Ευχαριστώ θερμά τον καθηγητή μου κ. Αθανάσιο Μυγδαλά και τον υποψήφιο διδάκτωρ κ. Ιωάννη Μαρινάκη για την πολύτιμη βοήθειά τους, τον υπεύθυνο του υποκαταστήματος της ACS κ. Αθανάσιο Μονιάκη για το χρόνο που μου αφιέρωσε και τέλος την αδελφή μου Ιωάννα Θεοδωρίδου και την φίλη μου Χρύσα Νικάκη για την ανοχή και την στήριξη που μου δείξανε.

Χωρίς εσάς δεν θα τα είχα καταφέρει.

Ευχαριστώ

Στην μητέρα μου

Περιεχόμενα .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο

ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΗΝ ΕΤΑΙΡΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

1.1. Εισαγωγή. 5

1.2. Το πρόβλημα Διανομής και οι μορφές του. 6

1.3. Εισαγωγή στο πρόβλημα του Περιοδεύοντος Πωλητή (Traveling Salesman Problem-T.S.P.) 7

1.4. Εισαγωγή στο πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων (Vehicle Routing Problem-V.R.P.). 8

1.4.1. Προβλήματα που συναντώνται στην πραγματικότητα 9

1.4.2. Επίπεδο εξυπηρέτησης πελατών στο Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων 10

1.5. Εισαγωγή στο πρόβλημα Διανομής και Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα 11

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο

ΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΚΑΙ ΟΙ ΠΡΟΕΚΤΑΣΕΙΣ ΤΟΥΣ

2.1. Εισαγωγή 12

2.2.Το Πρόβλημα Διανομής με ένα όχημα ή πρόβλημα Περιοδεύοντος Πωλητή 12

2.2.1. Το Πρόβλημα Περιοδεύοντος Πωλητή με παραλαβές (Traveling Salesman Problem with Backhauls-T.S.P.B.) 13

2.2.2. Το Πρόβλημα Περιοδεύοντος Πωλητή περιορισμένης χωρητικότητας (Capacitated Traveling Salesman Problem-C.T.S.P.) 13

2.2.3. Το Πρόβλημα Περιοδεύοντος Πωλητή με χρονικά παράθυρα (Traveling Salesman Problem with Time Windows-T.S.P.T.W.) . .14

2.3. Το πρόβλημα Διανομής με πολλαπλά οχήματα ή Βασικό Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων (Β.Π.Δ.Ο. ή V.R.P.) 15

2.3.1. Το Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με παραλαβές (Vehicle Routing Problem with Backhauls-V.R.P.B.) 16
2.3.2. Το Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με πολλαπλά προϊόντα 18
2.3.3. Το Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με πρόβλημα τοποθέτησης κιβωτίων (V.R.P.B.P.P.) 18
2.3.4. Το Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με χρονικά παράθυρα και κόστη αναμονής (Vehicle Routing Problem with Time Windows-V.R.P.T.W.) 19
2.4. Το Πρόβλημα Διανομής και Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα . . 20

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο

ΚΛΑΣΣΙΚΟΙ ΕΥΡΕΤΙΚΟΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΥΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΠΕΡΙΟΔΕΥΟΝΤΟΣ ΠΩΛΗΤΗ & ΤΗΣ ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΣΗΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

3.1. Εισαγωγή 23
3.2. Κλασικοί Ευρετικοί Μέθοδοι για το Πρόβλημα του Περιοδεύοντος Πωλητή 23
3.2.1. Ο Άπλυστος/ Μυωπικός Αλγόριθμος 23
3.2.2. Μέθοδος εξοικονόμησης απόστασης των Clark & Wright 24
3.2.3. Μέθοδος παρεμβολής 26
3.2.4. Μέθοδοι βελτίωσης διαδρομών 26
3.3. Κλασσικοί Ευρετικοί Μέθοδοι για το Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων. 28
3.3.1. Μέθοδοι των δύο φάσεων 28
3.3.1.1. Η μέθοδος των δύο φάσεων των Christofides, Mingozzi & Toth 29
3.3.1.2. Ο αλγόριθμος Σαρώματος των Gillet & Miller 30
3.3.2. Μέθοδοι βελτίωσης 30

3.3.2.1. Έρευνα Ταμπού 31
3.3.2.2. Ο Αλγόριθμος των Alfa, Heragu & Chen 31

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο
ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΗΝ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΤΑΧΥΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ACS

4.1. Παρουσίαση της ACS 32
4.2. Υπηρεσίες της ACS 33
4.2.1. Ειδικές Ταχυδρομικές Υπηρεσίες 33
4.2.2. Easy Υπηρεσίες και Συσκευασίες 34
4.2.3. Υπηρεσίες υποστήριξης πελατών 34
4.3. Κατηγοριοποίηση πελατολογίου 35
4.4. Παραλαβές και Παραδόσεις 35
4.5. Προβλήματα σε χρόνους παράδοσης και παραλαβής 37
4.6. Η ACS στον κόσμο, στην Ελλάδα, στα Χανιά 37
4.7. Συνεργασία υποκαταστημάτων 40

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5ο
ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

5.1. Εισαγωγή 41
5.2. Μεταβλητές του προβλήματος 41
5.3. Αντικειμενική Συνάρτηση 42
5.4. Περιορισμοί 43

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6ο
ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΣΗΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

6.1. Εισαγωγή 45

6.2. Παραδοχές Πρακτικής Εφαρμογής 45
6.3. Δεδομένα Πρακτικής Εφαρμογής 46

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7ο

ΕΠΙΛΥΣΗ ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΠΑΚΕΤΟΥ LINGO ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

7.1. Επίλυση με το Lingo 65

7.2. Ο αλγόριθμος Διακλάδωσης Οριοθέτησης 65

7.3. Το Μοντέλο Lingo 67

7.4. Αποτελέσματα πρακτικής εφαρμογής 68

7.5. Συμπεράσματα 77

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8ο

8.1. Βιβλιογραφία 78
8.1. Παράρτημα 79

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο

ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΗΝ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

1.1. Εισαγωγή

Η ACS είναι μια εταιρεία υπηρεσιών ταχυμεταφορών (courier). Διατηρεί σημαντικές συνεργασίες στην Ελλάδα και το εξωτερικό. Στο εξωτερικό μάλιστα, διατηρεί στρατηγικές συμμαχίες με μεγάλες εταιρείες courier.

Η ACS είναι η εταιρεία η οποία καθιέρωσε τις υπηρεσίες courier στην ελληνική αγορά από τις αρχές της δεκαετίας του 1980.

Με κεντρικό της κατάστημα αυτό στο Κρυονέρι Αττικής, διαθέτει έναν άριστα οργανωμένο ιδιόκτητο στόλο οχημάτων σε όλη την Ελλάδα, που καλύπτει καθημερινά πάνω από σαράντα χιλιάδες χιλιόμετρα (40.000 χλμ) με διακόσια αυτοκίνητα και ογδόντα χιλιάδες χιλιόμετρα (80.000 χλμ) με πεντακόσια δίκυκλα σε κάθε άκρη της.

Η ACS εξυπηρετεί του πελάτες της παραλαμβάνοντας και παραδίδοντας έγγραφα και δέματα ανεξαρτήτου όγκου σε μικρό χρόνο.

Ο χρόνος αυτός θα απασχολήσει την διπλωματική αυτή εργασία. Σκοπός της διπλωματικής αυτής είναι η ελαχιστοποίηση ακόμα περισσότερο του χρόνου παραλαβής και παράδοσης των δεμάτων και εγγράφων.

Το πρόβλημα αυτό εμφανίζεται σε μεγάλο αριθμό πραγματικών περιπτώσεων και ονομάζεται γενικά ως πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων (Vehicle Routing Problem, VRP) ή πιο απλά σαν πρόβλημα Διανομής (Delivery Problem, DP).

Η έρευνά μας θα επικεντρωθεί σε ένα από τα έντεκα υποκαταστήματα της εταιρείας ACS στην πόλη των Χανίων. Το υποκατάστημα αυτό στεγάζεται στην Μ. Μπότσαρη 4 και εξυπηρετεί πελάτες σε ακτίνα ενός χιλιομέτρου από αυτό.

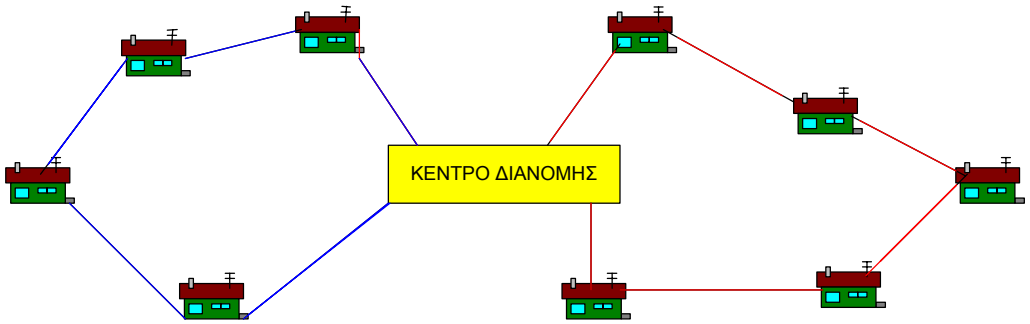
Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει παρουσίαση και περιγραφή των Προβλημάτων Διανομής(DP).Θα αναφερθούμε στο Πρόβλημα του Περιοδεύοντα Πωλητή (Traveling Salesman Problem TSP),στο Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων (Vehicle Routing Problem VRP) και τέλος στο Πρόβλημα Διανομής και Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων. Από το επόμενο Κεφάλαιο και μετά θα αναφερθούμε σε προεκτάσεις των Προβλημάτων αυτών και θα προταθούν κάποιοι τρόποι επίλυσης με Κλασσικούς Ευρετικούς Μεθόδους. Στη συνέχεια θα ακολουθήσει σύντομη παρουσίαση της εταιρείας, η μοντελοποίηση του προβλήματος της και τέλος θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα από την επίλυση του προβλήματος έτσι όπως προέκυψαν από την επεξεργασία του με τη βοήθεια του λογισμικού πακέτου LINGO.

1.2. Το Πρόβλημα Διανομής (DP) και οι Μορφές του

Το πρόβλημα του προγραμματισμού των διανομών των προϊόντων μιας επιχείρησης είναι ένα από τα δυσκολότερα λειτουργικά προβλήματα, με σημαντικές επιπτώσεις τόσο στα κόστη της επιχείρησης, όσο και στη ποιότητα εξυπηρέτησης που προσφέρει η επιχείρηση στους πελάτες της.

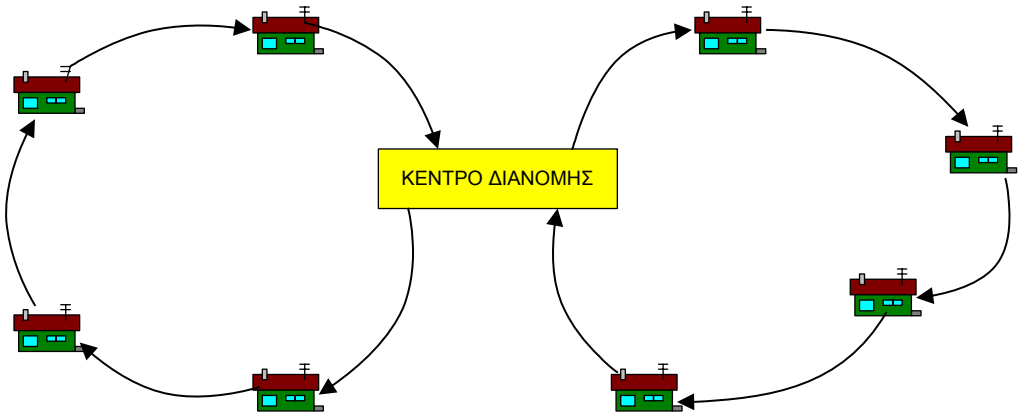
Επιπλέον για μια σειρά από επιχειρήσεις (μεταφορικές εταιρείες, διανομείς, couriers κ.α.) η διανομή προϊόντων αποτελεί το κύριο αντικείμενο (core business) της υπηρεσίας που προσφέρουν.

Τα προβλήματα διανομών συχνά απεικονίζονται σαν δίκτυα τα οποία αποτελούνται από μία σειρά από κόμβους και τόξα. Οι κόμβοι αναπαριστούν σημεία φόρτωσης- εκφόρτωσης και ένας κόμβος θεωρείται σημείο αφετηρίας και προορισμού.Τα τόξα που συνδέουν τους κόμβους αναπαριστούν τον χρόνο, την απόσταση ή το κόστος της διαδρομής από τον έναν κόμβο στον άλλο. Σε μια πρώτη απεικόνιση (σχήμα 1.1), τα τόξα αυτά μπορεί να μην περιλαμβάνουν πληροφορίες για φυσικά εμπόδια, για κυκλοφοριακή συμφόρηση, για μονοδρόμηση κ.α.



Σχήμα 1.1

Σε μία επόμενη απεικόνιση (σχήμα 1.2) αυτές οι πληροφορίες μπορούν να προστεθούν ώστε το δίκτυο να προσεγγίζει περισσότερο την πραγματικότητα.



Σχήμα 1.2

» Μορφές του προβλήματος Διανομής

Το πρόβλημα του προγραμματισμού της διανομής εμφανίζεται σε πολλές μορφές, ανάλογα με το πόσο περίπλοκο είναι το επιχειρηματικό περιβάλλον και επιλύεται με διαφόρους τρόπους που περιλαμβάνουν μοντέλα αριστοποίησης ΑΠ, ευρετικούς αλγορίθμους και Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών.

Ο πίνακας που ακολουθεί παρουσιάζει μία πρώτη καταγραφή των κατηγοριών προβλημάτων διανομών που συναντά κανείς στην πράξη.

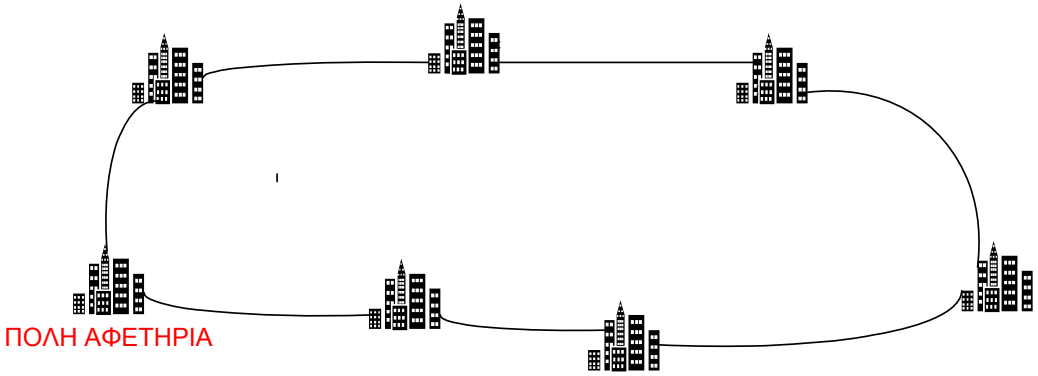
Χαρακτηριστικά	***Επιλογές***
Μέγεθος του Στόλου Αριθμός Οχημάτων	 Ένα ή πολλαπλά
Έδρα του Στόλου	Μία ή πολλαπλές
Είδος ζήτησης	Στους κόμβους ή στα τόξα ή και στα δύο
Είδος δικτύου	Με κατευθύνσεις στα τόξα ή όχι, ή μεικτό
Χωρητικότητα Οχημάτων	Όλες ίδιες, ή διαφορετικές ή απεριόριστες
Χρονικό Παράθυρο στις εργασίες	Με παράθυρο ή μεικτό
Είδος εκτελούμενων εργασιών	Παράδοση- Παραλαβή ή και τα δύο
Στόχοι	Ελαχιστοποίηση συνολικών κόστους διαδρομών, ελαχιστοποίηση σταθερού και μεταβαλλόμενου κόστους, ελαχιστοποίηση αριθμού οχημάτων, κ.α.

Στη διπλωματική αυτή εργασία θα ασχοληθούμε κυρίως με δύο από τις μορφές των προβλημάτων Διανομής, το πρόβλημα του Περιοδεύοντος Πωλητή, που είναι πρόβλημα Διανομής με ένα όχημα και με το πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων, που είναι πρόβλημα Διανομής με πολλαπλά οχήματα.

1.3. Εισαγωγή στο πρόβλημα του Περιοδεύοντος Πωλητή (Traveling Salesman Problem, T.S.P)

Το πρόβλημα του Περιοδεύοντος Πωλητή (T.S.P) είναι η απλούστερη μορφή που εμφανίζεται στα προβλήματα διανομών. Είναι ένα κλασικό πρόβλημα βελτιστοποίησης, όπου ένας πωλητής πρέπει να επισκεφθεί όλες τις πόλεις από μια φορά, διανύοντας τη μικρότερη δυνατή διαδρομή και να επιστρέψει στο σημείο αφετηρίας.

Το πρόβλημα αυτό είναι το βασικό πρόβλημα Διανομής με ένα όχημα (Σχήμα 1.3)



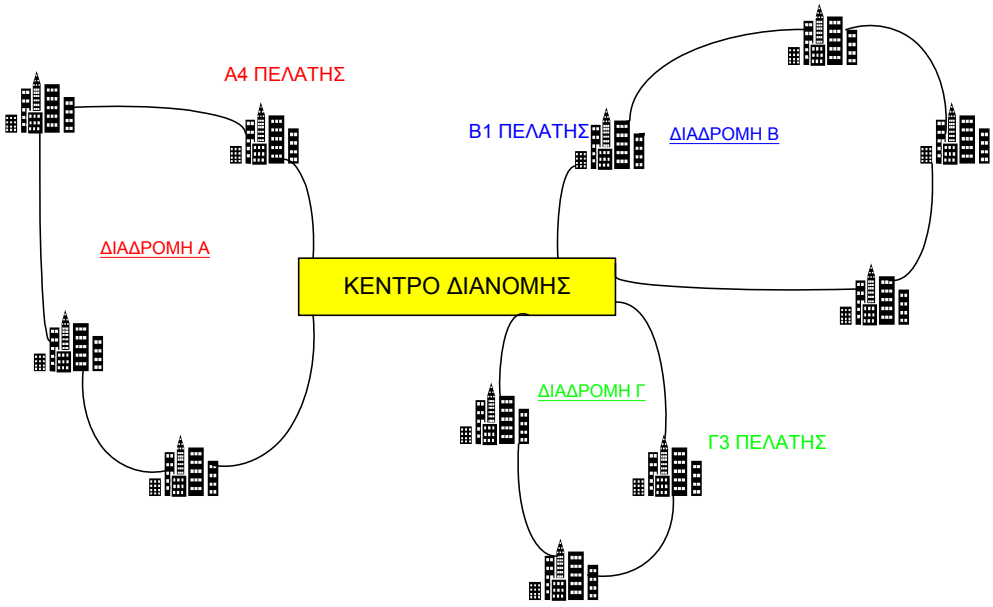
Σχήμα 1.3

Στην απλούστερη εκδοχή αυτού του προβλήματος δεν υπάρχει διαφοροποίηση στη ζήτηση μεταξύ των κόμβων. Δεν υπάρχουν καταρχήν περιορισμοί όσον αφορά τη σειρά που πρέπει να ακολουθήσει το όχημα προκειμένου να επισκεφθεί τα σημεία πώλησης, δεν υπάρχουν περιορισμοί σχετικά με την ώρα που θα πρέπει να επισκεφθεί το κάθε σημείο και ούτε υπάρχουν περιορισμοί χωρητικότητας του οχήματος. Θα μελετήσουμε το πρόβλημα του περιοδεύοντα πωλητή διεξοδικότερα στο επόμενο κεφάλαιο.

1.4. Εισαγωγή στο πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων (Vehicle Routing Problem-V.R.P.).

Μία προφανής και πολύ συνηθισμένη επέκταση του παραπάνω προβλήματος είναι αυτή που αντί για ένα όχημα πρέπει να δρομολογήσουμε ένα στόλο από οχήματα.

Το ζητούμενο εδώ είναι να δημιουργήσουμε ένα σύνολο από διαδρομές (routes), μια διαδρομή για κάθε όχημα, με στόχο να καλυφθούν όλοι οι κόμβοι διανύοντας τη μικρότερη δυνατή συνολική απόσταση (Σχήμα 1.4)



Σχήμα 1.4

Κάθε κόμβος πρέπει να δεχθεί επίσκεψη από ένα όχημα ενώ κάθε όχημα μπορεί να επισκεφθεί περισσότερους από έναν κόμβο.

Σύμφωνα λοιπόν με τα παραπάνω το βασικό πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων έγκειται στο να δρομολογηθούν τα οχήματα με τέτοιον τρόπο ώστε όλοι οι πελάτες να εξυπηρετούνται και παράλληλα να ελαχιστοποιείτε ο συνολικός χρόνος και το συνολικό κόστος.

Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό των προβλημάτων δρομολόγησης είναι το μέγεθος των προβλημάτων αυτών όσο αυξάνεται ο αριθμός των κόμβων. Σε ένα δίκτυο n κόμβων υπάρχουν n! διαφορετικοί τρόποι δρομολόγησης ενός οχήματος.

1.4.1. Προβλήματα που συναντώνται στην πραγματικότητα.

Το βασικό Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων αγνοεί πάρα πολλούς περιορισμούς και προεκτάσεις που συχνά συναντώνται στην πραγματικότητα.

Όπως:

- Κάποιοι πελάτες να μπορούν να δεχθούν επίσκεψη μόνο σε δεδομένο χρόνο (time window) για παράδειγμα κατά τη διάρκεια των ωρών εργασίας ή όχι.
- Το πρόβλημα (όπως μάλιστα το δικό μας) να εμπεριέχει ταυτόχρονα και διανομές και παραλαβές. Επίσης μπορεί να αναμιγνύει τις παραλαβές με τις διανομές σε μία μόνο διαδρομή ενός οχήματος.

Ή τελικά να προϋποθέτει πρώτα την εκτέλεση των διανομών και έπειτα την εκτέλεση των παραλαβών (backhauling).

- Υπάρχει περίπτωση κάποια διαδρομή ενός οχήματος να είναι τόσο μικρή ώστε το όχημα αυτό να μπορεί να κάνει περισσότερες από μία διαδρομές μέσα στον χρόνο Τ που λειτουργεί η εταιρεία ή αντίθετα να είναι τόσοι πολλοί οι πελάτες της διαδρομής του ώστε να μην προλαβαίνει μέσα στον χρόνο Τ να τους εξυπηρετήσει όλους.
- Εκτός από τους πελάτες χρονικά παράθυρα ενδέχεται να έχουν και τα οχήματα. Πιο συγκεκριμένα ωράριο οδηγών ή περιορισμοί στην κυκλοφορία των οχημάτων κ.α..
- Επίσης ένα άλλο πρόβλημα που συναντάται στην πραγματικότητα είναι η χωρητικότητα των οχημάτων. Έτσι ενδέχεται σε μία διαδρομή για την ταχύτερη εξυπηρέτηση των πελατών να χρειαστούν περισσότερα από ένα οχήματα.
- Τέλος κάτι που πρέπει επίσης να ληφθεί υπ' όψιν είναι οι υπόλοιπες δραστηριότητες κατανάλωσης χρόνου, οι οποίες υπολογίζονται επιπλέον στον χρόνο ταξιδιού του οχήματος. Τέτοιοι χρόνοι είναι αυτοί που χρειάζεται ένα όχημα να επιλέξει τα προϊόντα που θα μεταφέρει, να φορτωθεί ή να ξεφορτωθεί, ακόμη και η αναμονή στο κέντρο διανομής για την φόρτωση .Στις δραστηριότητες αυτές κατανάλωσης του χρόνου εμπεριέχονται και τυχόν αβαρίες, κυκλοφοριακό κ.α.

Οι παραπάνω περιορισμοί είναι πολύ λίγοι σε σχέση με αυτά πραγματικά που συναντώνται στα προβλήματα δρομολόγησης. Ωστόσο το Βασικό Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων δεν αλλάζει ουσιαστικά την φύση του.

Εάν χρησιμοποιήσουμε υβριδικές μεθόδους μπορούμε να προσαρμόσουμε κατάλληλα τις περιπτώσεις που θα συναντήσουμε στο βασικό πρόβλημα Δρομολόγηση Οχημάτων.

1.4.2 Επίπεδο εξυπηρέτησης πελατών στο πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων (VRP).

Ο χρόνος ο οποίος απαιτείται για την εξυπηρέτηση των πελατών είναι μία από τις σημαντικότερες παραμέτρους σε ένα Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων και αποτελεί μέτρο του επιπέδου εξυπηρέτησης. Εφόσον η ζήτηση του πελάτη είναι μία δυναμική, μη περιοδική διαδικασία, οποιαδήποτε προσπάθεια ορισμού του Προβλήματος Δρομολόγησης Οχημάτων για μια δεδομένη χρονική περίοδο πρέπει να είναι μια προσέγγιση μιας αυθαίρετης επιβαλλόμενης ζήτησης.

