



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

---

Μεταπτυχιακή Εργασία

ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ  
ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΜΕ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΑ

---

υπό  
ΜΠΑΚΑΣΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ  
Διπλωματούχου Μηχανολόγου Μηχανικού Π.Θ. 2002

Υπεβλήθη για την εκπλήρωση μέρους των  
απαιτήσεων για την απόκτηση του  
Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης  
2012

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ  
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»

Αριθ. Εισ.: 10410/1  
Ημερ. Εισ.: 27-03-2012  
Δωρεά: Συγγραφέα  
Ταξιθετικός Κωδικός: Δ  
388.049  
ΜΠΑ



© 2012 Μπακάσης Αλ. Κωνσταντίνος

Η έγκριση της μεταπτυχιακής εργασίας από το Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα (Ν. 5343/32 αρ. 202 παρ. 2).



## Εγκρίθηκε από τα Μέλη της Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής:

Πρώτος Εξεταστής  
(Επιβλέπων)

Δρ. Ζηλιασκόπουλος Αθανάσιος  
Καθηγητής, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών  
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Δεύτερος Εξεταστής

Δρ. Λυμπερόπουλος Γεώργιος  
Καθηγητής, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών  
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Τρίτος Εξεταστής

Δρ. Κοζανίδης Γεώργιος  
Επίκουρος καθηγητής, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών  
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας



*Στην Καλλιόπη και  
τον αδερφό της*



## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

*Σα βγεις στον πηγαιμό για την Ιθάκη,  
να εύχεσαι να ναι μακρύς ο δρόμος,  
γεμάτος περιπέτειες, γεμάτος γνώσεις...*

*Κ.Π.Καβάφης*

Οι παραπάνω στίχοι περιγράφουν τα κίνητρα ένταξης στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα και ανάληψης της παρούσας εργασίας. Συνοδοιπόρος στον «πηγαιμό» ο Καθηγητής κ. Αθανάσιος Ζηλιασκόπουλος, που αφιέρωσε αρκετό από το λιγοστό ελεύθερο χρόνο του στην καθοδήγηση για την ολοκλήρωση της εργασίας. Οι πόρτες που άνοιξαν κατά τη διάρκεια της υλοποίησής της φανέρωσαν τη μεγάλη άγνοια του υπογράφοντα. Τον ευχαριστώ για τους ορίζοντες που μου άνοιξε και για την προσπάθειά του να εφαρμόσει στην πραγματική ζωή την ακαδημαϊκή γνώση.

Καθοριστική ήταν η συμβολή του μέλους του εργαστηρίου Βελτιστοποίησης Συστημάτων, Δρ. Αθανάσιου Λόη, που σε κάθε βήμα ήταν παρόν. Τον ευχαριστώ για τις πολύτιμες συμβουλές, παρατηρήσεις και οδηγίες του.

Ευχαριστώ ιδιαίτερω τον Ευάγγελο Κατσαρό, μέλος του εργαστηρίου Βελτιστοποίησης Συστημάτων, που ήταν πάντα πρόθυμος να βοηθήσει σε όλα τα επίπεδα υλοποίησης της εργασίας καθώς και το συνεργάτη της ΤΡΑΙΝΟΣΕ Φίλιππο Καραπέτη για την καθοδήγηση στην άντληση πληροφοριών από την αγορά.

Ευχαριστώ όλους τους καθηγητές στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα για την μετάδοση εμπειριών, γνώσης και ανάπτυξη αντίληψης επίλυσης προβλημάτων.

Τέλος, ευχαριστώ το στενό και ευρύτερο οικογενειακό μου περιβάλλον χωρίς τη συμπαράσταση του οποίου, δε θα ήταν δυνατό να γραφτούν αυτές οι γραμμές.



Και ο δρόμος συνεχίζεται ...





## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1	Εισαγωγή.....	1
1.1	Το μεταφορικό κόστος γενικά .....	1
1.2	Το μεταφορικό κόστος στην Ελλάδα.....	1
2	Σκοπός της εργασίας.....	2
3	Διάρθρωση της εργασίας .....	4
4	Έννοιες – ορισμοί .....	4
4.1	ISO Container (εμπορευματοκιβώτιο): .....	4
4.2	Drayage problem.....	5
4.3	Intermodal transportations (διατροπικές/συνδυασμένες μεταφορές): .....	5
4.4	Inbound full (IF).....	5
4.5	Outbound full (OF) .....	5
4.6	Inbound empty (IE).....	5
4.7	Outbound empty (OE).....	5
4.8	Route .....	5
4.9	Time window .....	5
4.10	Terminal – Εμπορευματικός σταθμός.....	5
4.11	Πελάτης – Customer .....	6
4.12	Logistics .....	6
5	Περιγραφή και βιβλιογραφική ανασκόπηση του προβλήματος .....	6
5.1	Η χρήση των container .....	6
5.2	Intermodal transportations.....	7
5.3	Το πρόβλημα της λειτουργίας “drayage” .....	9
5.4	The Pick up and Delivery Problem with time windows.....	11
5.5	Τα προβλήματα Dial a Ride (DARP) και η αντιστοιχία με το αντικείμενο της εργασίας.....	17





6	Η προς ανάπτυξη υπηρεσία της ΤΡΑΙΝΟΣΕ.....	20
6.1	Γενική παρουσίαση της υπηρεσίας.....	20
6.2	Ισοζύγιο εμπορευματοκιβωτίων μεταξύ Αθήνας και Θεσσαλονίκης.....	23
6.3	Η λειτουργία drayage σε Αθήνα και Θεσσαλονίκη .....	24
6.4	Αποτύπωση πραγματικής κατάστασης και κοστολογικά στοιχεία.....	26
7	Επίλυση του προβλήματος.....	30
7.1	Ο αλγόριθμος dial – a – ride και η διανομή εμπορευματοκιβωτίων.....	30
7.2	Μεθοδολογία επίλυσης.....	35
7.3	Εξεταζόμενα σενάρια .....	38
8	Αποτελέσματα – Παραμετρική ανάλυση .....	41
8.1	Η ικανοποίηση του πελάτη .....	42
8.2	Η βιωσιμότητα της ΤΡΑΙΝΟΣΕ.....	45
8.3	Η βιωσιμότητα των οδικών μεταφορικών εταιρειών .....	52
8.4	Το συνολικό μεταφορικό κόστος στην εθνική οικονομία .....	57
9	Ανασκόπηση – Προτάσεις.....	60
10	Βιβλιογραφία.....	63
11	Παράρτημα Α: Ερωτηματολόγιο προς υποψήφιους πελάτες. ....	66
12	Παράρτημα Β: Σχηματοποίηση διατροφικής εφοδιαστικής αλυσίδας.....	68
13	Παράρτημα Γ: Η αποτύπωση πραγματικής κατάστασης σε Αθήνα.....	69
14	Παράρτημα Δ : Η αποτύπωση πραγματικής κατάστασης σε Θεσσαλονίκη.....	70
15	Παράρτημα Ε : Τύποι εμπορευματοκιβωτίων. ....	71
	STANDARD CONTAINER.....	71
	UPGRADED CONTAINER.....	72
	REEFER CONTAINER.....	73
	OPEN TOP.....	74
	FLAT RACK.....	75



FLAT RACK COLLAPSIBLE .....	76
PLATFORM .....	77
16 Παράρτημα ΣΤ : Παράδειγμα τελικού αρχείου εισόδου για το σενάριο 0.....	78
17 Παράρτημα Ζ : Παράδειγμα αρχείου εξόδου για το σενάριο 0 .....	83



## 1 Εισαγωγή

### 1.1 Το μεταφορικό κόστος γενικά

Στο σύγχρονο οικονομικό περιβάλλον με την παγκοσμιοποίηση της οικονομίας και τη μεγάλη διασπορά και εξειδίκευση του πρωτογενούς και δευτερογενούς τομέα της παραγωγής, ο ρόλος της εφοδιαστικής αλυσίδας γίνεται όλο και περισσότερο κρίσιμος. Για κάθε παραγωγό-κατασκευαστή, έμπορο, προμηθευτή, πελάτη, χρήστη, καταναλωτή ενός αγαθού το κόστος μεταφοράς του από τους προηγούμενους ή στους επόμενους κρίκους της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι επιθυμητό να είναι το ελάχιστο δυνατό. Ο ρόλος που διαδραματίζει στην οικονομική δραστηριότητα και ανάπτυξη μπορεί να καθορίσει τις καθημερινές ή και στρατηγικές επιλογές καταναλωτών, επιχειρηματιών, μεγάλων οργανισμών και κρατών. Ενώ δεν προσφέρει καμία προστιθέμενη αξία στα προϊόντα ή τις υπηρεσίες, έχει σίγουρα σημαντική συμμετοχή στη διαμόρφωση του κόστους τους.

### 1.2 Το μεταφορικό κόστος στην Ελλάδα

Το μεταφορικό κόστος στην Ελλάδα έχει δύο όψεις: από τη μια τη συμμετοχή του στη διαμόρφωση των τιμών και από την άλλη την αξιοποίησή του από επιχειρηματίες αλλά και κρατικούς οργανισμούς ως παρεχόμενη υπηρεσία.

Σχετικά με την πρώτη όψη, τα περιθώρια μείωσης του μεταφορικού κόστους στις εθνικές μεταφορές της Ελλάδας είναι αρκετά μεγάλα. Ελάχιστες εταιρείες διαχειρίζονται το στόλο τους, ή των συνεργατών τους, χρησιμοποιώντας κάποιο σύστημα βελτιστοποίησης για ελαχιστοποίηση του κόστους. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η περίπτωση των μεταφορών μεταξύ Αθήνας και Θεσσαλονίκης, όπου το μέσο πλήθος των φορτηγών που διέρχονται από την εθνική οδό ημερησίως είναι της τάξης των εκατοντάδων, χωρίς να υπάρχει κάποιο κεντρικό σύστημα διαχείρισης των φορτίων, που εκτός των οικονομικών θα είχε και σημαντικά περιβαλλοντικά οφέλη.



Στη δεύτερη όψη, η γεωγραφική θέση της χώρας μας αποτελεί τεράστιο συγκριτικό πλεονέκτημα. Η ύπαρξη αεροδρομίων, λιμανιών, οδικού και σιδηροδρομικού δικτύου σε συνδυασμό με τη δυνατότητα άμεσης σύνδεσης με κέντρα οικονομικής δραστηριότητας στην Ευρώπη και τη Βόρεια Αφρική - Μέση Ανατολή - Νοτιοανατολική Ασία, την καθιστά εν δυνάμει διαμετακομιστικό κέντρο με ισχυρές δυνατότητες ανάπτυξης.

Οι δύο παραπάνω παράμετροι κάνουν φανερό πως στην παρούσα χρονική συγκυρία υπάρχει μια ευκαιρία ανάπτυξης της ελληνικής οικονομίας μέσω του τομέα των διεθνών μεταφορών. Βασική προϋπόθεση αποτελούν οι επενδύσεις σε υποδομές, η δημιουργία κατάλληλων συνεργιών, η συστηματοποίηση της διαχείρισης των μεταφορών κεντρικά και η δημιουργία περιβάλλοντος που θα ευνοεί τις ιδιωτικές επενδύσεις. Το σημαντικότερο όμως στοιχείο είναι οι μεταφορές να αντιμετωπιστούν ενιαία με σκοπό να γίνει εκμετάλλευση των προτερημάτων του κάθε μέσου, να εξοικονομηθούν πόροι και να οδηγήσουν σε περιβαλλοντική αειφορία. Η θεσμική οργάνωση πρέπει να ακολουθεί τις προτάσεις κανονισμών της ευρωπαϊκής ένωσης για την ενίσχυση ασφάλειας και για την εφοδιαστική εμπορευμάτων στην Ευρώπη, με διαίρεση της εφοδιαστικής αλυσίδας σε τομείς διαχείρισης πρώτων υλών και προϊόντων στο χώρο παραγωγής, μεταφοράς εμπορευμάτων, διαμεταφοράς εμπορευμάτων, εισαγωγής σε αποθήκη, αποθήκευση και εργασίες σε χερσαίο τερματικό σταθμό. Παράλληλα, μια χώρα χωρίς σημαντική βιομηχανική παραγωγή, με αρνητικό ισοζύγιο εξαγωγών και με σημαντική γεωστρατηγική θέση είναι μονόδρομος να εστιάσει στα εμπορεύματα τρίτων.

## **2 Σκοπός της εργασίας**

Σημαντικό συστατικό στοιχείο του συνολικού μεταφορικού κόστους αποτελεί το κομμάτι της μεταφοράς «στην πόρτα» του τελικού παραλήπτη. Μεγάλα μεταφορικά μέσα όπως το πλοίο και το τρένο, αν και μπορούν να μειώσουν σημαντικά το μεταφορικό κόστος ανά μονάδα προϊόντος, δε μπορούν στις περισσότερες περιπτώσεις να παραδώσουν το φορτίο

στο τελικό σημείο παράδοσής του. Για παράδειγμα φορτίο με ανταλλακτικά ηλεκτρικών συσκευών με προορισμό κεντρική αποθήκη στη Θεσσαλονίκη δε μπορεί να παραδοθεί από τρένο αλλά πολύ περισσότερο ούτε και από πλοίο. Εκεί λοιπόν απαιτείται η εκμετάλλευση του οδικού δικτύου και η χρήση φορτηγών.

Το κίνητρο για την υλοποίηση της παρούσας εργασίας είναι ακριβώς η ελαχιστοποίηση του μεταφορικού κόστους των αγαθών που διακινούνται μεταξύ δύο περιοχών, εστιάζοντας στο κόστος της τελικής παραλαβής. Η λειτουργία αυτή της τελικής διανομής, γνωστή και ως "drayage", αναλύεται παρακάτω στα κεφάλαια 4 και 5. Αν και η απόσταση μεταφοράς που διανύεται στη συγκεκριμένη λειτουργία είναι σχετικά μικρή, το κόστος μεταφοράς ανά χιλιόμετρο είναι δυσανάλογα μεγάλο.

Έναυσμα για την υλοποίηση της εργασίας στάθηκε η σχεδιαζόμενη από την ΤΡΑΙΝΟΣΕ υπηρεσία διαμεταφοράς και παράδοσης container «πόρτα-πόρτα» μεταξύ Αθήνας και Θεσσαλονίκης. Ώθηση στην υλοποίηση της υπηρεσίας αποτελεί η προγραμματισμένη εγκατάσταση και λειτουργία εμπορευματικού κέντρου στο Θριάσιο στην Αττική και η εκμετάλλευση των υφιστάμενων αντίστοιχων υποδομών στη Θεσσαλονίκη, την Οινόη και το Ρουφ καθώς και τα λιμάνια Πειραιά και Θεσσαλονίκης.

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, στο συγκεκριμένο δίκτυο μεταφορών, υπάρχει η εξής ιδιαιτερότητα: για τη μεταφορά φορτίων μεταξύ των δύο αυτών αστικών κέντρων χρησιμοποιείται κυρίως το οδικό δίκτυο και φορτηγά. Το βασικό πλεονέκτημα αυτού του τρόπου μεταφοράς είναι η παράδοση πόρτα-πόρτα. Το κόστος του όμως είναι σχετικά μεγάλο αν σκεφτούμε ότι για κάθε πλήρες φορτίο (περίπου 25 mt) απαιτείται και ένας τράκτορας φορτηγού. Η συμμετοχή λοιπόν του σιδηροδρόμου θα μπορούσε να έχει σημαντική συνεισφορά στη μείωση του κόστους και με κατάλληλο σχεδιασμό να παρέχει ασφαλείς, έγκαιρες και υψηλής ποιότητας υπηρεσίες μεταφοράς.

### 3 Διάρθρωση της εργασίας

Η παρούσα εργασία αναπτύσσεται σε 10 συνολικά κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια εισαγωγή στην έννοια του μεταφορικού κόστους με εξειδίκευση στην ελληνική πραγματικότητα. Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύεται ο σκοπός της παρούσας εργασίας. Στο τρίτο και παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται σύντομα τα θέματα της εργασίας. Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι όροι που χρησιμοποιούνται και θα βοηθήσουν τον αναγνώστη στην καλύτερη και ταχύτερη κατανόηση του κειμένου. Στο πέμπτο κεφάλαιο αναλύεται το πρόβλημα με τη βοήθεια της έως τώρα έρευνας της διεθνούς επιστημονικής κοινότητας. Στο έκτο κεφάλαιο αναλύεται η σχεδιαζόμενη από την ΤΡΑΙΝΟΣΕ υπηρεσία. Στο έβδομο κεφάλαιο παρουσιάζεται η μεθοδολογία επίλυσης του προβλήματος. Στο όγδοο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της επίλυσης. Στο ένατο κεφάλαιο παρατίθενται τα συμπεράσματα της όλης ανάλυσης και γίνονται προτάσεις για εξέλιξη του μοντέλου που παρουσιάστηκε με στόχο τη βελτίωση των εξαγόμενων οικονομικών αποτελεσμάτων. Στο δέκατο κεφάλαιο παρουσιάζεται η σχετική βιβλιογραφία

### 4 Έννοιες – ορισμοί

Για την κατανόηση του κειμένου που ακολουθεί, παρατίθεται επεξήγηση – ανάλυση των εννοιών που χρησιμοποιούνται:

#### 4.1 ISO Container (εμπορευματοκιβώτιο):

Τυποποιημένο παγκοσμίως σε διαστάσεις και τεχνικές προδιαγραφές κιβώτιο για τη μεταφορά αγαθών. Οι κατηγορίες του και διαστάσεις του είναι τυποποιημένες σύμφωνα με το ISO 668 και κάθε container που κατασκευάζεται, αποκτά ένα αριθμό-ταυτότητα, που κωδικοποιείται σύμφωνα με το ISO 6346. Στο παράρτημα Ε παρατίθενται οι βασικοί τύποι container και οι διαστάσεις τους.



#### **4.2 Drayage problem**

Το πρόβλημα δρομολόγησης οχημάτων για παράδοση – παραλαβή φορτίων σε πελάτες γύρω από μεγάλους τερματικούς σταθμούς.

#### **4.3 Intermodal transportations (διατροπικές/συνδυασμένες μεταφορές):**

Οι κινήσεις των επιβατών ή εμπορευμάτων από το ένα μέσο μεταφοράς σε άλλο, που συνήθως πραγματοποιείται σε τερματικό σταθμό ειδικά σχεδιασμένο για ένα τέτοιο σκοπό.

#### **4.4 Inbound full (IF)**

Αποστολή φορτίου από τερματικό σταθμό σε πελάτη

#### **4.5 Outbound full (OF)**

Αποστολή φορτίου από πελάτη σε τερματικό σταθμό

#### **4.6 Inbound empty (IE)**

Αποστολή μέσου φόρτωσης χωρίς φορτίο από τερματικό σταθμό σε πελάτη

#### **4.7 Outbound empty (OE)**

Αποστολή μέσου φόρτωσης χωρίς φορτίο από πελάτη σε τερματικό σταθμό

#### **4.8 Route**

Η διαδρομή που εκτελεί κάποιο φορτηγό στη διάρκεια της ημέρας

#### **4.9 Time window**

Το χρονικό διάστημα μέσα στο οποίο μπορεί να εκτελεστεί μια εργασία

#### **4.10 Terminal – Εμπορευματικός σταθμός**

Το σημείο που συγκεντρώνονται μεγάλες ποσότητες φορτίου και διασταυρώνονται διαφορετικοί τρόποι μεταφοράς

#### 4.11 Πελάτης – Customer

Ο παραλήπτης ή αποστολέας ενός φορτίου που χρεώνεται το συνολικό κόστος της μεταφοράς

#### 4.12 Logistics

Κομμάτι της επιχειρησιακής έρευνας που ασχολείται με το χειρισμό και τη διακίνηση εμπορευμάτων

### 5 Περιγραφή και βιβλιογραφική ανασκόπηση του προβλήματος

#### 5.1 Η χρήση των container

Η χρήση των container σα μέσο μεταφοράς παρουσιάζει ραγδαία αύξηση τα τελευταία χρόνια, λόγω των πολλών πλεονεκτημάτων που παρουσιάζει:

- i. Ομοιομορφία σε παγκόσμιο επίπεδο
- ii. Πρότυπο προϊόν μεταφοράς
- iii. Εύκολη στοιβασία
- iv. Ασφάλεια κατά τη διάρκεια της μεταφοράς και αποθήκευσης
- v. Εύκολη Διαχείριση
- vi. Ευελιξία στη χρήση
- vii. Οι οικονομίες κλίμακας
- viii. Ταχύτητα
- ix. Ενιαίος τρόπος αποθήκευσης

Η χρήση του αυξάνεται τόσο στις χερσαίες όσο και στις θαλάσσιες μεταφορές. Τα πλεονεκτήματά του γίνονται περισσότερο φανερά στην περίπτωση που χρησιμοποιούνται περισσότερα από ένα μέσο για τη διακίνηση υλικών. Ο τρόπος αυτός μεταφοράς, γνωστός ως intermodal transportations, περιγράφεται στην επόμενη παράγραφο αναλυτικά.



## 5.2 Intermodal transportations

Ο ανταγωνισμός μεταξύ των διαφόρων τρόπων μεταφοράς έχει την τάση να παράγει ένα σύστημα μεταφορών που είναι κατακερματισμένο και μη ολοκληρωμένο. Κάθε τρόπος έχει επιδιώξει να αξιοποιήσει τα πλεονεκτήματά του όσον αφορά το κόστος των υπηρεσιών, την αξιοπιστία και την ασφάλεια. Οι μεταφορείς προσπαθούν να διατηρήσουν τις επιχειρήσεις τους μεγιστοποιώντας τις αποστάσεις υπό τον έλεγχό τους. Όλοι αντιμετωπίζουν τους άλλους τρόπους μεταφοράς ως ανταγωνιστές, και στέκονται απέναντί τους με καχυποψία και δυσπιστία. Η έλλειψη ενοποίησης μεταξύ των τρόπων μεταφοράς τονίζεται επίσης από τη δημόσια πολιτική που έχει αποκλείσει συχνά εταιρείες από την ιδιοκτησία επιχειρήσεων διαφορετικών τρόπων μεταφοράς (όπως στις Ηνωμένες Πολιτείες παλαιότερα) αλλά και από την ιδιοκτησία ενός τρόπου μεταφοράς (όπως στην Ελλάδα μέχρι τις μέρες μας). Σε άλλες περιπτώσεις έχει θέσει τις μεταφορές σε κατάσταση μονοπωλίου υπό τον άμεσο κρατικό έλεγχο (όπως στην Ευρώπη).

Η έννοια της χρήσης διαφορετικών μέσων μεταφοράς για την μετακίνηση ενός αγαθού μεταξύ δύο σημείων, προέρχεται από τις θαλάσσιες μεταφορές, με την ανάπτυξη της μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων στα τέλη της δεκαετίας του 1960 και από τότε έχει εξαπλωθεί ενσωματώνοντας και άλλα μέσα. Δεν αποτελεί έκπληξη το γεγονός ότι ο ναυτιλιακός τομέας ήταν ο πρώτος που επιδίωξε τη χρήση εμπορευματοκιβωτίων. Ο χρόνος που απαιτούνταν για να φορτώσουν και να ξεφορτώσουν τα πλοία ήταν τόσο σημαντικό κομμάτι της λειτουργίας, που ένα συμβατικό φορτηγό πλοίο θα μπορούσε να δαπανήσει τόσο πολύ χρόνο σε ένα λιμάνι, όσο και στο ταξίδι του στη θάλασσα. Η χρήση των container επιτρέπει τον μηχανοποιημένο χειρισμό των φορτίων διαφόρων τύπων και διαστάσεων τοποθετώντας τα σε κουτιά με τυποποιημένα μεγέθη. Με αυτόν τον τρόπο, τα αγαθά που ο χειρισμός τους σε κάθε λιμάνι θα μπορούσε να λάβει ημέρες για να φορτωθεί ή να εκφορτωθεί από το πλοίο, τώρα γίνεται μέσα σε λίγα λεπτά.



Αυτό που αρχικά ξεκίνησε ως βελτίωση της παραγωγικότητας των θαλάσσιων μεταφορών εξελίχθηκε σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας, που περιλαμβάνει τη χρήση τουλάχιστον δύο διαφορετικών τρόπων μεταφοράς σε ένα ταξίδι από την αφετηρία μέχρι τον προορισμό, μέσα από μια αλληλουχία μεταφορών. Η διατροπικότητα (intermodalism) βελτιώνει την οικονομική απόδοση μιας μεταφοράς με τη χρήση διαφορετικών μέσων με τον πιο παραγωγικό τρόπο. Έτσι για παράδειγμα, το σιδηροδρομικό δίκτυο μπορεί να αξιοποιηθεί για τις μεγάλες αποστάσεις και τα φορτηγά για παροχή ευέλικτης τοπικής παραλαβής και παράδοσης. Το κλειδί είναι ότι ολόκληρο το ταξίδι θεωρείται ως σύνολο, παρά ως μια σειρά από αυτόνομες λειτουργίες.

Το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό της διατροπικότητας είναι η παροχή της υπηρεσίας με ένα εισιτήριο (για επιβάτες) ή με μία φορτωτική (για τις εμπορευματικές μεταφορές). Για να λειτουργήσει αυτό, χρειάστηκε να γίνει μια επανάσταση στην οργάνωση και τον έλεγχο των πληροφοριών. Το Electronic Data Interchange (EDI), είναι μια εξελισσόμενη τεχνολογία που βοηθά επιχειρήσεις και κυβερνητικούς οργανισμούς (τελωνιακά έγγραφα) να αντιμετωπίσουν αυτό το όλο και πιο περίπλοκο παγκόσμιο σύστημα μεταφορών. Σήμερα, οι διατροπικές μεταφορές αποκτούν ένα αυξανόμενο μερίδιο των μεσαίων και μεγάλων αποστάσεων μεταφορικών ροών σε όλη την υδρόγειο. Μεγάλες εταιρείες μεταφοράς παρέχουν πλήρεις υπηρεσίες μεταφοράς από πόρτα σε πόρτα. Τα όρια εξάπλωσης της διατροπικότητας επιβάλλονται πια μόνο από τους παράγοντες του χώρου, του χρόνου, της μορφής, του δικτύου, του αριθμού των κόμβων και των συνδέσμων, καθώς και από τον τύπο και τα χαρακτηριστικά των οχημάτων και των τερματικών σταθμών. Στο παράρτημα Β παρουσιάζεται σχηματικά η ροή ενός εμπορευματοκιβωτίου από το πλοίο στον τελικό παραλήπτη. Το τελευταίο ή πρώτο κομμάτι της μεταφοράς, δηλαδή η μεταφορά από και προς κάποιο τερματικό σταθμό, προς και από τον τελικό πελάτη αναλύεται στην επόμενη παράγραφο. Στόχος είναι η μείωση του συνολικού κόστους μεταφοράς της συγκεκριμένης λειτουργίας,

λαμβάνοντας υπόψη ότι ο διαχειριστής ενός τέτοιου συστήματος έχει αναλάβει να εκτελέσει μια σειρά από μεταφορές στους πελάτες του, έχοντας περιορισμένους πόρους.

