



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**

**ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΒΕΛΤΙΣΤΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΠΟΡΩΝ ΓΙΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟ**

**ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ**

**OPTIMAL RESOURCE ALLOCATION FOR MAINTENANCE**

**SCHEDULING**

**Κωνσταντία Κοντοδήμου**

Επίβλεψη:

**Νίκος Δ. Λαγαρός, Επίκουρος Καθηγητής ΕΜΠ**

**Κωνσταντίνος Κεπαπτσόγλου, Λέκτορας ΕΜΠ**

ΑΘΗΝΑ, ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2014

*Το περιεχόμενο της ανά χείρας διπλωματικής εργασίας αποτελεί προϊόν της δικής μου πνευματικής προσπάθειας. Η ενσωμάτωση σε αυτήν υλικού τρίτων, δημοσιευμένου ή μη, γίνεται με δόκιμη αναφορά στις πηγές, που δεν επιτρέπει ασάφειες ή παρερμηνείες.*

# ΠΕΡΙΛΗΨΗ

**Τίτλος:** «Βέλτιστη κατανομή πόρων για προγραμματισμό συντήρησης»

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η εύρεση ενός αλγορίθμου βελτιστοποίησης, με εφαρμογή του οποίου θα προτείνεται η αντικατάσταση ή/ και επισκευή των οχημάτων της Ο.ΣΥ. Α.Ε. (Οδικές Συγκοινωνίες Α.Ε.), με σκοπό την καλύτερη εξυπηρέτηση των πολιτών που χρησιμοποιούν τα μέσα μαζικής μεταφοράς (ΜΜΜ). Πιο συγκεκριμένα η αντικειμενική συνάρτηση η οποία βελτιστοποιείται, περιλαμβάνει τη μεγιστοποίηση του σταθμισμένου απομένοντος χρόνου ζωής των οχημάτων με ταυτόχρονη ελαχιστοποίηση των πόρων που θα διατεθούν για τη συντήρηση του εξοπλισμού. Όλα τα παραπάνω προϋποθέτουν περιορισμούς που πρέπει να ληφθούν υπόψη και αφορούν κατά πρώτον την κάλυψη της ζήτησης για μετακινήσεις των πολιτών, και κατά δεύτερον τον προϋπολογισμό που διαθέτει το κράτος για την Ο.ΣΥ. Α.Ε. Τα αποτελέσματα από την εφαρμογή του συγκεκριμένου αλγορίθμου καταδεικνύουν ότι όταν ο προϋπολογισμός είναι επαρκής κρίνεται σκόπιμη η αντικατάσταση όσο το δυνατόν περισσότερων οχημάτων, ενώ στην αντίθετη περίπτωση περιορισμένου προϋπολογισμού είναι προτιμότερη η επισκευή του μεγαλύτερου αριθμού οχημάτων. Επίσης, σε υψηλά επίπεδα ζήτησης η επισκευή οχημάτων είναι περιορισμένη, εφόσον βασικός στόχος της Ο.ΣΥ. Α.Ε. είναι η εξυπηρέτηση των αναγκών των χρηστών των ΜΜΜ.

# ABSTRACT

**Title:** "Optimal resource allocation for maintenance scheduling"

This thesis aims in is the creation of an optimization algorithm, whose application will propose the replacement and / or repairing of the vehicles of O.SY. SA (Road Transport SA), in order to cover the needs of the users of public transport. More specifically, the objective function which is being optimized includes the maximization of the vehicle's weighted remaining life, while minimizing the resources which will be used for future maintenance of the equipment. All the above require restrictions which should be taken into account and are firstly related to covering the travel demand, and secondly being within the available budget. The results from the application of this algorithm indicate that when the budget is enough it is advisable to replace as many vehicles as possible, while otherwise, having limited budget, it is preferable to repair the vast majority of vehicles. In addition, in occasions of high travel demand, the repairing of vehicles is limited, since O.SY. SA's main target is covering the needs of the users of public transport.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1 Γενική ανασκόπηση της Ο.ΣΥ. Α.Ε. και της κατάστασης των οχημάτων της.....	1
1.2 Σκοπός της διπλωματικής εργασίας.....	15
1.3 Δομή της διπλωματικής εργασίας.....	17
2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....	19
2.1 Βιβλιογραφική ανασκόπηση – Ομαδοποίηση ερευνών - Διαφοροποίηση παρούσας έρευνας .....	19
2.2 Διαφοροποίηση παρούσας έρευνας.....	25
3. ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ.....	27
3.1 Χρήσιμα στοιχεία για την επίλυση του προβλήματος- Ανάλυση των μεταβλητών.....	27
3.2 Διαμόρφωση αντικειμενικής συνάρτησης.....	39
4. ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ.....	42
4.1 Γενικά στοιχεία γραμμικού προγραμματισμού (αλγόριθμος SIMPLEX) και ακέραιου προγραμματισμού.....	42
4.2 Διαδικασία επίλυσης του προβλήματος βελτιστοποίησης .....	45
5. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ .....	48
5.1 Εφαρμογές με μεταβαλλόμενο προϋπολογισμό.....	48

5.2 Εφαρμογές με μεταβαλλόμενη ζήτηση.....	61
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΕΤΑΙΡΩ ΕΡΕΥΝΑ.....	69
6.1 Συμπεράσματα λόγω μεταβολής του προϋπολογισμού.....	69
6.2 Συμπεράσματα λόγω μεταβολής της ζήτησης για μετακινήσεις.....	70
6.3 Προτάσεις για περεταίρω έρευνα.....	71
7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	73
8. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	75

# 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το παρόν κεφάλαιο διεισδύει στο πρόβλημα που αντιμετωπίζει η Ο.ΣΥ. Α.Ε. τα τελευταία χρόνια σχετικά με την ανάγκη διατήρησης της αξιοπιστίας του διατιθέμενου στόλου οχημάτων ώστε να ανταποκρίνεται επαρκώς στη ζήτηση μεταφορικού έργου, σε μία περίοδο οικονομικής κρίσης και περιορισμού διάθεσης κεφαλαίων. Η διατήρηση αυτής της αξιοπιστίας προτείνεται να γίνει μέσω της αντικατάστασης ή/και της εκτεταμένης επισκευής των υπαρχόντων οχημάτων, ανάλογα πάντα με τη διάθεση των ελάχιστων πόρων. Επίσης, αναλύεται η σημασία εξέτασης και επίλυσης αυτού του προβλήματος, τονίζεται ο σκοπός της συγκεκριμένης έρευνας και γίνεται περιγραφή της διάρθρωσης της προκείμενης διπλωματικής εργασίας.

## 1.1 Γενική ανασκόπηση της Ο.ΣΥ. Α.Ε. και της κατάστασης των οχημάτων της

Η Ανώνυμη Εταιρεία Οδικές Συγκοινωνίες (Ο.ΣΥ. Α.Ε.) προέκυψε ύστερα από απορρόφηση της εταιρείας Η.Λ.Π.Α.Π. Α.Ε. (Ηλεκτροκίνητα Λεωφορεία Περιοχής Αθηνών – Πειραιά Α.Ε., δηλαδή τρόλεϊ) από την εταιρεία Ε.ΘΕ.Λ. Α.Ε. (Εταιρεία Θερμικών Λεωφορείων Α.Ε.), με την υπ' αρ. 28738/2638 πράξη συγχώνευσης (ΦΕΚ 1454 Β'/17.06.2011). Πρόκειται για Νομικό Πρόσωπο Ιδιωτικού Δικαίου (Ν.Π.Ι.Δ.), εφόσον συμμορφώνεται στους κανόνες που στηρίζεται η ιδιωτική οικονομία, και στοχεύει στην εξυπηρέτηση των αναγκών των πολιτών για μετακινήσεις εντός του λεκανοπεδίου Αττικής. Αναλυτικότερα, είναι μία Εταιρεία Παροχής Συγκοινωνιακού Έργου (Ε.Π.Σ.Ε.), η οποία υπόκειται σε έλεγχο από τον Οργανισμό Αστικών

Συγκοινωνιών Αθήνας (Ο.Α.Σ.Α. Α.Ε.), υπό την επίβλεψη του Υπουργείου Ανάπτυξης, Ανταγωνιστικότητας, Υποδομών και Δικτύων.

Σύμφωνα με τους δημοσιευμένους ισολογισμούς των τριών ετών λειτουργίας του, που επισυνάπτονται στο παρόν τεύχος, τα κύρια έσοδα της εταιρείας προέρχονται από το αντίτιμο των εισιτηρίων και από την κρατική επιχορήγηση στα πλαίσια της εφαρμοζόμενης κοινωνικής πολιτικής του κράτους. Τα κύρια έξοδα του οργανισμού αφορούν κυρίως αμοιβές προσωπικού, καύσιμα και λιπαντικά και άλλα γενικά έξοδα.

Όσον αφορά το στόλο της Ο.ΣΥ. Α.Ε. στην παρούσα φάση υπάρχουν 2.142 θερμικά οχήματα μέσης ηλικίας περίπου 10,5 ετών. Στον παρακάτω πίνακα, διακρίνονται οι 7 κατηγορίες λεωφορείων που διαθέτει η Ο.ΣΥ. Α.Ε.. Αξίζει να σημειωθεί από αυτά τα θερμικά οχήματα, τα 614 κινούνται με καύσιμο το φυσικό αέριο και τα 1.528 με diesel.

Πίνακας 1.1: Αριθμός λεωφορείων της Ο.ΣΥ. Α.Ε. ανά κατηγορία

262	Οχήματα Πετρελαίου τεχνολογίας κινητήρα EURO 1
955	Οχήματα Πετρελαίου και φυσικού αερίου τεχνολογίας κινητήρα EURO 2
401	Οχήματα Πετρελαίου και φυσικού αερίου τεχνολογίας κινητήρα EURO 3
220	Οχήματα Πετρελαίου τεχνολογίας κινητήρα EURO 4
100	Οχήματα Πετρελαίου τεχνολογίας κινητήρα EURO 5
4	Διώροφα οχήματα Πετρελαίου τεχνολογίας κινητήρα EURO 5
200	Οχήματα Φυσικού Αερίου νέας τεχνολογίας EEV (Enhanced Environmentally friendly Vehicles)



Ακολουθούν φωτογραφίες διαφόρων τύπων λεωφορείων της Ο.ΣΥ. Α.Ε..



Φωτογραφία 1.1.: ΕΛΒΟ C97.405GN #501 ΟΣΥ. Στην συμβολή Κηφισίας και Κατεχάκη (22/5/2014)



Φωτογραφία 1.2: MB Ο405N #223 ΟΣΥ. Στο αεροδρόμιο Ελ. Βενιζέλος  
(27/7/2014)



Φωτογραφία 1.3: SOLARIS URBINO 8,6 #155 ΟΣΥ. Στο Πανεπιστήμιο  
(29/11/13)



Φωτογραφία 1.4: ΕΛΒΟ C99.405N #742 ΟΣΥ. Στην Ομόνοια (5/12/2013)



Φωτογραφία 1.5: ΝΕΟΡΑΝ Ν6216 #8060 ΟΣΥ. Στο Πανεπιστήμιο  
(28/11/2013)



Φωτογραφία 1:6: MB O405N #226 ΟΣΥ. Στον Πειραιά (28/4/2013)

Επιπλέον, ο στόλος απαρτίζεται και από 366 ηλεκτροκίνητα οχήματα (τρόλεϊ), μέσης ηλικίας περίπου 10 ετών. Στον παρακάτω πίνακα διακρίνονται οι 4 κατηγορίες ηλεκτροκίνητων οχημάτων που διαθέτει η Ο.ΣΥ. Α.Ε..

Πίνακας 1.2: Αριθμός ηλεκτροκίνητων οχημάτων της Ο.ΣΥ. Α.Ε. ανά κατηγορία

112	Οχήματα σειράς 6000 και χρονολογία κτήσεως 1999-2000
112	Οχήματα σειράς 7000 και χρονολογία κτήσεως 1999-2000
91	Οχήματα σειράς 8000 και χρονολογία κτήσεως 2003-2004
51	Οχήματα σειράς 9000 και χρονολογία κτήσεως 2004

Ειδικότερα η Ο.ΣΥ. Α.Ε. διαθέτει ηλεκτροκίνητα οχήματα τεσσάρων τύπων με τα εξής χαρακτηριστικά :

- Τύπου VANHOOL – ALSTOM – ΣΦΑΚΙΑΝΑΚΗ – Σειρά 7000

Αριθμός οχημάτων : 112

Κατασκευαστής αμαξώματος : VANHOOL – ΣΦΑΚΙΑΝΑΚΗΣ

Κατασκευαστής Μηχανολογικού εξοπλισμού : VANHOOL

Κατασκευαστής Ηλεκτρολογικού εξοπλισμού : ALSTOM

Διαστάσεις : Μ 12000 x Π2500 x Υ3490 χλστ..

Ισχύς κινητήρα έλξης : 180 KW

Χωρητικότητα : 25 επιβάτες καθήμενοι και 71 όρθιοι επιβάτες

Αυτοκίνηση : Με ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος ισχύος 50 KW

Στην επόμενη φωτογραφία εικονίζεται η εξωτερική εμφάνιση του οχήματος.



Φωτογραφία 1.7: Εξωτερική εμφάνιση του οχήματος τύπου VANHOOL  
ALSTOM – ΣΦΑΚΙΑΝΑΚΗ – Σειρά 7000

- Τύπου ΝΕΟPLAN – ΚΙΕΡΕ – ΕΛΒΟ – Σειρά 6000

Αριθμός οχημάτων : 112

Κατασκευαστής αμαξώματος : ΕΛΒΟ

Κατασκευαστής Μηχανολογικού εξοπλισμού : ΝΕΟPLAN

Κατασκευαστής Ηλεκτρολογικού εξοπλισμού : ΚΙΕΡΕ

Διαστάσεις : Μ 12000 x Π2500 x Υ 3330 χλστ.

Ισχύς κινητήρα έλξης : 210 KW

Χωρητικότητα : 25 επιβάτες καθήμενοι και 70 όρθιοι επιβάτες

Αυτοκίνηση : Με ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος ισχύος 50 KW

Στην επόμενη φωτογραφία εικονίζεται η εξωτερική εμφάνιση του οχήματος.



Φωτογραφία 1.8: Εξωτερική εμφάνιση οχήματος τύπου NEOPLAN – KIEPE – ELBO – Σειρά 6000

- Τύπου NEOPLAN – KIEPE – ELBO – Σειρά 8000

Αριθμός οχημάτων : 91

Κατασκευαστής αμαξώματος : NEOPLAN - ELBO

Κατασκευαστής Μηχανολογικού εξοπλισμού : NEOPLAN



Κατασκευαστής Ηλεκτρολογικού εξοπλισμού : ΚΙΕΡΕ

Διαστάσεις : Μ 12000 x Π2500 x Υ3685 χλστ.

Ισχύς κινητήρα έλξης : 210 KW

Χωρητικότητα : 25 επιβάτες καθήμενοι και 57 όρθιοι επιβάτες

Αυτοκίνηση : Με ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος ισχύος 100 KW

Στην επόμενη φωτογραφία εικονίζεται η εξωτερική εμφάνιση του οχήματος.



Φωτογραφία 1.9: Εξωτερική εμφάνιση οχήματος τύπου NEOPLAN – ΚΙΕΡΕ – ΕΛΒΟ – Σειρά 8000

- Τύπου NEOPLAN – KIEPE – ELBO – Σειρά 9000 (αρθρωτό)

Αριθμός οχημάτων : 51

Κατασκευαστής αμαξώματος : NEOPLAN - ELBO

Κατασκευαστής Μηχανολογικού εξοπλισμού : NEOPLAN

Κατασκευαστής Ηλεκτρολογικού εξοπλισμού : KIEPE

Διαστάσεις : Μ 12000 x Π2500 x Υ 3685 χλστ.

Ισχύς κινητήρα έλξης : 240 KW

Χωρητικότητα : 40 επιβάτες καθήμενοι και 92 όρθιοι επιβάτες

Αυτοκίνηση : Με ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος ισχύος 100 KW

Στην επόμενη φωτογραφία εικονίζεται η εξωτερική εμφάνιση του οχήματος.



Φωτογραφία 1.10: Εξωτερική εμφάνιση οχήματος τύπου NEOPLAN – KIEPE – ELBO – Σειρά 9000 (αρθρωτό)

Επιπρόσθετα, στο λεκανοπέδιο της Αττικής η Ο.ΣΥ. Α.Ε. έχει υπό την κατοχή της 13 αμαξοστάσια, χωροταξικά διασκορπισμένα σε όλη την έκταση της περιφέρειας. Πιο συγκεκριμένα, τα 7 μεγαλύτερα αμαξοστάσια έχουν συνολικό εμβαδό 342.000 τ.μ. και μπορούν να εξυπηρετήσουν περίπου 2.150 τυπικά λεωφορεία, δηλαδή δωδεκάμετρα. Η Ο.ΣΥ. Α.Ε. διαθέτει επιπλέον 5 αμαξοστάσια τα οποία χρησιμοποιούνται από 366 τρόλεϊ και έχουν συνολικό εμβαδό 59.422 τ.μ.. Τέλος, υπάρχει και 1 αμαξοστάσιο στο Θριάσιο, το οποίο χρησιμοποιείται για στάθμευση παλαιών οχημάτων.

Για να κατανοήσει όμως κανείς τη μεγάλη έκταση του συγκοινωνιακού δικτύου, αρκεί να αναλογιστεί ότι το δίκτυο των λεωφορείων έχει μήκος περίπου 8.500 χιλιόμετρα και των τρόλεϊ περίπου 392 χιλιόμετρα, γεγονός

που το καθιστά ένα από τα μεγαλύτερα δίκτυα της Ευρώπης. Επίσης, αξίζει να αναφερθεί ότι οι επιβάτες που εξυπηρετεί η Ο.ΣΥ. Α.Ε. έχουν προορισμό περίπου 8.000 διαφορετικά σημεία του λεκανοπεδίου της Αττικής, που σημαίνει ότι το δίκτυο απαρτίζεται από 8.000 στάσεις.

Από όλα τα παραπάνω, είναι εύλογο να συμπεράνει κανείς πόσο σημαντική είναι η σωστή λειτουργία της Ο.ΣΥ. Α.Ε. για τη ζωή των πολιτών που έχουν ανάγκη τη μαζική συγκοινωνία για τις καθημερινές μετακινήσεις τους στο λεκανοπέδιο της Αττικής. Μεγάλο μέρος του πληθυσμού της Αττικής πρέπει να μετακινηθεί για επαγγελματικούς ή προσωπικούς λόγους, γεγονός που καθιστά επιτακτική την ανάγκη ύπαρξης αρκετών μεταφορικών μέσων ώστε να εξυπηρετούνται με τον καλύτερο δυνατό τρόπο οι πολίτες. Επιπλέον, η Αττική παρουσιάζει ιδιαίτερο τουριστικό ενδιαφέρον λόγω της πληθώρας αρχαιολογικών μνημείων αλλά και της ύπαρξης τοπίων φυσικού κάλλους, όπως για παράδειγμα των παραθαλάσσιων περιοχών στα νότια προάστια. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η ζήτηση για μετακινήσεις εντός του λεκανοπεδίου να αυξάνεται δραματικά κατά περιόδους, ιδιαίτερα τους θερινούς μήνες. Συνεπώς, η Ο.ΣΥ. Α.Ε. διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στη ζωή τόσο των κατοίκων όσο και των τουριστών στην περιφέρεια της Αττικής.

Σε αυτό το σημείο, πρέπει να υπογραμμιστεί ότι από τα τελευταία χρόνια η Ελλάδα διανύει μία περίοδο οικονομικής κρίσης η οποία έχει επηρεάσει το δημόσιο αλλά και τον ιδιωτικό τομέα. Όσον αφορά τα κονδύλια που διατέθηκαν για τη λειτουργία και συντήρηση των μέσω μαζικής μεταφοράς είναι φυσικό επακόλουθο να μειώθηκαν λόγω της κρίσης, καθώς το υπουργείο, όπως και όλη η κυβέρνηση συνολικά, προσπαθεί να ελαττώσει τα έξοδα. Συνεπώς, δεν διατίθενται πλέον αρκετά χρήματα για την ικανοποιητική

συντήρηση του στόλου. Πιο συγκεκριμένα, ύστερα από μελέτη των οικονομικών στοιχείων της Ο.ΣΥ. Α.Ε. είναι προφανές ότι από το 2011, τη χρονιά δηλαδή που ιδρύθηκε η εταιρεία, και ύστερα δεν έχουν διατεθεί κεφάλαια για την αγορά νέου εξοπλισμού, ούτε για εκτεταμένες επισκευές σε οχήματα με σκοπό την αύξηση του απομένοντος χρόνου ζωής τους. Έχουν γίνει μόνο εργασίες περιοδικής συντήρησης του εξοπλισμού, οι οποίες απλώς εξασφαλίζουν την κίνηση των οχημάτων αλλά δεν αυξάνουν τη συνεχώς απομειούμενη ζωή τους, γεγονός απαραίτητο αν αναλογιστεί κανείς τη σημασία του συγκεκριμένου συγκοινωνιακού δικτύου για την περιφέρεια της Αττικής και το μεγάλο μέγεθός του. Επιπρόσθετα, είναι σημαντικό να υπογραμμιστεί ότι στην παρούσα φάση τα υπάρχοντα θερμικά οχήματα έχουν μέση ηλικία περίπου 10,5 έτη, όταν η τυπική ζωή τέτοιων οχημάτων είναι περίπου 11 έτη, και τα υπάρχοντα ηλεκτροκίνητα οχήματα (τρόλεϊ) έχουν μέση ηλικία 10 περίπου έτη, όταν η τυπική ζωή τους είναι 17 έτη. Αυτό αναδεικνύει ακόμα περισσότερο την ανάγκη για ανανέωση ή/και επισκευή του υπάρχοντος στόλου ώστε να διατηρούνται οι μετακινήσεις ικανοποιητικές και ασφαλείς.

## **1.2 Σκοπός της διπλωματικής εργασίας**

Από την ανάγνωση των οικονομικών πεπραγμένων του Οργανισμού τα τρία χρόνια ύπαρξής του, προκύπτει ότι, λόγω της οικονομικής κρίσης της χώρας, δεν έχουν διατεθεί πόροι για την αγορά ή επισκευή των οχημάτων. Οι μόνοι πόροι που διατέθηκαν στο διάστημα αυτό, περίπου 400,000 ΕΥΡΩ ετησίως, ήταν για την περιοδική συντήρηση των οχημάτων και μόνο. Αυτό οδήγησε βέβαια στην ελάττωση συνολικά του χρόνου ζωής των οχημάτων, που αν συνεχιστεί θα έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της μεταφορικής ικανότητας του

Οργανισμού, τη μείωση της ασφάλειας κίνησης των οχημάτων και γενικά την υποβάθμιση των προσφερόμενων υπηρεσιών προς τους πολίτες.

Με την παρούσα μελέτη, θα γίνει μια προσπάθεια ώστε, με βασικό περιορισμό αυτόν της διάθεσης των ελαχίστων πόρων, η συνολική ωφέλιμη ζωή των οχημάτων να παραμείνει σταθερή τα επόμενα πέντε χρόνια ή και να αυξηθεί ανάλογα με την αύξηση της ζήτησης μεγαλύτερου μεταφορικού έργου. Είναι προφανές ότι μια παρόμοια πολιτική θα πρέπει να εφαρμοστεί στο άμεσο μέλλον από τον Οργανισμό αν θέλει να διατηρήσει το επίπεδο των παρεχόμενων υπηρεσιών σε καλό επίπεδο.

Η παρούσα διπλωματική εργασία εστιάζει, λοιπόν, στο παραπάνω πρόβλημα και προσπαθεί να προτείνει μία λύση η οποία θα είναι ωφέλιμη για τους χρήστες των λεωφορείων και των τρόλεϊ, αλλά ταυτόχρονα θα λαμβάνει υπόψη και την οικονομική κατάσταση της χώρας. Αντικείμενο της συγκεκριμένης έρευνας είναι να βρεθεί ένας βελτιστοποιημένος αλγόριθμος, ο οποίος θα υποδεικνύει πόσα και ποια οχήματα θα πρέπει να αντικατασταθούν με καινούργια και ποια θα ήταν σκόπιμο να επισκευαστούν ώστε να επιμηκυνθεί ο χρόνος ζωής τους. Το πρόβλημα θα λυθεί με γραμμικό προγραμματισμό, συγκεκριμένα με αλγόριθμο SIMPLEX, και κατ' επέκταση με ακέραιο προγραμματισμό, καθώς οι τιμές των μεταβλητών είναι ακέραιες, με τη χρήση του Excel (φύλλο εργασίας) και συγκεκριμένα με τη βοήθεια του πρόσθετου επίλυσης (Excel Solver). Τα αποτελέσματα θα σχολιασθούν ώστε να προταθεί για κάθε χρονιά από το 2015 έως το 2019 η πιο οικονομική και αποτελεσματική λύση για το παραπάνω ζήτημα.

