ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

Διπλωματική Εργασία

ΒΕΛΤΙΣΤΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΟ ΣΤΟΛΟ ΤΩΝ ΚΤΕΛ ΝΟΜΟΥ ΠΙΕΡΙΑΣ

Σταυρούλα Αλεξίου

Επιβλέπων Καθηγητής
Νικόλαος Ματσατσίνης

Χανιά 2011

Η παρούσα διπλωματική εργασία εγκρίνεται από τους κ.

Όνομα	**Υπογραφή**
1. **Ματσατσίνη Νικόλαο** Καθηγητής	……
2. **Δούμπο Μιχαήλ** Επίκουρος καθηγητής	……
3. **Μαρινάκη Ιωάννη** Λέκτορας	……

Ευχαριστίες

Καταρχήν, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Ματσατσίνη Νίκο, για όλη τη βοήθεια, την καθοδήγηση και τις επισημάνσεις που μου έκανε όλο αυτό το διάστημα της συνεργασίας μας.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους κυρίους Μαρινάκη Ιωάννη και Δούμπο Μιχάλη. Τον πρώτο για τις συμβουλές του πάνω στη διπλωματική μου και για τις γνώσεις που μου μετέδωσε στο μάθημα των «Εφοδιαστικών Αλυσίδων», που μου φάνηκαν ιδιαίτερα χρήσιμες κατά τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας και τον δεύτερο γιατί με έβαλε στο γοητευτικό κόσμο της «Επιχειρησιακής Έρευνας» από την αρχή της φοιτητικής μου ζωής και μου έδωσε τις πρώτες βάσεις.

Ακόμα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους κυρίους Χαραλαμπίδη Ιωάννη και Στροσκίδη Δημήτριο, για το χρόνο που μου διέθεσαν στα ΚΤΕΛ του Νομού Πιερίας, όσες φορές πήγα για να ζητήσω πληροφορίες.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου και τους φίλους μου, που με στήριζαν και με στηρίζουν όλα αυτά τα χρόνια.

Αφιερώνεται στην οικογένειά μου,

που πάντα στέκεται δίπλα μου,

σε κάθε μου προσπάθεια…

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ – ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ – ΣΧΗΜΑΤΩΝ 8

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ 9

ΠΡΟΛΟΓΟΣ 10

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. Παρουσίαση των ΚΤΕΛ και των προβλημάτων τους 11

1.1. Ιστορική εξέλιξη των ΚΤΕΛ 11

1.2. Η χρήση της επιχειρησιακής έρευνας στις εταιρείες μαζικής μεταφοράς 15

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Εισαγωγή στα δίκτυα 17

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. Εφοδιαστική Αλυσίδα 22

3.1. Μεταφορές και Διανομή 23

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. Τα Προβλήματα Δρομολόγησης και Προγραμματισμού Οχημάτων 27

4.1. Συστήματα ταξινόμησης για τα προβλήματα δρομολόγησης και προγραμματισμού οχημάτων 27

4.2. Το Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων (The Vehicle Routing Problem – VRP) 28

4.2.1. Ορισμός και περιγραφή του γενικευμένου προβλήματος δρομολόγησης οχημάτων 30

4.2.2. Περιορισμοί και χαρακτηριστικά πελατών, οχημάτων, οδηγών και διαδρομών 34

4.2.3. Στόχοι του Προβλήματος Δρομολόγησης Οχημάτων 38

4.2.4. Μοντελοποίηση του γενικευμένου προβλήματος δρομολόγησης οχημάτων 39

4.3. Το Πρόβλημα Προγραμματισμού Οχημάτων (Vehicle Scheduling Problem - VSP) 41

4.3.1. Πρακτικές πλευρές του προβλήματος προγραμματισμού οχημάτων 41

4.3.1.1. Το απλής αποθήκης πρόβλημα προγραμματισμού οχημάτων 42

4.3.1.2. Το πρόβλημα προγραμματισμού οχημάτων με περιορισμούς στο μήκος των διαδρομών (VSPLRP) 42
4.3.1.3. Το πρόβλημα προγραμματισμού οχημάτων με πολλαπλού τύπου οχήματα (VSPMVT) 42
4.3.1.4. Το πρόβλημα προγραμματισμού οχημάτων με πολλαπλές αποθήκες (VSPMD) 42
4.4. Συνδυαστικά Προβλήματα Δρομολόγησης και Προγραμματισμού Οχημάτων 43
4.4.1. Προβλήματα χωροθέτησης περιορισμένης χωρητικότητας με χρονικά παράθυρα (Capacitated location problem with time windows) 43
4.4.2. Φόρτωση οχημάτων (Vehicle loading) 44
4.4.3. Dial – a – Ride Problem (DARP) 44
4.4.4. Το πρόβλημα της διαχείρισης τερματικών 45
4.4.5. Προγραμματισμός πληρωμάτων (Crew scheduling) 45
4.5. Το Πρόβλημα Προγραμματισμού Οχημάτων στα μέσα μαζικής μεταφοράς 46
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. Ανάλυση των παραμέτρων του προβλήματος των ΚΤΕΛ και των τρόπων επίλυσής του 49
5.1. Κατασκευή του δικτύου και προγραμματισμός των δρομολογίων 49
5.2. Ανάθεση οχημάτων σε δρομολόγια (Fleet assignment) 50
5.3. Δρομολόγηση λεωφορείων (Bus routing) 52
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. Τα προβλήματα της βέλτιστης ανάθεσης και δρομολόγησης λεωφορείων 54
6.1. Η γενική μέθοδος επίλυσης των δύο προβλημάτων 54
6.2. Το πρόβλημα της ανάθεσης οχημάτων σε δρομολόγια (The Fleet Assignment Problem) 55
6.2.1. Μοντελοποίηση του προβλήματος ανάθεσης οχημάτων σε δρομολόγια 56
6.2.1.1. Μοντελοποίηση βάση της μεθόδου του χωροχρονικού δικτύου 56

6.2.1.2. Μοντελοποίηση βάση της μεθόδου του δικτύου συνδέσεων 58
6.2.2. Περιορισμός συντήρησης του στόλου των λεωφορείων..... 60
6.2.3. Μέθοδοι επίλυσης των δύο τεχνικών μοντελοποίησης 61
6.2.3.1. Επίλυση της μοντελοποίηση βάση της μεθόδου του χωροχρονικού δικτύου 61
6.2.3.2. Επίλυση της μοντελοποίηση βάση της μεθόδου του δικτύου συνδέσεων 63
6.3. Το πρόβλημα της δρομολόγησης λεωφορείων (Bus routing)..... 64
6.3.1. Μοντελοποίηση του προβλήματος δρομολόγησης λεωφορείων 65
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. Συνδυαστική μέθοδος επίλυσης των δύο προβλημάτων 67
7.1. Μεθοδολογία επίλυσης του συνδυαστικού προβλήματος..... 68
7.2. Μοντελοποίηση του συνδυαστικού προβλήματος..... 70
7.3. Η πρώτη λύση του συνδυαστικού προβλήματος..... 72
7.4. Βελτιστοποίηση της πρώτης λύσης 77
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. Επίλυση του προβλήματος των ΚΤΕΛ Ν. Πιερίας 80
8.1. Το υπεραστικό ΚΤΕΛ Νομού Πιερίας 80
8.2. Τα δεδομένα επεξεργασίας για την επίλυση του προβλήματος....81
8.3. Σχολιασμός των αποτελεσμάτων και συμπεράσματα.....83
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι 88
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ 129
Βιβλιογραφία 154

ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ – ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ – ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 2.1. Παράδειγμα γραφήματος 17
Πίνακας 2.1. Παραδείγματα συστημάτων 18
Διάγραμμα 2.2. Παράδειγμα αλυσίδας 18
Διάγραμμα 2.3. Παράδειγμα κύκλου 19
Διάγραμμα 2.4. Παράδειγμα μη συνεκτικού γραφήματος 19
Διάγραμμα 2.5. Παράδειγμα δέντρου 20
Διάγραμμα 2.6. Παράδειγμα προσανατολισμένου γραφήματος 20
Διάγραμμα 2.7. Παράδειγμα δρόμου 21
Σχήμα 4.1. Παράδειγμα προβλήματος Δρομολόγησης Οχημάτων με μία αποθήκη και εννιά πελάτες 31
Σχήμα 4.2. Παράδειγμα προβλήματος Δρομολόγησης Οχημάτων με δύο διαδρομές 32
Διάγραμμα 5.1. Δίκτυο κεντρικού και περιφερειακών σταθμών 50
Διάγραμμα 5.2. Χωροχρονικό δίκτυο 51
Διάγραμμα 5.3. Δίκτυο συνδέσεων 52
Διάγραμμα 6.1. Απλουστευμένο χωροχρονικό δίκτυο 62
Πίνακας 8.1. Τα κέρδη μεταξύ των λύσεων 86
Διάγραμμα 8.1. Τα κέρδη μεταξύ των λύσεων – γραφική αναπαράσταση 86

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ATSP: Ασύμμετρο Πρόβλημα του Περιπλανώμενου Πωλητή (Asymmetric Traveling Salesman Problem)

DARP: Πρόβλημα Μεταφοράς Επιβατών κατά Απαίτηση (Dial – a – Ride Problem)

VRP: Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων (Vehicle Routing Problem)

VRPTW: Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων με Χρονικά Παράθυρα (Vehicle Routing Problem with Time Windows)

VSP: Πρόβλημα Προγραμματισμού Οχημάτων (Vehicle Scheduling Problem)

VSPLRP: Πρόβλημα Προγραμματισμού Οχημάτων με Περιορισμούς στο Μήκος των Διαδρομών

VSPMD: Πρόβλημα Προγραμματισμού Οχημάτων με Πολλαπλές Αποθήκες

VSPMVT: Πρόβλημα Προγραμματισμού Οχημάτων με Πολλαπλού Τύπου Οχήματα

ΚΤΕΛ: Κοινό Ταμείο Εισπράξεων Λεωφορείων

ΚΤΕΥΛ: Κοινό Ταμείο Εισπράξεων Υπεραστικών Λεωφορείων

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η επίλυση ενός συνδυασμού των προβλημάτων ανάθεσης και δρομολόγησης – προγραμματισμού λεωφορείων, για τα δεδομένα μιας εταιρείας μαζικής μεταφοράς. Αυτό επιτυγχάνεται με την ανάπτυξη και εφαρμογή ενός αλγορίθμου, που δέχεται ως δεδομένα τα πραγματικά στοιχεία μιας εβδομαδιαίας λειτουργίας της επιχείρησης. Συγκεκριμένα, με δεδομένα τα προκαθορισμένα δρομολόγια κάθε ημέρας, επιδιώκει να πραγματοποιήσει όσο το δυνατόν καλύτερη δημιουργία συνδυασμών δρομολογίων και ανάθεση των διαθέσιμων οχημάτων του στόλου σε αυτά, με τέτοιο τρόπο ώστε να ελαττώνεται το κόστος της εταιρείας, αλλά παράλληλα να κρατείται υψηλό το επίπεδο παροχής υπηρεσιών.

Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η ιστορία των ΚΤΕΛ από την ίδρυσή τους μέχρι σήμερα, τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν και τι τους προσφέρει η χρήση του τομέα της Επιχειρησιακής Έρευνας. Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται μια εισαγωγή στη θεωρία των δικτύων, για την μετέπειτα καλύτερη κατανόηση του προς επίλυση προβλήματος. Το τρίτο κεφάλαιο αναφέρεται στο γενικότερο κλάδο της εφοδιαστικής αλυσίδας, στην οποία υπάγονται τα προβλήματα της εργασίας. Το τέταρτο κεφάλαιο αναλύει τα προβλήματα δρομολόγησης και προγραμματισμού οχημάτων.

Στο πέμπτο κεφάλαιο αναλύονται οι παράμετροι του προβλήματος των ΚΤΕΛ και γίνεται μια πρώτη κατασκευή του δικτύου και εκτίμηση του τρόπου επίλυσης. Στο κεφάλαιο έξι τα δύο προβλήματα αντιμετωπίζονται ξεχωριστά, περιγράφονται και μοντελοποιούνται, ενώ στο επόμενο κεφάλαιο συνδυάζονται και επιτυγχάνεται η δημιουργία μιας πρώτης λύσης του συνδυαστικού προβλήματος, αλλά και η βελτιστοποίησή της για την εύρεση της τελικής λύσης. Η μεθοδολογία που ακολουθείται στα τρία αυτά κεφάλαια βασίζεται στη μεθοδολογία που ακολουθηθηκε στη διπλωματική εργασία του Αρκουμάνη Ιωάννη, στο Πολυτεχνείο Κρήτης, το 2004, με θέμα τη βελτιστοποίησης του αντίστοιχου προβλήματος για τα δεδομένα μιας αεροπορικής εταιρείας.

Τέλος, στο όγδοο κεφάλαιο, γίνεται η εφαρμογή του αλγορίθμου στα δεδομένα των ΚΤΕΛ Νομού Πιερίας και η ανάλυση των αποτελεσμάτων που προκύπτουν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Παρουσίαση των ΚΤΕΛ και των προβλημάτων τους

1.1. Ιστορική Εξέλιξη των ΚΤΕΛ

Η ανακάλυψη του τροχού έφερε τις συγκοινωνίες, οι οποίες μέχρι σήμερα εξυπηρετούν τον ίδιο σκοπό, τη μεταφορά προσώπων από ένα σημείο σε ένα άλλο. Ήδη από την αρχαιότητα, οι άμαξες, ως επακόλουθο της ανακάλυψης αυτής, άρχισαν να χρησιμοποιούνται ευρύτατα και σαν λεωφορεία. Οι άμαξες αυτές, πολλές φορές και διώροφες, σύρονταν από έξι με οχτώ άλογα και μετέφεραν επιβάτες από πόλη σε πόλη. Υπήρχαν εταιρείες λεωφορείων, που εξασφάλιζαν τη συγκοινωνία με κανονικά δρομολόγια, τακτικές στάσεις σε διάφορα σημεία και καθορισμένο εισιτήριο. Επίσης γρήγορες και ελαφριές άμαξες χρησιμοποιούνταν για τη μεταφορά του ταχυδρομείου. Αυτές οι άμαξες ταξίδευαν συνέχεια και άλλαζαν άλογα στους σταθμούς.

Αργότερα, με την εφεύρεση του κινητήρα εσωτερικής καύσης, έκαναν την εμφάνιση τους τα πρώτα οχήματα πέντε έως εφτά θέσεων. Πρώτα οι άνθρωποι των πόλεων και σιγά-σιγά οι άνθρωποι της υπαίθρου, εγκατέλειψαν το παραδοσιακό μέσο, την άμαξα, και προτίμησαν τα μηχανοκίνητα οχήματα, εμπειρία μοναδική, που την διηγούνταν σαν κάτι ξεχωριστό.

Πραγματικοί ήρωες ήταν οι οδηγοί των Lincoln-Ford,Overland, Deutz και Willys, σε μια εποχή όπου τα υδραυλικά τιμόνια και τα σύγχρονα σασμάν ήταν άγνωστα. Με το δρομολόγιο σε καθημερινή βάση να περιλαμβάνει ένα τουλάχιστον κλατάρισμα λάστιχου, το οποίο επιδιόρθωναν επιτόπου με βενζινόκολλα και το φούσκωναν με τρόμπα χειρός, αντιλαμβανόμαστε κάτω από ποιες συνθήκες δούλευαν οδηγοί και εισπράκτορες τότε. Οι χωματόδρομοι με τις τεράστιες λακκούβες, τις λάσπες και τα χιόνια, οι ανύπαρκτες γέφυρες και το πέρασμα μέσα από ποτάμια, δικαιολογούσαν τις διανυκτερεύσεις των λεωφορείων τότε και σε πολύ μικρές αποστάσεις από τις πόλεις.

Ο οδηγός, τότε, θεωρούνταν ανώτερος και από τον κοινοτάρχη! Ήταν ο άνθρωπος που τους έφερνε σε επαφή με τον κόσμο, αυτός στον οποίο έδιναν παραγγελίες για ψώνια, φάρμακα, κι εφημερίδες από την πόλη. Αυτός που, πολλές φορές, λόγω της πολύωρης διάρκειας ενός ταξιδιού, ξεγεννούσε τις έγκυες καθοδόν!

Από αυτό το σημείο, ακολούθησαν πολλά χρόνια με ραγδαίες εξελίξεις, για να φτάσουμε στις σύγχρονες εταιρείες συγκοινωνίας. Μια σύντομη ιστορική αναδρομή μπορεί να δώσει μια ιδέα αυτών των εξελίξεων.

1896

Το πρώτο Υπεραστικό Λεωφορείο, που κυκλοφορεί στην Ελλάδα, είναι 14 θέσεων και Γαλλικής κατασκευής. Θεωρήθηκε μεγαθήριο για την εποχή του, αφού όσα αυτοκίνητα κυκλοφορούσαν έως τότε δεν ξεπερνούσαν τις πέντε με εφτά θέσεις. Κατά την περίοδο αυτή για την εκμετάλλευση του λεωφορείου, ως μεταφορικού μέσου, χρειάζεται μία απλή άδεια της αστυνομικής αρχής. Κάθε λεωφορείο αποτελεί ανεξάρτητη ιδιωτική επιχείρηση και ο ιδιοκτήτης, σύμφωνα με την κρίση του, μπορεί να το χρησιμοποιήσει σε οποιαδήποτε περιοχή και γραμμή. Το κόμιστρο διαμορφώνεται ελεύθερα, ανάλογα με την επιβατική κίνηση ή τον τυχόν ανταγωνισμό.

1910-12

Τα πρώτα πρακτορεία είναι γεγονός. Οι πρώτες συγκοινωνίες, που αρχίζουν να καθιερώνονται, αναγκάζουν την τότε κυβέρνηση να εκδώσει το 1912 το πρώτο διάταγμα για την επαρχιακή συγκοινωνία. Για το σκοπό αυτό, την 1/7/1912 προκηρύσσει διεθνή διαγωνισμό για την παραχώρηση της εκμετάλλευσης ορισμένων επαρχιακών δρόμων σε εταιρεία αυτοκινήτων, υπό τον όρο της συντήρησης τους. Ο πρώτος αυτός διαγωνισμός αφορούσε τους δρόμους Τριπόλεως – Σπάρτης και Λαμίας – Καρπενησίου, με μελλοντική πρόνοια και για άλλους επαρχιακούς δρόμους.

1920-25

Εμφανίζονται οι πρώτες διατάξεις, που καθορίζουν την κυκλοφορία ή την κίνηση των λεωφορείων. Τέτοιες διατάξεις ήταν το ΝΔ. 24812 Σεπτεμβρίου 1922, και το ΠΔ. 715 Οκτωβρίου 1925.

1937-40

Δημιουργούνται οι κοινές Διευθύνσεις Αστικών και Υπεραστικών Λεωφορείων, που αποτελούν το πρώτο ουσιαστικό βήμα οργάνωσης των επιβατικών συγκοινωνιών. Η πορεία αυτή ανακόπτεται με τον β' Παγκόσμιο Πόλεμο, όπου τα λεωφορεία χρησιμοποιούνται ως μέσα μεταφοράς στρατιωτών, όπλων και πυρομαχικών, ανεφοδιασμού γενικότερα, αλλά και ως ασθενοφόρα. Κατά το έτος 1939, το σύνολο των υπεραστικών λεωφορείων της χώρας είναι 1.635 λεωφορεία, με 27.767 θέσεις. Μετά την λήξη του πολέμου, άρχισε και πάλι η ανασυγκρότηση των λεωφορειακών συγκοινωνιών, που παρουσίασαν αλματώδη άνοδο, λόγω του ότι ο σιδηρόδρομος είχε κατάστραφεί και εξυπηρετούσε λίγες περιοχές της χώρας. Αεροπορία δεν υπήρχε και ουσιαστικά το αυτοκίνητο ήταν το μοναδικό χερσαίο μέσο.

1952

Ο νόμος 2119 προκαλεί τη σύσταση των Κοινών Ταμείων Εισπράξεων Λεωφορείων (ΚΤΕΛ), ένα για κάθε νομό και για κάθε νησί. Δημιουργούνται, έτσι, 104 κοινά ταμεία, 45 αστικά και 59 υπεραστικά. Τα υπεραστικά ΚΤΕΛ είχαν στόλο 3.311 λεωφορεία με 79.464 θέσεις. Στα μέσα της ίδιας δεκαετίας ιδρύεται και στην Κατερίνη ο πρώτος Συνεταιρισμός Ιδιοκτητών Λεωφορείων με την ονομασία "Αγ. Αικατερίνη".

1968

Με απόφαση του Υπουργού Συγκοινωνιών, ανατρέπεται αυτή η οργάνωση με τη συγχώνευση όλων των ΚΤΕΛ σε 8 τεράστιους οργανισμούς περιφερειακής δομής, γνωστά σαν ΚΤΕΥΛ.

1973

Στην συνέχεια, εκδίδεται το ΝΔ. 102/73 "περί οργανώσεως των διά λεωφορείων, αυτοκινήτων εκτελουμένων δημοσίων επιβατικών συγκοινωνιών" και επανέρχεται έτσι το προηγούμενο καθεστώς.

1984

Με βάση το άρθρο 24 του νόμου 1437/84, αρχίζει μία διαδικασία διαχωρισμού των αστικών από τα υπεραστικά ΚΤΕΛ.

2001

Με τον νόμο 2963/01 δημιουργούνται καλύτερες προοπτικές για τη λειτουργία των ΚΤΕΛ.

2003

Βάσει του 2963/01, τα ΚΤΕΛ όλης της χώρας έρχονται αντιμέτωπα με μια μεγάλη πρόκληση, τη μετατροπή τους σε ανώνυμες εταιρείες. Τα δρομολόγια των υπεραστικών ΚΤΕΛ ρυθμίζονται κατόπιν αποφάσεων του Νομάρχη. Αποτέλεσμα αυτής της διοικητικής ρυθμίσεως των δρομολογίων είναι ότι, πολλές φορές, τα ΚΤΕΛ αναγκάζονται να εκτελούν δρομολόγια για ελάχιστους επιβάτες, κάτω από πολύ αντίξοες συνθήκες και χωρίς κανένα κέρδος.

Σήμερα…

Σήμερα υπάρχουν 62 ΚΤΕΛ με στόλο 4.199 λεωφορεία, τα οποία διενεργούν το 80% των επιβατικών μεταφορών. Κάθε λεωφορείο ανήκει σε έναν ή περισσότερους ιδιοκτήτες. Όλα τα λεωφορεία δρομολογούνται και συντονίζονται από το γραφείο κίνησης του ΚΤΕΛ. Οι εισπράξεις συγκεντρώνονται από τις οικονομικές υπηρεσίες του ΚΤΕΛ και κατανέμονται στους ιδιοκτήτες λεωφορείων, αφού αφαιρεθούν οι δαπάνες προσωπικού, τα διοικητικά και τα άλλα έξοδα. Από το μέρισμα του ο κάθε λεωφορειούχος πληρώνει τον οδηγό του και τα λειτουργικά έξοδα (καύσιμα, συντήρηση).

Τα Υπεραστικά λεωφορεία αποτελούν από ανέκαθεν τον ομφάλιο λώρο των μικρών και απομακρυσμένων περιοχών και χωριών της Ελλάδος με πόλεις και κωμοπόλεις του κάθε νομού. Ο χρόνος, η ικανότητα των διοικήσεων τους και η επαγγελματική ευσυνειδησία μετόχων και εργαζομένων θα δείξει κατά πόσο είναι έτοιμα να αδράξουν την ευκαιρία και να εκμεταλλευτούν τις νέες προκλήσεις των καιρών.

Διαθέσιμο στα:
http://www.ktelclub.gr/site/index.php?option=com_content&view=article&id=34&Itemid=6
http://ktelbus.com/?module=default&pages_id=7&lang=el

1.2. Η χρήση της επιχειρησιακής έρευνας στις εταιρείες μαζικής μεταφοράς

Το αντικείμενο απασχόλησης μιας εταιρείας μαζικής μεταφοράς είναι ιδιαίτερο. Το προϊόν - υπηρεσία που προσφέρεται, αντιπροσωπεύεται από δρομολόγια που μεταφέρουν επιβάτες ή ασυνόδευτα πακέτα μεταξύ διαφορετικών σταθμών. Ο ρόλος, λοιπόν, αυτής της εταιρείας είναι πολύ σημαντικός. Αφενός βοηθά την ανθρώπινη μετακίνηση σε μέρη εκτός των αστικών κέντρων της χώρας ή αναλαμβάνει το ρόλο του ταχυδρομείου για την αποστολή ασυνόδευτων δεμάτων μεγάλου μεγέθους αυθημερόν, αφετέρου η χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς ελαττώνει τη χρήση των προσωπικών οχημάτων (αυτοκινήτων), συνεισφέροντας, έτσι, στην μείωση της περιβαλλοντικής ρύπανσης.

Για να λειτουργήσει αποτελεσματικά μια εταιρεία μαζικής μεταφοράς, απαιτείται ο κατάλληλος προγραμματισμός και οι απαραίτητες μεθοδολογίες, που χρησιμεύουν σε κάθε μία από τις δραστηριότητες μιας τέτοιας επιχείρησης. Η χρήση της επιχειρησιακής έρευνας και των μοντέλων βελτιστοποίησης, παρουσιάζεται ιδιαίτερα χρήσιμη στο χώρο των μαζικών μεταφορών, λόγω της πολυπλοκότητας της διαχείρισης συστημάτων τέτοιας κλίμακας και αποσκοπεί τόσο στην ανάγκη ικανοποίησης του επιβατικού κοινού, όσο και στη μείωση των εξόδων της εταιρείας, έτσι ώστε να συνεχίσει να λειτουργεί ομαλά. Συγκεκριμένα, η επιχειρησιακή έρευνα αναλαμβάνει να επιλύσει προβλήματα, όπως την κατασκευή του δικτύου και τον προγραμματισμό των δρομολογίων, την κατασκευή συνδυασμών δρομολογίων και την ανάθεση των διαθέσιμων λεωφορείων στους συνδυασμούς αυτούς.

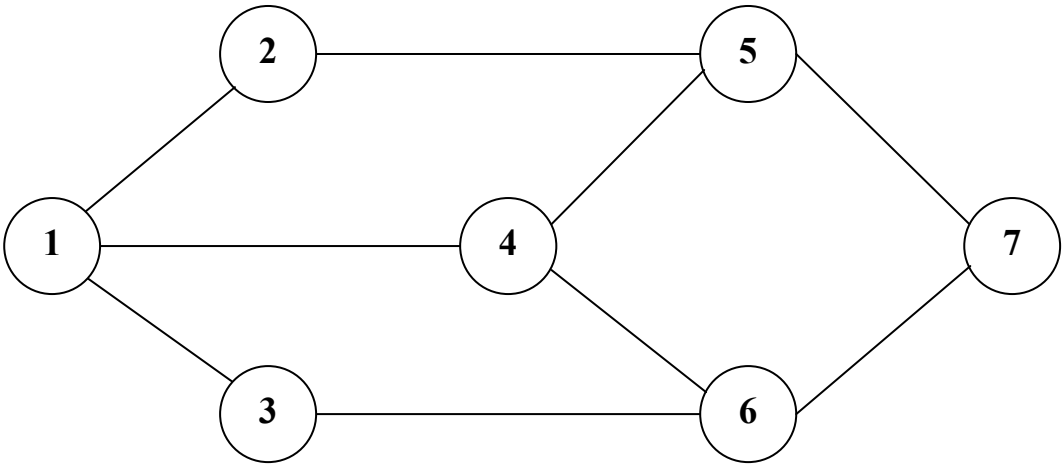
Η συνεχής βελτίωση παροχής υπηρεσιών καθιστά την επιχείρηση ανταγωνιστική σε σχέση με τα υπόλοιπα μέσα μαζικής μεταφοράς (τρένα, αεροπλάνα). Για να γίνει αυτό οι εργαζόμενοι προσπαθούν να προγραμματίσουν και να κατανείμουν τα δρομολόγια με τέτοιο τρόπο που η οικονομική επιβάρυνση της εταιρείας να είναι όσο το δυνατόν μικρότερη, χωρίς ωστόσο να επηρεάζεται η ποιότητα παροχής των υπηρεσιών (ισορροπία προσφοράς και ζήτησης).

Σήμερα, τα μοντέλα βελτιστοποίησης προσεγγίζουν σε αρκετά ικανοποιητικό βαθμό την πραγματικότητα και ο χρόνος επίλυσης των προβλημάτων έχει μειωθεί αισθητά. Από τεχνολογικής άποψης, η ταχύτητα των Η/Υ είναι πλέον ικανοποιητική για την επίλυση των προβλημάτων πραγματικού χρόνου και η χωρητικότητα των αποθηκευτικών συσκευών των Η/Υ είναι αρκετά μεγάλη για να φιλοξενήσει το εκτενές πλήθος δεδομένων. Στην παρούσα εργασία γίνεται μια προσπάθεια επίλυσης των παραπάνω προβλημάτων μιας επιχείρησης μαζικής μεταφοράς.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Εισαγωγή στα δίκτυα

Ένα σύστημα μεταφοράς μπορεί να αναπαρασταθεί με τη μορφή ενός γραφήματος. Σύμφωνα με τη θεωρία γραφημάτων, ένα *γράφημα* (*graph*) $G = (X , U)$ αποτελείται από ένα σύνολο συνδέσεων (X), που ονομάζονται *κορυφές* ή *κόμβοι* (*nodes*), ορισμένα ζεύγη των οποίων συνδέονται με γραμμές (U), που καλούνται *ακμές* ή *δεσμοί* ή *τόξα* ή *σύνδεσμοι* (*links*). Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζεται ένα παράδειγμα γραφήματος, όπου οι κύκλοι είναι οι κόμβοι και οι γραμμές που τους συνδέουν είναι οι ακμές.



Διάγραμμα 2.1. Παράδειγμα γραφήματος

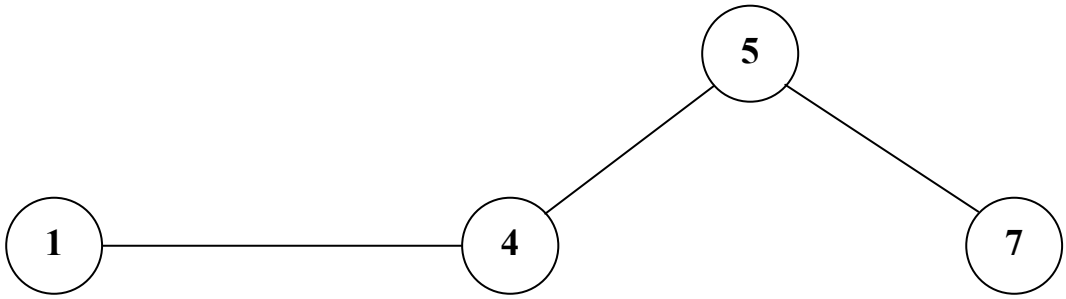
Ως *δίκτυο* (*network*) θεωρείται ένα γράφημα, οι ακμές του οποίου συμπεριλαμβάνουν κάποιου είδους ροή. Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται κάποια παραδείγματα συστημάτων που ικανοποιούν τον ορισμό του δικτύου.

ΣΥΣΤΗΜΑ	ΚΟΡΥΦΕΣ	ΑΚΜΕΣ	ΕΙΔΟΣ ΡΟΗΣ
Οδικής Συγκοινωνίας	Στάσεις	Δρόμοι	Λεωφορεία
Εναέριας Κυκλοφορίας	Αεροδρόμια	Αεροδιάδρομοι	Αεροσκάφη

Τηλεπικοινωνίας	Τηλεφωνικά Κέντρα	Καλώδια	Μηνύματα – Πληροφορίες
Αντλιακής Εγκατάστασης	Αντλιοστάσια	Σωλήνες	Ρευστό

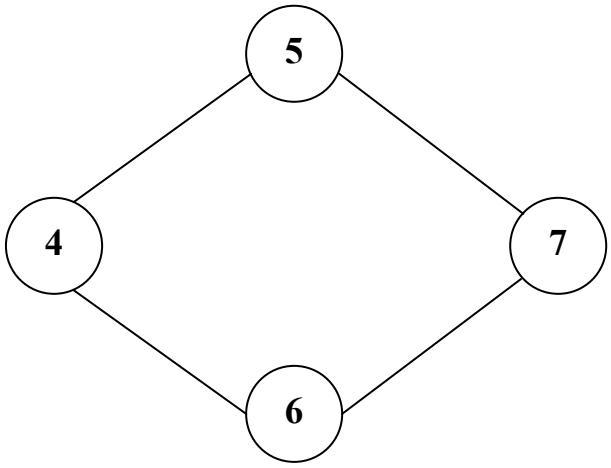
Πίνακας 2.1. Παραδείγματα συστημάτων

Μια *αλυσίδα* (*chain*) μεταξύ δύο κορυφών *i* και *j* είναι μια ακολουθία ακμών, που συνδέει τις κορυφές αυτές. Το παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζει την αλυσίδα μεταξύ των κορυφών 1 και 7 του γραφήματος του διαγράμματος 2.1, ως ακολουθία των ακμών 1-4, 4-5 και 5-7 ή αντίστροφα.



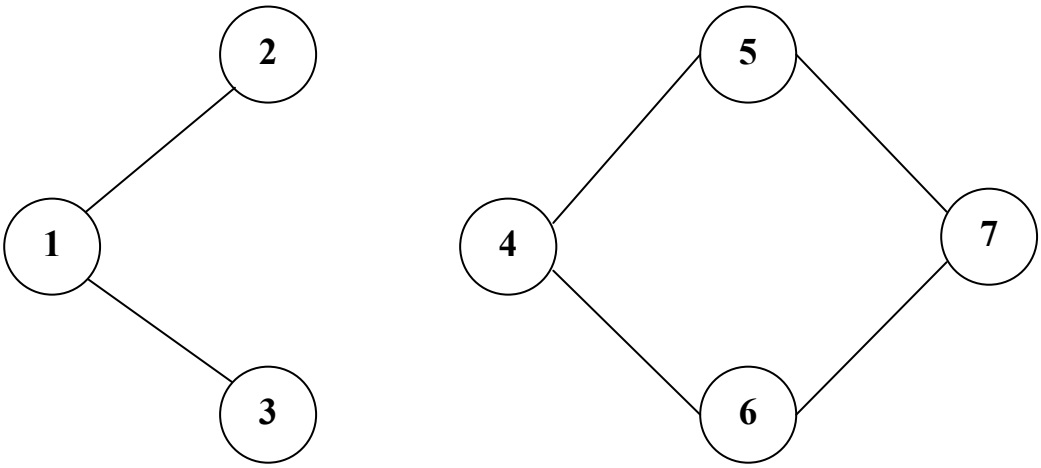
Διάγραμμα 2.2. Παράδειγμα αλυσίδας

Μια αλυσίδα που συνδέει μια κορυφή με τον εαυτό της, χωρίς να ξαναπερνά από τα ίδια σημεία, ονομάζεται *κύκλος* (*cycle*). Από το γράφημα του διαγράμματος 2.1, η ακολουθία των ακμών 4-5, 5-7, 7-6 και 6-4 σχηματίζουν τον κύκλο 4-5-7-6-4, όπως παρουσιάζεται και στο επόμενο διάγραμμα.



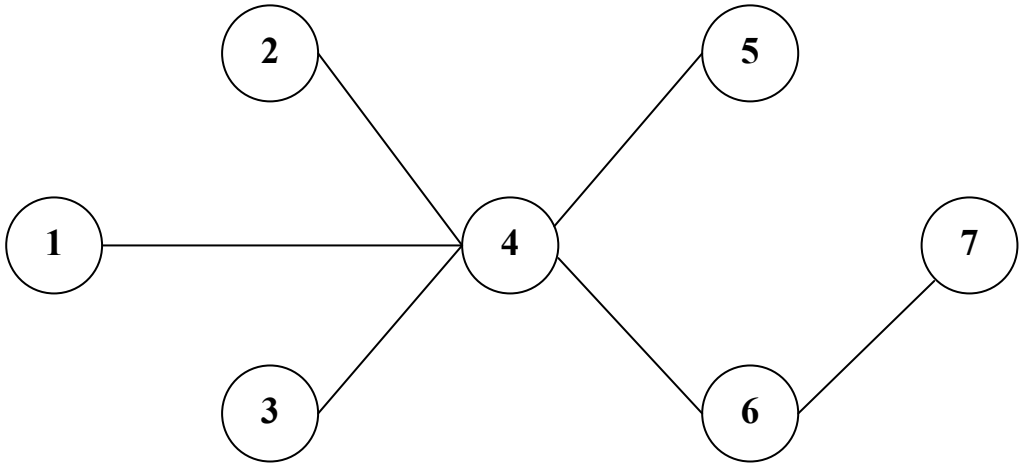
Διάγραμμα 2.3. Παράδειγμα κύκλου

Συνεκτικό (*connected graph*) ονομάζεται ένα γράφημα, στο οποίο υπάρχει τουλάχιστον μια αλυσίδα που να συνδέει ένα ζεύγος κορυφών. Το γράφημα του διαγράμματος 2.1 είναι συνεκτικό, αλλά δεν θα ήταν αν έλλειπαν οι ακμές 2-5, 1-4 και 3-6. Το μη συνεκτικό, αυτό, γράφημα φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.



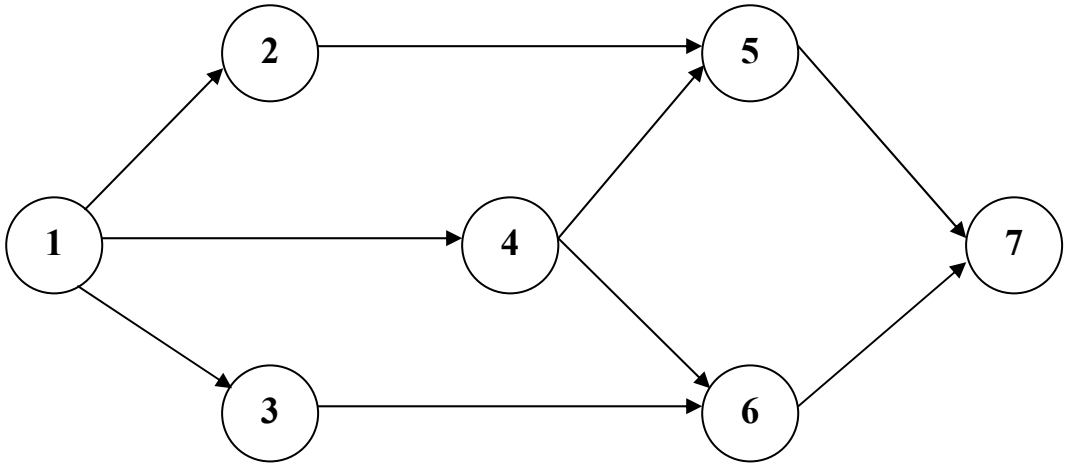
Διάγραμμα 2.4. Παράδειγμα μη συνεκτικού γραφήματος

Ένα συνεκτικό γράφημα ονομάζεται *δέντρο* (*tree*), όταν δεν περιέχει κύκλους. Το γράφημα του διαγράμματος 2.1 θα ήταν δέντρο αν, για παράδειγμα, είχε τη μορφή του επόμενου διαγράμματος.



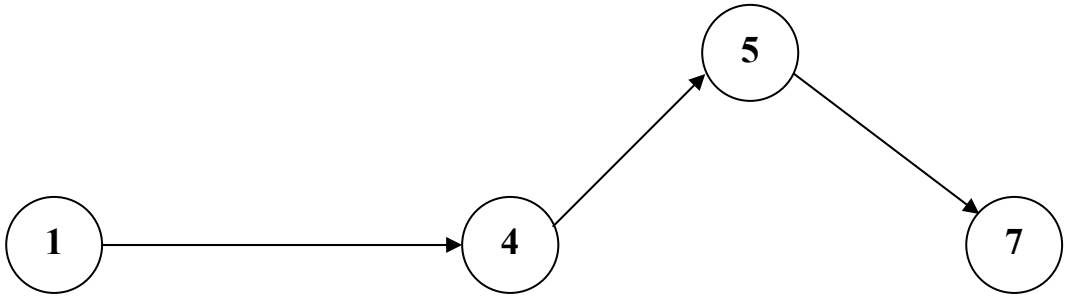
Διάγραμμα 2.5. Παράδειγμα δέντρου

Όταν όλες οι ακμές ενός γραφήματος είναι προσανατολισμένες, δηλαδή είναι βέλη που κατευθύνονται από έναν κόμβο – αφετηρία σε έναν κόμβο – προορισμό, τότε το *γράφημα* ονομάζεται *προσανατολισμένο* (*directed graph*). Αν ένα προσανατολισμένο γράφημα είναι δίκτυο, τότε ο προσανατολισμός μιας ακμής είναι η εφικτή κατεύθυνση της ροής κατά μήκος αυτής. Το γράφημα του διαγράμματος 2.1 παρουσιάζεται ως προσανατολισμένο στο παρακάτω διάγραμμα.



Διάγραμμα 2.6. Παράδειγμα προσανατολισμένου γραφήματος

Σε ένα προσανατολισμένο γράφημα, μια αλυσίδα ονομάζεται *δρόμος* (*path*). Η περίπτωση αυτή φαίνεται στο επόμενο διάγραμμα.



Διάγραμμα 2.7. Παράδειγμα δρόμου

Μια κορυφή ενός δικτύου θεωρείται *πηγή* (*source*), αν καθεμιά από τις ακμές της έχει τέτοια κατεύθυνση, ώστε η ροή να απομακρύνεται από αυτή. Αντίθετα, θεωρείται *δέκτης* (*sink*), στην αντίστοιχη περίπτωση όπου η ροή εισέρχεται σε αυτή. *Βαθμός* (*degree*) μιας κορυφής ενός δικτύου είναι το πλήθος των ακμών που προσπίπτουν ή απομακρύνονται από αυτή. Στο γράφημα του διαγράμματος 2.7, η κορυφή 1 είναι πηγή, ενώ η κορυφή 7 είναι δέκτης. Ωστόσο και οι δύο αυτές κορυφές έχουν βαθμό 1.

(Ρούμπης, Γ., 1994. «*Βέλτιστη (Ελαχίστου Κόστους) Δρομολόγηση Οχημάτων για τη Συλλογή Αστικών Απορριμμάτων*», Διπλωματική εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, σσ. 12-14)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Εφοδιαστική Αλυσίδα

Το Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων (*Vehicle Routing Problem - VRP*) ανάγεται στα προβλήματα του γενικού κλάδου της εφοδιαστικής αλυσίδας (*supply chain*). Μια *εφοδιαστική αλυσίδα* ή και *δίκτυο εφοδιαστικής* (*logistics network*) αποτελείται απ'όλα τα στάδια που εμπλέκονται, έμμεσα ή άμεσα, στην ικανοποίηση των απαιτήσεων του πελάτη. Συνεπώς, η εφοδιαστική αλυσίδα αποτελείται από κατάσκευαστές και προμηθευτές, μεταφορείς, πωλητές λιανικής και πελάτες, από χώρους αποθήκευσης και κέντρα διανομών, αλλά και από πρώτες ύλες, αποθέματα κατά τη διαδικασία παραγωγής και έτοιμα προϊόντα, που ρέουν μεταξύ αυτών των σημείων. Η ικανοποίηση των πελατών συνεπάγεται ότι ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη νέων προϊόντων, η προβολή, η διαφήμιση και η προώθησή τους στο αγοραστικό κοινό, καθώς επίσης και η εξυπηρέτηση και η κάλυψη μελλοντικών αναγκών των πελατών αποτελούν εξίσου συστατικά στοιχεία της εφοδιαστικής αλυσίδας. Συνοπτικά, μερικές από τις πιο βασικές *λειτουργίες της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας* είναι οι εξής:

- η επιλογή των προμηθευτών
- ο έλεγχος των αποθεμάτων
- η διαχείριση των αποθηκών
- η διαχείριση των υλικών ανάμεσα σε όλες τις λειτουργίες
- η επιλογή της κατάλληλης αποθήκης
- η διάταξη των αποθηκών και
- η μεταφορά των πρώτων υλών και των τελικών προϊόντων από τους προμηθευτές και διαμέσου των αποθηκών και των καταστημάτων στους τελικούς καταναλωτές

(Μαρινάκης, Ι., Μυγδαλάς, Α., 2008. *Σχεδιασμός και Βελτιστοποίηση της Εφοδιαστικής Αλυσίδας*, σσ. 22)

3.1. Μεταφορές & Διανομή

Όπως προαναφέρθηκε, η εφοδιαστική αλυσίδα είναι η διαδικασία του σχεδιασμού, της εφαρμογής και του ελέγχου της αποτελεσματικής ροής και αποθήκευσης πρώτων υλών, ημικατεργασμένων προϊόντων, τελικών προϊόντων και της σχετιζόμενης πληροφορίας από το σημείο προέλευσης στο σημείο κατανάλωσης, με σκοπό την ικανοποίηση των πελατών. Η αποστολή της είναι να μεταφερθούν τα κατάλληλα προϊόντα ή, όπως στην περίπτωση αυτή, οι κατάλληλες υπηρεσίες στο κατάλληλο μέρος, την κατάλληλη ώρα και στη επιθυμητή κατάσταση και συγχρόνως να πραγματοποιείται μέγιστη απόδοση για την εταιρεία. Οι δραστηριότητες της εφοδιαστικής αλυσίδας λειτουργούν ως σύνδεσμος μεταξύ της παραγωγής και της κατανάλωσης και ουσιαστικά παρέχουν μια γέφυρα μεταξύ των τοποθεσιών παραγωγής και των τοποθεσιών που βρίσκονται οι αγοραστές ή οι προμηθευτές, που χωρίζονται τοπικά και χρονικά.

Επειδή οι πηγές των πρώτων υλών, τα εργοστάσια και τα σημεία πώλησης δεν βρίσκονται συνήθως στα ίδια σημεία, οι δραστηριότητες της εφοδιαστικής αλυσίδας επαναλαμβάνονται πολλές φορές προτού το τελικό προϊόν φτάσει στην αγορά. Αλλά ακόμα και τότε, συνεχίζεται η ίδια διαδικασία, αφού τα χρησιμοποιημένα προϊόντα συχνά ανακυκλώνονται στο δίκτυο της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Μία μόνο εταιρεία δεν είναι γενικά ικανή να ελέγξει μόνη της όλο το κανάλι ροών προϊόντων από τις πηγές των πρώτων υλών στα σημεία της τελικής κατανάλωσης. Η εφοδιαστική αλυσίδα μιας εταιρείας περιορίζεται στη διαχείριση των άμεσων καναλιών εφοδιασμού και διανομής. Το φυσικό κανάλι εφοδιασμού αναφέρεται στο χρονικό και χωρικό χάσμα μεταξύ των άμεσων πηγών των υλικών της εταιρείας και των σημείων επεξεργασίας τους. Ομοίως, το φυσικό κανάλι διανομής αναφέρεται στο χρονικό και χωρικό χάσμα μεταξύ των σημείων της επεξεργασίας της εταιρείας και στους πελάτες της. Λόγω των ομοιοτήτων στις δραστηριότητες μεταξύ των δύο καναλιών, η διαχείριση των υλικών και η φυσική διανομή αποτελούν τις δραστηριότητες που ενοποιούνται στην εφοδιαστική αλυσίδα.

