



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ & ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

Διπλωματική Εργασία

Διερεύνηση Θεμάτων Δρομολόγησης Στόλου Φορτηγών Οχημάτων



Αποστολόπουλος Βασίλειος

Επιβλέπων : Μπαλλής Αθανάσιος, Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΜΠ

ΑΘΗΝΑ, ΜΑΡΤΙΟΣ 2018

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ολοκληρώνοντας τις σπουδές μου στη σχολή Πολιτικών Μηχανικών του ΕΜΠ, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά, τον κο Μπαλλή, Αναπληρωτή Καθηγητή του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, επιβλέποντα της διπλωματικής μου εργασίας, τόσο για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε για την ανάθεση της εργασίας όσο και για την θεματική περιοχή της που είναι ενδιαφέρουσα. Επιπλέον, ευχαριστώ πολύ την κα Μοσχόβου, για την πολύτιμη βοήθεια και τις εύστοχες επισημάνσεις κατά τη συγγραφή του τεύχους της εργασίας. Τέλος, ευχαριστώ πολύ τους γονείς μου που με βοήθησαν καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου. Η εργασία αφιερώνεται στη γιαγιά μου που έχασα πρόσφατα.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	1
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	3
1.1 Μεταφορές & Εφοδιαστική Αλυσίδα	5
1.2 Η εξέλιξη του κλάδου των βιομηχανιών και των logistics στην Αττική	11
1.3 Το Εμπορευματικό κέντρο στο Θριάσιο.....	13
1.4 Αντικείμενο & Στόχος της Εργασίας.....	16
1.5 Διάρθρωση της Εργασίας	17
2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ.....	19
2.1 Το πρόβλημα δρομολόγησης οχημάτων.....	19
2.2 Κύριες Κατηγορίες Προβλημάτων Δρομολόγησης Οχημάτων	27
2.3 Οργανισμοί Έρευνας στη Δρομολόγηση και την Εφοδιαστική	31
2.4 Υπολογιστικά Εργαλεία & Νέες Τεχνολογίες στη Δρομολόγηση Οχημάτων	32
3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	35
3.1 Μεθοδολογική Προσέγγιση & Βασικές Διαδικασίες	36
3.2 Μοναδοποιημένα Φορτία Μεταφοράς.....	38
3.3 Φορτηγά Οχήματα	45
3.4 Διαστάσεις & Χαρακτηριστικά Φορτηγών Οχημάτων στην ΕΕ.....	46
3.5 Αποθηκευτικοί Χώροι & Εγκαταστάσεις	50
3.6 Ψηφιακή Χαρτογραφία & Πληροφοριακά Συστήματα στις Μεταφορές.....	55
3.7 Εισαγωγικά Στοιχεία για το GIS.....	63
3.8 Συλλογή και Παρουσίαση Δεδομένων με ArcGIS.....	64
3.9 Συλλογή Στοιχείων για τις Βιομηχανικές Περιοχές & Παρουσίαση με το Εργαλείο Google Earth.....	69
3.10 Επεξεργασία Στοιχείων και Σχεδιασμός Δικτύου σε ArcGIS	79

3.11	Περιγραφή Προβλήματος & Παραδοχές Μοντέλου	83
3.12	Λειτουργικό Κόστος Φορητών Οχημάτων	87
3.13	Τα Λογισμικά της Υπολογιστικής Ανάλυσης	96
3.14	Μοντελοποίηση Δικτύου Διανομής στο TransCAD.....	100
3.15	Προσομοίωση στο Anylogic.....	107
3.16	Χρήση Ελεύθερων Εργαλείων Δρομολόγησης Οχημάτων.....	110
3.17	Εφαρμογές & Διατύπωση Σεναρίων	115
4.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	116
4.1	Κύρια Εφαρμογή.....	116
4.2	Αποτελέσματα προσομοίωσης στο TransCAD	117
4.3	Αποτελέσματα προσομοίωσης στο Anylogic	123
4.4	Σενάρια & Παραμετρική Ανάλυση	124
4.4.1	Χρονικό Παράθυρο Εξυπηρέτησης (Time Window)	124
4.4.2	Μεταβολή της ζήτησης	125
4.4.3	Στόλος οχημάτων	126
5.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	131
6.	ΕΙΣΗΓΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ.....	135
7.	ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	136
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.....	

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Τα κυριότερα βήματα της Εφοδιαστικής Αλυσίδας (Ιδία επεξεργασία).....	5
Εικόνα 2: Περιοχή του Εμπορευματικού Κέντρου στο Θριάσιο (Πηγή: Wikimapia)	13
Εικόνα 3: Επιδομή σιδηροδρομικού σταθμού μεταφορών στο Θριάσιο (Πηγή: ΕΡΓΟΣΕ).....	14
Εικόνα 4: Από το έργο του συγκροτήματος στο Θριάσιο (Πηγή: efsyn).....	14
Εικόνα 5: Επίσημη ιστοσελίδα ομάδας εργασίας VeroLog	31
Εικόνα 6: Εφαρμογές των συστημάτων τηλεματικής στη διαχείριση στόλου οχημάτων	34
Εικόνα 7: Διαστάσεις κυριότερων εμπορευματοκιβωτίων	39
Εικόνα 8: Εμπορευματοκιβώτια ειδικών χρήσεων.....	39
Εικόνα 9: Πρότυπη Ευρωπαϊκή 1200 x 800mm EPAL	40
Εικόνα 10: Τυπικές Εσωτερικές διαστάσεις και χωρητικότητα ενός pallet-wide container 45΄	41
Εικόνα 11: Ανταλλασόμενο αμάξωμα με στηρίγματα, Πηγή: https://www.truckscout24.de/ ..	43
Εικόνα 12: Ημιρυμουλκούμενο όχημα μεταφοράς εμπορευμάτων	44
Εικόνα 13: Φορητό διαξονικό (αριστερά) και ρυμουλκό τριαξονικό όχημα (δεξιά).....	45
Εικόνα 14: Αρθρωτό όχημα (αριστερά) και οδικός συρμός με 2 ρυμουλκούμενα (δεξιά).....	45
Εικόνα 15: Επιτρεπόμενες διαστάσεις φορητών οχημάτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση.....	46
Εικόνα 16: Σύγκριση μεταφορικής ικανότητας φορητού και τυποποιημένων Ε/Κ	48
Εικόνα 17: Εσωτερικό ενός κέντρου διανομής, Πηγή: https://supplychainminded.com	50
Εικόνα 18: Ο ρόλος του κέντρου διανομής στη μεταφορά των αγαθών	51
Εικόνα 19: Μηχανήματα εσωτερικής μεταφοράς αγαθών εντός του αποθηκευτικού κέντρου	52
Εικόνα 20: Εμπορευματικό κέντρο στο Λιβόρνο της Ιταλίας.....	53
Εικόνα 21: Ιστοσελίδες ελεύθερης λήψης χωρικών δεδομένων χαρτών OSM.....	60
Εικόνα 22: Δέκτης GPS χειρός και πλοηγός GPS (Navigator)	61
Εικόνα 23: Απεικόνιση βασικών παραθύρων και γραφικό περιβάλλον του ArcGIS.....	63
Εικόνα 24: Διαδικασία λήψης αρχείου γεωδεδομένων OSM από την ιστοσελίδα Trimble	64
Εικόνα 25: Γραφικό περιβάλλον αναπαράστασης και επεξεργασίας δεδομένων ArcMap	65
Εικόνα 26: Γεωδαιτικό Σύστημα αναφοράς για την προβολή των δεδομένων στο ArcGIS	65
Εικόνα 27: Επιλογή κύριων τμημάτων οδικού δικτύου μέσω χαρακτηριστικών στο ArcGIS	66
Εικόνα 28: Εισαγωγή οδικού δικτύου Ελλάδας και επεξεργασία στο ArcGIS	67
Εικόνα 29: Εστίαση στην περιοχή μελέτης και επιλογή δικτύου Αττικής μέσω Editing στο ArcGIS	67
Εικόνα 30: Αποτύπωση και σχεδίαση βιομηχανικών περιοχών Αττικής με το Google Earth	74

Εικόνα 31: Απεικόνιση βιομηχανικών περιοχών Δυτικής Αττικής & Εμπορευματοικού κέντρου Θρασίου	75
Εικόνα 32: Απεικόνιση βιομηχανικών περιοχών Αττικής επί της ΕΟ Αθηνών-Λαμίας	75
Εικόνα 33: Απεικόνιση βιομηχανικών περιοχών στα Μεσόγεια Αττικής	76
Εικόνα 34: Απεικόνιση βιομηχανικών περιοχών στο νότιο τμήμα της πόλης της Αθήνας	76
Εικόνα 35: Απόσπασμα λίστας με τις επιχειρήσεις των βιομηχανικών περιοχών στο Excel	77
Εικόνα 36: Προσαρμογή δεδομένων για εκτίμηση ζήτησης με το StatFit	78
Εικόνα 37: Διαδικασία δημιουργίας πολυγωνικών δεδομένων στο ArcGIS	79
Εικόνα 38: Στιγμιότυπο από την επεξεργασία σε γραφικό περιβάλλον GIS	81
Εικόνα 39: Δημιουργία και απεικόνιση του τελικού συγκοινωνιακού οδικού δικτύου προς χρήση	82
Εικόνα 40: Εισαγωγή υποβάθρου χαρτών GIS ανάλυσης στο λογισμικό Anylogic	98
Εικόνα 41: Σχεδιασμός χωρικών δεδομένων και εισαγωγή διαδικασιών στο Anylogic	99
Εικόνα 42: Δημιουργία δικτύου διανομής και εισαγωγή χαρακτηριστικών δικτύου στο TransCAD	101
Εικόνα 43: Βασικά παράθυρα μοντελοποίησης προβλήματος δρομολόγησης στο TransCAD	103
Εικόνα 44: Παράθυρο με πληροφορίες για τα χαρακτηριστικά του δικτύου διανομής	105
Εικόνα 45: Δημιουργία πίνακα στόλου οχημάτων για τη μοντελοποίηση στο TransCAD	105
Εικόνα 46: Καθορισμός παραμέτρων για επίλυση του προβλήματος δρομολόγησης	106
Εικόνα 47: Δημιουργία λειτουργιών και δραστηριοτήτων των agents του μοντέλου στο Anylogic	107
Εικόνα 48: Επιλογές της προσομοίωσης στο Anylogic	108
Εικόνα 49: Στιγμιότυπο της προσομοίωσης του δικτύου με τη δρομολόγηση του στόλου οχημάτων	108
Εικόνα 50: Παράθυρο εισαγωγής περιορισμών, παραμέτρων και στόχων βελτιστοποίησης	109
Εικόνα 51: Εισαγωγή παραμέτρων και περιορισμών VRP στο Excel	110
Εικόνα 52: Βήματα επίλυσης ενός προβλήματος δρομολόγησης οχημάτων με το Excel	111
Εικόνα 53: Εισαγωγή διευθύνσεων των τοποθεσιών των πελατών στις βιομηχανικές περιοχές στο lognvr	112
Εικόνα 54: Ορισμός ζήτησης μέσω παραγγελιών στο lognvr	113
Εικόνα 55: Παράθυρο εισαγωγής χαρακτηριστικών στόλου οχημάτων και θέση κέντρου διανομής στο lognvr	113
Εικόνα 56: Ρύθμιση των χαρακτηριστικών των φορτηγών οχημάτων στο lognvr	114

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1: Δίκτυο διανομής και δρομολόγηση	16
Σχήμα 2: Διατύπωση του προβλήματος δρομολόγησης οχημάτων.....	19
Σχήμα 3: Διάγραμμα ροής της μεθοδολογίας της εργασίας.....	37
Σχήμα 4: Τυπική δομή ενός Εμπορευματικού Κέντρου Συνδυασμένων Μεταφορών	54
Σχήμα 5: Κατασκευή πίνακα συνδεσιμότητας ενός μεταφορικού δικτύου.....	56
Σχήμα 6: Αναπαράσταση συγκοινωνιακού δικτύου (Σύνδεσμοι και κόμβοι).....	57
Σχήμα 7: Σχηματική απεικόνιση του προβλήματος δρομολόγησης οχημάτων	83
Σχήμα 8: Βασικές Συνιστώσες του Μεταφορικού Συστήματος	9
Σχήμα 9: Σύγκριση συστήματος απευθείας συνδέσεων και συστήματος ανταποκρίσεων	10

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Αφίξεις και Αναχωρήσεις δρομολογίων υπηρεσίας iCS της ΤΡΑΙΝΟΣΕ	15
Πίνακας 2: Τυποποιημένες διαστάσεις ευρωπαϊκών	40
Πίνακας 3: Μεταφορική ικανότητα όλων των τυποποιημένων εμπορευματοκιβωτίων.....	42
Πίνακας 4: Καταγραφή βιομηχανικών περιοχών με εργαλεία χαρτών στο διαδίκτυο	70
Πίνακας 5: Εκτίμηση αριθμού επιχειρήσεων ανά βιομηχανική περιοχή και κλάσεις	78
Πίνακας 6: Εργασίες συντήρησης για τυπικό φορτηγό όχημα	93
Πίνακας 7: Σταθερά λειτουργικά κόστη τυπικού φορτηγού οχήματος υπολογισμών.....	94
Πίνακας 8: Παραδοχές για εκτίμηση του συνολικού μεταβλητού λειτουργικού κόστους.....	94
Πίνακας 9: Μεταβλητά λειτουργικά κόστη ανεξάρτητα των οχηματοχιλιομέτρων.....	95
Πίνακας 10: Πίνακας τοποθεσιών δικτύου διανομής (1 κέντρο διανομής και 16 σημεία ζήτησης)	102
Πίνακας 11: Μητρώο συνδεσιμότητας & υπολογισμός αποστάσεων μεταξύ των σημείων του δικτύου	104
Πίνακας 12: Μητρώο σύνδεσης και υπολογισμού αποστάσεων μεταξύ των σημείων του δικτύου	104
Πίνακας 13: Βασικά μεγέθη υπολογισμού κάθε διαδρομής (TransCAD)	120
Πίνακας 14: Υπολογισμό κόστους βάσει μέσης κατανάλωσης καυσίμου	120
Πίνακας 15: Υπολογισμούς κόστους καυσίμου κάθε διαδρομής με βάση τα διαγράμματα φορτίου-ταχύτητας.....	121
Πίνακας 16: Υπολογισμός κόστους διαδρομής βάσει διαγραμμάτων κατανάλωσης καυσίμου	121
Πίνακας 17: Κόστος Δρομολογίων Δικτύου Βιομηχανικών Περιοχών.....	122

Πίνακας 18: Βασικά μεγέθη υπολογισμού κάθε διαδρομής (Anylogic)	123
Πίνακας 19: Κατανομή δρομολογίων στα οχήματα με τη μοντελοποίηση στο TransCAD.....	123
Πίνακας 20: Κατανομή δρομολογίων στα οχήματα με την προσομοίωση στο Anylogic.....	123
Πίνακας 21: Κατανομή δρομολογίων στα οχήματα ύστερα από περιορισμό χρονικού παραθύρου	125
Πίνακας 22: Πίνακας δρομολογίων και υπολογισμού οχηματοχιλιομέτρων σεναρίου.....	127
Πίνακας 23: Πίνακας συγκριτικών αποτελεσμάτων για στόλο 3 οχημάτων	127
Πίνακας 24: Πίνακας αποτελεσμάτων από την επίλυση του προβλήματος δρομολόγησης 3 οχημάτων στο Excel.....	129
Πίνακας 25: Πίνακας αποτελεσμάτων από την επίλυση του προβλήματος 3 οχημάτων στο lognpr	129
Πίνακας 26: Πίνακας αποτελεσμάτων από την επίλυση του σεναρίου δρομολόγησης 3 οχημάτων στο TransCAD	130
Πίνακας 27: Συνοπτικός πίνακας υπολογισμού της διανυθείσας απόστασης στόλου 3 οχημάτων σε TransCAD.....	130

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1: Ποσοστιαία συμμετοχή κόστους μεταφοράς στο συνολικό κόστος logistics	7
Διάγραμμα 2: Χερσαίες εμπορευματικές μεταφορές στα κράτη-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, Πηγή: Eurostat	10
Διάγραμμα 3: Σχέση κατανάλωσης καυσίμου με το ωφέλιμο φορτίο φορτηγών οχημάτων ..	90
Διάγραμμα 4: Κατανάλωση καυσίμου φορτηγού οχήματος συναρτήσει της ταχύτητας και του ωφέλιμου φορτίου	91

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΧΑΡΤΩΝ

Χάρτης 1: Αναπαράσταση Οδικού Δικτύου & Τοποθεσιών με το ArcGIS.....	68
Χάρτης 2: Συγκοινωνιακό οδικό δίκτυο και εύρος βιομηχανικών περιοχών στο GIS	80
Χάρτης 3: Βιομηχανικές ζώνες περιοχής μελέτης και επιφάνεια κάθε ζώνης.....	81
Χάρτης 4: Περιοχή έρευνας με το οδικό δίκτυο και τις βιομηχανικές ζώνες	100
Χάρτης 5: Δίκτυο διανομής & σημεία εξυπηρέτησης-ζήτησης του δικτύου στο TransCAD ..	102
Χάρτης 6: Δίκτυο διανομής βιομηχανικών περιοχών Αττικής	116
Χάρτης 7: Απεικόνιση διαδρομών και κατανομή δρομολογίων στα οχήματα από την επίλυση	117
Χάρτης 8: Δρομολόγιο 1 ^ο Θριάσιο-Κερατέα-Κορωπί-Παιανία-Περιστέρι-Θριάσιο.....	118
Χάρτης 9: Δρομολόγιο 2 ^ο Θριάσιο-Αχαρνές-Ελαιώνας-Ν.Φάληρο-Σχιστό-Άνω Λιόσια-Θριάσιο	118
Χάρτης 10: Δρομολόγιο 3 ^ο Θριάσιο-Μεταμόρφωση-Κηφισιά-Κρυονέρι-Άγιος Στέφανος-Θριάσιο	119
Χάρτης 11: Δρομολόγιο 4 ^ο Θριάσιο-Μάνδρα-Ασπρόπυργος-Μαγούλα-Θριάσιο	119
Χάρτης 12: Εξυπηρέτηση δικτύου με στόλο 3 οχημάτων και time window 8.00-10.00 (TransCAD).....	126
Χάρτης 13: Εξυπηρέτηση δικτύου με στόλο 3 οχημάτων και time window 8.00-10.00 (Excel)	128
Χάρτης 14: Εξυπηρέτηση δικτύου με στόλο 3 οχημάτων και time window 8.00-10.00 (lognvrp)	128

ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ

ΑΕΠ	Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν
ΑΚΕΕ	Αστικό Κέντρο Ενοποίησης Εμπορευμάτων
ΒΙΟΠΑ	Βιομηχανικό Πάρκο
ΕΕ	Ευρωπαϊκή Ένωση
ΕΚ	Εμπορευματικό Κέντρο
ΕΟ	Εθνική Οδός
3PL	Third Party Logistics
CEP	Courier Express & Parcel
CVRP	Capacitated Vehicle Routing Problem
DC	Distribution Center
EURO	European Operational Research Societies
FTL	Full TruckLoad
GIS	Geographical Information System
GPS	Geographical Position System
GUI	Graphical User Interface
HFVRP	Heterogeneous or mixed Fleet VRP
ISO	International Standards Organization
ITS	Intelligent Transport System
iCS	Intermodal Cargo Shuttle
LTL	Less than TruckLoad
MDVRP	Multiple Depot Vehicle Routing Problem
NAP	Network Access Point
P2P	Point To Point
OSM	Open Street Maps
SVRP	Stochastic Vehicle Routing Problem
TSP	Travelling Salesman Problem
TEU	Twenty-Foot Equivalent Unit
UCC	Urban Consolidation Center
VRP	Vehicle Routing Problem
VRPB	Vehicle Routing Problem with Backhauls
VRPPD	Vehicle Routing Problem with Pick-up and Delivery
VRPSD	Vehicle Routing Problem with Stochastic Demands
VRPTW	Vehicle Routing Problem with Time Windows

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τίτλος: Διερεύνηση Θεμάτων Δρομολόγησης Στόλου Φορτηγών Οχημάτων

Φοιτητής: Αποστολόπουλος Βασίλειος

Επιβλέπων: Μπαλλής Αθανάσιος, Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΜΠ

Τα προβλήματα που παρουσιάζονται στην εφοδιαστική αλυσίδα οδηγούν στην ανάγκη ανάπτυξης ενός οργανωμένου και πιο αποτελεσματικού συστήματος μεταφοράς των εμπορευμάτων, έτσι ώστε να μειωθεί το κόστος μεταφοράς καθώς και να βελτιωθεί η αποτελεσματικότητα των παραδόσεων. Στην παρούσα εργασία γίνεται ανάπτυξη μοντέλου δικτύου μεταφοράς και δρομολόγησης στόλου φορτηγών οχημάτων για την περιγραφή ενός πραγματικού δικτύου διανομής στην Αττική, με στόχο την εκτίμηση του μεταφορικού κόστους αλλά και την ανάλυση των υπόλοιπων παραμέτρων που διαμορφώνουν τη δρομολόγηση. Συγκεκριμένα, μελετάται ένα πραγματικό πρόβλημα της υπηρεσίας iCS της ΤΡΑΙΝΟΣΕ που αφορά στην ανάπτυξη ενός Κέντρου συλλογής και διανομής παλετών στον εμπορευματικό σιδηροδρομικό σταθμό του Θριασίου. Το Κέντρο αυτό θα εξυπηρετεί πελάτες-εταιρίες στις βιομηχανικές περιοχές. Το θέμα διερευνήθηκε με μοντέλα προσομοίωσης σύμφωνα με το πρόβλημα της δρομολόγησης στόλου οχημάτων (vehicle routing problem (VRP)). Το οδικό δίκτυο αναπτύχθηκε σε GIS με γεωγραφικά δεδομένα από OpenStreetMap και η επίλυση έγινε μέσω των λογισμικών TransCAD και Anylogic. Η διερεύνηση έδειξε ότι η δρομολόγηση εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά των οχημάτων, τη γεωγραφική θέση των εξυπηρετούμενων περιοχών, τη ζήτηση αλλά και τα χαρακτηριστικά του οδικού δικτύου. Το κόστος μεταφερόμενων μονάδων εκτιμήθηκε σε 22,39 €/παλέτα.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Δρομολόγηση Οχημάτων, Εφοδιαστική Αλυσίδα, Οδικές Εμπορευματικές Μεταφορές
Προσομοίωση, Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα

ABSTRACT

Title: Investigation of Issues relating to Fleet Management & Vehicle Routing

Student: Apostolopoulos Vasilios

Supervisor: Ballis Athanasios, Assistant Professor NTUA

The existing issues in the supply chain lead to the need of an organized and more efficient freight transport system in order to reduce transport costs and improve the efficiency of deliveries. In the present work, a model of a transportation network and vehicle routing for a fleet of trucks is developed, in order to describe a real distribution network in Attica, aiming at estimating the transport costs and analyzing the parameters affecting vehicle routing. Specifically, a real problem of TRAINOSE iCS service is being studied, which concerns the development of a pallet collection and distribution center at Thriasio freight train station. This center will serve corporate clients in industrial areas. The issue was investigated by forming simulation models based on vehicle routing problem (VRP). The network was developed in GIS with geographic data from OpenStreetMap and the solution approach was done with TransCAD and Anylogic software. The investigation has shown that efficient routing depends on vehicle characteristics, geographic location of served areas, demand and road characteristics. The cost of the transported units was estimated at 22.39 € / pallet.

KEYWORDS

Vehicle Routing, Supply Chain, Road Freight Transportation, Simulation, GIS

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ύπαρξη ισχυρής αλληλεπίδρασης μεταξύ τεχνολογιών μεταφορών και οικονομικής ανάπτυξης είναι αποδεδειγμένη. Οι νέες τεχνολογίες βοηθούν το σχεδιασμό και βελτιώνουν την αποτελεσματικότητα των συστημάτων μεταφοράς, συντελούν στη βελτιστοποίηση των διαδικασιών και αυξάνουν την ταχύτητα πραγματοποίησης συμπερασμάτων. Η μεταφορική διαδικασία είναι απαραίτητη σε όλες τις διαδικασίες παραγωγής και διανομής, από τη συλλογή έως τη μεταποίηση και την τελική παράδοση των προϊόντων. Η πρόοδος στις μεθόδους και τεχνικές διαχείρισης μεταφορικών συστημάτων βελτιώνει τους χειρισμούς των φορτίων, την παράδοση των εμπορευμάτων, την ταχύτητα και την ποιότητα των υπηρεσιών, μειώνοντας το κόστος μετακίνησης και συμβάλλοντας στην εξοικονόμηση ενέργειας [1].

Το **σύστημα μεταφοράς** αποτελεί το κυριότερο στοιχείο στον τομέα της εφοδιαστικής αλυσίδας, το οποίο συνδέει τις διάφορες διαδικασίες μιας επιχείρησης και το δίκτυο όλων των επιχειρήσεων μεταξύ τους, ενώ, παράλληλα θεωρείται ως η σημαντικότερη οικονομική δραστηριότητα μεταξύ των συνιστωσών της. Η μεταφορική διαδικασία καταλαμβάνει το 35 έως περίπου 60 % του ποσού των δαπανών της **εφοδιαστικής αλυσίδας**, με αποτέλεσμα να επηρεάζει σημαντικά την απόδοση και τη λειτουργία όλου του συστήματος εφοδιαστικής και να είναι το κλειδί για την επίτευξη στόχων, μια υπηρεσία που προσθέτει αξία στην επιχειρηματική κοινότητα και την πολιτεία, και βασικός πυλώνας του εγχώριου και παγκόσμιου εμπορίου. Συνεπώς, οι σχέσεις μεταφοράς και εφοδιαστικής αλυσίδας είναι άρρηκτα συνδεδεμένες, ως εκ τούτου χρειάζεται ένας σωστός σχεδιασμός των μεταφορών με κατάλληλες εφαρμογές και τεχνικές που θα οδηγήσουν στη βελτίωση των λειτουργιών των επιχειρήσεων, των βιομηχανιών και των πόλεων.

Το πρόβλημα της διανομής φορτίων είναι ένα ευρύ θέμα που περιλαμβάνει πολλές πτυχές που σχετίζονται με τεχνικά, οικονομικά, περιβαλλοντικά και κοινωνικά θέματα. Οι ροές φορτίων μπορεί να είναι εμπορεύματα, πρώτες ύλες, ταχυδρομικά δέματα, κ.ά, ενώ έχει εκτιμηθεί ότι αντιπροσωπεύουν το ένα τέταρτο της οδικής κυκλοφορίας [2]. Ο πληθυσμός, ο ανταγωνισμός, οι χρήσεις γης, προβλήματα κυκλοφορίας, και άλλοι παράγοντες επηρεάζουν τη λειτουργία και το σχεδιασμό της εφοδιαστικής αλυσίδας. Εστιάζοντας λοιπόν στα μεγάλα αστικά και βιομηχανικά κέντρα, εντοπίζονται ζητήματα που απαιτούν την εξέταση των απόψεων διαφόρων ενδιαφερόμενων μερών, όπως οι προμηθευτές, οι μεταφορείς, οι πελάτες, η πολιτεία αλλά και (έμμεσα) οι κάτοικοι της πόλης, ώστε να εξασφαλιστεί βιώσιμη μεταφορά των φορτίων, με οργανωτική διαχείριση των διαθέσιμων πόρων του στόλου οχημάτων, με μείωση του μεταφορικού κόστους και με λιγότερες επιπτώσεις για το αστικό περιβάλλον και του χρήστες του.

Στον κλάδο των logistics και των οδικών εμπορευματικών μεταφορών διεθνώς, έχει παρατηρηθεί, σύμφωνα με Polacek et al.(2004), ότι μπορεί να υπάρξει μείωση του κόστους μεταφοράς από 5-20 % εφαρμόζοντας υπολογιστικές διαδικασίες για την διανομή των εμπορευμάτων [3] ενώ παράλληλα αυξάνεται και ο βαθμός εξυπηρέτησης. Στην Ευρώπη, οι οδικές μεταφορές αποτελούν ακόμα τον κυρίαρχο τρόπο μεταφοράς εμπορευμάτων.

Ο σχεδιασμός των δρομολογίων αποτελεί κεντρικό ζήτημα που τίθεται στον τομέα των μεταφορών και δικτύων με κύριους στόχους την αύξηση της αποτελεσματικότητας, την ελαχιστοποίηση του κόστους μεταφοράς ανά μονάδα προϊόντος ή υπηρεσίας και την βελτίωση του μεταφορικού έργου. Υπό αυτό το πρίσμα, διάφοροι διεθνείς οργανισμοί έχουν αναπτύξει έργα και προγράμματα με στόχο τον εκσυγχρονισμό και τη βελτιστοποίηση των συστημάτων μεταφορών.

Το πρόβλημα δρομολόγησης οχημάτων (VRP - Vehicle Routing Problem) θεωρείται ένα σημαντικό κεφάλαιο έρευνας και λήψης αποφάσεων στον τομέα της εφοδιαστικής αλυσίδας εδώ και χρόνια με μεγάλη εφαρμογή στην βελτιστοποίηση συστημάτων μεταφορών και επιχειρησιακών ερευνών από διάφορους φορείς λόγω της αποδοτικότητας του στην προσέγγιση πραγματικών καταστάσεων. Η συμβολή του στην οργάνωση των μεταφορικών συστημάτων που εξυπηρετούν αστικές περιοχές με έμφαση στις εμπορευματικές μεταφορές αλλά όχι μόνο, καθώς και η εφαρμογή του σε ανάλυση συνδυασμένων συστημάτων, είναι συνεχής και σημαντική.

Η δρομολόγηση στόλου οχημάτων είναι ένα πρόβλημα μεταφοράς με βασικό ζητούμενο την εύρεση αποδοτικών διαδρομών διανομής ή περισυλλογής αγαθών σε συγκεκριμένα σημεία ενός δικτύου. Τα βασικά δεδομένα στα προβλήματα δρομολόγησης είναι τα σημεία του κέντρου διανομής και της επικείμενης μεταφοράς των αγαθών, το οδικό δίκτυο που συνδέει τα σημεία, ένα σύνολο αιτημάτων ζήτησης και ένας στόλος οχημάτων.

1.1 Μεταφορές & Εφοδιαστική Αλυσίδα

Η Εφοδιαστική Αλυσίδα γενικώς αποτελεί μια πολυδιάστατη δραστηριότητα και έχει ευρύτερη έννοια από τα Logistics. Αναφέρεται στο σχεδιασμό και τη διαχείριση όλων των ενεργειών-διαδικασιών που σχετίζονται με την πρόσβαση στις πρώτες ύλες, την παραγωγή, τις διαδικασίες προμήθειας, τη μεταποίηση, τη μεταφορά, τη διανομή και όλες τις δραστηριότητες διαχείρισης για να φτάσει το προϊόν στον τελικό προορισμό δηλαδή την τοποθεσία του πελάτη-καταναλωτή [4].

Στην Εικόνα 1 παρουσιάζεται η τυπική δομή ενός συστήματος εφοδιαστικής αλυσίδας. Συνδέει όλους τους ενδιαφερόμενους του συστήματος εφοδιασμού (προμηθευτές, παραγωγούς, μεταφορείς μεσάζοντες, εταιρείες παροχής υπηρεσιών, πελάτες) με την ίδια την επιχείρηση. Βασικός στόχος της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι η διαχείριση των σχέσεων αυτών με τέτοιο τρόπο, ώστε να επιτυγχάνεται ικανοποιητικό κέρδος και εξυπηρέτηση για όλους τους κρίκους της αλυσίδας.

Logistics είναι εκείνο το τμήμα της Διαχείρισης Εφοδιαστικής Αλυσίδας που περιλαμβάνει τη σχεδιασμένη διακίνηση και διαχείριση των προϊόντων από την παραγωγή έως την κατανάλωση, με το μικρότερο δυνατό κόστος (ελαχιστοποίηση κόστους) [5]. Το σύνολο των διαδικασιών έχει στόχο τη γεφύρωση της γεωγραφικής και χρονικής απόστασης των σημείων παραγωγής και κατανάλωσης, με τον βέλτιστο εφικτό τρόπο, σε προστιθέμενη αξία.



Εικόνα 1: Τα κυριότερα βήματα της Εφοδιαστικής Αλυσίδας (Ιδία επεξεργασία)

Οι υπηρεσίες της Εφοδιαστικής κατηγοριοποιούνται γενικά σε 3 κατηγορίες:

- 1) Υπηρεσίες Logistics: Μεταφορά, παραλαβή και διανομή εμπορευμάτων, αποθήκευση, φορτο-εκφόρτωση, διαχείριση αποθεμάτων.
- 2) Υπηρεσίες Προστιθέμενης Αξίας: Συσκευασία, ποιοτικός έλεγχος και δοκιμές, επισκευή προϊόντων, συναρμολόγηση, εγκατάσταση, απογραφή.
- 3) Υπηρεσίες Διοίκησης και Υποστήριξης: Διαχείριση και πληροφόρηση, αγορά ή μίσθωση εξοπλισμού, συντήρηση, υγειονομικές υπηρεσίες, υπηρεσίες ασφαλείας, χρηματοδότηση.

Το σύστημα εφοδιαστικής αλυσίδας έχει 4 κρίσιμους παράγοντες αποδοτικότητας & κόστους:

- Παραγωγή. Η βελτιωμένη αποτελεσματικότητα της κατασκευής των αγαθών, με κατάλληλη συσκευασία και μέγεθος αποστολής, συμβάλλει στη μείωση του κόστους παραγωγής.
- Υποδομές. Έχει να κάνει με την χωροταξική και μεταφορική υποδομή και τους πόρους που έχει στη διάθεσή της η επιχείρηση για αποδοτική εφοδιαστική. Η καλύτερη εκμετάλλευση των τοποθεσιών και των δικτύων υποδηλώνει επέκταση σε αγορές και χαμηλότερο κόστος διανομής.
- Σύνδεση των διαδικασιών με Πληροφοριακά Συστήματα. Αυτό επιφέρει θετικές συνέπειες στην αυτοματοποίηση, στη λήψη αποφάσεων και τη λύση προβλημάτων.
- Μεταφορά και Logistics. Η μεταφορά και η διαθεσιμότητα αγαθών και υπηρεσιών που απαιτείται κατά μήκος της αλυσίδας εφοδιασμού προϋποθέτει καλή διαχείριση logistics και στρατηγική των υπηρεσιών. Τα logistics σχεδιάζουν, υλοποιούν και ελέγχουν την κανονική και την αντίστροφη ροή των προϊόντων, των υπηρεσιών και των πληροφοριών από το σημείο προέλευσης μέχρι το σημείο προορισμού οπότε ο ρόλος του κέντρου διανομής είναι καθοριστικός για την αποτελεσματικότητα των λειτουργιών τους.

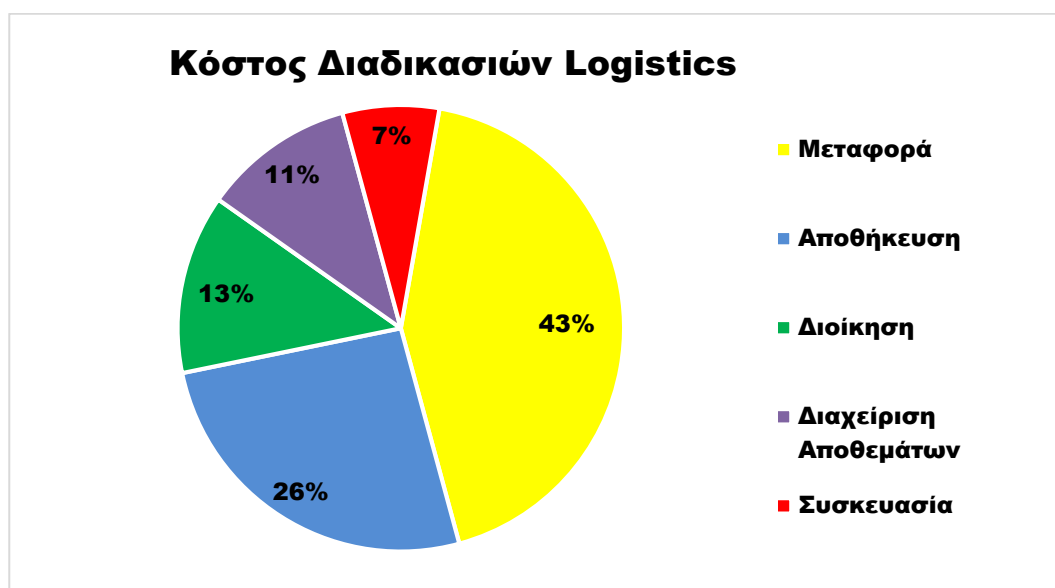
Επιπλέον, οι διανομές εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από την ποιότητα των υπηρεσιών. Η πρακτική εξωτερικής ανάθεσης υπηρεσιών σε τρίτους (outsourcing), δηλαδή εξειδικευμένες εταιρίες **Third Party Logistics (3PL)** εκτός επιχείρησης, που εξασφαλίζουν την παροχή ολοκληρωμένων υπηρεσιών logistics μέσω συνεργασίας, είναι σε πολλές περιπτώσεις πιο οικονομική για τις επιχειρήσεις, ιδίως όταν η παραγωγική διαδικασία λαμβάνει χώρα μακριά από την αγορά διάθεσης των προϊόντων. Κεντρικός κορμός των υπηρεσιών 3PL είναι οι αποθηκείσεις και οι διανομές, ενώ ακολουθούν οι υπηρεσίες διαχείρισης αποθεμάτων, ανασυσκευασίας και τυποποίησης.

Οι προδιαγραφές των παρεχομένων υπηρεσιών πρέπει να αναλύονται διεξοδικά από την εταιρεία 3PL καθώς πρέπει να γνωρίζει τα φυσικά χαρακτηριστικά των προϊόντων, το είδος και τις διαστάσεις της μονάδας διακίνησης (παλέτα, εμπορευματοκιβώτιο), καθώς και τις προβλεπόμενες διακινούμενες ποσότητες, ώστε να υπολογίσει τις ανάγκες του εξοπλισμού (μηχανήματα χειρισμού φορτίου), του στόλου (φορτηγά οχήματα), της υφιστάμενης υποδομής (χώροι αποθήκευσης) και των πληροφοριακών συστημάτων.

Λαμβάνοντας υπόψη την ανάγκη για αλλαγή, η νέα προσέγγιση σε θέματα βελτίωσης των διανομών είναι οι συνέργειες μεταξύ εταιριών 3PL ή μεταξύ προμηθευτών-μεταφορέων μέσω της χρήσης κοινών φορτηγών (συμφορτώσεις - transport pooling) καθώς επίσης και μέσω της λειτουργίας Αστικών Κέντρων Ενοποίησης Εμπορευμάτων (ΑΚΕΕ). Οι συνεργασίες (**συνέργειες**) αποτελούν μια λύση για βελτίωση των αστικών διανομών εμπορευμάτων ώστε να μειωθεί το κόστος διανομών αλλά και τα οχηματοχιλιόμετρα που διανύονται και αποκαλύπτουν τη δυναμική και το μέλλον των δραστηριοτήτων εφοδιαστικής.

Σε αστικό περιβάλλον, η ύπαρξη συνεργασιών μπορεί να συμβεί επίσης με προγραμματισμό στρατηγικών συνεργατικών διανομών (contract logistics), χρησιμοποιώντας ένα Αστικό Κέντρο Ενοποίησης Εμπορευμάτων (ΑΚΕΕ) από όπου τα εμπορεύματα αφού εισέρχονται θα ομαδοποιούνται και αποστέλλονται την ίδια ημέρα προς το εσωτερικό της πόλης ώστε να επιτυγχάνεται μέγιστη απόδοση ως προς το λόγο φορτίου / κατανάλωση καυσίμου για κάθε διαδρομή και εν γένει ελάχιστη περιβαλλοντική επιβάρυνση [6].

Το συνολικό κόστος δραστηριοτήτων logistics υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη ολόκληρο το φάσμα των δαπανών που συνδέονται με την εφοδιαστική, οι οποίες περιλαμβάνουν το κόστος μεταφοράς και αποθήκευσης, το κόστος συσκευασίας, διαχείρισης των αποθεμάτων και διοικητικής υποστήριξης των διαδικασιών. Το σύστημα μεταφορών αποτελεί τη σημαντικότερη οικονομική δραστηριότητα μεταξύ των συνιστωσών της εφοδιαστικής [7]. Πάνω από το ένα τρίτο έως και τα δύο τρίτα των εξόδων των επιχειρήσεων δαπανώνται για τη μεταφορά, όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 1.



Διάγραμμα 1: Ποσοστιαία συμμετοχή κόστους μεταφοράς στο συνολικό κόστος logistics (Πηγή: [8])

Τα έξοδα μεταφοράς έχει διαπιστωθεί ότι συγκεντρώνουν περίπου το 43% του κόστους logistics. Τα έξοδα αποθήκευσης είναι επίσης σημαντικά, με μερίδιο περίπου του ενός τετάρτου του συνολικού κόστους.

Σύμφωνα και με έρευνα σχετικά με τον τομέα των ευρωπαϊκών μεταφορών και logistics¹, το κόστος μεταφοράς παραμένει το κυρίαρχο στοιχείο, δεδομένου ότι αντιπροσωπεύει το 44% του συνολικού κόστους. Η εκτίμηση έγινε για όλα τα κράτη μέλη της ΕΕ με δεδομένα για το έτος 2012 και ο υπολογισμός του συνολικού κόστους εφοδιαστικής έλαβε υπόψη όλες τις διαδικασίες εφοδιαστικής [9]. Παρατηρείται γενικώς (και από άλλους φορείς έρευνας) σύγκλιση των εκτιμήσεων για την αξιολόγηση του κόστους μεταφοράς.

Συνοψίζοντας, το κόστος μεταφοράς παραμένει το πιο σημαντικό στοιχείο του κόστους εφοδιαστικής. Υπό αυτές τις συνθήκες, ένα εμπορευματικό κέντρο που προσφέρει σύνδεση με ένα τερματικό σταθμό διατροφικών μεταφορών, αποτελεί στρατηγική για ενοποίηση εμπορευμάτων και έλεγχο για καλύτερη διαχείριση του φορτίου που θα επιτρέπει τη μείωση του κόστους μεταφοράς, το συντονισμό των διαδικασιών, το σχεδιασμό της δρομολόγησης και την ανταπόκριση στο χρόνο εξυπηρέτησης.

Οι μεταφορές έχουν πρωτοποριακή επίδραση στην πρόοδο των Logistics και της Εφοδιαστικής σε στρατηγικό, σε τεχνικό και σε λειτουργικό επίπεδο. Τα προβλήματα μεταφορών και logistics απασχολούν διαρκώς την επιστημονική και την επιχειρηματική κοινότητα αφού δεν είναι απλώς ποσοτικά αλλά διαρθρωτικά και εξαρτώνται εκτός των άλλων και από τις υποδομές των κέντρων διανομής αλλά και του δικτύου μεταφοράς.

Σε αυτά περιλαμβάνονται η διαχείριση στόλου οχημάτων (**fleet management**), ο σχεδιασμός και προγραμματισμός της δρομολόγησης (**vehicle routing and scheduling**), και η διαχείριση παραγγελιών και φορτίου (**logistics management**). Τα περισσότερα από αυτά τα προβλήματα έχουν κοινό ότι είναι δύσκολο να λυθούν. Υπάρχουν ελάχιστοι αλγόριθμοι, οι οποίοι να μπορούν να παρέχουν ακριβείς λύσεις σε περίπλοκες πραγματικές καταστάσεις και επιπλέον χρειάζεται επαρκής αντίληψη για την επίλυση πραγματικών προβλημάτων, ως εκ τούτου, η προσπάθεια επικεντρώνεται στην εύρεση μιας αποδοτικής προσέγγισης που μειώνει το κόστος και αυξάνει την αποτελεσματικότητα. Οι σύγχρονες τεχνολογίες και τα πληροφοριακά συστήματα επιτρέπουν την καλύτερη οργάνωση και διαχείριση των διαδρομών. Στον τομέα της διαχείρισης στόλου οχημάτων η έρευνα και η τεχνογνωσία εξελίσσεται διαρκώς, με σκοπό να βελτιστοποιηθούν οι διαδικασίες μεταφοράς και δρομολόγησης.

¹ Top 100 in European Transport and Logistics Services 2013

Οι οδικές μεταφορές αποτελούν κλάδο ζωτικής σημασίας για την ελληνική οικονομία και αντιπροσωπεύουν σε εθνικό επίπεδο το 7% του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος και το 7% των θέσεων απασχόλησης. Κατά την τελευταία εικοσαετία οι ρυθμοί ανάπτυξης της αγοράς, καθώς και οι μεταβολές που σημειώθηκαν στα πρότυπα παραγωγής και κατανάλωσης συνέβαλαν στη σημαντική αύξηση της ζήτησης για υπηρεσίες μεταφορών και κυρίως για τις ενδοκοινοτικές [10] (2,3% ετησίως στις εμπορευματικές μεταφορές και 3,1 % στις επιβατικές).

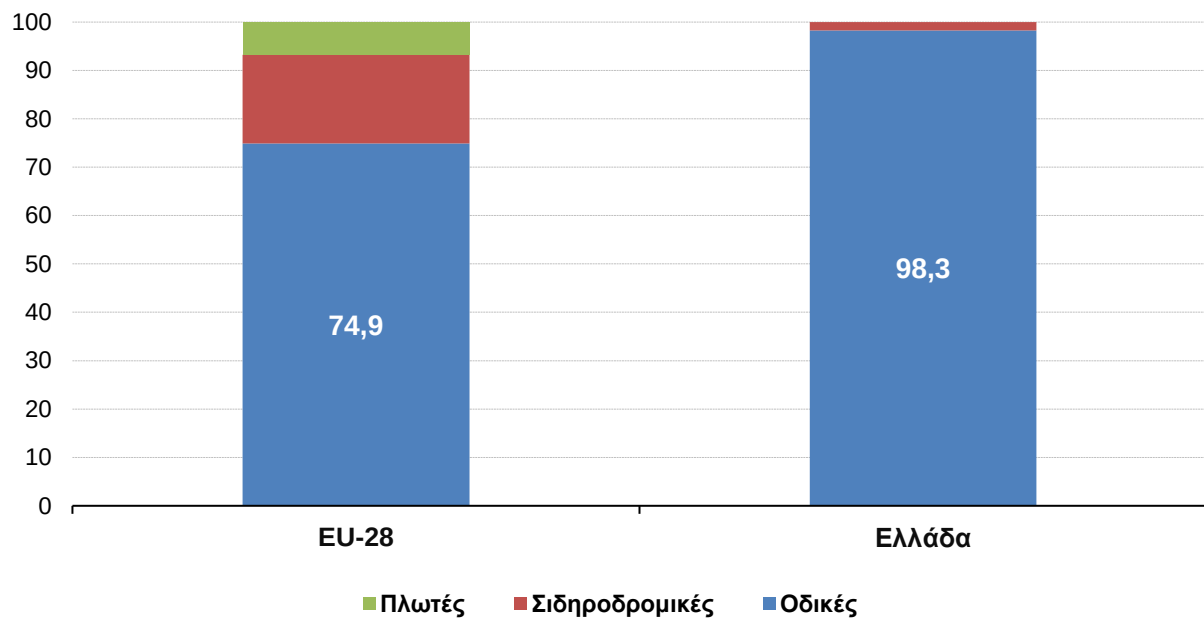
Ο κλάδος των οδικών μεταφορών στην Ελλάδα είναι ο κυριότερος για τις εμπορευματικές μεταφορές. Την τελευταία δεκαετία η συμβολή του στην εκτέλεση του υπεραστικού μεταφορικού έργου ανήλθε στο 98% του συνολικού. Επιπλέον, εκτιμάται ότι μέσω του κλάδου αυτού πραγματοποιείται το 46,3% της αξίας των εξαγωγών και το 42,9% της αξίας των εισαγωγών. Συγχρόνως όμως παρά τη ζωτική σημασία του κλάδου, συνιστούν έναν ιδιαίτερα ευαίσθητο τομέα, καθώς η αύξηση του όγκου των οδικών μεταφορών συνεπάγεται σοβαρές επιπτώσεις σε αγαθά ιδιαίτερης σημασίας, όπως η προστασία του περιβάλλοντος και η οδική ασφάλεια.

Σε γενικές γραμμές, οι οδικές εμπορευματικές μεταφορές όσον αφορά το κόστος και το χρόνο μεταφοράς εξακολουθούν να αποτελούν την καλύτερη επιλογή στις κοντινές αποστάσεις (διαδρομή <500 km) λόγω του γεγονότος ότι δεν υπάρχουν επιπλέον χρόνοι και κόστος για το χειρισμό σε κόμβους μεταφόρτωσης. Οι οδικές μεταφορές είναι ο πιο αποτελεσματικός τρόπος όσον αφορά τους συνολικούς χρόνους μεταφοράς κατά την μεταφορά από πόρτα σε πόρτα.

Η εξέλιξη των οδικών εμπορευματικών μεταφορών και των φορτηγών οχημάτων ευνοήθηκε από την ανάπτυξη της οδοποιίας, την αυξανόμενη ζήτηση, και την υποκατάσταση σε υπηρεσίες των σιδηροδρόμων, της εσωτερικής ναυσιπλοΐας και των αγωγών μεταφοράς. Η οδική εμπορευματική μεταφορά επιλέγεται για τους εξής λόγους:

- ταχύτητα μεταφοράς
- μεταφορά από πόρτα σε πόρτα
- απλές διαδικασίες και ευελιξία
- ακρίβεια δρομολογίων
- οικονομικό κόστος μεταφοράς σε κοντινές αποστάσεις
- ασφάλεια μεταφοράς
- διαθεσιμότητα οδικών οχημάτων.

Η βασική υποδομή χερσαίων μεταφορών στην Ελλάδα είναι το οδικό δίκτυο καθώς σύμφωνα με επίσημα στοιχεία της Eurostat (2016) [11], οι οδικές εμπορευματικές μεταφορές καλύπτουν το 98,3% των χερσαίων εμπορευματικών μεταφορών.



Διάγραμμα 2: Χερσαίες εμπορευματικές μεταφορές στα κράτη-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, Πηγή: Eurostat
Στην Ευρωπαϊκή Ένωση μια αυξανόμενη ποσότητα αγαθών μεταφέρεται οδικώς και παρά τη διεύρυνση της κοινότητας και τις τεράστιες επενδύσεις στην οδική υποδομή, οι αυξανόμενες ανάγκες δεν ικανοποιούνται. Οι οδικές μεταφορές έχουν τους ακόλουθους στόχους:

- 1) αύξηση της ταχύτητας μεταφοράς,
- 2) ελαχιστοποίηση του κόστους μεταφοράς,
- 3) αύξηση της ασφάλειας των μεταφορών,
- 4) αύξηση της χωρητικότητας φορτίου του οχήματος,
- 5) αύξηση του όγκου των φορτίων των οχημάτων.

Οι παραπάνω στόχοι επιτυγχάνονται σε μεγάλο βαθμό. Η κυκλοφοριακή συμφόρηση φαίνεται να είναι το δυσκολότερο θέμα να ξεπεραστεί, καθώς επηρεάζει αρνητικά τον χρόνο μεταφοράς. Ένας άλλος αρνητικός παράγοντας είναι η δυναμικά αυξανόμενη τιμή καυσίμων, σημαντική συνιστώσα του κόστους των οδικών μεταφορών. Οι μόνες ρεαλιστικές λύσεις σε αυτά τα δύο θέματα είναι η συνεχής βελτίωση των παραμέτρων της οδικής υποδομής και η αύξηση της αποδοτικότητας του στόλου των φορτηγών οχημάτων [12].

1.2 Η εξέλιξη του κλάδου των βιομηχανιών και των logistics στην Αττική

Η Σύσταση ενός Εθνικού Στρατηγικού Πλαισίου Ανάπτυξης θεωρείται αναγκαία για την οικονομική βιωσιμότητα και την περαιτέρω ανάπτυξη του κλάδου μεταφορών και της χώρας. Οι σύγχρονες απαιτήσεις των επιχειρήσεων προτρέπουν τις εταιρείες Logistics να στραφούν στην ανάπτυξη συνεργιών και συνεργατικών μοντέλων, στην υιοθέτηση σύγχρονων πρακτικών και την ανάπτυξη συνδυασμένων μεταφορικών υποδομών. Η δημιουργία του Εμπορευματικού Κέντρου του Θριασίου Πεδίου είναι σε θέση να προσφέρει αυτές τις δυνατότητες. Η μεγαλύτερη επιφάνεια αποθηκευτικών χώρων στην Αττική σημειώνεται στο Θριάσιο Πεδίο, όπου συγκεντρώνονται οι περιοχές με τη μεγαλύτερη ζήτηση, αλλά και τη μεγαλύτερη κάλυψη, συγκεντρώνοντας όλα τα είδη επιχειρήσεων, λόγω καλής προσβασιμότητας και ανάπτυξης οικονομιών κλίμακας.

Η γεωγραφία των Logistics στο νομό Αττικής έχει σημειώσει μεγάλες αλλαγές από τις αρχές της δεκαετίας του '80 μέχρι σήμερα. Τότε, κύριες περιοχές εγκατάστασης των μεταποιητικών αλλά και εμπορικών επιχειρήσεων με ενσωματωμένες αποθήκες ήταν οι παραδοσιακές βιομηχανικές περιοχές που διατηρήθηκαν και μεταπολεμικά, εντός του πολεοδομικού ιστού της Αττικής [13]. Οι περιοχές αυτές – όλες με καλή οδική προσβασιμότητα και σύνδεση με το λιμάνι του Πειραιά – ήταν:

- Ο Άγιος Ιωάννης Ρέντης (μεταποιητικές επιχειρήσεις και δραστηριότητες χαμηλής όχλησης, λόγω της εγγύτητας με το κέντρο της πόλης αλλά και την Κεντρική Λαχαναγορά)
- Ο Ελαιώνας & ο Ταύρος (εγκαταστάσεις βιομηχανίας – βιοτεχνίας χαμηλής όχλησης, γραφεία, αποθήκες, πρακτορεία μεταφοράς προϊόντων και χώροι στάθμευσης)
- Η Νέα Ιωνία & η Νέα Φιλαδέλφεια (εργοστάσια ταπητουργίας, κλωστοϋφαντουργίας και βιοτεχνιών ετοίμων ενδυμάτων).
- Το Περιστέρι (Ροσινιόλ / Λένορμαν) (όπου είχαν εγκατασταθεί βιοτεχνίες & outlets)
- Το Πέραμα, το Κερατσίνι & η Δραπετσώνα (όπου συγκεντρώνεται μεγάλο μέρος της βαριάς βιομηχανίας της χώρας και των μικρών βιοτεχνιών)
- Η Νέα Κηφισιά & περίξ της οδού Καλυφτάκη (βιοτεχνίες χαμηλής όχλησης)

Όμως, οι αυξημένες οικιστικές και εμπορικές ανάγκες, άσκησαν πιέσεις στις βιομηχανικές ζώνες εντός του αστικού ιστού, με αποτέλεσμα οι περισσότερες βιομηχανίες / βιοτεχνίες και αποθήκες να αλλάξουν χρήση ή να μεταφερθούν σε άλλες περιοχές. Έτσι, σταδιακά οι εποχές οδήγησαν στην ανάδειξη περιφερειακά νέων περιοχών κατά μήκος των κυριότερων οδικών αξόνων (Εθνική Οδός, Αττική Οδός).

Τη δεκαετία του 90 έγινε αποκέντρωση και εγκατάσταση βιομηχανιών και επιχειρήσεων κατά μήκος των ΕΟ Αθηνών – Λαμίας και ΕΟ Αθηνών – Κορίνθου καθώς και μεγάλων οδικών αξόνων. Την προ-ολυμπιακή περίοδο και με την ολοκλήρωση του οδικού έργου της Αττικής Οδού πολλές επιχειρήσεις μετεγκαταστάθηκαν στις περιοχές κατά μήκος των αξόνων της οδού, παρά το πρόσθετο έξοδο των διοδίων.

Στη συνέχεια υπήρξε τάση και ενδιαφέρον προς τις αχαρακτήριστες περιοχές λόγω των μεγάλων διαθέσιμων εκτάσεων με ανάλογες χρήσεις γης και της προοπτικής ανοίγματος μιας καινούργιας αγοράς οργανωμένων αποθηκευτικών χώρων με λογικές τιμές αγοράς ή μίσθωσης.

Αξίζει να σημειωθεί, ότι πολλές από τις νέες περιοχές συγκέντρωσης των αποθηκευτικών και βιομηχανικών χώρων έχουν αναπτυχθεί χωρίς συγκεκριμένο σχεδιασμό και οργάνωση από την πολιτεία, με αποτέλεσμα οι περισσότερες να έχουν άναρχη δόμηση και ελλιπείς χωροταξικές υποδομές και να χαρακτηρίζονται άτυπες βιομηχανικές συγκεντρώσεις [14].

Οι ζώνες αυτές εντοπίζονται κοντά στην Αττική Οδό, όπως για παράδειγμα στην περιοχή των Μεσογείων και την ευρύτερη περιοχή της Δυτικής Αττικής και του Θριάσιου πεδίου, παραπλεύρως της Εθνικής Οδού, όπως στην περιοχή της Μεταμόρφωσης και του Κρυονερίου, ενώ, υπάρχουν ακόμα και εγκαταστάσεις που εντοπίζονται κοντά στο κέντρο της Αθήνας όπως στην περιοχή του Ελαιώνα.

Ακολούθως καταγράφονται ονομαστικά οι **κύριες βιομηχανικές-αποθηκευτικές περιοχές της Αττικής** σήμερα:

- Μεταμόρφωση, Νέα Κηφισιά, Αχαρνές, Άγιος Στέφανος, Κρυονέρι, Οινόφυτα (Βόρειος Άξονας ΕΟ)
- Μαγούλα, Μάνδρα, Ασπρόπυργος (Θριάσιο Πεδίο), Μέγαρα
- Περιστέρι, Ελαιώνας, Ν.Φάληρο (Πλησίον ΕΟ)
- Κορωπί, Παιανία (Λεωφόρος Λαυρίου και Λεωφόρος Βάρης-Κορωπίου)
- ΒΙΠΑ Σχιστού, ΒΙΟΠΑ Κερατέας, ΒΙΟΠΑ Άνω Λιοσίων.

1.3 Το Εμπορευματικό κέντρο στο Θριάσιο

Το εμπορευματικό κέντρο Στο Θριάσιο αποτελεί επένδυση μεγάλης στρατηγικής σημασίας . Το ακίνητο κατέχει η ΓΑΙΑΟΣΕ. Το έργο το οποίο πλέον βρίσκεται στη Β΄ Φάση συνεχίζει να κατασκευάζεται και θα αποτελείται από ένα σύγχρονο συγκρότημα, στο οποίο θα συγκεντρωθούν οι σιδηροδρομικές και εμπορευματικές δραστηριότητες της πρωτεύουσας. Η μεταφορά των εγκαταστάσεων αυτών σε ενιαίο χώρο, εκτός του οικιστικού πλέγματος της Αθήνας, θα έχει σημαντικά περιβαλλοντικά και χωροταξικά οφέλη για ολόκληρο το πολεοδομικό συγκρότημα της πρωτεύουσας [15].



Εικόνα 2: Περιοχή του Εμπορευματικού Κέντρου στο Θριάσιο (Πηγή: Wikimapia)

Το εν λόγω συγκρότημα περιλαμβάνει σταθμό διαλογής, τερματικό σταθμό διακίνησης εμπορευματοκιβωτίων, τελωνείο, εμπορικό σταθμό, αποθήκες εμπορευμάτων, δέσμη γραμμών για απόθεση βαγονιών με επικίνδυνα φορτία, καθώς και όλες τις απαραίτητες εγκαταστάσεις για την εξυπηρέτηση των παραπάνω δραστηριοτήτων.

Τα έργα για τη Β΄ φάση άρχισαν από την ΕΡΓΟΣΕ Το 2010. Η Β΄ λειτουργική φάση κατασκευής (συνέχεια της Α΄ φάσης η οποία έχει ολοκληρωθεί) περιλαμβάνει τη στρώση επιδομής των υπολοίπων σιδηροδρομικών γραμμών εντός του συγκροτήματος, κατασκευή κτιριακών έργων, σηματοδότηση – τηλεδιοίκηση, ηλεκτροκίνηση των γραμμών και κάποια υπολειπόμενα έργα αποχέτευσης και αποστράγγισης ομβρίων όπως και έργα Η/Μ εγκαταστάσεων. Το πολυδιαφημισμένο εμπορευματικό κέντρο στο Θριάσιο, χάρη στη σιδηροδρομική σύνδεση με το εμπορικό λιμάνι του Πειραιά, στο Ικόνιο στους προβλήτες του ΟΛΠ και της COSCO, που ήδη διαθέτει, θα είναι το μεγαλύτερο κέντρο συνδυασμένων μεταφορών στα Βαλκάνια.

Το ΕΚ έχει σκοπό να μετατραπεί σε ένα τεράστιο hub συνδυασμένων μεταφορών 2.000 στρεμμάτων και σε μία από τις μεγαλύτερες εμπορικές μονάδες στην Ευρώπη.



Εικόνα 3: Επιδομή σιδηροδρομικού σταθμού μεταφορών στο Θριάσιο (Πηγή: ΕΡΓΟΣΕ)



Εικόνα 4: Από το έργο του συγκροτήματος στο Θριάσιο (Πηγή: efsyn)

Το ακίνητο της ΓΑΙΑΟΣΕ έχει έκταση 588 στρεμμάτων και το εμπορευματικό κέντρο μαζί με τις υποστηρικτικές υποδομές (γραφεία, τράπεζες, κ.λπ.) όταν ολοκληρωθεί πλήρως, προορίζεται να καλύπτει συνολικά 240.000 τ.μ [16]. Ανάδοχοι του έργου, με βάση τον διαγωνισμό, είναι η ΕΤΒΑ ΒΙ.ΠΕ. και η Goldair Cargo, που θα έχουν για 60 χρόνια τη διαχείριση του χώρου, έχοντας την υποχρέωση σε βάθος δεκαετίας της ολοκλήρωσης του έργου.

Με απόφαση της διοίκησης του ΟΣΕ, πρόσφατα η περιοχή αναδείχθηκε ήδη σε εμπορευματικό κέντρο του σιδηροδρομικού δικτύου και υποδέχεται όλες τις αμαξοστοιχίες που έως τότε κατέληγαν στον σταθμό του Ρέντη με έλεγχο και διαχείριση των δρομολογίων από την ΤΡΑΙΝΟΣΕ.

Η ΤΡΑΙΝΟΣΕ με τη νέα υπηρεσία Intermodal Cargo Shuttle (iCS), έρχεται να καλύψει ένα μεγάλο κενό στην Ελληνική αγορά, αυτό της τακτικής σιδηροδρομικής εμπορευματικής εξυπηρέτησης των δύο μεγάλων κέντρων της χώρας μας [17]. Η προσφερόμενη υπηρεσία iCS αφορά τη διακίνηση μονάδων διατροφικής μεταφοράς (εμπορευματοκιβωτίων), στον άξονα Αθήνας – Θεσσαλονίκης, μέσω τακτικών σιδηροδρομικών δρομολογίων.

Προσφέρει στον πελάτη δυνατότητα επιλογής είτε αμιγώς σιδηροδρομικής μεταφοράς (Terminal to Terminal) είτε ολοκληρωμένης υπηρεσίας (Door to Door) μεταφοράς. Στοχεύει κυρίως στην παροχή ολοκληρωμένων πόρτα-πόρτα μεταφορικών υπηρεσιών στον άξονα Αθήνα- Θεσσαλονίκη, σε καθημερινή βάση, σε ώρες που καλύπτουν τις απαιτήσεις της αγοράς και με μια τιμολογιακή πολιτική που θα επιτρέψει στον σιδηρόδρομο να προσφέρει υπηρεσίες υψηλής ποιότητας με ανταγωνιστικό κόστος λειτουργώντας συμπληρωματικά με τις υφιστάμενες επιχειρήσεις μεταφορών και logistics.

Η αρχική και τελική οδική μεταφορά (εφόσον επιλέγεται) διενεργείται μέσω συνεργαζόμενων οδικών μεταφορέων (HARTSAS Μεταφορική Εταιρία).

Η υπηρεσία «iCS» παρέχεται καθημερινά πέντε (5) ημέρες την εβδομάδα, Δευτέρα έως Παρασκευή (αναχωρήσεις Δευτέρα έως Παρασκευή, αφίξεις Τρίτη έως Σάββατο) μέσω των δρομολογίων που απεικονίζονται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 1: Αφίξεις και Αναχωρήσεις δρομολογίων υπηρεσίας iCS της ΤΡΑΙΝΟΣΕ

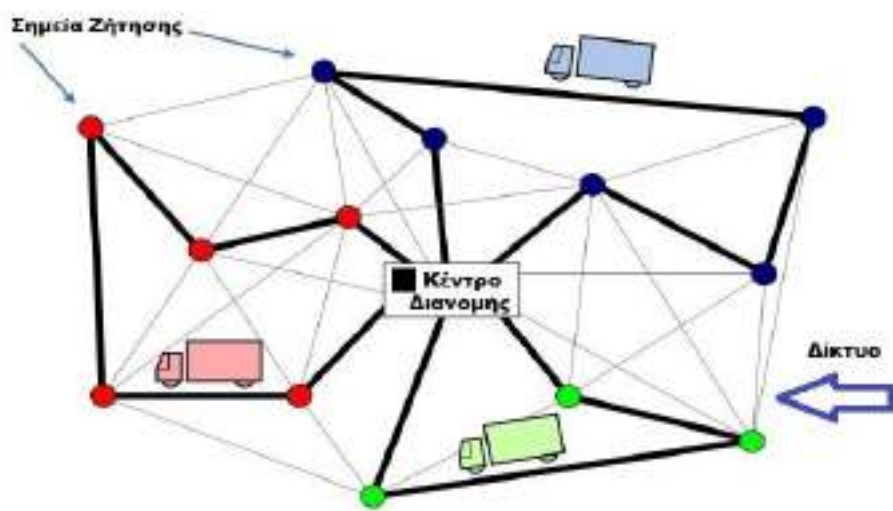
Δρομολόγιο	Ώρα Αναχώρησης	Ώρα Αφίξης
Θριάσιο - Terminal (Τρίγωνο) Θεσσαλονίκης	20.15	05.59
Terminal (Τρίγωνο) Θεσσαλονίκης - Θριάσιο	20.10	05.49

1.4 Αντικείμενο & Στόχος της Εργασίας

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση θεμάτων οδικής μεταφοράς και δρομολόγησης στόλου οχημάτων και η ανάπτυξη μεθοδολογίας για την περιγραφή ενός συστήματος διανομών με αφετηρία το Εμπορευματικό Κέντρο στο Θριάσιο. Η μοντελοποίηση βασίζεται σε κατασκευή δικτύου και σε διαχείριση στόλου από το κέντρο διανομής (Θριάσιο) για την εξυπηρέτηση της ζήτησης από αιτήματα μεταφοράς που αφορούν τις βιομηχανικές περιοχές της Αττικής.

Συγκεκριμένα, η εργασία εστιάζει στον υπολογισμό των **βέλτιστων διαδρομών**, λαμβάνοντας υπόψη τεχνικά χαρακτηριστικά της μεταφοράς και παραμέτρους που συμπεριλαμβάνονται σε αντίστοιχες μεθοδολογικές προσεγγίσεις. Πραγματοποιείται προσδιορισμός των βασικών μεγεθών καθώς & εκτίμηση κόστους μεταφερόμενων μονάδων βάσει του προτεινόμενου αναλυτικού μοντέλου. Ακόμη, μέσω των αναλύσεων, που πραγματοποιήθηκαν, επιχειρείται να προσδιοριστεί η επιρροή των διαφόρων παραμέτρων στο πρόβλημα δρομολόγησης.

Η δρομολόγηση είναι από τις πιο διαδεδομένες εφαρμογές στα δίκτυα μεταφορών. Το πρόβλημα δρομολόγησης οχημάτων στη γενική του μορφή έχει σκοπό να προσεγγίσει ένα σύνολο διαδρομών των οχημάτων ώστε να ικανοποιηθούν όλες (ή όσο το δυνατόν περισσότερες) ανάγκες ζήτησης με το ελάχιστο κόστος, με την ελάχιστη διανυθείσα απόσταση ή στον ελάχιστο χρόνο. Η ακολουθία της κυκλικής δρομολόγησης των φορτηγών πρέπει να είναι σχεδιασμένη έτσι ώστε όλες οι διαδρομές οχημάτων να είναι εφικτές και στο τέλος τα φορτηγά να επιστρέφουν στο κέντρο διανομής (Σχήμα 1). Στη διαδικασία λαμβάνονται υπόψη κάθε φορά περιορισμοί ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του προβλήματος.



Σχήμα 1: Δίκτυο διανομής και δρομολόγηση, Πηγή: [18]

Στόχος της εργασίας είναι η ανάπτυξη μοντέλου δικτύου μεταφοράς και δρομολόγησης στόλου φορτηγών οχημάτων στην Αττική για την αξιολόγηση των σημαντικότερων παραμέτρων που διαμορφώνουν τη λειτουργία ενός πραγματικού δικτύου διανομής στην εφοδιαστική αλυσίδα πόλεων και για την εκτίμηση του μεταφορικού κόστους. Συγκεκριμένα, μελετάται η περίπτωση προβλήματος οδικής μεταφοράς εμπορευμάτων με κέντρο διανομής το εμπορευματικό κέντρο στο Θριάσιο, για εξυπηρέτηση πελατών-εταιριών των βιομηχανικών περιοχών.

1.5 Διάρθρωση της Εργασίας

Όσον αφορά τη δομή και τη διάρθρωση της εργασίας, αποτελείται από 6 κεφάλαια. Τα δύο πρώτα κεφάλαια περιέχουν θεωρητικά στοιχεία. Το παρόν κεφάλαιο αποτελεί μια εισαγωγή στο θέμα, με αναφορά στις μεταφορές και την εφοδιαστική αλυσίδα, στο αντικείμενο της εργασίας και στο πρόβλημα που πρόκειται να επιλυθεί. Το 2^ο αναφέρεται στη βιβλιογραφική επισκόπηση του τομέα έρευνας της εργασίας, επεξηγώντας διεξοδικά το πρόβλημα δρομολόγησης οχημάτων και τις εφαρμογές του στη μεταφορά αγαθών και την εφοδιαστική.

Στο 3^ο κεφάλαιο περιγράφεται αναλυτικά η μεθοδολογία και τα υπολογιστικά προγράμματα που χρησιμοποιήθηκαν για την υποστήριξη της εργασίας, ενώ παρουσιάζεται και το μοντέλο που αναπτύχθηκε για την περιγραφή του προβλήματος. Η συλλογή δεδομένων, η κατασκευή του δικτύου, ο καθορισμός των παραμέτρων αλλά και οι παραδοχές που γίνονται για τη διατύπωση του προβλήματος και των διαδικασιών εντός των λογισμικών, παρουσιάζονται λεπτομερώς και με παράθεση εικόνων.

Το 4^ο κεφάλαιο περιλαμβάνει τα αποτελέσματα και τις εκτιμήσεις που προκύπτουν από την ανάλυση και τη μοντελοποίηση. Στη συνέχεια, στο 5^ο παρατίθενται τα συμπεράσματα που προκύπτουν από τη διερεύνηση που πραγματοποιήθηκε, και στο 6^ο κάποιες προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.

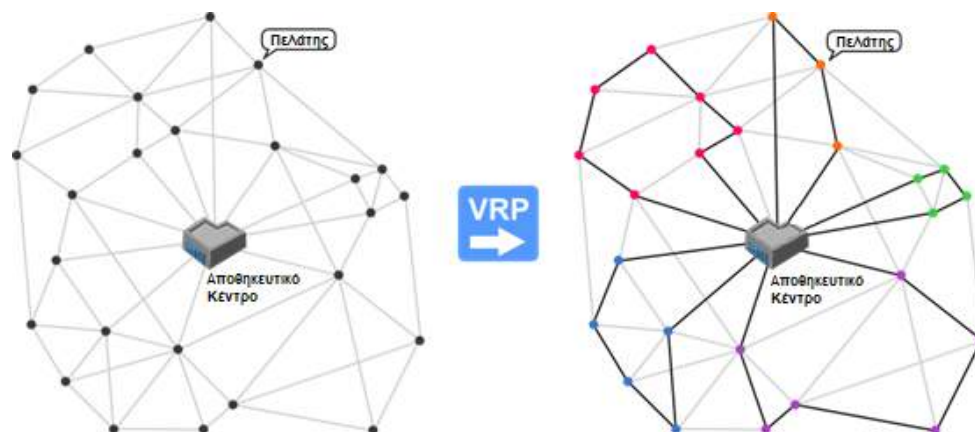
Στο τέλος, συγκεντρώνονται όλες οι αναφορές και οι πηγές αυτής της εργασίας, ενώ ακολουθούν χρήσιμα παραρτήματα που σχετίζονται με το αντικείμενο, το μοντέλο και την επεξεργασία της διπλωματικής.

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 Το πρόβλημα δρομολόγησης οχημάτων

Η **δρομολόγηση** είναι μια από τις βασικές λειτουργίες στα μεταφορικά συστήματα και μία από τις μεγάλες κατηγορίες προβλημάτων που καλείται να λύσει μια επιχείρηση ή μια μεταφορική εταιρία για τη διανομή των προϊόντων της. Ο μεγάλος αριθμός εφαρμογών σε πραγματικά συστήματα έχει δείξει ευρέως ότι η χρήση υπολογιστικών μεθόδων τόσο σε επίπεδο σχεδιασμού όσο και σε επιχειρησιακό επίπεδο, αποφέρει σημαντική εξοικονόμηση στο συνολικό κόστος μεταφοράς και καλύτερη διαχείριση του στόλου οχημάτων. Η επιτυχία της αξιοποίησης των τεχνικών βελτιστοποίησης οφείλεται όχι μόνο στη δύναμη και στην πλήρη ενσωμάτωση των πληροφοριακών συστημάτων στις λειτουργίες και τις διαδικασίες μεταφοράς διαχείρισης και αποθήκευσης, αλλά μπορεί επίσης να αποδοθεί στην ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων, τα οποία είναι σε θέση να λάβουν υπόψη σχεδόν όλα τα χαρακτηριστικά ενός προβλήματος δρομολόγησης οχημάτων.

Το πρόβλημα δρομολόγησης οχημάτων (**VRP**) είναι επέκταση του προβλήματος του περιοδεύοντος πωλητή (Travelling Salesman Problem - TSP) στο οποίο ένα φορτηγό όχημα ξεκινά από μια πόλη με στόχο τη βέλτιστη διαδρομή για να εξυπηρετήσει μια σειρά από πόλεις. Το τυπικό πρόβλημα δρομολόγησης καθορίζει την ελάχιστη απόσταση και το ελάχιστο κόστος διαδρομών για μεταφορά αγαθών από μία κεντρική αποθήκη σε ένα σύνολο γεωγραφικά διασκορπισμένων σημείων ζήτησης (πόλεις, καταστήματα, αποθήκες) ενός οδικού συγκοινωνιακού δικτύου. Οι διαδρομές δημιουργούνται με τέτοιο τρόπο ώστε κάθε σημείο να επισκέπτεται μόνο μία φορά και να εξυπηρετείται από ένα ακριβώς όχημα έτσι ώστε οι συνολικές ζητήσεις όλων των σημείων/πελατών σε μια διαδρομή να μην υπερβαίνουν τη χωρητικότητα του οχήματος. Όλες οι διαδρομές είναι κυκλικές και ξεκινούν από μια κεντρική αποθήκη στην οποία και καταλήγουν μόλις τελειώσουν οι παραδόσεις. Το πρόβλημα διατυπώνεται ως το πως κατευθύνονται τα οχήματα προς εξυπηρέτηση όλων των πελατών, ελαχιστοποιώντας παράλληλα την συνολική διανυθείσα απόσταση (Σχήμα 2).



Σχήμα 2: Διατύπωση του προβλήματος δρομολόγησης οχημάτων

Το πρόβλημα δρομολόγησης οχημάτων (VRP) έχει χαρακτηριστεί ως μία από τις μεγάλες επιτυχίες στην ιστορία της επιχειρησιακής έρευνας, για πάνω από πενήντα χρόνια, παρέχοντας και διευκολύνοντας, τη βέλτιστη λειτουργία και το σχεδιασμό λύσεων για στόλους οχημάτων σε μεγάλο αριθμό εφαρμογών μεταφορικών συστημάτων. Το VRP διατυπώθηκε ως μοντέλο μαθηματικού προγραμματισμού από τους Dantzig και Ramser (1959).

Το πρόβλημα παρουσιάστηκε αρχικά για να περιγράψει μια πραγματική εφαρμογή σχετικά με τη βέλτιστη δρομολόγηση ενός στόλου φορτηγών μεταφοράς βενζίνης μεταξύ ενός τερματικού σταθμού υγρού χύδην φορτίου και ενός μεγάλου αριθμού σταθμών-πρατηρίων που τροφοδοτούνται από το σταθμό [19]. Το επόμενο ορόσημο συνέβη λίγα χρόνια αργότερα, όταν οι Clarke και Wright (1964) πρότειναν έναν πραγματικό ευρετικό αλγόριθμο που βελτίωσε την προσέγγιση του Dantzig-Ramser. Συγκεκριμένα οι Clark και Wright πρότειναν μια ευρετική μέθοδο προσέγγισης της λύσης.

Το 1981, Οι Lenstra και Rinnooy Kan απέδειξαν ότι το VRP ανήκει σε μια κλάση πολυπλοκότητας που χρησιμοποιείται για την περιγραφή ορισμένων τύπων προβλημάτων λήψης αποφάσεων που λέγονται NP-hard. Πρόκειται για σύνολο προβλημάτων τα οποία είναι συνδυαστικής βελτιστοποίησης και ο χρόνος προσέγγισης λύσης αυξάνει εκθετικά με το μέγεθός τους. Ως εκ τούτου, η εύρεση ενός αλγορίθμου για την επίλυση κάθε NP-hard προβλήματος είναι δύσκολη, ενώ πολλοί από τους αλγόριθμους που χρησιμοποιούνται θεωρούνται σκληροί (μεγάλος υπολογιστικός χρόνος επίλυσης).

Αργότερα η εφαρμογή του VRP επεκτάθηκε και σε άλλα προβλήματα. Οι Dulac et al (1980) και Charleau et al (1985) πρότειναν λύσεις για τη δρομολόγηση σχολικών λεωφορείων σε αστικές περιοχές, διαχωρίζοντας το πρόβλημα σε δύο στάδια, της ανάθεσης και της δρομολόγησης. Η διακίνηση αγαθών σε μια μεγάλη πόλη ερευνήθηκε επίσης το 1990. Τις τελευταίες δεκαετίες, εκτεταμένες μελέτες σχετικά με τα μοντέλα VRP και τις λύσεις τους έχουν διεξαχθεί και αναφερθεί. Η έρευνα έχει φτάσει στο σημείο ώστε να έχουν μελετηθεί αρκετές παραλλαγές όπως για παράδειγμα η δρομολόγηση με ετερογενή στόλο οχημάτων (Gendreau et al., 1999), η δρομολόγηση με ανάγκη εξυπηρέτησης σε προκαθορισμένα χρονικά παράθυρα (Cordeau et al., 2002), η δρομολόγηση για ταυτόχρονη διανομή και συλλογή αγαθών (Desaulniers et al., 2002), η περιοδική και η στοχαστική δρομολόγηση οχημάτων (Cordeau et al., Networks, 1997) η «πράσινη» δρομολόγηση (Demir et al. 2014, European Journal of Operational Research) [20]. Πρόκειται για πρόσφατο τομέας έρευνας που ενσωματώνει την κατανάλωση ενέργειας και τον έλεγχο των εκπομπών ρύπων στο πλαίσιο της δρομολόγησης.