Θα πρέπει βέβαια να τονιστεί ότι, λόγω της εφαρμογής κοινωνικής πολιτικής στο θέμα της τιμής του εισιτηρίου, οι ελάχιστοι οικονομικοί πόροι που θα απαιτηθούν για το σκοπό αυτό θα πρέπει να εξευρεθούν είτε με μία μικρή αύξηση της τιμής των εισιτηρίων ή/και την αύξηση της επιχορήγησης εκ μέρους του κράτους, το οποίο τελικά έχει και την ευθύνη της ως άνω εφαρμοζόμενης κοινωνικής πολιτικής

### **1.3 Δομή της διπλωματικής εργασίας**

Το τεύχος της διπλωματικής εργασίας δομείται ως εξής:

- 1) Το δεύτερο κεφάλαιο παρέχει μια σύνοψη των ερευνητικών εργασιών που έχουν ασχοληθεί κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών με το πρόβλημα της βέλτιστης κατανομής των πόρων για την αντικατάσταση και επισκευή των θερμικών και των ηλεκτροκίνητων οχημάτων και υπογραμμίζεται ο τρόπος με τον οποίο η παρούσα εργασία διαφοροποιείται από τις προηγούμενες έρευνες. Παράλληλα, τονίζεται η σημασία του γραμμικού προγραμματισμού, και συγκεκριμένα του αλγόριθμου SIMPLEX, καθώς και του ακέραιου προγραμματισμού με βάση τους οποίους θα επιλυθεί και το συγκεκριμένο πρόβλημα.
- 2) Το τρίτο κεφάλαιο της εργασίας εστιάζει στη διαμόρφωση του μαθηματικού προτύπου. Αρχικά, αναλύονται τα στοιχεία που συλλέχθηκαν και ήταν απαραίτητα για την κατασκευή του μοντέλου, παρουσιάζονται σε πίνακες και επισημαίνονται οι συμβολισμοί τους. Στο δεύτερο κομμάτι του κεφαλαίου αναπτύσσεται το σκεπτικό το οποίο οδήγησε στη σύνθεση της αντικειμενικής συνάρτησης και σχολιάζονται οι όροι της.

- 3) Το τέταρτο κεφάλαιο χωρίζεται σε δύο μέρη. Στο πρώτο τονίζεται η σημασία του γραμμικού (αλγόριθμος SIMPLEX) και ακέραιου προγραμματισμού για την επίλυση προβλημάτων βελτιστοποίησης. Στο δεύτερο αναλύεται ο τρόπος επίλυσης του προβλήματος βελτιστοποίησης της κατανομής πόρων για τον προγραμματισμό συντήρησης των οχημάτων της Ο.ΣΥ. Α.Ε. με τη βοήθεια του εργαλείου επίλυσης του Excel (Excel Solver).
- 4) Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα διάφορων εφαρμογών που έγιναν με τη χρήση του συγκεκριμένου μοντέλου, αλλά με διαφορετικές τιμές ζήτησης για μετακινήσεις και προϋπολογισμού της Ο.ΣΥ. Α.Ε.. Επιπλέον, παρατίθενται πίνακες αλλά και γραφήματα για ευκολότερη κατανόηση των μεταβολών που οφείλονται σε αυτές τις διαφοροποιήσεις.
- 5) Στο έκτο κεφάλαιο επισημαίνονται τα συμπεράσματα που προκύπτουν από τις εφαρμογές του προηγούμενου κεφαλαίου και αφορούν τη βέλτιστη κατανομή πόρων για τον προγραμματισμό συντήρησης των οχημάτων της Ο.ΣΥ. Α.Ε., ύστερα από μεταβολές στον προϋπολογισμό και τη ζήτηση για μετακινήσεις. Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με την αποσαφήνιση ορισμένων πτυχών του προβλήματος που χρήζουν ιδιαίτερης προσοχής και μελέτης, γίνεται, δηλαδή, λόγος για περαιτέρω έρευνα σχετικά με το θέμα της κατανομής πόρων.



## **2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ**

Το παρόν κεφάλαιο παρέχει μια γενική επισκόπηση της βιβλιογραφικής έρευνας που σχετίζεται με το ευρύτερο ζήτημα της κατανομής πόρων. Συγκεκριμένα, γίνεται λόγος για παλαιότερες δημοσιεύσεις οι οποίες είχαν ως αντικείμενο τη βέλτιστη κατανομή πόρων είτε πρόκειται για θέματα συγκοινωνιακού ενδιαφέροντος, όπως για παράδειγμα αντικατάσταση και επισκευή των λεωφορείων και τρόλεϊ, αλλά και θέματα π.χ. δομοστατικού ενδιαφέροντος, όπως επισκευή γεφυρών και αντικατάσταση των μελών τους. Στο τέλος τονίζονται τα στοιχεία που διαφοροποιούν την προκείμενη έρευνα με τις παλαιότερες.

### **2.1 Βιβλιογραφική ανασκόπηση – Ομαδοποίηση ερευνών – Διαφοροποίηση παρούσας έρευνας**

Το πρόβλημα της βέλτιστης κατανομής πόρων είναι ένα θέμα που απασχολεί εδώ και χρόνια την επιστημονική κοινότητα. Οι Zanakis et al. (1995) στη δημοσίευσή τους παρέχουν μία λεπτομερή ανάλυση των παλαιότερων ερευνών που σχετίζονται με την κατανομή πόρων και τις κατατάσσουν με βάση τα διαφορετικά μοντέλα στα οποία στηρίχθηκαν, τις μεθοδολογίες που χρησιμοποιήθηκαν, τον σκοπό κάθε έρευνας και τα επιστημονικά πεδία στα οποία βρίσκουν εφαρμογή. Η ανάλυση τους συντάχθηκε με βάση 306 άρθρα και 93 επιστημονικά περιοδικά και αποτελεί ένα πολύ σημαντικό εργαλείο για όποιον θέλει να ασχοληθεί με το συγκεκριμένο θέμα.

Κατά την επίλυση προβλημάτων κατανομής πόρων ένα από τα σημαντικότερα βήματα είναι η επιλογή της μεθόδου βελτιστοποίησης ώστε να

βρεθεί η όσο το δυνατόν καλύτερη λύση ικανοποιώντας ταυτόχρονα τους περιορισμούς. Γι' αυτό το λόγο οι έρευνες σχετικά με αυτό το ζήτημα θα μπορούσαν να ομαδοποιηθούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες ανάλογα με τη μέθοδο βελτιστοποίησης: γραμμικά και μη γραμμικά μοντέλα (linear and nonlinear models).

1. Γραμμικά μοντέλα: Οι Khasnabis et al. (2002) κατασκεύασαν ένα μοντέλο που εστίαζε στην αντικατάσταση ή/και επισκευή λεωφορείων και διακρινόταν σε δύο στάδια. Το ένα στάδιο ήταν η εκτίμηση της μέγιστης επένδυσης για τη βελτίωση της ποιότητας των λεωφορείων και στο άλλο γινόταν χρήση ενός μοντέλου γραμμικού προγραμματισμού με το οποίο εκτιμήθηκε ο αριθμός λεωφορείων σε κάθε κατηγορία. Σκοπός της προκείμενης έρευνας ήταν να μεγιστοποιηθεί ο σταθμισμένος απομένων χρόνος ζωής των λεωφορείων ελαχιστοποιώντας το κόστος της επένδυσης και ταυτόχρονα καλύπτοντας τη ζήτηση των καταναλωτών για μετακινήσεις.

Μία άλλη ενδιαφέρουσα δημοσίευση προήλθε από τους Jiang και Sinha (1989) οι οποίοι μελέτησαν το θέμα της συντήρησης των γεφυρών. Οι τεχνικές που χρησιμοποίησαν για να αναπτύξουν ένα κατανοητό σύστημα διαχείρισης των γεφυρών για το τμήμα "Indiana Department of Highways (IDOH)" στηρίζονταν σε συνδυασμό του δυναμικού προγραμματισμού με ακέραιο γραμμικό προγραμματισμό και την αλυσίδα Μαρκόφ / Μαρκοβιανή αλυσίδα (Markov chain). Πιο συγκεκριμένα η Μαρκοβιανή αλυσίδα χρησιμοποιήθηκε για να κατασκευαστεί ένα μοντέλο το οποίο θα κάνει προβλέψεις σχετικά με

την κατάσταση των γεφυρών τα επόμενα χρόνια. Επιπλέον το πρόβλημα του ακέραιου (γραμμικού) προγραμματισμού της μορφής «0-1» (Zero-one interger linear programming) χρησιμοποιήθηκε για να μεγιστοποιήσει την αποτελεσματικότητα του συστήματος των γεφυρών με το μικρότερο δυνατό κόστος. Λήφθηκαν υπόψη τρεις βασικές ενέργειες συντήρησης: ανοικοδόμηση καταστρώματος, αντικατάσταση καταστρώματος και αντικατάσταση γέφυρας και κάθε δραστηριότητα από τις τρεις αντιστοιχούσε στον αριθμό ένα ή μηδέν και τελικά επιλεγόταν να πραγματοποιηθούν αυτές που αντιστοιχούσαν στον αριθμό ένα. Τέλος, δυναμικός προγραμματισμός χρησιμοποιήθηκε για να βρεθεί η βέλτιστη κατανομή των πόρων, λαμβάνοντας υπόψη περιορισμούς ανάλογα με τον προϋπολογισμό της επένδυσης. Ουσιαστικά σε αυτό το σημείο η μέθοδος διαιρούταν σε στάδια στα οποία αντιστοιχούσαν δύο μεταβλητές: κατάσταση γέφυρας και διαθέσιμοι πόροι. Οι αποφάσεις που πάρθηκαν σε κάθε στάδιο έχουν ως σκοπό την καλύτερη λειτουργία του συστήματος των γεφυρών.

2. Μη γραμμικά: Οι Mishra et al. (2010) κατασκεύασαν ένα μοντέλο που βρίσκει εφαρμογή στην κατανομή πόρων μεταξύ πρακτορείων διαμετακόμισης και εστιάζει στην αντικατάσταση ή/και επισκευή των ήδη υπαρχόντων λεωφορείων. Το μοντέλο διατυπώνεται ως ένα μη γραμμικό πρόβλημα βελτιστοποίησης που στοχεύει στη μεγιστοποίηση του σταθμισμένου χρόνου ζωής των οχημάτων υπό συγκεκριμένους περιορισμούς που αφορούν τους διατιθέμενους πόρους και την πολιτική των πρακτορείων. Επιλύεται με τη χρήση ακέραιου προγραμματισμού γίνεται μια εφαρμογή χρησιμοποιώντας στοιχεία για

τα οχήματα του Michigan DOT. Το προτεινόμενο μοντέλο είναι ουσιαστικά επέκταση προηγούμενης έρευνας μεθόδου βελτιστοποίησης η οποία διακρινόταν σε δύο στάδια, σε αντίθεση με το εν λόγω μοντέλο που διακρίνεται σε ένα στάδιο, και λυνόταν με γραμμικό προγραμματισμό. Ύστερα από σύγκριση των αποτελεσμάτων προκύπτει ότι τα αποτελέσματα της προτεινόμενης μεθόδου είναι καλύτερα.

Επίσης, οι Mathew et al. (2010) μελέτησαν το θέμα της κατανομής πόρων ανάμεσα στα πρακτορεία διαμετακόμισης ώστε να επιτευχθεί η καλύτερη διαχείριση του στόλου τους. Το προτεινόμενο μοντέλο είναι 3 διαστάσεων, σε αντίθεση με προηγούμενες έρευνες στις οποίες τα μοντέλα ήταν μίας ή δύο διαστάσεων, και εμπεριέχει επιλογή του κατάλληλου προγράμματος διαχείρισης του στόλου, του χρηματικού ποσού που θα λάβει κάθε πρακτορείο και του χρόνου που θα λάβει χώρα η επένδυση. Το μοντέλο λύνεται ως ένα μη γραμμικό πρόγραμμα βελτιστοποίησης του οποίου τα αποτελέσματα αφορούν ο μακροχρόνιο σχεδιασμό της πολιτικής που θα ακολουθήσει η κυβέρνηση απέναντι στα πρακτορεία διαμετακόμισης. Στόχος είναι η μεγιστοποίηση του σταθμισμένου χρόνου ζωής του στόλου ώστε να εξυπηρετεί τους χρήστες με τον καλύτερο δυνατό τρόπο και λαμβάνοντας υπόψη τους περιορισμούς που θέτει ο προϋπολογισμός.

Μία τελευταία ενδιαφέρουσα δημοσίευση προήλθε από τους Lagaros et al. (2013) οι οποίοι μελέτησαν το θέμα της κατανομής πόρων εστιάζοντας στη βελτίωση της συγκοινωνιακής υποδομής από άποψη ασφάλειας και συγκεκριμένα στην ενίσχυση της επιτήρησης και της

πρόληψης άσχημων καταστάσεων, υπό περιορισμένο προϋπολογισμό. Το πρόβλημα στη συγκεκριμένη περίπτωση ορίστηκε με μη γραμμικό προγραμματισμό, έγινε μία εφαρμογή με στοιχεία που αφορούσαν ο μετρό της Αθήνας και στο τέλος σχολιάστηκαν τα αποτελέσματα αυτής της εφαρμογής.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται πινακοποιημένα και συνοπτικά τα χαρακτηριστικά της παραπάνω βιβλιογραφίας, χαρακτηριστικά που αφορούν το ζητούμενο αποτέλεσμα της κάθε εργασίας και τη μέθοδο που ακολουθήθηκε:

Πίνακας 2.1 : Συνοπτική παρουσίαση της βιβλιογραφίας σχετικά με την κατανομή πόρων

Εργασία	Ζητούμενο αποτέλεσμα	Μέθοδος μόρφωσης προτύπου και επίλυσης
Zanakis et al. (1995)	Ανάλυση και κατάταξη παλαιότερων ερευνών που σχετίζονται με την κατανομή πόρων	Γραμμικός και μη γραμμικός προγραμματισμός αναλογα με την έρευνα που αναλύεται κάθε φορά
Khasnabis et al. (2002)	Κατανομή πόρων για αντικατάσταση ή/και επισκευή λεωφορείων	Γραμμικός προγραμματισμός
Jiang και Sinha (1989)	Κατανομή πόρων για επισκευή γεφυρών	Δυναμικός προγραμματισμός, ακέραιος γραμμικός προγραμματισμός ( της μορφής "0-1") και αλυσίδα Μαρκόφ / Μαρκοβιανή αλυσίδα
Mishra et al. (2010)	Κατανομή πόρων μεταξύ πρακτορείων διαμετακόμισης εστιάζοντας στην αντικατάσταση ή/και επισκευή των ήδη υπαρχόντων λεωφορείων	Μη γραμμικός προγραμματισμός
Mathew et al. (2010)	Κατανομή πόρων ανάμεσα στα πρακτορεία διαμετακόμισης ώστε να επιτευχθεί η καλύτερη διαχείριση του στόλου τους	Τρισδιάστατο μοντελο, μη γραμμικός προγραμματισμός
Lagaros et al. (2013)	Κατανομή πόρων για βελτίωση της συγκοινωνιακής υποδομής από άποψη ασφάλειας	Μη γραμμικός προγραμματισμός

## 2.2 Διαφοροποίηση παρούσας έρευνας

Μελετώντας τις παραπάνω δημοσιεύσεις και συγκεκριμένα όσες αφορούν την κατανομή πόρων με σκοπό την αντικατάσταση ή/και επισκευή στόλου οχημάτων παρατηρήθηκε ότι ενώ διαφέρουν στην επιλογή της μεθόδου βελτιστοποίησης (γραμμικός και μη γραμμικός προγραμματισμός, δυναμικός προγραμματισμός κλπ.) η αντικειμενική συνάρτηση παρουσιάζει ένα βασικό κοινό χαρακτηριστικό. Συγκεκριμένα, πρόκειται για συνάρτηση η οποία υπολογίζει το σταθμισμένο απομένοντα χρόνο ζωής του στόλου των οχημάτων και σκοπός των εργασιών είναι η μεγιστοποίηση αυτό υπό ορισμένο προϋπολογισμό και λαμβάνοντας υπόψη περιορισμούς που αφορούν θέματα όπως τη ζήτηση για μετακινήσεις, την πολιτική της κυβέρνησης κλπ.

Η παρούσα έρευνα διαφοροποιείται σε αυτό το χαρακτηριστικό από τις προηγούμενες καθώς στην αντικειμενική συνάρτηση γίνεται συνδυασμός όρων που αφορούν τον απομένοντα χρόνο ζωής των οχημάτων και άλλων που σχετίζονται με το κόστος απόσβεσης, απόσυρσης και επισκευής του εξοπλισμού της Ο.Σ.Υ. Α.Ε. Λεπτομερέστερη ανάλυση του προκειμένου μοντέλου γίνεται στο τρίτο κεφάλαιο της εργασίας όπου γίνεται πλήρης ανάλυση της αντικειμενικής συνάρτησης.

Αξίζει επίσης να σημειωθεί ότι σε παλαιότερες έρευνες γίνονταν εφαρμογές με πραγματικά στοιχεία όπως για παράδειγμα με το μετρό της Αθήνας (Lagaros et al. (2013)), Michigan DOT (Mishra et al. (2010)), Indiana department of Highways (Jiang και Sihna (1989)). Στην παρούσα εργασία οι εφαρμογές αφορούν στοιχεία της Ο.ΣΥ. Α.Ε., δηλαδή των λεωφορείων και των

ηλεκτροκίνητων οχημάτων στην Αττική. Αναλυτικά οι εφαρμογές αυτές παρουσιάζονται και σχολιάζονται στο πέμπτο κεφάλαιο της εργασίας.



### **3. ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ**

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται αρχικά οι πληροφορίες που συλλέχθηκαν και θα χρησιμοποιηθούν για την επίλυση του προβλήματος, καθώς και τα στοιχεία που συνέβαλλαν στη διαμόρφωση της αντικειμενικής συνάρτησης. Επιπλέον, παρατίθενται οι μεταβλητές του προβλήματος και επισημαίνονται τα σύμβολα τα οποία θα χρησιμοποιηθούν. Στη συνέχεια, αναλύονται οι όροι της συνάρτησης και παρουσιάζεται το σκεπτικό το οποίο οδήγησε στη τελική της διατύπωση.

#### **3.1 Χρήσιμα στοιχεία για την επίλυση του προβλήματος- Ανάλυση των μεταβλητών**

Σύμφωνα με τις πληροφορίες που συλλέχθηκαν από την ιστοσελίδα της Ο.ΣΥ. Α.Ε. υπάρχουν 2142 θερμικά και 366 ηλεκτροκίνητα οχήματα με διαφορετικές χρονολογίες αγοράς. Πρέπει να τονιστεί ότι κατά την επίλυση του προβλήματος θα πρέπει αυτά να κατηγοριοποιηθούν ανάλογα με τον τύπο τους και της χρονολογία αγοράς τους, καθώς τα παλαιότερα απαιτούν μεγαλύτερα χρηματικά ποσά για η συντήρησή τους αλλά και επειδή οχήματα διαφορετικών κατηγοριών έχουν ποικίλες τιμές αγοράς και απόσυρσης. Στους δύο παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται οι τύποι των οχημάτων σε συνδυασμό με τις κατά προσέγγιση χρονολογίες αγοράς τους, λαμβάνοντας υπόψη ότι αυτά αγοράζονται σε ομάδες και όχι μεμονωμένα για να είναι οι αγορές πιο οικονομικές.

Πίνακας 3.1: Χρονολογίες αγοράς των διαφορετικών τύπων λεωφορείων

ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ:	2142 θερμικά οχήματα (μέσης ηλικίας 10.5 ετών περίπου) και συγκεκριμένα:														
Χρονολογία αγοράς:	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
EURO 1		100		162											
EURO 2			500			455									
EURO 3				200		201									
EURO 4				170				50							
EURO 5								100							
ΔΙΩΡΟΦΑ EURO5									4						
EEV							200								

Πίνακας 3.2: Χρονολογίες αγοράς των διαφορετικών τύπων ηλεκτροκίνητων οχημάτων

ΤΡΟΛΕΙ:	366 ηλεκτροκίνητα οχήματα (μέσης ηλικίας 10 ετών περίπου) και συγκεκριμένα:														
Χρονολογία αγοράς:	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
ΣΕΙΡΑΣ 6000	112														
ΣΕΙΡΑΣ 7000	112														
ΣΕΙΡΑΣ 8000					91										
ΣΕΙΡΑΣ 9000					51										

Προκύπτουν, λοιπόν, 30 κατηγορίες οχημάτων που συμβολίζονται με Χη που συμβολίζει τον αριθμό των οχημάτων κάθε κατηγορίας που θα αντικατασταθούν και θα επισκευαστούν. Συγκεκριμένα:

X1: οχήματα Πετρελαίου τεχνολογίας EURO I που αγοράστηκαν το 2001 και θα αντικατασταθούν

X2: οχήματα Πετρελαίου τεχνολογίας EURO I που αγοράστηκαν ο 2003 και θα αντικατασταθούν

X3: οχήματα Πετρελαίου και Φυσικού αερίου τεχνολογίας EURO II που αγοράστηκαν το 2002 και θα αντικατασταθούν

X4: οχήματα Πετρελαίου και Φυσικού αερίου τεχνολογίας EURO II που αγοράστηκαν το 2005 και θα αντικατασταθούν

X5: οχήματα Πετρελαίου και φυσικού αερίου τεχνολογίας EURO III που αγοράστηκαν το 2003 και θα αντικατασταθούν

X6: οχήματα Πετρελαίου και φυσικού αερίου τεχνολογίας EURO III που αγοράστηκαν το 2005 και θα αντικατασταθούν

X7: οχήματα Πετρελαίου τεχνολογίας EURO 4 που αγοράστηκαν το 2003 και θα αντικατασταθούν

X8: οχήματα Πετρελαίου τεχνολογίας EURO 4 που αγοράστηκαν το 2007 και θα αντικατασταθούν

X9: οχήματα Πετρελαίου τεχνολογίας EURO V που αγοράστηκαν το 2007 και θα αντικατασταθούν

X10: διώροφα οχήματα Πετρελαίου τεχνολογίας EURO V που αγοράστηκαν το 2008 και θα αντικατασταθούν

X11: οχήματα Φυσικού Αερίου νέας τεχνολογίας EEV (Enhanced environmentally friendly Vehicles) που αγοράστηκαν το 2006 και θα αντικατασταθούν

X12: οχήματα σειράς 6000 και χρονολογίας κτήσεως 2000 που θα αντικατασταθούν

X13: οχήματα σειράς 7000 και χρονολογίας κτήσεως 2000 που θα αντικατασταθούν

X14: οχήματα σειράς 8000 και χρονολογίας κτήσεως 2004 που θα αντικατασταθούν

X15: οχήματα σειράς 9000 και χρονολογίας κτήσεως 2004 που θα αντικατασταθούν

Αντίστοιχα προκύπτουν και τα X16 έως X30 που αφορούν οχήματα που θα επισκευαστούν. Αναλυτικά:

X16: οχήματα Πετρελαίου τεχνολογίας EURO I που αγοράστηκαν το 2001 και θα επισκευαστούν

X17: οχήματα Πετρελαίου τεχνολογίας EURO I που αγοράστηκαν ο 2003 και θα επισκευαστούν

X18: οχήματα Πετρελαίου και Φυσικού αερίου τεχνολογίας EURO II που αγοράστηκαν το 2002 και θα επισκευαστούν

X19: οχήματα Πετρελαίου και Φυσικού αερίου τεχνολογίας EURO II που αγοράστηκαν το 2005 και θα επισκευαστούν

X20: οχήματα Πετρελαίου και φυσικού αερίου τεχνολογίας EURO III που αγοράστηκαν το 2003 και θα επισκευαστούν

X21: οχήματα Πετρελαίου και φυσικού αερίου τεχνολογίας EURO III που αγοράστηκαν το 2005 και θα επισκευαστούν

X22: οχήματα Πετρελαίου τεχνολογίας EURO 4 που αγοράστηκαν το 2003 και θα επισκευαστούν

X23: οχήματα Πετρελαίου τεχνολογίας EURO 4 που αγοράστηκαν το 2007 και θα επισκευαστούν

X24: οχήματα Πετρελαίου τεχνολογίας EURO V που αγοράστηκαν το 2007 και θα επισκευαστούν

