

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ



Πτυχιακή Εργασία

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΑΠΟ
ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ ΣΤΙΣ ΠΟΛΕΙΣ ΤΗΣ
ΚΥΠΡΟΥ

Γεωργία Χαραλάμπους

Λεμεσός [2013]

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Πτυχιακή Εργασία

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΑΠΟ
ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ ΣΤΙΣ ΠΟΛΕΙΣ ΤΗΣ
ΚΥΠΡΟΥ

Γεωργία Χαραλάμπους

Σύμβουλος καθηγητής
Δρ. Θεόδωρος Ζαχαριάδης

Λεμεσός [2013]

Πνευματικά δικαιώματα

Copyright © Γεωργία Χαραλάμπους, [2013]

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της πτυχιακής εργασίας από το Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Περιβάλλοντος του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον επιβλέποντα καθηγητή της πτυχιακής εργασίας μου Δρ. Θεόδωρο Ζαχαριάδη, για την στήριξη και την καθοδήγηση που μου παρείχε, καθώς και όσους βοήθησαν και συμπαραστάθηκαν στην εκπόνηση αυτής της εργασίας.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	iv
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	v
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	vii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ.....	ix
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ	x
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	xi
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	1
1.1 Μέσα μεταφοράς.....	1
1.2 Κόστος από την χρήση των μέσων μεταφοράς.....	2
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	4
2.1 Κυκλοφοριακή συμφόρηση.....	4
2.1.1 Αξία του χρόνου ταξιδιού.....	6
2.1.2 Κυκλοφοριακός φόρτος.....	10
2.1.3 Ταχύτητα μετακινήσεων.....	15
2.1.4 Οριακό εξωτερικό κόστος	20
2.2 Οδικά ατυχήματα	27
2.3 Ατμοσφαιρική ρύπανση	30
2.3.1 Υπολογισμός συντελεστών εκπομπής των αερίων (NO _x , NMVOC, SO ₂ και PM) και σταθμισμένου μέσου όρου	32
2.3.2 Υπολογισμός οριακού εξωτερικού κόστους.....	35
2.4 Ηχορύπανση από τα μέσα μεταφοράς.....	37
2.5 Κλιματικές αλλαγές.....	38
2.5.1 Υπολογισμός οριακού εξωτερικού κόστους.....	41
2.6 Άλλες επιδράσεις.....	43
2.7 Ιδιωτικό κόστος.....	45
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	48
3.1 Συνολικό εξωτερικό κόστος.....	48
3.2 Σύγκριση κόστους όλων των επιπτώσεων από τα μέσα μεταφοράς.....	49
3.3 Σύγκριση ιδιωτικού και εξωτερικού κόστους	50
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	51
4.1 Χρήση δημόσιων μεταφορικών μέσων	51

4.2 Χρέωση ανά χιλιόμετρο ή ανά λίτρο καυσίμου	52
4.3 Χρέωση ανά τύπο αυτοκινήτου.....	53
4.4 Αστικά διόδια	55
4.5 Ανάπτυξη υποδομής του μεταφορικού συστήματος.....	55
4.6 Οικολογική οδήγηση.....	56
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	58
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	59
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	61
5.1 Λεπτομερής υπολογισμός εκπομπών ρύπων για τον υπολογισμό του εξωτερικού κόστους λόγω αέριας ρύπανσης και εκπομπών του Θερμοκηπίου	61
5.2 Υπολογισμός σταθμισμένου μέσου όρου κυκλοφοριακής συμφόρησης και κατανάλωσης των καυσίμων.....	86

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Αξία του χρόνου ταξιδιού στην οδική κυκλοφορία	9
Πίνακας 2: Κυκλοφοριακός φόρτος με κατεύθυνση προς την πόλη	10
Πίνακας 3: Κυκλοφοριακός φόρτος με κατεύθυνση έξω από την πόλη.....	11
Πίνακας 4: Λεωφόρος Λάρνακος το Σάββατο και την Κυριακή με κατεύθυνση προς την πόλη	13
Πίνακας 5: Λεωφόρος Λάρνακος το Σάββατο και την Κυριακή με κατεύθυνση έξω από την πόλη.....	14
Πίνακας 6: Συντελεστές a, b και c	15
Πίνακας 7: Ταχύτητα ταξιδιού με κατεύθυνση προς την πόλη	16
Πίνακας 8: Ταχύτητα ταξιδιού με κατεύθυνση έξω από την πόλη.....	17
Πίνακας 9: dv/dq με κατεύθυνση προς την πόλη	18
Πίνακας 10: dv/dq με κατεύθυνση έξω από την πόλη.....	19
Πίνακας 11: Ποσοστό χιλιομέτρων που διανύονται ανά ώρα της ημέρας ανάλογα με τον τύπο ταξιδιού	20
Πίνακας 12: Οριακό εξωτερικό κόστος της κυκλοφοριακής συμφόρησης με κατεύθυνση προς την πόλη για τα αυτοκίνητα	21
Πίνακας 13: Οριακό εξωτερικό κόστος της κυκλοφοριακής συμφόρησης με κατεύθυνση έξω από την πόλη για τα αυτοκίνητα	22
Πίνακας 14: Οριακό εξωτερικό κόστος της κυκλοφοριακής συμφόρησης με κατεύθυνση προς την πόλη για τα φορτηγά.....	24
Πίνακας 15: Οριακό εξωτερικό κόστος της κυκλοφοριακής συμφόρησης με κατεύθυνση έξω από την πόλη για τα φορτηγά.....	25
Πίνακας 16: Σταθμισμένος μέσος όρος με κατεύθυνση προς και έξω από την πόλη και ο μέσος όρος τους για τα αυτοκίνητα	26

Πίνακας 17: Σταθμισμένος μέσος όρος με κατεύθυνση προς και έξω από την πόλη και ο μέσος όρος τους για τα αυτοκίνητα	27
Πίνακας 18: Οριακό εξωτερικό κόστος των οδικών ατυχημάτων με αυτοκίνητα (Eurocents'2010/οχηματοχιλιόμετρο)	30
Πίνακας 19: Οριακό εξωτερικό κόστος των οδικών ατυχημάτων με μοτοσυκλέτες/μοτοποδήλατα (Eurocents'2010/οχηματοχιλιόμετρο)	30
Πίνακας 20: Οριακό εξωτερικό κόστος των οδικών ατυχημάτων με φορτηγά (Eurocents'2010/οχηματοχιλιόμετρο)	30
Πίνακας 21: Κόστος της ατμοσφαιρικής ρύπανσης εκφρασμένο σε Ευρώ'2010	32
Πίνακας 22: Οριακό εξωτερικό κόστος της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στις αστικές οδούς (Eurocents'2010/οχηματοχιλιόμετρο).....	35
Πίνακας 23: Εκπομπές αέριων ρύπων από τα μέσα μεταφοράς (1999-2010).....	36
Πίνακας 24: Οριακό εξωτερικό κόστος του θορύβου στις αστικές περιοχές (Eurocents'2010/οχηματοχιλιόμετρο)	38
Πίνακας 25: Εξωτερικό κόστος του άνθρακα (Ευρώ/τόνο CO ₂)	39
Πίνακας 26: Εξωτερικό κόστος από τις εκπομπές CO ₂ στους τέσσερις δρόμους (€'2010/οχηματοχιλιόμετρο)	41
Πίνακας 27: Συνολικό κόστος εκπομπής των αερίων του θερμοκηπίου (€'2010/οχηματοχιλιόμετρο)	42
Πίνακας 28: Εξωτερικό κόστος για άλλες επιδράσεις των επιβατηγών οχημάτων (Eurocents'2010/οχηματοχιλιόμετρο)	43
Πίνακας 29: Ιδιωτικό κόστος λόγω συμφόρησης σε Eurocents'2010 ανά οχηματοχιλιόμετρο με κατεύθυνση προς την πόλη	45
Πίνακας 30: Ιδιωτικό κόστος λόγω συμφόρησης σε Eurocents'2010 ανά οχηματοχιλιόμετρο με κατεύθυνση έξω από την πόλη.....	46
Πίνακας 31: Συνολικό ιδιωτικό κόστος για το 2010 (Eurocents ανά οχηματοχιλιόμετρο)	47
Πίνακας 32: Εκτιμώμενο ύψος κόστους επιβάρυνσης στους χρήστες ιδιωτικών αυτοκινήτων.....	53

Πίνακας 33: Οριακό κοινωνικό κόστος (Eurocents/χιλιόμετρο) της αέριας ρύπανσης από αυτοκίνητα ανά έτος κατασκευής τους.....	54
---	----

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Εικόνα 1: Συνολικός αριθμός οχημάτων από το 1990-2011	1
Εικόνα 2: Παράδειγμα εξωτερικού κόστους επιβατηγών μεταφορών	1
Εικόνα 3: Κυκλοφοριακός φόρτος στη Λεωφόρο Μακαρίου	12
Εικόνα 4: Κυκλοφοριακός φόρτος στη Λεωφόρο Λεμεσού.....	Error! Bookmark not defined.
Εικόνα 5: Κυκλοφοριακός φόρτος στη Λεωφόρο Λάρνακος.....	12
Εικόνα 6: Κυκλοφοριακός φόρτος στο μικρό δρόμο.....	1
Εικόνα 7: Οδικά τροχαία δυστυχήματα και θύματα	1
Εικόνα 8: Εκπομπές καυσαερίων από τα μέσα μεταφοράς για τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.....	1
Εικόνα 9: Συνολικό κοινωνικό κόστος	1
Εικόνα 10: Αποτελέσματα εξωτερικού κόστους κάθε εξωτερικότητας όλων των δρόμων	1
Εικόνα 11: Εξωτερικό και ιδιωτικό κόστος.....	1

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

VOT:	Αξία του χρόνου
MEC:	Οριακό εξωτερικό κόστος
ΑΕΠ:	Ακαθάριστο εγχώριο προϊόν
PPS:	Μονάδες αγοραστικής δύναμης
O&M:	Λειτουργία και συντήρηση οχήματος

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η μετακίνηση των επιβατών και η μεταφορά των εμπορευμάτων με τα διάφορα συγκοινωνιακά μέσα αποτελεί σημαντικό παράγοντα, με τεράστια σημασία στην οικονομική ανάπτυξη μίας χώρας και στην εξυπηρέτηση των καθημερινών αναγκών και δραστηριοτήτων των ανθρώπων. Τα μέσα μεταφοράς είναι ένα σπουδαίο επίτευγμα για την πραγματοποίηση καθημερινών και βασικών δραστηριοτήτων των πολιτών εξοικονομώντας τους πολύτιμο χρόνο. Το αυτοκίνητο αποτελεί το πιο συνηθισμένο μέσο καθημερινής μετακίνησης το οποίο χρησιμοποιείται στη μεταφορά των χρηστών του στους χώρους εργασίας, σε κάποια υπηρεσία ή αγορά, σε χώρους αναψυχής διανύοντας μεγάλες αποστάσεις σε μικρό χρονικό διάστημα.

Στην Κύπρο τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μία αύξηση του πληθυσμού των αυτοκινήτων, κάτι που παρόλα τα πλεονεκτήματα που προσφέρουν στη ζωή μας, έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση του οικονομικού και περιβαλλοντικού κόστους που επωμίζεται το κοινωνικό σύνολο καθώς και ο χρήστης του αυτοκινήτου. Ορισμένες δραστηριότητες, οι οποίες επιβάλουν την χρήση των μέσων μεταφορών επιφέρουν ορισμένες ανεπιθύμητες επιπτώσεις όπως κυκλοφοριακή συμφόρηση, κίνδυνος πρόκλησης οδικών ατυχημάτων, ηχορύπανση και περιβαλλοντικές επιπτώσεις όπως εκπομπές αέριων ρύπων στην ατμόσφαιρα και επιδείνωση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Όλες αυτές οι επιπτώσεις καλούνται εξωτερικές και συμπεριλαμβάνονται στο εξωτερικό κόστος το οποίο καλείται να πληρώσει η κοινωνία. Επιπλέον, υπάρχει το ιδιωτικό κόστος που περιλαμβάνει το κόστος των καυσίμων και συντήρησης ενός οχήματος το οποίο αναλαμβάνει να πληρώσει ο ιδιοκτήτης του συγκεκριμένου οχήματος. Σε αντίθεση με το ιδιωτικό κόστος, το εξωτερικό κόστος αγνοείται από τους οδηγούς αφού δεν το πληρώνουν οι ίδιοι, ενώ οι περισσότεροι από αυτούς δεν αντιλαμβάνονται τις επιπτώσεις που προκαλούν με αυτές τους οι δραστηριότητες.

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιήθηκε ο υπολογισμός και η εκτίμηση του κοινωνικού κόστους από τη χρήση των αυτοκινήτων στις πόλεις της Κύπρου, μέσω της εκτίμησης του κόστους που επιφέρει κάθε επίπτωση των μέσων μεταφοράς

ξεχωριστά. Πιο συγκεκριμένα, πάρθηκαν κυκλοφοριακά δεδομένα για το έτος 2010 για τους δρόμους Μακαρίου, Λεμεσού, Λάρνακος και ένα μικρό δρόμο. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών που πραγματοποιήθηκαν, το μεγαλύτερο μέρος του συνολικού κοινωνικού κόστους προέρχεται από την κυκλοφοριακή συμφόρηση. Το εξωτερικό κόστος κατά τη διάρκεια των ωρών αιχμής, δηλαδή κατά τις πρωινές και απογευματινές ώρες μίας εργάσιμης μέρας είναι μέχρι και πέντε φορές μεγαλύτερο από ότι το ιδιωτικό κόστος, υπερβαίνοντας το ένα Ευρώ ανά χιλιόμετρο. Κατά τις νυχτερινές ώρες το μεγαλύτερο εξωτερικό κόστος προξενείται από τα οδικά ατυχήματα και δεν διαφέρει σημαντικά από το ιδιωτικό κόστος. Τα κόστη λόγω ηχορύπανσης και αέριας ρύπανσης είναι συγκριτικά χαμηλότερα από τα υπόλοιπα.

Το υπολογιζόμενο εξωτερικό κόστος επιδεικνύει την αναγκαιότητα διαμόρφωσης πολιτικών για την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών και οικονομικών επιπτώσεων από τα μέσα μεταφοράς προς όφελος της κοινωνίας. Μερικά από τα μέτρα πολιτικής που καλείται το κράτος να υλοποιήσει και να προωθήσει είναι η χρήση δημοσίων συγκοινωνιακών μέσων, η χρέωση ανά χιλιόμετρο ή ανά λίτρο καυσίμου, η χρέωση ανά τύπου αυτοκινήτου, η εφαρμογή αστικών διοδίων, και η ανάπτυξη υποδομής και εκσυγχρονισμού του μεταφορικού συστήματος με στόχο τη βιώσιμη ανάπτυξη. Τέλος, το κράτος μπορεί μέσω των διάφορων διαθέσιμων μέσων που υπάρχουν να ενημερώσει ένα μεγάλο πλήθος των ανθρώπων για το θέμα της «οικολογικής οδήγησης». Αυτό το μέτρο έχει ως πρωταρχικό ρόλο επίτευξης του, την ανάπτυξη περιβαλλοντικής συνείδησης από όλους τους χρήστες ή μη των μέσων μεταφοράς.

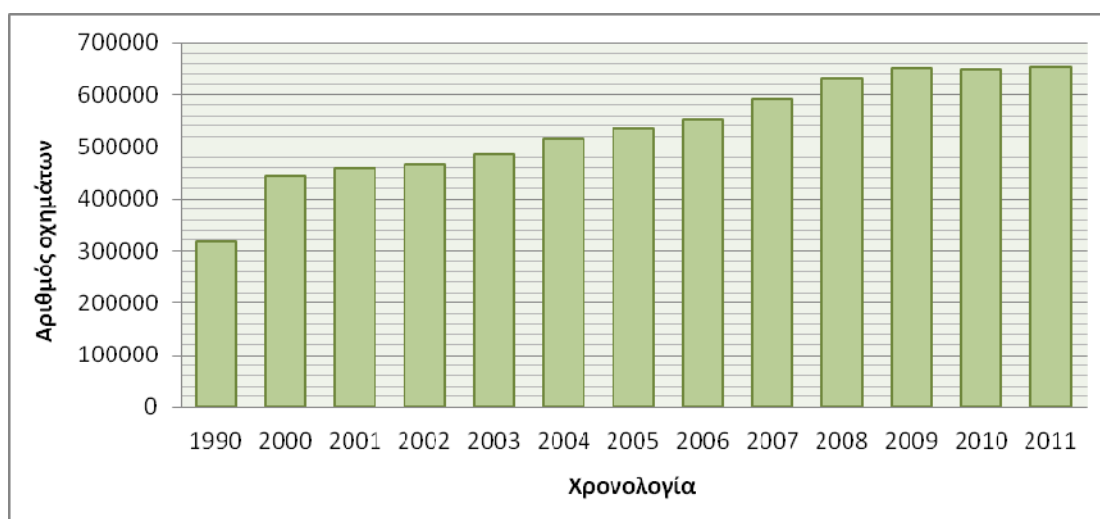
Η αποτίμηση του κόστους από τη χρήση αυτοκινήτων στην Κύπρο έγινε με βάση μια πανευρωπαϊκά αποδεκτή μέθοδο, προσαρμοσμένη στα κοινωνικά και οικονομικά δεδομένα της Κύπρου με τη χρήση πληροφοριών από κυκλοφοριακές μετρήσεις που έχουν διενεργήσει το Τμήμα Δημοσίων Έργων και το Τμήμα Επιθεώρησης Εργασίας σε κυπριακές πόλεις για το έτος 2010.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 Μέσα μεταφοράς

Τα μέσα μεταφοράς διαδραματίζουν σπουδαίο και καθοριστικό ρόλο στην καθημερινότητα των ανθρώπων, καθώς αποτελούν μέσο υλοποίησης αρκετών αναγκών και δραστηριοτήτων τους, εξοικονομώντας τους πολύτιμο χρόνο. Η μεγάλη σημασία των μέσων μεταφοράς, κυρίως των αυτοκινήτων, και η ολοένα αυξανόμενες απαιτήσεις των ανθρώπων έχουν οδηγήσει σήμερα στην υπερβολική χρήση των ιδιωτικών οχημάτων. Σύμφωνα με την Στατιστική Υπηρεσία της Κύπρου ο συνολικός αριθμός των οχημάτων από το 1990 έως το 2011 έχει τριπλασιαστεί όπως παρατηρείται και στην εικόνα 1.

Πηγή: Στατιστική Υπηρεσία Κύπρου



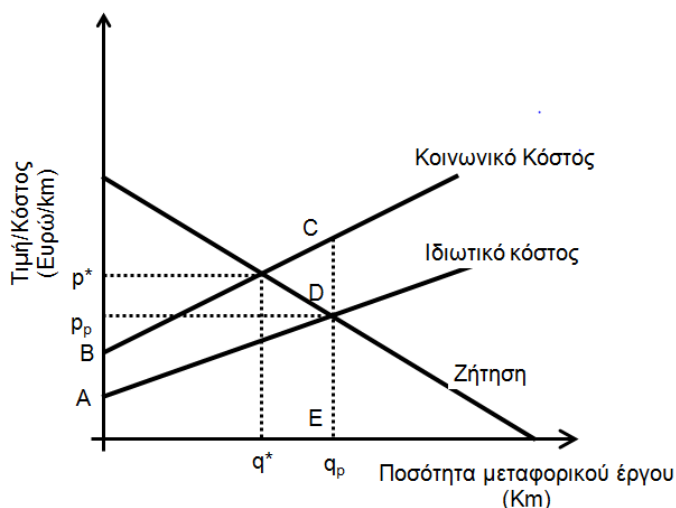
Εικόνα 1: Συνολικός αριθμός οχημάτων από το 1990-2011

Ο αριθμός των οχημάτων χρόνο με το χρόνο αυξάνεται σχεδόν κατά δέκα χιλιάδες ακόμα και περισσότερο παρόλα τα κόστη που καλείται ο χρήστης τους να πληρώσει για τις δραστηριότητες που εκτελεί. Αυτό οφείλεται κυρίως στην λανθασμένη νοοτροπία του Κύπριου πολίτη αλλά και στην έλλειψη δημοσίων μέσων μεταφοράς στην Κύπρο. Το κράτος τα τελευταία χρόνια εξετάζει το θέμα δημιουργίας δημοσίων μέσων μεταφοράς αναγνωρίζοντας με αυτό τον τρόπο τον ρόλο τους στην ευημερία του κοινωνικού συνόλου.

1.2 Κόστος από την χρήση των μέσων μεταφοράς

Τα μέσα μεταφοράς αν και μεγάλης σημασίας στην ζωή του ανθρώπου, εντούτοις επιφέρουν ένα σημαντικό κόστος το οποίο καλείται να πληρώσει η κοινωνία. Οι συνεχείς δραστηριότητες των μεταφορών και κυρίως η αυξανόμενη χρήση των ιδιωτικών αυτοκινήτων έχει μία σειρά από ανεπιθύμητες συνέπειες όπως κυκλοφοριακή συμφόρηση, οδικά ατυχήματα, ηχορύπανση και περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Οι συνέπειες αυτές καλούνται εξωτερικότητες και επιφέρουν το εξωτερικό κόστος. Το εξωτερικό κόστος είναι το κόστος των δραστηριοτήτων που επωμίζεται η κοινωνία λόγω μίας δραστηριότητας που προκύπτει ακούσια από κάποιον που δεν πληρώνει τη συγκεκριμένη δραστηριότητα. Αντίθετα, το ιδιωτικό κόστος είναι το κόστος που καλείται να πληρώσει αυτός που προκαλεί αυτή τη συγκεκριμένη δραστηριότητα. Στο ιδιωτικό κόστος λαμβάνεται η συντήρηση του οχήματος και το κόστος των καυσίμων που καταναλώνονται.

Πηγή: Dr. Theodoros Zachariadis, Assesment of external costs from the use cars in Cypriot cities



Εικόνα 2: Παράδειγμα εξωτερικού κόστους επιβατηγών μεταφορών

Στην εικόνα 2, η οποία αποτελεί παράδειγμα εξωτερικού κόστους επιβατηγών μεταφορών, είναι η γραφική παράσταση της τιμής/κόστους των μεταφορών σε ευρώ ανά χιλιόμετρο ως προς την ποσότητα του μεταφορικού έργου εκφρασμένο σε χιλιόμετρα. Στο διάγραμμα αυτό υπάρχουν τρεις ευθείες οι οποίες αντικατοπτρίζουν

το κοινωνικό και το ιδιωτικό κόστος και την ζήτηση. Με q^* συμβολίζεται η βέλτιστη ποσότητα του μεταφορικού έργου και p^* η αντίστοιχη βέλτιστη τιμή κοινωνικού κόστους. Όπως φαίνεται από την εικόνα 2, όταν το εξωτερικό κόστος δεν λαμβάνεται υπόψη η ζήτηση των μέσων μεταφορών αυξάνεται ($q_p > q^*$), ενώ το κόστος είναι χαμηλότερο από ότι θα ήταν το σωστό ($p_p < p^*$). Αντίθετα όταν λαμβάνεται το εξωτερικό κόστος το οποίο είναι μεγαλύτερο από το ιδιωτικό η ζήτηση των μέσων μεταφοράς μειώνεται από q_p σε q^* και το κόστος αυξάνεται σε p^* . Το CD αντικατοπτρίζει το οριακό εξωτερικό κόστος, το οποίο είναι αυτό που θα υπολογιστεί στην παρούσα εργασία για την υφιστάμενη κυκλοφοριακή κατάσταση των Κυπριακών πόλεων.

Δυστυχώς, το υψηλό εξωτερικό κόστος έναντι του ιδιωτικού οφείλεται κυρίως στο γεγονός πως οι Κύπριοι πολίτες αγνοούν το οικονομικό και περιβαλλοντικό κόστος που επιφέρουν στην κοινωνία τα μέσα μεταφοράς κατά την χρήση τους. Αντίθετα, το ιδιωτικό κόστος καλούνται οι ίδιοι οι χρήστες να το πληρώσουν με αποτέλεσμα να είναι προσεκτικοί και να μην χρησιμοποιούν άσκοπα το όχημα τους όταν δεν είναι διαθέσιμοι να πληρώσουν το κόστος για τη χρησιμοποίησή του.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Τα μέσα μεταφοράς (αυτοκίνητα, φορτηγά, μοτοσυκλέτες, λεωφορεία, πλοία, αεροπλάνα), έχουν μεγάλη σημασία και συμβολή στην καθημερινότητα των ανθρώπων. Τα μέσα μεταφοράς χρησιμεύουν στις μετακινήσεις μεγάλων αποστάσεων για λόγους εργασίας ή ψυχαγωγίας εξοικονομώντας πολύτιμο χρόνο, ενώ μέσω αυτών δημιουργούνται νέες θέσεις εργασίας, αφού χρησιμοποιούνται στο εμπόριο και στην μεταφορά φορτίων και εμπορευμάτων. Την ίδια στιγμή οι δραστηριότητες των μεταφορών και η υπερβολική χρήση, τα τελευταία χρόνια, των ιδιωτικών αυτοκινήτων έχει ως αποτέλεσμα την πρόκληση ανεπιθύμητων επιπτώσεων, όπως η αύξηση της κυκλοφοριακής συμφόρησης, των οδικών ατυχημάτων, της ηχορύπανσης και της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Οι επιπτώσεις αυτές επιφέρουν σημαντικά κόστη τα οποία υπολογίζονται στον παρόν κεφάλαιο.

2.1 Κυκλοφοριακή συμφόρηση

Στην Κύπρο η έλλειψη δημόσιων συγκοινωνιών, ευνοεί την συνεχόμενη αύξηση του πληθυσμού των ιδιωτικών αυτοκινήτων, με αποτέλεσμα τη δημιουργία κυκλοφοριακής συμφόρησης στα οδικά δίκτυα. Ως επακόλουθο της κυκλοφοριακής συμφόρησης, είναι η αύξηση του χρόνου ολοκλήρωσης του ταξιδιού, η κατανάλωση καυσίμου και κατά συνέπεια η αύξηση του ιδιωτικού και εξωτερικού κόστους. Τα κόστη αυτά συνήθως αγνοούνται από τους οδηγούς, καθώς θεωρούνται δεδομένα πως πρέπει να πληρώνονται, κάτι που συνεπάγεται με τη μείωση της κοινωνικής ευημερίας. Σύμφωνα με διεθνείς μελέτες, το φαινόμενο της κυκλοφοριακής συμφόρησης καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος του συνολικού κοινωνικού κόστους.

Το οριακό εξωτερικό κόστος της κυκλοφοριακής συμφόρησης, δηλαδή το κόστος που προκαλείται από μία μικρή αύξηση της δραστηριότητας εκείνης που δημιουργεί το κόστος, έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του κοινωνικού κόστους λόγω του κυκλοφοριακού φόρτου στα οδικά δίκτυα σε διάφορες ώρες μίας εργάσιμης ημέρας.