Επιπλέον, πολλές διαφορετικές μέθοδοι και τεχνικές προσέγγισης έχουν χρησιμοποιηθεί για την επίλυση με μαθηματικά μοντέλα.

Έχουν χρησιμοποιηθεί αλγόριθμοι ακριβείας, ευρετικοί και μεθευρετικοί αλγόριθμοι επίλυσης (π.χ γενετικοί αλγόριθμοι), στα διάφορα υπολογιστικά μοντέλα και εργαλεία. Στην πράξη έχει διαπιστωθεί ότι οι ευρετικοί αλγόριθμοι δίνουν καλύτερα αποτελέσματα προσέγγισης της λύσης ενώ οι ακριβείς είναι για περιπτώσεις με λιγότερα δεδομένα και γενικά για πιο μικρά προβλήματα. Οι περιπτώσεις προβλημάτων δρομολόγησης που μπορούν να επιλυθούν με συνέπεια από τους πιο αποτελεσματικούς ακριβείς αλγόριθμους που έχουν προταθεί μέχρι τώρα περιέχουν περίπου 50 πελάτες (σημεία ζήτησης), ενώ μεγαλύτερες περιπτώσεις μπορούν να προσεγγιστούν βέλτιστα μόνο σε συγκεκριμένες περιπτώσεις.

Αξίζει να αναφερθεί ότι το πρόβλημα δρομολόγησης οχημάτων είναι περίπλοκο πρόβλημα οπότε τα αποτελέσματα των υπολογιστικών μεθόδων οδηγούν σε μια προσεγγιστική λύση, δηλαδή δεν λύνεται ακριβώς υπό την αυστηρή μαθηματική έννοια. Τα θεμέλια των πολλών προσεγγίσεων για το VRP προέκυψαν από την εκτενή και επιτυχημένη εργασία που έγινε για την ακριβή λύση του TSP. Ωστόσο, ακόμη και αν έχει σημειωθεί τεράστια πρόοδος σε σχέση με τους πρώτους αλγορίθμους, όπως η μέθοδος αναζήτησης δέντρων από Christofides et al.(1981), το VRP απέχει πολύ από το να επιλυθεί ικανοποιητικά (πλήρως).

Οι Toth & Vigo (2014) [21] προκειμένου να βοηθήσουν στην αναγνώριση των ειδικών χαρακτηριστικών ενός VRP που κάποιος θέλει να μοντελοποιήσει και να λύσει, πρότειναν ταξινομήση για τα προβλήματα δρομολόγησης και μεταφοράς αγαθών σύμφωνα με:

- τη δομή του (οδικού) δικτύου
- το είδος των αιτημάτων μεταφοράς
- τα χαρακτηριστικά του στόλου
- τους περιορισμούς που επηρεάζουν τη δρομολόγηση
- την αβεβαιότητα και τη μεταβλητότητα των συνθηκών του συστήματος.
- τους στόχους βελτιστοποίησης

Η δομή του δικτύου εξαρτάται από σημεία στο χώρο, δηλ.τοποθεσίες στις οποίες πρέπει να παραδοθούν τα αγαθά. Τα υπολογιστικά συστήματα μπορούν να λάβουν αυτές τις θέσεις ως κόμβους (node routing problems) ή ως τμήματα δρόμου που καλούνται συνδέσεις (arc routing problems).

Εκτός από τη διανομή αγαθών από την αποθήκη στους πελάτες, η μορφή των **αιτημάτων μεταφοράς** μπορεί να είναι συλλογή αγαθών από τους πελάτες (π.χ. στο άρθρο των Sankaran et al.1994 [22], για τη συλλογή ακατέργαστου γάλακτος,) δηλαδή από διάφορα

σημεία στην αποθήκη, ή και ταυτόχρονη συλλογή και διανομή αγαθών (**VRPPD**-Vehicle Routing Problem with Pick-up & Delivery). Οι συλλογές ονομάζονται συχνά pick-ups.

Ειδική περίπτωση του VRPPD αποτελεί το **VRPB** (Vehicle Routing Problem with Backhauls). Σε αυτή την παραλλαγή κάθε όχημα σε κάθε διαδρομή πραγματοποιεί πρώτα το σύνολο των παραδόσεων και στη συνέχεια πριν επιστρέψει στην αποθήκη επισκέπτεται τους πελάτες από τους οποίους έχει να παραλάβει τα επιστρεφόμενα προϊόντα.

Επίσης, κάποιες φορές η υπηρεσία δεν είναι ούτε συλλογή ούτε παράδοση, αλλά απλή επίσκεψη (simple visit) σε πελάτη ή τοποθεσία (για παράδειγμα, τεχνικοί που πρέπει να επιδιορθώσουν κάποια συσκευή ή νοσηλευτές να φροντίσουν ηλικιωμένους στα σπίτια τους).

Το κλασικό VRP διαχειρίζεται έναν στόλο από πανομοιότυπα οχήματα που έχουν βάση την ίδια αποθήκη/κέντρο διανομής. Υπάρχει όμως δυνατότητα να υλοποιηθεί και για στόλους οχημάτων που σταθμεύουν σε διαφορετικές αποθήκες ή οχήματα (όχι ενός τύπου) που έχουν **διαφορετικά χαρακτηριστικά** όσον αφορά την χωρητικότητα, το κόστος, την ταχύτητα και την ικανότητα φόρτωσης (θέσεων φορτίου και πρόσβασης των μηχανημάτων). Εάν ο **στόλος των οχημάτων** είναι ομοιογενής, αλλά τα οχήματα ξεκινούν και τελειώνουν τις διαδρομές τους σε διαφορετικές αποθήκες, το προκύπτον πρόβλημα είναι γνωστό ως VRP πολλαπλών αποθηκών (Multiple Depot Vehicle Routing Problem-**MDVRP**) όπως στο άρθρο των Renaud et al.(1996) [23]. Εάν ο στόλος των οχημάτων αποτελείται από περισσότερους του ενός διαφορετικούς τύπους οχημάτων, τότε το πρόβλημα ανήκει στην δρομολόγηση ετερογενούς ή μικτού στόλου (Heterogeneous or mixed Fleet VRP-**HFVRP**).

Στους **περιορισμούς που επηρεάζουν τη δρομολόγηση**, εξετάζονται θέματα σχετικά με τη χωρητικότητα του οχήματος, το επιτρεπτό συνολικό μήκος της διανυθείσας διαδρομής, τα χρονοδιαγράμματα υλοποίησης των αιτημάτων, την επαναχρησιμοποίηση των οχημάτων και τους διάφορους συνδυασμούς αυτών των περιορισμών που συμβαίνουν στην πράξη.

Οι περιορισμοί χωρητικότητας ανήκουν στον πιο βασικό τύπο περιορισμών (**CVRP**-Capacitated VRP), αφού είναι κατανοητό ότι κάθε ζήτηση σημείο αλλά και η συνολική μιας διαδρομής δε μπορούν να ξεπερνούν τη μεταφορική ικανότητα του οχήματος ($\sum d_i \leq Q \ \forall i \in V$). Οι πρακτικά πιο χρήσιμοι περιορισμοί είναι αυτοί που σχετίζονται με τον προγραμματισμό, δηλαδή την ποιότητα της μεταφορικής υπηρεσίας όπου εκτός από την εξέταση των χρόνων ταξιδιού, εξυπηρέτησης και αναμονής, η εξυπηρέτηση των πελατών δεσμεύεται από περιορισμούς χρονικού διαστήματος (χρονικά παράθυρα). Στο άρθρο των Cordeau et al. (2002) [24] δίνεται ένας χρόνος διαδρομής και ένα χρονικό παράθυρο $[a_i, b_i]$ για κάθε σημείο εξυπηρέτησης (Vehicle Routing Problem with Time Windows - **VRPTW**).

Πιθανώς οι πιο σύνθετοι περιορισμοί προγραμματισμού σχετίζονται με τους κανόνες οδήγησης. Για παράδειγμα, η πολύ προχωρημένη προσέγγιση των Kok et al. [25] λαμβάνει υπόψη τους κανόνες οδήγησης που ορίζονται από την Ευρωπαϊκή Ένωση², για το συνολικό χρόνο συνεχούς οδήγησης (έως 4.5 ώρες), και τις ώρες εργασίας ανά ημέρα (μέγιστο 9 ώρες).

Η αβεβαιότητα των συνθηκών ενός συστήματος είναι πολύ σημαντική παράμετρος.

Γενικά, ένα πρόβλημα είναι:

- Στατικό, όταν μελετά γεγονότα και χαρακτηριστικά στο επίπεδο του σχεδιασμού. Τα στατικά προβλήματα περιλαμβάνουν κυρίως θέματα που αφορούν τη βέλτιστη δρομολόγηση οχημάτων για τη μεταφορά των προϊόντων, με όλα τα χαρακτηριστικά του προβλήματος να είναι γνωστά .
- Δυναμικό, εάν κατά τη λειτουργία διατίθενται νέες ή όλες οι σχετικές πληροφορίες σχετικά με τις συνθήκες του συστήματος. Στο δυναμικό VRP, οι πληροφορίες αποκαλύπτονται γενικά με την πάροδο του χρόνου όπως οι τοποθεσίες προς εξυπηρέτηση και οι απαιτήσεις των πελατών (Psaraftis et al. 2006) ενώ μπορεί επίσης μερικές πληροφορίες από αυτές να είναι πιθανώς γνωστές εκ των προτέρων. Όπως περιγράφεται και από Min et al, (1998) κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης του δρομολογίου τα γεγονότα δημιουργούν χρονικές αποκλίσεις από το σχεδιασμένο πλάνο διανομής.
- Στοχαστικό, εάν οι συνθήκες του συστήματος είναι αβέβαιες ή τυχαίες, αλλά η αβεβαιότητα περιγράφεται από μια δεδομένη κατανομή πιθανοτήτων (Stochastic Vehicle Routing Problem-SVRP).

Τα VRPs θεωρούνται κυρίως ως προβλήματα ελαχιστοποίησης του κόστους δρομολόγησης και της διανυθείσας απόστασης. Ωστόσο, **οι στόχοι βελτιστοποίησης** μπορεί να είναι μεμονωμένοι, στόχοι ιεραρχικής δομής, πολλοί στόχοι και στόχοι με πολλαπλά κριτήρια.

Η ελαχιστοποίηση του μήκους διαδρομής και της χρονικής διάρκειας μεταφοράς είναι γενικά αντιφατικοί στόχοι. Επιπλέον, η ελαχιστοποίηση του αριθμού των οχημάτων που χρησιμοποιούνται είναι επίσης σημαντική.

Δεδομένου ότι η χρήση οχημάτων και οδηγών συνεπάγεται συνήθως υψηλό πάγιο κόστος, ένας κοινός **ιεραρχικός τρόπος βελτιστοποίησης** είναι ο ελάχιστος αριθμός των οχημάτων και στη συνέχεια, με τον αριθμό των οχημάτων που έχουν προσδιοριστεί βελτιστοποιείται ένας ακόμα στόχος.

² European Regulation (EC) No. 561/2006, Directive 2002/15/EC

Για παράδειγμα, η βιβλιογραφία ευρετικών και εξελικτικών αλγορίθμων για το VRPTW χρησιμοποιεί κατά κύριο λόγο αυτό το μοντέλο ιεραρχικής βελτιστοποίησης με ελαχιστοποίηση του μήκους διαδρομής ως δεύτερο στόχο (Bräysy και Gendreau [26],[27]). Η έρευνα από τους Jozefowicz et al.[28] παρέχει μια συνολική εικόνα της βελτιστοποίησης πολλαπλών στόχων σε προβλήματα δρομολόγησης.

Στο άρθρο των Szczepańska et al.(2017) συνδυάζεται η υπολογιστική προσομοίωση και η βελτιστοποίηση με πολλά κριτήρια για τη μεταφορά αγαθών σε αστικό περιβάλλον [29]. Κάθε μέρα, οι επιχειρήσεις πρέπει να παραδίδουν αγαθά και υπηρεσίες σε πελάτες σε όλη την πόλη. Κάθε οδηγός φορτηγών χρειάζεται μια διαδρομή για το πώς θα κάνει πιο αποτελεσματική μεταφορά για την εταιρία αλλά και ικανοποιητική παράδοση στον κάθε πελάτη. Σκοπός της μεταφορικής διαδικασίας είναι να διαχειρίζεται όσο το δυνατόν καλύτερα τους πόρους (οδηγούς/οχήματα) ώστε να δημιουργεί διαδρομές που εξοικονομούν κόστος και αυξάνουν την εξυπηρέτηση των πελατών.

Συνοψίζοντας, είναι αντιληπτό ότι το πρόβλημα δρομολόγησης οχημάτων είναι πρόβλημα σύνθετου μαθηματικού προγραμματισμού με πληθώρα στόχων, παραμέτρων και περιορισμών που απαιτούν συνδυαστική βελτιστοποίηση. Το VRP μετατρέπεται σε ένα πρόβλημα σχεδιασμού διαδρομών οχημάτων γνωστής χωρητικότητας, με στόχο την διανομή των προϊόντων στους πελάτες, σε συγκεκριμένο χρόνο, για ικανοποίηση της ζήτησης. Οι στόχοι του VRP είναι να προσδιορίσει τη μικρότερη συνολική απόσταση ή χρόνο για την εξυπηρέτηση όλων των πελατών ΚΑΙ τον ελάχιστο αναγκαίο αριθμό οχημάτων.

Λιγότερα οχήματα υποδηλώνουν μείωση του στόλου και κατά συνέπεια μείωση του συνολικού κόστους της επιχείρησης. Σύμφωνα με Ho et al., (2007) τελικός συνδυαστικός στόχος του VRP είναι να αυξηθεί η αποτελεσματικότητα των παραδόσεων και η ικανοποίηση των πελατών και να μειωθεί το κόστος των επιχειρήσεων [30].

Η δρομολόγηση στο πλαίσιο της εφοδιαστικής, είναι απαραίτητη για την αποδοτική ροή των αγαθών. Επομένως, όσον αφορά τη διαχείριση της μεταφοράς των εμπορευμάτων, η διαδικασία της δρομολόγησης συνιστά καθοριστικό παράγοντα. Η δρομολόγηση εφαρμόζεται σε όλα τα μεταφορικά/οδικά δίκτυα (Transportation Networks). Σύμφωνα με Laporte et al.(2016) [31], η δρομολόγηση διακρίνεται σε στρατηγική, περιοδική, επιχειρησιακή και δυναμική, [32] :

Στη **στρατηγική δρομολόγηση** καταστρώνονται δρομολόγια, για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα έως και 12 μήνες, λαμβάνοντας υπόψη τις διακυμάνσεις της ζήτησης και όλων των στοχαστικών παραμέτρων που υπεισέρχονται. Η στρατηγική δρομολόγηση σε δίκτυα διανομής είναι αναγκαία, διότι τα δρομολόγια δεν μπορεί να έχουν μεγάλη διαφοροποίηση, ακόμα και εάν κάποιος προτείνει κάτι τέτοιο για την εξοικονόμηση.

Η **περιοδική δρομολόγηση** είναι υποπερίπτωση της στρατηγικής. Αναζητούνται δρομολόγια για μεγάλο χρονικό διάστημα, αλλά διαφορετικά ανάλογα την ημέρα (π.χ. ξεχωριστά δρομολόγια για κάθε ημέρα της εβδομάδας). Σε αυτή την περίπτωση, δεν εξυπηρετούνται κάθε μέρα οι ίδιοι πελάτες, αλλά το δρομολόγιο για μια συγκεκριμένη ημέρα παραμένει το ίδιο για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Η **επιχειρησιακή δρομολόγηση** είναι αυτή που πραγματοποιείται κάθε ημέρα. Λαμβάνει υπόψη τα δρομολόγια για την συγκεκριμένη ημέρα μαζί με τη ζήτηση των πελατών που πρέπει να εξυπηρετηθούν και κάνει σχεδιασμό βάσει των περιορισμών για να εξάγει τα δρομολόγια που πρέπει να ακολουθηθούν.

Η **δυναμική δρομολόγηση** αποτελεί την κατάσταση δρομολόγησης πραγματικού χρόνου δηλαδή περιλαμβάνει την περίπτωση αλλαγής ή μεταβολής του σχεδιασμού μετά την έναρξη της δρομολόγησης. Η αποτελεσματικότητα της στηρίζεται στην άρτια γνώση της κατάστασης του οδικού δικτύου, των θέσεων των οχημάτων και των ζητήσεων των πελατών οποιαδήποτε χρονική στιγμή. Ως εκ τούτου, είναι αναγκαία η χρήση σύγχρονου εξοπλισμού τηλεματικής και δορυφορικών συστημάτων. Πραγματοποιείται επαναδρομολόγηση οχημάτων σε περίπτωση έκτακτων αναγκών, όπως η μεγάλη καθυστέρηση εξυπηρέτησης πελατών, η ακινητοποίηση οχήματος από βλάβη, η κυκλοφοριακή συμφόρηση σε κεντρικούς δρόμους και οι νέες παραγγελίες από πελάτες αυξημένης βαρύτητας.

Μελετώντας τις μεταφορικές διαδικασίες των εταιριών, στους **βασικούς στόχους της δρομολόγησης** περιλαμβάνονται :

- Η ελαχιστοποίηση της απόστασης που συνολικά διανύεται από τα οχήματα, η οποία εκτός ότι συντελεί στο στόχο μείωσης του στόλου, αντιπροσωπεύει και τη μείωση του (μεταβλητού) μεταφορικού κόστους για την κίνηση.
- Η ελαχιστοποίηση του χρόνου στον οποίο πραγματοποιούνται τα δρομολόγια, αυξάνει την ικανοποίηση των πελατών αλλά και την επίτευξη νέων στόχων των εταιριών.
- Η ελαχιστοποίηση του συνολικού στόλου οχημάτων, είτε σε αριθμό είτε σε σύνολο χωρητικότητας, οδηγεί σε οικονομίες κλίμακας, ενώ πρέπει να συνυπολογίζεται η εξοικονόμηση από τους λιγότερους οδηγούς και τις μικρότερες εγκαταστάσεις, τα οποία είναι κατά βάση σταθερά κόστη.
- Στόχος ικανοποίησης του συνόλου της ζήτησης (ποσοτικά και χρονικά)

Το ιδανικό για την εταιρεία είναι, συνδυάζοντας τη μείωση οχημάτων και τη μείωση της απόστασης, να πετύχει το **βέλτιστο μεταφορικό κόστος**, λαμβάνοντας υπόψη και όλους τους περιορισμούς. Το κόστος συντήρησης του στόλου οχημάτων είναι σταθερό κόστος, ενώ το κόστος για την κίνησή τους στις διαδρομές είναι μεταβλητό κόστος. Όπως γίνεται αντιληπτό, η ελαχιστοποίηση και των δύο οδηγεί σε ελαχιστοποίηση του συνολικού κόστους. Προφανώς, η εταιρεία οφείλει να ικανοποιεί τους πελάτες της στο βαθμό που ορίζει η πολιτική της, δηλαδή μπορεί να υπάρχει ο στόχος ικανοποίησης του συνόλου της ζήτησης ή όχι. Εκτός από τα πληροφοριακά συστήματα που χρησιμοποιεί η επιχείρηση, **για τη βέλτιστη δρομολόγηση**, τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται πρέπει να είναι πραγματικά και να προέρχονται τόσο από τους πελάτες όσο και από την περιοχή, αλλά χρειάζεται ακόμα:

- Να λαμβάνεται υπόψη η ποιότητα του οδικού δικτύου.
- Να αξιοποιείται στο μέγιστο το προσωπικό και ο μηχανολογικός εξοπλισμός.
- Να βελτιώνεται το επίπεδο εξυπηρέτησης πελατών.
- Να ελαττώνεται η επιβάρυνση του περιβάλλοντος (εκπομπές καυσαερίων).
- Να προασπίζεται η ασφάλεια των μεταφερομένων (μείωση κινδύνου ατυχήματος)

Η αποτελεσματική δρομολόγηση είναι ένα εργαλείο λήψης αποφάσεων, προγραμματισμού λειτουργιών και ανάπτυξης της εταιρικής στρατηγικής, ώστε να αυξηθεί η αποδοτικότητα και τα κέρδη. Η μείωση του λειτουργικού κόστους συνδυάζεται με αύξηση της παραγωγικότητας. Το **λειτουργικό κόστος** ελαττώνεται με τη μείωση των χιλιομετρικών αποστάσεων, που συνεπάγεται μείωση στα έξοδα συντήρησης, ανταλλακτικών, καυσίμων κ.α. Επιπλέον, με καλύτερη κατανομή του έργου επιτυγχάνεται η χρησιμοποίηση λιγότερων οχημάτων και πρόσθετη εξοικονόμηση μισθών και κεφαλαίων. Η επιχείρηση οδηγείται σε αυξημένη **αποδοτικότητα**, όταν ελαττώνεται ο χρόνος παραδόσεων και παραλαβών, χρησιμοποιούνται βέλτιστες διαδρομές και ελάχιστοι πόροι (οχήματα, προσωπικό).

2.2 Κύριες Κατηγορίες Προβλημάτων Δρομολόγησης Οχημάτων

Τα προβλήματα δρομολόγησης καλούνται να λάβουν υπόψη τους διαφορετικά δεδομένα, καθώς και διαφορετικούς περιορισμούς. Για το λόγο αυτό έχουν αναπτυχθεί διαφορετικά είδη VRP, τα οποία κατά περίπτωση προσεγγίζουν αυτές τις παραλλαγές.

Προβλήματα Δρομολόγησης Οχημάτων Καθορισμένης Χωρητικότητας

Στο πρόβλημα δρομολόγησης οχημάτων με περιορισμένη χωρητικότητα (**CVRP-Capacitated Vehicle Routing Problems**) υπάρχει ένα σύνολο πελατών που η ζήτηση τους είναι προκαθορισμένη. Το χαρακτηριστικό αυτό, όπου οι ζητήσεις είναι ντετερμινιστικές (γνωστές) και δεν υπάρχει αβεβαιότητα το κάνει ένα στατικό πρόβλημα. Τα οχήματα είναι όμοια μεταξύ τους (ίδιας χωρητικότητας), εκκινούν από την κεντρική αποθήκη και εκτελούν το δρομολόγιο τους με μοναδικούς περιορισμούς, τους περιορισμούς χωρητικότητας. Με λίγα λόγια το CVRP είναι ένα VRP με το επιπλέον στοιχείο ότι κάθε οχήμα έχει ένα ανώτατο όριο χωρητικότητας ενός συγκεκριμένου αγαθού. Μπορεί να υπάρχουν αρκετοί περιορισμοί της χωρητικότητας που σχετίζονται με το βάρος, το φορτίο (π.χ. παλέτες) και τον όγκο (π.χ. m^3). Σύμφωνα με τους Hasle & Kloster (2006), αλλά και τον Toth (2002), το CVRP αποτελεί τη βασική έκδοχή του προβλήματος δρομολόγησης οχημάτων.

Στόχος: Ο στόχος είναι η ελαχιστοποίηση της διαδρομής των οχημάτων με το σύνολο της ζήτησης των προϊόντων για κάθε διαδρομή να μην υπερβαίνει τις δυνατότητες του οχήματος, το οποίο εξυπηρετεί την εκάστοτε διαδρομή.

- Εφικτότητα: Μια λύση είναι εφικτή, εάν η συνολική ποσότητα που διατίθεται για την κάθε διαδρομή δεν υπερβαίνει την ικανότητα του οχήματος, το οποίο εξυπηρετεί την διαδρομή.
- Διατύπωση: Το Q χαρακτηρίζει την χωρητικότητα του οχήματος. Η συνολική ζήτηση από όλους τους πελάτες που παρέχονται σε μια διαδρομή δεν υπερβαίνει την χωρητικότητα του οχήματος ($\sum d_i \leq Q$).

Το πρόβλημα μπορεί να διατυπωθεί μαθηματικά ως εξής:

Έστω ότι $i=1$ είναι η κεντρική αποθήκη ή το κέντρο διανομής. Τότε $i=2,3,4,\dots,n$ (ομοίως και j) θα είναι οι πελάτες. Το όχημα πηγαίνει από μια θέση i σε μια άλλη j . Θεωρούμε ότι κάθε πελάτης i έχει ζήτηση d_i και το κόστος μετάβασης από τον πελάτη i στον j ορίζεται ως C_{ij} . Η εταιρία διαθέτει K οχήματα που εκτελούν τις μεταφορές, όπου σε κάθε όχημα θα αντιστοιχεί μια διαδρομή η οποία ξεκινάει και καταλήγει στο κέντρο διανομής [33].

Σύμφωνα με Ahuja et al.(1993) το δίκτυο προς δρομολόγηση οχημάτων έχει:

- A το σύνολο των τόξων (i,j) (συνδέσμων) του δικτύου
- n ο συνολικός αριθμός των κόμβων του δικτύου
- K ο συνολικός αριθμός οχημάτων

Q η χωρητικότητα του κάθε οχήματος,

d_i η ζήτηση σε κάθε κόμβο i .

c_{ij} το κόστος διαδρομής κάθε σύνδεσης (i,j) (όπου $(i,j) \in A$)

Οι μεταβλητές απόφασης είναι οι ακόλουθες:

x_{ij}^k : παίρνει την τιμή 1 εάν το όχημα k οδεύει από τη θέση i στη θέση j , αλλιώς παίρνει την τιμή 0

Y_{ij} : παίρνει την τιμή 1 εάν κάποιο όχημα οδεύει από τη θέση i στη θέση j , αλλιώς 0

Μαθηματική διατύπωση:

$$\text{Αντικειμενική συνάρτηση} \rightarrow \min : \sum_{k=1}^K \sum_{(i,j) \in A} c_{ij} x_{ij}^k$$

υπό τους περιορισμούς :

$$\sum_{k=1}^K x_{ij}^k = y_{ij} \quad (i, j) \in A, \quad (1)$$

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

$$\sum_{i=1}^n y_{ij} = 1 \quad j = 1, \dots, n, \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^n y_{1j} = K \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^n y_{i1} = K \quad (5)$$

$$\sum_{i=2}^n \sum_{j=1}^n d_i x_{ij}^k \leq Q \quad k = 1, \dots, K, \quad (6)$$

$$\sum_{i \in u} \sum_{j \in u} y_{ij} \leq |u| - 1 \quad \forall u \subseteq \{2, 3, \dots, n\} \quad (7)$$

$$y_{ij}, x_{ij}^k \in \{0, 1\} \quad (i, j) \in A, k = 1, \dots, K. \quad (8)$$

Η αντικειμενική συνάρτηση αναφέρεται στην ελαχιστοποίηση του συνολικού κόστους μεταφοράς, το οποίο εξαρτάται από την συνολική διανυθείσα απόσταση όλων των οχημάτων.

Περιορισμοί:

Το πρώτο σύνολο περιορισμών δείχνει ότι υπάρχει το πολύ ένα όχημα που ταξιδεύει από τη θέση i στη θέση j (για όλα τα $(i, j) \in A$). Οι περιορισμοί (2) και (3) δείχνουν ότι κάθε τοποθεσία πελάτη επισκέπτεται ακριβώς μία φορά. Ένα όχημα θα εισέλθει και θα εγκαταλείψει μια πόλη ακριβώς μία φορά. Το τέταρτο και το πέμπτο σύνολο περιορισμών δείχνουν ότι θα υπάρχουν ακριβώς K οχήματα που εξέρχονται από την αποθήκη και ακριβώς K οχήματα επιστρέφουν σε αυτή. Η σχέση (6) δείχνει ότι η χωρητικότητα του οχήματος δεν πρέπει να παραβιάζεται.

Κανένα όχημα δεν δύναται να εξυπηρετήσει έναν πελάτη του οποίου η ζήτηση υπερβαίνει τη χωρητικότητα του οχήματος.

Το 7^ο σύνολο περιορισμών είναι οι περιορισμοί κατάργησης υπο-διαδρομής. Διασφαλίζεται ότι κάθε όχημα θα κάνει μια ακριβώς διαδρομή. Η τελευταία σχέση περιορισμών εκφράζει ότι όλες οι μεταβλητές απόφασης είναι δυαδικές (0 ή 1) όπως αναφέρθηκε πιο πάνω.

Προβλήματα Δρομολόγησης Οχημάτων με Χρονικά Παράθυρα

Το πρόβλημα δρομολόγησης οχημάτων με χρονικά παράθυρα (**VRPTW-Vehicle Routing Problems with Time Windows**) είναι επέκταση του προβλήματος δρομολόγησης οχημάτων με περιορισμένη χωρητικότητα (CVRP). Υπάρχει ένα σύνολο τοποθεσιών-πελατών, οι οποίοι πρέπει να εξυπηρετηθούν από ένα σύνολο οχημάτων που ξεκινάνε από ένα κέντρο διανομής. Το όχημα πρέπει να παραδώσει το φορτίο και ο πελάτης καθορίζει μια χρονική περίοδο (time window = χρονικό παράθυρο) στην οποία πρέπει να πραγματοποιηθεί η συναλλαγή.

Η ύπαρξη των χρονικών παραθύρων, έχει νόημα αφού μπορεί να είναι συγκεκριμένες οι ώρες που ο πελάτης μπορεί να παραλάβει, ή η εταιρία/τοποθεσία να είναι προσεγγίσιμη. Πρέπει να τηρούνται τα χρονικά παράθυρα και να ελαχιστοποιείται το συνολικό μήκος των διαδρομών. Μερικές από τις πιο χρήσιμες εφαρμογές του VRPTW είναι οι ταχυδρομικές διανομές, η εξυπηρέτηση βιομηχανικών περιοχών ή εμπορικών καταστημάτων, τα δρομολόγια σχολικού λεωφορείου.

Ο συμβολισμός των νέων μεταβλητών έχει ως εξής:

Χρονικό παράθυρο = $[a_i, b_i]$, Χρόνος ταξιδιού = t_{ij} , Χρόνος εξυπηρέτησης = s_i ,

Ο στόχος είναι η δημιουργία K εφικτών διαδρομών τέτοιες ώστε να επιβάλλονται οι εξής περιορισμοί:

- Κάθε πελάτης επισκέπτεται από μόνο ένα όχημα (μία μόνο διαδρομή)
- Το άθροισμα των ζητήσεων των πελατών μιας διαδρομής δεν ξεπερνά τη χωρητικότητα C του οχήματος.
- Η εξυπηρέτηση κάθε πελάτη i , πρέπει να γίνει μέσα στο χρονικό παράθυρο $[a_i, b_i]$, και διαρκεί χρόνο s_i .

Χρονικά Παράθυρα και Προγραμματισμός:

Τα χρονικά παράθυρα μπορεί να είναι είτε αυστηρά (hard), όταν δεν μπορούν να παραβιαστούν, είτε ευέλικτα (soft), δηλαδή να μπορούν να παραβιαστούν πιθανόν με κάποιες κυρώσεις είτε απλά με χρονοκαθυστέρηση. Στην περίπτωση που είναι εύκαμπτα και το όχημα φτάσει νωρίτερα από την χρονική στιγμή που ορίζει ο πελάτης, θα πρέπει να περιμένει μέχρι την ώρα που ξεκινά το time window (υπάρχει χρόνος αναμονής).

Προβλήματα Δρομολόγησης Οχημάτων με Συλλογές & Παραδόσεις Αγαθών

Το πρόβλημα δρομολόγησης οχημάτων με παραλαβή και διανομή προϊόντων κατά τη διάρκεια της διαδρομής (**VRPPD-Vehicle Routing Problems with Pickup and Delivery**), είναι πιο σύνθετο πρόβλημα από το CVRP, αφού λαμβάνει υπόψη και την επιστροφή προϊόντων από τους πελάτες. Σε αυτό το μοντέλο, τα οχήματα πρέπει να εξυπηρετήσουν κάποιους πελάτες και από άλλους να παραλάβουν, ενώ υπάρχει επίσης περίπτωση ένας πελάτης να επιθυμεί ταυτόχρονα και παραλαβή και παράδοση κάποιων αγαθών. Κατά συνέπεια, θα πρέπει να προβλεφθεί ικανοποιητικός χώρος στο όχημα, που θα επιτρέπει την παραλαβή και τοποθέτηση των επιστρεφόμενων αγαθών σε αυτό. Ο εν λόγω περιορισμός αποτελεί και τη δυσκολία του συγκεκριμένου προβλήματος, καθώς μπορεί να οδηγήσει σε εσφαλμένη διαχείριση της χωρητικότητας των οχημάτων, ενώ υπάρχει η πιθανότητα να απαιτούνται είτε περισσότερα οχήματα, είτε τα υπάρχοντα να πρέπει να εκτελέσουν περισσότερες διαδρομές. Επιπλέον, το VRPB (Vehicle Routing Problem with Backhauls) αποτελεί υποπερίπτωση του VRPPD όπου κάθε όχημα πραγματοποιεί πρώτα το σύνολο των παραδόσεων και στη συνέχεια τις παραλαβές.

Στοχαστικά Προβλήματα Δρομολόγησης Οχημάτων

Η ανάγκη για αποδοτικές λύσεις από άποψη κόστους σε αβέβαιες ή τυχαίες συνθήκες οδήγησε στην εμφάνιση στοχαστικών προσεγγίσεων προβλημάτων δρομολόγησης (**SVRP-Stochastic Vehicle Routing Problems**). Η εισαγωγή αβεβαιότητας στα προβλήματα βελτιστοποίησης επιτυγχάνεται με στοχαστικές παραμέτρους στη μοντελοποίηση. Ως στοχαστικές παράμετροι λαμβάνονται η ζήτηση, ο χρόνος και οι πελάτες. Αυτές οι παράμετροι μπορούν να περιγραφούν με κατανομή πιθανοτήτων (probabilistic distributions), τυχαίες μεταβλητές (random variables) ή με τη χρήση σεναρίων³⁴.

Με τον όρο **VRPSD** (Vehicle Routing Problems with Stochastic Demands) περιγράφονται τα προβλήματα δρομολόγησης στόλου οχημάτων που θεωρούν αβεβαιότητα στη ζήτηση των πελατών. Η αβεβαιότητα και η τυχαιότητα της ζήτησης των πελατών εκφράζεται συνήθως από μια στατιστική πιθανοτική κατανομή κατά το σχεδιασμό των δρομολογίων.

Συνοψίζοντας, παρά το μεγάλο όγκο έρευνας που έχει πραγματοποιηθεί στη δρομολόγηση στόλου οχημάτων, δεν υπάρχει ένας αλγόριθμος που να λύνει με βέλτιστο τρόπο κάθε πρόβλημα δρομολόγησης οχημάτων και προγραμματισμού παραδόσεων. Οι αλγόριθμοι και οι μέθοδοι που έχουν αναπτυχθεί, λύνουν με βέλτιστο τρόπο συγκεκριμένες κατηγορίες προβλημάτων δρομολόγησης στόλου οχημάτων και χρονικού προγραμματισμού, αντιμετωπίζοντας ένα ζήτημα τη φορά ώστε να ελαχιστοποιήσουν τον αριθμό μεταβλητών που χρησιμοποιούν.

2.3 Οργανισμοί Έρευνας στη Δρομολόγηση και την Εφοδιαστική

Το υψηλό ενδιαφέρον της διεθνούς επιστημονικής κοινότητας για τις διάφορες εφαρμογές των προβλημάτων δρομολόγησης και εφοδιαστικής οφείλεται όχι μόνο στην περίφημη δυσκολία τους ως συνδυαστικά προβλήματα βελτιστοποίησης αλλά και, όπως προαναφέρθηκε, στην πρακτική σημασία τους. Ως συνέπεια, ερευνητές από τον ακαδημαϊκό και τον βιομηχανικό χώρο συμμετέχουν σε διασκέψεις και συνέδρια με παρουσιάσεις νέων αποτελεσμάτων έρευνας και εφαρμογών στο VRP.

Η βελτιστοποίηση δρομολόγησης οχημάτων αποτελεί τον πυρήνα της διαχείρισης της Εφοδιαστικής Αλυσίδας καθώς και των Μεταφορών και είναι ένας πολύ ενεργός ερευνητικός τομέας στην Επιχειρησιακή Έρευνα.

Στη Βόρειο Αμερική, όσοι ασχολούνται με αυτά τα θέματα είναι μέλη της κοινότητας Transportation Science & Logistics (TSL) στο INFORMS (Ινστιτούτο Επιχειρήσεων και Διοικητικής Επιστήμης), ενώ στην Ευρώπη έχει ιδρυθεί μέσω του EURO (Association of European Operational Research Societies) μία ερευνητική ομάδα που ονομάζεται VeRoLog.



Εικόνα 5: Επίσημη ιστοσελίδα ομάδας εργασίας VeroLog

Το **VeRoLog** προέρχεται από τα αρχικά γράμματα των λέξεων **Vehicle Routing & Logistics** και είναι μια ομάδα εργασίας που ασχολείται με θέματα βελτιστοποίησης της δρομολόγησης οχημάτων και της εφοδιαστικής εντός του Οργανισμού Ευρωπαϊκών Επιχειρησιακών Ερευνών (EURO) [35].

Ο σκοπός του VeroLog είναι να δημιουργήσει το σημείο αναφοράς για τις ενεργές ερευνητικές κοινότητες προκειμένου:

- να ευνοείται η ανάπτυξη και εφαρμογή λειτουργικών ερευνητικών μοντέλων, μεθόδων και εργαλείων στον τομέα της δρομολόγησης οχημάτων και της εφοδιαστικής.
- να ενθαρρύνεται η ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των επαγγελματιών, των τελικών χρηστών και των ερευνητών στον τομέα της δρομολόγησης οχημάτων και της εφοδιαστικής, προάγοντας την εργασία με σωστές επιστημονικές μεθόδους.
- να προωθήσει ενεργά το ενδιαφέρον για τη δρομολόγηση των οχημάτων και τα logistics στην επιστημονική κοινότητα με τη διοργάνωση ειδικών εργαστηρίων και συνεδρίων, προσφέροντας εξειδικευμένα σεμινάρια, και δημοσίευση άρθρων στα πιο σημαντικά επιστημονικά περιοδικά ,
- να διευκολύνονται οι δραστηριότητες δικτύωσης που είναι κρίσιμες για την πρόταση επιτυχημένων διεθνών ερευνητικών και βιομηχανικών σχεδίων.
- να ενισχύονται οι επαγγελματικές ευκαιρίες για τα μέλη της τόσο στον ακαδημαϊκό χώρο όσο και στον τομέα των βιομηχανιών και των επιχειρήσεων.

2.4 Υπολογιστικά Εργαλεία & Νέες Τεχνολογίες στη Δρομολόγηση Οχημάτων

Η δρομολόγηση αποτελεί απαραίτητη και βασική διαδικασία σε μεγάλο αριθμό δημόσιων και ιδιωτικών επιχειρήσεων και οργανισμών. Έχει ρόλο-κλειδί στην αποτελεσματικότητα των μεταφορών και της εφοδιαστικής αλυσίδας στον βιομηχανικό, στον εμπορικό κλάδο και στη κοινωνία γενικότερα. Η μεγάλη πολυπλοκότητα και η ύπαρξη πολλών λειτουργικών παραμέτρων των προβλημάτων της **δρομολόγησης οχημάτων** και του σχεδιασμού **δικτύων μεταφορών** καθιστά τον καθαρά ανθρώπινο σχεδιασμό ανεπαρκή για την προσέγγιση αποδοτικής λύσης. Το γεγονός αυτό κρίνει αναγκαία την χρήση υπολογιστικών συστημάτων για τη στήριξη και λήψη αποφάσεων.

Οι πιο αποτελεσματικές μέθοδοι αντιμετώπισης αυτών των προβλημάτων είναι η εφαρμογή Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων (GIS), η και η χρήση λογισμικών προσομοίωσης για στήριξη αποφάσεων καθώς και ο συνδυασμός τους. Το GIS, διαδραματίζει σπουδαίο ρόλο στην ανάλυση δικτύων μεταφορών γιατί υποστηρίζει ψηφιακή παρουσίαση και οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων και όταν συνδυάζεται με τα εργαλεία βελτιστοποίησης εξάγονται ποιοτικά χρήσιμα συμπεράσματα στην προσέγγιση προβλημάτων μεταφορών και δρομολόγησης.

Οι κύριες λειτουργίες των υπολογιστικών εργαλείων που χρησιμοποιούνται στα προβλήματα μεταφοράς αγαθών, εφοδιαστικής αλυσίδας και δρομολόγησης, βασίζονται σε ένα σύνολο παραμέτρων εισόδου και σε έναν ή παραπάνω στόχους.

Περιλαμβάνουν:

- την ανάγνωση και προβολή των δεδομένων του δικτύου
- την γεωκωδικοποίηση των σημείων ενδιαφέροντος δηλαδή των διευθύνσεων αποθηκών, εμπορευματικών κέντρων, εργοστασίων, και πελατών.
- την εισαγωγή χαρακτηριστικών των οχημάτων, των οδηγών και των πελατών.
- την μοντελοποίηση των διαδικασιών και των περιορισμών κάθε περίπτωσης.
- τον υπολογισμό των αποστάσεων, των χρόνων διαδρομής, του κόστους μεταφοράς μεταξύ των στάσεων των οχημάτων
- την προσπάθεια εύρεσης μιας εφικτής βέλτιστης λύσης ανάλογης με τη συνθήκη που έχει τεθεί ως στόχος
- την οπτικοποίηση των διαδρομών στο γραφικό περιβάλλον του λογισμικού και την καταγραφή των τελικών αποτελεσμάτων σε συγκεντρωτικό πίνακα.

Ο υπολογιστής κάνει αρκετά πιο εύκολη τη δημιουργία διαφόρων σεναρίων, την παραμετροποίηση, και την εισαγωγή των περιορισμών. Το αποτέλεσμα της λύσης μπορεί να παρασταθεί με διάφορους τρόπους καθώς και να γίνει μορφοποίηση μέσω του γραφικού περιβάλλοντος - Graphical User Interface (**GUI**) του υπολογιστικού συστήματος.

Με την χρήση πληροφοριακών συστημάτων η μεταφορική εταιρεία ελαχιστοποιεί το κόστος της, προσφέρει ανταγωνιστικές τιμές στους πελάτες της κ και καλύτερες υπηρεσίες μεταφοράς.

Οι σύγχρονες τεχνολογίες και τα πληροφοριακά συστήματα επιτρέπουν την καλύτερη οργάνωση και διαχείριση των διαδρομών. Όλη η τεχνολογική πρόοδος οδηγεί σε ακόμα πιο καινοτόμες προσεγγίσεις του προβλήματος. Επειδή στον τομέα της επίλυσης προβλημάτων δρομολόγησης η έρευνα και η τεχνογνωσία εξελίσσεται διαρκώς, πολλές εταιρίες ανάπτυξης υπολογιστικών εφαρμογών και λογισμικού έχουν δημιουργήσει υψηλής ποιότητας εμπορικά υπολογιστικά πακέτα τα οποία χρησιμοποιούνται από τις επιχειρήσεις για να βελτιστοποιήσουν τις διαδικασίες μεταφοράς και δρομολόγησης. Τα υπολογιστικά προγράμματα αυτά είναι γνωστά με τους αγγλικούς όρους Vehicle Routing Software, Fleet Management Software, Route Planning Software. Στο **Παράρτημα** παρουσιάζονται συνοπτικά κάποια εμπορικά λογισμικά μεταφοράς και δρομολόγησης (Vehicle Routing Software) τα οποία βρέθηκαν από αναζήτηση στο διαδίκτυο.

Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί και εργαλεία λογισμικού που ενσωματώνουν υπηρεσίες **τηλεματικής** με ηλεκτρονική διαβίβαση δεδομένων μεταξύ οχημάτων και εταιριών έχοντας ως στόχο να καταστεί δυνατή η ταχύτερη αντίδραση των σχεδιαστών στη δυναμική του συστήματος μεταφοράς και στις ενδεχόμενες διαταραχές που προκαλούνται από την ποιότητα των οχημάτων ή από τις βαριές συνθήκες κυκλοφορίας στους δρόμους [36]. Κάθε αυτοκίνητο της εταιρείας συνδέεται στο δίκτυο και επικοινωνεί και παρακολουθείται για όλες τις εργασίες που διεκπεραιώνει σε πραγματικό χρόνο.

Η θέση κάθε οχήματος αναπαρίστανται γραφικά στο κεντρικό σύστημα και παρέχονται πληροφορίες όπως ο οδηγός, η κατάσταση του φορτίου, η κατεύθυνση, η ταχύτητα κλπ. Γίνεται ανταλλαγή μηνυμάτων και οδηγιών και καταγράφονται όλες οι πληροφορίες για τα δρομολόγια. Έτσι βάσει των πληροφοριών που συλλέγονται από κάθε δρομολόγιο μπορούν να ελεγχθούν οι λόγοι τυχών καθυστερήσεων, οι αποστάσεις που διανύθηκαν, οι χρόνοι παράδοσης και γενικότερα να γίνει μέτρηση της απόδοσης του δικτύου διανομής. Η χρήση ενός τέτοιου συστήματος δίνει τη δυνατότητα παρακολούθησης και λήψης αποφάσεων σε πραγματικό χρόνο στην περίπτωση απρόσμενων συμβάντων κατά την διάρκεια των διανομών καθώς μπορεί να υπάρξει αναδρομολόγηση των οχημάτων και αναδιάρθρωση του προγράμματος διανομών.



Εικόνα 6: Εφαρμογές των συστημάτων τηλεματικής στη διαχείριση στόλου οχημάτων

Επιπλέον, με το σύστημα τηλεματικής βελτιστοποιείται η διαδικασία των μεταφορών όχι μόνο όσον αφορά την παρακολούθηση των δρομολογίων αλλά και της φόρτωσης. Το σύστημα σε ελάχιστο χρόνο μπορεί να κάνει αναζήτηση σε ποια φορτηγά ταιριάζει η συγκεκριμένη μεταφορική δραστηριότητα και επιλέγει αυτά με το χαμηλότερο κόστος αφού υπολογίσει αυτόματα τη χιλιομετρική απόσταση και το χρόνο από το σημείο που είναι το φορτηγό μέχρι το σημείο παραλαβής και το σημείο παράδοσης. Ως εκ τούτου, τα οφέλη που προσφέρει σε η χρήση πληροφοριακών συστημάτων και οι νέες τεχνολογίες πάνω στη δρομολόγηση όπως τα Δίκτυα Υπολογιστών (Computer Networks) και το GPS, είναι πολλά και βοηθούν στην οργάνωση της εφοδιαστικής και των μεταφορών. Τέλος, τα συστήματα ευφυών μεταφορών (Intelligent Transport Systems-ITS) αποτελούν νέο συνδυαστικό εργαλείο τηλεματικής, πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών στον τομέα των μεταφορών.

3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στο κεφάλαιο αυτό, περιγράφεται η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε για την εφαρμογή μεταφοράς και δρομολόγησης οχημάτων στην Αττική με αφετηρία το εμπορευματικό κέντρο στο Θριάσιο και την ανάπτυξη μοντέλου. Επιλέχθηκε η συγκεκριμένη περιοχή του εμπορευματικού κέντρου ως κέντρο διανομής λόγω της γεωγραφικής θέσης και της υπηρεσίας iCS της ΤΡΑΙΝΟΣΕ.

Η ΤΡΑΙΝΟΣΕ μέσω του Θριασίου παρέχει τη δυνατότητα εμπορευματικών δρομολογίων σιδηροδρομικής μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων (Intermodal Cargo Shuttle) μεταξύ Αθηνών-Θεσσαλονίκης. Επιπλέον, σε συνεργασία με οδικούς μεταφορείς παρέχει τη δυνατότητα ολοκληρωμένης υπηρεσίας με μεταφορά πόρτα-πόρτα (Door To Door). Η παρούσα εργασία αφορά στο **οδικό τμήμα της μεταφοράς**, στην ομαδοποίηση του φορτίου σε παλέτες και στην αποστολή των εμπορευμάτων με φορτηγά σε πελάτες που βρίσκονται σε βιομηχανικές περιοχές της Αττικής. Το ζήτημα αυτό είναι πρόσφατα υπαρκτό αφού από την εταιρία εξετάζεται αυτή η εναλλακτική της φόρτωσης των φορτηγών με παλέτες λόγω των πλεονεκτημάτων που έχει ο μουςαμάς έναντι του εμπορευματοκιβωτίου σε θέματα βάρους.

Η μεθοδολογική προσέγγιση που αναπτύσσεται έχει ως αντικείμενο τη μοντελοποίηση του προβλήματος της μεταφοράς εμπορευμάτων και της δρομολόγησης στόλου οχημάτων από το Θριάσιο, ως δίκτυο διανομής, και ως στόχο την ελαχιστοποίηση της διανυθείσας απόστασης, του αριθμού χρήσης οχημάτων και τον υπολογισμό του κόστους μεταφοράς.

Αυτό επιτυγχάνεται συλλέγοντας γεωγραφικά δεδομένα για το δίκτυο της εξεταζόμενης μεταφοράς και στοιχεία για τις χρήσεις γης που επηρεάζουν τη μεταφορά δηλαδή στην περίπτωση μας, τις βιομηχανικές περιοχές. Επιπλέον, χρειάζονται ορισμένα τεχνικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά των οχημάτων που θα χρησιμοποιηθούν στη συγκεκριμένη μεταφορά ώστε να υπολογιστεί ο απαιτούμενος αριθμός αλλά και το κόστος.

Κάνοντας εύλογες παραδοχές μηχανικού και εισάγοντας τα χαρακτηριστικά του δικτύου που θα δημιουργηθεί σε λογισμικό βελτιστοποίησης ή προσομοίωσης (μήκος οδικών τμημάτων, ταχύτητα εντός αστικού δικτύου, ζήτηση, είδος διαδικασιών) αναπτύσσεται μοντέλο όπου γίνεται κατανομή δρομολογίων στα οχήματα και υπολογίζονται η διανυθείσα απόσταση, ο αριθμός οχημάτων, το κόστος και ο χρόνος της οδικής μεταφοράς. Πιο συγκεκριμένα, έχοντας καταλήξει στην τελική λύση και την εύρεση των βέλτιστων διαδρομών, υπολογίζεται η κατανάλωση καυσίμου των διανυθέντων οχηματοχιλιόμετρων και το κόστος μεταφοράς.

3.1 Μεθοδολογική Προσέγγιση & Βασικές Διαδικασίες

Η διανομή εμπορευμάτων αποτελεί χαρακτηριστικό θέμα των προβλημάτων δρομολόγησης οχημάτων (VRP) και αναφέρεται στη σχεδίαση ενός δικτύου διαδρομών ώστε να δημιουργηθούν δρομολόγια τα οποία βέβαια εξαρτώνται από διαδικασίες και παραμέτρους που πρέπει να ληφθούν υπόψη από το μελετητή.

Στη συγκεκριμένη εργασία χρησιμοποιούνται προηγμένες μέθοδοι σχεδιασμού μεταφορικών δικτύων διανομής και δρομολόγησης οχημάτων που βασίζονται σε γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών και συστήματα στήριξης αποφάσεων.

Η μοντελοποίηση είχε σκοπό την αναπαράσταση **οδικής μεταφοράς και διανομής σε βιομηχανικές περιοχές** με χρήση κέντρου ομαδοποίησης των εμπορευμάτων και διαχείριση κοινού στόλου οχημάτων για τη μεταφορά.

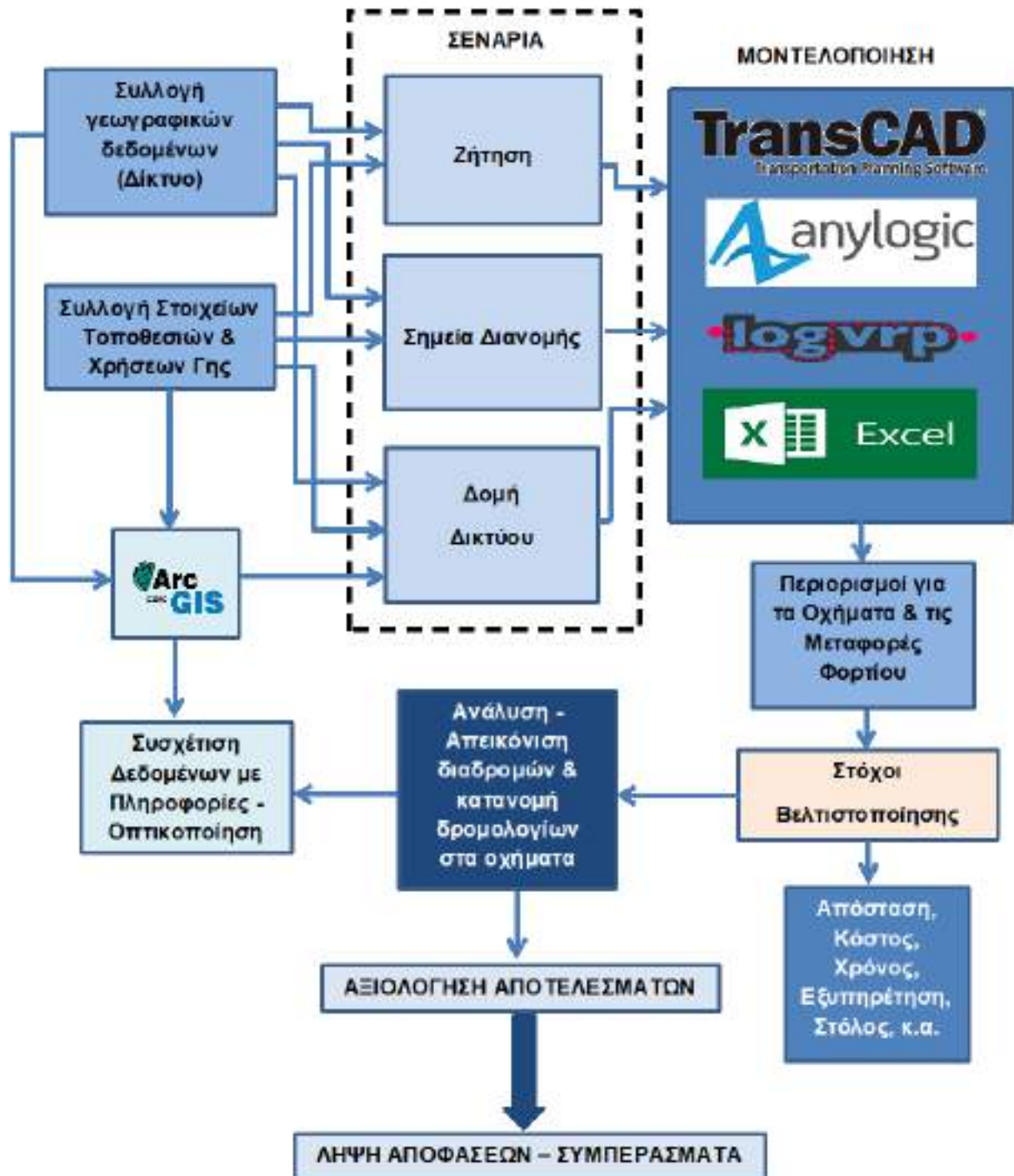
Το Εμπορευματικό Κέντρο στο Θριάσιο, με την προσθήκη της υπηρεσίας iCS της ΤΡΑΙΝΟΣΕ δίνει τη δυνατότητα σύνδεσης των δύο μεγάλων πόλεων της χώρας σιδηροδρομικά αλλά και με μεταφορές Door to Door. Συγκεκριμένα, το θέμα είναι υπό μελέτη και ερευνάται κατόπιν άφιξης για τα εμπορευματοκιβώτια στο Θριάσιο, η ομαδοποίηση του φορτίου και η φόρτωση σε παλέτες για το τμήμα της οδικής μεταφοράς. Προκειμένου να διερευνηθεί αυτή η δυνατότητα, επιλέχθηκε ως το κέντρο διανομής του μοντέλου.

Αρχικά, έγινε συλλογή αρχείων γεωγραφικών χωρικών δεδομένων της περιοχής μελέτης και προσδιορισμός των κύριων ζωνών-χρήσεων γης (βιομηχανικές ζώνες της Αττικής). Στη συνέχεια δημιουργήθηκε ένα συγκοινωνιακό οδικό δίκτυο σε βάση GIS ώστε να μπορούν να αναλυθούν και να επεξεργαστούν τα χωρικά δεδομένα και τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά (δρόμοι, περιοχές ενδιαφέροντος, αποστάσεις κ.ά).

Για την ανάλυση χρησιμοποιήθηκαν τα λογισμικά TransCAD και AnyLogic, όπου έγινε σχεδιασμός του μεταφορικού δικτύου, του κέντρου διανομής και των κόμβων ζήτησης (depot - demand stops) εισαγωγή των τοποθεσιών και ορισμός των διαδικασιών logistics. Για το σκοπό αυτό, το μοντέλο της λειτουργίας του δικτύου που αναπτύχθηκε, περιλαμβάνει όλα τα χαρακτηριστικά και τους περιορισμούς ενός προβλήματος δρομολόγησης.

Η ερευνητική προσπάθεια επικεντρώθηκε στη διερεύνηση της δρομολόγησης στόλου στο δίκτυο μεταφοράς μέσω ποσοτικοποίησης και ελαχιστοποίησης των μεταβλητών μήκους διαδρομής, χρόνου εξυπηρέτησης και κόστους μεταφοράς. Έγινε διατύπωση σεναρίων καθώς και συγκριτική αξιολόγηση κάποιων επιλύσεων με διαθέσιμα εργαλεία.

Έτσι, το πρόβλημα δρομολόγησης προσεγγίστηκε και σε υπολογιστικό φύλλο Excel αλλά και στη διαδικτυακή πλατφόρμα επίλυσης προβλημάτων δρομολόγησης lognvr η οποία ήταν ελεύθερη προς χρήση για προβλήματα δρομολόγησης με περιορισμένο αριθμό πελατών. Αναλυτικότερα στοιχεία για τις λειτουργίες κάθε λογισμικού και κάθε τρόπο προσέγγισης περιγράφονται στη συνέχεια. Η μεθοδολογία σχηματικά μπορεί να αποδοθεί ως εξής:



Σχήμα 3: Διάγραμμα ροής της μεθοδολογίας της εργασίας

3.2 Μοναδοποιημένα Φορτία Μεταφοράς

Τα μοναδοποιημένα φορτία είναι μεταφερόμενες ποσότητες αναγόμενες σε μονάδες, οι οποίες χρησιμοποιούνται ώστε να απλοποιηθεί η διαδικασία μεταφοράς (συσκευασία, μετακίνηση, φορτοεκφόρτωση) αλλά και να επιτευχθεί ελάττωση του κόστους μεταφοράς ιδιαίτερα στους σταθμούς μεταφόρτωσης. Τα κυριότερα είδη μοναδοποιημένων φορτίων που χρησιμοποιούνται στις συνδυασμένες μεταφορές, οι οποίες περιλαμβάνουν οδικές με σιδηροδρομικές συνδέσεις, είναι:

- Οι παλέτες (palettes)
- Τα εμπορευματοκιβώτια (containers)
- Τα ανταλλασσόμενα αμαξώματα (swap bodies) και
- Τα ημιρυμουλκούμενα (semi – trailers)

Εμπορευματοκιβώτια (Ε/Κ)

Το εμπορευματοκιβώτιο (Ε/Κ) είναι ένα κιβώτιο για μεταφορά εμπορευμάτων συνήθως μεταλλικό, το οποίο κλείνει ερμητικά, έχοντας μια ή περισσότερες πόρτες για πρόσβαση στα εμπορεύματα και είναι κατασκευασμένο έτσι ώστε να διευκολύνει τον χειρισμό μηχανικών μέσων και την φόρτωση πάνω σε πλοίο. Τα Ε/Κ είναι διαμορφωμένα για τη φόρτωση μεγάλων ποσοτήτων φορτίου έως 40 τόνους, και στο κάτω μέρος είναι κατασκευασμένα κατάλληλα (με εγκοπές, σκληρό υλικό κλπ) για να είναι ανθεκτικά και στη χρήση περονοφόρων οχημάτων και τη μετακίνησή τους. Επιπλέον είναι εξοπλισμένα με συσκευές για εύκολη και γρήγορη διακίνηση, αδιαπέρατα και ο ωφέλιμος χρόνος ζωής τους είναι πολύ μεγάλος.

Σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα ISO (DIN/ISO 668 και DIN 1590) τα Ε/Κ έχουν συγκεκριμένες διαστάσεις πλάτους (8 πόδια - 2,44m) και ύψους (8 πόδια και 6 ίντσες / 2,59m). Τα μήκη τους ποικίλουν. Η τυποποιημένη μονάδα μέτρησης Ε/Κ κατά ISO είναι η μονάδα του κιβωτίου των 20 ποδών η οποία ονομάζεται **TEU** (Twenty – Foot Equivalent Units). Τα containers των 20' και των 40' θεωρούνται οι βασικές μονάδες μεταφοράς. Τα περισσότερα Ε/Κ μέχρι σήμερα είναι 40' (40 ft) ή 1 FEU, το οποίο είναι ισοδύναμο με 2 TEUs. Τα εμπορευματοκιβώτια αυτά είναι γενικού φορτίου (general purpose containers) [37].

Ένα εμπορευματοκιβώτιο γενικού φορτίου είναι πλήρως κλειστό και ανθεκτικό στις καιρικές συνθήκες, με άκαμπτη οροφή και πλευρικά τοιχώματα, τουλάχιστον ένα από τα ακραία του τοιχώματα εξοπλισμένο με πόρτες και προορίζεται για τη μεταφορά των περισσότερων ειδών φορτίου συμπεριλαμβανομένων εκείνων που συσκευάζονται σε κουτιά, χαρτοκιβώτια, θήκες, σακούλες, δέματα, παλέτες κ.ά. Τα τελευταία χρόνια μειώνεται η χρήση των τυποποιημένων Ε/Κ των 20 ποδών και των 40 ποδών (ιδιαίτερα των 40'), λόγω της χρήσης **Ε/Κ μεγάλου ύψους** (high cube containers). Πρόκειται για containers που παρουσιάζουν αυξημένη τη

διάσταση του ύψους, λαμβάνοντας την τιμή των 9 ποδών και 6 ιντσών (2,90m). Ως προς την κατασκευή τους είναι παρόμοια με τα τυποποιημένα εμπορευματοκιβώτια και συνήθως κατασκευάζονται με μήκος 40 ποδών, αλλά και με **μήκος 45 ποδών**, ισοδύναμα με 2,25 TEUs.

ΤΥΠΟΣ Ε/Κ κατά ISO	ΕΞΩΤΕΡΙΚΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ			ΕΞΩΤΕΡΙΚΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ			ΑΝΟΙΓΜΑ	
	ΜΗΚΟΣ	ΠΛΑΤΟΣ	ΥΨΟΣ	ΜΗΚΟΣ	ΠΛΑΤΟΣ	ΥΨΟΣ	ΠΛΑΤΟΣ	ΥΨΟΣ
10 FOOT CONTAINER 	10'	8'	8'6"	9'3"	7'8"	7'9 ^{7/8} "	7'8"	7'5"
20 FOOT CONTAINER 	20'	8'	8'6"	19'3"	7'8"	7'9 ^{7/8} "	7'8"	7'5"
40 FOOT CONTAINER 	40'	8'	8'6"	39'5"	7'8"	7'9 ^{7/8} "	7'8"	7'5"
40 FOOT HIGH CUBE CONTAINER 	40'	8'	8'6"	39'5"	7'8"	8'10"	7'8"	8'5 ^{1/2} "
45 FOOT HIGH CUBE CONTAINER 	45'	8'	8'6"	44'5"	7'8"	8'10"	7'8"	8'5 ^{1/2} "

Εικόνα 7: Διαστάσεις κυριότερων εμπορευματοκιβωτίων

Τα containers μπορούν να περιέχουν και ξηρό χύδην φορτίο (bulk containers) . Εκτός από αυτά τα containers γενικής χρήσης (Ε/Κ γενικού σκοπού) χρησιμοποιούνται και Ε/Κ ειδικών χρήσεων, όπως:

- Α) Εμπορευματοκιβώτια Ψυγεία (Reefer containers)
- Β) Tank containers δηλαδή κιβώτια-δεξαμενές για μεταφορά υγρού χύδην φορτίου
- Γ) Εμπορευματοκιβώτια τύπου πλατφόρμας (Flat Rack -Platform containers)
- Δ) Ανοιχτής Οροφής Εμπορευματοκιβώτια (open top containers)



Εικόνα 8: Εμπορευματοκιβώτια ειδικών χρήσεων

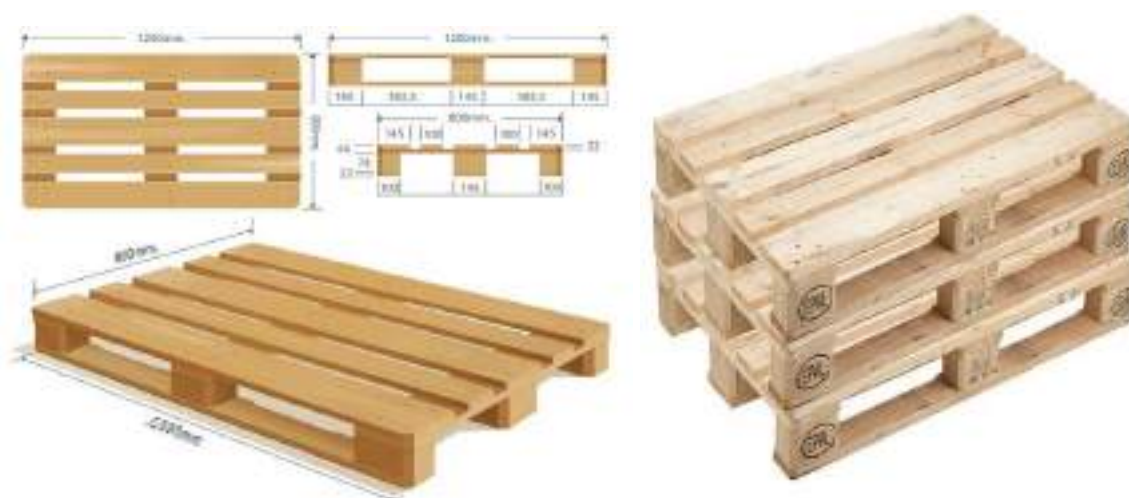
Παλέτες

Υπάρχουν διαφόρων ειδών παλέτες. Οι πιο δημοφιλείς είναι οι στάνταρ παλέτες και οι ευρωπαϊκές. Οι παλέτες είναι συνήθως κατασκευασμένες από ξύλο, με τυποποιημένες διαστάσεις 1000mm X 1200mm (ISO) και 800mm X 1200mm (CEN). Μεταφέρονται μέσω φορτηγών, πλοίων και μέσω σιδηροδρόμου και πλεονεκτούν στην περίπτωση ιδιωτικών γραμμών στην αφετηρία και τον προορισμό της μεταφοράς. Η μεταφόρτωση τους απαιτεί αρκετό χρόνο και γίνεται με χρήση περονοφόρων οχημάτων. Συνήθως, φορτώνονται εντός των υπόλοιπων μεταφορικών μονάδων. Στην Ευρώπη, οι κατασκευαστές παλετών πρέπει να τηρούν τις προδιαγραφές του European Pallet Association (EPAL) [38]. Βάσει αυτών των προδιαγραφών υπάρχουν οι εξής διαστάσεις παλετών:

Πίνακας 2: Τυποποιημένες διαστάσεις ευρωπαϊκών

Πλάτος (mm)	Μήκος (mm)	Τύπος
800	1200	EUR, EUR1
1200	1000	EUR2
1000	1200	EUR3
800	600	EUR6 (1/2 της EUR)
600	400	1/4 της EUR
400	300	1/8 της EUR

Η πρότυπη Ευρωπαϊκή παλέτα (**ευρωπαϊκή**), όπως ορίζεται από την European Pallet Association (EPAL), χρησιμοποιείται ευρέως και έχει διαστάσεις **1200 x 800mm**. Συνήθως έχει το πρότυπο EN 13698-1, έκταση 0,96 τετραγωνικών μέτρων, ύψος 144 mm και βάρος 20-24 κιλά (ανάλογα με το ποσοστό υγρασίας). Η Ευρωπαϊκή διατηρεί τη συνοχή από 78 ειδικά καρφιά (περιστασιακά 81 καρφιά). Λαμβάνεται και από τις τέσσερις πλευρές με χρήση ενός περονοφόρου ή lowlift φορτηγού και μπορεί να σηκώσει βάρος φορτίου 600-1200kg.



Εικόνα 9: Πρότυπη Ευρωπαϊκή 1200 x 800mm EPAL [39]

Η ξύλινη **παλέτα 1200X1000mm** (γνωστή ως στάνταρ παλέτα) με βιομηχανικές προδιαγραφές είναι ιδανική για τη μεταφορά αγαθών σε πολλές βιομηχανίες, συμπεριλαμβάνοντας καταναλωτικά αγαθά, φρέσκα προϊόντα, βιομηχανικά προϊόντα και προϊόντα αυτοκινήτου. Η παλέτα αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί με ασφάλεια στις περισσότερες εφαρμογές της αλυσίδας διανομής και μεταφοράς στην Ευρώπη [40].

Η εφαρμογή της πιστοποίησης της ξύλινης ευρωπαϊκής παλέτας στη χώρα μας δημιουργεί ταυτόχρονα επιτακτική ανάγκη για θεσμοθέτηση της πιστοποίησης του εν λόγω προϊόντος από τα αρμόδια Υπουργεία Μεταφορών και Γεωργίας ούτως ώστε να προταθεί ή ακόμα και να επιβληθεί η χρήση της στις εξαγωγικές δραστηριότητες της χώρας μας (σύμφωνα με τις οδηγίες της ΕΕ), γεγονός που θα βοηθήσει σημαντικά τόσο στη γρήγορη ανάπτυξη και εξέλιξη των ελληνικών βιομηχανιών παλέτας, όσο και στην ασφαλή διακίνηση και μεταφορά των ελληνικών προϊόντων και αγαθών.

Σχετικά με την τοποθέτηση παλετών στα εμπορευματοκιβώτια, έχει εντοπιστεί ένα σημαντικό μειονέκτημα που συναντάται κυρίως στην Ευρώπη, λόγω της χρήσης των τυποποιημένων ευρωπαϊκών 800mm*1200mm. Πιο συγκεκριμένα, στο τυποποιημένο εμπορευματοκιβώτιο μήκους 40 ποδών (40'), στη μικρότερη διάσταση του, πλάτους 2,35m, μπορούν να τοποθετηθούν 2 ευρωπαϊκές με διαστάσεις 0,8m x 1,2m. Αυτό έχει ως επακόλουθο την υποχρησιμοποίηση του διαθέσιμου χώρου (παραμένουν 0,35m ανεκμετάλλευτα), ενώ προκύπτουν και θέματα ασφάλειας του εμπορεύματος.

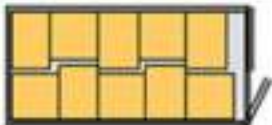
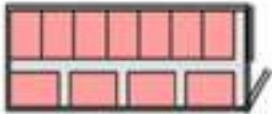
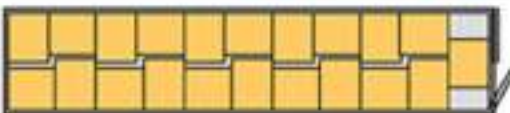
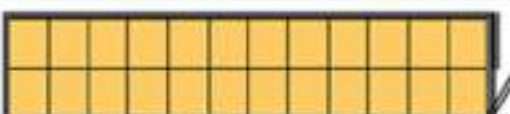
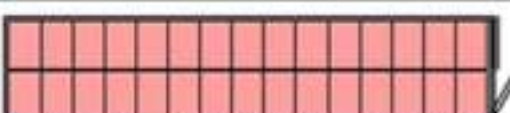
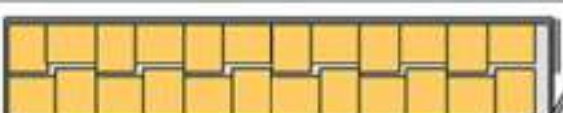
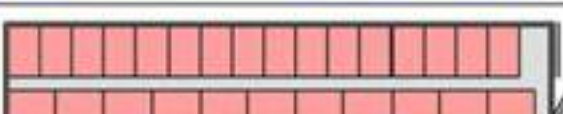
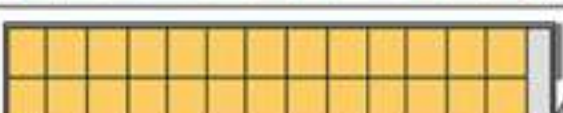
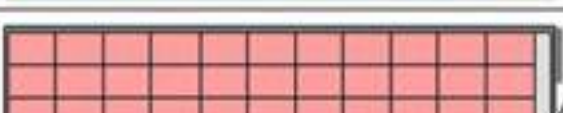
Το συγκεκριμένο ζήτημα είναι και ένας από τους λόγους που τα τυποποιημένα εμπορευματοκιβώτια δεν έχουν γενικευτεί στις χερσαίες/οδικές μεταφορές στην Ευρώπη, αφού τα συμβατικά φορτηγά λόγω των διαστάσεων του ρυμουλκούμενου τους μπορούν να μεταφέρουν μεγαλύτερο αριθμό ευρωπαϊκών. Αυτό το μειονέκτημα οδήγησε στην ανάπτυξη εμπορευματοκιβωτίων **μεγαλύτερου πλάτους** (pallet-wide containers) καθώς και των ανταλλασσόμενων αμαξωμάτων. Έχουν μεγαλύτερη χωρητικότητα σε παλέτες αφού το αυξημένο πλάτος κατά 10% σε σχέση με τα εμπορευματοκιβώτια των 40 ποδών, τους δίνει την δυνατότητα να μεταφέρουν την ίδια ποσότητα παλετών με τα ημιρυμουλκούμενα οχήματα. Επιπλέον, οι διαστάσεις αυτές επιτρέπουν τη δυνατότητα μεταφοράς τους με φορτηγά οχήματα.



Εικόνα 10: Τυπικές Εσωτερικές διαστάσεις και χωρητικότητα ενός pallet-wide container 45'

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται τα τυποποιημένα εμπορευματοκιβώτια και η μεταφορική τους ικανότητα.

Πίνακας 3: Μεταφορική ικανότητα όλων των τυποποιημένων εμπορευματοκιβωτίων

ΤΥΠΟΣ Ε/Κ	Χωρητικότητα σε Παλέτες	Διάταξη χώρου και Τοποθέτηση
20' STANDARD	10 παλέτες 1.2 x 1.0 m	
	11 ευρωπαϊκές 1.2 x 0.8 m	
40' STANDARD	21 παλέτες 1.2 x 1.0 m	
	25 ευρωπαϊκές 1.2 x 0.8 m	
40' PALLETWIDE	24 παλέτες 1.2 x 1.0 m	
	30 ευρωπαϊκές 1.2 x 0.8 m	
45' STANDARD	24 παλέτες 1.2 x 1.0 m	
	27 ευρωπαϊκές 1.2 x 0.8 m	
45' PALLETWIDE	26 παλέτες 1.2 x 1.0 m	
	33 ευρωπαϊκές 1.2 x 0.8 m	

Πηγή: <http://www.dmcontainer.gr/default.aspx?catid=1478>

Ανταλλασσόμενα αμαξώματα (swap bodies)

Το ανταλλασσόμενο αμαξώμα είναι μία μονάδα μεταφοράς φορτίου, κατασκευασμένη σε διαστάσεις οδικού οχήματος, η οποία είναι εξοπλισμένη με συσκευές χειρισμού για διατροφικές μεταφορές, συνήθως οδικές/σιδηροδρομικές. Αυτές οι μονάδες δεν σχεδιάστηκαν αρχικά για να στοιβάζονται, τώρα όμως υπάρχει η δυνατότητα στοιβάσας αν και όχι στην ίδια έκταση με τα εμπορευματοκιβώτια. Το κύριο χαρακτηριστικό που τα διαφοροποιεί και τα διακρίνει από τα εμπορευματοκιβώτια είναι ότι είναι προσαρμοσμένα στις διαστάσεις των οχημάτων οδικών μεταφορών [41].

Η τυποποίηση των ανταλλασσόμενων αμαξωμάτων καθορίστηκε με τους κανονισμούς EN 283,284 και 452 όσον αφορά την κατασκευή και το σχεδιασμό τους, όπως επίσης και από



τον κανονισμό EN 13044 όσον αφορά την κωδικοποίησή τους. Ακολουθούν, όμως, τις αρχές σχεδιασμού των τυποποιημένων κατά ISO εμπορευματοκιβωτίων και μπορούν να φορτοεκφορτωθούν από τον αντίστοιχο εξοπλισμό. Όσον αφορά τις διαστάσεις τους, τα ανταλλασσόμενα αμαξώματα παρουσιάζουν **μεγαλύτερα πλάτη και μήκη** σε σχέση με τα αντίστοιχα τυποποιημένα κατά ISO

Εικόνα 11: Ανταλλασσόμενο αμαξώμα με στηρίγματα,

Πηγή: <https://www.trucksout24.de/>

εμπορευματοκιβώτια. Συνήθως το πλάτος τους (εξωτερικό) κυμαίνεται περίπου στα 2.5m (ή 2.55m), ενώ το μήκος τους ποικίλει με συνήθεις τιμές: 7.15m, 7.45m, 7.82m και 13.6m.

Ένα βασικό πλεονέκτημά τους είναι η ύπαρξη πολλών διαφορετικών τύπων, ώστε να επιτυγχάνεται η μέγιστη προσαρμογή τους στις ανάγκες μεταφοράς προϊόντων διαφορετικής φύσης. Πιο συγκεκριμένα, η πλαισιωτή τους βάση σε συνδυασμό με τις ανταγωνιστικές τους διαστάσεις στις χερσαίες μεταφορές συνέβαλε στην κατασκευαστική τους ευελιξία και στη δημιουργία ενός μεγάλου εύρους υπερκατασκευών ανταλλασσόμενων αμαξωμάτων.

Η προσαρμογή ειδικών πρόσθετων στηριγμάτων-ποδιών (Εικόνα 11) επιτρέπει την απόθεση τους από το φορτηγό όχημα στο χώρο στοιβάσας ή τη μεταφορά τους μεταξύ των φορτηγών χωρίς τη χρήση γερανού μεταφόρτωσης, εξασφαλίζοντάς τα, και έναντι ολίσθησης.

Άλλο σημαντικό πλεονέκτημα που έχουν είναι ότι λόγω του αυξημένου πλάτους τους υπάρχει η δυνατότητα τοποθέτησης τριών ευρωπαϊκών με τη μικρότερη τους πλευρά ($3 \times 0,80 = 2,4 < 2,5$) ή δύο ευρωπαϊκών με τη διάσταση των 1,2m. Θεωρώντας ως **μέγιστο μήκος αμαξώματος τα 13.6m**, υπάρχει η δυνατότητα τοποθέτησης 33 ευρωπαϊκών κατά

πλάτος σε αντίθεση με τα τυποποιημένα 40' και 45' εμπορευματοκιβώτια που έχουν δυνατότητα τοποθέτησης 24 και 26 ευρωπαϊκών κατά στρώση. Παρατηρείται, λοιπόν, μια **αυξημένη χωρητικότητα** της τάξης του 30% , ενώ στην περίπτωση των ανταλλασσόμενων αμαξωμάτων μικρότερης διάστασης (7,2m μήκος) αγγίζει το 63%.