### 5.3 Το πρόβλημα της λειτουργίας “drayage”

Η μεταφορά των εμπορευματοκιβωτίων συνήθως περιλαμβάνει μια ποικιλία των τρόπων μεταφοράς, όπως φορτηγό, τρένο, πλοίο, κλπ. Μεταξύ όλων των μέσων μεταφοράς, η μεταφορά με φορτηγό είναι ένα αναγκαίο μέσο αφού από τα υπόλοιπα κανένα δεν μπορεί να προσφέρει παραδόσεις από πόρτα σε πόρτα. Η σύντομη μεταφορά εμπορευμάτων με φορτηγό μεταξύ ενός τερματικού σταθμού και ενός αποστολέα ή παραλήπτη, συνήθως ονομάζεται λειτουργία “drayage” (Sinclair και Van Dyk: 1987, Macharis και Bontekoning: 2004). Αν και η απόσταση μεταφοράς της λειτουργίας drayage είναι σχετικά μικρή, το κόστος μεταφοράς ανά TEU (ισοδύναμη μονάδα 20 ft) και ανά χιλιόμετρο είναι σχετικά υψηλό. Επιπλέον, σε αυτό το κομμάτι της μεταφοράς υπάρχουν συνήθως οι πηγές της οδικής συμφόρησης και οι καθυστερήσεις των αποστολών (Cheung et al., 2008). Ωστόσο, παρά τη σημασία της drayage λειτουργίας στον τομέα της μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων, η έρευνα για τον προγραμματισμό των φορτηγών στη λειτουργία drayage είναι πενιχρή (Vis και de Koster, 2003). Οι Wang και Regan (2002) διατύπωσαν ένα πρόβλημα drayage με εμπορευματοκιβώτια ως πολλαπλά προβλήματα πλανόδιου πωλητή με χρονικά παράθυρα (m-TSPTW) και ανέπτυξαν μια μέθοδο λύσης που βασίζεται σε διαχωρισμό του παραθύρου σε κομμάτια. Ο Jula et al. (2005) διαμόρφωσε ένα πρόβλημα για την κίνηση εμπορευματοκιβωτίων με φορτηγό ως m-TSPTW με κοινωνικούς περιορισμούς και ανέπτυξε τρεις μεθόδους για να το επιλύσει. Ο Coslovich et al. (2006) έχτισε και έλυσε ένα μοντέλο ακέραιου προγραμματισμού που βασίζεται στην Lagrangian χαλάρωση από την πλευρά της εταιρείας μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων. Ο Chung et al. (2007) μελέτησε διάφορα μοντέλα μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων για τη λειτουργία drayage, τη μια φορά με παράθυρα χρόνου, και την άλλη χωρίς παράθυρα χρόνου,

για διαφορετικούς τύπους οχημάτων. Ο Imai et al. (2007) έθεσε το πρόβλημα της δρομολόγησης των οχημάτων που προκύπτει στην περίπτωση παραλαβής-παράδοσης εμπορευματοκιβωτίων από και προς τερματικό σταθμό. Οι Namboothiri και Elera (2008) ασχολήθηκαν με το πρόβλημα μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων που προκύπτει από ένα σύστημα με ραντεβού για φορτηγό που ορισμένα λιμάνια έχουν αναπτύξει.

Οδηγός και φορτηγό είναι δύο τύποι των αναγκαίων πόρων σε όλα τα προβλήματα δρομολόγησης οχημάτων. Στη λειτουργία drayage με εμπορευματοκιβώτια, υπάρχουν δύο ακόμα τύποι πόρων, όπως το ρυμουλκούμενο σασί και το εμπορευματοκιβώτιο. Ένα σασί και ένας τράκτορας μπορούν να διαχωριστούν ή να συνδεθούν. Από την άλλη, ένα σασί και ένα εμπορευματοκιβώτιο μπορεί να τοποθετηθούν στο χώρο του πελάτη, ενώ ο τράκτορας μπορεί να αναχωρήσει από εκεί. Επιπλέον, ένα άδειο εμπορευματοκιβώτιο μπορεί να μεταφέρεται μεταξύ διαφόρων περιοχών. Η λειτουργία drayage γίνεται εξαιρετικά περίπλοκη αν ο οδηγός, ο τράκτορας, το σασί, και το εμπορευματοκιβώτιο θεωρηθούν όλα ως ξεχωριστοί πόροι.

Υπάρχει πολύ μικρή βιβλιογραφία σχετικά με την αντιμετώπιση προβλημάτων δρομολόγησης οχημάτων με περιορισμούς πόρων. Αν υποθέσουμε ότι σε κάθε οδηγό έχει ανατεθεί μια ενιαία διαδρομή του οχήματος, ο Desaulniers et al. (1999) μελέτησε τις πτυχές του προβλήματος προγραμματισμού με τρεις οδηγούς. Ο Fischer et al. (1999), εφαρμόζει σύστημα με πολλούς πράκτορες (MAS – Multi Agent System) στον προγραμματισμό και σχεδιασμό των πόρων μεταφοράς. Ο Smilowitz (2006), εισήγαγε μια εφαρμογή δρομολόγησης σε λειτουργία drayage με πολλούς πόρους. Ωστόσο, οι τράκτορες και τα ρυμουλκούμενα σασί ελήφθησαν υπόψη, αλλά όχι τα εμπορευματοκιβώτια.

Οι Caris και Janssens (2009) μοντελοποίησαν το πρόβλημα ελαχιστοποίησης κόστους της λειτουργίας drayage με εμπορευματοκιβώτια, έχοντας επίσης στόχο την ελαχιστοποίηση του μεγέθους του στόλου των απαιτούμενων φορτηγών. Θεώρησαν πως κάθε φορτίο για πελάτη είναι ένα πλήρες εμπορευματοκιβώτιο και τα χρονικά παράθυρα εξυπηρέτησης των πελατών είναι ανελαστικά.

Οι Zhang, Yun και Moon (2011) ασχολήθηκαν με την μοντελοποίηση του προβλήματος που αντιμετωπίζουν εταιρείες που μεταφέρουν εμπορευματοκιβώτια από και προς μεγάλους τερματικούς σταθμούς, έχοντας περιορισμούς στους πόρους, όπως τα διαθέσιμα φορτηγά, οδηγούς, εμπορευματοκιβώτια. Οι ίδιοι συγγραφείς το 2009 μοντελοποίησαν την ίδια λειτουργία θεωρώντας περισσότερους από έναν τερματικούς σταθμούς με χρονικούς περιορισμούς στους πελάτες αλλά και στους σταθμούς και λαμβάνοντας υπόψη την απαίτηση για επανατοποθέτηση των άδειων εμπορευματοκιβωτίων.

Από τα παραπάνω γίνεται αντιληπτό πως το πρόβλημα της λειτουργίας drayage μπορεί να προσεγγιστεί από αρκετές οπτικές γωνίες. Από την πλευρά των πελατών για αξιόπιστη και έγκαιρη παράδοση ή παραλαβή των υλικών τους, από την πλευρά των μεταφορικών εταιρειών για μείωση λειτουργικού κόστους, χρόνου παράδοσης, αποστάσεων που διανύουν κλπ, από την πλευρά των οδηγών για μείωση αναμονής σε πελάτες, από την πλευρά πρακτόρων για μείωση κόστους μεταφοράς ανά φορτίο κλπ. Οι παραλλαγές του είναι πάρα πολλές, οι διαθέσιμες λύσεις ή προσεγγίσεις στο χώρο της επιχειρησιακής έρευνας δυσανάλογα λιγότερες και τα περιθώρια εξοικονόμησης κόστους και πόρων τεράστια. Η δυσκολία εύρεσης βέλτιστων λύσεων σε κάθε περίπτωση, μεγαλώνει από την ύπαρξη διαφορετικών περιορισμών και παραμέτρων. Επίσης, αποτελεί μια εξελιγμένη μορφή του προβλήματος "Pick up and delivery with time windows", το οποίο αναλύεται στην παρακάτω παράγραφο, όπου γίνεται και μια σύνδεση των γνωστών προβλημάτων της επιχειρησιακής έρευνας με εκείνο της λειτουργίας drayage.

#### **5.4 The Pick up and Delivery Problem with time windows**

Στο Γενικό Πρόβλημα παραλαβής και παράδοσης φορτίων (GPDP) ένα σύνολο διαδρομών πρέπει να κατασκευαστεί προκειμένου να ικανοποιηθούν αιτήματα μεταφοράς. Ένα σύνολο οχημάτων είναι διαθέσιμα για το χειρισμό των διαδρομών. Κάθε όχημα έχει δεδομένη χωρητικότητα, μια θέση εκκίνησης και μια τελική τοποθεσία. Κάθε αίτηση μεταφοράς





προσδιορίζει το μέγεθος του φορτίου που θα μεταφερθεί, από τα σημεία όπου πρέπει να παραληφθεί (προέλευση) και τις περιοχές όπου πρόκειται να παραδοθεί (προορισμοί). Κάθε φορτίο πρέπει να μεταφερθεί από ένα όχημα από το σύνολο των αφετηριών στο σύνολο των προορισμών, χωρίς μεταφορτώσεις σε άλλες τοποθεσίες.

Τρία γνωστά προβλήματα δρομολόγησης έχουν μελετηθεί εκτενώς και είναι ειδικές περιπτώσεις του GPDP. Στο Πρόβλημα παραλαβής και παράδοσης PDP κάθε αίτηση μεταφοράς προδιαγράφει μια μοναδική προέλευση και ένα μοναδικό προορισμό για κάθε φορτίο και όλα τα οχήματα αναχωρούν και επιστρέφουν σε μια κεντρική αποθήκη. Το πρόβλημα κλήσης και διαδρομής (DARP – Dial a Ride Problem) είναι ένα PDP στο οποίο τα φορτία αντιστοιχούν σε ανθρώπους που μεταφέρονται. Γι' αυτό λοιπόν στη γενική περίπτωση συνήθως μιλάμε για πελάτες αντί για αιτήσεις μεταφοράς και όλα τα μεγέθη φορτίων είναι ίσα με τη μονάδα. Το πρόβλημα δρομολόγησης οχημάτων (VRP – Vehicle Routing Problem) είναι ένα PDP πρόβλημα στο οποίο είτε το σύνολο των προελεύσεων είτε των προορισμών αποτελεί μια κεντρική αποθήκη. Στη γενική του μορφή το πρόβλημα δρομολόγησης οχημάτων (VRP) υπολογίζει τη βέλτιστη, από άποψη κόστους, σειρά επίσκεψης κόμβων ενός δικτύου από ένα όχημα, με στόχο την εξυπηρέτηση ζητήσεων χωρίς να παραβιάζεται η χωρητικότητά του.

Το GPDP εισάγεται προκειμένου να είναι σε θέση να ασχοληθεί με διάφορα περίπλοκα χαρακτηριστικά που βρίσκονται σε πολλά πρακτικά προβλήματα παραλαβής και παράδοσης, όπως αιτήματα που ορίζουν ένα σύνολο προελεύσεων το οποίο συνδέεται με ένα μόνο προορισμό ή μιας προέλευσης που συνδέεται με ένα σύνολο των προορισμών, οχήματα με διαφορετικά σημεία εκκίνησης και προορισμού, καθώς και αιτήματα μεταφοράς που εξελίσσονται σε πραγματικό χρόνο.

Πολλές πρακτικές καταστάσεις παραλαβής και παράδοσης απαιτούν άμεση ανταπόκριση. Αυτό σημαίνει ότι νέες αιτήσεις μεταφοράς μπορεί να εμφανιστούν σε πραγματικό χρόνο και να είναι άμεσα επιλέξιμες για να ληφθούν υπόψη στη δρομολόγηση. Κατά συνέπεια, το σύνολο των διαδρομών πρέπει να βελτιστοποιηθεί από την αρχή και να

συμπεριλάβει τις νέες αιτήσεις. Σημαντικό στοιχείο του προβλήματος είναι το γεγονός ότι κατά τη στιγμή της νέας βελτιστοποίησης τα οχήματα που μεταφέρουν φορτίο είναι στο δρόμο και η έννοια των αποθηκών καθίσταται χωρίς νόημα.

Ένα πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό των προβλημάτων δρομολόγησης είναι ο τρόπος με τον οποίο καθίστανται διαθέσιμες οι αιτήσεις μεταφοράς. Σε μια στατική κατάσταση είναι όλα τα αιτήματα μεταφοράς είναι γνωστά κατά τη στιγμή που κατασκευάζονται οι διαδρομές. Σε μια δυναμική κατάσταση μερικά από τα αιτήματα είναι γνωστά κατά τον χρόνο κατασκευής των διαδρομών ενώ τα υπόλοιπα αιτήματα καθίστανται γνωστά σε πραγματικό χρόνο κατά την εκτέλεση των δρομολογίων. Ως εκ τούτου σε μια δυναμική κατάσταση, όταν μια νέα αίτηση μεταφοράς καθίσταται διαθέσιμη τουλάχιστον ένα δρομολόγιο πρέπει να αλλάξει για να εξυπηρετηθεί αυτό το νέο αίτημα. Τα περισσότερα προβλήματα δρομολόγησης οχημάτων είναι στατικά ενώ τα περισσότερα προβλήματα παραλαβής και παράδοσης είναι δυναμικά.

Στην πράξη, ένα δυναμικό πρόβλημα συχνά επιλύεται ως ακολουθία των στατικών προβλημάτων. Στην απλούστερη μορφή του, κάθε φορά που ένα νέο αίτημα γίνεται διαθέσιμο, το τρέχον σύνολο των διαδρομών επικαιροποιείται. Αυτό αναφέρεται συνήθως ως ένας on-line αλγόριθμος. Ωστόσο, είναι συνήθως δυνατό να δημιουργείται μια «δεξαμενή» των εισερχόμενων αιτημάτων και να ενημερώνεται η τρέχουσα σειρά των δρομολογίων, μόνο εάν το μέγεθος της δεξαμενής αυτής υπερβαίνει ένα προκαθορισμένο μέγεθος. Ένα άλλο σημαντικό ζήτημα που αφορά στους on-line αλγόριθμους, είναι το πώς να ενσωματώνουν τις πληροφορίες για τη χωρική ή χρονική κατανομή των μελλοντικών αιτήσεων.

Η αποθήκη είναι μια άλλη σημαντική έννοια σε προβλήματα δρομολόγησης οχημάτων. Στη βιβλιογραφία δρομολόγησης η αποθήκη είναι συνήθως ο τόπος όπου τα οχήματα ξεκινούν και τελειώνουν τις διαδρομές τους. Δεδομένου ότι τα περισσότερα προβλήματα παραλαβής και παράδοσης είναι δυναμικά, και συχνά με ένα μακροπρόθεσμο ορίζοντα σχεδιασμού, η έννοια της μιας αποθήκης εξαφανίζεται. Οι οδηγοί διανυκτερεύουν στην τελευταία θέση που επισκέπτονται ή στην πρώτη που θα πρέπει να επισκεφθούν την επόμενη μέρα. Ακόμη και για

προβλήματα με βραχυπρόθεσμο οριζόντιο σχεδιασμού, όπως τα ημερήσια όπου τα οχήματα ξεκινούν και να τελειώνουν σε μια κεντρική αποθήκη, για την ανταπόκριση στη ζήτηση το πρόβλημα οδηγεί σε μια κατάσταση χωρίς αποθήκες. Όταν γίνουν νέες αιτήσεις μεταφοράς επαναυπολογίζεται το σύνολο των διαδρομών και ενημερώνονται τα οχήματα που είναι διάσπαρτα στην περιοχή προγραμματισμού. Το γενικό μοντέλο παραλαβής και παράδοσης είναι κατάλληλο για την αντιμετώπιση των υποπροβλημάτων που συμβαίνουν σε μια δυναμική κατάσταση προβλημάτων δρομολόγησης.

Εκτός από τους περιορισμούς χωρητικότητας των οχημάτων και των εγγενών περιορισμών προτεραιότητας που σχετίζονται με το πρόβλημα παραλαβής και παράδοσης, περιορισμοί χρόνου προκύπτουν σχεδόν σε κάθε πρακτική περίπτωση παραλαβής και παράδοσης. Παρόλο που οι περιορισμοί χρόνου έχουν αποτελέσει αναπόσπαστο μέρος των μοντέλων για τα προβλήματα δρομολόγησης οχημάτων, στις μελλοντικές έρευνες τα παράθυρα χρόνου θα διαδραματίζουν ακόμη πιο σημαντικό ρόλο. Μεταξύ άλλων, διότι το DARP είναι το πιο μελετημένο πρόβλημα παραλαβής και παράδοσης, που ασχολείται με τη μεταφορά των ανθρώπων οι οποίοι καθορίζουν επιθυμητό χρόνο παραλαβής ή παράδοσης. Η παρουσία των χρονικών περιορισμών περιπλέκει το πρόβλημα σημαντικά. Αν δεν υπάρχουν χρονικοί περιορισμοί η εξεύρεση βέλτιστης λύσης είναι πολύ ευκολότερη.

Η βέλτιστη λύση που αναφέρεται παραπάνω έχει να κάνει με ένα μεγάλο πλήθος παραμέτρων, όπως αναφέρθηκε και στην παράγραφο 5.3. Παρακάτω αναλύεται η βελτιστοποίηση τέτοιων παραμέτρων που επιτυγχάνεται μέσω μιας αντικειμενικής συνάρτησης. Αρχικά παρουσιάζονται οι περιπτώσεις όπου χρησιμοποιείται ένα μόνο όχημα. Ένας στόχος λοιπόν μπορεί να είναι:

Η ελαχιστοποίηση της διάρκειας της διαδρομής. Η διάρκεια της διαδρομής είναι ο συνολικός χρόνος που το όχημα χρειάζεται για να εκτελέσει μια διαδρομή η οποία περιλαμβάνει τους χρόνους ταξιδιού, αναμονής, φόρτωσης και εκφόρτωσης, καθώς και τους χρόνους διαλλειμάτων και διακοπών.



Η ελαχιστοποίηση του χρόνου ολοκλήρωσης. Ο χρόνος ολοκλήρωσης μιας διαδρομής είναι ο χρόνος στον οποίο έχει ολοκληρωθεί η υπηρεσία ακόμη και στην τελευταία θέση. Σε περίπτωση που η ώρα έναρξης του οχήματος οδηγού ορίζεται στο μηδέν, ο χρόνος ολοκλήρωσης συμπίπτει με τη διάρκεια διαδρομής.

Η ελαχιστοποίηση του χρόνου ταξιδιού. Ο χρόνος ταξιδιού αναφέρεται στο συνολικό χρόνο που δαπανάται για την πραγματική μετακίνηση μεταξύ των διαφορετικών θέσεων.

Η ελαχιστοποίηση του μήκους διαδρομής. Το μήκος της διαδρομής είναι η συνολική απόσταση που διανύεται μεταξύ των διαφορετικών θέσεων.

Η ελαχιστοποίηση την δυσφορίας του πελάτη. Η δυσφορία του πελάτη μετριέται με την απόκλιση των χρόνων παραλαβής-παράδοσης δηλαδή τη διαφορά μεταξύ του πραγματικού του χρόνου παραλαβής-παράδοσης και του επιθυμητού χρόνου παραλαβής-παράδοσης καθώς επίσης και με την υπέρβαση του χρόνου ταξιδιού, δηλαδή τη διαφορά μεταξύ του πραγματικού και του προγραμματισμένου χρόνου που πραγματοποιήθηκε το ταξίδι. Σε περιπτώσεις προβλημάτων όπου οι πελάτες ζητούν την άμεση υπηρεσία, δηλαδή την όσο το δυνατό συντομότερη εξυπηρέτηση, το χρονικό διάστημα μεταξύ της εξυπηρέτησης και της στιγμής της τοποθέτησης της αίτησης, μπορεί επίσης να συμβάλει στη δυσφορία του πελάτη. Συναρτήσεις διάφορων ειδών, γραμμικές όσο και μη γραμμικές, έχουν προταθεί για την μοντελοποίηση της δυσφορίας του πελάτη.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται περιπτώσεις βελτιστοποίησης όπου για την εξυπηρέτηση ενός συστήματος χρησιμοποιούνται περισσότερα του ενός οχήματα. Εκεί λοιπόν στόχοι, πέρα των όσων αναφέρθηκαν και για την περίπτωση του ενός οχήματος, μπορεί να είναι:

Η ελαχιστοποίηση του αριθμού των οχημάτων του στόλου εξυπηρέτησης. Ο στόχος αυτός τίθεται σχεδόν πάντοτε σε προβλήματα κλήσης και διαδρομής σε συνδυασμό με αντίστοιχους στόχους από την περίπτωση του ενός οχήματος. Αιτία είναι το γεγονός ότι οι οδηγοί και τα οχήματα σε ένα τέτοιο σύστημα, αποτελούν το σημαντικότερο κομμάτι του λειτουργικού κόστους.

Η μεγιστοποίηση του κέρδους. Ο στόχος αυτός, εκτός του ότι περιλαμβάνει όλους εκείνους που προαναφέρθηκαν, μπορεί να τεθεί σε ένα σύστημα όπου ο διαχειριστής των φορτίων, των ζητήσεων ή των φορτηγών με τους οδηγούς, έχει τη δυνατότητα να απορρίπτει εντελώς κάποιες ζητήσεις όταν κρίνει ότι αυτές είναι κοστολογικά ασύμφορες και η μεταφορά του σχετικού φορτίου δε δείχνει να επιφέρει κάποιο κέρδος. Φυσικά υπάρχουν περιπτώσεις, για παράδειγμα όταν υπάρχει κάποια κεντρική συμφωνία ή σύμβαση, όπου η απόρριψη κάποιας ζήτησης δεν επιτρέπεται. Για την ικανοποίηση του στόχου αυτού εκτός από τα κόστη λαμβάνεται υπόψη και το έσοδο από κάθε μεταφορά φορτίου.

Στις περιπτώσεις δυναμικών προβλημάτων δεν είναι πάντοτε εντελώς σαφές ποιος θα πρέπει να είναι ο βασικός στόχος, ιδίως όταν οι μετακινήσεις των φορτηγών είναι ατέρμονες. Στόχοι που επηρεάζουν βραχυπρόθεσμες αποφάσεις προτιμώνται συνήθως στα δυναμικά προβλήματα. Οι αποφάσεις αυτές άλλωστε είναι η κινητήρια δύναμη της διαχείρισης ενός δυναμικού συστήματος. Θα πρέπει να τονιστεί πως όταν ένα δυναμικό πρόβλημα λύνεται σαν ένα σύνολο από στατικά, δεν είναι απαραίτητο οι στόχοι του κάθε στατικού προβλήματος να ταυτίζονται μεταξύ τους αλλά ούτε και με εκείνον του δυναμικού προβλήματος.

Κλείνοντας την παράγραφο αυτή παρατίθεται μια κατηγοριοποίηση των προβλημάτων δρομολόγησης που θα βοηθήσει στην ένταξη του προβλήματος που εξετάζεται στην παρούσα εργασία. Αρχικά τα προβλήματα δρομολόγησης χωρίζονται σε στατικά και δυναμικά. Στα στατικά ο σχεδιασμός των διαδρομών υλοποιείται πριν εκείνες αρχίσουν να πραγματοποιούνται ενώ στα δυναμικά ο σχεδιασμός λαμβάνει χώρα σε διάφορα χρονικά διαστήματα και υπό διάφορες προϋποθέσεις. Ένας άλλος διαχωρισμός έχει να κάνει με το αν το υπό εξέταση σύστημα εξυπηρετείται από ένα όχημα ή από στόλο οχημάτων. Στην περίπτωση στόλου οχημάτων τα προβλήματα διαφοροποιούνται με το αν κάθε όχημα έχει την ίδια ή όχι χωρητικότητα, διαθεσιμότητα, ωράριο, κόστος λειτουργίας ή μετακίνησης, δυνατότητα προσέγγισης των πελατών, ταχύτητα κλπ. Ακόμη ένα σημαντικό χαρακτηριστικό των προβλημάτων δρομολόγησης είναι αν λαμβάνουν υπόψη χρονικούς περιορισμούς ή χρονικά



παράθυρα. Οι περιορισμοί αυτοί έχουν να κάνουν με τις ώρες λειτουργίας των πελατών και των αποθηκών, με το επείγον κάθε παράδοσης ή παραλαβής, με τις ώρες εργασίας των οδηγών, με τη φύση του μεταφερόμενου φορτίου κλπ.

Μια ειδική περίπτωση του γενικού προβλήματος παραλαβής και παράδοσης φορτίων (GPDP) είναι το πρόβλημα του γεμάτου φορτηγού (FTLPDP – full truck load pick up and delivery problem). Στα προβλήματα αυτά το φορτίο μεταφέρεται κατευθείαν από τον το χώρο προέλευσης στο χώρο προορισμού χωρίς ενδιάμεσες στάσεις και με κάθε μεταφορά να είναι πλήρους φορτίου. Αυτό σημαίνει ότι σε κάθε διαδρομή το φορτηγό μεταφέρει φορτίο για ένα μόνο πελάτη και δεν αναλαμβάνει νέα εργασία πριν την ολοκλήρωση της προηγούμενης. Το πρόβλημα αυτό μπορεί να μετατραπεί σε ασύμμετρο πρόβλημα πλανόδιου πωλητή. Το πρόβλημα του πλανόδιου πωλητή υπενθυμίζεται πως είναι εκείνο κατά το οποίο αναζητείται η βέλτιστη διαδρομή ενός οχήματος που πρέπει να επισκεφθεί τους κόμβους ενός δικτύου μόνο μια φορά.

## **5.5 Τα προβλήματα Dial a Ride (DARP) και η αντιστοιχία με το αντικείμενο της εργασίας**

Μια ειδική περίπτωση των προβλημάτων δρομολόγησης είναι τα προβλήματα Dial a Ride (DARP). Αναφέρονται στην παρούσα εργασία λόγω της χρήσης σχετικού αλγορίθμου για την επίλυση του προβλήματος. Στην παρούσα παράγραφο θα οριστούν οι ομοιότητες και θα αναλυθεί πως αντιμετωπίζονται οι περιορισμοί που δεν καλύπτονται από τους αλγορίθμους Dial a Ride. Τα προβλήματα Dial a Ride εστιάζουν στη μελέτη ανθρώπινων απαιτήσεων, όπως η μεταφορά ατόμων πόρτα – πόρτα. Το στοιχείο που διαφοροποιεί τα προβλήματα DARP από τα υπόλοιπα προβλήματα δρομολόγησης οχημάτων είναι η ανθρώπινη αντίληψη, όπου κατά την μεταφορά επιβατών θα πρέπει να υπάρχει ισορροπία ανάμεσα στην άνεση και τη μείωση του λειτουργικού κόστους.





Τα προβλήματα Dial a ride μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες ανάλογα με την χρονική στιγμή που φτάνουν οι νέες απαιτήσεις μεταφοράς στο σύστημα: τα στατικά dial a ride προβλήματα και τα δυναμικά. Στην πρώτη κατηγορία, όλα τα αιτήματα των μεταφορών είναι γνωστά εκ των προτέρων ενώ στη δεύτερη τα αιτήματα γίνονται γνωστά καθ' όλη τη διάρκεια της λειτουργίας και οι διαδρομές των οχημάτων ρυθμίζονται σε πραγματικό χρόνο για την ικανοποίηση των ζητήσεων. Στην πραγματικότητα οι απαιτήσεις μεταφοράς σε ένα πρόβλημα DARP είναι συνήθως γνωστές μια ημέρα πριν την εκτέλεση τους. Έτσι και στην παρούσα εργασία, οι πελάτες της ΤΡΑΙΝΟΣΕ ενημερώνουν για τις ζητήσεις της επόμενης μέρας μέχρι τις 10 το βράδυ κάθε ημέρας.

Σκοπός των προβλημάτων Dial-a-Ride (DARP) είναι η σχεδίαση των διαδρομών και η δρομολόγηση οχημάτων για την εξυπηρέτηση αιτημάτων παραλαβής και παράδοσης ενός συνόλου «n» χρηστών του δικτύου. Στην πρότυπη έκδοση των προβλημάτων DARP η μεταφορά πραγματοποιείται από έναν στόλο με «m» πανομοιότυπα οχήματα τα οποία ξεκινούν από ένα κοινό σημείο, το σημείο σταθμός. Στο παρόν πρόβλημα τα οχήματα είναι οι τράκτορες και οι άνθρωποι αντιστοιχούν στην οντότητα trailer-container. Τα οχήματα έχουν όλα τα ίδια χαρακτηριστικά και περιορισμούς και έχουν αφετηρία και κατάληξη τον εμπορευματικό σταθμό της ΤΡΑΙΝΟΣΕ. Στόχος των συστημάτων DARP είναι να σχεδιάσουν ένα σύνολο διαδρομών ελάχιστου κόστους, με τις οποίες να έχουν την δυνατότητα να εξυπηρετήσουν όσο το δυνατόν περισσότερα αιτήματα, λαμβάνοντας υπόψη και ένα σύνολο περιορισμών. Σε πολλές περιπτώσεις ο ίδιος χρήστης μπορεί έχει περισσότερα από ένα αιτήματα κατά τη διάρκεια της ίδιας μέρας, όπως και οι πελάτες της ΤΡΑΙΝΟΣΕ μπορεί να διακινούν πολλά εμπορευματοκιβώτια. Στην παρούσα εργασία ενδιαφέρει η ελαχιστοποίηση των διαδρομών, του πλήθους των οχημάτων και του λειτουργικού κόστους τους. Το πρόβλημα προγραμματισμού έχει να κάνει με τον προσδιορισμό του χρόνου αναχώρησης από το σημείο σταθμός και τους χρόνους έναρξης της εξυπηρέτησης σε κάθε κόμβο του δικτύου, ώστε να ικανοποιούνται τα παράθυρα χρόνου και η χρονική διάρκεια της διαδρομής να ελαχιστοποιηθεί.