Το κόστος αυτό μπορεί να υπολογιστεί με βάση τον ακόλουθο τύπο:

$$MEC_{congestion} = (Q_{pass} * VOT_{pass} * OCC + Q_{freight} * VOT_{freight} + LF) * 1 / (v^2(Q)) * (dv/Q) \quad (1)$$

Το οριακό εξωτερικό κόστος λόγω της κυκλοφοριακής συμφόρησης ($MEC_{congestion}$) επηρεάζεται και εξαρτάται από τους εξής παράγοντες.

Όπου Q_{pass} και $Q_{freight}$ είναι ο κυκλοφοριακός φόρτος των επιβατικών αυτοκινήτων και φορτηγών αντίστοιχα (σε οχήματα ανά ώρα), VOT_{pass} και $VOT_{freight}$ είναι η αξία του χρόνου ταξιδιού όταν οι επιβάτες ταξιδεύουν με οχήματα (σε ευρώ ανά επιβάτη ανά ώρα ή σε ευρώ ανά τόνο ανά ώρα), OCC είναι το ποσοστό πληρότητας των οχημάτων (αριθμός επιβατών ανά όχημα), LF είναι ο συντελεστής φορτίου των φορτηγών (σε τόνους που μεταφέρονται ανά όχημα) και v είναι η ταχύτητα του ταξιδιού (σε χιλιόμετρα ανά ώρα).

Είναι φανερό ότι το κόστος της κυκλοφοριακής συμφόρησης είναι αντιστρόφως ανάλογο της ταχύτητας των οχημάτων, η οποία καθορίζει τα επίπεδα κυκλοφοριακής συμφόρησης. Αν ήταν γνωστά ο κυκλοφοριακός φόρτος (Q) και η ταχύτητα ταξιδιού (v) για κάθε δρόμο των κυπριακών πόλεων, θα μπορούσε να υπολογιστεί το MEC ανά δρόμο και μετά να αθροιστούν όλα τα MEC . Επειδή όμως οι μετρήσεις υπάρχουν μόνο για τους κύριους δρόμους, ακολουθήθηκε η εξής προσέγγιση:

Το κόστος συμφόρησης υπολογίστηκε για τρεις διαφορετικούς δρόμους της Λευκωσίας για τους οποίους υπήρχαν πρόσφατες μετρήσεις κυκλοφοριακού φόρτου. Πρόκειται για τις λεωφόρους Μακαρίου, Λεμεσού, Λάρνακος και ένα μικρό δρόμο, όπου θεωρήθηκε ότι αντιπροσωπεύουν ένα ποσοστό της συνολικής κυκλοφορίας στην πόλη. Επίσης υπολογίστηκε το MEC για ένα μικρό δρόμο, ο οποίος υποτέθηκε ότι είναι αντιπροσωπευτικός όλων των μικρότερων δρόμων της πόλης.

Με βάση την εξίσωση (1) για τον υπολογισμό του οριακού εξωτερικού κόστους της κυκλοφοριακής συμφόρησης, πρέπει να γίνει αρχικά ο υπολογισμός των παραμέτρων που απαιτούνται για την επίλυση της εξίσωσης.

2.1.1 Αξία του χρόνου ταξιδιού

Η αξία του χρόνου αποδίδει μία χρηματική αξία για το χρόνο που χάθηκε από τους επιβάτες των οδικών μεταφορών λόγω της κυκλοφοριακής συμφόρησης. Η VOT ποικίλει σημαντικά ανάλογα με το σκοπό του ταξιδιού, δηλαδή αν το ταξίδι γίνεται για επαγγελματικούς σκοπούς, για μεταφορές/μετακινήσεις φορτίων ή για ταξίδια αναψυχής, τον τύπο του δρόμου (αστικοί δρόμοι, αγροτικοί δρόμοι, αυτοκινητόδρομοι) και τον τρόπο μεταφοράς (επιβατικά οχήματα, φορτηγά, λεωφορεία). Στα επαγγελματικά ταξίδια ή στα ταξίδια για τη μεταφορά εμπορευμάτων η αξία του χρόνου εξαρτάται από το κόστος μεταφοράς των επιχειρήσεων και τη σημασία των καθυστερήσεων στην αξιοπιστία τους αλλά και στην ικανοποίηση του πελάτη. Επομένως, οι καθυστερήσεις λόγω της κυκλοφοριακής συμφόρησης αυξάνουν το κοινωνικό κόστος.

Με βάση τα πιο πάνω, οι τιμές για VOT στην Κύπρο υπολογίζονται με βάση το μέσο όρο της Ευρωπαϊκής Ένωσης και την προσαρμογή του κατά κεφαλήν ΑΕΠ της Κύπρου για κάθε τύπο οδικού δικτύου ξεχωριστά και εκφράζεται σε ευρώ ανά επιβάτη ανά ώρα.

Οι τιμές VOT, εκφρασμένες σε Ευρώ του έτους 2002, προέρχονται από το Εγχειρίδιο Υπολογισμού του Εξωτερικού Κόστους των Μεταφορών που ετοιμάστηκε για την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (CE Delft 2007). Οι τιμές αυτές είχαν ήδη εκφραστεί σε Ευρώ'2007 (Zachariadis 2008) και στην παρούσα εργασία μετατράπηκαν σε σταθερές τιμές του έτους 2010 (Ευρώ'2010) με βάση τον αποπληθωριστή του ΑΕΠ. Ο αποπληθωριστής του ΑΕΠ είναι ένας αριθμοδείκτης που μετρά τις μεταβολές όλων των τιμών των αγαθών και υπηρεσιών που παράγονται σε μια οικονομία, εκφρασμένο σε χρηματικές μονάδες. Ο αποπληθωριστής του ΑΕΠ ισούται με το λόγο του ονομαστικού ΑΕΠ στο έτος βάσης το οποίο αποτιμά την αξία της παραγωγής αγαθών και υπηρεσιών σε τρέχουσες τιμές ως προς το ονομαστικό ΑΕΠ το οποίο αποτιμά την αξία της παραγωγής αγαθών και υπηρεσιών σε σταθερές τιμές του έτους βάσης επί εκατό.

Οι τιμές της αξίας του χρόνου ταξιδιού στην οδική κυκλοφορία στην Ευρώπη κατά την επιβατική κίνηση Ευρώ'2002 όπως δίνονται στο εγχειρίδιο, για κάθε τύπο δρόμου και κάθε κατηγορία ταξιδιού είναι:

Αστικοί δρόμοι:

- Επαγγελματικά ταξίδια: 23,8
- Μεταφορές: 9
- Ταξίδια αναψυχής: 7,5

Επαρχιακοί δρόμοι/Αγροτικοί δρόμοι: 9,5

Αυτοκινητόδρομοι:

- Επαγγελματικά ταξίδια: 23,8
- Μεταφορές: 10,9
- Ταξίδια αναψυχής: 9,1

Πολλαπλασιάζοντας τις πιο πάνω τιμές με το λόγο του αποπληθωριστή του ΑΕΠ εκφρασμένο σε Ευρώ'2007 και του αποπληθωριστή του ΑΕΠ εκφρασμένο σε Ευρώ'2002, οι οποίοι προέρχονται από δεδομένα της Στατιστικής Υπηρεσίας, υπολογίζονται οι τιμές της αξίας του χρόνου στην οδική κυκλοφορία στην Ευρώπη κατά την επιβατική κίνηση Ευρώ'2007 για κάθε τύπο δρόμου και κάθε κατηγορία ταξιδιού.

Αποπληθωριστής του ΑΕΠ εκφρασμένο σε Ευρώ'2002: 1,046

Αποπληθωριστής του ΑΕΠ εκφρασμένο σε Ευρώ'2007: 1,150

Αστικοί δρόμοι:

- Επαγγελματικά ταξίδια: 26,2
- Μεταφορές: 9,9
- Ταξίδια αναψυχής: 8,2

Επαρχιακοί δρόμοι/Αγροτικοί δρόμοι: 10,4

Αυτοκινητόδρομοι:

- Επαγγελματικά ταξίδια: 26,2
- Μεταφορές: 12,0
- Ταξίδια αναψυχής: 10,0

Για τον υπολογισμό των τιμών της αξίας του χρόνου στην οδική κυκλοφορία στην Ευρώπη κατά την επιβατική κίνηση Ευρώ'2010 για κάθε τύπο δρόμου και κάθε κατηγορία ταξιδιού, πρέπει αρχικά να γίνει εκτίμηση του αποπληθωριστή του ΑΕΠ εκφρασμένο σε Ευρώ'2010. Η εκτίμηση του αποπληθωριστή του ΑΕΠ εκφρασμένο σε Ευρώ'2010 γίνεται ως εξής:

$$\text{Αποπληθωριστής}_{2005-2007} = \text{ΑΕΠ}_{\text{τρ},2007} / \text{ΑΕΠ}_{\text{στ},2007} \quad (1)$$

$$\text{Αποπληθωριστής}_{2005-2010} = \text{ΑΕΠ}_{\text{τρ},2010} / \text{ΑΕΠ}_{\text{στ},2010} \quad (2)$$

$$\text{Αποπληθωριστής}_{2007-2010} = (1) / (2) < 1$$

$$X_{10} (\text{€}'2010) = X_{07} (\text{€}'2007) / \text{Αποπληθωριστής}_{2007-2010}$$

Όπου $X_{10}(\text{€}'2010)$ και $X_{07}(\text{€}'2007)$ είναι ο αποπληθωριστής ΑΕΠ εκφρασμένο σε Ευρώ'2010 και Ευρώ'2007 αντίστοιχα, $\text{ΑΕΠ}_{\text{τρ},2007}$ ή $\text{ΑΕΠ}_{\text{τρ},2010}$ και $\text{ΑΕΠ}_{\text{στ},2007}$ ή $\text{ΑΕΠ}_{\text{στ},2010}$ είναι το ακαθάριστο εγχώριο προϊόν σε τρέχουσες τιμές αγοράς για το 2007 και το 2010 αντίστοιχα και το ακαθάριστο εγχώριο προϊόν σε σταθερές τιμές αγοράς για το 2007 και το 2010 αντίστοιχα. Με βάση τους παραπάνω υπολογισμούς, ο αποπληθωριστής του ΑΕΠ εκφρασμένος σε Ευρώ'2010 ισούται με 1,068.

Επομένως, το γινόμενο του αποπληθωριστή του ΑΕΠ εκφρασμένο σε Ευρώ'2010 με τις τιμές της αξίας του χρόνου που υπολογίστηκαν για το Ευρώ'2007, δίνουν τις τιμές της αξίας του χρόνου στην οδική κυκλοφορία στην Ευρώπη κατά την επιβατική κίνηση Ευρώ'2010 οι οποίες είναι:

Αστικοί δρόμοι:

- Επαγγελματικά ταξίδια: 27,9
- Μεταφορές: 10,6
- Ταξίδια αναψυχής: 8,8

Επαρχιακοί δρόμοι/Αγροτικοί δρόμοι: 11,2

Αυτοκινητόδρομοι:

- Επαγγελματικά ταξίδια: 27,9
- Μεταφορές: 12,8
- Ταξίδια αναψυχής: 10,7

Τέλος για τον υπολογισμό της αξίας του χρόνου ταξιδιού στην οδική κυκλοφορία στην Κύπρο πρέπει να υπολογισθεί το γινόμενο των τιμών της αξίας του χρόνου για το Ευρώ'2010 με το κατά κεφαλήν ΑΕΠ σε μονάδες αγοραστικής δύναμης (PPS) της Κύπρου το οποίο βρήκαμε ότι είναι 0,95, μέσω της ιστοσελίδας της Ευρωπαϊκής Στατιστικής Υπηρεσίας (Eurostat).

Οι PPS αποτελούν μία τεχνητή νομισματική μονάδα, η οποία εξαλείφει τις διαφορές του επιπέδου τιμών ανάμεσα στις χώρες. Έτσι σε μια μονάδα PPS αγοράζει κάποιος την ίδια ποσότητα αγαθών και υπηρεσιών σε όλες τις χώρες. Αυτή η μονάδα επιτρέπει σημαντικές συγκρίσεις του όγκου των οικονομικών δεικτών ανάμεσα σε όλες τις χώρες. Το κατά κεφαλήν ΑΕΠ εκφράζει την ευημερία μιας χώρας κατά μέσο όρο, δηλαδή όσο αυξάνεται τόσο βελτιώνεται συνήθως το μέσο βιοτικό επίπεδο, όχι απαραίτητα το βιοτικό επίπεδο όλων των πολιτών.

Αστικοί δρόμοι:

- Επαγγελματικά ταξίδια: 26,5
- Μεταφορές: 10,0
- Ταξίδια αναψυχής: 8,4

Επαρχιακοί δρόμοι/Αγροτικοί δρόμοι: 10,6

Αυτοκινητόδρομοι:

- Επαγγελματικά ταξίδια: 26,5
- Μεταφορές: 12,1
- Ταξίδια αναψυχής: 10,2

Η τιμή της αξίας του χρόνου ταξιδιού στην οδική κυκλοφορία εκφρασμένη σε ευρώ ανά ώρα ανά τόνο καταγράφεται στον πίνακα 1:

Πίνακας 1: Αξία του χρόνου ταξιδιού στην οδική κυκλοφορία

Η αξία του χρόνου (Value of time, €/ton hour)			
EU-25 (€'2002)	EU-25 (€'2007)	EU-25 (€'2010)	Cyprus (€2010)
2,98	3,28	3,50	3,33

Η τιμή της αξίας του χρόνου ταξιδιού στην οδική κυκλοφορία στην Ευρώπη κατά την επιβατική κίνηση σε Ευρώ'2002 λαμβάνεται ως δεδομένο από το Handbook, Table 6, ενώ για τις υπόλοιπες τιμές του Ευρώ'2007, Ευρώ'2010 και Ευρώ'2010 για την Κύπρο η μεθοδολογία ανεύρεσης τους είναι η ίδια με αυτήν που προαναφέρθηκε για την εκτίμηση της αξίας του χρόνου σε Ευρώ ανά ώρα.

2.1.2 Κυκλοφοριακός φόρτος

Με τον όρο κυκλοφοριακό φόρτο ορίζεται το σύνολο των οχημάτων που διέρχονται από μία οδό για μία συγκεκριμένη χρονική περίοδο και αποτελεί την πιο σημαντική παράμετρο για το σχεδιασμό, τη λειτουργία, τον έλεγχο, την μελέτη και τη διαχείριση των συστημάτων μετακινήσεων. Ο κυκλοφοριακός φόρτος εκφράζεται σε όχημα ανά ώρα ανά κατεύθυνση. Για τις λεωφόρους Μακαρίου, Λάρνακος, Λεμεσού και το μικρό δρόμο ο κυκλοφοριακός φόρτος σε διάφορες ώρες μιας εργάσιμης μέρας είναι διαφορετικός αναλόγως και με την κατεύθυνση που ακολουθούν τα οχήματα. Σύμφωνα με τα δεδομένα που πάρθηκαν από το Τμήμα Δημοσίων Έργων και Επιθεώρησης Εργασίας ο κυκλοφοριακός φόρτος ανά ώρα της ημέρας με κατεύθυνση προς και έξω από την πόλη αναγράφεται στους πίνακες 2 και 3 αντίστοιχα.

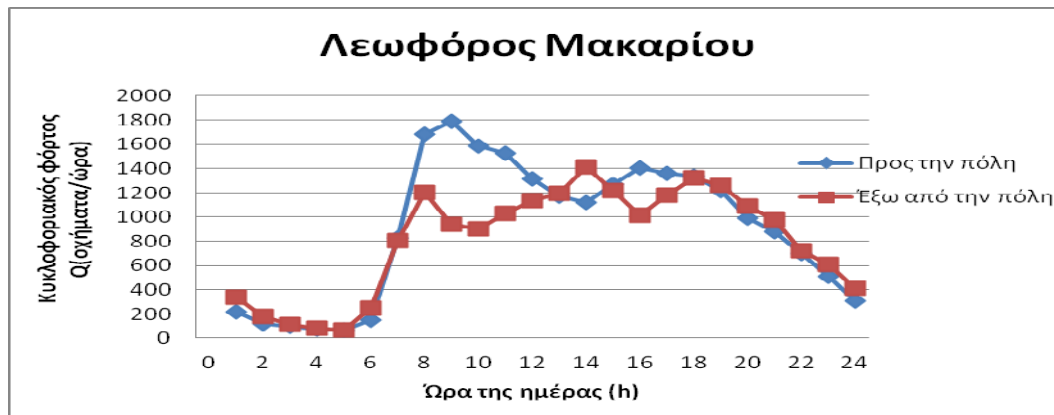
Πίνακας 2: Κυκλοφοριακός φόρτος με κατεύθυνση προς την πόλη

Ωρα της ημέρας	ΜΑΚΑΡΙΟΥ (2 λωρίδες) Q(veh/h ανά κατεύθυνση)	ΛΕΜΕΣΟΥ (2 λωρίδες) Q(veh/h ανά κατεύθυνση)	ΛΑΡΝΑΚΟΣ (2 λωρίδες) Q(veh/h ανά κατεύθυνση)	ΜΙΚΡΟΣ ΔΡΟΜΟΣ (1 λωρίδα) Q(veh/h ανά κατεύθυνση)
00-01	215	441	52	133
01-02	121	262	25	79
02-03	98	178	13	54
03-04	78	141	9	43
04-05	70	210	10	63
05-06	148	478	16	144
06-07	824	1488	175	449
07-08	1685	2356	577	710
08-09	1791	2248	354	678
09-10	1583	2305	235	695
10-11	1524	2161	298	651
11-12	1313	1921	318	579
12-13	1176	1853	299	559
13-14	1120	1672	392	504
14-15	1268	1792	424	540
15-16	1409	1991	403	600
16-17	1363	2008	471	605
17-18	1337	1984	452	598
18-19	1219	1786	312	538
19-20	992	1612	292	486
20-21	878	1533	204	462
21-22	701	1318	149	397
22-23	512	810	66	244
23-00	310	624	62	188
ΣΥΝΟΛΟ	21735	33172	5608	10000

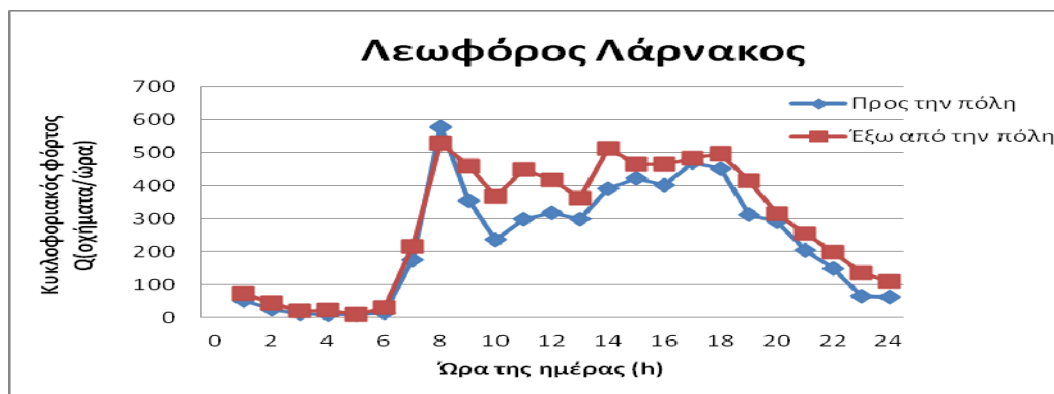
Πίνακας 3: Κυκλοφοριακός φόρτος με κατεύθυνση έξω από την πόλη

Ωρα της ημέρας	ΜΑΚΑΡΙΟΥ (2 λωρίδες) Q(veh/h ανά κατεύθυνση)	ΛΕΜΕΣΟΥ (2 λωρίδες) Q(veh/h ανά κατεύθυνση)	ΛΑΡΝΑΚΟΣ (2 λωρίδες) Q(veh/h ανά κατεύθυνση)	ΜΙΚΡΟΣ ΔΡΟΜΟΣ (1 λωρίδα) Q(veh/h ανά κατεύθυνση)
00-01	341	615	73	195
01-02	183	369	43	117
02-03	112	201	20	64
03-04	83	172	22	54
04-05	68	115	9	36
05-06	249	384	31	122
06-07	801	1307	216	414
07-08	1202	1843	528	584
08-09	937	1589	460	503
09-10	904	1624	368	515
10-11	1027	1738	449	551
11-12	1136	1814	418	575
12-13	1193	1892	363	599
13-14	1410	1970	511	624
14-15	1218	2367	464	750
15-16	1012	1974	466	625
16-17	1178	1718	483	544
17-18	1325	2210	497	700
18-19	1266	2019	415	640
19-20	1092	1702	315	539
20-21	977	1419	255	450
21-22	721	1008	198	319
22-23	612	802	136	254
23-00	413	712	109	226
<u>ΣΥΝΟΛΟ</u>	21735	31564	6849	10000

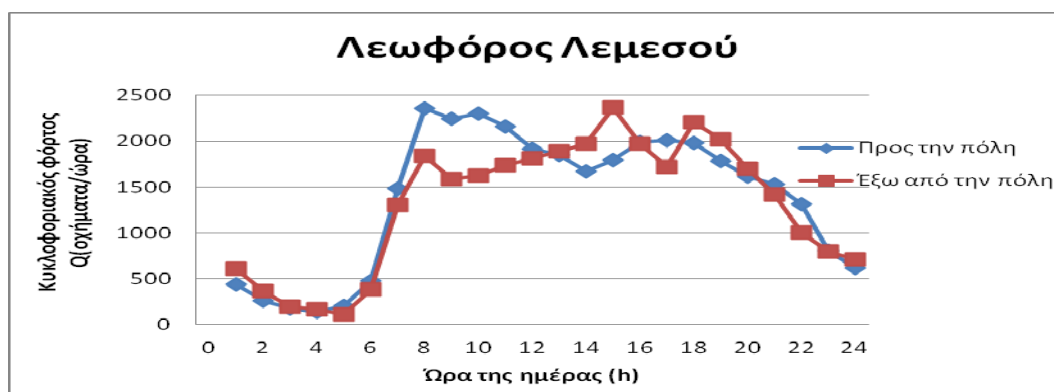
Για τον υπολογισμό του κυκλοφοριακού φόρτου στο μικρό δρόμο κάναμε την παραδοχή ότι η συνολική ημερήσια κυκλοφορία στον μικρό δρόμο είναι 10000 οχήματα. Η ωριαία κατανομή της οδικής κυκλοφορίας στο μικρό δρόμο ανά ώρα της ημέρας θεωρήθηκε, λόγω έλλειψης μετρήσεων και επειδή οι λεωφόροι Μακαρίου και Λάρνακος έχουν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που τις κάνουν μη αντιπροσωπευτικές της κυκλοφορίας των μικρών δρόμων, ότι είναι ίδια με την ωριαία κατανομή του κυκλοφοριακού φόρτου της λεωφόρου Λεμεσού.



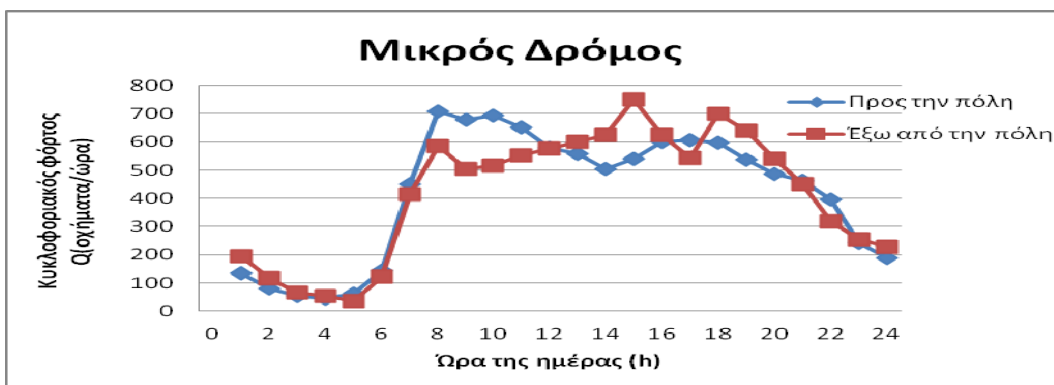
Εικόνα 3: Κυκλοφοριακός φόρτος στη Λεωφόρο Μακαρίου



Εικόνα 4: Κυκλοφοριακός φόρτος στη Λεωφόρο Λάρνακος



Εικόνα 5: Κυκλοφοριακός φόρτος στη Λεωφόρο Λεμεσού



Εικόνα 6: Κυκλοφοριακός φόρτος στο μικρό δρόμο

Όπως φαίνεται στις εικόνες 3-6, ο μέγιστος κυκλοφοριακός φόρτος κατά τη διάρκεια μίας εργάσιμης μέρας για κάθε δρόμο με κατεύθυνση προς την πόλη είναι κατά τις πρωινές ώρες. Αυτό οφείλεται στο ότι κατά τις πρωινές ώρες οι άνθρωποι κατευθύνονται προς την πόλη, στους χώρους εργασίας τους, οι μαθητές στα σχολεία, ενώ ένα μεγάλο μέρος του κυκλοφοριακού φόρτου οφείλεται στις μεταφορές φορτίων και εμπορευμάτων στις τοποθεσίες αγοράς τους, κυρίως με φορτηγά. Ένα μικρό μέρος του κυκλοφοριακού φόρτου που παρατηρείται στους δρόμους τις πρωινές ώρες, οφείλεται στα ταξίδια αναψυχής. Στους ίδιους δρόμους με κατεύθυνση έξω από την πόλη ο μέγιστος κυκλοφοριακός φόρτος παρατηρείται κατά τις απογευματινές ώρες όπου ο κόσμος επιστρέφει στα σπίτια του από τις υποχρεώσεις του, οι μαθητές επιστρέφουν από τα σχολεία ενώ το απόγευμα αρκετοί πολίτες χρησιμοποιούν το αυτοκίνητο για την μεταφορά τους σε χώρους αναψυχής όπως καφετέριες.

Ο κυκλοφοριακός φόρτος το Σάββατο και την Κυριακή για τη λεωφόρο Λάρνακος όπως φαίνεται στους πίνακες 4 και 5 διαφέρει σημαντικά από μία καθημερινή μέρα.