Τα ανταλλασσόμενα αμαξώματα πλεονεκτούν σε σχέση με τα εμπορευματοκιβώτια και έχουν επικρατήσει στις χερσαίες μεταφορές στην Ευρώπη επειδή έχουν μεγαλύτερη χωρητικότητα για τις ευρωπαϊκές και τα υγρά φορτία λόγω της βελτιστοποίησης των διαστάσεών τους κι επίσης λόγω του σχεδιασμού τους παρουσιάζουν **μικρό απόβαρο**, ώστε να επιτυγχάνεται μεγιστοποίηση του έμφορτου περιεχομένου τους. Ο σχεδιασμός αυτός είναι βελτιστοποιημένος ώστε να ελαχιστοποιεί το κενό του βάρους, εξοικονομώντας το κόστος των καυσίμων των φορτηγών (μικρότερο βάρος που πρέπει να μεταφερθεί).

Ημιρυμουλκούμενα

Είναι μονάδες μεταφοράς με δυνατότητα μεταφόρτωσης από φορτηγό σε φορτηγό αλλά και σε σιδηροδρομικό συρμό. Τα ημιρυμουλκούμενα εναρμονίζονται με τις προδιαγραφές των συμβατικών οδικών οχημάτων, που έχουν **μέγιστο επιτρεπόμενο μήκος 13.6m** και έχουν τη δυνατότητα φόρτωσης σε βαγόνια με τη βοήθεια είτε γερανογεφυρών είτε ανυψωτικών μηχανημάτων εξοπλισμένων με βραχίονες, μιας και διαθέτουν κατάλληλους υποδοχείς στις τέσσερις θέσεις ανύψωσης στο εξωτερικό πλαίσίό τους. Τα συνήθη ημιρυμουλκούμενα έχουν μήκος 13.6m, πλάτος 2.55m ή 2.6m και ύψος 4m. [42].



Εικόνα 12: Ημιρυμουλκούμενο όχημα μεταφοράς εμπορευμάτων

Ορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά τους είναι τα εξής:

- Έχουν μεγαλύτερο απόβαρο λόγω του ρυμουλκούμενου μηχανισμού.
- Επιτρέπουν γρήγορη και εύκολη επαναφόρτωση.
- Απαιτούν το ίδιο περίπου κόστος τόσο για οδικούς όσο και για σιδηροδρομικούς μεταφορείς.
- Προϋποθέτουν συγκεκριμένου τύπου βαγόνια και εξοπλισμό για το χειρισμό τους, λόγω των διαστάσεών τους.

3.3 Φορτηγά Οχήματα

Η οδική μεταφορά εμπορευμάτων γίνεται με φορτηγά διαφόρων τύπων, ρυμουλκά, ρυμουλκούμενα ή ημιρυμουλκούμενα και συνδυασμούς αυτών δηλαδή αρθρωτά οχήματα ή οδικούς συρμούς. **Φορτηγό** θεωρείται κάθε βαρύ όχημα πάνω από 3.5 τόνους, που διαθέτει χώρο για μεταφορά και ανάλογα με τον αριθμό των αξόνων των τροχών μπορεί να είναι διαξονικό ή τριαξονικό. Το **ρυμουλκό** το οποίο λέγεται και τράκτορας ή ελκυστήρας είναι το μηχανοκίνητο όχημα που διαθέτει κινητήρα και χρησιμοποιείται για την έλξη άλλων οχημάτων.



Εικόνα 13: Φορτηγό διαξονικό (αριστερά) και ρυμουλκό τριαξονικό όχημα (δεξιά)

Ρυμουλκούμενο είναι το όχημα που δε διαθέτει δικό του κινητήρα, μπορεί να μετακινείται μόνον εφόσον σύρεται από άλλο όχημα (ρυμουλκό) και έχει δύο ή τρεις άξονες με τον μπροστινό να αποτελεί τον διεθυντήριο. Αντιθέτως τα **ημιρυμουλκούμενα** οχήματα είναι επικαθήμενα δηλαδή δε διαθέτουν εμπρόσθιο άξονα τροχών και είναι κατασκευασμένα με τέτοιο τρόπο ώστε σημαντικό τμήμα του βάρους τους να μεταβιβάζεται στο ρυμουλκό όχημα. Η σύνδεση ενός ρυμουλκού κι ενός ημιρυμουλκούμενου οχήματος δίνει ένα **αρθρωτό όχημα** μεταφορών, ενώ αν παραπάνω από 2 οχήματα συνδέονται μεταξύ τους λειτουργούν ως μια μονάδα, σχηματίζουν έναν **οδικό συρμό** [43].



Εικόνα 14: Αρθρωτό όχημα (αριστερά) και οδικός συρμός με 2 ρυμουλκούμενα (δεξιά)

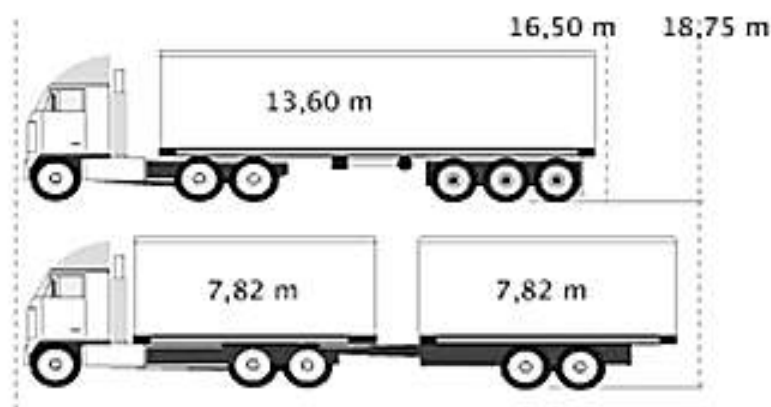
3.4 Διαστάσεις & Χαρακτηριστικά Φορτηγών Οχημάτων στην ΕΕ

Η Ευρωπαϊκή Ένωση για να εξασφαλίσει την ασφαλέστερη κυκλοφορία των φορτηγών και για να μειώσει τις επιπτώσεις στο περιβάλλον, έχει επιβάλει οδηγίες για την τυποποίηση των οχημάτων που επιτρέπεται να κυκλοφορούν στους δρόμους. Αυτό αφορά τόσο τις διαστάσεις των φορτηγών, όσο και το βάρος τους, την εκπομπή καυσαερίων καθώς και τη μορφή του ρυμουλκούμενου, αν υπάρχει. Αναλυτικά, η ισχύουσα αυτή τη στιγμή νομοθεσία ορίζει τις **κατηγορίες φορτηγών οχημάτων** ως εξής [44], [45], [46]:

- Βαρύ όχημα με μικτό βάρος >3,5 tn
- Οχήματα με βάρος 7,5 και 12 tn, τα οποία αποτελούν και βαθμίδες για δίπλωμα οδήγησης
- Βαρύ φορτηγό, κάθε όχημα με βάρος > 16 tn.
- 25/26 tn, όριο για όχημα χωρίς ρυμουλκούμενο
- 36 tn, όχημα με λιγότερους από 5 άξονες
- 44 tn, όχημα με 5 ή παραπάνω άξονες.

Το **μέγιστο επιτρεπόμενο μήκος** καθορίζεται από τη διάταξη που ακολουθείται, δηλαδή την ύπαρξη ή όχι ρυμουλκούμενου. Συγκεκριμένα:

- Συμπαγές όχημα: μήκος έως 12 μέτρα
- Αρθρωτό όχημα με ένα ρυμουλκούμενο: μήκος έως 16.5 μέτρα, με μήκος ρυμουλκούμενου έως 13.6 μέτρα.
- Οδικός συρμός με δύο ρυμουλκούμενα: συνολικό μήκος 18.75 μέτρα, με ρυμουλκούμενα μήκους έως 7.8 μέτρα έκαστο.



Εικόνα 15: Επιτρεπόμενες διαστάσεις φορτηγών οχημάτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Το **μέγιστο πλάτος** είναι 2,55 και 2,60 υπό κάποιες συνθήκες (υπερκατασκευή κλιματισμού), ενώ το **μέγιστο ύψος** 4 μέτρα.

Η σχέση των αξόνων με **το βάρος** του οχήματος για νόμιμα φορτηγά εντός της ΕΕ είναι:

- Όχημα 2 αξόνων: **μικτό** βάρος έως 18 tn
- Όχημα 3 αξόνων: έως 26 tn

- Όχημα με ρυμουλκούμενο έως 4 αξόνων: έως 36 tn
- Όχημα με ρυμουλκούμενο 5 ή παραπάνω αξόνων: έως 44 tn

Το μέγιστο βάρος των 44 τόνων αναφέρεται σε πρότυπη μονάδα ISO 40 ποδών. Αλλιώς το όριο είναι 40 τόνοι.

Στην συνέχεια παρουσιάζονται τα **όρια ταχύτητας** των βαρέων οχημάτων στο εξωτερικό και στην Ελλάδα σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή Μεταφορών [47]. Η μέγιστη ταχύτητα κίνησης των βαρέων οχημάτων ορίζεται στα 85-90 km/h.

Γενικά όρια ταχύτητας [km/h] βαρέων οχημάτων άνω των 3.5t στο εξωτερικό (εκτός αν ορίζεται διαφορετικά στα σήματα της τροχαίας)



Αστικό οδικό δίκτυο

- 30 km/h – σε περιοχές με όριο ταχύτητας
- 10 km/h – σε πεζόδρομους όπου επιτρέπεται η κίνηση οχημάτων



Μη αστικό οδικό δίκτυο



Αυτοκινητόδρομοι/οδοί ταχείας κυκλοφορίας

Γενικά όρια ταχύτητας [km/h] βαρέων οχημάτων άνω των 3.5t για Ελλάδα (εκτός αν ορίζεται διαφορετικά στα σήματα της τροχαίας)



Αστικό οδικό δίκτυο



Μη αστικό οδικό δίκτυο

- 70 km/h για βαρέα φορτηγά οχήματα με ρυμουλκούμενα και ημιρυμουλκούμενα (Τύπου Ο3, Ο4).



Αυτοκινητόδρομοι/οδοί ταχείας κυκλοφορίας

- 80-70 km/h για βαρέα φορτηγά οχήματα με ρυμουλκούμενα και ημιρυμουλκούμενα

Η ενίσχυση της ασφάλειας των οδικών μεταφορών οφείλει να επιτυγχάνει τα καλύτερα δυνατά επιτεύγματα. Οι τεχνολογικές εξελίξεις επέτρεψαν την αύξηση της ασφάλειας των οδηγών και των άλλων χρηστών του οδικού δικτύου, αν και η συνεχής αύξηση του αριθμού των οχημάτων στους δρόμους δημιουργεί όλο και μεγαλύτερες προκλήσεις.

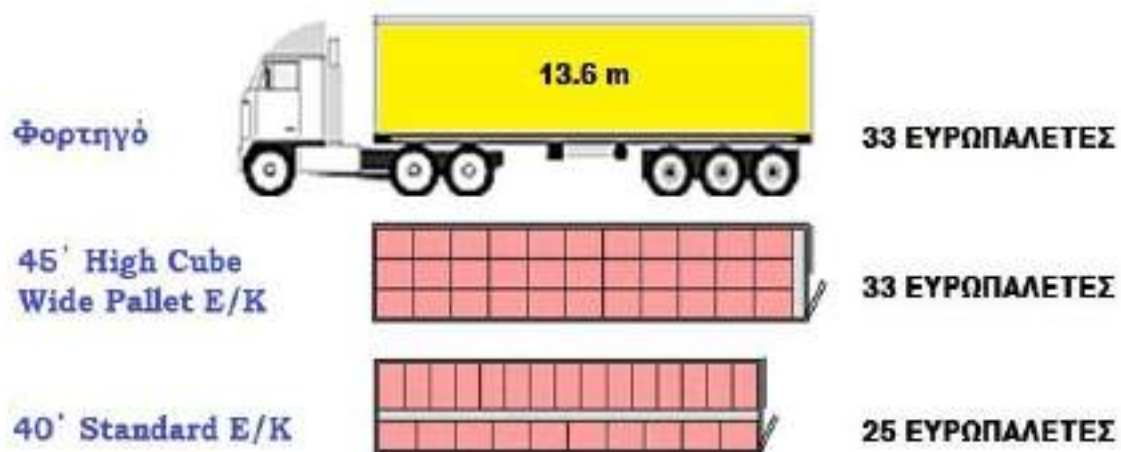
Τα οχήματα των οδικών εμπορευματικών μεταφορών υπόκεινται σε περιορισμούς:

- Όρια βάρους στο οδικό δίκτυο και στο όχημα
- Περιορισμοί κυκλοφορίας - Κυκλοφοριακές συνθήκες
- Ωράριο οδήγησης οδηγών
- Κανονισμοί από την μεταφορική εταιρία - μεταφορική ικανότητα, χωρητικότητα κλπ.

Όλοι αυτοί οι περιορισμοί επηρεάζουν το **μεταφορικό κόστος** του οχήματος.

Το βάρος του φορτίου (που μπορεί να αποτελείται από ένα ή πολλά τεμάχια) υπολογίζεται σε κιλά ή τόνους. **Ο όγκος** (ο συνολικός χώρος που καταλαμβάνει το φορτίο) μετριέται συνήθως σε κυβικά μέτρα. Ο όγκος είναι σημαντική παράμετρος για τον μεταφορέα, δεδομένου ότι ο διαθέσιμος χώρος στο μεταφορικό μέσο είναι πάντα περιορισμένος. Ο μεταφορέας διατηρεί συνήθως το δικαίωμα να κάνει τη χρέωση είτε επί του συνολικού όγκου του φορτίου, είτε επί του βάρους - ανάλογα με το ποιο είναι μεγαλύτερο.

Σχετικά με την **χωρητικότητα** των βαρέων οχημάτων σε μοναδοποιημένο φορτίο γνωρίζοντας ότι το μέγιστο μήκος ενός αμαξώματος είναι 13.6m, υπάρχει η δυνατότητα τοποθέτησης 33 ευρωπαϊκών, όσες χωρούν και σε ένα Ε/Κ 45' μεγάλου ύψους και πλάτους (45' Pallet Wide High Cube Container). Τα τυποποιημένα εμπορευματοκιβώτια 40' και 45' έχουν χωρητικότητα 25 και 27 ευρωπαϊκών αντίστοιχα.



Εικόνα 16: Σύγκριση μεταφορικής ικανότητας φορτηγού και τυποποιημένων Ε/Κ

Παλαιότητα

Ένας ακόμα παράγοντας που επιφέρει επιπτώσεις στο μεταφορικό κόστος είναι η παλαιότητα των οχημάτων. Την τελευταία θέση μεταξύ των χωρών της ΕΕ ως προς την **παλαιότητα** των φορτηγών κατέχει η Ελλάδα. Σύμφωνα με στοιχεία της Eurostat, που αφορούν το 2015, το 59% του συνόλου των μεταφορών στη χώρα μας γίνεται με οχήματα παλαιότητας άνω των 10 ετών την ώρα που στην ΕΕ, αντίστοιχο ποσοστό μεταφορών γίνεται με καινούρια οχήματα [48].

Βάρος οχήματος

Το βάρος ενός φορτηγού οχήματος αποτελεί καθοριστικό παράγοντα στην κατανάλωση καυσίμου και κατά συνέπεια στο μεταφορικό κόστος. Το μεικτό βάρος αποτελείται από το μεταφερόμενο φορτίο και το απόβαρο ελκυστήρα και οχήματος. Το βάρος επιδρά και στην απόδοση του συστήματος μετάδοσης της κίνησης. Η επίδραση αυτή εντείνεται σημαντικά με τις συνεχείς αλλαγές ταχύτητας, μία κατάσταση που είναι συνήθης στα φορτηγά οχήματα που εκτελούν δρομολόγια εντός αστικών κέντρων [49].

3.5 Αποθηκευτικοί Χώροι & Εγκαταστάσεις

Η ταχεία ανάπτυξη της τεχνολογίας σε όλο τον κόσμο συνεχίζει να δημιουργεί ακόμα πιο αποτελεσματική μεταφορική και αποθηκευτική δραστηριότητα των αγαθών. Ως εκ τούτου, οι παλιές αποθήκες αγαθών έχουν αρχίσει να αντικαθίστανται από κέντρα διανομής με γρήγορες λειτουργίες. Οι παραγωγικές επιχειρήσεις, οι εμπορικές εταιρείες και οι εταιρίες παροχής υπηρεσιών Logistics διασταυρώνουν τις απαιτήσεις τους στην προσπάθεια μείωσης του λειτουργικού κόστους αλλά και της μεγαλύτερης ικανοποίησης των αναγκών του πελάτη σε όρους χρόνου και ποιότητας υπηρεσιών (αξιοπιστία και συνέπεια) μέσω κατάλληλης υποδομής, τεχνογνωσίας και οργάνωσης. Τα αποθηκευτικά κέντρα ενσωματώνουν ένα πλήθος διαδικασιών, απαραίτητων για την αποδοτική μεταφορά των προϊόντων και τη διασφάλιση της οικονομικής λειτουργίας ολόκληρης της εφοδιαστικής αλυσίδας.



Εικόνα 17: Εσωτερικό ενός κέντρου διανομής, Πηγή: <https://supplychainminded.com>

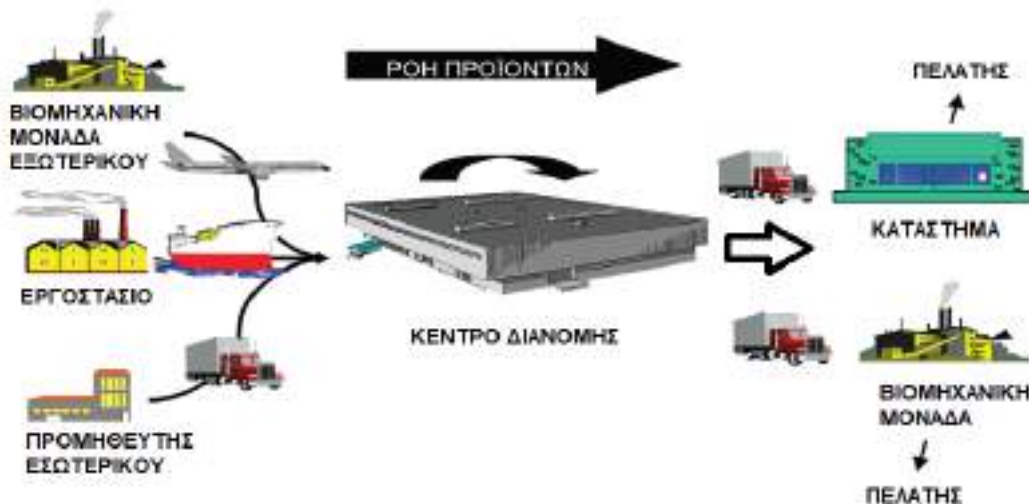
Ένα οργανωμένο κέντρο αποθήκευσης παίζει πολύ σημαντικό ρόλο, αφού μπορεί να εξασφαλίσει την ομαλή ροή και διαχείριση των προϊόντων (πρώτων υλών, ενδιάμεσων, τελικών) ώστε το προϊόν να φτάσει από την παραγωγή στον τελικό καταναλωτή, στον σωστό χρόνο και τόπο και με την ανάλογη ποιότητα και ποσότητα. Τα αποθηκευτικά κέντρα πλέον δεν αποτελούν ένα τμήμα της επιχείρησης, όπου απλά φυλάσσονται τα προϊόντα μέχρι τη στιγμή της παράδοσής τους στον πελάτη αλλά εκεί διενεργείται και επεξεργάζεται το μεγαλύτερο ποσοστό της ροής των πληροφοριών και της διαχείρισής τους, με αποτέλεσμα να έχουν μετεξελιχθεί πλέον σε **κέντρα διανομής** [50] (Distribution Centers – DC).

Τα αποθηκευτικά κέντρα αποσκοπούν στην **εξυπηρέτηση της ζήτησης** για συγκεκριμένες περιοχές. Η απόφαση για τον αριθμό των κέντρων διανομής, που αντιστοιχούν σε συγκεκριμένες γεωγραφικές περιοχές, αποτελεί ένα σημαντικό στρατηγικό θέμα που εξαρτάται βασικά από τους εξής παράγοντες:

α) Το επιθυμητό επίπεδο εξυπηρέτησης των πελατών,

β) Το συνολικό κόστος (συνολικό μεταφορικό κόστος και κόστος διαχείρισης αποθεμάτων).

Οι μικρές και μεγάλες επιχειρήσεις, που δεν έχουν ανάγκη να διατηρήσουν μια δική τους αποθήκη, δημιούργησαν ένα νέο αντικείμενο υλικότεχνικής υποστήριξης, το οποίο παρέχει υπηρεσίες αποθήκευσης σε σύντομο χρονικό διάστημα για περαιτέρω μεταφορά και διανομή στην περιοχή της αγοράς. Ένας άλλος παράγοντας είναι η μείωση του συνολικού χρόνου παράδοσης. Τα κέντρα διανομής επιτρέπουν στους παραγωγούς και τους προμηθευτές να αποθηκεύουν προϊόντα σε ποσότητες για άμεση παράδοση στο δίκτυο πελατών. Επίσης, τα κέντρα διανομής είναι η καλύτερη λύση, όταν πρόκειται για τη μετακίνηση φορτίου από έναν μεταφορέα σε άλλο με προσωρινή αποθήκευση. Επιπλέον έχουν μεγάλο πλεονέκτημα για τις μικρές εμπορικές εταιρείες, οι οποίες δεν έχουν την πολυτέλεια να κατέχουν τη δική τους αποθήκη ή και δεν χρειάζονται χώρους για μεγάλη αποθήκευση, οπότε μπορούν να πάρουν τα απαραίτητα αγαθά οποιαδήποτε στιγμή θέλουν σε οποιαδήποτε ποσότητα από το κοντινότερο κέντρο διανομής.



Εικόνα 18: Ο ρόλος του κέντρου διανομής στη μεταφορά των αγαθών

Ένα κέντρο διανομής οφείλει να καλύπτει την ευρύτερη περιοχή με όσο το δυνατόν ταχύτερη και πιο αποτελεσματική παράδοση. Για να λειτουργήσει αποτελεσματικά το κέντρο διανομής, πρέπει να εφαρμοστούν σύγχρονα συστήματα αυτοματοποίησης, εφοδιαστικής και ηλεκτρονικής καταγραφής. Το μεγάλο εύρος εισερχόμενων και εξερχόμενων αγαθών απαιτεί συγχρονισμό διαδικασιών. Η αξιοπιστία του εξοπλισμού μεταφοράς, φόρτωσης και

αποθήκευσης είναι κρίσιμη, διότι ο κύκλος εργασιών είναι πολύ γρήγορος και η συχνότητα φόρτωσης / παραλαβής είναι υψηλή. Στα σύγχρονα κέντρα διανομής χρησιμοποιούνται επίσης συστήματα μεταφοράς για εσωτερική μεταφορά, τα οποία μεταφέρουν τα αγαθά από το τμήμα παράδοσης στο τμήμα αποθήκευσης ή αποστολής. Υπάρχουν επίσης αυτοματοποιημένα συστήματα φόρτο-εκφόρτωσης για την αποφυγή καθυστερήσεων ή ανακριβειών στο απόθεμα.



Εικόνα 19: Μηχανήματα εσωτερικής μεταφοράς αγαθών εντός του αποθηκευτικού κέντρου

Η λειτουργία ενός κέντρου διανομής πρέπει να περιλαμβάνει:

- Αποθήκευση εμπορευμάτων σε παλέτες, ράφια, προβολείς ή σε συνδυασμό.
- Συλλογή και συσκευασία παλετών για φόρτωση σε φορτηγά.
- Διαλογή εισερχόμενων προϊόντων πριν από τη φόρτωση σε ράφια.
- Αυτοματοποιημένα περονοφόρα οχήματα που μεταφέρουν αγαθά χύδην ή σε παλέτες εντός του αποθηκευτικού κέντρου από περιοχή παραλαβής στην περιοχή αποθήκευσης / φόρτωσης.
- Διαίρεση της αποθήκης σε τεχνολογικές ζώνες, και χώρο στάθμευσης για τον εξοπλισμό.
- Ασφάλεια προσωπικού, εξοπλισμού και εμπορευμάτων.

Αστικά Κέντρα Ενοποίησης Εμπορευμάτων(ΑΚΕΕ)

Ένα ΑΚΕΕ είναι κέντρο που παρέχει υπηρεσίες ομαδοποιημένων αστικών διανομών (city logistics). Στα αγγλικά χρησιμοποιείται ο όρος Urban Consolidation Center (UCC). Το κέντρο δέχεται στις εγκαταστάσεις του τα εμπορεύματα και αφού ομαδοποιηθούν σε νέες συσκευασίες /παραγγελίες αποστέλλονται στους πελάτες με τη χρήση κοινών φορτηγών.

Εμπορευματικά Κέντρα

Ένα εμπορευματικό κέντρο αποτελεί μια οριοθετημένη περιοχή στην οποία παρέχονται κατάλληλες υποδομές και εξοπλισμός ώστε να μπορούν να δραστηριοποιούνται εταιρείες που παρέχουν υπηρεσίες σχετικές με μεταφορές και εφοδιαστική (logistics). Βασικά στοιχεία του αποτελούν οι μεγάλες οργανωμένες αποθηκευτικές εγκαταστάσεις και η συνδεσιμότητα με δίκτυα μεταφορών.



Εικόνα 20: Εμπορευματικό κέντρο στο Λιβόρνο της Ιταλίας

Πηγή: <http://www.investitalyrealestate.com/en/property/livorno-international-tuscan-port/>

Πιο επίσημα, ο νόμος Ν.3333/2005 ορίζει ως **εμπορευματικό κέντρο** ένα οργανικά ολοκληρωμένο σύνολο δομών, διαρθρωμένων υπηρεσιών και υποδομών διαφορετικών μέσων μεταφοράς που ιδρύεται και λειτουργεί σε περιοχή που επιτρέπονται δραστηριότητες για εξυπηρέτηση συνδυασμένων μεταφορών και υποχρεωτικά περιλαμβάνει ή συνδέεται με σιδηροδρομικό σταθμό, λιμάνι ή αεροδρόμιο. Τα εμπορευματικά κέντρα καταλαμβάνουν έκταση τουλάχιστον 100 στρεμμάτων εκτός αυτά που χωροθετούνται σε νησιά. Απαιτείται να διαθέτει μεταφορικές υποδομές και να εξασφαλίζει εύκολη πρόσβαση στο μεταφορικό δίκτυο της χώρας [51].

Ο ρόλος του εμπορευματικού κέντρου ως κόμβου διανομής μπορεί να συμβάλει θετικά στην εξυπηρέτηση της ζήτησης και την αποσυμφόρηση της κυκλοφορίας παρακείμενων αστικών περιοχών. Η συνύπαρξη συναφών υπηρεσιών στον ίδιο χώρο δίνει τις δυνατότητες ώστε να επιτευχθούν οικονομίες κλίμακας (κοινές υπηρεσίες φύλαξης των αποθηκευτικών χώρων, ενιαία διαχείριση ανακύκλωσης παλετών/ συσκευασιών κλπ.) να προκύψουν συνεργασίες (π.χ. συνδυασμός δρομολογίων για την μείωση των διανυόμενων οχηματοχιλιομέτρων) και να αναπτυχθούν υποστηρικτικές υπηρεσίες διοίκησης, ελέγχου και διαχείρισης.



Σχήμα 4: Τυπική δομή ενός Εμπορευματικού Κέντρου Συνδυασμένων Μεταφορών

Σε ακόμη μεγαλύτερη κλίμακα, οι δραστηριότητες συνδυασμένων μεταφορών και logistics μπορούν να επεκτείνονται στην ευρύτερη εμπορική και βιομηχανική περιοχή, προσφέροντας μία πληθώρα υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας (συναρμολόγηση, παραγωγή υλικών συσκευασίας, εκτύπωση εντύπων) και δρομολόγησης.

Η διερεύνηση της σκοπιμότητας/βιωσιμότητας για την **ίδρυση εμπορευματικών κέντρων στην Ελλάδα**, μετά από μια μακρά περίοδο ωρίμανσης των θεμάτων σε στρατηγικό επίπεδο οδήγησε στον προσδιορισμό ενός ιεραρχικά δομημένου δικτύου εμπορευματικών κέντρων, σταθμών και κόμβων καθώς και στην δημοσίευση του νομοθετικού πλαισίου που θέτει τους όρους για την ίδρυση και λειτουργία τους. Σύμφωνα με το Ν.4302/2014 απλοποιούνται οι διαδικασίες αδειοδότησης στον κλάδο των logistics, εξισώνονται οι συντελεστές δόμησης των αποθηκευτικών χώρων με των βιομηχανικών κτηρίων, ορίζονται κανόνες για την αστική μεταφορά και διανομή προϊόντων εντός του αστικού ιστού μέσω των σχετικών ολοκληρωμένων σχεδίων **βιώσιμης αστικής κινητικότητας**, προβλέπεται δημιουργία εθνικής εμβέλειας πάρκων εφοδιαστικής έκτασης 300 τουλάχιστον στρεμμάτων με υποδομές τερματικών εγκαταστάσεων συνδυασμένων μεταφορών, ενώ απαλλάσσονται οι μικρές και μεσαίου μεγέθους εγκαταστάσεις από την υποχρέωση αυτή.

Ο Ελληνικός Επιμελητηριακός Σύνδεσμος Μεταφορών (ΕΕΣΥΜ) ανέλαβε την εκπόνηση μελέτης σκοπιμότητας/βιωσιμότητας του ελληνικού δικτύου εμπορευματικών κέντρων, την οποία και ολοκλήρωσε τον Ιανουάριο του 1997. Η μελέτη κατέληξε σε ένα δίκτυο που περιλαμβάνει 11 κέντρα (Αττικής, Πειραιώς, Αχαΐας, Θεσπρωτίας, Λαρίσης, Θεσσαλονίκης, Κιλκίς, Κοζάνης, Έβρου, Ηρακλείου, Χίου)[52].

3.6 Ψηφιακή Χαρτογραφία & Πληροφοριακά Συστήματα στις Μεταφορές

Η μεταφορά αφορά στη μετακίνηση από ένα σημείο του χώρου που λέγεται σημείο προέλευσης (origin) σε ένα άλλο σημείο που λέγεται σημείο ή θέση προορισμού (destination). Όμως μια μετακίνηση που παράγεται σε ένα σημείο του χώρου, προσελκύεται από ένα άλλο σημείο του χώρου, έτσι σχηματίζονται θέσεις ή περιοχές γένεσης μετακινήσεων και θέσεις ή περιοχές έλξης μετακινήσεων, στις οποίες καταλήγουν οι παραγόμενες.

Κατά τη μετάβαση, από το σημείο προέλευσης στο σημείο προορισμού, μπορεί να υπάρχουν ενδιάμεσα σημεία, τα οποία καλούνται κόμβοι του μεταφορικού δικτύου. Μεταξύ όλων των κόμβων του δικτύου σχηματίζεται ένα μητρώο που αντιστοιχίζει τις ζητήσεις των μετακινήσεων και λέγεται μητρώο προέλευσης-προορισμού (**O-D Matrix**).

Κύρια στοιχεία λοιπόν των μεταφορικών συστημάτων [53] είναι:

- **Κόμβοι μεταφορικού συστήματος.** Είναι τα σημεία των τοποθεσιών πρόκειται να συνδεθούν μεταξύ τους με μεταφορικό έργο. Οι κόμβοι χρησιμεύουν ως σημεία πρόσβασης σε ένα σύστημα διανομής ή ως τοποθεσίες μεταφόρτωσης / διαμεσολάβησης εντός ενός δικτύου μεταφορών όπως για παράδειγμα στα μεγάλα εμπορευματικά κέντρα ή τους τερματικούς σταθμούς και εγκαταστάσεις λιμένων και σιδηροδρόμων.
- **Δίκτυα μεταφορών.** Στην ουσία αποτελούν τη χωρική δομή και οργάνωση των κατασκευασμένων υποδομών και των σταθμών μεταφορών που υπάρχουν για υποστήριξη και διαμόρφωση των κινήσεων των μέσων μεταφοράς.
- **Ζήτηση μεταφοράς.** Η ζήτηση για υπηρεσίες μεταφορών σύμφωνα με τις απαιτούμενες ανάγκες και η αλληλεπίδραση με το μεταφορικό δίκτυο και τις χρήσεις γης.

Βασικά χαρακτηριστικά για την αξιολόγηση ενός **μεταφορικού δικτύου** αποτελούν:

- **Πρόσβαση και προσβασιμότητα.** Η πρόσβαση στα συστήματα μεταφοράς είναι συνήθως ελεύθερη σε οποιονδήποτε (μπορεί βεβαίως να ισχύουν εξαιρέσεις). Η προσβασιμότητα είναι η ικανότητα πρόσβασης και ποικίλλει ανάλογα με τη θέση του σημείου στο σύστημα μεταφοράς. Ένα σημείο είναι πιο προσιτό και προσβάσιμο αν βρίσκεται σε κεντρική θέση σε σχέση με το μεταφορικό δίκτυο.

Η προσβασιμότητα αποτελεί βασικό στοιχείο για τη γεωγραφία των μεταφορών αφού είναι μια άμεση έκφραση της κινητικότητας ανθρώπων, εμπορευμάτων ή πληροφοριών [54]. Τα καλά ανεπτυγμένα και αποτελεσματικά συστήματα μεταφορών καταφέρνουν και αντιμετωπίζουν τις επιπτώσεις της κυκλοφοριακής συμφόρησης και προσφέρουν υψηλά επίπεδα προσβασιμότητας. Η προσβασιμότητα συνδέεται με μια σειρά οικονομικών ευκαιριών. Επομένως, η έννοια της προσβασιμότητας βασίζεται σε δύο βασικές παραμέτρους:

Η πρώτη είναι η τοποθεσία και η δεύτερη η απόσταση όπου εκτιμάται η σχετική θέση των τοποθεσιών σε σχέση με τις μεταφορικές υποδομές και η συνδεσιμότητα μεταξύ τους.

- **Απόσταση και χρόνος.** Σε ένα μεταφορικό δίκτυο, ενώ η απόσταση παραμένει σταθερή, ο χρόνος μπορεί να ποικίλει λόγω βελτιώσεων στην τεχνολογία μεταφοράς (θετική επίδραση), λόγω κυκλοφοριακής συμφόρησης (αρνητική επίδραση) ή κανονισμών όπως όρια ταχύτητας.

- **Συνδεσιμότητα.** Η συνδεσιμότητα είναι ένα μετρήσιμο χαρακτηριστικό που εκφράζει την ύπαρξη σύνδεσης ή μη μεταξύ κάθε δύο κόμβων/σημείων του δικτύου και επιπλέον προσδιορίζει την γεωγραφική απόσταση μεταξύ τους. Έχει άμεση σχέση και αλληλεπίδραση με την προσβασιμότητα και αποτελεί πολύ σημαντική πληροφορία. Για την αναπαράσταση κατασκευάζεται ένας πίνακας ή αλλιώς μητρώο συνδεσιμότητας, ο οποίος είναι τριγωνικός και περιέχει κάθε συνδεδεμένο ή μη ζεύγος του δικτύου. Για κάθε εφικτή σύνδεση σημειώνεται ο αριθμός 1 αλλιώς ο αριθμός 0. Ο αριθμός των στηλών και των γραμμών σε αυτό τον πίνακα είναι ο ίδιος και ίσος με τα σημεία που αποτελούν τους κόμβους του δικτύου.



Σχήμα 5: Κατασκευή πίνακα συνδεσιμότητας ενός μεταφορικού δικτύου

Κάθε συγκοινωνιακό δίκτυο αποτελείται από δύο ειδών στοιχεία: Ένα σύνολο σημείων (κόμβων) και ένα σύνολο γραμμικών τμημάτων που ενώνουν αυτά τα σημεία. Το μέγεθος του τελικού μητρώου συνδεσιμότητας περιλαμβάνει τις αποστάσεις που αντιστοιχούν μεταξύ δύο κόμβων στο δίκτυο. Κάθε κελί αντιπροσωπεύει μια σύνδεση και την ελάχιστη απόσταση μεταξύ δύο κόμβων. Υπολογίζεται η ελάχιστη απόσταση ως:

$$d_{ij} = \min \text{ ελάχιστο μονοπάτι απόστασης μεταξύ του κόμβου } i \text{ και } j$$

- Διαδρομή ή μονοπάτι αποτελεί μια πεπερασμένη ακολουθία από διαδοχικές συνδέσεις σε διαδοχικούς κόμβους που εναλλάσσονται και στην οποία κάθε μία εμφανίζεται μόνο μία φορά. Σε ένα δίκτυο διανομής, το μονοπάτι είναι διαδοχικών στάσεων εξυπηρέτησης.
- Συντομότερο μονοπάτι (shortest path), είναι η ακολουθία συνδέσμων-τοποθεσιών με το ελάχιστο κόστος από έναν κόμβο αφετηρία προς έναν κόμβο προορισμό.

Με μαθηματικούς όρους, το δίκτυο μπορεί να εκφραστεί ως ένα σύνολο κόμβων που συνδέονται μεταξύ τους από ένα σύνολο συνδέσμων. Κάθε σύνδεσμος του δικτύου,

σχετίζεται με την κατεύθυνση της κίνησης των οχημάτων σε αυτόν, καθώς επίσης και με ένα κόστος μετακίνησης.



Σχήμα 6: Αναπαράσταση συγκοινωνιακού δικτύου (Σύνδεσμοι και κόμβοι)

Το κόστος μετακίνησης απορρέει από διάφορα χαρακτηριστικά του συνδέσμου, όπως ο χρόνος μετακίνησης, η προσβασιμότητα, το φορτίο του οχήματος. Σχετίζεται μόνο με τους συνδέσμους και όχι με τους κόμβους του δικτύου. Με άλλα λόγια, η μετάβαση από έναν κόμβο σε οποιοδήποτε άλλο κόμβο, είναι δυνατή ακολουθώντας μία διαδρομή του δικτύου. Το κόστος κατά μήκος της διαδρομής, είναι το άθροισμα του κόστους μετακίνησης του κάθε συνδέσμου που την απαρτίζει. Για τη μετάβαση από ένα κόμβο του δικτύου σε έναν άλλο συνήθως υπάρχουν περισσότερες από μία εναλλακτικές διαδρομές, αλλά μία είναι η βέλτιστη.

Τα δίκτυα διανομής είναι συγκοινωνιακά δίκτυα που αποτελούν αντικείμενο μελέτης των προβλημάτων μεταφοράς αγαθών και δρομολόγησης οχημάτων. Γραφικά ένα τέτοιο δίκτυο μπορεί να αναπαρασταθεί από ένα σύνολο κόμβων που είναι σταθμοί εξυπηρέτησης και ένα σύνολο συνδέσμων με μία συγκεκριμένη κατεύθυνση.

Στα πλαίσια της ανάπτυξης ενός συγκοινωνιακού μοντέλου, όπως προαναφέρθηκε, οι υπό μελέτη περιοχές χωρίζονται σε ζώνες για να ομαδοποιηθούν τα στοιχεία (για παράδειγμα μεταφορές ανά σκοπό). Το μέγεθος καθώς επίσης και ο αριθμός των ζωνών, εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά της υπό μελέτη περιοχής. Έτσι, μία ζώνη μπορεί να αναπαριστά ένα οικοδομικό τετράγωνο μιας πόλης, μια περιοχή με συγκεκριμένες χρήσεις γης (π.χ. βιομηχανική περιοχή) ή ακόμα και έναν ολόκληρο νομό, ενώ ένα δίκτυο μπορεί να περιλαμβάνει από μερικές δεκάδες έως μερικές χιλιάδες ζώνες. Οι ζώνες, αναπαρίστανται στα μοντέλα, σαν όλα τα χαρακτηριστικά τους να είναι συγκεντρωμένα σε ένα σημείο.

Το σημείο αυτό ονομάζεται **κεντροειδές** της ζώνης. Το κεντροειδές μπορεί να βρίσκεται στο γεωγραφικό κέντρο βάρους ή ακόμα στο κέντρο των δραστηριοτήτων/εργασιών της ζώνης. Η ανάγκη ψηφιακής καταγραφής της επιφάνειας του εδάφους, της θάλασσας, των επίγειων και θαλάσσιων διαδρομών και πολλών άλλων χαρακτηριστικών οδήγησε στη δημιουργία βάσεων-δομών χωρικών δεδομένων. Ένα ψηφιακό σύστημα οπτικοποίησης δεδομένων έχει την ικανότητα να παρουσιάζει, αναλύει, αποθηκεύει και να επεξεργάζεται γεωγραφικά συσχετισμένες πληροφορίες.

Έτσι η **οπτικοποίηση**, αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα διαδικασίας ανάλυσης και αναπαράστασης χωρικών προβλημάτων που μπορεί να συνδυαστεί με ορισμένες αναλυτικές έννοιες ή θεωρίες αλλά και τεχνικές μοντελοποίησης συστημάτων. Τα κυριότερα εργαλεία της Ψηφιακής Χαρτογραφίας είναι οι Ψηφιακοί Χάρτες Δορυφορικών Δεδομένων, τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και τα Συστήματα Δορυφορικού Εντοπισμού Θέσης.

Ψηφιακοί Χάρτες Δορυφορικών Δεδομένων

- Οι Χάρτες Google (**Google Maps**): Είναι η πιο γνωστή εφαρμογή χαρτογράφησης στο Διαδίκτυο. Η ψηφιακή τεχνολογία που παρέχεται από την Google υποστηρίζει πολλές υπηρεσίες που βασίζονται σε χάρτες, συμπεριλαμβανομένου της ιστοσελίδας Google Maps και του εργαλείου Google Earth. Προσφέρει δορυφορική αποτύπωση ή χάρτες δρόμων με δυνατότητα υπολογισμού και σχεδιασμού διαδρομών για μεταφορές με τα πόδια, το αυτοκίνητο, το ποδήλατο ή τα μέσα μαζικής μεταφοράς, μέτρηση απόστασης μεταξύ δύο ή περισσότερων σημείων στο χάρτη και προβολή ή εύρεση συντεταγμένων [55].

Επιπλέον, ο χρήστης μπορεί να αναζητήσει ένα μέρος χρησιμοποιώντας τις συντεταγμένες του γεωγραφικού του πλάτους και μήκους, να βρει συγκεκριμένα στοιχεία ή μέρη σε μια περιοχή, να ελέγξει σε πραγματικό χρόνο την κυκλοφορία στους δρόμους, να συνεισφέρει στους χάρτες προσθέτοντας πληροφορίες ακόμα και να κατασκευάσει έναν δικό του χάρτη δεδομένων και να τον εξάγει σε μορφή αρχείου συμβατή για επεξεργασία με σύστημα γεωγραφικών πληροφοριών. Περιλαμβάνει επίσης εντοπισμό των επιχειρήσεων που βρίσκονται σε μεγάλες πόλεις σε χώρες σε όλο τον κόσμο.

- Οι Χάρτες της Microsoft (**Bing Maps**): Το Bing Maps είναι ένα διαδραστικό ψηφιακό πρόγραμμα χάρτη, υψηλής ανάλυσης το οποίο επιτρέπει στους χρήστες να βλέπουν πόλεις και χώρες από ψηλά, με οπτική του δικτύου αλλά και με τρισδιάστατη απεικόνιση. Το πρόγραμμα βοηθάει επίσης τους οδηγούς στη πορεία τους βήμα προς βήμα, παρέχοντας

επιπρόσθετες πληροφορίες για την κίνηση, την κατάσταση των δρόμων, τυχόν παράπλευρα κτίρια, χάρτες γειτονικών δρόμων αλλά και οδηγίες για χώρους στάθμευσης.

Οι πεζοί μπορούν να απολαύσουν επίσης το προνόμιο της πληροφόρησης αναφορικά με σταθμούς λεωφορείων, σταθμούς μετρό και ηλεκτρικού καθώς και οδηγίες για το πως να φθάσουν εκεί. Εναλλακτικά παρέχονται κι άλλες υπηρεσίες όπως υπολογισμός για τα κόμιστρα των ταξί, ευρετήριο για κοντινά εστιατόρια, στάδια κτλ.[56]. Περιλαμβάνονται επίσης εφαρμογές όπως η εύρεση στον χάρτη φίλων από το Facebook, ή η δυνατότητα ανάγνωσης του εξώφυλλου όλων των καθημερινών εφημερίδων του κόσμου.

- Οι Χάρτες **Wikimapia**: Το wikimapia είναι ένα πρόγραμμα χαρτογράφησης ανοιχτού περιεχομένου στο διαδίκτυο. Στόχος του είναι η λεπτομερής περιγραφή του παγκόσμιου χάρτη με την συλλογή και συνεισφορά πληροφοριών από εγγεγραμμένους χρήστες και επισκέπτες, οι οποίοι ξεπερνούν τα είκοσι εκατομμύρια. Τα δεδομένα που παρέχονται έχουν ελεύθερη πρόσβαση από τον καθένα. Μια ιδιότητα του wikimapia είναι ότι μπορεί να γίνει εύκολα κατανοητό από τον οποιοδήποτε ακόμα και αν είναι η πρώτη του επαφή με δορυφορικούς χάρτες. Το wikimapia ενημερώνεται συχνά έτσι ώστε να παρέχει στους χρήστες αξιόπιστες πληροφορίες συλλέγοντας καθημερινά αρκετές νέες πληροφορίες οι οποίες είναι διαθέσιμες στους χρήστες. Το μεγάλο πλεονέκτημα που διαθέτει το wikimapia είναι ότι οι χρήστες έχουν το δικαίωμα να προσθέτουν περιγραφές, να τοποθετούν ετικέτες και να ανεβάζουν φωτογραφίες αλλά και να μπορούν να σημάνουν δρόμους και περιοχές ενδιαφέροντος. Επιπλέον υπάρχει δυνατότητα αναζήτησης συγκεκριμένης πληροφορίας μιας περιοχής χρησιμοποιώντας διάφορα φίλτρα.

- Οι Χάρτες **OSM (Open Street Maps)**: Το OpenStreetMap είναι ένα έργο ψηφιακής χαρτογράφησης που αναπτύσσεται από μια κοινότητα χαρτογράφων που συλλέγουν και συνεισφέρουν δεδομένα με σκοπό τη δημιουργία ενός επεξεργάσιμου χάρτη του κόσμου. Στο περιβάλλον του, παρέχονται στοιχεία σχετικά με δρόμους, μονοπάτια, επιχειρήσεις, σιδηροδρομικούς σταθμούς, και πολλά περισσότερα, σε όλον τον κόσμο. Έχει ενσωματωθεί και λειτουργία εύρεσης διαδρομής. Ο ψηφιακός χάρτης ανανεώνεται διαρκώς και βασίζεται συνεχώς στην τοπική γνώση και πληροφορία. Οι συνεισφέροντες χρησιμοποιούν αεροφωτογραφίες, συσκευές GPS, και τοπικούς χάρτες και επικαιροποιούν τα χωρικά δεδομένα ώστε το OSM να είναι ακριβές, και ενημερωμένο.

Τα δεδομένα του χάρτη OSM προσφέρονται και χρησιμοποιούνται σε χιλιάδες ιστότοπους, λογισμικά, συστήματα πληροφοριών (ως δεδομένα ή ως χάρτης βάσης για εργασίες GIS) καθώς και σε εφαρμογές κινητών. Το βασικό χαρακτηριστικό που ξεχωρίζει τον ψηφιακό

χάρτη OSM είναι ότι πρόκειται για **βάση ανοικτών δεδομένων** με ελεύθερη πρόσβαση για χρήση και επεξεργασία. Είναι ένας από τους βασικούς χάρτες που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση δικτύων. Έτσι, τα δεδομένα μπορούν να προσαρμοστούν και να μελετηθούν σε διάφορους τύπους αρχείων. Στην ιστοσελίδα [57] αναγράφονται συγκεντρωτικά όλες οι ηλεκτρονικές διευθύνσεις από όπου μπορεί να γίνει εξαγωγή δεδομένων χωρών ή περιοχών.

Οι ιστοσελίδες που παρέχουν την πιο εύκολη πρόσβαση στα δεδομένα και τη δυνατότητα **ελεύθερης λήψης αρχείων δεδομένων** από τη βάση OSM είναι η γερμανική Geofabrik, η TrimbleData Marketplace και η Open Transport Map που φαίνονται στην Εικόνα 21. Το υλικό του Open Transport Map προέρχεται από το ανοικτό σύνολο δεδομένων OSM, και παρέχει εκτιμήσεις των μέσων ημερήσιων φόρτων κυκλοφορίας για τις χώρες της ΕΕ.



Εικόνα 21: Ιστοσελίδες ελεύθερης λήψης χωρικών δεδομένων χαρτών OSM

Συστήματα Δορυφορικού Εντοπισμού Θέσης

Το **GPS** (Global Positioning System), Παγκόσμιο Σύστημα Στιγματοθέτησης είναι σύστημα εντοπισμού γεωγραφικής θέσης, ακίνητου ή κινούμενου χρήστη, το οποίο βασίζεται σε ένα "πλέγμα" εικοσιπτεσσάρων δορυφόρων της Γης, εφοδιασμένων με ειδικές συσκευές εντοπισμού, οι οποίες ονομάζονται "πομποδέκτες GPS". Οι δέκτες αυτοί παρέχουν ακριβείς πληροφορίες για τη θέση ενός σημείου, το υψόμετρό του, την ταχύτητα και την κατεύθυνση της κίνησης του. Επίσης, σε συνδυασμό με ειδικό λογισμικό χαρτογράφησης μπορούν να απεικονίσουν γραφικά τις πληροφορίες αυτές [58].

Η λειτουργία του συστήματος GPS γίνεται λοιπόν, με τη βοήθεια εξειδικευμένων δορυφόρων που κινούνται σε συγκεκριμένες τροχιές γύρω από τη Γη και εκπέμπουν ηλεκτρομαγνητικό σήμα το οποίο περιέχει τις θέσεις στις οποίες βρίσκονται ανά πάσα στιγμή, και την ακριβή ώρα αποστολής του σήματος. Ο δέκτης, γνωρίζοντας πού ακριβώς βρίσκονται οι δορυφόροι και σε τι απόσταση είναι από αυτούς, προσδιορίζει τη θέση στην οποία βρισκόμαστε [59].

Επιπλέον, παρέχει συνεχή απεικόνιση της θέσης και της μετακίνησης στην οθόνη της συσκευής, λαμβάνοντας την πληροφορία από τους δορυφόρους και αποδίδοντας την πάνω σε ψηφιακό χάρτη. Παραδείγματα συσκευών είναι οι γνωστοί πλοηγοί (navigators), οι δέκτες GPS χειρός και τα ενσωματωμένα GPS στα κινητά τηλέφωνα. Τα δεδομένα των GPS μπορούν να εισαχθούν σε ένα Γεωγραφικό Πληροφοριακό Σύστημα, παρέχοντας άμεσα πληροφορίες θέσης. Πλέον, η τεχνολογία GPS για διαδικασίες δρομολόγησης έχει εφαρμογή τόσο σε επίπεδο ατομικού χρήστη όσο και σε επίπεδο επιχειρήσεων βοηθώντας σημαντικά στην διαχείριση στόλου οχημάτων.



Εικόνα 22: Δέκτης GPS χειρός και πλοηγός GPS (Navigator) [Πηγή: 59]

Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών

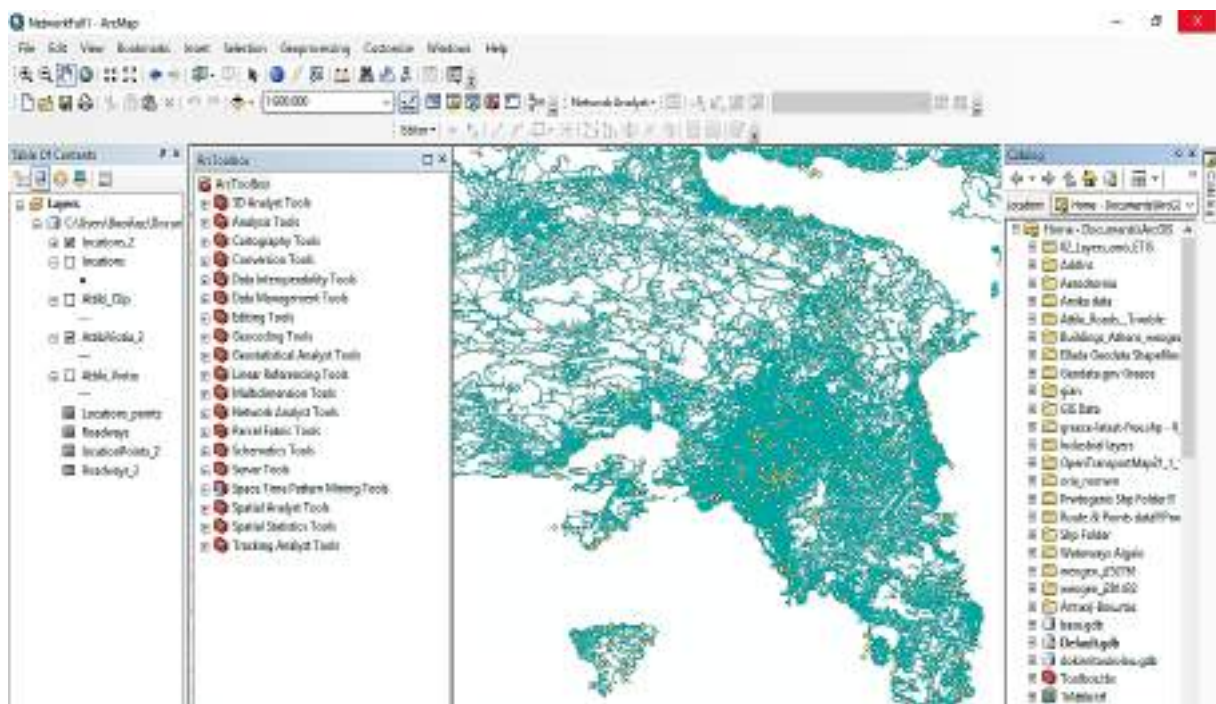
Τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών (GIS) είναι υπολογιστικά προγράμματα βάσεων δεδομένων που αποτυπώνουν χωρικά δεδομένα σε γεωγραφικά συστήματα συντεταγμένων με συσχέτιση των γεωγραφικών χωρικών δεδομένων με πληροφορίες και απόδοση περιγραφικών χαρακτηριστικών. Τα δεδομένα αποτελούν όλα εκείνα τα απαραίτητα δομικά στοιχεία που συλλέγονται προκειμένου να χρησιμοποιηθούν σε ένα Γ.Σ.Π. Το GIS μπορεί με ευκολία να παρουσιάσει πολλά επίπεδα - στρώματα (layers) διαφορετικών πληροφοριών, όπου κάθε στρώμα αντιπροσωπεύει ένα συγκεκριμένο θέμα ή χαρακτηριστικό του χάρτη, ελέγχοντας πλήρως το είδος και την ποσότητα της πληροφορίας που πρόκειται να αποτυπωθεί.

Η σύνδεση της τοποθεσίας με τις πληροφορίες είναι μια διαδικασία που εφαρμόζεται σε πολλούς τομείς **λήψης αποφάσεων** στις επιχειρήσεις και στον κόσμο. Οι άνθρωποι χρησιμοποιούν το GIS για απεικόνιση, ανάλυση και κατανόηση δεδομένων από όλο τον κόσμο σε σχέση με τη φυσική αλλά και την ανθρώπινη δραστηριότητα. Η στρατιωτική οργάνωση και η κυβερνητική πολιτική, η διαχείριση εγκαταστάσεων, ο σχεδιασμός μεταφορικών συστημάτων, ο σχεδιασμός δικτύων διανομής προϊόντων-εφοδιαστικής αλυσίδας, η αντιμετώπιση έκτακτων περιστατικών, η παρουσία φυσικών φαινομένων, η περιβαλλοντική ρύπανση, η οικονομική ανάλυση τραπεζών και οργανισμών, οι χρήσεις γης και ακινήτων, η κατανομή φυσικών πόρων στην επιφάνεια της γης - όλα αυτά τα προβλήματα περιλαμβάνουν δεδομένα γεωγραφίας και τοποθεσίας [60]. Επίσης, το GIS χρησιμοποιείται στην εκπαίδευση αλλά και στη δημόσια ασφάλεια. Ειδικότερα στον τομέα των επιχειρήσεων, το GIS βοηθά τους χρήστες να απεικονίζουν, να διαχειρίζονται και να αναλύουν οποιοδήποτε επιχειρηματικό στοιχείο (εργαζόμενους, πελάτες εγκαταστάσεις, οδικό δίκτυο μεταφορών).

Οι ψηφιακοί χάρτες των πληροφοριακών συστημάτων αποτελούν μια αποδεδειγμένη μέθοδο οργάνωσης και παρουσίασης της πληροφορίας βάσει τοποθεσίας, όταν χρειάζεται να ληφθεί μια απόφαση και να αξιολογηθεί ένα πρόβλημα. Το GIS εμφανίζει και επεξεργάζεται χαρακτηριστικά του συγκοινωνιακού δικτύου, των περιοχών, των πόλεων, των οικοπέδων και των κτιρίων στον υπολογιστή. Τα δεδομένα καταγράφονται στο χάρτη και σε πίνακες χαρακτηριστικών για χρήση μέσω υπολογιστικών φύλλων ή άλλων βάσεων δεδομένων. Το πλεονέκτημα της χωρικής ανάλυσης και οπτικοποίησης είναι ότι μπορεί να αποκαλύψει εικόνες και συνδέσεις αλλά και να λύσει προβλήματα που να μην είναι πλήρως κατανοητά ή εμφανή σε απλούς πίνακες ή διαγράμματα. Τα βασικά βήματα με τα οποία αξιοποιείται η χρήση των Γεωπληροφορικών Συστημάτων στην επίλυση προβλημάτων είναι η εύρεση και η εισαγωγή των δεδομένων στη βάση, η διαχείριση και η επεξεργασία των δεδομένων, η ανάλυση των σεναρίων και η παρουσίαση των αποτελεσμάτων.

3.7 Εισαγωγικά Στοιχεία για το GIS

Για τη λειτουργία της βάσης δεδομένων (γεωβάση) ενός GIS εισάγονται στην πλατφόρμα διάφοροι τύποι αρχείων δεδομένων τύπου (.xls) ή ψηφιακής μορφής όπως το .kml ή το .shp (**shapefile**). Ένα shapefile είναι τύπος αρχείου αποθήκευσης δεδομένων της θέσης, του σχήματος και των υπόλοιπων πληροφοριών των γεωγραφικών χαρακτηριστικών. Τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά ενός shapefile μπορούν να αναπαρασταθούν από σημεία, γραμμές ή πολύγωνα (περιοχές). Δημιουργείται ως σύνολο αρχείων-ενιαίο αρχείο φάκελος (που πρέπει να περιέχει τα αρχεία .shp, .shx, .dbf και .prj για να λειτουργήσει σε ένα πρόγραμμα προβολής χάρτη) και περιέχει μία κλάση δεδομένων. Μπορεί επίσης να περιέχει πίνακες dBASE, οι οποίοι μπορούν να αποθηκεύσουν πρόσθετα χαρακτηριστικά που μπορούν να συνδυαστούν με τα χαρακτηριστικά του shapefile. Τα Shapefiles συχνά είναι μεγάλα πακέτα δεδομένων και χρησιμοποιούνται σε εργαλεία GIS, όπως το **ArcGIS**, το οποίο αποτελεί το πιο ολοκληρωμένο εμπορικό πακέτο αυτή τη στιγμή, αφού παρέχει μία πληθώρα εργαλείων για επεξεργασία, οπτικοποίηση και αποθήκευση δεδομένων. Το βασικό περιβάλλον εργασίας του είναι το ArcMap που φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα.

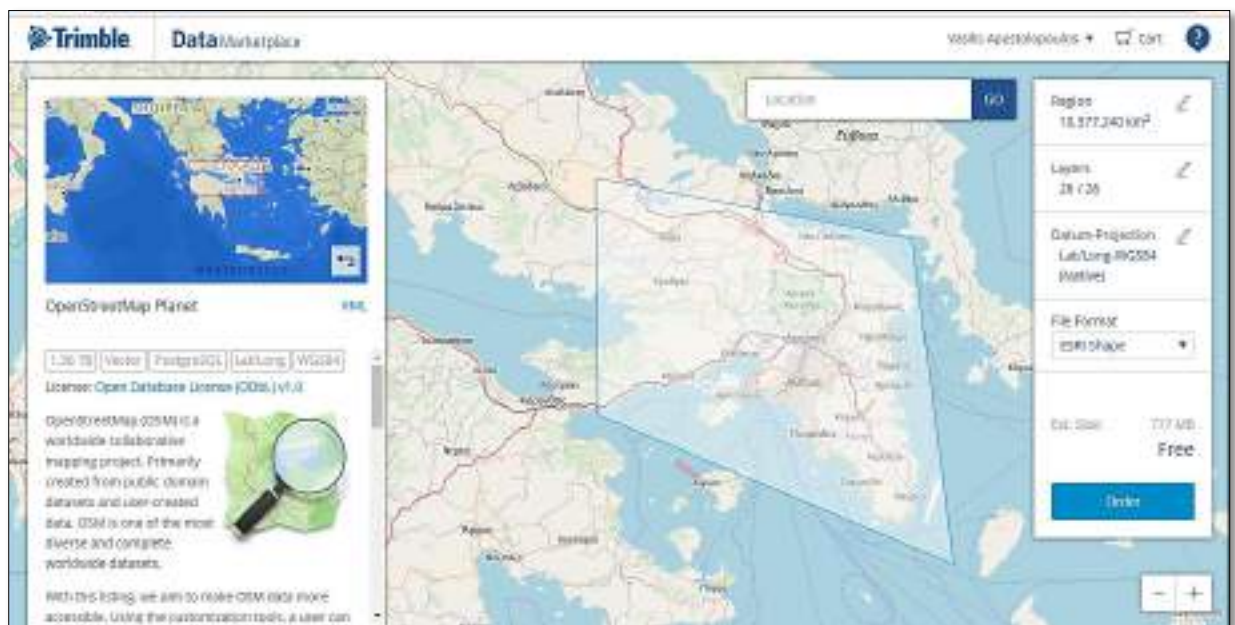


Εικόνα 23: Απεικόνιση βασικών παραθύρων και γραφικό περιβάλλον του ArcGIS

Τα GIS βασίζονται σε γνωστά συστήματα συντεταγμένων (ως γεωγραφική αναφορά) για να γίνει προβολή των δεδομένων, μετατρέποντας την πληροφορία σε δεδομένο. Τα επιλεγμένα στοιχεία πληροφοριών εμφανίζονται στο γραφικό περιβάλλον οπτικοποίησης. Για καλύτερη εποπτεία της υπό ανάλυση περιοχής μπορεί μέσα από το το γραφικό περιβάλλον του λογισμικού (Interface) να επιλεγεί υπόβαθρο (basemap) ανάλογα με την εφαρμογή (χάρτης, ψηφιακό μοντέλο εδάφους, αεροφωτογραφία κ.α.) ώστε να βοηθήσει την επεξεργασία.

3.8 Συλλογή και Παρουσίαση Δεδομένων με ArcGIS

Για την κατάστρωση του προβλήματος, ήταν απαραίτητος ο σχεδιασμός ενός δικτύου διανομής οπότε χρειαζόταν το οδικό δίκτυο και τα αντίστοιχα γεωγραφικά δεδομένα. Μετά από αναζήτηση στο διαδίκτυο πραγματοποιήθηκε εύρεση και λήψη χωρικών γεωγραφικών δεδομένων από την ιστοσελίδα Trimble Data Marketplace [61], του πλαισίου της εικονιζόμενης περιοχής. Η λήψη των δεδομένων έγινε σε μορφή αρχείων shapefile για άμεση εισαγωγή και επεξεργασία σε περιβάλλον GIS. Τα χωρικά δεδομένα του συγκοινωνιακού δικτύου είναι από την πλατφόρμα OSM και επεξεργάστηκαν με τη βοήθεια του γεωγραφικού πληροφοριακού συστήματος ArcGIS.

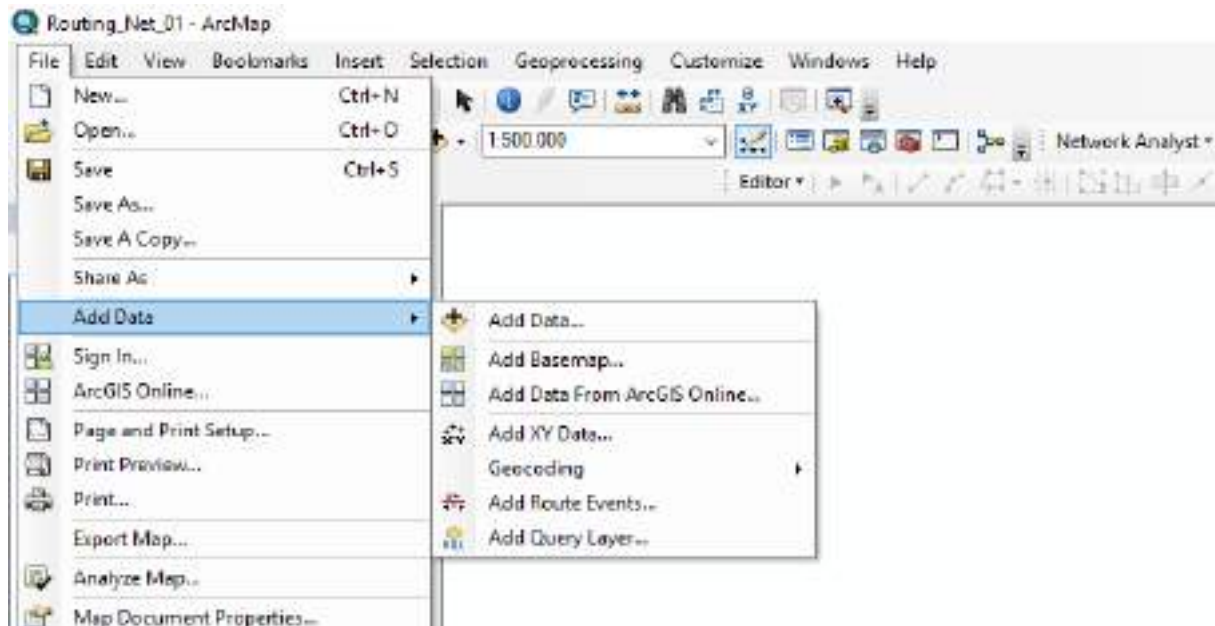


Εικόνα 24: Διαδικασία λήψης αρχείου γεωδεδομένων OSM από την ιστοσελίδα Trimble

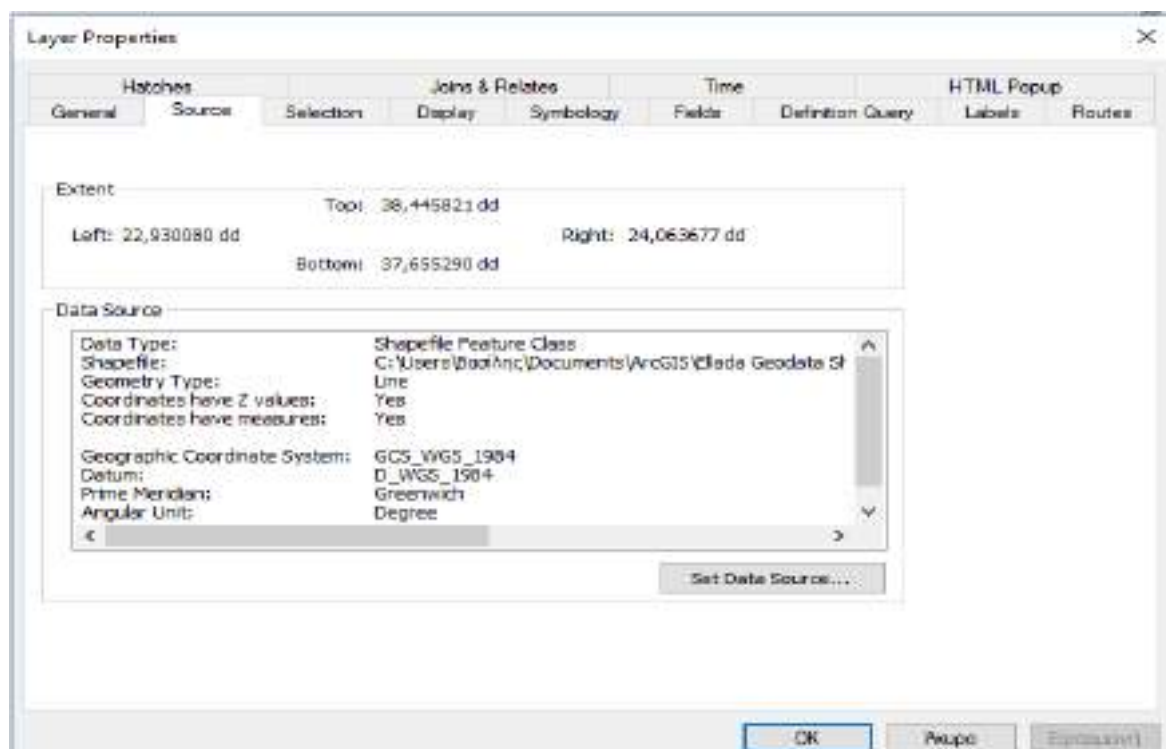
Η έκδοση του ArcGIS που χρησιμοποιούμε η Desktop Version 10.5 – license type ArcInfo, η οποία παραχωρήθηκε από το ΕΜΠ στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας. Τα δεδομένα αντιπροσωπεύονται από τα αντίστοιχα γεωμετρικά στοιχεία και η απεικόνισή τους γίνεται με σημεία, γραμμές και πολύγωνα.

Το ArcGIS και οι διαδικασίες που εκτελέστηκαν σε αυτό, είχαν σκοπό την αναπαράσταση αλλά και τη μετέπειτα επεξεργασία του δικτύου ανάλογα με τις χρήσεις γης και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του προβλήματος. Το ArcMap είναι το βασικό περιβάλλον εργασιών του ArcGIS στο οποίο έγινε η προβολή της πληροφορίας σε επίπεδα (Layers) , διαχείριση των πινάκων με τις ιδιότητες των περιγραφικών δεδομένων και των χαρτών τους (χαρτογραφικά δεδομένα) και επεξεργασία. Εισάγοντας στα Layers (Layers > Add data) τα αντίστοιχα shapefiles, δημιουργήθηκε κατόπιν της παραπάνω επεξεργασίας ένα επίπεδο οδικού δικτύου (roads), που αποτελείται από γραμμικά στοιχεία (arcs) πάνω στο επίπεδο επιφάνειας

των νομών που περιέχει πολυγωνικά στοιχεία (polygons). Όλα τα δεδομένα κατά την εισαγωγή τους στο GIS είχαν πληροφορίες μήκους.



Εικόνα 25: Γραφικό περιβάλλον αναπαράστασης και επεξεργασίας δεδομένων ArcMap



Εικόνα 26: Γεωδαιτικό Σύστημα αναφοράς για την προβολή των δεδομένων στο ArcGIS

Όλα τα δεδομένα εισόδου που χρησιμοποιήθηκαν για την προβολή των χαρτών, την επεξεργασία και την αποθήκευση των περιγραφικών δεδομένων τους είναι αρχεία τύπου .shp. Τα δεδομένα βρίσκονται σε σύστημα σφαιρικών συντεταγμένων WGS 84 με αναπαράσταση προβολής Latitude/ Longitude (EPSG: 4326).

Select by Attributes

Enter a WHERE clause to select records in the table window.

Method : Create a new selection

Attributes:

- "toroadnode"
- "roadname"
- "nationalro"
- "functional"
- "formofway"

Comparison Operators:

- =
- < >
- Like
- >
- > =
- And
- <
- < =
- Or
- _ %
- ()
- Not

Values:

- fifthClass'
- firstClass'
- fourthClass'
- 'mainRoad'
- 'secondClass'
- thirdClass'

Buttons: Is, In, Null, Get Unique Values, Go To:

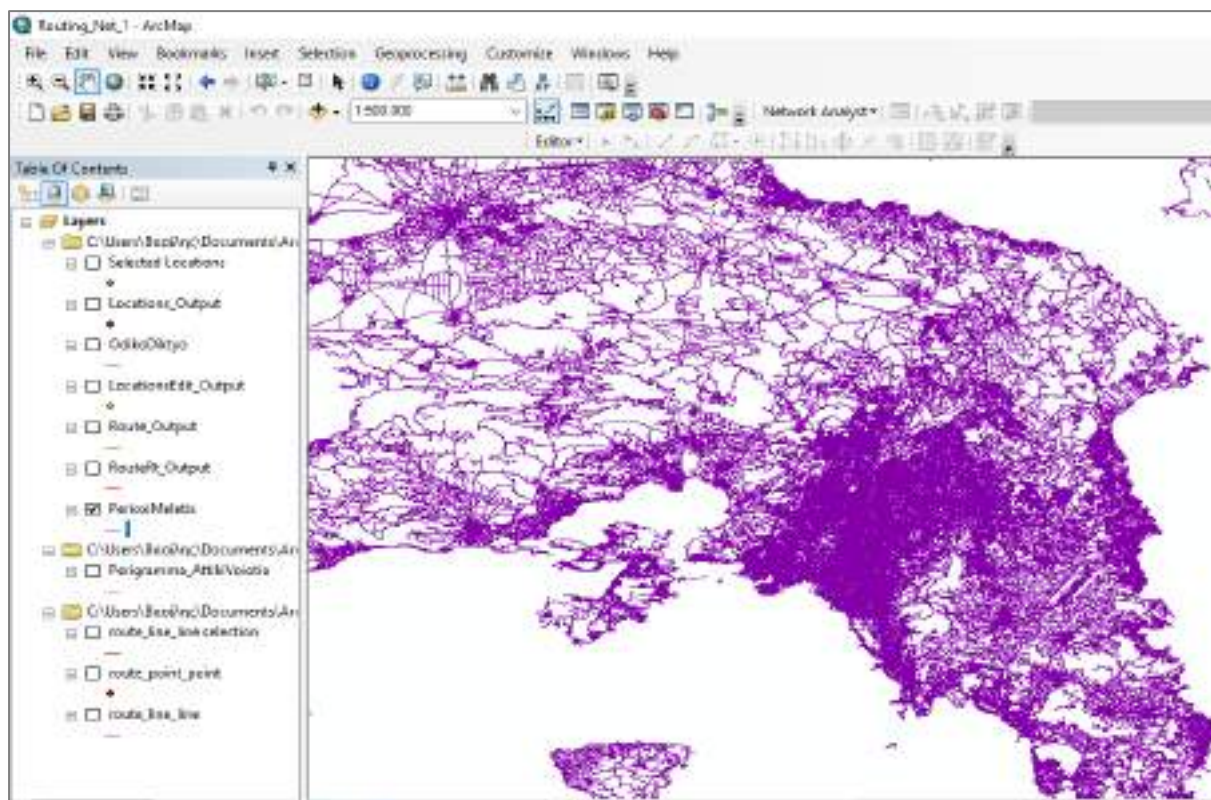
SELECT * FROM roadlinks_EL300 WHERE:

"functional" = 'mainRoad' AND "functional" = 'firstClass' AND "functional" = 'secondClass'

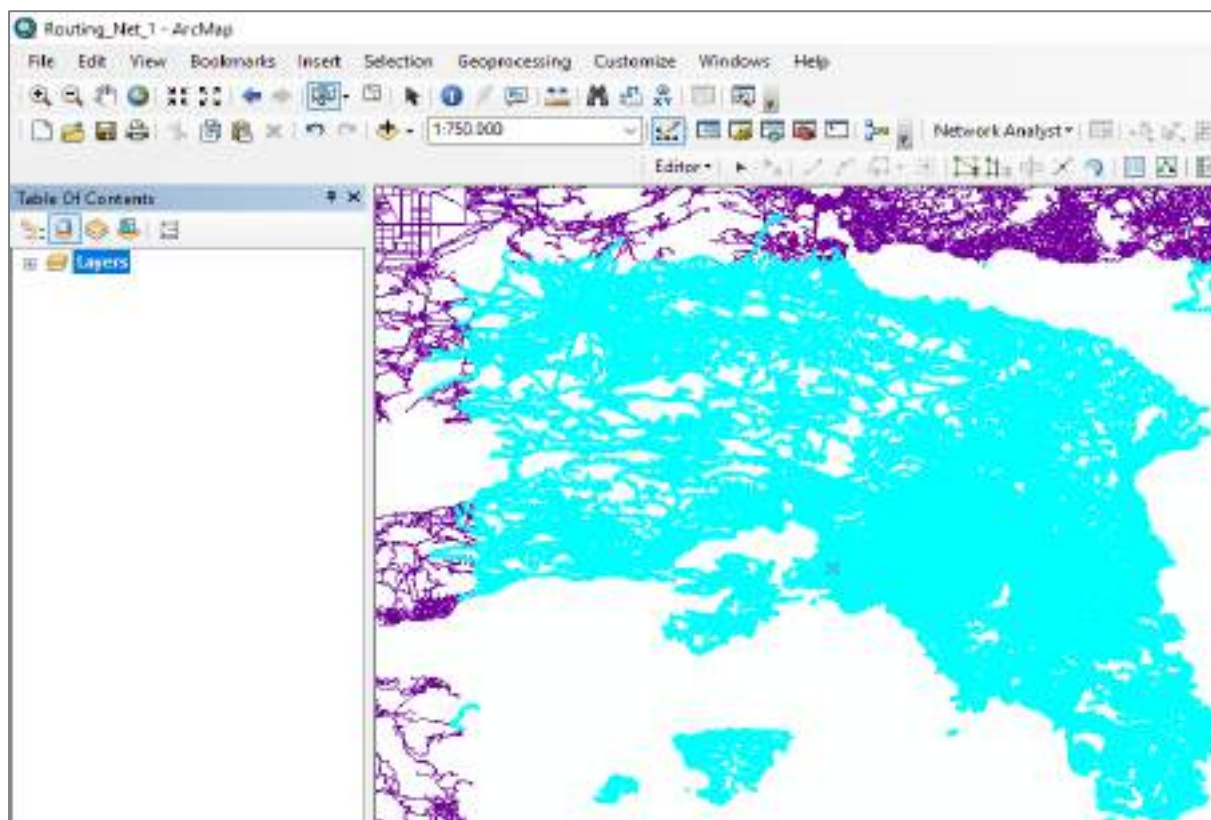
Buttons: Clear, Verify, Help, Load..., Save..., Apply, Close

Τα στοιχεία του δικτύου περιλαμβάνουν πληροφορίες για τμήμα της ελληνικής επικράτειας το οποίο είναι:

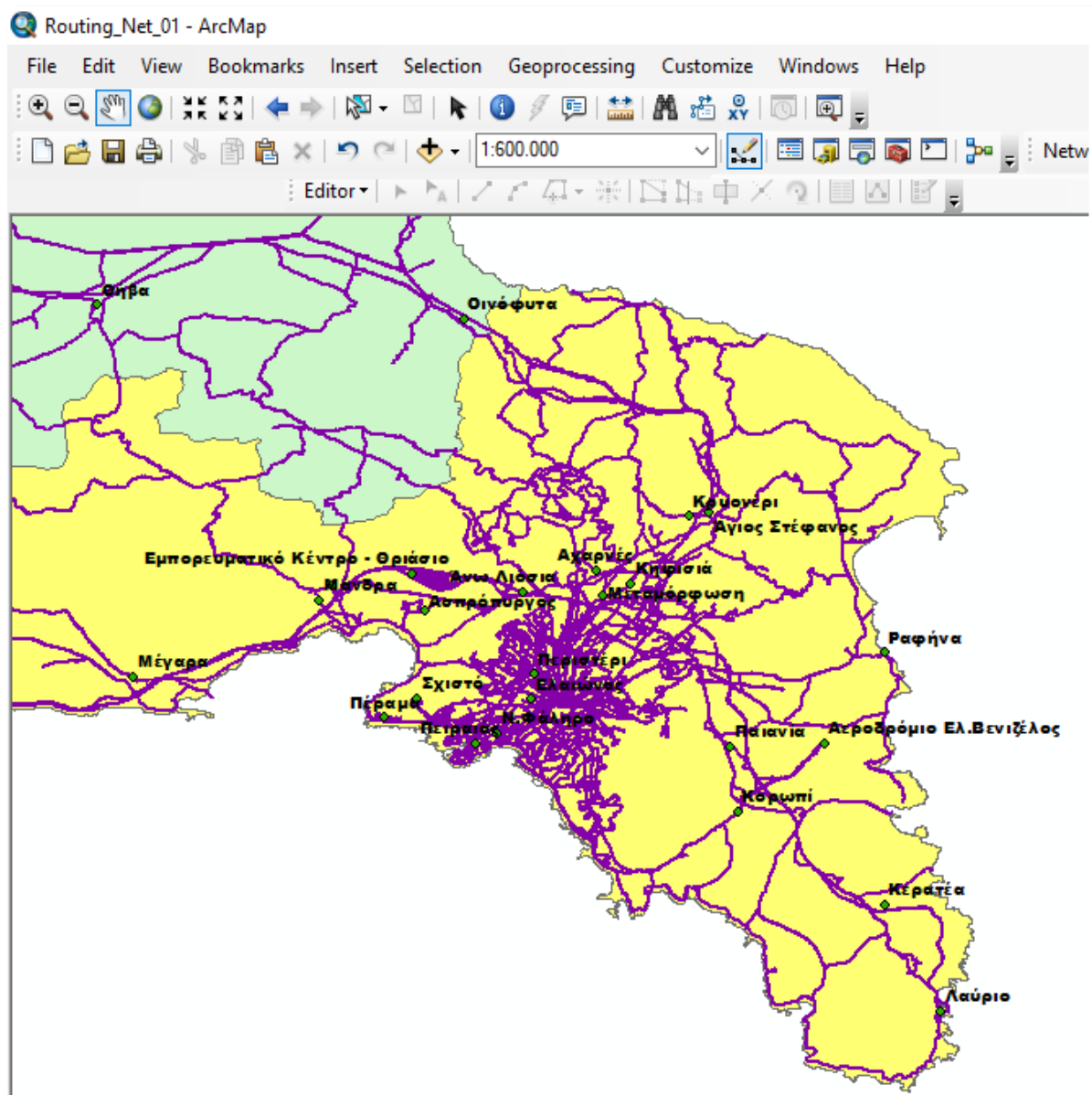
- Πιο συγκεκριμένα, τα δεδομένα που χρησιμοποιούμε στη μοντελοποίηση είναι το οδικό δίκτυο της Αττικής (και τμήματος της Βοιωτίας), οι αντίστοιχοι κόμβοι και οι επιφάνειες των νομών. Σε πρώτο στάδιο, αφού έγινε εισαγωγή του αρχείου σχήματος στο λογισμικό, δημιουργήθηκε ένα οδικό δίκτυο με τις κυριότερες οδούς, μέσω επιλογής των χαρακτηριστικών τους. Επιπλέον, δημιουργώντας νέο αρχείο επισημάνθηκαν πάνω στο χάρτη οι τοποθεσίες ενδιαφέροντος και οι ονομασίες τους. Τα αρχεία περιέχουν περιγραφικά χαρακτηριστικά του δικτύου και απαραίτητα δεδομένα για την κατασκευή του μοντέλου.