Τέτοιες προσεγγίσεις είναι οι ακόλουθες:

i) Τυπική Περίοδος. Είναι η περίπτωση κατά την οποία οι πελάτες είναι συγκεκριμένοι και οι απαιτήσεις τους τυπικές σε συγκεκριμένη χρονική

περίοδο. Παραδείγματος χάρη ένας πελάτης αναμένετε να παραγγείλει μία φορά κάθε t ημέρες, δέχεται επίσκεψη T/t φορές κατά την περίοδο των T ημερών και αυτές οι επισκέψεις να είναι t±ε μεταξύ τους, για μικρές τιμές του ε. Οι καθορισμένες διαδρομές που προκύπτουν από τη λύση του Προβλήματος Δρομολόγησης Οχημάτων συχνά γνωστοποιούνται και έτσι κάθε πελάτης γνωρίζει πότε θα πρέπει να περιμένει επίσκεψη.

ii) Διακεκομμένου χρόνου (cut-off time). Παραγγελίες που γίνονται τις προηγούμενες T ημέρες, διανέμονται ή παραλαμβάνονται στις επόμενες T ημέρες. Το Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων για μια περίοδο T-ημερών είναι τότε απολύτως καθορισμένο. Ωστόσο, με ένα τέτοιο σύστημα, παραγγελίες που παραλαμβάνονται κατά τη διάρκεια της τρέχουσας περιόδου T-ημέρες και οι οποίες μπορεί ή έπρεπε να διανεμηθούν στην τρέχουσα περίοδο, αγνοούνται μέχρι την επόμενη. Άρα θα διαπιστωθεί πρόβλημα ως προς την εφικτότητα εκτέλεσης ορισμένων παραγγελιών σε ορισμένες περιόδους.

iii) Αργά μετακινούμενες προτεραιότητες πελατών. Μια συχνά χρησιμοποιούμενη εναλλακτική για τον ορισμό περιόδου, όπως και στις δύο προηγούμενες περιπτώσεις, είναι να τεθεί μια προτεραιότητα σε κάθε πελάτη σύμφωνα με το χρόνο που υπολείπεται μέχρι την ημερομηνία που πρέπει να δεχθεί ο πελάτης την επίσκεψη (έστω T ημέρες μετά την επιβεβαίωση της παραγγελίας).Όσο λιγότερος χρόνος απομένει τόσο υψηλότερη είναι η προτεραιότητα που έχει ο πελάτης.

1.5 Εισαγωγή στο Πρόβλημα Διανομής και Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα

Τελευταία τα προβλήματα Διανομών αντιμετωπίζονται με μεγάλη επιτυχία χρησιμοποιώντας την τεχνολογία των Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων (Γ.Π.Σ.). Ένα μεγάλο πλήθος των πληροφοριών που είναι διαθέσιμες σε μια επιχείρηση έχουν μια γεωγραφική συνιστώσα. Όπως αναφέρουν και οι Baker και Baker «το 85% των βάσεων δεδομένων περιέχουν ένα είδος γεωγραφικών πληροφοριών», όπως διευθύνσεις δρόμων, πόλεις, ταχυδρομικούς κώδικες, κ.λ.π.

Ένα Γεωγραφικό Πληροφοριακό Σύστημα δίνει τη δυνατότητα να έχουμε οπτική επαφή με ένα μεγάλο όγκο πληροφοριών γρήγορα και εύκολα, να δούμε τις σχέσεις μεταξύ των δεδομένων καθώς και να εμφανίσουμε τα αποτελέσματά μας πάνω σε ένα χάρτη.

Θα αναφερθούμε περισσότερο στα Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα και τις εφαρμογές τους στο παρακάτω κεφάλαιο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο

ΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΚΑΙ ΟΙ ΠΡΟΕΚΤΑΣΕΙΣ ΤΟΥΣ

2.1. Εισαγωγή

Τα προβλήματα Διανομών εμφανίζονται σε πολλές μορφές, ανάλογα με το πόσο περίπλοκο ή όχι είναι το επιχειρηματικό περιβάλλον. Σε προβλήματα Διανομής με ένα όχημα συναντάμε το πρόβλημα του Περιοδεύοντος Πωλητή ενώ σε προβλήματα Διανομής με περισσότερα Οχήματα, το πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων. Στο κεφάλαιο αυτό θα παρουσιαστούν διεξοδικότερα τα προβλήματα αυτά και θα δοθούν κάποια μαθηματικά πρότυπα που έχουν παρουσιαστεί κατά καιρούς σε διάφορες επιστημονικές δημοσιεύσεις.

2.2. Το πρόβλημα Διανομής με ένα όχημα ή Πρόβλημα Περιοδεύοντος Πωλητή (Π.Π.Π. ή T.S.P.)

Το πρόβλημα Περιοδεύοντος Πωλητή έγκειται όπως αναφέραμε και στο προηγούμενο κεφάλαιο στο ότι ένας πωλητής ξεκινάει από μια πόλη – αφετηρία και πρέπει να περάσει από ένα σύνολο από πόλεις και να καταλήξει πάλι στην πόλη – αφετηρία, αφού έχει διανύσει τη μικρότερη δυνατή διαδρομή και έχει επισκεφθεί από μία μόνο φορά την κάθε πόλη.

Για να περιγράψουμε καλύτερα το πρόβλημα αυτό, θεωρούμε ένα δίκτυο με κόμβους 0,1,2,....,N, με τόξα (i,j) όπου i≠j και μήκος τόξου C_{ij}. Ο κόμβος Ο αντιπροσωπεύει την πόλη- αφετηρία. Για λόγους ευκολίας ορίζετε ο κόμβος N+1 ο οποίος είναι ο αρχικός κόμβος Ο, μόνο που τώρα αντιπροσωπεύει τον τελικό κόμβο.

Το πρόβλημα λοιπόν είναι η εύρεση της ελάχιστης διαδρομής προκειμένου να επισκεφθεί ο πωλητής όλες τις πόλεις και να επιστρέψει στην αφετηρία. Εύκολα διαπιστώνει κανείς ότι το πρόβλημα αυτό είναι το πρόβλημα δρομολόγησης ενός οχήματος.

Η μαθηματική του διατύπωση είναι η εξής:

Ορίζουμε $x_{ij} = \begin{cases} 1, \text{ εάν στο δρομολόγιο του οχήματος περιλαμβάνεται η διαδρομή } i \rightarrow j \\ 0, \text{ διαφορετικά} \end{cases}$

Ζητάμε ελαχιστοποίηση της συνολικής διαδρομής και **η αντικειμενική** θα είναι

$$Z=\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}x_{ij}$$

υπό τους περιορισμούς

$\sum_{i=1}^{n} x_{ij} = 1$ για j=1,…,n $\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = 1$ για i=1,…,n και x_{ij} =0 ή 1 για όλα τα i,j

Το πρόβλημα του Περιοδεύοντος Πωλητή (T.S.P.) είναι ένα απλό πρόβλημα και βρίσκει εφαρμογές σε πολλούς τομείς. Για τον λόγο αυτό έχουν προταθεί πολλοί ακριβείς και ευρετικοί αλγόριθμοι για την επίλυση του, κάποιους από τους οποίους θα δούμε και στο επόμενο κεφάλαιο.

2.2.1. Το Πρόβλημα του Περιοδεύοντος Πωλητή με παραλαβές (Traveling Salesman Problem with Backhauls-T.S.P.B.)

Το Π.Π.Π. με παραλαβές είναι ένα πρόβλημα διανομής, με ένα όχημα, κατά το οποίο οι πελάτες χωρίζονται σε προμηθευόμενους (line haul customers)και σε προμηθευτές (backhauls customers). Θα πρέπει λοιπόν να βρεθεί ένας τρόπος εξυπηρέτησης και των δύο αυτών πελατών έτσι ώστε να διανύεται και πάλι η μικρότερη δυνατή διαδρομή.

Συνήθως σχεδιάζεται έτσι η διαδρομή ελαχίστου κόστους ώστε να ξεκινάει ο πωλητής τη διαδρομή του διανέμοντας πρώτα τα προϊόντα, δηλαδή εξυπηρετώντας πρώτα τους προμηθευόμενους πελάτες και έπειτα να συνεχίζει με τις παραλαβές από τους προμηθευτές- πελάτες. Αυτός είναι συνήθως ο τρόπος με τον οποίο κανονίζεται το πρόβλημα των διαφόρων διανομών και παραλαβών.

Χρησιμοποιώντας εργαλεία τα οποία έχουν ήδη παρουσιαστεί και άλλα που θα δοθούν παρακάτω για το Π.Π.Π. μπορούμε να αναπτύξουμε μια σχεδόν–βέλτιστη ευρετική μέθοδο και για το Π.Π.Π. με παραλαβές.

2.2.2. Το Πρόβλημα του Περιοδεύοντος Πωλητή περιορισμένης χωρητικότητας(Capacitated Traveling Salesman Problem-C.T.S.P.)

Είναι προφανές ότι στο πρόβλημα του Περιοδεύον Πωλητή, ο πωλητής ενδέχεται σε κάποια διαδρομή να αντιμετωπίσει πρόβλημα όσον αφορά τη χωρητικότητα του οχήματος του. Και επειδή ο πωλητής πρέπει να ορίσει έτσι

την διαδρομή του ώστε να διανύσει αυτή που θα έχει και το μικρότερο κόστος, περνώντας μια μόνο φορά από κάθε πόλη, είναι σίγουρο ότι το πρόβλημα περιορισμένης χωρητικότητας θα τον απασχολήσει.

Το πρόβλημα περιορισμένης χωρητικότητας έχει μελετηθεί σε πολύ μεγάλο βαθμό από τις αρχές της δεκαετίας του ’60 και τα τελευταία χρόνια έχουν παρουσιαστεί πολλές ευρετικές και ακριβείς προσεγγίσεις για την επίλυση του. Έτσι τα μεγαλύτερα προβλήματα που μπορούν να λυθούν με την χρήση των πιο ακριβών και αποτελεσματικών αλγορίθμων που έχουν προταθεί μέχρι σήμερα, αποτελούνται από 50 το πολύ πελάτες, παρ’ όλο που σε αρκετές περιπτώσεις έχει δοθεί λύση και σε ορισμένες εξειδικευμένες εφαρμογές. Τα προβλήματα που εμφανίζονται σε πραγματικές περιπτώσεις μπορούν να επιλυθούν μόνο με τη χρήση ευρετικών μεθόδων. Σχετικά με την ακριβή επίλυση του προβλήματος περιορισμένης χωρητικότητας, υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός προσεγγίσεων που στηρίζονται στην τεράστια και επιτυχημένη έρευνα που έχει γίνει τα τελευταία χρόνια για την ακριβή επίλυση του Π.Π.Π.

Οι πιο αποτελεσματικοί αλγόριθμοι ήταν αυτοί της διακλάδωσης και οριοθέτησης. Πρόσφατα όμως προτάθηκαν πιο σύνθετα όρια όπως αυτά που στηρίζονται σε Λαγκρανζιάνες χαλάρωσης.

Τελικά το Π.Π.Π. περιορισμένης χωρητικότητας συνίσταται στην εύρεση k απλών διαδρομών με ελάχιστο κόστος, οι οποίες ορίζονται σαν το άθροισμα του κόστους των τόξων που αναπαριστούν τις διαδρομές έτσι ώστε:

- Κάθε διαδρομή επισκέπτεται την κορυφή O, δηλαδή το κέντρο διανομής.
- Κάθε κορυφή δέχεται επίσκεψη από ακριβώς μία διαδρομή
- Το άθροισμα της ζήτησης των κορυφών που επισκέπτεται μια διαδρομή δεν μπορεί να ξεπεράσει την χωρητικότητα Q του οχήματος του πωλητή.

2.2.3. Το Πρόβλημα του Περιοδεύοντος Πωλητή με Χρονικά Παράθυρα (Traveling Salesman Problem with Time Windows-T.S.P.T.W.)

Το Π.Π.Π. με χρονικά παράθυρα είναι ένα δύσκολο πρόβλημα πάνω στο οποίο πολύ λίγα έχουν παρουσιαστεί μέχρι σήμερα.

Επειδή ο πωλητής του προβλήματος μας επισκέπτεται μια μόνο φορά την κάθε πόλη διανύοντας την ελάχιστη δυνατή διαδρομή, αν κάποιος πελάτης στην πόλη A έχει κάποιο χρονικό παράθυρο και το ίδιο συμβαίνει και με έναν πελάτη στην πόλη B και τα χρονικά παράθυρα των δύο αυτών πελατών δεν μπορούν να δεχθούν επίσκεψη πάνω στην συγκεκριμένη διαδρομή του πωλητή τότε κάποιος πελάτης δεν θα εξυπηρετηθεί επιτυχώς.

Αν βέβαια οι πελάτες είχανε πολλαπλά χρονικά παράθυρα το πρόβλημα μας θα γινότανε πιο απλό, γιατί ένα ή περισσότερα από αυτά τα χρονικά παράθυρα θα μπορούσανε να χρησιμοποιηθούν για τις παραδόσεις. Σε Π.Π.Π. συχνά χρησιμοποιείτε μια κατασκευή γνώσης χωρίς κρίση, βασισμένη σε μια δυναμική επείγουσα καταχώρηση των πελατών ακολουθούμενη από μια απλή ανταλλαγή κόμβων βελτίωσης στην γνώση χωρίς κρίση. Αναφέρονται υπολογιστικά αποτελέσματα σε προβλήματα όπου ο αριθμός των χρονικών παραθύρων ανά πελάτη είναι το πολύ δύο.

2.3. Το πρόβλημα Διανομής με πολλαπλά οχήματα ή Βασικό Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων. (Β.Π.Δ.Ο. ή V.R.P.)

Το βασικό Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων είναι αρκετά πιο περίπλοκο από το πρόβλημα του Περιοδεύοντα Πωλητή. Στην περίπτωση αυτή στόχος μας είναι να δημιουργήσουμε όχι ένα, αλλά k δρομολόγια, όπου k είναι ο αριθμός των οχημάτων.

Το Β.Π.Δ.Ο. μαθηματικά διατυπώνεται ως εξής:

Έστω ότι i=1 είναι η κεντρική αποθήκη ή το κέντρο διανομής. Τότε i=2,3,4....,n θα είναι οι πελάτες μας.

Θεωρούμε ότι ο πελάτης i έχει ζήτηση q_i ποσότητα προϊόντων και το κόστος μετάβασης από τον πελάτη i στον j ορίζετε ως C_{ij}. Εάν τώρα διαθέτουμε k οχήματα που εκτελούν τις μεταφορές, η χωρητικότητα του οχήματος k θα είναι Q_k.

Υποθέτουμε ότι όλοι οι πελάτες και τα οχήματα θα εξυπηρετούν με φθίνουσα σειρά τα q_i και Q_k.

Επίσης πρέπει να σημειωθεί πως σε κάθε όχημα θα αντιστοιχεί μια διαδρομή η οποία θα ξεκινάει και θα καταλήγει στο κέντρο διανομής. Στην απλούστερη μορφή του το Π.Δ.Ο. μπορεί να αποδοθεί κάνοντας τις παρακάτω υποθέσεις. Έστω ότι ο στόλος των οχημάτων είναι ομοιογενής και δεν έχουμε περιορισμούς με χρονικά παράθυρα, τότε η αντικειμενική συνάρτηση που θα έχουμε προς ελαχιστοποίηση θα είναι:

$$\text{Min} \sum_{v} \sum_{ij} c_{ij} x_{ij}^{v}$$

υπό τους περιορισμούς

$$\sum_{ij} q_i x_{ij}^{\nu} \le Q_k \qquad \text{και} \qquad x=[x_{ij}^{\nu}] \in S^*$$
$$\forall \nu = 1,2,..,k$$

Όπου C_{ij} είναι η απόσταση που διανύουν τα οχήματα, ή το κόστος του ταξιδιού από το i στο j.

$$x_{ij}^{\nu} = \begin{cases} 1, & \text{εάν i και j ενώνονται στη διαδρομή ν} \\ 0, & \text{αλλιώς} \end{cases}$$

όπου S* το σετ όλων των κ λύσεων του περιοδεύοντα πωλητή.

Τα Π.Δ.Ο. αντιμετωπίζονται με επιτυχία χρησιμοποιώντας διάφορους αλγορίθμους. Στους περισσότερους από αυτούς τους αλγόριθμους εφαρμόζεται μια μεθοδολογία «2-φάσεων» την οποία θα δούμε στο επόμενο κεφάλαιο.

2.3.1. Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με παραλαβές (Vehicle Routing Problem with Backhauls-V.R.P.B.)

Στο πρόβλημα αυτό δρομολόγησης οχημάτων το σύνολο των πελατών V χωρίζεται σε δύο υποσύνολα. Έστω ότι ονομάζουμε το πρώτο υποσύνολο L και ότι αυτό αποτελείται από n πελάτες καθένας από τους οποίους απαιτεί να του παραδοθεί μια συγκεκριμένη ποσότητα προϊόντων από το Κέντρο Διανομής. Ονομάζουμε αυτούς του πελάτες, πελάτες παράδοσης (Linehaul customers) ή προμηθευόμενους. Έστω τώρα ότι το δεύτερο υποσύνολο πελατών το ορίζουμε B και αποτελείται από m πελάτες από τους οποίους πρέπει να παραληφθεί μια συγκεκριμένη ποσότητα προϊόντων. Τους πελάτες αυτούς τους ονομάζουμε πελάτες παραλαβής (Backhaul Customers) ή προμηθευτές. Το σύνολο των πελατών είναι αριθμημένο έτσι ώστε L={1,.....,n} και B={n+1,....,n+m}.

Θεωρούμε λοιπόν το Π.Δ.Ο. με παραλαβές ότι μπορεί να καθοριστεί από ένα σύνολο διαδρομών των οχημάτων που επισκέπτονται όλους τους πελάτες με τέτοιο τρόπο ώστε:

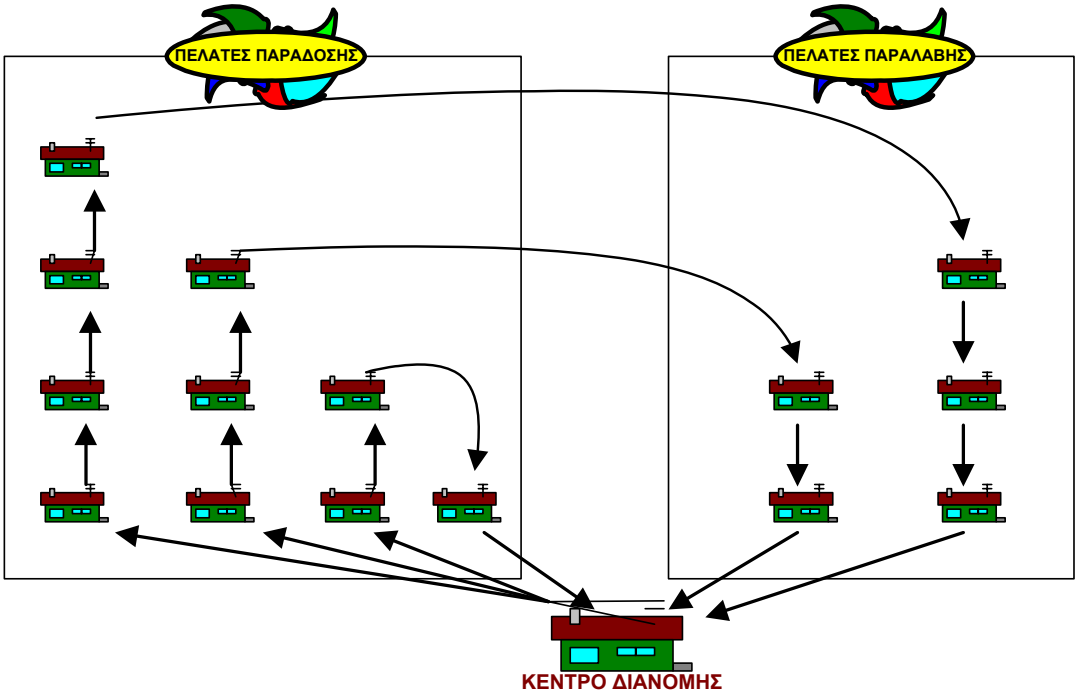
- Κάθε όχημα πραγματοποιεί μια διαδρομή και κάθε διαδρομή επισκέπτεται το κέντρο διανομής (αποθήκη).
- Σε κάθε διαδρομή το συνολικό φορτίο λαμβάνει υπόψη και τους προμηθευόμενους και τους προμηθευτές και δεν ξεπερνά την χωρητικότητα του οχήματος. Δηλαδή αν q_i είναι η ζήτηση τότε $Q_k \geq \max\{q(L),q(B)\}$ και k=1.
- Στην κάθε διαδρομή ορίζουμε έναν περιορισμό προτεραιότητας σύμφωνα με τον οποίο, κάθε φορά που σε μια διαδρομή εξυπηρετούνται και πελάτες παράδοσης και πελάτες παραλαβής, οι πελάτες του πρώτου υποσυνόλου πρέπει να εξυπηρετηθούν πριν από αυτού του δεύτερου.

Και τέλος

- Θα πρέπει η συνολική απόσταση που διανύεται από τα οχήματα να ελαχιστοποιείται

Για την λύση του Π.Δ.Ο. με παραλαβές προτάθηκαν μέχρι σήμερα πολλοί ευρετικοί αλγόριθμοι οι οποίοι είναι προεκτάσεις του Π.Δ.Ο.

Ο πρώτος αλγόριθμος που προτάθηκε για την επίλυση του V.R.P. με παραλαβές ήταν από τους Deif και Bodin το 1984 και αποτελεί μια επέκταση του πολύ γνωστού αλγορίθμου του Π.Δ.Ο. των Clark και Wright (1964).

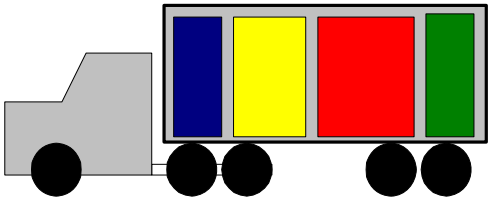


Επίσης πρέπει να αναφέρουμε ότι στην περίπτωση που κάποιος πελάτης i σχετίζεται με δύο ποσότητες προϊόντων έστω d_i και p_i που δηλώνουν τη ζήτηση όμοιων προϊόντων που πρέπει να παραδοθούν και να παραληφθούν

αντίστοιχα από τον πελάτη i τότε μπορούμε να ορίσουμε μία μόνο ποσότητα ζήτησης έστω την $d_i=d_i-p_i$ αν $d_i>p_i$ ή $p_i=p_i-d_i$ αν $p_i>d_i$ που δηλώνει την καθαρή διαφορά μεταξύ των ζητήσεων διανομής και παραλαβής.

2.3.2. Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με πολλαπλά προϊόντα

Σε πολλά προβλήματα Δρομολόγησης Οχημάτων απαιτείται διαχωρισμός των οχημάτων σε τμήματα ανάλογα με τη χωρητικότητα τους και το είδος των προϊόντων προς μεταφορά. Έτσι ενδέχεται να υποδιαιρεθεί ένα όχημα σε διαμερίσματα καθένα από τα οποία χαρακτηρίζεται από τη χωρητικότητά του.



Διαφορετικά προϊόντα αποθηκεύονται σε διαφορετικά διαμερίσματα. Τέτοια προβλήματα εμφανίζονται σε διανομές καυσίμων, τροφίμων κ.α. και αφορούν προβλήματα τοποέθτησης κιβωτίων (bin-packing).

2.3.3. Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με πρόβλημα τοποθέτησης κιβωτίων (V.R.P.B.P.P.)

Το πρόβλημα τοποθέτησης κιβωτίων είναι ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που έχει να αντιμετωπίσει και ο Περιοδεύοντας Πωλητής και το Όχημα του Προβλήματος Δρομολόγησης.

Το πρόβλημα τοποθέτησης κιβωτίων βρίσκει πολλές εφαρμογές στην επίλυση πραγματικών προβλημάτων.

Σε μια κλασσική περίπτωση bin-packing σε κιβώτια τα οποία δεν έχουν την ίδια χωρητικότητα δίνεται μια λίστα από αντικείμενα $L=(\alpha_1,\alpha_2,\ldots,\alpha_n)$ καθένα με μέγεθος $s(\alpha i)\in(0,1]$ και ζητείται η τοποθέτηση τους στον ελάχιστο αριθμό κιβωτίων.

Αν οι τύποι των κιβωτίων είναι $B^1,B^2,\ldots,B^l$ με μεγέθη $l=s(B^1)\succ s(B^2)\succ\ldots\succ s(B^l)$ θεωρούμε ότι υπάρχει απεριόριστος αριθμός κιβωτίων όλων των μεγεθών.

Σκοπός τώρα είναι η τοποθέτηση των αντικειμένων στα κιβώτια έτσι ώστε να χρησιμοποιηθεί η ελάχιστη δυνατή χωρητικότητα. Έχουν προταθεί διάφοροι αλγόριθμοι επίλυσης όπως οι ακόλουθοι:

- Αλγόριθμος Next Fit (NF)

  Σύμφωνα με αυτόν ένα αντικείμενο α_i τοποθετείται στο ανοικτό κιβώτιο που υπάρχει αν χωράει. Αν στο κιβώτιο αυτό δεν υπάρχει χώρος το κιβώτιο κλείνει και ανοίγει το επόμενο που δέχεται ως πρώτο του αντικείμενο το α_i.

- Αλγόριθμος First Fit (FF)

  Ο αλγόριθμος αυτός αποτελεί γενίκευση του προηγουμένου. Στην περίπτωση αυτού όλα τα κιβώτια παραμένουν ανοικτά και αν ένα αντικείμενο α_i δεν χωράει σε κανένα από αυτά ανοίγει κάποιο άλλο νέο κιβώτιο. Αυτό σημαίνει ότι όλα τα κιβώτια παραμένουν ανοικτά μέχρι να ολοκληρωθεί η τοποθέτηση αντικειμένων.