X25: διώροφα οχήματα Πετρελαίου τεχνολογίας EURO V που αγοράστηκαν το 2008 και θα επισκευαστούν

X26: οχήματα Φυσικού Αερίου νέας τεχνολογίας EEV (Enhanced environmentally friendly Vehicles) που αγοράστηκαν το 2006 και θα επισκευαστούν

X27: οχήματα σειράς 6000 και χρονολογίας κτήσεως 2000 που θα επισκευαστούν

X28: οχήματα σειράς 7000 και χρονολογίας κτήσεως 2000 που θα επισκευαστούν

X29: οχήματα σειράς 8000 και χρονολογίας κτήσεως 2004 που θα επισκευαστούν

X30: οχήματα σειράς 9000 και χρονολογίας κτήσεως 2004 που θα επισκευαστούν

Συνεπώς, προκύπτει ο εξής πίνακας:

Πίνακας 3.3: Πίνακας με σχέσεις μεταξύ διαφορετικών τύπων οχημάτων

Τύποι οχημάτων.		
X1<=	100	replace
X2<=	162	replace
X3<=	500	replace
X4<=	455	replace
X5<=	200	replace
X6<=	201	replace
X7<=	170	replace
X8<=	50	replace
X9<=	100	replace
X10<=	4	replace
X11<=	200	replace
X12<=	112	replace
X13<=	112	replace
X14<=	91	replace
X15<=	51	replace
X16=	100-X1	rehabilitate
X17=	162-X2	rehabilitate
X18=	500-X3	rehabilitate
X19=	455-X4	rehabilitate
X20=	200-X5	rehabilitate
X21=	201-X6	rehabilitate
X22=	170-X7	rehabilitate
X23=	50-X8	rehabilitate
X24=	100-X9	rehabilitate
X25=	4-X10	rehabilitate
X26=	200-X11	rehabilitate
X27=	112-X12	rehabilitate
X28=	112-X13	rehabilitate
X29=	91-X14	rehabilitate
X30=	51-X15	rehabilitate

Ένα σημαντικό μέγεθος που υπεισέρχεται στους υπολογισμούς για τη βέλτιστη κατανομή πόρων είναι ο απομένων χρόνος ζωής των οχημάτων. Συγκεκριμένα, για τα ελληνικά δεδομένα ο χρόνος ζωής ενός καινούργιου λεωφορείου είναι περίπου 11 χρόνια και ενός τρόλεϊ 17 χρόνια, μεγαλύτερος κατά 6 χρόνια από αυτόν των λεωφορείων. Επίσης, η επισκευή των

οχημάτων προσθέτει 3 χρόνια στον απομένοντα χρόνο ζωής των λεωφορείων και των τρόλεϊ. Άρα προκύπτει ο παρακάτω πίνακας:

Πίνακας 3.4: Απομένων χρόνος ζωής οχημάτων

Expected life:	
L1=	11
L2=	11
L3=	11
L4=	11
L5=	11
L6=	11
L7=	11
L8=	11
L9=	11
L10=	11
L11=	11
L12=	17
L13=	17
L14=	17
L15=	17
L16=	συν 3 χρόνια
L17=	συν 3 χρόνια
L18=	συν 3 χρόνια
L19=	συν 3 χρόνια
L20=	συν 3 χρόνια
L21=	συν 3 χρόνια
L22=	συν 3 χρόνια
L23=	συν 3 χρόνια
L24=	συν 3 χρόνια
L25=	συν 3 χρόνια
L26=	συν 3 χρόνια
L27=	συν 3 χρόνια
L28=	συν 3 χρόνια
L29=	συν 3 χρόνια
L30=	συν 3 χρόνια

Επιπλέον, σημαντικά στοιχεία που είναι απαραίτητα για την επίλυση του προβλήματος είναι το κόστος αγοράς, επισκευής και απόσυρσης των οχημάτων, το κόστος συντήρησης των παλαιότερων λεωφορείων και τρόλεϊ, αλλά και το μελλοντικό κόστος συντήρησης που θα έχουν τα καινούργια οχήματα. Το τελευταίο προφανώς θα είναι μικρότερο από το κόστος

συντήρησης των παλαιότερων καθώς ένα όχημα που δεν έχει διανύσει πολλά χιλιόμετρα έχει λιγότερες πιθανότητες να παρουσιάζει κάποιο πρόβλημα και συνεπώς το κόστος συντήρησης είναι μικρότερο. Προκύπτουν , λοιπόν, οι παρακάτω πίνακες:

Πίνακας 3.5: Κόστος αγοράς οχημάτων

Unit cost:	
UC1=	240000
UC2=	240000
UC3=	245000
UC4=	245000
UC5=	250000
UC6=	250000
UC7=	255000
UC8=	255000
UC9=	260000
UC10=	260000
UC11=	260000
UC12=	440000
UC13=	445000
UC14=	450000
UC15=	455000

Πίνακας 3.6: Κόστος επισκευής των οχημάτων

Κόστος επισκευής:	
C16=	50000
C17=	50000
C18=	55000
C19=	55000
C20=	60000
C21=	60000
C22=	65000
C23=	65000
C24=	70000
C25=	70000
C26=	70000
C27=	60000
C28=	65000
C29=	70000
C30=	75000



Πίνακας 3.7: Κόστος συντήρησης των καινούργιων οχημάτων

MaintNew	
Cmn1=	2500
Cmn2=	2500
Cmn3=	2500
Cmn4=	2500
Cmn5=	2500
Cmn6=	2500
Cmn7=	2500
Cmn8=	2500
Cmn9=	2500
Cmn10=	2500
Cmn11=	2500
Cmn12=	3500
Cmn13=	3500
Cmn14=	3500
Cmn15=	3500
Cmn16=	5000
Cmn17=	5000
Cmn18=	5000
Cmn19=	5000
Cmn20=	5000
Cmn21=	5000
Cmn22=	5000
Cmn23=	5000
Cmn24=	5000
Cmn25=	5000
Cmn26=	5000
Cmn27=	7000
Cmn28=	7000
Cmn29=	7000
Cmn30=	7000

Πίνακας 3.8: Κόστος συντήρησης των παλαιότερων οχημάτων

MaintOld	
Cmo1=	3000
Cmo2=	3000
Cmo3=	3000
Cmo4=	3000
Cmo5=	3000
Cmo6=	3000
Cmo7=	3000
Cmo8=	3000
Cmo9=	3000
Cmo10=	3000
Cmo11=	3000
Cmo12=	4000
Cmo13=	4000
Cmo14=	4000
Cmo15=	4000
Cmo16=	5500
Cmo17=	5500
Cmo18=	5500
Cmo19=	5500
Cmo20=	5500
Cmo21=	5500
Cmo22=	5500
Cmo23=	5500
Cmo24=	5500
Cmo25=	5500
Cmo26=	5500
Cmo27=	8000
Cmo28=	8000
Cmo29=	8000
Cmo30=	8000

Πίνακας 3.9: Κόστος απόσυρσης (Λήφθηκε ως το 5% του κόστους αγοράς)

Κόστος απόσυρσης:	
Cw1=	12000
Cw2=	12000
Cw3=	12250
Cw4=	12250
Cw5=	12500
Cw6=	12500
Cw7=	12750
Cw8=	12750
Cw9=	13000
Cw10=	13000
Cw11=	13000
Cw12=	22000
Cw13=	22250
Cw14=	22500
Cw15=	22750
Cw16=	12000
Cw17=	12000
Cw18=	12250
Cw19=	12250
Cw20=	12500
Cw21=	12500
Cw22=	12750
Cw23=	12750
Cw24=	13000
Cw25=	13000
Cw26=	13000
Cw27=	22000
Cw28=	22250
Cw29=	22500
Cw30=	22750

Από τις οικονομικές καταστάσεις τις Ο.ΣΥ. Α.Ε. που βρίσκονται στην ιστοσελίδα της εταιρείας στο διαδίκτυο προκύπτει ότι η ετήσια απόσβεση των οχημάτων είναι περίπου 35000000 €, οπότε για να μην ζημιώνεται η εταιρεία θα πρέπει και ο προϋπολογισμός να είναι περίπου 35000000 €. Άρα, ύστερα από διαίρεση με τον αριθμό των υπάρχοντων οχημάτων λαμβάνεται ότι η ετήσια απόσβεση για κάθε ένα λεωφορείο είναι 12500 € και για κάθε τρόλεϊ,

τα οποία είναι πιο ακριβά οχήματα, 22000 €. Αυτό φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 3.10: Κόστος απόσβεσης ενός λεωφορείου ανά κατηγορία για κάθε χρόνο

Κόστος απόσβεσης:	
Cd1=	12500
Cd2=	12500
Cd3=	12500
Cd4=	12500
Cd5=	12500
Cd6=	12500
Cd7=	12500
Cd8=	12500
Cd9=	12500
Cd10=	12500
Cd11=	12500
Cd12=	22000
Cd13=	22000
Cd14=	22000
Cd15=	22000
Cd16=	12500
Cd17=	12500
Cd18=	12500
Cd19=	12500
Cd20=	12500
Cd21=	12500
Cd22=	12500
Cd23=	12500
Cd24=	12500
Cd25=	12500
Cd26=	12500
Cd27=	22000
Cd28=	22000
Cd29=	22000
Cd30=	22000

Συνοπτικά οι συμβολισμοί των μεταβλητών του προβλήματος παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 3.11: Μεταβλητές και συμβολισμοί

Μεταβλητές:	
X:	Αριθμός οχημάτων
L:	Απομένωv χρόνος ζωής οχημάτων
UC:	Κόστος αγοράς οχήματος
C <sub>mn</sub> :	Κόστος συντήρησης καινούργου οχήματος
C <sub>om</sub> :	Κόστος συντήρησης παλαιότερου οχήματος
C <sub>w</sub> :	Κόστος απόσυρσης οχήματος
C <sub>d</sub> :	Κόστος απόσβεσης οχήματος
C:	Κόστος επισκευής

Όλα τα παραπάνω αφορούν την αντικατάσταση και επισκευή των οχημάτων για μία χρονιά. Όμως, σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η βέλτιστη κατανομή πόρων για περισσότερες χρονιές και συγκεκριμένα οι εξής πέντε: 2015, 2016, 2017, 2018, 2019. Συνεπώς, η ίδια λογική ισχύει και για τις πέντε χρονιές και έτσι υπάρχουν πενταπλάσιες ομάδες οχημάτων από αυτές που παρουσιάστηκαν παραπάνω ανάλογα με τη χρονιά στην οποία θα γίνει η επισκευή και η αντικατάστασή τους.

### 3.2 Διαμόρφωση αντικειμενικής συνάρτησης

Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω στοιχεία διαμορφώνεται η αντικειμενική συνάρτηση (objective function). Η διαφοροποίηση αυτής της συνάρτησης σε σχέση με της συναρτήσεις παλαιότερων ερευνών έγκειται στο γεγονός ότι συνδυάζει τον απομένωv χρόνο ζωής των οχημάτων με το κόστος απόσβεσης, μελλοντικής συντήρησης και απόσυρσης των οχημάτων. Αναλυτικά, το κόστος απόσυρσης εξαρτάται από τον τύπο των οχημάτων, το κόστος απόσβεσης υπολογίστηκε με βάση τις οικονομικές καταστάσεις της Ο.ΣΥ. Α.Ε. και το ποσό που θα καταβληθεί για τη συντήρηση εξαρτάται από τον τύπο των οχημάτων και την ηλικία τους. Όλα αυτά παρουσιάστηκαν στο

κεφάλαιο 3.1 με πίνακες. Συνεπώς, η αντικειμενική συνάρτηση για το πρόγραμμα επισκευής και συντήρησης μίας χρονιάς έχει την παρακάτω μορφή:

$$\sum_{n=1}^{15} X_n * (L_n * (C_{dn} - C_{mn}) + C_{wn})$$

+

$$\sum_{n=15}^{30} X_n * (L_n * (C_{dn} - C_{mon}) + C_{wn})$$

Το πρώτο άθροισμα αφορά τα οχήματα που θα αντικατασταθούν. Πολλαπλασιάζεται ο αριθμός των οχημάτων με το κόστος απόσυρσης και το γινόμενο του απομένοντος χρόνου ζωής με τη διαφορά του κόστους απόσβεσης από το κόστος μελλοντικής συντήρησης. Το δεύτερο άθροισμα αφορά τα οχήματα που θα επισκευαστούν. Ισχύει η ίδια λογική με το πρώτο άθροισμα με τη μόνη διαφορά ότι σε αυτή την περίπτωση το κόστος μελλοντικής συντήρησης λαμβάνει μεγαλύτερες τιμές καθώς τα οχήματα είναι παλαιότερα.

Σκοπός είναι η μεγιστοποίηση της αντικειμενικής συνάρτησης, καθώς για να είναι πιο αποτελεσματικό το πρόγραμμα συντήρησης και επισκευής των οχημάτων θα πρέπει η απόσβεσή τους να είναι όσο το δυνατό μεγαλύτερη, το κόστος απόσυρσης υψηλό και το κόστος για μελλοντική επισκευή ελάχιστο.

Η παραπάνω συνάρτηση αφορά μία μόνο χρονιά οπότε θα πρέπει αυτή η μεγιστοποίηση να γίνει για πέντε χρονιές και να βρεθεί το μέγιστο του αθροίσματος για τα έτη 2015 έως 2019. Αυτό επηρεάζει τον απομένοντα χρόνο ζωής των οχημάτων που θα επισκευαστούν, δηλαδή αυτών που θα αυξηθεί ο χρόνος ζωής τους κατά τρία έτη, και γι' αυτό μορφώνεται ο παρακάτω πίνακας όπου παρουσιάζεται πώς θα επηρεάσει τον απομένοντα χρόνο η επισκευή κάθε τύπου οχήματος ανάλογα με τη χρονολογία που θα γίνει αυτή.

Πίνακας 3.12: Απομένων χρόνος ζωής οχημάτων για επισκευή ανάλογα με τη χρονολογία που θα γίνει η επισκευή

Χρονολογία επισκευής:	Expected fleet life: L				
	2015	2016	2017	2018	2019
L16=	3	3	3	3	3
L17=	3	3	3	3	3
L18=	3	3	3	3	3
L19=	5	4	3	3	3
L20=	3	3	3	3	3
L21=	5	4	3	3	3
L22=	3	3	3	3	3
L23=	7	6	5	4	3
L24=	7	6	5	4	3
L25=	8	8	7	6	5
L26=	6	5	4	3	3
L27=	6	5	4	3	3
L28=	6	5	4	3	3
L29=	10	9	8	7	6
L30=	10	9	8	7	6

Η μεγιστοποίηση της συνάρτησης γίνεται υπό κάποιους περιορισμούς οι οποίοι αναλύονται στο κεφάλαιο 4.2 όπου εξηγείται η επίλυση του προβλήματος βελτιστοποίησης.

## 4. ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ

Στο παρόν κεφάλαιο δίνεται έμφαση στη σημασία του γραμμικού (αλγόριθμος SIMPLEX) και ακέραιου προγραμματισμού για την επίλυση προβλημάτων βελτιστοποίησης. Στη συνέχεια αναλύεται ο τρόπος επίλυσης του προβλήματος βελτιστοποίησης της κατανομής πόρων για το πρόγραμμα επισκευής και αντικατάστασης των οχημάτων της Ο.ΣΥ. Α.Ε. με τη βοήθεια του εργαλείου επίλυσης του Excel (Excel Solver).

### 4.1 Γενικά στοιχεία γραμμικού προγραμματισμού (αλγόριθμος SIMPLEX) και ακέραιου προγραμματισμού

Το μαθηματικό πρότυπο του Γραμμικού Προγραμματισμού (Linear Programming) χρησιμοποιείται για την επίλυση προβλημάτων βέλτιστης κατανομής πόρων κάτω από ορισμένους περιορισμούς (constraints) οι οποίοι είναι γραμμικοί όροι. Περίπλοκα προβλήματα με πολλούς περιορισμούς είναι δυνατό να αντιμετωπισθούν και να επιλυθούν με τη βοήθεια το γραμμικού προγραμματισμού και η ποιότητα των αποτελεσμάτων εξαρτάται από την ακρίβεια με την οποία περιγράφεται η αρχική κατάσταση, το μέγεθος των απλουστεύσεων που έγιναν κατά τη διάρκεια της επίλυσης και τις προϋποθέσεις που πρέπει να πληρούν οι μεταβλητές του προβλήματος. Σημαντικό κομμάτι του γραμμικού προγραμματισμού αποτελεί η κατανόηση του προβλήματος βελτιστοποίησης, δηλαδή κατανόηση των σημαντικών μεταβλητών, σχέσεων και περιορισμών που εμπεριέχει το προκείμενο θέμα και η σωστή μαθηματική διατύπωση αυτών στην αντικειμενική συνάρτηση. Η γενική διατύπωση της αντικειμενικής συνάρτησης στο γραμμικό προγραμματισμό που πρέπει να μεγιστοποιηθεί ή να ελαχιστοποιηθεί είναι η



εξής:  $\max/\min Z = c_1 * x_1 + c_2 * x_2 + \dots + c_n * x_n$ . Αξίζει να τονιστεί ότι στο μαθηματικό πρότυπο του γραμμικού προγραμματισμού πρέπει να πληρούνται οι τρεις ακόλουθες προϋποθέσεις: γραμμικότητας (linearity), διαιρετότητας (divisibility) και βεβαιότητας (certainty). Αναλυτικότερα:

### 1. Γραμμικότητα (Linearity)

Οι συναρτήσεις του προβλήματος, δηλαδή η αντικειμενική συνάρτηση και οι περιορισμοί, πρέπει να έχουν γραμμική σχέση με τις άγνωστες μεταβλητές  $x_1, x_2, \dots, x_n$ . Με άλλα λόγια είναι απαραίτητο να ισχύουν οι ιδιότητες της αναλογικότητας (proportionality), και προσθετικότητας (additivity). Σύμφωνα με την ιδιότητα της αναλογικότητας η συμβολή κάθε μεταβλητής απόφασης στην αντικειμενική συνάρτηση έχει αναλογική σχέση με την τιμή της μεταβλητής και ταυτόχρονα η συνεισφορά όλων των μεταβλητών στην αντικειμενική συνάρτηση είναι ανεξάρτητη από τις τιμές των άλλων μεταβλητών απόφασης. Αναλογικά αυτό ισχύει και για τους περιορισμούς, όπου η συμβολή κάθε μεταβλητών των περιορισμών είναι ανάλογη με την τιμή των μεταβλητών και η συνεισφορά μίας μεμονωμένης μεταβλητής στις εξισώσεις περιορισμών είναι ανεξάρτητη από τις τιμές της μεταβλητής. Η ιδιότητα της προσθετικότητας ορίζει ότι π.χ. το κέρδος από τις δραστηριότητες ( $x_1, x_2, \dots, x_n$ ) ισούται με το άθροισμα των επί μέρους κερδών:  $F(x_1, x_2, \dots, x_n) = F(x_1) + F(x_2) + \dots + F(x_n)$ .

### 2. Διαιρετότητα (Divisibility)

Η συγκεκριμένη ιδιότητα υποδηλώνει τη δυνατότητα κατανομής των δραστηριοτήτων σε ποσοστιαία επίπεδα, με σκοπό να επιτυγχάνονται

μη ακέραιες τιμές των μεταβλητών απόφασης. Η γενική έκφραση της αντικειμενικής συνάρτησης του γραμμικού προγραμματισμού θεωρεί ότι όλες οι μεταβλητές συνεχείς και διαιρετές γεγονός που συνεπάγεται ότι μπορούν να πάρουν κλασματικές και ακέραιες τιμές.

### 3. Βεβαιότητα (Certainty)

Το πρότυπο του γραμμικού προγραμματισμού λαμβάνει ως δεδομένο ότι όλες οι παράμετροι του προβλήματος (π.χ. η διαθεσιμότητα των πρώτων υλών, η συμβολή κάθε δραστηριότητας στην αντικειμενική συνάρτηση καθώς και η διάθεση των πόρων για την πραγματοποίηση των δραστηριοτήτων) είναι γνωστές με απόλυτη βεβαιότητα.

Μία αλγεβρική διαδικασία με τη βοήθεια της οποίας επιλύονται προβλήματα γραμμικού προγραμματισμού είναι ο αλγόριθμος SIMPLEX. Χρησιμοποιείται σε πολλές περιπτώσεις καθώς είναι απλός στην εφαρμογή του και συγκλίνει συνήθως σε μικρό αριθμό επαναλήψεων στη βέλτιστη λύση. Αξίζει να σημειωθεί ότι για να εφαρμοστεί ο αλγόριθμος SIMPLEX πρέπει όλοι οι περιορισμοί να είναι ισότητες ή στη περίπτωση που δεν είναι να μετατραπούν σε ισότητες. Επιπλέον, και η αντικειμενική συνάρτηση πρέπει να μετατραπεί σε ισότητα και να τεθεί ίση με το μηδέν.

Επίσης, μια ειδική περίπτωση των προβλημάτων του γραμμικού προγραμματισμού αποτελούν τα προβλήματα του Ακέραιου Προγραμματισμού. Η ιδιαιτερότητα αυτών των προβλημάτων έγκειται στο γεγονός ότι όλες ή κάποιες μεταβλητές είναι ακέραιες. Ο ακέραιος προγραμματισμός προκαλεί ιδιαίτερο ενδιαφέρον καθώς βρίσκει εφαρμογή σε πολλές περιπτώσεις και έχει μεγάλη πρακτική σημασία.

Στην παρούσα μελέτη θα επιλυθεί το πρόβλημα της βέλτιστης κατανομής πόρων αρκετές φορές με τη βοήθεια του αλγόριθμου SIMPLEX και κατ' επέκταση με ακέραιο προγραμματισμό. Η ανάλυση της επίλυσης του μοντέλου ακολουθεί στα επόμενα κεφάλαια και περιγράφονται τα βήματα που ακολουθήθηκαν για να βρεθεί η βέλτιστη λύση.