Στο παρόν πρόβλημα υπάρχει επιπλέον και ο περιορισμός, πως για να εκτελέσει κάποιος πελάτης μια αποστολή θα πρέπει πρώτα να έχει παραλάβει container. Κατόπιν η αποστολή του, δε θα πρέπει να γίνει νωρίτερα από τη χρονική στιγμή που απαιτείται για την παραλαβή, εκφόρτωση και φόρτωσή του. Αυτό αντιμετωπίζεται με κατάλληλο καθορισμό των time windows κάθε εξυπηρέτησης. Ο τρόπος αυτός αντιμετώπισης είναι γενικός για κάθε ζήτηση, οπότε δημιουργεί υποβέλτιστες λύσεις.

Μια ακόμη ομάδα περιορισμών για τα προβλήματα Dial A Ride έχει να κάνει με τα χαρακτηριστικά των οχημάτων. Σε πολλά προβλήματα ο στόλος των οχημάτων μπορεί να είναι ετερογενής, επίσης μπορεί ο κάθε πελάτης να εξυπηρετείται από έναν συγκεκριμένο τύπο οχήματος. Διαφορετικοί τύποι πελατών απαιτούν και διαφορετικού τύπου οχήματα. Μερικά οχήματα μπορεί να χρησιμοποιούνται για γενικές μεταφορές και έτσι είναι σε θέση να εξυπηρετήσουν έναν μεγάλο αριθμό πελατών χωρίς συγκεκριμένες απαιτήσεις. Κάθε όχημα διαθέτει έναν περιορισμένο αριθμό δυνατοτήτων, όπως είναι για παράδειγμα η χωρητικότητα του, η δυνατότητα μεταφοράς διαφορετικού τύπου φορτίων, η δυνατότητα πρόσβασης σε ορισμένα σημεία, το κόστος χρήσης του οχήματος. Στο παρόν πρόβλημα τα οχήματα έχουν όλα κοινά χαρακτηριστικά και δυνατότητες.

Εκτός από τους περιορισμούς για τα οχήματα, ορισμένα προβλήματα προβλέπουν και περιορισμούς για τους οδηγούς. Για κάθε διαδρομή ορίζεται και μια μέγιστη χρονική διάρκεια εντός της οποίας ο οδηγός θα πρέπει να την εκτελέσει. Για κάθε οδηγό υπάρχει ένας μέγιστος αριθμός ωρών που θα πρέπει να εργάζεται κατά την διάρκεια μιας ημέρας, συμπεριλαμβανομένου του χρόνου οδήγησης και του χρόνου αναμονής. Η παραβίαση αυτού του περιορισμού μπορεί να επιφέρει επιπλέον κόστη λόγω υπερωριών. Το ωράριο των φορτηγών αλλά και των οδηγών στο παρόν πρόβλημα είναι εκείνο και της λειτουργίας του εμπορευματικού σταθμού. Εξάλλου, για το διαχειριστή του συστήματος ο παράγοντας οδηγός δεν αντιμετωπίζεται ως ξεχωριστός πόρος.

## 6 Η προς ανάπτυξη υπηρεσία της ΤΡΑΙΝΟΣΕ

### 6.1 Γενική παρουσίαση της υπηρεσίας

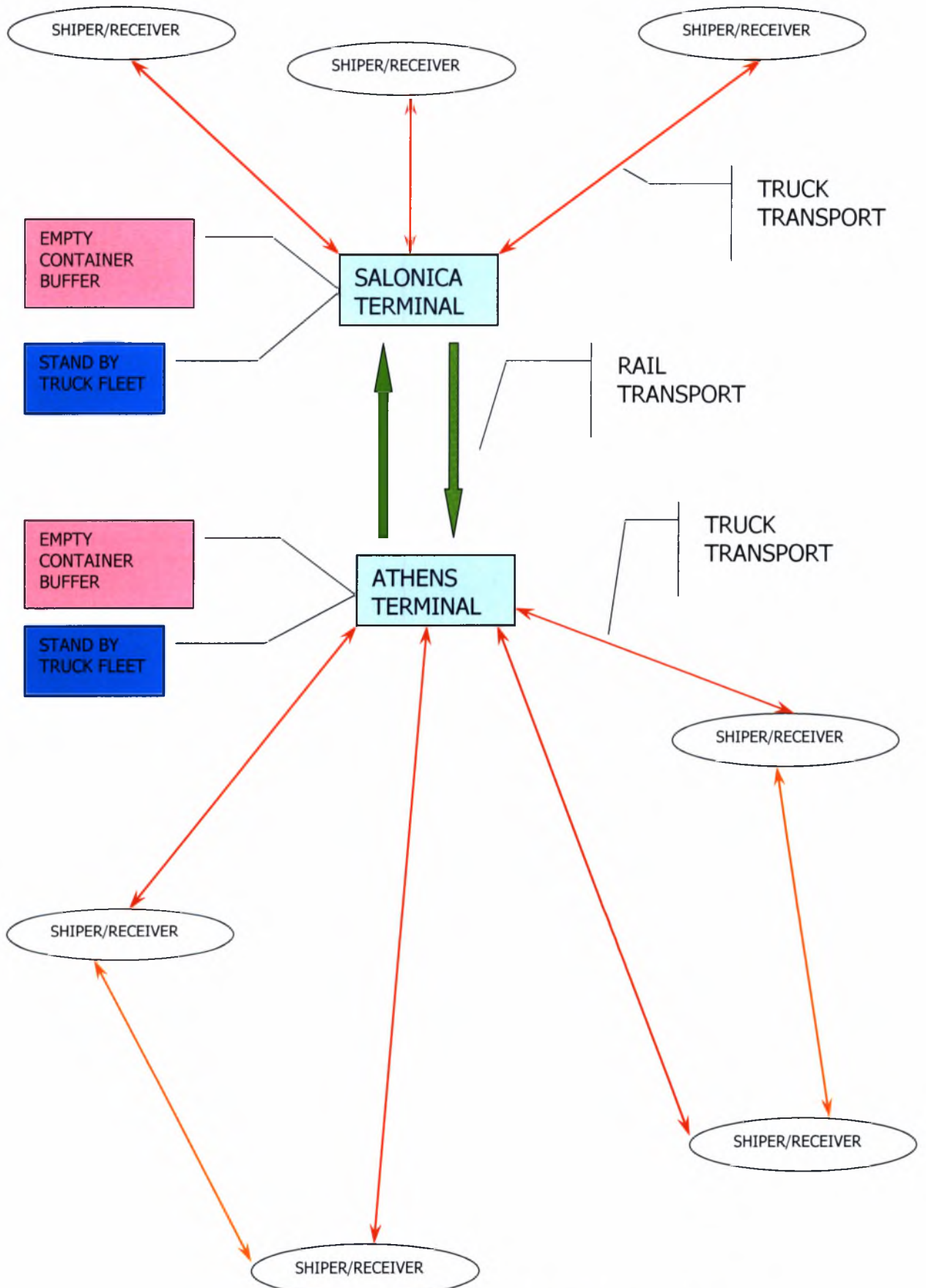
Αφορμή για την υλοποίηση της εργασίας υπήρξε η υπό σχεδιασμό υπηρεσία της ΤΡΑΙΝΟΣΕ: «παράδοση πόρτα - πόρτα». Στα πλαίσια της αναδιάρθρωσης του εν λόγω οργανισμού και με στόχο από τη μια τη μείωση της συμμετοχής των μεταφορών στο κόστος των προϊόντων και από την άλλη την αύξηση του μεριδίου του οργανισμού στις εγχώριες μεταφορές, υλοποιούνται μια σειρά από επιχειρηματικά σχέδια (εμπορευματικό κέντρο Θριασίου – επιχειρησιακή ανάλυση – ανάλυση ρίσκου – συμβάσεις μισθώσεων, προμηθειών, υπεργολαβιών – προσωπικό – εγκαταστάσεις - κλπ). Στο δίπολο Αθήνα – Θεσσαλονίκη μεταφέρονται καθημερινά εκατοντάδες ισοδύναμα σε DC φορτία. Η είσοδος λοιπόν του σιδηροδρόμου στο κομμάτι αυτό των μεταφορών έχει μεγάλες προσδοκίες.

Στη υπηρεσία λοιπόν της ΤΡΑΙΝΟΣΕ θα υπάρχει μια κεντρική διαχείριση που θα ελέγχει τις ροές των μεταφορών, του λογιστηρίου, της πληροφορίας και των χρηματοροών. Παρακάτω αναλύεται η διαχείριση της πληροφορίας και των μεταφορών.

Καθημερινά θα υπάρχουν δύο τρένα που θα αναχωρούν το ένα από Αθήνα και το άλλο από Θεσσαλονίκη στις 10 το βράδυ και θα φτάνουν σε Θεσσαλονίκη και Αθήνα αντίστοιχα στις 6 το πρωί της επόμενης. Με την άφιξή τους στους εμπορευματικούς σταθμούς θα ξεκινά η εκφόρτωσή τους και απόθεση των container στα trailer που θα βρίσκονται διαθέσιμα και σε αναμονή στους συγκεκριμένους σταθμούς. Η διαδικασία αυτή γίνεται με κατάλληλο γερανό και διαρκεί περίπου 3 λεπτά της ώρας, χρόνος που λαμβάνεται υπόψη στην εργασία για τη χρονική στιγμή διαθεσιμότητας του κάθε container. Από τη στιγμή που το εμπορευματοκιβώτιο τοποθετηθεί στο ειδικό trailer, τα δύο αυτά στοιχεία θεωρούνται μια οντότητα και αντιμετωπίζονται έτσι για όλη τη διάρκεια της ημέρας μέχρι το τέλος της που θα χρειαστεί να αποχωριστούν, τοποθετώντας το εμπορευματοκιβώτιο στο τρένο για τη νέα διαδρομή του. Τα εμπορευματοκιβώτια θα είναι ιδιοκτησία της ΤΡΑΙΝΟΣΕ και ο τρόπος κτήσης τους μπορεί να



είναι με αγορά, μακροχρόνια ή βραχυχρόνια μίσθωση ή κάποια άλλη σύμβαση χρήσης και δεν εξετάζεται στην παρούσα εργασία. Λαμβάνεται όμως υπόψη το κόστος χρήσης των άδειων εμπορευματοκιβωτίων καθώς συμπεριλαμβάνεται στο κόστος λειτουργίας της αμαξοστοιχίας. Η οντότητα trailer-container λοιπόν θα μετακινηθεί κατά τη διάρκεια της ημέρας για την παράδοση και την παραλαβή φορτίων σε και από πελάτες. Η όλη αυτή διακίνηση θα γίνεται από φορτηγά ιδιωτικών εταιρειών που θα συνεργάζονται με την ΤΡΑΙΝΟΣΕ. Η συνεργασία αυτή θα βασίζεται σε συμβάσεις που στόχο αρχικά θα έχουν τη δημιουργία ενός αρκετά μεγάλου πλήθους συνεργατών, ώστε να υπάρχει πάντα διαθέσιμο φορτηγό για την εκτέλεση των απαιτούμενων μεταφορών. Σε δεύτερη φάση, και μετά την αξιολόγηση της συνεργασίας, διαθεσιμότητας, αξιοπιστίας, ευελιξίας και ικανοποίησης των οδικών μεταφορικών εταιρειών, η ΤΡΑΙΝΟΣΕ θα μπορεί ίσως να περιορίσει τον κύκλο των συνεργατών. Ο τρόπος αμοιβής του αναδόχου (οδικής μεταφορικής εταιρείας) από τον εργοδότη (ΤΡΑΙΝΟΣΕ) για τη συγκεκριμένη υπεργολαβία θα αναλυθεί παρακάτω, με στόχο να δοθούν στον εργοδότη τα κατάλληλα στοιχεία για τη λήψη μιας πολιτικής απόφασης. Στόχος σαφώς είναι το τίμημα να είναι δελεαστικό για τον ανάδοχο, συμφέρον για τον εργοδότη και σίγουρα η συμβολή του στο κόστος να είναι τέτοια, ώστε η τελική χρέωση που θα κληθεί να πληρώσει ο πελάτης να είναι ανταγωνιστική. Κάθε container θα περιέχει φορτίο για ένα και μόνο πελάτη, δηλαδή θα έχει μοναδικό προορισμό και στις διαδρομές δε θα περιλαμβάνονται τμηματικές παραδόσεις. Στο τέλος της ημέρας όλες οι οντότητες που μεταφέρουν φορτίο (trailer-container) θα επιστρέφουν στους εμπορευματικούς σταθμούς είτε μεταφέρουν φορτίο είτε όχι, με σκοπό τη διατήρηση ισοζυγίου εμπορευματοκιβωτίων ανάμεσα στις δύο πόλεις. Στην εικόνα 1 παρουσιάζεται σχηματικά η υπηρεσία και στις ακόλουθες παραγράφους του παρόντος κεφαλαίου αναλύονται τα επιμέρους κομμάτια της.

**Εικόνα 1 Σχηματοποίηση υπηρεσίας door to door**

## 6.2 Ισοζύγιο εμπορευματοκιβωτίων μεταξύ Αθήνας και Θεσσαλονίκης

Μετά την αποτύπωση της πραγματικής κατάστασης από την ΤΡΑΙΝΟΣΕ και του καθορισμού των στόχων του πελατολογίου που θα κληθεί να εξυπηρετήσει, θα πρέπει σε πρώτη φάση να ληφθεί η απόφαση για το πλήθος των εμπορευματοκιβωτίων που θα απαιτούνται για την εξυπηρέτηση των πελατών σε Αθήνα και Θεσσαλονίκη. Κατά την καθημερινή λειτουργία της υπηρεσίας θα πρέπει επίσης να αποφασίζεται το πλήθος των άδειων εμπορευματοκιβωτίων που θα μεταφέρουν τα τρένα στις δύο κατευθύνσεις.

Για την επίλυση του ισοζυγίου παραθέτουμε τον πίνακα 1 με του συμβολισμούς, με την επεξήγηση ότι DC είναι το εμπορευματοκιβώτιο, D είναι η παράδοση (deliver), F είναι το γεμάτο (full), E είναι το άδειο (empty), A για Αθήνα, S για Θεσσαλονίκη και R για την παραμονή στους εμπορευματικούς σταθμούς (remain).

**DCDFA** : ΠΛΗΘΟΣ FULL CONTAINER ΠΟΥ ΠΑΡΑΔΙΔΕΙ ΤΟ ΤΡΕΝΟ ΣΕ ΑΘΗΝΑ

**DCDEA** : ΠΛΗΘΟΣ EMPTY CONTAINER ΠΟΥ ΠΑΡΑΔΙΔΕΙ ΤΟ ΤΡΕΝΟ ΣΕ ΑΘΗΝΑ

**DCDFS** : ΠΛΗΘΟΣ FULL CONTAINER ΠΟΥ ΠΑΡΑΔΙΔΕΙ ΤΟ ΤΡΕΝΟ ΣΕ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

**DCDES** : ΠΛΗΘΟΣ EMPTY CONTAINER ΠΟΥ ΠΑΡΑΔΙΔΕΙ ΤΟ ΤΡΕΝΟ ΣΕ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

**DCREA** : ΠΛΗΘΟΣ EMPTY CONTAINER ΠΟΥ ΠΑΡΑΜΕΝΕΙ ΣΤΟ ΤΕΛΟΣ ΤΗΣ ΗΜΕΡΑΣ  
ΣΕ ΑΘΗΝΑ

**DCRES** : ΠΛΗΘΟΣ EMPTY CONTAINER ΠΟΥ ΠΑΡΑΜΕΝΕΙ ΣΤΟ ΤΕΛΟΣ ΤΗΣ ΗΜΕΡΑΣ  
ΣΕ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

### Πίνακας 1

Άρα τα συνολικά εμπορευματοκιβώτια που απαιτούνται είναι:

$$\mathbf{DCtotal = DCDFA + DCDEA + DCDFS + DCDES + DCREA + DCRES}$$

Φυσικά οι τιμές που θα λάβει ο κάθε παράγοντας εξαρτώνται από την τελική πραγματική κατάσταση και το **DCtotal** θα πολλαπλασιαστεί με κάποιο συντελεστή ασφαλείας για την κάλυψη σε πιθανές ακραίες καταστάσεις. Ο ημερήσιος προγραμματισμός θα γίνεται

κάθε μέρα από την προηγούμενη, όπου όλες οι ζητήσεις της επόμενης θα είναι γνωστές στο διαχειριστή του συστήματος μέχρι τις 10 το βράδυ λίγο πριν την αναχώρηση των τρένων από τους δύο σταθμούς ώστε να μπορεί να αποφασίσει για το πλήθος των άδειων εμπορευματοκιβωτίων που θα φορτωθούν σε κάθε τρένο. Αν λοιπόν τα φορτία που θα παραληφθούν κάποια ημέρα σε μια πόλη είναι λιγότερα από τα φορτία που θα παραδοθούν, τότε δεν φορτώνονται άδεια εμπορευματοκιβώτια από τη μια πόλη στην άλλη. Αν είναι περισσότερα, τότε ελέγχεται το πλήθος των διαθέσιμων άδειων σε κάθε σταθμό και επιλέγεται αντίστοιχα η ποσότητα άδειων που απαιτείται να φορτωθεί από τη μια πόλη στην άλλη.

### **6.3 Η λειτουργία drayage σε Αθήνα και Θεσσαλονίκη**

Από τα παραπάνω γίνεται αντιληπτό πως ο σχεδιασμός της παράδοσης / παραλαβής των φορτίων στους τελικούς πελάτες είναι στατικός. Κάθε μέρα πρέπει από κάθε εμπορευματικό σταθμό να τοποθετηθούν εμπορευματοκιβώτια στα trailer, να παραδοθούν σε πελάτες, εκείνοι να τα αδειάσουν για να παραλάβουν τα υλικά που αναμένουν, κατόπιν τα άδεια εμπορευματοκιβώτια να μεταφερθούν στον επόμενο προορισμό τους που μπορεί να είναι ο εμπορευματικός σταθμός ή πελάτης που θέλει να κάνει αποστολή και στο τέλος της ημέρας όλα τα DC να επιστρέψουν στον σταθμό για να τοποθετηθούν όσα απαιτείται στην αμαξοστοιχία. Για να είναι αυτή η λειτουργία χαμηλού κόστους, ανεξαρτήτως της πολιτικής αποζημίωσης των οδικών μεταφορικών εταιρειών, θα πρέπει να ελαχιστοποιηθούν οι αποστάσεις που διανύουν τα φορτηγά, ο χρόνος που απαιτείται για την ικανοποίηση των ζητήσεων, το πλήθος των φορτηγών που θα χρησιμοποιηθούν και οι χρόνοι αναμονής στα διάφορα σημεία. Οι παραδόσεις γενικά δε μπορούν να υλοποιηθούν μετά τις παραλαβές και όλες οι κινήσεις πρέπει να γίνουν κατά τις ώρες λειτουργίας των πελατών αλλά και του τερματικού σταθμού. Στον παρακάτω πίνακα 2 φαίνονται οι περιπτώσεις κινήσεων που υπάρχουν στην παρούσα λειτουργία.



	IF	OF	IE	OE
ORIGIN	OSE DEPOT	CUSTOMER	OSE DEPOT/CUSTOMER	CUSTOMER
DESTINATION	CUSTOMER	OSE DEPOT	CUSTOMER	OSE DEPOT/CUSTOMER

### Πίνακας 2

Οι επιλογές ενός φορτηγού κατά την άφιξή του σε κάποιο πελάτη είναι τέσσερις,

- Να παραλάβει ή να παραδώσει φορτίο και να αναχωρήσει άμεσα
- Να παραδώσει φορτίο, να παραλάβει κάποιο άλλο και κατόπιν να αναχωρήσει
- Να παραλάβει ή παραδώσει φορτίο να περιμένει την φόρτωση/εκφόρτωσή του και κατόπιν να αναχωρήσει
- Να παραδώσει φορτίο να περιμένει την εκφόρτωσή του, την επαναφόρτωσή του και κατόπιν να αναχωρήσει

Η επιλογή κάθε φορά για κάθε φορτηγό σε κάθε πελάτη θα είναι ευθύνη του διαχειριστή του συστήματος, λαμβάνοντας υπόψη τα διαθέσιμα παράθυρα χρόνου, τις μεταφορές που απομένουν προς υλοποίηση, το χρόνο μετάβασης σε άλλους πελάτες, το χρόνο φόρτωσης/εκφόρτωσης και τη χρονική στιγμή που πρέπει να ληφθεί η απόφαση. Οι περιπτώσεις της Αθήνας και της Θεσσαλονίκης αντιμετωπίζονται με τον ίδιο τρόπο και σε δύο ξεχωριστά συστήματα. Για να είναι εφικτός ο σχεδιασμός μιας τέτοιας λειτουργίας θα πρέπει να γίνουν κάποιες υποθέσεις και να τεθούν περιορισμοί:

- Στο σύστημα υπάρχει μόνο ένας τερματικός σταθμός (depot)
- Υπάρχει απεριόριστος χώρος στον τερματικό σταθμό για την εναπόθεση των DC
- Χρησιμοποιείται μόνο ένας τύπος μεταφορικού μέσου (DC 20')
- Υπάρχει επαρκές πλήθος διαθέσιμων φορτηγών
- Κάθε φορτηγό μπορεί να μεταφέρει μόνο ένα DC
- Όλα τα φορτηγά ξεκινούν και καταλήγουν τις διαδρομές τους στον τερματικό εμπορευματικό σταθμό της ΤΡΑΙΝΟΣΕ



- Ο χρόνος μετάβασης μεταξύ δύο σημείων εξαρτάται αποκλειστικά από την απόσταση μεταξύ τους
- Ο χρόνος μετάβασης είναι ο ίδιος για γεμάτα και άδεια DC
- Κοστολογικά όλα τα φορτηγά αντιμετωπίζονται με τον ίδιο τρόπο
- Οι αποστάσεις είναι σταθερές
- Κάθε DC μεταφέρει φορτίο για ένα και μόνο πελάτη
- Όταν κάποιος οδηγός αναλαμβάνει να εκτελέσει μια ανάθεση πρέπει να την ολοκληρώσει και κατόπιν να αναλάβει την επόμενη
- Δεν παραμένει γεμάτο DC σε πελάτη στο τέλος της ημέρας
- Όλες οι απαιτήσεις είναι γνωστές στην αρχή της ημέρας
- Για την εκτέλεση μιας κίνησης OF θα πρέπει πρώτα να έχει προηγηθεί στον πελάτη μια κίνηση IE ή IF.
- Κάθε πελάτης έχει δικό του ωράριο λειτουργίας (time window)
- Οι χρόνοι φόρτωσης / εκφόρτωσης είναι γνωστοί για κάθε πελάτη
- Τα φορτηγά ανά ημέρα χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:
  - Πλήρους απασχόλησης
  - Μερικής απασχόλησης
- Οι αποστάσεις μεταξύ διαφόρων σημείων υπολογίζονται με βάση τις πραγματικές οδικές διαδρομές

Βασικός στόχος συνεπώς φαίνεται να είναι ο συνδυασμός διαδρομών ώστε να αποφεύγεται η συχνή επιστροφή των φορτηγών στον τερματικό σταθμό.

#### **6.4 Αποτύπωση πραγματικής κατάστασης και κοστολογικά στοιχεία**

Με στόχο τη λήψη απόφασης για τη βιωσιμότητα της σχεδιαζόμενης υπηρεσίας αποφασίστηκε η καταγραφή της πραγματικής κατάστασης. Η καταγραφή αυτή περιλαμβάνει:



- Την εύρεση των εν δυνάμει πελατών. Έγινε αναζήτηση για εταιρείες που παρέχουν υπηρεσίες μεταφοράς και αποθήκευσης προϊόντων (3<sup>rd</sup> party logistics), ναυτιλιακές, μεταφορικές, μεγάλες βιομηχανίες, πρακτορεία εμπορευμάτων κλπ.
- Επικοινωνία με τις εταιρείες για διερεύνηση ενδιαφέροντος στις μεταφορές μεταξύ Αθήνας και Θεσσαλονίκης.
- Καταγραφή ημερήσιου φόρτου μεταφορών στο δίπολο Αθήνας Θεσσαλονίκης. Για το σκοπό αυτό σχεδιάστηκε το ερωτηματολόγιο που φαίνεται στο παράρτημα Α. Με τη βοήθεια του ερωτηματολογίου χτίζεται το δίκτυο των απαιτούμενων μεταφορών που αναλύεται παρακάτω.
- Στοιχεία κόστους για τις μεταφορές όπως υλοποιούνται σήμερα
- Στοιχεία κόστους από την ΤΡΑΙΝΟΣΕ

Από τα παραπάνω καταλήξαμε στο ότι το κόστος της ΤΡΑΙΝΟΣΕ ανά δρομολόγιο αμαξοστοιχίας είναι 5.500 €. Το μέσο κόστος οδικής μεταφοράς μεταξύ Αθήνας και Θεσσαλονίκης είναι 450 € ανά φορτίο (υπάρχουν τιμές από 420€ έως 480€ με πιο συχνή τα 450€). Στα χρήματα αυτά περιλαμβάνονται τα πάγια λειτουργικά έξοδα που υπολογίζονται σε 150€ ανά ημέρα και περιλαμβάνουν ασφάλεια οχήματος – service – αμοιβή/αποζημίωση οδηγού κλπ. Η κατανάλωση πετρελαίου δίνει για τη διαδρομή Αθήνα – Θεσσαλονίκη ένα κόστος της τάξης των 200€. Τέλος, το κόστος των διοδίων για τη συγκεκριμένη διαδρομή και το συγκεκριμένο τύπο οχήματος υπολογίζεται στα 70€. Το μέσο κέρδος λοιπόν για τον ιδιοκτήτη φορτηγού είναι 30 €.

Οι πελάτες που εκδήλωσαν ενδιαφέρον τελικά δημιουργούν τα δεδομένα για το πρόβλημα που καλείται η παρούσα εργασία να λύσει. Τα στοιχεία που καταγράφηκαν από τους πελάτες παρουσιάζουν πάντα το χειρότερο σενάριο για την κάθε παράμετρο. Παρακάτω στα παραρτήματα Γ και Δ παρουσιάζεται η αποτύπωση σε Αθήνα και Θεσσαλονίκη αντίστοιχα. Με τη βοήθεια των χαρτών Google βρέθηκε το γεωγραφικό πλάτος και μήκος των τερματικών σταθμών και των πελατών. Τα ερωτηματολόγια που διαμορφώνουν τους παρακάτω πίνακες απαντήθηκαν τηλεφωνικά – ο μοναδικός τρόπος γρήγορης ανταπόκρισης των ερωτηθέντων

(προβλέπεται και από συστήματα διαχείρισης ποιότητας). Με δεδομένο λοιπόν το κόστος της σιδηροδρομικής μεταφοράς η ανάλυση της διασύνδεσης των τερματικών σταθμών με τους πελάτες θα οδηγήσει στην αξιολόγηση της σχεδιαζόμενης υπηρεσίας από την ΤΡΑΙΝΟΣΕ.

Παρακάτω στις εικόνες 2 και 3 παρουσιάζεται το δίκτυο αντίστοιχα για Αθήνα και Θεσσαλονίκη. Με οικία συμβολίζεται ο εμπορευματικός σταθμός της ΤΡΑΙΝΟΣΕ στις δύο πόλεις και οι πελάτες με τα σύμβολα δείκτη.



**Εικόνα 2**

Στην παραπάνω εικόνα 2 παρατηρείται ότι κάποιοι πελάτες είναι απομακρυσμένοι από τον εμπορευματικό σταθμό αλλά κοντά μεταξύ τους, ένας είναι αρκετά απομακρυσμένος από όλους τους υπόλοιπους αλλά και από το σταθμό και οι υπόλοιποι βρίσκονται σε κοντινή απόσταση στο σταθμό. Οι πελάτες που βρίσκονται κοντά στο σταθμό κατέχουν και το



μεγαλύτερο όγκο φορτίων οπότε θα υπάρχει μεγάλη κίνηση κοντά στο σταθμό, ενώ οι πελάτες που βρίσκονται μακριά, κατέχουν ελάχιστο ποσοστό του συνολικού φόρτου.