Εικόνα 28: Εισαγωγή οδικού δικτύου Ελλάδας και επεξεργασία στο ArcGIS



Εικόνα 29: Εστίαση στην περιοχή μελέτης και επιλογή δικτύου Αττικής μέσω Editing στο ArcGIS



Χάρτης 1: Αναπαράσταση Οδικού Δικτύου & Τοποθεσιών με το ArcGIS

Στο χάρτη φαίνονται το κύριο οδικό δίκτυο, η τοποθεσία του εμπορευματικού κέντρου στο Θριάσιο, οι λιμένες του νομού Αττικής, το αεροδρόμιο και οι βιομηχανικές περιοχές. Το κύριο οδικό δίκτυο και το τοπικό οδικό συγκοινωνιακό δίκτυο των βιομηχανικών περιοχών χρησιμοποιήθηκαν στη συνέχεια για να σχεδιαστεί το δίκτυο διανομής για μεταφορά παλετών από το Θριάσιο στις βιομηχανικές ζώνες. Τα χαρακτηριστικά αυτού του δικτύου στο οποίο απεικονίζονται οι δρόμοι και το εύρος των περιοχών περιγράφονται μετέπειτα.

3.9 Συλλογή Στοιχείων για τις Βιομηχανικές Περιοχές & Παρουσίαση με το Εργαλείο Google Earth

Προκειμένου να μελετηθεί η δρομολόγηση στόλου οχημάτων και η μεταφορά εμπορευμάτων με όσο το δυνατόν πιο ρεαλιστικό τρόπο, αποφασίστηκε να γίνει έρευνα για τις βιομηχανικές περιοχές της Αττικής ώστε να συμπεριληφθούν στο δίκτυο διανομής ως τοποθεσίες υποψήφιων πελατών. Σκοπός ήταν να γίνει όσο το δυνατόν καλύτερη καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης των συγκεκριμένων χρήσεων γης στην Αττική και να χρησιμοποιηθούν τα στοιχεία για την ανάπτυξη του μοντέλου.

Η συλλογή στοιχείων και πληροφοριών για τις τοποθεσίες των βιομηχανικών περιοχών της Αττικής στηρίχθηκε σε αναζήτηση πηγών του διαδικτύου, καθώς και σε αναφορές στη βιβλιογραφία. Συγκεκριμένα, εκτός από την καταγραφή των τοποθεσιών με βιομηχανική δραστηριότητα πραγματοποιήθηκε και απεικόνιση της έκτασης των βιομηχανικών περιοχών με φωτογραφίες από τους χάρτες Google maps και Wikimapia ή από ιστοσελίδες του διαδικτύου για τα οργανωμένα βιομηχανικά πάρκα (ΒΙΟ.ΠΑ). Αφού συλλέχθηκαν τα στοιχεία και οι εικόνες, ακολούθησε σχεδίαση και παρουσίαση αυτών σε ψηφιακό περιβάλλον χάρτη με το εργαλείο Google Earth. Όπου ήταν δυνατό, το γεωγραφικό υλικό με υπερσυνδέσεις για περισσότερες πληροφορίες.

Σύμφωνα με την έρευνα, υπάρχουν περιοχές που έχουν χαρακτηριστεί ως βιομηχανικές ζώνες επειδή συγκεντρώνουν βιομηχανική και μεταποιητική δραστηριότητα. Αυτές είναι:

- Μεταμόρφωση, Νέα Κηφισιά, Αχαρνές, Άγιος Στέφανος, Κρυονέρι, Οινόφυτα (Βόρειος Άξονας ΕΟ)
- Μαγούλα, Μάνδρα, Ασπρόπυργος - Θριάσιο Πεδίο, Μέγαρα (Δυτική Αττική)
- Περιστέρι, Ελαιώνας, Ν.Φάληρο (Πλησίον ΕΟ)
- Κορωπί, Παιανία (Μεσόγεια, Λεωφόρος Λαυρίου & Λεωφ. Βάρης-Κορωπίου)

Επίσης, υπάρχουν και κάποιοι οργανωμένοι υποδοχείς βιομηχανικών, μεταποιητικών και επιχειρηματικών δραστηριοτήτων, όπου η δόμηση τους ακολούθησε ακολούθησε ένα στρατηγικό και χωροταξικό σχεδιασμό, με βάση τεχνοοικονομικά και αναπτυξιακά κριτήρια.

Οι περιοχές αυτές στην Αττική οι οποίες είναι οι εξής:

- ΒΙΟΠΑ Κερατέας (Βιομηχανικό Πάρκο)
- ΒΙΠΑ Σχιστού
- ΒΙΟΠΑ Άνω Λιοσίων

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται οι περισσότερες περιοχές και η εκτιμώμενη έκτασή τους:

Πίνακας 4: Καταγραφή βιομηχανικών περιοχών με εργαλεία χαρτών στο διαδίκτυο

	ΒΙΟΠΑ Κερατέας
	ΒΙΟΠΑ Άνω Λιοσίων
	ΒΙΠΑ Σχιστού
	Βιομηχανική Περιοχή Κηφισιάς



**Βιομηχανική Περιοχή
Μεταμόρφωσης**



**Βιομηχανική Περιοχή
Αχαρνών**



**Βιομηχανική Περιοχή
Κρυονερίου**



**Βιομηχανική Περιοχή
Αγίου Στεφάνου**



**Βιομηχανική Περιοχή
Παιανίας**



**Βιομηχανική Περιοχή
Κορωπίου**



**Βιομηχανική Περιοχή
Ελαιώνα**



**Βιομηχανική Περιοχή
Περιστερίου**



**Βιομηχανική Περιοχή
Ασπροπύργου**



**Βιομηχανική Περιοχή
Μαγούλας**

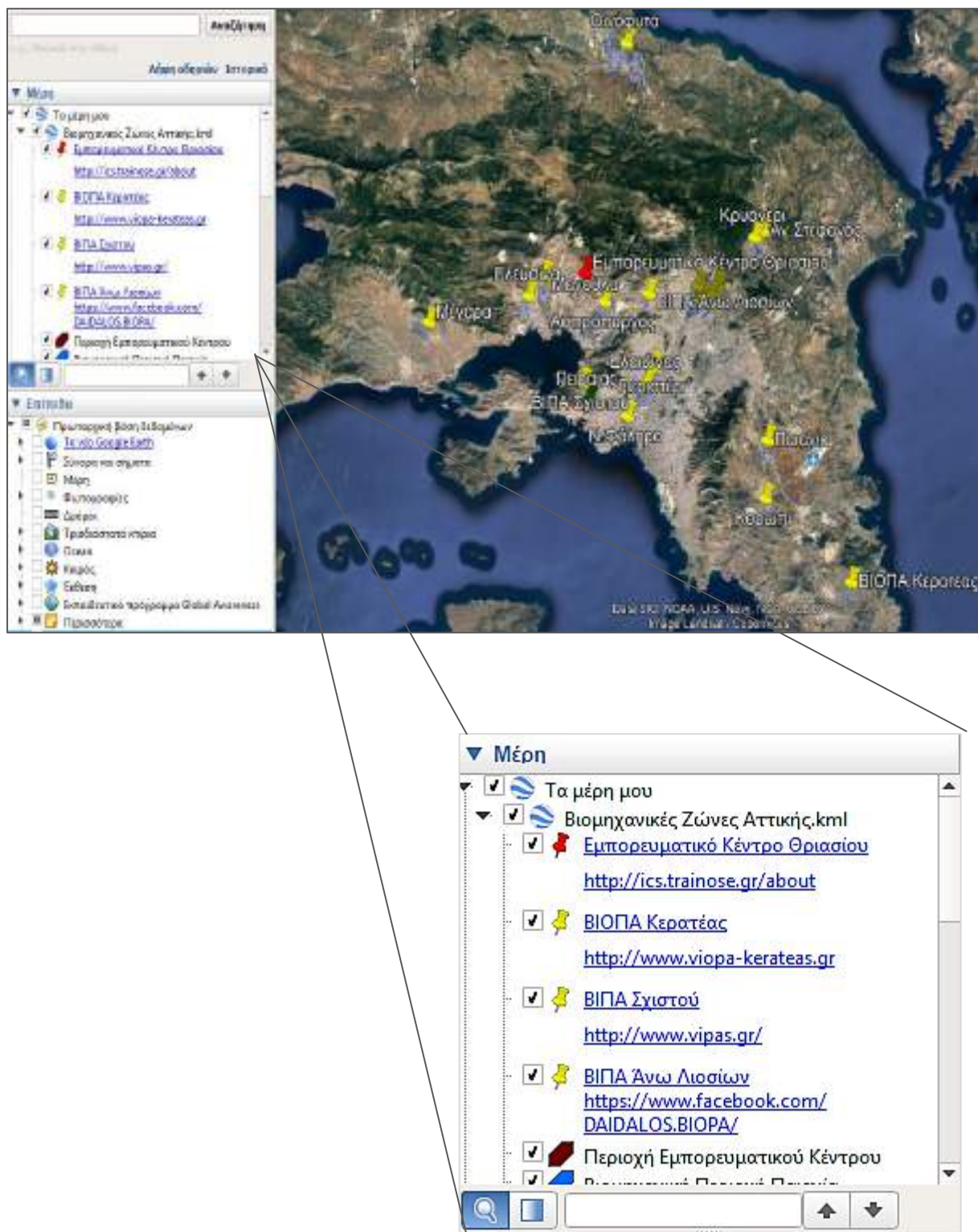


**Βιομηχανική Περιοχή
Ελευσίνας-Μάνδρας**

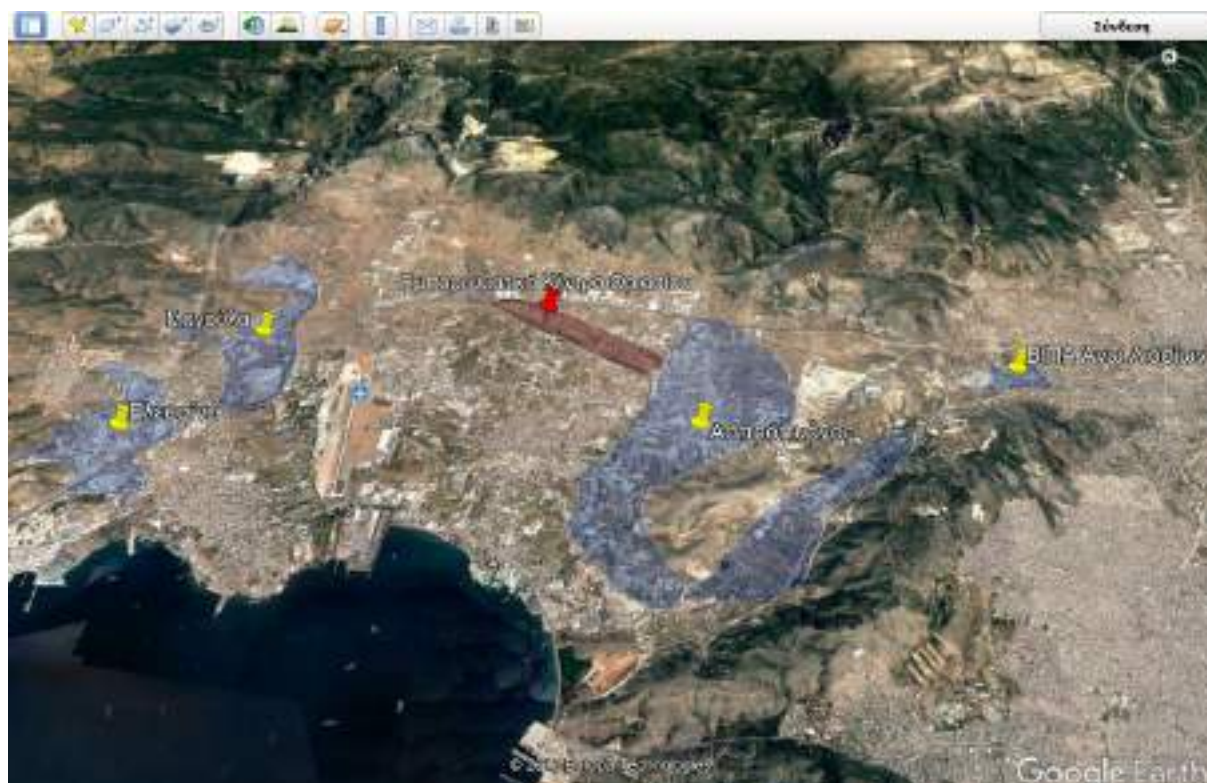


**Βιομηχανική Περιοχή
Ν.Φαλήρου**

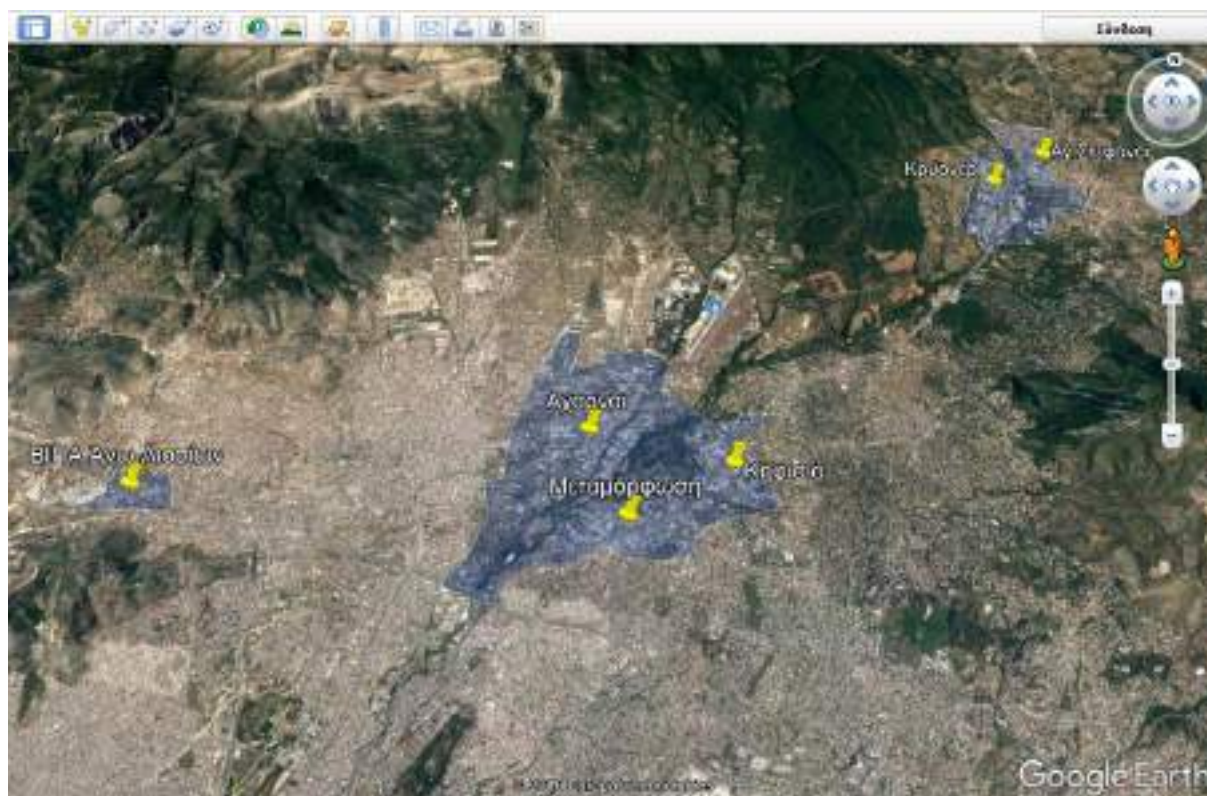
Ακολουθεί η αποτύπωση και η σχεδίαση των περιοχών με το εργαλείο Google Earth.



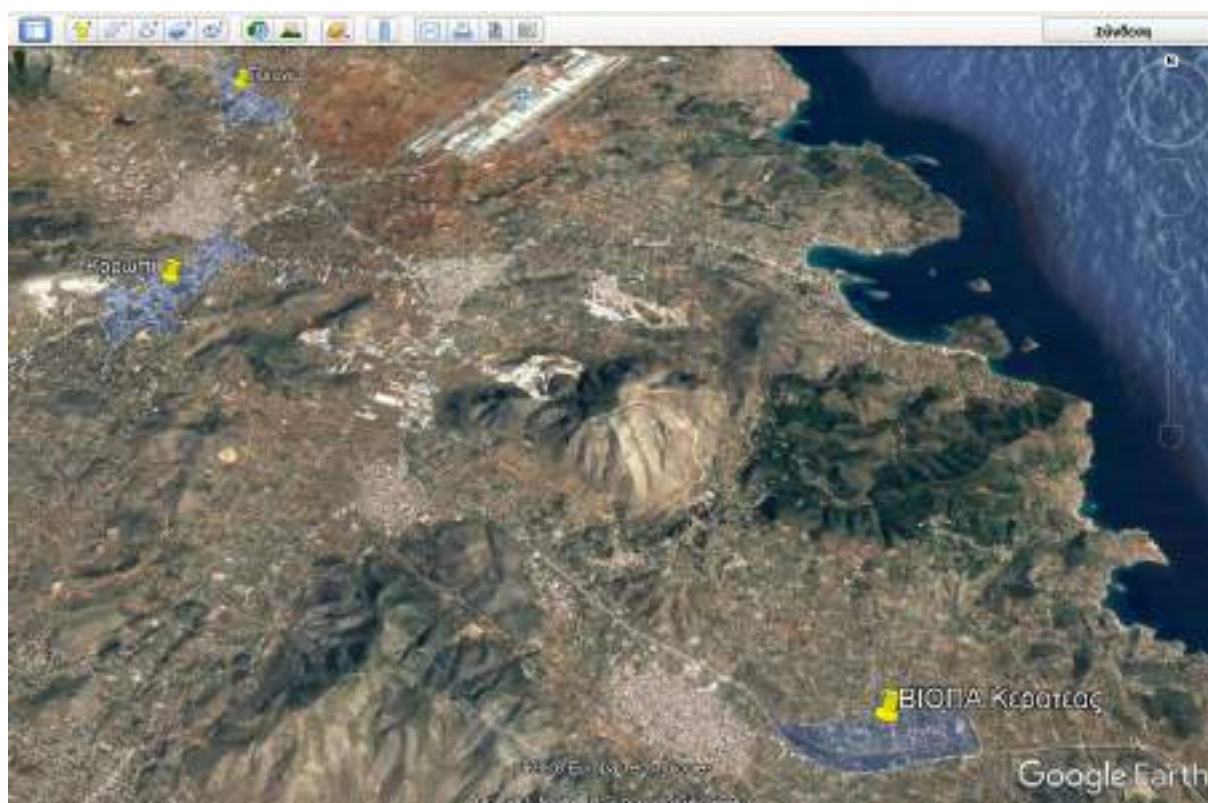
Εικόνα 30: Αποτύπωση και σχεδίαση βιομηχανικών περιοχών Αττικής με το Google Earth



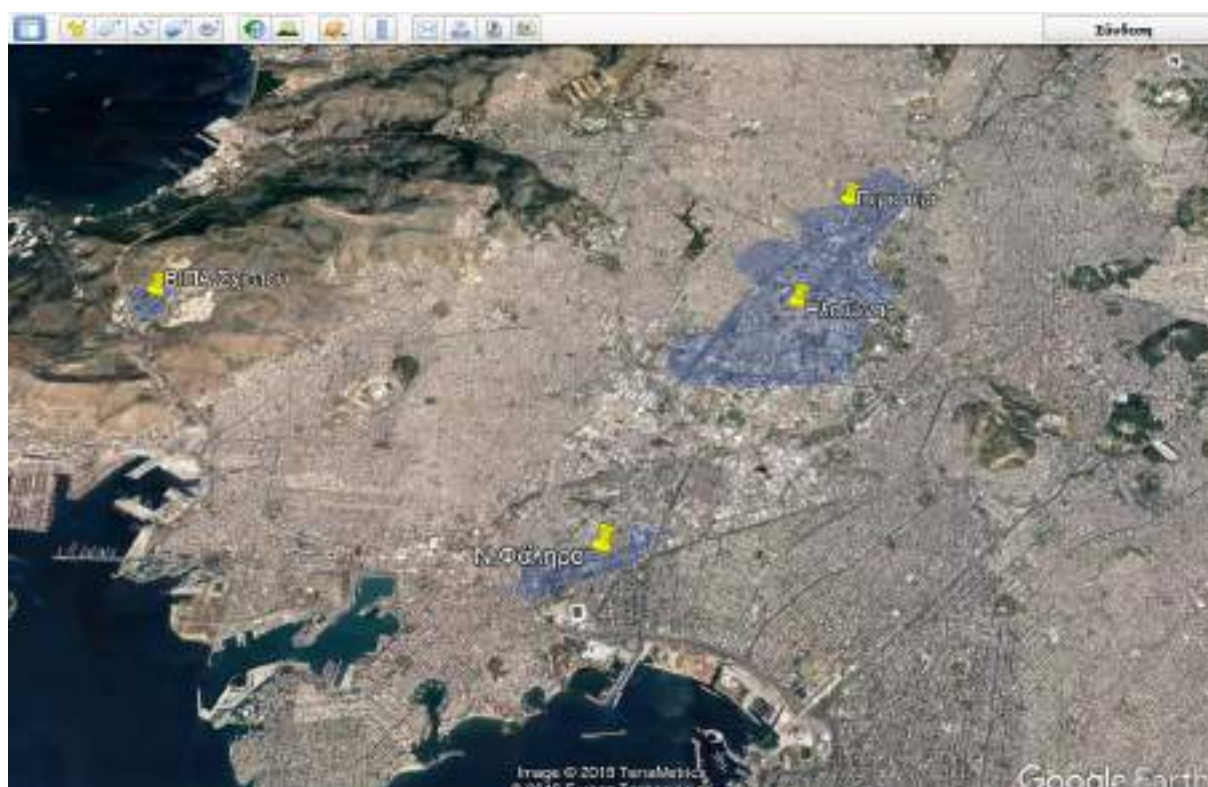
Εικόνα 31: Απεικόνιση βιομηχανικών περιοχών Δυτικής Αττικής & Εμπορευματικού κέντρου Θρασύου



Εικόνα 32: Απεικόνιση βιομηχανικών περιοχών Αττικής επί της ΕΟ Αθηνών-Λαμίας



Εικόνα 33: Απεικόνιση βιομηχανικών περιοχών στα Μεσόγεια Αττικής



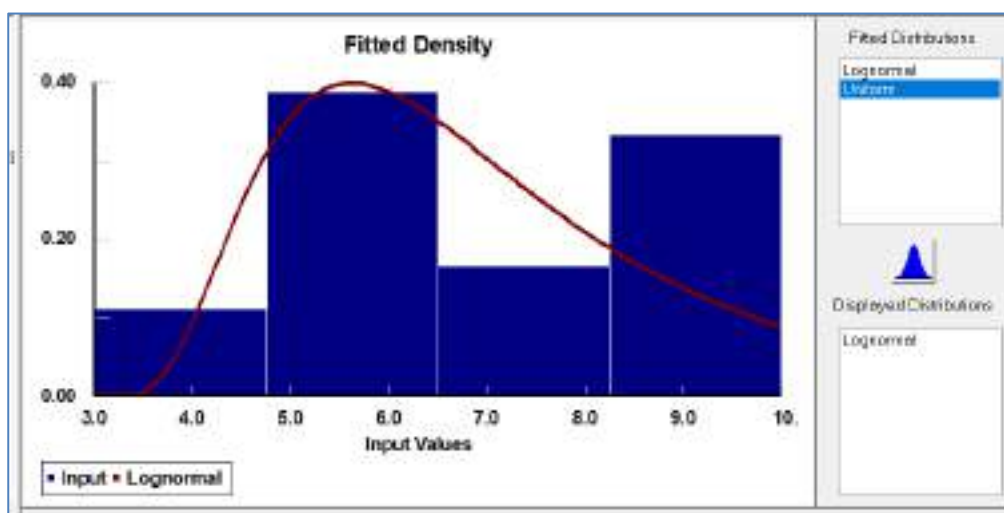
Εικόνα 34: Απεικόνιση βιομηχανικών περιοχών στο νότιο τμήμα της πόλης της Αθήνας

Η εκτίμηση τη ζήτησης έγινε με τον εξής τρόπο. Αφου συγκεντρώθηκαν τα στοιχεία των εταιριών στις βιομηχανικές περιοχές, καταγράφηκε κατά μέσο όρο ο αριθμός των επιχειρήσεων με βιομηχανική και μεταποιητική ή χονδρική εμπορική δραστηριότητα. Στη συνέχεια, έγινε η υπόθεση ότι ο αριθμός των επιχειρήσεων για κάθε περιοχή θα κυμαίνεται μεταξύ ενός εύρους τιμών οπότε διαμορφώθηκαν κλάσεις εύρους για τον αριθμό των επιχειρήσεων και ελέγχθηκε ποια κατανομή πιθανοτήτων προσεγγίζει σε κάποιο βαθμό αυτά τα δεδομένα. Έγινε παραδοχή και επιλέχθηκε οι ζητήσεις (σε παλέτες) για κάθε περιοχή να βρίσκονται στο διάστημα [3,10] δηλαδή ελάχιστη τιμή ζήτησης οι 3 παλέτες και μέγιστη οι 10 για τον ίδιο τύπο φορτίου.

Πίνακας 5: Εκτίμηση αριθμού επιχειρήσεων ανά βιομηχανική περιοχή και κλάσεις

Αριθμός Επιχειρήσεων ανά περιοχή X_i	Παρατηρηθείσα Συχνότητα N_i
0-10	1
10-20.	1
20-30	4
30-40	3
40-50	1
50-60	1
60-70	3
> 70	4

Στη συνέχεια έγινε προσπάθεια για προσαρμογή των δεδομένων (παρότι μικρό δείγμα και όχι αντιπροσωπευτικό) σε κάποια κατανομή και βρέθηκε ότι προσεγγίζονται από τον έλεγχο της λογαριθμοκανονικής μέσω του εργαλείου StatFit στην επόμενη εικόνα.



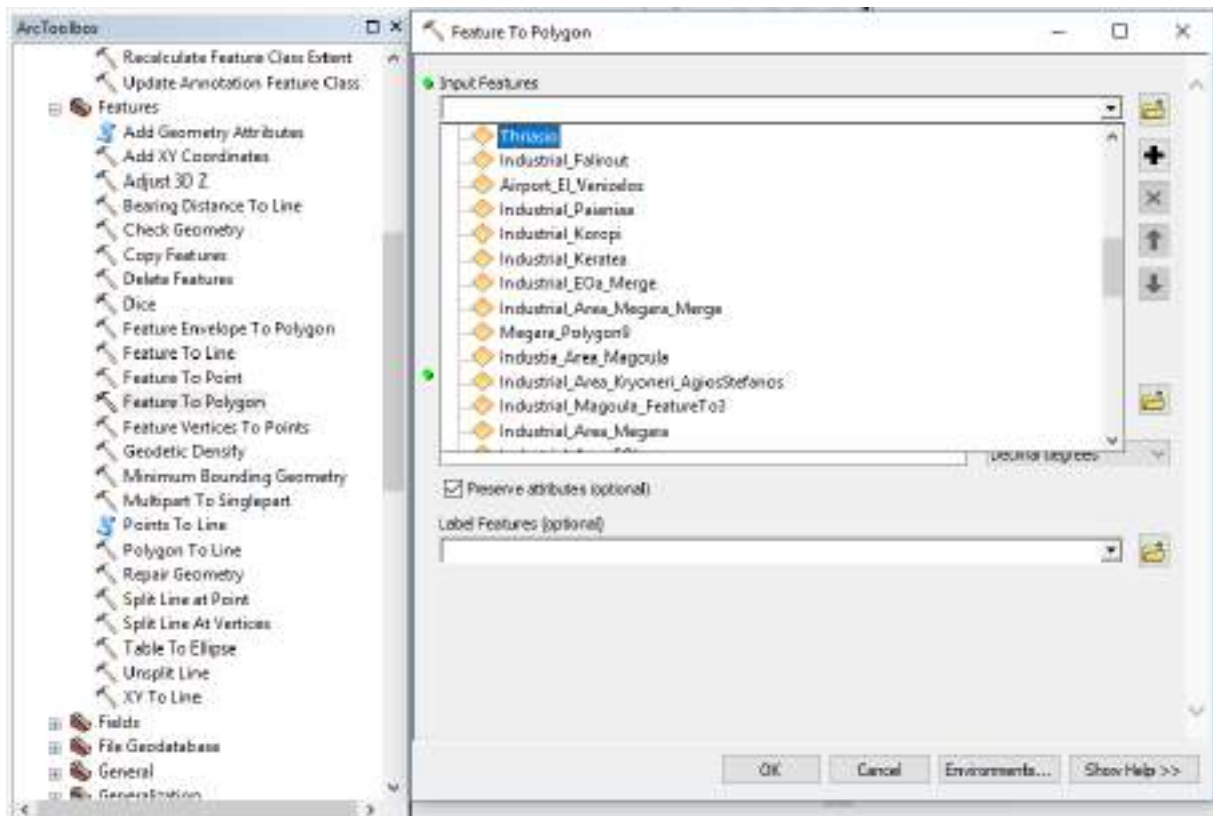
Εικόνα 36: Προσαρμογή δεδομένων για εκτίμηση ζήτησης με το StatFit

3.10 Επεξεργασία Στοιχείων και Σχεδιασμός Δικτύου σε ArcGIS

Τα συστήματα GIS έχουν αναπτυχθεί για να υποστηρίζουν εκτός από γεωγραφικές, περιβαλλοντικές πληροφορίες και χρήσεων γης, επικεντρώνοντας και στα περιγραφικά χαρακτηριστικά των γεωγραφικών χωρικών δομών (σημεία, γραμμές και πολύγωνα).

Έτσι, έπειτα από τη συλλογή και επεξεργασία όλων των στοιχείων, σχεδιάστηκε σε GIS το οδικό δίκτυο του μοντέλου το οποίο αποτελείται από το κύριο οδικό δίκτυο του νομού προσθέτοντας με ίδια επεξεργασία το οδικό δίκτυο κάθε βιομηχανικής ζώνης (γραμμικά χωρικά δεδομένα). Πιο συγκεκριμένα, απομονώθηκε το αντίστοιχο τοπικό οδικό συγκοινωνιακό δίκτυο των περιοχών και συνδέθηκε με το κύριο ώστε να κατασκευαστεί στη συνέχεια ένα δίκτυο μεταφοράς προς επίλυση από το λογισμικό προσομοίωσης. Κάθε βιομηχανική περιοχή αποτυπώθηκε στο δίκτυο και με πολυγωνικά χωρικά δεδομένα για καλύτερη εποπτεία της συνολικής περιοχής μελέτης στο χάρτη.

Η διαδικασία στο ArcGIS περιλάμβανε χρήση του *Editor > Start Editing* για την ενσωμάτωση του τοπικού δικτύου κάθε περιοχής, του εργαλείου *Merge* για συγχώνευση όλων και του *ArcToolbox* για κατασκευή πολυγωνικών δεδομένων. Τα επεξεργασμένα δεδομένα αποθηκεύονταν και εξάγονταν σε νέα shapefiles μέσω της εντολής *Export Data*. Τα βήματα στο *ArcToolbox* είναι: *ArcToolbox > Data Management Tools > Features > Feature To Polygon* και στη συνέχεια επιλέγονται τα δεδομένα όπως παρουσιάζεται στην εικόνα.



Εικόνα 37: Διαδικασία δημιουργίας πολυγωνικών δεδομένων στο ArcGIS

Στο χάρτη παρουσιάζεται το εύρος όλων των βιομηχανικών περιοχών μαζί με το οδικό δίκτυο που δημιουργήθηκε στο GIS. Ακόμα διακρίνονται το Εμπορευματικό κέντρο στο Θριάσιο και το αεροδρόμιο Ελ.Βενιζέλος.



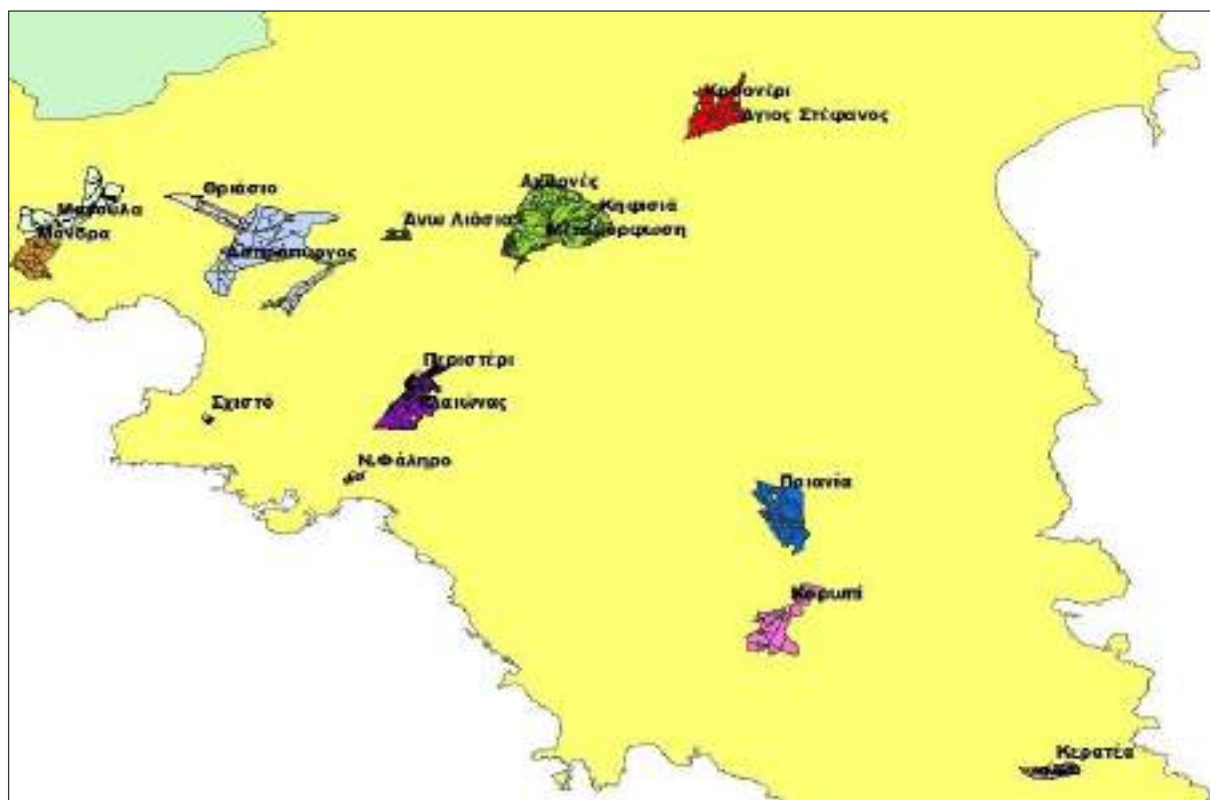
Χάρτης 2: Συγκοινωνιακό οδικό δίκτυο και εύρος βιομηχανικών περιοχών στο GIS

Το αρχείο οδικού δικτύου προέκυψε από συγχώνευση του κύριου οδικού δικτύου και του τοπικού δικτύου των βιομηχανικών περιοχών και χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση και τη μοντελοποίηση της δρομολόγησης στόλου οχημάτων και μεταφοράς αγαθών.

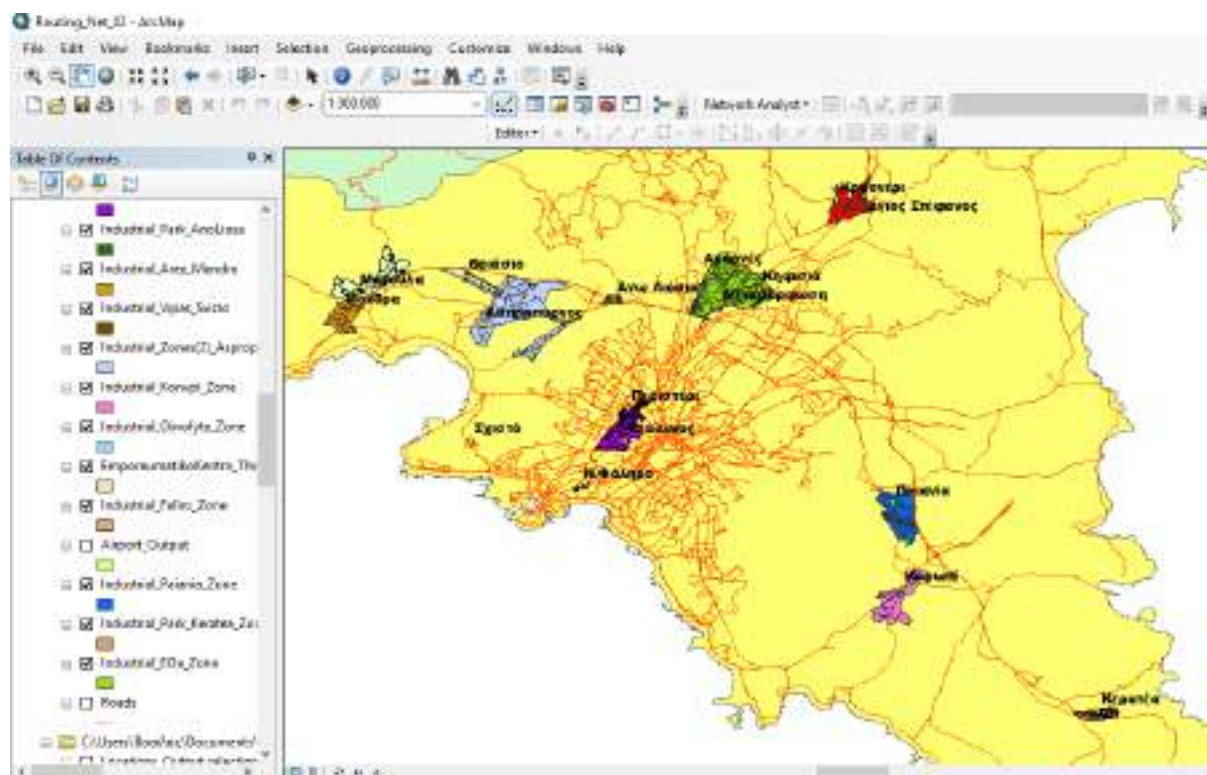
Τα αρχεία δικτύων που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση, τη μοντελοποίηση και την επίλυση προβλημάτων μεταφορών δεν πρέπει να είναι παρά πολύ μεγάλου όγκου δεδομένων. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί απλά για 2 βασικούς λόγους.

Πρώτον, τα προβλήματα δρομολόγησης, είναι ιδιαίτερα πολύπλοκα οπότε τα GIS συστήματα μπορούν να προσεγγίσουν ικανοποιητικά την λύση σε δίκτυα με περιορισμένο αριθμό δεδομένων [62] (small datasets) και δεύτερον, καθένας αντιλαμβάνεται την πρακτική δυσκολία που υπάρχει και το χρόνο που απαιτείται για την ανεύρεση πληροφοριών για ένα τμήμα οδού ή κάποια σημεία στο δίκτυο ενός πολύ μεγάλου πακέτου δεδομένων.

Στον επόμενο χάρτη φαίνονται οι επιφάνειες που εκτιμήθηκε ότι καλύπτουν οι βιομηχανικές περιοχές και το τοπικό οδικό δίκτυο εντός αυτών.

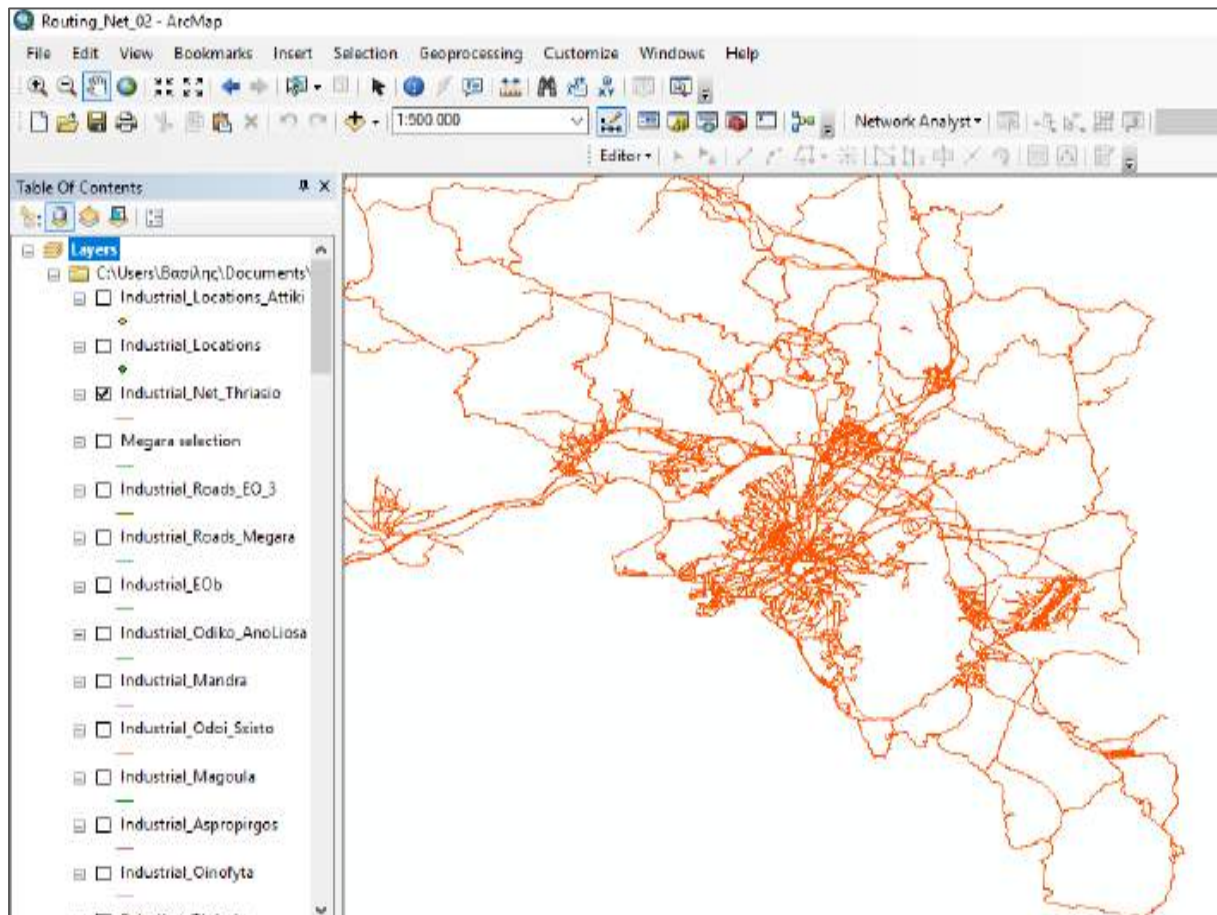


Χάρτης 3: Βιομηχανικές ζώνες περιοχής μελέτης και επιφάνεια κάθε ζώνης



Εικόνα 38: Στιγμιότυπο από την επεξεργασία σε γραφικό περιβάλλον GIS

Το τελικό οδικό συγκοινωνιακό δίκτυο που προέκυψε ύστερα από την επεξεργασία μετά τη συγχώνευση όλων των επιμέρους τοπικών τμημάτων, αποθηκεύτηκε σε ένα κοινό αρχείο σχήματος (shapefile) για εισαγωγή των γεωγραφικών δεδομένων σε πρόγραμμα για τη μοντελοποίηση. Το δίκτυο ονομάστηκε Industrial_Net_Thriasio. Η επόμενη εικόνα από το περιβάλλον του ArcMap παρέχει εποπτική εικόνα της επεξεργασίας και της δημιουργίας του τελικού οδικού δικτύου που χρησιμοποιήθηκε για την εφαρμογή.



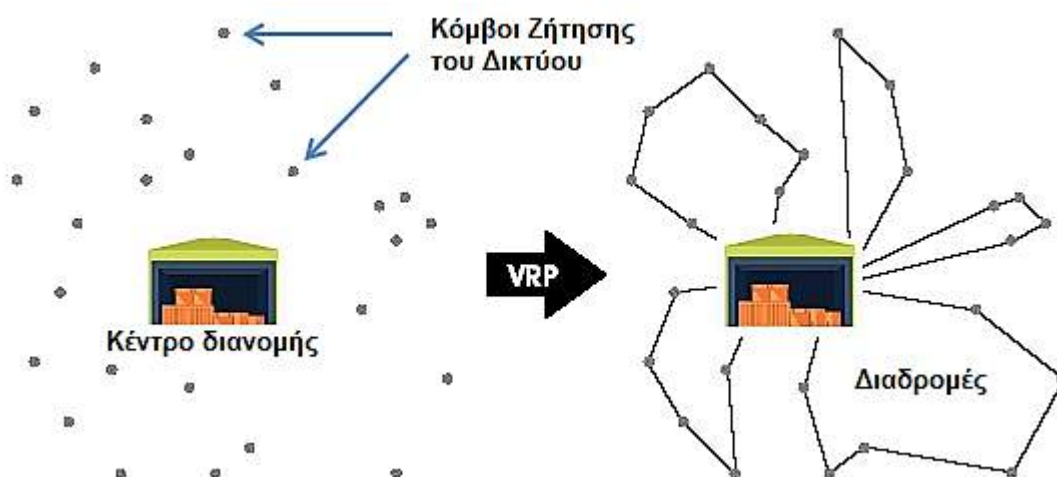
Εικόνα 39: Δημιουργία και απεικόνιση του τελικού συγκοινωνιακού οδικού δικτύου προς χρήση

3.11 Περιγραφή Προβλήματος & Παραδοχές Μοντέλου

Η μέθοδος προσέγγισης που επιλέχθηκε είναι υπολογιστική προσομοίωση σε συνδυασμό με GIS ανάλυση για οπτικοποίηση και καλύτερη παρουσίαση των αποτελεσμάτων σε πραγματικό μεταφορικό δίκτυο. Επιπλέον, μια τέτοια προσέγγιση δείχνει το βαθμό στον οποίο η λύση είναι ανθεκτική στις αλλαγές των δεδομένων εισόδου ή των παραμέτρων υπολογισμού.

Λόγω του ότι η διαδικασία διανομής προϊόντων σε βιομηχανικές περιοχές αποτελεί μια από τις βασικές δραστηριότητες των υπηρεσιών logistics, αποφασίστηκε να γίνει σχεδιασμός της μεταφοράς εμπορευμάτων στην Αττική. Συγκεκριμένα επιλέχθηκε να μελετηθεί ένα σύστημα διανομής με σημείο συγκέντρωσης των εμπορευμάτων το Εμπορευματικό Κέντρο στο Θριάσιο και ένα σύνολο γεωγραφικά διασκορπισμένων σημείων ζήτησης (demand) τα οποία είναι τα κεντροειδή των βιομηχανικών ζωνών. Εξετάστηκαν περιπτώσεις δρομολόγησης για τη μεταφορά αγαθών σε παλέτες και την εξυπηρέτηση υποψήφιων πελατών των βιομηχανικών περιοχών. Για τα διάφορα σενάρια γινόνταν νέα προσαρμογή δεδομένων στο μοντέλο και έλεγχος της λειτουργίας με σκοπό να δώσει χρήσιμα συμπεράσματα.

Η μοντελοποίηση του προβλήματος δρομολόγησης οχημάτων είχε σκοπό την εύρεση των βέλτιστων διαδρομών, την ποσοτικοποίηση των κριτηρίων κόστους μεταφοράς και χρόνου εξυπηρέτησης και την καλύτερη δυνατή διαχείριση της λειτουργίας ενός στόλου οχημάτων δεδομένης μεταφορικής ικανότητας για ικανοποίηση της ζήτησης σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Οι **παραμέτροι** διανομής ποικίλλουν ανάλογα με το σενάριο και το τμήμα του δικτύου. Οι εξισώσεις του μοντέλου περιγράφηκαν στη βιβλιογραφική επισκόπηση.



Σχήμα 7: Σχηματική απεικόνιση του προβλήματος δρομολόγησης οχημάτων

Ο βασικός στόχος είναι η εύρεση των βέλτιστων διαδρομών μέσω ελαχιστοποίησης της συνολικής απόστασης και του αριθμού των οχημάτων που θα χρησιμοποιηθούν.

Ως επιπλέον στόχοι βελτιστοποίησης προφανώς λαμβάνονται:

- Ελαχιστοποίηση του κόστους της διανομής εμπορευμάτων.
- Εξυπηρέτηση όλων των πελατών και επιτυχία όλων των παραδόσεων

ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ

Οι γενικές **παραδοχές** στις οποίες βασίστηκε ο σχεδιασμός είναι οι ακόλουθες:

- Η δρομολόγηση είναι επιχειρησιακή. Όλες οι παραδόσεις αναφέρονται σε μία εργάσιμη ημέρα. Η υλοποίηση όλων των εργασιών ξεκινά την ίδια ημέρα στις 08:00.
- Το πρόβλημα είναι στατικό δηλαδή δεν λαμβάνει υπόψη δυναμικά γεγονότα, όπως αυξημένη κυκλοφορία, κατάσταση έκτακτης ανάγκης, π.χ. ατύχημα, απότομη διακοπή λειτουργίας του δικτύου κλπ.
- Γνωστό γεωγραφικό δίκτυο διανομής. Οι αποστάσεις μεταξύ των κόμβων στο δίκτυο μεταφορών είναι πραγματικές εφόσον πρόκειται για δίκτυο που δημιουργήθηκε σε πραγματικό χάρτη/αρχείο γεωκωδικοποίησης.
- Το κέντρο διανομής είναι ένα με σταθερή χωρητικότητα αποθήκης (Single Depot).
- Η συλλογή των φορτίων προς διανομή δε χωρίζεται σε διαφορετικούς τύπους δηλαδή θεωρείται ότι υπάρχει ένας τύπος φορτίου οπότε κάθε παλέτα έχει το ίδιο βάρος.
- Εκτίμηση ζήτησης προϊόντων (παλετών) ανά πελάτη. Οι παραδόσεις είναι βασισμένες σε ζήτηση αγαθών που θεωρείται εκ των προτέρων γνωστή και στηρίζεται σε εκτίμηση του αριθμού των επιχειρήσεων θεωρώντας ότι οι παραγγελίες των πελατών από τις βιομηχανικές ζώνες παραλαμβάνονται πριν την εκτέλεση των δρομολογίων. Η ζήτηση δίνεται σε παλέτες.

Στόλος Οχημάτων

- Το κέντρο διανομής διαθέτει συγκεκριμένο αριθμό στόλου 5 οχημάτων ενός τύπου (ίδια οχήματα).
 - Τα οχήματα μετά την υπηρεσία πρέπει να επιστρέψουν στη βάση δηλαδή στο κέντρο διανομής.
 - Τα οχήματα έχουν καθορισμένη χωρητικότητα 33 ευρωπαϊκών.
- Μπορούν βέβαια να χρησιμοποιηθούν και πιο μικρά φορτηγά ειδικά στην πόλη, Με χρήση μικρότερων οχημάτων απαιτείται μεγαλύτερος στόλος.

- Θεωρήθηκε όχημα 5 ή 6 αξόνων (λόγω μέγιστης μεταφορικής ικανότητας). Το βάρος κάθε οχήματος είναι 40 τόνοι όταν είναι έμφορτο (μικτό βάρος) και 12 τόνοι όταν είναι χωρίς φορτίο. Επομένως το ωφέλιμο φορτίο είναι 28 τόνοι και η κάθε παλέτα ζυγίζει $28/33 = 850\text{kg}$.

- Τα οχήματα έχουν στο δίκτυο μια μέση ταχύτητα $U_{\mu}=50\text{km/hr}$.

Αυτή η παραδοχή κρίθηκε λογική εφόσον τα όρια ταχύτητας βαρέων οχημάτων σε αστικές περιοχές θέτουν ως μέγιστη ταχύτητα τα 50km/hr , υπάρχουν τμήματα στο δίκτυο που είναι αυτοκινητόδρομοι όπου μπορούν να αναπτύξουν ταχύτητα έως 80km/hr αλλά και τμήματα όπου θα υπάρχει αυξημένη κυκλοφορία.

Εκτίμηση Χρόνου Μεταφοράς

- Ο χρόνος μεταφοράς εκτιμάται απλοποιητικά για το δίκτυο από τη μαθηματική εξίσωση:

$$t = \frac{x}{v_{\mu}}$$

- Τα οχήματα ξεκινούν φορτωμένα την προγραμματισμένη ώρα αναχώρησης, οπότε ο χρόνος φόρτωσης στο μοντέλο είναι ίσος με μηδέν.

- Ο χρόνος εκφόρτωσης και χειρισμού στην τοποθεσία του πελάτη υπολογίζεται ως ένας σταθερός χρόνος στάσης 10min προσθέτοντας 1min για κάθε μοναδοποιημένο φορτίο.

- Ο συνολικός χρόνος ταξιδιού υπολογίζεται ως ο χρόνος μεταφοράς και ο χρόνος χειρισμού των φορτίων.

- Ο πελάτης πρέπει να εξυπηρετηθεί μέσα σε ένα χρονικό διάστημα-παράθυρο.

- Οι συνεχείς ώρες εργασίας των οδηγών χωρίς διάλειμμα είναι 5 βάσει ΕΕ.

Βασικοί Περιορισμοί

- Η συνολική ποσότητα ζήτησης κάθε διαδρομής δεν πρέπει να ξεπερνά την ικανότητα των οχημάτων.

- Χρονικά παράθυρα διανομών: Ορίζονται χρονικά παράθυρα κατά τη διάρκεια των οποίων και μόνο, ο πελάτης μπορεί να δεχτεί επίσκεψη από όχημα του στόλου.

- Υποθέτοντας ότι όλες οι παραδόσεις πρέπει να γίνουν την επόμενη εργάσιμη ημέρα, οι διαδρομές των μεταφορών φορτίου απαιτείται να προγραμματιστούν με τέτοιο τρόπο ώστε να εξυπηρετούνται όλοι οι πελάτες (ποσότητα και χρόνος παραγγελίας).

Χαρακτηριστικά φορτηγών και διαδρομής

Τα χαρακτηριστικά του στόλου και των διαδρομών παίζουν ρόλο στην εκτίμηση του μεταφορικού και του λειτουργικού κόστους των φορτηγών οχημάτων. Αυτά είναι:

- Σημεία προέλευσης και προορισμού
- Τύπος φορτηγού
- Ηλικία φορτηγού
- Ετήσια διανυθέντα οχηματοχιλιόμετρα
- Μήκος διαδρομής εμπορευματικών μεταφορών (σε km)
- Μετακίνηση φορτηγών στο αστικό ή εθνικό δίκτυο οδικών μεταφορών (%)
- Συνθήκες κυκλοφορίας στο αστικό ή εθνικό δίκτυο οδικών μεταφορών (%)

Για την εκτίμηση του συνολικού λειτουργικού κόστους υπάρχουν 3 διαφορετικοί τύποι φορτηγών ανάλογα με την περίπτωση που εξετάζεται:

i) βαρέα φορτηγά οχήματα που εκτελούν εμπορευματικές μεταφορές κυρίως σε εθνικές οδούς εμπορευματικών μεταφορών, κύριες οδικές αρτηρίες και αυτοκινητοδρόμους,

ii) ελαφρά φορτηγά, που χρησιμοποιούνται κυρίως για τη μεταφορά εμπορευμάτων εντός αστικών περιοχών και

(iii) ειδικά φορτηγά (π.χ. φορτηγά ανατρεπόμενα φορτηγά, δεξαμενόπλοια κ.λπ.), τα οποία χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά ειδικών φορτίων. Κάθε δίκτυο μεταφορών έχει τρία διαφορετικά επίπεδα συμφόρησης, (δηλ. ελεύθερη ροή, δίκτυο με μεσαία συμφόρηση, και με μεγάλη συμφόρηση) που επιβάλλουν διαφορετικό αντίκτυπο στην κατανάλωση καυσίμων που λαμβάνεται υπόψη.

3.12 Λειτουργικό Κόστος Φορτηγών Οχημάτων

Συνολικό λειτουργικό κόστος

Τα τελικά στοιχεία για την εκτίμηση του κόστους λειτουργίας ενός φορτηγού σε αστικό ή εθνικό οδικό δίκτυο εμπορευματικών μεταφορών χωρίζονται σε σταθερά και μεταβλητά λειτουργικά έξοδα [63].

Σταθερά κόστη

- Κόστος ιδιοκτησίας οχήματος
- Κόστος ιδιοκτησίας άδειας
- Φόροι οδικού δικτύου
- Κόστος ασφάλισης φορτίου και οχήματος
- Κόστος στάθμευσης φορτηγών αυτοκινήτων (πάρκινγκ)
- Κόστος για την τεχνική επιθεώρηση του οχήματος
- Κόστος για νομικές υπηρεσίες
- Κόστος για λογιστικές υπηρεσίες
- Κόστος για ασφαλιστικές υπηρεσίες οδικών εμπορευματικών μεταφορών

Για τα έξοδα αδείας και αγοράς των οχημάτων, τα έξοδα απόσβεσης υπολογίζονται λαμβάνοντας υπόψη, εκτός από το ίδιο το κόστος, την στιγμή αγοράς του οχήματος και της άδειας καθώς και τη μορφή χρηματοδότησης (π.χ. ίδια κεφάλαια ή τραπεζικό δάνειο).

Όλα τα άλλα έξοδα εισάγονται σε ετήσια βάση για το έτος αναφοράς και ανάλογα με τον αριθμό των οχηματοχιλιομέτρων που διανύθηκε από το μεταφορέα για το έτος αυτό, μπορεί να εκτιμηθεί το συνολικό σταθερό λειτουργικό κόστος ανά χιλιόμετρο συγκεκριμένης αστικής ή εθνικής οδικής μεταφοράς εμπορευμάτων. Θα πρέπει να σημειωθεί, ότι δεν εφαρμόζονται πάντα όλα τα έξοδα σε όλες τις περιπτώσεις (π.χ. κόστος στάθμευσης αυτοκινήτων).

Μεταβλητά κόστη

- Κόστος καυσίμων
- Κόστος για ελαστικά
- Κόστος συντήρησης και επισκευής
- Διόδια
- Ακτοπλοϊκά εισιτήρια (σε περίπτωση που η εξεταζόμενη διαδρομή εμπορευματικών μεταφορών περιλαμβάνει και ένα θαλάσσιο σκέλος)
- Μισθός οδηγού

- Ασφάλιση οδηγών
- Μπόνους οδηγών
- Φόροι
- Πρόστιμα
- Ισχυρισμοί φορτίου
- Συνδρομές (π.χ. στην Εθνική Ένωση Οδικών Μεταφορών)
- Κόστος επικοινωνίας (π.χ. τηλέφωνο, φαξ, διαδίκτυο)
- Πλύσιμο φορτηγών
- Ρούχα – Στολές
- Ημερήσια έξοδα (π.χ. γεύματα, διαμονή κ.λπ.)
- Διάφορα έξοδα & απρόβλεπτα

Το κόστος των καυσίμων υπολογίζεται με βάση την τρέχουσα, την εποχή εκείνη, μέση τιμή πώλησης των καυσίμων καθώς και τη μέση κατανάλωση καυσίμου, λαμβάνοντας υπόψη τρία διαφορετικά επίπεδα συμφόρησης (ελεύθερη ροή, μεσαία συμφόρηση δίκτυα υψηλής συμφόρησης) τόσο για τις αστικές όσο και τις εθνικές οδούς εμπορευματικών μεταφορών.

Το κόστος συντήρησης και επισκευής, καθώς και φόροι, πρόστιμα, απαιτήσεις φορτίου και συνδρομές (όπου ισχύουν) σε ετήσια βάση για το έτος αναφοράς.

Τα έξοδα για τα διόδια και τα ακτοπλοϊκά εισιτήρια είναι κατά περίπτωση και εξαρτώνται από την εξεταζόμενη διαδρομή.

Τα έξοδα για τα ελαστικά υπολογίζονται ανά χιλιόμετρο ανάλογα με τον τύπο των ελαστικών που χρησιμοποιούνται και τον αριθμό των χιλιομέτρων για τα οποία είναι σχεδιασμένα.

Όλα τα υπόλοιπα έξοδα εισάγονται σε μηνιαία βάση και προβάλλονται στο έτος αναφοράς. Για το σκοπό αυτό, και με βάση τον αριθμό των χιλιομέτρων που διανύθηκε από το τυπικό υπό εξέταση όχημα, για το έτος αυτό, μπορεί να εκτιμηθεί το συνολικό μεταβλητό λειτουργικό κόστος ανά χιλιόμετρο.

Το συνολικό λειτουργικό κόστος ανά χιλιόμετρο υπολογίζεται ως άθροισμα των σταθερών και μεταβλητών εξόδων. Έτσι, με βάση τη συνολική απόσταση που διανύθηκε για την εξεταζόμενη διαδρομή, μπορεί να εκτιμηθεί το συνολικό λειτουργικό κόστος της διαδρομής.

Για τη μοντελοποίηση υπενθυμίζεται ότι λήφθηκε τυπικό όχημα ηλικίας άνω των 10 ετών, 5-6 αξόνων, μέγιστου επιτρεπτού βάρους 40 τόνων που εκτελεί εθνικές οδικές μεταφορές.

Εκτίμηση μεταφορικού κόστους

Για τις οδικές μεταφορές χρησιμοποιούμε την πραγματική απόσταση μεταξύ κάθε σημείου προέλευσης και κάθε σημείου προορισμού. Όσο μεγαλύτερη είναι η απόσταση που διανύθηκε, τόσο μεγαλύτερο είναι το κόστος μεταφοράς και επομένως τόσο υψηλότερη είναι η χρέωση.

Για τον προσδιορισμό του κόστους μεταφοράς έπρεπε πρώτα να εκτιμηθεί η **κατανάλωση καυσίμου** για το κόστος μεταφοράς ανά οχηματοχιλιόμετρο (€/ km). Χρησιμοποιήθηκαν 2 απλές προσεγγίσεις. Μια πλήρως απλοποιητική και μια που θεωρεί ως καθοριστική παράμετρο το βάρος του οχήματος.

Στην 1^η , ως κατανάλωση καυσίμου θεωρείται η μέση κατανάλωση τυπικού οχήματος που εκτελεί μεταφορές σε αστικές οδούς σε συνθήκες μέσης συμφόρησης.

Το κόστος του καυσίμου (Diesel κίνησης) ανά λίτρο αυξομειώνεται σύμφωνα με τη διεθνή αγορά του αργού πετρελαίου. Η τιμή του πετρελαίου κίνησης κατά τον χρόνο εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας λαμβάνεται 1.32 € ανά λίτρο (τιμή Φεβρουαρίου 2018).

Η τιμή αποτελεί τη μέση τιμή πώλησης του πετρελαίου κίνησης από την ιστοσελίδα της ΠΟΠΕΚ [64] (Πανελλήνια Ομοσπονδία Πρατηριούχων Εμπόρων Καυσίμων), ενώ η μέση κατανάλωση καυσίμου προσεγγίστηκε από μελέτη του I.MET [65] σε 2.2 km / lt μικτής διαδρομής (έμφορτης και κενής) . Η τιμή αναφοράς που προκύπτει (σε €/km) είναι σε συμφωνία με στατιστική μελέτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την εφοδιαστική.

- Μέση τιμή πώλησης πετρελαίου κίνησης: 1.32 € / lt

- Μέση κατανάλωση για αστική μεταφορά σε συνθήκες μέσης συμφόρησης: 2.20 km / lt

Συνεπώς το κόστος υπολογίζεται ως:

$$2,2 \text{ [χλμ/λίτρο]} * 1,32 \text{ [€ / λίτρο]} = 0,60 \text{ €/χλμ.}$$

$$\Rightarrow \text{Θεωρήθηκε κόστος μεταφοράς ανά km } 0.6 \text{ € / km}$$

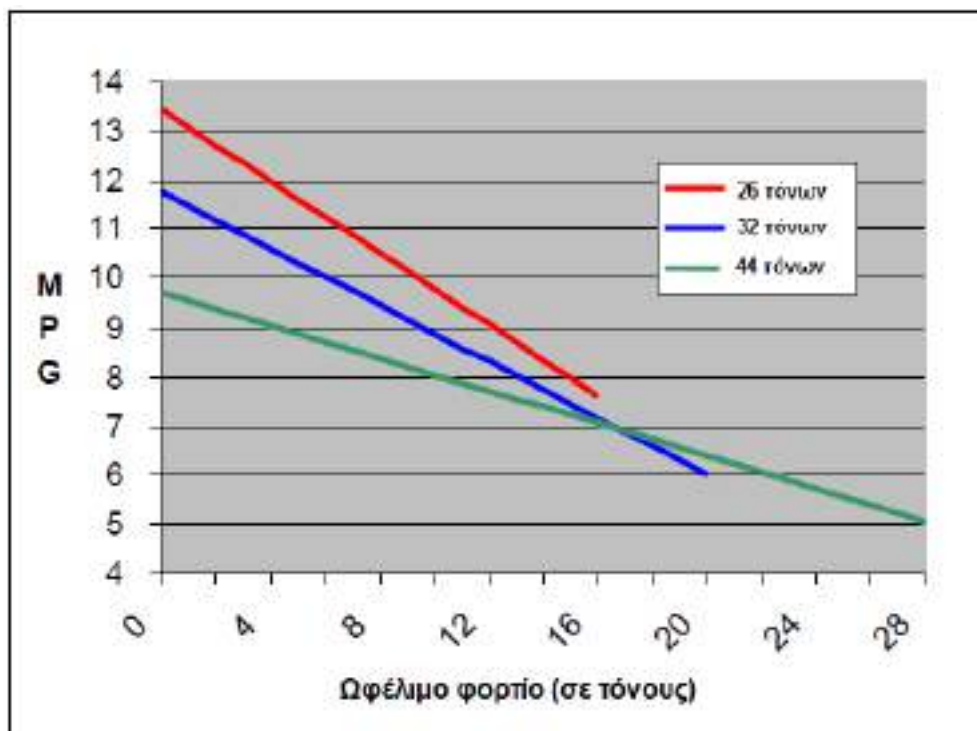
Το κόστος περιλαμβάνει επιπλέον, όπου υπήρχαν διόδια, το κόστος διοδίων. Επομένως έχουμε:- Κόστος διοδίων Αττικής Οδού για αρθρωτό όχημα 16.5m: 11.30 €

Στη 2^η περίπτωση, το μεταφορικό κόστος εξαρτάται στους υπολογισμούς από την απόσταση της διαδρομής και τα διόδια αλλά και από **το βάρος** του φορτίου του οχήματος. Για ένα φορτηγό όχημα 40 τόνων, η τιμή κατανάλωσης εξαρτάται από το ωφέλιμο φορτίο και την ταχύτητα του οχήματος.

Σχέση κατανάλωσης καυσίμου με το βάρος οχήματος

Η οικονομία καυσίμου που επιτυγχάνεται με μείωση του βάρους του οχήματος υπολογίζεται σε 0.4 έως 1% ανά 450 kg μείωσης του βάρους του οχήματος για κίνηση σε ομαλό έδαφος και 1.5 έως 2% για κίνηση σε ανηφορικό έδαφος. Στο διάγραμμα παρουσιάζεται η σχέση ανάμεσα στο ωφέλιμο μεταφερόμενο φορτίο και την κατανάλωση του φορτηγού οχήματος σε μίλια ανά γαλόνι (MPG) για φορτηγά οχήματα των 26, των 32 και των 44 τόνων [66].

Το συμπέρασμα που προκύπτει είναι πως για ένα φορτηγό όχημα των 44 τόνων, η τιμή του MPG (αντίστοιχη του χλμ/λίτρο, και όχι λίτρα/χλμ όπως συνηθίζεται στην Ευρώπη) μειώνεται όσο αυξάνεται το ωφέλιμο φορτίο (δηλαδή με ένα λίτρο καυσίμου πραγματοποιούνται λιγότερα χιλιόμετρα). Προκύπτει λοιπόν ότι ένα όχημα των 44 τόνων έχει μεγαλύτερη κατανάλωση καυσίμου από ένα όχημα 32 τόνων όταν το ωφέλιμο φορτίο υπερβαίνει τους δεκαεπτά τόνους.

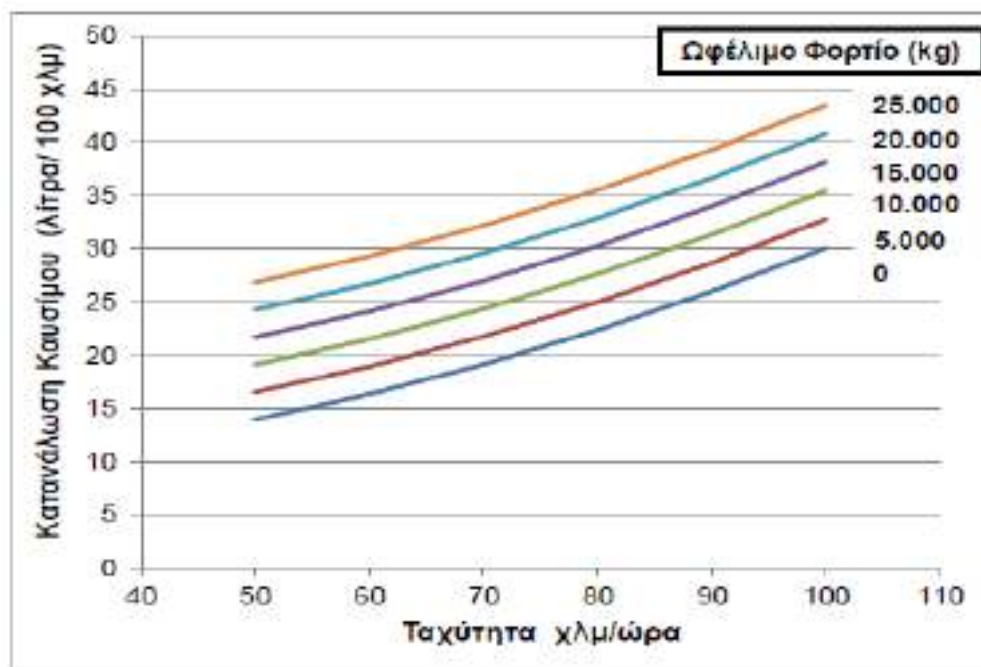


Διάγραμμα 3: Σχέση κατανάλωσης καυσίμου με το ωφέλιμο φορτίο φορτηγών οχημάτων

Σύμφωνα με τα συμπεράσματα της μελέτης της VDA η μέση κατανάλωση ενός 40τονου φορτηγού οχήματος το 1970 ήταν 50 λίτρα/100 χλμ. Με την βοήθεια της τεχνολογίας επιτεύχθηκε σημαντική μείωση της κατανάλωσης αυτής η οποία το 2000 έφτασε τα 32 λίτρα/ 100 χλμ και έκτοτε παραμένει στα επίπεδα αυτά.

Σχέση Ταχύτητας – Κατανάλωσης Καυσίμου

Το επόμενο διάγραμμα παρουσιάζει την σχέση ταχύτητας - κατανάλωσης καυσίμου για την οικογένεια καμπυλών ωφέλιμου φορτίου από 0 έως 25 τόνους.



Διάγραμμα 4: Κατανάλωση καυσίμου φορτηγού οχήματος συναρτήσει της ταχύτητας και του ωφέλιμου φορτίου

Μεταφορικό Λειτουργικό Κόστος

Ως μεταφορικές λειτουργικές δαπάνες ορίζονται εκείνες που εξαρτώνται από την κυκλοφορία του οχήματος και είναι συνάρτηση του βαθμού χρησιμοποίησης του οχήματος. Οι δαπάνες αυτές εκφράζονται κατά κανόνα σε χιλιομετρική βάση, ή γενικότερα ανά μονάδα διανυόμενης απόστασης, και αναλύονται στις επιμέρους δαπάνες:

- Καυσίμων
- Λιπαντικών
- Ελαστικών
- Συντήρησης-Επισκευών

Κόστος Λιπαντικών

Η συχνότητα αλλαγής των λιπαντικών ελαίων εξαρτάται από την παλαιότητα και τεχνολογία των κινητήρων των οχημάτων. Η συνολική δαπάνη λιπαντικών σε οχήματα παλαιάς τεχνολογίας κυμαίνεται μεταξύ 0,01275 και 0,01593 €/χλμ για τους δυο βασικούς τύπους ποσότητας λιπαντικού ελαίου.

Κόστος Ελαστικών

Οι κατασκευαστές ελαστικών ορίζουν τη διάρκεια ζωής σε 80.000 χλμ για επίπεδο ασφαλτοστρωμένο οδόστρωμα. Στην πράξη λόγω της φύσεως της μεταφορικής δραστηριότητας, οι προορισμοί των εμπορευμάτων είναι κυρίως βιομηχανικοί και εργοταξιακοί χώροι με κακό οδόστρωμα και υποτυπώδη πρόσβαση αρκετών χιλιομέτρων, με αποτέλεσμα να υπάρχει μεγάλη καταπόνηση των ελαστικών και μείωση της διάρκειας ζωής.

- Οι αλλαγές των ελαστικών πραγματοποιούνται κάθε 70.000 χλμ.
- Το κόστος ενός ελαστικού καλής ποιότητας είναι γύρω στα 500 €.
- Το κόστος της αναγόμωσης ανέρχεται στο μισό της αγοράς καινούργιου ελαστικού με την ίδια διάρκεια ζωής (250 €). Η αναγόμωση δίνει μέσο όρο ίσο με τον συντελεστή χρησιμοποίησης.

Το μέσο κόστος ελαστικού προκύπτει ως ο λόγος του αθροίσματος της αξίας ενός καινούργιου και ενός αναγομωμένου επί τον συντελεστή χρησιμοποίησης, προς τη διπλάσια χιλιομετρική διάρκεια. Συγκεκριμένα για τους δύο τύπους φορτηγών ανάλογα με τον αριθμό των αξόνων:

- Μέσο κόστος ελαστικών φορτηγών οχημάτων 5 αξόνων με συντελεστή χρησιμοποίησης 0,67:

$$\text{Μέσο Κόστος Ελαστικών} = 18 * \left(\frac{520 + (0.67 * 260)}{2 * 70000} \right) = 0,08925 \text{ [€/χλμ]}$$

Κόστος συντήρησης

Το κόστος συντήρησης και η συχνότητα των επισκευών ενός οχήματος εξαρτάται από τα τεχνικά χαρακτηριστικά του οχήματος, την παλαιότητα, τον τρόπο οδήγησης και τις ετήσιες διανυόμενες χιλιομετρικές αποστάσεις. Για την εκτίμηση των δαπανών συντήρησης καθορίζεται ένα αντιπροσωπευτικό όχημα παλαιότητας άνω των 10ετών, 5 αξόνων το οποίο διανύει κατά προσέγγιση 80.000 χλμ ετησίως.

Το κόστος εργασιών χιλιομετρικής συντήρησης προσεγγίζεται σε μελέτη του ΥΠΕΧΩΔΕ [67].