- Αλγόριθμος Next Fit Decreasing (NFD)

  Η λογική του αλγόριθμου αυτού στηρίζεται στην ταξινόμηση των αντικειμένων που πρόκειται να τοποθετηθούν στα κιβώτια. Τα αντικείμενα ταξινομούνται έτσι ώστε $s(\alpha_1) \geq s(\alpha_2) \geq ..... \geq s(\alpha_n)$. Έτσι προκύπτει μία νέα λίστα L στην οποία εφαρμόζεται ο αλγόριθμος Next Fit.

- Αλγόριθμος First Fit Decreasing (FFD)

  Όπως και ο Next Fit Decreasing έτσι και αυτός ταξινομεί τα αντικείμενα σε φθίνουσα σειρά αλλά αυτός μετά την ταξινόμηση εφαρμόζει τον αλγόριθμο First Fit.

2.3.4. Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με χρονικά παράθυρα και κόστη αναμονής(Vehicle Routing Problem with Time Windows-V.R.P.T.W.)

Λαμβάνοντας υπ' όψιν ένα στόλο οχημάτων ενός κέντρου διανομής και ένα σύνολο ενεργειών που ολοκληρώνονται μέσα στο αντίστοιχο ορισμένο χρονικό παράθυρο στόχος μας είναι το ελάχιστο πρόγραμμα δαπανών του στόλου για την εκτέλεση όλων των ενεργειών.

Ένα σύνολο οχημάτων πρέπει να εκτελέσει κάποιες ενέργειες ξεκινώντας και καταλήγοντας στην ίδια πάντα αποθήκη ή κέντρο διανομής.

Η διάρκεια διαδρομής μπορεί να περιλάβει τους χρόνους φόρτωσης εκφόρτωσης, το χρόνο ταξιδιού καθώς και οποιαδήποτε μη απασχόλησης χρόνο που μπορεί να προκύψει.

Η δομή δαπανών του προβλήματος είναι ευδιαχώριστη με το όχημα και εξαρτάται από τις σταθερές του δαπάνες, τη συνολική απόσταση που καλύπτεται, τους χρόνους ταξιδιού και το χρόνο αναμονής μεταξύ δύο διαδοχικών ενεργειών.

Σε εφαρμογές προβλημάτων δρομολόγησης οχημάτων τα κόστη αναμονής αποτελούν το μισθό των οδηγών όταν είναι μη απασχολήσιμοι ή το ενοίκιο των οχημάτων όταν αυτά ενοικιάζονται με την ώρα και δεν χρησιμοποιούνται.

Τα κόστη αναμονής είναι σημαντικά στην πραγματικότητα και ευρέως διαδεδομένα.

Όταν όλα τα χρονικά τώρα παράθυρα αντιπροσωπεύουν ένα ενιαίο χρονικό σημείο, το κόστος που αναλαμβάνεται για την αναμονή μεταξύ οποιονδήποτε δύο διαδοχικών πελατών μπορεί εύκολα να υπολογιστεί δεδομένου ότι η έναρξη του χρόνου υπηρεσιών για κάθε ενέργεια είναι γνωστή.

Ένα τέτοιο κόστος αναμονής μπορεί μετά εύκολα να προστεθεί στο κόστος του ταξιδιού μεταξύ των αντίστοιχων δύο ενεργειών και να παραχθεί ένα συνολικό κόστος.

Αφετέρου όταν τα χρονικά παράθυρα επιτρέπουν κάποια ελαστικότητα η έναρξη του χρόνου υπηρεσιών κάθε ενέργειας δεν είναι γνωστή επομένως τα κόστη αναμονής δεν μπορούν να οριστούν ως εισαγωγή στη διαδικασία βελτιστοποίησης.

Στην περίπτωση αυτή για να απλοποιηθεί το πρόβλημα μπορούμε να προσεγγίσουμε το χρόνο αναμονής μεταξύ δύο διαδοχικών ενεργειών μέχρι τον ελάχιστο χρόνο αναμονής μεταξύ διαδοχικών ενεργειών και να ληφθεί μία δομή δαπανών παρόμοια με αυτήν της περίπτωσης χωρίς χρονικά παράθυρα.

2.4. Πρόβλημα Διανομής και Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα.

Όπως αναφέραμε και στο προηγούμενο κεφάλαιο τελευταία τα προβλήματα διανομών αντιμετωπίζονται με μεγάλη επιτυχία χρησιμοποιώντας την τεχνολογία των Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων.

Ένα Γεωγραφικό Πληροφοριακό Σύστημα είναι ένα ολοκληρωμένο σύστημα υλικού και λογισμικού Ηλεκτρονικών Υπολογιστών σχεδιασμένο για να δημιουργεί, να διαχειρίζεται, να αναλύει και να παρουσιάζει αποδοτικά όλους

τους τύπους και τις σχέσεις δεδομένων που έχουν χωρική και γεωγραφική διάσταση.

Ένα Γ.Π.Σ. αποτελείται από:

- ✓ εξειδικευμένο λογισμικό που επιτρέπει σύνθετες λειτουργίες
- ✓ σύνολο ψηφιακών χαρτών
- ✓ βάσεις δεδομένων διαφόρων κατηγοριών (π.χ. Πελατών, δημογραφικά, κ.α.)
- ✓ και το υλικό hardware, δηλαδή τον Η/Υ και ανάλογα με τις ανάγκες, εκτυπωτή, σχεδιαστή, κ.α.

Τα Γ.Π.Σ. έχουν θεωρηθεί και σαν Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων επειδή ακριβώς έχουν τη δυνατότητα να δεχθούν εξειδικευμένα προγράμματα – αλγορίθμους, στα οποία ο αναλυτής έχει αναπτύξει συγκεκριμένες μεθόδους δρομολόγησης. Άλλωστε τα Γ.Π.Σ. ενσωματώνουν μοντέλα, βάσεις δεδομένων και πολλές εφαρμογές που αναπτύχθηκαν τα τελευταία χρόνια και παρέχουν τις απαραίτητες πληροφορίες για τη λήψη αποφάσεων.

Για το Π.Δ.Ο. η πληροφόρηση που παίρνουμε από τα Γ.Π.Σ. είναι πολύ σημαντική αφού με τις δυνατότητες των Γ.Π.Σ. μπορούμε εύκολα να:

- τοποθετήσουμε τους πελάτες μας στο χάρτη
- υπολογίσουμε χρήσιμες παραμέτρους του προβλήματος όπως τη συνολική απόσταση δρομολόγησης
- προσδιορίσουμε ακριβή δρομολόγια
- επανασχεδιάσουμε δρομολόγια σε πραγματικό χρόνο ανταλλάσσοντας πελάτες μεταξύ των δρομολογίων
- εκτιμήσουμε το κόστος τροποποίησης δρομολογίων κ.α.

Ένα από τα πιο δημοφιλή πακέτα Γ.Π.Σ. που χρησιμοποιούνται για ψηφιακή χαρτογράφηση, δρομολόγηση οχημάτων και πληθώρα άλλων εφαρμογών είναι το σύστημα MapInfo της MapInfo Corperation. Άλλα γνωστά συστήματα είναι το Arcinfo, Intergraph, κ.α.

Πως χρησιμοποιείτε το σύστημα MapInfo, για το Π.Δ.Ο.

Αφού το δίκτυο που πρέπει να καλύψουμε υπάρχει σε ψηφιακό χάρτη μέσα στο Γ.Π.Σ. ακολουθούμε τα εξής πέντε βήματα:

ΒΗΜΑ1ο Στο ψηφιακό χάρτη της περιοχής που υπάρχει μέσα στο Γ.Π.Σ. τοποθετούμε το σημείο αφετηρία και τους πελάτες του προβλήματος. Η φάση

αυτή ονομάζεται γεωκωδικοποίηση (geocoding) και γίνεται αυτόματα από το Γ.Π.Σ. με βάση τις γεωγραφικές συντεταγμένες που είναι καταχωρημένες.

ΒΗΜΑ2ο Διαμορφώνουμε τον πραγματικό πίνακα αποστάσεων μεταξύ των πελατών και του σημείου εκκίνησης. Και αυτή η φάση γίνεται αυτόματα όπως και πριν.

ΒΗΜΑ3ο Εφαρμόζουμε τους αλγόριθμους δρομολόγησης σε ένα κέλυφος του Γ.Π.Σ.. Χρησιμοποιώντας τις πραγματικές αποστάσεις.

ΒΗΜΑ4ο Αξιολογούμε τα αποτελέσματα των αλγορίθμων δρομολόγησης. Η αξιολόγηση αφορά τα μεγέθη δρομολόγησης όπως πλήθος δρομολογίων, συνολική απόσταση δρομολόγησης κ.λ.π.

Στο βήμα αυτό αν χρειαστεί μπορούμε να επέμβουμε για προσαρμογές (π.χ. αλλαγή πελάτη σε άλλο δρομολόγιο)

Στο ***5οΒΗΜΑ*** τέλος, δείχνουμε οπτικά τα αποτελέσματα των παραπάνω μεθόδων στον ψηφιακό χάρτη του Γ.Π.Σ.

Αξιολογούμε στον ψηφιακό χάρτη της περιοχής τα δρομολόγια και επιλέγουμε αυτά που ικανοποιούν τις απαιτήσεις μας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο

ΚΛΑΣΣΙΚΟΙ ΕΥΡΕΤΙΚΟΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΥΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΟΔΕΥΟΝΤΑ ΠΩΛΗΤΗ ΚΑΙ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΣΗΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ.

3.1. Εισαγωγή

Οι κλασσικοί ευρετικοί μέθοδοι αναπτύχθηκαν κυρίως μεταξύ του 1960 και 1990, σ' αυτές τις μεθόδους ανήκουν οι περισσότερες από τις διαδικασίες επίλυσης και βελτίωσης που χρησιμοποιούνται σήμερα.

Οι ευρετικοί αυτοί μέθοδοι παρουσιάζουν μια σχετικά περιορισμένη εξερεύνηση του χώρου στον οποίο αναζητούνται οι λύσεις.

Γενικά όμως εξάγουν καλά αποτελέσματα και σε ικανοποιητικούς χρόνους υπολογισμού. Ωστόσο, πολλοί από αυτούς μπορούν να επεκταθούν έτσι ώστε να είναι δυνατός ο συνυπολογισμός ποικίλων περιορισμών τους οποίους συναντάμε σε πραγματικές εφαρμογές.

Παρακάτω αναφέρουμε μερικούς κλασσικούς ευρετικούς μεθόδους για τα προαναφερόμενα προβλήματα, αυτά του Περιοδεύοντος Πωλητή και της Δρομολόγησης Οχημάτων.

3.2. Κλασσικοί Ευρετικοί Μέθοδοι για το Πρόβλημα Περιοδεύοντος Πωλητή

Το πρόβλημα του Περιοδεύοντος Πωλητή είναι η εύρεση της μικρότερης δυνατής διαδρομής που πρέπει αυτός να ακολουθήσει ξεκινώντας από την αφετηρία, διανύοντας κάποια διαδρομή πάνω στην οποία θα επισκεφθεί Ν πελάτες (κόμβους) και θα επιστρέψει στην βάση του (αφετηρία). Για την ελαχιστοποίηση λοιπόν της συνολικής διαδρομής θα δούμε τους παρακάτω μεθόδους:

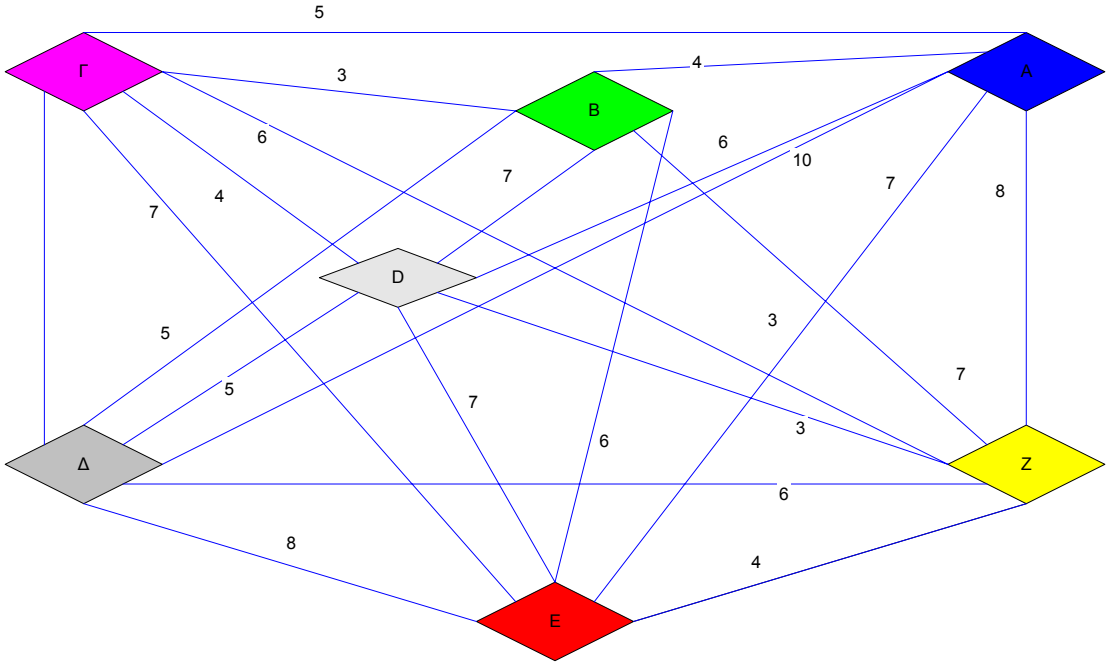
3.2.1. Ο άπληστος/ μυωπικός αλγόριθμος (η επιλογή του πλησιέστερου γείτονα)

Από κάθε κόμβο (συμπεριλαμβανομένου και του αρχικού) επιλέγουμε σαν επόμενο σταθμό τον πλησιέστερο κόμβο μεταξύ αυτών που δεν έχουμε ήδη επισκεφθεί, έτσι ώστε τελικά να επισκεφθούμε όλους τους κόμβους και να καταλήξουμε πάλι στον κόμβο- αφετηρία.

Ο κανόνας αυτός ακολουθεί την επιλογή του εκάστοτε πλησιέστερου γείτονα (nearest neighbor procedure).

Ας θεωρήσουμε το παρακάτω δίκτυο πόλεων τις οποίες πρέπει να επισκεφθεί ο πωλητής.

Η πόλη αφετηρία είναι η πόλη D και οι χρόνοι που απαιτούνται για τις επισκέψεις μεταξύ των πόλεων φαίνονται κατά μήκος των συνδέσεων- τόξων:



Σχήμα 3.1

Με βάση τον κανόνα του πλησιέστερου γείτονα ακολουθούμε την εξής διαδρομή: η πλησιέστερη στην D πόλη είναι η Z (3) άρα αυτός είναι και ο επόμενος σταθμός. Από την Z ο επόμενος σταθμός θα είναι ο E (4) και στην συνέχεια η B(6), η Γ, η Δ και τέλος η A από την οποία επιστρέφουμε στην D.

Ο συνολικός χρόνος για την κάλυψη της συνολικής απόστασης αυτής της διαδρομής (D-Z-E-B-Γ-Δ-A-D) είναι: 3+4+6+3+3+10+6=35, ενώ αν πάρουμε τη διαδρομή ξανά από την αρχή και αυτή τη φορά επιλέξουμε μετά την πόλη B να πάμε στην A αντί στην Γ τότε ο συνολικός χρόνος της διαδρομής (D-Z-E-B-A-Γ-Δ-D) θα είναι 3+4+6+4+5+3+5=30 καλύτερος από πριν.

3.2.2. Μέθοδος εξοικονόμησης απόστασης των Clark και Wright

Η μέθοδος εξοικονόμησης (Savings) είναι ένας άλλος τρόπος δρομολόγησης ενός οχήματος με σημαντική επιτυχία.

Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή ξεκινάμε θεωρώντας ότι έχουμε στη διάθεσή μας N-1 οχήματα για να επισκεφθούν N-1 κόμβους όπου ο N-οστός είναι η αφετηρία. Δηλαδή για ένα δίκτυο με 6 κόμβους θεωρούμε ότι έχουμε 5

οχήματα τα οποία ξεκινούν από τον κόμβο – αφετηρία και το καθένα επισκέπτεται κατευθείαν ένα κόμβο και επιστρέφει στην αφετηρία.

Βέβαια το ζητούμενο είναι να ευρεθεί μια δρομολόγηση όπου ένα όχημα θα επισκεφθεί όλους τους κόμβους.

Για να μειώσουμε τώρα τον αριθμό των οχημάτων πρέπει να συνδυάσουμε τις αρχικές N-1 διαδρομές.

Η μέθοδος των Clark και Wright βασίζεται στην ιδέα της εξοικονόμησης (βελτίωσης) της συνολικής απόστασης εάν συνδέσουμε δύο κόμβους μεταξύ τους.

Για ένα δίκτυο από N κόμβους ακολουθούμε την εξής διαδικασία:

1) Υπολογίζουμε την εξοικονόμηση που προκύπτει από κάθε δυνατό ζευγάρι κόμβων. Η εξοικονόμηση S_{ij} από τη σύνδεση δύο κόμβων i και j ορίζεται ως εξής: $S_{ij}=C_{1i}+C_{1j}-C_{ij}$ όπου C_{ij} η απόσταση μεταξύ των κόμβων i και j και ο κόμβος 1 είναι ο κόμβος – αφετηρία.
2) Ιεραρχούμε τις εξοικονομήσεις από τη μεγαλύτερη στη μικρότερη
3) Δημιουργούμε μια δρομολόγηση ξεκινώντας από την κορυφή της λίστας, συνδέοντας ζευγάρια κόμβων και δημιουργώντας έτσι μεγαλύτερα τόξα μέχρι να κατασκευαστεί ένα πλήρες δρομολόγιο.

Για το παράδειγμα του σχήματος 3.1. ο πίνακας εξοικονόμησης θα είναι:

	D											
A	6	A										
B	7	9	4	B								
Γ	4	5	5	7	3	Γ						
Δ	5	1	10	6	5	8	3	Δ				
E	7	6	7	7	6	6	7	5	8	E		
Z	3	1	8	2	7	3	6	3	6	5	4	Z

Στη στήλη A ο αριθμός 4 είναι ο χρόνος μεταξύ των πόλεων A και B. Ο αριθμός 9 είναι η εξοικονόμηση από την σύνδεση των A και B, A-B= (D-A)+(D-B)-(A-B)=6+7-4=9. Ο τρόπος τώρα προσδιορισμού της διαδρομής όπως προκύπτει από τον πίνακα εξοικονόμησης είναι ο εξής:

Επιλέγουμε την πρώτη πόλη την A. Στη συνέχεια από τον πίνακα στην στήλη A παρατηρούμε ότι η σύνδεση της πόλης A με την B έχει τη μεγαλύτερη εξοικονόμηση. Άρα η πόλη B επιλέγεται μετά την A για τη διαδρομή.

Συνεχίζοντας με τον ίδιο τρόπο προκύπτει η διαδρομή D-A-B-Γ-Δ-E-Z-D με χρόνο 6+4+3+3+8+4+3=31.

3.2.3. Μέθοδος παρεμβολής (Insertion)

Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή η επιλογή της θέσης που κάθε πόλη θα εισαχθεί στο δρομολόγιο εξαρτάται από το πόσο αυξάνει το κόστος παρεμβολής της διαδρομής.

Ένα μέτρο κόστους για εισαγωγή της πόλης u μεταξύ των i και j είναι το εξής: $I_i n_j = C_{iu} + C_{uj} - C_{ij}$.

Στο δίκτυο των πόλεων στο σχ. 3.1. αρχικά επιλέγουμε την πρώτη πόλη που θα επισκεφθεί ο πωλητής. Έστω ότι είναι η πόλη A.

Στη συνέχεια υπολογίζουμε τα κόστη εισαγωγής των υπολοίπων πόλεων με το παραπάνω μέτρο:

Η εισαγωγή της B μεταξύ των D και A έχει κόστος $C_{DBA} = C_{DB} + C_{BA} - C_{DA} =$ $=7+4-6=5$

Με τον ίδιο τρόπο υπολογίζουμε και τα άλλα κόστη

$C_{DΓA}=3, C_{DΔA}=9, C_{DEA}=8, C_{DZA}=5$

Έτσι λοιπόν επιλέγουμε την πόλη Γ για είσοδο πριν ή αμέσως μετά την πόλη A. Με τον ίδιο τρόπο συνεχίζουμε για τις πόλεις που δεν έχουν εισαχθεί στο δρομολόγιο.

3.2.4. Μέθοδοι βελτίωσης διαδρομών.

Η κατηγορία αυτή των μεθόδων στοχεύει στη βελτίωση των διαδρομών μιας υπάρχουσας λύσης, βασιζόμενοι στην ιδέα της αντικατάστασης εσωτερικών διαδρομών ενός δρομολογίου με άλλες, προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί το συνολικό μήκος του δρομολογίου.

Η μέθοδος που εφαρμόζεται αντικαθιστά κάθε φορά n τόξα ώστε το εφικτό δρομολόγιο που θα προκύψει να είναι καλύτερο από το προηγούμενο. Συνήθως n=2 ή 3.

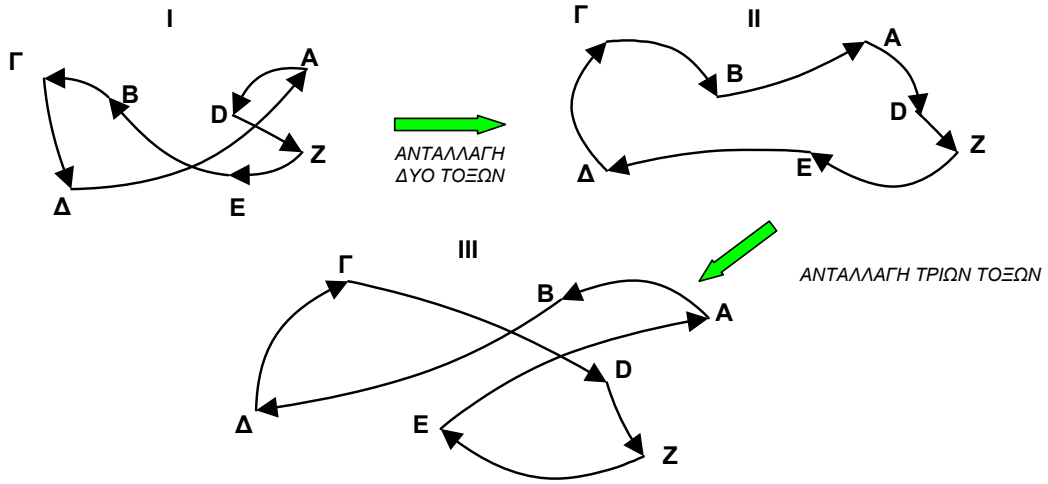
Τα βήματα που ακολουθούμε για ένα αλγόριθμο ανταλλαγής 2 τόξων είναι τα ακόλουθα:

- Κατασκευάζουμε ένα αρχικό δρομολόγιο (π.χ. με βάση τον άπληστο αλγόριθμο) Στη συνέχεια για ένα συγκεκριμένο αριθμό επαναλήψεων.
- Προσδιορίζουμε το σύνολο των υποψήφιων ζευγαριών τόξων, τα οποία θα μπορούσαν να διαγραφούν λόγω υψηλού κόστους. Από το σύνολο αυτό επιλέγουμε τα 2 τόξα τα οποία αν διαγραφούν και προστεθούν 2 άλλα τόξα θα οδηγήσουν σε καλύτερο αποτέλεσμα.
- Πραγματοποιούμε την αλλαγή των δύο τόξων και δημιουργούμε ένα νέο δρομολόγιο.
- Αν το δρομολόγιο που προέκυψε, είναι καλύτερο από το προηγούμενο το κρατάμε και συνεχίζουμε
- Καταγράφουμε το καλύτερο από τα ευρεθέντα δρομολόγια και τελειώνουμε τη διαδικασία.

Στο πρόβλημα του σχ. 3.1. σαν αρχικό δρομολόγιο θεωρούμε τη λύση από τον αλγόριθμο του πλησιέστερου γείτονα δηλαδή το δρομολόγιο D-Z-E-B-Γ-Δ-A-D με συνολικό κόστος 35.

Στη συνέχεια καθορίζεται το σύνολο των ζευγαριών των μη διαδοχικών τόξων της διαδρομής τα οποία αν αντικατασταθούν από άλλα, βελτιώνουν το κόστος της διαδρομής.

Επιλέγουμε για αντικατάσταση τα τόξα: (Ε-Β) και (Δ-Α) με μεγάλο συνολικό κόστος 6+10=16 και τα αντικαθιστούμε με τα (Ε-Δ) και (Β-Α) που έχουν συνολικό κόστος 8+4=12. Έτσι μειώνουμε το συνολικό κόστος κατά 16-12=4 χρονικές μονάδες.



Το νέο δρομολόγιο (ΙΙ) έχει συνολικό κόστος 31. Εδώ τώρα επιλέγουμε για αντικατάσταση τα τόξα (Ε-Δ), (Γ-Β) και (Α-D) κόστους 17 με τα τόξα (Ε-Α), (Β-Δ) και (Γ-D) κόστους 16. Μειώνοντας λοιπόν το συνολικό κόστος κατά μια χρονική μονάδα η νέα διαδρομή (ΙΙΙ) έχει συνολικό κόστος 30.