**Εικόνα 3**

Στην παραπάνω εικόνα 3 παρατηρείται ότι οι πελάτες της Θεσσαλονίκης βρίσκονται σε κοντινότερες αποστάσεις μεταξύ τους από ότι στην Αθήνα και κάποιοι από αυτούς έχουν αποθήκες είτε σε απόσταση αναπνοής μεταξύ τους (ΒΙΠΕ Σίνδου) είτε στον ίδιο χώρο (λιμάνι). Ο σημαντικότερος φόρτος βρίσκεται σε κοντινή σχετικά απόσταση από τον εμπορευματικό σταθμό αλλά υπάρχουν και πελάτες σε πιο σύντομες διαδρομές. Το δίκτυο στη Θεσσαλονίκη φαίνεται πιο ομοιόμορφα κατανομημένο σε σχέση με εκείνο της Αθήνας.

Στην επόμενη παράγραφο αναλύεται ο τρόπος επίλυσης του δικτύου της κάθε πόλης. Στα αποτελέσματα διακρίνονται οι ιδιαιτερότητες του δικτύου κάθε περίπτωσης.

## 7 Επίλυση του προβλήματος

Για την επίλυση του προβλήματος της διασύνδεσης των τερματικών σταθμών με τους πελάτες θα χρησιμοποιηθεί ο αλγόριθμος dial – a – ride του εργαστηρίου Βελτιστοποίησης Συστημάτων του τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Στην ενότητα που ακολουθεί αναλύεται ο συγκεκριμένος αλγόριθμος σε αντιστοίχιση με το drayage πρόβλημα που διαχειρίζεται η παρούσα εργασία.

### 7.1 Ο αλγόριθμος dial – a – ride και η διανομή εμπορευματοκιβωτίων

Ο αλγόριθμος που χρησιμοποιείται για την επίλυση του δικτύου στηρίζεται στην ευρετική μέθοδο της εισαγωγής των απαιτήσεων (Insertion Method). Η μέθοδος της εισαγωγής των απαιτήσεων είναι μια από τις πιο κοινές τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την επίλυση του προβλήματος της δρομολόγησης οχημάτων. Ο τρόπος λειτουργίας της βασίζεται στην εισαγωγή των απαιτήσεων σε ένα σύνολο προσχεδιασμένων διαδρομών, με τέτοιο τρόπο ώστε στο τέλος να προκύψουν οι διαδρομές ελαχίστου κόστους.

Οι πελάτες που θα εξυπηρετηθούν από τα οχήματα μπαίνουν σε μια λίστα στην οποία κατατάσσονται σε ένα σύνολο από κενές διαδρομές. Για κάθε πελάτη επιλέγεται ένα σύνολο από υποψήφιες διαδρομές και εκτιμάται κατά πόσο είναι εφικτή η εισαγωγή του πελάτη στη διαδρομή. Ο πελάτης εισάγεται στην καλύτερη διαδρομή η οποία προκύπτει κατά την διάρκεια της διαδικασίας εκτίμησης των διαδρομών. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται μέχρι να πραγματοποιηθεί η εισαγωγή όλων των πελατών στις διαδρομές. Προφανώς υπάρχουν πολλές διαφοροποιήσεις του αλγορίθμου οι οποίες εξαρτώνται από τις τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την επιλογή των πελατών και των διαδρομών. Μια ευρετική τεχνική για την επιλογή των πελατών είναι να ξεκινήσει από εκείνους που βρίσκονται πιο μακριά από το σημείο σταθμός και στην συνέχεια να προχωρήσει στους πιο κοντινούς.

Μια σημαντική απόφαση που πρέπει να ληφθεί έχει να κάνει με την διαδικασία της επιλογής του συνόλου των υποψηφίων διαδρομών έτσι ώστε να γίνει η εισαγωγή των πελατών. Για μεσαίου μεγέθους προβλήματα (λιγότερες από 20 διαδρομές) είναι δυνατόν να επιλεγούν όλες οι διαδρομές. Για μεγαλύτερα προβλήματα, θεωρείται σκόπιμο να οριστεί ένα όριο για τις διαδρομές και να επιλέγονται μόνο οι κοντινότερες ή μια κενή διαδρομή εάν είναι διαθέσιμη.

Για να εκτιμηθεί η εισαγωγή του κάθε πελάτη ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία. Για την εισαγωγή μιας απαίτησης σε μια διαδρομή, επιλέγεται η διαδρομή στην οποία το πρόσθετο μήκος που προκύπτει είναι το μικρότερο. Η αύξηση του μήκους της διαδρομής από την εισαγωγή μιας απαίτησης ορίζεται ως κόστος εισαγωγής. Έτσι για την πραγματοποίηση της εισαγωγής του κόμβου  $i$  μεταξύ των κόμβων  $a$  και  $b$ , το κόστος εισαγωγής θα είναι  $d[a, i] + d[i, b] - d[a, b]$ . Το πλεονέκτημα αυτής της στρατηγικής είναι ότι δουλεύει με οποιαδήποτε ρουτίνα εισαγωγής, από την πιο απλή εισαγωγή μεταξύ δυο διαδοχικών κόμβων, έως την ανάπτυξη της πλήρους λύσης του προβλήματος Traveling Salesman Problem.

Με στόχο να γίνει έλεγχος του αριθμού των διαδρομών που χρησιμοποιούνται για την επίλυση του προβλήματος, ο αλγόριθμος ξεκινάει δημιουργώντας  $K$  κενές διαδρομές, όπου  $K$  είναι ο μέγιστος επιτρεπτός αριθμός των διαδρομών. Η εισαγωγή μιας απαίτησης σε μια κενή διαδρομή αντιστοιχεί και στην δημιουργία μια νέας διαδρομής. Σε κάθε εκτέλεση ο αλγόριθμος προτείνει τα βέλτιστα οικονομικά δρομολόγια των οχημάτων μεταφοράς, λαμβάνοντας υπόψη όλους τους περιορισμούς του προβλήματος. Η διαδικασία εκτελείται επαναληπτικά για όλες τις απαιτήσεις μεταφοράς κατά τη διάρκεια της ημέρας.

Στο πρόβλημα της παρούσα εργασίας τα οχήματα θεωρείται ότι δε διαθέτουν κάποιο ιδιαίτερο χαρακτηριστικό και είναι διαθέσιμα να εξυπηρετήσουν όλες τις απαιτήσεις μεταφοράς. Με την ολοκλήρωση του προσδιορισμού των χαρακτηριστικών των οχημάτων πραγματοποιείται η εισαγωγή του δικτύου των ελαχίστων διαδρομών. Για την ημέρα προγραμματισμού εισάγονται οι απαιτήσεις των πελατών και προσδιορίζονται τα

χαρακτηριστικά του κάθε πελάτη – σημείου εξυπηρέτησης. Όπως και παραπάνω με τα οχήματα έτσι και εδώ οι πελάτες δεν έχουν κάποια ιδιαίτερη απαίτηση σχετικά με τον τύπο του οχήματος που θα τους εξυπηρετήσει και μπορεί να εξυπηρετηθούν από οποιοδήποτε όχημα.

Ο αλγόριθμος εντοπίζει την βέλτιστη οικονομική διαδρομή που οδηγεί σε κάθε κόμβο και προσπαθεί να την εισάγει στο κατάλληλο δρομολόγιο έτσι ώστε να δημιουργηθούν οι διαδρομές ελαχίστου κόστους. Στην συνέχεια ο αλγόριθμος αναθέτει σε κάθε όχημα τον βέλτιστο αριθμό πελατών, συνδυάζοντας την χωρητικότητα του οχήματος με την απαιτούμενη ποσότητα για κάθε διαδρομή, λαμβάνοντας παράλληλα υπόψη και το λειτουργικό κόστος του οχήματος. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η οικονομικότερη διαχείριση του στόλου των οχημάτων. Κατά την διάρκεια εκτέλεσης του αλγορίθμου το πρόβλημα θεωρείται στατικό. Τα χαρακτηριστικά του προβλήματος όπως είναι το πλήθος των πελατών, η ποσότητα των παραγγελιών, τα παράθυρα χρόνου και ο χρόνος εξυπηρέτησης των οχημάτων δεν μεταβάλλονται. Τα οχήματα δεν παρουσιάζουν βλάβες αφού μπορεί να επιλεγεί κάποιο άλλο από τα διαθέσιμα και δεν έχουμε ακυρώσεις ζητήσεων.

Ο αλγόριθμος εκτελεί επαναλήψεις έως ότου βρεθούν τα οικονομικά δρομολόγια των οχημάτων. Το κάθε δρομολόγιο περιγράφεται από τα εξής στοιχεία:

- Το όχημα που εκτελεί την διαδρομή
- Το μήκος της διαδρομής
- Τον χρόνο προσπέλασης της διαδρομής και
- Το κόστος της.

Στο τέλος της ανάλυσης κάθε σεναρίου υπολογίζονται τα παρακάτω χαρακτηριστικά των προτεινόμενων διαδρομών:

- Ο συνολικός αριθμός των απαιτήσεων που ικανοποιήθηκαν.
- Ο συνολικός αριθμός των απαιτήσεων που δεν ικανοποιήθηκαν.
- Ο συνολικός αριθμός των οχημάτων που χρησιμοποιήθηκαν.
- Το συνολικό μήκος των διαδρομών.



- Ο συνολικός χρόνος προσπέλασης.
- Η συνολική πραγματικά διανυθείσα απόσταση.
- Οι νεκροί χρόνοι κάθε διαδρομής.
- Το συνολικό κόστος των οχημάτων

Ο αλγόριθμος της εισαγωγής που αναφέρθηκε παραπάνω αποτελεί μια διαφοροποίηση του αλγορίθμου του Jaw et, al. (1986). Η βασική χρησιμότητα του αλγορίθμου της εισαγωγής έγκειται στην δημιουργία συγκεκριμένων διαδρομών και την ανάθεση τους σε ειδικά οχήματα, η αρχική λύση που προκύπτει μπορεί στην συνέχεια να χρησιμοποιηθεί για περαιτέρω βελτιστοποίηση μέσω ευρετικών τεχνικών. Παρακάτω παρουσιάζεται η σημειολογία του αλγορίθμου.

$V = \{1, 2, 3, \dots,  V \}$	Το σύνολο των διαθέσιμων οχημάτων
$R_{v \{v=1,2,3,\dots, V \}}$	Το πρόγραμμα της διαδρομής για κάθε όχημα $v \in V$
$RC_{\{v=1,2,3,\dots, V \}}$	Το κόστος της προγραμματισμένης διαδρομής για κάθε όχημα $v \in V$ .
$N$	Ο αριθμός των απαιτήσεων μεταφοράς. Κάθε απαίτηση μεταφοράς αποτελείται από ένα σημείο παραλαβής και ένα σημείο παράδοσης.
$TR_{i \{i=1,2,\dots,N\}}$	Η σειρά με την οποία καταφθάνουν τα αιτήματα μεταφοράς
$EPT_{i \{i=1,2,\dots,N\}}$	Ο νωρίτερος χρόνος παραλαβής της απαίτησης $i$ .
$BIP_{i,v}$	Η καλύτερη θέση εισαγωγής της $i$ απαίτησης μεταφοράς $TR_i$ του προγράμματος διαδρομής $R_v$
$MinCostBIP_{i,v}$	Το κόστος της καλύτερης θέσης εισαγωγής της απαίτησης μεταφοράς $TR_i$ του προγράμματος της διαδρομής $R_v$ .

Κατά την διάρκεια των βημάτων της επεξεργασίας ο αλγόριθμος δημιουργεί κενές διαδρομές για κάθε όχημα, στην συνέχεια για κάθε απαίτηση μεταφοράς ο αλγόριθμος

λαμβάνοντας υπόψη το κόστος βρίσκει την καλύτερη θέση για την εισαγωγή της νέας απαίτησης ψάχνοντας όλες τις διαδρομές των οχημάτων. Όταν βρεθεί η κατάλληλη θέση τότε εισάγεται η απαίτηση της μεταφοράς, αλλιώς εάν δεν είναι εφικτό να βρεθεί τουλάχιστον μια καλή θέση για την εισαγωγή της απαίτησης τότε αυτή απορρίπτεται. Μετά το πέρας της εκτέλεσης του αλγορίθμου έχουν πλέον δημιουργηθεί και ανατεθεί όλες οι ειδικές διαδρομές στα οχήματα. Βασικό μειονέκτημα της διαδικασίας αποτελεί το γεγονός ότι ο αλγόριθμος τείνει πιο συχνά να αναθέτει στο πρώτο όχημα τις περισσότερες απαιτήσεις μεταφοράς. Για τον λόγο αυτό έχει αναπτυχθεί μια διαφοροποίηση του αλγορίθμου, στην οποία η αναζήτηση για την εισαγωγή της κάθε απαίτησης ξεκινά κάθε φορά από διαφορετικό όχημα. Στην συνέχεια παρουσιάζεται η περιγραφή του ψευδó κώδικα της απλής ευρετικής μεθόδου εισαγωγής.

**Step0:** for every  $v$  in  $V$  build an empty  $R_v$

**Step1:** Sort  $R_v$  in descending order according to  $RC_v$

**Step2:** Sort  $TR_i$  in descending order according to demands  $EPT_i$

**Step3:** for every  $TR_i \{i=1,2,\dots,N\}$

**Step3.1:** Sort  $R_v$  in descending order according to  $RC_v$

**Step3.2:** for every  $R_v \{v=1,2,\dots,|V|\}$  do

find the  $BIP_{iv}$

Calculate  $MinCostBIP_{iv}$

**Step3.3:** If no  $BIP_{iv \{v=1,2,\dots,|V|\}}$  found goto **step 3.6**

**Step3.4:** From all  $MinCostBIP_{iv}$  select the minimum one

**Step3.5:** Assign that  $TR_i$  to the appropriate  $R_v$  and goto **step3**

**Step3.6:** Reject that trip request and repeat **step3**

end for



## 7.2 Μεθοδολογία επίλυσης

Μετά την καταγραφή της πραγματικής κατάστασης που αναφέρθηκε παραπάνω, για να λυθεί το πρόβλημα θα πρέπει να ακολουθηθούν τα παρακάτω βήματα. Από τους χάρτες Google βρίσκουμε το γεωγραφικό μήκος και το γεωγραφικό πλάτος των εμπορευματικών σταθμών και των αποθηκών (ή σημείων παράδοσης – παραλαβής) του κάθε πελάτη. Με τον τρόπο αυτό έχουν οριστεί οι κόμβοι του δικτύου που χτίζεται. Με μια εφαρμογή του εργαστηρίου βελτιστοποίησης συστημάτων του τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, υπολογίζονται όλες οι πιθανές αποστάσεις μεταξύ των κόμβων του δικτύου, δηλαδή η απόσταση από κάθε κόμβο προς όλους του υπόλοιπους. Στοιχείο ελαχιστοποίησης όμως για τον αλγόριθμο είναι ο χρόνος, οπότε υπολογίζονται τα χρονικά διαστήματα που απαιτούνται για τη μετάβαση από κάθε κόμβο προς όλους του υπόλοιπους κόμβους θεωρώντας μέση ταχύτητα 40 χιλιόμετρα ανά ώρα. Η τιμή αυτή επιλέχθηκε σαν το χειρότερο σενάριο που μπορεί να συναντήσει από άποψη κυκλοφοριακού φόρτου κάποιο όχημα στις διαδρομές της Αθήνας και της Θεσσαλονίκης που εξετάζονται. Φυσικά δεν έχουν προβλεφθεί έκτακτες περιπτώσεις, που για κάποιο λόγο η κυκλοφορία διακόπτεται. Ορίζονται λοιπόν τα input files του αλγορίθμου ως εξής (δημιουργούνται δύο αρχεία, ένα για Αθήνα και ένα για Θεσσαλονίκη):

### a. STOPS

Εδώ ορίζονται οι κόμβοι του δικτύου (depot-customers) όπως έχει αναφερθεί παραπάνω.

### b. DISTANCES

Εδώ ορίζονται όλοι οι συνδυασμοί οδικών αποστάσεων και ο χρόνος που απαιτείται για την κάλυψή τους όπως έχει υπολογιστεί παραπάνω. Ορίζεται επίσης το κόστος κάθε ταξιδιού ανά χιλιόμετρο. Στο πεδίο αυτό ορίζεται η πιθανή χιλιομετρική αποζημίωση των μεταφορικών εταιρειών από την ΤΡΑΙΝΟΣΕ στα 0,5 € ανά χιλιόμετρο, δηλαδή περίπου 20% πάνω από το κόστος κίνησης του φορτηγού, που από πραγματικά δεδομένα

κατανάλωσης φορτηγών (στοιχεία εταιρείας του συγγραφέα) υπολογίζεται στα 0,4 € ανά χιλιόμετρο.

#### c. VEHICLES

Εδώ ορίζεται το πλήθος των διαθέσιμων φορτηγών για την κάλυψη των αναγκών παράδοσης και παραλαβής ανά ημέρα. Το πλήθος τους υπολογίζεται στα 40 που όπως αποδεικνύεται και από τα αποτελέσματα του αλγορίθμου, είναι αρκετά και δε χρησιμοποιούνται όλα. Εδώ επίσης ορίζεται από πού ξεκινούν και που καταλήγουν στο τέλος της ημέρας τα φορτηγά που για την περίπτωση που εξετάζεται, είναι οι τερματικοί εμπορευματικοί σταθμοί της ΤΡΑΙΝΟΣΕ. Ορίζεται επίσης και η χωρητικότητα του κάθε φορτηγού σε μονάδες μεταφερόμενου μέσου που για εδώ είναι τα εμπορευματοκιβώτια και είναι ίση με τη μονάδα. Ακόμη, ορίζεται το παράθυρο χρόνου μέσα στο οποίο μπορεί να κινηθεί το όχημα. Τέλος, ορίζεται ο μέγιστος χρόνος που μπορεί το όχημα να εκτελεί μεταφορές που για εδώ είναι από τη στιγμή που ανοίγει μέχρι τη στιγμή που κλείνει ο εμπορευματικός σταθμός.

#### d. DETAIL TRIPS

Εδώ ορίζονται οι μεταφορές εμπορευματοκιβωτίων που είναι προγραμματισμένες να εκτελεστούν είτε αυτά είναι γεμάτα είτε όχι, με στόχο την ικανοποίηση των πελατών και την επιστροφή στο depot όλων των DC στο τέλος της ημέρας.

Ορίζεται το Service Time σε κάθε πελάτη ακολουθώντας την εξής πολιτική:

- Από την καταγραφή της πραγματικής κατάστασης φαίνεται ότι ο χρόνος που απαιτείται για την μετάβαση σε κάποιο πελάτη είναι πολύ μικρότερος από εκείνον που απαιτείται για να αδειάσει ή να γεμίσει κάποιο DC. Τα φορτηγά λοιπόν δεν περιμένουν για να εκτελεστούν οι εργασίες αυτές από τους πελάτες, αλλά αντίστοιχα παραλαμβάνουν ή αφήνουν στον πελάτη την οντότητα container-trailer. Ο ελάχιστος αυτός χρόνος για το δέσιμο/λύσιμο του τράκτορα του φορτηγού με το trailer και τη διεκπεραίωση των λογιστικών διαδικασιών κατά την είσοδο ενός φορτηγού στις εγκαταστάσεις του πελάτη ορίζεται στα 15 λεπτά.



- Στις περιπτώσεις που ο πελάτης είναι απομακρυσμένος ή εκτελεί σε μικρούς σχετικά χρόνους το άδειασμα-γέμισμα των DC ή ο ίδιος πελάτης έχει αναθέσει παράδοση και παραλαβή, τότε μετά την αρχική επίλυση του αλγορίθμου μπορεί να επιλεγεί να παραμείνει το φορτηγό για τη διαδικασία αδειάσματος/γεμίσματος ενός εμπορευματοκιβωτίου στον πελάτη.

Για το σχεδιασμό των διαδρομών ακολουθείται η λογική:

- Στις περιπτώσεις που κάποιο DC πρέπει να μεταφερθεί για γέμισμα, επιλέγεται (με ένα local heuristic) εκείνο το διαθέσιμο, που απαιτείται να διανυθεί η συνολικά μικρότερη απόσταση. Έτσι λοιπόν το DC που θα μεταφερθεί για γέμισμα μπορεί να είναι από το σταθμό ή και από κάποιο πελάτη ο οποίος παρέλαβε φορτίο και το έχει αδειάσει. Ορίζονται τα TIME WINDOWS με τέτοιο τρόπο ώστε οι χρονικές στιγμές κατά τις οποίες κάποιος πελάτης παραλαμβάνει εμπορευματοκιβώτιο για γέμισμα να είναι ρεαλιστικές. Για το λόγο αυτό λαμβάνεται υπόψη ο χρόνος εκφόρτωσης στον προηγούμενο πελάτη, πότε υπάρχει διαθέσιμο DC, ο χρόνος που απαιτείται για να φτάσει το άδειο DC στον προορισμό του από τον προηγούμενο παραλήπτη και ο χρόνος που απαιτείται για το γέμισμα. Η διαδικασία αυτή λαμβάνει χώρα γιατί ο αλγόριθμος dial a ride θεωρεί ότι μεταφέρει οντότητες χωρίς να λαμβάνεται υπόψη αν το DC που μεταφέρεται είναι άδειο ή γεμάτο. Ακόμη δε λαμβάνει υπόψη αν σε πελάτη έχει παραδοθεί άδειο DC ώστε να μπορέσει εκείνος να το γεμίσει και στη συνέχεια κάποιο φορτηγό να παραλάβει το γεμάτο DC.
- Ορίζονται τα TIME WINDOWS με τέτοιο τρόπο ώστε να αποκλείεται να λάβει χώρα μη εφικτή λύση λόγω της αδυναμίας του αλγορίθμου που περιγράφεται παραπάνω. Ακόμη, τα TIME WINDOWS αναχώρησης από τον εμπορευματικό σταθμό ορίζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να λαμβάνεται υπόψη το γεγονός ότι το τρένο φτάνει εκεί στις 6 το πρωί, ο γερανός τοποθετεί τα DC στα trailers με ρυθμό ένα κάθε τρία λεπτά και ότι ο σταθμός ανοίγει για τα φορτηγά στις 7 το πρωί κάθε ημέρας. Οπότε στις 7:00 υπάρχουν διαθέσιμα 20 DC και κατόπιν κάθε μισή ώρα υπάρχουν διαθέσιμα 10 DC.



Τέλος μετά την πρώτη λύση εντοπίζεται τότε είναι διαθέσιμα τα πρώτα DC που διακινούνται και διαμορφώνονται τα TIME WINDOWS των σχετικών διαδρομών έτσι ώστε να μειωθούν οι νεκροί χρόνοι, οι χρόνοι εκείνοι δηλαδή που κάποιο φορτηγό βρίσκεται χωρίς αντικείμενο σε αναμονή ανάθεσης.

### 7.3 Εξεταζόμενα σενάρια

Για την επαλήθευση της αξιολόγησης της σχεδιαζόμενης υπηρεσίας από την ΤΡΑΙΝΟΣΕ, με βάση την αποτύπωση της πραγματικής κατάστασης, αναπτύχθηκαν πέντε σενάρια απαιτήσεων και δύο πολιτικές αποζημίωσης των φορτηγών. Η δυνατότητα κίνησης των φορτηγών διαρκεί όσο είναι ανοιχτός ο εμπορευματικός σταθμός. Από τις λύσεις προκύπτει πως υπάρχουν κάποια φορτηγά που απασχολούνται όλη την ημέρα και κάποια άλλα που η συμβολή τους είναι απαραίτητη για λιγότερο από έξι ώρες ανά ημέρα και σε κάποιες περιπτώσεις η απασχόληση φτάνει τις δύο ώρες. Αυτό συμβαίνει διότι υπάρχουν κάποιες ώρες αιχμής που τα υπάρχοντα φορτηγά δεν μπορούν να καλύψουν τις ζητήσεις οπότε ο αλγόριθμος εισάγει και νέα φορτηγά στο σύστημα.

Η πρώτη πολιτική αποζημίωσης των φορτηγών θα είναι ανά ημέρα με εφάπαξ ποσό. Για τα φορτηγά πλήρους απασχόλησης θα είναι 450 € (όσο χρεώνουν και για την εθνική μεταφορά) και για τα φορτηγά μερικής απασχόλησης θα είναι 200 €. Οι τιμές τέθηκαν με τη λογική όλοι οι εμπλεκόμενοι να είναι ικανοποιημένοι με τα κοστολογικά τους στοιχεία κάτι που είναι φυσικά αντικείμενο διερεύνησης κατά την παραμετρική ανάλυση. Οι τελικές τιμές στις οποίες πιθανό να καταλήξει κάποια διαπραγμάτευση θα προκύψουν έχοντας λάβει υπόψη και παράγοντες που δεν είναι αντικείμενο της παρούσας εργασίας.

Η δεύτερη πολιτική αποζημίωσης θα περιλαμβάνει ένα ημερήσιο πάγιο ποσό, που ορίζεται στα 200 € και κατόπιν θα αποζημιώνει τα φορτηγά με βάση τα χιλιόμετρα που διανύουν. Οι διαδρομές όμως δεν σχεδιάζονται από τα φορτηγά, οπότε για να υπάρχει δικαιοσύνη οι αναθέσεις με πολλά διανυόμενα χιλιόμετρα θα ανατίθενται περιοδικά σε όλους



τους οδηγούς και έτσι κατά μέσο όρο σε βάθος χρόνου όλοι οι οδηγοί θα διανύουν τις ίδιες αποστάσεις.

Το πρώτο σενάριο που θα υλοποιηθεί (σενάριο 0 στους πίνακες/γραφήματα) είναι ακριβώς αυτό που καταγράφηκε κατά την έρευνα της πραγματικής κατάστασης με τη διακίνηση 103 εμπορευματοκιβωτίων, 28 από Αθήνα προς Θεσσαλονίκη και 75 στην αντίθετη κατεύθυνση. Τα αποτελέσματά του είναι ασφαλή, αφού παρά τις ιδιομορφίες που παρουσιάζει ένα τέτοιο σενάριο είναι μια πραγματική κατάσταση. Έχει αυξημένες πιθανότητες πραγματοποίησης και μπορεί πολύ γρήγορα να υλοποιηθεί, ώστε να μπορέσουν να λυθούν τα βρεφικά προβλήματα της διαχείρισης του νέου αυτού συστήματος.

Το δεύτερο σενάριο (σενάριο 1 στους πίνακες/γραφήματα) επεμβαίνει στα time windows λειτουργίας των πελατών και τα ταυτίζει με εκείνο της λειτουργίας του εμπορευματικού σταθμού. Στόχος είναι να εξεταστεί κατά πόσο επηρεάζεται το κόστος λειτουργίας στην περίπτωση που ο πελάτης για κάποιο λόγο χρειαστεί περισσότερο χρόνο για να πραγματοποιήσει τις φορτοεκφορτώσεις. Άλλη αιτία είναι ο διαχειριστής του συστήματος να μην προλαβαίνει να ικανοποιήσει τις ζητήσεις και αναγκάζεται να εκτελέσει τις μεταφορές καθυστερημένα. Το αποτέλεσμα θα είναι εκείνος που ζητά παράταση χρόνου να επιβαρύνεται με κόστος. Αν το ζητά ο πελάτης τότε να χρεώνεται εκείνος παραπάνω (αν προκύψει από την ανάλυση μεγαλύτερο κόστος) και αν το ζητά ο διαχειριστής της υπηρεσίας να παρέχει έκπτωση στον πελάτη.

Στο τρίτο σενάριο (σενάριο 2 στους πίνακες/γραφήματα) εξετάζεται η περίπτωση τα εμπορευματοκιβώτια που θα διακινηθούν μεταξύ Αθήνας και Θεσσαλονίκης να ισορροπήσουν σε ποσότητα. Να γίνουν δηλαδή 56 (28 εκατέρωθεν). Για να γίνει αυτό αφαιρούνται DC από το πραγματικό σενάριο από πελάτες με το μεγαλύτερο φόρτο. Αυτό γίνεται για να διατηρηθούν σε πλήθος οι πελάτες και οι διαδρομές των φορτηγών. Η μείωση τόσο πολύ του πλήθους των DC θα δείξει μια εικόνα βιωσιμότητας της υπηρεσίας όταν το αντικείμενο μειώνεται αισθητά. Αξίζει να σημειωθεί ο εμπειρικός κανόνας του σιδηροδρόμου που θέτει σε 50 τα ελάχιστα DC





που πρέπει να διακινεί μια αμαξοστοιχία για να είναι βιώσιμη η λειτουργία της. Από τα αποτελέσματα αναμένουμε να φανεί το κάτω όριο που κάνει βιώσιμη την υπηρεσία.