Πίνακας 4: Λεωφόρος Λάρνακος το Σάββατο και την Κυριακή με κατεύθυνση προς την πόλη

Κυκλοφοριακός φόρτος ανά ώρα της ημέρας (όχηματα/ώρα) με κατεύθυνση προς την πόλη		
Ωρα της ημέρας	ΣΑΒΒΑΤΟ	ΚΥΡΙΑΚΗ
00-01	76	81
01-02	34	41
02-03	17	22
03-04	15	19
04-05	12	13
05-06	9	18
06-07	26	20
07-08	38	32
08-09	79	69
09-10	104	97
10-11	163	140
11-12	214	144
12-13	289	161
13-14	248	132
14-15	201	121
15-16	231	117
16-17	177	206
17-18	225	138
18-19	223	158
19-20	260	218
20-21	219	182
21-22	129	117
22-23	85	63
23-00	80	64
ΣΥΝΟΛΟ	3154	2373

Πίνακας 5: Λεωφόρος Λάρνακος το Σάββατο και την Κυριακή με κατεύθυνση έξω από την πόλη

Κυκλοφοριακός φόρτος ανά ώρα της ημέρας (οχήματα/ώρα) με κατεύθυνση έξω από την πόλη		
Ωρα της ημέρας	ΣΑΒΒΑΤΟ	ΚΥΡΙΑΚΗ
00-01	66	57
01-02	44	35
02-03	28	35
03-04	24	25
04-05	15	41
05-06	21	19
06-07	87	25
07-08	123	34
08-09	156	48
09-10	213	86
10-11	256	136
11-12	303	113
12-13	274	141
13-14	248	104
14-15	230	112
15-16	206	122
16-17	149	171
17-18	206	124
18-19	175	134
19-20	174	175
20-21	148	157
21-22	109	157
22-23	66	143
23-00	53	85
ΣΥΝΟΛΟ	3374	2279

Όπως φαίνεται στους πίνακες 4 και 5 σε σχέση με τους πίνακες 2 και 3 για τη λεωφόρο Λάρνακος τα συνολικά οχήματα ανά ώρα στη Λεωφόρο Λάρνακος με κατεύθυνση προς και έξω από την πόλη κατά τη διάρκεια του Σαββατοκυριακού είναι λιγότερα από ότι σε μία εργάσιμη ημέρα για τον ίδιο δρόμο. Η μειωμένη κυκλοφορία οφείλεται στο ότι το Σαββατοκυριακό ο περισσότερος κόσμος δεν εργάζεται και οι μαθητές δεν έχουν σχολείο με αποτέλεσμα οι μετακινήσεις οχημάτων στο δρόμο να είναι μειωμένος. Κατά τις πρώτες πρωινές και νυχτερινές ώρες για τις δύο αυτές μέρες η κυκλοφοριακή συμφόρηση είναι μεγαλύτερη από τις αντίστοιχες ώρες σε μία εργάσιμη μέρα λόγω του ελεύθερου διαθέσιμου χρόνου των πολιτών για βραδινές εξόδους διασκέδασης.

2.1.3 Ταχύτητα μετακινήσεων

Η ταχύτητα του οχήματος κατά τη διάρκεια κυκλοφορίας του εξαρτάται από τον κυκλοφοριακό φόρτο που επικρατεί σε ένα οδικό δίκτυο και εκφράζεται σε χιλιόμετρα ανά ώρα. Όσο μεγαλύτερος είναι ο κυκλοφοριακός φόρτος τόσο μικρότερη είναι η ταχύτητα με την οποία κινείται το αυτοκίνητο καθώς παρατηρείται κυκλοφοριακή συμφόρηση στους δρόμους.

Η εξίσωση που θα χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό της ταχύτητας των οχημάτων που ταξιδεύουν στα οδικά δίκτυα με κυκλοφοριακή συμφόρηση είναι η εξής:

$$v(q) = aq^2 + bq + c \quad (2)$$

Όπου:

v: ταχύτητα του οχήματος (Km/h)

Q: κυκλοφοριακός φόρτος στο οδικό δίκτυο (όχημα/ώρα ανά κατεύθυνση)

a, b, c: συντελεστές της εξίσωσης

Οι τιμές των συντελεστών της εξίσωσης a, b και c έχουν προκύψει από την επεξεργασία των κυκλοφοριακών δεδομένων από κυπριακές πόλεις με βάση μετρήσεις του τμήματος Δημοσίων Έργων και επιθεώρησης εργασίας (Zachariadis 2008).

Οι τιμές των συντελεστών a, b και c ανάλογα με τον κυκλοφοριακό φόρτο στους δρόμους είναι αναφέρονται στον πίνακα 6.

Πίνακας 6: Συντελεστές a, b και c

Q≤200 όχημα/λωρίδα/ώρα			Q>200 όχημα/λωρίδα/ώρα		
a	b	c	a	b	c
-0,00001	-0,0153	45	-0,00002	-0,0011	40
-0,00001	-0,0153	40	-0,00003	-0,0011	35
-0,00001	-0,0153	40	-0,00002	-0,0011	35

Ανάλογα με τον κυκλοφοριακό φόρτο κάθε δρόμου (Q), για κάθε δρόμο αντιστοιχούν διαφορετικοί συντελεστές. Η 1^η γραμμή των συντελεστών a, b και c αντιστοιχεί στις λεωφόρους Μακαρίου και Λεμεσού, η 2^η γραμμή στη λεωφόρο Λάρνακος και η 3^η γραμμή στο μικρό δρόμο.

Επομένως, μέσω της εξίσωσης (2) και των πιο πάνω δεδομένων υπολογίζονται οι ταχύτητες των οχημάτων για κάθε δρόμο και για κάθε ώρα της ημέρας ξεχωριστά.

Για τις λεωφόρους Μακαρίου, Λεμεσού και Λάρνακος διαιρείται ο κυκλοφοριακός φόρτος κάθε ώρας διά δύο για να υπολογιστεί η ταχύτητα των οχημάτων ανά λωρίδα. Οι υπολογιζόμενες ταχύτητες των ταξιδιών προς και έξω από την πόλη καταγράφονται στους πίνακες 7 και 8 αντίστοιχα.

Σε κάθε δρόμο το ποσοστό των όχηματοχιλιομέτρων (vkm) που αντιστοιχεί είναι από 12,5% για τη λεωφόρο Μακαρίου και Λεμεσού, 45% για τη λεωφόρο Λάρνακος και 30% για το μικρό δρόμο.

Πίνακας 7: Ταχύτητα ταξιδιού με κατεύθυνση προς την πόλη

Ωρα της ημέρας	ΜΑΚΑΡΙΟΥ (2 λωρίδες) V(km/h)	ΛΕΜΕΣΟΥ (2 λωρίδες) V(km/h)	ΛΑΡΝΑΚΟΣ (2 λωρίδες) V(km/h)	ΜΙΚΡΟΣ ΔΡΟΜΟΣ (1 λωρίδα) V(km/h)
00-01	43,2	38,8	39,6	37,8
01-02	44,0	42,8	39,8	38,7
02-03	44,2	43,6	39,9	39,2
03-04	44,4	43,9	39,9	39,3
04-05	44,5	43,3	39,9	39,0
05-06	43,8	38,6	39,9	37,6
06-07	36,2	28,1	38,6	30,5
07-08	24,9	11,0	32,2	24,1
08-09	23,0	13,5	37,0	25,1
09-10	26,6	12,2	38,1	24,6
10-11	27,5	15,5	37,5	25,8
11-12	30,7	20,5	37,3	27,7
12-13	32,4	21,8	37,5	28,1
13-14	33,1	25,1	36,6	29,4
14-15	31,3	23,0	33,4	28,6
15-16	29,3	19,1	33,6	27,1
16-17	30,0	18,7	33,1	27,0
17-18	30,3	19,2	33,2	27,2
18-19	31,9	23,1	37,4	28,6
19-20	34,5	26,1	37,6	29,7
20-21	35,7	27,4	38,3	30,2
21-22	37,2	30,6	38,8	31,4
22-23	38,4	36,3	39,5	33,5
23-00	42,4	37,7	39,5	36,8

Πίνακας 8: Ταχύτητα ταξιδιού με κατεύθυνση έξω από την πόλη

Ωρα της ημέρας	ΜΑΚΑΡΙΟΥ (2 λωρίδες) V(km/h)	ΛΕΜΕΣΟΥ (2 λωρίδες) V(km/h)	ΛΑΡΝΑΚΟΣ (2 λωρίδες) V(km/h)	ΜΙΚΡΟΣ ΔΡΟΜΟΣ (1 λωρίδα) V(km/h)
00-01	42,1	37,8	39,4	36,6
01-02	43,5	41,8	39,7	38,1
02-03	44,1	43,4	39,8	39,0
03-04	44,3	43,6	39,8	39,1
04-05	44,5	44,1	39,9	39,4
05-06	42,9	41,7	39,8	38,0
06-07	36,4	30,7	38,2	31,1
07-08	32,1	22,0	32,6	27,5
08-09	35,1	26,5	33,2	29,4
09-10	35,4	25,9	36,8	29,1
10-11	34,2	23,9	33,2	28,3
11-12	32,9	22,5	33,5	27,8
12-13	32,2	21,1	36,9	27,2
13-14	29,3	19,5	32,8	26,5
14-15	31,9	10,7	33,1	22,9
15-16	34,3	19,4	33,1	26,5
16-17	32,4	24,3	33,0	28,5
17-18	30,5	14,4	32,9	24,4
18-19	31,3	18,5	33,5	26,1
19-20	33,4	24,6	37,3	28,6
20-21	34,7	29,2	37,9	30,5
21-22	37,0	34,4	38,4	32,6
22-23	37,8	36,3	38,9	33,4
23-00	38,9	37,1	39,1	33,7

Στη συνέχεια για τον υπολογισμό του οριακού κόστους της κυκλοφοριακής συμφόρησης, πρέπει να υπολογισθούν οι τιμές της παραγώγου της ταχύτητας του ταξιδιού σε σχέση με τον κυκλοφοριακό φόρτο. Επομένως, το αποτέλεσμα της παραγώγου της εξίσωσης (2), για τις λεωφόρους Μακαρίου, Λεμεσού και Λάρνακας ανά λωρίδα είναι η εξής:

Δεδομένου ότι όπου $q = q/2$ (επειδή κάθε δρόμος έχει 2 λωρίδες)

$$dv/dq = (a*q)/+b/2 \quad (3)$$

Η εξίσωση που θα χρησιμοποιηθεί για το μικρό δρόμο (που έχει μία λωρίδα) είναι η εξής:

$$dv/dq = (2*a*q + b) \quad (4)$$

Τα αποτελέσματα από τις εξίσωσεις (3) για τις λεωφόρους και (4) για τον μικρό δρόμο καταγράφονται στους πίνακες 9 και 10 για την κατεύθυνση προς και έξω από την πόλη αντίστοιχα.

Πίνακας 9: dv/dq με κατεύθυνση προς την πόλη

Ωρα της ημέρας	ΜΑΚΑΡΙΟΥ (2 λωρίδες)	ΛΕΜΕΣΟΥ (2 λωρίδες)	ΛΑΡΝΑΚΟΣ (2 λωρίδες)	ΜΙΚΡΟΣ ΔΡΟΜΟΣ (1 λωρίδα)
00-01	0,009	0,005	0,008	0,018
01-02	0,008	0,009	0,008	0,017
02-03	0,008	0,009	0,008	0,016
03-04	0,008	0,008	0,008	0,016
04-05	0,008	0,009	0,008	0,017
05-06	0,008	0,005	0,008	0,018
06-07	0,009	0,015	0,009	0,019
07-08	0,017	0,024	0,009	0,030
08-09	0,018	0,023	0,009	0,028
09-10	0,016	0,024	0,009	0,029
10-11	0,016	0,022	0,009	0,027
11-12	0,014	0,020	0,009	0,024
12-13	0,012	0,019	0,009	0,023
13-14	0,012	0,017	0,010	0,021
14-15	0,013	0,018	0,007	0,023
15-16	0,015	0,020	0,007	0,025
16-17	0,014	0,021	0,008	0,025
17-18	0,014	0,020	0,007	0,025
18-19	0,013	0,018	0,009	0,023
19-20	0,010	0,017	0,009	0,021
20-21	0,009	0,016	0,009	0,020
21-22	0,008	0,014	0,008	0,017
22-23	0,006	0,009	0,008	0,011
23-00	0,009	0,007	0,008	0,019

Πίνακας 10: dn/dq με κατεύθυνση έξω από την πόλη

Ωρα της ημέρας	ΜΑΚΑΡΙΟΥ (2 λωρίδες)	ΛΕΜΕΣΟΥ (2 λωρίδες)	ΛΑΡΝΑΚΟΣ (2 λωρίδες)	ΜΙΚΡΟΣ ΔΡΟΜΟΣ (1 λωρίδα)
00-01	0,009	0,007	0,008	0,019
01-02	0,009	0,009	0,008	0,018
02-03	0,008	0,009	0,008	0,017
03-04	0,008	0,009	0,008	0,016
04-05	0,008	0,008	0,008	0,016
05-06	0,009	0,010	0,008	0,018
06-07	0,009	0,014	0,009	0,018
07-08	0,013	0,019	0,008	0,024
08-09	0,010	0,016	0,007	0,021
09-10	0,010	0,017	0,009	0,022
10-11	0,011	0,018	0,007	0,023
11-12	0,012	0,019	0,007	0,024
12-13	0,012	0,019	0,009	0,025
13-14	0,015	0,020	0,008	0,026
14-15	0,013	0,024	0,008	0,031
15-16	0,011	0,020	0,008	0,026
16-17	0,012	0,018	0,008	0,023
17-18	0,014	0,023	0,008	0,029
18-19	0,013	0,021	0,007	0,027
19-20	0,011	0,018	0,009	0,023
20-21	0,010	0,015	0,009	0,019
21-22	0,008	0,011	0,009	0,014
22-23	0,007	0,009	0,008	0,011
23-00	0,005	0,008	0,008	0,010

2.1.4 Οριακό εξωτερικό κόστος

Όπως αναφέρθηκε στο υποκεφάλαιο 2.1.1 η αξία του χρόνου ανάλογα με την ώρα της ημέρας διαφέρει ανάλογα με τον σκοπό που γίνεται το ταξίδι. Τα ποσοστά που αναλογούν στον κάθε τύπο ταξιδιού, δηλαδή αν το ταξίδι είναι επαγγελματικό, αναψυχής ή για μεταφορές/μετακινήσεις φορτίων και εμπορευμάτων, ανάλογα με την ώρα της ημέρας είναι:

Πίνακας 11: Ποσοστό χιλιομέτρων που διανύονται ανά ώρα της ημέρας ανάλογα με τον τύπο ταξιδιού

Ωρα της ημέρας	Επαγγελματικό ταξίδι	Μεταφορά/μετακινήσεις φορτίων	Ταξίδια αναψυχής
00-01	5%	0%	95%
01-02	5%	0%	95%
02-03	5%	0%	95%
03-04	5%	0%	95%
04-05	10%	10%	80%
05-06	20%	50%	30%
06-07	30%	60%	10%
07-08	30%	60%	10%
08-09	40%	50%	10%
09-10	50%	40%	10%
10-11	60%	20%	20%
11-12	60%	10%	30%
12-13	60%	10%	30%
13-14	50%	30%	20%
14-15	40%	50%	10%
15-16	40%	50%	10%
16-17	30%	40%	30%
17-18	30%	35%	35%
18-19	30%	30%	40%
19-20	20%	20%	60%
20-21	15%	10%	75%
21-22	10%	5%	85%
22-23	5%	0%	95%
23-00	5%	0%	95%

Όπως παρατηρείται από τον πιο πάνω πίνακα από τις 10:00 μέχρι τις 13:00 το μεσημέρι οι μετακινήσεις των πολιτών πραγματοποιούνται κυρίως για επαγγελματικούς σκοπούς, ενώ από τις 20:00 το βράδυ μέχρι τις πρώτες πρωινές ώρες τα ταξίδια είναι κυρίως ψυχαγωγίας. Από τις 05:00 το πρωί μέχρι και τις 09:00,

η οδική κυκλοφορία στους δρόμους οφείλεται κυρίως στις μεταφορές φορτίων αλλά και στα επαγγελματικά ταξίδια που πραγματοποιούνται.

Εφαρμόζοντας τα πιο πάνω δεδομένα στην εξίσωση (1), τα αποτελέσματα του οριακού κόστους της κυκλοφοριακής συμφόρησης για κάθε δρόμο αναγράφονται στους πίνακες 12 και 13 αντίστοιχα:

Πίνακας 12: Οριακό εξωτερικό κόστος της κυκλοφοριακής συμφόρησης με κατεύθυνση προς την πόλη για τα αυτοκίνητα

Ωρα της ημέρας	ΜΑΚΑΡΙΟΥ (2 λωρίδες) €'2010/veh km	ΛΕΜΕΣΟΥ (2 λωρίδες) €'2010/veh km	ΛΑΡΝΑΚΟΣ (2 λωρίδες) €'2010/veh km	ΜΙΚΡΟΣ ΔΡΟΜΟΣ (1 λωρίδα) €'2010/veh km
00-01	0,018	0,026	0,005	0,029
01-02	0,009	0,022	0,002	0,016
02-03	0,007	0,014	0,001	0,010
03-04	0,006	0,011	0,001	0,008
04-05	0,006	0,019	0,001	0,014
05-06	0,016	0,042	0,002	0,045
06-07	0,156	0,816	0,028	0,258
07-08	1,330	13,304	0,144	1,011
08-09	1,955	8,871	0,076	0,949
09-10	1,258	12,618	0,049	1,141
10-11	1,178	7,441	0,072	0,988
11-12	0,704	3,329	0,078	0,677
12-13	0,507	2,737	0,072	0,609
13-14	0,408	1,559	0,096	0,423
14-15	0,536	1,960	0,082	0,469
15-16	0,750	3,491	0,074	0,639
16-17	0,591	3,240	0,090	0,577
17-18	0,552	2,986	0,082	0,553
18-19	0,414	1,676	0,056	0,404
19-20	0,204	0,921	0,044	0,264
20-21	0,137	0,691	0,026	0,211
21-22	0,075	0,376	0,016	0,133
22-23	0,035	0,094	0,006	0,041
23-00	0,028	0,052	0,006	0,047

Με βάση τα πιο πάνω στοιχεία υπολογίσαμε ότι το υψηλότερο οριακό εξωτερικό κόστος στις λεωφόρους Μακαρίου, Λεμεσού, Λάρνακος και του μικρού δρόμου με κατεύθυνση εντός της πόλης για μία εργάσιμη ημέρα, σημειώνεται κατά τις πρωινές και μεσημβρινές ώρες. Πιο συγκεκριμένα το μέγιστο κόστος παρατηρείται κατά τις

08:00, 07:00, 13:00 και 09:00 αντίστοιχα για κάθε οδικό δίκτυο. Η μεγαλύτερη τιμή κόστους για τη λεωφόρο Μακαρίου είναι 1,955 ευρώ ανά χιλιόμετρο, 13,304 ευρώ ανά χιλιόμετρο για τη λεωφόρο Λεμεσού, 0,125 ευρώ ανά χιλιόμετρο για τη λεωφόρο Λάρνακος και 1,141 ευρώ ανά χιλιόμετρο για το μικρό δρόμο.

Πίνακας 13: Οριακό εξωτερικό κόστος της κυκλοφοριακής συμμόρφωσης με κατεύθυνση έξω από την πόλη για τα αυτοκίνητα

Ωρα της ημέρας	ΜΑΚΑΡΙΟΥ (2 λωρίδες) €'2010/veh km	ΛΕΜΕΣΟΥ (2 λωρίδες) €'2010/veh km	ΛΑΡΝΑΚΟΣ (2 λωρίδες) €'2010/veh km	ΜΙΚΡΟΣ ΔΡΟΜΟΣ (1 λωρίδα) €'2010/veh km
00-01	0,032	0,051	0,007	0,049
01-02	0,015	0,035	0,004	0,025
02-03	0,008	0,016	0,002	0,012
03-04	0,006	0,014	0,002	0,010
04-05	0,005	0,010	0,001	0,007
05-06	0,029	0,051	0,004	0,036
06-07	0,146	0,529	0,036	0,212
07-08	0,411	2,029	0,118	0,529
08-09	0,236	1,161	0,097	0,387
09-10	0,237	1,394	0,088	0,451
10-11	0,354	2,020	0,110	0,589
11-12	0,460	2,456	0,094	0,662
12-13	0,528	3,059	0,093	0,751
13-14	0,820	3,565	0,133	0,787
14-15	0,475	15,674	0,099	1,385
15-16	0,286	3,311	0,100	0,726
16-17	0,379	1,416	0,095	0,421
17-18	0,537	6,621	0,100	0,932
18-19	0,463	3,317	0,068	0,679
19-20	0,262	1,157	0,049	0,349
20-21	0,179	0,525	0,034	0,197
21-22	0,079	0,176	0,023	0,081
22-23	0,050	0,091	0,013	0,045
23-00	0,022	0,070	0,010	0,035

Επίσης, το υψηλότερο οριακό εξωτερικό κόστος στις λεωφόρους Μακαρίου, Λεμεσού και στο μικρό δρόμο με κατεύθυνση έξω από την πόλη για μία εργάσιμη ημέρα, είναι κατά τις μεσημβρινές ώρες, εκτός από τη λεωφόρο Λάρνακος που το μέγιστο κόστος παρατηρείται το πρωί. Πιο συγκεκριμένα το μέγιστο κόστος παρατηρείται κατά τις 13:00-14:00, 14:00-15:00, 14:00-15:00 και 07:00-08:00

αντίστοιχα για κάθε δρόμο. Η μεγαλύτερη τιμή κόστους για τη λεωφόρο Μακαρίου είναι 0,820 ευρώ ανά χιλιόμετρο, 15,674 ευρώ ανά χιλιόμετρο για τη λεωφόρο Λεμεσού, 1,385 ευρώ ανά χιλιόμετρο για το μικρό δρόμο και 0,138 ευρώ ανά χιλιόμετρο για τη λεωφόρο Λάρνακος.

Η αυξημένη τιμή του οριακού εξωτερικού κόστους κατά τις ώρες αυτές για κάθε δρόμο, οφείλεται στη μέγιστη κυκλοφοριακή συμφόρηση που προκαλείται λόγω του μεγάλου κυκλοφοριακού φόρτου από τις επαγγελματικές κυρίως υποχρεώσεις των χρηστών των οδικών μεταφορών, με αποτέλεσμα τα οχήματα να κινούνται με ελάχιστη ταχύτητα και να αυξάνεται ο χρόνος μεταφοράς των οδηγών στους προορισμούς τους. Πρόκειται για τις πρωινές ώρες που οι περισσότεροι εργαζόμενοι μεταβαίνουν από την κατοικία τους στον τόπο εργασίας τους, και τις πρώτες απογευματινές ώρες που οι δημόσιοι υπάλληλοι τελειώνουν την εργασία τους, οι μαθητές φεύγουν από τα σχολεία και άλλοι εργαζόμενοι κάνουν το μεσημεριανό τους διάλειμμα. Αυτές οι επιπτώσεις έχουν σαν αποτέλεσμα την αύξηση του οριακού εξωτερικού κόστους το οποίο επωμίζεται η κοινωνία.

Όπως έχει αναφερθεί σε προηγούμενο υποκεφάλαιο ένα μέρος του κυκλοφοριακού φόρτου και της κυκλοφοριακής συμφόρησης που παρουσιάζεται στους δρόμους της Κύπρου οφείλεται στις μεταφορές και μετακινήσεις των φορτίων. Συνήθως αυτές οι μεταφορές διεξάγονται με φορτηγά, τα οποία λόγω του όγκου που καταλαμβάνουν και της μικρότερης ταχύτητας κίνησης τους στα οδικά δίκτυα επιφέρουν ένα κόστος στην κοινωνία. Το οριακό εξωτερικό κόστος από τα φορτηγά για τις κατευθύνσεις προς και έξω από την πόλη καταγράφονται στους πίνακες 14 και 15 αντίστοιχα.

Πίνακας 14: Οριακό εξωτερικό κόστος της κυκλοφοριακής συμμόρφωσης με κατεύθυνση προς την πόλη για τα φορτηγά

Ωρα της ημέρας	ΜΑΚΑΡΙΟΥ (2 λωρίδες) €'2010/veh km	ΛΕΜΕΣΟΥ (2 λωρίδες) €'2010/veh km	ΛΑΡΝΑΚΟΣ (2 λωρίδες) €'2010/veh km	ΜΙΚΡΟΣ ΔΡΟΜΟΣ (1 λωρίδα) €'2010/veh km
00-01	0,007	0,010	0,002	0,012
01-02	0,004	0,009	0,001	0,006
02-03	0,003	0,006	0,000	0,004
03-04	0,002	0,004	0,000	0,003
04-05	0,002	0,007	0,000	0,005
05-06	0,005	0,012	0,001	0,013
06-07	0,039	0,203	0,007	0,064
07-08	0,331	3,314	0,036	0,252
08-09	0,438	1,989	0,017	0,213
09-10	0,256	2,571	0,010	0,233
10-11	0,222	1,402	0,014	0,186
11-12	0,134	0,632	0,015	0,129
12-13	0,096	0,520	0,014	0,116
13-14	0,084	0,321	0,020	0,087
14-15	0,120	0,439	0,018	0,105
15-16	0,168	0,783	0,017	0,143
16-17	0,151	0,826	0,023	0,147
17-18	0,142	0,766	0,021	0,142
18-19	0,107	0,432	0,014	0,104
19-20	0,061	0,276	0,013	0,079
20-21	0,045	0,227	0,008	0,069
21-22	0,027	0,135	0,006	0,048
22-23	0,014	0,037	0,002	0,017
23-00	0,011	0,021	0,002	0,019

Όπως παρατηρείται από τον πιο πάνω πίνακα το οριακό εξωτερικό κόστος λόγω της κυκλοφοριακής συμμόρφωσης από φορτηγά είναι μέγιστο κατά τις πρώτες πρωινές ώρες. Συγκεκριμένα το υψηλότερο εξωτερικό κόστος για τη λεωφόρο Μακαρίου, είναι 0,438 ευρώ ανά χιλιόμετρο η ώρα 08:00, ενώ για τις λεωφόρους Λεμεσού, Λάρνακος και το μικρό δρόμο είναι 3,314, 0,036 και 0,252 ευρώ ανά χιλιόμετρο, η ώρα 07:00 το πρωί.

Πίνακας 15: Οριακό εξωτερικό κόστος της κυκλοφοριακής συμμόρφωσης με κατεύθυνση έξω από την πόλη για τα φορτηγά

Ωρα της ημέρας	ΜΑΚΑΡΙΟΥ (2 λωρίδες) €'2010/veh km	ΛΕΜΕΣΟΥ (2 λωρίδες) €'2010/veh km	ΛΑΡΝΑΚΟΣ (2 λωρίδες) €'2010/veh km	ΜΙΚΡΟΣ ΔΡΟΜΟΣ (1 λωρίδα) €'2010/veh km
00-01	0,013	0,020	0,003	0,019
01-02	0,006	0,014	0,002	0,010
02-03	0,003	0,006	0,001	0,005
03-04	0,002	0,005	0,001	0,004
04-05	0,002	0,003	0,000	0,003
05-06	0,008	0,015	0,001	0,010
06-07	0,036	0,132	0,009	0,053
07-08	0,103	0,506	0,029	0,132
08-09	0,053	0,260	0,022	0,087
09-10	0,048	0,284	0,018	0,092
10-11	0,067	0,380	0,021	0,111
11-12	0,087	0,467	0,018	0,126
12-13	0,100	0,581	0,018	0,143
13-14	0,169	0,733	0,027	0,162
14-15	0,107	3,514	0,022	0,310
15-16	0,064	0,742	0,022	0,163
16-17	0,097	0,361	0,024	0,107
17-18	0,138	1,698	0,026	0,239
18-19	0,120	0,855	0,018	0,175
19-20	0,078	0,346	0,015	0,105
20-21	0,059	0,172	0,011	0,065
21-22	0,029	0,063	0,008	0,029
22-23	0,020	0,036	0,005	0,018
23-00	0,009	0,028	0,004	0,014

Αντίθετα για τους ίδιους δρόμους με κατεύθυνση έξω από την πόλη το υψηλότερο εξωτερικό κόστος είναι 0,169 ευρώ ανά χιλιόμετρο η ώρα 13:00 για τη Μακαρίου, 3,514 και 0,310 η ώρα 14:00 για την Λάρνακος και το μικρό δρόμο αντίστοιχα ενώ για τη λεωφόρο Λάρνακος η ώρα 07:00 και 13:00 παρατηρείται μεγάλο εξωτερικό κόστος ίσο με 0,029 και 0,027 αντίστοιχα.