#### 4.2 Διαδικασία επίλυσης του προβλήματος βελτιστοποίησης

Το παρόν πρόβλημα αφορά τη βέλτιστη κατανομή πόρων με σκοπό της αποτελεσματικότερη λειτουργία των λεωφορείων και τρόλεϊ επισκευάζοντας και αντικαθιστώντας ορισμένα από αυτά. Η αντικειμενική συνάρτηση που αναλύθηκε στο κεφάλαιο 3.2 πρέπει να μεγιστοποιηθεί λαμβάνοντας όμως τους εξής περιορισμούς:

- Οι τιμές της μεταβλητής «X» μπορεί να λάβει μόνο θετικές τιμές και προφανώς δεν γίνεται να παίρνουν τιμές μεγαλύτερες από το συνολικό αριθμό των οχημάτων που ανήκουν σε κάθε κατηγορία.

$$X_n > 0$$

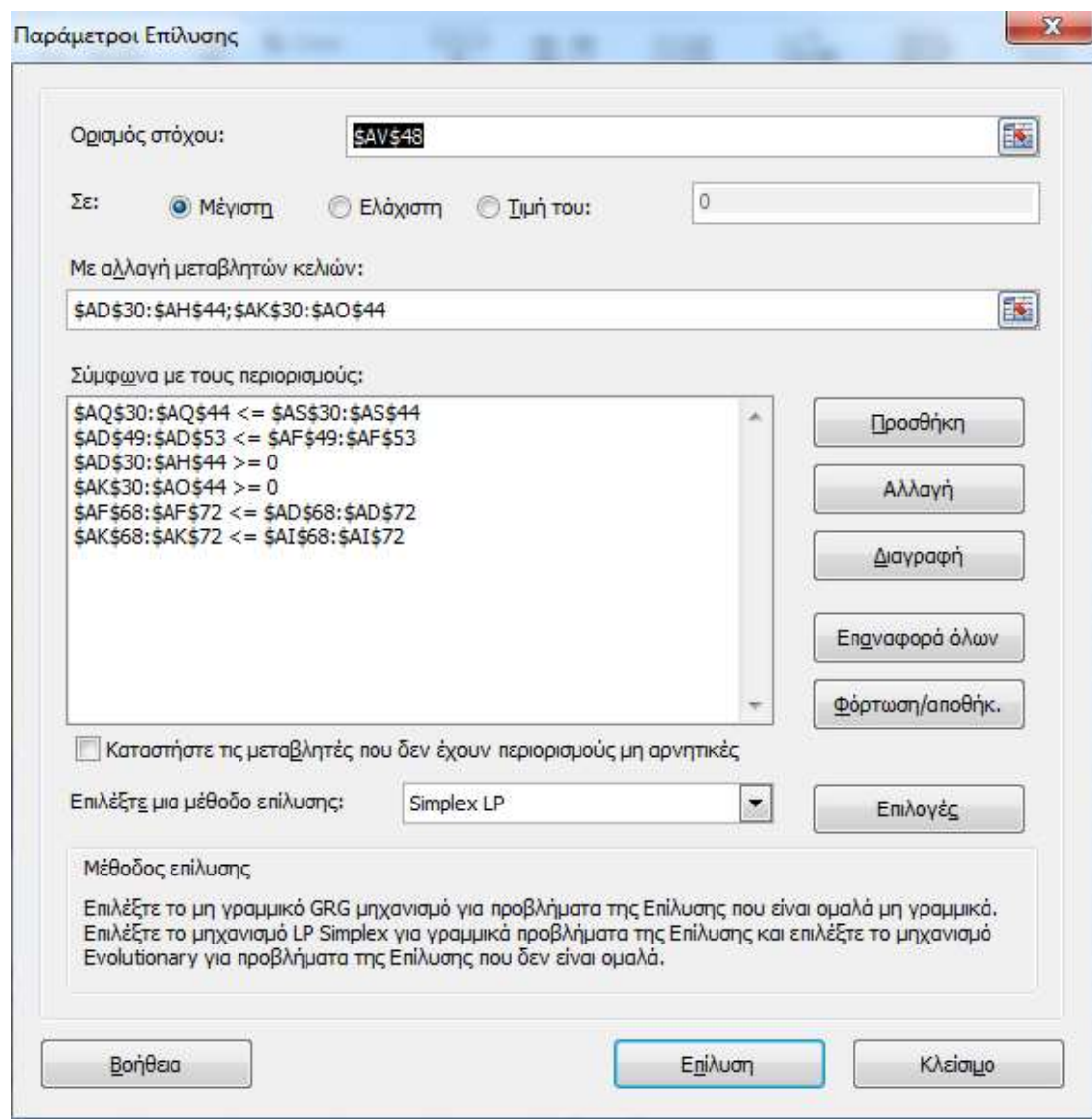
- Θα πρέπει καθ' όλη η διάρκεια της χρονιάς να ικανοποιείται η ζήτηση για μετακινήσεις. Συγκεκριμένα όταν επισκευάζονται τα λεωφορεία και τα τρόλεϊ αποσύρονται για λίγο καιρό. Θα πρέπει λοιπόν τα υπόλοιπα οχήματα να αρκούν για την εξυπηρέτηση της ζήτησης.

$$\sum_{n=16}^{30} X_n \leq \left( \sum_{n=1}^{30} X_n \right) - DEMAND$$

- Το κόστος αντικατάστασης και επισκευής των οχημάτων θα πρέπει να μην υπερβαίνει τον προϋπολογισμό της Ο.ΣΥ. Α.Ε.

$$\sum_{n=1}^{15} (Xn * UCn) + \sum_{n=16}^{30} (Xn * Cn) \leq \text{BUDGET}$$

Το εργαλείο επίλυσης (Excel Solver) παρουσιάζει την παρακάτω μορφή:



Σχήμα 4.1: Παράθυρο διαλόγου εργαλείου επίλυσης (Excel Solver)

Στον ορισμό στόχου τοποθετείται το κελί στο οποίο βρίσκεται η αντικειμενική συνάρτηση και επιλέγεται στη συγκεκριμένη περίπτωση να μεγιστοποιηθεί.

Μεταβλητά κελιά είναι όσα αντιπροσωπεύουν τον αριθμό των οχημάτων κάθε κατηγορίας που θα αντικατασταθούν ή θα επισκευαστούν. Στη συνέχεια, επισημαίνονται οι περιορισμοί του προβλήματος και στο τέλος επιλέγεται η μέθοδος βελτιστοποίησης. Στην παρούσα διπλωματική το πρόβλημα βελτιστοποίησης θα επιλυθεί με Simplex LP κατ' επέκταση ακέραιο προγραμματισμό, αφού οι τιμές των μεταβλητών είναι ακέραιες.

## 5. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα διαφόρων εφαρμογών που έγιναν με τη χρήση του συγκεκριμένου μοντέλου, αλλά με διαφορετικές τιμές ζήτησης και προϋπολογισμού. Συγκεκριμένα, παρατίθενται πίνακες αλλά και γραφήματα για ευκολότερη κατανόηση των μεταβολών που οφείλονται σε αυτές τις διαφοροποιήσεις

### 5.1 Εφαρμογές με μεταβαλλόμενο προϋπολογισμό

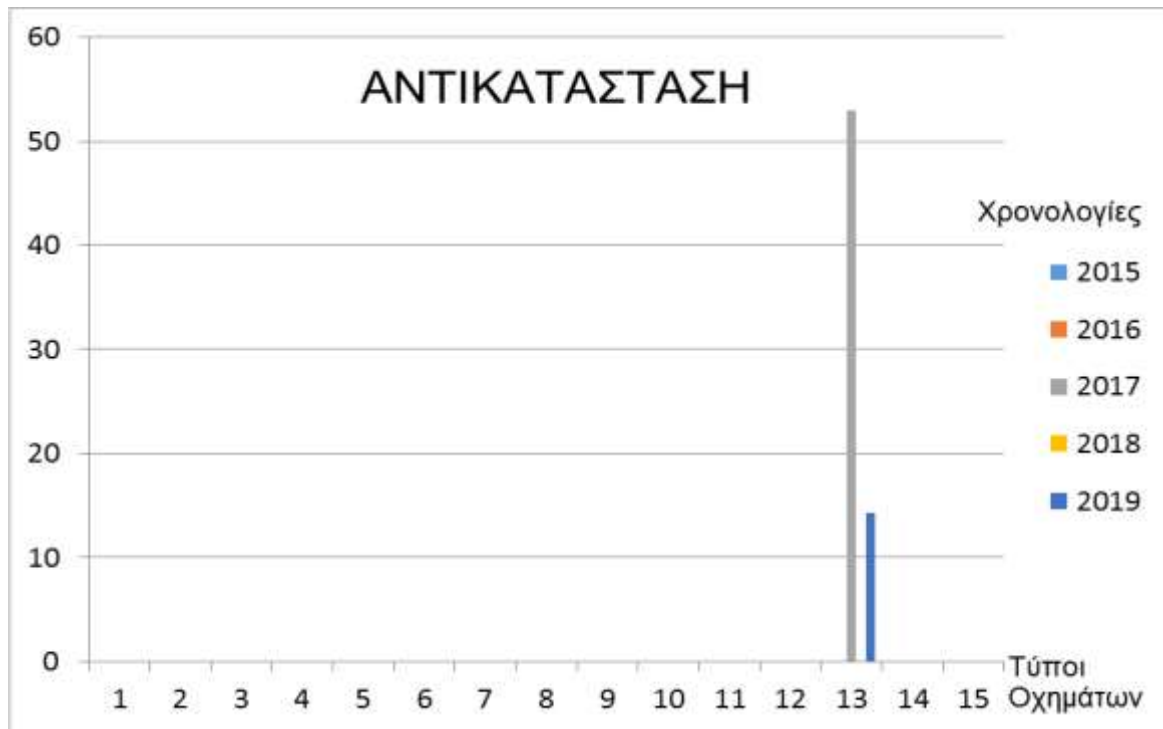
Όπως προαναφέρθηκε ο προϋπολογισμός της Ο.ΣΥ. Α.Ε. είναι περίπου 35000000 € το χρόνο. Γι' αυτό επιλέγεται πρώτη εφαρμογή να γίνει με αυτό τον προϋπολογισμό. Τα αποτελέσματα φαίνονται στους ακόλουθους πίνακες και τα διαγράμματα.

Πίνακας 5.1: Αριθμός λεωφορείων που θα αντικατασταθούν με προϋπολογισμό 35 εκατομμύρια ευρώ

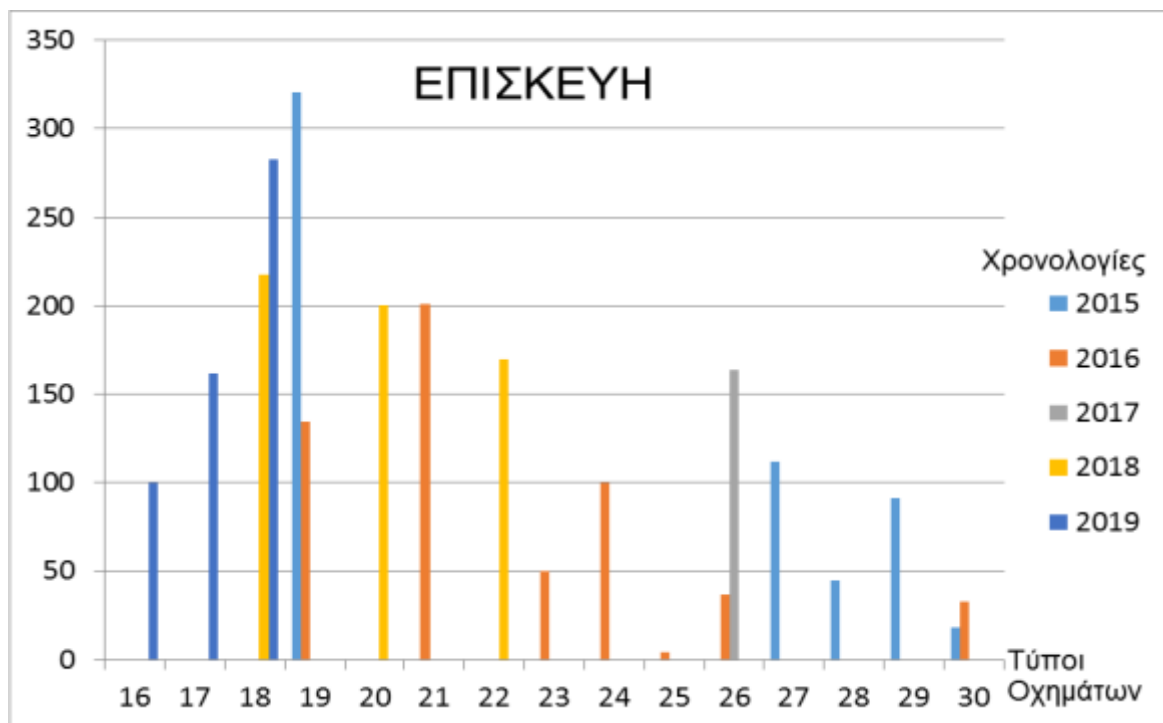
Τύπος	Αντικατάσταση				
	2015	2016	2017	2018	2019
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0
13	0	0	53	0	14
14	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0

Πίνακας 5.2: Αριθμός λεωφορείων που θα επισκευαστούν με προϋπολογισμό 35 εκατομμύρια ευρώ

Τύπος	Επισκευή				
	2015	2016	2017	2018	2019
16	0	0	0	0	100
17	0	0	0	0	162
18	0	0	0	217	283
19	321	134	0	0	0
20	0	0	0	200	0
21	0	201	0	0	0
22	0	0	0	170	0
23	0	50	0	0	0
24	0	100	0	0	0
25	0	4	0	0	0
26	0	37	163	0	0
27	112	0	0	0	0
28	45	0	0	0	0
29	91	0	0	0	0
30	18	33	0	0	0



Σχήμα 5.1: Αριθμός λεωφορείων που θα αντικατασταθούν με προϋπολογισμό 35 εκατομμύρια ευρώ



Σχήμα 5.2: Αριθμός λεωφορείων που θα επισκευαστούν με προϋπολογισμό 35 εκατομμύρια ευρώ



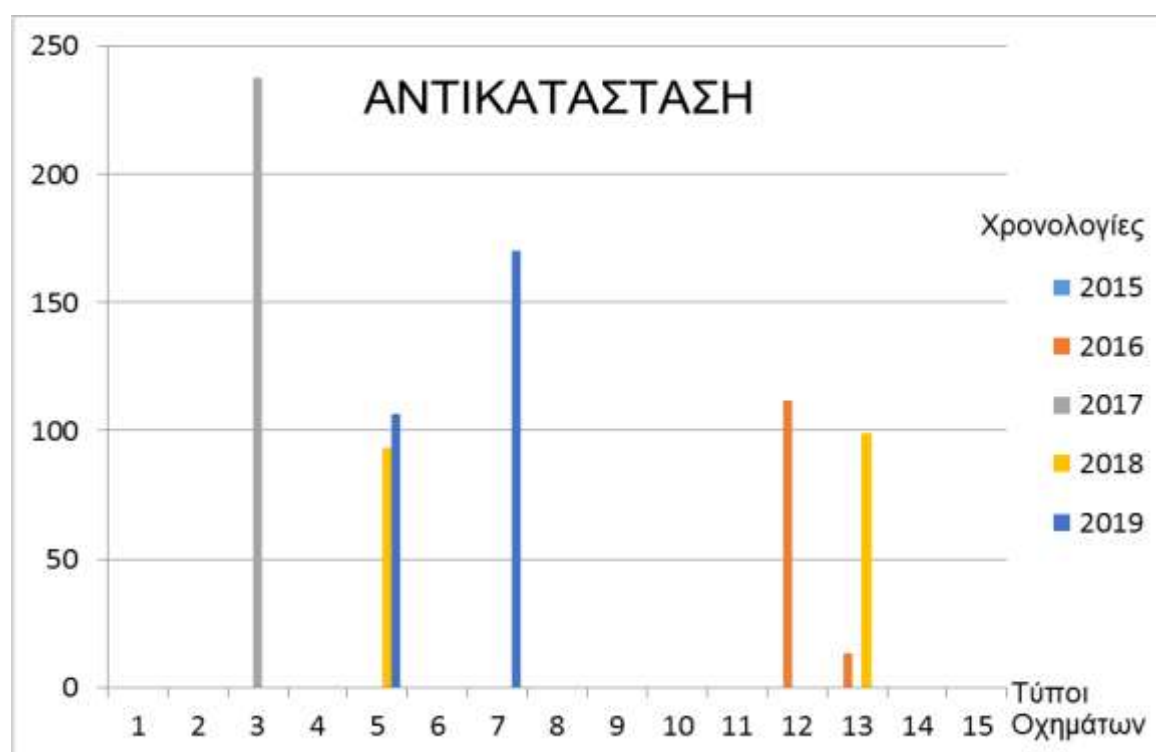
Η επόμενη εφαρμογή θα γίνει με πιο μεγάλο χρηματικό ποσό ως προϋπολογισμό. Συγκεκριμένα έστω ότι τίθεται προϋπολογισμός διπλάσιος. Τότε προκύπτουν οι παρακάτω πίνακες και τα παρακάτω διαγράμματα.

Πίνακας 5.3: Αριθμός λεωφορείων που θα αντικατασταθούν με προϋπολογισμό 70 εκατομμύρια ευρώ

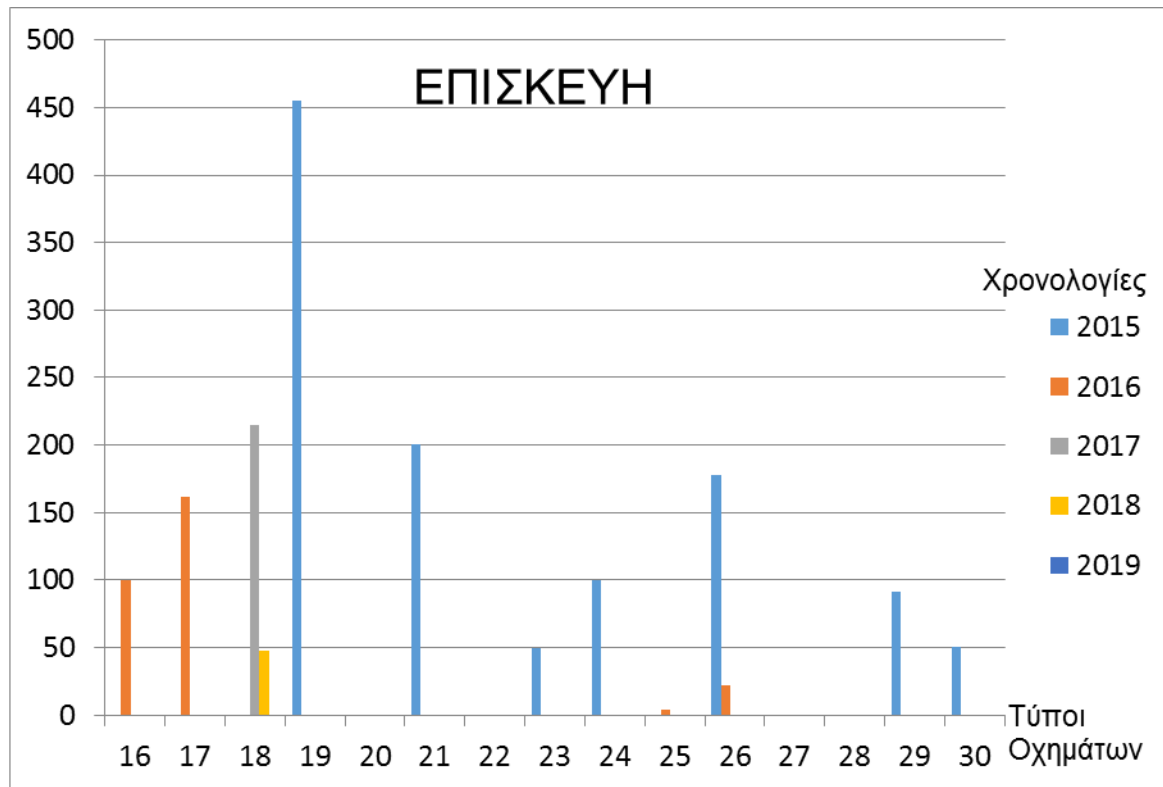
Τύπος	Αντικατάσταση				
	2015	2016	2017	2018	2019
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	237	0	0
4	0	0	0	0	0
5	0	0	0	93	107
6	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	170
8	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0
12	0	112	0	0	0
13	0	13	0	99	0
14	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0

Πίνακας 5.4: Αριθμός λεωφορείων που θα επισκευαστούν με προϋπολογισμό 70 εκατομμύρια ευρώ

Τύπος	Επισκευή				
	2015	2016	2017	2018	2019
16	0	100	0	0	0
17	0	162	0	0	0
18	0	0	215	48	0
19	455	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0
21	201	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0
23	50	0	0	0	0
24	100	0	0	0	0
25	0	4	0	0	0
26	178	22	0	0	0
27	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0
29	91	0	0	0	0
30	51	0	0	0	0



Σχήμα 5.3: Αριθμός λεωφορείων που θα αντικατασταθούν με προϋπολογισμό 70 εκατομμύρια ευρώ



Σχήμα 5.4: Αριθμός λεωφορείων που θα επισκευαστούν με προϋπολογισμό 70 εκατομμύρια ευρώ

Έστω ότι ο προϋπολογισμός αυξηθεί ακόμα πιο πολύ και γίνει πενταπλάσιος.

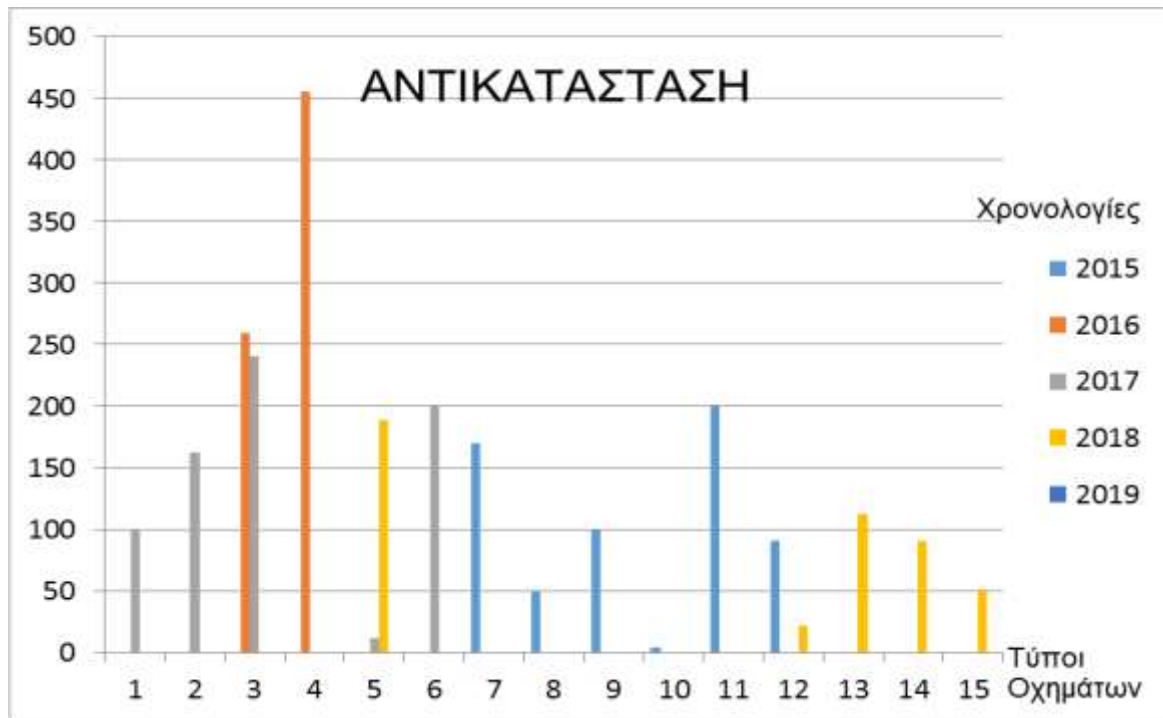
Τότε προκύπτουν τα παρακάτω.

Πίνακας 5.5: Αριθμός λεωφορείων που θα αντικατασταθούν με προϋπολογισμό 70 εκατομμύρια ευρώ

Τύπος	Αντικατάσταση				
	2015	2016	2017	2018	2019
1	0	0	100	0	0
2	0	0	162	0	0
3	0	259	241	0	0
4	0	455	0	0	0
5	0	0	12	188	0
6	0	0	201	0	0
7	170	0	0	0	0
8	50	0	0	0	0
9	100	0	0	0	0
10	4	0	0	0	0
11	200	0	0	0	0
12	91	0	0	21	0
13	0	0	0	112	0
14	0	0	0	91	0
15	0	0	0	51	0

Πίνακας 5.6: Αριθμός λεωφορείων που θα επισκευαστούν με προϋπολογισμό 70 εκατομμύρια ευρώ

Τύπος	Επισκευή				
	2015	2016	2017	2018	2019
16	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0



Σχήμα 5.5: Αριθμός λεωφορείων που θα αντικατασταθούν με προϋπολογισμό 70 εκατομμύρια ευρώ



Σχήμα 5.6: Αριθμός λεωφορείων που θα αντικατασταθούν με προϋπολογισμό 70 εκατομμύρια ευρώ

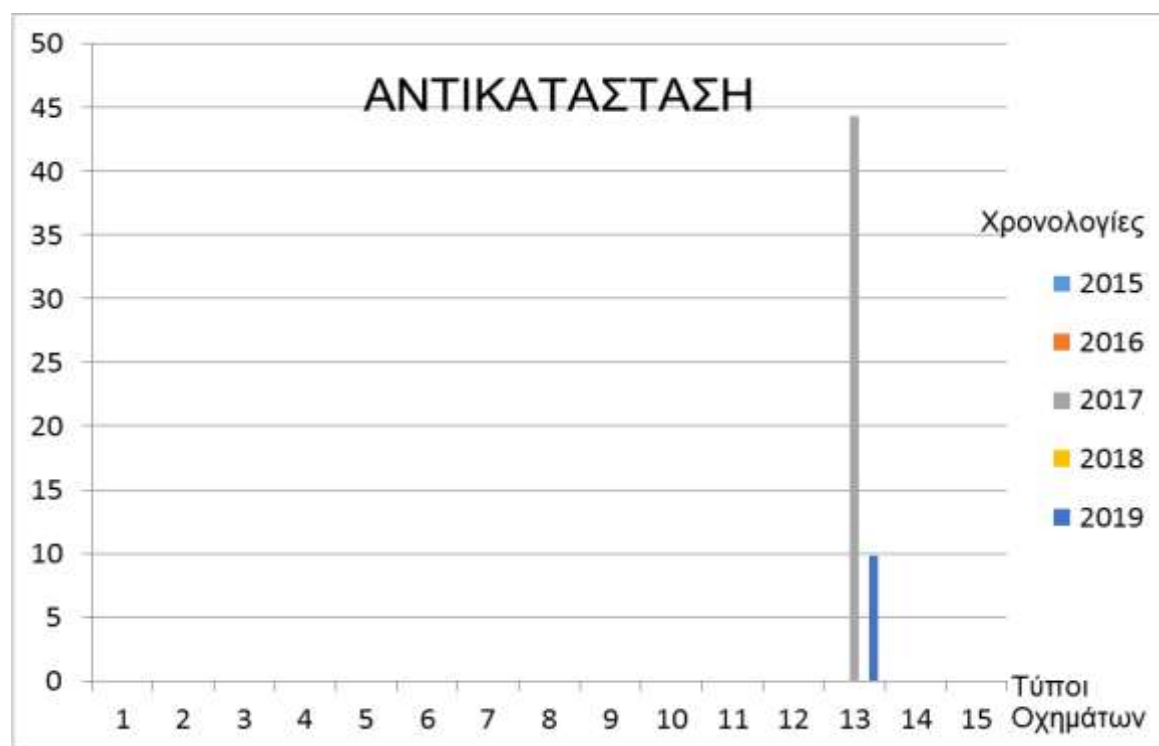
Θα ήταν σκόπιμο να γίνουν και μερικές εφαρμογές με μικρότερο προϋπολογισμό. Έστω ότι αντί για 35 εκατομμύρια ευρώ ο προϋπολογισμός ήταν 34 εκατομμύρια ευρώ. Τότε προκύπτουν τα παρακάτω.