Αν και είναι εύκολο να θεωρήσουμε την εφοδιαστική αλυσίδα ως διαχείριση της ροής των προϊόντων από τα σημεία απόκτησης στους πελάτες, για πολλές εται-

ρείες υπάρχει ένα αντίστροφο κανάλι της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η ζωή ενός προϊόντος, από την οπτική γωνία της εφοδιαστικής αλυσίδας, δεν τελειώνει με την παράδοση του προϊόντος στον πελάτη. Τα προϊόντα παλαιώνουν, παθαίνουν βλάβες ή είναι προβληματικά και επιστρέφονται στα σημεία προέλευσής τους για επιδιόρθωση ή για διάθεση. Το αντίστροφο κανάλι της εφοδιαστικής αλυσίδας μπορεί να χρησιμοποιήσει όλο ή ένα μέρος από το κανάλι της εφοδιαστικής αλυσίδας ή μπορεί να χρειάζεται και χωριστό σχεδιασμό. Η εφοδιαστική αλυσίδα ολοκληρώνεται με την τελική διάθεση του προϊόντος και το αντίστροφο κανάλι πρέπει να θεωρηθεί ως μέρος του στόχου του σχεδιασμού και του ελέγχου της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Οι μεταφορές και τα αποθέματα είναι οι πρωταρχικές δραστηριότητες της εφοδιαστικής αλυσίδας που απορροφούν το μεγαλύτερο κόστος στην επιχείρηση. Οι μεταφορές παρέχουν το σύνδεσμο μεταξύ της παραγωγής, της αποθήκευσης και της κατανάλωσης. Η μεταφορά φορτίου έχει παρατηρηθεί ότι απορροφά μεταξύ του ενός τρίτου και των δύο τρίτων του συνολικού κόστους της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η διαθεσιμότητα αποτελεσματικών μεθόδων μεταφοράς είναι το κύριο στοιχείο της εφοδιαστικής αλυσίδας. Οι εγκαταστάσεις, ο εξοπλισμός και οι άνθρωποι είναι τα πρωταρχικά στοιχεία οποιουδήποτε συστήματος μεταφορών. Έτσι κάποιος που ασχολείται με την εφοδιαστική αλυσίδα πρέπει να έχει μια πολύ καλή κατανόηση όλων των θεμάτων που συνδέονται με τη διαχείριση των μεταφορών. Οι *μεταφορές* διακρίνονται σε δύο *κατηγορίες*:

- στις *εσωτερικές*, που περιλαμβάνουν τόσο μεταφορά των πρώτων υλών από τις πηγές προς τα εργοστάσια, όσο και μερών των τελικών προϊόντων ανάμεσα σε διάφορα εργοστάσια της εταιρείας ή ακόμα και τελικών προϊόντων από τα εργοστάσια στις αποθήκες ή στα σημεία πωλήσεων

- στις *εξωτερικές* μεταφορές, που περιλαμβάνουν τόσο μεταφορά των τελικών προϊόντων από τις αποθήκες στους πελάτες άμεσα ή διαμέσου κέντρων διανομής. Μερικά από τα σημαντικότερα προβλήματα σχεδιασμού των μεταφορών περιλαμβάνουν την επιλογή του στόλου μεταφοράς (μέγεθος του στόλου καθώς και χρήση διαφορετικού τύπου οχημάτων), τη δρομολόγηση των οχημάτων (επιλογή των βέλτιστων διαδρομών, λαμβάνοντας υπόψη τη δομή του

δικτύου, τις αποστάσεις και τη χωρητικότητα των διαδρομών), το σχεδιασμό του δικτύου διανομής (βελτίωση των δρομολογίων, του χρονοπρογραμματισμού των δρομολογίων και επιλογή διαφόρων ενδιάμεσων αποθηκών) και την επιλογή του προσωπικού που θα πραγματοποιήσει τις διανομές (καθορισμός απαιτήσεων προσωπικού). Μερικά από τα λειτουργικά προβλήματα, που περιλαμβάνονται στον όρο μεταφορά είναι το πρόβλημα του καθορισμού και του ελέγχου της διαδικασίας αποστολής των προϊόντων, όπως επίσης και ο χρονοπρογραμματισμός των πληρωμάτων και των οχημάτων, που θα πραγματοποιήσουν τις μεταφορές.

Διαφορετικοί τρόποι είναι συνήθως διαθέσιμοι για τη μεταφορά των φορτίων μεταξύ δύο σημείων. Ο χρήστης των μεταφορικών μέσων έχει ένα ευρύ πεδίο από υπηρεσίες στη διάθεσή του, κάθε μια από τις οποίες είναι ένα σύνολο από χαρακτηριστικά απόδοσης που αγοράζονται μια δεδομένη χρονική στιγμή. Τα τελευταία χρόνια υπάρχει μια αυξανόμενη χρήση περισσοτέρων από έναν τρόπων μεταφοράς, πράγμα που έχει πλεονεκτήματα, όπως ευρύτερη επιλογή δρομολογίων, βελτιωμένες υπηρεσίες, καλύτερη τιμολόγηση και χειρισμό μεγαλύτερων ποσοτήτων. Οι υπηρεσίες περιστρέφονται γύρω από τους εξής *πέντε βασικούς τρόπους μεταφοράς*:

- *Οδικοί μεταφορείς*. Υπάρχουν σήμερα πάρα πολλές παραλλαγές οδικών μεταφορικών μέσων, τα οποία καλύπτουν οποιαδήποτε μεταφορική ανάγκη. Οι οδικοί μεταφορείς έχουν τη δυνατότητα μεταφοράς από πόρτα σε πόρτα, χωρίς να απαιτείται κάποια μετατροπή, καθώς επίσης και πάρα πολύ μεγάλη ευελιξία επιλογής δρομολογίων και αλλαγής κατευθύνσεων.

- *Σιδηροδρομικοί μεταφορείς*. Οι μεταφορείς αυτοί έχουν τη δυνατότητα μεταφοράς μεγάλων ποσοτήτων σε αρκετά μεγάλες αποστάσεις, με μικρό κόστος και μπορούν να μεταφέρουν υλικά σε οποιαδήποτε μορφή. Για το σκοπό αυτό παρέχουν τις κατάλληλες εγκαταστάσεις, αλλά και τον κατάλληλο εξοπλισμό χειρισμού υλικών.

- *Θαλάσσιοι μεταφορείς*. Χωρίζονται σε εγχώριους και σε υπερπόντιους και έχουν τη δυνατότητα μεταφοράς πολύ μεγάλων και παντός είδους φορτίων με

χαμηλό κόστος ανά μίλι, πράγματα που αντισταθμίζουν το γεγονός ότι απαιτείται αρκετά μεγάλος χρόνος για την ολοκλήρωση της μεταφοράς. Οι θαλάσσιοι μεταφορείς μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μεταφορά ορισμένων επικίνδυνων και εξειδικευμένων φορτίων, καθώς αυτό μπορεί να επιβάλλεται είτε για λόγους ασφαλείας είτε γιατί κάποιες χώρες, ενδεχομένως, δεν επιτρέπουν τη μεταφορά ορισμένων φορτίων από την επικράτειά τους.

- *Αεροπορικοί μεταφορείς*. Με αυτή την κατηγορία μεταφορέων μεταφέρονται στην πλειονότητα επιβάτες και μόνο σε ποσοστό περίπου 10% μεταφέρονται φορτία. Τα φορτία που μεταφέρονται αεροπορικώς είναι γενικά μεγάλης αξίας ή υλικά που έχουν μικρή διάρκεια ζωής ή έχουν το χαρακτήρα του επείγοντος.

- *Αγωγοί μεταφορών*. Οι αγωγοί μεταφορών μεταφέρουν υγρά και αέρια φορτία. Η μεταφορά μέσω αγωγών παρουσιάζει το μειονέκτημα ότι μπορεί να γίνει μόνο όπου υπάρχει εγκατεστημένο δίκτυο και κυρίως προς μία μόνο κατεύθυνση, αν και η αλλαγή κατεύθυνσης, παρόλο που είναι εφικτή σε θεωρητικό επίπεδο, στη πράξη απαιτεί την τροποποίηση του δικτύου αντλιών, γεγονός που την καθιστά δύσκολη. Η μεταφορά με αγωγούς έχει το χαμηλότερο κόστος μεταφοράς και δεν απαιτεί συσκευασία των προϊόντων, ούτε υπάρχει ανεκμετάλλευτος ή αυτοαπασχολούμενος εξοπλισμός.

(Μαρινάκης, Ι., Μυγδαλάς, Α., 2008. *Σχεδιασμός και Βελτιστοποίηση της Εφοδιαστικής Αλυσίδας*, σσ. 123 – 127)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Τα προβλήματα Δρομολόγησης και Προγραμματισμού Οχημάτων

4.1. Συστήματα ταξινόμησης για τα προβλήματα δρομολόγησης και προγραμματισμού οχημάτων

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων είκοσι ετών, πολλές μελέτες έχουν αφιερωθεί στην ανάπτυξη αλγορίθμων βελτιστοποίησης και προσέγγισης για τα προβλήματα δρομολόγησης και προγραμματισμού οχημάτων. Το ενδιαφέρον αυτό οφείλεται στην πρακτική σημασία των αποτελεσματικών και αποδοτικών μεθόδων, καθώς και στην ενδιαφέρουσα φύση των υποκείμενων μοντέλων συνδυαστικής βελτιστοποίησης. Η μεγάλη ποικιλία των προβλημάτων δρομολόγησης και προγραμματισμού οχημάτων, στην πράξη, και ο μεγάλος αριθμός των αλγορίθμων που υπάρχουν, καθιστούν δύσκολο για έναν ανεκπαίδευτο διευθυντή, ίσως ακόμη και για έναν έμπειρο, να επιλέξει μια μέθοδο κατάλληλη για την περίπτωσή του. Προκειμένου να διευκολυνθεί αυτή η διαδικασία λήψης αποφάσεων, αναπτύχθηκε ένα σύστημα μοντελοποίησης των προβλημάτων και υπόδειξης αλγορίθμων, που να ισχύουν για τα μοντέλα, τα οποία προκύπτουν.

Το σύστημα παρουσιάζει και διαχειρίζεται πληροφορίες τριών διαφορετικών επιπέδων. Στο πρώτο επίπεδο υπάρχει η κατάσταση του πραγματικού προβλήματος. Μπορεί να περιέχει πολλές πτυχές, που να μην είναι σχετικές με την επιλογή της μεθόδου επίλυσης. Στο δεύτερο επίπεδο υπάρχει ένας «αφηρημένος» τύπος του προβλήματος. Στο τρίτο επίπεδο υπάρχουν οι αλγόριθμοι. Από αυτούς επιλέγεται αυτός που είναι κατάλληλος στη συγκεκριμένη περίπτωση. Η γνώση και η εμπειρία που πρέπει να εισαχθούν στο σύστημα αφορούν σε δύο διαφορετικά θέματα. Αφενός, στην πραγματοποίηση της «αφηρημένης» παρουσίασης του προβλήματος και αφετέρου στην επιλογή, μεταξύ των υπολοίπων, του κατάλληλου για το συγκεκριμένο μοντέλο αλγορίθμου.

Είναι συχνά δύσκολο να παρακολουθούνται όλες οι διαθέσιμες πληροφορίες σχετικά με μια κατηγορία προβλημάτων, ακόμη κι αν η κατηγορία αυτή είναι καλά δομημένη και οι πληροφορίες είναι πολύ στοιχειώδεις. Οι Lageweg, Lenstra, Lawler και Rinnooy Kan (1981 & 1982) έφτιαξαν μια εξειδικευμένη μηχανή εξαγωγής συμπερασμάτων, που να είναι σε θέση να παρακολουθεί τα αποτελέσματα πολυπλοκότητας μιας κατηγορίας 4.536 προβλημάτων προγραμματισμού μιας ντετερμινιστικής μηχανής. Κύριος στόχος τους ήταν να καθοριστεί η κατάσταση πολυπλοκότητας καθενός από αυτά τα προβλήματα.

Υπάρχουν ήδη συστήματα ταξινόμησης και για άλλες περιοχές προβλημάτων στην επιχειρησιακή έρευνα. Οι Conway, Maxwell και Miller (1967) εισήγαγαν μια σημειογραφία τεσσάρων παραμέτρων για να ταξινομήσουν ντετερμινιστικά και στοχαστικά προβλήματα προγραμματισμού. Οι Graham, Lawler, Lenstra και Rinnooy Kan (1979) επέκτειναν και τροποποίησαν το σύστημα των προβλημάτων προγραμματισμού ντετερμινιστικής μηχανής. Το σχέδιό τους διαμόρφωσε τη βάση για την εξειδικευμένη μηχανή εξαγωγής συμπερασμάτων, που προαναφέρθηκε. Οι Handler και Mirchandani (1979) ταξινόμησαν μια περιορισμένη κατηγορία προβλημάτων τοποθεσίας. Οι Bodin και Golden (1981) σκιαγράφησαν ένα σχέδιο ταξινόμησης για τα προβλήματα δρομολόγησης και προγραμματισμού. Τέλος, ο Ronen (1988) απαρίθμησε μια σειρά χαρακτηριστικών των πρακτικών προβλημάτων αυτού του τομέα.

(Desrochers, M., Lenstra, J.K., Savelsbergh, M.W.P., 1990. A classification scheme for vehicle routing and scheduling problems. Theory and Methodology. *European Journal of Operational Research*, 46, pp.322-332)

4.2.Το Πρόβλημα Δρομολόγησης Οχημάτων (*The Vehicle Routing Problem - VRP*)

Ένα βασικό στοιχείο του κάθε συστήματος είναι η κατανομή και η δρομολόγηση των οχημάτων, με σκοπό την συλλογή και την παροχή αγαθών και υπηρεσιών σε τακτική βάση (Golden, B.L., Magnanti, T.L., Nguyen, H.Q., 1977). Κοινά παραδείγματα περιλαμβάνουν την παράδοση εφημερίδας (Golden, B., 1975), τη δρομολό-

γηση σχολικών λεωφορείων (Bennett, B., Gazis, D., 1972), τη συλλογή αστικών αποβλήτων (Beltrami, E., Bodin, L., 1974), την παράδοση καυσίμων πετρελαίου (Gamin, W. et al, 1957) και την αποστολή φορτηγών σε διάφορες βιομηχανίες.

Το πρόβλημα της δρομολόγησης οχημάτων (ή Πρόβλημα Καθορισμού Διαδρομών) αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα της Συνδυαστικής Βελτιστοποίησης, που διατυπώθηκε, σε ακαδημαϊκό επίπεδο, από τους *Dantzing* και *Ramser* στα τέλη της δεκαετίας του 1950, ως πρόβλημα ακέραιου προγραμματισμού. Η εφαρμογή με την οποία ασχολήθηκαν αφορούσε τη διανομή βενζίνης σε πρατήρια, προτείνοντας παράλληλα την πρώτη μαθηματική διατύπωση, καθώς και την πρώτη αλγοριθμική προσέγγιση. Μερικά χρόνια αργότερα, το 1964, οι *Clarke* και *Wright* πρότειναν μια αποτελεσματική ευρετική μέθοδο απληστίας, που αποτέλεσε μια Βελτίωση της προσέγγισης των *Dantzing* και *Ramser*. Βάσει των μοντέλων αυτών, αναπτύχθηκαν εκατοντάδες μοντέλα και αλγόριθμοι για την εύρεση βέλτιστων λύσεων του προβλήματος.

Το πρόβλημα δρομολόγησης οχημάτων ανήκει στην κατηγορία προβλημάτων που είναι γνωστή ως *NP – complete*. Η κατηγορία αυτή αποτελείται από προβλήματα, στα οποία δεν υπάρχει πολυωνυμικός αλγόριθμος που να επιτυγχάνει ακριβή επίλυση. Η εφαρμογή ακριβών διαδικασιών, όπως η γνωστή μέθοδος Κλάδου και Φράγματος (*Branch & Bound*), δεν μπορεί να εγγυηθεί βέλτιστα αποτελέσματα, ειδικά εάν το μέγεθος των μεταβλητών του προβλήματος παρουσιάζεται ιδιαίτερα αυξημένο. Για να επιτευχθεί η επίλυση των προβλημάτων αυτών έχουν αναπτυχθεί ευρετικοί αλγόριθμοι, οι οποίοι σε πολλές περιπτώσεις αποδίδουν σχεδόν βέλτιστα αποτελέσματα.

Τα πιο ευρέως μελετημένα προβλήματα δρομολόγησης οχημάτων είναι αυτά της περιορισμένης χωρητικότητας και αυτά της ύπαρξης χρονικών παραθύρων (VRPTW), τα οποία εξετάστηκαν τόσο από τους Laporte και Semet (2002), όσο και από τον Cordeau και άλλους (2002). Αποτελεσματικές μέθοδοι για το χειρισμό σύνθετων περιορισμών στις μεθόδους παρεμβολής, παρουσιάστηκαν από τους Campbell A. και Savelsbergh M. (2004). Πλήρεις έρευνες για τις μεθόδους της κατασκευής, της αναζήτησης πλησιέστερου γείτονα και τις μεθευρετικές για το VRPTW πραγματοποιήθηκαν από τους Braysy και Gendreau (2005a,b) σε δύο μέρη.

(Asvin, G., Volker, G., 2008. A General Vehicle Routing Problem. *European Journal of Operational Research*, 191, pp.650–660)

Στη σημερινή εποχή το πρόβλημα δρομολόγησης οχημάτων κατέχει σημαντική θέση τόσο στην έρευνα όσο και σε εφαρμογές πραγματικού χρόνου. Στον τομέα της έρευνας, το πρόβλημα αυτό έχει προσελκύσει το ενδιαφέρον της ακαδημαϊκής κοινότητας, για δύο βασικούς λόγους:

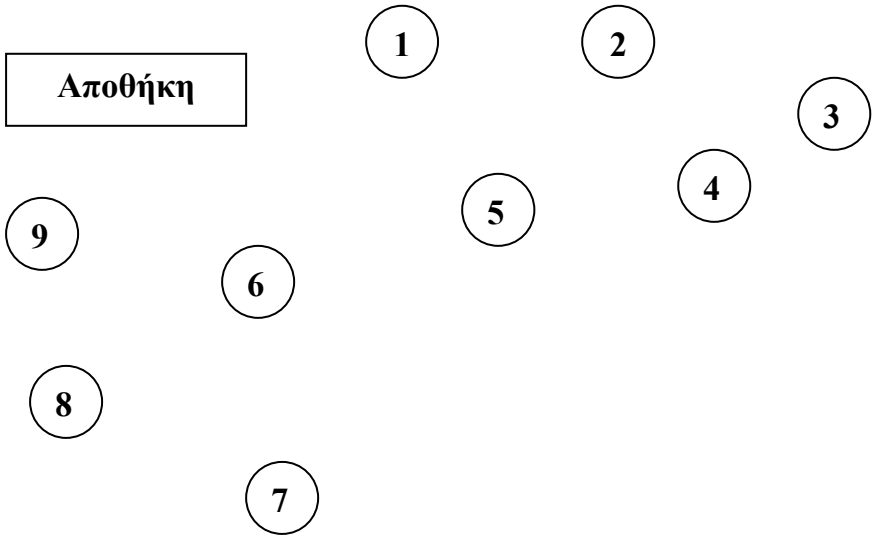
- Εμφανίζεται σε ένα μεγάλο αριθμό πρακτικών προβλημάτων
- Είναι ενδιαφέρον σε θεωρητικό επίπεδο και, όπως προαναφέρθηκε, δεν είναι πάντα εύκολο να επιλυθεί

Η ανάγκη για έλεγχο και λεπτομερή οργάνωση των βασικών λειτουργιών της εφοδιαστικής αλυσίδας κατέστη αναγκαία, λόγω της ανάγκης για βέλτιστη εξυπηρέτηση των πελατών στο μικρότερο δυνατό χρόνο και με το μικρότερο δυνατό κόστος.

(Μαρινάκης, Ι., 2001. «*Ανάπτυξη και Εφαρμογή Αλγορίθμου για Επίλυση του Προβλήματος Δρομολόγησης Οχημάτων*», Μεταπτυχιακή Διπλωματική εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, σσ. 14 – 15)
(Βοϊατζή Δ., 2005. «Εφαρμογή Αλγορίθμου Βελτιστοποίησης για τη Δρομολόγηση και Διαχείριση Στόλου των Οχημάτων της Εταιρείας ΑΠΙΒΙΤΑ Α.Ε.», Διπλωματική εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, σσ. 8)

4.2.1. Ορισμός και περιγραφή του γενικευμένου προβλήματος δρομολόγησης οχημάτων

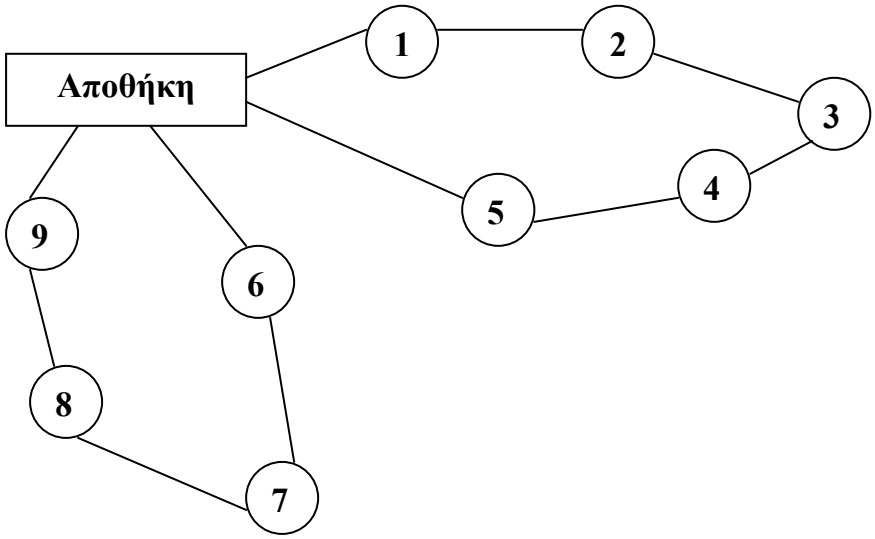
Το γενικό πρόβλημα δρομολόγησης οχημάτων έχει ως εξής: δίνεται μία αποθήκη και ένα σύνολο n κόμβων – πελατών, με δεδομένη ζήτηση q (σε προϊόντα ή υπηρεσίες), που πρέπει να ικανοποιηθεί από ένα σύνολο k οχημάτων περιορισμένης χωρητικότητας N. Δεν υπάρχουν περιορισμοί χρόνου και σειράς εξυπηρέτησης. Το επόμενο σχήμα παρουσιάζει το προς επίλυση πρόβλημα με μία αποθήκη και εννιά πελάτες.



Σχήμα 4.1. Παράδειγμα προβλήματος Δρομολόγησης Οχημάτων με μία αποθήκη και εννιά πελάτες

Το ζητούμενο είναι η κατασκευή ενός εφικτού και ελαχίστου κόστους συνόλου διαδρομών, κάθε μία από τις οποίες αντιστοιχεί σε ένα όχημα και περιλαμβάνει ένα υποσύνολο κόμβων – πελατών, που πρέπει να εξυπηρετηθούν από αυτό.

Η δρομολόγηση των οχημάτων είναι αρχικά ένα πρόβλημα χώρου. Υποθέτουμε ότι μη χρονικοί ή άλλοι περιορισμοί επιδρούν στην απόφαση δρομολόγησης εκτός πιθανώς από περιορισμούς μήκους διαδρομής. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με τα προβλήματα προγραμματισμού οχημάτων (*vehicle scheduling problems*), όπου η κίνηση κάθε οχήματος πρέπει να εξετασθεί τόσο ως προς το χρόνο όσο και ως προς το χώρο. Στο επόμενο σχήμα παρουσιάζεται ένας τρόπος επίλυσης του προηγούμενου παραδείγματος του προβλήματος δρομολόγησης οχημάτων με δύο διαδρομές. Η πάνω διαδρομή αποτελείται από πέντε κόμβους – πελάτες και η κάτω από τέσσερις.



Σχήμα 4.2. Παράδειγμα προβλήματος Δρομολόγησης Οχημάτων με δύο διαδρομές

Για τον ορισμό του προς επίλυση προβλήματος, ο ειδικός πρέπει να λάβει υπόψη τόσο τη φύση του προβλήματος διανομής, όσο και το μέγεθος της προς εξέταση εταιρείας. Ενδεικτικές *πληροφορίες σχετικές με τις δραστηριότητες* είναι οι εξής:

- Το μέγεθος του στόλου των οχημάτων, που χρησιμοποιούνται από την εταιρεία
- Ο αριθμός των οδηγών
- Ο αριθμός των διαδρομών που πραγματοποιούνται καθημερινά και ο μέσος αριθμός στάσεων ανά διαδρομή
- Οι διαδρομές εντός και εκτός πόλεως
- Το συνολικό ετήσιο κόστος των δραστηριοτήτων διανομής
- Το κόστος των πληρωμάτων
- Οι μελλοντικές απαιτήσεις και προβλέψεις στον τομέα ενδεχόμενων βλαβών
- Η τρέχουσα υπολογιστική δύναμη της εταιρείας για τη δυνατότητα υποστήριξης του δικτύου διανομής
- Ο συνδυασμός δρομολογίων με άλλες δραστηριότητες

Βάσει αυτών των πληροφοριών επιτυγχάνεται μια πρώτη εκτίμηση του ποσοστού από τα έσοδα της εταιρείας που θα χρησιμοποιηθούν για τη μελέτη και λειτουργία του συστήματος διανομής. Έτσι, ο ειδικός μπορεί να υπολογίσει το κόστος του συστήματος διανομής. Συγκρίνοντας την πρακτική της εταιρείας σε ότι αφορά τη διανομή των προϊόντων της με ένα πιο προηγμένο σύστημα διανομής, προκύπτουν τα οφέλη από την εφαρμογή αυτού του συστήματος.

Όπως προαναφέρθηκε στο κεφάλαιο 2, το οδικό δίκτυο, που χρησιμοποιείται για τη μεταφορά των αγαθών, περιγράφεται γενικά από ένα *γράφημα*, τα τόξα του οποίου αντιπροσωπεύουν τους δρόμους του δικτύου και οι κόμβοι αντιπροσωπεύουν τις αποθήκες και τις θέσεις των πελατών. Τα τόξα μπορεί να είναι προσανατολισμένα ή όχι, ανάλογα με το αν ο δρόμος είναι μονής ή διπλής κατεύθυνσης. Κάθε τόξο, γενικά, συσχετίζεται με ένα κόστος, που αντιστοιχεί συνήθως στο μήκος του και το χρόνο που απαιτείται για να το διασχίσει κάποιο όχημα. Ο χρόνος, βέβαια εξαρτάται από το είδος του οχήματος ή την χρονική περίοδο, κατά την οποία πραγματοποιείται η διέλευση.

Η εκτίμηση του συνολικού κόστους των διαδρομών και ο έλεγχος των περιορισμών, που προκύπτουν σε αυτές απαιτεί τη γνώση του κόστους (*travel cost*) και του χρόνου (*travel time*), που απαιτείται για να διανυθεί η απόσταση μεταξύ ενός ζεύγους πελατών ή μεταξύ πελάτη και αποθήκης. Το τελικό γράφημα των διαδρομών είναι συνήθως πολύ αραιό, αλλά γενικά μετασχηματίζεται σε ένα πλήρες γράφημα (*complete graph*).

Συμβολικά, για κάθε ζεύγος κόμβων i και j του πλήρους γραφήματος σχηματίζεται ένα τόξο (i,j), του οποίου το κόστος c_{ij} αντιστοιχεί στο κόστος της συντομότερης διαδρομής, που ξεκινά από τον κόμβο i και καταλήγει στον κόμβο j του γραφήματος του οδικού δικτύου. Αντίστοιχα, ο χρόνος t_{ij} υπολογίζεται από το άθροισμα των χρόνων των τόξων, που ανήκουν στη συντομότερη διαδρομή από τον κόμβο i στον κόμβο j του γραφήματος.

(Μαρινάκης, Ι., Μυγδαλάς, Α., 2008. *Σχεδιασμός και Βελτιστοποίηση της Εφοδιαστικής Αλυσίδας*, σ.σ. 128 – 130)

(Μαρινάκης, Ι., Μυγδαλάς, Α., 2009. *Σημειώσεις Συνδυαστικής Βελτιστοποίησης*, Πολυτεχνείο Κρήτης, σσ. 103)
(Μαρινάκης, Ι., 2001. «*Ανάπτυξη και Εφαρμογή Αλγορίθμου για Επίλυση του Προβλήματος Δρομολόγησης Οχημάτων*», Μεταπτυχιακή Διπλωματική εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, σσ. 17)
(Βοϊατζή Δ., 2005. «Εφαρμογή Αλγορίθμου Βελτιστοποίησης για τη Δρομολόγηση και Διαχείριση Στόλου των Οχημάτων της Εταιρείας ΑΠΙΒΙΤΑ Α.Ε.», Διπλωματική εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, σσ. 7 – 8)

4.2.2. Περιορισμοί και χαρακτηριστικά πελατών, οχημάτων, οδηγών και διαδρομών

Οι δυσκολίες του Προβλήματος Δρομολόγησης Οχημάτων παρουσιάζονται όταν μελετάται σε πρακτικό επίπεδο. Ανάμεσα στις απαιτήσεις της πραγματικής ζωής είναι οι περιορισμοί (Asvin G., Volker G., 2008):

- των χρονικών παραθύρων
- του ανομοιογενούς στόλου οχημάτων με διαφορετικούς χρόνους ταξιδίου
- του κόστους μετακίνησης
- της χωρητικότητας
- της συμβατότητας οχημάτων
- των διαφορετικών σταθμών αναχώρησης και άφιξης των οχημάτων και
- των δρομολογίων

Οι περιορισμοί αυτοί μπορούν να ομαδοποιηθούν, κατά κάποιον τρόπο, ανάλογα με το αν σχετίζονται με τα οχήματα ή με τους πελάτες. Ας σημειωθεί, ωστόσο, ότι οι περιορισμοί αυτοί μπορεί να μην είναι πάντα εφαρμόσιμοι. Σε κάθε περίπτωση, πάντως, ο ειδικός πρέπει να λαμβάνει υπόψη του τα ακόλουθα χαρακτηριστικά των πελατών και των οχημάτων. Συγκεκριμένα, τα *χαρακτηριστικά των πελατών* είναι τα εξής:

- Το σημείο του γραφήματος διανομής (*road graph*), στο οποίο βρίσκεται ο πελάτης

- Η ποσότητα των αγαθών (*demand*), ενδεχομένως διαφορετικού είδους, τα οποία πρέπει είτε να παραδοθούν είτε να συλλεχθούν από τον πελάτη. Περιπτώσεις παράδοσης αγαθών διαφορετικού είδους είναι τα πετρελαιοφόρα, που παραδίδουν αμόλυβδη, diesel βενζίνη, καθώς και τα οχήματα που παραδίδουν συγχρόνως κατεψυγμένα και μη κατεψυγμένα τρόφιμα

- Τα χρονικά διαστήματα (*time windows*) κατά τη διάρκεια της ημέρας, στα οποία ο πελάτης μπορεί να εξυπηρετηθεί, εξαιτίας για παράδειγμα συγκεκριμένων περιόδων, κατά τις οποίες η εταιρεία του πελάτη λειτουργεί ή η τοποθεσία του είναι προσπελάσιμη βάσει συγκοινωνιακών περιορισμών. Τα χρονικά παράθυρα είναι προτιμητέα από τους πελάτες, καθώς έτσι γνωρίζουν περίπου ποια στιγμή θα γίνει η παράδοση και οργανώνουν το πρόγραμμά τους, ενώ δεν εκτιμώνται ιδιαίτερα από της εταιρείες διανομής, καθώς την περιορίζουν κατά τη σύνταξη των δρομολογίων (π.χ. δύο πελάτες που βρίσκονται στον ίδιο δρόμο μπορεί να απαιτούν εξυπηρέτηση σε διαφορετικά χρονικά παράθυρα).

- Ο χρόνος που απαιτείται για την παράδοση ή τη συλλογή των προϊόντων από τον πελάτη (*unloading or loading times*), πιθανότατα εξαρτώμενος από το είδος του οχήματος

- Το είδος του οχήματος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από το στόλο της εταιρείας για την εξυπηρέτηση κάποιου πελάτη, εξαιτίας για παράδειγμα περιορισμών πρόσβασης ή ειδικών απαιτήσεων στη φόρτωση και εκφόρτωση των προϊόντων

- Μερικές φορές δεν είναι δυνατή η πλήρης ικανοποίηση των απαιτήσεων του κάθε πελάτη. Σε αυτές τις περιπτώσεις, η ποσότητα των αγαθών που διανέμονται ή συλλέγονται μπορεί να μειωθεί ή ένα σύνολο πελατών να μην εξυπηρετηθεί. Στην περίπτωση κατά την οποία δεν μπορούν να εξυπηρετηθούν όλοι οι πελάτες, κάθε πελάτης έχει μια προτεραιότητα (*priority*) κατά την παράδοση ή παραλαβή. Συνήθως αυτό συμβαίνει λόγω ανεπάρκειας σε οδηγούς ή οχήματα ή λόγω μη προβλέψιμων παραγόντων (π.χ. καιρικών συνθηκών, διαδηλώσεων κ.λ.π.)

- Κάθε πελάτης μπορεί να δέχεται διακεκομμένες επισκέψεις (*split visits*). Αυτό συμβαίνει όταν μια παράδοση/ παραλαβή μπορεί ή απαιτείται να πραγματοποιηθεί από παραπάνω από ένα όχημα.

Οι διαδρομές που εφαρμόζονται για να εξυπηρετήσουν κάποιους πελάτες ξεκινούν και καταλήγουν σε μια ή περισσότερες αποθήκες, ο οποίες αντιστοιχούν σε συγκεκριμένους κόμβους του δικτύου. Κάθε αποθήκη χαρακτηρίζεται από τον αριθμό και από το πλήθος των οχημάτων, που βρίσκονται σε αυτή και από τη συνολική ποσότητα προϊόντων που μπορούν να χειριστούν. Τυπικά *χαρακτηριστικά των οχημάτων* είναι τα εξής:

- Από ποια αποθήκη προέρχονται και αν υπάρχει πιθανότητα να τερματίσουν τη διαδρομή τους σε άλλη αποθήκη από εκείνη την οποία ξεκίνησαν

- Η χωρητικότητα (*capacity*) του οχήματος, εκφρασμένη στο μέγιστο βάρος ή όγκο ή αριθμό επιβατών, που μπορεί να φορτωθεί στο όχημα. Για παράδειγμα, στην περίπτωση αυτή τα λεωφορεία έχουν περιορισμό στον αριθμό των επιβατών, που μπορούν να εξυπηρετήσουν

- Κάθε όχημα έχει συγκεκριμένο ωράριο αναχώρησης και άφιξης στις αποθήκες, προκειμένου να διασφαλιστεί η ύπαρξη αρκετού χώρου για τη φόρτωση και εκφόρτωση των προϊόντων από άλλα οχήματα

- Αν τα οχήματα έχουν ένα τμήμα ή όχι και αν όχι, πως θα φορτωθεί το κάθε τμήμα του οχήματος

- Η πιθανή υποδιαίρεση των οχημάτων σε ομάδες, κάθε μία από τις οποίες χαρακτηρίζεται από τη χωρητικότητα και από το είδος των προϊόντων, που μπορεί να μεταφέρει

- Αν υπάρχουν διαθέσιμα μηχανήματα για τη φόρτωση και την εκφόρτωση των οχημάτων

- Το σύνολο των δρόμων, που είναι προσπελάσιμοι από το όχημα

- Το κόστος λειτουργίας του κάθε οχήματος, που σχετίζεται με το είδος των εξυπηρετήσεων που πραγματοποιεί

- Η πιθανή περίπτωση ύπαρξης δρομολογίων από το ίδιο όχημα, που να διαρκούν πάνω από μία ημέρα και να απαιτείται κάλυψη των εξόδων διανυκτέρευσης του οδηγού

Οι *οδηγοί* των οχημάτων πρέπει να ικανοποιούν κι αυτοί ένα πλήθος από περιορισμούς, όπως κανόνες που έχει θεσπίσει το συνδικάτο. Κάποιοι από αυτούς είναι οι εξής:

- Οκτώ ώρες ύπνου την ημέρα υποχρεωτικά
- Όχι περισσότερες από δέκα ώρες συνεχόμενης οδήγησης
- Όχι περισσότερες από έξι ημέρες οδήγησης εβδομαδιαίως
- Όχι περισσότερες από δεκαπέντε ώρες οδήγησης ημερησίως

Οι *διαδρομές* θα πρέπει να ικανοποιούν έναν αριθμό από περιορισμούς, που εξαρτώνται από τη φύση των μεταφερόμενων αγαθών, την ποιότητα του επιπέδου εξυπηρέτησης και από διάφορα χαρακτηριστικά των οχημάτων και των πελατών. Μερικοί από αυτούς είναι η εξής:

- Σε κάθε ξεχωριστή διαδρομή, η ποσότητα που μεταφέρει το όχημα δεν μπορεί να ξεπερνά τη χωρητικότητά του

- Μπορεί να υπάρχουν πελάτες που να ζητούν μόνο διανομή προϊόντων, άλλοι που να ζητούν μόνο παραλαβή, ενώ άλλοι που να ζητούν και τα δύο

- Μια παραλλαγή του παραπάνω προβλήματος είναι οι πελάτες που θέλουν να προμηθευτούν προϊόντα να εξυπηρετηθούν πρώτοι, ενώ οι υπόλοιποι να εξυπηρετηθούν στη συνέχεια

- Πελάτες μπορεί να θέλουν να εξυπηρετηθούν μόνο σε κάποια ορισμένη χρονική περίοδο

- Οι οδηγοί μπορεί να μπορούν να δουλεύουν μόνο κάποια συγκεκριμένη χρονική περίοδο

(Μαρινάκης, Ι., Μυγδαλάς, Α., 2008. *Σχεδιασμός και Βελτιστοποίηση της Εφοδιαστικής Αλυσίδας*, σσ. 130 – 132)
(Βοϊατζή Δ., 2005. «Εφαρμογή Αλγορίθμου Βελτιστοποίησης για τη Δρομολόγηση και Διαχείριση Στόλου των Οχημάτων της Εταιρείας ΑΠΙΒΙΤΑ Α.Ε.», Διπλωματική εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, σσ. 9 – 10)

4.2.3. Στόχοι του Προβλήματος Δρομολόγησης Οχημάτων

Οι *στόχοι* που τίθενται στην περίπτωση επίλυσης των προβλημάτων δρομολόγησης οχημάτων είναι οι ακόλουθοι:

- Η ελαχιστοποίηση του συνολικού κόστους μεταφοράς των προϊόντων, το οποίο εξαρτάται από τη συνολική διανυθείσα απόσταση ή από το συνολικό χρόνο, που απαιτείται για τη μεταφορά των προϊόντων και του πάγιου κόστους, το οποίο σχετίζεται με τον αριθμό των οχημάτων και των οδηγών που θα χρησιμοποιηθούν για τη μοντελοποίηση του προβλήματος

- Η ελαχιστοποίηση του αριθμού των οχημάτων ή των οδηγών, που απαιτούνται για την εξυπηρέτηση όλων των πελατών

- Η ισορροπία μεταξύ των διαδρομών που θα προκύψουν στο τελικό μοντέλο, σχετικά με τις ώρες που απαιτούνται για να διανυθούν αυτές ή μεταξύ των φορτίων που αντιστοιχούν σε κάθε διαδρομή

- Η ελαχιστοποίηση των ποινών που αφορούν μερική ικανοποίηση των πελατών

- Η ελαχιστοποίηση ενός συνδυασμού των παραπάνω

Σε κάθε περίπτωση, μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιοσδήποτε συνδυασμός των παραπάνω στόχων, στον οποίο η σημαντικότητα του καθενός καθορίζεται με τη χρήση βαρών.

(Μαρινάκης, Ι., Μυγδαλάς, Α., 2008. *Σχεδιασμός και Βελτιστοποίηση της Εφοδιαστικής Αλυσίδας*, σσ. 134)
(Βοϊατζή Δ., 2005. «Εφαρμογή Αλγορίθμου Βελτιστοποίησης για τη Δρομολόγηση και Διαχείριση Στόλου των Οχημάτων της Εταιρείας ΑΠΙΒΙΤΑ Α.Ε.», Διπλωματική εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, σσ. 10 – 11)

4.2.4. Μοντελοποίηση του γενικευμένου προβλήματος δρομολόγησης οχημάτων

Συνοπτικά, οι μεταβλητές που απαιτούνται για τη μοντελοποίηση του γενικευμένου προβλήματος είναι οι εξής:

- n: πλήθος κόμβων – πελατών που πρέπει να εξυπηρετηθούν (i,j = 2,…,n)
- i = 1: θέση της αποθήκης
- q_i: ζήτηση του πελάτη i
- K: πλήθος οχημάτων της εταιρείας (k = 1,…,K)
- Q_k: χωρητικότητα κάθε οχήματος
- c_{ij}: κόστος μετάβασης από τον κόμβο – πελάτη i στον κόμβο – πελάτη j

Μεταβλητές απόφασης του προβλήματος θα είναι οι:

$$x_{ijk} = \begin{cases} 1, \text{ εάν το όχημα k επισκέπτεται τον πελάτη j αμέσως μετά τον πελάτη i} \\ 0, \text{ αλλιώς} \end{cases}$$

$$y_{ik} = \begin{cases} 1, \text{ εάν ο πελάτης i εξυπηρετείται από το όχημα k} \\ 0, \text{ αλλιώς} \end{cases}$$

Για την επίλυσης της απλούστερης μορφής του προβλήματος δρομολόγησης οχημάτων γίνονται οι εξής παραδοχές:

- ο στόλος των οχημάτων που εκτελούν τις διαδρομές αποτελείται από οχήματα ίδιας χωρητικότητας Q_k
- δεν υπάρχουν περιορισμοί χρονικών παραθύρων

Η αντικειμενική συνάρτηση προς ελαχιστοποίηση θα είναι η εξής:

$$f^* = \min \sum_{i,j} \sum_{k} c_{ij} * x_{ijk} \tag{4.1}$$

υπό τους περιορισμούς:

- $$\sum_{k} y_{ik} = \begin{cases} 1, & i = 2,\ldots,n \\ m, & i = 1 \end{cases} \tag{4.2}$$

Ο πρώτος περιορισμός δείχνει ότι κάθε πελάτης (i = 2,…,n) εκχωρείται σε ένα μόνο όχημα, εκτός από την αποθήκη (i = 1), που την επισκέπτονται όλα τα οχήματα

- $$\sum_{i} q_i * y_{ik} \leq Q_k \tag{4.3}$$

Ο δεύτερος περιορισμός σημαίνει ότι για κάθε όχημα k, η συνολική ζήτηση των κόμβων – πελατών που πρέπει να ικανοποιήσει, δεν πρέπει να ξεπερνά τη συνολική του χωρητικότητα

- $$\sum_{i} x_{ijk} = \sum_{j} x_{ijk} = y_{ik} \tag{4.4}$$

Ο τρίτος περιορισμός δείχνει ότι ένα όχημα που επισκέπτεται ένα πελάτη, φεύγει από τον πελάτη

- $$\sum_{i,j} x_{ijk} \leq |S| - 1 \text{ , για όλα τα } S \subseteq \{2,\ldots n\} \tag{4.5}$$

όπου S είναι το σύνολο όλων των M λύσεων του προβλήματος.

$$y_{ik}\ ,\ x_{ijk} \in \{0,1\} \tag{4.6}$$

(Μαρινάκης, Ι., Μυγδαλάς, Α., 2009. *Σημειώσεις Συνδυαστικής Βελτιστοποίησης*, Πολυτεχνείο Κρήτης, σσ. 105 – 106)

4.3. Το Πρόβλημα Προγραμματισμού Οχημάτων (*Vehicle Scheduling Problem - VSP*)

Τα *VSP* θεωρούνται προβλήματα δρομολόγησης οχημάτων με επιπλέον περιορισμούς, που σχετίζονται με τους χρόνους με τους οποίους γίνονται κάποιες εργασίες. Τα προβλήματα δρομολόγησης δίνουν ιδιαίτερη έμφαση στα χωρικά χαρακτηριστικά των ενεργειών που γίνονται. Όμως, στα προβλήματα προγραμματισμού ο χρόνος είναι αυτός που σχετίζεται με κάθε δραστηριότητα. Η εφικτότητα μιας ενέργειας επηρεάζεται, επίσης, από χρονικά και χωρικά χαρακτηριστικά, για παράδειγμα ένα μόνο όχημα δεν μπορεί να εξυπηρετήσει δύο τοποθεσίες με ταυτόσημους χρόνους παράδοσης. Η διαδοχή των δραστηριοτήτων των οχημάτων και στο χρόνο και στο χώρο είναι βασικό σημείο στο *VSP*. Οι τρεις βασικοί περιορισμοί του προβλήματος είναι οι εξής:

1. Ο περιορισμός του μήκους του χρόνου που ένα όχημα εξυπηρετεί πριν επιστρέψει στην αποθήκη για ανεφοδιασμό.

2. Ο περιορισμός ότι ορισμένου τύπου υπηρεσίες μπορούν να εξυπηρετηθούν μόνο από ορισμένου τύπου οχήματα.

3. Η παρουσία πολλών αποθηκών όπου τα οχήματα μπορούν να στεγαστούν.

4.3.1. Πρακτικές πλευρές του προβλήματος προγραμματισμού οχημάτων

Στη συνέχεια παρουσιάζονται, συνοπτικά, κάποιες περιπτώσεις του προβλήματος προγραμματισμού οχημάτων.

4.3.1.1. Το απλής αποθήκης πρόβλημα προγραμματισμού οχημάτων

Σε αυτό το πρόβλημα απαιτείται η διαίρεση των κόμβων ενός δικτύου σε ένα σύνολο διαδρομών, με τέτοιο τρόπο όπου ορισμένες συναρτήσεις κόστους ελαχιστοποιούνται. Κάθε διαδρομή αντιστοιχεί στον προγραμματισμό ενός οχήματος. Μια αντικειμενική συνάρτηση που ελαχιστοποιεί τον αριθμό των διαδρομών, ελαχιστοποιεί αποτελεσματικά και το συνολικό κόστος, αφού ο αριθμός των απαιτούμενων οχημάτων είναι ίσος με τον αριθμό των διαδρομών.

4.3.1.2. Το πρόβλημα προγραμματισμού οχημάτων με περιορισμούς στο μήκος των διαδρομών (*VSPLRP*)

Σε αυτήν την περίπτωση, δηλαδή στο πρόβλημα προγραμματισμού οχημάτων με περιορισμούς στο μήκος των διαδρομών, τοποθετούνται περιορισμοί στο χρονικό διάστημα όπου το όχημα μπορεί να ξοδέψει μακριά από την αποθήκη ή στην απόσταση, σε μίλια ή χιλιόμετρα, όπου ένα όχημα βρίσκεται μακριά από την αποθήκη, χωρίς να έχει επιστρέψει για συντήρηση. Αυτοί οι περιορισμοί, συνήθως, οφείλονται στην περιορισμένη χωρητικότητα που έχει το ντεπόζιτο καυσίμων.

4.3.1.3. Το πρόβλημα προγραμματισμού οχημάτων με πολλαπλού τύπου οχήματα (*VSPMVT*)

Στο πρόβλημα προγραμματισμού οχημάτων με πολλαπλού τύπου οχήματα επιτρέπεται η δυνατότητα να είναι διαθέσιμα προς εξυπηρέτηση οχήματα με διαφορετικά χαρακτηριστικά. Το σημαντικότερο από αυτά τα χαρακτηριστικά είναι η χωρητικότητα των οχημάτων. Για παράδειγμα, στις αστικές συγκοινωνίες, μικρά λεωφορεία θα εξυπηρετούν μικρές διαδρομές περιορισμένης ζήτησης και κανονικού μεγέθους λεωφορεία θα εξυπηρετούν μεγαλύτερες διαδρομές αυξημένης ζήτησης.

4.3.1.4. Το πρόβλημα προγραμματισμού οχημάτων με πολλαπλές αποθήκες (*VSPMD*)

Σε αυτή την περίπτωση οι πελάτες μπορούν να ικανοποιηθούν από την διανομή των προϊόντων από παραπάνω από μία αποθήκες. Όπως και στο *VRP*, έτσι κι εδώ κάθε όχημα πρέπει να φύγει και να επιστρέψει στην ίδια αποθήκη και το πλήθος των οχη-

μάτων σε κάθε αποθήκη πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ ενός μεγίστου και ενός ελαχίστου αριθμού οχημάτων.

(Μαρινάκης, Ι., 2001. «*Ανάπτυξη και Εφαρμογή Αλγορίθμου για Επίλυση του Προβλήματος Δρομολόγησης Οχημάτων*», Μεταπτυχιακή Διπλωματική εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, σσ. 25 – 27)

4.4. Συνδυαστικά Προβλήματα Δρομολόγησης και Προγραμματισμού Οχημάτων

Παρακάτω αναφέρονται, με λίγα λόγια, μερικές παραλλαγές και συνδυασμοί των *VRP* και *VSP*, που είτε επιλύονται με αντίστοιχες μεθοδολογίες με το κλασικό *VRP*, είτε φέρουν πάρα πολλά στοιχεία με αυτό, όσον αφορά τόσο την μοντελοποίηση όσο και την επίλυσή τους.

