



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΑΓΑΘΩΝ
ΑΠΟ ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΑΠΟΘΗΚΗ ΣΤΟ ΝΟΜΟ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΠΟΥΛΙΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : Δρ. ΣΤΕΛΙΟΣ ΚΟΥΚΟΥΜΙΑΛΟΣ

ΙΟΥΝΙΟΣ 2022

©2022 Poullos Dimitrios

The approval of the Diploma Thesis by the Department of Mechanical Engineering of the University of Thessaly does not imply acceptance of the author's opinions. (Law 5343/32, article 202, paragraph 2).

Εγκρίθηκε από τα Μέλη της Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής

**Πρώτος Εξεταστής
(Επιβλέπων)**

**Δρ. Στυλιανός Κουκούμιαλος
Αναπληρωτής Καθηγητής Πανεπιστήμιο
Θεσσαλίας**

Δεύτερος Εξεταστής

**Δρ. Γεώργιος Λυμπερόπουλος
Καθηγητής Τμήμα Μηχανολόγων
Μηχανικών Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας**

Τρίτος Εξεταστής

**Δρ. Δημήτριος Παντελής
Καθηγητής Τμήμα Μηχανολόγων
Μηχανικών Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας**

Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε υπό την επίβλεψη του καθηγητή Δρ. Κουκούμιαλου Στυλιανού. Τον ευχαριστώ για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, για την καθοδήγηση και την υποστήριξη του από την αρχή μέχρι και την ολοκλήρωση αυτής της εργασίας. Πολύτιμες υπήρξαν οι συμβουλές του καθηγητή Δρ. Σταμπούλη Γεωργίου, τον οποίο και ευχαριστώ ιδιαίτερα. Θα ήθελα να ευχαριστήσω επίσης όλους όσους βρέθηκαν δίπλα μου, ο καθένας με το δικό του τρόπο, αρωγοί στην ολοκλήρωση αυτής της προσπάθειας και ιδιαίτερα την οικογένειά μου .

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία ασχολείται με την μελέτη διανομής αγαθών από κεντρική αποθήκη στο νομό Αττικής με χρήση προσομοίωσης.

Σκοπός της εργασίας είναι η δημιουργία ενός μοντέλου προσομοίωσης ώστε να εξυπηρετείται η διανομή από μία μεγάλη διαστάσεων αποθήκη, η οποία έχει έδρα το Ρουπάκι του Ασπρόπυργου που βρίσκεται στο ανατολικό τμήμα της Αττικής, σε πελάτες οι οποίοι είναι κατανεμημένοι σε οποιοδήποτε μέρος της Αττικής.

Αρχικά προσεγγίσαμε την επιστήμη της Προσομοίωση δίνοντας τον ορισμό της και αναλύοντας βασικές έννοιες. Αναλύσαμε τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά της μεθόδου καθώς και τα βασικά στάδια-βήματα που απαιτούνται κατά την δημιουργία ενός μοντέλου.

Στη συνέχεια περιγράψαμε το επιχειρησιακό πρόβλημα υπολογίζοντας τη ζήτηση ανά δήμο λαμβάνοντας υπόψη την κατανομή της ζήτησης κατά τη διάρκεια της ημέρας και παρουσιάσαμε τις διαδρομές των 8 φορτηγών και την κατανομή όλων των κέντρων διανομής πάνω σε αυτές.

Έπειτα παρουσιάζουμε τα στάδια δημιουργίας του μοντέλου προσομοίωσης Arena Simulation και εξηγήσαμε την ενέργεια που εκτελεί το κάθε στάδιο.

Επιπλέον με αναφορά σε αρχικές προσεγγίσεις επίλυσης του ζητήματος της διπλωματικής, οδηγούμαστε στην παρουσίαση των βελτιωμένων σεναρίων και καταλήγουμε στο βέλτιστο σενάριο.

Τέλος γίνεται αναφορά στους στόχους που επιτεύχθηκαν από την διεξαγωγή της διπλωματικής και σε προτάσεις επέκτασης της διπλωματικής.

Λέξεις Κλειδιά: Προσομοίωση, Διαδρομή, Κατανομή, Ζήτηση, Κέντρα Διανομής, Παραγγελίες, Βελτιωτικά σενάρια, Arena.

ABSTRACT

The present thesis deals with the planning and simulation of the distribution of products to the area of Attica using the program Arena Simulation.

Objective of the thesis is the distribution of goods from a warehouse positioned in Roupaki Aspropurgos to customers throughout the vastness of Attica.

To begin with we analyzed basic principles of the science field of Simulation and then we touched upon its advantages and disadvantages while stating the basic stages of creation of a simulation model.

To continue with, we described in detail the prerequisites of the problem that we have to deal with and we introduced the calculations that took place leading to the demand of each municipality of Attica. Furthermore, we presented the 8 routes and the distribution centers that are necessary for the distribution.

Additionally, we explained the stages of the creation of the Arena Simulation model and the function that each one delivers.

Then, while introducing the original solution of the thesis, we showed the optimizations that we applied and the leading results of these.

Finally, the achievements that we delivered through solving the problem and possible ways to extend the original problem are stated.

Key words: Simulation, Route, Demand, Distribution, Distribution center, Orders, Improvement scenarios, Arena.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	
Ευχαριστίες	4
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
ABSTRACT.....	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι.....	9
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ	9
1.1 Ορισμός της προσομοίωσης.....	9
1.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα προσομοίωσης	10
1.2.1 Πλεονεκτήματα προσομοίωσης	11
1.2.2 Μειονεκτήματα της προσομοίωσης	11
1.3 Προσομοίωση και μοντελοποίηση διακριτών συστημάτων	12
1.4 Η διαδικασία της μελέτης προσομοίωσης	13
1.5 Βήματα μελέτης προσομοίωσης.....	16
1.6 Μελλοντικές προοπτικές.....	20
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙ.....	21
2. ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ/ ARENA SIMULATION SOFTWARE.....	21
2.1 Εισαγωγή	21
2.2 Χαρακτηριστικά και πλεονεκτήματα	21
2.3 Περιοχές εφαρμογής του λογισμικού προσομοίωσης	22
2.3.1 Διερεύνηση του πιθανού αντίκτυπου των αποφάσεων πριν την λήψη τους.....	22
2.3.2 Προσομοίωση στα Logistics.....	22
2.3.3 Προσομοίωση εργοστασίου.....	23
2.3.4 Προσομοίωση Αποθήκης	23
2.3.5 Προσομοίωση στην εφοδιαστική αλυσίδα	23
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ.....	25
3. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ	25
3.1 Παρουσίαση επιχειρησιακού προβλήματος προς διερεύνηση.....	25
3.2 Στόχοι της διπλωματικής εργασίας	25
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙV	27
4. ΕΠΙΛΥΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ.....	27
4.1 Υπολογισμός εισροής παραγγελιών	27
4.2 Δρομολόγηση και τοποθέτηση κέντρων διανομής.....	29
4.2.1 Διαδρομή 1	30
4.2.2 Διαδρομή 2	32
4.2.3 Διαδρομή 3	33
4.2.4 Διαδρομή 4	34

4.2.5 Διαδρομή 5	36
4.2.6 Διαδρομή 6	37
4.2.7 Διαδρομή 7	38
4.2.8 Διαδρομή 8	40
4.3 Προσομοίωση του επιχειρησιακού μοντέλου με χρήση Arena Simulation...	41
4.3.1 Συνοπτική εικόνα του μοντέλου προσομοίωσης διανομής.	42
4.3.2 Βήματα δημιουργίας μοντέλου προσομοίωσης	43
4.3.2.1 Παραγωγή απαραίτητων αρχικών οντοτήτων και τοποθέτηση φορτηγών και van στις αρμόζουσες ουρές	43
4.3.2.2 Προσομοίωση βασικής κεντρικής αποθήκης.....	44
4.3.2.3 Εξασφάλιση διαδικασίας φόρτωσης και εκφόρτωσης σε κάθε σημείο διαλογής ξεχωριστά	46
4.3.2.4 Πραγματοποίηση χρονοδιαγράμματος εισροής παραγγελιών ανάλογα με ώρες της ημέρας	49
4.3.2.5 Διευθέτηση κατάλληλης σειριακής αλληλουχίας που διαμορφώνει το δρομολόγιο του κάθε φορτηγού και van	57
4.3.2.6 Διανομή από κέντρο διανομής σε τελικούς πελάτες	58
4.3.2.7 Εισαγωγή χρονικής μεταβλητής στο σύστημα.....	59
ΚΕΦΑΛΑΙΟ V.....	60
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	60
5.1 Βελτιωτικά σενάρια και Αποτελέσματα.....	60
5.1.1 Βελτίωση πρώτης διαδρομής και αποτελέσματα	61
5.1.2 Βελτίωση έκτης διαδρομής και αποτελέσματα.....	67
5.1.3 Βελτίωση τρίτης διαδρομής και αποτελέσματα.....	71
5.2 Τελικά Αποτελέσματα.....	76
5.2.1 Αποτελέσματα αριθμού Παραγγελιών τελικών διαδρομών	76
5.2.2 Χρονική Διάρκεια Δρομολογίων.....	81
5.3 Βελτιστοποίηση με χρήση προγράμματος Arena Simulation	81
5.3.1 Προσαρμογή εισροών στο μοντέλο προσομοίωσης.....	82
5.3.2 Προσαρμογή τοποθεσίας και πλήθους κέντρων διανομής	84
ΚΕΦΑΛΑΙΟ VI	86
6. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΕΠΕΚΤΑΣΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ	86
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	87
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	89
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	91

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ

1.1 Ορισμός της προσομοίωσης

Προσομοίωση (simulation) είναι η μίμηση με τη βοήθεια υπολογιστή της λειτουργίας ενός συστήματος ή της εξέλιξης μίας διαδικασίας ή φαινομένου στον χρόνο.

Διαδικασία ή σύστημα ονομάζεται ένα σύνολο στοιχείων τα οποία εξελίσσονται και αλληλοεπιδρούν σύμφωνα με κάποιους κανόνες. **Οι κανόνες** αυτοί εκφράζονται με μαθηματικές ή λογικές σχέσεις, και αποτελούν το μοντέλο τους συστήματος.

Κατάσταση είναι το σύνολο των μεταβλητών οι οποίες δίνουν την απαραίτητη πληροφορία για την περιγραφή του συστήματος. Αν οι λειτουργικές καταστάσεις για τις οποίες καλούμαστε να πάρουμε απόφαση είναι απλές, επιλύουμε το πρόβλημα αναλυτικά. Σε περιπτώσεις όπου η αναλυτική λύση δεν είναι δυνατή και τα μοντέλα είναι πιο πολύπλοκα, επιλέγουμε να χρησιμοποιήσουμε αριθμητικές τεχνικές και προσομοίωση. [1]-[2]-[3]-[4] Η προσομοίωση μπορεί να εφαρμοστεί:

- Στην ανάπτυξη ενός μοντέλου του συστήματος που θέλουμε να εξετάσουμε με τη μορφή προγράμματος σε υπολογιστή
- Στην εκτέλεση του προγράμματος με το οποίο καταγράφεται η κατάστασή του συστήματος σε διαδοχικές χρονικές στιγμές, αποτυπώνοντας ένα πιθανό σενάριο εξέλιξης του συστήματος στο χρόνο.
- Σε δοκιμές διαφόρων σεναρίων, τα οποία προκύπτουν, όταν αλλάξει κανείς στο καθένα ξεχωριστά, κάποιες παραμέτρους σχεδίασης ή ελέγχου του συστήματος με στόχο να βελτιστοποιήσει την λειτουργία του. [1]

Η προσομοίωση αποτελεί μία μέθοδο πειραματική σκοπό της έχει την βελτιστοποίηση συστημάτων, την ανάλυση της ευαισθησίας τους καθώς και τη μελέτη της λειτουργίας τους. Η μέθοδος, ως πειραματική, εξαρτάται πολύ από την πιστότητα του μοντέλου του συστήματος που χρησιμοποιείται, καθώς και από την επιλογή εκείνων των παραμέτρων που απαιτούνται για την εξαγωγή αξιόπιστων και χρήσιμων συμπερασμάτων. Με την προσομοίωση μπορούμε να αξιολογήσουμε την απόδοση ενδεχόμενων αλλαγών αλλά και την αποτελεσματικότητα ή την απόδοση ενός συστήματος πριν ακόμα κατασκευαστεί, με σκοπό τη βέλτιστη σχεδίασή του και τον βέλτιστο έλεγχο λειτουργίας του. Βασικός στόχος και σκοπός της προσομοίωσης είναι

η γνώση της επίδρασης που επιφέρουν τυχόν αλλαγές στη ροή του μοντέλου και η μελέτη εναλλακτικών σεναρίων.[1]-[5]-[12]

Η μοντελοποίηση και η προσομοίωση εμφανίστηκαν στον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο ως μία αριθμητική τεχνική για τη λύση προβλημάτων, τότε οι γνωστές Monde Carlo μέθοδοι χρησιμοποιήθηκαν από τους John Von Neuman και Stanislaw Ulam στα εργαστήρια του Los Alamos για την λύση προβλημάτων διάχυσης νετρονίων. Ο όρος προσομοίωση εμφανίστηκε για πρώτη φορά σε βιογραφικά πανεπιστημίων, βιβλία και περιοδικά τη δεκαετία του 1960. [5]

Οι αριθμητικές μέθοδοι μπορούν να εφαρμοστούν σε πολλούς τομείς όπως:

- Στην ανάλυση και σχεδίαση συστημάτων παραγωγής (βιομηχανία) και στον έλεγχο αποθεμάτων(εμπορικές επιχειρήσεις, βιομηχανία)
- Στη μελέτη συστημάτων εξυπηρέτησης (τηλεπικοινωνίες, τράπεζες νοσοκομεία, κυκλοφορικά συστήματα)
- Στην αξιολόγηση επενδυτικών αποφάσεων (χρηματιστήριο επενδύσεις, marketing)
- Στην υπολογιστική δυναμική (ροές ρευστών, αντοχή υλικών, συμπεριφορά κατασκευών)
- Στη μελέτη συζευγμένων και πολύπλοκων φυσικών και ανθρώπινων συστημάτων[1]

1.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα προσομοίωσης

Η προσομοίωση ως μέθοδος επιστημονικής έρευνας παρουσιάζει μια σειρά από πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Αν συγκρίνουμε την προσομοίωση με άλλες εναλλακτικές μεθόδους και λύσεις θα διαπιστώσουμε δυνατότητες και αδυναμίες που προκύπτουν κατά την εφαρμογή της. Η επιλογή και προτίμηση της προσομοίωσης εξαρτάται από διάφορους σημαντικούς παράγοντες καθώς και από το επιστημονικό χώρο που σκοπεύουμε να την χρησιμοποιήσουμε αλλά και από το φαινόμενο και το οποίο θέλουμε να μελετήσουμε. Από τη στιγμή που έχει αποφασισθεί να χρησιμοποιηθεί προσομοίωση για τη μελέτη ενός συστήματος, εκτιμάται ότι μπορούν να προκύψουν αρκετά προβλήματα και δυσκολίες κατά την πορεία υλοποίησης. Παρ' όλα αυτά μπορούμε να βελτιώσουμε ακόμα περισσότερο τη μέθοδο, εντοπίζοντας τα προβλήματα και τις αιτίες που δεν μας επιτρέπουν να καταλήξουμε στα αποτελέσματα που θέλουμε. Ωστόσο παρόλα τα μειονεκτήματα και τις δυσκολίες της μεθόδου, τα

πλεονεκτήματα και τα οφέλη που επιφέρει η προσομοίωση στα πεδία που εφαρμόζεται υπερέρχουν.

1.2.1 Πλεονεκτήματα προσομοίωσης

- Σε περιπτώσεις που τα συστήματα δεν μπορούν να αναπαρασταθούν με μαθηματικά μοντέλα καταφεύγουμε αναγκαστικά στη χρήση της προσομοίωσης
- Μπορούμε να κατανοήσουμε καλύτερα την απόδοση ενός συστήματος καθώς και το πως επηρεάζεται.
- Έχουμε αποτελέσματα σε ελάχιστο χρονικό διάστημα.
- Επίσης η προσομοίωση δίνει την δυνατότητα:
 - να δοκιμαστούν νέες πολιτικές, διαδικασίες λειτουργίας κανόνες λήψης αποφάσεων, ροές πληροφοριών, οργανωτικές διαδικασίες κλπ χωρίς την διακοπή των πραγματικών συστημάτων.
 - να δοκιμαστούν νέα συστήματα χωρίς να υποστούμε το κόστος κατασκευής των συστημάτων αυτών
 - να μελετήσουμε διάφορες υποθέσεις. Οι υποθέσεις σχετικά με το πως και το γιατί συμβαίνουν ορισμένα φαινόμενα μπορούν να ελεγχθούν ως προς την σκοπιμότητα
 - να έχουμε καλύτερο έλεγχο των συνθηκών του πειράματος, ακόμη και έναντι του πραγματικού συστήματος
 - να εξετάσουμε την ανταπόκριση και την συμπεριφορά του συστήματος, σε συνθήκες και περιπτώσεις συμφόρησης
 - να υπολογίσουμε την απόδοση ενός συστήματος μέσα σε συγκεκριμένες συνθήκες λειτουργίας
 - να συγκρίνουμε εναλλακτικές αρχιτεκτονικές ή συνθήκες λειτουργίας συστημάτων [6]-[7]

1.2.2 Μειονεκτήματα της προσομοίωσης

- Η κατασκευή μοντέλων είναι σχετικά δύσκολη υπόθεση και απαιτεί εκπαίδευση και προετοιμασία. Επιπλέον αν δύο μοντέλα κατασκευάζονται από δύο ικανά άτομα, μπορεί να έχουν ομοιότητες, αλλά είναι πολύ απίθανο να είναι τα ίδια.

- Μερικές φορές ο χρόνος εκτέλεσης της προσομοίωσης μπορεί να είναι αρκετά έως πολύ μεγαλύτερος του επιθυμητού.
- Σε κάθε εκτέλεση του μοντέλου προσομοίωσης τα αποτελέσματα που παράγονται αφορούν συγκεκριμένες συνθήκες εισόδου και για αυτό το λόγο είναι περιορισμένα. Επομένως δεν αρκεί μια μόνο εκτέλεση αλλά απαιτούνται πολλές επαναλήψεις.
- Τα αποτελέσματα μπορεί να έχουν αστοχία λόγω της τυχαιότητας των δεδομένων. [6]-[7]

Όπως αναφέρθηκε πιο πάνω , κατά την διάρκεια της προσομοίωσης μπορούν να προκύψουν δυσκολίες και προβλήματα όπως :

- το σύνολο των στόχων στην αρχή της μελέτης προσομοίωσης να μην έχει διατυπωθεί με σαφήνεια
- να μην συμμετείχε ολόκληρη η ομάδα έργου στην αρχή της μελέτης προσομοίωσης
- να υπάρχει έλλειψη επικοινωνίας με την διοίκηση σε όλη την διάρκεια της μελέτης προσομοίωσης
- να είναι ακατάλληλο το λογισμικό προσομοίωσης και τα εμπορικά πακέτα που χρησιμοποιούνται
- Να υπάρχει ανεπάρκεια γνώσεων για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων (γνώσεις στατιστικής, επιχειρησιακής έρευνας κλπ)
- Να γίνεται χρήση αυθαίρετων κατανομών που δεν αντιπροσωπεύουν τα πραγματικά δεδομένα εισόδου.
- Να χρησιμοποιούνται λανθασμένα μέτρα απόδοσης. [9]

1.3 Προσομοίωση και μοντελοποίηση διακριτών συστημάτων

Η μοντελοποίηση είναι η διαδικασία κατασκευής ενός μοντέλου, και η έννοιά της είναι πιο ευρεία από την προσομοίωση. «Το προσομοιωτικό μοντέλο μπορεί να είναι διαφορετικό από ένα αναλυτικό ή αριθμητικό ή και συμβολικό μοντέλο του συστήματος. Ο δόκιμος όρος που περιγράφει ακριβώς αυτή τη δυαδικότητα είναι "μοντελοποίηση και προσομοίωση" (modeling and simulation)»[13]

Υπάρχουν οι εξής κατηγορίες προσομοιώσεων:

- η αναλογική (analogical) προσομοίωση

- ο χαρακτηρισμός hardware-in-the loop που μπορεί να μεταφρασθεί ελεύθερα "με υλικό στον βρόχο".
- ο όρος simulation-in-the-loop, δηλαδή "προσομοίωση στον βρόχο"
- η προσομοίωση με διακριτά γεγονότα (discrete-event systems)

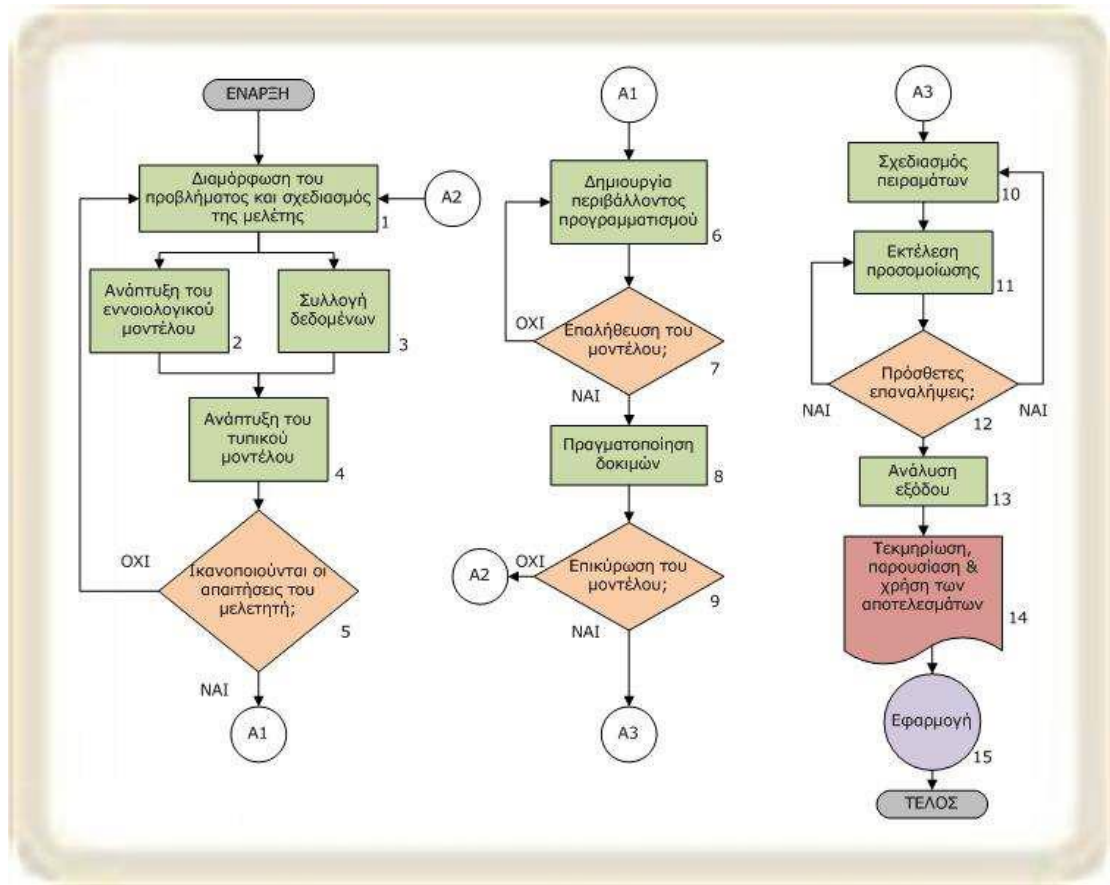
Η μοντελοποίηση διακριτών γεγονότων είναι η διαδικασία απεικόνισης της συμπεριφοράς ενός σύνθετου συστήματος καθώς αυτό εξελίσσεται με την πάροδο του χρόνου και οι μεταβλητές κατάστασης αλλάζουν ακαριαία σε ξεχωριστές στιγμές στο χρόνο. «Ο χρόνος εξακολουθεί να είναι συνεχής, ωστόσο όμως σημασία έχουν μόνο οι στιγμές κατά τις οποίες συμβαίνει ένα γεγονός που αλλάζει την κατάσταση του συστήματος.» Η προσομοίωση τέτοιων συστημάτων αποκαλείται διακριτή (discrete simulation) και λειτουργεί καλά σε διαδικασίες που υπάρχει μεταβλητότητα ή υπάρχουν περιορισμένοι πόροι ή πολύπλοκες αλληλεπιδράσεις συστήματος.

Η προσομοίωση διακριτών γεγονότων μας δίνει την δυνατότητα να αναλύουμε γρήγορα τη συμπεριφορά μιας διαδικασίας ή ενός συστήματος με την πάροδο του χρόνου, να θέτουμε ερωτήσεις «γιατί» ή «τι θα γινόταν αν» και να σχεδιάζουμε ή να αλλάζουμε διαδικασίες ή συστήματα χωρίς οικονομικές επιπτώσεις[11]- [13]

1.4 Η διαδικασία της μελέτης προσομοίωσης

Ένα από τα πιο δύσκολα ζητήματα στη προσομοίωση είναι ο προσδιορισμός του περιεχομένου του μοντέλου προσομοίωσης. Η δουλειά του προγραμματιστή είναι να κατανοήσει το πραγματικό σύστημα που αποτελεί το αντικείμενο της μελέτης προσομοίωσης και να το μετατρέψει σε κατάλληλο μοντέλο προσομοίωσης. «Μοντέλο είναι μία αναπαράσταση ενός φυσικού συστήματος ή οργανισμού ή φυσικού φαινομένου ή ακόμη και μίας ιδέας, είναι το σύνολο των πληροφοριών ενός συστήματος που έχει συγκεντρωθεί με σκοπό τη μελέτη του συστήματος. Το μοντέλο ενός συστήματος θα πρέπει να αντιπροσωπεύει το σύστημα όσο πιο πιστά γίνεται, έτσι ώστε τα συμπεράσματα που θα εξαχθούν από τη μελέτη του μοντέλου να αντιστοιχούν σε συμπεράσματα για το σύστημα».[12]

Η διαδικασία της μελέτης μιας προσομοίωσης είναι αρκετά σύνθετη και τα βασικά στάδια που την αποτελούν απεικονίζονται στην παρακάτω εικόνα



Σχήμα 1. 1 Διαδικασία μελέτης προσομοίωσης [8]

Στο πρώτο στάδιο πρέπει να γίνει η διαμόρφωση του προβλήματος καθώς και ο σχεδιασμός της μελέτης. Πρέπει να καθοριστούν τα ζητούμενα και οι στόχοι της μελέτης και να αποφασισθεί αν η προσομοίωση είναι η μέθοδος που επιλέγεται και θα χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση του προβλήματος. Στη συνέχεια πρέπει να οροθετηθούν οι λειτουργίες και τα χαρακτηριστικά του συστήματος ώστε να αξιολογηθεί η εγκυρότητα του μοντέλου προσομοίωσης. Πρέπει να προσδιορισθεί ο χρόνος στον οποίο θα γίνει η εκτέλεση της μελέτης καθώς και τα μέσα παραγωγής για την τελική επιλογή λογισμικού που θα τρέξει το πρόγραμμα προσομοίωσης.

Στο δεύτερο στάδιο γίνεται η ανάπτυξη του εννοιολογικού μοντέλου. Πρέπει να ορισθούν τα κύρια συστατικά στοιχεία του συστήματος και οι βασικές παραδοχές. Η ικανότητα και η εμπειρία του αναλυτή θα βοηθήσει στη μείωση χρονοβόρων διαδικασιών και στην δημιουργία ενός απλοποιημένου μοντέλου.

Το τρίτο στάδιο περιλαμβάνει τη συλλογή δεδομένων και είναι άρρηκτα συνδεδεμένο πρακτικά και θεωρητικά με το δεύτερο στάδιο. Σε αυτό το σημείο ο αναλυτής

διαχειρίζεται τις πληροφορίες και τα χαρακτηριστικά του συστήματος και λαμβάνει αποφάσεις για τις παραμέτρους και τα δεδομένα εισόδου.

Στο τέταρτο στάδιο πραγματοποιείται η ανάπτυξη του τυπικού μοντέλου. Δίνεται ο καθορισμός των στοιχείων (οντοτήτων και πόρων) βάση των χαρακτηριστικών που επιλέχθηκαν από την ανάπτυξη του εννοιολογικού μοντέλου.

Στο πέμπτο στάδιο επαληθεύεται όλη η προηγούμενη διαδικασία. Γίνεται αξιολόγηση της ανάπτυξης του μοντέλου και κρίνεται η επάρκεια του σχεδιασμού του.

Στο έκτο στάδιο και αφού έχει αποφασισθεί ότι το μοντέλο καλύπτει τις ανάγκες του προβλήματος, δημιουργείται από τον αναλυτή το περιβάλλον προγραμματισμού. Επιλέγεται δηλαδή η γλώσσα προγραμματισμού που θα χρησιμοποιηθεί για το μοντέλο προσομοίωσης.

Στο επόμενο στάδιο γίνεται επαλήθευση του προγραμματισμού (verification). Βλέπουμε αν η δομή του μοντέλου και οι παράμετροι εισόδου αποτυπώνονται σωστά στο πρόγραμμα.

Στο όγδοο στάδιο, που είναι στάδιο πραγματοποίησης δοκιμών διασφαλίζεται ότι το μοντέλο λειτουργεί ορθά και πραγματοποιούνται δοκιμαστικές εκτελέσεις του προγράμματος

Στο ένατο στάδιο γίνεται η επικύρωση του μοντέλου (validation). Εξετάζεται εάν το μοντέλο αναπαριστά ορθά το σύστημα στη διάρκεια της προσομοίωσης και οι αναλυτές εξετάζουν ποια είναι τα χαρακτηριστικά συστήματος επηρεάζουν την προσομοίωση.

Στο δέκατο στάδιο γίνεται σχεδιασμός και εκτέλεση πειραμάτων. Προσδιορίζεται ο χρόνος που διαρκεί η προσομοίωση και η διάρκεια των επαναλήψεων, μέχρι να γίνει κατανοητή η ορθότητα του μοντέλου προσομοίωσης.

Στο ενδέκατο στάδιο πραγματοποιείται εκτέλεση της προσομοίωσης και παράγονται τα αποτελέσματα

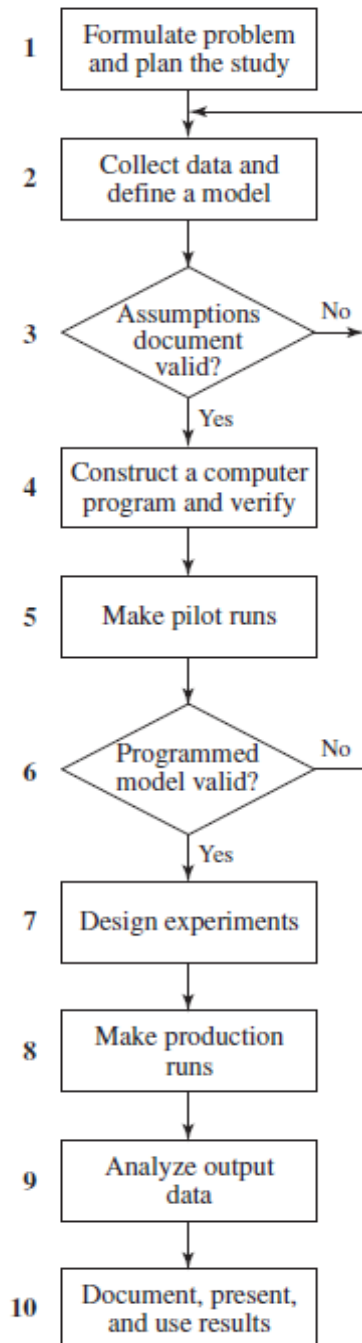
Στο δωδέκατο στάδιο γίνονται επιπλέον επαναλήψεις ώστε ο αναλυτής να είναι σίγουρος ότι δεν χρειάζεται περαιτέρω έλεγχος.

