι της ΕΑ μιας εταιρίας είναι αρκετά δύσκολο να λάβουν αποφάσεις για μια αλλαγή στην αλυσίδα, διότι πρέπει να εξετάσουν διάφορους παράγοντες, όπως η πολυπλοκότητα του προϊόντος, ο αριθμός των εν δυνάμει προμηθευτών, η διαθεσιμότητα των πρώτων υλών, το μήκος της ΕΑ (πλήθος κρίκων) και ο αριθμός των προμηθευτών και των πελατών σε κάθε επίπεδο. Θα ήταν σπάνιο για μια εταιρία να συμμετέχει μόνο σε μια αλυσίδα εφοδιασμού. Θα μπορούσαμε μάλιστα να την παρομοιάσουμε μ' ένα δέντρο όπου τα κλαδιά και οι ρίζες είναι το εκτενές δίκτυο των πελατών και των προμηθευτών.

Οι σχέσεις που αναπτύσσονται κατά μήκος της ΕΑ διαφέρουν μεταξύ τους, καθώς κάποιες είναι πρωταρχικής σημασίας και άλλες όχι. Η διοίκηση κάθε εταιρίας κρίνεται αναγκαίο να επιλέγει το κατάλληλο επίπεδο συνεργασίας για την κάθε μία σχέση, ώστε μέσω αυτής να αποφέρει τα μέγιστα για την επιχείρηση.

Είναι σημαντικό να υπάρχει μια σαφής γνώση και κατανόηση για τον τρόπο μέσω του οποίου διαμορφώνεται η δομή των δικτύων της ΕΑ. Τα τρία βασικά στοιχεία της δομής των δικτύων μιας επιχείρησης είναι:

1. Οι κρίκοι της αλυσίδας εφοδιασμού,
2. Οι διαστάσεις του δικτύου και
3. Οι διαφορετικοί τύποι σχέσεων κατά μήκος της αλυσίδας εφοδιασμού.

2.3 Μελέτη των κρίκων της Εφοδιαστικής Αλυσίδας

Για να καθοριστεί η δομή των δικτύων είναι απαραίτητο να προσδιοριστούν οι εταιρίες, οι οποίες αποτελούν τους κρίκους της ΕΑ. Λαμβάνοντας υπόψη όλες αυτές, το συνολικό δίκτυο μπορεί να γίνει ιδιαίτερα σύνθετο, δεδομένου ότι μπορεί να μεγαλώσει κατά πολύ ο αριθμός των κρίκων που προστίθενται από επίπεδο σε επίπεδο. Μια επιχείρηση είναι αδύνατο να διαχειριστεί όλες τις σχέσεις μεταξύ των κρίκων σε κάθε επίπεδο της ΕΑ. Σε κάποιες περιπτώσεις κάτι τέτοιο θα ήταν εφικτό. Όχι όμως και παραγωγικό! Το μυστικό

της αποτελεσματικής διαχείρισης είναι κάθε επιχείρηση να καθορίσει τα κριτήρια που είναι κρίσιμα για την επιτυχία της και σύμφωνα με αυτά να προσδιορίσει τους κρίκους της αλυσίδας όπου θα εστιάσει τους πόρους και την προσοχή της.

Προκειμένου να καταστεί ένα σύνθετο δίκτυο πιο εύχρηστο, διακρίνουμε τους κρίκους σε βασικούς και υποστηρικτικούς, οι ορισμοί των οποίων βασίζονται στα μέλη του Παγκοσμίου Φόρουμ Αλυσίδας Εφοδιασμού (ΠΦΑΕ).

Οι **βασικοί κρίκοι** μιας ΕΑ είναι όλες οι αυτόνομες επιχειρήσεις οι οποίες εκτελούν δραστηριότητες που προσθέτουν αξία στο τελικό προϊόν. Για παράδειγμα, σε μια εταιρία που κατασκευάζει έπιπλα, βασικός κρίκος της εφοδιαστικής της αλυσίδας είναι μια εταιρία που παρέχει το αναγκαίο ξύλο.

Αντίθετα, οι **υποστηρικτικοί κρίκοι** είναι επιχειρήσεις που παρέχουν απλά πόρους και πληροφορίες για τα βασικά μέλη της ΕΑ. Για παράδειγμα, στις επιχειρήσεις υποστήριξης περιλαμβάνονται οι εταιρίες ενοικίασης φορτηγών (για τους κατασκευαστές), οι τράπεζες που δανείζουν χρήματα (για τους λιανοπωλητές), οι ιδιοκτήτες αποθηκευτικών χώρων για εμπορεύματα ή οι επιχειρήσεις παροχής εξοπλισμού παραγωγής, διαφημιστικών φυλλαδίων ή τηλεφωνικής υποστήριξης (εξωτερικά τηλεφωνικά κέντρα).

Η ίδια η επιχείρηση μπορεί να εκτελέσει τόσο τις βασικές και τις υποστηρικτικές δραστηριότητες μιας διαδικασίας, όσο και τις υποστηρικτικές δραστηριότητες που έχουν σχέση με μια άλλη διαδικασία. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ο παραγωγός/ κατασκευαστής OEM (Original Equipment Manufacturer) που αγοράζει κάποιο σημαντικό και σύνθετο εξοπλισμό παραγωγής από έναν προμηθευτή. Όταν αυτός αναπτύσσει νέα προϊόντα, συνεργάζεται πολύ στενά με τον προμηθευτή εξοπλισμού, για να εξασφαλιστεί ότι είναι διαθέσιμος ο ανάλογος εξοπλισμός που απαιτείται στην παραγωγή του νέου προϊόντος. Για το λόγο αυτό ο προμηθευτής είναι ένας βασικός κρίκος στη διαδικασία ανάπτυξης και εμπορευματοποίησης νέων προϊόντων του παραγωγού/ κατασκευαστή. Παρ' όλα αυτά, μόλις τα μηχανήματα τεθούν σε λειτουργία, ο προμηθευτής είναι υποστηρικτικός και όχι βασικός κρίκος για τη διαδικασία της παραγωγής, αφού η παροχή εξοπλισμού δεν προσθέτει μόνη της αξία στην διαδικασία παραγωγής.

Πρέπει να σημειωθεί ότι η διάκριση μεταξύ των βασικών και υποστηρικτικών κρίκων της ΕΑ δεν είναι προφανής σε όλες τις περιπτώσεις. Παρ' όλα αυτά αποτελεί μια απλοποίηση για τη διεύθυνση και ταυτόχρονα προσδιορίζει τις βασικές κατευθύνσεις για το ποιοι πρέπει να θεωρούνται βασικά μέλη της ΕΑ.

Ο προσδιορισμός των βασικών και των υποστηρικτικών κρίκων πιθανόν να καθορίσει το αρχικό σημείο της αλυσίδας εφοδιασμού μιας εταιρίας. Δηλαδή, ανάλογα με τον κρίκο που θα θεωρηθεί ως αρχικός, αντίστοιχα και το συγκεκριμένο σημείο θεωρείται το αρχικό της εφοδιαστικής αλυσίδας. Το αρχικό σημείο της ΕΑ εμφανίζεται στο σημείο στο οποίο δεν υπάρχει κανένας προηγούμενος προμηθευτής, ενώ το σημείο κατανάλωσης βρίσκεται εκεί όπου καμία περαιτέρω αξία δεν προστίθεται και το προϊόν ή η υπηρεσία καταναλώνεται.

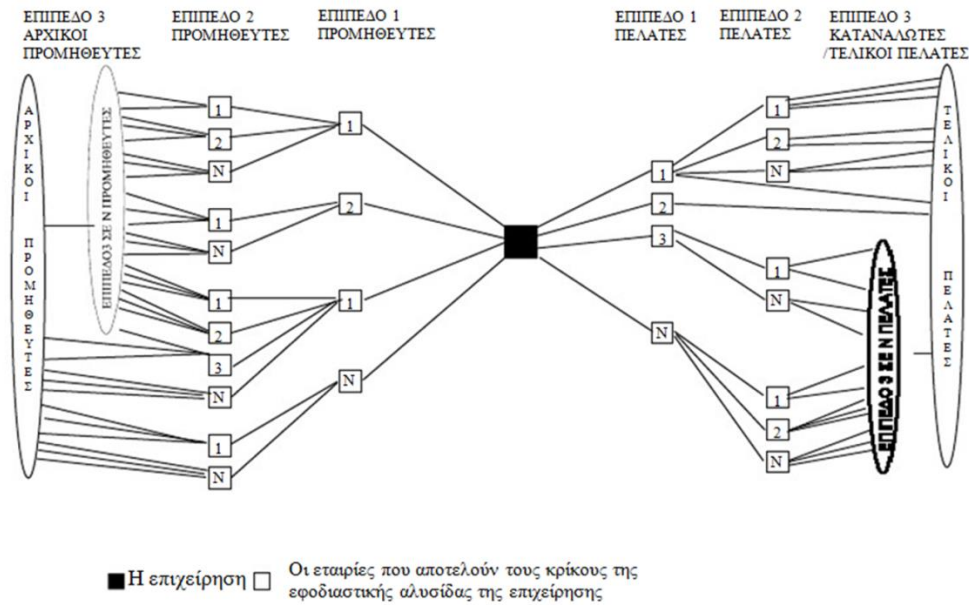
2.3.1 Διαστάσεις Δικτύου της Εφοδιαστικής Αλυσίδας

Οι διαστάσεις ενός δικτύου όταν περιγράφουμε, αναλύουμε και διαχειριζόμαστε την ΕΑ είναι τρεις: η οριζόντια, η κάθετη και η οριζόντια θέση της επιχείρησης στην αλυσίδα εφοδιασμού.

Η **οριζόντια διάσταση** αναφέρεται στον αριθμό των επιπέδων κατά μήκος της ΕΑ (βλέπε Σχήμα 2.3. παρακάτω), η οποία μπορεί να είναι μακριά, με πολυάριθμα επίπεδα ή σύντομη, με λίγα επίπεδα. Για παράδειγμα, το δίκτυο για μια εταιρία που παράγει χαλίκια είναι σχετικά περιορισμένο. Η **κάθετη διάσταση** αναφέρεται στον αριθμό των προμηθευτών/ πελατών που υφίστανται σε κάθε επίπεδο (βλέπε Σχήμα 2.3. παρακάτω). Μια επιχείρηση μπορεί να έχει στενή κάθετη διάσταση με λίγες επιχειρήσεις σε κάθε επίπεδο ή ευρεία με πολλούς προμηθευτές/ πελάτες σε κάθε επίπεδο.

Η τρίτη διάσταση είναι η **οριζόντια θέση** της επιχείρησης μέσα στην ΕΑ. Μια επιχείρηση μπορεί να τοποθετηθεί στην αρχική πηγή ανεφοδιασμού ή κοντά σ' αυτήν, στον τελευταίο πελάτη ή κοντά σ' αυτόν, αλλά και κάπου μεταξύ αυτών των ακραίων σημείων της αλυσίδας.

Η αύξηση ή μείωση του αριθμού των προμηθευτών/ πελατών επηρεάζει τη δομή της ΕΑ. Για παράδειγμα, όσο οι επιχειρήσεις περιορίζουν τους προμηθευτές, η ΕΑ μπορεί να γίνει στενότερη. Οι δραστηριότητες Logistics, παραγωγής, marketing και ανάπτυξης προϊόντων είναι ένα άλλο παράδειγμα λήψης αποφάσεων που μπορεί να αλλάξει τη δομή της ΕΑ, να αυξήσει το μήκος και το πλάτος της και επιπλέον να επηρεάσει την οριζόντια θέση της επιχείρησης στο δίκτυο.



Σχήμα 2.3. Διαστάσεις Εφοδιαστικής Αλυσίδας

Οι αλυσίδες εφοδιασμού που αποτελούνται από πολλά επίπεδα προμηθευτών/ πελατών πρώτου επιπέδου απαιτούν περισσότερους πόρους. Όσο αυξάνεται ο αριθμός των προμηθευτών/ πελατών, τόσο προστίθεται αξία στο προϊόν με αποτέλεσμα να αυξάνονται οι πόροι που πρέπει να διαθέσει η επιχείρηση για να αποκτήσει αυτή την υπηρεσία/ προϊόν. Έχει παρατηρηθεί ότι οι επιχειρήσεις με ευρείες κάθετες δομές διαχειρίζονται αποτελεσματικά μόνο πελάτες ή προμηθευτές δεύτερου επιπέδου. Μάλιστα κάποιες επιχειρήσεις έχουν μεταφέρει την εξυπηρέτηση των μικρών πελατών στους διανομείς, με αποτέλεσμα να μετακινούν τους μικρούς πελάτες χαμηλότερα στην ΕΑ από την κεντρική επιχείρηση.

Οι αλυσίδες εφοδιασμού φαίνονται διαφορετικές από την προοπτική κάθε επιχείρησης, δεδομένου ότι η διοίκηση κάθε εταιρίας θεωρεί ως κεντρική επιχείρηση την εταιρία της. Εντούτοις, επειδή κάθε εταιρία είναι κρίκος άλλων ΕΑ, είναι σημαντικό για τη διοίκηση κάθε εταιρίας να γίνουν κατανοητοί οι αλληλένδετοι ρόλοι και οι προοπτικές τους. Η ολοκλήρωση και η διαχείριση των διαδικασιών της επιχείρησης θα είναι επιτυχής μόνο αν ληφθούν υπόψη και οι άλλες επιχειρήσεις της ΕΑ. Αυτό σημαίνει ότι η ολοκλήρωση και η διαχείριση των διαδικασιών σε μία επιχείρηση πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται το συμφέρον όλων των άλλων επιχειρήσεων της αλυσίδας – όχι οικονομικά, αλλά ποιοτικά.

2.3.2 Τύποι σχέσεων κατά μήκος της Εφοδιαστικής Αλυσίδας

Το ΠΦΑΕ αναγνώρισε τέσσερις διαφορετικούς τύπους σχέσεων μεταξύ των κρίκων μιας ΕΑ. Αυτοί είναι:

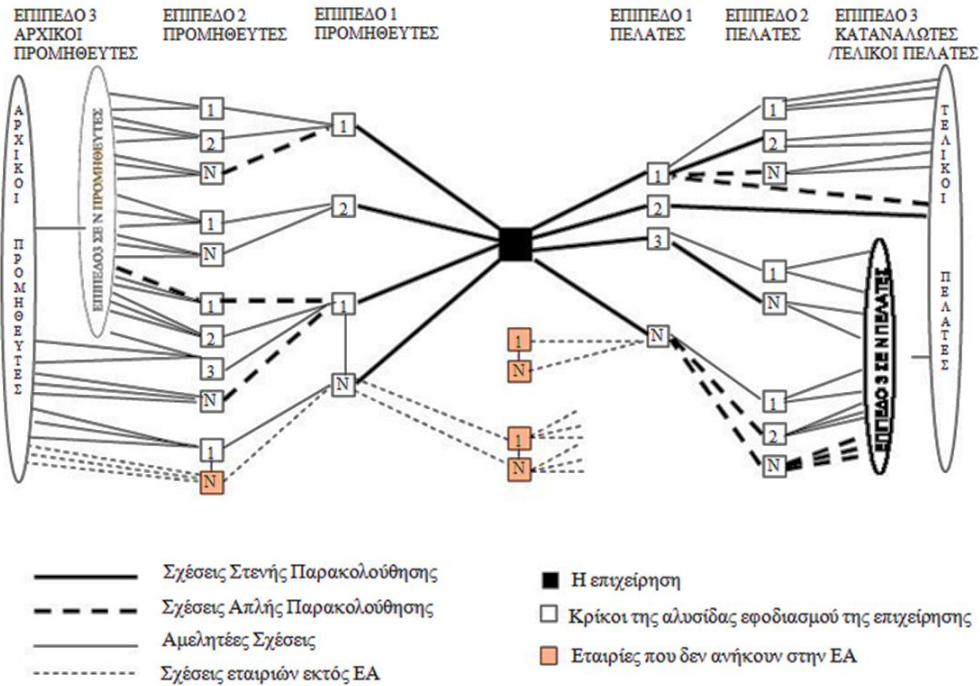
- οι σχέσεις που απαιτούν στενή παρακολούθηση,
- οι σχέσεις που απαιτούν απλή παρακολούθηση,
- οι σχέσεις που δεν απαιτούν παρακολούθηση και
- οι σχέσεις μεταξύ εταιριών που δεν ανήκουν στην ΕΑ.

Σχέσεις Στενής Παρακολούθησης: Είναι οι πολύ σημαντικές σχέσεις που αναπτύσσει η εταιρία με τους άλλους κρίκους της αλυσίδας. Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 2.4. παρακάτω, η εταιρία θα πρέπει να αναπτύξει σχέσεις στενής παρακολούθησης με τους προμηθευτές και τους πελάτες πρώτου επιπέδου, αλλά και με τους τελικούς πελάτες.

Σχέσεις Απλής Παρακολούθησης: Αυτές οι σχέσεις δεν είναι τόσο σημαντικές όσο οι προηγούμενες, αλλά είναι σημαντικές για την επιχείρηση, γι' αυτό και πρέπει να διαχειρίζονται με αποτελεσματικό τρόπο.

Αμελητέες Σχέσεις: Αυτές οι σχέσεις δεν είναι σημαντικές για την επιχείρηση, γι' αυτό και δεν κρίνεται αναγκαίο να δαπανηθούν πόροι για την παρακολούθηση και διαχείρισή τους.

Σχέσεις Εταιριών εκτός ΕΑ: Πολλές φορές η ΕΑ επηρεάζεται από αποφάσεις που λαμβάνονται σε άλλες, άμεσα εξαρτώμενες, ΕΑ. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα όπου ένας προμηθευτής της επιχείρησης είναι και προμηθευτής του κύριου ανταγωνιστή της επιχείρησης, πράγμα το οποίο ενδέχεται να έχει επιπτώσεις στην επιχείρηση και στην ΕΑ της, όπως η διαρροή εμπιστευτικών πληροφοριών, ο χρόνος διαθεσιμότητας των ημι-προϊόντων κ.α. Αυτές οι σχέσεις, παρ' όλο που δεν ανήκουν στην ΕΑ της επιχείρησης, είναι δυνατό να επηρεάσουν την απόδοσή της.



Σχήμα 2.4. Τύποι σχέσεων κατά μήκος της ΕΑ

2.4 Η σημασία της Εφοδιαστικής Αλυσίδας στην επιχείρηση

Η κατάλληλη διαχείριση της ΕΑ μιας εταιρίας είναι δυνατόν να προσθέσει αξία στους πελάτες και τους προμηθευτές της. Τα προϊόντα/ υπηρεσίες που προσφέρει μια εταιρία δεν έχουν καμία αξία, όταν δεν προσφέρονται στους πελάτες τη στιγμή και στην τοποθεσία που τα επιθυμούν, πράγμα για το οποίο είναι υπεύθυνη η ΕΑ της εταιρίας.

Οι αποφάσεις που λαμβάνονται για την ΕΑ μιας εταιρίας παίζουν σημαντικό ρόλο στην επιτυχία ή στην αποτυχία της εταιρίας.

Σημαντική Μείωση Κόστους

Σύμφωνα με στοιχεία που παρατίθενται από τον R. H. Ballou, το κόστος των υπηρεσιών Logistics για μια εταιρία κυμαίνεται από το 4% έως 30% των πωλήσεών της. Ειδικότερα στην εποχή μας που επικρατεί η τάση της παγκοσμιοποίησης, οι επιχειρήσεις πρέπει να ανταπεξέλθουν σε ένα κλίμα παγκόσμιου ανταγωνισμού και να επιχειρήσουν να εισέλθουν στην παγκόσμια αγορά. Καθώς αυτό συμβαίνει, η ΕΑ και οι υπηρεσίες Logistics γίνονται ολοένα και πιο σημαντικά, καθώς το κόστος τους συνεχώς αυξάνεται (ιδιαίτερα το μεταφορικό). Έτσι, η σωστή διαχείριση της ΕΑ αποφέρει σημαντικές εξοικονομήσεις σε μια εταιρία.

Σημαντική Αύξηση Αξίας για τον Πελάτη

Η ΕΑ είναι υπεύθυνη για τη διάθεση του προϊόντος/ υπηρεσίας στον πελάτη τη χρονική στιγμή και στην τοποθεσία που εκείνος το επιθυμεί. Η αξία που προστίθεται στον πελάτη μέσω της ΕΑ είναι ισάξια με εκείνη της παραγωγής ενός ποιοτικού προϊόντος ή της διάθεσής του σε χαμηλή τιμή.

Οι αξίες που προστίθενται σε ένα προϊόν είναι τέσσερις: η μορφή, ο χρόνος, η τοποθεσία και η κτήση. Η παραγωγή προσδίδει την αξία της μορφής, αφού μέσα από την παραγωγή οι πρώτες ύλες μετατρέπονται σε τελικό προϊόν. Η ΕΑ προσδίδει στο προϊόν τις αξίες του χρόνου και της τοποθεσίας, όπου μέσω της διαχείρισης των μέσων μεταφοράς, των αποθεμάτων και των πληροφοριών κατά μήκος της αλυσίδας διαθέτει το προϊόν τη στιγμή και στην τοποθεσία που το επιθυμεί ο πελάτης. Για την αξία κτήσης υπεύθυνοι είναι το τμήμα marketing, το τμήμα μηχανικών και το τμήμα οικονομικών (διαφήμιση, όροι πληρωμής, υποστήριξη μετά την πώληση κλπ).

Σημαντική Συμβολή στη Διαμόρφωση Στρατηγικής

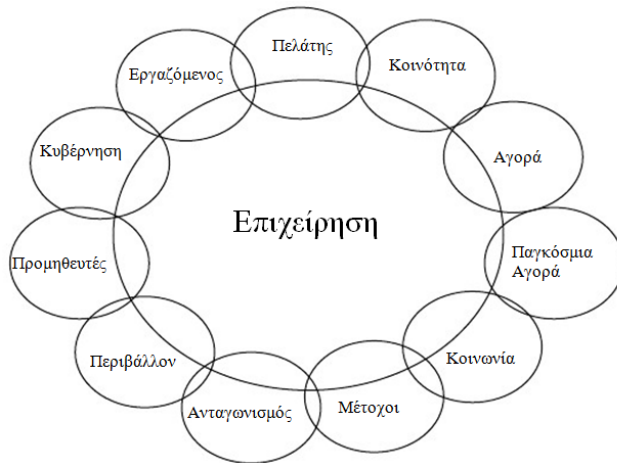
Πολλές εταιρίες προσπαθούν να βρουν τρόπους με τους οποίους θα διαφοροποιήσουν τα προϊόντα/ υπηρεσίες τους από εκείνα του ανταγωνισμού. Η ΕΑ επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό το επίπεδο εξυπηρέτησης που επιθυμεί η εταιρία να προσφέρει στους πελάτες της. Έτσι η εταιρία μπορεί να επιτυγχάνει διάφορα επίπεδα εξυπηρέτησης πελατών ανάλογα με την αγορά στην οποία απευθύνεται. Με την κατάλληλη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας της, μια εταιρία μπορεί να αυξήσει τα κέρδη της απευθυνόμενη σε νέες αγορές ή αυξάνοντας το μερίδιό της στην αγορά.

2.5 Νέες τεχνολογίες και τάσεις στην Εφοδιαστική Αλυσίδα

Το διαδίκτυο (Internet) και τα μέσα ηλεκτρονικής επικοινωνίας δίνουν τη δυνατότητα στις επιχειρήσεις να ανταποκρίνονται σε μικρότερο χρονικό διάστημα στα αιτήματα των πελατών τους. Με το Internet οι καταναλωτές/ πελάτες είναι δυνατόν να θέσουν την παραγγελία τους σε μικρό χρονικό διάστημα και η εταιρία να την επεξεργαστεί άμεσα, με αποτέλεσμα να συρρικνώνεται ο χρόνος του κύκλου της παραγγελίας (Order Cycle Time) και να αυξάνεται το επίπεδο εξυπηρέτησης των πελατών.

Τα χαρακτηριστικά της ΕΑ στο μέλλον (ηλεκτρονική αλυσίδα εφοδιασμού) θα είναι το χαμηλό κόστος και η υψηλή ευελιξία, ως αποτέλεσμα της ενσωμάτωσης νέων τεχνολογιών που θα μεταλλάξουν τη μορφή της εφοδιαστικής αλυσίδας από γραμμική σε κυκλική, όπου

οι εξαρτήσεις, αλλά και οι ευκαιρίες θα μεγαλώνουν με εκθετικό τρόπο. Στο μέλλον, οι επενδύσεις σε εγκαταστάσεις και εξοπλισμό αναμένεται να αντικατασταθούν από επενδύσεις σε νέα τεχνολογία. Οι κρίκοι της εφοδιαστικής αλυσίδας θα επικοινωνούν με ηλεκτρονικές συνδέσεις προκειμένου κάθε κρίκος της αλυσίδας να είναι σε θέση να αντλεί άμεσα την πληροφορία που επιθυμεί (βλέπε Σχήμα 2.5. παρακάτω).



Σχήμα 2.5. Δομή της Ηλεκτρονικής Αλυσίδας Εφοδιασμού

Είναι γενικώς αποδεκτό ότι η ΕΑ είναι ένα περίπλοκο σύστημα στο οποίο εμπλέκονται πολλά μέλη. Για το λόγο αυτό είναι πολύ σημαντικό κάθε κρίκος της να λειτουργεί σωστά, δηλαδή με τη μέγιστη ταχύτητα, ελάχιστα έως καθόλου λάθη, ευελιξία, τον ανάλογο συγχρονισμό, το χαμηλότερο δυνατό κόστος, άπλετη πληροφορία και διαφάνεια. Τις τελευταίες δύο δεκαετίες έχουν γίνει σημαντικά

βήματα για τον εκσυγχρονισμό της ΕΑ και αναμένεται οι τάσεις αυτές να εντατικοποιηθούν μέσα στην επόμενη πενταετία, πράγμα το οποίο συνεπάγεται την εξέλιξη της ΕΑ σε σημαντική πηγή προστιθέμενης αξίας για τις επιχειρήσεις. Η εξέλιξη αυτή αποτελεί γεγονός σε πιο προηγμένες αγορές και σύντομα θα αγγίξει και την ελληνική πραγματικότητα.

2.5.1 Νέες τεχνολογίες

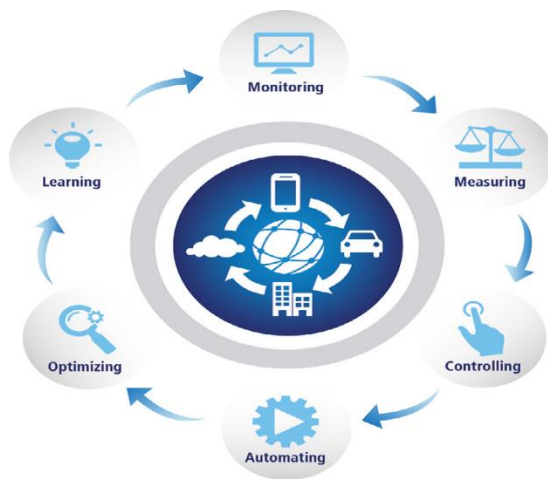
Κύριος παράγοντας αυτής της εξέλιξης είναι το γεγονός του ότι έχουμε πλέον στη διάθεσή μας τεχνολογίες, προσιτές και αποσβέσιμες, ικανές να προσαρμοστούν σε όλα τα μεγέθη των επιχειρήσεων του κλάδου. Μία τεχνολογία που θα είναι στην πρώτη γραμμή των εξελίξεων στην ΕΑ είναι το **Cloud**, μία πλέον αποδεκτή τεχνολογία που επιτρέπει την ασφαλή αποθήκευση μεγάλων όγκων δεδομένων.

Επιπλέον, η **Ρομποτική** είναι πλέον μια ώριμη τεχνολογία με πληθώρα εφαρμογών στην παραγωγή, αποθήκευση και αποστολή προϊόντων. Παράλληλα, η τεχνολογία της κίνησης και του **αυτοματισμού** παρέχει έξυπνα συστήματα διακίνησης και ταξινόμησης που αυξάνουν δραματικά την παραγωγικότητα στις διαδικασίες της ΕΑ. Καταλυτικό ρόλο

στον εφοδιασμό έχουν ήδη και θα αναπτύξουν μεγαλύτερο οι **τεχνολογίες συλλογής και επεξεργασίας δεδομένων**, όπως φορητά τερματικά, tablets και αναγνώστες κωδικών barcode, ασύρματα δίκτυα, καθώς και η τεχνολογία **RFID (Radio-Frequency Identification)**. Τα συστήματα αυτά πλέον προσφέρουν μεγάλες ταχύτητες, ευκολία στη χρήση, ασφάλεια και άριστη συνδεσιμότητα.

Παράλληλα, το **Internet of Things (IoT)** μπαίνει στη ζωή μας με ασύλληπτους ρυθμούς. Προσφέρει σε μεγάλο αριθμό εμπλεκομένων πρόσβαση σε ένα τεράστιο όγκο πληροφοριών και αναμένεται να φέρει την επανάσταση, όχι μόνο στη λειτουργία της εφοδιαστικής αλυσίδας, αλλά και στον τρόπο λήψης επιχειρηματικών αποφάσεων, καθώς και στην καταναλωτική συμπεριφορά. Το IoT μαζί με το **BDA (Big Data Analytics)** χαρακτηρίζουν την πορεία των

Logistics προς το 2020. Δημιουργήθηκε από τα Auto-ID Labs του MIT (υπεύθυνα για την εξέλιξη του RFID) και αφορά τη διασύνδεση των πραγμάτων «Things» μέσω του διαδικτύου «Internet». Με άλλα λόγια, IoT είναι η διασύνδεση πραγμάτων μέσω του Internet που τους επιτρέπει τη συλλογή και



Σχήμα 2.6. IoT – Δυνατότητες που αναπτύσσονται

ανταλλαγή πληροφοριών (βλέπε Σχήμα 2.6 παραπάνω). Και φυσικά τα BDA αποτελούν βασικό μέρος του IoT, καθώς η ανάλυση των δεδομένων που ανταλλάσσουν τα πράγματα είναι που θα προσφέρει τη γνώση στους ιθύνοντες για καλύτερες και γρηγορότερες αποφάσεις. Είναι εντυπωσιακό ότι το 1984 ο αριθμός των πραγμάτων συνδεδεμένων στο Internet ήταν 10^3 , το 2012 17×10^9 και σύμφωνα με την αμερικανική «Gartner» το 2020 μπορεί να φτάσει έως και τα 21×10^9 . Επίσης, οι CISCO και DHL σε σχετική τους έρευνα εκτιμούν ότι μόλις το 17% των πραγμάτων αυτών θα είναι ηλεκτρονικοί υπολογιστές. Στην ίδια έρευνα εκτιμάται ότι από τα 8 τρισ. δολάρια αξίας που πρόκειται παγκοσμίως να δημιουργήσει το IoT, τα 1.9 τρισ. δολάρια θα αφορούν τα Logistics.

Την έννοια του IoT έρχεται να συμπληρώσει το **Internet of Everything (IoE)**. Το IoE αφορά την ιδέα της σύνδεσης μέσω του Internet, όχι μόνο των πραγμάτων, αλλά και των

ανθρώπων, των διαδικασιών και των δεδομένων με έναν εύχρηστο τρόπο (βλέπε Σχήμα 2.7 παρακάτω). Το αποτέλεσμα είναι ένας κόσμος όπου τα φυσικά πράγματα ανταλλάσσουν πληροφορίες και λειτουργούν ως ομάδα με τον άνθρωπο για την επίτευξη μέγιστης αποδοτικότητας. Το IoT αλλάζει ήδη και θα αλλάξει δραστικά στο άμεσο μέλλον την ΕΑ. Ήδη στα συστήματα αποθήκης (WMS), μέσω των ραδιοσυχνοτήτων (RF), οι υπολογιστές διοικούν τα περονοφόρα, τα οποία σιγά-σιγά εξελίσσονται ώστε να μπορούν να λειτουργήσουν χωρίς τον ανθρώπινο παράγοντα.



Σχήμα 2.7. IoE – Η σύνδεση δικτύου των ανθρώπων, των διαδικασιών, των δεδομένων και των πραγμάτων

Αυτό που ουσιαστικά θα επιφέρει το IoT στην ΕΑ είναι νέοι τρόποι αυτοματοποίησης της λήψης αποφάσεων και απαλλαγής των ανθρώπων από τις απλές διαδικαστικές αποφάσεις της καθημερινότητας, ώστε να επικεντρώνονται στις σημαντικές διεργασίες και στις εξαιρέσεις που το σύστημα από μόνο του δε θα μπορεί να αντιμετωπίσει. Ειδικότερα, το IoT συνδέεται με το Risk Management (διαχείριση ρίσκου), ενεργοποιώντας άμεσες αποφάσεις σε περιόδους κρίσεων (π.χ. αυτόματη εντολή αγοράς -PO- σε περιπτώσεις καιρικών συνθηκών, όπως το τσουνάμι της Ιαπωνίας). Ουσιαστικά το IoT μας δείχνει ότι η μελλοντική ΕΑ θα αφορά στον ίδιο βαθμό τη μετακίνηση της πληροφορίας, όσο και τη μετακίνηση των ίδιων των προϊόντων. Συγκεκριμένα στη διανομή, το IoT θα έχει μεγάλη εφαρμογή ως απόδειξη παράδοσης (POD).

Με τη δημιουργία, τη συλλογή και τη διάδοση πληροφορίας, οι εφοδιαστικές αλυσίδες στην εποχή του IoT μπορούν να:

- ✓ Αντιληφθούν γρηγορότερα κρίσιμες καταστάσεις
- ✓ Διαχειριστούν έγκαιρα το «κινούμενο» απόθεμά τους
- ✓ Αναπροσαρμόσουν το πλάνο παραγωγής, αγορών και εισαγωγών
- ✓ Δημιουργήσουν πιο αποδοτικές παραγγελίες (ενοποίηση)
- ✓ Προβλέψουν καλύτερα τη ζήτηση
- ✓ Παρακολουθήσουν το απόθεμα κατά τη μεταφορά του (tracking) σε επίπεδο παλέτας ή κιβωτίου και σε ακρίβεια λεπτού
- ✓ Πληροφορηθούν «ζωντανά» την κατάσταση του αποθέματος
- ✓ Αυξήσουν την πληρότητα των μεταφορών (full truck)
- ✓ Προβλέψουν αστοχίες του εξοπλισμού και προβούν σε προβλεπτική συντήρηση
- ✓ Λειτουργήσουν με χαμηλότερο κόστος

Βέβαια, οι αλλαγές που φέρνει το IoT στην ΕΑ και καταλήγουν σε μείωση κόστους (cost cutting) και καλύτερη εποπτεία, προκαλούν ταυτόχρονα μεγάλο βαθμό πολυπλοκότητας. Οι νέες τεχνολογίες δημιουργούν νέες τάσεις ρεύματος που θα μεταμορφώσουν την ΕΑ στο άμεσο μέλλον.

2.5.2 Νέες τάσεις

Διαφάνεια

Μια πολύ σημαντική τάση που επηρεάζει την ΕΑ είναι η αυξημένη ανάγκη για διαφάνεια, από τις πρώτες ύλες μέχρι το ράφι. Η νομοθεσία απαιτεί καλύτερη και ακριβέστερη ανίχνευση των προϊόντων σε κάθε στάδιο της ΕΑ. Πέραν όμως τούτου, επειδή οι εταιρίες θέλουν να ικανοποιήσουν τις εσωτερικές και τις ανάγκες των πελατών τους, υιοθετούν αξιόπιστες λύσεις και συστήματα ιχνηλασιμότητας που προσφέρουν ορατότητα και βελτιστοποίηση των διαδικασιών, καθώς και διαχείριση κρίσεων.

Μείωση των κρίκων

Η τρέχουσα τάση είναι η μείωση των κλασικών κρίκων της ΕΑ για προφανείς λόγους μείωσης πόρων και αύξησης ταχύτητας. Στη βιομηχανική παραγωγή για παράδειγμα όλο
Κεφάλαιο 2: ΕΦΘΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ

και περισσότερες εταιρίες υιοθετούν την εφαρμογή του direct shipping (απ' ευθείας παράδοση προϊόντων μετά την παραγωγή, χωρίς μεσολάβηση αποθήκευσης). Παράλληλα, πρακτικές όπως το cross-docking μειώνουν δραστικά το χρόνο παραμονής των προϊόντων στην αποθήκη, επιταχύνοντας σημαντικά το χρόνο παράδοσης των αποστολών. Τέλος, το e-commerce (ηλεκτρονικό εμπόριο) είναι ένα ακόμα χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτής της τάσης.

E-commerce

Η άνθηση του e-commerce είναι μια ακόμα σημαντική τάση που αλλάζει δραστικά τις διαδικασίες στην αποθήκευση και διανομή των προϊόντων. Η ανάπτυξη αυτή είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τη δραματική αλλαγή στις προτιμήσεις και απαιτήσεις των τελικών καταναλωτών που παρατηρείται τα τελευταία χρόνια. Οι καταναλωτές είναι εξαιρετικά ενημερωμένοι και προτιμούν εναλλακτικές μεθόδους αγορών, κυρίως μέσω του Internet.

Άμεση συνέπεια είναι ότι ο όγκος των προϊόντων που παραδίδεται κατ' ευθείαν στους τελικούς καταναλωτές αυξάνεται δραστικά. Παράλληλα, η απαίτηση για παράδοση προϊόντων την ίδια ή την επόμενη μέρα έχει αυξηθεί τόσο σε τελικούς καταναλωτές, όσο και στις ενδοεταιρικές εμπορικές συναλλαγές. Ως αποτέλεσμα των παραπάνω, το e-commerce αναμένεται να εκτοξευτεί στο άμεσο μέλλον και θα αναδείξει την αποθήκη και τα κέντρα διανομής, ως κρίσιμους κόμβους για το e-commerce, σε νευραλγικά κέντρα προστιθέμενης αξίας και ανάπτυξης των επιχειρήσεων.

Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι το ζητούμενο για μία επιχείρηση είναι να έχει πρόσβαση στην κατάλληλη πληροφορία την κατάλληλη στιγμή, να την αναλύει, να λαμβάνει την κατάλληλη επιχειρηματική απόφαση και να μπορεί να την εκτελεί με ορατά και μετρήσιμα αποτελέσματα. Οι παραπάνω ανάγκες, με καταλύτη τις τεχνολογίες Cloud, IoT και αυτοματισμού, έχουν δημιουργήσει την τάση για «mobile» εργαζόμενους, δηλαδή εργαζόμενους που έχουν πρόσβαση στην πληροφορία από οποιαδήποτε τοποθεσία, που είναι «κοντά» στην πληροφορία την ώρα που γεννιέται.

Η εισαγωγή των νέων τεχνολογιών καθιστά την ΕΑ ένα πολύ σύνθετο και εξελισσόμενο περιβάλλον, στο οποίο καλούνται να προσαρμοστούν οι εμπλεκόμενες σε κάθε στάδιο της αλυσίδας επιχειρήσεις. Οι εταιρίες που θα κατανοήσουν τις συνεχώς

εξελισσόμενες τάσεις και θα προσαρμοστούν πιο γρήγορα, θα είναι εκείνες που θα αποκτήσουν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα και θα επιβιώσουν ευκολότερα.

Κεφάλαιο 3

Εισαγωγή στα Δίκτυα Διανομής

3.1. Γενικές Έννοιες Δικτύων Διανομής

3.2. Φυσική Διανομή

3.3. Τύποι Καναλιών Διανομής

3.4. Εταιρίες Παροχής Υπηρεσιών Logistics (LSP/ 3PL)

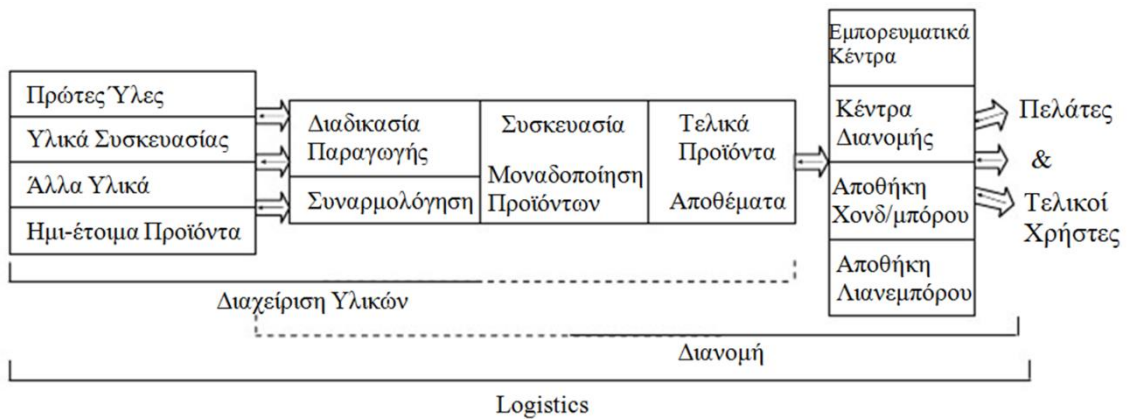
3 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ

3.1 Γενικές Έννοιες Δικτύων Διανομής

Διανομή

Η διανομή αποτελεί ένα από τα κύρια συστατικά των Logistics (βλέπε Σχήμα 3.1). Είναι μια δυναμική λειτουργία που πρέπει να είναι ευέλικτη και να προσαρμόζεται στους εκάστοτε περιορισμούς και απαιτήσεις της επιχείρησης. Όπως φαίνεται και παρακάτω, η διαχείριση των υλικών περιλαμβάνει τις ροές που λαμβάνουν χώρα μέχρι τη διαδικασία παραγωγής, ενώ η διανομή περιλαμβάνει τις ροές από το τελικό σημείο παραγωγής έως τον τελικό καταναλωτή/ χρήστη. Ένας λιτός και ακριβής ορισμός της διανομής είναι ο παρακάτω:

Διανομή είναι η αποτελεσματική, όσον αφορά το κόστος, μεταφορά των αγαθών από τον τόπο παραγωγής τους στον τόπο κατανάλωσης, παρέχοντας στον πελάτη ένα αποδεκτό επίπεδο εξυπηρέτησης.



Σχήμα 3.1. Σχέση μεταξύ Logistics, Διαχείρισης Υλικών & Διανομής

Κανάλι Διανομής

Σε κάθε κοινωνία τα αγαθά πρέπει να μεταφερθούν από τον τόπο παραγωγής τους στον τόπο κατανάλωσης. Εξάιρεση αποτελούν οι πρωτόγονες κοινωνικές ομάδες όπου κάθε οικογένεια κάλυπτε η ίδια τις ανάγκες της. Η διαδικασία της ανταλλαγής/ συναλλαγής έγινε ο ακρογωνιαίος λίθος της ανάπτυξης των μεταφορών. Η συναλλαγή δημιουργείται όταν κάποια κοινότητα έχει πλεόνασμα αγαθών, τα οποία μια άλλη επιθυμεί. Τα κανάλια

διανομής αναπτύσσονται όταν πολλές συναλλαγές λαμβάνουν χώρα ανάμεσα στους παραγωγούς και τους καταναλωτές.

Κανάλι διανομής ορίζεται ένα σύνολο επιχειρήσεων που εκτελούν τις σχετικές λειτουργίες με το marketing του προϊόντος, δηλαδή αγορά, πώληση, μεταφορά, αποθήκευση, ταξινόμηση, χρηματοδότηση, πληροφορίες marketing. Κάθε επιχείρηση που εκτελεί μία ή περισσότερες από τις παραπάνω λειτουργίες ανήκει στο κανάλι διανομής.

3.2 Φυσική Διανομή

Μία από τις σημαντικότερες δραστηριότητες που εκτελούνται από τις εταιρίες είναι ο έλεγχος της ροής των προϊόντων και των πληροφοριών από το σημείο παραγωγής τους μέχρι το σημείο κατανάλωσης. Οι περισσότερες εταιρίες οργανώνουν τη φυσική ροή των προϊόντων σε δύο ξεχωριστές αλλά με άμεση σχέση φάσεις. Η πρώτη φάση αφορά τη ροή των προϊόντων και των πληροφοριών στο εσωτερικό της εταιρίας και ονομάζεται Διαχείριση Υλικών και η δεύτερη αφορά τη ροή προϊόντων και πληροφοριών έξω από τα όρια της εταιρίας και ονομάζεται Φυσική Διανομή.

Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 3.1. παραπάνω, ο συνδυασμός των δύο αυτών φάσεων απαρτίζουν τα Logistics της εταιρίας. Οι δύο αυτές ξεχωριστές φάσεις ουσιαστικά είναι αλληλένδετες. Είναι χαρακτηριστικό ότι, καθώς η ζήτηση των πελατών αντλεί το απόθεμα του συστήματος, οι υπεύθυνοι της φυσικής διανομής ελέγχουν αν υπάρχουν οι κατάλληλες ποσότητες προϊόντων στα κατάλληλα σημεία του καναλιού διανομής (κέντρο διανομής, καταστήματα, χονδρέμπορους, λιανέμπορους κλπ.). Σε αντίθετη περίπτωση ειδοποιούν το τμήμα διαχείρισης υλικών για την παραγωγή ή αγορά προϊόντων.

Φάση 1. Διαχείριση Υλικών (Εισερχόμενα Υλικά και Πληροφορίες)

Αυτή η φάση περιλαμβάνει τις δραστηριότητες που έχουν σχέση με τη διαχείριση και τον έλεγχο των εισερχόμενων υλικών (ημι-έτοιμα προϊόντα, πρώτες ύλες, υλικά συσκευασίας) στην επιχείρηση.

Φάση 2. Φυσική Διανομή (Εξερχόμενα Προϊόντα και Υλικά)

Ένας ορισμός που έχει δοθεί για τη Φυσική Διανομή (ΦΔ) είναι και ο παρακάτω:

Φυσική διανομή ορίζεται ως η διαχείριση της αποθήκευσης και μετακίνησης των τελικών προϊόντων από το σημείο παραγωγής μέχρι τον τελικό καταναλωτή/ πελάτη.

Οι δραστηριότητες της ΦΔ υποστηρίζουν ένα σύστημα μεταφοράς που συνδέει τα σημεία αποθήκευσης ενός δικτύου διανομής. Στόχοι της ΦΔ είναι η παροχή υψηλού επιπέδου υπηρεσιών, η βελτιστοποίηση του συνολικού κόστους διανομής, η ελαχιστοποίηση των αποθεμάτων των τελικών προϊόντων στο κανάλι διανομής, η μείωση του χρόνου υλοποίησης της παραγγελίας και η αποτελεσματική, ως προς το κόστος, μεταφορά των προϊόντων. Όσο αυξάνουν οι αποστάσεις από τις διεθνείς αγορές που στοχεύει η επιχείρηση, τόσο περισσότερο μία αποτελεσματική δομή της ΦΔ και του συστήματος Logistics αποτελεί ένα διατηρήσιμο ανταγωνιστικό πλεονέκτημα, καθώς μπορεί να εξοικονομήσει χρόνο, να μειώσει το κόστος και να βελτιώσει την αξιοπιστία της επιχείρησης εξυπηρετώντας καλύτερα τον πελάτη.

Κάποιοι από τους επιμέρους τομείς της ΦΔ είναι και οι παρακάτω:

✓ **Επιλογή χώρων για αποθήκευση αποθεμάτων**

Στόχος της αποθήκευσης είναι η ύπαρξη του ελάχιστου διαθέσιμου αποθέματος για την κάλυψη της ζήτησης. Για την αποθήκευση των προϊόντων είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί είτε μία αποθήκη, είτε πολλά αποθηκευτικά κέντρα. Για το λόγο αυτό, υπάρχουν εταιρίες που χρησιμοποιούν ένα αποθηκευτικό κέντρο για αποθήκευση και μεταφορά των προϊόντων τους, ενώ υπάρχουν και άλλες με πολύπλοκο δίκτυο διανομής που περιλαμβάνει περισσότερες από μία εγκαταστάσεις. Για παράδειγμα, υπάρχουν χώροι αποθήκευσης, όπου εναποτίθενται απούλητα προϊόντα ή αγαθά διαφήμισης για μεγάλο χρονικό διάστημα και κέντρα διανομής, όπου παραλαμβάνουν προϊόντα με σκοπό την άμεση ή βραχυπρόθεσμη πώληση.

✓ **Διαχείριση/ έλεγχος αποθεμάτων**

Ο έλεγχος των αποθεμάτων των τελικών προϊόντων καλύπτει ένα μεγάλο εύρος λειτουργιών από τη διαχείριση των εντολών συλλογής, τη μεταφορά των προϊόντων στην αποθήκη κάποιου συνεργάτη (χονδρέμπορος, λιανέμπορος, κέντρο διανομής κλπ.) έως και τη μεταφορά των προϊόντων στον τελικό καταναλωτή. Από τις πιο σημαντικές αποφάσεις της ΕΑ (αν όχι ή πιο σημαντική) είναι ο καθορισμός του ύψους του αποθέματος που απαιτείται για την κάλυψη των απαιτήσεων των πελατών, ελαχιστοποιώντας συγχρόνως το κόστος διαχείρισης των αποθεμάτων. Η βελτιστοποίηση των αποθεμάτων είναι ευθύνη της Διαχείρισης Αποθήκης, όπου με τη βοήθεια ηλεκτρονικών συστημάτων αποθήκευσης και διάφορων στατιστικών μεθόδων, προσδιορίζεται το ύψος των αποθεμάτων για κάθε προϊόν της επιχείρησης.

✓ **Σύστημα επεξεργασίας λαμβανόμενων παραγγελιών**

Σκοπός της λειτουργίας αυτής είναι η αποτελεσματική διαχείριση της παραγγελίας του πελάτη αναφορικά με το χρόνο και το είδος των προϊόντων. Η λειτουργία αυτή αποτελείται από την εισαγωγή της παραγγελίας, τη δέσμευση και συλλογή της απαιτούμενης ποσότητας και την επιβεβαίωση και αποστολή της παραγγελίας. Σημαντικό μέρος αυτής της λειτουργίας είναι η καλύτερη εξυπηρέτηση των πελατών.

✓ **Επιλογή μεθόδων μεταφοράς**

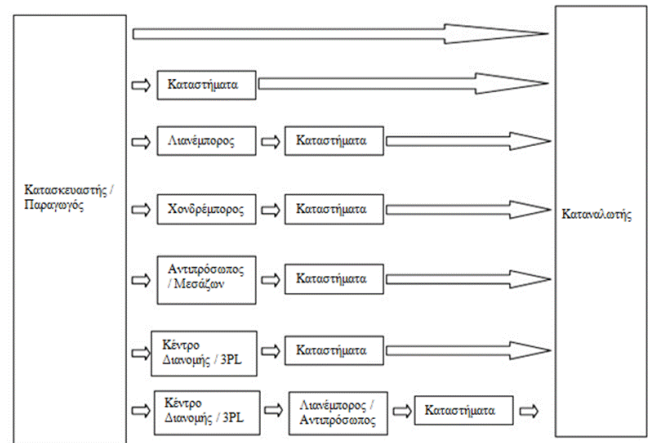
Η μεταφορά αποτελεί ίσως την πιο δαπανηρή λειτουργία μιας εταιρίας, η οποία κάποιες φορές ενδέχεται να ανέλθει στο 50 % των συνολικών δαπανών της. Οι υπεύθυνοι διανομής έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσουν πέντε τρόπους μεταφοράς: την οδική, τη σιδηροδρομική, τη θαλάσσια, τη μεταφορά μέσω καναλιών και την αεροπορική μεταφορά. Οι στόχοι της μεταφοράς είναι η συνεχής παροχή υπηρεσιών μεταφοράς που θα εξασφαλίσει τη συνεχή ροή των προϊόντων, η πλήρης αξιοποίηση της δυναμικότητας των μεταφορικών μέσων, η γρήγορη και στα προβλεπόμενα χρονικά διαστήματα παράδοση των προϊόντων, καθώς και η ελαχιστοποίηση των ζημιών και των απωλειών κατά τη μεταφορά.

Η επιλογή του μέσου και τρόπου μεταφοράς περιλαμβάνει την απόφαση εκλογής ενός μεταξύ πολλών εταιριών (εγχώριων και διεθνών). Οι συμβουλές και οι υποδείξεις μιας εξειδικευμένης επιχείρησης διεθνών μεταφορών για την εξαγωγή κάθε μορφής εμπορευμάτων είναι πολύτιμες για την ομαλή ροή των προϊόντων μέσα στην ΕΑ. Για το λόγο αυτό κρίνεται απαραίτητο ο εξαγωγέας να απευθύνεται σε μεταφορικές εταιρίες με διεθνή εμπειρία και σοβαρότητα και όχι σε περιστασιακούς μεταφορείς που προσφέρουν ενδεχομένως χαμηλότερο κόστος μεταφοράς.

3.3 Τύποι Καναλιών Διανομής

Υπάρχουν διάφοροι εναλλακτικοί τύποι καναλιών διανομής που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από μια επιχείρηση. Δεν υπάρχει όμως κάποιο πρότυπο κανάλι διανομής που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από παρόμοιες επιχειρήσεις και να τους εξασφαλίσει υψηλή απόδοση. Η διοίκηση κάθε επιχείρησης πρέπει να καθορίσει τον τύπο του καναλιού διανομής που θα υιοθετήσει βασισμένη στη φιλοσοφία της επιχείρησης, στον τρόπο

λειτουργίας της, στις υποδομές των μονάδων παραγωγής και τους αποθηκευτικούς χώρους, στις δυνάμεις/αδυναμίες της και στο καταναλωτικό κοινό που έχει θέσει ως στόχο. Αν η επιχείρηση έχει στοχεύσει σε διάφορες αγορές, τότε είναι αρκετά πιθανό η διοίκηση της επιχείρησης να πρέπει να αναπτύξει διάφορα κανάλια διανομής ώστε να μπορεί να εξυπηρετεί με αποτελεσματικό τρόπο τις διάφορες αγορές. Στο Σχήμα 3.2. παραπάνω απεικονίζονται τα κύρια εναλλακτικά κανάλια διανομής που μπορεί να υιοθετήσει μια επιχείρηση.



Σχήμα 3.2. Εναλλακτικά Κανάλια Διανομής

Κατασκευαστής/ Παραγωγός → Καταναλωτής

Πρόκειται για το άμεσο δίκτυο διανομής από τον παραγωγό στον καταναλωτή, το οποίο γίνεται ολοένα και πιο δημοφιλές στις μέρες μας. Ο καταναλωτής παραγγέλλει τα προϊόντα από καταλόγους μέσω ταχυδρομείου, τηλεφώνου και διαδικτύου. Ο κατασκευαστής ετοιμάζει τις παραγγελίες και τις στέλνει στο χώρο του πελάτη μέσω διανομέα (courier). Επισημαίνεται ότι μια παραλλαγή του δικτύου αυτού είναι τα προϊόντα να αποστέλλονται στον καταναλωτή από τον παραγωγό μέσω κάποιου κέντρου διανομής.

Κατασκευαστής/ Παραγωγός → Καταστήματα → Καταναλωτής

Ο κατασκευαστής/ παραγωγός αποστέλλει τα προϊόντα του απευθείας από τις εγκαταστάσεις του στα καταστήματα πώλησης. Αυτό το δίκτυο διανομής συνήθως χρησιμοποιείται για μεγάλα καταστήματα όπου πραγματοποιούνται αποστολές πλήρους φορτίου (full truck road). Μια παραλλαγή του δικτύου είναι η αποστολή των προϊόντων από τον παραγωγό στα καταστήματα μέσω κάποιου κέντρου διανομής ή κάποιας εταιρίας παροχής υπηρεσιών Logistics (Logistics Service Provider, LSP) που είναι και το πιο σύνηθες κανάλι διανομής.

Κατασκευαστής/ Παραγωγός → Λιανέμποροι → Καταστήματα → Καταναλωτής

Οι λιανοπωλητές αγοράζουν από τον παραγωγό τα προϊόντα αποκτώντας τον τίτλο των προϊόντων και τα μεταπωλούν στα καταστήματα. Έτσι, ο παραγωγός αποστέλλει τα προϊόντα στους αποθηκευτικούς χώρους των λιανοπωλητών και εκείνοι τα αποστέλλουν

στα καταστήματά τους. Και οι δύο παραπάνω αποστολές είναι μεταφορές πλήρους φορτίου.

Κατασκευαστής/ Παραγωγός → Χονδρέμποροι → Καταστήματα → Καταναλωτής

Οι χονδρέμποροι αγοράζουν σε μεγάλες ποσότητες και ασυσκευάστα (bulk μορφή) τα προϊόντα από τον παραγωγό αποκτώντας την κυριότητα αυτών. Στη συνέχεια, χρησιμοποιώντας δικούς τους αποθηκευτικούς χώρους και μεταφορικά μέσα, αποθηκεύουν και έπειτα διανέμουν τα προϊόντα σε μεγάλα καταστήματα και λιανοπωλητές.

Κατασκευαστής/ Παραγωγός → Αντιπρόσωπος/ Μεσάζων → Καταστήματα → Καταναλωτής

Ο αντιπρόσωπος/ μεσάζων συνήθως ειδικεύεται στη λειτουργία πώλησης των προϊόντων και όχι στη φυσική διανομή τους. Έτσι, ο αντιπρόσωπος συνήθως χρησιμοποιεί τις υπηρεσίες ενός LSP προκειμένου να διανείμει τα προϊόντα στη γεωγραφική περιοχή για την οποία ευθύνεται.

3.4 Εταιρίες Παροχής Υπηρεσιών Logistics (LSP/ 3PL)

Ένα φαινόμενο που παρουσιάζεται τα τελευταία χρόνια στην Ελλάδα είναι η ανάθεση των λειτουργιών Logistics σε εταιρίες 3rd Party Logistics (3PL) ή αλλιώς Logistics Service Partners (LSP). Η απόφαση της διοίκησης μιας εταιρίας για ανάθεση των υπηρεσιών Logistics σε εταιρία 3PL είναι στρατηγικής σημασίας και επηρεάζει άμεσα την απόδοση του καναλιού διανομής της εταιρίας.

Οι εταιρίες 3PL εκτελούν για λογαριασμό των πελατών τους διάφορες λειτουργίες Logistics, όπως:

- ✓ Φορτοεκφόρτωση
- ✓ Αποσυσκευασία/ επανασυσκευασία (δέματος, παλέτας)
- ✓ Διαχείριση ευπαθών προϊόντων (συντήρηση, κατάψυξη)
- ✓ Αποθήκευση
- ✓ Παρακολούθηση αποθεμάτων
- ✓ Παραγγελιοληψία και προετοιμασία παραγγελιών
- ✓ Picking και Labeling

- ✓ Μεταφορά και παράδοση σε ποικίλους προορισμούς
- ✓ Εισαγωγή στη μηχανογράφηση μέσω on line σύνδεσης με τον πελάτη
- ✓ Έκδοση συνοδευτικών εγγράφων (π.χ. Δελτίο Αποστολής, Τιμολόγιο)
- ✓ Εξόφληση τιμολογίων
- ✓ Διεκπεραίωση ειδικών διαδικασιών με δημόσιους φορείς (εκτελωνισμός, έγκριση καταλληλότητας)

Τα κύρια πλεονεκτήματα που έχουν οι εταιρίες όταν χρησιμοποιούν έναν LSP είναι:

- ☞ Παροχή υψηλού επιπέδου εξυπηρέτησης, διατηρώντας το κόστος σε χαμηλά επίπεδα
- ☞ Παροχή εξειδικευμένων υπηρεσιών (π.χ. συσκευασίας, online tracking)
- ☞ Κάλυψη ευρείας περιοχής παραδόσεων/ διανομής
- ☞ Μεγαλύτερη ευελιξία
- ☞ Αναδιανομή των πόρων, εστιάζοντας στην κύρια λειτουργία της επιχείρησης
- ☞ Μείωση των παγίων εξόδων

Υπάρχουν φυσικά και αρκετά μειονεκτήματα, όπως:

- ☞ Έλλειψη απόλυτου ελέγχου της ΕΑ
- ☞ Δυσκολία στην επικοινωνία με τους πελάτες/ παραλήπτες
- ☞ Ελλιπής πληροφόρηση
- ☞ Αδυναμία αντιμετώπισης έκτακτων περιστατικών

Τα παραπάνω είναι κάποια από τα μειονεκτήματα που πρέπει να λάβει σοβαρά υπόψη μια εταιρία η οποία μελετάει την περίπτωση ανάθεσης των λειτουργιών Logistics της σε έναν LSP. Όμως, η ανάπτυξη μίας σωστής συνεργασίας μπορεί να αντιμετωπίσει αποτελεσματικά κάθε είδους πρόβλημα που είναι δυνατό να προκύψει και να προσφέρει στην εταιρία το ανταγωνιστικό πλεονέκτημα που επιθυμεί.

Στην ένατη ετήσια έκθεση με θέμα “Οι Τάσεις του Logistics Outsourcing”, η οποία πραγματοποιήθηκε από το Georgia Institute of Technology, τη FedEx και την CapGemini και περιλαμβάνει στοιχεία από την Ευρώπη, την Ασία και τη Λατινική Αμερική, επισημαίνεται ότι για δέκατη συνεχή χρόνια η τάση του Logistics Outsourcing (1996 - 2004) παραμένει ανοδική. Αξίζει να σημειωθεί ότι στις ΗΠΑ το ποσοστό της ανάθεσης δραστηριοτήτων Logistics σε εταιρίες 3PL το 2004 ανήλθε στο 79% από το 71% που ήταν το 1996. Την ίδια χρονιά το ποσοστό στην Ευρώπη ήταν στο 80%. Αλλά και στην Ασία παρατηρείται εκπληκτική άνοδος από το 58% που ήταν το 2003 στο 84% το 2004.

Κεφάλαιο 4

Σχεδιασμός Δικτύων Διανομής

4.1. Παράγοντες Σχεδιασμού Δικτύων Διανομής

4.2. Μοντέλα Σχεδιασμού Δικτύων Διανομής

4 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΙΚΤΥΩΝ ΔΙΑΝΟΜΗΣ

4.1 Παράγοντες Σχεδιασμού Δικτύων Διανομής

Για να μπορέσει μια επιχείρηση να επιβιώσει στο σημερινό περιβάλλον του έντονου ανταγωνισμού και των συχνών αλλαγών θα πρέπει να έχει χαράξει ένα στρατηγικό πλάνο, όπου θα ληφθούν υπόψη οι παράγοντες που επηρεάζουν το δίκτυο διανομής, καθώς και οι μελλοντικές του ανάγκες.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν το δίκτυο διανομής είναι δυνατόν να διακριθούν σε έξι ευρύτερες κατηγορίες:

1. Χαρακτηριστικά Πελατών
2. Χαρακτηριστικά Προϊόντων
3. Χαρακτηριστικά Δικτύου Διανομής
4. Εταιρική Πολιτική
5. Ευρύτερο Περιβάλλον
6. Ανταγωνισμός

4.1.1 Χαρακτηριστικά Πελατών

Σήμερα οι περισσότερες επιτυχημένες εταιρίες ανεβάζουν τον πήχη των προσδοκιών και παρέχουν αποδόσεις που ανταποκρίνονται σε αυτές τις προσδοκίες. Αυτές οι εταιρίες ενστερνίζονται την ιδέα της ολικής ικανοποίησης πελατών. Η Honda αναφέρει χαρακτηριστικά: «ένας λόγος που οι πελάτες μας είναι τόσο ικανοποιημένοι είναι ότι εμείς δεν είμαστε».

Μελέτη έδειξε ότι οι πλήρως ικανοποιημένοι πελάτες είναι περίπου 42% πιθανότερο να είναι αφοσιωμένοι από ότι οι απλώς ικανοποιημένοι πελάτες. Εξίσου σημαντική είναι και η μελέτη του αμερικανικού τηλεπικοινωνιακού κολοσσού «AT&T» που έδειξε ότι το 70% των πελατών που δηλώνουν ότι είναι ικανοποιημένοι με ένα προϊόν ή μία υπηρεσία εξακολουθούν να είναι πρόθυμοι να μετακινηθούν προς κάποιον ανταγωνιστή, ενώ οι πελάτες που είναι πολύ ικανοποιημένοι είναι κατά πολύ περισσότερο αφοσιωμένοι.

Η ικανοποίηση του πελάτη είναι η πρώτη προτεραιότητα για μία εταιρία, γι' αυτό και το δίκτυο διανομής της επηρεάζεται άμεσα από αυτόν. Παράγοντες που σχετίζονται με την ικανοποίηση του πελάτη και πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη είναι οι εξής:

- ✓ Ο αριθμός, το μέγεθος και η γεωγραφική διασπορά των πελατών

Ίσως οι πιο σημαντικοί παράγοντες της κατηγορίας αυτής είναι ο αριθμός, το μέγεθος και η γεωγραφική διασπορά, στοιχεία που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά το σχεδιασμό ενός δικτύου διανομής, αλλά και να παρακολουθούνται σταδιακά με τη ανάπτυξη της εταιρίας. Όταν η γεωγραφική διασπορά είναι μικρή και το μέγεθος των πελατών μεγάλο, τότε ενδείκνυται η απ' ευθείας εξυπηρέτηση των πελατών από τις εγκαταστάσεις της εταιρίας. Αντιθέτως, όταν η γεωγραφική διασπορά είναι μεγάλη, το μέγεθος των πελατών μικρό και το πλήθος τους μεγάλο, τότε ενδείκνυται η χρήση ενδιάμεσων εταιριών (χονδρέμποροι, λιανοπωλητές, LSP).

- ✓ Η συχνότητα και το μέσο μέγεθος παραγγελίας

Σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν το σχεδιασμό ενός δικτύου διανομής είναι το πόσο συχνά παραγγέλλουν, καθώς και το μέγεθος της παραγγελίας των πελατών. Όσο πιο συχνά υποβάλλονται παραγγελίες και όσο πιο μικρό είναι το μέγεθος της παραγγελίας, τόσο πιο δύσκολη και ασύμφορη για την εταιρία είναι η διαχείριση του πελάτη. Σε αυτές τις περιπτώσεις η εταιρία είναι πολύ πιθανό να αναθέσει τη διανομή των προϊόντων της σε πρακτορεία. Σε περίπτωση όμως που υπάρχει σημαντικός αριθμός πελατών σε μια συγκεκριμένη περιοχή, η εταιρία μπορεί να επιλέξει την αποστολή φορτηγών (ιδιόκτητων ή συνεργατών) πλήρους φορτίου, ώστε να μπορέσει να εξυπηρετήσει ταυτόχρονα όσο το δυνατόν περισσότερους πελάτες.

- ✓ Ο επιθυμητός χρόνος παράδοσης

Ο χρόνος στον οποίο οι πελάτες της επιθυμούν να τους παραδίδονται τα εμπορεύματα είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας που πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη από την εταιρία κατά το σχεδιασμό του δικτύου διανομής της. Σε περίπτωση που η εταιρία έχει πελάτες που δεν επιθυμούν άμεση παράδοση των εμπορευμάτων τους, τότε δεν υπάρχει δέσμευση ως προς την τοποθέτηση του αποθηκευτικού κέντρου. Σε αντίθετη περίπτωση θα πρέπει η εταιρία να επιδιώξει την εγκατάσταση του αποθηκευτικού της κέντρου στην ευρύτερη περιοχή έδρας των περισσότερων πελατών της. Εναλλακτικά θα πρέπει να προβεί σε συνεργασία με μια τρίτη εταιρία (με έδρα την περιοχή των πελατών της), ώστε να πετύχει την καλύτερη εξυπηρέτησή τους.

✓ Η επιθυμητή μορφή συνεργασίας

Κατά το σχεδιασμό του δικτύου διανομής πρέπει να ληφθεί υπόψη το είδος της συνεργασίας που έχει η εταιρία με τους πελάτες της. Συγκεκριμένα, υπάρχουν πελάτες που δεν επιθυμούν τα εμπορεύματά τους να διαχειρίζονται από τρίτους και υποχρεώνουν την εταιρία να αναπτύξει δικό της δίκτυο διανομής για την εξυπηρέτησή τους.

4.1.2 Χαρακτηριστικά Προϊόντων

Τα χαρακτηριστικά του προϊόντος που καλείται να μεταφέρει η εταιρία από τον τόπο παραγωγής στον καταναλωτή, αποτελούν βασικό παράγοντα στο σχεδιασμό του δικτύου διανομής της. Ενδεικτικά μπορούμε να αναφέρουμε τα παρακάτω:

✓ Εξατομικευμένο προϊόν

Ένα πολύ συχνό χαρακτηριστικό των εφοδιαστικών αλυσίδων στις μέρες μας είναι ότι τα προϊόντα δεν κατασκευάζονται στην τελική τους μορφή, αλλά απαιτούν τροποποίηση/ συναρμολόγηση ανάλογα με την επιθυμία κάθε πελάτη, όπως για παράδειγμα είναι οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές (Make to Order). Αυτό κυρίως οφείλεται στο ευρύ φάσμα των εξαρτημάτων που διαθέτουν, η προσθήκη των οποίων είναι δυνατόν κάθε φορά να δημιουργήσει ένα καινούργιο προϊόν, ανάλογα με τις ανάγκες του κάθε πελάτη. Σε αυτές τις περιπτώσεις, λόγω της πολυπλοκότητας των λειτουργιών, οι εταιρίες προτιμούν να αναπτύσσουν δικό τους δίκτυο διανομής.

✓ Ύπαρξη ειδικών συνθηκών

Στο σχεδιασμό του δικτύου διανομής σημαντικό ρόλο παίζουν οι ειδικές συνθήκες που ενδέχεται να απαιτεί το προϊόν. Σε περίπτωση που για τη συντήρηση του εμπορεύματος είναι απαραίτητη η ανάπτυξη συγκεκριμένης θερμοκρασίας, πρέπει όλο το δίκτυο διανομής να είναι έτσι σχεδιασμένο ώστε να εξασφαλίζονται οι συνθήκες αυτές, από την αποθήκευση και τη διανομή έως την τελική έκθεση του προϊόντος στα καταστήματα.

✓ Ανάγκη υποστήριξης πριν ή/ και μετά την πώληση

Υπάρχουν προϊόντα τα οποία χρήζουν υποστήριξης ακόμα και μετά την πώλησή τους (συντήρηση μηχανημάτων, αναβάθμιση λογισμικού κλπ). Από τη στιγμή που η εταιρία πρέπει να παρέχει στους πελάτες της υποστήριξη μετά την πώληση, είναι προτιμότερο από την εταιρία να αναπτύξει η ίδια το δικό της δίκτυο διανομής.

4.1.3 Χαρακτηριστικά Δικτύου Διανομής

Το κάθε δίκτυο διανομής είναι ιδιαίτερο και η δομή των υφιστάμενων καναλιών ποικίλει ανάλογα με τις ανάγκες της επιχείρησης και του κλάδου στον οποίο ανήκει.

- ✓ Αναγκαιότητα ύπαρξης εξειδικευμένων ενδιάμεσων συνεργατών

Σημαντικός παράγοντας στο σχεδιασμό του δικτύου διανομής αποτελεί ο εντοπισμός ενδιάμεσων εταιριών-συνεργατών (χονδρέμποροι, λιανέμποροι ή LSP), οι οποίοι θα είναι σε θέση να καλύψουν τις απαιτήσεις του δικτύου διανομής της εταιρίας. Χαρακτηριστικά που θα πρέπει να ληφθούν υπόψη από την εταιρία κατά την επιλογή του κατάλληλου συνεργάτη είναι η ευρεία γεωγραφική κάλυψη, το υψηλό επίπεδο εξυπηρέτησης και η παροχή υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας (συσκευασία/ επανασυσκευασία, παρακολούθηση αποθέματος, παραγωγή και παροχή ετικετών γραμμωτού κώδικα (barcode), δυνατότητα υποστήριξης μετά την πώληση του προϊόντος κλπ).

- ✓ Δίκτυο Διανομής Ανταγωνιστών

Δεν είναι λίγες οι φορές που κατά την επιλογή των συνεργατών λαμβάνονται υπόψη οι ενδιάμεσες εταιρίες που χρησιμοποιούν οι ανταγωνιστές της επιχείρησης. Σε έρευνες που έχουν διεξαχθεί έχει παρατηρηθεί ότι αν ένας LSP συνεργάζεται με τον κύριο ανταγωνιστή της εταιρίας, δε θα συμπεριληφθεί το δίκτυο διανομής της, ακόμα και αν το επίπεδο παροχής υπηρεσιών του είναι υψηλό.

4.1.4 Εταιρική Πολιτική

Η κουλτούρα και οι στρατηγικές αποφάσεις της κάθε επιχείρησης είναι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν το σχεδιασμό του δικτύου διανομής της. Κάποιοι από αυτούς είναι και οι παρακάτω:

- ✓ Στρατηγική της Εταιρίας

Η στρατηγική που ακολουθεί μια εταιρία είναι καθοριστική για το σχεδιασμό του δικτύου διανομής της. Για παράδειγμα, όταν μια εταιρία έχει λάβει τη στρατηγική απόφαση να διεισδύσει στην παγκόσμια αγορά, τότε το δίκτυο διανομής της εταιρίας δεν μπορεί να μην επηρεαστεί από χαρακτηριστικά όπως η διαφορά ώρας και νομίσιματος μεταξύ των χωρών, η τελωνειακή νομοθεσία κάθε χώρας (δασμολογικό καθεστώς, συνοδευτικά έγγραφα κλπ), η χρήση διεθνών μεταφορέων, η απαιτούμενη συσκευασία, καθώς και η ιδιαίτερη κουλτούρα της εκάστοτε χώρας. Επιπλέον, σε περίπτωση που η επιχείρηση ακολουθεί στρατηγική «ηγεσίας κόστους», επιδιώκει να σχεδιάσει το δίκτυο

διανομής της με τέτοιο τρόπο, ώστε να εξασφαλίσει όσο το δυνατόν χαμηλότερο κόστος, διατηρώντας παράλληλα το επίπεδο εξυπηρέτησης των πελατών της υψηλό.

Τέλος, υπάρχουν εταιρίες που αποφασίζουν να επικεντρωθούν στο κύριο αντικείμενο λειτουργίας τους και αναθέτουν τις επιμέρους σε ειδικευμένους συνεργάτες. Σε μια τέτοια περίπτωση η υπηρεσία της διανομής, και μερικές φορές και της αποθήκευσης, πραγματοποιείται από έναν LSP. Εναλλακτικά, υπάρχει περίπτωση η επιχείρηση να επιθυμεί τον πλήρη έλεγχο του δικτύου διανομής της, δηλαδή οι υπηρεσίες Logistics αποτελούν αποκλειστική ευθύνη της εταιρίας.

✓ Πολιτική Κόστους

Αν και το κόστος δε θα έπρεπε να επηρεάζει τον τρόπο σχεδιασμού του δικτύου διανομής μιας εταιρίας, στην πραγματικότητα παίζει καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση της τελικής απόφασης. Τα κύρια είδη κόστους ενός δικτύου διανομής που πρέπει να επωμιστεί μία επιχείρηση σε περίπτωση που επιλέξει να πραγματοποιεί η ίδια την αποθήκευση και διανομή των προϊόντων της είναι:

€ Κόστος Αποθεμάτων και Αποθήκευσης

Περιλαμβάνει για κάθε ένα αποθηκευτικό κέντρο το κόστος του αποθηκευτικού συστήματος, του ανθρώπινου δυναμικού, των μέσων εσωτερικής διακίνησης, της συντήρησης εξοπλισμού και των γενικών λειτουργικών εξόδων της εγκατάστασης. Επιπλέον, το κόστος του κεφαλαίου που δεσμεύεται για τα αποθέματα, καθώς και το κόστος παλαίωσης των αποθηκευμένων εμπορευμάτων (απόσβεση).