Στο τέταρτο σενάριο (σενάριο 3 στου πίνακες/γραφήματα) το πλήθος των DC αυξάνει στους πελάτες με μεγάλο φόρτο και διαφορά στα εισερχόμενα και εξερχόμενα φορτία τους. Το αποτέλεσμα είναι να φτάσουν τα 147 τα DC που διακινούνται. Αναμένεται μείωση του κόστους λειτουργίας ανά DC λόγω από τη μια της αύξησης του αντικειμένου και από την άλλη λόγω της μείωσης των μετακινήσεων χωρίς φορτίο (που δεν τιμολογούνται) αφού περισσότερα γεμάτα DC θα πρέπει να διακινήθούν (κάτι που τιμολογείται).

Στο πέμπτο σενάριο (σενάριο 4 στου πίνακες/γραφήματα) γίνεται η υπόθεση ότι ο χρόνος φόρτωσης και εκφόρτωσης στους πελάτες που καθυστερούν ή έχουν μεγάλη ημερήσια κίνηση εισερχομένων και εξερχομένων φορτίων, πέφτει στο μισό. Αυτό γίνεται είτε λόγω επενδύσεων των πελατών για αύξηση της ταχύτητας της λειτουργίας αυτής, είτε λόγω προτεραιότητας εξυπηρέτησης που δίνουν στα φορτηγά της ΤΡΑΙΝΟΣΕ. Σκοπός του σεναρίου αυτού είναι να εξετασθεί κατά πόσο μπορεί η ΤΡΑΙΝΟΣΕ να αιτηθεί κάτι από τα παραπάνω στους πελάτες της με στόχο τη μείωση του λειτουργικού κόστους και την επίτευξη καλύτερων τιμών προς αυτούς.

Τα αποτελέσματα των παραπάνω σεναρίων παρουσιάζονται και αναλύονται στο επόμενο κεφάλαιο όπου γίνονται συγκρίσεις μεταξύ τους και εξετάζεται η επίδραση της κάθε παραμέτρου στο προσδοκώμενο αποτέλεσμα της εξεταζόμενης υπηρεσίας. Μια σύντομη περιγραφή των σεναρίων παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα 3.



ΣΕΝΑΡΙΟ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
0	Πραγματικό-καταγεγραμμένο από την έρευνα
1	Υπόθεση ότι τα ωράρια λειτουργίας των πελατών ταυτίζονται με του εμπορευματικού σταθμού
2	Ταύτιση ποσότητας inbound και outbound container στο κάτω όριο του σεναρίου 0
3	Ταύτιση ποσότητας inbound και outbound container στο άνω όριο του σεναρίου 0
4	Υπόθεση ότι ο χρόνος φόρτωσης / εκφόρτωσης container σε πελάτες μειώνεται στο μισό

**Πίνακας 3**

## 8 Αποτελέσματα – Παραμετρική ανάλυση

Οι βασικοί παράγοντες που συνθέτουν το πρόβλημα που αναλύεται στην παρούσα εργασία είναι οι εξής:

- Το εθνικό συμφέρον μέσω της μείωσης του μεταφορικού κόστους που συνεπάγεται αύξηση της ανταγωνιστικότητας
- Η βιωσιμότητα της υπηρεσίας της ΤΡΑΙΝΟΣΕ
- Η ανταγωνιστικότητα των επιχειρήσεων-πελατών μέσω της μείωσης των εξόδων τους για μεταφορά
- Η βιωσιμότητα των ιδιοκτητών φορτηγών μέσω της συμφέρουσας απασχόλησής τους στη συγκεκριμένη υπηρεσία

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων που λαμβάνει χώρα στο παρόν κεφάλαιο έχει σαν κεντρικό άξονα την ικανοποίηση όλων των στόχων που αναφέρονται παραπάνω. Τα σενάρια εμφανίζονται με αριθμούς 0 έως 4 χωρίς κάποια ένδειξη (με εφαρμογή της πρώτης πολιτικής

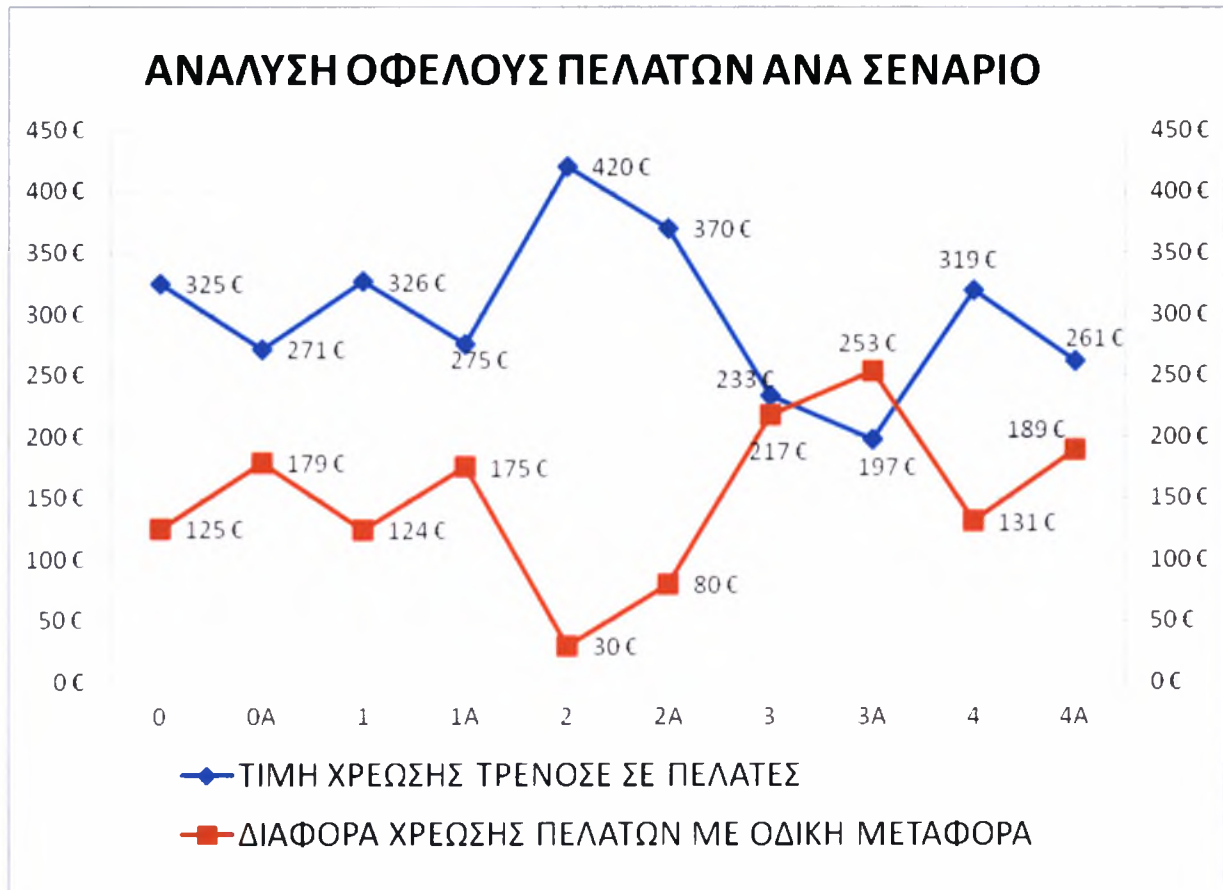


αποζημίωσης των φορτηγών) και με την ένδειξη Α (με εφαρμογή της δεύτερης πολιτικής αποζημίωσης των φορτηγών).

### **8.1 Η ικανοποίηση του πελάτη**

Βασική προϋπόθεση για την ύπαρξη ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας στην αγορά είναι η κάλυψη κάποιου κενού ή κάποιας ανάγκης της, παρέχοντας αξιοπιστία, έγκαιρη ανταπόκριση στις απαιτήσεις των υποψήφιων ή υπάρχοντων πελατών, ευελιξία και ανταγωνιστικές τιμές. Η σχεδιαζόμενη λοιπόν υπηρεσία από την ΤΡΑΙΝΟΣΕ, σκοπό έχει να παρέχει υπηρεσίες μεταφοράς φορτίων με ασφάλεια, προγραμματισμό, ειλικρινείς σχέσεις με τους πελάτες και κυρίως τιμές που οποιοδήποτε άλλο μέσο μεταφοράς και αν επιλεγεί να μη μπορεί να είναι ανταγωνιστικό στα νέα δεδομένα. Λαμβάνοντας λοιπόν υπόψη τα παραπάνω αλλά και όσα έχουν αναφερθεί στα προηγούμενα κεφάλαια, εξετάζεται στην παράγραφο αυτή κατά πόσο μπορεί η νέα σχεδιαζόμενη υπηρεσία από την ΤΡΑΙΝΟΣΕ να ανταποκριθεί στις προσδοκίες των πελατών.

Αρχικά, εφαρμόζοντας τον αλγόριθμο στα σενάρια που περιγράφηκαν παραπάνω παρατίθεται παρακάτω το Γράφημα 1 στο οποίο φαίνεται η μέση τιμή χρέωσης που καλούνται να πληρώσουν οι πελάτες καθώς και η αντίστοιχη διαφορά από την σημερινή χρέωση της οδικής μεταφοράς στα διάφορα σενάρια που εξετάστηκαν.

**Γράφημα 1**

Από το διάγραμμα κατ' αρχήν παρατηρείται πως η τιμή που καλούνται να πληρώσουν οι πελάτες στο πραγματικό σενάριο είναι ανάμεσα στα 271 και 325 €. Ακόμη κι αν ληφθεί υπόψη η χειρότερη περίπτωση, βλέπουμε πως το όφελος του κάθε πελάτη ανέρχεται στα 125 € σε σχέση με την υπάρχουσα κατάσταση. Αυτό, ανάγοντάς το σε ετήσια βάση δημιουργεί για τις επιχειρήσεις διαφορές κόστους της τάξης αρκετών δεκάδων χιλιάδων ευρώ, αν αναλογιστεί κανείς το φόρτο που παρουσιάζεται σε κάποιες από αυτές.

Η καλύτερη χρέωση για τους πελάτες υπάρχει στο σενάριο 3 και 3A όπου μεγιστοποιείται το πλήθος των DC που διαχειρίζεται η υπηρεσία φτάνοντας τη χρέωση περίπου στο μισό της υπάρχουσας κατάστασης (οι τιμές των δύο καμπυλών σχεδόν ταυτίζονται). Μια τέτοια κατάσταση θα μπορούσε να χαρακτηριστεί σαν μια μικρή επανάσταση για τις εθνικές μεταφορές. Παρουσιάζει την τάση ότι με κατάλληλες κινήσεις από κάποιο μεγάλο φορέα που

αναλαμβάνει μια κεντρική διαχείριση και εκμεταλλεύεται οικονομίες κλίμακας, η αντίληψη της αγοράς για το μεταφορικό κόστος μπορεί τεθεί σε μηδενική βάση.

Η χειρότερη χρέωση για τους πελάτες λαμβάνει χώρα, όπως ήταν άλλωστε αναμενόμενο, στην περίπτωση που ο όγκος των DC που διακινούνται μειώνεται αρκετά. Αυτό εξετάζεται στο σενάριο 2-2A. Η τιμή χρέωσης σε πελάτη (420 €) με την πρώτη πολιτική αποζημίωσης των φορτηγών, προσεγγίζει εκείνη της προσφερόμενης από τις οδικές μεταφορές. Έτσι καθίσταται μη δελεαστική η επιλογή της νέας υπηρεσίας από τους πελάτες. Αυτό γιατί μπορεί από τη μια πολύ εύκολα να ξεπεράσει την τιμή του ανταγωνισμού αν επηρεαστεί από κάποιους απρόβλεπτους παράγοντες, και από την άλλη μια τόσο μικρή διαφορά στην τιμή ίσως να μην είναι ικανή να επιφέρει ρήξη στις σχέσεις των πελατών με τους έως τώρα συνεργάτες τους στο κομμάτι των μεταφορών.

Η σύγκριση του σεναρίου 0 με το 1 και του 0A με το 1A δείχνει την σχεδόν μηδενική μεταβολή στο ποσό που θα πληρώσει ο πελάτης στην περίπτωση που μεταβάλλει το ωράριο του είτε με δική του υπαιτιότητα είτε αν του ζητηθεί από την ΤΡΑΙΝΟΣΕ. Η κατάσταση που αποτυπώνεται στο γράφημα 1 είναι συνολική και λαμβάνει υπόψη και τα τρία κομμάτια της λειτουργίας, δηλαδή τη λειτουργία drayage στην Αθήνα και τη Θεσσαλονίκη και τη σιδηροδρομική σύνδεση μεταξύ τους. Παρακάτω στην επόμενη παράγραφο αναλύεται η επίδραση της μεταβολή αυτής σε κάθε κομμάτι της λειτουργίας ξεχωριστά. Είναι γεγονός πως ο πελάτης με το μεγαλύτερο φόρτο διακίνησης DC στα σενάρια που εξετάζουμε, έχει ωράριο που ταυτίζεται με εκείνο του εμπορευματικού σταθμού άρα επηρεάζει το σύστημα με μεγαλύτερη βαρύτητα. Οι τιμές που αναφέρονται είναι μέσες ανά DC και θα μπορούσαν να διαφοροποιηθούν από πελάτη σε πελάτη επιμερίζοντας το κόστος λειτουργίας διαφορετικά στον καθένα. Όταν λοιπόν κάποιος πελάτης ζητά επέκταση της ώρας παράδοσης DC, θα υπάρχει η δυνατότητα να χρεώνεται επιπλέον ενώ όταν το ζητά η ΤΡΑΙΝΟΣΕ να του παρέχεται έκπτωση. Αν θεωρηθεί το μέσο κέρδος για την ΤΡΕΝΟΣΕ σταθερό, θα μπορεί η ημερήσια χρέωση σε κάθε πελάτη να ποικίλει χωρίς να παραβιάζεται συνολικά ο εταιρικός οικονομικός

στόχος. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί ορίζοντας συντελεστές βαρύτητας για κάθε πελάτη που θα επηρεάζονται από την αξιοπιστία του στην τήρηση των ωραρίων, του προγραμματισμένου όγκου μεταφερόμενων φορτίων, των συμφωνημένων οικονομικών υποχρεώσεων, καθώς και στη συχνότητα ανάθεσης εργασιών στην υπηρεσία.

Στο σενάριο 4 και 4A παρατηρούμε πως στην περίπτωση που οι αποθήκες των πελατών καταφέρουν να μειώσουν το χρόνο φόρτωσης (γεμίσματος) και εκφόρτωσης (αδειάσματος) των DC, η μέση χρέωση μειώνεται ελάχιστα. Το γεγονός αυτό μας κάνει συγκρατημένα αισιόδοξους για επίτευξη καλύτερων τιμών, αλλά με την καταγεγραμμένη κατάσταση τα αποτελέσματα δε φέρνουν ανατροπές. Στην περίπτωση που ο πελάτης καταφέρει, με κάποια αλλαγή στη διαχείριση των πόρων που διαθέτει και δίνοντας προτεραιότητα στα φορτία από την υπηρεσία, να πετύχει μείωση των χρόνων που αναφέρονται παραπάνω, τότε θα δει θετικά τη μείωση των τιμών. Αν όμως για να πετύχει κάτι τέτοιο απαιτηθούν από τη μεριά του επενδύσεις σε εξοπλισμό ή ενίσχυση σε ανθρώπινο δυναμικό, τότε θα περιμένει ακόμη μεγαλύτερες μειώσεις των τιμών για να εξετάσει το ενδεχόμενο αυτό.

Η τελική αίσθηση για την επίδραση της σχεδιαζόμενης υπηρεσίας στη λειτουργία διαφόρων επιχειρήσεων που θα εκμεταλλευτούν τις νέες δυνατότητες, είναι πως υπάρχουν τεράστια περιθώρια εξοικονόμησης κόστους και βελτίωσης χρηματοροής σε αυτές. Κάτι τέτοιο συμβάλλει στην υγεία των επιχειρήσεων και στη βελτίωση της ανταγωνιστικότητά τους. Επίσης δίνει ώθηση για κατεύθυνση πόρων σε πιο παραγωγικές λειτουργίες παρά τη διακίνηση προϊόντων, ιδιαίτερα στις περιπτώσεις που το κομμάτι των μεταφορών αποτελεί σημαντικό ποσοστό της δραστηριότητας της επιχείρησης.

## 8.2 Η βιωσιμότητα της ΤΡΑΙΝΟΣΕ

Κάθε επιχείρηση ανεξάρτητα από τη νομική της μορφή, πρέπει να καλύπτει τις υποχρεώσεις της προς τους εργαζόμενους που απασχολεί, προς του προμηθευτές – υπεργολάβους – συνεργάτες της και προς τους ιδιοκτήτες – μετόχους της, συμμορφούμενη

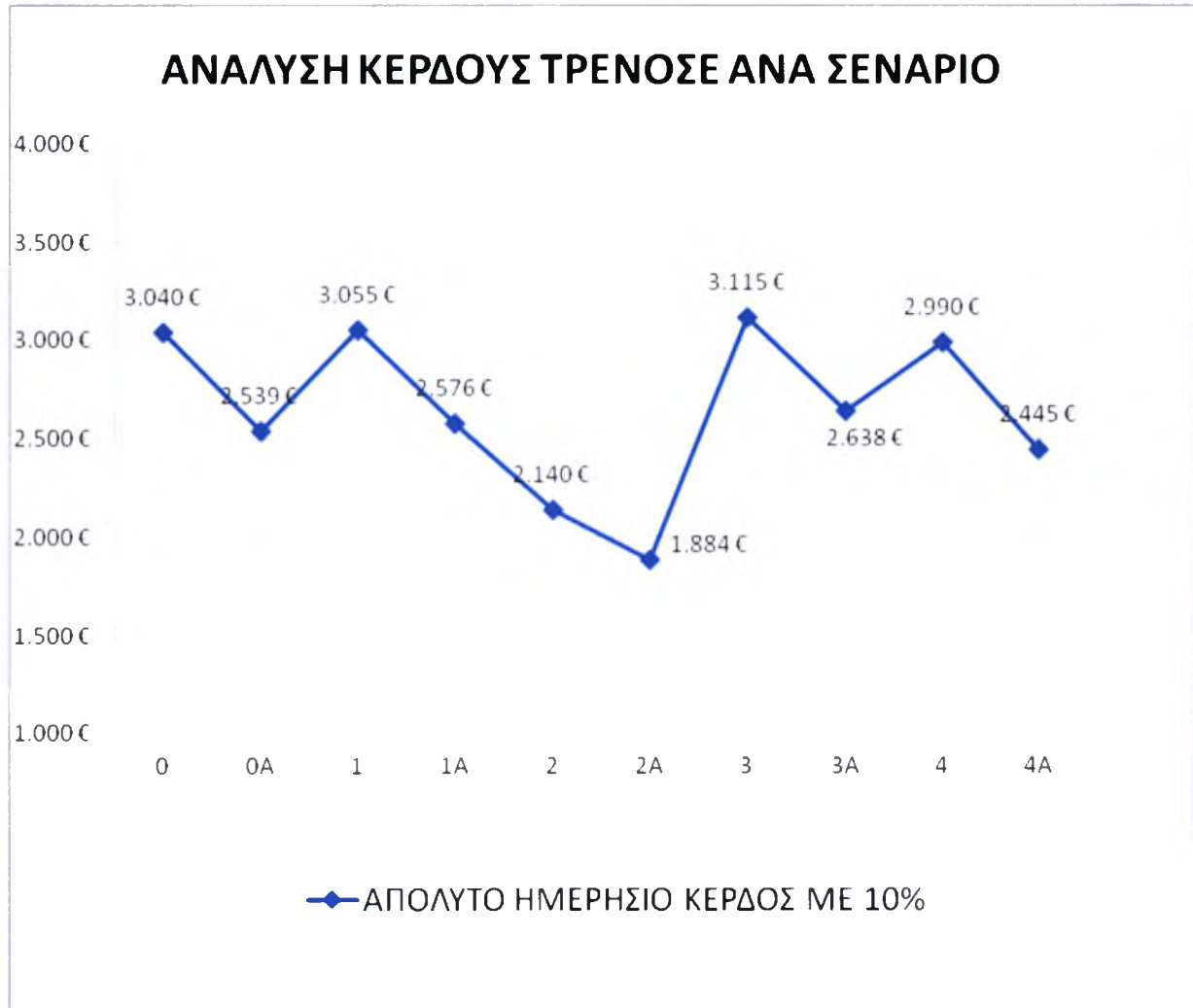




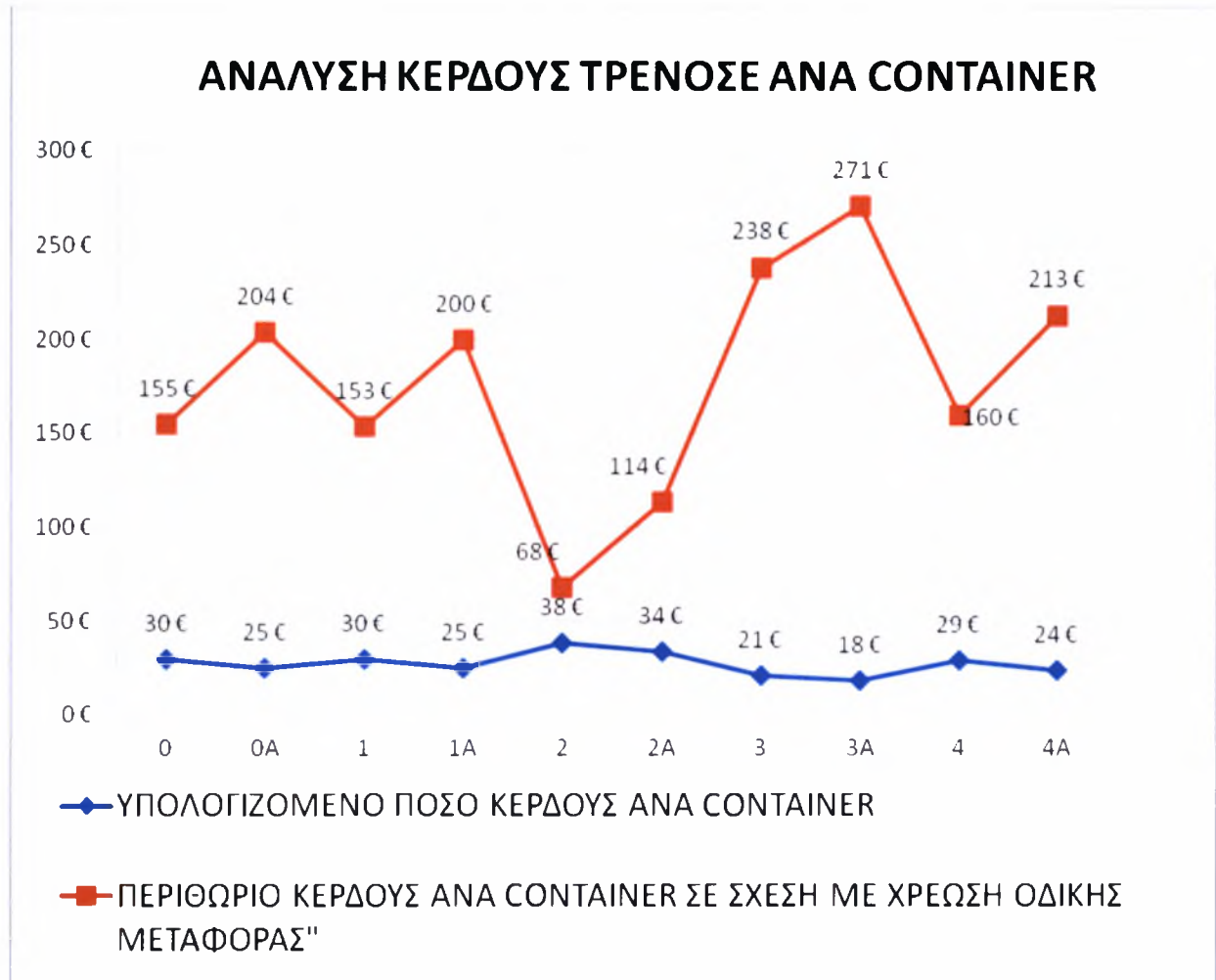
πάντα με τις εκάστοτε ισχύουσες κανονιστικές διατάξεις. Μέσα στην τρέχουσα οικονομική συγκυρία και το επιχειρηματικό περιβάλλον που διαμορφώνεται, η ικανοποίηση όλων των παραπάνω αποκτά μια μεγαλύτερη δυσκολία αλλά ίσως δημιουργεί και ευκαιρίες ανάπτυξης. Από την άλλη βέβαια κάθε επιχειρηματική επιτυχία αποκτά μεγαλύτερη αξία και για την ίδια την επιχείρηση αλλά και για την οικονομία και κοινωνία γενικότερα. Η ΤΡΑΙΝΟΣΕ έχοντας καταβάλλει το τελευταίο διάστημα τεράστιες προσπάθειες μείωσης κόστους αλλά και ανάπτυξης, εξετάζει κάθε επιχειρηματική ευκαιρία που μπορεί να της δοθεί ή να διαμορφώσει. Στην παρούσα παράγραφο αναλύεται μέσα από τα εξεταζόμενα σενάρια η βιωσιμότητα και τα περιθώρια κέρδους που μπορεί να αποφέρει η σχεδιαζόμενη υπηρεσία.

Ελήφθη η πολιτική απόφαση του ορισμού του κέρδους στο 10%. Αυτό είναι μια αρχική εκτίμηση σαν βάση ώστε να είναι εφικτοί υπολογισμοί, αναλύσεις και συγκρίσεις μεταξύ των σεναρίων. Το κέρδος αυτό οδηγεί σε άκρως ανταγωνιστικές προσφερόμενες τιμές προς τους πελάτες όπως επιβεβαιώνεται και από την ανάλυση της προηγούμενης παραγράφου. Φυσικά παράγοντες της αγοράς και ανεξάρτητοι των παραμέτρων της υπηρεσίας μπορεί να διαμορφώσουν το ποσοστό κέρδους σε επίπεδα χαμηλότερα ή ψηλότερα από το αναφερόμενο ονομαστικό. Στο παρακάτω Γράφημα 2 παρουσιάζεται η διακύμανση του απόλυτου ημερήσιου ποσού κέρδους της ΤΡΑΙΝΟΣΕ από τη συγκεκριμένη δραστηριότητα στα διάφορα σενάρια με σταθερό ποσοστό κέρδους στο 10%. Ακόμη, λαμβάνοντας την τιμή που χρεώνεται σήμερα η οδική μεταφορά σαν τιμή αναφοράς, υπολογίζεται και παρουσιάζεται στο παρακάτω γράφημα 3 το περιθώριο κέρδους της ΤΡΑΙΝΟΣΕ, ως άνω όριο του κέρδους της ανά εμπορευματοκιβώτιο (διαφοράς μεταξύ κόστους και τιμής αναφοράς) καθώς και το πραγματικό ποσό κέρδους ανά εμπορευματοκιβώτιο όπως υπολογίστηκε από την εφαρμογή του αλγορίθμου στα σενάρια.



**Γράφημα 2**

Στο παραπάνω γράφημα 2 κάθε μείωση της καμπύλης (ποσού κέρδους) υπονοεί και μείωση του κόστους αφού το ποσοστό κέρδους είναι σταθερό. Αυτό αντίστοιχα οδηγεί σε αύξηση της τιμής της καμπύλης του περιθωρίου κέρδους ανά εμπορευματοκιβώτιο στο γράφημα 3, μιας και η μείωση του κόστους οδηγεί σε αύξηση της απόστασης μεταξύ αυτού και της σταθερής τιμής αναφοράς.



### Γράφημα 3

Από την παρατήρηση όλων των τιμών στα σενάρια, γίνεται αντιληπτό πως σε καμιά περίπτωση η υπηρεσία δεν είναι ζημιογόνα. Αυτό είναι εξαιρετικής σημασίας αν αναλογιστεί κανείς την κατάσταση στην οποία είχε περιέλθει ο οργανισμός τα τελευταία χρόνια αλλά και το δημόσιο χαρακτήρα του με το κοινωνικό προφίλ αλλά και την εταιρική κοινωνική ευθύνη που επιδιώκει να προβάλλει.