Θεωρώντας ως συντελεστές βαρύτητας, το ποσό των οχηματο-χιλιομέτρων, υπολογίζουμε τον σταθμισμένο μέσο όρο πολλαπλασιάζοντας το οριακό εξωτερικό κόστος για κάθε ώρα μιας εργάσιμης μέρας κάθε δρόμου, με το αντίστοιχο ποσοστό των οχηματο-χιλιομέτρων και μετέπειτα τα προσθέτουμε.

Ποσοστό των οχηματο-χιλιομέτρων (νkm):

Λεωφόρος Μακαρίου: 12,5%

Λεωφόρος Λεμεσού: 12,5%

Λεωφόρος Λάρνακος: 45%

Μικρός δρόμος: 30%

Ο σταθμισμένος μέσος όρος με κατεύθυνση προς και έξω από την πόλη για τα αυτοκίνητα και τα φορτηγά καταγράφεται στους πίνακες 16 και 17 αντίστοιχα.

Πίνακας 16: Σταθμισμένος μέσος όρος με κατεύθυνση προς και έξω από την πόλη και ο μέσος όρος τους για τα αυτοκίνητα

Ωρες	ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΠΟΛΗ	ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΕΞΩ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΟΛΗ	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ
00-01	0,016	0,028	0,022
01-02	0,010	0,015	0,013
02-03	0,006	0,008	0,007
03-04	0,005	0,006	0,006
04-05	0,008	0,004	0,006
05-06	0,022	0,023	0,022
06-07	0,212	0,164	0,188
07-08	2,197	0,517	1,357
08-09	1,672	0,334	1,003
09-10	2,099	0,379	1,239
10-11	1,406	0,523	0,965
11-12	0,742	0,605	0,674
12-13	0,620	0,715	0,668
13-14	0,416	0,844	0,630
14-15	0,490	2,479	1,484
15-16	0,755	0,713	0,734
16-17	0,692	0,394	0,543
17-18	0,645	1,220	0,932
18-19	0,408	0,707	0,557
19-20	0,239	0,304	0,272
20-21	0,179	0,162	0,170
21-22	0,104	0,066	0,085
22-23	0,031	0,037	0,034
23-00	0,027	0,027	0,027

Πίνακας 17: Σταθμισμένος μέσος όρος με κατεύθυνση προς και έξω από την πόλη και ο μέσος όρος τους για τα αυτοκίνητα

Ωρες	ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣ ΤΗ ΠΟΛΗ	ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΕΞΩ ΑΠΟ ΤΗ ΠΟΛΗΣ	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ
00-01	0,006	0,011	0,009
01-02	0,004	0,006	0,005
02-03	0,002	0,003	0,003
03-04	0,002	0,003	0,002
04-05	0,003	0,002	0,002
05-06	0,006	0,007	0,006
06-07	0,033	0,041	0,047
07-08	0,547	0,129	0,338
08-09	0,375	0,075	0,225
09-10	0,428	0,077	0,252
10-11	0,265	0,099	0,182
11-12	0,141	0,115	0,128
12-13	0,118	0,136	0,127
13-14	0,086	0,174	0,130
14-15	0,110	0,556	0,333
15-16	0,169	0,160	0,164
16-17	0,176	0,100	0,138
17-18	0,165	0,313	0,239
18-19	0,105	0,182	0,144
19-20	0,072	0,091	0,081
20-21	0,059	0,053	0,056
21-22	0,037	0,024	0,031
22-23	0,012	0,015	0,014
23-00	0,011	0,011	0,011

2.2 Οδικά ατυχήματα

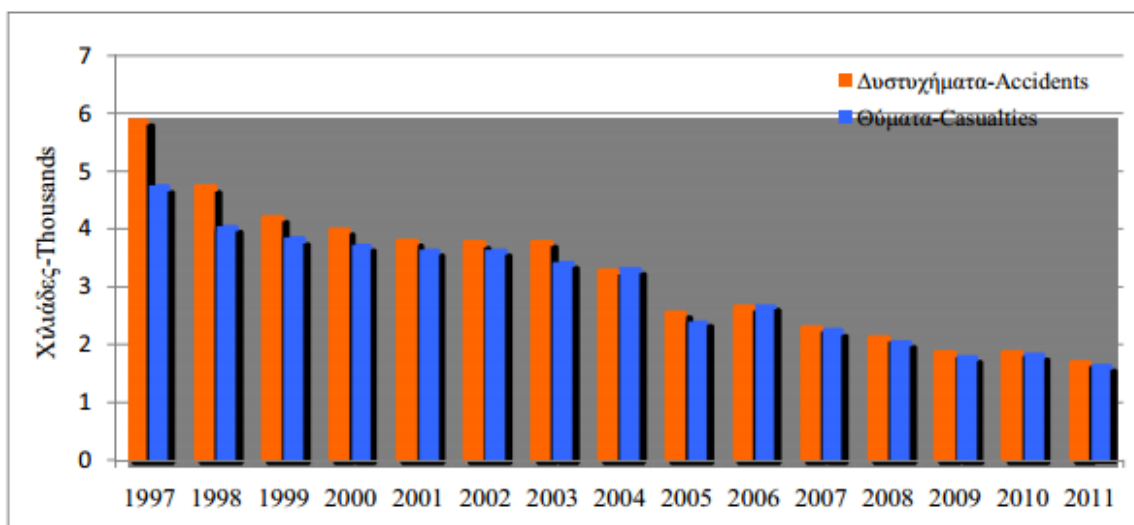
Τα οδικά ατυχήματα αποτελούν μία από τις συχνότερες αιτίες θανάτου, πρόκλησης μόνιμης αναπηρίας και σοβαρών τραυματισμών, ιδιαίτερα για νεαρά άτομα. Η πιθανότητα πρόκλησης ενός ατυχήματος είναι ανάλογη με την απόσταση που διανύει ένα όχημα καθώς και με το σύνολο των οχημάτων που κυκλοφορούν σε ένα οδικό δίκτυο επηρεάζοντας άμεσα την ταχύτητα κυκλοφορίας των οχημάτων. Όπως φαίνεται στο υποκεφάλαιο 2.1.3, με την αύξηση της κυκλοφοριακής συμφόρησης σε ένα οδικό δίκτυο η ταχύτητα κίνησης ενός οχήματος μειώνεται και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα ο κίνδυνος πρόκλησης ενός ατυχήματος να μειωθεί. Αντίθετα, σε περίπτωση μειωμένης κυκλοφορίας τα οχήματα κινούνται με μεγαλύτερη ταχύτητα και ο κίνδυνος δημιουργίας ενός οδικού ατυχήματος αυξάνεται. Όσο πιο μεγάλος είναι ο κίνδυνος πρόκλησης ενός ατυχήματος τόσο πιο μεγάλο θα είναι το κοινωνικό κόστος.

Τα οδικά τροχαία ατυχήματα έχουν ως επακόλουθο μια σειρά συνεπειών η σοβαρότητα των οποίων καθορίζεται πέραν από την ταχύτητα του οχήματος και από τον τύπο του μέσου μεταφοράς (αυτοκίνητα, μοτοσυκλέτες/μοτοποδήλατα και φορτηγά) που χρησιμοποιείται. Οι συνέπειες των ατυχημάτων όπως απώλεια ζωής, υλικές ζημιές και εκτίμηση του πόνου και της δυστυχίας εκφράζονται σε χρηματικές αξίες και επιφέρουν ένα σημαντικό κόστος στην κοινωνία.

Οι παράγοντες που εμπλέκονται σε ένα τροχαίο ατύχημα είναι ο οδηγός, το όχημα και ο δρόμος. Σύμφωνα με έρευνες ο άνθρωπος ευθύνεται για την πρόκληση των περισσότερων τροχαίων ατυχημάτων. Τόσο η εμπειρία, η επιδεξιότητα, η ωριμότητα όσο και η κοινωνική κατάσταση και ο τρόπος ζωής ενός οδηγού μπορούν να συμβάλουν στην πρόκληση ή όχι ενός τροχαίου ατυχήματος. Η υπερβολική ταχύτητα, η μη χρήση ζώνης ασφαλείας ή κράνους καθώς και η ανευθυνότητα των οδηγών αποτελούν τα κυριότερα αίτια ενός ατυχήματος. Επίσης σημαντικό ποσοστό των ατυχημάτων οφείλεται στην μη καλή ποιότητα των δρόμων λόγω της ύπαρξης λακκουβών και απότομων στροφών που μπορούν να ανατρέψουν ένα όχημα από την πορεία του. Επιπρόσθετα, η απώλεια ικανοποιητικού φωτισμού σε πολλούς δρόμους ιδίως σε περιόδους ακραίων καιρικών συνθηκών επιφέρουν αυξημένο κίνδυνο πιθανής σύγκρουσης των οχημάτων. Τέλος η σοβαρότητα ενός ατυχήματος εξαρτάται και από το όχημα που χρησιμοποιείται, καθώς ο χρήστης της μοτοσυκλέτας μπορεί να υποστεί σοβαρότερο τραυματισμό σε σχέση με το χρήστη του αυτοκινήτου σε περίπτωση μετωπικής σύγκρουσης των δύο οχημάτων.

Όπως φαίνεται από την εικόνα 7, τα τροχαία ατυχήματα στην Κύπρο από το 1997 έως και σήμερα έχουν μειωθεί αισθητά. Αυτό οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στη λήψη μέτρων που πάρθηκαν από το κράτος αλλά και από την αλλαγή της οδικής συμπεριφοράς αρκετών οδηγών.

Πηγή: Στατιστική Υπηρεσία Κύπρου



Εικόνα 7: Οδικά τροχαία δυστυχήματα και θύματα

Σε πολλά περιβαλλοντικά προβλήματα η χρηματική αποτίμηση της αξίας της ανθρώπινης ζωής είναι απαραίτητη. Η ζωή θεωρείται ανεκτίμητη και καθημερινά όλοι μας αντιμετωπίζουμε κινδύνους, για αυτό η χρηματική αποτίμηση της στοχεύει στη βελτίωση της ασφάλειας και της προστασίας των ανθρώπων.

Το κόστος που προκαλείται στην κοινωνία εξαιτίας των θανάτων ή των τραυματισμών από τα οδικά ατυχήματα για κάθε τύπο οχήματος και για κάθε είδος δρόμου, διαφέρει αναλόγως της πιθανότητας πρόκλησης ενός τροχαίου ατυχήματος αλλά και της σοβαρότητας του.

Παίρνοντας ως δεδομένες τις τιμές του οριακού κόστους των ατυχημάτων που υπολογίστηκαν πανευρωπαϊκά (CE Delft 2007) και προσαρμόζοντας τις στα οικονομικά δεδομένα της Κύπρου με τον τρόπο που περιγράφηκε στο υποκεφάλαιο 2.1.1, το οριακό εξωτερικό κόστος των ατυχημάτων για το έτος 2010 αναγράφεται στους πίνακες 18 για τα αυτοκίνητα, 19 για τις μοτοσυκλέτες και μοτοποδήλατα και 20 για τα φορτηγά.

Πίνακας 18: Οριακό εξωτερικό κόστος των οδικών ατυχημάτων με αυτοκίνητα (Eurocents'2010/οχηματοχιλιόμετρο)

	Αυτοκίνητα		
Πίνακας Τύπος δρόμου	Αστικοί δρόμοι	Αυτοκινητόδρομοι	Άλλα οδικά δίκτυα
€cents'2010/vkm	6,24	0,44	2,37

Πίνακας 19: Οριακό εξωτερικό κόστος των οδικών ατυχημάτων με μοτοσυκλέτες/μοτοποδήλατα (Eurocents'2010/οχηματοχιλιόμετρο)

	Μοτοσυκλέτες/Μοτοποδήλατα		
Τύπος δρόμου	Αστικοί δρόμοι	Αυτοκινητόδρομοι	Άλλα οδικά δίκτυα
€cents'2010/vkm	45,87	0,29	8,17

Πίνακας 20: Οριακό εξωτερικό κόστος των οδικών ατυχημάτων με φορτηγά (Eurocents'2010/οχηματοχιλιόμετρο)

	Φορτηγά		
Τύπος δρόμου	Αστικοί δρόμοι	Αυτοκινητόδρομοι	Άλλα οδικά δίκτυα
€cents'2010/vkm	15,88	0,44	4,00

Όπως παρατηρείται στους πιο πάνω πίνακες το κόστος των τροχαίων ατυχημάτων εκφράζονται σε ευρώ ανά χιλιόμετρο και είναι μεγαλύτερο για τις μοτοσυκλέτες/μοτοποδήλατα. Αυτό είναι λογικό καθώς ένας μοτοσικλετιστής διατρέχει μεγαλύτερο κίνδυνο τραυματισμού σε περίπτωση πτώσης του από το όχημα. Μεγαλύτερος κίνδυνος υπάρχει στους αστικούς δρόμους γι αυτό και το κόστος για τα τρία οχήματα είναι κατά πολύ αυξημένος από τους υπόλοιπους δρόμους. Για τις μοτοσυκλέτες το κόστος στους αστικούς δρόμους ανέρχεται στα 45,87 ευρώσέντς ανά χιλιόμετρο ενώ για τα φορτηγά και τα αυτοκίνητα σε 15,88 και 6,24 ευρώσέντς ανά χιλιόμετρο αντίστοιχα.

2.3 Ατμοσφαιρική ρύπανση

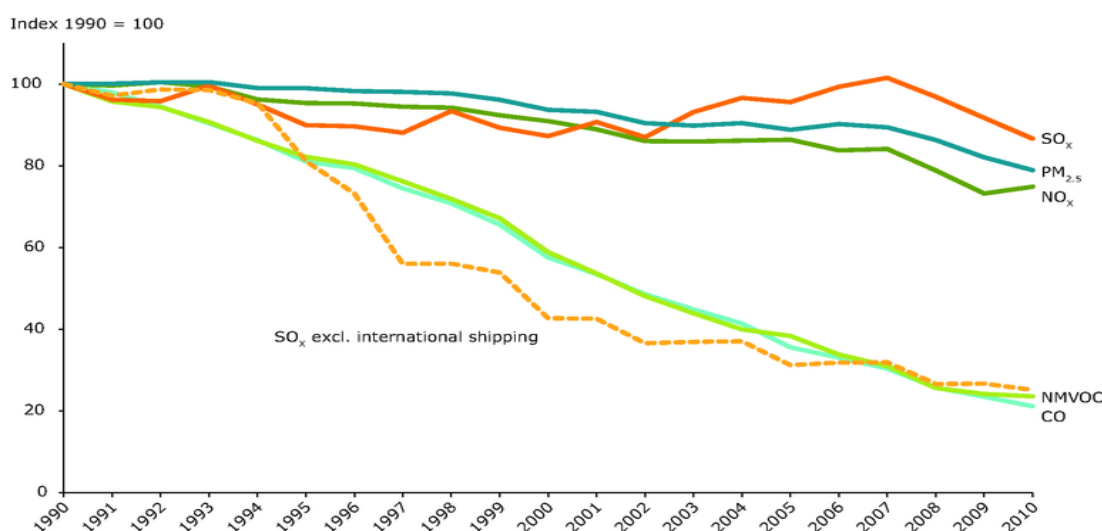
Η ατμοσφαιρική ρύπανση είναι ένα φαινόμενο με ευρείες συνέπειες παγκοσμίως, που επηρεάζει την ποιότητα ζωής των ανθρώπων, καθώς, θεωρείται η αιτία πρόκλησης αναπνευστικών προβλημάτων και θανάτου αρκετών ανθρώπων.

Δυστυχώς στην Κύπρο, η έλλειψη δημοσίων συγκοινωνιών και εναλλακτικών λύσεων μεταφοράς, υποχρέωσαν τους πολίτες στη χρήση των ιδιωτικών αυτοκινήτων. Αυτό

έχει σαν αποτέλεσμα, την υπερβολική χρήση των ιδιωτικών οχημάτων η οποία προκαλεί την αύξηση των συγκεντρώσεων στην ατμόσφαιρα αερίων και καπνού, λόγω της καύσης των καυσίμων. Τα αέρια που ελευθερώνονται κατά την καύση των καυσίμων είναι το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), το μεθάνιο (CH_4), τα οξείδια του αζώτου (NO_x), το διοξείδιο του θείου (SO_2), οι μη πτητικές οργανικές ενώσεις (NMVOC) και τα αιωρούμενα σωματίδια ($\text{PM}_{2,5}$ και PM_{10}).

Σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος (European Environment Agency), οι εκπομπές των αέριων ρύπων από τις μεταφορές για τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης από το 1990 μέχρι το 2010 παρουσιάζονται ποσοτικά πιο κάτω στο διάγραμμα 8.

Πηγή: Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος (European Environment Agency)



Εικόνα 8: Εκπομπές καυσαερίων από τα μέσα μεταφοράς για τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Με το πέρασμα των χρόνων, παρατηρείται μία πτώση στις εκπομπές των αέριων ρύπων που προέρχονται από τα μέσα μεταφοράς, κάτι το οποίο οφείλεται κυρίως στη λήψη μέτρων από το κράτος αλλά και στην τεχνολογική πρόοδο. Στα σύγχρονα οχήματα χρησιμοποιούνται τεχνολογίες μείωσης των αέριων ρύπων όπως οι καταλύτες και οι παγίδες σωματιδίων, οι οποίες συμβάλουν σε μεγάλο βαθμό στην μειωμένη ποσότητα των ρύπων που εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα.

Για την προστασία της ποιότητας της ανθρώπινης ζωής και του περιβάλλοντος το Ευρωπαϊκό κοινοβούλιο και το συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχουν θέσει στην

Κύπρο αλλά και στις υπόλοιπες χώρες της Ευρώπης, οριακές τιμές των πιο πάνω αέριων ρύπων.

Σύμφωνα, με την Ευρωπαϊκή νομοθεσία για την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα αλλά και για ένα καθαρότερο αέρα στην Ευρώπη έχει θεσπιστεί η Οδηγία 2008/50/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και Συμβουλίου.

2.3.1 Υπολογισμός συντελεστών εκπομπής των αερίων (NO_x, NMVOC, SO₂ και PM) και σταθμισμένου μέσου όρου

Από το εγχειρίδιο υπολογισμού του εξωτερικού κόστους των μεταφορών (CE Delft 2007) πήραμε τα κόστος της ατμοσφαιρικής ρύπανσης εκφρασμένο σε Ευρώ'2000 ανά τόνους του κάθε ρύπου. Το κόστος της ατμοσφαιρικής ρύπανσης διαφέρει για ορισμένους ρύπους στις αστικές από τις μη αστικές περιοχές. Οι τιμές αυτές είχαν ήδη εκφραστεί σε Ευρώ'2007 (Zachariadis 2008) και στην παρούσα εργασία μετατράπηκαν σε σταθερές τιμές του έτους 2010 (Ευρώ'2010) με βάση τον αποπληθωριστή του ΑΕΠ.

Πίνακας 21: Κόστος της ατμοσφαιρικής ρύπανσης εκφρασμένο σε Ευρώ'2010

ΡΥΠΟΙ	(€'2010 / tonne of pollutant)	
	ΑΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ	ΜΗ ΑΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ
NO _x	614	614
NMVOC	368	368
SO ₂	2456	2456
PM _{2.5} (exhaust)	96659	25301
PM ₁₀ (non-exhaust)	38688	10071

Στη συνέχεια για τον υπολογισμό του οριακού εξωτερικού κόστους της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στις αστικές οδούς πρέπει να εκτιμηθούν οι συντελεστές εκπομπών Euro III των επιβατικών βενζινοκίνητων και πετρελαιοκίνητων οχημάτων για όλους τους δρόμους. Το Euro III είναι ένα πρότυπο το οποίο εφάρμοσε η Ευρωπαϊκή Ένωση και αφορά τις εκπομπές των αέριων ρύπων από τα καυσαέρια των αυτοκινήτων. Για τον υπολογισμό των εκπομπών εφαρμόστηκε η μεθοδολογία Copert 4 (παραπομπή). Για το ρύπο του οξειδίου του αζώτου, οι συντελεστές εκπομπών του προτύπου Euro III των επιβατικών βενζινοκίνητων οχημάτων για κάθε δρόμο ξεχωριστά, θα υπολογιστούν με βάση την εξής εξίσωση:

$$EF_{gasoline} = (0,0929 - 0,00149 * v + 0,00000653 * v^2) / (1 - 0,0122 * v + 0,0000397 * v^2) \quad (4)$$

Όπου,

EF: συντελεστής εκπομπής (g/km)

V: μέση ταχύτητα κίνησης του οχήματος (Km/h)

Για τους συντελεστές εκπομπής, για το ρύπο οξείδιο του αζώτου, του προτύπου Euro III των επιβατικών πετρελαιοκίνητων οχημάτων για κάθε δρόμο, η εξίσωση που θα χρησιμοποιηθεί είναι:

$$EF_{diesel} = (2,82 + 0,0669 * v - 0,000463 * v^2) / (1 + 0,198 * v - 0,00143 * v^2) \quad (5)$$

Οι αντίστοιχες εξισώσεις για τους υπόλοιπους ρύπους NMVOC, SO₂ και PM για τα βενζινοκίνητα και πετρελαιοκίνητα οχήματα είναι:

Εξίσωση του συντελεστή εκπομπής για το ρύπο NMVOC

Βενζινοκίνητα οχήματα:

$$EF_{gasoline} = (0,0557 - 0,001 * v + 0,000015 * v^2) / (1 + 0,0365 * v - 0,000188 * v^2) \quad (6)$$

Πετρελαιοκίνητα οχήματα:

$$EF_{diesel} = (0,0965 - 0,000238 * v + 0,00000193 * v^2) / (1 + 0,103 * v - 0,0000724 * v^2) \quad (7)$$

Εξίσωση του συντελεστή εκπομπής για το ρύπο SO₂

Βενζινοκίνητα οχήματα:

$$EF_{gasoline} = (217 + 0,253 * v + 0,00965 * v^2) / (1 + 0,096 * v + 0,000421 * v^2) * 0,00004 \quad (8)$$

Πετρελαιοκίνητα οχήματα:

$$EF_{diesel} = (162 + 2,18 * v - 0,0128 * v^2) / (1 + 0,123 * v - 0,000776 * v^2) * 0,00004 \quad (9)$$

Για τον υπολογισμό των συντελεστών εκπομπής διοξειδίου του θείου από τα οχήματα υπολογίζεται πρώτα η κατανάλωση του καυσίμου και κατόπιν πολλαπλασιάζεται με το 0,00004 όπου εκφράζει την περιεκτικότητα του θείου στα καύσιμα (40ppm).

Οι συντελεστές εκπομπής των σωματιδίων (PM) για τα βενζινοκίνητα οχήματα ανεξαρτήτως δρόμου είναι ίδιοι και πάρθηκαν ως δεδομένα από το εγχειρίδιο COPERT 4 methodology, Road Transport (παραπομπή).

Για τον υπολογισμό του σταθμισμένου μέσου όρου των συντελεστών εκπομπής για βενζινοκίνητα και πετρελαιοκίνητα οχήματα σε κάθε δρόμο πολλαπλασιάζαμε το μέσο όρο αρχικά των βενζινοκίνητων οχημάτων με το ποσοστό των οχηματο-χιλιομέτρων που αναλογεί στη χρήση βενζινοκίνητων οχημάτων και το αθροίζουμε με το γινόμενο του μέσου όρου των πετρελαιοκίνητων οχημάτων με το αντίστοιχο ποσοστό των οχηματο-χιλιομέτρων.

Ποσοστό των οχηματο-χιλιομέτρων:

Βενζινοκίνητα οχήματα 70%

Πετρελαιοκίνητα οχήματα 30%

Συνεπώς, με βάση τις εξισώσεις (4)-(9) και τις ταχύτητες ταξιδιού για κάθε δρόμο όπως έχουν αναφερθεί στο υποκεφάλαιο 2.1.3 στους πίνακες 7 και 8, υπολογίστηκαν οι τιμές των συντελεστών εκπομπής αέριων ρύπων (NO_x , SO_2 , NMVOC και PM). Τα αποτελέσματα των συντελεστών εκπομπής για το μικρό δρόμο καταγράφονται στους Πίνακες Π1-Π4 και για τον σταθμισμένο μέσο όρο στον πίνακα Π5, για την Λεωφόρο Λάρνακος στους πίνακες Π6-Π9 και Π10 για τον σταθμισμένο μέσο όρο, για την λεωφόρο Μακαρίου στους πίνακες Π11-Π14 και Π15 για τον σταθμισμένο μέσο όρο και για την λεωφόρο Λεμεσού στους πίνακες Π16-Π19 και Π20 για τον σταθμισμένο μέσο όρο. Ο συνολικός σταθμισμένος μέσος όρος για όλους τους δρόμους καταγράφεται στα παραρτήματα στον πίνακα Π21.

2.3.2 Υπολογισμός οριακού εξωτερικού κόστους

Η χρήση των ιδιωτικών αυτοκινήτων επιφέρει σημαντικές οικονομικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις το κόστος των οποίων χρεώνεται στην κοινωνία.

Για τον υπολογισμό του οριακού εξωτερικού κόστους της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στις αστικές οδούς για κάθε ρύπο, πολλαπλασιάζεται το κόστος των ρύπων (σε Ευρώ/τόνο), πίνακας 21, με τις εκπομπές κάθε ρύπου (γραμμάρια/χιλιόμετρο), πίνακας Π21. Μετέπειτα πολλαπλασιάζονται οι όροι με 4, για να βγει ένας χονδρικός μέσος όρος του κόστους για όλα τα οχήματα που κυκλοφορούν, λόγω του ότι τα παλαιότερα οχήματα έχουν υψηλότερες εκπομπές από τα Euro III, οπότε με αυτό τον τρόπο προσεγγίζεται περίπου το κόστος από το μέσο όχημα που κινείται στους δρόμους της Κύπρου (CE Delft 2007).

