

**Α.Τ.Ε.Ι. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΣΥΣΧΕΤΙΣΜΟΣ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΚΙΝΗΣΗΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΜΕ**  
**ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ**



**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΗΣ ΠΕΤΡΟΣ**  
**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΤΖΙΡΑΚΗΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ**

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία ασχολείται με τα αποτελέσματα της πειραματικής διαδικασίας κίνησης της μοτοσυκλέτας για την καταγραφή των δεδομένων κίνησής της με σκοπό την εκπόνηση ενός προφίλ κίνησης (διάγραμμα ταχύτητας χρόνου –Κύκλος Οδήγησης) που θα αντιπροσωπεύει τις συγκεκριμένες διαδρομές που καταγράφηκαν. Το προφίλ αυτό δύναται να χρησιμοποιηθεί για την μέτρηση της κατανάλωσης καυσίμου και των εκπομπών ρύπων σε δυναμομετρική εξέδρα.

Το θεωρητικό μέρος της παρούσας μελέτης ξεκινά με μία αναφορά στην ατμοσφαιρική ρύπανση στις πόλεις και τις αιτίες που την προκαλούν. Οι μεταφορές ευθύνονται για ένα σημαντικό κομμάτι της ρύπανσης όπως για παράδειγμα ( για το 100% του μονοξειδίου του άνθρακα και 22% του διοξειδίου). Επίσης αναλύονται στοιχεία για την ρύπανση του περιβάλλοντος μέσω της κίνησης των οχημάτων και πιο συγκεκριμένα των δικύκλων εντός της πόλης. Γίνεται αναφορά στους ρύπους που εκπέμπονται από τις μηχανές εσωτερικής καύσης και πιο συγκεκριμένα από τα οχήματα που κυκλοφορούν στις σύγχρονες πόλεις. Στη συνέχεια γίνεται ανασκόπηση των περιορισμών για την εκπομπή ρύπων σύμφωνα με τις ισχύουσες προδιαγραφές που έχουν ψηφιστεί ενώ αναλύεται και η κατανάλωση καυσίμου που έχει το δίκυκλο ανάλογα τον τρόπο λειτουργίας του. Τέλος αναλύονται οι κύκλοι οδήγησης σαν το σημαντικότερο κομμάτι της παρούσας πτυχιακής. Γίνεται εκτενής περιγραφή τους που συμπεριλαμβάνει τα είδη, την χρησιμότητα, τον τρόπο εκκίνησής τους και τα χαρακτηριστικά τους δίνοντας παραδείγματα τόσο για θεσμοθετημένους κύκλους όσο και για μη θεσμοθετημένους καλύπτοντας όλο το φάσμα των κύκλων οδήγησης. Επίσης παρουσιάζεται και η μεθοδολογία των κύκλων οδήγησης.

Στο πειραματικό μέρος μας δίνεται η διαδρομή στην οποία πραγματοποιήθηκε η μελέτη η οποία ξεκινούσε από την περιοχή των Μαλάδων μέχρι το κέντρο της πόλης του Ηρακλείου μέσω της λεωφόρου 62 Μαρτύρων η οποία αποτελεί βασική αρτηρία κίνησης οχημάτων. Οι μετρήσεις έγιναν σε ώρες αιχμής τόσο τις πρωινές όσο και τις μεσημεριανές ώρες. Το όχημα που χρησιμοποιήθηκε για αυτήν την μελέτη ήταν μοτοσυκλέτα HONDA CBR 600 κυβικών εκατοστών. Μέσω του GPS της εταιρίας GARMIN που χρησιμοποιήθηκε για την εκπόνηση της μελέτης πάρθηκαν τα στοιχεία της κίνησης της μοτοσυκλέτας τα οποία επεξεργάστηκαν στο EXCEL δίνοντας συγκεκριμένα αποτελέσματα για το προφίλ της κίνησης της μοτοσυκλέτας στις συγκεκριμένες διαδρομές που καταγράφηκαν.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>: ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ ΣΤΙΣ ΠΟΛΕΙΣ**

1.1. Ατμοσφαιρική Ρύπανση.....	5
1.2. Πηγές Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης.....	6
1.3 Ορισμός Αστικού Περιβάλλοντος.....	7
1.4. Καύσιμα και αστικό περιβάλλον .....	8
1.4.1:Επιβάρυνση στην ρύπανση της πόλης από τα δίκυκλα.....	9

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>: ΕΚΠΕΜΠΟΜΕΝΟΙ ΡΥΠΟΙ ΟΧΗΜΑΤΩΝ**

2.1 Γενικά.....	11
2.1.2:Πρωτογενείς Ρύποι.....	12
2.1.3:Δευτερογενείς Ρύποι.....	13
2.1.4: Επιπτώσεις διαφόρων ρύπων στην ανθρώπινη υγεία.....	14
2.1.5:Εκπομπές από βενζινοκινητήρες.....	15
2.1.6:Καυσαέρια κατά την καύση.....	16
2.1.7:Εκπομπές ρύπων από μοτοσυκλέτες.....	17
2.1.8: Μέτρηση ρύπων για έγκριση τύπου.....	17

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>: ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΡΥΠΩΝ**

3.1 Όρια εκπομπής ρύπων μετά το 1991.....	18
3.1.1: Νομοθεσία για τις εκπομπές ρύπων.....	21
3.2: Εξέλιξη των ορίων εκπομπής ρύπων στην ΕΕ.....	22
3.2.1: Επιβατικά οχήματα και ελαφρά φορτηγά.....	24
3.2.2. Περιορισμοί εκπομπών ρύπων για μοτοσυκλέτες.....	24
3.2.3. Προδιαγραφές εκπομπής ρύπων EURO 3.....	25

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>: ΚΥΚΛΟΙ ΟΔΗΓΗΣΗΣ**

4.1 Κύκλοι Οδήγησης.....	26
--------------------------	----

4.1.2 Σκοπός Των Κύκλων Οδήγησης.....	26
4.1.3 Τρόποι Ανάπτυξης Κύκλων Οδήγησης.....	27
4.1.4 Χαρακτηριστικά Κύκλου Οδήγησης.....	27
4.1.5 Μέθοδοι Δειγματοληψίας Δεδομένων Κίνησης.....	30
4.1.6. Κύκλοι Οδήγησης Για Δίκυκλα.....	31
4.1.7:Κύκλοι Οδήγησης Μοτοσικλέτας Ανά Τον Κόσμο.....	32
4.2 Μεθοδολογία για μέτρηση εκπομπών και κατανάλωσης μέσω κύκλων οδήγησης.....	36
4.2.1 Γενικά.....	36
4.2.2 Χαρακτηριστικά μεγέθη για την επεξεργασία.....	38
4.2.3: Παραδείγματα Κύκλων Οδήγησης.....	40
4.3.1:Θεσμοθετημένοι.....	40
4.3.2: Κύκλοι Οδήγησης από πραγματικά δεδομένα (Real World).....	42
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>:ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ</b>	
5.1: Εξοπλισμός.....	47
5.1.1: Εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε (Γενικά).....	47
5.1.2:Εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε από εξειδικευμένους κύκλους οδήγησης μοτοσικλετών.....	49
5.1.3:Χαρακτηριστικά μοτοσικλέτας για την παρούσα εργασία.....	50
5.1.4: Διαδικασία δειγματοληψίας.....	52
5.1.5:Τοποθέτηση εξοπλισμού.....	52
5.2:Αποτελέσματα πειραματικής διαδικασίας.....	58
5.3:Συμπεράσματα-Προτάσεις.....	67
Περιεχόμενα Πινάκων – Διαγραμμάτων.....	68

# ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>: ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ ΣΤΙΣ ΠΟΛΕΙΣ

### 1.1. Ατμοσφαιρική Ρύπανση<sup>1</sup>

Με τον όρο ατμοσφαιρική ρύπανση εννοούμε την αλλοίωση της σύστασης του ατμοσφαιρικού αέρα στο ύψος της τροπόσφαιρας, με ουσίες (ρύπους) σε ποσότητα, συγκέντρωση ή διάρκεια, που έχουν (ή ενδέχεται να έχουν) αρνητικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία και στο σύνολο του περιβάλλοντος. Η ατμοσφαιρική ρύπανση, ιδιαίτερα μετά το δεύτερο μισό του 20ου αιώνα, έχει ενταθεί και αποτελεί σοβαρό πρόβλημα για τις περισσότερες αστικές περιοχές του πλανήτη. Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (ΠΟΥ), ατμοσφαιρικοί ρύποι θεωρούνται οι ακόλουθες ουσίες : το διοξείδιο του θείου (SO<sub>2</sub>), το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), το μονοξείδιο (NO) και το διοξείδιο (NO<sub>2</sub>) του αζώτου, τα λεπτά και αιωρούμενα σωματίδια (PM, SPM), τα σωματίδια αιθάλης και ο μαύρος καπνός (BS), το όζον (O<sub>3</sub>), το βενζόλιο (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) και οι πολυαρωματικοί υδρογονάνθρακες (PAH) που ανήκουν στην κατηγορία των NMVOC (πτητικές οργανικές ουσίες, πλην του μεθανίου), ο μόλυβδος (Pb), το κάδμιο (Cd), το αρσενικό (As), το νικέλιο (Ni) και ο υδράργυρος (Hg). Ο κατάλογος των ρύπων δεν σταματάει εδώ, αφού η επίδραση στον άνθρωπο και στο περιβάλλον, ενός μεγάλου αριθμού ουσιών, παραμένει προς το παρόν ασαφής, εξαιτίας της έλλειψης σχετικών στοιχείων. Οι εκπομπές των ατμοσφαιρικών ρύπων προέρχονται κυρίως από τον ενεργειακό τομέα.

### 1.2. Πηγές Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης

Τα σωματίδια καπνού από τους πετρελαιοκινητήρες αποτελούν τους κυριότερους ρυπαντές και η περιεκτικότητά τους στα καυσαέρια δεν πρέπει να ξεπερνά κάποια νομοθετημένα όρια για τα οποία θα αναφερθούμε στα παρακάτω κεφάλαια. Στον παρακάτω πίνακα βλέπουμε από πού προέρχονται αυτοί οι ρύποι.

Πίνακας 1.1 Προέλευση αερίων ρύπων

Ρύπος (g/km)	Αυτοκίνητα	Βιομηχανία	Οικ. θέρμανση
Οξείδια του αζώτου ( NO <sub>x</sub> )	67%	28%	5%
Υδρογονάνθρακες (HC)	68%	32%	
Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)	100%		
Σωματίδια	100%		
Καπνός	64%	19%	17%

<sup>1</sup> Τζιράκης Ε. Διδακτορική Διατριβή (2007). «Συσχετισμός Εκπομπών με Φυσικοχημικές Ιδιότητες των Καυσίμων και με Δεδομένα από την Κίνηση των Οχημάτων στο Λεκανοπέδιο». Κεφάλαιο 1ο, σελ.6

### 1.3 Ορισμός Αστικού Περιβάλλοντος<sup>2</sup>

Η πόλη είναι ένα πολύπλοκο ανθρώπινο περιβάλλον. Μια μικρή έρευνα δείχνει ότι υπάρχουν πάρα πολλοί ορισμοί του αστικού περιβάλλοντος και τούτο επιβεβαιώνεται από το γεγονός ότι δεν υπάρχει απλός ορισμός της λέξεως «πόλη» που οι επιστήμονες να μπορούν να συμφωνήσουν σ' αυτόν. Σε ένα επίπεδο, η πόλη είναι ύπαρξη κτιρίων και δρόμων και οι μεταφορές, οι επικοινωνίες, το νερό, τα αποχετευτικά συστήματα η υποδομή. Όμως, αυτό είναι περισσότερο η περιγραφή ενός αρχαιολογικού χώρου παρά μιας πόλεως. Σίγουρα, μια πόλη είναι κάτι παραπάνω από τούβλα και μπετόν. Τα κοινά στοιχεία που περιγράφουν μια πόλη είναι οι μόνιμοι κάτοικοι της και ο μεγάλος και ετερογενής πληθυσμός που ζει εκεί σε υψηλές πυκνότητες.

Τα παραδοσιακά περιβαλλοντικά προβλήματα στις αστικές περιοχές είναι:

- ☒ η ρύπανση του αέρα
- ☒ η διάθεση των στερεών αποβλήτων
- ☒ η ρύπανση των νερών
- ☒ η ηχητική ρύπανση
- ☒ η μόλυνση του εδάφους
- ☒ ρύπανση των εσωτερικών χώρων

Ο Πίνακας 1.3 δείχνει τις τρεις κύριες πηγές ρυπάνσεως του αέρα στις πόλεις:

- ☒ βιομηχανία
- ☒ οχήματα
- ☒ καύση καυσίμων για θέρμανση και παραγωγή ηλεκτρισμού

Η ρύπανση από βιομηχανικές πηγές ποικίλλει από πόλη σε πόλη ανάλογα με το είδος της βιομηχανίας, τη συγκέντρωση της στην περιοχή, τους υπάρχοντες περιβαλλοντικούς κανονισμούς και την ακριβή της τοποθεσία. Αντίθετα με τη ρύπανση του αέρα που προκαλείται από τις αστικές μεταφορές και τη θέρμανση των κτιρίων είναι στενά συνδεδεμένη με τη λειτουργία των πόλεων. Γενικά, μπορούν να διακριθούν δύο τύποι ρύπανσης του αέρα των πόλεων. Οι παλαιότερες βιομηχανικές πόλεις, όπως η Νέα Υόρκη, ανήκουν στην ομάδα των πόλεων με αιθαλομίχλη (smog) ή «γκρι» αέρα ενώ οι νεότερες, σχετικά μη βιομηχανοποιημένες πόλεις, όπως το Λος Άντζελες, ανήκουν στην ομάδα των πόλεων με φωτοχημική ρύπανση ή «καφέ» αέρα. Οι πόλεις στις οποίες σχηματίζεται αιθαλομίχλη, βρίσκονται γενικά σε κρύα και υγρά κλίματα. Η ατμόσφαιρα των πόλεων αυτών εξαρτάται πολύ από τους λιθάνθρακες και το πετρέλαιο και είναι συνήθως έντονα βιομηχανοποιημένες. Ο αέρας είναι ιδιαίτερα επιβαρυσμένος κατά τη διάρκεια των κρύων και υγρών χειμώνων όταν η ζήτηση για πετρέλαιο οικιακής θέρμανσης και για ηλεκτρισμό είναι έντονη και η ατμοσφαιρική υγρασία υψηλή.

---

<sup>2</sup> Καρβούνης Σωτ., και Γεωργακέλλος, Δημ. (2005). Διαχείριση του Περιβάλλοντος – Επιχειρήσεις και Βιώσιμη Ανάπτυξη. Εκδ. Α. Σταμούλης.

Πίνακας 1.2 Πηγές Ρυπάνσεως του Αέρα σε μια Τυπική Πόλη της Δεκαετίας του 1990.

	CO2	SO2	NOX
Ενέργεια	37,0	72,0	18,0
Ενέργεια, ηλεκτρισμός	(30,0)	(62,0)	(25,0)
Βιομηχανία	19,0	15,0	8,0
Οδική κυκλοφορία	22,0	4,0	58,0
Άλλοι	22,0	9,0	6,0
Σύνολο	100,0	100,0	100,0

Οι πόλεις με φωτοχημική ρύπανση βρίσκονται τυπικά σε θερμά, ξηρά και με αρκετή ηλιοφάνεια κλίματα και είναι γενικά νεότερες με λιγότερες ρυπαίνουσες βιομηχανίες. Οι κυριότερες πηγές ρυπάνσεως σ' αυτές τις πόλεις είναι τα αυτοκίνητα και τα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρισμού, οι κυριότεροι ρυπαντές είναι το μονοξείδιο του άνθρακα, οι υδρογονάνθρακες, και τα διοξείδια του αζώτου. Σ' αυτές τις πόλεις οι ατμοσφαιρικοί υδρογονάνθρακες και τα οξείδια του αζώτου αντιδρούν με τη βοήθεια του ηλιακού φωτός για να σχηματίσουν πολλούς δευτερογενείς ρυπαντές τέτοιους όπως το όζον, η φορμαλδεΐδη και το υπεροξυακετυλονιτρίλιο (PAN) με φωτοχημικές αντιδράσεις. Η «καφέ» ως «πορτοκαλί» χροιά της ρυπάνσεως του αέρα είναι η λεγόμενη φωτοχημική αιθαλομίχλη. Σήμερα, η διάκριση μεταξύ «γκρι» και «καφέ» πόλεων εξαφανίζεται γρήγορα και οι περισσότερες πόλεις έχουν «καφέ» αποχρώσεις αέρα το καλοκαίρι και «γκρι» αέρα το χειμώνα.

#### 1.4. Καύσιμα και αστικό περιβάλλον

Οι ρύποι σε ένα αστικό περιβάλλον μπορεί να αλλάζουν με τα χρόνια καθώς ο χάρτης των εκπεμπόμενων ρύπων από τα οχήματα ή την βιομηχανία αλλάζει. Αυτό έχει ως συνέπεια να αλλάζει και το είδος της ρύπανσης στις πόλεις. Για παράδειγμα η αλλαγή του τύπου τους νέφους της Αθήνας που αναφέρεται στην παράγραφο 1.2.2 αλλά και άλλων πόλεων. Η εξέλιξη και υιοθέτηση νέων καυσίμων, μπορεί σε κάποιες περιπτώσεις να μειώνουν κάποιους βλαβερούς ρύπους αλλά την ίδια στιγμή να αυξάνουν τη συγκέντρωση κάποιων άλλων που μπορεί μέχρι εκείνη τη στιγμή να μη θεωρούνταν σοβαροί για την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον. Στην Βραζιλία, το προφίλ των ρύπων είναι διαφορετικό από άλλων αναπτυσσόμενων χωρών, λόγω και της εκτεταμένης χρήσης των εναλλακτικών, ανανεώσιμων καυσίμων (βιοαιθανόλης) επέφερε μείωση στις συγκεντρώσεις κάποιων ρύπων στην ατμόσφαιρα των πόλεων, αυξάνοντας όμως τις συγκεντρώσεις κάποιων άλλων ρύπων και μάλιστα πρωτοεμφανιζόμενων. Η χρήση του φυσικού αερίου ως καύσιμο για τα αστικά λεωφορεία μπορεί να μειώνει την εκπομπή σωματιδίων, αυξάνει όμως τις εκπομπές NOX που είναι εξίσου βλαβερές για την ανθρώπινη υγεία.



#### 1.4.1:Επιβάρυνση στην ρύπανση της πόλης από τα δίκυκλα<sup>3</sup>

Σύμφωνα με την συγκεκριμένη δημοσιογραφική πηγή η γενικότερη άποψη είναι πως η μοτοσικλέτα δε μολύνει το περιβάλλον. Και αυτό είναι λογικό, αν αναλογιστεί κανείς πως βασικότερο πλεονέκτημα είναι πως δεν ακινητοποιείται μποτιλιάρισμα, οπότε ο χρόνος κίνησης είναι αποκλειστικά ο ωφέλιμος για να φτάσει κανείς στον προορισμό του. Επιπλέον, η κατανάλωση καυσίμου είναι σαφώς μικρότερη σε καθημερινές μοτοσικλέτες, μιας και η αναλογία κιλού ανά ίππο είναι πολύ μικρή. Υπολογίστε, λοιπόν, μια κατανάλωση της τάξης των 5-6lt/100km για μια μέση sport μοτοσικλέτα, τη στιγμή που ένα μέσο αυτοκίνητο πόλης καταναλώνει γύρω στα 7-10 lt/100km. Οπότε, θεωρητικά σε μια καθημερινή κίνηση 50 χιλιομέτρων γλιτώνουμε το περιβάλλον από την κατανάλωση 3 περίπου λίτρων πολύτιμου καυσίμου. Καταλήγουμε, λοιπόν, εύκολα στο συμπέρασμα πως οι μοτοσικλέτες, οι οποίες διαθέτουν πλέον και καταλυτικό μετατροπέα, μολύνουν ελάχιστα. Αν προσθέσει κανείς τα σύγχρονα συστήματα ψεκασμού και διαχείρισης καυσίμου σε συνδυασμό με τα αυστηρότατα όρια εκπομπής ρύπων που θεσπίζει η Ευρωπαϊκή Ένωση, τότε είναι φύσει αδύνατον να μολύνει μια μοτοσικλέτα. Στην πραγματικότητα οι κατασκευαστές ανέκαθεν προσπαθούσαν να συνδυάσουν πολλά πράγματα μαζί. Ένας βασικός στόχος των προσπαθειών ήταν (και εξακολουθεί να είναι) η κατασκευή ενός συστήματος, το οποίο θα εξουδετέρωνε τους ρύπους (μονοξείδιο του άνθρακα - CO, υδρογονάνθρακες - CH και οξείδια του αζώτου - NOx), που περιέχονται στα καυσαέρια, χωρίς βέβαια να μειώνεται η απόδοση των κινητήρων, ούτε να αυξάνεται η κατανάλωση του καυσίμου. Το σύστημα που ανταποκρίθηκε στις παραπάνω απαιτήσεις και επικράτησε ήταν η καταλυτική επεξεργασία των καυσαερίων. Κατά την καταλυτική επεξεργασία των καυσαερίων οξειδώνονται οι υδρογονάνθρακες και το μονοξείδιο του άνθρακα, ενώ ανάγονται τα οξείδια του αζώτου. Ο ρυθμιζόμενος τριοδικός καταλυτικός μετατροπέας καθιερώθηκε εδώ και πολλά χρόνια, ως το πιο αποτελεσματικό μέσο για τη μείωση των ρύπων των καυσαερίων. Σήμερα όλοι οι κύριοι καταλυτικοί μετατροπείς είναι ρυθμιζόμενοι, δηλαδή στο σύστημα της καταλυτικής επεξεργασίας των καυσαερίων υπάρχει ένα κλειστό σύστημα ρύθμισης της προετοιμασίας του καυσίμου μείγματος. Έτσι, ο κινητήρας λειτουργεί μέσα σε ένα στενό πεδίο λάμδα ( $\lambda$  H 1) και ο κυρίως καταλυτικός μετατροπέας εξουδετερώνει σε μεγάλο βαθμό τους ρύπους που περιέχονται στα καυσαέρια. Τα παραπάνω αφορούν και στις μοτοσικλέτες. Παρά όμως την παρουσία του καταλύτη, πλέον και στις μοτοσικλέτες η παραγωγή ρύπων είναι πολύ υψηλότερη συγκριτικά με τα αυτοκίνητα. Γιατί δεν είναι μόνο ο καταλύτης που θα κάνει τη διαφορά. Είναι τα έξυπνα συστήματα διαχείρισης, τα νέου τύπου πιεζοηλεκτρικά μπεκ, οι κινητήρες άμεσου ψεκασμού, οι πολύ καλά σχεδιασμένοι θάλαμοι καύσης. Διάφορες μετρήσεις έχουν αποδείξει πως οι σύγχρονες μηχανές, αντί να είναι φιλικές προς το περιβάλλον παράγουν 16 φορές περισσότερους υδρογονάνθρακες, 3 φορές περισσότερο μονοξείδιο και αρκετά περισσότερα καυσαέρια γενικότερα σε σχέση με ένα σύγχρονο αυτοκίνητο. Η παραπάνω κατάσταση περνάει όμως, μάλλον απαρατήρητη, μιας και οι μοτοσικλέτες, όπως προαναφέραμε, δεν προκαλούν ατέρμονα μποτιλιαρίσματα και δεν γεμίζουν τους δρόμους καθημερινά.

---

<sup>3</sup> ([www.autotriti.gr](http://www.autotriti.gr))

Η ουσία στο όλο ζήτημα είναι πως η διεθνής κοινότητα δεν έχει επιβάλλει στους κατασκευαστές δικύκλων αυστηρά όρια εκπομπής ρύπων όπως στην αυτοκινητοβιομηχανία. Και αυτό γιατί ο αριθμός των μοτοσικλετών είναι πολύ μικρός σε σχέση με τα αυτοκίνητα, αλλά και γιατί τελικά, οι ολικές ετήσιες εκπομπές ρύπων των μοτοσικλετών είναι χαμηλότερες σε σχέση με αυτά. Αυτό προκύπτει αν στο παραπάνω διάγραμμα συγκρίνουμε τα συνολικά ποσοστιαία χιλιόμετρα που καλύπτουμε με τα διάφορα μεταφορικά μέσα. Παρόλα αυτά ίσως το όλο ζήτημα να είναι παρεξηγημένο. Ο πλανήτης είναι σε οριακή κατάσταση, οπότε κανείς δε θα αρνιόταν έστω και μια μικρή πρόνοια για μείωση των ρύπων από τη πλευρά των κατασκευαστών. Το ποσοστό όμως της συνολικής μόλυνσης του πλανήτη από τις μοτοσικλέτες είναι πραγματικά ελάχιστο. Ως εκ τούτου, είναι ασύμφορο για έναν κατασκευαστή να δαπανήσει χρόνο και χρήμα για να κάνει το προϊόν του καθαρότερο την ώρα που το αυτοκίνητο, παρά τις προσπάθειες και την τεχνογνωσία, παραμένει το πιο ρυπογόνο μέσω μετακίνησης ανά τον πλανήτη.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>: ΕΚΠΕΜΠΟΜΕΝΟΙ ΡΥΠΟΙ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

### 2.1 Γενικά

Οι ρύποι που παράγονται από τις μεταφορές των οχημάτων είναι μεγάλοι σε αριθμό. Ο σχηματισμός τους οφείλεται στη χημική διάσπαση των προϊόντων της καύσεως λόγω των υψηλών θερμοκρασιών που αναπτύσσονται στον θάλαμο καύσεως, καθώς και στο γεγονός ότι σε πραγματικές συνθήκες καύσεως σε κινητήρες η πλήρης καύση είναι σχεδόν αδύνατη.

Ο γενικός κατάλογος των ρύπων που προκαλούν την ατμοσφαιρική ρύπανση έχει ως εξής:

- ✓ Διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ), θεωρείται ρύπος ως αέριο του θερμοκηπίου
- ✓ Μονοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}$ )
- ✓ Οξείδια του αζώτου ( $\text{NO}_x \rightarrow \text{NO} + \text{NO}_2$ )
- ✓ Σωματίδια καπνού τα οποία προέρχονται από εκπομπή άκαυστου καυσίμου ή ελαίου λιπάνσεως ή άκαυστων τεμαχίων άνθρακα (αιθάλη)
- ✓ Διοξείδιο του θείου ( $\text{SO}_2$ )
- ✓ Υδρογονάνθρακες (VOC ή HC)
  - Μεθάνιο ( $\text{CH}_4$ )
  - Πλην μεθανίου υδρογονάνθρακες (NMVOC)
    - Κεκορεσμένοι υδρογονάνθρακες
      - Αλκάνια ( $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ )
    - Ακόρεστοι υδρογονάνθρακες
      - Αλκένια ( $\text{C}_n\text{H}_{2n}$ )
      - Αλκίνια ( $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ )
    - Αρωματικοί υδρογονάνθρακες
      - Βενζόλιο ( $\text{C}_6\text{H}_6$ )
      - 1,3 βουταδιένιο ( $\text{C}_4\text{H}_6$ )
    - Καρβονυλικές ενώσεις
      - Αλδεΐδες ( $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$ )
      - Κετόνες ( $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$ )
    - Κυκλοαλκάνια
    - Διοξίνες
    - Πολύ-αρωματικοί υδρογονάνθρακες
    - Οργανικοί ρύποι παρατεταμένης δράσης
  - Αμμωνία ( $\text{NH}_3$ )
  - Υποξείδιο του αζώτου ( $\text{N}_2\text{O}$ )
  - Διοξείδιο του θείου,  $\text{SO}_2$ , αν το καύσιμο περιέχει θείο.
  - Ενώσεις του μολύβδου (Pb) (λόγο του μολύβδου στην βενζίνη) στις μέρες μας χρησιμοποιείται μονό αμόλυβδη βενζίνη.
  - Βαριά μέταλλα (HM)

- ✓ Κάδμιο (Cd)
- ✓ Χρώμιο (Cr)
- ✓ Χαλκός (Cu)
- ✓ Νικέλιο (Ni)
- ✓ Σελήνιο (Se)
- ✓ Ψευδάργυρος (Zn)

Από τους παραπάνω αερίους ρύπους τα CO, NO<sub>x</sub>, και HC και τα σωματίδια καπνού από τους πετρελαιοκινητήρες αποτελούν τους κυριότερους ρυπαντές και η περιεκτικότητά τους στα καυσαέρια δεν πρέπει να ξεπερνά κάποια νομοθετημένα όρια για τα οποία θα αναφερθούμε στα παρακάτω κεφάλαια. Στον παρακάτω πίνακα βλέπουμε από πού προέρχονται αυτοί οι ρύποι.