Στο πραγματικό σενάριο (σενάριο 0) το κέρδος της ΤΡΑΙΝΟΣΕ είναι αρκούτως ικανοποιητικό αφού αν αναχθεί σε ετήσια βάση δίνει κέρδη για τον οργανισμό της τάξης του ενός εκατομμυρίου ευρώ. Αυτό αποτελεί μεγάλη ανάσα για τη χρηματοοικονομική κατάσταση του οργανισμού σε σχέση με τα δεδομένα των τελευταίων ετών αλλά και σε σχέση με το ευρύτερο οικονομικό περιβάλλον. Επίσης, το ποσοστό κέρδους όπως ορίστηκε στο 10%, για

πολλούς τομείς πρωτογενούς, βιομηχανικής και εμπορικής δραστηριότητας θα θεωρούνταν εντυπωσιακό. Το σίγουρο είναι πως στο πραγματικό σενάριο εξασφαλίζεται μια βιώσιμη κατάσταση για την ΤΡΑΙΝΟΣΕ, έχοντας προσφέρει ανταγωνιστικότερες τιμές στους πελάτες όπως φάνηκε στην παράγραφο 8.1. Στον παρακάτω πίνακα 4 φαίνονται ανά σενάριο τα ποσοστά κέρδους στα οποία μπορεί να φτάσει η ΤΡΑΙΝΟΣΕ σε σχέση με την υπάρχουσα τιμή από τις οδικές μεταφορές.

ΣΕΝΑΡΙΟ	ΑΝΩ ΟΡΙΟ ΠΟΣΟΣΤΟΥ ΚΕΡΔΟΥΣ ΤΡΑΙΝΟΣΕ ΣΕ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΠΑΡΟΥΣΑ ΧΡΕΩΣΗ ΦΟΡΤΗΓΩΝ	
	ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΧΡΕΩΣΗΣ Α	ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΧΡΕΩΣΗΣ Β
0	52%	83%
1	52%	80%
2	18%	34%
3	112%	151%
4	55%	90%

**Πίνακας 4**

Η εφαρμογή του σεναρίου 1 δείχνει πως στη μέση κατάσταση δεν υπάρχει μεταβολή του κέρδους για τον οργανισμό. Η διαμόρφωση τιμολογιακής πολιτικής όπως περιγράφηκε στην προηγούμενη παράγραφο θα επιφέρει κάποιες μεταβολές στις ανά πελάτη χρεώσεις. Αυτό που αξίζει να σημειωθεί για το συγκεκριμένο σενάριο είναι η μεταβολή του πλήθους των φορτηγών που απαιτείται για την ικανοποίηση όλων των ζητήσεων. Όπως φαίνεται παρακάτω στα γραφήματα 4 και 5, η ταύτιση των time windows των πελατών με εκείνο του εμπορευματικού σταθμού έχει διαφορετική επίδραση στην Αθήνα από ότι στη Θεσσαλονίκη. Στο γράφημα 4 παρουσιάζεται το συνολικό πλήθος των φορτηγών στις δύο πόλεις και στο γράφημα 5 παρουσιάζεται το πλήθος των ημιαπασχολούμενων φορτηγών. Στην Αθήνα τα

απαιτούμενα φορτηγά αυξάνονται 15,5 % σε σχέση με το αρχικό σενάριο ενώ στη Θεσσαλονίκη μειώνονται κατά 8%.

Αυτό συμβαίνει διότι οι πελάτες της Θεσσαλονίκης στους οποίους τροποποιείται το ωράριο λειτουργίας, βρίσκονται σε κοντινές αποστάσεις σε σχέση με τους υπόλοιπους. Επίσης βρίσκονται κοντά και στον εμπορευματικό σταθμό οπότε η αναδιανομή των δρομολογίων δίνει μεγαλύτερη ευελιξία στις επιλογές ανάθεσης εξυπηρέτησης. Στην Αθήνα από την άλλη, οι πελάτες στους οποίους τροποποιείται το ωράριο λειτουργίας βρίσκονται στα πιο απομακρυσμένα σημεία του δικτύου. Η αναδιανομή των δρομολογίων δημιουργεί ανάγκη για κάλυψη μεγαλύτερων αποστάσεων αλλά και για περισσότερα φορτηγά ημιαποσκόλησης.



**Γράφημα 4**



**Γράφημα 5**

Με την εφαρμογή του σεναρίου 2, στο οποίο έχουμε μείωση των ζητήσεων που εξυπηρετούνται, είναι αναμενόμενο το συνολικό ημερήσιο κέρδος να μειώνεται λόγω μικρού όγκου εργασίας. Από το γράφημα 3 παρατηρείται ότι το κέρδος ανά DC αυξάνεται, όμως αυτό συμβαίνει λόγω του αυξημένου κόστους που υπάρχει στο σύστημα κάτω από αυτές τις συνθήκες. Ενδεικτικό του ότι δεν είναι επιθυμητό αυτό το σενάριο, είναι το ότι η τιμή του περιθωρίου του κέρδους λαμβάνει εδώ την ελάχιστη τιμή της που σημαίνει ότι πολύ εύκολα μπορεί να εξελιχθεί η κατάσταση σε ζημιογόνα αν μειωθεί το κέρδος με στόχο την ανταγωνιστικότητα της τιμής.

Στο σενάριο 3 έχουμε το μικρότερο ποσό απόλυτου κέρδους για τον οργανισμό, λόγω του ότι το κόστος ανά εμπορευματοκιβώτιο μειώνεται σημαντικά. Το αξιοπρόσεκτο είναι ότι το περιθώριο κέρδους λαμβάνει τη μέγιστη τιμή του κάτι που δίνει στον οργανισμό τη δυνατότητα να αυξήσει το ποσοστό κέρδους του. Του δίνει επίσης τη δυνατότητα να κρατήσει την ανταγωνιστικότητα της τιμής που θα προσφέρει. Στην περίπτωση εκείνη τα κέρδη του οργανισμού θα πολλαπλασιαστούν. Είναι το σενάριο για το οποίο θα πρέπει η ΤΡΑΙΝΟΣΕ να



επιδιώξει την πραγματοποίησή του μέσα από επιθετική εμπορική πολιτική, ώστε να κατακτήσει όσο το δυνατόν μεγαλύτερο μερίδιο της αγοράς. Το να διακινεί το τρένο καθημερινά ποσότητες DC της τάξης των 100 τεμαχίων δε φαντάζει ουτοπικό σενάριο, αν αναλογιστεί κανείς το μέγεθος του φορτίου που ταξιδεύει καθημερινά από Θεσσαλονίκη προς Αθήνα και αντίστροφα.

Το τελευταίο σενάριο στο οποίο ο χρόνος αδειάσματος και γεμίσματος των εμπορευματοκιβωτίων στις εγκαταστάσεις των πελατών μειώνεται, δε μεταβάλλει τα κοστολογικά στοιχεία για τον οργανισμό. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι μεγάλο κομμάτι του φόρτου είναι σε πελάτη με ωράριο που δε μεταβάλλεται. Επίσης, το ωράριο λειτουργίας του εμπορευματικού σταθμού είναι τέτοιο που υπερκαλύπτει τα ωράρια λειτουργίας των πελατών. Μόνο στη Θεσσαλονίκη υπάρχει μια μικρή μείωση των φορτηγών αφού οι αποστάσεις που πρέπει να καλυφθούν είναι μικρότερες και το άνοιγμα των time windows δίνει ευελιξία για την κάλυψη των ζητήσεων και αναδιανομή δρομολογίων. Στην Αθήνα αυξάνεται το πλήθος των ημιαπασχολούμενων φορτηγών, κάτι που αυξάνει το κόστος ανά DC, καθώς επίσης κάνει το σύστημα ασταθές και λιγότερο αξιόπιστο.

Η συνολική εκτίμηση λοιπόν για το όφελος του οργανισμού από την ανάπτυξη της υπηρεσίας διαμεταφορών είναι ότι με κατάλληλους χειρισμούς στο κομμάτι της τιμολογιακής πολιτικής αλλά κυρίως στο κομμάτι της εμπορικής πολιτικής μπορεί όχι μόνο να είναι βιώσιμη αλλά και να αποδώσει κέρδη στην εταιρεία χωρίς να επιβαρύνει τον τελικό πελάτη.

### **8.3 Η βιωσιμότητα των οδικών μεταφορικών εταιρειών**

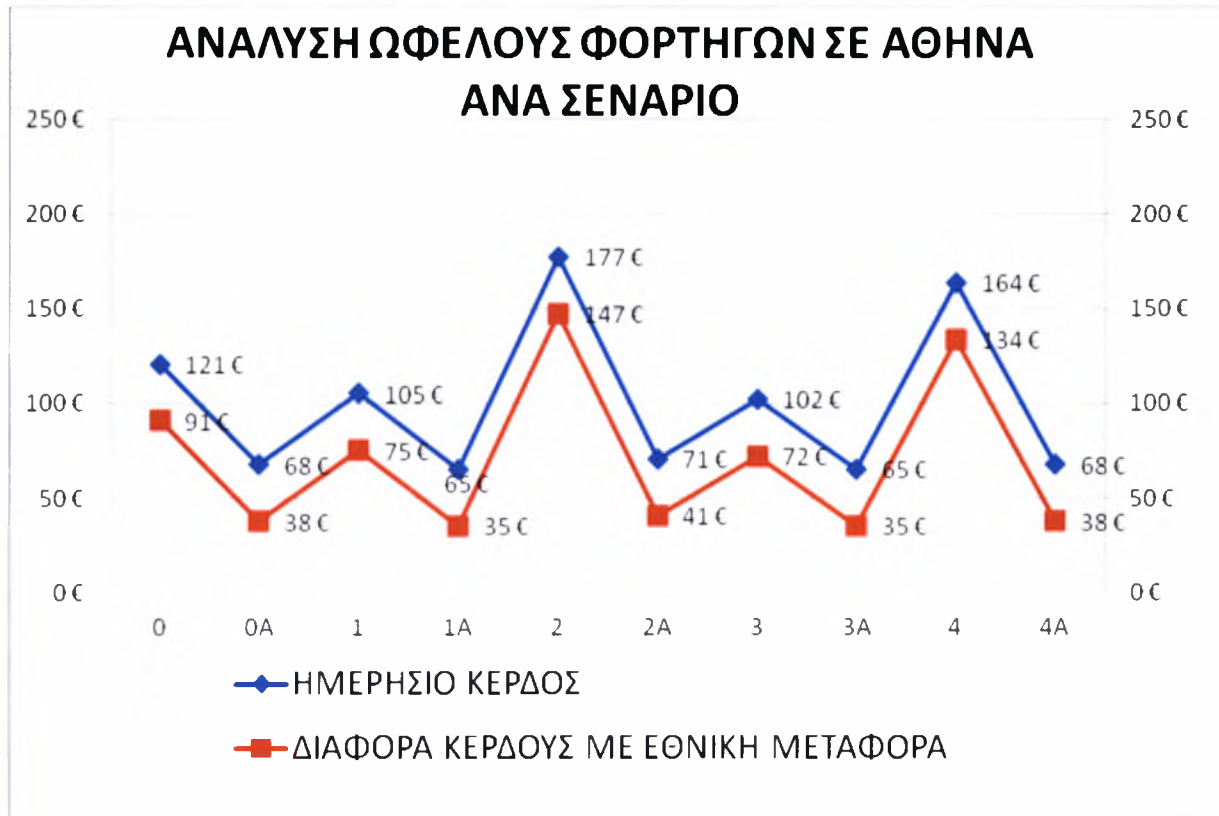
Για να υπάρξει ένα συνολικά οικονομικά υγιές περιβάλλον θα πρέπει κάθε παράγοντας της αγοράς να μπορεί να αποκτά ουσιαστικό ρόλο με καθοριστική και λελογισμένη συμβολή, χωρίς να στηρίζει την κερδοφορία του σε δυσλειτουργίες και παθογένειες του οικονομικού συστήματος αλλά στις δεξιότητες που αναπτύσσει και σε αποδεκτή κοστολογικά τιμολογιακή πολιτική. Ο ρόλος λοιπόν των οδικών μεταφορικών εταιρειών μέσα από τη σχεδιαζόμενη



υπηρεσία τις οδηγεί σε αλλαγή του τρόπου αντιμετώπισης των πελατών τους. Πλέον, πελάτης τους καθίσταται ένας μεγάλος οργανισμός / διαχειριστής του χώρου των μεταφορών. Τα πλεονεκτήματα της συνεργασίας τους με την ΤΡΑΙΝΟΣΕ είναι πολλά. Αποκτούν ένα αξιόπιστο συνεργάτη που μπορεί να εγγυηθεί σταθερή απασχόληση σε βάθος χρόνου με προγραμματισμό αναθέσεων. Αυτό γλιτώνει τις μεταφορικές εταιρείες από τη συνεχή αναζήτηση πελατών που αναλώνει σημαντικό κομμάτι των πόρων τους. Εκτελούν μεταφορές εντός και περιφερειακά αστικών κέντρων, κάτι που αποτρέπει τις διανυκτερεύσεις εκτός έδρας των οδηγών, που σε αρκετές περιπτώσεις είναι και ιδιοκτήτες. Οι εκτός έδρας μετακινήσεις εκτός από δυσάρεστες για τον εργαζόμενο προσδίδουν και επιπλέον κόστη σε κάθε επιχείρηση (διατροφή, διαμονή, αποζημιώσεις). Η συνεργασία αυτή επίσης προσδίδει ασφάλεια στις οικονομικές συναλλαγές τους όταν εργοδότης είναι ένας δημόσιος οργανισμός τέτοιου μεγέθους.

Σκοπός της πολιτικής αποζημίωσης των φορτηγών από τη μεριά της ΤΡΑΙΝΟΣΕ είναι η σύναψη μιας σύμβασης συνεργασίας που να δημιουργεί αίσθημα ικανοποίησης και στα δύο μέρη. Επίσης να δημιουργεί δεδομένα για τις οδικές μεταφορικές εταιρείες που θα τις κάνουν να προτιμούν την απασχόλησή τους στην υπηρεσία παρά την εκτέλεση κάποιας απομακρυσμένης μεταφοράς. Στα παρακάτω γραφήματα 6 και 7 αναλύεται ανά πόλη το οικονομικό όφελος των μεταφορικών εταιρειών κατά την απασχόλησή τους στην υπηρεσία και ειδικά σε σύγκριση με την εκτέλεση από τη μεριά τους κάποιας μεταφοράς μεταξύ Αθήνας και Θεσσαλονίκης. Τα κοστολογικά στοιχεία που ελήφθησαν υπόψη για τους υπολογισμούς είναι εκείνα που παρουσιάζονται στην παράγραφο 6.4.





Γράφημα 6

**Γράφημα 7**

Από μια πρώτη παρατήρηση των δύο γραφημάτων γίνεται φανερό πως το κέρδος των μεταφορικών εταιρειών είναι εξασφαλισμένο μέσω μιας τέτοιας συνεργασίας και μάλιστα σε επίπεδα πολλαπλάσια σε σύγκριση με το κέρδος από τις μεταφορές μεταξύ Αθήνας και Θεσσαλονίκης. Ακόμη βλέπουμε πως με την πολιτική της αποζημίωσης των φορτηγών με εφάπαξ ποσό ανά ημέρα το κέρδος τους είναι πάντοτε μεγαλύτερο σε σχέση με πάγιο συν την χιλιομετρική αποζημίωση. Και στη δεύτερη περίπτωση όμως σε κανένα σενάριο δεν είναι η απασχόληση ζημιογόνα για τα φορτηγά. Η δεύτερη πολιτική αποζημίωσης δεν λαμβάνει υπόψη τις αναμονές χωρίς κίνηση των φορτηγών είτε λόγω καθυστέρησης ανάθεσης εργασίας από το διαχειριστή του συστήματος είτε λόγω αναμονής του φορτηγού σε κάποιο πελάτη ή το σταθμό, για φόρτωση / εκφόρτωση. Όσο λοιπόν αυξάνεται ο χρόνος αυτός τόσο μειώνονται οι αποστάσεις που διανύει κάποιο φορτηγό και συνεπώς η αποζημίωσή του. Όπως έχει προαναφερθεί θα υπάρχει περιοδικότητα στις αναθέσεις στα διάφορα φορτηγά με στόχο τη



δίκαιη κατανομή δρομολογίων και κερδών σε βάθος χρόνου. Παρατηρείται επίσης ότι τα επίπεδα κέρδους με τη δεύτερη πολιτική αποζημίωσης παραμένουν σχεδόν σταθερά σε όλα τα εξεταζόμενα σενάρια, κάτι που οφείλεται στην απόλυτα αναλογική αποζημίωση σε σχέση με τα χιλιόμετρα που διανύονται. Φυσικά, όταν η διαπραγμάτευση μεταξύ των δύο συμβαλλόμενων φτάσει στο σημείο καθορισμού της πολιτικής αποζημίωσης των φορτηγών, μπορεί να προκύψουν και ενδιάμεσες μεταξύ των δύο πολιτικών επιλογές.

Μια δεύτερη παρατήρηση είναι ότι στη Θεσσαλονίκη με την πρώτη πολιτική αποζημίωσης τα κέρδη των φορτηγών είναι πάντοτε μεγαλύτερα σε σχέση με εκείνα της Αθήνας. Αυτό συμβαίνει διότι οι αποστάσεις που διανύονται στη Θεσσαλονίκη είναι πολύ μικρότερες από εκείνες που διανύονται στην Αθήνα άρα το λειτουργικό κόστος των φορτηγών μειώνεται. Γι' αυτό λοιπόν και με την εφαρμογή της δεύτερης πολιτικής αποζημίωσης που λαμβάνει υπόψη τις διανυόμενες αποστάσεις, το κέρδος των φορτηγών είναι πάντοτε μικρότερο στη Θεσσαλονίκη από την Αθήνα. Το δεδομένο που προκύπτει δίνει στον εργοδότη (ΤΡΑΙΝΟΣΕ) τη δυνατότητα να μειώσει το εφάπαξ ποσό στη Θεσσαλονίκη αν υιοθετηθεί η πρώτη πολιτική αποζημίωσης με γνώμονα την ισορροπία των κερδών στα φορτηγά των δύο πόλεων.

Η μεγιστοποίηση του κέρδους για τα φορτηγά της Αθήνας λαμβάνει χώρα με την πρώτη πολιτική αποζημίωσης κατά το σενάριο 2 όπου έχουμε μείωση του φόρτου εργασίας. Με το σενάριο αυτό ενώ τα συνολικά φορτηγά που απαιτούνται μειώνονται κατά 47% τα ημιαπασχολούμενα φορτηγά υποτετραπλασιάζονται. Επίσης οι αποστάσεις που διανύονται μειώνονται κατά 28% συνεπώς σε περισσότερα φορτηγά πλήρους απασχόλησης αντιστοιχούν λιγότερα χιλιόμετρα άρα το κέρδος τους αυξάνει. Στο αντίστοιχο σενάριο στη Θεσσαλονίκη τα συνολικά φορτηγά μειώνονται στο ένα τρίτο, τα ημιαπασχολούμενα παραμένουν σταθερά και οι συνολικές αποστάσεις μειώνονται επίσης στο ένα τρίτο. Συνεπώς στα φορτηγά πλήρους απασχόλησης αντιστοιχούν περισσότερα χιλιόμετρα, άρα το περιθώριο κέρδους τους μειώνεται. Στο ίδιο σενάριο με τη δεύτερη πολιτική αποζημίωσης η κατάσταση για τα φορτηγά



δεν επηρεάζεται αφού οι μεταβολές στα διανυόμενα χιλιόμετρα ανά φορτηγό συνδέονται απευθείας με την αποζημίωσή τους.

Σε αντίστοιχα υψηλά επίπεδα είναι το κέρδος των φορτηγών στην Αθήνα στο σενάριο 4. Στο σενάριο αυτό έχει μειωθεί ο χρόνος φόρτωσης / εκφόρτωσης σε κάποιους πελάτες και ενώ το πλήθος φορτηγών παραμένει σταθερό μειώνεται το πλήθος φορτηγών ημιαπασχόλησης. Τα χιλιόμετρα που διανύονται λοιπόν ανά φορτηγό παραμένουν περίπου ίδια με το αρχικό σενάριο ενώ η συνολική αποζημίωση αυξάνεται (λόγω αύξησης των φορτηγών πλήρους απασχόλησης) με συνέπεια να αυξάνεται και το κέρδος των φορτηγών. Γι αυτό και για το διαχειριστή του συστήματος είναι επιθυμητό τα φορτηγά πλήρους απασχόλησης να διανύουν όσο το δυνατόν περισσότερα χιλιόμετρα και οι πιθανοί νεκροί χρόνοι τους να τείνουν στο μηδέν. Κατά το σενάριο αυτό στη Θεσσαλονίκη το κέρδος των φορτηγών δε μεταβάλλεται ουσιαστικά σε σχέση με το αρχικό σενάριο. Αυτό συμβαίνει λόγω της μικρής συμμετοχής του χρόνου φόρτωσης στη δρομολόγηση των οχημάτων, αφού οι ενδιάμεσες αποστάσεις μεταξύ των κόμβων του δικτύου είναι σχετικά μικρές.

Στα υπόλοιπα σενάρια 1 και 3 το κέρδος ανά φορτηγό δε μεταβάλλεται σε καμιά από τις δύο πόλεις. Αυτό που επηρεάζεται σημαντικά είναι ο φόρτος και το πλήθος των φορτηγών που κινούνται. Η αύξηση είναι αναλογική, οπότε δε φαίνεται κάποια επίδραση στο κάθε φορτηγό ξεχωριστά. Αυτό που τελικά μπορεί να συμπεράνει κανείς είναι ότι παρά τις μικρορυθμίσεις που μπορεί να γίνουν στη συμφωνία μεταξύ φορτηγών και ΤΡΑΙΝΟΣΕ, οι μεταφορικές εταιρείες θα έχουν όφελος. Πέρα από τη φύση της εργασίας που οδηγεί σε αυτό υπάρχει και η διάθεση του εργοδότη για συνεργασίες αμοιβαίου κέρδους.

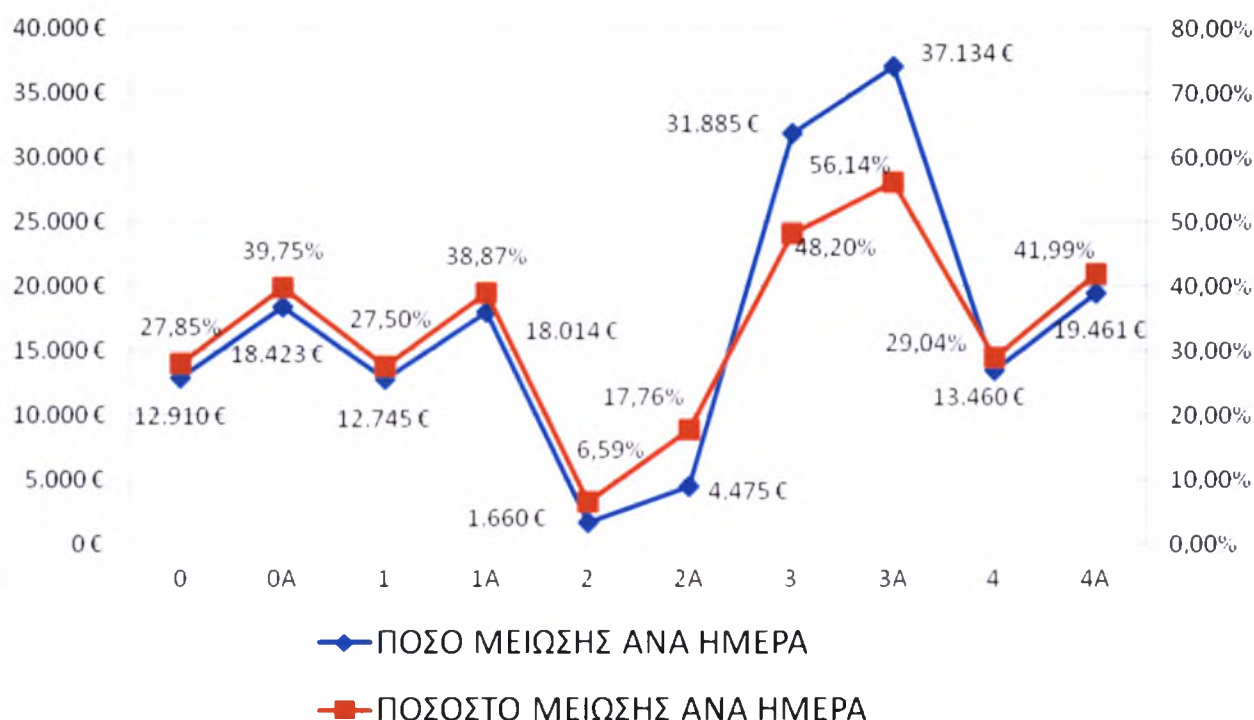
#### **8.4 Το συνολικό μεταφορικό κόστος στην εθνική οικονομία**

Θα μπορούσε κανείς να αναρωτηθεί, πως είναι δυνατό οι τιμές που πληρώνουν για τις μεταφορές οι πελάτες να μειώνονται, το κέρδος των οδικών μεταφορικών εταιρειών να αυξάνεται ανά δρομολόγιο και ο κεντρικός διαχειριστής του συστήματος να παρουσιάζει θετικά

οικονομικά αποτελέσματα. Η απάντηση είναι απλή: με την οδική μεταφορά, θα έπρεπε να απασχοληθούν 103 φορτηγά για την πραγματοποίηση της εξυπηρέτησης των φορτίων, ενώ με το σύστημα που περιγράφουμε απασχολούνται μόλις 52 – μείωση 50%. Η νέα κατάσταση αφήνει θεωρητικά 50 φορτηγά ημερησίως χωρίς αντικείμενο. Δυστυχώς η ως τώρα απασχόληση των φορτηγών αυτών βασίστηκε σε λάθος ή καθόλου σχεδιασμό, σε κακές πρακτικές και συντεχνιακές λογικές που ίσως κάποιους ωφελούσε προσωρινά, αλλά δημιουργεί μεγάλα κόστη, επιβάρυνση στο περιβάλλον και έχει σαν αποτέλεσμα ένα δυσκίνητο σύστημα μεταφορών με ανύπαρκτες δυνατότητες ευελιξίας. Είναι βεβαίως αντικείμενο των ίδιων των επιχειρηματιών αλλά και της κεντρικής οικονομικής πολιτικής να μην αφήσει τους πόρους αυτούς αδρανείς αλλά να τους διοχετεύσει σε δραστηριότητες πραγματικά προστιθέμενης αξίας. Στο παρακάτω γράφημα 8 παρουσιάζεται το μεγάλο όφελος του συνολικού κόστους μεταφοράς για τα σενάρια που εξετάστηκαν, προβάλλοντας το κέρδος που προκύπτει από τη νέα υπηρεσία σε σύγκριση με τον έως τώρα τρόπο μεταφοράς.

Είναι φανερό πως σε όλα τα σενάρια το όφελος είναι θετικό και σημαντικό. Όταν γίνεται εκμετάλλευση οικονομιών κλίμακας (σενάριο 3) το όφελος προσεγγίζει το 50% που σημαίνει ότι στο κομμάτι των μεταφορών όσο πιο κεντρικά γίνεται η διαχείριση των διακινούμενων εμπορευμάτων σε μια χώρα τόσο πιο πολύ προσεγγίζεται η βέλτιστη λύση. Οι παράγοντες που επηρεάζουν κάθε σενάριο και έχουν αναλυθεί στις προηγούμενες παραγράφους του παρόντος κεφαλαίου είναι εκείνοι που προκαλούν και τις διακυμάνσεις που φαίνονται στο παρακάτω γράφημα. Από το σενάριο 2 είναι φανερό πως με μικρό όγκο εργασιών στην σχεδιαζόμενη υπηρεσία δεν υπάρχει σημαντικό συλλογικό κέρδος. Στην πραγματική και καταγεγραμμένη κατάσταση το όφελος είναι της τάξης του 30% και κυμαίνεται στα ίδια επίπεδα στα σενάρια 1 και 4. Φυσικά με τη δεύτερη πολιτική τιμολόγησης πάντα το όφελος μεγαλώνει. Τα ποσοστά οφέλους των δύο πολιτικών τιμολόγησης, δίνουν ανά σενάριο το εύρος στο οποίο μπορεί να κυμανθεί.