4.4.1. Προβλήματα χωροθέτησης περιορισμένης χωρητικότητας με χρονικά παράθυρα (*Capacitated location problem with time windows*)

Το πρόβλημα αυτό περιγράφεται ως εξής: δίνονται μ πιθανές τοποθεσίες για να χωροθετήσουμε οχήματα χωρητικότητας Q και n πελάτες, που είναι γεωγραφικά διασπαρμένοι σε μια περιοχή, όπου ο πελάτης i έχει w_i μονάδες κάποιου προϊόντος που πρέπει να συλλεχθούν από ένα όχημα. Η περισυλλογή από τον πελάτη i παίρνει s_i μονάδες χρόνου και πρέπει να πραγματοποιηθεί ανάμεσα στους χρόνους e_i και l_i και έτσι η εξυπηρέτησή του ξεκινά από οποιαδήποτε χρονική στιγμή μέσα στο χρονικό διάστημα $[e_i, l_i - s_i]$. Ο σκοπός είναι να επιλεγεί ένα υποσύνολο από πιθανές τοποθεσίες και να εκχωρήσουμε τους πελάτες στα οχήματα. Αρχικά, κάθε όχημα πρέπει να φύγει από την περιοχή του και να συλλέξει το φορτίο από τον κάθε πελάτη, με τρόπο τέτοιο ώστε να μην παραβιάζεται η χωρητικότητα των οχημάτων. Στη συνέχεια όλα τα φορτία πρέπει να συλλεχθούν κατά τη διάρκεια του χρονικού διαστήματος, που έχει καθοριστεί από τον κάθε πελάτη και τέλος τα οχήματα να επιστρέψουν στη βάση τους.

4.4.2. Φόρτωση οχημάτων (*Vehicle loading*)

Ένα πολύ γνωστό πρόβλημα είναι η φόρτωση οχημάτων με προϊόντα είτε, όπως και στην περίπτωσή αυτή, με ανθρώπους και ο σκοπός είναι η κατά δύναμιν ταχύτερη και οικονομικότερη μεταφορά τους σε κάποιο μέρος. Δύο γνωστά προβλήματα αυτού του τύπου θα παρουσιάζονται παρακάτω:

- *Παράδοση οχημάτων στους αντιπροσώπους*, που αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα έργα στη βιομηχανία παραγωγής οχημάτων. Οι εταιρείες, συνήθως, βασίζονται σε μεταφορικές που χρησιμοποιούν μεγάλα φορτηγά, τα οποία ονομάζονται μεταφορικά οχήματα (*auto–carriers*). Ο σκοπός είναι να μεγιστοποιηθεί η φόρτωσή τους και να ελαχιστοποιηθεί το κόστος μεταφοράς και ο αριθμός των οχημάτων που φτάνουν καθυστερημένα στον προορισμό τους.

- *Γρήγορη και μαζική μεταφορά στρατιωτικού υλικού από ένα σύνολο προελεύσεων σε ένα σύνολο προορισμών στο πεδίο μάχης*, που προέρχεται από τον τομέα του στρατιωτικού περιβάλλοντος. Η αντικειμενική συνάρτηση του προβλήματος αυτού ελαχιστοποιεί το συνολικό χρόνο μεταφοράς και τον αριθμό των απαιτούμενων παραμέτρων.

4.4.3. Dial – a – Ride Problem (*DARP*)

Τα τελευταία χρόνια, αυτού του είδους τα προβλήματα έχουν αναπτυχθεί σημαντικά. Σε αυτό το πρόβλημα πελάτες καλούν τον αποστολέα για την απαιτούμενη εξυπηρέτηση. Κάθε πελάτης καθορίζει ένα συγκεκριμένο σημείο παραλαβής και παράδοσης και ένα επιθυμητό χρονικό διάστημα για την παράδοση και την παραλαβή. Εάν η ζήτηση όλων των πελατών εξυπηρετηθεί άμεσα, τότε η δρομολόγηση και ο προγραμματισμός πραγματοποιείται σε πραγματικό χρόνο και αυτή η περίπτωση ονομάζεται *Δυναμικού η Πραγματικού Χρόνου Dial – a – Ride Problem*. Εάν όλοι οι πελάτες έχουν ενημερώσει εκ των προτέρων για την παραγγελία τους, έτσι ώστε πριν αρχίσει η δρομολόγηση και ο προγραμματισμός οχημάτων να έχει αναπτυχθεί μια ολοκληρωμένη βάση δεδομένων με τις ζητήσεις των πελατών, τότε το πρόβλημα ονομάζεται *Στατικό Dial – a – Ride Problem*.

4.4.4. Το πρόβλημα της διαχείρισης τερματικών

Τα αντικείμενα (παλέτες, κοντέινερ) πλησιάζουν στο σημείο που πρέπει να γίνει η δρομολόγηση, χωρίς να ξέρουμε εκ των προτέρων πόσα θα φτάσουν και με ποιο ρυθμό ή αν θα γίνει κάποιο έκτακτο γεγονός. Ο στόχος είναι να ελεγχθεί το σύστημα, έτσι ώστε να υπάρχει μια γρήγορη και συντονισμένη ελεύθερη ροή των αντικειμένων, που να ικανοποιεί όλους τους περιορισμούς. Τα αντικείμενα που πρέπει να μεταφερθούν κατά τη διάρκεια μιας μέρας παραγωγής δεν είναι γνωστά εκ των προτέρων. Έτσι, οι αποφάσεις πρέπει να είναι σε πραγματικό χρόνο, χωρίς καμιά γνώση του μέλλοντος. Πάνω σε μια άφιξη μιας νέας ζήτησης μεταφοράς, ένας προσωρινός τοπικός έλεγχος μπορεί να έχει κακές συνέπειες, που ακόμα και η επαναβελτιστοποίηση να μην μπορεί να διορθώσει την κατάσταση. Το πρόβλημα είναι η έλλειψη μιας προφανούς αντικειμενικής συνάρτησης. Ο διαισθητικός στόχος της "μέγιστης παραγωγής" αντικαθίσταται καλύτερα από τους δύο ακόλουθους:

- ελαχιστοποίηση του μέσου χρόνου ροής, όπου ο χρόνος ροής μιας ζήτησης μεταφοράς ισούται με το άθροισμα του χρόνου αναμονής και του χρόνου που χρειάζεται για να εξυπηρετηθεί η ζήτηση

- ελαχιστοποίηση του μέγιστου χρόνου ροής

4.4.5. Προγραμματισμός πληρωμάτων (*Crew scheduling*)

Το πρόβλημα του προγραμματισμού πληρωμάτων αφορά στον προγραμματισμό τόσο των οχημάτων, όσο και του πληρώματος, που χρειάζονται τα οχήματα (λεωφορεία, τρένα, πλοία ή αεροπλάνα). Το πρόβλημα αυτό, ουσιαστικά, διαχωρίζεται σε δύο υποπροβλήματα. Το πρώτο και σημαντικότερο, διότι στοιχίζει περισσότερο είναι ο προγραμματισμός των οχημάτων και το δεύτερο ο προγραμματισμός του πληρώματος, όπου ο σημαντικότερος περιορισμός για την επίλυσή του είναι ότι δεν πρέπει να παραβιαστεί το πρόγραμμα του οχήματος.

(Μαρινάκης, Ι., 2001. «*Ανάπτυξη και Εφαρμογή Αλγορίθμου για Επίλυση του Προβλήματος Δρομολόγησης Οχημάτων*», Μεταπτυχιακή Διπλωματική εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, σσ. 27 – 31)

4.5. Το Πρόβλημα Προγραμματισμού Οχημάτων στα μέσα μαζικής μεταφοράς

Το πρόβλημα προγραμματισμού οχημάτων, που προκύπτει σε δημόσιες επιχειρήσεις μετακινήσεων με λεωφορεία, έχει να κάνει με το έργο της ανάθεσης των διαθέσιμων λεωφορείων, έτσι ώστε να καλύπτουν ένα δεδομένο σύνολο προγραμματισμένων δρομολογίων, λαμβάνοντας υπόψιν ορισμένες απαιτήσεις, όπως οι διάφοροι τύποι οχημάτων, καθώς επίσης και περαιτέρω προεκτάσεις. Ένας βέλτιστος προγραμματισμός χαρακτηρίζεται από ελαχιστοποίηση του μεγέθους του στόλου των οχημάτων και των λειτουργικών εξόδων. Διάφορα δημοσιεύματα προέκυψαν ως αποτέλεσμα εκτενούς έρευνας τις τελευταίες δεκαετίες πάνω στο θέμα αυτό. Προσεγγιστικά μοντέλα, όπως και εξειδικευμένες στρατηγικές επίλυσης παρουσιάστηκαν για το πρόβλημα και τις προεκτάσεις του (Bunte, S., Kliewer, N., 2009).

Τα τελευταία χρόνια, έχει γίνει πολύ πιο σημαντικό για τις δημόσιες εταιρείες μεταφορών να παρέχουν επαρκές επίπεδο υπηρεσιών στους πελάτες τους. Αυτό οφείλεται στην ιδιωτικοποίηση και τον εντεινόμενο ανταγωνισμό στην αγορά των δημόσιων μεταφορών. Για παράδειγμα, στην Ολλανδία οι δημόσιες επιχειρήσεις μεταφορών υπογράφουν σύμβαση με την κυβέρνηση ότι θα παρέχουν μετακινήσεις σε μια ορισμένη περιοχή, κάτι που ισχύει για περιορισμένο χρονικό διάστημα. Η σύμβαση καθορίζει ελάχιστα επίπεδα παροχής υπηρεσιών. Αν αυτά δεν πληρούνται, η συμφωνία ακυρώνεται και η σύμβαση δεν μπορεί να ανανεωθεί. Για παράδειγμα, αυτό μπορεί να συμβεί αν υπάρχουν πάρα πολλές καθυστερήσεις. Γι 'αυτό είναι πολύ σημαντική, για τις δημόσιες επιχειρήσεις μεταφοράς, η συγκρότηση αυστηρών προγραμμάτων, που να περιορίζουν τον αριθμό των πιθανών καθυστερήσεων (Huisman, D. et al, 2004).

Συγκεκριμένα, η Connexxion, η μεγαλύτερη εταιρεία λεωφορείων στην Ολλανδία, παρέχει υπηρεσίες για τις υπεραστικές και περιφερειακές μεταφορές, ιδίως στις πλέον πυκνοκατοικημένες περιοχές, με πολλή κυκλοφοριακή συμφόρηση. Η εταιρεία δοκιμάζει ένα σημαντικό αριθμό δρομολογίων που αρχίζει αργά. Ως εκ τούτου, μελετά τη δυνατότητα χρήσης μιας δυναμικής διαδικασίας σχεδιασμού για τον προγραμματισμό των οχημάτων και του πληρώματος (Desrosiers, J. et al, 1995).

Η διαδικασία σχεδιασμού στα μέσα μαζικής μεταφοράς αποτελείται από διάφορα επαναλαμβανόμενα γεγονότα. Η διαδικασία ξεκινά σε στρατηγικό επίπεδο, συλλέγοντας ή προβλέποντας δεδομένα επιβατικής ζήτησης. Η υποδομή του δικτύου δημοσίων μεταφορών πρέπει να καθοριστεί με βάση τις μήτρες της ζήτησης. Σε αυτή την υποδομή, οι προγραμματιστές καθορίζουν τα δρομολόγια και τις στάσεις, για τις διαφορετικές γραμμές. Στο επόμενο βήμα σχεδιασμού, καθορίζονται συγκεκριμένες διαδρομές, για τις δοθείσες γραμμές. Για κάθε διαδρομή το χρονοδιάγραμμα καθορίζει τις ώρες αναχώρησης και άφιξης, καθώς επίσης και τους σταθμούς αναχώρησης και άφιξης. Η περαιτέρω διαδικασία σχεδιασμού εστιάζεται σε θέματα αποδοτικής χρήσης των πόρων. Συγκεκριμένα, εξασφαλίζει ότι τα οχήματα και οι οδηγοί εξυπηρετούν όλες τις προγραμματισμένες διαδρομές. Η βέλτιστη χρήση των πόρων είναι ένα δύσκολο πρόβλημα συνδυαστικής γνώσης. Για το λόγο αυτό υπήρξε αντικείμενο έντονης ανάλυσης στον τομέα της Επιχειρησιακής Έρευνας. Ειδικότερα, ο προγραμματισμός των οχημάτων στα μέσα μαζικής μεταφοράς έχει γίνει ένας τομέας εκτενούς έρευνας τα τελευταία 40-50 χρόνια (Bunte, S., Kliewer, N., 2009).

Λαμβάνοντας υπόψιν ένα σύνολο χρονοδιαγεγραμμένων διαδρομών, με συγκεκριμένες ώρες και σταθμούς (αναχώρησης και άφιξης), καθώς επίσης και διάρκειες μεταξύ όλων των ζευγών των σταθμών άφιξης, ο στόχος είναι να βρεθεί μια ανάθεση των δρομολογίων στα οχήματα, τέτοια ώστε:

- κάθε δρομολόγιο να γίνεται ακριβώς μία φορά
- κάθε όχημα να πραγματοποιεί μια εφικτή ακολουθία δρομολογίων και
- τα συνολικά κόστη να ελαχιστοποιούνται

Το συνολικό κόστος μπορεί να χωριστεί στα σταθερά (πάγια) κόστη των οχημάτων (μισθοί και κόστη συντήρησης) και στα λειτουργικά κόστη (καύσιμα και διόδια). Στις περισσότερες περιπτώσεις η διάρθρωση του κόστους, πρακτικά, δείχνει την προτεραιότητα ελαχιστοποίησης του σταθερού κόστους των οχημάτων και αφήνει την ελαχιστοποίηση του κόστους της επιχείρησης ως δευτερεύοντα στόχο (Bunte, S., Kliewer, N., 2009).

Στη βιβλιογραφία των τελευταίων ετών αναφέρονται πολλές προεκτάσεις του προβλήματος προγραμματισμού οχημάτων για μέσα μαζικής μεταφοράς, με διάφορες

πρόσθετες απαιτήσεις, όπως η ύπαρξη μεταβλητών ωρών αναχώρησης των δρομολογίων (χρονικά παράθυρα) και περαιτέρω περιορισμοί στα δρομολόγια των λεωφορείων. Οι περισσότερες από αυτές μελετούν τα προβλήματα δρομολόγησης και προγραμματισμού των μετακινήσεων (π.χ. Bodin, L., Golden, B., 1981; Bodin, L. et al, 1983; Wren, A., 2003), ενώ υπάρχουν, επίσης, εξειδικευμένες έρευνες προγραμματισμού οχημάτων, που εξετάζουν ορισμένα μοντέλα ή προσεγγίσεις λύσεων αναλυτικά (π.χ. Daduna, R., Paixao, J. M. P., 1995; Mesquita, M., Paixao, J. M. P., 1999).

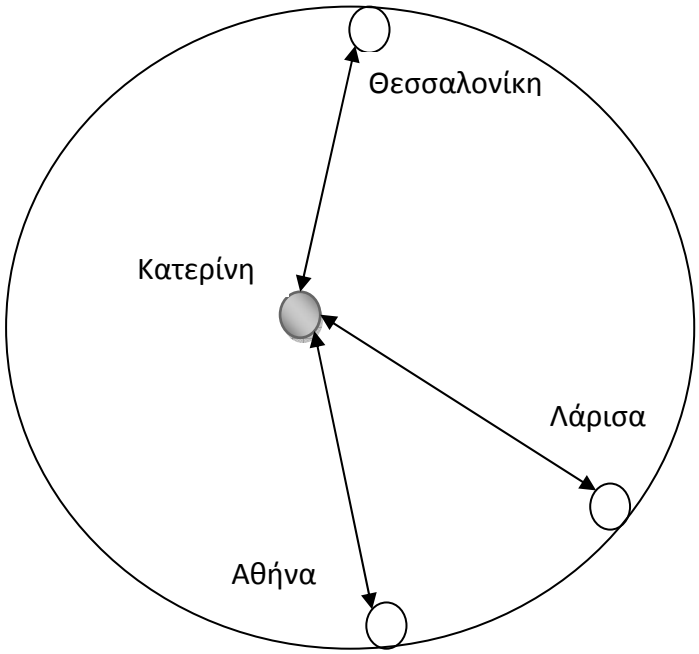
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Ανάλυση των παραμέτρων του προβλήματος των ΚΤΕΛ και των τρόπων επίλυσής του

5.1. Κατασκευή του δικτύου και προγραμματισμός των δρομολογίων

Η δημιουργία του προγράμματος δρομολογίων, καθώς επίσης και του δικτύου, που περιλαμβάνει το σύνολο των προορισμών που εξυπηρετούν τα ΚΤΕΛ, αποτελεί σημαντικό ζήτημα για την σωστή και κερδοφόρα λειτουργία τους. Πιο συγκεκριμένα, το πρόγραμμα των δρομολογίων προσδιορίζει ένα σύνολο από ανταποκρινόμενους σταθμούς αναχώρησης και άφιξης, τους οποίους εξυπηρετούν τα ΚΤΕΛ, καθώς επίσης και ώρες αναχώρησης και άφιξης για κάθε συνδυασμό αυτών. Η απόφαση των ΚΤΕΛ για το ποιους σταθμούς θα εξυπηρετεί, εξαρτάται σε κάποιο βαθμό από τις απαιτήσεις της εκάστοτε αγοράς και τη διαθεσιμότητα του στόλου της. Κατά κύριο λόγο, όμως, προκαθορίζονταν μέχρι πρότινος από τη Νομαρχία και πλέον από το αρμόδιο τμήμα της Περιφέρειας στην οποία ανήκει ο νομός (στην προκειμένη περίπτωση την Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας).

Πριν από την δημιουργία συγκεκριμένου προγράμματος δρομολογίων, τα ΚΤΕΛ καλούνται να καθορίσουν το δίκτυο των σταθμών, ανάμεσα στους οποίους θα κινούνται. Η ισχύουσα μέθοδος σχεδιασμού του δικτύου των σταθμών ανάγεται στο πρότυπο ενός κεντρικού σταθμού και διαφόρων περιφερειακών σταθμών που βρίσκονται σε μια μεταβλητή ακτίνα γύρω από τον κεντρικό. Στην περίπτωση αυτή, όπως φαίνεται και στο επόμενο διάγραμμα, ο κεντρικός σταθμός είναι η Κατερίνη και οι περιφερειακοί σταθμοί είναι κάποιοι από τους βασικούς προορισμούς που εξυπηρετεί.



Διάγραμμα 5.1. Δίκτυο κεντρικού και περιφερειακών σταθμών

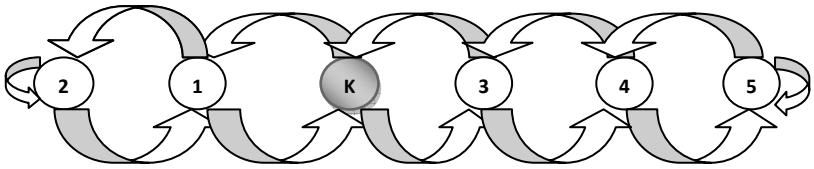
(πηγή στην οποία βασίζονται οι πληροφορίες: Αρκουμάνης Ι., 2004. «*Βελτιστοποίηση του Προβλήματος Ανάθεσης και Δρομολόγησης Αεροσκαφών Αεροπορικής Εταιρείας με τη Χρήση Ευρετικού Αλγορίθμου GRASP*», Διπλωματική Εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, σ.σ. 11 – 12)

5.2. Ανάθεση οχημάτων σε δρομολόγια (*Fleet assignment*)

Μετά τον καθορισμό του δικτύου σταθμών και του προγράμματος των δρομολογίων, ακολουθεί η ανάθεση των οχημάτων του στόλου των ΚΤΕΛ στους διάφορους συνδυασμούς δρομολογίων, που συνθέτουν αυτό το δίκτυο. Τα ΚΤΕΛ διαθέτουν παρόμοιου τύπου λεωφορεία, με ίδια χωρητικότητα και με μικρή διαφορά στους μισθούς των οδηγών και στα κόστη κατανάλωσης καυσίμων και συντήρησης. Συνεπώς, επιδιώκεται η βέλτιστη ανάθεση των οχημάτων του στόλου, σύμφωνα και με τους παραπάνω περιορισμούς. Κατά το σχεδιασμό ανάθεσης οχημάτων σε δρομολόγια, γίνεται η υπόθεση ότι το πρόγραμμα των δρομολογίων παραμένει σταθερό και επαναλαμβάνεται περιοδικά (συνήθως, ανά μέρα ή εβδομάδα), παρότι κάτι τέτοιο

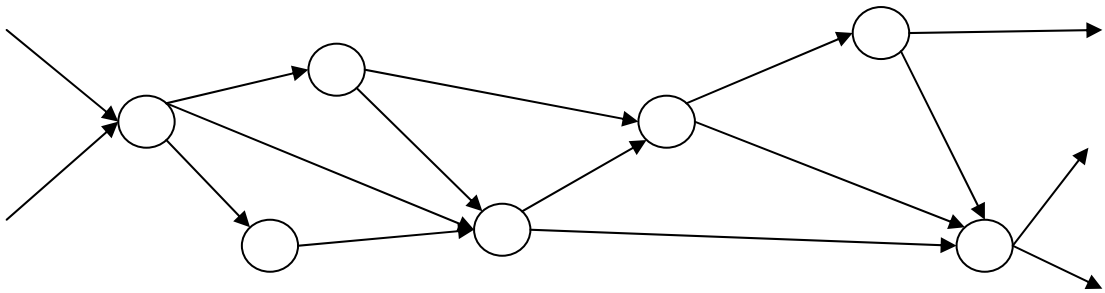
μπορεί να μην συμβαίνει πάντοτε, λόγω παραδείγματος χάριν πρόσθετων δρομολογίων, εξαιτίας αυξημένης ζήτησης.

Οι περισσότερες μέθοδοι που έχουν χρησιμοποιηθεί για την βελτιστοποίηση και επίλυση του προβλήματος ανάθεσης οχημάτων σε δρομολόγια, αναπαριστούν το πρόγραμμα των δρομολογίων ως χωροχρονικό δίκτυο ροής. Στο δίκτυο αυτό, όπως φαίνεται και στο επόμενο διάγραμμα, οι κόμβοι (1,2,3,4,5) είναι οι σταθμοί (με κεντρικό το σταθμό Κ) και τα διαδοχικά τόξα ανάμεσά τους συνθέτουν τα δρομολόγια (Κ → 1 → 2 → 1→ Κ και Κ → 3 → 4 → 5 → 4 → 3 → Κ). Ταυτόχρονα, υπάρχουν και τόξα που αναπαριστούν την παραμονή του οχήματος σε ένα σταθμό μέχρι την ώρα της επόμενης αναχώρησής του (αυτά που εξέρχονται και ξαναεισέρχονται στους κόμβους 2 και 5). Για την ικανοποίηση του περιορισμού που προϋποθέτει ότι κάθε δρομολόγιο θα πρέπει να εκτελείται μόνο μια φορά και από ένα λεωφορείο, κάθε ένας συνδυασμός κόμβων και τόξων θα πρέπει να ανατίθεται σε ένα και μόνο όχημα. Άλλοι περιορισμοί που λαμβάνονται, συνήθως, υπόψη είναι ο αριθμός των διαθέσιμων λεωφορείων, αλλά και της χωρητικότητάς τους. Το μοντέλο αυτό, συνήθως, επιλύεται με μεθόδους μικτού, ακέραιου προγραμματισμού.



Διάγραμμα 5.2. Χωροχρονικό δίκτυο

Ένας πολύ πιο αναλυτικός τρόπος μοντελοποίησης του προβλήματος είναι με την μορφή ενός δικτύου συνδέσεων, όπου οι κόμβοι είναι τα δρομολόγια και τα τόξα η διαδοχική σύνδεση μεταξύ των δρομολογίων (διάγραμμα 5.3). Εφόσον και οι πιθανοί τρόποι σύνδεσης των δρομολογίων μεταξύ τους είναι πολλοί, συχνά οδηγούμαστε σε μεγαλύτερης κλίμακας δίκτυα από ότι στην περίπτωση του χωροχρονικού δικτύου. Από την άλλη μεριά, όμως, το δεύτερο μοντέλο είναι πολύ πιο ακριβές και κοντά στο πραγματικό δίκτυο δρομολογίων.



Διάγραμμα 5.3 Δίκτυο συνδέσεων

(πηγή στην οποία βασίζονται οι πληροφορίες: Αρκουμάνης Ι., 2004. «*Βελτιστοποίηση του Προβλήματος Ανάθεσης και Δρομολόγησης Αεροσκαφών Αεροπορικής Εταιρείας με τη Χρήση Ευρετικού Αλγορίθμου GRASP*», Διπλωματική Εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, σ.σ. 13 – 14)

5.3. Δρομολόγηση λεωφορείων (*Bus routing*)

Το πρόβλημα δρομολόγησης λεωφορείων αφορά βασικά στο πρόβλημα δημιουργίας ενός συνδυασμού δρομολογίων για κάθε όχημα του στόλου των ΚΤΕΛ, με δεδομένο το σύνολο των δρομολογίων που πρέπει να πραγματοποιήσει η εταιρεία και στόχο την ελαχιστοποίηση του κόστους. Ένας έμμεσος τρόπος μοντελοποίησης του προβλήματος προσπαθεί να μεγιστοποιήσει έμμεσες αξίες, όπως την ικανοποίηση της επιθυμίας των επιβατών για κάποιες διαδρομές με ενδιάμεσους σταθμούς, μεταξύ διαφόρων χωριών και για κάποιες χωρίς αυτούς, στις περιπτώσεις όπου η ζήτηση αφορά, σχεδόν εξολοκλήρου, τον τερματικό σταθμό.

Τα δρομολόγια που δημιουργούνται θα πρέπει, βέβαια, να υπακούουν σε κάποιους περιορισμούς. Τρεις τυπικοί περιορισμοί στην κατασκευή δρομολογίων είναι ο περιορισμός συντήρησης των λεωφορείων, ο περιορισμός έκτακτης βλάβης ενός λεωφορείου και ο περιορισμός εξισορρόπησης της διανομής των δρομολογίων στα διάφορα λεωφορεία.

Ο περιορισμός συντήρησης, αφορά φυσικά στους τεχνικούς ελέγχους και επισκευές, που θα πρέπει να γίνονται στα λεωφορεία. Υπάρχουν έλεγχοι που κρατάνε λίγες ώρες, όπως επίσης και επισκευές που μπορεί να διαρκέσουν και αρκετές μέρες.

Συνήθως όμως τέτοιου είδους μακροχρόνιες επισκευές δε λαμβάνονται υπόψη κατά την μοντελοποίηση και επίλυση του προβλήματος, αφού είναι πιο σπάνιες.

Κάποιες φορές, τυγχάνει να παρουσιαστεί ξαφνικά βλάβη σε κάποιο λεωφορείο, που είναι προγραμματισμένο να κάνει ένα δρομολόγιο. Στην περίπτωση αυτή, όπως επίσης και στην περίπτωση αυξημένης ζήτησης ενός συγκεκριμένου δρομολογίου, πρέπει να υπάρχει ένα εφεδρικό λεωφορείο, έτοιμο να εξυπηρετήσει.

Τέλος, επειδή συνήθως, κάθε λεωφορείο ανήκει σε έναν οδηγό, υπάρχουν περιορισμοί που αφορούν στις ώρες εργασίας του. Όπως ήδη έχει προαναφερθεί στο κεφάλαιο "Τα προβλήματα Δρομολόγησης και Προγραμματισμού Οχημάτων", στην υποενότητα "Περιορισμοί και χαρακτηριστικά πελατών, οδηγών και διαδρομών", οι οδηγοί των οχημάτων πρέπει να ικανοποιούν ένα πλήθος από περιορισμούς, όπως κανόνες που έχει θεσπίσει το συνδικάτο. Κάποιοι από αυτούς είναι οι εξής:

- Οκτώ ώρες ύπνου την ημέρα υποχρεωτικά
- Όχι περισσότερες από δέκα ώρες συνεχόμενης οδήγησης
- Όχι περισσότερες από έξι ημέρες οδήγησης εβδομαδιαίως
- Όχι περισσότερες από δεκαπέντε ώρες οδήγησης ημερησίως

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Τα προβλήματα της βέλτιστης ανάθεσης και δρομολόγησης λεωφορείων

6.1. Η γενική μέθοδος επίλυσης των δύο προβλημάτων

Το πρόβλημα του προγραμματισμού της διαχείρισης των λεωφορείων των ΚΤΕΛ, έχοντας ως δεδομένο ένα πρόγραμμα δρομολογίων, αποτελείται στην ουσία από δύο επιμέρους προβλήματα:

- την ανάθεση λεωφορείων σε δρομολόγια (fleet assignment) και
- την δρομολόγηση των λεωφορείων που αποτελούν το στόλο των ΚΤΕΛ (bus routing)

Όπως έχει προαναφερθεί, το πρόβλημα της ανάθεσης λεωφορείων σε δρομολόγια έχει να κάνει με την ανάθεση καθενός λεωφορείου σε κάθε έναν συνδυασμό δρομολογίων του προγράμματος δρομολογίων των ΚΤΕΛ. Αντίστοιχα, το πρόβλημα της δρομολόγησης των λεωφορείων αφορά στη δημιουργία της κατάλληλης ακολουθίας διαδρομών, την οποία θα εκτελεί κάθε λεωφορείο, κατά τη διάρκεια μιας συγκεκριμένης περιόδου, ώστε να επιτευχθεί μέγιστο κέρδος.

Τα δύο αυτά προβλήματα είναι αλληλένδετα, αφού η λύση του ενός επηρεάζεται από τη λύση του άλλου, γι'αυτό και πολλές φορές λύνονται διαδοχικά. Η σειρά με την οποία λύνονται είναι η ίδια με την οποία παρουσιάστηκαν προηγουμένως, με το δεύτερο πρόβλημα (δρομολόγησης) να βασίζεται στη λύση του πρώτου (ανάθεσης). Κι ενώ αυτός ο τρόπος, αρχικά, φαίνεται λογικός, δεν είναι πάντα βέβαιο ότι θα αποφέρει και το βέλτιστο αποτέλεσμα, μιας και η λύση του πρώτου προβλήματος περιορίζει την λύση του δεύτερου. Με αυτή τη λογική, αν δε βρεθεί μια ικανοποιητική λύση στο πρώτο πρόβλημα, θα είναι πιθανό να μη βρεθεί μια ικανοποιητική λύση και στο δεύτερο πρόβλημα. Για τον λόγο αυτό, έχουν αναπτυχθεί κάποιες τεχνικές, που ενσωματώνουν τα δύο προβλήματα σε ένα, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται, υπό συνθή-

κες, η ταυτόχρονη λύση τους. Στη συνέχεια, θα αναλυθούν ξεχωριστά τα δύο προβλήματα και κατόπιν θα αναφερθούν συνοπτικά κάποιες μέθοδοι που λύνουν ενιαία τα δύο προβλήματα.

(πηγή στην οποία βασίζονται οι πληροφορίες: Αρκουμάνης Ι., 2004. «*Βελτιστοποίηση του Προβλήματος Ανάθεσης και Δρομολόγησης Αεροσκαφών Αεροπορικής Εταιρείας με τη Χρήση Ευρετικού Αλγορίθμου GRASP*», Διπλωματική Εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, σ.σ. 25)

6.2. Το πρόβλημα της ανάθεσης οχημάτων σε δρομολόγια (The *Fleet Assignment Problem*)

Όπως έχει ήδη προαναφερθεί, το πρόβλημα αυτό λύνεται με τη βέλτιστη ανάθεση των διαθέσιμων λεωφορείων στα δρομολόγια, που αποτελούν το πρόγραμμα δρομολογίων των ΚΤΕΛ. Για να εκτελέσει κάποιο λεωφορείο μια διαδρομή, απαιτείται κάποιο κόστος καυσίμων. Αν, λοιπόν, πραγματοποιούνταν αυθαίρετη ανάθεση των διαθέσιμων οχημάτων στα απαιτούμενα δρομολόγια, θα υπήρχε η πιθανότητα κάποια από αυτά να εκτελέσουν ορισμένες διαδρομές, μόνο για να βρεθούν στο σημείο αναχώρησης του επόμενου απαιτούμενου δρομολογίου τους. Η διαδρομή αυτή θα γινόταν άσκοπα, χωρίς επιβάτες, κάτι το οποίο θα σήμαινε περιττά έξοδα καυσίμων.

Συνεπώς, για να αποφευχθούν τέτοιες περιπτώσεις, κρίνεται απαραίτητο να εισαχθούν περιορισμοί, οι οποίοι θα εξασφαλίζουν τη συνεχόμενη ροή των δρομολογίων που θα ανατεθούν σε κάθε όχημα. Δηλαδή, για κάθε λεωφορείο θα δημιουργηθεί ένας συνδυασμός δρομολογίων, όπου κάθε τερματισμός θα είναι και μια νέα αφετηρία, μέχρι το λεωφορείο να επιστρέψει στη βάση του.

Υπάρχει, βέβαια, μία εξαίρεση σε αυτές τις περιπτώσεις, που έχει να κάνει με τον απρόβλεπτο παράγοντα της ζήτησης. Όταν κάποιο δρομολόγιο έχει αυξημένη ζήτηση, δηλαδή μεγαλύτερη της χωρητικότητας ενός λεωφορείου, τα ΚΤΕΛ δεσμεύουν και δεύτερο λεωφορείο, για να ικανοποιηθούν όλοι οι επιβάτες. Το λεωφορείο αυτό

θα καταλήξει σε κάποιο άλλο σταθμό, χωρίς να μπορεί να εξυπηρετήσει κάποιο άλλο δρομολόγιο από το σταθμό αυτό προς τον κεντρικό από τον οποίο ξεκίνησε, αφού τα υπόλοιπα δρομολόγια με αυτό το σταθμό αφετηρίας θα είναι ήδη προγραμματισμένα να πραγματοποιηθούν από άλλα λεωφορεία. Αν το λεωφορείο αυτό δεν παραμείνει στο σταθμό για αντίστοιχες περιπτώσεις αυξημένης ζήτησης προς τον κεντρικό σταθμό, τότε θα πρέπει να επιστρέψει στον κεντρικό χωρίς επιβάτες. Αυτό, όμως, δεν είναι πάντα επιζήμιο για την εταιρεία, αφού τα έσοδα αυτής της ζήτησης μπορεί να υπερκαλύπτουν τα έξοδα που απαιτούνται για την πραγματοποίηση αυτού του «κενού» δρομολογίου. Καλό θα ήταν, λοιπόν, να εξετάζεται και αυτή η εκδοχή. Είναι, ωστόσο, αναμενόμενο ότι η περίπτωση αυτή αφορά στα δρομολόγια κοντινών αποστάσεων, όπου τα έξοδα καυσίμων δεν είναι πολλά.

6.2.1. Μοντελοποίηση του προβλήματος ανάθεσης οχημάτων σε δρομολόγια

Οι δύο ήδη προαναφερθείσες μέθοδοι μοντελοποίησης είναι είτε με τη μορφή ενός χωροχρονικού δικτύου ροής είτε με τη μορφή ενός δικτύου συνδέσεων. Η περίπτωση του χωροχρονικού δικτύου σχετίζεται με την περιοδικότητα του προγράμματος δρομολογίων, δηλαδή υπάρχει μια περιοδική επανάληψη των δρομολογίων ανά ημέρα ή ανά εβδομάδα. Αντιθέτως, η περίπτωση του δικτύου συνδέσεων είναι πολύ πιο αναλυτική, ακριβής και κοντά στην πραγματικότητα, αλλά και πολύ πιο πολύπλοκη. Στη συνέχεια αναφέρεται αναλυτικά η μοντελοποίηση σύμφωνα με κάθε μια από τις δύο μεθόδους.

6.2.1.1. Μοντελοποίηση βάση της μεθόδου του χωροχρονικού δικτύου

Το χωροχρονικό δίκτυο αποτελείται από τα παρακάτω:

- κόμβους: αποτελούν τους σταθμούς αναχώρησης ή άφιξης ενός λεωφορείου. Η θέση του κόμβου είναι η τοποθεσία και το χρονικό σημείο, στο οποίο έχει τοποθετηθεί, είναι η ώρα αναχώρησης/άφιξης του οχήματος. Ως ώρα αναχώρησης εννοείται η χρονική στιγμή που το λεωφορείο ξεκινά, οπότε αν μια αναχώρηση είναι αμέσως μετά από μια άφιξη, υπολογίζεται κι ένα κενό διά-

στημα, στο οποίο «ξεφορτώνεται» και «ξαναφορτώνεται» με αποσκευές και επιβάτες. Η τοποθέτηση των κόμβων γίνεται με χρονική σειρά σε κάθε σταθμό, δίνοντας έτσι το δίκτυο δρομολογίων κάθε λεωφορείου.

- τόξα: συνδέουν τους κόμβους μεταξύ τους, δείχνοντας έτσι τη μετάβαση από μία τοποθεσία σε μία άλλη. Υπάρχουν και τόξα που εξέρχονται και ξαναεισέρχονται στον ίδιο κόμβο, υποδηλώνοντας το κενό διάστημα που προαναφέρθηκε.

Για να εξασφαλιστεί η περιοδικότητα του δικτύου δρομολογίων, υπάρχει μία συγκεκριμένη ώρα (συνήθως η πρώτη πρωινή), που είναι η στιγμή που ξεκινούν τα πρώτα δρομολόγια κάθε ημέρας/εβδομάδας, δημιουργώντας έτσι έναν επαναλαμβανόμενο κύκλο στο χρονικό αυτό διάστημα.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται η μαθηματική μοντελοποίηση του δικτύου αυτού. Αρχικά, δίνονται οι μεταβλητές απόφασης και η ερμηνεία τους:

- $r = 1,\ldots,R$: τα δρομολόγια, που πρέπει να ανατεθούν στα διαθέσιμα λεωφορεία (R: το σύνολό τους)
- $b = 1,\ldots,B$: τα λεωφορεία, που θα χρησιμοποιηθούν (B: το σύνολό τους)
- $n = 1,\ldots,N$: οι απαιτούμενοι κόμβοι – σταθμοί (N: το σύνολό τους)
- In(n): το σύνολο των εισερχόμενων δρομολογίων στον κόμβο n
- Out(n): το σύνολο των εξερχόμενων δρομολογίων από τον κόμβο n
- x_{rb}: δυαδική μεταβλητή, που ισούται με 1 αν το δρομολόγιο r ανατίθεται στο λεωφορείο b, 0 αν όχι
- c_{rb}: το κόστος που απαιτείται για να πραγματοποιηθεί το δρομολόγιο r από το λεωφορείο b (κόστος κατανάλωσης καυσίμων και συντήρησης του οχήματος)
- y_{nb}^{-}: δυαδική μεταβλητή, που ισούται με 1 αν στον κόμβο n εισέρχεται το λεωφορείο b, 0 αν όχι
- y_{nb}^{+}: δυαδική μεταβλητή, που ισούται με 1 αν από τον κόμβο n εξέρχεται το λεωφορείο b, 0 αν όχι

Η αντικειμενική συνάρτηση του προβλήματος αφορά στην ελαχιστοποίηση του συνολικού κόστους ανάθεσης των χρησιμοποιούμενων λεωφορείων στα δρομολόγια και είναι η εξής:

$$min \sum_{r=1}^{R} \sum_{b=1}^{B} c_{rb} * x_{rb} \quad (6.1)$$

Στη συνέχεια αναγράφονται οι περιορισμοί:

- $$\sum_{b=1}^{B} x_{rb} = 1 \ , \ \forall\, r \in R \quad (6.2)$$

Ο πρώτος περιορισμός εξασφαλίζει ότι κάθε δρομολόγιο θα πραγματοποιείται από ένα μόνο λεωφορείο.

- $$\sum_{r \in In(n)} x_{rb} - \sum_{r \in Out(n)} x_{rb} + y_{nb}^{-} - y_{nb}^{+} = 0 \ , \ \forall\, n \in N \ \& \ \forall\, b \in B \quad (6.3)$$

Ο δεύτερος περιορισμός εξασφαλίζει τη διατήρηση της ροής των δρομολογίων σε κάθε κόμβο (εισερχόμενα = εξερχόμενα).

- $$x_{rb} \in \{0,1\} \ , \ \forall\, r \in R \ \& \ \forall\, b \in B \quad (6.4)$$

Ο τελευταίος περιορισμός εξασφαλίζει τη δυαδικότητα της x_{rb}.

(η μοντελοποίηση βασίστηκε στην πηγή: Hane, C. A. et al, 1995. The fleet assignment problem: solving a large-scale integer program, pp. 4)

6.2.1.2. Μοντελοποίηση βάση της μεθόδου του δικτύου συνδέσεων

Το δίκτυο συνδέσεων αποτελείται από τα παρακάτω:

- κόμβους: συμβολίζουν τα δρομολόγια του προγράμματος δρομολογίων των ΚΤΕΛ και χαρακτηρίζονται από τους τόπους και τις αντίστοιχες ώρες αναχώρησης και άφιξης

- τόξα: συμβολίζουν τη διαδοχική σύνδεση μεταξύ των δρομολογίων, που σε κάθε περίπτωση πραγματοποιείται από ένα συγκεκριμένο λεωφορείο

Στη συνέχεια παρουσιάζεται η μαθηματική μοντελοποίηση του δικτύου αυτού. Όπως και στην περίπτωση του χωροχρονικού δικτύου, αρχικά, δίνονται οι μεταβλητές απόφασης και η ερμηνεία τους:

- r = 1,….,R: τα δρομολόγια, που πρέπει να ανατεθούν στα διαθέσιμα λεωφορεία (R: το σύνολό τους)
- b = 1,…,B: τα λεωφορεία, που θα χρησιμοποιηθούν (B: το σύνολό τους)
- x_{rb}: δυαδική μεταβλητή, που ισούται με 1 αν το δρομολόγιο r καλύπτεται από το λεωφορείο j, 0 αν όχι
- c_{rb}: το κόστος που απαιτείται για να πραγματοποιηθεί το δρομολόγιο r από το λεωφορείο b (κόστος κατανάλωσης καυσίμων και συντήρησης του οχήματος)
- y_{ijb}: δυαδική μεταβλητή, που ισούται με 1 αν το λεωφορείο b πραγματοποιεί τη σύνδεση μεταξύ των κόμβων i και j, 0 αν όχι
- d_{ijb}: το κόστος που απαιτείται για να πραγματοποιηθεί η σύνδεση μεταξύ των κόμβων i και j από το λεωφορείο b
- K: το σύνολο των συνδέσεων μεταξύ των κόμβων

Η αντικειμενική συνάρτηση του προβλήματος αφορά στην ελαχιστοποίηση του συνολικού κόστους ανάθεσης των χρησιμοποιούμενων λεωφορείων στα δρομολόγια και του κόστους των συνδέσεων μεταξύ των δρομολογίων και είναι η εξής:

$$min \sum_{r=1}^{R} \sum_{b=1}^{B} c_{rb} * x_{rb} + \sum_{i,j \in K} \sum_{b=1}^{B} d_{ijb} * y_{ijb} \qquad (6.5)$$

Στη συνέχεια αναγράφονται οι περιορισμοί:

- $$\sum_{b=1}^{B} x_{rb} = 1 \ , \ \forall\, r \in R \qquad (6.6)$$

Ο πρώτος περιορισμός εξασφαλίζει ότι κάθε δρομολόγιο θα πραγματοποιείται από ένα μόνο λεωφορείο.

- $$\sum_{ij \in K} y_{ijb} - \sum_{ji \in K} y_{ijb} = x_{rb} \ , \ \forall\, r \in R \ \& \ \forall\, b \in B \qquad (6.7)$$

Ο δεύτερος περιορισμός εξασφαλίζει, όπως και στην προηγούμενη περίπτωση, τη διατήρηση της ροής των δρομολογίων σε κάθε κόμβο (εισερχόμενα = εξερχόμενα)

- $x_{rb} \in \{0,1\}$ & $y_{ijb} \in \{0,1\}$, $\forall\ r \in R$ & $\forall\ b \in B$ (6.8)

Ο τελευταίος περιορισμός εξασφαλίζει τη δυαδικότητα των x_{rb} & y_{ijb}.

(πηγή στην οποία βασίζονται οι πληροφορίες: Αρκουμάνης Ι., 2004. «*Βελτιστοποίηση του Προβλήματος Ανάθεσης και Δρομολόγησης Αεροσκαφών Αεροπορικής Εταιρείας με τη Χρήση Ευρετικού Αλγορίθμου GRASP*», Διπλωματική Εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, σ.σ. 29 – 30)

6.2.2. Περιορισμός συντήρησης του στόλου των λεωφορείων

Όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, τα λεωφορεία είναι αναγκαίο να συντηρούνται, σύμφωνα με τους κανόνες ασφαλείας, όπως επίσης και να επισκευάζονται, όταν παρουσιάζονται περιπτώσεις βλάβης. Έχει, ακόμη, προαναφερθεί ότι οι περιπτώσεις βλάβης δε λαμβάνονται υπόψη κατά την μοντελοποίηση και επίλυση του προβλήματος, αφού είναι ενέργειες πιο σπάνιες και εκτός προγράμματος.

Για να συμπεριληφθεί στην μοντελοποίηση του προβλήματος ανάθεσης το πρόβλημα της συντήρησης των λεωφορείων, θα πρέπει να δοθεί με κάποιο τρόπο ένα χρονικό περιθώριο για την συντήρηση όλων ανεξάρτητα των λεωφορείων του στόλου των ΚΤΕΛ. Αυτό μπορεί να γίνει με την εισαγωγή εικονικών δρομολογίων στη λίστα των προγραμματισμένων δρομολογίων. Τα εικονικά δρομολόγια, θα ξεκινούν και θα καταλήγουν στον ίδιο σταθμό, με διαφορά ώρας ίση με την απαιτούμενη για την συντήρηση του λεωφορείου και ώρα εκκίνησης κάποια βολική (όταν για παράδειγμα το λεωφορείο είναι εφεδρικό), ώστε να μην διαταράσσεται το υπόλοιπο πρόγραμμα δρομολογίων. Φυσικά τέτοιου είδους εικονικά δρομολόγια θα πρέπει να ανατεθούν σε όλα τα λεωφορεία, για να καλύπτεται η απαίτηση συντήρησης όλων ανεξαιρέτως των λεωφορείων του στόλου.

6.2.3. Μέθοδοι επίλυσης των δύο τεχνικών μοντελοποίησης

Παρακάτω, παρουσιάζονται κάποιες μέθοδοι επίλυσης των δυο τεχνικών μοντελοποίησης που παρουσιάστηκαν παραπάνω και αφορούν στο πρόβλημα ανάθεσης των λεωφορείων σε δρομολόγια.

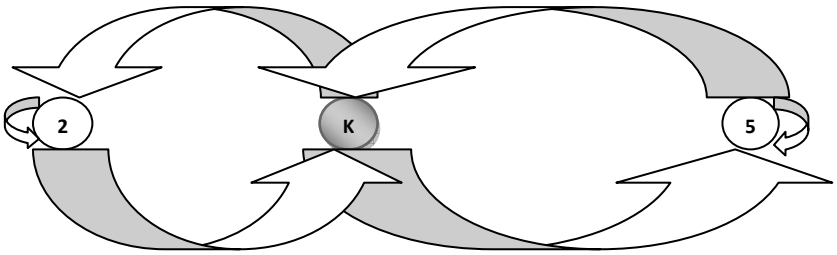
6.2.3.1. Επίλυση της μοντελοποίηση βάση της μεθόδου του χωροχρονικού δικτύου

Ένα χαρακτηριστικό του προβλήματος ανάθεσης λεωφορείων σε δρομολόγια, είναι ο μεγάλος όγκος των προς επεξεργασία δεδομένων, που δίνουν τη βέλτιστη εφικτή λύση. Γι αυτό το λόγο, πρέπει εξ'αρχής να γίνει επεξεργασία των δεδομένων αυτών, ώστε να μειωθεί ο χρόνος επεξεργασίας τους.