Πινάκας 2.1 Προέλευση αερίων ρύπων

Ρύπος (g/km)	Αυτοκίνητα	Βιομηχανία	Οικ. θέρμανση
Οξείδια του αζώτου ( NO <sub>x</sub> )	67%	28%	5%
Υδρογονάνθρακες (HC)	68%	32%	
Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)	100%		
Σωματίδια	100%		
Καπνός	64%	19%	17%

### 2.1.2: Πρωτογενείς Ρύποι

Οι σπουδαιότεροι ρύποι από τις οδικές μεταφορές που απασχολούν την επιστήμη και την πολιτεία για την αντιμετώπισή τους είναι οι εξής:

☒ **Διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>):** Δεν είναι τοξικό αλλά συμπεριλαμβάνεται στους ρύπους ως ένα από τα κυριότερα αέρια θερμοκηπίου.

☒ **Μονοξείδιο του άνθρακα (CO):** Σχηματίζεται εξαιτίας της ατελούς καύσης του καυσίμου στις μηχανές εσωτερικής καύσης, κυρίως των βενζινοκινητήρων και λιγότερο των πετρελαιοκινητήρων. Είναι άχρωμο, άοσμο και άγευστο και έχει μικρή διαλυτότητα στο νερό.

☒ **Υδρογονάνθρακες (VOC ή HC):** Οι άκαυστοι υδρογονάνθρακες είναι στην ουσία καύσιμο που έλαβε μέρος στην διαδικασία της καύσης μέσα στον κινητήρα.

☒ **Οξείδια του Αζώτου (NO και NO<sub>2</sub> ή NO<sub>x</sub>):** Θεωρούνται ενιαίοι ρύποι και ορίζονται ως οξείδια του αζώτου NO<sub>x</sub>. Σχηματίζονται κατά την καύση, σε συνθήκες υψηλής πίεσης και θερμοκρασίας, από την οξειδωση του ατμοσφαιρικού αζώτου.

☒ **Σωματίδια (PM):** Περιλαμβάνουν τα PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> και PM<sub>1</sub>, τα σωματίδια αιθάλης (μαύρος καπνός), τα οποία αντιμετωπίζονται πλέον ως ενιαίοι «σωματιδιακοί ρύποι»,

εκπέμπονται κυρίως από τους πετρελαιοκινητήρες. Εκπομπές σωματιδίων εκτός καύσης έχουμε επίσης από τη φθορά των ελαστικών του αυτοκινήτου, τη διάβρωση του αμαξώματος, τη φθορά των φρένων και του συμπλέκτη, τη φθορά του οδοστρώματος και την αιώρηση της σκόνης του δρόμου.

☒ **Διοξείδιο του θείου (SO<sub>2</sub>):** Είναι προϊόν της καύσης κυρίως των πετρελαιοκινητήρων, εξαιτίας της παρουσίας θείου στο καύσιμο. Μειώνοντας την περιεκτικότητα σε θείο στο καύσιμο μειώνεται και η εκπομπή του.

☒ **Βενζόλιο (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>):** Είναι αρωματικός υδρογονάνθρακας και εκπέμπεται από τα αυτοκίνητα. Για το λόγο αυτό οι μεγαλύτερες συγκεκτρώσεις του παρατηρούνται σε κατοικημένες περιοχές.

### 2.1.3: Δευτερογενείς Ρύποι

Η δημιουργία δευτερογενών ρύπων είναι εξίσου σημαντική. Οι δευτερογενείς ρύποι που σχηματίζονται είναι:

☒ Ο σχηματισμός του **όζοντος (O<sub>3</sub>)** στην επιφάνεια της γης (τροπόσφαιρα), οφείλεται στην οξείδωση των πτητικών οργανικών ενώσεων (VOC) με την παρουσία των οξειδίων του αζώτου (NO<sub>x</sub>) και της ηλιακής ακτινοβολίας, μέσω ενός πλήθους σύνθετων αντιδράσεων.

☒ Μετά την εκπομπή του στην ατμόσφαιρα και με την παρουσία της ηλιακής ακτινοβολίας, το **μονοξείδιο του άνθρακα (CO)** οξειδώνεται σε **διοξείδιο (CO<sub>2</sub>)**.

☒ Το μονοξείδιο του αζώτου (NO) οξειδώνεται σε διοξείδιο (NO<sub>2</sub>), το οποίο με τη σειρά του διασπάται σε ατομικό οξυγόνο και μονοξείδιο, ενώ με τη βοήθεια των υδρατμών και της ηλιακής ακτινοβολίας σχηματίζει **νιτρικό οξύ (HNO<sub>3</sub>)**, βασική ουσία του φαινομένου της οξίνισης του περιβάλλοντος.

### 2.1.4: Επιπτώσεις διαφόρων ρύπων στην ανθρώπινη υγεία

Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε στη Γαλλία και ύστερα από έκθεση που δημοσιεύθηκε από την Υπηρεσία Περιβάλλοντος Υγείας και Ασφάλειας (AFSSE) διαπιστώθηκε ότι 5000 έως 6000 άνθρωποι πεθαίνουν κάθε χρόνο στη συγκεκριμένη χώρα λόγω της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, καθιστώντας τη, τη δεύτερη αιτία θανάτου στη χώρα μετά το κάπνισμα.

Η συγκεκριμένη έκθεση, εκτός από την πληθώρα των στατιστικών στοιχείων που περιέχει, προτείνει μέτρα που θα συμβάλλουν στη μείωση της ρύπανσης όπως η φορολογία των αυτοκινήτων ανάλογα με το βαθμό που επιβαρύνουν την ατμόσφαιρα και ο επαναπροσδιορισμός των ορίων εκπομπής ρύπων για όλα τα οχήματα. Η

κυβέρνηση της χώρας συμπληρώνοντας ότι μεταξύ του 7% και του 20% των καρκινογενέσεων αποδίδονται στην ατμοσφαιρική ρύπανση προχώρησε σε μέτρα απαγόρευσης των ογκωδών και ρυπογόνων 4Χ4 από το κέντρο της πόλης του Παρισιού.

☒ Τα μικρότερα σωματίδια (μικρότερα των 6 nm) εισχωρούν βαθύτερα στους πνεύμονες και επικάθονται και θεωρούνται πιο επικίνδυνα για την υγεία. Από 6 έως 10 nm εισέρχονται μέσα στους πνεύμονες χωρίς να επικάθονται. Τα σωματίδια μεγέθους από 10 nm και πάνω συγκρατούνται είτε στη ρινική κοιλότητα (τα μεγαλύτερα) είτε στους αναπνευστικούς αεραγωγούς του κεφαλιού<sup>4</sup>. Επιπλέον, πιο πρόσφατες έρευνες απέδειξαν ότι τα σωματίδια διαμέτρου μικρότερης των 100nm μπορούν να περάσουν από τους πνεύμονες στο αίμα αποτελώντας τη σημαντικότερη απειλή για την υγεία<sup>5</sup>. Επίσης η σφοδρότητα του τραυματισμού των πνευμόνων μπορεί να σχετίζεται και με την περιεκτικότητα σε άνθρακα των πολύ μικρών σωματιδίων<sup>6</sup>.

☒ Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) είναι ο πιο επικίνδυνος ρύπος για τον άνθρωπο στους εσωτερικούς χώρους αφού λόγω των ιδιοτήτων του δεν γίνεται αντιληπτό. Η δηλητηρίαση με CO μπορεί να προκαλέσει καρδιακές δυσλειτουργίες{13}. Η παρατεταμένη εισπνοή του μπορεί να προκαλέσει θάνατο όπως έχει συμβεί σε αρκετές περιπτώσεις στο παρελθόν. Τα όρια που έχει θεσπίσει ο Παγκόσμιος Οργανισμός υγείας, με βάση το 2,5% σαν τη μέγιστη συγκέντρωση του Hb-CO (ανθρακυλεμοσφαιρίνη) στο αίμα, για την έκθεση του ανθρώπου σε αέρα μολυσμένο με CO είναι

- ο 100mg/m<sup>3</sup> για 15 λεπτά
- ο 60 mg/m<sup>3</sup> για 30 λεπτά
- ο 30 mg/m<sup>3</sup> για 60 λεπτά
- ο 10 mg/m<sup>3</sup> για 8 ώρες

☒ Το βενζόλιο (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) μπορεί να προκαλέσει καρκίνο και είναι τοξικό. Μελέτη μέσα σε σπίτια στην πόλη της Αθήνας κατέγραψε συγκεντρώσεις από 6 έως 24,6 μg/m<sup>3</sup>, ενώ αντίστοιχες καταγραφές από αστικό περιβάλλον έδειξαν τιμές από 15,4 έως 27,9 μg/m<sup>3</sup><sup>7</sup>. Στο εσωτερικό του αυτοκινήτου εν κινήσει, έχουν μετρηθεί τιμές από 10 μg/m<sup>3</sup> έως 120 μg/m<sup>3</sup>, ενώ κατά τη διάρκεια τροφοδοσίας του με καύσιμο έχουν

<sup>4</sup> SD Lee, T Schnieder, LD Grant, PJ Verhoek. (1986). "Aerosols Research, Risk Assesment and Control Strategies". Lewis Pulishers Inc. Chelsea, Michigan, pp. 521-593.

<sup>5</sup> A Nemmar et al. (2002). "Passage Inhaled Particles Into the Blood Circulation in Humans". Circulation 105, 29/01/2002. pp. 411-414.

<sup>6</sup> William P. Linak, Jong-Ik Yoo, Shirley J. Wasson, Weiyan Zhu, Jost O.L. Wendt, Frank E. Huggins, Yuanzhi Chen, Naresh Shah, Gerald P. Huffman and M. Ian Gilmour. (2007). "Ultrafine ash aerosols from coal combustion: Characterization and health effects". Proceedings of the Combustion Institute, Volume 31, Issue 2, January 2007, pp. 1929-1937

<sup>7</sup> Christos Chatzis, Evangelos C. Alexopoulos and Athena Linos. (2005). "Indoor and outdoor personal exposure to benzene in Athens, Greece". Science of The Total Environment, Volume 349, Issues 1-3, 15 October 2005, pp. 72-80.

μετρηθεί τιμές γύρω στα 760 µg/m<sup>3</sup> και 130 µg/m<sup>3</sup> σε σταθμούς με σύστημα ανάκτησης ατμών<sup>8</sup>.

☒ Το διοξείδιο του θείου (SO<sub>2</sub>) μπορεί να προκαλέσει αναπνευστικά προβλήματα και ασθένειες ανάλογα με τη συγκέντρωση αλλά και το χρόνο έκθεσης. Οι επιπτώσεις του στην υγεία έχουν μελετηθεί στα πλαίσια προγραμμάτων και έχουν εκτιμηθεί από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας<sup>9</sup>.

☒ Το διοξείδιο του αζώτου (NO<sub>2</sub>) προκαλεί αναπνευστικά προβλήματα ειδικότερα σε άτομα με χρόνια προβλήματα.

### **2.1.5: Εκπομπές από βενζινοκινητήρες**

Οι εκπομπές ρύπων από τους βενζινοκινητήρες οφείλονται στους παρακάτω λόγους:

- Στα καυσαέρια κατά την λειτουργία του.
- Στις αναθυμιάσεις λόγω εξαέρωσης βενζίνης και την ελαιολεκάνη.
- Στα σωματίδια που αποβάλλονται από τη φθορά των ελαστικών και τη χρήση των φρένων.
- Στο σύστημα αναθυμιάσεων ατμών-λαδιού και βενζίνης που παράγει ο κινητήρας κατά τη λειτουργία του, αλλά και ακόμα όταν δεν λειτουργεί από το ρεζερβουάρ, τον εξαερωτήρα και από το κάρτερ λόγω αναθυμιάσεων βενζίνης και λαδιού, αφού η μηχανή του οχήματος παραμένει ζεστή.
- Στην εξάτμιση της βενζίνης κατά τη διάρκεια της ανατροφοδότησης με βενζίνη του οχήματος στα πρατήρια.

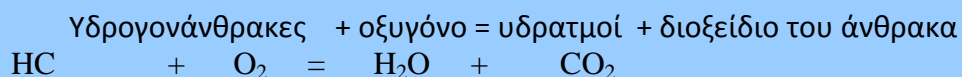
---

<sup>8</sup> F Dor, YL Moulec, B Felsey. (1995). "Exposure of city residents to carbon monoxide and monocyclic aromatic hydrocarbons during commuting trips in the Paris Metropolitan Area". Air and Waste Management Association 45, 1995, pp. 103-110

<sup>9</sup> EC Project, sponsored by the EC science and research directorate, DGXII. APHEA. (1997). "(Air Pollution on Health – a European Approach) 1977 – 1992 in Amsterdam, Athens, Barcelona, Bratislava, Cologne, Krakow, Helsinki, Lodz, London, Lyon, Milan, Paris, Poznan, Rotterdam and Wroclaw". Public Health Rev. 25, 1, pp. 7-28

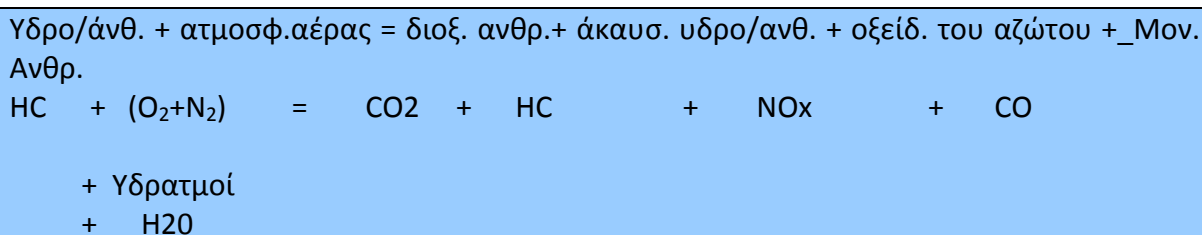
### 2.1.6:Καυσαέρια κατά την καύση<sup>10</sup>

Κατά την λειτουργία των βενζινοκινητήρων αν οι συνθήκες ήταν ιδανικές θα δημιουργούνταν μια τελεία καύση. Πρακτικά αυτό όμως είναι αδύνατο. Αυτή η τελεία καύση φαίνεται στην παρακάτω χημική αντίδραση:



Τα καυσαέρια που δημιουργούνται από την παραπάνω καύση είναι οι υδρατμοί H<sub>2</sub>O και το διοξείδιο του άνθρακα CO<sub>2</sub>, τα οποία είναι προϊόντα τελείας καύσης και δεν θεωρούνται ρυπαντές. Στην πραγματικότητα όμως οι συνθήκες δεν είναι ιδανικές και

δεν επιτυγχάνεται η τελεία καύση καθότι ο εισερχόμενος ατμοσφαιρικός αέρας δε περιέχει μόνο οξυγόνο (O<sub>2</sub>) 21%, αλλά και άζωτο (N<sub>2</sub>) σε ποσοστό 78% περίπου, το οποίο στις συνθήκες περιβάλλοντος παραμένει ουδέτερο στοιχείο, χωρίς να δημιουργεί χημική ένωση με το οξυγόνο. Η ατελής αυτή καύση φαίνεται στην παρακάτω αντίδραση.



### 2.1.7:Εκπομπές ρύπων από μοτοσυκλέτες

Το μονοξείδιο του άνθρακα CO ,οι άκαυστοι υδρογονάνθρακες HC και τα οξείδια του αζώτου NO<sub>x</sub> θεωρούνται από τους βασικότερους ρύπους μόλυνσης του περιβάλλοντος. Επίσης δημιουργούνται και κάποιες μικρές ποσότητες ενώσεων που περιέχουν μόλυβδο που και αυτές θεωρούνται ρυπαντές.

Η υψηλή εξάρτηση του τομέα μεταφορών από τη χρήση πετρελαίου και των παραγώγων του, μέσω της καύσης στους κινητήρες των οχημάτων οδηγούν σε καταστροφικές συνέπειες για το περιβάλλον. Οι κυριότεροι ρύποι που εκπέμπονται από τους κινητήρες εσωτερικής καύσης, οι οποίοι κυριαρχούν στην αγορά, είναι άκαυστοι υδρογονάνθρακες (HC), οξείδια του αζώτου (NO<sub>x</sub>), μονοξείδιο του άνθρακα (CO), καπνός, μόλυβδος (Pb), διοξείδιο του θείου (SO<sub>2</sub>) και διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>). Οι ουσίες αυτές ενέχουν σημαντικούς κινδύνους τόσο για τον άνθρωπο, όσο και για το περιβάλλον.

<sup>10</sup> ([www.minenv.gr/.../tmima%20autokiniton%20-%20ekthesi%202007](http://www.minenv.gr/.../tmima%20autokiniton%20-%20ekthesi%202007)).



Το διοξείδιο του άνθρακα δεν είναι τοξικό και για αυτό δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ως ρύπος με την κλασική έννοια του όρου. Σε μακροπρόθεσμη βάση, όμως, πρέπει να ελέγχονται οι εκπομπές του γιατί έχει σημαντική συνεισφορά στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, που βαθμιαία μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική αύξηση των θερμοκρασιών του πλανήτη, καθώς και σε κλιματικές αλλαγές με σοβαρές συνέπειες. Ο τομέας των μεταφορών συμμετέχει κατά 25% στις συνολικές εκπομπές CO<sub>2</sub> (το ποσοστό αυτό φτάνει το 30% για τις ανεπτυγμένες χώρες), και ευθύνεται για περίπου το 6% των εκπομπών SO<sub>2</sub>, το 35% των HC, το 52% των NO<sub>x</sub> και περίπου το 60% του CO (Γούλας, 2005). Σε συνδυασμό με τον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής, οι μεταφορές αποτελούν πάνω από το 65% των παγκόσμιων εκπομπών CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα. Στα Σχήματα 1-5 και 1-6 παρουσιάζεται η χρονική εξέλιξη των εκπομπών CO<sub>2</sub> και η κατανομή τους στους κλάδους οικονομικής δραστηριότητας για την ΕΕ και την Ελλάδα, αντίστοιχα.

### **2.1.8: Μέτρηση ρύπων για έγκριση τύπου**

Δημιουργήθηκε ένα νομοθετικό σώμα εργασίας του οποίου σκοπός είναι πριν τεθεί σε κυκλοφορία ένα νέο αυτοκίνητο ή μία μοτοσικλέτα θα πρέπει να περάσει πρώτα μια διαδικασία γνωστή ως “έγκριση τύπου”, στην οποία ο κατασκευαστής πρέπει να επιδείξει συμμόρφωση με τους νόμους της χώρας στην οποία θα κυκλοφορήσει. Ένα καινούριο μοντέλο αυτοκινήτου ή μοτοσικλέτας για να κυκλοφορήσει πρέπει όλα τα συστήματα του, οι μηχανισμοί και τα όργανα να πληρούν συγκεκριμένες προδιαγραφές και να έχουν πιστοποίηση διαφόρων ελέγχων. Οι έλεγχοι αυτοί γίνονται σε αναγνωρισμένα εργαστήρια, κυρίως κρατικά, στα οποία κατόπιν πολλαπλών ελέγχων, αν το αυτοκίνητο διαπιστωθεί ότι καλύπτει τις απαιτούμενες προδιαγραφές, εκδίδεται και το αντίστοιχο πιστοποιητικό καταλληλότητας.

Με βάση το σύνολο των πιστοποιητικών για όλα τα επιμέρους μέρη και συστήματα του αυτοκινήτου εκδίδεται η έγκριση τύπου για το συγκεκριμένο τύπο αυτοκινήτου.

Τα εργαστήρια αυτά χρειάζονται εξοπλισμό προηγμένης τεχνολογίας και υψηλού κόστους. Ένας από τους πλέον σημαντικούς ελέγχους που γίνονται στα νέα μοντέλα είναι ο έλεγχος των εκπομπών καυσαερίων. Σχεδόν σε όλες οι χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης λειτουργούν τέτοια εργαστήρια.

Τέτοιο εργαστήριο είναι το Εργαστήριο Ανάλυσης Καυσαερίων (Ε.Α.Κ.), το οποίο είναι εγκαταστημένο δίπλα στο Κ.Τ.Ε.Ο Ελληνικού. Οι επίσημες διαδικασίες της μέτρησης εκπομπών καυσαερίων και κατανάλωσης καυσίμου εφαρμόζονται από το 1970. Από την 1η Ιανουαρίου του 2001 όλα τα καινούρια οχήματα πρέπει να υποστούν ειδικές μετρήσεις που περιγράφονται στην οδηγία 1999/100/ΕΕ. Οι μετρήσεις αυτές γίνονται με τυποποιημένο «Κύκλο Οδήγησης» που συνδυάζει αστικές και υπεραστικές συνθήκες κίνησης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>: ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΡΥΠΩΝ

### 3.1 Όρια εκπομπής ρύπων μετά το 1991<sup>11</sup>

Από το 1992 και έπειτα θεσπίστηκαν στην Ευρώπη οι ντιρεκτίβες «Euro» οι οποίες θέτουν σε όρια τις εκπομπές ρύπων των οχημάτων. Η πρώτη ντιρεκτίβα ονομάστηκε «Euro 1» και ακλούθησαν κι άλλες αυστηρότερες. Χάρη την εφαρμογή τους μειώθηκαν και περιορίστηκαν οι ρύποι των οχημάτων κατά πολύ καθώς οι αυτοκινητοβιομηχανίες οφείλουν να τους εφαρμόζουν κατά γράμμα. Αξίζει να σημειωθεί ότι αυτά τα όρια τα ακλουθήσανε κι άλλες χώρες εκτός Ευρωπαϊκής ένωσης.

Τα ευρωπαϊκά πρότυπα ανώτατων εκπεμπόμενων ρύπων συνοψίζονται στους παρακάτω πίνακες:

*Πίνακας 3.1: Ευρωπαϊκές προδιαγραφές εκπομπών ρύπων για επιβατικά αυτοκίνητα*

Τύπος	Ημερομηνία	CO	HC	HC+NOx	NOx	PM	PN
<b>Ντήζελ (ανάφλεξη με συμπίεση)</b>							
Euro 1†	1992.07	2.72 (3.16)	-	0.97 (1.13)	-	0.14 (0.18)	-
Euro 2, IDI	1996.01	1.0	-	0.7	-	0.08	-
Euro 2, DI	1996.01a	1.0	-	0.9	-	0.10	-
Euro 3	2000.01	0.64	-	0.56	0.50	0.05	-
Euro 4	2005.01	0.50	-	0.30	0.25	0.025	-
Euro 5a	2009.09b	0.50	-	0.23	0.18	0.005f	-
Euro 5b	2011.09c	0.50	-	0.23	0.18	0.005f	6.0×10 <sup>11</sup>
Euro 6	2014.09	0.50	-	0.17	0.08	0.005f	6.0×10 <sup>11</sup>
<b>Θετική ανάφλεξη (βενζίνη)</b>							
Euro 1†	1992.07	2.72 (3.16)	-	0.97 (1.13)	-	-	-
Euro 2	1996.01	2.2	-	0.5	-	-	-
Euro 3	2000.01	2.30	0.20	-	0.15	-	-
Euro 4	2005.01	1.0	0.10	-	0.08	-	-
Euro 5	2009.09b	1.0	0.10d	-	0.06	0.005e,f	-
Euro 6	2014.09	1.0	0.10d	-	0.06	0.005e,f	6.0×10 <sup>11</sup> e,g
<p>* Στο EURO 1-4, τα επιβατικά οχήματα &gt; 2.500 kg ήταν εγκεκριμένου τύπου όπως τα οχήματα της κατηγορίας N1</p> <p>† Τιμές σε παρένθεση συμμόρφωσης της παραγωγής (COP) σε όρια</p> <p>α. μέχρι τις 1999.09.30 (μετά την ημερομηνία αυτή DI κινητήρες πρέπει να πληρούν τα IDI όρια)</p> <p>β. 2011.01 Για όλα τα μοντέλα</p> <p>γ. 2013.01 Για όλα τα μοντέλα</p> <p>δ. και NMHC = 0,068 g/km</p> <p>ε. ισχύει μόνο για τα αυτοκίνητα που χρησιμοποιούν DI κινητήρες</p> <p>ζ. 0,0045 G/km χρησιμοποιώντας την PMP διαδικασία μέτρησης</p> <p>η. 6,0 ×10<sup>12</sup> 1/χλμ εντός των πρώτων τριών ετών από EURO 6 με αποτελεσματική ημερομηνία</p>							

<sup>11</sup> <http://www.dieselnet.com/standards/eu/ld.php>

Πίνακας 3.2.:Ευρωπαϊκές προδιαγραφές εκπομπών ρύπων για ελαφρά επιβατικά αυτοκίνητα