Στο δέκατο τρίτο στάδιο γίνεται η ανάλυση εξόδου. Δηλαδή παράγονται συμπεράσματα για την απόδοση των διατάξεων του μοντέλου μέσω της ανάλυσης των δεδομένων εξόδου.

Στο τελευταίο στάδιο, που είναι το στάδιο της τεκμηρίωσης - παρουσίασης ελέγχεται ουσιαστικά η αξιοπιστία του μοντέλου. Το στάδιο αυτό καλό θα είναι να εκτελείται και ενδιάμεσα στην πορεία δημιουργίας του μοντέλου. Τα αποτελέσματα της μελέτης

πρέπει να είναι αξιόπιστα και επικυρωμένα ώστε να ληφθούν οι καλύτερες αποφάσεις.[8]

1.5 Βήματα μελέτης προσομοίωσης



Σχήμα 1. 2 Βήματα σε μελέτη προσομοίωσης

[9]

1. Διατύπωση του προβλήματος και σχεδιασμός μελέτης

- Διατυπώνεται το προς επίλυση πρόβλημα από τον υπεύθυνο
- Στα πρώτα στάδια της μελέτης, γίνονται συναντήσεις με τη συμμετοχή του υπεύθυνου του έργου και των αναλυτών προσομοίωσης και θέτονται τα παρακάτω θέματα προς συζήτηση:
 - Οι στόχοι της μελέτης στο σύνολό τους.
 - Οι ερωτήσεις στις οποίες θα πρέπει να απαντάει η μελέτη. Το στάδιο αυτό είναι απαραίτητο, καθώς θα υποδεικνύει πόσο λεπτομερές θα είναι το μοντέλο.
 - Ορισμός μέτρων απόδοσης για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των διαφόρων ρυθμίσεων του συστήματος.
 - Ορισμός του τομέα εφαρμογής του μοντέλου.
 - Διαμόρφωση του συστήματος προς μοντελοποίηση. Αποτελεί προϋπόθεση ώστε να οριστεί το εύρος του προγράμματος προσομοίωσης.
 - Ορισμός των χρονικών ορίων της μελέτης και των απαιτούμενων πόρων.
- Ορισμός του λογισμικού που θα χρησιμοποιηθεί για το μοντέλο.

2. Συλλογή δεδομένων και ορισμός ενός μοντέλου.

- Γίνεται συλλογή πληροφοριών για τις διαδικασίες λειτουργίας και τη δομή του συστήματος.
- Εάν είναι εφικτό γίνεται συλλογή δεδομένων με σκοπό τον ορισμό των παραμέτρων του μοντέλου και την κατανομή των πιθανοτήτων εισαγωγής.
- Γίνεται η καταγραφή και ανάλυση των ανωτέρων πληροφοριών για την μελέτη πιθανών σεναρίων.
- Γίνεται η συλλογή δεδομένων σχετικά με την απόδοση του υπάρχοντος συστήματος, εάν αυτό είναι εφικτό (για επιβεβαίωση στο βήμα 6)
- Το πόσο λεπτομερές θα είναι το μοντέλο θα κριθεί από τα ακόλουθα :
 - Στόχοι του έργου
 - Μέτρηση αποδοτικότητας.
 - Διαθεσιμότητα δεδομένων
 - Προβλήματα αξιοπιστίας

- Περιορισμοί λογισμικού και Η/Υ
 - Γνώμες των ειδικών και των αναλυτών προσομοίωσης
 - Οικονομικοί και χρονικοί περιορισμοί.
- Δεν πρέπει να υπάρχει αντιστοιχία μεταξύ των στοιχείων του μοντέλου, καθώς και του αντίστοιχου στοιχείου του συστήματος.
 - Το πρώτο μοντέλο θα πρέπει να είναι «απλό» και στη συνέχεια να αυξηθεί η πολυπλοκότητα του όπως απαιτείται για να επιτευχθούν οι επιθυμητοί στόχοι. Δεν είναι απαραίτητη η μοντελοποίηση κάθε σεναρίου του συστήματος για τη λήψη αποτελεσματικών αποφάσεων. Η μοντελοποίηση κάθε σεναρίου, είναι πιθανόν να οδηγήσει σε μεγάλο χρόνο εκτέλεσης, χαμένες προθεσμίες ή και σε απόκρυψη σημαντικών παραγόντων του συστήματος.
 - Επικοινωνία με κάθε βασικό πρόσωπο του έργου και τον υπεύθυνο σε τακτική βάση.

3. Είναι έγκυρες οι υποθέσεις;

Μια δομημένη, αναλυτική παρουσίαση των υποθέσεων θα:

- Βοηθήσει τη διασφάλιση ότι οι παραδοχές του μοντέλου είναι ορθές και πλήρεις.
- Ενισχύσει την αλληλεπίδραση μεταξύ των μελών του έργου.
- Πραγματοποιηθεί πριν τον προγραμματισμό ώστε να μην χρειαστεί να γίνει σημαντικός επαναπρογραμματισμός του μοντέλου αργότερα.

4. Δημιουργία ενός προγράμματος υπολογιστή και επαλήθευση

- Ο προγραμματισμός του μοντέλου γίνεται σε γλώσσα προγραμματισμού (π.χ. C, C++ ή Java) ή σε λογισμικό προσομοίωσης (π.χ. Arena, ExtendSim, Flexsim και ProModel). Τα οφέλη της γλώσσας προγραμματισμού είναι ότι προσφέρει μεγαλύτερο έλεγχο του προγράμματος, έχει χαμηλό κόστος αγοράς και μπορεί να οδηγήσει σε μικρότερο χρόνο εκτέλεσης μοντέλου. Η χρήση του λογισμικού προσομοίωσης, από την άλλη πλευρά, μειώνει τον χρόνο προγραμματισμού και οδηγεί σε χαμηλότερο κόστος έργου συνολικά.
- Επαλήθευση (debug) της προσομοίωσης του μοντέλου στο λογισμικό.

5. Εκτέλεση πιλοτικών δοκιμών

Εκτέλεση πιλοτικών δοκιμών για σκοπούς επικύρωσης στο βήμα 6.

6. Είναι έγκυρο το προγραμματισμένο μοντέλο;

- Σύγκριση των μέτρων απόδοσης για το μοντέλο και το σύστημα (από το βήμα 2), για το υπάρχον σύστημα εάν αυτό υπάρχει.
- Οι αναλυτές προσομοίωσης επανεξετάζουν τα αποτελέσματα του μοντέλου για ορθότητα, ανεξάρτητα από το εάν υπάρχει υφιστάμενο σύστημα.
- Προσδιορισμός παραγόντων του μοντέλου με σημαντική επίδραση στα μέτρα απόδοσης, με τη χρήση ευαισθησίας, ώστε να μοντελοποιηθούν προσεκτικά.

7. Σχεδίαση πειραμάτων

Για τη ρύθμιση των παραμέτρων που μας ενδιαφέρουν στην μελέτη, ορίζονται τα ακόλουθα:

- Διάρκεια εκτέλεσης κάθε προσομοίωσης
- Χρονική διάρκεια της περιόδου προθέρμανσης, εάν αυτή απαιτείται
- Για τη διευκόλυνση ορισμού διαστημάτων εμπιστοσύνης, χρειάζεται ο αριθμός των ανεξάρτητων εκτελέσεων προσομοίωσης να γίνει χρησιμοποιώντας διαφορετικούς τυχαίους αριθμούς.

8. Εκτέλεση δοκιμών παραγωγής

Πραγματοποιούνται δοκιμαστικές εκτελέσεις για χρήση στο 9ο βήμα

9. Ανάλυση δεδομένων εξόδου

Η ανάλυση δεδομένων εξόδου έχει ως στόχο:

- Τον προσδιορισμό της απόλυτης απόδοσης συγκεκριμένων ρυθμίσεων.
- Τη σύγκριση εναλλακτικών ρυθμίσεων του συστήματος.

10. Καταγραφή, παρουσίαση και χρήση αποτελεσμάτων.

- Καταγραφή των παραδοχών (βλέπε βήμα 2), του προγράμματος του υπολογιστή και των αποτελεσμάτων της μελέτης.
- Παρουσίαση των αποτελεσμάτων της μελέτης.
 - Χρήση παραδειγμάτων και προσομοίωσης για την επικοινωνία του μοντέλου σε άτομα που δεν είναι εξοικειωμένα με όλες τις λεπτομέρειες της μελέτης.

- Συζήτηση της διαδικασίας δημιουργίας του μοντέλου και της διαδικασίας επικύρωσης των αποτελεσμάτων.
- Χρήση των αποτελεσμάτων στη διαδικασία λήψης αποφάσεων εάν είναι και τα δύο έγκυρα και αξιόπιστα [9].

1.6 Μελλοντικές προοπτικές

Η χρήση της προσομοίωσης αυξάνεται και αναμένεται να αυξηθεί ακόμη περισσότερο στο άμεσο μέλλον. Αυτό οφείλεται σε διάφορους παράγοντες μεταξύ των οποίων είναι το γεγονός ότι βαθμός πολυπλοκότητας των διαφόρων συστημάτων Η μελέτη συστημάτων με μαθηματικές μεθόδους προϋποθέτει την πλήρη γνώση του υπάρχοντος ή προτεινόμενου συστήματος αλλά και την δυνατότητα αναπαράστασης του συστήματος με μαθηματικά μοντέλα. Είναι δύσκολο όμως αυτές οι δύο προϋποθέσεις να πληρούνται σε πολύπλοκα συστήματα και για αυτό το λόγο αναπτύχθηκαν άλλες μεθοδολογίες μελέτης και ανάλυσης συστημάτων, οι οποίες μπορεί να μην τόσο ακριβείς όσο οι αριθμητικές μέθοδοι, προσφέρουν σημαντικά πλεονεκτήματα. Μία από αυτές τις μεθόδους είναι η προσομοίωση, η οποία εξελίχθηκε λόγω της ανάπτυξης των ηλεκτρονικών υπολογιστών. Η βελτίωση των δυνατοτήτων των ηλεκτρονικών υπολογιστών, η αυξανόμενη γνώση χειρισμού ηλεκτρονικών υπολογιστών καθώς και το χαμηλό κόστος επιτρέπουν σε πολλές επιχειρήσεις, ακόμη και σε μεσαίου μεγέθους, να επιλέξουν την χρήση της προσομοίωσης. Το γεγονός ότι πολλά πακέτα λογισμικών εξελίσσονται και γίνονται πιο φιλικά προς τον χρήστη δίνει την δυνατότητα και σε άτομα που δεν είναι τόσο εξειδικευμένα να ασχοληθούν με την προσομοίωση.

«Ως τώρα η προσομοίωση χρησιμοποιείται για τον σχεδιασμό και τον ανασχεδιασμό πολύπλοκων συστημάτων. Το επόμενο λογικό βήμα είναι η προσομοίωση να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο του πραγματικού συστήματος. (Wysk, Smith, Sturrock, Ramaswamy, Smith and Joshi, 1994). – Στο μέλλον η προσομοίωση δεν θα είναι αναλώσιμη ή μιας χρήσης αλλά θα αποτελεί οργανικό κομμάτι του πραγματικού συστήματος το οποίο θα καταγράφει και εξασφαλίζει την ορθή λειτουργία του.

– Στο άμεσο μέλλον η προσομοίωση θα είναι σε θέση να προσφέρει λειτουργίες όπως: Αυτόματη στατιστική ανάλυση, «έξυπνο λογισμικό» που θα προτείνει αλλαγές στο σύστημα, απόλυτη ολοκλήρωση με όλα τα λειτουργικά συστήματα, εικονική πραγματικότητα.»[10]-[12]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ II

2.ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ/ ARENA SIMULATION SOFTWARE

2.1 Εισαγωγή

Το λογισμικό προσομοίωσης είναι η δημιουργία ενός ψηφιακού περιβάλλοντος στο οποίο εισάγονται δεδομένα και παραδίδονται αποτελέσματα. Το Arena™ Simulation Software λειτουργεί με τη μέθοδο διακριτών γεγονότων και παράγει ένα μοντέλο προσομοίωσης.

Η μοντελοποίηση διακριτών γεγονότων είναι η διαδικασία προσομοίωσης της συμπεριφοράς ενός σύνθετου συστήματος ως μια αλληλουχία από ακριβή ορισμένα και ταξινομημένα συμβάντα και λειτουργεί αποτελεσματικά σε πολύπλοκες αλληλεπιδράσεις του συστήματος.

2.2 Χαρακτηριστικά και πλεονεκτήματα

Η προσομοίωση διακριτών γεγονότων μας επιτρέπει να αναλύουμε τη συμπεριφορά μιας διαδικασίας με την πάροδο του χρόνου, να θέτουμε ερωτήματα όπως «γιατί» ή «τι θα γινόταν αν» και να τροποποιήσουμε μέρη του συστήματος.

-Σαν χαρακτηριστικά του λογισμικού προσομοίωσης μπορούμε να αναφέρουμε :

- τη μεθοδολογία που ακολουθείται και τα δομικά στοιχεία για τη δημιουργία του μοντέλου προσομοίωσης
- τα στατιστικά εργαλεία για τον πλήρη καθορισμό της μεταβλητότητας των σεναρίων
- Τη δυνατότητα εξαγωγής αποτελεσμάτων και πινάκων
- Τον υπολογισμό της απόδοσης στοιχείων

-Σαν πλεονεκτήματα του λογισμικού προσομοίωσης μπορούμε να αναφέρουμε :

- Την δυνατότητα δοκιμής διαφορετικών σεναρίων με τη χρήση του ίδιου μοντέλου προσομοίωσης
- Τη διάγνωση και επιδιόρθωση σφαλμάτων
- Την ελαχιστοποίηση της συμφόρησης σε σημεία του μοντέλου
- Την ελαχιστοποίηση των χρόνων παράδοσης
- Την βέλτιστη διαχείριση αποθεμάτων , προσωπικού και πόρων
- την μείωση του κόστους

2.3 Περιοχές εφαρμογής του λογισμικού προσομοίωσης

2.3.1 Διερεύνηση του πιθανού αντίκτυπου των αποφάσεων πριν την λήψη τους

Οι επιχειρηματικές διαδικασίες εάν ορίζονται επακριβώς και λαμβάνει χώρα βελτιστοποίηση σε κάθε στάδιο θα οδηγήσουν αναμφίβολα σε κερδοφορία της επιχείρησης.

Η προσομοίωση δίνει την δυνατότητα να ληφθούν οι απαραίτητες αποφάσεις, ενώ μέσω του λογισμικού και της μοντελοποίησης προβλέπονται οι οικονομικές επιπτώσεις πριν συμβούν.

Οι αναφορές που προκύπτουν οδηγούν στην ελάττωση απώλειας χρόνου και πόρων.

Η προσομοίωση μιας επιχειρηματικής διαδικασίας παρέχει τη δυνατότητα απάντησης στις ακόλουθες σημαντικές ερωτήσεις:

- Πώς γίνεται εφικτή η επίτευξη των στόχων;
- Πόσο και πότε θα πρέπει να γίνει αυξομείωση των πόρων
- Ποιο θα είναι το αποτέλεσμα της υλοποίησης των αλλαγών
- Πώς μπορώ να παρουσιάσω τα αποτελέσματα

Η μοντελοποίηση επιχειρηματικών διαδικασιών παρέχει τη δυνατότητα:

- την απεικόνιση της ροής μία επιχειρηματικής διαδικασίας
- κατανόηση της συμπεριφοράς της διαδικασίας
- την πρόβλεψη της απόδοσης εναλλακτικών σεναρίων, τις χρονικές διάρκειες και τα σημεία συμφόρησης
- δημιουργίας επιπρόσθετων μοντέλων για την εύρεση βέλτιστου τρόπου εκτέλεσης επιμέρους μερών των διαδικασιών

2.3.2 Προσομοίωση στα Logistics

Τα logistics αγγίζουν κάθε μέρος μιας επιχείρησης.

Ο υψηλός βαθμός πολυπλοκότητας που διακατέχει την εφοδιαστική αλυσίδα είναι δύσκολο να αντιμετωπιστεί χωρίς τη χρήση μοντέλων που προσομοιώνουν με ακρίβεια τις διαδικασίες και τις αλληλεπιδράσεις τους.

Η αποτελεσματική βελτιστοποίηση απαιτεί προσομοίωση, η οποία μπορεί να επιτευχθεί παρέχοντας:

- τη δυνατότητα της ευδιάκριτης αποτύπωσης της ροής
- την αξιολόγηση των εναλλακτικών σεναρίων διανομής
- τον καθορισμό βέλτιστης τοποθεσίας για την αποθήκη

- τον προσδιορισμό της έκτασης της εγκατάστασης
- τον εντοπισμό σημείων συμφόρησης στο δίκτυο logistics

2.3.3 Προσομοίωση εργοστασίου

Η επιτυχής λειτουργία της μονάδας απαιτεί τον συντονισμό διαφορετικών διεργασιών για την επίτευξη της μέγιστης απόδοσης.

Εάν η γραμμή παραγωγής δεν είναι σωστά καταναμημένη, το αποτέλεσμα μπορεί να είναι αυξημένο WIP, και μείωση της απόδοσης του μοντέλου.

Η δημιουργία μοντέλων προσομοίωσης που απεικονίζουν τις διαδικασίες παραγωγής βοηθά να γίνει βελτίωση του τρόπου με τον οποίο κάθε διαδικασία αλληλοεπιδρά και επηρεάζεται από την ακόλουθη διαδικασία.

2.3.4 Προσομοίωση Αποθήκης

Η προσομοίωση είναι ένα μοντέλο λειτουργιών και ροών εργασιών αποθήκης που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επικύρωση, τη δοκιμή και τη βελτίωση της απόδοσης.

Τα μοντέλα προσομοίωσης επιτρέπουν στις εταιρείες να δοκιμάσουν και να επιλέξουν οποιοδήποτε από τα ακόλουθα:

- Γεωγραφική θέση της αποθήκης
- Μέγεθος εγκατάστασης για απαιτήσεις χωρητικότητας με δυνατότητα επέκτασης.
- Διαχείριση ανθρώπινου δυναμικού.
- Σχεδιασμός για όγκο παραγγελιών άνω του προβλεπόμενου

Το λογισμικό Arena Simulation βοηθάει όχι μόνο στην προσομοίωση πολλών παραλλαγών σε επιμέρους διαδικασίες, με ερώτημα αν προκαλούν συμφόρηση, αλλά δίνει επίσης την δυνατότητα να γίνει αξιολόγηση των αποτελεσμάτων όταν αυτές αλληλοεπιδρούν.

2.3.5 Προσομοίωση στην εφοδιαστική αλυσίδα

Στόχος είναι η συνολική βελτίωση της Εφοδιαστικής Αλυσίδας, αξιολογώντας, Διαδρομές, Τοποθεσίες και Διαθεσιμότητα

Οι αλυσίδες εφοδιασμού στις στη πλειονότητα τους είναι πολύπλοκες και αποτελούνται από αλληλεξαρτώμενες εγκαταστάσεις, ανθρώπινο δυναμικό και οικονομικούς πόρους.

Η διαχείριση μιας αποτελεσματικής αλυσίδας εφοδιασμού απαιτεί την διαχείριση της ζήτησης μέσω του συντονισμού της προμήθειας, της προμήθειας, της κατάληξης σε τελικό προϊόν και της ακόλουθης διανομής.

Το μοντέλο προσομοίωσης αποτελεί μέσο για τη δοκιμή, την επικύρωση και τη βελτιστοποίηση της απόδοσης της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Μέσω των μοντέλων μπορούν να προσδιοριστούν τα ακόλουθα:

- Η αλλαγή των τοποθεσιών και της χωρητικότητας καθώς και η ικανότητα κάλυψης της ζήτησης των πελατών
- Η επίδραση της διακύμανσης των χρόνων και των ποσοτήτων παράδοσης στη λειτουργία του συστήματος

Επιτρέπει στους επαγγελματίες της εφοδιαστικής αλυσίδας να δημιουργούν , να δοκιμάζουν και να προσαρμόζουν μοντέλα, γεγονός που μειώνει το κόστος, εξοικονομεί χρόνο και μειώνει τον κίνδυνο που ενέχει η πραγματική δοκιμή. [11]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ

3. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει η αναλυτική περιγραφή του προβλήματος που κληθήκαμε να επιλύσουμε καθώς και των στόχων που πρέπει να επιτευχθούν στο πλαίσιο της διπλωματικής εργασίας.

3.1 Παρουσίαση επιχειρησιακού προβλήματος προς διερεύνηση

Το μοντέλο διανομής με το οποίο θα ασχοληθούμε στο πλαίσιο της διπλωματικής εργασίας είναι εμπνευσμένο από μεγάλες εταιρείες διανομής όπως η Ocado Group και η Amazon.

Σκοπός του μοντέλου είναι να εξυπηρετείται η διανομή από μία μεγάλη διαστάσεων αποθήκη, η οποία έχει έδρα το Ρουπάκι του Ασπρόπυργου που βρίσκεται στο δυτικό τμήμα της Αττικής, σε πελάτες οι οποίοι είναι κατανεμημένοι σε ολόκληρη την έκταση του νομού Αττικής.

Αυτό επιτυγχάνεται με την μίσθωση φορτηγών τα οποία παραλαμβάνουν από την κεντρική αποθήκη έτοιμες παραγγελίες οι οποίες πρέπει να παραδοθούν σε μικρά κέντρα διανομής.

Τα μικρά κέντρα διανομής είναι γεωγραφικά κατανεμημένα σε όλο το πεδίο της Αττικής.

Σε κάθε μικρό κέντρο διανομής το φορτηγό εκφορτώνει την αντίστοιχη παραγγελία και στη συνέχεια την πορεία του προς το επόμενο κέντρο διανομής.

Οι παραγγελίες που έχουν εκφορτωθεί στο μικρό κέντρο διανομής μεταφορτώνονται σε βαν τα οποία δρομολογούνται για να παραδώσουν τα αγαθά στους τελικούς πελάτες, οι οποίοι είναι κατανεμημένοι σε εμβέλεια που εξυπηρετεί το κάθε κέντρο διαλογής.

3.2 Στόχοι της διπλωματικής εργασίας

Η μελέτη του προβλήματος της διπλωματικής εργασίας πρέπει να οδηγήσει στη βέλτιστη αξιοποίηση των πόρων που θα διατεθούν (φορτηγά – βαν – ανθρώπινο δυναμικό – μικρά κέντρα διανομής) ενώ ταυτόχρονα καλείται να ικανοποιεί όλες τις συνθήκες και περιορισμούς που έχουν τεθεί.

Η μελέτη του προβλήματος θα γίνει με τη μέθοδο της προσομοίωσης και με τη χρήση του προγράμματος ARENA SIMULATION.

Στόχοι προσομοίωσης

- Η πραγματοποίηση των κυκλικών διαδρομών που εκτελούν τα φορτηγά από και προς την κεντρική αποθήκη για την εξυπηρέτηση των μικρών κέντρων διανομής να μην υπερβαίνει συνολικά τις 3 ώρες από την στιγμή της έναρξης του δρομολογίου. Στον χρόνο αυτό συμπεριλαμβάνονται και οι χρόνοι φόρτωσης και εκφόρτωσης που θα γίνουν στη διάρκεια της διαδρομής. Επομένως βασικός στόχος είναι ο σχεδιασμός διαδρομών τέτοιων που ικανοποιείται η προϋπόθεση ο μέγιστος συνολικός χρόνος διαδρομής να είναι λιγότερο από 3 ώρες
- Ο σχεδιασμός των κυκλικών διαδρομών των φορτηγών πρέπει να γίνει με τέτοιο τρόπο ώστε να μην υπερβαίνουμε την μέγιστη χωρητικότητα τους που ορίστηκε στις 400 παραγγελίες ανά δρομολόγιο
- Ο σχεδιασμός των κυκλικών διαδρομών των φορτηγών πρέπει να γίνει με τέτοιο τρόπο ώστε κατ' ελάχιστο να επιτυγχάνουμε αξιοποίηση της μέγιστης χωρητικότητας κατά 70%, δηλαδή 280 παραγγελίες ανά δρομολόγιο
- Ο ορισμός του βέλτιστου αριθμού δρομολογίων επειδή δεν τέθηκε περιορισμός στο πλήθος των φορτηγών που ενδέχεται να μισθωθούν
- Να γίνει εξακρίβωση του πλήθους και της κατάλληλης τοποθεσίας των κέντρων διανομής ώστε να διεκπεραιώνεται η διανομή των προϊόντων με τον καλύτερο δυνατό τρόπο, με τον μικρότερο αριθμό κέντρων διαλογής
- Σχετικά με την διανομή των προϊόντων από τα κέντρα διαλογής στους τελικούς πελάτες, στόχος της διπλωματικής είναι η διαπίστωση του πλήθους των απαραίτητων βαν σε κάθε κέντρο διανομής
- Όλα τα παραπάνω πρέπει να επιτευχθούν με τη χρήση πραγματικών δεδομένων (δημογραφικά στοιχεία δήμων, ο αριθμός μελών μέσης οικογένειας, εκτίμηση μέσης ζήτησης ανα οικογένεια κλπ)

Καταληκτικά στόχος της διπλωματικής εργασίας αποτελεί η δημιουργία ενός μοντέλου προσομοίωσης με την χρήση του προγράμματος Arena Simulation, το οποίο θα περιέχει όλες τις απαραίτητες παραμέτρους για την πιστή προσομοίωση της διανομής

ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV

4. ΕΠΙΛΥΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Για την επίλυση ενός επιχειρησιακού προβλήματος όπως είναι η διανομή παραγγελιών σε όλη την έκταση της Αττικής από μία κεντρική αποθήκη απαιτείται η διαίρεση του προβλήματος σε επιμέρους στάδια.

Τα στάδια αυτά αποτελούν την επίλυση υποδιαίρεσεων του αρχικού προβλήματος.

Η επίλυση των επιμέρους μικρότερων προβλημάτων οδηγεί στην επίλυση τους αρχικού προβλήματος και στην επίτευξη των απαιτούμενων στόχων.

4.1 Υπολογισμός εισροής παραγγελιών

Για τον υπολογισμό της εισροής των παραγγελιών στο σύστημα, ακολουθήθηκε η παρακάτω πρακτική.

Από τα δημογραφικά στοιχεία και τον πληθυσμό του κάθε δήμου της Αττικής, ελήφθη το 3 % του πληθυσμού του κάθε δήμου της Αττικής ως ζήτηση.

Στη συνέχεια διαιρέθηκε με το 2.5 που αντιστοιχεί στον μέσο όρο μελών της κάθε οικογένειας, καθώς θεωρούμε ότι οι πελάτες μας παραγγέλνουν ως οικογένεια.

Έπειτα ο αριθμός διαιρέθηκε κατά 5 που αντιστοιχεί στο πλήθος των εργασιμων ημερών και κατά 15 που αντιστοιχεί στις ημερήσιες ώρες λειτουργίας της διανομής.

Τέλος έγινε στρογγυλοποίηση προς τον μεγαλύτερο ακέραιο, το οποίο και αντιπροσωπεύει τη ημερήσια εισροή ή ζήτηση για κάθε δήμο της Αττικής.

Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι ακολουθήθηκε κατανομή η οποία καθιστά δυναμική την ημερήσια εισροή ανάλογα με τις ώρες τις ημέρας για να προσομοιωθούν οι ώρες αιχμής.

Η κατανομή της ζήτησης ανάλογα με τις ώρες της ημέρας απεικονίζεται στο παρακάτω διάγραμμα.