Πίνακας 5.7: Αριθμός λεωφορείων που θα αντικατασταθούν με προϋπολογισμό 34 εκατομμύρια ευρώ

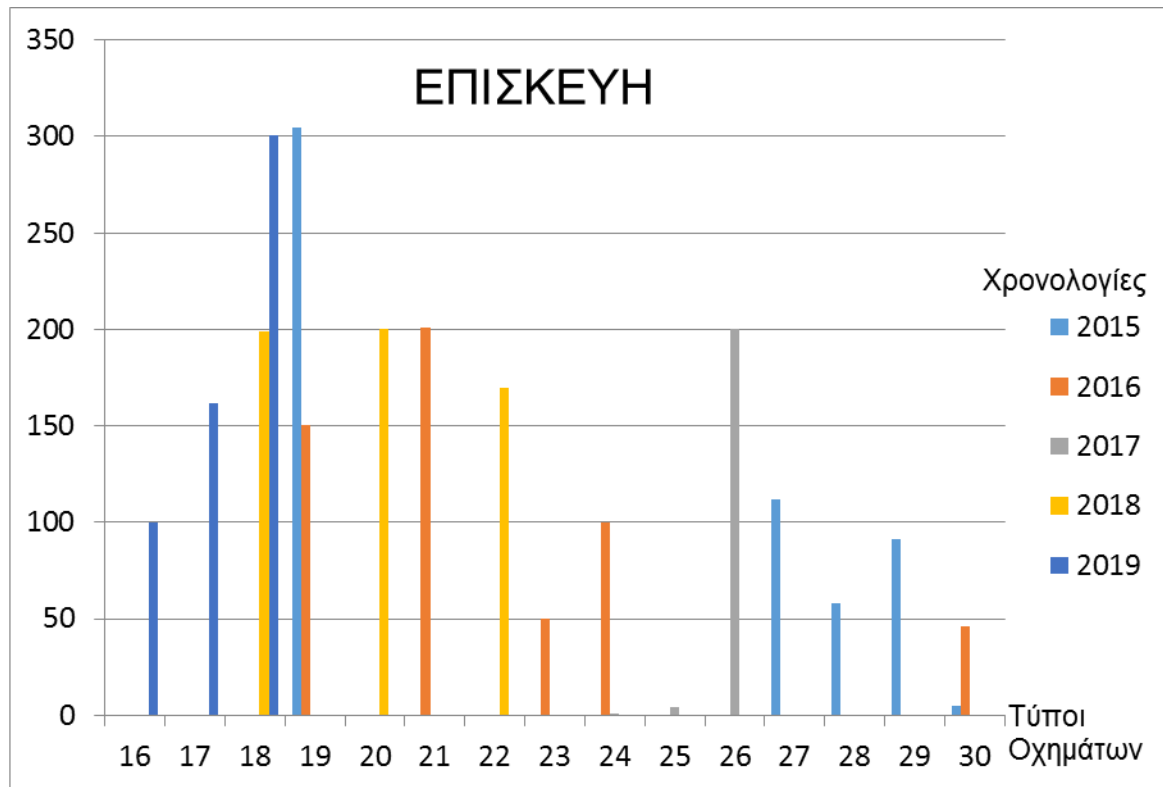
Τύπος	Αντικατάσταση				
	2015	2016	2017	2018	2019
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0
13	0	0	44	0	10
14	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0

Πίνακας 5.8: Αριθμός λεωφορείων που θα επισκευαστούν με προϋπολογισμό 34 εκατομμύρια ευρώ

Τύπος	Επισκευή				
	2015	2016	2017	2018	2019
16	0	0	0	0	100
17	0	0	0	0	162
18	0	0	0	199	301
19	305	150	0	0	0
20	0	0	0	200	0
21	0	201	0	0	0
22	0	0	0	170	0
23	0	50	0	0	0
24	0	100	0	0	0
25	0	0	4	0	0
26	0	0	200	0	0
27	112	0	0	0	0
28	58	0	0	0	0
29	91	0	0	0	0
30	5	46	0	0	0



Σχήμα 5.7: Αριθμός λεωφορείων που θα αντικατασταθούν με προϋπολογισμό 34 εκατομμύρια ευρώ



Σχήμα 5.8: Αριθμός λεωφορείων που θα επισκευαστούν με προϋπολογισμό 34 εκατομμύρια ευρώ

Και αν μειωθεί ακόμα περισσότερο ο προϋπολογισμός και φτάσει στα 30 εκατομμύρια τότε ισχύουν τα παρακάτω.

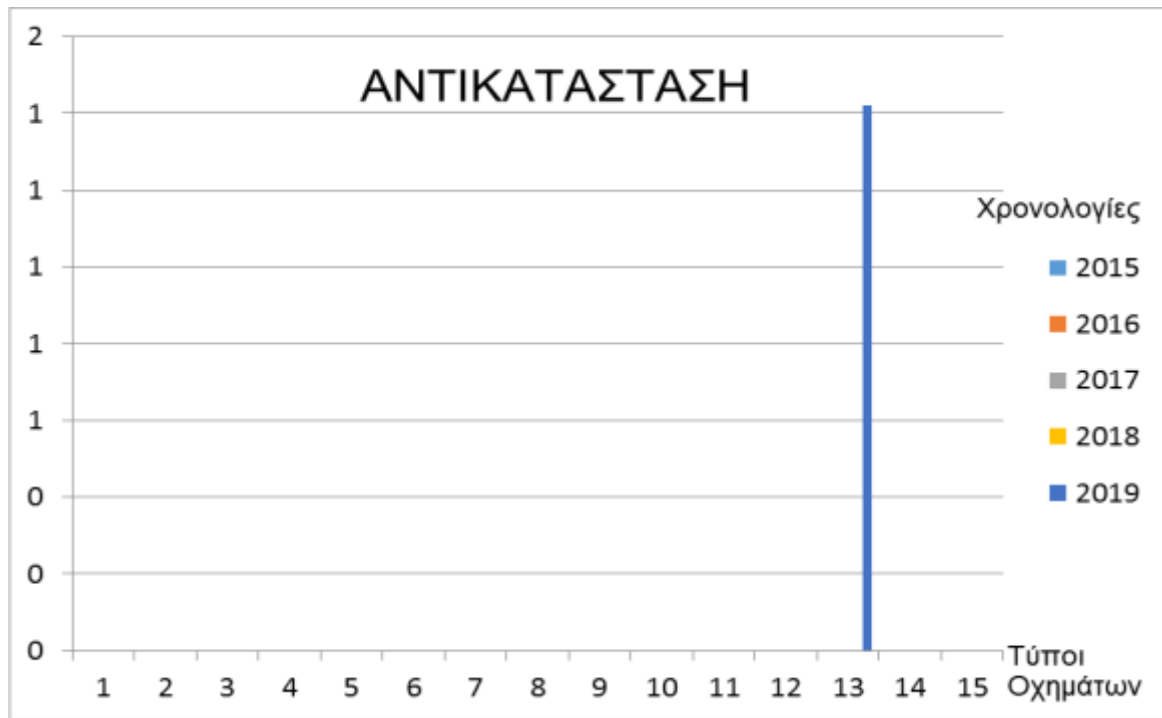


Πίνακας 5.9: Αριθμός λεωφορείων που θα αντικατασταθούν με προϋπολογισμό 34 εκατομμύρια ευρώ

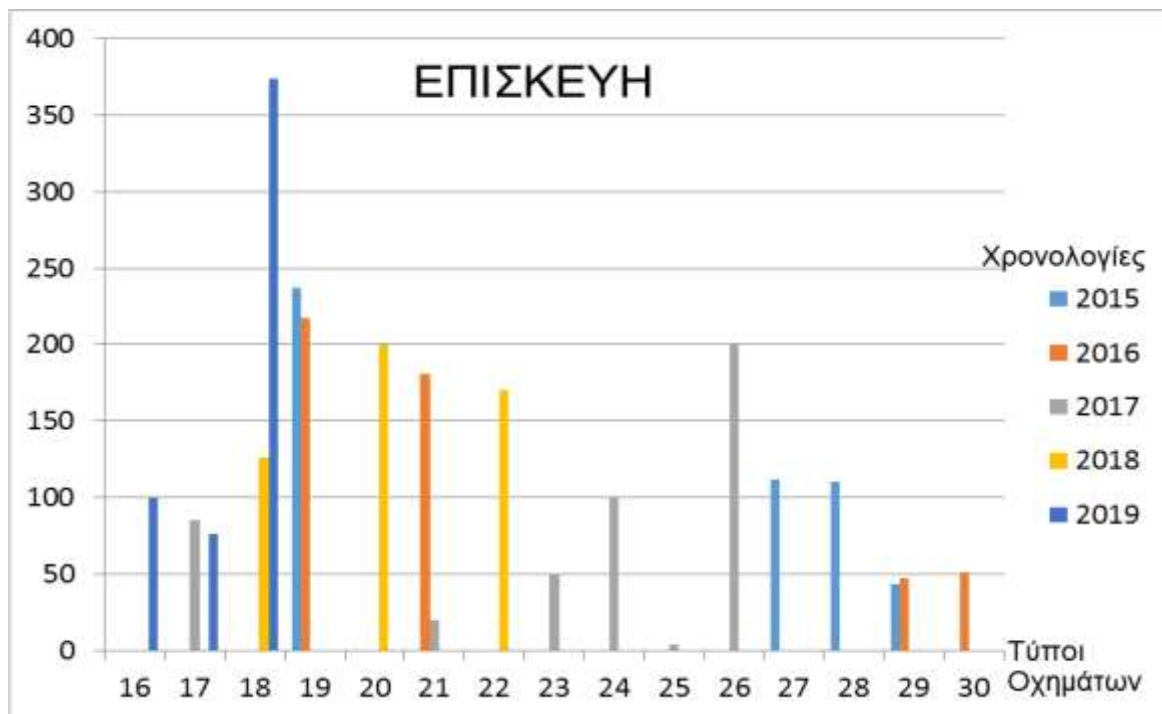
Τύπος	Αντικατάσταση				
	2015	2016	2017	2018	2019
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	1
14	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0

Πίνακας 5.10: Αριθμός λεωφορείων που θα επισκευαστούν με προϋπολογισμό 34 εκατομμύρια ευρώ

Τύπος	Επισκευή				
	2015	2016	2017	2018	2019
16	0	0	0	0	100
17	0	0	86	0	76
18	0	0	0	126	374
19	237	218	0	0	0
20	0	0	0	200	0
21	0	181	20	0	0
22	0	0	0	170	0
23	0	0	50	0	0
24	0	0	100	0	0
25	0	0	4	0	0
26	0	0	200	0	0
27	112	0	0	0	0
28	111	0	0	0	0
29	43	48	0	0	0
30	0	51	0	0	0



Σχήμα 5.9: Αριθμός λεωφορείων που θα αντικατασταθούν με προϋπολογισμό 34 εκατομμύρια ευρώ



Σχήμα 5.10: Αριθμός λεωφορείων που θα επισκευαστούν με προϋπολογισμό 34 εκατομμύρια ευρώ

Όλα τα παραπάνω ισχύουν για μικρή ζήτηση που καλύπτεται εύκολα. Στο επόμενο κεφάλαιο θα μελετηθεί τι συμβαίνει όταν μεταβάλλεται η ζήτηση για μετακινήσεις.

## **5.2 Εφαρμογές με μεταβαλλόμενη ζήτηση**

Για να εξεταστεί η επιρροή της μεταβολής της ζήτησης στο συγκεκριμένο πρόβλημα κατανομής πόρων θα πρέπει ο προϋπολογισμός να παραμείνει σταθερός και ίσος με 35 εκατομμύρια ευρώ.

Σε όλες τις προηγούμενες εφαρμογές η ζήτηση για λεωφορεία ήταν 1000 (από τα 2142) και για τρόλεϊ 100 (από τα 366). Αυτή είναι μία πολύ χαμηλή τιμή της ζήτησης οπότε κρίνεται σκόπιμο να αυξηθεί και να μελετηθούν τα αποτελέσματα.

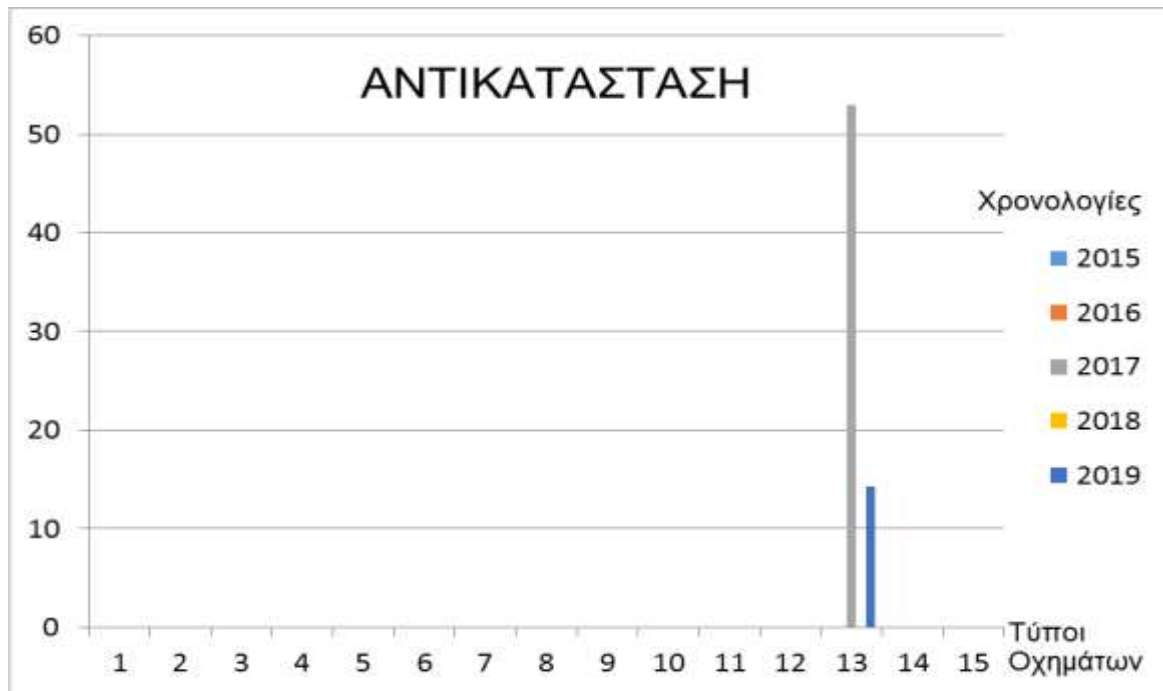
Έστω, λοιπόν, ότι η ζήτηση για λεωφορεία είναι 1500 το χρόνο και για τρόλεϊ 200. Τότε προκύπτουν οι παρακάτω πίνακες και τα ακόλουθα διαγράμματα.

Πίνακας 5.11: Αριθμός λεωφορείων που θα αντικατασταθούν όταν η ζήτηση είναι 1500 λεωφορεία και 200 τρόλεϊ

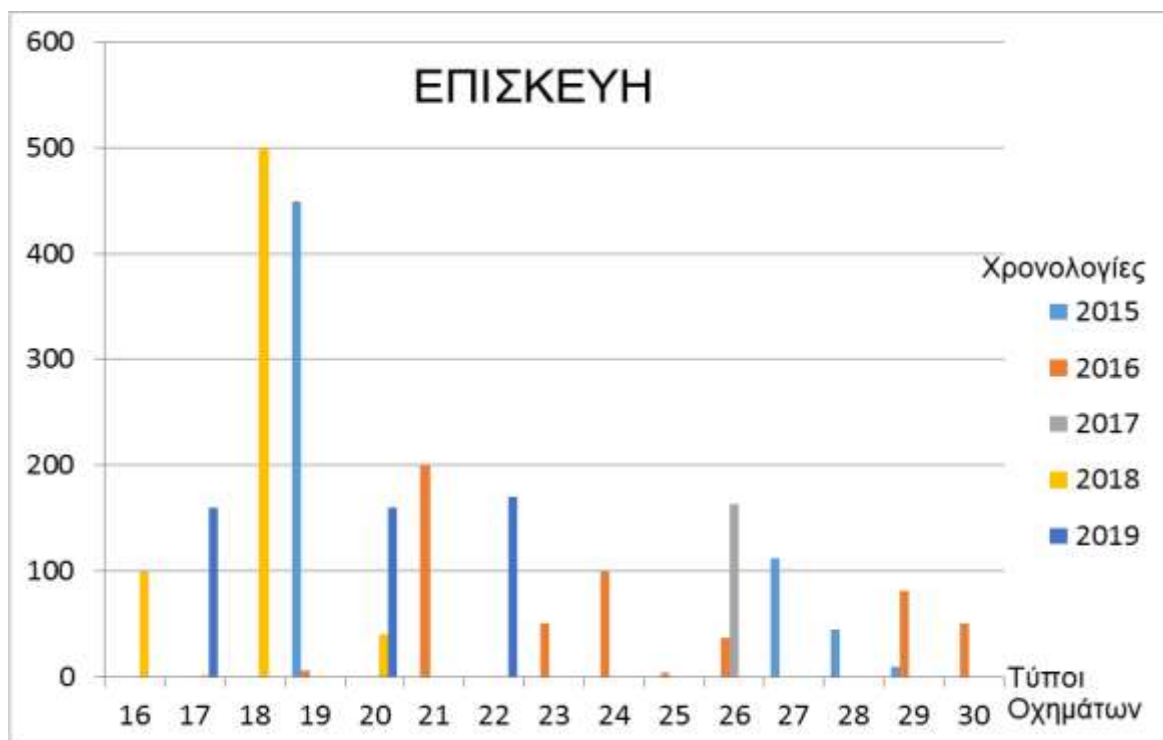
Τύπος	Αντικατάσταση				
	2015	2016	2017	2018	2019
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0
13	0	0	53	0	14
14	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0

Πίνακας 5.12: Αριθμός λεωφορείων που θα επισκευαστούν όταν η ζήτηση είναι 1500 λεωφορεία και 200 τρόλεϊ

Τύπος	Επισκευή				
	2015	2016	2017	2018	2019
16	0	0	0	100	0
17	0	0	0	2	160
18	0	0	0	500	0
19	450	5	0	0	0
20	0	0	0	40	160
21	0	201	0	0	0
22	0	0	0	0	170
23	0	50	0	0	0
24	0	100	0	0	0
25	0	4	0	0	0
26	0	37	163	0	0
27	112	0	0	0	0
28	45	0	0	0	0
29	9	82	0	0	0
30	0	51	0	0	0



Σχήμα 5.11: Αριθμός λεωφορείων που θα αντικατασταθούν όταν η ζήτηση είναι 1500 λεωφορεία και 200 τρόλεϊ



Σχήμα 5.12: Αριθμός λεωφορείων που θα επισκευαστούν όταν η ζήτηση είναι 1500 λεωφορεία και 200 τρόλεϊ

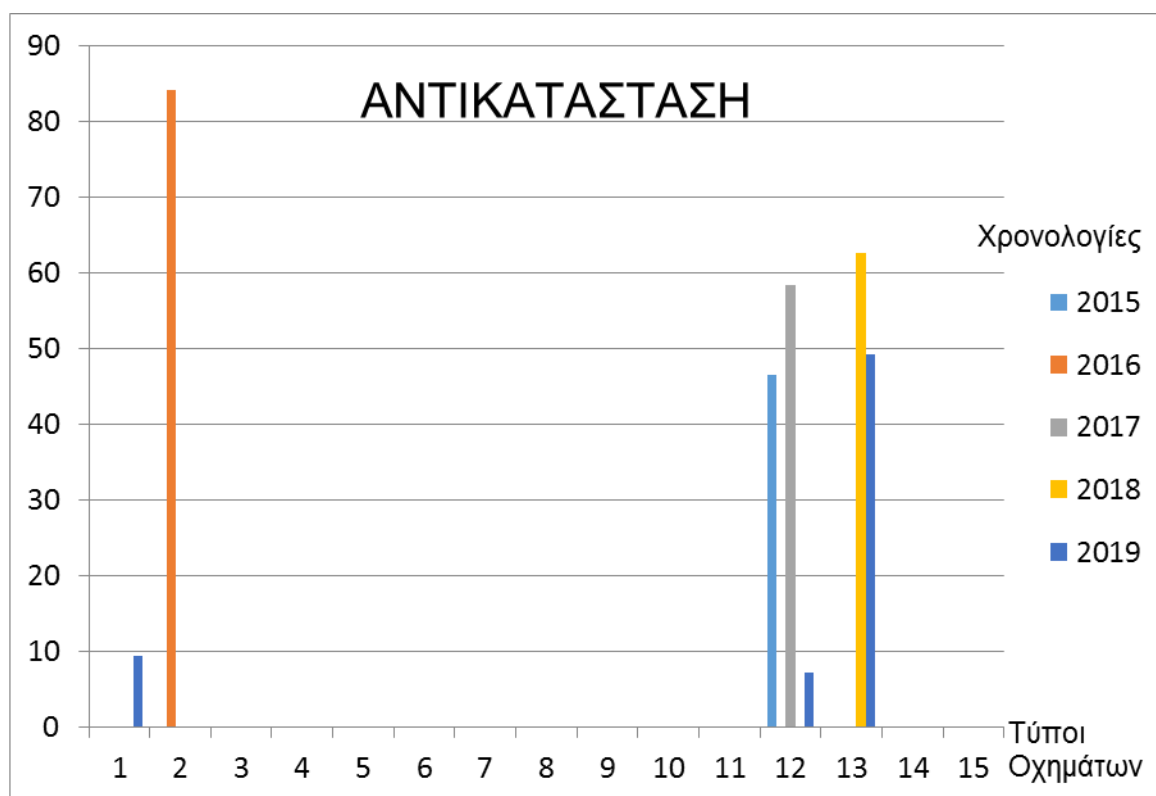
Αν η τιμή της ζήτησης αυξηθεί ακόμα περισσότερο και γίνει ίση με 2000 λεωφορεία και 300 τρόλεϊ, τότε προκύπτουν τα ακόλουθα:

Πίνακας 5.13: Αριθμός λεωφορείων που θα αντικατασταθούν όταν η ζήτηση είναι 2000 λεωφορεία και 300 τρόλεϊ