Για το χωροχρονικό δίκτυο ροής, που μοντελοποιήθηκε προηγουμένως, έχουν προταθεί διάφορες μέθοδοι μείωσης του μεγέθους του. Η συνηθέστερη μέθοδος είναι η συνένωση κόμβων. Υπάρχουν τρόποι συνένωσης κόμβων από το δίκτυο ροής, που βασίζονται κυρίως σε ευρετικές μεθόδους και ταιριάζουν ξεχωριστά σε κάθε περίπτωση, ανάλογα με τις εξέχουσες συνθήκες αυτής. Στην περίπτωση των ΚΤΕΛ, η εταιρεία έχει επιλέξει το πρότυπο ενός κεντρικού σταθμού (εκεί όπου στεγάζεται), με δρομολόγια σε διάφορους περιφερειακούς σταθμούς γύρω από τον κεντρικό (πρότυπο Hub and Spoke). Σε ένα δρομολόγιο, που ξεκινά από τον κεντρικό σταθμό, μπορεί να υπάρχει μετέπειτα μετάβαση από περιφερειακό σε περιφερειακό σταθμό, αλλά επειδή αυτές οι μεταβάσεις συνθέτουν ένα συγκεκριμένο δρομολόγιο που ακολουθείται πάντα και καταλήγει σε έναν τερματικό σταθμό (τις περισσότερες φορές επιστρέφει στον κεντρικό), η συγκεκριμένη αλυσίδα περιφερειακών σταθμών θεωρείται ως ένας σταθμός (ο τερματικός). Άρα, ουσιαστικά, πραγματοποιείται μετάβαση πάντα από τον κεντρικό σταθμό σε έναν περιφερειακό σταθμό κι όχι από έναν περιφερειακό σε ένα άλλο περιφερειακό σταθμό.

Αυτό μπορεί να γίνει πιο εύκολα κατανοητό, μετατρέποντας το διάγραμμα 5.2 του χωροχρονικού δικτύου του προηγούμενου κεφαλαίου, όπως παρουσιάζεται παρακάτω. Σ'αυτή την περίπτωση, υπήρχαν δύο δρομολόγια (Κ → 1 → 2 → 1→ Κ και Κ

→ 3 → 4 → 5 → 4 → 3 → Κ). Από τον κεντρικό σταθμό Κ υπήρχε σταδιακή μετάβαση προς τους τερματικούς σταθμούς 2 και 5, περνώντας από τους ενδιάμεσους περιφερειακούς σταθμούς 1, 3 και 4. Θεωρώντας τους περιφερειακούς αυτούς σταθμούς ως συστατικά δύο δρομολογίων, πραγματοποιήθηκε η συνένωση τους με τους αντίστοιχους τερματικούς 2 και 5, οπότε τώρα υπάρχει μετάβαση από έναν κεντρικό σε δύο περιφερειακούς σταθμούς.



Διάγραμμα 6.1. Απλουστευμένο χωροχρονικό δίκτυο

Με αυτό, λοιπόν, τον τρόπο γίνονται επιπρόσθετες περικοπές στο δίκτυο απλουστεύοντας το. Η συνολική διαδικασία επίλυσης του χωροχρονικού μοντέλου όπως συνήθως προτείνεται είναι η εξής:

1. Μείωση του μεγέθους του προβλήματος.
2. Επίλυση του προβλήματος με γραμμικό προγραμματισμό.
3. Χρήση ενός ευρετικού αλγόριθμου για την βελτιστοποίηση μεταβλητών.
4. Απλούστευση εκ νέου του προκύπτοντος προβλήματος.
5. Επίλυση του προκύπτοντος προβλήματος πολλαπλών πόρων.

Εφόσον και η παραπάνω διαδικασία περιλαμβάνει την χρήση ενός ευρετικού αλγορίθμου, αναμενόμενο είναι να μην προκύψει βέλτιστη λύση, αλλά μερικώς βέλτιστη. Παρόλα αυτά, όπως αναφέρεται στην βιβλιογραφία, η λύση που προκύπτει είναι πολύ κοντά στην βέλτιστη.

6.2.3.2. Επίλυση της μοντελοποίησης βάση της μεθόδου του δικτύου συνδέσεων

Όπως έχει ήδη αναφερθεί στο προηγούμενο κεφάλαιο, το δίκτυο συνδέσεων μπορεί να είναι πιο ρεαλιστικό, αλλά είναι πολύ πιο αναλυτικό και άρα μεγαλύτερο σε έκταση και σε χρόνο επεξεργασίας, σε σύγκριση με το χωροχρονικό δίκτυο ροής. Επομένως, για να επιλυθεί, θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν κάποιες τεχνικές, που θα διευκολύνουν την επίλυσή του, περιορίζοντας την μεγάλη έκταση του. Αντίθετα, με το χωροχρονικό δίκτυο, όπου χρησιμοποιήθηκαν τεχνικές μείωσης των κόμβων που το αποτελούν, εδώ θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν τεχνικές διάσπασης του προβλήματος σε υποπροβλήματα. Ένας τρόπος για την επίτευξη αυτού είναι χρησιμοποιώντας χαλάρωση Lagrange, μετατρέποντας τον περιορισμό που θέλει το κάθε δρομολόγιο να καλύπτεται από ένα και μόνο λεωφορείο, έτσι ώστε κάθε λεωφορείο να ανατίθεται το πολύ μια φορά σε ένα δρομολόγιο. Έτσι προκύπτει ο εξής περιορισμός:

$$x_{rb} = 1 \ , \ \forall\, r \in R \ \& \ \forall\, b \in B, \tag{6.9}$$

ενώ στην αντικειμενική συνάρτηση προστίθεται και ο πολλαπλασιαστής Lagrange:

$$\sum \lambda_r \left(1 - \sum x_{rb}\right) \ , \ \forall\, r \in R \ \& \ \forall\, b \in B \tag{6.10}$$

Μ'αυτόν τον τρόπο, το πρόβλημα διασπάται κατά λεωφορείο, δημιουργώντας υπόπροβλήματα, που η επίλυση τους έγκειται στην επίλυση απλουστευμένων δικτύων ροής ελαχίστου κόστους. Έτσι προκύπτει ένα δυϊκό πρόβλημα, για την επίλυση του οποίου πρέπει να βρεθούν οι κατάλληλοι πολλαπλασιαστές Lagrange (λ_r). Αυτό επιτυγχάνεται με μια επαναληπτική διαδικασία, όπου σε κάθε επανάληψη μετατρέπεται η τιμή των λ_r, σύμφωνα με κάποιον κανόνα.

Αφού περατωθεί ο παραπάνω αλγόριθμος, τα περισσότερα λεωφορεία έχουν ανατεθεί σε δρομολόγια. Τα υπόλοιπα ανατίθενται με την βοήθεια ενός αλγορίθμου απληστίας, που έχει ως στόχο την μέγιστη αύξηση του κέρδους. Πλεονέκτημα αυτής της διαδικασίας είναι ότι, κατά ένα μέρος, είναι εφικτός ο έλεγχος του χρόνου επίλυσης του προβλήματος, καθορίζοντας τον αριθμό των επαναλήψεων που θα πραγμα-

τοποιηθούν για τον προσδιορισμό των λ_r, με κόστος, βέβαια, τη χαμηλή ποιότητα της λύσης, στην περίπτωση του μειωμένου αριθμού επαναλήψεων,. Έτσι, θα πρέπει να καθοριστεί ένα όριο στον αριθμό των επαναλήψεων, που επιθυμείται να επιτευχθεί, ανάλογο της ποιότητας της λύσης.

(πηγή στην οποία βασίζονται οι πληροφορίες: Αρκουμάνης Ι., 2004. «*Βελτιστοποίηση του Προβλήματος Ανάθεσης και Δρομολόγησης Αεροσκαφών Αεροπορικής Εταιρείας με τη Χρήση Ευρετικού Αλγορίθμου GRASP*», Διπλωματική Εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, σ.σ. 31 – 34)

6.3. Το πρόβλημα της δρομολόγησης λεωφορείων (*Bus routing*)

Το πρόβλημα της δρομολόγησης λεωφορείων είναι, ουσιαστικά, το πρόβλημα της δημιουργίας κατάλληλης ακολουθίας δρομολογίων, που κάθε λεωφορείο θα πρέπει να εκτελεί, κατά την διάρκεια μιας συγκεκριμένης περιόδου (συνήθως ημέρα ή εβδομάδα). Οι ακολουθίες δρομολογίων, που ουσιαστικά αποτελούν τα δρομολόγια των λεωφορείων, θα πρέπει να ικανοποιούν διάφορους περιορισμούς. Οι κυριότεροι περιορισμοί του προβλήματος δρομολόγησης λεωφορείων είναι οι εξής:

- κάθε δρομολόγιο θα πρέπει να εκτελείται από ένα μόνο λεωφορείο και μια μόνο φορά ανά χρονική περίοδο

- για ένα συγκεκριμένο λεωφορείο, σε κάθε σταθμό η άφιξη ενός δρομολογίου προηγείται της αναχώρησης του επόμενου, έτσι ώστε να εξασφαλιστεί η διατήρηση της ροής

- περιορισμοί συντήρησης των λεωφορείων, όπως ορίζουν οι κανόνες ασφαλείας (με παρόμοιο τρόπο, όπως και στο πρόβλημα ανάθεσης)

6.3.1. Μοντελοποίηση του προβλήματος δρομολόγησης λεωφορείων

Το πρόβλημα δρομολόγησης λεωφορείων γίνεται με τη βοήθεια ενός δικτύου ροής αντίστοιχο με το δίκτυο συνδέσεων που έχει ήδη αναφερθεί. Οι κόμβοι είναι τα δρομολόγια και τα τόξα η διαδοχική σύνδεση μεταξύ των δρομολογίων. Οι μεταβλητές απόφασης είναι εξής:

- R: το σύνολο των δρομολογίων
- r: ένα υποσύνολο των δρομολογίων
- x_{ij}: δυαδική μεταβλητή, που ισούται με 1 αν το δρομολόγιο i συνδέεται με το δρομολόγιο j, 0 αν όχι
- c_{ij}: το κέρδος από την παραπάνω σύνδεση δρομολογίων
- s(i): η αρχή κάθε τόξου
- t(i): το τέρμα κάθε τόξου

Η αντικειμενική συνάρτηση του προβλήματος αφορά στη μεγιστοποίηση του συνολικού κέρδους ανάθεσης από τη διαδοχική σύνδεση των δρομολογίων και είναι η εξής:

$$max \sum_{i,j \in A} c_{ij} * x_{ij} \tag{6.11}$$

όπου $A=\{i,j \in R \mid s(i)=t(j)\ ,\ i \neq j\}$

Στη συνέχεια αναγράφονται οι περιορισμοί:

- $\sum_{j:s(i)=t(j),j\neq i} x_{ij} = 1 \ , \ \forall\ i \in R$ (6.12)

Ο πρώτος περιορισμός εξασφαλίζει ότι κάθε δρομολόγιο θα ακολουθείται ενός μόνο δρομολογίου.

- $\sum_{i:s(i)=t(j),i\neq j} x_{ij} = 1 \ , \ \forall\ j \in R$ (6.13)

Ο δεύτερος περιορισμός εξασφαλίζει ότι κάθε δρομολόγιο θα προηγείται ενός μόνο δρομολογίου. Με τους δύο πρώτους περιορισμούς εξασφαλίζεται η διατήρηση της ροής των δρομολογίων.

- $\sum_{i \in r, j \in \bar{r}, s(i)=t(j)} x_{ij} \geq 1 \quad , \quad \forall\, r \subset R$ (6.14)

Ο τρίτος περιορισμός εξασφαλίζει ότι δε θα δημιουργηθούν εσωτερικοί βρόχοι, δηλαδή ορίζει ότι τουλάχιστον ένα δρομολόγιο του υποσυνόλου r του συνόλου R, θα συνδέεται με το συμπληρωματικό $\bar{r}$ του r.

- $X_{ij} \in \{0,1\} \quad , \quad \forall\, i \in R \;\; \& \;\; \forall\, j \in R$ (6.15)

Ο τελευταίος περιορισμός εξασφαλίζει τη δυαδικότητα της x_{ij}.

Με κάποιες μικρές διαφορές στη μοντελοποίηση, το παραπάνω πρόβλημα είναι παρόμοιο με το ασύμμετρο πρόβλημα του περιπλανώμενου πωλητή (ATSP asymmetric traveling salesman problem), οπότε οι μέθοδοι επίλυσης του ATSP ίσως μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε αυτή τη περίπτωση, ώστε να προκύψουν επιθυμητές λύσεις. Ωστόσο, το πρόβλημα της δρομολόγησης λεωφορείων είναι πιο περίπλοκο από το ATSP, εφόσον περιλαμβάνει και περιορισμούς που αναφέρονται στο σύνολο των δρομολογίων.

Υπάρχει και μια ακόμη μέθοδος μοντελοποίησης του προβλήματος δρομολόγησης, στην οποία αρχικά, μέσω ενός αλγορίθμου, παράγονται όλα τα εφικτά δρομολόγια και τα πιο «ελκυστικά» από αυτά, με βάση την μείωση του κόστους που προκαλούν, κατανέμονται στα διάφορα λεωφορεία ως πιθανά δρομολόγια. Στη συνέχεια, λαμβάνονται υπόψη οι κατάλληλοι περιορισμοί που αφορούν, για παράδειγμα, στην συντήρηση των λεωφορείων και την εξισορρόπηση της χρήσης τους και καταλήγει, τελικά, ο αλγόριθμος στα βέλτιστα ή σχεδόν βέλτιστα δρομολόγια που θα ανατεθούν στα λεωφορεία.

(πηγή στην οποία βασίζονται οι πληροφορίες: Αρκουμάνης Ι., 2004. «*Βελτιστοποίηση του Προβλήματος Ανάθεσης και Δρομολόγησης Αεροσκαφών Αεροπορικής Εταιρείας με τη Χρήση Ευρετικού Αλγορίθμου GRASP*», Διπλωματική Εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, σ.σ. 34 – 37)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

Συνδυαστική μέθοδος επίλυσης των δύο προβλημάτων

Παλαιότερα, τα προβλήματα ανάθεσης και δρομολόγησης επιλύονταν ξεχωριστά και διαδοχικά. Όμως, η μεγάλη σχέση που υπάρχει ανάμεσα στα δύο αυτά προβλήματα, καθώς επίσης και το γεγονός ότι η επίλυση του ενός επηρεάζει την επίλυση του άλλου, οδήγησε στην δημιουργία συνδυαστικών μεθόδων για ταυτόχρονη επίλυση και των δύο. Μια τέτοια συνδυαστική μέθοδος βασίζεται στην δημιουργία σειράς δρομολογίων, που είναι στην ουσία ένας συνδυασμός δρομολογίων που ξεκινά και καταλήγει σε ίδιους ή και διαφορετικούς σταθμούς. Το ζητούμενο είναι να επιλεγούν, έτσι, οι σειρές – συνδυασμοί των δρομολογίων, ώστε να εξασφαλίζεται ότι κάθε δρομολόγιο εμπεριέχεται σε έναν και μόνο συνδυασμό.

Το πρόβλημα, λοιπόν, είναι η δημιουργία όλων των πιθανών συνδυασμών, λαμβάνοντας υπόψιν όλους τους υπάρχοντες περιορισμούς, ώστε να προκύψουν μόνο οι εφικτοί συνδυασμοί δρομολογίων. Το μέγεθος του προγράμματος δρομολογίων, το οποίο στις περισσότερες περιπτώσεις είναι αρκετά μεγάλο, κάνει το πρόβλημα ακόμα πιο περίπλοκο, αφού ο αριθμός των πιθανών συνδυασμών είναι τεράστιος. Συνήθως, σε τέτοιου είδους προβλήματα χρησιμοποιούνται παραλλαγές της μεθόδου κλάδου φράγματος (branch and bound) και διαχωρισμός του προβλήματος σε υποπροβλήματα που η μοντελοποίηση τους είναι παρόμοια με την μοντελοποίηση του προβλήματος δρομολόγησης λεωφορείων που περιγράφηκε προηγουμένως.

Στην εργασία αυτή η επίλυση των δύο προβλημάτων γίνεται συνδυαστικά, μέσω κατάλληλου αλγορίθμου. Η βέλτιστη λύση που παράγεται είναι σχετική με τους συνδυασμούς των δρομολογίων και την ανάθεση των διαθέσιμων λεωφορείων σε αυτούς. Στη συνέχεια, γίνεται αναλυτική παρουσίαση της προαναφερθείσας μεθόδου.

(πηγή στην οποία βασίζονται οι πληροφορίες: Αρκουμάνης Ι., 2004. «*Βελτιστοποίηση του Προβλήματος Ανάθεσης και Δρομολόγησης Αεροσκαφών Αεροπορικής Εταιρείας με τη Χρήση Ευρετικού Αλγορίθμου GRASP*», Διπλωματική Εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, σ.σ. 37 – 38)

7.1. Μεθοδολογία επίλυσης του συνδυαστικού προβλήματος

Η επίλυση του προβλήματος βασίζεται στο δίκτυο και στο πρόγραμμα των δρομολογίων που έχει ήδη σχεδιαστεί. Το πρόγραμμα των δρομολογίων περιλαμβάνει τα εξής στοιχεία:

- σταθμό αναχώρησης
- σταθμό άφιξης
- ώρα αναχώρησης
- ώρα άφιξης
- επιβατική ζήτηση
- χωρητικότητα λεωφορείων (ίδια για όλα)
- έσοδα επιβατικής ζήτησης
- κόστη διοδίων

Σύμφωνα με αυτά τα στοιχεία, η μέθοδος βελτιστοποίησης, στο ξεκίνημα, θεωρεί δεδομένη μια αρχική χρονική τοποθέτηση των δρομολογίων στη διάρκεια μιας ημέρας. Στη συνέχεια, ακολουθούνται δύο φάσεις – στάδια μέχρι την επίτευξη της βέλτιστης λύσης. Στο πρώτο στάδιο, σχεδιάζεται ένας αλγόριθμος που κατασκευάζει, σύμφωνα με τους περιορισμούς, εφικτούς συνδυασμούς δρομολογίων, για όσο το δυνατόν λιγότερα λεωφορεία. Υπάρχει, ωστόσο, η πιθανότητα η λύση αυτή να είναι το πρόγραμμα που ακολουθούν ήδη τα ΚΤΕΛ. Στο δεύτερο στάδιο, τα διαθέσιμα λεωφορεία ανατίθενται στους παραπάνω συνδυασμούς δρομολογίων. Η πρώτη ανάθεση γίνεται τυχαία και στη συνέχεια με επαναληπτικό τρόπο, ελέγχοντας κάθε φορά το κέρδος της ανάθεσης, ο αλγόριθμος καταλήγει στη λύση με το μεγαλύτερο κέρδος.

Ο σκοπός του προβλήματος είναι να αυξηθεί όσο το δυνατόν περισσότερο το κέρδος, μέσω της χρήσης των οχημάτων της εταιρείας με τα λιγότερα λειτουργικά κόστη, το οποίο επιδιώκεται από τη βελτιστοποίηση της λύσης του προβλήματος ανάθεσης. Η τελική, όμως, λύση θα πρέπει να ανταποκρίνεται και στην πραγματικότητα, γι’αυτό υπάρχουν ορισμένοι περιορισμοί, που πρέπει να ληφθούν υπόψιν. Κάποιοι από αυτούς έχουν ήδη αναφερθεί στα επιμέρους προβλήματα ανάθεσης και προγραμματισμού, στο προηγούμενο κεφάλαιο:

- για να διατηρηθεί η ορθή ροή των δρομολογίων, η εκκίνηση κάθε δρομολογίου θα πρέπει να γίνεται από το σταθμό άφιξης του αμέσως προηγούμενου δρομολογίου

- πριν από την εκκίνηση οποιουδήποτε δρομολογίου, θα πρέπει να δίνεται κάποιος νεκρός χρόνος, κατά τον οποίο θα πραγματοποιούνται ανεφοδιασμός καυσίμων και επιβίβαση για το επόμενο δρομολόγιο και ο οδηγός θα ξεκουράζεται

- οι περιορισμοί που αφορούν στις ώρες αναχώρησης και άφιξης, θα πρέπει να τηρούνται, ώστε να αποφευχθεί η δυσαρέσκεια των επιβατών

- θα πρέπει να υπάρχει πάντα τουλάχιστον ένα διαθέσιμο εφεδρικό λεωφορείο, για τις περιπτώσεις έκτακτης βλάβης ή αυξημένης ζήτησης, άρα να μην χρησιμοποιείται τουλάχιστον ένα λεωφορείο από το πλήθος των διαθέσιμων

- οι οδηγοί θα πρέπει να εργάζονται μέχρι 7,5 ώρες το εικοσιτετράωρο

- ένας συνδυασμός δρομολογίων πρέπει να περιέχει μέχρι 8 δρομολόγια

- κάθε ημέρα θα έχουν παύση εργασίας 2 λεωφορεία, για λόγους ανάπαυσης των εργαζομένων οδηγών και συντήρησης του οχήματος, όπως ορίζουν οι κανόνες ασφαλείας

- ο κεντρικός σταθμός και οι βασικοί περιφερειακοί, που έχουν αναχώρηση δρομολογίων που δεν ξεκινούν πρώτα από τον κεντρικό, στο τέλος της περιόδου, για την οποία έχει παραχθεί το πρόγραμμα (συνήθως μια ημέρα), θα πρέπει να διαθέτουν τον απαραίτητο αριθμό λεωφορείων ώστε να είναι εφικτή η επανάληψη του προγράμματος την επόμενη περίοδο. Όπως έχει προαναφερθεί, όποια λεωφορεία, εξυπηρετώντας την αυξημένη ζήτηση ενός δρομολογίου, καταλήξουν σε ένα σταθμό, από τον οποίο δεν υπάρχει κάποιο διαθέσιμο δρομολόγιο για να επιστρέψουν με επιβάτες, θα επιστρέφουν «κενά» στον κεντρικό σταθμό. Στην περίπτωση αυτή, θα συγκρίνεται το κόστος

της «κενής» επιστροφής με τα έσοδα της extra ζήτησης, για να επιβεβαιωθεί αν άξιζε να ικανοποιηθεί.

7.2. Μοντελοποίηση του συνδυαστικού προβλήματος

Για να μοντελοποιηθεί το πρόβλημα, λαμβάνεται ως πρόβλημα διανομής πόρων. Αρχικά, αναγράφονται οι μεταβλητές απόφασης:

- r = 1,….,R: τα δρομολόγια, που πρέπει να ανατεθούν στα διαθέσιμα λεωφορεία (R: το σύνολό τους)
- s = 1,…,S: οι συνδυασμοί δρομολογίων, κάθε ένας από τους οποίους θα εκτελείται από ένα συγκεκριμένο λεωφορείο (S: το σύνολό τους)
- b = 1,…,B: τα λεωφορεία, που θα χρησιμοποιηθούν (B: το σύνολό τους)
- n = 1,…,N: οι κόμβοι – σταθμοί αφετηρίας ή τερματικοί (N: το σύνολό τους)
- x_{sb}: δυαδική μεταβλητή, που ισούται με 1 αν το λεωφορείο b ανατίθεται στο συνδυασμό δρομολόγιων s, 0 αν όχι
- p_s: το κέρδος του συνδυασμού δρομολογίων s (επιβατικά εισιτήρια & ασυνόδευτα πακέτα)
- c_{sb}: το κόστος που απαιτείται για να πραγματοποιηθεί ο συνδυασμός δρομολόγιων s από το λεωφορείο b (κόστος κατανάλωσης καυσίμων, συντήρησης του οχήματος, μισθός οδηγού)
- e_{rs}: δυαδική μεταβλητή, που ισούται με 1 αν το δρομολόγιο r περιέχεται στο συνδυασμό δρομολόγιων s, 0 αν όχι
- t_{sn}: δυαδική μεταβλητή, που ισούται με 1 αν ο συνδυασμός δρομολόγιων s τερματίζει στο σταθμό n, 0 αν όχι
- L_n: ο αριθμός των λεωφορείων που απαιτείται να τερματίσουν στον κόμβο – σταθμό n
- τ_b: η συνολική χρονική διάρκεια που εργάζεται ο οδηγός του λεωφορείου b καθόλη τη διάρκεια της περιόδου, για την οποία έχει παραχθεί το πρόγραμμα (μία ημέρα)

Η αντικειμενική συνάρτηση του προβλήματος αφορά στην μεγιστοποίηση του συνολικού κέρδους ανάθεσης των χρησιμοποιούμενων λεωφορείων στις διάφορες ακολουθίες δρομολογίων που θα δημιουργηθούν και είναι η εξής:

$$max \ \sum_{s=1}^{S} \sum_{b=1}^{B} (p_s - c_{sb}) * x_{sb} \tag{7.1}$$

Στη συνέχεια αναγράφονται οι περιορισμοί:

- $\sum_{s=1}^{S} \sum_{b=1}^{B} e_{rs} * x_{sb} = 1 \ , \ \forall \ r \in R$ (7.2)

Ο πρώτος περιορισμός εξασφαλίζει ότι όλα τα δρομολόγια του συνόλου R, που περιέχονται στους συνδυασμούς δρομολογίων του συνόλου S καλύπτονται από τα λεωφορεία του συνόλου B μία μοναδική φορά. Έτσι εξασφαλίζεται η διατήρηση της ροής.

- $\sum_{s=1}^{S} \sum_{b=1}^{B} t_{sn} * x_{sb} = L_n \ , \ \forall \ n \in N$ (7.3)

Ο δεύτερος περιορισμός εξασφαλίζει ότι, για να είναι εφικτή η επανάληψη όλων των δρομολογίων την επόμενη χρονική περίοδο, όλοι οι κόμβοι – σταθμοί του συνόλου S θα έχουν στη διάθεση τους τον απαραίτητο αριθμό λεωφορείων του συνόλου B.

- $\sum_{s=1}^{S} x_{sb} = 1 \ , \forall \ b \in B$ (7.4)

Ο τρίτος περιορισμός εξασφαλίζει ότι κάθε λεωφορείο του συνόλου B θα χρησιμοποιείται σε έναν μόνο συνδυασμό δρομολογίων του συνόλου S.

- $\sum_{r=1}^{R} e_{rs} \leq 8 \ , \ \forall \ s \in S$ (7.5)

Ο τέταρτος περιορισμός εξασφαλίζει ότι κάθε συνδυασμός δρομολογίων θα αποτελείται από το πολύ 8 δρομολόγια.

- $\tau_b \leq 7{,}5 \ , \ \forall \ b \in B$ (7.6)

Ο πέμπτος περιορισμός εξασφαλίζει ότι ο οδηγός κάθε λεωφορείου δεν θα δουλέψει πάνω από 7,5 ώρες μέσα στη διάρκεια της ημέρας.

- $X_{sb} \in \{0,1\} \ , \ \forall \ s \in S \ \& \ \forall \ b \in B$ (7.7)

Ο τελευταίος περιορισμός εξασφαλίζει τη δυαδικότητα της x_{sb}.

Η λύση του προαναφερθέντος μαθηματικού μοντέλου είναι πρακτικά πολύ δύσκολη, αφού ο αριθμός των συνδυασμών των δρομολογίων που παράγονται παρουσιάζουν εκθετική αύξηση ανάλογα με την αύξηση των δρομολογίων που περιέχονται σε αυτές. Άλλωστε, ο αριθμός που αναπαριστά το σύνολο των δρομολογίων, στις περισσότερες περιπτώσεις, φτάνει να είναι τριψήφιος ανά ημέρα λειτουργίας, δημιουργώντας, έτσι, ένα μεγάλης κλίμακας πρόβλημα βελτιστοποίησης. Για τον λόγο αυτό, στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται μια ευρετική μέθοδος αυτόματης επίλυσης του παραπάνω προβλήματος ανάθεσης και δρομολόγησης λεωφορείων.

(πηγή στην οποία βασίζονται οι πληροφορίες: Αρκουμάνης Ι., 2004. «*Βελτιστοποίηση του Προβλήματος Ανάθεσης και Δρομολόγησης Αεροσκαφών Αεροπορικής Εταιρείας με τη Χρήση Ευρετικού Αλγορίθμου GRASP*», Διπλωματική Εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, σ.σ. 43 – 44)

7.3. Η πρώτη λύση του συνδυαστικού προβλήματος

Για την κατασκευή μιας πρώτης και τυχαίας λύσης του προβλήματος, θεωρείται ως δεδομένη μια αρχική χρονική τοποθέτηση των δρομολογίων μέσα στην ημέρα. Όπως έχει, ήδη, αναφερθεί στην αρχή του κεφαλαίου, τα δεδομένα εισόδου στον αλγόριθμο 1^{ης} φάσης είναι οι σταθμοί και οι ώρες αναχώρησης και άφιξης, η επιβατική ζήτηση κάθε δρομολογίου, η χωρητικότητα των λεωφορείων, τα έσοδα επιβατικής ζήτησης και τα κόστη διοδίων. Για μεγαλύτερη διευκόλυνση, σε κάθε δρομολόγιο δίνεται κωδικός αριθμός.

Με κατάλληλη επεξεργασία και υπακούοντας πάντα στους περιορισμούς που αναφέρθηκαν παραπάνω, προκύπτουν οι συνδυασμοί δρομολογίων, που αποτελούν και την πρώτη εφικτή λύση. Όσον αφορά στον περιορισμό συντήρησης των λεωφορείων, γίνεται η υπόθεση ότι η συντήρηση του καθενός γίνεται σε ημέρα που βρίσκεται εκτός υπηρεσίας. Σχετικά με τον πρώτο περιορισμό που απαιτεί κάθε δρομολόγιο να γίνεται μία μόνο φορά, κατασκευάζεται μια λίστα με όλα τα δρομολόγια και κάθε ένα που τοποθετείται σε συνδυασμό διαγράφεται απ'αυτή. Η διαδικασία περατώνεται όταν στη λίστα δεν υπάρχουν πλέον δρομολόγια προς διαγραφή. Για να εξασφαλιστεί η διατήρηση της ροής, κάθε φορά που κάποιο δρομολόγιο τοποθετείται σε έναν συνδυασμό, ελέγχεται αν ο σταθμός αναχώρησης του δρομολογίου είναι ίδιος με το σταθμό άφιξης του αμέσως προηγούμενου δρομολογίου του ίδιου συνδυασμού. Αν ισχύει, τότε το δρομολόγιο προστίθεται στο συνδυασμό, αν όχι τότε παραμένει στη λίστα των δρομολογίων που δεν έχουν χρησιμοποιηθεί, αναζητείται το επόμενο δρομολόγιο που ικανοποιεί τον περιορισμό κ.ο.κ. Στη συνέχεια παρουσιάζεται ο ψευδοκώδικας.

όνομα Πρώτη Λύση
input στοιχεία δρομολογίων, έσοδα επιβατικής ζήτησης, έσοδα αποστολής ασυνόδευτων, κόστη διοδίων
begin
defined: R = συνολικός αριθμός δρομολογίων
defined: B = συνολικός αριθμός διαθέσιμων λεωφορείων
defined: X = χωρητικότητα κάθε λεωφορείου
defined: T = μέγιστη επιτρεπτή διάρκεια συνδυασμού δρομολογίων ενός λεωφορείου
defined: D = μέγιστος επιτρεπτός αριθμός δρομολογίων ενός συνδυασ.
for r = 1 έως r = R με βήμα 1
    do
    initiate δρομολόγια στη λίστα διαθέσιμων δρομολογίων
endfor
for (b = 1 έως b = B με βήμα 1)
do
    t ← 0 !διάρκεια συνδυασμού δρομολογίων τρέχοντος λεωφορείου

```
n ← 1 !αριθμός δρομολογίου στο συνδυασμό του τρέχοντος λεωφ.
c ← 0 !κόστος διοδίων συνδυασμού δρομολογίων
p ← 0 !έσοδα επιβατικής ζήτησης και αποστολής ασυνόδευτων συν-
        δυασμού δρομολογίων
if (n = 1)
then
    for (r = 1 έως  r = R με βήμα 1)
    do
        find νωρίτερο δρομολόγιο της λίστας διαθέσιμων δρομολογίων
        if (ζήτηση δρομολογίου ≤ X)
        then
            extract δρομολόγιο από τη λίστα
            insert δρομολόγιο στην ακολουθία του b
            add διάρκεια του δρομολογίου στο t του b
            n ← n+1
            c ← c+κόστος διοδίων δρομολογίου
            p ← p+έσοδα όλης της ζήτησης
            break
        else
            insert δρομολόγιο στην ακολουθία του b
            add διάρκεια του δρομολογίου στο t του b
            n ← n+1
            c ← c+κόστος διοδίων δρομολογίου
            p ← p+έσοδα μέγιστης χωρητικότητας
        endif
    endfor
else
    do while (t του b ≤ T and n ≤ D)
        run next_destination
        for (m = 1 έως m = M με βήμα 1)
        do
            find νωρίτερο δρομολόγιο της νέας λίστας διαθέσιμων
```

δρομολογίων

if (ζήτηση δρομολογίου ≤ X)

extract δρομολόγιο από τη λίστα

insert δρομολόγιο στην ακολουθία του b

add διάρκεια του δρομολογίου στο t του b

n ← n+1

c ← c+κόστος διοδίων δρομολογίου

p ← p+έσοδα όλης της ζήτησης

else

insert δρομολόγιο στην ακολουθία του b

add διάρκεια του δρομολογίου στο t του b

n ← n+1

c ← c+κόστος διοδίων δρομολογίου

p ← p+έσοδα μέγιστης χωρητικότητας

endif

endfor

enddo

endif

endfor

return συνδυασμοί δρομολογίων των λεωφορείων, συνολική διάρκεια, συνολικά έσοδα, συνολικά έξοδα και σταθμοί αναχώρησης και άφιξης συνδυασμών

end

function next_destination (λίστα διαθέσιμων δρομολογίων, τόπος άφιξης του προηγούμενου δρομολογίου, τρέχουσα ώρα)

for (r = 1 έως r = R με βήμα 1)

if (σταθμός αναχώρησης του δρομολογίου = σταθμός άφιξης του προηγούμενου δρομολογίου) **and** (ώρα δρομολογίου ≥ τρέχουσας ώρας + 5) !τα 5 λεπτά είναι ο χρόνος ανεφοδιασμού

then βάλε τα δρομολόγια που ικανοποιούν τους παραπάνω περιορισμούς σε νέα λίστα μεγέθους M

```
    endif
endfor
return νέα λίστα διαθέσιμων δρομολογίων
end
```

(πηγή στην οποία βασίστηκε: Αρκουμάνης Ι., 2004. «*Βελτιστοποίηση του Προβλήματος Ανάθεσης και Δρομολόγησης Αεροσκαφών Αεροπορικής Εταιρείας με τη Χρήση Ευρετικού Αλγορίθμου GRASP*», Διπλωματική Εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, σ.σ. 48)

Ο παραπάνω ψευδοκώδικας, έχοντας ως δεδομένα εισόδου τους σταθμούς και τις ώρες αναχώρησης και άφιξης, τα έσοδα της επιβατικής ζήτησης, τα έσοδα αποστολής ασυνόδευτων, τα έξοδα διοδίων κάθε δρομολογίου, το συνολικό αριθμό δρομολογίων, το συνολικό αριθμό διαθέσιμων λεωφορείων, τη χωρητικότητα κάθε λεωφορείου (ίδια για όλα), τη μέγιστη επιτρεπτή διάρκεια συνδυασμού δρομολογίων ενός λεωφορείου (συνολική χρονική διάρκεια που μπορεί να εργάζεται ένας οδηγός λεωφορείου) και το μέγιστο αριθμό δρομολογίων από τον οποίο μπορεί να αποτελείται ένας συνδυασμός δρομολογίων, αρχικά, δημιουργεί τη λίστα των διαθέσιμων δρομολογίων. Στη συνέχεια, για κάθε ένα λεωφορείο, δημιουργεί μια ακολουθία δρομολογίων. Για κάθε πρώτο δρομολόγιο στην ακολουθία (n = 1), απλώς ελέγχονται όλα τα διαθέσιμα δρομολόγια και επιλέγεται αυτό με τον νωρίτερο χρόνο (το πρώτο κατά σειρά). Αν η ζήτησή του είναι μικρότερη ή ίση της χωρητικότητας του λεωφορείου, τότε το επιλεγμένο δρομολόγιο εξέρχεται από τη λίστα των διαθέσιμων δρομολογίων και τοποθετείται στη λίστα του συνδυασμού. Τα έσοδα της επιβατικής ζήτησης και τα έσοδα αποστολής ασυνόδευτων προστίθενται στα έσοδα του συνδυασμού και τα έξοδα διοδίων προστίθενται στα έξοδα του συνδυασμού. Αν η ζήτηση υπερβαίνει τη χωρητικότητα, το δρομολόγιο τοποθετείται στη λίστα του συνδυασμού, αλλά χωρίς να διαγραφεί από τη λίστα διαθεσιμότητας, για να μπορεί η υπόλοιπη ζήτηση να τοποθετηθεί εκ νέου και σε επόμενο συνδυασμό και τα έσοδα αυτής να προστεθούν στα έσοδά του.

Για τα επόμενα στην ακολουθία, εκτελείται η συνάρτηση *next_destination*, με την οποία επιλέγονται από την λίστα όλα τα δρομολόγια που έχουν ως σταθμό ανα-

χώρησης το σταθμό άφιξης του προηγούμενου δρομολογίου και ώρα αναχώρησης κάποια μετά την ώρα άφιξης του προηγούμενου δρομολογίου (διατήρηση ροής). Τα δρομολόγια αυτά εισέρχονται σε μια νέα λίστα διαθέσιμων δρομολογίων, που είναι και το στοιχείο που επιστρέφει η συνάρτηση στον αλγόριθμο. Από τη νέα αυτή λίστα επιλέγεται το νωρίτερο δρομολόγιο, λαμβάνοντας υπόψιν τον ενδιάμεσο χρόνο φόρτωσης του οχήματος και ξεκούρασης του οδηγού (5 λεπτά) και τον περιορισμό της χωρητικότητας. Τα έσοδα και τα έξοδα προστίθενται στους μετρητές κατά τον ίδιο τρόπο.

Η διαδικασία αυτή συνεχίζεται μέχρι να συμπληρωθεί η μέγιστη επιτρεπτή διάρκεια συνδυασμού δρομολογίων του λεωφορείου. Συνολικά, ο αλγόριθμος περατώνεται όταν όλα τα δρομολόγια από την αρχική λίστα διαθέσιμων δρομολογίων έχουν τοποθετηθεί σε συνδυασμούς, κάθε ένας από τους οποίους ανατίθεται σε ένα λεωφορείο.

7.4. Βελτιστοποίηση της πρώτης λύσης

Έχοντας ως δεδομένους τους συνδυασμούς δρομολογίων, που κατασκευάστηκαν στην πρώτη φάση μαζί με τα έσοδα και τα έξοδά τους, τις διάρκειές τους, καθώς επίσης και τους σταθμούς αναχώρησης και άφιξής τους, λαμβάνοντας υπόψιν όλους τους περιορισμούς (χρόνου, ροής και χωρητικότητας), ακολουθεί η βέλτιστη ανάθεση των διαθέσιμων λεωφορείων στους συνδυασμούς, με βάση τα λειτουργικά έξοδα του κάθε λεωφορείου (μισθός οδηγού, έξοδα καυσίμων και συντήρησης), που έχουν επιμεριστεί σε κόστη/λεπτό. Αυτό έγινε γιατί κάθε συνδυασμός δρομολογίων έχει τη δική του διάρκεια και κατά τη βελτιστοποίηση επιδιώκεται τα λεωφορεία μικρότερου λειτουργικού κόστους να τοποθετηθούν στα δρομολόγια μεγαλύτερης διάρκειας και εάν υπάρχουν λεωφορεία που περισσεύουν, να είναι αυτά με τα μεγαλύτερα λειτουργικά κόστη. Για κάθε λεωφορείο που χρησιμοποιείται, αθροίζεται ο μισθός του οδηγού με τα λειτουργικά κόστη/λεπτό επί τη διάρκεια του συνδυασμού δρομολογίων. Τα συνολικά κόστη θα προστεθούν στα κόστη διοδίων του συνδυασμού και θα αφαιρεθούν από τα έσοδα της επιβατικής ζήτησής του και αυτά της ζήτησης αποστολής

ασυνόδευτων, για να υπολογιστεί το συνολικό κέρδος κάθε ανάθεσης, το οποίο θα είναι και το μέτρο σύγκρισης που θα δείχνει αν μια λύση είναι βέλτιστη ή όχι.

Αρχικά, τοποθετούνται με τη σειρά οι συνδυασμοί δρομολογίων στα λεωφορεία. Επειδή κάθε λεωφορείο βρίσκεται στο σταθμό που τερμάτισε την προηγούμενη ημέρα, γίνεται μια επανατοποθέτηση των δρομολογίων, σύμφωνα με αυτόν τον περιορισμό και υπολογίζεται το κέρδος της. Στη συνέχεια εφαρμόζεται τοπική αναζήτηση. Επιλέγονται τυχαία δύο λεωφορεία και πραγματοποιείται 1 – 1 ανταλλαγή (*1 – 1 relocation*) των συνδυασμών τους, με απαραίτητη προϋπόθεση να ικανοποιείται ο προαναφερθής περιορισμός και υπολογίζεται ξανά το κέρδος της επανατοποθέτησης. Αν είναι μεγαλύτερο, τότε η νέα λύση κρατείται και μπαίνει στη θέση της παλιάς, αλλιώς κρατείται η παλιά και συνεχίζεται η ίδια διαδικασία για 1.000.000 φορές. Η τελική λύση θα είναι και η βέλτιστη, δηλαδή η ανάθεση που θα αποφέρει και το μεγαλύτερο κέρδος στην επιχείρηση. Στη συνέχεια παρουσιάζεται ο αλγόριθμος της δεύτερης φάσης.

όνομα Βελτιστοποίηση Πρώτης Λύσης
input συνδυασμοί δρομολογίων των λεωφορείων, συνολική διάρκεια, συνολικά έσοδα, συνολικά έξοδα και σταθμοί αναχώρησης και άφιξης συνδυασμών, λειτουργικά κόστη λεωφορείων
begin
K1 ← 0 !συνολικό κέρδος λύσης
defined S = συνολικός αριθμός διαθέσιμων συνδυασμών
for (b = 1 έως b = B με βήμα 1)
do
    for s = 1 έως s = S με βήμα 1
    do
        assigne το s στο b !πρώτη λύση
    endfor
endfor
! τοποθέτηση των συνδυασμών στα λεωφορεία, σύμφωνα με τον περιορισμό των σταθμών
for (b = 1 έως b = B με βήμα 1)

```
    if (σταθμός αναχώρησης του συνδυασμού = σταθμός λεωφορείου)
    then αντιμετάθεσε τους συνδυασμούς δρομολογίων
    endif
endfor
for (b = 1 έως b = B με βήμα 1)
do
   count K1 = έσοδα – έξοδα – διάρκεια * λειτουργικά κόστη
endfor
for (i = 1 έως  i = 1.000.000 με βήμα 1)
do
    find 2 τυχαία σημεία
    if (σταθμός αναχώρησης πρώτου τυχαίου συνδυασμού = σταθμός
       αναχώρησης δεύτερου τυχαίου συνδυασμού)
    then αντιμετάθεσε τους συνδυασμούς δρομολογίων
         count K2 = έσοδα – έξοδα – διάρκεια * λειτουργικά κόστη
         if (K2 > K1)
         then
             keep τη νέα τοποθέτηση
         endif
    endif
endfor
return τελική βέλτιστη λύση
end
```

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

Επίλυση του προβλήματος των ΚΤΕΛ Ν. Πιερίας

8.1. Το υπεραστικό ΚΤΕΛ Νομού Πιερίας

Το υπεραστικό ΚΤΕΛ Νομού Πιερίας ξεκινάει το ταξίδι του στο χρόνο στις αρχές του 1950. Το όραμα των πρώτων μετόχων του υπεραστικού ΚΤΕΛ Πιερίας να οργανώσουν μια επιχείρηση που θα εξυπηρετεί το επιβατικό κοινό της Πιερίας παίρνει σάρκα και οστά. Όλα αυτά τα χρόνια έχουν γίνει εκατοντάδες χιλιάδες χιλιόμετρα με ασφάλεια και έχουν μετακινηθεί πολλές γενιές προς όλους τους προορισμούς του νομού, αλλά και όλης της Ελληνικής Επικράτειας.

Εξήντα χρόνια μετά, ο κοινωνικός ρόλος του υπεραστικού ΚΤΕΛ Νομού Πιερίας συνεχίζει να είναι καθοριστικός για την μετακίνηση του επιβατικού κοινού της Πιερίας. Σήμερα, είναι μια από τις μεγαλύτερες και πιο υγιείς επιχειρήσεις του τόπου. Αριθμεί 110 μετόχους και έναν υπερσύγχρονο στόλο από 59 λεωφορεία, των οποίων ο μέσος όρος ανέρχεται στα πέντε έτη. Πρόκειται για έναν από τους πιο σύγχρονους στόλους σε όλη την Ελλάδα, με όλα τα λεωφορεία να είναι εφοδιασμένα με τα πιο σύγχρονα συστήματα. Οι ιδιόκτητες εγκαταστάσεις αποτελούνται από ένα κτήριο 4000 τ.μ., που στεγάζουν και ένα μίνι εμπορικό κέντρο. Επίσης, διαθέτει ιδιόκτητο πρατήριο καυσίμων και χώρο στάθμευσης στην είσοδο της πόλης.

Εδώ και έξι μήνες, το ΚΤΕΛ Ν. Πιερίας έχει νέα Διοίκηση, η οποία αποτελείται ως επί το πλείστον από νέους ανθρώπους που έχουν πολλή διάθεση και μεράκι για δουλειά. Η νέα Διοίκηση αφουγκράζεται την τοπική αγορά και τη στηρίζει με τον καλύτερο δυνατό τρόπο.

8.2. Τα δεδομένα επεξεργασίας για την επίλυση του προβλήματος

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, ο στόλος των ΚΤΕΛ αποτελείται από 59 λεωφορεία. Στο τρέχον πρόγραμμα δρομολογίων των ΚΤΕΛ, από τα 59 λεωφορεία, τις καθημερινές απασχολούνται τα 57, τα Σάββατα τα 43 και τις Κυριακές τα 38 λεωφορεία. Η χωρητικότητα του καθενός είναι 50 άτομα. Τα λειτουργικά τους κόστη παρουσιάζονται στον πίνακα "Λειτουργικά κόστη λεωφορείων" του παραρτήματος Ι. όπως φαίνεται και στον πίνακα, υπάρχουν δύο κατηγορίες μισθών, ανάλογα με το αν ο οδηγός του λεωφορείου είναι νέος ή παλιός. Οι παλιοί οδηγοί αμείβονται με 78,37 €, ενώ οι νέοι με 41,60 € ημερησίως. Τα λειτουργικά κόστη των λεωφορείων, δηλαδή τα κόστη κατανάλωσης καυσίμων και τα κόστη συντήρησης είναι επιμερισμένα σε κόστη/λεπτό, επειδή και οι χρονικές διάρκειες των δρομολογίων αποδίδονται σε λεπτά.

Όσον αφορά στα δεδομένα των δρομολογίων, τις καθημερινές εκτελούνται 208 δρομολόγια, τα Σάββατα 178 δρομολόγια και τις Κυριακές 133 δρομολόγια. Στον "Πίνακα δρομολογίων – Υπάρχοντα δρομολόγια/ημέρα" του παραρτήματος Ι παρουσιάζονται τα δρομολόγια που πραγματοποιούνται κάθε ημέρα με τον κωδικό τους αριθμό, ο οποίος χρησιμοποιείται από τον αλγόριθμο για ευκολία, την ονομασία τους και την ώρα αναχώρησής τους. Εφόσον υπάρχει διαφοροποίηση των δρομολογίων ανά ημέρα της εβδομάδας, γίνεται αντιληπτό ότι το πρόβλημα ανάθεσης και δρομολόγησης πρέπει να επιλυθεί για κάθε ημέρα ξεχωριστά.