Πίνακας 22: Οριακό εξωτερικό κόστος της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στις αστικές οδούς (Eurocents'2010/οχηματοχιλιόμετρο)

ΩΡΕΣ	NO _x	NMVOC	SO ₂	PM	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ
00-01	0,066	0,002	0,002	0,377	0,448
01-02	0,066	0,002	0,002	0,374	0,445
02-03	0,065	0,002	0,002	0,373	0,443
03-04	0,065	0,002	0,002	0,373	0,443
04-05	0,065	0,002	0,002	0,373	0,443
05-06	0,066	0,002	0,002	0,376	0,446
06-07	0,068	0,003	0,002	0,393	0,466
07-08	0,074	0,003	0,003	0,423	0,503
08-09	0,072	0,003	0,002	0,414	0,491
09-10	0,072	0,003	0,002	0,411	0,488
10-11	0,072	0,003	0,003	0,412	0,490
11-12	0,071	0,003	0,002	0,409	0,485
12-13	0,071	0,003	0,002	0,406	0,482
13-14	0,071	0,003	0,002	0,409	0,486
14-15	0,073	0,003	0,003	0,420	0,499
15-16	0,072	0,003	0,003	0,415	0,493
16-17	0,072	0,003	0,003	0,413	0,490
17-18	0,073	0,003	0,003	0,420	0,499
18-19	0,071	0,003	0,002	0,410	0,487
19-20	0,070	0,003	0,002	0,400	0,474
20-21	0,069	0,003	0,002	0,395	0,468
21-22	0,068	0,003	0,002	0,389	0,461
22-23	0,067	0,003	0,002	0,384	0,456
23-00	0,067	0,002	0,002	0,381	0,452

Το συνολικό κόστος όλων των αερίων ρύπων που ελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα από τα μέσα μεταφοράς καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας, καταγράφεται στον πίνακα 22 και προκύπτει από το άθροισμα του οριακού εξωτερικού κόστους κάθε ρύπου (NO_x, SO₂, NMVOC, PM) στις αστικές οδούς. Πιο μεγάλο κόστος παρατηρείται στις ώρες αιχμής, με μεγάλη κυκλοφοριακή συμφόρηση όταν η ταχύτητα κίνησης των οχημάτων είναι χαμηλή. Το 80-90% του κόστους της ατμοσφαιρικής ρύπανσης προέρχεται από τα σωματίδια PM, τα οποία προκαλούν σοβαρά προβλήματα στην υγεία των ανθρώπων που εκτίονται σε αυτά.

Με βάση πληροφορίες που πάρθηκαν από το Τμήμα Επιθεώρησης Εργασίας οι εκπομπές των αερίων ρύπων έχουν μειωθεί αισθητά τα τελευταία 10 χρόνια.

Πηγή: Τμήμα Επιθεώρησης Εργασίας

Πίνακας 23: Εκπομπές αερίων ρύπων από τα μέσα μεταφοράς (1999-2010)

Χρονολογία	SO ₂	Πτητικές οργανικές ενώσεις	NO _x	CO	Αμμωνία (NH ₃)	Σύνολο αιωρούμενων σωματιδίων (PM)
1990	4,02	9,98	9,02	46,85	0,06	----
1995	5,75	8,84	10,03	39,48	0,11	----
1996	6,05	8,55	10,09	37,77	0,12	----
1997	6,38	8,08	10,12	35,76	0,13	----
1998	6,75	7,42	10,14	33,01	0,15	----
1999	7,02	6,83	10,13	30,91	0,17	----
2000	7,22	6,31	10,97	28,85	0,18	1,96
2001	7,04	5,85	10,32	27,56	0,19	1,86
2002	6,84	5,26	10,17	26,60	0,20	1,75
2003	6,52	5,01	10,27	25,82	0,23	1,69
2004	2,34	4,29	9,57	22,88	0,23	1,09
2005	0,07	3,83	9,15	20,54	0,30	0,78
2006	0,07	3,26	8,66	19,00	0,29	0,73
2007	0,07	3,35	8,86	18,32	0,30	0,73
2008	0,07	3,04	8,72	17,09	0,30	0,70
2009	0,01	2,57	7,79	15,18	0,30	0,61
2010	0,01	2,36	7,66	14,38	0,29	0,60

Όπως φαίνεται στον πίνακα 23, με την πάροδο των χρόνων παρατηρείται μία μεγάλη μείωση των εκπομπών των αερίων ρύπων από τα μέσα μεταφοράς. Αυτό οφείλεται όπως προαναφέρεται και προηγουμένως στην τεχνολογική ανάπτυξη όπως τη χρήση καταλυτών και παγίδες σωματιδίων, στην θέσπιση ορίων εκπομπών των αερίων από

την Ευρωπαϊκή Ένωση αλλά και μέτρων που λήφθηκαν από το κράτος όπως η αντικατάσταση των παλαιών αυτοκινήτων με σύγχρονα.

2.4 Ηχορύπανση από τα μέσα μεταφοράς

Ένα σοβαρό πρόβλημα που προκύπτει από τη χρήση μηχανοκίνητων οχημάτων είναι ο κυκλοφοριακός θόρυβος. Ο θόρυβος αποτελεί ένα από τους πιο σημαντικούς περιβαλλοντικούς ρύπους που υποβαθμίζει το αστικό περιβάλλον καθώς και την ποιότητα ζωής των ανθρώπων κυρίως στα μεγάλα αστικά κέντρα. Οι επιπτώσεις του θορύβου είναι ποικίλες καθώς επηρεάζει τις καθημερινές δραστηριότητες των ανθρώπων στη δουλειά, στο σχολείο και στο σπίτι. Οι κυριότεροι κίνδυνοι οι οποίοι προσδιορίζονται από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας είναι πόνος και ακροαστική κόπωση, ενόχληση, επιρροή στην κοινωνική συμπεριφορά (εκνευρισμός και δυσφορία), παρεμπόδιση της επικοινωνίας μέσω ομιλίας, διαταραχή του ύπνου με όλες τις επιβλαβείς συνέπειες, καρδιαγγειακές επιπτώσεις, ορμονικές αντιδράσεις με πιθανές συνέπειες στον ανθρώπινο μεταβολισμό και το ανοσοποιητικό σύστημα και τέλος μειωμένη απόδοση στη δουλειά και στο σχολείο.

Το κόστος που προκύπτει από τον κυκλοφοριακό θόρυβο είναι εξωτερικός καθώς οι οδηγοί οι οποίοι παράγουν τον θόρυβο δεν το λαμβάνουν υπόψη προτού χρησιμοποιήσουν τα οχήματά τους. Ο θόρυβος μετράται σε ντεσιμπέλ (dB) και είναι πιο έντονος συνήθως σε περιοχές με χαμηλά επίπεδα κίνησης απ' ό,τι σε περιοχές με κυκλοφοριακή συμφόρηση λόγω της αυξημένης ταχύτητας που κινούνται τα οχήματα.

Το οριακό εξωτερικό κόστος των επιβατικών αυτοκινήτων λόγω του θορύβου εξαρτάται από την ώρα της ημέρας κατά την οποία ο κόσμος εκτίθεται σε αυτόν, την ταχύτητα οδήγησης, τα υφιστάμενα επίπεδα θορύβου καθώς και την κατάσταση του οχήματος, δηλαδή την ηλικία και το επίπεδο συντήρησης του. Υπάρχει μία εμφανής διαφορά μεταξύ της ημέρας και της νύχτας στο κόστος του θορύβου. Οι τιμές του κόστους του θορύβου παρουσιάζονται στον πίνακα 24.

Πίνακας 24: Οριακό εξωτερικό κόστος του θορύβου στις αστικές περιοχές (Eurocents'2010/οχηματοχιλιόμετρο)

Τύπος οχήματος	Ώρα της ημέρας	Αστικές περιοχές	Μικροαστικές περιοχές	Αγροτικές περιοχές
Αυτοκίνητα	Μέρα	0,93	0,15	0,01
	Νύχτα	1,71	0,27	0,04
Μοτοσυκλέτες	Μέρα	1,88	0,29	0,04
	Νύχτα	3,41	0,54	0,06
Λεωφορεία	Μέρα	4,68	0,72	0,09
	Νύχτα	8,54	1,35	0,16
Ελαφρά φορτηγά	Μέρα	4,68	0,72	0,09
	Νύχτα	8,54	1,35	0,16
Βαρέα φορτηγά	Μέρα	8,61	1,35	0,16
	Νύχτα	15,70	2,46	0,28

Τα αποτελέσματα που καταγράφονται στον πίνακα 24 για το οριακό εξωτερικό κόστος του θορύβου στις αστικές περιοχές για το 2010 προήλθαν από τη μετατροπή των μετρήσεων του επιπέδου του θορύβου για το έτος 2007 σε διαφορά σημεία της Λεμεσού και Λευκωσίας, τα οποία ανατέθηκαν από την Υπηρεσία Περιβάλλοντος της Κύπρου, πολλαπλασιάζοντας με το λόγο του αποπληθωριστή του ΑΕΠ εκφρασμένου σε Ευρώ'2010.

Όπως φαίνεται από τον πιο πάνω πίνακα, κατά τη διάρκεια της μέρας το οριακό εξωτερικό κόστος του θορύβου είναι μικρότερο από ότι κατά τη διάρκεια της νύχτας. Αυτό οφείλεται στο ότι κατά τη διάρκεια της νύχτας ο θόρυβος από τις καθημερινές δραστηριότητες είναι μηδαμινός με αποτέλεσμα ο ήχος του αυτοκινήτου να είναι πιο έντονος και αισθητός στους κατοίκους μίας περιοχής. Επίσης το επίπεδο κυκλοφορίας είναι χαμηλότερο τη νύχτα από ότι την μέρα με αποτέλεσμα ένα αυτοκίνητο να κινείται με μεγαλύτερη ταχύτητα και να εκπέμπει ήχο μεγαλύτερης έντασης.

2.5 Κλιματικές αλλαγές

Το παγκόσμιο κλίμα έχει υποστεί σημαντικές εναλλαγές με την πάροδο εκατομμυρίων χρόνων λόγω του φαινομένου των κλιματικών αλλαγών. Η υπερθέρμανση του πλανήτη λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας αποτελεί την κύρια αιτία των κλιματικών αλλαγών και των επιπτώσεων της. Η αύξηση της θερμοκρασίας οφείλεται κυρίως στις ανθρωπογενείς δραστηριότητες οι οποίες συμβάλουν στην επιδείνωση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Τα σημαντικότερα αέρια των οποίων η

παρουσία τους στην ατμόσφαιρα συμβάλει στην επιδείνωση του φαινομένου του θερμοκηπίου είναι το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), το μεθάνιο (CH₄) και το υποξείδιο του αζώτου (N₂O). Τα μέσα μεταφοράς είναι υπεύθυνα περίπου για το 21% των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου στην Ευρώπη, ένα ποσοστό που συνεχώς αυξάνεται. Πάνω από το 90% των εκπομπών αυτών προέρχεται από την χρήση φορτηγών και αυτοκινήτων. Σύμφωνα με το Handbook η αύξηση του κόστους του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα με την πάροδο των χρόνων παρουσιάζεται στον πίνακα 25.

Πίνακας 25: Εξωτερικό κόστος του άνθρακα (Ευρώ/τόνο CO₂)

Χρόνος	Κεντρική αξία
2010	25
2020	40
2030	55
2040	70
2050	85

Το διοξείδιο του άνθρακα αποτελεί το σημαντικότερο αέριο που συμβάλει στην παγκόσμια κλιματική αλλαγή. Οι εκπομπές των οχημάτων αποτελούν το 15% των συνολικών εκπομπών CO₂. Το διοξείδιο του άνθρακα παράγεται κατά την καύση της βενζίνης, του πετρελαίου καθώς και άλλων καυσίμων με σκοπό την παραγωγή ενέργειας από ένα κινητήρα του αυτοκινήτου.

Για κάθε ένα δρόμο που μελετούμε και ανάλογα με το αν το όχημα είναι βενζινοκίνητο ή πετρελαιοκίνητο υπάρχει ένας συντελεστής εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα για όλα τα επιβατικά οχήματα Euro III.

Για τα βενζινοκίνητα οχήματα η εξίσωση που χρησιμοποιείται είναι η εξής:

$$EF_{gasoline} = (217 + 0,253 * v + 0,00965 * v^2) / (1 + 0,096 * v + 0,000421 * v^2) * 3,18 \quad (10)$$

Ενώ για τα πετρελαιοκίνητα οχήματα η εξίσωση που χρησιμοποιείται είναι η εξής:

$$EF_{diesel} = (162 + 2,18 * v - 0,0128 * v^2) / (1 + 0,123 * v - 0,000776 * v^2) * 3,14 \quad (11)$$

Για τον υπολογισμό του σταθμισμένου μέσου όρου δίνεται το ποσό των οχηματοχιλιομέτρων (vkm) ανάλογα με το αν το αυτοκίνητο είναι βενζινοκίνητο ή πετρελαιοκίνητο. Η αναλογία είναι 70% για τα βενζινοκίνητα οχήματα και 30% για

τα πετρελαιοκίνητα οχήματα. Επομένως, θεωρώντας ως συντελεστές βαρύτητας, το ποσό των οχηματο-χιλιομέτρων, υπολογίζουμε τον σταθμισμένο μέσο όρο πολλαπλασιάζοντας το μέσο όρο των συντελεστών εκπομπής CO₂ για βενζινοκίνητα και πετρελαιοκίνητα οχήματα ξεχωριστά προς και έξω από την πόλη, με το αντίστοιχο ποσοστό των οχηματο-χιλιομέτρων και μετέπειτα τα προσθέτουμε για τον υπολογισμό του σταθμισμένου μέσου όρου.

Με βάση τις εξισώσεις (10) και (11) υπολογίζονται οι τιμές των συντελεστών εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα και του σταθμισμένου μέσου όρου για όλους τους δρόμους οι οποίες καταγράφονται στα παραρτήματα στους πίνακες Π22 μέχρι Π25.

Από τα αποτελέσματα παρατηρείται πως οι συντελεστές εκπομπών CO₂ είναι μεγαλύτεροι στα βενζινοκίνητα οχήματα από ότι στα πετρελαιοκίνητα. Οι συντελεστές εκπομπών εξαρτώνται από την ταχύτητα κίνησης του οχήματος και όπως φαίνεται όσο πιο μικρή είναι η ταχύτητα ενός οχήματος, τόσο πιο πολύ αυξάνεται ο συντελεστής εκπομπών.

2.5.1 Υπολογισμός οριακού εξωτερικού κόστους

Για τον υπολογισμό του οριακού εξωτερικού κόστους για τις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα απαιτείται το εξωτερικό κόστος του άνθρακα (πίνακας 25) και ο σταθμισμένος μέσος όρος (πίνακες Π22-Π25).

Πίνακας 26: Εξωτερικό κόστος από τις εκπομπές CO₂ στους τέσσερις δρόμους (€cents'2010/οχηματοχιλιόμετρο)

Ωρες	Λεωφόρος Μακαρίου	Λεωφόρος Λεμεσού	Λεωφόρος Λάρνακος	Μικρός δρόμος
00-01	0,43	0,45	0,44	0,45
01-02	0,42	0,43	0,44	0,45
02-03	0,42	0,43	0,44	0,44
03-04	0,42	0,42	0,44	0,44
04-05	0,42	0,42	0,44	0,44
05-06	0,43	0,44	0,44	0,45
06-07	0,46	0,50	0,45	0,49
07-08	0,51	0,69	0,48	0,54
08-09	0,52	0,63	0,46	0,52
09-10	0,49	0,65	0,45	0,53
10-11	0,49	0,62	0,46	0,52
11-12	0,49	0,59	0,46	0,52
12-13	0,48	0,59	0,45	0,52
13-14	0,49	0,58	0,47	0,52
14-15	0,49	0,69	0,48	0,54
15-16	0,49	0,62	0,47	0,53
16-17	0,49	0,59	0,48	0,52
17-18	0,50	0,67	0,48	0,54
18-19	0,49	0,60	0,46	0,52
19-20	0,47	0,54	0,45	0,50
20-21	0,46	0,51	0,45	0,50
21-22	0,45	0,48	0,45	0,48
22-23	0,45	0,46	0,44	0,47
23-00	0,44	0,45	0,44	0,46

Στον πίνακα 26 παρατηρείται το κόστος από τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ανά όχημα-χιλιόμετρο. Οι εκπομπές CO₂ εξαρτώνται από το είδος των καυσίμων που χρησιμοποιείται σε ένα όχημα, ενώ παρατηρείται σύμφωνα με τους πίνακες 7 και 8 πως η μείωση της ταχύτητας κίνησης ενός οχήματος αυξάνει το κόστος από τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

Το συνολικό κόστος των εκπομπών του CO₂ όπως φαίνεται από τον πίνακα 27, υπολογίζεται από το άθροισμα του κόστους του ρύπου αυτού σε κάθε δρόμο. Το μεθάνιο και το υποξείδιο του αζώτου έχουν σταθερό κόστος κατά τη διάρκεια της μέρας. Οι συντελεστές εκπομπής του μεθανίου και του υποξειδίου του αζώτου καταγράφονται στα παραρτήματα στον πίνακα Π26.

Πίνακας 27: Συνολικό κόστος εκπομπής των αερίων του θερμοκηπίου (€cents'2010/οχηματοχιλιόμετρο)

Ωρες	CO₂	CH₄	N₂O	ΣΥΝΟΛΟ
00-01	1,77	0,001	0,012	1,782
01-02	1,74	0,001	0,012	1,753
02-03	1,73	0,001	0,012	1,744
03-04	1,73	0,001	0,012	1,741
04-05	1,73	0,001	0,012	1,741
05-06	1,75	0,001	0,012	1,756
06-07	1,90	0,001	0,012	1,912
07-08	2,22	0,001	0,012	2,236
08-09	2,13	0,001	0,012	2,147
09-10	2,12	0,001	0,012	2,137
10-11	2,10	0,001	0,012	2,115
11-12	2,05	0,001	0,012	2,054
12-13	2,04	0,001	0,012	2,051
13-14	2,05	0,001	0,012	2,064
14-15	2,19	0,001	0,012	2,204
15-16	2,10	0,001	0,012	2,117
16-17	2,07	0,001	0,012	2,085
17-18	2,17	0,001	0,012	2,186
18-19	2,07	0,001	0,012	2,080
19-20	1,97	0,001	0,012	1,979
20-21	1,92	0,001	0,012	1,932
21-22	1,86	0,001	0,012	1,876
22-23	1,82	0,001	0,012	1,834
23-00	1,79	0,001	0,012	1,806

Για τον υπολογισμό του κόστους των εκπομπών CH₄ κατά τη διάρκεια μίας ημέρας πολλαπλασιάζεται αρχικά το ποσοστό των οχηματο-χιλιομέτρων για τα βενζινοκίνητα οχήματα με τις εκπομπές του μεθανίου που εκπέμπονται από αυτά και τις αντίστοιχες εκπομπές για τα πετρελαιοκίνητα οχήματα. Στη συνέχεια προσθέτονται οι δύο αυτές τιμές και πολλαπλασιάζονται με το δυναμικό θέρμανσης μεθανίου και το εξωτερικό κόστος του άνθρακα για το 2010.

2.6 Άλλες επιδράσεις

Εκτός από τις εξωτερικότητες οι οποίες εξετάζονται στα πιο πάνω υποκεφάλαια υπάρχουν και κάποιες άλλες επιδράσεις που επηρεάζουν το κοινωνικό και περιβαλλοντικό κόστος από τα μέσα μεταφοράς. Αυτές οι επιδράσεις αφορούν τη ρύπανση του εδάφους και των υδάτων λόγω των εκπομπών τοξικών ουσιών, τις εκπομπές των ατμοσφαιρικών ρύπων και αερίων του θερμοκηπίου κατά τη διαδικασία παραγωγής και διανομής των καυσίμων και η αυξημένη εξάρτηση από το πετρέλαιο. Επίσης η ανάπτυξη των οδικών υποδομών στις αστικές περιοχές περιορίζει το διαθέσιμο χώρο για τους πεζούς και τους ποδηλάτες. Άλλες πιθανές ανεπιθύμητες επιδράσεις στις αστικές περιοχές είναι η οπτική όχληση λόγω του όγκου των μεταφορών, ενώ η ανάπτυξη οδικών υποδομών επηρεάζει σε σημαντικό βαθμό την μετακίνηση των πεζών θέτοντας τους σε μεγάλο κίνδυνο.

Η εκτίμηση των δαπανών αυτών από την χρήση των αυτοκινήτων στις αστικές πόλεις της Κύπρου καταγράφονται στον πίνακα 28.

Πίνακας 28: Εξωτερικό κόστος για άλλες επιδράσεις των επιβατηγών οχημάτων (Eurocents'2010/οχηματοχιλιόμετρο)

ΤΥΠΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΤΗΤΑΣ	ΚΟΣΤΟΣ (€cents/οχημα-χιλιόμετρο)
Εκπομπές ρύπων και αερίων του θερμοκηπίου κατά την παραγωγή και διανομή των καυσίμων	0,8
Ρύπανση του εδάφους και των υδάτων	0,06
Κόστος εξάρτησης από το πετρέλαιο	0,4
Επιπτώσεις στις αστικές περιοχές	0,26
ΣΥΝΟΛΟ	1,52

Μεγαλύτερο κόστος από τις εξωτερικότητες που προαναφέρονται στον πίνακα 28 είναι αυτό των εκπομπών των αερίων ρύπων του θερμοκηπίου κατά την παραγωγή και διανομή των καυσίμων που είναι ίσο με 0,8 €cents ανά όχημα-χιλιόμετρο. Το κόστος της εξάρτησης από το πετρέλαιο είναι 0,4 €cents ανά όχημα-χιλιόμετρο και οφείλεται στην υπερβολική χρήση των ιδιωτικών αυτοκινήτων από τους πολίτες λόγω της έλλειψης άλλων συγκοινωνιών για τη μεταφορά τους. Οι επιπτώσεις στις αστικές πόλεις έχουν κόστος 0,26 €cents ανά όχημα-χιλιόμετρο, καθώς ναί μεν η επισκευή και αναβάθμιση των οδικών δικτύων είναι απαραίτητη για την ασφάλεια των οδηγών όμως η υπερβολική εκμετάλλευση του χώρου, παρεμποδίζει την μετακίνηση των

πεζών και των ποδηλάτων. Τέλος η ρύπανση και η υποβάθμιση του εδάφους και των υδάτων λόγω των μεταφορών επιφέρει κόστος 0,06 €cents ανά όχημα-χιλιόμετρο και προκύπτει είτε από τις καθημερινές μεταφορικές δραστηριότητες είτε λόγω ατυχημάτων που έχουν σαν αποτέλεσμα την διαρροή καυσίμων, ελαίων και μετάλλων στα εδάφη ή σε υδάτινα οικοσυστήματα.

2.7 Ιδιωτικό κόστος

Το ιδιωτικό κόστος αντίθετα με το εξωτερικό είναι το κόστος που επωμίζονται οι χρήστες όταν αποφασίσουν να χρησιμοποιήσουν το αυτοκίνητο για τη μεταφορά τους. Στα ιδιωτικά κόστη λαμβάνεται το κόστος του οχήματος και λειτουργίας του, δηλαδή το κόστος συντήρησης του αυτοκινήτου, το κόστος του καυσίμου και το κόστος του χρόνου που χάνεται από τον οδηγό λόγω της κυκλοφοριακής συμφόρησης που επικρατεί σε ένα οδικό δίκτυο.

Το ιδιωτικό κόστος που προκύπτει από τη κυκλοφοριακή συμφόρηση στους χρήστες των αυτοκινήτων για κάθε δρόμο με κατεύθυνση προς και έξω από την πόλη καταγράφονται στους πίνακες 29 και 30 αντίστοιχα.

Πίνακας 29: Ιδιωτικό κόστος λόγω συμφόρησης σε Eurocents'2010 ανά οχηματοχιλιόμετρο με κατεύθυνση προς την πόλη

Ωρες	Λεωφόρος Μακαρίου	Λεωφόρος Λεμεσού	Λεωφόρος Λάρνακος	Μικρός Δρόμος
00-01	0,008	0,006	0,020	0,022
01-02	0,007	0,009	0,019	0,020
02-03	0,007	0,008	0,018	0,019
03-04	0,007	0,008	0,018	0,018
04-05	0,008	0,009	0,020	0,021
05-06	0,011	0,009	0,028	0,031
06-07	0,019	0,055	0,036	0,058
07-08	0,079	0,565	0,080	0,142
08-09	0,109	0,395	0,064	0,140
09-10	0,079	0,547	0,068	0,164
10-11	0,077	0,344	0,072	0,152
11-12	0,054	0,173	0,064	0,117
12-13	0,043	0,148	0,061	0,109
13-14	0,036	0,093	0,054	0,084
14-15	0,042	0,109	0,063	0,087
15-16	0,053	0,175	0,070	0,106
16-17	0,043	0,161	0,064	0,095
17-18	0,041	0,151	0,062	0,092
18-19	0,034	0,094	0,044	0,075
19-20	0,021	0,057	0,034	0,054
20-21	0,016	0,045	0,028	0,046
21-22	0,011	0,029	0,022	0,034
22-23	0,007	0,012	0,012	0,017
23-00	0,009	0,008	0,021	0,025

Πίνακας 30: Ιδιωτικό κόστος λόγω συμφόρησης σε Eurocents'2010 ανά οχηματοχιλιόμετρο με κατεύθυνση έξω από την πόλη

Ωρες	Λεωφόρος Μακαρίου	Λεωφόρος Λεμεσού	Λεωφόρος Λάρνακος	Μικρός Δρόμος
00-01	0,009	0,008	0,009	0,025
01-02	0,008	0,010	0,009	0,021
02-03	0,007	0,008	0,009	0,019
03-04	0,007	0,008	0,009	0,019
04-05	0,008	0,008	0,009	0,020
05-06	0,012	0,013	0,012	0,030
06-07	0,018	0,040	0,017	0,051
07-08	0,034	0,110	0,022	0,091
08-09	0,025	0,073	0,021	0,077
09-10	0,026	0,086	0,024	0,088
10-11	0,034	0,116	0,024	0,107
11-12	0,040	0,135	0,022	0,115
12-13	0,044	0,162	0,026	0,125
13-14	0,058	0,181	0,026	0,126
14-15	0,039	0,662	0,021	0,185
15-16	0,028	0,168	0,021	0,116
16-17	0,032	0,082	0,020	0,077
17-18	0,041	0,300	0,020	0,133
18-19	0,037	0,164	0,016	0,106
19-20	0,024	0,068	0,015	0,065
20-21	0,018	0,037	0,013	0,044
21-22	0,011	0,018	0,011	0,025
22-23	0,008	0,011	0,010	0,018
23-00	0,005	0,010	0,009	0,016

Το ιδιωτικό κόστος εξαρτάται από την κυκλοφοριακή συμφόρηση που επικρατεί σε ένα οδικό δίκτυο καθώς επηρεάζει την ταχύτητα κίνησης ενός οχήματος και επομένως το χρόνο που απαιτείται για να φτάσει ο χρήστης στον προορισμό του. Το κόστος από τις καθυστερήσεις ποικίλει ανάλογα με το σκοπό που πραγματοποιείται ένα ταξίδι και το ποσοστό που καταλαμβάνει κάθε τύπος ταξιδιού ανά ώρα της ημέρας. Επομένως όπως φαίνεται από τα αποτελέσματα των πινάκων 29 και 30 το ιδιωτικό κόστος λόγω κυκλοφοριακής συμφόρησης αυξάνεται κατά τις ώρες αιχμής λόγω της μειωμένης ταχύτητας κυκλοφορίας των οχημάτων και της καθυστέρησης των οδηγών από το να φτάσουν στο προορισμό τους και συνεπώς την αύξηση της κατανάλωσης των καυσίμων.