€ Κόστος Μεταφοράς, Συσκευασίας και Διαχείρισης Εμπορευμάτων

Το μεταφορικό κόστος αποτελεί μαζί με το κόστος αποθήκευσης τις δύο βασικές κατηγορίες κόστους ενός δικτύου διανομής και εξαρτάται από τον αριθμό και την τοποθεσία των αποθηκευτικών κέντρων, τον αριθμό των πελατών που πρέπει να εξυπηρετηθούν, τη γεωγραφική διασπορά των πελατών, καθώς και από το συνολικά εξερχόμενο, από τα αποθηκευτικά κέντρα, όγκο των εμπορευμάτων. Επίσης, στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται το κόστος για την παραλαβή, την τακτοποίηση και τη συλλογή των προϊόντων από το αποθηκευτικό κέντρο. Τέλος, υπάρχει και το κόστος αποσυσκευασίας και επανασυσκευασίας των προϊόντων, καθώς και το κόστος μοναδοποίησης φορτίου.

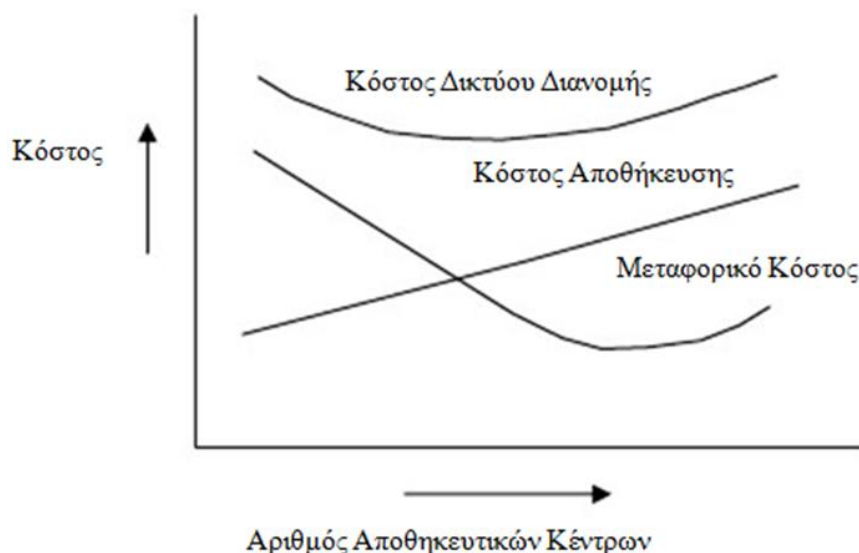
€ Κόστος Διαχείρισης Πληροφοριών

Αποτελεί το κόστος μιας ευρείας περιοχής πληροφοριών, από τη λήψη της παραγγελίας μέχρι την εκτέλεσή της. Βασικός παράγοντας που επηρεάζει αυτή την κατηγορία κόστους είναι ο αριθμός των αποθηκευτικών κέντρων και τα χρησιμοποιούμενα πληροφορικά συστήματα.

€ Κόστος Χαμένων Πωλήσεων

Το κόστος αυτό σχετίζεται με τη διαθεσιμότητα των προϊόντων στο σημείο πώλησης τη στιγμή που το επιθυμεί ο πελάτης. Συγκεκριμένα εξαρτάται από την ταχύτητα και την ορθότητα διεκπεραίωσης των παραγγελιών, καθώς και από την απόσταση των αποθηκευτικών κέντρων από τα σημεία πώλησης. Βασική αιτία δημιουργίας του συγκεκριμένου κόστους είναι το χαμηλό επίπεδο εξυπηρέτησης.

Είναι αναμενόμενο ότι το κόστος ενός δικτύου διανομής εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τον αριθμό των αποθηκευτικών κέντρων. Όπως παρατηρούμε στο Γράφημα 4.1, όσο αυξάνεται ο αριθμός των αποθηκευτικών κέντρων, τόσο μειώνεται το μεταφορικό κόστος, αντίθετα με το κόστος αποθήκευσης που παρουσιάζει άνοδο. Τέλος, το κόστος του δικτύου διανομής συνολικά παρουσιάζει αρχικά υψηλή τιμή η οποία σταδιακά μειώνεται για να αυξηθεί ξανά αργότερα.



Γράφημα 4.1 Κόστος Δικτύου Διανομής συναρτήσει του Αριθμού Αποθηκευτικών Κέντρων

4.1.5 Ευρύτερο Περιβάλλον

Το γενικότερο περιβάλλον μέσα στο οποίο λειτουργεί μία επιχείρηση επηρεάζει σημαντικά το σχεδιασμό του δικτύου διανομής της. Ωστόσο, τις περισσότερες φορές, είναι δύσκολο να εντοπιστούν και να προβλεφθούν οι οποιεσδήποτε αλλαγές συμβαίνουν.

✓ Μακροοικονομικοί Παράγοντες

Οι φόροι, οι δασμοί, οι ισοτιμίες συναλλάγματος και ο πληθωρισμός αποτελούν παράγοντες που επηρεάζουν το δίκτυο διανομής μιας επιχείρησης και δεν εξαρτώνται/ελέγχονται από αυτή. Η ομαλή λειτουργία ενός δικτύου διανομής εξαρτάται όλο και περισσότερο από μακροοικονομικούς παράγοντες, καθώς το εμπόριο μεγαλώνει και στις αγορές εισέρχεται το χαρακτηριστικό της παγκοσμιοποίησης.

✓ Πολιτικές Εξελίξεις

Η απόφαση μιας εταιρίας για το αν θα κατασκευάσει ένα ιδιόκτητο κέντρο διανομής ή θα συνάψει συνέργειες με άλλες εταιρίες, επηρεάζεται άμεσα από την πολιτική κατάσταση της χώρας. Τις περισσότερες φορές, οι εταιρίες επενδύουν στη δημιουργία εγκαταστάσεων σε χώρες όπου η πολιτική κατάσταση είναι σταθερή και υπάρχουν νομικά κατοχυρωμένοι κανόνες εμπορίου. Το γεγονός ότι η πολιτική κατάσταση μιας χώρας στο μέλλον είναι δύσκολο να προβλεφθεί με ακρίβεια, καθιστά αναγκαία μία στοιχειώδη εκτίμησή της από μέρους της εταιρίας προτού προβεί σε κάποια επένδυση.

✓ Υποδομές

Η ύπαρξη καλών υποδομών είναι ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά του ευρύτερου περιβάλλοντος για την εγκατάσταση ενός κέντρου διανομής σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία. Κατά το σχεδιασμό του δικτύου διανομής πρέπει να εξεταστούν η γειτνίαση με οδικούς άξονες, αεροδρόμια και λιμάνια, η ύπαρξη σιδηροδρομικών υπηρεσιών, καθώς και οι τοπικές βασικές υποδομές (ύδρευση, δίκτυο ηλεκτρισμού, τηλεπικοινωνίες κλπ)

✓ Ανάπτυξη Τεχνολογίας

Η διαθέσιμη τεχνολογία επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό το σχεδιασμό του δικτύου διανομής. Η αξιοποίηση της τεχνολογίας είναι δυνατόν να συνεισφέρει στην επίτευξη μεγάλων οικονομικών κλίμακας. Σε αυτή την περίπτωση είναι προτιμότερο το δίκτυο διανομής να αποτελείται από λίγα κέντρα διανομής υψηλής δυναμικότητας. Αντιθέτως, όταν κάθε εγκατάσταση έχει χαμηλό σταθερό κόστος, είναι προτιμότερο το δίκτυο

διανομής να αποτελείται από πολλά κέντρα διανομής, πράγμα που θα οδηγήσει στη μείωση και του μεταφορικού κόστους.

4.1.6 Ανταγωνισμός

Η εταιρίες πρέπει να λάβουν υπόψη τη στρατηγική των ανταγωνιστών τους, το μέγεθός τους, την τοποθεσία εγκατάστασης και τα κανάλια που χρησιμοποιούν. Μία από τις σημαντικότερες αποφάσεις που πρέπει να πάρει μια εταιρία κατά το σχεδιασμό του δικτύου διανομής της είναι για το αν το κέντρο διανομής της θα τοποθετηθεί κοντά στους ανταγωνιστές της. Σημαντικός παράγοντας που θα επηρεάσει την απόφασή της είναι ο τρόπος με τον οποίο ανταγωνίζονται οι άλλες εταιρίες, καθώς και εξωτερικοί παράγοντες, όπως είναι η γειτνίαση με μεγάλους οδικούς άξονες, η διαθεσιμότητα εργατοτεχνικού προσωπικού και πρώτων υλών κλπ.

4.2 Μοντέλα Σχεδιασμού Δικτύων Διανομής

Ένα δίκτυο διανομής σχεδιάζεται με πρωταρχικό σκοπό να εντοπιστεί ο πιο οικονομικός για την επιχείρηση τρόπος εναπόθεσης, μεταφοράς και διανομής των προϊόντων της, παρέχοντας παράλληλα ένα υψηλό επίπεδο εξυπηρέτησης πελατών. Κατά το σχεδιασμό του δικτύου διανομής μιας εταιρίας καθορίζονται ο αριθμός των αναγκαίων κέντρων διανομής, καθώς και η τοποθεσία τους, το ύψος του αποθέματος που πρέπει να υπάρχει πάντα σε κάθε κέντρο διανομής, οι πελάτες που θα εξυπηρετούνται από κάθε κέντρο διανομής, ο αριθμός των δρομολογίων που θα πραγματοποιούνται, το επίπεδο εξυπηρέτησης πελατών και το είδος των μεταφορικών μέσων που θα χρησιμοποιούνται.

Ο σχεδιασμός ενός δικτύου διανομής είναι μια διαδικασία που πρέπει συνεχώς να ενημερώνεται με καινούρια στοιχεία που αφορούν στο δίκτυο διανομής. Έχουν αναπτυχθεί αρκετά μοντέλα σχεδιασμού καναλιών διανομής, ανάλογα με το είδος της επιχείρησης, των προϊόντων και την αγορά στην οποία απευθύνεται η επιχείρηση. Παρακάτω θα παρουσιάσουμε τρία από τα πιο δημοφιλή μοντέλα που έχουν αναπτυχθεί τα τελευταία τριάντα χρόνια στη διεθνή βιβλιογραφία.

4.2.1 Μοντέλο Bert Rosenbloom

Ένα από τα πιο ολοκληρωμένα μοντέλα απόφασης σχεδιασμού δικτύου διανομής αναπτύχθηκε από τον Bert Rosenbloom. Σύμφωνα με αυτό, τα βήματα που πρέπει να ακολουθήσει μία επιχείρηση για την εύρεση του κατάλληλου τύπου δικτύου διανομής της είναι τα εξής:

1) Αναγνώριση της ανάγκης για σχεδιασμό/ επανασχεδιασμό δικτύου διανομής

Το πρώτο ερώτημα που καλείται να μελετήσει μία εταιρία είναι το τι την οδήγησε στην απόφαση του σχεδιασμού ενός νέου ή στην βελτιστοποίηση ενός υπάρχοντος δικτύου διανομής των προϊόντων της. Οι πιο συνήθεις λόγοι είναι η ανάπτυξη ενός νέου προϊόντος, η εισαγωγή μιας νέας γραμμής ή η επανατοποθέτηση ενός υπάρχοντος προϊόντος. Δεν αποκλείεται όμως η ανάγκη να προκύπτει και από εξωτερικούς παράγοντες, όπως η εμφάνιση νέων ανταγωνιστών, σημαντικές αλλαγές στο σύστημα της εφοδιαστικής αλυσίδας (εμφάνιση νέων αγορών, σύγκρουση συμφερόντων με τα υπόλοιπα μέλη της αλυσίδας κλπ), μία νέα εταιρική πολιτική (π.χ. είσπραξης, τιμολόγησης, εξυπηρέτησης). Τέλος, σημαντικός λόγος για την επανεξέταση της δομής του δικτύου διανομής είναι η αποτυχία των στόχων διανομής, οπότε μία αλλαγή κρίνεται απαραίτητη.

2) Ορισμός και συντονισμός στόχων διανομής

Αφού αναγνωριστεί η ανάγκη για το σχεδιασμό, επόμενο βήμα σύμφωνα με τον Rosenbloom είναι η στοχοθέτηση της διανομής. Οι υπεύθυνοι του δικτύου διανομής θα πρέπει να:

- ✓ Έχουν πολύ καλή γνώση των στόχων και των στρατηγικών που θα οδηγήσουν στην επίτευξη των γενικότερων στόχων της εταιρίας.
- ✓ Ορίσουν τους στόχους της διανομής, οι οποίοι θα είναι συγκεκριμένοι και κατανοητοί από όλα τα εμπλεκόμενα μέρη.
- ✓ Ελέγξουν το κατά πόσο οι στόχοι της διανομής συμβαδίζουν με τους στόχους των υπόλοιπων τμημάτων (π.χ. marketing) και της επιχείρησης γενικότερα.

3) Προσδιορισμός υποχρεώσεων/ αρμοδιοτήτων δικτύου

Στο βήμα αυτό περιγράφεται επακριβώς το τι ακριβώς πρέπει να συμβαίνει στο δίκτυο διανομής. Συγκεκριμένα προσδιορίζονται αποφάσεις σχετικά με το χώρο αποθήκευσης, την ποσότητα των αποθηκευμένων μονάδων, τη διαθεσιμότητά τους στην αποθήκη, την παραγγελιοληψία, την ταχύτητα παράδοσης των προϊόντων, τις συσκευασίες και τα μέσα μεταφοράς, την πολιτική επιστροφών, την έκδοση και αποστολή τιμολογίων, την τεχνική υποστήριξη, τις παρεχόμενες υπηρεσίες μετά την πώληση και την πληρωμή.

4) Ανάπτυξη εναλλακτικών δομών δικτύου

Πριν καταλήξει στην καλύτερη δυνατή επιλογή δικτύου διανομής, η εταιρία πρέπει να αναπτύξει όσο το δυνατό περισσότερα εναλλακτικά σχέδια. Οι εναλλακτικές αυτές δομές διαφέρουν ως προς το κατά πόσο η διανομή των προϊόντων θα είναι αποκλειστική, επιλεκτική, πόσα επίπεδα παρεμβάλλονται μεταξύ κατασκευαστή/ παραγωγού εταιρίας και τελικού καταναλωτή, καθώς και το είδος των αντιπροσώπων/ μεσαζόντων που θα ενταχθούν στο κανάλι.

5) Αξιολόγηση σχετικών παραμέτρων

Επόμενο βήμα είναι η αξιολόγηση όλων των παραμέτρων οι οποίες άμεσα ή έμμεσα επηρεάζουν τη λειτουργία του δικτύου διανομής. Ενδεικτικά μπορούμε να διακρίνουμε τις εξής κατηγορίες:

- ✓ Αγορά (μέγεθος, αγοραστικές συνήθειες και γεωγραφική διασπορά καταναλωτών)
- ✓ Προϊόν (μέγεθος και βάρος, φυσική φθορά/ κύκλος ζωής, βαθμός καινοτομίας, αξία)
- ✓ Εταιρία (μέγεθος, χρηματοοικονομική κατάσταση, στόχοι και στρατηγικές)
- ✓ Συνεργάτες (διαθεσιμότητα και κόστος συνεργασίας, ποιότητα υπηρεσιών)
- ✓ Περιβάλλον
- ✓ Κανάλι Διανομής (συγκρούσεις, διαπραγματευτική ικανότητα, ρόλοι και αρμοδιότητες, επικοινωνία κλπ)

6) Επιλογή «καλύτερης» δομής δικτύου

7) Επιλογή μελών/ εμπλεκόμενων στο δίκτυο

Αφού επιλεγθεί το καλύτερο δίκτυο διανομής σύμφωνα με τις ανάγκες της επιχείρησης, πρέπει να επιλεγούν τα εμπλεκόμενα ως προς τον τύπο μέλη (αντιπρόσωποι, εισαγωγείς, χονδρέμποροι, λιανέμποροι) και ως προς τις επιχειρήσεις που θα συνεργαστεί.

Το μοντέλο του Rosenbloom είναι αρκετά γενικό, αφού δεν αναφέρονται συγκεκριμένα οι παράγοντες που επηρεάζουν την τελική απόφαση επιλογής της δομής δικτύου διανομής της εταιρίας. Ωστόσο, αποτελεί ένα καλό εργαλείο με τα βασικά βήματα τα οποία πρέπει να ακολουθήσει οποιαδήποτε εταιρία που ενδιαφέρεται να αναπτύξει ένα δίκτυο διανομής των προϊόντων της.

4.2.2 Μοντέλο Lewis W. Stern και Frederick D. Sturdivant

Μία πιο αναλυτική προσέγγιση πελατοκεντρικού σχεδιασμού συστήματος διανομής (Customer Driven Distribution System) ανέπτυξε ο Stern Lewis, συμπληρώνοντας το μοντέλο του Rosenbloom. Πελάτες για το συγκεκριμένο μοντέλο θεωρούνται οι τελικοί καταναλωτές και όχι οι αντιπρόσωποι/ μεσάζοντες που παρεμβάλλονται στο δίκτυο. Συγκεκριμένα, το μοντέλο αποτελείται από 8 βήματα και στόχος του είναι ο εντοπισμός και η ικανοποίηση των αναγκών των πελατών. Είναι πολύ συχνό φαινόμενο στις μέρες μας οι επιχειρήσεις να εκφράζουν την επιθυμία «καθοδήγησης από την αγορά» (market driven). Ακολουθώντας τα παρακάτω βήματα, μπορούν να δώσουν ουσία σε αυτό που συνήθως πρεσβεύουν μόνο με τα λόγια.

Βήμα 1^ο: Μάθετε τι ακριβώς επιθυμούν οι πελάτες σας

Βήμα 2^ο: Εντοπίστε τα κατάλληλα καταστήματα/ συνεργάτες

Βήμα 3^ο: Μελετήστε τα κόστη

Βήμα 4^ο: Συγκρίνετε τις επιλογές σας

Βήμα 5^ο: Υποστηρίξτε την ιδανική λύση

Βήμα 6^ο: Εξετάστε τυχόν περιορισμούς (εταιρικούς, νομικούς, περιβαλλοντολογικούς)

Βήμα 7^ο: Αντιμετωπίστε τυχόν διαφορές (GAP Analysis)

Βήμα 8^ο: Προετοιμάστε την εφαρμογή της επιλογής σας

Κατά την ανάπτυξη των παραπάνω βημάτων δημιουργούνται τρία διαφορετικά κανάλια διανομής: το ήδη υπάρχον, το ιδεατό κανάλι και το ιδεατό κανάλι το οποίο είναι προσαρμοσμένο στις ανάγκες και στην κουλτούρα της επιχείρησης. Κατά την παραπάνω διαδικασία εφαρμόζεται GAP Analysis, δηλαδή σύγκριση των τριών αυτών καναλιών, και λαμβάνεται η τελική απόφαση.

4.2.3 Μοντέλο B. Berman

Ένα ακόμα μοντέλο σχεδιασμού δικτύου διανομής αναπτύχθηκε την ίδια περίοδο από τον Berman. Το μοντέλο του Berman αποτελείται από βήματα, τα οποία είναι κοινά με αυτά του σχεδιασμού καναλιού διανομής που είδαμε στα προηγούμενα μοντέλα των Stern και Rosenbloom. Αυτό που το διαφοροποιεί είναι το γεγονός ότι έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να μπορεί να είναι άμεσα χρήσιμο για τις εταιρίες, αφού βασίζεται σε ερωτηματολόγια με σαφής

παράγοντες που καλύπτουν κάθε ερώτηση, βοηθώντας την εταιρία, μέσα από τη διαδικασία απάντησής τους, στο σχεδιασμό του κατάλληλου γι' αυτήν δικτύου διανομής.

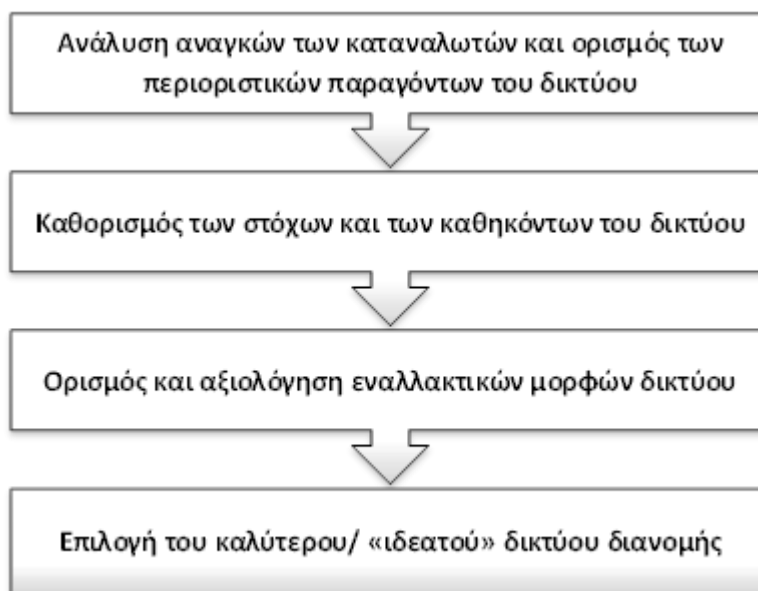
4.2.4 Νεότερα μοντέλα

Συνήθως ο σχεδιασμός των δικτύων διανομής βασίζεται στις εσωτερικές ανάγκες της επιχείρησης - εταιροκεντρική πολιτική- και όχι στις ανάγκες του πελάτη – πελατοκεντρική κουλτούρα. Η αδυναμία εντοπισμού των αναγκών των καταναλωτών έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της αποδοτικότητας του δικτύου και την πιθανή αύξηση συγκρούσεων μεταξύ των μελών του. Ως εκ τούτου, είναι αναγκαία η εξασφάλιση ανάπτυξης του marketing, ανταλλαγής πληροφοριών, επίτευξης αμοιβαίων υποχωρήσεων και συμβιβασμών, καθώς και η λεπτομερής μελέτη της αγοράς.

Τα μοντέλα που προτείνονται τα τελευταία χρόνια είναι λακωνικά και απλά. Μερικοί συγγραφείς (Kotler, Armstrong, Saunders, Wong, 2003; Kotler, Keller, 2007; Consoli, Neves, 2008) περιορίζονται σε μία «λεκτική» παρουσίαση ενός μοντέλου, χωρίς σχηματική αναπαράσταση. Άλλοι (Rosenbloom, 2005; Coughlan et al., 2001) παρουσιάζουν μοντέλα 4-5 σταδίων, αναπτύσσοντας μόνο τα βασικά στάδια σχηματισμού του δικτύου διανομής. Και οι δύο πλευρές συχνά αποτυγχάνουν να παρέχουν μια λεπτομερή περιγραφή των δράσεων σε κάθε στάδιο. Επιπλέον, δεν υποδεικνύουν ούτε μεθόδους που μπορούν να χρησιμοποιηθούν, ούτε παράγοντες που θα πρέπει να αξιολογούνται σε κάθε στάδιο. Κάνουν μόνο γενικές συστάσεις, επεκτείνοντας την εφαρμογή του μοντέλου σε διαφόρων ειδών επιχειρηματικούς τομείς.

Η νέα τάση σχεδιασμού δικτύων διανομής δίνει έμφαση στις ανάγκες του πελάτη και στην αξιολόγηση των διαφόρων παραγόντων που επηρεάζουν τη λειτουργία του δικτύου (Yan, 2010; Chen, Lai, 2010; Rossi, Silva, Neves, 2006; Thron, Nagy, Wassan, 2007). Αξίζει να σημειώσουμε ότι πλέον όλο και περισσότερες εταιρίες αναθέτουν τις δραστηριότητες παραγωγής και διανομής των προϊόντων τους σε επαγγελματίες του κλάδου των Logistics (διανομείς, χονδρεμπόρους). Έτσι μπορούν να αφοσιωθούν απερίσπαστες στις κύριες εμπορικές τους δραστηριότητες. Η δομή και η αποτελεσματικότητα του δικτύου επηρεάζεται από την πίστη των διανομέων στους προμηθευτές (Liu, Tao, Li & El-Ansary (2008)). Νέα επίσης τάση αποτελεί η επιλογή ποικίλων καναλιών (Coelho, Easingwood, Coelho, 2003; Yan, 2010). Τέλος, η ανάπτυξη του διαδικτύου έχει οδηγήσει στη δημιουργία δικτύων διανομής που εστιάζονται στους καταναλωτές, βασίζονται σε αλυσίδες προστιθέμενης αξίας και αποτελούνται από πολλά μέλη.

Βασιζόμενοι στις παραπάνω παρατηρήσεις, καθώς και στα μοντέλα των Kotler, Armstrong, Saunders & Wong (2003), Kotler, Keller (2007), Consoli, Neves (2008), Rosenbloom (2005), Coughlan et al. (2001), οι Jurate Banyte¹, Rasa Gudonaviciene και Darius Grubys (2011) ανέπτυξαν ένα ενιαίο μοντέλο σχεδιασμού δικτύου διανομής (Σχήμα 4.1) που καλύπτει τα πιο βασικά στάδια σχετικά με το σχεδιασμό δικτύου.



Σχήμα 4.1. Ενιαίο μοντέλο διαδικασίας σχεδιασμού δικτύου διανομής

Κεφάλαιο 5

Η σημασία του Δικτύου Διανομής στο Ηλεκτρονικό Εμπόριο

5.1. Εισαγωγή στο Ηλεκτρονικό Εμπόριο (e-Commerce)

5.2. Η ανάπτυξη του e-Commerce τα τελευταία χρόνια

5.3. Το τελευταίο χιλιόμετρο (Last mile)

5.4. Πώς το τελευταίο χιλιόμετρο επηρεάζει

την αποδοτικότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας

5.5. Η σημασία του τελικού κρίκου στην

αλυσίδα εξυπηρέτησης e-shops

5.6. Πρωτοποριακές λύσεις για αξιόπιστη παράδοση

στο τελευταίο χιλιόμετρο

5 Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΣΤΟ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΕΜΠΟΡΙΟ

5.1 Εισαγωγή στο Ηλεκτρονικό Εμπόριο (e-Commerce)

Το 2002, ο Peter Ferdinand Drucker είχε αναφέρει χαρακτηριστικά για το ηλεκτρονικό εμπόριο (HE):

«Η πραγματικά επαναστατική επίδραση της επανάστασης του Internet μόλις αρχίζει να γίνεται αισθητή. Αλλά η επίδραση αυτή δεν τροφοδοτείται από την «πληροφορία». Δεν είναι «τεχνητή νοημοσύνη». Δεν είναι η επίδραση των υπολογιστών και της επεξεργασίας δεδομένων στη λήψη αποφάσεων, στη διαμόρφωση πολιτικής ή στη στρατηγική. Είναι κάτι που δεν το είχε προβλέψει κανένας και κανένας δε μιλούσε γι' αυτό πριν από 10-15 χρόνια: το ηλεκτρονικό εμπόριο – δηλαδή η εκρηκτική εμφάνιση του Internet ως ένα κύριο και ίσως τελικά το κύριο, παγκόσμιο κανάλι διανομής για αγαθά, υπηρεσίες και για διοικητικές και επαγγελματικές θέσεις εργασίας. Αυτό αλλάζει τη ροή τους, την τμηματοποίηση πελατών, τις αξίες των καταναλωτών και τη συμπεριφορά των καταναλωτών, τις εργασίες και τις αγορές εργασίας. Αλλά η επίδραση αυτή μπορεί να είναι ακόμα μεγαλύτερη στις κοινωνίες και στην πολιτική και, πάνω απ' όλα, μέσα σ' αυτή την επανάσταση βλέπουμε τον κόσμο και τον ίδιο μας τον εαυτό.»

Το **ηλεκτρονικό εμπόριο (HE)** περιγράφει τη διαδικασία αγοράς, πώλησης, μεταφοράς ή ανταλλαγής προϊόντων, υπηρεσιών και/ ή πληροφοριών μέσω δικτύων υπολογιστών, συμπεριλαμβανομένου και του Internet και μπορεί να οριστεί από τις παρακάτω σκοπιές:

- ✓ Επιχειρησιακή διεργασία
- ✓ Εξυπηρέτηση
- ✓ Εκπαίδευση
- ✓ Συνεργατική
- ✓ Κοινωνική

5.2 Η ανάπτυξη του e-Commerce τα τελευταία χρόνια

Με ταχείς ρυθμούς αναπτύσσεται το ΗΕ στην Ελλάδα, παρ' όλο που άργησε να εμφανιστεί στη χώρα μας σε σχέση με την υπόλοιπη Ευρώπη. Η κρίση μπορεί να φέρνει πολλά προβλήματα, δημιουργεί όμως και ευκαιρίες, με αποτέλεσμα πολλοί άνεργοι να στραφούν προς το διαδικτυακό εμπόριο για να βρουν απασχόληση. Οι ρυθμοί ανάπτυξης του κλάδου παραμένουν πολλά υποσχόμενοι με αποτέλεσμα όλο και περισσότεροι επιχειρηματίες να στρέφονται στη νέα αυτή μορφή εμπορίου.

Αν υπάρχει μια αγορά που «είδε» πέρυσι τον τζίρο της να αυξάνει και μάλιστα με διψήφιο ρυθμό, αυτή δεν είναι άλλη από το ΗΕ. Με βάση εκτιμήσεις του e-Commerce Europe, ο τζίρος του online shopping (προϊόντων και υπηρεσιών) στην Ελλάδα έσπασε πέρυσι το φράγμα των 4 δισ. ευρώ, φθάνοντας τα 4.4 δισ., όταν το 2014 ο τζίρος της συγκεκριμένης αγοράς άγγιξε τα 3.85 δισ. ευρώ. Δηλαδή μέσα σε έναν χρόνο κατεγράφη ποσοστιαία **άνοδος 14.28%**, η οποία είναι υψηλότερη κοντά στις δύο ποσοστιαίες μονάδες από την αύξηση που κατεγράφη στο σύνολο της Ευρώπης.

Αν και τα 4.4 δισ. ευρώ των ηλεκτρονικών αγορών των Ελλήνων, μπροστά στα 477 δισ. που είναι ο συνολικός τζίρος των online αγορών στην Ευρώπη δείχνουν ελάχιστα (είναι μόλις το 9.22%), ωστόσο ο συγκεκριμένος τζίρος είναι αν μη τι άλλο εντυπωσιακός σε μια αγορά όπως η ελληνική, όπου τα φυσικά δίκτυα καταστημάτων συρρικνώνονται και ο τζίρος όσων παραμένουν ενεργά έχει μειωθεί.

Ένα ερώτημα που είναι σημαντικό να απαντηθεί είναι αν όλος αυτός ο τζίρος των ηλεκτρονικών αγορών, ή το μεγαλύτερο μέρος αυτού, κατευθύνεται σε ελληνικά διαδικτυακά καταστήματα ή σε ελληνικές εταιρείες που έχουν e-shop, ή αφορά αγορές από ηλεκτρονικά δίκτυα του εξωτερικού. Βασιζόμενοι στην τελευταία έρευνα της Eurostat (παρουσιάστηκε τον περασμένο Δεκέμβριο και αναφέρεται στο έτος 2014), η Ελλάδα έχει τις χειρότερες επιδόσεις στην ΕΕ στις ηλεκτρονικές πωλήσεις ως ποσοστό του συνολικού τζίρου των επιχειρήσεων, αφού μόλις το 1% των εσόδων των ελληνικών εταιριών προέρχεται από αυτές.

Σύμφωνα πάντως με την ετήσια έρευνα για το Ηλεκτρονικό Εμπόριο B2C στην Ελλάδα του Εργαστηρίου Ηλεκτρονικού Εμπορίου (ELTRUN) του Οικονομικού Πανεπιστημίου Αθηνών (Δεκέμβριος 2015), οι αγορές από ελληνικά sites αντιπροσωπεύουν το 65% των ηλεκτρονικών αγορών, σημειώνοντας άνοδο από το 60% που ήταν το 2014. Επίσης, στην ίδια έρευνα αναφέρεται ότι η μέση αξία των ηλεκτρονικών αγορών ανά καταναλωτή

αυξήθηκε πέρυσι κατά 10% σε σχέση με το 2014, ενώ κατεγράφη συνολική αύξηση 5% όσον αφορά στον αριθμό των προϊόντικών κατηγοριών που αγοράστηκαν ηλεκτρονικά.

Η ανάπτυξη του ηλεκτρονικού εμπορίου B2C το 2015 σε σχέση με το 2014 είναι εμφανής και από τα ακόλουθα στοιχεία της έρευνας του ELTRUN:

1) Πέρυσι ένας στους τέσσερις διαδικτυακούς αγοραστές (το 2014 ήταν 1 στους 10) πραγματοποίησε πάνω από το 50% των συνολικών αγορών του μέσω Internet.

2) Το 43% του δείγματος που συμμετείχε στην έρευνα ανέφερε πως οι ηλεκτρονικές αγορές θα αυξηθούν το 2016 σε σχέση με το 2015, ενώ μόλις το 19% ανέφερε το αντίθετο.

3) Διαμορφώνεται πλέον μια ξεκάθαρη πολυκαναλική (multichannel) συμπεριφορά, αφού το 33% των αγορών από φυσικά καταστήματα πραγματοποιούνται μετά από αναζήτηση στο Internet, ενώ το 16% των ηλεκτρονικών αγορών πραγματοποιούνται μετά από επίσκεψη σε φυσικό κατάστημα.

4) Οι τρεις κύριοι λόγοι πραγματοποίησης ηλεκτρονικών αγορών σχετίζονται με τιμές/ προσφορές. Στις πρώτες θέσεις βρίσκονται η εύρεση καλύτερων τιμών (66%), η άμεση σύγκριση προϊόντων/ τιμών (53% από 39% το 2014), η εύκολη εύρεση προσφορών (38% από 30% το 2014).

5) Τα βασικά χαρακτηριστικά των ηλεκτρονικών καταστημάτων που επηρεάζουν θετικά την εμπιστοσύνη των πελατών και τους κερδίζουν καλύπτουν πλέον ευρύ φάσμα. Αυτά είναι: ο ασφαλής τρόπος πληρωμής από γνωστό φορέα (46%), οι χαμηλές τιμές και προσφορές (42%), το εύχρηστο και γρήγορο στην πλοήγηση site (37%), οι ξεκάθαροι όροι χρήσης (35%), οι καλές κριτικές σε sites/ blogs (32%).

6) Κύριες πηγές πληροφόρησης των καταναλωτών πριν προχωρήσουν σε ηλεκτρονική αγορά αποτελούν οι ιστοσελίδες σύγκρισης τιμών (72% από 63% το 2014), οι ηλεκτρονικές ιστοσελίδες των επιχειρήσεων (62%), καθώς και οι ιστοχώροι κριτικών (52%).

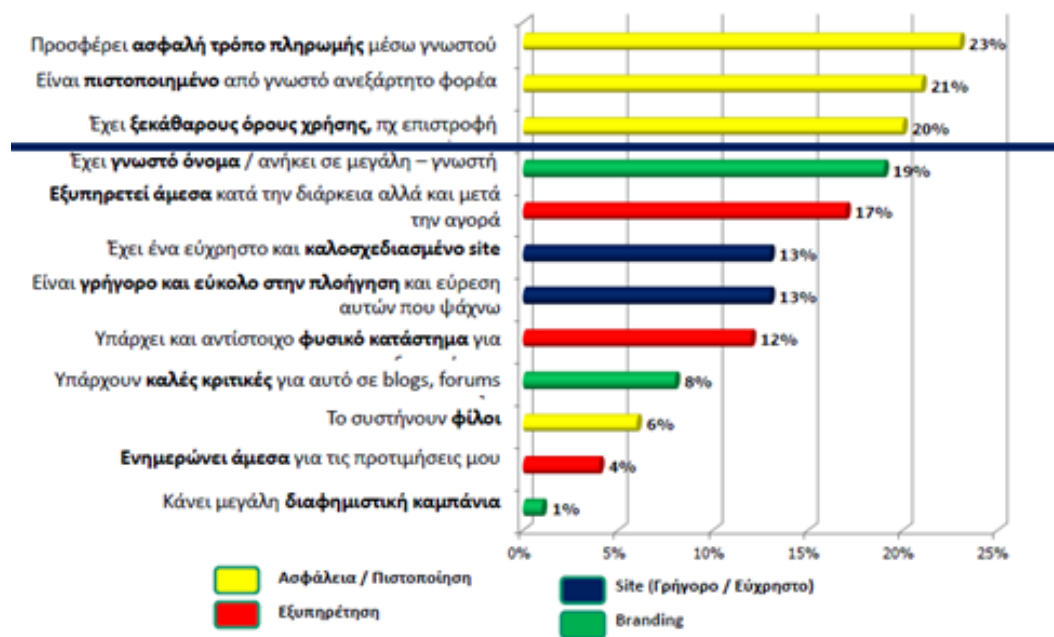
7) Αρχίζει να εμφανίζεται ξεκάθαρα η τάση αξιοποίησης των κινητών στο ηλεκτρονικό εμπόριο, αφού το 32% αναφέρει ότι χρησιμοποιεί applications για τη διευκόλυνση των αγορών τους, ενώ το 11% αποθηκεύει στο κινητό του applications σχετικά με προωθητικές ενέργειες προϊόντων.

8) Έντονο παραμένει το πρόβλημα του μεταφορικού κόστους για τις αγορές μέσω Internet, αφού το 19% αναφέρει ότι τα έξοδα αποστολής αντιπροσωπεύουν συνήθως μεγάλο ποσό

σε σχέση με την αξία του προϊόντος. Αξίζει όμως να αναφέρουμε ότι το συγκεκριμένο ποσοστό μειώθηκε από το 24% που ήταν το 2014.

Η συμμετοχή του ηλεκτρονικού εμπορίου στο ευρωπαϊκό ΑΕΠ συνεχίζει να αυξάνεται, την ώρα που η ευρωπαϊκή οικονομία βρίσκεται ακόμη σε θολά νερά. Από το 1.27% του ΑΕΠ το 2009, το 2014 έφτασε στο 2.45% και αναμένεται να φτάσει το 6% έως το 2020.