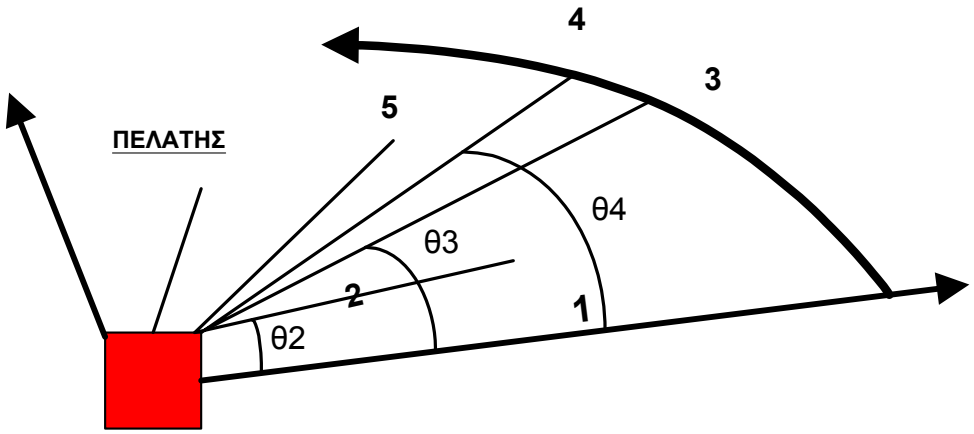
3.3. Κλασσικοί Ευρετικοί Μέθοδοι για το Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων

Το πρόβλημα δρομολόγησης πολλών οχημάτων είναι αρκετά πιο περίπλοκο από το προηγούμενο του Περιοδεύοντος Πωλητή. Στην περίπτωση αυτή στόχος μας είναι να δημιουργήσουμε όχι ένα αλλά κ δρομολόγια, όπου κ είναι ο αριθμός των οχημάτων. Τα προβλήματα αυτά αντιμετωπίζονται με επιτυχία χρησιμοποιώντας μια ποικιλία αλγορίθμων. Στους περισσότερους από αυτούς τους αλγόριθμους εφαρμόζεται η μεθοδολογία των «2-φάσεων» ή της βελτίωσης.

3.3.1. Μέθοδοι των 2 φάσεων.

Σύμφωνα με αυτής την κατηγορία μεθόδων, πρώτα κατανέμουμε τους πελάτες σε ομάδες, κάθε ομάδα και ένα δρομολόγιο και έπειτα καθορίζεται η σειρά επισκέψεων του οχήματος για το κάθε δρομολόγιο. Σύμφωνα με αυτή τη μεθοδολογία:

- Στην πρώτη φάση χωρίζονται οι κόμβοι (πελάτες) σε κ ομάδες, μια ομάδα για κάθε όχημα ακολουθώντας έναν αλγόριθμο ομαδοποίησης. Η πιο γνωστή μέθοδος για ομαδοποίηση (clustering) πελατών είναι η «μέθοδος της σάρωσης».
- Στη μέθοδο αυτή θεωρούμε ένα σύστημα πολικών συντεταγμένων το οποίο έχει σαν αρχή το σημείο αφετηρίας. Για τον προσδιορισμό των αξόνων x-y επιλέγουμε αυθαίρετα έναν πελάτη i από τον οποίο θα διέλθει ο άξονα x.
- Με βάση τον πελάτη i που έχει γωνία κλίσης θ=0 προσδιορίζονται οι κλίσεις των άλλων πελατών. Η μέθοδος ταξινομεί τις αντίστοιχες γωνίες των πελατών σε αύξουσα τάξη. Στη συνέχει σαρώνει την παραπάνω λίστα σχηματίζοντας τα δρομολόγια των οχημάτων.



ΑΦΕΤΗΡΙΑ

Στη φάση αυτή λαμβάνονται υπόψη περιορισμοί του προβλήματος όπως η χωρητικότητα του οχήματος, χρονικοί περιορισμοί κ.λ.π.

- Στη δεύτερη φάση γίνεται εσωτερική δρομολόγηση σε κάθε ομάδα χρησιμοποιώντας αλγορίθμους όπως αυτοί του Περιοδεύοντα Πωλητή. Μια από τις πιο γνωστές μεθόδους των 2 φάσεων είναι αυτή των Christofides, Mingozzi και Toth.

3.3.1.1. Η μέθοδος των 2 φάσεων των Christofides, Mingozzi και Toth.

Η πρώτη φάση αυτού του ευρετικού αλγόριθμου αποτελείται από την εφαρμογή ενός αριθμού δοκιμών για την ομαδοποίηση χρησιμοποιώντας ένα κριτήριο εκχώρησης ελαχίστου κόστους.

ΦΑΣΗ 1η

ΒΗΜΑ 1. (Ακολουθητικές δοκιμές) Επιλέγεται ένας πελάτης που δεν είναι στη διαδρομή για πελάτης- σπόρο. Επιλέγεται ένα όχημα για τον πελάτη.

ΒΗΜΑ 2. Τοποθετούνται οι πελάτες που δεν ανήκουν σε κάποια διαδρομή σε μία ομάδα. Αν όλοι οι πελάτες είναι σε ομάδες ή όλα τα οχήματα χρησιμοποιούνται πάμε στο ΒΗΜΑ 3 αλλιώς επιστρέφουμε στο ΒΗΜΑ 1.

ΒΗΜΑ 3. (Παράλληλες δοκιμές). Χρησιμοποιώντας όλους τους αρχικούς πελάτες για μια διαδρομή που βρέθηκαν στις ακολουθητικές δοκιμές απελευθερώνονται όλοι οι πελάτες από τις ομάδες τους.

ΒΗΜΑ 4. Για κάθε ελεύθερο πελάτη, υπολογίζεται το κόστος εισόδου σε σχέση με τους αρχικούς πελάτες της κάθε ομάδας, σε μια εφικτή ομάδα. Ελέγχονται όλες οι ομάδες και στην συνέχεια διατηρείται αυτή με το καλύτερο κόστος για κάθε πελάτη.

ΒΗΜΑ 5. Εκχωρείται ο πελάτης με το καλύτερο κόστος στην ομάδα που αντιστοιχεί.

ΦΑΣΗ 2η.

ΒΗΜΑ 6. Και για τις δύο ομαδοποιήσεις επιλύεται ένα Πρόβλημα Περιοδεύοντα Πωλητή και διατηρείται η καλύτερη από τις δύο λύσεις.

3.3.1.2. Ο αλγόριθμος σαρώματος των Gillet και Miller (The Sweep Algorithm)

Ο αλγόριθμος αυτός εφαρμόζεται σε δισδιάστατες περιπτώσεις του Π.Δ.Ο. Αρχικά σχηματίζονται κάποιες περιοχές από κορυφές περιστρέφοντας μια ακτίνα η οποία ξεκινάει από την αποθήκη. Αφού ταξινομηθούν οι γωνίες οι οποίες αντιστοιχούν σε κάποιους πελάτες όπως αναφέραμε στην μέθοδο σάρωσης ακολουθούμε τα παρακάτω βήματα:

ΒΗΜΑ 1. (Προσδιορισμός αρχικής διαδρομής)

Διάλεξε ένα μη χρησιμοποιούμενο όχημα κ

ΒΗΜΑ 2. (Κατασκευή διαδρομής)

Αρχίζοντας από την κορυφή που δεν ανήκει στη διαδρομή η οποία έχει τη μικρότερη γωνία θ, ανέθεσε κορυφές στο όχημα κ έτσι ώστε να μην υπερβείς την χωρητικότητα του ή το μήκος της διαδρομής.

Αν απομένουν και άλλες κορυφές που δεν ανήκουν στη διαδρομή επέτρεψε στο ΒΗΜΑ1.

ΒΗΜΑ 3. (Βελτιστοποίηση Διαδρομής)

Βελτιστοποίηση ξεχωριστά κάθε διαδρομή λύνοντας το αντίστοιχο Π.Π.Π.

3.3.2.Μέθοδοι Βελτίωσης

Οι μέθοδοι βελτίωσης για το Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων σκοπεύουν στη βελτίωση μιας αρχικής λύσης μέσω ανταλλαγής και επανατοποθέτησης των πελατών μεταξύ των διαδρομών.

Με την επανατοποθέτηση των πελατών σε διαφορετικές διαδρομές συχνά προκύπτει μείωση των διαδρομών.

Επιπλέον εφαρμόζοντας τις βελτιωτικές μεθόδους μέσα στην ίδια διαδρομή βελτιώνουμε τη συνολική απόσταση της λύσης. Οι ανταλλαγές μεταξύ των δρομολογίων όταν πραγματοποιούνται πρέπει να ικανοποιούν τους περιορισμούς του προβλήματος.

Στις βελτιωτικές μεθόδους ανήκει και η έρευνα Ταμπού (ή περιορισμένη αναζήτηση) καθώς και ο αλγόριθμος των Alfa,Heragu και Chen.

3.3.2.1. (Tabu Search) Έρευνα Ταμπού.

Στην έρευνα ταμπού εξετάζεται μια ακολουθία από λύσεις όπως στην προσομοιωμένη ανόπτηση. Η μεγαλύτερη επιτυχία όμως συναντάται στη βέλτιστη γειτονιά της τρέχουσας λύσης. Για να αποφευχθεί δημιουργία κύκλων, λύσεις που έχουν πρόσφατα εξεταστεί απαγορεύεται να επανέλθουν στη λύση για ένα αριθμό από επαναλήψεις.

Για να μειώνεται ο χρόνος και ο υπολογιστικός φόρτος, συνηθίζεται να καταγράφεται η συμπεριφορά των λύσεων και όχι οι ίδιες οι λύσεις. Οι στρατηγικές διαφοροποιήσεων που χρησιμοποιεί η έρευνα ταμπού δημιουργούν λύσεις που περιλαμβάνουν τη σύνθεση συμπεριφορών αρκετά διαφορετικών από αυτές που συναντήθηκαν ως τώρα. Τέλος οι στρατηγικές επεκτάσεων που χρησιμοποιεί η έρευνα ταμπού δημιουργούν λύσεις που παρακινούν την ενσωμάτωση των καλών συμπεριφορών.

3.3.2.2. Ο αλγόριθμος των Alfa, Heragu και Chen.

Η μέθοδος αυτή μπορεί να θεωρηθεί σαν μέθοδος της κατηγορίας δρομολόγησης πρώτα και ομαδοποίησης στη συνέχεια.

Αρχικά κατασκευάζεται μια γιγαντιαία διαδρομή χωρίς να λαμβάνονται υπόψη περιορισμοί και στη συνέχεια χωρίζονται σε ομάδες από συνεχόμενους κόμβους.

Ο αλγόριθμος ξεκινάει από μια αρχική διαδρομή. Σε κάθε επανάληψη τρεις πλευρές επιλέγονται τυχαία και διαγράφονται από τη διαδρομή ενώ στη συνέχεια επανασυνδέονται με τους 8 δυνατούς τρόπους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο

ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΗΝ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ACS

4.1. Παρουσίαση της ACS

Η ACS είναι μια από τις μεγαλύτερες εταιρείες υπηρεσιών ταχυμεταφορών (courier). Έχοντας κατακτήσει το μεγαλύτερο μερίδιο στην ελληνική αγορά, περίπου το 65%, διατηρεί την προτίμηση των καταναλωτών, επιδιώκοντας την παροχή και υποστήριξη υπηρεσιών με υψηλές προδιαγραφές.

Διαθέτει μεγάλο δίκτυο καταστημάτων στις πρωτεύουσες όλων των νομών καθώς και στις πόλεις της Ελλάδας που έχουν αναπτυγμένη εμπορική δραστηριότητα. Την ίδια ώρα υλοποιεί πρόγραμμα ανάπτυξης καταστημάτων σε όλες τις πόλεις της χώρας μας με πληθυσμό μεγαλύτερο των 3.000 κατοίκων και σε όλες τις τοπικές αγορές του λεκανοπεδίου Αττικής, καθώς και αυτόνομη παρουσία σε σημαντικές Ευρωπαϊκές αγορές.

Η ACS παραλαμβάνει και παραδίδει έγγραφα και δέματα ακόμα και τις μη εργάσιμες ώρες, σε μικρό χρόνο, με απόλυτη ασφάλεια, ενώ ταυτόχρονα παρέχει πρόσθετη ασφαλιστική κάλυψη των διακινούμενων αποστολών.
Ο πλήρως μηχανογραφημένος τρόπος λειτουργίας της ACS δίδει την δυνατότητα απολύτου ελέγχου των μεταφερόμενων ειδών προς τον τελικό προορισμό τους, εξασφαλίζοντας τη σωστή διεκπεραίωση, των 37.000 αποστολών κατά μέσο όρο την ημέρα.

Διαθέτει έναν καλά οργανωμένο ιδιόκτητο στόλο οχημάτων, ενώ με δικά της αεροσκάφη εξυπηρετεί εντός 12 ωρών τη νησιώτικη Ελλάδα και τις μεγάλες ελληνικές πόλεις.

Το πολύ καλά εκπαιδευμένο έμψυχο δυναμικό της που αποτελείται από περισσότερα από 1.400 άτομα σε όλη την Ελλάδα και πάνω από 200.000 συνεργάτες σε όλο τον κόσμο, φροντίζει για την έγκαιρη άφιξη κάθε αποστολής στον προορισμό της με απόλυτη ασφάλεια.

Οι κεντρικές υπηρεσίες και αποθήκες της εταιρείας στεγάζονται σε δομημένο χώρο 4.500 τετραγωνικά μέτρα και συνολικής έκτασης 15 στρεμμάτων στο Κρυονέρι Αττικής. Το πλήρως αυτοματοποιημένο σύστημα διαλογής διασφαλίζει τον σχεδόν απόλυτο έλεγχο της πορείας μιας αποστολής από την έδρα του αποστολέα στην έδρα του παραλήπτη.

4.2. Υπηρεσίες ACS

4.2.1. Ειδικές ταχυδρομικές υπηρεσίες ACS

Η ACS σήμερα δομεί ειδικά πακέτα υπηρεσιών προσαρμοσμένα στις ιδιαίτερες ανάγκες των πελατών της προσφέροντας ειδικά προγράμματα εξυπηρέτησης.
Κάποιες από τις ειδικές υπηρεσίες που προσφέρει η ACS είναι:

- Υπηρεσία Αγορών

  Με ένα τηλεφώνημα η ACS αγοράζει το αντικείμενο που επιθυμεί ο πελάτης, τοις μετρητοίς, και το παραδίδει στην πόρτα του.

- Υπηρεσία Αυθημερόν

  Η ACS αναλαμβάνει την εντός πόλης διεκπεραίωση αποστολών με παραλαβή- παράδοση εντός μίας εώς τριών ωρών.

- Υπηρεσία Αντικαταβολών

  Διεκπεραίωση αποστολών επί αντικαταβολής σύμφωνα με τις οδηγίες του αποστολέα.

- Υπηρεσία NightStar

  Υπηρεσία που εξυπηρετεί αποστολές μεταξύ Αθήνας και Θεσσαλονίκης και των οποίων η παραλαβή γίνεται μεταξύ 22:00-03:30 και η παράδοση μεταξύ 10:00-11:00

- Υπηρεσία Special Παραδόσεων

  Περιλαμβάνει την εγγυημένη παράδοση αποστολών μέχρι της 9:30 της επόμενης ημέρας ή την συγκεκριμένη ώρα απαίτησης του αποστολέα.

- Υπηρεσία Αποστολών Ειδικού Χειρισμού

  Καλύπτει κάθε ειδική απαίτηση κατά την παράδοση αποστολής (πχ. λήψη και διαβίβαση αριθμού πρωτοκόλλου, λήψη και διαβίβαση θεωρημένων αντιγράφων, αποδείξεων, κ.λ.π.

- Υπηρεσία Μαζικών Διανομών

  Αντιμετωπίζει την διεκπεραίωση ομαδικών αποστολών, εγγράφων, εμπορευμάτων, επιχειρηματικών δώρων, χρηματιστηριακών δελτίων και κάθε είδους μεγάλου αριθμού και όγκου αποστολών μη υψηλής προτεραιότητας.

- Υπηρεσία Ειδικών Αποστολών

  Αντιμετωπίζει κάθε ανάγκη για διεκπεραίωση αποστολών κατά τις μη εργάσιμες ημέρες και ώρες, καθώς και την διεκπεραίωση αποστολών υψηλής αξίας.

Και τέλος,

- Υπηρεσία φοιτητή (Student) και στρατευόμενου (Army)

  Προσφέρεται σε εξαιρετικά χαμηλότερες τιμές και μόνο για φοιτητές, ένστολους και στρατευόμενους όλης της χώρας και μάλιστα σε ειδικές ασφαλείς συσκευασίες easy με παραλαβή- παράδοση στα κατά τόπους ταχυδρομικά γραφεία της ACS.

4.2.2. Easy υπηρεσίες και συσκευασίες της ACS

Οι easy υπηρεσίες αποτελούν μια ξεχωριστή και ολοκληρωμένη υπηρεσία με σκοπό την παροχή ευέλικτων λύσεων διεκπεραίωσης κάθε είδους αποστολών – εγγράφων, δεμάτων, μικροδεμάτων με χαμηλότερη τιμή και δωρεάν ειδικές ασφαλείς συσκευασίες όπως:

- easy box: ανθεκτικό χάρτινο κιβώτιο για δέματα (έως 8 κιλά) διαστάσεων 40x30x30εκ.

- easy pack: αδιάβροχος φάκελος μεγάλης αντοχής Α3 με κλείσιμο ασφαλείας, κατάλληλο για μικροδέματα (έως 40 κιλά)

- easy mail: χάρτινος φάκελος Α4 με κλείσιμο ασφαλείας μόνο για έγγραφα.

4.2.3. Υπηρεσίες υποστήριξης πελατών

Ασφαλιστικές καλύψεις: Κάθε αποστολή που διεκπεραιώνεται είναι αυτόματα ασφαλισμένη για απώλεια, η καταστροφή, μέχρι του ποσού των 25.000δρχ για αποστολές εγγραφών και των 75.000δρχ για αποστολές δεμάτων. Για αποστολές δηλωθείσας αξίας άνω των 75.000δρχ παρέχεται η δυνατότητα ασφάλισης με προνομιακό ασφάλιστρο.

Customers Service: Ο χρήστης υπηρεσιών ACS έχει στη διάθεση του ένα ανθρωποσύστημα από έμπειρους συνεργάτες, έτοιμο να καλύψει όλες τις ανάγκες για πληροφόρηση, ενημέρωση, ανίχνευση αποστολών, παραγγελιοληψία, κ.α. σε 24ώρη συνεχή λειτουργία.

Ηλεκτρονική Πληροφόρηση: Στην ηλεκτρονική διεύθυνση www.acscourier.gr υπάρχουν διαθέσιμες όλες οι απαραίτητες πληροφορίες για τις υπηρεσίες ACS. Οι σελίδες του site ενημερώνονται με νέες πληροφορίες και παρέχουν συνεχώς νέες δυνατότητες όπως καταχώρηση παραγγελίας, εύρεση στοιχείων παράδοσης παραγγελιών, κ.α.

Easy Phone- Easy Net: Η ACS παρέχει τώρα πια εύκολα και γρήγορα και κινητή τηλεφωνία καθώς και υπηρεσία πρόσβασης στο διαδίκτυο.

4.3. Κατηγοριοποίηση πελατολογίου της ACS

Αναλύοντας τις κατηγορίες των πελατών της ACS θα πρέπει να σημειώσουμε ότι εκτός από επαγγελματίες και ιδιώτες υπάρχουν και άλλες υποκατηγορίες πελατών κυρίως στην περίπτωση των επαγγελματιών.

Μελετώντας το πελατολόγιο μιας περιόδου θα παρατηρήσουμε πως οι κατηγορία των επαγγελματιών πελατών περιλαμβάνει πελάτες καθημερινούς οι οποίοι απαιτούν επίσκεψη συγκεκριμένη ώρα κάθε μέρα, πελάτες τακτικούς οι οποίοι απαιτούν αγορές και παραδόσεις και πελάτες οι οποίοι συγκεκριμένες ημέρες της εβδομάδας δέχονται επίσκεψη για διεκπεραίωση και παραλαβής και διανομής.

Στην κατηγορία τώρα των ιδιωτών πελατών ο αριθμός των υποκατηγοριών είναι μικρότερος. Υπάρχουν πελάτες τακτικοί που και αυτοί δέχονται επίσκεψη συγκεκριμένη ώρα αλλά συνήθως νέοι πελάτες για παραδόσεις. Οι ιδιώτες πελάτες συνήθως μεταφέρουν τα δέματα προς παράδοση στα υποκαταστήματα ενώ στις περισσότερες από τις παραπάνω κατηγορίες πελατών οι παραλαβές γίνονται από το προσωπικό της ACS.

4.4. Παραδόσεις- Παραλαβές

Αν θεωρήσουμε ότι το υποκατάστημα που θα μας απασχολήσει έχει όγκο κινήσεων 100 διανομές την ημέρα το 55% των διανομών είναι παραδόσεις και το υπόλοιπο 45% παραλαβές.

Οι διαδρομές που εκτελούνται στην περιοχή του υποκαταστήματος αυτού είναι τέσσερις στο σύνολό τους, δύο το πρωί και δύο το απόγευμα.

Ο κύριος όγκος παραδόσεων διεκπεραιώνετε στις δύο πρωινές διαδρομές οι οποίες εκτελούνται έως το μεσημέρι.

Συνήθως ο χρόνος παράδοσης των φακέλων και των δεμάτων διαρκεί τρεις ώρες από της 9:00 π.μ. έως της 12:00π.μ.

Βέβαια κάποιες ημέρες γίνονται παραδόσεις και το απόγευμα και αυτό σε περιπτώσεις όπως:

- Δεν έχει βρεθεί ο παραλήπτης το πρωί και του αφήνετε ειδοποίηση πως θα δεχθεί ξανά επίσκεψη το απόγευμα
- Το έχει ζητήσει ο αποστολέας ή ο παραλήπτης
- Ο παραλήπτης είναι κάποια επιχείρηση που ανοίγει μόνο απόγευμα (π.χ. φροντιστήριο)
- Λόγω μεγάλου όγκου διανομών ή καθυστέρησης του αεροπλάνου δεν διεκπεραιώθηκαν όλες οι παραδόσεις το πρωί και η διανομή τους συνεχίζετε το απόγευμα.

Στις δύο πρωινές διαδρομές συνήθως παραδίδεται το 85% των παραδόσεων ενώ το υπόλοιπο 15% παραδίδεται το απόγευμα ή επιστρέφεται στην αποθήκη για να παραδοθεί στην επόμενη πρωινή διαδρομή.

Οι παραδόσεις γίνονται βάση διεύθυνσης και τηλεφώνου, όταν όμως ο παραλήπτης απουσιάζει αφήνεται ειδοποίηση. Η ειδοποίηση είναι μηχανογραφημένο έντυπο με πλήρη στοιχεία του μεταφερόμενου φακέλου (όνομα παραλήπτη, όνομα αποστολέα, αριθμός P.D.D., ημερομηνία και ώρα επίσκεψης, διεύθυνσης και τηλέφωνα υποκαταστήματος). Η ACS υποχρεούται να επισκεφθεί τον παραλήπτη 3 φορές αφήνοντας ειδοποίηση. Στην περίπτωση που εντός 5 ημερών ο παραλήπτης δεν επικοινωνήσει με το υποκατάστημα ο φάκελος επιστρέφετε στον αποστολέα.

Όταν τώρα δεν είναι επαρκή τα στοιχεία αποστολής για να βρεθεί ο παραλήπτης ή π.χ. δεν υπάρχει το όνομά τους στην πολυκατοικία (περίπτωση αγνώστου) κάθε αιτιολογία μη παράδοσης καταχωρείτε στον Η/Υ παρέχοντας τη δυνατότητα στο κατάστημα που τελεί την αποστολή να ενημερωθεί για το δέμα και να αναζητήσει στοιχεία για την διεκπεραίωση της αποστολής.

Πολλές φορές στις δύο πρωινές διαδρομές εκτελούνται και παραλαβές μετά από ζήτηση του αποστολέα ή κατά την παράδοση σε έναν πελάτη όπως στις αποστολές με ειδική μεταχείριση (π.χ. τράπεζες).

Στις δύο απογευματινές τώρα διαδρομές εκτελούνται κυρίως οι παραλαβές και διανέμονται τα υπόλοιπα μικροδέματα και οι υπόλοιποι φάκελοι.

Κάτι που πρέπει να σημειώσουμε εδώ είναι πως δέματα με μεγάλο όγκο μεταφέρονται από το κεντρικό κατάστημα με φορτηγάκι, κατευθείαν στον πελάτη.

Το 20% των παραλαβών των δεμάτων γίνετε στο υποκατάστημα όπου ο ίδιος ο αποστολέας φέρνει τον φάκελο ή το δέμα προς αποστολή ενώ το 80% των παραλαβών γίνετε σε τόπο που ορίζει ο αποστολέας ύστερα από τηλεφωνική επικοινωνία με το υποκατάστημα.

Ο χρόνος παραλαβών διαμορφώνεται ανάλογα με τον όγκο των αποστολών και συνήθως είναι μεγαλύτερος από τον χρόνο παραδόσεων γιατί κατά την παραλαβή ενός φακέλου από τον πελάτη γίνεται η συμπλήρωση στοιχείων του παραλήπτη, της ειδικής μεταχείρισης, κ.α.