Γι'αυτό το λόγο, δημιουργήθηκαν εφτά πίνακες με δεδομένα που αφορούν στα δρομολόγια, οι οποίοι παρουσιάζονται με τη σειρά στο παράρτημα Ι. Σε κάθε έναν από τους πίνακες, για κάθε δρομολόγιο, παρατηρούμε τα στοιχεία:

- κωδικό αριθμό του δρομολογίου
- κωδικό σταθμού αναχώρησης
- κωδικό σταθμού άφιξης
- ώρα αναχώρησης
- ώρα άφιξης

- διάρκεια (σε λεπτά)
- επιβατική ζήτηση
- ζήτηση αποστολής ασυνόδευτων πακέτων
- έσοδα της επιβατικής ζήτησης (σε €)
- έσοδα από την αποστολή ασυνόδευτων πακέτων (σε €) και
- έξοδα των διοδίων για κάθε δρομολόγιο (σε €)

Σχετικά με τους κωδικούς των σταθμών αναχώρησης και άφιξης, υπάρχει ένας πίνακας στο παράρτημα Ι, με την ονομασία "Σταθμοί", που δείχνει σε ποια πόλη αντιστοιχεί η κάθε κωδική ονομασία. Σχετικά με τις ώρες αναχώρησης και άφιξης, έχουν μια μορφή ακέραια, που να αναγνωρίζεται από τον αλγόριθμο. Στις περιπτώσεις των δρομολογίων 252 και 249, η ώρα άφιξης, ουσιαστικά, δεν υπάρχει, όμως μόνο έτσι είναι εφικτό να αναγνωριστεί από το σύστημα. Οι πραγματικές ώρες άφιξης είναι 03:30 π.μ. και 05:29 π.μ, αντίστοιχα. Όλα τα δεδομένα είναι πραγματικά και συλλέχθηκαν από τα αρχεία των ΚΤΕΛ Ν. Πιερίας. Επίσης, δεδομένα από τα ΚΤΕΛ είναι ότι κάθε λεωφορείο δε θα πρέπει να απασχολείται πάνω από 7,5 ώρες (450 λεπτά) και να πραγματοποιεί περισσότερα από 8 δρομολόγια την ημέρα. Μόνο στην περίπτωση των δρομολογίων από και προς Αθήνα, υπάρχει ο περιορισμός ότι όποιο λεωφορείο αναλάβει ένα τέτοιου είδους δρομολόγιο, δεν θα αναλάβει κανένα άλλο. Τέλος, το ελάχιστο διάστημα που αφήνεται για ανεφοδιασμό μεταξύ δύο δρομολογίων είναι 5 λεπτά.

Επειδή, όπως προαναφέρθηκε το πρόβλημα επιλύθηκε για κάθε ημέρα ξεχωριστά, ένας αλγόριθμος περιείχε και τις δύο φάσεις του, για λόγους αποφυγής ανούσιας σπατάλης χώρου. Έτσι τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την πρώτη φάση εισάγονται αυτόματα στη δεύτερη. Έχει, ωστόσο, προβλεφτεί να τυπώνεται και το συνολικό κέρδος της πρώτης λύσης, για να μπορεί να γίνει σύγκριση με της τελικής και σχολιασμός των αποτελεσμάτων. Ακόμα, υπάρχουν τα δεδομένα του συνολικού κέρδους των ΚΤΕΛ, για κάθε ημέρα της συγκεκριμένης εβδομάδας, τα οποία εισάγονται, επίσης, για να μπορεί να γίνει σύγκριση και να κριθεί η αποτελεσματικότητα της μελέτης. Τα δεδομένα αυτά παρουσιάζονται στον τελευταίο πίνακα του παραρτή-

ματος Ι "Κέρδη των ΚΤΕΛ" (σε €). Ο κώδικας που χρησιμοποιήθηκε είναι σε Matlab, ενώ τα δεδομένα εισόδου ήταν σε πίνακες μορφής xls.

8.3. Σχολιασμός των αποτελεσμάτων και συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα, που προέκυψαν παρουσιάζονται στο παράρτημα ΙΙ. Παρατηρείται ότι για κάθε ημέρα το πλήθος των χρησιμοποιούμενων λεωφορείων μειώθηκε τουλάχιστον κατά τέσσερα. Αν μελετηθεί και ο πίνακας με τα λειτουργικά κόστη των λεωφορείων, θα παρατηρηθεί ότι τα λεωφορεία που δεν χρησιμοποιούνται, είναι κάποια από αυτά με τα μεγαλύτερα λειτουργικά κόστη. Αυτό είχε σαν συνέπεια αισθητή αύξηση του κέρδους της επιχείρησης για όλες τις ημέρες, που στην καλύτερη περίπτωση άγγιξε τα 2.146,676 € (ημέρα Πέμπτη), που προέκυψε από μείωση χρήσης των λεωφορείων κατά 13 και στη χειρότερη τα 915,758 € (ημέρα Παρασκευή), που προέκυψε αντίστοιχα από μείωση κατά 4 λεωφορεία. Βέβαια η Παρασκευή ήταν η μέρα που απέφερε το μεγαλύτερο συνολικό κέρδος της τάξης των 10.797,85 €, κάτι που ήταν αναμενόμενο λόγω των πολλών δρομολογίων με extra ζήτηση, ενώ η μέρα με τα λιγότερα συνολικά κέρδη ήταν το Σάββατο (6.687,046) κάτι που είναι κάπως περίεργο, αφού τα λιγότερα δρομολόγια γίνονται την Κυριακή.

Επίσης, στα αποτελέσματα όλων των ημερών παρατηρείται αύξηση από την πρώτη στη δεύτερη λύση, που σημαίνει ότι η τοπική αναζήτηση βέλτιστης λύσης πέτυχε. Συγκεκριμένα, στα αποτελέσματα του Σαββάτου παρατηρείται η μεγαλύτερη αύξηση μεταξύ πρώτης και δεύτερης λύσης (344,437 €), ενώ η μικρότερη εμφανίζεται στα αποτελέσματα της Παρασκευής (61,907 €). Επειδή η αναζήτηση γίνονταν με τυχαίο τρόπο και παρότι πραγματοποιούνταν 1.000.000 φορές για κάθε ημέρα, δεν ακούγεται και πολύ αξιόπιστο, ο κώδικας έτρεξε για τα δεδομένα κάθε ημέρας πάνω από 10 φορές. Κάθε φορά παρουσιάζονταν τα ίδια ακριβώς νούμερα στις τιμές (είτε συνολικού κέρδους είτε διαφορών μεταξύ λύσεων) με απόλυτη ακρίβεια, ενώ η ανάθεση έβγαζε διαφορετικά αποτελέσματα. Αυτό συνέβη, διότι αρκετά λεωφορεία είχαν τα ίδια λειτουργικά κόστη μεταξύ τους και τα περισσότερα είχαν σαν τερματικό

σταθμό τον κεντρικό (Κατερίνη), οπότε ελάχιστα ήταν αυτά που δεσμεύονταν από τον περιορισμό των σταθμών.

Σχετικά με τον περιορισμό του πλήθους των λεωφορείων ενός σταθμού σε αναχωρήσεις και αφίξεις, εκτός από τη Θεσσαλονίκη, σε όλους τους υπόλοιπους σταθμούς υπάρχει ισορροπία. Στην περίπτωση, όμως, της Θεσσαλονίκης, το πρόβλημα δημιουργείται επειδή είναι ο μόνος σταθμός από και προς τον οποίο παρουσιάζεται ιδιαίτερα αυξημένη ζήτηση και γι'αυτό το λόγο χρησιμοποιούνται extra λεωφορεία. Όπως έχει, όμως, προαναφερθεί, αν τα έσοδα από την αποστολή περισσοτέρων λεωφορείων για την κάλυψη της ζήτησης υπερκαλύπτουν τα έξοδα (λειτουργικά & διοδίων), τότε τα ΚΤΕΛ τα συμφέρει να ανταποκρίνονται σ'αυτή. Εκτός, λοιπόν, από τη μέγιστη ικανοποίηση των πελατών – επιβατών, που δε χρειάζεται να περιμένουν για το επόμενο δρομολόγιο λόγω πληρότητας – κάτι το οποίο είναι ιδιαιτέρως σημαντικό για τη φήμη της εταιρείας ως προς την εξυπηρέτηση – παρατηρείται ότι τις μέρες που χρειάστηκε κάποια λεωφορεία να κάνουν «κενά» δρομολόγια υπήρξε κέρδος από 33,576 € (ημέρα Τετάρτη) έως και 318,150 € (ημέρα Παρασκευή).

Ο περιορισμός διατήρησης της ροής των δρομολογίων (σταθμός αναχώρησης = σταθμός της προηγούμενης άφιξης και ώρα αναχώρησης = ώρα προηγούμενης άφιξης + 5), τηρείται πλήρως τόσο μεταξύ δρομολογίων της ίδιας ημέρας, όσο και από μία μέρα στην επόμενη (σ'αυτή την περίπτωση ασχολούμαστε μόνο με τον περιορισμό των σταθμών κι όχι της ώρας). Αυτό θα διαπιστωθεί εύκολα αν αντιστοιχηθούν οι κωδικές ονομασίες των δρομολογίων στις ονομασίες τους, με τη βοήθεια του "Πίνακα δρομολογίων – Υπάρχοντα δρομολόγια/ημέρα" και των πινάκων με τα δεδομένα των δρομολογίων του παραρτήματος Ι. Για παράδειγμα, από τα αποτελέσματα της Δευτέρας:

Bus number 23 will make the routes: 367 256 120 154 230
starting from station 1 and ending at station 4. The total route duration will be 410 minutes.

Το λεωφορείο αυτό θα κάνει τις μετακινήσεις:
367: αναχώρηση από το σταθμό 1 – άφιξη στο σταθμό 1
256: αναχώρηση από το σταθμό 1 – άφιξη στο σταθμό 1
120: αναχώρηση από το σταθμό 1 – άφιξη στο σταθμό 2
154: αναχώρηση από το σταθμό 2 – άφιξη στο σταθμό 1

230: αναχώρηση από το σταθμό 1 – άφιξη στο σταθμό 4

Εν μέσω των ωρών:

367: αναχώρηση: 06:50 – άφιξη: 08:20

256: αναχώρηση: 12:30 – άφιξη: 14:55

120: αναχώρηση: 15:00 – άφιξη: 15:50

154: αναχώρηση: 16:15 – άφιξη: 17:05

230: αναχώρηση: 17:15 – άφιξη: 18:30

Το ίδιο λεωφορείο την επόμενη ημέρα παρουσιάζει τα αποτελέσματα:

Bus number 23 will make the routes: 239 229 242 295
starting from station 4 and ending at station 1. The total route duration will be 256 minutes.

Το λεωφορείο θα κάνει τις μετακινήσεις:
239: αναχώρηση από το σταθμό 4 – άφιξη στο σταθμό 1
229: αναχώρηση από το σταθμό 1 – άφιξη στο σταθμό 4
242: αναχώρηση από το σταθμό 4 – άφιξη στο σταθμό 1
295: αναχώρηση από το σταθμό 1 – άφιξη στο σταθμό 1

Εν μέσω των ωρών:

239: αναχώρηση: 13:15 – άφιξη: 14:30

229: αναχώρηση: 15:30 – άφιξη: 16:45

242: αναχώρηση: 19:30 – άφιξη: 20:45

295: αναχώρηση: 21:30 – άφιξη: 22:01

Για το γεγονός ότι υπάρχει άνιση κατανομή των δρομολογίων μεταξύ των λεωφορείων, δηλαδή κάποιο να κάνει 8 δρομολόγια και κάποιο άλλο να κάνει 1, ευθύνεται ότι αφενός, υπάρχει πολύ μεγάλη διαφορά στις διάρκειες (από 20 λεπτά έως 5,5 ώρες) και αφετέρου, ότι τα δρομολόγια είναι τελείως άνισα κατανεμημένα μέσα στην ημέρα. Υπάρχει μια πληθώρα δρομολογίων που ξεκινούν συγκεκριμένες ώρες, ενώ κάποιες άλλες είναι «νεκρές» Αυτό είναι ζήτημα που αφορά τα ΚΤΕΛ και το αρμόδιο τμήμα της Νομαρχίας (Περιφερειακής Ενότητας Πιερίας) που καθορίζει τα δρομολόγια. Παρόλα αυτά η ανάθεση στα λεωφορεία γίνεται με τον καλύτερο δυνατό τρόπο για να υπάρχει ελάχιστο συνολικό κόστος. Τέλος, οι περιορισμοί μέγιστης ε-

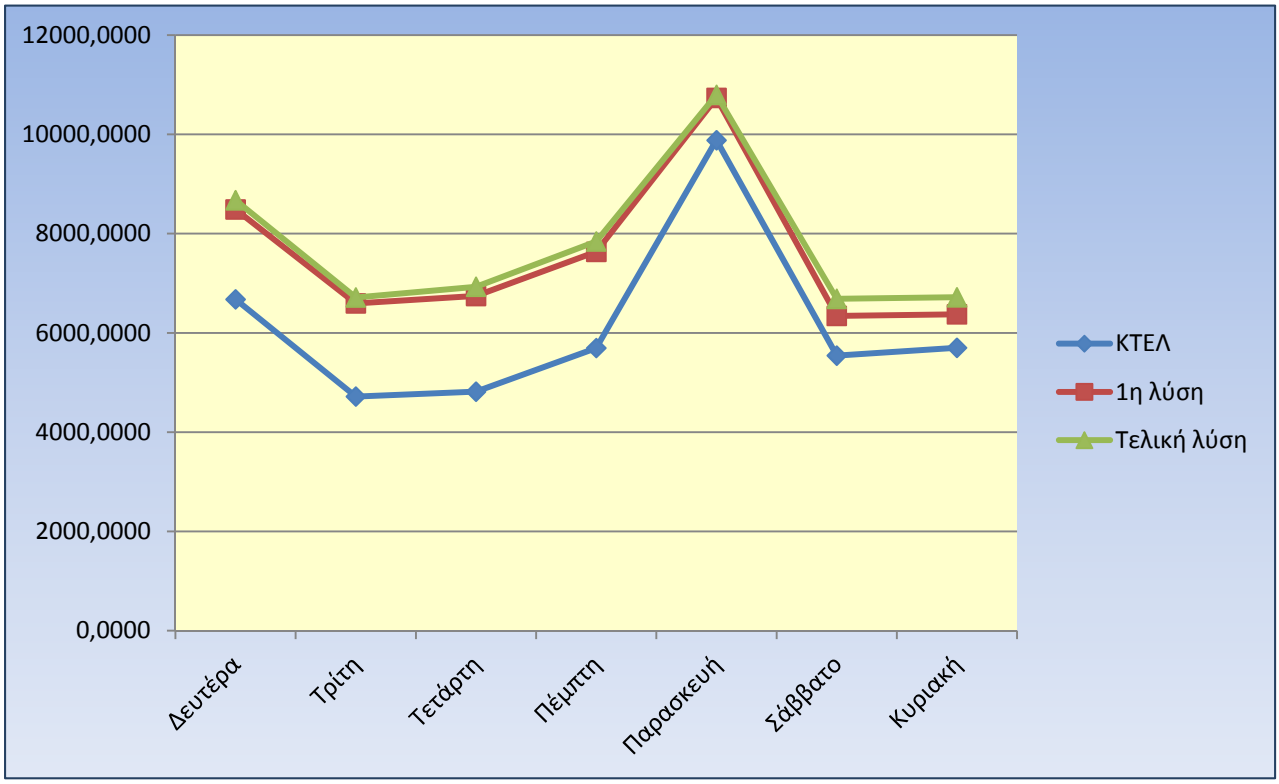
πιτρεπτής διάρκειας δρομολογίων (450 λεπτά) και μέγιστου πλήθους δρομολογίων (8) που μπορεί να κάνει ένα λεωφορείο δεν παραβιάζονται ποτέ.

Παρακάτω παρουσιάζεται ένας πίνακας με τα συνολικά κέρδη της ανάθεσης όπως την είχαν τα ΚΤΕΛ, της πρώτης λύσης και της τελικής λύσης, για κάθε ημέρα.

	Δευτέρα	Τρίτη	Τετάρτη	Πέμπτη	Παρασκευή	Σάββατο	Κυριακή
ΚΤΕΛ	6676,5030	4718,5910	4815,7140	5695,3960	9882,0900	5542,4060	5700,0000
1η λύση	8487,4850	6594,5320	6744,5390	7634,3570	10735,9400	6342,6090	6374,5240
Τελική λύση	8673,0410	6714,7510	6930,1050	7842,1560	10797,8500	6687,0460	6718,5110

Πίνακας 8.1. Τα κέρδη μεταξύ των λύσεων

Από τα δεδομένα του πίνακα προκύπτει το ακόλουθο διάγραμμα, που παρουσιάζει σε γραφική αναπαράσταση την παραπάνω απόκλιση, τόσο από μέρα σε μέρα, όσο και από λύση σε λύση.



Διάγραμμα 8.1. Τα κέρδη μεταξύ των λύσεων – γραφική αναπαράσταση

Τόσο στον πίνακα, όσο και στο διάγραμμα φαίνεται η διαφορά κυρίως μεταξύ των κερδών των ΚΤΕΛ και των κερδών της τελικής λύσης. Στο διάγραμμα η $1^{η}$ λύση με την τελευταία λύση φαίνονται να μην έχουν διαφορά, ιδιαίτερα μεταξύ των ημερών της Δευτέρας, της Τρίτης και της Παρασκευής. Αυτό συμβαίνει λόγω της μικρής κλίμακας των τιμών του κάθετου άξονα.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Πίνακας δρομολογίων – Υπάρχοντα δρομολόγια/ημέρα

Υπάρχοντα δρομολόγια ανά ημέρα			Δευτέρα	Τρίτη	Τετάρτη	Πέμπτη	Παρασκευή	Σάββατο	Κυριακή
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ									
Απ'ευθείας									
101	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	5:15	+	+	+	+	+	-	-
102	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	5:40	+	+	+	+	+	-	-
103	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	6:30	+	+	+	+	+	-	-
104	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	7:00	+	+	+	+	+	+	+
105	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	7:30	+	+	+	+	+	-	-
106	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	8:00	+	+	+	+	+	+	+
107	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	8:30	+	+	+	+	+	+	-
108	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	9:00	+	+	+	+	+	+	+
109	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	9:30	+	+	+	+	+	+	-
110	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	10:00	+	+	+	+	+	+	+
111	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	10:30	+	+	+	+	+	+	-
112	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	11:00	+	+	+	+	+	+	+
113	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	11:30	+	+	+	+	+	+	-
114	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	12:00	+	+	+	+	+	+	+
115	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	12:30	+	+	+	+	+	+	-
116	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	13:00	+	+	+	+	+	+	+
117	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	13:30	+	+	+	+	+	+	-
118	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	14:00	+	+	+	+	+	+	+
119	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	14:30	+	+	+	+	+	+	-
120	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	15:00	+	+	+	+	+	-	-
121	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	15:30	+	+	+	+	+	-	-
122	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	16:00	+	+	+	+	+	+	+
123	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	16:30	+	+	+	+	+	+	+
124	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	17:00	+	+	+	+	+	+	+
125	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	17:30	+	+	+	+	+	+	+
126	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	18:00	+	+	+	+	+	+	+
127	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	18:30	+	+	+	+	+	+	+
128	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	19:15	+	+	+	+	+	+	-
129	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	19:45	+	+	+	+	+	+	+
130	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	20:30	+	+	+	+	+	+	+
131	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	21:30	+	+	+	+	+	+	+
132	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	6:00	-	-	-	-	-	+	+
133	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	19:00	-	-	-	-	-	-	+
134	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	19:30	-	-	-	-	-	-	+

135	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	6:30	+	+	+	+	+	-	-
136	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	7:00	+	+	+	+	+	-	-
137	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	7:45	+	+	+	+	+	-	-
138	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	8:15	+	+	+	+	+	+	+
139	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	8:45	+	+	+	+	+	-	-
140	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	9:15	+	+	+	+	+	+	+
141	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	9:45	+	+	+	+	+	+	-
142	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	10:15	+	+	+	+	+	+	+
143	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	10:45	+	+	+	+	+	+	-
144	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	11:15	+	+	+	+	+	+	+
145	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	11:45	+	+	+	+	+	+	-
146	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	12:15	+	+	+	+	+	+	+
147	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	12:45	+	+	+	+	+	+	-
148	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	13:15	+	+	+	+	+	+	+
149	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	13:45	+	+	+	+	+	+	-
150	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	14:15	+	+	+	+	+	+	+
151	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	14:45	+	+	+	+	+	+	-
152	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	15:15	+	+	+	+	+	+	+
153	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	15:45	+	+	+	+	+	+	-
154	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	16:15	+	+	+	+	+	+	+
155	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	16:45	+	+	+	+	+	+	+
156	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	17:15	+	+	+	+	+	+	+
157	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	17:45	+	+	+	+	+	+	+
158	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	18:15	+	+	+	+	+	+	+
159	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	18:45	+	+	+	+	+	+	+
160	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	19:15	+	+	+	+	+	+	+
161	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	19:45	+	+	+	+	+	+	+
162	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	20:15	+	+	+	+	+	+	+
163	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	20:45	+	+	+	+	+	+	+
164	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	21:30	+	+	+	+	+	+	+
165	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	22:30	+	+	+	+	+	+	+
166	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	7:15	-	-	-	-	-	+	+
167	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	21:15	-	-	-	-	-	-	+
Μέσω Χωριών									
168	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ Π.Ο.	9:30	+	+	+	+	+	+	-
169	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΜΑΚΡΥΓΙΑΛΟΣ - ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	12:30	+	+	+	+	+	+	-
170	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΜΑΚΡΥΓΙΑΛΟΣ - ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	18:00	+	+	+	+	+	+	+
171	ΣΦΕΝΔΑΜΗ - ΜΑΚΡΥΓΙΑΛΟΣ - ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	6:15	+	+	+	+	+	+	-
172	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ - ΣΦΕΝΔΑΜΗ	8:30	+	+	+	+	+	+	-

173	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ - ΣΦΕΝΔΑΜΗ	14:30	+	+	+	+	+	+	-
174	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ - ΣΦΕΝΔΑΜΗ	19:45	-	-	-	-	-	-	+
175	ΑΙΓΙΝΙΟ - ΚΟΛΙΝΔΡΟΣ - ΚΑΣΤΑΝΙΑ - ΘΕΣ/ΚΗ	14:30	+	+	+	+	+	-	-
176	ΑΙΓΙΝΙΟ - ΚΟΛΙΝΔΡΟΣ - ΚΑΣΤΑΝΙΑ - ΘΕΣ/ΚΗ	6:50	-	-	-	-	-	+	+
177	ΑΙΓΙΝΙΟ - ΚΟΛΙΝΔΡΟΣ - ΚΑΣΤΑΝΙΑ - ΘΕΣ/ΚΗ	16:00	-	-	-	-	-	-	+
178	ΚΟΛΙΝΔΡΟΣ - ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	6:50	+	+	+	+	+	-	-
179	ΚΟΛΙΝΔΡΟΣ - ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	13:20	+	+	+	+	+	-	-
180	ΚΟΛΙΝΔΡΟΣ - ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	13:00	-	-	-	-	-	+	-
181	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ - ΚΟΛΙΝΔΡΟΣ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	20:00	+	+	+	+	+	+	-
182	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ - ΚΟΛΙΝΔΡΟΣ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	12:30	-	-	-	-	-	-	+
183	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ - ΚΟΛΙΝΔΡΟΣ - ΡΥΑΚΙΑ	12:30	+	+	+	+	+	-	-
184	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ - ΚΟΛΙΝΔΡΟΣ - ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΑ	15:30	+	+	+	+	+	+	-
185	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ - ΚΟΛΙΝΔΡΟΣ - ΛΙΒΑΔΙ ΚΟΛΙΝΔΡΟΥ	12:30	-	-	-	-	-	+	-
186	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ - ΚΟΛΙΝΔΡΟΣ	18:30	-	-	-	-	-	-	+
ΛΙΤΟΧΩΡΟΥ									
187	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΛΙΤΟΧΩΡΟ	5:30	+	+	+	+	+	-	-
188	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΛΙΤΟΧΩΡΟ	6:45	+	+	+	+	+	+	+
189	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΛΙΤΟΧΩΡΟ	7:05	+	+	+	+	+	-	-
190	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΛΙΤΟΧΩΡΟ	7:50	+	+	+	+	+	-	-
191	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΛΙΤΟΧΩΡΟ	9:05	+	+	+	+	+	+	+
192	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΛΙΤΟΧΩΡΟ	10:05	+	+	+	+	+	+	+
193	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΛΙΤΟΧΩΡΟ	11:05	+	+	+	+	+	+	+
194	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΛΙΤΟΧΩΡΟ	12:05	+	+	+	+	+	+	+
195	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΛΙΤΟΧΩΡΟ	13:05	+	+	+	+	+	+	+
196	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΛΙΤΟΧΩΡΟ	14:25	+	+	+	+	+	-	-
197	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΛΙΤΟΧΩΡΟ	15:05	+	+	+	+	+	+	+
198	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΛΙΤΟΧΩΡΟ	16:05	+	+	+	+	+	+	+
199	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΛΙΤΟΧΩΡΟ	17:05	+	+	+	+	+	+	+
200	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΛΙΤΟΧΩΡΟ	18:05	+	+	+	+	+	+	+
201	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΛΙΤΟΧΩΡΟ	19:05	+	+	+	+	+	+	+
202	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΛΙΤΟΧΩΡΟ	20:05	+	+	+	+	+	+	+
203	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΛΙΤΟΧΩΡΟ	21:35	+	+	+	+	+	+	+
204	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΛΙΤΟΧΩΡΟ	8:05	-	-	-	-	-	+	+

205	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΛΙΤΟΧΩΡΟ	14:05	-	-	-	-	-	+	+
206	ΛΙΤΟΧΩΡΟ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	6:00	+	+	+	+	+	-	-
207	ΛΙΤΟΧΩΡΟ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	7:20	+	+	+	+	+	-	-
208	ΛΙΤΟΧΩΡΟ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	7:30	+	+	+	+	+	+	+
209	ΛΙΤΟΧΩΡΟ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	8:30	+	+	+	+	+	+	+
210	ΛΙΤΟΧΩΡΟ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	9:30	+	+	+	+	+	+	+
211	ΛΙΤΟΧΩΡΟ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	10:30	+	+	+	+	+	+	+
212	ΛΙΤΟΧΩΡΟ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	11:30	+	+	+	+	+	+	+
213	ΛΙΤΟΧΩΡΟ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	12:30	+	+	+	+	+	+	+
214	ΛΙΤΟΧΩΡΟ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	13:30	+	+	+	+	+	+	+
215	ΛΙΤΟΧΩΡΟ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	14:50	+	+	+	+	+	-	-
216	ΛΙΤΟΧΩΡΟ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	15:30	+	+	+	+	+	+	+
217	ΛΙΤΟΧΩΡΟ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	16:30	+	+	+	+	+	+	+
218	ΛΙΤΟΧΩΡΟ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	17:30	+	+	+	+	+	+	+
219	ΛΙΤΟΧΩΡΟ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	18:30	+	+	+	+	+	+	+
220	ΛΙΤΟΧΩΡΟ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	19:30	+	+	+	+	+	+	+
221	ΛΙΤΟΧΩΡΟ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	20:30	+	+	+	+	+	+	+
222	ΛΙΤΟΧΩΡΟ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	21:55	+	+	+	+	+	+	+
223	ΛΙΤΟΧΩΡΟ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	14:30	-	-	-	-	-	+	+
ΛΑΡΙΣΗΣ									
224	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΛΑΡΙΣΑ	6:30	+	+	+	+	+	+	-
225	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΛΑΡΙΣΑ	8:30	+	+	+	+	+	+	+
226	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΛΑΡΙΣΑ	10:15	+	+	+	+	+	+	-
227	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΛΑΡΙΣΑ	12:30	+	+	+	+	+	+	-
228	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΛΑΡΙΣΑ	14:00	+	+	+	+	+	+	-
229	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΛΑΡΙΣΑ	15:30	+	+	+	+	+	+	+
230	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΛΑΡΙΣΑ	17:15	+	+	+	+	+	+	+
231	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΛΑΡΙΣΑ	19:45	+	+	+	+	+	+	-
232	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΛΑΡΙΣΑ	10:30	-	-	-	-	-	-	+
233	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΛΑΡΙΣΑ	13:30	-	-	-	-	-	-	+
234	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΛΑΡΙΣΑ	19:15	-	-	-	-	-	-	+
235	ΛΑΡΙΣΑ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	6:30	+	+	+	+	+	+	-
236	ΛΑΡΙΣΑ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	8:30	+	+	+	+	+	+	+
237	ΛΑΡΙΣΑ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	10:30	+	+	+	+	+	+	+
238	ΛΑΡΙΣΑ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	12:00	+	+	+	+	+	+	-
239	ΛΑΡΙΣΑ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	13:15	+	+	+	+	+	+	-
240	ΛΑΡΙΣΑ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	15:45	+	+	+	+	+	+	-
241	ΛΑΡΙΣΑ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	18:00	+	+	+	+	+	+	-
242	ΛΑΡΙΣΑ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	19:30	+	+	+	+	+	+	-
243	ΛΑΡΙΣΑ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	13:30	-	-	-	-	-	-	+
244	ΛΑΡΙΣΑ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	15:30	-	-	-	-	-	-	+
245	ΛΑΡΙΣΑ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	17:15	-	-	-	-	-	-	+
246	ΛΑΡΙΣΑ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	19:15	-	-	-	-	-	-	+

ΑΘΗΝΑΣ									
247	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΑΘΗΝΑ	9:30	+	+	+	+	+	+	+
248	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΑΘΗΝΑ	15:00	+	+	+	+	+	+	+
249	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΑΘΗΝΑ	23:59	+	+	+	+	+	+	+
250	ΑΘΗΝΑ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	9:45	+	+	+	+	+	+	+
251	ΑΘΗΝΑ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	15:00	+	+	+	+	+	+	+
252	ΑΘΗΝΑ - ΚΑΤΕΡΙΝΗ	22:00	+	+	+	+	+	+	+
ΠΙΕΡΙΑΣ									
Βόρεια Πιερία									
253	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΑ	5:55	+	+	+	+	+	-	-
254	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΑ	7:05	+	+	+	+	+	+	+
255	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΑ	11:15	+	+	+	+	+	+	+
256	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΑ	12:30	+	+	+	+	+	-	-
257	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΑ	13:30	+	+	+	+	+	+	+
258	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΑ	14:30	+	+	+	+	+	+	-
259	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΑ	16:00	+	+	+	+	+	+	+
260	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΑ	20:00	+	+	+	+	+	+	+
261	ΚΟΛΙΝΔΡΟΣ - ΚΑΣΤΑΝΙΑ	13:20	+	+	+	+	+	-	-
262	ΚΟΛΙΝΔΡΟΣ - ΚΑΣΤΑΝΙΑ	13:00	-	-	-	-	-	+	-
263	ΚΙΤΡΟΣ - ΣΦΕΝΔΑΜΗ	6:45	+	+	+	+	+	-	-
264	ΚΙΤΡΟΣ - ΣΦΕΝΔΑΜΗ	7:15	+	+	+	+	+	-	-
265	ΚΙΤΡΟΣ - ΣΦΕΝΔΑΜΗ	12:50	+	+	+	+	+	-	-
266	ΚΙΤΡΟΣ - ΣΦΕΝΔΑΜΗ	14:20	+	+	+	+	+	-	-
267	ΚΙΤΡΟΣ - ΣΦΕΝΔΑΜΗ	7:00	-	-	-	-	-	+	-
268	ΚΙΤΡΟΣ - ΣΦΕΝΔΑΜΗ	14:30	-	-	-	-	-	+	-
269	ΚΙΤΡΟΣ - ΣΦΕΝΔΑΜΗ - ΑΛΩΝΙΑ - ΚΟΥΚΟΣ	18:30	+	+	+	+	+	+	+
270	ΚΟΥΚΟΣ - ΑΛΩΝΙΑ - ΚΙΤΡΟΣ	10:55	+	+	+	+	+	+	-
271	ΚΟΥΚΟΣ - ΠΑΛΑΙΟΣΤΑΝΗ	6:55	+	+	+	+	+	-	-
272	ΚΟΥΚΟΣ - ΠΑΛΑΙΟΣΤΑΝΗ	8:00	+	+	+	+	+	-	-
273	ΚΟΥΚΟΣ - ΠΑΛΑΙΟΣΤΑΝΗ	14:20	+	+	+	+	+	-	-
274	ΚΟΥΚΟΣ - ΠΑΛΑΙΟΣΤΑΝΗ	18:30	+	+	+	+	+	-	+
275	ΚΟΥΚΟΣ - ΠΑΛΑΙΟΣΤΑΝΗ	7:00	-	-	-	-	-	+	-
276	ΚΟΥΚΟΣ - ΠΑΛΑΙΟΣΤΑΝΗ	13:00	-	-	-	-	-	+	-
277	ΣΕΒΑΣΤΗ - ΚΟΥΚΟΣ	14:30	+	+	+	+	+	-	-
278	ΚΟΡΙΝΟΣ - ΚΟΥΚΟΣ	13:30	+	+	+	+	+	-	-
279	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΚΟΡΙΝΟΣ	6:00	+	+	+	+	+	-	-
280	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΚΟΡΙΝΟΣ	7:10	+	+	+	+	+	-	-
281	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΚΟΡΙΝΟΣ	8:15	+	+	+	+	+	-	-
282	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΚΟΡΙΝΟΣ	9:00	+	+	+	+	+	+	+
283	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΚΟΡΙΝΟΣ	10:00	+	+	+	+	+	+	+
284	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΚΟΡΙΝΟΣ	11:00	+	+	+	+	+	+	+

285	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΚΟΡΙΝΟΣ	12:00	+	+	+	+	+	+	+
286	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΚΟΡΙΝΟΣ	13:00	+	+	+	+	+	+	+
287	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΚΟΡΙΝΟΣ	14:00	+	+	+	+	+	+	+
288	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΚΟΡΙΝΟΣ	14:30	+	+	+	+	+	-	-
289	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΚΟΡΙΝΟΣ	15:00	+	+	+	+	+	+	+
290	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΚΟΡΙΝΟΣ	16:00	+	+	+	+	+	+	+
291	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΚΟΡΙΝΟΣ	17:00	+	+	+	+	+	+	+
292	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΚΟΡΙΝΟΣ	18:00	+	+	+	+	+	+	+
293	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΚΟΡΙΝΟΣ	19:00	+	+	+	+	+	+	+
294	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΚΟΡΙΝΟΣ	20:00	+	+	+	+	+	+	+
295	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΚΟΡΙΝΟΣ	21:30	+	+	+	+	+	+	+
296	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΚΟΡΙΝΟΣ	6:10	-	-	-	-	-	+	-
297	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΚΟΡΙΝΟΣ	7:00	-	-	-	-	-	+	+
298	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΚΟΡΙΝΟΣ	8:00	-	-	-	-	-	+	+
299	ΤΡΙΛΟΦΟΣ - ΡΥΑΚΙΑ	8:15	+	+	+	+	+	+	-
300	ΤΡΙΛΟΦΟΣ - ΡΥΑΚΙΑ	14:20	+	+	+	+	+	-	-
301	ΤΡΙΛΟΦΟΣ - ΡΥΑΚΙΑ	20:00	+	+	+	+	+	-	-
302	ΤΡΙΛΟΦΟΣ - ΡΥΑΚΙΑ	14:30	-	-	-	-	-	+	-
303	ΤΡΙΛΟΦΟΣ - ΡΥΑΚΙΑ	17:45	-	-	-	-	-	-	+
304	ΕΛΑΦΟΣ	6:45	+	+	+	+	+	-	-
305	ΕΛΑΦΟΣ - ΚΑΤΑΛΩΝΙΑ	8:15	+	+	+	+	+	-	-
306	ΕΛΑΦΟΣ - ΚΑΤΑΛΩΝΙΑ	14:20	+	+	+	+	+	-	-
307	ΕΛΑΦΟΣ - ΚΑΤΑΛΩΝΙΑ	20:00	+	+	+	+	+	-	-
308	ΕΛΑΦΟΣ - ΚΑΤΑΛΩΝΙΑ	8:10	-	-	-	-	-	+	-
309	ΕΛΑΦΟΣ - ΚΑΤΑΛΩΝΙΑ	14:30	-	-	-	-	-	+	-
310	ΕΛΑΦΟΣ - ΚΑΤΑΛΩΝΙΑ	16:00	-	-	-	-	-	-	+
Δυτική Πιερία									
311	ΛΑΓΟΡΑΧΗ - ΜΟΣΧΟΠΟΤΑΜΟΣ	6:45	+	+	+	+	+	-	-
312	ΛΑΓΟΡΑΧΗ - ΜΟΣΧΟΠΟΤΑΜΟΣ	8:15	+	+	+	+	+	-	-
313	ΛΑΓΟΡΑΧΗ - ΜΟΣΧΟΠΟΤΑΜΟΣ	14:20	+	+	+	+	+	-	-
314	ΛΑΓΟΡΑΧΗ - ΜΟΣΧΟΠΟΤΑΜΟΣ	20:00	+	+	+	+	+	-	-
315	ΛΑΓΟΡΑΧΗ - ΜΟΣΧΟΠΟΤΑΜΟΣ	16:30	-	-	-	-	-	-	+
316	ΛΑΓΟΡΑΧΗ-ΜΗΛΙΑΔΙ-ΜΟΣΧΟΠΟΤΑΜΟΣ	8:00	-	-	-	-	-	+	-
317	ΛΑΓΟΡΑΧΗ-ΜΗΛΙΑΔΙ-ΜΟΣΧΟΠΟΤΑΜΟΣ	14:30	-	-	-	-	-	+	-
318	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΕΛΑΤΟΧΩΡΙ	6:30	+	+	+	+	+	-	-
319	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΕΛΑΤΟΧΩΡΙ	13:40	+	+	+	+	+	-	-

320	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΕΛΑΤΟΧΩΡΙ	14:20	+	+	+	+	+	-	-
321	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΕΛΑΤΟΧΩΡΙ	19:45	+	+	+	+	+	+	-
322	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΕΛΑΤΟΧΩΡΙ	7:10	-	-	-	-	-	+	-
323	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΕΛΑΤΟΧΩΡΙ	9:15	-	-	-	-	-	+	-
324	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΕΛΑΤΟΧΩΡΙ	12:45	-	-	-	-	-	+	-
325	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΕΛΑΤΟΧΩΡΙ	14:30	-	-	-	-	-	+	+
326	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΕΛΑΤΟΧΩΡΙ	8:10	-	-	-	-	-	-	+
327	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΕΛΑΤΟΧΩΡΙ	18:30	-	-	-	-	-	-	+
328	ΛΟΦΟΣ - ΕΛΑΤΟΧΩΡΙ	6:45	+	+	+	+	+	-	-
329	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΚΑΤΩ ΜΗΛΙΑ	8:15	+	+	+	+	+	-	-
330	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΚΑΤΩ ΜΗΛΙΑ	13:00	-	-	-	-	-	+	-
331	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΚΑΤΩ ΜΗΛΙΑ	16:45	-	-	-	-	-	-	+
332	ΚΑΤΩ ΜΗΛΙΑ - ΡΑΧΗ	12:40	+	+	+	+	+	-	-
333	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΡΑΧΗ	8:15	+	+	+	+	+	-	-
334	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΡΑΧΗ	14:20	+	+	+	+	+	-	-
335	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΡΑΧΗ	20:00	+	+	+	+	+	-	-
336	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΡΑΧΗ	8:20	-	-	-	-	-	+	-
337	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΡΑΧΗ	14:00	-	-	-	-	-	+	-
338	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΡΑΧΗ	15:00	-	-	-	-	-	-	+
339	ΜΕΣΑΙΑ ΜΗΛΙΑ-ΚΑΤΩ ΜΗΛΙΑ	6:40	+	+	+	+	+	-	-
340	ΜΕΣΑΙΑ ΜΗΛΙΑ-ΚΑΤΩ ΜΗΛΙΑ	13:00	+	+	+	+	+	+	-
341	ΜΕΣΑΙΑ ΜΗΛΙΑ-ΚΑΤΩ ΜΗΛΙΑ	6:50	-	-	-	-	-	+	-
342	ΜΕΣΑΙΑ ΜΗΛΙΑ - ΚΑΡΥΕΣ	14:20	-	+	+	+	-	-	-
343	ΜΕΣΑΙΑ ΜΗΛΙΑ - ΚΑΡΥΕΣ - ΠΕΤΡΑ	14:20	+	-	-	-	+	-	-
Νοτιοδυτική Πιερία									
344	ΑΓΙΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ - ΚΑΤΩ ΜΗΛΙΑ	14:20	+	+	+	+	+	-	-
345	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΑΓΙΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ	13:00	+	+	+	+	+	-	-
346	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΕΛΑΣΣΟΝΑ	6:30	+	+	+	+	+	-	-
347	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΕΛΑΣΣΟΝΑ	9:45	+	+	+	+	+	+	+
348	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΕΛΑΣΣΟΝΑ	12:15	+	+	+	+	+	+	+
349	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΕΛΑΣΣΟΝΑ	15:30	+	+	+	+	+	-	+
350	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΛΙΒΑΔΙ ΕΛΑΣΣΟΝΑΣ	6:30	-	-	-	-	-	+	-
351	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΛΙΒΑΔΙ ΕΛΑΣΣΟΝΑΣ	15:30	-	-	-	-	-	+	-
Νότια Πιερία									
352	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΛΕΠΤΟΚΑΡΥΑ - ΣΚΟΤΙΝΑ - ΠΑΡΑΛΙΑ	7:15	+	+	+	+	+	-	-

353	ΚΑΤΕΡΙΝΗ - ΛΕΠΤΟΚΑΡΥΑ	10:10	+	+	+	+	+	+	-
354	ΛΕΠΤΟΚΑΡΥΑ - ΣΚΟΤΙΝΑ	17:00	+	+	+	+	+	+	+
355	ΛΕΠΤΟΚΑΡΥΑ - ΣΚΟΤΙΝΑ	8:00	-	-	-	-	-	+	-
356	ΛΕΠΤΟΚΑΡΥΑ - ΣΚΟΤΙΝΑ	13:30	-	-	-	-	-	+	-
357	ΣΚΟΤΙΝΑ - ΠΛΑΤΑΜΩΝΑΣ - ΝΕΟΙ ΠΟΡΟΙ	11:45	+	+	+	+	+	-	-
358	ΣΚΟΤΙΝΑ - ΠΛΑΤΑΜΩΝΑΣ - ΝΕΟΙ ΠΟΡΟΙ	14:00	+	+	+	+	+	+	-
359	ΣΚΟΤΙΝΑ - ΠΛΑΤΑΜΩΝΑΣ - ΝΕΟΙ ΠΟΡΟΙ	17:15	+	+	+	+	+	+	+
360	ΠΛΑΤΑΜΩΝΑΣ - ΝΕΟΙ ΠΟΡΟΙ	10:15	+	+	+	+	+	+	-
361	ΠΛΑΤΑΜΩΝΑΣ - ΝΕΟΙ ΠΟΡΟΙ	12:20	+	+	+	+	+	+	-
362	ΠΛΑΤΑΜΩΝΑΣ - ΝΕΟΙ ΠΟΡΟΙ	13:00	+	+	+	+	+	-	-
363	ΠΛΑΤΑΜΩΝΑΣ - ΝΕΟΙ ΠΟΡΟΙ	6:45	-	-	-	-	-	+	-
364	ΠΛΑΤΑΜΩΝΑΣ - ΝΕΟΙ ΠΟΡΟΙ	8:05	-	-	-	-	-	+	-
365	ΠΛΑΤΑΜΩΝΑΣ - ΝΕΟΙ ΠΟΡΟΙ	8:30	-	-	-	-	-	-	+
366	ΠΛΑΤΑΜΩΝΑΣ - ΝΕΟΙ ΠΟΡΟΙ	13:30	-	-	-	-	-	-	+
367	ΝΕΟΙ ΠΟΡΟΙ - ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ ΛΕΠΤΟΚΑΡΥΑ	6:50	+	+	+	+	+	-	-
368	ΝΕΟΙ ΠΟΡΟΙ - ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ ΛΕΠΤΟΚΑΡΥΑ	13:40	+	+	+	+	+	-	-

Σταθμοί

1	Katerini
2	Thessaloniki
3	Litoxwro
4	Larisa
5	Athina

Δεδομένα Δευτέρας

Αρ. Δρομολογίου	Σταθμός Αναχώρησης	Σταθμός Άφιξης	Ώρα Αναχώρησης	Ώρα Άφιξης	Διάρκεια	Επιβατική Ζήτηση	Ασυνόδευτα	Έσοδα Επιβατών	Έσοδα Ασυνόδευτων	Έξοδα διοδίων
247	1	5	930	1450	330	5	3	168,10	22,00	30,00
250	5	1	945	1505	330	10	3	270,00	25,00	30,00
248	1	5	1500	2020	330	16	10	407,50	59,00	30,00
251	5	1	1500	2020	330	4	13	90,00	95,00	30,00
252	5	1	2200	2720	330	7	16	180,00	137,00	30,00
249	1	5	2359	2919	330	3	0	70,00	0,00	30,00
224	1	4	630	745	75	12	1	78,00	5,00	10,10
235	4	1	630	745	75	9	0	58,50	0,00	10,10
225	1	4	830	945	75	16	0	104,00	0,00	10,10

236	4	1	830	945	75	12	0	78,00	0,00	10,10
226	1	4	1015	1130	75	32	2	175,50	12,00	10,10
237	4	1	1030	1145	75	16	3	104,00	15,00	10,10
238	4	1	1200	1315	75	15	8	97,50	40,00	10,10
227	1	4	1230	1345	75	25	10	162,50	50,00	10,10
239	4	1	1315	1430	75	15	7	97,50	35,00	10,10
228	1	4	1400	1515	75	20	1	130,00	4,00	10,10
229	1	4	1530	1645	75	19	6	123,50	30,00	10,10
240	4	1	1545	1700	75	14	8	91,00	40,00	10,10
241	4	1	1800	1915	75	20	5	130,00	20,00	10,10
242	4	1	1930	2045	75	23	2	149,50	10,00	10,10
231	1	4	1945	2100	75	34	4	221,00	20,00	10,10
101	1	2	515	605	50	10	0	19,50	0,00	4,60
187	1	3	530	550	20	11	0	19,60	0,00	0,00
102	1	2	540	630	50	20	0	39,00	0,00	4,60
253	1	1	555	820	145	2	0	3,40	0,00	0,00
279	1	1	600	631	31	0	0	0,00	0,00	0,00
206	3	1	600	620	20	2	0	7,40	0,00	0,00
171	1	2	615	754	99	1	0	1,50	0,00	4,60
103	1	2	630	720	50	62	0	193,50	0,00	4,60
135	2	1	630	720	50	22	0	66,00	0,00	4,60
318	1	1	630	751	81	0	0	0,00	0,00	0,00
346	1	1	630	847	137	1	0	6,20	0,00	0,00
339	1	1	640	737	57	0	0	0,00	0,00	0,00
263	1	1	645	742	57	4	0	6,00	0,00	0,00
304	1	1	645	746	61	0	0	0,00	0,00	0,00
311	1	1	645	803	78	2	0	3,00	0,00	0,00
328	1	1	645	837	107	1	0	2,10	0,00	0,00
188	1	3	645	705	20	1	0	2,10	0,00	0,00
367	1	1	650	820	90	4	0	9,70	0,00	6,30
178	1	2	650	859	129	1	0	3,60	0,00	4,60
271	1	1	655	806	71	0	0	0,00	0,00	0,00
104	1	2	700	750	50	77	3	277,50	13,00	4,60
136	2	1	700	750	50	31	0	61,00	0,00	4,60
254	1	1	705	930	145	2	0	3,50	0,00	0,00
189	1	3	705	725	20	2	0	3,70	0,00	0,00
280	1	1	710	741	31	0	0	0,00	0,00	0,00
264	1	1	715	812	57	2	0	3,50	0,00	0,00
352	1	1	715	826	71	0	0	0,00	0,00	6,30
207	3	1	720	740	20	0	0	0,00	0,00	0,00
105	1	2	730	820	50	50	0	202,50	0,00	4,60
208	3	1	730	750	20	12	0	45,10	0,00	0,00
137	2	1	745	835	50	18	1	48,00	5,00	4,60
190	1	3	750	810	20	4	0	11,60	0,00	0,00