Πολύ σημαντικά είναι τα κριτήρια που επηρεάζουν την εμπιστοσύνη του καταναλωτή για να επιλέξει ένα ηλεκτρονικό κατάστημα. Παρατηρείται πλέον ότι ο έλληνας διαδικτυακός καταναλωτής έχει στοιχεία ωριμότητας και δεν τον επηρεάζουν μόνο θέματα ασφαλείας (παρότι η ασφαλής πληρωμή παραμένει πρώτος λόγος), αλλά και η εξυπηρέτηση/ προϊόντική κάλυψη, η χρηστικότητα/ ευχρηστία του site, οι χαμηλές τιμές, η θετική κριτική/ συστάσεις και, τέλος, το branding/ διαφήμιση (βλέπε Γράφημα 5.1). Άρα τα ηλεκτρονικά καταστήματα έχουν ένα σύνθετο περιβάλλον να αντιμετωπίσουν ώστε να μπορέσουν να επηρεάσουν θετικά τον διαδικτυακό καταναλωτή.



Γράφημα 5.1 Λόγοι επιλογής e-shop από τους καταναλωτές

5.3 Το τελευταίο χιλιόμετρο (Last mile)

Η συνεχής ανάπτυξη του ΗΕ ανέδειξε τα προβλήματα των αστικών Logistics. Η αύξηση των κατ' οίκον παραδόσεων επιβαρύνει μια ήδη κορεσμένη κατάσταση στο κέντρο των πόλεων. Η συμφόρηση, η περιβαλλοντική μόλυνση και ο θόρυβος που παράγεται από τη διακίνηση των ανθρώπων και των εμπορευμάτων, περιπλέκουν σε μεγάλο βαθμό την επανένταξη και την αποκατάσταση των Logistics στο κέντρο της πόλης. Γνωρίζοντας ότι το «τελευταίο χιλιόμετρο» είναι το πιο ακριβό κομμάτι της ΑΕ (πλησιάζει το 40% του συνολικού κόστους), το ερώτημα είναι *πώς μπορούμε να το βελτιστοποιήσουμε προκειμένου να διατηρηθεί η οικονομική αποδοτικότητα, ενώ ταυτόχρονα να πληρούνται οι ολοένα αυξανόμενες προσδοκίες των διανομέων, δημοτικών αρχών, πελατών, αλλά και των κατοίκων της πόλης.*

Το «τελευταίο χιλιόμετρο» δεν είναι μόνο ένα εμπόδιο. Είναι επίσης μια ευκαιρία! Είναι ένα όπλο στα χέρια του marketing, ικανοποίηση και πιστότητα των πελατών για τις δραστηριότητες του εμπορίου. Πράγματι, σαν τελευταίος κρίκος της αλυσίδας, μεταφέρει στους ώμους του ένα βαρύ φορτίο, γι' αυτό είναι ένας ισχυρός παράγοντας έναντι του ανταγωνισμού. Είναι ο φυσικός φορέας που επιτρέπει την επαφή με τον τελικό καταναλωτή και δύναται να προσφέρει τα πλεονεκτήματα των παραδοσιακών πωλήσεων με εξατομικευμένες υπηρεσίες υψηλής προστιθέμενης αξίας.

Οι περιορισμοί και τα εμπόδια δεν έχουν αλλάξει, αλλά οι λύσεις και οι προκλήσεις έχουν ωριμάσει. Είναι πολύ σημαντικό μία νέα επιχείρηση να είναι σε θέση να εισάγει καινοτόμες μεθόδους οργάνωσης, ολοκληρωμένες και ευέλικτες, καθώς και να τις προάγει μεταξύ των διαφόρων φορέων.

5.4 Πώς το τελευταίο χιλιόμετρο επηρεάζει την αποδοτικότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας

Η ενορχήστρωση των διαδικασιών και πληροφοριών για την προμήθεια αγαθών στο «τελευταίο χιλιόμετρο» και την παράδοσή τους στον πελάτη είναι υποχρεωτική στον τρόπο που λειτουργεί σήμερα η αγορά με την απ' ευθείας παραγγελιοληψία από τους καταναλωτές. Η σωστή ενορχήστρωση μάλιστα δεν αποτελεί ικανότητα πεφωτισμένων Logistics managers, αλλά υποχρεωτική ικανότητα όλων των Logistics managers.

Για να πετύχουμε ωστόσο την καλύτερη δυνατή ενορχήστρωση και όχι την απλή διαχείριση αυτού που ονομάζουμε «τελευταίο χιλιόμετρο» απαιτούνται πολλές παράμετροι

να ισχύουν ταυτόχρονα. Μια από αυτές είναι η σύγκλιση των συστημάτων εκτέλεσης της ΕΑ (να «μιλούν» μεταξύ τους, δηλαδή να είναι συγχρονισμένα όλα τα συστήματα IT που χρησιμοποιούμε στους ενδιάμεσους κρίκους της ΕΑ). Αυτός ο στόχος, αν και είναι λογικοφανής και κανείς δεν έχει αντίρρηση επ' αυτού, αποτελεί στόχο που πολλές επιχειρήσεις δεν έχουν ακόμα επιτύχει.

Ενώ μερικοί όπως η Amazon και η Wal-Mart (κορυφαίοι στον κλάδο τους και ενεργοί «παίκτες» των online μαγαζιών) βαδίζουν καλά προς αυτή την κατεύθυνση, άλλοι (και είναι πολλοί και μεγάλοι δυστυχώς) δεν έχουν ακόμη ξεκινήσει την ανάπτυξη του στρατηγικού οδικού χάρτη τους. Ο συγχρονισμός των πληροφοριών μεταξύ των συστημάτων που χρησιμοποιούμε στην ΕΑ είναι απαραίτητος, καθώς μας παρέχει την «ορατότητα» που απαιτείται ώστε να ενεργοποιήσει αυτή την ιδεατή, αλλά αναγκαία κατάσταση, που ονομάζουν οι λιανέμποροι «παγκόσμια εξυπηρέτηση πελατών».

Αυτό αποκτά ακόμα μεγαλύτερη σημασία στη σφαίρα εκπλήρωσης των διαδικασιών του «τελευταίου χιλιόμετρου», καθώς οι περισσότεροι οργανισμοί, παρά το γεγονός ότι δραστηριοποιούνται σε διεθνές επίπεδο, αρχίζουν να παρέχουν «τοπικές υπηρεσίες γρήγορης παράδοσης» που ο καταναλωτής έχει ανάγκη.

Τα e-shops μετέτρεψαν την αποστολή των εμπορευμάτων από μία απλή διαδικασία παράδοσης-παραλαβής JLOP (Αφήστε Απλά στη Βεράντα) σε ένα σύστημα πλήρους ΕΑ, ο σχεδιασμός του οποίου θα πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη και να περιλαμβάνει:

- ✓ Ακριβή προσδιορισμό προγράμματος
- ✓ Λειτουργία Hub
- ✓ Σχεδιασμός Δρομολόγησης και Βελτιστοποίηση
- ✓ Driver IT Companion
- ✓ Επιστροφές και Reverse Logistics

5.5 Η σημασία του τελικού κρίκου στην αλυσίδα εξυπηρέτησης e-shops

Η ανάπτυξη του ΗΕ παγκοσμίως, έχει θετική επίδραση στη ροή των διαδικασιών Logistics και οδηγεί στην τεχνολογική τους αναβάθμιση και βελτίωση, με σκοπό να μπορούν να ανταποκριθούν καλύτερα στις νέες απαιτήσεις. Στο μέλλον μάλιστα, η περαιτέρω ανάπτυξη των e-shops οδηγεί σε ριζική αναδιαμόρφωση στη διαχείριση της ΕΑ, ειδικά σε τομείς όπως:

- ✓ Η πρόσβαση σε όλες τις πληροφορίες που δημιουργούνται
- ✓ Το σύστημα ανάλυσης των πληροφοριών και ανταπόκρισης στις αλλαγές που προκύπτουν
- ✓ Η επέκταση της ΕΑ σε άλλους εταιρικούς οργανισμούς και σε άλλες γεωγραφικές περιοχές, καταργώντας τους περιορισμούς που υπήρχαν μέχρι σήμερα
- ✓ Η γρήγορη διανομή των αλλαγών που προκύπτουν σε διαδικασίες και των προδιαγραφών τους σε όλα τα σημεία του δικτύου

Στην εξυπηρέτηση της αγοράς των e-shop, ειδικότερα οι ταχυδρομικοί φορείς οι οποίοι συμμετέχουν ως courier partners, αναπτύσσουν τεχνολογικά τα συστήματα ιχνηλάτησης (track & trace) για την καλύτερη ροή της πληροφορίας, καθιερώνουν εναλλακτικές λύσεις για την επίδοση των προϊόντων στον τελικό καταναλωτή, όπως οι σταθμοί αυτόματης επίδοσης δεμάτων (parcel lockers/ pack stations), αλλά και προχωρούν στη δημιουργία ηλεκτρονικών πλατφόρμων φιλοξενίας επιχειρήσεων ηλεκτρονικού εμπορίου και την απευθείας διαχείριση των αποστολών και των αντικαταβολών τους. Το Customer Demand είναι πλέον ιδιαιτέρως απαιτητικό και όσοι καλούνται να διαχειριστούν το κομμάτι της παράδοσης των προϊόντων (delivering goods) οφείλουν να αναβαθμιστούν και να ανταποκριθούν πολύ γρήγορα στις αλλαγές της αγοράς.

5.6 Πρωτοποριακές λύσεις για αξιόπιστη παράδοση στο τελευταίο χιλιόμετρο

Το «τελευταίο χιλιόμετρο», δηλαδή το τελευταίο σκέλος του «ταξιδιού παράδοσης» ενός πακέτου πριν να φτάσει στο κατώφλι των καταναλωτών, αποτελεί το αδύναμο σημείο του ΗΕ. Και αυτό, διότι ακόμα και εάν η ΕΑ είναι τέλεια οργανωμένη, πολλά δέματα δε φθάνουν συχνά έγκαιρα στους πελάτες.

Τον πιο σημαντικό παράγοντα επιτυχίας του ΗΕ αγαθών αποτελεί η ορθολογική οργάνωση της ΕΑ. Τα αγαθά που παραγγέλλουν οι πελάτες μέσω διαδικτύου θα πρέπει να παραδοθούν άμεσα, σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή και σε άριστη κατάσταση, εναλλακτικά οι πελάτες ενδέχεται να απειλήσουν τα ηλεκτρονικά καταστήματα με καταγγελίες και επιστροφές, οι οποίες με τη σειρά τους έχουν αρνητικό αντίκτυπο στη φήμη του ηλεκτρονικού καταστήματος, ανεξάρτητα από τη λειτουργικότητα και τη φιλικότητα που διαθέτει προς το χρήστη. Στην εποχή του Internet η παροχή εξαιρετικών υπηρεσιών στους πελάτες είναι αναγκαία. Σε αντίθετη περίπτωση, κάποιος θα το «πληρώσει» άμεσα, αφού ο πελάτης δε συγχωρεί. Αν η προσδοκία δεν εκπληρωθεί, οι

απογοητευμένοι πελάτες θα μεταβούν σε άλλο πάροχο. Ως εκ τούτου, η επιτυχημένη πρώτη παράδοση αποτελεί και την αχίλλειο πτέρνα του HE.

Το πρόβλημα έγκειται στο γεγονός ότι η αποστολή των προϊόντων βρίσκεται ως επί το πλείστον στα χέρια των ταχυμεταφορέων (courier companies), οι οποίοι συχνά δυσκολεύονται να ανταποκριθούν στο συνεχώς αυξανόμενο όγκο των αποστολών, πράγμα το οποίο με τη σειρά του δημιουργεί προβλήματα στην παράδοση των αποστολών. Άλλωστε, ποιο το όφελος μιας άμεσης διαχείρισης των παραγγελιών εκ μέρους του ηλεκτρονικού καταστήματος για τον πελάτη, όταν το δέμα αυτού παραδίδεται στο ταχυδρομείο, αντιμετωπίζοντας την ουρά και την ταλαιπωρία ή όταν αυτό παραδίδεται σε συνεργαζόμενο κατάστημα, το οποίο όμως κλείνει όταν επιστρέφει ο πελάτης από την εργασία του ή όταν αυτό παραδίδεται στο γείτονα; Σύμφωνα με το ELTRUN, το φαινόμενο της μη έγκαιρης παράδοσης ενός προϊόντος αποτελεί έναν από τους κύριους προβληματισμούς των ελλήνων διαδικτυακών αγοραστών, καθώς πάνω από το 50% αυτών έρχονται αραιά ή συχνά αντιμέτωποι με το παραπάνω φαινόμενο.

Προς την επίλυση του παραπάνω θέματος, αρκετοί έμποροι, νέες επιχειρήσεις, αλλά και LSP αναπτύσσουν ολοένα και περισσότερο καινοτόμες εναλλακτικές υπηρεσίες ταχυμεταφορών – επιχειρηματικά μοντέλα, με στόχο την αξιόπιστη παράδοση στο «τελευταίο χιλιόμετρο». Παρακάτω θα αναφέρουμε τις σημαντικότερες από αυτές:

1. «Προσωπικές» θυρίδες



Εικόνα 5.1 Προσωπικές θυρίδες Locumi και DHL

Προσωπικές θυρίδες προσφέρουν τόσο η DHL, όσο και η ParcelLock των ανταγωνιστών της DHL στη Γερμανία, DPD, GLS και Hermes. Επιπλέον, δύο ανεξάρτητοι πάροχοι η Locumi και η Lockbox προσφέρουν αντίστοιχες λύσεις. Βέβαια, οι παραπάνω, δεν ενδείκνυνται για τη μαζική αγορά καθώς η χρήση αυτών είναι συνδεδεμένη

με κόστος αγοράς ή μίσθωσης, ενώ δεν είναι εξασφαλισμένη η χρήση αυτών για όλων των μεγεθών δέματα.

2. Δημόσιες θυρίδες

Οι δημόσιες θυρίδες της DHL, και της SpeedyShop, τα Lockers της Amazon και τα υπέρ ψυγεία της Waitrose δεν μπορούν να «απορροφήσουν» απεριόριστο αριθμό παραγγελιών (συνήθως είναι χωρητικότητας 21, 75 και 150 θέσεων), αλλά και όλων των ειδών μεγέθη δεμάτων. Επιπλέον, δε λύνουν το πραγματικό πρόβλημα, δηλαδή το ότι τα δέματα παραδίδονται όταν οι πελάτες συνήθως δε βρίσκονται στην οικία τους.



Εικόνα 5.2 Δημόσια θυρίδα DHL (Pack station)

3. Υπηρεσίες ταχυμεταφορών εντός φυσικών καταστημάτων

Η παραλαβή – επιστροφή των πακέτων εντός διαφόρων καταστημάτων όπως mini market, φαρμακεία, βενζινάδικα, ανθοπωλεία, οπτικά και βιβλιοπωλεία αποτελεί για τους εργαζόμενους πελάτες μια ενδιαφέρουσα επιλογή παραλαβής και αποστολής των online αγορών τους. Μια τέτοια υπηρεσία έχει αναπτύξει στην Ελλάδα η Clever Point, στο δίκτυο της οποίας συμμετέχουν αυτή τη στιγμή πάνω από 100 καταστήματα στην Αττική. Η επιτυχία της παραπάνω υπηρεσίας θα εξαρτηθεί τόσο από την ευρεία συμμετοχή των μεγαλύτερων ηλεκτρονικών καταστημάτων στο δίκτυο της, όσο και από το βαθμό διεύθυνσης αυτής, εντός και εκτός Αττικής.

The screenshot shows the Clever Point website with a banner titled "Η νέα υπηρεσία παραλαβής δεμάτων από E-Shop". It details a three-step process:

- 1** Όταν αγοράζετε από E-Shop, επιλέξετε στο check-out ένα από τα σημεία Clever Point για να παραλάβετε το δέμα σας.
- 2** Θα λάβετε SMS ή e-mail με τον υπηρεσιακό κωδικό παραλαβής όταν το δέμα σας αφιχθεί στο Clever Point που έχετε επιλέξει.
- 3** Επισκεφθείτε το Clever Point για να παραλάβετε το δέμα σας στον χρόνο που σας βολεύει.

Additional information includes "100 ΣΗΜΕΙΑ ΠΑΡΑΛΑΒΗΣ ΔΕΜΑΤΩΝ" and "ΤΑΞ ΕΥΥΠΗΡΕΤΟΥΝ 24/7 ΗΜΕΡΕΣ ΤΗΝ ΕΒΔΟΜΑΔΑ".

Εικόνα 5.3 Παράδοση/ παραλαβή μέσω συνεργατών-καταστημάτων

4. Courier

Οι υπηρεσίες των παρόχων υπηρεσιών ταχυμεταφοράς είναι γνωστές. Μάλιστα η υπηρεσία της αυθημερόν παράδοσης αποκτά ολοένα και μεγαλύτερη σημασία, όσο περισσότερο οι (διαδικτυακοί) έμποροι, όπως η Amazon, η Media-Saturn, το Z-mall.gr και το You.gr, προσφέρουν τη δυνατότητα αυθημερόν παράδοσης.

5. Διαμεσολαβητικές πλατφόρμες ταχυμεταφορών

Στο παρελθόν είχε γίνει αναφορά για τη γερμανική Tiramizoo και την αγγλική Shutl, οι οποίες όπως και η Shyp και η Postmates προσφέρουν διαμεσολαβητικές πλατφόρμες αυθημερόν υπηρεσιών ταχυμεταφορών. Οι παραπάνω εταιρίες δρουν ως διαμεσολαβητές μεταξύ των διαδικτυακών εμπόρων και των τοπικών ταχυμεταφορικών επιχειρήσεων. Αυτές έχουν αναπτύξει ειδικό αλγόριθμο μέσω του οποίου συνδυάζουν τις παραγγελίες των συνεργαζόμενων ηλεκτρονικών καταστημάτων με τις τοπικές ταχυμεταφορικές επιχειρήσεις, οι οποίες βρίσκονται σε ανταγωνισμό μεταξύ τους για την καλύτερη τιμή και την καλύτερη εξυπηρέτηση. Μέσω των αλγορίθμων επιτυγχάνεται η βέλτιστη διαχείριση της διαδρομής μεταφοράς.



Εικόνα 5.4 Διανομέας

6. Αποστολή δεμάτων μέσω ταξί ή μέσω της Uber



Εικόνα 5.5 Διανομή από οδηγούς taxi

Ενώ οι κλασικοί πάροχοι υπηρεσιών διακίνησης και παράδοσης δεμάτων δεν μπορούν να εγγυηθούν στους πελάτες επακριβή επιθυμητή ώρα παράδοσης, οι οδηγοί των ταξί και της Uber βρίσκονται σε ευνοϊκή θέση, καθώς μπορούν να αξιοποιήσουν έξυπνα το χρόνο

εργασίας τους, μεταφέροντας εμπορεύματα αντί για άτομα. Η Taxibeat προσφέρει αντίστοιχη υπηρεσία στην ελληνική αγορά, την οποία χρησιμοποιούν διάφοροι διαδικτυακοί έμποροι, όπως η Z-mall.gr. Αντίστοιχα, η Uber προσφέρει από τον Οκτώβριο του 2015 σε επιλεγμένες περιοχές των Η.Π.Α. μια παρόμοια υπηρεσία (UberRush).

7. Παράδοση δεμάτων στο πορτ-μπαγκάζ του αυτοκινήτου

Η καινοτόμα εναλλακτική ταχυμεταφορική υπηρεσία τόσο της βελγικής Cardrops και της Volvo, όσο και της Amazon, μέσω της οποίας μετατρέπουν το πορτ-μπαγκάζ των αυτοκινήτων σε «θυρίδα» παράδοσης δεμάτων δεν είναι πιθανό να βρει ευρεία αποδοχή από τους καταναλωτές. Το γεγονός του ότι χρησιμοποιούν οι διανομείς το πορτ-μπαγκάζ του αυτοκινήτου ως «θυρίδα», δεν τους να κάνει να αισθάνονται άνετα, ακόμα και με τη χρήση μοναδικού ψηφιακού κλειδιού μίας χρήσεως. Επιπλέον, για να χρησιμοποιηθεί η παραπάνω υπηρεσία, οι κατασκευαστές των αυτοκινήτων θα πρέπει να εγκαταστήσουν ένα αντίστοιχο μηχανισμό σε αυτά. Όπως λοιπόν και στην περίπτωση των «προσωπικών θυρίδων», η λύση αυτή συνδέεται με κόστος για τους κατόχους των αμαξιών. Επιπλέον, δεν έχουν λυθεί διάφορα νομικά θέματα, όπως αυτό της ασφαλιστικής προστασίας των παραδοτέων δεμάτων σε ένα αυτοκίνητο.

8. Αποστολή δέματος μέσω πληθοπορισμού – συνοδήγησης

Ό,τι μετακινείται σε όλα τα μήκη και πλάτη της Ελλάδας ή της Ευρώπης, είτε πρόκειται για αυτοκίνητο, είτε για υπεραστικά λεωφορεία ΚΤΕΛ, είτε για θαλάσσιο μεταφορικό μέσο, και εφόσον η διαδρομή μεταφοράς βρίσκεται στον αντίστοιχο δρόμο τους, μπορεί θεωρητικά μέσω του κοινωνικού δικτύου να εκμεταλλευτεί τον πλεονάζον αποθηκευτικό χώρο, μεταφέροντας μαζί με τα άτομα και εμπορεύματα. Η ταχυμεταφορική υπηρεσία της νορβηγικής Easybring, η οποία μετονομάστηκε πριν από ένα χρόνο περίπου σε Nimber, μετά από δικαστική διαμάχη με την easyGroup, αποτελεί την υπηρεσία «ωτοστόπ» για δέματα και επιτρέπει την αποστολή και μεταφορά δεμάτων μεταξύ ανθρώπων. Αντίστοιχες υπηρεσίες θα μπορούσαν να προσφέρουν και πλατφόρμες συνοδήγησης όπως αυτής της blablacar (η αντίστοιχη υπηρεσία αυτής στην Ελλάδα είναι το ramemazi.gr – ανήκε στη γερμανική Carpooling.com και εξαγοράστηκε πέρσι από την blablacar).



Εικόνα 5.6 Διανομή από ΚΤΕΛ

Μια ενδιαφέρουσα δοκιμαστική υπηρεσία αυθημερόν παράδοσης έχουν λανσάρει τα γερμανικά ταχυδρομεία (Deutsche Post). Μέσω του δικτύου των υπεραστικών

λεωφορείων της, τα Postbus προσφέρουν τη δυνατότητα αποστολής δεμάτων. Η παραπάνω υπηρεσία απευθύνεται τόσο σε ιδιώτες, όσο και σε εταιρικούς πελάτες, ενώ το κόστος αυτής είναι ακριβότερο σε σχέση με αντίστοιχη μεταφορά ανθρώπων.

9. Κέντρο συλλογής πακέτων στο χώρο εργασίας

Στο μέλλον ο χρόνος θα γίνεται ένα ολοένα και πολυτιμότερο αγαθό, καθώς αναμένεται και περαιτέρω αύξηση του φόρτου εργασίας. Λαμβάνοντας λοιπόν υπόψη τα παραπάνω, έχει ενδιαφέρον για τους εργαζόμενους, αλλά και για τους εργοδότες, η παροχή υπηρεσιών τύπου Pakadoo. Η συγκεκριμένη εταιρεία προσφέρει στις επιχειρήσεις τη δυνατότητα στησίματος ενός κέντρου συλλογής πακέτων (Pakadoo Point) μέσω του οποίου οι εργαζόμενοι σε μια επιχείρηση μπορούν να λαμβάνουν τα δέματά τους. Μέσω μιας κινητής εφαρμογής, οι χρήστες της μπορούν να διαχειρίζονται τις παραλαβές και τις επιστροφές των πακέτων τους. Ειδικότερα, ο εργαζόμενος χρήστης λαμβάνει έναν κωδικό QR μέσω ενός email μόλις το πακέτο του φτάσει στο συγκεκριμένο χώρο. Με τον παραπάνω κωδικό και το προσωπικό του PIN, μπορεί να παραλάβει με ασφάλεια και εύκολα το δέμα του από το Pakadoo Point.

10. Αποστολή μέσω Drones

Η Matternet μεταφέρει αγαθά βάρους μέχρι 2 κιλών και σε απόσταση μέχρι 10 χιλιομέτρων μέσω νέα γενιάς drones, ενώ υπάρχουν ήδη πρωτότυπα τηλεκατευθυνόμενα



Εικόνα 5.7 Διανομή μέσω Drones

ελικόπτερα, τα οποία είναι σε θέση να μεταφέρουν και αγαθά βάρους μέχρι και 100 κιλών. Παρόλο το έντονο ενδιαφέρον της Amazon για την παραπάνω συναρπαστική τεχνολογία (η ίδια παρουσίασε τον Νοέμβριο 2015 με το Prime Air ένα νέο μοντέλο της), υπάρχουν αρκετά θέματα, τα οποία μένουν να λυθούν στο μέλλον, όπως η σταθερότητά τους σε

περίπτωση κακοκαιρίας, τα θέματα ασφάλειας, το επιτρεπτό βάρος-όγκος των αποσπελλόμενων αντικειμένων, η διαδικασία παράδοσης στον πελάτη, αλλά κυρίως το νομικό πλαίσιο χρήσης τους.

11. Διανομή μέσω ρομπότ

Η εταιρεία Starship Technologies, που έχουν δημιουργήσει οι ιδρυτές του Skype, ανέπτυξε εξάτροχα αυτόνομο ρομπότ με ειδικό αποθετικό χώρο για τη διανομή πακέτων κάθε είδους, τα οποία μπορούν να μεταφέρουν π.χ. δύο μεγάλες σακούλες με ψώνια από τα σουπερμάρκετ της γειτονιάς, καθώς μπορούν να διανύσουν μονάχα μικρές αποστάσεις. Η παραπάνω καινοτόμος προσέγγιση ενδιαφέρει εξειδικευμένες αγορές, όπως αυτές του λιανεμπορίου τροφίμων, ενώ θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και στα τοπικά καταστήματα των ταχυμεταφορικών επιχειρήσεων για την αυτόνομη παράδοση μικρών δεμάτων.



Εικόνα 5.8 Διανομή από ρομπότ

Η διανομή ΗΕ αποκτά ολοένα και μεγαλύτερη σημασία για τις επιχειρήσεις, καθώς τα τεχνολογικά επιτεύγματα με τις νέες σχετικές δυνατότητες που προσφέρουν, προωθούν μεταβολές στις ανάγκες των πελατών στον κλάδο της ΕΑ. Οι απαιτήσεις των διαδικτυακών αγοραστών σχετικά με την ΕΑ αυξάνονται ολοένα και περισσότερο, καθιστώντας την πιο διαφανή, πιο ευέλικτη και δια-καναλική. Άλλωστε, στο νέο περιβάλλον που έχει δημιουργηθεί, ο πελάτης κατά τη διαδικασία της αγοράς, αναμένει ότι σε κάθε σημείο επαφής (Touch Point) θα μπορεί να απολαμβάνει όλες τις υπηρεσίες, τη στιγμή που αυτός τις επιθυμεί. Δεν είναι τυχαίο, άλλωστε το γεγονός ότι παρατηρούμε μια τάση για ανάπτυξη της πελατοκεντρικής εφοδιαστικής αλυσίδας – ο πελάτης μπορεί να επιλέξει ολοένα και περισσότερο μεταξύ διαφορετικών τρόπων αποστολής.

Το παραπάνω έχει ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη του ανταγωνισμού τόσο μεταξύ των διαδικτυακών εμπόρων όσο και των LSP. Αυτή, όμως, είναι μονάχα η αρχή! Οι διάφοροι διαδικτυακοί έμποροι, όπως η Amazon, στήνουν το δικό τους δίκτυο διανομής για να εξυπηρετήσουν και το «τελευταίο χιλιόμετρο», ενώ το παραδοσιακό εμπόριο αναπτύσσει τις υπηρεσίες του «Click & Collect» για παραλαβή των παραγγελιών από τα φυσικά καταστήματα. Όλες, λοιπόν, οι παραπάνω εξελίξεις επιφέρουν έντονη κινητικότητα στην αγορά μεταφοράς και διανομής δεμάτων.

Όπως έχουμε αναφέρει σε προηγούμενα κεφάλαια, στα πλαίσια αυτής της κινητικότητας, οι LSP ψάχνουν τρόπους ανάπτυξης των υπηρεσιών τους για να μπορέσουν

να διατηρήσουν τη θέση τους στο δίκτυο της ΕΑ των επιχειρήσεων, ιδιαίτερα των e-shops. Στη συνέχεια (Κεφάλαιο 7) θα παρουσιάσουμε τη μελέτη εντοπισμού περιοχών τοποθέτησης ΚΕΠ που πραγματοποιήθηκε για λογαριασμό εταιρίας courier, στα πλαίσια ανάπτυξης της στρατηγικής της για την ικανοποίηση των cash πελατών της, η πλειονότητα των οποίων είναι διαδικτυακοί καταναλωτές.

Πριν όμως προχωρήσουμε στην παρουσίαση της σχετικής μελέτης, κρίνεται αναγκαία η ανάπτυξη του μαθηματικού υπόβαθρου του μοντέλου που χρησιμοποιήθηκε για την επίλυση του προβλήματος. Στο Κεφάλαιο 6 παρουσιάζονται οι έννοιες του Γραμμικού Προγραμματισμού (Linear Programming) και της Ανάλυσης Χωροθέτησης (Location Analysis), βασικές για τη βαθύτερη κατανόηση και περαιτέρω ανάπτυξη του μοντέλου που χρησιμοποιήθηκε στη μελέτη.

Κεφάλαιο 6

Προβλήματα Γραμμικού Προγραμματισμού και Ανάλυσης Χωροθέτησης

- 6.1. Ιστορική Αναδρομή στο Γραμμικό Προγραμματισμό
- 6.2. Ορισμός και Μοντελοποίηση ΠΓΠ
- 6.3. Ορισμοί και Μορφές ΠΓΠ
- 6.4. Μέθοδος Simplex
- 6.5. Προβλήματα χωροθέτησης σε δίκτυο

6 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΓΡΑΜΜΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ

6.1 Ιστορική Αναδρομή στο Γραμμικό Προγραμματισμό

Από οικονομικής σκοπιάς, ο γραμμικός προγραμματισμός (ΓΠ) είναι μια τεχνική που ασχολείται με το πρόβλημα της κατανομής των περιορισμένων πόρων ενός συστήματος σε ανταγωνιζόμενες δραστηριότητες κατά τον καλύτερο δυνατό τρόπο. Θεωρείται σαν μια από τις πιο σπουδαίες μαθηματικές ανακαλύψεις των μέσων χρόνων του 20ου αιώνα και στις μέρες μας αποτελεί ένα μοντέλο ευρείας χρήσης για καθημερινά ζητήματα των περισσότερων μεσαίου και μεγάλου μεγέθους εμπορικών - βιομηχανικών εταιριών.

Αναπτύχθηκε το 1940-1944, κάτω από την πίεση των αναγκών του Β' Παγκοσμίου Πολέμου. Η μεθοδολογία του ΓΠ έχει τις ρίζες της στη θεωρία των γραμμικών ανισώσεων, η μελέτη των οποίων ξεκίνησε από τον Fourier το 1826. Βάση του ΓΠ αποτέλεσαν τα θεωρητικά μοντέλα οικονομικής ισορροπίας και βέλτιστης κατανομής πόρων (1930), όπως αυτό μιας αναπτυσσόμενης οικονομίας του Neumann (1935) και των εισροών-εκροών του Leontief (Νόμπελ Οικονομίας 1973). Η αρχική μαθηματική διατύπωση του προβλήματος καθώς και μια συστηματική διαδικασία λύσης του, η μέθοδος Simplex, οφείλεται στον G. B. Dantzig και προτάθηκε στη δεκαετία του 1940 (λίγο μετά τον πόλεμο). Νωρίτερα διάφορα προβλήματα τύπου γραμμικού προγραμματισμού είχαν διαμορφωθεί και επιλυθεί. Τα σημαντικότερα από αυτά αφορούν το πρόβλημα μεταφοράς (Hitchcock 1941, Koopmans 1949) και το πρόβλημα της δίαιτας (Stigler 1945). Ο Dantzig ήταν όμως ο άνθρωπος που κατασκεύασε το γενικό πλαίσιο ορισμού του προβλήματος και ταυτόχρονα ανακάλυψε μέθοδο επίλυσής του.

Ο Γραμμικός Προγραμματισμός είναι μια πολύ σημαντική κλάση προβλημάτων, τόσο από αλγοριθμική, όσο και από συνδυαστική σκοπιά. Από αλγοριθμική σκοπιά, ο αλγόριθμος Simplex, παρά το ότι λειτουργεί πολύ αποδοτικά στην πράξη, είναι γνωστό ότι έχει εκθετικό χρόνο εκτέλεσης στη χειρότερη περίπτωση.

Από συνδυαστικής άποψης, τα συστήματα γραμμικών ανισοτήτων μελετήθηκαν από τους Farkas και Minkovsky στα τέλη του 19ου αιώνα. Ο γραμμικός προγραμματισμός, και ιδιαίτερα η δυϊκότητα, αποτελούν πολύ ισχυρά αποδεικτικά εργαλεία. Η δύναμη τους

αξιοποιήθηκε ιδιαίτερα στους προσεγγιστικούς αλγορίθμους που μελετήθηκαν εκτενώς στη δεκαετία του 1990 και συνεχίζουν να μελετώνται εντατικά και σήμερα. Επίσης, στους αλγορίθμους δικτυακών ροών ο γραμμικός προγραμματισμός παίζει πολύ σημαντικό ρόλο, τόσο αλγοριθμικά όσο και από συνδυαστικής απόψεως.

Πολλά από τα προβλήματα της καθημερινότητας που έχουμε να αντιμετωπίσουμε ανάγονται σε γραμμικά προβλήματα. Κλασικά παραδείγματα αποτελούν τα προβλήματα προγραμματισμού των πληρωμάτων σε μια αεροπορική εταιρία, ο υπολογισμός του συνδυασμού πρώτων υλών σε ένα εργοστάσιο που μεγιστοποιεί το κέρδος του τελικού προϊόντος, ο υπολογισμός των ροών αυτοκινήτων σε ένα οδικό δίκτυο, του φόρτου πληροφοριών σε ένα δίκτυο επικοινωνίας κλπ.

6.2 Ορισμός και Μοντελοποίηση Προβλημάτων Γραμμικού Προγραμματισμού

Γραμμικός Προγραμματισμός (Linear Programming) είναι η διαδικασία εύρεσης μιας βέλτιστης λύσης μιας γραμμικής συνάρτησης, η οποία να είναι συμβατή με ένα πεπερασμένο σύνολο γραμμικών ανισοτήτων. Δηλαδή, ο γραμμικός προγραμματισμός περιγράφει ένα μοντέλο που αφορά τη μεγιστοποίηση ή ελαχιστοποίηση μιας γραμμικής συνάρτησης κάτω από κάποιους γραμμικούς περιορισμούς.

Ο όρος «προγραμματισμός» δεν έχει την έννοια του «προγραμματισμού ηλεκτρονικών υπολογιστών», αλλά αυτήν του «σχεδιασμού». Ο γραμμικός προγραμματισμός ασχολείται με τη σχεδίαση των δραστηριοτήτων του συστήματος που περιγράφει για να προκύψει το άριστο αποτέλεσμα, το αποτέλεσμα δηλαδή εκείνο που, μεταξύ όλων των δυνατών εναλλακτικών λύσεων, πραγματώνει τον προκαθορισμένο σκοπό κατά τον καλύτερο δυνατό τρόπο.

Αν κάποιος καταφέρει να προσαρμόσει το πρόβλημα του στο πρότυπο του γραμμικού προγραμματισμού, έχει στη διάθεση του ένα σύνολο εργαλείων, όχι μόνο για να βρει την καλύτερη λύση στο ερώτημα που τον απασχολεί, αλλά και για να προχωρήσει σε μια ανάλυση υποθέσεων για τις διάφορες παραμέτρους του προβλήματος. Το κύριο μέρος κάθε εφαρμογής της Επιχειρησιακής Έρευνας είναι η μοντελοποίηση. Η λύση, ανεξάρτητα από το πόσο λεπτομερής ή εξεζητημένη είναι, έχει απλά έναν υποστηρικτικό ρόλο.

Το γραμμικό μοντέλο, σχηματίζεται από τα εξής τρία βασικά συστατικά:

- 1) Μεταβλητές (άγνωστοι) του προβλήματος
- 2) Αντικειμενική Συνάρτηση (ο στόχος που θα πρέπει να επιτευχθεί)
- 3) Περιορισμοί που πρέπει να ενσωματωθούν στις μεταβλητές ώστε να ικανοποιούνται οι συνθήκες του προβλήματος.

Αναλυτικά έχουμε:

1) Τις **μεταβλητές** που είναι τα δομικά στοιχεία του προβλήματος και μπορεί να επηρεάσει ο αναλυτής (άγνωστες, προς προσδιορισμό τιμές). Για το λόγο αυτό συχνά αναφέρονται και ως μεταβλητές ελέγχου ή μεταβλητές απόφασης. Συνήθως συμβολίζονται με το γράμμα x και έναν δείκτη $i=1,2,3,\dots$ ώστε να μπορούμε να τις διακρίνουμε μεταξύ τους.

2) Την **αντικειμενική συνάρτηση** που σκοπεύει στη μεγιστοποίηση του κέρδους, στην καλύτερη αξιοποίηση του εργατικού δυναμικού, στην ελαχιστοποίηση του κόστους κλπ. Σκοπός του προβλήματος είναι να βρούμε εκείνες τις τιμές των μεταβλητών, οι οποίες θα βελτιστοποιήσουν το κριτήριο απόδοσης που ορίσαμε.

3) Τους **περιορισμούς** που αποτελούν τις συνθήκες λειτουργίας του συστήματος, κάτω από τις οποίες θα επιτευχθεί ο στόχος του προβλήματος που ορίσαμε. Τέτοιοι είναι η ανεπάρκεια των πόρων του συστήματος (τεχνολογικοί), οι συμφωνίες με προμηθευτές και αγοραστές (ζήτησης), οι χρόνοι παράδοσης των παραγόμενων προϊόντων (μη αρνητικότητα) κλπ. Στο στάδιο αυτό της μοντελοποίησης, καλούμαστε να εντοπίσουμε και να καταγράψουμε σαν συνάρτηση των μεταβλητών απόφασης τους παράγοντες οι οποίοι επιβάλλουν όρια στις τιμές τους, άρα και στην τιμή της αντικειμενικής συνάρτησης.