4.5. Προβλήματα σε χρόνους παράδοσης και παραλαβής

Συχνά συναντάται καθυστέρηση στη διεκπεραίωση των λειτουργιών με αποτέλεσμα να έχουμε παράταση του χρόνου παράδοσης ή παραλαβής. Αυτό συμβαίνει στις εξής περιπτώσεις:

- ✓ Καθυστέρηση Αεροπλάνου (βλάβη, κακοκαιρία, απεργίες)
- ✓ Καιρικές Συνθήκες
- ✓ Μεγάλος όγκος διακίνησης δεμάτων (περίοδος γιορτών)
- ✓ Βλάβη Οχημάτων
- ✓ Κυκλοφοριακή Συμφόρηση

4.6. Η ACS στον κόσμο, στην Ελλάδα, στα Χανιά

Στο εξωτερικό η ACS αποκλειστικός συνεργάτης της DHL διεκπεραιώνει κάθε είδους διεθνής αποστολές. Επίσης μέσω των υποκαταστημάτων της σε Γερμανία και Αγγλία, εγγυάται την διεκπεραίωση ειδικών και βαρειών αποστολών.

Το δίκτυο καταστημάτων της ACS έχει επεκταθεί και στην Κύπρο. Με σημεία εξυπηρέτησης στην Λευκωσία, Λάρνακα, Λεμεσό, Πάφο και Παραλίμνι, με τιμές στα επίπεδα του εσωτερικού δικτύου, παρέχονται όλες οι υπηρεσίες τόσο εντός Κύπρου όσο και μεταξύ των δικτύων Ελλάδας- Κύπρου.

Στην Ελλάδα από πόλη σε πόλη το δίκτυο καταστημάτων της ACS αριθμεί περισσότερα από 275 σημεία εξυπηρέτησης και εγγυάται την καθημερινή διεκπεραίωση δεκάδων χιλιάδων αποστολών από και προς οποιοδήποτε σημείο της Ελλάδας. Εντός των πόλεων εξειδικευμένα καταστήματα της ACS και εξειδικευμένοι μηχανισμοί στις γύρω περιοχές, εγγυώνται την αυθημερόν διεκπεραίωση απλών αποστολών ή ακόμα και ειδικών εργασιών.

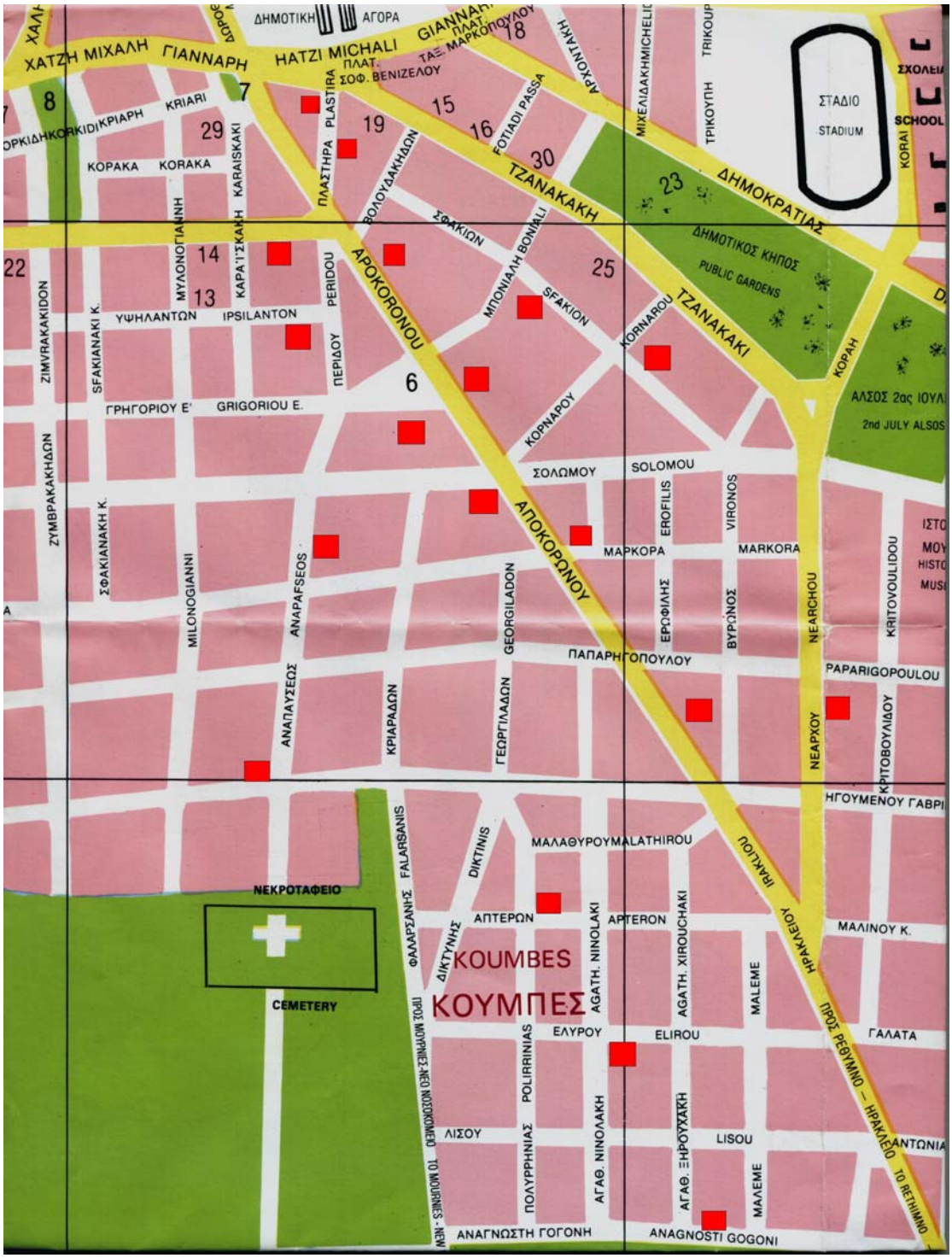
Στην Κρήτη τώρα η ACS αριθμεί 34 υποκαταστήματα, 11 στο νομό Χανίων, 5 στο νομό Ρεθύμνης, 13 στο νομό Ηρακλείου και 5 στο νομό Λασιθίου.

Στο νομό Χανίων τα δύο από τα 11 υποκαταστήματα είναι κινητά δηλαδή δεν έχουν ιδιόκτητο χώρο, αυτά είναι τα υποκαταστήματα του Ακρωτηρίου και του Βάμου. Ενώ το υποκατάστημα της Δασκαλογιάννη στεγάζεται τώρα πια με το υποκατάστημα στην Κτιστάκη 1.

Άλλα υποκαταστήματα στο νομό Χανίων είναι : ένα στο Καστέλι, ένα στον Πλατανιά, ένα στην Κισσάμου 101, ένα στην Κυδωνίας 86, ένα στην Σούδα και τέλος αυτό το οποίο θα μας απασχολήσει στην Μ.Μπότσαρη4 με κεντρικό το κατάστημα της ACS στην Γογονή 129. Σε κάθε υποκατάστημα της ACS αντιστοιχεί μια συγκεκριμένη περιοχή. Στην πόλη των Χανίων έχουν μοιραστεί έτσι οι περιοχές ώστε στο υποκατάστημα της Μ.Μπότσαρη 4 να αντιστοιχεί η παρακάτω περιοχή.

Το υποκατάστημα αυτό είναι από τα πιο προνομιούχα αφού βρίσκεται μόλις λίγα μέτρα από το κεντρικό κατάστημα της ACS στα Χανιά.

Στον ακόλουθο χάρτη σημειώνονται οι κύριοι καθημερινοί πελάτες του υποκαταστήματος της ACS στην περιοχή μας το μήνα Νοέμβριο.



4.7. Συνεργασία υποκαταστημάτων ACS

Κάθε υποκατάστημα της ACS είναι ατομική επιχείρηση η οποία συνεργάζεται με το κεντρικό κατάστημα ACS του νόμου. Το κάθε υποκατάστημα επισκέπτεται δύο φορές την ημέρα το κεντρικό υποκατάστημα, που τελεί και λειτουργίες αποθήκης, μία φορά το πρωί για να προμηθευτεί τα δέματα της περιοχής του και μία φορά το βράδυ για να παραδώσει τις παραλαβές που έκανε από την περιοχή του.

Η συνεργασία μεταξύ των υποκαταστημάτων υπάγεται στον υγειή ανταγωνισμό με σκοπό την ανάπτυξη της εταιρείας ή κατ' επέκταση των υποκαταστημάτων παρέχοντας όσο καλύτερες υπηρεσίες γίνεται στον πελάτη.

Το κάθε υποκατάστημα είναι αυτόνομο και λειτουργεί προς όφελος της περιοχής του και των πελατών του.

Η συνεργασία των υποκαταστημάτων εστιάζεται απλά στις εξυπηρετήσεις με σκοπό την ομαλή διεξαγωγή κάποιας μεταφοράς δέματος από πελάτη άλλου υποκαταστήματος στο βαθμό που η εξυπηρέτηση αυτή βέβαια δεν επηρεάζει την λειτουργία και διεκπεραίωση μεταφορών του εκάστοτε υποκαταστήματος. Έτσι εξυπηρετήσεις γίνονται από υποκαταστήματα κυρίως γειτονικών περιοχών. Αποφεύγονται ανταγωνισμοί και προβλήματα μεταξύ των υποκαταστημάτων και η προσοχή στρατεύεται περισσότερο στον εξωτερικό ανταγωνισμό με άλλες εταιρείες courier.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5ο
ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

5.1. Εισαγωγή

Με βάση τα δεδομένα που παρουσιάστηκαν στο προηγούμενο Κεφάλαιο, για την εταιρεία ταχυμεταφορών (courier) της ACS, εξάγονται κάποια συμπεράσματα τα οποία μας επιτρέπουν να επιλέξουμε το καταλληλότερο Μαθηματικό Μοντέλο για την επίλυση του Προβλήματος Δρομολόγησης Οχημάτων της εταιρείας ACS.

Το Μαθηματικό αυτό Μοντέλο έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- Έχουμε ένα Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με ένα κέντρο διανομής
- Εμφανίζονται χρονικά παράθυρα (time windows) που αφορούν τις ώρες παράδοσης και παραλαβής στους πελάτες
- Εκτός από παραδόσεις στο πρόβλημά μας έχουμε και παραλαβές
- Τα οχήματα ποικίλουν σε χωρητικότητα

5.2. Μεταβλητές του Προβλήματος

Ορίζουμε τις μεταβλητές του Μαθηματικού Μοντέλου που χρησιμοποιείται για την επίλυση του Προβλήματος Δρομολόγησης Οχημάτων της ACS.

- C_{ij} = η απόσταση από τον πελάτη i στον πελάτη j η οποία είναι ίση και με την απόσταση του πελάτη j από τον πελάτη i
- k= ο αριθμός των οχημάτων
- M_k= η χωρητικότητα των οχημάτων
- O(k)= αναχώρηση από κέντρο διανομής
- d(k)= άφιξη σε κέντρο διανομής
- N(k)= εξυπηρέτηση- αποστολή- ενέργεια
- x_{ij} = δυαδική μεταβλητή για την οποία ισχύει

$$x_{ij}^{k} = \begin{cases} 1, \text{το όχημα κ χρησιμοποιεί το τόξο (i,j)} \\ 0, \text{διαφορετικά} \end{cases}$$

- A^k =τα τόξα
- ✓ άδειο τόξο που ενώνει τα o(k) -d(k) και το όχημα δεν συμμετέχει στη λύση του προβλήματος
- ✓ εκκίνησης [o(k),i] το τόξο που δηλώνει τη μετακίνηση από το κέντρο διανομής στον κάθε κόμβο
- ✓ τέλους [i,d(k)] το τόξο που δηλώνει την μετακίνηση από τον κόμβο στο κέντρο διανομής
- ✓ μεταξύ των κόμβων αποστολών (i,j) με $i \in N^k$ και $l_i + t_{ij} \le u_{ij}$ όπου t_{ij} ο ελάχιστος χρόνος που περνάει το όχημα το τόξο (i,j) ενώ l_i ο ενωρίτερος χρόνος και u_i ο αργότερος χρόνος

5.3 Αντικειμενική Συνάρτηση

Η επίλυση του προβλήματος συνίσταται ουσιαστικά στην ελαχιστοποίηση της παρακάτω αντικειμενικής συνάρτησης:

$$\min \sum_{k \in K} \sum_{i,j \in A^k} c_{ij}^k x_{ij}^k$$

Το κόστος του τόξου c_{ij} ή της διαδρομής από τη θέση i στην θέση j δίνεται από τη σχέση:

$$c_{ij}^k = b_{ij} + I_{ij}^k \lambda_w w_{ij}$$

όπου $b_{ij} = e_{ij} m_{ij} + f_{ij} m_{ij}$ το σταθερό κόστος του οχήματος και

e_{ij} = το κόστος ανά ώρα του οχήματος τύπου 1

f_{ij} = το κόστος ανά ώρα του οχήματος τύπου 2

$$m_{ij} = \begin{cases} 1 \text{ εάν χρησιμοποιείται το όχημα αυτού του τύπου} \\ 0 \text{ εάν δεν χρησιμοποιείται το όχημα αυτού του τύπου} \end{cases}$$

$$I_{ij} = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases} \text{ δείκτης που δηλώνει εάν το τόξο είναι μεταξύ δύο ενεργειών}$$

λ_w =μονάδα κόστους αναμονής του οχήματος

και

$w_{ij}^{k} =$ η συνάρτηση που δίνει το ποσό του χρόνου αναμονής στον κόμβο (i,j) και για το οποίο ισχύει max{0,1j-uj-tij}

5.4 Περιορισμοί

Το μοντέλο που παρουσιάστηκε για να ολοκληρωθεί είναι απαραίτητο να τεθεί και υπό τους παρακάτω περιορισμούς

- $\sum_{k \in K} \sum_{j:(i,j) \in A^k} X_{ij}^{k} \geq 1 \quad \forall i \in N$:Κάθε ενέργεια θα γίνει τουλάχιστον μία φορά

- $\sum_{j:(o(k),j) \in A^k} X_{o(k),j}^{k} = \sum_{i:(i,d(k)) \in A^k} X_{i,d(k)}^{k} = 1 \quad \forall k \in K$:Μία μονάδα ροής θα πρέπει να πηγαίνει από το κέντρο διανομής στο κέντρο διανομής, δηλαδή να κάνει κύκλο

- $\sum_{i:(i,j) \in A^k} X_{ij}^{k} - \sum_{i:(j,i) \in A^k} X_{ij}^{k} = 0 \quad \forall k \in K \forall j \in N$:Ένα χρονοδιάγραμμα ή αλλιώς πρόγραμμα ανατίθεται σε κάθε όχημα

- $X_{ij}^{k} \in \{0,1\} \quad \forall k \in K \forall (i,j) \in A^k$:Περιορισμός των τιμών της δυαδικής μεταβλητής

<u>Περιορισμοί χωρητικότητας οχημάτων</u>

- $\sum_{i=1}^{n} h_i z_{ik} \leq m_k$

όπου h_i : η ζήτηση του i πελάτη

m_k :η χωρητικότητα του οχήματος

$$z_{ik} \begin{cases} 1 & \text{εάν το όχημα κ εξυπηρετεί τον πελάτη i} \\ 0 & \text{διαφορετικά} \end{cases}$$

- $\sum_{i=1}^{n} h_i z_{ik} + \sum_{i=n+1}^{n+m} \phi_{ik} \Omega_i \leq m_k$

$$\phi_{ik}\begin{cases} 1 & \text{εάν το όχημα κ εξυπηρετεί τον προμηθευτή i (παραλαμβάνει)} \\ 0 & \text{διαφορετικά} \end{cases}$$

Ω_i :προσφορά του προμηθευτή i

Θα πρέπει $z_{lk} = 0$ εάν το κ όχημα δεν εξυπηρετεί τον l πελάτη δηλαδή όταν $X_{il}^{k} = 0, \forall i$ οπότε προκύπτει ότι:

- $z_{lk} \leq \sum_{i=1}^{n} x_{il}^{k}$

Θα πρέπει $\phi_{qk} = 0$ εάν το κ όχημα δεν εξυπηρετεί τον q προμηθευτή δηλαδή όταν $X_{iq}^{k} = 0, \forall i$ οπότε προκύπτει ότι:

- $\phi_{qk} \leq \sum_{i=n+1}^{m+n} x_{iq}^{k}$

ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΤΟΝ ΜΗΝΑ ΝΟΕΜΒΡΙΟ																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
ΜΠΟΝ.	4	2		6	2	4	2	7	1		3	2	3	4	3	2		6	7	2		6	3		5	2	3	2	4	4
ΚΟΤΣ.	1	1		2	1	0	0	1	0		0	2	1	0	0	0		0	1	0		0	0		2	0	0	1	1	0
ΓΟΓΟ.	2	1		2	1	0	1	2	1		0	2	2	3	2	1		1	2	2		2	1		3	2	3	2	2	1
ΠΛΑΣ.	4	3		5	3	2	2	3	2		4	2	3	2	2	1		2	1	4		3	1		6	2	3	4	3	1
ΠΕΙΡ.	1	0		1	2	0	0	1	0		0	1	0	0	1	0		0	1	0		1	0		1	1	0	0	1	0
ΕΡΩΦ.	1	0		1	1	0	1	0	1		0	1	1	0	0	0		1	0	0		0	0		0	0	1	0	2	0
ΦΑΛΑ.	0	1		1	1	0	0	1	0		2	0	1	0	0	1		0	1	1		0	0		1	0	0	1	0	0
ΚΥΔΩ.	2	1		2	2	2	1	2	1		1	2	3	1	0	0		1	0	2		0	1		2	0	2	1	1	0
ΣΚΟΥ.	3	2		3	2	2	1	3	2		2	2	3	1	2	1		2	3	2		2	2		3	2	2	3	4	1
ΝΕΑΡ.	3	2		2	2	1	2	2	1		3	1	2	2	1	1		0	1	2		2	1		5	3	1	2	1	1
ΚΑΡΑ.	4	2		6	5	4	2	4	4		3	4	5	5	6	2		6	4	5		6	4		5	6	4	4	1	4
ΗΡΑΚ.	2	1		2	4	3	1	2	1		1	1	2	2	2	1		2	1	2		3	2		3	4	2	1	2	3
ΥΨΗΛ.	2	1		2	3	2	1	4	2		2	2	3	2	1	2		2	3	3		3	1		2	2	2	2	3	2
ΑΝΑΠ.	3	2		2	2	3	4	3	2		3	1	5	1	2	0		3	2	2		4	1		4	2	2	3	3	2
ΜΠΟΤ.	2	0		1	5	4	2	4	3		4	2	4	3	4	0		2	2	0		3	0		3	1	3	4	3	4
ΝΙΚΟ.	0	1		1	1	0	0	1	1		1	1	1	1	0	0		0	1	0		1	0		3	0	0	1	0	1
ΛΙΣΣ.	1	0		1	1	0	1	0	0		1	0	2	1	0	1		0	0	0		0	0		1	0	0	1	2	0
ΑΝΤΩ.	1	0		1	1	0	0	0	1		1	0	0	0	0	0		0	0	1		0	0		1	0	0	0	0	0
ΑΠΟΚ.	11	4		15	6	8	11	19	5		9	6	12	15	12	9		13	10	6		18	4		20	13	10	12	15	9
ΠΕΡΙ.	5	2		2	1	1	4	6	0		5	4	6	5	7	3		7	4	4		5	2		9	2	6	4	6	3
ΚΟΛΟ.	1	0		1	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0		0	1	0		0	0		2	0	0	0	0	1
ΠΟΛΕ.	3	2		2	1	0	2	2	1		4	3	0	3	2	1		2	3	2		2	1		6	1	3	2	3	1
ΔΙΚΤ.	1	0		0	1	0	1	1	0		1	1	0	0	0	0		0	0	1		0	0		2	0	2	1	0	0
ΜΥΛΟ.	2	2		3	1	1	2	1	1		3	4	2	4	2	2		2	1	4		2	1		4	2	5	2	2	1
ΕΛΥΡ.	1	0		1	1	0	0	1	1		2	2	0	2	1	0		0	1	0		0	0		2	0	2	0	0	0
ΣΟΛΩ.	2	0		1	1	1	0	0	1		1	2	0	2	1	1		1	0	0		1	0		3	0	1	0	1	1
ΑΠΤΕ.	0	1		1	0	0	1	0	0		3	1	0	1	0	1		2	0	0		0	0		1	0	1	0	0	0

ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΤΟΝ ΜΗΝΑ ΝΟΕΜΒΡΙΟ

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
ΜΠΟΝ.	2	1		2	1	1	1	1	0		2	3	1	2	1	1		2	2	6		4	1		1	3	2	1	2	2
ΚΟΤΣ.	0	0		2	1	0	0	0	0		0	1	0	0	0	0		0	0	0		1	0		0	2	0	0	0	0
ΓΟΓΟ.	1	1		1	2	1	1	1	0		0	1	0	1	1	2		2	1	2		2	0		0	1	1	0	2	0
ΠΛΑΣ.	1	0		4	2	1	1	2	0		2	1	2	1	2	1		2	2	5		3	0		1	2	1	2	1	0
ΠΕΙΡ.	0	0		0	1	0	1	0	0		0	0	0	1	0	0		0	1	0		0	0		0	0	0	1	0	0
ΕΡΩΦ.	1	0		1	0	0	0	0	0		0	1	0	0	1	0		0	0	0		1	0		0	0	0	0	0	0
ΦΑΛΑ.	0	0		1	1	0	0	0	0		1	0	1	1	0	0		1	0	0		0	0		0	0	0	0	0	0
ΚΥΔΩ.	1	0		2	0	1	2	0	0		0	1	1	1	1	0		1	0	1		2	0		0	1	0	0	2	0
ΣΚΟΥ.	2	0		1	1	1	1	1	0		1	2	2	2	1	0		2	2	1		2	0		1	2	1	1	2	0
ΝΕΑΡ.	1	0		1	2	0	2	2	0		1	2	1	2	1	0		3	2	2		1	0		1	2	0	0	1	0
ΚΑΡΑ.	2	0		2	4	4	4	4	0		4	2	3	1	3	2		4	5	4		4	1		3	4	2	2	3	2
ΗΡΑΚ.	1	0		0	1	2	0	2	0		0	0	1	2	2	0		2	2	2		1	0		1	1	1	2	1	0
ΥΨΗΛ.	1	0		1	2	3	2	1	1		3	1	2	0	4	0		2	3	3		2	0		4	2	1	5	3	0
ΑΝΑΠ.	0	0		1	1	0	2	0	0		1	2	2	4	2	0		2	3	1		1	0		1	1	0	0	1	0
ΜΠΟΤ.	0	0		0	2	2	1	1	0		4	3	1	3	2	0		1	2	2		2	0		2	2	0	0	2	0
ΝΙΚΟ.	0	0		0	0	0	0	0	0		0	1	0	0	1	0		0	0	0		0	0		1	1	0	2	0	0
ΛΙΣΣ.	0	0		0	1	0	0	1	0		0	0	0	0	0	0		0	2	0		0	0		0	1	0	0	0	0
ΑΝΤΩ.	1	0		1	0	1	0	0	0		0	0	0	0	0	0		0	1	0		0	0		0	0	0	0	1	0
ΑΠΟΚ.	6	1		2	9	4	4	4	1		5	3	3	3	6	3		6	2	4		4	2		9	7	2	8	3	3
ΠΕΡΙ.	2	0		5	2	0	2	1	1		3	4	1	2	2	1		4	0	2		3	0		2	4	1	2	2	0
ΚΟΛΟ.	0	0		1	0	1	0	0	0		0	0	0	0	1	0		0	0	0		0	0		0	1	0	0	0	0
ΠΟΛΕ.	2	0		2	1	0	1	0	1		2	2	1	1	2	0		2	0	2		2	0		2	3	1	1	1	0
ΔΙΚΤ.	0	0		2	1	0	0	0	0		0	0	0	1	0	0		0	0	0		0	0		0	1	0	0	0	0
ΜΥΛΟ.	2	0		1	1	3	2	0	1		1	3	0	0	0	0		1	0	1		1	0		3	3	0	3	0	0
ΕΛΥΡ.	2	0		0	1	1	0	1	0		0	1	0	0	1	0		0	0	2		0	0		0	1	0	0	0	0
ΣΟΛΩ.	0	0		0	1	1	1	0	0		0	1	0	0	0	0		1	0	0		0	0		0	1	1	0	0	0
ΑΠΤΕ.	0	0		1	0	0	0	0	0		0	0	1	0	0	0		0	0	0		0	0		0	0	0	0	0	0

ΑΠΟΣΤΟΛΕΣ ΣΕ ΜΠΟΝΙΑΛΗ (Πλήθος Πελατών: 11)																														
ΜΗΝΑΣ ΝΟΕΜΒΡΗΣ	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	2	1	-	3	2	2	0	2	0	-	1	1	2	2	1	1	-	3	3	1	-	2	1	-	1	1	1	2	2	2
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	1	0	-	0	1	0	0	0	0	-	1	1	0	1	0	1	-	1	0	2	-	1	0	-	0	1	0	1	1	0
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	2	1	-	3	0	2	2	5	1	-	2	1	1	2	2	1	-	3	4	1	-	4	2	-	4	1	2	0	2	2
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	1	1	-	2	0	1	1	1	0	-	1	2	1	1	1	0	-	1	2	4	-	3	1	-	1	2	2	0	1	2
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΔΟΣΕΩΝ	4	2	-	6	2	4	2	7	1	-	3	2	3	4	3	2	-	6	7	2	-	6	3	-	5	2	3	2	4	4
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΛΑΒΩΝ	2	1	-	2	1	1	1	1	0	-	2	3	1	2	1	1	-	2	2	6	-	4	1	-	1	3	2	1	2	2