50%	13:00-15:00μμ & 19:00-22:00
30%	7:00-8:00 & 12:00-13:00 & 16:00-19:00
20%	8:00-12 :00& 15:00-16:00

Σχήμα 4. 1 Κατανομή ζήτησης ανά ώρα της ημέρας

Στον παρακάτω πίνακα απεικονίζονται κατά βήμα οι υπολογισμοί της ζήτησης ανά ώρα

ΔΥΤΙΚΗ ΑΤΤΙΚΗ	27	164,253	4,928	1971.036	394.2072	26.28048
Δήμος Ασπροπυργου	5	30,251	908	363.012	72.6024	4.84016
Δήμος Ελευσίνας	5	29,902	897	358.824	71.7648	4.78432
Δήμος Μάνδρας - Ειδυλλίας	3	17,885	537	214.62	42.924	2.8616
Δήμος Μεγάρων	6	36,924	1,108	443.088	88.6176	5.90784
Δήμος Ερυθρών	1	3326	100	39.912	7.9824	0.53216
Δήμος Φυλής	8	45,965	1,379	551.58	110.316	7.3544
Δυτικός Τομέας Αθηνών	79	489,675	14,690	5876.1	1175.22	78.348
Δήμος Αγίων Αναργύρων - Καματερού	11	62,529	1,876	750.348	150.0696	10.0064
Δήμος Ιλίου	14	84,793	2,544	1017.516	203.5032	13.56688
Δήμος Πετρούπολεως	10	58,979	1,769	707.748	141.5496	9.43664
Δήμος Περιστερίου	23	139,981	4,199	1679.772	335.9544	22.39696
Δήμος Χαϊδαρίου	8	46,897	1,407	562.764	112.5528	7.50352
Δήμος Αιγάλεω	12	69,946	2,098	839.352	167.8704	11.19136
Δήμος Αγίας Βαρβάρας	5	26,550	797	318.6	63.72	4.248
Ενότητα Πειραιώς	72	448,997	13,470	5387.964	1077.5928	71.83952
Δήμος Κορυδαλλού	11	63,445	1,903	761.34	152.268	10.1512
Δήμος Αγίας Βαρβάρας	5	26,550	797	318.6	63.72	4.248
Δήμος Κερατσίνης - Δραπετσώνας	16	95,045	2,851	1140.54	228.108	15.2072
Δήμος Περάματος	5	25,389	762	304.668	60.9336	4.06224
Δήμος Νίκαιας - Αγίου Ιωάννη Ρέντη	17	105,430	3,163	1265.16	253.032	16.8688
Δήμος Πειραιώς	27	163,688	4,911	1964.256	392.8512	26.19008
Νοτιος Τομέας Αθηνών	85	529,826	15,895	6357.912	1271.5824	84.77216
Μοσχάτο Ταύρος	7	40,413	1,212	484.956	96.9912	6.46608
Καλλιθέα	16	100,000	3,000	1200	240	16
Νέα Σιμόνη	12	73,076	2,192	876.912	175.3824	11.69216
Παλαιό Φάληρο	11	64,021	1,921	768.252	153.6504	10.24336
Άγιος Δημήτρης	12	71,294	2,139	855.528	171.1056	11.40704
Άλμιο	7	41,720	1,252	500.64	100.128	6.6752
Γλυφάδα	14	87,305	2,619	1047.66	209.532	13.9688
Ελληνικού - Αργυρούπολης	9	51,356	1,541	616.272	123.2544	8.21696
Βάρη Βούλα Βουλιγαμένη	8	48,399	1,452	580.788	116.1576	7.74384
Δήμος Κρωπίας	5	30,307	909	363.684	72.7368	4.84912
Ανατολικός Τομέας Αθηνών	81	502,348	15,070	6028.176	1205.6352	80.37568
Δήμος Αχαρνών - Θρακομακεδόνων	18	106,943	3,208	1283.316	256.6632	17.11088
Δήμος Διονύσου	7	40,193	1,206	482.316	96.4632	6.43088
Δήμος Ωρωπού	6	33,769	1,013	405.228	81.0456	5.40304
Δήμος Μαραθώνος	6	33,423	1,003	401.076	80.2152	5.34768
Δήμος Πεντέλης	6	34,934	1,048	419.208	83.8416	5.58944
Δήμος Ραφήνας - Πικερμίου	4	20,266	608	243.192	48.6384	3.24256
Δήμος Παιανίας	5	26,668	800	320.016	64.0032	4.26688
Δήμος Παλλήνης	9	54,415	1,632	652.98	130.596	8.7064
Δήμος Σπάτων - Αρτέμιδος	6	33,821	1,015	405.852	81.1704	5.41136
Δήμος Λαυρεωτικής	5	25,102	753	301.224	60.2448	4.01632
Βάρη - Βούλα - Βουλιγαμένη	8	48,399	1,452	580.788	116.1576	7.74384
Δήμος Κρωπίας	5	30,307	909	363.684	72.7368	4.84912
Δήμος Μαρκόπουλου - Μεσογαίας	4	20,040	601	240.48	48.096	3.2064
Δήμος Σαρωνικού	5	29,002	870	348.024	69.6048	4.64032
Βόρειος Τομέας Αθηνών	95	592,490	17,775	7109.88	1421.976	94.7984
Κηφισιά - Νέα Ερυθραία - Εκάλη	12	71,259	2,138	855.108	171.0216	11.40144
Μεταμόρφωση	5	29,891	897	358.692	71.7384	4.78256
Δήμος Λυκόβρυσης - Πεύκης	5	31,153	935	373.836	74.7672	4.98448
Δήμος Ηρακλείου	8	49,642	1,489	595.704	119.1408	7.94272
Νέα Ιωνία	11	67,134	2,014	805.608	161.1216	10.74144
Μαρούσι	12	72,333	2,170	867.996	173.5992	11.57328
Βριλησσια	5	30,741	922	368.892	73.7784	4.91856
Χαλάνδρι	12	74,192	2,226	890.304	178.0608	11.87072
Δήμος Φιλοθέης - Ψυχικού	5	26,968	809	323.616	64.7232	4.31488
Δήμος Παπάγου - Χολαργού	8	44,539	1,336	534.468	106.8936	7.12624
Αγία Παρασκευή	10	59,704	1,791	716.448	143.2896	9.55264
Πεντέλης	6	34,934	1,048	419.208	83.8416	5.58944
Κεντρικός Τομέας Αθηνών	165	1,029,520	30885.6	12354.24	2470.848	164.7232
Δήμος Αθηναίων	107	664,046	19,921	7968.552	1593.7104	106.24736
Δήμος Βύρωνα	10	61,308	1,839	735.696	147.1392	9.80928
Δήμος Γαλατσίου	10	59,345	1,780	712.14	142.428	9.4952
Δήμος Δάφνης - Ημηττού	6	33,628	1,009	403.536	80.7072	5.38048
Δήμος Ζωγράφου	12	71,026	2,131	852.312	170.4624	11.36416
Δήμος Ηλιουπόλεως	13	78,153	2,345	937.836	187.5672	12.50448
Δήμος Καισαριανής	5	26,458	794	317.496	63.4992	4.23328
Δήμος Φιλαδέλφειας - Χαλκηδόνος	6	35,556	1,067	426.672	85.3344	5.68896
Κεντρικός Τομέας Αθηνών	109	664046	19921.38	7968.552	1593.7104	106.24736
4ος	14	85,629	2568.87	1027.548	205.5096	13.70064
5ος	16	98,665	2959.95	1183.98	236.796	15.7864
6ος	21	130,582	3917.46	1566.984	313.3968	20.89312
7ο	20	123,848	3715.44	1486.176	297.2352	19.81568
1ο	13	75,810	2274.3	909.72	181.944	12.1296
2ο	17	103,004	3090.12	1236.048	247.2096	16.48064
3ο	8	46,508	1395.24	558.096	111.6192	7.44128

πίνακας 4. 1 Ζήτηση ανά ώρα ανά δήμο Αττικής

[14]-[15]

Από την ωριαία κατανομή της ζήτησης του πίνακα 4.1.1, προκύπτει η ζήτηση η οποία θα εισαχθεί στο μοντέλο Arena Simulation, ως εισροή παραγγελιών. Έτσι για τις ώρες 13:00 με 15:00, το 50% της ζήτησης του πίνακα 4.1.2 θα εισαχθεί στο μοντέλο του Arena Simulation ως εισροή παραγγελιών.

4.2 Δρομολόγηση και τοποθέτηση κέντρων διανομής

Για την μεταφορά των αγαθών από την μεγάλη αποθήκη προς τα κέντρα διαλογής μεσολαβεί η χρήση φορτηγών ικανών να μεταφέρουν έως και 400 παραγγελίες .

Για την επαρκή διανομή των παραγγελιών προς τα κέντρα διανομής και έπειτα από μία πληθώρα δοκιμών με στόχο τη βελτιστοποίηση, οδηγηθήκαμε στη δρομολόγηση 8 φορτηγών. Το κάθε φορτηγό εκτελεί κυκλική διαδρομή από και προς την αποθήκη στο Ρουπάκι του Ασπρόπυργου με ενδιάμεσες στάσεις.

Η επιλογή των διαδρομών έγινε με γνώμονα τη γεωγραφική κατανομή των δήμων της Αττικής, τον αριθμό των παραγγελιών που προορίζονται για τον κάθε δήμο και την συνολική χρονική διάρκεια της διαδρομής που πρέπει να βρίσκεται στο επίπεδο των 3 ωρών.

Έγινε πρόβλεψη ώστε η τοποθέτηση των κέντρων διαλογής να βρίσκονται στην πορεία της διαδρομής του φορτηγού που εκτελεί το κυκλικό δρομολόγιο από και προς την κεντρική αποθήκη.

Η τοποθεσία έχει κεντροβαρικό χαρακτήρα σε σχέση με τους δήμους και τον πληθυσμό που οφείλει εξυπηρετεί και η εμβέλεια του κέντρου διανομής να επιτρέπει την εξυπηρέτηση των προβλεπόμενων πελατών. Στον σχεδιασμό λήφθηκε υπόψη η ομαδοποίηση των δήμων με γνώμονα τη χρήση του βέλτιστου αριθμού κέντρων διαλογής και της ικανοποίησης του χρόνου διανομής.

Με βάση τα παραπάνω προέκυψε η εξής ομαδοποίηση των δήμων της Αττικής κατά διαδρομές φορτηγών που τους εξυπηρετούν:

1η Διαδρομή	2η Διαδρομή
Δήμος Ασπρόπυργου	Δήμος Ηρακλείου
Δήμος Ελευσίνας	Δήμος Μεταμορφώσεως
Δήμος Μάνδρας - Ειδυλλίας	Δήμος Κηφισιάς
Δήμος Μεγάρων	Δήμος Μαραθώνα
Δήμος Φυλής	Δήμος Διονύσου
Δήμος Αχαρνών - Θρακομακεδόνων	Δήμος Ραφήνας – Πικερμίου
Δήμος Ιλίου	Δήμος Παλλήνης
Δήμος Πετρούπολης	Δήμος Αμαρουσίου
	Δήμος Πεντέλης
3η Διαδρομή	4η Διαδρομή
Δήμος Περιστερίου	Δήμος Κερατσινίου – Δραπετσώνας
Δήμος Χαϊδαρίου	Δήμος Περάματος
Δήμος Φιλαδέλφειας – Χαλκηδόνος	Δήμος Νίκαιας – Αγίου Ιωάννη Ρέντη
Δήμος Αιγάλεω	Δήμος Πειραιώς
Δήμος Αγίων Αναργύρων – Καματερού	Δήμος Μοσχάτου – Ταύρου
Δήμος Κορυδαλλού	
Δήμος Αγίας Βαρβάρας	
5η Διαδρομή	6η Διαδρομή
Δήμος Νέας Ιωνίας	1ο δημοτικό διαμέρισμα Αθήνας
Δήμος Γαλατσίου	2ο δημοτικό διαμέρισμα Αθήνας
Δήμος Φιλοθέης – Ψυχικού	3ο δημοτικό διαμέρισμα Αθήνας
4ο δημοτικό διαμέρισμα Αθήνας	7ο δημοτικό διαμέρισμα Αθήνας
5ο δημοτικό διαμέρισμα Αθήνας	Δήμος Καλλιθέας
6ο δημοτικό διαμέρισμα Αθήνας	Δήμος Νέας Σμύρνης
7η Διαδρομή	8η Διαδρομή
Δήμος Αγίας Παρασκευής	Δήμος Παπάγου – Χολαργού
Δήμος Χαλανδρίου	Δήμος Ζωγράφου
Δήμος Βριλησίων	Δήμος Καισαριανής
Δήμος Παιανίας	Δήμος Βύρωνος
Δήμος Σπάτων – Αρτέμιδος	Δήμος Δάφνης – Υμηττού
Δήμος Κρωπίας	Δήμος Ηλιουπόλεως
Δήμος Μαρκοπούλου Μεσογαίας	Δήμος Ελληνικού – Αργυρούπολης
Δήμος Σαρωνικού	Δήμος Παλαιού Φαλήρου
Δήμος Βάρης – Βούλας – Βουλιαγμένης	Δήμος Αγίου Δημητρίου
Δήμος Γλυφάδας	

πίνακας 4. 2 Ομαδοποίηση των Δήμων της Αττικής ανά διαδρομή

Συνεπώς προκύπτουν 8 διαδρομές που δύνανται να εξυπηρετήσουν τις ανάγκες διανομής των παραγγελιών σε όλο το εύρος της Αττικής με τις προϋποθέσεις και τους στόχους που έχουν τεθεί:

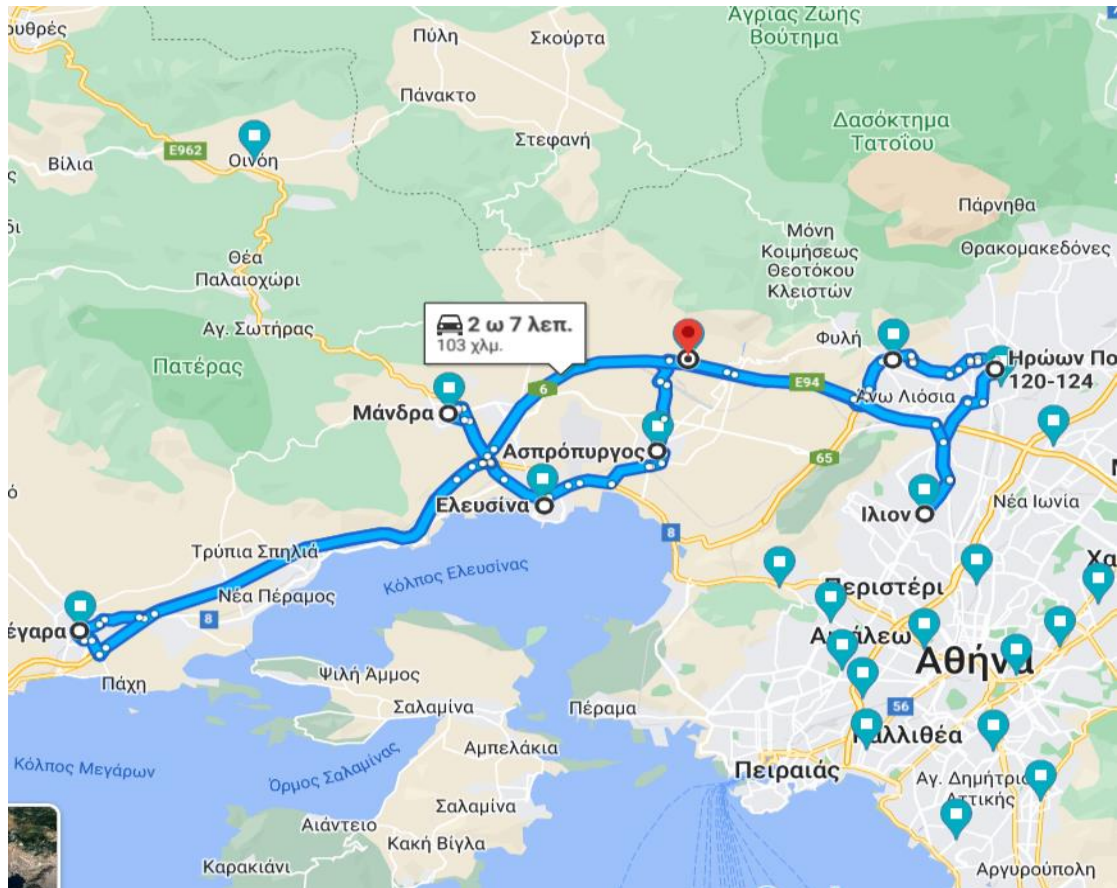
4.2.1 Διαδρομή 1

Στην διαδρομή 1 το φορτηγό με αφετηρία την κεντρική αποθήκη στο Ρουπάκι του Ασπρόπυργου εκτελεί κυκλική διαδρομή η οποία περνάει από κέντρα διαλογής τα οποία είναι τοποθετημένα στους δήμους Ασπρόπυργο, Ελευσίνα, Μάνδρα – Ειδύλλια, Μέγαρα, Φυλής, Αχαρνών – Θρακομακεδόνων, Ιλίου και τέλος Πετρούπολης, με την σειρά που δηλώθηκαν.

Η χρονική διάρκεια της πρώτης διαδρομής είναι 2 ώρες και 7 λεπτά.

Συμπεριλαμβάνοντας τους απαιτούμενους χρόνους φόρτωσης-εκφόρτωσης παραμένουμε εντός του στόχου των 3 ωρών.

Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι το φορτηγό περνάει από ένα μόνο κέντρο διανομής στην περιοχή των δήμων Ιλίου και Πετρούπολεως διότι όπως προέκυψε ένα κέντρο διανομής αποτελεί τη βέλτιστη λύση για την εξυπηρέτηση των πελατών των δήμων αυτών.



Σχήμα 4. 2 Διαδρομή 1

1.1
Δήμος Ασπρόπυργου
1.2
Δήμος Ελευσίνας
1.3
Δήμος Μάνδρας - Ειδυλλίας
1.4
Δήμος Μεγάρων
1.5
Δήμος Φυλής
1.6
Δήμος Αχαρνών - Θρακομακεδώνων
1.6
Δήμος Ιλίου
Δήμος Πετρούπολεως

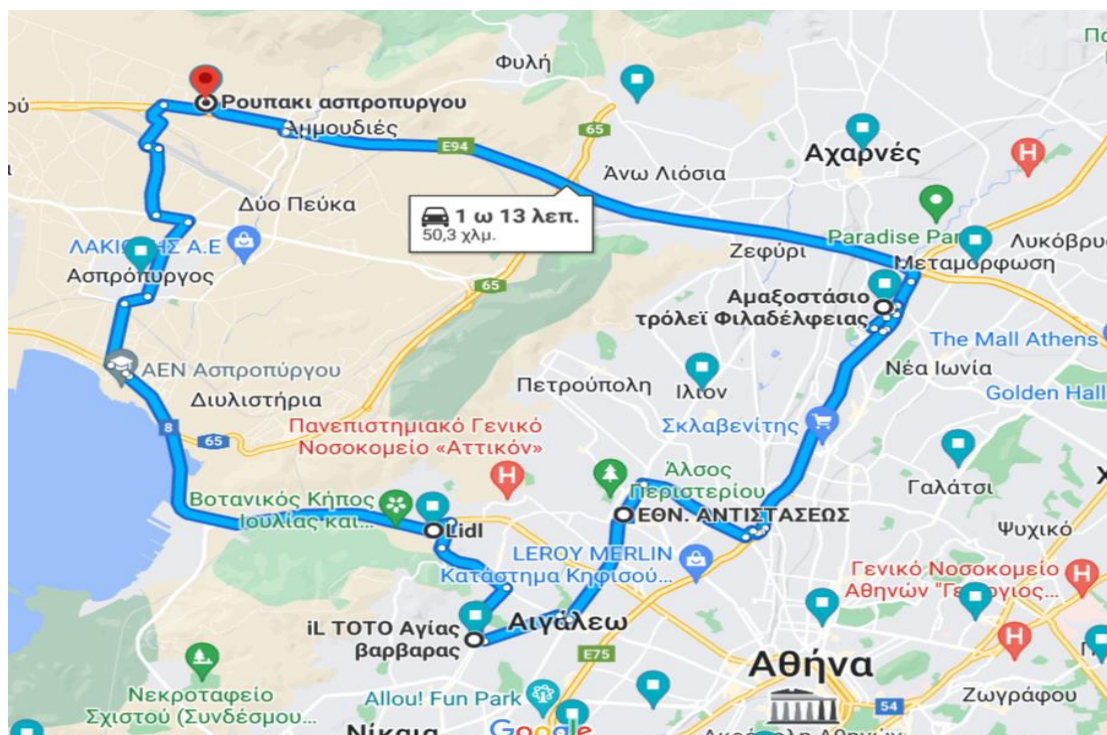
πίνακας 4. 3 Πλήθος κέντρων διανομής 1ης διαδρομής και δήμοι που εξυπηρετούν

4.2.2 Διαδρομή 2

Στη δεύτερη διαδρομή το φορτηγό, με αφετηρία και τελικό προορισμό την κεντρική αποθήκη στο Ρουπάκι του Ασπρόπυργου εξυπηρετεί με ενδιάμεσες στάσεις τα κέντρα διανομής στους δήμους Ηρακλείου, Μεταμορφώσεως, Κηφισιάς, Διονύσου, Μαραθώνα, Ραφήνας – Πικερμίου, Παλλήνης, Πεντέλης και Αμαρουσίου.

Για τις περιοχές Ηρακλείου και Μεταμορφώσεως, Παλλήνης και Πεντέλης προέκυψε ότι ένα κέντρο διανομής είναι η βέλτιστη λύση καθώς γεωγραφικά είναι πλησίον και οι στόχοι που έχουν τεθεί ικανοποιούνται εφόσον η τοποθεσία του κέντρου διανομής είναι κεντροβαρική.

ομάδα είναι η βέλτιστη λύση καθώς γεωγραφικά είναι πλησίον και οι στόχοι που έχουν τεθεί ικανοποιούνται εφόσον η τοποθεσία του κέντρου διανομής είναι κεντροβαρική



Σχήμα 4. 4 Διαδρομή 3

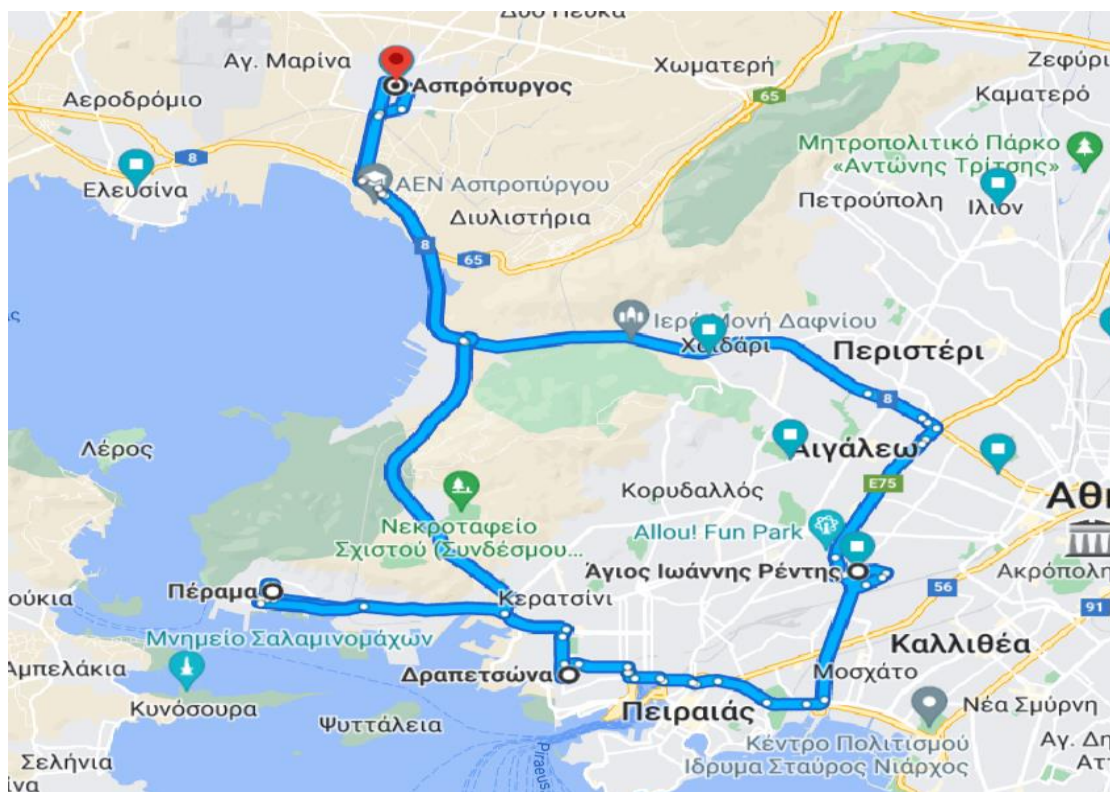
3.1
Δήμος Φιλαδέλφειας – Χαλκηδόνος
Δήμος Αγίων Αναργύρων – Καματερού
3.2
Δήμος Περιστερίου
3.3
Δήμος Αιγάλεω
Δήμος Κορυδαλλού
Δήμος Αγίας Βαρβάρας
3.4
Δήμος Χαϊδαρίου

πίνακας 4. 5 Πλήθος κέντρων διανομής 3ης διαδρομής και δήμου που εξυπηρετούν

4.2.4 Διαδρομή 4

Στη τέταρτη διαδρομή το φορτηγό, με αφετηρία και τελικό προορισμό την κεντρική αποθήκη στο Ρουπάκι του Ασπρόπυργου εξυπηρετεί με ενδιάμεσες στάσεις τα κέντρα διανομής στους δήμους Δήμος Νίκαιας – Αγίου Ιωάννη Ρέντη, Δήμος Μοσχάτου – Ταύρου, Δήμος Πειραιώς, Δήμος Κερατσινίου – Δραπετσώνας, Δήμος Περάματος.

Για τις περιοχές Δήμος Νίκαιας – Αγίου Ιωάννη Ρέντη και Δήμος Μοσχάτου – Ταύρου προέκυψε ότι ένα κέντρο διανομής είναι η βέλτιστη λύση καθώς γεωγραφικά είναι πλησίον και οι στόχοι που έχουν τεθεί ικανοποιούνται εφόσον η τοποθεσία του κέντρου διανομής είναι κεντροβαρική.



Σχήμα 4.5 Διαδρομή 4

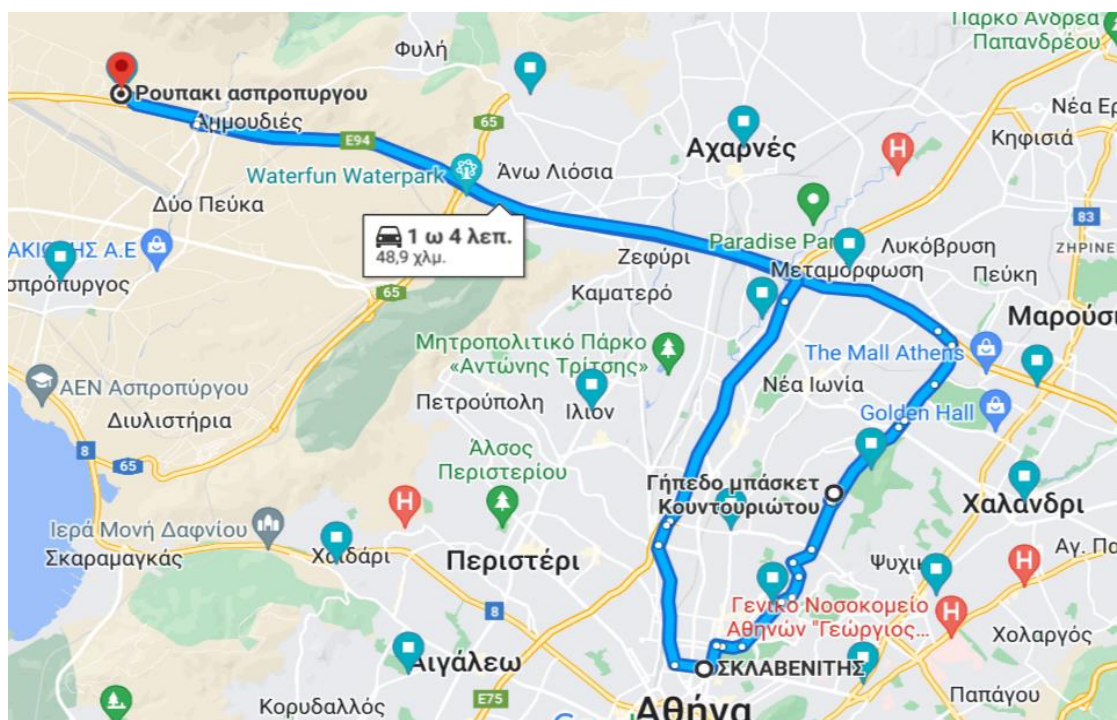
4.1
Δήμος Νίκαιας – Αγίου Ιωάννη Ρέντη
Δήμος Μοσχάτου – Ταύρου
4.2
Δήμος Πειραιώς
4.3
Δήμος Κερατσινίου – Δραπετσώνας
4.4
Δήμος Περάματος

πίνακας 4.6 Πλήθος κέντρων διανομής 4ης διαδρομής και δήμοι που εξυπηρετούν

4.2.5 Διαδρομή 5

Στη πέμπτη διαδρομή το φορτηγό, με αφετηρία και τελικό προορισμό την κεντρική αποθήκη στο Ρουπάκι του Ασπρόπυργου εξυπηρετεί με ενδιάμεσες στάσεις τα κέντρα διανομής στους Δήμος Νέας Ιωνίας, Δήμος Γαλατσίου, Δήμος Φιλοθέης – Ψυχικού, 4ο δημοτικό διαμέρισμα Αθήνας, 5ο δημοτικό διαμέρισμα Αθήνας, 6ο δημοτικό διαμέρισμα Αθήνας.

Για τις περιοχές Δήμος Νέας Ιωνίας, Δήμος Γαλατσίου, Δήμος Φιλοθέης – Ψυχικού και 4ο δημοτικό διαμέρισμα Αθήνας, 5ο δημοτικό διαμέρισμα Αθήνας, 6ο δημοτικό διαμέρισμα Αθήνας αντίστοιχα προέκυψε ότι ένα κέντρο διανομής για κάθε ένα είναι η βέλτιστη λύση καθώς γεωγραφικά είναι πλησίον και οι στόχοι που έχουν τεθεί ικανοποιούνται εφόσον η τοποθεσία του κέντρου διανομής είναι κεντροβαρική.



Σχήμα 4. 6 Διαδρομή 5

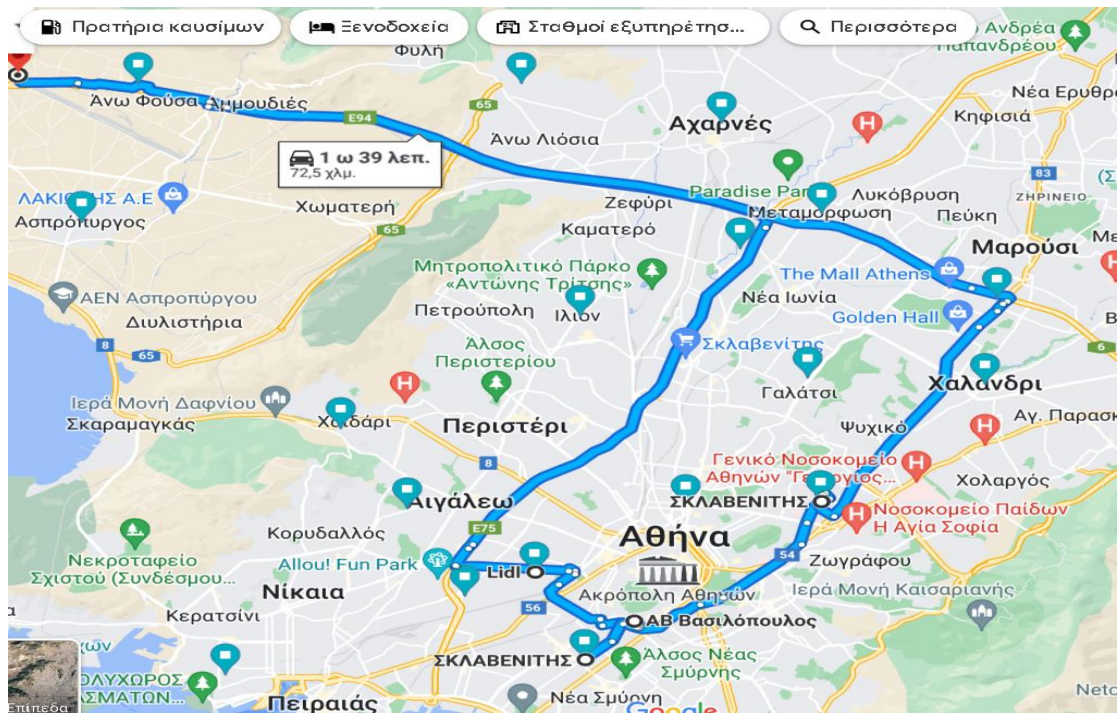
5.1
Δήμος Νέας Ιωνίας
Δήμος Γαλασίου
Δήμος Φιλοθέης – Ψυχικού
5.2
4ο δημοτικό διαμέρισμα Αθήνας
5ο δημοτικό διαμέρισμα Αθήνας
6ο δημοτικό διαμέρισμα Αθήνας

πίνακας 4. 7 Πλήθος κέντρων διανομής 5ης διαδρομής και δήμοι που εξυπηρετούν

4.2.6 Διαδρομή 6

Στην έκτη διαδρομή το φορτηγό, με αφετηρία και τελικό προορισμό την κεντρική αποθήκη στο Ρουπάκι του Ασπρόπυργου εξυπηρετεί με ενδιάμεσες στάσεις τα κέντρα διανομής στους 7ο δημοτικό διαμέρισμα Αθήνας, 1ο δημοτικό διαμέρισμα Αθήνας, 2ο δημοτικό διαμέρισμα Αθήνας, Δήμος Καλλιθέας, Δήμος Νέας Σμύρνης, 3ο δημοτικό διαμέρισμα Αθήνας.

Για τις ομάδες περιοχών 1ο δημοτικό διαμέρισμα Αθήνας, 2ο δημοτικό διαμέρισμα Αθήνας και Δήμος Καλλιθέας, Δήμος Νέας Σμύρνης αντίστοιχα προέκυψε ότι ένα κέντρο διανομής για κάθε ένα είναι η βέλτιστη λύση καθώς γεωγραφικά είναι πλησίον και οι στόχοι που έχουν τεθεί ικανοποιούνται εφόσον η τοποθεσία του κέντρου διανομής είναι κεντροβαρική.