6.3 Ορισμοί και Μορφές ΠΓΠ

Στο πρότυπο του προβλήματος γραμμικού προγραμματισμού που αναπτύχθηκε παραπάνω, τόσο ο αντικειμενικός στόχος, όσο και οι περιορισμοί εκφράζονται σαν γραμμικές συναρτήσεις των μεταβλητών απόφασης. Πριν παρουσιάσουμε τον ορισμό και αναπτύξουμε το Πρόβλημα Γραμμικού Προγραμματισμού (ΠΓΠ), θα δώσουμε τον ορισμό της γραμμικής συνάρτησης.

Μία πραγματική συνάρτηση n μεταβλητών

$$f: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}: \quad \vec{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n) \rightarrow f(x)$$

είναι **γραμμική** αν και μόνο αν για κάποιο σύνολο πραγματικών σταθερών αριθμών c_1, c_2, \dots, c_n ισχύει ότι

$$f(\vec{x}) = f(x_1, x_2, \dots, x_n) = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$$

Ένα πρόβλημα βελτιστοποίησης χαρακτηρίζεται ως ΠΓΠ όταν:

1. Αφορά τη μεγιστοποίηση/ ελαχιστοποίηση μιας γραμμικής συνάρτησης αγνώστων (μεταβλητών), της λεγόμενης αντικειμενικής συνάρτησης.
2. Οι τιμές των αγνώστων (μεταβλητών) ικανοποιούν ένα σύνολο περιορισμών, όπου κάθε περιορισμός περιγράφεται ως γραμμική εξίσωση ή ανίσωση.
3. Κάθε μεταβλητή x_i είναι μη αρνητική, δηλαδή $x_i \geq 0$ ή εναλλακτικά δεν έχει περιορισμό στο πρόσημο με $x_i \in \mathbb{R}$.

Με βάση τα παραπάνω, η γενική μορφή του ΠΓΠ ορίζεται ως εξής:

Αναζητάμε τις τιμές των μεταβλητών (x_1, x_2, \dots, x_n) που μεγιστοποιούν/ ελαχιστοποιούν την

Αντικειμενική Συνάρτηση:

$$f(\vec{x}) = d = f(x_1, x_2, \dots, x_n) = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$$

λαμβάνοντας υπόψη τους

Περιορισμοί:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \left[\leq, =, \geq \right] r_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \left[\leq, =, \geq \right] r_2$$

.....

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \left[\leq, =, \geq \right] r_m$$

$$x_j \geq 0, \forall j=1, 2, \dots, n \quad (\text{συνθήκη μη αρνητικότητας})$$

όπου τα c_j , a_{ij} και r_i είναι γνωστές σταθερές με a_{ij} την ποσότητα του πόρου i που καταναλώνεται για την παραγωγή μιας μονάδας της δραστηριότητας j και με c_j τη μεταβολή που θα προκύψει στο d από τη μεταβολή κατά μία μονάδα της τιμής της x_j , όπου $i=1, 2, \dots, m$ και $j=1, 2, \dots, n$.

Κάθε συνδυασμός τιμών των μεταβλητών $\vec{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ απόφασης ενός προβλήματος γραμμικού προγραμματισμού ονομάζεται **λύση του προβλήματος**.

Το υποσύνολο D του \mathbb{R}^n που σχηματίζεται από τα σημεία – λύσεις $\vec{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ που ικανοποιούν όλους τους περιορισμούς ενός προβλήματος γραμμικού προγραμματισμού ονομάζεται **εφικτή περιοχή** του προβλήματος γραμμικού προγραμματισμού, τα δε σημεία $\vec{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ **εφικτές λύσεις**. Μια λύση, που παραβιάζει τουλάχιστον έναν από τους περιορισμούς, ονομάζεται **μη-εφικτή λύση** και δεν είναι σημείο της εφικτής περιοχής του προβλήματος γραμμικού προγραμματισμού. Σε ένα πρόβλημα μεγιστοποίησης/ελαχιστοποίησης **άριστη ή βέλτιστη λύση** ονομάζεται κάθε εφικτή λύση, η οποία μεγιστοποιεί/ελαχιστοποιεί την αντικειμενική συνάρτηση.

Κάθε περιορισμός είναι μια γραμμική συνάρτηση ως προς τις μεταβλητές $x_j, j=0, 1, 2, \dots, n$. Ένας περιορισμός προβλήματος γραμμικού προγραμματισμού χαρακτηρίζεται σαν **δεσμευτικός** αν και μόνον αν η άριστη λύση τον καθιστά ισότητα. Στην αντίθετη περίπτωση ονομάζεται **χαλαρός**.

Οι συντελεστές $c_j, j=0, 1, 2, \dots, n$ της αντικειμενικής συνάρτησης γενικά αναφέρονται σαν **αντικειμενικοί συντελεστές**. Σε προβλήματα μεγιστοποίησης χαρακτηρίζονται σαν συντελεστές κέρδους, ενώ σε προβλήματα ελαχιστοποίησης σαν συντελεστές κόστους.

Κανονική και τυπική μορφή ΠΓΠ

Συνήθως σε ένα πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού υπάρχουν άπειρες λύσεις και επιδιώκουμε την εύρεση της βέλτιστης δυνατής λύσης. Αν όλοι οι περιορισμοί είναι εξισώσεις ή ανισώσεις της ίδιας φοράς, ένα πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού μπορεί να διατυπωθεί με την χρήση πινάκων ως εξής:

$$\begin{array}{l} \boxed{\begin{array}{l} d = \max / \min \quad f(x) = \mathbf{c}^T \mathbf{x} \\ \mathbf{A} \cdot \mathbf{x} \{ \leq, =, \geq \} \mathbf{r} \\ \mathbf{x} \geq 0 \end{array}} \left. \begin{array}{l} \longrightarrow \text{Αντικειμενική Συνάρτηση} \\ \left. \vphantom{\longrightarrow} \right\} \text{Περιορισμοί} \end{array} \right\} \end{array}$$

όπου \mathbf{A} είναι η μήτρα των συντελεστών a_{ij} διαστάσεων $m \times n$ και $\mathbf{r}, \mathbf{c}, \mathbf{x}$ είναι διανύσματα-μήτρες διαστάσεων $m \times 1, n \times 1$ και $n \times 1$ αντίστοιχα και \mathbf{c}^T είναι η ανάστροφη μήτρα της \mathbf{c} . Ένα τέτοιο ΠΓΠ είναι διαστάσεων $m \times n$ (οι περιορισμοί της μη αρνητικότητας δεν συνυπολογίζονται στη διάσταση του προβλήματος).

Ένα πρόβλημα ΓΠ είναι σε **τυπική μορφή** αν

- 1) είναι πρόβλημα μεγιστοποίησης
- 2) όλοι οι περιορισμοί είναι εξισώσεις με μη αρνητικούς τους σταθερούς όρους
- 3) όλες οι μεταβλητές είναι μη αρνητικές

Άρα η τυπική μορφή του προβλήματος ΓΠ γράφεται με τη μορφή πινάκων ως εξής:

$$\begin{array}{l} d = \max f(x) = \mathbf{c}^T \mathbf{x} \\ \mathbf{A} \cdot \mathbf{x} = \mathbf{r} \\ \mathbf{x} \geq 0, \mathbf{r} \geq 0 \end{array} \quad \begin{array}{l} \longrightarrow \text{Αντικειμενική Συνάρτηση} \\ \left. \vphantom{\begin{array}{l} d = \max f(x) = \mathbf{c}^T \mathbf{x} \\ \mathbf{A} \cdot \mathbf{x} = \mathbf{r} \\ \mathbf{x} \geq 0, \mathbf{r} \geq 0 \end{array}} \right\} \text{Περιορισμοί} \end{array}$$

Υποθέτουμε ότι $m < n$ και ότι οι γραμμές του πίνακα \mathbf{A} είναι ανεξάρτητες.

Προϋποθέσεις (συνθήκες) εφαρμογής ΠΓΠ

Στο σημείο αυτό είναι σημαντικό να εξετάσουμε τις απαιτούμενες προϋποθέσεις για την εφαρμογή του ΓΠ σ' ένα οποιοδήποτε πρόβλημα βελτιστοποίησης. Αυτές είναι που περιορίζουν γενικά το φάσμα των δυνατοτήτων εφαρμογής του ΓΠ. Οι συνθήκες που πρέπει να ισχύουν για να διατυπωθεί ένα πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού παρουσιάζονται αναλυτικά παρακάτω.

i) Γραμμικότητα

Όλες οι συναρτήσεις του προβλήματος, αντικειμενική συνάρτηση και περιορισμοί, πρέπει να είναι γραμμικές ως προς τις άγνωστες μεταβλητές $x_j, j=0, 1, 2, \dots, n$. Αυτό σημαίνει ότι πρέπει να ισχύουν οι ιδιότητες της αναλογικότητας και της προσθετικότητας, δηλαδή εάν f είναι μια συνάρτηση n μεταβλητών και $c_j, j=0, 1, 2, \dots, n$ είναι σταθερές, πρέπει να ισχύει:

$$f(c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n) = c_1f(x_1) + c_2f(x_2) + \dots + c_nf(x_n)$$

Σε αντίθετη περίπτωση που δεν ισχύει η συνθήκη της γραμμικότητας, το μοντέλο εμπίπτει στο χώρο του **μη γραμμικού προγραμματισμού**. Σε πολλές περιπτώσεις στις οποίες δεν ισχύει απόλυτα η προϋπόθεση της γραμμικότητας μπορεί να γίνει μια αρκετά καλή προσέγγιση με γραμμικές συναρτήσεις.

ii) Διαιρετότητα

Το μοντέλο του ΓΠ υποθέτει ότι κάθε δραστηριότητα (δηλαδή μεταβλητή) είναι συνεχής και επομένως άπειρα διαιρετή. Αυτό συνεπάγεται ότι όλα τα επίπεδα δραστηριοτήτων και όλες οι χρήσεις πόρων επιτρέπεται να πάρουν κλασματικές ή ακέραιες τιμές. Όταν η υπόθεση της διαιρετότητας δεν ισχύει υπάρχουν δύο ενδεχόμενα:

1) Να αγνοηθεί η υπόθεση αυτή και να λυθεί το πρόβλημα με μεθόδους γραμμικού προγραμματισμού, στρογγυλοποιώντας τις τιμές των μεταβλητών στην κοντινότερη ακεραία μονάδα. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται κυρίως όταν οι τιμές των μεταβλητών είναι μεγάλες.

2) Να χρησιμοποιηθούν τεχνικές του **ακέραιου προγραμματισμού**, όταν οι τιμές των μεταβλητών είναι μικρές (π.χ. 0 ή 1), όπως σε πολλά προβλήματα επενδύσεων.

iii) **Βεβαιότητα**

Το μοντέλο του ΓΠ προϋποθέτει ότι όλοι οι παράμετροι του προβλήματος (όλα δηλαδή τα αριθμητικά στοιχεία των μητρών **A**, **r** και **c**) είναι γνωστές με απόλυτη βεβαιότητα. Στην πραγματικότητα κάτι τέτοιο δεν είναι δυνατό να γίνει. Τα στοιχεία αυτά βασίζονται συνήθως σε προβλέψεις που έχουν κάποιο βαθμό αβεβαιότητας. Για το λόγο αυτό είναι καλό να προχωράμε σε ανάλυση ευαισθησίας, η οποία μελετά το αποτέλεσμα των αλλαγών στις παραμέτρους του μοντέλου ΓΠ πάνω στην άριστη λύση.

Σε περίπτωση που μερικοί ή όλοι οι συντελεστές της αντικειμενικής συνάρτησης ή των περιορισμών είναι τυχαίες μεταβλητές, το πρόβλημα ανάγεται στην κατηγορία προβλημάτων **στοχαστικού προγραμματισμού**.

iv) **Μονοδιάστατη**

Η περίπτωση αυτή αφορά το πλήθος των αντικειμενικών συναρτήσεων που μοντελοποιούν τους στόχους του προβλήματος απόφασης. Στο κλασικό ΠΓΠ η αντικειμενική συνάρτηση πρέπει να είναι μια και μοναδική (**μονοδιάστατος** ή **μονοκριτήριος ΓΠ**).

Γραφική λύση ΠΓΠ

Τα ΠΓΠ που έχουν δύο ή τρεις μεταβλητές απόφασης, μπορούν να λυθούν και γραφικά. Προβλήματα με δυο μεταβλητές υλοποιούνται στο επίπεδο (δυο διαστάσεις), ενώ προβλήματα με τρεις μεταβλητές υλοποιούνται στον χώρο (τρεις διαστάσεις).

Για να φτάσουμε στη λύση του προβλήματος γραφικά, πρέπει να εκτελέσουμε τα παρακάτω βήματα:

- 1) σχεδιασμός όλων των περιορισμών γραφικά
- 2) εύρεση εφικτής περιοχής
- 3) εύρεση άριστης ή βέλτιστης λύσης

Το τελευταίο βήμα υλοποιείται με δυο τρόπους προσέγγισης της επίλυσης. Ο πρώτος τρόπος είναι η προσέγγιση της απαρίθμησης και ελέγχου όλων των ακραίων σημείων (κορυφών) της εφικτής περιοχής. Εντοπίζουμε τις συντεταγμένες όλων των κορυφών της εφικτής περιοχής και επιλέγουμε εκείνη που μεγιστοποιεί (ή ελαχιστοποιεί) την αντικειμενική συνάρτηση.

Ο δεύτερος τρόπος είναι η προσέγγιση της χάραξης των καμπύλων ίσου κέρδους (ή κόστους) της αντικειμενικής συνάρτησης. Βρίσκουμε το σημείο όπου η ισοκερδής εφάπτεται της εφικτής περιοχής πριν την εγκαταλείψει.

Παραθέτουμε ορισμούς από τη γεωμετρική ερμηνεία/ λύση ενός ΠΓΠ οι οποίοι βοηθούν στην κατανόηση της μεθόδου Simplex που αναπτύσσεται στην επόμενη ενότητα (6.4).

Περιοριστική ευθεία είναι η ευθεία που αντιστοιχεί σε κάποιο περιορισμό του προβλήματος γραμμικού προγραμματισμού.

Κορυφή ή ακραίο σημείο είναι το σημείο που τέμνονται δυο περιοριστικές ευθείες.

Εφικτή περιοχή είναι η κυρτή περιοχή των εφικτών λύσεων που σχηματίζεται από τις περιοριστικές ευθείες.

Εφικτή λύση (ακραίου σημείου) είναι μια κορυφή της εφικτής περιοχής.

Γειτονικές εφικτές λύσεις (ακραίου σημείου) είναι αυτές που συνδέονται με μια ακμή (σύνορο) της εφικτής περιοχής.

Βασική λύση (λύση ακραίου σημείου) είναι μια λύση που αντιστοιχεί σε κορυφή.

Άριστη (βέλτιστη) λύση είναι η βασική εφικτή λύση ακραίου σημείου (κορυφή της εφικτής περιοχής) που μας δίνει τη βέλτιστη τιμή στην αντικειμενική συνάρτηση. Μπορεί να είναι ακριβώς μία, αλλά υπάρχουν και περιπτώσεις με άπειρες άριστες λύσεις, καμία άριστη λύση, ακόμα και περιπτώσεις που η αντικειμενική συνάρτηση τείνει στο άπειρο.

6.4 Μέθοδος Simplex

Η μέθοδος Simplex είναι ένας αλγεβρικός αλγόριθμος με τον οποίο είναι δυνατή η επίλυση ΠΓΠ με περισσότερες από δύο μεταβλητές. Ενδέχεται να απαιτήσει υπολογιστική προσπάθεια που αυξάνεται εκθετικά με το μέγεθος των δεδομένων του προβλήματος και γι' αυτό δε θεωρείται αποτελεσματική από θεωρητική άποψη. Ωστόσο, παραμένει ακόμα μία από τις αποτελεσματικότερες μεθόδους για μια μεγάλη πλειοψηφία πρακτικών προβλημάτων.

Πρόκειται για μια αλγεβρική επαναληπτική διαδικασία όπου σε κάθε βήμα έχουμε μια νέα βασική εφικτή λύση προβλημάτων της μορφής:

$$\begin{aligned} d = \max \quad & f(\mathbf{x}) = \mathbf{c}^T \mathbf{x} && \longrightarrow \text{Αντικειμενική Συνάρτηση} \\ & \mathbf{A} \cdot \mathbf{x} = \mathbf{r} && \left. \vphantom{\begin{aligned} d = \max \end{aligned}} \right\} \text{Περιορισμοί} \\ & \mathbf{x} \geq 0, \mathbf{r} \geq 0 && \end{aligned}$$

Η βέλτιστη λύση όπως ορίστηκε προηγουμένως αντιστοιχεί σε μια κορυφή στη γεωμετρική απεικόνιση του εφικτού συνόλου. Η μέθοδος Simplex ξεκινώντας από μια αρχική κορυφή μπορεί να πάει σε άλλες γειτονικές κορυφές κατά μήκος των ακμών του πολυγώνου του εφικτού συνόλου. Σε κάθε μετάβαση της μεθόδου από μία κορυφή σε μια άλλη η μέθοδος Simplex κατορθώνει να βρει την ακμή που την οδηγεί σε μια κορυφή, η οποία δίνει βελτιωμένη τιμή στην αντικειμενική συνάρτηση. Συνεχίζοντας κατά αυτό τον τρόπο η τιμή της αντικειμενικής συνάρτησης από κορυφή σε κορυφή βελτιώνεται και τελικά φτάνουμε σε μια κορυφή όπου η αντικειμενική συνάρτηση βελτιστοποιείται. Οποιαδήποτε άλλη κορυφή δίνει χειρότερη λύση και έτσι η διαδικασία τερματίζεται.

Στη συνέχεια πρέπει να εξετάσουμε αν η τρέχουσα βασική εφικτή λύση είναι και η βέλτιστη. Συνεπώς χρειαζόμαστε έναν έλεγχο για το αν η λύση είναι η βέλτιστη. Αν είναι, τότε η διαδικασία τερματίζεται. Αν η τρέχουσα βασική λύση δεν είναι βέλτιστη, τότε χρειαζόμαστε μια μέθοδο με την οποία θα μπορούμε να βρούμε μία καλύτερη βασική βέλτιστη λύση. Η διαδικασία θα περατωθεί ως ένα πεπερασμένο πλήθος βημάτων, επειδή ο αριθμός των βασικών εφικτών λύσεων είναι πεπερασμένος. Αν η λύση δεν επιστρέψει σε κάποια προηγούμενη, τελικά θα φθάσουμε στη βέλτιστη. Σημαντικό στοιχείο της μεθόδου αποτελεί και το γεγονός ότι εντοπίζει και τις περιπτώσεις στις οποίες το πρόβλημα είναι αδύνατο ή έχει μη πεπερασμένη λύση.

Τα βασικά σημεία του αλγόριθμου Simplex είναι τα εξής:

1. Υπολογίζουμε μια αρχική βασική λύση x_R , επιλέγοντας τη βάση R από τις στήλες του πίνακα A , με κατάλληλη επιλογή μεταξύ των γραμμικώς ανεξάρτητων στηλών του πίνακα A .
2. Εκφράζουμε τα διανύσματα (στήλες) του πίνακα A που δεν ανήκουν στη βάση συναρτήσει των διανυσμάτων της βάσης και υπολογίζουμε τα αντίστοιχα y_j σύμφωνα με την σχέση: $y_j = R^{-1}A_j$, όπου A_j η j στήλη του πίνακα A .
3. Υπολογίζουμε τις τιμές d_j για τα διανύσματα εκτός βάσης εφαρμόζοντας τη σχέση $d_j = c_R^T \cdot y_j$.
4. Υπολογίζουμε τις ποσότητες $d_j - c_j$. Αν ισχύει ότι $d_j - c_j \geq 0 \forall j$, τότε έχουμε βέλτιστη λύση.
5. Αν ένα ή περισσότερα $d_j - c_j < 0$, επιλέγουμε ένα διάνυσμα A_k από τα εκτός βάσης για να εισέλθει στη βάση, εφαρμόζοντας το επόμενο κριτήριο $d_k - c_k = \max \{ d_j - c_j \mid d_j - c_j < 0 \}$. Η στήλη που αντιστοιχεί σ' αυτή τη διαφορά ονομάζεται **οδηγός στήλη** και το στοιχείο της στήλης που βρίσκεται στην ίδια γραμμή με το στοιχείο a_n ονομάζεται **οδηγός στοιχείο**.
6. Αν όλα τα $y_{ik} \leq 0$, τότε υπάρχει μια μη φραγμένη λύση. Αν ένα τουλάχιστον $y_{ik} > 0$, επιλέγουμε το διάνυσμα r_z που θα φύγει από τη βάση σύμφωνα με το κριτήριο
$$\frac{x_{Rz}}{y_{zk}} = \min_i \left\{ \frac{x_{Ri}}{y_{ik}}, y_{ik} > 0 \right\} = \theta.$$
7. Υπολογίζουμε την νέα βάση R η οποία προκύπτει από την προηγούμενη αντικαθιστώντας το διάνυσμα r_z με το νέο a_k . Υπολογίζουμε τη νέα βασική εφικτή λύση \widehat{x}_R , από τις σχέσεις:
$$\widehat{x}_{Ri} = x_{Ri} - x_{Rz} \frac{y_{ij}}{y_{zj}}, \quad i \neq z.$$

$$\widehat{x}_{Rz} = \frac{x_{Rz}}{y_{zj}}$$
 και τις νέες τιμές των y_{ij} , $d_j - c_j$ και d .
8. Επιστρέφουμε στο δεύτερο βήμα και επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία.

6.5 Προβλήματα χωροθέτησης σε δίκτυο

6.5.1 Εισαγωγή στην Ανάλυση Χωροθέτησης

Ονομάζουμε **Ανάλυση Χωροθέτησης** (Location Analysis) τη διαδικασία κατά την οποία σε κάποιο περιβάλλον, εγκαθιστούμε κέντρα παροχής υπηρεσιών (εξυπηρέτησης) έτσι ώστε να καλύψουμε τις ανάγκες των χρηστών (πελατών) των κέντρων αυτών (ζήτηση) κατά τον «καλύτερο δυνατό τρόπο». Ο «καλύτερος δυνατός τρόπος» επιτυγχάνεται βελτιστοποιώντας μία αντικειμενική συνάρτηση, η οποία περιγράφει ακριβέστερα τους στόχους του προβλήματος. Με τη βελτιστοποίηση της αντικειμενικής συνάρτησης επιτυγχάνεται, είτε η μεγιστοποίηση του οφέλους (κέρδους), είτε η ελαχιστοποίηση της απώλειας (κόστους) από τη χρησιμοποίηση των συγκεκριμένων κέντρων παροχής υπηρεσιών. Το περιβάλλον αποτελεί το χωρικό σύστημα ζήτησης (χώρος) στο οποίο τα κέντρα παροχής υπηρεσιών και οι πελάτες είναι τοποθετημένοι. Το περιβάλλον αυτό μπορεί να είναι Συνεχές ή Διακριτό ή ένα δίκτυο (πλήρες ή διακριτό) και στην Ανάλυση Χωροθέτησης αποτελεί κριτήριο για την κατηγοριοποίηση του κάθε προβλήματος.

Όλες οι πιθανές θέσεις/ τοποθεσίες στις οποίες μπορούν να τοποθετηθούν τα διάφορα κέντρα παροχής υπηρεσιών (ΚΠΥ) αποτελούν υποσύνολα του περιβάλλοντος. Τα ΚΠΥ μπορούν να απεικονιστούν με σημεία, γραμμές, μονοπάτια ή κύκλους και περιορίζονται ανάλογα με τις ικανότητες της κάθε υπηρεσίας, το κόστος της εγκατάστασης της και την ακτίνα κάλυψής της (coverage radius). Στο κάθε περιβάλλον μπορούν να τοποθετηθούν το πολύ P -κέντρα παροχής υπηρεσιών, όπου P είναι ένας πεπερασμένος αριθμός.

Οι θέσεις των πελατών κάθε επιχείρησης αποτελούν υποσύνολο του κάθε περιβάλλοντος. Οι πελάτες έχουν συγκεκριμένες απαιτήσεις (σημεία ζήτησης) οι οποίες πρέπει να καλυφθούν.

Η λύση των διαφόρων προβλημάτων χωροθέτησης παρέχεται με τη βελτιστοποίηση της αντικειμενικής συνάρτησης. Παρακάτω θα αναπτύξουμε κυρίως προβλήματα όπου η αντικειμενική συνάρτηση χρησιμοποιείται για να

- ✓ ελαχιστοποιηθεί η συνολική απόσταση των χρηστών από το πλησιέστερο προς αυτούς κέντρο παροχής υπηρεσιών (Προβλήματα Διαμέσων)
- ✓ ελαχιστοποιηθεί η μέγιστη απόσταση ενός χρήστη από το κοντινότερο προς αυτόν κέντρο παροχής υπηρεσιών (Προβλήματα Διακέντρων)

- ✓ μεγιστοποιηθεί ο αριθμός των χρηστών που εξυπηρετούνται από τη χωροθέτηση P-κέντρων παροχής υπηρεσιών (Προβλήματα Μέγιστης Κάλυψης)
- ✓ ελαχιστοποιηθεί ο αριθμός των κέντρων παροχής υπηρεσιών που απαιτούνται έτσι ώστε ο κάθε χρήστης να απέχει λιγότερο από μια δεδομένη κρίσιμη απόσταση από το πλησιέστερο κέντρο (Προβλήματα Συνόλου Κάλυψης). Η κάλυψη αυτή μπορεί να είναι είτε πλήρης, είτε μηδενική, είτε μέγιστη, είτε ελάχιστη.

6.5.2 Εφαρμογές της Ανάλυσης Χωροθέτησης

Η ανάπτυξη και η απόκτηση ενός νέου ΚΠΥ είναι μια δαπανηρή έρευνα, καθώς και μια ευαίσθητη στο χρόνο διαδικασία. Προτού αγοραστεί ή κατασκευαστεί ένα νέο ΚΠΥ πρέπει να οριστούν κάποιες καλές θέσεις, καθώς και οι κατάλληλες προδιαγραφές των δυνατοτήτων των κέντρων. Επιπλέον πρέπει να διατεθούν μεγάλα ποσά κεφαλαίου. Τα υψηλά κόστη που συνδέονται με τη διαδικασία της Χωροθέτησης Κέντρων Παροχής Υπηρεσιών (Facility Location) μετατρέπουν την οποιαδήποτε έρευνα Χωροθέτησης (Location Analysis) σε μια διαδικασία μακράς διάρκειας. Έτσι, όλα τα ΚΠΥ που θα τοποθετήσουμε αναμένεται να παραμείνουν σε εφαρμογή για ένα εκτεταμένο χρονικό διάστημα. Κατά τη διάρκεια της επικράτησης ενός ΚΠΥ, πιθανόν να εμφανιστούν διάφορες περιβαλλοντικές αλλαγές οι οποίες θα αναβαθμίσουν την έκκληση προς μια ειδική πλευρά, στρέφοντας τη σημερινή κατάλληλη θέση σε αυριανό επενδυτικό λάθος. Ο καθορισμός των καλύτερων θέσεων για κάθε νέο ΚΠΥ αποτελεί μια σημαντική στρατηγική πρόκληση.

Τα προβλήματα της Χωροθέτησης ΚΠΥ περιλαμβάνουν την τοποθέτηση ενός ή περισσότερων ΚΠΥ σε μια περιοχή όπου υπάρχει ζήτηση, βελτιστοποιώντας συγχρόνως την κύρια αντικειμενική συνάρτηση. Μια συχνή απλοποίηση αυτού του μετασχηματισμού είναι η αντικατάσταση της συνεχούς ζήτησης στην περιοχή με ένα διακεκριμένο σύνολο από σημεία ζήτησης (Demand Points), τα οποία το καθένα αναπαριστά μια υπο-περιοχή. Η κύρια αιτία που γίνεται η αντικατάσταση αυτή είναι το ότι είναι ευκολότερο να κατασκευάσεις την αντικειμενική συνάρτηση βασιζόμενος σε ένα πεπερασμένο σύνολο από σημεία ζήτησης (ΣΖ), παρά σε μια συνεχή συναρτησιακή ζήτηση (continuous functional demand). Συχνά, η αντικειμενική συνάρτηση συνίσταται σαν ένα σύνολο από όρους, έναν για κάθε ΣΖ. Στη συνεχή τυποποίηση, αυτό το άθροισμα αντικαθίσταται από ένα διπλό ολοκλήρωμα στην περιοχή.

Οι εφαρμογές στα μοντέλα της χωροθέτησης ΚΠΥ ποικίλουν. Μερικές από αυτές είναι η τοποθέτηση αποθηκών, εργοστασίων, νοσοκομείων, η λιανική αγορά αγαθών (retail outlet) και διάφορα άλλα κλασικά παραδείγματα. Συναντάμε επίσης εφαρμογές της χωροθέτησης ΚΠΥ στην τοποθέτηση ηλεκτρονικών συνιστωσών (electronic components), σειρήνων συναγερμού, συστημάτων πυρόσβεσης, κεραιών ραντάρ, εξερευνητικών πετρελαιοπηγών κλπ. Σκοπός της χωροθέτησης ΚΠΥ είναι να βρεθεί η καλύτερη θέση (ή θέσεις) για κάθε κέντρο παροχής υπηρεσιών.

Επίσης, πολλές εφαρμογές της Ανάλυσης Χωροθέτησης αναφέρονται στην τοποθέτηση ενός ή περισσότερων ΚΠΥ με τέτοιο τρόπο ώστε να βελτιστοποιούνται κάποια σταθερά αντικείμενα, όπως η ελαχιστοποίηση του κόστους μεταφοράς και η προώθηση ισοδύναμων υπηρεσιών στους πελάτες, επιτυγχάνοντας το κέρδος των περισσότερων μετοχών της αγοράς. Τα προβλήματα της χωροθέτησης ΚΠΥ αποτελούν την αφορμή για τη λύση διαφόρων γεωμετρικών και συνδυαστικών προβλημάτων. Η έρευνα των προβλημάτων της χωροθέτησης συνδέει πολλά ερευνητικά πεδία όπως τις εφαρμογές σε Ερευνητικές και Διοικητικές Επιστήμες, τη Μηχανολογία Μηχανικών σε βιομηχανίες, τη Γεωγραφία, τα Οικονομικά, την Επιστήμη των Υπολογιστών, τα Μαθηματικά, το marketing, την Ηλεκτρολογία Μηχανικών, τον Μη Γραμμικό Προγραμματισμό και άλλα σχετικά πεδία.

Επιπλέον, η χωροθέτηση ΚΠΥ είναι ένα σημαντικό στοιχείο για το σχεδιασμό στρατηγικών για ένα γενικό φάσμα των δημόσιων και ιδιωτικών φορέων. Όταν μια επιχείρηση θέλει να βγάλει στην αγορά κάποια νέα προϊόντα, ο κατασκευαστής θα πρέπει να διαλέξει τον τόπο που θα τοποθετηθεί μια αποθήκη. Οι σχεδιαστές στρατηγικών καλούνται συχνά να πάρουν τις ανάλογες χωρικές αποφάσεις κατανομής. Επειδή οι τάσεις της αγοράς εξελίσσονται και πολλοί περιβαλλοντικοί παράγοντες αλλάζουν, η ανάγκη για επανατοποθετήσεις (relocations) εξαπλώνεται και οι προσαρμοσμένες υπηρεσίες εξασφαλίζουν την εξέλιξη των νέων απαιτήσεων του σχεδιασμού.

Οι χωροθετικές αποφάσεις (location decisions) εμφανίζονται και αυτές σε μια ποικιλία προβλημάτων του ιδιωτικού και του δημόσιου τομέα. Στο δημόσιο τομέα ενδεικτικά μπορεί να αναφερθεί η χωροθέτηση πυροσβεστικών σταθμών, αστυνομικών τμημάτων και ασθενοφόρων. Και στις τρεις περιπτώσεις η χωροθέτηση είναι δυνατόν να μεταφραστεί σε αύξηση των πιθανοτήτων καταστροφής περιουσίας ή απώλειας ζωής. Στον ιδιωτικό τομέα, οι βιοτεχνίες και οι βιομηχανίες θα πρέπει να χωροθετήσουν γραφεία, χώρους παραγωγής, κέντρα διανομής και καταστήματα πώλησης. Σε αυτήν την περίπτωση

εσφαλμένες χωροθετικές αποφάσεις θα οδηγήσουν σε αύξηση του επενδυτικού κόστους και μείωση της ανταγωνιστικότητας της επιχείρησης.

Επομένως, η επιτυχία ή η αποτυχία λειτουργιών του δημόσιου και του ιδιωτικού τομέα εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από τις θέσεις που θα επιλεγούν για τις συγκεκριμένες λειτουργίες. Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι και τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση και την ανεύρεση των βέλτιστων χωροθετικών προτύπων και της χωρικής αλληλεπίδρασης.

6.5.3 Προβλήματα χωροθέτησης κατανομών

6.5.3.1 Εισαγωγή

Ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα της σημερινής κοινωνίας είναι η χωροθέτηση ΚΠΥ, όσο το δυνατόν με αντικειμενικά κριτήρια, σε δεδομένο χωρικό σύστημα ώστε να «καλύπτεται» με τον καλύτερο δυνατό τρόπο η ζήτηση. Ένα γενικό παράδειγμα χωροθέτησης είναι το εξής: ένα ή περισσότερα κέντρα παροχής υπηρεσιών («εξυπηρετές»-«servers») εξυπηρετούν ένα σύνολο «σημείων ζήτησης» (demand centers)-«πελάτες» (customers), με τον αντικειμενικό σκοπό να χωροθετηθούν (location) κατά τέτοιο τρόπο τα ΚΠΥ και να γίνει η κατανομή (allocation) των σημείων ζήτησης προς τα κέντρα αυτά, ώστε να βελτιστοποιείται μια αντικειμενική συνάρτηση, εξαρτώμενη έμμεσα ή άμεσα από το χώρο.

Τα μοντέλα που αναπτύχθηκαν για να επιλύσουν προβλήματα χωροθέτησης κατανομών, είναι γνωστά με τον τίτλο «μοντέλα χωροθετήσεων – κατανομών» (location-allocation models). Τα μοντέλα αυτά κατατάσσονται σε κατηγορίες, ανάλογα με τη μορφή που έχει η προς βελτιστοποίηση αντικειμενική συνάρτηση και ανάλογα σε ποιο «χώρο» αναφέρεται το κάθε πρόβλημα (δημόσιο ή ιδιωτικό χώρο). Στην περίπτωση του ιδιωτικού χώρου το ενδιαφέρον βρίσκεται στη μεγιστοποίηση του κέρδους, ενώ στην περίπτωση του δημόσιου χώρου το ενδιαφέρον βρίσκεται στην ελαχιστοποίηση κάποιας «κοινωνικής ζημίας» ή στη μεγιστοποίηση του κοινωνικού οφέλους.

Η αυξημένη ζήτηση για υπηρεσίες, οι χαμηλοί προϋπολογισμοί, το αυξημένο κόστος και ο μεγάλος ανταγωνισμός έχουν εξάρει την σημασία της εύρεσης των «άριστων» θέσεων για χωροθέτηση δημόσιων και ιδιωτικών ΚΠΥ. Το ενδιαφέρον έχει αυξήσει την σημασία της έρευνας και τον καθορισμό απόψεων σχετικά με τα προβλήματα

χωροθέτησης, αλλά και την εύρεση αποτελεσματικών αλγορίθμων για προβλήματα χωροθέτησης μεγάλου μεγέθους.

Τα μοντέλα χωροθετήσεων – κατανομών είναι χρήσιμα εργαλεία θεωρητικής έρευνας, αλλά μπορούν να επιλύσουν και μια σειρά προβλημάτων οργάνωσης του χώρου, γι' αυτό αποτελούν πεδίο έρευνας της οικονομίας, της περιφερειακής ανάπτυξης, της γεωγραφίας, του management, της Επιχειρησιακής Έρευνας και της Θεωρίας Γραφημάτων.

Πολλά από τα λειτουργικά προβλήματα που υπάρχουν στην πράξη, είτε στις επιχειρήσεις, είτε στις βιομηχανίες, είτε στις δημόσιες ή ιδιωτικές υπηρεσίες, μπορούν να αναλυθούν και να μελετηθούν με βάση την Θεωρία Δικτύων. Στις μεταφορές για παράδειγμα, οι συνδέσεις του δικτύου αναπαριστούν τους δρόμους, ενώ οι κόμβοι του δικτύου αναπαριστούν είτε σημεία ζήτησης, είτε σημεία προμήθειας. Στις τηλεπικοινωνίες οι συνδέσεις αντιστοιχούν στις τηλεπικοινωνιακές γραμμές, ενώ οι κόμβοι είναι οι καταναλωτές ή οι τερματικοί σταθμοί. Τέλος στα μοντέλα της οργάνωσης της παραγωγής οι συνδέσεις καθορίζουν τη διατεταγμένη σειρά των εργασιών, ενώ οι κόμβοι ορίζουν τη σειρά λειτουργιών.

Αρκετά χαρακτηριστικά των δικτύων όπως η διακριτότητα των μεταβλητών και η σύνδεση μεταξύ των κόμβων και των συνδέσεων, οδήγησαν τους ερευνητές των προβλημάτων χωροθέτησης στο να ασχοληθούν με τη Θεωρία των Γράφων και να μελετήσουν τα προβλήματα χωροθέτησης πάνω σε δίκτυα ως ειδική κατηγορία προβλημάτων. Σαν βασικές μεταβλητές που περιγράφουν τα προβλήματα αυτά χρησιμοποιούνται το κόστος των συνδέσεων (ή αλλιώς τόξων) που αντιστοιχεί, π.χ. σε αποστάσεις ή χρόνους, και τα βάρη των κόμβων που αντιπροσωπεύουν το μέγεθος της ζήτησης ή πληθυσμούς κλπ.