Κατηγορία†	Φάση	Ημερομηνία	CO	HC	HC+NOx	NOx	PM	PN
<b>Ντήζελ (ανάφλεξη με συμπίεση)</b>								
N1, Class I ≤1305 kg	Euro 1	1994.10	2.72	-	0.97	-	0.14	-
	Euro 2 IDI	1998.01	1.0	-	0.70	-	0.08	-
	Euro 2 DI	1998.01a	1.0	-	0.90	-	0.10	-
	Euro 3	2000.01	0.64	-	0.56	0.50	0.05	-
	Euro 4	2005.01	0.50	-	0.30	0.25	0.025	-
	Euro 5a	2009.09b	0.50	-	0.23	0.18	0.005f	-
	Euro 5b	2011.09d	0.50	-	0.23	0.18	0.005f	6.0×10 <sup>11</sup>
Euro 6	2014.09	0.50	-	0.17	0.08	0.005f	6.0×10 <sup>11</sup>	
N1, Class II 1305-1760 kg	Euro 1	1994.10	5.17	-	1.40	-	0.19	-
	Euro 2 IDI	1998.01	1.25	-	1.0	-	0.12	-
	Euro 2 DI	1998.01a	1.25	-	1.30	-	0.14	-
	Euro 3	2001.01	0.80	-	0.72	0.65	0.07	-
	Euro 4	2006.01	0.63	-	0.39	0.33	0.04	-
	Euro 5a	2010.09c	0.63	-	0.295	0.235	0.005f	-
	Euro 5b	2011.09d	0.63	-	0.295	0.235	0.005f	6.0×10 <sup>11</sup>
Euro 6	2015.09	0.63	-	0.195	0.105	0.005f	6.0×10 <sup>11</sup>	
N1, Class III >1760 kg	Euro 1	1994.10	6.90	-	1.70	-	0.25	-
	Euro 2 IDI	1998.01	1.5	-	1.20	-	0.17	-
	Euro 2 DI	1998.01a	1.5	-	1.60	-	0.20	-
	Euro 3	2001.01	0.95	-	0.86	0.78	0.10	-
	Euro 4	2006.01	0.74	-	0.46	0.39	0.06	-
	Euro 5a	2010.09c	0.74	-	0.350	0.280	0.005f	-
	Euro 5b	2011.09d	0.74	-	0.350	0.280	0.005f	6.0×10 <sup>11</sup>
Euro 6	2015.09	0.74	-	0.215	0.125	0.005f	6.0×10 <sup>11</sup>	
N2	Euro 5a	2010.09c	0.74	-	0.350	0.280	0.005f	-
	Euro 5b	2011.09d	0.74	-	0.350	0.280	0.005f	6.0×10 <sup>11</sup>
	Euro 6	2015.09	0.74	-	0.215	0.125	0.005f	6.0×10 <sup>11</sup>
<b>Θετική ανάφλεξη (βενζίνη)</b>								
N1, Class I ≤1305 kg	Euro 1	1994.10	2.72	-	0.97	-	-	-
	Euro 2	1998.01	2.2	-	0.50	-	-	-
	Euro 3	2000.01	2.3	0.20	-	0.15	-	-
	Euro 4	2005.01	1.0	0.10	-	0.08	-	-
	Euro 5	2009.09b	1.0	0.10g	-	0.06	0.005e,f	-
	Euro 6	2014.09	1.0	0.10g	-	0.06	0.005e,f	6.0×10 <sup>11</sup> e,j
N1, Class II 1305-1760	Euro 1	1994.10	5.17	-	1.40	-	-	-

kg								
	Euro 2	1998.01	4.0	-	0.65	-	-	-
	Euro 3	2001.01	4.17	0.25	-	0.18	-	-
	Euro 4	2006.01	1.81	0.13	-	0.10	-	-
	Euro 5	2010.09c	1.81	0.13h	-	0.075	0.005e,f	-
	Euro 6	2015.09	1.81	0.13h	-	0.075	0.005e,f	6.0×10 <sup>11</sup> e,j
N1, Class III >1760 kg	Euro 1	1994.10	6.90	-	1.70	-	-	-
	Euro 2	1998.01	5.0	-	0.80	-	-	-
	Euro 3	2001.01	5.22	0.29	-	0.21	-	-
	Euro 4	2006.01	2.27	0.16	-	0.11	-	-
	Euro 5	2010.09c	2.27	0.16i	-	0.082	0.005e,f	-
	Euro 6	2015.09	2.27	0.16i	-	0.082	0.005e,f	6.0×10 <sup>11</sup> e,j
N2	Euro 5	2010.09c	2.27	0.16i	-	0.082	0.005e,f	-
	Euro 6	2015.09	2.27	0.16i	-	0.082	0.005e,f	6.0×10 <sup>11</sup> e,j

† Για το Euro 1/2 της κατηγορίας N1, μάζα αναφοράς τάξεις ήταν Class I ≤ 1.250 kg, Class II 1250-1700 kg, Class III > 1.700 kg

α. μέχρι της 1999.09.30 (μετά την ημερομηνία αυτή DI κινητήρες πρέπει να πληρούν τα IDI όρια)

β. 2011.01 Για όλα τα μοντέλα

γ. 2012.01 Για όλα τα μοντέλα

δ. 2013.01 Για όλα τα μοντέλα

ε. ισχύει μόνο για τα αυτοκίνητα που χρησιμοποιούν DI κινητήρες

η. 0,0045 G/km χρησιμοποιώντας την PMP διαδικασία μέτρησης

θ. και NMHC = 0,068 g/km h. και NMHC = 0,090 g/km i. και NMHC = 0,108 g/km j. 6,0 ×10<sup>12</sup> 1/χλμ εντός των πρώτων τριών ετών από EURO 6 ημερομηνίες

Κατά την εφαρμογή των Euro οι εκπομπές ρύπων των οχημάτων μειώθηκαν σε πολύ μεγάλο ποσοστό με αποτέλεσμα να ελαττωθεί η μόλυνση του περιβάλλοντος. Στο παρακάτω πινάκα (3.3) βλέπουμε την βελτίωση ορισμένων ποιοτικών χαρακτηριστικών της βενζίνης και του πετρελαίου.

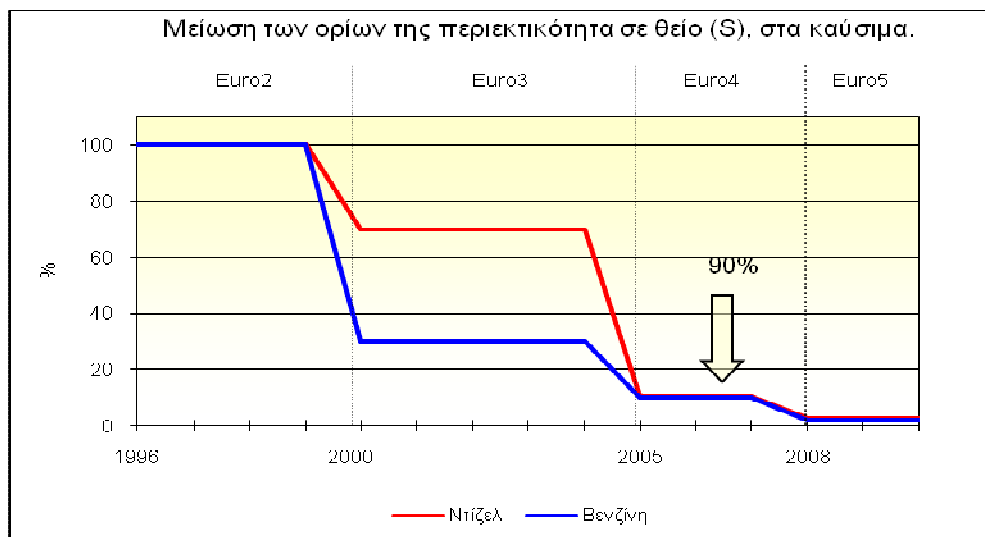
**Πίνακας 3.3.: Προδιαγραφές οδικών καυσίμων, τα έτη 1996-2005, στην Ευρωπαϊκή Ένωση<sup>12</sup>**

NTIZEΛ	Euro 2 (1996)	Euro 3 (2000)	Euro 4 (2005)	Euro 5 (2008)
Περιεκτικότητα σε θείο	500ppm*	350ppm	50ppm	10ppm
Αριθμός κετανίου	49	51	51	-
BENZINH	Euro 2 (1996)	Euro 3 (2000)	Euro 4 (2005)	Euro 5 (2008)
Περιεκτικότητα σε θείο	500 ppm	150 ppm	50 ppm	10 ppm
Περιεκτικότητα σε βενζόλιο	5 % v/v	1 % v/v	1% v/v	-

<sup>12</sup> Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Institut Français du Pétrole (IFP)

Επίσης στο παρακάτω διάγραμμα 3.4. βλέπουμε την πολύ μεγάλη μείωση της ανωτάτης επιτρεπόμενης περιεκτικότητας θείου στα καύσιμα μεταξύ των ετών 1996-2005.

Διάγραμμα 3.4.Μείωση ανωτάτης επιτρεπόμενης περιεκτικότητας θείου στα καύσιμα βενζίνης και πετρελαίου επί %.<sup>13</sup>



### 3.1.1: Νομοθεσία για τις εκπομπές ρύπων

Στις 20 Μαρτίου 1970 η Ευρωπαϊκή Ένωση εξέδωσε την Οδηγία 70/220/ΕΟΚ όσον αφορά τα μέτρα που θα ληφθούν για την καταπολέμηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από τις εκπομπές των οχημάτων με κινητήρα. Από τότε η οδηγία τροποποιήθηκε με τα εξής μέτρα, τα οποία αναφέρονται ακολούθως:

☐ οδηγία 74/290/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 28ης Μαΐου 1974, πρώτη μείωση στις οριακές τιμές των εκπομπών μονοξειδίου του άνθρακα και άκαυστων υδρογονανθράκων.

☐ οδηγία 77/102/ΕΟΚ της Επιτροπής της 30ης Νοεμβρίου 1976, εισαγωγή οριακών τιμών και για τις επιτρεπόμενες εκπομπές οξειδίων του αζώτου.

☐ οδηγία 78/665/ΕΟΚ της Επιτροπής της 14ης Ιουλίου 1978, μείωση για τις οριακές τιμές για τους τρεις αυτούς ρύπους.

☐ οδηγία 83/351/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 16ης Ιουνίου 1983, επόμενη μείωση στις οριακές τιμές

☐ οδηγία 88/76/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 3ης Δεκεμβρίου 1987, επιπλέον μείωση

<sup>13</sup> Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Institut Français du Pétrole (IFP)

των προηγούμενων δυο οδηγιών.

☒ οδηγία 88/436/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 16ης Ιουνίου 1988, καθορισμός οριακών τιμών για την εκπομπή ρυπογόνων σωματιδίων στους κινητήρες ντίζελ.

☒ οδηγία 89/458/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 18ης Ιουλίου 1989, θεσπίστηκαν αυστηρότερα ευρωπαϊκά πρότυπα για τις εκπομπές ρύπων για οχήματα με κινητήρα κάτω των 1400 κυβικών εκατοστών.

☒ οδηγία 91/441/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 26ης Ιουνίου 1991, θεσπίστηκαν απαιτήσεις σχετικά με τις εκπομπές από εξάτμιση καθώς και αυστηρότερα πρότυπα για τα ρυπογόνα σωματίδια που εκπέμπονται από κινητήρες ντίζελ.

Διαδοχικά η Ευρωπαϊκή Ένωση δημοσιεύει τις παρακάτω οδηγίες θεσπίζοντας ακόμα αυστηρότερες οριακές τιμές για όλους του ρύπους των επιβατηγών οχημάτων:

☒ οδηγία 94/12/ΕΚ του Συμβουλίου της 23ης Μαρτίου 1994

☒ οδηγία 96/69/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 8ης Οκτωβρίου 1996

☒ οδηγία 96/69/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 13ης Οκτωβρίου 1998

☒ οδηγία 99/102/ΕΚ της Επιτροπής της 15ης Δεκεμβρίου 1999

☒ οδηγία 2001/1/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 22ας Ιανουαρίου 2001

☒ οδηγία 2001/100/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 7ης Δεκεμβρίου 2001.

### **3.2: Εξέλιξη των ορίων εκπομπής ρύπων στην ΕΕ**

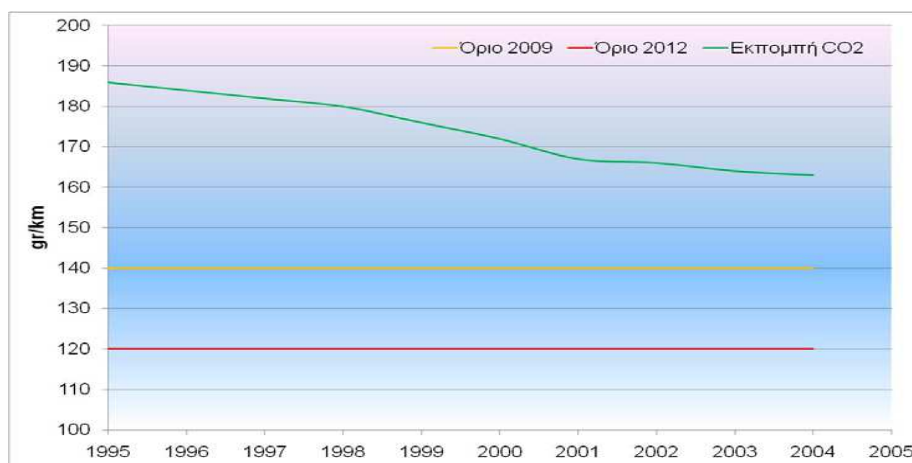
Η ευρωπαϊκή ένωση κατασκευαστών αυτοκινήτων (ACEA), από το 1998 έχει συμφωνήσει με την ευρωπαϊκή επιτροπή για τη μείωση της μέσης τιμής των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από τα καινούργια αυτοκίνητα στα 140 g/km μέχρι το 2008/09 και στα 120 g/km το 2012. Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 3.7 η μόνη εταιρεία που έχει φτάσει στο μέσο όρο του 2008 είναι η FIAT γεγονός. Παρόμοιες συμφωνίες έχουν υπογράψει και οι ενώσεις των Ιαπώνων (JAMA) και των Κορεατών (KAMA) κατασκευαστών.

Σαν μέρος αυτής της συμφωνίας η ACEA είχε δεσμευτεί για ενδιάμεσους στόχους μείωσης των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα από τα καινούργια οχήματα από 185 g/km το 1995 σε 174 g/km το 1999 και σε 169 g/km το 2000 (μέση τιμή για καινούρια βενζινοκίνητα και πετρελαιοκίνητα οχήματα). Για αυτό το λόγο τα τελευταία χρόνια οι

κατασκευαστές παράγουν κινητήρες μικρής χωρητικότητας με υπερσυμπιεστές και προσφέρουν όλα τα μοντέλα με κινητήρες πετρελαίου εστιάζοντας και στην νέα τεχνολογία των κινητήρων τους. Αυτοί οι στόχοι σχεδόν έχουν επιτευχθεί. Για τα βενζινοκίνητα το 2001, που εκπροσωπούσαν το 64% των πωλήσεων νέων αυτοκινήτων, η μέση τιμή έπεσε στο 172 g/km από τα 177 το 2000. Για τα πετρελαιοκίνητα, στα οποία αναλογεί το 36% των πωλήσεων για το 2001, η τιμή ήταν 153 g/km από 157 το 2000. Η μείωση και για τις δύο κατηγορίες είναι για το 2000 είναι  $0,64 * 177 + 0,36 * 157 = 169,8$  τιμή που είναι πολύ κοντά στο 169 που ήταν η συμφωνία.

Από το 1995 μέχρι το 2001 η μείωση έφτασε το 8,5% για τα βενζινοκίνητα και το 13,1% για τα πετρελαιοκίνητα<sup>14</sup>. Τα αντίστοιχα όρια για το συνολικό μέσο όρο εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) από τα επιβατικά αυτοκίνητα (βενζινοκίνητα και ντιζελοκίνητα), καθορίστηκαν στα 140 g/km μέχρι το 2008/2009 (Euro 5) και στα 120 g/km, για το 2012. Η πρόοδος που έχει επιτευχθεί, από τη μεριά των κατασκευαστών αυτοκινήτων την τελευταία δεκαετία, σε σχέση με τους κοινοτικούς στόχους, παρουσιάζεται στο διάγραμμα που ακολουθεί.

Η μείωση, σε ποσοστό 12% περίπου, που σημειώθηκε στο εν λόγω διάστημα (από 186 σε 163 g/km), δείχνει ικανοποιητική ανταπόκριση της αυτοκινητοβιομηχανίας στη προσπάθεια για τον περιορισμό των εκπομπών CO<sub>2</sub>.



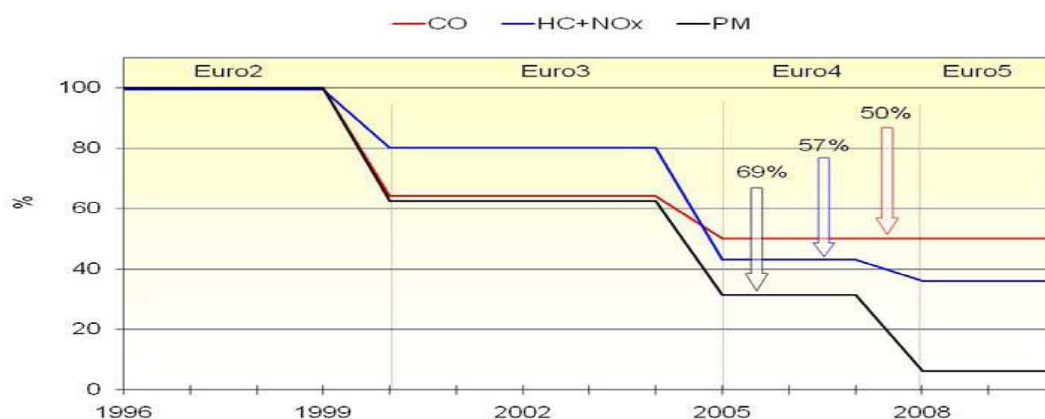
**Διάγραμμα 3.2.1: Μέσος όρος εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) των επιβατικών αυτοκινήτων, στην Ευρωπαϊκή Ένωση**

Στην τελευταία σύσκεψη που πραγματοποιήθηκε ως προπομπός της επικείμενης συνάντησης των επιτρόπων των χωρών της ευρωπαϊκής ένωσης επήλθε νέα συμφωνία για τις εκπομπές του CO<sub>2</sub> για το 2012. Η συμφωνία «έκλεισε» στα 130 gr/km με τα υπόλοιπα 10 που υπολείπονται μέχρι τα 120 να κερδίζονται από τη χρήση βιοκαυσίμων.

<sup>14</sup> ACEA. (2002). "Monitoring of ACEA's Commitment on CO<sub>2</sub> Emission Reduction From passenger cars – 2001. Final Report", 12 July.

### 3.2.1: Επιβατικά οχήματα και ελαφρά φορτηγά

Το θεσμικό πλαίσιο που έχει θεσπίσει η Ευρωπαϊκή Ένωση, για τη προστασία του περιβάλλοντος, αποβλέπει -μεταξύ άλλων- στον περιορισμό της κατανάλωσης των καυσίμων και στην περιστολή των κυριότερων εκπεμπόμενων ρύπων, των οχημάτων. Το πλαίσιο αυτό διαμορφώνεται συνεχώς, με νέες, συμπληρωματικές οδηγίες και τροποποιήσεις (Euro 1,2,3,4 και 5), οι οποίες θέτουν ολοένα και αυστηρότερα όρια εκπομπών<sup>15</sup>.



Διάγραμμα 3.2.2: Ποσοστιαία μείωση των ορίων εκπομπής ρύπων, για τους ντιζελοκινητήρες των επιβατικών αυτοκινήτων, στην Ευρωπαϊκή Ένωση

### 3.2.2. Περιορισμοί εκπομπών ρύπων για μοτοσικλέτες

Τον Ιούνιο του 2007 καθιερώθηκε επίσημα στην Ευρώπη ο κανονισμός εκπομπών EURO 5 και έχει τεθεί σε ισχύ κατά το τρέχον και επόμενο έτος. Τα δίτροχα οχήματα, όπως τα μοτοποδήλατα, σκούτερ και μοτοσικλέτες, δεν είχαν συμπεριληφθεί σε αυτές τις απαιτήσεις. Μέχρι σήμερα, όλοι οι κύκλοι που πωλούνται στην Ευρώπη πρέπει να πληρούν λιγότερο αυστηρές EURO 3 πρότυπα. Όλα αυτά όμως θα αλλάξουν όπως προανήγγειλε η Ευρωπαϊκή Επιτροπή και η Association des Constructeurs Europeens de Motocycles (ACEM) αφού εξέδωσε πρόταση στις βιομηχανίες κατασκευαστών που εξηγεί ότι θα πρέπει να γίνει μετάβαση από το EURO 4 το 2012 στο EURO 5 έως το 2015.

Σύμφωνα με την ACEM<sup>16</sup> η μετάβαση από το EURO 3 στο EURO 5 θα μειώσει τις συνολικές εκπομπές ρύπων της μοτοσικλέτας κατά 50% περίπου. Τα πρότυπα του EURO 5 για τις μοτοσικλέτες θα αντιστοιχούν σε εκείνες των επιβατικών αυτοκινήτων. Αυτή η μετάβαση θα καλύψει την βιομηχανία μοτοσικλέτας μέχρι το 2020 οπότε και εικάζεται ότι ακόμη πιο αυστηροί κανονισμοί θα πρέπει να συνταχθούν.

<sup>15</sup> Τζιράκης Ε. Εκπομπές οχημάτων

<sup>16</sup> Association des Constructeurs Européens de Motocycles



### 3.2.3. Προδιαγραφές εκπομπής ρύπων EURO 3<sup>17</sup>

Τα επίπεδα εκπομπών βασίζονται στις ισχύουσες ευρωπαϊκές προδιαγραφές εκπομπών EURO 3. Η εισαγωγή αυτών των προτύπων εκπομπών, συν τη συμπερίληψη της διατηρησιμότητας εκπομπών και των απαιτήσεων καθιστά την κινεζική μοτοσυκλέτα ως μια από τις πιο αυστηρές στον κόσμο στο θέμα της αντιρρύπανσης. Ο κύκλος δοκιμής για μεγαλύτερο εκτόπισμα στις μοτοσυκλέτες είναι τροποποιημένα ώστε να ταιριάζει με τις τοπικές ανάγκες, μειώνοντας τη μέγιστη ταχύτητα του κύκλου 90 km/h.

Στην Ευρώπη, η καθιέρωση των αυστηρότερων προτύπων εκπομπής, στην οδήγηση, στην αλλαγή από καρμπιρατέρ για συστήματα διαχείρισης κινητήρα (EMS) χρησιμοποιούν τη θύρα έγχυσης ή με άλλο ηλεκτρονικό έλεγχο της δοσολογίας καυσίμου, ιδιαίτερα για τις μοτοσυκλέτες άνω των 150 cc. Τα EMS συστήματα επιτρέπουν πολύ αυστηρότερους ελέγχους των εκπομπών και των καταλυτών εξάτμισης όπως επίσης και πολύ καλύτερο έλεγχο δυνατότητας εκπομπής πάνω από το χρόνο ζωής του οχήματος. Στην Κίνα ο κανονισμός είναι έως και 30.000 χιλιόμετρα για απόδοση μοτοσυκλέτας.

Στην Ελλάδα ο έλεγχος ΚΤΕΟ για τις μοτοσυκλέτες ισχύει από τον Φεβρουάριο του 2012.

---

<sup>17</sup> EURO III LEVEL MOTORCYCLE EMISSION LEVELS CONFIRMED FOR CHINA The Chinese EPA have published the new Motorcycle Emission Standards GB 14622 2007 to be introduced for new models from January 1st, 2008 onwards.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>: ΚΥΚΛΟΙ ΟΔΗΓΗΣΗΣ**

### **4.1 Κύκλοι Οδήγησης**

Για την έγκριση τύπου των οχημάτων με βάσει τις προδιαγραφές ρύπων (EURO 1, EURO 2, EURO 3, EURO 4) χρησιμοποιούνται ειδικές δοκιμές σε δυναμομετρική εξέδρα που ονομάζονται κύκλοι οδήγησης. Οι κύκλοι οδήγησης είναι στην ουσία ένα διάγραμμα ταχύτητας – χρόνου.

#### **4.1.2 Σκοπός Των Κύκλων Οδήγησης**

Η ενεργειακή κατανάλωση, αλλά και οι επακόλουθες εκπομπές ενός οχήματος εξαρτώνται από τον τρόπο οδήγησης του, και κατ' επέκταση από τις συνθήκες κυκλοφορίας στη περιοχή κίνησης του οχήματος. Προκείμενου, λοιπόν να εξεταστεί η ενεργειακή κατανάλωση ενός οχήματος, απαιτείται η παραμετρική περιγραφή του τρόπου οδήγησης στην εξεταζόμενη περιοχή. Η έννοια του κύκλου οδήγησης αναπτύχθηκε έτσι ώστε να παρέχει ένα προφίλ ταχύτητας - χρόνου το οποίο είναι αντιπροσωπευτικό της οδήγησης σε αστικό περιβάλλον.

Πρόκειται για μια τυποποιημένη συνάρτηση της ταχύτητας ενός οχήματος με το χρόνο, σε ένα ορισμένο χρονικό διάστημα. Χρησιμοποιούνται για τον καθορισμό της λειτουργίας του αυτοκινήτου πάνω στην κυλινδροφόρο δυναμομετρική εξέδρα, κατά τη διάρκεια των δοκιμών που διενεργούνται για τον προσδιορισμό της ενεργειακής κατανάλωσης αλλά και των εκπεμπόμενων ρύπων από αυτό.

Οι κύκλοι προσομοιώνουν διαφορετικές συνθήκες κίνησης του αυτοκινήτου σε αστική οδήγηση (URBAN), σε περιαστική οδήγηση (ROAD) που αντιστοιχεί σε κίνηση σε περιφερικό δρόμο μέσης ταχύτητας, και σε υπεραστική οδήγηση (MOTORWAY) που αντιστοιχεί σε κίνηση σε δρόμο ταχείας κυκλοφορίας. Η εξέλιξη της ταχύτητας των κύκλων Artemis.

Οι κύκλοι οδήγησης χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες (α) τους νομοθετημένους και (β) τους μη νομοθετημένους. Οι νομοθετημένοι κύκλοι χρησιμοποιούνται από τις αρμόδιες υπηρεσίες για την επιβολή συγκεκριμένων ορίων για τις εκπομπές αυτοκινήτων, και τη νέα έκδοση του πιστοποιητικού εκπομπών του κάθε οχήματος. Τέτοιοι κύκλοι οδήγησης είναι οFTP-75 που χρησιμοποιείται στις Η.Π.Α, ο Νέος Ευρωπαϊκός Κύκλος Οδήγησης (NEDC) που χρησιμοποιείται στην Ευρώπη και ο 10-15 που χρησιμοποιείται στην Ιαπωνία.

Οι μη νομοθετημένοι κύκλοι, όπως ο κύκλος οδήγησης του Χονγκ Κονγκ βρίσκουν ευρεία εφαρμογή σε έρευνες εξοικονόμησης ενέργειας και εκτίμησης της αέριας ρύπανσης.

### 4.1.3 Τρόποι Ανάπτυξης Κύκλων Οδήγησης

Υπάρχουν δύο τρόποι ανάπτυξης ενός κύκλου οδήγησης:

Η σύνθεση διαφόρων τρόπων κίνησης σταθερής επιτάχυνσης, επιβράδυνσης και ταχύτητας. Οι κύκλοι αυτοί (όπως ο NEDC) αναφέρονται συνήθως ως πολυγωνικοί ή «modal».

Η σύνθεση πραγματικών δεδομένων κυκλοφορίας που συλλέγονται. Τέτοιοι κύκλοι αναφέρονται ως «πραγματικοί» (FTP-75, ADC). Οι «πραγματικοί» κύκλοι οδήγησης είναι περισσότερο δυναμικοί, περιγράφοντας τις απότομες επιταχύνσεις και επιβραδύνσεις που υφίστανται στις πραγματικές συνθήκες οδήγησης. Αυτή η πιο δυναμική προσέγγιση οδηγεί συνήθως σε αυξημένη εκτίμηση κατανάλωσης και εκπομπών σε σχέση με τους πολυγωνικούς κύκλους οδήγησης.

Οι κύκλοι οδήγησης χρησιμοποιούνται σε επίσημες διαδικασίες ελέγχου κατανάλωσης και εκπομπών οι οποίες είναι σε ισχύ από το 1970 και ανανεώνονται συνεχώς. Η οδηγία 70/220/EU περιγράφει τη διαδικασία που απαιτείται από όλα τα καινούρια οχήματα, έτσι ώστε να αποκτήσουν το πιστοποιητικό εκπομπών.

### 4.1.4 Χαρακτηριστικά Κύκλου Οδήγησης

Το χρησιμοποιούμενο μαθηματικό μοντέλο επιτρέπει την εξέταση του κύκλου οδήγησης, αποκλειστικά από τον προσδιορισμό τριών παραμέτρων, αυτές είναι:

- Η μέση ταχύτητα ( $v_{\text{μέση}}$ ),
- Ο λόγος ταχυτήτων ( $\Lambda$ )
- Η χαρακτηριστική επιτάχυνση ( $\alpha$ ).