Το συνολικό ιδιωτικό κόστος για κάθε ώρα της ημέρας σε €cents/όχημα-χιλιόμετρο καταγράφεται στον πίνακα 31.

Πίνακας 31: Συνολικό ιδιωτικό κόστος για το 2010 (Eurocents ανά οχηματοχιλιόμετρο)

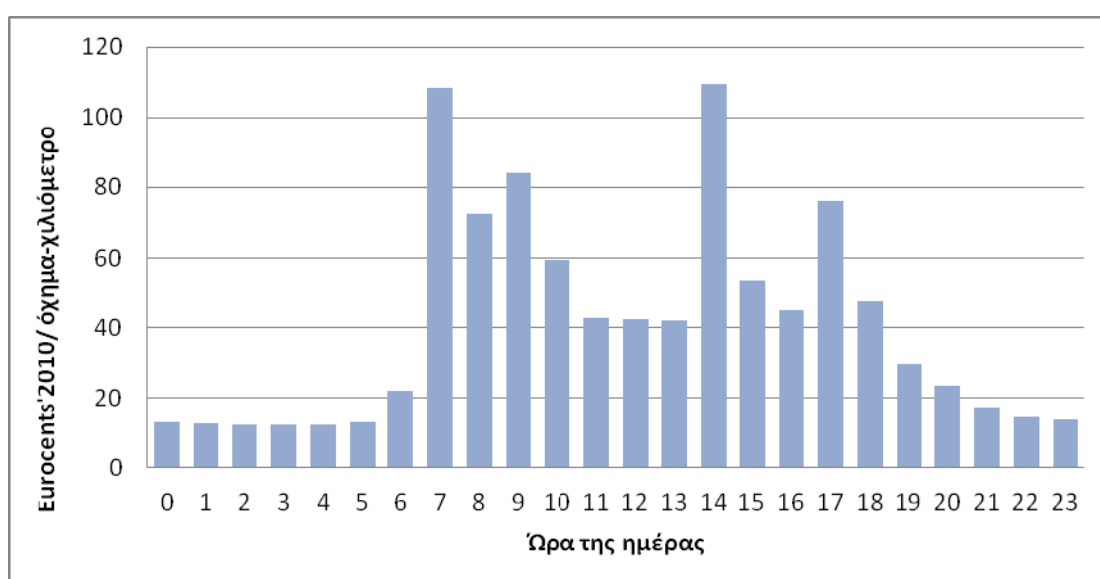
Ώρες	Ιδιωτικό κόστος
00-01	19,4
01-02	19,1
02-03	19,0
03-04	19,0
04-05	19,0
05-06	19,2
06-07	20,3
07-08	23,5
08-09	22,5
09-10	22,9
10-11	22,4
11-12	21,8
12-13	21,8
13-14	21,6
14-15	23,5
15-16	22,3
16-17	21,8
17-18	23,1
18-19	21,9
19-20	20,9
20-21	20,5
21-22	19,9
22-23	19,5
23-00	19,4

Το συνολικό ιδιωτικό κόστος υπολογίζεται από το άθροισμα του μέσου όρου του σταθμισμένου μέσου όρου της κυκλοφοριακής συμφόρησης (Πίνακας Π27, παραρτήματα) με το συνολικό κόστος της κατανάλωσης καυσίμου (Πίνακας Π30, παραρτήματα) και το μεταβλητό κόστος O&M το οποίο ισούται με 12 Ευρωσέντς ανά οχηματοχιλιόμετρο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 Συνολικό εξωτερικό κόστος

Με το τέλος των υπολογισμών που έχουν γίνει στο κεφάλαιο 3, έχει υπολογιστεί το συνολικό κοινωνικό κόστος από τις επιπτώσεις της κυκλοφοριακής συμφόρησης, των οδικών ατυχημάτων, της ηχορύπανσης, της αέριας ρύπανσης και της συμβολής των ρύπων που εκπέμπονται από τα οχήματα στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Το συνολικό κοινωνικό κόστος έχει παραστεί γραφικά στην εικόνα 9 και εκφράζεται σε eurocent's2010/όχημα-χιλιόμετρο.

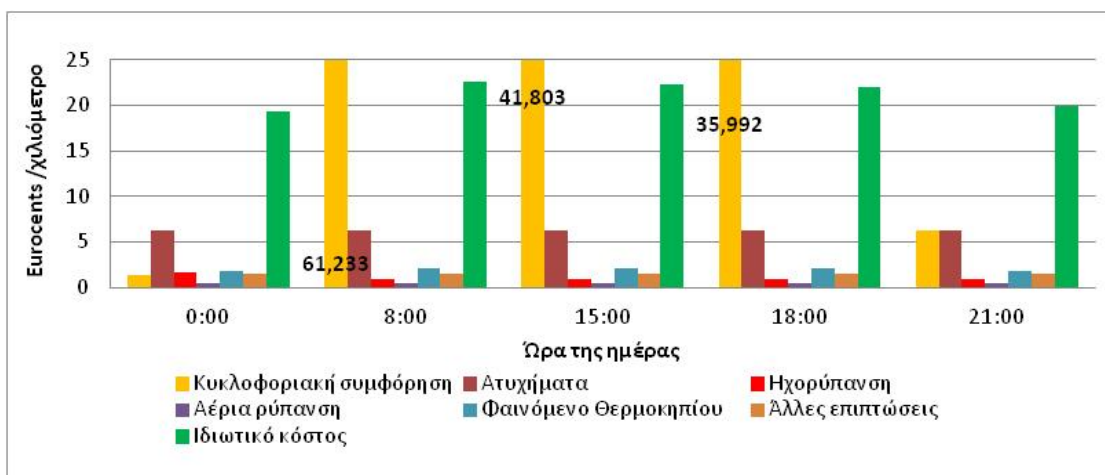


Εικόνα 9: Συνολικό κοινωνικό κόστος

Όπως φαίνεται από το πιο πάνω διάγραμμα το μεγαλύτερο κόστος κατά τη διάρκεια μίας ημέρας παρατηρείται η ώρα 14:00 το απόγευμα, όπου το κόστος από τη κυκλοφοριακή συμφόρηση είναι το μέγιστο. Κατά τη συγκεκριμένη ώρα της ημέρας παρουσιάζεται μεγάλη κυκλοφοριακή συμφόρηση στο σύνολο των τεσσάρων δρόμων που μελετούμε με αποτέλεσμα η ταχύτητα κίνησης των οχημάτων να είναι η ελάχιστη. Υψηλό κόστος παρατηρείται και η ώρα 07:00 το πρωί όπου η κυκλοφοριακή συμφόρηση είναι εξίσου μεγάλη στους δρόμους. Το ελάχιστο συνολικό εξωτερικό κόστος σημειώνεται κατά τις πρώτες πρωινές και νυχτερινές ώρες όπου παρόλο που το κόστος του θορύβου και ο κίνδυνος πρόκλησης ενός ατυχήματος είναι μεγάλος, εντούτοις το κόστος δεν συγκρίνεται με αυτό που επιφέρει η κυκλοφοριακή συμφόρηση στην κοινωνία κατά τις ώρες αιχμής.

3.2 Σύγκριση κόστους όλων των επιπτώσεων από τα μέσα μεταφοράς

Σε αυτό το υποκεφάλαιο συνοψίζονται σε ένα διάγραμμα όλες οι εξωτερικότητες και το κόστος που προξενούν στην κοινωνία, έτσι ώστε να γίνει σύγκριση του μεγέθους και της οικονομικής σημασίας που επιφέρει κάθε επίπτωση.

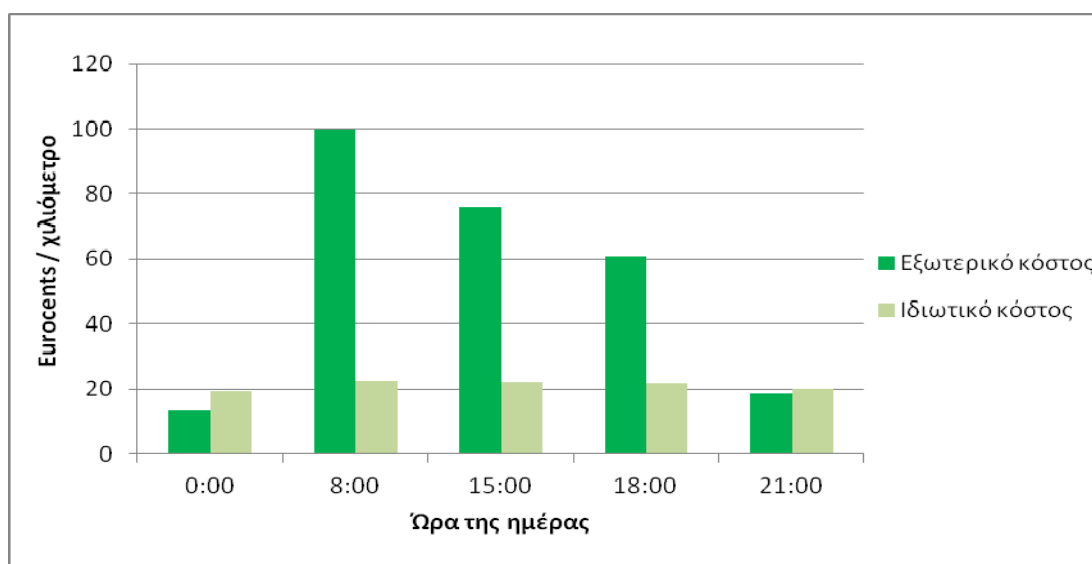


Εικόνα 10: Αποτελέσματα εξωτερικού κόστους κάθε εξωτερικότητας όλων των δρόμων

Η εικόνα 10, αφορά τα συνολικά αποτελέσματα όλων των δρόμων σε eurocents/χιλιόμετρο για κάθε εξωτερικότητα ξεχωριστά. Παρουσιάζονται τα αποτελέσματα μας όσο αφορά τη κυκλοφοριακή συμφόρηση, τα ατυχήματα, την ηχορύπανση, την αέρια ρύπανση, το φαινόμενο του θερμοκηπίου το ιδιωτικό κόστος και κάποιες άλλες επιπτώσεις οι οποίες αναφέρονται στον πίνακα 26. Το μεγαλύτερο κόστος για όλες σχεδόν τις ώρες της μέρας υφίσταται από την κυκλοφοριακή συμφόρηση. Οι υπόλοιπες εξωτερικότητες, εκτός του ιδιωτικού κόστους, παρουσιάζουν πολύ μικρό κόστος συγκριτικά του κόστους της κυκλοφοριακής συμφόρησης.

3.3 Σύγκριση ιδιωτικού και εξωτερικού κόστους

Στο παρόν υποκεφάλαιο γίνεται σύγκριση μεταξύ του ιδιωτικού και εξωτερικού κόστους. Το εξωτερικό κόστος, όπως φαίνεται και από την εικόνα 11, είναι αισθητά μεγαλύτερο από το ιδιωτικό κατά τις ώρες αιχμής. Έχουν επιλεγθεί συγκεκριμένες ώρες στις οποίες είναι φανερή η διαφορά μεταξύ των δύο κοστών.



Εικόνα 11: Εξωτερικό και ιδιωτικό κόστος

Είναι λογικό πως το ιδιωτικό κόστος είναι μικρότερο από ότι το εξωτερικό κόστος λόγω του ότι λαμβάνεται υπόψη από τον οδηγό ενός οχήματος πριν χρησιμοποιήσει το όχημα. Αν ο οδηγός έχει την οικονομική ευχέρεια να πληρώσει το κόστος μίας δραστηριότητας τότε θα την εκτελέσει διαφορετικά όχι. Αντίθετα, το εξωτερικό κόστος αγνοείται παντελώς από τους χρήστες των μέσων μεταφοράς αφού δεν το πληρώνουν οι ίδιοι αλλά η κοινωνία με αποτέλεσμα να είναι υψηλό. Κατά τις πρώτες πρωινές ώρες αλλά και κατά τη διάρκεια της νύχτας το ιδιωτικό κόστος είναι μεγαλύτερο καθώς λόγω μικρής κυκλοφοριακής συμφόρησης οι οδηγοί κινούνται με μεγάλη ταχύτητα καταναλώνοντας περισσότερα καύσιμα ενώ αυξάνεται και το κόστος συντήρησης του οχήματος αφού η περίπτωση να υποστεί βλάβη αυξάνεται. Κατά τις ώρες αιχμής, με μεγάλη κυκλοφοριακή συμφόρηση είναι μέχρι και τρεις φορές μεγαλύτερο το εξωτερικό κόστος από το ιδιωτικό καθώς λόγω του κυκλοφοριακού φόρτου του οδικού δικτύου τα οχήματα κινούνται αργά αυξάνοντας την αξία του χρόνου, μέχρι να φτάσουν στον προορισμό τους. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση του συνολικού κοινωνικού κόστους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Το σοβαρό κοινωνικό κόστος που επιφέρει η αυξανόμενη χρήση των αυτοκινήτων τα τελευταία χρόνια πρέπει να αντιμετωπιστεί με την επιβολή μέτρων πολιτικής. Όπως παρατηρήθηκε από τα αποτελέσματα στην εικόνα 6 από στοιχεία που πάρθηκαν στις λεωφόρους Λάρνακος, Λεμεσού, Μακαρίου και ένα μικρό δρόμο, η κυκλοφοριακή συμφόρηση φέρει το μεγαλύτερο μέρος του συνολικού κοινωνικού κόστους που υποδεικνύεται στην εικόνα 5. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση παρατηρήθηκε για πρώτη φορά κυκλοφοριακή συμφόρηση το 1990. Η μονιμοποίηση αυτής της κατάστασης σε ορισμένες περιοχές έχει προκαλέσει έντονες ανησυχίες για την ανταγωνιστικότητα σε οικονομικό επίπεδο. Το 1993 διατυπώθηκε μία ανησυχητική καθώς και προφητική δήλωση στη Λευκή Βίβλο για την ανάπτυξη, την ανταγωνιστικότητα και την απασχόληση. Η δήλωση είναι η εξής: *«Είναι προφανές ότι η κυκλοφοριακή συμφόρηση όχι μόνο δοκιμάζει τα νεύρα των οδηγών, αλλά έχει και υψηλό κόστος για την Ευρωπαϊκή παραγωγικότητα. Υπάρχουν σημεία συμφόρησης και στοιχεία που λείπουν στις υποδομές, μία έλλειψη διαλειτουργικότητας μεταξύ τρόπων και συστημάτων. Τα δίκτυα είναι οι αρτηρίες τροφοδοσίας της μεγάλης αγοράς. Οι ανεπάρκειες τους λειτουργούν ανασταλτικά στον ανταγωνισμό και αφήνουν ανεκμετάλλευτες τις ευκαιρίες για δημιουργία νέων αγορών, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα λιγότερες θέσεις απασχόλησης στην Ευρώπη σε σχέση με αυτές που μπορούσαν να δημιουργηθούν».*

Σήμερα παρατηρείται όντως μία οξυθυμία των οδηγών στους δρόμους λόγω της καθυστέρησης τους στο να φθάσουν στους προορισμούς τους, ενώ λόγω βιασύνης τα οδικά ατυχήματα αυξάνουν όλο και περισσότερο χρόνο με το χρόνο.

4.1 Χρήση δημόσιων μεταφορικών μέσων

Με βάση την πιο πάνω δήλωση καθώς και με τα αποτελέσματα της παρούσας πτυχιακής εργασίας, γίνεται κατανοητό πως η επιβολή μέτρων πολιτικής για την αντιμετώπιση της κυκλοφοριακής συμφόρησης είναι απαραίτητη.

Είναι εμφανές ότι η ανάπτυξη και η προώθηση των δημοσίων μέσων μαζικής μεταφοράς αποτελεί μία αποτελεσματική μέθοδο μείωσης του κυκλοφοριακού

φόρτου στα οδικά δίκτυα, αφού δίνει μία εναλλακτική λύση μετακίνησης των πολιτών.

Στην Κύπρο το 2009 έχουν υπογραφεί έξι συμβάσεις παραχώρησης δημόσιας υπηρεσίας εσωτερικών οδικών επιβατικών μεταφορών σε τακτικές γραμμές σε κάθε επαρχία, Λευκωσίας, Λάρνακας, Λεμεσού, Πάφου και Αμμοχώστου. Το νέο σύστημα δημοσίων επιβατικών μεταφορών εφαρμόστηκε στις 5 Ιουλίου 2010, με την πραγματοποίηση διαστικών διαδρομών, δηλαδή τη δυνατότητα μεταφοράς των πολιτών από την μία πόλη στην άλλη μέσω λεωφορείων. Το μέτρο αυτό λήφθηκε με σκοπό τον εκσυγχρονισμό και την αναζωογόνηση των δημόσιων επιβατικών τακτικών μεταφορών προς όφελος των πολιτών. Παρόλα αυτά οι πολίτες δειλιάζουν να χρησιμοποιήσουν τα λεωφορεία ως μέσο για την μεταφορά στους χώρους εργασίας τους, καθώς μόλις το 2% του πληθυσμού χρησιμοποιεί τα μέσα μαζικής μεταφοράς για τις διακινήσεις του. Αυτό οφείλεται κυρίως στην νοοτροπία του Κύπριου πολίτη, καθώς η Κύπρος στην Ευρώπη μπορεί να είναι πρώτη στην αναλογία ιδιωτικών οχημάτων ανά άτομο. Επομένως για να αλλάξει το ποσοστό χρήσης των δημόσιων μεταφορών θα πρέπει να γίνει η σωστή ενημέρωση των πολιτών για τα οφέλη που μπορούν να επιτευχθούν τόσο για το περιβάλλον όσο και για τους ίδιους, αφού με τη χρήση των λεωφορείων ή άλλου μέσου μπορεί να μειωθεί η κυκλοφοριακή συμφόρηση, το κόστος των πολιτών για την αγορά καυσίμων και συντήρησης του οχήματος τους, ειδικότερα στις πόλεις απαλλάσσονται οι πολίτες από το πρόβλημα εξεύρεσης χώρου στάθμευσης και του κόστους που συνεπάγεται, δημιουργούνται νέες θέσεις εργασίας, μειώνεται ο θόρυβος, προστατεύεται το περιβάλλον ενώ αλλάζει και η εικόνα της χώρας έτσι ώστε να είναι αντάξια με τις υπόλοιπες ευρωπαϊκές χώρες.

4.2 Χρέωση ανά χιλιόμετρο ή ανά λίτρο καυσίμου

Η κατάσταση της χρόνιας συμφόρησης εξηγείται εν μέρει από το γεγονός πως οι χρήστες των ιδιωτικών αυτοκινήτων δεν χρεώνονται σε κάθε περίπτωση τις δαπάνες που προκαλούν. Τόσο η κυκλοφοριακή συμφόρηση, τα οδικά ατυχήματα όσο και η αέρια ρύπανση είναι ανάλογη της απόστασης που διανύει το κάθε όχημα, επομένως η χρέωση ανά χιλιόμετρο θα ήταν μία αποδοτική λύση για τους οδηγούς ούτως ώστε να μην χρησιμοποιούν το όχημα τους άνευ ουσίας. Σύμφωνα με υπολογισμούς το

εκτιμώμενο ύψος επιβάρυνσης που θα έπρεπε να επιβληθεί στους χρήστες ιδιωτικών αυτοκινήτων στις κυπριακές πόλεις καταγράφεται στον πίνακα 32.

Πίνακας 32: Εκτιμώμενο ύψος κόστους επιβάρυνσης στους χρήστες ιδιωτικών αυτοκινήτων

Ωρα της ημέρας	Επιβάρυνση (Ευρωσέντς/χιλιόμετρο)
00-01	10
08-09	110
15-16	91
18-19	59
21-22	14

Επίσης, οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα είναι ανάλογες της ποσότητας του καυσίμου που καταναλώνεται, επομένως ένα μέτρο που θα μπορούσε να ληφθεί υπόψη είναι η επιβολή ενός «περιβαλλοντικού φόρου» ανά λίτρο καυσίμου. Σύμφωνα με υπολογισμούς που έγιναν ο ιδανικός φόρος για να αντισταθμίσει πλήρως τις συγκεκριμένες αρνητικές επιπτώσεις ανέρχεται στα 10-20 Ευρωσέντς ανά λίτρο καυσίμου (βενζίνη και πετρέλαιο).

4.3 Χρέωση ανά τύπο αυτοκινήτου

Μία σημαντική επίπτωση των μέσων μεταφοράς είναι οι εκπομπές αερίων που ρυπαίνουν την ατμόσφαιρα και συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μία κοινοποίηση γύρω από την απόσυρση των παλαιών αυτοκινήτων. Στις 4 Ιουλίου το 2007 έχει εγκριθεί από το Υπουργικό Συμβούλιο το σχέδιο απόσυρσης και αντικατάστασης των παλαιών αυτοκινήτων. Το σχέδιο αφορά οχήματα ηλικίας τουλάχιστον 15 χρόνων, δίδοντας χορηγία στους κατόχους των συγκεκριμένων οχημάτων ως κίνητρο, στα πλαίσια μέτρων προστασίας του περιβάλλοντος καθώς και βελτίωσης της οδικής κυκλοφορίας. Η συνεχής τεχνολογική πρόοδος των τελευταίων δεκαετιών μαζί με τις αυστηρές περιβαλλοντικές νομοθεσίες που θεσπίστηκαν είχαν σαν αποτέλεσμα τα σημερινά αυτοκίνητα να εκπέμπουν έως και 20 φορές μικρότερες ποσότητες ρύπων από τα αυτοκίνητα που κατασκευάστηκαν τουλάχιστον 15 χρόνια πριν. Αυτό οφείλεται στη χρήση καταλυτών στα σύγχρονα οχήματα έναντι των παλαιότερων. Πέραν της

μείωσης των αέριων εκπομπών τα σύγχρονα αυτοκίνητα συμβάλουν στη μείωση του κόστους λόγω της ηχορύπανσης και των οδικών ατυχημάτων.

Στον πίνακα 33, καταγράφεται το οριακό κοινωνικό κόστος (Ευρωσέντς ανά χιλιόμετρο) της αέριας ρύπανσης που προξενείται από αυτοκίνητα μεσαίου κυβισμού ανάλογα με το έτος κατασκευής τους.

Πίνακας 33: Οριακό κοινωνικό κόστος (Eurocents/χιλιόμετρο) της αέριας ρύπανσης από αυτοκίνητα ανά έτος κατασκευής τους

Έτος κατασκευής	Βενζινοκίνητα	Πετρελαιοκίνητα
Προ του 1993	0,90	2,40
1993-1995	0,75	1,00
1996-1999	0,30	0,90
2000-2004	0,10	0,75
2005-2008	0,05	0,40

Όπως φαίνεται στον πίνακα 33, η αέρια ρύπανση που προκαλείται από τα οχήματα μειώνεται με την πάροδο των χρόνων κάτι που οφείλεται στη τεχνολογική πρόοδο. Επομένως η απόσυρση των παλαιότερων οχημάτων αποτελεί ένα σημαντικό μέτρο αντιρρύπανσης μίας και το κόστος της αέριας ρύπανσης που προξενείται από τα βενζινοκίνητα αυτοκίνητα μειώνεται περίπου κατά 18 φορές από το 1993 μέχρι το 2008 ενώ το αντίστοιχο κόστος για τα πετρελαιοκίνητα οχήματα μειώνεται περίπου κατά 6 φορές.

Τέλος, το υψηλό ποσοστό αγοράς μεταχειρισμένων οχημάτων ηλικίας μέχρι και 10 ετών λόγω της πιθανότητας δημιουργίας σοβαρά υψηλότερου κόστους σε σχέση με τα καινούργια, θα πρέπει να εξεταστεί η επιβολή κάποιας επιβάρυνσης, που να είναι ανάλογη του επιπλέον κοινωνικού κόστους που προκαλούν. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί είτε με την επιβολή «περιβαλλοντικού φόρου» επιπλέον του φόρου κατανάλωσης που καταβάλλεται με την αγορά του συγκεκριμένου οχήματος, είτε με τη διαφοροποίηση των τελών κυκλοφορίας ανάλογα με την ηλικία κάθε οχήματος, ώστε να επιβάλλονται υψηλότερα τέλη κυκλοφορίας στα παλαιότερα αυτοκίνητα.

4.4 Αστικά διόδια

Η έλλειψη δημοσίων μέσων συγκοινωνιών και εναλλακτικών λύσεων μετακίνησης στις κυπριακές πόλεις οδηγεί τους πολίτες στη χρήση ιδιωτικών αυτοκινήτων. Στην Κύπρο λόγω της μη ύπαρξης οποιουδήποτε κόστους μετακίνησης των πολιτών με το αυτοκίνητο, πέρα του κόστους των καυσίμων, οδηγεί στην αυξημένη χρήση των αυτοκινήτων. Τα τελευταία 2-3 χρόνια γίνεται προσπάθεια ανάπτυξης δημοσίων μέσων μεταφοράς σε όλες τις επαρχίες της χώρας, παρόλα αυτά η ζήτηση τους είναι ελάχιστη και το πρόβλημα της κυκλοφοριακής συμφόρησης, της ηχορύπανσης, των οδικών ατυχημάτων και της αέριας ρύπανσης παραμένει.

Σε αρκετές μεγάλες πόλεις ανά τον κόσμο όπως Σιγκαπούρη, Λονδίνο, Στοκχόλμη, Οσλο έχει εφαρμοστεί το μέτρο επιβολή αστικών διοδίων. Τα αστικά διόδια είναι η επιβολή χρέωσης για τη χρήση ενός συγκεκριμένου οδικού δικτύου με σκοπό τον περιορισμό της κυκλοφορίας των οχημάτων. Με την επιβολή των διοδίων η πραγματοποίηση ή όχι μίας μετακίνησης από τον κάθε χρήστη των οχημάτων θα αξιολογείται λαμβάνοντας υπόψη του, το κόστος που θα καλείται να πληρώσει λόγω της μετακίνησης του.

Ο στόχος της λήψης του συγκεκριμένου μέτρου είναι να επωμίζεται ο κάθε χρήστης κατά την μετακίνηση του το πραγματικό κόστος που προκαλεί. Με αυτό τον τρόπο οι μετακινήσεις από τους χρήστες θα πραγματοποιούνται με μέτρο και έως εκεί μπορούν να καλύψουν το συνολικό τους κόστος, κάνοντας το σύστημα μεταφορών πιο αποδοτικό από οικονομικής και λειτουργικής άποψης. Στην Κύπρο εφαρμόζοντας αυτό το μέτρο μαζί με την ανάπτυξη και προώθηση των δημοσίων μεταφορών οι πολίτες θα έχουν μία εναλλακτική λύση στις μετακινήσεις τους με οικονομικό και περιβαλλοντικό όφελος.