6.5.3.2 Το μοντέλο του Weber

Το πρώτο μοντέλο της Θεωρίας Χωροθέτησης ανήκει στον Weber. Η μελέτη της Θεωρίας Χωροθέτησης άρχισε τυπικά το 1909, όταν ο Alfred Weber μελετούσε τον τρόπο τοποθέτησης μιας απλής αποθήκης έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθεί η ολική απόσταση μεταξύ της αποθήκης αυτής και των διαφόρων προμηθευτών της. Ακολουθώντας αυτήν την αρχική έρευνα, η Θεωρία Χωροθέτησης (Location Theory) βρήκε εφαρμογή σε έρευνες που ήταν επηρεασμένες από διαφορετικά πεδία.

Το πρόβλημα, όπως διατυπώθηκε από τον Weber αποσκοπούσε να βρει, σε ένα χωρικό σύστημα ζήτησης και προσφοράς, εκείνο το σημείο, στο οποίο θα τοποθετηθεί το ΚΠΥ

(για τον Weber είναι η βιομηχανία), ώστε η απαιτούμενη ενέργεια (κόστος) σε αυτήν την διαδικασία παροχής αγαθών να ελαχιστοποιείται.

Στην περίπτωση ενός ΚΠΥ, το πρόβλημα, σύμφωνα με τον Weber, θα μπορούσε να διατυπωθεί ως εξής: *«Δοθέντος ενός συνόλου χρηστών μιας υπηρεσίας, των οποίων οι θέσεις είναι γνωστές στο χώρο, να βρεθεί η θέση αυτής της υπηρεσίας, για τους συγκεκριμένους χρήστες, έτσι ώστε το συνολικό κόστος προσιτότητας να είναι το ελάχιστο δυνατό»*. Το **συνολικό κόστος προσιτότητας** είναι το άθροισμα του κόστους που καταβάλλεται από τον κάθε χρήστη. Το κόστος αυτό μπορεί να εκφραστεί σε χρόνο, χρήμα ή απόσταση, που είναι και οι συνηθέστεροι τρόποι μέτρησης του. Σε όλες τις περιπτώσεις, το κόστος προσιτότητας για κάθε επίσκεψη και για κάθε μονάδα θεωρείται γνωστό.

Κάτω από τις σημερινές συνθήκες οι δυνατότητες του μοντέλου του Weber, για τη λύση προβλημάτων χωροθέτησης ΚΠΥ, όπως διατυπώθηκε παραπάνω, είναι περιορισμένες. Γενικά υπάρχει μια έλλειψη περιορισμών σε σχέση με τις πιθανές σχέσεις που μπορούν να καταλάβουν τα ΚΠΥ. Για παράδειγμα, παράγοντες που σχετίζονται με τη χρήση γης ελαττώνουν δραστικά τον αριθμό των επιτρεπόμενων θέσεων για την τοποθέτηση των διαφόρων ΚΠΥ. Σε πολλές περιπτώσεις ένα ΚΠΥ, για λόγους οι οποίοι σχετίζονται με την προσφερόμενη υπηρεσία (π.χ. πυροσβεστική κάλυψη), δεν μπορούν να χωροθετηθούν σε θέσεις που η απόσταση από τους χρήστες ξεπερνά μια ορισμένη τιμή, η οποία μπορεί να αντιστοιχεί σε ένα μέγιστο χρονικό διάστημα μέσα στο οποίο πρέπει να γίνει η παροχή της υπηρεσίας.

Στο μοντέλο του ο Weber αναφέρεται *σε κάθε σημείο του χώρου*, ενώ σήμερα σε πολλές περιπτώσεις η φύση των προβλημάτων και οι ανάγκες επίλυσης τους, ιδιαίτερα όταν υπάρχει πληθώρα στοιχείων, απαιτούν τον περιορισμό των σημείων που μπορούν να δεχθούν ΚΠΥ. Αποτέλεσμα αυτών των περιορισμών, καθώς και η ανάγκη να αυξηθούν οι δυνατότητες, η ευελιξία της μεθόδου και ο τρόπος επίλυσης της (ιδιαίτερα με υπολογιστή), ήταν να επέλθουν σημαντικές βελτιώσεις στη διατύπωση, αλλά και στην επίλυση του προβλήματος. Για παράδειγμα, κάθε σημείο της Ελλάδας δεν μπορεί να είναι έδρα Πανεπιστημίου. Ο Weber έλυνε το πρόβλημα από την πλευρά των ιδιωτών που απέβλεπαν σε προσωπικό όφελος, ενώ οι σημερινές συνθήκες επίλυσης προβλημάτων σχετίζονται κυρίως με τα κοινωνικά οφέλη. Τέλος, ο Weber ενδιαφερόταν αποκλειστικά για την αποτελεσματικότητα της χωροθέτησης και αγνοούσε το πρόβλημα ισότητας ως προς την παροχή υπηρεσιών. Ακόμη, για κάθε είδος παροχής υπηρεσιών ο Weber αναφερόταν για

θέσεις σταθερές στο χώρο, ενώ σήμερα μιλάμε και για κινητά ΚΠΥ. Τα είδη των κέντρων παροχής υπηρεσιών αναφέρονται στην επόμενη παράγραφο.

6.5.3.3 Είδη Κέντρων Παροχής Υπηρεσιών

Όταν διατύπωσε ο Weber τις απόψεις του, μιλούσε για ΚΠΥ (εργοστάσια), τα οποία ήταν σταθερά τοποθετημένα σε ένα σημείο στο χώρο. Όμως σήμερα, μπορούμε να μιλάμε για ΚΠΥ, τόσο σταθερά όσο και κινούμενα. Δηλαδή η υπηρεσία προσφέρεται όπου υπάρχει ζήτηση! Ως παράδειγμα μπορούμε να αναφέρουμε την παροχή ιατρικής περίθαλψης από έναν γιατρό. Στην περίπτωση που ο γιατρός δέχεται το ιατρείο του, τότε έχουμε ένα **σταθερό** ΚΠΥ, ενώ στην αντίθετη περίπτωση που ο γιατρός κάνει επισκέψεις στα σπίτια των ασθενών, αποτελεί **κινούμενο** ΚΠΥ.

Η χωρική αυτή διαφοροποίηση βοηθάει σημαντικά στην επίλυση χωροθετικών προβλημάτων χωρίς τελικά να αλλοιώνει το αρχικό πρόβλημα. Για παράδειγμα, η ζήτηση μπορεί να εκφραστεί με τον αριθμό των επισκέψεων, είτε στα κέντρα προσφοράς της εξυπηρέτησης είτε στα κέντρα ζήτησης, ενώ το κόστος μπορεί να είναι το συνολικό κόστος προσιτότητας (για σταθερά κέντρα) ή το συνολικό κόστος εξυπηρέτησης (για κινούμενα κέντρα).

6.5.3.4 Αντικειμενική συνάρτηση (objective function)

Το πιο σημαντικό σημείο στη διαδικασία επίλυσης των προβλημάτων είναι η κατάλληλη επιλογή κριτηρίων βελτιστοποίησης. Τα κριτήρια βελτιστοποίησης ενσαρκώνονται σε μια συνάρτηση η οποία ονομάζεται **αντικειμενική συνάρτηση** (objective function) μέσω της οποίας περιγράφονται ακριβέστερα οι στόχοι του κάθε προβλήματος.

Οι αντικειμενικές συναρτήσεις που εκφράζουν το μοντέλο του Weber είναι ολοκληρωτικά στραμμένες στη δημιουργία ενός αποτελεσματικού συστήματος που αποβλέπει στη χωρική ισοκατανομή των ωφελειών. Στην περίπτωση της παροχής υπηρεσιών για παράδειγμα, η ελαχιστοποίηση του αθροίσματος του κόστους προσιτότητας, που επιβαρύνει όλους τους χρήστες, μια από τις πλέον συνηθισμένες μορφές αντικειμενικής συνάρτησης, μπορεί να ερμηνευτεί ως συνολικό κριτήριο αποτελεσματικότητας. Όμως, μια τέτοια μορφή πρόσθεσης του αντικειμενικού κόστους κάθε χρήστη οδηγεί σε χωροθετήσεις, που ευνοούν, μερικές φορές μάλιστα σε μεγάλο βαθμό, τους χρήστες που είναι χωρικά συγκεντρωμένοι σε βάρος εκείνων που είναι διασκορπισμένοι. Έτσι, διακρίσεις τέτοιας μορφής, δηλαδή σε σχέση με την προσιτότητα,

έχουν οδηγήσει σε προσπάθειες θέσπισης ενός κριτηρίου ισότητας για κάθε χρήστη. Για να αναπαρασταθεί το ευρύ φάσμα των προβλημάτων της Ανάλυσης Χωροθέτησης αναπτύχθηκε ένας μεγάλος αριθμός μαθηματικών προγραμματιστικών μοντέλων. Έχουν σχηματιστεί πολλές διαφορετικές αντικειμενικές συναρτήσεις έτσι ώστε να μετατρέψουν κάποια μοντέλα υπαγόμενα σε αριθμητικές εφαρμογές. Δυστυχώς, τα μοντέλα που σχηματίστηκαν ήταν πολύ δύσκολο να επιλυθούν με την ευνοϊκότερη συνθήκη, αφού πολλά από τα μοντέλα απαιτούν **ακέραιους προγραμματιστικούς σχηματισμούς**. Τα περισσότερα μοντέλα από αυτά ανήκουν στην κλάση NP.

Η αρχική διατύπωση του Weber αναφερόταν στον ιδιωτικό τομέα, οπότε, η απόφαση για τη χωροθέτηση ΚΠΥ, έπρεπε να βρίσκεται σε αρμονία με τους αντικειμενικούς σκοπούς του επιχειρηματία/ ιδιοκτήτη, η οποία εκφραζόταν κυρίως με τη μεγιστοποίηση του κέρδους και επομένως ήταν αποτέλεσμα συμβιβασμού μεταξύ του κόστους κατασκευής και λειτουργίας των κέντρων παραγωγής και του κόστους μεταφοράς (πρώτης ύλης και τελειοποιημένων προϊόντων). Στο δημόσιο τομέα ο αντικειμενικός σκοπός (αντικειμενική συνάρτηση) εκφράζεται είτε ως ελαχιστοποίηση είτε ως μεγιστοποίηση του κοινωνικού οφέλους. Ως αποτέλεσμα, οι χωροθετικές αποφάσεις στο δημόσιο τομέα, που στη σημερινή εποχή γίνονται όλο και πιο σπουδαίες, έχουν όλα τα προβλήματα επίλυσης που παρουσιάζονται στον ιδιωτικό τομέα, επιπλέον όμως, πολλές φορές υπάρχει δυσκολία στο να ποσοτικοποιηθούν οι αντικειμενικοί σκοποί. Παρόλα αυτά, αρκετές αντικειμενικές συναρτήσεις έχουν προταθεί και χρησιμοποιηθεί από τα μοντέλα χωροθετήσεων-κατανομών για προβλήματα του δημόσιου τομέα. Για παράδειγμα, το κοινωνικό κόστος συνήθως εκφράζεται σε σχέση με το κοινωνικό κόστος εξυπηρέτησης όλων των εξυπηρετούμενων. Ακόμη, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το μέγιστο κόστος προσιτότητας (ή εξυπηρέτησης), το συνολικό κόστος κατασκευής ή το συνολικό κόστος κατασκευής και προσιτότητας (ή εξυπηρέτησης). Όσον αφορά το κοινωνικό κόστος, αυτό εκφράζεται με τον αριθμό των επισκέψεων.

Η έρευνα στην περιοχή της ευαισθητοποιημένης ανάλυσης οδηγεί στο πρόβλημα της εισόδου δεδομένων με αβεβαιότητα. Ειδικότερα, κάποιες έρευνες προσπάθησαν να ποσοτικοποιήσουν το αποτέλεσμα της αλλαγής στις τιμές των παραμέτρων της κατάλληλης τιμής της αντικειμενικής συνάρτησης. Ενώ κάποια αποτελέσματα βοηθούν στην αποτίμηση της σθεναρότητας (robustness) της λύσης αφού το μοντέλο θα έχει επιλυθεί, δε γίνεται τίποτα για να ενσωματωθεί υπερ-ενεργά η αβεβαιότητα στα μοντέλα. Ο **στοχαστικός προγραμματισμός**, αλλά και ο σχεδιασμός σεναρίου προσεγγίσεων,

μετακινούνται από την reactive analysis της ευαισθητοποίησης της λύσης στα μοντέλα τα οποία τυποποιούν την κυρτότητα και την έμφυτη αβεβαιότητα στις περιπτώσεις των προβλημάτων του πραγματικού κόσμου (real-world). Όμοια οι δυναμικές τυποποιήσεις (dynamic formulations) μετασχηματίζουν τα στιγμιότυπα των μοντέλων των one-time αποφάσεων σε εκτεταμένα horizon μοντέλα τα οποία κατασκευάζουν τα κοσμικά στοιχεία των προβλημάτων του πραγματικού κόσμου.

6.5.3.5 Μοντέλα χωροθετήσεων – κατανομών (Location – Allocation models)

Όταν το ενδιαφέρον μας, σε αντίθεση με την αρχική θεώρηση του Weber, στρέφεται, όχι στην χωροθέτηση ενός ΚΠΥ, αλλά στη σύγχρονη χωροθέτηση πολλών ΚΠΥ, τότε μιλάμε για το πρόβλημα χωροθετήσεων - κατανομών. Στην πιο γενική μορφή το πρόβλημα μπορεί να τεθεί ως εξής: Επειδή για κάθε ΚΠΥ υπάρχει μια ορισμένη και καθορισμένη ζώνη επιρροής και ένα ανώτατο όριο χωρητικότητας, η κατανεμημένη στο χώρο ζήτηση για αυτήν την υπηρεσία δεν μπορεί να καλυφθεί από ένα και μόνο κέντρο παροχής υπηρεσιών, αλλά από περισσότερα. Ο συνδυασμός των θέσεων όπου πρέπει να χωροθετηθούν τα ΚΠΥ και ο συσχετιζόμενος συνδυασμός των σημείων ζήτησης, πρέπει να καθοριστούν ταυτόχρονα και ο καθορισμός αυτός οφείλει σε γενικές γραμμές να γίνει κάτω από τον περιορισμό ότι η συνολική ζήτηση θα καλυφθεί. Επομένως δύο είναι τα ερωτήματα που πρέπει να απαντηθούν:

- 1) Ποιος είναι ο βέλτιστος αριθμός ΚΠΥ που πρέπει να χωροθετηθούν;
- 2) Ποια πρέπει να είναι η περιοχή εξυπηρέτησης για καθένα από αυτά τα κέντρα (δηλαδή, ποια σημεία ζήτησης πρέπει να εξυπηρετεί κάθε κέντρο παροχής υπηρεσιών);

Για να απαντηθούν τα παραπάνω ερωτήματα δημιουργήθηκαν διάφορα μοντέλα χωροθετήσεων –κατανομών. Τα σημαντικότερα από αυτά είναι:

- 1) Το μοντέλο των P-Διακέντρων (P-Centers),
- 2) Το μοντέλο P-Διάμεσου (P-Median),
- 3) Το μοντέλο Συνόλου Κάλυψης (Set Covering) και
- 4) Το μοντέλο Μέγιστης Κάλυψης (Maximal Covering).

Τα μοντέλα αυτά αναφέρονται σε προβλήματα του διακριτού χώρου και διαμορφώνονται τόσο στα πλαίσια της θεωρίας γραφημάτων όσο και στα πλαίσια του Μαθηματικού Προγραμματισμού.

Τα προβλήματα χωροθέτησης είναι δυνατόν να κατηγοριοποιηθούν με πολλούς τρόπους ανάλογα με τα κριτήρια βελτιστοποίησης, με τον τύπο του δικτύου, για το αν πρόκειται για χωροθέτηση μία ή πολλών ΚΠΥ κ.ά. Οι Handler G. Y and Mirchandani P. B πρότειναν τις εξής κατηγορίες όπως φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 6.1 Κατηγορίες Προβλημάτων Χωροθέτησης

Κριτήρια	Κατηγορίες
Αντικειμενική Συνάρτηση	Minisum ή Διαμέσων Minimax ή Διακέντρων Πολυκριτηριακά
Αριθμός Υπηρεσιών	1 ή πολλές
Τύπος Δικτύου	Προκαθορισμένο ή Πιθανολογικό Προσανατολισμένο ή όχι Κυκλικό ή Δένδρο
Σημεία Ζήτησης (χρήστες)	Μόνο στους κόμβους ή Παντού στο δίκτυο
Θέσεις ΚΠΥ (facilities)	Μόνο στους κόμβους ή Παντού στο δίκτυο

Στον παραπάνω πίνακα παρατηρούμε ότι μια βασική κατηγοριοποίηση των προβλημάτων της Ανάλυσης Χωροθέτησης γίνεται με βάση την αντικειμενική συνάρτηση. Τα **προβλήματα minisum** ή **Προβλήματα Διαμέσων** έχουν ως στόχο την ελαχιστοποίηση του συνόλου των αποστάσεων των χρηστών (σημεία ζήτησης) από το πλησιέστερο προς αυτά ΚΠΥ (σημείο προσφοράς). Τα **προβλήματα minimax** ή **Διακέντρων** έχουν ως στόχο την ελαχιστοποίηση της μέγιστης απόστασης που υπάρχει στο δίκτυο ενός χρήστη από το ΚΠΥ για αυτόν. Επιπλέον, για τη χωροθέτηση ΚΠΥ έχουν προταθεί μαθηματικά πρότυπα πολυκριτηριακής ανάλυσης. Συνήθως τα πολυκριτηριακά πρότυπα χρησιμοποιούν στην αντικειμενική συνάρτηση ένα συνδυασμό κριτηρίων από αυτά που αναφέρονται στα προβλήματα minisum και minimax.

Για τη χωροθέτηση υπηρεσιών έχουν επίσης προταθεί μαθηματικά πρότυπα πολυκριτηριακής ανάλυσης. Συνήθως τα πολυκριτηριακά πρότυπα χρησιμοποιούν στην αντικειμενική συνάρτηση ένα συνδυασμό κριτηρίων από αυτά που αναφέρονται στα προβλήματα P-Διαμέσων και P-Διακέντρων.

6.5.4 Κατηγορίες προβλημάτων χωροθέτησης

Τα υπολογιστικά εμπόδια που συναντήθηκαν στους κυρτούς σχηματισμούς της Ανάλυσης Χωροθέτησης περιόρισαν τις περισσότερες έρευνες σε αυτή την περιοχή. Αυτά τα προβλήματα/ μοντέλα παίρνουν σαν εισόδους γνωστές ποσότητες, όπως απαιτήσεις

(demands), αποστάσεις (distances) και χρόνο διαδρομής (travel time). Οι έξοδοι τους είναι καθορισμένες από σταθερές τιμές απόφασης (one-time decision values). Ενώ κάποια προβλήματα μπορούν να εξασφαλίσουν σχεδιασμούς έχοντας επίγνωση του γενικού χώρου χωροθέτησης, δεν είναι ικανά να μοντελοποιήσουν επαρκώς την έμφυτη αβεβαιότητα στο πάρσιμο των στρατηγικών αποφάσεων στον πραγματικό κόσμο εφαρμογής των προβλημάτων αυτών (real-world strategy decisions).

Η Θεωρία Χωροθέτησης συνάντησε μεγάλο ενδιαφέρον το 1964 με μια εφαρμογή του Hakimi, ο οποίος προσπάθησε αφενός να τοποθετήσει κέντρα διακοπών σε ένα επικοινωνιακό δίκτυο και αφετέρου προσπάθησε να τοποθετήσει αστυνομικούς σταθμούς σε ένα σύστημα αυτοκινητοδρόμων. Επίσης ο Hakimi μελέτησε το γενικότερο πρόβλημα της τοποθέτησης μιας ή περισσότερων κέντρων παροχής υπηρεσιών σε ένα δίκτυο.

Από τα μέσα του 1960 η μελέτη της Θεωρίας Χωροθέτησης άκμασε σημαντικά, αφού διατυπώθηκαν τα πιο σημαντικά προβλήματα χωροθέτησης. Όπως αναφέραμε, ο Weber αναφερόταν σε όλα τα σημεία του χώρου, ενώ σήμερα τα περισσότερα προβλήματα χωροθέτησεων αναφέρονται σ' ένα δίκτυο σημείων. Έτσι, οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται σήμερα σχετίζονται με τα

- (i) συνεχή (continuous)
- (ii) ασυνεχή ή διακριτά (discrete)

μοντέλα, δηλαδή τα προβλήματα χωροθέτησης χωρίζονται σε δύο χαρακτηριστικές κατηγορίες:

- (i) ντετερμινιστικά/ συνεχή
- (ii) στατικά/ διακριτά (δικτυωτά)

Αυτά τα προβλήματα παίρνουν σαν είσοδο γνωστές σταθερές ποσότητες και εξάγουν μια απλή λύση που υλοποιείται σε σταθερό χρόνο $O(1)$. Η λύση κάθε προβλήματος χωροθέτησης επιλέγεται βάση ενός από τα πολλά πιθανά κριτήρια (ή αντικείμενα) που υπάρχουν. Η επιλογή του σωστού κριτηρίου βάση του οποίου θα λυθεί ένα πρόβλημα χωροθέτησης γίνεται από τον decision maker. Ένας μεγάλος αριθμός από έρευνες, ειδικά όσων αναφέρονται σε εφαρμοσμένα προβλήματα ή όσων αναφέρονται σε μη αρεστές χωροθετήσεις ενός κέντρου παροχής υπηρεσιών, εξετάζουν πολλαπλές αμερόληπτες επεκτάσεις των πιο πάνω βασικών μοντέλων.

Ένα μοντέλο χωροθέτησης λέγεται **συνεχές** όταν το σύνολο των υποψήφιων θέσεων για χωροθέτηση των ΚΠΥ ορίζεται από τη συνέχεια όλων των σημείων του επιπέδου. Στα συνεχή προβλήματα χωροθέτησης τα κέντρα παροχής υπηρεσιών μπορούν να τοποθετηθούν σε οποιοδήποτε σημείο στο ομογενές επίπεδο. Η ανάπτυξη των συνεχών προβλημάτων έγινε με αργούς ρυθμούς λόγω των διαφόρων αναλυτικών δυσκολιών στον τρόπο εκτέλεσης των γεωμετρικών υπολογισμών σε ένα συνεχές επίπεδο. Παράλληλα, διάφορες αποτελεσματικές υπολογιστικές μέθοδοι για την κατασκευή των διαγραμμάτων Voronoi αποτέλεσαν τη βάση για το σχεδιασμό ικανών αλγορίθμων για την επίλυση των συνεχών χωροθετικών προβλημάτων που λύνονται με τη χρήση των διαγραμμάτων αυτών.

Ένα μοντέλο χωροθέτησης λέγεται **διακριτό**, όταν το σύνολο των υποψήφιων θέσεων αποτελείται από ένα ορισμένο σύνολο σημείων στο επίπεδο, δηλαδή αποτελεί ένα δίκτυο σημείων. Στα διακριτά προβλήματα χωροθέτησης τα ΚΠΥ μπορούν να τοποθετηθούν σε έναν κόμβο ή σε ένα σύνδεσμο ή σε κάποιο δίκτυο.

Στους δύο αυτούς τύπους μοντέλων ο τρόπος μέτρησης της απόστασης μεταξύ ενός ΚΠΥ και του χρήστη διαφέρει. Για τα συνεχή μοντέλα, η απόσταση μεταξύ ενός χρήστη και ενός κέντρου παροχής υπηρεσιών δίνεται από μια συνάρτηση που ονομάζεται μετρική (metric). Στην περίπτωση αυτή, δύο βασικές μετρικές που χρησιμοποιούνται είναι:

- ✓ n-ευκλείδειος απόσταση:

$$d_{ij} = [(a_i - a_j)^2 + (b_i - b_j)^2]^{1/2}$$

όπου η απόσταση μεταξύ δύο σημείων είναι το ευθύγραμμο τμήμα που συνδέει τα δύο σημεία, και

- ✓ n-Παραλληλόγραμμη (ορθογώνια ή Manhattan) απόσταση:

$$d_{ij} = |a_i - a_j| + |b_i - b_j|$$

όπου d_{ij} η απόσταση μεταξύ του χρήστη i και του κέντρου παροχής υπηρεσιών j , a_i , b_i , a_j , b_j οι συντεταγμένες του χρήστη i και του κέντρου παροχής υπηρεσιών j , δηλαδή η κίνηση περιορίζεται σε διευθύνσεις παράλληλες προς ένα σύστημα ορθογωνίων αξόνων αναφοράς.

Η Ευκλείδεια μετρική χρησιμοποιείται κυρίως για τις εναέριες και θαλάσσιες συγκοινωνίες. Ένα παράδειγμα για την εφαρμογή του μέτρου αυτού είναι η αναζήτηση της καλύτερης θέσης για την εγκατάσταση ενός σταθμού ελικοπτέρων για άμεση ιατρική βοήθεια. Η n-Παραλληλόγραμμη (ορθογώνια ή Manhattan) απόσταση χρησιμοποιείται

κυρίως για προβλήματα χωροθέτησης αστικών περιοχών, όπου η κίνηση γίνεται στους δρόμους των οικοδομικών τετραγώνων (ορθογωνίων ως επί το πλείστον). Για παράδειγμα, η εγκατάσταση σταθμών της πυροσβεστικής υπηρεσίας σε μια πόλη.

Η εκλογή της μετρικής καθορίζει και τη μέθοδο που θα χρησιμοποιηθεί για την επίλυση του προβλήματος και επομένως είναι καθοριστικός παράγοντας στα μοντέλα χωροθέτησης.

Ένα πολύ βασικό και ευρέως διαδεδομένο σύστημα μέτρησης αποστάσεων είναι αυτό κατά το οποίο η κίνηση περιορίζεται πάνω σε ένα δίκτυο. Σε αυτήν την περίπτωση η απόσταση μεταξύ δύο σημείων υπολογίζεται ως η μικρότερη δυνατή απόσταση αυτών των σημείων ακολουθώντας τα τόξα του δικτύου. Για παράδειγμα, στα προβλήματα χωροθέτησης τα οποία βασίζονται στις μεταφορές, το δίκτυο είναι προφανώς το οδικό δίκτυο, ενώ στα προβλήματα τηλεπικοινωνίας το δίκτυο είναι το τηλεπικοινωνιακό δίκτυο.

Στην περίπτωση των διακριτών μοντέλων χωροθέτησης η απόσταση δεν εκφράζεται με μία ορισμένη συνάρτηση στο επίπεδο, αλλά με έναν πίνακα p_{ij} , του οποίου το στοιχείο (i,j) είναι η τιμή της απόστασης μεταξύ των σημείων i και j .

Οι συμβολισμοί που χρησιμοποιούνται είναι:

i : θέση χρήστη

j : πιθανή θέση κέντρου παροχής υπηρεσιών

6.5.5 Πρόβλημα P-Διάμεσου (P-median)

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω έχουν αναπτυχθεί πολλά μοντέλα με σκοπό να δώσουν λύση σε όσο το δυνατόν περισσότερα προβλήματα της καθημερινότητας. Για τις ανάγκες της μελέτης του προβλήματος που θα επιλυθεί στο επόμενο Κεφάλαιο 7, στην ενότητα αυτή θα κάνουμε μία εισαγωγή στα Προβλήματα Διαμέσων και έπειτα θα παρουσιάσουμε λεπτομερώς το **Πρόβλημα P-Διάμεσου (P-median)** που επιλέχθηκε ως το πλέον κατάλληλο για την επίλυση προβλήματος που τέθηκε από ταχυμεταφορική εταιρία.

6.5.5.1 Προβλήματα Διαμέσων (Median Problems)

Σε μερικά προβλήματα απαιτείται να γίνει η χωροθέτηση ενός ΚΠΥ σε κορυφή ενός δοσμένου γραφήματος κατά τέτοιο τρόπο ώστε να ελαχιστοποιείται το άθροισμα όλων των συντομότερων αποστάσεων των κορυφών του από αυτή την υπηρεσία. Η άριστη χωροθέτηση του ΚΠΥ ονομάζεται **διάμεσος (median)** του γραφήματος και, λόγω της

φύσης της αντικειμενικής συνάρτησης, αυτή η κατηγορία προβλημάτων ονομάζεται **minsum προβλήματα χωροθέτησης (minsum location problems)**.

Το πρόβλημα παρουσιάζεται στην πράξη κάτω από διάφορες μορφές: χωροθέτηση κέντρων διακοπών σε τηλεφωνικά δίκτυα, υποσταθμοί ηλεκτρικής ενέργειας σε δίκτυα, αποθήκες διανομής σε οδικό δίκτυο (όπου οι κορυφές παριστάνουν τους πελάτες). Οι πιο πάνω είναι μερικές από τις περιοχές εφαρμογής του προβλήματος minsum.

Η θεωρητική και ιστορική απαρχή της επίλυσης προβλημάτων χωροθέτησης – κατανομών στα πλαίσια της θεωρίας γραφημάτων είναι ο αλγόριθμος Hakimi (1964), ο οποίος προσπάθησε να λύσει τη χωροθέτηση κέντρων σε ένα τηλεπικοινωνιακό σύστημα.

Ένα παράδειγμα στο οποίο ζητείται να βρεθεί η διάμεσος του γραφήματος, είναι αυτό της εξυπηρέτησης ενός αριθμού πελατών από μία μόνο αποθήκη. Οι πελάτες μπορούν να ομαδοποιηθούν κατά γειτονιές, έτσι ώστε κάθε ομάδα πελατών να απαιτεί ένα συνολικό αριθμό φορτώσεων. Έτσι το φορτηγό φορτώνει από την αποθήκη, διανέμει τα εμπορεύματα σε μια ομάδα πελατών και γυρίζει στην αποθήκη.

Μπορούμε να παραστήσουμε τις ομάδες πελατών με κορυφές του γραφήματος και το οδικό δίκτυο με τις ακμές του γραφήματος. Στην πράξη, σε κάθε ομάδα πελατών μπορεί να αντιστοιχηθεί ένα βάρος w_i , που να αντιπροσωπεύει τη «σπουδαιότητα» του πελάτη (π.χ. μπορεί να είναι ανάλογο προς την ετήσια ζήτηση αυτού του πελάτη ή να είναι η συχνότητα με την οποία το φορτηγό πρόκειται να επισκεφθεί αυτήν την ομάδα πελατών για να ικανοποιήσει τη ζήτηση). Ο αντικειμενικός σκοπός θα είναι να βρεθεί εκείνη η θέση για τη χωροθέτηση της αποθήκης ώστε το σύνολο των χιλιομέτρων, που θα καλύψει το φορτηγό να είναι ελάχιστο.

Ένας σημαντικός τρόπος για να μετρήσουμε την αποτελεσματικότητα της χωροθέτησης ενός ΚΠΥ είναι να καθορίσουμε τβό κόστος της απόστασης που χρειάζεται να διανύσει κάποιος που βρίσκεται σε ένα σημείο και θέλει να επισκεφτεί το συγκεκριμένο ΚΠΥ. Με τον όρο *κόστος της απόστασης* εννοούμε το χρόνο του ταξιδιού και την απόσταση του ταξιδιού από μια τοποθεσία/ θέση σε άλλη. Όσο η μέση απόσταση ταξιδιού αυξάνεται, η αποδοχή της τοποθέτησης μειώνεται και έτσι η αποτελεσματικότητα της συγκεκριμένης τοποθέτησης μειώνεται. Αυτή η σχέση ισχύει κυρίως για ΚΠΥ όπως οι βιβλιοθήκες, τα σχολεία και τα κέντρα υπηρεσιών άμεσης ανάγκης.

Ένας ισοδύναμος τρόπος για να μετρήσουμε την αποτελεσματικότητα της χωροθέτησης, όταν οι απαιτήσεις δεν επηρεάζονται από το επίπεδο του ΚΠΥ, είναι η

μέτρηση της απόστασης ανάμεσα στους κόμβους ζήτησης και τα ΚΠΥ. Αυτό γίνεται συνδέοντας την ποσότητα της κάθε απαίτησης και υπολογίζοντας το ολικό βάρος της σταθμικής απόστασης ανάμεσα στη ζήτηση και το συγκεκριμένο κέντρο παροχής υπηρεσιών.

6.5.5.2 Πρόβλημα P-Διάμεσου (P-median)

Το πρόβλημα P-median χρησιμοποιεί τις πιο πάνω μετρήσεις της αποτελεσματικότητας. Ουσιαστικά, στο πρόβλημα P-Διάμεσος δίνεται σαν είσοδος ένα σταθμικό σταθερό κλειστό γράφημα/ δίκτυο όπου κάθε κορυφή συμβολίζει ένα πελάτη (σημείο ζήτησης) ο οποίος έχει κάποια απαίτηση (σημείο προσφοράς). Η απαίτηση του πελάτη (ζήτηση) είναι συνήθως μια απόσταση η οποία βρίσκεται αθροίζοντας τα βάρη που βρίσκονται στις ακμές που διανύονται στο γράφημα σε κάθε μονοπάτι.

Μπορούμε να τοποθετήσουμε ένα ή P-κέντρα παροχής υπηρεσιών σε οποιοσδήποτε P-κορυφές του γραφήματος μας οι οποίες θα μπορούν να εξυπηρετήσουν όλους τους πελάτες. Το ζητούμενο είναι σε ποιες κορυφές θα πρέπει να τοποθετήσουμε το ένα ή τα P-κέντρα παροχής υπηρεσιών έτσι ώστε να ελαχιστοποιήσουμε το συνολικό κόστος των διαδρομών των πελατών προς αυτό/ά τα ΚΠΥ.

Το πρόβλημα μπορεί να διατυπωθεί ως εξής: Να χωροθετηθεί ένας δοσμένος αριθμός ΚΠΥ (έστω P) κατ' «άριστο τρόπο», ώστε το άθροισμα των συντομότερων αποστάσεων των κορυφών του γραφήματος από τα πλησιέστερα προς αυτά ΚΠΥ να είναι ελάχιστο. Το πρόβλημα αυτό είναι γνωστό ως **πρόβλημα P-Διάμεσος ενός γραφήματος**.

6.5.5.2.1 Μαθηματική διατύπωση προβλήματος

Το πιο απλό πρόβλημα διάμεσου πάνω σε δίκτυα είναι ο προσδιορισμός της θέσης ενός ΚΠΥ που ελαχιστοποιεί το μέσο χρόνο (ή μέση απόσταση) από τον κάθε χρήστη προς το συγκεκριμένο ΚΠΥ. Ο Hakimi S. L (1964) είναι ο πρώτος που εξέτασε αυτό το πρόβλημα σε σχέση με την τοποθέτηση ενός κέντρου διανομής σε τηλεφωνικό δίκτυο. Η διατύπωση που έδωσε ο Hakimi είναι η εξής:

«Θεωρούμε ένα γράφο (δίκτυο) G με βάρη (μη αρνητικούς αριθμούς) προσκολλημένους σε κάθε κορυφή και σε κάθε κλάδο. Τα βάρη w_i τα οποία αντιστοιχούν στους κλάδους b_i του G αντιπροσωπεύουν το μήκος (ή το κόστος ανά μονάδα χωρητικότητας) αυτού του στοιχείου. Τα βάρη h_i τα οποία αντιστοιχούν στις κορυφές v_i του G αντιπροσωπεύουν τον αριθμό των γραμμών που πρέπει να συνδεθούν μεταξύ των κορυφών v_i και του κέντρου

διανομής S που χειρίζεται την εισροή και την εκροή πληροφοριών στο v_i . Το πρόβλημα είναι να βρεθεί η ακριβής θέση του κέντρου διανομής S έτσι ώστε το συνολικό μήκος των γραμμών να είναι το ελάχιστο.»

Η γενικότερη διατύπωση του προβλήματος ορίζεται όταν P-κέντρα παροχής υπηρεσιών μπορούν να χωροθετηθούν οπουδήποτε στο γράφημα, είτε στις κορυφές, είτε στις ακμές του. Η μαθηματική διατύπωση που έχει δοθεί είναι η εξής:

«Έστω ένας σταθμισμένος γράφος G n -κορυφών. Ένα σημείο x στο G είναι ένα σημείο κάπου πάνω στον κλάδο του G που μπορεί να είναι ή να μην είναι κορυφή του G . Η απόσταση μεταξύ δύο σημείων x και y στο G αναπαρίσταται ως $d(x,y)$ και είναι το μήκος της μικρότερης διαδρομής πάνω στο G μεταξύ των σημείων x και y , όπου δε το μήκος της διαδρομής είναι το άθροισμα των βαρών των κλάδων αυτής της διαδρομής. Ορίζουμε το σημείο y_0 στο G να είναι απόλυτη διάμεσος του G αν για κάθε σημείο y του G ισχύει η σχέση:

$$\sum_{i=1}^{i=n} h_i \cdot d(v_i, y_0) \leq \sum_{i=1}^{i=n} h_i \cdot d(v_i, y)$$

Απέδειξε επίσης ότι υπάρχει τουλάχιστον ένα σημείο, και μάλιστα κορυφή πάνω στο δίκτυο, που είναι απόλυτη διάμεσος και έδωσε ένα απλό αλγόριθμο για την εύρεση αυτού. Πολλές φορές όμως το ζητούμενο δεν είναι η χωροθέτηση ενός ΚΠΥ, αλλά η χωροθέτηση ενός ορισμένου αριθμού ΚΠΥ. Αυτό είναι το πρόβλημα των P-Διαμέσων. Ο Hakimi το έθεσε πρώτος και το διατύπωσε ως εξής:

«Έστω ένας σταθμισμένος γράφος G n -κορυφών. Ένα σημείο x στο G είναι ένα σημείο κάπου πάνω στον κλάδο του G που μπορεί να είναι ή να μην είναι κορυφή του G . Η απόσταση μεταξύ δύο σημείων x και y στο G αναπαρίσταται ως $d(x,y)$ και είναι το μήκος της μικρότερης διαδρομής πάνω στο G μεταξύ των σημείων x και y , όπου δε το μήκος της διαδρομής είναι το άθροισμα των βαρών των κλάδων αυτής της διαδρομής. Έστω X_p ένα σύνολο από P σημεία x_1, x_2, \dots, x_p του G και έστω

$$d(v_i, \tilde{X}_p) = \min [d(v_i, x_1), d(v_i, x_2), \dots, d(v_i, x_p)]$$

Το σύνολο των σημείων \tilde{X}'_p είναι ένα P-διάμεσο (P-median) του G , αν για κάθε \tilde{X}_p του G ισχύει

$$\sum_{i=1}^n h_i \cdot d(v_i, \tilde{X}'_p) \leq \sum_{i=1}^n h_i \cdot d(v_i, \tilde{X}_p)$$

όπου h_i είναι το βάρος που αντιστοιχεί στην κορυφή v_i του G .