Σχήμα 4.7 Διαδρομή 6

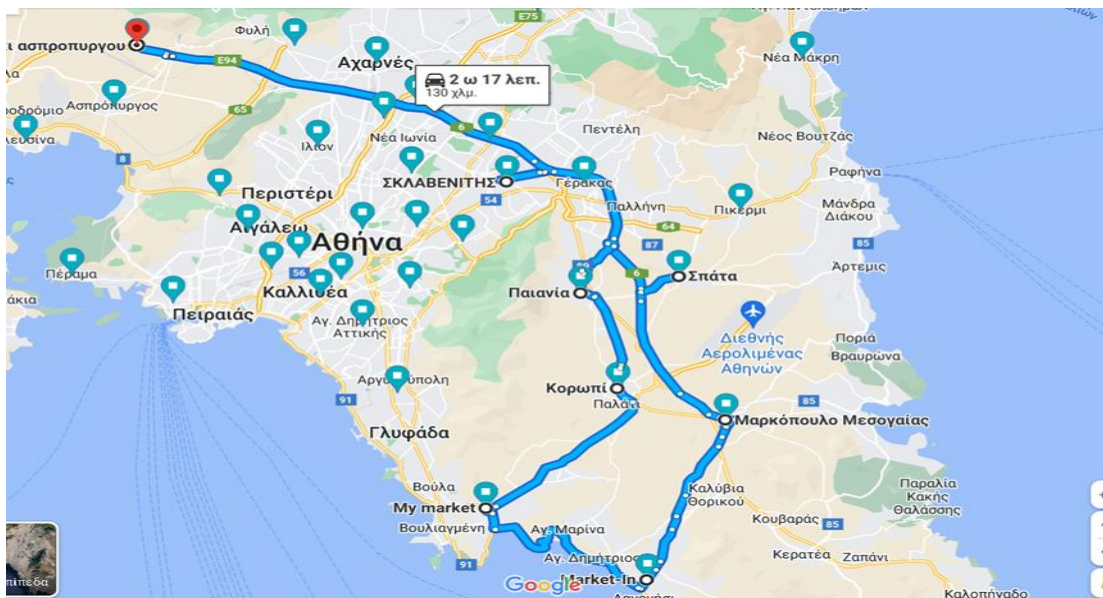
6.1
7ο δημοτικό διαμέρισμα Αθήνας
6.2
1ο δημοτικό διαμέρισμα Αθήνας
2ο δημοτικό διαμέρισμα Αθήνας
6.3
Δήμος Καλλιθέας
Δήμος Νέας Σμύρνης
6.4
3ο δημοτικό διαμέρισμα Αθήνας

πίνακας 4.8 Πλήθος κέντρων διανομής 6ης διαδρομής και δήμοι που εξυπηρετούν

4.2.7 Διαδρομή 7

Στην έβδομη διαδρομή το φορτηγό, με αφετηρία και τελικό προορισμό την κεντρική αποθήκη στο Ρουπάκι του Ασπρόπυργου εξυπηρετεί με ενδιάμεσες στάσεις τα κέντρα διανομής στους Δήμος Αγίας Παρασκευής, Δήμος Χαλανδρίου, Δήμος Βριλήσσιων, Δήμος Σπάτων – Αρτέμιδος, Δήμος Μαρκοπούλου Μεσογαίας, Δήμος Σαρωνικού, Δήμος Βάρης – Βούλας – Βουλιαγμένης, Δήμος Γλυφάδας, Δήμος Κρωπίας, Δήμος Παιανίας.

Για τις ομάδες περιοχών Δήμος Αγίας Παρασκευής, Δήμος Χαλανδρίου, Δήμος Βριλησίων και Δήμος Βάρης – Βούλας – Βουλιαγμένης, Δήμος Γλυφάδας αντίστοιχα προέκυψε ότι ένα κέντρο διανομής για κάθε ένα είναι η βέλτιστη λύση καθώς γεωγραφικά είναι πλησίον και οι στόχοι ικανοποιούνται.



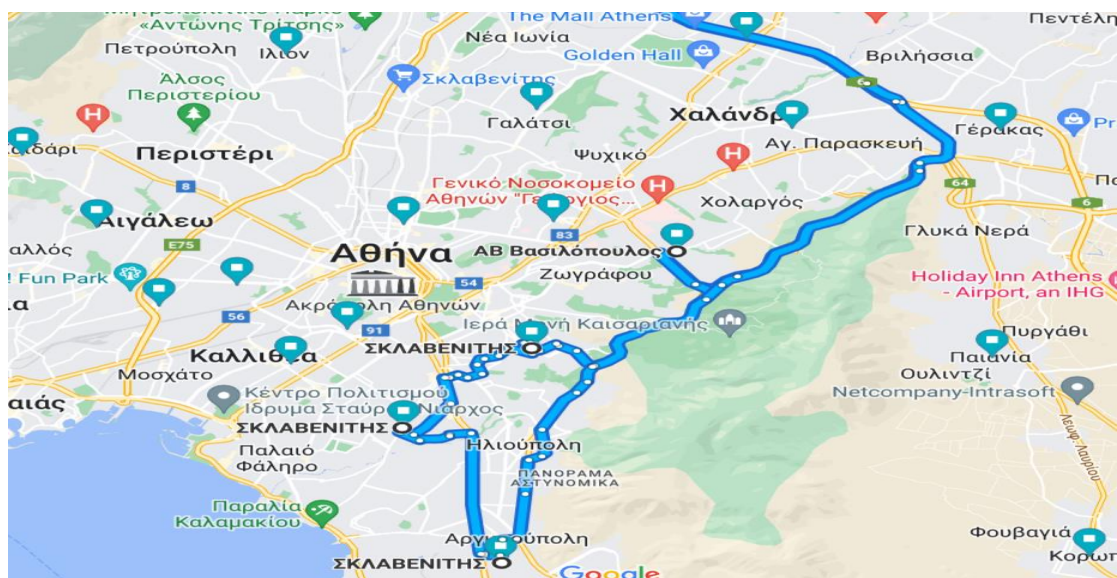
Σχήμα 4.8 Διαδρομή 7

7.1
Δήμος Αγίας Παρασκευής
Δήμος Χαλανδρίου
Δήμος Βριλησίων
7.2
Δήμος Σπάτων – Αρτέμιδος
7.3
Δήμος Μαρκοπούλου Μεσογαίας
7.4
Δήμος Σαρωνικού
7.5
Δήμος Βάρης – Βούλας – Βουλιαγμένης
Δήμος Γλυφάδας
7.6
Δήμος Κρωπίας
7.7
Δήμος Παιανίας

πίνακας 4.9 Πλήθος κέντρων διανομής 7ης διαδρομής και δήμοι που εξυπηρετούν

4.2.8 Διαδρομή 8

Στην όγδοη διαδρομή που ορίστηκε για την εξυπηρέτηση των πελατών το φορτηγό, με αφετηρία και τελικό προορισμό την κεντρική αποθήκη στο Ρουπάκι του Ασπρόπυργου εξυπηρετεί με ενδιάμεσες στάσεις τα κέντρα διανομής στους Δήμος Παπάγου – Χολαργού, Δήμος Ζωγράφου, Δήμος Καισαριανής, Δήμος Βύρωνος, Δήμος Δάφνης – Υμηττού, Δήμος Ηλιουπόλεως, Δήμος Παλαιού Φαλήρου, Δήμος Αγίου Δημητρίου, Δήμος Ελληνικού – Αργυρούπολης. Για τις ομάδες περιοχών Δήμος Παπάγου – Χολαργού, Δήμος Ζωγράφου και Δήμος Καισαριανής, Δήμος Βύρωνος, Δήμος Δάφνης – Υμηττού και Δήμος Ηλιουπόλεως, Δήμος Παλαιού Φαλήρου, Δήμος Αγίου Δημητρίου αντίστοιχα προέκυψε ότι ένα κέντρο διανομής για κάθε ένα είναι η βέλτιστη λύση καθώς γεωγραφικά είναι πλησίον και οι στόχοι που έχουν τεθεί ικανοποιούνται.



Σχήμα 4.9 Διαδρομή 8

8.1
Δήμος Παπάγου – Χολαργού
Δήμος Ζωγράφου
8.2
Δήμος Καισαριανής
Δήμος Βύρωνος
Δήμος Δάφνης – Υμηττού
8.3
Δήμος Ηλιουπόλεως
Δήμος Παλαιού Φαλήρου
Δήμος Αγίου Δημητρίου
8.4
Δήμος Ελληνικού – Αργυρούπολης

πίνακας 4. 10 Πλήθος κέντρων διανομής 8ης διαδρομής και δήμοι που εξυπηρετούν

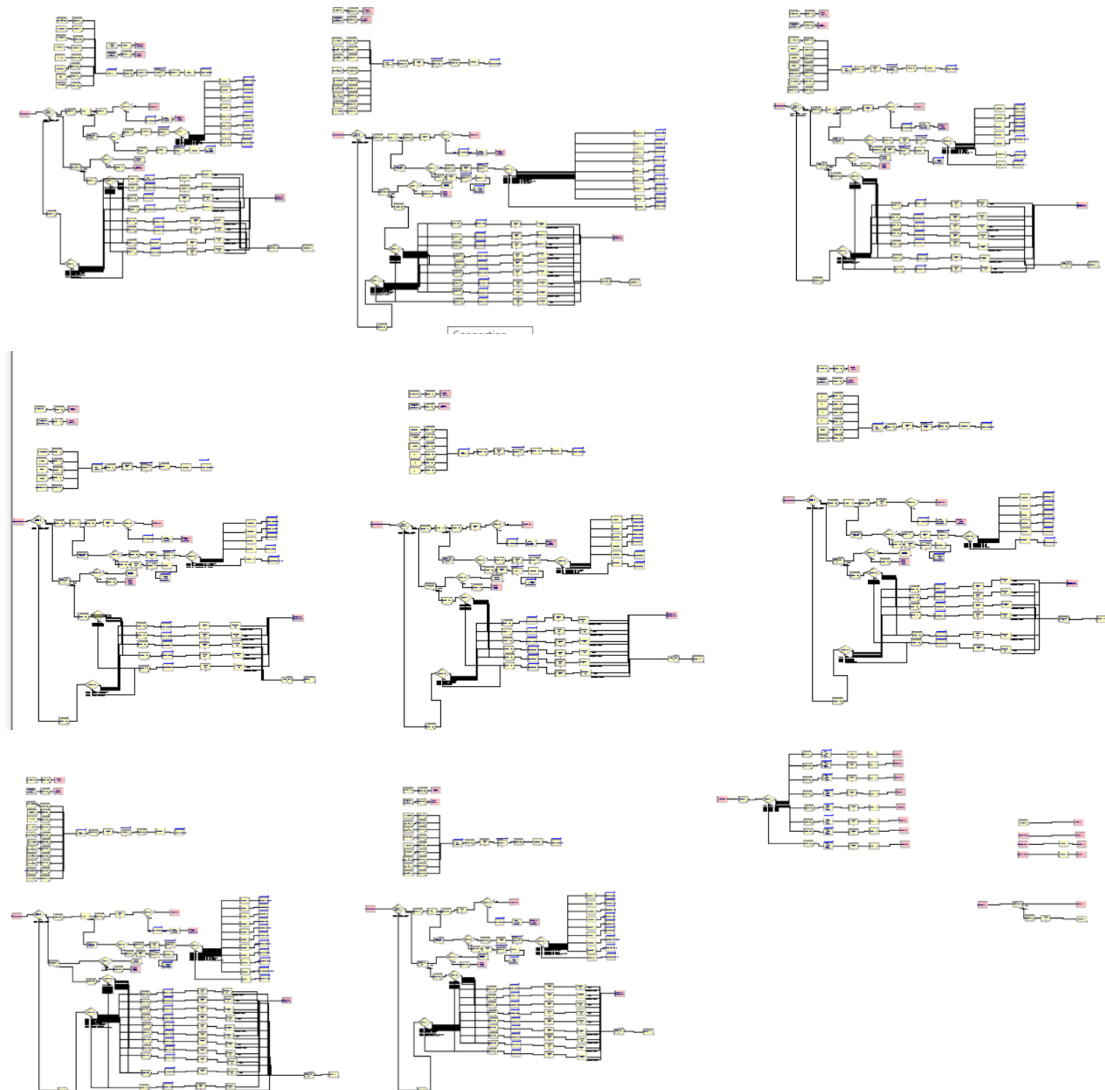
4.3 Προσομοίωση του επιχειρησιακού μοντέλου με χρήση Arena Simulation

Το επιχειρησιακό μοντέλο οφείλει να προσομοιωθεί σε περιβάλλον προγράμματος Arena Simulation.

Με την υλοποίηση της προσομοίωσης με χρήση Arena Simulation επαληθεύονται αρχικές προσεγγίσεις, καταλήγουμε σε αποτελέσματα και οδηγούμαστε με δοκιμές σε βελτιστοποιημένη μορφή λύσης της διπλωματικής εργασίας.

4.3.1 Συνοπτική εικόνα του μοντέλου προσομοίωσης διανομής.

Παρουσιάζεται παρακάτω το συνολικό μοντέλο που δημιουργήθηκε για την πραγματοποίηση της προσομοίωσης του ζητήματος της διπλωματικής.



Σχήμα 4. 10 Μοντέλο προσομοίωσης Arena Simulation

Μέρος της υλοποίησης της διπλωματικής εργασίας αποτελεί η πραγματοποίηση ενός μοντέλου προσομοίωσης το οποίο θα περιέχει τις απαραίτητες παραμέτρους και θα εκτελείται με τέτοιο τρόπο ώστε να συμβάλει στην επαλήθευση και βελτιστοποίηση του σχεδιασμού της διανομής προϊόντων από την κεντρική αποθήκη στο Ρουπάκι του Ασπρόπυργου, σε οποιοδήποτε σημείο της Αττικής μέσω φορτηγών τα οποία εκτελούν κυκλικά δρομολόγια από και προς την αποθήκη, με στάσεις σε κατάλληλα κέντρα διανομής.

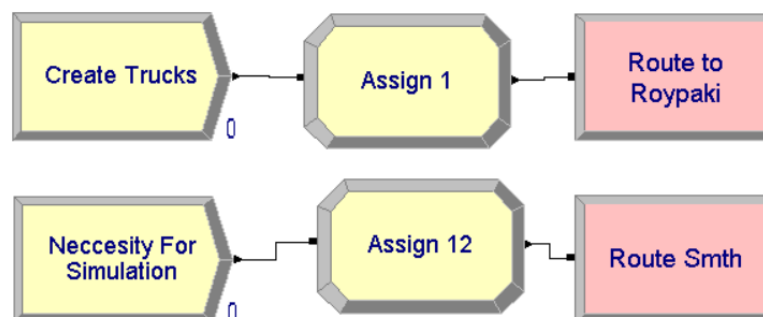
Για τη δημιουργία του μοντέλου προσομοίωσης χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα *Arena Simulation v14.0*. Το μοντέλο χωρίζεται στα εξής στάδια:

- 1) Παραγωγή αρχικών απαραίτητων οντοτήτων για τη συναρμολόγηση του μοντέλου και οργάνωση φορητών και van στους κατάλληλους σταθμούς
- 2) Προσομοίωση βασικής κεντρικής αποθήκης
- 3) Εξασφάλιση διαδικασίας φόρτωσης και εκφόρτωσης σε κάθε σημείο διαλογής ξεχωριστά
- 4) Πραγματοποίηση χρονοδιαγράμματος εισροής παραγγελιών ανάλογα με ώρες της ημέρας
- 5) Διευθέτηση κατάλληλης σειριακής αλληλουχίας που διαμορφώνει το δρομολόγιο του κάθε φορητού και van
- 6) Διανομή από κέντρο διαλογής σε τελικούς πελάτες
- 7) Εισαγωγή χρονικής μεταβλητής στο σύστημα

4.3.2 Βήματα δημιουργίας μοντέλου προσομοίωσης

4.3.2.1 Παραγωγή απαραίτητων αρχικών οντοτήτων και τοποθέτηση φορητών και van στις αρμόζουσες ουρές

Παραγωγή οντότητας η οποία δρομολογείται να περάσει από κάθε στάση της ακολουθίας και να δημιουργήσει τον επιλεγμένο αριθμό van αντίστοιχα.



Σχήμα 4. 11 Παραγωγή αρχικών απαραίτητων οντοτήτων

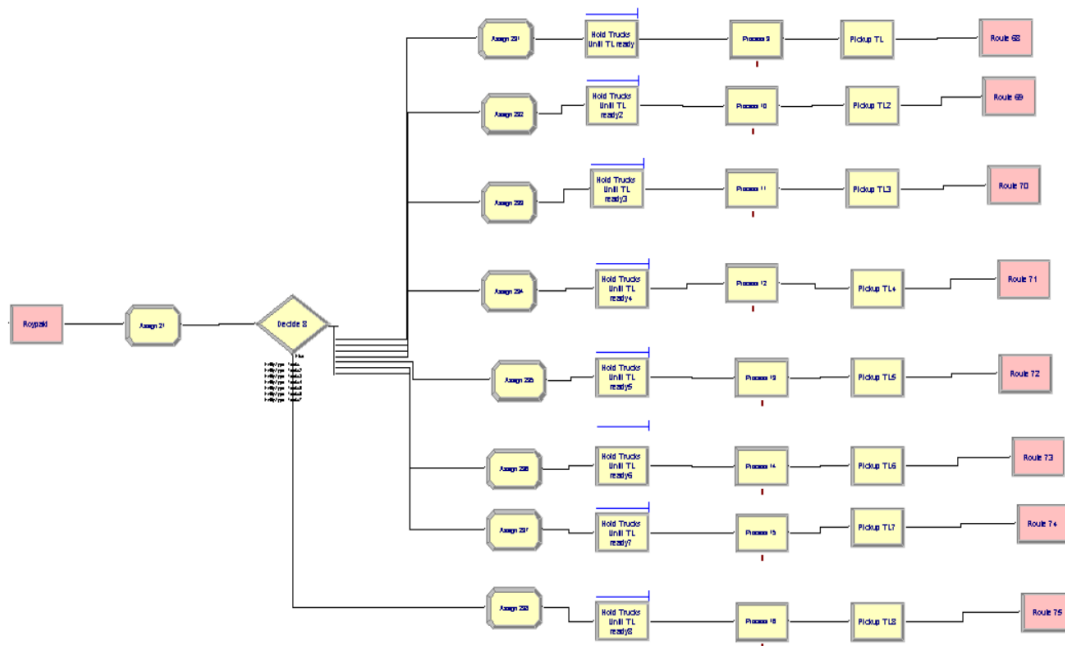
Με το module Create γίνεται η δημιουργία μίας οντότητας η οποία δημιουργείται μία μόνο φορά, με την έναρξη του προγράμματος.

Στη συνέχεια με το module Assign αναθέτεται την οντότητα η απαραίτητη ακολουθία του δρομολογίου

Επίσης αναθέτεται ο τύπος της οντότητας, π.χ. την οντότητα στην πρώτη γραμμή εντολών την χαρακτηρίζουμε ως truck.

Τέλος την οντότητα truck την μεταφέρουμε άμεσα στο αρχικό σταθμό δηλαδή στη κεντρική αποθήκη στο Ρουπάκι του Ασπρόπυργου με την εντολή Route.

4.3.2.2 Προσομοίωση βασικής κεντρικής αποθήκης



Σχήμα 4. 12 Προσομοίωση κεντρικής αποθήκης

Η προσομοίωση της βασικής κεντρικής αποθήκης απαρτίζεται από το Station module στο οποίο εδραιώνεται η αποθήκη ως σταθμός στο πρόγραμμα.

Στη συνέχεια με το module Assign αναθέεται το entity jobstep να είναι 0 ώστε να δηλωθεί ότι η ακολουθία (sequence) βρίσκεται στο πρώτο βήμα της, αυτό εξυπηρετεί στο να εκτελείται η κυκλική διαδρομή του φορτηγού.

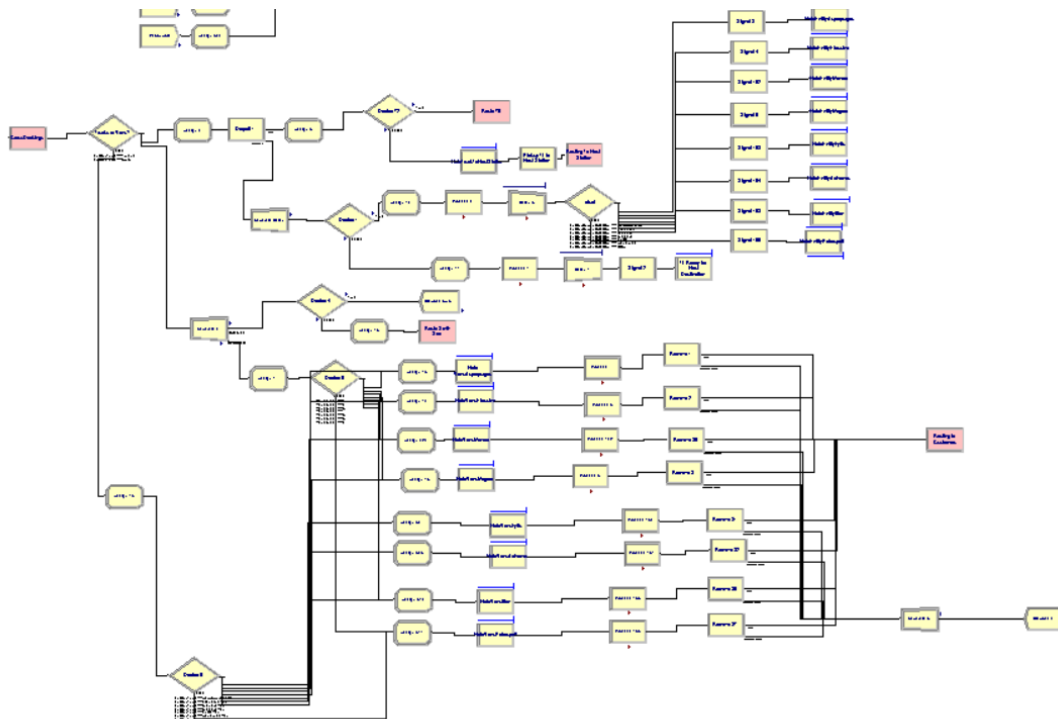
Με το module Decide χρησιμοποιείται κατάλληλος περιορισμός ώστε να μπορεί το φορτηγό να μπαίνει σε κατάλληλη ουρά αναμονής ανάλογα με την διαδρομή την οποία εκτελεί.

Με το module του hold πραγματοποιείται η ουρά αναμονής για το κάθε φορτηγό με signal κατάλληλο για την άφεση του φορτηγού ώστε να εκτελέσει την πρέπουσα διαδρομή όταν υπάρξει φορτίο έτοιμο προς παράδοση.

Στη συνέχεια με το Pickup module το φορτηγό παραλαμβάνει το φορτίο και εκτελεί την προγραμματισμένη ακολουθία Sequence που το έχει ορισθεί από το module Assign.

Τέλος με το module Route δίνεται εντολή στην οντότητα φορτηγό να εκτελέσει μεταφορά με ορισμένη χρονική διάρκεια προς το πρώτο βήμα του sequence της διαδρομής.

4.3.2.3 Εξασφάλιση διαδικασίας φόρτωσης και εκφόρτωσης σε κάθε σημείο διαλογής ξεχωριστά



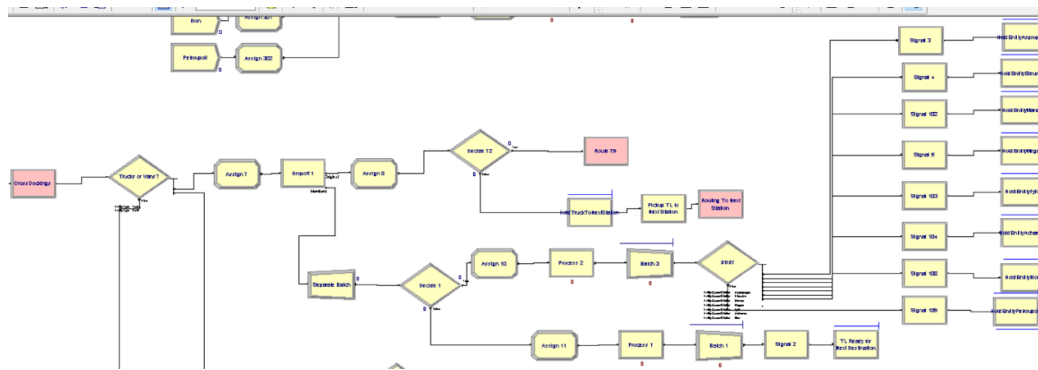
Σχήμα 4. 13 Βρόχος 1ης διαδρομής

Ο παραπάνω βρόχος αφορά την πρώτη διαδρομή και έχει ταυτόσημο χαρακτήρα με τους υπόλοιπους 7. Οι βρόχοι αυτοί αποτελούν την υλοποίηση της προσομοίωσης κάθε διαδρομής ενός φορτηγού από και προς την κεντρική αποθήκη στο Ρουπάκι του Ασπρόπυργου. Επίσης προσομοιώνει την οντότητα φορτηγό να διέρχεται από τα επιλεγμένα κέντρα διανομής της ορισθέντας διαδρομής και να λαμβάνει χώρα η φόρτωση και η εκφόρτωση των προϊόντων σε κάθε σημεία διανομής. Επίσης ο βρόχος εντολών είναι υπεύθυνος για την δημιουργία του απαραίτητου αριθμού βαν και την τοποθέτηση τους στα κατάλληλα κέντρα διανομής.

Τέλος ο βρόχος επίσης εξυπηρετεί το διαχωρισμό σε ουρές του κάθε βαν ανάλογα με το κέντρο διανομής στο οποίο βρίσκεται.

Οι βρόχοι διαχωρίζονται στα εξής μέρη:

- 1) Εξασφάλιση χώρου σύντομης στάθμευσης φορτηγού, διαλογή παραγγελιών που έφθασαν στο προορισμό τους και τοποθέτηση τους σε ουρά αναμονής για να φορτωθούν σε van



Σχήμα 4. 14 1⁰ Μέρος βρόχου 1ης διαδρομής

Στον μέρος του βρόχου αυτού με το Station module ορίζεται ένα Station Set το οποίο είναι οι σταθμοί δηλαδή τα κέντρα διαλογής. Τα κέντρα διαλογής ορίζονται ως στάσεις οι οποίες βρίσκονται κατά μήκος της διαδρομής που θα εκτελέσει το φορτηγό.

Το φορτηγό καταφθάνει σε έναν από τους σταθμούς του station set και με το module Dropoff εκφορτώνει τις παραγγελίες που μετέφερε.

Στη συνέχεια το φορτηγό εισέρχεται σε ουρά αναμονής με το module hold με κατάλληλο signal για την απελευθέρωση του.

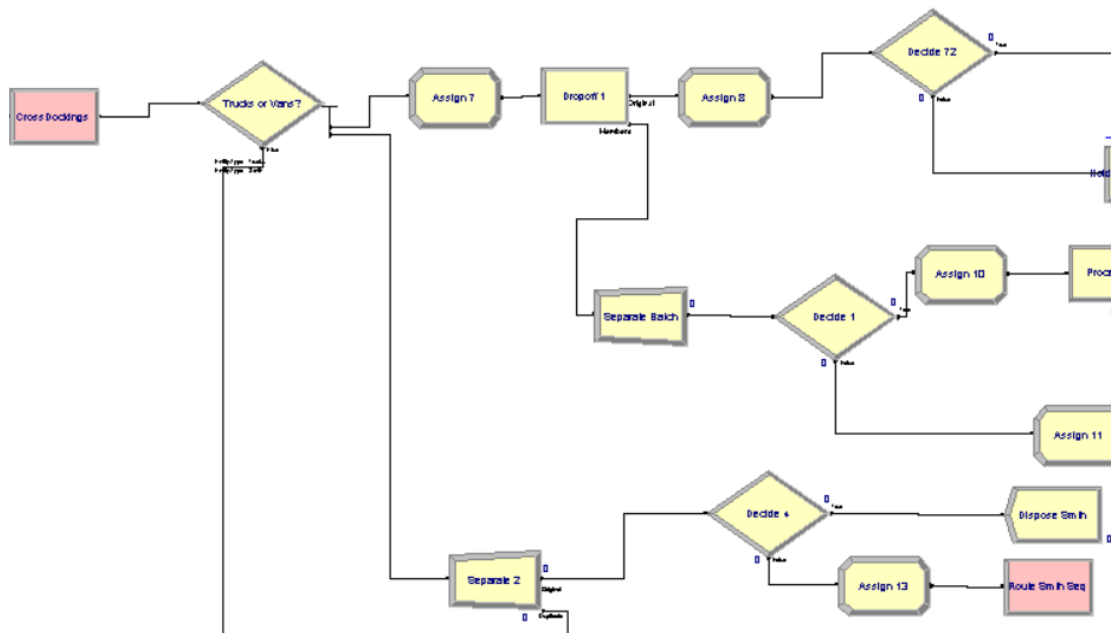
Με το module Separate το batch του φορτηγού διακρίνεται σε οντότητες οι οποίες αποτελούν την κάθε μία παραγγελία που βρισκόταν στο φορτηγό.

Από τις παραγγελίες που εκφορτώθηκαν διαλέγονται αυτές που έχουν φτάσει στον προορισμό τους με module Decide και έπειτα τοποθετούνται στην κατάλληλη ουρά αναμονής για παραλαβή από van.

Οι υπόλοιπες επανατοποθετούνται σε ουρά αναμονής ώστε να μεταφερθούν με το φορτηγό στο επόμενο κέντρο διανομής.

Με το module Route το φορτηγό εκτελεί το επόμενο βήμα του Sequence, δηλαδή δρομολογείται για το επόμενο κέντρο διανομής στο οποίο θα λάβει χώρα πάλι η ίδια διαδικασία μέχρι το πέρας της διαδρομής και την επιστροφή του φορτηγού στην αφετηρία, δηλαδή την κεντρική αποθήκη.

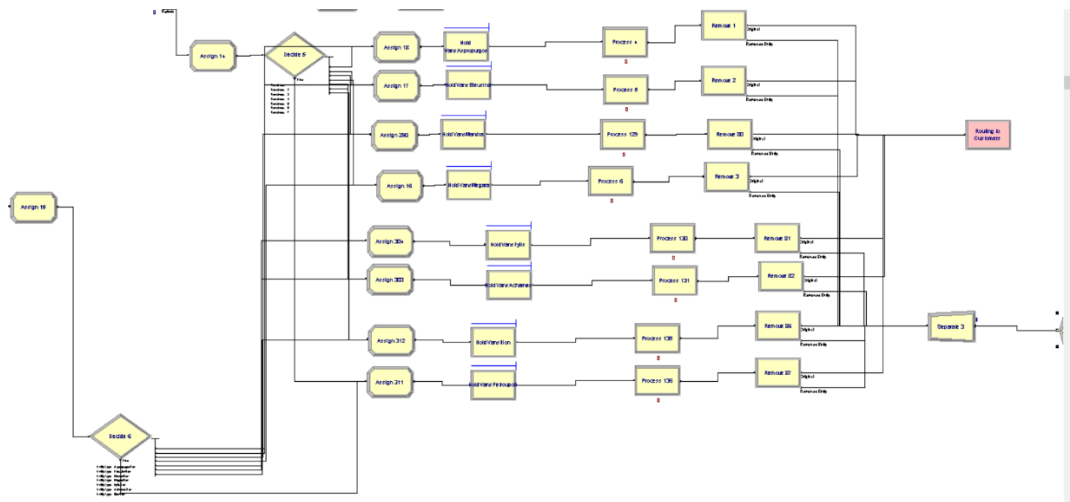
- 2) Εσωτερικός βρόχος υπεύθυνος για να εκτελέσει η αρχική απαραίτητη οντότητα όλη την ακολουθία και να δημιουργηθούν τα van σε κάθε κέντρο διανομής



Σχήμα 4. 15 2^ο μέρος Βρόχου 1ης διαδρομής

Η αρχική απαραίτητη οντότητα που είχε οριστεί στις πρώτες εντολές, με το παραπάνω εικονιζόμενο μέρος του βρόχου εκτελεί χωρίς χρόνους μεταφοράς τη κυκλική διαδρομή που θα κάνει το φορτηγό και σε κάθε ένα κέντρο διανομής που αποτελεί σταθμό της ακολουθίας Sequence αναπαράγει τον εαυτό της με το module Separate όσες φορές έχει οριστεί. Αυτό είναι απαραίτητο για να δημιουργηθούν τα van και να τοποθετηθούν σε κατάλληλες ουρές αναμονής ανάλογα με το κέντρο διανομής που ανήκουν.