Πίνακας 6: Εργασίες συντήρησης για τυπικό φορτηγό όχημα

ΕΡΓΑΣΙΑ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ [χλμ]	ΚΟΣΤΟΣ Σ [€]	ΚΟΣΤΟΣ [€/χλμ]
Ετήσιο SERVICE	90.000	389,45	0,0043271860
Γενική επισκευή κινητήρα	800.000	6.438,90	0,0080486280
Εξαγωγή κάρτερ - Αλλαγή κουζινέτων	600.000	809,33	0,0013488873
Εξαγωγή καπακιού - Λείανση βαλβίδων	600.000	763,02	0,0012717046
Εξαγωγή και αλλαγή σετ τουρμπίνας	200.000	292,00	0,0014600147
Εξαγωγή και επισκευή κομπρεσσέρ	250.000	888,82	0,0035552869
Εξαγωγή και επισκευή τρόμπας νερού	600.000	346,29	0,0005771582
Αλλαγή των 6 μπεκ	500.000	4.578,14	0,0091562729
Ρύθμιση βαλβίδων και μπεκ	300.000	117,39	0,0003912937
Εξαγωγή ψυγείου, Αλλαγή εμπρόσθιου συνεμπλοκ κουβουκ	400.000	475,42	0,0011885547
Εξαγωγή σασμάν, Λύσιμο, Επισκευή	500.000	2.817,31	0,0056346295
Εξαγωγή σασμάν, αλλαγή συμπλέκτη και αργού γρήγορου	500.000	1.705,08	0,0034101541
Αντλία αμπραγιάζ άνω, επισκευή	300.000	96,99	0,0003233064
Αντλία αμπραγιάζ κάτω, επισκευή	300.000	140,87	0,0004695525
Εξαγωγή κεντρικού άξονα, Αλλαγή καπακιού	800.000	326,24	0,0004077990
Εξαγωγή κεντρικού άξονα, Επισκευή μεσαίας τριέδρου	100.000	302,14	0,0030214233
Εξαγωγή και Επισκευή διαφορικού	500.000	4.167,28	0,0083345561
Εξαγωγή διαφορικού, Επισκευή ρουλεμάν	500.000	868,08	0,0017361526
Εξαγωγή και Επισκευή τροχών	200.000	1.094,64	0,0054732208
Εξαγωγή τροχών, Αλλαγή θερμουιτ	200.000	1.493,94	0,0074696992
Εξαγωγή τροχών & αλλαγή τσιμούχας μειωτήρα	500.000	2.787,97	0,0055759354
Επισκευή εμπρόσθιου άξονα, πείρος δαχτυλίδια	500.000	389,07	0,0007781365
Εξαγωγή και επισκευή υδραυλικού τιμονιού	500.000	358,03	0,0007160675
Εξαγωγή και επισκευή μπουκάλας κουβουκλίου	500.000	152,60	0,0003052091
Αλλαγή κάθε άκρου μπάρας	300.000	1.305,94	0,0043531426
Εξαγωγή επισκευή σετ αργού - γρήγορου	150.000	115,92	0,0007728051
Εξαγωγή και Επισκευή αργού - γρήγορου με RETARDER	500.000	1.760,82	0,0035216434
Αλλαγή τσιμούχας διαφορικού	500.000	185,77	0,0003715334

0,0885913294

Απρόβλεπτα 10%

0,0088591329

Γενικό

0,09745 €

Σύνολο

Εκτιμήσεις για Σταθερά & Μεταβλητά Λειτουργικά Κόστη

Στον επόμενο πίνακα εκτιμώνται τα σταθερά λειτουργικά κόστη για το τυπικό όχημα του στόλου:

Πίνακας 7: Σταθερά λειτουργικά κόστη τυπικού φορτηγού οχήματος υπολογισμών

ΣΤΑΘΕΡΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΚΟΣΤΗ	
Κόστος φορτηγού οχήματος	140.000 €
Τρόπος αγοράς φορτηγού οχήματος	Με χρηματοδότηση
Κόστος αδείας	9.000 €
- Έτη που έχουν επέλθει από την αγορά της άδειας - Με ποιο τρόπο πραγματοποιήθηκε η αγορά της άδειας	> 10 έτη Με ίδιο κεφάλαιο
Τέλη κυκλοφορίας	950 € / έτος
Ασφάλιστρα	1.700 € / έτος
Κόστος μόνιμης θέσης στάθμευσης	1.200 € / έτος
ΚΤΕΟ	155 € / έτος
Έξοδα λογιστή	550 € / έτος
Νομική προστασία	200 € / έτος
Εισφορά στον Ο.Α.Ε.Ε.	1.080 € / έτος
Συνολικό σταθερό λειτουργικό κόστος	27,3 €

Ο ακόλουθος πίνακας συνοψίζει τις βασικές παραδοχές που έγιναν για την εκτίμηση των μεταβλητών λειτουργικών δαπανών ενός φορτηγού οχήματος.

Πίνακας 8: Παραδοχές για εκτίμηση του συνολικού μεταβλητού λειτουργικού κόστους

ΜΕΤΑΒΛΗΤΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΚΟΣΤΗ	
Καύσιμα	
- Τιμή καυσίμου	1,32 € / λίτρο
- Μέση κατανάλωση για αστική μεταφορά σε συνθήκες μέσης συμφόρησης	2,2 χλμ. / λίτρο
- Κόστος ελαστικών	0,08925 € / χλμ
Κόστος λιπαντικών	0,01593 € / χλμ
Κόστος συντήρησης και επισκευών	0,09745 € / χλμ
Κόστος διοδίων	11,30 € ανά φορά
Κόστος εισιτηρίων караβιών	0 €
Μισθός οδηγού(ών)	1.250 € / μήνα
Κόστος Ι.Κ.Α. ασφάλειας οδηγού	650 € / μήνα
Bonus οδηγού	0 € / μήνα
Φόροι	
Φόρος επιτηδεύματος	130 € / έτος / όχημα

- Άλλοι φόροι	0 € / έτος / όχημα
- Πρόστιμα	800 € / έτος
Αποζημιώσεις ζημιών και απολεσθέντων στοιχείων	120 € / έτος
Συνδρομές	16 € / μήνα
Κόστος τηλεπικοινωνιών	
Τηλέφωνο / Φαξ	16 € / μήνα / όχημα
- Διαδίκτυο	8 € / μήνα / όχημα
- Κόστος πλυντηρίου του φορτηγού οχήματος	75 € / μήνα
Ένδυση / στολές	0 € / έτος
Καθημερινά έξοδα	
Έξοδα καταλύματος οδηγών	0 € / μήνα
- Έξοδα διατροφής οδηγών	0 € / μήνα
- Διάφορα άλλα έξοδα	0 € / μήνα

Ακολουθεί ο πίνακας με τα μεταβλητά λειτουργικά κόστη του οχήματος που δεν εξαρτώνται από τα διανυθέντα οχηματοχιλιόμετρα, τα οποία υπολογίζονται σε ημερήσια βάση, δηλαδή θα προστεθούν στα μεταφορικά λειτουργικά κόστη (κόστη διαδρομών) που θα προκύψουν από την επιχειρησιακή δρομολόγηση των οχημάτων.

Πίνακας 9: Μεταβλητά λειτουργικά κόστη ανεξάρτητα των οχηματοχιλιομέτρων

Μεταβλητά κόστη ενός οχήματος σε ημερήσια βάση	
Μισθός οδηγού	41,67 € / day
Κόστος Ι.Κ.Α. ασφάλειας οδηγού	21,67 € / day
Φόρος επιτηδεύματος	0,356 € / day / όχημα
Πρόστιμα	2,192 € / day
Αποζημιώσεις ζημιών και απολεσθέντων στοιχείων	0,329 € / day
Συνδρομές	0,533 € / day
Κόστος τηλεπικοινωνιών	0,8 € / day / όχημα
Κόστος πλυντηρίου	2,5 € / day
Ένδυση / στολές	0 € / day
Συνολικό κόστος	70,05 €

3.13 Τα Λογισμικά της Υπολογιστικής Ανάλυσης

Κύριο εργαλείο ανάλυσης και μοντελοποίησης για την εκπόνηση της εργασίας είναι το λογισμικό TransCAD. Το TransCAD είναι ένα πακέτο λογισμικού για εφαρμογές σχεδιασμού μεταφορών (transportation & logistics) που κατασκευάστηκε από την Caliper Corporation. Το μοντέλο που αναπτύχθηκε, αφορά ένα δίκτυο διανομής στο οποίο έπρεπε να γίνει δρομολόγηση του στόλου των οχημάτων για μεταφορά προϊόντων ίδιου τύπου και ίσου βάρους φορτίου και την εξυπηρέτηση πελατών εντός των βιομηχανικών ζωνών. Το μοντέλο του δικτύου διανομής βασίζεται πάνω στο πραγματικό οδικό δίκτυο που σχεδιάστηκε από τα γεωγραφικά δεδομένα στο ArcGIS. Σε επόμενη φάση, η επαλήθευση των αποτελεσμάτων ενός σεναρίου του μοντέλου που υλοποιήθηκε σε TransCAD θεωρήθηκε σκόπιμο να συγκριθεί με έτοιμα υπολογιστικά εργαλεία που έχουν φτιαχτεί να επιλύουν προβλήματα δρομολόγησης και μεταφοράς αγαθών, όπως το φύλλο Excel και το εμπορικό πακέτο lognvr.

Εξετάστηκαν περιπτώσεις δρομολόγησης για τη μεταφορά αγαθών σε παλέτες και την εξυπηρέτηση βιομηχανικών περιοχών (της Αττικής). Η μοντελοποίηση έλαβε χώρα και στο ελεύθερο λογισμικό προσομοίωσης Anylogic εκμεταλλευόμενοι την ενσωμάτωση των χαρτών OSM ως υπόβαθρο στο πρόγραμμα για τη GIS ανάλυση αλλά και τις αντίστοιχες δυνατότητες απεικόνισης/έκφρασης των διαδικασιών μεταφοράς και εφοδιαστικής που αυτό παρέχει, οι οποίες θα συζητηθούν στη συνέχεια. Το μοντέλο στο Anylogic έχει και τη δυνατότητα μελέτης τυχαίας συμπεριφοράς μέσω random ή στοχαστικής διαδικασίας γένεσης ζήτησεων.

Το πλεονέκτημα του TransCAD είναι ότι έχει πιο ευέλικτη χρήση ως προς τη μοντελοποίηση των διαδικασιών μεταφοράς και εφοδιαστικής αλλά απαιτεί την εισαγωγή αρχείου γεωγραφικών δεδομένων και την κατασκευή μεταφορικού δικτύου από το χρήστη για την επίλυση προβλημάτων. Επιπλέον, περιλαμβάνει εργαλεία βελτιστοποίησης.

Το Anylogic πλεονεκτεί σε ότι αφορά το GIS μέρος αφού είναι συνδεδεμένο με τις γεωβάσεις και λαμβάνει σαν υπόβαθρο όλα τα χαρακτηριστικά των online χαρτών όπως οι OSM. Ο σχεδιασμός δικτύου διανομής έγκειται στην αναφορά πάνω στο χάρτη των σημείων (GIS Points) που αποτελούν τις τοποθεσίες ενδιαφέροντος και στην απόδοση χαρακτηριστικών μέσω παραμέτρων και οντοτήτων (agents). Έχει βιβλιοθήκη για την μοντελοποίηση των διαδικασιών μεταφοράς και εφοδιαστικής αλλά ο σχεδιασμός και η ροή των λειτουργιών γίνεται από το χρήστη. Επιπλέον παρουσιάζει το μοντέλο που υλοποιεί ο χρήστης σε μορφή κίνησης (animation).

TransCAD

Το TransCAD είναι Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (GIS) σχεδιασμένο ειδικά για παρουσίαση, διαχείριση και ανάλυση δεδομένων μεταφοράς. Το λογισμικό συνδυάζει τις δυνατότητες ενός GIS και τη μοντελοποίηση των μεταφορών σε μια ενιαία ολοκληρωμένη πλατφόρμα, παρέχοντας οπτικοποίηση και γραφική επίλυση. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για όλους τους τύπους δεδομένων μεταφοράς σε οποιαδήποτε κλίμακα ή επίπεδο λεπτομέρειας, για όλα τα δίκτυα και μέσα μεταφοράς και είναι ιδανικό για την κατασκευή συστημάτων βελτιστοποίησης (optimization) και συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων. Διαθέτει εργαλεία χαρτογράφησης, απεικόνισης, ανάλυσης και προσομοίωσης για εφαρμογές μεταφοράς. Θεωρείται το πιο ευέλικτο πρόγραμμα για ανάλυση και μοντελοποίηση δικτύων [68].

Το TransCAD περιέχει ενότητες εφαρμογών (modules) για επίλυση προβλημάτων δρομολόγησης, εφοδιαστικής, πρόβλεψης μεταφορικής ζήτησης, δημόσιων συγκοινωνιών κλπ επεκτείνοντας το παραδοσιακό περιβάλλον δεδομένων ενός GIS με στοιχεία μεταφορικών συστημάτων όπως δίκτυα μεταφοράς, μητρώα συνδεσιμότητας, συστήματα διαδρομών και δεδομένα για τα μέσα μεταφοράς [69].

Τα δίκτυα μεταφοράς είναι εξειδικευμένες δομές δεδομένων που διέπουν τη ροή μέσω του δικτύου. Τα δίκτυα αποθηκεύονται με πολύ αποτελεσματικό τρόπο, επιτρέποντας στο λογισμικό να επιλύει πολύ γρήγορα τα προβλήματα δρομολόγησης. Αυτό καθιστά δυνατό για τα μοντέλα να είναι πολύ ακριβέστερα και αποτελεσματικότερα. Έτσι, οι αποστάσεις μεταξύ των σημείων ενός δικτύου και οι χρόνοι ταξιδιού βασίζονται στην πραγματική μορφή ενός οδικού δικτύου και στη σωστή αναπαράσταση των κόμβων οδικής κυκλοφορίας.

Διάφορες εξισώσεις μοντελοποίησης μπορούν εύκολα να εισαχθούν και να εφαρμοστούν σε διαφορετικές γεωγραφικές υποπεριοχές. Επιπλέον, προσφέρονται νέες δυνατότητες για τη μέτρηση της γεωγραφικής προσβασιμότητας μέσω πινάκων. Τα μητρώα διατηρούν δεδομένα όπως η απόσταση, οι χρόνοι ταξιδιού και οι ροές προέλευσης-προορισμού που είναι απαραίτητες για πολλές εφαρμογές μεταφοράς.

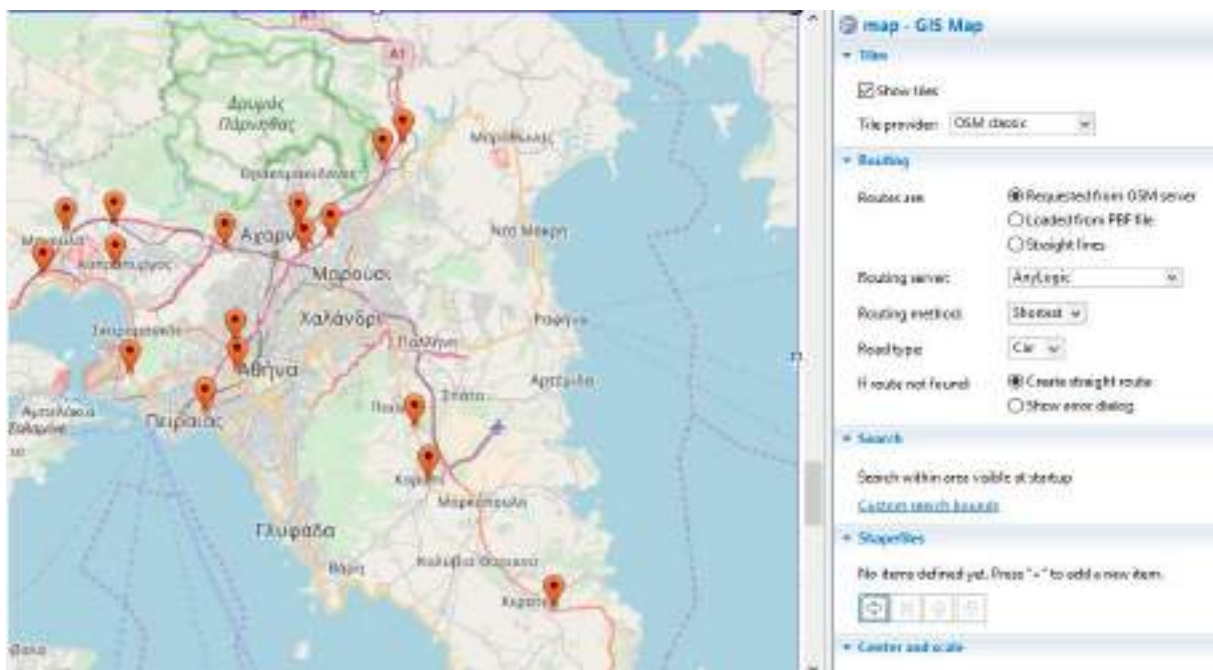
Το TransCAD υποστηρίζει μοντελοποίηση, επεξεργασία και επίλυση ενός **VRPTW** και απεικόνιση των διαδρομών με σαφή και κατανοητό τρόπο. Οι διαδρομές δείχνουν τα βέλτιστα μονοπάτια που λαμβάνονται από τα οχήματα, για να εξυπηρετήσουν τις ανάγκες ζήτησης. Η οργάνωση του συνόλου διαδρομών ενός στόλου οχημάτων που προκύπτει από την επίλυση ενός προβλήματος δρομολόγησης, αποθηκεύεται σε ένα επίπεδο (layer) πληροφορίας ως **σύστημα διαδρομών** που περιλαμβάνει τα χαρακτηριστικά της διαδρομής, τις θέσεις στάσης, και τα χρονοδιαγράμματα των οχημάτων.

Anylogic

Στο AnyLogic η ενσωμάτωση GIS επιτρέπει την πρόσβαση σε όλα τα δεδομένα που αποθηκεύονται μαζί με τους παροχείς χαρτών σε απευθείας διαδικτυακή σύνδεση (π.χ. Open Street Map) όπως πόλεις, περιοχές, οδικά δίκτυα, (νοσοκομεία, σχολεία, σταθμοί μέσων μεταφοράς κ.λπ.). Οι λειτουργίες και δυνατότητες GIS του AnyLogic περιλαμβάνουν:

- Δημιουργία διαδρομής μεταξύ τοποθεσιών με οχήματα που μπορούν να κινούνται κατά μήκος του χάρτη. Τα οχήματα είναι agents με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά.
- Αναζήτηση για προορισμό με βάση τη συντομότερη διαδρομή.

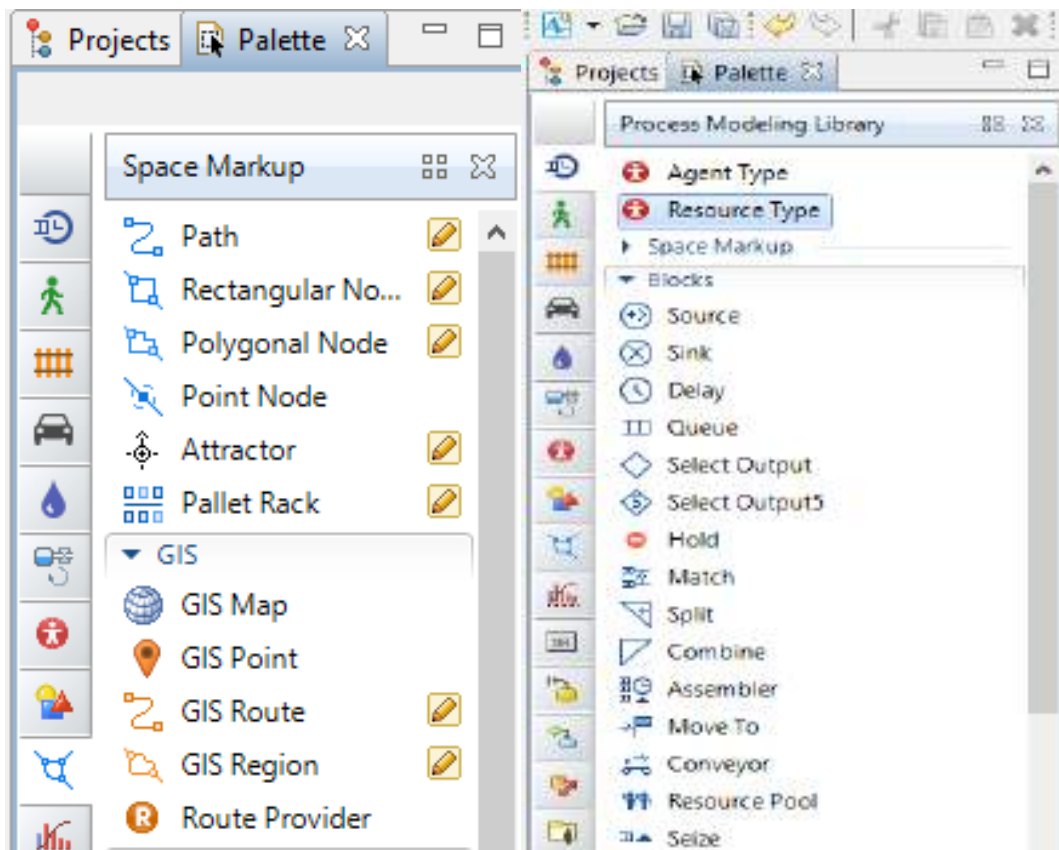
Το υπόβαθρο χάρτη GIS γίνεται εισαγωγή με Drag & Drop από την παλέτα Space Markup. Κάνοντας κλικ πάνω στο χάρτη εμφανίζονται δεξιά οι Properties όπως φαίνεται στην εικόνα:



Εικόνα 40: Εισαγωγή υποβάθρου χαρτών GIS ανάλυσης στο λογισμικό Anylogic

Στο tile provider παρέχονται διάφορες επιλογές, όμως το AnyLogic προτείνει το OSM κι επειδή το μοντέλο στο TransCAD αναπτύχθηκε σε δίκτυο δεδομένων από OSM, επιλέχθηκε και για τη προσομοίωση στο Anylogic. Σχετικά με τη δρομολόγηση, δίνεται η δυνατότητα επιλογής μεθόδου (Routing Method), ενός εκ των fastest (γρηγορότερη διαδρομή) και shortest (συντομότερη διαδρομή). Στο road type επιλέγεται ο by default τύπος της διαδρομής, που είναι το car όπου χρησιμοποιείται το οδικό δίκτυο. Παρέχονται ακόμη οι επιλογές rail (σιδηροδρομικό δίκτυο), bike (χρήση ποδηλάτου) και foot (χωρίς χρήση μεταφορικού μέσου). Αν δεν είναι δυνατό να βρεθεί μια διαδρομή, το πρόγραμμα δημιουργεί είτε straight route ή εμφανίζει error.

Επίσης, δίνεται η δυνατότητα εισαγωγής Shapefile, για χρήση δικτύου δεδομένων που είναι αποθηκευμένο στον υπολογιστή. Στους παρεχόμενους χάρτες όλοι οι δρόμοι είναι διπλής κατεύθυνσης, χωρίς όρια ταχύτητας κλπ. Ο καθορισμός συγκεκριμένων ιδιοτήτων του συγκοινωνιακού δικτύου γίνεται με την χρήση του προγράμματος GIS και φορτώνοντάς αυτές στο AnyLogic. Ο σχεδιασμός των διαδικασιών εφοδιαστικής & logistics γίνεται με στοιχεία που λέγονται blocks από τη βιβλιοθήκη εργασιών (Process Modeling Library) του προγράμματος και με εισαγωγή κώδικα σε java όπου είναι απαραίτητο.

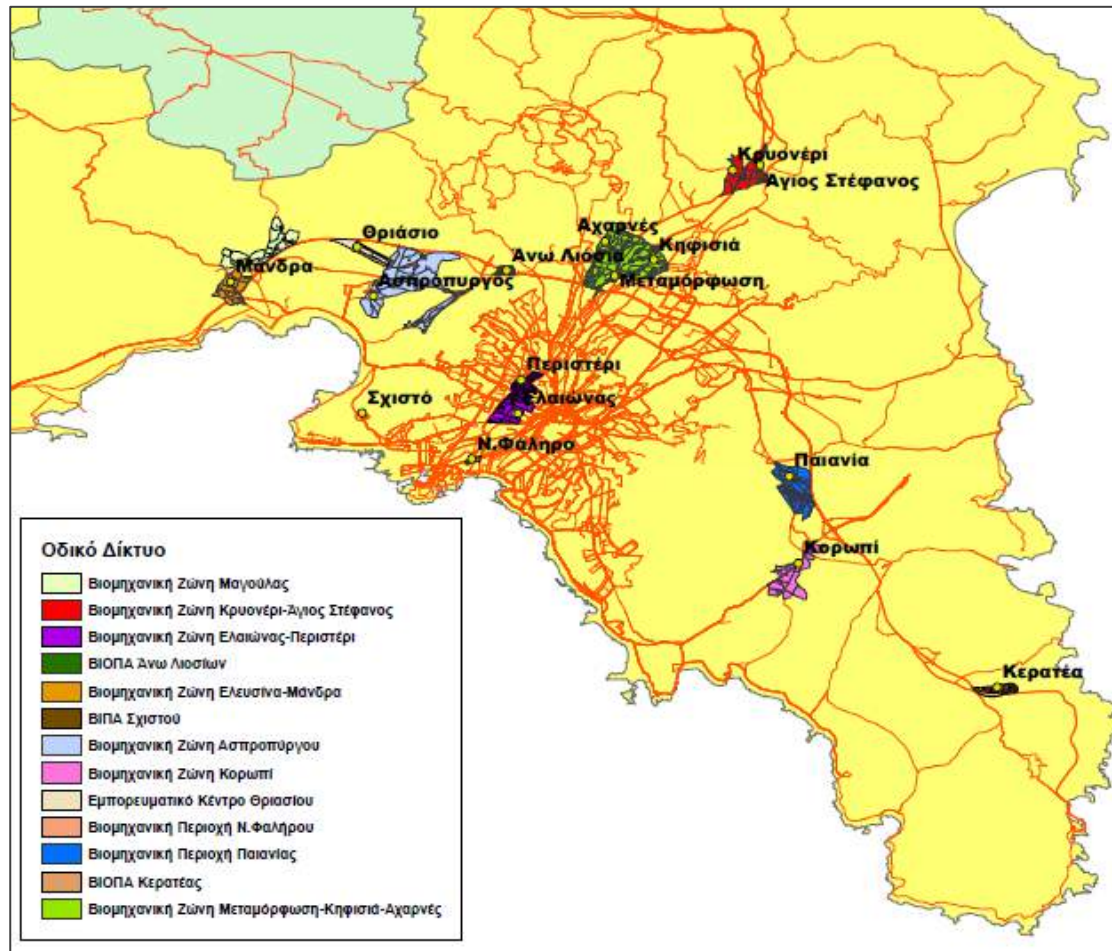


Εικόνα 41: Σχεδιασμός χωρικών δεδομένων και εισαγωγή διαδικασιών στο Anylogic

Όσον αφορά την προσομοίωση και τη μοντελοποίηση συστημάτων μεταφορών υπάρχουν 2 μέθοδοι από τις 3 που παρέχει το λογισμικό. Η μέθοδος discrete event, η οποία είναι προσανατολισμένη στην εφαρμογή των διαδικασιών δηλαδή πραγματοποιείται φυσική απεικόνιση του συστήματος ως μια ακολουθία λειτουργιών με μεταβολές κατάστασης σε συγκεκριμένα σημεία του χώρου και χρόνου. Στην agent-based μέθοδο το σύστημα περιγράφεται μέσω του συνόλου από αυτόνομες οντότητες λήψης αποφάσεων που ονομάζονται agents οι οποίοι έχουν συγκεκριμένη συμπεριφορά και μπορούν να αλληλεπιδρούν τόσο μεταξύ τους αλλά και με το περιβάλλον.

3.14 Μοντελοποίηση Δικτύου Διανομής στο TransCAD

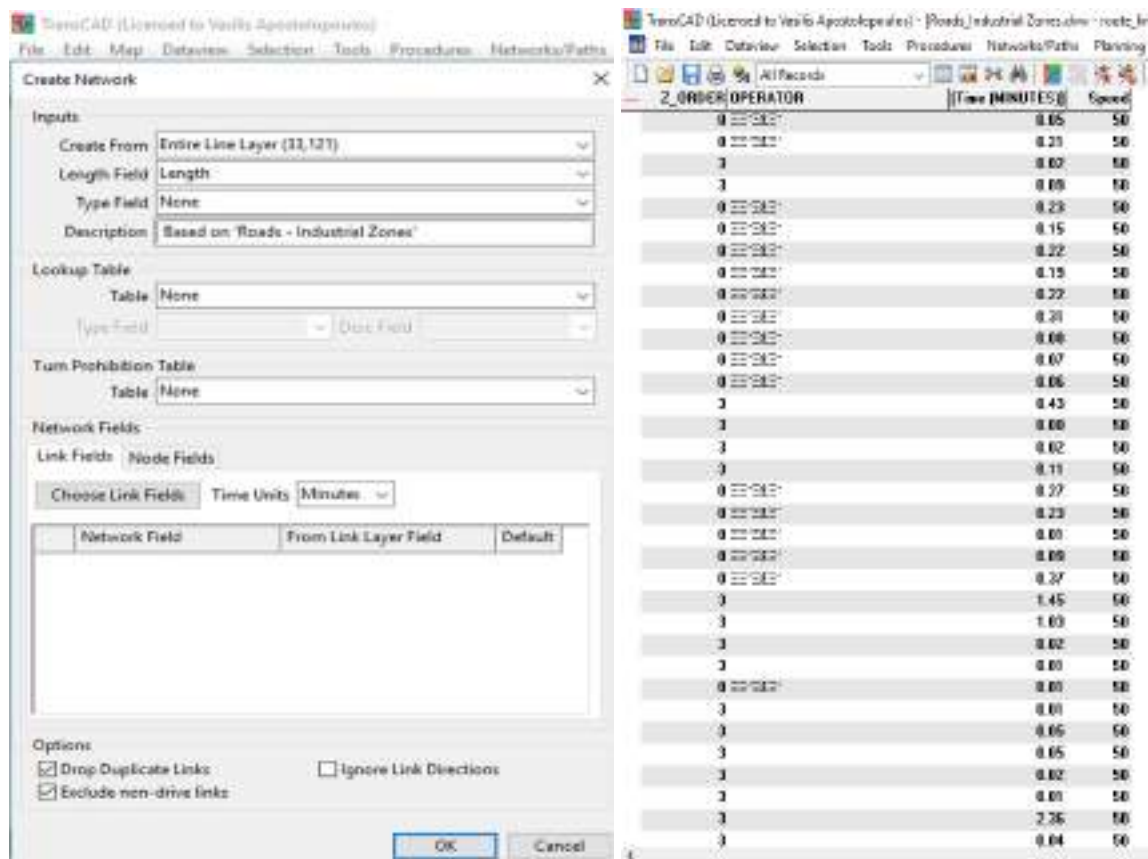
Για την ανάπτυξη μοντέλου δικτύου διανομής και δρομολόγησης στόλου οχημάτων χρησιμοποιήθηκε το οδικό δίκτυο που σχεδιάστηκε από τα γεωγραφικά δεδομένα στο ArcGIS, το οποίο φαίνεται στο Χάρτης 4 και εισήχθηκε σε μορφή shapefile στο TransCAD.



Χάρτης 4: Περιοχή έρευνας με το οδικό δίκτυο και τις βιομηχανικές ζώνες

Όπως φαίνεται στο χάρτη, από την περιοχή μελέτης εξαιρέθηκαν τα Οινόφυτα και τα Μέγαρα για να δημιουργηθεί ένα δίκτυο που αντιπροσωπεύει (όσο είναι δυνατόν) μια αστική διανομή. Το πρώτο βήμα ήταν να σχεδιαστεί πάνω στο οδικό δίκτυο, το δίκτυο διανομής. Στο TransCAD επιλέγουμε *Network/Paths>Create Network*. Με αυτό τον τρόπο, το δίκτυο συνοδεύεται από ένα αρχείο σημειακών δεδομένων το οποίο είναι οι κόμβοι που το απαρτίζουν (Nodes).

Οι κόμβοι είναι πλέον συνδεδεμένοι με τα οδικά τμήματα, έχουν ένα αριθμό ID για να τους ξεχωρίζει ο χρήστης και κάποιοι από αυτούς χρησιμοποιούνται ως κόμβοι διανομής. Τα οδικά τμήματα του δικτύου είναι γραμμικοί σύνδεσμοι με γνωστό μήκος. Στα οδικά τμήματα του δικτύου με *Edit-Fill* εισάγουμε την ταχύτητα και τη σχέση υπολογισμού του χρόνου διαδρομής.



Εικόνα 42: Δημιουργία δικτύου διανομής και εισαγωγή χαρακτηριστικών δικτύου στο TransCAD

Δεύτερο βήμα, ήταν να δημιουργηθεί γεωγραφικά αρχείο (.dbd) με τους κόμβους του δικτύου που είναι οι τοποθεσίες ενδιαφέροντος. Τα σημεία αυτά στο μοντέλο είναι το κεντροειδές κάθε ζώνης των βιομηχανικών περιοχών και του αποθηκευτικού κέντρου, μαζί με πληροφορίες σχετικά με τη ζήτηση, τους χρόνους διαχείρισης του φορτίου και άλλα χαρακτηριστικά. Το αρχείο αποθηκεύτηκε και ενσωματώθηκε ως διακριτό επίπεδο πληροφορίας (Layer) στο χάρτη. Το δίκτυο διανομής είχε 16 τοποθεσίες ως πελάτες σε βιομηχανικές περιοχές.

Το κέντρο διανομής, δηλαδή το σημείο εκκίνησης για κάθε διαδρομή, είναι γνωστό ως Depot και τα σημεία που πρόκειται να επισκεφθούν τα οχήματα ως Demand Stops. Τα δεδομένα αποθηκεύονται σε πίνακα όπου, από το μενού του λογισμικού επιλέγοντας *Dataview>Modify Table* γίνεται επεξεργασία και εισάγονται τα χαρακτηριστικά της εφοδιαστικής για τη δρομολόγηση. Ο πίνακας πρέπει να έχει οπωσδήποτε τα στοιχεία:

- ID: Αριθμός ταυτοποίησης του κόμβου στο δίκτυο
- Name: Ονομασία τοποθεσίας του κόμβου
- Open Time: Ο νωρίτερος χρόνος έναρξης ενός δρομολογίου ή εξυπηρέτησης μία περιοχής πελάτη. Λαμβάνεται 08.00 πμ
- Close Time: Ο βραδύτερος χρόνος εξυπηρέτησης ή επιστροφής στο κέντρο διανομής.

- Demand: Η ζήτηση σε μονάδες φορτίου.

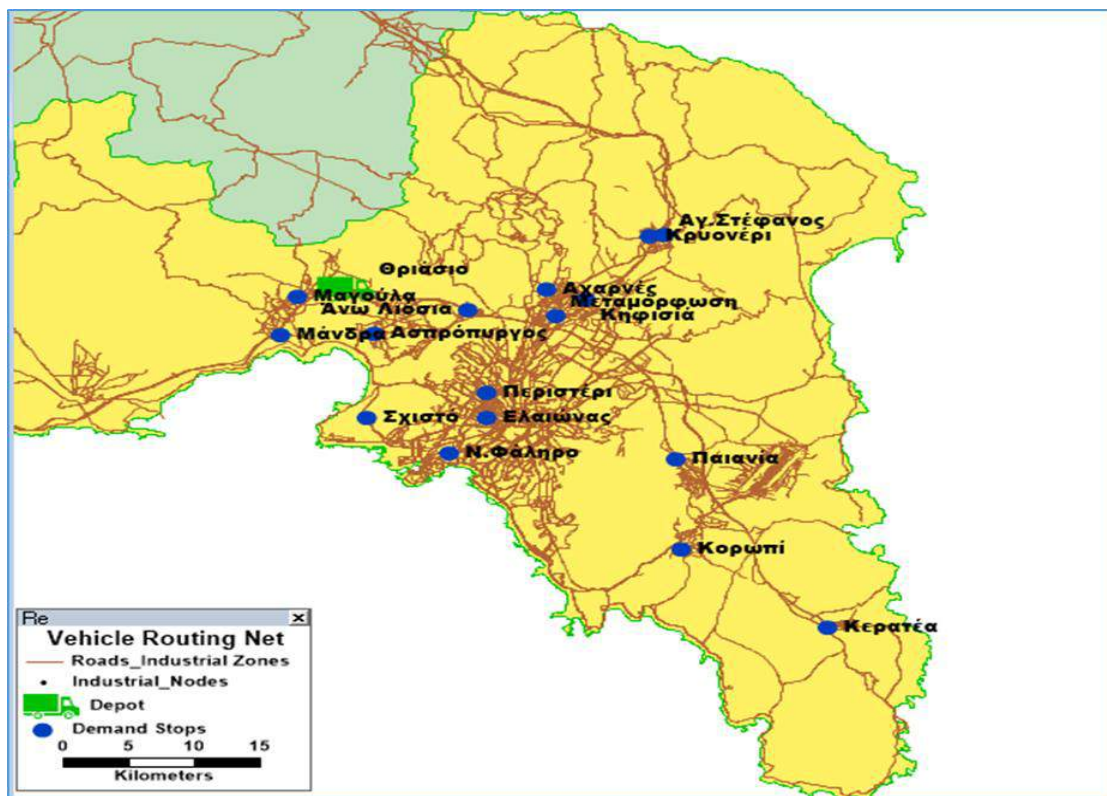
Με βάση τα λειτουργικά χαρακτηριστικά που χρειάζονται για τη δρομολόγηση, στο μοντέλο απαιτούνται τα ακόλουθα πρόσθετα πεδία:

- Fixed Time: Ο βασικός χρόνος εξυπηρέτησης στην τοποθεσία του πελάτη (10min)
- Unit Time: Ο χρόνος εξυπηρέτησης που απαιτείται για κάθε μονάδα φορτίου (1 min)

Στο πρόβλημα τέθηκε ένα χρονικό περιθώριο εξυπηρέτησης 4 ωρών (μέχρι τις 12.00πμ)

Πίνακας 10: Πίνακας τοποθεσιών δικτύου διανομής (1 κέντρο διανομής και 16 σημεία ζήτησης)

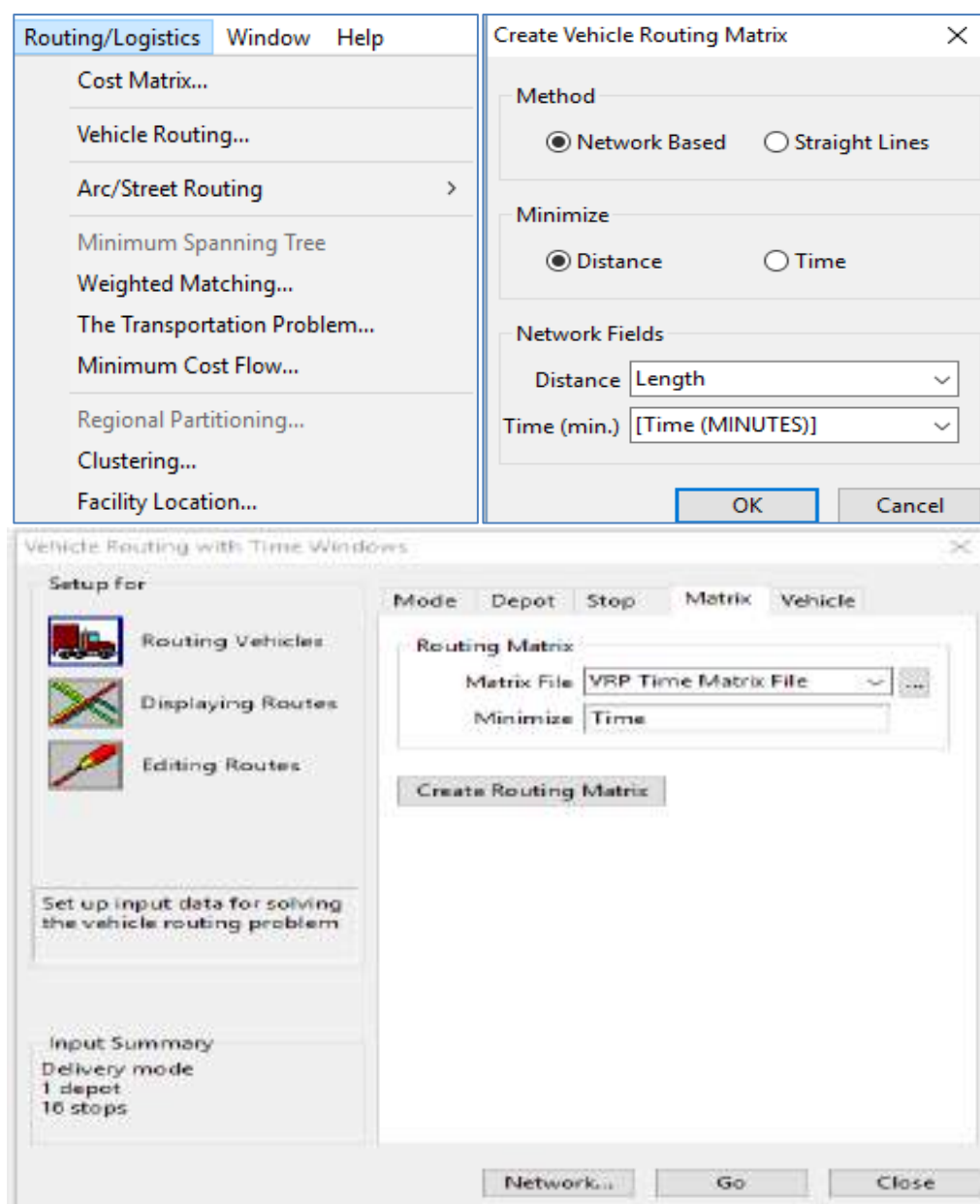
	ID	Longitude	Latitude	[Name (EN)]	[Name (GR)]	[Open Time]	[Close Time]	Demand	[Fixed Time]	[Unit Time]
•	757	23578709	38094139	Thriasio	Θριάσιο	800	1300	0	10	1
•	1454	23760085	38070921	Metamorfosi	Μεταμόρφωση	800	1200	10	10	1
•	1146	23854804	38141774	Ag.Stefanos	Αγ.Στέφανος	800	1200	9	10	1
•	10484	23752098	38094418	Acharnes	Αχαρνές	800	1200	5	10	1
•	10453	23787000	38085769	Kifisia	Κηφισιά	800	1200	6	10	1
•	2819	23841830	38140552	Kryoneri	Κρυονέρι	800	1200	7	10	1
•	4823	23864379	37947627	Paiania	Παιανία	800	1200	10	10	1
•	9592	23869370	37869052	Koropi	Κορωπί	800	1200	10	10	1
•	3312	23700516	38004224	Peristeri	Περιστέρι	800	1200	5	10	1
•	9382	23700230	37982486	Elaionas	Ελαιώνας	800	1200	9	10	1
•	1371	23667947	37952825	N.Faliro	Ν.Φάληρο	800	1200	3	10	1
•	8628	23996491	37801149	Keratea	Κερατέα	800	1200	6	10	1
•	3940	23595672	37982492	Sxisto	Σχιστό	800	1200	10	10	1
•	5363	23683305	38076010	Ano Liosia	Άνω Λιόσια	800	1200	5	10	1
•	6517	23535185	38087633	Magoula	Μαγούλα	800	1200	5	10	1
•	6674	23602974	38056018	Aspropirgos	Ασπρόπυργος	800	1200	10	10	1
•	2234	23520729	38054336	Mandra	Μάνδρα	800	1200	6	10	1



Χάρτης 5: Δίκτυο διανομής & σημεία εξυπηρέτησης-ζήτησης του δικτύου στο TransCAD

Στη συνέχεια ακολουθεί ο σχεδιασμός της δρομολόγησης από το μενού *Routing/Logistics*. Εδώ ορίζονται οι διαδικασίες εφοδιαστικής (παράδοση ή παραλαβή ή και τα δύο) , ο στόχος βελτιστοποίησης και όλα τα χαρακτηριστικά των οχημάτων και των οδών. Επιλέγουμε *Vehicle Routing* κι αφού αντιστοιχίσουμε το δίκτυο διανομής με το γεωγραφικό δίκτυο, *Create Routing Matrix*. Πρόκειται για το μητρώο συνδεσιμότητας του δικτύου, ένας πίνακας ο οποίος αποθηκεύει τις αποστάσεις σε km μεταξύ κάθε δύο σημείων του δικτύου διανομής.

Ο στόχος της δρομολόγησης είναι η απόκτηση ενός συνόλου διαδρομών που ελαχιστοποιούν τη συνολική απόσταση που διανύθηκε χρησιμοποιώντας τον ελάχιστο δυνατό αριθμό του στόλου οχημάτων. Οι ενέργειες παριστάνονται συγκεντρωτικά στην Εικόνα:



Εικόνα 43: Βασικά παράθυρα μοντελοποίησης προβλήματος δρομολόγησης στο TransCAD

Στους επόμενους πίνακες παριστάνεται το μητρώο συνδεσιμότητας των κόμβων του δικτύου διανομής με τις αποστάσεις μεταξύ τους, στο TransCAD και στο Excel.

Πίνακας 11: Μητρώο συνδεσιμότητας & υπολογισμός αποστάσεων μεταξύ των σημείων του δικτύου

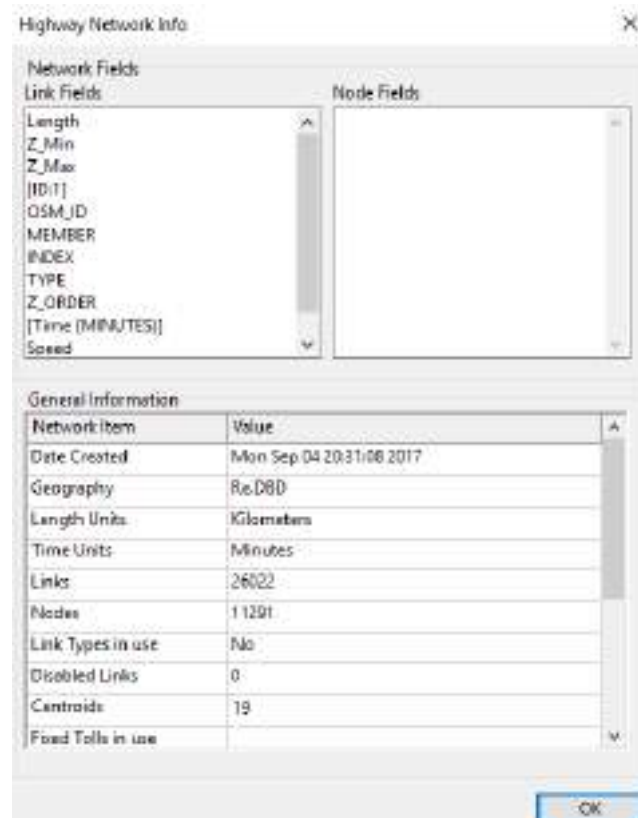
	752	1146	1371	1454	2234	2819	3302	3940	4023	5363	6517	6574	8628	9302	9592	10453	10484
752	0.00	30.35	27.31	17.50	7.89	28.69	28.26	31.74	35.65	9.55	6.93	15.75	55.53	24.06	45.50	21.04	18.77
1146	30.35	0.00	28.25	13.56	38.21	1.72	23.89	35.09	28.18	20.81	37.29	38.54	48.00	25.79	38.03	11.45	16.70
1371	27.31	29.25	0.00	16.40	23.66	27.60	7.69	9.50	25.40	17.76	26.89	19.98	46.82	6.60	29.48	19.31	19.54
1454	17.50	13.56	16.40	0.00	25.35	11.90	18.23	22.24	21.99	7.95	24.43	25.40	41.81	13.04	31.84	3.93	3.14
2234	7.89	38.21	23.66	25.35	0.00	36.55	19.60	27.44	41.58	17.43	4.55	10.08	63.16	20.41	50.45	28.89	26.51
2819	28.69	1.72	27.60	11.90	36.55	0.00	21.43	33.44	27.79	19.15	35.63	36.88	47.60	24.14	37.64	9.79	15.05
3302	28.26	23.89	7.69	18.23	19.60	21.43	0.00	13.07	22.80	16.72	22.83	15.92	44.39	4.50	32.14	13.14	13.37
3940	31.74	35.09	9.50	22.24	27.44	33.44	13.07	0.00	32.86	22.19	30.67	23.76	54.44	12.41	37.33	25.11	25.38
4023	35.65	28.18	25.40	21.99	41.58	27.79	22.80	32.86	0.00	26.10	42.58	37.89	21.59	21.86	9.85	23.32	25.13
5363	9.55	20.81	17.76	7.95	17.43	19.15	16.72	22.19	26.10	0.00	16.48	24.15	45.98	14.51	35.95	11.49	9.23
6517	6.93	37.29	26.89	24.43	4.55	35.63	22.83	30.67	42.58	16.48	0.00	12.17	62.46	23.65	52.43	27.97	25.71
6574	15.75	38.54	19.98	19.98	18.89	36.88	15.92	23.76	37.89	24.15	12.17	0.00	59.48	16.74	46.77	28.59	27.78
8628	55.53	48.00	46.82	41.81	63.16	47.60	44.39	54.44	21.59	45.98	62.46	59.48	0.00	43.45	19.00	43.13	44.95
9302	24.06	25.79	6.60	13.04	20.41	24.14	4.50	12.41	21.86	14.51	23.65	16.74	43.45	0.00	30.63	16.06	16.18
9592	45.50	38.03	29.48	31.84	50.45	37.64	32.14	37.33	9.85	35.95	52.43	46.77	19.00	38.63	0.00	33.16	34.98
10453	21.04	11.45	19.31	3.93	28.89	9.79	13.14	23.32	11.49	27.97	28.59	43.13	16.06	33.16	0.00	7.07	7.07
10484	18.77	16.70	19.54	3.14	26.51	15.05	13.37	25.38	25.13	9.23	25.71	27.78	44.95	16.18	34.98	7.07	0.00

Πίνακας 12: Μητρώο σύνδεσης και υπολογισμού αποστάσεων μεταξύ των σημείων του δικτύου

ΠΕΡΙΟΧΗ	Θριάσιο	Άγιος Στέφανος	Ν.Φάληρο	Μεταμόρφωση	Μάνδρα	Κρουσέρι	Περιστέρι	Σχιστό	Παιανία	Άνω Λιόσια	Μαγούλα	Ασπρόπυργος	Κερατέα	Ελαιώνας	Κορωπί	Κηφισιά	Αχαρνές
Θριάσιο		30,35	27,31	17,50	7,89	28,69	20,26	31,74	35,65	9,55	6,93	15,75	55,53	24,06	45,50	21,04	18,77
Άγιος Στέφανος	30,35		29,25	13,56	38,21	1,72	23,08	35,09	28,18	20,81	37,29	38,54	48,00	25,79	38,03	11,45	16,70
Ν.Φάληρο	27,31	29,25		16,40	23,66	27,60	7,69	9,50	25,40	17,76	26,89	19,98	46,82	6,60	29,48	19,31	19,54
Μεταμόρφωση	17,50	13,56	16,40		25,35	11,90	10,23	22,24	21,99	7,95	24,43	25,40	41,81	13,04	31,84	3,93	3,14
Μάνδρα	7,89	38,21	23,66	25,35		36,55	19,60	27,44	41,58	17,43	4,55	10,08	63,16	20,41	50,45	28,89	26,51
Κρουσέρι	28,69	1,72	27,60	11,90	36,55		21,43	33,44	27,79	19,15	35,63	36,88	47,60	24,14	37,64	9,79	15,05
Περιστέρι	20,26	23,08	7,69	10,23	19,60	21,43		13,07	22,80	10,72	22,83	15,92	44,39	4,50	32,14	13,14	13,37
Σχιστό	31,74	35,09	9,50	22,24	27,44	33,44	13,07		32,86	22,19	30,67	23,76	54,44	12,41	37,33	25,11	25,38
Παιανία	35,65	28,18	25,40	21,99	41,58	27,79	22,80	32,86		26,10	42,58	37,89	21,59	21,86	9,85	23,32	25,13
Άνω Λιόσια	9,55	20,81	17,76	7,95	17,43	19,15	10,72	22,19	26,10		16,48	24,15	45,98	14,51	35,95	11,49	9,23
Μαγούλα	6,93	37,29	26,89	24,43	4,55	35,63	22,83	30,67	42,58	16,48		12,17	62,46	23,65	52,43	27,97	25,71
Ασπρόπυργος	15,75	38,54	19,98	25,40	10,08	36,88	15,92	23,76	37,89	24,15	12,17		59,48	16,74	46,77	28,59	27,78
Κερατέα	55,53	48,00	46,82	41,81	63,16	47,60	44,39	54,44	21,59	45,98	62,46	59,48		43,45	19,00	43,13	44,95
Ελαιώνας	24,06	25,79	6,60	13,04	20,41	24,14	4,50	12,41	21,86	14,51	23,65	16,74	43,45		30,63	16,06	16,18
Κορωπί	45,50	38,03	29,48	31,84	50,45	37,64	32,14	37,33	9,85	35,95	52,43	46,77	19,00	30,63		33,16	34,98
Κηφισιά	21,04	11,45	19,31	3,93	28,89	9,79	13,14	25,11	23,32	11,49	27,97	28,59	43,13	16,06	33,16		7,07
Αχαρνές	18,77	16,70	19,54	3,14	26,51	15,05	13,37	25,38	25,13	9,23	25,71	27,78	44,95	16,18	34,98	7,07	

Η τελική μορφή του δικτύου διανομής αποτελείται από δύο ειδών χωρικά δεδομένα σε μορφή σημειακών και γραμμικών αντίστοιχα, θεματικών επιπέδων GIS τύπου geographic files με πλήρη χωρική και συγκοινωνιακή πληροφορία. Τα σημειακά θεματικά επίπεδα κατηγοριοποιούνται, με βάση τη λειτουργία τους στο μοντέλο, σε οδικούς κόμβους και κεντροειδή των βιομηχανικών ζωνών με τις αντίστοιχες πληροφορίες για τις διαδικασίες εφοδιαστικής και τους χρόνους εξυπηρέτησης στον πίνακα δεδομένων τους. Τα γραμμικά θεματικά επίπεδα είναι με βάση τη λειτουργία τους στο μοντέλο, οδικά τμήματα με πληροφορίες για το μήκος και την ταχύτητα και στη βάση δεδομένων τους.

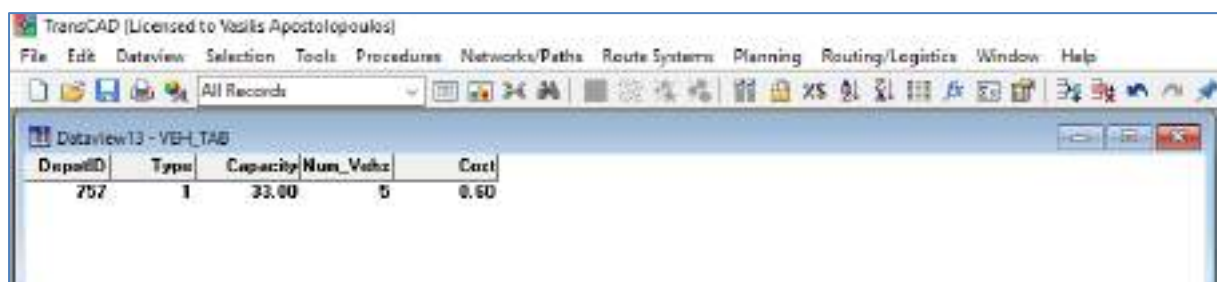
Όλες οι πληροφορίες για το δίκτυο συνοψίζονται στο επόμενο παράθυρο από το TransCAD:



Εικόνα 44: Παράθυρο με πληροφορίες για τα χαρακτηριστικά του δικτύου διανομής

Το επόμενο βήμα είναι η εισαγωγή των χαρακτηριστικών του στόλου οχημάτων μέσω δημιουργίας του πίνακα οχημάτων (Vehicle Table). Ο πίνακας περιέχει τις απαιτούμενες πληροφορίες για τα οχήματα. Καθορίζεται το κέντρο διανομής δηλαδή το σημείο που γίνεται η φόρτωση, ο τύπος οχημάτων, η χωρητικότητα του οχήματος, ο αριθμός των οχημάτων και το κόστος ανά οχηματοχιλιόμετρο.

Στην περίπτωση μας κέντρο διανομής είναι το Θριάσιο (ID:757), έχουμε ομοιογενή στόλο δηλαδή έναν τύπο 5 ίδιων οχημάτων. Για όχημα 5-6 αξόνων μήκους 16.5m, η μέγιστη χωρητικότητα κάθε οχήματος λαμβάνεται ίση με 33 παλέτες. Το κόστος διαδρομής εκτιμάται σε πρώτη φάση, κάνοντας μια απλή προσέγγιση για την κατανάλωση καυσίμου, ίσο με 0.6€/km.



Εικόνα 45: Δημιουργία πίνακα στόλου οχημάτων για τη μοντελοποίηση στο TransCAD

Μετά το πέρας των βημάτων ανάπτυξης του μοντέλου του δικτύου διανομής το λογισμικό είναι ικανό να «τρέξει» ένα vehicle routing problem. Η επίλυση του προβλήματος δρομολόγησης οχημάτων γίνεται πατώντας Go και στη συνέχεια Displaying Routes.

Εικόνα 46: Καθορισμός παραμέτρων για επίλυση του προβλήματος δρομολόγησης

Από το μοντέλο της διαδικασίας δρομολόγησης εμφανίζονται στο χάρτη GIS ως νέο layer οι διαδρομές των οχημάτων, συνοπτικές αναφορές με υπολογισμό της παραμέτρου βελτιστοποίησης και τα υπόλοιπα στοιχεία για τα δρομολόγια. Τα αποτελέσματα αποθηκεύονται και σε μορφή πίνακα ο οποίος μπορεί να εξαχθεί και σε φύλλο Excel ενώ τα δρομολόγια στο χάρτη μπορούν να σωθούν ως Route System-σύστημα διαδρομών.

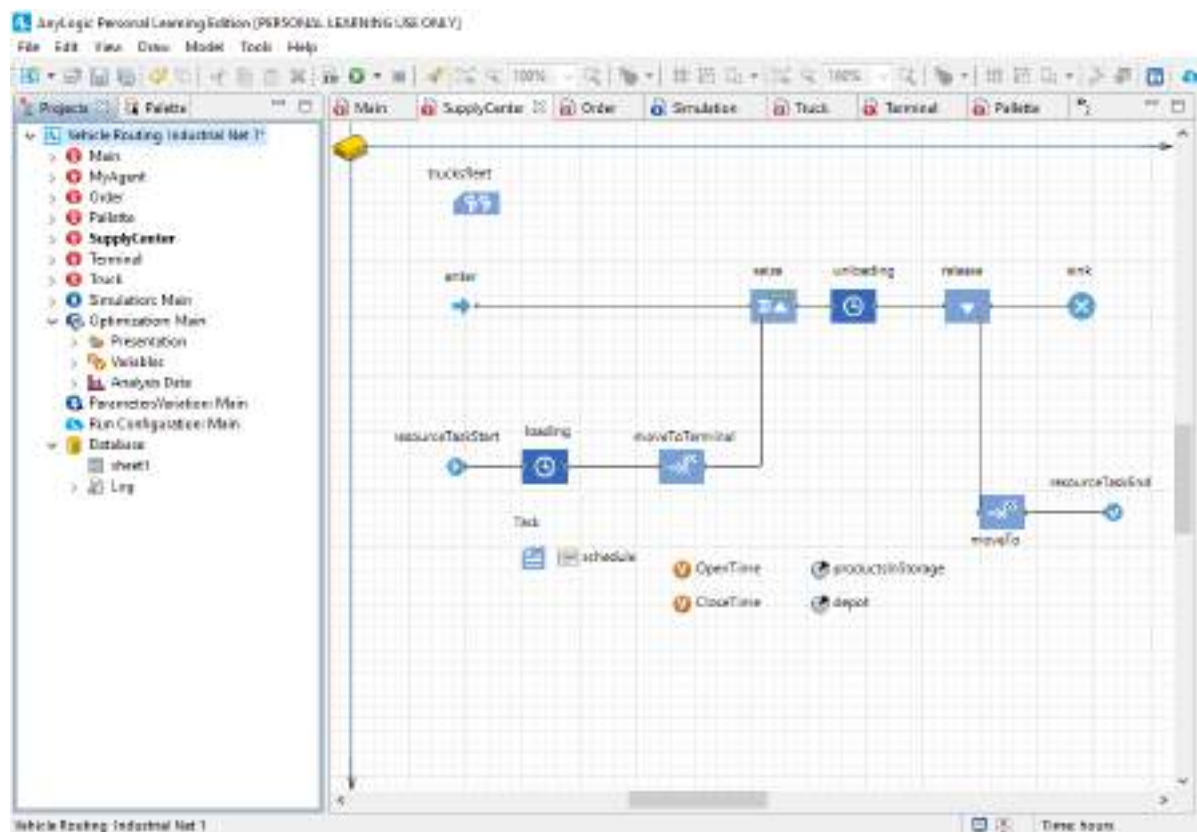
Αυτό μπορεί να γίνει αρκετές φορές με διάφορες ρυθμίσεις τόσο για το δίκτυο (π.χ επιτρεπόμενοι δρόμοι διέλευσης, μεταβολή του αριθμού ή των σημείων των τοποθεσιών παράδοσης αγαθών) όσο και για τη διαδικασία εφοδιασμού (μεταβολή ζήτησης, ταχύτητας, αλλαγή χρόνων εξυπηρέτησης πελάτη, αριθμού οχημάτων κλπ) ώστε, στη συνέχεια, να μπορούν να συγκριθούν τα αποτελέσματα διαφόρων σεναρίων.

3.15 Προσομοίωση στο Anylogic

Η ανάπτυξη του μοντέλου στο AnyLogic λόγω της ενσωμάτωσης GIS εστιάζει πιο πολύ στην παραμετροποίηση και τον ορισμό των διαδικασιών μεταφοράς και δρομολόγησης.

Μετά την εισαγωγή στο διάγραμμα του χάρτη GIS γίνεται σχεδιασμός με Drag & Drop των σημείων (GIS Points) που θα αποτελέσουν τους κόμβους του δικτύου διανομής(Εικόνα.

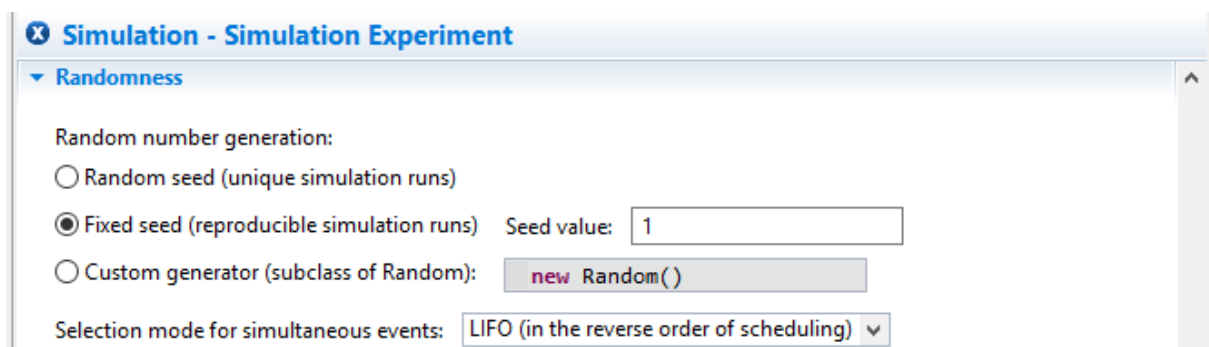
Στη συνέχεια δημιουργούνται όλοι οι οντότητες (agents) και οι πόροι (Resource Pool), οι οποίοι θα έχουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά που σχετίζονται με το πρόβλημα, όπως το κέντρο διανομής (supplyCenter - ονομασία στο μοντέλο), ο στόλος οχημάτων (trucksfleet) και οι σταθμοί πελατών που αντιστοιχούν στις βιομηχανικές ζώνες του χάρτη (terminals). Στο εσωτερικό περιβάλλον αυτών, σχεδιάζονται οι διαδικασίες και οι λειτουργίες που περιγράφουν το μοντέλο, όπως φαίνεται στην επόμενη εικόνα για το κέντρο διανομής στο Θριάσιο.



Εικόνα 47: Δημιουργία λειτουργιών και δραστηριοτήτων των agents του μοντέλου στο Anylogic

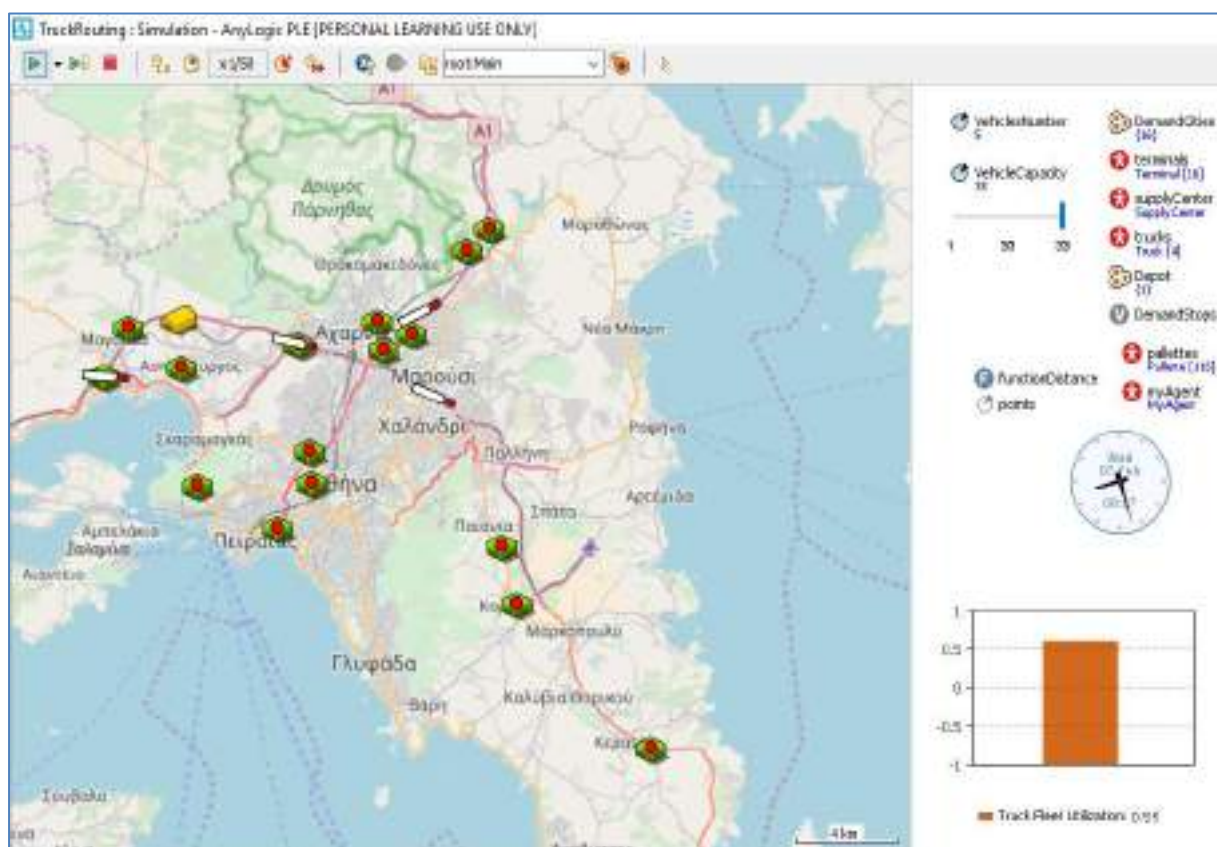
Αφού κατασκευαστεί διάγραμμα ροής του μοντέλου προσομοίωσης, ακολουθεί ο καθορισμός των τιμών των χαρακτηριστικών της μεταφοράς όπως είναι η ταχύτητα των οχημάτων, η ζήτηση, οι χρόνοι χειρισμού του φορτίου και οι χρόνοι εξυπηρέτησης. οι τιμές των παραμέτρων και των παραδοχών είναι αυτές που αναφέρθηκαν στην περιγραφή και στο TransCAD.

Η ζήτηση και η χρονική απόκριση μπορεί να μελετηθούν πιθανοτικά με τη χρήση των έτοιμων κατανομών πιθανοτήτων που έχει στη βάση του το λογισμικό. Το μοντέλο έχει ευελιξία στην αλλαγή των παραμέτρων και στη μεταβολή τιμών ενώ, έχει και τη δυνατότητα μελέτης τυχαίας συμπεριφοράς μέσω **random** διαδικασίας γένεσης ζητήσεων. Αυτό γίνεται εισάγοντας μια γεννήτρια για τη ζήτηση, αλλά και μέσω Random Number Generator. Η γεννήτρια random μπορεί να εφαρμόζει τυχαία ζήτηση ως προς, την ποσότητα την χρονική στιγμή χρονική και ποιος πελάτης κάνει το αίτημα, οπότε πρόκειται για κατηγορία δυναμικού προβλήματος ενώ ο Random Number Generator επιλύει κάθε φορά το πρόβλημα με διαφορετικές ρυθμίσεις του Simulation (unique simulation runs).



Εικόνα 48: Επιλογές της προσομοίωσης στο Anylogic

Ακολουθεί εικόνα που αποτελεί στιγμιότυπο από το run του μοντέλου προσομοίωσης.



Εικόνα 49: Στιγμιότυπο της προσομοίωσης του δικτύου με τη δρομολόγηση του στόλου οχημάτων

Τα οχήματα αναζητούν προορισμό εξυπηρέτησης με βάση τη συντομότερη διαδρομή (shortest path). Ο στόχος είναι να χρησιμοποιηθούν όσο το δυνατόν λιγότερα οχήματα και να πάνε στους προορισμούς χρησιμοποιώντας τη βέλτιστη διαδρομή ώστε να μειωθεί το κόστος μεταφοράς. Επιπλέον τα οχήματα θέλουν αν είναι εφικτό, να εξυπηρετήσουν όλες τις ζητήσεις στο χρόνο που προβλέπεται (από τις 08.00 έως τις 12.00 όπως και πριν). Στην επόμενη εικόνα παρουσιάζεται το παράθυρο εισαγωγής περιορισμών και στόχων βελτιστοποίησης.

Optimization - Optimization Experiment

Name: ☐ Ignore

Top-level agent:

Objective: ☒ minimize ☐ maximize

☒ Number of iterations:

☐ Automatic stop

Maximum available memory: Mb

Parameters

Parameters:

Parameter	Type	Value				
		Min	Max	Step	Suggested	
VehiclesNumber	int	1	5	1		
VehicleCapacity	fixed	33				
capacity	fixed	33				
productsInRetail	fixed					
demand*	fixed	lognormal(3,10)				
points	fixed					

Model time

Stop:

Εικόνα 50: Παράθυρο εισαγωγής περιορισμών, παραμέτρων και στόχων βελτιστοποίησης

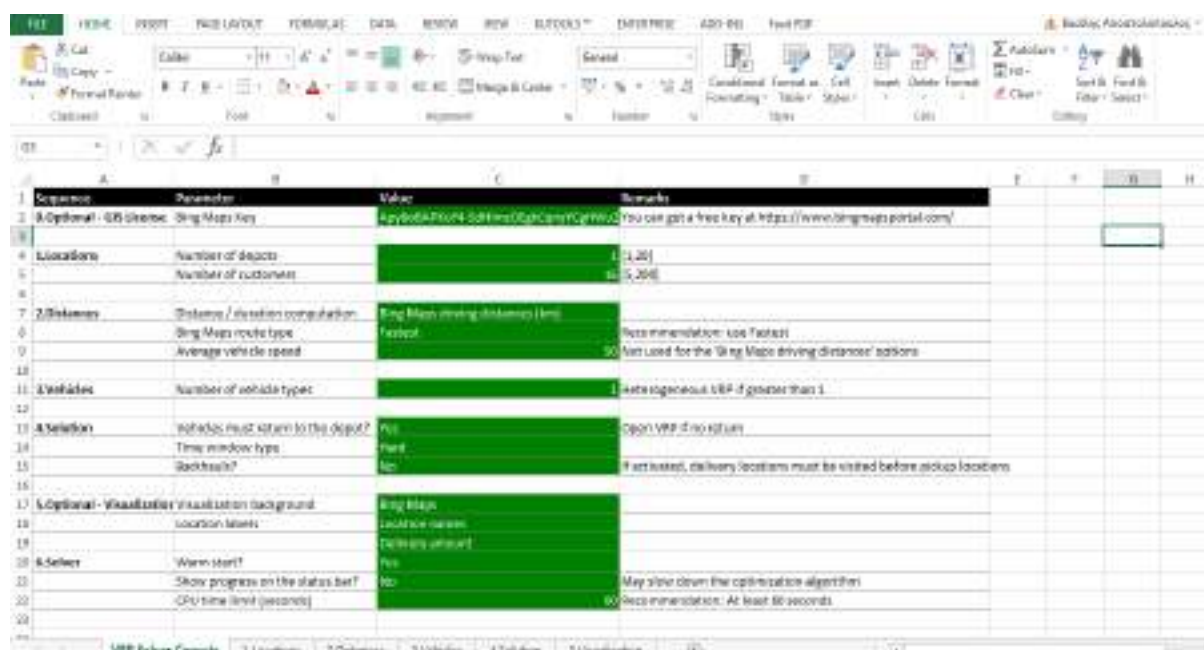
3.16 Χρήση Ελεύθερων Εργαλείων Δρομολόγησης Οχημάτων

Για να διαπιστωθεί αν η μεθοδολογία που εφαρμόζεται και τα αποτελέσματα των μεταβλητών εξόδου που θα προκύψουν είναι λογικά, μπορούν να συγκριθούν με αποτελέσματα από εργαλεία επίλυσης προβλημάτων δρομολόγησης στόλου οχημάτων που δίνουν γρηγορότερα μια προσέγγιση της λύσης. Έτσι, για να ελεγχθεί αν το δίκτυο προσεγγίζει την βέλτιστη λύση και κατά πόσο συμφωνούν οι επιλύσεις αντίστοιχων αλγορίθμων-προβλημάτων, κρίθηκε σκόπιμο ένα σενάριο από το μοντέλο για το οποίο θα γίνει συγκριτική αξιολόγηση.

Ελεύθερα (open source) υπολογιστικά εργαλεία που έχουν χρησιμοποιηθεί για τέτοιου είδους εφαρμογές, είναι το διαθέσιμο υπολογιστικό φύλλο excel που έχει αναπτύξει ο Günes Erdogan και παρουσιάζεται στο άρθρο [70], και η εμπορική πλατφόρμα lognvr [71] που χρησιμοποιείται από εταιρίες για κατανομή των δρομολογίων τους. Κάνοντας επίλυση έστω κι ενός σεναρίου με τη χρήση τους, μπορούν να προκύψουν εποπτικές εικόνες και χρήσιμα συμπεράσματα.

Vrp Spreadsheet Solver

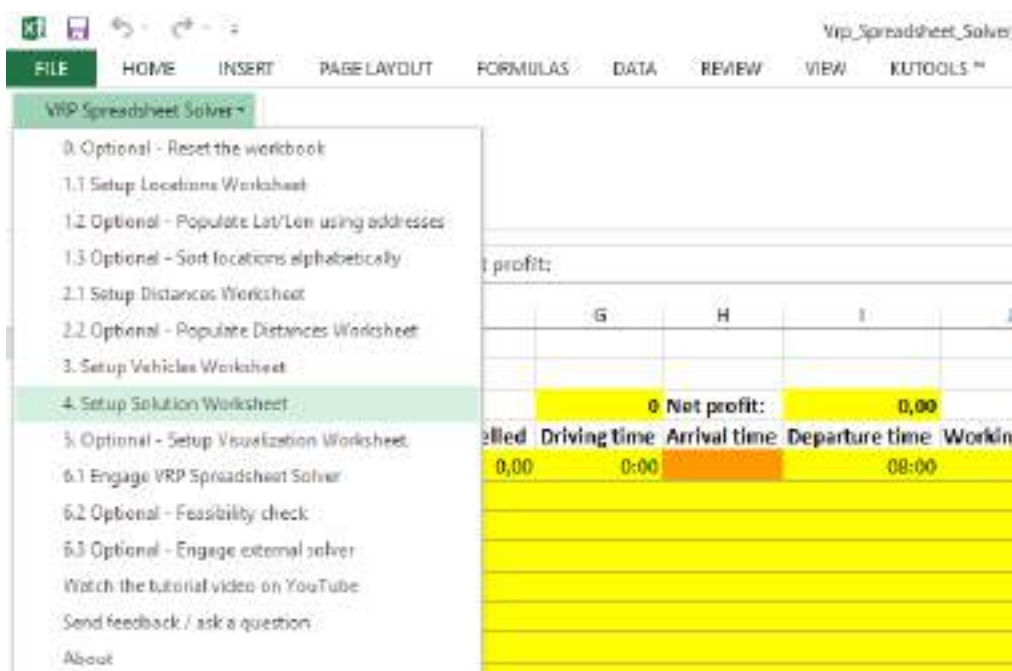
Το υπολογιστικό φύλλο στο Excel για να προσεγγίζει προβλήματα δρομολόγησης, βασίζεται σε έναν solver που έχει αναπτυχθεί μέσω αλγορίθμου που διαβάζει τη GIS πληροφορία. Τα γεωγραφικά δεδομένα του δικτύου και οι πραγματικές αποστάσεις μεταξύ των κόμβων ενσωματώνονται και μετρώνται από τους χάρτες Bing maps. Αρχικά, ο χρήστης εισάγει στο 1ο φύλλο, που ονομάζεται VRP Solver Console το οποίο φαίνεται στην επόμενη εικόνα, τις παραμέτρους του προβλήματος.



Εικόνα 51: Εισαγωγή παραμέτρων και περιορισμών VRP στο Excel

Στη συνέχεια ακολουθείται μια διαδοχική διαδικασία εντολών μέσω ενός παραθύρου για την επίλυση σεναρίων προβλημάτων δρομολόγησης. Το επόμενο βήμα είναι ο καθορισμός των τοποθεσιών μέσω εισαγωγής των διευθύνσεων των σημείων εξυπηρέτησης των πελατών από το φύλλο Locations μέσω της εντολής Setup Location Worksheet. Στο ίδιο φύλλο καθορίζονται τα χρονικά παράθυρα εξυπηρέτησης και οι χρόνοι χειρισμού φορτίου.

Στη συνέχεια, υπολογίζονται οι αποστάσεις από το Bing Maps μέσω της εντολής Setup Distances Worksheet. Τα χαρακτηριστικά των οχημάτων και της μεταφοράς μπαίνουν στο Vehicles φύλλο μέσω Setup Vehicles Worksheet. Τα επόμενα 2 βήματα είναι η επίλυση για την προσέγγιση των δρομολογίων (Solution) και η οπτικοποίηση των διαδρομών (Visualization). Η γραφική λύση παρέχεται μόνο με τη δυνατότητα straight lines και όχι των πραγματικών διαδρομών παρόλα αυτά οι αποστάσεις και οι χρόνοι του Bing Maps είναι ρεαλιστικοί.