4.5 Ανάπτυξη υποδομής του μεταφορικού συστήματος

Πέραν της κυκλοφοριακής συμφόρησης υπάρχουν και άλλες σοβαρές επιπτώσεις των μέσων μεταφοράς που πρέπει να αντιμετωπιστούν. Οι επιπτώσεις αυτές είναι τα οδικά ατυχήματα και η ηχορύπανση. Με την πάροδο των χρόνων, ένα οδικό δίκτυο μπορεί να υποστεί μία ζημιά η οποία εξαρτάται άμεσα από το βάρος των οχημάτων

που το χρησιμοποιούν καθώς και από τον κυκλοφοριακό φόρτο που διαπερνά το υφιστάμενο δίκτυο. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα με την πάροδο του χρόνου να μειώνεται η ποιότητα του οδοστρώματος και κατά συνέπεια τη μείωση της λειτουργικής ικανότητας και της οδικής ασφάλειας.

Παρόμοιες ζημιές των οδικών δικτύων πρέπει να διορθώνονται άμεσα με την συντήρηση των δρόμων με στόχο την μείωση των οδικών ατυχημάτων.

Επίσης η κυκλοφοριακή συμφόρηση μπορεί να αντιμετωπιστεί μερικώς με την ανάπτυξη της υποδομής του μεταφορικού συστήματος. Ήδη στην Κύπρο στο δρόμο Λάρνακος προς Λευκωσία έχουν δημιουργηθεί τρεις λωρίδες κυκλοφορίας, μειώνοντας σε μεγάλο βαθμό την κυκλοφοριακή συμφόρηση. Αυτό μπορεί να εφαρμοστεί και σε άλλους δρόμους της Κύπρου για την διευκόλυνση της μετακίνησης των πολιτών.

4.6 Οικολογική οδήγηση

Η σημαντικότερη παρέμβαση που καλείται να πράξει το κράτος είναι οι κινητοποιήσεις και η ενημέρωση της Κυπριακής κοινωνίας γύρω από το θέμα της οικολογικής οδήγησης. Η οικολογική οδήγηση ευνοεί τους τομείς της οικονομίας, του περιβάλλοντος αλλά και της ασφάλειας των πολιτών. Σύμφωνα με το Ενεργειακό Γραφείο Κύπριων πολιτών (Cyprus energy Agency), παρέχονται ορισμένες συμβουλές για την μείωση της κατανάλωσης καυσίμου και επομένως της αέριας ρύπανσης, καθώς και για ασφαλέστερη οδήγηση με στόχο τη μείωση των οδικών ατυχημάτων. Η κατανάλωση καυσίμου και η εκπομπή αέριων ρύπων μπορεί να μειωθεί κατά 15% εφόσον είμαστε διαθέσιμοι να αλλάξουμε την οδική μας συμπεριφορά. Όπως παρατηρήθηκε από τα αποτελέσματα μας η ταχύτητα ταξιδιού ενός οχήματος επηρεάζει την εκπομπή των αερίων όπως το διοξείδιο του άνθρακα. Η οδήγηση με σταθερή ταχύτητα θεωρείται η ιδανικότερη καθώς η αυξημένη ταχύτητα αυξάνει την εκπομπή ρύπων ενώ η οδήγηση με χαμηλή ταχύτητα προκαλεί την κυκλοφοριακή συμφόρηση, μία κατάσταση αναμονής για τα οχήματα με αποτέλεσμα την κατανάλωση καυσίμου χωρίς να παράγεται οποιοδήποτε έργο κίνησης. Στην Κύπρο τα τελευταία χρόνια γίνεται μία προσπάθεια δημιουργίας δημόσιων μέσων μεταφοράς με σκοπό το οικονομικό και περιβαλλοντικό όφελος της χώρας. Πέραν των λεωφορείων, η χρήση των οποίων σήμερα αυξήθηκε λόγω της οικονομικής

κατάστασης που επικρατεί στο νησί και της ολοένα αύξησης των καυσίμων, γίνεται προσπάθεια προώθησης των ηλεκτρικών οχημάτων τα οποία δεν καταναλώνουν καύσιμα, έχουν μηδενικές εκπομπές καυσαερίων, μηδενικός θόρυβος ενώ διαθέτουν επαναφορτιζόμενες μπαταρίες που κατά τη φόρτιση τους αποθηκεύουν ηλεκτρική ενέργεια. Ακόμα ένα είδος οχήματος φιλικού προς το περιβάλλον είναι τα υβριδικό. Τα υβριδικά αυτοκίνητα έχουν χαμηλή κατανάλωση καυσίμων και κατά το φρενάρισμα τους ο ηλεκτροκινητήρας φορτίζει τις μπαταρίες μέσω της γεννήτριας. Επιπρόσθετα, η παροχή κινήτρων στους κατόχους παλαιών αυτοκινήτων είναι μία καλή μέθοδος αντιμετώπισης του υψηλού περιβαλλοντικού κόστους και αντικατάστασης τους με σύγχρονα οχήματα.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία έχει επιτευχθεί η εκτίμηση του κοινωνικού κόστους από τη χρήση των ιδιωτικών αυτοκινήτων στις πόλεις της Κύπρου για το έτος 2010. Όπως και σε άλλες πόλεις στον κόσμο, έτσι και στην Κύπρο η χρήση των αυτοκινήτων προξενεί σοβαρές οικονομικές και περιβαλλοντικές συνέπειες το κόστος των οποίων επωμίζεται το κοινωνικό σύνολο. Σύμφωνα με την ευρωπαϊκή μεθοδολογία και με βάση τα πρόσφατα τοπικά δεδομένα κυκλοφορίας που πάρθηκαν από το Τμήμα Δημοσίων Έργων και το Τμήμα Επιθεώρησης Εργασίας υπολογίστηκε το κόστος για τις εξωτερικές επιπτώσεις που προκαλούν τα μέσα μεταφοράς όπως η κυκλοφοριακή συμφόρηση, τα οδικά ατυχήματα, η ηχορύπανση, η ατμοσφαιρική ρύπανση, οι εκπομπές αερίων και άλλων κοινωνικών επιπτώσεων. Η κυκλοφοριακή συμφόρηση ευθύνεται σε μεγάλο βαθμό για το υψηλό εξωτερικό κόστος, καθώς κατά τη μεγαλύτερη διάρκεια της ημέρας το κόστος της είναι αρκετά μεγάλο συγκριτικά με τα υπόλοιπα κόστη των υπόλοιπων επιπτώσεων. Κατά τις ώρες αιχμής, δηλαδή κατά τις πρωινές και απογευματινές ώρες το συνολικό κόστος ξεπερνά το ένα ευρώ ανά χιλιόμετρο. Το βράδυ επικρατεί το κόστος των ατυχημάτων το οποίο ανέρχεται σε 6,239 Ευρώσεντς ανά χιλιόμετρο ενώ το κόστος από το θόρυβο και την ατμοσφαιρική ρύπανση είναι χαμηλότερα συγκριτικά με τα υπόλοιπα. Επίσης, υπολογίστηκε το ιδιωτικό κόστος το οποίο επωμίζεται ο χρήστης του αυτοκινήτου και το οποίο φθάνει μέχρι τα 22 Ευρώσεντς, ένα πόσο πέντε με έξι φορές μικρότερο απ' ότι το εξωτερικό κόστος. Η ύπαρξη του υψηλού οριακού κοινωνικού κόστους υποδεικνύει την ανάγκη για παρεμβάσεις πολιτικής στον τομέα των μεταφορών. Στο κεφάλαιο 4 έχουν αναπτυχθεί ορισμένες πολιτικές η υλοποίηση των οποίων μπορεί να ενισχύσει την προσπάθεια που γίνεται για τη μείωση του κοινωνικού κόστους. Οι πολιτικές αυτές αφορούν την χρήση δημοσίων μεταφορών, τη χρέωση ανά χιλιόμετρο ή ανά λίτρο καυσίμου, την εφαρμογή αστικών διοδίων, την χρέωση ανά τύπο καυσίμου, την ανάπτυξη υποδομής του μεταφορικού συστήματος και την υιοθέτηση της οικολογικής οδήγησης. Όλες αυτές οι πολιτικές αποσκοπούν στην μείωση των επιπτώσεων που επιφέρουν τα μέσα μεταφοράς για την προστασία του περιβάλλοντος και της βιώσιμης ανάπτυξης.

Η πτυχιακή αυτή μπορεί να φανεί χρήσιμη για τις αρχές που ασχολούνται με το σχεδιασμό της οικονομίας και τη λήψη πολιτικών για τα μέσα μεταφοράς.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

CE Delft (2007) 'Handbook on estimation of external cost in the transport sector – Version 1.0', Delft.

Zachariadis (2008) Road to Nowhere: An Assessment of Social Costs from the Use of Cars in Cypriot Cities. *Cyprus Economic Policy Review*, Vol. 2, No. 2, pp. 51-80.

COPERT 4 methodology, road transport

Αργυρώς, Π. (2009). *Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από τα επιβατικά αυτοκίνητα στην Ελλάδα κατά το 2006*. Αθήνα.

Κυριάκου, Ο. *Οικολογική οδήγηση και Φιλικά προς το περιβάλλον οχήματα*.
από: <http://www.cea.org.cy/TOPICS/mobility/EcoDriving-Compressed.pdf>

Ζαχαριάδης, Θ. (2009). *Το κοινωνικό κόστος από τη χρήση αυτοκινήτων και η αντιμετώπιση του*. Λευκωσία.

Philippe Busquin- European Commission. (2003). Research results on socio-environmental damages due to electricity and transport . *External Costs* .

Dimitrios Gkatzoflias, C. K. (February 2012). *Computer programme to calculate emissions from road transport*.

Στατιστική Υπηρεσία Κύπρου

από: http://www.mof.gov.cy/mof/cystat/statistics.nsf/services_72main_gr/services_72main_gr?OpenForm&sub=2&sel=1

ΟΔΗΓΙΑ 2008/50ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, για την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα και καθαρότερο αέρα για την Ευρώπη:
<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:152:0001:0044:EL:PDF>

Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος

από: <http://www.eea.europa.eu/el/themes/noise/about-noise>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

5.1 Λεπτομερής υπολογισμός εκπομπών ρύπων για τον υπολογισμό του εξωτερικού κόστους λόγω αέριας ρύπανσης και εκπομπών του Θερμοκηπίου

Πίνακας Π1: Συντελεστές εκπομπής του Euro III των επιβατικών βενζινοκίνητων οχημάτων (1.4-2.0 λίτρα) στο μικρό δρόμο με κατεύθυνση προς την πόλη

ΩΡΕΣ	NO_x	NMVOC	SO₂	PM
00-01	0,077	0,017	0,002	0,001
01-02	0,077	0,017	0,002	0,001
02-03	0,076	0,017	0,002	0,001
03-04	0,076	0,017	0,002	0,001
04-05	0,077	0,017	0,002	0,001
05-06	0,077	0,017	0,002	0,001
06-07	0,081	0,019	0,003	0,001
07-08	0,083	0,022	0,003	0,001
08-09	0,083	0,021	0,003	0,001
09-10	0,083	0,022	0,003	0,001
10-11	0,083	0,021	0,003	0,001
11-12	0,082	0,020	0,003	0,001
12-13	0,082	0,020	0,003	0,001
13-14	0,081	0,019	0,003	0,001
14-15	0,081	0,020	0,003	0,001
15-16	0,082	0,020	0,003	0,001
16-17	0,082	0,020	0,003	0,001
17-18	0,082	0,020	0,003	0,001
18-19	0,081	0,020	0,003	0,001
19-20	0,081	0,019	0,003	0,001
20-21	0,081	0,019	0,003	0,001
21-22	0,080	0,019	0,003	0,001
22-23	0,079	0,018	0,003	0,001
23-00	0,078	0,017	0,002	0,001

Πίνακας Π2: Συντελεστές εκπομπής Euro III των επιβατικών πετρελαιοκίνητων οχημάτων (< 2.0 λίτρα) στο μικρό δρόμο με κατεύθυνση προς την πόλη

ΩΡΕΣ	NO_x	NMVOC	SO₂	PM
00-01	0,728	0,019	0,002	0,030
01-02	0,723	0,018	0,002	0,030
02-03	0,721	0,018	0,002	0,029
03-04	0,720	0,018	0,002	0,029
04-05	0,722	0,018	0,002	0,030
05-06	0,729	0,019	0,002	0,030
06-07	0,776	0,022	0,002	0,032
07-08	0,842	0,027	0,002	0,035
08-09	0,830	0,026	0,002	0,035
09-10	0,836	0,026	0,002	0,035
10-11	0,822	0,025	0,002	0,034
11-12	0,802	0,024	0,002	0,033
12-13	0,797	0,024	0,002	0,033
13-14	0,786	0,023	0,002	0,033
14-15	0,793	0,024	0,002	0,033
15-16	0,807	0,024	0,002	0,034
16-17	0,809	0,025	0,002	0,034
17-18	0,807	0,024	0,002	0,034
18-19	0,793	0,023	0,002	0,033
19-20	0,782	0,023	0,002	0,033
20-21	0,778	0,023	0,002	0,032
21-22	0,769	0,022	0,002	0,032
22-23	0,753	0,021	0,002	0,031
23-00	0,733	0,019	0,002	0,030

Πίνακας Π3: Συντελεστές εκπομπής Euro III των επιβατικών βενζινοκίνητων οχημάτων (1.4-2.0 λίτρα) στο μικρό δρόμο με κατεύθυνση έξω από την πόλη

ΩΡΕΣ	NO_x	NM VOC	SO₂	PM
00-01	0,078	0,015	0,002	0,001
01-02	0,077	0,015	0,002	0,001
02-03	0,077	0,015	0,002	0,001
03-04	0,076	0,015	0,002	0,001
04-05	0,076	0,015	0,002	0,001
05-06	0,077	0,015	0,002	0,001
06-07	0,080	0,017	0,003	0,001
07-08	0,082	0,019	0,003	0,001
08-09	0,081	0,018	0,003	0,001
09-10	0,081	0,018	0,003	0,001
10-11	0,082	0,018	0,003	0,001
11-12	0,082	0,019	0,003	0,001
12-13	0,082	0,019	0,003	0,001
13-14	0,082	0,019	0,003	0,001
14-15	0,084	0,021	0,003	0,001
15-16	0,082	0,019	0,003	0,001
16-17	0,081	0,018	0,003	0,001
17-18	0,083	0,020	0,003	0,001
18-19	0,082	0,019	0,003	0,001
19-20	0,081	0,018	0,003	0,001
20-21	0,081	0,017	0,003	0,001
21-22	0,080	0,017	0,003	0,001
22-23	0,079	0,016	0,003	0,001
23-00	0,079	0,016	0,003	0,001

Πίνακας Π4: Συντελεστές εκπομπής Euro III των επιβατικών πετρελαιοκίνητων οχημάτων (< 2.0 λίτρα) στο μικρό δρόμο με κατεύθυνση έξω από την πόλη

ΩΡΕΣ	NO_x	NMVOC	SO₂	PM
00-01	0,734	0,019	0,002	0,030
01-02	0,726	0,019	0,002	0,030
02-03	0,722	0,018	0,002	0,030
03-04	0,721	0,018	0,002	0,029
04-05	0,720	0,018	0,002	0,029
05-06	0,727	0,019	0,002	0,030
06-07	0,771	0,022	0,002	0,032
07-08	0,803	0,024	0,002	0,033
08-09	0,786	0,023	0,002	0,033
09-10	0,788	0,023	0,002	0,033
10-11	0,795	0,024	0,002	0,033
11-12	0,801	0,024	0,002	0,033
12-13	0,807	0,024	0,002	0,034
13-14	0,814	0,025	0,002	0,034
14-15	0,858	0,028	0,002	0,036
15-16	0,814	0,025	0,002	0,034
16-17	0,794	0,024	0,002	0,033
17-18	0,838	0,026	0,002	0,035
18-19	0,818	0,025	0,002	0,034
19-20	0,793	0,023	0,002	0,033
20-21	0,776	0,022	0,002	0,032
21-22	0,760	0,021	0,002	0,031
22-23	0,754	0,021	0,002	0,031
23-00	0,752	0,021	0,002	0,031

Πίνακας Π15: Σταθμισμένος μέσος όρος συντελεστών εκπομπής για βενζινοκίνητα και πετρελαιοκίνητα οχήματα στο μικρό δρόμο

ΩΡΕΣ	NO_x	NMVOC	SO₂	PM
00-01	0,273	0,017	0,002	0,010
01-02	0,271	0,017	0,002	0,010
02-03	0,270	0,017	0,002	0,010
03-04	0,270	0,017	0,002	0,010
04-05	0,270	0,017	0,002	0,010
05-06	0,272	0,017	0,002	0,010
06-07	0,288	0,019	0,002	0,011
07-08	0,305	0,022	0,003	0,011
08-09	0,300	0,021	0,003	0,011
09-10	0,301	0,021	0,003	0,011
10-11	0,300	0,021	0,003	0,011
11-12	0,298	0,021	0,003	0,011
12-13	0,298	0,021	0,003	0,011
13-14	0,297	0,021	0,003	0,011
14-15	0,306	0,022	0,003	0,011
15-16	0,301	0,021	0,003	0,011
16-17	0,298	0,021	0,003	0,011
17-18	0,305	0,022	0,003	0,011
18-19	0,299	0,021	0,003	0,011
19-20	0,293	0,020	0,003	0,011
20-21	0,290	0,020	0,003	0,011
21-22	0,285	0,019	0,002	0,010
22-23	0,281	0,018	0,002	0,010
23-00	0,278	0,018	0,002	0,010

Πίνακας Π6: Συντελεστές εκπομπής Euro III των επιβατικών βενζινοκίνητων οχημάτων (1.4-2.0 λίτρα) στη λεωφόρο Λάρνακος με κατεύθυνση προς την πόλη

ΩΡΕΣ	NO_x	NMVOC	SO₂	PM
00-01	0,076	0,017	0,002	0,001
01-02	0,076	0,017	0,002	0,001
02-03	0,076	0,017	0,002	0,001
03-04	0,076	0,017	0,002	0,001
04-05	0,076	0,017	0,002	0,001
05-06	0,076	0,017	0,002	0,001
06-07	0,077	0,017	0,002	0,001
07-08	0,079	0,018	0,003	0,001
08-09	0,079	0,018	0,003	0,001
09-10	0,078	0,017	0,002	0,001
10-11	0,079	0,018	0,003	0,001
11-12	0,079	0,018	0,003	0,001
12-13	0,077	0,017	0,002	0,001
13-14	0,079	0,018	0,003	0,001
14-15	0,079	0,018	0,003	0,001
15-16	0,079	0,018	0,003	0,001
16-17	0,079	0,018	0,003	0,001
17-18	0,079	0,018	0,003	0,001
18-19	0,079	0,018	0,003	0,001
19-20	0,077	0,017	0,002	0,001
20-21	0,077	0,017	0,002	0,001
21-22	0,077	0,017	0,002	0,001
22-23	0,077	0,017	0,002	0,001
23-00	0,076	0,017	0,002	0,001

Πίνακας Π7: Συντελεστές εκπομπών Euro III των επιβατικών πετρελαιοκίνητων οχημάτων (< 2.0 λίτρα) στη λεωφόρο Λάρνακος με κατεύθυνση προς την πόλη

ΩΡΕΣ	NO_x	NMVOC	SO₂	PM
00-01	0,719	0,018	0,002	0,029
01-02	0,718	0,018	0,002	0,029
02-03	0,718	0,018	0,002	0,029
03-04	0,718	0,018	0,002	0,029
04-05	0,717	0,018	0,002	0,029
05-06	0,718	0,018	0,002	0,029
06-07	0,725	0,019	0,002	0,030
07-08	0,757	0,021	0,002	0,031
08-09	0,755	0,021	0,002	0,031
09-10	0,733	0,019	0,002	0,030
10-11	0,755	0,021	0,002	0,031
11-12	0,754	0,021	0,002	0,031
12-13	0,731	0,019	0,002	0,030
13-14	0,758	0,021	0,002	0,031
14-15	0,756	0,021	0,002	0,031
15-16	0,754	0,021	0,002	0,031
16-17	0,757	0,021	0,002	0,031
17-18	0,757	0,021	0,002	0,031
18-19	0,753	0,021	0,002	0,031
19-20	0,730	0,019	0,002	0,030
20-21	0,726	0,019	0,002	0,030
21-22	0,726	0,019	0,002	0,030
22-23	0,723	0,018	0,002	0,030
23-00	0,722	0,018	0,002	0,030

Πίνακας Π8: Συντελεστές εκπομπών Euro III των βενζινοκίνητων οχημάτων (1.4-2.0 λίτρα) στη λεωφόρο Λάρινακος με κατεύθυνση έξω από την πόλη

ΩΡΕΣ	NO_x	NMVOC	SO₂	PM
00-01	0,076	0,015	0,002	0,001
01-02	0,076	0,015	0,002	0,001
02-03	0,076	0,015	0,002	0,001
03-04	0,076	0,015	0,002	0,001
04-05	0,076	0,015	0,002	0,001
05-06	0,076	0,015	0,002	0,001
06-07	0,077	0,015	0,002	0,001
07-08	0,080	0,017	0,003	0,001
08-09	0,077	0,015	0,002	0,001
09-10	0,077	0,015	0,002	0,001
10-11	0,077	0,015	0,002	0,001
11-12	0,077	0,015	0,002	0,001
12-13	0,077	0,015	0,002	0,001
13-14	0,078	0,015	0,002	0,001
14-15	0,079	0,016	0,003	0,001
15-16	0,079	0,016	0,003	0,001
16-17	0,079	0,016	0,003	0,001
17-18	0,079	0,016	0,003	0,001
18-19	0,077	0,015	0,002	0,001
19-20	0,077	0,015	0,002	0,001
20-21	0,077	0,015	0,002	0,001
21-22	0,077	0,015	0,002	0,001
22-23	0,076	0,015	0,002	0,001
23-00	0,076	0,015	0,002	0,001

Πίνακας Π9: Συντελεστές εκπομπών Euro III των πετρελαιοκίνητων οχημάτων (< 2.0 λίτρα) στη λεωφόρο Λάρνακος με κατεύθυνση έξω από την πόλη

ΩΡΕΣ	NO_x	NMVOC	SO₂	PM
00-01	0,720	0,018	0,002	0,029
01-02	0,719	0,018	0,002	0,029
02-03	0,718	0,018	0,002	0,029
03-04	0,717	0,018	0,002	0,029
04-05	0,717	0,018	0,002	0,029
05-06	0,718	0,018	0,002	0,029
06-07	0,725	0,019	0,002	0,030
07-08	0,762	0,021	0,002	0,032
08-09	0,732	0,019	0,002	0,030
09-10	0,728	0,019	0,002	0,030
10-11	0,731	0,019	0,002	0,030
11-12	0,731	0,019	0,002	0,030
12-13	0,731	0,019	0,002	0,030
13-14	0,734	0,019	0,002	0,030
14-15	0,754	0,021	0,002	0,031
15-16	0,753	0,021	0,002	0,031
16-17	0,756	0,021	0,002	0,031
17-18	0,756	0,021	0,002	0,031
18-19	0,730	0,019	0,002	0,030
19-20	0,729	0,019	0,002	0,030
20-21	0,725	0,019	0,002	0,030
21-22	0,722	0,018	0,002	0,030
22-23	0,719	0,018	0,002	0,029
23-00	0,719	0,018	0,002	0,029

Πίνακας Π10: Σταθμισμένος μέσος όρος συντελεστών εκπομπών για βενζινοκίνητα και πετρελαιοκίνητα οχήματα στη λεωφόρο Λάρνακος

ΩΡΕΣ	NO_x	NMVOC	SO₂	PM
00-01	0,269	0,016	0,002	0,010
01-02	0,269	0,016	0,002	0,010
02-03	0,269	0,016	0,002	0,010
03-04	0,269	0,016	0,002	0,010
04-05	0,268	0,016	0,002	0,010
05-06	0,269	0,016	0,002	0,010
06-07	0,271	0,017	0,002	0,010
07-08	0,284	0,019	0,002	0,010
08-09	0,278	0,018	0,002	0,010
09-10	0,273	0,017	0,002	0,010
10-11	0,278	0,018	0,002	0,010
11-12	0,277	0,018	0,002	0,010
12-13	0,274	0,017	0,002	0,010
13-14	0,279	0,018	0,002	0,010
14-15	0,282	0,018	0,002	0,010
15-16	0,281	0,018	0,002	0,010
16-17	0,282	0,018	0,002	0,010
17-18	0,282	0,018	0,002	0,010
18-19	0,277	0,018	0,002	0,010
19-20	0,273	0,017	0,002	0,010
20-21	0,272	0,017	0,002	0,010
21-22	0,271	0,017	0,002	0,010
22-23	0,270	0,017	0,002	0,010
23-00	0,270	0,016	0,002	0,010

Πίνακας Π11: Συντελεστές εκπομπών Euro III των επιβατικών βενζινοκίνητων οχημάτων (1.4-2.0 λίτρα) στη λεωφόρο Μακαρίου με κατεύθυνση προς την πόλη

ΩΡΕΣ	NO_x	NMVOC	SO₂	PM
00-01	0,051	0,014	0,002	0,001
01-02	0,051	0,014	0,002	0,001
02-03	0,051	0,014	0,002	0,001
03-04	0,051	0,014	0,002	0,001
04-05	0,051	0,014	0,002	0,001
05-06	0,051	0,014	0,002	0,001
06-07	0,053	0,016	0,002	0,001
07-08	0,061	0,020	0,003	0,001
08-09	0,063	0,021	0,003	0,001
09-10	0,060	0,019	0,003	0,001
10-11	0,059	0,019	0,003	0,001
11-12	0,056	0,017	0,003	0,001
12-13	0,055	0,017	0,003	0,001
13-14	0,055	0,016	0,003	0,001
14-15	0,056	0,017	0,003	0,001
15-16	0,058	0,018	0,003	0,001
16-17	0,057	0,018	0,003	0,001
17-18	0,057	0,017	0,003	0,001
18-19	0,056	0,017	0,003	0,001
19-20	0,054	0,016	0,002	0,001
20-21	0,053	0,016	0,002	0,001
21-22	0,053	0,015	0,002	0,001
22-23	0,052	0,015	0,002	0,001
23-00	0,051	0,014	0,002	0,001

Πίνακας Π12: Συντελεστές εκπομπών Euro III των επιβατικών πετρελαιοκίνητων οχημάτων (< 2.0 λίτρα) στη λεωφόρο Μακαρίου με κατεύθυνση προς την πόλη

ΩΡΕΣ	NO_x	NMVOC	SO₂	PM
00-01	0,704	0,017	0,002	0,029
01-02	0,701	0,017	0,002	0,028
02-03	0,700	0,017	0,002	0,028
03-04	0,700	0,017	0,002	0,028
04-05	0,699	0,017	0,002	0,028
05-06	0,702	0,017	0,002	0,029
06-07	0,737	0,020	0,002	0,030
07-08	0,833	0,026	0,002	0,035
08-09	0,858	0,028	0,002	0,036
09-10	0,813	0,025	0,002	0,034
10-11	0,803	0,024	0,002	0,033
11-12	0,775	0,022	0,002	0,032
12-13	0,761	0,021	0,002	0,031
13-14	0,756	0,021	0,002	0,031
14-15	0,770	0,022	0,002	0,032
15-16	0,786	0,023	0,002	0,033
16-17	0,780	0,023	0,002	0,032
17-18	0,777	0,022	0,002	0,032
18-19	0,765	0,022	0,002	0,032
19-20	0,747	0,020	0,002	0,031
20-21	0,740	0,020	0,002	0,030
21-22	0,731	0,019	0,002	0,030
22-23	0,725	0,019	0,002	0,030
23-00	0,707	0,017	0,002	0,029