- 3) Τρόπος ανατροφοδότησης και ταξινόμησης van σε κατάλληλες ουρές αναμονής.



Σχήμα 4. 16 3^ο μέρος Βρόχου 1ης διαδρομής

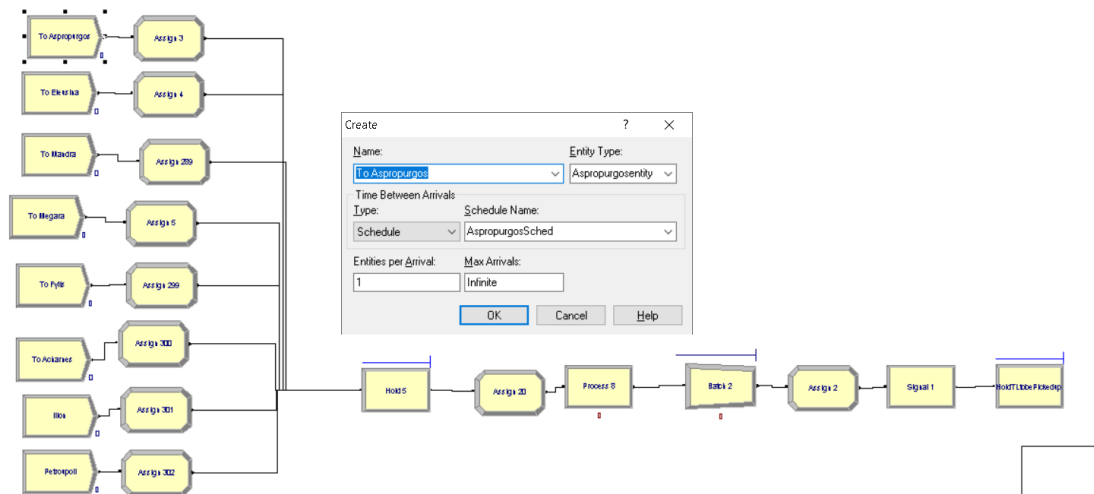
Το τελευταίο εικονιζόμενο μέρος του βρόχου αποτελεί την διαδικασία που εξασφαλίζει την επανατοποθέτηση στις κατάλληλες ουρές των εξερχόμενων van που εκτέλεσαν την διανομή από το κέντρο διαλογής στους τελικούς πελάτες. Αυτό πραγματοποιείται με το module Decide που ανακατευθύνει τα επιστρέφοντα van στις πρέπουσες ουρές αναμονής δηλαδή Hold modules. Τα van αποδεσμεύονται από τις ουρές αναμονής όταν δοθεί το κατάλληλο signal, δηλαδή όταν υπάρξει έτοιμο batch παραγγελιών προς διανομή από το κέντρο διανομής στους τελικούς πελάτες.

Αφού δοθεί το κατάλληλο Signal στο σύστημα τα van αποδεσμεύονται και στη συνέχεια με το module Pickup παίρνουν το φορτίο batch το οποίο ήταν έτοιμο και ανέμενε την μεταφορά του από το κέντρο διανομής στους τελικούς πελάτες.

4.3.2.4 Πραγματοποίηση χρονοδιαγράμματος εισροής παραγγελιών ανάλογα με ώρες της ημέρας

Πάνω από κάθε βρόχο πραγματοποιείται η απαραίτητη ομάδα εντολών οι οποίες ευθύνονται για την δημιουργία οντοτήτων που αναπαριστούν τις παραγγελίες.

Για την πραγματική προσομοίωση του προβλήματος προς διερεύνηση οι παραγγελίες δημιουργούνται με Schedule ξεχωριστό για κάθε δήμο της Αττικής.



Σχήμα 4. 17 Τμήμα μοντέλου εισροής παραγγελιών

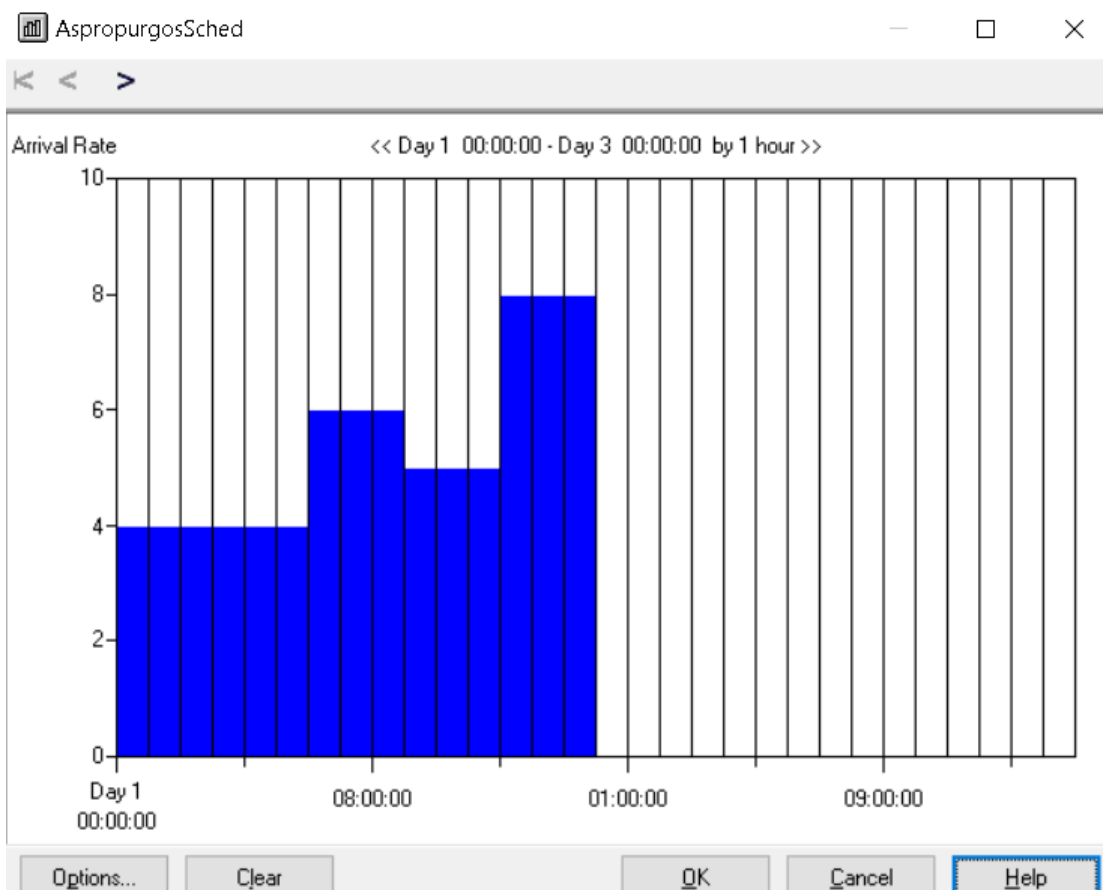
Στο τμήμα της εισροής των παραγγελιών με το module Create δημιουργούνται οι παραγγελίες με δεδομένο Schedule το οποίο ορίζει τις οντότητες που δημιουργούνται ανά ώρα και την διάρκεια που ισχύει ο ρυθμός παραγωγής αυτός.

Οι ρυθμοί παραγωγής αλλάζουν μέσα στην ημέρα για να προσομοιωθεί το μέγιστο και το ελάχιστο της κατανομής της ζήτησης στην ημέρα.

Name	Type	Time Units	Scale Factor	Durations
AspropurgosSched	Arrival	Hours	1.0	5 rows
EleusinaSched	Arrival	Hours	1.0	5 rows
MegaraSched	Arrival	Hours	1.0	5 rows
FylisSched	Arrival	Hours	1.0	5 rows
MandraSched	Arrival	Hours	1.0	5 rows
OinoSched	Arrival	Hours	1.0	5 rows
AcharnesSched	Arrival	Hours	1.0	5 rows
MetanorfwshSched	Arrival	Hours	1.0	5 rows
KifisiaElafisSched	Arrival	Hours	1.0	5 rows
MalakasaOropirwnSched	Arrival	Hours	1.0	5 rows
MarathonaSched	Arrival	Hours	1.0	5 rows
DionysouSched	Arrival	Hours	1.0	5 rows
RafhnaPikermiSched	Arrival	Hours	1.0	5 rows
PalliniGerakasSched	Arrival	Hours	1.0	5 rows
MicrousiSched	Arrival	Hours	1.0	5 rows
PeristisSched	Arrival	Hours	1.0	5 rows
PeristeriSched	Arrival	Hours	1.0	5 rows
IlikaSched	Arrival	Hours	1.0	5 rows

	Value	Duration
1	4	3
2	4	3
3	6	3
4	5	3
5	8	3

Σχήμα 4. 18 Λίστα καταχωρημένων Schedules



Σχήμα 4. 19 Κατανομή ζήτησης ανάλογα με τις ώρες της ημέρας

Στο schedule που χαρακτηρίζει το κάθε δήμο δηλώνεται ο ρυθμός εισροής οντοτήτων, δηλαδή ζήτησης παραγγελιών προς διανομή και η διάρκεια ισχύς τους.

Οι ρυθμοί παραγωγής παραγγελιών υπολογίστηκαν λαμβάνοντας υπόψη την παρακάτω κατανομή της ζήτησης ανάλογα με τις ώρες της ημέρας.

50%	13:00-15:00μμ & 19:00-22:00
30%	7:00-8:00 & 12:00-13:00 & 16:00-19:00
20%	8:00-12 :00& 15:00-16:00

πίνακας 4. 11 Κατανομή ζήτησης για διαφορετικές ώρες της ημέρας

Στη συνέχεια ακολουθεί ο πίνακας που δηλώνει τους συντελεστές οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για τη διακύμανση της ζήτησης ανάλογα με τις ώρες της ημέρας.

7:00-10:00	Ζητηση*0.7
10:00-13:00	Ζητηση*0.7
13:00-16:00	Ζητηση*1.2
16:00-19:00	Ζητηση*0.9
19:00-22:00	Ζητηση*1.5

πίνακας 4. 12 Συντελεστής ζήτησης με βάση την κατανομή ανά ώρα της ημέρας

Εφόσον η εργάσιμη ημέρα αποτελείται από 15 ώρες και η διάρκεια εκτέλεσης διαδρομής των φορτηγών προσεγγίζει τις 3 ώρες, η εργάσιμη ημέρα διαχωρίστηκε σε 5 τρίωρα όπως φαίνεται παραπάνω.

Συνεπώς οι ρυθμοί παραγωγής παραγγελιών ανά ώρα με διάρκεια 3 ώρες για κάθε δήμο της Αττικής, με έμφαση στο μέγιστο αριθμό παραγγελιών στις ώρες αιχμής 19:00 – 22:00 να μην υπερβαίνουν τη μέγιστη χωρητικότητα του φορτηγού, υπολογίζονται ως εξής:

Διαδρομή 1				Διαδρομή 2			
Δήμος Ασπρόπυργου				Δήμος Ηρακλείου			
7:00-10:00	5	3.5	4 12	7:00-10:00	8	5.6	6 18
10:00-13:00	5	3.5	4 12	10:00-13:00	8	5.6	6 18
13:00-16:00	5	6	6 18	13:00-16:00	8	9.6	10 30
16:00-19:00	5	4.5	5 15	16:00-19:00	8	7.2	8 24
19:00-22:00	5	7.5	8 24	19:00-22:00	8	12	12 36
Δήμος Ελευσίνας				Δήμος Μεταμορφώσεως			
7:00-10:00	5	3.5	4 12	7:00-10:00	5	3.5	4 12
10:00-13:00	5	3.5	4 12	10:00-13:00	5	3.5	4 12
13:00-16:00	5	6	6 18	13:00-16:00	5	6	6 18
16:00-19:00	5	4.5	5 15	16:00-19:00	5	4.5	5 15
19:00-22:00	5	7.5	8 24	19:00-22:00	5	7.5	8 24
Δήμος Μάνδρας - Ειδυλλίας				Δήμος Κηφισιάς			
7:00-10:00	3	2.1	3 9	7:00-10:00	12	8.4	9 27
10:00-13:00	3	2.1	3 9	10:00-13:00	12	8.4	9 27
13:00-16:00	3	3.6	4 12	13:00-16:00	12	14.4	15 45
16:00-19:00	3	2.7	3 9	16:00-19:00	12	10.8	11 33
19:00-22:00	3	4.5	5 15	19:00-22:00	12	18	18 54
Δήμος Μεγάρων				Δήμος Μαραθώνα			
7:00-10:00	6	4.2	5 15	7:00-10:00	6	4.2	5 15
10:00-13:00	6	4.2	5 15	10:00-13:00	6	4.2	5 15
13:00-16:00	6	7.2	8 24	13:00-16:00	6	7.2	8 24
16:00-19:00	6	5.4	6 18	16:00-19:00	6	5.4	6 18
19:00-22:00	6	9	9 27	19:00-22:00	6	9	9 27
Δήμος Φυλής				Δήμος Διονύσου			
7:00-10:00	8	5.6	6 18	7:00-10:00	7	4.9	5 15
10:00-13:00	8	5.6	6 18	10:00-13:00	7	4.9	5 15
13:00-16:00	8	9.6	10 30	13:00-16:00	7	8.4	9 27
16:00-19:00	8	7.2	8 24	16:00-19:00	7	6.3	7 21
19:00-22:00	8	12	12 36	19:00-22:00	7	10.5	11 33
Δήμος Αχαρνών - Θρακομακεδώνων				Δήμος Ραφήνας – Πικερμίου			
7:00-10:00	18	12.6	13 39	7:00-10:00	4	2.8	3 9
10:00-13:00	18	12.6	13 39	10:00-13:00	4	2.8	3 9
13:00-16:00	18	21.6	22 66	13:00-16:00	4	4.8	5 15
16:00-19:00	18	16.2	17 51	16:00-19:00	4	3.6	4 12
19:00-22:00	18	27	27 81	19:00-22:00	4	6	6 18
Δήμος Ιλίου				Δήμος Παλλήνης			
7:00-10:00	14	9.8	10 30	7:00-10:00	9	6.3	7 21
10:00-13:00	14	9.8	10 30	10:00-13:00	9	6.3	7 21
13:00-16:00	14	16.8	17 51	13:00-16:00	9	10.8	11 33
16:00-19:00	14	12.6	13 39	16:00-19:00	9	8.1	9 27
19:00-22:00	14	21	21 63	19:00-22:00	9	13.5	14 42
Δήμος Πετρουπόλεως				Δήμος Αμαρουσίου			
7:00-10:00	10	7	7 21	7:00-10:00	12	8.4	9 27
10:00-13:00	10	7	7 21	10:00-13:00	12	8.4	9 27
13:00-16:00	10	12	12 36	13:00-16:00	12	14.4	15 45
16:00-19:00	10	9	9 27	16:00-19:00	12	10.8	11 33
19:00-22:00	10	15	15 45	19:00-22:00	12	18	18 54
	Sum	315			Sum	315	
			7:00-10:00		6	4.2	5 15
			10:00-13:00		6	4.2	5 15
			13:00-16:00		6	7.2	8 24
			16:00-19:00		6	5.4	6 18
			19:00-22:00		6	9	9 27
					Sum	315	

πίνακας 4. 13 Αποτελέσματα υπολογισμών για ζήτηση ανά δήμο της Αττικής για διαδρομή 1&2

Διαδρομή 3				Διαδρομή 4			
Δήμος Περιστερίου				Δήμος Κερατσινίου – Δραπετσώνας			
7:00-10:00	23	16.1	17 51	7:00-10:00	16	11.2	12 36
10:00-13:00	23	16.1	17 51	10:00-13:00	16	11.2	12 36
13:00-16:00	23	27.6	28 84	13:00-16:00	16	19.2	20 60
16:00-19:00	23	20.7	21 63	16:00-19:00	16	14.4	15 45
19:00-22:00	23	34.5	35 105	19:00-22:00	16	24	24 72
Δήμος Χαϊδαρίου				Δήμος Περάματος			
7:00-10:00	8	5.6	6 18	7:00-10:00	5	3.5	4 12
10:00-13:00	8	5.6	6 18	10:00-13:00	5	3.5	4 12
13:00-16:00	8	9.6	10 30	13:00-16:00	5	6	6 18
16:00-19:00	8	7.2	8 24	16:00-19:00	5	4.5	5 15
19:00-22:00	8	12	12 36	19:00-22:00	5	7.5	8 24
Δήμος Φιλαδέλφειας – Χαλκηδόνος				Δήμος Νίκαιας – Αγίου Ιωάννη Ρέντη			
7:00-10:00	6	4.2	5 15	7:00-10:00	17	11.9	12 36
10:00-13:00	6	4.2	5 15	10:00-13:00	17	11.9	12 36
13:00-16:00	6	7.2	8 24	13:00-16:00	17	20.4	21 63
16:00-19:00	6	5.4	6 18	16:00-19:00	17	15.3	16 48
19:00-22:00	6	9	9 27	19:00-22:00	17	25.5	26 78
Δήμος Αιγάλεω				Δήμος Πειραιώς			
7:00-10:00	12	8.4	9 27	7:00-10:00	27	18.9	19 57
10:00-13:00	12	8.4	9 27	10:00-13:00	27	18.9	19 57
13:00-16:00	12	14.4	15 45	13:00-16:00	27	32.4	33 99
16:00-19:00	12	10.8	11 33	16:00-19:00	27	24.3	25 75
19:00-22:00	12	18	18 54	19:00-22:00	27	40.5	41 123
Δήμος Αγίων Αναργύρων – Καματερού				Δήμος Μοσχάτου – Ταύρου			
7:00-10:00	11	7.7	8 24	7:00-10:00	7	4.9	5 15
10:00-13:00	11	7.7	8 24	10:00-13:00	7	4.9	5 15
13:00-16:00	11	13.2	14 42	13:00-16:00	7	8.4	9 27
16:00-19:00	11	9.9	10 30	16:00-19:00	7	6.3	7 21
19:00-22:00	11	16.5	17 51	19:00-22:00	7	10.5	11 33
Δήμος Κορυδαλλού				Sum			
7:00-10:00	11	7.7	8 24			330	
10:00-13:00	11	7.7	8 24				
13:00-16:00	11	13.2	14 42				
16:00-19:00	11	9.9	10 30				
19:00-22:00	11	16.5	17 51				
Δήμος Αγίας Βαρβάρας							
7:00-10:00	5	3.5	4 12				
10:00-13:00	5	3.5	4 12				
13:00-16:00	5	6	6 18				
16:00-19:00	5	4.5	5 15				
19:00-22:00	5	7.5	8 24				
Sum		348					

πίνακας 4. 14 Αποτελέσματα υπολογισμών για ζήτηση ανά δήμο της Αττικής για διαδρομή 3&4

Διαδρομή 5				Διαδρομή 6			
Δήμος Νέας Ιωνίας				1ο δημοτικό διαμέρισμα Αθήνας			
7:00-10:00	11	7.7	8 24	7:00-10:00	13	9.1	10 30
10:00-13:00	11	7.7	8 24	10:00-13:00	13	9.1	10 30
13:00-16:00	11	13.2	14 42	13:00-16:00	13	15.6	16 48
16:00-19:00	11	9.9	10 30	16:00-19:00	13	11.7	12 36
19:00-22:00	11	16.5	17 51	19:00-22:00	13	19.5	20 60
Δήμος Γαλατσίου				2ο δημοτικό διαμέρισμα Αθήνας			
7:00-10:00	10	7	7 21	7:00-10:00	17	11.9	12 36
10:00-13:00	10	7	7 21	10:00-13:00	17	11.9	12 36
13:00-16:00	10	12	12 36	13:00-16:00	17	20.4	21 63
16:00-19:00	10	9	9 27	16:00-19:00	17	15.3	16 48
19:00-22:00	10	15	15 45	19:00-22:00	17	25.5	26 78
Δήμος Φιλοθέης – Ψυχικού				3ο δημοτικό διαμέρισμα Αθήνας			
7:00-10:00	5	3.5	4 12	7:00-10:00	8	5.6	6 18
10:00-13:00	5	3.5	4 12	10:00-13:00	8	5.6	6 18
13:00-16:00	5	6	6 18	13:00-16:00	8	9.6	10 30
16:00-19:00	5	4.5	5 15	16:00-19:00	8	7.2	8 24
19:00-22:00	5	7.5	8 24	19:00-22:00	8	12	12 36
4ο δημοτικό διαμέρισμα Αθήνας				7ο δημοτικό διαμέρισμα Αθήνας			
7:00-10:00	14	9.8	10 30	7:00-10:00	20	14	14 42
10:00-13:00	14	9.8	10 30	10:00-13:00	20	14	14 42
13:00-16:00	14	16.8	17 51	13:00-16:00	20	24	24 72
16:00-19:00	14	12.6	13 39	16:00-19:00	20	18	18 54
19:00-22:00	14	21	21 63	19:00-22:00	20	30	30 90
5ο δημοτικό διαμέρισμα Αθήνας				Δήμος Καλλιθέας			
7:00-10:00	16	11.2	12 36	7:00-10:00	16	11.2	12 36
10:00-13:00	16	11.2	12 36	10:00-13:00	16	11.2	12 36
13:00-16:00	16	19.2	20 60	13:00-16:00	16	19.2	20 60
16:00-19:00	16	14.4	15 45	16:00-19:00	16	14.4	15 45
19:00-22:00	16	24	24 72	19:00-22:00	16	24	24 72
6ο δημοτικό διαμέρισμα Αθήνας				Δήμος Νέας Σμύρνης			
7:00-10:00	21	14.7	15 45	7:00-10:00	12	8.4	9 27
10:00-13:00	21	14.7	15 45	10:00-13:00	12	8.4	9 27
13:00-16:00	21	25.2	26 78	13:00-16:00	12	14.4	15 45
16:00-19:00	21	18.9	19 57	16:00-19:00	12	10.8	11 33
19:00-22:00	21	31.5	32 96	19:00-22:00	12	18	18 54
Sum		387		Sum		390	

πίνακας 4. 15 Αποτελέσματα υπολογισμών για ζήτηση ανά δήμο της Αττικής για διαδρομή 5&6

Διαδρομή 7					Διαδρομή 8				
Δήμος Αγίας Παρασκευής					Δήμος Παπάγου – Χολαργού				
7:00-10:00	10	7:00-10:00	7	7 21 3	7:00-10:00	8	5.6	6	18
10:00-13:00	10	10:00-13:00	7	7 21 3	10:00-13:00	8	5.6	6	18
13:00-16:00	10	13:00-16:00	12	12 36 3	13:00-16:00	8	9.6	10	30
16:00-19:00	10	16:00-19:00	9	9 27 3	16:00-19:00	8	7.2	8	24
19:00-22:00	10	19:00-22:00	15	15 45 3	19:00-22:00	8	12	12	36
Δήμος Χαλανδρίου					Δήμος Ζωγράφου				
7:00-10:00	12	7:00-10:00	8.4	9 27	7:00-10:00	12	8.4	9	27
10:00-13:00	12	10:00-13:00	8.4	9 27	10:00-13:00	12	8.4	9	27
13:00-16:00	12	13:00-16:00	14.4	15 45	13:00-16:00	12	14.4	15	45
16:00-19:00	12	16:00-19:00	10.8	11 33	16:00-19:00	12	10.8	11	33
19:00-22:00	12	19:00-22:00	18	18 54	19:00-22:00	12	18	18	54
Δήμος Βριλησίων					Δήμος Καισαριανής				
7:00-10:00	5	7:00-10:00	3.5	4 12	7:00-10:00	5	3.5	4	12
10:00-13:00	5	10:00-13:00	3.5	4 12	10:00-13:00	5	3.5	4	12
13:00-16:00	5	13:00-16:00	6	6 18	13:00-16:00	5	6	6	18
16:00-19:00	5	16:00-19:00	4.5	5 15	16:00-19:00	5	4.5	5	15
19:00-22:00	5	19:00-22:00	7.5	8 24	19:00-22:00	5	7.5	8	24
Δήμος Παιανίας					Δήμος Βύρωνος				
7:00-10:00	5	7:00-10:00	3.5	4 12	7:00-10:00	10	7	7	21
10:00-13:00	5	10:00-13:00	3.5	4 12	10:00-13:00	10	7	7	21
13:00-16:00	5	13:00-16:00	6	6 18	13:00-16:00	10	12	12	36
16:00-19:00	5	16:00-19:00	4.5	5 15	16:00-19:00	10	9	9	27
19:00-22:00	5	19:00-22:00	7.5	8 24	19:00-22:00	10	15	15	45
Δήμος Σπάτων – Αρτέμιδος					Δήμος Δάφνης – Υμηττού				
7:00-10:00	6	7:00-10:00	4.2	5 15	7:00-10:00	6	4.2	5	15
10:00-13:00	6	10:00-13:00	4.2	5 15	10:00-13:00	6	4.2	5	15
13:00-16:00	6	13:00-16:00	7.2	8 24	13:00-16:00	6	7.2	8	24
16:00-19:00	6	16:00-19:00	5.4	6 18	16:00-19:00	6	5.4	6	18
19:00-22:00	6	19:00-22:00	9	9 27	19:00-22:00	6	9	9	27
Δήμος Κρωπίας					Δήμος Ηλιουπόλεως				
7:00-10:00	5	7:00-10:00	3.5	4 12	7:00-10:00	13	9.1	10	30
10:00-13:00	5	10:00-13:00	3.5	4 12	10:00-13:00	13	9.1	10	30
13:00-16:00	5	13:00-16:00	6	6 18	13:00-16:00	13	15.6	16	48
16:00-19:00	5	16:00-19:00	4.5	5 15	16:00-19:00	13	11.7	12	36
19:00-22:00	5	19:00-22:00	7.5	8 24	19:00-22:00	13	19.5	20	60
Δήμος Μαρκοπούλου Μεσογαίας					Δήμος Ελληνικού – Αργυρούπολης				
7:00-10:00	4	7:00-10:00	2.8	3 9	7:00-10:00	9	6.3	7	21
10:00-13:00	4	10:00-13:00	2.8	3 9	10:00-13:00	9	6.3	7	21
13:00-16:00	4	13:00-16:00	4.8	5 15	13:00-16:00	9	10.8	11	33
16:00-19:00	4	16:00-19:00	3.6	4 12	16:00-19:00	9	8.1	9	27
19:00-22:00	4	19:00-22:00	6	6 18	19:00-22:00	9	13.5	14	42
Δήμος Βάρης – Βούλας – Βουλαγμένης					Δήμος Παλαιού Φαλήρου				
7:00-10:00	8	7:00-10:00	5.6	6 18	7:00-10:00	11	7.7	8	24
10:00-13:00	8	10:00-13:00	5.6	6 18	10:00-13:00	11	7.7	8	24
13:00-16:00	8	13:00-16:00	9.6	10 30	13:00-16:00	11	13.2	14	42
16:00-19:00	8	16:00-19:00	7.2	8 24	16:00-19:00	11	9.9	10	30
19:00-22:00	8	19:00-22:00	12	12 36	19:00-22:00	11	16.5	17	51
Δήμος Γλυφάδας					Δήμος Αγίου Δημητρίου				
7:00-10:00	10	7:00-10:00	7	7 21	7:00-10:00	12	8.4	9	27
10:00-13:00	10	10:00-13:00	7	7 21	10:00-13:00	12	8.4	9	27
13:00-16:00	10	13:00-16:00	12	12 36	13:00-16:00	12	14.4	15	45
16:00-19:00	10	16:00-19:00	9	9 27	16:00-19:00	12	10.8	11	33
19:00-22:00	10	19:00-22:00	15	15 45	19:00-22:00	12	18	18	54
Sum			297		Sum			393	

πίνακας 4. 16 Αποτελέσματα υπολογισμών ανά δήμο της Αττικής για διαδρομή 7&8

4.3.2.5 Διευθέτηση κατάλληλης σειριακής αλληλουχίας που διαμορφώνει το δρομολόγιο του κάθε φορτηγού και van

Για να επιτευχθεί ομαλή διανομή των παραγγελιών πρέπει να οριστούν οι αλληλουχίες των σταθμών που θα ακολουθήσει το κάθε φορτηγό και van. Αυτό επιτυγχάνεται με τον ορισμό Sequence όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα:

Sequence - Advanced Transfer			Steps				
	Name ▲	Steps		Station Name	Step Name	Next Step	Assignments
1	Diadromh1	8 rows	1	Aspropurgos			0 rows
2	Diadromh2	9 rows	2	Eleusina			0 rows
3	Diadromh3	7 rows	3	Mandra			0 rows
4	Diadromh4	5 rows	4	Megara			0 rows
5	Diadromh5	6 rows	5	Fylis			0 rows
6	Diadromh6	6 rows	6	Acharnes			0 rows
7	Diadromh7	11 rows	7	Illion			0 rows
8	Diadromh8	9 rows	8	Petroupoli			0 rows
9	SmthSequence1	8 rows	Double-click here to add a new row.				
10	SmthSequence2	9 rows					
11	SmthSequence3	7 rows					
12	SmthSequence4	5 rows					
13	SmthSequence5	6 rows					
14	SmthSequence6	6 rows					
15	SmthSequence7	11 rows					
16	SmthSequence8	9 rows					
17	VanSequence	16 rows					
18	VanSequence2	16 rows					
19	VanSequence3	16 rows					
20	VanSequence4	16 rows					
21	VanSequence5	16 rows					
22	VanSequence6	16 rows					
23	VanSequence7	16 rows					
24	VanSequence8	16 rows					

Σχήμα 4. 20 Ενδεικτικό Schedule 1ης διαδρομής

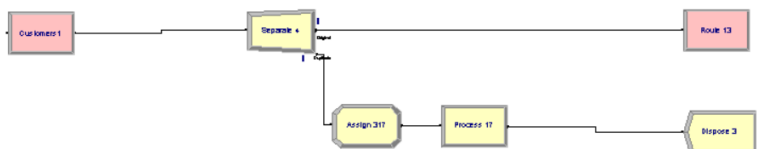
Δηλώνεται με Diadromh1, Diadromh2, Diadromh3, Diadromh4, Diadromh5, Diadromh6, Diadromh7 και Diadromh8 τα Sequence, δηλαδή οι αλληλουχίες των στάσεων που θα κάνει το φορτηγό όταν εκτελέσει τη κυκλική διαδρομή. Οι στάσεις είναι τα κέντρα διανομής που έχουμε ορίσει.

Με SmthSequence1, SmthSequence2, SmthSequence3, SmthSequence4, SmthSequence5, SmthSequence6, SmthSequence7, SmthSequence8 δηλώνεται η

αλληλουχία των στάσεων που θα ακολουθήσει η οντότητα που ευθύνεται για την δημιουργία των van σε κάθε κέντρο διανομής ξεχωριστά.

Με VanSequence, VanSequence2, VanSequence3, VanSequence4, VanSequence5, VanSequence6, VanSequence7, VanSequence8 δηλώνεται η αλληλουχία των στάσεων που θα εκτελέσουν τα van για να πραγματοποιηθεί η παράδοση των παραγγελιών στους τελικούς πελάτες που είναι κατανεμημένοι σε εμβέλεια γύρω από το κάθε σημείο διανομής.