Μαθηματικές εκφράσεις των τριών αυτών όρων δίνονται στις εξισώσεις 2.11, 2.12, 2.14.

Η περιγραφή του κύκλου οδήγησης μέσω των τριών αυτών παραμέτρων προσφέρει ένα βασικό πλεονέκτημα. Ο υπολογισμός τους γίνεται απευθείας από το διάγραμμα ταχύτητας - χρόνου ή της συνάρτησης εφόσον αυτή είναι γνωστή και δεν απαιτείται σε κανένα σημείο ο υπολογισμός δεδομένων επιτάχυνσης για την ποσοτικοποίηση του κύκλου οδήγησης.

#### **Μέση Ταχύτητα**

Η Μέση Ταχύτητα είναι το βασικότερο χαρακτηριστικό ενός κύκλου οδήγησης. Περιγράφει πόσο γρήγορα ολοκληρώνει τη διαδρομή του ένα όχημα και ορίζεται ως:

$$v_{\text{μέση}} = 1/T \int v dt \quad (2.11)$$

Όπου  $T$  είναι η συνολική διάρκεια του ταξιδιού (διάρκεια κύκλου οδήγησης).

### Λόγος Ταχυτήτων

Ο όρος αυτός εκφράζει το εύρος των ταχυτήτων του οχήματος κατά τη διάρκεια της διαδρομής του, χωρίς όμως να περιέχει πληροφορίες σχετικά με τον ρυθμό με τον οποίο μεταβάλλεται η ταχύτητα του. Μία διαδρομή η οποία περιλαμβάνει τόσο περιόδους χαμηλών ταχυτήτων, που αντιστοιχούν σε οδήγηση εντός πόλεως, όσο και περιόδους υψηλής ταχύτητας, (οδήγηση σε αυτοκινητόδρομο), θα έχει υψηλή τιμή λόγου ταχυτήτων. Η μικρότερη δυνατή τιμή για το λόγο ταχυτήτων είναι η μονάδα, που αντιστοιχεί σε σταθερή ταχύτητα οδήγησης. Ορίζεται ως:

$$\Lambda = v_{\text{rpmc}} / v_{\text{μέση}} \quad (2.12)$$

Όπου  $v_{\text{rpmc}}$  είναι η μέση κυβική ταχύτητα.

### Χαρακτηριστική Επιτάχυνση

Ο όρος αυτός εκφράζει τον ρυθμό με τον οποίο μεταβάλλεται η ταχύτητα του οχήματος κατά τη διάρκεια της διαδρομής του, χωρίς όμως να προσφέρει πληροφορίες σχετικά με το εύρος των ταχυτήτων με τις οποίες κινείται το όχημα. Η μικρότερη δυνατή τιμή για τη χαρακτηριστική επιτάχυνση είναι το μηδέν και αντιστοιχεί σε σταθερή ταχύτητα οδήγησης. Ορίζεται ως:

$$\alpha = \frac{\sum (v_{\text{τελική}}^2 - v_{\text{αρχική}}^2)}{v_{\text{μέση}} T} \quad (2.14)$$

Στον Πίνακα 4.1 παρουσιάζονται οι τιμές των τριών παραμέτρων για διάφορους γνωστούς κύκλους οδήγησης.

Πίνακας4.1: Παράμετροι γνωστών Κύκλων Οδήγησης<sup>18</sup>

Κύκλος Οδήγησης	Μέση Ταχύτητα (km/h)	Ρίζα της Μέσης Κυβικής Ταχύτητας (km/h)	Λόγος Ταχυτήτων	Χαρακτηριστική Επιτάχυνση (m/s <sup>2</sup> )
NYCC (New York City Cycle)	11.4	20.6	1.81	0.294
NEDC (New European Driving Cycle)	33.0	53.6	1.62	0.112
UDDS (Urban Dynamometer Driving Schedule)	31.4	44.5	1.42	0.171
US06 (US High Speed Driving Cycle)	76.9	91.2	1.19	0.190
HWFET (EPA Highway Fuel Economy Cycle)	77.2	80.0	1.04	0.069

Ο Κύκλος Οδήγησης που χρησιμοποιείται στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, για τα επιβατικά οχήματα και τα ελαφρά φορτηγά, αποτελείται από τέσσερα τμήματα του ECE-15(επίσης γνωστός και ως Αστικός Κύκλος Οδήγησης) και τον Υπεραστικό Κύκλο Οδήγησης (EUDC). Ο συνδυασμός αυτός είναι γνωστός από το 2000 ως Ευρωπαϊκός Κύκλος Οδήγησης (NEDC), αφού τροποποιήθηκε προκειμένου να περιγράψει τη ψυχρή εκκίνηση (η διαδικασία μέτρησης εκπομπών ξεκινά την ίδια στιγμή με τη μηχανή).

Το αστικό κομμάτι του NEDC είναι αντιπροσωπευτικό των συνθηκών οδήγησης σε μία τυπική Ευρωπαϊκή πόλη όπως το Παρίσι και η Ρώμη, ενώ το υπεραστικό κομμάτι εξομοιώνει οδήγηση σε υψηλές ταχύτητες και εισέρχεται σε εφαρμογή αμέσως μετά τη τέταρτη επανάληψη του αστικού κομματιού.

Ο Ευρωπαϊκός Κύκλος Οδήγησης δίνει πληροφορίες για τη λειτουργία του οχήματος σε υψηλές ταχύτητες και μια συνολική εκτίμηση των εκπεμπόμενων ρύπων. Παρόλα αυτά, υπάρχει μικρή συσχέτιση με τις πραγματικές συνθήκες και τρόπους οδήγησης γεγονός που επηρεάζει τα αποτελέσματα στην κατανάλωση και στις εκπομπές. Οι διαφορές της Αθήνας με τις υπόλοιπες Ευρωπαϊκές πόλεις ως προς τις υποδομές το οδικό δίκτυο και το σύστημα δημοσίων μεταφορών είναι σημαντικές, καταδεικνύοντας την ανάγκη ανάπτυξης ενός πιο αντιπροσωπευτικού κύκλου οδήγησης για την ακριβέστερη εκτίμηση των εκπομπών και της κατανάλωσης.

<sup>18</sup> Τζιράκης Ε. Ανάπτυξη και ρόλος των κύκλων οδήγησης

Για το λόγο αυτό, αναπτύχθηκε ο Αθηναϊκός Κύκλος Οδήγησης (Athens Driving Cycle, ADC), ο οποίος βασίζεται σε πειραματικά δεδομένα οδήγησης τα οποία συλλέχθηκαν από διάφορες περιοχές της Αττικής, επτά ημέρες την εβδομάδα από τις 6.00 έως τις 24.00. Η κατανάλωση καυσίμου στον ADC παρουσιάζει αύξηση από 56% έως 79% σε σύγκριση με τον NEDC.

**Πίνακας 4.2: Παράμετροι Κύκλων Οδήγησης**

Κατηγορία	NEDC	ADC
Μέση Ταχύτητα (Vavg)	33.6 km h <sup>-1</sup>	19.8 km h <sup>-1</sup>
Μέση Κυβική Ταχύτητα (Vrmc)	53.5 km h <sup>-1</sup>	31.2 km h <sup>-1</sup>
Χαρακτηριστική Επιτάχυνση (ach)	0.11 m sec <sup>-2</sup>	0.25 m sec <sup>-2</sup>
Συνολική Διάρκεια Ταξιδιού (T)	1180 sec	1160 sec
Λόγος Ταχυτήτων (Λ)	1.62	1.57

#### 4.1.5 Μέθοδοι Δειγματοληψίας Δεδομένων Κίνησης

Αρχικά, για τη δημιουργία κύκλων οδήγησης χρειάζονται δεδομένα κίνησης από οχήματα κατάλληλα να διεκπεραιώσουν αυτό το σκοπό. Ο τρόπος που ενδείκνυται είναι με εξοπλισμένο όχημα καταγραφής των παραμέτρων κίνησής του. Έπειτα πρέπει να επιλεγεί ο κατάλληλος τρόπος κίνησης του οχήματος προκειμένου οι καταγραφές να είναι αντικειμενικές και αντιπροσωπευτικές του τρόπου κίνησης της πλειοψηφίας των κινούμενων οχημάτων στο πεδίο της δειγματοληψίας. Για το λόγο αυτό έχουν επινοηθεί από ερευνητές και ειδικούς μια σειρά από τεχνικές για τον τρόπο κίνησης των οχημάτων δοκιμών<sup>19</sup>.

1. Η τεχνική οδήγησης chase car η οποία αναπτύχθηκε στην Αμερική από την Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής και την General Motors (GM), χρησιμοποιείται ευρύτατα από τους ερευνητές του είδους. Η συγκεκριμένη τεχνική χαρακτηρίζεται από δύο αρχές<sup>20</sup>:

Σύμφωνα με την πρώτη αρχή το όχημα δοκιμών ακολουθεί κάποιο άλλο όχημα παρόμοιων χαρακτηριστικών προσπαθώντας να αντιγράψει την κίνησή του

<sup>19</sup> PG Boutler, US Latham, M Aigne. "Driving cycles for measuring car emissions on roads with traffic calming measures". The Science of the Total Environment 235, 1999. pp. 77-89

<sup>20</sup> T. Austin, F.J. DiGenova, T.R. Carlson, R.W. Joy, K.A. Gianolini, J.M. Lee. (1993). "Characterisation of driving patterns and emissions from light duty vehicles in California". The Final Report, Sacramento, California: Air Research Board, A, pp.932-185

(εναλλαγές ταχύτητας, επιταχύνσεις και επιβραδύνσεις) από το ξεκίνημα αυτής μέχρι το τέλος.

Η δεύτερη αρχή, έρχεται να συμπληρώσει την πρώτη όπου σε περίπτωση που δεν υπάρχει συγκεκριμένο όχημα που να αποτελεί τον στόχο για αντιγραφή της κίνησης η ταχτική που ακολουθείται είναι, οδήγηση ακολουθώντας τη γενική ροή των οχημάτων αποφεύγοντας τα πολύ αργά και πολύ γρήγορα κινούμενα οχήματα.

2. Συλλογή δεδομένων κίνησης μπορεί επίσης να επιτευχθεί μέσω κατάλληλα εξοπλισμένων ιδιωτικών οχημάτων τα οποία χρησιμοποιούνται από τους ιδιοκτήτες τους για τις καθημερινές τους διαδρομές. Η μέθοδος αυτή έχει εφαρμοστεί στο πρόσφατο παρελθόν σε μεγάλο αριθμό ιδιωτικών οχημάτων.

3. Τα οχήματα δοκιμών μπορούν να οδηγούνται από επαγγελματίες οδηγούς που γνωρίζουν το σκοπό της έρευνας και μπορούν να ανταποκριθούν στις ανάγκες των μετρήσεων.

4. Τέλος μετρήσεις μπορούν να γίνουν με εξοπλισμένο αυτοκίνητο το οποίο οδηγούν πολλοί διαφορετικοί οδηγοί. Η συγκεκριμένη μέθοδος χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της συμπεριφοράς διαφορετικών οδηγών στο δρόμο.

#### **4.1.6. Κύκλοι Οδήγησης Για Δίκυκλα**

Υπάρχουν χώρες και στην Ευρώπη αλλά και στην Ασία όπου τα δίκυκλα αποτελούν ένα σημαντικό μέρος από το μηχανοκίνητο στόλο. Μία τέτοια χώρα είναι και η Ελλάδα όπου παρόλο που σε πληθυσμό βρίσκεται σε χαμηλές θέσεις είναι η τρίτη σημαντικότερη αγορά στα δίκυκλα. Οι Weilenmann και Novak κάνοντας σύγκριση ανάμεσα στις εκπομπές αυτοκινήτων και μοτοσικλετών χρησιμοποιούν τον ARTEMIS που όπως έχει ήδη αναφερθεί έχει προκύψει από το ομώνυμο ερευνητικό πρόγραμμα.

Παρόλα αυτά αναφέρουν ότι μόνο για τις μοτοσικλέτες χρησιμοποίησαν τους κύκλους FHB και τον WMTC (Worldwide Harmonized Motorcycles Emissions Certification Procedure) που αναπτύχθηκε για να αντικαταστήσει διάφορους υπάρχοντες κύκλους για έγκριση τύπου μοτοσικλετών<sup>21</sup>. Η ανάπτυξη κύκλων οδήγησης είναι πιο δημοφιλής στις ασιατικές χώρες και είναι φυσικό από το μεγάλο στόλο που διαθέτουν οπότε και οι εκπομπές παίζουν σημαντικό ρόλο στην ποιότητα του αέρα των εκεί πόλεων. Δύο παραδείγματα είναι ο Κύκλος οδήγησης για την Μπανγκόκ<sup>22</sup> και για την Ταϊβάν, ο Chen

<sup>21</sup> M Weilenmann, P Novak. (2006). "The rising importance of two-wheelers emissions – a comparison to cars". 2nd conf. Environment & Transport incl. 15th Transport and Air Pollution, Reims France 12-14 June 2006, proceedings no 107 Vol.1 Inrets ed., Arcuei, France 2006, pp. 239-246

<sup>22</sup> Shing Tet Leonga, S. Muttamaraa, Preecha Laortanakul. (2002). "Influence of benzene emission from motorcycles on Bangkok air quality". Atmospheric Environment 36, pp.651–661

και άλλοι από κοινού δημιούργησαν πέντε κύκλους οδήγησης για διαφορετικές περιοχές με αφενός αστικό και αφετέρου υπεραστικό χαρακτήρα<sup>23</sup>.

#### 4.1.7:Κύκλοι Οδήγησης Μοτοσικλέτας Ανά Τον Κόσμο

##### Κύκλος οδήγησης Bangkok:

Ο Sukanya Tamsanya ανέπτυξε τον κύκλο οδήγησης για την πόλη της Bangkok.Χρησιμοποίησε μία συγκεκριμένη μεθοδολογία που αναλύεται παρακάτω.

Συνήθως, κύκλος οδήγησης για την πόλη θα πρέπει να καθορίζεται από τα δεδομένα κίνησης που εμφανίζονται κατά μήκος των οδικών αξόνων των οχημάτων αυτών. Ο αριθμός αυτών των πιθανών διαδρομών θα είναι τεράστιο και είναι αδύνατον να διεξαχθούν με πραγματικές μετρήσεις της ταχύτητας του οχήματος στο σύνολο οδικών αξόνων. Ένας πιθανός τρόπος για να επιλύσετε αυτό το πρόβλημα είναι να επιλέξετε έναν αριθμό των οδικών αξόνων που μπορεί να αντιπροσωπεύσει τις κυρίαρχες συνθήκες κυκλοφορίας σε όλη την πόλη. Ωστόσο, η έρευνα υπόκειται σε λεπτομερή μελέτη σχετικά με το πώς θα επιλέξετε τις κατάλληλες οδικές διαδρομές για τη συλλογή πραγματικών δεδομένων. Οι περισσότερες οδικές διαδρομές επιλέχθηκαν επί τη βάση των αποφάσεων των ερευνητών ότι τα δρομολόγια αυτά θα καλύψουν τις συνθήκες οδήγησης από το ένα άκρο της πόλης στο άλλο πέρασμα μέσα από την περιοχή στο κέντρο της πόλης. Αυτή η μελέτη σκοπεύει να προτείνει μια μεθοδολογία για την επιλογή διαδρομής δρόμο, έτσι ώστε το όχημα να οδηγείται κατά μήκος αυτών των χαρακτηριστικών επιλεγμένων διαδρομών που θα αντιπροσωπεύουν τις πραγματικές συνθήκες κυκλοφορίας για τα περισσότερα οχήματα που ταξιδεύουν στην πόλη. Για να επιλέξετε τα ταξίδια οδικών αξόνων που μπορεί να αντιπροσωπεύει καλύτερα την πραγματική κίνηση, οι πραγματικές καταστάσεις συμβαίνουν κατά μήκος κάθε εθνικής οδού.

Η ταχύτητα είναι μία παράμετρος που καθορίζεται από τα δεδομένα της ροής κυκλοφορίας των οχημάτων με τη χρήση της κυκλοφοριακής ροής μοντέλο ροής που εισήγαγε Greenshield<sup>24</sup>. Τα δεδομένα της κυκλοφοριακής ροής περιλαμβάνουν τη συλλογή του αριθμού των οχημάτων που διέρχονται πάνω από τμήματα του οδικού δικτύου κατά μήκος των κύριων δρόμων κατά τη διάρκεια ενός χρονικού διαστήματος σε επιθυμητό χρόνο περιόδου της ημέρας.

---

<sup>23</sup> K.S. Chen, W.C. Wang , H.M. Chen , C.F. Lin , H.C. Hsu , J.H. Kao , M.T. Hu. (2003).

“Motorcycle emissions and fuel consumption in urban and rural driving conditions”. The Science of the Total Environment 312, pp. 113–122

<sup>24</sup> Dirks, KN, Johns, MD, Hay, JE, and Sturman, AP (2003) A semi-empirical model for predicting the effect of changes in traffic flow patterns on carbon monoxide concentrations, Atmospheric Environment , 37 , pp. 2719-2724



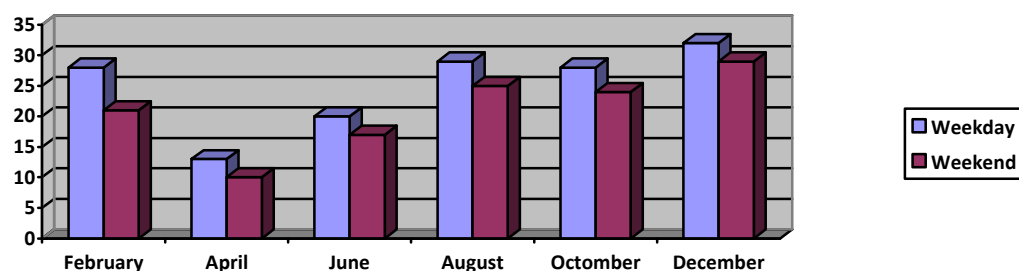
Οι συλλογές αυτές δεδομένων συνήθως διεξάγονται από τις αρχές της κυκλοφορίας στις περισσότερες μεγάλες πόλεις. Το πρώτο βήμα στην επιλογή οδική διαδρομή ξεκινά με την ανάλυση των εν λόγω δεδομένων της κυκλοφοριακής ροής. Από τα διαθέσιμα δεδομένα ροής του οχήματος, ένα κυκλοφοριακό μοντέλο ροής, εφαρμόζεται για τον προσδιορισμό της ταχύτητας κίνησης των αυτοκινήτων κατά μήκος του κάθε τμήματος της εξεταζόμενης διαδρομής μεγάλων οδικών αξόνων. Επιπλέον, η μέση ταχύτητα για κάθε κύρια οδική διαδρομή μπορεί να υπολογιστεί από τις ταχύτητες των αντίστοιχων του τμήματα του οδικού δικτύου. Και τελικά, από το μέσο όρο των ταχυτήτων των ολόκληρων τμημάτων δρόμου, η μέση ταχύτητα των οχημάτων που οδεύουν στην πόλη μπορεί να προσδιοριστεί.

Η ανωτέρω περιγραφόμενη μέθοδος εφαρμόζεται στα δεδομένα που συλλέγονται για την ροή της κυκλοφορίας κατά μήκος των 20 βασικών οδικών αξόνων στην Μπανγκόκ.

### Συλλογή Δεδομένων

Η συλλογή δεδομένων εκτελέσθηκε χρησιμοποιώντας ένα πραγματικό χρόνο καταγραφή με εξοπλισμένο σύστημα σε ένα επιλεγμένο sedan που ταξιδεύει κατά μήκος της διαδρομής κάτω από πραγματική κίνηση. Το επιλεγμένο όχημα ήταν ένα Toyota Corona του έτους 1993, βενζινοκινητήρα, με μηχανικό κιβώτιο ταχυτήτων χωρητικότητα 1,6 λίτρων. Το όχημα οδηγήθηκε μετά από το χρονοδιάγραμμα που ορίζεται κατά μήκος των επτά δρομολογίων που επιλέχθηκαν. Η ταχύτητα του χρόνου-δεδομένα σε αυτή τη μελέτη συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια της περιόδου αιχμής το πρωί μεταξύ 7:00 π.μ. και 09.00 π.μ. από το Νοέμβριο μέχρι Δεκέμβριο του 2003. Η περίοδος αιχμής το πρωί παρατηρήθηκε να έχει τον μεγαλύτερο όγκο της κυκλοφορίας πέρα από την χωρητικότητα του οδικού δικτύου στην Μπανγκόκ<sup>25</sup>. Ως αποτέλεσμα, να έχουμε καταγράψει τα υψηλότερα επίπεδα εκπομπών καυσαερίων και την κατανάλωση καυσίμων που αναφέρθηκαν κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου.

Πίνακας 4.3: Μεταβολή της μέσης συγκέντρωσης βενζολίου καθημερινά και το σαββατοκύριακο, από τον Ιανουάριο έως τον Δεκέμβριο 2000 στο Din Daeng δρόμο.<sup>26</sup>



<sup>25</sup> Leong, ST, Muttamara, S., and Laortanakul, P. (2002) Influence of benzene emission from motorcycles on Bangkok air quality, Atmospheric Environment , 36 , pp. 651-661

<sup>26</sup> Sukanya Tamsanya , Supachart Chungpaibulpattana και Surat Atthajariyakul School of Manufacturing Systems and Mechanical Engineering, Sirindhorn International Institute of Technology, Thammasat University, Pathumthani, Thailand

## Κύκλος οδήγησης Ταϊπέι<sup>27</sup>:

Ο Chung Hsiao ανέπτυξε τον κύκλο οδήγησης για την πόλη της Ταϊπέι. Αυτή η μελέτη προτείνει μια μεθοδολογία για την ανάπτυξη ενός κύκλου οδήγησης για τις εκπομπές και την οικονομία καυσίμου. Μετά τη συλλογή των δεδομένων για τον κύκλο οδήγησης στην μητροπολιτική περιοχή Ταϊπέι με τυχαία τεχνική προέλευσης-προορισμού, η μελέτη αναπτύσσει μια Automobile Ταϊπέι Κύκλου Οδήγησης (TADC) ως εκπρόσωπος του κύκλου οδήγησης για αυτοκίνητα και μια μοτοσικλέτα Ταϊπέι Κύκλου Οδήγησης (TMDC) ως εκπρόσωπος κύκλου οδήγησης για μοτοσικλές. Τα χαρακτηριστικά του TADC και TMDC είναι τόσο υψηλή μέση επιτάχυνση και επιβράδυνση, υψηλή επιτάχυνση-επιβράδυνση αλλαγές και με χαμηλή ταχύτητα κατά μέσο όρο.

Έντεκα αυτοκίνητα βενζίνης και τέσσερα αυτοκίνητα ντίζελ σε χρήση και δοκιμάστηκαν στο εργαστήριο με τη χρήση και FTP75 TADC διαδικασία δοκιμής. Το CO, HC και NOx των αυτοκινήτων βενζίνης έχει δοκιμαστεί από TADC είναι υψηλότερα από ό, τι FTP75 αλλά η οικονομία καυσίμου είναι χαμηλότερη από ό, τι FTP75. Οι εκπομπές HC και NOx των αυτοκινήτων ντίζελ που έχει δοκιμαστεί από TADC είναι υψηλότερα από ό, τι FTP75, αλλά το CO και αιωρούμενων σωματιδίων (PM), οι εκπομπές των αυτοκινήτων ντίζελ που έχουν δοκιμαστεί από TADC είναι χαμηλότερα από ό, τι FTP75.