## ΑΝΑΛΥΣΗ ΩΦΕΛΟΥΣ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΕΘΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΑΝΑ ΣΕΝΑΡΙΟ



**Γράφημα 8**

Στον παρακάτω πίνακα 5 παρουσιάζεται συγκεντρωτικά για κάθε σενάριο το κέρδος κάθε παράγοντα της σχεδιαζόμενης λειτουργίας.

ΣΕΝΑΡΙΟ	ΚΕΡΔΟΣ (€) ΑΝΑ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΙΚΙΒΩΤΙΟ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΟΔΙΚΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΣΤΗΝ ΠΟΛΙΤΙΚΗ Α ΑΠΟΖΗΜΙΩΣΗΣ ΦΟΡΤΗΓΩΝ		
	ΠΕΛΑΤΗΣ	ΤΡΕΝΟΣΕ	ΦΟΡΤΗΓΟ
0	125	30	121
1	124	30	105
2	30	38	177
3	217	21	102
4	131	29	164

**Πίνακας 5**



Στον παρακάτω πίνακα 6 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά για κάθε παράγοντα, τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα ανά σενάριο.

ΣΕΝΑΡΙΟ	ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΥΠΗΡΕΣΙΑΣ					
	ΠΕΛΑΤΗΣ		ΤΡΕΝΟΣΕ		ΦΟΡΤΗΓΟ	
	ΘΕΤΙΚΑ	ΑΡΝΗΤΙΚΑ	ΘΕΤΙΚΑ	ΑΡΝΗΤΙΚΑ	ΘΕΤΙΚΑ	ΑΡΝΗΤΙΚΑ
0	Οικονομικό όφελος	-	Θετική είσοδος στη αγορά	-	Σταθερό εισόδημα	-
1	-	Πιθανή καθυστέρηση εξυπηρέτησης	-	Ανάγκη διαφορετικής τιμολόγησης	-	Αύξηση ωραρίου
2	-	Μείωση οφέλους	Οριακά κερδοφόρα	Εύκολα ζημιογόνα	Μεγιστοποίηση Κέρδους	-
3	Μεγιστοποίηση οφέλους	-	Άκρως ανταγωνιστική	Αύξηση διαχείρισης	-	Ελαχιστοποίηση κέρδους
4	Ταχύτερη λειτουργία	-	Μικρό όφελος	-	Υψηλό κέρδος	-

**Πίνακας 6**

78

## 9 Ανασκόπηση – Προτάσεις

Το βασικό συμπέρασμα όλων όσων αναφέρθηκαν στις προηγούμενες παραγράφους είναι πως ακολουθώντας κάποια μεθοδολογία και χρησιμοποιώντας εργαλεία της επιστήμης της επιχειρησιακής έρευνας, είναι δυνατή η οργάνωση κάποιου τμήματος της οικονομικής δραστηριότητας ώστε να προκύψουν πολλαπλά οικονομικά οφέλη.

Η επιβεβαίωση αυτής της βελτιστοποίησης βασίστηκε σε τέσσερις άξονες – οπτικές γωνίες. Αρχικά επιβεβαιώθηκε η τεράστια επιχειρηματική ευκαιρία που προβάλλει για την εταιρεία σιδηροδρόμου. Αυτό υπήρξε άλλωστε και το βασικό κίνητρο υλοποίησης της παρούσας εργασίας. Με κατάλληλες εμπορικές κινήσεις από τη μεριά της ΤΡΑΙΝΟΣΕ, η σχεδιαζόμενη υπηρεσία όχι μόνο μπορεί να καταστεί βιώσιμη αλλά και να προσφέρει κέρδη και προοπτικές ανάπτυξης. Κατόπιν αποδείχθηκε πως η εμπλοκή των εταιρειών οδικών μεταφορών

[60]



στη συγκεκριμένη υπηρεσία είναι ικανή να τους προσφέρει σταθερό εισόδημα αλλά και καλύτερες συνθήκες εργασίας σε σχέση με την εκτέλεση μεταφορών στο εθνικό δίκτυο. Η απασχόληση των μεταφορικών εταιρειών στην υπηρεσία είναι σίγουρα συμφέρουσα αλλά η κατά 50% μείωση του πλήθους των φορτηγών που απαιτούνται για την εκτέλεση των μεταφορών μεταξύ Αθήνας και Θεσσαλονίκης αφήνει χωρίς αντικείμενο αρκετά φορτηγά. Εκείνοι δυστυχώς πληρώνουν το τίμημα της μείωσης του κόστους. Αυτό δε σημαίνει πως σταματούν για εκείνους οι επιχειρηματικές ευκαιρίες. Είναι μονόδρομος όμως πια η προσαρμογή τους στα συνεχώς μεταβαλλόμενα δεδομένα της αγοράς. Στη συνέχεια επιβεβαιώθηκε το τεράστιο όφελος που θα έχουν οι παραλήπτες / αποστολείς εμπορευμάτων από την εφαρμογή της νέας υπηρεσίας. Η νέα υπηρεσία οδηγεί σε χαμηλό κόστος ανά μονάδα μεταφερόμενου φορτίου κάτι που καρπώνεται και ο τελικός πελάτης. Ειδικά περιπτώσεις πελατών με πολύ μεγάλη εμπορευματική κίνηση μεταξύ Αθήνας και Θεσσαλονίκης εξοικονομούν ετησίως αξιοπρόσεκτα ποσά. Για εκείνους λοιπόν η σχεδιαζόμενη υπηρεσία δε μπορεί παρά να είναι δελεαστική. Τέλος το όφελος καταλήγει στην εθνική οικονομία, λόγω μείωσης της συμμετοχής του μεταφορικού κόστους στη διαμόρφωση των τιμών των αγαθών, αλλά και της εξοικονόμησης πόρων για αποδοτικότερες δραστηριότητες-διεργασίες. Επίσης τα παράπλευρα οφέλη είναι πολλά: μείωση της όχλησης λόγω κίνησης φορτηγών, μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub>, μείωση κυκλοφοριακού φόρτου, μείωση κόστους συντήρησης εξοπλισμού κλπ.

Η λειτουργία της σχεδιαζόμενης υπηρεσίας θα είναι απλή και θα περιλαμβάνει τα εξής βήματα:

- I. Υπάλληλος της ΤΡΑΙΝΟΣΕ θα λαμβάνει ηλεκτρονικά ή τηλεφωνικά τις ζητήσεις της επόμενης μέρας.
- II. Οι ζητήσεις θα εισάγονται σε βάση δεδομένων για ανάλυση
- III. Θα προκύπτει το πλήθος των άδειων εμπορευματοκιβωτίων που θα τοποθετείται στην αμαξοστοιχία κάθε κατεύθυνσης



- IV. Με τη μεθοδολογία που αναπτύχθηκε θα γίνεται η δρομολόγηση των οχημάτων της επόμενης μέρας
- V. Οι αρμόδιοι θα λαμβάνουν εντολές με βάση το σχεδιασμό
- VI. Θα υπάρχει άμεση επικοινωνία με τους πελάτες και τους οδηγούς κατά τη διάρκεια εκτέλεσης του σχεδιασμού

Η ανάλυση που παρουσιάζεται στην παρούσα εργασία αποτελεί μια βάση για την εκκίνηση εφαρμογής της σχεδιαζόμενης υπηρεσίας στην ΤΡΑΙΝΟΣΣΕ. Η πραγματικότητα πάντα επιφυλάσσει εκπλήξεις και τότε θα προκύψουν οι απαιτούμενες μικρορυθμίσεις.

Για την ακόμη μεγαλύτερη βελτιστοποίηση του συστήματος απαιτείται η ανάπτυξη αλγορίθμου που θα λαμβάνει υπόψη τους περιορισμούς του προβλήματος που δεν μπορεί να προβλέψει ο αλγόριθμος dial a ride. Θα πρέπει να βασίζεται σε κάποια επαναληπτική διαδικασία που θα έχει σαν εισερχόμενο τα αποτελέσματα του αλγορίθμου dial a ride και θα εξάγει νέα δρομολόγηση υπό το πρίσμα του drayage problem. Αυτό θα επαναλαμβάνεται μέχρι τη σύγκλιση της λύσης με βάση κάποιο κριτήριο κόστους, χρόνου, απαιτούμενων οχημάτων κλπ.



## 10 Βιβλιογραφία

- 2003: Scheduling for intermodal Transport, Kelleher, El-Rhalibi, Arshad
- 1998: Intermodal Transportation, Rodrigue, Slack, Comtois
- 2001: Benchmarking the performance of intermodal transport, Ockwell
- 1995: The general pick up and delivery problem, Savelsberg, Sol
- 2006: An optimization approach for planning daily drayage operations, Ileri, Bazaraa, Gifford, Nemhauser, Sokol, Wikum
- 2010: Modelling and Optimization of a container drayage problem with resource constraints, Zhang, Yun, Moon
- 2007: Scheduling trucks in local depots for door to door delivery services, Kim, Lee
- 2010: Heuristic-based truck scheduling for inland container transportation, Zhang, Yun, Kopfer
- 2008: Planning local container drayage operations given a port access appointment system, Namboothiri, Erera
- 2009: A local search heuristic for the pre- and end-haulage of intermodal container terminals, A. Caris , G.K. Janssens
- 2007: A Container Vehicle Routing Model with Variable Traveling Time, Shengqiang Wen, Pengfei Zhou
- 2008: Evaluating road-rail intermodal transport services - a heuristic approach, Rickard Bergqvist
- 2005: A Lagrangian relaxation-based heuristic for the vehicle routing with full container load, Akio Imai, Etsuko Nishimura, John Current
- 2009: A reactive tabu search algorithm for the multi-depot container truck transportation problem, Ruiyou Zhang, Won Young Yun, Ikyeong Moon



2010: Optimization of Inland Container Transportation with and without Container Sharing, Herbert Kopfer, Jorn Schonberger, Sebastian Sterzik, Ruiyou Zhang

2000: Local truckload pickup and delivery with hard time window constraints, Xiubin Wang, Amelia C. Regan

2010: Dynamic planning for urban drayage operations, Guangming Zhang, Karen Smilowitz, Alan Erera

2007: Formulations and exact algorithms for the vehicle routing problem with time windows, Brian Kallehauge

2009: Σημειώσει μαθήματος : Βελτιστοποίηση και ροές σε δίκτυα με εφαρμογές σε συστήματα logistics, Αθανάσιος Ζηλιασκόπουλος

2010: Σημειώσει μαθήματος : Θεωρία Βελτιστοποίησης, Αθανάσιος Ζηλιασκόπουλος

<http://www.wikipedia.org>

<http://maps.google.gr>

<http://www.msccruises.com>







## **11 Παράρτημα Α: Ερωτηματολόγιο προς υποψήφιους πελάτες.**

**ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΣΥΜΒΟΛΗΣ ΤΟΥ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΟΥ ΣΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΤΩΝ ΕΘΝΙΚΩΝ  
ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ**

**ΠΑΡΑΚΑΛΟΥΜΕ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗ ΤΟΥ ΣΥΝΗΜΜΕΝΟΥ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ  
ΑΦΙΕΡΩΝΟΝΤΑΣ ΠΕΝΤΕ ΛΕΠΤΑ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ ΣΑΣ**



1. Ποια η επωνυμία της επιχείρησής σας;

---



---

2. Ποιες οι διευθύνσεις των αποθηκών σας;

ΑΠΟΘΗΚΗ	ΠΕΡΙΟΧΗ	ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ	ΑΡΙΘΜΟΣ	Τ.Κ.
A				
B				
Γ				

3. Ώρες λειτουργίας

3.1. Ποιο το χρονικό διάστημα παραλαβών; Αναφέρατε ώρες.

Από \_\_\_\_\_ έως \_\_\_\_\_

3.2. Ποιο το χρονικό διάστημα αποστολών; Αναφέρατε ώρες.

Από \_\_\_\_\_ έως \_\_\_\_\_

4. Τα φορτία μεταφέρονται με φορτηγά σε (τσεκάρετε αντίστοιχα):

4.1. Containers \_\_\_\_\_

4.2. Πλατφόρμες \_\_\_\_\_

4.3. Και τα δύο \_\_\_\_\_

5. Πόσα φορτία ισοδύναμα ενός πλήρους φορτηγού μεταφέρονται κατά μέσο όρο ημερησίως;

5.1. Πλήθος παραλαβών (εισερχόμενα) \_\_\_\_\_

5.2. Πλήθος αποστολών (εξερχόμενα) \_\_\_\_\_


6. Ποιο το μέσο κόστος μεταφοράς ανά τόνο φορτίου, από Αθήνα σε Θεσσαλονίκη;

\_\_\_\_\_ €/mt

7. Τι χρονικό διάστημα απαιτείται κατά μέσο όρο για την φόρτωση/εκφόρτωση ενός πλήρους φορτίου;

\_\_\_\_\_ ώρες



**13 Παράρτημα Γ: Η αποτύπωση πραγματικής κατάστασης σε Αθήνα**

Α/Α	ΕΤΑΙΡΕΙΑ (1)	ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΠΟΣΤΟΛΗΣ (2)	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ (3)	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΜΗΚΟΣ (4)	ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ				ΗΜΕΡΗΣΙΑ DC			ΧΡΟΝΟΣ ΓΙΑ ΦΟΡΤΟΕΚΦΟΡΤΩΣΗ (MINUTES) (8)	
					ΑΠΟ	ΕΩΣ	ΑΠΟ	ΕΩΣ	ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ	ΑΠΟΣΤΟΛΕΣ	(6)		(7)
1	TRENOSE DEPOT	ΣΙΝΔΟΣ	40.679944	22.795127	6:00	20:00	6:00	20:00				30	
2	ΠΡΟΟΔΟΣ Α.Ε.	ΚΑΛΟΧΩΡΙ ΘΕΣ/ΜΙΚΗ Industrial Area of Sindos B.S. 61 / P.O.B. 1326 57 022 Sindos, Thessaloniki	40.643605	22.873043	6:00	20:00	6:00	20:00	10	50		45	
3	SCHENKER SA		40.69676	22.792676	8:00	16:00	8:00	16:00	9	9		180	
4	EUROSPED	Kalathaki 3, 54624 Thessaloniki, Greece	40.633672	22.938912	6:00	20:00	6:00	20:00	2	10		150	
5	FERSPED	ΛΙΜΑΝΙ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	40.640729	22.918219	8:00	16:00	8:00	16:00	4			150	
6	ΡΩΜΥΛΟΣ Ι.ΔΑΒΕΛΟΠΟΥΛΟΣ	ΛΙΜΑΝΙ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	40.640729	22.918219	8:00	16:00	8:00	16:00	1			150	
8	ΣΙΔΕΝΟΡ Α.Ε	12ο Χλμ οδού Θεσσ/κής- Βεροίας	40.703854	22.814805	7:00	17:00	7:00	17:00		2		180	
9	ΗΛΙΑΔΗΣ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΗ Α.Ε.	ΛΙΜΑΝΙ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	40.640729	22.918219	7:00	19:00	7:00	19:00	2			150	
10	EXPRESS INTERFRACHT Hellas S.A	ΒΙΠΕ ΣΙΝΔΟΥ	40.69676	22.792676	8:00	16:00	8:00	16:00		4		20	

**14 Παράρτημα Δ : Η αποτύπωση πραγματικής κατάστασης σε Θεσσαλονίκη**

Α/Α	ΕΤΑΙΡΕΙΑ	ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΠΟΘΗΚΗΣ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΜΗΚΟΣ	ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ				ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ	ΗΜΕΡΗΣΙΑ DC	ΧΡΟΝΟΣ ΓΙΑ ΦΟΡΤΟΕΚΦΟΡΤΩΣΗ (MINUTES)
					ΑΠΟ	ΕΩΣ	ΑΠΟ	ΕΩΣ			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)				
1	TRENOSE DEPOT	ΣΙΝΔΟΣ	40.679944	22.795127	6:00	20:00	6:00	20:00			30
2	ΠΡΟΟΔΟΣ Α.Ε.	ΚΑΛΟΧΩΡΙ ΘΕΣ/ΝΙΚΗ	40.643605	22.873043	6:00	20:00	6:00	20:00	10	50	45
3	SCHENKER SA	Industrial Area of Sindos B.S. 61 / P.O.B. 1326 57 022 Sindos, Thessaloniki	40.69676	22.792676	8:00	16:00	8:00	16:00	9	9	180
4	EUROSPED	Kalathothaki 3, 54624 Thessaloniki, Greece	40.633672	22.938912	6:00	20:00	6:00	20:00	2	10	150
5	FERSPED	ΛΙΜΑΝΙ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	40.640729	22.918219	8:00	16:00	8:00	16:00	4		150
6	ΡΩΜΥΛΟΣ Ι.ΔΑΒΕΛΟΠΟΥΛΟΣ	ΛΙΜΑΝΙ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	40.640729	22.918219	8:00	16:00	8:00	16:00	1		150
8	ΣΙΔΕΝΟΡ Α.Ε	12ο Χλμ οδού Θεσν/κης- Βεροιας	40.703854	22.814805	7:00	17:00	7:00	17:00		2	180
9	ΗΛΙΑΔΗΣ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΗ Α.Ε. EXPRESS	ΛΙΜΑΝΙ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	40.640729	22.918219	7:00	19:00	7:00	19:00	2		150
10	INTERFRACHT Hellas S.A	ΒΙΠΕ ΣΙΝΔΟΥ	40.69676	22.792676	8:00	16:00	8:00	16:00		4	20

**ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ**

- (1) ΕΠΩΝΥΜΙΑ ΠΕΛΑΤΗ
- (2) ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΠΑΡΑΛΑΒΩΝ-ΑΠΟΣΤΟΛΩΝ
- (3) , (4) ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΑΠΟΘΗΚΗΣ
- (5) ΧΡΟΝΙΚΟ ΠΑΡΑΘΥΡΟ ΑΝΑ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ (ΒΛΕΠΟΥΜΕ ΙΔΙΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ ΓΙΑ ΠΑΡΑΛΑΒΕΣ ΚΑΙ ΑΠΟΣΤΟΛΕΣ)
- (6) ΠΛΗΘΟΣ ΙΣΟΔΥΝΑΜΩΝ DC ΠΟΥ ΠΑΡΑΛΑΜΒΑΝΕΙ ΚΑΘΕ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ ΑΠΟ ΤΟ ΔΕΡΟΤ (0)
- (7) ΠΛΗΘΟΣ ΙΣΟΔΥΝΑΜΩΝ DC ΠΟΥ ΑΠΟΣΤΕΛΕΙ ΚΑΘΕ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ ΠΡΟΣ ΤΟ ΔΕΡΟΤ (0)
- (8) ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΓΙΑ ΑΔΕΙΑΣΜΑ/ΓΕΜΙΣΜΑ ΕΝΟΣ DC. ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΔΕΡΟΤ ΕΙΝΑΙ Ο ΧΡΟΝΟΣ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΝΔΕΣΗ/ΑΠΟΣΥΝΔΕΣΗ ΤΡΑΚΤΟΡΑ ΜΕ TRAILER-DC (ΔΙΑΣΤΗΜΑ ΜΕΤΑΞΥ ΕΙΣΟΔΟΥ ΚΑΙ ΕΞΟΔΟΥ ΣΕ ΔΕΡΟΤ)



**15 Παράρτημα Ε : Τύποι εμπορευματοκιβωτίων.****STANDARD CONTAINER**

Spec	Length*	Width*	Heigh*	Door Width	Door Height	Capacity	Tare Weight	Maxi Cargo
Standard 20'	19' 4"	7' 8"	7' 10"	7' 8"	7' 6"	1,172 Cft	4,916 Lbs	47,900 Lbs
	5.900 m	2.350 m	2.393 m	2.342 m	2.280 m	33.2 m3	2,230 Kgs	21,770 Kgs
Standard 40'	39' 5"	7' 8"	7' 10"	7' 8"	7' 6"	2,390 Cft	8,160 Lbs	59,040 Lbs

\* Inside Container Specifications



**UPGRADED CONTAINER**

Spec	Length*	Width*	Heigh*	Door Width	Door Height	Capacity	Tare Weight	Maxi Cargo
Upgraded 20'	19' 4"	7' 7 "	7' 10"	7' 6 "	7' 6"	1,150 Cft	5,060 Lbs	61,996 Lbs
	5.900 m	2.311 m	2.390 m	2.286 m	2.280 m	32.63 m <sup>3</sup>	2,300 Kgs	28,180 Kgs
High Cube 40'	39' 5"	7' 8"	8' 10"	7' 8"	8' 5"	2,694 Cft	8,750 Lbs	58,450 Lbs

\* Inside Container Specifications

**REEFER CONTAINER**

Spec	Length*	Width*	Heigh*	Door Width	Door Height	Capacity	Tare Weight	Maxi Cargo
Reefer 20'	17' 8"	7' 5"	7' 5"	7' 5"	7' 3"	1,000 Cft	7,040 Lbs	45,760 Lbs
	5.425 m	2.275 m	2.260 m	2.258 m	2.216 m	28.3 Cu.m	3,200 Kgs	20,800 Kgs
Reefer 40'	37' 8"	7' 5"	7' 2"	7' 5"	7' 0"	2,040 Cft	10,780 Lbs	56,276 Lbs
	11.493 m	2.270 m	2.197 m	2.282 m	2.155 m	57.8 Cu.m	4,900 Kgs	25,580 Kgs
Reefer 40'	37' 11"	7' 6"	8' 2"	7' 6"	8' 0"	2,344 Cft	9,900 Lbs	57,561 Lbs

\* Inside Container Specifications

**OPEN TOP**

Spec	Length*	Width*	Heigh*	Door Width	Door Height	Capacity	Tare Weight	Maxi Cargo
Open Top 20'	19' 4"	7' 7"	7' 8"	7' 6"	7' 2"	1,136 Cft	5,280 Lbs	47,620 Lbs
	5.894 m	2.311 m	2.354 m	2.286 m	2.184 m	32.23 Cu.m	2,400 Kgs	21,600 Kgs
Open Top 40'	39' 5"	7' 8"	7' 8"	7' 8"	7' 5"	2,350 Cft	8,490 Lbs	58,710 Lbs

\* Inside Container Specifications

**FLAT RACK**

Spec	Length*	Width*	Heigh*	Door Width	Door Height	Capacity	Tare Weight	Maxi Cargo
Flat Rack 20'	18' 5"	7' 3"	7' 4"	-	-	-	5,280 Lbs	61,117 Lbs
	5.61 m	2.228 m	2.233 m	-	-	-	2,530 Kgs	27,722 Kgs
Flat Rack 40'	39' 7"	7' 3"	7' 4"	-	-	-	12,081 Lbs	85,800 Lbs

\* Inside Container Specifications

**FLAT RACK COLLAPSIBLE**

Spec	Length*	Width*	Heigh*	Door Width	Door Height	Capacity	Tare Weight	Maxi Cargo
Collapsible 20'	18' 6 "	7' 3"	7' 4"	-	-	-	6,061 Lbs	61,117 Lbs
	5.63 m	2.228 m	2.233 m	-	-	-	2,749 Kgs	27,722 Kgs
Collapsible 40'	39' 7"	7' 3"	7' 4"	-	-	-	12,787 Lbs	85,800 Lbs

\* Inside Container Specifications



**PLATFORM**

Spec	Length*	Width*	Heigh*	Door Width	Door Height	Capacity	Tare Weight	Maxi Cargo
Platform 20'	19' 11"	8' 0"	7' 4"	-	-	-	6,061 Lbs	52,896 Lbs
	6.07 m	2.43 m	2.23 m	-	-	-	2,749 Kgs	23,993 Kgs
Platform 40'	40' 0"	8' 0"	6' 5"	-	-	-	12,783 Lbs	66,397 Lbs

\* Inside Container Specifications



**16 Παράρτημα ΣΤ : Παράδειγμα τελικού αρχείου εισόδου για το σενάριο 0**

DESCRIPTION	FROM NODE	FROM NODE ET	FROM NODE LT	FROM NODE ST	TO NODE	TO NODE ET	TO NODE LT	TO NODE ST	MAX RIDE TIME	AMMOUNT
pro-del1	1	450	1000	15	2	450	1200	15	780	1
pro-del2	1	450	1000	15	2	450	1200	15	780	1
pro-del3	1	450	1000	15	2	450	1200	15	780	1
pro-del4	1	450	1000	15	2	450	1200	15	780	1
pro-del5	1	450	1000	15	2	450	1200	15	780	1
pro-del6	1	450	1000	15	2	450	1200	15	780	1
pro-del7	1	450	1000	15	2	450	1200	15	780	1
pro-del8	1	450	1000	15	2	450	1200	15	780	1
pro-del9	1	450	1000	15	2	450	1200	15	780	1
pro-del10	1	450	1000	15	2	450	1200	15	780	1
pro-del11	1	570	1000	15	2	570	1200	15	780	1
pro-del12	1	570	1000	15	2	570	1200	15	780	1
pro-del13	1	570	1000	15	2	570	1200	15	780	1
pro-del14	1	570	1000	15	2	570	1200	15	780	1
pro-del15	1	570	1000	15	2	570	1200	15	780	1
pro-del16	1	600	1000	15	2	600	1200	15	780	1
pro-del17	1	600	1000	15	2	600	1200	15	780	1
pro-del18	1	600	1000	15	2	600	1200	15	780	1
pro-del19	1	600	1000	15	2	600	1200	15	780	1
pro-del20	1	600	1000	15	2	600	1200	15	780	1
pro-del21	1	540	1000	15	2	540	1200	15	780	1
pro-del22	1	540	1000	15	2	540	1200	15	780	1
pro-del23	1	540	1000	15	2	540	1200	15	780	1
pro-del24	1	540	1000	15	2	540	1200	15	780	1
pro-del25	1	540	1000	15	2	540	1200	15	780	1
pro-del26	1	540	1000	15	2	540	1200	15	780	1
pro-del27	1	540	1000	15	2	540	1200	15	780	1
pro-del28	1	540	1000	15	2	540	1200	15	780	1
pro-del29	1	540	1000	15	2	540	1200	15	780	1
pro-del30	1	540	1000	15	2	540	1200	15	780	1



DESCRIPTION	FROM NODE	FROM NODE ET	FROM NODE LT	FROM NODE ST	TO NODE	TO NODE ET	TO NODE LT	TO NODE ST	MAX RIDE TIME	AMMOUNT
pro-del31	1	480	1000	15	2	480	1200	15	780	1
pro-del32	1	480	1000	15	2	480	1200	15	780	1
pro-del33	1	480	1000	15	2	480	1200	15	780	1
pro-del34	1	480	1000	15	2	480	1200	15	780	1
pro-del35	1	480	1000	15	2	480	1200	15	780	1
pro-del36	1	480	1000	15	2	480	1200	15	780	1
pro-del37	1	480	1000	15	2	480	1200	15	780	1
pro-del38	1	480	1000	15	2	480	1200	15	780	1
pro-del39	1	480	1000	15	2	480	1200	15	780	1
pro-del40	1	480	1000	15	2	480	1200	15	780	1
pro-del41	1	510	1000	15	2	510	1200	15	780	1
pro-del42	1	510	1000	15	2	510	1200	15	780	1
pro-del43	1	510	1000	15	2	510	1200	15	780	1
pro-del44	1	510	1000	15	2	510	1200	15	780	1
pro-del45	1	510	1000	15	2	510	1200	15	780	1
pro-del46	1	510	1000	15	2	510	1200	15	780	1
pro-del47	1	510	1000	15	2	510	1200	15	780	1
pro-del48	1	510	1000	15	2	510	1200	15	780	1
pro-del49	1	510	1000	15	2	510	1200	15	780	1
pro-del50	1	510	1000	15	2	510	1200	15	780	1
pro-pic1	2	1087	1187	15	1	1087	1200	15	780	1
pro-pic2	2	1087	1187	15	1	1087	1200	15	780	1
pro-pic3	2	1087	1187	15	1	1087	1200	15	780	1
pro-pic4	2	1087	1187	15	1	1087	1200	15	780	1
pro-pic5	2	1087	1187	15	1	1087	1200	15	780	1
pro-pic6	2	1087	1187	15	1	1087	1200	15	780	1
pro-pic7	2	1087	1187	15	1	1087	1200	15	780	1
pro-pic8	2	1087	1187	15	1	1087	1200	15	780	1
pro-pic9	2	1087	1187	15	1	1087	1200	15	780	1
pro-pic10	2	1087	1187	15	1	1087	1200	15	780	1
shen-del1	1	420	435	15	3	420	1200	15	780	1
shen-del2	1	420	435	15	3	420	1200	15	780	1
shen-del3	1	420	435	15	3	420	1200	15	780	1