4.3.2.6 Διανομή από κέντρο διανομής σε τελικούς πελάτες



Σχήμα 4. 21 Διανομή από κέντρο διανομής σε τελικούς πελάτες

Σύμφωνα με το παραπάνω μοντέλο τα vans τα οποία έχουν ξεκινήσει για την διανομή των προϊόντων εκτελούν μία διαδρομή από πελάτη σε πελάτη παραδίδοντας παραγγελίες και στη συνέχεια επιστρέφουν στο κέντρο διαλογής που ανήκουν.

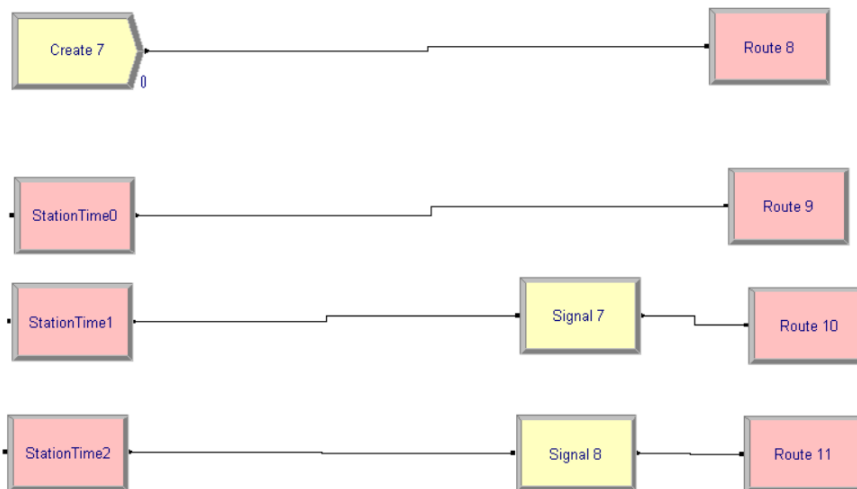
Το van με αφετηρία το κέντρο διανομής εκτελεί κυκλική διαδρομή σε ένα πλήθος πελατών σε εμβέλεια γύρω από αυτό.

Σε κάθε στάση που λαμβάνει χώρα η κατάλληλη παραγγελία παραδίδεται στον πελάτη και στη συνέχεια με το module Route το van δρομολογείται για τον επόμενο πελάτη μέχρι να μην υπάρχει άλλη παραγγελία που να χρειάζεται να παραδοθεί.

Τέλος το van επιστρέφει στο κέντρο διαλογής από το οποίο ξεκίνησε και αναμένει Signal για να φορτώσει πάλι batch με παραγγελίες προς παράδοση σε τελικούς πελάτες.

4.3.2.7 Εισαγωγή χρονικής μεταβλητής στο σύστημα

Με το παρακάτω σύστημα δημιουργείται επαναληπτικός βρόγχος μίας οντότητας που στέλνει με το module Signal σήμα σε όλο το μοντέλο για την απελευθέρωση εισερχόμενων παραγγελιών προς την ομαδοποίηση τους.



Σχήμα 4. 22 Εισαγωγή χρόνου στο σύστημα

Η δημιουργία χρονικής μεταβλητής είναι απαραίτητη για το μοντέλο της προσομοίωσης.

Με το module Create δημιουργείται μία μόνο οντότητα στην αρχή της εκτέλεσης του προγράμματος.

Με το module Route η οντότητα αυτή εκτελεί κυκλική διαδρομή με αφετηρία και προορισμό το StationTime0.

Η χρονική διάρκεια που χρειάζεται για να φτάσει τον σταθμό StationTime2 είναι 3 ώρες και έτσι με το module Signal δίδεται στο σύστημα το σήμα ότι να απελευθερωθούν οι παραγγελίες που έχουν ετοιμαστεί και συνεπώς να γίνει η έναρξη των διαδρομών όλων των φορτηγών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ V

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

5.1 Βελτιωτικά σενάρια και Αποτελέσματα

Όπως αναφέρθηκε το μοντέλο προσομοίωσης είναι αρκετά εκτενές και πολύπλοκο εφόσον αφορά την εξυπηρέτηση διανομής παραγγελιών σε όλη την έκταση της Αττικής.

Τα προβλήματα που αντιμετωπίσαμε κατά την επίλυση της διπλωματικής εργασίας εμφανίστηκαν αρχικά στην οριοθέτηση και τον προσδιορισμό της μεθόδου επίλυσης που πρέπει να ακολουθήσουμε, ενώ στην συνέχεια εμφανίστηκαν σημαντικά εμπόδια και στην υλοποίηση του μοντέλου προσομοίωσης με τη χρήση του προγράμματος Arena Simulation.

Οι προκλήσεις που αντιμετωπίσαμε ως προς το σχέδιο επίλυσης αφορούν αρχικά το πλήθος και το δρομολόγιο που πρέπει να ακολουθήσουν τα φορτηγά ώστε να γίνει εφικτή η διανομή παραγγελιών από την κεντρική αποθήκη στο Ρουπάκι του Ασπρόπυργου στα κατάλληλα κέντρα διανομής. Η διανομή αυτή υπάγεται στον στόχο στον οποίο οι κυκλικές διαδρομές των φορτηγών από και προς την κεντρική αποθήκη να μην υπερβαίνουν τις 3 ώρες και ταυτόχρονα να αξιοποιείται στο μέγιστο η δυνατότητα που παρέχουν τα φορτηγά.

Τα κέντρα διανομής που μεσολαβούν για τη διανομή των παραγγελιών από την κεντρική αποθήκη στους τελικούς πελάτες τοποθετήθηκαν αρχικά με γνώμονα, να είναι πλησίον της διαδρομής που εκτελούν τα φορτηγά και να απέχουν μεταξύ τους 15 λεπτά.

Η προσέγγιση αυτή μας οδήγησε σε μεγαλύτερο πλήθος κέντρων διανομής από ότι είναι απαραίτητο με αποτέλεσμα τη χαμηλότερη αξιοποίηση εγκαταστάσεων, εξοπλισμού και ανθρώπινου δυναμικού και πιο συχνές χρονοβόρες στάσεις κατά τη διαδρομή καθώς και γενικές απώλειες χρόνου.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω αποτελέσματα διαπιστώθηκε ότι η τοποθεσία και το πλήθος των κέντρων διανομής μπορούσε να βελτιωθεί. Αυτό έγινε με ομαδοποίηση δήμων της Αττικής που μπορούσαν να εξυπηρετηθούν από το ίδιο κέντρο διανομής.

Η τοποθεσία τους επιλέχθηκε κεντροβαρικά σε σχέση με την γεωγραφική κατανομή του πληθυσμού των δήμων που εξυπηρετούν.

Η προσέγγιση αυτή επέφερε προσαρμογές στις αρχικές διαδρομές που είχαν χαραχθεί για τα φορτηγά καθώς αυτά είναι απαραίτητο να διέρχονται σε κάθε περίπτωση από τα ορισθέντα κέντρα διανομής. Έτσι διαμορφώθηκαν οι 8 τελικές διαδρομές που εκτελούν τα φορτηγά.

Με την πρακτική αυτή πετύχαμε τη βελτιστοποίηση των πόρων από την κεντρική αποθήκη προς τα κέντρα διανομής.

Λιγότερα φορτηγά, με καλύτερη αξιοποίησή της δυναμικότητάς τους και αντίστοιχη ομαδοποίηση φορτώσεων στην κεντρική αποθήκη, μικρότερη απώλεια χρόνου και καλύτερη αξιοποίηση του ανθρώπινου δυναμικού.

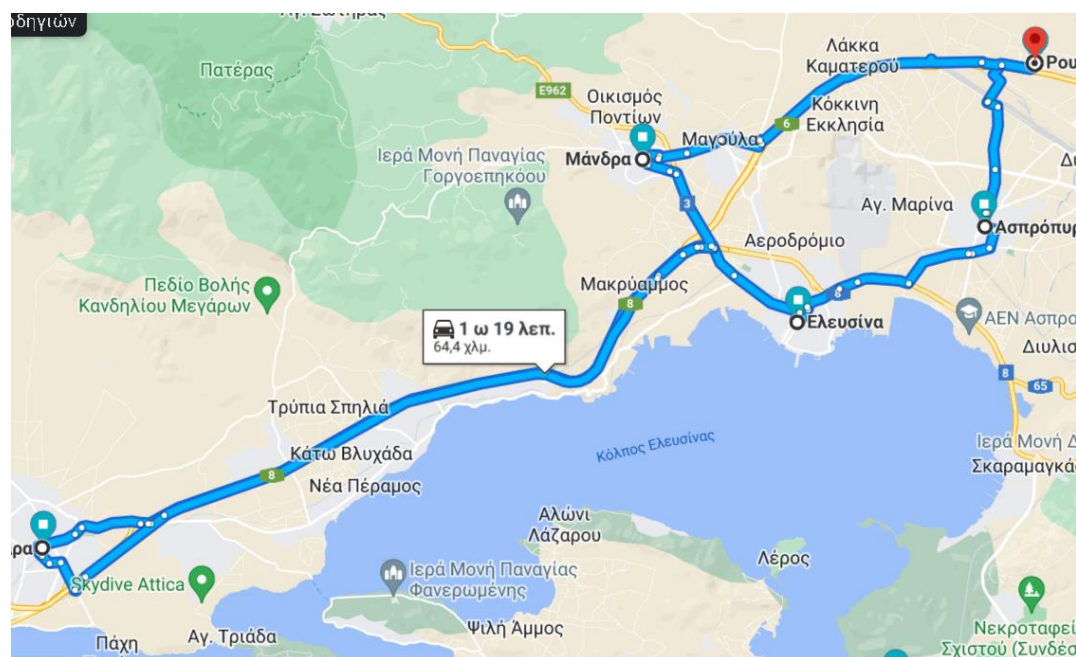
Αντίστοιχα επιτεύχθηκε η βελτιστοποίηση - μείωση του αναγκαίου αριθμού των κέντρων διανομής που οδήγησε στην καλύτερη αξιοποίηση των πόρων του κέντρου διανομής και της διανομής προς τους τελικούς πελάτες, δηλαδή εγκαταστάσεων, μεταφορικών μέσων και ανθρώπινου δυναμικού.

Με συνεχείς δοκιμές που έλαβαν χώρα τα αρχικά κέντρα διανομής περιορίστηκαν σε πλήθος από 47 σε 33, δηλαδή μείωση κατά 30%

Ενδεικτικά παρακάτω φαίνεται η βελτιστοποίηση που επιτεύχθηκε σε κάποιες από τις διαδρομές.

5.1.1. Βελτίωση πρώτης διαδρομής και αποτελέσματα

Για τη διαδρομή 1 μία αρχική δρομολόγηση αποτελεί η παρακάτω εικόνα.



Σχήμα 5. 1 Αρχική εκτίμηση 1ου δρομολογίου

1η Διαδρομή

Δήμος Ασπρόπυργου

Δήμος Ελευσίνας

Δήμος Μάνδρας - Ειδυλλίας

Δήμος Μεγάρων

Πίνακας 5. 1 Δήμοι που εξυπηρετούνται από την αρχική εκτίμηση 1ου δρομολογίου

Παρατηρήθηκε ότι το φορτηγό εκτελεί κυκλική διαδρομή η οποία εξυπηρετεί τους δήμους της Δυτικής Αττικής και έχει διάρκεια 1 ώρα και 19 λεπτών.

Η εκτέλεση της διαδρομής δεν υπερβαίνει τις 3 ώρες, ακόμα και αν λάβουμε υπόψη και τις χρονικές καθυστερήσεις λόγω εκφόρτωσης σε κάθε κέντρο διανομής κατά μήκος του δρομολογίου, οι οποίες αποτελούν 7 δεύτερα για κάθε παραγγελία που εκφορτώνεται.

Διαπιστώθηκε ότι δεν υπήρχε ικανοποιητική αξιοποίηση της χωρητικότητας του φορτηγού.

Για την ακρίβεια στην περίπτωση της αιχμής φόρτου παραγγελιών, δηλαδή των ωρών 19:00 – 22:00, η πληρότητα του φορτηγού έφτανε τις 90 παραγγελίες, δηλαδή η αξιοποίηση ήταν λιγότερο από το 25% της χωρητικότητας του φορτηγού.

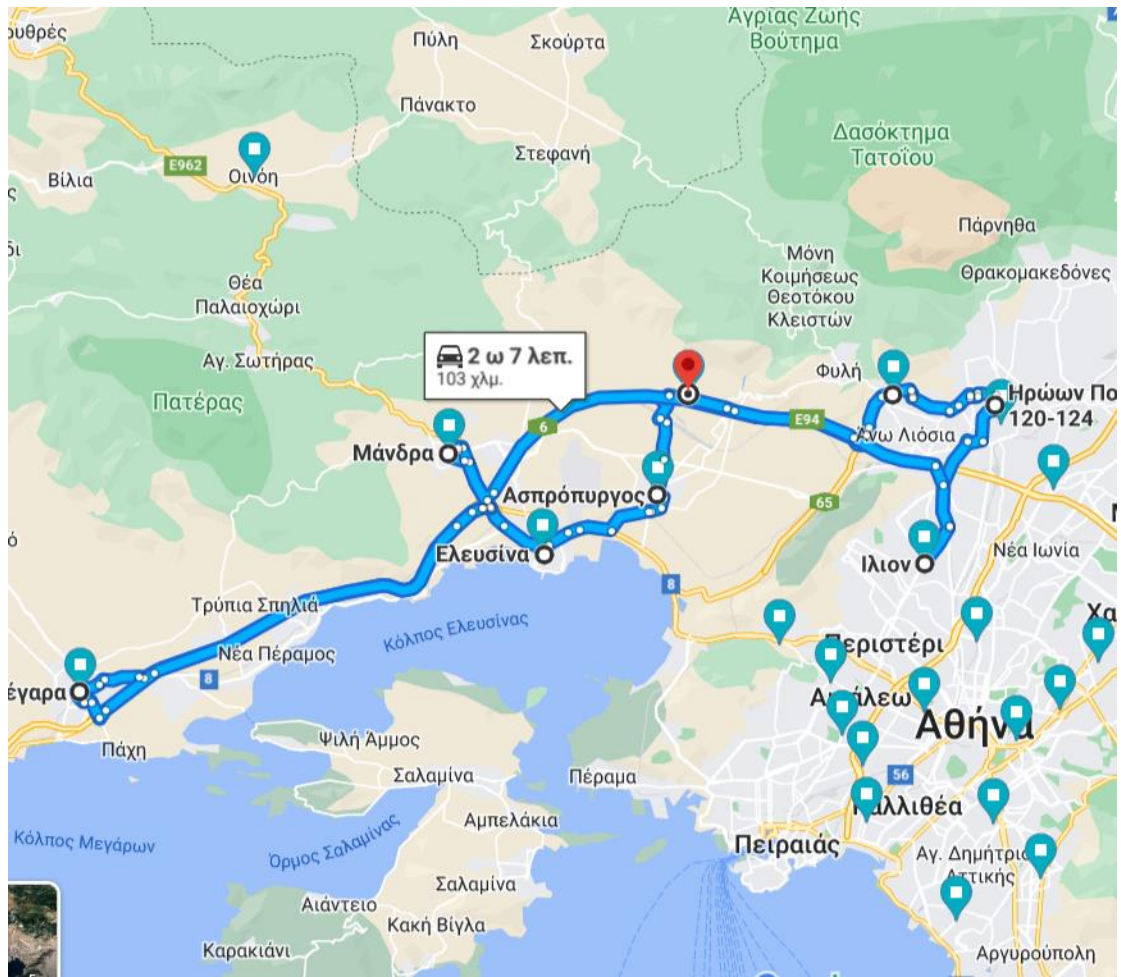
Διαδρομή 1				
Δήμος Ασπρόπυργου				
7:00-10:00	5	3.5	4	12
10:00-13:00	5	3.5	4	12
13:00-16:00	5	6	6	18
16:00-19:00	5	4.5	5	15
19:00-22:00	5	7.5	8	24
Δήμος Ελευσίνας				
7:00-10:00	5	3.5	4	12
10:00-13:00	5	3.5	4	12
13:00-16:00	5	6	6	18
16:00-19:00	5	4.5	5	15
19:00-22:00	5	7.5	8	24
Δήμος Μάνδρας - Ειδυλλίας				
7:00-10:00	3	2.1	3	9
10:00-13:00	3	2.1	3	9
13:00-16:00	3	3.6	4	12
16:00-19:00	3	2.7	3	9
19:00-22:00	3	4.5	5	15
Δήμος Μεγάρων				
7:00-10:00	6	4.2	5	15
10:00-13:00	6	4.2	5	15
13:00-16:00	6	7.2	8	24
16:00-19:00	6	5.4	6	18
19:00-22:00	6	9	9	27
	Sum	90		

Πίνακας 5. 2 Αποτελέσματα ζήτησης δήμων που εξυπηρετούνται από αρχική εκτίμηση του 1ου δρομολογίου

Το αρχικό πλάνο αυτό δημιουργούσε εκτός από το προαναφερθέν μειονέκτημα και άλλα διαδοχικά προβλήματα. Επεξηγηματικά, η μη βέλτιστη εκτέλεση της 1^{ης} διαδρομής και συνεπώς η μη βέλτιστη 1^η ομαδοποίηση δήμων Αττικής, οδηγούσε ακολούθως σε επόμενες αναποτελεσματικές διαδρομές και στην ανάγκη για δρομολόγηση 9 διαδρομών συνολικά αντί για 8.

Καταληκτικό συμπέρασμα από αυτή τη πρώτη βελτιστοποίηση ήταν ότι το πλάνο προσδιορισμού μίας ομαδοποίησης δήμων και διαδρομής, επηρεάζει τις υπόλοιπες, καθώς είναι αλληλένδετα συνδεδεμένες.

Η βελτιστοποίηση που έλαβε χώρα απεικονίζεται παρακάτω.



Σχήμα 5. 2 Βελτιστοποιημένο 1ο δρομολόγιο

Διαπιστώθηκε ότι για να επιτύχουμε σωστή αξιοποίηση της χωρητικότητας του φορτηγού που εκτελεί την 1^η διαδρομή έπρεπε να προστεθούν οι εξής δήμοι:

Δήμος Φυλής, Δήμος Αχαρνών – Θρακομακεδόνων, Δήμος Ιλίου και Δήμος Πετρουπόλεως.

1η Διαδρομή
Δήμος Ασπρόπυργου
Δήμος Ελευσίνας
Δήμος Μάνδρας - Ειδυλλίας
Δήμος Μεγάρων
Δήμος Φυλής
Δήμος Αχαρνών - Θρακομακεδόνων
Δήμος Ιλίου
Δήμος Πετρουπόλεως

Πίνακας 5. 3 Δήμοι που εξυπηρετούνται από βελτιωμένο 1ο δρομολόγιο

Επιπλέον η διάρκεια της διαδρομής αυξήθηκε στις 2 ώρες και 7 λεπτά και υπολογίζοντας την διάρκεια εκφόρτωσης παραγγελιών σε κάθε κέντρο διαλογής , δηλαδή 7 δεύτερα για κάθε παραγγελία, συμπεραίνουμε ότι η συνολική διάρκεια της διαδρομής είναι 2 ώρες και 43 λεπτά. Οπότε επιτυγχάνεται και ο στόχος η διαδρομή να μην υπερβαίνει τις 3 ώρες.

Τέλος παρατηρείται ότι το φορτίο παραγγελιών που προορίζεται για διανομή μέσω της πρώτης διαδρομής από 90 παραγγελίες στις ώρες αιχμής αυξήθηκε στις 315.

Η αύξηση αυτή οδηγεί στην αξιοποίηση της χωρητικότητας των φορτηγών από 22% στο 80%.

Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι η αξιοποίηση αυτή επετεύχθη με τον περιορισμό, η συνολική διάρκεια της κυκλικής διαδρομής που εκτελεί το φορτηγό να μην ξεπερνάει τις τρεις ώρες.

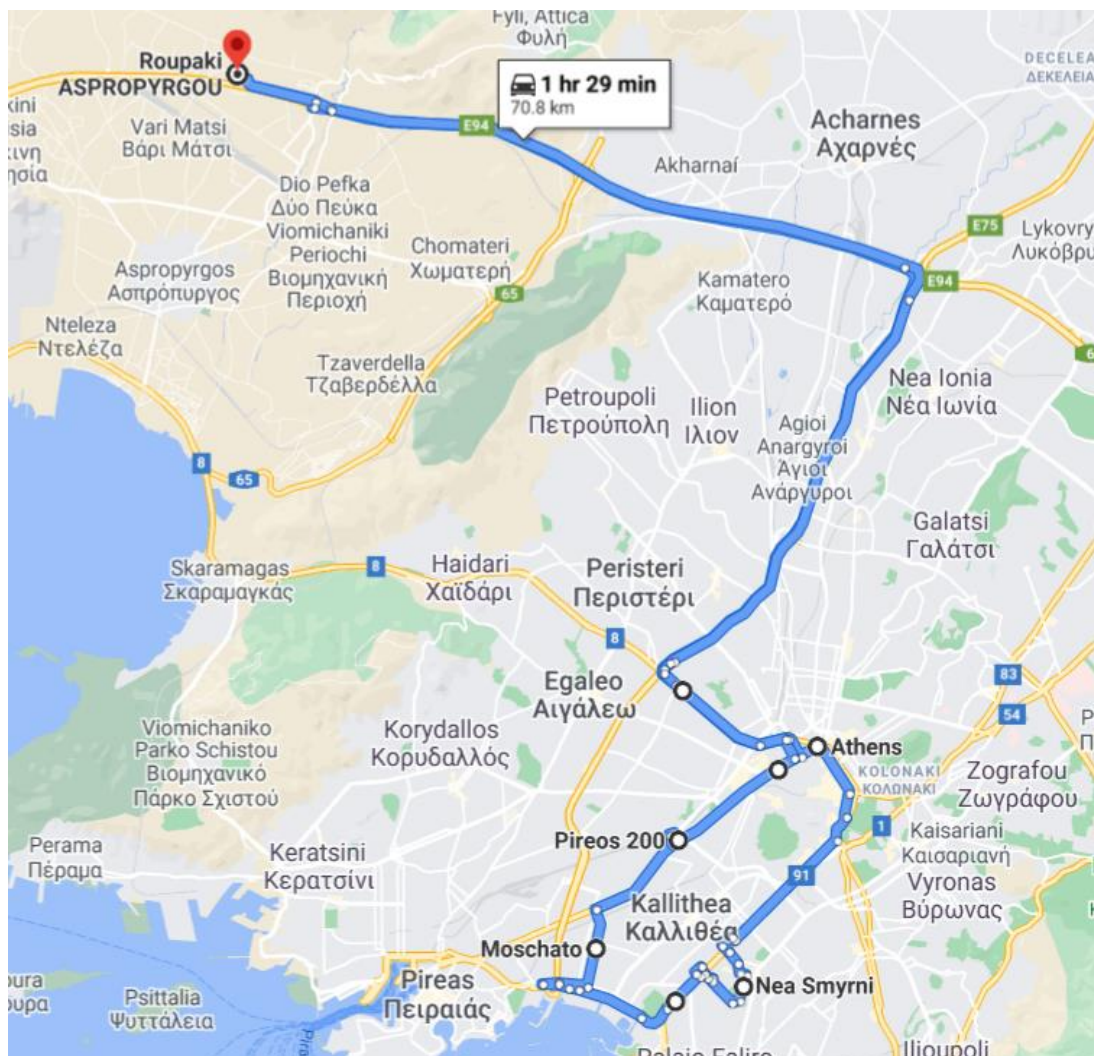
Επομένως η αξιοποίηση του 80% της χωρητικότητας του φορτηγού βελτιστοποιεί σημαντικά την αρχική λύση.

Διαδρομή 1				
Δήμος Ασπρόπυργου				
7:00-10:00	5	3.5	4	12
10:00-13:00	5	3.5	4	12
13:00-16:00	5	6	6	18
16:00-19:00	5	4.5	5	15
19:00-22:00	5	7.5	8	24
Δήμος Ελευσίνας				
7:00-10:00	5	3.5	4	12
10:00-13:00	5	3.5	4	12
13:00-16:00	5	6	6	18
16:00-19:00	5	4.5	5	15
19:00-22:00	5	7.5	8	24
Δήμος Μάνδρας - Ειδυλλίας				
7:00-10:00	3	2.1	3	9
10:00-13:00	3	2.1	3	9
13:00-16:00	3	3.6	4	12
16:00-19:00	3	2.7	3	9
19:00-22:00	3	4.5	5	15
Δήμος Μεγάρων				
7:00-10:00	6	4.2	5	15
10:00-13:00	6	4.2	5	15
13:00-16:00	6	7.2	8	24
16:00-19:00	6	5.4	6	18
19:00-22:00	6	9	9	27
Δήμος Φυλής				
7:00-10:00	8	5.6	6	18
10:00-13:00	8	5.6	6	18
13:00-16:00	8	9.6	10	30
16:00-19:00	8	7.2	8	24
19:00-22:00	8	12	12	36
Δήμος Αχαρνών - Θρακομακεδώνων				
7:00-10:00	18	12.6	13	39
10:00-13:00	18	12.6	13	39
13:00-16:00	18	21.6	22	66
16:00-19:00	18	16.2	17	51
19:00-22:00	18	27	27	81
Δήμος Ιλίου				
7:00-10:00	14	9.8	10	30
10:00-13:00	14	9.8	10	30
13:00-16:00	14	16.8	17	51
16:00-19:00	14	12.6	13	39
19:00-22:00	14	21	21	63
Δήμος Πετρούπολεως				
7:00-10:00	10	7	7	21
10:00-13:00	10	7	7	21
13:00-16:00	10	12	12	36
16:00-19:00	10	9	9	27
19:00-22:00	10	15	15	45
Sum		315		

Πίνακας 5. 4 Αποτελέσματα ζήτησης δήμων που εξυπηρετούνται απο βελτιωμένη 1η διαδρομή

5.1.2 Βελτίωση έκτης διαδρομής και αποτελέσματα

Για τη διαδρομή 6 η αρχική δρομολόγηση απεικονίζεται παρακάτω



Σχήμα 5. 3 Αρχική εκτίμηση 6ου δρομολογίου

6η Διαδρομή

- 1ο δημοτικό διαμέρισμα Αθήνας
- 2ο δημοτικό διαμέρισμα Αθήνας
- 3ο δημοτικό διαμέρισμα Αθήνας
- 7ο δημοτικό διαμέρισμα Αθήνας
- Δήμος Καλλιθέας
- Δήμος Νέας Σμύρνης

Πίνακας 5. 5 Δήμοι που εξυπηρετούνται από αρχική εκτίμηση δρομολογίου

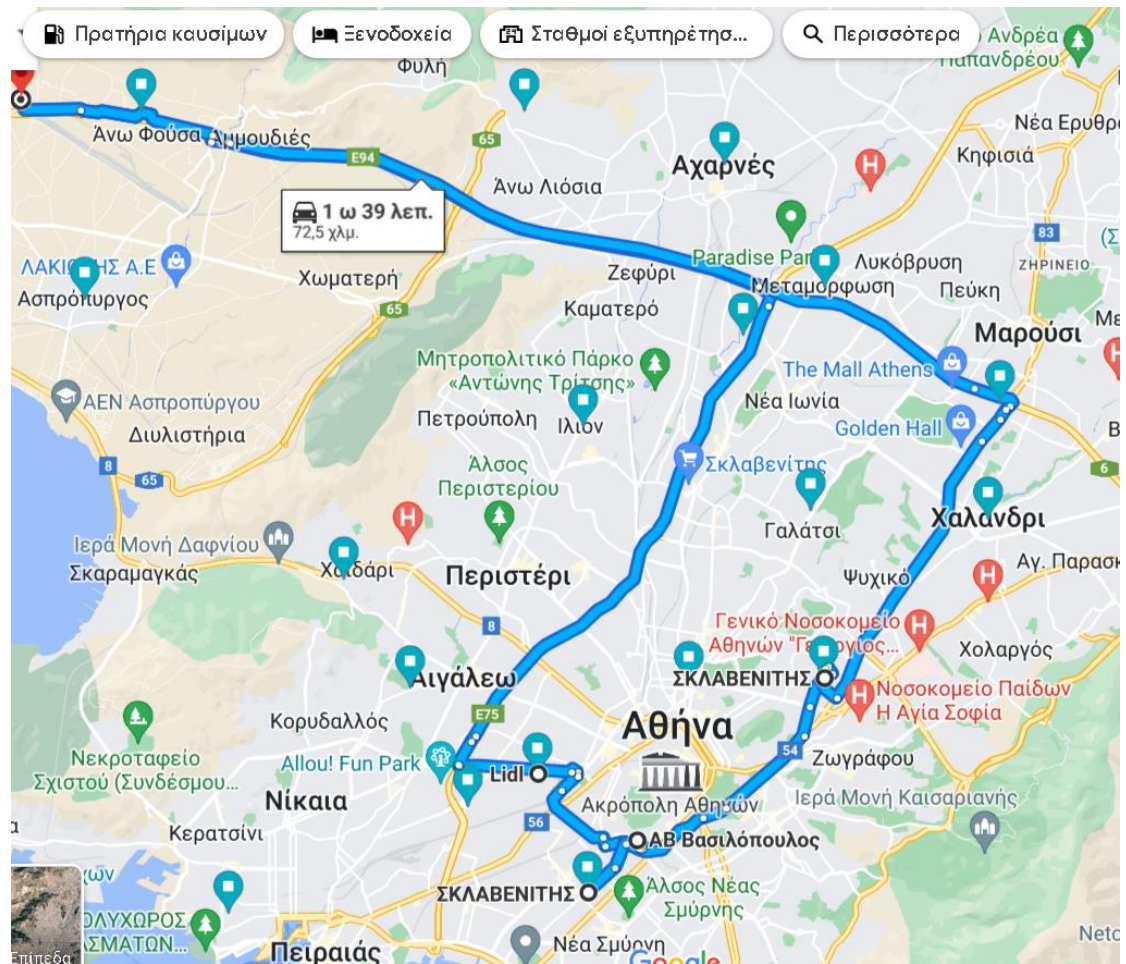
Διαδρομή 6			
1ο δημοτικό διαμέρισμα Αθήνας			
7:00-10:00	13	9.1	10 30
10:00-13:00	13	9.1	10 30
13:00-16:00	13	15.6	16 48
16:00-19:00	13	11.7	12 36
19:00-22:00	13	19.5	20 60
2ο δημοτικό διαμέρισμα Αθήνας			
7:00-10:00	17	11.9	12 36
10:00-13:00	17	11.9	12 36
13:00-16:00	17	20.4	21 63
16:00-19:00	17	15.3	16 48
19:00-22:00	17	25.5	26 78
3ο δημοτικό διαμέρισμα Αθήνας			
7:00-10:00	8	5.6	6 18
10:00-13:00	8	5.6	6 18
13:00-16:00	8	9.6	10 30
16:00-19:00	8	7.2	8 24
19:00-22:00	8	12	12 36
7ο δημοτικό διαμέρισμα Αθήνας			
7:00-10:00	20	14	14 42
10:00-13:00	20	14	14 42
13:00-16:00	20	24	24 72
16:00-19:00	20	18	18 54
19:00-22:00	20	30	30 90
Δήμος Καλλιθέας			
7:00-10:00	16	11.2	12 36
10:00-13:00	16	11.2	12 36
13:00-16:00	16	19.2	20 60
16:00-19:00	16	14.4	15 45
19:00-22:00	16	24	24 72
Δήμος Νέας Σμύρνης			
7:00-10:00	12	8.4	9 27
10:00-13:00	12	8.4	9 27
13:00-16:00	12	14.4	15 45
16:00-19:00	12	10.8	11 33
19:00-22:00	12	18	18 54
	Sum	390	

Πίνακας 5. 6 Αποτελέσματα ζήτησης δήμων που εξυπηρετούνται από 6ο δρομολόγιο

Σύμφωνα με την παραπάνω ομαδοποίηση των δήμων της Αττικής παρατηρείται ότι η χωρητικότητα του φορτηγού στις ώρες αιχμής που η ζήτηση έχει τις πιο αυξημένες τιμές μέσα στην εργάσιμη ημέρα αξιοποιείται πλήρως. Επίσης η εκτέλεση της

διαδρομής δεν υπερβαίνει τις 3 ώρες, συμπεριλαμβανομένου και του χρόνου εκφόρτωσης σε κάθε κέντρο διαλογής.