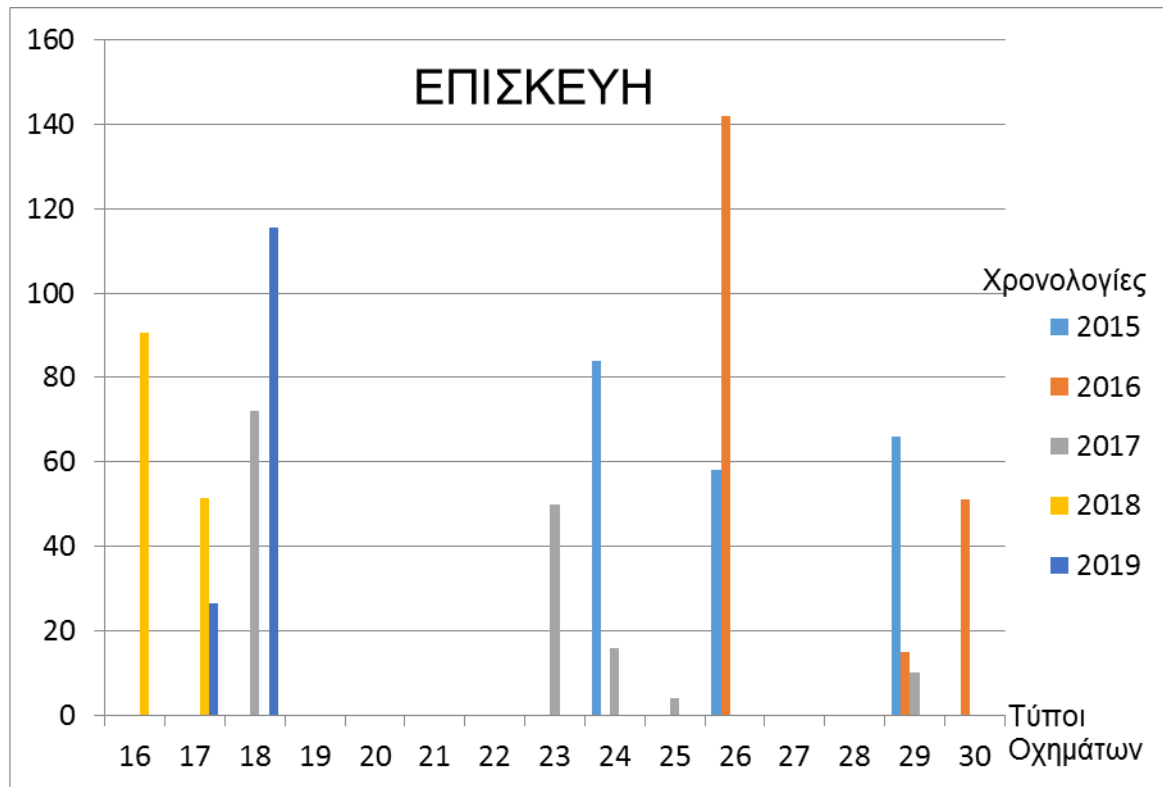
Τύπος	Αντικατάσταση				
	2015	2016	2017	2018	2019
1	0	0	0	0	9
2	0	84	0	0	0
3	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0
12	46	0	58	0	7
13	0	0	0	63	49
14	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0

Πίνακας 5.14: Αριθμός λεωφορείων που θα επισκευαστούν όταν η ζήτηση είναι 2000 λεωφορεία και 300 τρόλεϊ

Τύπος	Επισκευή				
	2015	2016	2017	2018	2019
16	0	0	0	91	0
17	0	0	0	51	27
18	0	0	72	0	115
19	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0
23	0	0	50	0	0
24	84	0	16	0	0
25	0	0	4	0	0
26	58	142	0	0	0
27	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0
29	66	15	10	0	0
30	0	51	0	0	0



Σχήμα 5.13: Αριθμός λεωφορείων που θα αντικατασταθούν όταν η ζήτηση είναι 2000 λεωφορεία και 300 τρόλεϊ



Σχήμα 5.14: Αριθμός λεωφορείων που θα επισκευαστούν όταν η ζήτηση είναι 2000 λεωφορεία και 300 τρόλεϊ

Τέλος, έστω ότι η ζήτηση αυξηθεί ακόμα περισσότερο και απαιτούνται 2100 λεωφορεία και 350 τρόλεϊ για να εξυπηρετηθούν οι ανάγκες για μετακινήσεις. Τότε προκύπτουν τα εξής:

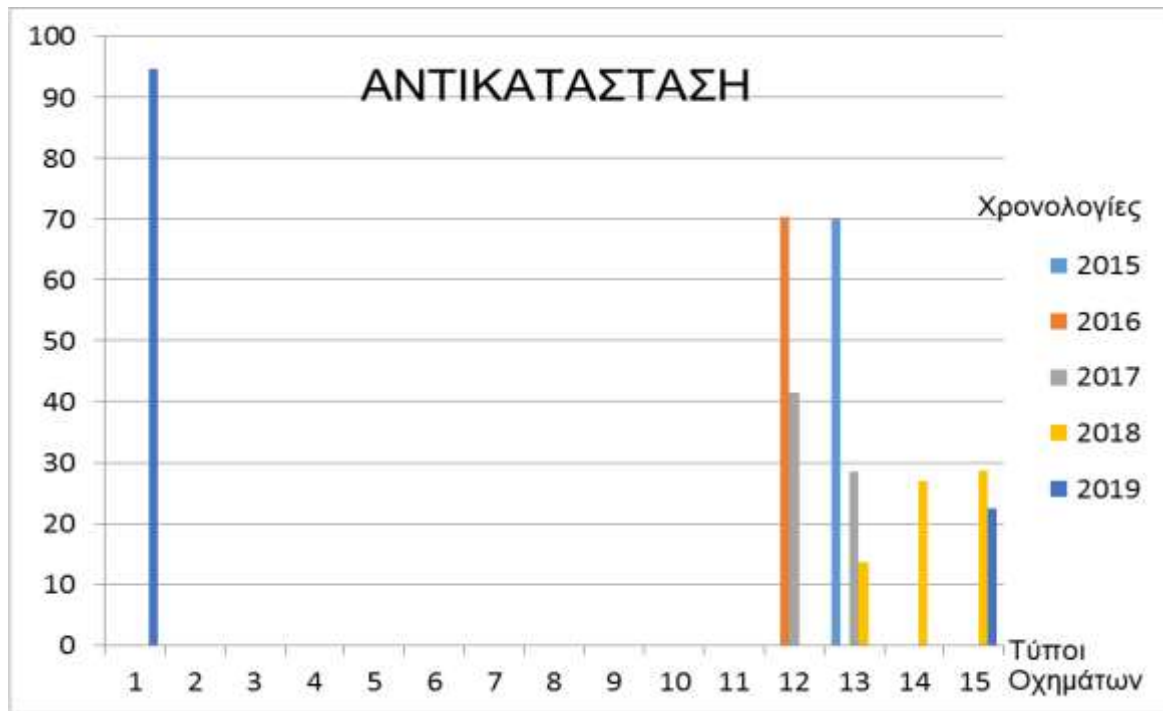


Πίνακας 5.15: Αριθμός λεωφορείων που θα αντικατασταθούν όταν η ζήτηση είναι 2100 λεωφορεία και 350 τρόλεϊ

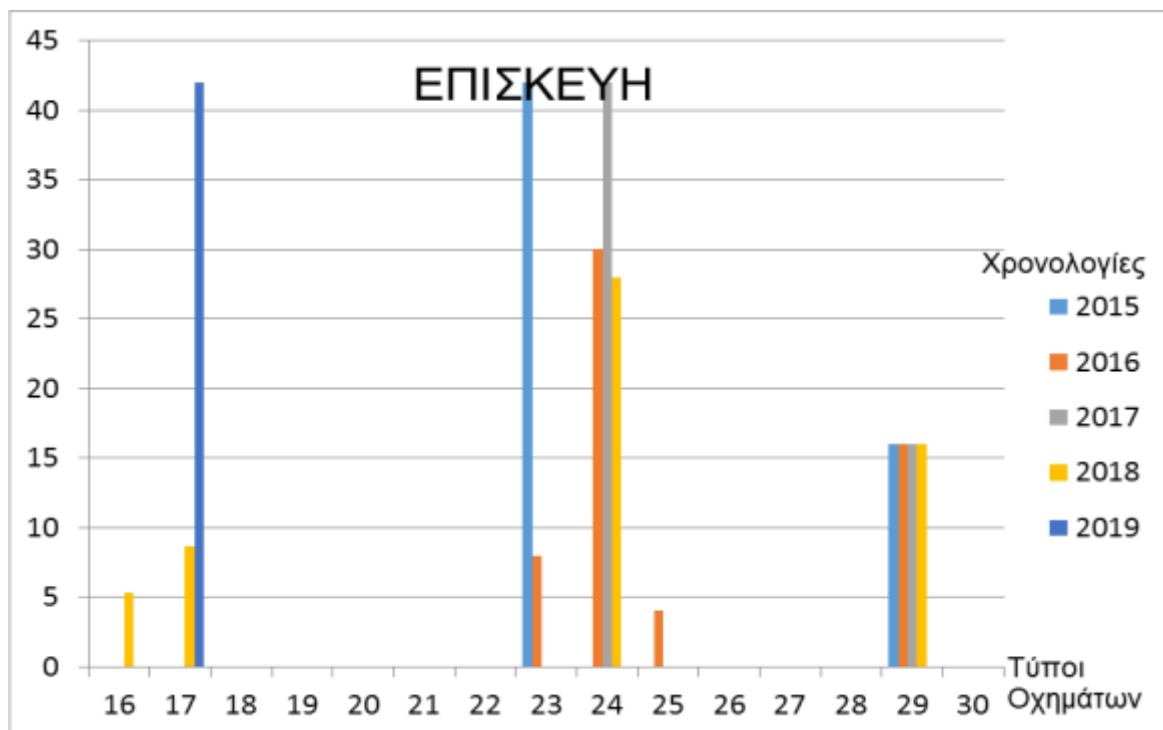
Τύπος	Αντικατάσταση				
	2015	2016	2017	2018	2019
1	0	0	0	0	95
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0
12	0	70	42	0	0
13	70	0	28	14	0
14	0	0	0	27	0
15	0	0	0	29	22

Πίνακας 5.15: Αριθμός λεωφορείων που θα επισκευαστούν όταν η ζήτηση είναι 2100 λεωφορεία και 350 τρόλεϊ

Τύπος	Επισκευή				
	2015	2016	2017	2018	2019
16	0	0	0	5	0
17	0	0	0	9	42
18	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0
23	42	8	0	0	0
24	0	30	42	28	0
25	0	4	0	0	0
26	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0
29	16	16	16	16	0
30	0	0	0	0	0



Σχήμα 5.15: Αριθμός λεωφορείων που θα αντικατασταθούν όταν η ζήτηση είναι 2100 λεωφορεία και 350 τρόλεϊ



Σχήμα 5.15: Αριθμός λεωφορείων που θα επισκευαστούν όταν η ζήτηση είναι 2100 λεωφορεία και 350 τρόλεϊ

## **6. Συμπεράσματα και προτάσεις για περαιτέρω έρευνα**

Στο παρόν κεφάλαιο επισημαίνονται τα συμπεράσματα που προκύπτουν από τις παραπάνω εφαρμογές και αφορούν τη βέλτιστη κατανομή πόρων για τον προγραμματισμό συντήρησης των οχημάτων της Ο.ΣΥ. Α.Ε., ύστερα από μεταβολές στον προϋπολογισμό και τη ζήτηση για μετακινήσεις. Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με την αποσαφήνιση ορισμένων πτυχών του προβλήματος που χρήζουν ιδιαίτερης προσοχής και μελέτης, γίνεται, δηλαδή, λόγος για περαιτέρω έρευνα σχετικά με το θέμα της κατανομής πόρων.

### **6.1 Συμπεράσματα λόγω μεταβολής του προϋπολογισμού**

Όσον αφορά τις μεταβολές που σχετίζονται με τον προϋπολογισμό παρατηρείται ότι όσο αυξάνεται τόσο περισσότερα οχήματα είναι προτιμότερο να αντικατασταθούν, ενώ όσο μειώνεται συμφέρει να επισκευαστούν περισσότερα. Με άλλα λόγια, στην περίπτωση που αρκούν τα κονδύλια τα οποία προφέρει η κυβέρνηση στην Ο.ΣΥ. Α.Ε. για να αντικατασταθούν πολλά οχήματα τότε κρίνεται σκόπιμη αυτή η ενέργεια, καθώς αποφέρει οφέλη στον οργανισμό μεγιστοποιώντας το κόστος απόσβεσης των οχημάτων και ελαχιστοποιώντας το κόστος μελλοντικής συντήρησής τους, επειδή τα καινούργια οχήματα έχουν μεγαλύτερο απομένων χρόνο ζωής και επισκευάζονται ευκολότερα και πιο οικονομικά από τα παλαιότερα. Αντιθέτως, όταν το χρηματικό ποσό που διατίθεται για τη συντήρηση των οχημάτων είναι περιορισμένο, τότε δεν αρκεί για αντικατάσταση μεγάλου αριθμού οχημάτων και είναι προτιμότερο να επισκευαστούν όσο το δυνατόν περισσότερα

οχήματα με σκοπό να αυξηθεί ο συνολικός απομένων χρόνος ζωής του στόλου ακόμα και αν χρειάζονται περισσότερα χρήματα για τη μελλοντική συντήρησή τους. Αυτή η παρατήρηση είναι σημαντική ιδιαίτερα σε περιόδους κρίσης, όπως για παράδειγμα τα τελευταία έξι χρόνια στην Ελλάδα, όπου είναι απαραίτητο να σχεδιαστεί ένα πρόγραμμα συντήρησης του στόλου της Ο.ΣΥ. Α.Ε. λαμβάνοντας υπόψη την περιορισμένη χρηματοδότηση από την κυβέρνηση.

## **6.2 Συμπεράσματα λόγω μεταβολής της ζήτησης για μετακινήσεις**

Όσον αφορά τις μεταβολές την κατανομής των πόρων λόγω της αλλαγής της ζήτησης παρατηρείται ότι όσο αυτή αυξάνεται και πλησιάζει το σύνολο των οχημάτων του στόλου της Ο.ΣΥ. Α.Ε., τόσα περισσότερα οχήματα πρέπει να αντικατασταθούν και τόσα λιγότερα να επισκευαστούν. Πρόκειται για ένα εύλογο συμπέρασμα καθώς η επισκευή ενός λεωφορείου ή τρόλεϊ προϋποθέτει την απόσυρσή του για ένα σημαντικό χρονικό διάστημα κατά το οποίο αδυνατεί να εξυπηρετήσει τις ανάγκες των πολιτών για μετακινήσεις. Γι' αυτό το λόγο, ο αριθμός των οχημάτων που μπορούν να επισκευαστούν σε μία χρονιά είναι περιορισμένος και είναι απαραίτητο τα υπόλοιπα οχήματα να αρκούν για την κάλυψη της ζήτησης. Αξίζει σε αυτό το σημείο να σημειωθεί ότι η αντικατάσταση των οχημάτων γίνεται άμεσα, οπότε σε αυτή την περίπτωση τα καινούργια λεωφορεία και τρόλεϊ καλύπτουν τη ζήτηση για μετακινήσεις από τη στιγμή που τα παλαιότερα αποσύρονται. Τέλος, όταν η ζήτηση έχει χαμηλή τιμή ουσιαστικά δεν επηρεάζει την κατανομή των πόρων η οποία πλέον εξαρτάται μόνο από τον προϋπολογισμό της Ο.ΣΥ. Α.Ε..

### 6.3 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

Το πρόβλημα το οποίο καλείται να επιλύσει η παρούσα εργασία, βασίστηκε σε ορισμένες παραδοχές και απλοποιήσεις, οι οποίες θα ήταν σκόπιμο σε επόμενο στάδιο να διερευνηθούν και να εξεταστεί η επιρροή τους στην επίλυση του προβλήματος κατανομής πόρων και στα αποτελέσματα των εφαρμογών.

Καταρχάς, θεωρήθηκε απλοποιητικά ότι η ζήτηση για μετακινήσεις στο λεκανοπέδιο της Αττικής διατηρεί μία σταθερή τιμή κατά τη διάρκεια μία χρονιάς. Όμως, στην πραγματικότητα αυτό δεν ισχύει καθώς η Αθήνα παρουσιάζει μεγάλη αύξηση του τουρισμού κατά τη διάρκεια των θερινών μηνών, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της ζήτησης για μετακινήσεις εντός του λεκανοπεδίου εκείνη την περίοδο. Συνεπώς, κρίνεται σκόπιμη η βαθύτερη διερεύνηση του προκειμένου θέματος με σκοπό να διαπιστωθεί σε τι βαθμό επηρεάζει τα αποτελέσματα των εφαρμογών.

Ένα επιπλέον ζήτημα που χρήζει περαιτέρω έρευνα θα μπορούσε να είναι η συσχέτιση της τιμής του κομίστρου με τη ζήτηση και τον προϋπολογισμό της Ο.ΣΥ. Α.Ε.. Συγκεκριμένα, η αύξηση ή η μείωση της τιμής του εισιτηρίου είναι δυνατόν να μειώσει τον αριθμό των χρηστών των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς (ΜΜΜ) ή να προσελκύσει περισσότερους αντίστοιχα. Τα χρήματα που συλλέγονται από την έκδοση κομίστρων αποτελούν σημαντικό κομμάτι του προϋπολογισμού της Ο.ΣΥ. Α.Ε. και κατ' επέκταση επηρεάζουν το πρόγραμμα συντήρησης των οχημάτων που είναι προτιμότερο να επιλεγεί. Άρα, μία εμβάθυνση στο συγκεκριμένο ζήτημα είναι δυνατόν να επιφέρει αρκετές αλλαγές στην κατανομή των πόρων.

Τέλος, το συγκεκριμένο πρόβλημα θα ήταν σκόπιμο να λυθεί και με δυναμικό προγραμματισμό, εκτός από γραμμικό προγραμματισμό (Αλγόριθμο SIMPLEX) με τον οποίο λύθηκε στην παρούσα έρευνα. Ο δυναμικός προγραμματισμός μετατρέπει ένα μεγάλο και δυσεπίλυτο πρόβλημα, όπως για παράδειγμα αυτό της κατανομής πόρων, σε πολλά μικρότερα και ευκολότερα στην επίλυση. Συγκεκριμένα, θα μπορούσε να εξεταστεί η λήψη αποφάσεων σχετικά με το προτεινόμενο πρόγραμμα συντήρησης σε διαφορετικά χρονικά στάδια (έτη 2015-2019), η οποία αποτελείται από επιμέρους αλληλοεξαρτώμενες αποφάσεις. Με αυτόν τον τρόπο θα καταστρωνόταν ένα ενιαίο πρόγραμμα επισκευής και αντικατάστασης των οχημάτων για τα επόμενα πέντε χρόνια προκειμένου να εντοπιστεί η βέλτιστη λύση.

## 7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- 1) Καρλαύτης, Μ.Γ., και Λαγαρός, Ν.Δ., 2010, *Επιχειρησιακή έρευνα και βελτιστοποίηση για μηχανικούς*, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα.
- 2) ΟΣΥ ΑΕ ΟΔΙΚΕΣ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΕΣ, *επίσημη ιστοσελίδα της ΟΣΥ ΑΕ*, <http://www.osy.gr/>, τελευταία πρόσβαση: Ιούλιος 2014
- 3) Jiang Yi and Sinha Kumares C., (1989), Dynamic Optimization Model for Bridge Management Systems
- 4) Khasnabis Snehamay, M.Asce; Alsaidi Emadeddin; and Ellis Richaard Darin, (2002, November), Optimal Allocation of resources To Meet Transit Fleet Requirements, *Journal of Transportation Engineering*.128:509-518
- 5) Mathew Tom V., Khasnabis Snehamay, Mishra Sabyasachee, Optimal resource allocation among transit agencies for fleet management, *Transport Research Part A* 44 (2010) 418-432
- 6) Mishra Sabyasachee; Mathew Tom V.; and Khasnabis Snehamay, M. ASCE, (2010, April), Single-Stage Integer Programming Model for Long-Term Transit Fleet Resource Allocation, *Journal of Transportation Engineering*. 136:218-290
- 7) Lagaros Nikos D., Ph.D., M. ASCE; Kepaptsoglou Konstantinos, Ph.D., M.ASCE; and Karlaftis Matthew G., Ph.D., M.ASCE, Fund Allocation for Civil Infrastructure Security Upgrade, *Journal of Management in Engineering*, (2013). 29:172-182

8) Zanakis Stelios H., Mandakovic Tomislav, Gupta Sushil K., Sahay Sundee and Hong Sungwan, A Review of Program Evaluation and Fund Allocation Methods within the service and Government Sectors, Socio-Econ. Plann. Sci. Vol. 29, No.1, pp. 59-79, (1995)



## 8. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΟΔΙΚΕΣ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΕΣ «Ο.ΣΥ. Α.Ε.»  
Ετήσιες Οικονομικές καταστάσεις 1/1 – 31/12/2011

		<u>31/12/2011</u>	<u>31/12/2010</u>
<b>ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟ</b>	Σημείωση		
<b>Μη κυκλοφορούντα περιουσιακά στοιχεία Ενεργητικού</b>			
Ενσώματα Πάγια	4.1	486.753.985,59	338.736.469,94
Άυλα Περιουσιακά Στοιχεία	4.2	311.117,92	497.900,51
Λοιπές μακροπρόθεσμες απαιτήσεις	4.3	<u>262.537,31</u>	<u>62.200,36</u>
<b>Σύνολο</b>		<b><u>487.327.640,82</u></b>	<b><u>339.296.570,81</u></b>
<b>Κυκλοφορούντα περιουσιακά στοιχεία Ενεργητικού</b>			
Αποθέματα	4.4	26.511.333,00	19.882.449,64
Εμπορικές Απαιτήσεις	4.5	1.191.229,38	1.856.103,00
Λοιπές Απαιτήσεις & Προκαταβολές	4.6	119.931.338,23	104.510.997,12
Ταμειακά Διαθέσιμα και Ισοδύναμα	4.7	<u>10.080.125,50</u>	<u>3.577.687,69</u>
<b>Σύνολο</b>		<b><u>157.714.026,11</u></b>	<b><u>129.827.237,45</u></b>
<b>Σύνολο Ενεργητικού</b>		<b><u>645.041.666,93</u></b>	<b><u>469.123.808,26</u></b>
<b>ΠΑΘΗΤΙΚΟ</b>			
<b>Ίδια Κεφάλαια</b>			
<b>Μετόχων της Εταιρίας:</b>			
Μετοχικό κεφάλαιο	4.8	1.494.692.579,33	985.207.021,25
Λοιπά Αποθεματικά	4.9	530.480,99	69.460,53
Ποσά προοριζόμενα για αύξηση του Μετοχικού Κεφαλαίου	4.10	2.132.475.115,37	280.807.300,99
Αποτελέσματα εις Νέο		<u>-3.473.026.126,51</u>	<u>-2.573.739.785,29</u>
Ίδια Κεφάλαια		<b><u>154.672.049,18</u></b>	<b><u>-1.307.656.002,52</u></b>
<b>Σύνολο Ιδίων Κεφαλαίων</b>		<b><u>154.672.049,18</u></b>	<b><u>-1.307.656.002,52</u></b>
<b>Μακροπρόθεσμες υποχρεώσεις</b>			
Προβλέψεις για παροχές σε εργαζόμενους	4.11	77.180.028,70	69.009.767,00
Μακροπρόθεσμα Δάνεια	4.12	0,00	1.270.805.863,83
Επιχορηγήσεις ενσωμάτων ακινητοποιήσεων	4.14	55.238.051,65	0,00
Λοιπές προβλέψεις	4.13	8.332.695,71	1.966.679,47
Αναβαλλόμενες φορολογικές υποχρεώσεις	4.24	<u>27.288.386,34</u>	<u>0,00</u>
<b>Σύνολο</b>		<b><u>168.039.162,40</u></b>	<b><u>1.341.782.310,30</u></b>
<b>Βραχυπρόθεσμες υποχρεώσεις</b>			
Προμηθευτές και λοιπές υποχρεώσεις	4.15	53.983.878,99	60.953.166,46
Βραχυπρόθεσμα δάνεια	4.16	0,00	90.382.857,08
Εμπορικές & Λοιπές Υποχρεώσεις.	4.17	<u>268.346.576,36</u>	<u>283.661.476,94</u>
<b>Σύνολο</b>		<b><u>322.330.455,35</u></b>	<b><u>434.997.500,48</u></b>
<b>Σύνολο υποχρεώσεων</b>		<b><u>490.369.617,75</u></b>	<b><u>1.776.779.810,78</u></b>
<b>Σύνολο ιδίων κεφαλαίων και υποχρεώσεων</b>		<b><u>645.041.666,93</u></b>	<b><u>469.123.808,26</u></b>

Ο ΠΡΟΕΔΡΟΣ ΤΟΥ Δ.Σ ΚΑΙ ΔΙΕΥΘΥΝΩΝ ΣΥΜΒΟΥΛΟΣ

ΤΟ ΜΕΛΟΣ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ

ΣΑΡΑΝΤΗΣ ΜΙΧΑΛΟΠΟΥΛΟΣ

Ο ΓΕΝ. Δ/ΝΤΗΣ ΑΝΘΡ/ΙΝΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ & ΠΟΡΩΝ

ΣΤΑΜΑΤΗΣ ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΙΟΥ

Ο ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ

Η ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΗ ΛΟΓΙΣΤΗΡΙΟΥ

ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΦΡΑΓΚΑΚΗΣ

ΚΥΡΙΑΚΗ ΚΥΡΜΑΝΙΔΟΥ

ΟΔΙΚΕΣ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΕΣ «Ο.ΣΥ. Α.Ε.»  
Ετήσιες Οικονομικές καταστάσεις 1/1 – 31/12/2011