Πίνακας 4.4: Οι τιμές των κριτηρίων

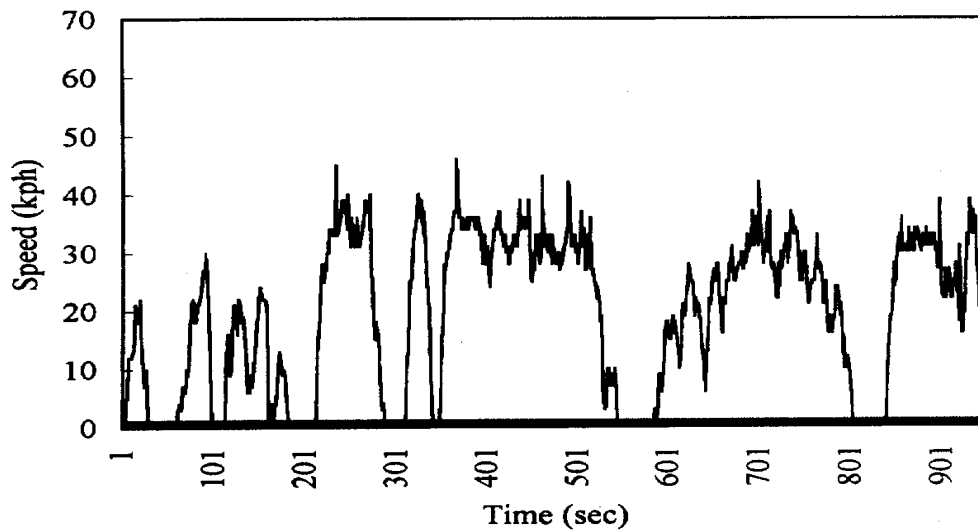
Criteria	Mean of all driving data	TMDC	FTP75	ECE	10 Mode	11 Mode
T (s)	890	950	1877	195	135	120
D (m)	4836	5109	17 788	1014	663	1020
$\bar{V}_1$ (kph)	19.6	19.4	34.1	18.7	17.7	30.6
$\bar{V}_2$ (kph)	24.4	23.8	41.6	27.1	24.1	39.4
$\tau$ (s)	84.4	77.3	70	45	50	97
M	21.2	28.8	6.0	1.0	2.0	5.0
S (%)	20.2	19.5	18.0	30.7	26.7	21.7
B (%)	29.7	31.5	33.1	18.5	24.4	34.2
K (%)	21.0	18.7	20.4	32.3	23.7	13.3
V (%)	29.1	30.3	28.5	18.5	25.2	30.8
a (m s <sup>-2</sup> )	0.765	0.798	0.61	0.75	0.67	0.54
d (m s <sup>-2</sup> )	0.782	0.829	0.70	0.75	0.65	0.60

Πίνακας 4.5: Ποσοστό ταχυτήτων και επιταχύνσεων

Acc/speed	0	1-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	> 66	Sum
> 7	0.11	0.12	0.12	0.10	0.10	0.08	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75
7	0.06	0.06	0.09	0.09	0.07	0.05	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49
6	0.12	0.10	0.14	0.14	0.19	0.15	0.08	0.06	0.04	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	1.05
5	0.08	0.20	0.36	0.29	0.27	0.35	0.19	0.17	0.06	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	2.03
4	0.13	0.09	0.29	0.27	0.39	0.41	0.26	0.16	0.16	0.05	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	2.24
3	0.25	0.33	0.61	0.90	0.94	1.12	0.95	0.69	0.31	0.17	0.10	0.05	0.02	0.01	0.00	6.43
2	0.01	0.30	0.70	0.84	1.27	1.81	1.66	1.47	0.74	0.28	0.23	0.11	0.05	0.02	0.00	9.49
1	0.43	0.19	0.50	0.63	0.76	1.13	1.19	1.12	0.65	0.35	0.13	0.09	0.04	0.01	0.01	7.22
0	19.94	0.56	1.51	1.73	2.23	3.44	3.84	3.75	2.13	1.00	0.56	0.31	0.14	0.05	0.02	41.21
-1	0.00	0.63	0.59	0.46	0.72	1.28	0.84	1.19	0.58	0.21	0.21	0.08	0.03	0.02	0.01	6.84
-2	0.00	0.21	0.74	0.96	0.97	1.15	1.66	1.33	0.95	0.50	0.17	0.14	0.06	0.02	0.01	8.89
-3	0.00	0.43	0.67	0.62	0.91	1.16	0.89	0.87	0.56	0.19	0.14	0.08	0.03	0.01	0.01	6.56
-4	0.00	0.20	0.20	0.27	0.30	0.36	0.30	0.26	0.18	0.12	0.04	0.02	0.01	0.01	0.00	2.26
-5	0.00	0.08	0.21	0.36	0.30	0.29	0.40	0.21	0.18	0.07	0.03	0.02	0.01	0.01	0.00	2.18
-6	0.00	0.00	0.15	0.09	0.15	0.26	0.15	0.13	0.09	0.04	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	1.10
-7	0.00	0.00	0.05	0.05	0.07	0.10	0.06	0.06	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.48
< -7	0.00	0.00	0.05	0.10	0.10	0.13	0.14	0.10	0.08	0.04	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	0.78
Sum	21.13	3.48	6.99	7.89	9.73	13.27	12.68	11.63	6.79	3.08	1.72	0.97	0.41	0.17	0.05	100

<sup>27</sup> Jye Chen, 1997/06 Ινστιτούτο Κυκλοφορίας & Μεταφορών, Εθνική Chia Tung University

Διάγραμμα 4.1: Κύκλος οδήγησης Ταϊpei



Κύκλος οδήγησης Εδιμβούργου<sup>28</sup>:

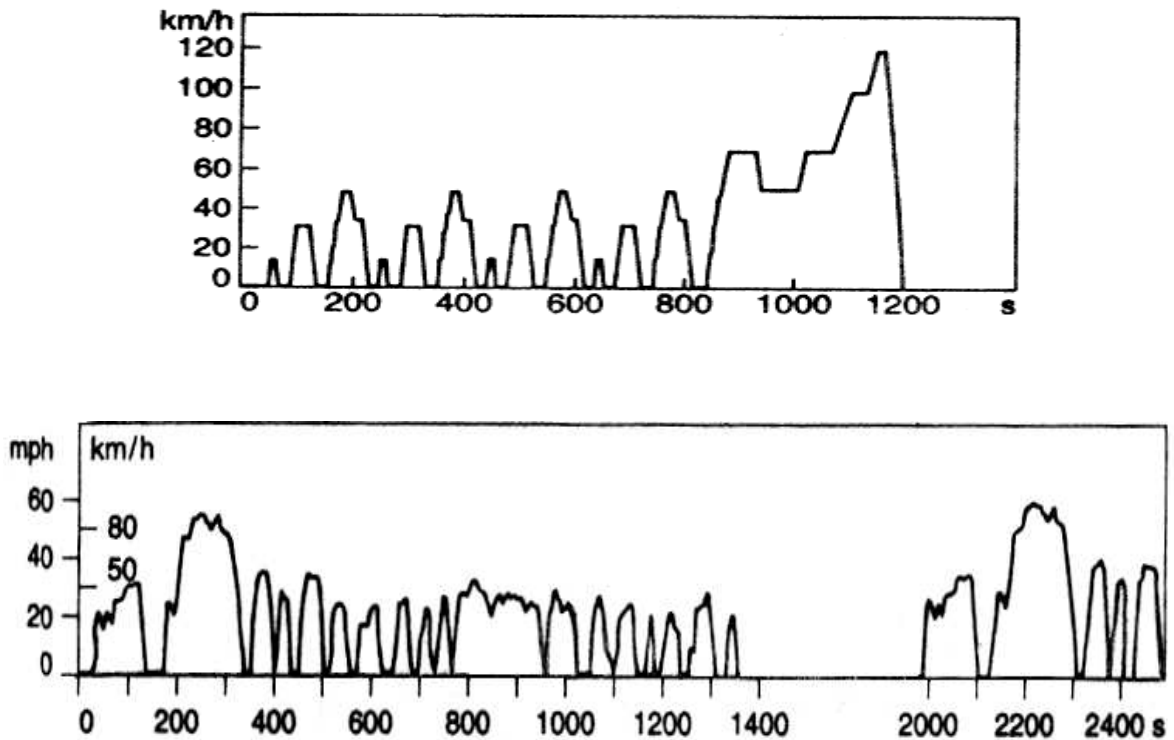
Οι μελετητές Esteves Booth, T. Muneer, J. Kubie, J. Hunter ανέπτυξαν τον κύκλο οδήγησης για την πόλη του Εδιμβούργου.

Γνώση του κύκλου οδήγησης αποτελεί σημαντική προϋπόθεση για την αξιολόγηση των εκπομπών καυσαερίων. Τα στοιχεία συλλέχθηκαν από τα ταξίδια που πραγματοποιήθηκαν σε πέντε διαδρομές στις γύρω περιοχές και μέρος των εργασιών στο Πανεπιστήμιο Napier του Εδιμβούργου. Ο κύκλος οδήγησης (EMDC) για μοτοσικλέτα έχει αναπτυχθεί για κάθε μία από τις αστικές και αγροτικές οδούς, χρησιμοποιώντας αυτά τα δεδομένα. Σαράντα τέσσερα ταξίδια έγιναν στα δρομολόγια τόσο στις αστικές όσο και στις αγροτικές περιοχές.

Έχουμε αξιολογήσει την ταχύτητα της μοτοσικλέτας, ο χρόνος που δαπανάται σε ποσοστό ταχύτητας, επιταχύνσεις, επιβραδύνσεις, ρελαντί και στατιστική εγκυρότητα τους πάνω στα μήκη του ταξιδιού. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι ο EMDC έχει μήκος κύκλου των 770 και 656 s για τις αστικές και αγροτικές διαδρομές, οι οποίες είναι υψηλότερες από αυτές του κύκλου οδήγησης της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για τα αυτοκίνητα που χρησιμοποιούνται και για τις εκτιμήσεις των εκπομπών των μοτοσικλετών. Ο χρόνος που δαπανάται σε επιτάχυνση και επιβράδυνση των τρόπων EMDC βρέθηκε να είναι σημαντικά υψηλότερος από ό, τι σε άλλες μελέτες κύκλου οδήγησης, αντανακλώντας διαφορετικές συνθήκες οδήγησης στο **Εδιμβούργο**.

<sup>28</sup> A. Esteves Booth The measurement of vehicular driving cycle within the city of Edinburg Transportation Research Part D6 (2001) 209-220

Διάγραμμα 4.1.1: ECE ( the ECE driving cycle includes two sub-cycles)

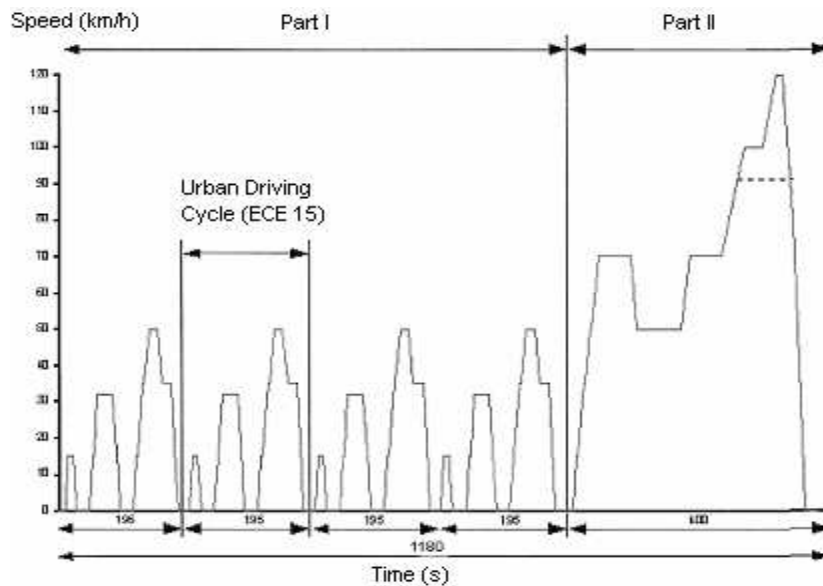


## 4.2 Μεθοδολογία για μέτρηση εκπομπών και κατανάλωσης μέσω κύκλων οδήγησης

### 4.2.1 Γενικά<sup>29</sup>

Για την αξιολόγηση οχημάτων αναφορικά με τις εκπομπές ρύπων και την κατανάλωση καυσίμου χρησιμοποιείται η μέθοδος ολικής δειγματοληψίας και ανάλυσης καυσαερίων. Κατά τη μέθοδο αυτή το εξεταζόμενο όχημα οδηγείται εντός εργαστηρίου σε ειδική εξέδρα προσομοίωσης της κίνησης στον δρόμο (πέδη οχημάτων). Η πέδη οχημάτων προσομοιώνει τόσο τις αεροδυναμικές αντιστάσεις και τις αντιστάσεις τριβής όσο και την αδράνεια του οχήματος με ηλεκτρικά και μηχανικά μέσα. Η ταχύτητα του οχήματος κατά τη δοκιμή ακολουθεί προκαθορισμένη χρονική εξέλιξη που ονομάζεται κύκλος οδήγησης. Για τη χορήγηση έγκρισης τύπου σε οχήματα εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης ο κύκλος οδήγησης που χρησιμοποιείται είναι ο Νέος Ευρωπαϊκός Κύκλος Οδήγησης (NEDC). Ο NEDC διακρίνεται στο αστικό (UDC) και το υπεραστικό (EUDC) τμήμα. Κατά τη διάρκεια της μέτρησης συλλέγεται σε σάκους δείγμα αραιωμένου καυσαερίου με σταθερό ρυθμό δειγματοληψίας. Στο τέλος της μέτρησης το δείγμα αναλύεται και προκύπτουν οι συνολικές τιμές των εκπομπών σε g/km.

<sup>29</sup> Global NEST Journal, Vol 8, No 3, pp 282-290, 2006 Copyright© 2006 Global NEST

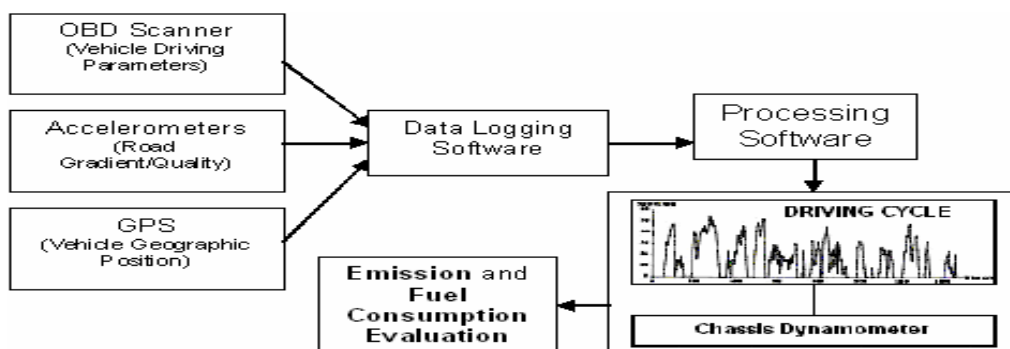


Διάγραμμα 4.2: Διάγραμμα Κύκλων Οδήγησης

Κύριος στόχος των μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν ήταν η ποσοτικοποίηση των εκπομπών αερίων ρύπων του οχήματος, όχι μόνο στις συνθήκες οδήγησης που εφαρμόζονται κατά τη δοκιμή έγκρισης τύπου αλλά και σε πραγματικές συνθήκες λειτουργίας. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκαν οι κύκλοι οδήγησης Artemis που δημιουργήθηκαν στα πλαίσια του ομώνυμου ερευνητικού προγράμματος.

Το συνολικό πρωτόκολλο μέτρησης περιελάμβανε έναν NEDC ψυχρής εκκίνησης, έναν UDC θερμής εκκίνησης και ακολούθως τους τρεις μη νομοθετημένους κύκλους. Για το συγκεκριμένο όχημα, η μάζα αναφοράς που χρησιμοποιείται κατά τη δοκιμή έγκρισης τύπου διαφέρει στη δοκιμή μέτρησης των εκπομπών αερίων ρύπων από τη δοκιμή μέτρησης της κατανάλωσης καυσίμου.

Στις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας χρησιμοποιήθηκε μόνο μια μάζα αναφοράς (163kg), η οποία αντιστοιχεί στη μάζα αναφοράς που προβλέπεται από τη νομοθεσία βάσει του δηλωθέντος βάρους του οχήματος.



#### 4.2.2 Χαρακτηριστικά μεγέθη για την επεξεργασία

Όπως στην προηγούμενη παράγραφο και σε αυτόν τον τομέα διάφοροι ερευνητές θεωρούν σημαντικές κάποιες παραμέτρους που πρέπει να υπολογιστούν και να υποστούν στατιστική επεξεργασία για το καλύτερο επιθυμητό αποτέλεσμα όσον αφορά το βαθμό στον οποίο ο τελικός κύκλος οδήγησης θα είναι αντιπροσωπευτικός.

Από τους Kruse και Huls το 1973, που επέλεξαν μέσα από 6 διαδρομές την αντιπροσωπευτικότερη με βάση το χρόνο σε στάση, τη μέση ταχύτητα, τη μέγιστη ταχύτητα και το μέσο αριθμό των στάσεων, μέχρι τον Πίτσα το 2003 προστέθηκαν ή αφαιρέθηκαν διάφορες σημαντικές παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν από τους ερευνητές<sup>30</sup>.

Οι βασικότερες παράμετροι κατά τους Kuhler και Karstens ήταν<sup>31</sup>:

- ☒ η μέση ταχύτητα,
- ☒ η μέση ταχύτητα χωρίς στάσεις,
- ☒ η συνολική μέση επιτάχυνση,
- ☒ η συνολική μέση επιβράδυνση,
- ☒ η μέση διάρκεια της περιόδου κίνησης,
- ☒ ο μέσος όρος των εναλλαγών επιτάχυνσης-επιβράδυνσης,
- ☒ το ποσοστό του χρόνου σε στάση,
- ☒ το ποσοστό του χρόνου σε επιτάχυνση,
- ☒ το ποσοστό του χρόνου σε επιβράδυνση και
- ☒ το ποσοστό του χρόνου σε σταθερή ταχύτητα

Αρκετά αργότερα, από το 1996, υπήρξαν αρκετοί που αναθεώρησαν, επανεξέτασαν και εισήγαγαν νέες παραμέτρους. Σύμφωνα με τον Andre οι πιο σημαντικές παράμετροι είναι<sup>32</sup>:

- ☒ η διάρκεια του κύκλου,
- ☒ η μέση ταχύτητα,
- ☒ η τυπική απόκλιση της επιτάχυνσης,
- ☒ η θετική κινητική ενέργεια,
- ☒ το ποσοστό χρόνου σε στάση,
- ☒ ο αριθμός των στάσεων ανά χιλιόμετρο,
- ☒ η μέση ταχύτητα χωρίς στάσης,
- ☒ η μέση επιτάχυνση,
- ☒ η μέση επιβράδυνση,

<sup>30</sup> Michel Andre. (2004). "The ARTEMIS European driving cycles for measuring car pollutant emissions". Science of the Total Environment 334– 335 pp. 73–84

<sup>31</sup> Kuhler M., Karstens D. (1978). "Improved driving cycle for testing automotive exhaust emissions". SAE Technical Paper, Series 780650.

<sup>32</sup> M. Andre. (1996). "Driving cycles development: characterization of methods". SAE Paper 961112

- ☒ η μέση διάρκεια των περιόδων κίνησης,
- ☒ ο μέσος αριθμός εναλλαγών επιτάχυνσης-επιβράδυνσης,
- ☒ η κατανομή της ταχύτητας,
- ☒ η κατανομή της επιτάχυνσης και
- ☒ η κατανομή της επιβράδυνσης.

Αργότερα χρησιμοποιήθηκαν κι άλλες παράμετροι όπως η ισχύς<sup>33</sup> και παράμετροι όπως είναι οι διακυμάνσεις της ταχύτητας, η σχετική θετική επιτάχυνση (RPA) το ολοκλήρωμα του τετραγώνου της επιτάχυνσης (IS: Integral Square)<sup>34 35</sup>, και το άθροισμα των τετραγώνων της επιτάχυνσης που σύμφωνα με την E. Ericsson, στις οποίες κατέληξε μεταξύ άλλων, χρησιμοποιώντας πρόγραμμα παραγοντικής ανάλυσης (factorial analysis) SPSS.

Τέλος, ο Κ. Πίτσας το 2003 συνοψολογίζοντας την κλίση των οδών στην εκπόνηση του κύκλου οδήγησης εισήγαγε την έννοια της επιτάχυνσης του οχήματος σε οδούς με κλίση («επιτάχυνση») και την «RPA» που επίσης ενσωματώνει την κλίση των οδών και υπολογίζεται αντίστοιχα από την «επιτάχυνση».

Η σχέση που δίνει την RPA είναι:

$$RPA = (1/x) \cdot \int ai + vi dt$$

Όπου:  $X$  η διανυθείσα απόσταση,  $ai +$  η θετική μεταβολή στην ταχύτητα (επιτάχυνση) και  $vi$  η ταχύτητα του οχήματος Ένα ακόμη μέγεθος που είναι χαρακτηριστικό των κύκλων οδήγησης είναι το άθροισμα των τετραγώνων της επιτάχυνσης. Υπολογίζεται ως εξής:  $(1/n) \cdot \sum ai^2$  4.2 Όπου  $n$  είναι το πλήθος των σημείων που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό και  $ai$  είναι η στιγμιαία επιτάχυνση.

<sup>33</sup> I. Foununung, S. Washington, R. Guensler. (1999). "A statistical model for estimating oxides of nitrogen emissions from light duty motor vehicles". Transportation Research, Part Elsevier, pp. 333-352.

<sup>34</sup> E. Ericsson. "The relationship between vehicular fuel consumption and exhaust emission and the characteristics of driving patterns". Urban Transport Vproceedings of the 5th international conference on urban transport and the environment for the 21st Century. WIT Press, Southampton UK, pp137-148

<sup>35</sup> E. Ericsson. (2001). "Independent driving pattern factors and their influence on fuel use and exhaust emission factors". Transportation research Part D 6, pp325-345.

### 4.2.3: Παραδείγματα Κύκλων Οδήγησης

#### 4.3.1:Θεσμοθετημένοι

Ιαπωνία<sup>36</sup>:

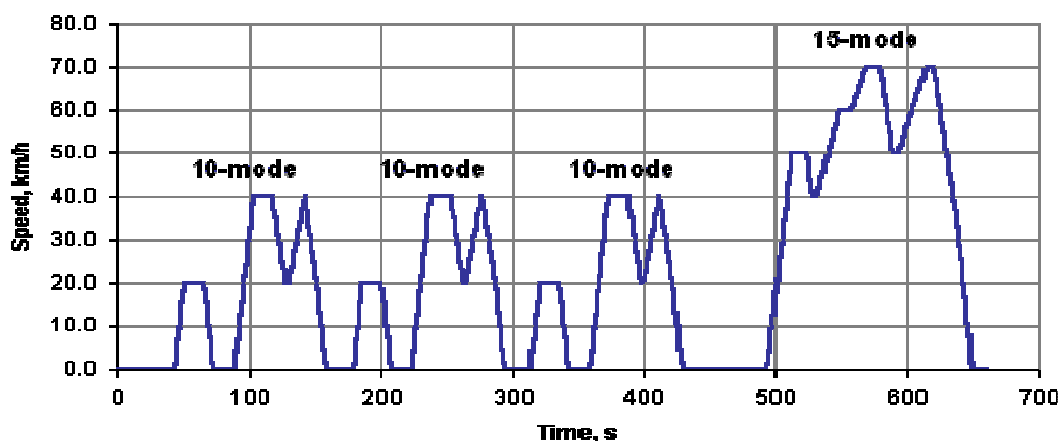
Ο κύκλος οδήγησης 10 mode χρησιμοποιείται στην Ιαπωνία πριν τον 10-15 mode, για την έγκριση τύπου των επιβατικών και ελαφρών φορτηγών. Αντιπροσωπεύει αστικές συνθήκες οδήγησης (κάτι αντίστοιχο με τον ECE-15) μόνο που οι εκπομπές μετρούνταν για πέντε επαναλήψεις του ίδιου τμήματος το οποίο έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

Απόσταση: 0,664km

Μέση Ταχύτητα: 17,7km/h

Διάρκεια:135s

Μέγιστη Ταχύτητα: 40 km/h.



Διάγραμμα 4.1.1 :10-15 Κύκλος Οδήγησης

Ο συγκεκριμένος κύκλος οδήγησης (Διάγραμμα 4.1.1) χρησιμοποιείται στην Ιαπωνία για την έγκριση τύπου όσον αφορά τις εκπομπές ρύπων και την κατανάλωση, σε επιβατικά και ελαφρά φορτηγά. Προέρχεται από τον 10-mode με την προσθήκη ενός τμήματος 15-mode, με μέγιστη ταχύτητα 70 km/h.

Η διαδικασία που ακολουθείται είναι η εξής: Προθέρμανση του κινητήρα για 15 λεπτά στα 60 km/h, μέτρηση στο ρελαντί, 5 λεπτά προθέρμανση στα 60 km/h, ακολουθούμενο από ένα τμήμα 15-mode. Αμέσως μετά τρεις επαναλήψεις του κύκλου 10-mode και άλλη μία του 15-mode. Οι εκπομπές λαμβάνονται υπόψη στα τέσσερα τελευταία τμήματα (3×10-mode + 1×15-mode).

<sup>36</sup> [http://dieselnet.com/standards/cycles/jp\\_10-15mode.php](http://dieselnet.com/standards/cycles/jp_10-15mode.php)



Η απόσταση του κύκλου είναι 4,16 km, η μέση ταχύτητα είναι 22,7 km/h, η διάρκεια 660 s (ή 6.34 km, 25.6 km/h, 892 s, αντίστοιχα, συμπεριλαμβανομένου του αρχικού 15-mode τμήματος).

Αμερική<sup>37</sup>:

Κύκλος FTP-75:

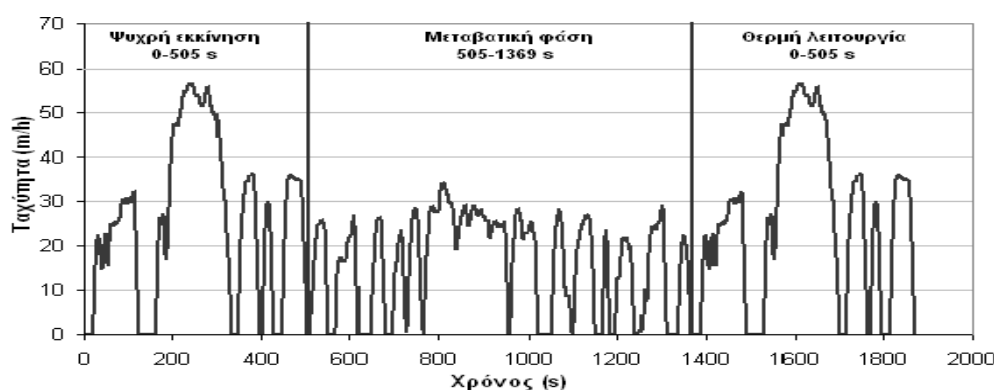
Ο κύκλος FTP-75 χρησιμοποιείται στις ΗΠΑ για την έγκριση τύπου των ελαφρών φορτηγών και επιβατικών οχημάτων. Από το 2000 τα οχήματα δοκιμάζονται σε δύο συμπληρωματικές διαδικασίες (SFTP), οι οποίες σχεδιάστηκαν να καλύπτουν τις ατέλειες του FTP-75 όσον αφορά την (1) επιθετική, υψηλών ταχυτήτων οδήγηση (US06), και (2) τη χρήση κλιματισμού (SC03).

Ο κύκλος FTP-75 προέρχεται από τον κύκλο FTP-72 προσθέτοντας μια τρίτη φάση των 505 s, ίδια με την πρώτη φάση του FTP-72 με τη διαφορά ότι η εκκίνηση είναι με ζεστό κινητήρα. Η τρίτη φάση ξεκινά αφού ο κινητήρας έχει απενεργοποιηθεί για 10 λεπτά. Επομένως, ο κύκλος FTP-75 αποτελείται από τα παρακάτω μέρη:

1. φάση κρύας εκκίνησης
2. φάση μετάβασης
3. φάση ζεστής εκκίνησης

Τα χαρακτηριστικά του κύκλου έχουν ως εξής:

- Διανυθύσα απόσταση: 17,77 km
- Διάρκεια: 1874 s
- Μέση ταχύτητα: 34,1 km/h



Διάγραμμα 4.1.2 :FTP-75 Κύκλος Οδήγησης

<sup>37</sup> [http://dieselnet.com/standards/us/ca\\_ghg.php](http://dieselnet.com/standards/us/ca_ghg.php)

### 4.3.2: Κύκλοι Οδήγησης από πραγματικά δεδομένα (Real World)

Αμερική<sup>38</sup>:

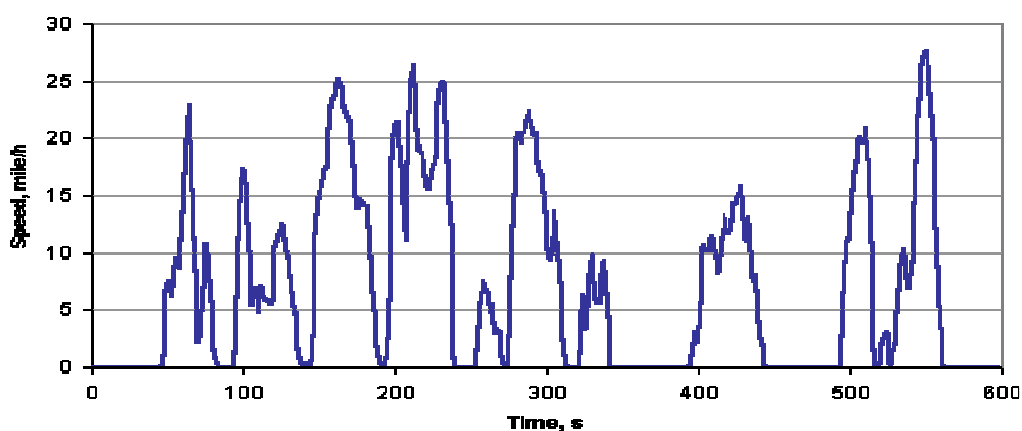
Το ΥΠΠ NYCC με δοκιμές έχει αναπτύξει μια δυναμομετρική εξέδρα δοκιμών των ελαφρών οχημάτων (CFR 40, αριθ. 86, Φάιν. Ι). Η δοκιμή προσομοιώνει χαμηλή ταχύτητα αστική οδήγηση με συχνές στάσεις.