Παρόλη την εκπλήρωση των παραπάνω στόχων, παρατηρείται ότι με εναλλακτική επιλογή διαδρομής μπορούν να επιτευχθούν οι παραπάνω στόχοι και να μειωθούν ταυτόχρονα τα απαραίτητα κέντρα διανομής για την κάλυψη του γεωγραφικού πλάτους μέρους της κεντρικού και νότιου τομέα Αθηνών.



Σχήμα 5. 4 Βελτιωμένη 6η διαδρομή

6.1

7ο δημοτικό διαμέρισμα Αθήνας

6.2

1ο δημοτικό διαμέρισμα Αθήνας

2ο δημοτικό διαμέρισμα Αθήνας

6.3

Δήμος Καλλιθέας

Δήμος Νέας Σμύρνης

6.4

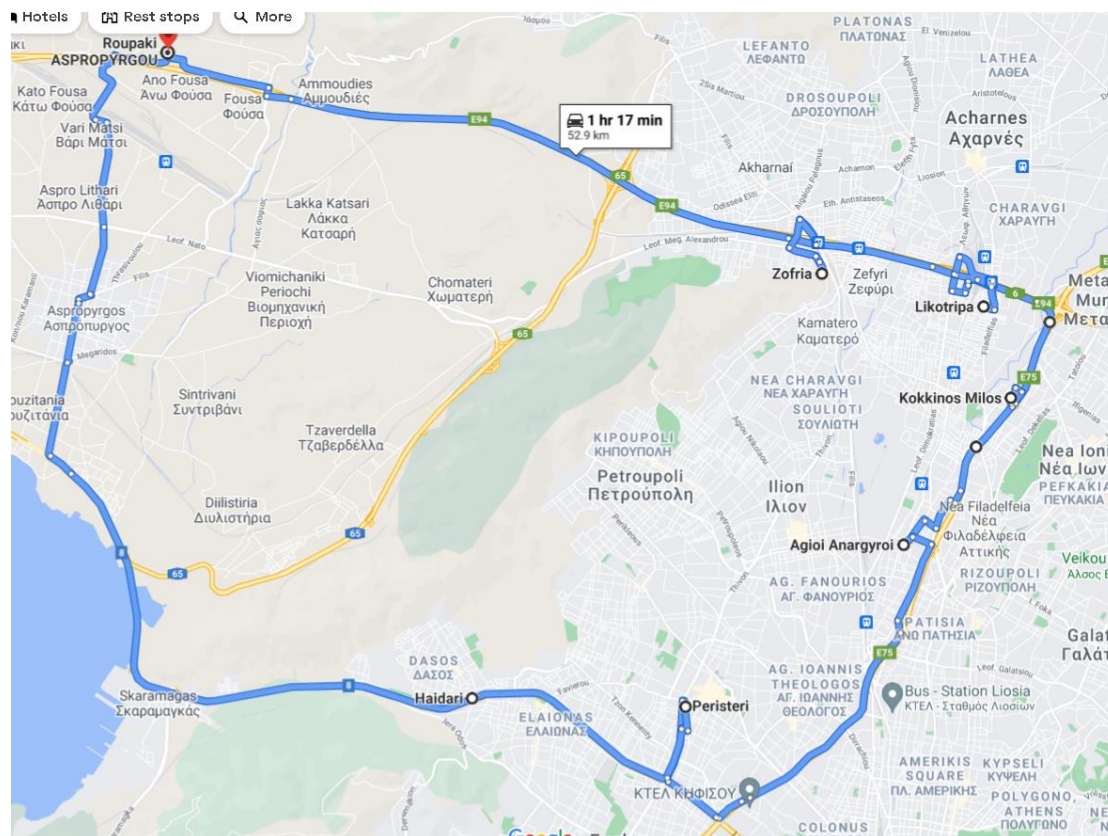
3ο δημοτικό διαμέρισμα Αθήνας

Πίνακας 5. 7 Δήμοι που εξυπηρετούνται από τη βελτιωμένη 6η διαδρομή

Διαπιστώθηκε επίσης με δοκιμές εναλλακτικών σεναρίων ότι το φορτηγό αν εκτελεί διαδρομή η οποία διασχίζει τον νότιο τομέα Αθηνών αυξάνει τη διάρκεια του δρομολογίου κατά 10 λεπτά, αλλά οδηγεί στην μείωση των κέντρων διανομής που χρειάζονται και ταυτόχρονα βελτιώνει την αποδοτικότητα τους καθώς τα κέντρα διανομής έχουν κεντροβαρική τοποθεσία σε σχέση με τις περιοχές που εξυπηρετούν. Αυτό σημαίνει ότι θα μπορούν να εξυπηρετούν ταχύτερα τους πελάτες καθώς θα είναι ομοιόμορφα κατανεμημένοι στην εμβέλεια εξυπηρέτησης του κέντρου διανομής

5.1.3 Βελτίωση τρίτης διαδρομής και αποτελέσματα

Παρομοίως με την 6^η διαδρομή, αντίστοιχα αποτελέσματα παρατηρούνται για την 3^η διαδρομή.



Σχήμα 5. 5 Αρχική εκτίμηση 3ου δρομολογίου

Για την 3^η διαδρομή είχε εκτιμηθεί ότι η ομάδα των δήμων που θα εξυπηρετούσε ήταν

3η Διαδρομή

- Δήμος Περιστερίου
- Δήμος Χαϊδαρίου
- Δήμος Φιλαδέφειας – Χαλκηδόνος
- Δήμος Αιγάλεω
- Δήμος Αγίων Αναργύρων – Καματερού
- Δήμος Κορυδαλλού
- Δήμος Αγίας Βαρβάρας
- Δήμος Ιλίου
- Δήμος Πετρούπολης

Πίνακας 5. 8 Δήμοι που εξυπηρετούνται από αρχική εκτίμηση 3ου δρομολογίου

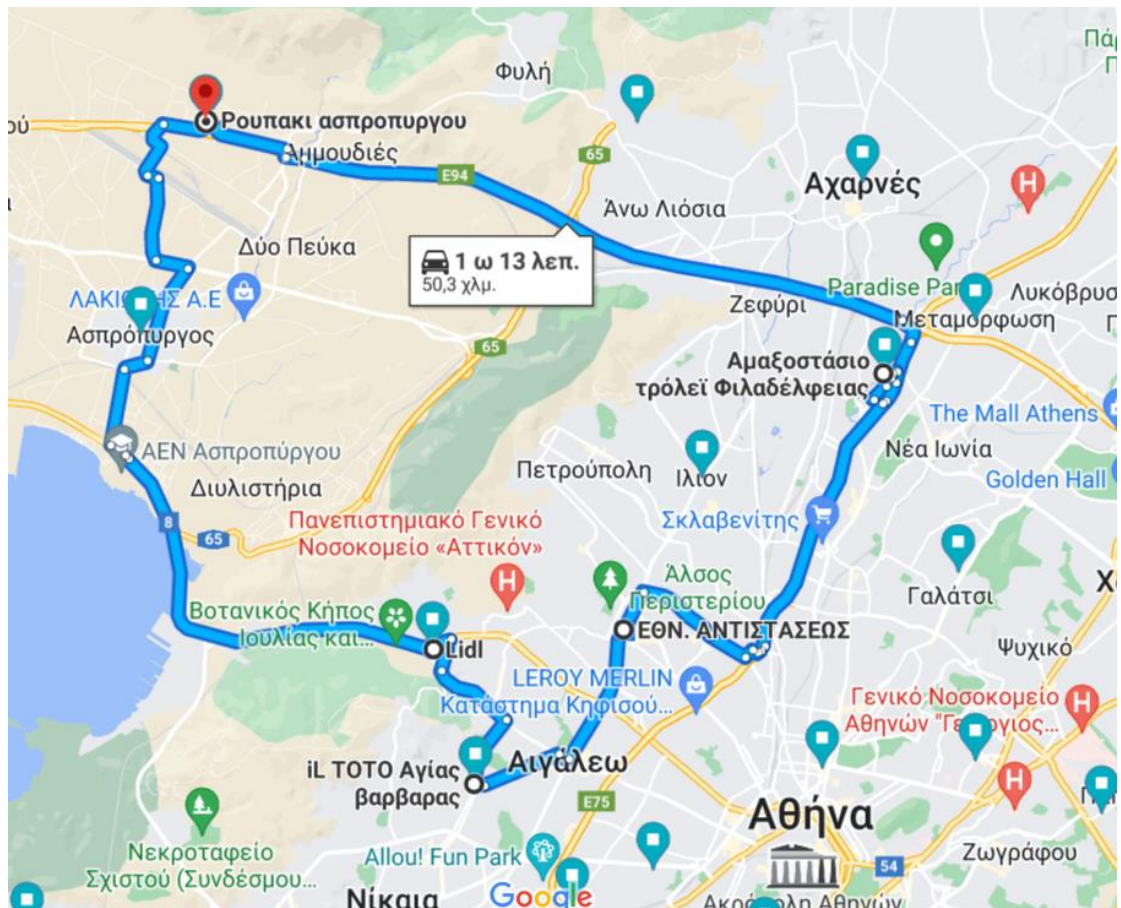
Η ομαδοποίηση αυτή προέκυψε λόγω της γεωγραφικής συνεκτικότητας των παραπάνω δήμων της δυτικής ενότητας των Αθηνών και ήταν απόρροια της διαπίστωσης της μη βέλτιστης αρχικής πρώτης διανομής.

Το πρόβλημα με την 3^η διαδρομή ήταν ότι παρά το γεγονός ότι είναι γεωγραφικά κοντά οι πληθυσμοί που εξυπηρετεί, στις ώρες αιχμής 19:00 – 22:00 υπολογίζεται υπέρβαση των παραγγελιών που μπορεί να χωρέσει το φορτηγό, άρα και ανικανότητα παράδοσής τους στη ώρα τους.

Αν είχε τηρηθεί η αρχική 1η διαδρομή επιβεβαιώνεται ότι θα έπρεπε να αυξήσουμε τον αριθμό των φορτηγών που δρομολογούνται από την κεντρική αποθήκη προς τα κέντρα διαλογής και να γίνουν 9 αντί για 8, δεδομένου ότι η 1η και η 9η διαδρομή δεν θα αξιοποιούσαν βέλτιστα την χωρητικότητα και τη δυναμικότητα των φορτηγών.

Διαδρομή 3			
Δήμος Περιστερίου			
7:00-10:00	23	16.1	17 51
10:00-13:00	23	16.1	17 51
13:00-16:00	23	27.6	28 84
16:00-19:00	23	20.7	21 63
19:00-22:00	23	34.5	35 105
Δήμος Χαϊδαρίου			
7:00-10:00	8	5.6	6 18
10:00-13:00	8	5.6	6 18
13:00-16:00	8	9.6	10 30
16:00-19:00	8	7.2	8 24
19:00-22:00	8	12	12 36
Δήμος Φιλαδελφείας – Χαλκηδόνος			
7:00-10:00	6	4.2	5 15
10:00-13:00	6	4.2	5 15
13:00-16:00	6	7.2	8 24
16:00-19:00	6	5.4	6 18
19:00-22:00	6	9	9 27
Δήμος Αιγάλεω			
7:00-10:00	12	8.4	9 27
10:00-13:00	12	8.4	9 27
13:00-16:00	12	14.4	15 45
16:00-19:00	12	10.8	11 33
19:00-22:00	12	18	18 54
Δήμος Αγίων Αναργύρων – Καματερού			
7:00-10:00	11	7.7	8 24
10:00-13:00	11	7.7	8 24
13:00-16:00	11	13.2	14 42
16:00-19:00	11	9.9	10 30
19:00-22:00	11	16.5	17 51
Δήμος Κορυδαλλού			
7:00-10:00	11	7.7	8 24
10:00-13:00	11	7.7	8 24
13:00-16:00	11	13.2	14 42
16:00-19:00	11	9.9	10 30
19:00-22:00	11	16.5	17 51
Δήμος Αγίας Βαρβάρας			
7:00-10:00	5	3.5	4 12
10:00-13:00	5	3.5	4 12
13:00-16:00	5	6	6 18
16:00-19:00	5	4.5	5 15
19:00-22:00	5	7.5	8 24
Δήμος Ιλίου			
7:00-10:00	14	9.8	10 30
10:00-13:00	14	9.8	10 30
13:00-16:00	14	16.8	17 51
16:00-19:00	14	12.6	13 39
19:00-22:00	14	21	21 63
Δήμος Πετρούπολης			
7:00-10:00	10	7	7 21
10:00-13:00	10	7	7 21
13:00-16:00	10	12	12 36
16:00-19:00	10	9	9 27
19:00-22:00	10	15	15 45
Sum		456	

Πίνακας 5. 9 Αποτελέσματα ζήτησης δήμων που εξυπηρετούνται απο αρχική εκτίηση 3ου δρομολογίου



Σχήμα 5. 6 Βελτιωμένη 3η διαδρομή

3.1
Δήμος Φιλαδέλφειας – Χαλκηδόνας
Δήμος Αγίων Αναργύρων – Καματερού
3.2
Δήμος Περιστερίου
3.3
Δήμος Αιγάλεω
Δήμος Κορυδαλλού
Δήμος Αγίας Βαρβάρας
3.4
Δήμος Χαϊδαρίου

Πίνακας 5. 10 Δήμοι που εξυπηρετούνται από βελτιωμένη 3η διαδρομή

Από την παραπάνω βελτιωμένη περίπτωση της διαδρομής 3 παρατηρείται ότι μειώθηκε ο αριθμός των δήμων που εξυπηρετεί, ώστε να χωράνε οι παραγγελίες στην ώρα αιχμής στο φορτηγό όπως υπολογίζεται στην παρακάτω εικόνα, επειδή τον δήμο Ιλίου και το δήμο Πετρουπόλεως τους εξυπηρετούμε μέσω της διαδρομής 1. Επίσης

πραγματοποιήθηκε βελτιστοποίηση σχετικά με την τοποθεσία των κέντρων διαλογής, καθώς μεταφέρθηκαν σε κεντρικό σημείο σε σχέση με τους δήμους που εξυπηρετούν.

Διαδρομή 3		
Δήμος Περιστερίου		
7:00-10:00	23	16.1
10:00-13:00	23	16.1
13:00-16:00	23	27.6
16:00-19:00	23	20.7
19:00-22:00	23	34.5
Δήμος Χαϊδαρίου		
7:00-10:00	8	5.6
10:00-13:00	8	5.6
13:00-16:00	8	9.6
16:00-19:00	8	7.2
19:00-22:00	8	12
Δήμος Φιλαδελφείας – Χαλκηδόνος		
7:00-10:00	6	4.2
10:00-13:00	6	4.2
13:00-16:00	6	7.2
16:00-19:00	6	5.4
19:00-22:00	6	9
Δήμος Αιγάλεω		
7:00-10:00	12	8.4
10:00-13:00	12	8.4
13:00-16:00	12	14.4
16:00-19:00	12	10.8
19:00-22:00	12	18
Δήμος Αγίων Αναργύρων – Καματερού		
7:00-10:00	11	7.7
10:00-13:00	11	7.7
13:00-16:00	11	13.2
16:00-19:00	11	9.9
19:00-22:00	11	16.5
Δήμος Κορυδαλλού		
7:00-10:00	11	7.7
10:00-13:00	11	7.7
13:00-16:00	11	13.2
16:00-19:00	11	9.9
19:00-22:00	11	16.5
Δήμος Αγίας Βαρβάρας		
7:00-10:00	5	3.5
10:00-13:00	5	3.5
13:00-16:00	5	6
16:00-19:00	5	4.5
19:00-22:00	5	7.5
	Sum	348

Πίνακας 5. 11 Αποτελέσματα δήμων που εξυπηρετούνται από βελτιωμένη 3η διαδρομή

Συνεπώς οι παραγγελίες προς παράδοση στις ώρες αιχμής προσεγγίζουν τις 350. Άρα επιτυγχάνεται αξιοποίηση της χωρητικότητας του φορτηγού κατά 88% και πληρείται η παράμετρος η συνολική διάρκεια της εκτέλεσης της κυκλικής διαδρομής του φορτηγού να είναι λιγότερο από τρεις ώρες.

5.2 Τελικά Αποτελέσματα

5.2.1 Αποτελέσματα αριθμού Παραγγελιών τελικών διαδρομών

Στους συνημμένους πίνακες φαίνεται αναλυτικά ο αριθμός των παραγγελιών ανά δρομολόγιο και ώρα.

Όπως διαπιστώνεται με τα τελικά δρομολόγια επιτυγχάνουμε στις ώρες αιχμής 19:00 – 22:00, τη βέλτιστη αξιοποίηση της χωρητικότητας των φορτηγών, με πλήρη γεωγραφική κάλυψη των περιοχών και με τη συνολική διάρκεια των δρομολογίων να είναι κάτω των τριών ωρών.

Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι με το τελικό πλάνο των 8 διαδρομών προσεγγίζεται ισοκατανομή του αριθμού των παραγγελιών ανά διαδρομή και επιτυγχάνεται αξιοποίηση της χωρητικότητας όλων των φορτηγών μεγαλύτερη από 80%.

Διαδρομή 1				Διαδρομή 2			
Δήμος Ασπρόπυργου				Δήμος Ηρακλείου			
7:00-10:00	5	3.5	4 12	7:00-10:00	8	5.6	6 18
10:00-13:00	5	3.5	4 12	10:00-13:00	8	5.6	6 18
13:00-16:00	5	6	6 18	13:00-16:00	8	9.6	10 30
16:00-19:00	5	4.5	5 15	16:00-19:00	8	7.2	8 24
19:00-22:00	5	7.5	8 24	19:00-22:00	8	12	12 36
Δήμος Ελευσίνας				Δήμος Μεταμορφώσεως			
7:00-10:00	5	3.5	4 12	7:00-10:00	5	3.5	4 12
10:00-13:00	5	3.5	4 12	10:00-13:00	5	3.5	4 12
13:00-16:00	5	6	6 18	13:00-16:00	5	6	6 18
16:00-19:00	5	4.5	5 15	16:00-19:00	5	4.5	5 15
19:00-22:00	5	7.5	8 24	19:00-22:00	5	7.5	8 24
Δήμος Μάνδρας - Ειδυλλίας				Δήμος Κηφισιάς			
7:00-10:00	3	2.1	3 9	7:00-10:00	12	8.4	9 27
10:00-13:00	3	2.1	3 9	10:00-13:00	12	8.4	9 27
13:00-16:00	3	3.6	4 12	13:00-16:00	12	14.4	15 45
16:00-19:00	3	2.7	3 9	16:00-19:00	12	10.8	11 33
19:00-22:00	3	4.5	5 15	19:00-22:00	12	18	18 54
Δήμος Μεγάρων				Δήμος Μαραθώνα			
7:00-10:00	6	4.2	5 15	7:00-10:00	6	4.2	5 15
10:00-13:00	6	4.2	5 15	10:00-13:00	6	4.2	5 15
13:00-16:00	6	7.2	8 24	13:00-16:00	6	7.2	8 24
16:00-19:00	6	5.4	6 18	16:00-19:00	6	5.4	6 18
19:00-22:00	6	9	9 27	19:00-22:00	6	9	9 27
Δήμος Φυλής				Δήμος Διονύσου			
7:00-10:00	8	5.6	6 18	7:00-10:00	7	4.9	5 15
10:00-13:00	8	5.6	6 18	10:00-13:00	7	4.9	5 15
13:00-16:00	8	9.6	10 30	13:00-16:00	7	8.4	9 27
16:00-19:00	8	7.2	8 24	16:00-19:00	7	6.3	7 21
19:00-22:00	8	12	12 36	19:00-22:00	7	10.5	11 33
Δήμος Αχαρνών - Θρακομακεδώνων				Δήμος Ραφήνας – Πικερμίου			
7:00-10:00	18	12.6	13 39	7:00-10:00	4	2.8	3 9
10:00-13:00	18	12.6	13 39	10:00-13:00	4	2.8	3 9
13:00-16:00	18	21.6	22 66	13:00-16:00	4	4.8	5 15
16:00-19:00	18	16.2	17 51	16:00-19:00	4	3.6	4 12
19:00-22:00	18	27	27 81	19:00-22:00	4	6	6 18
Δήμος Ιλίου				Δήμος Παλλήνης			
7:00-10:00	14	9.8	10 30	7:00-10:00	9	6.3	7 21
10:00-13:00	14	9.8	10 30	10:00-13:00	9	6.3	7 21
13:00-16:00	14	16.8	17 51	13:00-16:00	9	10.8	11 33
16:00-19:00	14	12.6	13 39	16:00-19:00	9	8.1	9 27
19:00-22:00	14	21	21 63	19:00-22:00	9	13.5	14 42
Δήμος Πετρουπόλεως				Δήμος Αμαρουσίου			
7:00-10:00	10	7	7 21	7:00-10:00	12	8.4	9 27
10:00-13:00	10	7	7 21	10:00-13:00	12	8.4	9 27
13:00-16:00	10	12	12 36	13:00-16:00	12	14.4	15 45
16:00-19:00	10	9	9 27	16:00-19:00	12	10.8	11 33
19:00-22:00	10	15	15 45	19:00-22:00	12	18	18 54
	Sum	315			Sum	315	
			7:00-10:00		6	4.2	5 15
			10:00-13:00		6	4.2	5 15
			13:00-16:00		6	7.2	8 24
			16:00-19:00		6	5.4	6 18
			19:00-22:00		6	9	9 27
					Sum	315	

Πίνακας 5. 12 Αριθμός παραγγελιών για διαδρομές 1 & 2

Διαδρομή 3				Διαδρομή 4			
Δήμος Περιστερίου				Δήμος Κερατσινίου – Δραπετσώνας			
7:00-10:00	23	16.1	17 51	7:00-10:00	16	11.2	12 36
10:00-13:00	23	16.1	17 51	10:00-13:00	16	11.2	12 36
13:00-16:00	23	27.6	28 84	13:00-16:00	16	19.2	20 60
16:00-19:00	23	20.7	21 63	16:00-19:00	16	14.4	15 45
19:00-22:00	23	34.5	35 105	19:00-22:00	16	24	24 72
Δήμος Χαϊδαρίου				Δήμος Περάματος			
7:00-10:00	8	5.6	6 18	7:00-10:00	5	3.5	4 12
10:00-13:00	8	5.6	6 18	10:00-13:00	5	3.5	4 12
13:00-16:00	8	9.6	10 30	13:00-16:00	5	6	6 18
16:00-19:00	8	7.2	8 24	16:00-19:00	5	4.5	5 15
19:00-22:00	8	12	12 36	19:00-22:00	5	7.5	8 24
Δήμος Φιλαδέλφειας – Χαλκηδόνος				Δήμος Νίκαιας – Αγίου Ιωάννη Ρέντη			
7:00-10:00	6	4.2	5 15	7:00-10:00	17	11.9	12 36
10:00-13:00	6	4.2	5 15	10:00-13:00	17	11.9	12 36
13:00-16:00	6	7.2	8 24	13:00-16:00	17	20.4	21 63
16:00-19:00	6	5.4	6 18	16:00-19:00	17	15.3	16 48
19:00-22:00	6	9	9 27	19:00-22:00	17	25.5	26 78
Δήμος Αιγάλεω				Δήμος Πειραιώς			
7:00-10:00	12	8.4	9 27	7:00-10:00	27	18.9	19 57
10:00-13:00	12	8.4	9 27	10:00-13:00	27	18.9	19 57
13:00-16:00	12	14.4	15 45	13:00-16:00	27	32.4	33 99
16:00-19:00	12	10.8	11 33	16:00-19:00	27	24.3	25 75
19:00-22:00	12	18	18 54	19:00-22:00	27	40.5	41 123
Δήμος Αγίων Αναργύρων – Καματερού				Δήμος Μοσχάτου – Ταύρου			
7:00-10:00	11	7.7	8 24	7:00-10:00	7	4.9	5 15
10:00-13:00	11	7.7	8 24	10:00-13:00	7	4.9	5 15
13:00-16:00	11	13.2	14 42	13:00-16:00	7	8.4	9 27
16:00-19:00	11	9.9	10 30	16:00-19:00	7	6.3	7 21
19:00-22:00	11	16.5	17 51	19:00-22:00	7	10.5	11 33
Δήμος Κορυδαλλού							
7:00-10:00	11	7.7	8 24				
10:00-13:00	11	7.7	8 24	Sum		330	
13:00-16:00	11	13.2	14 42				
16:00-19:00	11	9.9	10 30				
19:00-22:00	11	16.5	17 51				
Δήμος Αγίας Βαρβάρας							
7:00-10:00	5	3.5	4 12				
10:00-13:00	5	3.5	4 12				
13:00-16:00	5	6	6 18				
16:00-19:00	5	4.5	5 15				
19:00-22:00	5	7.5	8 24				
	Sum	348					

Πίνακας 5. 13 Αριθμός παραγγελιών για διαδρομές 3&4

Διαδρομή 5				Διαδρομή 6			
Δήμος Νέας Ιωνίας				1ο δημοτικό διαμέρισμα Αθήνας			
7:00-10:00	11	7.7	8 24	7:00-10:00	13	9.1	10 30
10:00-13:00	11	7.7	8 24	10:00-13:00	13	9.1	10 30
13:00-16:00	11	13.2	14 42	13:00-16:00	13	15.6	16 48
16:00-19:00	11	9.9	10 30	16:00-19:00	13	11.7	12 36
19:00-22:00	11	16.5	17 51	19:00-22:00	13	19.5	20 60
Δήμος Γαλατσίου				2ο δημοτικό διαμέρισμα Αθήνας			
7:00-10:00	10	7	7 21	7:00-10:00	17	11.9	12 36
10:00-13:00	10	7	7 21	10:00-13:00	17	11.9	12 36
13:00-16:00	10	12	12 36	13:00-16:00	17	20.4	21 63
16:00-19:00	10	9	9 27	16:00-19:00	17	15.3	16 48
19:00-22:00	10	15	15 45	19:00-22:00	17	25.5	26 78
Δήμος Φιλοθέης – Ψυχικού				3ο δημοτικό διαμέρισμα Αθήνας			
7:00-10:00	5	3.5	4 12	7:00-10:00	8	5.6	6 18
10:00-13:00	5	3.5	4 12	10:00-13:00	8	5.6	6 18
13:00-16:00	5	6	6 18	13:00-16:00	8	9.6	10 30
16:00-19:00	5	4.5	5 15	16:00-19:00	8	7.2	8 24
19:00-22:00	5	7.5	8 24	19:00-22:00	8	12	12 36
4ο δημοτικό διαμέρισμα Αθήνας				7ο δημοτικό διαμέρισμα Αθήνας			
7:00-10:00	14	9.8	10 30	7:00-10:00	20	14	14 42
10:00-13:00	14	9.8	10 30	10:00-13:00	20	14	14 42
13:00-16:00	14	16.8	17 51	13:00-16:00	20	24	24 72
16:00-19:00	14	12.6	13 39	16:00-19:00	20	18	18 54
19:00-22:00	14	21	21 63	19:00-22:00	20	30	30 90
5ο δημοτικό διαμέρισμα Αθήνας				Δήμος Καλλιθέας			
7:00-10:00	16	11.2	12 36	7:00-10:00	16	11.2	12 36
10:00-13:00	16	11.2	12 36	10:00-13:00	16	11.2	12 36
13:00-16:00	16	19.2	20 60	13:00-16:00	16	19.2	20 60
16:00-19:00	16	14.4	15 45	16:00-19:00	16	14.4	15 45
19:00-22:00	16	24	24 72	19:00-22:00	16	24	24 72
6ο δημοτικό διαμέρισμα Αθήνας				Δήμος Νέας Σμύρνης			
7:00-10:00	21	14.7	15 45	7:00-10:00	12	8.4	9 27
10:00-13:00	21	14.7	15 45	10:00-13:00	12	8.4	9 27
13:00-16:00	21	25.2	26 78	13:00-16:00	12	14.4	15 45
16:00-19:00	21	18.9	19 57	16:00-19:00	12	10.8	11 33
19:00-22:00	21	31.5	32 96	19:00-22:00	12	18	18 54
Sum		387		Sum		390	

Πίνακας 5. 14 Αριθμός παραγγελιών για διαδρομές 5&6

Διαδρομή 7					Διαδρομή 8				
Δήμος Αγίας Παρασκευής					Δήμος Παπάγου – Χολαργού				
7:00-10:00	10	7:00-10:00	7	7 21 3	7:00-10:00	8	5.6	6	18
10:00-13:00	10	10:00-13:00	7	7 21 3	10:00-13:00	8	5.6	6	18
13:00-16:00	10	13:00-16:00	12	12 36 3	13:00-16:00	8	9.6	10	30
16:00-19:00	10	16:00-19:00	9	9 27 3	16:00-19:00	8	7.2	8	24
19:00-22:00	10	19:00-22:00	15	15 45 3	19:00-22:00	8	12	12	36
Δήμος Χαλανδρίου					Δήμος Ζωγράφου				
7:00-10:00	12	7:00-10:00	8.4	9 27	7:00-10:00	12	8.4	9	27
10:00-13:00	12	10:00-13:00	8.4	9 27	10:00-13:00	12	8.4	9	27
13:00-16:00	12	13:00-16:00	14.4	15 45	13:00-16:00	12	14.4	15	45
16:00-19:00	12	16:00-19:00	10.8	11 33	16:00-19:00	12	10.8	11	33
19:00-22:00	12	19:00-22:00	18	18 54	19:00-22:00	12	18	18	54
Δήμος Βριλλησίων					Δήμος Καισαριανής				
7:00-10:00	5	7:00-10:00	3.5	4 12	7:00-10:00	5	3.5	4	12
10:00-13:00	5	10:00-13:00	3.5	4 12	10:00-13:00	5	3.5	4	12
13:00-16:00	5	13:00-16:00	6	6 18	13:00-16:00	5	6	6	18
16:00-19:00	5	16:00-19:00	4.5	5 15	16:00-19:00	5	4.5	5	15
19:00-22:00	5	19:00-22:00	7.5	8 24	19:00-22:00	5	7.5	8	24
Δήμος Παιανίας					Δήμος Βύρωνος				
7:00-10:00	5	7:00-10:00	3.5	4 12	7:00-10:00	10	7	7	21
10:00-13:00	5	10:00-13:00	3.5	4 12	10:00-13:00	10	7	7	21
13:00-16:00	5	13:00-16:00	6	6 18	13:00-16:00	10	12	12	36
16:00-19:00	5	16:00-19:00	4.5	5 15	16:00-19:00	10	9	9	27
19:00-22:00	5	19:00-22:00	7.5	8 24	19:00-22:00	10	15	15	45
Δήμος Σπάτων – Αρτέμιδος					Δήμος Δάφνης – Υμηττού				
7:00-10:00	6	7:00-10:00	4.2	5 15	7:00-10:00	6	4.2	5	15
10:00-13:00	6	10:00-13:00	4.2	5 15	10:00-13:00	6	4.2	5	15
13:00-16:00	6	13:00-16:00	7.2	8 24	13:00-16:00	6	7.2	8	24
16:00-19:00	6	16:00-19:00	5.4	6 18	16:00-19:00	6	5.4	6	18
19:00-22:00	6	19:00-22:00	9	9 27	19:00-22:00	6	9	9	27
Δήμος Κρωπίας					Δήμος Ηλιουπόλεως				
7:00-10:00	5	7:00-10:00	3.5	4 12	7:00-10:00	13	9.1	10	30
10:00-13:00	5	10:00-13:00	3.5	4 12	10:00-13:00	13	9.1	10	30
13:00-16:00	5	13:00-16:00	6	6 18	13:00-16:00	13	15.6	16	48
16:00-19:00	5	16:00-19:00	4.5	5 15	16:00-19:00	13	11.7	12	36
19:00-22:00	5	19:00-22:00	7.5	8 24	19:00-22:00	13	19.5	20	60
Δήμος Μαρκοπούλου Μεσογαίας					Δήμος Ελληνικού – Αργυρούπολης				
7:00-10:00	4	7:00-10:00	2.8	3 9	7:00-10:00	9	6.3	7	21
10:00-13:00	4	10:00-13:00	2.8	3 9	10:00-13:00	9	6.3	7	21
13:00-16:00	4	13:00-16:00	4.8	5 15	13:00-16:00	9	10.8	11	33
16:00-19:00	4	16:00-19:00	3.6	4 12	16:00-19:00	9	8.1	9	27
19:00-22:00	4	19:00-22:00	6	6 18	19:00-22:00	9	13.5	14	42
Δήμος Βάρης – Βούλας – Βουλαγμένης					Δήμος Παλαιού Φαλήρου				
7:00-10:00	8	7:00-10:00	5.6	6 18	7:00-10:00	11	7.7	8	24
10:00-13:00	8	10:00-13:00	5.6	6 18	10:00-13:00	11	7.7	8	24
13:00-16:00	8	13:00-16:00	9.6	10 30	13:00-16:00	11	13.2	14	42
16:00-19:00	8	16:00-19:00	7.2	8 24	16:00-19:00	11	9.9	10	30
19:00-22:00	8	19:00-22:00	12	12 36	19:00-22:00	11	16.5	17	51
Δήμος Γλυφάδας					Δήμος Αγίου Δημητρίου				
7:00-10:00	10	7:00-10:00	7	7 21	7:00-10:00	12	8.4	9	27
10:00-13:00	10	10:00-13:00	7	7 21	10:00-13:00	12	8.4	9	27
13:00-16:00	10	13:00-16:00	12	12 36	13:00-16:00	12	14.4	15	45
16:00-19:00	10	16:00-19:00	9	9 27	16:00-19:00	12	10.8	11	33
19:00-22:00	10	19:00-22:00	15	15 45	19:00-22:00	12	18	18	54
Sum			297		Sum			393	

Πίνακας 5. 15 Αριθμός παραγγελιών για διαδρομές 7&8

5.2.2 Χρονική Διάρκεια Δρομολογίων

Στο συνημμένο πίνακα φαίνεται αναλυτικά η χρονική διάρκεια κάθε διαδρομής ανά δρομολόγιο.