Και σε αυτήν την περίπτωση αποδεικνύεται ότι υπάρχει τουλάχιστον ένα σύνολο P-Διαμέσων και ισχύει ότι το βέλτιστο αυτό σύνολο απαρτίζεται από σημεία τα οποία είναι κορυφές του γράφου. Τα αποτελέσματα αυτά γενικεύτηκαν και για μη γραμμικές αποστάσεις.

Μια άλλη διατύπωση του προβλήματος P-Διάμεσου είναι η ακόλουθη:

$$\min d = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n w_i \cdot t_{ij} \cdot x_{ij} \quad (1)$$

υπό τους περιορισμούς:

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

$$0 \leq x_{ij} \leq y_i \quad i=1, 2, \dots, m \quad j=1, 2, \dots, n \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^n y_j = P \quad (4)$$

$$y_j \in \{0,1\} \quad j=1, 2, \dots, n \quad (5)$$

$$x_{ij} \in \{0,1\} \quad i=1, 2, \dots, m \quad j=1, 2, \dots, n \quad (6)$$

όπου

j : πιθανή θέση ΚΠΥ

i : θέση χρήστη

m : αριθμός χρηστών

n : αριθμός πιθανών θέσεων

w_i : ζήτηση χρήστη i

u_j : ελάχιστη χωρητικότητα κέντρου θέσης j

v_j : μέγιστη χωρητικότητα κέντρου θέσης j

d_{ij} : απόσταση μεταξύ του χρήστη i και του κέντρου j

t_{ij} : μονάδα κόστους προσιτότητας του χρήστη i για το κέντρο j

f_j : κόστος κατασκευής κέντρου στη θέση j

x_{ij} : ποσοστό κάλυψης ζήτησης του χρήστη i από το κέντρο j

P : πλήθος ΚΠΥ

$$y_j = \begin{cases} 1, & \text{αν το κέντρο δημιουργείται στη θέση } j \\ 0, & \text{διαφορετικά} \end{cases}$$

Η παραπάνω έκφραση του μοντέλου P-Διάμεσου είναι μια από τις πολλές εκφράσεις αυτού. Διαφορετικοί περιορισμοί ή αντικειμενικές συναρτήσεις δίνουν διαφορετικές εκφράσεις στο μοντέλο και μπορούν να βοηθήσουν στην επίλυση διαφορετικών χωροθετικών προβλημάτων.

Έτσι, μια άλλη έκφραση του μοντέλου P-Διάμεσος είναι και η ακόλουθη:

«Βρείτε που θα τοποθετηθούν P-κέντρα παροχής υπηρεσιών έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθεί η ολική απαιτούμενη σταθμική απόσταση ταξιδιού ανάμεσα στις απαιτήσεις των πελατών και τα κέντρα παροχής υπηρεσιών».

Το πρόβλημα αυτό τυποποιείται μαθηματικά ως εξής:

Ορίζουμε

- i : οι κόμβοι κατανομής/ ζήτησης
- j : οι πιθανές θέσεις κάθε ΚΠΥ
- h_i : η ζήτηση/ απαίτηση του πελάτη στον κόμβο i
- d_{ij} : η απόσταση ανάμεσα στους κόμβους κατανομής i και των θέσεων ΚΠΥ j
- P : ο αριθμός των ΚΠΥ που θα τοποθετηθούν

Οι μεταβλητές απόφασης (decision variables) είναι οι εξής:

$$X_j = \begin{cases} 1, & \text{αν τοποθετήσουμε το ΚΠΥ στην πιθανή θέση } j \\ 0, & \text{διαφορετικά} \end{cases}$$

$$Y_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{αν η ζήτηση στον κόμβο } i \text{ οφείλεται στο ΚΠΥ του κόμβου } j \\ 0, & \text{διαφορετικά} \end{cases}$$

Έτσι, χρησιμοποιώντας τους παραπάνω συμβολισμούς, το πρόβλημα P-διάμεσου τυποποιείται ως εξής:

$$\text{minimize} \quad \sum_i \sum_j h_i \cdot d_{ij} \cdot Y_{ij} \quad (6)$$

$$\text{υπό τους περιορισμούς} \quad \sum_j X_j = P \quad (7)$$

$$\sum_j Y_{ij} = 1, \forall i \quad (8)$$

$$Y_{ij} - X_j \leq 0, \forall i, j \quad (9)$$

$$X_j \in \{0,1\}, \forall j \quad (10)$$

$$Y_{ij} \in \{0,1\}, \forall i, j \quad (11)$$

Η σχέση (6) είναι η ελαχιστοποίηση της ολικής σταθμικής απαιτούμενης απόστασης ανάμεσα στους πελάτες και τα ΚΠΥ (αντικειμενική συνάρτηση).

Ο περιορισμός (7) απαιτεί ότι ακριβώς P υπηρεσίες (ΚΠΥ) θα τοποθετηθούν.

Ο περιορισμός (8) δείχνει ότι κάθε ζήτηση προσδιορίζεται σε κάποια ΚΠΥ, ενώ ο περιορισμός (9) επιτρέπει την εισχώρηση μόνο των θέσεων στις οποίες έχουν τοποθετηθεί τα ΚΠΥ.

Οι περιορισμοί (10) και (11) είναι οι δυαδικές απαιτήσεις των μεταβλητών του προβλήματος. Οι απαιτήσεις θα προσδιορίζονται εντελώς αυθόρμητα στο κοντινότερο ΚΠΥ. Ο περιορισμός (11) μπορεί να γραφεί και σαν ένας μη αρνητικός περιορισμός $Y_{ij} \geq 0$.

Αυτή η τυποποίηση του προβλήματος P -Διάμεσου επιτρέπει στα ΚΠΥ να είναι τοποθετημένα σε ένα πεπερασμένο σύνολο των πιθανών θέσεων (potential sites). Αυτές οι θέσεις αναπαριστούν τους κόμβους του δικτύου. Για οποιονδήποτε αριθμό των P -ΚΠΥ υπάρχει το λιγότερο μια κατάλληλη λύση του προβλήματος P -Διάμεσου η οποία τοποθετείται μόνο στους κόμβους του δικτύου. Έτσι, η απλοποιημένη τυποποίηση περιλαμβάνει μόνο τους κόμβους σαν ενδεχόμενη τοποθεσία κάποιου ΚΠΥ και δεν αλλοιώνει την τιμή της αντικειμενικής συνάρτησης.

Όταν το πρόβλημα P -Διάμεσου εφαρμόζεται σε ένα γενικό δίκτυο, δύσκολα μπορεί να επιλυθεί με την ευνοϊκότερη συνθήκη, διότι το πρόβλημα P -Διάμεσου ανήκει στην κλάση των NP -πλήρη προβλημάτων. Όμως, περιορίζοντας τις ενδεχόμενες θέσεις ενός κέντρου παροχής υπηρεσιών στους κόμβους του δικτύου, τότε μειώνεται ο αριθμός των πιθανών θέσεων. Ο αριθμός αυτός διαμορφώνεται ως εξής:

$$\binom{N}{P} = \frac{N!}{P!(N-P)!}, \quad \text{όπου}$$

N : ο αριθμός των κόμβων στο δίκτυο

P : ο αριθμός των ΚΠΥ

Για μια σταθερή τιμή του P , το πρόβλημα P -Διάμεσου λύνεται σε πολυωνυμικό χρόνο. Παρόλα αυτά, είναι πιθανό μια αριθμητική προσέγγιση να είναι υπολογιστικά απαγορευτική για μετρήσιμες τιμές του N (από εκατοντάδες σε χιλιάδες κόμβους) και επίσης για μετρήσιμες τιμές του P (δεκάδες τοποθετήσεις). Μερικά θέματα πολυπλοκότητας επιτρέπουν την ανάπτυξη των sophisticated αλγορίθμων για τη λύση αυτού του προβλήματος.

Η παραπάνω τυποποίηση προτείνει τη χρησιμοποίηση των τεχνικών του **Ακέραιου Προγραμματισμού** για τη λύση του προβλήματος P-Διάμεσου. Ενώ αυτές οι τεχνικές είναι συχνά ικανές να επεκτείνουν τις κατάλληλες ακέραιες λύσεις για συγκεκριμένου μεγέθους προβλήματα σε μετρήσιμο χρόνο, διάφορα αποτελεσματικά ευρετικά έχουν αναπτυχθεί για τη λύση των ενδιάμεσων προβλημάτων.

Επιπλέον, αναφέρουμε μερικούς άλλους περιορισμούς:

Περιορισμός χωρητικότητας

Η δημιουργία ενός ΚΠΥ (π.χ. σχολείο) που εξυπηρετεί ένα μικρό αριθμό χρηστών, έχει συνήθως ως αποτέλεσμα τη μη αποτελεσματική χρήση του κέντρου και την ελάχιστη απόδοση της υπηρεσίας των υπαλλήλων που ασχολούνται σ' αυτό, αφού η ζήτηση είναι ελάχιστη. Αυτό βέβαια σημαίνει ότι σε πολλές περιπτώσεις περιορισμοί σχετικοί με την ελάχιστη ζήτηση που ένα κέντρο πρέπει να εξυπηρετεί είναι αναγκαίοι.

Από την άλλη, η έλλειψη μεγάλων εκτάσεων για την εγκατάσταση μεγάλων ΚΠΥ ή ακόμη και η επιθυμία για τη δημιουργία μικρού ή μεσαίου μεγέθους κέντρων, δημιουργεί την ανάγκη για περιορισμούς που να αναφέρονται στη μέγιστη χωρητικότητα. Τέτοιοι περιορισμοί μπορούν να ενσωματωθούν στο μοντέλο P-Διάμεσου με την εξής μορφή:

$$u_j y_j \leq \sum_{i=1}^m x_{ij} \cdot w_i \leq v_j y_j \quad , \quad j=1, \dots, n$$

Περιορισμοί προϋπολογισμού

Ο τρόπος προσδιορισμού του προβλήματος P-Διάμεσου (σχέσεις 1-6) έμμεσα προϋποθέτει ότι το κόστος ενός ΚΠΥ σχετίζεται πολύ, λίγο ή καθόλου με τη θέση που είναι χωροθετημένο, με αποτέλεσμα ο περιορισμός (1) να είναι στην ουσία και περιορισμός προϋπολογισμού. Όταν όμως το κόστος ενός κέντρου διαφέρει από θέση σε θέση, τότε ο προϋπολογισμός δημιουργίας του συστήματος των P-κέντρων θα διαφέρει ανάλογα με το χωρικό πρότυπο αυτού του συστήματος. Σε μια τέτοια περίπτωση είναι πιο ρεαλιστικό να θεωρούμε ότι ο προϋπολογισμός είναι γνωστός και να ερευνούμε για τον αριθμό των κέντρων που μπορούν να δημιουργηθούν με αυτόν τον προϋπολογισμό. Ένας τέτοιος τρόπος διατύπωσης του προβλήματος P-Διάμεσου επιτυγχάνεται αν αντικαταστήσουμε τον περιορισμό (4) με έναν από τους παρακάτω περιορισμούς:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n w_i \cdot y_j \cdot x_{ij} + \sum_{j=1}^n f_j \cdot y_j \leq B$$

$$\text{ή} \quad \sum_{j=1}^n f_j \cdot y_j \leq B$$

Περιορισμοί μέγιστου κόστους:

Η εφαρμογή του μοντέλου P-Διάμεσου, όπως διατυπώθηκε στη γενική μορφή του, μπορεί να δημιουργεί μια χωρική διάταξη κέντρων. Στη διάταξη αυτή για μερικούς χρήστες, η προσιτότητα μπορεί να μην είναι ικανοποιητικού επιπέδου, καθώς στο μοντέλο P-Διάμεσου δίνεται έμφαση στην ελαχιστοποίηση του συνολικού χρόνου ταξιδιού προς το ΚΠΥ ή στο συνολικό χρόνο ανταπόκρισης στη ζήτηση από κάποιο κινητό ΚΠΥ.

Επομένως, καμία μέριμνα δεν υπάρχει για τους ακραίους χρόνους ταξιδιού ή ανταπόκρισης. Επίσης, είναι δυνατόν ορισμένες λύσεις να αφήνουν μερικά σημεία ζήτησης να έχουν υπερβολικούς χρόνους από τα πλησιέστερα κέντρα. Η λύση του προβλήματος μπορεί να επιτευχθεί με την εισαγωγή του εξής περιορισμού:

$$\sum_{j \in N_j} x_{ij} = 1, i = 1, 2, \dots, m$$

έτσι ώστε για το σύνολο των πιθανών λύσεων το κόστος προσιτότητας να είναι ίσο ή μικρότερο ενός δοσμένου κρίσιμου χρόνου ή απόστασης T που δίνεται από τη σχέση:

$$N_j = \{ j \mid d_{ij} \leq T \}$$

6.5.5.2.2 Τρόποι επίλυσης των προβλημάτων P-Διαμέσων

Για την επίλυση των προβλημάτων των P-Διαμέσων έχουν προταθεί πολλοί τρόποι, άλλοι ακριβείς και άλλοι προσεγγιστικοί. Οι Handler S.L. and Mirchandani P.B. ταξινομούν τους τρόπους επίλυσης σε πέντε κατηγορίες:

(1) Απαρίθμηση: Σ' αυτήν τη διαδικασία απαριθμούνται όλες οι δυνατές λύσεις για να βρεθεί η βέλτιστη. Αν και με αυτόν τον τρόπο είναι δυνατόν να λυθούν προβλήματα ενός μόνο ΚΠΥ ή προβλήματα σε μικρά δίκτυα, παρέχει όμως τη δυνατότητα για καλύτερη κατανόηση των προβλημάτων των Διαμέσων. Ένας τέτοιος τρόπος επίλυσης έχει προταθεί από τον Hakimi.

(2) Με τη Θεωρία των Γράφων: Αυτές οι μέθοδοι εκμεταλλεύονται τη δομή του δικτύου για να προσδιορίσουν τις θέσεις των P-Διαμέσων και είναι αρκετά αποτελεσματικές όταν το δίκτυο έχει τη μορφή δέντρου. Τέτοιες μεθόδους έχουν προτείνει ο Goldman A.J. και οι Kariv O. - Hakimi S.L.

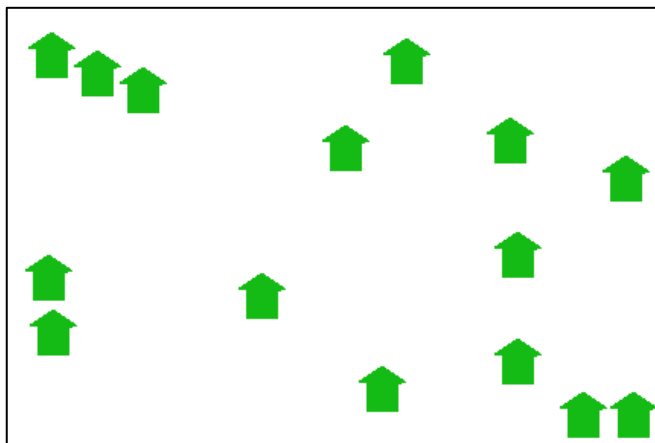
(3) Ευριστική Μέθοδος: Αυτή η μέθοδος βασίζεται στις εμπνεύσεις του κάθε ερευνητή και δεν μπορεί να εγγυηθεί την εύρεση της βέλτιστης λύσης. Είναι όμως πολύ χρήσιμη όταν ζητείται μια απλώς «καλή» λύση και δεν απαιτείται η εύρεση της βέλτιστης λύσης. Διάφορες Ευριστικές μεθόδους επίλυσης έχουν προταθεί από τον Khumawala B.M. και τον Shapiro J.F.

(4) Μαθηματικού Προγραμματισμού: Οι προσεγγίσεις αυτές βασίζονται στην κατάστρωση των προβλημάτων ως προβλήματα Ακέραιου Προγραμματισμού και υπάρχουν πολλά υπολογιστικά προγράμματα που επιλύουν τέτοιου είδους προβλήματα. Ενδεικτικά αναφέρονται οι Khumawala B.M. και Garfinkel R.S.& Nemhauser G.L.

(5) Δυϊκού Μαθηματικού Προγραμματισμού: Τα προβλήματα των διαμέσων καταστρώνονται ως προβλήματα Ακέραιου Προγραμματισμού, αλλά χρησιμοποιούνται δυϊκές τεχνικές επίλυσης, όπως για παράδειγμα η χαλάρωση κατά Lagrange. Αυτή η μέθοδος έχει αποδεχθεί πολύ επιτυχής και γι' αυτό πολλοί ερευνητές έχουν προτείνει διάφορες προσεγγίσεις όπως οι Geoffrion A.M., Held M., Wolfe P. & Crower H.P., Galvao R.D., Fisher M.L, Fisher M.L.

Πρόβλημα:

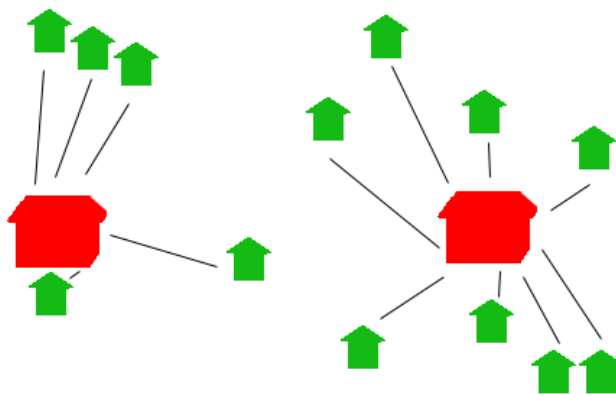
Έστω ότι έχουμε το παρακάτω γράφημα:



Γράφημα 6.1 Παράδειγμα Προβλήματος P-median—
Κόμβοι κατανομής/ ζήτησης

Τα τοξάκια παριστάνουν τις κορυφές του γραφήματος, δηλαδή τους πελάτες. Θέλουμε να τοποθετήσουμε $P=2$ ΚΠΥ στο γράφημα αυτό. Ποιες κορυφές του γραφήματος θα μετατραπούν σε ΚΠΥ έτσι ώστε να ελαχιστοποιήσουμε τη μέση απόσταση του κάθε πελάτη προς το κοντινότερό του ΚΠΥ; Πώς μπορούμε να ξέρουμε ποιες είναι πραγματικά οι κατάλληλες θέσεις χωρίς να εξετάσουμε κάθε συνδυασμό των κ-θέσεων;

Επίλυση:



Γράφημα 6.2 Παράδειγμα Προβλήματος P-median–
Κόμβοι κατανομή/ ζήτησης & ΚΠΥ

Θέλουμε τα ΚΠΥ να είναι όσο το δυνατό πιο αποτελεσματικά. Γι' αυτό θα ελαχιστοποιήσουμε την απόσταση κάθε πελάτη προς το κοντινότερο του ΚΠΥ. Κάθε κέντρο δημιουργεί ένα κόστος. Αυτό το κόστος πρέπει να ελαχιστοποιηθεί. Διαφορετικά, αν δεν περιοριστούμε σε $P=2$ ΚΠΥ, τότε κάθε κορυφή θα μπορεί να γίνει ένα κέντρο.

Κεφάλαιο 7

Εύρεση βέλτιστων περιοχών τοποθέτησης ΚΕΠ
για λογαριασμό Ταχυμεταφορικής Εταιρίας

- 7.1. Ορισμός Προβλήματος
- 7.2. Δεδομένα Προβλήματος
- 7.3. Κατάστρωση Προβλήματος
- 7.4. Επίλυση Προβλήματος (P-median)
- 7.5. Τελικό Συμπέρασμα
- 7.6. Προτάσεις για περαιτέρω μελέτη

7 ΕΥΡΕΣΗ ΒΕΛΤΙΣΤΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΚΕΠ ΓΙΑ ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟ ΤΑΧΥΜΕΤΑΦΟΡΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΙΑΣ

7.1 Ορισμός Προβλήματος

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, τα τελευταία χρόνια οι καταναλωτές έχουν την τάση να πραγματοποιούν τις αγορές τους διαδικτυακά. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αυξηθούν οι όγκοι αποστολών που διαχειρίζονται οι εταιρίες διανομών. Συγχρόνως, οι απαιτήσεις της παράδοσης έχουν αλλάξει, αφού ένα μεγάλο κομμάτι των προς διαχείριση αποστολών παραδίδονται σε ιδιώτες και όχι σε επιχειρήσεις. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αυξηθεί το ποσοστό των απaráδοτων αποστολών.

Οι εταιρίες του κλάδου των ταχυμεταφορών (οι οποίες είναι εκείνες που διαχειρίζονται το μεγαλύτερο όγκο των αποστολών, αφού ο καταναλωτής επιθυμεί παράδοση εντός 1-3 εργάσιμων ημερών), αναζητούν τρόπους αντιμετώπισης του προβλήματος των απaráδοτων δεμάτων, με σκοπό να μειώσουν τα επίπεδα δυσαρέσκειας των πελατών τους. Στο κεφάλαιο αυτό, με γνώμονα το πρόβλημα P-Διάμεσου όπως ορίστηκε στην ενότητα 6.5.5.2 παραπάνω, θα προσπαθήσουμε να δώσουμε απάντηση στο πρόβλημα που έθεσε γνωστή ταχυμεταφορική εταιρία.

Στην υπάρχουσα δομή του δικτύου της, όλοι οι διανομείς δεμάτων ξεκινούν από το κέντρο διαλογής της που βρίσκεται στα προάστια της Αττικής και παραδίδουν δέματα σε συγκεκριμένες περιοχές αρμοδιότητάς τους. Παράλληλα με την παράδοση, πραγματοποιούν και παραλαβές δεμάτων τα οποία συγκεντρώνονται στο κέντρο διαλογής της εταιρίας στο τέλος της ημέρας. Συγχρόνως με την παράδοση των αποστολών στους πελάτες της περιοχής τους, κάποιοι διανομείς παραδίδουν αποστολές και στα πέντε (5) υπάρχοντα Κέντρα Εξυπηρέτησης Πελατών (ΚΕΠ) από όπου οι πελάτες παραλαμβάνουν ιδιοχείρως τα δέματά τους.

Η εταιρία έχει συγκεντρώσει παράπονα πελατών (ως επί το πλείστον ιδιωτών) για μη έγκαιρη παράδοση των δεμάτων της. Στα πλαίσια της πελατοκεντρικής της κουλτούρας θέλει να προβεί σε λύσεις που θα μειώσουν το επίπεδο δυσαρέσκειας των πελατών της. Μία από αυτές είναι να προβεί σε δημιουργία επιπλέον ΚΕΠ, όπου οι πελάτες της θα

μπορούν να μεταβαίνουν, διανύοντας την ελάχιστη δυνατή απόσταση, για να παραλάβουν οι ίδιοι το δέμα τους. Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, τέτοια κέντρα μπορεί να είναι είτε ιδιόκτητα γραφεία (receptions) είτε δημόσιες θυρίδες (packstations). Σε πρώτη φάση η εταιρία ενδιαφέρεται να εντοπίσει τις πιθανές περιοχές ανοίγματος ΚΕΠ και αργότερα θα μελετήσει τον τύπο τους (γραφεία, δημόσιες θυρίδες, διάφορα φυσικά καταστήματα-συνεργάτες).

Το πρόβλημα της εταιρίας λοιπόν ορίζεται ως εξής:

«Βρείτε σε ποιες P-περιοχές της Αττικής θα τοποθετηθούν ΚΕΠ έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθεί η ολική απαιτούμενη σταθμική απόσταση που θα πρέπει να διανύσουν οι πελάτες ως το κοντινότερό τους ΚΕΠ».

7.2 Δεδομένα Προβλήματος

Για την επίλυση του προβλήματος θα χρησιμοποιήσουμε στοιχεία από Operations Packaging Management System της εταιρίας, το οποίο παρέχει πληροφορίες στοιχείων παράδοσης και αποστολής όλων των δεμάτων που χειρίστηκε η εταιρία. Συγκεκριμένα, συγκεντρώσαμε όλες τις παραδόσεις αποστολών που πραγματοποιήθηκαν μέσα σε διάστημα ενός χρόνου (01.10.2014-01.09.2015). Λόγω του μεγέθους των δεδομένων, αρχικά χρησιμοποιήσαμε το πακέτο Access Microsoft Office για την ευκολότερη επεξεργασία των στοιχείων.

Από τα 1.386.638 δέματα (AWBs) που παραδόθηκαν απομονώσαμε εκείνα που στο πεδίο Destination Station Name είχαν την τιμή «ΑΤΗ». Η εταιρία παραδίδει/παραλαμβάνει αποστολές σε/ από όλη την Ελλάδα μέσω του ιδιόκτητου δικτύου και των συνεργατών της. Στη συγκεκριμένη όμως μελέτη θα επικεντρωθούμε στην περιοχή της Αττικής.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφέρουμε ότι, όπως σε όλα τα δεδομένα τέτοιου είδους, παρέρχεται ο παράγοντας του ανθρώπινου σφάλματος που είναι δύσκολο να εξαλείψουμε. Συγκεκριμένα, τα στοιχεία παράδοσης των αποστολών που καταγράφει το σύστημα και χρησιμοποιήσαμε ως βάση για τη μελέτη μας, καταγράφονται είτε από τους διανομείς είτε από τους πελάτες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα κάποια πεδία να μη συμπληρώνονται σωστά (π.χ. το πεδίο του ΤΚ να είναι κενό και ο αντίστοιχος αριθμός ΤΚ να βρίσκεται στο πεδίο του τηλεφώνου ή να βρίσκεται στο σωστό πεδίο, αλλά κάποιο ψηφίο του ΤΚ να είναι εσφαλμένο). Για τη μεγαλύτερη ακρίβεια του δείγματος, έγινε προσπάθεια διόρθωσης των πεδίων, σε όσες περισσότερες εγγραφές (αποστολές) ήταν

εφικτό. Ωστόσο, λόγω του μεγέθους του δείγματος, θεωρούμε ότι τα σφάλματα αυτά δεν επηρεάζουν την ακρίβεια της λύσης μας.

Περιορίζοντας τις τιμές στα πεδία των Destination Facility Name και Last Event Facility (επιλέχθηκαν οι τιμές AEC, ATH, GTW, NOC, LVR, NMA, PRF & UNK), το σύνολο των αποστολών περιορίστηκε στις 1.068.533. Τέλος, αφαιρώντας ακόμα 1.369 εγγραφές όπου στο πεδίο του TK υπήρχαν λάθος τιμές (999 99 ή 000 00) καταλήξαμε σε 3.998 μοναδικούς TK περιοχών, όπου παραδόθηκε το σύνολο των αποστολών μέσα στο προαναφερθέν διάστημα.

Οι TK παράδοσης των αποστολών θα αποτελέσουν το κριτήριο προσδιορισμού των κόμβων στο δίκτυό μας. Το πλήθος των 3.998 TK όμως είναι απαγορευτικό για την εφαρμογή οποιουδήποτε μοντέλου. Για να μπορέσουμε να προχωρήσουμε στην κατάστρωση του προβλήματος θα πρέπει να πραγματοποιήσουμε μία ομαδοποίηση των TK. Για την ομαδοποίηση αυτή χρησιμοποιήθηκε ο πίνακας του Παραρτήματος 1. Αφού αντιστοιχήσαμε σε κάθε TK την ευρύτερη περιοχή της Αττικής στην οποία ανήκει, καταγράψαμε για κάθε περιοχή και για κάθε TK το πλήθος των αποστολών που παραδόθηκαν. Μετά από αυτή την κατηγοριοποίηση βγήκαν εκτός μελέτης 4.821 εγγραφές που δεν είχαν συμπληρωμένο το πεδίο του TK και 12.977 εγγραφές που δεν αντιστοιχούσαν σε καμία περιοχή (λάθος TK), οπότε καταλήξαμε με 1.049.693 αποστολές οι οποίες κατανέμονται ανά TK και ανά περιοχή, όπως αυτές παρουσιάζονται στον πίνακα του Παραρτήματος 1. Τέλος επιλέξαμε για κάθε μία περιοχή το TK με το μεγαλύτερο πλήθος αποστολών και καταλήξαμε στον πίνακα του Παραρτήματος 2. Οι 92 αυτές περιοχές αποτελούν τους κόμβους του προβλήματος μας.

Επίσης, θεωρούμε ότι κάθε μία περιοχή επιβαρύνεται με το πλήθος όλων των αποστολών που αντιστοιχούν στα TK της συγκεκριμένης περιοχής (όχι μόνο του οδηγού TK). Για την κατάστρωση του προβλήματός μας, για κάθε μία από τις 92 περιοχές που προέκυψαν, θα θεωρήσουμε το πλήθος των συνολικών αποστολών ανά περιοχή ως το πλήθος των πελατών που χρήζονται ανάγκης υπηρεσίας (αυτής της παράδοσης) και βρίσκονται στην τοποθεσία που ορίζει ο οδηγός TK πάνω στο χάρτη.

Τέλος, ένα ακόμα στοιχείο που πρέπει να προσδιορίσουμε πριν προχωρήσουμε στην κατάστρωση του προβλήματος είναι οι αποστάσεις d_{ij} μεταξύ των περιοχών. Ο υπολογισμός των αποστάσεων μεταξύ των περιοχών έγινε με τη βοήθεια των γεωγραφικών συντεταγμένων μήκους και πλάτους (longitude – latitude) των οδηγών TK

για κάθε περιοχή. Η φόρμουλα που ανέπτυξε ο Thaddeus Vincenty (1975) και υπολογίζει με ακρίβεια 0.5mm την απόσταση μεταξύ δύο σημείων πάνω στη Γη, μπορεί να μετατραπεί χρησιμοποιώντας φόρμουλες του Excel Microsoft Office στην παρακάτω

$$=ROUND(ACOS(COS(RADIANS(90-B2)) *COS(RADIANS(90-B3)) +SIN(RADIANS(90-B2)) *SIN(RADIANS(90-B3)) *COS(RADIANS(C2-C3)))) *6371,1)$$

όπου B2=38.32295046, B3=38.01952583, C2=23.59619225 και C3=23.11887185 οι γεωγραφικές συντεταγμένες των ΤΚ όπως φαίνονται τον πίνακα παρακάτω.

Πίνακας 7.1 Παράδειγμα υπολογισμού απόστασης ΤΚ

TK	Latitude	Longitude
117 41	38.32295046	23.59619225
118 51	38.01952583	23.11887185

Χρησιμοποιώντας στον ιστότοπο <http://www.helppost.gr/search-vres/tk-taxydromikoi-kodikes> για τον προσδιορισμό των γεωγραφικών συντεταγμένων των 92 περιοχών που μας ενδιαφέρουν (οδηγό ΤΚ) και την παραπάνω φόρμουλα, κατασκευάζουμε τον πίνακα αποστάσεων, τον οποίο θα χρησιμοποιήσουμε στο μοντέλο μας για την επίλυση του προβλήματος.

Πίνακας 7.2 Μορφή πίνακα αποστάσεων d_{ij}

ZC	185 35	186 48	187 57	188 63	190 01	190 02	190 03	190 04	190 05	190 06	190 07	190 08	190 09	190 10	190 11	190 12	190 13	190 14	190 15	190 19	191 00	192 00	193 00	194 00	195 00	196 00
190 07	36.20	37.10	36.20	40.40	39.60	24.10	30.60	21.50	9.50	49.40	0.00	56.40	15.40	40.80	25.70	54.50	46.30	10.10	23.70	20.50	57.00	38.80	33.80	29.10	49.50	41.30
190 08	41.90	40.00	38.00	35.40	78.60	55.20	65.00	58.40	60.70	25.10	56.40	0.00	63.10	68.80	32.80	5.80	76.10	48.60	42.90	65.90	24.90	27.90	29.10	59.70	85.40	22.20
190 09	31.80	33.40	33.50	38.10	24.20	14.30	16.60	9.90	5.90	49.90	15.40	63.10	0.00	27.00	37.00	60.00	31.60	24.40	38.10	5.10	57.40	39.80	35.90	17.00	34.20	44.00
190 10	27.10	29.10	30.90	34.30	14.10	18.40	10.40	19.40	32.40	47.20	40.80	68.80	27.00	0.00	54.00	64.00	7.40	47.30	59.60	22.70	53.10	41.00	40.10	12.40	17.00	46.60
190 11	34.60	34.10	32.00	33.70	58.60	35.90	46.00	36.80	32.70	35.80	25.70	32.80	37.00	54.00	0.00	32.50	61.00	16.50	11.70	41.30	42.00	27.20	22.70	41.90	67.60	25.90
190 12	36.90	35.00	33.00	30.10	74.30	51.10	60.70	54.60	58.00	19.40	54.50	5.80	60.00	64.00	32.50	0.00	71.20	47.50	43.40	62.50	19.20	23.00	24.90	55.30	80.70	17.50
190 13	34.30	36.30	38.20	41.40	12.10	25.20	15.80	25.40	37.30	54.10	46.30	76.10	31.60	7.40	61.00	71.20	0.00	53.50	66.20	26.80	59.80	48.30	47.50	19.20	10.50	53.90
190 14	36.60	37.00	35.50	39.00	48.20	29.20	37.70	28.00	18.90	45.70	10.10	48.60	24.40	47.30	16.50	47.50	53.50	0.00	13.80	29.30	53.50	35.30	30.30	35.00	57.90	36.60
190 15	44.10	44.00	42.00	44.40	61.70	41.20	50.50	40.80	32.70	47.40	23.70	42.90	38.10	59.60	11.70	43.40	66.20	13.80	0.00	43.00	53.50	35.30	30.30	35.00	71.30	37.60
190 19	31.80	33.60	34.00	38.60	19.10	13.50	12.50	8.90	11.00	51.00	20.50	65.90	5.10	22.70	41.30	62.50	26.80	29.30	43.00	0.00	53.50	35.30	30.30	35.00	29.10	45.90
191 00	27.40	25.40	24.50	20.00	65.60	45.20	52.90	49.50	57.40	7.60	57.00	24.90	57.40	53.10	42.00	19.20	59.80	52.90	53.70	58.40	53.50	35.30	30.30	35.00	70.00	16.50
192 00	14.00	12.20	10.10	8.40	51.40	28.90	37.90	32.80	39.30	10.70	38.80	27.90	39.80	41.00	27.20	23.00	48.30	35.30	38.50	41.30	53.50	35.30	30.30	35.00	57.60	5.60
193 00	14.50	13.20	10.80	11.30	49.50	26.20	35.90	29.70	34.90	15.60	33.80	29.10	35.90	40.10	22.70	24.90	47.50	30.20	33.70	37.90	53.50	35.30	30.30	35.00	56.40	8.10
194 00	20.20	22.20	23.40	27.60	19.00	6.00	5.40	7.70	21.50	40.70	29.10	59.70	17.00	12.40	41.90	55.30	19.20	35.00	47.20	14.30	47.60	32.50	30.30	35.00	26.40	37.90
195 00	44.00	46.00	47.70	51.20	10.00	32.00	21.60	30.80	40.10	64.10	49.50	85.40	34.20	17.00	67.60	80.70	10.50	57.90	71.30	29.10	70.00	57.60	56.40	26.40	0.00	63.20
196 00	19.70	17.90	15.80	13.60	56.80	33.90	43.30	37.60	42.90	9.80	41.30	22.20	44.00	46.60	25.90	17.50	53.90	36.60	37.60	45.90	16.50	5.60	8.10	37.90	63.20	0.00

D_{92,91}

7.3 Κατάστρωση Προβλήματος

Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα που αναφέρθηκαν παραπάνω θα προσπαθήσουμε να εντοπίσουμε τις πιθανές περιοχές τοποθέτησης P-ΚΕΠ, ελαχιστοποιώντας την ολική απαιτούμενη σταθμική απόσταση ανάμεσα στις απαιτήσεις των πελατών και τα ΚΕΠ.

Το πρόβλημα αυτό τυποποιείται μαθηματικά ως εξής:

Ορίζουμε

- i : οι περιοχές (κόμβοι) όπου υπάρχουν πελάτες με την ανάγκη της παράδοσης
- j : οι πιθανές θέσεις κάθε ΚΕΠ
- c_i : το πλήθος των πελατών (AWBs) που έχουν την ανάγκη της παράδοσης στον κόμβο i
- d_{ij} : η απόσταση ανάμεσα στις περιοχές (κόμβους) i και των θέσεων ΚΕΠ j
- P : ο αριθμός των ΚΕΠ που θα τοποθετηθούν

Οι μεταβλητές απόφασης (decision variables) είναι οι εξής:

$$Y_j = \begin{cases} 1, & \text{αν τοποθετήσουμε το ΚΕΠ στην πιθανή θέση } j \\ 0, & \text{διαφορετικά} \end{cases}$$

$$X_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{αν η ζήτηση στον κόμβο } i \text{ οφείλεται στο ΚΕΠ του κόμβου } j \\ 0, & \text{διαφορετικά} \end{cases}$$

Έτσι, με βάση τους παραπάνω συμβολισμούς, το πρόβλημα P-Διάμεσου τυποποιείται ως εξής:

$$\text{minimize} \quad \sum_i \sum_j c_i \cdot d_{ij} \cdot X_{ij} \quad (1)$$

$$\text{υπό τους περιορισμούς} \quad \sum_j Y_j = P \quad (2)$$

$$\sum_j X_{ij} = 1, \forall i \quad (3)$$

$$X_{ij} - Y_j \leq 0, \forall i, j \quad (4)$$

$$Y_j \in \{0,1\}, \forall j \quad (5)$$

$$X_{ij} \in \{0,1\}, \forall i, j \quad (6)$$

Η σχέση (1) είναι η ελαχιστοποίηση της ολικής σταθμικής απαιτούμενης απόστασης ανάμεσα στους πελάτες και τα ΚΕΠ (αντικειμενική συνάρτηση).