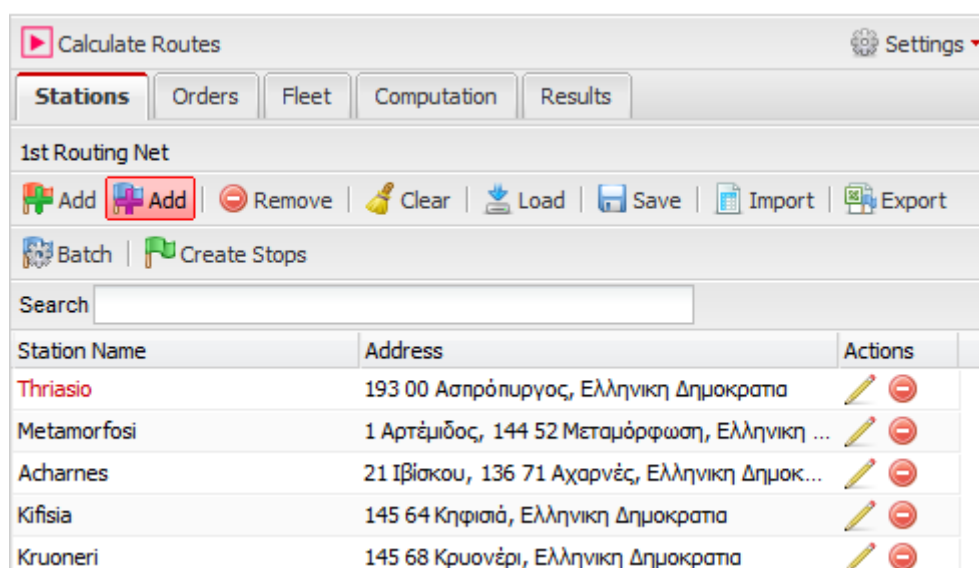
Εικόνα 52: Βήματα επίλυσης ενός προβλήματος δρομολόγησης οχημάτων με το Excel

Logvrp

Η πλατφόρμα αυτή είναι σχεδιασμένη για προβλήματα μεταφορών και λειτουργεί online για να μπορεί να αντλεί γεωγραφικές πληροφορίες. Υπάρχει ενσωματωμένος χάρτης GIS, οπότε δεν χρειάζεται χρήση λογισμικού GIS και σχεδιασμός δικτύου.

Τα διαθέσιμα δεδομένα είναι σε υπόβαθρο παγκόσμιου χάρτη και οδικού δικτύου με αυτόματη σύνδεση διευθύνσεων και γεωκωδικοποίηση. Είναι εύχρηστη και έχει αρκετές επιλογές για να αλλάζει ο χρήστης στόχο ή να τρέξει σενάρια. Κατά τη δημιουργία ή την τροποποίηση σταθμών (τοποθεσίες πελατών), οι διευθύνσεις ρυθμίζονται αυτόματα. Είναι εύκολη στη χρήση του GUI και του χάρτη.

Προχωρώντας στην ανάλυση και κατασκευή του δικού μας προβλήματος, στην επόμενη εικόνα φαίνονται πάνω τα βήματα που πρέπει να ακολουθήσει ο χρήστης για να λύσει ένα πρόβλημα μεταφοράς εμπορευμάτων (Stations>Orders>Fleet>Computation>Calculate Routes>Results) και η εισαγωγή των διευθύνσεων των τοποθεσιών των πελατών των βιομηχανικών περιοχών.



Εικόνα 53: Εισαγωγή διευθύνσεων των τοποθεσιών των πελατών στις βιομηχανικές περιοχές στο logvrp

Μετά τον καθορισμό των τοποθεσιών πάνω στο χάρτη ορίζουμε τη ζήτηση για κάθε περιοχή όπως φαίνεται στην επόμενη εικόνα.

Add Order |
 Remove |
 Clear |
 Load |
 Save |
 Import |
 Export

Search

Filter Orders:

All Orders:

Order-ID	From	To	Load	Type	Actions
Demand 1	Thriasio	Metamorfofi	10	Palette	
Demand 2	Thriasio	Acharnes	5	Palette	
Demand 3	Thriasio	Kifisia	6	Palette	
Demand 4	Thriasio	Kruoneri	7	Palette	

Εικόνα 54: Ορισμός ζήτησης μέσω παραγγελιών στο lognrv

Στη συνέχεια, πριν την υπολογιστική επίλυση και εύρεση των διαδρομών εισάγονται οι χρονικοί περιορισμοί (χρονικά παράθυρα) και τα χαρακτηριστικά των φορτηγών οχημάτων.

Vasileios Apostolopoulos

Vehicle Details

Number of Vehicles: 1	Average Speed (Km/Hour): 50
Vehicle Name: V-1	Cost Per Km (\$): 0.5
Starting Position: Thriasio	Fix Cost (\$): 0
Stopping Position: Thriasio	Departure Date: 12/02/2018
Active: ☒	Departure Time: 08:00
Capacity (Piece): 33	
Load/Skill/Service: Palette	

Update Vehicle

Εικόνα 55: Παράθυρο εισαγωγής χαρακτηριστικών στόλου οχημάτων και θέση κέντρου διανομής στο lognrv

Στην επόμενη εικόνα φαίνεται ο πίνακας της διαχείρισης του στόλου, όπου απεικονίζεται ο αριθμός οχημάτων για ένα συγκεκριμένο σενάριο, το είδος του φορτίου μεταφοράς (παλέτες) η μεταφορική ικανότητα των οχημάτων (33 παλέτες) και η ώρα έναρξης των δρομολογίων από το κέντρο διανομής.

powered by **logvrp** © 2012

Calculate Routes Settings

Stations Orders **Fleet** Computation Results

Fleet

Add Vehicle Remove Clear Load Save Import Export

Reset Time

Search

Vehicle Name ▲	Capacity	Load/Skill/Se...	Departure Date	Actions
V-1	33	Palette	08:00 12/02/2018	 
V-2	33	Palette	08:00 12/02/2018	 
V-3	33	Palette	08:00 12/02/2018	 

Εικόνα 56: Ρύθμιση των χαρακτηριστικών των φορτηγών οχημάτων στο logvrp

3.17 Εφαρμογές & Διατύπωση Σεναρίων

Προκειμένου να γίνει βαθύτερη ανάλυση του προβλήματος δρομολόγησης οχημάτων (vehicle routing problem) μέσω της μοντελοποίησης του πραγματικού προβλήματος στο Θριάσιο, εξετάστηκαν εναλλακτικές προσεγγίσεις.

Για τον έλεγχο της λειτουργίας του μοντέλου αποφασίστηκε διαμόρφωση σεναρίων που εξαρτώνται από τις εξής επιλογές:

- τις χρονικές παραμέτρους των διαδικασιών εφοδιαστικής (χρονικά παράθυρα κλπ)
- Το στόλο οχημάτων
- Τον αριθμό των σημείων (πελατών) εξυπηρέτησης.
- Την εκτίμηση της ζήτησης, η οποία μπορεί να έχει σταθερή τιμή , να έχει εκτιμηθεί με βάση κάποιο κριτήριο(πχ τον αριθμό των επιχειρήσεων που προσεγγιστικά υπάρχουν σε κάθε βιομηχανική-εμπορική περιοχή), να αυξάνεται γραμμικά ή να περιγράφεται μέσω κάποιας κατανομής πιθανοτήτων, να είναι τυχαία ή στοχαστική ως προς την ποσότητα αλλά και ως προς το χρόνο της παραγγελίας .

Κατά την εκπόνηση της εργασίας διερευνήθηκαν τα χαρακτηριστικά του προβλήματος, συγκεντρώθηκαν αποτελέσματα για διάφορα σενάρια, ενώ έγιναν και παραμετρικές αναλύσεις. Στην εργασία παρουσιάζονται αναλυτικά οι κύριες εφαρμογές αυτής της μελέτης.

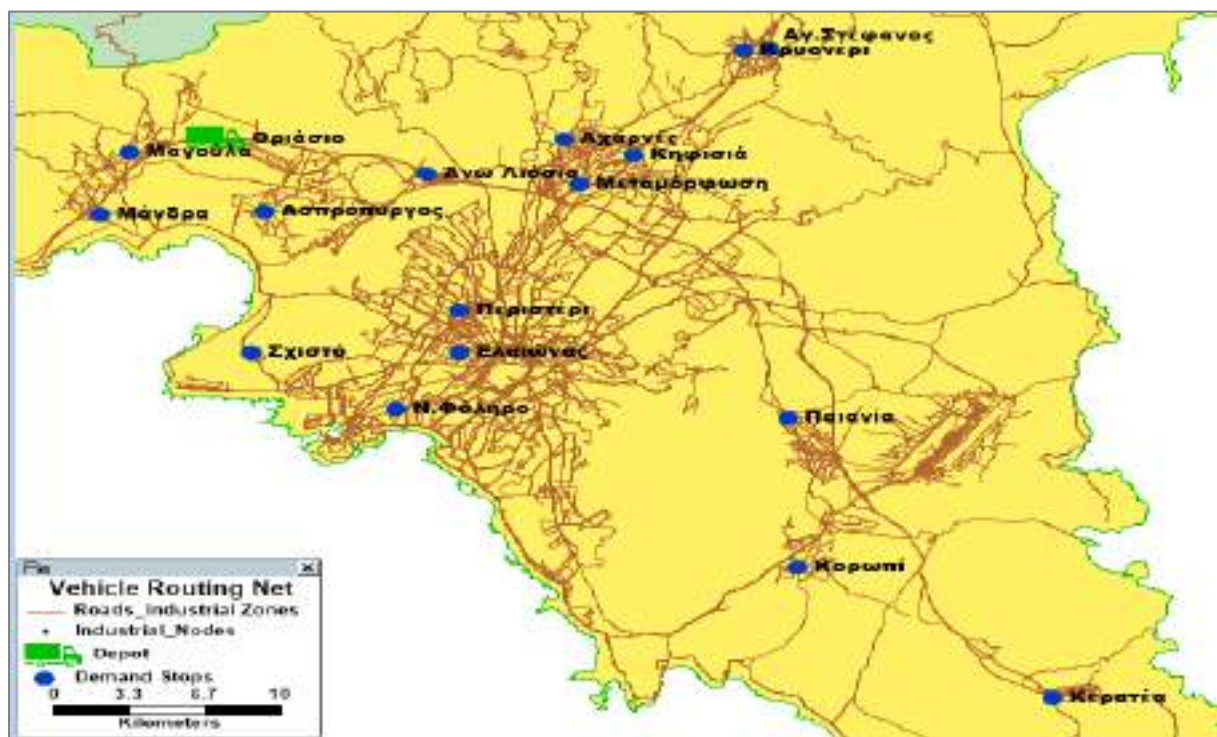
- Η βασική εφαρμογή της εργασίας αφορά στη μοντελοποίηση του δικτύου διανομής του συνόλου των βιομηχανικών περιοχών με τις παραδοχές και τα χαρακτηριστικά της προηγούμενης ανάλυσης καθώς και στη βελτιστοποίηση ορισμένων παραμέτρων.
- Υπολογισμός κόστους μεταφοράς.
- Σενάρια - Παραμετρική ανάλυση. Επιλέγεται στενό χρονικό παράθυρο εξυπηρέτησης για τον έλεγχο των μεταβολών στο σύστημα διανομής. Επίσης επιλέγεται μεταβολή στη ζήτηση και αλλαγή του αριθμού των τοποθεσιών.
- Συγκριτική αξιολόγηση ενός σεναρίου με υπολογιστικά εργαλεία δρομολόγησης για έλεγχο της αξιοπιστίας και της εγκυρότητας των αποτελεσμάτων του μοντέλου.

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1 Κύρια Εφαρμογή

Η βασική εφαρμογή του μοντέλου είναι η ανάλυση σε TransCAD και Anylogic που περιγράφηκε στην προηγούμενη παράγραφο με τα χαρακτηριστικά, τις παραδοχές και τις παραμέτρους που αναφέρθηκαν. Στη συνέχεια έχουν γίνει διάφορες προσεγγίσεις και παραμετρικές αναλύσεις. Οι κάτωθι παραδοχές αποτελούν ορισμένα από τα βασικά τεχνικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά της προσομοίωσης:

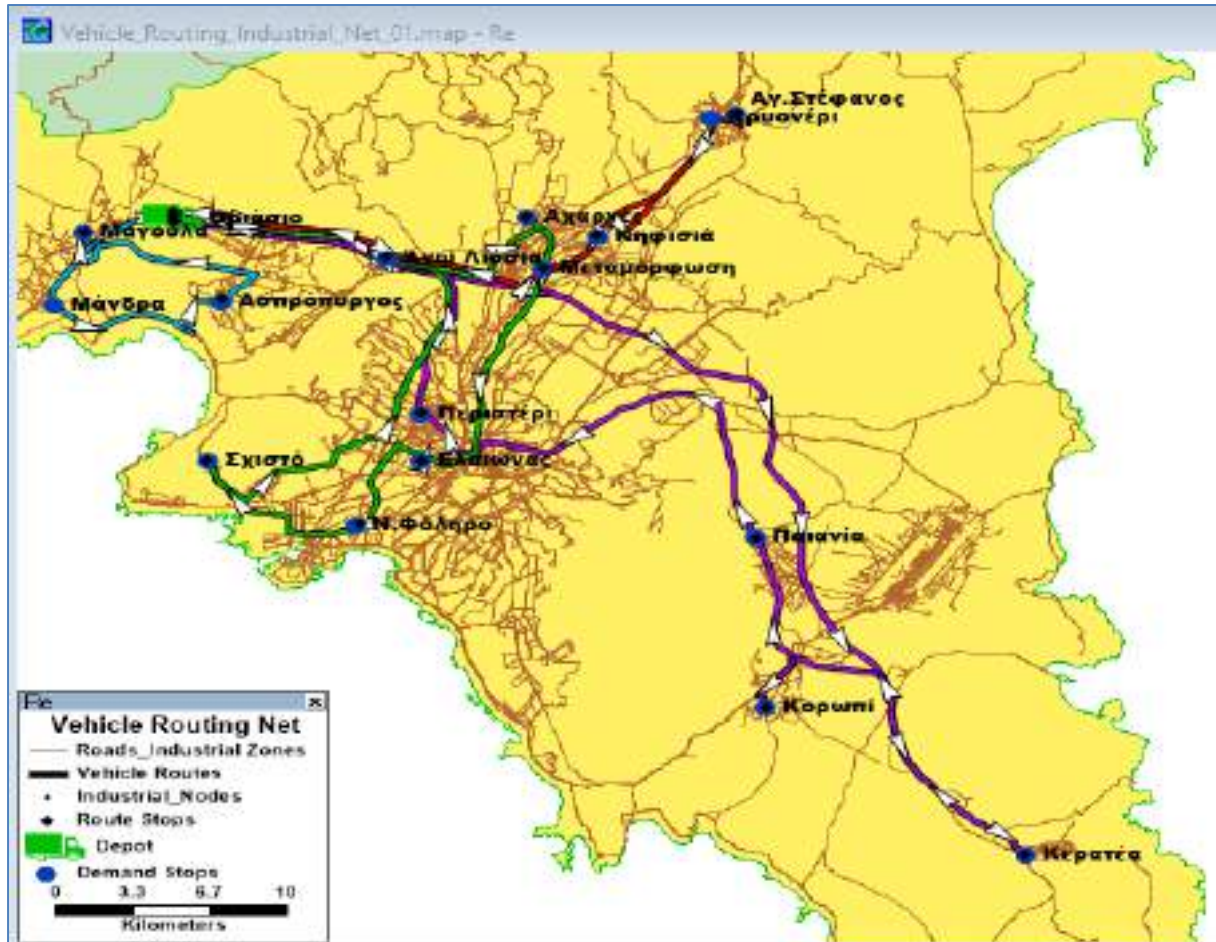
- Το δίκτυο μεταφοράς αναπαριστά ένα κέντρο διανομής στο Θριάσιο με στόλο 5 οχημάτων και 16 τοποθεσίες πελατών με έδρα εντός των βιομηχανικών ζωνών του δικτύου.
- Η ζήτηση θεωρείται γνωστή και ότι έχει σχέση με τον κατά προσέγγιση αριθμό των επιχειρήσεων ανά βιομηχανική περιοχή.
- Ο αριθμός παλετών προς ζήτηση κυμαίνεται από 3 έως 10 παλέτες ημερησίως ανά πελάτη. Με άλλα λόγια, η ζήτηση παλετοποιημένου φορτίου βρίσκεται στο διάστημα [3,10]. Το κάτω όριο λαμβάνεται για να έχει νόημα η μεταφορά από πλευράς μεταφορέα. Το άνω αποτελεί αναφορά στη βιβλιογραφία για ημερήσια ζήτηση.
- Τα οχήματα πλήρως έμφορτα είναι 40τόνων, έχουν χωρητικότητα 33 παλετών και ταχύτητα 50km/hr.
- Η ώρα έναρξης των δρομολογίων είναι στις 08:00.
- Οι πελάτες σε όλες τις βιομηχανικές περιοχές πρέπει να εξυπηρετηθούν μέχρι τις 12:00



Χάρτης 6: Δίκτυο διανομής βιομηχανικών περιοχών Αττικής

4.2 Αποτελέσματα προσομοίωσης στο TransCAD

Στον ακόλουθο χάρτη παρουσιάζονται οι διαδρομές που προέκυψαν από τη διαδικασία δρομολόγησης των οχημάτων από το Θριάσιο, με κριτήριο την ελαχιστοποίηση της διανυθείσας απόστασης για μείωση του κόστους. Ο στόλος των διαθέσιμων οχημάτων αποτελείται από 5 ίδια οχήματα. Το κόστος προσεγγίζεται με 2 εναλλακτικούς τρόπους υπολογισμού.

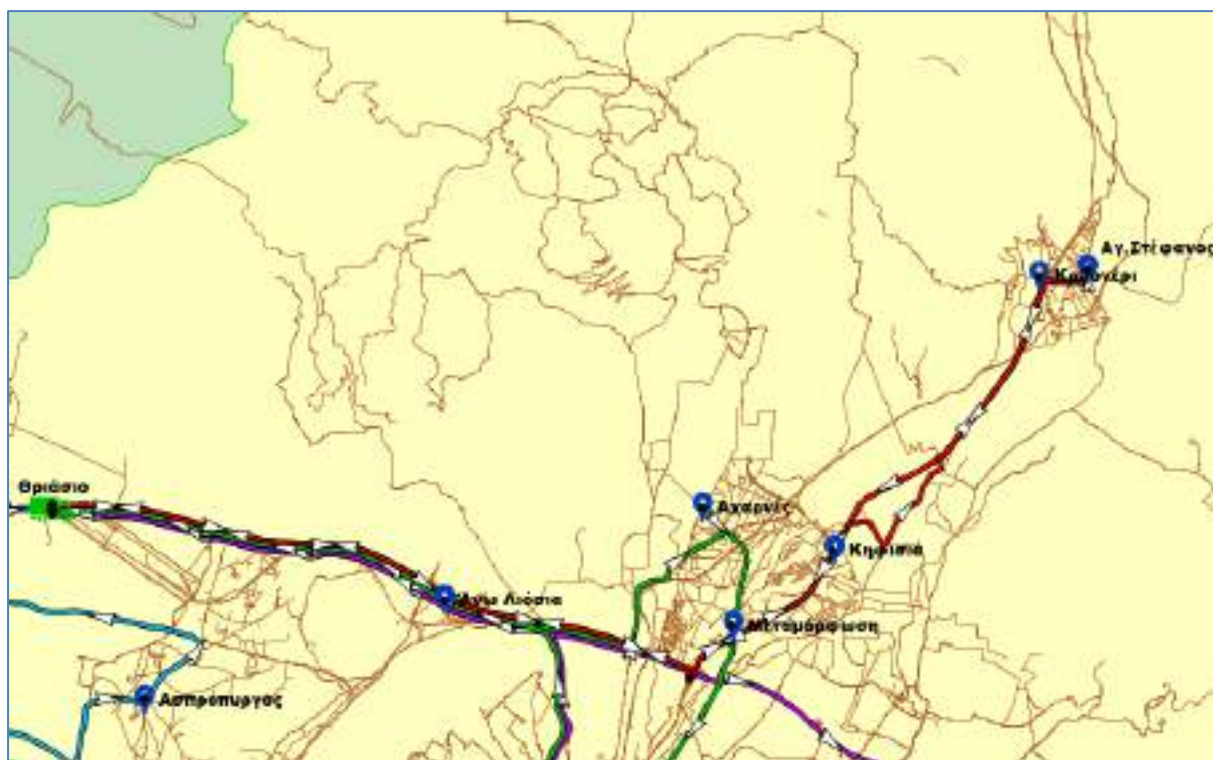


Χάρτης 7: Απεικόνιση διαδρομών και κατανομή δρομολογίων στα οχήματα από την επίλυση

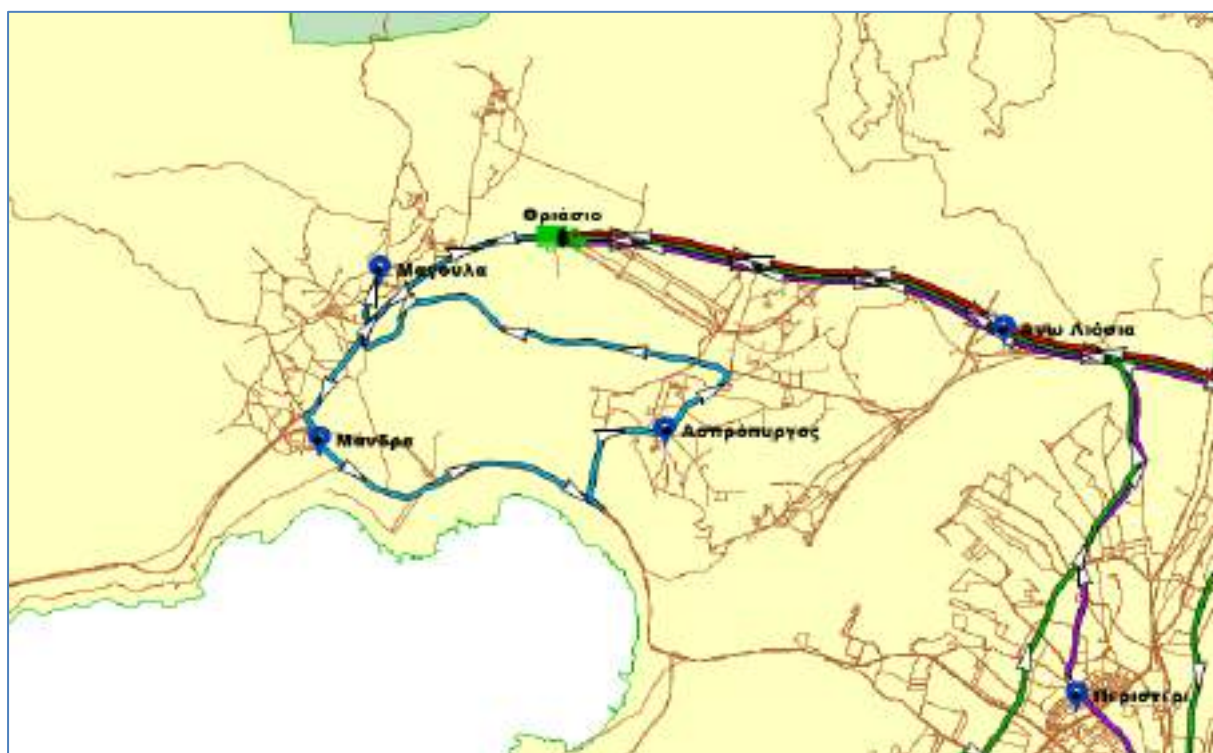
Οι μεταβλητές εξόδου του προβλήματος και των υπολογισμών του μοντέλου είναι :

- ⇒ Συνολικές διανυθείσες αποστάσεις
- ⇒ Συνολικοί χρόνοι αναμονής και ταξιδιού για κάθε δρομολόγιο
- ⇒ Κόστος μεταφοράς
- ⇒ Αριθμός χρησιμοποιούμενων οχημάτων
- ⇒ Δρομολόγια και οπτικοποίηση των διαδρομών στο χάρτη.

Παρατηρείται ένα σύνολο από 4 διαφορετικά δρομολόγια δηλαδή για την εξυπηρέτηση έγινε βελτιστοποίηση και χρήση των 4 οχημάτων εξ αυτών. Στη συνέχεια ακολουθούν εικόνες χαρτών για κάθε δρομολόγιο ξεχωριστά και τα συνολικά αποτελέσματα της επίλυσης.



Χάρτης 10: Δρομολόγιο 3° Θριάσιο-Μεταμόρφωση-Κηφισιά-Κρυονέρι-Άγιος Στέφανος-Θριάσιο



Χάρτης 11: Δρομολόγιο 4° Θριάσιο-Μάνδρα-Ασπρόπυργος-Μαγούλα-Θριάσιο

Στον επόμενο πίνακα αναγράφονται συνοπτικά τα αποτελέσματα του δικτύου δρομολόγησης.

- 1^η προσέγγιση: Το κόστος εκτιμάται με βάση τη μέση κατανάλωση καυσίμου τυπικού οχήματος ηλικίας >10 ετών, 5 ή 6 αξόνων, μέγιστου επιτρεπτού βάρους 40 τόνων. Η κατανάλωση είναι

$$2,2 \text{ [χλμ/λίτρο]} * 1,32 \text{ [€ / λίτρο]} = 0,60 \text{ €/χλμ.}$$

$$\Rightarrow \text{Μέση Κατανάλωση } 0.6 \text{ € / km}$$

Το κόστος περιλαμβάνει επιπλέον, όπου υπήρχαν διόδια, το κόστος διοδίων.

⇒ Κόστος διοδίων Αττικής Οδού για αρθρωτό όχημα 16.5m: 11.30 €.

Πίνακας 13: Βασικά μεγέθη υπολογισμού κάθε διαδρομής (TransCAD)

ΔΙΑΔΡΟΜΗ	Χρόνος Διαδρομής (min)	Απόσταση (km)	Κόστος (€)	Φορτίο (παλέτες)
1	223,9	127,44	99,06	(31/33)
2	181,3	82,80	72,28	(32/33)
3	148,0	63,30	60,58	(32/33)
4	95,5	37,08	44,85	(21/33)
ΣΥΝΟΛΟ	-	310,62	276,77	116

Το κόστος περιλαμβάνει διόδια. Το συνολικό κόστος δρομολόγησης προκύπτει 276,77 €

Ο πίνακας που ακολουθεί, παρουσιάζει την προσέγγιση αυτή για το κόστος.

Πίνακας 14: Υπολογισμό κόστους βάσει μέσης κατανάλωσης καυσίμου

Απόσταση (km)	Κόστος (€/χλμ)	Κόστος καυσίμου (€)	Κόστος διοδίων (€)
127,44	0,6	76,46	22,60
82,8	0,6	49,68	22,60
63,3	0,6	37,98	22,60
37,08	0,6	22,25	22,60

Υιοθετήθηκε και μια 2^η προσέγγιση για τον υπολογισμό του κόστους. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα.

- 2^η προσέγγιση: Το κόστος εκτιμάται με βάση τα διαγράμματα εξάρτησης της κατανάλωσης καυσίμου από την ταχύτητα και το ωφέλιμο φορτίο του οχήματος. Η ανάλυση αυτή απαιτεί νέο υπολογισμό του κόστους, μετά από κάθε στάση του οχήματος. Στον επόμενο πίνακα αναγράφονται οι υπολογισμοί.

Πίνακας 15: Υπολογισμούς κόστους καυσίμου κάθε διαδρομής με βάση τα διαγράμματα φορτίου-ταχύτητας

Διαδρομή 1	Περιοχή	Απόσταση	Φορτίο	Κατανάλωση (λίτρα/100χλμ)	Κατανάλωση (€/χλμ)	Κόστος
	Θριάσιο	0	31	0	0	0
	Κερατέα	55,52843475	25	30	0,396	21,98926
	Κορωπί	18,99533844	15	25	0,33	6,2684617
	Παιανία	9,845375061	5	20	0,264	2,599179
	Περιστέρι	22,80337906	0	16	0,2112	4,8160737
	Θριάσιο	20,26367378	0	14	0,1848	3,7447269
						39,417701
Διαδρομή 2	Περιοχή	Απόσταση	Φορτίο	Κατανάλωση (λίτρα/100χλμ)	Κατανάλωση (€/χλμ)	Κόστος
	Θριάσιο	0	32	0	0	0
	Αχαρνές	18,77434349	27	30,5	0,4026	7,5585507
	Ελαιώνας	16,17752838	18	26	0,3432	5,5521277
	Ν.Φάληρο	6,604168892	15	22	0,2904	1,9178506
	Σχιστό	9,500858307	5	20	0,264	2,5082266
	ΆνωΛιόσια	22,19119263	0	16	0,2112	4,6867799
	Θριάσιο	9,547109604	0	14	0,1848	1,7643059
						23,987841
Διαδρομή 3	Περιοχή	Απόσταση	Φορτίο	Κατανάλωση (λίτρα/100χλμ)	Κατανάλωση (€/χλμ)	Κόστος
	Θριάσιο	0	32	0	0	0
	Μεταμόρφωση	17,4966011	22	30,5	0,4026	7,0441316
	Κηφισιά	3,930212975	16	23,1	0,30492	1,1984005
	Κρυονέρι	9,792566299	9	20,7	0,27324	2,6757208
	Αγ.Στέφανος	1,724287987	0	18,4	0,24288	0,4187951
	Θριάσιο	30,35221481	0	14	0,1848	5,6090893
						16,946137
Διαδρομή 4	Περιοχή	Απόσταση	Φορτίο	Κατανάλωση (λίτρα/100χλμ)	Κατανάλωση (€/χλμ)	Κόστος
	Θριάσιο	0	21	0	0	0
	Μάνδρα	7,885697365	15	23,2	0,30624	2,414916
	Ασπρόπυργος	10,08421516	5	20	0,264	2,6622328
	Μαγούλα	12,17298698	0	16	0,2112	2,5709349
	Θριάσιο	6,934188843	0	14	0,1848	1,2814381
						8,9295217

Πίνακας 16: Υπολογισμός κόστους διαδρομής βάσει διαγραμμάτων κατανάλωσης καυσίμου

ΔΙΑΔΡΟΜΗ	Κόστος καυσίμου (€)	Κόστος διοδίων (€)	Κόστος διαδρομής(€)
1	39,42	22,60	62,02
2	23,99	22,60	46,59
3	16,95	22,60	39,55
4	8,93	22,60	31,53
ΣΥΝΟΛΟ	89,29	90,40	179,69

Το συνολικό κόστος δρομολόγησης σε αυτή την περίπτωση προκύπτει μικρότερο κατά 97,08€.

Υπολογισμός Κόστους ανά μονάδα μεταφοράς

Το μοντέλο υπολογίζει το κόστος μεταφοράς βάσει των διανυθέντων οχηματοχιλιομέτρων. Για να προσδιοριστεί η τιμή του κόστους ανά παλέτα για τη διανομή εμπορευμάτων από το Θριάσιο έπρεπε πρώτα να εκτιμηθεί **το λειτουργικό κόστος** των οχημάτων. Η εκτίμηση των υπόλοιπων δαπανών (πλην της κατανάλωσης καυσίμου) είναι τυπική, και βασίζεται σε βιβλιογραφικές αναφορές και παλαιότερες μελέτες επί σχετικών θεμάτων.

Με βάση όσα έχουν αναφερθεί για τα χαρακτηριστικά των φορτηγών στα θεωρητικά σχόλια της εργασίας και συγκεκριμένα στο λειτουργικό κόστος, υπολογίζεται για κάθε δρομολόγιο το συνολικό λειτουργικό κόστος. Η ανάλυση έγινε για την 1^η προσέγγιση της μέσης κατανάλωσης καυσίμου (0.6 € / km).

Η πολιτική χρέωσης για τη μεταφορά θεωρήθηκε ανεξάρτητη της απόστασης και με κριτήριο τη μέγιστη χωρητικότητα του οχήματος. το κόστος ανά μονάδα (€ / παλέτα) προκύπτει ως :

$$\text{Κόστος Μονάδας} = \frac{\text{Λειτουργικό Κόστος}}{\text{Αριθμός Παλετών}}$$

Αυτός είναι ο τύπος ισχύει για τη χρέωση, ακόμα κι αν το όχημα δεν ξεκινά το δρομολόγιο πλήρως φορτωμένο.

Στον επόμενο πίνακα αναγράφονται όλα τα μεταβλητά κόστη, τα οποία εξαρτώνται από την διανυθείσα απόσταση. Τα σταθερά λειτουργικά κόστη εκτιμώνται σε $27.3 \times 5 = 136.5$ € / day για στόλο 5 οχημάτων. Τα υπόλοιπα μεταβλητά κόστη έχουν υπολογιστεί σε $70.05 \times 5 = 350.25$ € / day.

Πίνακας 17: Κόστος Δρομολογίων Δικτύου Βιομηχανικών Περιοχών

ΔΙΑΔΡΟΜΗ	Απόσταση (km)	Κόστος Καυσίμου (€)	Κόστος Διαδρομής (€)	Κόστος Λιπαντικών (€)	Κόστος Ελαστικών (€)	Κόστος Συντήρησης (€)
1	127,44	76,46	99,06	2,03	11,37	12,42
2	82,80	49,68	72,28	1,32	7,39	8,07
3	63,30	37,98	60,58	1,01	5,65	6,17
4	37,08	22,25	44,85	0,59	3,31	3,61
ΣΥΝΟΛΟ	310,62	186,37	276,77	4,95	27,72	30,27

- Το μέσο κόστος ανά μεταφερόμενη μονάδα προκύπτει ίσο με 22,39 €/παλέτα.

4.3 Αποτελέσματα προσομοίωσης στο Anylogic

Στη συνέχεια αναφέρονται τα αποτελέσματα του μοντελου στο Anylogic. Έγινε βελτιστοποίηση των ίδιων παραμέτρων δηλαδή ελαχιστοποίηση της απόστασης ώστε να προκύπτει το ελάχιστο κόστος καθώς και ελαχιστοποίηση του χρησιμοποιούμενου αριθμού οχημάτων. Η εκτίμηση του κόστους έγινε μόνο για τη μέση κατανάλωση καυσίμου των 0,60 €/χλμ. Τα δρομολόγια που προκύπτουν από τη λειτουργία του προγράμματος διαφοροποιούνται λίγο χωρίς να προκύπτει σημαντική διαφορά στο συνολικό κόστος. Η διαφορά αυτή είναι 7,66 €.

Πίνακας 18: Βασικά μεγέθη υπολογισμού κάθε διαδρομής (Anylogic)

ΔΙΑΔΡΟΜΗ	Χρόνος Διαδρομής (min)	Απόσταση (km)	Κόστος (€)	Φορτίο (παλέτες)
1	223,9	127,44	99,06	(31/33)
2	144,3	64,45	61,27	(29/33)
3	148,2	67,70	63,22	(27/33)
4	170,1	82,62	60,87	(29/33)
ΣΥΝΟΛΟ	-	342,21	284,43	116

Στη συνέχεια καταρτίζονται οι πίνακες των δρομολογίων που προέκυψαν από την ανάλυση σε κάθε λογισμικό για σύγκριση αυτών.

Πίνακας 19: Κατανομή δρομολογίων στα οχήματα με τη μοντελοποίηση στο TransCAD

ΔΙΑΔΡΟΜΗ	ΑΦΕΤΗΡΙΑ	ΣΤΑΣΗ 1	ΣΤΑΣΗ 2	ΣΤΑΣΗ 3	ΣΤΑΣΗ 4	ΣΤΑΣΗ 5	ΤΕΡΜΑ
Διαδρομή 1	Θριάσιο	Κερατέα	Κορωπί	Παιανία	Περιστέρι	-	Θριάσιο
Διαδρομή 2	Θριάσιο	Αχαρνές	Ελαιώνας	Ν.Φάληρο	Σχιστό	ΑνωΛιόσια	Θριάσιο
Διαδρομή 3	Θριάσιο	Μεταμόρφωση	Κηφισιά	Κρυονέρι	Αγ.Στέφανος	-	Θριάσιο
Διαδρομή 4	Θριάσιο	Μάνδρα	Ασπρόπυργος	Μαγούλα	-	-	Θριάσιο

Πίνακας 20: Κατανομή δρομολογίων στα οχήματα με την προσομοίωση στο Anylogic

ΔΙΑΔΡΟΜΗ	ΑΦΕΤΗΡΙΑ	ΣΤΑΣΗ 1	ΣΤΑΣΗ 2	ΣΤΑΣΗ 3	ΣΤΑΣΗ 4	ΤΕΡΜΑ
Διαδρομή 1	Θριάσιο	Παιανία	Κορωπί	Κερατέα	Περιστέρι	Θριάσιο
Διαδρομή 2	Θριάσιο	Μεταμόρφωση	Ελαιώνας	Ν.Φάληρο	ΑνωΛιόσια	Θριάσιο
Διαδρομή 3	Θριάσιο	Αχαρνές	Κηφισιά	Κρυονέρι	Αγ.Στέφανος	Θριάσιο
Διαδρομή 4	Θριάσιο	Μάνδρα	Μαγούλα	Σχιστό	Ασπρόπυργος	Θριάσιο

Παρατηρείται ότι και τα 2 προγράμματα χρησιμοποιούν 4 από τα 5 οχήματα για την εξυπηρέτηση των σημείων ζήτησης. Στο μοντέλο του anylogic το φορτίο ισοκατανέμεται στα οχήματα αλλά προκύπτουν περισσότερα οχηματοχιλιόμετρα. Επομένως βέλτιστη λύση είναι αυτή που παρέχεται από το λογισμικό TransCAD.

4.4 Σενάρια & Παραμετρική Ανάλυση

Η συγκεκριμένη παράγραφος έχει σκοπό την περαιτέρω μελέτη των διαφόρων παραμέτρων του προβλήματος για να διαπιστωθεί κατά πόσο επηρεάζουν τη μεταφορά και τη δρομολόγηση στο δίκτυο διανομής. Τα αποτελέσματα και τα σχόλια προέρχονται από την ανάλυση και τη διαμόρφωση σεναρίων στο TransCAD.

4.4.1 Χρονικό Παράθυρο Εξυπηρέτησης (Time Window)

Κατά την ανάπτυξη του μοντέλου, η εφαρμογή του στηρίχτηκε στις παραδοχές που αναφέρθηκαν στο κεφάλαιο της μεθοδολογίας. Εκεί είχε χρησιμοποιηθεί για την χρονική εξυπηρέτηση των πελατών των βιομηχανικών περιοχών, η δυνατότητα παράδοσης εμπορευμάτων μέχρι τις 12.00 μμ, ενώ είχε οριστεί ως συνεχή χρονική διάρκεια εργασίας των οδηγών χωρίς διάλειμμα οι 5 ώρες (μέχρι τις 13.00).

Το συγκεκριμένο σενάριο μελέτησε την παράμετρο του χρόνου εξυπηρέτησης και πως αυτή επηρεάζει τα χαρακτηριστικά της δρομολόγησης. Τέθηκε λοιπόν χρονικό παράθυρο εξυπηρέτησης 2 ωρών μεταξύ 08.00-10.00πμ για όλους τους πελάτες και έγινε ανάλυση ευαισθησίας. Όλα τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά του προβλήματος παρέμειναν αμετάβλητα. Το χρονικό παράθυρο είναι αυστηρό ως προς την στιγμή προσέλευσης στον προορισμό δηλαδή τα οχήματα πρέπει να φτάσουν πριν τις 10.00 στην τοποθεσία των πελατών.

Τα αποτελέσματα που προκύπτουν είναι ιδιαίτερα χρήσιμα. Ο διαθέσιμος στόλος των 5 οχημάτων, από το σύνολο των 16 βιομηχανικών περιοχών, εντός του χρονικού παραθύρου των 2ωρών μπορεί να εξυπηρετήσει 14 σημεία ζήτησης (πελάτες) κάνοντας χρήση και των 5 οχημάτων του στόλου.

Επίσης, με ρύθμιση και νέα «run» του μοντέλου εξετάστηκε και διαπιστώθηκε ότι απαιτείται αριθμός 6 οχημάτων για να εξυπηρετηθεί η συνολική ζήτηση μέσα στο χρονικό παράθυρο των 2ωρών για τις παραδόσεις. Επομένως:

- Time Window 08.00-10.00: Εξυπηρέτηση 14 σημείων από τα 16 με στόλο 5 οχημάτων.
- Ανάγκη χρήσης 6 οχημάτων για κάλυψη της συγκεκριμένης ζήτησης. Συνεπώς με ένα όχημα ακόμα μπορούν να εξυπηρετηθούν όλοι οι σταθμοί εντός 2ωρών.

Στον επόμενο πίνακα καταγράφονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα αυτού του σεναρίου όπως προέκυψαν από τη βάση του λογισμικού.

Πίνακας 21: Κατανομή δρομολογίων στα οχήματα ύστερα από περιορισμό χρονικού παραθύρου

Route	Name	Sequence	Open Time	Due Time	Arrival	Departure	Service Time	Travel Time
1	Θριάσιο	0	800	1300		800		
	Κρυονέρι	1	800	1000	834	851	17	34,4
	Αγ.Στέφανος	2	800	1000	854	913	19	2,1
	Θριάσιο	3	800	1300	949			36,4
2	Θριάσιο	0	800	1000		800		
	Κηφισιά	1	800	1000	825	841	16	25,3
	Μεταμόρφωση	2	800	1000	846	906	20	4,7
	Αχαρνές	3	800	1000	910	925	15	3,8
3	Θριάσιο	0	800	1300		800		
	Κορωπί	1	800	1000	855	915	20	54,6
	Παιανία	2	800	1000	927	947	20	11,82
	Θριάσιο	3	800	1000	1030			42,8
4	Θριάσιο	0	800	1300		800		
	ΆνωΛιόσια	1	800	1000	812	827	15	11,5
	Ν.Φάληρο	2	800	1000	848	901	13	21,3
	Ελαιώνας	3	800	1000	909	928	19	7,9
	Περιστέρι	4	800	1000	933	948	15	5,4
5	Θριάσιο	0	800	1300		800		
	Μαγούλα	1	800	1000	808	823	15	8,3
	Μάνδρα	2	800	1000	829	845	16	5,5
	Ασπρόπυργος	3	800	1000	857	917	20	12,1
	Θριάσιο	4	800	1000	936			18,9

4.4.2 Μεταβολή της ζήτησης

Ύστερα από διερεύνηση μέσω ελέγχου της λειτουργίας του δικτύου διαπιστώνεται ότι:

Διατηρώντας όλες τις υπόλοιπες παραμέτρους σταθερές, από τον στόλο των 5 οχημάτων, μπορεί να ικανοποιηθεί μια αύξηση της ζήτησης 27% και όχι παραπάνω γιατί εκτός από τη μεταφορική ικανότητα των οχημάτων επιδρά επιβαρυντικά στον χρόνο εξυπηρέτησης (εκφόρτωσης κάθε μονάδας φορτίου) στην τοποθεσία του πελάτη.

Ακόμη, αξίζει να αναφερθεί ότι το μοντέλο που κατασκευάστηκε στο Anylogic είναι ευέλικτο ως προς τη παράμετρο της ζήτησης αφού μπορεί να προσομοιώσει και πρόβλημα τυχαίας ζήτησης με random χαρακτηριστικά αλλά περιέχει και όλες τις βασικές κατανομές πιθανοτήτων.

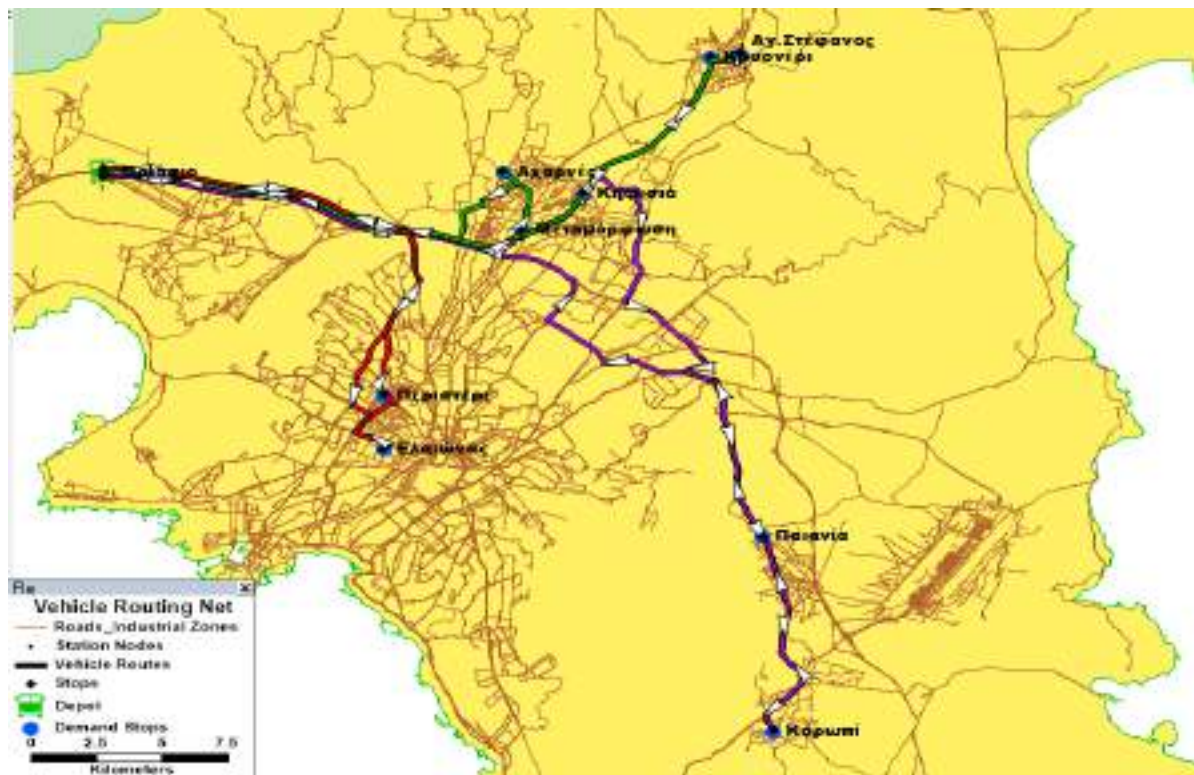
4.4.3 Στόλος οχημάτων

Η μεθοδολογία και η μοντελοποίηση μαζί με το σχεδιασμό του δικτύου διανομής που αναπτύχθηκε είχε στόχο να βρίσκει τις βέλτιστες διαδρομές και να υπολογίζει τα βασικά μεγέθη της μεταφορικής διαδικασίας. Ένα από τα βασικά στοιχεία υπό διερεύνηση είναι ο στόλος οχημάτων. Ένα ερώτημα μπορεί να είναι πόσα σημεία του δικτύου διανομής μπορεί να εξυπηρετήσει σε 2 ώρες ένας στόλος μιας μικρής μεταφορικής εταιρίας 3 οχημάτων.

Τα βασικά στοιχεία του σεναρίου αυτού είναι:

- Στόλος 3 οχημάτων
- Η ζήτηση θεωρείται γνωστή όπως και προηγουμένως
- Η ώρα έναρξης των δρομολογίων είναι στις 08:00.
- Οι πελάτες σε όλες τις βιομηχανικές περιοχές πρέπει να εξυπηρετηθούν μέχρι τις 10:00
- Όλα τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά παραμένουν ίδια.

Στον επόμενο χάρτη προκύπτουν τα δρομολόγια των οχημάτων και οι περιοχές που κατόρθωσε να εξυπηρετήσει το δίκτυο με 3 οχήματα.



Χάρτης 12: Εξυπηρέτηση δικτύου με στόλο 3 οχημάτων και time window 8.00-10.00 (TransCAD)

Στον επόμενο πίνακα προβάλλονται η διανυθείσα απόσταση και ο συνολικός χρόνος ανά διαδρομή.

Πίνακας 22: Πίνακας δρομολογίων και υπολογισμού οχηματοχιλιομέτρων σεναρίου

ΔΙΑΔΡΟΜΗ 1	Θριάσιο	ΔΙΑΔΡΟΜΗ 2	Θριάσιο	ΔΙΑΔΡΟΜΗ 3	Θριάσιο
	Κηφισιά		Αγ.Στέφανος		Ελαιώνας
	Κορωπί		Κρυονέρι		Περιστερί
	Παιανία		Μεταμόρφωση		Θριάσιο
	Θριάσιο		Αχαρνές		
			Θριάσιο		

ΔΙΑΔΡΟΜΗ	Χρόνος (min)	Απόσταση (km)
1	175,73	99,69
2	150,51	65,90
3	92,63	48,82

Συγκριτική αξιολόγηση

Ακολουθεί η σύγκριση των αποτελεσμάτων προβλήματος δικτύου διανομής με τα εργαλεία VRP Excel Solver και logvrp.

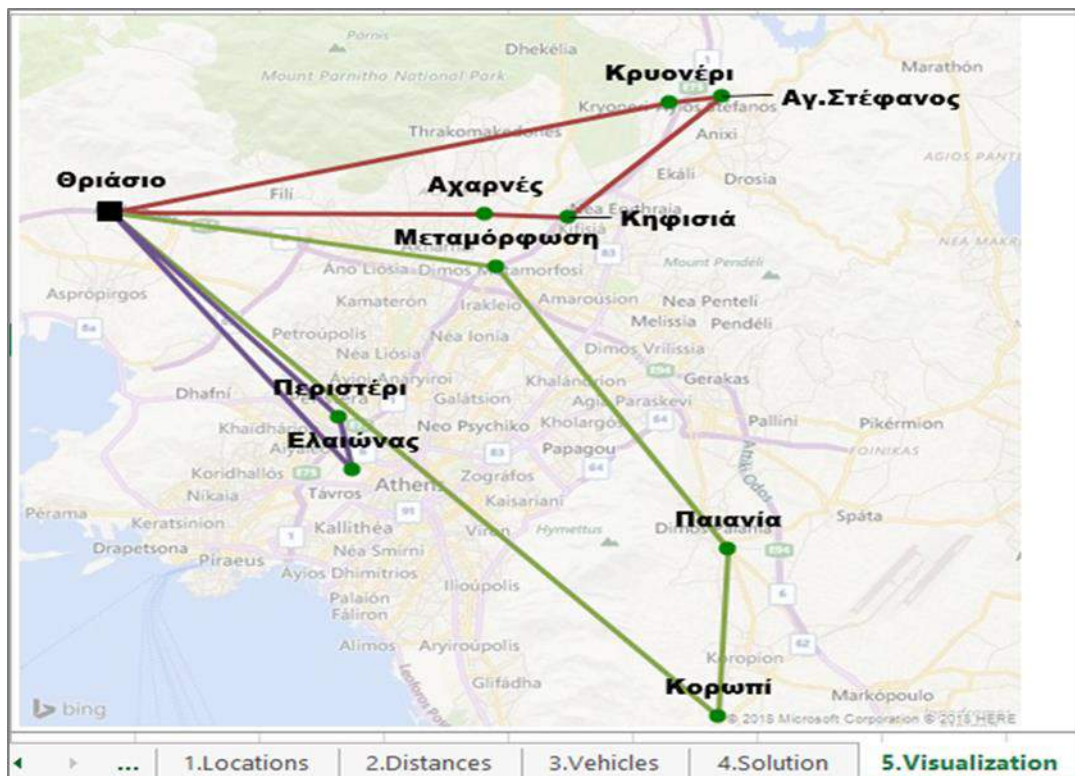
Τα τελικά αποτελέσματα που προέκυψαν από την κάθε ανάλυση συγκεντρώνονται στον επόμενο συγκριτικό πίνακα ενώ ακολουθούν χάρτες οπτικοποίησης των διαδρομών από κάθε εργαλείο και αναλυτικά αποτελέσματα.

Πίνακας 23: Πίνακας συγκριτικών αποτελεσμάτων για στόλο 3 οχημάτων

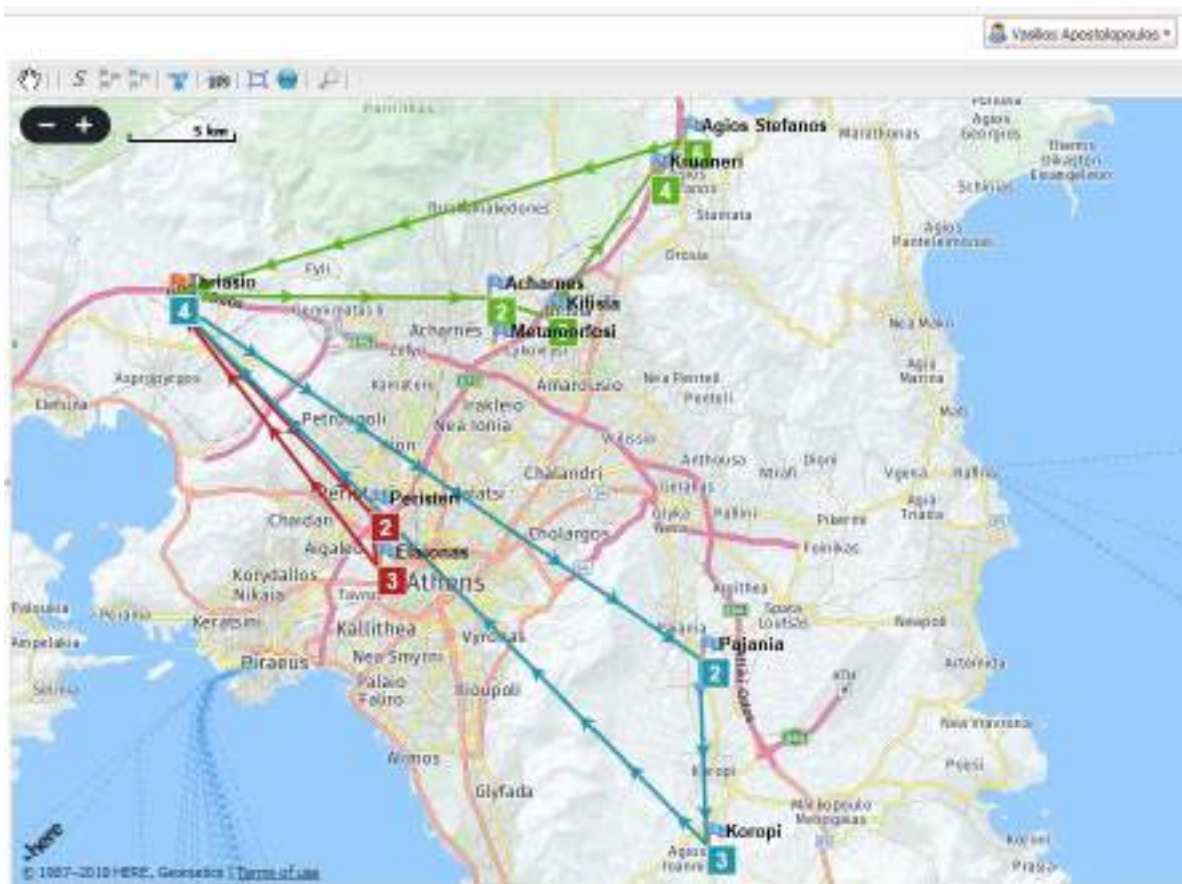
Εργαλείο	Απόσταση (km)	Κόστος Διαδρομής (€)
TransCAD	214,4	128,64
Excel	215,4	129,24
logvrp	218,4	131,10

Παρατηρείται πολύ μικρή διαφοροποίηση στη λύση. Συγκεκριμένα, διαφέρουν μεταξύ τους οι επιλύσεις στο πως δρομολογούν τα οχήματα ως εξής. Στη διαδρομή Παιανία-Κορωπί στο TransCAD περνάει από Κηφισιά το όχημα, στο excel από Μεταμόρφωση και στο τρίτο δεν περνά από αυτό το σταθμό στο δρομολόγιο.

Διαπιστώνεται αρκετά καλή σύγκλιση στα τελικά αποτελέσματα των μεταβλητών εξόδου, αφού υπάρχει πολύ μικρή διαφορά διανυθέντων οχηματοχιλιομέτρων. Το TransCAD παρέχει τη βέλτιστη λύση και το μοντέλο κρίνεται καλό.



Χάρτης 13: Εξυπηρέτηση δικτύου με στόλο 3 οχημάτων και time window 8.00-10.00 (Excel)



Χάρτης 14: Εξυπηρέτηση δικτύου με στόλο 3 οχημάτων και time window 8.00-10.00 (lognvp)

Στους πίνακες που ακολουθούν συγκεντρώνονται τα αποτελέσματα του προβλήματος δρομολόγησης όπως προέκυψαν στο Excel, και στο lognpr για κάθε φορτηγό όχημα.

Πίνακας 24: Πίνακας αποτελεσμάτων από την επίλυση του προβλήματος δρομολόγησης 3 οχημάτων στο Excel

Vehicle:	V1	Stops:	5	Fuel Cost	39,08			
Stop count	Location name	Distance travelled	Driving time	Arrival time	Departure time	Working time	Profit collected	Load
0	Θριάσιο	0,00	0:00		08:00	0:00	0	27
1	Αχαρνές	19,15	0:21	08:21	08:21	0:21	0	22
2	Κηφισιά	23,92	0:29	08:29	08:29	0:29	0	16
3	Άγ.Στέφανος	34,53	0:41	08:41	08:41	0:41	0	7
4	Κρυονέρι	37,52	0:48	08:48	08:48	0:48	0	0
5	Θριάσιο	65,13	1:13	09:13		1:13	0	0

Vehicle:	V2	Stops:	4	Fuel Cost	57,48			
Stop count	Location name	Distance travelled	Driving time	Arrival time	Departure time	Working time	Profit collected	Load
0	Θριάσιο	0,00	0:00		08:00	0:00	0	30
1	Κορωπί	44,57	0:38	08:38	08:38	0:38	0	20
2	Παιανία	54,89	0:58	08:58	08:58	0:58	0	10
3	Μεταμόρφωση	78,55	1:21	09:21	09:21	1:21	0	0
4	Θριάσιο	95,81	1:41	09:41		1:41	0	0

Vehicle:	V3	Stops:	3	Fuel Cost	32,68			
Stop count	Location name	Distance travelled	Driving time	Arrival time	Departure time	Working time	Profit collected	Load
0	Θριάσιο	0,00	0:00		08:00	0:00	0	14
1	Ελαιώνας	26,55	0:25	08:25	08:25	0:25	0	5
2	Περιστέρι	30,49	0:37	08:37	08:37	0:37	0	0
3	Θριάσιο	54,46	1:02	09:02		1:02	0	0

Ο στόχος βελτιστοποίησης ήταν η ελαχιστοποίηση της διανυθείσας απόστασης με εξυπηρέτηση όσο το δυνατόν περισσότερων πελατών. Για μέση κατανάλωση καυσίμου 0,60 €/χλμ το συνολικό κόστος των δρομολογίων προκύπτει όπως προαναφέρθηκε 129,24€.

Πίνακας 25: Πίνακας αποτελεσμάτων από την επίλυση του προβλήματος 3 οχημάτων στο lognpr

Cost	Distance	Travel T.	Route Count	Unserved Orders
\$ 131	218 Km	2 h. 35 m.	3	0

v	#	Vehicle	Cost	Distance	Duration	Stops	Ord...	Co...
✓	1	V-1: 33 Piece of Palette	\$ 32,90	54,8 Km	1 h. 43 m.	4	2	
✓	2	V-2: 33 Piece of Palette	\$ 41,00	68,3 Km	2 h. 35 m.	6	4	
✓	3	V-3: 33 Piece of Palette	\$ 57,20	95,3 Km	2 h. 34 m.	5	3	

Τέλος παραθέτουμε τον πλήρη και το συνοπτικό πίνακα των αποτελεσμάτων σε TransCAD.

Πίνακας 26: Πίνακας αποτελεσμάτων από την επίλυση του σεναρίου δρομολόγησης 3 οχημάτων στο TransCAD

Route	Vehicle Type	Stop/Name	Node	Sequence	Open Time	Due Time	Arrival	Departure	Wait	Service Time	Travel Time	Distance	Total Distance	Delivery	Total Load
1	1	757 Thessalon	757	0	800	1200	-	800	-	-	-	-	-	0.00	-
1	1	10453 Kifissia	10453	1	800	1200	825	941	0.0	16.0	25.3	21.04	21.04	8.000	20.00
1	1	5932 Corinth	5932	2	800	1200	921	941	0.0	20.0	38.8	33.16	54.20	10.000	10.00
1	1	4823 Patras	4823	3	800	1200	953	1013	0.0	20.0	11.8	9.85	64.04	10.000	0.00
1	1	757 Thessalon	757	4	800	1200	1056	-	-	-	-	42.8	35.65	96.89	-
2	1	757 Thessalon	757	0	800	1200	-	800	-	-	-	-	-	0.00	-
2	1	1146 Ag Stefanos	1146	1	800	1200	836	956	0.0	19.0	26.4	18.25	36.35	9.000	22.00
2	1	2819 Korymbi	2819	2	800	1200	858	915	0.0	17.0	2.1	1.72	32.08	7.000	15.00
2	1	1454 Makamelozzi	1454	3	800	1200	929	945	0.0	20.0	14.3	11.98	43.98	10.000	15.00
2	1	10484 Aulonas	10484	4	800	1200	953	1000	0.0	15.0	3.8	3.14	47.12	5.000	0.00
2	1	757 Thessalon	757	5	800	1200	1031	-	-	-	-	22.5	18.77	65.90	-
3	1	757 Thessalon	757	0	800	1200	-	800	-	-	-	-	-	0.00	-
3	1	5982 Elisavon	5982	1	800	1200	830	845	0.0	19.0	28.9	24.06	24.06	9.000	5.00
3	1	3312 Pireneon	3312	2	800	1200	854	905	0.0	15.0	5.4	4.58	28.56	5.000	0.00
3	1	757 Thessalon	757	3	800	1200	933	-	-	-	-	24.3	20.25	48.82	-

Πίνακας 27: Συνοπτικός πίνακας υπολογισμού της διανυθείσας απόστασης στόλου 3 οχημάτων σε TransCAD

Networks/Paths Planning Routing/Logistics Statistics			
	Route	Time	Distance
	1	175.73	99.69
	2	150.51	65.90
	3	92.63	48.82

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία διερευνήθηκε η δρομολόγηση στόλου φορτηγών οχημάτων υπολογίζοντας το κόστος μεταφοράς, εστιάζοντας στο εμπορευματικό κέντρο στο Θριάσιο και αναπτύχθηκε ένα αναλυτικό μοντέλο που περιλαμβάνει το σύνολο των παραγόντων που εξετάστηκαν.

Τα συμπεράσματα της διπλωματικής εργασίας αφορούν σε 4 κατηγορίες θεμάτων:

1. Τα γενικά συμπεράσματα που προκύπτουν για τις μεταφορές και την εφοδιαστική αλλά και από τις διανομές και τη δρομολόγηση στόλου φορτηγών με κέντρο το Θριάσιο.
2. Τα αποτελέσματα του μοντέλου και της διερεύνησης για το Θριάσιο.
3. Την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από τη χρήση διαφορετικού υπολογιστικού εργαλείου στη μοντελοποίηση και στην επίλυση ενός προβλήματος διανομής και διαχείρισης στόλου οχημάτων.
4. Τα προβλήματα και τα οφέλη που υπάρχουν στο σχεδιασμό δικτύων διανομής σε περιβάλλον GIS και τις τεχνικές που προτείνονται.

- Η βιομηχανία μετατοπίζεται από ένα επιχειρηματικό μοντέλο συναλλαγών επικεντρωμένο σε διακριτές υπηρεσίες, προς μια ολοκληρωμένη μορφή υπηρεσιών logistics μεταφοράς πόρτα -πόρτα και συνεργατικών διανομών. Οι συνεργασίες δημιουργούν δυνατότητες για ομαδοποίηση των φορτίων, χρήση κοινού στόλου οχημάτων και μείωση του κόστους μεταφοράς.

- Οι τομείς εφοδιαστικής και δρομολόγησης και η διαχείριση του στόλου οχημάτων απασχολούν διαρκώς την επιστημονική κοινότητα και τις επιχειρήσεις γιατί σχετίζονται με πολλά ζητήματα. Από την πλευρά των εταιριών, εκτός από το κόστος μεταφοράς που αποτελεί το κυρίαρχο στοιχείο ως οικονομική παράμετρος, υπάρχουν θέματα εξυπηρέτησης των πελατών που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη. Στο επίπεδο του φορέα της πολιτείας, υπεισέρχονται περιβαλλοντικές και χωροταξικές παράμετροι που πρέπει κι αυτές να αξιολογούνται στη συνολική αποδοτικότητα των μεταφορών.

- Οι οδικές εμπορευματικές μεταφορές και η δρομολόγηση εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά των οχημάτων που χρησιμοποιούνται, τη γεωγραφική θέση των εξυπηρετούμενων περιοχών και τα χαρακτηριστικά του οδικού δικτύου, αλλά και τη ζήτηση. Βάσει των παραγόντων αυτών γίνεται αντιληπτό ότι κάθε μεταφορική δραστηριότητα με τους ιδιαίτερους παράγοντες που συνοδεύεται καθορίζει σημαντικά το μεταφορικό κόστος και το κόστος λειτουργίας των οχημάτων.

Το πρόβλημα που διερευνήθηκε είναι οι δυνατότητες που μπορεί να προσφέρει το εμπορευματικό κέντρο στο Θριάσιο ως κέντρο συλλογής και διανομής εμπορευμάτων σε παλέτες για να εξυπηρετεί τη μεταφορά τους με φορτηγά στις βιομηχανικές περιοχές της Αττικής. Αυτό αποτελεί πραγματικό πρόβλημα που αντιμετωπίζει η ΤΡΑΙΝΟΣΕ σε συνεργασία με οδικές μεταφορικές εταιρίες από τη στιγμή κι έπειτα που έρχονται τα εμπορεύματα στο κέντρο μέσω του σιδηροδρόμου και της υπηρεσίας iCS της ΤΡΑΙΝΟΣΕ.

- Από την ανάλυση προκύπτει ότι το κέντρο βρίσκεται σε θέση όπου οι μεταφορείς μπορούν να εξυπηρετούν πελάτες στις ζώνες άμεσα με όχι πολύ υψηλό κόστος διαδρομών.
- Η βέλτιστη διαδρομή εξαρτάται από το στόχο που έχει ο μεταφορέας. Συνήθως επιθυμεί να είναι η διαδρομή του ελαχίστου κόστους αλλά και να είναι εντός των χρονικών περιθωρίων εξυπηρέτησης για να αυξάνεται η αποτελεσματικότητα των παραδόσεων.
- Η υπολογιστική διαμόρφωση του προβλήματος στην παρούσα εργασία διερευνήθηκε με παραπάνω από ένα εργαλεία. Η μοντελοποίηση του δικτύου διανομής στην Αττική με έδρα του στόλου φορτηγών οχημάτων το Θριάσιο και πελάτες τις βιομηχανικές περιοχές, δίνει εποπτική εικόνα για τα διανυθέντα οχηματοχιλιόμετρα και τους χρόνους μετακίνησης, προσεγγίζοντας ικανοποιητικά ένα σύστημα βελτιστοποίησης. Πιο συγκεκριμένα, το σύστημα αναπαριστά τις ελάχιστες διαδρομές κόστους για τον μεταφορέα να εξυπηρετήσει τον πελάτη. Παρέχεται επίσης η δυνατότητα ευελιξίας και εισαγωγής νέων στοιχείων ώστε να δημιουργούνται σενάρια και περιπτώσεις. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η εφαρμογή χρονικών παραθύρων και η μεταβολή της ζήτησης.
- Οι διαδρομές που υπολογίζονται από το μοντέλο εμφανίζουν ικανοποιητικά χαρακτηριστικά διανυθέντων οχηματοχιλιομέτρων, κόστους και χρόνου. Οι βασικές μεταβλητές εξόδου είναι:
 - Κόστος διαδρομής. Το κόστος αποτελεί μια καθοριστική παράμετρο στις μεταφορές η οποία εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την κατανάλωση καυσίμου δηλαδή τη συνολική διανυθεσα απόσταση αλλά και από το συνολικό λειτουργικό κόστος των φορτηγών οχημάτων.
 - Χρόνος διαδρομής, ο οποίος επιβαρύνεται με τους χρόνους των διαδικασιών χειρισμού φορτίου, και επηρεάζει την εξυπηρέτηση της ζήτησης ανάλογα και με τις επιθυμίες των πελατών.
- Τα χαρακτηριστικά μεγέθη που διαμορφώνουν τη λειτουργία του συστήματος είναι:
 - Στόλος οχημάτων
 - Ζήτηση (ποσοτικά και χρονικά)
 - Συνδεσιμότητα και τα γενικότερα χαρακτηριστικά του οδικού δικτύου.
 - Περιορισμοί και τυχαίοι παράγοντες.

Κατά την πρώτη εφαρμογή του μοντέλου προς επίλυση επιλέχθηκε ένα περιθώριο εξυπηρέτησης των πελατών 4ωρών (μέχρι 12πμ) ώστε η καθοριστική παράμετρος της βελτιστοποίησης να είναι **μόνο** το κόστος διαδρομής βάσει οχηματοχιλιομέτρων ώστε να προκύψουν σωστές εκτιμήσεις. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, κατά τα αποτελέσματα αποκαλύπτεται μείωση του κόστους από μια ακόμη παράμετρο, τον αριθμό των οχημάτων αφού για να καλυφθεί η ζήτηση χρειάστηκαν μόνο 4 από τα 5 οχήματα.

- Από την ανάπτυξη του μοντέλου στο TransCAD και στο Anylogic και τη σύγκριση των αποτελεσμάτων των 2 αναλύσεων προκύπτει διαφοροποίηση στα δρομολόγια και μια μικρή διαφορά κόστους της τάξης των 7.66€ δηλαδή 276,77€ έναντι 286,43€ αντίστοιχα. Επομένως το TransCAD οδηγεί σε βέλτιστη λύση από άποψη οχηματοχιλιομέτρων και κόστους. Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι αυτό έχει σχέση με τον αλγόριθμο επίλυσης που χρησιμοποιείται σε κάθε λογισμικό.

- Ο υπολογισμός του κόστους κατανάλωσης καυσίμου για το δίκτυο του μοντέλου έγινε με 2 προσεγγίσεις. Στην περίπτωση που χρησιμοποιήθηκαν διαγράμματα συσχέτισης του φορτίου και της ταχύτητας με την κατανάλωση, το κόστος προέκυψε μικρότερο κατά 97,08€.

- Από την εφαρμογή του μοντέλου για την κατηγορία τύπου οχημάτων 40τόνων παλαιότητας 10ετών στην Ελλάδα, γίνεται μια πρώτη εκτίμηση του κόστους ανά μονάδα φορτίου (κόστος σε €/παλέτα). Το κόστος για τη μεταφορά εμπορευμάτων σε παλέτες μέσω ενός στόλου 5 οχημάτων με έδρα το Θριάσιο προέκυψε για κάθε παλέτα 22,39 €.

- Σε διερεύνηση που κάναμε για το διαθέσιμο στόλο των 5 οχημάτων, εφαρμόζοντας χρονικό παράθυρο εξυπηρέτησης 08.00-10.00πμ από το σύνολο των 16 πελατών βιομηχανικών περιοχών, εντός των 2ωρών μπορούν να εξυπηρετηθούν 14 σημεία κάνοντας χρήση και των 5 οχημάτων του στόλου. Διαπιστώθηκε ότι απαιτείται αριθμός 6 οχημάτων για να εξυπηρετηθεί η συνολική ζήτηση μέσα στο χρονικό παράθυρο των 2ωρών για τις παραδόσεις δηλαδή η ανάγκη χρήσης ενός ακόμα οχήματος για κάλυψη της συγκεκριμένης ζήτησης.

- Κατά τη διερεύνηση που έγινε μεταβάλλοντας τον αριθμό των οχημάτων και συγκεκριμένα μειώνοντας τον σε 3 οχήματα, υπολογίστηκαν οι βέλτιστες διαδρομές στην Αττική με 3 διαφορετικά εργαλεία. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από αυτή την παραμετρική ανάλυση συγκλίνουν αρκετά. Προκύπτουν 3 διαδρομές όπου εξυπηρετούνται μέσα σε 2 ώρες (08.00-10.00πμ) 9 πελάτες-περιοχές. Η διαφορά των διανυθέντων οχηματοχιλιομέτρων είναι είναι μέχρι 1.9%. Το μοντέλο του δημιουργηθέντος δικτύου στο TransCAD προσεγγίζει τις επιλύσεις των εργαλείων & δίνει πάλι τα καλύτερα αποτελέσματα για τη συνολική απόσταση.

- Κατά την χάραξη δικτύου, διαπιστώθηκε ότι υπάρχουν προβλήματα σε δίκτυα δεδομένων μεγάλου μεγέθους. Τα μεγάλα δίκτυα εμφανίζουν προβλήματα που αφορούν τον υπολογιστικό χρόνο επίλυσης αλλά και τη δυνατότητα εύρεσης της βέλτιστης δρομολόγησης. Επειδή απαιτείται σημαντική υπολογιστική ισχύ και πολύ μεγάλοι χρόνοι επίλυσης, στο δίκτυο που σχεδιάστηκε λάβαμε υπόψη αυτή την παράμετρο οπότε με κατάλληλη επεξεργασία απομονώθηκε το τοπικό οδικό δίκτυο κάθε βιομηχανικής περιοχής και συγχωνεύθηκε με αυτό των κύριων οδικών συνδέσεων του νομού(αυτοκινητόδρομοι, λεωφόροι, δρόμοι κατηγορίας. Από την σύνθεση αυτών των επιμέρους τμημάτων προέκυψε ένα πολύ μικρότερου μεγέθους δίκτυο που μείωσε σε σημαντικό βαθμό το συγκεκριμένο πρόβλημα και οδήγησε στην αποτελεσματική σύνδεση της πληροφορίας για τη μοντελοποίηση. Το δεύτερο πρόβλημα της βέλτιστης λύσης σε μεγάλο δίκτυο έχει να κάνει με τη δυσκολία στον εντοπισμό από το μοντέλο των κόμβων για τον υπολογισμό των βέλτιστων διαδρομών. Η διαδικασία εύρεσης λύσεων διευκολύνεται όταν το λογισμικό δίνει δυνατότητα της εισαγωγής κεντροειδών των ζωνών όπως στο GIS περιβάλλον του TransCAD.

- Τα οφέλη που προκύπτουν από τη GIS ανάλυση δικτύων μεταφοράς είναι σημαντικά. Η δυνατότητα προσομοίωσης και επίλυσης προβλημάτων μεταφορών σε πραγματικό γεωγραφικό περιβάλλον δίνει τη δυνατότητα οπτικοποίησης και απεικόνισης των διαδρομών οπότε εξάγονται ποιοτικότερα συμπεράσματα. Με αυτόν τον τρόπο ελέγχεται πολύ πιο εύκολα η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων και γίνεται λήψη αποφάσεων.

Τέλος, διαπιστώνεται ότι, επειδή οι περισσότερες βιομηχανικές περιοχές βρίσκονται σε άμεση σύνδεση με τους αυτοκινητοδρόμους (Αττική Οδός, Εθνική Οδός), και με κύριες οδούς ταχείας κυκλοφορίας της Αττικής, για μεταφορά με μεγάλα φορτηγά οχήματα φαίνεται να πλεονεκτεί η χρήση της Αττικής Οδού, αφού το κόστος καυσίμου και διοδίων υπερκαλύπτεται από τη μεταφορική ικανότητά τους και την αποφυγή κυκλοφοριακής συμφόρησης. Η χρήση μικρών φορτηγών θα οδηγούσε σε μικρότερη κατανάλωση καυσίμου αλλά η αύξηση του στόλου οχημάτων θα ήταν επιβεβλημένη οπότε θα προέκυπταν αυξημένα σταθερά λειτουργικά κόστη, περισσότερα κόστη διοδίων και οδηγών και υπόλοιπων μεταβλητών δαπανών, οπότε μια τέτοια ανάλυση είναι χρήσιμο να γίνει για να βγουν συγκριτικά συμπεράσματα.

6. ΕΙΣΗΓΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ

Συνέχεια της παρούσας εργασίας μπορεί να αποτελέσει η έρευνα σχετικά με τα εξής θέματα:

- Επέκταση του μοντέλου στο συγκεκριμένο δίκτυο διανομής ώστε να υπολογίζει το κόστος σε σχέση με το είδος του φορτίου και το βάρος του. Γι αυτό το σκοπό μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα στοιχεία των επιχειρήσεων από τις βιομηχανικές περιοχές με το αντικείμενο των εργασιών και να γίνει κατηγοριοποίηση του φορτίου μεταφοράς.
- Συλλογή πληροφοριών από τις επιχειρήσεις και τις μεταφορικές εταιρίες και πραγματοποίηση μετρήσεων για πιο αντιπροσωπευτική εκτίμηση της ζήτησης και των χαρακτηριστικών της ώστε να προκύψουν μετά την εφαρμογή αποτελέσματα και συμπεράσματα που ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα. Η ζήτηση επηρεάζει και τις διαδικασίες χειρισμού των φορτίων. Πρόσθετα στοιχεία που αφορούν χρόνους αναμονής, εισόδου και εξόδου οχημάτων από και προς τους χώρους φόρτωσης, μπορούν να προσδιορίσουν τους μέσους χρόνους που απαιτούνται για τις αντίστοιχες διαδικασίες, ώστε να αποτιμηθούν στο μοντέλο ακόμα καλύτερα.
- Διερεύνηση της χρήσης στόλου μικρότερων φορτηγών οχημάτων (μικρότερη μεταφορική ικανότητα, για παράδειγμα 25παλέτες) και σύγκριση των αποτελεσμάτων. Τα μικρότερα φορτηγά οχήματα είναι πιο ευέλικτα και οικονομικά ως προς την κατανάλωση καυσίμου μέσα σε αστικές περιοχές όμως απαιτείται μεγαλύτερος αριθμός (στόλος) οχημάτων για την κάλυψη της ζήτησης.
- Ανάπτυξη μοντέλου που να εκτιμά τις κυκλοφοριακές συνθήκες και να εξετάζει δυναμικά το πρόβλημα της δρομολόγησης του στόλου οχημάτων. Η χρήση GPS και υπηρεσιών τηλεματικής μπορεί να υποστηρίξει το συγκεκριμένο εγχείρημα.

7. ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- [1] Y.Tseng, Wen Long Yue, Michael Taylor, "The Role of Transportation in Logistics Chain", Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 5, pp. 1657 – 1672, 2005
- [2] L.Dablanc, "Goods transport in large European cities: Difficult to organize, difficult to modernize," Transp. Res. Part A; Policy Practice, vol. 41, no. 3, pp. 280–285, Mar. 2007
- [3] M.Polacek, R.Hartl, K.Doerner, M. Reimann, "Variable Neighborhood Search for the Multi Depot Vehicle Routing Problem with Time Windows", Journal of Heuristics, 10: pp.613–627, 2004
- [4] Ελληνική Εταιρία Logistics, Παράρτημα Θεσ/νίκης, Επίσημη Ιστοσελίδα στο διαδίκτυο: <http://logistics.org.gr/4/36/136/>
- [5] Γ.Π.Μαλινδρέτος, Ειδικά θέματα Εφοδιαστικής, Σημειώσεις Μαθήματος, 7^ο εξάμηνο - Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα 2010
- [6] Β. Ζεϊμπέκης/OPTILOG:City logistics - το τελευταίο μίλι στην μεταφορά εμπορευμάτων: Διαθέσιμο στην Ιστοσελίδα: <http://www.sofokleousin.gr/archives/324133.html> (04/11/2016)
- [7] Dr. T. Srinivas, THE ROLE OF TRANSPORTATION IN LOGISTICS CHAIN, Department of Mathematics Kakatiya University Warangal
- [8] Cost of Logistic Activities as a Percentage of Total Logistics Costs - Differentiation for Performance: Excellence in Logistics, 2004, ELA/AT Kearney
- [9] European Commision, Fact-finding studies in support of the development of an EU strategy for freight transport logistics Lot 1: Analysis of the EU logistics sector/2015
- [10] Αιτιολογική Έκθεση στο σχέδιο νόμου «Οδικές Εμπορευματικές Μεταφορές» Διεύθυνση Εμπορευματικών Μεταφορών του Υπουργείου Υποδομών, Μεταφορών και Δικτύων.
- [11] Eurostat, Road freight transport statistics, main trends in [road](#) freight transport up to 2016 in the European Union (EU), October 2017. Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Road_freight_transport_statistics
- [12] B.Wisnicki, W.Galor, Conditions of Cargo Transport by Non-Standard Vehicles in Europe. Διαθέσιμο στην Ιστοσελίδα : <http://www.transportoversize.eu/en/articles/id/4031/>
- [13] Ρ.Καπουτσή, Χ.Κάκκαβας, Real Estate & Logistics: Πρόσφατες τάσεις & προοπτικές στην Ελλάδα και την Ευρώπη, 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON SUPPLY CHAINS (2012)
- [14] ΣΕΒ, Οικονομία και Επιχειρήσεις-Τεύχος 12.Τα επιχειρηματικά πάρκα «κλειδί» για τη βιομηχανική ανασυγκρότηση της οικονομίας και την προσέλκυση επενδύσεων.(27-09-2017)
- [15] Επίσημη ιστοσελίδα της ΕΡΓΟΣΕ, 19.01.2018: http://www.ergose.gr/view_133

-
- [16] Ιστοσελίδα Ανεξάρτητης Συνεταιριστικής Εφημερίδας, Στην τελική ευθεία το εμπορευματικό στο Θριάσιο, 15.12.2017, <https://www.efsyn.gr/arthro/stin-teliki-eytheia-emporeymatiko-sto-thriasio>
- [17] Επίσημη ιστοσελίδα της ΤΡΑΙΝΟΣΕ: <http://ics.trainose.gr/>
- [18] Τεχνητή νοημοσύνη και γενετικοί αλγόριθμοι για το πρόβλημα δρομολόγησης οχημάτων,
Διαθέσιμο στην Ιστοσελίδα: <http://liacs.leidenuniv.nl/~kosterswa/Al/ga12.html>
- [19] D.D. Bochtis, C.G. Sørensen, The vehicle routing problem in field logistics part I (2009)
- [20] G.Laporte, The Fascinating History of the Vehicle Routing Problem, Canada Research Chair in Distribution Management.
- [21] P.Toth, D.Vigo, Book: Vehicle Routing Problems, Methods, and Applications, Second Edition, MOS-SIAM (Society of Industrial & Applied Mathematics) Series on Optimization, 2014.
- [22] J.K Sankaran, R.R.Ubgade, (1994), Routing tankers for daily milk pickup. Interfaces, pp. 59-66.
- [23] J. RENAUD, G. LAPORTE, AND F. F. BOCTOR, A tabu search heuristic for the multi-depot vehicle routing problem, Computers & Operations Research, 23 (1996), pp. 229–235.
- [24] J.-F. Cordeau, G. Desaulniers, J. Desrosiers, M. M. Solomon, AND F. Soumis, VRP with time windows, in The Vehicle Routing Problem, P. Toth and D. Vigo, eds., SIAM, Philadelphia, 2002, ch. 7, pp. 155–194.
- [25] A. L. KOK, C. M. MEYER, H. KOPFER, AND J. M.J. SCHUTTEN, A dynamic programming heuristic for the vehicle routing problem with time windows and European Community social legislation, Transportation Science, 44 (2010), pp. 442–454.
- [26] O. Bräysy, M. Gendreau, Vehicle routing with time windows, Part I: Route construction and local search algorithms, Transportation Science, 39 (2005), pp. 104– 118.
- [27] O. Bräysy, M. Gendreau, Vehicle routing with time windows, Part II: Metaheuristics, Transportation Science, 39 (2005).
- [28] N.JOZEFOWIEZ, F. SEMET, E.G. TALBI, Multi-objective vehicle routing problems, European Journal of Operational Research, 189 (2008), pp. 293–309.
- [29] E.Szczepańska, J.Żaka, I.J-Goldab, J.Murawskic, «Simulation Support of Freight Delivery Schedule in Urban Areas», 10th International Scientific Conference Transbaltica 2017: Transportation Science and Technology, Procedia Engineering 187 (2017) 520 – 525
- [30] O. S. da Silva Júnior, L.A.Silveira Lopes, A Free Geographic Information System as a Tool for Multi-Depot Vehicle Routing, Brazilian Journal of Operations & Production Management-Volume 8, Number 1, 2011, pp. 103-120.
- [31] G.Laporte, D.C.Paraskevopoulos, P.P. Repoussis, C.D. Tarantilis, Resource Constraint Routing and Sceduling.CIRRELT, February 2016.

[32] Α. Παπαδόπουλος, Μεταπτυχιακή Εργασία «Το Πρόβλημα της Δρομολόγησης Στόλου Οχημάτων : Μελέτη Περίπτωσης». Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Διοίκησης Επιχειρήσεων, MBA, 2015.

[33] Μ.Γ.Καρλαύτης, Ν.Δ.Λαγαρός, Επιχειρησιακή Έρευνα και Βελτιστοποίηση για Μηχανικούς. Εκδόσεις Συμμετρία (2010).

[34] J. Zhanga, W.H.K.Lama, Bi Yu Chena, On-time delivery probabilistic models for the vehicle routing problem with stochastic demands and time windows, European Journal of Operational Research 2015.

[35] Επίσημη Ιστοσελίδα Ομάδας Εργασίας του EURO για τη Δρομολόγηση & την Εφοδιαστική, VeroLog: <http://www.verolog.eu/>

[36] Δημητριάδη Ι. Χριστίνα Σακαρίκου Λ. Ελισάβετ-Ιωάννα «Πτυχιακή Εργασία» Θέμα: «ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΙΚΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ».

[37] International Union of combined road-rail transport companies, UIRR Statistics 2011. Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: <http://www.uirr.com/en/media-centre/annual-reports/statistics/mediacentre/517-uirr-statistics-2011.html>

[38] Ιστοσελίδα ελληνικής μεταφορικής εταιρίας Sakorafas Hellenic Transport: <http://www.sakorafas.gr/pages.asp?pid=16&subid=17>

[39] Παλέτες Τσελέπης, Διαθέσιμο στην Ιστοσελίδα: <https://www.xo.gr/profile/paletes-tselepis/el/>

[40] Ιστοσελίδα ελληνικής εταιρίας κατασκευής παλετών: www.hellaspal.gr/Products/

[41] Sid'Ahmed, O. (UNECE), Barreto, M. (ITF), Strelow, H. (Eurostat), 2009. Illustrated Glossary for Transport Statistics, 4th edition. Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: <http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp6/pdfdocs/glossen4.pdf>

[42] Ε.Τουρνάκη, Διπλωματική Εργασία Σχολή Πολιτικών ΕΜΠ 2014 ,Το Αποτύπωμα Άνθρακα στις Σιδηροδρομικές Συνδυασμένες Μεταφορές: Εφαρμογή στη Γραμμή Αθηνών-Θεσσαλονίκης.

[43] Θεωρητική Εκπαίδευση Υποψήφιων Οδηγών Φορτηγών, Υπουργείο Μεταφορών και Δικτύων.

[44] Π.Φαφουτέλλης, Διπλωματική Εργασία Σχολή Πολιτικών ΕΜΠ 2015 , Κατανάλωση Φορτηγών Οδικών Οχημάτων.

[45] K. Lumsden, "Truck Masses and Dimensions - Impact on Transport Efficiency" SAG report, Gothenburg, Sweden, 6 October 2004.

[46] Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, 1996. Οδηγία 96/53/EK, Διαθέσιμο στην Ιστοσελίδα: https://ec.europa.eu/transport/modes/road/weights-and-dimensions_en

[47] Ευρωπαϊκή Επιτροπή Μεταφορών/Οδική Ασφάλεια, Διαθέσιμο στην Ιστοσελίδα : http://ec.europa.eu/transport/road_safety/going_abroad/greece/speed_limits_el.htm

-
- [48] [Eurostat: Στην Ελλάδα ο γηραιότερος στόλος οχημάτων για τις οδικές εμπορευματικές μεταφορές | iefimerida.gr](http://iefimerida.gr) 18|07|2017
- [49] Χ.Μπαλλής, Διερεύνηση παραμέτρων κατανάλωσης φορτηγών οχημάτων, Διπλωματική Εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 2015
- [50] Γ.Π.Μαλινδρέτος, ηλεκτρονικό βιβλίο «Εφοδιαστική Αλυσίδα, Logistics και Εξυπηρέτηση Πελατών», Διαθέσιμο στην Ιστοσελίδα: www.kalipos.gr
- [51] ΦΕΚ/Αρ.φύλλου91/12Απριλίου2005/Νόμος υπ'αριθμόν 3333 «Ίδρυση και λειτουργία εμπορευματικών κέντρων και άλλες διατάξεις».
- [52] Αθανάσιος Μπαλλής - Επιλεγμένες διαφάνειες από τις ενότητες που διδάχθηκαν στο μάθημα: «Ναυτιλία και Θαλάσσιες Μεταφορές» Δ.Π.Μ.Σ. Επιστήμη και Τεχνολογία Υδατικών πόρων / Δ' Κατεύθυνση.
- [53] F.Saruchera, The ABCs of Transport & Transport Geography, Διαθέσιμο στην Ιστοσελίδα: http://www.nust.na/sites/default/files/documents/1%20Transport%20Geography_0.pdf
- [54] J.P.Rodrigue, C.Comtois, B. Slack.The geography of transport systems, Edition 2006.
- [55] Ιστότοπος χαρτών της Google: <https://maps.google.com>
- [56] Ιστότοπος χαρτών της Microsoft: www.bing.com/maps
- [57] Ιστότοπος χαρτών της OpenStreetMap: <https://www.openstreetmap.org>
- [58] Πληροφορίες για το GPS: https://el.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System
- [59] Ιστότοπος της Coolweb : <http://coolweb.gr/ti-einai-gps-pos-leitourgei/>
- [60] What is GIS – Esri, July 2012: <http://www.esri.com/library/bestpractices/what-is-gis.pdf>
- [61] Trimble Data Marketplace, Ιστοσελίδα διάθεσης γεωδεδομένων από OpenStreetMaps: <https://market.trimbledata.com/#/datasets/osm-openstreetmap-planet>
- [62] Peter S.Lindquist, Qifeng Wang, Binary Tree Vehicle Routing Algorithm: Methods and Applications, Presentation, National Center for Freight & Infrastructure Research and Education (CFIRE), University Of Toledo.
- [63] Eleftherios Sdoukopoulos, Maria Boile & Afroditi Anagnostopoulou, Estimating truck operating costs for domestic trips – case studies from Greece. Logistics & Sustainable Transport Vol. 6, No. 1, November 2015, 41–49.
- [64] Ιστοσελίδα Πανελλήνιας Ομοσπονδίας Πρατηριούχων Εμπόρων Καυσίμων / Τιμές: <https://www.popek.gr/index.php/el/times-kafsimon/home>
- [65] Ινστιτούτο Βιώσιμης Κινητικότητας και Δικτύων Μεταφορών (Ι.ΜΕΤ.), Μελέτη Προσδιορισμού του Συνολικού Κόστους Αστικών και Υπεραστικών Εμπορευματικών Μεταφορών, Ε.Κ.Ε.Τ.Α. – Ι.ΜΕΤ., 15 – 02 – 2013.

[66] M.Coyle, Effects of Payload on the Fuel Consumption of Trucks (2007) , Department for Transport (DfT). Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα:
<https://imise.co.uk/wp-content/uploads/2017/09/RR5-Effects-of-Payload-on-the-Fuel-Consumption-of-Trucks.pdf>

[67] Ν.Ζωγραφίδης Διπλωματική Εργασία, Ανάπτυξη Προτύπου Υπολογισμού Κόστους Λειτουργίας Βυτιοφόρων Οχημάτων, ΕΜΠ 2007.

[68] J.Malczewski , GIS and Multicriteria Decision Analysis, book, pp.70-72,John Wiley & Sons Inc (1999)

[69] TransCAD Transportation Planning Software, Επίσημη Ιστοσελίδα της εταιρίας παροχής του λογισμικού : <https://www.caliper.com/tcovu.htm>

[70] Günes Erdogan, An open source Spreadsheet Solver for Vehicle Routing Problems. Computers and Operations Research 84 (2017) 62–72

[71] Επίσημη ιστοσελίδα εμπορικού διαδικτυακού λογισμικού δρομολόγησης οχημάτων logvrp : <https://logvrp.com/logvrpsite/en/features.html>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α΄

Παράρτημα Α1- Γενικά Στοιχεία Μεταφορών

Οι μεταφορές αποτελούν μια από τις σημαντικότερες ανθρώπινες δραστηριότητες παγκοσμίως. Είναι απαραίτητη συνιστώσα της οικονομίας και διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στις σχέσεις μεταξύ χωρών και τοποθεσιών, δημιουργώντας συνδέσεις μεταξύ τους αλλά και κοινές δραστηριότητες, μεταξύ των ανθρώπων. Οι μεταφορές και η βιώσιμη κινητικότητα παρέχουν πολλαπλά οφέλη, συμπεριλαμβανομένων άμεσων οφελών για τους χρήστες, δηλαδή τα άτομα που επωφελούνται από κάποια δραστηριότητα μεταφορών, αλλά και συνολικά οφέλη στην κοινωνία. Ως **μεταφορά** ορίζεται η δραστηριότητα της διακομιδής αγαθών ή ατόμων από ένα μέρος σε ένα άλλο μέσω χρήσης κάποιου μέσου-οχήματος.

Οι περισσότερες οικονομικές και κοινωνικές δραστηριότητες περιλαμβάνουν έστω και μερικώς κάποιου είδους μεταφορά, όπως ένα ταξίδι ή την παράδοση ενός πολύτιμου αγαθού. Αυτό αναδεικνύει ότι οι μεταφορές έχουν εξαιρετικά μεγάλη χρησιμότητα και είναι απαραίτητες. Από πολύ παλιά ο άνθρωπος είχε την ανάγκη για μετακίνηση με στόχο την εύρεση τροφής και στέγης ή την προσέγγιση για επιθυμητές δραστηριότητες. Ωστόσο, πέραν της σημαντικότητας των μεταφορών δεν σημαίνει ότι σε όλες τις περιπτώσεις παρέχουν καθαρά οφέλη. Υπάρχουν αρκετές περιπτώσεις όπου οι παροχές υπερβαίνουν το κόστος, η αυξημένη κινητικότητα προκαλεί προβλήματα και το μεταφορικό σύστημα δε λειτουργεί στο βέλτιστο επίπεδο.

Τα καθαρά οφέλη για τις μεταφορές τείνουν να μεγιστοποιούνται με πολιτικές που περιλαμβάνουν την πρόβλεψη για τις ανάγκες της ζήτησης, αποτελεσματική τιμολόγηση και βελτιστοποίηση των μεταφορικών υποδομών. Αυτές οι αρχές ευνοούν υψηλότερης αξίας συστήματα μεταφορών και αποδοτικότερους τρόπους εκμετάλλευσης των πόρων και των αγαθών μεταφοράς, καθώς και μείωση στα συνολικά κόστη.

Η επιτακτική ανάγκη για ελαχιστοποίηση του κόστους μεταφοράς και του χρόνου διαδρομής οδήγησαν τα τελευταία χρόνια στην εξέλιξη της μεταφοράς. Έτσι η μεταφορά σήμερα περιλαμβάνει όχι μόνο την καθαυτή μεταφορική διαδικασία (μετακίνηση επιβάτη, μεταφορά και παραλαβή προϊόντος), αλλά και άλλες παροχές (π.χ. αποθήκευση προϊόντος, διευκόλυνση για τη χρησιμοποίηση και άλλου μέσου μεταφοράς), ώστε ο επιβάτης ή τα εμπορεύματα να μεταφέρονται από πόρτα σε πόρτα χωρίς ενδιάμεσες καθυστερήσεις υπό συνθήκες αξιόπιστες, ασφαλείς και όσο το δυνατόν χαμηλότερου κόστους.

Επιπλέον, η μεταφορά εμπορευμάτων παίζει έναν συνδετικό ρόλο μεταξύ των διαφόρων βημάτων που οδηγούν στη μετατροπή των πόρων σε χρήσιμα αγαθά για τον τελικό προορισμό που είναι ο καταναλωτής. Χρειάζεται σωστός σχεδιασμός όλων αυτών των λειτουργιών σε ένα σύστημα διανομής αγαθών προκειμένου να μεγιστοποιηθεί η εξυπηρέτηση των πελατών αλλά παράλληλα να ελαχιστοποιηθεί και το κόστος της επιχείρησης, στόχοι που αποτελούν τους κυριότερους της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Ανάλογα με το είδος, η μεταφορά αγαθών διακρίνεται σε εναέρια, θαλάσσια, χερσαία (οδική, σιδηροδρομική, πλωτή) αλλά και μεταφορά με συνδυασμό μέσων η οποία διακρίνεται σε:

Πολυτροπική μεταφορά - Multimodal transport:

Μεταφορά αγαθών από δύο ή περισσότερα μέσα μεταφοράς

Διατροπική μεταφορά - Intermodal transport: Μετακίνηση αγαθών με μια και την αυτή μεταφορική μονάδα ή οδικό όχημα, που χρησιμοποιεί διαδοχικά δύο ή περισσότερα μέσα μεταφοράς, χωρίς να γίνεται φορτοεκφόρτωση των αγαθών κατά την αλλαγή των μέσων.

Συνδυασμένη μεταφορά - Combined transport: Διατροπική μεταφορά κατά τη οποία το μεγαλύτερο τμήμα της διαδρομής εκτελείται σιδηροδρομικώς, σε εσωτερικές πλωτές οδούς ή δια θαλάσσης και κάθε αρχικό ή/και τελικό τμήμα της εκτελείται οδικώς με φορτηγά αυτοκίνητα όντας όσο το δυνατό συντομότερο³.

Η εξέλιξη της έννοιας και των βασικών αρχών των Μεταφορών, των Logistics και της Εφοδιαστικής Αλυσίδας είναι άμεσα συνδεδεμένες με την εξέλιξη της βιομηχανίας και του εμπορίου. Ο ρόλος της μεταφοράς των αγαθών έχει πλέον πολύ σημαντική δυναμική λόγω των σύγχρονων συναλλαγών, τεχνολογιών και προϊόντων και έχει εξέχουσα θέση στον κλάδο των επιχειρήσεων και στην κοινωνία. Η μεταφορική διαδικασία θα πρέπει να πραγματοποιείται με το ελάχιστο κόστος αλλά και με ασφάλεια εξασφαλίζοντας παράλληλα σε ορισμένο χρονικό διάστημα, την καθορισμένη ποσότητα αγαθών στη θέση όπου υφίσταται η ζήτηση.

Η έννοια των logistics έχει τις ρίζες της από την αρχή του εμπορίου, ουσιαστικά όσο υπάρχει ανταλλαγή αγαθών (μεταφορά ή διανομή) υπάρχει και ένα μηχανισμός εφοδιαστικής υποστήριξης. Η **εφοδιαστική (Logistics)** του συστήματος των εμπορευματικών μεταφορών είναι η πιο άμεση λειτουργία του συστήματος των επιχειρήσεων η οποία συνδέεται με τη μεταφορά και νοείται ως το σύνολο των ενεργειών που περιλαμβάνουν την έγκαιρη

³ **Συνδυασμένη μεταφορά** γενικότερα θεωρείται η μεταφορά μοναδοποιημένων φορτίων με χρήση δύο ή περισσότερων μέσων μεταφοράς σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα μεταφορικής αλυσίδας από αποστολέα σε παραλήπτη (πόρτα-πόρτα) **Door-To-Door**

πληροφόρηση για τη ζήτηση ενός αγαθού σε συγκεκριμένο τόπο και χρόνο, την ασφαλή και ταχεία μεταφορά, την πιθανή αποθήκευσή του, και την τελική παράδοση στον πελάτη.

Σύμφωνα με το Συμβούλιο Logistics Management (1991) « Logistics είναι το μέρος της διαδικασίας της εφοδιαστικής αλυσίδας που σχεδιάζει, υλοποιεί και ελέγχει την αποδοτική και αποτελεσματική ροή και αποθήκευση αγαθών, υπηρεσιών και σχετικών πληροφοριών μεταξύ του σημείου προέλευσης και του τελικού σημείου κατανάλωσης προκειμένου να ικανοποιηθούν οι απαιτήσεις των πελατών ».

Ο ορισμός αυτός συμφωνεί με τον ορισμό της Ευρωπαϊκής Επιτροπής που αναφέρει ότι τα logistics ως σύστημα καλύπτουν τον προγραμματισμό, την οργάνωση, τη διαχείριση, τον έλεγχο και την εκτέλεση της μεταφοράς εμπορευμάτων .

Κριτήρια λειτουργικού πλαισίου και μέσα μεταφοράς

Οι υπηρεσίες των μεταφορών και των logistics όσον αφορά τα **κριτήρια λειτουργικού πλαισίου** (π.χ. μεταφορά ή αποθήκευση) και τα **μέσα μεταφοράς** (π.χ. οδικές, σιδηροδρομικές, θαλάσσιες ή εναέριες) κατατάσσονται σε εννέα αντίστοιχους τομείς⁴ :

1. Μεταφορές και διαχείριση χύμα φορτίου
2. Μεταφορές με πλήρες φορτίο φορτηγού οχήματος (**Full TruckLoad - FTL**)
3. Μεταφορές με φορτίο μικρότερο από το φορτίο πλήρωσης (**Less Than TruckLoad - LTL**)
4. Ειδικές μεταφορές και υπηρεσίες όπως η μεταφορά αυτοκινήτων, σιλό και δεξαμενών
5. Υπηρεσίες ταχυμεταφορών και δεμάτων (**Courier Express & Parcel - CEP**)
6. Συνεργατικές μεταφορές και υπηρεσίες ανάληψης από τρίτους (**Contract Logistics & outsourcing**)
7. Συνδυασμένες μεταφορές και υπηρεσίες αποθήκευσης και διαχείρισης εντός κέντρων διανομής και τερματικών σταθμών.
8. Θαλάσσιες μεταφορές εμπορευμάτων και διαχείριση λιμενικών εγκαταστάσεων
9. Αεροπορικές εμπορευματικές μεταφορές και υπηρεσίες.

⁴Statistical Coverage and Economic Analysis of the Logistics Sector in the EU, SEALS-Final Report/Dec 2008

Παράρτημα Α2 - Πλεονεκτήματα & Μειονεκτήματα Οδικών Μεταφορών

Η ανοδική πορεία που παρουσιάζει το μεταφορικό έργο των οδικών μεταφορών οφείλεται στα σημαντικά **πλεονεκτήματα** που παρουσιάζει το μέσο, τα οποία παρατίθενται στη συνέχεια:

- **Συχνότητα εξυπηρέτησης.** Η συχνότητα των δρομολογίων είναι μεγαλύτερη από κάθε άλλο μέσο. Χαμηλή συχνότητα εξυπηρέτησης οδηγεί σε έμμεσα κόστη λόγω απωλειών χρόνου για την παράδοση των αγαθών καθώς και σε αυξημένα αποθέματα προϊόντων στις αποθήκες και τις βιοτεχνίες.
- **Υψηλή ταχύτητα.** Μειώνει το χρόνο ταξιδιού και αυξάνει την ποιότητα των μεταφορικών υπηρεσιών.
- **Ευελιξία.** Δυνατότητα ελεύθερης επιλογής αφετηρίας, δρομολογίων, συχνότητας και προορισμού έτσι ώστε να μπορεί να εκτελεί και ενδιάμεσες στάσεις και να μπορεί να εξυπηρετήσει ακόμα και ατομικές μεταφορικές ανάγκες.
- **Δυνατότητα μεταφοράς Door To Door.** Εξυπηρετεί μεταφορές απευθείας από τον τόπο παραγωγής στον τόπο της κατανάλωσης (από πόρτα σε πόρτα) και δεν απαιτεί μεταφόρτωση ούτε ειδικές εγκαταστάσεις, όπως ο σιδηρόδρομος.
- **Δυνατότητα συνδυασμένης μεταφοράς** με σιδηροδρομικά & θαλάσσια μέσα μεταφοράς.
- **Προσαρμοστική ικανότητα** ως προς τις κατά τόπους εποχικές μεταφορές, αφού συνδέει γεωγραφικές περιοχές για να εξυπηρετήσει το εκάστοτε μεταφορικό έργο. Προσαρμόζεται στις επιθυμίες των πελατών και εξυπηρετεί άριστα ιδιωτικές επιχειρήσεις.
- **Προσιτότητα.** Δεν επηρεάζεται από τις καιρικές συνθήκες όπως το πλοίο και το αεροπλάνο.

Τα **μειονεκτήματα** των οδικών μεταφορών είναι τα εξής:

- Η χρήση αστικών, εθνικών-διεθνών αυτοκινητοδρόμων κατέστησε αναγκαία τη θέσπιση πολύπλοκων κανονισμών κυκλοφορίας, ορίων ταχύτητας, περιορισμό των διαστάσεων και των φορτίων που μεταφέρονται.
- Ο τομέας των οδικών μεταφορών είναι υπεύθυνος για μεγάλο ποσοστό εκπομπών ρύπων.
- Εντός πόλεων εμφανίζεται πρόβλημα συμφόρησης και έλλειψης χώρου στάθμευσης.
- Υψηλές μεταβλητές δαπάνες, εργασιακό κόστος, το κόστος συντήρησης, το λειτουργικό κόστος, τα καύσιμα, τα διόδια, τα τέλη κυκλοφορίας κ.λπ.
- Πρόκληση τροχαίων ατυχημάτων και πρόσθετα κοινωνικά κόστη που προκύπτουν από τα ατυχήματα, τα οποία αποτελούν τη σημαντικότερη ίσως αρνητική εξωτερική επίδραση του συστήματος των μεταφορών. Η Ελλάδα ανήκει στη μειοψηφία των

χωρών, μαζί με την Ισπανία και την Πορτογαλία, στις οποίες αυξήθηκαν τα θανατηφόρα ατυχήματα.

Οι συνολικές υποδομές μεταφορών μια χώρας επηρεάζουν σημαντικά το επίπεδο των παρεχόμενων υπηρεσιών, αντικατοπτρίζοντας το μεταφορικό έργο της χώρας αλλά και το αντίστροφο. Το οδικό δίκτυο, (αστικό και εθνικό), υφίσταται σημαντική επιβάρυνση από την κυκλοφορία των βαρέων οχημάτων των οδικών μεταφορέων. Σε κοινοτικό επίπεδο η Ελλάδα καταλαμβάνει τη 19^η θέση όσον αφορά στη σχέση του υφιστάμενου οδικού δικτύου (αυτοκινητόδρομοι) με το μεταφερόμενο φορτίο (σε εκ.τονοχιλιόμετρα), γεγονός που καταδεικνύει το μέγεθος της επιβάρυνσης των αυτοκινητόδρομων για την εξυπηρέτηση των οδικών εμπορευματικών μεταφορών.

Έτσι κρίνεται αναγκαίος ο σωστός σχεδιασμός για εμπορευματικές μεταφορές και από άποψη των επιχειρήσεων και από την πολιτεία. Το νομικό πλαίσιο λαμβάνει υπόψη αυτή την κρίσιμη επίπτωση στο υπάρχον οδικό δίκτυο, η οποία επηρεάζει δυσμενώς τους δείκτες οδικής ασφάλειας και περιβαλλοντικής προστασίας. Οι βασικές συνιστώσες του πλαισίου είναι η όσο το δυνατόν συντομότερη και περιβαλλοντικά φιλική διαδρομή.

Από άποψη λειτουργίας στις οδικές εμπορευματικές μεταφορές, σημαντικός παράγοντας είναι **η ποιότητα δικτύου** κύριων & δευτερευόντων **οδικών αξόνων**, η οποία επιδρά στην αποτελεσματική και έγκαιρη παράδοση εμπορευμάτων, καθώς και **ο στόλος των φορτηγών οχημάτων**. Η ζήτηση για οδικές μεταφορές εμπορευμάτων εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ύπαρξη ιδιόκτητου ή μη στόλου οχημάτων από τις εμπορικές και βιομηχανικές επιχειρήσεις της χώρας. Οι εμποροβιομηχανικές επιχειρήσεις έχουν τη δυνατότητα να επιλέξουν ανάμεσα στην ανάθεση του μεταφορικού έργου σε τρίτους ή διεκπεραίωση με ίδια μέσα. Όμως, η αγορά φορτηγών αυτοκινήτων δεσμεύει σημαντικά κεφάλαια. Οι διαμορφούμενες διεθνείς τάσεις ευνοούν την ανάθεση της μεταφορικής δραστηριότητας σε τρίτες ειδικευμένες επιχειρήσεις.

Παράρτημα Α3 - Σχεδιασμός Συστημάτων Μεταφορών

Από γεωγραφική άποψη, η μεταφορά εμπορευμάτων είναι η ικανότητας χωρικής σύνδεσης μιας προσφοράς και μιας παραγόμενης ζήτησης και έχει άμεση σχέση με τις εμπορικές και οικονομικές δραστηριότητες των επιχειρήσεων.

Ο τομέας των μεταφορών είναι ένας παράγοντας που συμβάλλει στην προστιθέμενη αξία των οικονομικών δραστηριοτήτων, διευκολύνει τη διακίνηση των αγαθών, επηρεάζει την αξία της γης (ακίνητη περιουσία) και τη γεωγραφική ανάπτυξη των περιοχών αλλά και επηρεάζεται από τα χαρακτηριστικά της γεωγραφικής περιοχής. Σημαντικά εμπειρικά στοιχεία δείχνουν ότι υπάρχει:

- Αύξηση της ζήτησης. Ο εικοστός αιώνας, περισσότερο από κάθε άλλο, έχει δει σημαντική αύξηση της ζήτησης μεταφορών επιβατών καθώς και εμπορευμάτων.
- Μείωση του κόστους. Ακόμα και αν αρκετοί τρόποι μεταφοράς είναι πολύ ακριβοί (εναέριες μεταφορές, για παράδειγμα), το κόστος ανά μονάδα μεταφοράς μειώθηκε σημαντικά κατά τις τελευταίες δεκαετίες.
- Επέκταση των υποδομών. Οι δύο παραπάνω τάσεις έχουν προφανώς αυξήσει τις απαιτήσεις για υποδομές μεταφορών τόσο ποσοτικά όσο και ποιοτικά. Δρόμοι, λιμάνια, αεροδρόμια, τηλεπικοινωνιακές εγκαταστάσεις και αγωγοί έχουν επεκταθεί σημαντικά για την εξυπηρέτηση νέων περιοχών και την προσθήκη δυναμικότητας στα υπάρχοντα δίκτυα. Επομένως, οι υποδομές μεταφορών αποτελούν σημαντικό στοιχείο των χρήσεων γης, ιδίως στις ανεπτυγμένες χώρες.

Ο **σχεδιασμός των μεταφορικών συστημάτων** έχει αντικείμενο την αναλυτική μελέτη τόσο των υποδομών και των δικτύων που απαιτούνται για την πραγματοποίηση των μεταφορών όσο και των μηχανισμών που περιγράφουν τη λειτουργία και την αποδοσή τους όπως η ζήτηση και η συμπεριφορά των χρηστών. Η εκτίμηση των αναγκών σε υποδομές, συνεπώς, προϋποθέτει την ανάλυση της λειτουργίας του **συστήματος δραστηριοτήτων** που δημιουργεί τη ζήτηση μεταφορικής εξυπηρέτησης.

Βασικά στοιχεία του σχεδιασμού είναι πρώτον ο **καθορισμός της περιοχής** μελέτης, η **κατανόηση των περιορισμών** που επηρεάζουν το πρόβλημα και η **διερεύνηση των μεταβολών** που επιφέρει οποιαδήποτε αλλαγή στη λειτουργία του συστήματος, ενώ στόχος αποτελεί η όσο το δυνατόν βέλτιστη ικανοποίηση των απαιτήσεων του συστήματος.

Το σύστημα δραστηριοτήτων εξελίσσεται και μεταβάλλεται συνεχώς με την πάροδο του χρόνου, εξαρτάται από το φυσικό και οικονομικό περιβάλλον της περιοχής αλλά και από το μεταφορικό σύστημα που το υποστηρίζει. Και τα 2 συστήματα επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από το γεωγραφικό περιβάλλον της περιοχής.

Οι χρήσεις γης καθορίζουν τη μορφή και τη δομή του συστήματος δραστηριοτήτων μέσω νομοθετικών διατάξεων, πολεοδομικών κανονισμών και διοικητικών αποφάσεων. Μια περιοχή μπορεί έτσι να χαρακτηρίζεται ως περιοχή κατοικιών, αγροτική, εμπορική ή βιομηχανική περιοχή. Επιπλέον, με το γεωγραφικό περιβάλλον συνδέονται και αλληλεπιδρούν ο τρόπος δόμησης και το συγκοινωνιακό ή **μεταφορικό δίκτυο** παίζοντας σπουδαίο ρόλο στη διαμόρφωση των συστημάτων μεταφορών-δραστηριοτήτων. Στο Σχήμα 8 παρουσιάζεται η σχέση του γεωγραφικού περιβάλλοντος με βασικές παραμέτρους συστημάτων μεταφορών.



Σχήμα 8: Βασικές Συνιστώσες του Μεταφορικού Συστήματος

Μια περιοχή διαμερίζεται σε μικρότερες περιοχές, που καλούνται ζώνες (zones), με βάση κυρίως την ομοιογένεια των χαρακτηριστικών που επηρεάζουν την γένεση μεταφορών. Ζώνες με σημαντική ομοιότητα χαρακτηριστικών συγκροτούν τους τομείς (sectors).

Κατά το σχεδιασμό του μεταφορικού συστήματος είναι επιθυμητό να διερευνηθεί η επίδραση των χαρακτηριστικών αυτών στη λειτουργία και την απόδοση του συστήματος. Η διερεύνηση πραγματοποιείται με ανάλυση των χωρικών δεδομένων, χρήση μαθηματικών μοντέλων και προσομοίωση του συστήματος σε υπολογιστικά πληροφοριακά προγράμματα, όπως για παράδειγμα Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα. Με αυτόν τον τρόπο είναι εφικτή η διατύπωση διαφορετικών σεναρίων, η εξέταση εναλλακτικών λύσεων και σχεδιασμών, η παροχή πληροφοριών σχετικά με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά του συστήματος και η λήψη αποφάσεων με ικανοποιητική αναπαράσταση της πραγματικότητας.

Η μεθοδολογία προσέγγισης που θα κληθεί να ακολουθήσει ο μηχανικός ή ο μελετητής μεταφορικών συστημάτων για την αναπαράσταση του συστήματος εξαρτάται από όλα τα παραπάνω τεχνικά, γεωγραφικά, οικονομικά και περιβαλλοντικά ζητήματα.

Τα μεταφορικά δίκτυα διαχωρίζονται σύμφωνα με τη δομή τους σε δύο βασικές κατηγορίες :

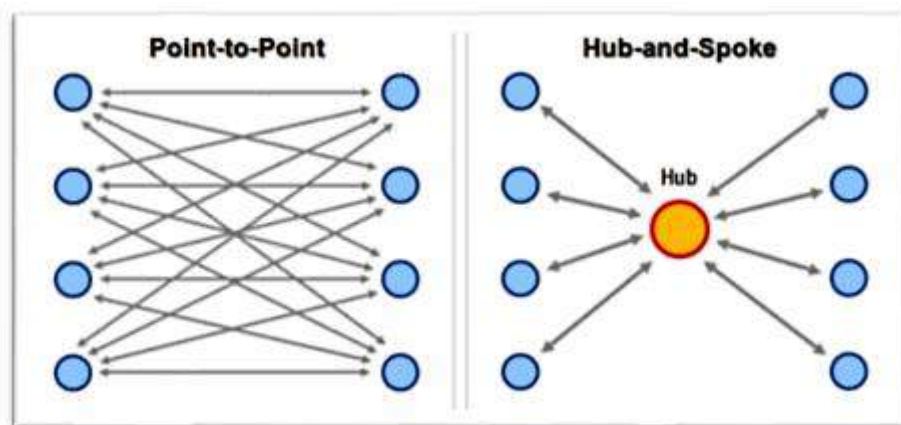
Σύστημα Απευθείας Συνδέσεων (Point to Point-P2P)

Αυτή η μορφή δικτύου αναφέρεται σε απευθείας συνδέσεις μεταξύ όλων των προορισμών και ανάλογα με τις αποστάσεις επιλέγεται η βέλτιστη κυκλική δρομολόγηση των σημείων διανομής. Είναι σύστημα ιδιαίτερα χρήσιμο στις οδικές εμπορευματικές μεταφορές όπου γίνεται η μεταφορά φορτίων με οχήματα καθορισμένης χωρητικότητας και απαιτείται η εξυπηρέτηση πελατών σε συγκεκριμένο χρόνο, οπότε το όχημα πρέπει να κινηθεί άμεσα από το ένα σημείο ζήτησης στο επόμενο, με φορτίο μικρότερο της πλήρωσης του οχήματος. Εφαρμόζεται και σε ακτοπλοϊκά/λιμενικά συστήματα.

Σύστημα Κομβικών Γραμμών και Ακτινικών Συνδέσεων (Hub and Spoke)

Πρόκειται για ένα εναλλακτικό σύστημα μεταφοράς σε σχέση με τη παραδοσιακή μέθοδο απευθείας διασύνδεσης πολλών διαφορετικών προορισμών μεταξύ τους όπου αντί για απευθείας συνδέσεις, η διακίνηση επιβατών και εμπορευμάτων πραγματοποιείται μέσα από ένα δίκτυο το οποίο δομείται από ένα βασικό κέντρο, που λειτουργεί ως κόμβος και τροφοδοτεί μια σειρά από μικρότερα περιφερειακά κέντρα.

Το μοντέλο Hub and Spoke χρησιμοποιείται όταν υπάρχουν πολλές τοποθεσίες γύρω από ένα κεντρικό σημείο στις οποίες πρέπει να διακινηθεί το φορτίο. Ο κεντρικός κόμβος λέγεται hub. Γύρω από τον κεντρικό κόμβο υπάρχουν προεκτάσεις και ακτινικές συνδέσεις, δηλαδή τα υπόλοιπα σημεία του δικτύου τα οποία ονομάζονται Spokes συνδέονται μέσω ανταποκρίσεων από τον κεντρικό κόμβο. Αυτή η δομή δρομολόγησης έχει μεγαλύτερη εφαρμογή στα λιμενικά και στα αεροπορικά συστήματα μεταφορών και όχι τόσο στα οδικά όπου προτιμάται η κυκλική απευθείας μεταφορική εξυπηρέτηση.



Σχήμα 9: Σύγκριση συστήματος απευθείας συνδέσεων και συστήματος ανταποκρίσεων

Στο σχήμα φαίνεται χαρακτηριστικά η δομή του παραδοσιακού δικτύου απευθείας συνδέσεων όλων των σημείων μεταξύ τους ενώ στην περίπτωση του hub το κεντρικό σημείο είναι υπεύθυνο για την εξυπηρέτηση μέσω ανταποκρίσεων των κόμβων του δικτύου.

Παράρτημα Α4 - Τα οφέλη των συνεργατικών διανομών

Οι συνέργειες μεταξύ εταιριών 3PL ή μεταξύ προμηθευτών-μεταφορέων μέσω της χρήσης κοινών φορτηγών (συμφορτώσεις - transport pooling) καθώς επίσης και μέσω της λειτουργίας Αστικών Κέντρων Ενοποίησης Εμπορευμάτων (ΑΚΕΕ) οδηγούν σε οφέλη τα οποία είναι οικονομικά, περιβαλλοντικά και κοινωνικά μερικά εκ των οποίων είναι τα εξής :

Οφέλη σε οικονομικό επίπεδο

- Μείωση του αριθμού των οχημάτων και της διανυόμενης απόστασης εντός αστικών κέντρων που οδηγεί σε μείωση λειτουργικού κόστους.
- Μείωση της χρονικής διάρκειας των δρομολογίων και συνεπώς μείωση της κατανάλωσης καυσίμου
- Αύξηση του όγκου των εμπορευμάτων ανά όχημα (υψηλό loading factor) οδηγώντας σε μείωση του μοναδιαίου κόστους των αστικών εμπορευματικών μεταφορών
- Καλύτερη αξιοποίηση της χωρητικότητας των αποθηκευτικών κέντρων
- Καλύτερη αξιοποίηση του ανθρώπινου δυναμικού
- Μείωση του χρόνου ελέγχου των αποθεμάτων
- Ευκαιρίες για υλοποίηση δραστηριοτήτων προστιθέμενης αξίας όπως συσκευασία, τιμολόγηση, ανακύκλωση κτλ (λόγω απελευθέρωσης χώρου αποθήκευσης)

Οφέλη σε περιβαλλοντικό επίπεδο

- Μείωση του ανθρακικού αποτυπώματος και του θορύβου
- Αύξηση της χρήσης πιο φιλικών προς το περιβάλλον οχημάτων (π.χ. ηλεκτρικά, υβριδικά οχήματα)
- Χαμηλότερα επίπεδα θορύβου λόγω χρήσης αθόρυβων οχημάτων

Οφέλη σε κοινωνικό επίπεδο

- Χαμηλότερα επίπεδα συμφόρησης
- Μείωση ατυχημάτων που προέρχονται από οχήματα διανομής
- Μεγαλύτερη ασφάλεια των πεζών

Παράρτημα Α5 - Εθνική Στρατηγική για την Εφοδιαστική στην Ελλάδα

Στο χώρο των μεταφορικών υπηρεσιών έχει αποφασιστεί τα τελευταία χρόνια να εφαρμοστεί στρατηγική αναδιάρθρωσης η οποία συνοψίζεται σε πέντε βασικά σημεία:

1. Μείωση του κόστους μεταφοράς.
2. Βελτιστοποίηση της αξιοποίησης όλων των υπαρχόντων διαθέσιμων μέσων.
3. Παροχή της βέλτιστης δυνατής ποιότητας υπηρεσίας στον πελάτη.
4. Άμεση συνεχής πληροφόρηση σε όλα τα στάδια.
5. Συνεχής αναζήτηση νέων τρόπων και προοπτικών για απόκτηση πλεονεκτημάτων έναντι του ανταγωνισμού.

Με τα χαρακτηριστικά των νέων δεδομένων όπως αυτά έχουν διαμορφωθεί στον τομέα των μεταφορών διεθνώς, είναι επιτακτική η ανάγκη για μείωση του κόστους μεταφορών και για λόγους προστασίας του περιβάλλοντος, οπότε η εφοδιαστική αλυσίδα πλέον λειτουργεί ως ρυθμιστικός παράγοντας, για τη δημιουργία νέου πλέγματος παραγωγής και διάθεσης των μεταφορικών υπηρεσιών και μια νέας μορφής «δικτύου» εταιρειών παροχής υπηρεσιών μεταφοράς, κυρίως υπηρεσιών Logistics, η οποία θα αφορά και θα συντονίζει όλα τα μεταφορικά μέσα.

Η ανάπτυξη του κλάδου των Logistics αναμένεται να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην ανάκτηση της ελληνικής οικονομίας. Η ραγδαία ανάπτυξη του παγκόσμιου εμπορίου είχε σαν αποτέλεσμα την αύξηση της παγκόσμιας διακίνησης εμπορευμάτων τα τελευταία 20 χρόνια. Στην Ελλάδα ο κλάδος της εφοδιαστικής αλυσίδας υπολογίζεται περίπου στο 10 % του ΑΕΠ⁵ ενώ υπάρχουν πολλές δυνατότητες περαιτέρω ανάπτυξης του κλάδου καθώς δεν έχει αξιοποιηθεί πλήρως η δυναμική της χώρας λόγω ναυτιλίας (ύπαρξη μεγάλου αριθμού λιμένων) και γεωγραφικής θέσης κλειδί (μικρότερη απόσταση Ευρώπης – διώρυγας Σουέζ.)

Βασικό αποτέλεσμα της εθνικής στρατηγικής για την Εφοδιαστική Αλυσίδα είναι η ενδυνάμωση της αποτελεσματικότητας όλου του συστήματος μεταφορών και logistics και η ανάδειξη της Ελλάδας σε διαμετακομιστικό κόμβο της Νοτιο-Ανατολικής Ευρώπης.

Οι βασικοί στόχοι του σχεδίου δράσεων που θα θέσουν τα logistics ως μέσο ανάπτυξης της Ελληνικής Οικονομίας είναι:

⁵ ΑΕΠ (Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν): Το σύνολο των προϊόντων και υπηρεσιών που παράγονται εγχώρια στη διάρκεια ενός έτους σε μια οικονομία εκφρασμένο σε χρηματικές μονάδες.

- Αναβάθμιση και βελτίωση των υποδομών. Ο στόχος αναβάθμισης του οδικού και σιδηροδρομικού δικτύου καθώς και των λιμένων της χώρας συνδέεται άμεσα με τη μείωση του χρόνου και του κόστους μεταφοράς των αγαθών, την εξυπηρέτηση μεγαλύτερου όγκου εμπορευματικού φορτίου και την προώθηση της ασφάλειας των μεταφορών.
- Συγκέντρωση και σύνδεση των εμπορευματικών κέντρων, σταθμών και εγκαταστάσεων με όλα τα μέσα μεταφοράς (οδικό δίκτυο, σιδηρόδρομο, λιμένες, αεροδρόμια)
- Προστασία του περιβάλλοντος και μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.
- Χρήση τεχνολογιών πληροφορικής, τηλεματικής και επικοινωνιών στην εφοδιαστική αλυσίδα για βελτίωση της ποιότητας των παρεχόμενων υπηρεσιών, εξοικονόμηση πόρων ενώ, ταυτόχρονα επιτρέπει στις επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται στο χώρο να οργανώσουν καλύτερα τις λειτουργίες τους.
- Βελτίωση του θεσμικού και του νομικού πλαισίου στον τομέα των μεταφορών και των logistics με στόχο την απλοποίηση των διαδικασιών.
- Δημιουργία συνεργατικών έργων και λειτουργιών ομαδοποίησης για ουσιαστική σύνδεση και συνεργασία των εμπλεκόμενων στην εφοδιαστική αλυσίδα
- Τροποποίηση των χρήσεων γης με σχεδιασμό για τα logistics & ευνοϊκούς όρους δόμησης
- Διερεύνηση μετεγκατάστασης μεταφορικών εταιριών από τις άτυπες βιομηχανικές-εμπορικές περιοχές σε οργανωμένα εμπορευματικά κέντρα και βιομηχανικά πάρκα.
- Εξυγίανση άτυπων συγκεντρώσεων αποθηκευτικών εγκαταστάσεων.
- Προσπάθεια για απομάκρυνση εγκαταστάσεων από τις κατοικημένες περιοχές.
- Απλοποίηση και εκσυγχρονισμός διαδικασιών για την αδειοδότηση εταιριών logistics – μεταφορών και για την υλοποίηση κατασκευή των εγκαταστάσεων
- Διαμόρφωση οργανωτικού πλαισίου δημόσιας διοίκησης του κλάδου της εφοδιαστικής.
- Προώθηση της τυποποίησης/προτυποποίησης στα ελληνικά logistics , πιστοποίησης βάσει διεθνών προτύπων.
- Εκσυγχρονισμός στόλου οχημάτων και μέσων μεταφοράς
- Προώθηση επαγγελματικών πιστοποιήσεων και πανεπιστημιακών σπουδών, στήριξη τεχνογνωσίας και οργανωτικής καινοτομίας με επαρκή χρηματοδότηση σχετικών δράσεων.
- Χρηματοδότηση δίνοντας οικονομικά κίνητρα στις επιχειρήσεις του κλάδου.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β
Δεδομένα, Πίνακες & Χάρτες

Πίνακας 2: Μητρώο προέλευσης – προορισμού για το δίκτυο διανομής Θριάσιο – Βιομηχανικές Περιοχές

TransCAD (Licensed to Vasilis Apostolopoulos) - [Matrix1 - VRP Matrix File (Distance)]																	
File Edit Matrix Tools Procedures Networks/Paths Planning Routing/Logistics Statistics Route Systems Window Help																	
	757	1146	1371	1454	2234	2819	3312	3940	4823	5363	6517	6674	8628	9382	9592	10453	10484
757	0.00	30.35	27.31	17.50	7.89	28.69	20.26	31.74	35.65	9.55	6.93	15.75	55.53	24.06	45.50	21.04	18.77
1146	30.35	0.00	29.25	13.56	38.21	1.72	23.08	35.09	28.18	20.81	37.29	38.54	48.00	25.79	38.03	11.45	16.70
1371	27.31	29.25	0.00	16.40	23.66	27.60	7.69	9.50	25.40	17.76	26.89	19.98	46.82	6.60	29.48	19.31	19.54
1454	17.50	13.56	16.40	0.00	25.35	11.90	10.23	22.24	21.99	7.95	24.43	25.40	41.81	13.04	31.84	3.93	3.14
2234	7.89	38.21	23.66	25.35	0.00	36.55	19.60	27.44	41.58	17.43	4.55	10.08	63.16	20.41	50.45	28.89	26.51
2819	28.69	1.72	27.60	11.90	36.55	0.00	21.43	33.44	27.79	19.15	35.63	36.88	47.60	24.14	37.64	9.79	15.05
3312	20.26	23.08	7.69	10.23	19.60	21.43	0.00	13.07	22.80	10.72	22.83	15.92	44.39	4.50	32.14	13.14	13.37
3940	31.74	35.09	9.50	22.24	27.44	33.44	13.07	0.00	32.86	22.19	30.67	23.76	54.44	12.41	37.33	25.11	25.38
4823	35.65	28.18	25.40	21.99	41.58	27.79	22.80	32.86	0.00	26.10	42.58	37.89	21.59	21.86	9.85	23.32	25.13
5363	9.55	20.81	17.76	7.95	17.43	19.15	10.72	22.19	26.10	0.00	16.48	24.15	45.98	14.51	35.95	11.49	9.23
6517	6.93	37.29	26.89	24.43	4.55	35.63	22.83	30.67	42.58	16.48	0.00	12.17	62.46	23.65	52.43	27.97	25.71
6674	15.75	38.54	19.98	25.40	10.08	36.88	15.92	23.76	37.89	24.15	12.17	0.00	59.48	16.74	46.77	28.59	27.78
8628	55.53	48.00	46.82	41.81	63.16	47.60	44.39	54.44	21.59	45.98	62.46	59.48	0.00	43.45	19.00	43.13	44.95
9382	24.06	25.79	6.60	13.04	20.41	24.14	4.50	12.41	21.86	14.51	23.65	16.74	43.45	0.00	30.63	16.06	16.18
9592	45.50	38.03	29.48	31.84	50.45	37.64	32.14	37.33	9.85	35.95	52.43	46.77	19.00	30.63	0.00	33.16	34.98
10453	21.04	11.45	19.31	3.93	28.89	9.79	13.14	25.11	23.32	11.49	27.97	28.59	43.13	16.06	33.16	0.00	7.07
10484	18.77	16.70	19.54	3.14	26.51	15.05	13.37	25.38	25.13	9.23	25.71	27.78	44.95	16.18	34.98	7.07	0.00

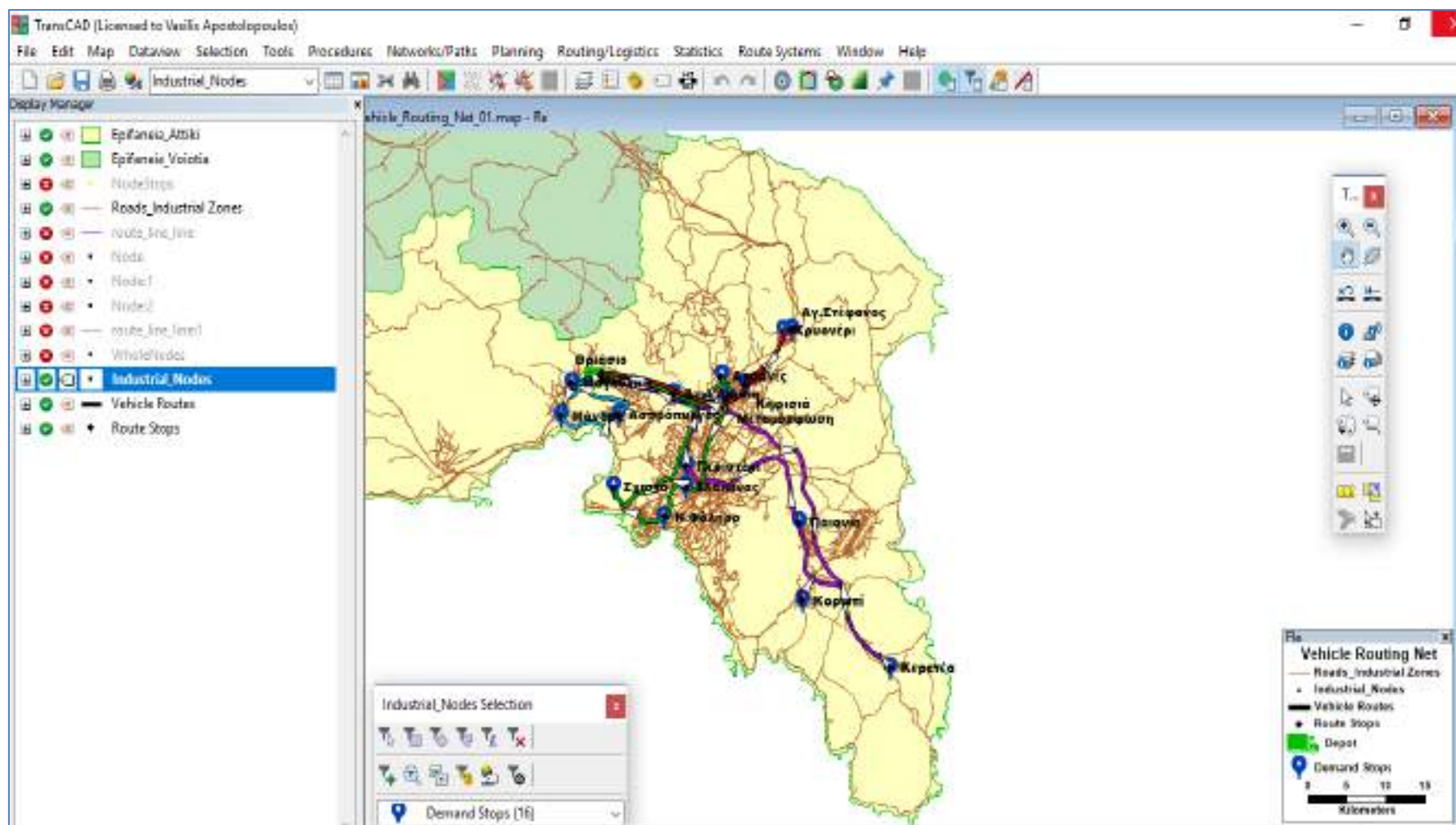
Πίνακας 1: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα για το δίκτυο διανομής: Θριάσιο – Βιομηχανικές Περιοχές

TransCAD (Licensed to Vasilis Apostolopoulos) - [Dataview3 - VRP Routes_Ind17p]

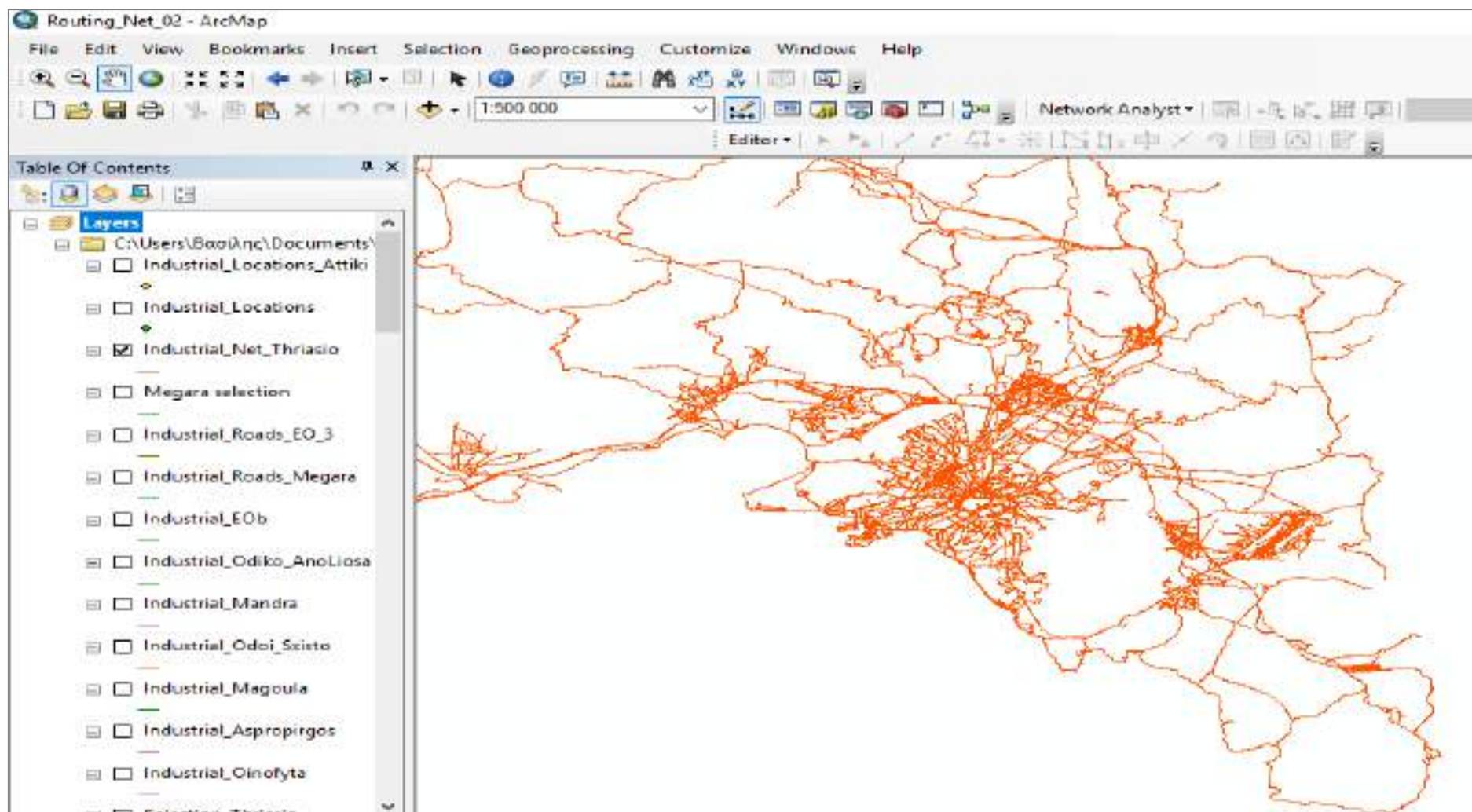
File Edit Dataview Selection Tools Procedures Networks/Paths Planning Routing/Logistics Statistics Route Systems Window Help

All Records

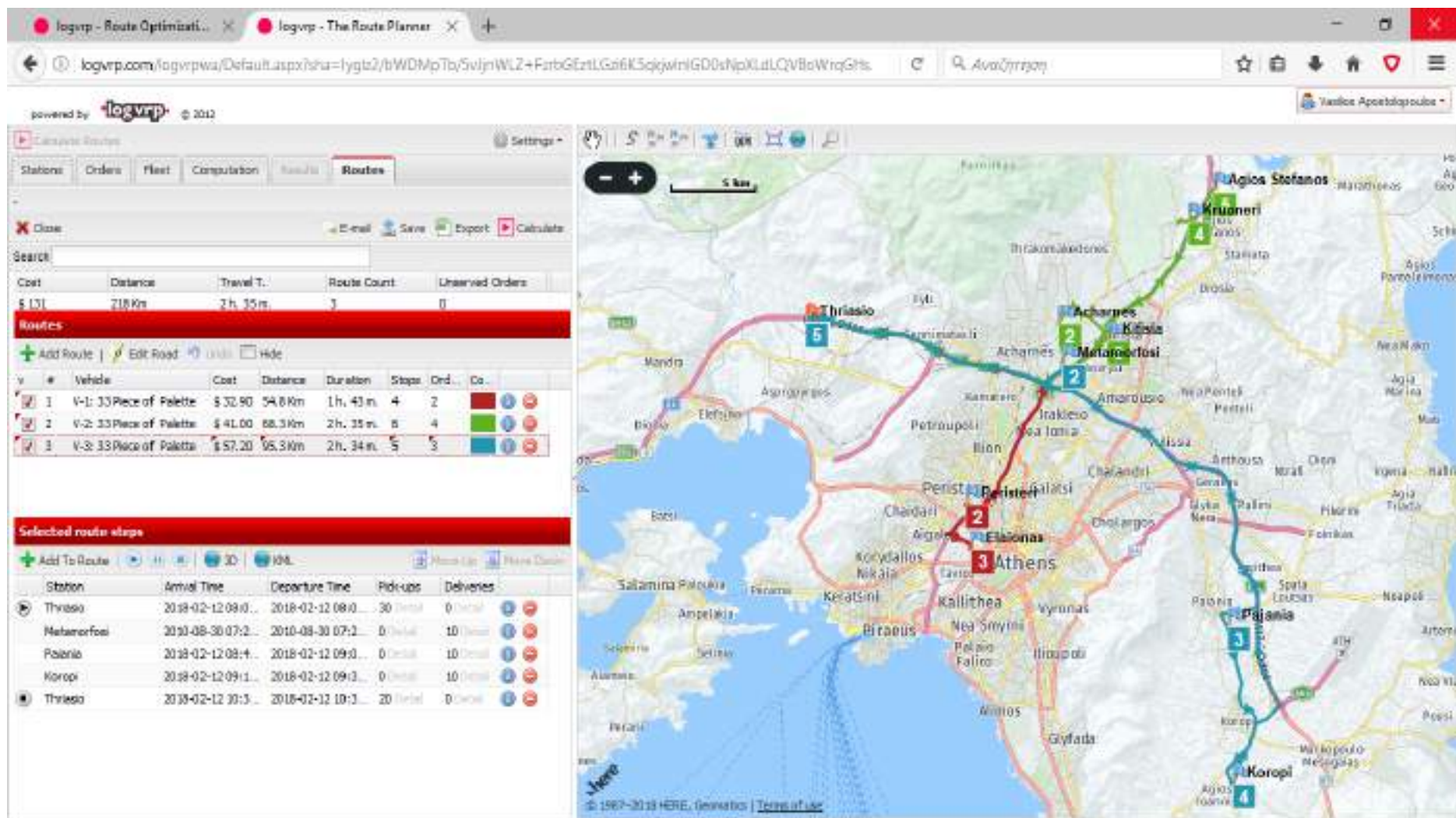
Route	[Vehicle Type]	Stop	Name	Node	Sequence	[Open Time]	[Due Time]	Arrival	Departure	Wait	[Service Time]	[Travel Time]	Distance	[Total Distance]	Delivery	[Total Load]	[Stop Type]
1	1	757	Thriasio	757	0	800	1300	--	800	--	--	--	--	0.00	--	31.00	Depot
1	1	8628	Keratea	8628	1	800	1200	907	923	0.0	16.0	66.6	55.53	55.53	6.000	25.00	Delivery
1	1	9592	Koropi	9592	2	800	1200	946	956	0.0	20.0	22.8	19.00	74.52	10.000	15.00	Delivery
1	1	4823	Paiania	4823	3	800	1200	1008	1028	0.0	20.0	11.8	9.85	84.37	10.000	5.00	Delivery
1	1	3312	Peristeri	3312	4	800	1200	1055	1110	0.0	15.0	27.4	22.80	107.17	5.000	0.00	Delivery
1	1	757	Thriasio	757	5	800	1300	1134	--	--	--	24.3	20.26	127.44	--	0.00	Depot
2	1	757	Thriasio	757	0	800	1300	--	800	--	--	--	--	0.00	--	32.00	Depot
2	1	10484	Acharnes	10484	1	800	1200	823	838	0.0	15.0	22.5	18.77	18.77	5.000	27.00	Delivery
2	1	9382	Elaionas	9382	2	800	1200	857	916	0.0	19.0	19.4	16.18	34.95	9.000	18.00	Delivery
2	1	1371	N.Faliro	1371	3	800	1200	924	937	0.0	13.0	7.9	6.60	41.56	3.000	15.00	Delivery
2	1	3940	Sxisto	3940	4	800	1200	948	1008	0.0	20.0	11.4	9.50	51.06	10.000	5.00	Delivery
2	1	5363	Ano Liosia	5363	5	800	1200	1035	1050	0.0	15.0	26.6	22.19	73.25	5.000	0.00	Delivery
2	1	757	Thriasio	757	6	800	1300	1102	--	--	--	11.5	9.55	82.80	--	0.00	Depot
3	1	757	Thriasio	757	0	800	1300	--	800	--	--	--	--	0.00	--	32.00	Depot
3	1	1454	Metamorfosi	1454	1	800	1200	821	841	0.0	20.0	21.0	17.50	17.50	10.000	22.00	Delivery
3	1	10453	Kifisia	10453	2	800	1200	846	902	0.0	16.0	4.7	3.93	21.43	6.000	16.00	Delivery
3	1	2819	Kryoneri	2819	3	800	1200	914	931	0.0	17.0	11.8	9.79	31.22	7.000	9.00	Delivery
3	1	1146	Ag.Stefanos	1146	4	800	1200	933	952	0.0	19.0	2.1	1.72	32.94	9.000	0.00	Delivery
3	1	757	Thriasio	757	5	800	1300	1028	--	--	--	36.4	30.35	63.30	--	0.00	Depot
4	1	757	Thriasio	757	0	800	1300	--	800	--	--	--	--	0.00	--	21.00	Depot
4	1	2234	Mandra	2234	1	800	1200	810	826	0.0	16.0	9.5	7.89	7.89	6.000	15.00	Delivery
4	1	6674	Aspropirgos	6674	2	800	1200	838	858	0.0	20.0	12.1	10.08	17.97	10.000	5.00	Delivery
4	1	6517	Magoula	6517	3	800	1200	913	928	0.0	15.0	14.6	12.17	30.14	5.000	0.00	Delivery
4	1	757	Thriasio	757	4	800	1300	936	--	--	--	8.3	6.93	37.08	--	0.00	Depot



Εικόνα Β1: Παρουσίαση των βέλτιστων διαδρομών για το δίκτυο διανομής Θριάσιο – Βιομηχανικές Περιοχές



Εικόνα Β2: Προβολή Συγκοινωνιακού Οδικού Δικτύου Βιομηχανικών Περιοχών (ArcGIS)



Εικόνα Β3 : Υπολογισμός Μεταβλητών Εξόδου & Παρουσίαση Διαδρομών στο χάρτη για στόλο 3 οχημάτων (logvrp)

Exported Result : (Mon Feb 12 2018 05:57:02 GMT+0200)

Route - 1 (Vehicle: V-1)



Vehicle Pick-up Delivery Jobs

Step(s)	Station No	Address	Cost (€)	Distance (Km)	Deliver Amount	Capacity Amount Usage (%)	Arrival Time	Departure Time	Travel Duration	Max Travel Duration
1	Thriasio	193 00 Ασπρόπυργος, Ελληνική Δημοκρατία	0	0	0	42	2018-02-12 08:00:00	2018-02-12 08:00:00	00:00:00:00	00:00:52:50
2	Peristeri	2 Εμπειροκλέους, 121 31 Περιστέρι, Ελληνική Δημοκρατία	14,26	23,77	5	27	2018-02-12 08:28:31	2018-02-12 08:43:31	00:00:28:31	00:00:00:00
3	Elaioussa	8 Χαρτεργατών, 118 55 Αθήνα, Ελληνική Δημοκρατία	2,7	4,51	9	0	2018-02-12 08:52:50	2018-02-12 09:11:50	00:00:09:19	00:00:00:00
4	Thriasio	193 00 Ασπρόπυργος, Ελληνική Δημοκρατία	15,92	26,54	0	42	2018-02-12 09:43:12	2018-02-12 09:43:12	00:00:31:22	00:00:00:00
Total:			32,89	54,82	14					

Pick-up Delivery Details

Thriasio

Pick-up Order Amount	Type
Demand 9	5 Palette
Demand 8	9 Palette

Peristeri

Pick-up Order Amount	Type
Delivery Order Amount	Type
Demand 9	5 Palette

Elaioussa

Pick-up Order Amount	Type
Delivery Order Amount	Type
Demand 8	9 Palette

List of Visiting Station Addresses

Thriasio	193 00 Ασπρόπυργος, Ελληνική Δημοκρατία
Peristeri	2 Εμπειροκλέους, 121 31 Περιστέρι, Ελληνική Δημοκρατία
Elaioussa	8 Χαρτεργατών, 118 55 Αθήνα, Ελληνική Δημοκρατία
Thriasio	193 00 Ασπρόπυργος, Ελληνική Δημοκρατία

Driving Directions

Thriasio --> Peristeri

Head northwest. Go for 58 m.
 Take the 2nd exit from roundabout. Go for 340 m.
 Turn right toward Θρασύβουλου. Go for 2.4 km.
 Turn right onto Θρασύβουλου toward Ασπρόπυργος/Μαρκοπούλου/Αεροδρόμιο. Go for 121 m.
 Turn left and take ramp onto Ε94 (Αττική Οδός) toward Λαμία/Μαρκοπούλου. Go for 11.5 km.
 Take exit 8B toward Πειραιάς onto Ε75 (Εθνική Οδός Αθηνών-Λαμίας). Go for 7.8 km.
 Take the exit toward Peristeri onto Λεωφόρος Κηφισού. Go for 537 m.
 Keep right onto Λεωφόρος Κηφισού toward Korinthos/Ε94. Go for 251 m.

Turn right onto Σικυώνος. Go for 220 m.
Turn right onto Σουρή Γ.. Go for 204 m.
Turn left onto Εμπεδοκλέους. Go for 295 m.
Arrive at Εμπεδοκλέους.

Peristeri --> Elaionas

Head toward Φιλικών on Εμπεδοκλέους. Go for 14 m.
Turn sharp right onto Φιλικών. Go for 295 m.
Continue on Μελά Παύλου. Go for 314 m.
Continue on Εθνάρχου Μακαρίου. Go for 168 m.
Turn right onto Λεωφόρος Κηφισού toward Korinthos/Peiraias. Go for 161 m.
Take left ramp onto E75 (Λεωφόρος Κηφισού) toward Peiraias. Go for 1.5 km.
Take the exit toward Iera Odos/Athina-Odos Peiraios/Aigaleo. Go for 178 m.
Continue on Λεωφόρος Κηφισού. Go for 142 m.
Turn left toward Ιερά Οδός. Go for 32 m.
Turn slightly left onto Ιερά Οδός. Go for 1.4 km.
Turn right onto Χαρτεργατών. Go for 248 m.
Arrive at Χαρτεργατών. Your destination is on the left.

Elaionas --> Thriasio

Head toward Ιερά Οδός on Χαρτεργατών. Go for 248 m.
Turn left onto Ιερά Οδός. Go for 1.4 km.
Turn right onto Λεωφόρος Κηφισού toward Kifisia/Lamia/Thessaloniki. Go for 174 m.
Keep right onto Λεωφόρος Κηφισού toward Lamia/Athina (Kentro). Go for 747 m.
Continue toward Λεωφόρος Κηφισού. Go for 64 m.
Continue on Λεωφόρος Κηφισού. Go for 167 m.
Keep left toward Λεωφόρος Κηφισού/E75. Go for 51 m.
Continue on E75 (Λεωφόρος Κηφισού). Go for 8.3 km.
Take the exit toward Markopoulo/Aerodromio/Elefsina-Korinthos/Airport/Elefsina onto E94 (Αττική Οδός). Go for 12.2 km.
Take exit 4 toward Aspropyrgos/Kyrillos onto Θρασύβουλου. Go for 391 m.
Turn sharp left. Go for 2.5 km.
Turn left. Go for 305 m.
Take the 2nd exit from roundabout. Go for 92 m.
Arrive at your destination.