Η χρονική διάρκεια των δρομολογίων συμπεριλαμβάνει την χρονική διάρκεια της εκτέλεσης της κυκλικής διαδρομής του φορτηγού και την χρονική διάρκεια φόρτωσης και εκφόρτωσης που λαμβάνει χώρα στα σημεία διανομής.

Όπως διαπιστώνεται με τα τελικά δρομολόγια των 8 διαδρομών επιτυγχάνουμε στις ώρες αιχμής 19:00 – 22:00, όλες οι διαδρομές να πληρούν την προϋπόθεση να έχουν χρονική διάρκεια κάτω των τριών ωρών.

	Χρόνος εκτέλεσης	Χρόνος εκφόρτωσης	Συνολικός Χρόνος
1η Διαδρομή	2 ώρες & 7 λεπτά	36 λεπτά	2 ώρες & 43 λεπτά
2η Διαδρομή	2 ώρες & 3 λεπτά	36 λεπτά	2 ώρες & 39 λεπτά
3η Διαδρομή	1 ώρα & 13 λεπτά	40 λεπτά	1 ώρα & 53 λεπτά
4η Διαδρομή	1 ώρα & 32 λεπτά	38 λεπτά	2 ώρες & 10 λεπτά
5η Διαδρομή	1 ώρα & 4 λεπτά	45 λεπτά	1 ώρα & 49 λεπτά
6η Διαδρομή	1 ώρα & 39 λεπτά	45 λεπτά	2 ώρες & 24 λεπτά
7η Διαδρομή	2 ώρες & 17 λεπτά	34 λεπτά	2 ώρες & 51 λεπτά
8η Διαδρομή	1 ώρα & 44 λεπτά	45 λεπτά	2 ώρες & 29 λεπτά

Πίνακας 5. 16 Χρονική διάρκεια διαδρομών φορτηγών

5.3 Βελτιστοποίηση με χρήση προγράμματος Arena Simulation

Στόχος της διπλωματικής εργασίας αποτελεί η υλοποίηση του μοντέλου προσομοίωσης με χρήση Arena Simulation.

Η παρουσίαση του μοντέλου Arena Simulation αναφέρθηκε εκτενώς στο κεφάλαιο 3.

Το μοντέλο προσομοίωσης χρησιμοποιήθηκε ως μέσο επαλήθευσης σε αρκετά σενάρια έως ότου καταλήξουμε με τα παραπάνω δεδομένα στην ταξινόμηση των δήμων της Αττικής σε ομάδες τις οποίες εξυπηρετούν 8 διαδρομές.

Επαληθεύθηκε ότι η γεωγραφική κατανομή και το πλήθος των κέντρων διανομής αποτελούν βέλτιστο παράγοντα διανομής παραγγελιών από τα κέντρα διαλογής στους τελικούς πελάτες.

Αυτά επιβεβαιώθηκαν με σαφήνεια ως προς τη χωρητικότητα των φορτηγών, την διάρκεια εκτέλεσης των διαδρομών και της ικανοποίησης της ζήτησης.

Για να είναι εφικτό να τρέξουμε εναλλακτικά σενάρια με το Arena Simulation με αποτελεσματικό τρόπο έπρεπε να ικανοποιηθεί ένας επιπλέον στόχος.

Το μοντέλο προσομοίωσης της διπλωματικής εργασίας έπρεπε να έχει τη δυνατότητα της εύκολης προσαρμογής διαφορετικών δεδομένων σχετικά με τις εισροές παραγγελιών, το πλήθος των κέντρων διαλογής και την τοποθεσία τους.

Οι δυνατότητες αυτές οδήγησαν σε υλοποίηση διαφορετικών σεναρίων και σε σταδιακή προσέγγιση της βέλτιστης λύσης.

5.3.1 Προσαρμογή εισροών στο μοντέλο προσομοίωσης

Επεξηγηματικά, στο μοντέλο προσομοίωσης, οι εισροές παραγγελιών δηλώνονται από Schedules τα οποία επιβάλλουν τους απαραίτητους ρυθμούς εισροής παραγγελιών ανά ώρα της ημέρας.

Αυτό μας επιτρέπει την προσαρμογή της εισροής παραγγελιών σε περίπτωση επαλήθευσης σεναρίου που η ζήτηση του κάθε δήμου της Αττικής αυξήθηκε ή μειώθηκε, χωρίς την προσαρμογή του βασικού μοντέλου.

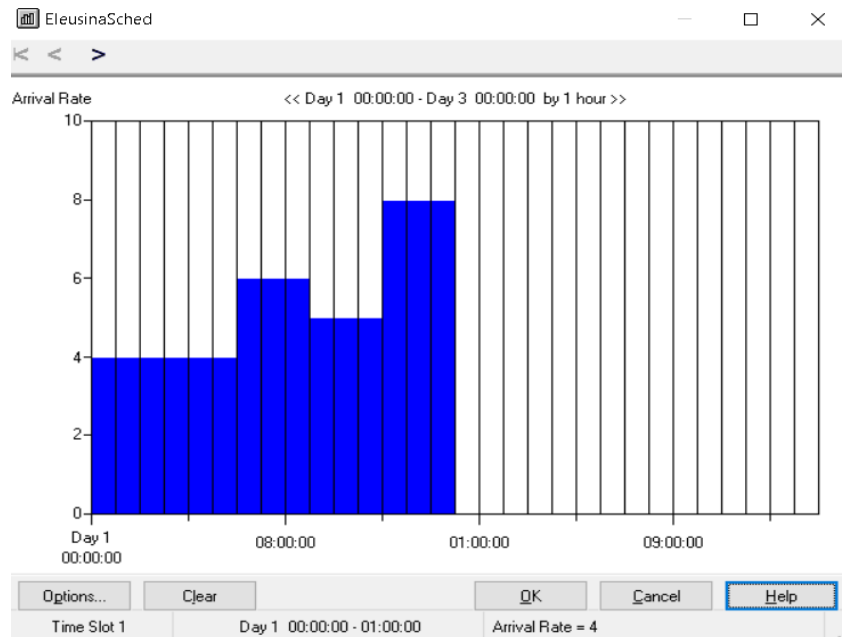
Στην παρακάτω εικόνα φαίνονται τα Schedules που χαρακτηρίζουν την εισροή παραγγελιών στο σύστημα καθώς και ενδεικτικός πίνακας ο οποίος παρέχει την δυνατότητα προσαρμογής του ωριαίου ρυθμού ζήτησης και την διάρκεια σε ώρες που ισχύει.

The screenshot shows a software interface with a table of Schedules and a pop-up Durations table. The Schedules table has columns: Name, Type, Time Units, Scale Factor, and Durations. The Durations table has columns: Value and Duration.

Name	Type	Time Units	Scale Factor	Durations
1 AsproporgosSched	Arrival	Hours	1.0	5 rows
2 EleusinaSched	Arrival	Hours	1.0	5 rows
3 MegaraSched	Arrival	Hours	1.0	5 rows
4 FylisSched	Arrival	Hours	1.0	5 rows
5 MandraSched	Arrival	Hours	1.0	5 rows
6 OrinoSched	Arrival	Hours	1.0	5 rows
7 AcharnesSched	Arrival	Hours	1.0	5 rows
8 MetanorTwashSched	Arrival	Hours	1.0	5 rows
9 KifissiaSched	Arrival	Hours	1.0	5 rows
10 MalakasaCrosipwvSched	Arrival	Hours	1.0	5 rows
11 MarathonaSched	Arrival	Hours	1.0	5 rows
12 DionysouSched	Arrival	Hours	1.0	5 rows
13 RafinaPikermiSched	Arrival	Hours	1.0	5 rows
14 PalinoGerakasSched	Arrival	Hours	1.0	5 rows
15 MarousiSched	Arrival	Hours	1.0	5 rows
16 PeristeriSched	Arrival	Hours	1.0	5 rows
17 PeristeriSched	Arrival	Hours	1.0	5 rows
18 IlionSched	Arrival	Hours	1.0	5 rows
19 PetroupolisSched	Arrival	Hours	1.0	5 rows
20 XaidariSched	Arrival	Hours	1.0	5 rows
21 FiladelfiasSched	Arrival	Hours	1.0	5 rows
22 AgiosKosmasSched	Arrival	Hours	1.0	5 rows
23 KoruthalosSched	Arrival	Hours	1.0	5 rows
24 AgiaVarvaraSched	Arrival	Hours	1.0	5 rows
25 DrapetsonasSched	Arrival	Hours	1.0	5 rows
27 PeramaSched	Arrival	Hours	1.0	5 rows
28 NisiasSched	Arrival	Hours	1.0	5 rows
29 PeiraeusSched	Arrival	Hours	1.0	5 rows
30 HalkisSched	Arrival	Hours	1.0	5 rows

Value	Duration
1	3
2	3
3	3
4	3
5	3
8	3

Σχήμα 5. 7 Δυνατότητα προσαρμογής ρυθμού ζήτησης



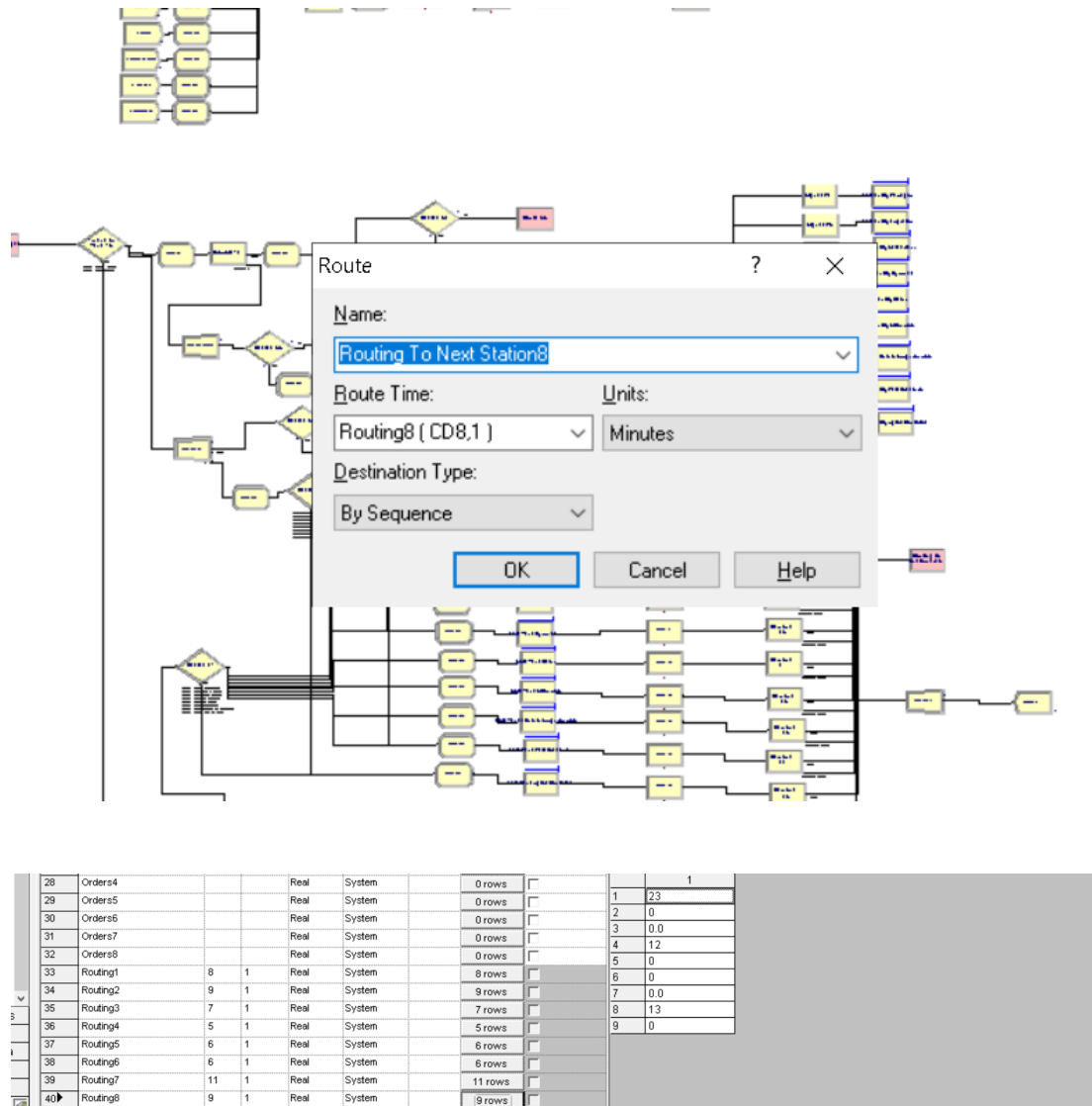
Σχήμα 5. 8 Δυνατότητα προσαρμογής κατανομής ρυθμού ζήτησης

5.3.2 Προσαρμογή τοποθεσίας και πλήθους κέντρων διανομής

Το μοντέλο προσομοίωσης που υλοποιήθηκε στην διπλωματική εργασία παρέχει επίσης τη δυνατότητα προσαρμογής διαφορετικών δεδομένων τα οποία ορίζουν τη τοποθεσία και το πλήθος των κέντρων διαλογής χωρίς αλλαγή modules.

Αυτό γίνεται με τον εξής τρόπο:

Στην παρακάτω φωτογραφία παρουσιάζεται μέρος του προγράμματος Arena Simulation που ευθύνεται για τον ορισμό των κέντρων διανομής.



The image shows a screenshot of the Arena Simulation software. A 'Route' dialog box is open, displaying the following settings:

- Name: Routing To Next Station8
- Route Time: Routing8 (CD8,1)
- Units: Minutes
- Destination Type: By Sequence

Below the dialog box, a table lists the distribution centers (Routing1 through Routing8) with their respective parameters:

Order	Name	Count	Priority	Type	System	Rows	Check	Value
28	Orders4			Real	System	0 rows	<input type="checkbox"/>	1
29	Orders5			Real	System	0 rows	<input type="checkbox"/>	23
30	Orders6			Real	System	0 rows	<input type="checkbox"/>	0
31	Orders7			Real	System	0 rows	<input type="checkbox"/>	0.0
32	Orders8			Real	System	0 rows	<input type="checkbox"/>	12
33	Routing1	8	1	Real	System	8 rows	<input type="checkbox"/>	0
34	Routing2	9	1	Real	System	9 rows	<input type="checkbox"/>	0.0
35	Routing3	7	1	Real	System	7 rows	<input type="checkbox"/>	13
36	Routing4	5	1	Real	System	5 rows	<input type="checkbox"/>	0
37	Routing5	6	1	Real	System	6 rows	<input type="checkbox"/>	
38	Routing6	6	1	Real	System	6 rows	<input type="checkbox"/>	
39	Routing7	11	1	Real	System	11 rows	<input type="checkbox"/>	
40	Routing8	9	1	Real	System	9 rows	<input type="checkbox"/>	

Σχήμα 5. 9 Ορισμός τοποθεσίας κέντρων διανομής

Στο μοντέλο προσομοίωσης το κέντρο διανομής αποτελεί βήμα σε μία ακολουθία Sequence που έχουν αναφερθεί στο κεφάλαιο 4. Τα πιθανά κέντρα διανομής στο περιβάλλον του Arena Simulation μπορεί να έχουν μέγιστο πλήθος ίδιο με τους καταχωρημένους δήμους τις Αττικής. Η τοποθεσία τους ορίζεται από τον χρόνο

απόστασης μεταξύ του κέντρου διανομής και του προηγούμενου βήματος της ακολουθίας. Οι χρονικές αποστάσεις των βημάτων δηλαδή των κέντρων διαλογής ορίζεται από το παραπάνω πίνακα.

Παρατηρούμε ότι καθώς λάμβανε χώρα η βελτιστοποίηση με τρέξιμο διαφορετικών σεναρίων κάποιες τιμές των χρονικών αποστάσεων των βημάτων είναι μηδενικές.

Αυτό σημαίνει ότι στο συγκεκριμένο σενάριο επιλέχθηκε ένα κέντρο διανομής ως κέντρο εξυπηρέτησης περισσότερων του ενός δήμου, άρα και η απόσταση που θα διανύσει το φορτηγό είναι μηδενική.

Συμπερασματικά, η προσαρμογή των χρονικών αποστάσεων του παραπάνω πίνακα αποτελεί ένα ευέλικτο τρόπο για τον ορισμό διαφορετικών σεναρίων πλήθους και γεωγραφικής κατανομής των κέντρων διανομής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ VI

6. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΕΠΕΚΤΑΣΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ

Αλλαγές στο περιβάλλον που αναπτύσσεται το πρόβλημα θα επιφέρουν διαφοροποιήσεις και επεκτάσεις στο αρχικό ζήτημα. Ορισμένες κατευθύνσεις που μπορεί να έχει είναι οι εξής:

A) Πληθώρα προσαρμογών θα μπορούσαν να γίνουν όσον αφορά την διακύμανση της ζήτησης καθώς είναι σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την υπόθεση της διανομής.

Συγκεκριμένα θα μπορούσαν να διερευνηθούν κατανομές ζήτησης όχι μόνο με βάση τις ώρες της ημέρας αλλά και σε σχέση με μεγαλύτερες χρονικές περιόδους όπως ανάλογα με το έτος αλλά και σε σχέση με την εποχή (seasonality).

Είναι βέβαιο πως οι αντίστοιχες κατανομές ζήτησης θα συνοδεύονται με διαφορετικές προϋποθέσεις και περιορισμούς που θα δημιουργούν προκλήσεις και προβλήματα που θα πρέπει να αντιμετωπισθούν για την επίτευξη της βέλτιστης λύσης.

B) Ένας άλλος παράγοντας που θα μπορούσε να διερευνηθεί μελλοντικά είναι η επέκταση της γεωγραφικής κάλυψης της διανομής από την κεντρική αποθήκη.

Μελλοντικό σενάριο αποτελεί η διανομή παραγγελιών σε όλο το εύρος της στερεάς Ελλάδας, αλλά και των νησιών.

Επέκταση η οποία αυξάνει πάρα πολύ την κλίμακα της διπλωματικής εργασίας και τον τρόπο προσέγγισης της λύσης.

Γ) Μία άλλη προσέγγιση του προβλήματος είναι οι χρόνοι εξυπηρέτησης να είναι κυμαινόμενοι και ανάλογα με τη ζήτηση για διαφορετικά είδη αγαθών να προσαρμόζεται δυναμικά και ο χρόνος εξυπηρέτησης. Σε κλίμακα πολλών παραγγελιών, τέτοια δυναμικότητα του συστήματος απαιτεί πολύπλοκη προσέγγιση επίλυσης.

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι

Σχήμα 1. 1 Διαδικασία μελέτης προσομοίωσης	14
Σχήμα 1. 2 Βήματα σε μελέτη προσομοίωσης.....	16

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙV

Σχήμα 4. 1 Κατανομή ζήτησης ανά ώρα της ημέρας.....	27
Σχήμα 4. 2 Διαδρομή 1.....	31
Σχήμα 4. 3 Διαδρομή 2.....	33
Σχήμα 4. 4 Διαδρομή 3.....	34
Σχήμα 4. 5 Διαδρομή 4.....	35
Σχήμα 4. 6 Διαδρομή 5.....	36
Σχήμα 4. 7 Διαδρομή 6.....	38
Σχήμα 4. 8 Διαδρομή 7.....	39
Σχήμα 4. 9 Διαδρομή 8.....	40
Σχήμα 4. 10 Μοντέλο προσομοίωσης Arena Simulation.....	42
Σχήμα 4. 11 Παραγωγή αρχικών απαραίτητων οντοτήτων.....	43
Σχήμα 4. 12 Προσομοίωση κεντρικής αποθήκης	44
Σχήμα 4. 13 Βρόχος 1ης διαδρομής.....	46
Σχήμα 4. 14 1 ⁰ Μέρος βρόχου 1ης διαδρομής.....	47
Σχήμα 4. 15 2 ⁰ μέρος Βρόχου 1ης διαδρομής.....	48
Σχήμα 4. 16 3 ⁰ μέρος Βρόχου 1ης διαδρομής	49
Σχήμα 4. 17 Τμήμα μοντέλου εισροής παραγγελιών	50
Σχήμα 4. 18 Λίστα καταχωρημένων Schedules.....	50
Σχήμα 4. 19 Κατανομή ζήτησης ανάλογα με τις ώρες της ημέρας.....	51
Σχήμα 4. 20 Ενδεικτικό Schedule 1ης διαδρομής.....	57
Σχήμα 4. 21 Διανομή από κέντρο διανομής σε τελικούς πελάτες	58
Σχήμα 4. 22 Εισαγωγή χρόνου στο σύστημα	59

ΚΕΦΑΛΑΙΟ V

Σχήμα 5. 1 Αρχική εκτίμηση 1ου δρομολογίου.....	61
Σχήμα 5. 2 Βελτιστοποιημένο 1ο δρομολόγιο	64

Σχήμα 5. 3 Αρχική εκτίμηση 6ου δρομολογίου.....	67
Σχήμα 5. 4 Βελτιωμένη 6η διαδρομή.....	69
Σχήμα 5. 5 Αρχική εκτίμηση 3ου δρομολογίου.....	71
Σχήμα 5. 6 Βελτιωμένη 3η διαδρομή.....	74
Σχήμα 5. 7 Δυνατότητα προσαρμογής ρυθμού ζήτησης	82
Σχήμα 5. 8 Δυνατότητα προσαρμογής κατανομής ρυθμού ζήτησης	83
Σχήμα 5. 9 Ορισμός τοποθεσίας κέντρων διανομής	84

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV

πίνακας 4. 1 Ζήτηση ανά ώρα ανά δήμο Αττικής.....	28
πίνακας 4. 2 Ομαδοποίηση των Δήμων της Αττικής ανά διαδρομή.....	30
πίνακας 4. 3 Πλήθος κέντρων διανομής 1ης διαδρομής και δήμοι που εξυπηρετούν	32
πίνακας 4. 4 Πλήθος κέντρων διανομής 2ης διαδρομής και δήμοι που εξυπηρετούν	33
πίνακας 4. 5 Πλήθος κέντρων διανομής 3ης διαδρομής και δήμου που εξυπηρετούν	34
πίνακας 4. 6 Πλήθος κέντρων διανομής 4ης διαδρομής και δήμοι που εξυπηρετούν	35
πίνακας 4. 7 Πλήθος κέντρων διανομής 5ης διαδρομής και δήμοι που εξυπηρετούν	37
πίνακας 4. 8 Πλήθος κέντρων διανομής 6ης διαδρομής και δήμοι που εξυπηρετούν	38
πίνακας 4. 9 Πλήθος κέντρων διανομής 7ης διαδρομής και δήμοι που εξυπηρετούν	39
πίνακας 4. 10 Πλήθος κέντρων διανομής 8ης διαδρομής και δήμοι που εξυπηρετούν	41
πίνακας 4. 11 Κατανομή ζήτησης για διαφορετικές ώρες της ημέρας.....	51
πίνακας 4. 12 Συντελεστής ζήτησης με βάση την κατανομή ανά ώρα της ημέρας....	52
πίνακας 4. 13 Αποτελέσματα υπολογισμών για ζήτηση ανά δήμο της Αττικής για διαδρομή 1&2	53
πίνακας 4. 14 Αποτελέσματα υπολογισμών για ζήτηση ανά δήμο της Αττικής για διαδρομή 3&4	54
πίνακας 4. 15 Αποτελέσματα υπολογισμών για ζήτηση ανά δήμο της Αττικής για διαδρομή 5&6	55
πίνακας 4. 16 Αποτελέσματα υπολογισμών ανά δήμο της Αττικής για διαδρομή 7&8	56

ΚΕΦΑΛΑΙΟ V

Πίνακας 5. 1 Δήμοι που εξυπηρετούνται από την αρχική εκτίμηση 1ου δρομολογίου	62
Πίνακας 5. 2 Αποτελέσματα ζήτησης δήμων που εξυπηρετούνται από αρχική εκτίμηση του 1ου δρομολογίου.....	63
Πίνακας 5. 3 Δήμοι που εξυπηρετούνται από βελτιωμένο 1ο δρομολόγιο.....	64
Πίνακας 5. 4 Αποτελέσματα ζήτησης δήμων που εξυπηρετούνται απο βελτιωμένη 1η διαδρομή.....	66
Πίνακας 5. 5 Δήμοι που εξυπηρετούνται από αρχική εκτίμηση δρομολογίου.....	67

Πίνακας 5. 6 Αποτελέσματα ζήτησης δήμων που εξυπηρετούνται από 6ο δρομολόγιο	68
Πίνακας 5. 7 Δήμοι που εξυπηρετούνται απο τη βελτιωμένη 6η διαδρομή.....	70
Πίνακας 5. 8 Δήμοι που εξυπηρετούνται από αρχική εκτίμηση 3ου δρομολογίου ...	71
Πίνακας 5. 9 Αποτελέσματα ζήτησης δήμων που εξυπηρετούνται απο αρχική εκτίμηση 3ου δρομολογίου	73
Πίνακας 5. 10 Δήμοι που εξυπηρετούνται απο βελτιωμένη 3η διαδρομή	74
Πίνακας 5. 11 Αποτελέσματα δήμων που εξυπηρετούνται από βελτιωμένη 3η διαδρομή	75
Πίνακας 5. 12 Αριθμός παραγγελιών για διαδρομές 1 & 2.....	77
Πίνακας 5. 13 Αριθμός παραγγελιών για διαδρομές 3&4.....	78
Πίνακας 5. 14 Αριθμός παραγγελιών για διαδρομές 5&6.....	79
Πίνακας 5. 15 Αριθμός παραγγελιών για διαδρομές 7&8.....	80
Πίνακας 5. 16 Χρονική διάρκεια διαδομών φορτηγών.....	81

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1]Κουϊκόγλου Βασίλειος, Κωσταντάς Δημήτριος – Προσομοίωση Συστημάτων Διακριτών Γεγονότων –2016.

[2]Προσομοίωση Επιχειρησιακών Συστημάτων (Τεύχος Α') Για Το Μάθημα 'Προσομοίωση Βιομηχανικής Παραγωγής' - Βόλος 2009-10.

[3]Καρατζά Ε. – Μοντελοποίηση και Προσομοίωση –. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης – 2006.

[4] Boutsikas M.V. - Διδακτικές Σημειώσεις για το μάθημα 'Μέθοδοι Προσομοίωσης και Στατιστικές Υπολογιστικές Τεχνικές' – 2004.

[5]https://en.wikipedia.org/wiki/Monte_Carlo_method#History

[6]<https://docplayer.gr/32813722-Pleonektimata-kai-meionektimata-tis-prosomoiosis.html>

[7]<https://cs.wmich.edu/alfuqaha/Spring10/cs6910/lectures/Chapter1.pdf>

[8] Ταταράκη Γ.- Διπλωματική εργασία με τίτλο «Επίλυση Προβλημάτων Προγραμματισμού Ανθρωπίνων Πόρων με τη Χρήση της Προσομοίωσης Διακριτών Γεγονότων: Ενδεικτική Εφαρμογή Χρήσης του Λογισμικού Προσομοίωσης ARENA»- 2020

[9] *Simulation Modeling and Analysis fifth edition Averill m Law*

[10] Σταύρος Πόνης & Νικόλαος Παναγιώτου «Εισαγωγή στην Προσομοίωση με τη Χρήση του λογισμικού ARENA» Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Τομέας Βιομηχανικής Διοίκησης και Επιχειρησιακής Έρευνας -ΕΣΠΑ 2007-2013

[11]<https://www.rockwellautomation.com/en-us/products/software/arena-simulation.htm>

[12] Ρουμελιώτης -Γραμμικός Προγραμματισμός και Μοντελοποίηση Τόμος Α
Μοντελοποίηση και προσομοίωση ΕΑΠ-2001

[13] Βελώνη Α. - Ολοκληρωμένος Βιομηχανικός Έλεγχος Ενότητα 3: Προσομοίωση στη Βιομηχανική Παραγωγή Τμήμα Μηχανικών Η/Υ Συστημάτων-ΤΕΙ Πειραιά- ΕΣΠΑ 2007-2013

[14]<https://news1.gr/ta-7-diamerismata-tou-dimou-athineon/>

[15]<https://news1.gr/oi-40-megalyteri-dimoi-se-plithysmo-stin-attiki/>