Οι ακόλουθες βασικές παραμέτρους του κύκλου:

Διάρκεια: 598 δευτερόλεπτα απόσταση: 1,18 μίλια = 1,89 km

Μέση ταχύτητα: 7,1 mi/h = 11,4 km/h Μέγιστη ταχύτητα: 27,7 mi/h 44,6 km/h

Τα αποτελέσματα του κύκλου οδήγησης φαίνονται στον παρακάτω διάγραμμα:



Διάγραμμα 4.2.1 :New York Κύκλος Οδήγηση

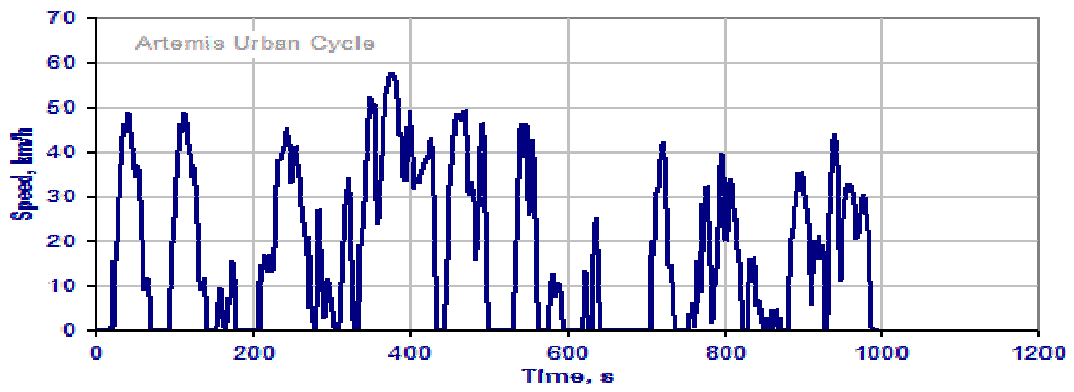
Ευρώπη<sup>39</sup>:

Ο Artemis κύκλος οδήγησης (CADC) είναι κυλινδροφόρα δυναμομετρική τράπεζα με διαδικασίες που έχουν αναπτύξει εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης. (αξιολόγηση και αξιοπιστία της μεταφοράς των μοντέλων). Βασίζεται σε στατιστική ανάλυση των μεγάλων βάσεων δεδομένων της Ευρωπαϊκής Ένωσης σε πραγματικούς τρόπους οδήγησης. Οι κύκλοι περιλαμβάνουν τρία προγράμματα οδήγησης : 1) Αστικά, 2) Αγροτικό δρόμο και (3) Αυτοκινητόδρομος. Ο αυτοκινητόδρομος έχει δύο παραλλαγές με μέγιστες ταχύτητες των 130 και 150 km/h.

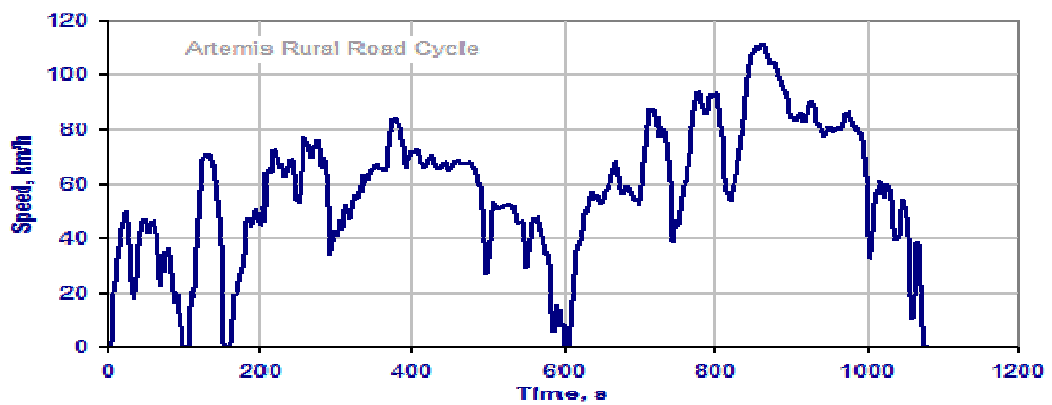
Τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής φαίνονται στα παρακάτω διαγράμματα:

<sup>38</sup> <http://dieselnet.com/standards/cycles/nycc.php>

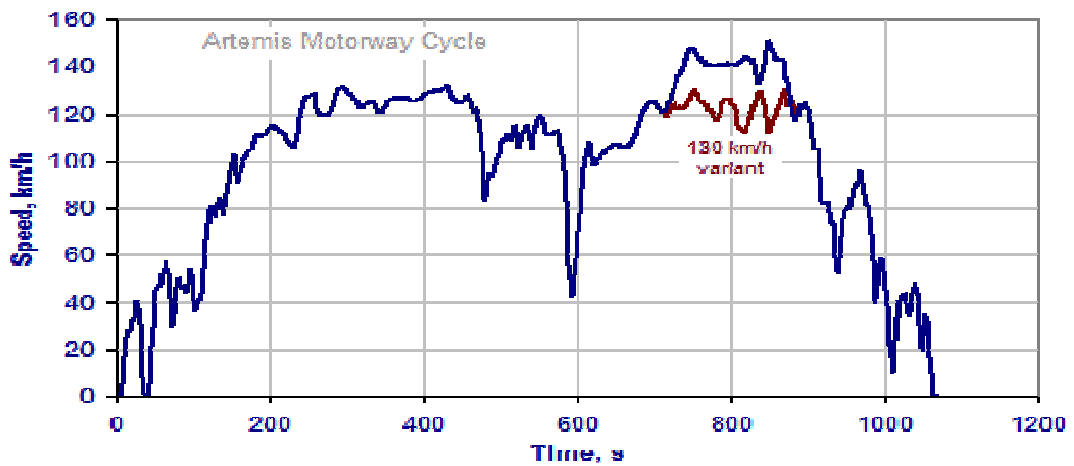
<sup>39</sup> <http://dieselnet.com/standards/cycles/artemis.php>



Διάγραμμα 4.2.2 :Artemis Αστικός Κύκλος Οδήγησης



Διάγραμμα 4.2.3 :Artemis Αγροτικός Κύκλος Οδήγησης

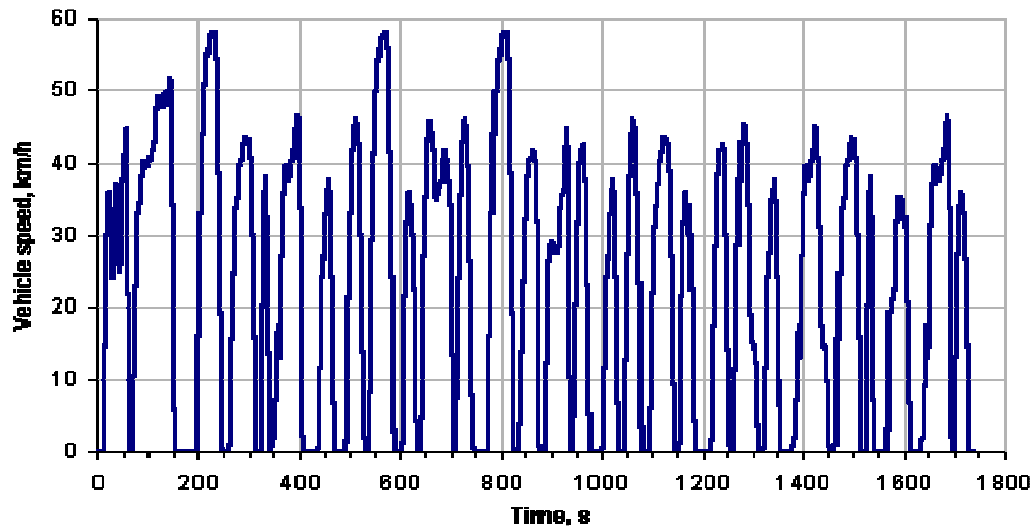


Διάγραμμα 4.2.4 :Artemis Αυτοκινητόδρομος Κύκλος Οδήγησης

#### Braunschweig<sup>40</sup>:

Ο κύκλος οδήγησης στην πόλη του Braunschweig αναπτύχθηκε στο Τεχνικό Πανεπιστήμιο του Braunschweig. Είναι ένα πρόγραμμα οδήγησης εξομίωσης με αστικό λεωφορείο κάνοντας συχνές στάσεις. Ο κύκλος εκτελείται σε δυναμομετρική εξέδρα.

Η ταχύτητα του αυτοκινήτου κατά τη διάρκεια του κύκλου παρουσιάζεται στο παρακάτω διάγραμμα.



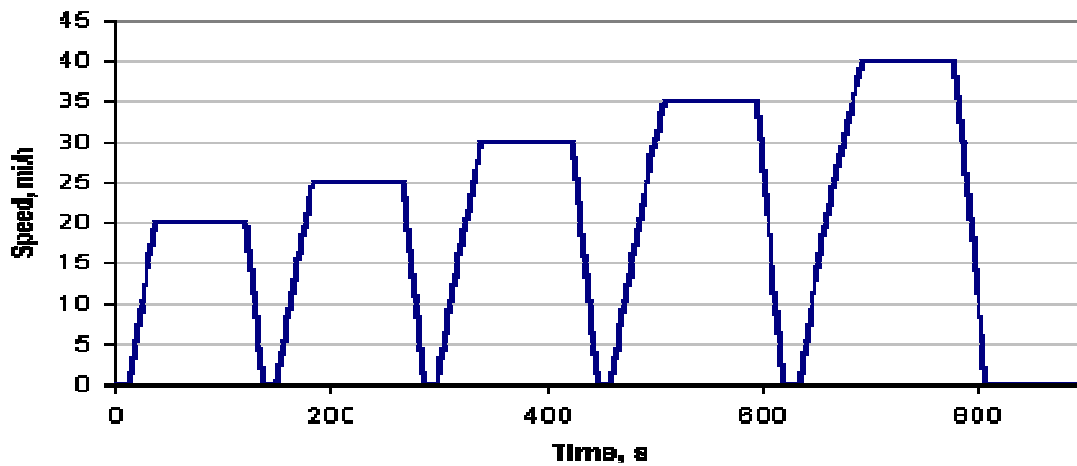
Διάγραμμα 4.2.1 :Braunschweig Κύκλος Οδήγησης

#### Πανεπιστήμιο Βιρτζίνιας<sup>41</sup>:

Αυτός ο κύκλος αναπτύχθηκε το 1994 από τις εκπομπές οχημάτων σε εργαστήριο δοκιμών στην Δυτική Βιρτζίνια. Η WVU 5-κορυφή κύκλου (ή όχημα κύκλου) σχεδιάστηκε για γενικά για το σασί του οχήματος δοκιμής. Ο κύκλος λειτουργίας αποτελείται από πέντε τμήματα, με μια επιτάχυνση σε υψηλές στροφές, ακολουθούμενη από μια σύντομη σταθερή κατάσταση λειτουργίας και στη συνέχεια μια επιβράδυνση στο ρελαντί. Τα πέντε κορυφαία ταχύτητα είναι 20, 25, 30, 35, και 40 mph, αντίστοιχα (σχήμα 1).

<sup>40</sup> <http://dieselnet.com/standards/cycles/braunschweig.php>

<sup>41</sup> <http://dieselnet.com/standards/cycles/wvu5.php>



Διάγραμμα 4.2.2 : Virginia University Κύκλος Οδήγησης

Η τροποποίηση του ανωτέρω κύκλου υπάρχει, γνωστή ως το "WVU 5-μίλια πορεία". Στην τροποποιημένη εκδοχή του κύκλου αυτού, το αυτοκίνητο επιταχύνει σε κάθε σταθερή ταχύτητα χρησιμοποιώντας την υψηλότερη δυνατή επιτάχυνση. Η απόσταση οδήγησης, ο χρόνος και οι σταθερές ταχύτητες ήταν η ίδια και για τους δύο κύκλους.

## **ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5**

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.1**

#### **ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ**

##### **5.1.1: Εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε (Γενικά)**

Προκειμένου να μετρηθεί και να καταγραφεί η ταχύτητα κίνησης ενός οχήματος υπάρχουν διάφορες επιλογές<sup>42</sup>:

- I. Χρήση πέμπτου τροχού.
- II. Χρήση των σημάτων του συστήματος OBD της ηλεκτρονικής μονάδας ελέγχου (ECU) των οχημάτων.
- III. Χρήση των σημάτων από την μονάδα του ABS.
- IV. Χρήση συστήματος μέτρησης των περιστροφών του τροχού.
- V. Χρήση συσκευής μικροκυμάτων ή laser.
- VI. Χρήση ραντάρ, για τη μέτρηση της ταχύτητας του προπορευόμενου οχήματος.

##### **Δέκτης GPS GARMIN<sup>43</sup>**

Εκτός από τα όργανα της παραγράφου 5.1.1, χρησιμοποιήθηκε και ένας προσωπικός δέκτης GPS GARMIN GPS V της εταιρείας GARMIN InternationalInc. Το σύστημα του δέκτη αποτελείται από τα ακόλουθα εξαρτήματα:

- Το δέκτη με ενσωματωμένη κεραία
- Το καλώδιο επικοινωνίας με τον υπολογιστή
- Καλώδιο παροχής ρεύματος από την υποδοχή του αναπτήρα του αυτοκινήτου 12V
- Την εξωτερική κεραία (προαιρετικά)

---

<sup>42</sup> Κ. Πίτσας. Διδακτορική Διατριβή. (2003). “Τεχνικός Έλεγχος Οχημάτων Κύκλοι Οδήγησης και Ατμοσφαιρική Ρύπανση”. ΕΜΠ, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Τομέας IV. σελ. 221, 360-361

<sup>43</sup> RacelogicLtd. “AboutVBOX”. [http://www.racelogic.co.uk/?show=VBOX-Misc-About\\_VBOX](http://www.racelogic.co.uk/?show=VBOX-Misc-About_VBOX)



**Εικόνα 5.1** Ο δέκτης GPS V της Garmin με την ενσωματωμένη κεραία και το καλώδιο επικοινωνίας με τον υπολογιστή.

Στην περίπτωση μας η κεραία που χρησιμοποιήθηκε ήταν εξωτερική για καλύτερη λήψη. Η τοποθέτησή της φαίνεται στην Εικόνα 5.1.

#### **Χαρακτηριστικά του δέκτη GPS<sup>44</sup>**

Με την ενεργοποίησή του, ο δέκτης εντοπίζει του δορυφόρους που είναι ορατοί στον ορίζοντα. Ο δέκτης διαθέτει 12 παράλληλα κανάλια με συνεχή παρακολούθηση και έτσι είναι δυνατή η χρήση έως και 12 δορυφόρων για τον υπολογισμό της θέσης (όσο περισσότεροι δορυφόροι είναι ορατοί, τόσο μεγαλύτερη ακρίβεια). Η ανανέωση των πληροφοριών που δέχεται ο δέκτης από τους δορυφόρους γίνεται αυτόματα κάθε 1 sec. Ο δέκτης παρέχει τη δυνατότητα καταγραφής μιας διαδρομής αποθηκεύοντας τα στοιχεία των διαδοχικών θέσεων του αυτοκινήτου (με χρονική απόσταση 1 sec) στη μνήμη του. Η μνήμη του δέκτη είναι αρκετή για να καταγράψει και να αποθηκεύσει 3000 σημεία, δηλαδή μια διαδρομή δηλαδή 50 λεπτών της ώρας. Αν η αποθήκευση δεν τερματιστεί πριν το πέρας της αποθηκευτικής ικανότητας του δέκτη, τότε αυτόματα οι 'παραπανίσιες' εγγραφές αποθηκεύονται με ταυτόχρονη διαγραφή σημείων από την αρχή της διαδρομής. Επίσης, ο δέκτης μας δίνει τη δυνατότητα για αποθήκευση πολλαπλών διαδρομών αλλά με ελάχιστα σημεία η κάθε μία.

#### **Εξοπλισμός καταγραφής για την μοτοσυκλέτα**

Για την καταγραφή της κίνησης των μοτοσυκλετών, χρησιμοποιήθηκε το GPS της Garmin. Για την καταγραφή με το Garmin GPS χρησιμοποιήθηκαν αντιστοίχως:

- Κεντρική μονάδα GPS
- Εξωτερική κεραία

---

<sup>44</sup> GARMIN Corporation, (2003). "Owner's Manual and Reference", Garmin International Inc., 2003.



Η εγκατάσταση των εξαρτημάτων ήταν πολύ απλή και περιελάμβανε τοποθέτηση της κεραίας σε σημείο που δεν συναντά εμπόδια κατά τη λήψη και τοποθέτηση των υπόλοιπων εξαρτημάτων σε ασφαλές σημείο κατά την οδήγηση, αφού τεθεί το σύστημα σε λειτουργία για καταγραφή (σακίδιο ώμου, πορτοφόλι μέσης, ή σε τσέπη σακακιού). Λόγω της αδυναμίας της κεραίας να τοποθετείται σε οποιαδήποτε επιφάνεια εκτός της μεταλλικής, η στερέωση της έγινε με ταινία διπλής όψης πάνω στα πλαστικά μέρη της μοτοσικλέτας.

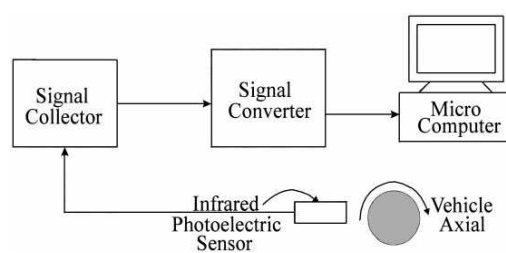
### 5.1.2: Εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε από εξειδικευμένους κύκλους οδήγησης μοτοσικλετών

Σε πόλεις ανά τον κόσμο η μοτοσικλέτα είναι κύριο μέσο μεταφοράς. Για παράδειγμα η μελέτη του Κινέζου μελετητή W.T.Hung η οποία πραγματοποιήθηκε στην πόλη του HongKong. Σαν κύρια διαδρομή έκανε μία κυκλική πορεία γύρω από το κέντρο της πόλης.

Η μελέτη αυτή πραγματοποιήθηκε τους μήνες Σεπτέμβρη-Δεκέμβρη από τις 08:00-11:00 το πρωί με καλές καιρικές συνθήκες.

#### Εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε<sup>45</sup>

Στην παρακάτω εικόνα φαίνονται και τα υλικά και η διαδικασία που χρησιμοποιήθηκε για την έκδοση αποτελεσμάτων. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκε ένας αισθητήρας στον τροχό της μηχανής ο οποίος έδινε πληροφορίες σε έναν συλλέκτη ο οποίος με την σειρά του μέσω ενός μετατροπέα οι πληροφορίες αυτές αποθηκεύονται σε έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή.



<sup>45</sup> H.Y. Tong, W.T. Hung, C.S. Cheung" Development of a driving cycle for Hong Kong Atmospheric Environment 33 (1999) 2323D2335

## Διαδικασία

Ένας υπέρυθρος φωτοηλεκτρικός αισθητήρας που χρησιμοποιήθηκε για τη μέτρηση της ταχύτητας περιστροφής του κινητήρα και του άξονα του κιβωτίου ταχυτήτων με περιστροφική ταχύτητα. Ένα Pentiummicro-υπολογιστής χρησιμοποιήθηκε για τη συλλογή και αποθήκευση των στιγμιαίων δεδομένων.

Ο υπέρυθρος φωτοηλεκτρικός αισθητήρας μετράει την περιστροφή του άξονα και στέλνει έναν ηλεκτρικό παλμό σε κάθε περιστροφή για έναν παλμολήπτη που στη συνέχεια θα περάσει στον μετατροπέα παλμού. Ο μετατροπέας παλμού θα μετατρέψει τον παλμό από το αναλογικό τρόπο λειτουργίας σε έναν ψηφιακό mode. Ενσωματώνεται με ένα PICO (σύστημα λήψης δεδομένων ταχύτητας) που είχαν συγκεντρωθεί στο μικρο-υπολογιστή.

Οι επιλεγμένες διαδρομές βρίσκονται σε εμπορικές περιοχές έτσι ώστε να υπάρχει μια καλύτερη εικόνα προς αυτές τις περιφέρειες λόγω της μεγάλης κυκλοφορίας που συνήθως έχει σε αυτές τις περιοχές . Συνεπώς, η επιλογή της σε ώρες αιχμής για τη διεξαγωγή έρευνας θα μπορούσε να καταγράψει τις συνθήκες οδήγησης που έχουν τις μεγαλύτερες επιπτώσεις στην μόλυνση του αέρα.

Τέλος μία πολύ σημαντική παρατήρηση που μας επισημαίνει ο μελετητής είναι ότι ο συγκεκριμένος κύκλος οδήγησης έχει μία διαφορά από τους άλλους κύκλους οδήγησης ως προς την ταχύτητα και βέβαια η ταχύτητα είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας για την μελέτη των κύκλων οδήγησης διότι επηρεάζει πολύ τα αποτελέσματα της διαδικασίας.

### 5.1.3:Χαρακτηριστικά μοτοσικλέτας για την παρούσα εργασία



### Προφίλ μοτοσικλέτας

Για το έτος 2006, η Honda προσφέρει μια πολύ περιορισμένη έκδοση του CBR600RR, αγωνιστικά-διαπνέεται Telefonica Movistar colours και γραφικά, ένα αιχμηρό και επιθετικό στυλ επιβεβαιώνοντας τους δεσμούς της με την Honda πρωτάθλημα RC211V racers.

### Γενικές πληροφορίες

Μοντέλο:	Honda CBR 600 RR Movistar
Έτος:	2006
Κατηγορία:	<u>Sport</u>
Βαθμολογία:	76.1 σε 100.

### Κινητήρας και κιβώτιο ταχυτήτων

Εκτόπισμα:	599.00 ccm (36.55 cubicinches)
Τύπος Μηχανής:	In-line four, four-stroke
Ιπποδύναμη:	115.32 <u>HP</u> (84.2 <u>kW</u> ) @ 13000 <u>RPM</u>
Ροπή:	66.00 Nm (6.7 kgf-m or 48.7 ft.lbs) @ 11000 <u>RPM</u>
Συμπίεση:	12.0:1
Διάμετρος x διαδρομή:	67.0 x 42.5 mm (2.6 x 1.7 inches)
Βαλβίδες:	4
Σύστημα Καυσίμου:	Injection
Έλεγχος καυσίμου:	DOHC
Ανάφλεξη:	Computer-controlled digital transistorised with electronic advance
Σύστημα Ψύξης:	Liquid
Κιβώτιο Ταχυτήτων:	6-speed
Τύπος Κιβώτιου Ταχυτήτων:	Chain
Συμπλέκτης:	Wet, multiplate with coil springs

### Αμάξωμα, ανάρτηση, φρένα και τροχοί

Τύπος Πλαισίου:	Diamond. Fine Die-Cast aluminium.
Ίχνος:	95 mm (3.7 inches)
Μπροστά Ανάρτηση:	43mm H.M.A.S. cartridge-type telescopic fork
Εμπρός Ανάρτηση:	120 mm (4.7 inches)
Πίσω Ανάρτηση:	Pro-Link with gas-charged H.M.A.S. damper, stepless adjustable rebound damping
Πίσω Ανάρτηση:	120 mm (4.7 inches)
Διαστάσεις Μπροστά Ελαστικού:	120/70-ZR17
Διαστάσεις Πίσω Ελαστικού:	180/55-ZR17
Μπροστά Φρένα:	Double disc

Διαστάσεις μπροστινού Φρένου:	310 mm (12.2 inches)
Πίσω Φρένα:	Single disc
Διαστάσεις Πίσω Φρένου:	220 mm (8.7 inches)
Μέτρα και χωρητικότητες	
Βάρος:	163.0 kg (359.4 pounds)
Ιπποδύναμη:	0.7075 HP/kg
Ύψος Σέλας:	820 mm (32.3 inches) If adjustable, lowest setting.
Μάκρος Μοτοσικλέτας:	2,160 mm (85.0 inches)
Απόσταση Από Το Έδαφος:	130 mm (5.1 inches)
Βάση Τροχού:	1,395 mm (54.9 inches)
Χωρητικότητα Βενζίνης:	18.00 litres (4.76 gallons)

#### 5.1.4: Διαδικασία δειγματοληψίας

Για τη συλλογή δεδομένων κίνησης της μοτοσικλέτας, έπρεπε να επιλεγεί μια αντιπροσωπευτική διαδρομή. Τέτοιες διαδρομές μπορούν να θεωρηθούν εκείνες που χρησιμοποιούνται ευρέως από τα κατοικημένα προάστια της πόλης του Ηρακλείου προς το κέντρο της. Για λόγους εργασίας, διασκέδασης ή αγορών. Η διαδρομή στην οποία πραγματοποιήθηκε η μελέτη η οποία ξεκινούσε από την περιοχή των Μαλάδων μέχρι το κέντρο της πόλης του Ηρακλείου μέσω της λεωφόρου 62 Μαρτύρων η οποία αποτελεί βασική αρτηρία κίνησης οχημάτων. Οι μετρήσεις έγιναν σε ώρες αιχμής τόσο τις πρωινές όσο και τις μεσημεριανές ώρες. Μέσω του GPS καταγράφηκαν τα στοιχεία της κίνησης της μοτοσικλέτας τα οποία επεξεργάστηκαν στο EXCEL δίνοντας συγκεκριμένα αποτελέσματα. Για την αντιπροσωπευτική καταγραφή συνθηκών κίνησης ακολουθήθηκε η μεθοδολογία που αναφέρεται σε διεθνή βιβλιογραφία και στο θεωρητικό μέρος της παρούσας πτυχιακής. Η μεθοδολογία αυτή είναι η «chase car». Η διαφορά όμως με την συγκεκριμένη τεχνική είναι ότι δεν ακολουθήθηκε κατά γράμμα λόγω μη εμπορικότητας του μοντέλου της μελέτης.

#### 5.1.5: Τοποθέτηση εξοπλισμού

Η τοποθέτηση του εξοπλισμού ήταν πολύ σημαντική για την πραγματοποίηση των μετρήσεων μέσω του GPS. Για την σωστή θέση και τοποθέτηση του GPS επιλέχθηκε μία θέση ανάμεσα στο καντράν της μηχανής και στο τιμόνι. Στο σημείο αυτό δέθηκε η συσκευή έτσι ώστε ο χρήστης να έχει οπτική επαφή βλέποντας αν λειτουργεί σωστά όπως επίσης και τις διάφορες πληροφορίες τις οποίες του δίνει το GPS όπως π.χ. το χρόνο που το όχημα είναι σε θέση στάσης, κίνησης, την μέση ταχύτητα και άλλα.

## Λήψη πληροφοριών από GPS

Το GPS που χρησιμοποιήθηκε για την εκπόνηση της εργασίας έχει την δυνατότητα σύνδεσης με ηλεκτρονικό υπολογιστή μέσω καλωδίου. Με αυτό τον τρόπο μπορούμε να επεξεργαστούμε τα δεδομένα της συσκευής του GPS. Αυτό επιτυγχάνεται με ένα συγκεκριμένο πρόγραμμα που ονομάζεται Marsource. Το πρόγραμμα αποκτήθηκε μέσω διαδικτύου με ελεύθερο κατέβασμα αφού ανήκει στην ίδια εταιρία με το GPS (GARMIN CORPORATION). Συγκεκριμένα η ιστοσελίδα είναι: [www.garmin.gr/free\\_downloads](http://www.garmin.gr/free_downloads).

## Διαδικασία επεξεργασίας αποτελεσμάτων

Κατ' αρχήν έγιναν μετρήσεις με το GPS GARMIN 5. Πραγματοποιήθηκαν για μία εβδομάδα (Δευτέρα - Κυριακή). Οι ώρες των μετρήσεων ήταν: το πρωί 8:30μμ και το μεσημέρι 14:30μμ. Οι διαδρομές ήταν από το σπίτι μου το οποίο βρίσκεται στις Μαλάδες μέχρι το κέντρο της πόλης μέσω της λεωφόρου 62 Μαρτύρων και επιστροφή πάλι μέσω της 62 Μαρτύρων που θεωρείτε μία από τις κύριες οδικές αρτηρίες του Ηρακλείου.