272	1	1	800	911	71	2	0	2,20	0,00	0,00
106	1	2	800	850	50	80	0	363,00	0,00	4,60
281	1	1	815	846	31	2	0	2,80	0,00	0,00
329	1	1	815	900	45	1	0	1,50	0,00	0,00
138	2	1	815	905	50	19	0	56,00	0,00	4,60
333	1	1	815	910	55	0	0	0,00	0,00	0,00
299	1	1	815	930	75	1	0	2,10	0,00	0,00
305	1	1	815	932	77	1	0	1,60	0,00	0,00
312	1	1	815	933	78	3	0	4,80	0,00	0,00
107	1	2	830	920	50	40	3	169,50	12,00	4,60
209	3	1	830	850	20	23	0	100,40	0,00	0,00
172	2	1	830	1009	99	3	0	13,60	0,00	4,60
139	2	1	845	935	50	12	2	54,00	9,00	4,60
282	1	1	900	931	31	2	0	2,80	0,00	0,00
108	1	2	900	950	50	48	9	205,50	32,00	4,60
191	1	3	905	925	20	7	0	17,90	0,00	0,00
140	2	1	915	1005	50	19	3	98,00	14,00	4,60
109	1	2	930	1020	50	33	4	157,50	18,00	4,60
168	1	2	930	1134	124	5	0	11,50	0,00	0,00
210	3	1	930	950	20	24	0	98,80	0,00	0,00
141	2	1	945	1035	50	11	6	52,50	28,00	4,60
347	1	1	945	1202	137	12	4	42,00	16,00	0,00
283	1	1	1000	1031	31	7	0	9,50	0,00	0,00
110	1	2	1000	1050	50	42	5	208,50	25,00	4,60
192	1	3	1005	1025	20	5	0	12,70	0,00	0,00
353	1	1	1010	1101	51	3	0	6,90	0,00	6,30
142	2	1	1015	1105	50	26	6	131,00	31,00	4,60
111	1	2	1030	1120	50	48	6	234,00	28,00	4,60
211	3	1	1030	1050	20	13	0	72,00	0,00	0,00
143	2	1	1045	1135	50	11	7	52,50	34,00	4,60
270	1	1	1055	1148	53	12	0	17,40	0,00	0,00
284	1	1	1100	1131	31	17	0	23,10	0,00	0,00
112	1	2	1100	1150	50	34	4	171,00	16,00	4,60
193	1	3	1105	1125	20	7	0	15,30	0,00	0,00
144	2	1	1115	1205	50	20	9	101,00	43,00	4,60
255	1	1	1115	1340	145	17	0	38,20	0,00	0,00
113	1	2	1130	1220	50	27	3	115,50	11,00	4,60
212	3	1	1130	1150	20	6	0	43,50	0,00	0,00
145	2	1	1145	1235	50	24	9	123,00	42,00	4,60
357	1	1	1145	1340	115	31	0	78,50	0,00	6,30
285	1	1	1200	1231	31	16	0	19,60	0,00	0,00
114	1	2	1200	1250	50	43	2	207,00	9,00	4,60
194	1	3	1205	1225	20	6	3	9,30	8,00	0,00
146	2	1	1215	1305	50	30	14	161,00	69,00	4,60

348	1	1	1215	1432	137	7	2	37,20	7,00	0,00
361	1	1	1220	1357	97	27	0	69,70	0,00	6,30
115	1	2	1230	1320	50	29	6	129,00	19,00	4,60
169	1	2	1230	1350	80	0	0	0,00	0,00	4,60
213	3	1	1230	1250	20	5	0	16,40	0,00	0,00
183	2	1	1230	1422	112	7	0	26,50	0,00	4,60
256	1	1	1230	1455	145	14	0	33,20	0,00	0,00
332	1	1	1240	1333	53	1	0	1,50	0,00	0,00
147	2	1	1245	1335	50	28	15	132,00	80,00	4,60
265	1	1	1250	1347	57	24	0	38,30	0,00	0,00
286	1	1	1300	1331	31	14	0	18,60	0,00	0,00
340	1	1	1300	1357	57	1	0	1,90	0,00	0,00
345	1	1	1300	1415	75	0	0	0,00	0,00	0,00
362	1	1	1300	1437	97	13	0	36,80	0,00	6,30
116	1	2	1300	1350	50	33	2	132,00	9,00	4,60
195	1	3	1305	1325	20	10	0	17,00	0,00	0,00
148	2	1	1315	1405	50	34	16	151,00	80,00	4,60
179	1	2	1320	1529	129	8	0	26,20	0,00	4,60
261	1	1	1320	1622	182	1	0	3,60	0,00	0,00
117	1	2	1330	1420	50	35	2	160,50	8,00	4,60
278	1	1	1330	1421	51	8	0	11,30	0,00	0,00
214	3	1	1330	1350	20	5	0	26,20	0,00	0,00
257	1	1	1330	1555	145	15	0	27,90	0,00	0,00
319	1	1	1340	1501	81	8	1	16,50	1,50	0,00
368	1	1	1340	1510	90	1	0	2,60	0,00	6,30
149	2	1	1345	1435	50	39	10	156,00	53,00	4,60
287	1	1	1400	1431	31	15	0	18,20	0,00	0,00
118	1	2	1400	1450	50	40	4	141,80	18,00	4,60
358	1	1	1400	1555	115	20	0	53,10	0,00	6,30
150	2	1	1415	1505	50	41	8	197,00	39,00	4,60
334	1	1	1420	1515	55	4	0	3,00	0,00	0,00
266	1	1	1420	1517	57	14	0	19,30	0,00	0,00
273	1	1	1420	1531	71	4	0	13,10	0,00	0,00
300	1	1	1420	1535	75	12	0	15,10	0,00	0,00
344	1	1	1420	1535	75	0	0	0,00	0,00	0,00
306	1	1	1420	1537	77	10	0	17,30	0,00	0,00
313	1	1	1420	1538	78	17	0	29,70	0,00	0,00
320	1	1	1420	1541	81	0	0	0,00	0,00	0,00
343	1	1	1420	1553	93	2	0	2,90	0,00	0,00
196	1	3	1425	1445	20	4	0	9,00	0,00	0,00
288	1	1	1430	1501	31	3	0	3,90	0,00	0,00
277	1	1	1430	1513	43	3	0	4,80	0,00	0,00
119	1	2	1430	1520	50	36	4	111,00	12,00	4,60
175	1	2	1430	1557	87	3	0	10,80	0,00	4,60

173	2	1	1430	1609	99	4	3	18,10	16,00	4,60
258	1	1	1430	1655	145	12	0	25,00	0,00	0,00
151	2	1	1445	1535	50	42	15	165,00	73,00	4,60
215	3	1	1450	1510	20	6	0	25,80	0,00	0,00
289	1	1	1500	1531	31	6	0	7,70	0,00	0,00
120	1	2	1500	1550	50	46	2	130,50	10,00	4,60
197	1	3	1505	1525	20	15	2	18,00	4,00	0,00
152	2	1	1515	1605	50	40	14	154,00	64,00	4,60
121	1	2	1530	1620	50	48	2	234,00	9,00	4,60
216	3	1	1530	1550	20	9	0	48,90	0,00	0,00
184	2	2	1530	1734	124	5	0	17,80	0,00	4,60
349	1	1	1530	1747	137	10	1	37,30	4,00	0,00
153	2	1	1545	1635	50	33	20	103,50	90,00	4,60
290	1	1	1600	1631	31	8	0	11,20	0,00	0,00
259	1	1	1600	1825	145	8	0	18,80	0,00	0,00
122	1	2	1600	1650	50	45	5	221,40	19,00	4,60
198	1	3	1605	1625	20	3	0	6,30	0,00	0,00
154	2	1	1615	1705	50	29	10	106,50	49,00	4,60
123	1	2	1630	1720	50	29	2	120,00	8,00	4,60
217	3	1	1630	1650	20	8	0	68,70	0,00	0,00
155	2	1	1645	1735	50	31	6	135,00	30,00	4,60
291	1	1	1700	1731	31	8	0	9,10	0,00	0,00
354	1	1	1700	1815	75	0	0	0,00	0,00	6,30
124	1	2	1700	1750	50	39	0	192,00	0,00	4,60
199	1	3	1705	1725	20	4	1	7,90	3,00	0,00
156	2	1	1715	1805	50	26	8	103,50	41,00	4,60
230	1	4	1715	1830	75	32	3	214,60	15,00	10,10
359	1	1	1715	1910	115	10	1	23,10	3,00	6,30
125	1	2	1730	1820	50	24	1	102,00	3,00	4,60
218	3	1	1730	1750	20	4	0	23,40	0,00	0,00
157	2	1	1745	1835	50	31	6	144,00	26,00	4,60
292	1	1	1800	1831	31	5	0	6,30	0,00	0,00
126	1	2	1800	1850	50	19	1	79,50	4,00	4,60
170	1	2	1800	1920	80	5	0	8,60	0,00	4,60
200	1	3	1805	1825	20	1	0	2,10	0,00	0,00
158	2	1	1815	1905	50	30	3	141,50	12,00	4,60
127	1	2	1830	1920	50	17	3	82,50	10,00	4,60
269	1	1	1830	1931	61	8	0	7,50	0,00	0,00
274	1	1	1830	1941	71	2	0	5,20	0,00	0,00
219	3	1	1830	1850	20	6	0	11,70	0,00	0,00
159	2	1	1845	1935	50	29	4	139,50	18,00	4,60
293	1	1	1900	1931	31	3	0	3,20	0,00	0,00
201	1	3	1905	1925	20	2	0	3,20	0,00	0,00
128	1	2	1915	2005	50	16	0	64,50	0,00	4,60

160	2	1	1915	2005	50	18	0	97,50	0,00	4,60
220	3	1	1930	1950	20	1	0	4,00	0,00	0,00
161	2	1	1945	2035	50	22	0	106,50	0,00	4,60
129	1	2	1945	2035	50	13	0	60,00	0,00	4,60
321	1	1	1945	2106	81	9	0	16,00	0,00	0,00
294	1	1	2000	2031	31	5	0	6,00	0,00	0,00
335	1	1	2000	2055	55	1	0	0,80	0,00	0,00
301	1	1	2000	2115	75	5	0	6,40	0,00	0,00
307	1	1	2000	2117	77	5	0	6,30	0,00	0,00
314	1	1	2000	2118	78	6	0	8,20	0,00	0,00
181	2	1	2000	2209	129	6	1	25,80	5,00	4,60
260	1	1	2000	2225	145	12	0	26,50	0,00	0,00
202	1	3	2005	2025	20	8	0	14,80	0,00	0,00
162	2	1	2015	2105	50	21	0	94,50	0,00	4,60
130	1	2	2030	2120	50	24	0	118,50	0,00	4,60
221	3	1	2030	2050	20	5	0	9,30	0,00	0,00
163	2	1	2045	2135	50	34	0	165,50	0,00	4,60
295	1	1	2130	2201	31	8	0	9,80	0,00	0,00
131	1	2	2130	2220	50	18	0	81,00	0,00	4,60
164	2	1	2130	2220	50	24	0	109,50	0,00	4,60
203	1	3	2135	2150	20	18	0	34,30	0,00	0,00
222	3	1	2155	2220	25	1	0	2,10	0,00	0,00
165	2	1	2230	2320	50	14	0	45,00	0,00	4,60

Δεδομένα Τρίτης

Αρ. Δρομολογίου	Σταθμός Αναχώρησης	Σταθμός Άφιξης	Ώρα Αναχώρησης	Ώρα Άφιξης	Διάρκεια	Επιβατική Ζήτηση	Ασυνόδευτα	Έσοδα Επιβατών	Έσοδα Ασυνόδευτων	Έξοδα διοδίων
247	1	5	930	1450	330	6	6	110,00	31,50	30,00
250	5	1	945	1505	330	2	0	55,00	0,00	30,00
248	1	5	1500	2020	330	6	13	110,50	54,00	30,00
251	5	1	1500	2020	330	7	7	167,50	47,00	30,00
252	5	1	2200	2720	330	4	12	135,50	95,00	30,00
249	1	5	2359	2919	330	5	0	122,50	0,00	30,00
224	1	4	630	745	75	16	2	104,00	12,00	10,10
235	4	1	630	745	75	13	0	84,50	0,00	10,10
225	1	4	830	945	75	20	1	130,00	5,00	10,10
236	4	1	830	945	75	17	1	110,50	5,00	10,10
226	1	4	1015	1130	75	46	3	227,00	16,00	10,10
237	4	1	1030	1145	75	15	5	97,50	20,00	10,10
238	4	1	1200	1315	75	13	6	84,50	30,00	10,10
227	1	4	1230	1345	75	28	7	182,00	35,00	10,10

239	4	1	1315	1430	75	19	6	123,50	30,00	10,10
228	1	4	1400	1515	75	21	2	136,50	8,00	10,10
229	1	4	1530	1645	75	22	3	143,00	16,00	10,10
240	4	1	1545	1700	75	20	4	130,00	20,00	10,10
241	4	1	1800	1915	75	24	2	156,00	10,00	10,10
242	4	1	1930	2045	75	27	0	175,50	0,00	10,10
231	1	4	1945	2100	75	35	1	227,50	5,00	10,10
101	1	2	515	605	50	10	0	30,00	0,00	4,60
187	1	3	530	550	20	6	0	12,10	0,00	0,00
102	1	2	540	630	50	24	0	52,50	0,00	4,60
253	1	1	555	820	145	1	0	1,40	0,00	0,00
279	1	1	600	631	31	0	0	0,00	0,00	0,00
206	3	1	600	620	20	0	0	0,00	0,00	0,00
171	1	2	615	754	99	2	0	3,00	0,00	4,60
103	1	2	630	720	50	50	0	118,50	0,00	4,60
135	2	1	630	720	50	14	0	15,00	0,00	4,60
318	1	1	630	751	81	1	0	2,10	0,00	0,00
346	1	1	630	847	137	0	0	0,00	0,00	0,00
339	1	1	640	737	57	0	0	0,00	0,00	0,00
263	1	1	645	742	57	5	0	8,90	0,00	0,00
304	1	1	645	746	61	2	0	3,00	0,00	0,00
311	1	1	645	803	78	0	0	0,00	0,00	0,00
328	1	1	645	837	107	1	0	2,10	0,00	0,00
188	1	3	645	705	20	3	0	5,30	0,00	0,00
367	1	1	650	820	90	3	0	6,10	0,00	6,30
178	1	2	650	859	129	2	0	7,20	0,00	4,60
271	1	1	655	806	71	1	0	1,60	0,00	0,00
104	1	2	700	750	50	69	3	252,00	12,00	4,60
136	2	1	700	750	50	26	0	33,00	0,00	4,60
254	1	1	705	930	145	4	0	9,30	0,00	0,00
189	1	3	705	725	20	2	0	3,70	0,00	0,00
280	1	1	710	741	31	2	0	1,40	0,00	0,00
264	1	1	715	812	57	0	0	0,00	0,00	0,00
352	1	1	715	826	71	1	0	2,70	0,00	6,30
207	3	1	720	740	20	0	0	0,00	0,00	0,00
105	1	2	730	820	50	41	1	139,50	5,00	4,60
208	3	1	730	750	20	15	0	48,10	0,00	0,00
137	2	1	745	835	50	20	3	68,00	13,00	4,60
190	1	3	750	810	20	5	0	12,10	0,00	0,00
272	1	1	800	911	71	0	0	0,00	0,00	0,00
106	1	2	800	850	50	55	0	223,50	0,00	4,60
281	1	1	815	846	31	4	0	5,60	0,00	0,00
329	1	1	815	900	45	1	0	2,00	0,00	0,00
138	2	1	815	905	50	18	0	73,50	0,00	4,60

333	1	1	815	910	55	0	0	0,00	0,00	0,00
299	1	1	815	930	75	0	0	0,00	0,00	0,00
305	1	1	815	932	77	2	0	2,80	0,00	0,00
312	1	1	815	933	78	3	0	5,40	0,00	0,00
107	1	2	830	920	50	83	2	412,50	7,00	4,60
209	3	1	830	850	20	25	0	104,10	0,00	0,00
172	2	1	830	1009	99	2	0	8,80	0,00	4,60
139	2	1	845	935	50	27	2	103,50	9,00	4,60
282	1	1	900	931	31	4	0	5,60	0,00	0,00
108	1	2	900	950	50	29	0	109,50	0,00	4,60
191	1	3	905	925	20	7	0	21,10	0,00	0,00
140	2	1	915	1005	50	18	1	63,00	3,00	4,60
109	1	2	930	1020	50	29	4	133,50	15,00	4,60
168	1	2	930	1134	124	4	0	11,00	0,00	0,00
210	3	1	930	950	20	13	0	35,20	0,00	0,00
141	2	1	945	1035	50	19	9	89,00	49,00	4,60
347	1	1	945	1202	137	9	0	36,00	0,00	0,00
283	1	1	1000	1031	31	4	0	5,60	0,00	0,00
110	1	2	1000	1050	50	24	3	120,00	10,00	4,60
192	1	3	1005	1025	20	6	0	13,20	0,00	0,00
353	1	1	1010	1101	51	0	0	0,00	0,00	6,30
142	2	1	1015	1105	50	20	9	108,00	42,00	4,60
111	1	2	1030	1120	50	28	4	138,00	16,00	4,60
211	3	1	1030	1050	20	12	0	27,50	0,00	0,00
143	2	1	1045	1135	50	11	6	53,00	29,00	4,60
270	1	1	1055	1148	53	22	0	26,80	0,00	0,00
284	1	1	1100	1131	31	20	0	24,90	0,00	0,00
112	1	2	1100	1150	50	13	4	60,00	15,00	4,60
193	1	3	1105	1125	20	6	2	10,60	6,00	0,00
144	2	1	1115	1205	50	22	15	100,50	89,00	4,60
255	1	1	1115	1340	145	12	0	25,90	0,00	0,00
113	1	2	1130	1220	50	15	3	70,50	11,00	4,60
212	3	1	1130	1150	20	4	0	14,80	0,00	0,00
145	2	1	1145	1235	50	25	12	126,00	55,00	4,60
357	1	1	1145	1340	115	10	0	26,00	0,00	6,30
285	1	1	1200	1231	31	11	0	14,40	0,00	0,00
114	1	2	1200	1250	50	24	4	120,00	19,00	4,60
194	1	3	1205	1225	20	6	1	9,60	2,50	0,00
146	2	1	1215	1305	50	28	7	133,50	33,00	4,60
348	1	1	1215	1432	137	7	2	37,20	9,00	0,00
361	1	1	1220	1357	97	5	0	12,00	0,00	6,30
115	1	2	1230	1320	50	16	2	75,00	10,00	4,60
169	1	2	1230	1350	80	0	0	0,00	0,00	4,60
213	3	1	1230	1250	20	10	0	48,50	0,00	0,00

183	2	1	1230	1422	112	5	0	20,00	0,00	4,60
256	1	1	1230	1455	145	13	0	30,60	0,00	0,00
332	1	1	1240	1333	53	1	0	1,50	0,00	0,00
147	2	1	1245	1335	50	19	12	91,50	62,00	4,60
265	1	1	1250	1347	57	12	0	22,50	0,00	0,00
286	1	1	1300	1331	31	10	0	14,00	0,00	0,00
340	1	1	1300	1357	57	2	0	2,90	0,00	0,00
345	1	1	1300	1415	75	0	0	0,00	0,00	0,00
362	1	1	1300	1437	97	5	0	14,20	0,00	6,30
116	1	2	1300	1350	50	29	2	114,00	6,00	4,60
195	1	3	1305	1325	20	14	0	25,40	0,00	0,00
148	2	1	1315	1405	50	40	10	201,00	51,00	4,60
179	1	2	1320	1529	129	9	1	28,00	2,50	4,60
261	1	1	1320	1622	182	1	0	2,90	0,00	0,00
117	1	2	1330	1420	50	27	0	144,00	0,00	4,60
278	1	1	1330	1421	51	4	0	6,00	0,00	0,00
214	3	1	1330	1350	20	4	0	10,00	0,00	0,00
257	1	1	1330	1555	145	7	0	16,50	0,00	0,00
319	1	1	1340	1501	81	11	1	22,70	1,50	0,00
368	1	1	1340	1510	90	0	0	0,00	0,00	6,30
149	2	1	1345	1435	50	43	9	184,50	42,00	4,60
287	1	1	1400	1431	31	7	0	9,10	0,00	0,00
118	1	2	1400	1450	50	33	3	118,80	12,00	4,60
358	1	1	1400	1555	115	12	0	3,00	0,00	6,30
150	2	1	1415	1505	50	49	6	239,50	30,00	4,60
334	1	1	1420	1515	55	5	0	5,70	0,00	0,00
266	1	1	1420	1517	57	11	0	19,10	0,00	0,00
342	1	1	1420	1527	67	3	0	5,30	0,00	0,00
273	1	1	1420	1531	71	1	0	1,30	0,00	0,00
300	1	1	1420	1535	75	14	0	20,00	0,00	0,00
344	1	1	1420	1535	75	2	0	2,60	0,00	0,00
306	1	1	1420	1537	77	27	0	25,20	0,00	0,00
313	1	1	1420	1538	78	5	0	8,50	0,00	0,00
320	1	1	1420	1541	81	1	0	2,60	0,00	0,00
196	1	3	1425	1445	20	4	0	10,00	0,00	0,00
288	1	1	1430	1501	31	7	0	9,10	0,00	0,00
277	1	1	1430	1513	43	5	0	7,80	0,00	0,00
119	1	2	1430	1520	50	39	2	115,50	8,00	4,60
175	1	2	1430	1557	87	2	0	6,30	0,00	4,60
173	2	1	1430	1609	99	13	2	58,10	10,00	4,60
258	1	1	1430	1655	145	9	0	19,10	0,00	0,00
151	2	1	1445	1535	50	37	11	147,00	47,00	4,60
215	3	1	1450	1510	20	0	0	0,00	0,00	0,00
289	1	1	1500	1531	31	5	0	6,30	0,00	0,00

120	1	2	1500	1550	50	46	1	147,00	3,00	4,60
197	1	3	1505	1525	20	6	0	8,00	0,00	0,00
152	2	1	1515	1605	50	50	16	236,00	77,00	4,60
121	1	2	1530	1620	50	28	0	112,50	0,00	4,60
216	3	1	1530	1550	20	8	0	41,10	0,00	0,00
184	2	2	1530	1734	124	13	0	49,40	0,00	4,60
349	1	1	1530	1747	137	8	1	32,30	3,00	0,00
153	2	1	1545	1635	50	30	22	117,00	105,00	4,60
290	1	1	1600	1631	31	12	0	14,00	0,00	0,00
259	1	1	1600	1825	145	6	0	12,00	0,00	0,00
122	1	2	1600	1650	50	24	2	103,50	12,00	4,60
198	1	3	1605	1625	20	2	0	4,20	0,00	0,00
154	2	1	1615	1705	50	42	13	163,50	61,00	4,60
123	1	2	1630	1720	50	18	1	84,00	4,00	4,60
217	3	1	1630	1650	20	8	0	27,60	0,00	0,00
155	2	1	1645	1735	50	23	1	103,50	5,00	4,60
291	1	1	1700	1731	31	6	0	5,60	0,00	0,00
354	1	1	1700	1815	75	0	0	0,00	0,00	6,30
124	1	2	1700	1750	50	24	0	121,50	0,00	4,60
199	1	3	1705	1725	20	1	0	2,10	0,00	0,00
156	2	1	1715	1805	50	32	14	123,50	81,00	4,60
230	1	4	1715	1830	75	30	2	195,00	10,00	10,10
359	1	1	1715	1910	115	7	0	2,50	0,00	6,30
125	1	2	1730	1820	50	16	3	88,50	10,00	4,60
218	3	1	1730	1750	20	11	0	35,40	0,00	0,00
157	2	1	1745	1835	50	15	2	55,00	9,00	4,60
292	1	1	1800	1831	31	14	0	16,10	0,00	0,00
126	1	2	1800	1850	50	15	2	64,50	7,00	4,60
170	1	2	1800	1920	80	12	0	20,60	0,00	4,60
200	1	3	1805	1825	20	3	0	5,80	0,00	0,00
158	2	1	1815	1905	50	20	7	82,50	30,00	4,60
127	1	2	1830	1920	50	9	0	52,50	0,00	4,60
269	1	1	1830	1931	61	16	0	22,70	0,00	0,00
274	1	1	1830	1941	71	0	0	0,00	0,00	0,00
219	3	1	1830	1850	20	4	0	15,50	0,00	0,00
159	2	1	1845	1935	50	22	1	102,00	5,00	4,60
293	1	1	1900	1931	31	10	0	10,90	0,00	0,00
201	1	3	1905	1925	20	6	0	11,60	0,00	0,00
128	1	2	1915	2005	50	23	1	115,50	3,00	4,60
160	2	1	1915	2005	50	21	0	110,00	0,00	4,60
220	3	1	1930	1950	20	5	0	10,30	0,00	0,00
161	2	1	1945	2035	50	16	0	74,00	0,00	4,60
129	1	2	1945	2035	50	11	2	57,00	9,00	4,60
321	1	1	1945	2106	81	7	1	8,40	1,50	0,00

294	1	1	2000	2031	31	10	0	12,00	0,00	0,00
335	1	1	2000	2055	55	1	0	1,10	0,00	0,00
301	1	1	2000	2115	75	3	0	4,60	0,00	0,00
307	1	1	2000	2117	77	6	0	8,40	0,00	0,00
314	1	1	2000	2118	78	6	0	9,80	0,00	0,00
181	2	1	2000	2209	129	7	4	26,00	18,00	4,60
260	1	1	2000	2225	145	17	2	37,60	8,00	0,00
202	1	3	2005	2025	20	5	1	9,00	2,50	0,00
162	2	1	2015	2105	50	24	0	111,00	0,00	4,60
130	1	2	2030	2120	50	21	0	72,00	0,00	4,60
221	3	1	2030	2050	20	3	0	4,20	0,00	0,00
163	2	1	2045	2135	50	42	0	189,00	0,00	4,60
295	1	1	2130	2201	31	6	0	6,70	0,00	0,00
131	1	2	2130	2220	50	16	0	60,00	0,00	4,60
164	2	1	2130	2220	50	28	0	126,00	0,00	4,60
203	1	3	2135	2150	20	6	0	11,60	0,00	0,00
222	3	1	2155	2220	25	0	0	0,00	0,00	0,00
165	2	1	2230	2320	50	27	0	103,50	0,00	4,60

Δεδομένα Τετάρτης

Αρ. Δρομολογίου	Σταθμός Αναχώρησης	Σταθμός Άφιξης	Ώρα Αναχώρησης	Ώρα Άφιξης	Διάρκεια	Επιβατική Ζήτηση	Ασυνόδευτα	Έσοδα Επιβατών	Έσοδα Ασυνόδευτων	Έξοδα διοδίων
247	1	5	930	1450	330	6	5	182,70	36,00	30,00
250	5	1	945	1505	330	8	13	193,00	135,00	30,00
248	1	5	1500	2020	330	6	14	163,40	105,00	30,00
251	5	1	1500	2020	330	4	0	97,50	0,00	30,00
252	5	1	2200	2720	330	2	9	37,50	78,00	30,00
249	1	5	2359	2919	330	6	1	155,00	7,00	30,00
224	1	4	630	745	75	15	1	97,50	6,00	10,10
235	4	1	630	745	75	10	0	65,00	0,00	10,10
225	1	4	830	945	75	17	2	110,50	12,00	10,10
236	4	1	830	945	75	15	0	97,50	0,00	10,10
226	1	4	1015	1130	75	28	1	182,00	4,00	10,10
237	4	1	1030	1145	75	19	2	123,50	10,00	10,10
238	4	1	1200	1315	75	13	2	84,50	10,00	10,10
227	1	4	1230	1345	75	22	3	143,00	16,00	10,10
239	4	1	1315	1430	75	17	5	110,50	25,00	10,10
228	1	4	1400	1515	75	19	5	123,50	31,00	10,10
229	1	4	1530	1645	75	22	5	143,00	31,00	10,10
240	4	1	1545	1700	75	19	6	123,50	30,00	10,10
241	4	1	1800	1915	75	24	1	156,00	5,00	10,10
242	4	1	1930	2045	75	21	0	136,50	0,00	10,10
231	1	4	1945	2100	75	29	0	188,50	0,00	10,10

101	1	2	515	605	50	7	0	12,00	0,00	4,60
187	1	3	530	550	20	4	0	6,90	0,00	0,00
102	1	2	540	630	50	23	0	52,50	0,00	4,60
253	1	1	555	820	145	1	0	1,40	0,00	0,00
279	1	1	600	631	31	0	0	0,00	0,00	0,00
206	3	1	600	620	20	2	0	6,00	0,00	0,00
171	1	2	615	754	99	1	0	1,50	0,00	4,60
103	1	2	630	720	50	48	0	97,50	0,00	4,60
135	2	1	630	720	50	13	0	18,00	0,00	4,60
318	1	1	630	751	81	1	0	2,10	0,00	0,00
346	1	1	630	847	137	2	0	7,80	0,00	0,00
339	1	1	640	737	57	2	0	3,40	0,00	0,00
263	1	1	645	742	57	0	0	0,00	0,00	0,00
304	1	1	645	746	61	0	0	0,00	0,00	0,00
311	1	1	645	803	78	1	0	2,00	0,00	0,00
328	1	1	645	837	107	1	0	2,10	0,00	0,00
188	1	3	645	705	20	4	0	5,90	0,00	0,00
367	1	1	650	820	90	3	0	5,70	0,00	6,30
178	1	2	650	859	129	2	0	7,20	0,00	4,60
271	1	1	655	806	71	0	0	0,00	0,00	0,00
104	1	2	700	750	50	56	1	166,50	3,00	4,60
136	2	1	700	750	50	27	0	56,00	0,00	4,60
254	1	1	705	930	145	5	0	14,10	0,00	0,00
189	1	3	705	725	20	3	0	7,40	0,00	0,00
280	1	1	710	741	31	1	0	0,70	0,00	0,00
264	1	1	715	812	57	2	0	3,00	0,00	0,00
352	1	1	715	826	71	0	0	0,00	0,00	6,30
207	3	1	720	740	20	1	0	2,10	0,00	0,00
105	1	2	730	820	50	68	0	292,50	0,00	4,60
208	3	1	730	750	20	24	0	130,90	0,00	0,00
137	2	1	745	835	50	20	2	72,00	8,00	4,60
190	1	3	750	810	20	4	0	11,00	0,00	0,00
272	1	1	800	911	71	1	0	1,40	0,00	0,00
106	1	2	800	850	50	30	1	121,50	3,00	4,60
281	1	1	815	846	31	3	0	4,20	0,00	0,00
329	1	1	815	900	45	1	0	1,50	0,00	0,00
138	2	1	815	905	50	24	1	101,50	5,00	4,60
333	1	1	815	910	55	0	0	0,00	0,00	0,00
299	1	1	815	930	75	0	0	0,00	0,00	0,00
305	1	1	815	932	77	3	0	5,40	0,00	0,00
312	1	1	815	933	78	3	0	4,00	0,00	0,00
107	1	2	830	920	50	34	6	157,50	23,00	4,60
209	3	1	830	850	20	15	0	61,80	0,00	0,00
172	2	1	830	1009	99	21	0	81,30	0,00	4,60

139	2	1	845	935	50	18	2	70,50	7,00	4,60
282	1	1	900	931	31	2	0	2,80	0,00	0,00
108	1	2	900	950	50	40	3	187,5	13,00	4,60
191	1	3	905	925	20	5	0	11,60	0,00	0,00
140	2	1	915	1005	50	23	4	112,50	24,00	4,60
109	1	2	930	1020	50	24	1	102,00	3,00	4,60
168	1	2	930	1134	124	13	0	38,30	0,00	0,00
210	3	1	930	950	20	22	0	84,70	0,00	0,00
141	2	1	945	1035	50	13	6	55,50	13,00	4,60
347	1	1	945	1202	137	7	0	37,60	0,00	0,00
283	1	1	1000	1031	31	8	0	10,50	0,00	0,00
110	1	2	1000	1050	50	27	1	123,00	5,00	4,60
192	1	3	1005	1025	20	2	1	5,80	3,00	0,00
353	1	1	1010	1101	51	0	0	0,00	0,00	6,30
142	2	1	1015	1105	50	27	9	113,50	54,00	4,60
111	1	2	1030	1120	50	33	3	168,00	12,00	4,60
211	3	1	1030	1050	20	14	0	69,90	0,00	0,00
143	2	1	1045	1135	50	19	5	94,50	25,00	4,60
270	1	1	1055	1148	53	14	0	21,70	0,00	0,00
284	1	1	1100	1131	31	7	0	7,70	0,00	0,00
112	1	2	1100	1150	50	13	4	62,60	13,00	4,60
193	1	3	1105	1125	20	2	2	4,20	5,00	0,00
144	2	1	1115	1205	50	24	6	150,50	30,00	4,60
255	1	1	1115	1340	145	17	1	45,70	4,00	0,00
113	1	2	1130	1220	50	20	4	82,50	10,00	4,60
212	3	1	1130	1150	20	10	0	53,30	0,00	0,00
145	2	1	1145	1235	50	28	10	135,00	58,00	4,60
357	1	1	1145	1340	115	16	0	38,50	0,00	6,30
285	1	1	1200	1231	31	8	0	9,80	0,00	0,00
114	1	2	1200	1250	50	26	3	123,00	12,00	4,60
194	1	3	1205	1225	20	5	2	11,60	5,00	0,00
146	2	1	1215	1305	50	27	13	118,50	67,00	4,60
348	1	1	1215	1432	137	9	1	41,90	5,00	0,00
361	1	1	1220	1357	97	12	0	28,90	0,00	6,30
115	1	2	1230	1320	50	18	4	82,50	14,00	4,60
169	1	2	1230	1350	80	0	0	0,00	0,00	4,60
213	3	1	1230	1250	20	3	0	11,10	0,00	0,00
183	2	1	1230	1422	112	1	0	4,00	0,00	4,60
256	1	1	1230	1455	145	6	0	13,30	0,00	0,00
332	1	1	1240	1333	53	0	0	0,00	0,00	0,00
147	2	1	1245	1335	50	24	8	108,00	43,00	4,60
265	1	1	1250	1347	57	5	0	8,00	0,00	0,00
286	1	1	1300	1331	31	17	0	22,10	0,00	0,00
340	1	1	1300	1357	57	1	0	1,90	0,00	0,00

345	1	1	1300	1415	75	1	0	2,90	0,00	0,00
362	1	1	1300	1437	97	5	0	11,70	0,00	6,30
116	1	2	1300	1350	50	19	5	78,00	18,00	4,60
195	1	3	1305	1325	20	6	0	12,10	0,00	0,00
148	2	1	1315	1405	50	35	2	185,50	10,00	4,60
179	1	2	1320	1529	129	6	0	23,50	0,00	4,60
261	1	1	1320	1622	182	0	0	0,00	0,00	0,00
117	1	2	1330	1420	50	24	1	73,30	5,00	4,60
278	1	1	1330	1421	51	1	0	1,60	0,00	0,00
214	3	1	1330	1350	20	3	0	10,10	0,00	0,00
257	1	1	1330	1555	145	16	1	33,90	3,00	0,00
319	1	1	1340	1501	81	11	0	23,20	0,00	0,00
368	1	1	1340	1510	90	0	0	0,00	0,00	6,30
149	2	1	1345	1435	50	40	9	160,50	56,00	4,60
287	1	1	1400	1431	31	8	0	11,20	0,00	0,00
118	1	2	1400	1450	50	33	2	159,00	8,00	4,60
358	1	1	1400	1555	115	25	2	64,30	5,50	6,30
150	2	1	1415	1505	50	50	11	220,50	62,00	4,60
334	1	1	1420	1515	55	6	0	6,90	0,00	0,00
266	1	1	1420	1517	57	21	0	36,90	0,00	0,00
342	1	1	1420	1527	67	0	0	0,00	0,00	0,00
273	1	1	1420	1531	71	0	0	0,00	0,00	0,00
300	1	1	1420	1535	75	8	0	11,20	0,00	0,00
344	1	1	1420	1535	75	8	0	13,00	0,00	0,00
306	1	1	1420	1537	77	17	0	22,80	0,00	0,00
313	1	1	1420	1538	78	16	0	23,10	0,00	0,00
320	1	1	1420	1541	81	2	0	4,70	0,00	0,00
196	1	3	1425	1445	20	6	0	11,10	0,00	0,00
288	1	1	1430	1501	31	1	0	1,40	0,00	0,00
277	1	1	1430	1513	43	3	0	3,70	0,00	0,00
119	1	2	1430	1520	50	36	6	127,50	23,00	4,60
175	1	2	1430	1557	87	0	0	0,00	0,00	4,60
173	2	1	1430	1609	99	6	1	96,80	10,00	4,60
258	1	1	1430	1655	145	7	2	14,60	10,00	0,00
151	2	1	1445	1535	50	39	9	148,50	50,00	4,60
215	3	1	1450	1510	20	2	0	1,10	0,00	0,00
289	1	1	1500	1531	31	6	0	8,40	0,00	0,00
120	1	2	1500	1550	50	27	3	87,00	12,00	4,60
197	1	3	1505	1525	20	11	3	11,40	7,50	0,00
152	2	1	1515	1605	50	49	15	193,00	71,00	4,60
121	1	2	1530	1620	50	30	2	112,50	8,00	4,60
216	3	1	1530	1550	20	6	0	20,90	0,00	0,00
184	2	2	1530	1734	124	9	0	33,80	0,00	4,60
349	1	1	1530	1747	137	16	2	62,50	10,00	0,00

153	2	1	1545	1635	50	36	15	157,50	79,00	4,60
290	1	1	1600	1631	31	9	0	11,20	0,00	0,00
259	1	1	1600	1825	145	11	0	21,70	0,00	0,00
122	1	2	1600	1650	50	15	3	70,50	10,00	4,60
198	1	3	1605	1625	20	6	0	12,90	0,00	0,00
154	2	1	1615	1705	50	37	9	155,60	41,00	4,60
123	1	2	1630	1720	50	14	0	72,00	0,00	4,60
217	3	1	1630	1650	20	11	0	26,50	0,00	0,00
155	2	1	1645	1735	50	25	9	106,50	54,00	4,60
291	1	1	1700	1731	31	11	0	10,50	0,00	0,00
354	1	1	1700	1815	75	0	0	0,00	0,00	6,30
124	1	2	1700	1750	50	22	1	108,00	5,00	4,60
199	1	3	1705	1725	20	4	0	7,90	0,00	0,00
156	2	1	1715	1805	50	28	5	116,00	25,00	4,60
230	1	4	1715	1830	75	30	2	195,00	12,00	10,10
359	1	1	1715	1910	115	15	0	35,40	0,00	6,30
125	1	2	1730	1820	50	19	5	79,50	23,00	4,60
218	3	1	1730	1750	20	3	0	18,10	0,00	0,00
157	2	1	1745	1835	50	30	7	115,50	49,00	4,60
292	1	1	1800	1831	31	5	0	4,90	0,00	0,00
126	1	2	1800	1850	50	13	0	67,50	0,00	4,60
170	1	2	1800	1920	80	17	0	28,10	0,00	4,60
200	1	3	1805	1825	20	5	0	9,50	0,00	0,00
158	2	1	1815	1905	50	33	4	168,00	18,00	4,60
127	1	2	1830	1920	50	17	0	85,50	0,00	4,60
269	1	1	1830	1931	61	12	0	17,60	0,00	0,00
274	1	1	1830	1941	71	5	0	8,20	0,00	0,00
219	3	1	1830	1850	20	4	0	14,50	0,00	0,00
159	2	1	1845	1935	50	17	3	72,00	12,00	4,60
293	1	1	1900	1931	31	9	0	11,30	0,00	0,00
201	1	3	1905	1925	20	12	0	22,70	0,00	0,00
128	1	2	1915	2005	50	16	0	78,00	0,00	4,60
160	2	1	1915	2005	50	17	0	83,50	0,00	4,60
220	3	1	1930	1950	20	4	0	23,40	0,00	0,00
161	2	1	1945	2035	50	26	0	114,00	0,00	4,60
129	1	2	1945	2035	50	5	0	21,00	0,00	4,60
321	1	1	1945	2106	81	8	0	15,80	0,00	0,00
294	1	1	2000	2031	31	7	0	8,50	0,00	0,00
335	1	1	2000	2055	55	4	0	5,40	0,00	0,00
301	1	1	2000	2115	75	5	0	7,80	0,00	0,00
307	1	1	2000	2117	77	4	0	4,00	0,00	0,00
314	1	1	2000	2118	78	14	0	15,20	0,00	0,00
181	2	1	2000	2209	129	15	2	59,50	10,00	4,60
260	1	1	2000	2225	145	16	0	30,40	0,00	0,00

202	1	3	2005	2025	20	34	0	66,40	0,00	0,00
162	2	1	2015	2105	50	22	0	115,50	0,00	4,60
130	1	2	2030	2120	50	11	0	45,00	0,00	4,60
221	3	1	2030	2050	20	5	0	11,90	0,00	0,00
163	2	1	2045	2135	50	22	0	89,00	0,00	4,60
295	1	1	2130	2201	31	2	0	2,10	0,00	0,00
131	1	2	2130	2220	50	21	0	87,00	0,00	4,60
164	2	1	2130	2220	50	20	0	81,00	0,00	4,60
203	1	3	2135	2150	20	21	0	40,60	0,00	0,00
222	3	1	2155	2220	25	0	0	0,00	0,00	0,00
165	2	1	2230	2320	50	18	0	73,50	0,00	4,60

Δεδομένα Πέμπτης

Αρ. Δρομολογίου	Σταθμός Αναχώρησης	Σταθμός Άφιξης	Ώρα Αναχώρησης	Ώρα Άφιξης	Διάρκεια	Επιβατική Ζήτηση	Ασυνόδευτα	Έσοδα Επιβατών	Έσοδα Ασυνόδευτων	Έξοδα διοδίων
247	1	5	930	1450	330	15	5	405,20	30,00	30,00
250	5	1	945	1505	330	7	17	185,00	101,00	30,00
248	1	5	1500	2020	330	5	5	155,00	31,50	30,00
251	5	1	1500	2020	330	3	0	67,50	0,00	30,00
252	5	1	2200	2720	330	6	16	165,00	126,00	30,00
249	1	5	2359	2919	330	4	0	115,00	0,00	30,00
224	1	4	630	745	75	13	3	84,50	16,00	10,10
235	4	1	630	745	75	9	1	58,50	5,00	10,10
225	1	4	830	945	75	23	2	149,50	10,00	10,10
236	4	1	830	945	75	15	1	97,50	5,00	10,10
226	1	4	1015	1130	75	35	5	227,50	31,00	10,10
237	4	1	1030	1145	75	20	3	130,00	15,00	10,10
238	4	1	1200	1315	75	18	2	117,00	10,00	10,10
227	1	4	1230	1345	75	29	3	188,50	16,00	10,10
239	4	1	1315	1430	75	19	6	123,50	30,00	10,10
228	1	4	1400	1515	75	21	5	136,50	25,00	10,10
229	1	4	1530	1645	75	23	1	149,50	5,00	10,10
240	4	1	1545	1700	75	21	4	136,50	20,00	10,10
241	4	1	1800	1915	75	27	0	175,50	0,00	10,10
242	4	1	1930	2045	75	28	0	182,00	0,00	10,10
231	1	4	1945	2100	75	38	1	247,00	5,00	10,10
101	1	2	515	605	50	9	0	12,00	0,00	4,60
187	1	3	530	550	20	11	0	22,10	0,00	0,00
102	1	2	540	630	50	21	0	25,50	0,00	4,60
253	1	1	555	820	145	1	0	1,40	0,00	0,00
279	1	1	600	631	31	0	0	0,00	0,00	0,00
206	3	1	600	620	20	1	0	14,00	0,00	0,00

171	1	2	615	754	99	1	0	1,50	0,00	4,60
103	1	2	630	720	50	45	0	114,00	0,00	4,60
135	2	1	630	720	50	11	0	15,00	0,00	4,60
318	1	1	630	751	81	3	0	5,70	0,00	0,00
346	1	1	630	847	137	1	1	3,10	3,00	0,00
339	1	1	640	737	57	0	0	0,00	0,00	0,00
263	1	1	645	742	57	0	0	0,00	0,00	0,00
304	1	1	645	746	61	0	0	0,00	0,00	0,00
311	1	1	645	803	78	0	0	0,00	0,00	0,00
328	1	1	645	837	107	1	1	2,10	1,50	0,00
188	1	3	645	705	20	5	0	9,50	0,00	0,00
367	1	1	650	820	90	4	0	9,10	0,00	6,30
178	1	2	650	859	129	3	0	11,20	0,00	4,60
271	1	1	655	806	71	0	0	0,00	0,00	0,00
104	1	2	700	750	50	50	3	171,00	18,00	4,60
136	2	1	700	750	50	26	0	51,00	0,00	4,60
254	1	1	705	930	145	3	0	5,70	0,00	0,00
189	1	3	705	725	20	1	0	2,10	0,00	0,00
280	1	1	710	741	31	0	0	0,00	0,00	0,00
264	1	1	715	812	57	2	0	3,50	0,00	0,00
352	1	1	715	826	71	0	0	0,00	0,00	6,30
207	3	1	720	740	20	0	0	0,00	0,00	0,00
105	1	2	730	820	50	49	0	223,50	0,00	4,60
208	3	1	730	750	20	21	0	69,20	0,00	0,00
137	2	1	745	835	50	23	0	52,50	0,00	4,60
190	1	3	750	810	20	4	0	10,60	0,00	0,00
272	1	1	800	911	71	0	0	0,00	0,00	0,00
106	1	2	800	850	50	64	1	240,00	3,00	4,60
281	1	1	815	846	31	1	0	1,40	0,00	0,00
329	1	1	815	900	45	2	0	3,00	0,00	0,00
138	2	1	815	905	50	18	1	80,00	5,00	4,60
333	1	1	815	910	55	1	0	1,40	0,00	0,00
299	1	1	815	930	75	1	0	0,70	0,00	0,00
305	1	1	815	932	77	4	0	7,30	0,00	0,00
312	1	1	815	933	78	3	0	4,80	0,00	0,00
107	1	2	830	920	50	50	3	261,00	11,00	4,60
209	3	1	830	850	20	14	0	48,60	0,00	0,00
172	2	1	830	1009	99	9	0	37,30	0,00	4,60
139	2	1	845	935	50	14	2	60,00	8,00	4,60
282	1	1	900	931	31	10	0	14,00	0,00	0,00
108	1	2	900	950	50	44	0	208,5	0,00	4,60
191	1	3	905	925	20	7	0	17,50	0,00	0,00
140	2	1	915	1005	50	14	1	68,00	4,00	4,60
109	1	2	930	1020	50	26	5	127,50	19,00	4,60

168	1	2	930	1134	124	13	0	36,30	0,00	0,00
210	3	1	930	950	20	20	0	84,30	0,00	0,00
141	2	1	945	1035	50	16	6	61,50	30,00	4,60
347	1	1	945	1202	137	13	2	64,50	9,00	0,00
283	1	1	1000	1031	31	10	0	13,30	0,00	0,00
110	1	2	1000	1050	50	25	5	136,50	17,00	4,60
192	1	3	1005	1025	20	6	2	15,80	5,50	0,00
353	1	1	1010	1101	51	0	1	0,00	2,50	6,30
142	2	1	1015	1105	50	23	7	120,50	33,00	4,60
111	1	2	1030	1120	50	29	0	151,50	0,00	4,60
211	3	1	1030	1050	20	14	0	64,90	0,00	0,00
143	2	1	1045	1135	50	19	12	91,50	59,00	4,60
270	1	1	1055	1148	53	6	0	8,80	0,00	0,00
284	1	1	1100	1131	31	8	0	10,20	0,00	0,00
112	1	2	1100	1150	50	20	3	111,00	13,00	4,60
193	1	3	1105	1125	20	4	0	7,40	0,00	0,00
144	2	1	1115	1205	50	21	3	99,00	14,00	4,60
255	1	1	1115	1340	145	23	0	53,20	0,00	0,00
113	1	2	1130	1220	50	28	0	100,50	0,00	4,60
212	3	1	1130	1150	20	5	0	23,00	0,00	0,00
145	2	1	1145	1235	50	26	11	130,50	63,00	4,60
357	1	1	1145	1340	115	29	0	74,00	0,00	6,30
285	1	1	1200	1231	31	8	0	10,50	0,00	0,00
114	1	2	1200	1250	50	25	3	105,00	13,00	4,60
194	1	3	1205	1225	20	3	1	6,30	2,50	0,00
146	2	1	1215	1305	50	24	15	103,00	76,00	4,60
348	1	1	1215	1432	137	11	1	43,60	5,00	0,00
361	1	1	1220	1357	97	6	0	15,40	0,00	6,30
115	1	2	1230	1320	50	19	1	67,50	3,00	4,60
169	1	2	1230	1350	80	0	0	0,00	0,00	4,60
213	3	1	1230	1250	20	4	0	27,80	0,00	0,00
183	2	1	1230	1422	112	6	0	18,00	0,00	4,60
256	1	1	1230	1455	145	11	0	22,40	0,00	0,00
332	1	1	1240	1333	53	2	0	3,00	0,00	0,00
147	2	1	1245	1335	50	33	10	160,50	43,00	4,60
265	1	1	1250	1347	57	14	0	23,00	0,00	0,00
286	1	1	1300	1331	31	9	0	12,60	0,00	0,00
340	1	1	1300	1357	57	0	0	0,00	0,00	0,00
345	1	1	1300	1415	75	2	0	3,60	0,00	0,00
362	1	1	1300	1437	97	10	0	28,20	0,00	6,30
116	1	2	1300	1350	50	26	2	81,00	6,00	4,60
195	1	3	1305	1325	20	15	1	29,00	3,00	0,00
148	2	1	1315	1405	50	26	11	130,50	53,00	4,60
179	1	2	1320	1529	129	11	0	31,40	0,00	4,60