ΑΠΟΣΤΟΛΕΣ ΣΕ ΠΛ.ΚΟΤΣΑΜΠΑΣΗ (Πλήθος Πελατών: 1)																														
ΜΗΝΑΣ ΝΟΕΜΒΡΗΣ	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	**0**	**1**	**-**	**2**	**1**	**0**	**0**	**1**	**0**	**-**	**0**	**2**	**1**	**0**	**0**	**0**	**-**	**0**	**1**	**0**	**-**	**0**	**0**	**-**	**1**	**0**	**0**	**0**	**1**	**0**
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	**0**	**0**	**-**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**-**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**-**	**0**	**0**	**0**	**-**	**0**	**0**	**-**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	**1**	**0**	**-**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**-**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**-**	**0**	**0**	**0**	**-**	**0**	**0**	**-**	**1**	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	**0**	**0**	**-**	**2**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**-**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**-**	**0**	**0**	**0**	**-**	**1**	**0**	**-**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**0**
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΔΟΣΕΩΝ	**1**	**1**	**-**	**2**	**1**	**0**	**0**	**1**	**0**	**-**	**0**	**2**	**1**	**0**	**0**	**0**	**-**	**0**	**1**	**0**	**-**	**0**	**0**	**-**	**2**	**0**	**0**	**1**	**1**	**0**
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΛΑΒΩΝ	**0**	**0**	**-**	**2**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**-**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**-**	**0**	**0**	**0**	**-**	**1**	**0**	**-**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**0**

ΑΠΟΣΤΟΛΕΣ ΣΕ ΑΝ.ΓΟΓΟΝΗ (Πλήθος Πελατών: 1)																														
ΜΗΝΑΣ ΝΟΕΜΒΡΗΣ	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	1	0	-	2	1	0	0	1	1	-	0	1	0	0	1	0	-	1	1	1	-	1	1	-	1	1	1	1	1	1
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	-	0	1	0	0	0	0
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	1	1	-	0	0	0	1	1	0	-	0	1	2	3	1	1	-	0	1	1	-	1	0	-	2	1	2	1	1	0
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	1	1	-	1	2	1	1	1	0	-	0	1	0	1	1	2	-	2	1	2	-	2	0	-	0	0	1	0	2	0
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΔΟΣΕΩΝ	2	1	-	2	1	0	1	2	1	-	0	2	2	3	2	1	-	1	2	2	-	2	1	-	3	2	3	2	2	1
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΛΑΒΩΝ	1	1	-	1	2	1	1	1	0	-	0	1	0	1	1	2	-	2	1	2	-	2	0	-	0	1	1	0	2	0

ΑΠΟΣΤΟΛΕΣ ΣΕ Ν.ΠΛΑΣΤΗΡΑ (Πλήθος Πελατών: 9)																														
ΜΗΝΑΣ ΝΟΕΜΒΡΗΣ	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	2	1	-	2	1	1	1	1	0	-	1	0	1	0	1	0	-	1	1	1	-	1	0	-	1	1	1	1	1	1
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	0	0	-	2	0	1	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	1	2	-	1	0	-	0	0	0	0	0	0
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	2	2	-	3	2	1	1	2	2	-	3	2	2	2	1	1	-	1	0	3	-	2	1	-	5	1	2	3	2	0
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	1	0	-	2	2	0	1	2	0	-	2	1	2	1	2	1	-	2	1	3	-	2	0	-	1	2	1	2	1	0
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΔΟΣΕΩΝ	4	3	-	5	3	2	2	3	2	-	4	2	3	2	2	1	-	2	1	4	-	3	1	-	6	2	3	4	3	1
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΛΑΒΩΝ	1	0	-	4	2	1	1	2	0	-	2	1	2	1	2	1	-	2	2	5	-	3	0	-	1	2	1	2	1	0

ΑΠΟΣΤΟΛΕΣ ΣΕ ΠΕΙΡΑΙΩΣ (Πλήθος Πελατών: 1)																														
ΜΗΝΑΣ ΝΟΕΜΒΡΗΣ	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	0	0	-	0	0	0	0	1	0	-	0	0	0	0	1	0	-	0	0	0	-	0	0	-	0	1	0	0	0	0
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	-	0	0	0	0	0	0
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	1	0	-	1	2	0	0	0	0	-	0	1	0	0	0	0	-	0	1	0	-	1	0	-	1	0	0	0	1	0
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	0	0	-	0	1	0	1	0	0	-	0	0	0	1	0	0	-	0	1	0	-	0	0	-	0	0	0	1	0	0
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΔΟΣΕΩΝ	1	0	-	1	2	0	0	1	0	-	0	1	0	0	1	0	-	0	1	0	-	1	0	-	1	1	0	0	1	0
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΛΑΒΩΝ	0	0	-	0	1	0	1	0	0	-	0	0	0	1	0	0	-	0	1	0	-	0	0	-	0	0	0	1	0	0

ΑΠΟΣΤΟΛΕΣ ΣΕ ΕΡΩΦΙΛΗΣ (Πλήθος Πελατών: 1)																														
ΜΗΝΑΣ ΝΟΕΜΒΡΗΣ	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	-	0	0	1	0	0	0
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	-	0	0	0	0	0	0
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	1	0	-	1	1	0	1	0	1	-	0	1	1	0	0	0	-	1	0	0	-	0	0	-	0	0	0	0	2	0
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	1	0	-	1	0	0	0	0	0	-	0	1	0	0	1	0	-	0	0	0	-	1	0	-	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΔΟΣΕΩΝ	1	0	-	1	1	0	1	0	1	-	0	1	1	0	0	0	-	1	0	0	-	0	0	-	0	0	1	0	2	0
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΛΑΒΩΝ	1	0	-	1	0	0	0	0	0	-	0	1	0	0	1	0	-	0	0	0	-	1	0	-	0	0	0	0	0	0

ΑΠΟΣΤΟΛΕΣ ΣΕ ΦΑΛΑΣΑΡΝΗΣ (Πλήθος Πελατών: 1)																														
ΜΗΝΑΣ ΝΟΕΜΒΡΗΣ	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	0	0	-	0	1	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	-	0	0	0	0	0	0
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	1	0	0	-	0	0	0	-	0	0	-	0	0	0	0	0	0
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	0	1	-	1	0	0	0	1	0	-	2	0	1	0	0	1	-	0	1	1	-	0	0	-	1	0	0	1	0	0
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	0	0	-	1	1	0	0	0	0	-	1	0	1	0	0	0	-	1	0	0	-	0	0	-	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΔΟΣΕΩΝ	0	1	-	1	1	0	0	1	0	-	2	0	1	0	0	1	-	0	1	1	-	0	0	-	1	0	0	1	0	0
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΛΑΒΩΝ	0	0	-	1	1	0	0	0	0	-	1	0	1	1	0	0	-	1	0	0	-	0	0	-	0	0	0	0	0	0

ΑΠΟΣΤΟΛΕΣ ΣΕ ΚΥΔΩΝΙΑΣ (Πλήθος Πελατών: 3)																														
ΜΗΝΑΣ ΝΟΕΜΒΡΗΣ	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	1	0	-	1	0	0	0	1	0	-	0	1	1	0	0	0	-	0	0	1	-	0	0	-	1	0	0	0	0	0
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	-	0	0	0	0	1	0
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	1	1	-	1	2	2	1	1	1	-	1	1	2	1	0	0	-	1	0	1	-	0	1	-	1	0	2	1	1	0
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	1	0	-	2	0	1	2	0	0	-	0	1	1	1	1	0	-	1	0	1	-	2	0	-	0	1	0	0	1	0
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΔΟΣΕΩΝ	2	1	-	2	2	2	1	2	1	-	1	2	3	1	0	0	-	1	0	2	-	0	1	-	2	0	2	1	1	0
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΛΑΒΩΝ	1	0	-	2	0	1	2	0	0	-	0	1	1	1	1	0	-	1	0	1	-	2	0	-	0	1	0	0	2	0

ΑΠΟΣΤΟΛΕΣ ΣΕ Ν.ΣΚΟΥΛΑ (Πλήθος Πελατών: 4)																														
ΜΗΝΑΣ ΝΟΕΜΒΡΗΣ	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	1	1	-	1	1	0	1	1	0	-	1	1	1	0	1	0	-	1	1	0	-	1	0	-	1	0	0	1	2	0
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	1	0	-	0	0	0	1	1	0	-	0	1	0	1	0	0	-	1	1	0	-	0	0	-	0	1	1	1	1	0
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	2	1	-	2	1	2	0	2	2	-	1	1	2	1	1	1	-	1	2	2	-	1	2	-	2	2	2	2	2	1
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	1	0	-	1	1	1	0	0	0	-	1	1	2	1	1	0	-	1	1	1	-	2	0	-	1	1	0	0	1	0
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΔΟΣΕΩΝ	3	2	-	3	2	2	1	3	2	-	2	2	3	1	2	1	-	2	3	2	-	2	2	-	3	2	2	3	4	1
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΛΑΒΩΝ	2	0	-	1	1	1	1	1	0	-	1	2	2	2	1	0	-	2	2	1	-	2	0	-	1	2	1	1	2	0

ΑΠΟΣΤΟΛΕΣ ΣΕ ΝΕΑΡΧΟΥ (Πλήθος Πελατών: 4)																														
ΜΗΝΑΣ ΝΟΕΜΒΡΗΣ	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	0	0	-	0	0	0	1	1	0	-	0	0	1	0	1	0	-	0	0	1	-	0	0	-	0	1	0	0	0	1
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	1	0	-	0	0	0	1	0	0	-	0	0	0	0	1	0	-	0	0	0	-	0	0	-	0	1	0	0	0	0
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	3	2	-	2	2	1	1	1	1	-	3	1	1	2	0	1	-	0	1	1	-	2	1	-	5	2	1	2	1	0
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	0	0	-	1	2	0	1	2	0	-	1	2	1	2	0	0	-	3	2	2	-	1	0	-	1	1	0	0	1	0
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΔΟΣΕΩΝ	3	2	-	2	2	1	2	2	1	-	3	1	2	2	1	1	-	0	1	2	-	2	1	-	5	3	1	2	1	1
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΛΑΒΩΝ	1	0	-	1	2	0	2	2	0	-	1	2	1	2	1	0	-	3	2	2	-	1	0	-	1	2	0	0	1	0

ΑΠΟΣΤΟΛΕΣ ΣΕ ΚΑΡΑΙΣΚΑΚΗ (Πλήθος Πελατών: 11)																														
ΜΗΝΑΣ ΝΟΕΜΒΡΗΣ	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	1	0	-	2	1	2	0	0	1	-	1	1	2	1	1	1	-	2	1	1	-	2	2	-	2	4	2	0	1	1
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	0	0	-	0	1	2	1	1	0	-	1	0	1	0	0	1	-	1	2	1	-	1	0	-	0	0	0	1	0	0
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	3	2	-	4	4	2	2	4	3	-	2	3	3	4	5	1	-	4	3	4	-	4	2	-	3	2	2	4	0	3
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	2	0	-	2	3	2	3	3	0	-	3	2	2	1	3	1	-	3	3	3	-	3	1	-	3	4	2	1	3	2
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΔΟΣΕΩΝ	4	2	-	6	5	4	2	4	4	-	3	4	5	5	6	2	-	6	4	5	-	6	4	-	5	6	4	4	1	4
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΛΑΒΩΝ	2	0	-	2	4	4	4	4	0	-	4	2	3	1	3	2	-	4	5	4	-	4	1	-	3	4	2	2	3	2

ΑΠΟΣΤΟΛΕΣ ΣΕ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ (Πλήθος Πελατών: 5)																														
ΜΗΝΑΣ ΝΟΕΜΒΡΗΣ	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	1	1	-	1	1	1	0	0	1	-	0	0	1	1	1	0	-	0	0	0	-	1	0	-	1	1	0	0	0	1
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	1	0	0	-	0	1	0	-	0	0	-	0	0	0	0	0	0
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	1	0	-	1	3	2	1	2	0	-	1	1	1	1	1	1	-	2	1	2	-	2	2	-	2	3	2	1	2	2
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	1	0	-	0	1	2	0	2	0	-	0	0	1	1	2	0	-	2	1	2	-	1	0	-	1	1	1	2	1	0
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΔΟΣΕΩΝ	2	1	-	2	4	3	1	2	1	-	1	1	2	2	2	1	-	2	1	2	-	3	2	-	3	4	2	1	2	3
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΛΑΒΩΝ	1	0	-	0	1	2	0	2	0	-	0	0	1	2	2	0	-	2	2	2	-	1	0	-	1	1	1	2	1	0

ΑΠΟΣΤΟΛΕΣ ΣΕ ΥΨΗΛΑΝΤΩΝ (Πλήθος Πελατών: 6)																														
ΜΗΝΑΣ ΝΟΕΜΒΡΗΣ	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0	1	0	0	0	-	0	1	1	-	0	0	-	0	0	0	0	2	0
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	-	0	0	0	0	1	0
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	2	1	-	2	3	2	1	4	2	-	2	2	2	2	1	2	-	2	2	2	-	3	1	-	2	2	2	2	1	2
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	1	0	-	1	2	3	2	1	1	-	3	1	2	0	4	0	-	2	3	3	-	2	0	-	4	2	1	5	2	0
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΔΟΣΕΩΝ	2	1	-	2	3	2	1	4	2	-	2	2	3	2	1	2	-	2	3	3	-	3	1	-	2	2	2	2	3	2
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΛΑΒΩΝ	1	0	-	1	2	3	2	1	1	-	3	1	2	0	4	0	-	2	3	3	-	2	0	-	4	2	1	5	3	0

ΑΠΟΣΤΟΛΕΣ ΣΕ ΑΝΑΠΑΥΣΕΩΣ (Πλήθος Πελατών: 7)																														
ΜΗΝΑΣ ΝΟΕΜΒΡΗΣ	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	1	0	-	1	0	1	1	1	0	-	1	0	2	0	0	0	-	1	1	0	-	1	0	-	1	0	0	0	1	0
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0	1	2	1	0	-	0	1	0	-	0	0	-	0	0	0	0	0	0
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	2	2	-	1	2	2	3	2	2	-	2	1	3	1	2	0	-	2	1	2	-	3	1	-	3	2	2	3	2	2
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	0	0	-	1	1	0	2	0	0	-	1	2	1	2	1	0	-	2	2	1	-	1	0	-	1	1	0	0	1	0
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΔΟΣΕΩΝ	3	2	-	2	2	3	4	3	2	-	3	1	5	1	2	0	-	3	2	2	-	4	1	-	4	2	2	3	3	2
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΛΑΒΩΝ	0	0	-	1	1	0	2	0	0	-	1	2	2	4	2	0	-	2	3	1	-	1	0	-	1	1	0	0	1	0

ΑΠΟΣΤΟΛΕΣ ΣΕ Μ.ΜΠΟΤΣΑΡΗ (Πλήθος Πελατών: 9)																														
ΜΗΝΑΣ ΝΟΕΜΒΡΗΣ	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	1	0	-	0	2	1	1	1	1	-	2	1	1	1	2	0	-	0	1	0	-	1	0	-	1	0	0	1	1	1
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	0	0	-	0	1	0	0	0	0	-	2	1	0	0	1	0	-	0	0	0	-	0	0	-	0	0	0	0	0	0
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	1	0	-	1	3	3	1	3	2	-	2	1	3	2	2	0	-	2	1	0	-	2	0	-	2	1	3	3	2	3
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	0	0	-	0	1	2	1	1	0	-	2	3	1	3	1	0	-	1	2	2	-	2	0	-	2	2	0	0	2	0
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΔΟΣΕΩΝ	2	0	-	1	5	4	2	4	3	-	4	2	4	3	4	0	-	2	2	0	-	3	0	-	3	1	3	4	3	4
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΛΑΒΩΝ	0	0	-	0	2	2	1	1	0	-	4	3	1	3	2	0	-	1	2	2	-	2	0	-	2	2	0	0	2	0

ΑΠΟΣΤΟΛΕΣ ΣΕ ΝΙΚΟΛΑΚΑΚΗ ΕΠ. (Πλήθος Πελατών: 2)																														
ΜΗΝΑΣ ΝΟΕΜΒΡΗΣ	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	0	0	-	0	0	0	0	0	1	-	0	0	0	1	0	0	-	0	0	0	-	1	0	-	1	0	0	0	0	0
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	-	0	0	0	0	0	0
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	0	1	-	1	1	0	0	1	0	-	1	1	1	0	0	0	-	0	1	0	-	0	0	-	2	0	0	1	0	1
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	1	0	0	1	0	-	0	0	0	-	0	0	-	1	1	0	2	0	0
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΔΟΣΕΩΝ	0	1	-	1	1	0	0	1	1	-	1	1	1	1	0	0	-	0	1	0	-	1	0	-	3	0	0	1	0	1
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΛΑΒΩΝ	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	1	0	0	1	0	-	0	0	0	-	0	0	-	1	1	0	2	0	0

ΑΠΟΣΤΟΛΕΣ ΣΕ ΛΙΣΣΟΥ (Πλήθος Πελατών: 2)																														
ΜΗΝΑΣ ΝΟΕΜΒΡΗΣ	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	-	0	0	0	0	0	0
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	-	0	0	0	0	0	0
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	1	0	-	1	1	0	1	0	0	-	1	0	2	1	0	1	-	0	0	0	-	0	0	-	1	0	0	1	2	0
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	0	0	-	0	1	0	0	1	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	2	0	-	0	0	-	0	1	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΔΟΣΕΩΝ	1	0	-	1	1	0	1	0	0	-	1	0	2	1	0	1	-	0	0	0	-	0	0	-	1	0	0	1	2	0
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΛΑΒΩΝ	0	0	-	0	1	0	0	1	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	2	0	-	0	0	-	0	1	0	0	0	0

ΑΠΟΣΤΟΛΕΣ ΣΕ ΕΜ.ΑΝΤΩΝΙΑΔΟΥ (Πλήθος Πελατών: 1)																														
ΜΗΝΑΣ ΝΟΕΜΒΡΗΣ	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	1	0	0	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	-	0	0	0	0	0	0
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	-	0	0	0	0	0	0
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	1	0	-	1	1	0	0	0	1	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0	1	-	0	0	-	1	0	0	0	0	0
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	1	0	-	1	0	1	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	1	0	-	0	0	-	0	0	0	0	1	0
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΔΟΣΕΩΝ	1	0	-	1	1	0	0	0	1	-	1	0	0	0	0	0	-	0	0	1	-	0	0	-	1	0	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΛΑΒΩΝ	1	0	-	1	0	1	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	1	0	-	0	0	-	0	0	0	0	1	0

ΑΠΟΣΤΟΛΕΣ ΣΕ ΑΠΟΚΟΡΩΝΟΥ (Πλήθος Πελατών: 28)																														
ΜΗΝΑΣ ΝΟΕΜΒΡΗΣ	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	2	1	-	4	2	2	2	5	1	-	5	2	2	0	2	2	-	3	1	1	-	4	0	-	2	1	1	5	3	2
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	2	0	-	0	2	1	1	1	0	-	2	1	0	0	3	1	-	2	0	1	-	0	0	-	1	2	0	2	0	1
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	9	3	-	11	4	6	9	14	4	-	4	4	10	15	10	7	-	10	9	5	-	14	4	-	18	12	9	7	12	7
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	4	1	-	2	7	3	3	3	1	-	3	2	3	3	3	2	-	4	2	3	-	4	2	-	8	5	2	6	3	2
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΔΟΣΕΩΝ	11	4	-	15	6	8	11	19	5	-	9	6	12	15	12	9	-	13	10	6	-	18	4	-	20	13	10	12	15	9
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΛΑΒΩΝ	6	1	-	2	9	4	4	4	1	-	5	3	3	3	6	3	-	6	2	4	-	4	2	-	9	7	2	8	3	3

ΑΠΟΣΤΟΛΕΣ ΣΕ ΠΕΡΙΔΟΥ (Πλήθος Πελατών: 11)																														
ΜΗΝΑΣ ΝΟΕΜΒΡΗΣ	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	1	1	-	1	0	0	1	2	0	-	1	1	2	1	2	2	-	2	1	0	-	0	0	-	2	0	1	1	1	0
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	0	0	-	1	0	0	1	0	0	-	0	2	0	1	0	0	-	0	0	0	-	1	0	-	0	0	0	0	1	0
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	4	1	-	1	1	1	3	4	0	-	4	3	4	4	5	1	-	5	3	4	-	5	2	-	7	2	5	3	5	3
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	2	0	-	4	2	0	1	1	1	-	3	2	1	1	2	1	-	4	0	2	-	2	0	-	2	4	1	2	1	0
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΔΟΣΕΩΝ	5	2	-	2	1	1	4	6	0	-	5	4	6	5	7	3	-	7	4	4	-	5	2	-	9	2	6	4	6	3
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΛΑΒΩΝ	2	0	-	5	2	0	2	1	1	-	3	4	1	2	2	1	-	4	0	2	-	3	0	-	2	4	1	2	2	0

ΑΠΟΣΤΟΛΕΣ ΣΕ ΠΛ.ΚΟΛΟΚΟΤΡΩΝΗ (Πλήθος Πελατών: 1)																														
ΜΗΝΑΣ ΝΟΕΜΒΡΗΣ	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	-	0	0	0	0	0	0
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	-	0	0	0	0	0	0
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	1	0	-	1	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	1	0	-	0	0	-	2	0	0	0	0	1
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	0	0	-	1	0	1	0	0	0	-	0	0	0	0	1	0	-	0	0	0	-	0	0	-	0	1	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΔΟΣΕΩΝ	1	0	-	1	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	1	0	-	0	0	-	2	0	0	0	0	1
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΛΑΒΩΝ	0	0	-	1	0	1	0	0	0	-	0	0	0	0	1	0	-	0	0	0	-	0	0	-	0	1	0	0	0	0

ΑΠΟΣΤΟΛΕΣ ΣΕ ΕΦ.ΠΟΛΕΜΙΣΤΩΝ (Πλήθος Πελατών: 7)																														
ΜΗΝΑΣ ΝΟΕΜΒΡΗΣ	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	1	0	-	1	0	0	1	1	0	-	1	1	0	0	2	0	-	1	1	1	-	0	0	-	2	0	0	0	1	0
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	2	0	-	0	0	0	-	0	0	-	0	1	0	0	0	0
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	2	2	-	1	1	0	1	1	1	-	3	2	0	3	0	1	-	1	2	1	-	2	1	-	4	1	3	2	2	1
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	2	0	-	2	1	0	1	0	1	-	2	2	1	1	0	0	-	2	0	2	-	2	0	-	2	2	1	1	1	0
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΔΟΣΕΩΝ	3	2	-	2	1	0	2	2	1	-	4	3	0	3	2	1	-	2	3	2	-	2	1	-	6	1	3	2	3	1
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΛΑΒΩΝ	2	0	-	2	1	0	1	0	1	-	2	2	1	1	2	0	-	2	0	2	-	2	0	-	2	3	1	1	1	0

ΑΠΟΣΤΟΛΕΣ ΣΕ ΔΙΚΤΥΝΗΣ (Πλήθος Πελατών: 2)																														
ΜΗΝΑΣ ΝΟΕΜΒΡΗΣ	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	1	0	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	-	0	0	0	0	0	0
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	-	0	0	0	0	0	0
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	1	0	-	0	1	0	1	1	0	-	1	0	0	0	0	0	-	0	0	1	-	0	0	-	2	0	2	1	0	0
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	0	0	-	2	1	0	0	0	0	-	0	0	0	1	0	0	-	0	0	0	-	0	0	-	0	1	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΔΟΣΕΩΝ	1	0	-	0	1	0	1	1	0	-	1	1	0	0	0	0	-	0	0	1	-	0	0	-	2	0	2	1	0	0
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΛΑΒΩΝ	0	0	-	2	1	0	0	0	0	-	0	0	0	1	0	0	-	0	0	0	-	0	0	-	0	1	0	0	0	0

ΑΠΟΣΤΟΛΕΣ ΣΕ ΜΥΛΩΝΟΓΙΑΝΝΗ(Πλήθος Πελατών:5)																														
ΜΗΝΑΣ ΝΟΕΜΒΡΗΣ	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	0	0	-	1	0	0	1	1	1	-	1	2	1	1	1	0	-	2	0	1	-	0	0	-	2	0	1	1	1	0
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	1	0	-	1	0	0	1	0	0	-	0	1	0	0	0	0	-	1	0	1	-	0	0	-	1	0	0	1	0	0
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	2	2	-	2	1	1	1	0	0	-	2	2	1	3	1	2	-	0	1	3	-	2	1	-	2	2	4	1	1	1
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	1	0	-	0	1	3	1	0	1	-	1	2	0	0	0	0	-	0	0	0	-	1	0	-	2	3	0	2	0	0
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΔΟΣΕΩΝ	2	2	-	3	1	1	2	1	1	-	3	4	2	4	2	2	-	2	1	4	-	2	1	-	4	2	5	2	2	1
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΛΑΒΩΝ	2	0	-	1	1	3	2	0	1	-	1	3	0	0	0	0	-	1	0	1	-	1	0	-	3	3	0	3	0	0