<b>ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΕΙΣΟΔΗΜΑΤΟΣ</b>			
		<u>31/12/2011</u>	<u>31/12/2010</u>
	<b>Σημείωση</b>		
Κύκλος εργασιών	<b>4.18</b>	124.460.341,60	97.937.935,35
Κόστος πωλήσεων	<b>4.19</b>	<u>-354.392.495,78</u>	<u>-366.339.538,40</u>
<b>Μικτό Αποτέλεσμα</b>		<b><u>-229.932.154,18</u></b>	<b><u>-268.401.603,05</u></b>
Έσοδα επιχορηγήσεων για κάλυψη κόστους συγκοινωνιακού έργου	<b>4.18</b>	127.960.758,92	66.305.854,89
		<b><u>-101.971.395,26</u></b>	<b><u>-202.095.748,16</u></b>
Έξοδα διοίκησης	<b>4.19</b>	-22.655.078,69	-21.443.366,96
Έξοδα διαθέσεως	<b>4.19</b>	-4.898.067,57	-3.401.603,79
Λοιπά Έξοδα	<b>4.20</b>	-13.042.762,27	-6.490.126,93
Λοιπά Έσοδα	<b>4.21</b>	<u>21.569.471,34</u>	<u>8.819.001,14</u>
<i>Λειτουργικό Αποτέλεσμα Προ Φόρων, Χρηματοδοτικών και επενδυτικών αποτελεσμάτων.</i>		<u>-120.997.832,45</u>	<u>-224.611.844,70</u>
Χρηματοοικονομικά έξοδα	<b>4.22</b>	-22.332.594,60	-76.635.737,21
Χρηματοοικονομικά έσοδα	<b>4.23</b>	98.290,47	968.014,77
<i>Αποτέλεσμα Προ Φόρων</i>		<u>-143.232.136,58</u>	<u>-300.279.567,14</u>
Δαπάνη / Έσοδο Φόρου Εισοδήματος	<b>4.24</b>	0,00	0,00
Αναβαλλόμενος φόρος εισοδήματος	<b>4.24</b>	<u>-27.288.386,34</u>	<u>0,00</u>
<b>Αποτελέσματα Μετά Από Φόρους</b>		<b><u>-170.520.522,92</u></b>	<b><u>-300.279.567,14</u></b>

Ο ΠΡΟΕΔΡΟΣ ΤΟΥ Δ.Σ ΚΑΙ ΔΙΕΥΘΥΝΩΝ ΣΥΜΒΟΥΛΟΣ

ΤΟ ΜΕΛΟΣ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ

ΣΑΡΑΝΤΗΣ ΜΙΧΑΛΟΠΟΥΛΟΣ

Ο ΓΕΝ. Δ/ΝΤΗΣ ΑΝΘΡ/ΙΝΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ & ΠΟΡΩΝ

ΣΤΑΜΑΤΗΣ ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΙΟΥ

Ο ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ

Η ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΗ ΛΟΓΙΣΤΗΡΙΟΥ

ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΦΡΑΓΚΑΚΗΣ

ΚΥΡΙΑΚΗ ΚΥΡΜΑΝΙΔΟΥ

<b>Κατάσταση Μεταβολών Ιδίων Κεφαλαίων</b>							
		Μετοχικό Κεφάλαιο	Τακτικό Αποθεματικό	Αποθεματικά Κεφάλαια	Αποτελέσματα εις νέον	Ποσά για αύξηση μετοχικού κεφαλαίου	Σύνολο Ιδίων Κεφαλαίων Μετόχων Εταιρίας
<b>Υπόλοιπο Κατά Δ.Λ.Π. την</b>	<b>31/12/2009</b>	<b>914.633.587,43</b>	<b>19.960,53</b>	<b>0,00</b>	<b>-2.273.460.218,15</b>	<b>70.573.390,84</b>	<b>-1.288.233.279,35</b>
Αύξηση Μετοχικού Κεφαλαίου		70.573.390,84	49.500,00	0,00	0,00	-70.573.390,84	49.500,00
Ποσά για αύξηση μετοχικού κεφαλαίου		42,98	0,00	0,00	0,00	280.807.300,99	280.807.343,97
Λοιπές Προσαρμογές Καθαρής Θέσης Εκτός Αποτελεσμάτων Περιόδου		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Καθαρό Αποτέλεσμα Περιόδου	1/1-31/12/2010	0,00	0,00	0,00	-300.279.567,14	0,00	-300.279.567,14
<b>Υπόλοιπο Κατά Δ.Λ.Π. την</b>	<b>31/12/2010</b>	<b><u>985.207.021,25</u></b>	<b><u>69.460,53</u></b>	<b><u>0,00</u></b>	<b><u>-2.573.739.785,29</u></b>	<b><u>280.807.300,99</u></b>	<b><u>-1.307.656.002,52</u></b>
<b>Ποσά ΗΛΠΑΠ 4/3/2011 (ισολ. Μετασηματισμού)</b>	<b>4/3/2011</b>	<b>509.485.558,08</b>	<b>59.826,11</b>	<b>401.194,35</b>	<b>-728.765.818,30</b>	<b>56.890.551,82</b>	<b>-161.928.687,94</b>
Μεταφορά σε λογ/σμο επιχορηγήσεων		0,00	0,00	0,00	0,00	-36.594.664,36	-36.594.664,36
Αποθεματικά από διαγραφή χρεών βάσει Ν.3920/2011		0,00	0,00	0,00	0,00	1.831.371.926,92	1.831.371.926,92
Καθαρό Αποτέλεσμα Περιόδου	1/1-31/12/2011	0,00	0,00	0,00	-170.520.522,92	0,00	-170.520.522,92
<b>Υπόλοιπο Κατά Δ.Λ.Π. την</b>	<b>31/12/2011</b>	<b><u>1.494.692.579,33</u></b>	<b><u>129.286,64</u></b>	<b><u>401.194,35</u></b>	<b><u>-3.473.026.126,51</u></b>	<b><u>2.132.475.115,37</u></b>	<b><u>154.672.049,18</u></b>

Ο ΠΡΟΕΔΡΟΣ ΤΟΥ Δ.Σ ΚΑΙ ΔΙΕΥΘΥΝΩΝ ΣΥΜΒΟΥΛΟΣ

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ

Ο ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ

ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΦΡΑΓΚΑΚΗΣ

ΤΟ ΜΕΛΟΣ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ

ΣΑΡΑΝΤΗΣ ΜΙΧΑΛΟΠΟΥΛΟΣ

Ο ΓΕΝ. Δ/ΝΤΗΣ ΑΝΘΡ/ΙΝΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ & ΠΟΡΩΝ

ΣΤΑΜΑΤΗΣ ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΙΟΥ

Η ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΗ ΛΟΓΙΣΤΗΡΙΟΥ

ΚΥΡΙΑΚΗ ΚΥΡΜΑΝΙΔΟΥ

**Κατάσταση Ταμειακών Ροών**

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΑΜΕΙΑΚΩΝ ΡΟΩΝ ΧΡΗΣΕΩΣ		
Ποσά εκφρασμένα σε ευρώ	2011	2010
<b>Αποτέλεσμα Προ Φόρων (Κέρδος / Ζημία)</b>	<b>-151.991.422,73</b>	<b>-300.279.567,14</b>
Πλέον / Μείον Προσαρμογές για:		
Αποσβέσεις	39.662.078,03	24.313.492,98
Απομειώσεις ενσώματων και αύλων παγίων περιουσιακών στοιχείων		
Προβλέψεις	-11.338.260,03	-1.570.273,63
Συναλλαγματικές διαφορές		0,00
Αποτελέσματα (έσοδα,έξοδα,κέρδη και ζημιές) επενδυτικής δραστηριότητας.		0,00
Χρεωστικοί τόκοι και συναφή έξοδα	24.775.236,15	75.658.811,30
Πιστωτικοί τόκοι και συναφή έξοδα	-98.290,47	-968.014,77
<i>Πλέον / Μείον Προσαρμογές για μεταβολές Λογ/μών Κεφαλαίου Κίνησης:</i>		
Αύξηση / Μείωση αποθεμάτων	2.724.095,95	3.370.817,46
Αύξηση / Μείωση Απαιτήσεων (Πλην Επενδύσεων,Αποθεμάτων & Διαθεσίμων)	-8.427.265,08	-26.187.726,45
Αύξηση / Μείωση Υποχρεώσεων (Πλην Δανειακών)	-10.194.259,52	171.319.692,43
<b>Μείον :</b>		
Χρεωστικοί τόκοι και συναφή έξοδα καταβεβλημένα	-24.775.236,15	-73.455.502,91
Καταβλημένοι φόροι		0,00
<b>Σύνολο εισροών / (εκροών) Από Λειτουργικές Δραστηριότητες (α)</b>	<b>-139.663.323,85</b>	<b>-127.798.270,73</b>
<b>Επενδυτικές δραστηριότητες</b>		
Αγορές Παγίων (Πληρωμές)	-10.846.426,42	-55.384.890,03
Πωλήσεις Παγίων /επιχορηγήσεις(Εισπράξεις)	4.392.998,79	238.681,05
Αγορές Λουπών Επενδύσεων (Πληρωμές)	40.000,00	-62.790,70
Τόκοι Εισπραχθέντες	<u>98.290,47</u>	<u>968.014,77</u>
<b>Σύνολο εισροών/(εκροών) από Επενδυτικές Δραστηριότητες (β)</b>	<b><u>-6.315.137,16</u></b>	<b><u>-54.240.984,91</u></b>
<b>Χρηματοδοτικές δραστηριότητες</b>		
Εισπράξεις από Αύξηση Αποθεματικών	1.794.725.094,74	280.807.343,97
Εισπράξεις από εκδοθέντα / αναληφθέντα δάνεια	0,00	876.394,80
Εξοφλήσεις Δανείων	-1.645.321.778,28	-109.273.725,68
<b>Ταμειακές Ροές Από Χρηματοδοτικές Δραστηριότητες</b>	<b><u>149.403.316,46</u></b>	<b><u>172.410.013,09</u></b>
<b>Καθαρές Ταμειακές Ροές Από Χρηματοδοτικές Δραστηριότητες</b>	<b><u>149.403.316,46</u></b>	<b><u>172.410.013,09</u></b>
<b>ΚΑΘΑΡΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΜΕΤΡΗΤΩΝ &amp; ΙΣΟΔΥΝΑΜΩΝ (Α+Β+Γ)</b>	<b><u>3.424.855,45</u></b>	<b><u>-9.629.242,55</u></b>
<b>ΤΑΜΕΙΑΚΑ ΔΙΑΘΕΣΙΜΑ &amp; ΙΣΟΔΥΝΑΜΑ ΕΝΑΡΞΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ</b>	<b><u>6.655.270,05</u></b>	<b><u>13.206.930,24</u></b>
<b>ΤΑΜΕΙΑΚΑ ΔΙΑΘΕΣΙΜΑ &amp; ΙΣΟΔΥΝΑΜΑ ΛΗΞΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ</b>	<b><u>10.080.125,50</u></b>	<b><u>3.577.687,69</u></b>

Στους αποτελεσματικούς λογαριασμούς της Κατάστασης Ταμειακών Ροών περιλαμβάνονται τα αντίστοιχα ποσά της περιόδου 1/1/2011-4/3/2011 της «Η.Λ.Π.Α.Π. Α.Ε.»

Ο ΠΡΟΕΔΡΟΣ ΤΟΥ Δ.Σ ΚΑΙ ΔΙΕΥΘΥΝΩΝ ΣΥΜΒΟΥΛΟΣ

ΤΟ ΜΕΛΟΣ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ

ΣΑΡΑΝΤΗΣ ΜΙΧΑΛΟΠΟΥΛΟΣ

Ο ΓΕΝ. Δ/ΝΤΗΣ ΑΝΘΡ/ΙΝΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ & ΠΟΡΩΝ

ΣΤΑΜΑΤΗΣ ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΙΟΥ

Ο ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ

Η ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΗ ΛΟΓΙΣΤΗΡΙΟΥ

ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΦΡΑΓΚΑΚΗΣ

ΚΥΡΙΑΚΗ ΚΥΡΜΑΝΙΔΟΥ

<b>ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΘΕΣΗΣ</b>		Σημείωση	<u>31/12/2012</u>	<u>31/12/2011</u>
<b>Ε Ν Ε Ρ Γ Η Τ Ι Κ Ο</b>				
<b>Μη κυκλοφορούντα περιουσιακά στοιχεία Ενεργητικού</b>				
Ενσώματα Πάγια	4.1		452.692.592,32	486.753.985,59
Άυλα Περιουσιακά Στοιχεία	4.2		121.446,66	311.117,92
Λοιπές μακροπρόθεσμες απαιτήσεις	4.3		<u>267.486,91</u>	<u>262.537,31</u>
<b>Σύνολο</b>			<b><u>453.081.525,89</u></b>	<b><u>487.327.640,82</u></b>
<b>Κυκλοφορούντα περιουσιακά στοιχεία Ενεργητικού</b>				
Αποθέματα	4.4		22.809.276,56	26.511.333,00
Εμπορικές Απαιτήσεις	4.5		986.863,31	1.191.229,38
Λοιπές Απαιτήσεις & Προκαταβολές	4.6		110.079.810,51	119.931.338,23
Ταμειακά Διαθέσιμα και Ισοδύναμα	4.7		<u>3.675.614,33</u>	<u>10.080.125,50</u>
<b>Σύνολο</b>			<b><u>137.551.564,71</u></b>	<b><u>157.714.026,11</u></b>
<b>Σύνολο Ενεργητικού</b>			<b><u>590.633.090,60</u></b>	<b><u>645.041.666,93</u></b>
<b>Π Α Θ Η Τ Ι Κ Ο</b>				
<b>Ίδια Κεφάλαια</b>				
<b>Μετόχων της Εταιρίας:</b>				
Μετοχικό κεφάλαιο	4.8		1.494.692.579,33	1.494.692.579,33
Λοιπά Αποθεματικά	4.9		530.480,99	530.480,99
Ποσά προοριζόμενα για αύξηση του Μετοχικού Κεφαλαίου	4.10		2.132.475.115,37	2.132.475.115,37
Αποτελέσματα εις Νέο			-3.525.082.108,20	-3.473.026.126,51
Ίδια Κεφάλαια			<b><u>102.616.067,49</u></b>	<b><u>154.672.049,18</u></b>
<b>Σύνολο Ιδίων Κεφαλαίων</b>			<b><u>102.616.067,49</u></b>	<b><u>154.672.049,18</u></b>
<b>Μακροπρόθεσμες υποχρεώσεις</b>				
Προβλέψεις για παροχές σε εργαζόμενους	4.11		77.649.559,51	77.180.028,70
Επιχορηγήσεις ενσωμάτων ακινητοποιήσεων	4.14		56.156.837,03	55.238.051,65
Λοιπές προβλέψεις	4.13		8.559.298,48	8.332.695,71
Αναβαλλόμενες φορολογικές υποχρεώσεις	4.24		<u>22.504.405,89</u>	<u>27.288.386,34</u>
<b>Σύνολο</b>			<b><u>164.870.100,91</u></b>	<b><u>168.039.162,40</u></b>
<b>Βραχυπρόθεσμες υποχρεώσεις</b>				
Προμηθευτές και λοιπές υποχρεώσεις	4.15		66.118.706,85	53.983.878,99
Εμπορικές & Λοιπές Υποχρεώσεις	4.17		<u>257.028.215,35</u>	<u>268.346.576,36</u>
<b>Σύνολο</b>			<b><u>323.146.922,20</u></b>	<b><u>322.330.455,35</u></b>
<b>Σύνολο υποχρεώσεων</b>			<b><u>488.017.023,11</u></b>	<b><u>490.369.617,75</u></b>
<b>Σύνολο ιδίων κεφαλαίων και υποχρεώσεων</b>			<b><u>590.633.090,60</u></b>	<b><u>645.041.666,93</u></b>

Ο ΠΡΟΕΔΡΟΣ ΤΟΥ Δ.Σ ΚΑΙ ΔΙΕΥΘΥΝΩΝ ΣΥΜΒΟΥΛΟΣ

ΤΟ ΜΕΛΟΣ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ

ΙΩΑΝΝΗΣ Δ. ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ

ΧΑΡΙΛΑΟΣ Κ. ΣΟΦΙΑΝΟΠΟΥΛΟΣ

Ο ΓΕΝ. Δ/ΝΤΗΣ ΑΝΘΡ/ΙΝΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ & ΠΟΡΩΝ

ΣΤΑΜΑΤΗΣ Ν. ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΙΟΥ

Ο ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ

Η ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΗ ΛΟΓΙΣΤΗΡΙΟΥ

ΓΕΩΡΓΙΟΣ Κ. ΦΡΑΓΚΑΚΗΣ

ΚΥΡΙΑΚΗ Σ. ΚΥΡΜΑΝΙΔΟΥ

ΟΔΙΚΕΣ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΕΣ «Ο.ΣΥ. Α.Ε.»  
 Ετήσιες Οικονομικές καταστάσεις 1/1 – 31/12/2012

<b>ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΕΙΣΟΔΗΜΑΤΟΣ</b>			
		<u>31/12/2012</u>	<u>31/12/2011</u>
	Σημείωση		
Κύκλος εργασιών	4.18	124.506.007,14	124.460.341,60
Κόστος πωλήσεων	4.19	<u>-324.969.770,94</u>	<u>-354.392.495,78</u>
<b>Μικτό Αποτέλεσμα</b>		<b><u>-200.463.763,80</u></b>	<b><u>-229.932.154,18</u></b>
Έσοδα επιχορηγήσεων για κάλυψη κόστους συγκοινωνιακού έργου	4.18	156.293.330,44	127.960.758,92
		<u>-44.170.433,36</u>	<u>-101.971.395,26</u>
Έξοδα διοίκησης	4.19	-17.151.746,54	-22.655.078,69
Έξοδα διαθέσεως	4.19	-3.515.343,21	-4.898.067,57
Λοιπά Έξοδα	4.20	-9.117.725,46	-13.042.762,27
Λοιπά Έσοδα	4.21	<u>17.956.999,34</u>	<u>21.569.471,34</u>
<i>Λειτουργικό Αποτέλεσμα Προ Φόρων, Χρηματοδοτικών και επενδυτικών αποτελεσμάτων.</i>		<u>-55.998.249,23</u>	<u>-120.997.832,45</u>
Χρηματοοικονομικά έξοδα	4.22	-932.227,90	-22.332.594,60
Χρηματοοικονομικά έσοδα	4.23	90.514,99	98.290,47
<i>Αποτέλεσμα Προ Φόρων</i>		<u>-56.839.962,14</u>	<u>-143.232.136,58</u>
Δαπάνη / Έσοδο Φόρου Εισοδήματος	4.24	0,00	0,00
Αναβαλλόμενος φόρος εισοδήματος	4.24	<u>4.783.980,45</u>	<u>-27.288.386,34</u>
<b>Αποτελέσματα Μετά Από Φόρους</b>		<b><u>-52.055.981,69</u></b>	<b><u>-170.520.522,92</u></b>

Ο ΠΡΟΕΔΡΟΣ ΤΟΥ Δ.Σ ΚΑΙ ΔΙΕΥΘΥΝΩΝ ΣΥΜΒΟΥΛΟΣ

ΤΟ ΜΕΛΟΣ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ

ΙΩΑΝΝΗΣ Δ. ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ

ΧΑΡΙΛΑΟΣ Κ. ΣΟΦΙΑΝΟΠΟΥΛΟΣ

Ο ΓΕΝ. Δ/ΝΤΗΣ ΑΝΘΡ/ΙΝΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ & ΠΟΡΩΝ

ΣΤΑΜΑΤΗΣ Ν. ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΙΟΥ

Ο ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ

Η ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΗ ΛΟΓΙΣΤΗΡΙΟΥ

ΓΕΩΡΓΙΟΣ Κ. ΦΡΑΓΚΑΚΗΣ

ΚΥΡΙΑΚΗ Σ. ΚΥΡΜΑΝΙΔΟΥ

Κατάσταση Μεταβολών Ιδίων Κεφαλαίων		Μετοχικό Κεφάλαιο	Τακτικό Αποθεματικό	Αποθεματικά Κεφάλαια	Αποτελέσματα εις νέον	Ποσά για αύξηση μετοχικού κεφαλαίου	Σύνολο Ιδίων Κεφαλαίων Μετόχων Εταιρίας
Υπόλοιπο Κατά Δ.Λ.Π. την	31/12/2010	<u>985.207.021,25</u>	<u>69.460,53</u>	<u>0,00</u>	<u>-2.573.739.785,29</u>	<u>280.807.300,99</u>	<u>-1.307.656.002,52</u>
Ποσά ΗΛΠΑΠ 4/3/2011 (ισολ. Μετασχηματισμού)	4/3/2011	509.485.558,08	59.826,11	401.194,35	-728.765.818,30	56.890.551,82	-161.928.687,94
Μεταφορά σε λογ/σμο επιχορηγήσεων		0,00	0,00	0,00	0,00	-36.594.664,36	-36.594.664,36
Αποθεματικά από διαγραφή χρεών βάσει Ν.3920/2011		0,00	0,00	0,00	0,00	1.831.371.926,92	1.831.371.926,92
Καθαρό Αποτέλεσμα Περιόδου	1/1-31/12/2011	<u>0,00</u>	<u>0,00</u>	<u>0,00</u>	<u>-170.520.522,92</u>	<u>0,00</u>	<u>-170.520.522,92</u>
Υπόλοιπο Κατά Δ.Λ.Π. την	31/12/2011	<u>1.494.692.579,33</u>	<u>129.286,64</u>	<u>401.194,35</u>	<u>-3.473.026.126,51</u>	<u>2.132.475.115,37</u>	<u>154.672.049,18</u>
Αύξηση Μετοχικού Κεφαλαίου		0,00	0,00	0,00	0,00		0,00
Ποσά για αύξηση μετοχικού κεφαλαίου		0,00	0,00	0,00	0,00		0,00
Αποθεματικά από διαγραφή χρεών βάσει Ν.3920/2011		0,00	0,00	0,00	0,00		0,00
Λοιπές Προσαρμογές Καθαρής Θέσης Εκτός Αποτελεσμάτων Περιόδου		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Καθαρό Αποτέλεσμα Περιόδου	1/1-31/12/2012	<u>0,00</u>	<u>0,00</u>	<u>0,00</u>	<u>-52.055.981,69</u>	<u>0,00</u>	<u>-52.055.981,69</u>
Υπόλοιπο Κατά Δ.Λ.Π. την	31/12/2012	<u>1.494.692.579,33</u>	<u>129.286,64</u>	<u>401.194,35</u>	<u>-3.525.082.108,20</u>	<u>2.132.475.115,37</u>	<u>102.616.067,49</u>

Ο ΠΡΟΕΔΡΟΣ ΤΟΥ Δ.Σ ΚΑΙ ΔΙΕΥΘΥΝΩΝ ΣΥΜΒΟΥΛΟΣ

ΙΩΑΝΝΗΣ Δ. ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ

Ο ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ

ΓΕΩΡΓΙΟΣ Κ. ΦΡΑΓΚΑΚΗΣ

ΤΟ ΜΕΛΟΣ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ

ΧΑΡΙΛΑΟΣ Κ. ΣΟΦΙΑΝΟΠΟΥΛΟΣ

Ο ΓΕΝ. Δ/ΝΤΗΣ ΑΝΘΡ/ΙΝΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ & ΠΟΡΩΝ