Τα αποτελέσματα τα μετέφερα από το GPS στον υπολογιστή μέσω θύρας USB όπου αποθηκεύτηκαν στο πρόγραμμα Marsource της GARMIN το οποίο μας έδειχνε ακριβώς και την πορεία που είχε καταγραφεί μέσω του δορυφόρου από το GPS.

Εικόνα 5.1.1: αποτύπωση πειραματικής διαδρομής μέσω Google Earth



Τις πληροφορίες αυτές τις αντέγραψα στο πρόγραμμα Excel.Στον πίνακα 5.1.1 αποτυπώνεται η μορφή των πληροφοριών.

Πίνακας 5.1.1

1	11/6/2012 8:45	29 m		0 m	0:00:01	0 km/h	0
2	11/6/2012 8:45	29 m		0 m	0:00:01	0 km/h	0
3	11/6/2012 8:45	29 m		0 m	0:00:01	0 km/h	0
4	11/6/2012 8:45	29 m		0 m	0:00:01	0 km/h	0
5	11/6/2012 8:45	29 m		0 m	0:00:01	0 km/h	0
6	11/6/2012 8:45	29 m		3 m	0:00:01	11 km/h	11
7	11/6/2012 8:45	29 m		4 m	0:00:01	14 km/h	14
8	11/6/2012 8:45	29 m		6 m	0:00:01	23 km/h	23
9	11/6/2012 8:45	29 m		6 m	0:00:01	23 km/h	23
10	11/6/2012 8:45	29 m		8 m	0:00:01	29 km/h	29
11	11/6/2012 8:45	29 m		9 m	0:00:01	33 km/h	33
12	11/6/2012 8:45	29 m		10 m	0:00:01	36 km/h	36
13	11/6/2012 8:45	29 m		11 m	0:00:01	39 km/h	39
14	11/6/2012 8:45	29 m		12 m	0:00:01	43 km/h	43
15	11/6/2012 8:45	29 m		13 m	0:00:01	45 km/h	45
16	11/6/2012 8:45	29 m		14 m	0:00:01	52 km/h	52
17	11/6/2012 8:45	29 m		14 m	0:00:01	52 km/h	52
18	11/6/2012 8:45	29 m		14 m	0:00:01	52 km/h	52
19	11/6/2012 8:45	29 m		16 m	0:00:01	59 km/h	59
20	11/6/2012 8:45	30 m		14 m	0:00:01	52 km/h	52
21	11/6/2012 8:45	30 m		16 m	0:00:01	59 km/h	59
22	11/6/2012 8:45	30 m		17 m	0:00:01	62 km/h	62
23	11/6/2012 8:45	30 m		18 m	0:00:01	65 km/h	65
24	11/6/2012 8:45	30 m		19 m	0:00:01	68 km/h	68

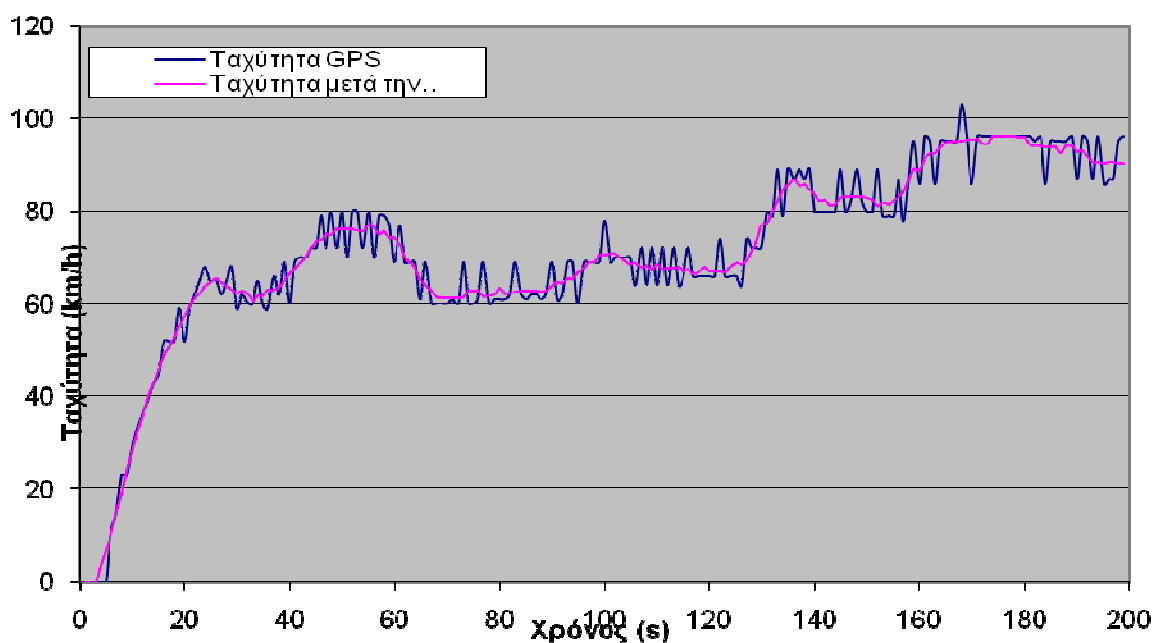
Με την βοήθεια των δεδομένων αυτών υπολόγισα την Μέση ταχύτητα, την Επιτάχυνση, την Τελική ταχύτητα κ.α όπως φαίνεται και στον πίνακα 5.1.2.

**Πίνακας 5.1.2: Αποτελέσματα δεδομένων GPS**

Ταχύτητα	Ταχ. Εξομ.	Τελ. Ταχ.	Ταχύτητα (m/s)	Επιτάχυνση	a>0	a<0				
0	0,00	0,00	0	0						
0	0,00	0,00	0	0						
0	1,83	0,00	0,509259259	0,509259259	0,509259259			% στασης	125	10,22913
0	3,57	3,57	0,992063492	0,482804233	0,482804233			% κίνησης	1097	89,77087
0	6,86	6,86	1,904761905	0,912698413	0,912698413			Μέση Ταχ.		31,26
11	10,14	10,14	2,817460317	0,912698413	0,912698413			Μέση Επιτ.		0,3688
14	14,29	14,29	3,968253968	1,150793651	1,150793651			Μέση Επιβρ.		-0,3763
23	19,00	19,00	5,277777778	1,30952381	1,30952381					
23	24,14	24,14	6,706349206	1,428571429	1,428571429					
29	28,14	28,14	7,817460317	1,111111111	1,111111111					
33	32,29	32,29	8,968253968	1,150793651	1,150793651					
36	35,43	35,43	9,841269841	0,873015873	0,873015873					
39	39,57	39,57	10,99206349	1,150793651	1,150793651					
43	42,86	42,86	11,9047619	0,912698413	0,912698413					
45	45,57	45,57	12,65873016	0,753968254	0,753968254					
52	48,86	48,86	13,57142857	0,912698413	0,912698413					
52	50,71	50,71	14,08730159	0,515873016	0,515873016					
52	53,00	53,00	14,72222222	0,634920635	0,634920635					
59	55,43	55,43	15,3968254	0,674603175	0,674603175					
52	57,29	57,29	15,91269841	0,515873016	0,515873016					
59	59,57	59,57	16,54761905	0,634920635	0,634920635					
62	61,43	61,43	17,06349206	0,515873016	0,515873016					

Την ταχύτητα την οποία κατέγραφε το GPS χρειάστηκε να την εξομαλύνουμε για πιο ακριβή αποτελέσματα. Χαρακτηριστικό είναι το παρακάτω διάγραμμα εξομάλυνσης ταχύτητας.

**Πίνακας 5.1.3: Διάγραμμα εξομάλυνσης**



Στην συνέχεια δημιουργήθηκε για κάθε μία ημέρα ένα συγκεντρωτικό φύλλο εργασίας για όλες τις διεργασίες. Ενδεικτικά στον πίνακα 5.1.3 φαίνεται αυτή της τελικής ταχύτητας.

**Πίνακας 5.1.3:Στοιχεία τελικής ταχύτητας**

0	0	0	0											
0	4	3,2	0											
0	6	5,333333	3,5											
3,571429	7,333333	7,857143	6,285714			ΟΛΙΚΟ	32,74332	% στασης	539	11,31165				
6,857143	9,571429	12	9,285714			ΠΡΩΙ	31,69326	% κίνησης	4226	88,68835				
10,14286	13,71429	17,14286	13,42857			ΑΠΟΓΕΥΜΑ	33,86212							
14,28571	16	22,71429	17,57143											
19	19,85714	27,85714	23,14286											
24,14286	25	32	27,28571											
28,14286	30,14286	36,14286	30,42857											
32,28571	34,28571	40,28571	33,57143											
35,42857	36,14286	44,28571	35,71429											
39,57143	37,14286	47,14286	37,14286											
42,85714	39,42857	49	39,14286											
45,57143	39,42857	52,28571	39,14286											
48,85714	37,42857	53,85714	40,28571											
50,71429	35,42857	56	39,85714											
53	32,57143	57,14286	39,14286											
55,42857	31,57143	56,71429	39,42857											
57,28571	29,71429	57,57143	39,57143											

Στην συνέχεια δημιουργήθηκε ένα ακόμα συγκεντρωτικό φύλλο εργασίας με όλες τις διεργασίες το οποίο ήταν και για τις 7 ημέρες των μετρήσεων όπως φαίνεται και στον πίνακα 5.1.4.

**Πίνακας 5.1.4:Συγκεντρωτικό 7 ημερών**

	ΔΕΥΤΕΡΑ	ΤΡΙΤΗ	ΤΕΤΑΡΤΗ	ΠΕΜΠΤΗ	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	ΣΑΒΒΑΤΟ	ΚΥΡΙΑΚΗ
ΟΛΙΚΟ	32,74332284	33,9061653	32,83051948	34,90369596	34,30315398	39,8592964	43,17410664
ΠΡΩΙ	31,6932601	31,73026616	31,37701277	33,05144051	34,63820749	41,43339758	42,41927174
ΑΠΟΓΕΥΜΑ	33,8621153	36,39394331	34,41462737	36,95153118	33,97567146	38,49374889	43,95937843
Ποσοστό Στάσης	11,31164743	10,68651411	9,561497326	8,123439982	10,15012324	5,715718225	6,8040655

Δημιουργήθηκε και ένα αρχείο με τα συγκεντρωτικά ολικά όλων των ημερών όπου μας δείχνει τον μέσο όρο των διεργασιών. Ένα μικρό δείγμα φαίνεται στον πίνακα 5.1.5.



Πίνακας 5.1.5: Συγκεντρωτικό ολικό 7 ημερών

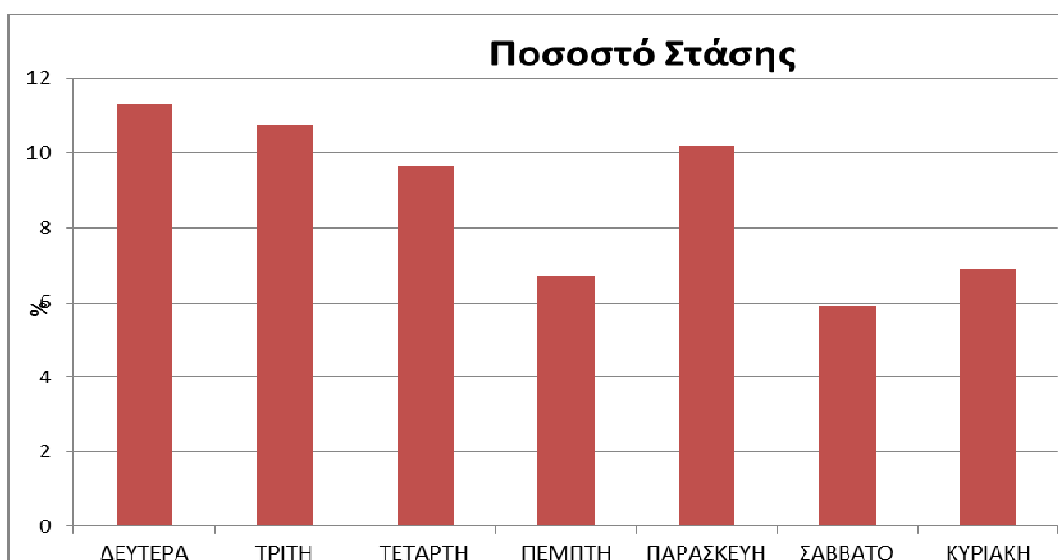
4	5	14	16,75	0	0	0	7	17,25	9,25	3,5	8,5	4	4,5	0	10,5	Συνολική ΜΩΤ	30,5957		
5,4	7,8	19,8	17,6	0	5,6	4,4	9	21	10,8	5,6	9	6,4	5,4	3,6	14				
6,333333	9,666667	24	17,33333	3	7,5	6,333333	12	22,33333	13,33333	7,333333	9	8,833333	7,333333	5,666667	15,5				
8,714286	12	27	17,57143	5,285714	10,28571	8,714286	13	24,28571	15,28571	9,571429	10,42857	10,85714	9	8,142857	16,57143	% στασης	3317	11,59	
11	14,42857	33,14286	18,85714	7,285714	12,71429	12	15,42857	30,71429	19	13,71429	11,71429	15	10,28571	11,14286	18,85714	% κίνησης	25292	88,41	
15,14286	16,85714	40,57143	21,28571	11,14286	15,14286	17,57143	19,14286	36,85714	22,71429	19,28571	15,57143	19,71429	12,71429	15,28571	19,85714				
19,28571	19	43,14286	17,57143	15,28571	17,57143	22,71429	19,14286	39,14286	24,85714	23,42857	16,14286	24,85714	13,71429	20	19,14286				
23,57143	21,42857	46,42857	18,28571	20,85714	17,85714	26,71429	20	41,85714	26	27,57143	18,28571	28,14286	16,14286	24,57143	17,42857				
27,14286	21,14286	48,71429	19	24,42857	16,42857	31,28571	20	44,71429	26	31,14286	20,42857	33,28571	17,28571	29,14286	15				
32	20,85714	50,71429	21,57143	28,57143	14	35,42857	19,85714	48	26	36,28571	22,85714	36,71429	17,28571	33,28571	13				
35,14286	20,85714	52,71429	22,71429	31,42857	11,42857	39,57143	19,85714	51,28571	25,85714	40,42857	24	40,85714	19,42857	37,42857	12,14286				
39,28571	20,85714	55,42857	25,14286	36,85714	9	44,71429	19,85714	54,57143	25,85714	43,71429	26,42857	44,14286	21,85714	41,85714	11,42857				
42,57143	20,85714	57,28571	26,42857	39,42857	6,571429	46,57143	18,57143	56,85714	25,85714	45,57143	26,42857	47,85714	21,85714	43,85714	13,57143				
44,85714	19,57143	60,57143	27,42857	42,71429	6,571429	49,85714	18,57143	57,85714	25,85714	48,85714	25	51,14286	22,28571	47,57143	15				
46,42857	18,28571	62,42857	27,28571	44,57143	6,571429	52,71429	19,85714	58,85714	23,42857	51,14286	26,28571	54,42857	22,28571	49,42857	17,42857				
49,28571	18,28571	62,42857	27,28571	46,85714	6,571429	55,42857	19,85714	59,71429	23,71429	54	25	56,28571	22,28571	52,28571	19,57143				

Στο συγκεντρωτικό ολικό πραγματοποιήθηκαν κι άλλες επεξεργασίες όπως ο υπολογισμός της διάρκειας ανά ώρα ημέρας δηλαδή και τις πρωινές και τις απογευματινές ώρες για όλες της ημέρες των μετρήσεων. Επίσης πραγματοποιήθηκαν υπολογισμοί για το μέσο όρο διάρκειας ανά ώρα ημέρας όπως και το ολικό διάρκειας και στάσεων τόσο για το πρωί όσο και για το απόγευμα. Όλα αυτά αναλύονται περαιτέρω στην επόμενη παράγραφο μαζί με τα αποτελέσματα της πειραματικής διαδικασίας.

## 5.2.Αποτελέσματα πειραματικής διαδικασίας

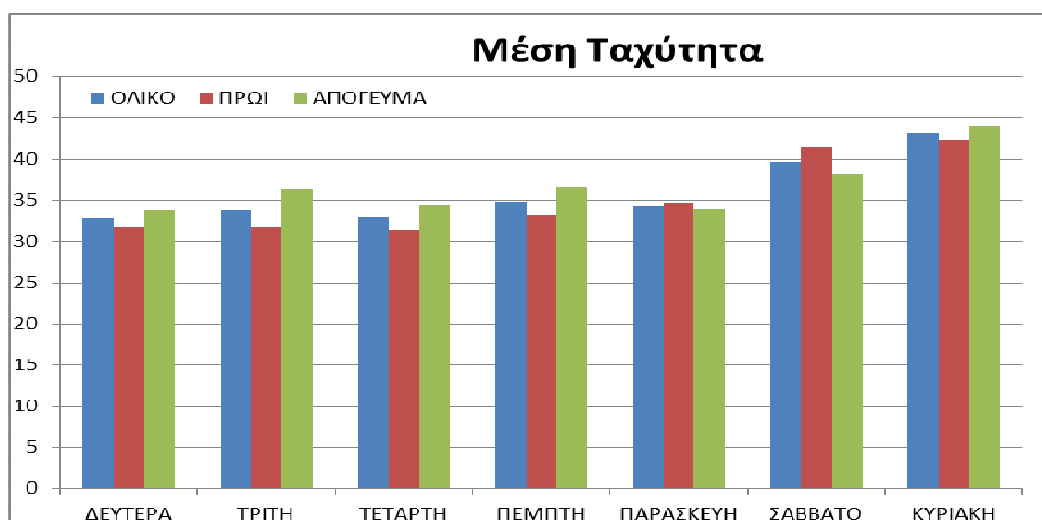
Στο διάγραμμα 5.2.1 μας δίνεται το ποσοστό στάσης για όλες τις ημέρες των μετρήσεων. Παρατηρούμαι ότι τις καθημερινές το ποσοστό στάσης έχει μεγαλύτερες τιμές σε σχέση με το Σαββατοκύριακο. Αυτό είναι απολύτως λογικό καθώς τις καθημερινές οι περισσότεροι άνθρωποι πηγαίνουν στις δουλειές του σε σχέση με το Σ/Κ.

Διάγραμμα 5.2.1



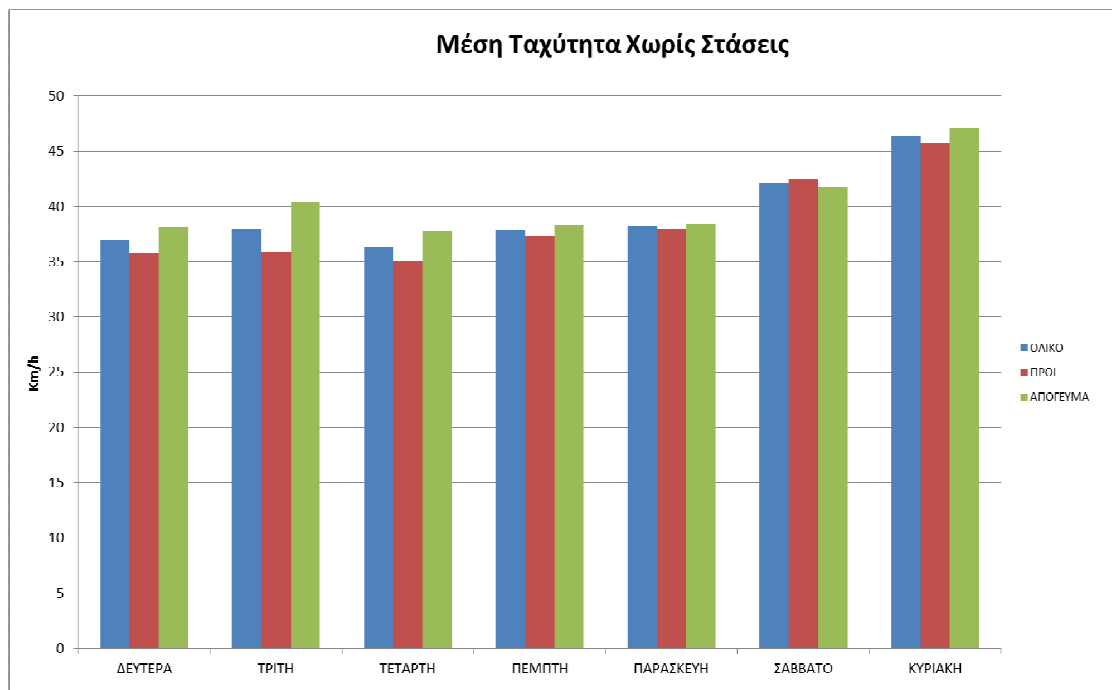
Στο διάγραμμα 5.2.2 βλέπουμε το διάγραμμα της μέσης ταχύτητας για όλες τις μέρες και ώρες των μετρήσεων. Το Σ/Κ η μέση ταχύτητα έχει μεγαλύτερες τιμές λόγω του ότι η κίνηση των οχημάτων είναι περιορισμένη τις μέρες αυτές.

Διάγραμμα 5.2.2



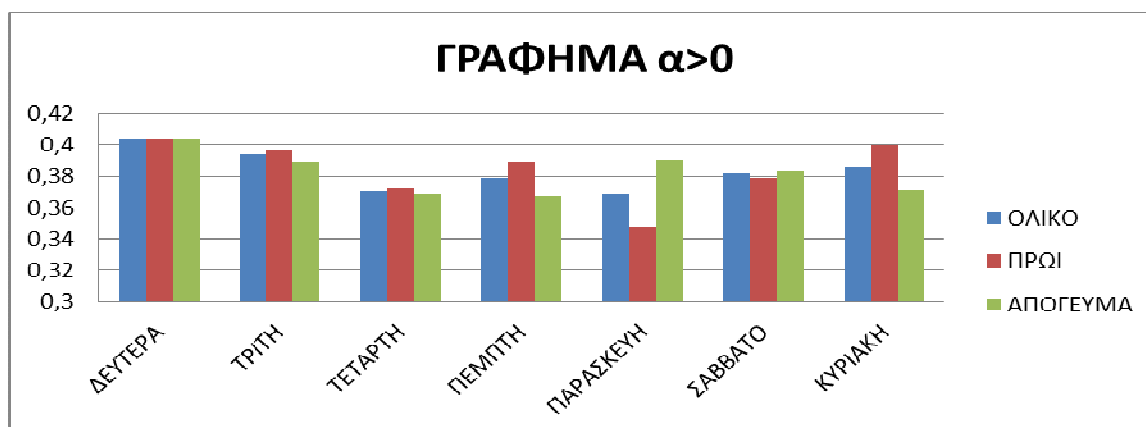
Στο διάγραμμα 5.2.3 βλέπουμε το διάγραμμα της μέσης ταχύτητας χωρίς στάσεις. Όπως και στο προηγούμενο διάγραμμα έτσι και σ αυτό οι τιμές το Σ/Κ είναι μεγαλύτερες για τον ίδιο ακριβώς λόγο.

Διάγραμμα 5.2.3



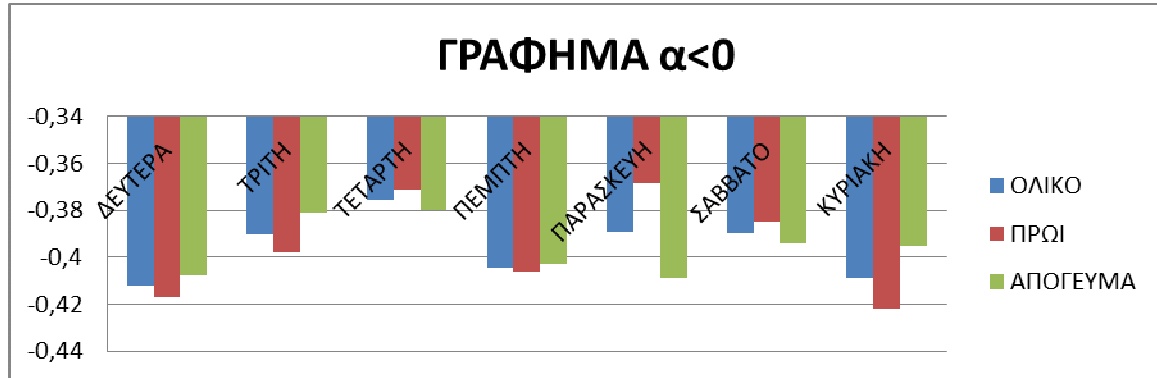
Στο γράφημα 5.2.4 βλέπουμε το γράφημα της επιτάχυνσης. Παρατηρούμε ότι την Δευτέρα και την Κυριακή το πρωί έχουμε μεγαλύτερες τιμές. Αυτό συμβαίνει γιατί την Κυριακή δεν έχει τόση κίνηση ενώ την Δευτέρα έχουμε σχεδόν ίδιες τιμές καθώς η περιοχή των Μαλάδων έχοντας πολλά εργοστάσια έχει και μεγάλη κίνηση βαρέων οχημάτων κάνοντας την προσπέραση αρκετά δύσκολη.

Γράφημα 5.2.4



Στο γράφημα 5.2.5 έχουμε το γράφημα της επιβράδυνσης. Για τους ίδιους ακριβώς λόγους που αναφέρθηκαν πιο πριν βλέπουμε ότι οι τιμές είναι και περίπου οι ίδιες με αυτές της επιτάχυνσης.

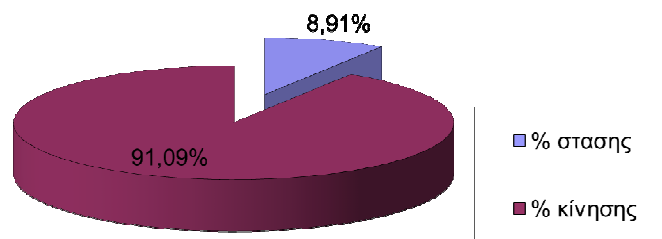
Γράφημα 5.2.5



Στο γράφημα 5.2.6 βλέπουμε τα ολικά ποσοστά στάσης – κίνησης έτσι όπως εμφανίζονται μετά τους υπολογισμούς. Σύμφωνα με την επιλογή της διαδρομής και τις ιδιαιτερότητές της τα ποσοστά κρίνονται απολύτως φυσιολογικά.