261	1	1	1320	1622	182	0	0	0,00	0,00	0,00
117	1	2	1330	1420	50	31	4	136,50	14,00	4,60
278	1	1	1330	1421	51	3	0	4,60	0,00	0,00
214	3	1	1330	1350	20	3	0	30,00	0,00	0,00
257	1	1	1330	1555	145	15	0	34,40	0,00	0,00
319	1	1	1340	1501	81	10	0	21,70	0,00	0,00
368	1	1	1340	1510	90	0	0	0,00	0,00	6,30
149	2	1	1345	1435	50	29	4	123,00	22,00	4,60
287	1	1	1400	1431	31	6	0	7,40	0,00	0,00
118	1	2	1400	1450	50	33	2	141,00	3,00	4,60
358	1	1	1400	1555	115	21	0	50,40	0,00	6,30
150	2	1	1415	1505	50	47	7	197,00	36,00	4,60
334	1	1	1420	1515	55	5	0	6,60	0,00	0,00
266	1	1	1420	1517	57	9	0	14,00	0,00	0,00
342	1	1	1420	1527	67	0	0	0,00	0,00	0,00
273	1	1	1420	1531	71	2	0	5,20	0,00	0,00
300	1	1	1420	1535	75	8	0	9,80	0,00	0,00
344	1	1	1420	1535	75	2	0	3,30	0,00	0,00
306	1	1	1420	1537	77	18	0	25,50	0,00	0,00
313	1	1	1420	1538	78	7	0	12,70	0,00	0,00
320	1	1	1420	1541	81	5	0	9,20	0,00	0,00
196	1	3	1425	1445	20	11	2	21,10	5,00	0,00
288	1	1	1430	1501	31	2	0	2,80	0,00	0,00
277	1	1	1430	1513	43	1	0	1,40	0,00	0,00
119	1	2	1430	1520	50	30	2	105,00	8,00	4,60
175	1	2	1430	1557	87	1	0	2,70	0,00	4,60
173	2	1	1430	1609	99	18	0	73,10	0,00	4,60
258	1	1	1430	1655	145	5	0	9,80	0,00	0,00
151	2	1	1445	1535	50	50	14	214,50	65,00	4,60
215	3	1	1450	1510	20	3	0	25,70	0,00	0,00
289	1	1	1500	1531	31	4	0	4,90	0,00	0,00
120	1	2	1500	1550	50	37	2	139,50	8,00	4,60
197	1	3	1505	1525	20	8	0	10,50	0,00	0,00
152	2	1	1515	1605	50	44	16	201,00	77,00	4,60
121	1	2	1530	1620	50	18	1	69,00	4,00	4,60
216	3	1	1530	1550	20	6	0	27,20	0,00	0,00
184	2	2	1530	1734	124	2	0	6,00	0,00	4,60
349	1	1	1530	1747	137	9	0	40,90	0,00	0,00
153	2	1	1545	1635	50	42	9	178,50	44,00	4,60
290	1	1	1600	1631	31	7	0	7,00	0,00	0,00
259	1	1	1600	1825	145	4	0	9,60	0,00	0,00
122	1	2	1600	1650	50	21	4	102,00	10,00	4,60
198	1	3	1605	1625	20	5	1	13,70	3,00	0,00
154	2	1	1615	1705	50	46	16	205,00	86,00	4,60

123	1	2	1630	1720	50	25	2	130,50	9,00	4,60
217	3	1	1630	1650	20	8	0	22,00	0,00	0,00
155	2	1	1645	1735	50	39	8	160,00	51,00	4,60
291	1	1	1700	1731	31	10	0	9,10	0,00	0,00
354	1	1	1700	1815	75	1	0	1,50	0,00	6,30
124	1	2	1700	1750	50	11	2	58,50	7,00	4,60
199	1	3	1705	1725	20	1	0	2,10	0,00	0,00
156	2	1	1715	1805	50	34	9	162,50	47,00	4,60
230	1	4	1715	1830	75	25	6	162,50	30,00	10,10
359	1	1	1715	1910	115	10	0	21,80	0,00	6,30
125	1	2	1730	1820	50	16	3	72,00	11,00	4,60
218	3	1	1730	1750	20	11	0	49,50	0,00	0,00
157	2	1	1745	1835	50	31	3	151,50	13,00	4,60
292	1	1	1800	1831	31	11	0	14,00	0,00	0,00
126	1	2	1800	1850	50	12	0	57,00	0,00	4,60
170	1	2	1800	1920	80	13	0	22,20	0,00	4,60
200	1	3	1805	1825	20	0	0	0,00	0,00	0,00
158	2	1	1815	1905	50	23	1	121,00	6,00	4,60
127	1	2	1830	1920	50	5	0	22,50	0,00	4,60
269	1	1	1830	1931	61	10	0	12,90	0,00	0,00
274	1	1	1830	1941	71	2	0	2,90	0,00	0,00
219	3	1	1830	1850	20	5	0	10,20	0,00	0,00
159	2	1	1845	1935	50	30	0	130,50	0,00	4,60
293	1	1	1900	1931	31	13	0	16,80	0,00	0,00
201	1	3	1905	1925	20	3	1	6,30	2,50	0,00
128	1	2	1915	2005	50	28	0	117,00	0,00	4,60
160	2	1	1915	2005	50	38	2	158,00	18,00	4,60
220	3	1	1930	1950	20	6	0	26,30	0,00	0,00
161	2	1	1945	2035	50	35	0	169,50	0,00	4,60
129	1	2	1945	2035	50	16	0	71,30	0,00	4,60
321	1	1	1945	2106	81	13	0	23,90	0,00	0,00
294	1	1	2000	2031	31	8	0	9,90	0,00	0,00
335	1	1	2000	2055	55	3	0	3,60	0,00	0,00
301	1	1	2000	2115	75	4	0	5,20	0,00	0,00
307	1	1	2000	2117	77	9	0	12,60	0,00	0,00
314	1	1	2000	2118	78	11	0	15,40	0,00	0,00
181	2	1	2000	2209	129	6	2	15,30	12,00	4,60
260	1	1	2000	2225	145	14	1	29,10	3,00	0,00
202	1	3	2005	2025	20	6	0	9,60	0,00	0,00
162	2	1	2015	2105	50	34	0	154,50	0,00	4,60
130	1	2	2030	2120	50	17	0	52,50	0,00	4,60
221	3	1	2030	2050	20	0	0	0,00	0,00	0,00
163	2	1	2045	2135	50	32	0	144,00	0,00	4,60
295	1	1	2130	2201	31	6	0	8,10	0,00	0,00

131	1	2	2130	2220	50	22	0	111,00	0,00	4,60
164	2	1	2130	2220	50	37	0	157,50	0,00	4,60
203	1	3	2135	2150	20	11	0	20,60	0,00	0,00
222	3	1	2155	2220	25	2	0	4,20	0,00	0,00
165	2	1	2230	2320	50	19	0	64,50	0,00	4,60

Δεδομένα Παρασκευής

Αρ. Δρομολογίου	Σταθμός Αναχώρησης	Σταθμός Άφιξης	Ώρα Αναχώρησης	Ώρα Άφιξης	Διάρκεια	Επιβατική Ζήτηση	Ασυνόδευτα	Έσοδα Επιβατών	Έσοδα Ασυνόδευτων	Έξοδα διοδίων
247	1	5	930	1450	330	7	7	160,00	48,50	30,00
250	5	1	945	1505	330	6	2	198,00	10,00	30,00
248	1	5	1500	2020	330	39	7	115,50	42,50	30,00
251	5	1	1500	2020	330	23	13	718,00	131,00	30,00
252	5	1	2200	2720	330	13	10	363,50	60,00	30,00
249	1	5	2359	2919	330	8	0	288,00	0,00	30,00
224	1	4	630	745	75	18	1	117,00	5,00	10,10
235	4	1	630	745	75	14	0	91,00	0,00	10,10
225	1	4	830	945	75	25	4	162,50	17,00	10,10
236	4	1	830	945	75	20	2	130,00	10,00	10,10
226	1	4	1015	1130	75	37	6	240,50	30,00	10,10
237	4	1	1030	1145	75	24	2	156,00	10,00	10,10
238	4	1	1200	1315	75	21	5	136,50	30,00	10,10
227	1	4	1230	1345	75	30	6	195,00	25,00	10,10
239	4	1	1315	1430	75	23	5	149,50	31,00	10,10
228	1	4	1400	1515	75	23	8	149,50	40,00	10,10
229	1	4	1530	1645	75	27	4	175,50	15,00	10,10
240	4	1	1545	1700	75	25	3	162,50	17,00	10,10
241	4	1	1800	1915	75	36	2	234,00	10,00	10,10
242	4	1	1930	2045	75	32	1	214,60	5,00	10,10
231	1	4	1945	2100	75	39	2	253,50	10,00	10,10
101	1	2	515	605	50	6	0	19,50	0,00	4,60
187	1	3	530	550	20	4	0	7,90	0,00	0,00
102	1	2	540	630	50	48	0	55,50	0,00	4,60
253	1	1	555	820	145	1	0	1,40	0,00	0,00
279	1	1	600	631	31	0	0	0,00	0,00	0,00
206	3	1	600	620	20	0	0	0,00	0,00	0,00
171	1	2	615	754	99	3	0	5,90	0,00	4,60
103	1	2	630	720	50	37	0	70,50	0,00	4,60
135	2	1	630	720	50	10	0	15,00	0,00	4,60
318	1	1	630	751	81	1	0	2,10	0,00	0,00
346	1	1	630	847	137	0	1	0,00	10,00	0,00
339	1	1	640	737	57	0	0	3,00	0,00	0,00

263	1	1	645	742	57	3	0	4,50	0,00	0,00
304	1	1	645	746	61	0	0	0,00	0,00	0,00
311	1	1	645	803	78	0	0	0,00	0,00	0,00
328	1	1	645	837	107	1	0	2,10	0,00	0,00
188	1	3	645	705	20	6	0	11,10	0,00	0,00
367	1	1	650	820	90	1	0	2,30	0,00	6,30
178	1	2	650	859	129	1	0	3,60	0,00	4,60
271	1	1	655	806	71	1	0	1,40	0,00	0,00
104	1	2	700	750	50	50	1	190,50	4,00	4,60
136	2	1	700	750	50	23	0	53,00	0,00	4,60
254	1	1	705	930	145	6	0	15,10	0,00	0,00
189	1	3	705	725	20	3	0	5,80	0,00	0,00
280	1	1	710	741	31	1	0	0,70	0,00	0,00
264	1	1	715	812	57	1	0	1,50	0,00	0,00
352	1	1	715	826	71	0	0	0,00	0,00	6,30
207	3	1	720	740	20	0	0	0,00	0,00	0,00
105	1	2	730	820	50	34	2	120,00	6,00	4,60
208	3	1	730	750	20	12	0	64,30	0,00	0,00
137	2	1	745	835	50	20	2	78,00	10,00	4,60
190	1	3	750	810	20	2	0	5,80	0,00	0,00
272	1	1	800	911	71	3	0	7,80	0,00	0,00
106	1	2	800	850	50	38	0	147,00	0,00	4,60
281	1	1	815	846	31	3	0	4,20	0,00	0,00
329	1	1	815	900	45	1	0	1,50	0,00	0,00
138	2	1	815	905	50	19	4	98,50	35,00	4,60
333	1	1	815	910	55	2	0	2,90	0,00	0,00
299	1	1	815	930	75	0	0	0,00	0,00	0,00
305	1	1	815	932	77	1	0	1,60	0,00	0,00
312	1	1	815	933	78	3	0	4,80	0,00	0,00
107	1	2	830	920	50	41	2	177,00	6,00	4,60
209	3	1	830	850	20	24	0	108,90	0,00	0,00
172	2	1	830	1009	99	11	1	46,30	5,00	4,60
139	2	1	845	935	50	23	0	84,00	0,00	4,60
282	1	1	900	931	31	13	0	12,60	0,00	0,00
108	1	2	900	950	50	40	2	193,50	8,00	4,60
191	1	3	905	925	20	3	0	6,30	0,00	0,00
140	2	1	915	1005	50	18	5	106,50	30,00	4,60
109	1	2	930	1020	50	38	1	186,00	3,00	4,60
168	1	2	930	1134	124	5	0	14,10	0,00	0,00
210	3	1	930	950	20	15	0	56,40	0,00	0,00
141	2	1	945	1035	50	30	3	127,50	10,00	4,60
347	1	1	945	1202	137	11	2	63,70	8,00	0,00
283	1	1	1000	1031	31	10	0	13,30	0,00	0,00
110	1	2	1000	1050	50	19	2	97,50	6,00	4,60

192	1	3	1005	1025	20	5	2	12,10	5,00	0,00
353	1	1	1010	1101	51	2	0	2,40	0,00	6,30
142	2	1	1015	1105	50	19	5	122,50	30,00	4,60
111	1	2	1030	1120	50	33	1	160,50	3,00	4,60
211	3	1	1030	1050	20	15	0	51,00	0,00	0,00
143	2	1	1045	1135	50	25	5	106,50	22,00	4,60
270	1	1	1055	1148	53	20	0	30,70	0,00	0,00
284	1	1	1100	1131	31	11	0	13,30	0,00	0,00
112	1	2	1100	1150	50	19	2	97,50	7,00	4,60
193	1	3	1105	1125	20	4	0	7,40	0,00	0,00
144	2	1	1115	1205	50	24	5	111,00	26,00	4,60
255	1	1	1115	1340	145	17	0	37,40	0,00	0,00
113	1	2	1130	1220	50	18	1	96,00	4,00	4,60
212	3	1	1130	1150	20	9	0	34,70	0,00	0,00
145	2	1	1145	1235	50	33	9	151,50	47,00	4,60
357	1	1	1145	1340	115	14	0	35,70	0,00	6,30
285	1	1	1200	1231	31	20	0	28,00	0,00	0,00
114	1	2	1200	1250	50	22	4	105,00	20,00	4,60
194	1	3	1205	1225	20	6	1	12,20	2,50	0,00
146	2	1	1215	1305	50	29	11	146,50	66,00	4,60
348	1	1	1215	1432	137	13	0	54,80	0,00	0,00
361	1	1	1220	1357	97	15	2	36,90	5,50	6,30
115	1	2	1230	1320	50	24	0	105,00	0,00	4,60
169	1	2	1230	1350	80	0	0	0,00	0,00	4,60
213	3	1	1230	1250	20	7	0	17,80	0,00	0,00
183	2	1	1230	1422	112	6	0	28,00	0,00	4,60
256	1	1	1230	1455	145	10	0	21,70	0,00	0,00
332	1	1	1240	1333	53	3	0	3,10	0,00	0,00
147	2	1	1245	1335	50	37	14	179,00	72,00	4,60
265	1	1	1250	1347	57	14	0	22,60	0,00	0,00
286	1	1	1300	1331	31	9	0	10,90	0,00	0,00
340	1	1	1300	1357	57	1	0	1,50	0,00	0,00
345	1	1	1300	1415	75	1	0	2,00	0,00	0,00
362	1	1	1300	1437	97	8	0	18,90	0,00	6,30
116	1	2	1300	1350	50	27	0	78,00	0,00	4,60
195	1	3	1305	1325	20	10	1	19,00	3,00	0,00
148	2	1	1315	1405	50	50	11	237,50	64,00	4,60
179	1	2	1320	1529	129	1	0	3,60	0,00	4,60
261	1	1	1320	1622	182	4	0	12,70	0,00	0,00
117	1	2	1330	1420	50	16	2	60,00	8,00	4,60
278	1	1	1330	1421	51	3	0	4,00	0,00	0,00
214	3	1	1330	1350	20	4	0	18,10	0,00	0,00
257	1	1	1330	1555	145	10	0	22,70	0,00	0,00
319	1	1	1340	1501	81	9	0	18,60	0,00	0,00

368	1	1	1340	1510	90	0	0	0,00	0,00	6,30
149	2	1	1345	1435	50	57	11	246,00	75,00	4,60
287	1	1	1400	1431	31	7	0	9,80	0,00	0,00
118	1	2	1400	1450	50	28	3	102,00	12,00	4,60
358	1	1	1400	1555	115	18	0	45,10	0,00	6,30
150	2	1	1415	1505	50	50	12	257,00	99,00	4,60
334	1	1	1420	1515	55	14	0	16,70	0,00	0,00
266	1	1	1420	1517	57	12	0	21,60	0,00	0,00
273	1	1	1420	1531	71	1	0	2,60	0,00	0,00
300	1	1	1420	1535	75	8	0	9,50	0,00	0,00
344	1	1	1420	1535	75	4	0	6,30	0,00	0,00
306	1	1	1420	1537	77	13	0	19,40	0,00	0,00
313	1	1	1420	1538	78	14	0	23,60	0,00	0,00
320	1	1	1420	1541	81	0	0	0,00	0,00	0,00
343	1	1	1420	1553	93	0	0	0,00	0,00	0,00
196	1	3	1425	1445	20	5	0	9,50	0,00	0,00
288	1	1	1430	1501	31	4	0	4,90	0,00	0,00
277	1	1	1430	1513	43	4	0	5,30	0,00	0,00
119	1	2	1430	1520	50	31	2	118,50	15,00	4,60
175	1	2	1430	1557	87	2	0	6,30	0,00	4,60
173	2	1	1430	1609	99	17	1	76,30	10,00	4,60
258	1	1	1430	1655	145	14	0	27,40	0,00	0,00
151	2	1	1445	1535	50	57	12	256,50	58,00	4,60
215	3	1	1450	1510	20	13	0	76,00	0,00	0,00
289	1	1	1500	1531	31	15	0	17,90	0,00	0,00
120	1	2	1500	1550	50	47	6	157,50	26,00	4,60
197	1	3	1505	1525	20	14	0	13,80	0,00	0,00
152	2	1	1515	1605	50	50	14	228,00	62,00	4,60
121	1	2	1530	1620	50	34	4	162,00	15,00	4,60
216	3	1	1530	1550	20	5	0	29,20	0,00	0,00
184	2	2	1530	1734	124	5	0	16,30	0,00	4,60
349	1	1	1530	1747	137	13	3	39,70	9,00	0,00
153	2	1	1545	1635	50	75	15	345,00	68,00	4,60
290	1	1	1600	1631	31	12	0	13,00	0,00	0,00
259	1	1	1600	1825	145	14	1	25,20	3,00	0,00
122	1	2	1600	1650	50	34	1	162,00	3,00	4,60
198	1	3	1605	1625	20	4	0	7,40	0,00	0,00
154	2	1	1615	1705	50	45	15	195,00	75,00	4,60
123	1	2	1630	1720	50	29	1	156,00	2,50	4,60
217	3	1	1630	1650	20	12	0	39,90	0,00	0,00
155	2	1	1645	1735	50	49	13	223,50	75,00	4,60
291	1	1	1700	1731	31	8	0	9,80	0,00	0,00
354	1	1	1700	1815	75	1	0	1,20	0,00	6,30
124	1	2	1700	1750	50	37	1	193,50	5,00	4,60

199	1	3	1705	1725	20	4	0	8,40	0,00	0,00
156	2	1	1715	1805	50	47	9	217,50	47,00	4,60
230	1	4	1715	1830	75	33	4	214,50	17,00	10,10
359	1	1	1715	1910	115	8	0	20,80	0,00	6,30
125	1	2	1730	1820	50	24	1	136,50	4,00	4,60
218	3	1	1730	1750	20	15	0	82,70	0,00	0,00
157	2	1	1745	1835	50	50	11	241,50	63,00	4,60
292	1	1	1800	1831	31	4	0	4,20	0,00	0,00
126	1	2	1800	1850	50	19	0	93,00	0,00	4,60
170	1	2	1800	1920	80	11	0	21,10	0,00	4,60
200	1	3	1805	1825	20	4	0	6,90	0,00	0,00
158	2	1	1815	1905	50	48	1	257,50	8,00	4,60
127	1	2	1830	1920	50	12	0	58,50	0,00	4,60
269	1	1	1830	1931	61	12	0	16,00	0,00	0,00
274	1	1	1830	1941	71	4	0	9,60	0,00	0,00
219	3	1	1830	1850	20	4	0	16,50	0,00	0,00
159	2	1	1845	1935	50	60	5	285,00	31,00	4,60
293	1	1	1900	1931	31	9	0	10,00	0,00	0,00
201	1	3	1905	1925	20	7	0	11,70	0,00	0,00
128	1	2	1915	2005	50	24	1	109,50	20,00	4,60
160	2	1	1915	2005	50	58	0	252,00	0,00	4,60
220	3	1	1930	1950	20	1	0	8,00	0,00	0,00
161	2	1	1945	2035	50	50	0	246,00	0,00	4,60
129	1	2	1945	2035	50	11	0	54,00	0,00	4,60
321	1	1	1945	2106	81	18	0	36,40	0,00	0,00
294	1	1	2000	2031	31	4	0	3,90	0,00	0,00
335	1	1	2000	2055	55	4	0	4,70	0,00	0,00
301	1	1	2000	2115	75	6	0	9,20	0,00	0,00
307	1	1	2000	2117	77	6	0	7,70	0,00	0,00
314	1	1	2000	2118	78	13	0	14,70	0,00	0,00
181	2	1	2000	2209	129	18	3	70,90	13,00	4,60
260	1	1	2000	2225	145	15	0	36,60	0,00	0,00
202	1	3	2005	2025	20	17	1	35,80	2,50	0,00
162	2	1	2015	2105	50	50	0	262,50	0,00	4,60
130	1	2	2030	2120	50	14	0	55,50	0,00	4,60
221	3	1	2030	2050	20	5	0	9,80	0,00	0,00
163	2	1	2045	2135	50	56	0	259,50	0,00	4,60
295	1	1	2130	2201	31	7	0	9,10	0,00	0,00
131	1	2	2130	2220	50	23	0	105,00	0,00	4,60
164	2	1	2130	2220	50	57	0	255,50	0,00	4,60
203	1	3	2135	2150	20	24	0	45,90	0,00	0,00
222	3	1	2155	2220	25	2	0	4,20	0,00	0,00
165	2	1	2230	2320	50	32	0	129,00	0,00	4,60

Δεδομένα Σάββατου

Αρ. Δρομολογίου	Σταθμός Αναχώρησης	Σταθμός Άφιξης	Ώρα Αναχώρησης	Ώρα Άφιξης	Διάρκεια	Επιβατική Ζήτηση	Ασυνόδευτα	Έσοδα Επιβατών	Έσοδα Ασυνόδευτων	Έξοδα διοδίων
247	1	5	930	1450	330	10	4	228,00	45,00	30,00
250	5	1	945	1505	330	9	6	268,00	37,00	30,00
248	1	5	1500	2020	330	7	2	201,30	11,50	30,00
251	5	1	1500	2020	330	5	4	138,00	33,00	30,00
252	5	1	2200	2720	330	1	0	40,00	0,00	30,00
249	1	5	2359	2919	330	1	0	15,00	0,00	30,00
224	1	4	630	745	75	20	0	130,00	0,00	10,10
235	4	1	630	745	75	11	0	71,50	0,00	10,10
225	1	4	830	945	75	21	0	136,50	0,00	10,10
236	4	1	830	945	75	13	2	84,50	10,00	10,10
226	1	4	1015	1130	75	37	2	209,40	10,00	10,10
237	4	1	1030	1145	75	23	2	149,50	10,00	10,10
238	4	1	1200	1315	75	25	4	162,50	25,00	10,10
227	1	4	1230	1345	75	26	3	169,00	15,00	10,10
239	4	1	1315	1430	75	20	1	130,00	5,00	10,10
228	1	4	1400	1515	75	22	1	143,00	4,00	10,10
229	1	4	1530	1645	75	20	1	130,00	5,00	10,10
240	4	1	1545	1700	75	18	1	117,00	4,00	10,10
241	4	1	1800	1915	75	28	0	182,00	0,00	10,10
242	4	1	1930	2045	75	27	0	175,50	0,00	10,10
231	1	4	1945	2100	75	35	0	226,50	0,00	10,10
132	1	2	600	650	50	7	0	31,50	0,00	4,60
296	1	1	610	641	31	0	0	0,00	0,00	0,00
171	1	2	615	754	99	2	0	2,50	0,00	4,60
350	1	1	630	811	101	8	0	33,60	0,00	0,00
188	1	3	645	705	20	13	0	24,80	0,00	0,00
363	1	1	645	822	97	4	0	10,60	0,00	6,30
341	1	1	650	747	57	0	0	0,00	0,00	0,00
176	1	2	650	817	87	0	0	0,00	0,00	4,60
297	1	1	700	731	31	2	0	2,80	0,00	0,00
104	1	2	700	750	50	36	0	175,50	0,00	4,60
267	1	1	700	757	57	1	0	1,50	0,00	0,00
275	1	1	700	811	71	3	0	2,40	0,00	0,00
254	1	1	705	930	145	5	0	15,10	0,00	0,00
322	1	1	710	831	81	2	0	4,20	0,00	0,00
166	2	1	715	805	50	12	0	54,00	0,00	4,60
208	3	1	730	750	20	4	0	15,90	0,00	0,00
298	1	1	800	831	31	1	0	1,40	0,00	0,00
106	1	2	800	850	50	39	0	157,50	0,00	4,60
355	1	1	800	915	75	0	0	0,00	0,00	6,30

316	1	1	800	916	76	9	0	15,80	0,00	0,00
204	1	3	805	825	20	11	0	15,60	0,00	0,00
364	1	1	805	942	97	1	0	2,30	0,00	6,30
308	1	1	810	927	77	0	0	0,00	0,00	0,00
138	2	1	815	905	50	35	4	164,00	18,00	4,60
299	1	1	815	930	75	3	0	4,90	0,00	0,00
336	1	1	820	915	55	2	0	2,20	0,00	0,00
209	3	1	830	850	20	20	0	70,90	0,00	0,00
107	1	2	830	920	50	22	2	99,00	6,00	4,60
172	2	1	830	1009	99	10	0	45,30	0,00	4,60
282	1	1	900	931	31	3	0	3,50	0,00	0,00
108	1	2	900	950	50	17	0	96,00	0,00	4,60
191	1	3	905	925	20	7	0	10,60	0,00	0,00
140	2	1	915	1005	50	32	3	182,00	15,00	4,60
323	1	1	915	1036	81	6	0	12,80	0,00	0,00
210	3	1	930	950	20	10	0	53,90	0,00	0,00
109	1	2	930	1020	50	14	3	73,50	10,00	4,60
168	1	2	930	1134	124	5	0	7,80	0,00	0,00
141	2	1	945	1035	50	12	6	60,00	29,00	4,60
347	1	1	945	1202	137	10	0	52,70	0,00	0,00
283	1	1	1000	1031	31	3	0	4,20	0,00	0,00
110	1	2	1000	1050	50	24	0	138,00	0,00	4,60
192	1	3	1005	1025	20	1	0	3,70	0,00	0,00
353	1	1	1010	1101	51	2	0	4,60	0,00	6,30
142	2	1	1015	1105	50	24	5	124,50	28,00	4,60
211	3	1	1030	1050	20	11	0	33,30	0,00	0,00
111	1	2	1030	1120	50	15	2	84,00	7,00	4,60
143	2	1	1045	1135	50	26	2	135,00	10,00	4,60
270	1	1	1055	1148	53	18	0	22,80	0,00	0,00
284	1	1	1100	1131	31	15	0	19,60	0,00	0,00
112	1	2	1100	1150	50	25	0	127,50	0,00	4,60
193	1	3	1105	1125	20	6	0	17,40	0,00	0,00
144	2	1	1115	1205	50	31	2	181,50	17,00	4,60
255	1	1	1115	1340	145	4	1	9,90	2,50	0,00
212	3	1	1130	1150	20	15	0	76,00	0,00	0,00
113	1	2	1130	1220	50	15	1	75,00	3,00	4,60
145	2	1	1145	1235	50	28	5	135,00	30,00	4,60
285	1	1	1200	1231	31	6	0	7,00	0,00	0,00
114	1	2	1200	1250	50	25	2	118,50	9,00	4,60
194	1	3	1205	1225	20	5	1	14,30	2,50	0,00
146	2	1	1215	1305	50	21	5	112,00	22,00	4,60
348	1	1	1215	1432	137	17	0	71,10	0,00	0,00
361	1	1	1220	1357	97	9	1	20,60	3,00	6,30
213	3	1	1230	1250	20	8	0	53,90	0,00	0,00

115	1	2	1230	1320	50	21	0	106,50	0,00	4,60
169	1	2	1230	1350	80	3	0	5,90	0,00	4,60
185	1	1	1230	1416	106	11	0	45,70	0,00	0,00
147	2	1	1245	1335	50	29	6	144,00	26,00	4,60
324	1	1	1245	1406	81	8	1	15,40	1,50	0,00
286	1	1	1300	1331	31	17	0	18,20	0,00	0,00
330	1	1	1300	1345	45	3	0	3,10	0,00	0,00
116	1	2	1300	1350	50	31	2	144,00	8,00	4,60
340	1	1	1300	1357	57	0	0	0,00	0,00	0,00
276	1	1	1300	1411	71	18	0	27,00	0,00	0,00
180	1	2	1300	1509	129	6	1	21,10	3,00	4,60
262	1	1	1300	1602	182	2	0	4,70	0,00	0,00
195	1	3	1305	1325	20	2	0	2,70	0,00	0,00
148	2	1	1315	1405	50	30	4	157,50	18,00	4,60
214	3	1	1330	1350	20	3	0	9,20	0,00	0,00
117	1	2	1330	1420	50	18	0	93,00	0,00	4,60
356	1	1	1330	1445	75	0	0	0,00	0,00	6,30
257	1	1	1330	1555	145	17	0	35,90	0,00	0,00
149	2	1	1345	1435	50	23	0	127,50	0,00	4,60
287	1	1	1400	1431	31	13	0	16,80	0,00	0,00
118	1	2	1400	1450	50	18	0	78,00	0,00	4,60
337	1	1	1400	1455	55	7	0	7,70	0,00	0,00
358	1	1	1400	1555	115	18	2	43,80	5,50	6,30
205	1	3	1405	1425	20	10	0	20,00	0,00	0,00
150	2	1	1415	1505	50	37	4	197,00	18,00	4,60
223	3	1	1430	1450	20	3	0	18,20	0,00	0,00
119	1	2	1430	1520	50	17	1	72,00	3,00	4,60
268	1	1	1430	1527	57	20	0	31,20	0,00	0,00
302	1	1	1430	1545	75	11	0	16,20	0,00	0,00
317	1	1	1430	1546	76	22	0	33,40	0,00	0,00
309	1	1	1430	1547	77	30	0	41,70	0,00	0,00
325	1	1	1430	1551	81	17	0	32,30	0,00	0,00
173	2	1	1430	1609	99	12	1	47,80	5,00	4,60
258	1	1	1430	1655	145	17	0	41,10	0,00	0,00
151	2	1	1445	1535	50	22	1	99,00	3,00	4,60
289	1	1	1500	1531	31	14	0	16,80	0,00	0,00
120	1	2	1500	1550	50	23	2	112,50	9,00	4,60
197	1	3	1505	1525	20	16	0	21,20	0,00	0,00
152	2	1	1515	1605	50	31	0	156,00	0,00	4,60
216	3	1	1530	1550	20	6	0	21,00	0,00	0,00
121	1	2	1530	1620	50	17	0	90,00	0,00	4,60
351	1	1	1530	1711	101	14	0	51,30	0,00	0,00
184	2	2	1530	1734	124	11	0	42,30	0,00	4,60
349	1	1	1530	1747	137	10	0	49,10	0,00	0,00

153	2	1	1545	1635	50	32	0	146,50	0,00	4,60
290	1	1	1600	1631	31	9	0	11,90	0,00	0,00
122	1	2	1600	1650	50	19	0	85,50	0,00	4,60
259	1	1	1600	1825	145	3	0	6,90	0,00	0,00
198	1	3	1605	1625	20	6	0	9,80	0,00	0,00
154	2	1	1615	1705	50	32	0	162,50	0,00	4,60
217	3	1	1630	1650	20	5	0	14,90	0,00	0,00
123	1	2	1630	1720	50	23	0	126,00	0,00	4,60
155	2	1	1645	1735	50	17	0	81,00	0,00	4,60
291	1	1	1700	1731	31	6	0	7,00	0,00	0,00
124	1	2	1700	1750	50	13	0	69,00	0,00	4,60
354	1	1	1700	1815	75	0	0	0,00	0,00	6,30
199	1	3	1705	1725	20	4	0	8,40	0,00	0,00
156	2	1	1715	1805	50	23	0	113,50	0,00	4,60
230	1	4	1715	1830	75	29	0	188,50	0,00	10,10
359	1	1	1715	1910	115	9	0	21,80	0,00	6,30
218	3	1	1730	1750	20	7	0	28,40	0,00	0,00
125	1	2	1730	1820	50	13	0	51,00	0,00	4,60
157	2	1	1745	1835	50	32	0	168,00	0,00	4,60
292	1	1	1800	1831	31	5	0	4,90	0,00	0,00
126	1	2	1800	1850	50	14	0	72,00	0,00	4,60
170	1	2	1800	1920	80	2	0	4,40	0,00	4,60
200	1	3	1805	1825	20	7	0	14,20	0,00	0,00
158	2	1	1815	1905	50	36	0	194,00	0,00	4,60
219	3	1	1830	1850	20	6	0	12,20	0,00	0,00
127	1	2	1830	1920	50	18	0	79,50	0,00	4,60
269	1	1	1830	1931	61	11	0	19,20	0,00	0,00
159	2	1	1845	1935	50	28	0	160,50	0,00	4,60
293	1	1	1900	1931	31	16	0	16,80	0,00	0,00
201	1	3	1905	1925	20	10	0	21,00	0,00	0,00
128	1	2	1915	2005	50	15	0	19,50	0,00	4,60
160	2	1	1915	2005	50	28	0	144,00	0,00	4,60
220	3	1	1930	1950	20	6	0	19,50	0,00	0,00
161	2	1	1945	2035	50	24	0	135,50	0,00	4,60
129	1	2	1945	2035	50	11	0	48,00	0,00	4,60
321	1	1	1945	2106	81	3	0	5,50	0,00	0,00
294	1	1	2000	2031	31	9	0	11,20	0,00	0,00
181	2	1	2000	2209	129	13	0	50,10	0,00	4,60
260	1	1	2000	2225	145	12	0	25,70	0,00	0,00
202	1	3	2005	2025	20	5	0	10,00	0,00	0,00
162	2	1	2015	2105	50	23	0	115,50	0,00	4,60
221	3	1	2030	2050	20	0	0	0,00	0,00	0,00
130	1	2	2030	2120	50	25	0	132,00	0,00	4,60
163	2	1	2045	2135	50	36	0	224,00	0,00	4,60

295	1	1	2130	2201	31	1	0	1,40	0,00	0,00
131	1	2	2130	2220	50	18	0	85,50	0,00	4,60
164	2	1	2130	2220	50	23	0	127,00	0,00	4,60
203	1	3	2135	2150	20	13	0	26,80	0,00	0,00
222	3	1	2155	2220	25	2	0	4,20	0,00	0,00
165	2	1	2230	2320	50	21	0	96,00	0,00	4,60

Δεδομένα Κυριακής

Αρ. Δρομολογίου	Σταθμός Αναχώρησης	Σταθμός Άφιξης	Ώρα Αναχώρησης	Ώρα Άφιξης	Διάρκεια	Επιβατική Ζήτηση	Ασυνόδευτα	Έσοδα Επιβατών	Έσοδα Ασυνόδευτων	Έξοδα διοδίων
247	1	5	930	1450	330	19	0	474,50	0,00	30,00
250	5	1	945	1505	330	9	0	282,50	0,00	30,00
248	1	5	1500	2020	330	18	0	380,00	0,00	30,00
251	5	1	1500	2020	330	5	0	120,00	0,00	30,00
252	5	1	2200	2720	330	13	0	347,50	0,00	30,00
249	1	5	2359	2919	330	28	0	514,00	0,00	30,00
225	1	4	830	945	75	25	0	162,50	0,00	10,10
236	4	1	830	945	75	12	0	70,40	0,00	10,10
232	1	4	1030	1145	75	35	0	227,50	0,00	10,10
237	4	1	1030	1145	75	20	0	130,00	0,00	10,10
233	1	4	1330	1445	75	33	0	191,10	0,00	10,10
243	4	1	1330	1445	75	21	0	97,50	0,00	10,10
229	1	4	1530	1645	75	16	0	104,00	0,00	10,10
244	4	1	1530	1645	75	11	0	71,50	0,00	10,10
245	4	1	1715	1830	75	19	0	123,50	0,00	10,10
234	1	4	1915	2030	75	31	0	201,50	0,00	10,10
246	4	1	1915	2030	75	21	0	136,50	0,00	10,10
132	1	2	600	650	50	15	0	70,50	0,00	4,60
188	1	3	645	705	20	10	0	18,50	0,00	0,00
176	1	2	650	817	87	1	0	2,90	0,00	4,60
297	1	1	700	731	31	1	0	1,40	0,00	0,00
104	1	2	700	750	50	12	0	52,50	0,00	4,60
254	1	1	705	930	145	2	0	6,60	0,00	0,00
166	2	1	715	805	50	12	0	56,50	0,00	4,60
208	3	1	730	750	20	3	0	17,50	0,00	0,00
298	1	1	800	831	31	1	0	1,40	0,00	0,00
106	1	2	800	850	50	16	0	55,50	0,00	4,60
204	1	3	805	825	20	7	0	21,10	0,00	0,00
326	1	1	810	931	81	6	0	12,70	0,00	0,00
138	2	1	815	905	50	10	0	62,00	0,00	4,60
209	3	1	830	850	20	5	0	22,30	0,00	0,00
282	1	1	900	931	31	8	0	8,40	0,00	0,00

108	1	2	900	950	50	19	0	111,00	0,00	4,60
191	1	3	905	925	20	1	0	0,80	0,00	0,00
140	2	1	915	1005	50	19	0	116,50	0,00	4,60
210	3	1	930	950	20	3	0	6,30	0,00	0,00
347	1	1	945	1202	137	3	0	18,00	0,00	0,00
283	1	1	1000	1031	31	2	0	2,80	0,00	0,00
110	1	2	1000	1050	50	25	0	136,50	0,00	4,60
192	1	3	1005	1025	20	2	0	7,40	0,00	0,00
142	2	1	1015	1105	50	24	0	130,00	0,00	4,60
211	3	1	1030	1050	20	2	0	9,40	0,00	0,00
284	1	1	1100	1131	31	0	0	0,00	0,00	0,00
112	1	2	1100	1150	50	17	0	93,00	0,00	4,60
193	1	3	1105	1125	20	0	0	0,00	0,00	0,00
144	2	1	1115	1205	50	25	0	138,50	0,00	4,60
255	1	1	1115	1340	145	6	0	7,80	0,00	0,00
212	3	1	1130	1150	20	4	0	11,80	0,00	0,00
285	1	1	1200	1231	31	3	0	3,50	0,00	0,00
114	1	2	1200	1250	50	41	0	201,00	0,00	4,60
194	1	3	1205	1225	20	2	0	3,20	0,00	0,00
146	2	1	1215	1305	50	22	0	109,00	0,00	4,60
348	1	1	1215	1432	137	9	0	41,60	0,00	0,00
213	3	1	1230	1250	20	3	0	19,60	0,00	0,00
182	2	1	1230	1439	129	10	0	34,50	0,00	4,60
286	1	1	1300	1331	31	6	0	7,70	0,00	0,00
116	1	2	1300	1350	50	38	0	183,00	0,00	4,60
195	1	3	1305	1325	20	2	0	2,80	0,00	0,00
148	2	1	1315	1405	50	35	0	183,00	0,00	4,60
214	3	1	1330	1350	20	8	0	48,50	0,00	0,00
257	1	1	1330	1555	145	5	0	9,30	0,00	0,00
287	1	1	1400	1431	31	4	0	4,90	0,00	0,00
118	1	2	1400	1450	50	47	0	229,00	0,00	4,60
205	1	3	1405	1425	20	2	0	4,20	0,00	0,00
150	2	1	1415	1505	50	41	0	214,00	0,00	4,60
223	3	1	1430	1450	20	4	0	5,30	0,00	0,00
325	1	1	1430	1551	81	3	0	5,80	0,00	0,00
289	1	1	1500	1531	31	4	0	4,20	0,00	0,00
120	1	2	1500	1550	50	57	0	289,50	0,00	4,60
338	1	1	1500	1555	55	7	0	7,50	0,00	0,00
197	1	3	1505	1525	20	4	0	7,40	0,00	0,00
152	2	1	1515	1605	50	32	0	154,50	0,00	4,60
216	3	1	1530	1550	20	6	0	31,20	0,00	0,00
121	1	2	1530	1620	50	39	0	180,00	0,00	4,60
349	1	1	1530	1747	137	16	0	78,40	0,00	0,00
290	1	1	1600	1631	31	3	0	2,80	0,00	0,00

122	1	2	1600	1650	50	34	0	159,00	0,00	4,60
310	1	1	1600	1717	77	2	0	3,20	0,00	0,00
177	1	2	1600	1727	87	2	0	6,20	0,00	4,60
259	1	1	1600	1825	145	8	0	25,80	0,00	0,00
198	1	3	1605	1625	20	3	0	6,30	0,00	0,00
154	2	1	1615	1705	50	38	0	205,00	0,00	4,60
217	3	1	1630	1650	20	7	0	14,20	0,00	0,00
123	1	2	1630	1720	50	38	0	181,50	0,00	4,60
315	1	1	1630	1748	78	6	0	10,20	0,00	0,00
331	1	1	1645	1730	45	2	0	2,30	0,00	0,00
155	2	1	1645	1735	50	23	0	115,50	0,00	4,60
291	1	1	1700	1731	31	4	0	5,60	0,00	0,00
124	1	2	1700	1750	50	37	0	117,00	0,00	4,60
354	1	1	1700	1815	75	0	0	0,00	0,00	6,30
199	1	3	1705	1725	20	9	0	18,40	0,00	0,00
156	2	1	1715	1805	50	24	0	147,00	0,00	4,60
230	1	4	1715	1830	75	27	0	175,50	0,00	10,10
359	1	1	1715	1910	115	2	0	4,60	0,00	6,30
218	3	1	1730	1750	20	12	0	71,70	0,00	0,00
125	1	2	1730	1820	50	42	0	201,00	0,00	4,60
157	2	1	1745	1835	50	21	0	93,00	0,00	4,60
303	1	1	1745	1900	75	3	0	5,30	0,00	0,00
292	1	1	1800	1831	31	5	0	5,60	0,00	0,00
126	1	2	1800	1850	50	30	0	148,50	0,00	4,60
170	1	2	1800	1920	80	1	0	1,00	0,00	4,60
200	1	3	1805	1825	20	9	0	16,40	0,00	0,00
158	2	1	1815	1905	50	27	0	148,50	0,00	4,60
219	3	1	1830	1850	20	2	0	10,10	0,00	0,00
127	1	2	1830	1920	50	45	0	217,50	0,00	4,60
269	1	1	1830	1931	61	2	0	1,50	0,00	0,00
274	1	1	1830	1941	71	1	0	2,60	0,00	0,00
327	1	1	1830	1951	81	1	0	2,60	0,00	0,00
186	2	2	1830	2002	92	5	0	20,50	0,00	4,60
159	2	1	1845	1935	50	20	0	99,00	0,00	4,60
293	1	1	1900	1931	31	6	0	7,00	0,00	0,00
133	1	2	1900	1950	50	37	0	180,00	0,00	4,60
201	1	3	1905	1925	20	2	0	4,20	0,00	0,00
160	2	1	1915	2005	50	22	0	103,50	0,00	4,60
220	3	1	1930	1950	20	5	0	2,10	0,00	0,00
134	1	2	1930	2020	50	41	0	196,50	0,00	4,60
129	1	2	1945	2035	50	24	0	123,00	0,00	4,60
161	2	1	1945	2035	50	36	0	183,00	0,00	4,60
174	2	1	1945	2124	99	2	0	8,00	0,00	4,60
294	1	1	2000	2031	31	2	0	2,80	0,00	0,00

260	1	1	2000	2225	145	11	0	34,50	0,00	0,00
202	1	3	2005	2025	20	14	0	26,40	0,00	0,00
162	2	1	2015	2105	50	13	0	66,00	0,00	4,60
221	3	1	2030	2050	20	3	0	4,00	0,00	0,00
130	1	2	2030	2120	50	26	0	130,50	0,00	4,60
163	2	1	2045	2135	50	22	0	117,00	0,00	4,60
167	2	1	2115	2205	50	12	0	60,00	0,00	4,60
295	1	1	2130	2201	31	4	0	4,90	0,00	0,00
131	1	2	2130	2220	50	69	0	337,50	0,00	4,60
164	2	1	2130	2220	50	18	0	85,50	0,00	4,60
203	1	3	2135	2150	20	31	0	63,10	0,00	0,00
222	3	1	2155	2220	25	3	0	6,30	0,00	0,00
165	2	1	2230	2320	50	17	0	72,00	0,00	4,60

Λειτουργικά κόστη λεωφορείων

Λεωφορεία	Μισθοί οδηγών	Κόστος συντήρησης/λεπτό	Κόστος καυσίμων/λεπτό
1	78,37	0,032467532	0,2164502
2	78,37	0,037878788	0,2333333
3	41,60	0,037878788	0,2164502
4	41,60	0,027056277	0,1833333
5	41,60	0,027056277	0,1833333
6	78,37	0,027056277	0,2164502
7	78,37	0,037878788	0,2333333
8	41,60	0,027056277	0,1833333
9	41,60	0,027056277	0,1833333
10	41,60	0,027056277	0,1833333
11	78,37	0,037878788	0,2333333
12	78,37	0,037878788	0,2164502
13	78,37	0,032467532	0,2164502
14	78,37	0,037878788	0,2333333
15	78,37	0,032467532	0,2164502
16	41,60	0,027056277	0,1833333
17	78,37	0,032467532	0,2164502
18	41,60	0,027056277	0,1833333
19	41,60	0,027056277	0,1833333
20	78,37	0,037878788	0,2333333
21	78,37	0,027056277	0,2164502
22	41,60	0,027056277	0,1833333
23	41,60	0,032467532	0,2164502
24	41,60	0,032467532	0,1833333
25	41,60	0,027056277	0,1833333

26	41,60	0,027056277	0,1833333
27	78,37	0,032467532	0,2164502
28	78,37	0,037878788	0,2164502
29	78,37	0,037878788	0,2333333
30	78,37	0,027056277	0,2164502
31	41,60	0,027056277	0,1833333
32	41,60	0,027056277	0,2164502
33	78,37	0,032467532	0,2164502
34	78,37	0,037878788	0,2333333
35	41,60	0,027056277	0,1833333
36	41,60	0,027056277	0,1833333
37	41,60	0,027056277	0,1833333
38	78,37	0,032467532	0,2333333
39	78,37	0,027056277	0,2164502
40	41,60	0,027056277	0,1833333
41	41,60	0,027056277	0,1833333
42	41,60	0,027056277	0,1833333
43	41,60	0,027056277	0,1833333
44	41,60	0,027056277	0,1833333
45	41,60	0,027056277	0,2164502
46	41,60	0,027056277	0,1833333
47	41,60	0,027056277	0,2164502
48	41,60	0,027056277	0,1833333
49	41,60	0,027056277	0,1833333
50	78,37	0,032467532	0,2164502
51	78,37	0,037878788	0,2333333
52	78,37	0,032467532	0,2164502
53	78,37	0,027056277	0,2164502
54	78,37	0,032467532	0,2164502
55	78,37	0,037878788	0,2333333
56	78,37	0,037878788	0,2164502
57	78,37	0,032467532	0,2164502
58	78,37	0,037878788	0,2164502
59	78,37	0,037878788	0,2333333

Κέρδη των ΚΤΕΛ

Δευτέρα	Τρίτη	Τετάρτη	Πέμπτη	Παρασκευή	Σάββατο	Κυριακή
6676,503	4718,591	4815,714	5695,396	9882,090	5542,406	5700,000

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

Αποτελέσματα Δευτέρας

Bus number 1 will make the routes: 257 274 307
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 293 minutes.
Bus number 2 will not make any route.
Bus number 3 will make the route: 217
starting from station 3 and ending at station 1. The total route duration will be 20 minutes.
Bus number 4 will make the routes: 254 345 344 124 159 129
starting from station 1 and ending at station 2. The total route duration will be 445 minutes.
Bus number 5 will make the routes: 318 106 140 353 113 183 288 199
starting from station 1 and ending at station 3. The total route duration will be 445 minutes.
Bus number 6 will make the routes: 224 236 226 238 228 240
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 450 minutes.
Bus number 7 will not make any route.
Bus number 8 will make the routes: 235 225 237 227 241 231
starting from station 4 and ending at station 4. The total route duration will be 450 minutes.
Bus number 9 will make the routes: 178 152 291 170 161 131 165
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 440 minutes.
Bus number 10 will make the routes: 102 136 272 109 143 357 118
starting from station 1 and ending at station 2. The total route duration will be 436 minutes.
Bus number 11 will make the routes: 279 339 190 209 108 142 255 266
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 430 minutes.
Bus number 12 will not make any route.
Bus number 13 will make the routes: 103 139 283 284 114 148 273 290
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 364 minutes.
Bus number 14 will not make any route.
Bus number 15 will make the routes: 239 229 242 295
starting from station 4 and ending at station 1. The total route duration will be 256 minutes.
Bus number 16 will make the routes: 104 153 354 127 181
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 354 minutes.
Bus number 17 will make the routes: 263 106 147 319 121 155 292 293
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 400 minutes.
Bus number 18 will make the route: 250

starting from station 5 and ending at station 1. The total route duration will be 330 minutes.
Bus number 19 will make the routes: 304 281 192 211 112 149 289 259
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 408 minutes.
Bus number 20 will make the routes: 196 215 130
starting from station 1 and ending at station 2. The total route duration will be 90 minutes.
Bus number 21 will make the routes: 328 115 150 349 126 160
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 444 minutes.
Bus number 22 will make the routes: 188 207 333 169 173 123 157 201
starting from station 1 and ending at station 3. The total route duration will be 394 minutes.
Bus number 23 will make the routes: 367 256 120 154 230
starting from station 1 and ending at station 4. The total route duration will be 410 minutes.
Bus number 24 will make the routes: 311 329 193 212 194 213 286 368
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 324 minutes.
Bus number 25 will make the routes: 171 138 168 146 117 151 198
starting from station 1 and ending at station 3. The total route duration will be 443 minutes.
Bus number 26 will make the routes: 104 184 158 128 162 203 222
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 369 minutes.
Bus number 27 will make the routes: 280 312 116 163
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 209 minutes.
Bus number 28 will not make any route.
Bus number 29 will make the routes: 189 208 305 362 197 216 359 321
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 450 minutes.
Bus number 30 will make the routes: 346 191 210 110 144 361 300
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 449 minutes.
Bus number 31 will make the routes: 264 195 214 306 125 164
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 274 minutes.
Bus number 32 will make the route: 251
starting from station 5 and ending at station 1. The total route duration will be 330 minutes.
Bus number 33 will make the routes: 352 179
starting from station 1 and ending at station 2. The total route duration will be 200 minutes.
Bus number 34 will make the routes: 261 200 219 335
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 277 minutes.
Bus number 35 will make the routes: 187 206 103 137 282 347 348

starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 445 minutes.
Bus number 36 will make the route: 252
starting from station 5 and ending at station 1. The total route duration will be 330 minutes.
Bus number 37 will make the routes: 313 314
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 156 minutes.
Bus number 38 will make the routes: 320 260
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 226 minutes.
Bus number 39 will make the routes: 343 202 221
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 133 minutes.
Bus number 40 will make the routes: 271 299 340 358 122 156 294
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 449 minutes.
Bus number 41 will make the route: 119
starting from station 1 and ending at station 2. The total route duration will be 50 minutes.
Bus number 42 will make the routes: 101 135 105 172 111 145 332 287
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 433 minutes.
Bus number 43 will make the route: 258
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 145 minutes.
Bus number 44 will make the route: 218
starting from station 3 and ending at station 1. The total route duration will be 20 minutes.
Bus number 45 will make the routes: 253 107 141 270 285 265 334
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 441 minutes.
Bus number 46 will make the route: 220
starting from station 3 and ending at station 1. The total route duration will be 20 minutes.
Bus number 47 will not make any route.
Bus number 48 will make the route: 248
starting from station 1 and ending at station 5. The total route duration will be 330 minutes.
Bus number 49 will make the route: 247
starting from station 1 and ending at station 5. The total route duration will be 330 minutes.
Bus number 50 will make the routes: 278 277 269 301
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 230 minutes.
Bus number 51 will not make any route.
Bus number 52 will not make any route.
Bus number 53 will not make any route.
Bus number 54 will make the route: 249

starting from station 1 and ending at station 5. The total route duration will be 330 minutes.
Bus number 55 will not make any route.
Bus number 56 will make the route: 175
starting from station 1 and ending at station 2. The total route duration will be 87 minutes.
Bus number 57 will not make any route.
Bus number 58 will not make any route.
Bus number 59 will not make any route.