Πίνακας Π13: Συντελεστές εκπομπών Euro III των βενζινοκίνητων οχημάτων (1.4-2.0 λίτρα) στη λεωφόρο Μακαρίου με κατεύθυνση έξω από την πόλη

ΩΡΕΣ	NO_x	NMVOC	SO₂	PM
00-01	0,075	0,014	0,002	0,001
01-02	0,074	0,014	0,002	0,001
02-03	0,074	0,014	0,002	0,001
03-04	0,074	0,014	0,002	0,001
04-05	0,074	0,014	0,002	0,001
05-06	0,075	0,014	0,002	0,001
06-07	0,078	0,016	0,002	0,001
07-08	0,080	0,017	0,003	0,001
08-09	0,078	0,016	0,002	0,001
09-10	0,078	0,016	0,002	0,001
10-11	0,079	0,016	0,003	0,001
11-12	0,079	0,017	0,003	0,001
12-13	0,080	0,017	0,003	0,001
13-14	0,081	0,018	0,003	0,001
14-15	0,080	0,017	0,003	0,001
15-16	0,079	0,016	0,002	0,001
16-17	0,080	0,017	0,003	0,001
17-18	0,081	0,017	0,003	0,001
18-19	0,080	0,017	0,003	0,001
19-20	0,079	0,016	0,003	0,001
20-21	0,079	0,016	0,002	0,001
21-22	0,077	0,015	0,002	0,001
22-23	0,077	0,015	0,002	0,001
23-00	0,077	0,015	0,002	0,001

Πίνακας Π14: Συντελεστές εκπομπών Euro III των πετρελαιοκίνητων οχημάτων (< 2.0 λίτρα) στη λεωφόρο Μακαρίου με κατεύθυνση έξω από την πόλη

ΩΡΕΣ	NO_x	NMVOC	SO₂	PM
00-01	0,708	0,017	0,002	0,029
01-02	0,703	0,017	0,002	0,029
02-03	0,701	0,017	0,002	0,028
03-04	0,700	0,017	0,002	0,028
04-05	0,699	0,017	0,002	0,028
05-06	0,705	0,017	0,002	0,029
06-07	0,736	0,019	0,002	0,030
07-08	0,763	0,021	0,002	0,032
08-09	0,743	0,020	0,002	0,031
09-10	0,741	0,020	0,002	0,031
10-11	0,749	0,020	0,002	0,031
11-12	0,757	0,021	0,002	0,031
12-13	0,762	0,021	0,002	0,032
13-14	0,786	0,023	0,002	0,033
14-15	0,765	0,022	0,002	0,032
15-16	0,748	0,020	0,002	0,031
16-17	0,761	0,021	0,002	0,032
17-18	0,776	0,022	0,002	0,032
18-19	0,770	0,022	0,002	0,032
19-20	0,754	0,021	0,002	0,031
20-21	0,746	0,020	0,002	0,031
21-22	0,732	0,019	0,002	0,030
22-23	0,728	0,019	0,002	0,030
23-00	0,722	0,018	0,002	0,030

Πίνακας Π15: Σταθμισμένος μέσος όρος συντελεστών εκπομπών για βενζινοκίνητα και πετρελαιοκίνητα οχήματα στη λεωφόρο Μακαρίου

ΩΡΕΣ	NO_x	NMVOC	SO₂	PM
00-01	0,256	0,015	0,002	0,010
01-02	0,254	0,015	0,002	0,009
02-03	0,254	0,015	0,002	0,009
03-04	0,254	0,015	0,002	0,009
04-05	0,253	0,015	0,002	0,009
05-06	0,255	0,015	0,002	0,009
06-07	0,267	0,017	0,002	0,010
07-08	0,289	0,020	0,003	0,011
08-09	0,290	0,020	0,003	0,011
09-10	0,281	0,019	0,002	0,011
10-11	0,281	0,019	0,002	0,011
11-12	0,277	0,018	0,002	0,010
12-13	0,276	0,018	0,002	0,010
13-14	0,279	0,019	0,002	0,010
14-15	0,278	0,018	0,002	0,010
15-16	0,278	0,018	0,002	0,010
16-17	0,279	0,019	0,002	0,010
17-18	0,281	0,019	0,002	0,011
18-19	0,278	0,018	0,002	0,010
19-20	0,272	0,017	0,002	0,010
20-21	0,269	0,017	0,002	0,010
21-22	0,265	0,016	0,002	0,010
22-23	0,263	0,016	0,002	0,010
23-00	0,259	0,016	0,002	0,010

Πίνακας Π16: Συντελεστές εκπομπών Euro III των επιβατικών βενζινοκίνητων οχημάτων (1.4-2.0 λίτρα) στη λεωφόρο Λεμεσού με κατεύθυνση προς την πόλη

ΩΡΕΣ	NO_x	NMVOC	SO₂	PM
00-01	0,077	0,015	0,002	0,001
01-02	0,075	0,014	0,002	0,001
02-03	0,074	0,014	0,002	0,001
03-04	0,074	0,014	0,002	0,001
04-05	0,074	0,014	0,002	0,001
05-06	0,077	0,015	0,002	0,001
06-07	0,082	0,018	0,003	0,001
07-08	0,089	0,033	0,004	0,001
08-09	0,088	0,030	0,004	0,001
09-10	0,088	0,031	0,004	0,001
10-11	0,087	0,027	0,004	0,001
11-12	0,085	0,023	0,003	0,001
12-13	0,084	0,022	0,003	0,001
13-14	0,083	0,020	0,003	0,001
14-15	0,084	0,021	0,003	0,001
15-16	0,086	0,024	0,003	0,001
16-17	0,086	0,024	0,003	0,001
17-18	0,085	0,024	0,003	0,001
18-19	0,084	0,021	0,003	0,001
19-20	0,082	0,019	0,003	0,001
20-21	0,082	0,019	0,003	0,001
21-22	0,080	0,017	0,003	0,001
22-23	0,078	0,016	0,002	0,001
23-00	0,077	0,015	0,002	0,001

Πίνακας Π17: Συντελεστές εκπομπών Euro III των επιβατικών πετρελαιοκίνητων οχημάτων (< 2.0 λίτρα) στη λεωφόρο Λεμεσού με κατεύθυνση προς την πόλη

ΩΡΕΣ	NO_x	NMVOC	SO₂	PM
00-01	0,723	0,018	0,002	0,030
01-02	0,705	0,017	0,002	0,029
02-03	0,703	0,017	0,002	0,029
03-04	0,701	0,017	0,002	0,029
04-05	0,704	0,017	0,002	0,029
05-06	0,724	0,019	0,002	0,030
06-07	0,797	0,024	0,002	0,033
07-08	1,167	0,044	0,003	0,043
08-09	1,066	0,039	0,003	0,041
09-10	1,115	0,042	0,003	0,042
10-11	1,006	0,036	0,003	0,040
11-12	0,897	0,030	0,003	0,037
12-13	0,875	0,029	0,002	0,036
13-14	0,830	0,026	0,002	0,035
14-15	0,858	0,028	0,002	0,036
15-16	0,923	0,032	0,003	0,038
16-17	0,929	0,032	0,003	0,038
17-18	0,920	0,031	0,003	0,038
18-19	0,857	0,028	0,002	0,036
19-20	0,818	0,025	0,002	0,034
20-21	0,804	0,024	0,002	0,033
21-22	0,775	0,022	0,002	0,032
22-23	0,736	0,019	0,002	0,030
23-00	0,728	0,019	0,002	0,030

Πίνακας Π18: Συντελεστές εκπομπών Euro III των βενζινοκίνητων οχημάτων (1.4-2.0 λίτρα) στη λεωφόρο Λεμεσού με κατεύθυνση έξω από την πόλη

ΩΡΕΣ	NO_x	NMVOC	SO₂	PM
00-01	0,077	0,015	0,002	0,001
01-02	0,075	0,014	0,002	0,001
02-03	0,074	0,014	0,002	0,001
03-04	0,074	0,014	0,002	0,001
04-05	0,074	0,014	0,002	0,001
05-06	0,075	0,014	0,002	0,001
06-07	0,080	0,017	0,003	0,001
07-08	0,084	0,022	0,003	0,001
08-09	0,082	0,019	0,003	0,001
09-10	0,083	0,020	0,003	0,001
10-11	0,083	0,021	0,003	0,001
11-12	0,084	0,022	0,003	0,001
12-13	0,085	0,023	0,003	0,001
13-14	0,085	0,024	0,003	0,001
14-15	0,089	0,033	0,004	0,001
15-16	0,085	0,024	0,003	0,001
16-17	0,083	0,020	0,003	0,001
17-18	0,087	0,029	0,004	0,001
18-19	0,086	0,025	0,003	0,001
19-20	0,083	0,020	0,003	0,001
20-21	0,081	0,018	0,003	0,001
21-22	0,079	0,016	0,002	0,001
22-23	0,078	0,016	0,002	0,001
23-00	0,077	0,015	0,002	0,001

Πίνακας Π19: Συντελεστές εκπομπών Euro III των επιβατικών πετρελαιοκίνητων οχημάτων (< 2.0 λίτρα) στη λεωφόρο Λεμεσού με κατεύθυνση έξω από την πόλη

ΩΡΕΣ	NO_x	NMVOC	SO₂	PM
00-01	0,728	0,019	0,002	0,030
01-02	0,709	0,017	0,002	0,029
02-03	0,703	0,017	0,002	0,029
03-04	0,702	0,017	0,002	0,029
04-05	0,701	0,017	0,002	0,028
05-06	0,710	0,017	0,002	0,029
06-07	0,774	0,022	0,002	0,032
07-08	0,872	0,029	0,002	0,036
08-09	0,814	0,025	0,002	0,034
09-10	0,820	0,025	0,002	0,034
10-11	0,845	0,027	0,002	0,035
11-12	0,864	0,028	0,002	0,036
12-13	0,887	0,029	0,002	0,037
13-14	0,914	0,031	0,003	0,037
14-15	1,179	0,045	0,003	0,043
15-16	0,916	0,031	0,003	0,037
16-17	0,840	0,027	0,002	0,035
17-18	1,038	0,038	0,003	0,041
18-19	0,934	0,032	0,003	0,038
19-20	0,836	0,026	0,002	0,035
20-21	0,788	0,023	0,002	0,033
21-22	0,748	0,020	0,002	0,031
22-23	0,736	0,019	0,002	0,030
23-00	0,732	0,019	0,002	0,030

Πίνακας Π20: Σταθμισμένος μέσος όρος συντελεστών εκπομπών για βενζινοκίνητα και πετρελαιοκίνητα οχήματα στη λεωφόρο Λεμεσού

ΩΡΕΣ	NO_x	NMVOC	SO₂	PM
00-01	0,271	0,016	0,002	0,010
01-02	0,265	0,015	0,002	0,010
02-03	0,263	0,015	0,002	0,009
03-04	0,262	0,015	0,002	0,009
04-05	0,263	0,015	0,002	0,009
05-06	0,268	0,016	0,002	0,010
06-07	0,292	0,019	0,003	0,011
07-08	0,366	0,030	0,003	0,013
08-09	0,342	0,027	0,003	0,012
09-10	0,350	0,028	0,003	0,012
10-11	0,337	0,026	0,003	0,012
11-12	0,323	0,024	0,003	0,012
12-13	0,323	0,024	0,003	0,012
13-14	0,321	0,024	0,003	0,012
14-15	0,366	0,030	0,003	0,013
15-16	0,336	0,026	0,003	0,012
16-17	0,325	0,024	0,003	0,012
17-18	0,354	0,029	0,003	0,013
18-19	0,328	0,025	0,003	0,012
19-20	0,306	0,022	0,003	0,011
20-21	0,296	0,020	0,003	0,011
21-22	0,284	0,018	0,002	0,010
22-23	0,275	0,017	0,002	0,010
23-00	0,273	0,016	0,002	0,010

Πίνακας Π21:Σταθμισμένος μέσος όρος των συντελεστών εκπομπών αέριων ρύπων από βενζινοκίνητα και πετρελαιοκίνητα οχήματα για όλους του δρόμους

ΩΡΕΣ	NO_x	NMVOC	SO₂	PM
00-01	0,269	0,016	0,002	0,010
01-02	0,267	0,016	0,002	0,010
02-03	0,266	0,016	0,002	0,010
03-04	0,266	0,016	0,002	0,010
04-05	0,266	0,016	0,002	0,010
05-06	0,268	0,016	0,002	0,010
06-07	0,278	0,018	0,002	0,010
07-08	0,301	0,021	0,003	0,011
08-09	0,294	0,020	0,003	0,011
09-10	0,292	0,020	0,003	0,011
10-11	0,292	0,020	0,003	0,011
11-12	0,289	0,020	0,003	0,011
12-13	0,287	0,019	0,002	0,010
13-14	0,290	0,020	0,003	0,011
14-15	0,299	0,021	0,003	0,011
15-16	0,294	0,020	0,003	0,011
16-17	0,292	0,020	0,003	0,011
17-18	0,298	0,021	0,003	0,011
18-19	0,290	0,020	0,003	0,011
19-20	0,283	0,019	0,002	0,010
20-21	0,280	0,018	0,002	0,010
21-22	0,276	0,017	0,002	0,010
22-23	0,273	0,017	0,002	0,010
23-00	0,271	0,017	0,002	0,010

Πίνακας Π22: Συντελεστές εκπομπής CO₂ για τα επιβατικά οχήματα Euro III και σταθμισμένος μέσος όρος '2010 για τη Λεωφόρο Λεμεσού

Ωρες	Κατεύθυνση προς την πόλη		Κατεύθυνση έξω από την πόλη		Σταθμισμένος μέσος όρος
	Βενζίνη 1.4-2.0 l	Πετρέλαιο <2.0 l	Βενζίνη 1.4-2.0 l	Πετρέλαιο <2.0 l	
00-01	187,6	155,0	189,9	156,4	178,8
01-02	179,9	150,3	181,7	151,4	171,8
02-03	178,7	149,5	179,0	149,7	170,1
03-04	178,2	149,2	178,6	149,5	169,7
04-05	179,2	149,8	177,9	149,0	169,8
05-06	188,0	155,3	181,9	151,5	175,5
06-07	218,9	174,1	209,3	168,3	201,2
07-08	351,1	256,8	248,5	192,1	277,2
08-09	318,4	235,7	225,6	178,2	252,5
09-10	334,5	246,1	228,2	179,7	260,8
10-11	297,8	222,7	237,8	185,6	248,7
11-12	257,8	197,9	245,3	190,2	234,3
12-13	249,6	192,8	254,2	195,6	234,6
13-14	232,0	182,1	264,5	201,9	231,4
14-15	243,0	188,8	355,0	259,4	276,5
15-16	267,5	203,8	265,0	202,3	247,3
16-17	270,1	205,4	236,0	184,5	235,6
17-18	266,5	203,2	308,9	229,7	266,3
18-19	242,4	188,4	271,8	206,5	239,2
19-20	227,3	179,2	234,6	183,6	216,1
20-21	221,8	175,8	214,9	171,7	205,0
21-22	209,8	168,6	198,3	161,6	192,4
22-23	193,4	158,6	193,2	158,5	182,9
23-00	190,0	156,5	191,5	157,4	180,6

Πίνακας Π23: Συντελεστές εκπομπής CO₂ για τα επιβατικά οχήματα Euro III και σταθμισμένος μέσος όρος '2010 για τη Λεωφόρο Λάρνακος

Ωρες	Κατεύθυνση προς την πόλη		Κατεύθυνση έξω από την πόλη		Σταθμισμένος μέσος όρος
	Βενζίνη 1.4-2.0 l	Πετρέλαιο <2.0 l	Βενζίνη 1.4-2.0 l	Πετρέλαιο <2.0 l	
00-01	185,9	154,0	186,3	154,2	176,5
01-02	185,5	153,7	185,8	153,9	176,1
02-03	185,3	153,6	185,4	153,7	175,9
03-04	185,3	153,6	185,5	153,7	175,9
04-05	185,3	153,6	185,3	153,6	175,8
05-06	185,4	153,7	185,6	153,8	176,0
06-07	188,1	155,3	188,8	155,8	178,6
07-08	204,7	165,4	203,3	164,6	192,3
08-09	191,7	157,5	201,7	163,6	185,9
09-10	189,2	156,0	192,0	157,7	180,5
10-11	190,5	156,8	201,5	163,5	185,2
11-12	190,9	157,0	200,8	163,1	185,1
12-13	190,5	156,8	191,9	157,6	181,0
13-14	192,5	158,0	202,9	164,4	186,8
14-15	201,0	163,2	201,8	163,7	190,0
15-16	200,6	162,9	201,9	163,7	189,8
16-17	202,0	163,8	202,2	164,0	190,6
17-18	201,5	163,5	202,6	164,2	190,6
18-19	190,8	157,0	200,8	163,1	185,1
19-20	190,3	156,7	190,8	157,0	180,5
20-21	188,6	155,6	189,6	156,2	179,2
21-22	187,6	155,0	188,5	155,6	178,2
22-23	186,2	154,1	187,4	154,9	177,1
23-00	186,1	154,1	186,9	154,6	176,9

Πίνακας Π24: Συντελεστές εκπομπής CO₂ για τα επιβατικά οχήματα Euro III και σταθμισμένος μέσος όρος '2010 για τη Λεωφόρο Μακαρίου

Ωρες	Κατεύθυνση προς την πόλη		Κατεύθυνση έξω από την πόλη		Σταθμισμένος μέσος όρος
	Βενζίνη 1.4-2.0 l	Πετρέλαιο <2.0 l	Βενζίνη 1.4-2.0 l	Πετρέλαιο <2.0 l	
00-01	179,2	149,9	181,2	151,1	171,3
01-02	178,0	149,1	178,8	149,6	169,7
02-03	177,7	148,9	177,8	149,0	169,1
03-04	177,4	148,7	177,5	148,8	168,8
04-05	177,3	148,7	177,3	148,6	168,7
05-06	178,3	149,3	179,7	150,2	170,2
06-07	193,7	158,7	193,2	158,4	183,0
07-08	233,1	182,7	204,9	165,6	205,5
08-09	242,9	188,7	196,4	160,4	206,1
09-10	225,2	177,9	195,5	159,9	197,9
10-11	221,2	175,5	198,9	161,9	197,6
11-12	209,6	168,4	202,4	164,1	194,1
12-13	203,9	165,0	204,5	165,4	192,5
13-14	201,9	163,7	214,5	171,4	196,0
14-15	207,6	167,2	205,5	166,0	194,6
15-16	214,4	171,4	198,4	161,6	194,4
16-17	212,0	169,9	204,0	165,0	195,8
17-18	210,7	169,1	210,2	168,8	198,0
18-19	205,5	166,0	207,5	167,2	194,5
19-20	197,9	161,3	200,9	163,2	188,2
20-21	194,9	159,5	197,4	161,0	185,4
21-22	191,3	157,3	191,6	157,5	181,2
22-23	188,4	155,5	189,8	156,4	179,2
23-00	180,7	150,8	187,3	154,9	174,7

Πίνακας Π25: Συντελεστές εκπομπής CO₂ για τα επιβατικά οχήματα Euro III και σταθμισμένος μέσος όρος '2010 για το μικρό δρόμο

Ωρες	Κατεύθυνση προς την πόλη		Κατεύθυνση έξω από την πόλη		Σταθμισμένος μέσος όρος
	Βενζίνη 1.4-2.0 l	Πετρέλαιο <2.0 l	Βενζίνη 1.4-2.0 l	Πετρέλαιο <2.0 l	
00-01	189,8	156,4	192,5	158,0	181,0
01-02	187,8	155,1	189,2	156,0	178,6
02-03	186,9	154,6	187,2	154,8	177,3
03-04	186,5	154,3	186,9	154,6	177,0
04-05	187,2	154,8	186,3	154,2	177,1
05-06	190,3	156,7	189,4	156,1	179,8
06-07	210,2	168,8	208,1	167,5	196,8
07-08	236,8	185,0	221,2	175,5	214,4
08-09	232,2	182,2	214,1	171,2	209,2
09-10	234,6	183,6	215,0	171,7	210,6
10-11	228,8	180,1	218,1	173,6	209,4
11-12	220,8	175,2	220,3	175,0	206,9
12-13	218,8	174,0	222,8	176,5	207,1
13-14	214,2	171,2	225,5	178,1	206,3
14-15	217,1	173,0	243,2	188,9	215,4
15-16	222,9	176,5	225,7	178,2	210,2
16-17	223,5	176,9	217,5	173,2	206,9
17-18	222,7	176,4	235,3	184,1	214,4
18-19	217,0	172,9	227,3	179,2	208,3
19-20	212,8	170,4	217,1	173,0	202,0
20-21	211,1	169,4	210,3	168,8	198,2
21-22	207,1	166,9	203,4	164,6	193,4
22-23	200,6	163,0	200,9	163,2	189,5
23-00	192,2	157,8	200,1	162,6	185,4

Πίνακας Π26: Συντελεστές εκπομπών μεθανίου και υποξειδίου του αζώτου (mg/Km)

	Μεθάνιο (CH ₄)	Υποξείδιο του αζώτου (N ₂ O)
Βενζινοκίνητα οχήματα	20	20
Πετρελαιοκίνητα οχήματα	7	5
Δυναμικό θέρμανσης	25	298

5.2 Υπολογισμός σταθμισμένου μέσου όρου κυκλοφοριακής συμφόρησης και κατανάλωσης των καυσίμων

Πίνακας Π27: Σταθμισμένοι μέσοι όροι προς και έξω από την πόλη και ο μέσος όρος τους λόγω συμφόρησης (Eurocents'2010/όχημα-χιλιόμετρο)

Ωρες	Σταθμισμένος μέσος όρος προς την πόλη	Σταθμισμένος μέσος όρος έξω από την πόλη	Μέσος όρος
00-01	0,019	0,016	0,018
01-02	0,018	0,015	0,017
02-03	0,018	0,013	0,016
03-04	0,017	0,013	0,015
04-05	0,020	0,014	0,017
05-06	0,027	0,021	0,024
06-07	0,052	0,038	0,045
07-08	0,240	0,073	0,156
08-09	0,197	0,057	0,127
09-10	0,237	0,065	0,151
10-11	0,183	0,081	0,132
11-12	0,121	0,089	0,105
12-13	0,108	0,101	0,104
13-14	0,082	0,109	0,096
14-15	0,093	0,240	0,166
15-16	0,120	0,094	0,107
16-17	0,108	0,061	0,085
17-18	0,104	0,134	0,119
18-19	0,074	0,089	0,082
19-20	0,051	0,049	0,050
20-21	0,042	0,033	0,037
21-22	0,030	0,020	0,025
22-23	0,015	0,015	0,015
23-00	0,021	0,013	0,017

Πίνακας Π28: Κόστος καυσίμων για βενζινοκίνητα και πετρελαιοκίνητα Euro III οχήματα

Όρες	Κατανάλωση καυσίμου (l/100Km) Euro III αυτοκίνητα			
	Κατεύθυνση προς την πόλη		Κατεύθυνση έξω από την πόλη	
	Βενζίνη 1.4-2.0 l	Πετρέλαιο<2.0 l	Βενζίνη 1.4-2.0 l	Πετρέλαιο<2.0 l
00-01	7,9	6,2	8,0	6,2
01-02	7,5	6,0	7,6	6,0
02-03	7,5	6,0	7,5	6,0
03-04	7,5	5,9	7,5	6,0
04-05	7,5	6,0	7,5	5,9
05-06	7,9	6,2	7,6	6,0
06-07	9,2	6,9	8,8	6,7
07-08	14,7	10,2	10,4	7,6
08-09	13,4	9,4	9,5	7,1
09-10	14,0	9,8	9,6	7,2
10-11	12,5	8,9	10,0	7,4
11-12	10,8	7,9	10,3	7,6
12-13	10,5	7,7	10,7	7,8
13-14	9,7	7,2	11,1	8,0
14-15	10,2	7,5	14,9	10,3
15-16	11,2	8,1	11,1	8,1
16-17	11,3	8,2	9,9	7,3
17-18	11,2	8,1	13,0	9,1
18-19	10,2	7,5	11,4	8,2
19-20	9,5	7,1	9,8	7,3
20-21	9,3	7,0	9,0	6,8
21-22	8,8	6,7	8,3	6,4
22-23	8,1	6,3	8,1	6,3
23-00	8,0	6,2	8,0	6,3

Πίνακας Π29: Κόστος καυσίμων για βενζινοκίνητα και πετρελαιοκίνητα Euro I οχήματα

Όρες	Κατανάλωση καυσίμων (l/100Km) Euro I αυτοκίνητα			
	Κατεύθυνση προς την πόλη		Κατεύθυνση έξω από την πόλη	
	Βενζίνη 1.4-2.0 l	Πετρέλαιο<2.0 l	Βενζίνη 1.4-2.0 l	Πετρέλαιο<2.0 l
00-01	7,8	6,1	7,9	6,1
01-02	7,4	5,8	7,5	5,9
02-03	7,4	5,8	7,4	5,8
03-04	7,4	5,8	7,4	5,8
04-05	7,4	5,8	7,3	5,8
05-06	7,8	6,1	7,5	5,9
06-07	9,0	7,0	8,6	6,7
07-08	14,1	10,6	10,2	7,8
08-09	12,9	9,7	9,3	7,2
09-10	13,5	10,2	9,4	7,2
10-11	12,1	9,2	9,8	7,5
11-12	10,6	8,1	10,1	7,7
12-13	10,2	7,8	10,4	8,0
13-14	9,5	7,3	10,8	8,3
14-15	10,0	7,7	14,3	10,7
15-16	10,9	8,3	10,8	8,3
16-17	11,0	8,4	9,7	7,5
17-18	10,9	8,3	12,5	9,5
18-19	10,0	7,6	11,1	8,5
19-20	9,4	7,2	9,6	7,4
20-21	9,1	7,0	8,9	6,9
21-22	8,7	6,7	8,2	6,4
22-23	8,0	6,2	8,0	6,2
23-00	7,9	6,1	7,9	6,2

Πίνακας Π30: Συνολικό κόστος κατανάλωσης καυσίμου (€cents'2010/οχηματοχιλιόμετρο)

Ώρες	Συνολικό κόστος
00-01	7,35
01-02	7,05
02-03	6,98
03-04	6,96
04-05	6,96
05-06	7,21
06-07	8,28
07-08	11,38
08-09	10,38
09-10	10,71
10-11	10,23
11-12	9,65
12-13	9,66
13-14	9,52
14-15	11,35
15-16	10,18
16-17	9,70
17-18	10,95
18-19	9,85
19-20	8,90
20-21	8,44
21-22	7,91
22-23	7,51
23-00	7,42