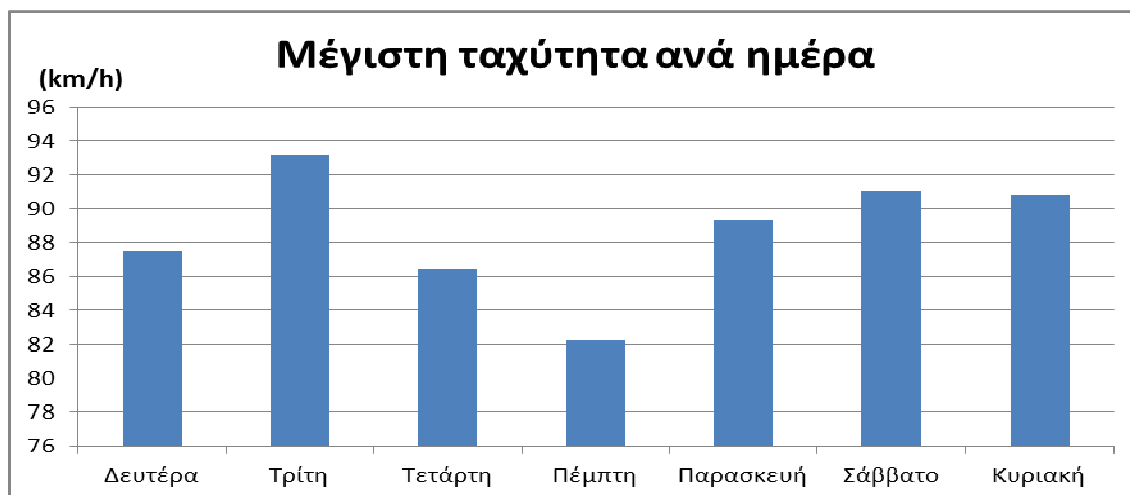
Γράφημα 5.2.6

### Ολικά Ποσοστά Στάσης-Κίνησης



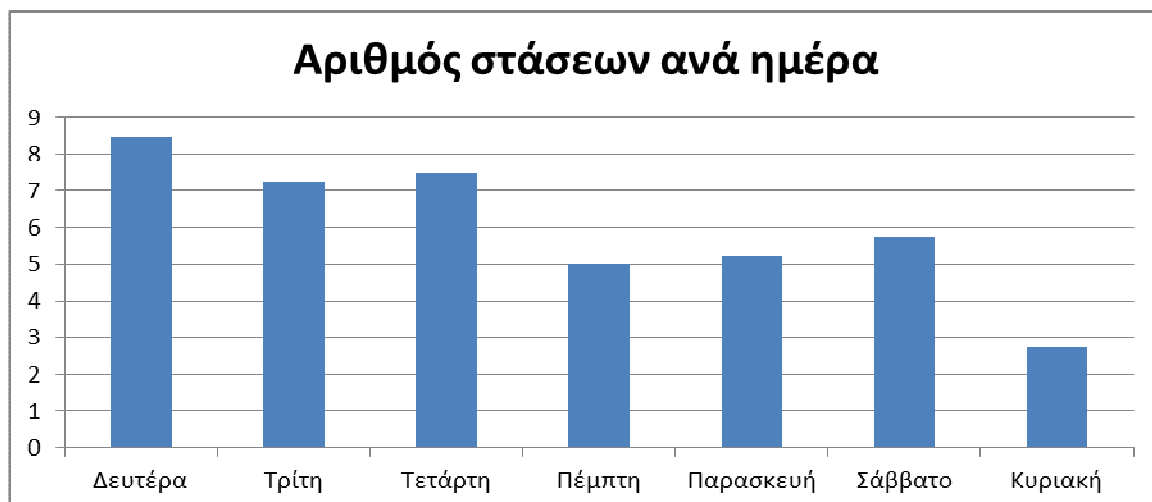
Στη συνέχεια εμφανίζεται το διάγραμμα της μέσης ταχύτητας ανά ημέρα. Όπως παρατηρούμαι την ημέρα Τρίτη έχουμε την μεγαλύτερη μέγιστη ταχύτητα. Προφανώς την ημέρα εκείνη η κίνηση των οχημάτων και κυρίως των φορτηγών ήταν μικρότερη με αποτέλεσμα η μέγιστη ταχύτητα να είναι μεγάλη.

Διάγραμμα 5.2.7



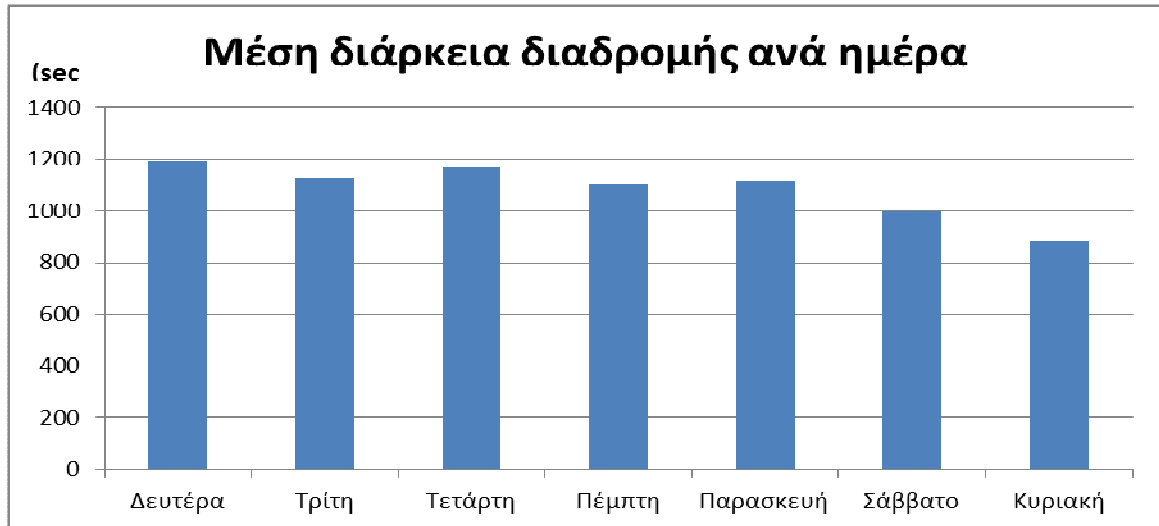
Επίσης έχουμε το διάγραμμα με τις στάσεις ανά ημέρα. Παρατηρούμαι ότι η Κυριακή όπως ήταν φυσικό έχει τον λιγότερο αριθμό στάσεων. Αντίθετα η Δευτέρα είναι η μέρα εκείνη με τις περισσότερες.

Διάγραμμα 5.2.8



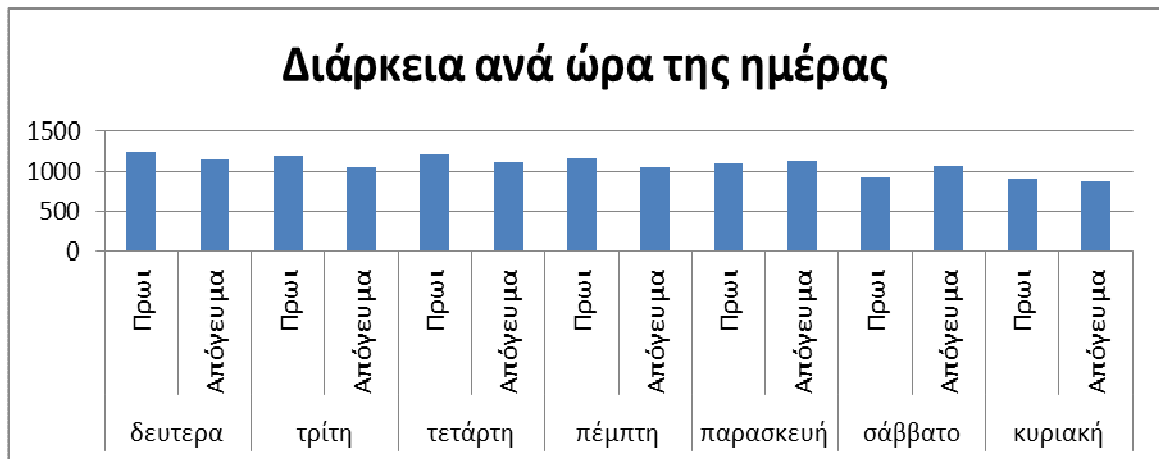
Υπολογίστηκε επίσης και η μέση διάρκεια διαδρομής ανά ημέρα. Βλέπουμε ότι το Σ/Κ η μέση διάρκεια διαδρομής παίρνει τις μικρότερες τιμές λόγω μικρότερης κίνησης οχημάτων.

Διάγραμμα 5.2.9



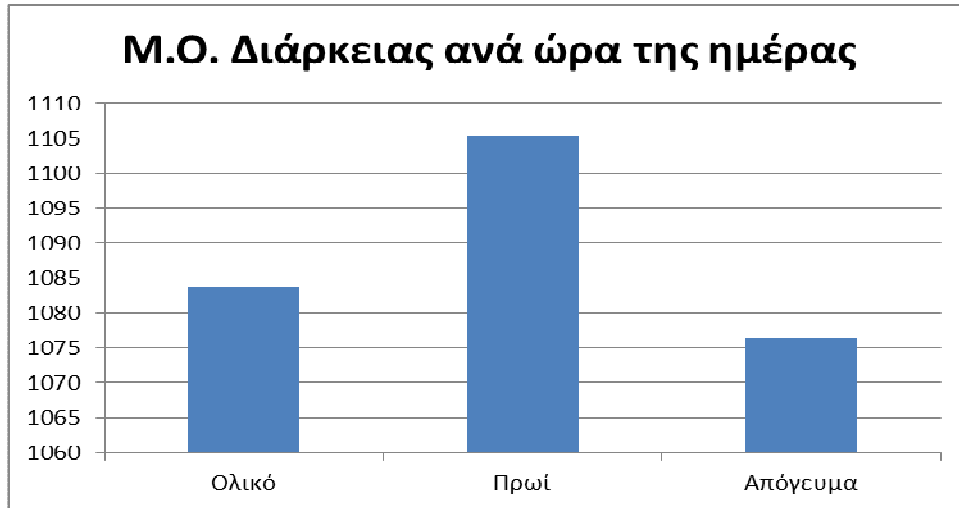
Στη συνέχεια αναλύουμε ακόμα περισσότερο την διάρκεια της διαδρομής και έτσι έχουμε το διάγραμμα της διάρκειας ανά ώρα ημέρας. Η διαδρομή της Κυριακής τόσο το πρωί όσο και το απόγευμα έχει τις μικρότερες τιμές.

Διάγραμμα 5.2.10



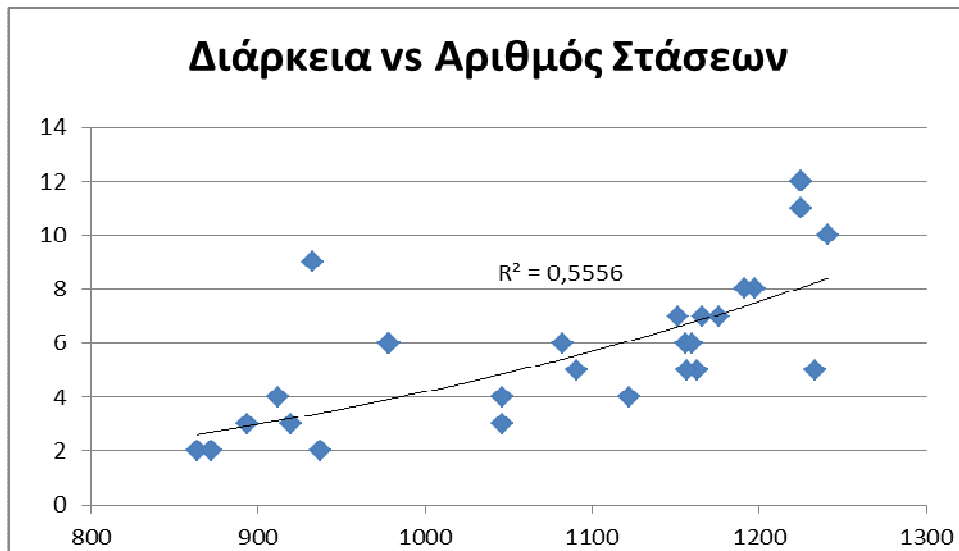
Επίσης έχουμε το διάγραμμα του μέσου όρου διάρκειας ανά ώρα της μέρας. Το πρωί η διάρκεια της διαδρομής έχει μεγαλύτερες τιμές επειδή η κίνηση των οχημάτων είναι μεγαλύτερη σε σχέση με το απόγευμα.

Διάγραμμα 5.2.11



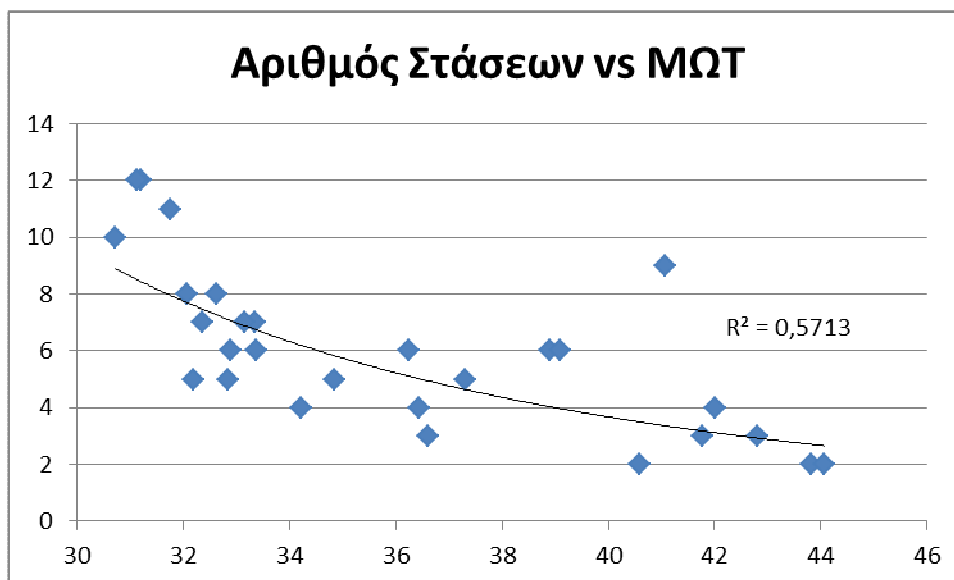
Στο παρακάτω διάγραμμα έχουμε μια ενδιαφέρουσα σύγκριση. Την διάρκεια με τον αριθμό των στάσεων.

Διάγραμμα 5.2.12



Τέλος επίσης μια ενδιαφέρουσα σύγκριση μεταξύ του αριθμού των στάσεων και της μέσης ωριαίας ταχύτητας.

Διάγραμμα 5.2.13



Χρησιμοποιήθηκε γραμμή τάσης δύναμης διότι η τιμή  $R^2$  (συντελεστής προσδιορισμού)<sup>46</sup> είναι πάνω από 50% που είναι στατιστικά αποδεκτή.

Μέσες τιμές όλων των μετρήσεων. Με βάση τα κάτωθι κριτήρια επιλογής:

- ☒ **Διάρκεια:** 1083,64 sec
- ☒ **Μέση ωριαία ταχύτητα:** 35,58 km/h
- ☒ **Μέση ωριαία ταχύτητα χωρίς στάσεις:** 39,14 km/h
- ☒ **Αριθμός στάσεων:** 6
- ☒ **% στάσης:** 8,91 %
- ☒ **Μέση επιτάχυνση:** 0,3833 m/s<sup>2</sup>
- ☒ **Μέση επιβράδυνση:** - 0,3953 m/s<sup>2</sup>

Με βάση τις παραπάνω μέσες τιμές επιλέχθηκε η πιο αντιπροσωπευτική καταγραφή. Αυτή είναι η καταγραφή της Δευτέρας το μεσημέρι από το κέντρο προς την περιοχή των Μαλάδων η οποία έχει με το μεγαλύτερο άθροισμα ποσοστών ομοιότητας με τις μέσες τιμές όλων των μετρήσεων (6,86). Η μέγιστη τιμή που μπορεί να πάρει το άθροισμα ποσοστών ομοιότητας είναι 7 (= αριθμός κριτηρίων).

<sup>46</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Coefficient\\_of\\_determination](http://en.wikipedia.org/wiki/Coefficient_of_determination) ( Wikipedia)



Πίνακας 5.2.14: Συγκριτικός πίνακας των ολικών μέσων τιμών των μετρήσεων με τους αντίστοιχους της αντιπροσωπευτικής διαδρομής

Χαρακτηριστικά	Μέσες Τιμές Μετρήσεων	Μέσες Τιμές Αντιπροσωπευτικής Διαδρομής	Ποσοστό Ομοιότητας
Διάρκεια (sec)	1083,64	1082	99,84%
Μέση ωριαία ταχύτητα (km/h)	35,58	36,27	98,10%
Μέση ωριαία ταχύτητα χωρίς στάσεις (km/h)	39,14	40,21	97,34%
Αριθμός στάσεων	6	6	100
% στάσης	8,91	8,67	97,31%
Μέση επιτάχυνση ( $m/s^2$ )	0,3833	0,4007	95,66%
Μέση επιβράδυνση ( $m/s^2$ )	- 0,3953	-0,4046	97,69%

Κατά την διάρκεια επεξεργασίας των αποτελεσμάτων στο EXCEL χρησιμοποιήθηκε η εξής εντολή: =IF(B3<E3;B3/E3;E3/B3). Με την εντολή αυτή καταφέραμε να ξεπεράσουμε τον σκόπελο των αρνητικών τιμών για το ποσοστό στάσης.

### 5.2.1. Τελικό αποτέλεσμα

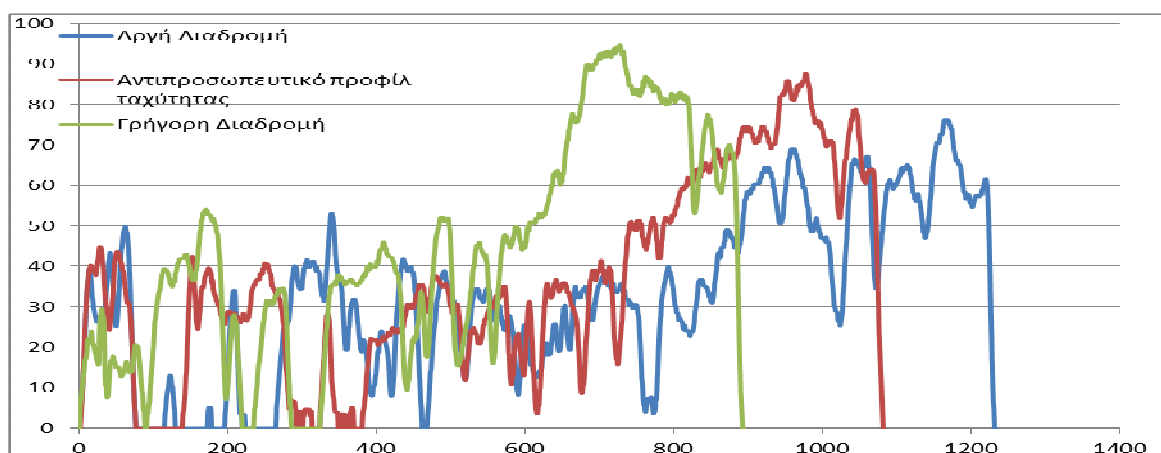
Στο παρακάτω διάγραμμα εμφανίζεται το αντιπροσωπευτικό προφίλ ταχύτητας της διαδρομής που εξετάστηκε. Παρατηρούμε ότι όντως η τιμή της ταχύτητας είναι περίπου στα ίδια επίπεδα με την τιμή της μέσης ταχύτητας όλων των διαδρομών.

Διάγραμμα 5.2.15



Στο διάγραμμα εμφανίζονται τα ποσοστά της αργής, της αντιπροσωπευτικής και της γρήγορης διαδρομής. Βλέπουμε ότι η γρήγορη διαδρομή έχει σαφώς μεγαλύτερες τιμές, η αργή μικρότερες και η αντιπροσωπευτική βρίσκεται ανάμεσα στις δύο.

Διάγραμμα 5.2.16



### 5.3 Συμπεράσματα-Προτάσεις:

Το αντιπροσωπευτικό προφίλ ταχύτητας-χρόνου (κύκλος οδήγησης) που εκπονήθηκε στην παρούσα πτυχιακή, όπως έχει προαναφερθεί μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την μέτρηση εκπομπών ρύπων και κατανάλωσης καυσίμου. Τα αποτελέσματα μπορούν να μας δώσουν μία εικόνα για την επιβάρυνση της ατμόσφαιρας που οφείλεται στις μοτοσικλέτες που κινούνται στην συγκεκριμένη διαδρομή.

Τα ποσοστά ομοιότητας του προφίλ ταχύτητας (κύκλος οδήγησης) της αντιπροσωπευτικής διαδρομής της συγκεκριμένης πτυχιακής, σε σχέση με τις μετρήσεις πεδίου βρίσκονται σε πολύ καλό επίπεδο (95,66% έως 100%) γεγονός το οποίο οφείλεται στο ότι η διαδρομή ήταν συγκεκριμένη και σε ένα βαθμό τυποποιημένη. Εφόσον όμως τα ποσοστά είναι τόσο υψηλά δεν φαίνεται να χρειάζονται περαιτέρω καταγραφές για την συγκεκριμένη διαδρομή.

Για το αντίκτυπο στην ατμόσφαιρα από το σύνολο των μοτοσικλετών για την πόλη του Ηρακλείου, για παράδειγμα, απαιτείται μεγαλύτερο εύρος μελέτη.

Παρατηρούμε ότι και τα ποσοστά της παρούσας μελέτης είναι σε πολύ ικανοποιητικά επίπεδα. Παράλληλα γίνονται πολλές μελέτες με το ίδιο θέμα οι οποίες αν τα αποτελέσματά τους ενωθούν μπορούν σίγουρα να δώσουν μία σαφώς πιο αντιπροσωπευτική διαδρομή.

Λόγω του μεγάλου κυβισμού της μοτοσικλέτας καταγράφηκαν μεγάλες τιμές στις επιταχύνσεις. Αυτό ενδέχεται να δυσκολεύει την εφαρμογή του προφίλ ταχύτητας στο δυναμομετρική εξέδρα. Υπάρχει δυνατότητα μοντελοποίησης του κύκλου οδήγησης κατά τα πρότυπα του Νέου Ευρωπαϊκού Κύκλου Οδήγησης (NEDC).

Εξέταση κατά την ίδια μεθοδολογία άλλων περιοχών της πόλης του Ηρακλείου όπως για παράδειγμα, Αμμουδάρα, Αλικαρνασός, Καρτερός, Φορτέτσα και άλλα. Επίσης θα μπορούσε να εξεταστεί η κίνηση διαφόρων τύπων μοτοσικλετών εντός του κέντρου της πόλης του Ηρακλείου με διαφορετική όμως προσέγγιση όπως για παράδειγμα τους επαγγελματίες που κάνουν διανομές.

Για την συνέχιση της μελέτης καταγραφής χαρακτηριστικών κίνησης στην ευρύτερη περιοχή του Ηρακλείου προτείνεται να γίνει χρήση μοτοσικλετών με πιο εμπορικά χαρακτηριστικά όπως για παράδειγμα αυτόματων μεσαίου κυβισμού (σκούτερ).

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ - ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>: ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ ΣΤΙΣ ΠΟΛΕΙΣ**

Πίνακας 1.1 Προέλευση αερίων ρύπων.....6

Πίνακας 1.2 Πηγές Ρυπάνσεως του Αέρα σε μια Τυπική Πόλη της Δεκαετίας του 1990.....8

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>: ΕΚΠΕΜΠΟΜΕΝΟΙ ΡΥΠΟΙ ΟΧΗΜΑΤΩΝ**

Πίνακας 2.1 Προέλευση αερίων ρύπων.....12

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>: ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΡΥΠΩΝ**

Πίνακας 3.1: Ευρωπαϊκές προδιαγραφές εκπομπών ρύπων για επιβατικά αυτοκίνητα.....18

Πίνακας 3.2.:Ευρωπαϊκές προδιαγραφές εκπομπών ρύπων για ελαφρά επιβατικά αυτοκίνητα.....19

Πίνακας 3.3.:Προδιαγραφές οδικών καυσίμων, τα έτη 1996-2005, στην Ευρωπαϊκή Ένωση.....20

Διάγραμμα 3.4.Μείωση ανωτάτης επιτρεπόμενης περιεκτικότητας θείου στα καύσιμα βενζίνης και πετρελαίου επί %.....21

Διάγραμμα 3.2.1: Μέσος όρος εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) των επιβατικών αυτοκινήτων, στην Ευρωπαϊκή Ένωση.....23

Διάγραμμα 3.2.2: Ποσοστιαία μείωση των ορίων εκπομπής ρύπων, για τους ντιζελοκίνητους των επιβατικών αυτοκινήτων, στην Ευρωπαϊκή Ένωση.....24

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>: ΚΥΚΛΟΙ ΟΔΗΓΗΣΗΣ**

Πίνακας4.1: Παράμετροι γνωστών Κύκλων Οδήγησης.....29

Πίνακας 4.2: Παράμετροι Κύκλων Οδήγησης.....30

Πίνακας 4.3: Μεταβολή της μέσης συγκέντρωσης βενζολίου καθημερινά και το σαββατοκύριακο, από τον Ιανουάριο έως τον Δεκέμβριο 2000 στο Din Daeng δρόμο.....33

Πίνακας 4.4: Οι τιμές των κριτηρίων.....34

Πίνακας 4.5:Ποσοστό ταχυτήτων και επιταχύνσεων.....34

Διάγραμμα 4.1: Κύκλος οδήγησης Ταιρεί.....35

Διάγραμμα 4.1.1:ECE ( the ECE driving cycle includes two sub-cycles).....36

Διάγραμμα 4.2: Διάγραμμα Κύκλων Οδήγησης.....	37
Διάγραμμα 4.1.1 :10-15 Κύκλος Οδήγησης.....	40
Διάγραμμα 4.1.2 :FTP-75 Κύκλος Οδήγησης.....	41
Διάγραμμα 4.2.1 :New York Κύκλος Οδήγησης.....	42
Διάγραμμα 4.2.2 :Artemis Αστικός Κύκλος Οδήγησης.....	43
Διάγραμμα 4.2.3 :Artemis Αγροτικός Κύκλος Οδήγησης.....	43
Διάγραμμα 4.2.4 :Artemis Αυτοκινητόδρομος Κύκλος Οδήγησης.....	43
Διάγραμμα 4.2.1 :Braunschweig Κύκλος Οδήγησης.....	44
Διάγραμμα 4.2.2 :Virginia University Κύκλος Οδήγησης.....	45
Πίνακας 5.1.1.....	54
Πίνακας 5.1.2: Αποτελέσματα δεδομένων GPS.....	55
Πίνακας 5.1.3:Διάγραμμα εξομάλυνσης .....	55
Πίνακας 5.1.3:Στοιχεία τελικής ταχύτητας.....	56
Πίνακας 5.1.4:Συγκεντρωτικό 7 ημερών.....	56
Πίνακας 5.1.5:Συγκεντρωτικό ολικό 7 ημερών.....	57
Διάγραμμα 5.2.1 Ποσοστό στάσης.....	58
Διάγραμμα 5.2.2 Μέση ταχύτητα.....	58
Διάγραμμα 5.2.3 Μέση ταχύτητα χωρίς στάσεις.....	59
Γράφημα 5.2.4 Επιτάχυνσης.....	59
Γράφημα 5.2.5 Επιβράδυνσης.....	60
Γράφημα 5.2.6 Ολικά ποσοστά στάσης.....	60
Διάγραμμα 5.2.7 Μέση ταχύτητα ανά ημέρα.....	61
Διάγραμμα 5.2.8 Αριθμός στάσεων ανά ημέρα.....	61
Διάγραμμα 5.2.9 Μέση διάρκεια ανά ημέρα.....	62
Διάγραμμα 5.2.10 Διάρκεια ανά ώρα της ημέρας.....	62
Διάγραμμα 5.2.11 Μέσος όρος διάρκειας ανά ώρα της ημέρας.....	63
Διάγραμμα 5.2.12 Διάρκεια vs Στάσεις.....	63
Διάγραμμα 5.2.13 Αριθμός στάσεων vs ΜΩΤ.....	64

Πίνακας 5.2.14: Συγκριτικός πίνακας των ολικών μέσων τιμών των μετρήσεων με τους αντίστοιχους της αντιπροσωπευτικής διαδρομής.....	65
Διάγραμμα 5.2.15 Αντιπροσωπευτικό προφίλ ταχύτητας.....	66
Διάγραμμα 5.2.16 Προφίλ ταχυτήτων.....	66