DESCRIPTION	FROM NODE	FROM NODE ET	FROM NODE LT	FROM NODE ST	TO NODE	TO NODE ET	TO NODE LT	TO NODE ST	MAX RIDE TIME	AMMOUNT
shen-del4	1	420	435	15	3	420	1200	15	780	1
shen-del5	1	420	435	15	3	420	1200	15	780	1
shen-del6	1	420	435	15	3	420	1200	15	780	1
shen-del7	1	420	435	15	3	420	1200	15	780	1
shen-del8	1	420	435	15	3	420	1200	15	780	1
shen-del9	1	420	435	15	3	420	1200	15	780	1
shen-pic1	3	868	1126	15	1	868	1200	15	780	1
shen-pic2	3	868	1126	15	1	868	1200	15	780	1
shen-pic3	3	868	1126	15	1	868	1200	15	780	1
shen-pic4	3	868	1126	15	1	868	1200	15	780	1
shen-pic5	3	868	1126	15	1	868	1200	15	780	1
shen-pic6	3	868	1126	15	1	868	1200	15	780	1
shen-pic7	3	868	1126	15	1	868	1200	15	780	1
shen-pic8	3	868	1126	15	1	868	1200	15	780	1
shen-pic9	3	868	1126	15	1	868	1200	15	780	1
eur-del1	1	420	435	15	4	420	1200	15	780	1
eur-del2	1	570	1000	15	4	570	1200	15	780	1
eur-del3	1	570	1000	15	4	570	1200	15	780	1
eur-del4	1	570	1000	15	4	570	1200	15	780	1
eur-del5	1	570	1000	15	4	570	1200	15	780	1
eur-del6	1	570	1000	15	4	570	1200	15	780	1
eur-del7	1	420	435	15	4	420	1200	15	780	1
eur-del8	1	420	435	15	4	420	1200	15	780	1
eur-del9	1	420	435	15	4	420	1200	15	780	1
eur-del10	1	420	435	15	4	420	1200	15	780	1
eur-pic1	4	768	1167	15	1	768	1200	15	780	1
eur-pic2	4	768	1167	15	1	768	1200	15	780	1
6-em-sid	6	468	1200	15	5	468	1200	15	780	1
sid-pic1	5	584	1200	150	1	584	1200	15	780	1
int-del1	1	420	435	15	6	420	1200	20	780	1
int-del2	1	420	435	15	6	420	1200	20	780	1
int-del3	1	420	435	15	6	420	1200	20	780	1
int-del4	1	420	435	15	6	420	1200	20	780	1





DESCRIPTION	FROM NODE	FROM NODE ET	FROM NODE LT	FROM NODE ST	TO NODE	TO NODE ET	TO NODE LT	TO NODE ST	MAX RIDE TIME	AMMOUNT
ana-del1	1	420	435	15	7	420	1200	15	780	1
ana-pic1	7	685	1190	15	1	685	1200	15	780	1
6-em-sol	6	468	1200	15	8	468	1200	15	780	1
sol-pic1	8	692	1200	90	1	692	1200	15	780	1
xal-del1	1	420	435	15	9	420	1200	15	780	1
xal-pic1	9	766	1100	15	1	766	1200	15	780	1
6-em-cab	6	468	1200	15	10	468	1200	15	780	1
6-em-cab	6	486	1200	15	10	486	1200	15	780	1
cab-pic1	10	601	1200	150	1	601	1200	15	780	1
cab-pic2	10	601	1200	150	1	601	1200	15	780	1
2-em-elv	2	588	945	15	11	588	1200	15	780	1
elv-pic1	11	621	1200	150	1	621	1200	15	780	1
pro-ret-1	2	1030	1187	10	1	1030	1200	10	780	1
pro-ret-2	2	1030	1187	10	1	1030	1200	10	780	1
pro-ret-3	2	1030	1187	10	1	1030	1200	10	780	1
pro-ret-4	2	1030	1187	10	1	1030	1200	10	780	1
pro-ret-5	2	1030	1187	10	1	1030	1200	10	780	1
pro-ret-6	2	1030	1187	10	1	1030	1200	10	780	1
pro-ret-7	2	1030	1187	10	1	1030	1200	10	780	1
pro-ret-8	2	1030	1187	10	1	1030	1200	10	780	1
pro-ret-9	2	1030	1187	10	1	1030	1200	10	780	1
pro-ret-10	2	1030	1187	10	1	1030	1200	10	780	1
pro-ret-11	2	1030	1187	10	1	1030	1200	10	780	1
pro-ret-12	2	1030	1187	10	1	1030	1200	10	780	1
pro-ret-13	2	1030	1187	10	1	1030	1200	10	780	1
pro-ret-14	2	1030	1187	10	1	1030	1200	10	780	1
pro-ret-15	2	1030	1187	10	1	1030	1200	10	780	1
pro-ret-16	2	1030	1187	10	1	1030	1200	10	780	1
pro-ret-17	2	1030	1187	10	1	1030	1200	10	780	1
pro-ret-18	2	1030	1187	10	1	1030	1200	10	780	1
pro-ret-19	2	1030	1187	10	1	1030	1200	10	780	1
pro-ret-20	2	1030	1187	10	1	1030	1200	10	780	1
pro-ret-21	2	1030	1187	10	1	1030	1200	10	780	1



DESCRIPTION	FROM NODE	FROM NODE ET	FROM NODE LT	FROM NODE ST	TO NODE	TO NODE ET	TO NODE LT	TO NODE ST	MAX RIDE TIME	AMMOUNT
pro-ret-22	2	1030	1187	10	1	1030	1200	10	780	1
pro-ret-23	2	1030	1187	10	1	1030	1200	10	780	1
pro-ret-24	2	1030	1187	10	1	1030	1200	10	780	1
pro-ret-25	2	1030	1187	10	1	1030	1200	10	780	1
pro-ret-26	2	1030	1187	10	1	1030	1200	10	780	1
pro-ret-27	2	1030	1187	10	1	1030	1200	10	780	1
pro-ret-28	2	1030	1187	10	1	1030	1200	10	780	1
pro-ret-29	2	1030	1187	10	1	1030	1200	10	780	1
pro-ret-30	2	1030	1187	10	1	1030	1200	10	780	1
pro-ret-31	2	1030	1187	10	1	1030	1200	10	780	1
pro-ret-32	2	1030	1187	10	1	1030	1200	10	780	1
pro-ret-33	2	1030	1187	10	1	1030	1200	10	780	1
pro-ret-34	2	1030	1187	10	1	1030	1200	10	780	1
pro-ret-35	2	1030	1187	10	1	1030	1200	10	780	1
pro-ret-36	2	1030	1187	10	1	1030	1200	10	780	1
pro-ret-37	2	1030	1187	10	1	1030	1200	10	780	1
pro-ret-38	2	1030	1187	10	1	1030	1200	10	780	1
pro-ret-39	2	1030	1187	10	1	1030	1200	10	780	1
eur-ret-1	4	900	1167	10	1	900	1200	10	780	1
eur-ret-2	4	900	1167	10	1	900	1200	10	780	1
eur-ret-3	4	900	1167	10	1	900	1200	10	780	1
eur-ret-4	4	900	1167	10	1	900	1200	10	780	1
eur-ret-5	4	900	1167	10	1	900	1200	10	780	1

**17 Παράρτημα Z : Παράδειγμα αρχείου εξόδου για το σενάριο 0****VEHICLE 1**

job description	trip id in route	pick=1 del=-1	start time	end time	no job time period	in node
SDEPOT	0	10000	420	420	0	1
int-del3	1	1	420	435	0	1
int-del3	2	-1	467	487	0	6
pro-del8	3	1	521	536	0	1
pro-del8	4	-1	549	564	0	2
pro-del7	5	1	577	592	0	1
pro-del7	6	-1	605	620	0	2
pro-del5	7	1	633	648	0	1
pro-del5	8	-1	661	676	0	2
pro-del4	9	1	689	704	0	1
pro-del4	10	-1	717	732	0	2
pro-del3	11	1	745	760	0	1
pro-del3	12	-1	773	788	0	2
pro-del2	13	1	801	816	0	1
pro-del2	14	-1	829	844	0	2
pro-del1	15	1	857	872	0	1
pro-del1	16	-1	885	900	0	2
pro-del6	17	1	913	928	0	1
pro-del6	18	-1	941	956	0	2
pro-del10	19	1	969	984	0	1
pro-del10	20	-1	997	1012	0	2
pro-ret-25	21	1	1030	1040	18	2
pro-ret-25	22	-1	1053	1063	0	1
pro-ret-37	23	1	1076	1086	0	2
pro-ret-37	24	-1	1099	1109	0	1
ana-pic1	25	1	1119	1134	0	7
ana-pic1	26	-1	1143	1158	0	1
EDEPOT	27	20000	1158	1158	0	1

**VEHICLE 2**

job description	trip id in route	pick=1 del=-1	start time	end time	no job time period	in node
SDEPOT	0	-10000	420	420	0	1
int-del1	1	1	420	435	0	1
int-del1	2	-1	467	487	0	6
6-em-sid	3	1	487	502	0	6
6-em-sid	4	-1	584	599	0	5
pro-del36	5	1	690	705	0	1
pro-del36	6	-1	718	733	0	2
pro-del35	7	1	746	761	0	1
pro-del35	8	-1	774	789	0	2
pro-del33	9	1	802	817	0	1
pro-del33	10	-1	830	845	0	2
pro-del32	11	1	858	873	0	1
pro-del32	12	-1	886	901	0	2
pro-del31	13	1	914	929	0	1
pro-del31	14	-1	942	957	0	2
pro-del9	15	1	970	985	0	1
pro-del9	16	-1	998	1013	0	2
pro-ret-39	17	1	1030	1040	17	2
pro-ret-39	18	-1	1053	1063	0	1
eur-ret-2	19	1	1096	1106	0	4
eur-ret-2	20	-1	1138	1148	0	1
EDEPOT	21	-20000	1148	1148	0	1



**VEHICLE 3**

job description	trip id in route	pick=1 del=-1	start time	end time	no job time period	in node
SDEPOT	0	-10000	420	420	0	1
shen-del2	1	1	420	435	0	1
shen-del2	2	-1	508	523	0	3
pro-del46	3	1	597	612	0	1
pro-del46	4	-1	625	640	0	2
pro-del45	5	1	653	668	0	1
pro-del45	6	-1	681	696	0	2
pro-del39	7	1	709	724	0	1
pro-del39	8	-1	737	752	0	2
pro-del40	9	1	765	780	0	1
pro-del40	10	-1	793	808	0	2
pro-del34	11	1	821	836	0	1
pro-del34	12	-1	849	864	0	2
pro-del38	13	1	877	892	0	1
pro-del38	14	-1	905	920	0	2
pro-del37	15	1	933	948	0	1
pro-del37	16	-1	961	976	0	2
shen-pic8	17	1	1052	1067	0	3
shen-pic8	18	-1	1141	1156	0	1
EDEPOT	19	-20000	1156	1156	0	1

**VEHICLE 5****VEHICLE 4**

job description	trip id in route	pick=1 del=-1	start time	end time	no job time period	in node
SDEPOT	0	-10000	420	420	0	1
eur-del10	1	1	420	435	0	1
eur-del10	2	-1	468	483	0	4
pro-del44	3	1	515	530	0	1
pro-del44	4	-1	543	558	0	2
pro-del28	5	1	571	586	0	1
pro-del28	6	-1	599	614	0	2
pro-del43	7	1	627	642	0	1
pro-del43	8	-1	655	670	0	2
pro-del42	9	1	683	698	0	1
pro-del42	10	-1	711	726	0	2
pro-del41	11	1	739	754	0	1
pro-del41	12	-1	767	782	0	2
pro-del50	13	1	795	810	0	1
pro-del50	14	-1	823	838	0	2
pro-del49	15	1	851	866	0	1
pro-del49	16	-1	879	894	0	2
pro-del48	17	1	907	922	0	1
pro-del48	18	-1	935	950	0	2
pro-del47	19	1	963	978	0	1
pro-del47	20	-1	991	1006	0	2
pro-ret-1	21	1	1030	1040	24	2
pro-ret-1	22	-1	1053	1063	0	1
pro-ret-18	23	1	1076	1086	0	2
pro-ret-18	24	-1	1099	1109	0	1
pro-ret-3	25	1	1122	1132	0	2
pro-ret-3	26	-1	1145	1155	0	1
EDEPOT	27	-20000	1155	1155	0	1

**VEHICLE 6**

job description	trip id in route	pick=1 del=-1	start time	end time	no job time period	in node
SDEPOT	0	-10000	420	420	0	1
shen-del9	1	1	420	435	0	1
shen-del9	2	-1	508	523	0	3
6-em-cab	3	1	587	602	0	6
6-em-cab	4	-1	701	716	0	10
pro-del25	5	1	831	846	0	1
pro-del25	6	-1	859	874	0	2
pro-del26	7	1	887	902	0	1
pro-del26	8	-1	915	930	0	2
pro-del27	9	1	943	958	0	1
pro-del27	10	-1	971	986	0	2
shen-pic9	11	1	1062	1077	0	3
shen-pic9	12	-1	1151	1166	0	1
EDEPOT	13	-20000	1166	1166	0	1

job description	trip id in route	pick=1 del=-1	start time	end time	no job time period	in node
SDEPOT	0	-10000	420	420	0	1
shen-del4	1	1	420	435	0	1
shen-del4	2	-1	508	523	0	3
eur-del5	3	1	597	612	0	1
eur-del5	4	-1	645	660	0	4
pro-del29	5	1	692	707	0	1
pro-del29	6	-1	720	735	0	2
pro-del30	7	1	748	763	0	1
pro-del30	8	-1	776	791	0	2
pro-del23	9	1	804	819	0	1
pro-del23	10	-1	832	847	0	2
pro-del21	11	1	860	875	0	1
pro-del21	12	-1	888	903	0	2
pro-del22	13	1	916	931	0	1
pro-del22	14	-1	944	959	0	2
pro-del24	15	1	972	987	0	1
pro-del24	16	-1	1000	1015	0	2
pro-ret-4	17	1	1030	1040	15	2
pro-ret-4	18	-1	1053	1063	0	1
pro-ret-2	19	1	1076	1086	0	2
pro-ret-2	20	-1	1099	1109	0	1
pro-ret-35	21	1	1122	1132	0	2
pro-ret-35	22	-1	1145	1155	0	1
EDEPOT	23	-20000	1155	1155	0	1

**VEHICLE 7**

job description	trip id in route	pick=1 del=-1	start time	end time	no job time period	in node
SDEPOT	0	-10000	420	420	0	1
shen-del8	1	1	420	435	0	1
shen-del8	2	-1	508	523	0	3
pro-del14	3	1	597	612	0	1
pro-del14	4	-1	625	640	0	2
pro-del15	5	1	653	668	0	1
pro-del15	6	-1	681	696	0	2
pro-del12	7	1	709	724	0	1
pro-del12	8	-1	737	752	0	2
eur-del2	9	1	765	780	0	1
eur-del2	10	-1	813	828	0	4
eur-pic1	11	1	828	843	0	4
eur-pic1	12	-1	875	890	0	1
eur-del3	13	1	890	905	0	1
eur-del3	14	-1	938	953	0	4
eur-del4	15	1	985	1000	0	1
eur-del4	16	-1	1033	1048	0	4
eur-pic2	17	1	1048	1063	0	4
eur-pic2	18	-1	1095	1110	0	1
pro-ret-5	19	1	1123	1133	0	2
pro-ret-5	20	-1	1146	1156	0	1
EDEPOT	21	-20000	1156	1156	0	1

**VEHICLE 8**

job description	trip id in route	pick=1 del=-1	start time	end time	no job time period	in node
SDEPOT	0	-10000	420	420	0	1
shen-del7	1	1	420	435	0	1
shen-del7	2	-1	508	523	0	3
eur-del6	3	1	597	612	0	1
eur-del6	4	-1	645	660	0	4
pro-del11	5	1	692	707	0	1
pro-del11	6	-1	720	735	0	2
2-em-elv	7	1	735	750	0	2
2-em-elv	8	-1	844	859	0	11
xal-pic1	9	1	862	877	0	9
xal-pic1	10	-1	967	982	0	1
pro-del13	11	1	982	997	0	1
pro-del13	12	-1	1010	1025	0	2
pro-ret-8	13	1	1030	1040	5	2
pro-ret-8	14	-1	1053	1063	0	1
pro-ret-7	15	1	1076	1086	0	2
pro-ret-7	16	-1	1099	1109	0	1
pro-ret-36	17	1	1122	1132	0	2
pro-ret-36	18	-1	1145	1155	0	1
EDEPOT	19	-20000	1155	1155	0	1

**VEHICLE 9**

job description	trip id in route	pick=1 del=-1	start time	end time	no job time period	in node
SDEPOT	0	-10000	420	420	0	1
shen-del3	1	1	420	435	0	1
shen-del3	2	-1	508	523	0	3
pro-del20	3	1	600	615	3	1
pro-del20	4	-1	628	643	0	2
pro-del16	5	1	656	671	0	1
pro-del16	6	-1	684	699	0	2
pro-del17	7	1	712	727	0	1
pro-del17	8	-1	740	755	0	2
pro-del18	9	1	768	783	0	1
pro-del18	10	-1	796	811	0	2
pro-del19	11	1	824	839	0	1
pro-del19	12	-1	852	867	0	2
shen-pic1	13	1	943	958	0	3
shen-pic1	14	-1	1032	1047	0	1
pro-ret-10	15	1	1060	1070	0	2
pro-ret-10	16	-1	1083	1093	0	1
pro-ret-9	17	1	1106	1116	0	2
pro-ret-9	18	-1	1129	1139	0	1
EDEPOT	19	-20000	1139	1139	0	1

**VEHICLE 10**

job description	trip id in route	pick=1 del=-1	start time	end time	no job time period	in node
SDEPOT	0	-10000	420	420	0	1
shen-del6	1	1	420	435	0	1
shen-del6	2	-1	508	523	0	3
elv-pic1	3	1	621	771	73	11
elv-pic1	4	-1	861	876	0	1
pro-ret-13	5	1	1030	1040	141	2
pro-ret-13	6	-1	1053	1063	0	1
pro-ret-12	7	1	1076	1086	0	2
pro-ret-12	8	-1	1099	1109	0	1
pro-ret-11	9	1	1122	1132	0	2
pro-ret-11	10	-1	1145	1155	0	1
EDEPOT	11	-20000	1155	1155	0	1



**VEHICLE 11**

job description	trip id in route	pick=1 del=-1	start time	end time	no job time period	in node
SDEPOT	0	-10000	420	420	0	1
shen-del5	1	1	420	435	0	1
shen-del5	2	-1	508	523	0	3
sol-pic1	3	1	692	782	42	8
sol-pic1	4	-1	981	996	0	1
pro-ret-16	5	1	1030	1040	21	2
pro-ret-16	6	-1	1053	1063	0	1
pro-ret-15	7	1	1076	1086	0	2
pro-ret-15	8	-1	1099	1109	0	1
pro-ret-14	9	1	1122	1132	0	2
pro-ret-14	10	-1	1145	1155	0	1
EDEPOT	11	-20000	1155	1155	0	1

**VEHICLE 12**

job description	trip id in route	pick=1 del=-1	start time	end time	no job time period	in node
SDEPOT	0	-10000	420	420	0	1
ana-del1	1	1	420	435	0	1
ana-del1	2	-1	445	460	0	7
shen-pic2	3	1	868	883	331	3
shen-pic2	4	-1	957	972	0	1
pro-ret-19	5	1	1030	1040	45	2
pro-ret-19	6	-1	1053	1063	0	1
pro-ret-38	7	1	1076	1086	0	2
pro-ret-38	8	-1	1099	1109	0	1
pro-ret-17	9	1	1122	1132	0	2
pro-ret-17	10	-1	1145	1155	0	1
EDEPOT	11	-20000	1155	1155	0	1

**VEHICLE 13**

job	trip id	pick=1	start	end	no	in
SDEPOT	0	-10000	420	420	0	1
int-del2	1	1	420	435	0	1
int-del2	2	-1	467	487	0	6
6-em-sol	3	1	487	502	0	6
6-em-sol	4	-1	692	707	0	8
cab-pic2	5	1	819	969	0	10
cab-pic2	6	-1	1084	1099	0	1
pro-ret-20	7	1	1112	1122	0	2
pro-ret-20	8	-1	1135	1145	0	1
EDEPOT	9	-20000	1145	1145	0	1

**VEHICLE 14**

job	trip id	pick=1	start	end	no	in
SDEPOT	0	-10000	600	600	0	1
pro-ret-23	1	1	1030	1040	417	2
pro-ret-23	2	-1	1053	1063	0	1
pro-ret-22	3	1	1076	1086	0	2
pro-ret-22	4	-1	1099	1109	0	1
pro-ret-21	5	1	1122	1132	0	2
pro-ret-21	6	-1	1145	1155	0	1
EDEPOT	7	-20000	1155	1155	0	1

**VEHICLE 15**

job description	trip id in route	pick=1 del=-1	start time	end time	no job time period	in node
SDEPOT	0	-10000	600	600	0	1
pro-ret-26	1	1	1030	1040	417	2
pro-ret-26	2	-1	1053	1063	0	1
pro-ret-6	3	1	1076	1086	0	2
pro-ret-6	4	-1	1099	1109	0	1
pro-ret-24	5	1	1122	1132	0	2
pro-ret-24	6	-1	1145	1155	0	1
EDEPOT	7	-20000	1155	1155	0	1

**VEHICLE 16**

job description	trip id in route	pick=1 del=-1	start time	end time	no job time period	in node
SDEPOT	0	-10000	600	600	0	1
pro-ret-29	1	1	1030	1040	417	2
pro-ret-29	2	-1	1053	1063	0	1
pro-ret-28	3	1	1076	1086	0	2
pro-ret-28	4	-1	1099	1109	0	1
pro-ret-27	5	1	1122	1132	0	2
pro-ret-27	6	-1	1145	1155	0	1
EDEPOT	7	-20000	1155	1155	0	1

**VEHICLE 17**

job description	trip id in route	pick=1 del=-1	start time	end time	no job time period	in node
SDEPOT	0	-10000	600	600	0	1
pro-ret-32	1	1	1030	1040	417	2
pro-ret-32	2	-1	1053	1063	0	1
pro-ret-31	3	1	1076	1086	0	2
pro-ret-31	4	-1	1099	1109	0	1
pro-ret-30	5	1	1122	1132	0	2
pro-ret-30	6	-1	1145	1155	0	1
EDEPOT	7	-20000	1155	1155	0	1

**VEHICLE 18**

job description	trip id in route	pick=1 del=-1	start time	end time	no job time period	in node
SDEPOT	0	-10000	600	600	0	1
pro-ret-34	1	1	1030	1040	417	2
pro-ret-34	2	-1	1053	1063	0	1
pro-ret-33	3	1	1076	1086	0	2
pro-ret-33	4	-1	1099	1109	0	1
EDEPOT	5	-20000	1109	1109	0	1

**VEHICLE 19****VEHICLE 20**





job description	trip id in route	pick=1 del=-1	start time	end time	no job time period	in node
SDEPOT	0	-10000	600	600	0	1
pro-pic7	1	1	1087	1102	474	2
pro-pic7	2	-1	1115	1130	0	1
EDEPOT	3	-20000	1130	1130	0	1

**VEHICLE 21**

job description	trip id in route	pick=1 del=-1	start time	end time	no job time period	in node
SDEPOT	0	-10000	420	420	0	1
shen-del1	1	1	420	435	0	1
shen-del1	2	-1	508	523	0	3
shen-pic3	3	1	868	883	345	3
shen-pic3	4	-1	957	972	0	1
pro-pic5	5	1	1087	1102	102	2
pro-pic5	6	-1	1115	1130	0	1
EDEPOT	7	-20000	1130	1130	0	1

**VEHICLE 23**

job description	trip id in route	pick=1 del=-1	start time	end time	no job time period	in node
SDEPOT	0	-10000	600	600	0	1
pro-pic6	1	1	1087	1102	474	2
pro-pic6	2	-1	1115	1130	0	1
EDEPOT	3	-20000	1130	1130	0	1

**VEHICLE 22**

job description	trip id in route	pick=1 del=-1	start time	end time	no job time period	in node
SDEPOT	0	-10000	420	420	0	1
eur-del1	1	1	420	435	0	1
eur-del1	2	-1	468	483	0	4
eur-ret-1	3	1	900	910	417	4
eur-ret-1	4	-1	942	952	0	1
shen-pic4	5	1	1025	1040	0	3
shen-pic4	6	-1	1114	1129	0	1
EDEPOT	7	-20000	1129	1129	0	1

**VEHICLE 24**

job description	trip id in route	pick=1 del=-1	start time	end time	no job time period	in node
SDEPOT	0	-10000	420	420	0	1
int-del4	1	1	420	435	0	1
int-del4	2	-1	467	487	0	6
6-em-cab	3	1	487	502	0	6
6-em-cab	4	-1	601	616	0	10
cab-pic1	5	1	616	766	0	10
cab-pic1	6	-1	881	896	0	1
pro-pic4	7	1	1087	1102	178	2
pro-pic4	8	-1	1115	1130	0	1
EDEPOT	9	-20000	1130	1130	0	1

**VEHICLE 25**

job description	trip id in route	pick=1 del=-1	start time	end time	no job time period	in node
SDEPOT	0	-10000	420	420	0	1
eur-del8	1	1	420	435	0	1
eur-del8	2	-1	468	483	0	4
eur-ret-4	3	1	900	910	417	4
eur-ret-4	4	-1	942	952	0	1
shen-pic6	5	1	1025	1040	0	3
shen-pic6	6	-1	1114	1129	0	1
EDEPOT	7	-20000	1129	1129	0	1

**VEHICLE 26**

job description	trip id in route	pick=1 del=-1	start time	end time	no job time period	in node
SDEPOT	0	-10000	420	420	0	1
eur-del9	1	1	420	435	0	1
eur-del9	2	-1	468	483	0	4
eur-ret-3	3	1	900	910	417	4
eur-ret-3	4	-1	942	952	0	1
shen-pic7	5	1	1025	1040	0	3
shen-pic7	6	-1	1114	1129	0	1
EDEPOT	7	-20000	1129	1129	0	1

**VEHICLE 27**

job description	trip id in route	pick=1 del=-1	start time	end time	no job time period	in node
SDEPOT	0	-10000	420	420	0	1
xal-del1	1	1	420	435	0	1
xal-del1	2	-1	526	541	0	9
sid-pic1	3	1	584	734	42	5
sid-pic1	4	-1	825	840	0	1
pro-pic3	5	1	1087	1102	234	2
pro-pic3	6	-1	1115	1130	0	1
EDEPOT	7	-20000	1130	1130	0	1

**VEHICLE 28**

job description	trip id in route	pick=1 del=-1	start time	end time	no job time period	in node
SDEPOT	0	-10000	420	420	0	1
pro-pic2	1	1	1087	1102	654	2
pro-pic2	2	-1	1115	1130	0	1
EDEPOT	3	-20000	1130	1130	0	1

**VEHICLE 29**

job description	trip id in route	pick=1 del=-1	start time	end time	no job time period	in node
SDEPOT	0	-10000	420	420	0	1
pro-pic10	1	1	1087	1102	654	2
pro-pic10	2	-1	1115	1130	0	1
EDEPOT	3	-20000	1130	1130	0	1

**VEHICLE 30**

job description	trip id in route	pick=1 del=-1	start time	end time	no job time period	in node
SDEPOT	0	-10000	420	420	0	1
pro-pic1	1	1	1087	1102	654	2
pro-pic1	2	-1	1115	1130	0	1
EDEPOT	3	-20000	1130	1130	0	1

**VEHICLE 31**

job description	trip id in route	pick=1 del=-1	start time	end time	no job time period	in node
SDEPOT	0	-10000	420	420	0	1
pro-pic8	1	1	1087	1102	654	2
pro-pic8	2	-1	1115	1130	0	1
EDEPOT	3	-20000	1130	1130	0	1

**VEHICLE 32**

job description	trip id in route	pick=1 del=-1	start time	end time	no job time period	in node
SDEPOT	0	-10000	420	420	0	1
pro-pic9	1	1	1087	1102	654	2
pro-pic9	2	-1	1115	1130	0	1
EDEPOT	3	-20000	1130	1130	0	1





ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000109386