Πίνακες αποτελεσμάτων λογνηρ (αναλυτικός υπολογισμός διαδρομών και κόστους)

Exported Result : (Mon Feb 12 2018 05:57:02 GMT+0200)

Route - 2 (Vehicle: V-2)



Vehicle Pick-up Delivery Jobs

Step(s)	Station No	Address	Cost (€)	Distance (Km)	Deliver Amount	Capacity Amount Usage (%)	Arrival Time	Departure Time	Travel Duration	Max Travel Duration
1	Thriasio	193 00 Ασπρόπυργος, Ελληνική Δημοκρατία	0	0	0	82	2018-02-12 08:00:00	2018-02-12 08:00:00	00:00:00:00	00:01:40:52
2	Acharnes	21 Ιβισκου, 136 71 Αχαρνές, Ελληνική Δημοκρατία	11,37	18,95	5	67	2018-02-12 08:22:44	2018-02-12 08:37:44	00:00:22:44	00:00:00:00
3	Kifisia	145 64 Κηφισιά, Ελληνική Δημοκρατία	3,42	5,7	6	48	2018-02-12 08:48:11	2018-02-12 09:04:11	00:00:10:27	00:00:00:00
4	Kruoneri	145 68 Κρυονέρι, Ελληνική Δημοκρατία	6,48	10,8	7	27	2018-02-12 09:18:32	2018-02-12 09:35:32	00:00:14:21	00:00:00:00
5	Agios Stef	Παλαιά Εθνική Οδός Αθηνών-Χαλκίδος, 145 65 Άγιος Στέφανος	1,68	2,8	9	0	2018-02-12 09:40:52	2018-02-12 09:59:52	00:00:05:20	00:00:00:00
6	Thriasio	193 00 Ασπρόπυργος, Ελληνική Δημοκρατία	18,02	30,04	0	0	2018-02-12 10:35:55	2018-02-12 10:35:55	00:00:36:03	00:00:00:00
Total:			40,98	68,29	27					

Exported Result : (Mon Feb 12 2018 05:57:02 GMT+0200)

Route - 3 (Vehicle: V-3)



Vehicle Pick-up Delivery Jobs

Step(s)	Station No	Address	Cost (€)	Distance (Km)	Deliver Amount	Capacity Amount Usage (%)	Arrival Time	Departure Time	Travel Duration	Max Travel Duration
1	Thriasio	193 00 Ασπρόπυργος, Ελληνική Δημοκρατία	0	0	0	91	2018-02-12 08:00:00	2018-02-12 08:00:00	00:00:00:00	00:01:19:58
2	Metamorf	1 Αρτέμιδος, 144 52 Μεταμόρφωση, Ελληνική Δημοκρατία	9,86	16,44	10	61	2010-08-30 07:26:00	2010-08-30 07:26:00	-2723.00:-34:00:00:00	00:00:00:00
3	Raiania	Λεωφόρος Λαυρίου, 194 00 Κρωπία, Ελληνική Δημοκρατία	14,18	23,64	10	30	2018-02-12 08:44:11	2018-02-12 09:04:11	2723.01:18:1:00:00:00	00:00:00:00
4	Koropi	Ηφαίστου, 194 00 Κρωπία, Ελληνική Δημοκρατία	6	10,01	10	0	2018-02-12 09:19:58	2018-02-12 09:39:58	00:00:15:47	00:00:00:00
5	Thriasio	193 00 Ασπρόπυργος, Ελληνική Δημοκρατία	27,11	45,18	0	61	2018-02-12 10:34:11	2018-02-12 10:34:11	00:00:54:13	00:00:00:00
Total:			57,16	95,27	30					

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ΄

Στοιχεία για τις βιομηχανικές περιοχές της Αττικής

ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΡΥΟΝΕΡΙΠηγή : <http://www.seva.org.gr/index.php/2012-02-05-18-28-16>

1. AKZO Nobel Coatings AE
2. American Motors - Πυλάλης Χρ. ΑΒΕΕ
3. Creta Farm ΑΒΕΕ
4. DEMO ΑΕΒΕ
5. DPS Computer Systems ΕΠΕ
6. Diophar AE
7. First Data Hellas AE
8. Fontana Di Plastica AE
9. Masterlink AE
10. Motor Press Hellas SA
11. Novoferm Hellas ΕΠΕ
12. SWAN AE
13. Sefagredo Zanetti Hellas SA
14. Zerral Automobiles
15. Α.Γ. Κοροπούλης ΑΒΕΕ
16. Αγγελίδης-Γεωργακόπουλος ΑΕ
17. Αποστολική Διακονία της Εκκλησίας
18. Αφοί Σκούρα ΑΕ
19. Αφοί Τσολάκη ΟΕ
20. ΒΙΚΗ ΑΕ
21. ΒΥΡΤ Ελλάς ΑΕΒΕ
22. Γ. ΖΑΦΕΙΡΟΠΟΥΛΟΣ ΑΕ
23. Δράκος Πολέμης ΑΕ
24. Ε&Ε Ιατρικά ΑΕ
25. Ενεργειακή ΑΕ
26. Θ. Κωνσταντόπουλος ΑΕΒΕ - Selko
27. Θ.Κ. Σκαγιάς ΑΒΕΕ
28. Ικτίνος Τεχνική ΕΠΕ
29. Κ. Μπόνης ΑΕΒΕ
30. ΚΕΕΠΕ
31. Κυριάκος Α. Λημναίος ΑΒΕΕ
32. Μ. Μανδάλakas ΑΕ

**Χάρτης Μελών ΣΕΒΑ**

33. Ματσούκας Μιχάλης
34. ΜΑΝΟΥΚΙΑΝ Α.Ε
35. Ολύμπια - Χελιά ΑΒΑΕ
36. Π.Ν. Γερολυμάτος ΑΕ
37. Πίττας - Μέλι Αττικής
38. ΣΙΚΑ Ελλάς ΑΒΕΕ
39. Συμυρλιάδης Παναγιώτης κ ΣΙΑ ΟΕ
40. Σურτέξ ΑΕ
41. Τράπεζα Τροφίμων
42. Τυποεκδοτική ΑΕ
43. Χαμηλός ΑΕΒΕ
- ΑΜΡΙΛΛΙΣ
44. Εταιρίες



ΒΙΠΑ ΣΧΙΣΤΟΥ	Αντικείμενο Εργασιών	http://www.vipas.gr/
ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ Χ. ΟΡΦΑΝΙΔΗΣ TURBOMED - ΓΙΑΝΝΗΣ ΠΑΡΑΣΚΕΥΟΠΟΥΛΟΣ Α.Β.Ε.Ε. ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ Α.Ε. ΝΕΟΔΟΧΟΣ Ε.Π.Ε ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΡΟΠΕΛΕΣ Ε.Π.Ε. ΧΩΡΙΑΝΟΠΟΥΛΟΣ ΣΠ. & ΣΙΑ Ε.Ε. ΦΑΙΔΡΑ Μ.Ε.Π.Ε. ΤΟΥΡΛΟΜΟΥΣΗΣ ΠΟΛΥΧΡΩΝΗΣ ΤΕΧΝΟΜΕΤΑΛ Α.Β.Ε.Ε. ΣΩΚΡΑΤΗΣ ΖΙΓΓΙΡΙΔΗΣ - ΑΦΟΙ ΜΠΑΤΖΑΚΑ Ο.Ε. ΣΤΕΠΕ Ε.Π.Ε. ΣΠΙΚΑ Ε.Π.Ε. ΡΟΥΣΣΑΚΗΣ Α.Β.Ε.Ε. ΠΡΑΣΙΝΟΣ ΕΜ. ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ ΦΩΤΙΟΣ - (ΝΑΒΙΚΑ) Σ.ΚΑΛΟΓΕΡΟΠΟΥΛΟΣ & ΣΙΑ Ε.Ε. ASPS ΕΠΕ ΜΠΕΛΕΧΑΚΗΣ ΕΠΕ - MACHINERY WORLD LTD ΜΕΤΛΟΚΑΣΤ ΕΛΛΑΣ Ε.Π.Ε. ΜΕΤΑΛΛΟΒΙΟΤΕΧΝΙΚΗ Α.Β.Ε.Ε. ΜΕΚ Ε.Π.Ε. ΚΥΜΗ Α.Β.Ε.Ε. ΚΩΝ/ΝΟΣ ΚΟΝΤΟΓΙΑΝΝΗΣ & ΣΙΑ Ε.Ε. ΚΑΨΑΛΑΚΗΣ - ΑΛΕΞΑΚΗΣ-ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΗ Ο.Ε. ΚΑΡΕΛΛ Α.Ε. Γ. ΣΤΑΜΑΤΕΛΟΠΟΥΛΟΣ - Β. ΚΥΡΙΑΚΟΠΟΥΛΟΣ - Α. ΚΡΑΝΙΔΙΩΤΗΣ Ο.Ε. Κ. & Θ. ΣΚΟΥΦΟΣ Ε.Π.Ε. INTERMARINE S.A. Ι.ΠΑΝΤΑΧΟΣ- Α.ΒΕΝΤΟΥΡΗΣ Ο.Ε ΘΕΜΙΣΤΟΚΛΗΣ ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ & ΣΙΑ Ο.Ε. Θ. ΠΑΠΑΤΟΥΚΑΚΗΣ & ΥΙΟΙ Ο.Ε. Ε. ΚΟΥΚΟΥΒΙΝΟΣ & ΣΙΑ Ο.Ε.	Μηχανουργεία 	



ΛΕΟ MARINE DIESEL - ΛΕΩΝΙΔΑΣ & ΕΦΗ ΔΙΒΟΛΗ ΟΕ		
ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΚΩΝ.ΦΩΤΕΙΝΑΚΗΣ Ε.Π.Ε.		
ΤΕΧΝΟΜΕΠ (ΠΕΡΗΦΑΝΟΥ Κ & ΣΙΑ Ε.Ε.)		
ΓΙΟΥΡΟΤΕΚ Ε.Π.Ε.		
Σ. ΣΥΝΟΔΙΝΟΣ Ο.Ε.		
Γ. ΑΛΕΞΑΝΔΡΗΣ ΚΑΙ ΣΙΑ Ε.Ε.		
ΑΦΟΙ Ε.ΑΡΒΑΝΙΤΗ Ε.Π.Ε. (MARINE SOLUTIONS LTD)		
ΑΝΤ. ΖΗΣΙΜΟΠΟΥΛΟΣ & ΣΙΑ Ε.Π.Ε.		
ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ ΑΡΒΑΝΙΤΗΣ (ΤΕΚΜΑ Ε.Π.Ε.)		
ΑΝΑΞΑΓΟΡΑΣ ΜΟΝ. Ε.Π.Ε.		
ΑΜΚ ΤΕ.Ε.Π.Ε		
ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΣ ΣΠΥΡΟΣ		
ΑΙΚ. ΤΣΑΤΣΑΝΗ & ΣΙΑ Ο.Ε. - ΕΛΙΚΑΣ		
ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ ΛΙΑΓΚΑΣ - ΑΝΤΩΝΙΟΣ ΠΑΠΟΥΡΤΖΗΣ & ΣΙΑ Ο.Ε.		
ΙΝΙΕΓΟΝ Ε.Π.Ε.		
GEMCAT Α.Ε.		
TURBOMED - ΓΙΑΝΝΗΣ ΠΑΡΑΣΚΕΥΟΠΟΥΛΟΣ Α.Β.Ε.Ε.	Χυτήρια	
ΧΥΤΗΡΙΟ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ ΜΕΤΑΛΛΩΝ ΠΕΤΡΟΣ ΤΣΙΡΙΓΩΤΗΣ		
ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ Α.Ε.		
ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ ΧΡ. ΘΕΟΔΩΡΟΣ		
ΠΑΝΑΓΙΩΤΙΔΗΣ ΣΠΥΡΟΣ		
ΒΙΟΧΥΤ- ΔΙΝΑΡΔΟΥ ΑΘΑΝ. ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ		
Γ. & Χ. ΤΣΙΑΚΑΛΟΣ Ο.Ε.		
ΧΥΤΟΤΕΧΝΙΚΗ Ο.Ε.		
ΑΦΟΙ ΧΑΤΖΗΔΑΚΗ Α.Ε.		
ΑΦΟΙ ΤΣΙΤΟΥΡΑ Ο.Ε.		
ΧΥΤΗΡΙΑ ΑΤΤΙΚΗΣ ΦΙΛ. ΛΙΩΡΗΣ ΚΑΙ ΣΙΑ ΕΕ		
ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΡΟΠΕΛΕΣ Ε.Π.Ε.		
ΔΙΑΜΑΝΤΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ & ΣΙΑ ΕΕ	Ελασματοουργία / Σωληνουργία	
ΥΙΟΙ ΒΑΣ. ΚΟΛΤΣΙΔΑ ΑΒΕΕ		
ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΚΟΚΚΙΝΗΣ Ε.Π.Ε.		
ΜΙΧΑΗΛΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ & ΚΟΥΒΟΥΤΣΑΚΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ Ο.Ε.		
Λ. ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΥ & ΣΙΑ Ο.Ε.		
ΚΑΠΠΑ ΜΕΤΑΛ Ε.Π.Ε		
ΒΑΣ. ΣΠΥΡΟΥ & ΥΙΟΙ ΟΕ –ERGOCOOL	Ψυκτικά / Κλιματισμός	
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΣΑΒΒΑΣ Ε.Π.Ε.		
Ι. & Ν. ΜΑΡΙΝΗΣ Ο.Ε.		
ΕΝΩΜΕΝΗ ΨΥΚΤΙΚΗ Α.Ε.		
ΓΚΟΥΣΚΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ		
ΜΑΡΙΤΑ ΕΛΛΑΣ Α.Ε.		
ΑΝΕΕ ΤΕΧΝΑΒΑ Α.Ε.		
ΤΟΥΡΜΠΟΜΗΧΑΝΙΚΗ Ε.Π.Ε.	Σωστικά	
Π. ΠΑΡΑΣΚΕΥΟΠΟΥΛΟΣ ΜΟΝ. (ΤΟΥΡΜΠΟΤΕΧΝΙΚΗ Ε.Π.Ε.)		
ΖΑΡΜΠΟΥΤΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ	Τουρμπίνες	
TURBOMED - ΓΙΑΝΝΗΣ ΠΑΡΑΣΚΕΥΟΠΟΥΛΟΣ Α.Β.Ε.Ε.		
ΝΑΥΤΕΞ Ε.Π.Ε.	Ηλεκτρικά	
ΕΛΕΚΤΡΙΚ ΜΑΡΙΝ Ε.Π.Ε.		
ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΥ ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΕΣ Ε.Π.Ε.	Συσσωρευτές	
Π. ΔΑΡΑΚΛΗΣ Α.Β.Ε.Ε.	Ξυλουργικές Εργασίες	
> 70	81 εταιρίες	

ΑΣΠΡΟΠΥΡΓΟΣ - ΘΡΙΑΣΙΟ ΠΕΔΙΟ	Επωνυμία
Logistics Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριάσιου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	ΔΙΑΝΟΜΗ Α.Ε.
Logistics Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριάσιου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	EUROFRIGO Α.Ε.
Logistics Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριάσιου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	NEW CARGO Ε.Π.Ε.
Logistics Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριάσιου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	HOLLAND HELLAS LOGISTICS Α.Ε.
Logistics Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριάσιου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	ANT LOGISTICS AND FORWARDING FDL GROUP
Αγροτικοι συνεταιρισμοί Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριάσιου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	DELTA GAMMA AGRO Α.Β.Ε.Ε.
Αεροθερμα Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριάσιου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	ΛΑΚΙΩΤΗΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ Α.Ε
Αλευρομυλói Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριάσιου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	ΚΥΛΙΝΔΡΟΜΥΛΟΙ ΚΡΗΤΗΣ ΑΕ
Αλουμινία Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριάσιου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	PLUS ONE
Αλουμινία παραθυρά Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριάσιου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	ΠΑΟΥΡΕ ΜΕΤΑΛ ΑΕ
Αναβατορία Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριάσιου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	ΓΑΛΙΑΤΣΟΣ Ν ΣΥΡΙΓΟΣ Μ ΟΕ
Αναβατορία Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριάσιου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	ΔΕΡΜΑΤΗ ΑΦΟΙ Ο.Ε
Ανατομικά στρώματα Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριάσιου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	ELATIRIO STROM
Ανταλλακτικά Αυτοκινήτων, Είδη και Αξεσουάρ Βιομηχανική Περιοχή Θριάσιου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	DAF IMPORTS
	DAFIL
	MOTORDROME
	ΚΑΡΑΓΚΟΥΝΗΣ Σ ΝΙΚΟΛΑΟΣ
	ΤΣΕΜΠΕΛΗΣ ΒΟΛΙΤΑΚΗΣ Ο.Ε.
Αντιπροσωπείες, Ενοικιάσεις, Πωλήσεις, Ναυλώσεις Αεροσκαφών - Ελικοπτήρων Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριάσιου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	AIR LIFT Α.Α.Ε.
Αντλίες Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριάσιου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	ΣΠΥΡΟΠΟΥΛΟΙ ΑΦΟΙ ΟΕ
Αξεσουάρ αυτοκινήτου Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριάσιου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	THERMOCAR
Αποθήκες Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριάσιου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	MAKRO CASH AND CARRY
	CAROCCI ΕΜΠΟΡΙΚΗ
Αυτοματες πορτες Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριάσιου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	EUROPEAN DOORS ΕΠΕ
Βερνικία Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριάσιου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	DRAPA
	ΝΤΡΟΥΚΦΑΡΜΠΕΝ ΕΛΛΑΣ ΑΕΒΕ
	CLOU HELLAS LEONTARITIS
Βιομηχανικά Είδη Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριάσιου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	TECHNOMARKET
Γεωργικά Είδη και Προϊόντα Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριάσιου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	ΓΕΩΦΑΡΜ ΑΕΒΕ
Γρασα Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριάσιου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	CYCLON - LPC
Γυναικεία ρούχα Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριάσιου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	SIXTY HELLAS ΑΕ
Δεξαμενές και Βυτία Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριάσιου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	ERMICON
Διαμορφωση χωρου Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριάσιου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	ALFA FROST Α.Ε.
Είδη μπανιου Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριάσιου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	ΛΑΚΙΩΤΗΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ Α.Ε
Είδη μπανιου Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριάσιου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	ΚΟΥΡΗΣ Γ. ΑΕΒΕ
Είδη συσκευασίας Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριάσιου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	ΦΩΚΑ ΑΦΟΙ ΑΒΕΕ
Είδη Σωληνοργίας Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριάσιου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	ΔΑΝΕΖΗ ΑΦΟΙ ΟΕ
Ειδικες κατασκευες Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριάσιου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	ΑΣ ΕΙΔΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΕΠΕ
Εκδόσεις - Εκδοτικοί Οίκοι Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριάσιου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΓΡΙΒΑ
Ελαστικά και Ζάντες Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριάσιου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	ΤΣΙΑΚΑΛΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ
Εμποριο Ξυλείας Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριάσιου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	ΑΝΤΩΝΟΠΟΥΛΟΣ Ι. Χ. Α.Β.Ε.Ε.Ξ.
	ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΠΟΥΛΟΙ ΑΦΟΙ ΑΕ
Εξοπλισμός Καταστημάτων και Γραφείων Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριάσιου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	MG NEXT KIOSK ΕΠΕ
Εξοπλισμός Πλοίων Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριάσιου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	ΕΡΓΟΝ
Έπιπλα Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριάσιου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	COMBO SYSTEM
	FIORADIS FURNITURE
Επιστημονικά Όργανα Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριάσιου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	ΛΑΛΕΔΑΚΗΣ
Ηλεκτροκινήτρες Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριάσιου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	ΚΩΣΤΑΚΟΣ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΕΠΕ
Ηλιακοί Θερμοσίφωνες - Θερμοσίφωνες Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριάσιου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	ΜΑΛΤΕΖΟΣ ΑΒΕΕ
Ιατρικά Είδη, Όργανα και Εργαλεία Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριάσιου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	ΚΟΝΤΟΜΗΤΡΟΥ Μ & ΣΙΑ ΟΕ
Κάβες Ποτών Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριάσιου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	UTS LOGISTICS SA

Καλούπια και Μήτρες Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριασίου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	ΚΑΛΟΥΠΟΤΕΧΝΙΚΗ
Κατεψυγμένα Προϊόντα Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριασίου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	ΧΕΙΡΟΠΟΙΗΤΟ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
Κλιματισμός Αυτοκινήτων Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριασίου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	ΤΣΑΓΚΡΙΔΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ ΜΙΧ
Κοτσαδοροί Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριασίου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	ΓΙΑΝΝΙΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ
Κουφώματα Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριασίου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	ΦΙΛΙΠΠΙΔΗΣ Α ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ
	ΜΑΡΤΙΝΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ
Κτηνοτροφεία - Χοιροτροφεία - Πτηνοτροφεία Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριασίου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	ΝΙΤΣΙΑΚΟΣ Θ. ΑΒΕΕ
Λαχανικά Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριασίου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	ΤΟΥΡΩΝ ΑΕ
Λιπαντικά αυτοκινήτων Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριασίου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	MOTOR FILTERS CO
Λιπαντικά Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριασίου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	ΤΖΗΜΟΠΟΥΛΟΣ ΗΛΙΑΣ
Μάρμαρα Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριασίου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	ΜΑΡΜΑΡΑ ΣΥΡΙΓΟΣ ΙΚΕ
Μηχανήματα Λατομείων και Μεταλλείων Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριασίου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	ΑΕΡΟΚΡΟΥΣΤΙΚΗ - ΤΣΟΜΠΑΝΙΔΗΣ ΔΗΜΟΣ
Μηχανήματα Οδοποιίας Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριασίου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	ΤΣΕΤΣΟΣ ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ & ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ ΟΕ
Μηχανουργεία Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριασίου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	ΜΠΑΙΡΑΣ Α ΧΡΥΣΑΝΘΟΣ
	ΜΠΑΛΤΖΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ
Μονωτικά υλικά Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριασίου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	BAUFOX LIMITED
Μπαταρίες Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριασίου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	ΚΑΒΑΚΛΙΩΤΟΥ ΧΡΙΣΤΙΝΑ
Παγωτά Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριασίου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	FRONERI HELLAS ICE CREAM SA
Ράφια Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριασίου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	REBRO - ΠΕΤΡΟΓΙΑΝΝΗ ΑΦΟΙ ΟΕ
Ρουχα Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριασίου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	ΜΠΟΥΖΑΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ ΚΑΙ ΣΙΑ
Σιδηρουργία Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριασίου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	ΑΡΓΥΡΟΣ ΣΩΚΡΑΤΗΣ
Σιδηρόφυλλα - Χαλυβδόφυλλα Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριασίου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	ΒΡΥΚΟ ΑΕ
Ταινίες Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριασίου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	MAX PRODUCTIONS ΑΕ
Τζάκια Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριασίου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	ΦΛΟΓΑ ΕΠΕ
Τρόφιμα Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριασίου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	HELLENIC CATERING ΑΕ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΦΑΓ
Φανοποιία και Βαφές Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριασίου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	DIM TEAM
	ΠΑΠΑΖΗΣ ΑΦΟΙ Κ ΣΙΑ ΟΕ
Φαρμακεία Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριασίου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	ΣΑΒΒΙΝΙΔΟΥ ΚΥΡΑ
Φίλτρα Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριασίου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	MOTOR FILTERS CO
Φίλτρα νερού Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριασίου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	WATERPIK INSTAPURE ATLAS FILTRI
Φρένα Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριασίου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	ΦΡΕΝΑ ΓΙΩΡΓΟΣ
Κατεργασία και εμπορία χαλυβουργικών προϊόντων	ΜΠΗΤΡΟΣ ΣΥΜΜΕΤΟΧΙΚΗ Α.Ε.
Ανακύκλωση Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριασίου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	7 εταιρίες
Πλαστικά Είδη Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριασίου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	4
Μέταλλα Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριασίου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	8
Μηχανές Θαλάσσης Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριασίου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	2
Ανυψωτικά Μηχανήματα Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριασίου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	6 εταιρίες
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΗ ΚΟΝΤΕΙΝΕΡΣ ΑΕ - ΘΕΟΔΩΡΙΔΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ	
Air condition ΚΑΠΠΑΣ Ε ΝΙΚΟΛΑΟΣ Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή Θριασίου Πεδίου (Ασπρόπυργος Αττικής)	
>>> 70	Σύνολο 113
Πηγή: ΧΡΥΣΟΣ ΟΔΗΓΟΣ ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΘΡΙΑΣΙΟΥ ΠΕΔΙΟΥ (ΑΣΠΡΟΠΥΡΓΟΣ ΑΤΤΙΚΗΣ)	

Εταιρίες στο ΒΙΟ.ΠΑ. ΚΕΡΑΤΕΑΣ		http://www.viopa-kerateas.gr/html/companies-gr.htm		
Επωνυμία	Αντικείμενο Εργασιών	Ο.Τ. - οικόπεδο		
Γ. ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ & ΣΙΑ Ε.Ε.	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΩΝ	1054 – 11N		
Καλλιτεχνικό Χυτήριο Γαβαλά	ΚΑΛΛΙΤΕΧΝΙΚΟ ΧΥΤΗΡΙΟ	1004-06		
Αφοί Καρίκα Ο.Ε.	ΗΛΕΚΤΡΟΣΤΑΤΙΚΕΣ ΒΑΦΕΣ	1054-06N		
Βαλαβάνης Χ. ΑΒΕΕ	ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΑΛΛΟΥ	1028-01		
ΔΑΜΑ Α.Ε.	ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ & ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΠΑΤΑΤΑΣ	1054-07N		
Δημητρίου Γ. & ΣΙΑ Ο.Ε.	ΓΑΛΑΚΤΟΚΟΜΙΚΑ	1011-04		
Προβίτα ΕΠΕ	ΖΩΟΤΡΟΦΕΣ	1011-03		
Μακρής Απόστολος	ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΚΟΡΔΟΥ	1002-04		
Dunlopillo ΑΒΕΕ	ΣΤΡΩΜΑΤΑ, ΜΑΞΙΛΑΡΙΑ	1028-05 & 1019-01		
Express – εφημερίδα	ΤΥΠΟΓΡΑΦΕΙΟ	1009-02		
Κωνσταντάρης Θωμάς & Υιοί Ο.Ε.	ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΠΙΠΛΩΝ	1034-07 & 1034 -08		
Μπαράτσας Αθανάσιος	ΣΚΗΝΙΚΑ	1048-05N		
Θεοτικός Σπυρίδων	ΜΑΡΜΑΡΟΓΛΥΦΕΙΟ	1048-06N		
Κοντογιάννης Παύλος	ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΞΥΛΟΥ	1031-05		
Καραβάς Ιωάννης	ΙΝΟΧ	1003-02		
Πάτσας Κωνσταντίνος	ΚΕΝΤΗΜΑΤΑ	1005-01		
Prime laser technology	ΗΛΙΚΑΚΟΙ ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ	1029-12N		
Αφοί Μαγγίνα	ΓΑΛΑΚΤΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ	1021-03		
Βικτώρια - Σαρασίτης	ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ	1053-06 & 1054-10N		
Δεληγιαννίδης Ελευθέριος	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΥΡΟΠΙΤΩΝ	1025-04N		
Χάλαρης Ιωάννης	ΑΛΟΥΜΙΝΙΑ & ΣΙΔΕΡΑ	1029-03		
Πανούση Χαρούλα	(ΠΡΟΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ)	1038-04N		
Σωτηρίου Α.Ε.	ΕΙΔΗ ΚΑΛΛΩΠΙΣΜΟΥ	1031-10		
ΑΙΚΩΝ –Γ. Κωνσταντόπουλος ΕΠΕ	ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ	1054-02		
Ε.Γ. ΠΟΥΚΑΛΑ & ΣΙΑ Ε.Ε.	ΠΟΤΟΠΟΙΙΑ	1002-03		
ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ ΕΥΣΤΑΘΙΟΣ & ΥΙΟΣ Ο.Ε.	ΕΜΠΟΡΙΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΙΔΩΝ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ	1054–11N		
ΚΥΜΗ ΑΒΕΕ	ΑΝΤΑΛΛΑΚΤΙΚΑ ΠΛΟΙΩΝ	1002 07N		
ΣΙΟΥΤΗΣ ΣΩΤΗΡΗΣ	ΕΠΙΠΛΑ	1002 08N		
ΚΟΤΣΩΝΗΣ ΠΑΝΤΕΛΗΣ	ΑΛΟΥΜΙΝΙΑ	1021 02		
ΣΟΦΡΩΝΗΣ	ΣΥΝΕΡΓΕΙΟ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ (ΑΝΤΑΛΛΑΚΤΙΚΑ ΑΞΕΣΟΥΑΡ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ)	1030 05N		
ΛΙΒΑΝΟΣ		1019 03N		
MIRAR ΜΟΙΡΑΡΑΚΗΣ	ΒΙΟΤΕΧΝΙΑ ΠΛΑΣΤΙΚΩΝ	1053 01		
TAFARM	ΚΤΗΝΙΑΤΡΙΚΑ ΚΑΙ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ	1051 01		
ΔΑΒΑΡΗ	(ΠΡΟΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ)	1025 12N		
ΣΥΝΟΛΟ	35 εταιρίες			



ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΖΩΝΗ ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΣΗΣ - ΛΥΚΟΒΡΥΣΗΣ	Επωνυμία
Plexiglass - Ακρυλικά Προϊόντα Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ΒΑΛΚΑΝ Α.Ε.
	Δ.Τ. S -PLASTICON S.A
Αέρια Βιομηχανικής - Ιατρικής Χρήσης Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ΛΙΝΤΕ ΕΛΛΑΣ
Αθλητικά Είδη Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ΙΩΝΑΣ SPORTS
	MARES PURE INSTICT
	VALEDIN - ΚΟΥΤΣΟΥΡΟΠΟΥΛΟΙ Χ. ΑΦΟΙ
Αλευροποιία, Βιομηχανίες, Αντιπροσωπείες, Πρατήρια Βιομηχανική Ζώνη	ΜΥΛΟΙ ΘΡΑΚΗΣ
Αλουμίνιο, Βιομηχανίες Παραγωγής και Επεξεργασίας Βιομηχανική Ζώνη	ALUMINCO Α.Ε.
Αμαξώματα Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ΚΑΡΑΜΑΝΗΣ
Αμορτισέρ Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ΑΘΑΝΑΣΙΟΥ ΗΛΙΑΣ
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ΕΣΤΙΑ - ΤΖΑΚΙΑ & BBQ ΑΕ
	ASEA BROWN BOVERI ΑΕ
Ανδρικά Ενδύματα – Καταστήματα Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	PORTOBELLO'S
Ανεκυστήρες Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	MY LIFT DOORS
Ανοξείδωτες Κατασκευές Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	INOX - LM
Ανταλλακτικά Αυτοκινήτων, Είδη και Αξεσουάρ Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση	ΤΑΤΙΔΟΥ ANNA
	MONTE CARLO
	CARGATE
	ΚΑΠΕΛΛΑ ΝΙΚΟΛΕΤΤΑ & ΣΙΑ Ο.Ε
Αντλίες Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ALSON ΑΕ
Ανυψωτικά Μηχανήματα Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	FORK LIFT
Αποθήκες Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	LOGISCO
ΠΡΟΝΟΜΙΟΥΧΟΣ ΑΝΘΥΜΟΣ ΕΤΑΙΡΙΑ ΓΕΝΙΚΩΝ ΑΠΟΘΗΚΩΝ ΕΛΛΑΔΟΣ ΑΕ	ΕΤΑΙΡΙΑ ΓΕΝΙΚΩΝ ΑΠΟΘΗΚΩΝ ΕΛΛΑΔΟΣ ΑΕ
Αποσμητικά Χώρου Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	HELLAS DUST CONTROL ΑΒΕΕ
Αρωματικά - Φαρμακευτικά Φυτά & Βότανα Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση	ΛΑΔΕΡΟΣ Σ. ΑΕ - ΕΥΡΥΠΟΣ
Αυτοκόλλητα Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	DPA LABEL PACK
	ΕΛΛΗΝΟΤΥΠΙΚΗ Α.Β.Ε.Ε.
Βαφεία & Φινιριστήρια Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ΨΑΡΑΔΑΚΗΣ Ι. & ΣΙΑ ΟΕ
	ΚΑΡΕΛΑΣ ΝΗΜΑΤΕΜΠΟΡΙΚΗ Α.Ε
Βενζινομηχανές - Πετρελαιομηχανές Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ΕΡΒΕ ΑΕ
Βιομηχανικά Είδη Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ΠΑΠΑΠΑΥΛΟΥ Π. & ΣΙΑ ΤΕΚΟΜΕΡ ΕΠΕ
Βιομηχανικά Πλυντήρια Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	SPICK AND SPAN ΑΕ
Βιοτεχνίες Γυναικείων Ενδυμάτων και Αξεσουάρ Βιομηχανική Ζώνη	ATTRATTIVO
	ΑΓΓΕΛΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΛΕΩΝΙΔΑΣ
Γάλα και Προϊόντα Γάλακτος Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ΣΩΤΗΡΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ
	ΒΕΡΒΕΡΗΣ ΑΕ
	ΦΑΓΕ ΑΕ
Γεωργικά Φάρμακα Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ΧΕΛΛΑΦΑΡΜ ΑΕ
Γρανίτες Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ΑΚΡΟΠΟΛ
Δερμάτινα Είδη Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	SHOES MEGA STORE
Διεθνείς Μεταφορές Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ΑΥΤΟ HELLAS TRANS ΕΠΕ
Δομικά Μηχανήματα Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	DYNAMART
	ΛΑΜΠΡΟΠΟΥΛΟΣ Λ. ΚΑΙ ΣΙΑ ΟΕ
Είδη Υγιεινής Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ΒΕΡΥΚΟΚΟΣ Α.Β.Ε.Ε.
Ειδικές Πόρτες Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	PALDOOR
	AL DOOR ΣΤΕΓΑΣΤΙΚΗ ΕΠΕ
Εκκλησιαστικά Είδη Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΗΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ & ΣΙΑ ΟΕ
Ενδυμάτων Είδη και Αξεσουάρ Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ΖΑΚΑΡ HELLAS
Εντομοκτόνα - Ζιζανιοκτόνα Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ΤΡΑΓΤΑΛΟΣ Δ ΙΩΑΝΝΗΣ
Εξαιρισμός Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	CLEAN HOUSE
	ΚΑΦΦΕ Α.Ε. ΠΡΟΤΥΠΟ ΚΕΝΤΡΟ ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΥ
	ACN Α.Ε.
Εξοπλισμοί Θεάτρων - Συνεδριακών Κέντρων Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση	ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΣ Γ ΘΕΟΛΟΓΙΤΗΣ Δ ΚΑΡΟΥΣΟΣ Ν & ΣΙΑ ΟΕ
Εξοπλισμός Δημοσίων Χώρων και Κτιρίων Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση	ΕΜΠΟΡΟΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗ
Εξοπλισμός Εστιατορίων και Ζαχαροπλαστειών Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση	MENU STYLE
Εξοπλισμός Καταστημάτων και Γραφείων Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση	BOGIATZOΓΛΟΥ SYSTEMS Α.Ε.
	ORGANIZER STORES
	TZARTZΗΣ ΑΒΕΕ
Εξοπλισμός Κρεοπωλείων Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	TECHNOCUT
Επεξεργασία Χαρτιού Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	SIMPER - ΣΙΜΙΤΟΠΟΥΛΟΣ Π. & ΣΙΑ ΕΕ
	ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ ΧΡ. ΑΒΕ
Επιγραφές Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ΚΑΡΑΒΙΔΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ
	DPA LABEL PACK
Έπιπλα Βεράντας και Κήπου Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ΑΛΚΑΝ
Έπιπλα Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ΣΙΛΒΕΣΤΡΙΔΗΣ ΑΛΕΞ ΚΑΙ ΣΙΑ ΟΕ
	ΠΟΒΑΝΗΣ Α.Ε.Ε
	ΜΑΘΙΟΥΛΑΚΗΣ Β ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ
	ΤΑΙΜ ΕΠΙΠΛΑ
	ΒΑΡΕΛΑ ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ
	ΜΕΤΡΟ ΑΦΟΙ ΧΙΩΤΟΠΟΥΛΟΙ ΟΕ
Έπιπλα Παιδικά Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ALLEGRO ΑΒΕΕ
Εσώρουχα Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	DIANA ΝΙΟΥΝΑ Ε.Π.Ε.
Ζαχαροπλαστικής Πρώτες Ύλες Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	OLYMPIC FOODS ΑΕΒΕ
	ΟΠΤΙΜΑ ΑΕ
Ζυγαριές και Πλάστιγγες Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ΠΑΓΚΑΛΙΔΗ ΑΦΟΙ ΑΕΒΕ

Ηλεκτρικές Οικιακές Συσκευές Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ΚΩΤΣΟΒΟΛΟΣ MEGASTORE
Ηλεκτρολογικό Υλικό Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	CLUB ELECTRIC ΕΠΕ
	ASEA BROWN BOVERI ΑΕ
	ELECTROIMPEX HELLAS
	TECNICA ΑΕ
	ΚΑΥΚΑΣ
Ηλεκτρονικό Εμπόριο Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ALE.COM.GR
	WYOUSTORES.COM
Ηλεκτρονικοί Υπολογιστές Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ΦΑΡΜΑΣΟΦΤ
Ηχητικά και Οπτικά Μηχανήματα και Συστήματα Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	PROELECTRO LTD
Κάβες Ποτών Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ΣΤΑΡΤΣΟΣ Δ. & ΣΙΑ Ο.Ε
Καθαρισμού Είδη και Υλικά Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	HELLAS DUST CONTROL ΑΒΕΕ
Καθαριστηρίων - Βαφείων - Πλυντηρίων Μηχανήματα, Είδη και Υλικά Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ΜΠΡΟΥΝΤΖΟΣ Ν.- ΡΟΥΣΣΟΣ Δ.- ΚΟΛΙΑΤΣΑΣ Η. ΟΕ
	CASE CLEAN ΑΕ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΤΗΡΙΩΝ
Καλλυντικά Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ACTIVE HEALTH ΑΕ
	LR - LR HEALTH & BEAUTY SYSTEMS Ε.Π.Ε
	SSL HELLAS
	FREZYDERM ΑΒΕΕ
Καλούπια και Μήτρες Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ΠΑΦΙΛΗ ΑΕ
Κατασκευές Αλουμινίου Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ΛΑΖΑΡΟΥ ΑΛΟΥΜΙΝΙΑ
	PROFILCO ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ ΕΠΕ
	TABLALUMIN- Χ. ΠΑΠΑΪΩΑΝΝΟΥ ΧΡΗΣΤΟΣ ΚΑΙ ΣΙΑ Ο.Ε
	AL DOOR ΣΤΕΓΑΣΤΙΚΗ ΕΠΕ
	ΛΙΑΚΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ & ΣΙΑ ΟΕ
	ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΗΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ & ΣΙΑ ΟΕ
Καταστήματα και Πρατήρια Πωλήσεως Ανδρικών και Γυναικείων Ενδυμάτων και Αξεσουάρ Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ECODRESS
	ΚΟΤΡΩΤΣΙΟΣ ΕΥΑΓΓ ΑΒΕΕ
Καφέδες Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ΑΒΕΚ Εμπόριο Καφέδων
Κεντρική Θέρμανση Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ΞΙ ΑΒΕ
Κιβώτια - Κουτιά - Παλέτες Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	POWER CASE
	ΑΒΕΧΑΡΤ
Κλιματισμός Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ΚΟΝΤΟΥ ΝΕΚΤΑΡΙΑ ΜΟΝΟΠΡΟΣΩΠΗ ΕΠΕ
	ΠΑΠΑΠΟΥΛΟΣ ΦΙΛΙΠΠΟΣ
	RENOVAT
	ALKAL
Κόλλες - Πρώτες Ύλες Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	NEOCELL ΕΠΕ
Κουφώματα Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ΤΖΑΝΟΣ Κ. Α.Ε.Β.Ε.
Κτηνιατρικά Είδη, Εργαλεία και Φάρμακα Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	SUPER OIL Ε.Π.Ε.
Λεβητοποιία Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ΜΙΧΑΛΟΠΟΥΛΟΣ ΦΙΛΙΠΠΟΣ
Λιπαντικά Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	
Μέταλλα Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ΧΑΤΖΗΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ Θ. ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ
Μηχανήματα Αρτοποιίας και Μπισκοτοποιίας Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ΒΛΑΧΑΚΗΣ SYSTEMS
Μηχανήματα Βαφής Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	
Μηχανήματα, Είδη και Υλικά Γραφικών Τεχνών Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	BTI - HELLAS ΑΕΕ
Μηχανουργεία Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ΛΙΠΑΝΤΕΤΖΟΓΛΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ & ΣΙΑ Ε.Ε.
Μηχανουργικά Μηχανήματα Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	DYNAMIC ΑΕ
Μονωτικά Υλικά και Στεγανωτικά Υλικά Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	RENOVAT
	ΧΙΩΤΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ
Ναυτιλιακά Είδη Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	MARES PURE INSTICT
Νοσοκομείων Εξοπλισμός Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ΨΗΛΙΑΚΟΣ ΛΕΩΝΙΔΑΣ & ΣΙΑ ΕΠΕ
Νωπά Κρέατα Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	PFS - ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΙΟΥ FOOD SERVICE
Ξυλεία Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	MASIF - ΜΟΔΑΣ ΗΛΙΑΣ
Οικοδομικά Υλικά και Εργαλεία Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ΛΙΑΝΟΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ
Όργανα Γυμναστικής Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	REAL MOTION
Ορθοπαιδικά και Αναπηρικά Είδη Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ΟΡΘΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΒΕΕ
Παιχνίδια Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ΛΙΑΚΟΠΟΥΛΟΣ Γ ΑΝΔΡΕΑΣ
Πέλλετ - Καυσόξυλα Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ΚΟΡΜΟΣ ΚΑΙ ΡΙΖΑ
Πινακίδες Μεταλλικές - Πινακίδες Σημάνσεως Οδών και Διαγράμμισεις Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ΧΡΟΝΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΟΔΟΣΗΜΑΝΣΗ ΑΒΕΕ
Πολυκαρβονικά Φύλλα Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	BALKAN Α.Ε.
Προϊόντα Ζαχαροπλαστικής Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	CAMELOT
Πρώτες Ύλες Πλαστικών Βιομηχανίας Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	TECHNOMEC
Πυρίμαχες Ύλες Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ADES STORES
Ράφια Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ΤΕΧΝΟΣΟΛ ΕΠΕ
Ρολά Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ΨΥΛΛΑΚΗΣ ΣΑΒΒΑΣ
Ρολόγια Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	JOKER
	TZEVELION
Ρύζι Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ΑΡΝΑΟΥΤΕΛΗΣ ΑΕΒΕ
Σίδηρος Εμπορίου Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ΣΙΔ ΜΕΤΑΛ ΑΤΤΙΚΗΣ ΒΑΣΙΛΕΙΑΔΗΣ ΕΠΕ
Σίδηρος Οικοδομών Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ΣΙΔΗΡΟΣΤΑΛ
	ΤΕΧΝΟΧΑΛΥΨ
	ΚΟΛΛΙΟΣ Χ. ΙΩΑΝ.
Σιδηρουργία Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ΠΛΕΣΣΑΣ ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ
Σιδηρόφυλλα - Χαλυβδόφυλλα Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	ΤΣΙΒΕΛΗΣ ΜΙΧΑΗΛΗΣ Α.
Σκάλες Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	PALBEST
Σκαλωσιές Βιομηχανική Ζώνη (Μεταμόρφωση Αττικής)	STANDARD
	ΑΣΤΥΔΟΜΙΚΗ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗ
	ΧΟΥΝΤΟΥΜΑΔΗΣ Κ. ΑΤΒΕ

ΒΙΠΑ Κηφισιάς Περιοχή Καλυφτάκη	
Φαρμακευτικές Εταιρείες/Βιομηχανίες	22 Φαρμακοβιομηχανίες
ΥΦΑΝΤΗΣ	
ΛΑΝΤΣΙΟΝ ΜΙΤ ΕΒΡΟΥ ΑΕ	
COCA COLA 3Ε ΑΒΕΕ	
ALUTEAM	Βιομηχανία αλουμινίου
COLOR ITALIA ΕΠΕ	Βιομηχανία αλουμινίου
PAPERPACK ΑΒΕΕ	Βιομηχανία Χάρτου
ΦΡΕΝΤΖΟΣ Κ. ΠΑΝ. Α.Ε.	Βιομηχανία Υφασμάτων
FOUR ACTION ΑΒΕΕ	Βιομηχανία Ενδυμάτων
FAMOUS SHOES STORES	Βιομηχανία Ενδυμάτων
Αρβανίτης Ευάγγελος	Σιδηρουργεία
PETROCOLL SA	Βιομηχανία Κονιαμάτων
PETSIAVAS	Φαρμακευτικά & Βιομηχανικά Προϊόντα
ΣΥΝΟΛΟ	
Μεταμόρφωση	>>> 70
Κηφισιά	30-40 εταιρίες

ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΧΑΡΝΕΣ	Αντικείμενο Εργασιών
TIMBERSA	Εμπόριο Ξυλείας
ΓΚΟΥΜΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ	Μονώσεις
ΓΙΑΝΝΙΩΤΗ ΒΑΣΙΛΙΚΗ & ΣΙΑ Ο.Ε	Αλευροποιία
CITY SKAL	Σκαλωσιές
ΡΟΔΟΥΛΑ ΑΕ	Αλευροποιία
ANDREAS STIHL ΑΕ	Βιομηχανικά Εργαλεία
DIJOCHEM	Υλικά και Είδη Καθαρισμού
BOXER - Δ Ι ΦΕΙΔΑΣ ΑΕ	Βιομηχανία Ενδυμάτων
ΙΩΑΝΝΗΣ ΑΡΓ ΚΟΥΡΟΥΝΙΩΤΗΣ ΑΕ	Βιοτεχνία Ενδυμάτων
ΑΛΟΥΜΥΛ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΕ	Βιομηχανία Αλουμινίου
ΚΥΚΛΟΣ ΤΡΟΦΙΜΑ ΑΕ	Βιομηχανίες Αλλαντικών
Αβακιάν Αράμ Σ.	Βιομηχανίες Αλλαντικών
Γ ΜΠΛΑΝΑΣ ΚΑΙ ΣΙΑ ΟΕ	Εμπόριο Βιομηχανικών Ειδών
ATHENS FLEX	Εμπόριο Βιομηχανικών Ειδών
DECO DESIGN ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΙΑΚΗ ΕΠΕ	Βιομηχανικές Κατασκευές
EXSITE	Βιομηχανικές Κατασκευές
ΠΕΡΣΙΔΑ Ε.Π.Ε.	Βιομηχανικές Κατασκευές
ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ	Βιομηχανικές Κατασκευές
AIR - STAR ΣΤΕΦΑΝΟΥ ΚΥΡΙΑΚΟΣ	Βιομηχανικός Κλιματισμός
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΕΠΙΠΛΩΝ ΠΑΠΑΘΑΝΑΣΙΟΥ	Επιπλοποιία
ΣΤΑΜΟΥ Α.Β.Ε.Ε.	Βιομηχανία Προϊόντων Γάλακτος
ΓΑΙΤΑΝΑΣ ΤΕΧΝΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ	Μονωτικά Υλικά - Βιομηχανικών Δαπέδα
Intertrade Hellas 2 ΑΒΕΕ	Επεξεργασία Χάρτου Υγείας
ΤΕΪΛΟΡΣ-Royal Paints	Βιομηχανία Χρωμάτων
SOLE S.A	Βιομηχανία Ηλιακών Συστημάτων

ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΠΑΙΑΝΙΑΣ	Επωνυμία
Computers Βιομηχανική Περιοχή (Παιανία Αττικής)	INTRASOFT INTERNATIONAL SA
Αγροτικά εργαλεία Βιομηχανική Περιοχή (Παιανία Αττικής)	DAS - ΔΑΣΚΑΛΑΚΗ ΑΦΟΙ ΑΕ - ΣΤΗΛ
Αναβατόρια Βιομηχανική Περιοχή (Παιανία Αττικής)	BIOMAN A.M.M ABEE
Ανοξείδωτες Κατασκευές Βιομηχανική Περιοχή (Παιανία Αττικής)	ΝΤΑΝΣ INOX
Ανταλλακτικά Αυτοκινήτων, Είδη και Αξεσουάρ Βιομηχανική Περιοχή (Παιανία Αττικής)	ΘΕΟΔΩΡΗΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ
Αυτοματισμού Όργανα - Υλικά και Συσκευές Βιομηχανική Περιοχή (Παιανία Αττικής)	ZENON
Αφρώδη Πλαστικά και Ελαστικά & Μέταλλα Βιομηχανική Περιοχή (Παιανία Αττικής)	CERAMETAL SA ΑΝΩΝ ΒΙΟΜ ΕΜΠ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΕΡΕΥΝΑ
Βιομηχανικές πορτες Βιομηχανική Περιοχή (Παιανία Αττικής)	BLOKAPORT A.E.B.E.
Διανομή Τροφίμων και Εμπορευμάτων Βιομηχανική Περιοχή (Παιανία Αττικής)	ΑΤΛΑΝΤΑ Α.Ε.
Διεθνείς Μεταφορές Βιομηχανική Περιοχή (Παιανία Αττικής)	TELETRANS ΑΕ
Δομικά υλικά Βιομηχανική Περιοχή (Παιανία Αττικής)	ALFABLOK
Είδη Κιγκαλερίας Βιομηχανική Περιοχή (Παιανία Αττικής)	ΚΑΡΝΙΚ
Εκδόσεις - Εκδοτικοί Οίκοι Βιομηχανική Περιοχή (Παιανία Αττικής)	LIBERIS ATHENS ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΑΕ
Εκτύπωση Βιομηχανική Περιοχή (Παιανία Αττικής)	REPEOXARTIKI
	ROTOPRINT
Εμπόριο Ξυλείας Βιομηχανική Περιοχή (Παιανία Αττικής)	ΠΡΟΥΣΑΛΗΣ & ΣΙΑ Ε.Ε.
	ΠΟΛΥΖΟΥ Φ. & ΣΙΑ ΟΕ
	ΑΡΓΥΡΟΠΟΥΛΟΣ Π ΙΩΑΝΝΗΣ
Εξοπλισμός Καταστημάτων και Γραφείων Βιομηχανική Περιοχή (Παιανία Αττικής)	YUDIGAR HELLAS A.E.
	ΑΠΟΣΤΟΛΟΥ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ
Επεξεργασία Χαρτιού Βιομηχανική Περιοχή (Παιανία Αττικής)	ΜΟΥΓΚΑΣΗΣ Θ ΓΕΩΡΓΙΟΣ
Έπιπλα Βιομηχανική Περιοχή (Παιανία Αττικής)	ΑΣΤΡΑΚΗΣ ΟΕ
	ΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΙ ΕΠΕ
Έπιπλα Γραφείου Βιομηχανική Περιοχή (Παιανία Αττικής)	Δ ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΜΟΝΟΠΡΟΣΩΠΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ
Έπιπλα Κουζίνας Βιομηχανική Περιοχή (Παιανία Αττικής)	ΞΥΛΟΓΡΑΜΜΗ - ΤΡΙΠΥΛΙΩΤΗΣ ΠΕΤΡΟΣ
Εργαστήρια Επιστημονικών Ερευνών Βιομηχανική Περιοχή (Παιανία Αττικής)	
Εφημερίδες και Περιοδικά Βιομηχανική Περιοχή (Παιανία Αττικής)	INNORA ΑΕ
Ηλεκτρικές Οικιακές Συσκευές Βιομηχανική Περιοχή (Παιανία Αττικής)	
Ηλεκτρολογεία Αυτοκινήτων - Μοτοσυκλετών Βιομηχανική Περιοχή (Παιανία Αττικής)	ΕΥΡΕΛΚΟ ΑΕΒΕ
Ηλεκτρολογικό Υλικό Βιομηχανική Περιοχή (Παιανία Αττικής)	ΓΙΑΝΝΑΚΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ
Ηλεκτρονικά Είδη Βιομηχανική Περιοχή (Παιανία Αττικής)	ΚΑΥΚΑΣ - ΕΔΡΑ - ΚΕΝΤΡΙΚΑ ΓΡΑΦΕΙΑ
Ηλεκτρονικοί Υπολογιστές Βιομηχανική Περιοχή (Παιανία Αττικής)	MILTECH ΕΛΛΑΣ Α.Ε
Καθαριστήρια Βιομηχανική Περιοχή (Παιανία Αττικής)	PRINTA4 Α.Ε.
Καλλυντικά Βιομηχανική Περιοχή (Παιανία Αττικής)	
Καφέδες Βιομηχανική Περιοχή (Παιανία Αττικής)	ORVICA - ΣΙΝΕΓΑΛΙΑ & ΣΙΑ Ο.Ε.
Κρασιά Βιομηχανική Περιοχή (Παιανία Αττικής)	MADISON COSMETICS
Λαϊκή Τέχνη - Τουριστικά Είδη Βιομηχανική Περιοχή (Παιανία Αττικής)	AREA 51
Λογισμικό Ηλεκτρονικών Υπολογιστών Βιομηχανική Περιοχή (Παιανία Αττικής)	ΑΤΛΑΝΤΑ Α.Ε.
Μάρμαρα Βιομηχανική Περιοχή (Παιανία Αττικής)	GIRAS
Μαρμαρογλυφεία Βιομηχανική Περιοχή (Παιανία Αττικής)	
Μεταλλικές Κατασκευές Βιομηχανική Περιοχή (Παιανία Αττικής)	UNIBRAIN Α.Ε.
Μηχανες Βιομηχανική Περιοχή (Παιανία Αττικής)	Ι. ΜΑΛΑΚΑΤΕ Α. ΣΑΜΟΥΡΤΑΝΙΔΗ Ε. ΟΕ
Ξενοδοχειακός Εξοπλισμός Βιομηχανική Περιοχή (Παιανία Αττικής)	ΠΟΛΥΖΩΓΟΠΟΥΛΟΙ ΑΦΟΙ Α ΟΕ
Πλαστικά Βιομηχανική Περιοχή (Παιανία Αττικής)	ΚΟΥΜΠΕΝΑΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ *
Πλαστικά Είδη Βιομηχανική Περιοχή (Παιανία Αττικής)	ΠΑΥΛΑΚΟΣ Γ. - ΠΑΠΑΓΩΤΟΠΟΥΛΟΣ Ν. Ο.Ε.
Πρακτορεία Εφημερίδων Βιομηχανική Περιοχή (Παιανία Αττικής)	BIOMAN A.M.M ABEE
Πρώτες Ύλες Φαρμακοβιομηχανίας Βιομηχανική Περιοχή (Παιανία Αττικής)	ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΙΣΤΟΣ ΕΠΕ
	ΣΙΩΚΟΣ Α ΓΕΩΡΓΙΟΣ
Ρολά Βιομηχανική Περιοχή (Παιανία Αττικής)	BIOMEΣ Α.Β.Ε.
Σίδηρος Εμπορίου Βιομηχανική Περιοχή (Παιανία Αττικής)	
Σκυροδεμα Βιομηχανική Περιοχή (Παιανία Αττικής)	ΒΙΤΑΦΑΡΜ
Σούπερ Μάρκετ (on-Line) Βιομηχανική Περιοχή (Παιανία Αττικής)	DOCTUM ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΗ ΑΕ
Τζάκια Βιομηχανική Περιοχή (Παιανία Αττικής)	ΡΟΛΟΔΥΝΑΜΙΚΗ
Τυποποιημένα Τρόφιμα Βιομηχανική Περιοχή (Παιανία Αττικής)	ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ Κ. ΗΛΙΑΣ & ΣΙΑ ΟΕ
Υπηρεσίες Τηλεπικοινωνιών Βιομηχανική Περιοχή (Παιανία Αττικής)	CERAMETAL SA ΑΝΩΝ ΒΙΟΜ ΕΜΠ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΕΡΕΥΝΑ
	LAFARGE BETON ABEE
Φανοποιία και Βαφές Βιομηχανική Περιοχή (Παιανία Αττικής)	WE LOVE SUPERMARKET.GR
Φαρμακευτικά Είδη και Προϊόντα Βιομηχανική Περιοχή (Παιανία Αττικής)	TZAKI & ΚΗΠΟΣ
60- 70 εταιρίες	MARS HELLAS
	HELLAS SAT Α.Ε
	INTRACOM Α.Ε.
	ΑΔΑΜΗΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ
	GENEPHARM
	Σύνολο 67

ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΓΙΟΣ ΣΤΕΦΑΝΟΣ	Επωνυμία
Air condition Βιομηχανική Περιοχή (Άγιος Στέφανος Αττικής)	ΣΚΛΙΑΜΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ
Moto Βιομηχανική Περιοχή (Άγιος Στέφανος Αττικής)	2 WHEELERS SHOP
Pellet Βιομηχανική Περιοχή (Άγιος Στέφανος Αττικής)	NORTH PELLET
Service & Ανταλλακτικά αυτοκινήτου Βιομηχανική Περιοχή (Άγιος Στέφανος Αττικής)	γύρω στις 8
Αεροθερμα Βιομηχανική Περιοχή (Άγιος Στέφανος Αττικής)	CASTECSHOP - K BOILERS
Αιολική ενεργεια Βιομηχανική Περιοχή (Άγιος Στέφανος Αττικής)	MADE ENERGY HOLDING A.E.
Αλουμινια Βιομηχανική Περιοχή (Άγιος Στέφανος Αττικής)	ΕΚΑΙ
	ΡΟΥΤΖΑΚΗΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ
Αυτοκινήτων, Είδη και Αξεσουάρ Βιομηχανική Περιοχή (Άγιος Στέφανος Αττικής)	TSOUTRAS SERVICE
	FILOS RENN SPORT
Εισαγωγές, Βιομηχανίες - Απορρυπαντικών Βιομηχανική Περιοχή (Άγιος Στέφανος Αττικής)	NDL
Αργυρά και Επάργυρα Είδη Βιομηχανική Περιοχή (Άγιος Στέφανος Αττικής)	ASTRON
	ΝΙΚΟΛΑΙΔΗΣ Ε ΑΒΡΑΑΜ
Βιολογικά - Οικολογικά Προϊόντα Βιομηχανική Περιοχή (Άγιος Στέφανος Αττικής)	ΓΕΩΔΗ Α.Ε.
Είδη Κιγκαλερίας Βιομηχανική Περιοχή (Άγιος Στέφανος Αττικής)	VF STORES
Είδη πυροσβεσης Βιομηχανική Περιοχή (Άγιος Στέφανος Αττικής)	ΚΑΡΑΠΑΤΑΣ - ΠΥΡΟΣΒΕΣΗ
	ΠΥΡΟΠΡΟΛΗΨΗ
Είδη Υγιεινής Βιομηχανική Περιοχή (Άγιος Στέφανος Αττικής)	ΑΝΑΓΝΩΣΤΑΚΗΣ ΕΜΜ & ΣΙΑ ΟΕ
Εκδόσεις - Εκδοτικοί Οίκοι Βιομηχανική Περιοχή (Άγιος Στέφανος Αττικής)	ΖΑΧΑΡΟΠΟΥΛΟΣ Σ ΚΑΙ Ι Α.Ε.
Εκτύπωση Βιομηχανική Περιοχή (Άγιος Στέφανος Αττικής)	ΘΕΣΣΑΛΙΚΗ ΕΚΤΥΠΩΤΙΚΗ
Εξοπλισμός Επιστημονικών Εργαστηρίων Βιομηχανική Περιοχή (Άγιος Στέφανος Αττικής)	VIRKUS LABCO SA
Έπιπλα Βιομηχανική Περιοχή (Άγιος Στέφανος Αττικής)	ΙΣΤΙΚΒΑΙ
	ΒΕΡΙΚΟΥΚΗΣ
	ΦΩΣΤΗΡΑΣ Ι ΣΩΤΗΡΙΟΣ
Έπιπλα Κουζίνας Βιομηχανική Περιοχή (Άγιος Στέφανος Αττικής)	CORITEC
Ζαχαροπλαστικής Πρώτες Ύλες Βιομηχανική Περιοχή (Άγιος Στέφανος Αττικής)	FRULATTI
	ALPIGEL A.B.E.E.
Ζυμαρικά Βιομηχανική Περιοχή (Άγιος Στέφανος Αττικής)	ΚΟΙΝ. Σ. ΕΠ. ΑΜΥΛΙΑΝΘΗ
Ηλεκτρολογικό Υλικό Βιομηχανική Περιοχή (Άγιος Στέφανος Αττικής)	ΠΗΝΙΟΤΕΧΝΙΚΗ
Ηλεκτρονικό Εμπόριο Βιομηχανική Περιοχή (Άγιος Στέφανος Αττικής)	Ε.Α.Σ. - ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ
Πρατήρια Υποδημάτων Βιομηχανική Περιοχή (Άγιος Στέφανος Αττικής)	PAREX
Κεντρική Θέρμανση Βιομηχανική Περιοχή (Άγιος Στέφανος Αττικής)	ΜΠΑΓΟΥΡΔΗΣ ΣΩΤ. & ΣΙΑ Ε.Ε.
Κεραμικά Βιομηχανική Περιοχή (Άγιος Στέφανος Αττικής)	RENTZΟΥ ΑΦΟΙ
Κορνίζες Βιομηχανική Περιοχή (Άγιος Στέφανος Αττικής)	ARQUATI GREECE ABEE
Κουφώματα Βιομηχανική Περιοχή (Άγιος Στέφανος Αττικής)	ALMA DESIGN Ε.Π.Ε.
	PRASSAS
Μάρμαρα Βιομηχανική Περιοχή (Άγιος Στέφανος Αττικής)	ΒΛΑΧΑΚΗΣ ΜΙΧΑΗΛ
Μεταλλικές Κατασκευές Βιομηχανική Περιοχή (Άγιος Στέφανος Αττικής)	ΚΑΠΙΤΣΑΚΗΣ
Μεταλλικές Κατασκευές Βιομηχανική Περιοχή (Άγιος Στέφανος Αττικής)	ΑΥΛΩΝΙΤΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ
Μεταξοτυπίες - Στάμπες Βιομηχανική Περιοχή (Άγιος Στέφανος Αττικής)	ΛΟΜΒΑΡΔΙΑ ΑΦΟΙ ΙΚΕ
Μονωτικά υλικά Βιομηχανική Περιοχή (Άγιος Στέφανος Αττικής)	ΚΑΡΒΕΛΑΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ ΑΕΒΕ
Ξυλόσομπες Βιομηχανική Περιοχή (Άγιος Στέφανος Αττικής)	CASTECSHOP - K BOILERS
Ξυλουργικές Εργασίες-Κατασκευές Βιομηχανική Περιοχή (Άγιος Στέφανος Αττικής)	NORTHWOOD
	ΚΥΒΕΤΟΥ
	ΕΤΕΧΙΛ
	ΒΑΣΑΛΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ
	ΡΟΥΣΣΟΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ
Οικιακά Είδη Βιομηχανική Περιοχή (Άγιος Στέφανος Αττικής)	ΤΕFΑCΟ Α.Ε.Β.Ε.
Πλαστικά Είδη Βιομηχανική Περιοχή (Άγιος Στέφανος Αττικής)	ΧΑΤΖΗΑΝΔΡΕΟΥ ΝΙΚΟΛΑΟΣ
Σούπερ Μάρκετ Βιομηχανική Περιοχή (Άγιος Στέφανος Αττικής)	ΣΚΛΑΒΕΝΙΤΗΣ (ΠΡΩΗΝ CARREFOUR)
Στερώσεως Συστήματα Βιομηχανική Περιοχή (Άγιος Στέφανος Αττικής)	ΠΑΠΑΠΑΝΑΓΙΩΤΟΥ ΒΛΑΣΗΣ
Στρώματα Βιομηχανική Περιοχή (Άγιος Στέφανος Αττικής)	MONO CASA
Συσκευές Θέρμανσης Βιομηχανική Περιοχή (Άγιος Στέφανος Αττικής)	ΜΠΛΟΥΚΑ Φ. & Β. Ο.Ε.
Τζάμια και Κρύσταλλα Βιομηχανική Περιοχή (Άγιος Στέφανος Αττικής)	CHROMA GLASS
	ΚΑΡΒΕΛΑΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ ΑΕΒΕ
Τρόφιμα Βιομηχανική Περιοχή (Άγιος Στέφανος Αττικής)	ROYAL DELI Ε.Π.Ε.
	ΚΟΙΝ. Σ. ΕΠ. ΑΜΥΛΙΑΝΘΗ
Τυροκομικά Προϊόντα Βιομηχανική Περιοχή (Άγιος Στέφανος Αττικής)	SIMOS FOOD GROUP A.E.
Φαρμακευτικά Είδη και Προϊόντα Βιομηχανική Περιοχή (Άγιος Στέφανος Αττικής)	DESANT LTD
Χρώματα Βιομηχανική Περιοχή (Άγιος Στέφανος Αττικής)	ΠΡΙΝΤΕΖΗ ΤΖΟΥΑΝΝΑ
60-70 εταιρίες	Σύνολο 67

ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ	Αντικείμενο Εργασιών
ΓΕΡΜΑΝΟΣ ΙΑΤΡΙΚΑ	Ιατρικά
ΟΙΚΟΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΣΤΑΜΟΥΛΗΣ ΣΠΥΡΟΣ-ΜΟΝΩΤΙΚΑ	Μονωτικά-Οικοδομικά
ΜΕΝΟΥΝΟΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ Ε.Π.Ε.	Βιομηχανικές Πόρτες- Ρολλά ασφαλείας
ΜΕΝΟΥΝΟΣ Α. & Σ. ΟΕ	
ΛΑΜΠΙΤΣΑΚΗΣ - ΕΚΤΥΠΩΣΕΙΣ	Τυπογραφεία-Εκτυπώσεις
ΒΑΡΑΝΑΚΗΣ Α. & Δ. Ο.Ε.	Εξοπλισμός Ξενοδοχείων
ΖΩΓΡΑΦΟΥ ΕΛΕΝΗ ΚΑΙ ΣΙΑ ΕΕ	Αλουμίνιο, Βιομηχανίες Παραγωγής Και Επεξεργασίας
ΚΑΡΑΦΩΤΙΑΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ	Βιομηχανία Αλουμινίου
ΔΑΡΔΑΓΑΝΗ ΑΦΟΙ ΟΕ	Βιομηχανία Αλουμινίου
ΚΟΥΡΣΑΡΗΣ ΣΤΑΜΑΤΗΣ	Βιομηχανία Αλουμινίου
ΔΟΥΚΑΣ Α.Β.Ε.Ε	Βιομηχανία Αλουμινίου
ALMAN-CO	Βιομηχανία Αλουμινίου
EX- METAL A.E	Βιομηχανία Αλουμινίου
ΒΑΣΟΜΗΧΑΝΙΚΗ	Βιομηχανία Αλουμινίου
DESYN ΣΥΝΘΕΤΙΚΑ ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ - ΤΖΑΝΟΠΟΥΛΟΣ	Κουφώματα Αλουμινίου - Σιδήρου - Βιομηχανικές Πόρτες - Ρολλά
ΓΙΑΝΝΗΣ ΠΑΜΠΟΡΗΣ	Κουφώματα Αλουμινίου - Σιδήρου - Βιομηχανικές Πόρτες - Ρολλά
ΛΑΚΩΝΙΚΗ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΑΕ	Βιομηχανία Τροφίμων
PRIMO A B E E ΑΛΛΑΝΤΙΚΩΝ	Βιομηχανία Τροφίμων
BRELLE ΑΕ	Βιομηχανία Τροφίμων
ΚΑΡΝΕΛ	Βιομηχανία Τροφίμων
Ανδριόπουλος - Βιομηχανία Κρεάτων	Βιομηχανία Τροφίμων
ΓΙΩΤΗΣ ΑΕ	Βιομηχανία Προϊόντων Γάλακτος
ΟΥΓΙΑΡΙΔΗΣ ΑΓΓΕΛΟΣ	Βιομηχανία Τροφίμων
TECHNOBIOCHEM	Χημικά – Βιοχημικά & Επιστημονικά Όργανα
ΒΑΡΑΝΑΚΗΣ Α. & Δ. Ο.Ε.	Εξοπλισμός Μαζικής Εστίασης
ORTHOLINE	Ορθοπεδικά Είδη
20-30 Εταιρίες	Σύνολο 26
Πηγή: Αναζήτηση από το διαδίκτυο (Google)	

ΕΜΠΟΡΙΚΗ & ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ Ν.ΦΑΛΗΡΟ	
Leroy Merlin	
Factory outlet	
ION A.E	http://www.ion.gr
ΕΛΛΙΣ	
COLGATE-PALMOLIVE	
5-10 ΕΤΑΙΡΙΕΣ	

ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ & ΕΜΠΟΡΙΟ ΕΛΑΙΩΝΑΣ	Αντικείμενο Εργασιών
ΔΗΜΗΤΡΟΥΛΑΚΟΣ Θ. Α.Β.Ε.Ε	Μεταλλικές κατασκευές
ΕΒΓΑ ΑΒΕΕ	Παρασκευή Παγωτού
EXALCO	Αλουμίνιο, Βιομηχανίες
ΤΣΟΚΑΣ Κ. - ΤΣΕΛΙΟΣ Ι. ΟΕ	
ΚΡΑΤΟΥΝΑ ΑΦΟΙ ΟΕ	//
ΔΟΜΟCENTER	
ΜΗΛΙΩΝΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ & ΣΙΑ ΕΕ	PVC
INGERSOLL RAND - Α.Ε.Β.Ε.	Αεροσυμπιεστές
ACTIVE POINT Α.Ε.Β.Ε	Αθλητικά Είδη
ΔΙΑΚΛΑΔΩΤΟΙ ΑΓΩΓΟΙ ΑΒΕΕ	Συσκευές Θέρμανσης
ΤΣΕΖΑΝΑΣ Δ. & Λ. Ο.Ε	Συσκευές Θέρμανσης
DYNABUS	Αμαξώματα
ΛΥΓΙΝΟΣ Ο.Ε.	
ΑΓΓΕΛΑΚΗΣ ΜΙΧΑΗΛ	
ΛΕΒΕΝΤΗΣ Χ. & ΣΙΑ Ο.Ε.	
MASTORIA	Ανακαινίσεις
ALFAIR SYSTEMS	Συστήματα εξαερισμού
12 ΕΤΑΙΡΙΕΣ Ανταλλακτικά	Ανταλλακτικά Αυτοκινήτων
ΜΗΛΙΩΝΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ & ΣΙΑ ΕΕ	Αντλίες
ΑΝΑΓΝΩΣΤΟΥ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ	
ΣΩΤΗΡΟΠΟΥΛΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ	Βιομηχανικά Εργαλεία
ΕΨΙΛΟΝ ΑΡΣΙΣ	
ΠΕΝΤΑΓΚΡΟΥΠ ΕΜΠΟΡΕΙΑΣ ΑΓΩΓΙΚΗ Ε.Π.Ε.	Υλικά διαμόρφωσης εσωτερικών χώρων
ΠΕΤΡΟΓΛΟΥ Ε. - ΜΠΛΑΝΑΣ Α. Α.Ε.Ε.	Γεννήτριες
PETROGEN	
ΑΓΡΟΤΙΚΟΣ ΟΙΚΟΣ ΣΠΥΡΟΥ ΑΕΒΕ	Γεωργικά Είδη
ΜΑΣΤΡΟΜΑΝΩΛΗΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ Ν.	Δομικά Μηχανήματα
HEIMA Α.Ε	
ΚΟΥΦΟΣ ΜΙΧ. ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ Α.Ε.	Δομικά Υλικά
SILA	Είδη Διακόσμησης
ΧΑΡΜΑΝΗΣ	Είδη Κομμωτηρίου
ΜΟΡΝΟΣ ΑΕ	
ΓΟΝΙΔΑΚΗΣ ΙΑΚΩΒΟΣ	Εκκλησιαστικά Είδη
ΗΛΙΟΠΟΥΛΟΣ Κ. Ε.Π.Ε	Ελαστικά & Ζάντες
ΦΑΛΟΥΚΑΣ Ε. & ΣΙΑ Ο.Ε.	
ΠΑΣΤΡΑΣ Κ. ΑΕ	Ξυλεία
ΚΤΩΝΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ & ΣΙΑ ΟΕ	
ΓΟΝΙΔΑΚΗΣ ΙΑΚΩΒΟΣ	
ΟΥΑΝΓΚ ΣΙ	Ενδύματα
ΧΑΤΖΗΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΟΥ ΑΦΟΙ Γ. ΟΕ	Επεξεργασία χάρτου-Χαρτοποιία
ΚΡΗΤΙΚΟΣ PAPER SERVICE Α.Ε	
ΕΛ ΒΙΚΥ ΧΑΡΤ ΑΒΕΕ	
ΣΤΡΑΒΟΔΗΜΟΣ Ι ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ	Επιγραφές
ΓΡΑΜΜΗ	
ΜΠΑΚΟΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ	Έπιπλα
ΜΠΑΚΑΛΗ ΑΦΟΙ ΟΕ	Ηλεκτρικά Εργαλεία-Συσκευές
ΚΑΚΑΡΙΑΡΗΣ Α & ΣΙΑ ΟΕ	
Κ ΜΑΚΡΗ ΚΑΙ ΣΙΑ ΟΕ	Ηλεκτροκινητήρες
ΜΕΚΜΟΤΟΡΣ ΕΛΛΑΣ	
ΒΕΤΑΝ HELLAS	Θερμοσίφωνες
ΔΗΜΟΚΑ ΑΦΟΙ ΟΕ	Κλιματισμός
ΠΕΤΡΟΣ ΠΕΤΡΟΠΟΥΛΟΣ ΑΕΒΕ	Λιπαντικά
LUCASOIL	
ΤΡΟΥΛΛΙΝΟΣ	Βιομηχανίες Σοκολάτας
NTENTEMH ΑΦΟΙ	Στρώματα
VECTOR SECURITY	Συστήματα Ασφαλείας
PRIMA ΕΛΛΑΣ ΜΟΝΟΠΡΟΣΩΠΗ ΕΠΕ	
ΡΟΜΒΟΣ ΚΡΥΣΤΑΛΛΑ ΑΕΒΕ	Τζάμια & Κρύσταλλα
ΡΑΒΙΟΛΟΣ Δ. Κ. Α.Ε.Ε.	Τρόφιμα
ΖΑΜΠΕΤΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ	Υφάσματα
EUROFIL	Χαλιά
ΛΙΑΣΚΟΣ Δ ΝΙΚΟΛΑΟΣ	Χυτήρια
ΣΤΥΛΙΑΝΟΠΟΥΛΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ - ΦΙΛΙΠΠΟΣ	Ψυγεία Αυτοκινήτων

Πηγή: Αναζήτηση από το διαδίκτυο (Google)

ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΖΩΝΗ ΜΑΝΔΡΑΣ - ΕΛΕΥΣΙΝΑΣ	
Σκυρόδεμα Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή (Ελευσίνα)	ΑΡΓΥΡΙΟΥ ΧΡΗΣΤΟΣ Ε.Π.Ε.
Logistics Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή (Ελευσίνα)	MINOX LOGISTICS Α.Ε.
Αγροτικοι συνεταιρισμοί Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή (Ελευσίνα)	ΓΡΑΨΑΣ ΕΥΣΤΑΘΙΟΣ & ΣΙΑ Ε.Π.Ε.
Αλλαντικά, Βιομηχανίες, Αντιπροσωπείες, Πρατήρια Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή (Ελευσίνα)	ΒΟΥΛΓΑΡΗ ΑΦΟΙ ΑΕΒΕ
Αποθήκες Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή (Ελευσίνα)	ΜΑΒΕ ΕΠΕ
	ΕΤΡΟΞΥΛ ΑΕ
Γαλβανιστήρια Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή (Ελευσίνα)	ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΓΑΛΒΑΝΙΣΤΗΡΙΑ - ΧΑΤΖΗΕΛΕΝΗ ΑΒΕΕ
Γεωργικά Είδη και Προϊόντα Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή (Ελευσίνα)	ΕΛΛΑΓΡΕΤ ΑΒΕΕ
Εκτύπωση Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή (Ελευσίνα)	DIAMOND PRINT
Εμποριο ξυλείας Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή (Ελευσίνα)	ΞΥΛΕΞΠΕΡ ΑΕ
Επεξεργασία Χαρτιού Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή (Ελευσίνα)	ΠΑΝΧΑΡΤ - ΑΦΟΙ ΠΑΝΟΠΟΥΛΟΙ ΑΒΕΕ
Ζυγαριές και Πλάστιγγες Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή (Ελευσίνα)	ΜΟΥΣΧΟΥΝΤΗ ΑΦΟΙ Ε. & ΣΙΑ ΕΕ
Ηλεκτρικά Εργαλεία Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή (Ελευσίνα)	ΠΕΤΡΕΚΑΣ ΕΠΑΜΕΙΝΩΝΔΑΣ
Ηλεκτρικές Οικιακές Συσκευές Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή (Ελευσίνα)	ΜΑΒΗΛΕΚ
Ηλεκτρολογικό Υλικό Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή (Ελευσίνα)	ΕΥΡΩΣΕΡΚΑ ΗΛ/ΚΑ ΑΒΕΤΕ
Κιβώτια - Κουτιά - Παλέτες Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή (Ελευσίνα)	TECHNOPACK
Κουφώματα Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή (Ελευσίνα)	ΕΛΒΙΚ ΑΕΒΕ
Λευκοσιδηρουργία Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή (Ελευσίνα)	METAL CAN
	ΚΟΥΡΝΙΑΤΗΣ ΙΩΑΝ. & ΥΙΟΣ ΟΕ
Μεταλλικές Κατασκευές Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή (Ελευσίνα)	ΠΑΡΘΕΝΙΟΥ Α.Β.Ε.Ε.
	EUROMETAL
	Symetal S.A
	ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΣ Ε. & Ι. ΑΒΕΕ
Μεταφορές Ξηράς Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή (Ελευσίνα)	ΒΛΑΖΑΚΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΗ Α.Ε
Μηχανουργία Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή (Ελευσίνα)	ΧΑΤΖΗΝΙΚΟΛΑΟΥ Α. & ΣΙΑ ΟΕ
Πλαστικά Είδη Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή (Ελευσίνα)	Ν.Κ. ΠΛΑΣΤΙΚΑ Α.Β.Ε.Ε
Σίδηρος Εμπορίου Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή (Ελευσίνα)	ΚΟΡΔΕΛΛΟΥ Χ. ΑΦΟΙ ΑΕΒΕ
Σκάφη Αναψυχής Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή (Ελευσίνα)	ΒΑΡΤΣΙΛΑ ΝΤΗΖΕΛ ΕΛΛΑΣ Α.Ε.
Σκυρόδεμα Υλικά Επισκευών - Βελτιωτικά Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή (Ελευσίνα)	INTERMPETON ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΑΕ
Συσκευασία και Τυποποίηση Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή (Ελευσίνα)	WORLD PACKING LOGISTIC
Υφαντά Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή (Ελευσίνα)	ΛΕΟΝΤΙΑΔΟΥ Α ΕΙΡΗΝΗ
Χαλκού και Ορείχαλκου Είδη - Προϊόντα και Εργασίες Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή (Ελευσίνα)	ΧΑΤΖΗΝΙΚΟΛΑΟΥ Α. & ΣΙΑ ΟΕ
Χαρτοκιβώτια Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή (Ελευσίνα)	ΕΠΕΣ - ΔΡΑΓΟΥΝΗΣ Γ Α ΕΠΕ
	CARLGLASS
	SERTON
Χρώματα	Vivechrom
	Σύνολο 64
https://www.xo.gr/dir-loc-geo/Nomos%20Attikis/Emporiki%20kai%20Viomichaniki%20Periochi%20(Magoula%20Attikis)/	
https://www.xo.gr/dir-loc-geo/Nomos%20Attikis/Emporiki%20kai%20Viomichaniki%20Periochi%20(Elefsina)/	

ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΖΩΝΗ ΜΑΓΟΥΛΑΣ	Επωνυμία
Εξοπλισμός Κήπων & Παιδικών Χαρών Βιομηχανική Περιοχή (Μαρούλα Αττικής)	ΓΙΑΝΝΟΥ ΑΦΟΙ Ο.Ε.
Λευκοσιδηρουργία Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή (Μαρούλα Αττικής)	(ΠΡΟΜΕΤΑΛ ΜΠΑΚΛΗ)
Όργανα Γυμναστικής Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή (Μαρούλα Αττικής)	ΓΙΑΝΝΟΣ Γ. Α.Ε.Β.Ε.
Τρόφιμα Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή (Μαρούλα Αττικής)	ΤΖΑΝΟΣ Ε.Π.Ε.
Χημικά Προϊόντα Εμπορική και Βιομηχανική Περιοχή (Μαρούλα Αττικής)	ΟΞΕΑ ΕΠΕ
Καπνοβιομηχανία	Pansil ΚΟΡΝΗΛΑΚΗΣ ΑΒΕΕ
Χρώματα	Papastratos CMC S.A.
Βιομηχανίες Αλουμινίου	Vitex
	ETEM ΑΕ
	ΚΑΒΟΥΡΑΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ & ΣΙΑ ΟΕ
	ΙΩΑΝΝΗΣ Μ ΠΑΤΕΡΑΚΗΣ
Βιομηχανία Συσκευασιών	ΒΙΣ
Εξοπλισμός για Βιομηχανίες Τροφίμων,Κονιαμάτων κ.ά	INSOL
Είδη Κιγκαλερίας	CONVEY
Προϊόντων χάρτου, σακουλών, ειδών καθαρισμού & συσκευασίας	ΣΕΛΕΞ
Τρόφιμα	HQF(ΚΑΝΑΚΙ-ΜΙΜΙΚΟΣ)
	ΠΙΤΕΣ ΚΟΛΙΟΣ Α.Ε
	ΚΡΗΤΙΚΟΣ
	ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ ΤΡΟΦΙΝΚΟ ΑΕΒΕ
Μηχανολογικός Εξοπλισμός	HELMA
Χάλυβας σύρματα & σωλήνες	ΓΕΩΡΓΑΝΤΑ Ε.Π.Ε
Ηλεκτρικές Συσκευές & Τεχνολογία	Πλαίσιο
Προϊόντα Δομικά Στεγανωτικά	DUROSTICK
Ανώνυμη Εμπορική και Βιομηχανική Εταιρεία	LOGIKA SA
Μεταφορικές	ΠΑΕΓΑΕ
	APM TRANSPORT
	MET-KA
	ROUTE Ltd

ΒΙΟΠΑ ΑΝΩ ΛΙΟΣΙΩΝ	Επωνυμία
Αλουμινία Α' Βιομηχανικό Πάρκο Άνω Λιοσίων Αττικής	POWER LOCK
Είδη Εξοχής Α' Βιομηχανικό Πάρκο Άνω Λιοσίων Αττικής	ΜΠΟΥΤΣΙΚΑΚΗΣ Κ. & ΑΕ
Εμποριο ξυλείας Α' Βιομηχανικό Πάρκο Άνω Λιοσίων Αττικής	ΚΟΥΝΟΥΒΕΛΗΣ Κ. ΚΑΙ ΣΙΑ Ο.Ε
Καφέδες Α' Βιομηχανικό Πάρκο Άνω Λιοσίων Αττικής	GIANNOS - ΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΥ ΥΙΟΙ ΟΕ
Μελισσοκομικά, Είδη Προϊόντα Α' Βιο.Πα Άνω Λιοσίων Αττικής	ΠΑΝΤΕΛΑΚΗΣ Ε.Ε - ANEL STADARD
Μηχανήματα Βαφής Α' Βιομηχανικό Πάρκο Άνω Λιοσίων Αττικής	ΖΑΧΑΡΙΑΔΟΥ Μ. & Α. ΟΕ
Κατασκευή ειδικών πωμάτων Α' ΒΙΟΠΑ Άνω Λιοσίων	MGRACK
Τρόφιμα Α' ΒΙΟΠΑ Άνω Λιοσίων	SelectFish
Βιοτεχνία Κορδονιών & Κορδελών Α' ΒΙΟΠΑ Άνω Λιοσίων	Finitex
Επεξεργασία Νερού	Κάλλιγκαν ΕΛΛΑΣ ΑΒΕΕ
Εξοπλισμός & Μηχανήματα για Βιομηχανία και Τεχνικά Έργα	MAN AIP Α.Ε.
Τεχνολογίες Ενέργειας & Νερού	UNIBIOS Α.Ε. ΣΥΜΜΕΤΟΧΩΝ
Κουρτίνες/Ταινιοπλέγματα	ΑΤΤΙΚΗ ΥΦΑΝΤΟΥΡΓΙΑ ΤΑΙΝΙΟΠΛΕΓΜΑΤΩΝ Α.Ε.
Τυπογραφεία	ALTA GRAFICO Α.Ε.
Ενέργεια/Φωτοβολταϊκά	Helios Photovoltaic Solutions
Εργαλεία Βαφής,Σιλικόνες κλπ	ΖΗΤΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΒΑΦΗΣ ΑΕΒΕ
Επεξεργασία Κρεάτων/Κρεατοσκευάσματα	Meat Farm
Ξηροί Καρποί-Παραγωγή	ΣΤΑΘΟΠΟΥΛΟΣ, ΡΗΓΑΣ, & ΣΙΑ Ε.Ε. "RIGAS NUTS"
Τυπογραφεία	ΛΙΘΟΠΡΙΝΤ ΓΡΑΦ. ΤΕΧΝΑΙ Ι. ΣΚΟΥΡΙΑΣ Ε.Π.Ε
Γραφικές Τέχνες-Εκτυπώσεις	ΟΡΦΑΝΟΣ, Μ., Α.Ε.Β.Ε.
Διανομή & Αντιπροσώπηση Βρεφικών Ειδών	ΠΕΡΑΜΑΞ Α.Ε.
Κουφώματα-Αλουμινία	ΑΦΟΙ ΠΕΤΡΟΥΤΣΟΥ ΕΠΕ
Ηλεκτρονικά Είδη	MONITOR ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ Ε.Π.Ε.
Τρόφιμα Α' ΒΙΟΠΑ Άνω Λιοσίων	FAMA
Τρόφιμα Α' ΒΙΟΠΑ Άνω Λιοσίων	LoukoumiLand
Βιομηχανία-Παραγωγή Σοκολατοειδών	MELBON
20-30 ΕΤΑΙΡΙΕΣ	Σύνολο 26
https://www.facebook.com/DAIDALOS.BIOPA/	
https://www.xo.gr/dir-loc-geo/Nomos%20Attikis/A%CE%84%20Viomichaniko%20Parko%20Ano%20Liosion%20Attikis/	