ΑΠΟΣΤΟΛΕΣ ΣΕ ΕΛΥΡΟΥ (Πλήθος Πελατών: 4)																														
ΜΗΝΑΣ ΝΟΕΜΒΡΗΣ	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	1	0	-	0	0	0	0	0	0	-	1	1	0	1	1	0	-	0	0	0	-	0	0	-	0	0	0	0	0	0
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	1	0	-	0	0	1	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	-	0	0	0	0	0	0
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	0	0	-	1	1	0	0	1	1	-	1	1	0	1	0	0	-	0	1	0	-	0	0	-	2	0	2	0	0	0
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	1	0	-	0	1	0	0	1	0	-	0	1	0	0	1	0	-	0	0	2	-	0	0	-	0	1	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΔΟΣΕΩΝ	1	0	-	1	1	0	0	1	1	-	2	2	0	2	1	0	-	0	1	0	-	0	0	-	2	0	2	0	0	0
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΛΑΒΩΝ	2	0	-	0	1	1	0	1	0	-	0	1	0	0	1	0	-	0	0	2	-	0	0	-	0	1	0	0	0	0

ΑΠΟΣΤΟΛΕΣ ΣΕ ΣΟΛΩΜΟΥ (Πλήθος Πελατών: 4)																														
ΜΗΝΑΣ ΝΟΕΜΒΡΗΣ	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	-	0	0	0	0	0	0
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	-	0	0	0	0	0	0
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	2	0	-	1	1	1	0	0	1	-	1	2	0	2	1	1	-	1	0	0	-	1	0	-	3	0	1	0	1	1
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	0	0	-	0	1	1	1	0	0	-	0	1	0	0	0	0	-	1	0	0	-	0	0	-	1	1	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΔΟΣΕΩΝ	2	0	-	1	1	1	0	0	1	-	1	2	0	2	1	1	-	1	0	0	-	1	0	-	3	0	1	0	1	1
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΛΑΒΩΝ	0	0	-	0	1	1	1	0	0	-	0	1	0	0	0	0	-	1	0	0	-	0	0	-	0	1	1	0	0	0

ΑΠΟΣΤΟΛΕΣ ΣΕ ΑΠΤΕΡΩΝ (Πλήθος Πελατών: 2)																														
ΜΗΝΑΣ ΝΟΕΜΒΡΗΣ	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	1	0	0	0	0	0	-	1	0	0	-	0	0	-	0	0	0	0	0	0
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΜΙΚΡΟΔΕΜ.	0	0	-	1	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	-	0	0	0	0	0	0
ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	0	1	-	1	0	0	1	0	0	-	2	1	0	1	0	1	-	1	0	0	-	0	0	-	1	0	1	0	0	0
ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΦΑΚΕΛΩΝ	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0	1	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	-	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΔΟΣΕΩΝ	0	1	-	1	0	0	1	0	0	-	3	1	0	1	0	1	-	2	0	0	-	0	0	-	1	0	1	0	0	0
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΛΑΒΩΝ	0	0	-	1	0	0	0	0	0	-	0	0	1	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	-	0	0	0	0	0	0

	ΜΠΟΤ	ΑΠΟΚ	ΓΟΓ	ΠΟΛ	ΜΠΟΝ	ΠΕΡ	ΚΟΛΟ	ΔΙΚΤ	ΠΛΑΣ	ΑΝΤ	ΠΕΙΡ	ΑΠΤ	ΕΡΩ	ΣΟΛ	ΦΑΛ	ΚΥΔ	ΣΚΟΥ	ΝΕΑ	ΚΑΡ	ΗΡΑ	ΥΨΗ	ΑΝΑΠ	ΝΙΚΟ	ΛΙΣ	ΚΟΤΣ	ΜΥΛ	ΕΛΥ
ΜΠΟΤ	0	350	740	390	370	210	210	580	330	990	620	680	390	350	680	270	215	565	195	875	140	370	835	855	290	155	700
ΑΠΟΚ	350	0	625	310	230	350	230	370	390	620	855	330	115	210	485	525	290	215	445	545	430	525	700	525	425	370	545
ΓΟΓ	740	625	0	505	840	780	760	290	915	620	1340	485	740	855	115	950	485	720	855	445	835	330	210	290	935	580	365
ΠΟΛ	390	310	505	0	490	430	410	200	560	720	970	390	440	400	350	660	165	370	525	600	505	135	445	445	565	220	350
ΜΠΟΝ	370	230	840	490	0	180	80	580	230	895	700	600	310	270	680	760	350	465	290	795	290	465	855	760	230	270	720
ΠΕΡ	210	350	780	430	180	0	115	640	135	915	600	680	390	370	800	270	290	545	110	875	115	410	875	895	155	410	775
ΚΟΛΟ	210	230	760	410	80	115	0	620	235	855	670	545	270	230	410	390	270	430	305	760	235	410	790	700	245	350	660
ΔΙΚΤ	580	370	290	200	580	640	620	0	680	700	1225	390	370	485	175	835	350	390	700	580	700	330	330	350	770	390	260
ΠΛΑΣ	330	390	915	560	230	135	235	680	0	1050	580	740	430	395	875	250	465	600	155	970	250	560	1010	855	40	505	835
ΑΝΤ	990	620	620	720	895	915	855	700	1050	0	1535	390	680	795	525	1185	855	525	1090	250	1090	855	410	350	1050	1050	410
ΠΕΙΡ	620	855	1340	970	700	600	670	1225	580	1535	0	1185	1070	895	1280	330	835	1245	505	1420	505	990	1440	1500	565	740	1420
ΑΠΤ	680	330	485	390	600	680	545	390	740	390	1185	0	390	545	370	855	545	210	775	290	780	525	270	195	800	620	135
ΕΡΩ	390	115	740	440	310	390	270	370	430	680	1070	390	0	75	875	600	350	180	530	660	560	700	620	640	485	450	505
ΣΟΛ	350	210	855	400	270	370	230	485	395	795	895	545	75	0	660	640	425	270	525	680	475	545	720	660	450	505	700
ΦΑΛ	680	485	115	350	680	800	410	175	875	525	1280	370	875	660	0	970	485	565	840	410	775	310	155	175	875	505	245
ΚΥΔ	270	525	950	660	760	270	390	835	250	1185	330	855	600	640	970	0	465	875	175	1080	175	640	1090	1130	200	440	1050
ΣΚΟΥ	215	290	485	165	350	290	270	350	465	855	835	545	350	425	485	465	0	430	390	740	330	165	600	620	430	75	565
ΝΕΑ	565	215	720	370	465	545	430	390	600	525	1245	210	180	270	565	875	430	0	760	410	750	515	545	390	700	525	340
ΚΑΡ	195	445	855	525	290	110	305	700	155	1090	505	775	530	525	840	175	390	760	0	970	75	525	1010	1050	115	360	915
ΗΡΑ	875	545	445	600	795	875	760	580	970	250	1420	290	660	680	410	1080	740	410	970	0	1000	720	320	235	970	895	310
ΥΨΗ	140	430	835	505	290	115	235	700	250	1090	505	780	560	475	775	175	330	750	75	1000	0	485	935	970	190	290	875
ΑΝΑΠ	370	525	330	135	465	410	410	330	560	855	990	525	700	545	310	640	165	515	525	720	485	0	465	505	575	215	410
ΝΙΚΟ	835	700	210	445	855	875	790	330	1010	410	1440	270	620	720	155	1090	600	545	1010	320	935	465	0	60	1185	720	145
ΛΙΣ	855	525	290	445	760	895	700	350	855	350	1500	195	640	660	175	1130	620	390	1050	235	970	505	60	0	1310	730	125
ΚΟΤΣ	290	425	935	565	230	155	245	770	40	1050	565	800	485	450	875	200	430	700	115	970	190	575	1185	1310	0	580	990
ΜΥΛ	155	370	580	220	270	410	350	390	505	1050	740	620	450	505	505	440	75	525	360	895	290	215	720	730	580	0	600
ΕΛΥ	700	545	365	350	720	775	660	260	835	410	1420	135	505	700	245	1050	565	340	915	310	875	410	145	125	990	600	0

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6ο

ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΣΗΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

6.1. Εισαγωγή

Η μοντελοποίηση του προβλήματος που παρουσιάστηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο δεν είναι δυνατόν να επιλυθεί στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής εργασίας, περιοριζόμαστε λοιπόν στην πρακτική εφαρμογή των πραγματικών δεδομένων σε ένα πιο απλό V.R.P.

Το Πρόγραμμα Δρομολόγησης Οχημάτων που χρησιμοποιείται είναι ένα τροποποιημένο μοντέλο του προγράμματος επίλυσης γραμμικών προβλημάτων Lingo.

6.2. Παραδοχές Πρακτικής Εφαρμογής.

Τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται στην πρακτική εφαρμογή είναι του μήνα Νοέμβρη του 2002, ενός μήνα αντιπροσωπευτικού για την εταιρεία από πλευράς ζητήσεων των πελατών.

Η περιοχή στην οποία εφαρμόζεται η επίλυση του προβλήματος είναι η περιοχή όπου βρίσκονται οι πελάτες του υποκαταστήματος ACS της Μ. Μπότσαρη.

Επίσης για μεγαλύτερη διευκόλυνση δεν υπολογίζονται οι αποστάσεις από τους πελάτες αλλά από τα κέντρα των οδών όπου έχουμε πελάτες, υποθέτοντας ότι ο διανομέας/ παραλήπτης φτάνει στο κέντρο της οδού και από εκεί εκτελεί τις αποστολές τους.

Οι κόμβοι λοιπόν είναι τα κέντρα των οδών και στην συγκεκριμένη περιοχή υπάρχουν 48 κόμβοι, οι οποίοι και δίνονται στον **Πίνακα 6.1.** Τον μήνα όμως Νοέμβρη υπήρξε ζήτηση από πελάτες των 27 μονάχα κόμβων. Οι 27 αυτοί κόμβοι είναι οι χρωματισμένοι οδοί του Πίνακα 6.1.

Πίνακας 6.1.

Αν. Γογονή	Αν. Μάντακα	Κριαράδων	Πολυρρηνίας
Ν. Μαριακάκη	Μ. Μπότσαρη	Γεωργιλάδων	Νικολακάκη Επισκ.
Π. Κορνάρου	Γρηγορίου Ε	Δικτύνης	Ξυρουχάκη
Θρ. Καλαφάτη	Υψηλαντών	Φαλασάρνης	Μάλεμε
Μ. Κατράκη	Κυδωνίας	Απτέρων	Ηρακλείου
Ουνέσκο	Πλ. Κοτσάμπαση	Σαμώνα	Νεάρχου
Παπαδάκη	Καραϊσκάκη	Βολάνης	Σολωμού
Μυλωνογιάννη	Περίδου	Ελύρου	Ερωφίλης

Εφ. Πολεμιστών	Αποκορώνου	Λυσσού	Ι. Κορνάρου
Ν. Σκουλά	Σφακίων	Μαλαθίρου	Μπονιαλή
Βολουδάκιδων	Μαρκορά	Πειραιώς	Πλ. Κολοκοτρώνη
Ν. Πλαστήρα	Εμ. Αντωνιάδου	Αναπαύσεως	Ερωτόκριτου

Σαν κέντρο διανομής λαμβάνουμε υπόψιν μόνο το υποκατάστημα και όχι το κεντρικό αφού από το δεύτερο μεταφέρονται μόνον τα μεγάλα δέματα των οποίων η μεταφορά δεν θα απασχολήσει εμάς.

Χρειάστηκε σημαντικός χρόνος για τον ορισμό των μονάδων χωρητικότητας και την θεωρητική τοποθέτηση των φακέλων και των μικροδεμάτων μέσα στα οχήματα.

Χρησιμοποιούμε τελικά όμως μόνον ένα τύπο οχήματος, αυτόν της μοτοσικλέτας για διευκόλυνση του διανομέα/ παραλήπτη και για λόγους κυκλοφοριακούς.

Το κιβώτιο τώρα της μοτοσικλέτας, καταλήξαμε στο συμπέρασμα, πως μπορεί να μεταφέρει σε μια διαδρομή τουλάχιστον 60 φακέλους και 15 μικροδέματα αναλόγως το μέγεθος.

Τέλος παραλείπονται οι περιορισμοί των χρονικών παραθύρων.

6.3. Δεδομένα Πρακτικής Εφαρμογής.

Στον **Πίνακα 6.2.** δίνονται οι παραδόσεις και οι παραλαβές του μήνα Νοέμβρη. Στον **Πίνακα 6.3.α** και **6.3.β** δίνονται αναλυτικότερα οι παραδόσεις και οι παραλαβές του μήνα αυτού, ενώ στους **Πίνακες 6.4** δίνονται αναλυτικά οι καθημερινές αποστολές στις οδούς. Τέλος στον **Πίνακα 6.5** δίνονται οι οδικές αποστάσεις μεταξύ των κέντρων των οδών της περιοχής στις οποίες είχαμε ζήτηση (μεταφορές) τον μήνα Νοέμβρη.

Πίνακας 6.2.

ΑΠΟΣΤΟΛΕΣ ΜΗΝΟΣ ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ		
	ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ	*ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ*
ΠΑΡ 01.11	62	28
ΣΑΒ 02.11	31	03
ΚΥΡ 03.11	–	–
ΔΕΥ 04.11	67	34
ΤΡΙ 05.11	51	38
ΤΕΤ 06.11	38	27
ΠΕΜ 07.11	42	28
ΠΑΡ 08.11	70	22
ΣΑΒ 09.11	32	05

ΚΥΡ 10.11	–	–
ΔΕΥ 11.11	59	30
ΤΡΙ 12.11	49	35
ΤΕΤ 13.11	61	23
ΠΕΜ 14.11	60	28
ΠΑΡ 15.11	51	34
ΣΑΒ 16.11	30	10
ΚΥΡ 17.11	–	–
ΔΕΥ 18.11	55	38
ΤΡΙ 19.11	50	30
ΤΕΤ 20.11	45	40
ΠΕΜ 21.11	κλειστά λόγω Αργίας	
ΠΑΡ 22.11	64	36
ΣΑΒ 23.11	25	04
ΚΥΡ 24.11	–	–
ΔΕΥ 25.11	99	32
ΤΡΙ 26.11	45	46
ΤΕΤ 27.11	58	14
ΠΕΜ 28.11	53	30
ΠΑΡ 29.11	60	27
ΣΑΒ 30.11	40	07
ΣΥΝΟΛΟ:	1.297	649

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7ο

ΕΠΙΛΥΣΗ ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΠΑΚΕΤΟΥ LINGO ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

7.1. Επίλυση με το Lingo.

Στο κεφάλαιο αυτό θα δοθούν τα αποτελέσματα που προέκυψαν για τέσσερα σενάρια από την εφαρμογή που πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του λογισμικού πακέτου Lingo. Σε κάθε ένα σενάριο από τα τέσσερα θεωρούμε τη χωρητικότητα του κιβωτίου του οχήματος διαφορετική.
Ο αλγόριθμος που χρησιμοποιήθηκε είναι ο αλγόριθμος **Διακλάδωσης Οριοθέτησης.**

7.2. Ο αλγόριθμος Διακλάδωσης Οριοθέτησης.

Ο αλγόριθμος Διακλάδωσης Οριοθέτησης είναι ο πιο γνωστός αλγόριθμος αριστοποίησης. Η μέθοδος αυτή αποτελεί τη βάση για όλα τα πακέτα Η/Υ που λύνουν προβλήματα ακέραιου προγραμματισμού.

Η βασική ιδέα της μεθόδου για την επίλυση ενός προβλήματος, είναι η δημιουργία και επίλυση μιας σειράς από προβλήματα Γραμμικού Προγραμματισμού, το καθένα από τα οποία προσεγγίζει όλο και περισσότερο και θέτει ένα όλο και πιο στενό όριο στον προσδιορισμό της άριστης λύσης.

Το πρώτο πρόβλημα Γ.Π. είναι αντίστοιχο του αρχικού προβλήματος Α.Π.(χωρίς όμως τον περιορισμό περί ακεραιότητας των μεταβλητών),τα επόμενα δε περιλαμβάνουν διαδοχικούς περιορισμούς πάνω στα πεδία τιμών των μεταβλητών.

Οι διαδοχικές λύσεις τις οποίες αποκτούμε έχουν την εξής ιδιότητα:

Εάν μεν οι μεταβλητές έχουν δεκαδική τιμή, τότε η κάθε λύση είναι το ανώτερο όριο για τις λύσεις όλων των προβλημάτων που θα ακολουθήσουν από αυτό.

Από την άλλη μεριά, εάν οι μεταβλητές έχουν όλες ακέραιες τιμές, τότε η λύση αυτή είναι το κατώτατο όριο για τη ζητούμενη λύση Α.Π.

Η διαδικασία τελειώνει όταν ευρεθεί το μέγιστο δυνατό κατώτατο όριο.

Τα βήματα που ακολουθούνται στη μέθοδο αυτή μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

1. Αρχική λύση : Λύνουμε το αντίστοιχο πρόβλημα Γ.Π. ($Π_0$).Εάν η λύση είναι ακέραιη, σταματούμε. Διαφορετικά , θέτουμε την άριστη τιμή Z_0 σαν το ανώτατο όριο της Z^* και συνεχίζουμε. Το πρόβλημα ($Π_0$) αποτελεί το ανώτατο επίπεδο στο δέντρο της λύσης.

2. Διαίρεση του πεδίου τιμών μιας δεκαδικής μεταβλητής : Διαλέγουμε το κλαδί με το μεγαλύτερο ανώτατο όριο. Σε αυτό το κλαδί επιλέγουμε μια μεταβλητή x_j = β όπου η τιμή β είναι δεκαδικός αριθμός και δημιουργούμε δύο περιορισμούς : $x_j \leq$ [β΄] και $x_j \geq$ [β΄]+1.

3. Δημιουργία δύο θυγατρικών προβλημάτων-κλαδιών : Στο κλαδί που θα εξετάσουμε δημιουργούμε δύο νέα προβλήματα-κλαδιά στο καθένα από τα οποία έχει επιβληθεί και ένας από τους δύο παραπάνω περιορισμούς. Λύνουμε τα προβλήματα και υπολογίζουμε τις τιμές των μεταβλητών και της αντικειμενικής συνάρτησης Z_i. Η τιμή Z_i του κάθε προβλήματος είναι το ανώτατο όριο όλων των προβλημάτων που μπορούν να ακολουθήσουν από αυτό το κλαδί. Εάν οι μεταβλητές έχουν ακέραιη τιμή και η τιμή Z_i είναι η μεγαλύτερη από όλες τις προηγούμενες λύσεις με ακέραιες μεταβλητές, τότε θέτουμε την τιμή Z_i σαν το κατώτατο όριο της Z^* και κρατάμε αυτή τη λύση σαν την καλύτερη μέχρι τώρα.

4. Εγκατάλειψη κλαδιών, όπου είναι δυνατόν : Εξετάζουμε όλα τα ακραία κλαδιά τα οποία δεν έχουμε εγκαταλείψει, με σκοπό να εγκαταλείψουμε όσο το δυνατόν περισσότερα. Εγκατάλειψη ενός κλαδιού γίνεται :

   - Εάν η τιμή Z_i σε αυτό το κλαδί είναι μικρότερη από το κατώτατο όριο της Z^*.
   - Εάν το κλαδί αυτό δεν έχει λύση.
   - Εάν ευρεθεί ακέραιη λύση η οποία είναι καλύτερη από το ήδη υπάρχον κατώτατο όριο της Z^*. Σε αυτήν την περίπτωση αναθεωρούμε το κατώτατο όριο να πάρει την νέα τιμή, την οποία και κρατάμε σαν την καλύτερη μέχρι τώρα λύση.

5. Τέλος της διαδικασίας όταν εγκαταλειφθούν όλα τα κλαδιά : Όταν συμβεί αυτό, θεωρούμε το κατώτατο όριο της Z^* σαν την άριστη λύση. Εάν δεν έχουν εγκαταλειφθεί όλα τα κλαδιά, επιστρέφουμε στο (2) και επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία.

7.3. Το μοντέλο LINGO

MODEL:

Το Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων (**V.R.P.**)

SETS:

Q(I) η ζήτηση της οδού I
U(I) η ποσότητα που παραδίδεται στην οδό I
CITY/1..28/:Q,U;

DIST(I,J) η απόσταση της οδού I από την οδό J
X(I,J) η μεταβλητή 0-1. Είναι 1 εάν ένα όχημα ταξιδεύει από την οδό I στην J , αλλιώς 0.

CXC(CITY,CITY): DIST,X;
ENDSETS

DATA:

Η οδό 1 αποτελεί το κέντρο διανομής

Q = 0 2.52 10.88 1.64 2.08 3.56 4.12 0.24 0.48 2.72 0.28 0.48 0.52 0.44 0.84 0.48 1.2 2.2 1.76 4.2 2 2.16 2.44 0.64 0.52 0.56 2.24 0.68 ;

DIST=

Οι οδικές αποστάσεις των κέντρων των οδών όπως δίνονται από τον **Πίνακα 6.5** του 6ου Κεφαλαίου.

VCAP=11 η χωρητικότητα του κιβωτίου του οχήματος
ENDDATA

MIN=@SUM(CXC:DIST*X) η ελαχιστοποίηση της συνολικά διανυόμενης απόστασης

@FOR(CITY(K)|K#GT#1:για κάθε οδό εκτός του κέντρου διανομής

X(K,K)=0 ένα όχημα δεν ταξιδεύει μεταξύ του εαυτού του

@SUM(CITY(I)|I#NE#K#AND#(I#EQ#1#OR#Q(I)+Q(K)#LE#VCAP):X(I,K))=1 ένα όχημα πρέπει να μπαίνει στην οδό

@SUM(CITY(J)|J#NE#K#AND#(J#EQ#1#OR#Q(J)+Q(K)#LE#VCAP):X(K,J))=1 ένα όχημα πρέπει να φεύγει από την οδό

@BND(Q(K),U(K),VCAP) U(k) είναι το ελάχιστο ποσό που χρειάζεται στο K αλλά δεν μπορεί να υπερβεί τη χωρητικότητα

@FOR(CITY(I)|I#NE#K#AND#I#NE#1:

U(K)>=U(I)+Q(K)-VCAP+VCAP*(X(K,I)+X(I,K))-(Q(K)+Q(I))*X(K,I);
); εάν το K ακολουθεί το I τότε μπορεί να περιοριστεί το U(K)-U(I)

U(K)<=VCAP-(VCAP-Q(K))*X(1,K); εάν το K είναι η πρώτη στάση τότε U(K)=Q(K)

U(K)>=Q(K)+@SUM(CITY(I)|I#GT#1:Q(I)*X(I,K));
); εάν το K δεν είναι η πρώτη στάση..

@FOR(CXC(I,J):@BIN(X(I,J));
); κάνοντας το X μοναδιαίο....

VEHCLF=@SUM(CITY(I)|I#GT#1:Q(I))/VCAP;
VEHCLR=VEHCLF+1.999-@WRAP(VEHCLF-.001,1); ο ελάχιστος αριθμός απαιτούμενων οχημάτων, κλασματικά και στρογγυλοποιημένα

@SUM(CITY(J)|J#GT#1:X(1,J))>=VEHCLR;
END πρέπει να σταλούν αρκετά οχήματα από το κέντρο διανομής

7.4. Αποτελέσματα πρακτικής εφαρμογής

Τα αποτελέσματα που ακολουθούν προέκυψαν από την εφαρμογή που πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του λογισμικού πακέτου Lingo.