ΣΤΑΜΑΤΗΣ Ν. ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΙΟΥ

Η ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΗ ΛΟΓΙΣΤΗΡΙΟΥ

ΚΥΡΙΑΚΗ Σ. ΚΥΡΜΑΝΙΔΟΥ



**Κατάσταση Ταμειακών Ροών**

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΑΜΕΙΑΚΩΝ ΡΟΩΝ ΧΡΗΣΕΩΣ		
Ποσά εκφρασμένα σε ευρώ	2012	2011
<b>Αποτέλεσμα Προ Φόρων (Κέρδος / Ζημία)</b>	<b>-56.839.962,14</b>	<b>-151.991.422,73</b>
Πλέον / Μείον Προσαρμογές για:		
Αποσβέσεις	38.978.179,06	39.662.078,03
Απομειώσεις ενσώματων και άυλων παγίων περιουσιακών στοιχείων		
Προβλέψεις	696.133,58	<b>-11.338.260,03</b>
Συναλλαγματικές διαφορές	0,00	0,00
Αποτελέσματα (έσοδα,έξοδα,κέρδη και ζημιές) επενδυτικής δραστηριότητας.	0,00	0,00
Χρεωστικοί τόκοι και συναφή έξοδα	932.227,90	24.775.236,15
Πιστωτικοί τόκοι και συναφή έξοδα	<b>-90.514,99</b>	<b>-98.290,47</b>
<i>Πλέον / Μείον Προσαρμογές για μεταβολές Λογ/μών Κεφαλαίου Κίνησης:</i>		
Αύξηση / Μείωση αποθεμάτων	3.702.056,44	2.724.095,95
Αύξηση / Μείωση Απαιτήσεων (Πλην Επενδύσεων,Αποθεμάτων & Διαθεσίμων)	10.055.893,79	<b>-8.427.265,08</b>
Αύξηση / Μείωση Υποχρεώσεων (Πλην Δανειακών)	816.466,85	<b>-10.194.259,52</b>
<b>Μείον :</b>		
Χρεωστικοί τόκοι και συναφή έξοδα καταβεβλημένα	<b>-932.227,90</b>	<b>-24.775.236,15</b>
Καταβλημένοι φόροι		
<b>Σύνολο εισροών / (εκροών) Από Λειτουργικές Δραστηριότητες (α)</b>	<b>-2.681.747,41</b>	<b>-139.663.323,85</b>
<b>Επενδυτικές δραστηριότητες</b>		
Αγορές Παγίων (Πληρωμές)	<b>-5.085.625,36</b>	<b>-10.846.426,42</b>
Πωλήσεις Παγίων /επιχορηγήσεις(Εισπράξεις)	1.277.296,21	4.392.998,79
Αγορές Λοιπών Επενδύσεων (Πληρωμές)	<b>-4.949,60</b>	40.000,00
Τόκοι Εισπραχθέντες	<u>90.514,99</u>	<u>98.290,47</u>
<b>Σύνολο εισροών/(εκροών) από Επενδυτικές Δραστηριότητες (β)</b>	<b><u>-3.722.763,76</u></b>	<b><u>-6.315.137,16</u></b>
<b>Χρηματοδοτικές δραστηριότητες</b>		
Εισπράξεις από Αύξηση Αποθεματικών	0,00	1.794.725.094,74
Εισπράξεις από εκδοθέντα / αναληφθέντα δάνεια	0,00	0,00
Εξοφλήσεις Δανείων	0,00	<b>-1.645.321.778,28</b>
<b>Ταμειακές Ροές Από Χρηματοδοτικές Δραστηριότητες</b>	<b><u>0,00</u></b>	<b><u>149.403.316,46</u></b>
<b>Καθαρές Ταμειακές Ροές Από Χρηματοδοτικές Δραστηριότητες</b>	<b><u>0,00</u></b>	<b><u>149.403.316,46</u></b>
<b>ΚΑΘΑΡΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΜΕΤΡΗΤΩΝ &amp; ΙΣΟΔΥΝΑΜΩΝ (Α+Β+Γ)</b>	<b><u>-6.404.511,17</u></b>	<b><u>3.424.855,45</u></b>
<b>ΤΑΜΕΙΑΚΑ ΔΙΑΘΕΣΙΜΑ &amp; ΙΣΟΔΥΝΑΜΑ ΕΝΑΡΞΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ</b>	<b><u>10.080.125,50</u></b>	<b><u>6.655.270,05</u></b>
<b>ΤΑΜΕΙΑΚΑ ΔΙΑΘΕΣΙΜΑ &amp; ΙΣΟΔΥΝΑΜΑ ΛΗΞΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ</b>	<b><u>3.675.614,33</u></b>	<b><u>10.080.125,50</u></b>

Ο ΠΡΟΕΔΡΟΣ ΤΟΥ Δ.Σ ΚΑΙ ΔΙΕΥΘΥΝΩΝ ΣΥΜΒΟΥΛΟΣ

ΤΟ ΜΕΛΟΣ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ

ΙΩΑΝΝΗΣ Δ. ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ

ΧΑΡΙΛΑΟΣ Κ. ΣΟΦΙΑΝΟΠΟΥΛΟΣ

Ο ΓΕΝ. Δ/ΝΤΗΣ ΑΝΘΡ/ΙΝΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ &amp; ΠΟΡΩΝ

ΣΤΑΜΑΤΗΣ Ν. ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΙΟΥ

Ο ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ

Η ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΗ ΛΟΓΙΣΤΗΡΙΟΥ

ΓΕΩΡΓΙΟΣ Κ. ΦΡΑΓΚΑΚΗΣ

ΚΥΡΙΑΚΗ Σ. ΚΥΡΜΑΝΙΔΟΥ

ΟΔΙΚΕΣ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΕΣ «Ο.ΣΥ. Α.Ε.»  
Ετήσιες Οικονομικές καταστάσεις 1/1 – 31/12/2013

ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΘΕΣΗΣ		Σημείωση		
		<u>31/12/2013</u>	<u>31/12/2012</u>	<u>1/1/2012</u>
Ε Ν Ε Ρ Γ Η Τ Ι Κ Ο			(ΑΝΑΘΕΩΡΗΜΕΝΟ*)	(ΑΝΑΘΕΩΡΗΜΕΝΟ*)
<b>Μη κυκλοφορούντα περιουσιακά στοιχεία Ενεργητικού</b>				
Ενσώματα Πάγια	4.1	416.821.755,85	452.692.592,32	486.753.985,59
Άυλα Περιουσιακά Στοιχεία	4.2	94.584,39	121.446,66	311.117,92
Λοιπές μακροπρόθεσμες απαιτήσεις	4.3	<u>267.638,91</u>	<u>267.486,91</u>	<u>262.537,31</u>
<b>Σύνολο</b>		<b><u>417.183.979,15</u></b>	<b><u>453.081.525,89</u></b>	<b><u>487.327.640,82</u></b>
<b>Κυκλοφορούντα περιουσιακά στοιχεία Ενεργητικού</b>				
Αποθέματα	4.4	21.120.948,20	22.809.276,56	26.511.333,00
Εμπορικές Απαιτήσεις	4.5	765.174,36	986.863,31	1.191.229,38
Λοιπές Απαιτήσεις & Προκαταβολές	4.6	21.491.690,89	110.079.810,51	119.931.338,23
Ταμειακά Διαθέσιμα και Ισοδύναμα	4.7	<u>17.195.365,10</u>	<u>3.675.614,33</u>	<u>10.080.125,50</u>
<b>Σύνολο</b>		<b><u>60.573.178,55</u></b>	<b><u>137.551.564,71</u></b>	<b><u>157.714.026,11</u></b>
<b>Σύνολο Ενεργητικού</b>		<b><u>477.757.157,70</u></b>	<b><u>590.633.090,60</u></b>	<b><u>645.041.666,93</u></b>
<b>Π Α Θ Η Τ Ι Κ Ο</b>				
<b>Ίδια Κεφάλαια</b>				
<b>Μετόχων της Εταιρίας:</b>				
Μετοχικό κεφάλαιο	4.8	1.494.692.579,33	1.494.692.579,33	1.494.692.579,33
Λοιπά Αποθεματικά	4.9	2.252.639.765,35	530.480,99	530.480,99
Ποσά προοριζόμενα για αύξηση του Μετοχικού Κεφαλαίου	4.10	0,00	2.132.475.115,37	2.132.475.115,37
Αποτελέσματα εις Νέο		-3.487.732.834,43	-3.488.852.146,80	-3.465.296.896,62
Ίδια Κεφάλαια		<b><u>259.599.510,25</u></b>	<b><u>138.846.028,89</u></b>	<b><u>162.401.279,07</u></b>
<b>Σύνολο Ιδίων Κεφαλαίων</b>		<b><u>259.599.510,25</u></b>	<b><u>138.846.028,89</u></b>	<b><u>162.401.279,07</u></b>
<b>Μακροπρόθεσμες υποχρεώσεις</b>				
Προβλέψεις για παροχές σε εργαζόμενους	4.11	23.241.249,17	32.362.107,76	67.518.491,34
Επιχορηγήσεις ενσωμάτων ακινητοποιήσεων	4.14	57.312.682,72	56.156.837,03	55.238.051,65
Λοιπές προβλέψεις	4.13	14.698.758,44	8.559.298,48	8.332.695,71
Αναβαλλόμενες φορολογικές υποχρεώσεις	4.24	<u>36.324.449,34</u>	<u>31.561.896,24</u>	<u>29.220.693,81</u>
<b>Σύνολο</b>		<b><u>131.577.139,67</u></b>	<b><u>128.640.139,51</u></b>	<b><u>160.309.932,51</u></b>
<b>Βραχυπρόθεσμες υποχρεώσεις</b>				
Προμηθευτές και λοιπές υποχρεώσεις	4.15	43.629.954,35	66.118.706,85	53.983.878,99
Εμπορικές & Λοιπές Υποχρεώσεις.	4.17	<u>42.950.553,44</u>	<u>257.028.215,35</u>	<u>268.346.576,36</u>
<b>Σύνολο</b>		<b><u>86.580.507,79</u></b>	<b><u>323.146.922,20</u></b>	<b><u>322.330.455,35</u></b>
<b>Σύνολο υποχρεώσεων</b>		<b><u>218.157.647,46</u></b>	<b><u>451.787.061,71</u></b>	<b><u>482.640.387,86</u></b>
<b>Σύνολο ιδίων κεφαλαίων και υποχρεώσεων</b>		<b><u>477.757.157,70</u></b>	<b><u>590.633.090,60</u></b>	<b><u>645.041.666,93</u></b>
*Αναπροσαρμοσμένο μετά την εφαρμογή του αναθεωρημένου ΔΛΠ 19 "Παροχές σε εργαζομένους"				

Ο ΠΡΟΕΔΡΟΣ ΤΟΥ Δ.Σ ΚΑΙ ΔΙΕΥΘΥΝΩΝ ΣΥΜΒΟΥΛΟΣ

ΤΟ ΜΕΛΟΣ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ

ΙΩΑΝΝΗΣ Δ. ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ

ΧΑΡΙΛΑΟΣ Κ. ΣΟΦΙΑΝΟΠΟΥΛΟΣ

Ο ΓΕΝ. Δ/ΝΤΗΣ ΑΝΘΡ/ΙΝΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ & ΠΟΡΩΝ

ΣΤΑΜΑΤΗΣ Ν. ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΙΟΥ

Ο ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ

Η ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΗ ΛΟΓΙΣΤΗΡΙΟΥ

ΓΕΩΡΓΙΟΣ Κ. ΦΡΑΓΚΑΚΗΣ

ΚΥΡΙΑΚΗ Σ. ΚΥΡΜΑΝΙΔΟΥ

ΟΔΙΚΕΣ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΕΣ «Ο.ΣΥ. Α.Ε.»  
 Ετήσιες Οικονομικές καταστάσεις 1/1 – 31/12/2013

<b>ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΕΙΣΟΔΗΜΑΤΟΣ</b>	Σημείωση	<u>1/1-31/12/2013</u>	<u>1/1-31/12/2012</u> (ΑΝΑΘΕΩΡΗΜΕΝΟ*)
Κύκλος εργασιών	4.18	109.085.205,85	124.506.007,14
Κόστος πωλήσεων	4.19	<u>-266.273.345,65</u>	<u>-325.210.727,94</u>
<b>Μικτό Αποτέλεσμα</b>		<b><u>-157.188.139,80</u></b>	<b><u>-200.704.720,80</u></b>
Έσοδα επιχορηγήσεων για κάλυψη κόστους συγκοινωνιακού έργου	4.18	143.217.201,72	156.293.330,44
		<u>-13.970.938,08</u>	<u>-44.411.390,36</u>
Έξοδα διοίκησης	4.19	-14.045.137,66	-17.151.746,54
Έξοδα διαθέσεως	4.19	-2.954.232,64	-3.515.343,21
Λοιπά Έξοδα	4.20	-10.423.729,03	-9.117.725,46
Λοιπά Έσοδα	4.21	<u>36.595.280,88</u>	<u>17.956.999,34</u>
<i>Λειτουργικό Αποτέλεσμα Προ Φόρων, Χρηματοδοτικών και επενδυτικών αποτελεσμάτων.</i>		<u>-4.798.756,53</u>	<u>-56.239.206,23</u>
Χρηματοοικονομικά έξοδα	4.22	-1.541.648,86	-932.227,90
Χρηματοοικονομικά έσοδα	4.23	211.542,77	90.514,99
<i>Αποτέλεσμα Προ Φόρων</i>		<u>-6.128.862,62</u>	<u>-57.080.919,14</u>
Δαπάνη / Έσοδο Φόρου Εισοδήματος	4.24	0,00	0,00
Αναβαλλόμενος φόρος εισοδήματος	4.24	<u>-1.639.763,79</u>	<u>4.832.171,85</u>
<b>Αποτελέσματα Μετά Από Φόρους (Α)</b>		<b><u>-7.768.626,41</u></b>	<b><u>-52.248.747,29</u></b>
			-
<b>Λοιπά συνολικά εισοδήματα :</b>			-
Αναλογιστικά κέρδη/ (ζημίες)		12.010.728,07	35.866.871,39
Αναβαλλόμενος φόρος εισοδήματος	4.24	<u>-3.122.789,30</u>	<u>-7.173.374,28</u>
<b>Λοιπά συνολικά έσοδα μετά από φόρους (Β)</b>		<b><u>8.887.938,77</u></b>	<b><u>28.693.497,11</u></b>
			-
<b>Συγκεντρωτικά λοιπά συνολικά εισοδήματα (Α) + (Β)</b>		<b><u>1.119.312,36</u></b>	<b><u>-23.555.250,17</u></b>
<b>*Αναπροσαρμοσμένο μετά την εφαρμογή του αναθεωρημένου ΔΛΠ 19 "Παροχές σε εργαζομένους"</b>			

Ο ΠΡΟΕΔΡΟΣ ΤΟΥ Δ.Σ ΚΑΙ ΔΙΕΥΘΥΝΩΝ ΣΥΜΒΟΥΛΟΣ

ΤΟ ΜΕΛΟΣ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ

ΙΩΑΝΝΗΣ Δ. ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ

ΧΑΡΙΛΑΟΣ Κ. ΣΟΦΙΑΝΟΠΟΥΛΟΣ

Ο ΓΕΝ. Δ/ΝΤΗΣ ΑΝΘΡ/ΙΝΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ & ΠΟΡΩΝ

ΣΤΑΜΑΤΗΣ Ν. ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΙΟΥ

Ο ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ

Η ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΗ ΛΟΓΙΣΤΗΡΙΟΥ

ΓΕΩΡΓΙΟΣ Κ. ΦΡΑΓΚΑΚΗΣ

ΚΥΡΙΑΚΗ Σ. ΚΥΡΜΑΝΙΔΟΥ

<b>Κατάσταση Μεταβολών Ιδίων Κεφαλαίων</b>						
	<b>Μετοχικό Κεφάλαιο</b>	<b>Τακτικό Αποθεματικό</b>	<b>Αποθεματικά Κεφάλαια</b>	<b>Αποτελέσματα εις νέον</b>	<b>Ποσά για αύξηση μετοχικού κεφαλαίου</b>	<b>Σύνολο Ιδίων Κεφαλαίων</b>
<b>Υπόλοιπο Κατά Δ.Λ.Π. την 31/12/2011 (δημοσιευμένο)</b>	<b><u>1.494.692.579,33</u></b>	<b><u>129.286,64</u></b>	<b><u>401.194,35</u></b>	<b><u>-3.473.026.126,51</u></b>	<b><u>2.132.475.115,37</u></b>	<b><u>154.672.049,18</u></b>
Προσαρμογές σύμφωνα με ΔΛΠ 19	0,00	0,00	0,00	7.729.229,89	0,00	7.729.229,89
<b>Υπόλοιπο Κατά Δ.Λ.Π. την 31/12/2011 (αναθεωρημένο)</b>	<b><u>1.494.692.579,33</u></b>	<b><u>129.286,64</u></b>	<b><u>401.194,35</u></b>	<b><u>-3.465.296.896,62</u></b>	<b><u>2.132.475.115,37</u></b>	<b><u>162.401.279,07</u></b>
Καθαρό Αποτέλεσμα Περιόδου 1/1-31/12/2012	0,00	0,00	0,00	-52.248.747,29	0,00	-52.248.747,29
Λοιπά συνολικά εισοδήματα / (ζημίες) μετά από φόρους	0,00	0,00	0,00	28.693.497,11	0,00	28.693.497,11
<b>Υπόλοιπο Κατά Δ.Λ.Π. την 31/12/2012</b>	<b><u>1.494.692.579,33</u></b>	<b><u>129.286,64</u></b>	<b><u>401.194,35</u></b>	<b><u>-3.488.852.146,80</u></b>	<b><u>2.132.475.115,37</u></b>	<b><u>138.846.028,89</u></b>
<b>Υπόλοιπο Κατά Δ.Λ.Π. την 31/12/2012 (δημοσιευμένο)</b>	<b><u>1.494.692.579,33</u></b>	<b><u>129.286,64</u></b>	<b><u>401.194,35</u></b>	<b><u>-3.525.082.108,20</u></b>	<b><u>2.132.475.115,37</u></b>	<b><u>102.616.067,49</u></b>
Προσαρμογές σύμφωνα με ΔΛΠ 19	0,00	0,00	0,00	36.229.961,40	0,00	36.229.961,40
<b>Υπόλοιπο Κατά Δ.Λ.Π. την 31/12/2012 (αναθεωρημένο)</b>	<b><u>1.494.692.579,33</u></b>	<b><u>129.286,64</u></b>	<b><u>401.194,35</u></b>	<b><u>-3.488.852.146,80</u></b>	<b><u>2.132.475.115,37</u></b>	<b><u>138.846.028,89</u></b>
Ποσά για αύξηση μετοχικού κεφαλαίου	0,00	0,00	0,00	0,00	-2.132.475.115,37	-2.132.475.115,37
Αποθεματικά από διαγραφή χρεών βάσει Ν.3920/2011	0,00	0,00	2.252.109.284,36	0,00	0,00	2.252.109.284,36
Καθαρό Αποτέλεσμα Περιόδου 1/1-31/12/2013	0,00	0,00	0,00	-7.768.626,41	0,00	-7.768.626,41
Λοιπά συνολικά εισοδήματα / (ζημίες) μετά από φόρους	0,00	0,00	0,00	8.887.938,77		8.887.938,77
<b>Υπόλοιπο Κατά Δ.Λ.Π. την 31/12/2013</b>	<b><u>1.494.692.579,33</u></b>	<b><u>129.286,64</u></b>	<b><u>2.252.510.478,71</u></b>	<b><u>-3.487.732.834,43</u></b>	<b><u>0,00</u></b>	<b><u>259.599.510,25</u></b>

Ο ΠΡΟΕΔΡΟΣ ΤΟΥ Δ.Σ ΚΑΙ ΔΙΕΥΘΥΝΩΝ ΣΥΜΒΟΥΛΟΣ

ΙΩΑΝΝΗΣ Δ. ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ

Ο ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ

ΓΕΩΡΓΙΟΣ Κ. ΦΡΑΓΚΑΚΗΣ

Ο ΓΕΝ. Δ/ΝΤΗΣ ΑΝΘΡ/ΙΝΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ & ΠΟΡΩΝ

ΣΤΑΜΑΤΗΣ Ν. ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΙΟΥ

ΤΟ ΜΕΛΟΣ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ

ΧΑΡΙΛΑΟΣ Κ. ΣΟΦΙΑΝΟΠΟΥΛΟΣ

Η ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΗ ΛΟΓΙΣΤΗΡΙΟΥ

ΚΥΡΙΑΚΗ Σ. ΚΥΡΜΑΝΙΔΟΥ

**Κατάσταση Ταμειακών Ροών**

Ποσά εκφρασμένα σε ευρώ	<u>1/1-31/12/2013</u>	<u>1/1-31/12/2012</u>
<b>Αποτέλεσμα Προ Φόρων (Κέρδος / Ζημία)</b>	<b>-6.128.862,62</b>	<b>-57.080.919,14</b>
Πλέον / Μείον Προσαρμογές για:		
Αποσβέσεις	39.208.949,29	38.978.179,06
Απομειώσεις ενσώματων και αύλων παγίων περιουσιακών στοιχείων		
Προβλέψεις	-2.981.398,63	937.090,58
Συναλλαγματικές διαφορές	0,00	0,00
Αποτελέσματα (έσοδα, έξοδα, κέρδη και ζημιές) επενδυτικής δραστηριότητας.	0,00	0,00
Χρεωστικοί τόκοι και συναφή έξοδα	1.541.648,86	932.227,90
Πιστωτικοί τόκοι και συναφή έξοδα	-211.542,77	-90.514,99
Πλέον / Μείον Προσαρμογές για μεταβολές Λογ/μών Κεφαλαίου Κίνησης:		
Αύξηση / Μείωση αποθεμάτων	1.688.328,36	3.702.056,44
Αύξηση / Μείωση Απαιτήσεων (Πλην Επενδύσεων, Αποθεμάτων & Διαθεσίμων)	88.809.808,57	10.055.893,79
Αύξηση / Μείωση Υποχρεώσεων (Πλην Δανειακών)	-236.566.414,41	816.466,85
<b>Μείον :</b>		
Χρεωστικοί τόκοι και συναφή έξοδα καταβεβλημένα	-1.541.648,86	-932.227,90
Καταβλημένοι φόροι	0,00	0,00
<b>Σύνολο εισροών / (εκροών) Από Λειτουργικές Δραστηριότητες (α)</b>	<b>-116.181.132,21</b>	<b>-2.681.747,41</b>
<b>Επενδυτικές δραστηριότητες</b>		
Αγορές Παγίων (Πληρωμές)	-3.396.879,41	-5.085.625,36
Πωλήσεις Παγίων /επιχορηγήσεις(Εισπράξεις)	85.628,86	1.277.296,21
Αγορές Λοιπών Επενδύσεων (Πληρωμές)	-152,00	-4.949,60
Τόκοι Εισπραχθέντες	<u>211.542,77</u>	<u>90.514,99</u>
<b>Σύνολο εισροών/(εκροών) από Επενδυτικές Δραστηριότητες (β)</b>	<b>-3.099.859,78</b>	<b>-3.722.763,76</b>
<b>Χρηματοδοτικές δραστηριότητες</b>		
Εισπράξεις από Αύξηση Αποθεματικών	131.644.897,07	0,00
Εισπράξεις από εκδοθέντα / αναληφθέντα δάνεια	0,00	0,00
Εισπράξεις επιχορηγήσεων	1.155.845,69	0,00
Εξοφλήσεις Δανείων	0,00	0,00
<b>Ταμειακές Ροές Από Χρηματοδοτικές Δραστηριότητες</b>	<b><u>132.800.742,76</u></b>	<b><u>0,00</u></b>
<b>Καθαρές Ταμειακές Ροές Από Χρηματοδοτικές Δραστηριότητες</b>	<b><u>132.800.742,76</u></b>	<b><u>0,00</u></b>
<b>ΚΑΘΑΡΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΜΕΤΡΗΤΩΝ &amp; ΙΣΟΔΥΝΑΜΩΝ (Α+Β+Γ)</b>	<b><u>13.519.750,77</u></b>	<b><u>-6.404.511,17</u></b>
<b>ΤΑΜΕΙΑΚΑ ΔΙΑΘΕΣΙΜΑ &amp; ΙΣΟΔΥΝΑΜΑ ΕΝΑΡΞΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ</b>	<b><u>3.675.614,33</u></b>	<b><u>10.080.125,50</u></b>
<b>ΤΑΜΕΙΑΚΑ ΔΙΑΘΕΣΙΜΑ &amp; ΙΣΟΔΥΝΑΜΑ ΛΗΞΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ</b>	<b><u>17.195.365,10</u></b>	<b><u>3.675.614,33</u></b>

Ο ΠΡΟΕΔΡΟΣ ΤΟΥ Δ.Σ ΚΑΙ ΔΙΕΥΘΥΝΩΝ ΣΥΜΒΟΥΛΟΣ

ΤΟ ΜΕΛΟΣ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ

ΙΩΑΝΝΗΣ Δ. ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ

ΧΑΡΙΛΑΟΣ Κ. ΣΟΦΙΑΝΟΠΟΥΛΟΣ

Ο ΓΕΝ. Δ/ΝΤΗΣ ΑΝΘΡ/ΙΝΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ &amp; ΠΟΡΩΝ

ΣΤΑΜΑΤΗΣ Ν. ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΙΟΥ

Ο ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ

Η ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΗ ΛΟΓΙΣΤΗΡΙΟΥ

ΓΕΩΡΓΙΟΣ Κ. ΦΡΑΓΚΑΚΗΣ

ΚΥΡΙΑΚΗ Σ. ΚΥΡΜΑΝΙΔΟΥ