Ο περιορισμός (2) απαιτεί ότι ακριβώς P ΚΕΠ θα τοποθετηθούν.

Ο περιορισμός (3) δείχνει ότι κάθε ζήτηση προσδιορίζεται σε κάποια ΚΕΠ, ενώ ο περιορισμός (4) επιτρέπει την εισχώρηση μόνο των περιοχών στις οποίες έχουν τοποθετηθεί τα ΚΕΠ.

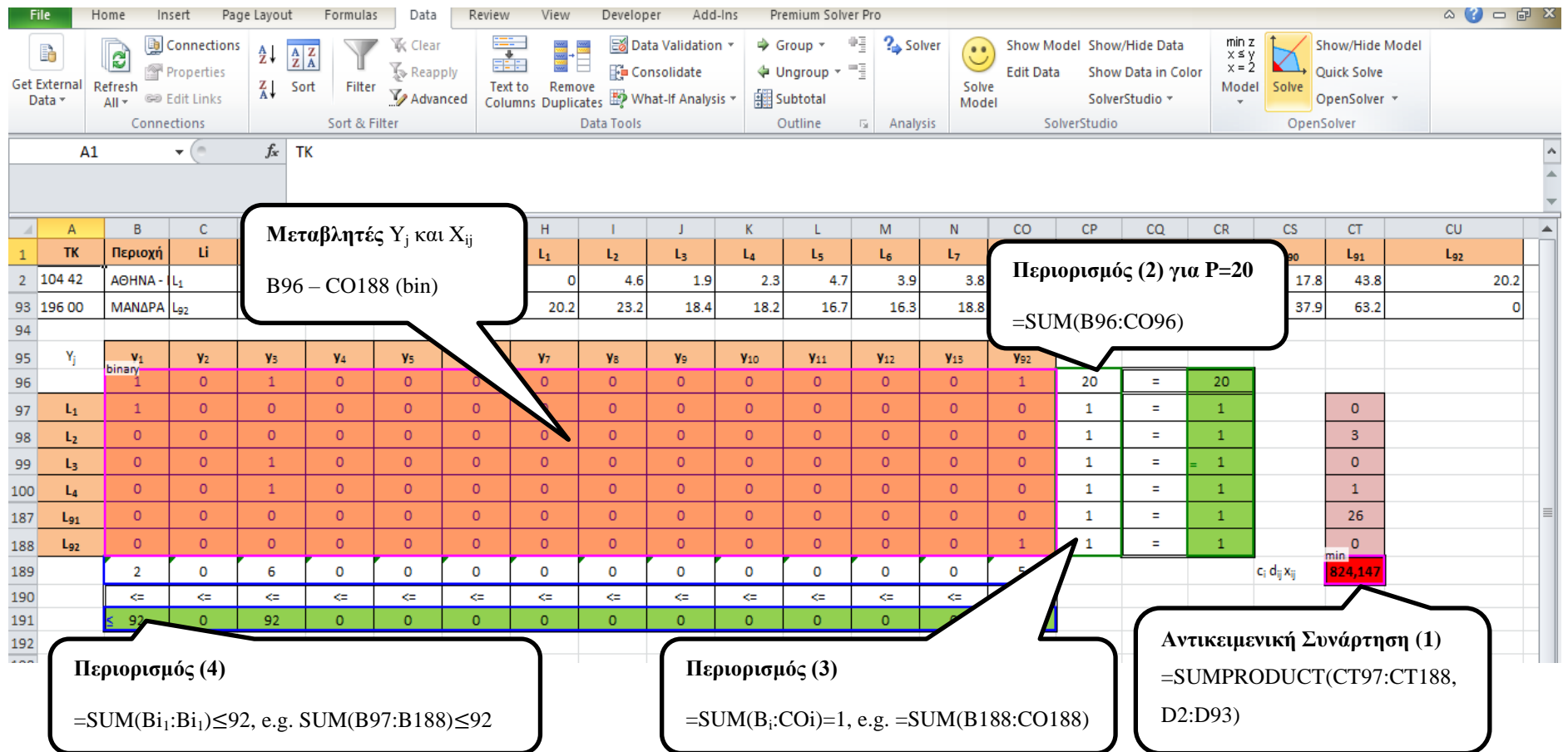
Οι περιορισμοί (5) και (6) είναι οι δυαδικές απαιτήσεις των μεταβλητών του προβλήματος. Οι απαιτήσεις θα προσδιορίζονται εντελώς αυθόρμητα στο κοντινότερο ΚΕΠ. Ο περιορισμός (6) μπορεί να γραφεί και σαν ένας μη αρνητικός περιορισμός $X_{ij} \geq 0$.

7.4 Επίλυση Προβλήματος (P-median)

Από την κατάστροψη του προβλήματος παρατηρούμε ότι πρόκειται να λύσουμε ένα πρόβλημα 8.556 μεταβλητών. Στο Σχήμα 7.1 παρουσιάζεται συνοπτικά ο τρόπος με τον οποίο τοποθετήθηκαν τα δεδομένα και οι μεταβλητές στην καρτέλα του Excel.

Λόγω του μεγάλου πλήθους των μεταβλητών, για την επίλυση του προβλήματος χρησιμοποιήθηκε το πακέτο του *Open Solver*. Τρέχοντας την εντολή «Solve», μετά από πολλές δοκιμές, το πρόγραμμα επιστρέφει τη ζητούμενη λύση με τις περιοχές τοποθέτησης ΚΕΠ.

Σχήμα 7.1 Πίνακας επίλυσης προβλήματος



7.5 Τελικό Συμπέρασμα

Από την επίλυση του παραπάνω προβλήματος καταλήγουμε στις παρακάτω P=20 περιοχές στις οποίες θα μπορούσε να τοποθετήσει η ταχυμεταφορική εταιρία ΚΕΠ (δίνονται κατά αύξουσα σειρά ζήτησης). Αντίστοιχα τρέχουμε το μοντέλο για P=40 και P=60 περιοχές.

Πίνακας 7.3 Λύση προβλήματος για P=20, P=40 και P=60

A/ A	20 περιοχές ΚΕΠ	40 περιοχές ΚΕΠ	60 περιοχές ΚΕΠ
1	ΑΘΗΝΑ - ΠΡΟΑΣΤΙΑ	ΑΘΗΝΑ - ΠΡΟΑΣΤΙΑ	ΑΘΗΝΑ - ΠΡΟΑΣΤΙΑ
2	ΜΑΝΔΡΑ	ΜΑΝΔΡΑ	ΜΑΝΔΡΑ
3	ΠΕΙΡΑΙΑΣ	ΠΕΙΡΑΙΑΣ	ΠΕΙΡΑΙΑΣ
4	ΜΑΡΟΥΣΙ	ΜΑΡΟΥΣΙ	ΜΑΡΟΥΣΙ
5	ΧΑΛΑΝΔΡΙ	ΚΗΦΙΣΙΑ	ΚΗΦΙΣΙΑ
6	ΤΑΥΡΟΣ	ΧΑΛΑΝΔΡΙ	ΓΛΥΦΑΔΑ
7	ΑΡΓΥΡΟΥΠΟΛΗ	ΚΑΛΛΙΘΕΑ	ΧΑΛΑΝΔΡΙ
8	ΚΗΦΙΣΙΑ	ΓΛΥΦΑΔΑ	ΚΑΛΛΙΘΕΑ
9	ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ	ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΣΗ	ΑΣΠΡΟΠΥΡΓΟΣ
10	ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΣΗ	ΑΣΠΡΟΠΥΡΓΟΣ	ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΣΗ
11	ΝΕΑ ΙΩΝΙΑ	ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ	ΠΑΛΑΙΟ ΦΑΛΗΡΟ
12	ΓΛΥΦΑΔΑ	ΣΤΑΥΡΟΣ	ΜΟΣΧΑΤΟ
13	ΑΣΠΡΟΠΥΡΓΟΣ	ΝΕΑ ΙΩΝΙΑ	ΑΛΙΜΟΣ
14	ΜΟΣΧΑΤΟ	ΒΟΥΛΑ	ΝΕΑ ΙΩΝΙΑ
15	ΣΤΑΥΡΟΣ	ΑΡΓΥΡΟΥΠΟΛΗ	ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ
16	ΚΡΥΟΝΕΡΙ	ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	ΣΤΑΥΡΟΣ
17	ΒΟΥΛΑ	ΠΑΛΑΙΟ ΦΑΛΗΡΟ	ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ
18	ΚΟΡΩΠΙ	ΜΟΣΧΑΤΟ	ΨΥΧΙΚΟ
19	ΑΡΤΕΜΙΔΑ	ΑΛΙΜΟΣ	ΒΟΥΛΑ
20	ΠΑΙΑΝΙΑ	ΑΧΑΡΝΕΣ	ΑΡΤΕΜΙΔΑ
21		ΚΡΥΟΝΕΡΙ	ΑΡΓΥΡΟΥΠΟΛΗ
22		ΨΥΧΙΚΟ	ΚΟΡΩΠΙ
23		ΑΓΙΟΣ Ι. ΡΕΝΤΗΣ	ΑΧΑΡΝΕΣ
24		ΑΡΤΕΜΙΔΑ	ΝΕΑ ΣΜΥΡΝΗ
25		ΙΛΙΟΝ	ΑΙΓΑΛΕΩ
26		ΖΩΓΡΑΦΟΥ	ΑΓΙΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ
27		ΑΝΟΙΞΗ	ΧΟΛΑΡΓΟΣ
28		ΚΟΡΩΠΙ	ΑΓΙΟΣ Ι. ΡΕΝΤΗΣ
29		ΗΛΙΟΥΠΟΛΗ	ΝΕΑ ΦΙΛΑΔΕΛΦΕΙΑ
30		ΑΓΙΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ	ΧΑΪΔΑΡΙ
31		ΧΑΪΔΑΡΙ	ΚΡΥΟΝΕΡΙ
32		ΠΑΙΑΝΙΑ	ΙΛΙΟΝ
33		ΕΛΕΥΣΙΝΑ	ΠΟΛΙΤΕΙΑ-ΑΓ.ΣΤΕΦΑΝΟΣ

A/ A	20 περιοχές ΚΕΠ	40 περιοχές ΚΕΠ	60 περιοχές ΚΕΠ
34		ΡΑΦΗΝΑ	ΕΛΛΗΝΙΚΟ
35		ΠΕΡΑΜΑ	ΗΡΑΚΛΕΙΟ
36		ΣΠΑΤΑ	ΠΑΙΑΝΙΑ
37		ΑΝΑΒΥΣΣΟΣ	ΒΥΡΩΝΑΣ
38		ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟ	ΠΕΥΚΗ
39		ΑΥΛΩΝΑΣ	ΗΛΙΟΥΠΟΛΗ
40		ΜΕΓΑΡΑ	ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗ
41			ΕΛΕΥΣΙΝΑ
42			ΠΑΛΛΗΝΗ
43			ΝΕΑ ΕΡΥΘΡΑΙΑ
44			ΒΡΙΛΗΣΣΙΑ
45			ΖΩΓΡΑΦΟΥ
46			ΚΟΡΥΔΑΛΛΟΣ
47			ΕΚΑΛΗ
48			ΜΕΛΙΣΣΙΑ
49			ΡΑΦΗΝΑ
50			ΠΕΡΑΜΑ
51			ΘΡΑΚΟΜΑΚΕΔΟΝΕΣ
52			ΚΕΡΑΤΣΙΝΙ
53			ΑΝΩ ΛΙΟΣΙΑ
54			ΣΠΑΤΑ
55			ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟ
56			ΑΥΛΩΝΑΣ
57			ΜΕΓΑΡΑ
58			ΚΑΛΥΒΙΑ
59			ΛΑΥΡΙΟ
60			ΚΑΠΑΝΔΡΙΤΙ

7.6 Προτάσεις για περαιτέρω μελέτη

Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο, το συγκεκριμένο μοντέλο που αναπτύχθηκε δίνει λύση σε ένα πολύ συγκεκριμένο ερώτημα:

«Ποιες είναι οι P-περιοχές της Αττικής όπου πρέπει να ανοιχτούν ΚΕΠ σύμφωνα με το ισχύον profile παραδόσεων της εταιρίας, ελαχιστοποιώντας την ολική απαιτούμενη σταθμική απόσταση ανάμεσα στις τωρινές περιοχές που εξυπηρετούνται από διανομείς και στις ζητούμενες περιοχές.»

Χρησιμοποιώντας το παραπάνω μοντέλο και θέτοντας περιορισμούς κατά περίπτωση, είναι πολύ εύκολο πλέον να απαντήσουμε και σε περαιτέρω ερωτήματα που θα απασχολήσουν την εταιρία στο μέλλον. Οι ειδικές αυτές περιπτώσεις δεν αναπτύσσονται

στα πλαίσια της συγκεκριμένης μελέτης, αλλά αφήνονται για μελλοντική ανάπτυξη και χρησιμοποίηση του μοντέλου. Ενδεικτικά προτείνονται για περαιτέρω μελέτη οι παρακάτω περιπτώσεις.

- ❖ Εισαγωγή περιορισμού χωρητικότητας ανά ΚΕΠ.
- ❖ Ανάθεση εξυπηρέτησης σε παραπάνω του ενός ΚΕΠ για κάθε πελάτη (θέση).
- ❖ Επέκταση του προβλήματος από εύρεσης περιοχής σε εύρεση πλήθους ΚΕΠ (βάσει χωρητικότητας ή κόστους ανά περιοχή).
- ❖ Τοποθέτηση ΚΕΠ πέραν των ήδη υπαρχόντων περιοχών (θέσεων) που εξυπηρετούνται από διανομείς.
- ❖ Βελτίωση προσιτότητας εισάγοντας ελάχιστη απαιτούμενη απόσταση (έναντι ελαχιστοποίησης της συνολικής απόστασης), ώστε να ληφθούν υπόψη οι χρόνοι εκτέλεσης της διαδρομής
- ❖ Ανάπτυξη μελέτης για τον όσο πιο δυνατό ακριβή προσδιορισμό των αποστάσεων d_{ij} .
- ❖ Αποκλεισμός από τις πιθανές περιοχές τοποθέτησης ΚΕΠ των πέντε περιοχών όπου ήδη λειτουργούν ΚΕΠ.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Ξενόγλωσση

Ballou, H.R. (2004) *Business Logistics/ Supply Chain Management*. Ohio: Prentice Hall

Banyte J., Gudonavičienė R. & Grubys D. (2011) Changes in Marketing Channels Formation. *Inžinerinė Ekonomika-Engineering Economics* (Vol. 22, No. 3), pp 319-329. doi: 10.5755/j01.ee.22.3.522

Gattorna, J., Trost G. & Kerr, A. (1990) *Handbook of Logistics and Distribution Management*. Vermont: Gower

Hopkinson, P. J. & Hanmer-Lloyd, S. (1999). *Routes to market 2000: a review of current and future issues facing channel managers*. The Routes to Market Association.

Lambert M.D. & Stock R.J. (1993) *Strategic Logistics Management*. Homewood, IL:Irwin

Mentzer T.J., DeWitt W., Keebler S.J., Min S., Nix W.N., Smith D.C. & Zacharia G.Z. (2001) Defining SCM. *Journal of Business Logistics* (Vol. 22, No. 2), pp 18. doi: 10.1002/j2158-1592.2001.tb00001.x

Rosenbloom B., (1993) *Wholesale Distribution Channels*. USA: The Haworth Press

Rushton A., Oxley J. & Croucher P. (2000) *Handbook of Logistics and Distribution Management*. London: Kogan Page

Williams R.L., Esper L.T. & Ozment J. (2002) The Electronic Supply Chain. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* (Vol. 32, No. 8), pp 703-719. doi: 10.1108/09600030210444935

Ελληνόγλωσση

Ανδριανόπουλος, Στ. & Ανδριανόπουλος Π. (2016) Η Εφοδιαστική Αλυσίδα του Internet of Things. *Supply Chain & Logistics magazine*. (No. 76), pp 16-17.

Garrison H. Ray & Noreen W. Eric (2005) *Διοικητική Λογιστική*, Αθήνα: Κλειδάριθμος

Κατσιρούμπας, Α. (2007) *Μελέτη παραγόντων που επηρεάζουν την απόφαση εταιριών που παράγουν Fast-moving Consumer Goods, για την ανάπτυξη ή όχι ιδιόκτητου δικτύου διανομής που θα εφοδιάζει άμεσα το κανάλι των μικρών σημείων λιανικής πώλησης* (Δημοσιευμένη Μεταπτυχιακή Εργασία). Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα

Λάιος, Λ. (2010) *Διοίκηση Εφοδιασμού*. Πειραιάς: Humantec

Πατρινός, Δ. (1993) *Διεθνές Marketing*. Αθήνα: Σταμούλης

Πετρίδης, Δ. (2006) *Σχεδιασμός Δικτύων Διανομής* (Δημοσιευμένη Μεταπτυχιακή Εργασία). Πανεπιστήμιο Πειραιώς και ΕΜΠ, Αθήνα

Χολέβας, Γ. (1995) *Αρχές Οργάνωσης και Διοίκησης Επιχειρήσεων (Management)*. Αθήνα: ΣΜΠΠΛΙΑΣ Κ & Π Α.Ε.Β.Ε

Turban, Efraim (2008) *Ηλεκτρονικό Εμπόριο 2008, Αρχές-Εξελίξεις-Στρατηγική από τη σκοπιά του Manager*, Αθήνα: Μ. Γκιούρδας

Διαδίκτυο

Clemons, E. (2001). Changing Channel Distribution Models in the Internet Age. Retrieved May 5, 2016 from <http://knowledge.wharton.upenn.edu/article/changing-channel-distribution-models-in-the-Internet-age>.

Macaulay, J., Buckalew, L. & Chung G. (2015). Internet of Things in Logistics – A collaborative report by DHL and Cisco on implications and use cases for the logistics industry 2015. Retrieved May 22, 2016 from http://www.dhl.com/en/about_us/logistics_insights/dhl_trend_research/Internet_of_things.html#.V0ISRr7sdGg.

Stern, W.. L. & Sturdivant D. F. (1987). Customer-Driven Distribution Systems. Retrieved May 16, 2016 from <https://hbr.org/1987/07/customer-driven-distribution-systems>

Μάρκετινγκ Υπηρεσιών και Ικανοποίηση Πελατών. Retrieved May 9, 2016 from <http://www.synergysolution.gr/main/marketing-ikanopoihsh-pelaton/>.

www.el.wikipedia.org

<http://www.logistics.org.gr>

<http://www.informationweek.com/mobile/mobile-devices/gartner-21-billion-iot-devices-to-invade-by-2020/d/d-id/1323081>

<http://www.synergysolution.gr/main/marketing-ikanopoihsh-pelaton/>

<http://www.provlima.gr/front/category/985>

<http://www.tovima.gr/finance/article/?aid=752988>

<http://www.tovima.gr/finance/article/?aid=752988>

<https://neoecommerce.gr/2016/01/02/>

http://anamorfosi.teicm.gr/ekp_yliko/e-notes/Data/linear/main.htm

<http://www.movable-type.co.uk/scripts/latlong-vincenty.html>

<http://www.usanfranonline.com/resources/supply-chain-management/role-of-logistics-in-e-commerce/#.V3ljfTXsF1Y>

http://www.e-businessworld.gr/presentations_2014/doukidis.pdf

<http://www.supply-chain.gr/>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

1. Πίνακας κατανομής ΤΚ Αττικής ανά περιοχή

ΠΟΛΗ / ΠΕΡΙΟΧΗ	ΤΑΧΥΔΡΟΜΙΚΟΣ ΚΩΔΙΚΑΣ (Τ.Κ.)
ΑΓΙΑ ΒΑΡΒΑΡΑ	12351
ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	15341 έως 15343
ΑΓΙΟΙ ΑΝΑΓΥΡΟΙ	13561, 13562
ΑΓΙΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ	17341 έως 17343
ΑΓΙΟΣ Ι. ΡΕΝΤΗΣ	18233
ΑΓΙΟΣ ΣΤΕΦΑΝΟΣ	14565
ΑΘΗΝΑ - ΠΡΟΑΣΤΙΑ	10431 έως 10447, 10551 έως 10564, 10671 έως 10683, 11141 έως 11146, 11251 έως 11257, 11361 έως 11364, 11471 έως 11476, 11521 έως 11528, 11631 έως 11636, 11741 έως 11745, 11851 έως 11855
ΑΙΓΑΛΕΩ	12241 έως 12244
ΑΙΓΙΝΑ	18010
ΑΛΙΜΟΣ	17455, 17456, 17655
ΑΝΑΒΥΣΣΟΣ	19013
ΑΝΘΟΥΣΑ	15349
ΑΝΟΙΞΗ	14569
ΑΝΤΙΚΥΘΗΡΑ	80200
ΑΝΩ ΛΙΟΣΙΑ	13341 έως 13344
ΑΡΓΥΡΟΥΠΟΛΗ	16451, 16452
ΑΡΤΕΜΙΔΑ	19016
ΑΣΠΡΟΠΥΡΓΟΣ	19300
ΑΥΛΩΝΑΣ	19011
ΑΧΑΡΝΕΣ	13671 έως 13679
ΒΑΡΗ	16672
ΒΙΛΙΑ	19012
ΒΟΥΛΑ	16673
ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗ	16671
ΒΡΙΑΗΣΣΙΑ	15235
ΒΥΡΩΝΑΣ	16231 έως 16233
ΓΑΛΑΤΣΙ	11146, 11147
ΓΕΡΑΚΑΣ	15344
ΓΛΥΚΑ ΝΕΡΑ	15344 (Αυξεντίου Γρηγορίου), 15354 (οι υπόλοιπες οδοί)
ΓΛΥΦΑΔΑ	16561, 16562, 16672, 16674, 16675, 16777
ΔΑΦΝΗ	17234 έως 17237
ΔΙΟΝΥΣΟΣ	14576
ΔΡΑΠΕΤΣΩΝΑ	18648
ΔΡΟΣΙΑ	14572
ΕΚΑΛΗ	14578, 14671
ΕΛΕΥΣΙΝΑ	19200
ΕΛΛΗΝΙΚΟ	16777

ΠΟΛΗ / ΠΕΡΙΟΧΗ	ΤΑΧΥΔΡΟΜΙΚΟΣ ΚΩΔΙΚΑΣ (Τ.Κ.)
ΕΡΥΘΡΕΣ	19008
ΖΩΓΡΑΦΟΥ	15771 έως 15773
ΗΛΙΟΥΠΟΛΗ	16341 έως 16346
ΗΡΑΚΛΕΙΟ	14121, 14122
ΘΡΑΚΟΜΑΚΕΔΟΝΕΣ	13676
ΙΛΙΟΝ	13121 έως 13123
ΚΑΙΣΑΡΙΑΝΗ	16121, 16122
ΚΑΛΛΙΘΕΑ	17671 έως 17676
ΚΑΛΥΒΙΑ	19010
ΚΑΜΑΤΕΡΟ	13451
ΚΑΝΤΖΑ	15374
ΚΑΠΑΝΔΡΙΤΙ	19014
ΚΕΡΑΤΕΑ	19001
ΚΕΡΑΤΣΙΝΙ	18755 έως 18758
ΚΗΦΙΣΙΑ	14561 έως 14564
ΚΟΡΥΔΑΛΛΟΣ	18120 έως 18122
ΚΟΡΩΠΙ	19400
ΚΡΥΟΝΕΡΙ	14568
ΚΥΘΗΡΑ	80100
ΛΑΥΡΙΟ	19500
ΛΥΚΟΒΡΥΣΗ	14123
ΜΑΝΔΡΑ	19600
ΜΑΡΑΘΩΝΑΣ	19007
ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟ	19003
ΜΑΡΟΥΣΙ	15122 έως 15126
ΜΕΓΑΡΑ	19100
ΜΕΘΑΝΑ	18030
ΜΕΛΙΣΣΙΑ	15127
ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΣΗ	14451, 14452
ΜΟΣΧΑΤΟ	18344 έως 18346
ΝΕΑ ΕΡΥΘΡΑΙΑ	14671
ΝΕΑ ΙΩΝΙΑ	14231 έως 14235
ΝΕΑ ΜΑΚΡΗ	19005
ΝΕΑ ΠΑΛΑΤΙΑ	19015
ΝΕΑ ΠΕΝΤΕΛΗ	15236
ΝΕΑ ΠΕΡΑΜΟΣ	19006
ΝΕΑ ΣΜΥΡΝΗ	17121 έως 17124
ΝΕΑ ΦΙΛΑΔΕΛΦΕΙΑ	14341, 14342
ΝΕΑ ΧΑΛΚΗΔΟΝΑ	14343
ΝΕΟ ΨΥΧΙΚΟ	15451
ΝΙΚΑΙΑ	18450 έως 18454
ΠΑΙΑΝΙΑ	19002
ΠΑΛΑΙΟ ΦΑΛΗΡΟ	17561 έως 17564
ΠΑΛΛΗΝΗ	15344, 15351

ΠΟΛΗ / ΠΕΡΙΟΧΗ	ΤΑΧΥΔΡΟΜΙΚΟΣ ΚΩΔΙΚΑΣ (Τ.Κ.)
ΠΑΠΑΓΟΥ	15669
ΠΕΙΡΑΙΑΣ	18531 έως 18547
ΠΕΡΑΜΑ	18863
ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ	12131 έως 12137
ΠΕΤΡΟΥΠΟΛΗ	13231
ΠΕΥΚΗ	15121
ΠΟΡΟΣ	18020
ΡΑΦΗΝΑ	19009
ΡΟΔΟΠΟΛΗ	14574
ΣΑΛΑΜΙΝΑ	18900
ΣΑΛΑΜΙΝΑ (ΑΙΑΝΤΕΙΟ)	18903
ΣΑΛΑΜΙΝΑ (ΑΜΠΕΛΑΚΙΑ)	18902
ΣΑΛΑΜΙΝΑ (ΠΑΛΟΥΚΙΑ)	18901
ΣΠΑΤΑ	19004
ΣΠΕΤΣΕΣ	18050
ΣΤΑΜΑΤΑ	14575
ΤΑΥΡΟΣ	17778
ΥΔΡΑ	18040
ΥΜΗΤΤΟΣ	17236, 17237
ΦΙΛΟΘΕΗ	15237
ΦΥΛΗ	13345
ΧΑΪΔΑΡΙ	12461, 12462
ΧΑΛΑΝΔΡΙ	15231 έως 15235, 15238
ΧΟΛΑΡΓΟΣ	15561, 15562
ΨΥΧΙΚΟ	15237 (Κωνσταντινουπόλεως), 15452 (οι υπόλοιπες οδοί)

2. Πλήθος αποστολών (AWBs) ανά ΤΚ και ανά περιοχή

TK	Latitude	Longitude	Περιοχή	L_i	# AWBs (οδηγού ΤΚ)	# AWBs περιοχής
104 42	37.9963295	23.7093092	ΑΘΗΝΑ - ΠΡΟΑΣΤΙΑ	L_1	8,069	174,228
111 47	38.0169141	23.7552966	ΓΑΛΑΤΣΙ	L_2	2,961	4,869
121 31	38.0054558	23.6915065	ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ	L_3	4,568	14,710
122 42	37.9959426	23.6830046	ΑΙΓΑΛΕΩ	L_4	3,268	9,409
123 51	37.9890595	23.6569691	ΑΓΙΑ ΒΑΡΒΑΡΑ	L_5	1,175	1,201
124 61	38.0100326	23.6677927	ΧΑΪΔΑΡΙ	L_6	5,496	7,958
131 22	38.030062	23.7082108	ΙΛΙΟΝ	L_7	2,831	5,123
132 31	38.0378644	23.6871983	ΠΕΤΡΟΥΠΟΛΗ	L_8	1,861	1,996
133 41	38.0807098	23.706755	ΑΝΩ ΛΙΟΣΙΑ	L_9	1,675	1,805
133 51	38.0392066	23.715957	ΧΑΣΙΑ-ΙΛΙΟΝ	L_{10}	125	149
134 51	38.0617317	23.7126572	ΚΑΜΑΤΕΡΟ	L_{11}	1,418	1,612
135 62	38.0368388	23.7276852	ΑΓΙΟΙ ΑΝΑΡΓΥΡΟΙ	L_{12}	955	1,892
136 71	38.0724807	23.7470526	ΑΧΑΡΝΕΣ	L_{13}	6,687	10,698
136 77	38.1290274	23.7916516	ΘΡΑΚΟΜΑΚΕΔ ΟΝΕΣ	L_{14}	1,647	3,557
141 22	38.0511604	23.7680577	ΗΡΑΚΛΕΙΟ	L_{15}	4,005	6,820
141 23	38.0673903	23.7813182	ΛΥΚΟΒΡΥΣΗ	L_{16}	2,401	2,441
142 34	38.0395949	23.7606018	ΝΕΑ ΙΩΝΙΑ	L_{17}	4,241	14,879
143 42	38.0452058	23.7422429	ΝΕΑ ΦΙΛΑΔΕΛΦΕΙΑ	L_{18}	2,890	4,155
143 43	38.0293616	23.7329608	ΝΕΑ ΧΑΛΚΗΔΟΝΑ	L_{19}	2,359	2,439
144 52	38.0622969	23.7599103	ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΣ Η	L_{20}	12,751	21,942
145 64	38.0895887	23.7977479	ΚΗΦΙΣΙΑ	L_{21}	14,952	35,982
145 65	38.1410294	23.8574625	ΠΟΛΙΤΕΙΑ- ΑΓ.ΣΤΕΦΑΝΟΣ	L_{22}	3,664	3,683
145 68	38.1410994	23.8311079	ΚΡΥΟΝΕΡΙ	L_{23}	7,837	7,837
145 69	38.1301776	23.8578636	ΑΝΟΙΞΗ	L_{24}	1,944	1,982
145 72	38.118785	23.8596257	ΔΡΟΣΙΑ	L_{25}	834	835
145 74	38.1157065	23.8794771	ΡΟΔΟΠΟΛΗ	L_{26}	145	145
145 75	38.1280752	23.8778671	ΣΤΑΜΑΤΑ	L_{27}	255	255
145 76	38.091728	23.9001141	ΔΙΟΝΥΣΟΣ	L_{28}	1,106	1,106
145 78	38.1035092	23.8374452	ΕΚΑΛΗ	L_{29}	2,980	3,104
146 71	38.0933352	23.8152429	ΝΕΑ ΕΡΥΘΡΑΙΑ	L_{30}	4,795	5,442

TK	Latitude	Longitude	Περιοχή	L_i	# AWBs (οδηγού TK)	# AWBs περιοχής
151 21	38.0602	23.7920834	ΠΕΥΚΗ	L_{31}	3,839	3,839
151 25	38.0413838	23.8031774	ΜΑΡΟΥΣΙ	L_{32}	33,547	62,294
151 27	38.0544115	23.8345925	ΜΕΛΙΣΣΙΑ	L_{33}	2,604	2,992
152 31	38.0078815	23.7904125	ΧΑΛΑΝΔΡΙ	L_{34}	9,430	28,306
152 35	38.0325332	23.8356334	ΒΡΙΛΗΣΣΙΑ	L_{35}	4,988	4,988
152 36	38.055431	23.8545036	ΠΕΝΤΕΛΗ	L_{36}	978	978
153 43	38.0140087	23.8242643	ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	L_{37}	5,107	12,789
153 44	38.0170492	23.8593451	ΣΤΑΥΡΟΣ	L_{38}	12,228	12,286
153 49	38.029865	23.8755144	ΑΝΘΟΥΣΑ	L_{39}	618	619
153 51	38.0037789	23.8780592	ΠΑΛΛΗΝΗ	L_{40}	5,471	5,504
153 54	37.9977107	23.8490462	ΓΛΥΚΑ ΝΕΡΑ- ΚΑΝΤΖΑ	L_{41}	1,684	1,767
154 51	38.0049076	23.7785742	ΝΕΟ ΨΥΧΙΚΟ	L_{42}	6,087	6,087
154 52	38.0105641	23.7687275	ΨΥΧΙΚΟ	L_{43}	4,702	7,777
155 62	37.9987223	23.8047442	ΧΟΛΑΡΓΟΣ	L_{44}	4,251	6,784
156 69	37.9871991	23.7946843	ΠΑΠΑΓΟΥ	L_{45}	1,796	1,862
157 72	37.9748045	23.7751799	ΖΩΓΡΑΦΟΥ	L_{46}	1,845	4,830
161 21	37.9695665	23.7557391	ΚΑΙΣΑΡΙΑΝΗ	L_{47}	1,754	2,173
162 32	37.9617869	23.7513958	ΒΥΡΩΝΑΣ	L_{48}	976	2,595
163 46	37.9376968	23.7493748	ΗΛΙΟΥΠΟΛΗ	L_{49}	1,990	6,252
164 52	37.9093343	23.7408677	ΑΡΓΥΡΟΥΠΟΛΗ	L_{50}	8,661	11,443
166 71	37.8165125	23.7722077	ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗ	L_{51}	6,215	6,215
166 73	37.8313786	23.7749064	ΒΟΥΛΑ	L_{52}	12,459	12,459
166 74	37.8619956	23.7541813	ΓΛΥΦΑΔΑ	L_{53}	14,906	34,610
167 77	37.8953537	23.744783	ΕΛΛΗΝΙΚΟ	L_{54}	6,830	6,879
171 21	37.947859	23.7082256	ΝΕΑ ΣΜΥΡΝΗ	L_{55}	4,187	7,945
172 34	37.9514647	23.7284684	ΔΑΦΝΗ	L_{56}	1,059	1,657
172 37	37.9545807	23.7383143	ΥΜΗΤΤΟΣ	L_{57}	753	1,635
173 42	37.9229501	23.7268068	ΑΓΙΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ	L_{58}	4,806	9,264
174 55	37.9120426	23.7098513	ΑΛΙΜΟΣ	L_{59}	9,960	15,196
175 64	37.9364001	23.7009019	ΠΑΛΑΙΟ ΦΑΛΗΡΟ	L_{60}	10,729	17,488
176 74	37.9443509	23.6966157	ΚΑΛΛΙΘΕΑ	L_{61}	6,582	21,449
177 78	37.9443509	23.6966157	ΤΑΥΡΟΣ	L_{62}	6,990	8,947
181 20	37.9768566	23.6532208	ΚΟΡΥΔΑΛΛΟΣ	L_{63}	2,125	3,247

TK	Latitude	Longitude	Περιοχή	L_i	# AWBs (οδηγού TK)	# AWBs περιοχής
182 33	37.9646757	23.6707666	ΑΓΙΟΣ Ι. ΡΕΝΤΗΣ	L_{64}	8,535	8,614
183 46	37.9583478	23.6854464	ΜΟΣΧΑΤΟ	L_{65}	7,866	12,349
184 50	37.9698532	23.6985909	ΝΙΚΑΙΑ	L_{66}	1,414	4,127
185 35	37.9416779	23.6483108	ΠΕΙΡΑΙΑΣ	L_{67}	14,622	82,401
186 48	37.9487205	23.6266542	ΔΡΑΠΕΤΣΩΝΑ	L_{68}	1,025	1,045
187 57	37.9694817	23.6207523	ΚΕΡΑΤΣΙΝΙ	L_{69}	1,235	3,547
188 63	37.96452	23.5679726	ΠΕΡΑΜΑ	L_{70}	2,657	3,764
190 01	37.8039308	24.0503969	ΚΕΡΑΤΕΑ	L_{71}	428	428
190 02	37.9537757	23.8559055	ΠΑΙΑΝΙΑ	L_{72}	6,431	6,431
190 03	37.8794586	23.9278524	ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟ	L_{73}	3,120	3,120
190 04	37.9646408	23.9070776	ΣΠΑΤΑ	L_{74}	3,412	3,412
190 05	38.0707889	23.9910173	ΝΕΑ ΜΑΚΡΗ	L_{75}	815	815
190 06	38.0073436	23.4286356	ΝΕΑ ΠΕΡΑΜΟΣ	L_{76}	396	396
190 07	38.1532814	23.9619908	ΜΑΡΑΘΩΝΑΣ	L_{77}	338	338
190 08	38.2174124	23.3221403	ΕΡΥΘΡΕΣ	L_{78}	54	54
190 09	38.0178806	23.9979811	ΡΑΦΗΝΑ	L_{79}	2,951	2,951
190 10	37.7905679	23.8908039	ΚΑΛΥΒΙΑ	L_{80}	1,103	1,103
190 11	38.2509637	23.6954977	ΑΥΛΩΝΑΣ	L_{81}	2,405	2,405
190 12	38.1670027	23.3389501	ΒΙΛΙΑ	L_{82}	19	19
190 13	37.7375886	23.941751	ΑΝΑΒΥΣΣΟΣ	L_{83}	776	776
190 14	38.2158622	23.8786968	ΚΑΠΑΝΔΡΙΤΙ	L_{84}	1,295	1,295
190 15	38.3212968	23.7958162	ΝΕΑ ΠΑΛΑΤΙΑ	L_{85}	198	198
190 19	37.9725822	24.0083685	ΑΡΤΕΜΙΔΑ	L_{86}	6,589	11,654
191 00	37.9943201	23.3430496	ΜΕΓΑΡΑ	L_{87}	1,944	1,955
192 00	38.0375283	23.5442699	ΕΛΕΥΣΙΝΑ	L_{88}	5,739	5,745
193 00	38.0640406	23.5921579	ΑΣΠΡΟΠΥΡΓΟΣ	L_{89}	27,842	27,848
194 00	37.9011442	23.8726503	ΚΟΡΩΠΙ	L_{90}	11,133	11,144
195 00	37.714177	24.0576632	ΛΑΥΡΙΟ	L_{91}	865	874
196 00	38.0750425	23.5008508	ΜΑΝΔΡΑ	L_{92}	7,408	165,475