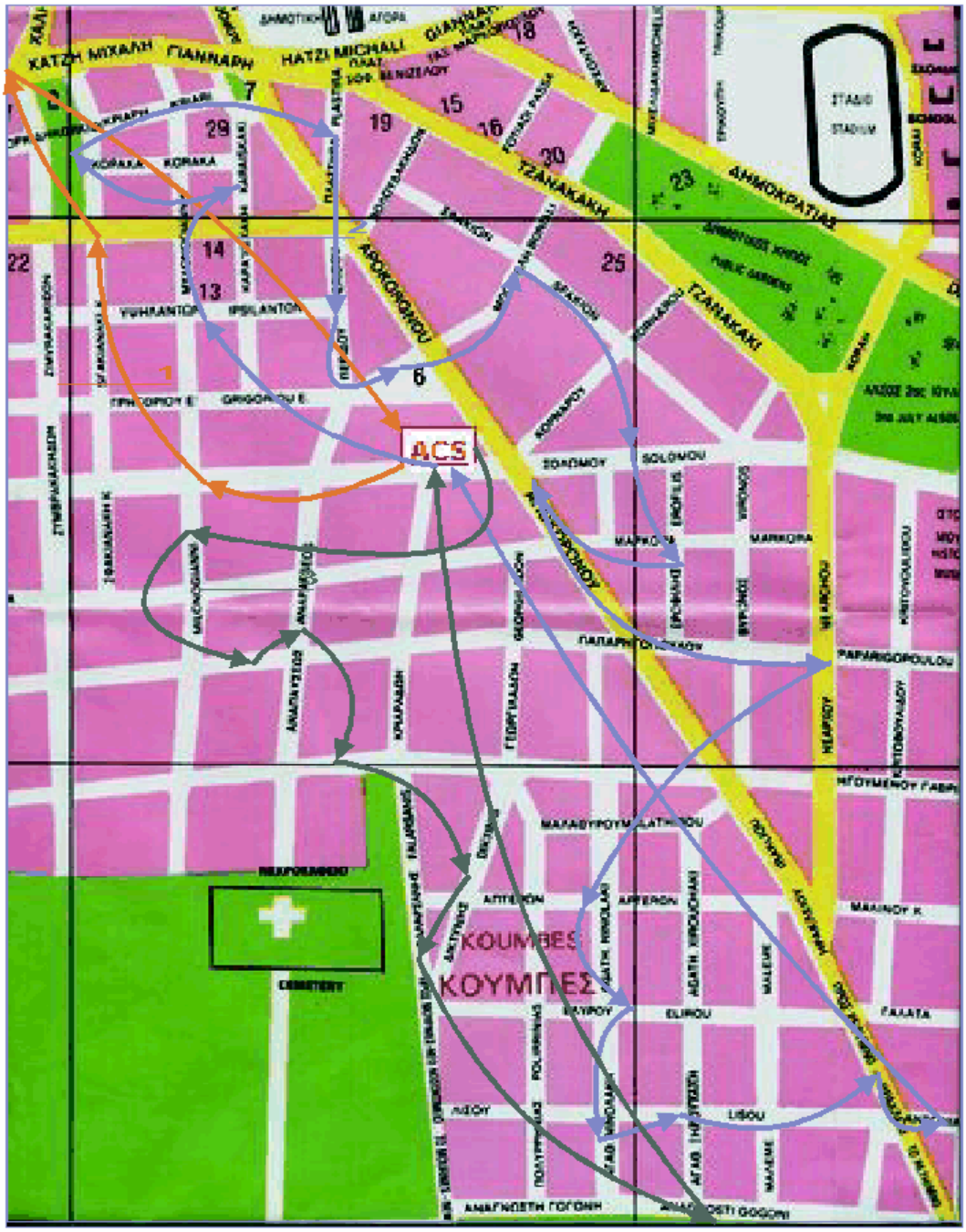
Όπως έχει προαναφερθεί εξετάσαμε τέσσερα διαφορετικά σενάρια κάθε ένα με διαφορετική χωρητικότητα κιβωτίου, αφού το μέγεθος των προϊόντων προς μεταφορά ποικίλει.

Επειδή λοιπόν συμβαίνει αυτό στο 1ο Σενάριο θεωρούμε ότι το κιβώτιο του οχήματος μπορεί να μεταφέρει σε μία διαδρομή 70 φακέλους-μικροδέματα. Στο 2ο Σενάριο 35, στο 3ο 20 και στο 4ο 11 φακέλους-μικροδέματα

<u>ΣΕΝΑΡΙΟ 1ο</u>: Η χωρητικότητα του κιβωτίου είναι 70 φάκελοι-μικροδέματα

Η τιμή της αντικειμενικής συνάρτησης στην περίπτωση του 1ο σεναρίου είναι ίση με ***4030.00*** *μέτρα* ενώ η λύση βρέθηκε στο βήμα 1282.

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την επίλυση, όσον αφορά τις βέλτιστες διαδρομές, φαίνονται σχηματικά στον παρακάτω Χάρτη:



Πραγματοποιούνται συνολικά οι τρεις παρακάτω διαδρομές:

Διαδρομή 1:

ACS ➡ΜΠΟΤΣΑΡΗ➡ΚΥΔΩΝΙΑΣ➡ΠΕΙΡΑΙΩΣ➡ **ACS**

Διαδρομή2:

ACS➡ΥΨΗΛΑΝΤΩΝ➡ΚΑΡΑ'Ι'ΣΚΑΚΗ➡ΠΛ.ΚΟΤΣΑΜΠΑΣΗ➡ΠΛΑΣΤΗΡΑ➡ ΠΕΡΙΔΟΥ➡ΠΛ.ΚΟΛΟΚΟΤΡΩΝΗ➡ΜΠΟΝΙΑΛΗ➡ΣΟΛΩΜΟΥ➡ΕΡΩΦΙΛΗΣ➡ ΑΠΟΚΟΡΩΝΟΥ➡ΝΕΑΡΧΟΥ➡ΑΠΤΕΡΩΝ➡ΕΛΥΡΟΥ➡ΝΙΚΟΛΑΚΑΚΗ ΕΠΙΣ. ➡ΛΙΣΣΟΥ➡ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ➡ΑΝΤΩΝΙΑΔΟΥ➡ **ACS**

Διαδρομή3:

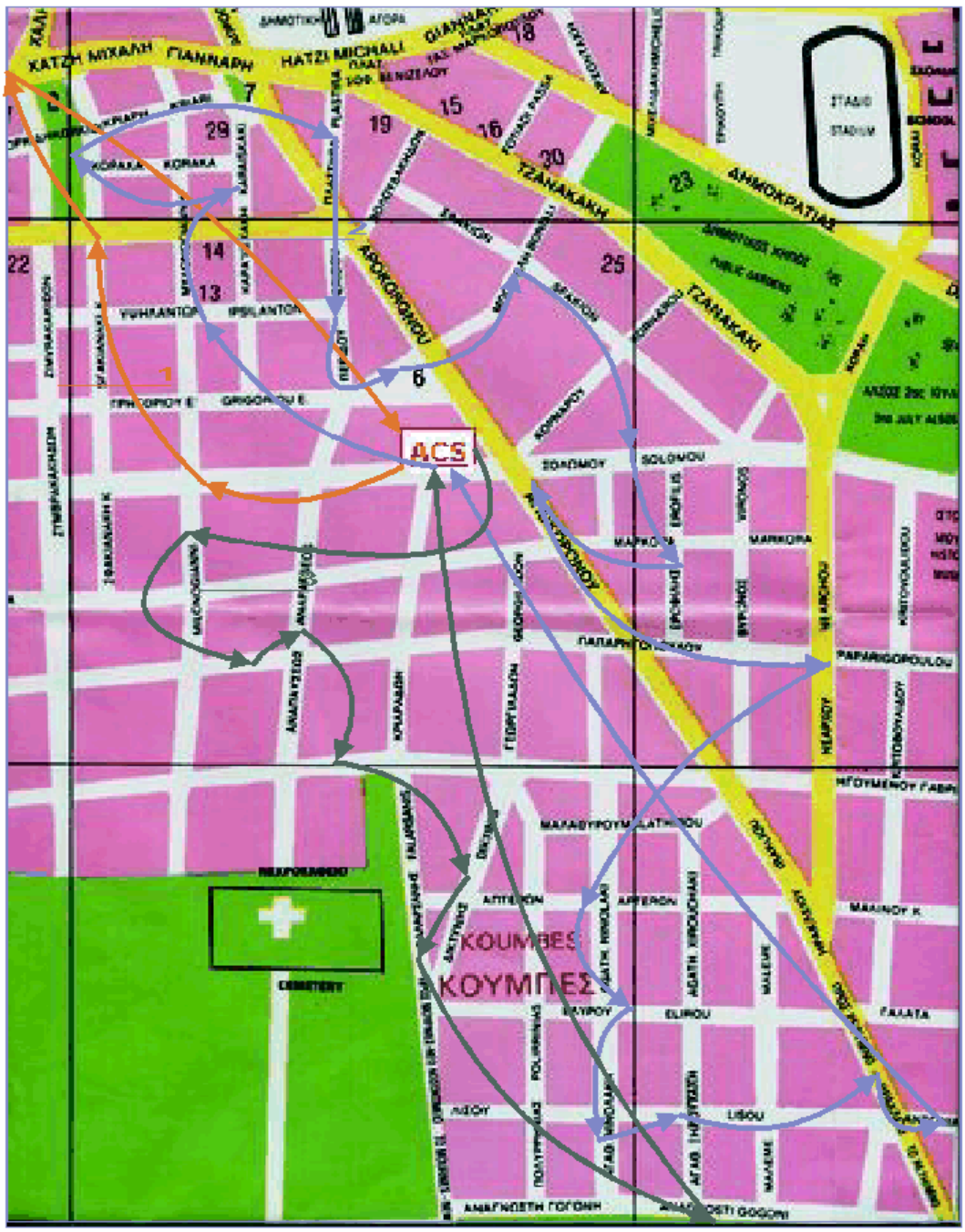
ACS➡ΜΥΛΟΝΟΓΙΑΝΝΗ➡ΣΚΟΥΛΑ➡ΑΝΑΠΑΥΣΕΩΣ➡ΕΦ.ΠΟΛΕΜΙΣΤΩΝ➡ ΔΙΚΤΥΝΗΣ➡ΦΑΛΑΣΑΡΝΗΣ➡ΓΟΓΟΝΗ➡ **ACS**

Προκύπτει λοιπόν ότι στο 1ο Σενάριο για την εφαρμογή της βέλτιστης λύσης *απαιτούνται* ***τρία οχήματα***.

<u>ΣΕΝΑΡΙΟ 2ο</u> : Η χωρητικότητα του κιβωτίου είναι 35 φάκελοι-μικροδέματα

Στο σενάριο αυτό *η τιμή της αντικειμενικής συνάρτησης είναι* ***4050.00*** *μέτρα* και η λύση βρέθηκε στο βήμα 8295.

Οι βέλτιστες διαδρομές φαίνονται σχηματικά στον χάρτη που ακολουθεί



Προκύπτουν λοιπόν οι τρεις παρακάτω διαδρομές:

Διαδρομή 1:

ACS➡ΜΠΟΤΣΑΡΗ➡ΜΥΛΟΝΟΓΙΑΝΝΗ➡ΣΚΟΥΛΑ➡ΑΝΑΠΑΥΣΕΩΣ➡ΕΦ.ΠΟΛΕΜΙΣΤΩΝ➡ΔΙΚΤΥΝΗΣ➡ΦΑΛΑΣΑΡΝΗΣ➡ΓΟΓΟΝΗ➡ **ACS**

Διαδρομή2:

ACS➡ΥΨΗΛΑΝΤΩΝ➡ΚΑΡΑ'Ι'ΣΚΑΚΗ➡ΠΕΡΙΔΟΥ➡ΠΛΑΣΤΗΡΑ➡ ΠΛ.ΚΟΤΣΑΜΠΑΣΗ➡ΚΥΔΩΝΙΑΣ➡ΠΕΙΡΑΙΩΣ➡ **ACS**

Διαδρομή3:

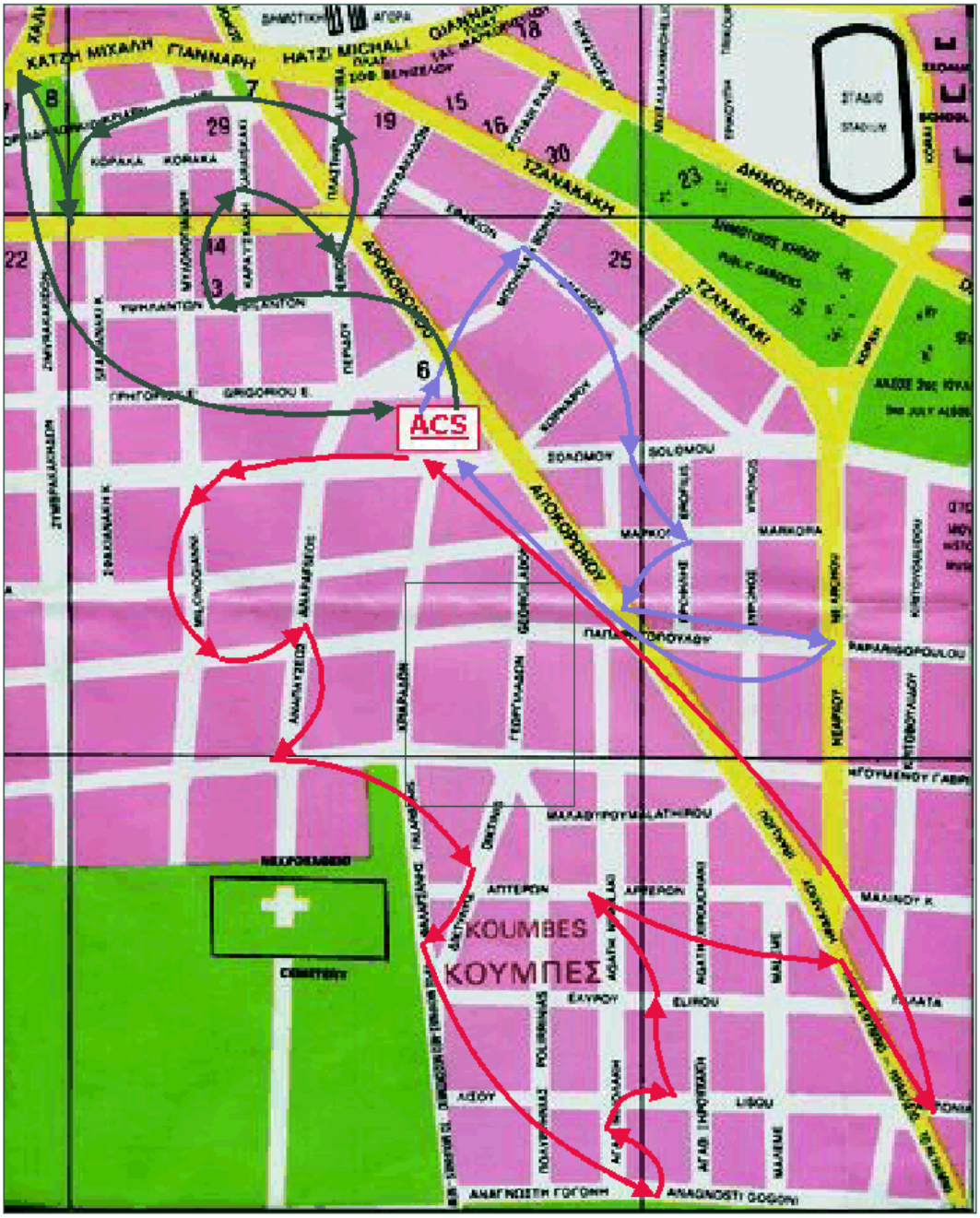
ACS➡ΠΛ.ΚΟΛΟΚΟΤΡΩΝΗ➡ΜΠΟΝΙΑΛΗ➡ΣΟΛΩΜΟΥ➡ΕΡΩΦΙΛΗΣ➡ ΑΠΟΚΟΡΩΝΟΥ➡ΝΕΑΡΧΟΥ➡ΑΠΤΕΡΩΝ➡ΕΛΥΡΟΥ➡ΝΙΚΟΛΑΚΑΚΗ ΕΠΙΣ. ➡ ΛΙΣΣΟΥ➡ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ➡ΑΝΤΩΝΙΑΔΟΥ➡ **ACS**

Για την εφαρμογή της λύσης αυτής, όπως και πριν, *απαιτούνται* ***τρία οχήματα***.

ΣΕΝΑΡΙΟ 3ο : Η χωρητικότητα του κιβωτίου είναι 20 φάκελοι-μικροδέματα

Στο σενάριο αυτό *η τιμή της αντικειμενικής συνάρτησης προκύπτει* ***4085.00*** *μέτρα* και η λύση βρέθηκε στο βήμα 19285.

Οι βέλτιστες διαδρομές του 3ου σεναρίου παρουσιάζονται σχηματικά στον ακόλουθο χάρτη



Πραγματοποιούνται οι τρεις παρακάτω διαδρομές:

Διαδρομή 1:

ACS➡ΜΠΟΤΣΑΡΗ➡ΜΥΛΟΝΟΓΙΑΝΝΗ➡ΣΚΟΥΛΑ➡ΑΝΑΠΑΥΣΕΩΣ➡ΕΦ. ΠΟΛΕΜΙΣΤΩΝ➡ΔΙΚΤΥΝΗΣ➡ΦΑΛΑΣΑΡΝΗΣ➡ΓΟΓΟΝΗ➡ΝΙΚΟΛΑΚΑΚΗ ΕΠΙΣ.➡ΛΙΣΣΟΥ➡ΕΛΥΡΟΥ➡ΑΠΤΕΡΩΝ➡ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ➡ΑΝΤΩΝΙΑΔΟΥ➡ **ACS**

Διαδρομή2:

ACS➡ΠΛ.ΚΟΛΟΚΟΤΡΩΝΗ➡ΜΠΟΝΙΑΛΗ➡ΣΟΛΩΜΟΥ➡ΕΡΩΦΙΛΗΣ➡ ΑΠΟΚΟΡΩΝΟΥ➡ΝΕΑΡΧΟΥ➡ **ACS**

Διαδρομή3:

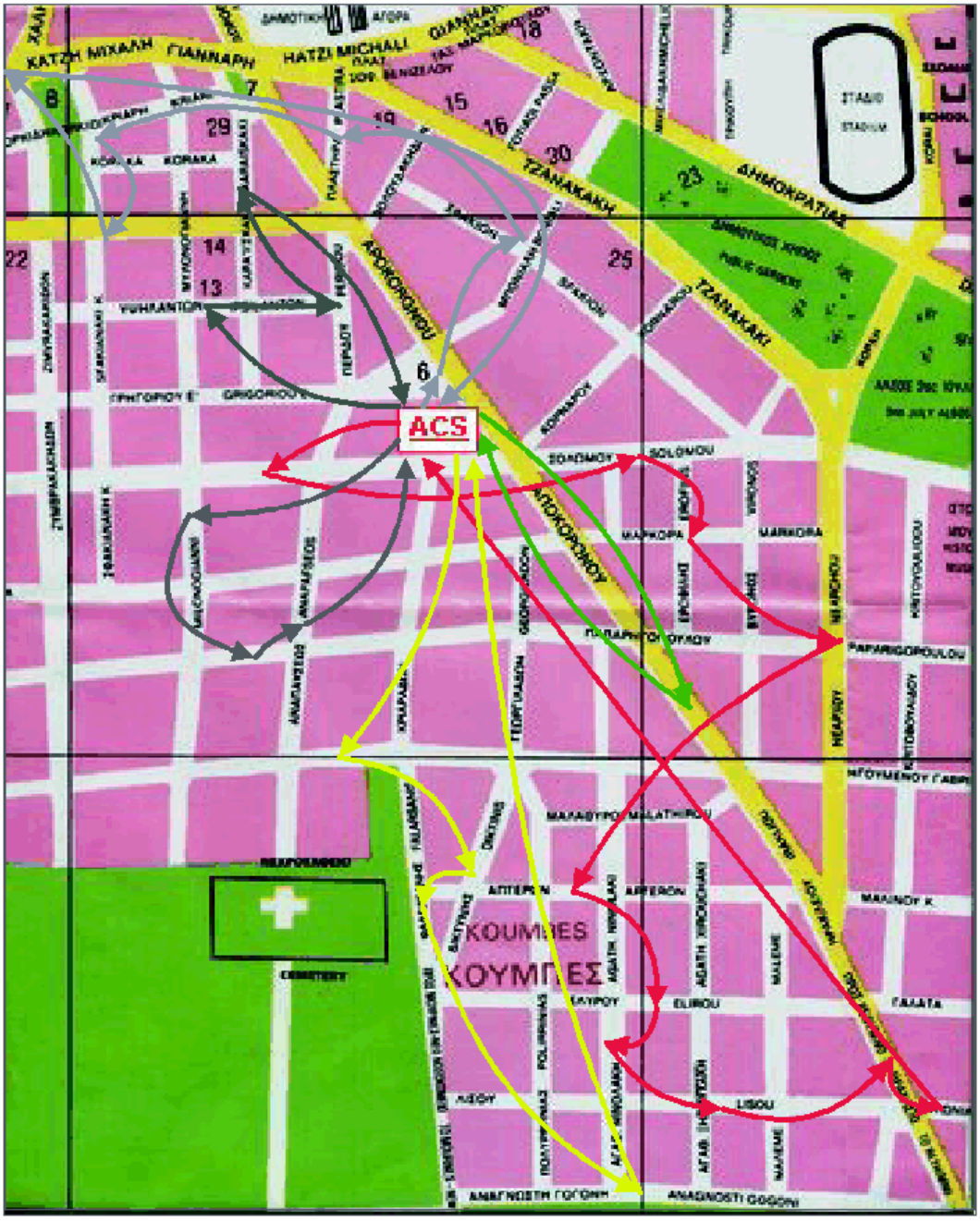
ACS➡ΥΨΗΛΑΝΤΩΝ➡ΚΑΡΑ'Ι'ΣΚΑΚΗ➡ΠΕΡΙΔΟΥ➡ΠΛΑΣΤΗΡΑ➡ΠΛ. ΚΟΤΣΑΜΠΑΣΗ➡ΚΥΔΩΝΙΑΣ➡ΠΕΙΡΑΙΩΣ➡ **ACS**

Και για την εφαρμογή του 3ου σεναρίου απαιτούνται ***τρία οχήματα.***

ΣΕΝΑΡΙΟ 4ο :Η χωρητικότητα του κιβωτίου είναι 11 φάκελοι-μικροδέματα

Στην περίπτωση του 4ου σεναρίου *η τιμή της αντικειμενικής συνάρτησης είναι ίση με* ***4720.00*** μέτρα και η λύση βρέθηκε στο βήμα 1797.

Οι βέλτιστες διαδρομές του 4ου σεναρίου φαίνονται σχηματικά στον παρακάτω χάρτη



Στο σενάριο αυτό προκύπτουν λοιπόν οι έξι ακόλουθες διαδρομές:

Διαδρομή 1:

ACS ➡ΜΠΟΤΣΑΡΗ➡ΣΟΛΩΜΟΥ➡ΕΡΩΦΙΛΗΣ➡ΝΕΑΡΧΟΥ➡ΑΠΤΕΡΩΝ➡ ΕΛΥΡΟΥ➡ΝΙΚΟΛΑΚΑΚΗΕΠΙΣ. ➡ΛΙΣΣΟΥ➡ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ➡ΑΝΤΩΝΙΑΔΟΥ➡ **ACS**

Διαδρομή2:

ACS ➡ΜΥΛΟΝΟΓΙΑΝΝΗ➡ΣΚΟΥΛΑ➡ΑΝΑΠΑΥΣΕΩΣ➡ **ACS**

Διαδρομή3:

ACS ➡ΥΨΗΛΑΝΤΩΝ➡ΠΕΡΙΔΟΥ➡ΚΑΡΑ'Ι'ΣΚΑΚΗ➡ **ACS**

Διαδρομή 4:

ACS➡ΠΛ.ΚΟΛΟΚΟΤΡΩΝΗ➡ΜΠΟΝΙΑΛΗ➡ΠΛΑΣΤΗΡΑ➡ΠΛ.ΚΟΤΣΑΜΠΑΣΗ ➡ΚΥΔΩΝΙΑΣ➡ΠΕΙΡΑΙΩΣ➡ **ACS**

Διαδρομή 5:

ACS ➡ΕΦ.ΠΟΛΕΜΙΣΤΩΝ➡ΔΙΚΤΥΝΗΣ➡ΦΑΛΑΣΑΡΝΗΣ➡ΓΟΓΟΝΗ➡ **ACS**

Διαδρομή 6:

ACS ➡ΑΠΟΚΟΡΩΝΟΥ➡**ACS**

Για το 4ο και τελευταίο σενάριο προκύπτει ότι για την εφαρμογή της βέλτιστης λύσης απαιτούνται ***έξι οχήματα***.

7.5. Συμπεράσματα

Επειδή στο 4^{ο} Σενάριο απαιτούνται αρκετά περισσότερα οχήματα, εξετάζουμε την εκλογή της βέλτιστης λύσης από τα τρία πρώτα Σενάρια.
Παρατηρούμε ότι το Σενάριο 1 όπως και τα Σενάρια 2 και 3, απαιτούν τον ίδιο αριθμό οχημάτων. Εφόσον όμως η τιμή της αντικειμενικής συνάρτησης του 1^{ου} Σεναρίου είναι ίση με 4030 μέτρα έναντι των 4050 μέτρων του 2^{ου} και των 4085 μέτρων του 3^{ου}, επιλέγουμε σαν βέλτιστη λύση τη λύση του 1^{ου} Σεναρίου.
Οπότε οι βέλτιστες διαδρομές των τριών οχημάτων είναι αυτές που δόθηκαν στην παρουσίαση του 1^{ου} Σεναρίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8ο

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ & ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Ζαφειρίδης Χ. *Βελτιστοποίηση Διανομής Προϊόντων Κεντρικής Θέρμανσης και Κλιματισμού στην Περιοχή της Κεντρικής Μακεδονίας*. Διπλωματική Εργασία. Χανιά 2001.

- Μυγδαλάς Α., Μαρινάκης Ι.. *Συνδιαστική Βελτιστοποίηση*. Σημειώσεις Μεταπτυχιακού. Χανιά 2001.

- Καρακιοζόπουλος Κ. *Μελέτη και Βελτιστοποίηση των Διανομών των Προϊόντων της εταιρείας Μπισκότα Α.Β.Ε.Ε.* Διπλωματική Εργασία. Χανιά 2002.

- Πραστάκος Γρ. *Διοικητική Επιστήμη*. Αθήνα 2000.

Ξένη Βιβλιογραφία

- N.Christofides. *The traveling salesman problem* 1999.

- Bruse L. Golden. *Introduction to and Recent Advances in Vehicle Routing Methods* 2000.

- Toth P., Vigo D. *A heuristic algorithm for the symmetric and asymmetric vehicle routing problems with backhauls* 2001.

- Achuthan N.R., Cacceta L.,Hill S.P. *On the Vehicle Routing Problem* 1997.