From Athens will begin with first route 3 busses and will end by the last route 3 busses.
From Larisa will begin with first route 2 busses and will end by the last route 2 busses.
From Litoxwro will begin with first route 3 busses and will end by the last route 3 busses.
From Thessaloniki will begin with first route 0 busses and will end by the last route 6 busses.
0 of them sould stay there for nest day routes.
The 6 more busses, which end in Thessaloniki because of extra demand or difference in the number of routes, will return in Katerini with extra cost of 9.253500e+001 €.
The income of the extra demand will be 2.708818e+002 €.
So there is profit 1.783468e+002 €, by using second busses.
Totally, will be used 46 of the 57 busses, which are used today.
The first solution will yield profit 8.487485e+003 €.
The final solution will yield profit 8.673041e+003 €.
So, the profit between the solutions is increased by 1.855554e+002 €.
The total daily profit comparing to the current daily KTEL profit will be increased by 1.996538e+003 €.

Αποτελέσματα Τρίτης

Bus number 1 will make the route: 249
starting from station 1 and ending at station 5. The total route duration will be 330 minutes.
Bus number 2 will not make any route.
Bus number 3 will make the routes: 119 164
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 100 minutes.
Bus number 4 will make the routes: 178 152 354 269 321 131
starting from station 1 and ending at station 2. The total route duration will be 446 minutes.
Bus number 5 will make the route: 217
starting from station 3 and ending at station 1. The total route duration will be 20 minutes.
Bus number 6 will make the routes: 367 107 173 123 157 293 129
starting from station 1 and ending at station 2. The total route duration will be 420 minutes.
Bus number 7 will not make any route.

Bus number 8 will make the routes: 235 225 237 227 241 231
starting from station 4 and ending at station 4. The total route duration will be 450 minutes.
Bus number 9 will make the routes: 189 208 305 345 300 125 160 130
starting from station 1 and ending at station 2. The total route duration will be 417 minutes.
Bus number 10 will make the routes: 253 107 141 270 285 265 334
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 441 minutes.
Bus number 11 will make the routes: 279 339 190 209 108 142 255 266
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 430 minutes.
Bus number 12 will make the routes: 306 260
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 222 minutes.
Bus number 13 will make the routes: 318 106 140 353 113 183 288 199
starting from station 1 and ending at station 3. The total route duration will be 445 minutes.
Bus number 14 will not make any route.
Bus number 15 will make the route: 247
starting from station 1 and ending at station 5. The total route duration will be 330 minutes.
Bus number 16 will make the routes: 224 236 226 238 228 240
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 450 minutes.
Bus number 17 will make the routes: 311 329 192 211 112 149 289 259
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 439 minutes.
Bus number 18 will make the routes: 171 138 168 146 117 151 198
starting from station 1 and ending at station 3. The total route duration will be 443 minutes.
Bus number 19 will make the routes: 188 207 333 115 150 122 156 127
starting from station 1 and ending at station 2. The total route duration will be 345 minutes.
Bus number 20 will make the routes: 257 314
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 223 minutes.
Bus number 21 will make the routes: 187 206 103 137 282 347 348
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 445 minutes.
Bus number 22 will make the route: 218
starting from station 3 and ending at station 1. The total route duration will be 20 minutes.
Bus number 23 will make the routes: 239 229 242 295
starting from station 4 and ending at station 1. The total route duration will be 256 minutes.
Bus number 24 will make the route: 248
starting from station 1 and ending at station 5. The total route duration will be 330 minutes.

Bus number 25 will make the routes: 263 106 144 361 358 290 291
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 431 minutes.
Bus number 26 will make the routes: 104 153 124 159 294 203 222
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 276 minutes.
Bus number 27 will make the routes: 264 116 181
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 236 minutes.
Bus number 28 will make the routes: 179 163
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 179 minutes.
Bus number 29 will make the routes: 280 312 362 197 216 126 161
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 346 minutes.
Bus number 30 will make the routes: 104 139 256 120 154 230
starting from station 1 and ending at station 4. The total route duration will be 420 minutes.
Bus number 31 will make the routes: 352 195 214 344 170 162
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 316 minutes.
Bus number 32 will make the routes: 254 340 273 359 335
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 443 minutes.
Bus number 33 will make the routes: 261 200 219 201 220 301
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 337 minutes.
Bus number 34 will make the routes: 278 277 274 307
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 242 minutes.
Bus number 35 will make the routes: 101 135 105 172 111 145 332 287
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 433 minutes.
Bus number 36 will make the routes: 346 191 210 283 284 114 148 342
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 406 minutes.
Bus number 37 will make the routes: 313 202 221
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 118 minutes.
Bus number 38 will make the route: 320
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 81 minutes.
Bus number 39 will make the routes: 196 215
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 40 minutes.
Bus number 40 will make the routes: 271 299 169 184 158 128
starting from station 1 and ending at station 2. The total route duration will be 450 minutes.
Bus number 41 will make the routes: 175 165

starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 137 minutes.
Bus number 42 will make the routes: 102 136 272 109 143 357 118
starting from station 1 and ending at station 2. The total route duration will be 436 minutes.
Bus number 43 will not make any route.
Bus number 44 will not make any route.
Bus number 45 will make the routes: 328 193 212 194 213 286 368 349
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 445 minutes.
Bus number 46 will not make any route.
Bus number 47 will not make any route.
Bus number 48 will make the route: 251
starting from station 5 and ending at station 1. The total route duration will be 330 minutes.
Bus number 49 will make the route: 250
starting from station 5 and ending at station 1. The total route duration will be 330 minutes.
Bus number 50 will make the routes: 304 281 110 147 319 121 155 292
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 404 minutes.
Bus number 51 will not make any route.
Bus number 52 will not make any route.
Bus number 53 will not make any route.
Bus number 54 will make the route: 252
starting from station 5 and ending at station 1. The total route duration will be 330 minutes.
Bus number 55 will not make any route.
Bus number 56 will make the route: 258
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 145 minutes.
Bus number 57 will not make any route.
Bus number 58 will not make any route.
Bus number 59 will not make any route.

From Athens will begin with first route 3 busses and will end by the last route 3 busses.
From Larisa will begin with first route 2 busses and will end by the last route 2 busses.
From Litoxwro will begin with first route 2 busses and will end by the last route 2 busses.
From Thessaloniki will begin with first route 0 busses and will end by the last route 6 busses.
1 of them sould stay there for nest day routes.
The 5 more busses, which end in Thessaloniki because of extra demand or difference in the number of routes, will return in Katerini with extra cost of 7.711250e+001 €.
The income of the extra demand will be 2.537155e+002 €.
So there is profit 1.766030e+002 €, by using second busses.
Totally, will be used 45 of the 57 busses, which are used today.

The first solution will yield profit 6.594532e+003 €.
The final solution will yield profit 6.714751e+003 €.
So, the profit between the solutions is increased by 1.202189e+002 €.
The total daily profit comparing to the current daily KTEL profit will be increased by 1.996160e+003 €.

Αποτελέσματα Τετάρτης

Bus number 1 will make the route: 252
starting from station 5 and ending at station 1. The total route duration will be 330 minutes.
Bus number 2 will not make any route.
Bus number 3 will make the routes: 119 181
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 179 minutes.
Bus number 4 will make the route: 165
starting from station 2 and ending at station 1. The total route duration will be 50 minutes.
Bus number 5 will make the routes: 187 206 103 137 282 347 348
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 445 minutes.
Bus number 6 will make the routes: 271 305 340 273 122 156 269
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 437 minutes.
Bus number 7 will not make any route.
Bus number 8 will make the routes: 235 225 237 227 241 231
starting from station 4 and ending at station 4. The total route duration will be 450 minutes.
Bus number 9 will make the routes: 328 115 149 289 259 127
starting from station 1 and ending at station 2. The total route duration will be 433 minutes.
Bus number 10 will make the routes: 178 173 123 157 201 220 294 131
starting from station 1 and ending at station 2. The total route duration will be 449 minutes.
Bus number 11 will make the routes: 253 107 141 270 285 265 334
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 441 minutes.
Bus number 12 will not make any route.
Bus number 13 will make the route: 217
starting from station 3 and ending at station 1. The total route duration will be 20 minutes.
Bus number 14 will not make any route.
Bus number 15 will make the route: 250
starting from station 5 and ending at station 1. The total route duration will be 330 minutes.
Bus number 16 will make the routes: 318 106 140 353 113 183 288 199
starting from station 1 and ending at station 3. The total route duration will be 445 minutes.
Bus number 17 will make the routes: 346 191 210 283 284 114 148 342

starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 406 minutes.
Bus number 18 will make the route: 218
starting from station 3 and ending at station 1. The total route duration will be 20 minutes.
Bus number 19 will make the routes: 304 329 192 211 112 147 319 121
starting from station 1 and ending at station 2. The total route duration will be 377 minutes.
Bus number 20 will not make any route.
Bus number 21 will make the routes: 224 236 226 238 228 240
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 450 minutes.
Bus number 22 will make the routes: 188 207 299 169 150 349 292 293
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 444 minutes.
Bus number 23 will make the routes: 367 256 120 154 230
starting from station 1 and ending at station 4. The total route duration will be 410 minutes.
Bus number 24 will make the route: 251
starting from station 5 and ending at station 1. The total route duration will be 330 minutes.
Bus number 25 will make the routes: 101 135 105 172 111 145 332 287
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 433 minutes.
Bus number 26 will make the routes: 104 139 345 300 291 126 160 130
starting from station 1 and ending at station 2. The total route duration will be 431 minutes.
Bus number 27 will make the routes: 257 314
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 223 minutes.
Bus number 28 will make the route: 258
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 145 minutes.
Bus number 29 will make the routes: 189 208 312 116 184 159 129 163
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 442 minutes.
Bus number 30 will make the routes: 239 229 242 295
starting from station 4 and ending at station 1. The total route duration will be 256 minutes.
Bus number 31 will make the routes: 264 179 153 125 161
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 336 minutes.
Bus number 32 will make the routes: 104 152 354 274 335 203 222
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 346 minutes.
Bus number 33 will make the routes: 105 155 200 219 301
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 215 minutes.
Bus number 34 will make the routes: 278 277 307

starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 171 minutes.
Bus number 35 will make the routes: 102 136 272 109 143 357 118
starting from station 1 and ending at station 2. The total route duration will be 436 minutes.
Bus number 36 will make the routes: 171 138 168 146 117 151 198
starting from station 1 and ending at station 3. The total route duration will be 443 minutes.
Bus number 37 will make the routes: 313 202 221
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 118 minutes.
Bus number 38 will make the route: 320
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 81 minutes.
Bus number 39 will make the routes: 196 215
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 40 minutes.
Bus number 40 will make the routes: 279 339 190 209 108 142 255 266
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 430 minutes.
Bus number 41 will make the routes: 175 164
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 137 minutes.
Bus number 42 will make the routes: 254 362 197 216 124 158 128
starting from station 1 and ending at station 2. The total route duration will be 432 minutes.
Bus number 43 will make the routes: 280 195 214 344 359 321
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 342 minutes.
Bus number 44 will make the routes: 263 281 110 144 361 358 290
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 431 minutes.
Bus number 45 will make the routes: 311 333 193 212 194 213 286 368
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 334 minutes.
Bus number 46 will not make any route.
Bus number 47 will not make any route.
Bus number 48 will make the route: 249
starting from station 1 and ending at station 5. The total route duration will be 330 minutes.
Bus number 49 will make the routes: 352 261 170 162
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 383 minutes.
Bus number 50 will make the route: 247
starting from station 1 and ending at station 5. The total route duration will be 330 minutes.
Bus number 51 will not make any route.
Bus number 52 will not make any route.
Bus number 53 will not make any route.

Bus number 54 will make the route: 248
starting from station 1 and ending at station 5. The total route duration will be 330 minutes.
Bus number 55 will not make any route.
Bus number 56 will make the routes: 306 260
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 222 minutes.
Bus number 57 will not make any route.
Bus number 58 will not make any route.
Bus number 59 will not make any route.

From Athens will begin with first route 3 busses and will end by the last route 3 busses.
From Larisa will begin with first route 2 busses and will end by the last route 2 busses.
From Litoxwro will begin with first route 2 busses and will end by the last route 2 busses.
From Thessaloniki will begin with first route 1 busses and will end by the last route 6 busses.
1 of them sould stay there for nest day routes.
The 4 more busses, which end in Thessaloniki because of extra demand or difference in the number of routes, will return in Katerini with extra cost of 6.169000e+001 €.
The income of the extra demand will be 9.526576e+001 €.
So there is profit 3.357576e+001 €, by using second busses.
Totally, will be used 45 of the 57 busses, which are used today.
The first solution will yield profit 6.744539e+003 €.
The final solution will yield profit 6.930105e+003 €.
So, the profit between the solutions is increased by 1.855655e+002 €.
The total daily profit comparing to the current daily KTEL profit will be increased by 2.114391e+003 €.

Αποτελέσματα Πέμπτης

Bus number 1 will make the routes: 352 179 153 170 161
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 380 minutes.
Bus number 2 will make the routes: 175 163
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 137 minutes.
Bus number 3 will make the routes: 278 277 274 307
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 242 minutes.
Bus number 4 will make the routes: 346 191 210 283 284 114 148 342
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 406 minutes.
Bus number 5 will make the routes: 101 135 105 172 111 145 332 287
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 433 minutes.
Bus number 6 will make the routes: 224 236 226 238 228 240

starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 450 minutes.
Bus number 7 will not make any route.
Bus number 8 will make the routes: 235 225 237 227 241 231
starting from station 4 and ending at station 4. The total route duration will be 450 minutes.
Bus number 9 will make the route: 165
starting from station 2 and ending at station 1. The total route duration will be 50 minutes.
Bus number 10 will make the routes: 271 299 256 120 154 125
starting from station 1 and ending at station 2. The total route duration will be 441 minutes.
Bus number 11 will make the routes: 279 339 190 209 108 142 255 266
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 430 minutes.
Bus number 12 will make the routes: 313 202 221
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 118 minutes.
Bus number 13 will make the routes: 318 106 140 353 113 183 288 199
starting from station 1 and ending at station 3. The total route duration will be 445 minutes.
Bus number 14 will not make any route.
Bus number 15 will make the routes: 188 207 333 115 150 122 156 127
starting from station 1 and ending at station 2. The total route duration will be 345 minutes.
Bus number 16 will make the route: 218
starting from station 3 and ending at station 1. The total route duration will be 20 minutes.
Bus number 17 will make the routes: 304 281 110 147 319 121 155 292
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 404 minutes.
Bus number 18 will make the routes: 263 106 144 361 358 290 291
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 431 minutes.
Bus number 19 will make the routes: 328 193 212 194 213 286 368 349
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 445 minutes.
Bus number 20 will make the route: 249
starting from station 1 and ending at station 5. The total route duration will be 330 minutes.
Bus number 21 will make the routes: 367 169 173 123 157 293 129
starting from station 1 and ending at station 2. The total route duration will be 450 minutes.
Bus number 22 will make the routes: 178 152 354 269 321 131
starting from station 1 and ending at station 2. The total route duration will be 446 minutes.
Bus number 23 will make the routes: 239 229 242 295
starting from station 4 and ending at station 1. The total route duration will be 256 minutes.

Bus number 24 will make the route: 248
starting from station 1 and ending at station 5. The total route duration will be 330 minutes.
Bus number 25 will make the routes: 253 107 141 270 285 265 334
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 441 minutes.
Bus number 26 will make the routes: 254 345 300 230
starting from station 1 and ending at station 4. The total route duration will be 370 minutes.
Bus number 27 will make the route: 247
starting from station 1 and ending at station 5. The total route duration will be 330 minutes.
Bus number 28 will not make any route.
Bus number 29 will make the routes: 264 195 214 344 126 160 130 164
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 372 minutes.
Bus number 30 will make the routes: 187 206 103 137 282 347 348
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 445 minutes.
Bus number 31 will make the routes: 261 200 219 201 220 301
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 337 minutes.
Bus number 32 will make the routes: 171 138 168 146 117 151 198
starting from station 1 and ending at station 3. The total route duration will be 443 minutes.
Bus number 33 will make the routes: 257 314
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 223 minutes.
Bus number 34 will make the routes: 306 260
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 222 minutes.
Bus number 35 will make the routes: 102 136 272 109 143 357 118
starting from station 1 and ending at station 2. The total route duration will be 436 minutes.
Bus number 36 will make the route: 217
starting from station 3 and ending at station 1. The total route duration will be 20 minutes.
Bus number 37 will make the route: 320
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 81 minutes.
Bus number 38 will make the routes: 196 215
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 40 minutes.
Bus number 39 will make the routes: 119 181
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 179 minutes.
Bus number 40 will make the routes: 311 329 192 211 112 149 289 259
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 439 minutes.

Bus number 41 will make the route: 258
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 145 minutes.
Bus number 42 will make the routes: 104 139 340 273 124 158 128 162
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 428 minutes.
Bus number 43 will not make any route.
Bus number 44 will not make any route.
Bus number 45 will make the routes: 280 312 116 184 159 335 203 222
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 433 minutes.
Bus number 46 will not make any route.
Bus number 47 will not make any route.
Bus number 48 will make the route: 250
starting from station 5 and ending at station 1. The total route duration will be 330 minutes.
Bus number 49 will make the routes: 189 208 305 362 197 216 359 294
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 400 minutes.
Bus number 50 will make the route: 252
starting from station 5 and ending at station 1. The total route duration will be 330 minutes.
Bus number 51 will not make any route.
Bus number 52 will not make any route.
Bus number 53 will not make any route.
Bus number 54 will make the route: 251
starting from station 5 and ending at station 1. The total route duration will be 330 minutes.
Bus number 55 will not make any route.
Bus number 56 will not make any route.
Bus number 57 will not make any route.
Bus number 58 will not make any route.
Bus number 59 will not make any route.

From Athens will begin with first route 3 busses and will end by the last route 3 busses.
From Larisa will begin with first route 2 busses and will end by the last route 2 busses.
From Litoxwro will begin with first route 2 busses and will end by the last route 2 busses.
From Thessaloniki will begin with first route 1 busses and will end by the last route 5 busses.
The 4 more busses, which end in Thessaloniki because of extra demand or difference in the number of routes, will not return in Katerini, because they will be used next day.
The income of the extra demand will be 5.250000e+001 €.
So there is profit 5.250000e+001 €, by using second busses.
Totally, will be used 44 of the 57 busses, which are used today.
The first solution will yield profit 7.634357e+003 €.

The final solution will yield profit 7.842156e+003 €.
So, the profit between the solutions is increased by 2.077987e+002 €.
The total daily profit comparing to the current daily KTEL profit will be increased by 2.146760e+003 €.

Αποτελέσματα Παρασκευής

Bus number 1 will make the route: 247
starting from station 1 and ending at station 5. The total route duration will be 330 minutes.
Bus number 2 will make the routes: 320 260
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 226 minutes.
Bus number 3 will make the route: 258
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 145 minutes.
Bus number 4 will make the route: 163
starting from station 2 and ending at station 1. The total route duration will be 50 minutes.
Bus number 5 will make the routes: 187 206 103 137 282 347 348
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 445 minutes.
Bus number 6 will make the routes: 264 179 153 125 159 335
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 391 minutes.
Bus number 7 will not make any route.
Bus number 8 will make the routes: 235 225 237 227 241 231
starting from station 4 and ending at station 4. The total route duration will be 450 minutes.
Bus number 9 will make the routes: 189 208 312 116 173 124 158 128
starting from station 1 and ending at station 2. The total route duration will be 417 minutes.
Bus number 10 will make the route: 153
starting from station 2 and ending at station 1. The total route duration will be 50 minutes.
Bus number 11 will make the routes: 253 107 141 270 285 265 334
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 441 minutes.
Bus number 12 will make the routes: 343 202 221
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 133 minutes.
Bus number 13 will make the route: 217
starting from station 3 and ending at station 1. The total route duration will be 20 minutes.
Bus number 14 will make the routes: 257 307
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 222 minutes.
Bus number 15 will make the route: 151

starting from station 2 and ending at station 1. The total route duration will be 50 minutes.
Bus number 16 will make the routes: 102 136 272 109 143 357 118
starting from station 1 and ending at station 2. The total route duration will be 436 minutes.
Bus number 17 will make the routes: 346 191 210 283 284 114 148 273
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 410 minutes.
Bus number 18 will make the routes: 224 236 226 238 228 240
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 450 minutes.
Bus number 19 will make the route: 160
starting from station 2 and ending at station 1. The total route duration will be 50 minutes.
Bus number 20 will make the route: 250
starting from station 5 and ending at station 1. The total route duration will be 330 minutes.
Bus number 21 will make the route: 181
starting from station 2 and ending at station 1. The total route duration will be 129 minutes.
Bus number 22 will make the route: 162
starting from station 2 and ending at station 1. The total route duration will be 50 minutes.
Bus number 23 will make the routes: 367 256 120 154 230
starting from station 1 and ending at station 4. The total route duration will be 410 minutes.
Bus number 24 will make the route: 252
starting from station 5 and ending at station 1. The total route duration will be 330 minutes.
Bus number 25 will make the routes: 171 138 168 146 117 151 198
starting from station 1 and ending at station 3. The total route duration will be 443 minutes.
Bus number 26 will make the routes: 239 229 242 295
starting from station 4 and ending at station 1. The total route duration will be 256 minutes.
Bus number 27 will make the route: 251
starting from station 5 and ending at station 1. The total route duration will be 330 minutes.
Bus number 28 will make the routes: 278 277 200 219 301
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 209 minutes.
Bus number 29 will make the routes: 280 195 214 306 359 321 131 165
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 444 minutes.
Bus number 30 will make the routes: 263 281 110 144 361 358 290
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 431 minutes.
Bus number 31 will make the routes: 352 261 170 161

starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 383 minutes.
Bus number 32 will make the route: 218
starting from station 3 and ending at station 1. The total route duration will be 20 minutes.
Bus number 33 will make the route: 163
starting from station 2 and ending at station 1. The total route duration will be 50 minutes.
Bus number 34 will make the routes: 313 314
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 156 minutes.
Bus number 35 will make the route: 164
starting from station 2 and ending at station 1. The total route duration will be 50 minutes.
Bus number 36 will make the routes: 271 305 340 300 123 157 201 220
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 420 minutes.
Bus number 37 will make the routes: 196 215
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 40 minutes.
Bus number 38 will make the routes: 119 184 159
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 224 minutes.
Bus number 39 will make the routes: 175 155
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 137 minutes.
Bus number 40 will make the routes: 188 207 299 169 150 349 292 293
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 444 minutes.
Bus number 41 will make the route: 164
starting from station 2 and ending at station 1. The total route duration will be 50 minutes.
Bus number 42 will make the route: 152
starting from station 2 and ending at station 1. The total route duration will be 50 minutes.
Bus number 43 will make the routes: 104 139 345 344 291 126 160 130
starting from station 1 and ending at station 2. The total route duration will be 431 minutes.
Bus number 44 will make the routes: 254 362 354 274 294 203
starting from station 1 and ending at station 3. The total route duration will be 439 minutes.
Bus number 45 will make the routes: 279 339 190 209 108 142 255 266
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 430 minutes.
Bus number 46 will make the route: 222
starting from station 3 and ending at station 1. The total route duration will be 25 minutes.
Bus number 47 will make the routes: 328 115 149 289 259 127

starting from station 1 and ending at station 2. The total route duration will be 433 minutes.
Bus number 48 will make the routes: 101 135 105 172 111 145 332 287
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 433 minutes.
Bus number 49 will make the routes: 318 106 140 353 113 183 288 199
starting from station 1 and ending at station 3. The total route duration will be 445 minutes.
Bus number 50 will make the route: 248
starting from station 1 and ending at station 5. The total route duration will be 330 minutes.
Bus number 51 will make the routes: 311 333 193 212 194 213 286 368
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 334 minutes.
Bus number 52 will make the routes: 178 149 197 216 122 156 269 129
starting from station 1 and ending at station 2. The total route duration will be 430 minutes.
Bus number 53 will make the routes: 304 329 192 211 112 147 319 121
starting from station 1 and ending at station 2. The total route duration will be 377 minutes.
Bus number 54 will make the route: 249
starting from station 1 and ending at station 5. The total route duration will be 330 minutes.
Bus number 55 will not make any route.
Bus number 56 will not make any route.
Bus number 57 will not make any route.
Bus number 58 will not make any route.
Bus number 59 will not make any route.

From Athens will begin with first route 3 busses and will end by the last route 3 busses.
From Larisa will begin with first route 2 busses and will end by the last route 2 busses.
From Litoxwro will begin with first route 3 busses and will end by the last route 3 busses.
From Thessaloniki will begin with first route 10 busses and will end by the last route 6 busses.
The income of the extra demand will be 3.181499e+002 €.
So there is profit 3.181499e+002 €, by using second busses.
Totally, will be used 53 of the 57 busses, which are used today.
The first solution will yield profit 1.073594e+004 €.
The final solution will yield profit 1.079785e+004 €.
So, the profit between the solutions is increased by 6.190693e+001 €.
The total daily profit comparing to the current daily KTEL profit will be increased by 9.157584e+002 €.

Αποτελέσματα Σαββάτου

Bus number 1 will make the route: 250

starting from station 5 and ending at station 1. The total route duration will be 330 minutes.
Bus number 2 will not make any route.
Bus number 3 will make the routes: 325 200 219 202 221
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 161 minutes.
Bus number 4 will make the routes: 171 138 323 284 114 148 119
starting from station 1 and ending at station 2. The total route duration will be 411 minutes.
Bus number 5 will make the routes: 224 236 226 238 228 240
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 450 minutes.
Bus number 6 will make the routes: 364 116 184 158 128 162 203
starting from station 1 and ending at station 3. The total route duration will be 441 minutes.
Bus number 7 will not make any route.
Bus number 8 will make the routes: 235 225 237 227 241 231
starting from station 4 and ending at station 4. The total route duration will be 450 minutes.
Bus number 9 will make the route: 155
starting from station 2 and ending at station 1. The total route duration will be 50 minutes.
Bus number 10 will make the routes: 176 172 111 145 330 358
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 446 minutes.
Bus number 11 will make the routes: 350 336 109 143 194 213 286 118
starting from station 1 and ending at station 2. The total route duration will be 377 minutes.
Bus number 12 will not make any route.
Bus number 13 will make the routes: 363 107 141 112 146 117 173
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 446 minutes.
Bus number 14 will not make any route.
Bus number 15 will make the routes: 262 230
starting from station 1 and ending at station 4. The total route duration will be 257 minutes.
Bus number 16 will make the route: 156
starting from station 2 and ending at station 1. The total route duration will be 50 minutes.
Bus number 17 will make the routes: 104 142 113 149 197 216 290 291
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 302 minutes.
Bus number 18 will make the routes: 322 191 210 169 152 123 157 293
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 382 minutes.
Bus number 19 will make the routes: 275 108 150 351 125 159 129
starting from station 1 and ending at station 2. The total route duration will be 422 minutes.
Bus number 20 will not make any route.

Bus number 21 will make the routes: 132 166 308 347 361 287
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 442 minutes.
Bus number 22 will make the routes: 204 209 185 268 259 127 161
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 448 minutes.
Bus number 23 will make the routes: 239 229 242 295
starting from station 4 and ending at station 1. The total route duration will be 256 minutes.
Bus number 24 will make the route: 248
starting from station 1 and ending at station 5. The total route duration will be 330 minutes.
Bus number 25 will make the routes: 299 340 302 198 217 124 160 130
starting from station 1 and ending at station 2. The total route duration will be 397 minutes.
Bus number 26 will make the routes: 276 317 354 269 321 131
starting from station 1 and ending at station 2. The total route duration will be 414 minutes.
Bus number 27 will make the routes: 180 153 199 218 292 201 220 294
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 321 minutes.
Bus number 28 will not make any route.
Bus number 29 will make the routes: 195 214 309 359 260
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 377 minutes.
Bus number 30 will make the routes: 188 208 106 140 353 255 337 289
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 422 minutes.
Bus number 31 will make the routes: 257 170 163
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 275 minutes.
Bus number 32 will make the routes: 267 316 110 144 348 121
starting from station 1 and ending at station 2. The total route duration will be 420 minutes.
Bus number 33 will make the route: 258
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 145 minutes.
Bus number 34 will not make any route.
Bus number 35 will make the routes: 296 341 298 282 283 270 285 324
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 346 minutes.
Bus number 36 will make the routes: 356 349 126 181
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 391 minutes.
Bus number 37 will not make any route.
Bus number 38 will not make any route.
Bus number 39 will not make any route.
Bus number 40 will make the routes: 297 355 168 147 205 223 120 154

starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 420 minutes.
Bus number 41 will not make any route.
Bus number 42 will make the route: 247
starting from station 1 and ending at station 5. The total route duration will be 330 minutes.
Bus number 43 will make the route: 165
starting from station 2 and ending at station 1. The total route duration will be 50 minutes.
Bus number 44 will not make any route.
Bus number 45 will make the routes: 254 192 211 193 212 115 151 122
starting from station 1 and ending at station 2. The total route duration will be 375 minutes.
Bus number 46 will not make any route.
Bus number 47 will make the route: 164
starting from station 2 and ending at station 1. The total route duration will be 50 minutes.
Bus number 48 will make the route: 249
starting from station 1 and ending at station 5. The total route duration will be 330 minutes.
Bus number 49 will make the route: 222
starting from station 3 and ending at station 1. The total route duration will be 25 minutes.
Bus number 50 will make the route: 252
starting from station 5 and ending at station 1. The total route duration will be 330 minutes.
Bus number 51 will not make any route.
Bus number 52 will not make any route.
Bus number 53 will not make any route.
Bus number 54 will make the route: 251
starting from station 5 and ending at station 1. The total route duration will be 330 minutes.
Bus number 55 will not make any route.
Bus number 56 will not make any route.
Bus number 57 will not make any route.
Bus number 58 will not make any route.
Bus number 59 will not make any route.

From Athens will begin with first route 3 busses and will end by the last route 3 busses.
From Larisa will begin with first route 2 busses and will end by the last route 2 busses.
From Litoxwro will begin with first route 1 busses and will end by the last route 1 busses.
From Thessaloniki will begin with first route 4 busses and will end by the last route 7 busses.
2 of them sould stay there for nest day routes.
The 1 more busses, which end in Thessaloniki because of extra demand or difference in the number of routes, will return in Katerini with extra cost of 1.542250e+001 €.

Totally, will be used 38 of the 43 busses, which are used today.
The first solution will yield profit 6.342609e+003 €.
The final solution will yield profit 6.687046e+003 €.
So, the profit between the solutions is increased by 3.444371e+002 €.
The total daily profit comparing to the current daily KTEL profit will be increased by 1.144640e+003 €.

Αποτελέσματα Κυριακής

Bus number 1 will make the routes: 199 218 327
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 121 minutes.
Bus number 2 will not make any route.
Bus number 3 will make the route: 359
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 115 minutes.
Bus number 4 will make the routes: 150 121 156 127 161 131 165
starting from station 2 and ending at station 1. The total route duration will be 350 minutes.
Bus number 5 will make the routes: 349 292 134 167
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 268 minutes.
Bus number 6 will make the route: 220
starting from station 3 and ending at station 1. The total route duration will be 20 minutes.
Bus number 7 will not make any route.
Bus number 8 will make the routes: 236 232 243 229 245 293 294
starting from station 4 and ending at station 1. The total route duration will be 437 minutes.
Bus number 9 will make the routes: 331 200 219 260
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 230 minutes.
Bus number 10 will make the routes: 132 166 326 347 286 287 289 290
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 442 minutes.
Bus number 11 will make the routes: 297 106 142 255 118 152 123
starting from station 1 and ending at station 2. The total route duration will be 426 minutes.
Bus number 12 will not make any route.
Bus number 13 will make the routes: 254 192 211 193 212 114 148 325
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 406 minutes.
Bus number 14 will not make any route.
Bus number 15 will make the routes: 246 295
starting from station 4 and ending at station 1. The total route duration will be 106 minutes.
Bus number 16 will make the routes: 188 208 298 282 283 284 285 116
starting from station 1 and ending at station 2. The total route duration will be 245 minutes.

Bus number 17 will make the routes: 338 310 125 186 162 131
starting from station 1 and ending at station 2. The total route duration will be 374 minutes.
Bus number 18 will make the routes: 204 209 108 182 120 155 303 201
starting from station 1 and ending at station 3. The total route duration will be 414 minutes.
Bus number 19 will make the route: 159
starting from station 2 and ending at station 1. The total route duration will be 50 minutes.
Bus number 20 will not make any route.
Bus number 21 will make the routes: 225 237 233 244 234
starting from station 1 and ending at station 4. The total route duration will be 375 minutes.
Bus number 22 will make the routes: 198 217 291 126 160 130
starting from station 1 and ending at station 2. The total route duration will be 221 minutes.
Bus number 23 will make the routes: 315 170 174 203 222
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 302 minutes.
Bus number 24 will make the route: 250
starting from station 5 and ending at station 1. The total route duration will be 330 minutes.
Bus number 25 will make the routes: 197 216 177 157 133 163
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 277 minutes.
Bus number 26 will make the routes: 124 158 202 221
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 140 minutes.
Bus number 27 will not make any route.
Bus number 28 will not make any route.
Bus number 29 will make the route: 230
starting from station 1 and ending at station 4. The total route duration will be 75 minutes.
Bus number 30 will make the routes: 176 140 112 146 257 122
starting from station 1 and ending at station 2. The total route duration will be 432 minutes.
Bus number 31 will not make any route.
Bus number 32 will make the route: 251
starting from station 5 and ending at station 1. The total route duration will be 330 minutes.
Bus number 33 will not make any route.
Bus number 34 will not make any route.
Bus number 35 will make the route: 247
starting from station 1 and ending at station 5. The total route duration will be 330 minutes.
Bus number 36 will make the route: 249
starting from station 1 and ending at station 5. The total route duration will be 330 minutes.
Bus number 37 will not make any route.

Bus number 38 will not make any route.
Bus number 39 will not make any route.
Bus number 40 will make the route: 248
starting from station 1 and ending at station 5. The total route duration will be 330 minutes.
Bus number 41 will not make any route.
Bus number 42 will make the route: 252
starting from station 5 and ending at station 1. The total route duration will be 330 minutes.
Bus number 43 will not make any route.
Bus number 44 will not make any route.
Bus number 45 will make the routes: 104 138 110 144 348 120 154
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 437 minutes.
Bus number 46 will not make any route.
Bus number 47 will not make any route.
Bus number 48 will make the routes: 259 269 129 164
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 306 minutes.
Bus number 49 will make the routes: 191 210 194 213 195 214 205 223
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 160 minutes.
Bus number 50 will not make any route.
Bus number 51 will not make any route.
Bus number 52 will not make any route.
Bus number 53 will not make any route.
Bus number 54 will make the routes: 354 274
starting from station 1 and ending at station 1. The total route duration will be 146 minutes.
Bus number 55 will not make any route.
Bus number 56 will not make any route.
Bus number 57 will not make any route.
Bus number 58 will not make any route.
Bus number 59 will not make any route.

From Athens will begin with first route 3 busses and will end by the last route 3 busses.
From Larisa will begin with first route 2 busses and will end by the last route 2 busses.
From Litoxwro will begin with first route 1 busses and will end by the last route 1 busses.
From Thessaloniki will begin with first route 2 busses and will end by the last route 5 busses.
The 3 more busses, which end in Thessaloniki because of extra demand or difference in the number of routes, will return in Katerini with extra cost of 4.626750e+001 €.
The income of the extra demand will be 1.284874e+002 €.
So there is profit 8.221991e+001 €, by using second busses.
Totally, will be used 32 of the 36 busses, which are used today.
The first solution will yield profit 6.374524e+003 €.

The final solution will yield profit 6.718511e+003 €.
So, the profit between the solutions is increased by 3.439865e+002 €.
The total daily profit comparing to the current daily KTEL profit will be increased by 1.018511e+003 €.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΞΕΝΗ

- Asvin, G., Volker, G., 2008. A General Vehicle Routing Problem. *European Journal of Operational Research*, 191, pp. 650–660.

- Beltrami, E., Bodin, L., 1974. Networks and Vehicle Routing for Municipal Waste Collection. *Networks*, Vol. 4, No. 1, pp. 65-94.

- Bennett, B., Gazis, D., December 1972. School Bus Routing by Computer. *Transportation Research*, Vol. 6 , No. 4, pp. 317-325.

- Bodin, L., Golden, B., 1981. Classification in vehicle routing and scheduling. *Networks*, 11, pp. 97-108.

- Bodin, L., Golden, B., Assad, A., Ball, M., 1983. Routing and scheduling of vehicles and crews: the state of the art. *Computers & Operations Research*, 10(2), pp. 63 – 211.

- Braysy, O., Gendreau, M., 2005a. Vehicle routing problem with time windows. Part I: Route construction and local search algorithms. *Transportation Science*, 39 (1), pp. 104–118.

- Braysy, O., Gendreau, M., 2005b. Vehicle routing problem with time windows. Part II: Metaheuristics. *Transportation Science*, 39 (1), pp. 119–139.

- Bunte, S., Kliewer, N., 2009. An Overview on Vehicle Scheduling Models. *Public Transp*, 1, pp. 299–317, 1 – 2.

- Campbell, A., Savelsbergh, M., 2004. Efficient insertion heuristics for vehicle routing and scheduling problems. *Transportation Science*, 38 (3), pp. 369–378.

- Conway, R.W., Maxwell, W.L., Miller, L.W., 1967. *Theory of Scheduling.* Addison-Wesley, Reading, MA.

- Cordeau, J.F., Desaulniers, G., Desrosiers, J., Solomon, M., Soumis, F., 2002. VRP with time windows. In: Toth, P., Vigo, D. (Eds.), *The Vehicle Routing Problem*. SIAM Monographs on Discrete Mathematics and Applications, Philadelphia, pp. 157–193.

- Daduna, J. R., Paixao, J. M. P., 1995. Vehicle scheduling for public mass transitan overview. *In Proceedings of the Sixth International Workshop on Computer-Aided Scheduling of Public Transport*, pp. 76 – 90.

- Desrochers, M., Lenstra, J.K., Savelsbergh, M.W.P., 1990. A classification scheme for vehicle routing and scheduling problems. Theory and Methodology. *European Journal of Operational Research*, 46, pp. 322-332.

- Desrosiers, J., Dumas, Y., Solomon, M.M., Soumis, F., 1995. Time constrained routing and scheduling. Ball, M.O., Magnanti, T.L., Monma, C.L., Nemhauser, G.L., eds. *Handbooks in Operations Research and Management Science*, Vol. 8. Network Routing, North-Holland, Amsterdam, The Netherlands, pp. 35–139.

- Gamin, W., Crandall, H., John, J., Spellman, R., July 1957. Applications of Linear Programing in the Oil Industry. *Management Science*, Vol. 3, No. 4, pp. 407-430.

- Golden, B., August 1975. Vehicle Routing Problems: Formulations and Heuristic Solution Techniques, *Technical Report* No. 113*,* M.I.T. Operations Research Center.

- Golden, B.L., Magnanti, T.L., Nguyen, H.Q., Summer 1977. Implementing Vehicle Routing Algorithms. *Networks*. Massachusetts Institute of Technology. Cambridge, Massachusetts. Volume 7, Issue 2, pp. 113 – 148.

- Graham, R.L., Lawler, E.L., Lenstra, J.K., and Rinnooy Kan, A.H.G., 1979. Optimization and approximation in deterministic sequencing and scheduling: A survey. *Annals of Discrete Mathematics*, 5, pp. 287-326.

- Handler, G.Y., Mirchandani, P.B., 1979. Location on Networks. Theory and Algorithms, MIT Press, Cambridge, MA.

- Hane, C.A., Barnhart, C., Johnson, E.L., Marsten, R.E., Nemhauser*, G.L., Sigismondi, G., 1995. The fleet assignment problem: solving a large-scale integer program. *Mathematical Programming*, 70, pp. 211-232

- Huisman D., Freling R., Wagelmans A.P.M., November 2004. A Robust Solution Approach to the Dynamic Vehicle Scheduling Problem. *Transportation Science*, Vol. 38, No. 4, pp. 447–458.

- Lageweg, B.J., Lawler, E.L., Lenstra, J.K., Rinnooy Kan, A.H.G., 1981. Computer-aided complexity classification of deterministic scheduling problems. *Report BW*, 138, Mathematisch Centrum, Amsterdam.

- Lageweg, B.J., Lenstra, J.K., Lawler, E.L., Rinnooy Kan, A.H.G., 1982. Computer-aided complexity classification of combinatorial problems. *Communications of the ACM*, 25, pp. 817-822.

- Laporte, G., Semet, F., 2002. Classical heuristics for the capacitated VRP. In: Toth, P., Vigo, D. (Eds.), The Vehicle Routing Problem. *SIAM Monographs on Discrete Mathematics and Applications*, Philadelphia, pp. 109–128.

- Mesquita M., Paixao, J.M.P., 1999. Exact algorithms for the multi-depot vehicle scheduling problem based on multicommodity network flow type formulations. In Wilson, N.H., editor, *Computer-Aided Transit Scheduling*, volume

471 of Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, Berlin, pp. 221 – 243.

- Ronen, D., 1988. Perspectives on practical aspects of truck routing and scheduling. *European Journal of Operational Research*, 35, pp. 137-145.

- Wren, A., 2003. Scheduling vehicles and their drivers - forty years' experience. *Technical report*.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ

- Αρκουμάνης Ι., 2004. «*Βελτιστοποίηση του Προβλήματος Ανάθεσης και Δρομολόγησης Αεροσκαφών Αεροπορικής Εταιρείας με τη Χρήση Ευρετικού Αλγορίθμου GRASP*», Διπλωματική Εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης.

- Βοϊατζή Δ., 2005. «Εφαρμογή Αλγορίθμου Βελτιστοποίησης για τη Δρομολόγηση και Διαχείριση Στόλου των Οχημάτων της Εταιρείας ΑΠΙΒΙΤΑ Α.Ε.», Διπλωματική εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, σσ. 7 – 11.

- Μαρινάκης, Ι., 2001. «*Ανάπτυξη και Εφαρμογή Αλγορίθμου για Επίλυση του Προβλήματος Δρομολόγησης Οχημάτων*», Μεταπτυχιακή Διπλωματική εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, σσ. 14 – 15, 17, 25 – 27, 27 – 31.

- Μαρινάκης, Ι., Μυγδαλάς, Α., 2008. *Σχεδιασμός και Βελτιστοποίηση της Εφοδιαστικής Αλυσίδας*, Εκδόσεις σοφία, Θεσσαλονίκη, 1, 6, σσ. 22, 123 – 127, 128 – 132, 134.

- Μαρινάκης, Ι., Μυγδαλάς, Α., 2009. *Σημειώσεις Συνδυαστικής Βελτιστοποίησης*, Πολυτεχνείο Κρήτης, σσ. 105 – 106.

- Ρούμπης, Γ., 1994. «*Βέλτιστη (Ελαχίστου Κόστους) Δρομολόγηση Οχημάτων για τη Συλλογή Αστικών Απορριμάτων*», Διπλωματική εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, σσ. 12 – 14.

ΔΙΑΔΥΚΤΙΑΚΟΙ ΤΟΠΟΙ

- http://www.ktelclub.gr/site/index.php?option=com_content&view=article&id=34&Itemid=6
- http://ktelbus.com/?module=default&pages_id=7&lang=el